



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

**DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS PARA EL
ENCAUZAMIENTO EN LAS ZONAS VULNERABLES DE LA
QUEBRADA LUPÍN, HUARMEY – ANCASH**

PRESENTADA POR

DANIEL ANDREW CHONG GÁLVEZ

EDSON SANTIAGO SILVA VALDEZ

ASESOR

ALEXIS SAMOHOD ROMERO

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LIMA – PERÚ

2018



CC BY

Reconocimiento

Los autores permiten a otros distribuir y transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra, incluso con fines comerciales, siempre que sea reconocida la autoría de la creación original

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS
PARA EL ENCAUZAMIENTO
EN LAS ZONAS VULNERABLES DE LA QUEBRADA
LUPÍN, HUARMEY – ANCASH**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR

**CHONG GÁLVEZ, DANIEL ANDREW
SILVA VALDEZ, EDSON SANTIAGO**

LIMA, PERÚ

2018

El presente trabajo de investigación se lo dedico a Dios. A mis padres, Gina y Víctor que no dejaron de confiar en mí y me apoyaron en todo momento.

Daniel Chong G.

El presente trabajo de investigación lo dedico a Dios que siempre estuvo presente. A mis padres, Santiago y Marlene siendo mi inspiración para seguir adelante. A mis hermanos, Claudia y Joaquín que son mi alegría y a Carolina que siempre estuvo a mi lado.

Edson Silva V.

ÍNDICE

| | Página |
|---|---------------|
| RESUMEN | XI |
| ABSTRACT | XII |
| INTRODUCCIÓN | XIII |
| CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 1 |
| 1.1 Descripción de la situación problemática | 1 |
| 1.2 Formulación del problema | 2 |
| 1.3 Objetivos | 3 |
| 1.4 Justificación de la investigación | 3 |
| CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO | 7 |
| 2.1 Antecedentes de la investigación | 7 |
| 2.2 Bases teóricas | 9 |
| 2.3 Definiciones de términos básicos | 55 |
| CAPÍTULO III HIPÓTESIS Y VARIABLES | 57 |
| 3.1 Propuesta de diseño de defensas ribereñas | 57 |
| 3.2 Hipótesis | 58 |
| 3.3 Variables y definición operacional | 58 |
| 3.4 Operacionalización de variables: | 59 |
| 3.5 Matriz de consistencia | 61 |
| CAPÍTULO IV METODOLOGÍA | 62 |
| 4.1 Diseño metodológico | 62 |

| | | |
|---|---|-----|
| 4.2 | Técnicas de recolección de datos | 64 |
| 4.3 | Técnicas estadísticas para el proceso de la información | 65 |
| CAPÍTULO V DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN | | 68 |
| 5.1 | Proceso hidrológico | 68 |
| 5.2 | Modelo Hidráulico Hec – Hms | 80 |
| 5.3 | Proceso de diseño de defensa ribereña | 111 |
| CAPÍTULO VI RESULTADOS | | 123 |
| 6.1 | Modelo hidrológico | 123 |
| 6.2 | Modelo hidráulico | 135 |
| 6.3 | Proceso de diseño de defensa ribereña | 144 |
| 6.4 | Discusión | 150 |
| CONCLUSIONES | | 153 |
| RECOMENDACIONES | | 156 |
| FUENTES DE INFORMACIÓN | | 158 |
| ANEXOS | | 162 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Página |
|--|---------------|
| Figura 1. Representación de un levantamiento topográfico | 10 |
| Figura 2. Sección transversal de un terraplén | 15 |
| Figura 3. Envolvente de Mohr Coulomb | 18 |
| Figura 4. Criterio de rotura en suelos | 18 |
| Figura 5. Valores para mi para roca intacta | 20 |
| Figura 6. Envolvente de Hoek-Brown | 21 |
| Figura 7. Tipos de fallas en taludes | 22 |
| Figura 8. Fuerzas que actúan sobre superficie de rotura curva | 25 |
| Figura 9. División de rebanadas para aplicar el equilibrio límite | 26 |
| Figura 10. Fuerzas que actúa en una rebanada-Método de Fellenius | 27 |
| Figura 11. Fuerzas actuantes en cada rebanada, Método de Bishop | 28 |
| Figura 12. Diagrama para determinar el factor fo | 29 |
| Figura 13. Método de Spencer y método de MorgensternPrice | 30 |
| Figura 14. Función de Medio Seno | 31 |
| Figura 15. Zonas sísmicas en el Perú | 34 |
| Figura 16. Análisis pseudoestático de una falla curva | 36 |
| Figura 17. Esquema del ensayo del corte sencillo y del corte doble | 37 |
| Figura 18. Dispositivo para el ensayo de corte directo norma ASTM D-3080 | 38 |
| Figura 19. Definición de la resistencia residual | 40 |
| Figura 20. Mecanismo de falla de una cimentación continua | 41 |
| Figura 21. Trazo de curvas de isoyetas | 49 |
| Figura 22. Programa River | 55 |
| Figura 23. Metodología de procesamiento de datos Elaboración los autores | 67 |
| Figura 24. Ubicación de la zona de estudio | 69 |
| Figura 25. Método de las isoyetas | 75 |
| Figura 26. Hietograma acumulados para 10, 20, 50, 100 años | 78 |

| | |
|--|-----|
| Figura 27. Hietograma incrementales para 10, 20, 50, 100 años | 79 |
| Figura 28. Curva Número Seca Cuenca en la Quebrada Lupín | 81 |
| Figura 29. Curva Número Normal Cuenca en la Quebrada Lupín | 82 |
| Figura 30. Curva Número Húmeda Cuenca en la Quebrada Lupín | 83 |
| Figura 31. Modelo Hidrológico en Hec Hms | 86 |
| Figura 32. Especificaciones de control | 87 |
| Figura 33. Ubicación hidrogeográfica | 89 |
| Figura 34. Representación del fill Sinks | 91 |
| Figura 35. Representación del Flow direction | 92 |
| Figura 36. Representación del flow accumulation | 92 |
| Figura 37. Representación del Watershed | 93 |
| Figura 38. Representación del polígono de la cuenca de estudio | 94 |
| Figura 39. Geomorfología en la cuenca de la Quebrada Lupín | 95 |
| Figura 40. TIN del área de análisis | 96 |
| Figura 41. Secciones del cauce | 97 |
| Figura 42. área de posible Inundación | 99 |
| Figura 43. Identificación de características de la quebrada | 99 |
| Figura 44. Geometría de cauce en estudio de la Quebrada | 100 |
| Figura 45. Definición de los flujos de entrada y salida del cauce | 101 |
| Figura 46. Hidrograma de flujo para 100 años | 102 |
| Figura 47. Hidrograma para un periodo de retorno de 100 años | 103 |
| Figura 48. Hidrograma de flujo para 50 años | 104 |
| Figura 49. Hidrograma para un periodo de retorno de 50 años | 105 |
| Figura 50. Hidrograma de flujo para 20 años | 106 |
| Figura 51. De hidrograma para un periodo de retorno de 20 años | 107 |
| Figura 52. Hidrograma de flujo para un periodo de retorno de 10 años | 108 |
| Figura 53. hidrograma para un periodo de retorno de 10 años | 109 |
| Figura 54. Definición de flujo de salida del cauce | 109 |
| Figura 55. Simulación de Modelo Hidráulico | 110 |
| Figura 56. Excavación de calicata en Lupín | 111 |
| Figura 57. Proceso para cuartear la muestra | 112 |
| Figura 58. Tamices considerados en el ensayo granulométrico | 113 |
| Figura 59. Curva de esfuerzo cortante VS deformación tangencial | 117 |

| | |
|--|-----|
| Figura 60. tendencia de resultados esfuerzo cortante | 117 |
| Figura 61. defensa ribereña propuesta | 119 |
| Figura 62. longitudinal del dique | 119 |
| Figura 63. Sección transversal del dique propuesto | 120 |
| Figura 64. Sección transversal diseñada en GeoStudio | 122 |
| Figura 65. Hidrograma para un periodo de retorno de 10 años | 124 |
| Figura 66. Hidrograma para un periodo de retorno de 10 años | 124 |
| Figura 67. Hidrograma simulado para periodo de retorno de 10 años | 125 |
| Figura 68. Hidrograma para un periodo de retorno de 10 años | 126 |
| Figura 69. Hidrograma para un periodo de retorno de 20 años | 127 |
| Figura 70. Hidrograma simulado para periodo de retorno de 20 años | 128 |
| Figura 71. Hidrograma simulado para periodo de retorno de 50 años | 129 |
| Figura 72. Hidrograma simulado para periodo de retorno de 50 años | 130 |
| Figura 73. Hidrograma simulado para periodo de retorno de 50 años | 131 |
| Figura 74. Hidrograma simulado para periodo de retorno de 100 años | 132 |
| Figura 75. Hidrograma simulado para periodo de retorno de 100 años | 133 |
| Figura 76. Hidrograma simulado para periodo de retorno de 100 años | 134 |
| Figura 77. Área de Inundación Periodo de retorno 100 años | 136 |
| Figura 78. Simulación de inundación en Hec-Ras - Pr 100 años | 137 |
| Figura 79. Área de Inundación Pr 50 años | 138 |
| Figura 80. Simulación de inundación en Hec-Ras - Pr 50 años | 139 |
| Figura 81. Área de Inundación Pr 20 años | 140 |
| Figura 82. Simulación de inundación en Hec-Ras - Pr 20 años | 141 |
| Figura 83. Área de Inundación Pr 10 años | 142 |
| Figura 84. Simulación de inundación en Hec-Ras - Pr 10 años | 143 |
| Figura 85. Ancho de cauce crítico | 144 |
| Figura 86. Modelos numéricos para análisis sísmico | 145 |
| Figura 87. Factor de seguridad Morgenstern | 146 |
| Figura 88. Factor de seguridad Spencer | 147 |
| Figura 89. Factor de seguridad Lowe Karafath | 147 |
| Figura 90. Factor de seguridad Sama rebanadas | 148 |
| Figura 91. Factor de seguridad Obispo | 148 |
| Figura 92. Factor de seguridad Ordinario | 149 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Página |
|---|---------------|
| Tabla 1. Toneladas métricas finas producidas en Perú | 4 |
| Tabla 2: Número de Calicatas para la exploración de suelos | 13 |
| Tabla 3: Clasificación de suelos según Tamaño de partículas | 14 |
| Tabla 4: Tipos de suelos según AASHTO | 15 |
| Tabla 5: Taludes en Corte | 16 |
| Tabla 6: Taludes de Relleno | 17 |
| Tabla 7 Factor de zona sísmica. | 34 |
| Tabla 8 Valores de K recomendados para el análisis Pseudoestático. | 35 |
| Tabla 9 Criterios de diseño generalizados para estructuras de control de agua | 43 |
| Tabla 10 Valores de Kn para la prueba de datos dudosos | 45 |
| Tabla 11 Selección coeficiente de Manning. | 53 |
| Tabla 12 Operacionalización de la variable general | 60 |
| Tabla 13 Matriz de consistencia | 61 |
| Tabla 14: Estaciones Meteorológicas utilizadas | 70 |
| Tabla 15 Precipitaciones máximas anuales | 72 |
| Tabla 16 distribución de probabilidad para estaciones pluviométricas | 74 |
| Tabla 17 Distribución de Precipitaciones Máximas | 76 |
| Tabla 18 Distribución de Lluvias SCS | 77 |
| Tabla 19 Curva Número para la cuenca en la Quebrada Lupín | 84 |
| Tabla 20 Tiempo de Concentración de la cuenca en la Quebrada Lupín | 84 |
| Tabla 21 Tiempo de retardo de la cuenca | 85 |
| Tabla 22 Abstracciones iniciales para cada tiempo de retorno | 85 |
| Tabla 23 Abstracciones iniciales para cada tiempo de retorno | 88 |
| Tabla 24 Coeficiente de rugosidad de Manning | 98 |
| Tabla 25 Ubicación de calicatas | 112 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 26 Categoría del suelo según ángulo de fricción | 118 |
| Tabla 27 Área en Peligro a Inundación de la Quebrada Lupín | 135 |
| Tabla 28 Factores de seguridad críticos a considerar | 145 |

RESUMEN

Como resultado de diseñar defensas ribereñas en la quebrada Lupín, provincia de Huarmey, departamento de Ancash; se logró la reducción de daños frente a huaycos para las zonas vulnerables de la quebrada, que perjudicaban al mineroducto cuya propiedad es de la empresa Antamina y la vía de acceso hacia Pararín; Implementando simulaciones para periodos de retorno de 10, 20, 50 y 100 años cuyas precipitaciones máximas fueron de 20.96, 23.87, 27.60 y 30.49mm respectivamente, considerando el método Soil Conservation Service (SCS) Las curvas número que se utilizaron para las simulaciones hidráulicas fueron de 9.7, 22.7 y 26.7 m³/s para periodos de retorno de 10, 20, 50 y 100 años respectivamente; y así determinar el área y tirante inundable crítico.

ABSTRACT

As a result of design for the defenses in the Lupine stream, Huarmey province, department of Ancash; The reduction of the damages against the huaycos for the vulnerable zones of the ravine, that harmed the miner to the property of the Antamina company and the access road to Pararán; Implementation of simulations for return periods of 10, 20, 50 and 100 years. Maximum rainfall from 20.96, 23.87, 27.60 and 30.49 mm respectively, as the Soil Conservation Service (SCS) method. Curves are used for hydraulic simulations of 9.7, 22.7 and 26.7 m³ / s for return periods of 10, 20, 50 and 100 years respectively; and thus determine the area and critical flood stress.

INTRODUCCIÓN

En el Perú, a través de su historia, la llegada del Fenómeno de El Niño causa siempre impactos negativos; esto se debe a las extremas precipitaciones que se originan en la parte occidental de las cuencas peruanas; durante los periodos comprendidos entre los años 2003 a 2010, más de 8892 eventos relacionados con las precipitaciones ocurrieron en Perú causando más de 54 muertes y la afectación de más de 7443 propiedades siendo casi 71164 damnificados. (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2010).

Solo para el año 2017, se registraron 460 huaycos, siendo Áncash y Lima los departamentos que registraron el mayor número de eventos con 43 y 317, respectivamente (Instituto Nacional De Defensa Civil, 2017).

La diversidad de peligros en el país, debe tener criterios de prevención y atención de los desastres en la formulación de los Planes de Desarrollo y atención de emergencias; Una solución de mitigar es la construcción de defensas ribereñas para el encauzamiento de huaycos

Por este motivo, el presente estudio tiene como objetivo diseñar defensas ribereñas para el encauzamiento en las zonas vulnerables de la quebrada Lupín, provincia de Huarmey – Ancash.

Al final de esta investigación, se presenta una propuesta de diseño considerando múltiples variables que determinan las dimensiones geométricas junto a una simulación hidráulica, además de las respectivas conclusiones y recomendaciones técnicas debidamente sustentadas. Finalmente, la estructura de la tesis comprende seis capítulos. El primero comprende el planteamiento del

problema, los objetivos y la justificación. El segundo abarca el marco teórico de la presente tesis. El tercero comprende el análisis de la hipótesis y variables. En el cuarto, se explica sobre la metodología. En el quinto, se exponen los resultados y en el sexto capítulo, sobre las discusiones, en él, se contrastan la hipótesis y lo que se halló en otras investigaciones.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la situación problemática

Actualmente, no existen planes de prevención y mitigaciones de riesgos por huayco en la quebrada Lupín, tras lo ocurrido en el último Fenómeno del Niño Costero del año 2017. El cauce principal tomó, inundó y perjudicó áreas de actividad extractiva, la vía de acceso de la comunidad Pararín y el mineroducto que presenta una extensión de 5.5 kilómetros en el área de estudio, perteneciente a la empresa Antamina.

Dicho Fenómeno trajo consigo masas de agua, depósitos de sedimentos y erosión de estructuras existentes lo cual demostró el potencial destructivo que puede ocasionar el huayco a las zonas vulnerables de peligro por este y fenómenos similares, ubicados en la quebrada Lupín.

Las partes involucradas requieren de un sistema de mitigación, a través de la implementación de defensas ribereñas que permita reducir dicha vulnerabilidad y obtener una aplicación óptima en contener dicho Fenómeno.

En el año 2017, en el Perú, se registraron 557 huaycos (Instituto Nacional De Defensa Civil, 2017). Para enero del año 2017, debido a las constantes precipitaciones se activaron nueve quebradas una de ellas llamada Fortaleza, en donde se encuentra nuestra sub-cuenca en la quebrada Lupín (Informe de emergencia 00082310) – Instituto Nacional De Defensa Civil (INDECI).

1.2 Formulación del problema

Las desastres por huaycos es un problema constante en el Perú que trae consigo pérdidas humanas y económicas; el principal factor es la ausencia de planes de mitigación en la quebrada Lupín, ya que cuando dicha quebrada se activa debido a precipitaciones originando desborde e inundación y ocasionan daños en las provincias ubicadas en la parte baja de Huarmey, razón por la cual es importante la identificación de áreas en peligro a desbordes y vulnerabilidad por huaycos en que se encuentran las personas y bienes expuestos susceptibles al impacto de dicho peligro para posteriormente generar planes de control de riesgos.

La subcuenca baja, ubicada dentro de la Quebrada Lupín, no presenta un flujo permanente de agua, únicamente se activa ante la presencia de fenómenos climáticos como El Niño o el Niño Costero como lo ocurrido en el año 2017 el cual ocasionó pérdidas de infraestructura, áreas de cultivo, etc.

A fin de proponer una solución a la problemática en la presente tesis, se considera conveniente realizar obras de protección en la quebrada Lupín para asegurar la transitabilidad de la vía de acceso a la comunidad Pararín, al mismo tiempo no perjudicar los terrenos privados para la explotación de canteras ni terrenos destinados para un futuro agrícola y finalmente, asegurar la protección del mineroducto en este sector.

a) Problema general:

- ¿En qué medida el diseño de defensas ribereñas influye en las zonas vulnerables de la quebrada Lupín - Huarmey – Áncash?

b) Problemas secundarios:

- ¿Cómo un estudio hidrológico influye para determinar el área inundable para periodos de retorno de 10, 20, 50 y 100 años?

- ¿Cómo las simulaciones hidráulicas influyen con la vulnerabilidad física y económica?
- ¿Cómo los análisis estructurales influyen en la vulnerabilidad física y económica?

1.3 Objetivos

a) Objetivo general:

Diseñar defensas ribereñas y analizar su influencia en las zonas vulnerables de la quebrada Lupín – Huarmey – Áncash

b) Objetivos específicos:

- Realizar un estudio hidrológico y su influencia en determinar el área inundable para periodos de retorno de 10, 20, 50 y 100 años
- Aplicar simulaciones hidráulicas en su influencia para determinar la vulnerabilidad física y económica
- Realizar análisis estructurales en su influencia para determinar la vulnerabilidad física y económica

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Importancia de la investigación

El distrito de Huarmey cuenta con una población de 27, 054 habitantes según el Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI de los cuales 55 habitantes pertenecientes a la comunidad Pararín se dedican a las actividades económicas de minería dentro de la zona de estudio en la quebrada Lupín contando con un área 104 hectáreas

La compañía minera Antamina es una empresa minera dedicada a la producción de cobre, zinc, molibdeno y plomo; Para el año 2017, su participación ha sido de 4.75% respecto del 14.40%, en el sector minería del PBI, según Ministerio de Energía y Minas.

Tabla 1. Toneladas métricas finas producidas en Perú

UND=Toneladas Métricas Finas

| Mineral | 2017 | | 2017 |
|----------------------|-------------------|--------------|-----------------|
| | TMF ANTAMINA | TMF TOTAL | % PARTICIPACIÓN |
| Cobre | 439,248 | 2'445,584.80 | 17.96% |
| Molibdeno | 3968 | 25,951 | 15.29% |
| Plata | 50 | 4,303.54 | 1.16% |
| Plomo | 17,289 | 306,793.81 | 5.64% |
| Zinc | 442,452 | 1'473,036.78 | 30.04% |
| ORO Grs.f | 0 | 151.10 | 0.00% |
| Hierro | 0 | 8'806,452.00 | 0.00% |
| Estaño | 0 | 17,790.36 | 0.00% |
| Cadmio | 0 | 797 | 0.00% |
| Arsénico | 0 | 22,319 | 0.00% |
| Bismuto | 0 | 124 | 0.00% |
| Manganeso | 0 | 1,133 | 0.00% |
| Carbón tm | 0 | 301,319 | 0.00% |
| No metálicos | 0 | 5'589,256 | 0.00% |
| TOTAL ANUAL | 903,007.10 | | |
| ANTAMINA % | 4.75% | | |
| TOTAL MENSUAL | 75,250.59 | | |
| TOTAL DIARIO | 2,508.35 | | |

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, Perú

La compañía minera Antamina cuenta con una tubería de Mineroducto como infraestructura de una longitud de 302 km a través de la cual se transporta el concentrado de mineral, desde el campamento Minero Yanacancha hacia el Puerto Punta Lobitos (atravesando la quebrada Lupín)

Por ende, la presente investigación tiene como importancia la protección del mineroducto, así como también las zonas vulnerables pertenecientes a la comunidad campesinas de la localidad Pararín.

1.4.2 Viabilidad de la investigación

Viabilidad técnica: se contó con el uso de laboratorio de mecánica de suelos para la ejecución de los ensayos, así como también bibliografía pertinente para elaborar los cálculos correspondientes.

Viabilidad económica: La presente investigación se financió en su totalidad con los recursos de los autores.

Viabilidad social: No existen inconvenientes o impactos socio/ambientales negativos al realizar los ensayos de laboratorio correspondientes.

En la presente tesis, se obtuvo el apoyo de la empresa EPCM Consulting, para el acceso al tramo del mineroducto. Se tuvo acceso a imágenes satelitales proporcionadas por el satélite Alaska; Así mismo información proporcionada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).

Investigaciones de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) como fuentes de consultas e investigación. El uso de laboratorio de suelos proporcionado por la universidad. Materiales de consulta proporcionados por la biblioteca de la facultad de Ingeniería y Arquitectura.

1.4.3 Limitaciones del estudio

Esta tesis se limita a realizar dos ensayos de corte directo, y de consolidación ya que demandan de 22 días por cada ensayo, además de 20 ensayos de granulometría. Para la simulación hidráulica, se trabajaron con datos de precipitación discontinuos en años, Nos limitamos a usar una variable llamada Curva Número proporcionada por la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

La precisión, en la presente tesis, para los modelos digitales del terreno son de 12.5m por cada pixel

La tesis tiene una limitación aplicativa con respecto al modelo hidrológico de *Soil Conservation Service SCS* (Servicio de conservación de suelos).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Huarcaya Segovia, Jose Manuel (2005) en la tesis *Diseño de defensa ribereña de las márgenes del río Pativilca a la altura del puente Simón Bolívar en la Panamericana Norte*. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Civil (esis para obtener el título de Ingeniería Civil) tuvo como objetivo principal proponer soluciones a los desbordes de las avenidas de agua del río Pativilca ya que existe una población asentada en la margen derecha del este y una forma de revertir esta situación de riesgo es protegiendo las riberas, analizando las variables que influyen para el diseño de estructuras más comunes en el medio: Enrocado y gaviones.

Finalmente, la investigación propone como solución las implementaciones de Gaviones como defensa ribereña demostrando su alta resistencia a la compresión. Sin embargo, concluye con respecto a las zonas vulnerables de la zona que las obras pueden llegar a colapsar en algún determinado tiempo pero estas serán de vital importancia en los inicios de las crecidas de los ríos para dar tiempo de alertar a las personas que viven en las riberas, a fin de evacuar sus casas y ponerse a salvo.

Achic Chata Jhonny Charles (2004) en la tesis *Diseño de defensa ribereña para la urbanización Sol de Huampani – Margen Derecha del río Rímac*.

Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Civil (Tesis para obtener el título de Ingeniería Civil), la investigación determina que las estructuras de gaviones presentan una serie de ventajas debido a sus características con respecto a los demás como por ejemplo en su flexibilidad por lo que pueden soportar grandes cargas de compresión llegando a deformarse, pero sin llegar a perder su resistencia. Asimismo, los gaviones son estructuras drenantes capaces de evacuar las aguas de filtración en los terrenos; eliminando así uno de los factores principales que es la inestabilidad de las mismas. Si bien es cierto muchas de las obras colapsaron y no cumplieron con la función de evitar desbordes, erosiones, etc., pero sí serán de vital importancia para dar tiempo de alertar a la zona agrícola y poder evacuar y estar a salvo.

Flores Apaza, Orestes Omar (2015). En la tesis *Propuesta y análisis de diseño de defensas ribereñas en el río Llave Zona Rural C.P. Santa Rosa de Huayllata-llave*. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ingeniería Civil. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil.

Tuvo como objetivo proponer el análisis y diseño de defensas ribereñas en el río Llave – sector C.P. Santa Rosa de Huayllata, para reducir el riesgo de inundaciones de la zona empezando por determinar los parámetros hidrológicos, geológicos-geotécnicos y de hidráulica fluvial que inciden en la crecida del río llave luego analizar las alternativas de defensa ribereñas y luego, proponer un expediente técnico para la solución al problema expuesto.

Finalmente, la investigación determina que es necesario la construcción de diques de tierra con enrocado de revestimiento defensa ribereña por el alto riesgo de inundaciones que existe en la zona, las pérdidas que estas producen como son económicas por sus actividades de ganadería y agricultura, la de transporte por la obstrucción de caminos y trochas carrozables, en salud por las enfermedades y epidemias que estas producen y como consecuencia el atraso y desarrollo para el centro poblado de Santa Rosa de Huayllata.

Mendoza Loayza, Joel Arturo (2016). En la tesis, *Análisis de estabilidad de taludes de suelos de gran altura en la mina Antapaccay*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil se propone como objetivo principal realizar los cálculos de factores de seguridad y determinar los parámetros de diseño de taludes de suelos de más de 100 metros de altura empleando el análisis de equilibrio límite en condiciones estáticas y pseudoestáticas empezando por estudiar la Geología del suelo para determinar las propiedades físicas y parámetros mediante ensayos de laboratorio. Luego, evaluar la estabilidad de taludes. Finalmente, determinar los parámetros de diseño de taludes.

Finalmente, la investigación concluye en el satisfactorio diseño aceptando el factor de seguridad 1.3 en condición estática y 1.0 en condiciones Pseudoestáticas, empleando un ángulo de fricción de 37° y analizando el banco más crítico el cual no influye en la geometría del talud, con esto se logra beneficiar el desarrollo económico, productivo y seguro de accidentes de la mina Antapaccay.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Topografía

La topografía es una ciencia aplicada que, a partir de principios, métodos y con la ayuda de instrumentos permite representar gráficamente las formas naturales y artificiales que se encuentran sobre una parte de la superficie terrestre, como también determinar la posición relativa o absoluta de puntos sobre la Tierra. (Jiménez Cleves, 2007)

Jiménez Cleves (2007) determina que los procedimientos destinados a lograr la representación gráfica se denominan levantamiento topográfico y al producto se le conoce como plano, el cual contiene la

proyección de los puntos de terreno sobre un plano horizontal, ofreciendo una visión en planta del sitio levantado. El levantamiento consiste en la toma o captura de los datos que conducirán a la elaboración de un plano.

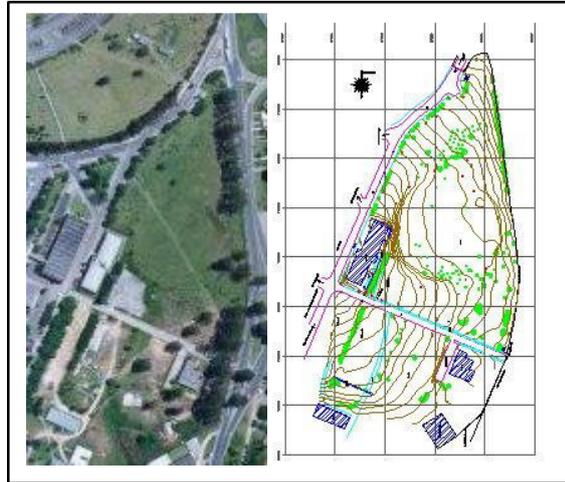


Figura: 1 Representación de un levantamiento topográfico.

Fuente: Topografía para ingenieros civiles 2007 – Armenia / Jiménez Cleves, Gonzalo

2.2.2 Geología

La Geología es la ciencia que estudia el planeta Tierra en su conjunto, describe los materiales que la forman para averiguar su historia y su evolución e intenta comprender la causa de los fenómenos endógenos y exógenos. La unidad de tiempo en Geología es el millón de años (Duque Escobar, 2014).

Los estudios geológicos son también necesarios en obras de ingeniería civil, como presas, autopistas y edificaciones y sobretodo en los trabajos relacionados con el ordenamiento del territorio y la conservación del medio ambiente (Duque Escobar, 2014)

El estudio comprende la evaluación en el lugar donde se va a ubicar la estructura y también la evaluación aguas arriba esto con el fin de

ubicar áreas de inestabilidad o fallas geológicas que directa o indirectamente pueden afectar la estructura y con ello su funcionamiento.

Así también, este informe deberá comprender una descripción detallada de los siguientes parámetros:

- Fallas
- Estratos
- Mantos rocosos
- Capacidad portante del suelo
- Análisis de canteras
- Granulometría del sitio.

2.2.3 Sedimentos

Son materiales rocosos, organismos muertos, sustancias químicas y otras sustancias acumuladas, fruto de la meteorización y alteración de las rocas, por la precipitación de elementos disueltos en la hidrósfera o la acumulación de materia orgánica en un medio continental o marino. Los procesos de denudación de la corteza suponen la erosión de masas emergidas (Duque Escobar, 2014).

La energía la provee la gravedad y los movimientos de la tierra fluida a causa de la radiación solar, fuerzas sin las cuales no es posible el transporte de materiales por medios como aire y agua. Según el agente que lo transporta, el depósito recibe el nombre de coluvial, aluvial, eólico o glacial; y según el lugar donde se encuentre, el depósito recibe el nombre de palustre, marino, lacustre o terrígeno (Duque Escobar, 2014).

Algunos ambientes sedimentarios están situados dentro de los continentes como ocurre con el medio fluvial formado por la acumulación de partículas en el lecho y a ambos lados de los ríos, principalmente durante

las crecidas, o el medio lacustre originado por el material sedimentado en el fondo de los lagos (Duque Escobar, 2014)

Otros ambientes se localizan en zonas costeras y sus alrededores, entre los cuales citamos las playas y los deltas formados por sedimentos del río cuando termina su curso. Es, sin embargo, en el mar donde suelen darse los máximos espesores de sedimentos ya sobre la plataforma continental, sobre el talud continental o en la desembocadura de los cañones submarinos. El espesor de los sedimentos en las llanuras abisales es pequeño, para desaparecer en las vecindades de las dorsales (Duque Escobar, 2014).

2.2.4 Consideraciones de exploración de suelo

Con el objeto de determinar las características físico-mecánicas de los materiales de la subrasante se llevaron a cabo investigaciones mediante la ejecución de pozos exploratorios o calicatas de 1.5 m de profundidad mínima; el número mínimo de calicatas por kilómetro, estará de acuerdo a la Tabla 1. Las calicatas se ubicaron longitudinalmente y en forma alternada, dentro de la faja que cubre el ancho de la calzada, a distancias aproximadamente iguales; para luego, sí se considera necesario, densificar la exploración en puntos singulares del trazo de la vía (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013).

Como el diseño se trata de una estructura de tierra y se desea utilizar material del sitio, se propone analizar la granulometría, en el área de estudio, considerando el factor de seguridad mayor, por lo cual se asumió la recomendación de mayor número de ensayos por kilómetro.

Tabla 2: Número de Calicatas para la exploración de suelos

| Tipo de Carretera | Profundidad (m) | Número mínimo de Calicatas | Observación |
|---|--|--|--|
| Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles | 1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto | <ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido | Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada |
| Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles | 1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto | <ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido | |
| Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles. | 1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto | <ul style="list-style-type: none"> 4 calicatas x km | Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada |
| Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles. | 1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto | <ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas x km | |
| Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles. | 1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto | <ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km | |
| Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada. | 1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto | <ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km | |

Fuente: RD 037-2008-MTC/14 y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC

2.2.5 Granulometría:

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013) representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas (Ensayo MTC EM 107). A partir de la cual se puede estimar, con mayor o menor aproximación, las demás propiedades que pudieran interesar. El análisis granulométrico de un suelo tiene por finalidad determinar la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función de su tamaño. De acuerdo al tamaño de las partículas de suelo, se definen los siguientes términos

Tabla 3: Clasificación de suelos según Tamaño de partículas

| Tipo de Material | | Tamaño de las partículas |
|------------------|---------|---------------------------------|
| Grava | | 75 mm – 4.75 mm |
| Arena | | Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm |
| | | Arena media: 2.00mm – 0.425mm |
| | | Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm |
| Material Fino | Limo | 0.075 mm – 0.005 mm |
| | Arcilla | Menor a 0.005 mm |

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) Manual Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2013

2.2.6 Clasificación de los suelos

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013) nos recomienda que se puede estimar con suficiente aproximación el comportamiento de los suelos, especialmente con el conocimiento de la granulometría, plasticidad e índice de grupo; y, luego clasificar los suelos. La clasificación de los suelos se efectuará bajo el sistema mostrado en el cuadro 4.9. Esta clasificación permite predecir el comportamiento aproximado de los suelos, que contribuirá a delimitar los sectores homogéneos desde el punto de vista geotécnico. A continuación se presenta una correlación de los dos sistemas de clasificación más difundidos, La Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes conocido por su nombre en inglés *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)* y la Asociación Americana de Ensayo de Materiales como su nombre en inglés *American Society for Testing and Materials (ASTM)*.

Tabla 4: Tipos de suelos según AASHTO

| Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145 | Clasificación de Suelos SUCS ASTM -D-2487 |
|--|--|
| A-1-a | GW, GP, GM, SW, SP, SM |
| A-1-b | GM, GP, SM, SP |
| A-2 | GM, GC, SM, SC |
| A-3 | SP |
| A-4 | CL, ML |
| A-5 | ML, MH, CH |
| A-6 | CL, CH |
| A-7 | OH, MH, CH |

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) Manual Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2013

2.2.7 Talud

Se denomina talud a cualquier superficie inclinada, de un macizo rocoso o suelo, que forme un ángulo con la horizontal. Los taludes pueden ser clasificados en taludes naturales, que básicamente son las pendientes naturales, y en taludes construidos que pueden ser los terraplenes o los cortes de terreno (Gerscovich, 2016). Ver (figura 2)

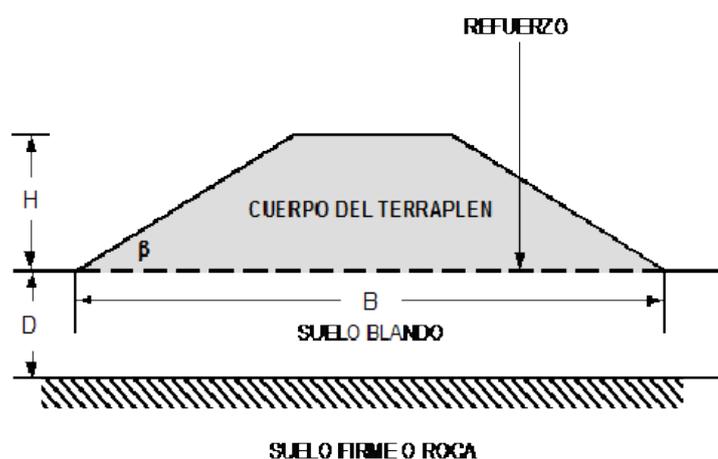


Figura: 2 Sección transversal de un terraplén

http://lh6.ggpht.com/_qFJEJ54NBZo/Srvk_5dvP71/AAAAAAAAANoM/PoJAzALVs8/clip_image006_thumb%5B1%5D.gif?imgmax=800

2.2.8 Taludes construidos

Los taludes construidos resultan de la intervención del hombre en la ejecución de cortes, excavaciones y construcción de terraplenes. Los cortes deben de ser realizados con la altura e inclinación adecuada con el objetivo de garantizar la estabilidad del proyecto, para ello se debe conocer las propiedades geomecánicas de los materiales y de las condiciones de flujo de agua. Este tipo de taludes están presentes en obras viarias, presas, minas entre otras. A manera de identificar la condición más desfavorable, los análisis de estabilidad deberán ejecutarse en distintas fases de los proyectos. (Mendoza Loaysa, 2016)

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013) determina que los taludes de corte dependerán de la naturaleza del terreno y de su análisis de estabilidad (Estudio Geotécnico), pudiendo utilizarse (a modo referencial) las siguientes relaciones de corte en talud (V:H), que son apropiados para los tipos de materiales (rocas y suelos) indicados en la tabla 4.

Tabla 5: Taludes en Corte

| CLASE DE TERRENO | TALUD (V: H) | | |
|---|----------------------|-----------------|--------|
| | V ≤ 5m | 5m < V ≤ 10m | V >10m |
| Roca Fija | 10 : 1 | 10 : 1 (*) | (**) |
| Roca Suelta | 6 : 1 - 4 : 1 | 4:1 – 2 : 1 (*) | (**) |
| Conglomerados Cementados | 4 : 1 | (*) | (**) |
| Suelos Consolidados Compactos | 4 : 1 | (*) | (**) |
| Conglomerados Comunes | 3 : 1 | (*) | (**) |
| Tierra Compacta | 2 : 1 - 1 : 1 | (*) | (**) |
| Tierra Suelta | 1 : 1 | (*) | (**) |
| Arenas Sueltas | 1 : 2 | (*) | (**) |
| Zonas blandas con abundante arcillas o zonas humedecidas por filtraciones | 1 : 2 hasta 1 : 2 | (*) | (**) |

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) Manual Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2013

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013) determina que los taludes de relleno igualmente están en función de los materiales empleados, pudiendo utilizarse (a modo de taludes de relleno

referenciales) los siguientes que son apropiados para los tipos de material incluidos en la siguiente tabla:

Tabla 6: Taludes de Relleno

| Materiales | Talud (V : H) | | |
|---|---------------|--------------|---------|
| | V ≤ 5m | 5m < V ≤ 10m | V > 10m |
| Enrocado | 1 : 1 | (*) | (**) |
| Suelos diversos compactados (mayoría de suelos) | 1 : 1.5 | (*) | (**) |
| Arenas Limpias | 1 : 2 | (*) | (**) |

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) Manual Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2013

2.2.9 Resistencia al corte

La resistencia al corte de un suelo se define como la resistencia por unidad de área que este ofrece a la falla o deslizamiento sobre un plano dentro de él (Braja, 2001)

a) Criterio de rotura de Mohr Coulomb

Según la teoría de Mohr, los materiales se rompen debido a una combinación entre esfuerzo cortante y normal. Aprovechando esta teoría, Coulomb propuso un criterio de rotura para los suelos que relaciona tensiones efectivas y normales actuando en cualquier plano del suelo (González de Vallejo & Ferrer, 2003) .Esta relación se describe como:

$$\tau = c' + (\sigma_n - U) \tan(\phi) \dots\dots\dots(1)$$

Donde τ es la resistencia al corte, c' la cohesión efectiva, σ_n la tensión normal, U presión intersticial y ϕ el ángulo de fricción. (Figura 3).

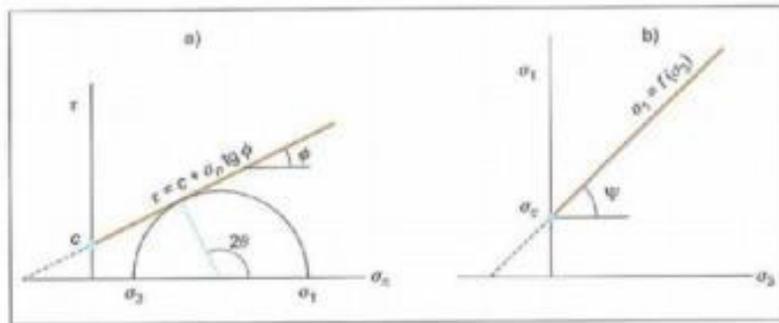


Figura: 3 Envolvente de Mohr Coulomb a) Esfuerzos tangenciales vs Normales. b) Esfuerzos principales.

Fuente: Ingeniería Geológica (González de Vallejo & Ferrer, 2003)

La ecuación anterior representa una recta que normalmente es conocida como envolvente de falla o de rotura. En la siguiente imagen se pueden apreciar algunos aspectos muy importantes.

En la Figura 4, el punto (1) representa un estado de ruptura. Mientras que el punto (2) representa un estado que cuenta con cierto grado de seguridad, pues para cierto esfuerzo normal el esfuerzo tangencial es considerablemente menor que el máximo esfuerzo tangencial. Finalmente el punto (3) es un estado imposible, ya que el esfuerzo tangencial sobrepasa el máximo valor de este.

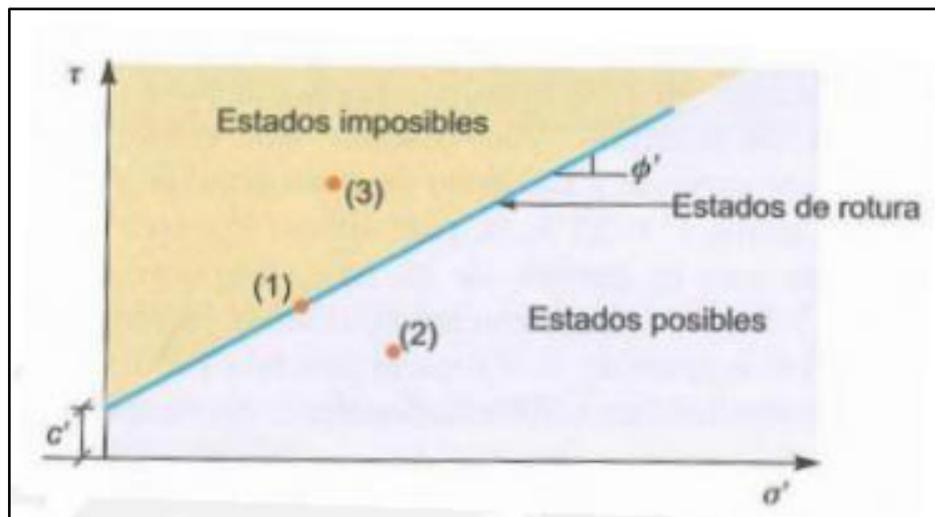


Figura: 4 Criterio de rotura en suelos.

Fuente: Ingeniería Geológica - (González de Vallejo & Ferrer, 2003)

b) Criterio de rotura Hoek-Brown

Este criterio Hoek-Brown (1980), inicialmente, fue propuesto para el diseño de excavaciones subterráneas en macizos rocosos resistentes. A diferencia de Mohr-Coulomb, este considera un criterio de rotura no lineal y se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sqrt{m_i \sigma_{ci} \sigma_3 + \sigma_{ci}^2} \dots\dots\dots(2)$$

Donde σ_1, σ_2 son los esfuerzos principales mayor y menor respectivamente, σ_{ci} la resistencia a compresión simple y m_i la constante de material para macizo rocoso. La resistencia a compresión simple se podrá calcular haciendo el valor de $\sigma_3 = 0$; mientras que la resistencia a tracción ($\sigma_1 = 0$ y $\sigma_3 = \sigma_1$) estará dada por la siguiente expresión:

$$\sigma_1 = \frac{1}{2} \sigma_{ci} (m_i - \sqrt{m_i^2 + 4}) \dots\dots\dots(3)$$

Las ecuaciones (2) y (3) son utilizadas para hacer uso de la siguiente imagen (Hoek, 2000)

| Rock type | Class | Group | Texture | | | |
|-------------|-------------------------------|--------------|----------------------|--|----------------------------|------------------|
| | | | Coarse | Medium | Fine | Very fine |
| SEDIMENTARY | Clastic | | Conglomerate (22) | Sandstone 19 —— Greywacke —— (18) | Siltstone 9 | Claystone 4 |
| | | Organic | | —— Chalk —— 7 —— Coal —— (8-21) | | |
| | Non-Clastic | Carbonate | Breccia (20) | Spanitic Limestone (10) | Micritic Limestone 8 | |
| | | Chemical | | Gypstone 16 | Anhydrite 13 | |
| METAMORPHIC | Non Foliated | | Marble 9 | Hornfels (19) | Quartzite 24 | |
| | Slightly foliated | | Migmatite (30) | Amphibolite 25 - 31 | Mylonites (6) | |
| | Foliated* | | Gneiss 33 | Schists 4 - 8 | Phyllites (10) | Slate 9 |
| IGNEOUS | Light | | Granite 33 | | Rhyolite (16) | Obsidian (19) |
| | | | Granodiorite (30) | | Dacite (17) | |
| | Dark | | Diorite (28) | | Andesite 19 | |
| | | Gabbro 27 | Dolerite (19) | Basalt (17) | | |
| | | Norite 22 | | | | |
| | Extrusive pyroclastic type | | Agglomerate (20) | Breccia (18) | Tuff (15) | |

Figura: 5 Valores para mi para roca intacta; Nótese que valores entre paréntesis.

Fuente: Rock mass properties (Hoek, 2000)

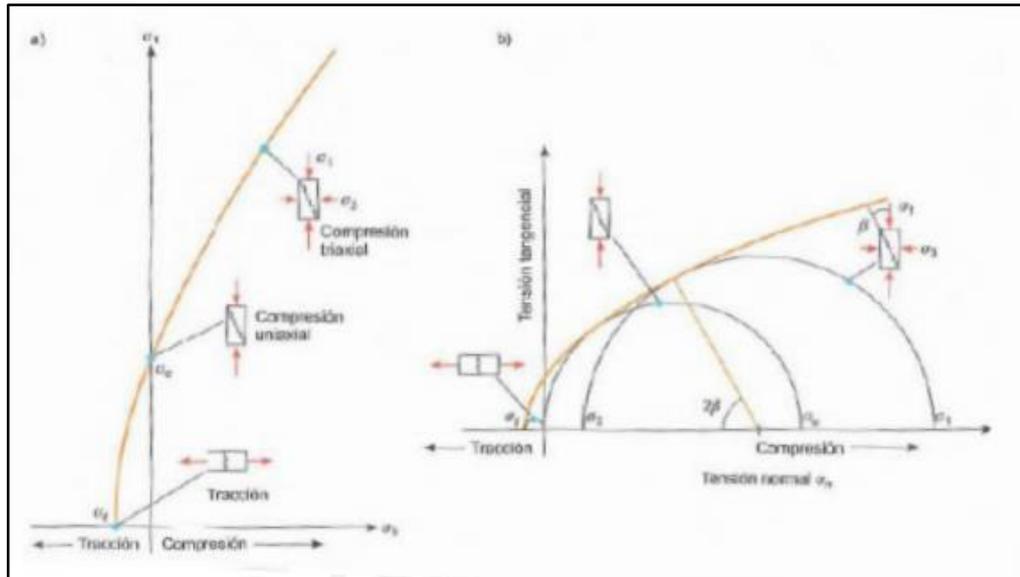


Figura: 6 Envolvente de Hoek-Brown (a) Esfuerzos principales.

Fuente: Ingeniería Geológica (González de Vallejo & Ferrer, 2003)

2.2.10 Fallas de taludes en suelos

En la gran mayoría de los deslizamientos de taludes de suelos, se ha identificado que la geometría de ruptura es la curva con forma diversa dependiendo de la morfología y estratigrafía del talud. La superficie de rotura generalmente es casi circular, pasando exactamente por el pie del talud (deslizamiento de pie). Por otro lado, podría ser circular cuando pasa por debajo del pie de talud (deslizamiento profundo). Asimismo, podría ocurrir una falla plana cuando existen recubrimientos de suelos sobre roca, esto generalmente ocurre en las laderas naturales o una falla poligonal cuando se tiene estratos blandos (Oteo M, 2002)

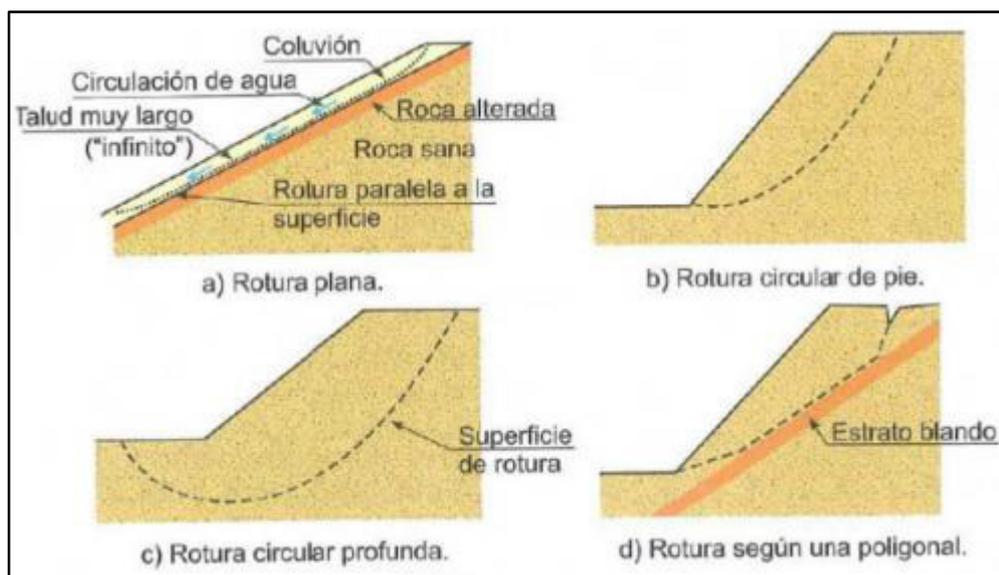


Figura: 7 Tipos de fallas en taludes

Fuente: Ingeniería Geológica (González de Vallejo & Ferrer, 2003)

2.2.11 Método de análisis de estabilidad de taludes

Desde el punto de vista determinístico, existen dos métodos para abordar el análisis de estabilidad de un talud: el de equilibrio límite y el de análisis de tensiones.

a) Método de equilibrio límite

El método consiste en determinar el equilibrio de una masa activa de suelo, la cual puede ser delimitada por una superficie de ruptura circular, plana o poligonal. El método asume que la ruptura se da a lo largo de un plano, en el cual todos los elementos de esa superficie alcanzan simultáneamente el factor de seguridad $FS=1$. Al momento de la ruptura, la resistencia al corte a lo largo de la superficie está movilizadada; mientras que el terreno se encuentra en equilibrio estático. Actualmente, este método es bastante utilizado debido a su sencillez y porque los factores de seguridad obtenidos son similares al real (Gerscovich, 2016).

- **Factor de seguridad**

Se define el factor de seguridad (FS) como la división entre las condiciones reales que presenta un talud y las condiciones que podrían ocasionar la falla (Gerscovich, 2016). Se representa con la siguiente expresión:

$$FS = \frac{\int \tau_r * ds}{\int \tau * ds} \dots\dots\dots(4)$$

Donde τ_r es la resistencia al corte máxima en la superficie de deslizamiento, τ la resistencia al corte movilizada en la superficie de deslizamiento y el diferencial de longitud a lo largo de la superficie de deslizamiento. Por otro lado, el FS también puede ser definido como el cociente de la cohesión del terreno o el ángulo de rozamiento del talud actual y cohesión o ángulo de fricción del talud requerido para mantener el talud estable. Asimismo, puede definirse como el cociente de los momentos resistentes al deslizamiento y los momentos que inducen al deslizamiento. En el caso de un FS menor a 1 se afirma que el movimiento a lo largo de la superficie de deslizamiento es posible. A partir de FS=1, es posible determinar el máximo ángulo de inclinación que un talud podría tener para permanecer estable. Mientras que para taludes definitivos debería emplearse un FS=1.5 (Hoek, 2000).

b) Método análisis de esfuerzos

Los análisis de estabilidad basados en el estudio de esfuerzos y deformaciones requieren de programas computacionales fundamentados en los métodos de elementos finitos (MEF) o de las diferencias finitas (MDF). La gran ventaja de utilizar estos programas es que en el análisis se pueden incluir; además de los parámetros geotécnicos de resistencia, más

características de los materiales involucrados (Gerscovich, 2016), por ejemplo:

- No linealidad de curva σ vs ϵ (Modelos constitutivos no lineales)
- Anisotropía
- Heterogeneidad
- Etapas constructivas

El análisis de estabilidad puede ser realizado por la comparación de esfuerzos cortantes movilizados con los esfuerzos de resistencia al corte. Por ello, es posible:

- Establecer secciones de ruptura donde: $\tau_{mob} = \tau_{resistencia}$
- Niveles de esfuerzo de interés para ensayos de laboratorio.
- Conocer las deformaciones, que en muchos casos, durante la elaboración del proyecto, es más importante que el FS.

2.2.12 Métodos para determinar el factor de seguridad

Los métodos más empleados para el análisis de fallas de taludes con geometría curva son el método de la masa total y el método de las rebanadas.

- **Métodos de la masa total**

La hipótesis de ruptura circular en 2 dimensiones es muy utilizada en el caso de taludes de altura finita en donde no existe una zona que pueda definir la superficie de rotura. Este método considera que la masa se mueve como un todo uniformemente. Las fuerzas que actúan sobre la superficie de equilibrio son el peso propio, W ; presión intersticial, U ; tensión tangencial, T ; y la tensión normal, N (Alonso, 2005)

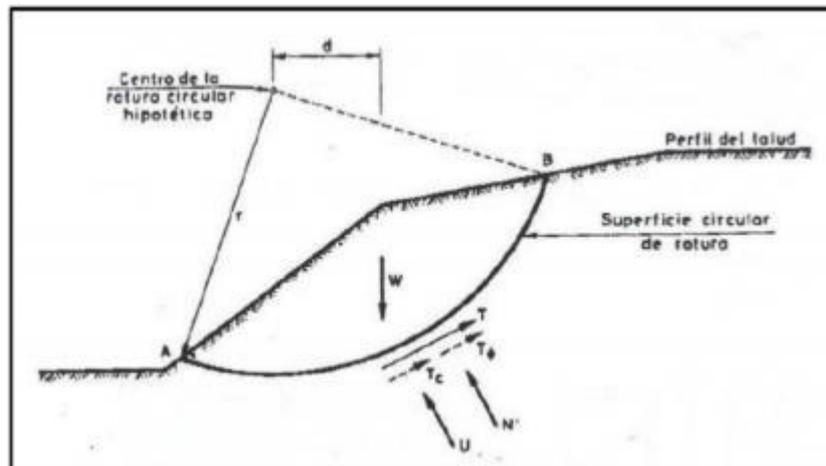


Figura: 8 Fuerzas que actúan sobre superficie de rotura curva

Fuente: Estabilidad de Taludes (Alonso, 2005)

- **Método de las rebanadas**

Este método fue desarrollado con el objetivo de tener mayor precisión en cálculo del FS, para ello la masa de deslizamiento se divide en rebanadas verticales y cada una de ellas deberá satisfacer la condición de equilibrio. Entre las ventajas de este método se puede comentar que se tiene una mejor distribución de esfuerzos normales sobre la superficie de deslizamiento. Además, es aplicable a situaciones donde se tenga terreno heterogéneo. Para ello, solo es necesario realizar una buena distribución de rebanadas. No obstante, la desventaja del método es que estáticamente es indeterminado (Alonso, 2005).

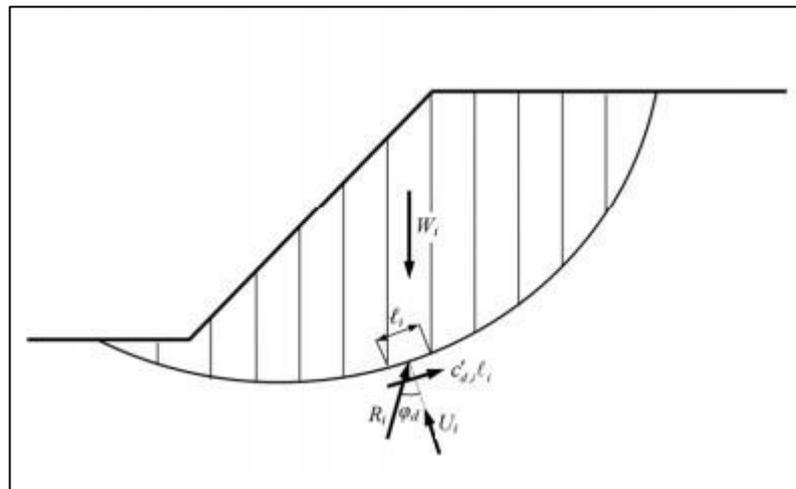


Figura: 9 División de rebanadas para aplicar el equilibrio límite.

Fuente: Estabilidad de taludes (Alonso, 2005)

a) Método Ordinario de Fellenius

El método ordinario de Fellenius asume una falla circular, divide el bloque de falla en rebanadas y obtiene el equilibrio de momentos producido por las fuerzas actuantes, sobre cada rebanada, respecto al círculo de falla. Las fuerzas que actúan sobre cada división son el peso y las fuerzas resistentes de cohesión y fricción que actúan en la superficie de falla. Este

método desprecia las fuerzas de presión y cortante en las paredes de las rebanadas (Suarez Diaz J. , 2009).

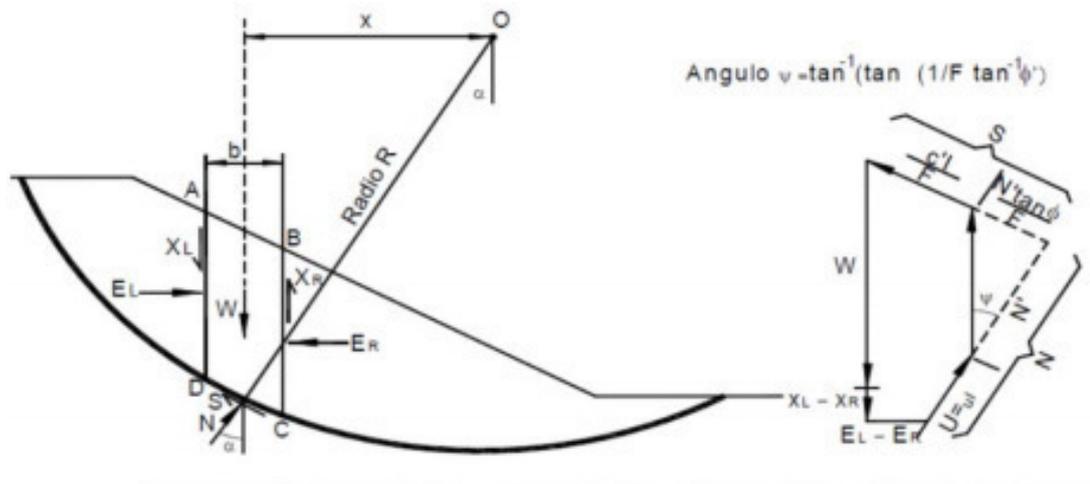


Figura: 10 Fuerzas que actúa en una rebanada-Método de Fellenius

Fuente: Análisis de Estabilidad (Suarez Diaz J. , erosion.com.co, 2013)

Por lo tanto, al realizar el equilibrio se obtiene:

$$F = \frac{\sum(c'\Delta l + (W \cos \alpha - u\Delta l \cos \alpha^2) \tan \phi')}{\sum W \sin \alpha} \quad (5)$$

Donde α es el ángulo entre la vertical y radio del círculo bajo el centro de cada rebanada, W el peso total de la rebanada, u la presión de poros, Δl longitud de arco del círculo de la base de cada rebanada, c' y ϕ' parámetros de resistencia del suelo (Mendoza Loaysa, 2016).

b) Método de Bishop

Bishop en 1955 desarrolló este método con las siguientes hipótesis:

- 1) Superficie de rotura circular.
- 2) Masa deslizante se divide en rebanadas.
- 3) Se establece equilibrio de momentos de las fuerzas actuantes en cada rebanada respecto del centro del círculo de rotura.

4) Del equilibrio de fuerzas verticales se obtiene las fuerzas normales a la superficie de rotura, N . Esta se reemplaza en la de equilibrio de momentos.

5) Este método desprecia las fuerzas tangenciales entre rebanadas.

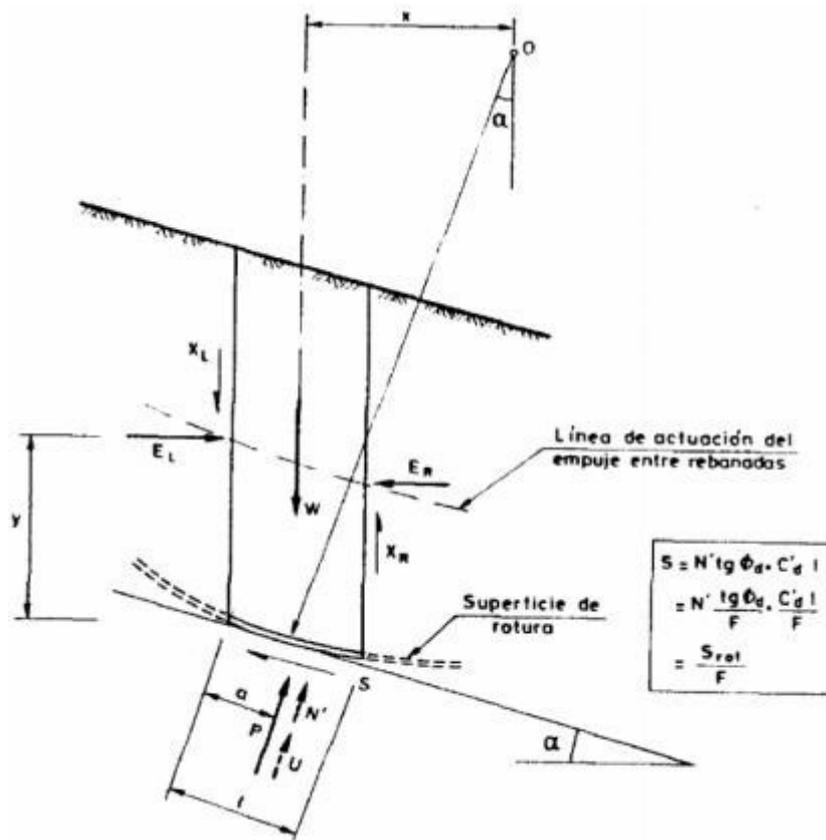


Figura: 11 Fuerzas actuantes en cada rebanada, Método de Bishop

Fuente: Estabilidad en Taludes (Alonso, 2005)

c) Método de Janbu Simplificado

El método de Janbu supone que la resultante de fuerzas entre rebanadas es horizontal. Además propone una corrección de acuerdo a la curvatura de la falla (Gerscovich, 2016).

En algunos casos, este factor de corrección puede ser motivo de inexactitudes; mientras que en otros puede mejorar el análisis. Este método tan solo satisface el equilibrio de fuerzas y no el de momentos (Suarez Diaz J. , 2009)

$$F = \frac{f_0 \sum (c' b + (W - ub) \tan \varphi') \frac{1}{\cos \alpha m a}}{\sum W \tan \alpha} \quad (6)$$

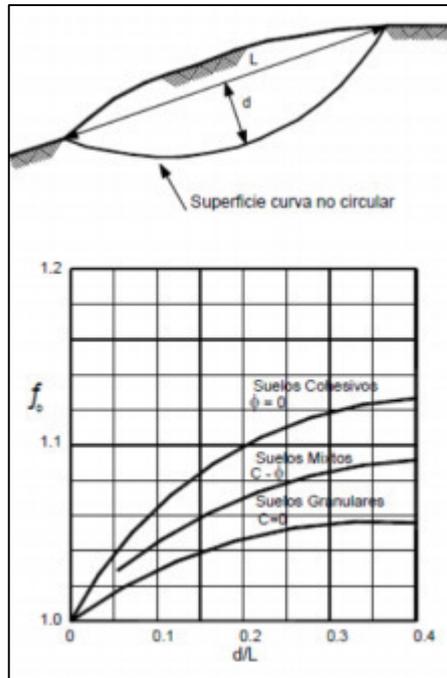


Figura: 12 Diagrama para determinar el factor f_0

Fuente: Análisis de Estabilidad (Suarez Diaz J. , 2009)

d) Método de Morgenstern-Price

Este método, al igual que el método de Spencer, establece una función constante para las fuerzas cortantes y normales entre rebanadas. Además, existe la posibilidad poder elegir cualquier función, lo cual lo hace más riguroso que el método de Spencer. Sin embargo, la suposición de cualquier función no afecta mucho en el cálculo del FS, ya que tanto el método de Spencer como el de Morgenstern-Price determinan FS parecidos. Finalmente, ambos métodos son más precisos y pueden ser aplicados a cualquier geometría de falla y perfil de suelo (Suarez Diaz J. , 2009)

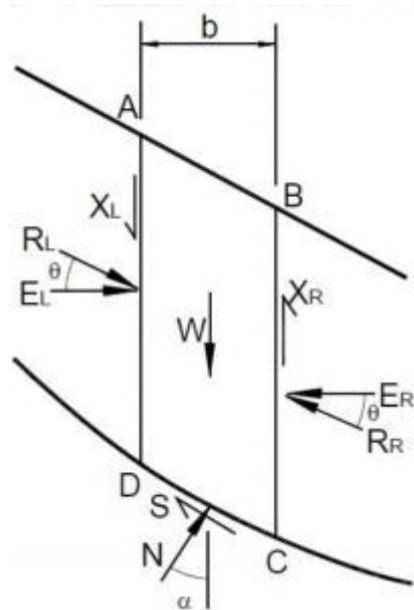


Figura: 13 Fuerzas que actúan sobre rebanadas. Método de Spencer y método de Morgenstern-Price

Fuente: Análisis de Estabilidad (Suarez Diaz J. , 2009)

(Morgenstern & Price, 1965) supone que cada bloque contribuye debido a las mismas fuerzas que en el método de Spencer. Los siguientes supuestos se introducen en el método Morgenstern-Price para calcular el equilibrio límite de fuerzas y momento en bloques individuales:

- Los planos divisorios entre bloques son siempre verticales
- La línea de acción del peso del bloque W_i pasa a través del centro del i -ésimo segmento de la superficie de deslizamiento representada por el punto M
 - La fuerza normal N_i está actuando en el centro del i -ésimo segmento de la superficie de deslizamiento, en el punto M
 - La inclinación de las fuerzas E_i que actúa entre bloques es diferente en cada bloque (δ_i) en los puntos finales de la superficie de deslizamiento es $\delta = 0$

La única diferencia entre el método de Spencer y Morgenstern-Price se muestra en la lista anterior de suposiciones. La elección de los ángulos de inclinación δ_i de las fuerzas E_i que actúan entre los bloques se realiza con la

ayuda de la función de medio seno: se selecciona automáticamente una de las funciones de la siguiente figura. Esta elección de la forma de la función tiene una influencia menor en los resultados finales, pero una elección adecuada puede mejorar la convergencia del método. El valor funcional de la función de medio seno $f(x_i)$ en el punto de frontera x_i multiplicado por el parámetro λ da como resultado el valor del ángulo de inclinación δ_i (Morgenstern & Price, 1965)

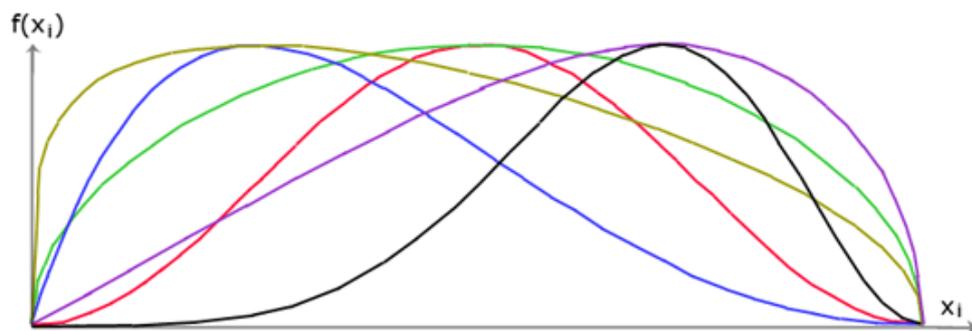


Figura: 14 Función de Medio Seno

Fuente: Análisis de estabilidad de superficies (Morgenstern & Price, 1965)

$$N_i = N'_i + U_i \quad (7)$$

$$T_i = (N_i - U_i) \tan \varphi_i + c_i \frac{b_i}{\cos \alpha_i} = N'_i \tan \varphi_i + c_i \frac{b_i}{\cos \alpha_i} \quad (8)$$

$$N'_i + U_i - W_i \cdot \cos \alpha_i + K_h \cdot W_i \cdot \sin \alpha_i + Fy_i \cdot \cos \alpha_i - Fx_i \cdot \sin \alpha_i + E_{i+1} \cdot \sin(\alpha_i - \delta_{i+1}) - E_i \cdot \sin(\alpha_i - \delta_i) = 0 \quad (9)$$

$$N'_i \cdot \frac{\tan \varphi_i}{FS} + \frac{c_i}{FS} \cdot \frac{b_i}{\cos \alpha_i} - W_i \cdot \sin \alpha_i - K_h \cdot W_i \cdot \cos \alpha_i + Fy_i \cdot \sin \alpha_i + Fx_i \cdot \cos \alpha_i - E_{i+1} \cdot \cos(\alpha_i - \delta_{i+1}) + E_i \cdot \cos(\alpha_i - \delta_i) = 0 \quad (10)$$

$$E_{i+1} \cdot \cos \delta_{i+1} \left(z_{i+1} - \frac{b_i}{2} \tan \alpha_i \right) - E_i \cdot \sin \delta_{i+1} \cdot \frac{b_i}{2} - E_i \cdot \cos \delta_i \left(z_i - \frac{b_i}{2} \tan \alpha_i \right) - E_i \cdot \sin \delta_i \cdot \frac{b_i}{2} + M1_i - K_h \cdot W_i (y_M - y_{g_i}) = 0 \quad (11)$$

- (7) Relación entre el valor efectivo y total de la fuerza normal que actúa sobre la superficie de deslizamiento

- (8) Estado de Mohr-Coulomb que representa la relación entre las fuerzas normales y de corte en un segmento dado de la superficie de deslizamiento (N i a T i)
- (9) Forzar la ecuación de equilibrio en la dirección normal al i-ésimo segmento de la superficie de deslizamiento
- (10) Forzar la ecuación de equilibrio a lo largo del i-ésimo segmento de la superficie de deslizamiento
- (11) Ecuación de momento del equilibrio sobre el punto M

La modificación de las ecuaciones de fuerza (9) y (10) proporciona la siguiente fórmula recursiva (12):

$$E_{i+1} = \frac{[(W_i - Fy_i) \cos \alpha_i - (K_s W_i - Fx_i) \sin \alpha_i - U_i + E_i \sin(\alpha_i - \delta_i)] \frac{\tan \phi_i}{FS} + \frac{c_i}{FS} \frac{b_i}{\cos \alpha_i} - (W_i - Fy_i) \sin \alpha_i - (K_s W_i - Fx_i) \cos \alpha_i + E_i \cos(\alpha_i - \delta_i)}{\sin(\alpha_i - \delta_{i+1}) \frac{\tan \phi_i}{FS} + \cos(\alpha_i - \delta_{i+1})} \quad (12)$$

Esta fórmula permite calcular todas las fuerzas E i que actúan entre bloques para los valores dados de δ i y FS. Esta solución asume que en el origen de la superficie de deslizamiento, el valor de E es conocido e igual a E 1 = 0.

La fórmula recursiva adicional (13) se sigue de la ecuación de momento del equilibrio (11) como:

$$z_{i+1} = \frac{\frac{b_i}{2} [E_{i+1} (\sin \delta_{i+1} - \cos \delta_{i+1} \tan \alpha_i) + E_i (\sin \delta_i - \cos \delta_i \tan \alpha_i)] + E_i z_i \cos \delta_i - M1_i + K_s W_i (y_M - y_{gt})}{E_{i+1} \cos \delta_{i+1}} \quad (13)$$

Esta fórmula permite calcular todos los brazos z i de las fuerzas que actúan entre bloques para un valor dado de δ i, conociendo el valor a la izquierda en el origen de la superficie de deslizamiento, donde z 1 = 0.

El factor de seguridad FS se determina empleando el siguiente proceso de iteración

Los métodos generalmente rigurosos convergen peor que los métodos más simples (Bishop, Fellenius). Ejemplos de problemas de convergencia incluyen secciones demasiado inclinadas de la superficie de deslizamiento, geometría compleja, un salto significativo en recargo,

etc. Si no se obtiene ningún resultado, recomendamos un ligero cambio de datos de entrada, p.ej. superficie de deslizamiento menos empinada, ingrese más puntos en la superficie de deslizamiento, etc. o el uso de algunos de los métodos más simples (Morgenstern & Price, 1965).

2.2.13 Consideraciones dinámicas

La propagación de las ondas sísmicas, en una masa de suelo no confinada como lo son los taludes, origina aceleraciones, tensiones localizadas y deformaciones de fuerte magnitud. Por lo tanto, la respuesta de un talud puede ser analizada sometiendo el modelo a una historia de aceleraciones de un evento sísmico. Los estudios ejecutados en el pasado concluyen que la respuesta sísmica de un talud depende de las características dinámicas de los suelos que lo componen, además de los suelos de la fundación (Troncoso, 1992).

2.2.14 Consideraciones sísmicas

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la figura 15. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014).



Figura: 15 Zonas sísmicas en el Perú

Fuente: Norma Técnica Peruana E-030 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014)

A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla 5. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014).

Tabla 7 Factor de zona sísmica.

| FACTORES DE ZONA "Z" | |
|----------------------|------|
| ZONA | Z |
| 4 | 0,45 |
| 3 | 0,35 |
| 2 | 0,25 |
| 1 | 0,10 |

Fuente: Norma Técnica Peruana E-030 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014)

2.2.15 Análisis Pseudoestático de taludes

Suárez Díaz J. , (2009) plantea que en el análisis Pseudoestático, se añade sobre todos los elementos en análisis una fuerza horizontal igual a K por el peso del elemento. Terzaghi propuso que la aplicación de esta fuerza debería ser al medio de cada rebanada; sin embargo existen otros autores que recomiendan aplicar la fuerza por encima del centro de las rebanadas basándose en que la aceleración aumenta de abajo hacia arriba. Este método es igual que el resto de métodos de equilibrio límite, con la diferencia de que se aumentan fuerzas horizontal y vertical debido al sismo. Estas fuerzas son proporcionales al peso del bloque potencial de deslizamiento. Los coeficientes sísmicos son k_v y k_h están en función de la aceleración de la gravedad. Por lo general, se asume igual a cero debido a que su valor no es muy representativo. Mientras que, en un análisis conservador k_h debe ser igual a la máxima aceleración pico esperada en la zona. No obstante, este criterio podría ocasionar problemas numéricos para k_h mayores a 0.4.

Tabla 8 Valores de K recomendados para el análisis Pseudoestático.

| Coefficiente Sísmico k | Observaciones |
|--|--|
| 0.10 | Sismo importante, FS > 1.0. |
| 0.15 | Sismo de gran magnitud, FS > 1.0. |
| 0.15 a 0.25 | Japón FS > 1.0 |
| 0.05 a 0.15 | Estado de California |
| 0.10 para $\mu = 6.5$ 0.15 para $\mu = 8.5$ | (Seed, 1979) con FS > 1.15 |
| 1/3 a 1/2 de la aceleración pico superficial | (Marcuson y Franklin, 1983) FS > 1.0 |
| 1/2 de la aceleración pico superficial | (Hynes, Griffin y Franklin, 1984) FS > 1.0 y un 20% de reducción de resistencia. |

Fuente: Comportamiento sísmico de taludes, Suárez Díaz J., (2009)

En el caso de una falla curva, el cálculo de factor de seguridad para condiciones sísmicas se realiza a partir de una modificación de la fórmula empleada en método de Janbu.

$$F_{sd} = \frac{\sum(w \tan \phi + c_d \cos \alpha) / (\cos^2 \alpha (1 + \tan \alpha * \tan \phi / F_d)}{\sum(w \tan \alpha + \frac{a_{max} w}{g})} \quad (14)$$

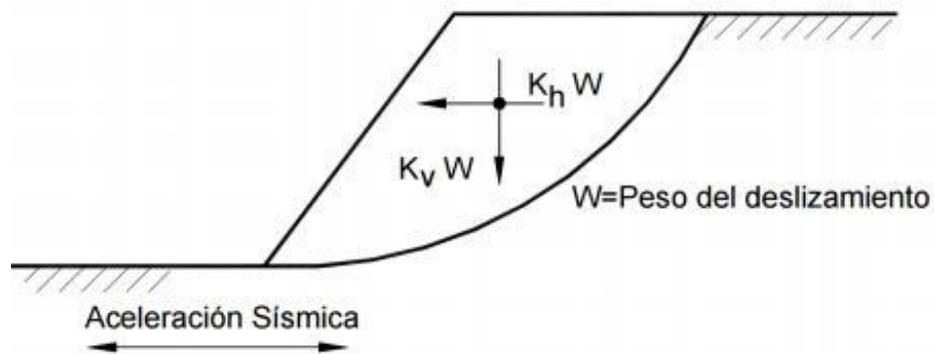


Figura: 16 Análisis pseudoestático de una falla curva

Fuente: Comportamiento sísmico de taludes (Suarez Diaz J. , 2009).

2.2.16 Corte directo

Determina la resistencia al corte de un muestra de suelo consolidada y drenada, por el método del corte directo (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2000).

Este ensayo puede realizarse sobre todos los tipos de suelos, con muestras inalteradas remoldeadas.

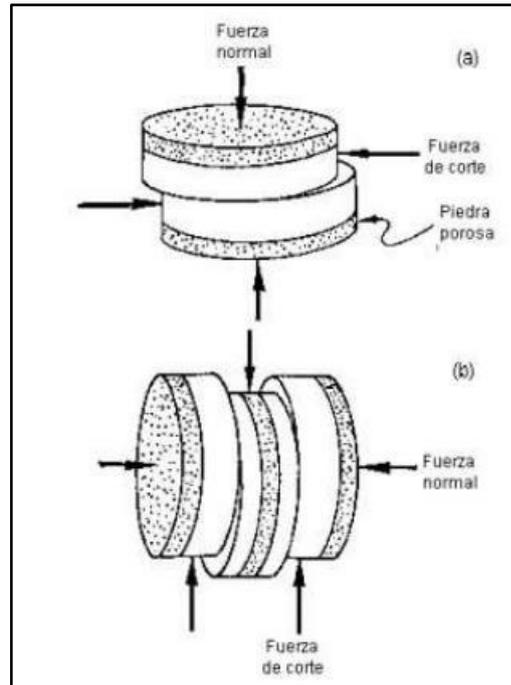


Figura: 17 Esquema del ensayo del corte sencillo y del corte doble

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales EM-2000 (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2000)

El ensayo consiste en:

- Colocación de la muestra en el dispositivo de corte.
- Aplicación de una carga normal
- Disposición de los medios de drenaje y humedecimiento de la muestra.
- Aplicación de la fuerza de corte para hacer fallar la muestra.



Figura: 18 Dispositivo para el ensayo de corte directo debe cumplir norma ASTM D-3080

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales EM-2000 (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2000)

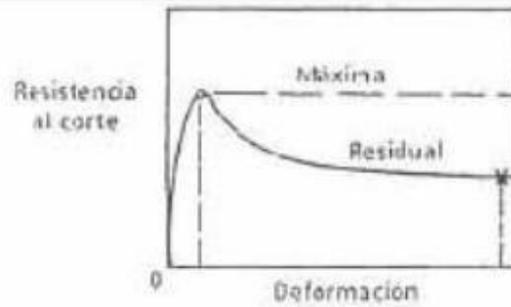
Para los cálculos

- Contenido inicial de humedad.
- Peso unitario seco inicial y peso húmedo inicial.
- Esfuerzo de corte.
- Relación de vacíos antes de la consolidación y después del ensayo de corte, si se desea.
- Los grados de saturación inicial y final, si se desea.

Para el informe

- Descripción del tipo de dispositivo utilizado en el ensayo
- Identificación y descripción de la muestra, incluyendo si el suelo es inalterado, remodelado, compactado o preparado por otros medios, anotando cualquier característica no usual, referente, por ejemplo a la estratificación.

- Contenido inicial de agua.
- Peso unitario seco inicial y peso unitario húmedo inicial.
- Espesor inicial.
- Se deben registrar todos los datos básicos del ensayo incluyendo el esfuerzo normal desplazamiento de corte y los valores correspondientes de la resistencia al corte máximo y residual cuando se indique así como los cambios de espesor del Espécimen Hidrología.
- Para cada probeta de ensayo se debe elaborar la curva de esfuerzo de corte y deformación unitaria en un gráfico con escalas aritméticas.
- Debe prepararse igualmente Un gráfico que incluya los valores para las 3 probetas de las fuerzas normales contra la resistencia al corte y determinar a partir del mismo lo valores efectivo del ángulo de fricción y de la cohesión.
- En el mismo gráfico anterior podrán incluirse los valores de la resistencia al corte residuales e indicar el ángulo de fricción interna residual y de la cohesión si la hubiere.



(a) Ensayo de corte directo

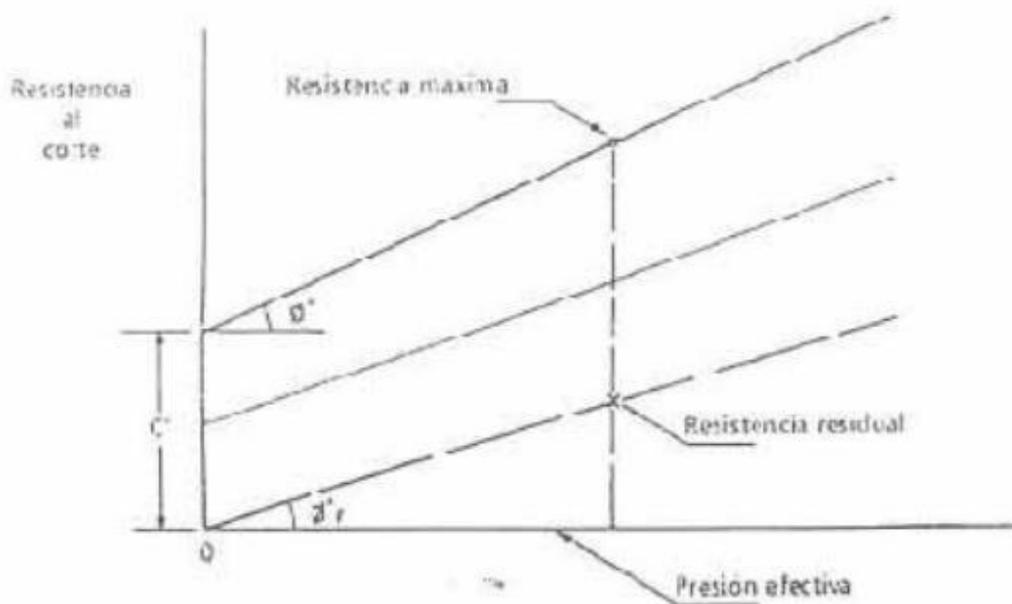


Figura: 19 Definición de la resistencia residual

Fuente: Manual de ensayo de materiales (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2000)

2.2.17 Terzagui

Juarez, B. (2005) determina esta teoría como uno de los primeros esfuerzos por adaptar a la Mecánica de suelos, los resultados de la mecánica del medio continuo. La teoría cubre el caso más general de suelos con “cohesión y fricción” y su impacto en la Mecánica de Suelos ha sido de tal trascendencia que aun hoy es posiblemente la teoría más usada para el

cálculo de capacidad de carga en los proyectos prácticos, especialmente en el caso de cimientos poco profundos.

La expresión cimiento poco profundo se aplica a aquel en el que el ancho **B** es igual o mayor que la distancia vertical entre el terreno natural y la base del cimiento (profundidad de desplante, D_f). En estas condiciones Terzaghi desprecia la resistencia al esfuerzo cortante arriba del nivel de desplante del cimiento, considerándola solo de dicho nivel hacia abajo. El terreno sobre la base del cimiento se supone que solo produce un efecto que puede representarse por una sobrecarga, Actualmente precisamente en un plano horizontal que pase por la base del cimiento, en donde γ es el peso específico del suelo.

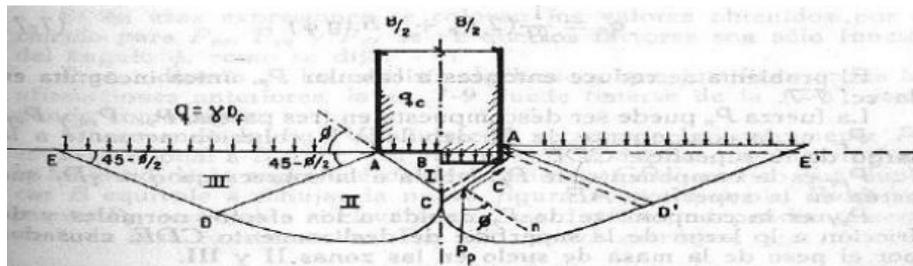


Figura: 20 Mecanismo de falla de una cimentación continua

Fuente: Capacidad portante de suelos (Juarez, 2005)

2.2.18 Hidrología

Es la ciencia natural que estudia el agua, su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades químicas, físicas y su relación con el medio ambiente (Chow, Maidmen, & Mays, 2000).

a) Análisis probabilístico

Los fenómenos que se presentan en la ingeniería pueden clasificarse, desde el punto de vista de la certeza de su ocurrencia, en

determinísticos y probabilísticos. Si la ocurrencia de las variables en un proceso es cierta, es decir si las variables siguen una ley determinada se habla de un proceso determinístico. En cambio, si se toma en cuenta la probabilidad de ocurrencia y la falta de certeza existente, entonces se habla de un proceso de naturaleza probabilística. Es conveniente hacer notar que la gran mayoría de los procesos que interesan al ingeniero, en especial en el campo de la Hidrología, pertenecen a la categoría de fenómenos probabilísticos. (Morán, 1989)

b) Estudio de la cuenca

Los modelos de cuenca son un reflejo de cómo entendemos el sistema cuenca y su respuesta. Su capacidad predictiva depende de cómo se construye y cómo se aplica, además de que también la calidad de la predicción es generalmente consistente con la calidad de comprensión que se tenga del sistema y del modelo que lo representa. Esto significa que no existe un modelo universal aplicable para todas las cuencas del mundo, sino que cada cuenca posee condiciones particulares ya sean de clima, geografía, geología, etc. que incrementan o disminuyen la importancia de las variables y condicionan la estructura del modelo (Chow, Maidmen, & Mays, 2000).

c) Caudal de diseño

Para el cálculo del caudal de diseño se emplearán medidas de distribución probabilística basado en el análisis de frecuencia de que se vuelva a repetir un evento en un intervalo de tiempo periodo de retorno (T_p).

- El periodo de retorno es uno de los parámetros más significativos a ser tomado en cuenta en el momento de dimensionar una obra hidráulica destinada a soportar inundaciones, por ejemplo: el vertedero de una presa o los diques para control de inundaciones. El periodo de retorno se define como el intervalo de recurrencia (T),

al lapso promedio en años entre la ocurrencia de un evento igual o mayor a una magnitud dada. Este periodo se considera como el inverso de la probabilidad, del m-ésimo evento de los n registros.

$$T = \frac{1}{P} \quad (15)$$

Donde:

T= periodo de retorno (años).

P= probabilidad de excedencia.

- Para la elección del periodo de retorno Ven te Chow (1988) propone criterios de diseño para estructuras de control de agua mediante la siguiente tabla:

Tabla 9 Criterios de diseño generalizados para estructuras de control de agua

| Tipo de estructura | Periodo de retorno (años) | ELV |
|--|---------------------------|---------|
| Alcantarillas de carreteras | | |
| Volúmenes de tráfico bajos | 5-10 | - |
| Volúmenes de tráfico intermedios | 10-25 | - |
| Volúmenes de tráfico altos | 50-100 | - |
| Puentes de carreteras | | |
| Sistema secundario | 10-50 | - |
| Sistema primario | 50-100 | - |
| Drenaje agrícola | | |
| Culverts | 5-50 | - |
| Surcos | 5-50 | - |
| Drenaje urbano | | |
| Alcantarillas en ciudades pequeñas | 2-25 | - |
| Alcantarillas en ciudades grandes | 25-50 | - |
| Aeropuertos | | |
| Volúmenes bajos | 5-10 | - |
| Volúmenes intermedios | 10-25 | - |
| Volúmenes altos | 50-100 | - |
| Diques | | |
| En fincas | 2-50 | - |
| Alrededor de ciudades | 50-200 | - |
| Presas con poca probabilidad de pérdidas de vidas (baja amenaza) | | |
| Presas pequeñas | 50-100 | - |
| Presas intermedias | 100+ | - |
| Presas grandes | - | 50-100% |
| Presas con probabilidad de pérdidas de vidas (amenaza significativa) | | |
| Presas pequeñas | 100+ | 50% |
| Presas intermedias | - | 50-100% |
| Presas grandes | - | 100% |
| Presas con probabilidad de altas pérdidas de vidas (alta amenaza) | | |
| Presas pequeñas | - | 50-100% |
| Presas intermedias | - | 100% |
| Presas grandes | - | 100% |

Fuente: Hidrología Aplicada, Chow, Maidmen, & Mays, (2000)

En nuestro diseño de defensa ribereña usaremos un tiempo de retorno $Tr=10, 20, 50$ y 100 años.

2.2.19 Prueba de datos dudosos

Los datos dudosos son puntos de la información que se alejan significativamente de la tendencia de información restante. La retención o eliminación de estos parámetros puede variar significativamente la magnitud de los parámetros estadísticos calculados para la información, especialmente e muestras pequeñas. Los procedimientos para tratar los datos dudosos requieren un criterio que involucra consideraciones matemáticas e hidrológicas (Bobée & Robitaille, 1975).

Para datos dudosos altos, se emplea la siguiente ecuación de frecuencia:

$$Yh = \bar{y} + Kn * Sy \quad (16)$$

Para datos dudosos bajos, se emplea la siguiente ecuación de frecuencia

$$Yh = \bar{y} - Kn * Sy \quad (17)$$

Donde:

Yh: umbral de datos dudosos altos (unidades logarítmicas)

$$\bar{y} = \frac{y}{n} \quad (18)$$

Donde:

y = log (precipitación)

n= número de datos disponibles

$$Sy = \left(\frac{1}{n-1} * \sum_{i=1}^n (yi - \bar{y})^2 \right)^{0.5} \quad (19)$$

Los valores de Kn para prueba de datos dudosos se puede apreciar en la tabla N°9.

Tabla 10 Valores de K_n para la prueba de datos dudosos

| Tamaño de muestra n | |
|-----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|
| n | K_n | n | K_n | n | K_n | n | K_n |
| 10 | 2.036 | 24 | 2.467 | 38 | 2.661 | 60 | 2.837 |
| 11 | 2.088 | 25 | 2.486 | 39 | 2.671 | 65 | 2.866 |
| 12 | 2.134 | 26 | 2.502 | 40 | 2.682 | 70 | 2.893 |
| 13 | 2.175 | 27 | 2.519 | 41 | 2.692 | 75 | 2.917 |
| 14 | 2.213 | 28 | 2.534 | 42 | 2.700 | 80 | 2.940 |
| 15 | 2.247 | 29 | 2.549 | 43 | 2.710 | 85 | 2.961 |
| 16 | 2.279 | 30 | 2.563 | 44 | 2.719 | 90 | 2.981 |
| 17 | 2.309 | 31 | 2.577 | 45 | 2.727 | 95 | 3.000 |
| 18 | 2.335 | 32 | 2.591 | 46 | 2.736 | 100 | 3.017 |
| 19 | 2.361 | 33 | 2.604 | 47 | 2.744 | 110 | 3.049 |
| 20 | 2.385 | 34 | 2.616 | 48 | 2.753 | 120 | 3.078 |
| 21 | 2.408 | 35 | 2.628 | 49 | 2.760 | 130 | 3.104 |
| 22 | 2.429 | 36 | 2.639 | 50 | 2.768 | 140 | 3.129 |
| 23 | 2.448 | 37 | 2.650 | 55 | 2.804 | | |

Fuente: U.S. Water Council 1981 Bobée & Robitaille, (1975)

2.2.20 Distribución de Probabilidad

Entre las principales distribuciones probabilísticas Ven Te Chow en su libro "Hidrología Aplicada" nos muestra los siguientes:

- **Distribución Normal**

La probabilidad normal es una distribución simétrica en forma de campana y se define como:

Función de densidad:

$$f(x) = \frac{1}{s\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\bar{u}}{s}\right)^2} \quad (20)$$

Donde:

$f(x)$ = función densidad normal de la variable x

X = variable independiente

μ = parámetro de localización, igual a la media aritmética de x

S = parámetro escala, igual a la desviación estándar de x

- **Distribución Gamma**

Es una distribución adecuada para modelizar el comportamiento de variables aleatorias continuas con asimetría positiva. Es decir, variables que presentan una mayor densidad de sucesos a la izquierda de la media que a la derecha. En su expresión se encuentran dos parámetros, siempre positivos, (λ) y (β) de los que depende su forma y alcance por la derecha, y también la función Gamma $\Gamma(\alpha)$, responsable de la convergencia de la distribución Su función densidad de probabilidad es:

$$f(x) = \frac{\lambda^\beta x^{\beta-1} e^{-\lambda x}}{\Gamma(\beta)} \quad (21)$$

Tiene un rango $x \geq 0$

Donde

Γ = función gamma

$$\lambda = \frac{\bar{x}}{s_x^2}$$

$$\beta = \frac{\bar{x}^2}{s_x^2} = \frac{1}{CV^2}$$

- **Distribución Log Normal 2 Parámetros**

La función de distribución de probabilidad es:

$$P(x \leq X_i) = \frac{1}{s\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x_i} e^{[-(x-\bar{x})^2/2s^2]} dx \quad (22)$$

Donde \bar{x} y S son parámetros de la distribución.

Si la variable x de la ecuación normal se reemplaza por una función $y=f(x)$ tal que $y=\log(x)$ la función puede normalizarse, transformándose en una ley de probabilidades denominada log-normal, N (Y, Sy). Los valores originales de la variable aleatoria x deben ser transformados a $y=\log x$, de tal manera que:

$$\bar{y} = \sum_{F=1}^n \log x_i / n \quad (23)$$

Donde \bar{y} es la media de los datos de muestra transformada

$$s_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}} \quad (24)$$

Donde S_y es la desviación estándar de los datos de la muestra transformada.

Asimismo, se tiene las siguientes relaciones:

$$C_5 = a / s_y^3$$

$$x = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^3$$

Donde C_5 es el coeficiente de oblicuidad de los datos de la muestra transformada. (Monsalve, 1999).

- **Distribución Gumbel**

La distribución de valores tipo I conocida como distribución gumbel o doble exponencial, tiene como función de distribución de probabilidades la siguiente ecuación:

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x - \beta)}} \quad (25)$$

Por el método de momentos, obtenemos las siguientes relaciones:

$$\alpha = 1.2825/\sigma$$

$$\beta = \mu - 0.45\sigma$$

Donde:

α es el parámetro de concentración; β , es el parámetro de localización.

Según Ven Te Chow dice que la distribución se expresa como:

$$x = \bar{x} + k\sigma x \quad (26)$$

Donde:

X , es el valor con una probabilidad dada; \bar{x} , es la media de la serie; k , es el factor de frecuencia.

2.2.21 Ajuste de distribuciones

Para la elección de la distribución de probabilidades Kike (1988) y Mamdouh (1993) recomiendan elegir el mejor ajuste a criterio de modelador con la prueba de ajuste gráfico o basado en el comportamiento de las pruebas estadísticas de bondad de ajuste (ejemplo Chi cuadrado o Smirnov-Kolmogorov)

Prueba Chi Cuadrado

Es la prueba más común utilizada para verificar la bondad de ajuste de distribución empírica a una distribución teórica conocida está dada por la siguiente prueba estadística:

$$Xc^2 = \sum \frac{n(\theta_i - \varepsilon_i)^2}{\varepsilon_i} \quad (27)$$

Donde:

θ_i : Frecuencia observada en intervalo i

ε_i : Frecuencia esperada en intervalo i , de acuerdo con la distribución de frecuencias que se quiere probar.

Para lo cual se aplica un procedimiento de prueba de hipótesis la cual es:

Ho: la variable o los datos se ajustan a una distribución normal

H1: la variable no se ajusta a una distribución normal.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$ o $\alpha = 0.01$, donde α es el error permitido.

Prueba de Smirnov – Kolmogorov

La prueba de ajuste de Smirnov-Kolmogorov, consiste en comparar las diferencias existentes entre la probabilidad empírica de datos de la muestra y la probabilidad teórica, tomando el valor máximo del valor absoluto, de la diferencia entre el valor observado y el valor de la recta teórica del modelo, es decir:

$$D = \max(Fo(xm) - F(xm)) \quad (28)$$

Con un valor crítico d , que depende del número de datos y el valor de significancia seleccionado (los cuales pueden ser apreciados en la tabla

Nº2). Si $D < d$, se acepta la hipótesis nula. La función de distribución de probabilidad observada se calcula como:

$$F_o = 1 - \frac{m}{(n-1)} \quad (29)$$

Se fija el nivel de probabilidad α , siendo los valores de 0.05 y 0.01 los más usados. El valor crítico d de la prueba debe ser obtenido de tablas en función de α y n .

2.2.22 Análisis de metodología

Método de Isoyetas

Las isoyetas son contornos de igual altura de precipitación, que se calculan a partir de interpolación entre pluviómetros adyacentes. Las áreas entre isoyetas sucesivas son medidas y se multiplica por el promedio de precipitación entre las isoyetas adyacentes, el promedio total para el área es entonces la sumatoria de este producto entre área total considerada. Utiliza las áreas abarcadas entre isoyetas. En la figura Nº se aprecia el cálculo por método de isoyetas.

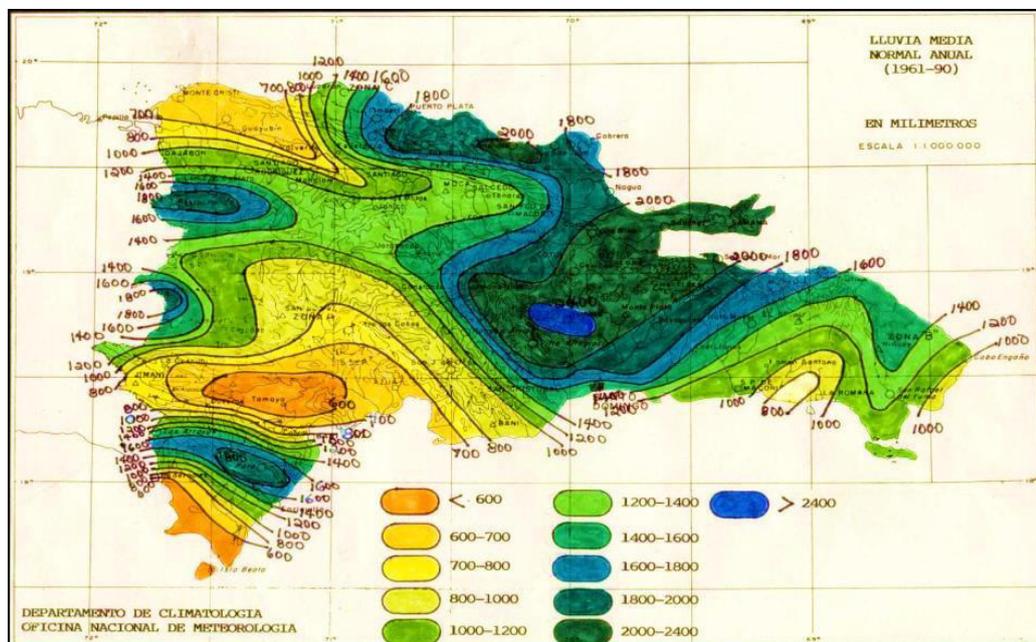


Figura: 21 Trazo de curvas de isoyetas

Fuente: Los autores

La expresión a utilizarse, para determinar la precipitación media de la cuenca (P_m), es la siguiente:

$$P_m = \frac{P_1 * A_1 + P_2 * A_2 + \dots + P_n * A_n}{A_t} \quad (30)$$

$$P_m = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i * A_i)}{A_t} \quad (31)$$

Dónde:

P_i = Precipitación promedio entre dos curvas isoyetas consecutivas.

A_i = Área delimitada por las dos curvas isoyetas.

A_t = Área total considerada.

2.2.23 Hietograma para análisis de tormenta

El servicio de conservación de suelos del departamento de agricultura de los estados unidos (SCS), desarrollo hietograma sintéticos de tormentas para realizarse en los Estados Unidos con duración de tormenta de 6 y 24. Estos hietograma se dedujeron al utilizar la información presentada por Hershfield (1961) y Miller (1973) y datos de tormentas adicionales. (Ven Te Chow, 2000).

Se desarrollaron cuatro tormentas de 24 horas de duración:

Tipo I: corresponde a climas con inviernos húmedos y veranos secos (climas del pacífico).

Tipo IA: son tormentas de menor duración.

Tipo III: climas donde predominan las tormentas tropicales las cuales producen grandes profundidades de lluvia en 24h (climas del golfo de México y costas atlánticas).

Tipo II. Climas correspondientes al resto de los Estados Unidos.

2.2.24 Método para abstracciones

El servicio de conservación de suelos como su nombre en inglés *Soil Conservation Service* (SCS) de los Estados Unidos de América, desarrolló un método, denominado método del número de curva (CN), para calcular las abstracciones de una tormenta. El número de curva varía de 1 a 100, siendo desarrollado en función a las siguientes propiedades que produce la escorrentía en la cuenca:

- Tipo de suelo hidrológico, utilización y tratamiento de suelo.
- Condiciones de la superficie del terreno.
- Condiciones de humedad antecedentes del suelo.

2.2.24.1 Modelo Hidrograma Unitario de Snyder

Snyder (1938) desarrolla un método para cuencas sin estaciones de aforo, que está dado por la siguiente ecuación:

$$T_p(\text{hr}) = 0.75 * C_t(L * L_c)^{0.3} \quad (32)$$

Donde:

T_p = retardo estándar de Snyder (hr)

L = longitud del curso principal del río (km).

L_c = longitud del curso principal al centro de gravedad, medida sobre cauce principal del río (km).

Ct = coeficiente de retardo de Snyder, depende de las características físicas de la cuenca. Varía generalmente en rango de 1.8 a 2.2, se toman valores bajos para zonas alta pendiente y valores altos para zonas con baja pendiente, pero no es el único rango por ejemplo en Estados Unidos en zonas montañosas varía 0.4 a 8 a lo largo del golfo de México. Una forma práctica de determinarlo consiste en aplicar la fórmula propuesta por Taylor – Schwartz.

$$Ct = \frac{1.65}{(\sqrt{i})^{0.38}} \quad (33)$$

Donde:

I = pendiente del curso principal

Ct = coeficiente de retardo de Snyder

Coeficiente de Almacenamiento de Snyder (Cp)

Varía en el rango de 0.4 a 0.8, donde el valor más grande de Cp es asociado a valores pequeños de Ct.

Cp puede ser también calculado por el caudal pico del hidrograma:

$$Cp = \frac{Qp * Tp}{2.75 * A} \quad (34)$$

Donde:

Qp= caudal pico del hidrograma (m³/s)

A= área de drenaje (km²)

2.2.25 Coeficiente de Rugosidad de Manning

El coeficiente de rugosidad n depende de diversos factores los cuales pueden ser: rugosidad de la superficie, vegetación, irregularidades del cauce, alineamiento del río, depósitos, socavaciones, tamaño y forma del río, nivel y caudal, cambio estacional, material suspendido y transporte de fondo. Ven Te Chow en su libro “Hidráulica de Canales” recomienda la elección del coeficiente de rugosidad de Manning en la siguiente tabla:

Tabla 11 Selección coeficiente de Manning.

| Descripción de la corriente | Mínimo | Normal | Máximo |
|--|--------|--------|--------|
| A Cauces naturales | | | |
| A.1 Cursos secundarios (ancho de la superficie libre en crecida < 30 m) | | | |
| A.1.1 Cursos en planicies | | | |
| - Limpios, rectos, sin fallas ni pozos | 0,025 | 0,030 | 0,033 |
| - Rectos con algunas piedras y pastos | 0,030 | 0,035 | 0,040 |
| - Limpios con meandros, con algunos pozos y bancos | 0,033 | 0,040 | 0,045 |
| - Meandros con algunas piedras y pastos | 0,035 | 0,045 | 0,050 |
| - Meandros con muchas piedras | 0,045 | 0,050 | 0,060 |
| - Tramos sucios, con pastos y pozos profundos | 0,050 | 0,070 | 0,080 |
| - Tramo con mucho pasto, pozos profundos y cauce en crecida con muchos arbustos y matorral | 0,075 | 0,100 | 0,150 |
| A.1.2 Cursos montañosos, carentes de vegetación en el fondo, laderas con pendientes pronunciadas y árboles y arbustos en las laderas que se sumergen en niveles de crecida | | | |
| - Cauce de grava, cantos rodados y algunas rocas | 0,030 | 0,040 | 0,050 |
| - Cauce de cantos rodados, con grandes rocas | 0,040 | 0,050 | 0,070 |
| A.2 Cursos en planicies inundadas | | | |
| A.2.1 Zonas de pastos, sin arbustos | | | |
| - Pasto corto | 0,025 | 0,030 | 0,035 |
| - Pasto alto | 0,030 | 0,035 | 0,050 |
| A.2.2 Zonas cultivadas | | | |
| - Sin cultivo | 0,020 | 0,030 | 0,030 |
| - Cultivos sembrados en línea en fase de madurez fisiológica | 0,025 | 0,035 | 0,045 |
| - Cultivos sembrados a voleo en fase de madurez fisiológica | 0,030 | 0,040 | 0,050 |
| A.2.3 Zonas arbustivas | | | |
| - Escasos arbustos y pasto abundante | 0,035 | 0,050 | 0,070 |
| - Pequeños árboles y arbustos sin follaje (parada invernal) | 0,035 | 0,050 | 0,060 |
| - Pequeños árboles y arbustos con follaje (fase vegetativa) | 0,040 | 0,060 | 0,080 |
| - Arbustos medianos a densos durante la parada invernal | 0,045 | 0,070 | 0,110 |
| - Arbustos medianos a densos durante la fase vegetativa | 0,070 | 0,100 | 0,160 |
| A.2.4 Zonas arbóreas | | | |
| - Saucedos densos, temporada invernal | 0,110 | 0,150 | 0,200 |
| - Terreno claro con ramas sin brotes | 0,030 | 0,040 | 0,050 |
| - Terreno claro con ramas con gran crecimiento de brotes | 0,050 | 0,060 | 0,080 |
| - Zonas de explotación maderera con árboles caídos, poco crecimiento en las zonas bajas y nivel de inundación por debajo de las ramas | 0,080 | 0,100 | 0,120 |
| - Zonas de explotación maderera con árboles caídos, poco crecimiento en las zonas bajas y nivel de inundación que alcanza a las ramas | 0,100 | 0,120 | 0,160 |
| A.3 Cursos importantes (ancho de la superficie libre en crecida > 30 m) | | | |
| En este caso, los valores del coeficiente <i>n</i> son inferiores a los correspondientes de cauces secundarios análogos, ya que los bancos ofrecen una resistencia efectiva menor, | | | |
| - Sección regular sin rocas ni arbustos | 0,025 | | 0,060 |
| - Sección irregular y rugosa | 0,035 | | 0,100 |

Fuente: Hidráulica de canales (Ven Te Chow)

2.2.26 Hidráulica Fluvial

a) Granulometría

Los lechos de cauces pueden ser granulares o cohesivos. Los cauces naturales están conformados por partículas de rocas y minerales cuyo peso específico tiene poca variación. La mejor manera de analizar la distribución de tamaños en el lecho es tamizar una determinada muestra y pesar la fracción que pasa por cada tamiz. Las partículas menores de 0.004 mm se llaman arcillas. Entre 0.004 mm y 0.062 mm se llaman limos. Entre 0.062 mm y 2.0 mm se llaman arenas. Entre 2.0 mm y 64 mm se llaman gravas.

b) Principio de Movimiento

Un lecho granular que soporta la circulación de una corriente de agua verá en algún momento desplazada una partícula por la fuerza del arrastre del agua. Saber en qué condiciones y en qué momento ocurre esto, es el problema del umbral del movimiento, principio del movimiento o condición crítica del movimiento de fondo, problema intensamente investigado en hidráulica fluvial, con gran implicación práctica sobre la erosión de fondo. El conocimiento que se tiene proviene principalmente de ensayos de laboratorio con arenas uniformes. Aunque no hay acuerdo completo, si parece dibujarse un consenso en torno a un resultado conocido como el ábaco o diagrama de Shields.

La acción del agua sobre el fondo puede caracterizarse por una tensión cortante en el fondo τ_0 . La resistencia de la partícula a ser movida puede relacionarse con su peso sumergido, la cual es función de $(\gamma_s - \gamma)$, peso específico sumergido, y del tamaño D que caracteriza el volumen.

Con estas tres variables puede formarse el parámetro adimensional:

$$\bar{\tau} = \frac{\tau_0}{(\gamma_s - \gamma) \cdot D} \quad (35)$$

Conocido también como tensión cortante adimensional, que compara como cociente la fuerza promotora del movimiento (acción de arrastre proporcional a $\tau_0 \cdot D^2$) con la fuerza estabilizadora (peso proporcional a $(\gamma_s - \gamma) \cdot D^3$). Como primera aproximación, la tensión en el fondo vale:

$$\tau_0 = \gamma \cdot R_h \cdot I \quad (36)$$

Con radio hidráulico R_h e I pendiente motriz, expresión que se obtiene haciendo el equilibrio entre peso y rozamiento para una fracción vertical de flujo en lámina libre (Shields, 1936)

Programa River

El programa River fue elaborado por el ingeniero Emilse Benavides C., profesional especialista de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) del Ministerio de Agricultura.

Este programa está dirigido a los profesionales e instituciones que están involucrados en obras de protección de cauces o defensas ribereñas.

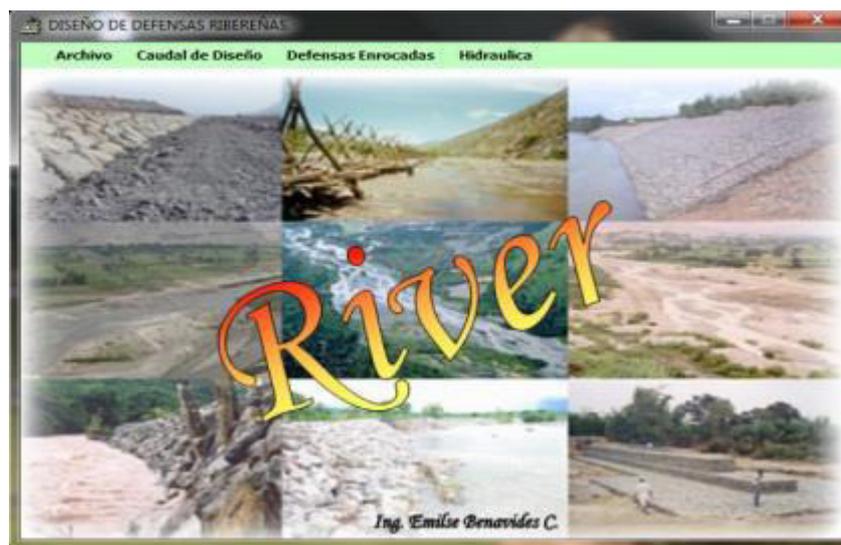


Figura: 22 Programa River

Fuente: Los autores

2.3 Definiciones de términos básicos

Caudales máximos: Los caudales máximos son flujos extremos que se presentan en las corrientes de agua los cuales son influenciados directamente por el comportamiento de la precipitación y las características propias de la cuenca.

Periodo de retorno: Es el tiempo esperado o tiempo medio entre dos sucesos, es un concepto estadístico que intenta proporcionar una idea de hasta qué punto un suceso puede considerarse raro. Suele calcularse mediante distribuciones de variables y consecutivos, un ejemplo de ello en hidrología se recopila información con la precipitación máxima recogida en 24 horas en un año, durante una serie de años consecutivos.

Valor atípico: Es una observación o lectura que es numéricamente distante del resto de datos, el estudio de conjuntos de datos que tienen en cuenta datos atípicos serán frecuentemente engañosos.

Función de distribución: La función de distribución describe el comportamiento probabilístico de una variable aleatoria X asociada a un experimento aleatorio, para estudiar la función de distribución se debe distinguir entre el caso discreto y el caso continuo.

Dique: Un dique es una construcción para evitar el paso del agua. Puede ser natural o construido por el hombre, de tierra, mampostería de piedra, u hormigón y tanto paralelo como perpendicular al curso de un río o al borde del mar.

Vulnerabilidad: Es el grado de debilidad o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de un peligro natural o antrópico de una magnitud dada. Es la facilidad como un elemento (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta y desarrollo político institucional, entre otros), pueda sufrir daños humanos y materiales. Se expresa en términos de probabilidad, en porcentaje de 0 a 100 (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2006).

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Propuesta de diseño de defensas ribereñas

El método de diseño de defensas ribereñas, en la presente tesis, está relacionado con cálculos hidrológicos, hidráulicos, geológicos y estructurales, necesarios para entender la relación de nuestra variable dependiente e independiente.

Se inicia recolectando datos de meteorológicos proporcionados por el servicio nacional de meteorología e hidrología (SENAMHI), se debe eliminar datos dudosos que alteren la población ya que puede variar significativamente la magnitud de los parámetros estadísticos para los cálculos más adelante. Los datos se deben procesar en modelos probabilísticos cuyo ajuste de bondad sea más preciso en periodos de retornos de 10, 20, 50 y 100 años.

Se emplea un modelo sintético analizando los métodos de pérdidas y método de transformar la precipitación neta en caudal, incluyendo datos del tiempo de concentración, duración de lluvia e infiltración.

La determinación de las zonas vulnerables direcciona el diseño longitudinal de las defensas ribereñas para la margen derecha e izquierda de la quebrada Lupín, ya que se tiene estimado un caudal de diseño.

La aplicación de una simulación de estructuras mediante una herramienta digital, permite estimar las dimensiones geométricas transversales del dique longitudinal.

3.2 Hipótesis

a) Hipótesis general:

El diseño de defensas ribereñas influye en la mitigación de las zonas vulnerables de la quebrada Lupín - Huarmey - Áncash

b) Hipótesis específicas:

Al realizar un estudio hidrológico y su influencia en determinar el área inundable para periodos de retorno de 10, 20, 50 y 100 años.

Al Aplicar simulaciones hidráulicas influye para reducir la vulnerabilidad física y económica

Al realizar el análisis estructural influye para reducir la vulnerabilidad física y económica.

3.3 Variables y definición operacional

A continuación, se detalla el objeto de estudio, la variable dependiente e independiente

El objeto de estudio es: Diseñar defensas ribereñas para el encauzamiento en las zonas vulnerables de la quebrada Lupín – Huarmey – Ancash.

3.3.1 Variable independiente:

Defensas ribereñas

3.3.2 Variable dependiente:

Zonas vulnerables

3.4 Operacionalización de variables:

Variable independiente: Diseño de defensas ribereñas

- Definición de la variable, conceptualmente, son estructuras construidas para proteger de las crecidas de las quebradas en áreas aledañas a estos cursos de agua. La protección contra las inundaciones incluye los medios estructurales, que dan protección o reducen los riesgos de inundación (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2008)
- Operacionalización de la variable: Identificación de su propiedad medible: Factor de seguridad mayor a 1 unidad adimensional.
- Determinación de cómo se manifiesta la variable para convertir la misma en un indicador: Estudio hidrológico, análisis hidráulico y análisis estructural.
- Medición de los indicadores en una(s) escala(s) de medición Histograma unitario, tiempo de concentración del caudal, Hidrograma unitario, régimen de flujo, Caudal de diseño, ancho del encauzamiento, tirante crítico.

Variable dependiente: Zonas vulnerables

- Definición de la variable, conceptualmente: como las condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales que aumentan la exposición de una comunidad al impacto de amenazas” Oficina de las Naciones Unidas para Reducción de Riesgo de Desastres como su nombre original en inglés *United Nations office for disaster risk reduction* UNISDR (2015).

- Operacionalización de la variable: Identificación de su propiedad medible: Alta, media y baja.
- Determinación de cómo se manifiesta la variable para convertir la misma en un indicador: vulnerabilidad económica y física.
- Medición de los indicadores en una(s) escala(s) de medición
- Identificación de afectados y niveles de vulnerabilidad.

Tabla 12 Operacionalización de la variable general

| OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES GENERALES | | |
|---|---|--|
| VARIABLES | INDICADOR | ESCALA DE MEDICIÓN |
| Variable dependiente Zonas vulnerables | -N° de pobladores -N° de entidades afectados | -N° de personas afectadas -N° de entidades afectados directamente -N° de entidades afectadas indirectamente |
| | -Vulnerabilidad por Zona -Vulnerabilidad física -Vulnerabilidad económica | -PB peligro bajo <25% -PM peligro medio 26% a 50% -PA peligro alto 51% a 75% -PMA peligro muy alto 76% a 100% |
| Variable independiente Diseño de defensas ribereñas | -Hietograma unitario | milímetros columna de agua |
| | -Tiempo de concentración del caudal. | Minutos |
| | -Área de la cuenca | Km ² |
| | -Hidrograma unitario | (m ³ /s)/mm |
| | -Régimen de flujo | >1 Súper crítico =1 Mixto <1 Sub crítico |
| | -Factor de seguridad | <1 Inseguro =1 Estable 1 < Seguro |
| | -Caudal de diseño -Ancho del encauzamiento. | m ³ /s Metros |

Elaboración: los autores

3.5 Matriz de consistencia

Tabla 13 Matriz de consistencia

| PROBLEMA | OBJETIVO | HIPÓTESIS | OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES | | | DISEÑO METODOLÓGICO | |
|---|--|--|--|---|---|---|--|
| | | | VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | | |
| <p>Problema general</p> <p>¿En qué medida el diseño de defensas ribereñas influye para la mitigación de daños frente a huaycos en las zonas vulnerables de la quebrada Lupín - Huarmey - Áncash?</p> | <p>Objetivo general</p> <p>Diseñar defensas ribereñas y analizar su influencia para la mitigación de daños frente a huaycos en las zonas vulnerables de la quebrada Lupín - Huarmey - Áncash</p> | <p>Hipótesis general</p> <p>El diseño de defensas ribereñas influye en la mitigación de daños frente a huaycos en las zonas vulnerables de la quebrada Lupín - Huarmey - Áncash</p> | <p style="color: green;">Zonas vulnerables</p> | Identificación de afectados | -Infraestructura -Económicos -Sociales | <p>Aplicada, porque se busca diseñar defensas ribereñas, aplicando conocimientos obtenidos que permita reducir los daños producidos por un huayco en las zonas vulnerables de la quebrada Lupín.</p> <p>De enfoque cuantitativo, ya que las variables se miden empleando modelos numéricos.</p> <p>Diseño de la investigación:</p> <p>No experimental ya que la presente investigación se realiza sin la manipulación de las variables;</p> <p>Transversal porque se toman los datos recolectados en campo y gabinete, en un solo rango de tiempo, para el diseño de defensas ribereñas.</p> <p>Retrospectivo porque el diseño de defensas ribereñas es posterior a los acontecimientos ocurridos y los datos son obtenidos de fuentes con respaldo profesional.</p> <p>Nivel de investigación El nivel de la investigación es correlacional porque se busca analizar la dependencia entre la vulnerabilidad y el diseño de defensas ribereñas. Se estudia las relaciones entre la variable dependiente e independiente</p> <p>El nivel de la investigación es explicativa porque se busca la causa efecto que tienen las variables.</p> | |
| <p>Problemas específicos</p> <p>¿Cuáles son los factores que intervienen en la crecida de la quebrada Lupín que contribuyen al diseño de defensas ribereñas?</p> <p>¿Cómo analizar mediante una simulación hidráulica los daños frente a huaycos en las zonas vulnerables de la quebrada Lupín?</p> <p>¿Cómo Realizar los análisis estructurales y su influencia en el desempeño de diseño defensas ribereñas?</p> | <p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar los factores intervinientes en la crecida de la quebrada Lupín que contribuyen al diseño de defensas ribereñas</p> <p>Analizar mediante una simulación hidráulica los daños frente a huaycos en las zonas vulnerables de la quebrada Lupín</p> <p>Realizar los análisis estructurales y su influencia en el desempeño de diseño defensas ribereñas</p> | <p>Hipótesis específicas</p> <p>Al considerar los factores que intervienen en la crecida de la quebrada Lupín contribuye al diseño de defensas ribereñas</p> <p>Al aplicar una la simulación hidráulica permite estudiar su influencia en la determinación de las zonas vulnerables para quebrada Lupín</p> <p>Al realizar los análisis estructurales influyen en el desempeño del diseño de defensas ribereñas</p> | | <p style="color: red;">Diseño de defensas ribereñas</p> | Niveles de vulnerabilidad | | -Vulnerabilidad de zona -Vulnerabilidad económica -Vulnerabilidad física |
| | | | Variable independiente | | Estudio hidrológico | | -Hietograma unitario -Tiempo de concentración del caudal. -Área y perímetro de la cuenca |
| | | | | | Análisis hidráulico | | -Hidrograma unitario -Régimen de flujo. |
| | | | | Análisis estructural | -Factor de seguridad -Caudal de diseño. -Ancho del encauzamiento. | | |

Elaboración: los autores

CAPÍTULO IV METODOLOGÍA

4.1 Diseño metodológico

La presente investigación pretende diseñar defensas ribereñas para las márgenes derecha e izquierda a lo largo del cauce en la quebrada Lupín; de esta manera, realizar el encauzamiento para las avenidas de caudales que se producen con la llegada del Fenómeno de El Niño, de esta manera reducir la vulnerabilidad por desborde e inundación.

Se realizó una inspección de la zona para determinar las áreas de desborde e inundación; además de ejecutar la toma de muestras de suelo para realizar ensayos. Identificaremos las zonas vulnerables ante un desborde o inundación y las estructuras dañadas por el Fenómeno de El Niño del año 2017. Los ensayos de mecánica de suelos determinarán si se puede usar material del sitio o se requiera material de préstamo para la construcción de las defensas ribereñas.

Se revisó la topografía de la zona con ayuda de imágenes satelitales, recopilaremos los reportes de daños proporcionados por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) con ayuda de la herramienta de gestión de datos del Sistema de Información Nacional para la Respuesta y Rehabilitación (SINPAD); se analizan los datos pluviométricos históricos

proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).

Se determina cómo se relacionan la variable dependiente e independiente para la realización de la presente investigación.

4.1.1 Tipo de investigación

Aplicada porque se busca diseñar defensas ribereñas, aplicando conocimientos obtenidos que permita reducir los daños producidos por un huayco en las zonas vulnerables de la quebrada Lupín.

Tiene un enfoque cuantitativo, ya que las variables se miden empleando modelos numéricos.

4.1.2 Diseño de la investigación

Para el desarrollo de la tesis se utilizaron los siguientes diseños de investigación:

a) No experimental

Es un tipo de estudio no experimental, ya que la presente investigación se realiza sin la manipulación de las variables;

b) Transversal

Es un tipo de estudio transversal, porque se toman los datos recolectados en campo y gabinete, en un solo rango de tiempo, para el diseño de defensas ribereñas.

c) Retrospectivo

Es retrospectivo porque el diseño de defensas ribereñas es posterior a los acontecimientos ocurridos y los datos son obtenidos de fuentes con respaldo profesional.

4.1.3 Nivel de investigación

a) Correlacional:

El nivel de la investigación es correlacional porque se busca analizar la dependencia entre la vulnerabilidad y el diseño de defensas ribereñas. Se estudia las relaciones entre la variable dependiente e independiente.

b) Explicativa:

El nivel de la investigación es explicativa porque se busca estudiar la causa efecto que presentan las variables.

4.2 Técnicas de recolección de datos

Para la presente investigación se necesitó de tres etapas para la recolección de datos que son las siguientes:

1. Se utilizó la técnica de recopilación histórica de datos hídricos de 8 estaciones pluviométricas desde el año 1963 al 2014 con la unidad de medida milímetros columna de agua (mm). Como instrumento de recolección se utilizó el servicio del SENAMHI. Para la medición de los datos hidrológicos.

2. Se evaluó la topografía provista por el satélite Alaska en formato raster cuya precisión es de 12,5 m por 12.5 m en cada pixel. El instrumento que se utilizó fue el servicio nacional de cartografía. Para la medición de los datos geomorfológicos.
3. Se utilizó la técnica de observación experimental, ya que se obtuvieron de la ejecución de ensayos de laboratorio de suelos. Como instrumento de recolección, se utilizaron muestras extraídas de la zona de estudio mediante calicatas de 1 m x 0.5m x 1m largo, ancho y profundidad; para la medición de las propiedades geológicas.

4.3 Técnicas estadísticas para el proceso de la información

Para la presente investigación, se necesitan tres etapas para el procesamiento de la información y determinar la asociación de las variables, las etapas son las siguientes:

- **Proceso hidrológico**

Los datos meteorológicos recolectados fueron ordenados de manera decreciente y tabulados bajo un sistema computarizado, empleando el paquete estadístico del software Hyfran para Windows. Con el fin de realizar el análisis, se calcularon valores absolutos y relativos, chi cuadrado para determinar la asociación de las variables de estudio.

- **Proceso hidráulico**

Los datos topográficos recolectados fueron codificados según la carta nacional a que corresponde por lugares geográficos empleando la extensión del software Arcgis llamado Hec-GeoRas.

- Proceso diseño estructural

Los datos recolectados fueron codificados por los resultados de ensayos y empleando el paquete de simulaciones del software Hec-Ras y GeoStudio.

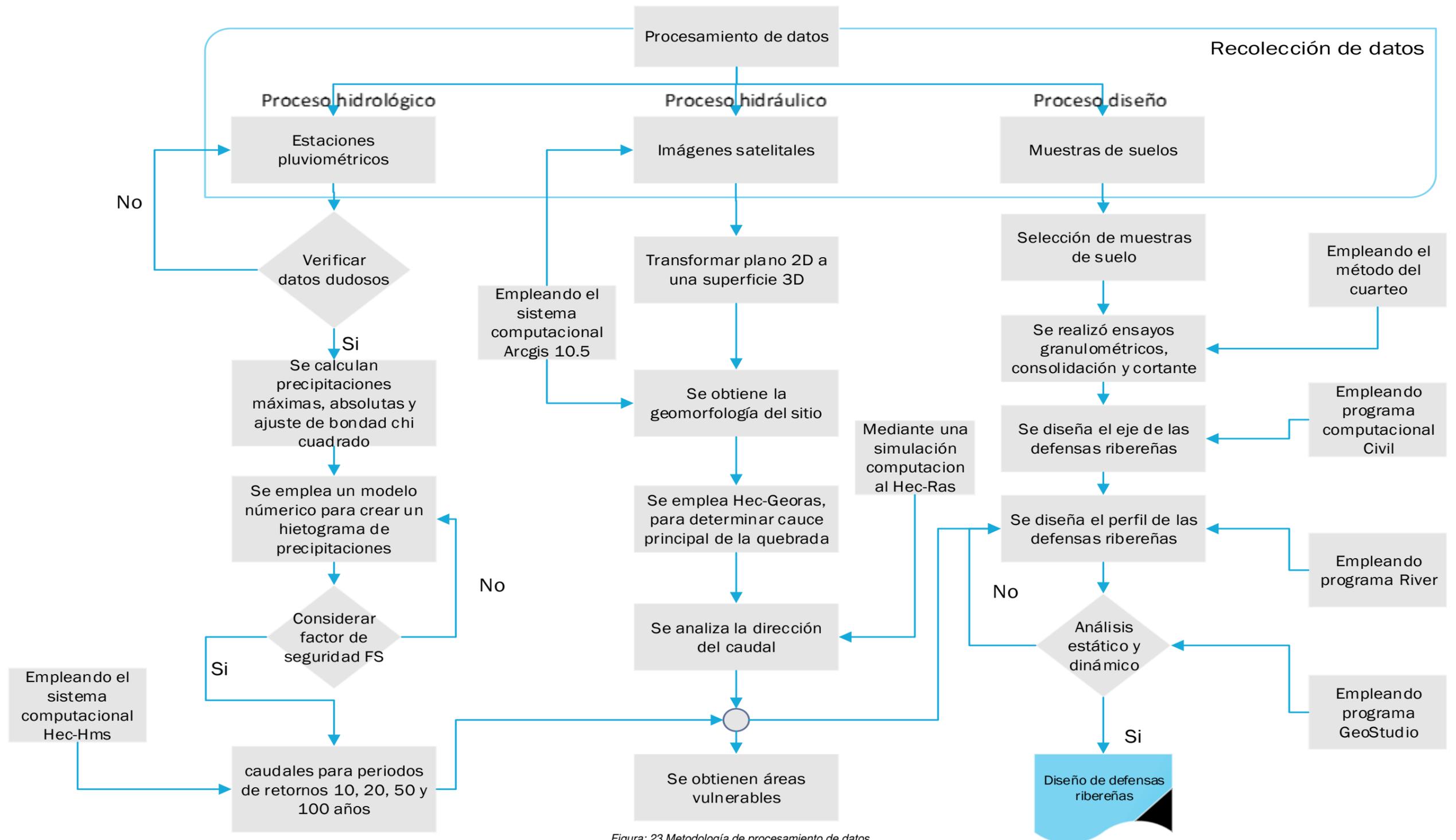


Figura: 23 Metodología de procesamiento de datos
Elaboración: los autores

CAPÍTULO V

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Proceso hidrológico

Zona de estudio

La zona de estudio está ubicada en el distrito de Huarmey, departamento de Ancash. Exactamente en la quebrada Lupín, en las siguientes coordenadas:

Norte: 8'832,739.11

Este: 1'89,662.37

Proyección: WGS84

El acceso para llegar desde la ciudad de Lima es por la Carretera Panamericana Norte Pe 1N, en el km 225 existe un desvío hacia la derecha que es por una trocha carrozable de 6km de longitud hasta llegar a la zona del proyecto. El tiempo estimado para llegar desde Lima hacia la zona del proyecto es de aproximadamente 4 horas. En la siguiente imagen N°22 se puede apreciar la ubicación.

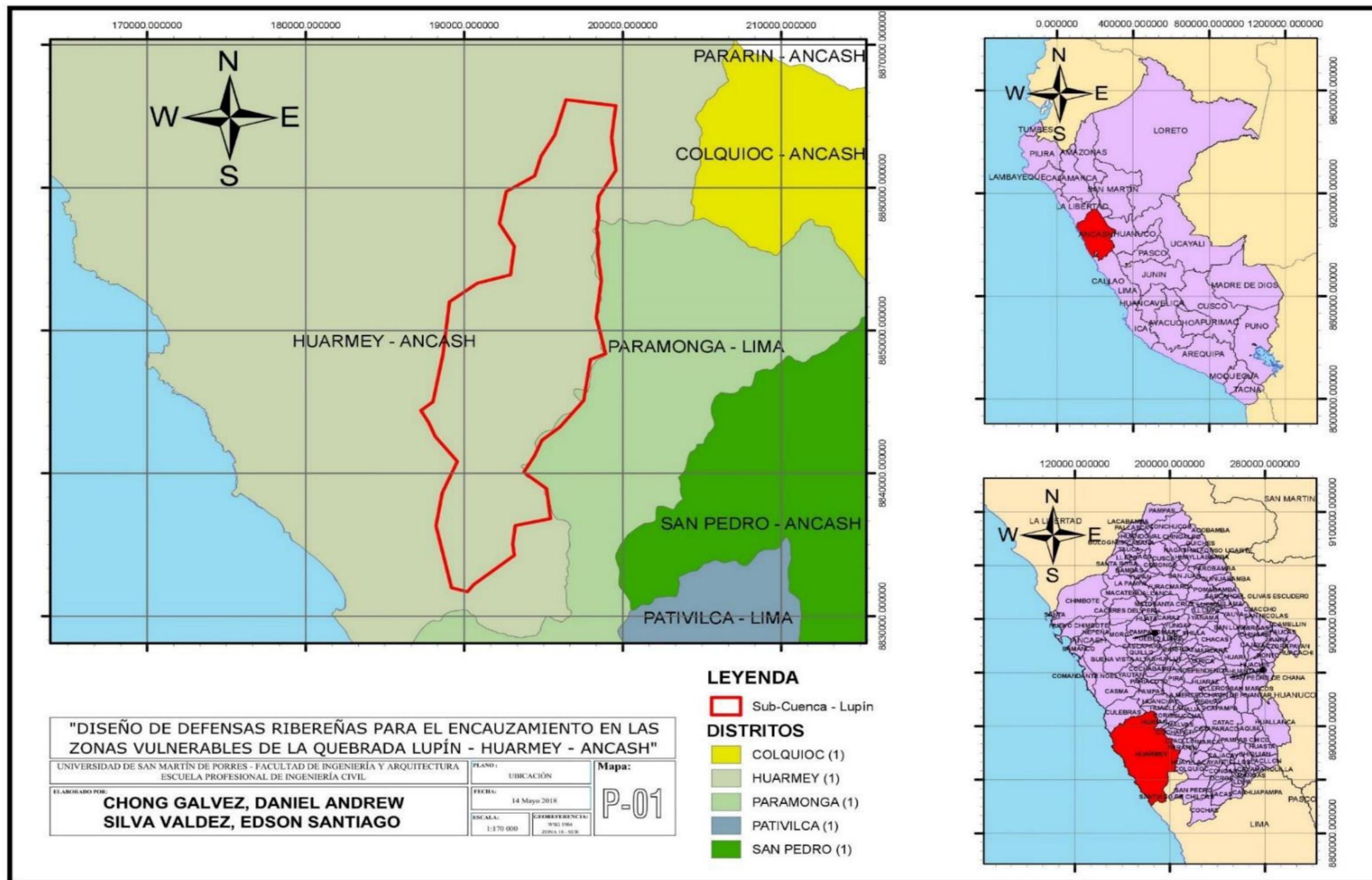


Figura: 24 Ubicación de la zona de estudio Quebrada Lupín – Huarmey – Ancash

Elaboración: Los autores

Proceso para la recolección de información pluviométrica

La Información pluviométrica nos proporciona datos de precipitación, medida en milímetros columna de agua (mm), dichos datos son el resultado de un registro de la precipitación cada día de cada año; La quebrada Lupín presenta precipitaciones de tipo estacional, registrándose máximos valores pluviométricos en periodos húmedos, entre los meses de enero a marzo; Para el resto de meses los valores de los datos pluviométricos son menores.

La red de estaciones que se incluyeron para el estudio debían de presentar registros históricos de datos pluviométricos a 24 horas, para que sean incluidos en el estudio; y estas estaciones son: Buena vista, Chacchan, Pira, Recuay, Milpo, Cajacay, Ocros y Alcantarilla. Los datos de dichas estaciones fueron adquiridos desde el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). La ubicación de las estaciones pluviométricas utilizadas se aprecia en la tabla N°11

Tabla 14: Estaciones Meteorológicas utilizadas

| Estación Pluviométricas | Norte(m) | Este (m) | Elevación | Zona UTM |
|--------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Buena Vista | 1044027 | 806593.75 | 206 | 17s |
| Chacchan | 8944754.76 | 195297.48 | 2270 | 18s |
| Pira | 8939270.41 | 202830.00 | 3706 | 18s |
| Recuay | 8923553.00 | 230792.00 | 3433 | 18s |
| Milpo | 8906666.00 | 255091.00 | 4411 | 18s |
| Cajacay | 8876973.00 | 233334.00 | 2577 | 18s |
| Ocros | 8848861.00 | 237202.00 | 3246 | 18s |
| Alcantarilla | 8776120.99 | 221388.01 | 129 | 18s |

Elaboración: Los autores

Proceso para la verificación de datos dudosos

a) Análisis de datos meteorológicos

Los datos meteorológicos que se obtuvieron para el análisis hidrológico de la cuenca en estudio, fueron las precipitaciones máximas para cada año comprendido entre los años 1966 hasta el 2014; que son los años donde existen registros. Esta información fue brindada por el SENAMHI.

b) Prueba de Datos Dudosos

La prueba de datos dudosos se realizó en cada uno de las 8 estaciones pluviométricas ubicadas fuera de la cuenca en estudio, el proceso consistió en determinar lo siguiente:

- Datos dudosos altos empleando la fórmula (16).
- Datos dudosos bajos empleando la fórmula (17).
- Umbral de datos dudosos empleando las ecuaciones (18) y (19).
- Eliminación de datos que no cumple lo anterior descrito.

En la tabla N° 12, se aprecian los datos que usaremos en el estudio, dicha tabla es el resultado posterior a la eliminación de los datos dudosos.

Tabla 15 Precipitaciones máximas anuales

| Máx. de precipitaciuetas de col | | | | | | | | |
|---------------------------------|--------------|-------------|---------|----------|-------|-------|------|--------|
| Etiquetas de fila | ALCANTARILLA | BUENA VISTA | CAJACAY | CHACCHAN | MILPO | OCROS | PIRA | RECUAY |
| 1963 | | | | 0 | | | 14.3 | |
| 1964 | | 0.01 | | 2.2 | | | 37.6 | 30.4 |
| 1965 | | 0.8 | | 4.1 | | 0.7 | 42.5 | 24.7 |
| 1966 | | 1.6 | | 6.3 | | 2.4 | 34 | 19.5 |
| 1967 | 1.7 | 2.7 | | 32 | | 25.5 | 29.9 | 22.9 |
| 1968 | 0.8 | 0.01 | | 7.1 | | 14.5 | 32.8 | 26.3 |
| 1969 | 0.6 | 1 | | 9.9 | | 29.4 | 23 | 23.4 |
| 1970 | 1 | 5.3 | | 42.5 | | 48.7 | 29.8 | 32.2 |
| 1971 | 1.4 | 3.6 | | 19.2 | | 20.9 | 31.7 | 26 |
| 1972 | 0.5 | 0.5 | | 16.6 | | 24.7 | 25.5 | 26.5 |
| 1973 | 1.2 | 3.6 | | 14.1 | | 25 | 12.5 | 28.3 |
| 1974 | 1 | 0 | | 17.4 | | 16.2 | 12.5 | 24.6 |
| 1975 | 0.6 | 0 | | 21.2 | | 32.8 | 40.8 | 0 |
| 1976 | 1.1 | 0 | | 13.7 | | 15.2 | 15.8 | 0 |
| 1977 | 1.4 | 0 | | 9.7 | | 21.4 | 11.7 | 0 |
| 1978 | 0.4 | 0.01 | | 7.5 | | 13.4 | 18.4 | 20.1 |
| 1979 | 0.4 | 0 | | 19.4 | | 15.8 | 33.8 | 29.8 |
| 1980 | 0.3 | 3.6 | 0 | 10.3 | 8 | 20.6 | 24.2 | 24.8 |
| 1981 | 0.6 | 1 | 18.4 | 20.9 | 19.2 | 24 | 37.5 | 47.3 |
| 1982 | 0.9 | 0 | 0 | 14.4 | 50.2 | 13.5 | 0 | 30.3 |
| 1983 | 0.5 | 4.7 | 0 | 22.7 | 13 | 28.7 | 0 | 33.4 |
| 1984 | 0.6 | 0 | 0 | 10.7 | 16.6 | 25 | 12.1 | 32.4 |
| 1985 | 2.1 | 0 | 0 | 7.1 | 24.7 | 20.3 | 13.7 | 45.4 |
| 1986 | 1 | 0.01 | 0 | 8.7 | 11.5 | 12.4 | 20.5 | 30.1 |
| 1987 | 0.5 | 0 | 0 | 8.1 | 18.1 | 16.3 | 20 | 24.5 |
| 1988 | 0.3 | 0 | 15.6 | 12.2 | 21.6 | 13.2 | 14.8 | 22.6 |
| 1989 | 0.8 | 0 | 23.7 | 17.2 | 12.9 | 21.1 | 18.3 | 41.3 |
| 1990 | 1.1 | 0.01 | 11.5 | 7.4 | 12.1 | 17.5 | 17.3 | 26.8 |
| 1991 | 0.6 | 0.01 | 13.5 | 11.2 | 26.8 | 22.4 | 13.7 | 29.4 |
| 1992 | 0.3 | 0 | 10.4 | 10.3 | 16.8 | 8.4 | 12.6 | 34 |
| 1993 | 0.9 | 0.01 | 25 | 9.3 | 33.5 | 30.5 | 20.8 | 28.4 |
| 1994 | 0.8 | 0.01 | 14.3 | 14.3 | 31.6 | 10.2 | 21.1 | 42.3 |
| 1995 | 0.4 | 0.01 | 16.4 | 9.9 | 28.2 | 18.7 | 17.5 | 40.3 |
| 1996 | 0.5 | 0.01 | 24.5 | 15.7 | 33.2 | 25.9 | 29.3 | 28 |
| 1997 | 1.5 | 0.01 | 14.6 | 14.7 | 25.4 | 19.3 | 23 | 28.9 |
| 1998 | 1.8 | 3.6 | 22.7 | 39 | 44.8 | 22.2 | 26.2 | 53.3 |
| 1999 | 1.3 | 1.8 | 18.7 | 27.7 | 40.8 | 20.2 | 34.2 | 26.8 |
| 2000 | 0.4 | 0.9 | 14.5 | 19 | 41 | 15.5 | 31 | 23 |
| 2001 | 1.1 | 0.01 | 15.9 | 12.9 | 28.4 | 19.5 | 24.1 | 29.4 |
| 2002 | 2 | 5.3 | 12.8 | 63.6 | 55.6 | 18.8 | 54.7 | 38.8 |
| 2003 | 1.2 | 0.4 | 20.6 | 15.3 | 24.6 | 12.7 | 22.2 | 19.4 |
| 2004 | 1.7 | 1.7 | 14.2 | 9.5 | 29.5 | 25.7 | 24 | 33.7 |
| 2005 | 0.7 | 0 | 15.5 | 12.2 | 28.2 | 10.7 | 20.1 | 32.4 |
| 2006 | 1.4 | 1.5 | 22.6 | 16.4 | 43.2 | 19 | 30.7 | 24.5 |
| 2007 | 0.5 | 0 | 15.7 | 12.5 | 39.4 | 14.5 | 24.3 | 33 |
| 2008 | 0.8 | 2.5 | 18.2 | 13.9 | 53.8 | 19.4 | 24 | 19.8 |
| 2009 | 2.3 | 4.7 | 21.6 | 25 | 37.2 | 39 | 26.8 | 44 |
| 2010 | 0.7 | 4 | 17.1 | 11 | 52.7 | 18.7 | 18.8 | 25.7 |
| 2011 | 1 | 2 | 19.1 | 14.1 | 40.4 | 15.2 | 18.4 | 29.5 |
| 2012 | 1.3 | 2 | 20.5 | 17.4 | 60.8 | 17.5 | 46.3 | 38.3 |
| 2013 | 1.4 | 5 | 25.6 | 60.2 | 58 | 15.3 | 30 | 31.4 |
| 2014 | 1.2 | 1.2 | 16.5 | 12.1 | 69.1 | 15 | 18 | |

Elaboración: Los autores

Proceso estadístico para precipitaciones máximas

a) Ajuste a Distribución de Probabilidad

Al tener las precipitaciones máximas anuales a 24 horas proporcionadas por el Senahmi, y después de haber determinado y descartado los datos dudosos, se ajusta los datos de la cuenca a una distribución de frecuencia que represente el mejor comportamiento probabilístico de cada estación pluviométrica. Las distribuciones de probabilidades utilizadas en cada estación se muestran en la tabla N°13.

b) Prueba de Bondad de ajuste

Para la prueba de bondad de ajuste, se utilizó el método de Chi cuadrado el cual consiste en que qué tanto varía la distribución observada de los conteos con respecto a la distribución hipotética.

Para realizar este contraste, se disponen los datos en una tabla de frecuencias. Para cada valor o intervalo de valores se indica la frecuencia absoluta observada o empírica (O_i). A continuación, y suponiendo que la hipótesis nula es cierta, se calculan para cada valor o intervalo de valores la frecuencia absoluta que cabría esperar o frecuencia esperada ($E_i = n \cdot p_i$, donde n es el tamaño de la muestra y p_i la probabilidad del i -ésimo valor o intervalo de valores según la hipótesis nula). El estadístico de prueba se basa en las diferencias entre la O_i y E_i y se define como:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}. \quad (37)$$

Si existe concordancia perfecta entre las frecuencias observadas y las esperadas el estadístico tomará un valor igual a 0; por el contrario, si existe una gran discrepancia entre estas frecuencias el estadístico tomará un valor grande y, en consecuencia, se rechazará la hipótesis nula. Así pues, la región crítica estará situada en el extremo superior de la distribución Chi-cuadrado con $k-1$ grados de libertad.

En la tabla N° 15, se muestran los datos obtenidos de la cuenca de acuerdo al valor ajustado por la prueba de Chi cuadrado, para ello se utilizó el software Hyfran.

c) Periodo de Retorno

Para identificar la vulnerabilidad a desbordes se consideró realizar el modelamiento para periodos de retorno de 10, 20,50 y 100 años.

Tabla 16 distribución de probabilidad para estaciones pluviométricas

| Estaciones | Periodo de Retorno | | | | Chi cuadrado | | Distribución |
|--------------|--------------------|------|------|------|--------------|---------|--------------------------------------|
| | 10 | 20 | 50 | 100 | χ^2 | valor-p | |
| Alcantarilla | 1.67 | 1.91 | 2.18 | 2.36 | 3.75 | 0.5859 | Log pearson III (Método SAM) |
| Ocros | 39.3 | 46.4 | 55.5 | 62.3 | 4 | 0.5494 | Log Pearson III (Método de momentos) |
| Milpo | 53.4 | 60.8 | 69.6 | 75.7 | 2.26 | 0.5494 | GEV (Máxima Verosimilitud ajustada) |
| Cajacay | 23.4 | 24.4 | 25.3 | 25.7 | 2.26 | 0.6886 | GEV (Máxima Verosimilitud ajustada) |
| Chacchan | 29.4 | 36.3 | 45.8 | 53.5 | 4.94 | 0.4231 | Log Normal 3 (Máxima verosimilitud) |
| Buena vista | 4.15 | 7.51 | 14.1 | 21.1 | 41.49 | 0 | Log Pearson III WRC |
| Pira | 37.2 | 42.6 | 49.5 | 54.9 | 3.64 | 0.6023 | Pearson tipo III |
| Recuay | 40.8 | 45.3 | 50.9 | 55 | 4.13 | 0.5312 | Pearson tipo III |

Elaboración: Los autores

d) Distribución de Precipitaciones Máximas de la cuenca

Para el cálculo de las precipitaciones máximas, a 24 horas en la cuenca se realizó por el método de las isoyetas, para periodos de retorno de 10, 20, 50 y 100 años, el cual se realizó con la ayuda del software ArcGIS y Excel.

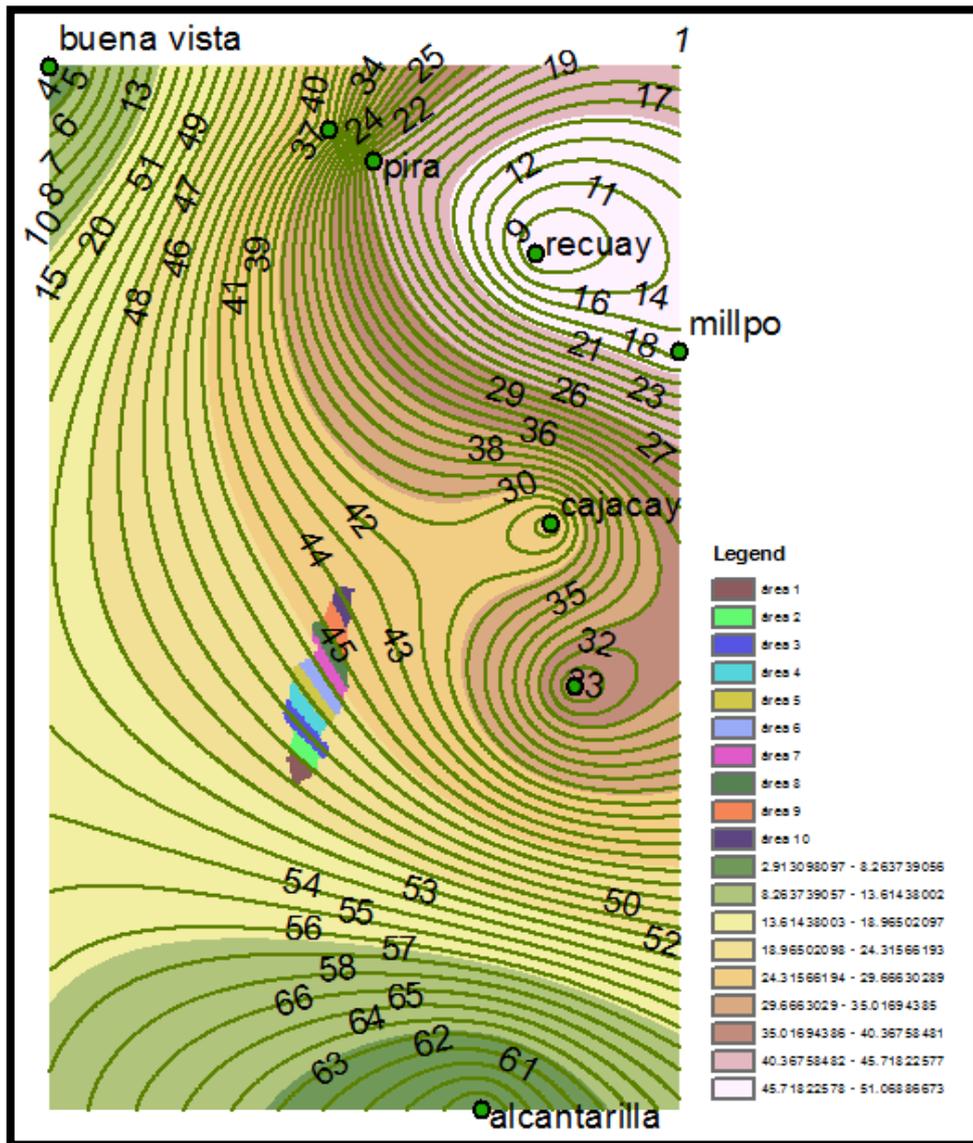


Figura: 25 Método de las isoyetas

Elaboración: Los autores

A partir del método de isoyetas, se calculó que las precipitaciones máximas en milímetros a diferentes periodos de retorno de la cuenca en la Quebrada Lupín como se muestra en la tabla N° 16.

Tabla 17 Distribución de Precipitaciones Máximas

| NOMBRE | PRECIPITACIÓN MÁXIMA A PERÍODO DE RETORNO (mm) | | | |
|----------------|--|-------|------|-------|
| | 10 | 20 | 50 | 100 |
| QUEBRADA LUPÍN | 20.96 | 23.87 | 27.6 | 30.49 |

Elaboración: Los autores

Cálculo de Hietograma de Diseño

El Soil Conservation Service del U. S. Department of Agriculture (1986) desarrollo el hietograma sintético de tormentas para utilizarse en los Estados Unidos con duración de tormenta de 6 y 24 horas. Estas tormentas se dedujeron al utilizar la información presentada por Hershfield (1961) y Miller, Frederick y Traccy (1973) y datos de tormentas adicionales (Ven Te Chow, 1994). En el Perú no se cuenta con estudio de tormentas tipo, del cual se pueda diseñar tormentas sintéticas, razón por la cual al tener precipitaciones máximas a 24 horas las ajustamos a uno de los hietogramas sintéticos desarrollados por El Soil Conservation Service, para lo cual se utiliza la siguiente tabla:

Tabla 18 Distribución de Lluvias SCS

| Tormenta de 24 horas | | | | | | Tormenta de 6 horas | | |
|----------------------|--------|--------------|---------|---------|----------|---------------------|-------|-----------|
| Hora t | $t/24$ | P_t/P_{24} | | | | Hora t | $t/6$ | P_t/P_6 |
| | | Tipo I | Tipo IA | Tipo II | Tipo III | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2.0 | 0.083 | 0.035 | 0.050 | 0.022 | 0.020 | 0.60 | 0.10 | 0.04 |
| 4.0 | 0.167 | 0.076 | 0.116 | 0.048 | 0.043 | 1.20 | 0.20 | 0.10 |
| 6.0 | 0.250 | 0.125 | 0.206 | 0.080 | 0.072 | 1.50 | 0.25 | 0.14 |
| 7.0 | 0.292 | 0.156 | 0.268 | 0.098 | 0.089 | 1.80 | 0.30 | 0.19 |
| 8.0 | 0.333 | 0.194 | 0.425 | 0.120 | 0.115 | 2.10 | 0.35 | 0.31 |
| 8.5 | 0.354 | 0.219 | 0.480 | 0.133 | 0.130 | 2.28 | 0.38 | 0.44 |
| 9.0 | 0.375 | 0.254 | 0.520 | 0.147 | 0.148 | 2.40 | 0.40 | 0.53 |
| 9.5 | 0.396 | 0.303 | 0.550 | 0.163 | 0.167 | 2.52 | 0.42 | 0.60 |
| 9.75 | 0.406 | 0.362 | 0.564 | 0.172 | 0.178 | 2.64 | 0.44 | 0.63 |
| 10.0 | 0.417 | 0.515 | 0.577 | 0.181 | 0.189 | 2.76 | 0.46 | 0.66 |
| 10.5 | 0.438 | 0.583 | 0.601 | 0.204 | 0.216 | 3.00 | 0.50 | 0.70 |
| 11.0 | 0.459 | 0.624 | 0.624 | 0.235 | 0.250 | 3.30 | 0.55 | 0.75 |
| 11.5 | 0.479 | 0.654 | 0.645 | 0.283 | 0.298 | 3.60 | 0.60 | 0.79 |
| 11.75 | 0.489 | 0.669 | 0.655 | 0.357 | 0.339 | 3.90 | 0.65 | 0.83 |
| 12.0 | 0.500 | 0.682 | 0.664 | 0.663 | 0.500 | 4.20 | 0.70 | 0.86 |
| 12.5 | 0.521 | 0.706 | 0.683 | 0.735 | 0.702 | 4.50 | 0.75 | 0.89 |
| 13.0 | 0.542 | 0.727 | 0.701 | 0.772 | 0.751 | 4.80 | 0.80 | 0.91 |
| 13.5 | 0.563 | 0.748 | 0.719 | 0.799 | 0.785 | 5.40 | 0.90 | 0.96 |
| 14.0 | 0.583 | 0.767 | 0.736 | 0.820 | 0.811 | 6.00 | 1.0 | 1.00 |
| 16.0 | 0.667 | 0.830 | 0.800 | 0.880 | 0.886 | | | |
| 20.0 | 0.833 | 0.926 | 0.906 | 0.952 | 0.957 | | | |
| 24.0 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | | |

Fuente: U.S.Dept. Of Agriculture. Soil Conservation Service (1973)

Para el proyecto de Diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento en las zonas vulnerables de la Quebrada Lupín, se utilizó el tipo I, por ser una tormenta que representa características del Pacífico y guarda una cierta similitud con nuestro país.

En las imágenes, se aprecia el hietograma acumulado e incremental para los diferentes tiempos de retorno (10, 20, 50 y 100 años)

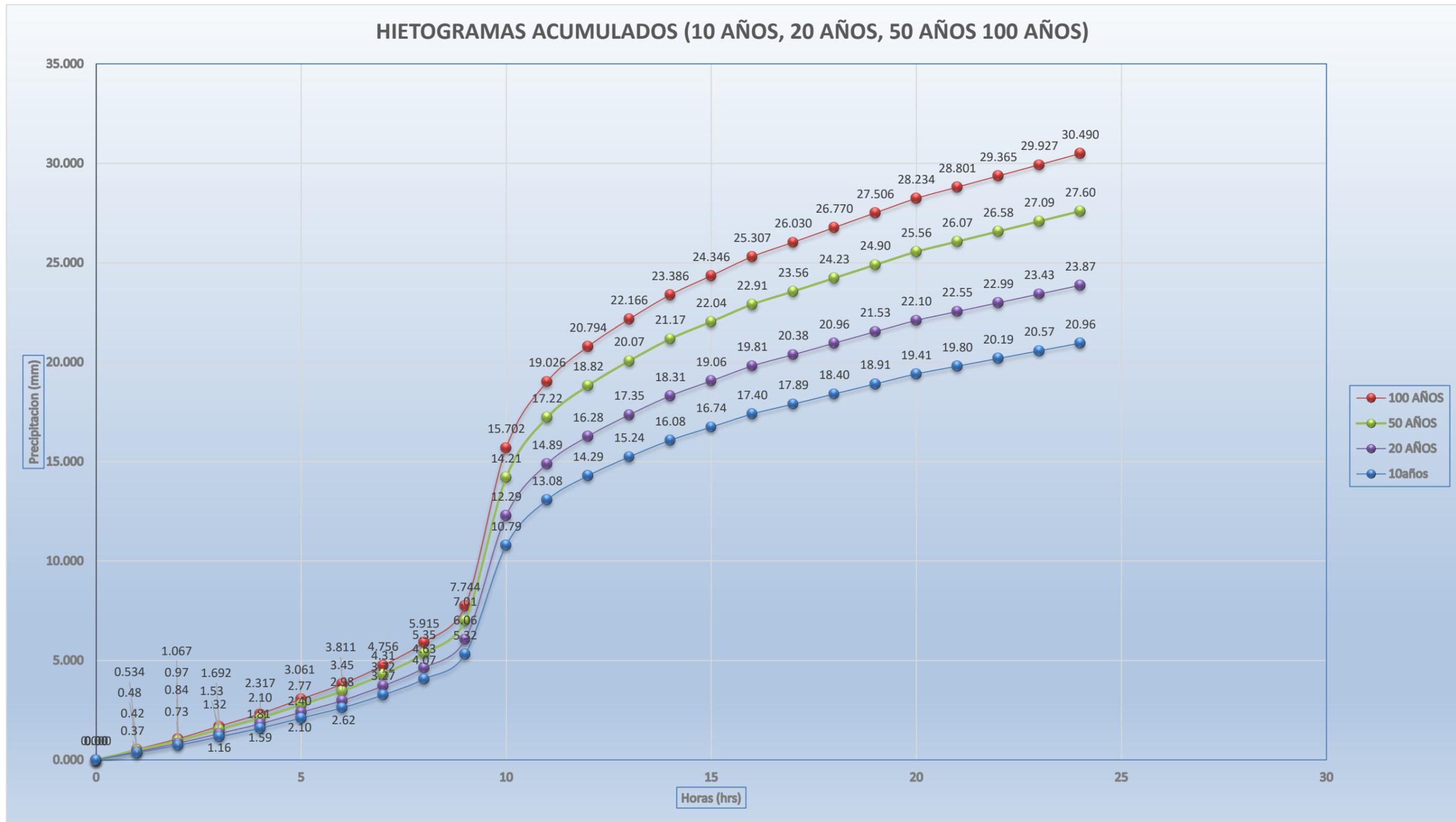


Figura: 26 Hietograma acumulados para 10, 20, 50, 100 años

Elaboración: Los autores

HIETOGRAMAS INCREMENTALES (10 AÑOS, 20 AÑOS, 50 AÑOS, 100 AÑOS)

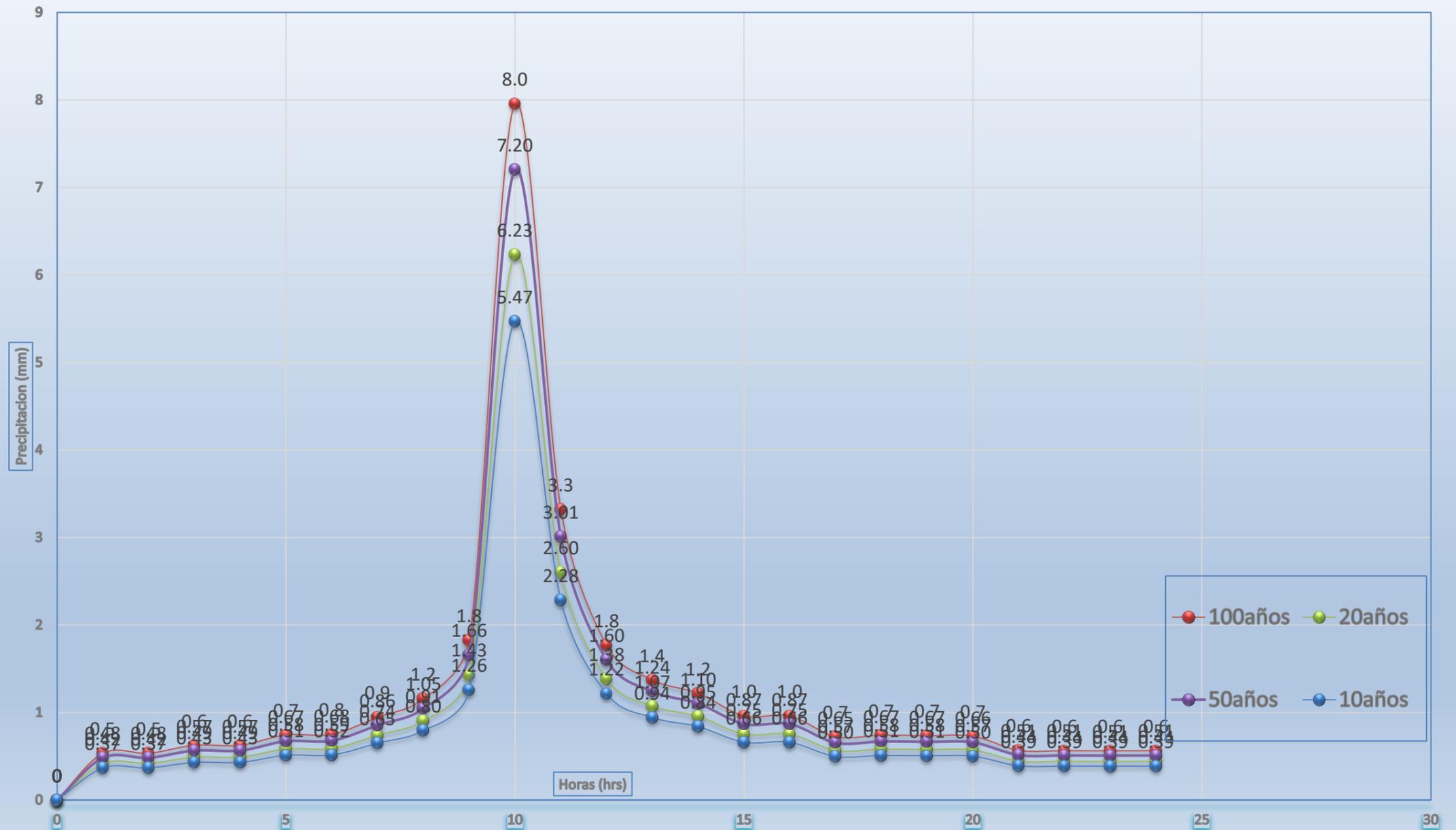


Figura: 27 Hietograma incrementales para 10, 20, 50, 100 años

Elaboración: Los autores

5.2 Modelo Hidráulico Hec – Hms

Con la ayuda del HEC-HMS, se modeló la respuesta que tendría la cuenca en la Quebrada Lupín de diferentes precipitaciones máximas a diferentes periodos de retorno (10, 20, 50 y 100 años), obteniendo como resultado el escurrimiento directo.

Como primer paso, se procedió a importar el esquema gráfico de la cuenca, que previamente fue obtenido con la ayuda del software Arcgis 10.2, posteriormente se definió otros parámetros requeridos que se detalla a continuación:

Infiltración

Se define como infiltración al paso del agua de la superficie hacia el interior del suelo. Es un proceso que depende fundamentalmente del agua disponible a infiltrar, naturaleza del suelo, el estado de la superficie y las cantidades de agua inicialmente presentes en su interior.

En el presente trabajo para condiciones de pérdida, (Loss Method) se utilizó el método de Curva Número (CN). Este modelo desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos (SCS) fr lod Estados Unidos, usa el número de curva (CN, de sus siglas en inglés), el cual es un parámetro empírico estimado de la combinación del tipo de suelo, cobertura vegetal y la condición de humedad antecedente del suelo (AMC, de sus siglas en inglés).

El nombre del método deriva de una serie de curvas, cada una de las cuales lleva el número CN, que varía de 1 a 100. Un número de curva CN= 100, indica que toda la lluvia escurre, y un número CN=1, indica que toda la lluvia se infiltra; por lo que los números de curvas, representan coeficientes de escorrentía

Este método es utilizado para estimar la precipitación neta o precipitación en exceso (Pe), a partir de datos de precipitación (P) y otros parámetros de la cuenca de drenaje que se traducen en el número de curva (CN).

En las imágenes, se aprecia la Curva Número húmeda, normal y seca de la Quebrada Lupín:

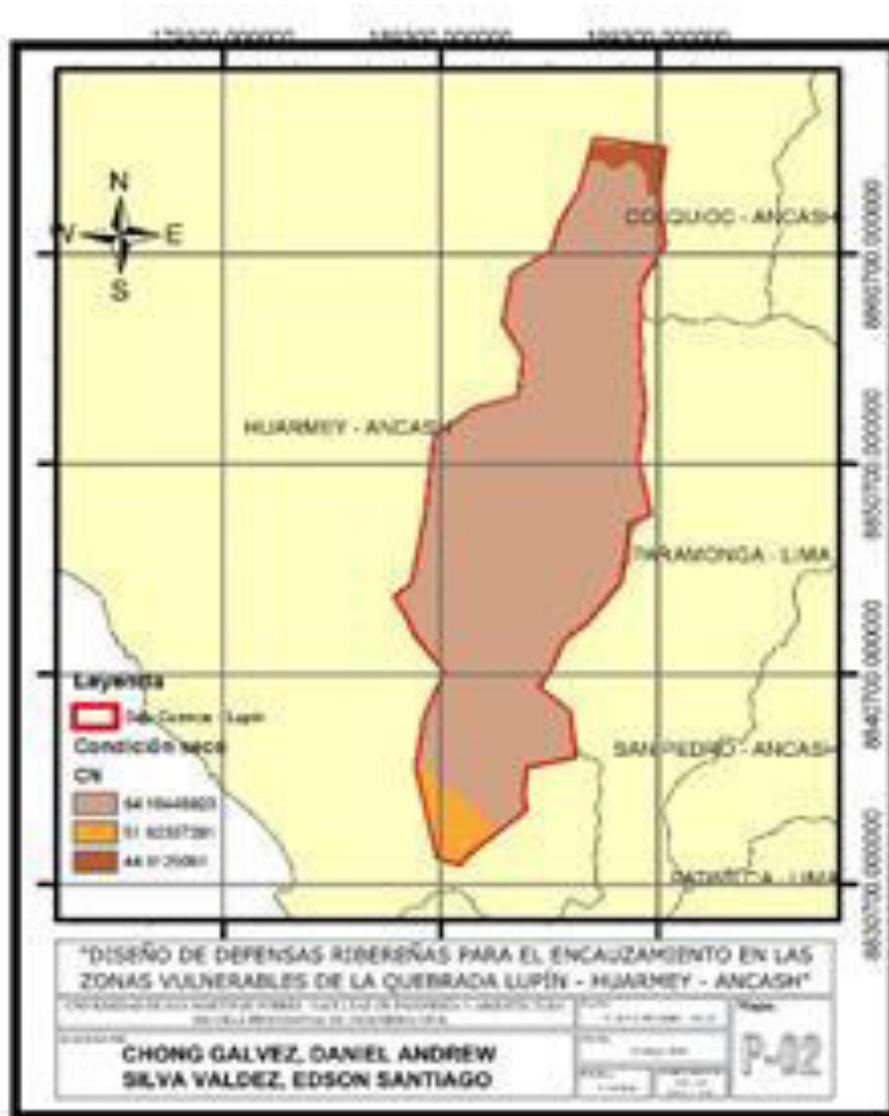


Figura: 28 Curva Número Seca Cuenca en la Quebrada Lupín

Fuente: Geosnirh - ANA (2018)



Figura: 29 Curva Número Normal Cuenca en la Quebrada Lupín

Fuente: Geosnirh - ANA (2018)



Figura: 30 Curva Número Húmeda Cuenca en la Quebrada Lupín

Fuente: Geosnirh - ANA (2018)

En la tabla, se aprecia el valor, de curva número (CN), para la presente simulación se utilizó la Curva Número húmedo, valor de curva más crítico de infiltración.

Tabla 19 Curva Número para la cuenca en la Quebrada Lupín

| Infiltración | Curva Número para la cuenca en la Quebrada Lupín | | |
|--------------|--|--------|--------|
| | Seco | Normal | Húmedo |
| CN | 44 | 66 | 91 |

Elaboración: Los autores

Tiempo de Concentración

Es el tiempo requerido por una gota para recorrer desde el punto hidráulicamente más lejano hasta la salida de la cuenca.

Para calcular el tiempo de concentración de cada sub cuenca se utilizó el método de Kirpich que está dada por la fórmula:

$$T_c = 0.02 * L^{0.77} * S^{-0.385}$$

Donde:

Tc: tiempo de concentración (minutos)

L: longitud máxima de salida (m)

S: pendiente (m/m)

En la tabla N°18, se observa el tiempo de concentración calculado para la cuenca.

Tabla 20 Tiempo de Concentración de la cuenca en la Quebrada Lupín

| SCS | | |
|-----------------------------|-------------|-----------------|
| Parámetro | tiempo(hrs) | tiempo(minutos) |
| Tc= tiempo de concentración | 4.0875 | 288 |

Fuente: Los autores

Método Hidrograma Unitario (SCS)

Se calculó el hidrograma unitario con la ayuda del software HEC-HMS, para lo cual se utilizó el método SCS siguiendo los conceptos del MTC como se escribe a continuación:

$$Tp(hrs) = 0.8 * Tc$$

Donde:

Tp: tiempo de retardo (minutos)

Tc: tiempo de concentración (minutos)

Tabla 21 Tiempo de retardo de la cuenca

| SCS | | |
|------------|-------------|-----------------|
| Parámetro | tiempo(hrs) | tiempo(minutos) |
| Tp retardo | 2.45 | 147 |

Elaboración: Los autores

Pérdidas o abstracciones iniciales

Las Pérdidas o abstracciones iniciales son definidas como la precipitación acumulada hasta el inicio de la escorrentía y es una función de la intercepción, almacenamiento en depresiones e infiltraciones antes del comienzo de la escorrentía.

Si se conoce el CN, se puede calcular como:

$$Ia = 0.2 * \left(\frac{25400}{CN} - 254 \right)$$

Donde:

CN= Número de curva

Ia= abstracciones iniciales o pérdidas iniciales

Por lo tanto, en la tabla N°20, se observa las abstracciones iniciales para cada tiempo de retorno.

Tabla 22 Abstracciones iniciales para cada tiempo de retorno

| Loss Method | Periodos de retorno (años) | | | |
|------------------------------|----------------------------|-----|-----|------|
| | T10 | T20 | T50 | T100 |
| Ia (Abstracciones iniciales) | 6mm | 6mm | 6mm | 6mm |

Elaboración: Los autores

Especificaciones de simulación del Hec-Hms

Se ingresaron al programa los datos de CN, área de la cuenca (km²), tiempo de retardo (min), iniciales abstracciones (mm). Se definió como Método de pérdidas (Loss Method) el SCS Curve Number, para calcular las pérdidas de la precipitación y separar la precipitación neta de la precipitación total, así como también se seleccionó como método de transformación (Transform Method) el SCS Unit hydrograph el cual permite transformar la precipitación neta en caudal. Debido que la Quebrada Lupín en la cuenca es definida como seca, es decir no existe un flujo de agua permanente, no presenta un flujo base por lo que se le asignó en esta opción del programa como ninguno (None).

Finalmente se fijó el tiempo de duración de la corrida de simulación en el software HEC-HMS, mediante una especificación de control colocando una fecha de inicio, fecha final y duración del modelo, que permitió calcular e identificar los caudales máximos de los diferentes periodos de retorno (10,20,50 y 100 años) a partir de las precipitaciones incrementales por hora hasta las 24 horas según el método de distribución de lluvias del SCS (Soil Conservation Service), para posteriormente evaluar la inundación.

El modelo de Simulación se aprecia en la figura N° 31.

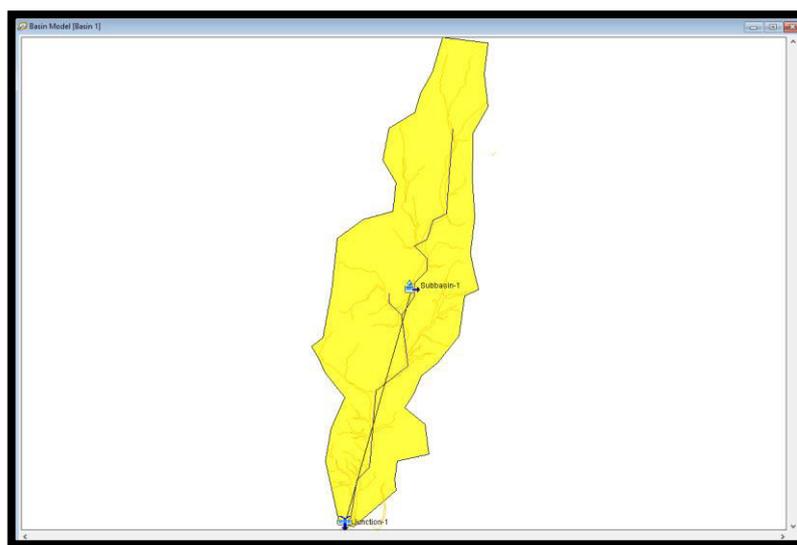


Figura: 31 Modelo Hidrológico en Hec Hms

Elaboración: Los autores

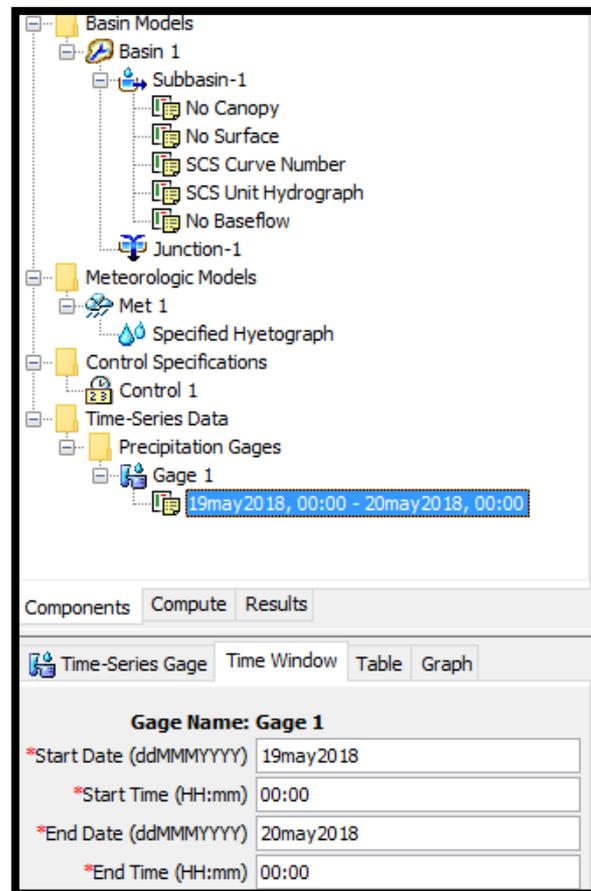


Figura: 32 Especificaciones de control

Elaboración: Los autores

Pérdidas o abstracciones iniciales

Las Pérdidas o abstracciones iniciales son definidas como la precipitación acumulada hasta el inicio de la escorrentía y es una función de la intercepción, almacenamiento en depresiones e infiltraciones antes del comienzo de la escorrentía.

Si se conoce el CN, se puede calcular como:

$$Ia = 0.2 * \left(\frac{25400}{CN} - 254 \right)$$

Donde:

CN= Número de curva

la= abstracciones iniciales o pérdidas iniciales

Por lo tanto, en la tabla, se observa las abstracciones iniciales para cada tiempo de retorno.

Tabla 23 Abstracciones iniciales para cada tiempo de retorno

| Loss Method | Periodos de retorno (años) | | | |
|------------------------------|----------------------------|-----|-----|------|
| | T10 | T20 | T50 | T100 |
| la (Abstracciones iniciales) | 6mm | 6mm | 6mm | 6mm |

Elaboración: Los autores

Modelo hidrológico

El modelo hidrológico se realizó para diferentes periodos de retorno (10, 20, 50 y 100 años), esta modelación permitió calcular los caudales máximos por cada uno de estos periodos de retorno, los cuales fueron calibrados por datos de caudales máximos históricos registrados en la estación hidrométrica

Modelamiento Hidrológico Periodo de Retorno 10 Años

La modelación hidrológica para un periodo de retorno de 10 años dio como resultado un caudal máximo de 5 m³/s.

Hidrografía

La cuenca de la Quebrada Lupín está ubicada en la región de Ancash entre las latitudes sur 10°14'49.62" y sur 10°33'20.03" y las longitudes oeste 77°51'22.98" y oeste 77°44'56.21". La variación altitudinal de la cuenca es de 1907 msnm aprox. a 159 msnm aprox. en su desembocadura.

En la figura N° 33, se muestra la Ubicación hidrográfica de la cuenca de la Quebrada Lupín

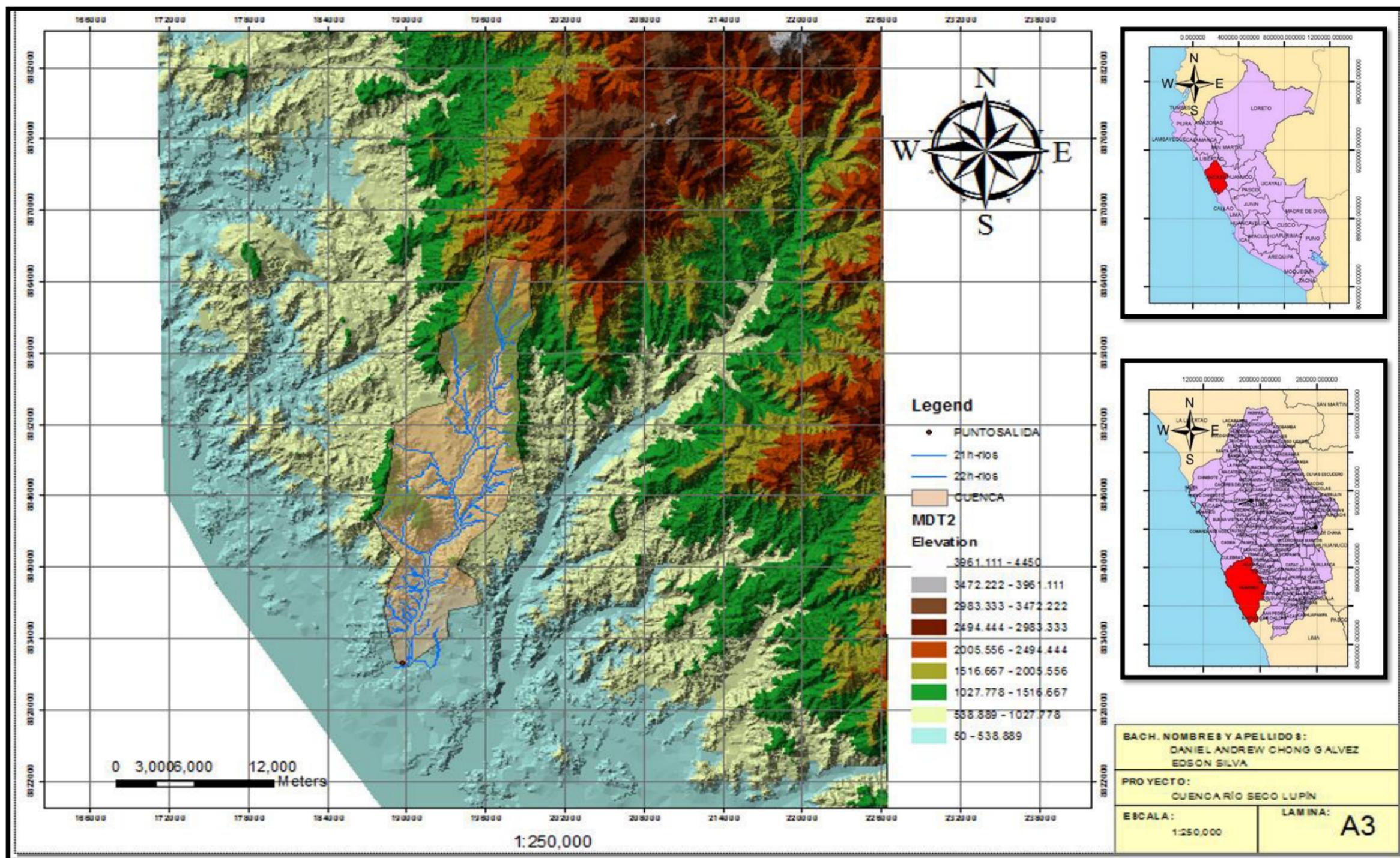


Figura: 33 Ubicación hidrogeográfica
Elaboración: Los autores

Topografía de Cauce

La sección del tramo de la cuenca a estudiar es un dato básico que utiliza el software HEC-RAS, por lo cual se trabajó con una imagen satelital de mayor resolución libre que es de 12.5 obtenida Alaska Satellite Facility, que permitió realizar las curvas de nivel del tramo de la cuenca con el software ArcGis 10.5 y su posterior seccionamiento con la extensión de Geo Ras, para finalmente darle un formato adecuado para exportar al HEC RAS.

Los programas computacionales utilizados para estudiar la topografía fueron:

Microsoft Excel 2013

Microsoft Word 2013

Hyfran

Arcgis 10.5

Arc Hydro (extensión para Arcgis)

Arc Brutille 0.7 (extensión para Arcgis)

X tools Pro (extensión para Arcgis)

Hec – Georas (extensión para Arcgis)

Google Earth Pro

Hec-Hms

Hec-Ras

Geoestudio 2012

Metodología

En este proceso, se determinó los parámetros geomorfológicos de la cuenca. Estos parámetros son requeridos para el modelo hidrológico en el software Hec Hms:

Área, perímetro de la cuenca

Longitud del cauce principal

Pendiente de cauce principal

Para el procesamiento del área de estudio se utiliza un DEM de 12.5x12.5m el cual nos permitió realizar un análisis detallado de la cuenca en estudio.

Una vez obtenido el archivo DEM del Satélite Alaska en su página web, ingresamos al ArcGis 10.5 y con ayuda de la extensión Arc Hydro procedemos a corregir las imperfecciones existentes en la superficie del modelo digital de elevación mediante la herramienta Hydrology- Fill Sinks ubicada en el ArcTools box del Arcgis 10.5, con el objetivo de poder determinar de forma adecuada la dirección del flujo. En la figura N°34, se aprecia la representación del Fill sinks.

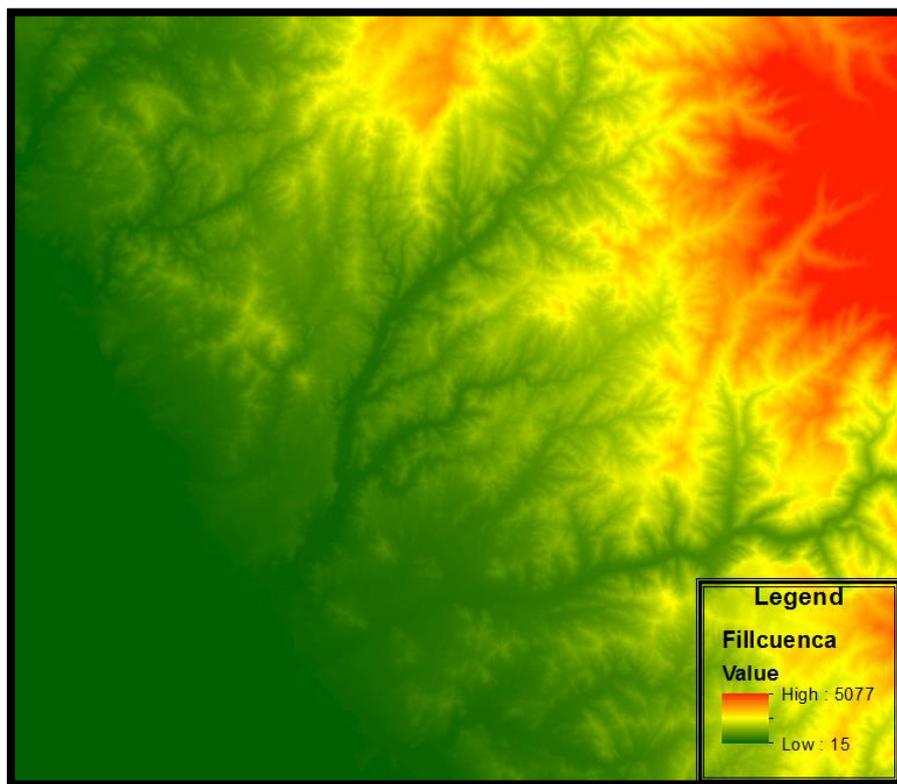


Figura: 34 Representación del fill Sinks
Elaboración: Los autores

Utilizando el Flow direction (Dirección del flujo): Se define aquí la dirección del flujo buscando el camino descendente de una celda a otra como se muestra en la figura N° 35.

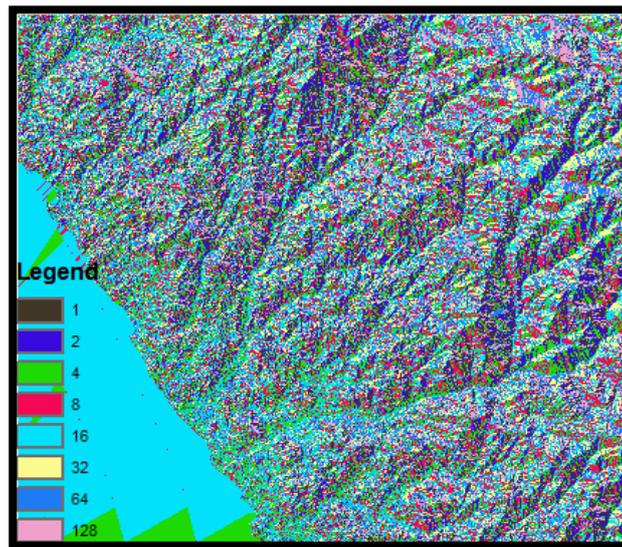


Figura: 35 Representación del Flow direction
Elaboración: Los autores

Mediante el Flow Accumulation (acumulación de flujo): Se crea el nuevo raster de acumulación de flujo en cada celda que nos permite visualizar fácilmente el flujo hídrico de la cuenca.

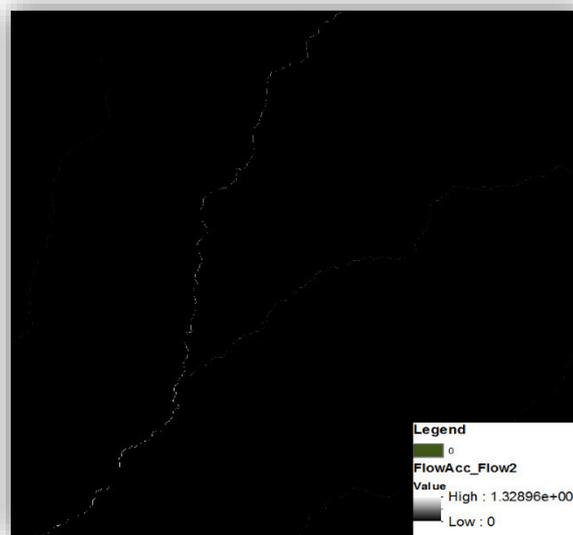


Figura: 36 Representación del flow accumulation
Elaboración: Los autores

Se crea un archivo en formato shapefile, a partir del cual se quiere crear la cuenca. Luego, ubicamos el punto salida (point) en el raster de acumulación de flujo en donde se requiere delimitar la cuenca de estudio.

Procedemos a emplear el comando Watershed del Arctools box, el cual nos permitirá crear automáticamente la cuenca en formato Raster a partir de los archivos de ingreso flow direction y shapefile previamente creados obteniendo la siguiente figura N°37.

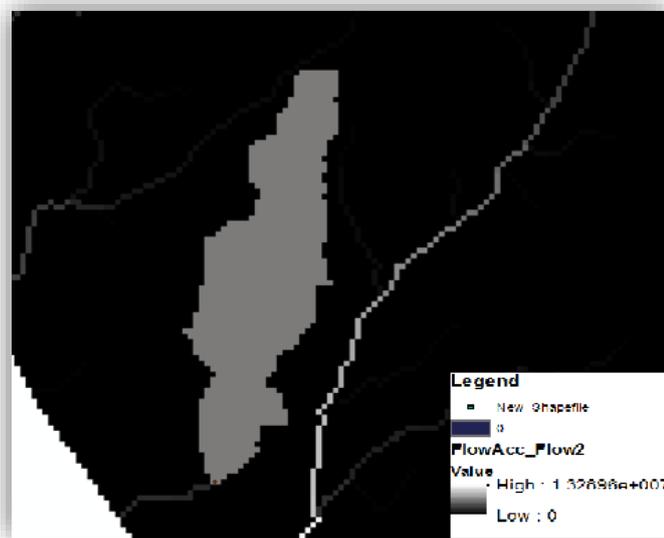


Figura: 37 Representación del Watershed

Elaboración: Los autores

Una vez obtenida la cuenca de estudio en formato Raster mediante el Watershed, ubicamos el comando Conversion tools y en la opción From Raster to Polygon finalmente convertimos el polígono en formato a raster a un polígono obteniendo la siguiente figura N°38:

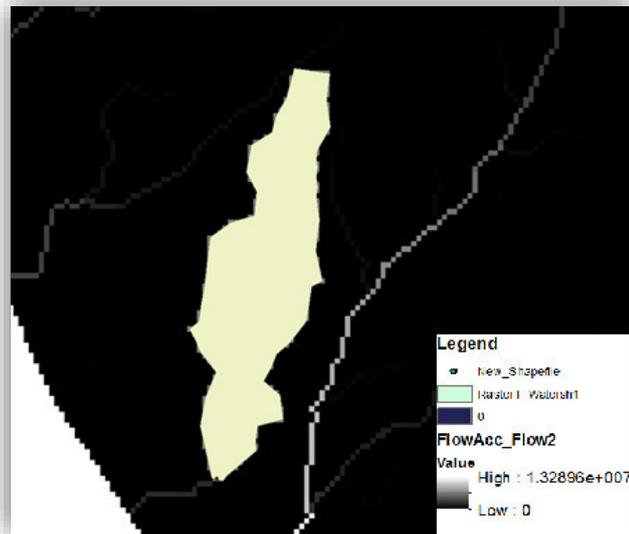


Figura: 38 Representación del polígono de la cuenca de estudio
Elaboración: Los autores

Usando el comando Spatial Analyst Tools elegimos la opción Extract by mask para separar nuestra cuenca de estudio del formato raster, luego con el comando Map Algebra en la opción Raster Calculator obtenemos nuestra red de ríos. Finalmente, mediante la opción attribute table obtenemos los datos morfológicos de la cuenca como se muestra en la siguiente figura:

Datos Geomorfológicos en la Cuenca de la Quebrada Lupín – Huarmey – Ancash

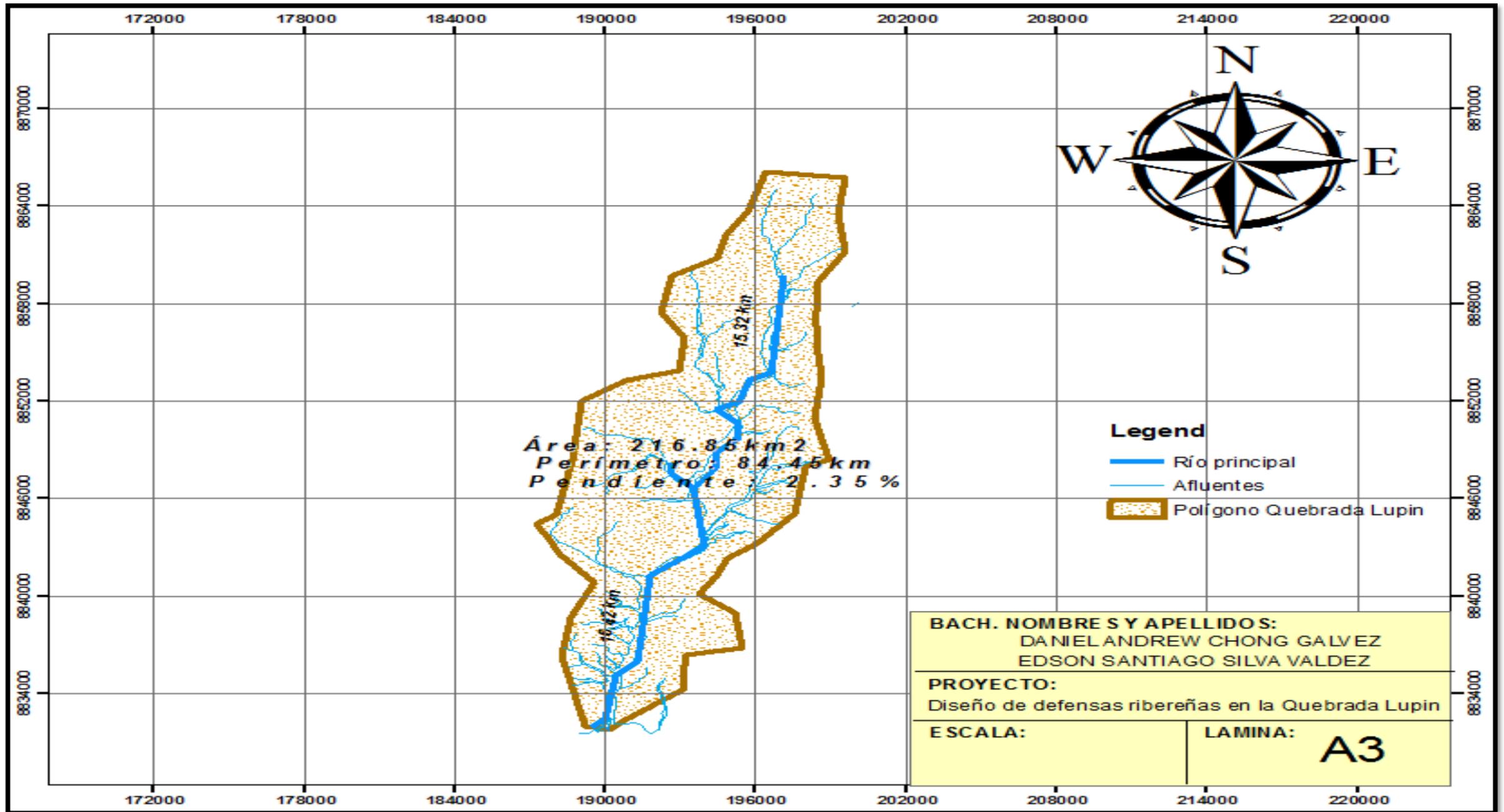


Figura: 39 Geomorfología en la cuenca de la Quebrada Lupín

Elaboración: Los autores

Topografía (Geometría del cauce)

Para calcular la geometría del tramo del cauce, que se simuló, se realizó con la ayuda de la extensión GeoRas, el seccionamiento se hizo cada 50m por un ancho de 350m ambos lados del eje del cauce.

El tramo de análisis tiene en la margen derecha 1555m y margen izquierdo 1896m, en la Figura N° 40 se aprecia el Tin utilizado en el análisis, donde se pueden apreciar las variaciones de cotas del terreno.

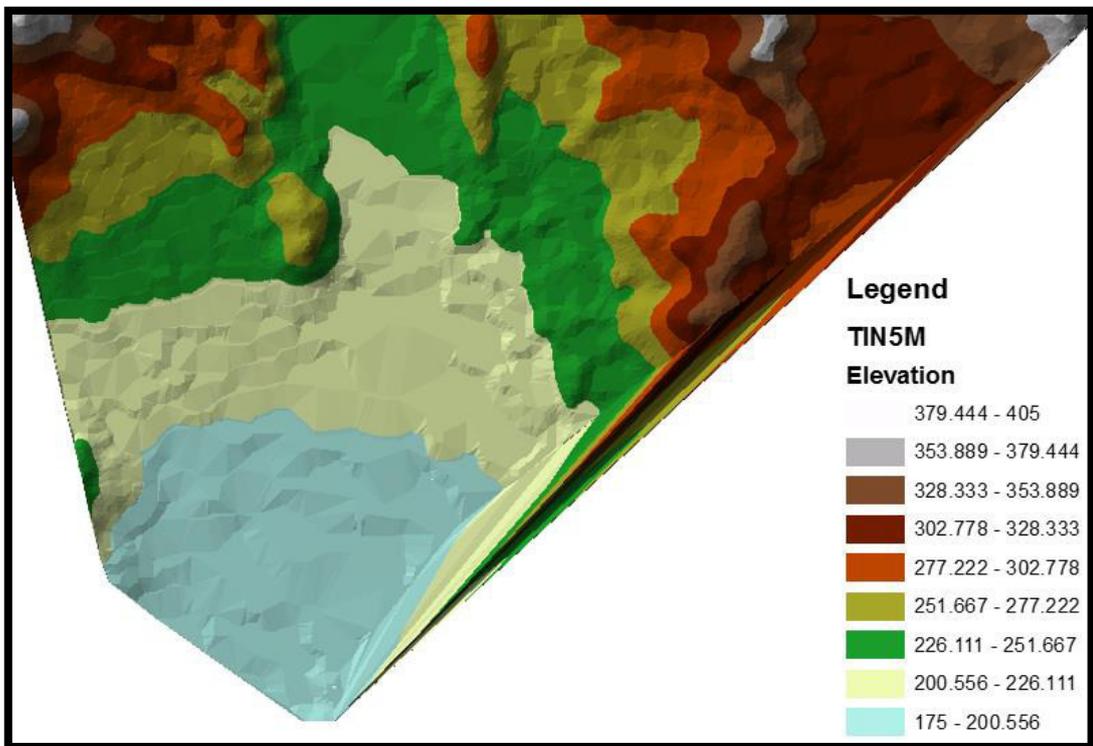


Figura: 40 TIN del área de análisis
Elaboración: Los autores

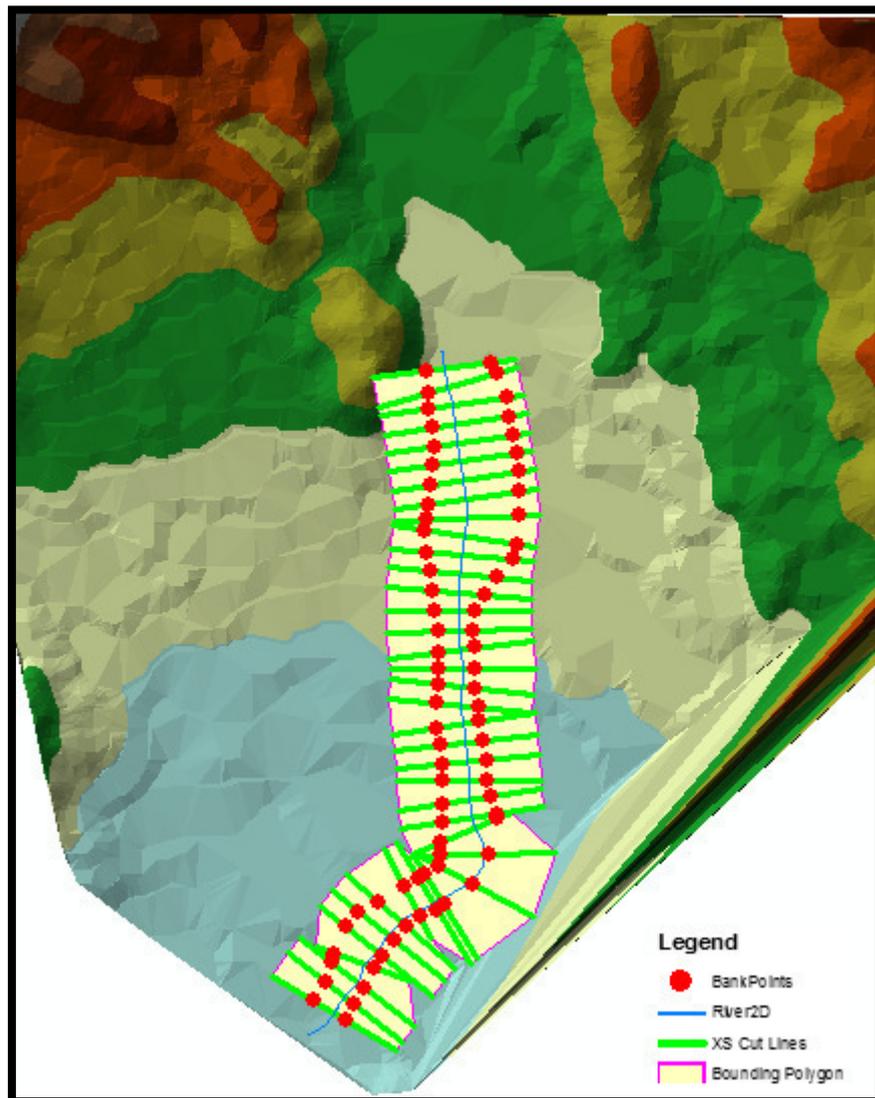


Figura: 41 Secciones del cauce
Elaboración: Los autores

Cálculo de Coeficiente de Manning

Ven te Chow en su libro “Hidráulica de Canales Abiertos” proporciona una tabla para cauces naturales, el cual fue tomado en cuenta para determinar el coeficiente de Manning en el modelo hidrológico.

La rugosidad en el cauce principal ha sido estimada en 0.035, tomando en cuenta que es una superficie natural, el material del cauce está compuesto por bolones, cantos y arena gruesa, este criterio se tomó en función a la tabla 22 que indica los coeficientes de Manning en cauces naturales.

Tabla 24 Coeficiente de rugosidad de Manning

| Descripción de la corriente | Mínimo | Normal | Máximo |
|---|--------|--------|--------|
| A Cauces naturales | | | |
| A.1 Cursos secundarios (ancho de la superficie libre en crecida < 30 m) | | | |
| A.1.1 Cursos en planicies | | | |
| - Limpios, rectos, sin fallas ni pozos | 0,025 | 0,030 | 0,033 |
| - Rectos con algunas piedras y pastos | 0,030 | 0,035 | 0,040 |
| - Limpios con meandros, con algunos pozos y bancos | 0,033 | 0,040 | 0,045 |
| - Meandros con algunas piedras y pastos | 0,035 | 0,045 | 0,050 |
| - Meandros con muchas piedras | 0,045 | 0,050 | 0,060 |
| - Tramos sucios, con pastos y pozos profundos | 0,050 | 0,070 | 0,080 |
| - Tramo con mucho pasto, pozos profundos y cauce en crecida con muchos arbustos y matorral | 0,075 | 0,100 | 0,150 |
| A.1.2 Cursos montañosos, carentes de vegetación en el fondo, laderas con pendientes pronunciadas y árboles y arbustos en las laderas que se sumergen en niveles de crecida | | | |
| - Cauce de grava, cantos rodados y algunas rocas | 0,030 | 0,040 | 0,050 |
| - Cauce de cantos rodados, con grandes rocas | 0,040 | 0,050 | 0,070 |
| A.2 Cursos en planicies inundadas | | | |
| A.2.1 Zonas de pastos, sin arbustos | | | |
| - Pasto corto | 0,025 | 0,030 | 0,035 |
| - Pasto alto | 0,030 | 0,035 | 0,050 |
| A.2.2 Zonas cultivadas | | | |
| - Sin cultivo | 0,020 | 0,030 | 0,030 |
| - Cultivos sembrados en línea en fase de madurez fisiológica | 0,025 | 0,035 | 0,045 |
| - Cultivos sembrados a voleo en fase de madurez fisiológica | 0,030 | 0,040 | 0,050 |
| A.2.3 Zonas arbustivas | | | |
| - Escasos arbustos y pasto abundante | 0,035 | 0,050 | 0,070 |
| - Pequeños árboles y arbustos sin follaje (parada invernal) | 0,035 | 0,050 | 0,060 |
| - Pequeños árboles y arbustos con follaje (fase vegetativa) | 0,040 | 0,060 | 0,080 |
| - Arbustos medianos a densos durante la parada invernal | 0,045 | 0,070 | 0,110 |
| - Arbustos medianos a densos durante la fase vegetativa | 0,070 | 0,100 | 0,160 |
| A.2.4 Zonas arbóreas | | | |
| - Sauces densos, temporada invernal | 0,110 | 0,150 | 0,200 |
| - Terreno claro con ramas sin brotes | 0,030 | 0,040 | 0,050 |
| - Terreno claro con ramas con gran crecimiento de brotes | 0,050 | 0,060 | 0,080 |
| - Zonas de explotación maderera con árboles caídos, poco crecimiento en las zonas bajas y nivel de inundación por debajo de las ramas | 0,080 | 0,100 | 0,120 |
| - Zonas de explotación maderera con árboles caídos, poco crecimiento en las zonas bajas y nivel de inundación que alcanza a las ramas | 0,100 | 0,120 | 0,160 |
| A.3 Cursos importantes (ancho de la superficie libre en crecida > 30 m) | | | |
| En este caso, los valores del coeficiente n son inferiores a los correspondientes de cauces secundarios análogos, ya que los bancos ofrecen una resistencia efectiva menor, | | | |
| - Sección regular sin rocas ni arbustos | 0,025 | | 0,060 |
| - Sección irregular y rugosa | 0,035 | | 0,100 |

Fuente: Hidráulica de canales abiertos Chow, V; Maidmen, D; Mays, L (2000)



Figura: 42 área de posible Inundación
Elaboración: Los autores



Figura: 43 Identificación de características de la quebrada
Elaboración: Los autores

Modelo Hidráulico Hec Ras

Con la ayuda del HEC-RAS, se modeló la respuesta que tendría la quebrada en el tramo de análisis, para ello se utilizaron los caudales en diferentes periodos de retorno (10, 20, 50 y 100 años), previamente calculados en el software HEC- HMS, dando como resultado el área que se encuentra en peligro a desborde.

Como primer paso, se procedió a importar la geometría del tramo de análisis del cauce de la quebrada Lupín, que previamente fue obtenido con ayuda de la extensión Geo Ras del software ArcGis. En la figura 44, se aprecia la geometría del cauce en Hec Ras.

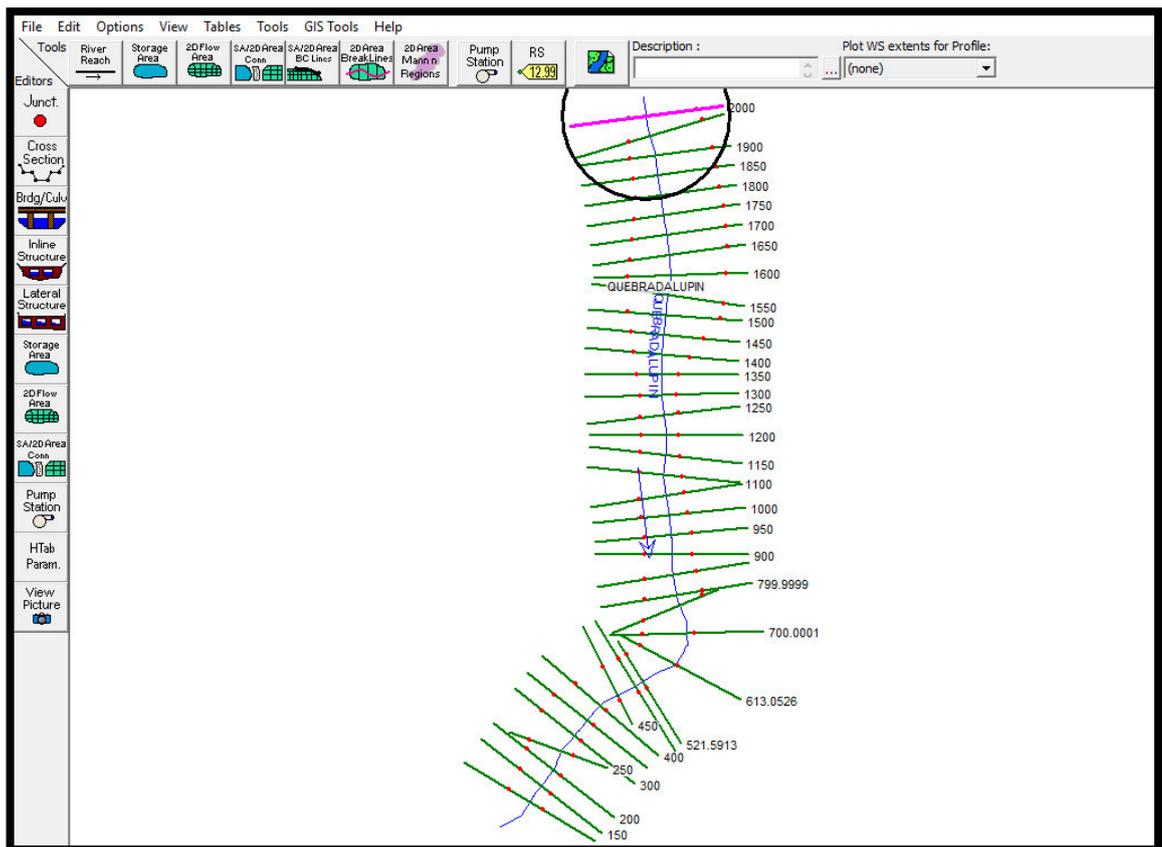


Figura: 44 Geometría de cauce en estudio de la Quebrada.

Elaboración: Los autores

Caudal y Condiciones de contorno

El modelo hidráulico se realizó con flujo no permanente, para el cual se utilizó los caudales a diferentes periodos de retorno (10,20, 50 y 100 años) obtenidos de la modelación hidrológica.

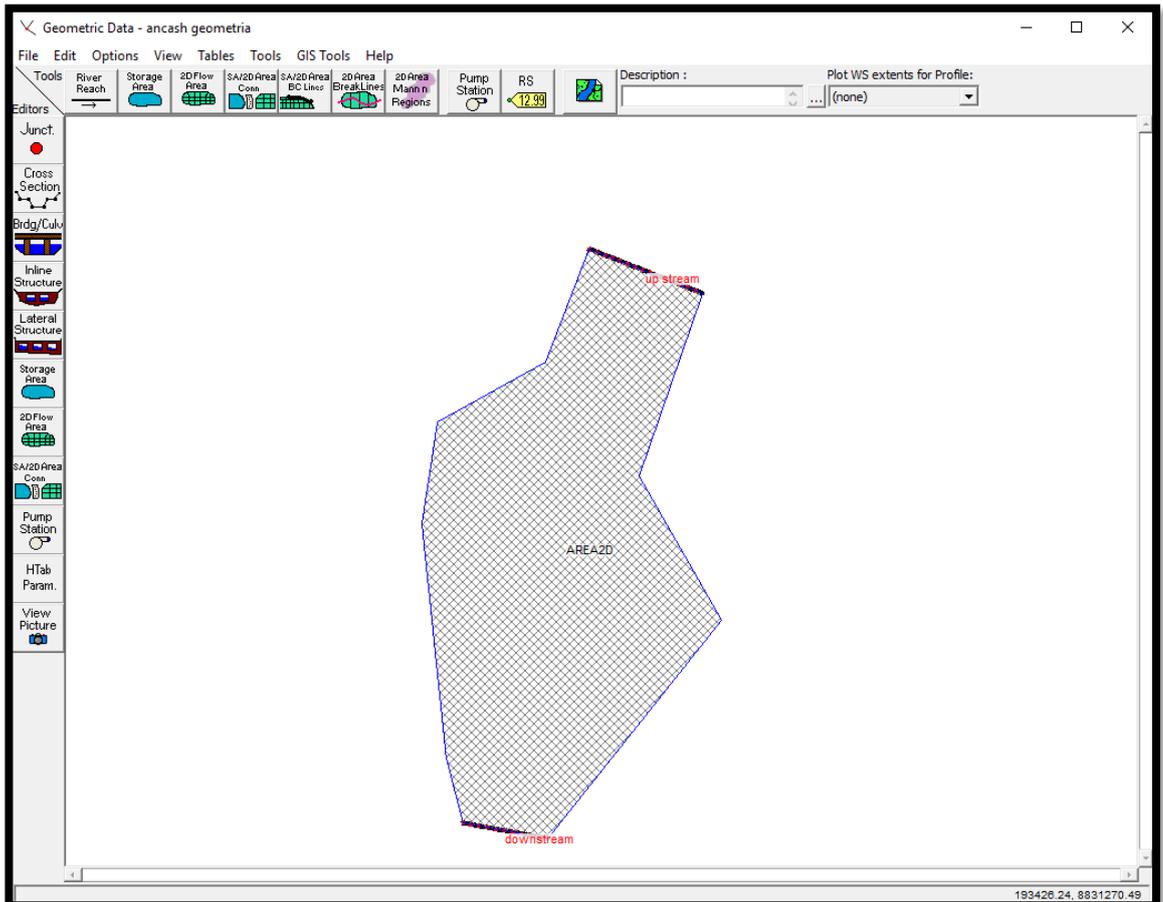


Figura: 45 Definición de los flujos de entrada y salida del cauce

Elaboración: Los autores

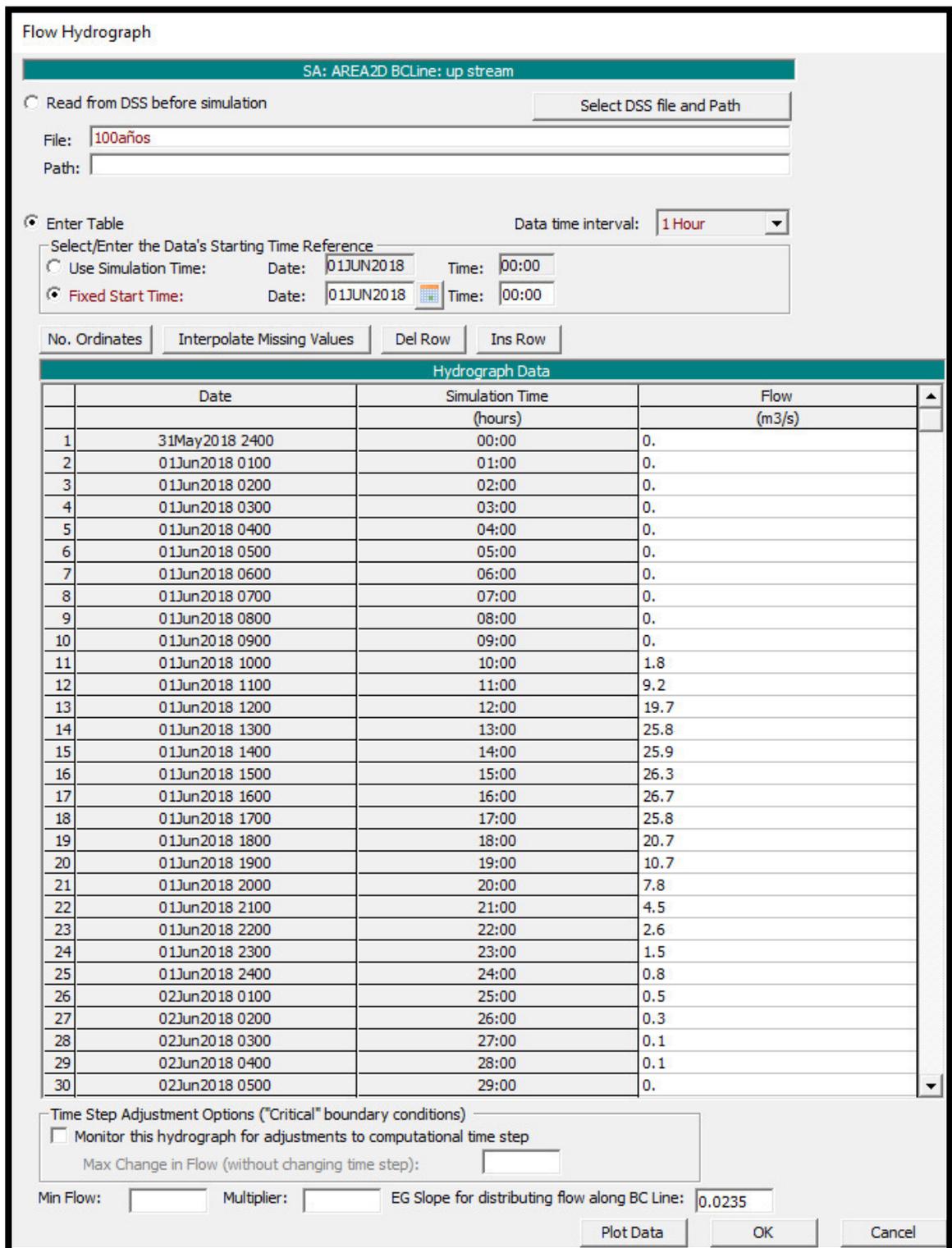


Figura: 46 Hidrograma de flujo para 100 años

Elaboración: Los autores

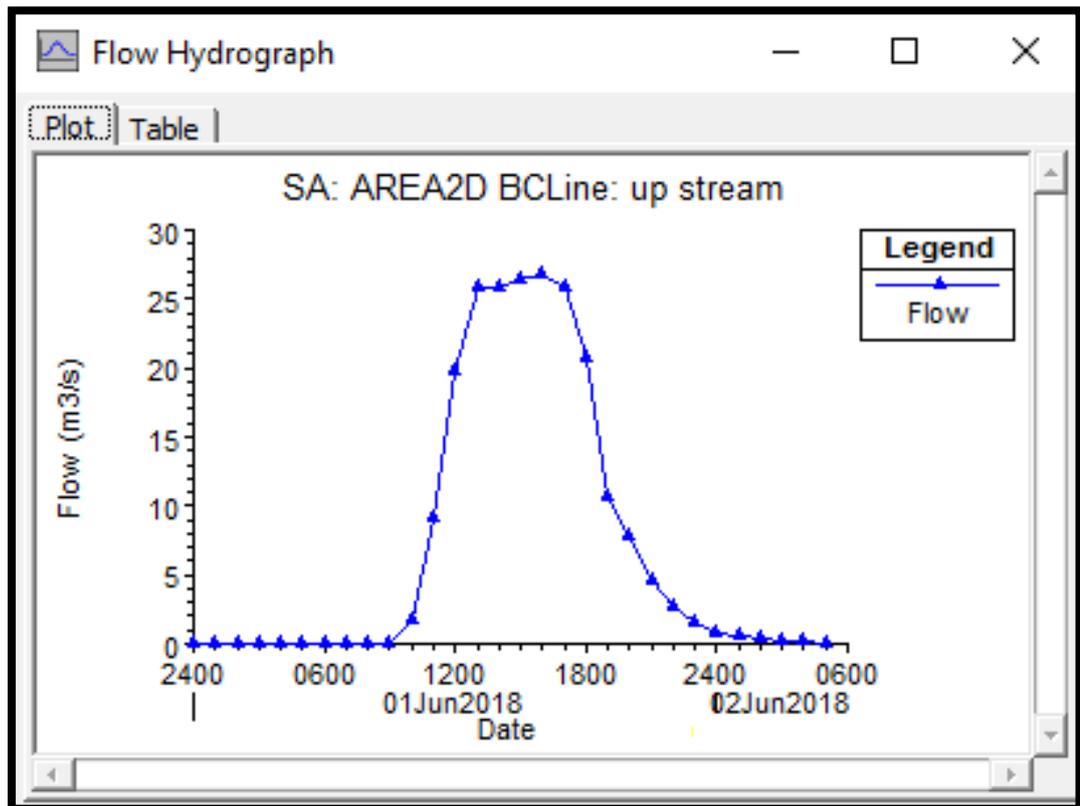


Figura: 47 Hidrograma para un periodo de retorno de 100 años.

Elaboración: Los autores

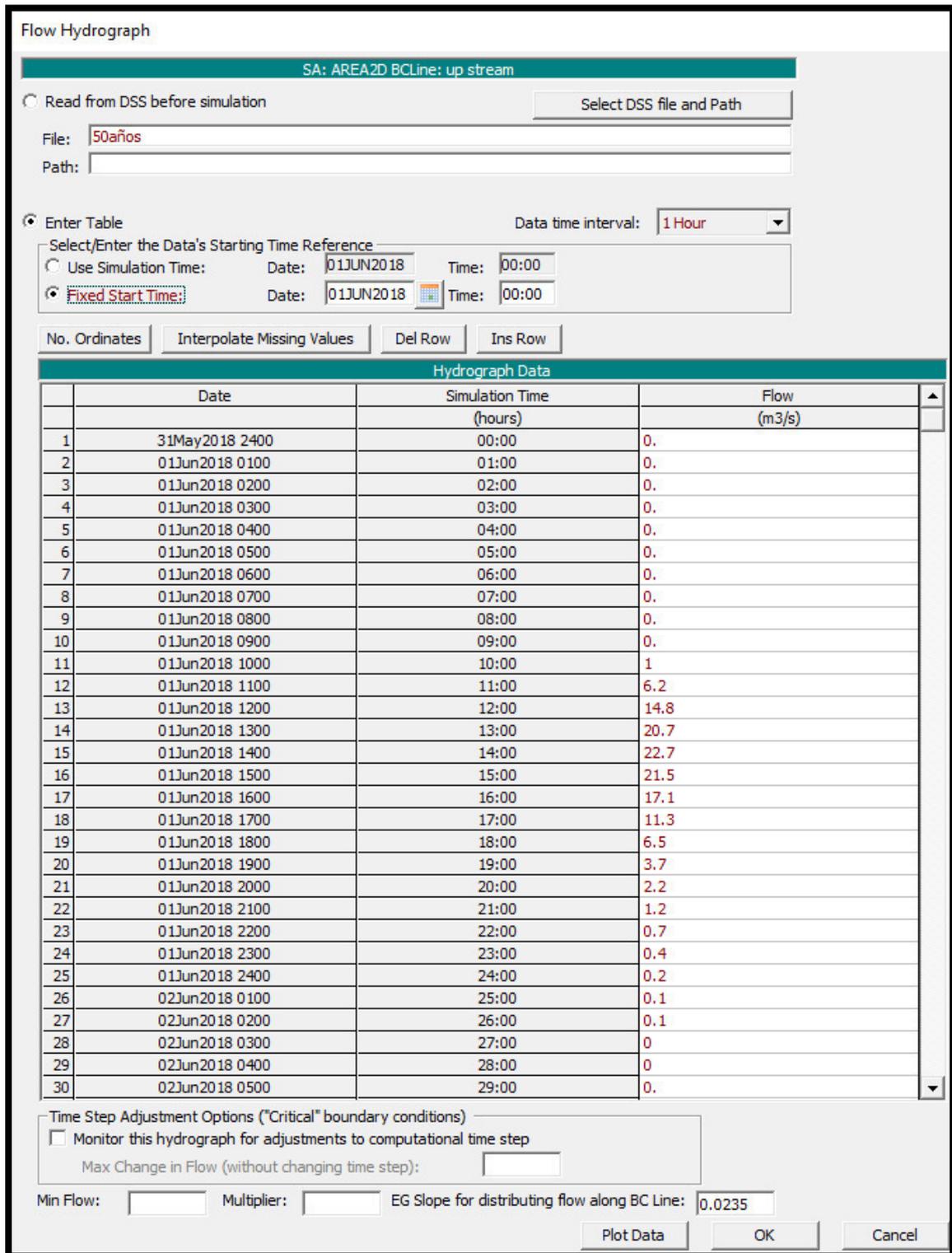


Figura: 48 Hidrograma de flujo para 50 años
 Elaboración: Los autores

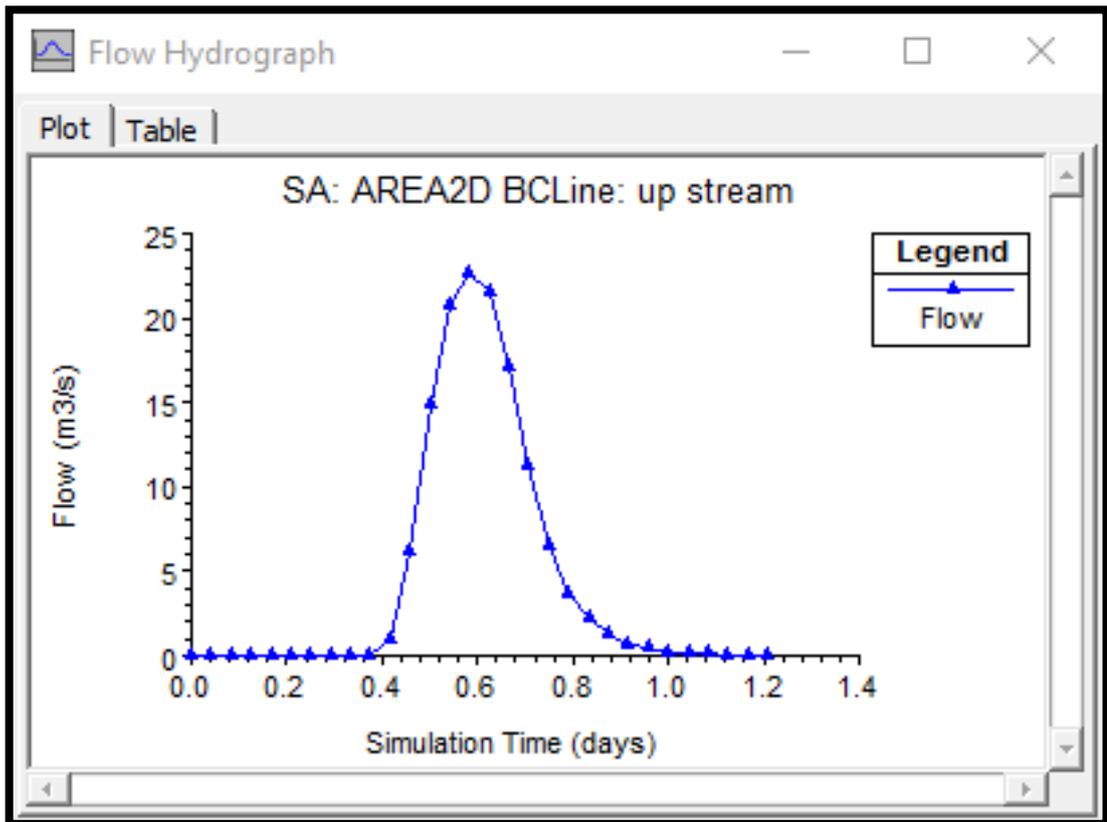


Figura: 49 hidrograma para un periodo de retorno de 50 años
Elaboración: Los autores

Flow Hydrograph

SA: AREA2D BCLine: up stream

Read from DSS before simulation Select DSS file and Path

File:
 Path:

Enter Table Data time interval:

Select/Enter the Data's Starting Time Reference

Use Simulation Time: Date: Time:
 Fixed Start Time: Date: Time:

No. Ordinates

| Hydrograph Data | | | |
|-----------------|----------------|----------------------------|----------------|
| | Date | Simulation Time (hours) | Flow (m3/s) |
| 1 | 31May2018 2400 | 00:00 | 0. |
| 2 | 01Jun2018 0100 | 01:00 | 0. |
| 3 | 01Jun2018 0200 | 02:00 | 0. |
| 4 | 01Jun2018 0300 | 03:00 | 0. |
| 5 | 01Jun2018 0400 | 04:00 | 0. |
| 6 | 01Jun2018 0500 | 05:00 | 0. |
| 7 | 01Jun2018 0600 | 06:00 | 0. |
| 8 | 01Jun2018 0700 | 07:00 | 0. |
| 9 | 01Jun2018 0800 | 08:00 | 0. |
| 10 | 01Jun2018 0900 | 09:00 | 0 |
| 11 | 01Jun2018 1000 | 10:00 | 0.1 |
| 12 | 01Jun2018 1100 | 11:00 | 1.3 |
| 13 | 01Jun2018 1200 | 12:00 | 4.3 |
| 14 | 01Jun2018 1300 | 13:00 | 7.7 |
| 15 | 01Jun2018 1400 | 14:00 | 9.7 |
| 16 | 01Jun2018 1500 | 15:00 | 8.5 |
| 17 | 01Jun2018 1600 | 16:00 | 5.8 |
| 18 | 01Jun2018 1700 | 17:00 | 3.3 |
| 19 | 01Jun2018 1800 | 18:00 | 1.9 |
| 20 | 01Jun2018 1900 | 19:00 | 1.1 |
| 21 | 01Jun2018 2000 | 20:00 | 0.6 |
| 22 | 01Jun2018 2100 | 21:00 | 0.4 |
| 23 | 01Jun2018 2200 | 22:00 | 0.2 |
| 24 | 01Jun2018 2300 | 23:00 | 0.1 |
| 25 | 01Jun2018 2400 | 24:00 | 0.1 |
| 26 | 02Jun2018 0100 | 25:00 | 0 |
| 27 | 02Jun2018 0200 | 26:00 | 0 |
| 28 | 02Jun2018 0300 | 27:00 | 0 |
| 29 | 02Jun2018 0400 | 28:00 | 0 |
| 30 | 02Jun2018 0500 | 29:00 | 0. |

Time Step Adjustment Options ("Critical" boundary conditions)

Monitor this hydrograph for adjustments to computational time step

Max Change in Flow (without changing time step):

Min Flow: Multiplier: EG Slope for distributing flow along BC Line:

Figura: 50 Hidrograma de flujo para 20 años
 Elaboración: Los autores

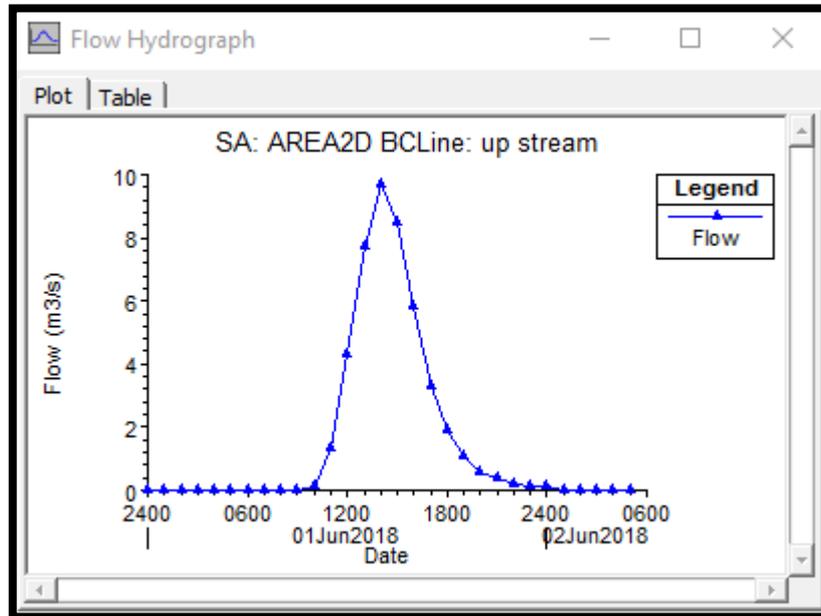


Figura: 51 Hidrograma para un periodo de retorno de 20 años
 Elaboración: Los autores

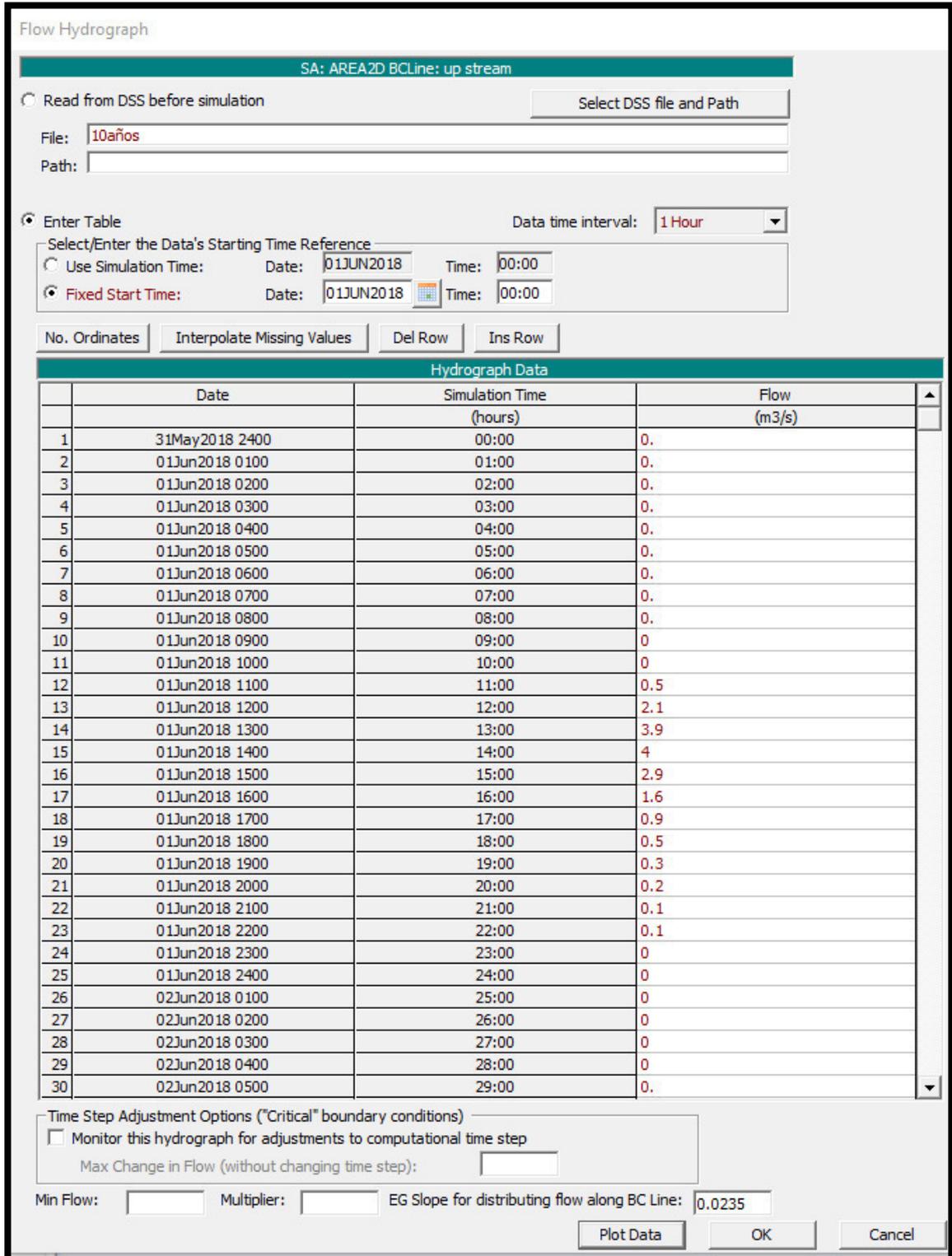


Figura: 52 Hidrograma de flujo para un periodo de retorno de 10 años.

Elaboración: Los autores

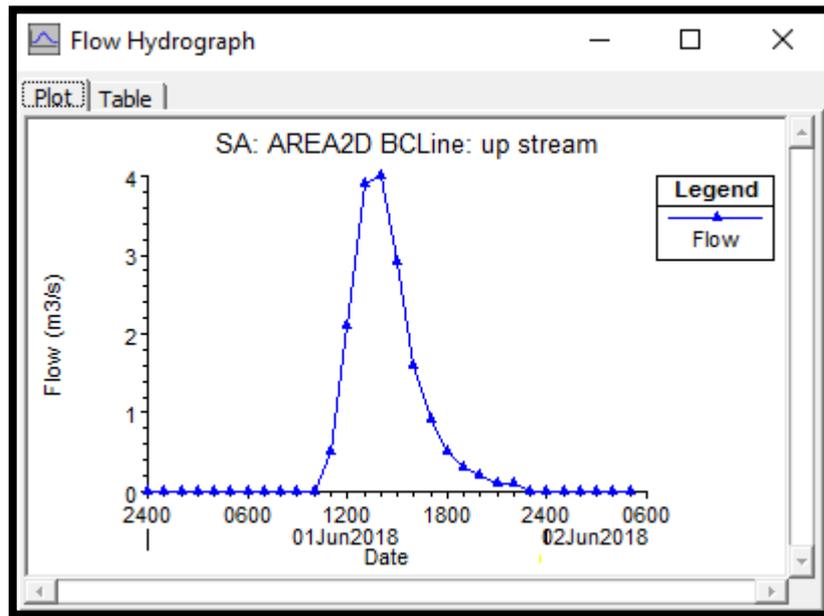


Figura: 53 hidrograma para un periodo de retorno de 10 años
Elaboración: Los autores

Un dato de suma importancia son las condiciones de contorno del análisis del área de estudio, que las condiciones de entrada y salida de flujo en el tramo de estudio. Por ende, en este estudio, se consideró 0.0235 como condición de salida.

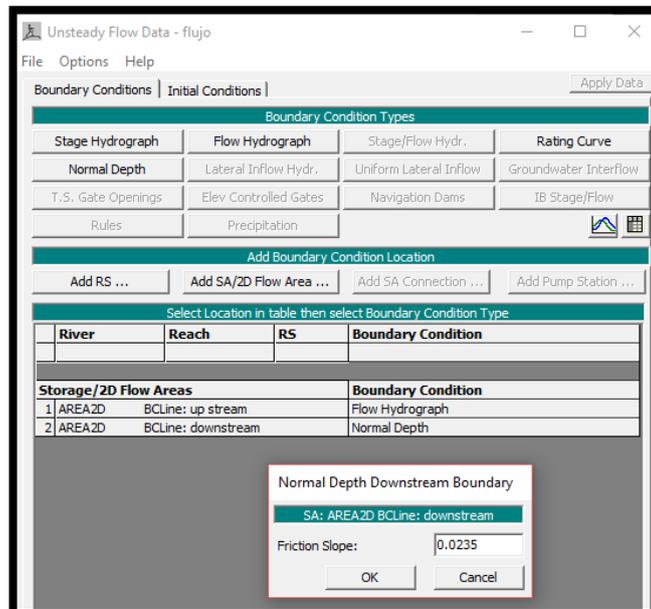


Figura: 54 Definición de flujo de salida del cauce.
Elaboración: Los autores

Por último se procedió a simular el modelo hidráulico con un régimen de flujo mixto como se aprecia en la figura

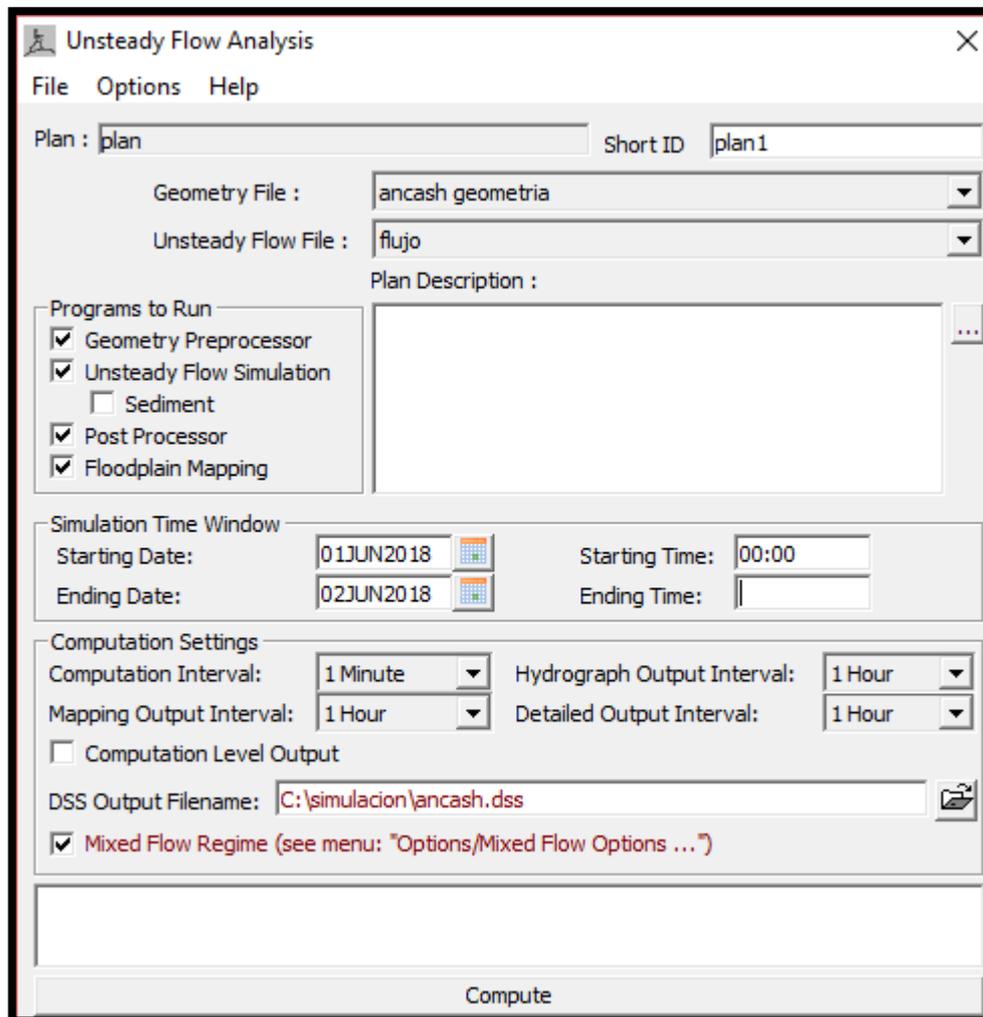


Figura: 55 Simulación de Modelo Hidráulico

Elaboración: Los autores

5.3 Proceso de diseño de defensa ribereña

Etapa de recolección de datos

Para realizar el debido proceso, es necesario recolectar los datos del estudio geológico que consiste en realizar ensayos: granulométricos para el sitio, corte directo y de consolidación, desde las muestras tomadas en la zona de estudio.



Figura: 56 Excavación de calicata en Lupín

Elaboración: Los autores

Para la toma de muestras, se realizaron 20 calicatas de medidas 1m x 0.5m x 1m Largo, ancho y profundidad respectivamente, que se representan en la tabla siguiente:

Tabla 25 Ubicación de calicatas

| N° Calicata | Coordenadas | |
|-------------|-------------|------------|
| | Este | Norte |
| 01USMP2018 | 190337.513 | 8833486.88 |
| 02USMP2018 | 190280.363 | 8833416.5 |
| 03USMP2018 | 190271.805 | 8833349.91 |
| 04USMP2018 | 190244.702 | 8833280.99 |
| 05USMP2018 | 190220.62 | 8833200.7 |
| 06USMP2018 | 190194.595 | 8833103.89 |
| 07USMP2018 | 190134.304 | 8833015.16 |
| 08USMP2018 | 190202.84 | 8832909.65 |
| 09USMP2018 | 190193.27 | 8832819.43 |
| 10USMP2018 | 190190.889 | 8832735.29 |
| 11USMP2018 | 190191.683 | 8832653.93 |
| 12USMP2018 | 190166.283 | 8832555.51 |
| 13USMP2018 | 190126.198 | 8832440.81 |
| 14USMP2018 | 190083.865 | 8832358.26 |
| 15USMP2018 | 190039.387 | 8832268.64 |
| 16USMP2018 | 190006.314 | 8832210.43 |
| 17USMP2018 | 189970.596 | 8832140.31 |
| 18USMP2018 | 189945.46 | 8832066.23 |
| 19USMP2018 | 189883.283 | 8831998.76 |
| 20USMP2018 | 189834.335 | 8831920.71 |

Elaboración: Los autores

Para dar inicio con los ensayos granulométricos, las muestras recolectadas en campo, se sometieron a un cuarteador para dividir las muestras



Figura: 57 Proceso para cuartear la muestra

Fuente: fotografía del instrumento utilizado, propiedad de la Universidad de San Martín de Porres

La muestra dividida se pesa y se somete al tamizador que dividirá los diámetros del suelo, La selección del diámetro de mallas es respecto a la norma E 107 - 2000



Figura: 58 Tamices considerados en el ensayo granulométrico

Fuente: Los autores

Se calculan los pesos de la fracción de muestra que pasa en cada malla, para ser graficados y determinar el tipo de suelo.

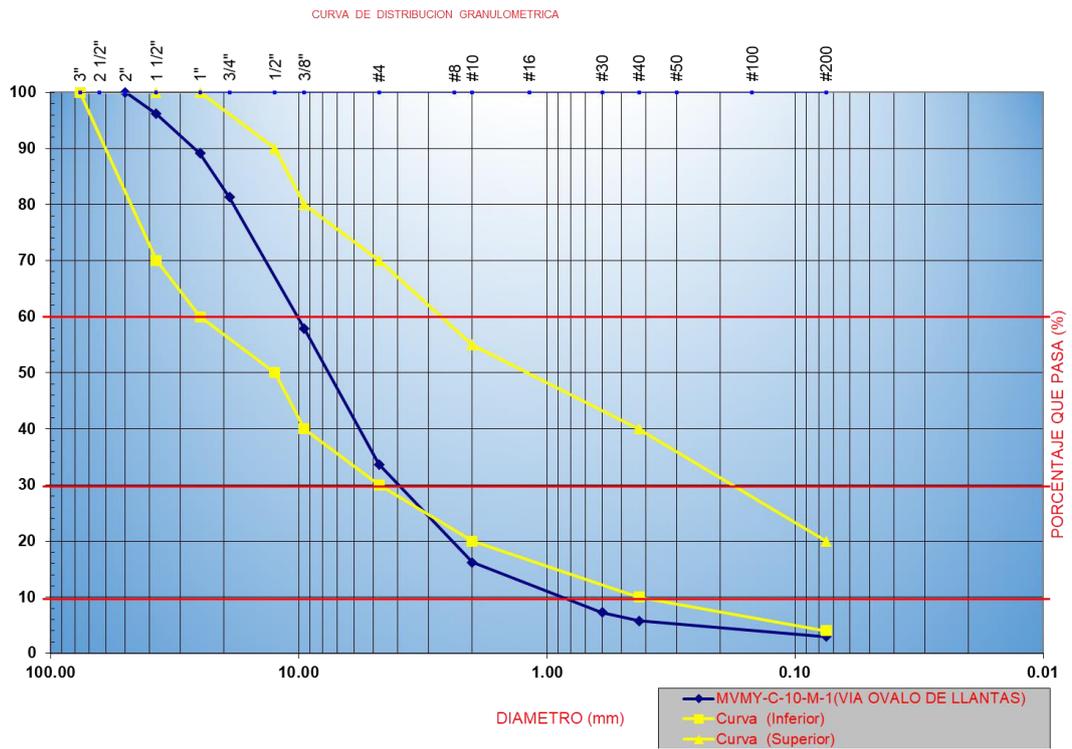


Tabla ensayo de consolidación

PROYECTO : Diseño de defensa ribereña

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

FÓRMULA DE TERZAGHI : $q_u = C \cdot N_c + \gamma \cdot h \cdot N_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$

| DATOS: | CIMENTACIÓN CONTÍNUA |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| COHESIÓN | C = 0 |
| ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA | $\Phi = 30.40$ |
| PESO ESPECÍFICO | $\gamma = 0.002816$ |
| PROFUNDIDAD DE DESPLANTE | h = 150.00 |
| MENOR ANCHO DE LA ESTRUCTURA | B = 10.00 |

CÁLCULO DE COEFICIENTES:

FALLA GENERAL

N_c = 30.14
N_q = 18.40
N_γ = 22.40

| | | |
|--|-----------------------------|--------------------------|
| CÁLCULO DE LA CAPACIDAD ULTIMA: | q_u = 8.09 | |
| FACTOR DE SEGURIDAD | FS = 4 | |
| CAPACIDAD PORTANTE | q_a = 2.02 | Kg/cm² |

Elaboración: los autores

Tabla ensayo de corte directo

| ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080 | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------|--|------------|-------------------|-------|-------------------------|-----------------|--------|----------|-----------------|--------|----------|
| PROYECTO: | | Diseño de defensa ribereña | | | | | | | | | | |
| ELABORADO: | | Silva Valdez, Edson & Chong Galvez, Daniel | | | | | | | | | | |
| UBICACION: | | Huarmey - | | | | | | | | | | |
| ANCHO | | 6 cm | | ALTURA | | 1.985 cm | | | | | | |
| AREA | | 35.88 cm ² | | VOLUMEN | | 71.2218 cm ³ | | | | | | |
| Gs | | 2.816 g/cm ³ | | LONG | | 5.98 cm | | | | | | |
| VELOCIDAD | | 10 mm/min | | FACTOR DE CALIBR. | | 1 | | | | | | |
| | | | | σ1 0.307 Kg/cm2 | | | σ2 0.613 Kg/cm2 | | | σ3 1.226 Kg/cm2 | | |
| T | D.H | Lc | Area Corre | F.C. | F.C. | τ | L.D (un) | F.C. | τ | L.D (un) | F.C. | τ |
| min | cm | | AC=6*Lc (| Kg. | Kg. | (Kg/cm2) | | Kg. | (Kg/cm2) | | Kg. | (Kg/cm2) |
| 0.00 | 0.000 | 6.000 | 36.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000000 | 0.000 | 0.000 | 0.000000 | 0.000 | 0.000 | 0.000000 |
| 0.10 | 0.010 | 5.990 | 35.940 | 1.125 | 1.125 | 0.031302 | 2.390 | 2.390 | 0.066500 | 2.876 | 2.876 | 0.080022 |
| 0.20 | 0.020 | 5.980 | 35.880 | 2.284 | 2.284 | 0.063657 | 3.450 | 3.450 | 0.096154 | 4.993 | 4.993 | 0.139158 |
| 0.30 | 0.030 | 5.970 | 35.820 | 2.875 | 2.875 | 0.080262 | 3.839 | 3.839 | 0.107175 | 5.658 | 5.658 | 0.157956 |
| 0.40 | 0.040 | 5.960 | 35.760 | 3.046 | 3.046 | 0.085179 | 4.323 | 4.323 | 0.120889 | 6.158 | 6.158 | 0.172204 |
| 0.50 | 0.050 | 5.950 | 35.700 | 3.198 | 3.198 | 0.089580 | 4.439 | 4.439 | 0.124342 | 6.725 | 6.725 | 0.188375 |
| 0.60 | 0.060 | 5.940 | 35.640 | 3.235 | 3.235 | 0.090769 | 4.711 | 4.711 | 0.132183 | 7.528 | 7.528 | 0.211223 |
| 0.70 | 0.070 | 5.930 | 35.580 | 3.301 | 3.301 | 0.092777 | 4.904 | 4.904 | 0.137830 | 8.379 | 8.379 | 0.235497 |
| 0.80 | 0.080 | 5.920 | 35.520 | 3.395 | 3.395 | 0.095580 | 5.131 | 5.131 | 0.144454 | 8.994 | 8.994 | 0.253209 |
| 0.90 | 0.090 | 5.910 | 35.460 | 3.420 | 3.420 | 0.096447 | 5.535 | 5.535 | 0.156091 | 9.523 | 9.523 | 0.268556 |
| 1.00 | 0.100 | 5.900 | 35.400 | 3.518 | 3.518 | 0.099379 | 6.016 | 6.016 | 0.169944 | 10.167 | 10.167 | 0.287203 |
| 1.10 | 0.110 | 5.890 | 35.340 | 3.629 | 3.629 | 0.102688 | 6.651 | 6.651 | 0.188200 | 10.698 | 10.698 | 0.302716 |
| 1.20 | 0.120 | 5.880 | 35.280 | 3.692 | 3.692 | 0.104649 | 7.368 | 7.368 | 0.208844 | 11.216 | 11.216 | 0.317914 |
| 1.30 | 0.130 | 5.870 | 35.220 | 3.745 | 3.745 | 0.106332 | 7.726 | 7.726 | 0.219364 | 11.720 | 11.720 | 0.332765 |
| 1.40 | 0.140 | 5.860 | 35.160 | 3.782 | 3.782 | 0.107565 | 8.023 | 8.023 | 0.228185 | 12.196 | 12.196 | 0.346871 |
| 1.50 | 0.150 | 5.850 | 35.100 | 3.825 | 3.825 | 0.108974 | 8.386 | 8.386 | 0.238917 | 12.416 | 12.416 | 0.353732 |
| 1.60 | 0.160 | 5.840 | 35.040 | 3.789 | 3.789 | 0.108134 | 8.765 | 8.765 | 0.250143 | 12.768 | 12.768 | 0.364384 |
| 1.70 | 0.170 | 5.830 | 34.980 | 3.706 | 3.706 | 0.105946 | 9.153 | 9.153 | 0.261664 | 12.994 | 12.994 | 0.371469 |
| 1.80 | 0.180 | 5.820 | 34.920 | | | | 9.496 | 9.496 | 0.271936 | 13.313 | 13.313 | 0.381243 |
| 1.90 | 0.190 | 5.810 | 34.860 | | | | 9.803 | 9.803 | 0.281211 | 13.554 | 13.554 | 0.388812 |
| 2.00 | 0.200 | 5.800 | 34.800 | | | | 10.382 | 10.382 | 0.298333 | 13.953 | 13.953 | 0.400948 |
| 2.10 | 0.210 | 5.790 | 34.740 | | | | 10.712 | 10.712 | 0.308348 | 14.427 | 14.427 | 0.415285 |
| 2.20 | 0.220 | 5.780 | 34.680 | | | | 10.996 | 10.996 | 0.31707 | 14.855 | 14.855 | 0.428345 |
| 2.30 | 0.230 | 5.770 | 34.620 | | | | 11.275 | 11.275 | 0.325679 | 15.265 | 15.265 | 0.440930 |
| 2.40 | 0.240 | 5.760 | 34.560 | | | | | | | 15.701 | 15.701 | 0.454311 |
| 2.50 | 0.250 | 5.750 | 34.500 | | | | | | | 16.159 | 16.159 | 0.468377 |
| 2.60 | 0.260 | 5.740 | 34.440 | | | | | | | 16.624 | 16.624 | 0.482695 |
| 2.70 | 0.270 | 5.730 | 34.380 | | | | | | | 17.182 | 17.182 | 0.499767 |
| 2.80 | 0.280 | 5.720 | 34.320 | | | | | | | 17.764 | 17.764 | 0.517599 |
| 2.90 | 0.290 | 5.710 | 34.260 | | | | | | | 18.271 | 18.271 | 0.533304 |
| 3.00 | 0.300 | 5.700 | 34.200 | | | | | | | 18.704 | 18.704 | 0.546901 |
| 3.10 | 0.310 | 5.690 | 34.140 | | | | | | | 19.106 | 19.106 | 0.559637 |
| 3.20 | 0.320 | 5.680 | 34.080 | | | | | | | 19.678 | 19.678 | 0.577406 |
| 3.30 | 0.330 | 5.670 | 34.020 | | | | | | | 20.143 | 20.143 | 0.592093 |
| 3.40 | 0.340 | 5.660 | 33.960 | | | | | | | 20.645 | 20.645 | 0.607921 |
| 4.40 | 0.440 | 5.560 | 33.360 | | | | | | | 21.056 | 21.056 | 0.631175 |
| 5.40 | 0.540 | 5.460 | 32.760 | | | | | | | 21.489 | 21.489 | 0.655952 |

Elaboración: los autores

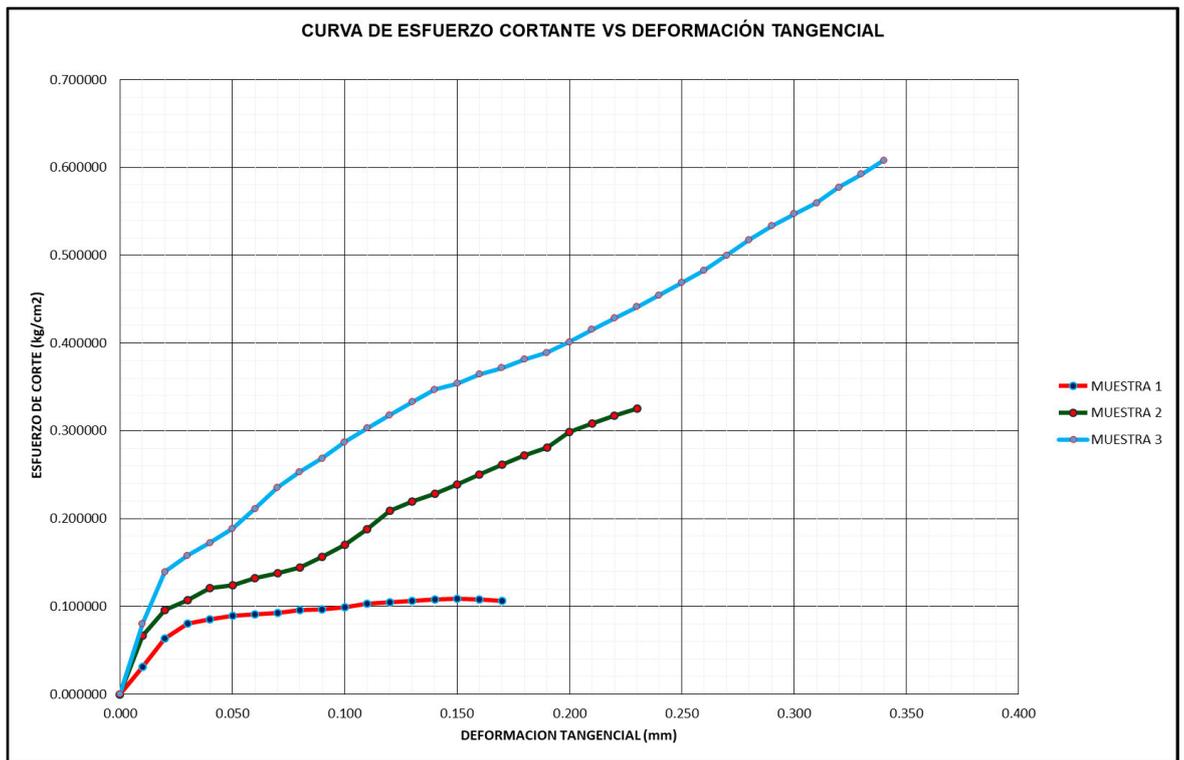


Figura: 59 Curva de esfuerzo cortante VS deformación tangencial

Elaboración: Los autores

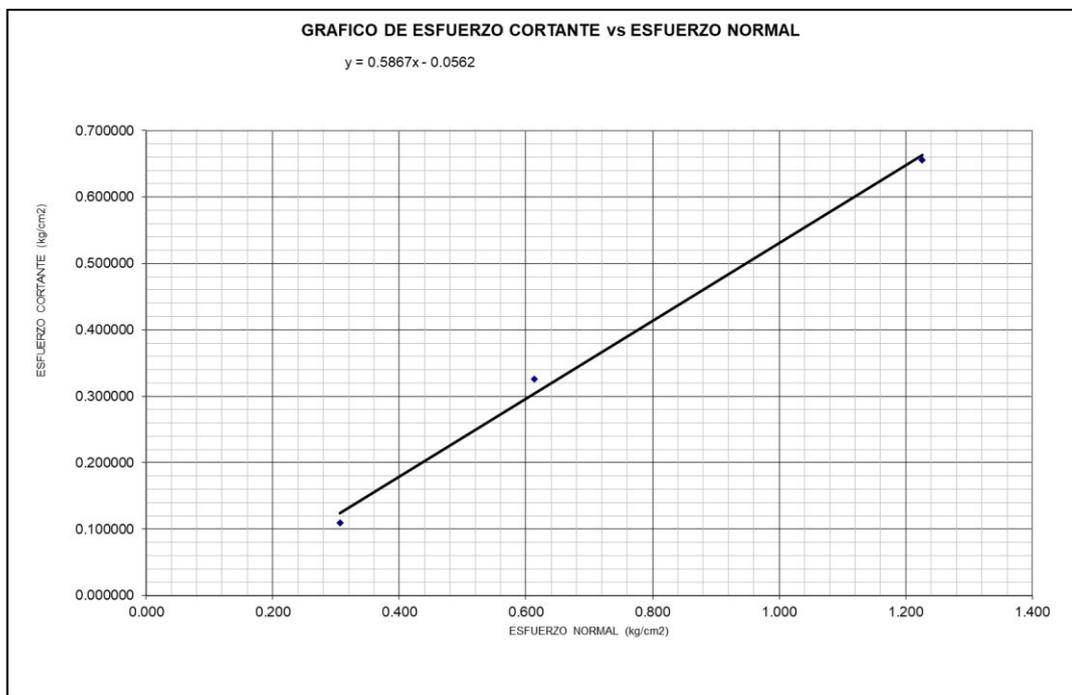


Figura: 60 tendencia de resultados esfuerzo cortante

Elaboración: Los autores

La ecuación, como resultado de los ensayo de corte directo, determinó un ángulo interno del suelo de 30.4°, ubicándolo dentro del tipo de material de arena, granos redondos y uniformes.

Tabla 26 Categoría del suelo según ángulo de fricción

| Material | Suelto | Denso |
|--|---------------|--------------|
| Arena. Granos redondos y uniformes | 27,5° | 34° |
| Arena. Granos angulares y bien gradada | 33° | 45° |
| Casajo arenoso | 35° | 50° |
| Arena limosa | 27 – 33° | 30 – 34° |
| Limo inorgánico | 27 - 30° | 30 – 35° |
| Valores estimados con Presión efectiva < 5 kg/cm² - Fuente: Terzaghi y Peck 1980. | | |

Elaboración: Los autores

Etapas de procesamiento de datos

Se inicia analizando las zonas inundables que resultaron de la simulación hidráulica; Para así diseñar el eje de nuestro encauzamiento, con el uso de los Programas computacionales civil 3D y AutoCAD.



Figura: 61 defensa ribereña propuesta

Elaboración: Los autores

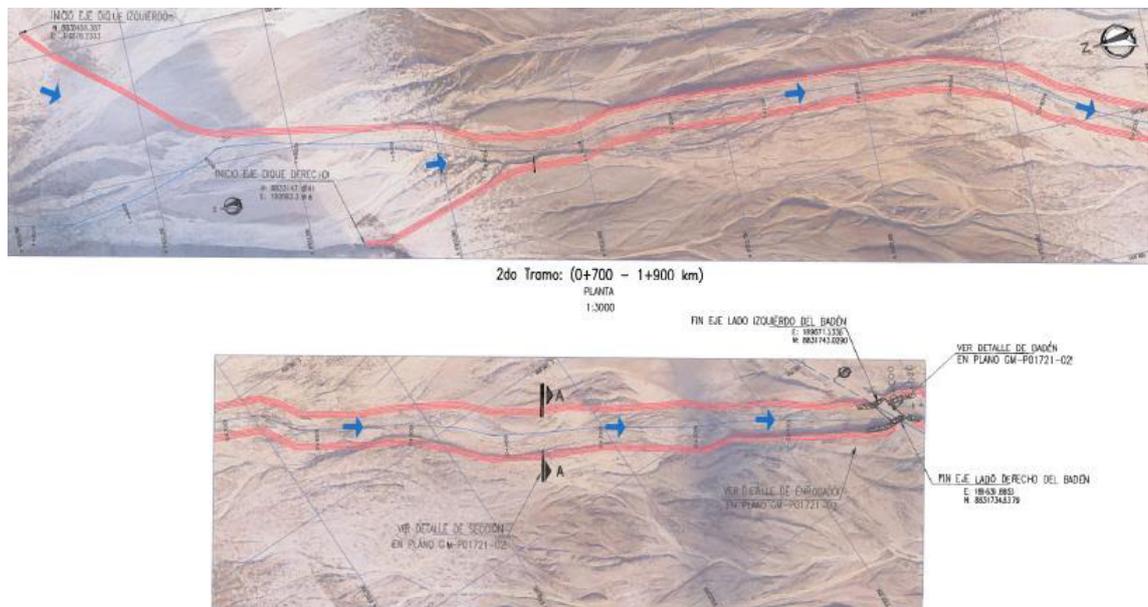


Figura: 62 longitudinal del dique

Elaboración: Los autores

Para determinar nuestro eje del dique, las variables que se consideraron para la ubicación de nuestro eje propuesto son: Los resultados de granulometría, ensayo corte directo y consolidación que determinan mayor capacidad portante y ángulo de fricción para la margen derecha del cauce.

Como resultado de diseñar el eje del dique, se procesa el lineamiento para tener como resultado las pendientes en cada sección, e iniciar el modelo de la sección empleando el software River.

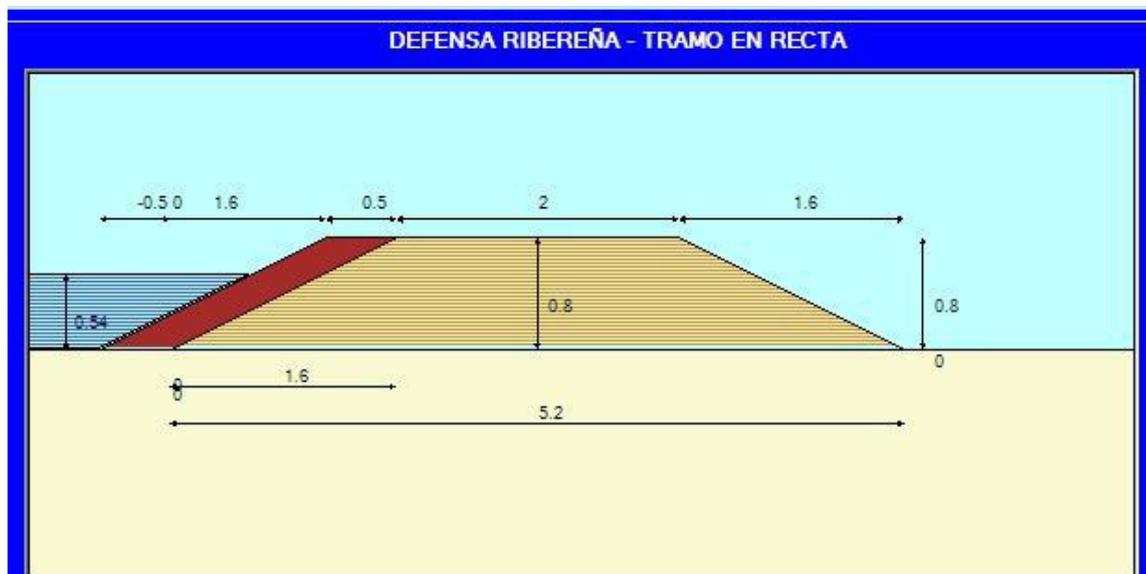


Figura: 63 Sección transversal del dique propuesto

Elaboración: Los autores

Para el diseño del enrocado de defensas ribereñas, se tomó en cuenta las recomendaciones del MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2008) y el departamento de transporte administración de carreteras federales de Estados Unidos como su nombre en inglés Department of Transportation Federal Highway Administration, que son lo siguiente:

$$S_m = \frac{\tan \phi}{\tan \theta}$$

donde:

- ϕ : Angulo de fricción interna de la partícula de roca.
- θ : Angulo del talud formado por la protección.

$$\eta = \frac{S_m^2 - S.F.^2}{S.F. * S_m^2} \cos \theta$$

donde:

- S_m : Parámetro definido en la ecuación anterior (R.01).
- S.F.: Factor de Estabilidad o Seguridad (se recomienda 1.5).

y

$$D_m = \frac{21\tau_0}{(S_s - 1)\gamma\eta}$$

donde:

- D_m : Diámetro medio de la partícula de roca para la protección.
- τ_0 : Esfuerzo Cortante actuante.
- S_s : Peso específico Relativo (2.65).
- γ : Peso específico del agua (9806 N/m³).
- η : Parámetro definido en la ecuación anterior

Fuente: Diámetro de enrocado (Roger & Wilbert, 2016)

Teniendo de esta manera, $S_m=1.17$; $n=0.01$; $D_m=0.38m$. Se utilizó un diámetro de 0.40m, del mismo modo se calcula la gradación que tendrá la protección del enrocado.

| | |
|-----------|-------|
| D_0 | 0.1m |
| D_{20} | 0.2m |
| D_{50} | 0.4m |
| D_{100} | 0.80m |

$$T = 2 \times D_m$$

Para iniciar el modelo del dique, se requieren tener los datos de caudal de diseño, en este caso se considera 26.9 m³/s el que se determinó para un periodo de retorno de 100 años considerado el más crítico; además los datos de pendiente, periodo de retorno diámetro promedio (mm), y consideraciones hidráulicas obtenidas en el capítulo.

Luego de tener el diseño preliminar del dique, este se modela en el programa computacional GeoStudio 2012, para determinar si la estructura tendrá deslizamientos, en conclusión se inicia un análisis estático y Pseudoestático.

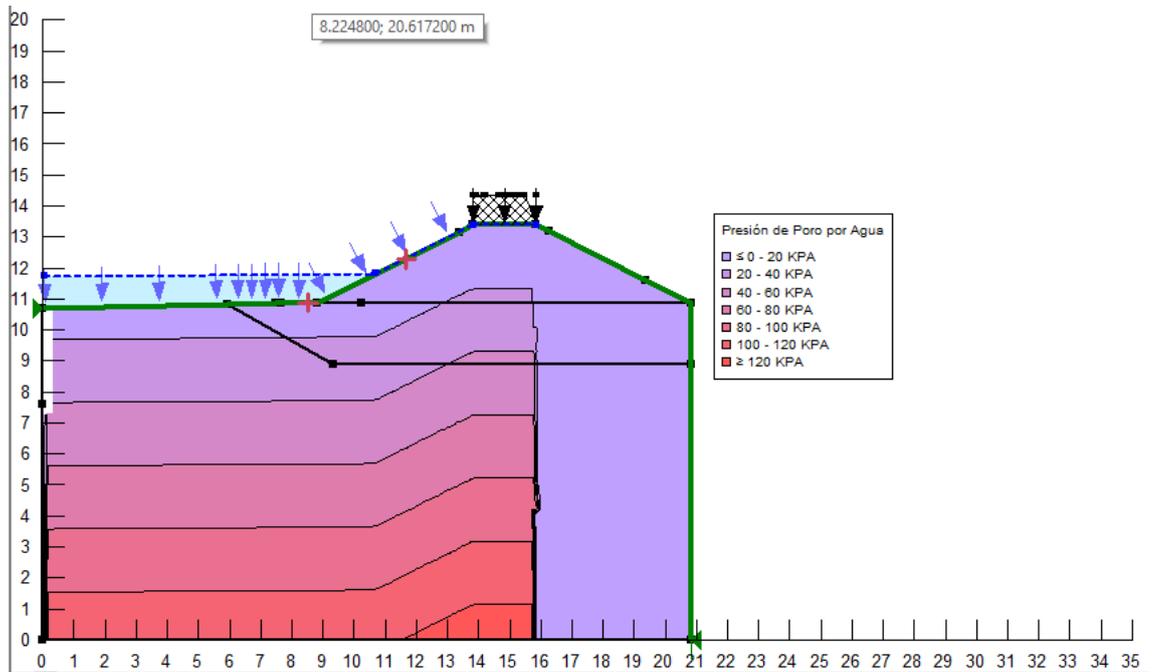


Figura: 64 Sección transversal diseñada en GeoStudio

Elaboración: Los autores

CAPÍTULO VI

RESULTADOS

Para el presente estudio se puede clasificar, en dos fases, la parte hidrológica e hidráulica. En la modelación hidráulica se utilizaron datos de precipitaciones máximas a diferentes periodos de retorno.

Para la modelación hidráulica de los 200m, aproximadamente, en la cuenca de la quebrada de Lupín se usaron los datos de caudales obtenidos de la modelación hidrológica, que dio como resultado la identificación del área de inundación.

6.1 Modelo hidrológico

El modelo hidrológico se realizó para diferentes períodos de retorno (10, 20, 50 y 100 años), esta modelación permitió calcular los caudales máximos por cada uno de estos periodos de retorno.

Modelamiento Hidrológico Período de Retorno 10 años:

La modelación hidrológica para un período de retorno de 10 años dio como resultado un caudal máximo de 4.0 m³/s.

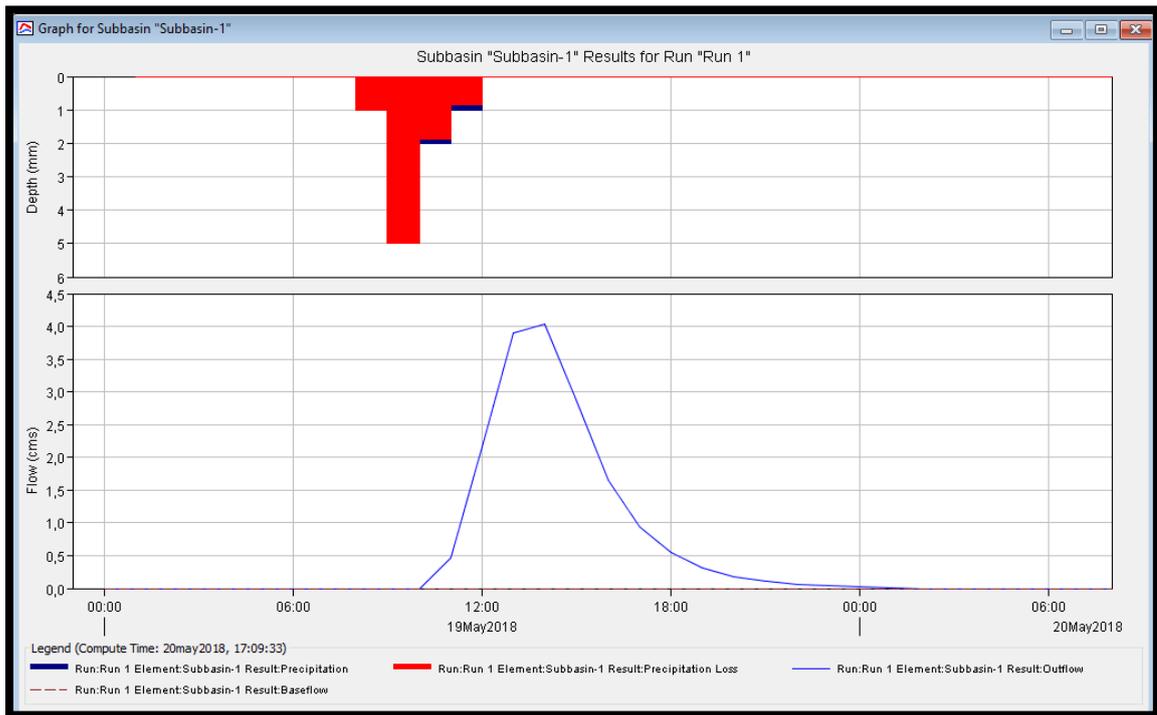


Figura: 65 Hidrograma para un periodo de retorno de 10 años

Elaboración: Los autores.

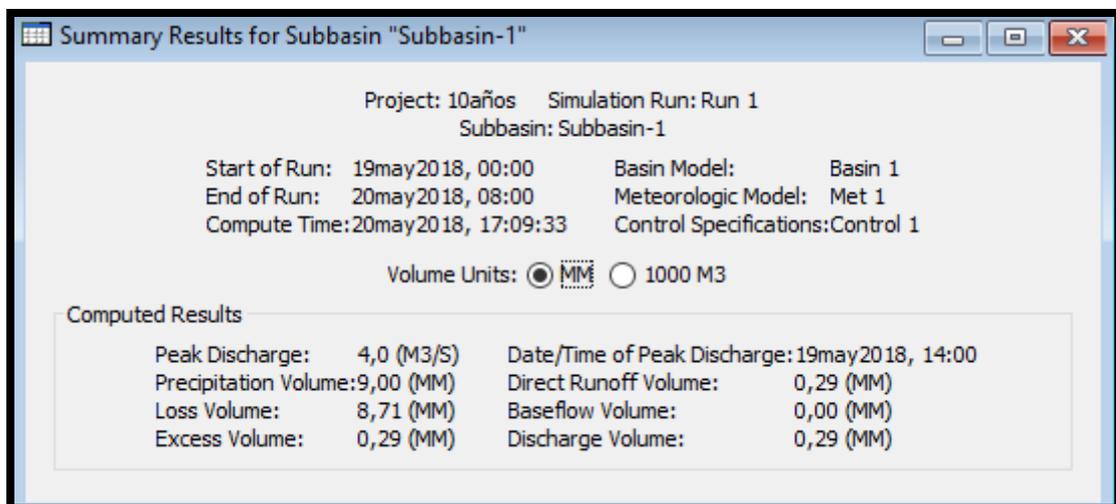


Figura: 66 Hidrograma para un periodo de retorno de 10 años

Elaboración: Los autores.

Time-Series Results for Subbasin "Subbasin-1"

Project: 10años Simulation Run: Run 1
Subbasin: Subbasin-1

Start of Run: 19may2018, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Run: 20may2018, 08:00 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 20may2018, 17:09:33 Control Specifications: Control 1

| Date | Time | Precip (MM) | Loss (MM) | Excess (MM) | Direct Flow (M3/S) | Baseflow (M3/S) | Total Flow (M3/S) |
|-----------|-------|-------------|-----------|-------------|--------------------|-----------------|-------------------|
| 19may2018 | 00:00 | | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 01:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 02:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 03:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 04:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 05:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 06:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 07:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 08:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 09:00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 10:00 | 5,00 | 5,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 11:00 | 2,00 | 1,87 | 0,13 | 0,5 | 0,0 | 0,5 |
| 19may2018 | 12:00 | 1,00 | 0,84 | 0,16 | 2,1 | 0,0 | 2,1 |
| 19may2018 | 13:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,9 | 0,0 | 3,9 |
| 19may2018 | 14:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,0 | 0,0 | 4,0 |
| 19may2018 | 15:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,9 | 0,0 | 2,9 |
| 19may2018 | 16:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,6 | 0,0 | 1,6 |
| 19may2018 | 17:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,9 | 0,0 | 0,9 |
| 19may2018 | 18:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,5 | 0,0 | 0,5 |
| 19may2018 | 19:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,3 | 0,0 | 0,3 |
| 19may2018 | 20:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,2 | 0,0 | 0,2 |
| 19may2018 | 21:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,1 | 0,0 | 0,1 |
| 19may2018 | 22:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,1 | 0,0 | 0,1 |
| 19may2018 | 23:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 20may2018 | 00:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 20may2018 | 01:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 20may2018 | 02:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 20may2018 | 03:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 20may2018 | 04:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 20may2018 | 05:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 20may2018 | 06:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 20may2018 | 07:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 20may2018 | 08:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

Figura: 67 Hidrograma simulado para periodo de retorno de 10 años

Elaboración: Los autores.

Modelamiento hidrológico Periodo de Retorno 20 años:

La modelación hidrológica para un periodo de retorno de 20 años dio como resultado un caudal máximo de 9.7 m³/s.

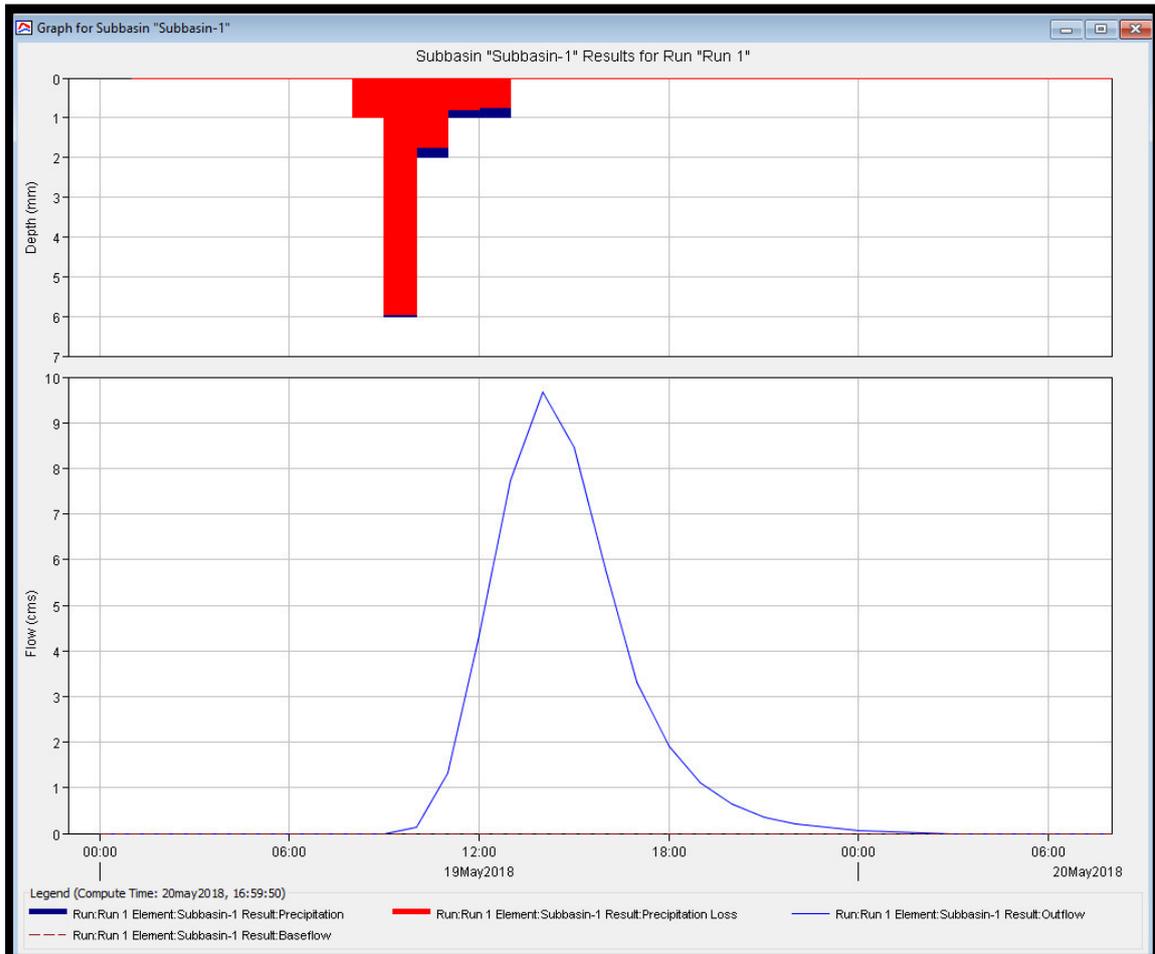


Figura: 68 Hidrograma para un periodo de retorno de 10 años

Elaboración: Los autores.

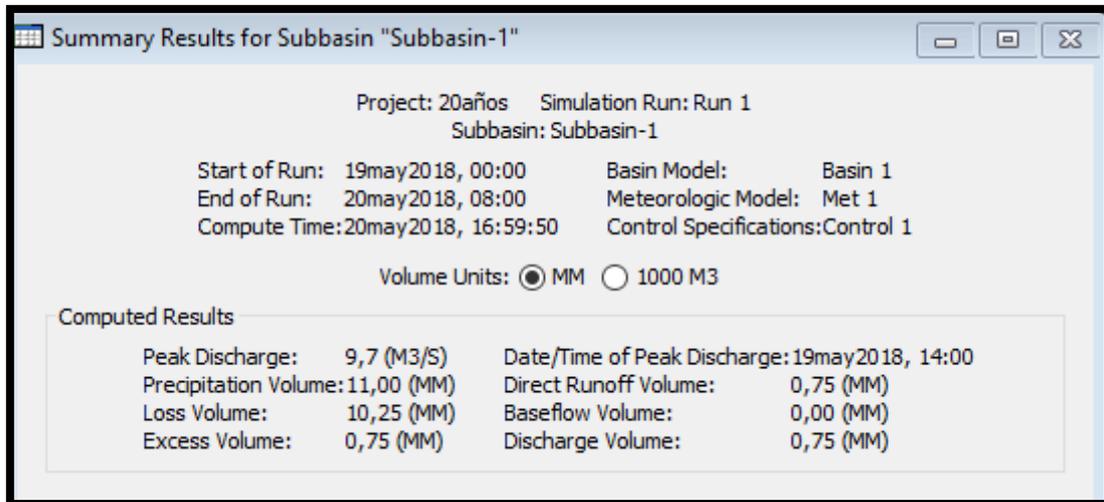


Figura: 69 Hidrograma para un periodo de retorno de 20 años

Elaboración: Los autores.

Time-Series Results for Subbasin "Subbasin-1"

Project: 20años Simulation Run: Run 1
Subbasin: Subbasin-1

Start of Run: 19may2018, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Run: 20may2018, 08:00 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 20may2018, 16:59:50 Control Specifications: Control 1

| Date | Time | Precip (MM) | Loss (MM) | Excess (MM) | Direct Flow (M3/S) | Baseflow (M3/S) | Total Flow (M3/S) |
|-----------|-------|-------------|-----------|-------------|--------------------|-----------------|-------------------|
| 19may2018 | 00:00 | | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 01:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 02:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 03:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 04:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 05:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 06:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 07:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 08:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 09:00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 10:00 | 6,00 | 5,97 | 0,03 | 0,1 | 0,0 | 0,1 |
| 19may2018 | 11:00 | 2,00 | 1,75 | 0,25 | 1,3 | 0,0 | 1,3 |
| 19may2018 | 12:00 | 1,00 | 0,79 | 0,21 | 4,3 | 0,0 | 4,3 |
| 19may2018 | 13:00 | 1,00 | 0,74 | 0,26 | 7,7 | 0,0 | 7,7 |
| 19may2018 | 14:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 9,7 | 0,0 | 9,7 |
| 19may2018 | 15:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 8,5 | 0,0 | 8,5 |
| 19may2018 | 16:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,8 | 0,0 | 5,8 |
| 19may2018 | 17:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,3 | 0,0 | 3,3 |
| 19may2018 | 18:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,9 | 0,0 | 1,9 |
| 19may2018 | 19:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,1 | 0,0 | 1,1 |
| 19may2018 | 20:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,6 | 0,0 | 0,6 |
| 19may2018 | 21:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,4 | 0,0 | 0,4 |
| 19may2018 | 22:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,2 | 0,0 | 0,2 |
| 19may2018 | 23:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,1 | 0,0 | 0,1 |
| 20may2018 | 00:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,1 | 0,0 | 0,1 |
| 20may2018 | 01:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 20may2018 | 02:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 20may2018 | 03:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 20may2018 | 04:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 20may2018 | 05:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 20may2018 | 06:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 20may2018 | 07:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 20may2018 | 08:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

Figura: 70 Hidrograma simulado para periodo de retorno de 20 años

Elaboración: Los autores.

Modelamiento Hidrológico Periodo de Retorno 50 años:

La modelación hidrológica para un periodo de retorno de 50 años dio como resultado un caudal máximo de 22.7 m³/s.

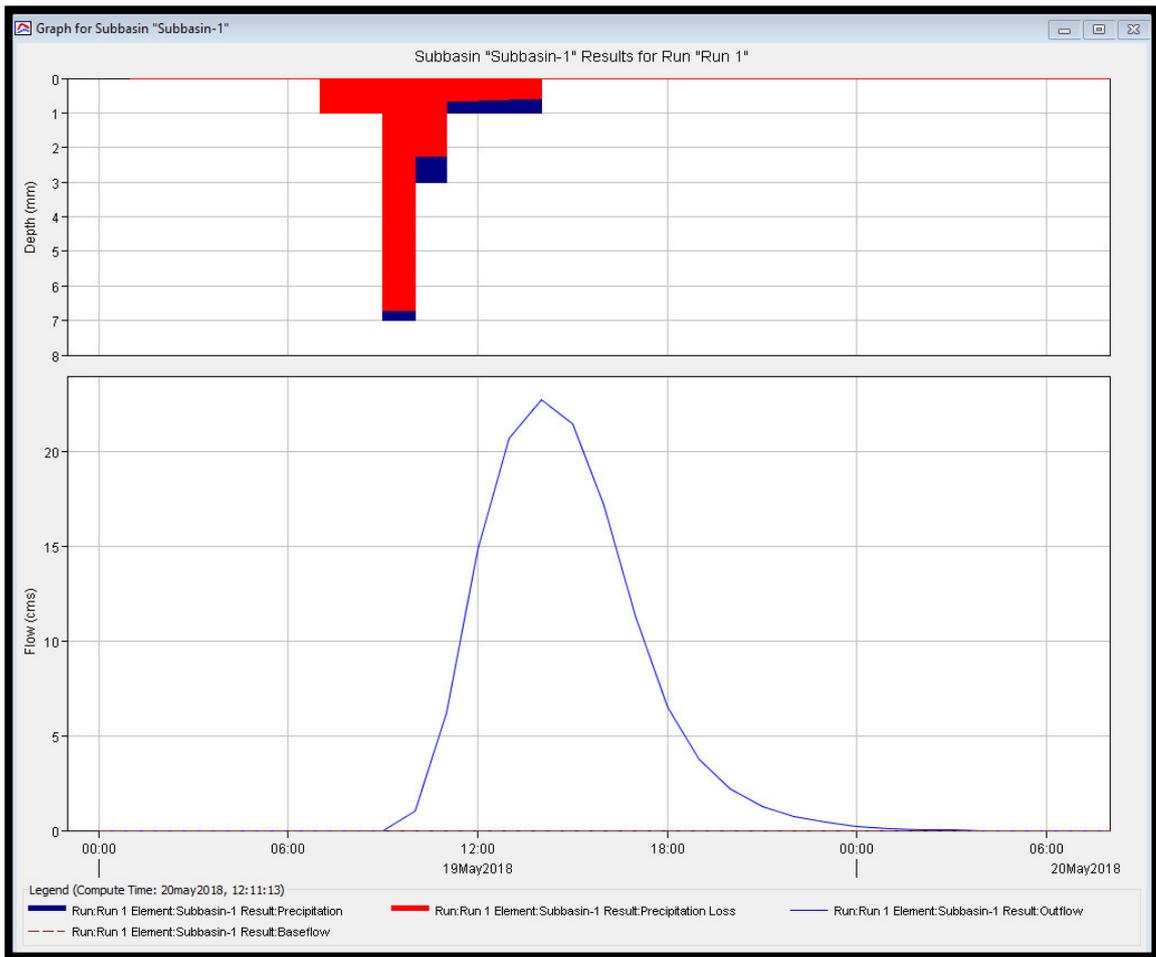


Figura: 71 Hidrograma simulado para periodo de retorno de 50 años

Elaboración: Los autores.

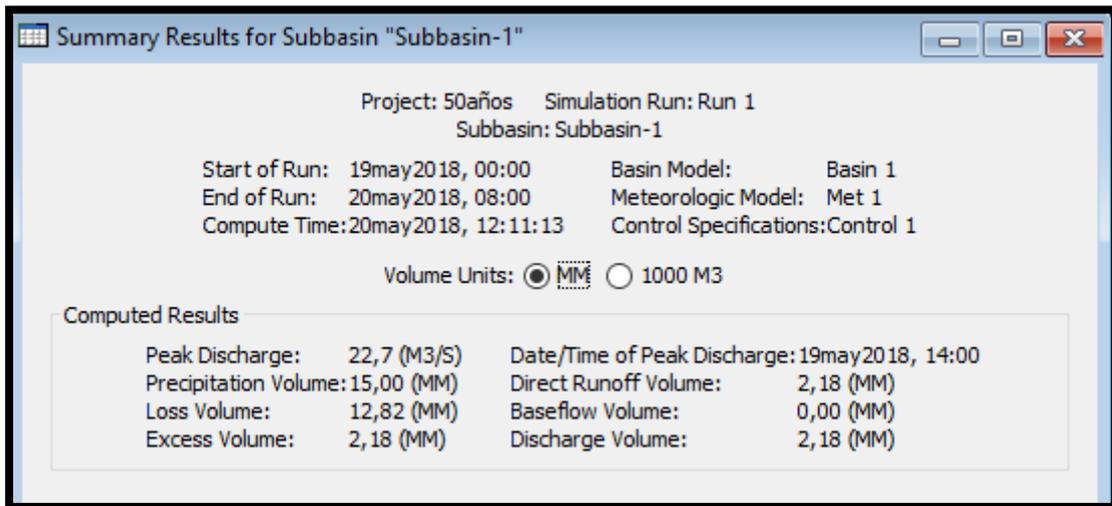


Figura: 72 Hidrograma simulado para periodo de retorno de 50 años

Elaboración: Los autores.

Time-Series Results for Subbasin "Subbasin-1"

Project: 50años Simulation Run: Run 1
Subbasin: Subbasin-1

Start of Run: 19may2018, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Run: 20may2018, 08:00 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 20may2018, 12:11:13 Control Specifications: Control 1

| Date | Time | Precip (MM) | Loss (MM) | Excess (MM) | Direct Flow (M3/S) | Baseflow (M3/S) | Total Flow (M3/S) |
|-----------|-------|-------------|-----------|-------------|--------------------|-----------------|-------------------|
| 19may2018 | 00:00 | | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 01:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 02:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 03:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 04:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 05:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 06:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 07:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 08:00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 09:00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19may2018 | 10:00 | 7,00 | 6,71 | 0,29 | 1,0 | 0,0 | 1,0 |
| 19may2018 | 11:00 | 3,00 | 2,24 | 0,76 | 6,2 | 0,0 | 6,2 |
| 19may2018 | 12:00 | 1,00 | 0,66 | 0,34 | 14,8 | 0,0 | 14,8 |
| 19may2018 | 13:00 | 1,00 | 0,62 | 0,38 | 20,7 | 0,0 | 20,7 |
| 19may2018 | 14:00 | 1,00 | 0,59 | 0,41 | 22,7 | 0,0 | 22,7 |
| 19may2018 | 15:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 21,5 | 0,0 | 21,5 |
| 19may2018 | 16:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 17,1 | 0,0 | 17,1 |
| 19may2018 | 17:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 11,3 | 0,0 | 11,3 |
| 19may2018 | 18:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 6,5 | 0,0 | 6,5 |
| 19may2018 | 19:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,7 | 0,0 | 3,7 |
| 19may2018 | 20:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,2 | 0,0 | 2,2 |
| 19may2018 | 21:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,2 | 0,0 | 1,2 |
| 19may2018 | 22:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,7 | 0,0 | 0,7 |
| 19may2018 | 23:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,4 | 0,0 | 0,4 |
| 20may2018 | 00:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,2 | 0,0 | 0,2 |
| 20may2018 | 01:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,1 | 0,0 | 0,1 |
| 20may2018 | 02:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,1 | 0,0 | 0,1 |
| 20may2018 | 03:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 20may2018 | 04:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 20may2018 | 05:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 20may2018 | 06:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 20may2018 | 07:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 20may2018 | 08:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

Figura: 73 Hidrograma simulado para periodo de retorno de 50 años

Elaboración: Los autores.

Modelamiento Hidrológico Período de Retorno 100 años:

La modelación hidrológica para un período de retorno de 100 años dio como resultado un caudal máximo de 26.9 m³/s.

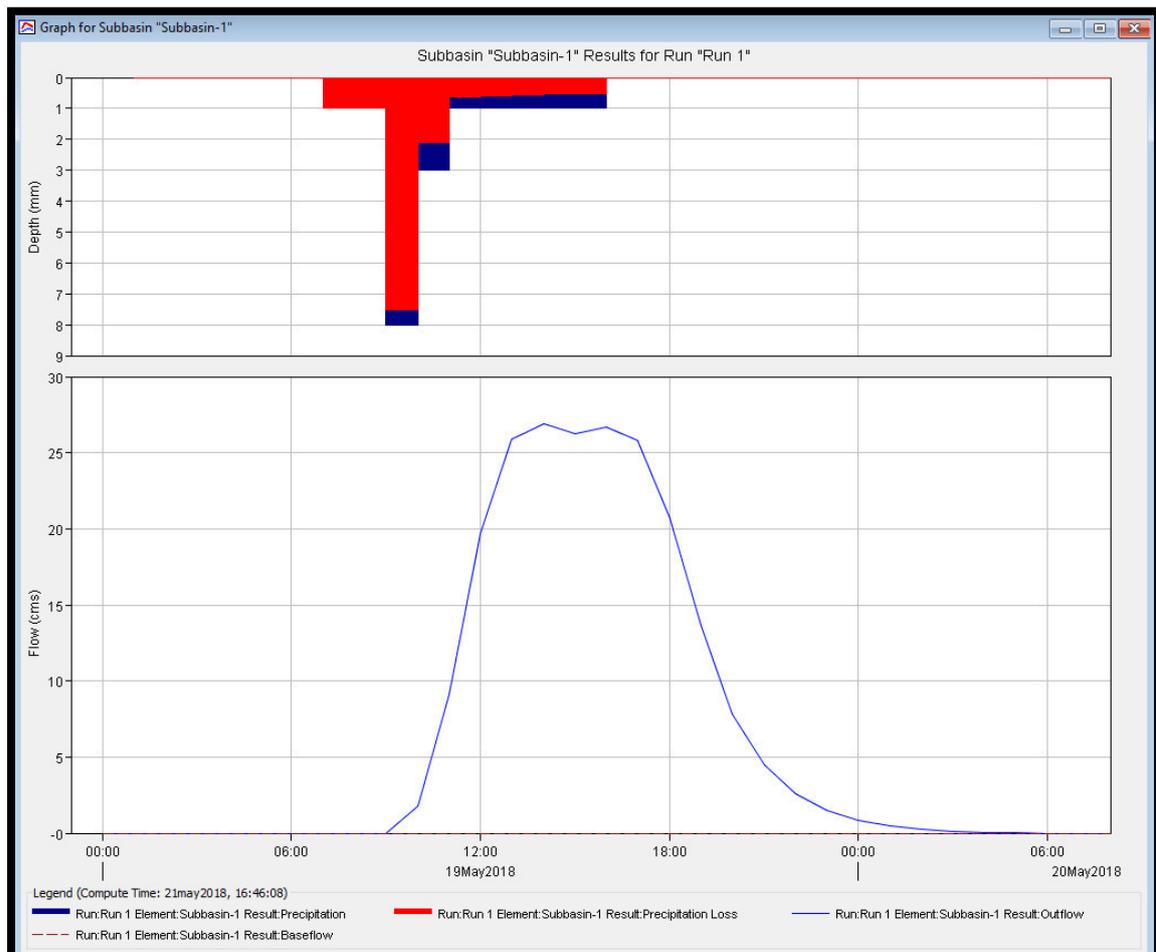


Figura: 74 Hidrograma simulado para periodo de retorno de 100 años

Elaboración: Los autores.

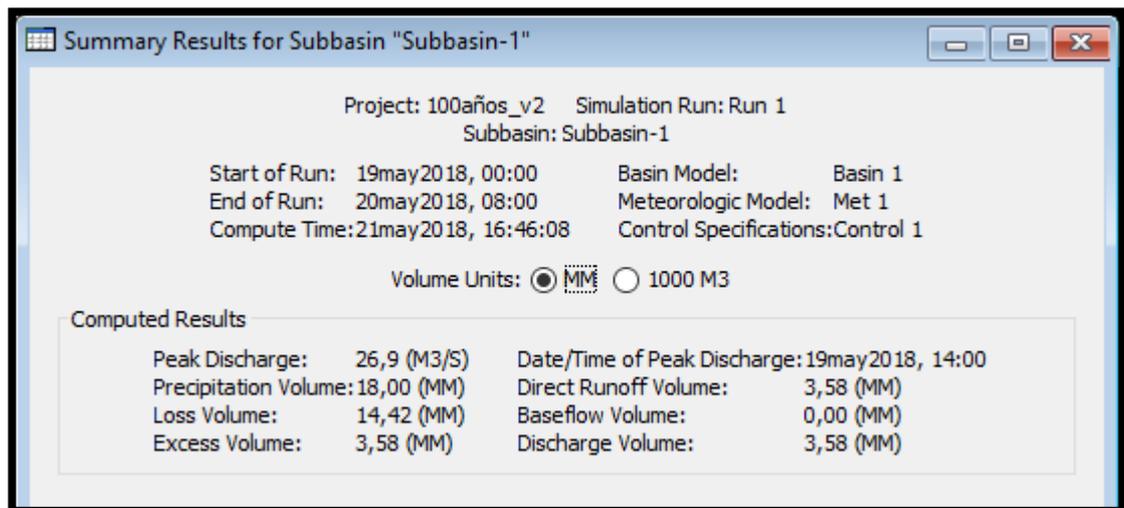


Figura: 75 Hidrograma simulado para periodo de retorno de 100 años

Elaboración: Los autores.

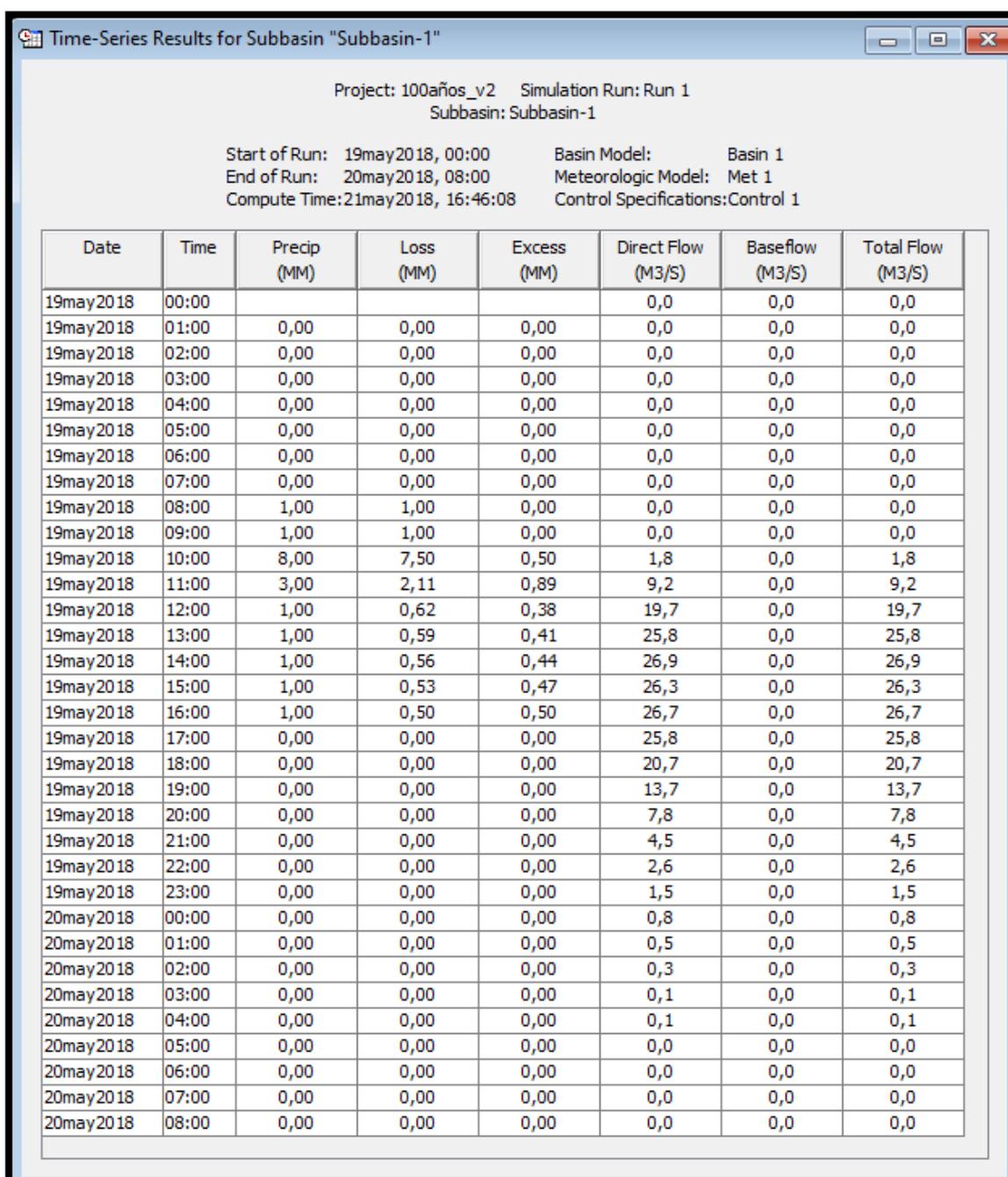


Figura: 76 Hidrograma simulado para periodo de retorno de 100 años

Elaboración: Los autores

6.2 Modelo hidráulico

El modelo hidráulico permitió hallar las posibles áreas con peligro a desborde en la cuenca de la quebrada Lupín, el cual permite observar la cantidad de hectáreas de cantera afectadas, áreas de cultivo (indirectamente) y área de explotación de cantera (directamente e indirectamente), así como también afecta al mineroducto de Antamina.

En la tabla 28, se aprecia la cantidad de hectáreas afectadas en los diferentes períodos de retorno 10, 20, 50 y 100 años:

Tabla 27 Área en Peligro a Inundación de la Quebrada Lupín

| PELIGRO A INUNDACIÓN | | | | | |
|---------------------------------|----------------|-----------|-------|-------|--------|
| DESCRIPCIÓN | | ÁREA (HA) | | | |
| | | TR 10 | TR 25 | TR 50 | TR 100 |
| Áreas de futuro cultivo | Indirectamente | 52.6 | 52.6 | 52.6 | 52.6 |
| Áreas vulnerable de cantera | Directamente | 104 | 104 | 104 | 104 |
| Áreas de explotación de cantera | Indirectamente | 598 | 598 | 598 | 598 |

Elaboración: Los autores

$$V = \frac{A_t - A_d}{A_t} \%$$

$$V = \frac{104 - 9.86}{104} \%$$

$$V = 90.5\%$$

V= Porcentaje de área de vulnerabilidad reducida (ha)

At= Área total vulnerable (ha)

Ad=Área de dique (ha)

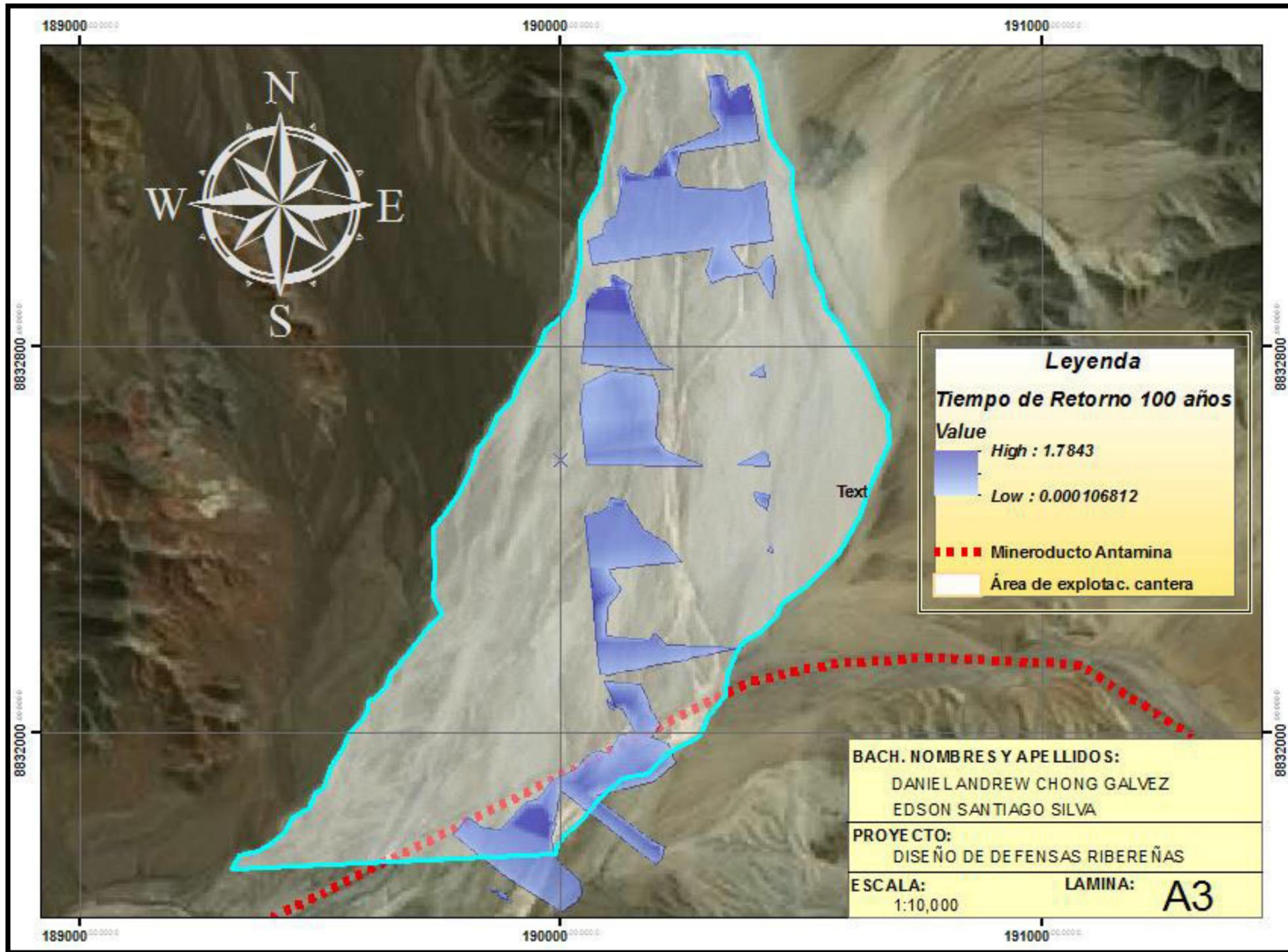


Figura: 77 Área de Inundación Periodo de retorno 100 años

Elaboración: Los autores

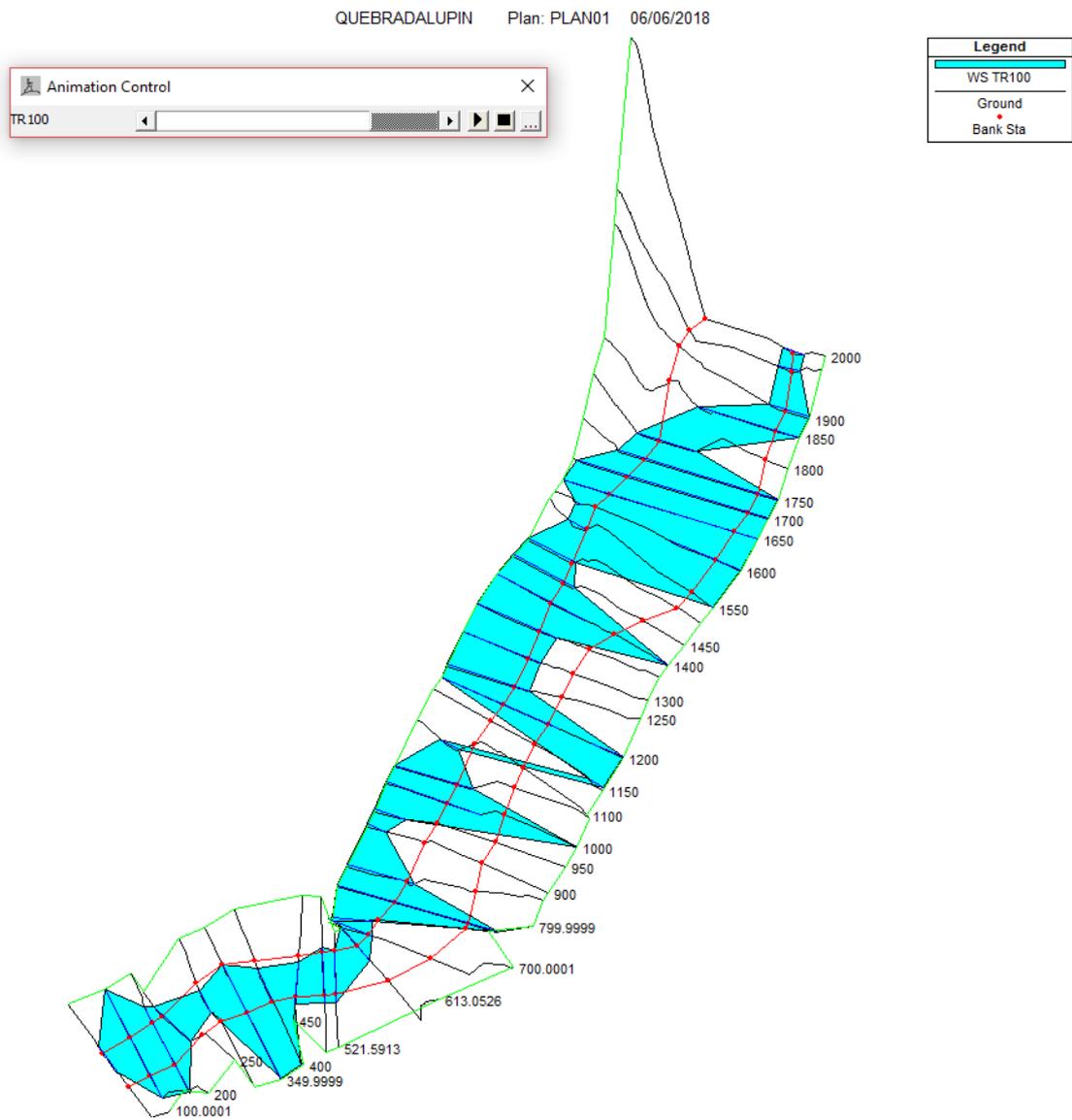


Figura: 78 Simulación de inundación en Hec-Ras - periodo de retorno 100 años

Elaboración: El autor

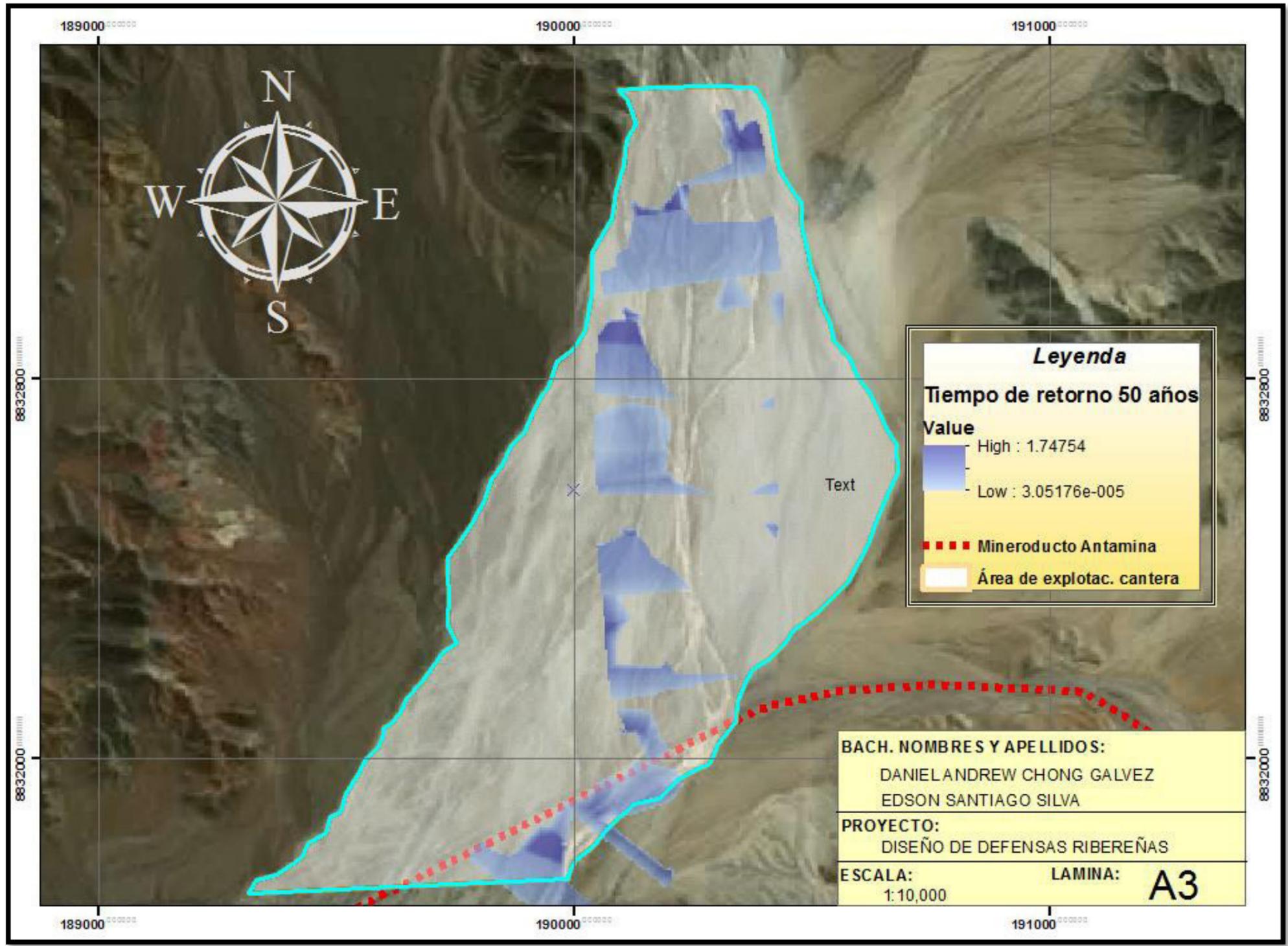


Figura: 79 Área de Inundación Periodo de retorno 50 años

Elaboración: Los autores

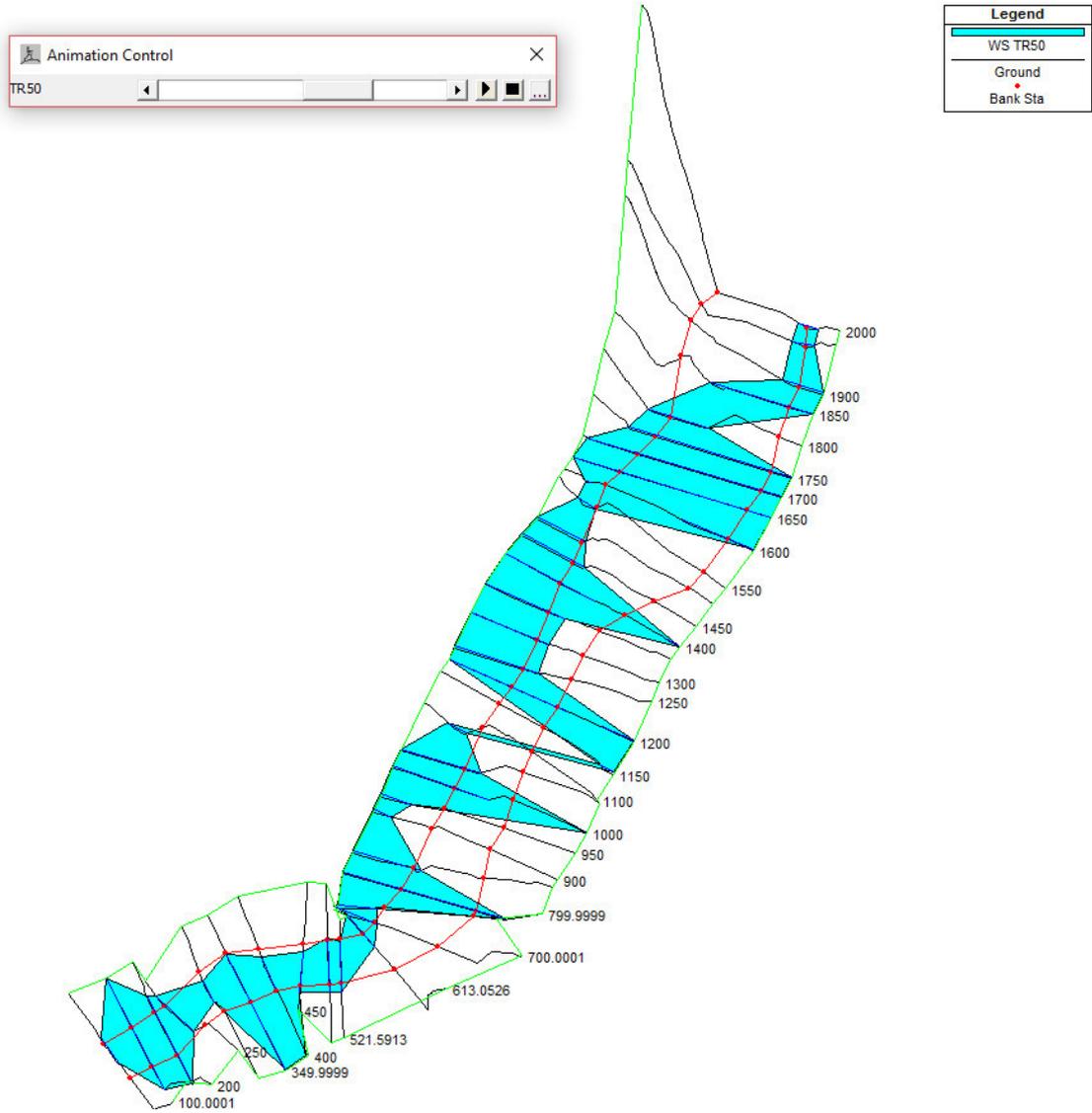


Figura: 80 Simulación de inundación en Hec-Ras - periodo de retorno 50 años

Elaboración: Los autores

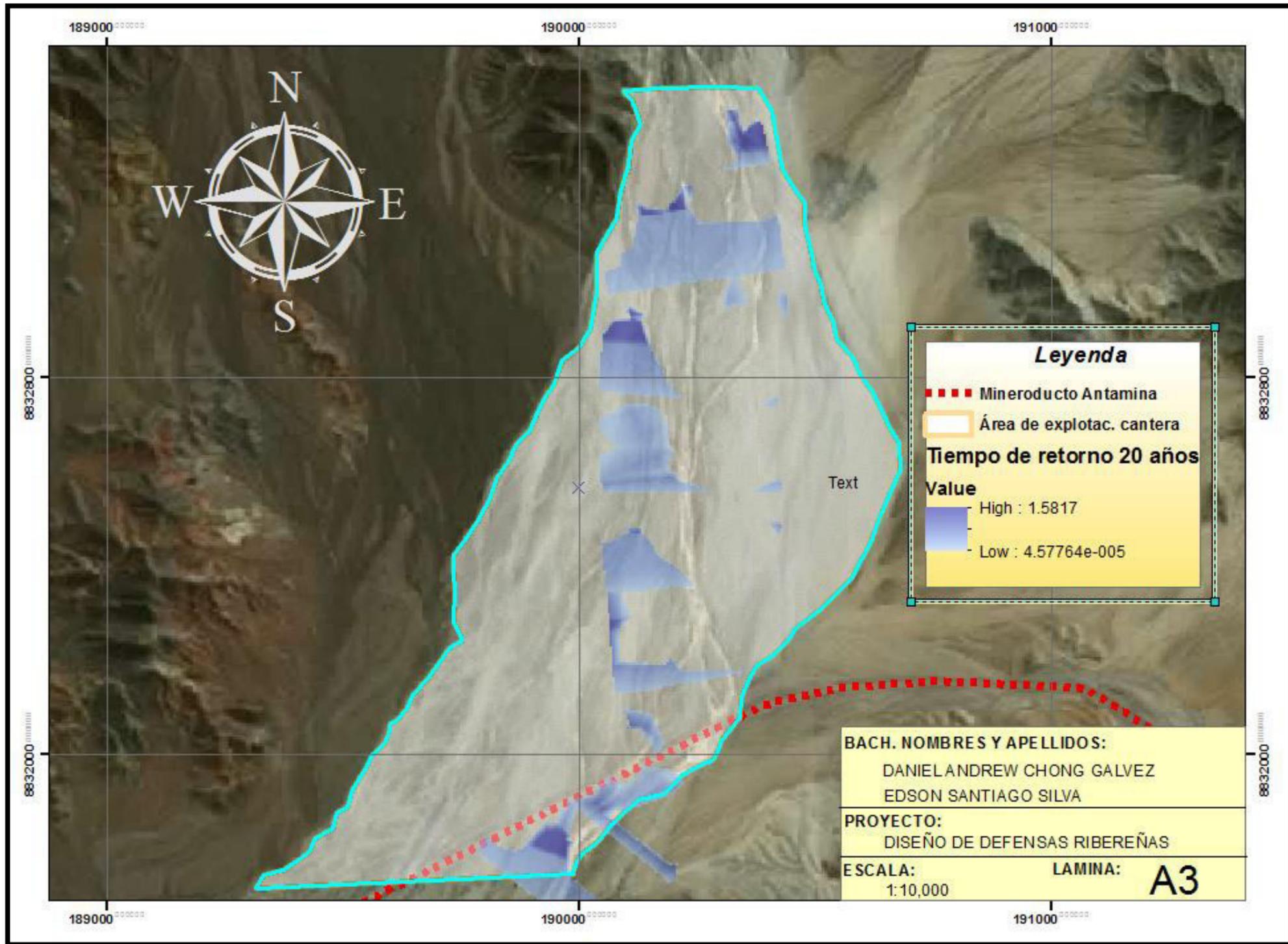


Figura: 81 : Área de Inundación Periodo de retorno 20 años

Elaboración: Los autores

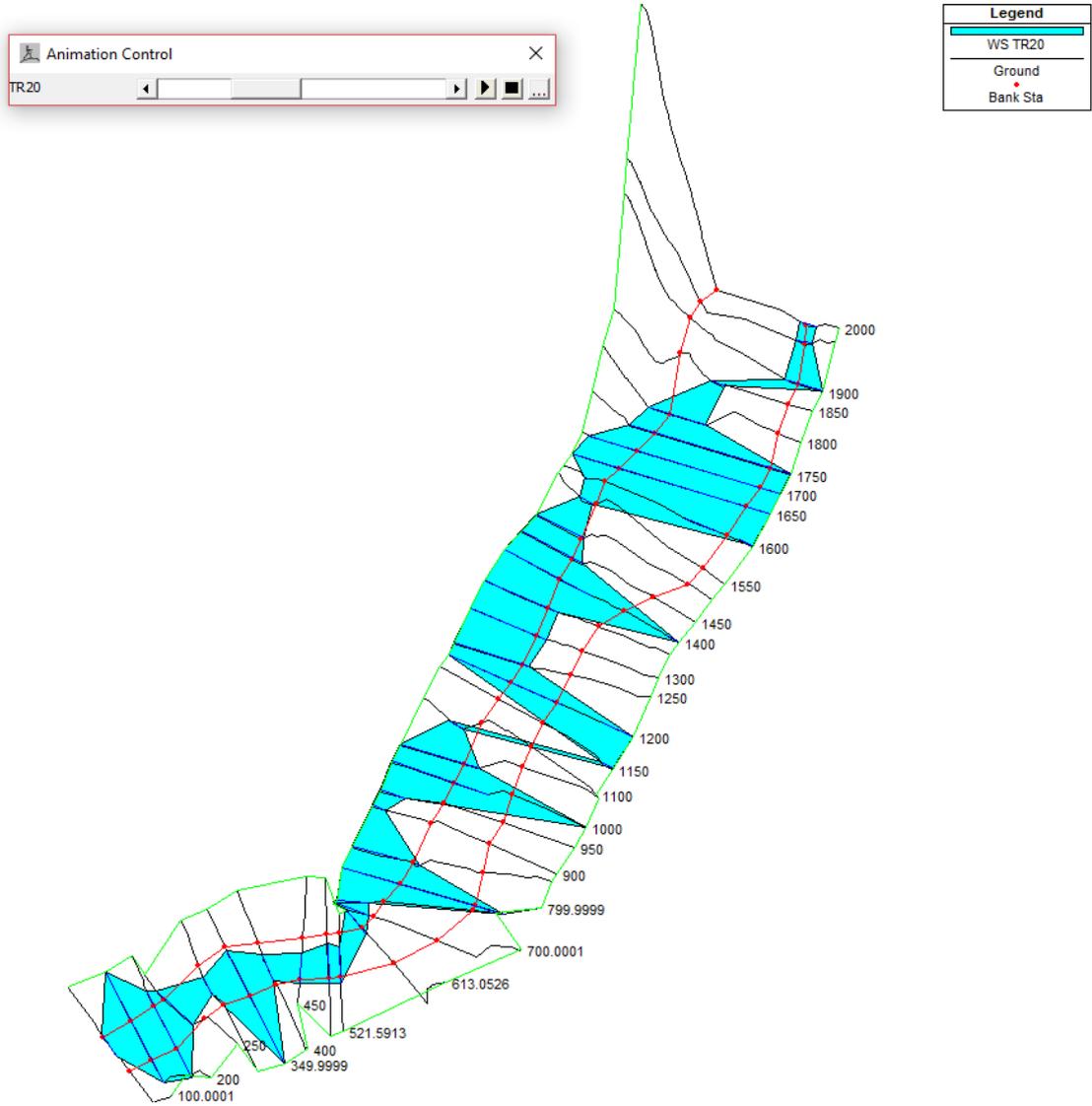


Figura: 82 Simulación de inundación en Hec-Ras - periodo de retorno 20 años

Elaboración: Los autores

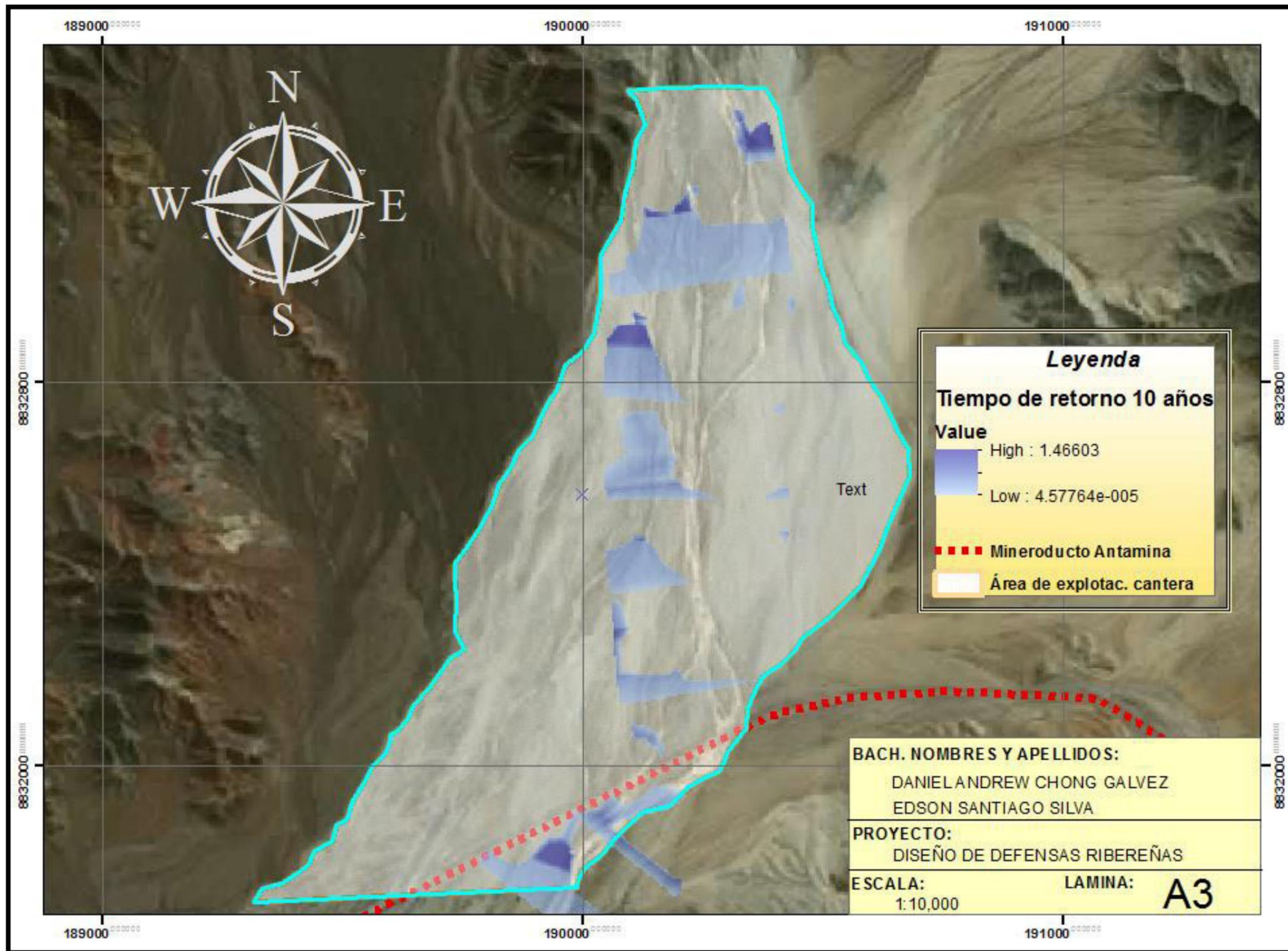


Figura: 83 Área de Inundación Periodo de retorno 10 años

Elaboración: Los autores

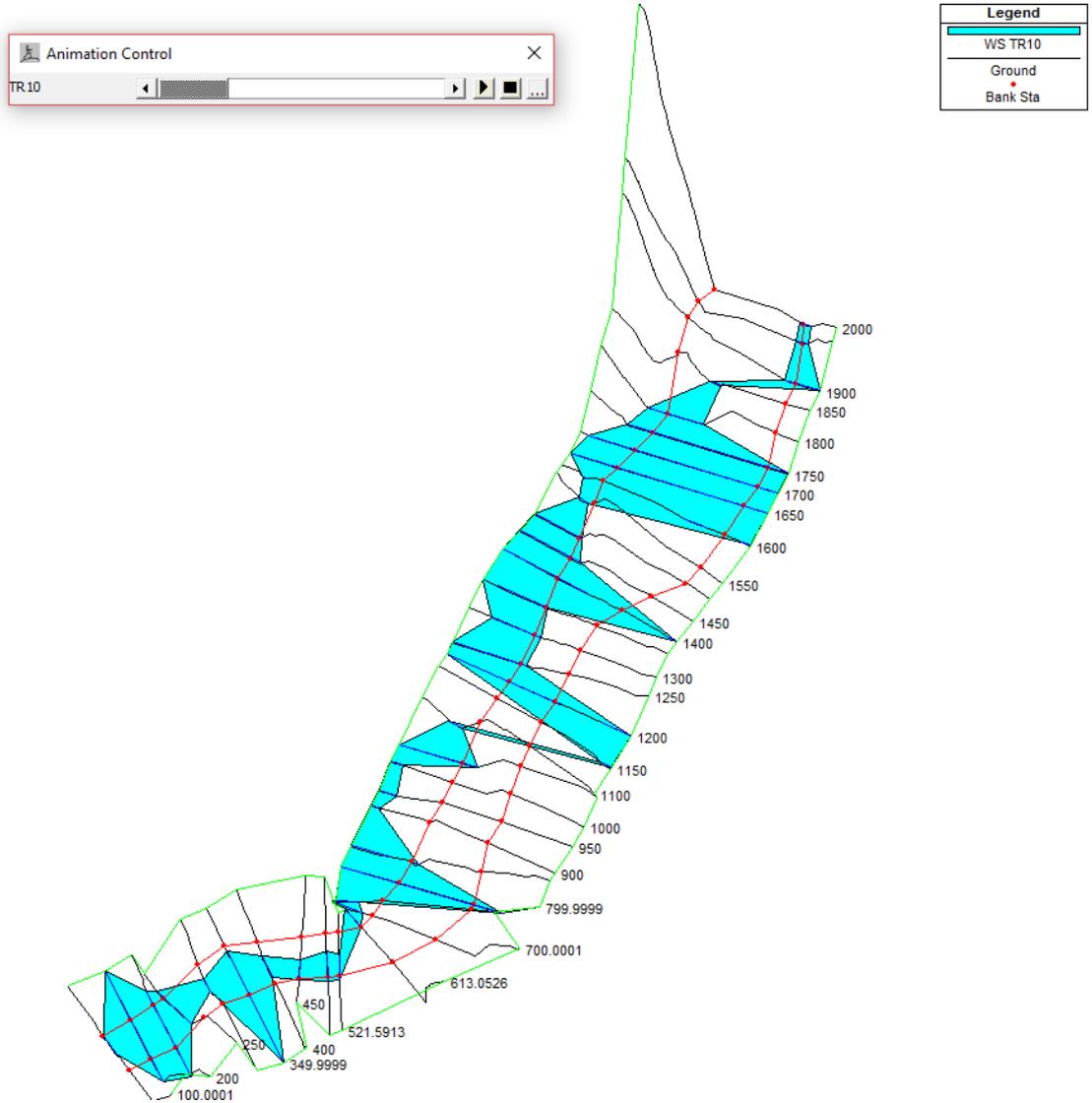


Figura: 84 Simulación de inundación en Hec-Ras - periodo de retorno 10 años

Elaboración: Los autores

6.3 Proceso de diseño de defensa ribereña

Determinación de la sección transversal

Para el ancho del cauce, se consideró el más crítico propuesto por el programa computacional River, luego de haber efectuado cinco análisis, siendo entonces 30m de ancho del encauzamiento.

| Información Inicial | | |
|-------------------------------|------------|------------------------|
| Caudal (Q) | P. Retorno | Pendiente |
| 27 | 100 | 0.02500 |
| Ancho Estable del Cauce (B) | | |
| Recomendación Practica | | 11.26 |
| Metodo de Petits | | 23.07 |
| Metodo de Simons y Henderson | | 15.07 |
| Metodo de Blench y Altunin | | 26.60 |
| Metodo de Manning y Strickler | | 14.57 |
| Sección Teórica del Cauce | | |
| Metodo de Manning | | Plantilla (B) 18.00 |
| Tirante (Y) | Ancho (T) | Talud (Z) |
| 0.47 | 19.87 | 2 |
| Area (A) | Perimetro | B. Libre (Bl) |
| 8.86 | 20.09 | 0.33 |
| Velocidad | Nº Froude | Rugosidad |
| 3.054 | 1.425 | 0.0300 |

Figura: 85 Ancho de cauce crítico

Elaboración: Los autores

Para la obtención de la sección transversal, el software GeoStudio realizó 100 iteraciones para determinar el factor de seguridad más crítico, empleando 12 modelos numéricos cargados para el análisis.

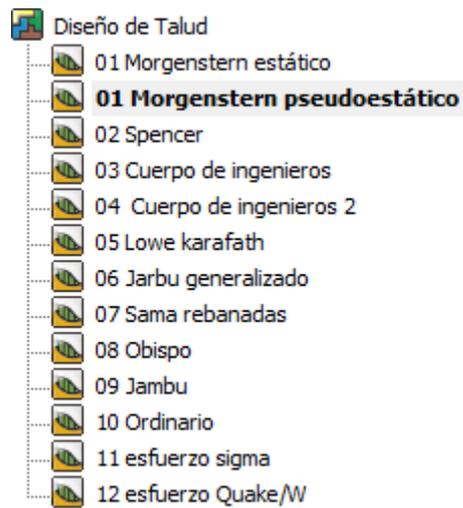


Figura: 86 Modelos numéricos para análisis sísmico

Fuente: Los autores

A continuación, se presenta una tabla del resumen de las iteraciones realizadas para los modelos numéricos propuestos.

Tabla 28 Factores de seguridad críticos a considerar

| Modelo Numérico | Factor de seguridad sísmico |
|---------------------------------|-----------------------------|
| Morgenstern | 1.82 |
| Spencer | 1.99 |
| Cuerpo de ingenieros | 1.52 |
| Cuerpo de ingenieros modificado | 1.61 |
| Lowe karafath | 1.51 |
| Jarbu generalizado | >2 |
| Sama rebanadas | 1.67 |
| Obispo | 1.66 |
| Jambu | 1.5 |
| Ordinario | 1.56 |
| Esfuerzo sigma | >2 |
| Esfuerzo quake | >2 |

Fuente: Los autores

Para el análisis de estabilidad, se emplea el equilibrio límite desde para dos ejes, teniendo un análisis en dos dimensiones, la sección transversal más crítica que se determinó en el apartado de simulación hidráulica fue en la progresiva 2+000 Km, en donde las fuerzas de corte alcanzan hasta 27 KN/m², siendo dicha sección la de mayor importancia dimensionar una sección que resista ser sometida a cargas adicionales a las encontradas y verificar su seguridad.

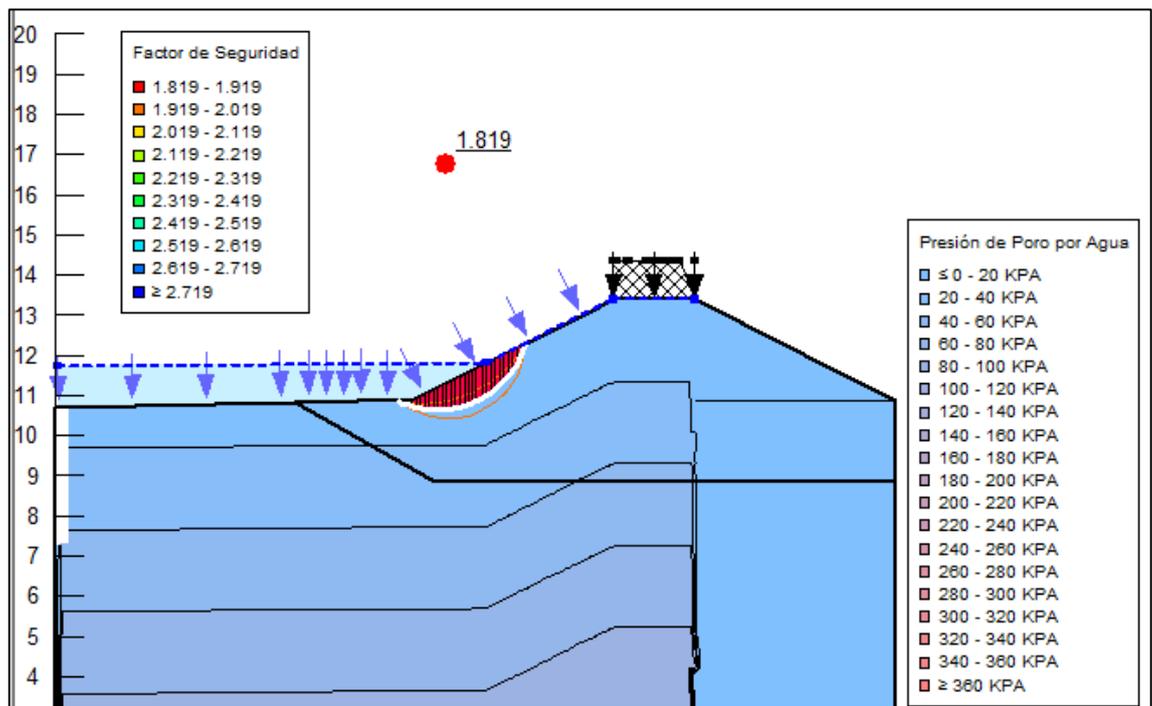


Figura: 87 Factor de seguridad Morgenstern

Elaboración: Los autores

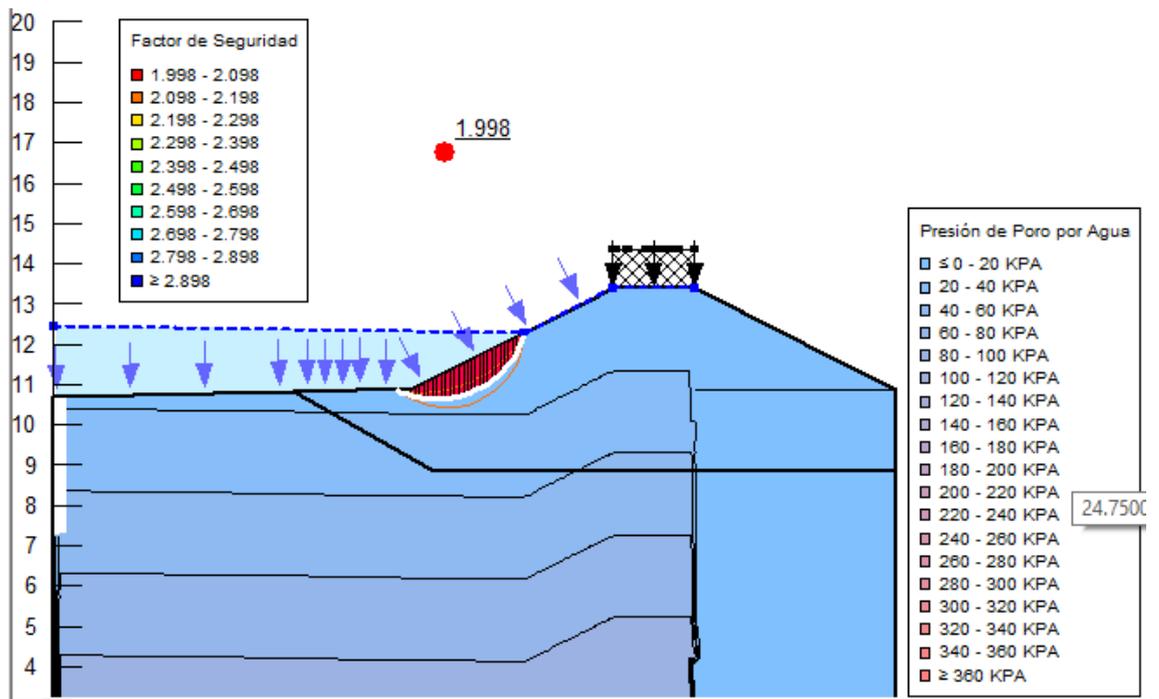


Figura: 88 Factor de seguridad Spencer

Elaboración: Los autores

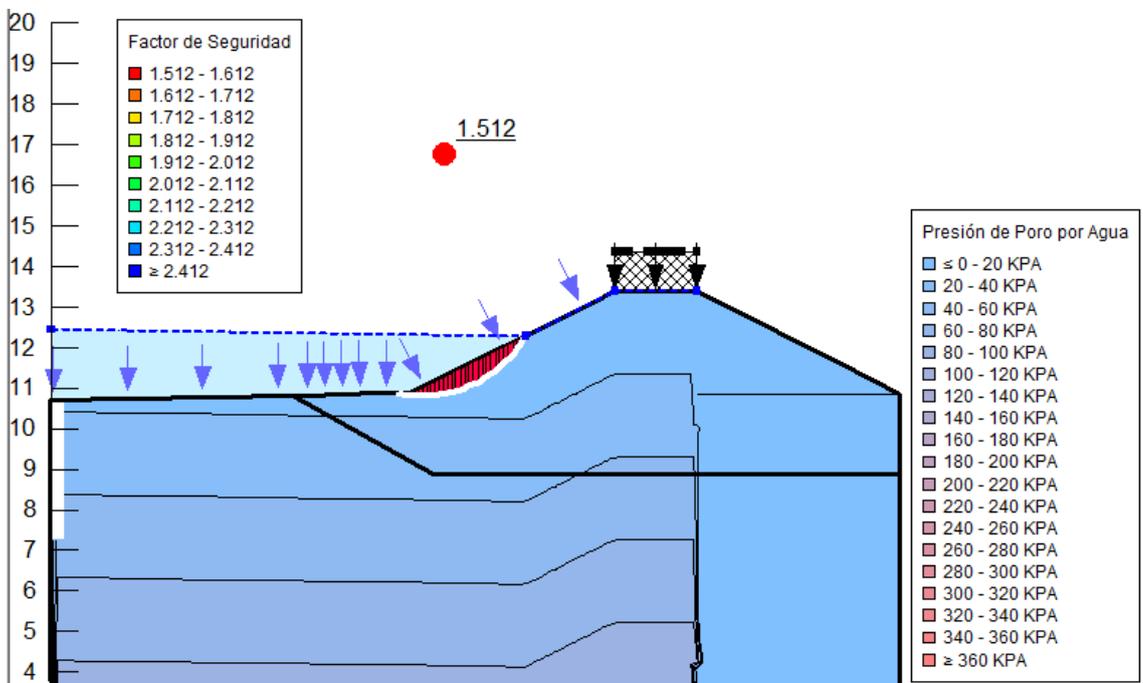


Figura: 89 Factor de seguridad Lowe Karafath

Elaboración: Los autores

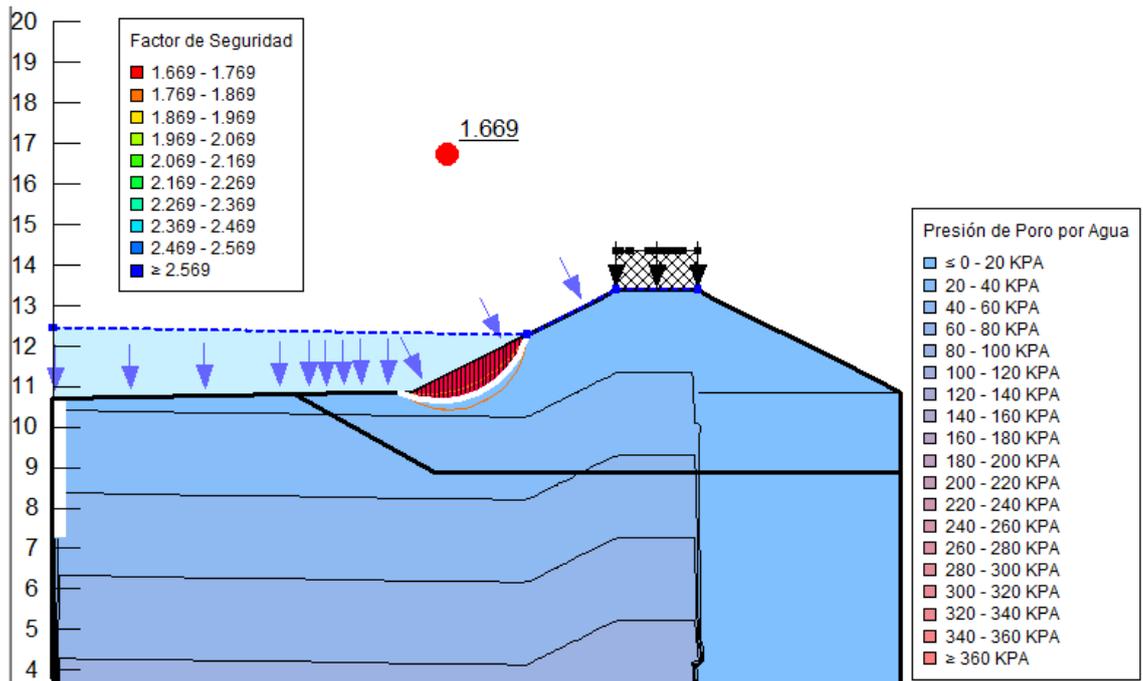


Figura: 90 Factor de seguridad Sama rebanadas

Elaboración: Los autores

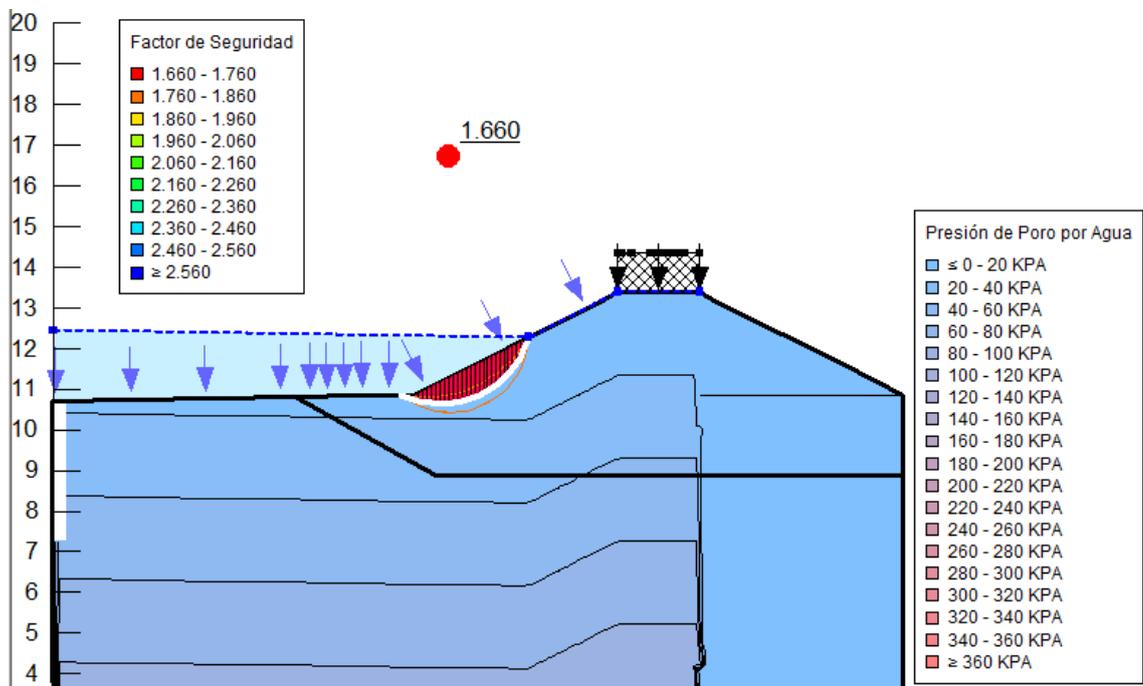


Figura: 91 Factor de seguridad Obispo

Elaboración: Los autores

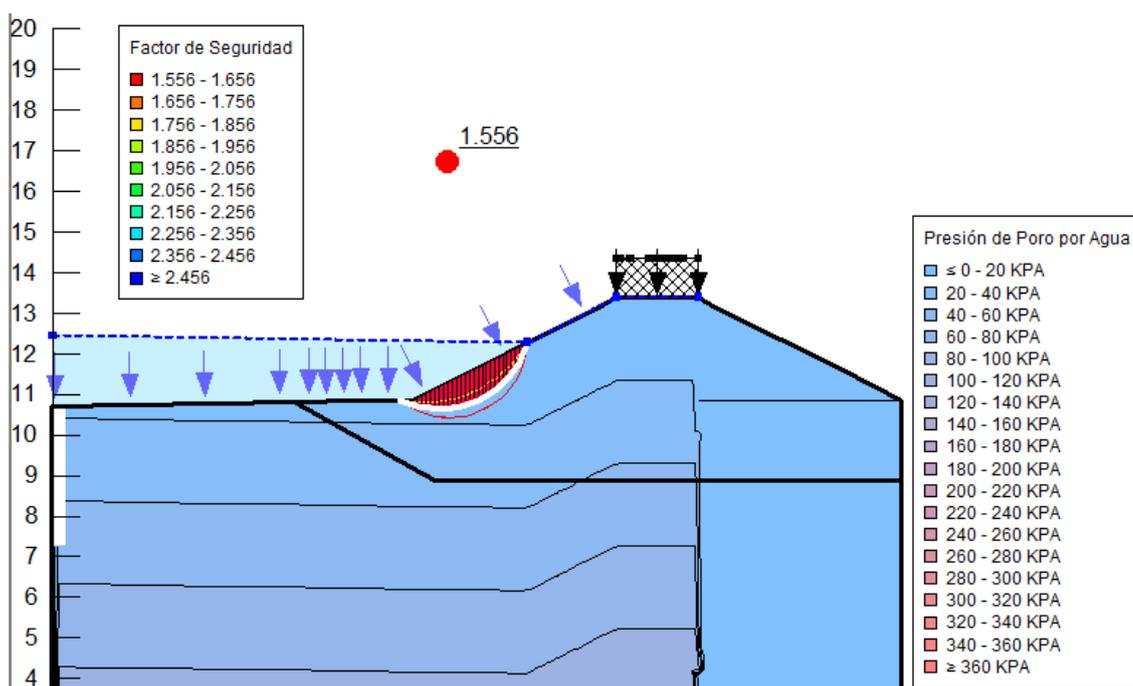


Figura: 92 Factor de seguridad Ordinario

Elaboración: Los autores

La línea piezométrica se incluyó considerando el tirante más crítico de 0.55 multiplicado por un factor de seguridad de 2, motivo por el cual se considera un tirante de 1.10m y cargas en el dique para efectos de precipitación, considerando toda la estructura afectará por una precipitación que humedezca toda la estructura.

Se modelaron tres capas de suelos siendo estas el terreno natural, suelo de cimentación y el propio terraplén. Tomando en cuenta pesos específicos diferentes.

El modelamiento numérico para las 12 simulaciones permitió presentar el comportamiento sísmico y la estabilidad del talud; así mismo a propósito de diseño se consideraron las cargas durante el proceso constructivo, que son maquinarias entre otros.

Para los cálculos realizados en el software GeoStudio, se consideró el criterio de ruptura Mohr Coulumb, este permite conocer el momento de

ruptura y la magnitud de deformaciones mediante iteraciones antes de la ruptura.

La función utilizada en el estudio fue la medio seno, considerando movimiento de derecha a izquierda para el análisis de entra y salida; además se incluyó la aceleración sísmica de 0.30s recomendada en la norma E 030 por pertenecer a la zona sísmica IV.

En la modelación sísmica, se mantuvo el ángulo del talud menor al ángulo de fricción o reposo hallado en nuestro ensayo de consolidación de suelos de 30.4 grados.

Dentro del programa GeoStudio, se definieron los materiales presentes. La parte inferior se definió como el material natural con un peso específico de 22 KN/m³; además la parte superior definida como suelo estabilizado de 28 KN/m³, cohesión 5 KPa y 30.4° de ángulo de fricción Este estrato último presenta una altura de 2.5 m.

6.4 Discusión

Se presentaron los resultados obtenidos en contraste con otras investigaciones. Para brindar un esquema ordenado la discusión será realizada en el mismo orden de los antecedentes de la investigación.

En la presente tesis demostró que al realizar los análisis estructurales, estos influyen en el óptimo desempeño del dique, cumpliendo con los factores determinantes en la estabilidad estructural. En primer lugar Huarcaya S. realiza un estudio de diseño de defensas ribereñas con una protección enrocado, comparando el uso de gaviones y de diques con enrocado, En dicha investigación se encontró que es económico construir una estructura de encauzamiento de tipo gavión ya que también es superior con respecto a las características soportando cargas de compresión y

deformarse sin perder sus características; en el análisis estructural considera los factores de seguridad al deslizamiento y volteo.

Comparado con nuestra tesis, coincidimos con los análisis de volteo y deslizamiento, el cual nos resulta estable en ambos casos para un diseño preliminar; no obstante consideramos que se debe someter la estructura a análisis Pseudoestático con cargas sísmicas garantizando un factor de seguridad mayor a 1, además de considerar cargas externas durante el proceso constructivo y determinar un diseño geométrico definitivo con un mejor desempeño estructural. Consideramos un factor de seguridad de 1.82 con el método de Morgenstern.

En segundo lugar, Achic C. concluye que el diseño de gaviones resulta ser mejor opción con respecto a un diseño de dique con enrocado ya que en sus análisis de estabilidad se acepta la seguridad al deslizamiento y volteo.

Este estudio comparado con nuestra tesis, coincidimos con los análisis de volteo y deslizamiento, que resulta estable en ambos casos para un diseño preliminar; no obstante, se deben considerar las fuerzas cortantes o de cizalladura ya que es un esfuerzo que tienen características erosivas y destructivas, al incluir dicha fuerza cortante en los análisis de cuerpo libre la resultante se aumenta considerándose mejor opción un enrocado teniendo así un mejor desempeño estructural, garantizando un factor de seguridad de 1.82 con el método de Morgenstern.

En tercer lugar, Flores A. realiza un estudio de diseño de defensas ribereñas de gaviones y un análisis con una protección enrocado, En dicha investigación, se encontró que es económico construir una estructura de encauzamiento de tipo gavión ya que presenta mayores ventajas en el proceso constructivo.

Este estudio comparado con nuestra tesis, coincidimos y resaltamos que el método que utilizó en el análisis estructural aplicando el método de Bishop, este no considera un equilibrio de fuerzas, sino de una fuerza resultante que es determinante para que se produzca la falla a deslizamiento, mientras que el método de análisis estructural de Morgenstern utilizado en la presente tesis, considera un equilibrio de fuerzas y la cortante entre paredes de la sección de la rebanada a deslizarse.

Finalmente, Mendoza L. realiza un análisis de estabilidad de taludes de gran altura, en dicha investigación concluye que se debe considerar los diferentes estratos presentes en el talud y tener factores de seguridad más cercanos a la realidad y no basta en considerar un solo estrato cuya características son las menores, sino que existe una serie de capas necesarias para un mayor entendimiento de cómo se ejercen las presiones de poros y las cargas que existen en el talud

CONCLUSIONES

1. En la investigación realizada se logró diseñar un dique de tierra cuya sección trapezoidal resulto ser la óptima como elemento de defensa ribereña para el encauzamiento de 1'008,000.0 m³ de agua logrando salvaguardar las hectáreas afectadas en la zona de la Quebrada Lupín, reduciendo la vulnerabilidad en un 90.5% y manteniendo la operatividad de las vías de acceso a la zona de la comunidad Pararín.
2. Se logró determinar los factores que intervienen directamente en la crecida de la quebrada Lupín, estos fueron: precipitación y temperatura para posteriormente procesar los datos de dichos factores brindada por el Servicio Nacional de meteorología e Hidrología (SENAMHI), obteniendo precipitaciones máximas y posteriormente estas últimas ajustándolas al modelo de distribución estadística más óptimo mediante la prueba de CHI CUADRADO utilizando el programa HYFRAN a diferentes períodos de retorno 10, 20, 50, 100 años.
3. Se aplicó la simulación hidráulica con la ayuda del software Arcgis 10.5 (con extensión Hec-Georas), el cual realiza el seccionamiento transversal del cauce para exportar la data al software Hec-Ras en donde utilizando los datos del coeficiente de Manning, coeficiente de contracción, caudales y régimen de flujo se determina las áreas y tirantes inundables a diferentes periodos de retorno 10, 20, 50 y 100 años, siendo estas áreas de futuro cultivo en color verde y áreas de explotación de cantera de naranja que son 52.6 Ha y 598 Ha respectivamente.



4. Se hizo un análisis estructural del dique con el caudal crítico (100 años de periodo de retorno) mediante el uso del software Geo-estudio v12, en el cual se consideraron los datos de granulometría, peso específico, cohesión del suelo, aceleración sísmica, fuerza normal y fuerza cortante crítica (ubicada en la progresiva 1+896 KM – Inicio del dique aguas arriba), solo esta última determinada con el programa HEC-RAS. Finalmente, la estructura propuesta cumple con los factores de seguridad estáticos y pseudoestáticos 2.2 y 1.58 respectivamente siendo estable en ambos casos.
5. Se logró reducir el área vulnerable frente a inundación en un 90% beneficiando la comunidad Pararín con un total de habitantes de 55 cuya actividad económica es la explotación de cantera (minera), además se logra encauzar la quebrada permitiendo el tránsito en la vía de acceso a la zona agrícola de Huaricanga ubicada a 12 Km de la zona de estudio y se logra la proteger el mineroducto.
6. Se consiguió formular un modelo hidrológico mediante el uso del programa HEC-HMS utilizando el método de Soil Conservation Service (SCS), que consiste en transformar la precipitación total en precipitación neta y posteriormente convertirla en escorrentía directa mediante los datos calculados de abstracciones iniciales, Curva Número (CN), área de la cuenca, longitud de río principal y pendiente

del cauce principal. Finalmente, se obtuvo caudales de 4.0, 9.7, 22.7 y 26.7 m³/s a diferentes periodos de retorno 10, 20, 50 y 100 años respectivamente.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la instalación de una estación pluviométrica en la zona de estudio de la quebrada Lupín, de la cual se obtenga una mejor calibración del caudal de diseño, el cual consiste en determinar un porcentaje error del caudal observado entre el caudal simulado.
2. Es pertinente la elaboración de un plan de emergencia o de evacuación en el cual se prevea una inundación o desborde del flujo del río seco, que permita salvaguardar la vida de los propietarios de las canteras y cuidar las áreas de futuro cultivo.
3. Se sugiere un seccionamiento transversal a menor distancia del propuesto en la tesis que permita un análisis más profundo de la altura de desbordes, área de inundación, velocidades y una mejor determinación de volúmenes de corte y relleno para futuros proyectos en la zona.
4. Una alternativa puede ser realizar un estudio de arrastre de fondo y sedimentos que permita hallar una fuerza cortante de mayor magnitud y así diseñar un dique de mayor dimensionamiento y seguridad.
5. Es necesario un ensayo de fuerzas no drenadas que permita hallar un análisis más exacto en la simulación estática y Pseudoestático y así obtener un factor de seguridad de mayor estabilidad

6. Asimismo, se recomienda un levantamiento topográfico mediante el uso de una estación total maniobrada por un profesional calificado a cargo. Así como también, el uso de drones o vuelos aéreos que nos permitan una mayor resolución del modelo digital del terreno conocido en inglés como *Digital Elevation Model* (DEM) utilizado en el software Arcgis 10.3 , para obtener curvas de nivel de mayor precisión del terreno y así poder realizar una modelación más exacta.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Bibliográficas:

Alonso, E. (2005). *Estabilidad de taludes*. Cataluña: Universidad Politécnica de Cataluña.

Bobée, B., & Robitaille, R. (1975). Correction of bias in the estimation of the coefficient of skewness. En *Water Resources Research* (págs. 851-854).

Braja, D. (2001). Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. En *Resistencia Cortante del Suelo* (J. León Cardenas, Trad., Cuarta ed., págs. 207-242). California: International Thomson Editores. Recuperado el Abril de 2018

Chow, V., Maidmen, D., & Mays, L. (2000). *Hidrología Aplicada* (Primera ed.). (McGRAW-HILL, Ed., & M. E. R., Trad.) Bogotá, Colombia: Editorial Nomos S.A. Recuperado el 4 de Marzo de 2018

Comunidad Andina. (2008). Recuperado el 8 de Marzo de 2018, de <http://www.comunidadandina.org/predecan/doc/r2/osso/Cons025-2006-CorporacionOSSO-Articulo-Peru.pdf>.

Duque Escobar, G. (2014). *Manual de geología para ingenieros*. Manizales, Colombia: Galeon. Recuperado el Abril de 2018, de <http://www.galeon.com/manualgeo/>

Gerscovich, D. (2016). *Estabilidad de Taludes* (Segunda ed.). São Paulo: Oficina de Textos. Recuperado el Abril de 2018, de <https://www.ofitexto.com.br/livro/estabilidade-de-taludes-2a-edicao/>

González de Vallejo, L., & Ferrer, M. (2003). Ingeniería Geológica. En L. González de Vallejo, & M. Ferrer, *Ingeniería Geológica* (págs. 118-235). Madrid: Isabel Capella.

Hoek, E. (2000). Rock Mass Properties. En E. Hoek, *Rock engineering* (págs. 161-203). Vancouver, Canadá.

Instituto Nacional de Defensa Civil. (2006). *Manual básico para la estimación del riesgo*. Lima.

Instituto Nacional de Defensa Civil. (2010). Serie Cronológica de Emergencias y Daños a Nivel Nacional 2003-2010. Perú. Recuperado el 12 de Marzo de 2018, de https://www.indeci.gob.pe/estadisticas/2010/2_eme_dan_seg_fen.pdf

Instituto Nacional De Defensa Civil. (2017). *Boletín virtual de la gestión reactiva*. Boletín virtual, Instituto Nacional De Defensa Civil, Dirección de Políticas, Planes y Evaluación.

Jiménez Cleves, G. (2007). *Topografía para ingenieros civiles*. Armenia, Colombia: Universidad Del Quindío. Recuperado el 11 de Abril de 2018, de https://www.researchgate.net/profile/Gonzalo_Jimenez_Cleves

Juarez, B. (2005). *Capacidad Portante de Suelos* (Segunda ed.). México D.F, México: Editorial Limusa S.A. Recuperado el 19 de Marzo de 2018

Mendoza Loaysa, J. A. (2016). *Análisis de Estabilidad de Taludes de Suelos de Gran Altura en la Mlna Antapaccay*. Lima.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2000). *Manual de Ensayo de Materiales EM 2000*. Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (DGCF).

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2008). *Manual de especificaciones técnicas generales para construcción de Carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito* (Vol. II). Lima, Perú. Recuperado el 15 de Abril de 2018

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2013). *Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Lima. Recuperado el Marzo de 2018

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2014). *Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente*. Lima.

Morán, W. C. (1989). *Hidrología para estudiantes de ingeniería civil* (2da ed.). Lima, Perú: Pontificie Universidad Católica del Perú. Recuperado el Marzo de 2018

Morgenstern, N., & Price, V. (1965). El Análisis de Estabilidad de Superficies. En Geotecnia, *Un Método Numérico para Resolver las Ecuaciones* (págs. 79-93).

Oteo M, C. (s.f.). Estructuras de Tierra. En C. Oteo M.

Roger, T., & Wilbert, O. (2016). *Highways in the River Environment Floodplains, Extreme Events, Risk and Resilience*. U.S Department of Transportation Federal Highway Administration. Denver: Kilgore Consulting and Management.

Shields, A. (1936). *Application of Similarity Principles and Turbulence Research to Bed-Load Movement* (Institute of Technology ed.). (Pasadena, Trad.) California.

Suarez Diaz, J. (2009). Análisis de Estabilidad. En Deslizamientos, *Análisis Geotécnico* (págs. 127-172).

Suarez Diaz, J. (2009). Comportamiento Sísmico en Taludes. En Deslizamientos, *Análisis Geotécnico* (págs. 268-306).

Suarez Diaz, J. (2013). *erosion.com.co*. Recuperado el 11 de Abril de 2018, de <http://www.erosion.com.co/deslizamientos-y-estabilidad-detaludes>-
Troncoso, J. (1992). Comportamiento Sísmico de taludes. En *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica Antisísmica* (págs. 75-94). Santiago: Universitaria.

ANEXOS

1. Cálculos Hidrológicos
2. Precipitación máxima sin eliminar datos dudosos
3. Datos meteorológicos de estaciones pluviométricas
4. Cálculo del ajuste de distribución de probabilidad con el software Hyfran
5. Precipitación media (10,20,50 y 100años)
6. Hietograma incrementales y acumulados (10,20,50 y 100años)
7. Serie cronológica de emergencias a nivel nacional según fenómenos (Años 2003-2010)
8. Análisis de fuerza cortante para periodo de 100 años
9. Ensayos granulométricos
10. Ensayos de análisis sísmicos con el programa Geo-estudio
11. Datos poblacionales
12. Mapa de susceptibilidad
13. Planificación del proyecto
14. Presupuesto total
15. Plano de Sección transversal
16. Plano de Sección Longitudinal
17. Plano de Cálculo de volúmenes
18. Registro Fotográfico

CÁLCULO HIDROLÓGICOS

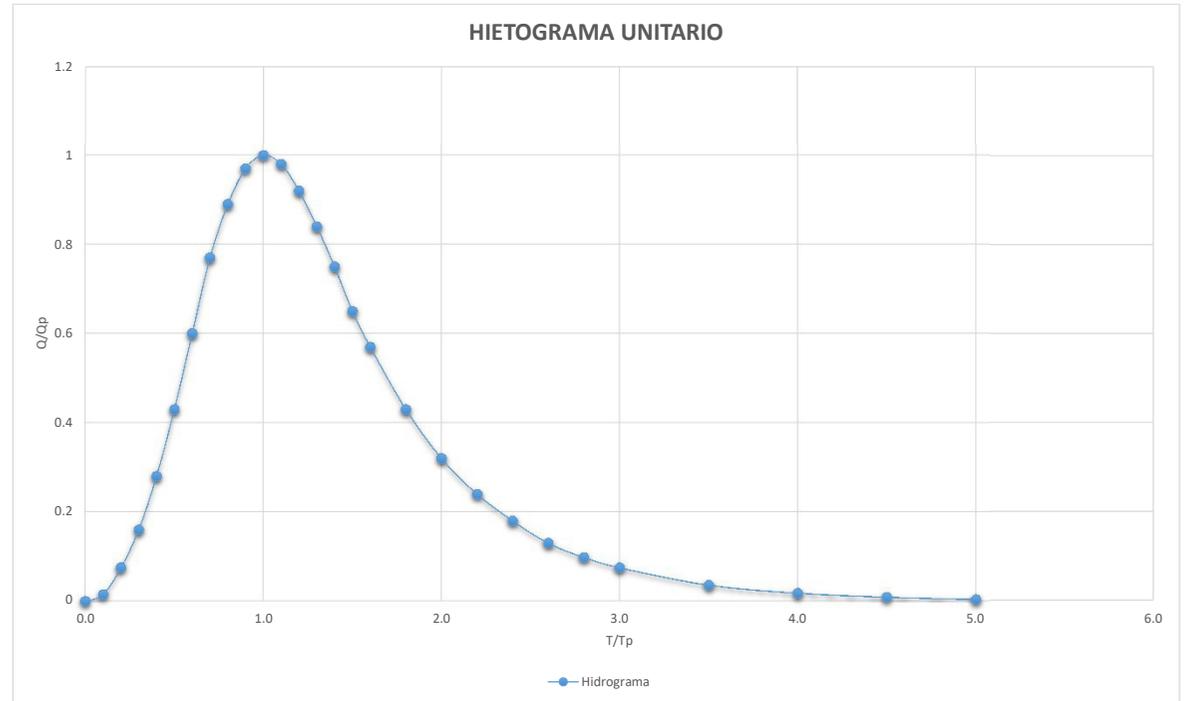
| T/Tp | Q/Qp |
|------|-------|
| 0.0 | 0 |
| 0.1 | 0.015 |
| 0.2 | 0.075 |
| 0.3 | 0.16 |
| 0.4 | 0.28 |
| 0.5 | 0.43 |
| 0.6 | 0.6 |
| 0.7 | 0.77 |
| 0.8 | 0.89 |
| 0.9 | 0.97 |
| 1.0 | 1 |
| 1.1 | 0.98 |
| 1.2 | 0.92 |
| 1.3 | 0.84 |
| 1.4 | 0.75 |
| 1.5 | 0.65 |
| 1.6 | 0.57 |
| 1.8 | 0.43 |
| 2.0 | 0.32 |
| 2.2 | 0.24 |
| 2.4 | 0.18 |
| 2.6 | 0.13 |
| 2.8 | 0.098 |
| 3.0 | 0.075 |
| 3.5 | 0.036 |
| 4.0 | 0.018 |
| 4.5 | 0.009 |
| 5.0 | 0.004 |

| | |
|-------------|---------------------|
| area cuenca | 216 km ² |
| long | 32334.31 m |
| pendiente | 0.0235 m/m |

Resumen de precip. Medias(mm):

| | |
|---------------------------------|-------|
| Precipitación media Tr=10 años | 20.96 |
| Precipitación media Tr=20 años | 23.87 |
| Precipitación media Tr=50 años | 27.6 |
| Precipitación media Tr=100 años | 30.49 |

| SCS | |
|-----------------------------|---------------------|
| Tc=tiempo concentración | 4.087551187 horas |
| Tr=Tiempo de retardo | 147.1518427 minutos |
| de=duracion de lluvia | 4.043538642 horas |
| Tp=Tiempo pico | 149.1736121 horas |
| Tb=Tiempo base | 397.7962988 horas |
| Qp=Caudal pico | 0.301179273 m3/s/mm |
| CN | 90 |
| Ia(abstracciones iniciales) | 5.644444444 mm |

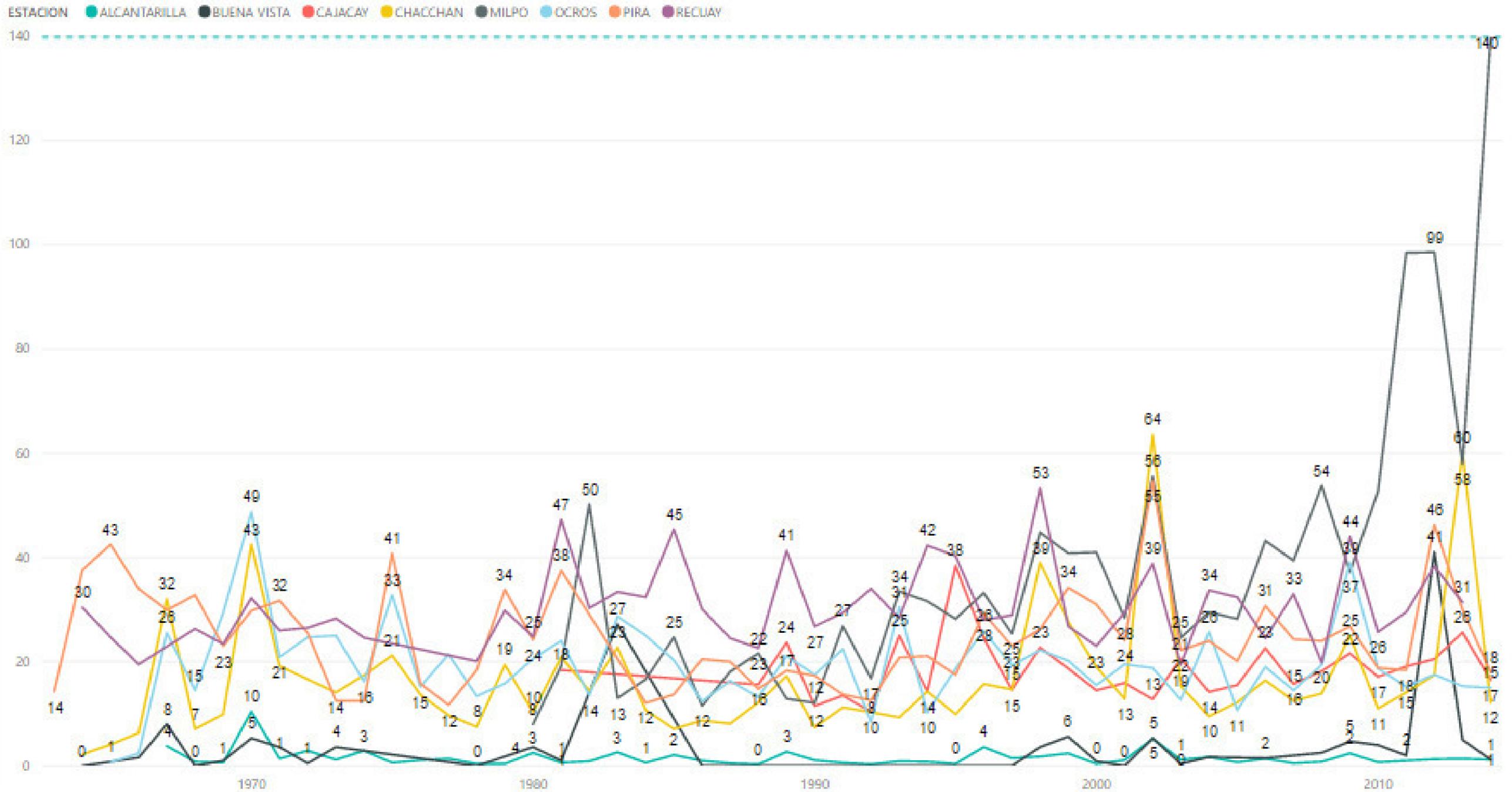


PRECIPITACIÓN MÁXIMA SIN
ELIMINAR DATOS DUDOSOS

| Precipitaciones máximas sin eliminar datos dudosos | | | | | | | | |
|--|--------------|-------------|---------|----------|-------|-------|------|--------|
| año | ALCANTARILLA | BUENA VISTA | CAJACAY | CHACCHAN | MILPO | OCROS | PIRA | RECUAY |
| 1963 | | | | 0 | | | 14.3 | |
| 1964 | | 0.01 | | 2.2 | | | 37.6 | 30.4 |
| 1965 | | 0.8 | | 4.1 | | 0.7 | 42.5 | 24.7 |
| 1966 | | 1.6 | | 6.3 | | 2.4 | 34 | 19.5 |
| 1967 | 3.8 | 8 | | 32 | | 25.5 | 29.9 | 22.9 |
| 1968 | 0.8 | 0.01 | | 7.1 | | 14.5 | 32.8 | 26.3 |
| 1969 | 0.6 | 1 | | 9.9 | | 29.4 | 23 | 23.4 |
| 1970 | 10.4 | 5.3 | | 42.5 | | 48.7 | 29.8 | 32.2 |
| 1971 | 1.4 | 3.6 | | 19.2 | | 20.9 | 31.7 | 26 |
| 1972 | 2.9 | 0.5 | | 16.6 | | 24.7 | 25.5 | 26.5 |
| 1973 | 1.2 | 3.6 | | 14.1 | | 25 | 12.5 | 28.3 |
| 1974 | 2.9 | 0 | | 17.4 | | 16.2 | 12.5 | 24.6 |
| 1975 | 0.6 | 0 | | 21.2 | | 32.8 | 40.8 | 0 |
| 1976 | 1.1 | 0 | | 13.7 | | 15.2 | 15.8 | 0 |
| 1977 | 1.4 | 0 | | 9.7 | | 21.4 | 11.7 | 0 |
| 1978 | 0.4 | 0.01 | | 7.5 | | 13.4 | 18.4 | 20.1 |
| 1979 | 0.4 | 0 | | 19.4 | | 15.8 | 33.8 | 29.8 |
| 1980 | 2.5 | 3.6 | 0 | 10.3 | 8 | 20.6 | 24.2 | 24.8 |
| 1981 | 0.6 | 1 | 18.4 | 20.9 | 19.2 | 24 | 37.5 | 47.3 |
| 1982 | 0.9 | 0 | 0 | 14.4 | 50.2 | 13.5 | 0 | 30.3 |
| 1983 | 2.6 | 27.2 | 0 | 22.7 | 13 | 28.7 | 0 | 33.4 |
| 1984 | 0.6 | 0 | 0 | 10.7 | 16.6 | 25 | 12.1 | 32.4 |
| 1985 | 2.1 | 0 | 0 | 7.1 | 24.7 | 20.3 | 13.7 | 45.4 |
| 1986 | 1 | 0.01 | 0 | 8.7 | 11.5 | 12.4 | 20.5 | 30.1 |
| 1987 | 0.5 | 0 | 0 | 8.1 | 18.1 | 16.3 | 20 | 24.5 |
| 1988 | 0.3 | 0 | 15.6 | 12.2 | 21.6 | 13.2 | 14.8 | 22.6 |
| 1989 | 2.7 | 0 | 23.7 | 17.2 | 12.9 | 21.1 | 18.3 | 41.3 |
| 1990 | 1.1 | 0.01 | 11.5 | 7.4 | 12.1 | 17.5 | 17.3 | 26.8 |
| 1991 | 0.6 | 0.01 | 13.5 | 11.2 | 26.8 | 22.4 | 13.7 | 29.4 |
| 1992 | 0.3 | 0 | 10.4 | 10.3 | 16.8 | 8.4 | 12.6 | 34 |
| 1993 | 0.9 | 0.01 | 25 | 9.3 | 33.5 | 30.5 | 20.8 | 28.4 |
| 1994 | 0.8 | 0.01 | 14.3 | 14.3 | 31.6 | 10.2 | 21.1 | 42.3 |
| 1995 | 0.4 | 0.01 | 38.4 | 9.9 | 28.2 | 18.7 | 17.5 | 40.3 |
| 1996 | 3.6 | 0.01 | 24.5 | 15.7 | 33.2 | 25.9 | 29.3 | 28 |
| 1997 | 1.5 | 0.01 | 14.6 | 14.7 | 25.4 | 19.3 | 23 | 28.9 |
| 1998 | 1.8 | 3.6 | 22.7 | 39 | 44.8 | 22.2 | 26.2 | 53.3 |
| 1999 | 2.4 | 5.6 | 18.7 | 27.7 | 40.8 | 20.2 | 34.2 | 26.8 |
| 2000 | 0.4 | 0.9 | 14.5 | 19 | 41 | 15.5 | 31 | 23 |
| 2001 | 1.1 | 0.01 | 15.9 | 12.9 | 28.4 | 19.5 | 24.1 | 29.4 |
| 2002 | 5.2 | 5.3 | 12.8 | 63.6 | 55.6 | 18.8 | 54.7 | 38.8 |
| 2003 | 1.2 | 0.4 | 20.6 | 15.3 | 24.6 | 12.7 | 22.2 | 19.4 |
| 2004 | 1.7 | 1.7 | 14.2 | 9.5 | 29.5 | 25.7 | 24 | 33.7 |
| 2005 | 0.7 | 0 | 15.5 | 12.2 | 28.2 | 10.7 | 20.1 | 32.4 |
| 2006 | 1.4 | 1.5 | 22.6 | 16.4 | 43.2 | 19 | 30.7 | 24.5 |
| 2007 | 0.5 | 0 | 15.7 | 12.5 | 39.4 | 14.5 | 24.3 | 33 |
| 2008 | 0.8 | 2.5 | 18.2 | 13.9 | 53.8 | 19.4 | 24 | 19.8 |
| 2009 | 2.4 | 4.7 | 21.6 | 25 | 37.2 | 39 | 26.8 | 44 |
| 2010 | 0.7 | 4 | 17.1 | 11 | 52.7 | 18.7 | 18.8 | 25.7 |
| 2011 | 1 | 2 | 19.1 | 14.1 | 98.5 | 15.2 | 18.4 | 29.5 |
| 2012 | 1.3 | 41 | 20.5 | 17.4 | 98.6 | 17.5 | 46.3 | 38.3 |
| 2013 | 1.4 | 5 | 25.6 | 60.2 | 58 | 15.3 | 30 | 31.4 |
| 2014 | 1.2 | 1.2 | 16.5 | 12.1 | 139.9 | 15 | 18 | |

DATOS METEOROLÓGICOS DE
ESTACIONES
PLUVIOMÉTRICAS

Datos meteorológicos históricos



CÁLCULO DEL AJUSTE DE
DISTRIBUCIÓN DE
PROBABILIDAD CON EL
SOFTWARE HYFRAN

CALCULO DEL AJUSTE DE DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD CON EL SOFTWARE HYFRAN

| ESTACION 1: ALCANTARILLA | | | |
|--|-------------|----------------|---------|
| PRUEBA CHI CUADRADO | % ACEPTADO: | X ² | valor-p |
| Exponencial | 5% | 3.75 | 0.7105 |
| Pareto (Método de momentos ponderados) | NO ACEPTA | 18.75 | 0.0046 |
| GEV (Máxima Verosimilitud ajustada) | 5% | 3.75 | 0.5859 |
| Gumbel (Máxima Verosimilitud ajustada) | 5% | 3.75 | 0.7105 |
| Weibul (Máxima verosimilitud) | 5% | 7.13 | 0.3094 |
| Halphen (Gamma) | 5% | 3.38 | 0.7605 |
| Normal | 5% | 5.63 | 0.4665 |
| Log Normal | 5% | 3.75 | 0.7105 |
| Log Normal 3 (Máxima verosimilitud) | 5% | 3.75 | 0.5859 |
| Gamma (Máxima verosimilitud) | 5% | 3.38 | 0.7605 |
| Pearson tipo III | NO CONVERGE | | |
| Log pearson III (Método SAM) | 5% | 3.75 | 0.5859 |
| Log Pearson III (Método de momentos (BOB)) | 5% | 6.38 | 0.2714 |
| Log Pearson III WRC | 5% | 3.75 | 0.5859 |

| ESTACION 2: OCROS | | | |
|--|-------------|----------------|---------|
| PRUEBA CHI CUADRADO | % ACEPTADO: | X ² | valor-p |
| Exponencial | NO ACEPTA | 53.68 | 0 |
| Pareto (Método de momentos ponderados) | NO ACEPTA | 34.96 | 0 |
| GEV (Máxima Verosimilitud ajustada) | 5% | 6.16 | 0.291 |
| Gumbel (Máxima Verosimilitud ajustada) | 5% | 9.4 | 0.1523 |
| Weibul (Máxima verosimilitud) | 5% | 9.76 | 0.1351 |
| Halphen (Gamma) | 1% | 13 | 0.043 |
| Normal | 5% | 10.48 | 0.1058 |
| Log Normal | NO ACEPTA | 22.72 | 0.0009 |
| Log Normal 3 (Máxima verosimilitud) | 5% | 5.8 | 0.3262 |
| Gamma (Máxima verosimilitud) | 5% | 13 | 0.043 |
| Pearson tipo III | 5% | 7.6 | 0.1797 |
| Log pearson III (Método SAM) | 5% | 2.57 | 0.6326 |
| Log Pearson III (Método de momentos (BOB)) | 5% | 4 | 0.5494 |
| Log Pearson III WRC | 5% | 3.42 | 0.4882 |

| ESTACION 3: MILPO | | | |
|--|-------------|----------------|---------|
| PRUEBA CHI CUADRADO | % ACEPTADO: | X ² | valor-p |
| Exponencial | 5% | 9.11 | 0.1046 |
| Pareto (Método de momentos ponderados) | 1% | 13.23 | 0.0213 |
| GEV (Máxima Verosimilitud ajustada) | 5% | 2.26 | 0.6886 |
| Gumbel (Máxima Verosimilitud ajustada) | 5% | 1.8 | 0.8761 |
| Weibul (Máxima verosimilitud) | 5% | 3.17 | 0.6736 |
| Halphen (Gamma) | 5% | 1.8 | 0.8761 |
| Normal | 5% | 2.71 | 0.7439 |
| Log Normal | 5% | 4.54 | 0.4742 |
| Log Normal 3 (Máxima verosimilitud) | 5% | 1.8 | 0.7725 |
| Gamma (Máxima verosimilitud) | 5% | 1.8 | 0.8761 |
| Pearson tipo III | 5% | 1.8 | 0.7725 |
| Log pearson III (Método SAM) | 5% | 2,71 | 0.61 |
| Log Pearson III (Método de momentos (BOB)) | 5% | 3.17 | 0.5296 |
| Log Pearson III WRC | 5% | 1,80 | 0.77 |

| ESTACION 4: CAJACAY | | | |
|--|-------------|----------------|---------|
| PRUEBA CHI CUADRADO | % ACEPTADO: | X ² | valor-p |
| Exponencial | NO ACEPTA | 42.8 | 0 |
| Pareto (Método de momentos ponderados) | NO ACEPTA | 23.3 | 0.0001 |
| GEV (Máxima Verosimilitud ajustada) | 5% | 6.87 | 0.0763 |
| Gumbel (Máxima Verosimilitud ajustada) | 1% | 11.53 | 0.0212 |
| Weibul (Máxima verosimilitud) | 5% | 4.53 | 0.3386 |
| Halphen (Gamma) | 5% | 4.53 | 0.2093 |
| Normal | 5% | 2.67 | 0.6151 |
| Log Normal | NO ACEPTA | 19.47 | 0 |
| Log Normal 3 (Máxima verosimilitud) | NO CONVERGE | | |
| Gamma (Máxima verosimilitud) | 1% | 11.53 | 0.0212 |
| Pearson tipo III | NO ACEPTA | 180 | 0 |
| Log pearson III (Método SAM) | NO ACEPTA | 13.4 | 0.0038 |
| Log Pearson III (Método de momentos (BOB)) | 1% | 10.6 | 0.0141 |
| Log Pearson III WRC | NO ACEPTA | 180 | 0 |

| ESTACION 5: CHACCHAN | | | |
|--|-------------|----------------|---------|
| PRUEBA CHI CUADRADO | % ACEPTADO: | X ² | valor-p |
| Exponencial | NO ACEPTA | 22.94 | 0.0008 |
| Pareto (Método de momentos ponderados) | NO ACEPTA | 30 | 0 |
| GEV (Máxima Verosimilitud ajustada) | 5% | 4.59 | 0.4682 |
| Gumbel (Máxima Verosimilitud ajustada) | 5% | 9.18 | 0.1639 |
| Weibul (Máxima verosimilitud) | 5% | 12.71 | 0.048 |
| Halphen (Gamma) | 5% | 9.88 | 0.1297 |
| Normal | NO ACEPTA | 28.94 | 0.0001 |
| Log Normal | 5% | 4.59 | 0.5976 |
| Log Normal 3 (Máxima verosimilitud) | 5% | 4.94 | 0.4231 |
| Gamma (Máxima verosimilitud) | 5% | 4.88 | 0.1293 |
| Pearson tipo III | 1% | 14.82 | 0.0111 |
| Log pearson III (Método SAM) | 5% | 5.29 | 0.381 |
| Log Pearson III (Método de momentos (BOB)) | 5% | 7.06 | 0.2163 |
| Log Pearson III WRC | 5% | 5.29 | 0.381 |

| ESTACION 6 : BUENA VISTA | | | |
|--|-------------|----------------|---------|
| PRUEBA CHI CUADRADO | % ACEPTADO: | X ² | valor-p |
| Exponencial | NO ACEPTA | 18.14 | 0.0028 |
| Pareto (Método de momentos ponderados) | NO ACEPTA | 18.14 | 0.0028 |
| GEV (Máxima Verosimilitud ajustada) | NO ACEPTA | 23.32 | 0.0001 |
| Gumbel (Máxima Verosimilitud ajustada) | NO ACEPTA | 22.03 | 0.0005 |
| Weibul (Máxima verosimilitud) | NO CONVERGE | | |
| Halphen (Gamma) | NO ACEPTA | 24.19 | 0.0002 |
| Normal | NO ACEPTA | 26.35 | 0.0001 |
| Log Normal | NO ACEPTA | 48.84 | 0 |
| Log Normal 3 (Máxima verosimilitud) | NO CONVERGE | | |
| Gamma (Máxima verosimilitud) | NO ACEPTA | 24.19 | 0.0002 |
| Pearson tipo III | NO CONVERGE | | |
| Log pearson III (Método SAM) | NO ACEPTA | 35.43 | 0 |
| Log Pearson III (Método de momentos (BOB)) | NO ACEPTA | 19.43 | 0.0006 |
| Log Pearson III WRC | NO ACEPTA | 41.49 | 0 |

| ESTACION 7 : PIRA | | | |
|--|-------------|----------|---------|
| PRUEBA CHI CUADRADO | % ACEPTADO: | χ^2 | valor-p |
| Exponencial | 5% | 6.88 | 0.3321 |
| Pareto (Método de momentos ponderados) | NO ACEPTA | 35.68 | 0 |
| GEV (Máxima Verosimilitud ajustada) | 5% | 4.72 | 0.451 |
| Gumbel (Máxima Verosimilitud ajustada) | 5% | 6.88 | 0.3321 |
| Weibul (Máxima verosimilitud) | 5% | 5.44 | 0.4887 |
| Halphen (Gamma) | 5% | 2.56 | 0.8617 |
| Normal | 5% | 5.44 | 0.4887 |
| Log Normal | 5% | 4.72 | 0.5802 |
| Log Normal 3 (Máxima verosimilitud) | 5% | 5.80 | 0.3262 |
| Gamma (Máxima verosimilitud) | 5% | 2.56 | 0.8617 |
| Pearson tipo III | 5% | 3.64 | 0.6023 |
| Log pearson III (Método SAM) | 5% | 4.72 | 0.451 |
| Log Pearson III (Método de momentos (BOB)) | 5% | 4.36 | 0.4988 |
| Log Pearson III WRC | 5% | 4.72 | 0.451 |

| ESTACION 8 : RECUAY | | | |
|--|-------------|----------|---------|
| PRUEBA CHI CUADRADO | % ACEPTADO: | χ^2 | valor-p |
| Exponencial | 1% | 13.32 | 0.0382 |
| Pareto (Método de momentos ponderados) | NO ACEPTA | 73.06 | 0 |
| GEV (Máxima Verosimilitud ajustada) | 5% | 5.28 | 0.3831 |
| Gumbel (Máxima Verosimilitud ajustada) | 5% | 5.66 | 0.4624 |
| Weibul (Máxima verosimilitud) | 1% | 13.32 | 0.0382 |
| Halphen (Gamma) | 5% | 6.04 | 0.4184 |
| Normal | 1% | 13.32 | 0.0382 |
| Log Normal | 5% | 5.66 | 0.4624 |
| Log Normal 3 (Máxima verosimilitud) | 5% | 6.43 | 0.267 |
| Gamma (Máxima verosimilitud) | 5% | 6.04 | 0.4184 |
| Pearson tipo III | 5% | 4.13 | 0.5312 |
| Log pearson III (Método SAM) | 5% | 6.81 | 0.2353 |
| Log Pearson III (Método de momentos (BOB)) | 5% | 7.96 | 0.1586 |
| Log Pearson III WRC | 5% | 4.51 | 0.4785 |

**PRECIPITACIÓN MEDIA
(10,20,50 Y 100AÑOS)**

Precipitación media a 10 años de periodo de retorno - Método isoyetas

| ID | AREA | MIN | MAX | Pmedia | Area*Pmedia |
|---------------|------------------|------------|-------------|-------------|-------------------|
| 1 | 10709465.1 | 20.5458355 | 21.38134956 | 21.05139943 | 225449228 |
| 2 | 14217738.2 | 21.399847 | 22.03377342 | 21.72635289 | 308899597.1 |
| 3 | 22896097.9 | 22.0522423 | 22.64911842 | 22.37013006 | 512188686.9 |
| 4 | 25850433.1 | 22.6644573 | 23.21349144 | 22.94170851 | 593053100.2 |
| 5 | 24003973.6 | 23.2210541 | 23.75138474 | 23.48808946 | 563807478.3 |
| 6 | 21972868.1 | 23.7636089 | 24.27885437 | 24.01903345 | 527767053.9 |
| 7 | 24927203.3 | 24.2978306 | 24.75638199 | 24.54636074 | 611872124.6 |
| 8 | 24742557.4 | 24.7659283 | 25.17757797 | 24.97209391 | 617873465.9 |
| 9 | 26589016.9 | 25.1880188 | 25.6113472 | 25.40111 | 675390542.2 |
| 10 | 20126408.6 | 25.6182594 | 26.1784935 | 25.82599512 | 519784530.3 |
| TOTAL: | 216035762 | | | | 5156085807 |

Pmedia10años: **20.96 mm**

Precipitación media a 20 años de periodo de retorno - Método isoyetas

| ID | AREA | MIN | MAX | Pmedia | Area*Pmedia |
|---------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|
| 1 | 10709465.13 | 20.54583549 | 21.38134956 | 21.05139943 | 225449228 |
| 2 | 14217738.18 | 21.39984703 | 22.03377342 | 21.72635289 | 308899597.1 |
| 3 | 22896097.86 | 22.05224228 | 22.64911842 | 22.37013006 | 512188686.9 |
| 4 | 25850433.06 | 22.66445732 | 23.21349144 | 22.94170851 | 593053100.2 |
| 5 | 24003973.56 | 23.22105408 | 23.75138474 | 23.48808946 | 563807478.3 |
| 6 | 21972868.1 | 23.76360893 | 24.27885437 | 24.01903345 | 527767053.9 |
| 7 | 24927203.31 | 24.29783058 | 24.75638199 | 24.54636074 | 611872124.6 |
| 8 | 24742557.36 | 24.76592827 | 25.17757797 | 24.97209391 | 617873465.9 |
| 9 | 26589016.86 | 25.1880188 | 25.6113472 | 25.40111 | 675390542.2 |
| 10 | 20126408.6 | 25.61825943 | 26.1784935 | 25.82599512 | 519784530.3 |
| TOTAL: | 216035762 | | | | 5156085807 |

Pmedia20años: 23.86681612 mm

Precipitación media a 10 años de periodo de retorno - Método isoyetas

| ID | AREA | MIN | MAX | Pmedia | Area*Pmedia |
|---------------|------------------|------------|-------------|-------------|-------------------|
| 1 | 9970881.32 | 24.0656281 | 24.95732117 | 24.60519515 | 245335480.8 |
| 2 | 13479154.4 | 24.9835358 | 25.66087341 | 25.33049586 | 341433664.3 |
| 3 | 21972868.1 | 25.677784 | 26.30789948 | 26.01044107 | 571523990.9 |
| 4 | 24003973.6 | 26.3270569 | 26.8657341 | 26.61146293 | 638780852.5 |
| 5 | 23450035.7 | 26.8803101 | 27.40813637 | 27.13692148 | 636361777.8 |
| 6 | 21418930.3 | 27.4220848 | 27.96053314 | 27.68949653 | 593079395 |
| 7 | 24557911.4 | 27.9745045 | 28.45108223 | 28.23770047 | 693458946.5 |
| 8 | 24927203.3 | 28.4581261 | 28.86794853 | 28.66832949 | 714621277.8 |
| 9 | 26958308.8 | 28.8752041 | 29.25915718 | 29.07640917 | 783850816.2 |
| 10 | 25296495.2 | 29.2680855 | 29.79682732 | 29.45456902 | 745097364.1 |
| TOTAL: | 216035762 | | | | 5963543566 |

Pmedia50años: **27.60442767** mm

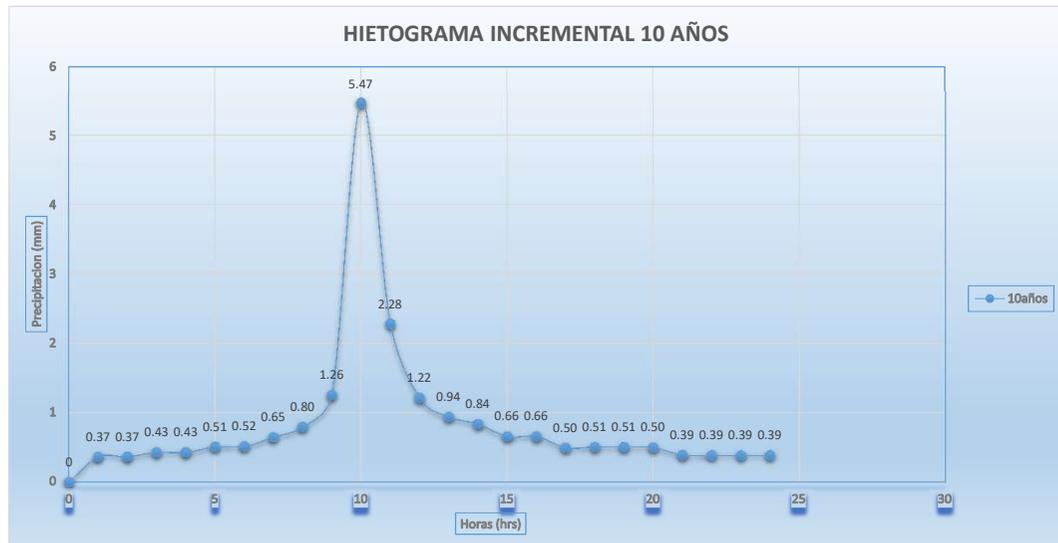
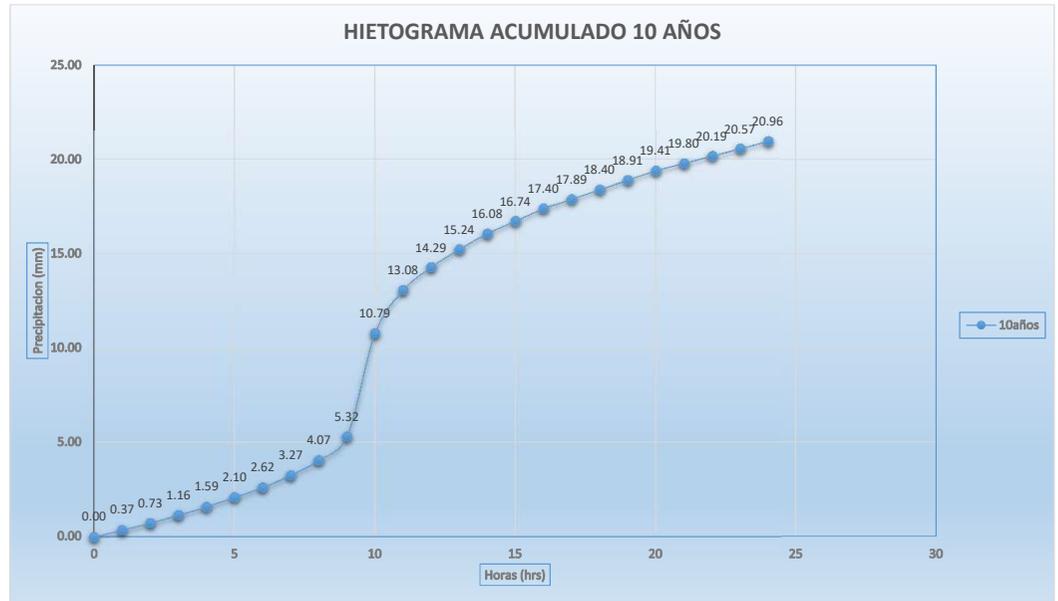
Precipitación media a 10 años de periodo de retorno - Método isoyetas

| ID | AREA | MIN | MAX | MEAN | Area*Pmedia |
|---------------|------------------|------------|-------------|-------------|-------------------|
| 1 | 9047651.57 | 26.7967606 | 27.71269226 | 27.34347164 | 247394204.2 |
| 2 | 12740570.6 | 27.72826 | 28.43593216 | 28.091254 | 357898604.3 |
| 3 | 19572470.7 | 28.4429016 | 29.08901215 | 28.78672037 | 563427242.3 |
| 4 | 22896097.9 | 29.0980816 | 29.66723824 | 29.39690302 | 673074368.2 |
| 5 | 24188619.5 | 29.6783619 | 30.22149658 | 29.93814525 | 724162404.3 |
| 6 | 21788222.2 | 30.2286472 | 30.79333878 | 30.50723255 | 664698360.1 |
| 7 | 25111849.3 | 30.8134212 | 31.31543922 | 31.08555553 | 780615784.5 |
| 8 | 27881538.5 | 31.3234138 | 31.74224281 | 31.54737229 | 879589275.5 |
| 9 | 27881538.5 | 31.7484531 | 32.12410736 | 31.94681619 | 890726386 |
| 10 | 24927203.3 | 32.1310921 | 32.59405899 | 32.31013336 | 805401263.3 |
| TOTAL: | 216035762 | | | | 6586987893 |

Pmedia10años: **30.4902662 mm**

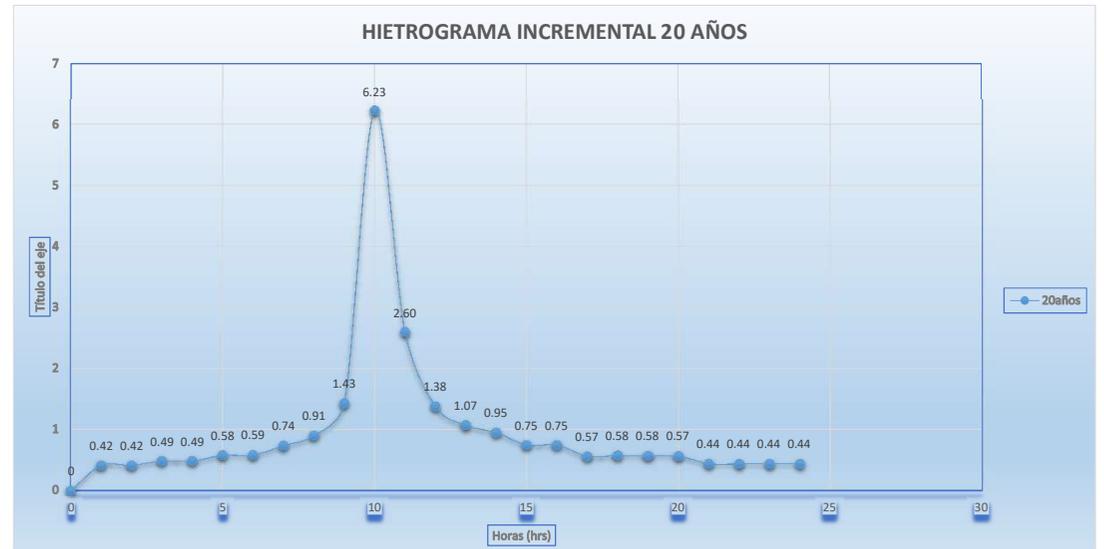
Precipitación media 20.96 mm

| Horas | t/24 | Tipo I | Precipitación acumulada 10años | hietograma Incrementado/24 | Precipitación incrementada 10años |
|-------|--------|--------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.00 | 0.0000 | 0 |
| 1 | 0.0415 | 0.0175 | 0.37 | 0.0175 | 0.37 |
| 2 | 0.0830 | 0.0350 | 0.73 | 0.0175 | 0.37 |
| 3 | 0.1250 | 0.0555 | 1.16 | 0.0205 | 0.43 |
| 4 | 0.1670 | 0.0760 | 1.59 | 0.0205 | 0.43 |
| 5 | 0.2083 | 0.1004 | 2.10 | 0.0244 | 0.51 |
| 6 | 0.2500 | 0.1250 | 2.62 | 0.0246 | 0.52 |
| 7 | 0.2920 | 0.1560 | 3.27 | 0.0310 | 0.65 |
| 8 | 0.3330 | 0.1940 | 4.07 | 0.0380 | 0.80 |
| 9 | 0.3750 | 0.2540 | 5.32 | 0.0600 | 1.26 |
| 10 | 0.4170 | 0.5150 | 10.79 | 0.2610 | 5.47 |
| 11 | 0.4590 | 0.6240 | 13.08 | 0.1090 | 2.28 |
| 12 | 0.5000 | 0.6820 | 14.29 | 0.0580 | 1.22 |
| 13 | 0.5420 | 0.7270 | 15.24 | 0.0450 | 0.94 |
| 14 | 0.5830 | 0.7670 | 16.08 | 0.0400 | 0.84 |
| 15 | 0.6250 | 0.7985 | 16.74 | 0.0315 | 0.66 |
| 16 | 0.6670 | 0.8300 | 17.40 | 0.0315 | 0.66 |
| 17 | 0.7080 | 0.8537 | 17.89 | 0.0237 | 0.50 |
| 18 | 0.7500 | 0.8780 | 18.40 | 0.0243 | 0.51 |
| 19 | 0.7917 | 0.9021 | 18.91 | 0.0241 | 0.51 |
| 20 | 0.8330 | 0.9260 | 19.41 | 0.0239 | 0.50 |
| 21 | 0.8750 | 0.9446 | 19.80 | 0.0186 | 0.39 |
| 22 | 0.9167 | 0.9631 | 20.19 | 0.0185 | 0.39 |
| 23 | 0.9583 | 0.9815 | 20.57 | 0.0184 | 0.39 |
| 24 | 1.0000 | 1.0000 | 20.96 | 0.0185 | 0.39 |



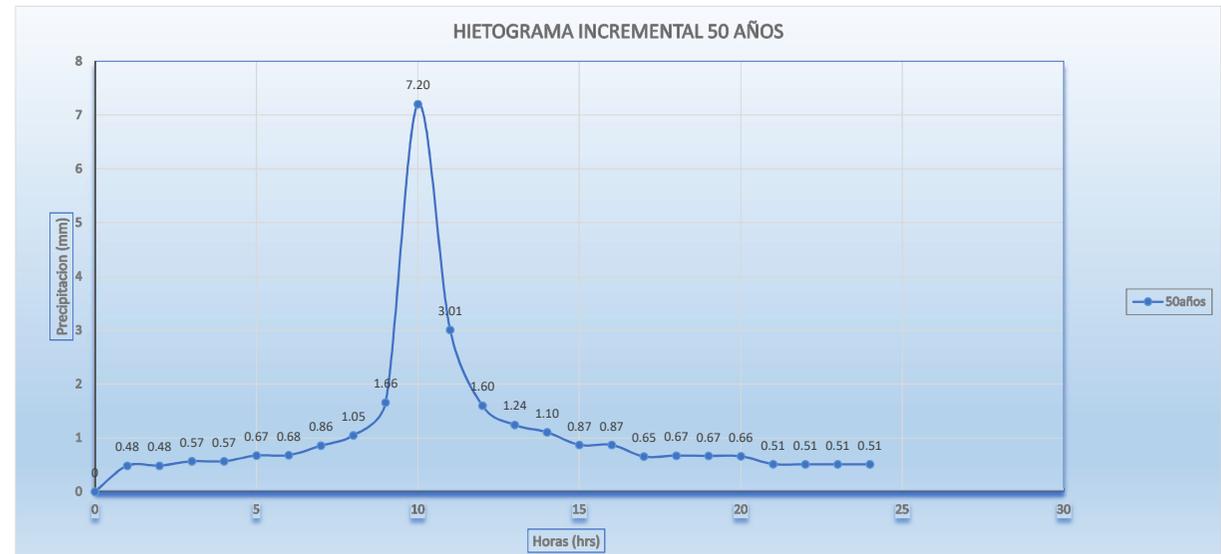
Precipitación media **23.87 mm**

| Horas | t/24 | Tipo I | Precipitación acumulada 20 AÑOS | hietograma Incrementado/24 | Precipitación incrementada 20años |
|-------|--------|--------|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.00 | 0.0000 | 0 |
| 1 | 0.0415 | 0.0175 | 0.42 | 0.0175 | 0.42 |
| 2 | 0.0830 | 0.0350 | 0.84 | 0.0175 | 0.42 |
| 3 | 0.1250 | 0.0555 | 1.32 | 0.0205 | 0.49 |
| 4 | 0.1670 | 0.0760 | 1.81 | 0.0205 | 0.49 |
| 5 | 0.2083 | 0.1004 | 2.40 | 0.0244 | 0.58 |
| 6 | 0.2500 | 0.1250 | 2.98 | 0.0246 | 0.59 |
| 7 | 0.2920 | 0.1560 | 3.72 | 0.0310 | 0.74 |
| 8 | 0.3330 | 0.1940 | 4.63 | 0.0380 | 0.91 |
| 9 | 0.3750 | 0.2540 | 6.06 | 0.0600 | 1.43 |
| 10 | 0.4170 | 0.5150 | 12.29 | 0.2610 | 6.23 |
| 11 | 0.4590 | 0.6240 | 14.89 | 0.1090 | 2.60 |
| 12 | 0.5000 | 0.6820 | 16.28 | 0.0580 | 1.38 |
| 13 | 0.5420 | 0.7270 | 17.35 | 0.0450 | 1.07 |
| 14 | 0.5830 | 0.7670 | 18.31 | 0.0400 | 0.95 |
| 15 | 0.6250 | 0.7985 | 19.06 | 0.0315 | 0.75 |
| 16 | 0.6670 | 0.8300 | 19.81 | 0.0315 | 0.75 |
| 17 | 0.7080 | 0.8537 | 20.38 | 0.0237 | 0.57 |
| 18 | 0.7500 | 0.8780 | 20.96 | 0.0243 | 0.58 |
| 19 | 0.7917 | 0.9021 | 21.53 | 0.0241 | 0.58 |
| 20 | 0.8330 | 0.9260 | 22.10 | 0.0239 | 0.57 |
| 21 | 0.8750 | 0.9446 | 22.55 | 0.0186 | 0.44 |
| 22 | 0.9167 | 0.9631 | 22.99 | 0.0185 | 0.44 |
| 23 | 0.9583 | 0.9815 | 23.43 | 0.0184 | 0.44 |
| 24 | 1.0000 | 1.0000 | 23.87 | 0.0185 | 0.44 |



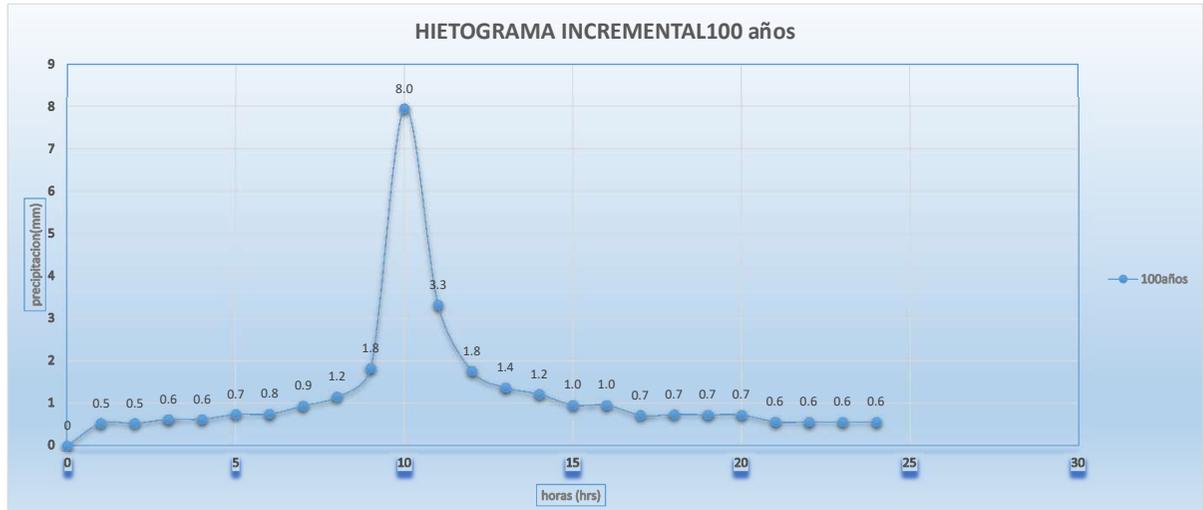
Precipitación media 27.60 mm

| Horas | t/24 | Tipo I | Precipitación acumulada 50 AÑOS | hietograma Incrementado/24 | Precipitación incrementada 50años |
|-------|--------|--------|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.00 | 0.0000 | 0 |
| 1 | 0.0415 | 0.0175 | 0.48 | 0.0175 | 0.48 |
| 2 | 0.0830 | 0.0350 | 0.97 | 0.0175 | 0.48 |
| 3 | 0.1250 | 0.0555 | 1.53 | 0.0205 | 0.57 |
| 4 | 0.1670 | 0.0760 | 2.10 | 0.0205 | 0.57 |
| 5 | 0.2083 | 0.1004 | 2.77 | 0.0244 | 0.67 |
| 6 | 0.2500 | 0.1250 | 3.45 | 0.0246 | 0.68 |
| 7 | 0.2920 | 0.1560 | 4.31 | 0.0310 | 0.86 |
| 8 | 0.3330 | 0.1940 | 5.35 | 0.0380 | 1.05 |
| 9 | 0.3750 | 0.2540 | 7.01 | 0.0600 | 1.66 |
| 10 | 0.4170 | 0.5150 | 14.21 | 0.2610 | 7.20 |
| 11 | 0.4590 | 0.6240 | 17.22 | 0.1090 | 3.01 |
| 12 | 0.5000 | 0.6820 | 18.82 | 0.0580 | 1.60 |
| 13 | 0.5420 | 0.7270 | 20.07 | 0.0450 | 1.24 |
| 14 | 0.5830 | 0.7670 | 21.17 | 0.0400 | 1.10 |
| 15 | 0.6250 | 0.7985 | 22.04 | 0.0315 | 0.87 |
| 16 | 0.6670 | 0.8300 | 22.91 | 0.0315 | 0.87 |
| 17 | 0.7080 | 0.8537 | 23.56 | 0.0237 | 0.65 |
| 18 | 0.7500 | 0.8780 | 24.23 | 0.0243 | 0.67 |
| 19 | 0.7917 | 0.9021 | 24.90 | 0.0241 | 0.67 |
| 20 | 0.8330 | 0.9260 | 25.56 | 0.0239 | 0.66 |
| 21 | 0.8750 | 0.9446 | 26.07 | 0.0186 | 0.51 |
| 22 | 0.9167 | 0.9631 | 26.58 | 0.0185 | 0.51 |
| 23 | 0.9583 | 0.9815 | 27.09 | 0.0184 | 0.51 |
| 24 | 1.0000 | 1.0000 | 27.60 | 0.0185 | 0.51 |



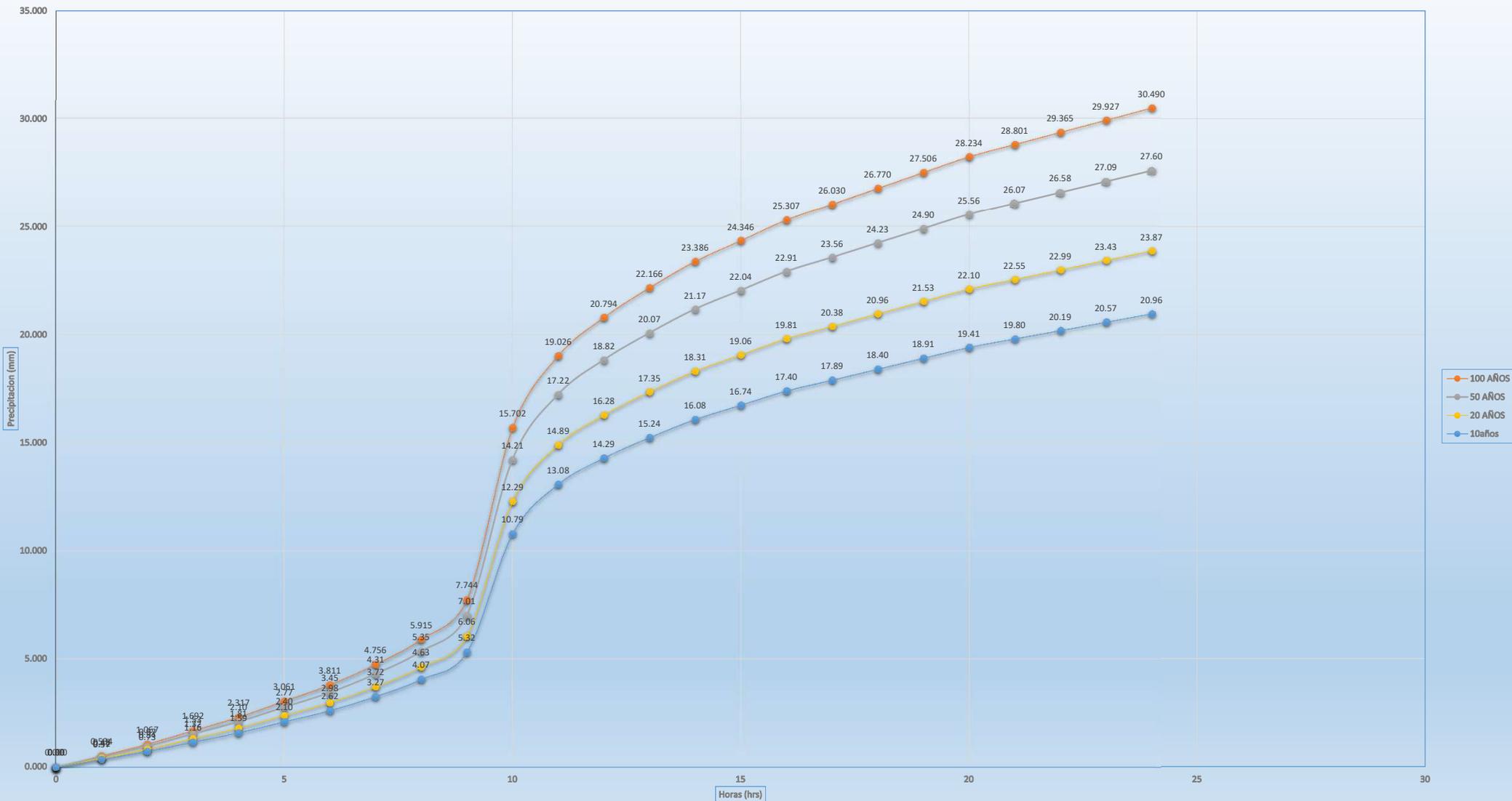
Precipitación media 30.49 mm

| Horas | t/24 | Tipo I | Precipitación acumulada 100 AÑOS | hietograma Incrementado/24 | Precipitación incrementada 100años |
|-------|--------|--------|----------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.000 | 0.0000 | 0 |
| 1 | 0.0415 | 0.0175 | 0.534 | 0.0175 | 0.5 |
| 2 | 0.0830 | 0.0350 | 1.067 | 0.0175 | 0.5 |
| 3 | 0.1250 | 0.0555 | 1.692 | 0.0205 | 0.6 |
| 4 | 0.1670 | 0.0760 | 2.317 | 0.0205 | 0.6 |
| 5 | 0.2083 | 0.1004 | 3.061 | 0.0244 | 0.7 |
| 6 | 0.2500 | 0.1250 | 3.811 | 0.0246 | 0.8 |
| 7 | 0.2920 | 0.1560 | 4.756 | 0.0310 | 0.9 |
| 8 | 0.3330 | 0.1940 | 5.915 | 0.0380 | 1.2 |
| 9 | 0.3750 | 0.2540 | 7.744 | 0.0600 | 1.8 |
| 10 | 0.4170 | 0.5150 | 15.702 | 0.2610 | 8.0 |
| 11 | 0.4590 | 0.6240 | 19.026 | 0.1090 | 3.3 |
| 12 | 0.5000 | 0.6820 | 20.794 | 0.0580 | 1.8 |
| 13 | 0.5420 | 0.7270 | 22.166 | 0.0450 | 1.4 |
| 14 | 0.5830 | 0.7670 | 23.386 | 0.0400 | 1.2 |
| 15 | 0.6250 | 0.7985 | 24.346 | 0.0315 | 1.0 |
| 16 | 0.6670 | 0.8300 | 25.307 | 0.0315 | 1.0 |
| 17 | 0.7080 | 0.8537 | 26.030 | 0.0237 | 0.7 |
| 18 | 0.7500 | 0.8780 | 26.770 | 0.0243 | 0.7 |
| 19 | 0.7917 | 0.9021 | 27.506 | 0.0241 | 0.7 |
| 20 | 0.8330 | 0.9260 | 28.234 | 0.0239 | 0.7 |
| 21 | 0.8750 | 0.9446 | 28.801 | 0.0186 | 0.6 |
| 22 | 0.9167 | 0.9631 | 29.365 | 0.0185 | 0.6 |
| 23 | 0.9583 | 0.9815 | 29.927 | 0.0184 | 0.6 |
| 24 | 1.0000 | 1.0000 | 30.490 | 0.0185 | 0.6 |

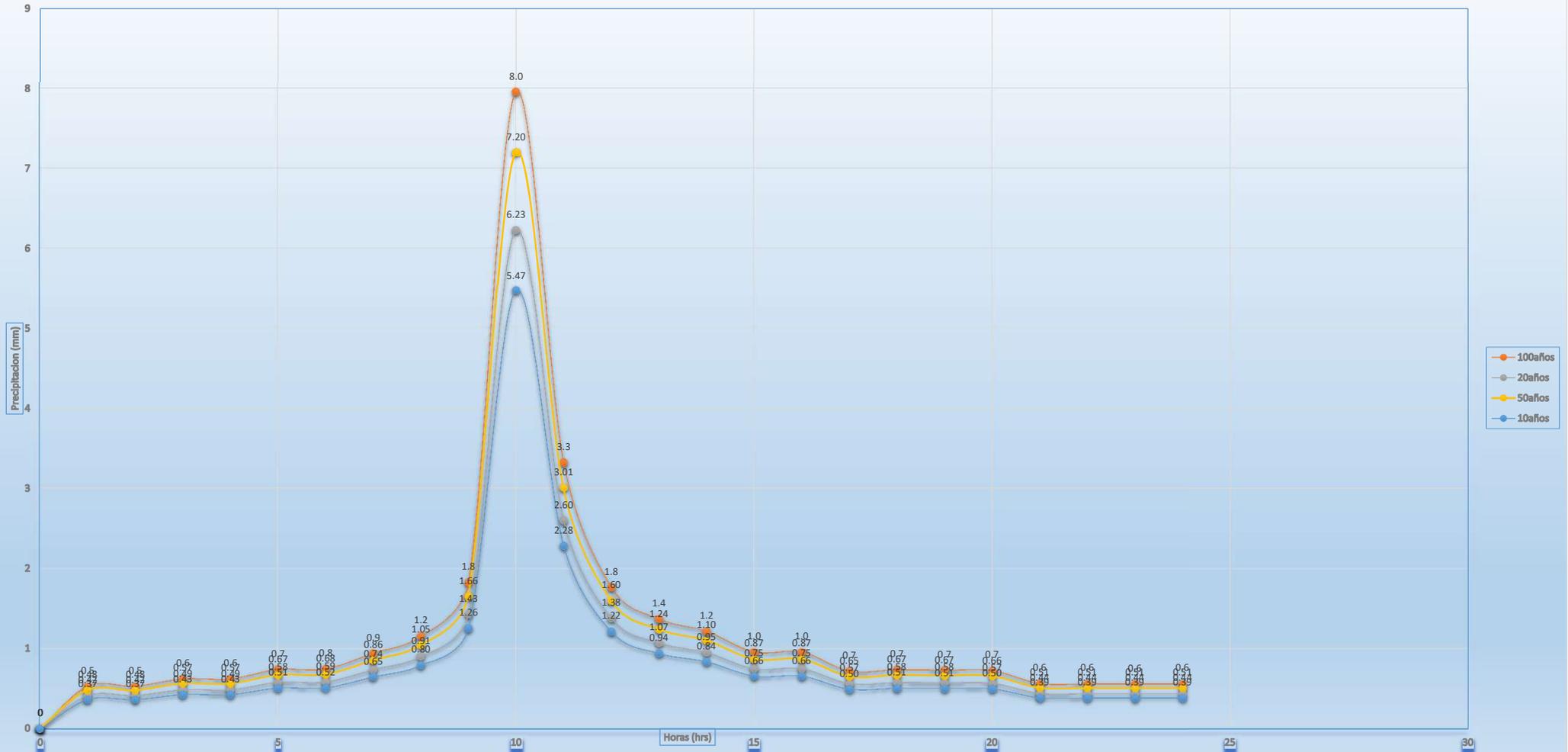


HIETOGRAMA
INCREMENTALES Y
ACUMULADOS (10,20,50 Y
100AÑOS)

HIETOGRAMAS ACUMULADOS (10 AÑOS, 20 AÑOS, 50 AÑOS 100 AÑOS)



HIETOGRAMAS INCREMENTALES (10 AÑOS, 20 AÑOS, 50 AÑOS, 100 AÑOS)



SERIE CRONOLÓGICA DE
EMERGENCIAS A NIVEL
NACIONAL SEGÚN
FENÓMENOS (AÑOS 2003-
2010)



**SERIE CRONOLÓGICA DE EMERGENCIAS A NIVEL NACIONAL SEGÚN FENOMENO
2003 - 2010**

| FENOMENO | TOTAL | AÑOS | | | | | | | |
|--------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
| TOTAL | 34,334 | 3,316 | 4,038 | 4,773 | 4,495 | 4,536 | 4,545 | 4,037 | 4,594 |
| ACTIVIDAD VOLCANICA | 16 | | 1 | | 8 | 2 | 3 | 2 | |
| ALUD | 11 | 3 | 1 | | 1 | 2 | | 1 | 3 |
| ALUVION | 49 | 2 | 6 | 15 | 4 | | 5 | 5 | 12 |
| AVALANCHA | 5 | | 1 | 1 | 2 | | | | 1 |
| COLAPSO DE CONSTRUCCION | 1,401 | 116 | 153 | 137 | 202 | 236 | 265 | 157 | 135 |
| CONTAMINACION DE AGUA | 26 | | 5 | 4 | 1 | 2 | 1 | | 13 |
| DERRAME DE SUST. NOCIVAS | 20 | 6 | 5 | 4 | 2 | | | | 3 |
| DERRUMBE DE CERRO | 611 | 53 | 18 | 61 | 160 | 67 | 68 | 99 | 85 |
| DESLIZAMIENTO | 964 | 138 | 100 | 99 | 158 | 126 | 128 | 116 | 99 |
| EPIDEMIA | 55 | 2 | 19 | 7 | 6 | 6 | 8 | 2 | 5 |
| EXPLOSION | 40 | 8 | 7 | 4 | 8 | 3 | 5 | 1 | 4 |
| GRANIZADA | 623 | 50 | 41 | 73 | 53 | 138 | 84 | 103 | 81 |
| HELADA | 2,798 | 73 | 438 | 296 | 177 | 536 | 437 | 349 | 492 |
| HUAYCO | 466 | 69 | 50 | 48 | 73 | 53 | 50 | 64 | 59 |
| INCENDIO FORESTAL | 246 | 26 | 6 | 65 | 21 | 7 | 46 | 22 | 53 |
| INCENDIO URBANO | 11,850 | 1,137 | 1,484 | 1,962 | 1,738 | 1,397 | 1,460 | 1,273 | 1,399 |
| INUNDACION | 2,148 | 470 | 234 | 134 | 348 | 272 | 242 | 219 | 229 |
| LLUVIA INTENSA | 5,314 | 388 | 426 | 391 | 738 | 522 | 899 | 827 | 1,123 |
| MARETAZO (MAREJADA) | 34 | 6 | 2 | 2 | 12 | 1 | 1 | | 10 |
| NEVADA | 323 | 16 | 95 | 162 | 11 | 11 | 3 | 20 | 5 |
| PLAGA | 16 | | 1 | 1 | | 8 | 1 | | 5 |
| RIADA (CRECIDA DE RIO) | 287 | 20 | 20 | 37 | 37 | 61 | 49 | 31 | 32 |
| SEQUIA | 578 | 5 | 215 | 224 | 74 | 23 | 4 | | 33 |
| SISMO (*) | 592 | 35 | 11 | 261 | 32 | 200 | 24 | 8 | 21 |
| TORMENTA ELECTRICA | 132 | 11 | 14 | 15 | 34 | 25 | 10 | 9 | 14 |
| VIENTO FUERTE | 5,120 | 615 | 595 | 704 | 544 | 617 | 732 | 692 | 621 |
| OTRO 1/ | 609 | 67 | 90 | 66 | 51 | 221 | 20 | 37 | 57 |

1/ : Incluye erosión ribereña, afloración agua, caída de árbol, caída meteorito, volcadura ómnibus, rotura tubería matriz, etc.

(*) : Incluye sismos sentidos en otros distritos colindantes con los epicentros de los sismos principales.

Fuente : Dirección Nacional de Operaciones del INDECI - SINPAD

Elaboración : Oficina de Estadística y Telemática del INDECI



**ANÁLISIS DE FUERZA
CORTANTE PARA PERIODO DE
100 AÑOS**

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 2000 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 66.76 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.04 | Wt. n-Val. | 0.035 | 0.040 | |
| W.S. Elev (m) | 66.72 | Reach Len. (m) | 20.79 | 15.24 | 7.39 |
| Crit W.S. (m) | 66.71 | Flow Area (m2) | 0.86 | 0.32 | |
| E.G. Slope (m/m) | 0.016775 | Area (m2) | 0.86 | 0.32 | |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | 0.80 | 0.19 | |
| Top Width (m) | 11.14 | Top Width (m) | 6.82 | 4.32 | |
| Vel Total (m/s) | 0.83 | Avg. Vel. (m/s) | 0.93 | 0.58 | |
| Max Chl Dpth (m) | 0.21 | Hydr. Depth (m) | 0.13 | 0.08 | |
| Conv. Total (m3/s) | 7.6 | Conv. (m3/s) | 6.2 | 1.4 | |
| Length Wtd. (m) | 19.04 | Wetted Per. (m) | 6.83 | 4.32 | |
| Min Ch El (m) | 66.57 | Shear (N/m2) | 20.78 | 12.35 | |
| Alpha | 1.10 | Stream Power (N/m s) | 19.35 | 7.12 | |
| Frctn Loss (m) | 0.40 | Cum Volume (1000 m3) | 0.18 | 0.62 | 0.82 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 3.73 | 11.23 | 10.78 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 1950 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 66.36 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.05 | Wt. n-Val. | 0.035 | 0.040 | |
| W.S. Elev (m) | 66.31 | Reach Len. (m) | 9.90 | 15.24 | 23.86 |
| Crit W.S. (m) | 66.31 | Flow Area (m2) | 0.49 | 0.54 | |
| E.G. Slope (m/m) | 0.027317 | Area (m2) | 0.49 | 0.54 | |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | 0.55 | 0.44 | |
| Top Width (m) | 10.44 | Top Width (m) | 4.21 | 6.23 | |
| Vel Total (m/s) | 0.96 | Avg. Vel. (m/s) | 1.13 | 0.81 | |
| Max Chl Dpth (m) | 0.19 | Hydr. Depth (m) | 0.12 | 0.09 | |
| Conv. Total (m3/s) | 6.0 | Conv. (m3/s) | 3.3 | 2.6 | |
| Length Wtd. (m) | 11.84 | Wetted Per. (m) | 4.22 | 6.23 | |
| Min Ch El (m) | 66.14 | Shear (N/m2) | 31.19 | 23.22 | |
| Alpha | 1.08 | Stream Power (N/m s) | 35.12 | 18.79 | |
| Frctn Loss (m) | 0.07 | Cum Volume (1000 m3) | 0.16 | 0.61 | 0.82 |
| C & E Loss (m) | 0.01 | Cum SA (1000 m2) | 3.61 | 11.15 | 10.78 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 1900 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 65.67 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.01 | Wt. n-Val. | 0.035 | 0.040 | |
| W.S. Elev (m) | 65.67 | Reach Len. (m) | 15.47 | 15.24 | 15.04 |
| Crit W.S. (m) | 65.60 | Flow Area (m2) | 1.83 | 0.98 | |
| E.G. Slope (m/m) | 0.002716 | Area (m2) | 1.83 | 0.98 | |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | 0.71 | 0.28 | |
| Top Width (m) | 23.17 | Top Width (m) | 13.72 | 9.45 | |
| Vel Total (m/s) | 0.35 | Avg. Vel. (m/s) | 0.39 | 0.29 | |
| Max Chl Dpth (m) | 0.13 | Hydr. Depth (m) | 0.13 | 0.10 | |
| Conv. Total (m3/s) | 19.0 | Conv. (m3/s) | 13.6 | 5.4 | |
| Length Wtd. (m) | 15.33 | Wetted Per. (m) | 13.86 | 9.45 | |
| Min Ch El (m) | 65.53 | Shear (N/m2) | 3.52 | 2.76 | |
| Alpha | 1.05 | Stream Power (N/m s) | 1.36 | 0.79 | |
| Frctn Loss (m) | 0.11 | Cum Volume (1000 m3) | 0.15 | 0.60 | 0.82 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 3.52 | 11.03 | 10.78 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 1850 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 65.56 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.02 | Wt. n-Val. | 0.035 | 0.040 | |
| W.S. Elev (m) | 65.55 | Reach Len. (m) | 15.25 | 15.24 | 15.25 |
| Crit W.S. (m) | 65.55 | Flow Area (m2) | 0.19 | 1.59 | |
| E.G. Slope (m/m) | 0.047628 | Area (m2) | 0.19 | 1.59 | |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | 0.07 | 0.92 | |
| Top Width (m) | 59.72 | Top Width (m) | 13.78 | 45.94 | |
| Vel Total (m/s) | 0.56 | Avg. Vel. (m/s) | 0.36 | 0.58 | |
| Max Chl Dpth (m) | 0.20 | Hydr. Depth (m) | 0.01 | 0.03 | |
| Conv. Total (m3/s) | 4.5 | Conv. (m3/s) | 0.3 | 4.2 | |
| Length Wtd. (m) | 15.24 | Wetted Per. (m) | 13.80 | 45.96 | |
| Min Ch El (m) | 65.34 | Shear (N/m2) | 6.53 | 16.15 | |
| Alpha | 1.04 | Stream Power (N/m s) | 2.37 | 9.35 | |
| Frctn Loss (m) | 0.12 | Cum Volume (1000 m3) | 0.13 | 0.58 | 0.82 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 3.31 | 10.61 | 10.78 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 1800 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 64.11 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.00 | Wt. n-Val. | | 0.040 | 0.035 |
| W.S. Elev (m) | 64.11 | Reach Len. (m) | 15.42 | 15.24 | 15.28 |
| Crit W.S. (m) | 64.05 | Flow Area (m2) | | 2.05 | 1.18 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.003171 | Area (m2) | | 2.05 | 1.18 |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | | 0.60 | 0.39 |
| Top Width (m) | 34.30 | Top Width (m) | | 21.55 | 12.75 |
| Vel Total (m/s) | 0.31 | Avg. Vel. (m/s) | | 0.29 | 0.33 |
| Max Chl Dpth (m) | 0.10 | Hydr. Depth (m) | | 0.10 | 0.09 |
| Conv. Total (m3/s) | 17.6 | Conv. (m3/s) | | 10.7 | 6.9 |
| Length Wtd. (m) | 15.26 | Wetted Per. (m) | | 21.56 | 12.75 |
| Min Ch El (m) | 64.01 | Shear (N/m2) | | 2.95 | 2.88 |
| Alpha | 1.01 | Stream Power (N/m s) | | 0.87 | 0.95 |
| Frctn Loss (m) | 0.02 | Cum Volume (1000 m3) | 0.13 | 0.55 | 0.81 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 3.20 | 10.09 | 10.68 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 1750 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 64.09 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.00 | Wt. n-Val. | 0.035 | 0.040 | 0.035 |
| W.S. Elev (m) | 64.09 | Reach Len. (m) | 15.82 | 15.24 | 15.25 |
| Crit W.S. (m) | 64.03 | Flow Area (m2) | 0.99 | 5.45 | 1.19 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.000716 | Area (m2) | 0.99 | 5.45 | 1.19 |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | 0.14 | 0.68 | 0.17 |
| Top Width (m) | 94.72 | Top Width (m) | 12.18 | 67.42 | 15.12 |
| Vel Total (m/s) | 0.13 | Avg. Vel. (m/s) | 0.14 | 0.13 | 0.14 |
| Max Chl Dpth (m) | 0.08 | Hydr. Depth (m) | 0.08 | 0.08 | 0.08 |
| Conv. Total (m3/s) | 37.0 | Conv. (m3/s) | 5.2 | 25.5 | 6.3 |
| Length Wtd. (m) | 15.32 | Wetted Per. (m) | 12.26 | 67.42 | 15.12 |
| Min Ch El (m) | 64.01 | Shear (N/m2) | 0.56 | 0.57 | 0.55 |
| Alpha | 1.01 | Stream Power (N/m s) | 0.08 | 0.07 | 0.08 |
| Frctn Loss (m) | 0.01 | Cum Volume (1000 m3) | 0.12 | 0.50 | 0.79 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 3.11 | 9.42 | 10.47 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 1700 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 64.08 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.00 | Wt. n-Val. | 0.035 | 0.040 | 0.035 |
| W.S. Elev (m) | 64.08 | Reach Len. (m) | 15.86 | 15.24 | 15.37 |
| Crit W.S. (m) | 64.03 | Flow Area (m2) | 0.83 | 4.90 | 1.87 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.000901 | Area (m2) | 0.83 | 4.90 | 1.87 |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | 0.12 | 0.61 | 0.26 |
| Top Width (m) | 112.87 | Top Width (m) | 12.06 | 71.54 | 29.26 |
| Vel Total (m/s) | 0.13 | Avg. Vel. (m/s) | 0.14 | 0.13 | 0.14 |
| Max Chl Dpth (m) | 0.07 | Hydr. Depth (m) | 0.07 | 0.07 | 0.06 |
| Conv. Total (m3/s) | 33.0 | Conv. (m3/s) | 3.9 | 20.5 | 8.6 |
| Length Wtd. (m) | 15.35 | Wetted Per. (m) | 12.13 | 71.54 | 29.27 |
| Min Ch El (m) | 64.01 | Shear (N/m2) | 0.60 | 0.60 | 0.57 |
| Alpha | 1.01 | Stream Power (N/m s) | 0.09 | 0.08 | 0.08 |
| Frctn Loss (m) | 0.03 | Cum Volume (1000 m3) | 0.11 | 0.42 | 0.77 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 2.92 | 8.36 | 10.13 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 1650 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 64.04 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.00 | Wt. n-Val. | 0.035 | 0.040 | 0.035 |
| W.S. Elev (m) | 64.04 | Reach Len. (m) | 10.32 | 15.24 | 21.18 |
| Crit W.S. (m) | 64.03 | Flow Area (m2) | 0.45 | 2.38 | 0.90 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.009953 | Area (m2) | 0.45 | 2.38 | 0.90 |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | 0.13 | 0.60 | 0.26 |
| Top Width (m) | 115.82 | Top Width (m) | 13.95 | 74.02 | 27.85 |
| Vel Total (m/s) | 0.27 | Avg. Vel. (m/s) | 0.29 | 0.25 | 0.29 |
| Max Chl Dpth (m) | 0.03 | Hydr. Depth (m) | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| Conv. Total (m3/s) | 9.9 | Conv. (m3/s) | 1.3 | 6.0 | 2.6 |
| Length Wtd. (m) | 15.12 | Wetted Per. (m) | 13.99 | 74.02 | 27.88 |
| Min Ch El (m) | 64.01 | Shear (N/m2) | 3.14 | 3.14 | 3.14 |
| Alpha | 1.01 | Stream Power (N/m s) | 0.90 | 0.79 | 0.91 |
| Frctn Loss (m) | 0.26 | Cum Volume (1000 m3) | 0.10 | 0.36 | 0.75 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 2.71 | 7.25 | 9.69 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 1600 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 63.79 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.02 | Wt. n-Val. | 0.035 | 0.040 | 0.035 |
| W.S. Elev (m) | 63.77 | Reach Len. (m) | 6.32 | 15.24 | 25.16 |
| Crit W.S. (m) | 63.77 | Flow Area (m2) | 0.58 | 1.06 | 0.13 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.035021 | Area (m2) | 0.58 | 1.06 | 0.13 |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | 0.34 | 0.57 | 0.09 |
| Top Width (m) | 46.44 | Top Width (m) | 15.77 | 27.67 | 3.00 |
| Vel Total (m/s) | 0.56 | Avg. Vel. (m/s) | 0.59 | 0.53 | 0.66 |
| Max Chl Dpth (m) | 0.10 | Hydr. Depth (m) | 0.04 | 0.04 | 0.04 |
| Conv. Total (m3/s) | 5.3 | Conv. (m3/s) | 1.8 | 3.0 | 0.5 |
| Length Wtd. (m) | 19.11 | Wetted Per. (m) | 15.87 | 27.67 | 3.00 |
| Min Ch El (m) | 63.69 | Shear (N/m2) | 12.48 | 13.18 | 15.00 |
| Alpha | 1.01 | Stream Power (N/m s) | 7.32 | 7.01 | 9.95 |
| Frctn Loss (m) | 0.59 | Cum Volume (1000 m3) | 0.10 | 0.34 | 0.74 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 2.56 | 6.47 | 9.37 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 1550 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 63.20 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.05 | Wt. n-Val. | | | 0.035 |
| W.S. Elev (m) | 63.15 | Reach Len. (m) | 19.00 | 15.24 | 11.40 |
| Crit W.S. (m) | 63.15 | Flow Area (m2) | | | 0.98 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.027388 | Area (m2) | | | 0.98 |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | | | 0.99 |
| Top Width (m) | 10.02 | Top Width (m) | | | 10.02 |
| Vel Total (m/s) | 1.01 | Avg. Vel. (m/s) | | | 1.01 |
| Max Chl Dpth (m) | 0.19 | Hydr. Depth (m) | | | 0.10 |
| Conv. Total (m3/s) | 6.0 | Conv. (m3/s) | | | 6.0 |
| Length Wtd. (m) | 11.45 | Wetted Per. (m) | | | 10.03 |
| Min Ch El (m) | 63.26 | Shear (N/m2) | | | 26.36 |
| Alpha | 1.00 | Stream Power (N/m s) | | | 26.52 |
| Frctn Loss (m) | 0.03 | Cum Volume (1000 m3) | 0.09 | 0.33 | 0.72 |
| C & E Loss (m) | 0.01 | Cum SA (1000 m2) | 2.51 | 6.26 | 9.20 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 1500 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 62.62 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.00 | Wt. n-Val. | | 0.040 | 0.035 |
| W.S. Elev (m) | 62.61 | Reach Len. (m) | 14.87 | 15.24 | 20.31 |
| Crit W.S. (m) | 62.53 | Flow Area (m2) | | 0.15 | 3.90 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.001147 | Area (m2) | | 0.15 | 3.90 |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | | 0.02 | 0.97 |
| Top Width (m) | 31.65 | Top Width (m) | | 1.73 | 29.93 |
| Vel Total (m/s) | 0.24 | Avg. Vel. (m/s) | | 0.16 | 0.25 |
| Max Chl Dpth (m) | 0.13 | Hydr. Depth (m) | | 0.08 | 0.13 |
| Conv. Total (m3/s) | 29.2 | Conv. (m3/s) | | 0.7 | 28.5 |
| Length Wtd. (m) | 19.88 | Wetted Per. (m) | | 1.73 | 30.06 |
| Min Ch El (m) | 62.48 | Shear (N/m2) | | 0.95 | 1.46 |
| Alpha | 1.01 | Stream Power (N/m s) | | 0.16 | 0.36 |
| Frctn Loss (m) | 0.03 | Cum Volume (1000 m3) | 0.09 | 0.33 | 0.70 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 2.51 | 6.25 | 8.97 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 1450 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 62.59 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.00 | Wt. n-Val. | | 0.040 | 0.035 |
| W.S. Elev (m) | 62.59 | Reach Len. (m) | 16.10 | 15.24 | 17.21 |
| Crit W.S. (m) | 62.52 | Flow Area (m2) | | 0.72 | 3.54 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.001434 | Area (m2) | | 0.72 | 3.54 |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | | 0.14 | 0.85 |
| Top Width (m) | 41.49 | Top Width (m) | | 7.64 | 33.85 |
| Vel Total (m/s) | 0.23 | Avg. Vel. (m/s) | | 0.20 | 0.24 |
| Max Chl Dpth (m) | 0.10 | Hydr. Depth (m) | | 0.09 | 0.10 |
| Conv. Total (m3/s) | 26.1 | Conv. (m3/s) | | 3.7 | 22.4 |
| Length Wtd. (m) | 16.73 | Wetted Per. (m) | | 7.65 | 33.95 |
| Min Ch El (m) | 62.48 | Shear (N/m2) | | 1.32 | 1.47 |
| Alpha | 1.01 | Stream Power (N/m s) | | 0.26 | 0.35 |
| Frctn Loss (m) | 0.06 | Cum Volume (1000 m3) | 0.09 | 0.32 | 0.62 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 2.51 | 6.18 | 8.33 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 1400 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 62.53 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.01 | Wt. n-Val. | 0.035 | 0.040 | 0.035 |
| W.S. Elev (m) | 62.52 | Reach Len. (m) | 18.60 | 15.24 | 14.95 |
| Crit W.S. (m) | 62.52 | Flow Area (m2) | 0.27 | 0.67 | 1.20 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.028703 | Area (m2) | 0.27 | 0.67 | 1.20 |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | 0.12 | 0.28 | 0.59 |
| Top Width (m) | 68.48 | Top Width (m) | 9.53 | 22.26 | 36.69 |
| Vel Total (m/s) | 0.46 | Avg. Vel. (m/s) | 0.45 | 0.41 | 0.49 |
| Max Chl Dpth (m) | 0.03 | Hydr. Depth (m) | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| Conv. Total (m3/s) | 5.8 | Conv. (m3/s) | 0.7 | 1.6 | 3.5 |
| Length Wtd. (m) | 15.22 | Wetted Per. (m) | 9.56 | 22.26 | 36.72 |
| Min Ch El (m) | 62.48 | Shear (N/m2) | 7.85 | 8.53 | 9.20 |
| Alpha | 1.02 | Stream Power (N/m s) | 3.49 | 3.51 | 4.55 |
| Frctn Loss (m) | 0.38 | Cum Volume (1000 m3) | 0.09 | 0.31 | 0.58 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 2.43 | 5.95 | 7.72 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 1350 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 62.09 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.01 | Wt. n-Val. | | 0.040 | 0.035 |
| W.S. Elev (m) | 62.08 | Reach Len. (m) | 16.42 | 15.24 | 15.13 |
| Crit W.S. (m) | 62.08 | Flow Area (m2) | | 0.19 | 1.77 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.021776 | Area (m2) | | 0.19 | 1.77 |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | | 0.05 | 0.94 |
| Top Width (m) | 49.81 | Top Width (m) | | 10.39 | 39.42 |
| Vel Total (m/s) | 0.51 | Avg. Vel. (m/s) | | 0.25 | 0.53 |
| Max Chl Dpth (m) | 0.07 | Hydr. Depth (m) | | 0.02 | 0.04 |
| Conv. Total (m3/s) | 6.7 | Conv. (m3/s) | | 0.3 | 6.4 |
| Length Wtd. (m) | 15.14 | Wetted Per. (m) | | 10.39 | 39.47 |
| Min Ch El (m) | 62.05 | Shear (N/m2) | | 3.81 | 9.59 |
| Alpha | 1.07 | Stream Power (N/m s) | | 0.96 | 5.10 |
| Frctn Loss (m) | 0.46 | Cum Volume (1000 m3) | 0.09 | 0.30 | 0.56 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 2.34 | 5.70 | 7.15 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 1300 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 61.63 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.02 | Wt. n-Val. | | 0.040 | 0.035 |
| W.S. Elev (m) | 61.61 | Reach Len. (m) | 18.31 | 15.24 | 13.28 |
| Crit W.S. (m) | 61.61 | Flow Area (m2) | | 0.16 | 1.43 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.044836 | Area (m2) | | 0.16 | 1.43 |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | | 0.07 | 0.92 |
| Top Width (m) | 47.74 | Top Width (m) | | 6.44 | 41.30 |
| Vel Total (m/s) | 0.62 | Avg. Vel. (m/s) | | 0.44 | 0.64 |
| Max Chl Dpth (m) | 0.06 | Hydr. Depth (m) | | 0.02 | 0.03 |
| Conv. Total (m3/s) | 4.7 | Conv. (m3/s) | | 0.3 | 4.4 |
| Length Wtd. (m) | 13.38 | Wetted Per. (m) | | 6.44 | 41.31 |
| Min Ch El (m) | 61.58 | Shear (N/m2) | | 10.61 | 15.25 |
| Alpha | 1.03 | Stream Power (N/m s) | | 4.69 | 9.81 |
| Frctn Loss (m) | 0.14 | Cum Volume (1000 m3) | 0.09 | 0.30 | 0.53 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 2.34 | 5.57 | 6.54 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 1250 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 61.14 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.01 | Wt. n-Val. | | 0.040 | 0.035 |
| W.S. Elev (m) | 61.13 | Reach Len. (m) | 11.05 | 15.24 | 17.70 |
| Crit W.S. (m) | 61.10 | Flow Area (m2) | | 0.23 | 2.91 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.004403 | Area (m2) | | 0.23 | 2.91 |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | | 0.04 | 0.96 |
| Top Width (m) | 48.76 | Top Width (m) | | 8.61 | 40.15 |
| Vel Total (m/s) | 0.32 | Avg. Vel. (m/s) | | 0.15 | 0.33 |
| Max Chl Dpth (m) | 0.08 | Hydr. Depth (m) | | 0.03 | 0.07 |
| Conv. Total (m3/s) | 14.9 | Conv. (m3/s) | | 0.5 | 14.4 |
| Length Wtd. (m) | 16.46 | Wetted Per. (m) | | 8.61 | 40.23 |
| Min Ch El (m) | 61.07 | Shear (N/m2) | | 1.17 | 3.12 |
| Alpha | 1.06 | Stream Power (N/m s) | | 0.18 | 1.03 |
| Frctn Loss (m) | 0.14 | Cum Volume (1000 m3) | 0.09 | 0.30 | 0.50 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 2.34 | 5.46 | 6.00 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 1200 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 61.00 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.01 | Wt. n-Val. | 0.035 | 0.040 | 0.035 |
| W.S. Elev (m) | 60.99 | Reach Len. (m) | 11.64 | 15.24 | 17.42 |
| Crit W.S. (m) | 60.98 | Flow Area (m2) | 0.65 | 0.79 | 1.09 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.024764 | Area (m2) | 0.65 | 0.79 | 1.09 |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | 0.25 | 0.29 | 0.45 |
| Top Width (m) | 93.67 | Top Width (m) | 26.08 | 28.39 | 39.20 |
| Vel Total (m/s) | 0.39 | Avg. Vel. (m/s) | 0.39 | 0.36 | 0.41 |
| Max Chl Dpth (m) | 0.03 | Hydr. Depth (m) | 0.02 | 0.03 | 0.03 |
| Conv. Total (m3/s) | 6.3 | Conv. (m3/s) | 1.6 | 1.8 | 2.9 |
| Length Wtd. (m) | 13.48 | Wetted Per. (m) | 26.11 | 28.39 | 39.23 |
| Min Ch El (m) | 60.96 | Shear (N/m2) | 6.04 | 6.78 | 6.78 |
| Alpha | 1.01 | Stream Power (N/m s) | 2.33 | 2.45 | 2.80 |
| Frctn Loss (m) | 0.34 | Cum Volume (1000 m3) | 0.09 | 0.29 | 0.47 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 2.20 | 5.18 | 5.30 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 1150 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 60.65 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.06 | Wt. n-Val. | 0.035 | | |
| W.S. Elev (m) | 60.60 | Reach Len. (m) | 15.25 | 15.24 | 15.66 |
| Crit W.S. (m) | 60.60 | Flow Area (m2) | 0.94 | | |
| E.G. Slope (m/m) | 0.025563 | Area (m2) | 0.94 | | |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | 0.99 | | |
| Top Width (m) | 8.45 | Top Width (m) | 8.45 | | |
| Vel Total (m/s) | 1.05 | Avg. Vel. (m/s) | 1.05 | | |
| Max Chl Dpth (m) | 0.15 | Hydr. Depth (m) | 0.11 | | |
| Conv. Total (m3/s) | 6.2 | Conv. (m3/s) | 6.2 | | |
| Length Wtd. (m) | 15.46 | Wetted Per. (m) | 8.58 | | |
| Min Ch El (m) | 60.96 | Shear (N/m2) | 27.58 | | |
| Alpha | 1.00 | Stream Power (N/m s) | 28.93 | | |
| Frctn Loss (m) | 0.40 | Cum Volume (1000 m3) | 0.08 | 0.28 | 0.46 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 2.00 | 4.96 | 4.96 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 1100 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 59.59 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.05 | Wt. n-Val. | | | 0.035 |
| W.S. Elev (m) | 59.55 | Reach Len. (m) | 24.31 | 15.24 | 9.00 |
| Crit W.S. (m) | 59.55 | Flow Area (m2) | | | 1.04 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.026761 | Area (m2) | | | 1.04 |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | | | 0.99 |
| Top Width (m) | 11.39 | Top Width (m) | | | 11.39 |
| Vel Total (m/s) | 0.95 | Avg. Vel. (m/s) | | | 0.95 |
| Max Chl Dpth (m) | 0.11 | Hydr. Depth (m) | | | 0.09 |
| Conv. Total (m3/s) | 6.1 | Conv. (m3/s) | | | 6.1 |
| Length Wtd. (m) | 9.51 | Wetted Per. (m) | | | 11.40 |
| Min Ch El (m) | 60.55 | Shear (N/m2) | | | 24.02 |
| Alpha | 1.00 | Stream Power (N/m s) | | | 22.80 |
| Frctn Loss (m) | 0.04 | Cum Volume (1000 m3) | 0.07 | 0.28 | 0.45 |
| C & E Loss (m) | 0.01 | Cum SA (1000 m2) | 1.93 | 4.96 | 4.87 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 1050 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 59.54 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.00 | Wt. n-Val. | | 0.040 | 0.035 |
| W.S. Elev (m) | 59.53 | Reach Len. (m) | 13.32 | 15.24 | 16.45 |
| Crit W.S. (m) | 59.47 | Flow Area (m2) | | 0.87 | 3.64 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.001401 | Area (m2) | | 0.87 | 3.64 |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | | 0.16 | 0.83 |
| Top Width (m) | 46.79 | Top Width (m) | | 9.71 | 37.08 |
| Vel Total (m/s) | 0.22 | Avg. Vel. (m/s) | | 0.19 | 0.23 |
| Max Chl Dpth (m) | 0.10 | Hydr. Depth (m) | | 0.09 | 0.10 |
| Conv. Total (m3/s) | 26.5 | Conv. (m3/s) | | 4.3 | 22.1 |
| Length Wtd. (m) | 16.22 | Wetted Per. (m) | | 9.71 | 37.17 |
| Min Ch El (m) | 59.44 | Shear (N/m2) | | 1.23 | 1.35 |
| Alpha | 1.02 | Stream Power (N/m s) | | 0.23 | 0.31 |
| Frctn Loss (m) | 0.06 | Cum Volume (1000 m3) | 0.07 | 0.28 | 0.43 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 1.93 | 4.89 | 4.65 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 1000 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 59.47 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.02 | Wt. n-Val. | 0.035 | 0.040 | 0.035 |
| W.S. Elev (m) | 59.46 | Reach Len. (m) | 15.09 | 15.24 | 15.68 |
| Crit W.S. (m) | 59.46 | Flow Area (m2) | 0.04 | 0.46 | 1.34 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.036784 | Area (m2) | 0.04 | 0.46 | 1.34 |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | 0.02 | 0.17 | 0.80 |
| Top Width (m) | 59.67 | Top Width (m) | 2.05 | 20.40 | 37.22 |
| Vel Total (m/s) | 0.54 | Avg. Vel. (m/s) | 0.40 | 0.38 | 0.60 |
| Max Chl Dpth (m) | 0.13 | Hydr. Depth (m) | 0.02 | 0.02 | 0.04 |
| Conv. Total (m3/s) | 5.2 | Conv. (m3/s) | 0.1 | 0.9 | 4.2 |
| Length Wtd. (m) | 15.64 | Wetted Per. (m) | 2.08 | 20.40 | 37.35 |
| Min Ch El (m) | 59.44 | Shear (N/m2) | 7.15 | 8.08 | 12.95 |
| Alpha | 1.09 | Stream Power (N/m s) | 2.87 | 3.08 | 7.72 |
| Frctn Loss (m) | 0.16 | Cum Volume (1000 m3) | 0.07 | 0.27 | 0.39 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 1.92 | 4.66 | 4.04 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 950 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 58.91 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.01 | Wt. n-Val. | | | 0.035 |
| W.S. Elev (m) | 58.90 | Reach Len. (m) | 11.75 | 15.24 | 17.69 |
| Crit W.S. (m) | 58.84 | Flow Area (m2) | | | 2.12 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.004592 | Area (m2) | | | 2.12 |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | | | 0.99 |
| Top Width (m) | 17.65 | Top Width (m) | | | 17.65 |
| Vel Total (m/s) | 0.47 | Avg. Vel. (m/s) | | | 0.47 |
| Max Chl Dpth (m) | 0.22 | Hydr. Depth (m) | | | 0.12 |
| Conv. Total (m3/s) | 14.6 | Conv. (m3/s) | | | 14.6 |
| Length Wtd. (m) | 17.69 | Wetted Per. (m) | | | 17.87 |
| Min Ch El (m) | 59.42 | Shear (N/m2) | | | 5.34 |
| Alpha | 1.00 | Stream Power (N/m s) | | | 2.49 |
| Frctn Loss (m) | 0.16 | Cum Volume (1000 m3) | 0.07 | 0.26 | 0.36 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 1.91 | 4.50 | 3.61 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 900 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 58.74 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.05 | Wt. n-Val. | | | 0.035 |
| W.S. Elev (m) | 58.69 | Reach Len. (m) | 21.34 | 15.24 | 11.14 |
| Crit W.S. (m) | 58.69 | Flow Area (m2) | | | 0.97 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.027198 | Area (m2) | | | 0.97 |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | | | 0.99 |
| Top Width (m) | 9.40 | Top Width (m) | | | 9.40 |
| Vel Total (m/s) | 1.02 | Avg. Vel. (m/s) | | | 1.02 |
| Max Chl Dpth (m) | 0.21 | Hydr. Depth (m) | | | 0.10 |
| Conv. Total (m3/s) | 6.0 | Conv. (m3/s) | | | 6.0 |
| Length Wtd. (m) | 11.30 | Wetted Per. (m) | | | 9.61 |
| Min Ch El (m) | 59.16 | Shear (N/m2) | | | 26.91 |
| Alpha | 1.00 | Stream Power (N/m s) | | | 27.47 |
| Frctn Loss (m) | 0.07 | Cum Volume (1000 m3) | 0.07 | 0.26 | 0.34 |
| C & E Loss (m) | 0.01 | Cum SA (1000 m2) | 1.91 | 4.50 | 3.37 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 850 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 58.05 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.00 | Wt. n-Val. | | 0.040 | 0.035 |
| W.S. Elev (m) | 58.05 | Reach Len. (m) | 15.39 | 15.24 | 15.47 |
| Crit W.S. (m) | 57.98 | Flow Area (m2) | | 0.33 | 3.01 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.002502 | Area (m2) | | 0.33 | 3.01 |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | | 0.08 | 0.91 |
| Top Width (m) | 34.89 | Top Width (m) | | 3.95 | 30.94 |
| Vel Total (m/s) | 0.30 | Avg. Vel. (m/s) | | 0.24 | 0.30 |
| Max Chl Dpth (m) | 0.13 | Hydr. Depth (m) | | 0.08 | 0.10 |
| Conv. Total (m3/s) | 19.8 | Conv. (m3/s) | | 1.6 | 18.2 |
| Length Wtd. (m) | 15.41 | Wetted Per. (m) | | 3.96 | 31.08 |
| Min Ch El (m) | 57.91 | Shear (N/m2) | | 2.06 | 2.38 |
| Alpha | 1.01 | Stream Power (N/m s) | | 0.49 | 0.72 |
| Frctn Loss (m) | 0.10 | Cum Volume (1000 m3) | 0.07 | 0.26 | 0.31 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 1.91 | 4.47 | 3.14 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 799.9999 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 57.95 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.01 | Wt. n-Val. | 0.035 | 0.040 | 0.035 |
| W.S. Elev (m) | 57.93 | Reach Len. (m) | 19.71 | 8.20 | 1.09 |
| Crit W.S. (m) | 57.93 | Flow Area (m2) | 0.36 | 0.98 | 0.76 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.048899 | Area (m2) | 0.36 | 0.98 | 0.76 |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | 0.18 | 0.43 | 0.38 |
| Top Width (m) | 93.89 | Top Width (m) | 16.19 | 43.92 | 33.78 |
| Vel Total (m/s) | 0.47 | Avg. Vel. (m/s) | 0.50 | 0.44 | 0.50 |
| Max Chl Dpth (m) | 0.02 | Hydr. Depth (m) | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| Conv. Total (m3/s) | 4.5 | Conv. (m3/s) | 0.8 | 2.0 | 1.7 |
| Length Wtd. (m) | 4.31 | Wetted Per. (m) | 16.19 | 43.92 | 33.80 |
| Min Ch El (m) | 57.91 | Shear (N/m2) | 10.58 | 10.75 | 10.74 |
| Alpha | 1.01 | Stream Power (N/m s) | 5.26 | 4.72 | 5.39 |
| Frctn Loss (m) | 0.03 | Cum Volume (1000 m3) | 0.07 | 0.25 | 0.28 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 1.78 | 4.11 | 2.64 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 773.1024 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 57.81 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.01 | Wt. n-Val. | | | 0.035 |
| W.S. Elev (m) | 57.80 | Reach Len. (m) | 4.25 | 22.28 | 33.31 |
| Crit W.S. (m) | 57.72 | Flow Area (m2) | | | 2.70 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.002425 | Area (m2) | | | 2.70 |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | | | 0.99 |
| Top Width (m) | 20.10 | Top Width (m) | | | 20.10 |
| Vel Total (m/s) | 0.37 | Avg. Vel. (m/s) | | | 0.37 |
| Max Chl Dpth (m) | 0.23 | Hydr. Depth (m) | | | 0.13 |
| Conv. Total (m3/s) | 20.1 | Conv. (m3/s) | | | 20.1 |
| Length Wtd. (m) | 33.31 | Wetted Per. (m) | | | 20.34 |
| Min Ch El (m) | 57.91 | Shear (N/m2) | | | 3.16 |
| Alpha | 1.00 | Stream Power (N/m s) | | | 1.16 |
| Frctn Loss (m) | 0.05 | Cum Volume (1000 m3) | 0.06 | 0.25 | 0.28 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 1.62 | 3.93 | 2.61 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 700.0001 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 57.76 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.00 | Wt. n-Val. | | | 0.035 |
| W.S. Elev (m) | 57.75 | Reach Len. (m) | 1.15 | 26.50 | 35.74 |
| Crit W.S. (m) | 57.63 | Flow Area (m2) | | | 3.68 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.001146 | Area (m2) | | | 3.68 |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | | | 0.99 |
| Top Width (m) | 24.78 | Top Width (m) | | | 24.78 |
| Vel Total (m/s) | 0.27 | Avg. Vel. (m/s) | | | 0.27 |
| Max Chl Dpth (m) | 0.21 | Hydr. Depth (m) | | | 0.15 |
| Conv. Total (m3/s) | 29.3 | Conv. (m3/s) | | | 29.3 |
| Length Wtd. (m) | 35.45 | Wetted Per. (m) | | | 24.99 |
| Min Ch El (m) | 57.75 | Shear (N/m2) | | | 1.65 |
| Alpha | 1.00 | Stream Power (N/m s) | | | 0.45 |
| Frctn Loss (m) | 0.08 | Cum Volume (1000 m3) | 0.06 | 0.25 | 0.18 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 1.62 | 3.93 | 1.87 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 613.0526 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 57.67 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.01 | Wt. n-Val. | | 0.040 | 0.035 |
| W.S. Elev (m) | 57.66 | Reach Len. (m) | 7.72 | 27.88 | 32.74 |
| Crit W.S. (m) | 57.63 | Flow Area (m2) | | 0.32 | 1.79 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.006331 | Area (m2) | | 0.32 | 1.79 |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | | 0.06 | 0.93 |
| Top Width (m) | 26.18 | Top Width (m) | | 9.92 | 16.25 |
| Vel Total (m/s) | 0.47 | Avg. Vel. (m/s) | | 0.20 | 0.52 |
| Max Chl Dpth (m) | 0.15 | Hydr. Depth (m) | | 0.03 | 0.11 |
| Conv. Total (m3/s) | 12.4 | Conv. (m3/s) | | 0.8 | 11.7 |
| Length Wtd. (m) | 27.86 | Wetted Per. (m) | | 9.92 | 16.38 |
| Min Ch El (m) | 57.60 | Shear (N/m2) | | 1.97 | 6.77 |
| Alpha | 1.15 | Stream Power (N/m s) | | 0.39 | 3.52 |
| Frctn Loss (m) | 0.32 | Cum Volume (1000 m3) | 0.06 | 0.24 | 0.08 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 1.62 | 3.80 | 1.13 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 521.5913 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 57.35 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.02 | Wt. n-Val. | 0.035 | 0.040 | |
| W.S. Elev (m) | 57.33 | Reach Len. (m) | 7.76 | 6.58 | 6.61 |
| Crit W.S. (m) | 57.32 | Flow Area (m2) | 0.34 | 1.30 | |
| E.G. Slope (m/m) | 0.027922 | Area (m2) | 0.34 | 1.30 | |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | 0.23 | 0.76 | |
| Top Width (m) | 31.16 | Top Width (m) | 6.66 | 24.49 | |
| Vel Total (m/s) | 0.60 | Avg. Vel. (m/s) | 0.66 | 0.59 | |
| Max Chl Dpth (m) | 0.11 | Hydr. Depth (m) | 0.05 | 0.05 | |
| Conv. Total (m3/s) | 5.9 | Conv. (m3/s) | 1.3 | 4.6 | |
| Length Wtd. (m) | 6.79 | Wetted Per. (m) | 6.66 | 24.49 | |
| Min Ch El (m) | 57.22 | Shear (N/m2) | 14.04 | 14.51 | |
| Alpha | 1.01 | Stream Power (N/m s) | 9.26 | 8.55 | |
| Frctn Loss (m) | 0.11 | Cum Volume (1000 m3) | 0.06 | 0.22 | 0.05 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 1.60 | 3.32 | 0.87 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 500 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 57.23 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.01 | Wt. n-Val. | 0.035 | 0.040 | 0.000 |
| W.S. Elev (m) | 57.22 | Reach Len. (m) | 12.92 | 15.24 | 16.48 |
| Crit W.S. (m) | 57.20 | Flow Area (m2) | 0.30 | 1.99 | 0.00 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.011364 | Area (m2) | 0.30 | 1.99 | 0.00 |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | 0.12 | 0.87 | 0.00 |
| Top Width (m) | 36.92 | Top Width (m) | 6.25 | 30.10 | 0.56 |
| Vel Total (m/s) | 0.43 | Avg. Vel. (m/s) | 0.40 | 0.44 | 0.03 |
| Max Chl Dpth (m) | 0.12 | Hydr. Depth (m) | 0.05 | 0.07 | 0.00 |
| Conv. Total (m3/s) | 9.3 | Conv. (m3/s) | 1.2 | 8.1 | 0.0 |
| Length Wtd. (m) | 15.03 | Wetted Per. (m) | 6.25 | 30.10 | 0.56 |
| Min Ch El (m) | 57.10 | Shear (N/m2) | 5.40 | 7.37 | |
| Alpha | 1.00 | Stream Power (N/m s) | 2.19 | 3.21 | |
| Frctn Loss (m) | 0.28 | Cum Volume (1000 m3) | 0.06 | 0.21 | 0.05 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 1.55 | 3.14 | 0.86 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 450 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 56.94 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.03 | Wt. n-Val. | 0.035 | 0.040 | |
| W.S. Elev (m) | 56.92 | Reach Len. (m) | 25.79 | 15.24 | 9.66 |
| Crit W.S. (m) | 56.92 | Flow Area (m2) | 0.11 | 1.27 | |
| E.G. Slope (m/m) | 0.037580 | Area (m2) | 0.11 | 1.27 | |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | 0.06 | 0.93 | |
| Top Width (m) | 25.45 | Top Width (m) | 3.99 | 21.45 | |
| Vel Total (m/s) | 0.72 | Avg. Vel. (m/s) | 0.51 | 0.74 | |
| Max Chl Dpth (m) | 0.11 | Hydr. Depth (m) | 0.03 | 0.06 | |
| Conv. Total (m3/s) | 5.1 | Conv. (m3/s) | 0.3 | 4.8 | |
| Length Wtd. (m) | 15.55 | Wetted Per. (m) | 3.99 | 21.45 | |
| Min Ch El (m) | 56.81 | Shear (N/m2) | 10.44 | 21.77 | |
| Alpha | 1.02 | Stream Power (N/m s) | 5.38 | 16.01 | |
| Frctn Loss (m) | 0.22 | Cum Volume (1000 m3) | 0.06 | 0.18 | 0.05 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 1.48 | 2.74 | 0.86 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 400 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 56.65 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.01 | Wt. n-Val. | | 0.040 | |
| W.S. Elev (m) | 56.64 | Reach Len. (m) | 18.14 | 15.24 | 14.63 |
| Crit W.S. (m) | 56.59 | Flow Area (m2) | | 2.19 | |
| E.G. Slope (m/m) | 0.007361 | Area (m2) | | 2.19 | |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | | 0.99 | |
| Top Width (m) | 22.51 | Top Width (m) | | 22.51 | |
| Vel Total (m/s) | 0.45 | Avg. Vel. (m/s) | | 0.45 | |
| Max Chl Dpth (m) | 0.14 | Hydr. Depth (m) | | 0.10 | |
| Conv. Total (m3/s) | 11.5 | Conv. (m3/s) | | 11.5 | |
| Length Wtd. (m) | 16.12 | Wetted Per. (m) | | 22.51 | |
| Min Ch El (m) | 56.50 | Shear (N/m2) | | 7.01 | |
| Alpha | 1.00 | Stream Power (N/m s) | | 3.18 | |
| Frctn Loss (m) | 0.23 | Cum Volume (1000 m3) | 0.05 | 0.16 | 0.05 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 1.43 | 2.41 | 0.86 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 349.9999 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 56.42 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.01 | Wt. n-Val. | 0.035 | 0.040 | |
| W.S. Elev (m) | 56.41 | Reach Len. (m) | 16.56 | 15.24 | 15.35 |
| Crit W.S. (m) | 56.41 | Flow Area (m2) | 1.28 | 0.93 | |
| E.G. Slope (m/m) | 0.036991 | Area (m2) | 1.28 | 0.93 | |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | 0.60 | 0.39 | |
| Top Width (m) | 87.56 | Top Width (m) | 51.62 | 35.94 | |
| Vel Total (m/s) | 0.45 | Avg. Vel. (m/s) | 0.47 | 0.42 | |
| Max Chl Dpth (m) | 0.06 | Hydr. Depth (m) | 0.02 | 0.03 | |
| Conv. Total (m3/s) | 5.1 | Conv. (m3/s) | 3.1 | 2.0 | |
| Length Wtd. (m) | 15.64 | Wetted Per. (m) | 51.64 | 35.94 | |
| Min Ch El (m) | 56.35 | Shear (N/m2) | 9.00 | 9.38 | |
| Alpha | 1.01 | Stream Power (N/m s) | 4.21 | 3.95 | |
| Frctn Loss (m) | 0.58 | Cum Volume (1000 m3) | 0.04 | 0.13 | 0.05 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 0.96 | 1.96 | 0.86 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 300 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 55.60 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.04 | Wt. n-Val. | | 0.040 | |
| W.S. Elev (m) | 55.56 | Reach Len. (m) | 28.24 | 15.24 | 9.15 |
| Crit W.S. (m) | 55.56 | Flow Area (m2) | | 1.15 | |
| E.G. Slope (m/m) | 0.037740 | Area (m2) | | 1.15 | |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | | 0.99 | |
| Top Width (m) | 15.40 | Top Width (m) | | 15.40 | |
| Vel Total (m/s) | 0.86 | Avg. Vel. (m/s) | | 0.86 | |
| Max Chl Dpth (m) | 0.14 | Hydr. Depth (m) | | 0.07 | |
| Conv. Total (m3/s) | 5.1 | Conv. (m3/s) | | 5.1 | |
| Length Wtd. (m) | 14.67 | Wetted Per. (m) | | 15.40 | |
| Min Ch El (m) | 55.42 | Shear (N/m2) | | 27.63 | |
| Alpha | 1.00 | Stream Power (N/m s) | | 23.79 | |
| Frctn Loss (m) | 0.11 | Cum Volume (1000 m3) | 0.03 | 0.12 | 0.05 |
| C & E Loss (m) | 0.01 | Cum SA (1000 m2) | 0.53 | 1.57 | 0.86 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 250 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 54.98 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.00 | Wt. n-Val. | | 0.040 | 0.035 |
| W.S. Elev (m) | 54.97 | Reach Len. (m) | 3.29 | 15.24 | 20.75 |
| Crit W.S. (m) | 54.91 | Flow Area (m2) | | 2.58 | 0.60 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.003152 | Area (m2) | | 2.58 | 0.60 |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | | 0.81 | 0.18 |
| Top Width (m) | 31.72 | Top Width (m) | | 24.61 | 7.11 |
| Vel Total (m/s) | 0.31 | Avg. Vel. (m/s) | | 0.31 | 0.31 |
| Max Chl Dpth (m) | 0.11 | Hydr. Depth (m) | | 0.10 | 0.08 |
| Conv. Total (m3/s) | 17.6 | Conv. (m3/s) | | 14.3 | 3.3 |
| Length Wtd. (m) | 14.06 | Wetted Per. (m) | | 24.61 | 7.11 |
| Min Ch El (m) | 54.86 | Shear (N/m2) | | 3.24 | 2.60 |
| Alpha | 1.00 | Stream Power (N/m s) | | 1.01 | 0.80 |
| Frctn Loss (m) | 0.03 | Cum Volume (1000 m3) | 0.03 | 0.09 | 0.05 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 0.53 | 1.27 | 0.83 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 200 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 54.95 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.00 | Wt. n-Val. | 0.035 | 0.040 | 0.035 |
| W.S. Elev (m) | 54.95 | Reach Len. (m) | 15.95 | 15.24 | 15.46 |
| Crit W.S. (m) | 54.89 | Flow Area (m2) | 1.82 | 2.71 | 0.89 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.001324 | Area (m2) | 1.82 | 2.71 | 0.89 |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | 0.36 | 0.47 | 0.17 |
| Top Width (m) | 66.86 | Top Width (m) | 22.35 | 32.84 | 11.67 |
| Vel Total (m/s) | 0.18 | Avg. Vel. (m/s) | 0.20 | 0.17 | 0.19 |
| Max Chl Dpth (m) | 0.08 | Hydr. Depth (m) | 0.08 | 0.08 | 0.08 |
| Conv. Total (m3/s) | 27.2 | Conv. (m3/s) | 9.8 | 12.8 | 4.6 |
| Length Wtd. (m) | 15.52 | Wetted Per. (m) | 22.36 | 32.84 | 11.67 |
| Min Ch El (m) | 54.86 | Shear (N/m2) | 1.06 | 1.07 | 0.99 |
| Alpha | 1.01 | Stream Power (N/m s) | 0.21 | 0.18 | 0.18 |
| Frctn Loss (m) | 0.04 | Cum Volume (1000 m3) | 0.03 | 0.05 | 0.03 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 0.50 | 0.83 | 0.63 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 150 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 54.91 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.00 | Wt. n-Val. | 0.035 | 0.040 | 0.035 |
| W.S. Elev (m) | 54.91 | Reach Len. (m) | 19.80 | 15.24 | 12.78 |
| Crit W.S. (m) | 54.89 | Flow Area (m2) | 0.78 | 1.33 | 1.66 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.005881 | Area (m2) | 0.78 | 1.33 | 1.66 |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | 0.21 | 0.32 | 0.46 |
| Top Width (m) | 84.98 | Top Width (m) | 17.74 | 29.95 | 37.29 |
| Vel Total (m/s) | 0.26 | Avg. Vel. (m/s) | 0.27 | 0.24 | 0.27 |
| Max Chl Dpth (m) | 0.04 | Hydr. Depth (m) | 0.04 | 0.04 | 0.04 |
| Conv. Total (m3/s) | 12.9 | Conv. (m3/s) | 2.8 | 4.2 | 5.9 |
| Length Wtd. (m) | 15.14 | Wetted Per. (m) | 17.74 | 29.95 | 37.33 |
| Min Ch El (m) | 54.86 | Shear (N/m2) | 2.54 | 2.57 | 2.56 |
| Alpha | 1.01 | Stream Power (N/m s) | 0.69 | 0.62 | 0.70 |
| Frctn Loss (m) | 0.18 | Cum Volume (1000 m3) | 0.01 | 0.02 | 0.01 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 0.18 | 0.35 | 0.25 |

Plan: PLAN01 QUEBRADALUPIN QUEBRADALUPIN RS: 100.0001 Profile: TR100

| E.G. Elev (m) | 54.73 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.03 | Wt. n-Val. | | 0.040 | 0.035 |
| W.S. Elev (m) | 54.70 | Reach Len. (m) | | | |
| Crit W.S. (m) | 54.70 | Flow Area (m2) | | 1.19 | 0.05 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.034659 | Area (m2) | | 1.19 | 0.05 |
| Q Total (m3/s) | 0.99 | Flow (m3/s) | | 0.97 | 0.02 |
| Top Width (m) | 18.52 | Top Width (m) | | 16.07 | 2.45 |
| Vel Total (m/s) | 0.80 | Avg. Vel. (m/s) | | 0.82 | 0.39 |
| Max Chl Dpth (m) | 0.11 | Hydr. Depth (m) | | 0.07 | 0.02 |
| Conv. Total (m3/s) | 5.3 | Conv. (m3/s) | | 5.2 | 0.1 |
| Length Wtd. (m) | | Wetted Per. (m) | | 16.08 | 2.45 |
| Min Ch El (m) | 54.59 | Shear (N/m2) | | 25.09 | 6.62 |
| Alpha | 1.03 | Stream Power (N/m s) | | 20.55 | 2.55 |
| Frctn Loss (m) | | Cum Volume (1000 m3) | | | |
| C & E Loss (m) | | Cum SA (1000 m2) | | | |

ENSAYOS GRANULOMÉTRICOS



USMP
UNIVERSIDAD
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

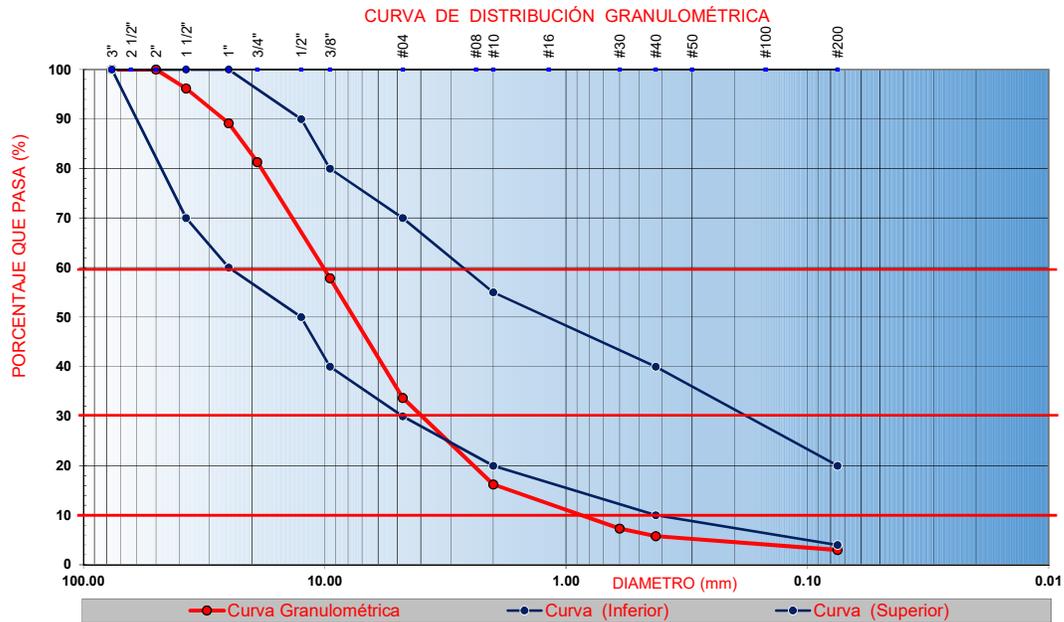
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 204, ASTM C-136)

DATOS DE LA MUESTRA

| | | | |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| CÓDIGO DE MUESTRA | 01USMP2018 | TAMAÑO MÁXIMO | : 1 1/2" |
| UBICACIÓN | Quebrada Lupín, Huarmey - Ancash | FECHA | : 24/05/2018 |
| MATERIAL | Arena suelta | REALIZADO POR | : Edson Silva y Daniel Chong |
| PROFUNDIDAD | 1.0 m | PESO INICIAL SECO | : 5.1300 Kg |

| TAMIZ (pulg) | AASHTO T-27 (mm) | % RETENIDO | PESO RETENIDO (g) | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIFICACIONES | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|--------------|------------------|------------|-------------------|---------------------|------------|------------------|---------------------------|
| 3" | 76.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2 1/2" | 63.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2" | 50.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1 1/2" | 37.50 | 3.80 | 195.12 | 3.80 | 96.20 | | |
| 1" | 25.00 | 7.04 | 361.27 | 10.85 | 89.15 | | |
| 3/4" | 19.00 | 7.87 | 403.95 | 18.72 | 81.28 | | |
| 3/8" | 9.50 | 23.41 | 1201.18 | 42.13 | 57.87 | | |
| #04 | 4.75 | 24.19 | 1240.81 | 66.32 | 33.68 | | |
| #10 | 2.00 | 17.45 | 895.42 | 83.78 | 16.22 | | |
| #30 | 0.60 | 8.92 | 457.80 | 92.70 | 7.30 | | |
| #40 | 0.43 | 1.50 | 76.98 | 94.20 | 5.80 | | |
| #200 | 0.08 | 2.80 | 143.87 | 97.01 | 2.99 | | |
| FONDO | | 2.99 | 153.60 | 100.00 | 0.00 | | |



Observaciones:

ELABORADO POR:

Tesistas: Chong Galvez, Daniel Andrew
 Silva Valdez, Edson Santiago

Firma:

REVISADO POR:

Nombre: Cargo: Jefe de Laboratorio

Firma:



USMP
UNIVERSIDAD
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

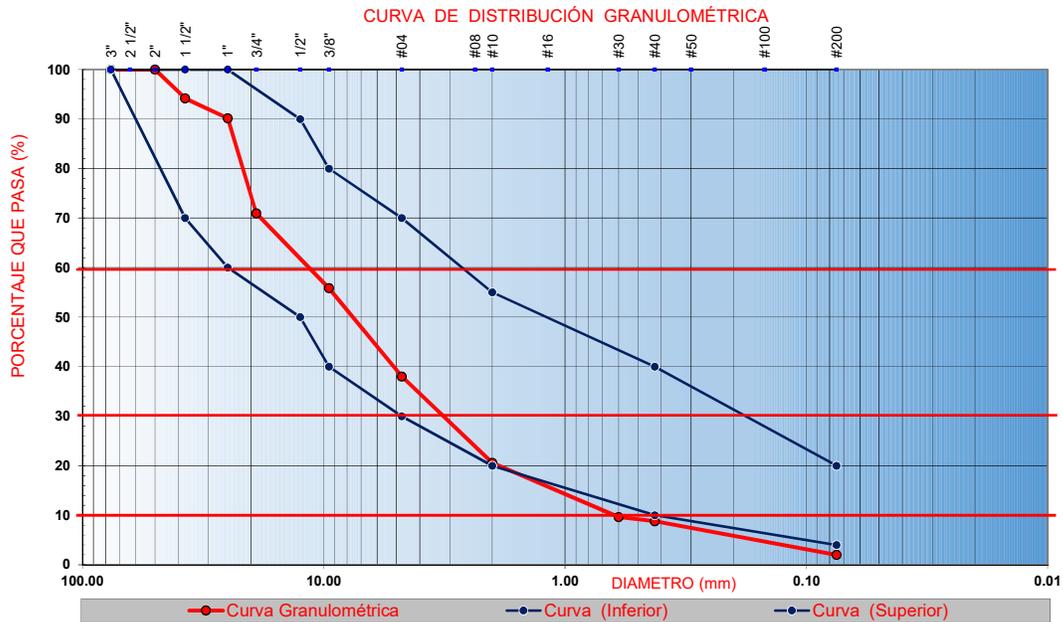
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 204, ASTM C-136)

| DATOS DE LA MUESTRA | | | | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|--|--|--------------------------|---|----------------------------|--|
| CÓDIGO DE MUESTRA | 02USMP2018 | | | TAMAÑO MÁXIMO | : | 1 1/2" | |
| UBICACIÓN | Quebrada Lupín, Huarmey - Ancash | | | FECHA | : | 24/05/2018 | |
| MATERIAL | Arena suelta | | | REALIZADO POR | : | Edson Silva y Daniel Chong | |
| PROFUNDIDAD | 1.0 m | | | PESO INICIAL SECO | : | 4.2300 Kg | |

| TAMIZ (pulg) | AASHTO T-27 (mm) | % RETENIDO | PESO RETENIDO (g) | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIFICACIONES | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|--------------|------------------|------------|-------------------|---------------------|------------|------------------|---------------------------|
| 3" | 76.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2 1/2" | 63.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2" | 50.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1 1/2" | 37.50 | 5.80 | 245.48 | 5.80 | 94.20 | | |
| 1" | 25.00 | 4.04 | 170.99 | 9.85 | 90.15 | | |
| 3/4" | 19.00 | 19.21 | 812.48 | 29.05 | 70.95 | | |
| 3/8" | 9.50 | 15.08 | 637.94 | 44.13 | 55.87 | | |
| #04 | 4.75 | 17.85 | 755.22 | 61.99 | 38.01 | | |
| #10 | 2.00 | 17.45 | 738.33 | 79.44 | 20.56 | | |
| #30 | 0.60 | 10.92 | 462.08 | 90.37 | 9.63 | | |
| #40 | 0.43 | 0.83 | 35.28 | 91.20 | 8.80 | | |
| #200 | 0.08 | 6.80 | 287.83 | 98.01 | 1.99 | | |
| FONDO | | 1.99 | 84.35 | 100.00 | 0.00 | | |



Observaciones:

ELABORADO POR:

Tesistas: Chong Galvez, Daniel Andrew
Silva Valdez, Edson Santiago

Firma:

REVISADO POR:

Nombre: Cargo: Jefe de Laboratorio

Firma:



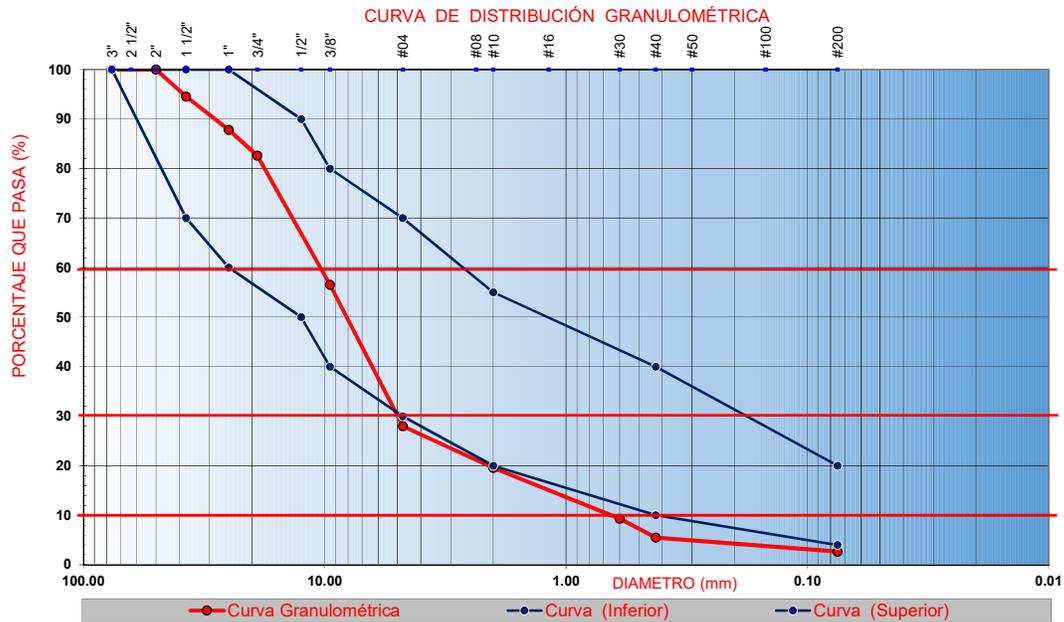
USMP
UNIVERSIDAD
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E 204, ASTM C-136)

| DATOS DE LA MUESTRA | | | | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|-------------------|----------------------------|------------|------------------|---------------------------|
| CÓDIGO DE MUESTRA | 03USMP2018 | TAMAÑO MÁXIMO | : | 1 1/2" | | | |
| UBICACIÓN | Quebrada Lupín, Huarmey - Ancash | FECHA | : | 24/05/2018 | | | |
| MATERIAL | Arena suelta | REALIZADO POR | : | Edson Silva y Daniel Chong | | | |
| PROFUNDIDAD | 1.0 m | PESO INICIAL SECO | : | 6.0822 Kg | | | |
| TAMIZ (pulg) | AASHTO T-27 (mm) | % RETENIDO | PESO RETENIDO (g) | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIFICACIONES | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
| 3" | 76.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2 1/2" | 63.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2" | 50.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1 1/2" | 37.50 | 5.47 | 332.70 | 5.47 | 94.53 | | |
| 1" | 25.00 | 6.71 | 408.05 | 12.18 | 87.82 | | |
| 3/4" | 19.00 | 5.21 | 316.74 | 17.39 | 82.61 | | |
| 3/8" | 9.50 | 26.08 | 1586.32 | 43.47 | 56.53 | | |
| #04 | 4.75 | 28.52 | 1734.68 | 71.99 | 28.01 | | |
| #10 | 2.00 | 8.45 | 514.23 | 80.44 | 19.56 | | |
| #30 | 0.60 | 10.26 | 623.87 | 90.70 | 9.30 | | |
| #40 | 0.43 | 3.83 | 233.19 | 94.53 | 5.47 | | |
| #200 | 0.08 | 2.80 | 170.58 | 97.34 | 2.66 | | |
| FONDO | | 2.66 | 161.84 | 100.00 | 0.00 | | |



Observaciones: _____

ELABORADO POR:

Tesistas: Chong Galvez, Daniel Andrew
 Silva Valdez, Edson Santiago

Firma: _____

REVISADO POR:

Nombre: _____
 Cargo: Jefe de Laboratorio

Firma: _____



USMP
UNIVERSIDAD
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

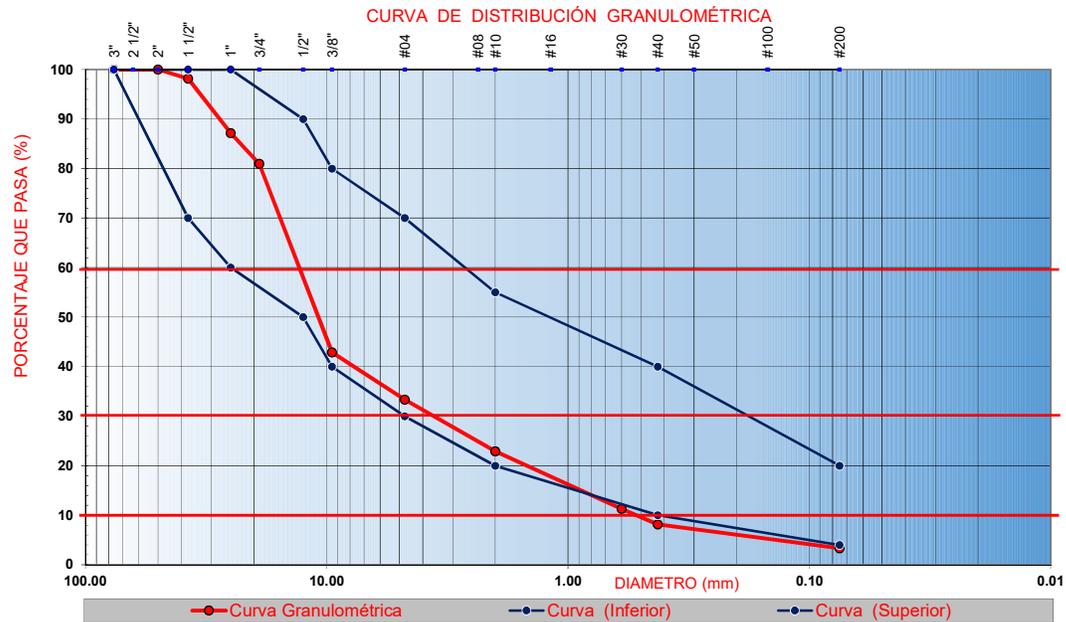
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 204, ASTM C-136)

DATOS DE LA MUESTRA

| | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|---|----------------------------|
| CÓDIGO DE MUESTRA | 04USMP2018 | TAMAÑO MÁXIMO | : | 1 1/2" |
| UBICACIÓN | Quebrada Lupín, Huarmey - Ancash | FECHA | : | 24/05/2018 |
| MATERIAL | Arena suelta | REALIZADO POR | : | Edson Silva y Daniel Chong |
| PROFUNDIDAD | 1.0 m | PESO INICIAL SECO | : | 4.5342 Kg |

| TAMIZ (pulg) | AASHTO T-27 (mm) | % RETENIDO | PESO RETENIDO (g) | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIFICACIONES | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|--------------|------------------|------------|-------------------|---------------------|------------|------------------|---------------------------|
| 3" | 76.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2 1/2" | 63.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2" | 50.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1 1/2" | 37.50 | 1.80 | 81.77 | 1.80 | 98.20 | | |
| 1" | 25.00 | 11.04 | 500.68 | 12.85 | 87.15 | | |
| 3/4" | 19.00 | 6.21 | 281.47 | 19.05 | 80.95 | | |
| 3/8" | 9.50 | 38.08 | 1726.71 | 57.13 | 42.87 | | |
| #04 | 4.75 | 9.52 | 431.69 | 66.66 | 33.34 | | |
| #10 | 2.00 | 10.45 | 474.04 | 77.11 | 22.89 | | |
| #30 | 0.60 | 11.59 | 525.55 | 88.70 | 11.30 | | |
| #40 | 0.43 | 3.17 | 143.61 | 91.87 | 8.13 | | |
| #200 | 0.08 | 4.80 | 217.85 | 96.67 | 3.33 | | |
| FONDO | | 3.33 | 150.88 | 100.00 | 0.00 | | |



Observaciones:

ELABORADO POR:

Tesistas: Chong Galvez, Daniel Andrew
Silva Valdez, Edson Santiago

Firma:

REVISADO POR:

Nombre: Cargo: Jefe de Laboratorio

Firma:



USMP
UNIVERSIDAD
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

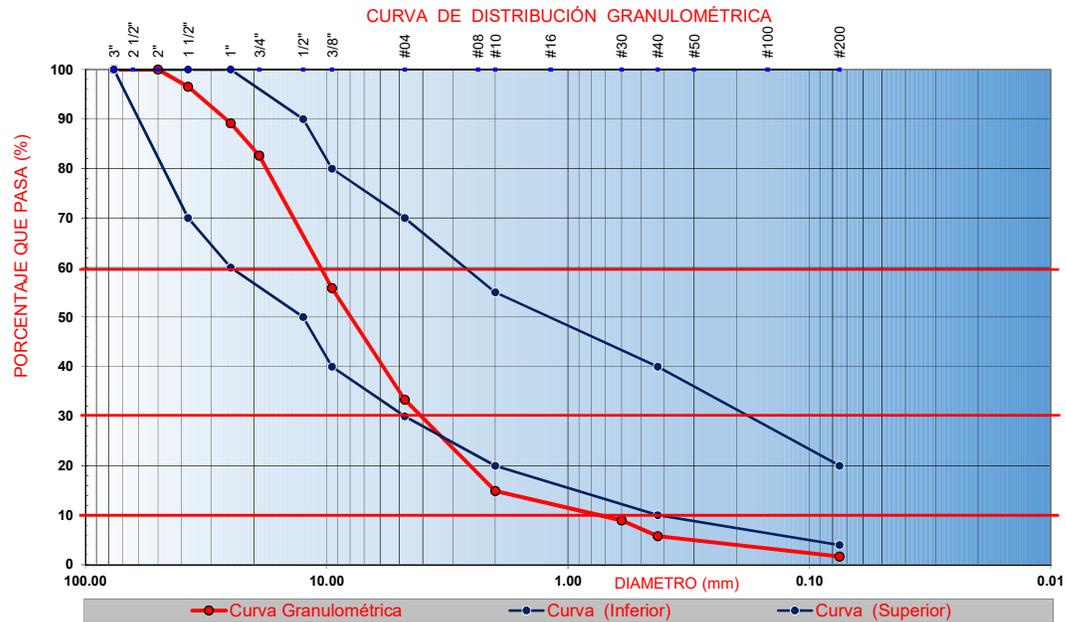
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 204, ASTM C-136)

DATOS DE LA MUESTRA

| | | | |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| CÓDIGO DE MUESTRA | 05USMP2018 | TAMAÑO MÁXIMO | : 1 1/2" |
| UBICACIÓN | Quebrada Lupín, Huarmey - Ancash | FECHA | : 24/05/2018 |
| MATERIAL | Arena suelta | REALIZADO POR | : Edson Silva y Daniel Chong |
| PROFUNDIDAD | 1.0 m | PESO INICIAL SECO | : 5.8356 Kg |

| TAMIZ (pulg) | AASHTO T-27 (mm) | % RETENIDO | PESO RETENIDO (g) | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIFICACIONES | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|--------------|------------------|------------|-------------------|---------------------|------------|------------------|---------------------------|
| 3" | 76.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2 1/2" | 63.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2" | 50.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1 1/2" | 37.50 | 3.47 | 202.50 | 3.47 | 96.53 | | |
| 1" | 25.00 | 7.38 | 430.41 | 10.85 | 89.15 | | |
| 3/4" | 19.00 | 6.54 | 381.70 | 17.39 | 82.61 | | |
| 3/8" | 9.50 | 26.75 | 1560.92 | 44.13 | 55.87 | | |
| #04 | 4.75 | 22.52 | 1314.22 | 66.66 | 33.34 | | |
| #10 | 2.00 | 18.45 | 1076.94 | 85.11 | 14.89 | | |
| #30 | 0.60 | 5.92 | 345.70 | 91.03 | 8.97 | | |
| #40 | 0.43 | 3.17 | 184.83 | 94.20 | 5.80 | | |
| #200 | 0.08 | 4.14 | 241.47 | 98.34 | 1.66 | | |
| FONDO | | 1.66 | 96.92 | 100.00 | 0.00 | | |



Observaciones:

ELABORADO POR:

Tesistas: Chong Galvez, Daniel Andrew
Silva Valdez, Edson Santiago

Firma:

REVISADO POR:

Nombre: Cargo: Jefe de Laboratorio

Firma:



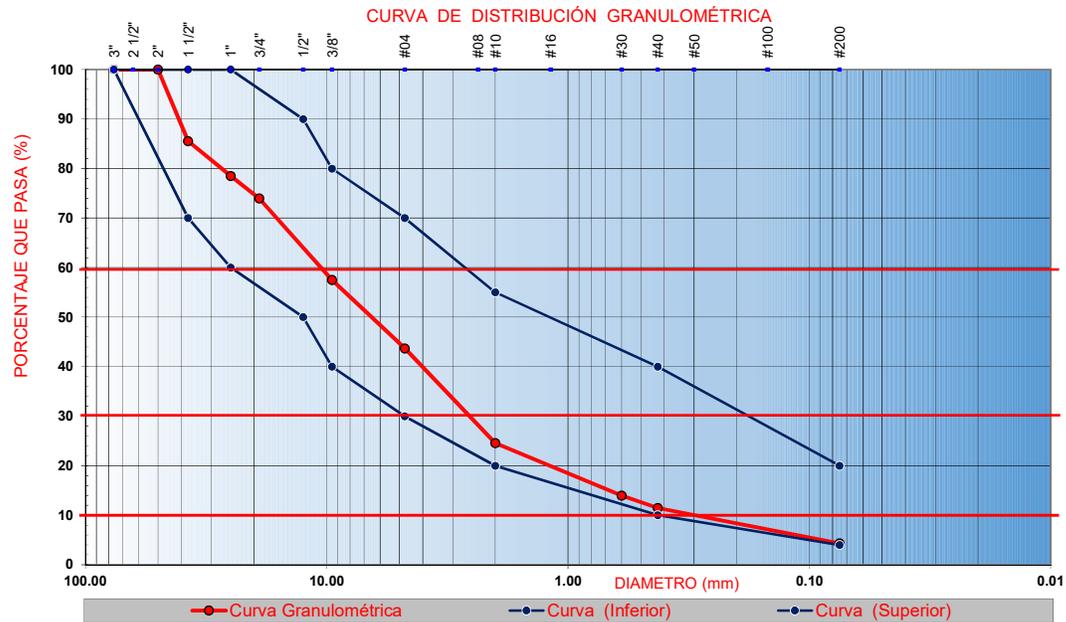
USMP
UNIVERSIDAD
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E 204, ASTM C-136)

| DATOS DE LA MUESTRA | | | | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|-------------------|----------------------------|------------|------------------|---------------------------|
| CÓDIGO DE MUESTRA | 06USMP2018 | TAMAÑO MÁXIMO | : | 1 1/2" | | | |
| UBICACIÓN | Quebrada Lupín, Huarmey - Ancash | FECHA | : | 24/05/2018 | | | |
| MATERIAL | Arena suelta | REALIZADO POR | : | Edson Silva y Daniel Chong | | | |
| PROFUNDIDAD | 1.0 m | PESO INICIAL SECO | : | 4.5205 Kg | | | |
| TAMIZ (pulg) | AASHTO T-27 (mm) | % RETENIDO | PESO RETENIDO (g) | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIFICACIONES | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
| 3" | 76.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2 1/2" | 63.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2" | 50.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1 1/2" | 37.50 | 14.47 | 654.13 | 14.47 | 85.53 | | |
| 1" | 25.00 | 7.04 | 318.35 | 21.51 | 78.49 | | |
| 3/4" | 19.00 | 4.54 | 205.27 | 26.05 | 73.95 | | |
| 3/8" | 9.50 | 16.41 | 742.04 | 42.47 | 57.53 | | |
| #04 | 4.75 | 13.85 | 626.28 | 56.32 | 43.68 | | |
| #10 | 2.00 | 19.12 | 864.39 | 75.44 | 24.56 | | |
| #30 | 0.60 | 10.59 | 478.76 | 86.03 | 13.97 | | |
| #40 | 0.43 | 2.50 | 113.04 | 88.53 | 11.47 | | |
| #200 | 0.08 | 7.14 | 322.67 | 95.67 | 4.33 | | |
| FONDO | | 4.33 | 195.63 | 100.00 | 0.00 | | |



Observaciones:

| | |
|-----------------------|---|
| ELABORADO POR: | |
| Tesistas: | Chong Galvez, Daniel Andrew Silva Valdez, Edson Santiago |
| Firma: | |

| | |
|----------------------|----------------------------|
| REVISADO POR: | |
| Nombre: | Cargo: Jefe de Laboratorio |
| Firma: | |



USMP
UNIVERSIDAD
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

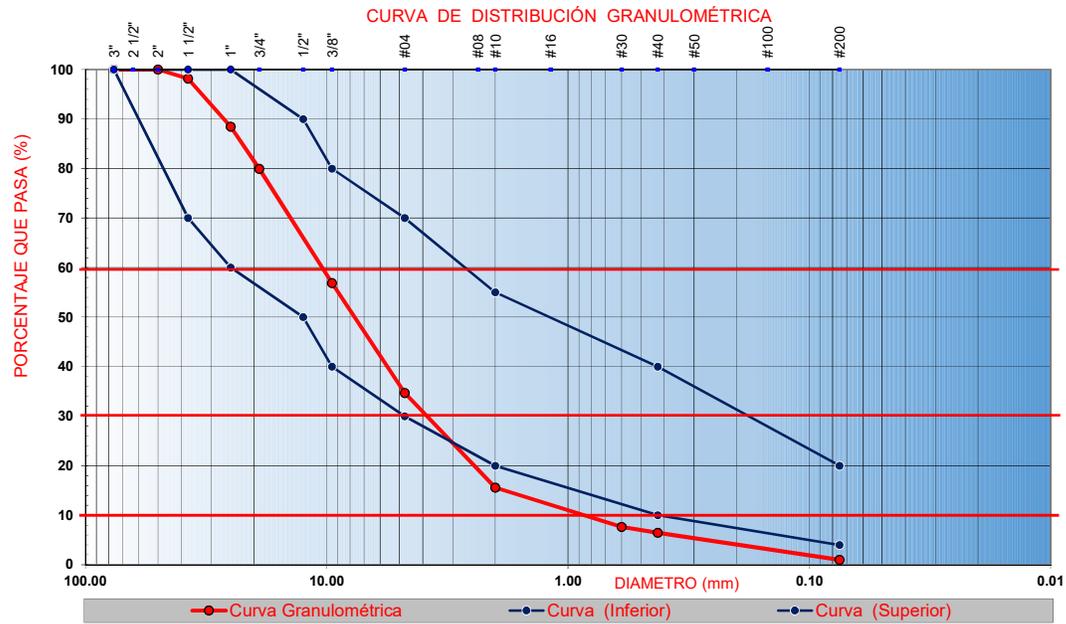
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 204, ASTM C-136)

DATOS DE LA MUESTRA

| | | | |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| CÓDIGO DE MUESTRA | 07USMP2018 | TAMAÑO MÁXIMO | : 1 1/2" |
| UBICACIÓN | Quebrada Lupín, Huarmey - Ancash | FECHA | : 24/05/2018 |
| MATERIAL | Arena suelta | REALIZADO POR | : Edson Silva y Daniel Chong |
| PROFUNDIDAD | 1.0 m | PESO INICIAL SECO | : 5.9315 Kg |

| TAMIZ (pulg) | AASHTO T-27 (mm) | % RETENIDO | PESO RETENIDO (g) | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIFICACIONES | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|--------------|------------------|------------|-------------------|---------------------|------------|------------------|---------------------------|
| 3" | 76.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2 1/2" | 63.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2" | 50.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1 1/2" | 37.50 | 1.80 | 106.97 | 1.80 | 98.20 | | |
| 1" | 25.00 | 9.71 | 575.89 | 11.51 | 88.49 | | |
| 3/4" | 19.00 | 8.54 | 506.61 | 20.05 | 79.95 | | |
| 3/8" | 9.50 | 23.08 | 1369.08 | 43.13 | 56.87 | | |
| #04 | 4.75 | 22.19 | 1316.04 | 65.32 | 34.68 | | |
| #10 | 2.00 | 19.12 | 1134.18 | 84.44 | 15.56 | | |
| #30 | 0.60 | 7.92 | 470.01 | 92.37 | 7.63 | | |
| #40 | 0.43 | 1.17 | 69.24 | 93.53 | 6.47 | | |
| #200 | 0.08 | 5.47 | 324.53 | 99.01 | 0.99 | | |
| FONDO | | 0.99 | 58.97 | 100.00 | 0.00 | | |



Observaciones:

| | |
|-----------------------|---|
| ELABORADO POR: | |
| Tesisistas: | Chong Galvez, Daniel Andrew Silva Valdez, Edson Santiago |
| Firma: | |

| | |
|----------------------|---------------------|
| REVISADO POR: | |
| Nombre: | |
| Cargo: | Jefe de Laboratorio |
| Firma: | |



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

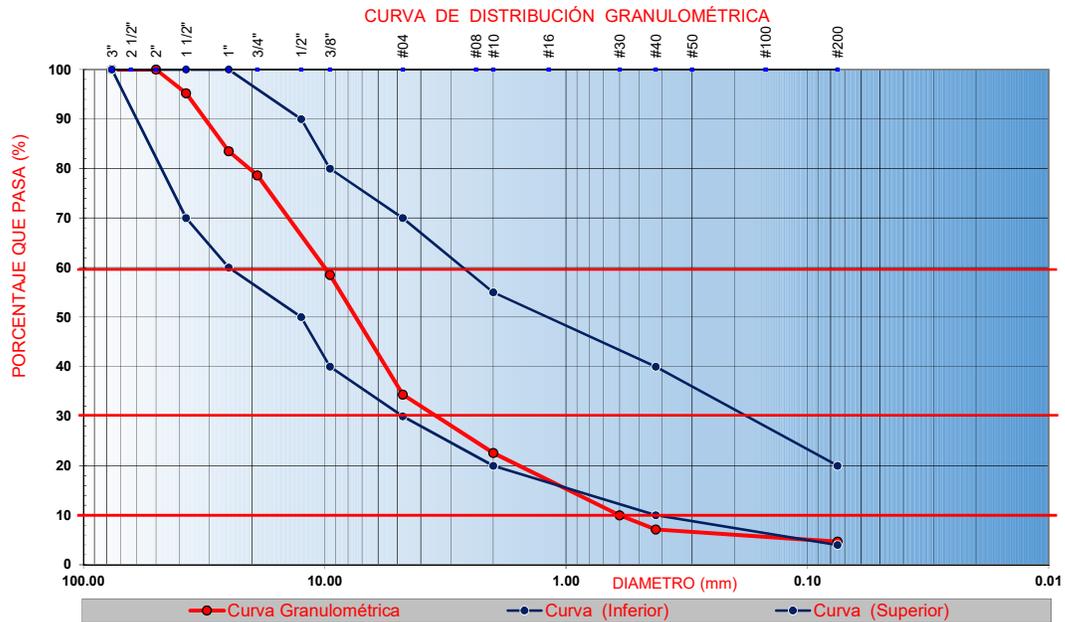
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 204, ASTM C-136)

DATOS DE LA MUESTRA

| | | | |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| CÓDIGO DE MUESTRA | 08USMP2018 | TAMAÑO MÁXIMO | : 1 1/2" |
| UBICACIÓN | Quebrada Lupín, Huarmey - Ancash | FECHA | : 24/05/2018 |
| MATERIAL | Arena suelta | REALIZADO POR | : Edson Silva y Daniel Chong |
| PROFUNDIDAD | 1.0 m | PESO INICIAL SECO | : 6.4384 Kg |

| TAMIZ (pulg) | AASHTO T-27 (mm) | % RETENIDO | PESO RETENIDO (g) | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIFICACIONES | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|--------------|------------------|------------|-------------------|---------------------|------------|------------------|---------------------------|
| 3" | 76.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2 1/2" | 63.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2" | 50.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1 1/2" | 37.50 | 4.80 | 309.26 | 4.80 | 95.20 | | |
| 1" | 25.00 | 11.71 | 753.86 | 16.51 | 83.49 | | |
| 3/4" | 19.00 | 4.87 | 313.82 | 21.39 | 78.61 | | |
| 3/8" | 9.50 | 20.08 | 1292.91 | 41.47 | 58.53 | | |
| #04 | 4.75 | 24.19 | 1557.27 | 65.66 | 34.34 | | |
| #10 | 2.00 | 11.79 | 758.95 | 77.44 | 22.56 | | |
| #30 | 0.60 | 12.59 | 810.63 | 90.03 | 9.97 | | |
| #40 | 0.43 | 2.83 | 182.46 | 92.87 | 7.13 | | |
| #200 | 0.08 | 2.47 | 159.11 | 95.34 | 4.66 | | |
| FONDO | | 4.66 | 300.08 | 100.00 | 0.00 | | |



Observaciones:

ELABORADO POR:

Tesistas: Chong Galvez, Daniel Andrew
Silva Valdez, Edson Santiago

Firma:

REVISADO POR:

Nombre: Cargo: Jefe de Laboratorio

Firma:



USMP
UNIVERSIDAD
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

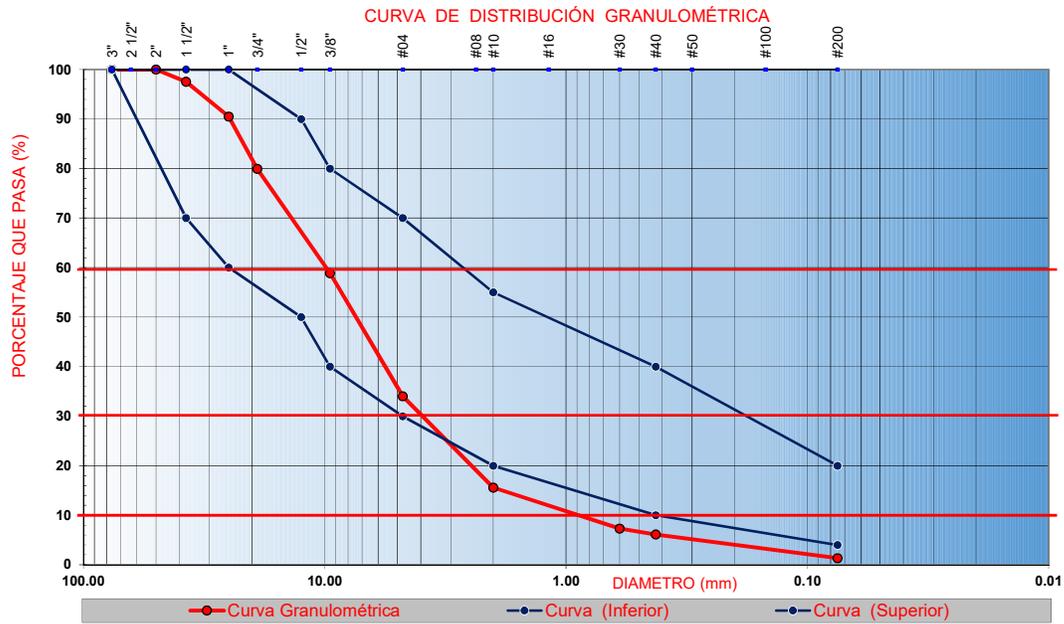
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 204, ASTM C-136)

DATOS DE LA MUESTRA

| | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|---|----------------------------|
| CÓDIGO DE MUESTRA | 09USMP2018 | TAMAÑO MÁXIMO | : | 1 1/2" |
| UBICACIÓN | Quebrada Lupín, Huarmey - Ancash | FECHA | : | 24/05/2018 |
| MATERIAL | Arena suelta | REALIZADO POR | : | Edson Silva y Daniel Chong |
| PROFUNDIDAD | 1.0 m | PESO INICIAL SECO | : | 6.3699 Kg |

| TAMIZ (pulg) | AASHTO T-27 (mm) | % RETENIDO | PESO RETENIDO (g) | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIFICACIONES | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|--------------|------------------|------------|-------------------|---------------------|------------|------------------|---------------------------|
| 3" | 76.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2 1/2" | 63.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2" | 50.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1 1/2" | 37.50 | 2.47 | 157.34 | 2.47 | 97.53 | | |
| 1" | 25.00 | 7.04 | 448.58 | 9.51 | 90.49 | | |
| 3/4" | 19.00 | 10.54 | 671.44 | 20.05 | 79.95 | | |
| 3/8" | 9.50 | 21.08 | 1342.86 | 41.13 | 58.87 | | |
| #04 | 4.75 | 24.85 | 1583.17 | 65.99 | 34.01 | | |
| #10 | 2.00 | 18.45 | 1175.54 | 84.44 | 15.56 | | |
| #30 | 0.60 | 8.26 | 525.98 | 92.70 | 7.30 | | |
| #40 | 0.43 | 1.17 | 74.35 | 93.87 | 6.13 | | |
| #200 | 0.08 | 4.80 | 306.04 | 98.67 | 1.33 | | |
| FONDO | | 1.33 | 84.56 | 100.00 | 0.00 | | |



Observaciones: _____

| | |
|-----------------------|---|
| ELABORADO POR: | |
| Tesistas: | Chong Galvez, Daniel Andrew Silva Valdez, Edson Santiago |
| Firma: | |

| | |
|----------------------|----------------------------|
| REVISADO POR: | |
| Nombre: | Cargo: Jefe de Laboratorio |
| Firma: | |



USMP
UNIVERSIDAD
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

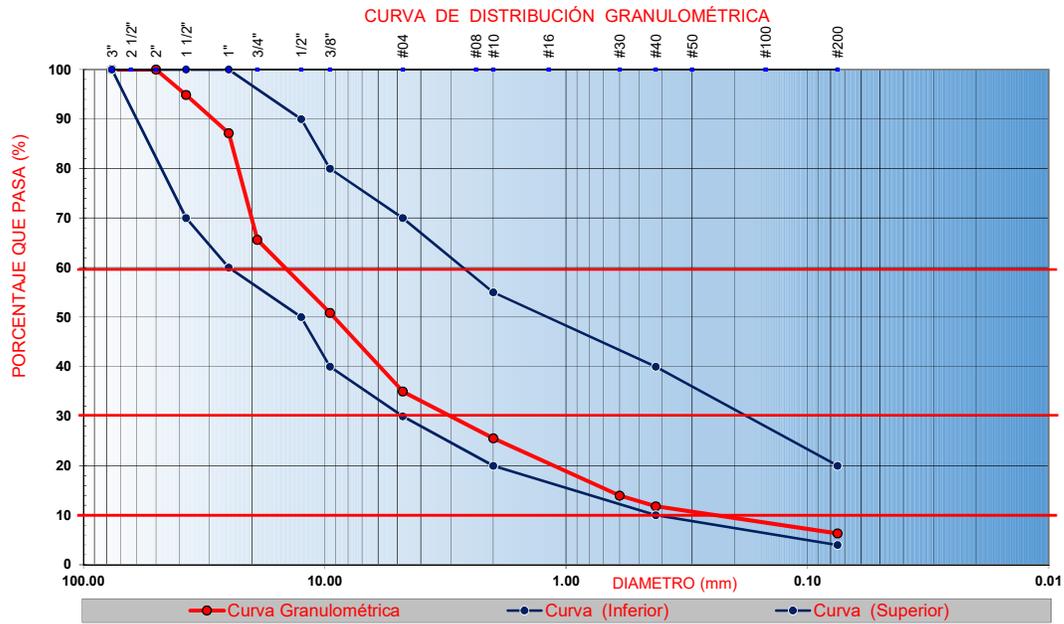
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E 204, ASTM C-136)

DATOS DE LA MUESTRA

| | | | |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| CÓDIGO DE MUESTRA | 10USMP2018 | TAMAÑO MÁXIMO | : 1 1/2" |
| UBICACIÓN | Quebrada Lupín, Huarmey - Ancash | FECHA | : 24/05/2018 |
| MATERIAL | Arena suelta | REALIZADO POR | : Edson Silva y Daniel Chong |
| PROFUNDIDAD | 1.0 m | PESO INICIAL SECO | : 4.5616 Kg |

| TAMIZ (pulg) | AASHTO T-27 (mm) | % RETENIDO | PESO RETENIDO (g) | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIFICACIONES | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|--------------|------------------|------------|-------------------|---------------------|------------|------------------|---------------------------|
| 3" | 76.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2 1/2" | 63.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2" | 50.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1 1/2" | 37.50 | 5.14 | 234.32 | 5.14 | 94.86 | | |
| 1" | 25.00 | 7.71 | 351.65 | 12.85 | 87.15 | | |
| 3/4" | 19.00 | 21.54 | 982.62 | 34.39 | 65.61 | | |
| 3/8" | 9.50 | 14.75 | 672.76 | 49.13 | 50.87 | | |
| #04 | 4.75 | 15.85 | 723.20 | 64.99 | 35.01 | | |
| #10 | 2.00 | 9.45 | 431.29 | 74.44 | 25.56 | | |
| #30 | 0.60 | 11.59 | 528.72 | 86.03 | 13.97 | | |
| #40 | 0.43 | 2.17 | 98.86 | 88.20 | 11.80 | | |
| #200 | 0.08 | 5.47 | 249.58 | 93.67 | 6.33 | | |
| FONDO | | 6.33 | 288.64 | 100.00 | 0.00 | | |



Observaciones: _____

| | |
|-----------------------|---|
| ELABORADO POR: | |
| Tesisistas: | Chong Galvez, Daniel Andrew Silva Valdez, Edson Santiago |
| Firma: | |

| | |
|----------------------|---------------------|
| REVISADO POR: | |
| Nombre: | |
| Cargo: | Jefe de Laboratorio |
| Firma: | |



USMP
UNIVERSIDAD
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

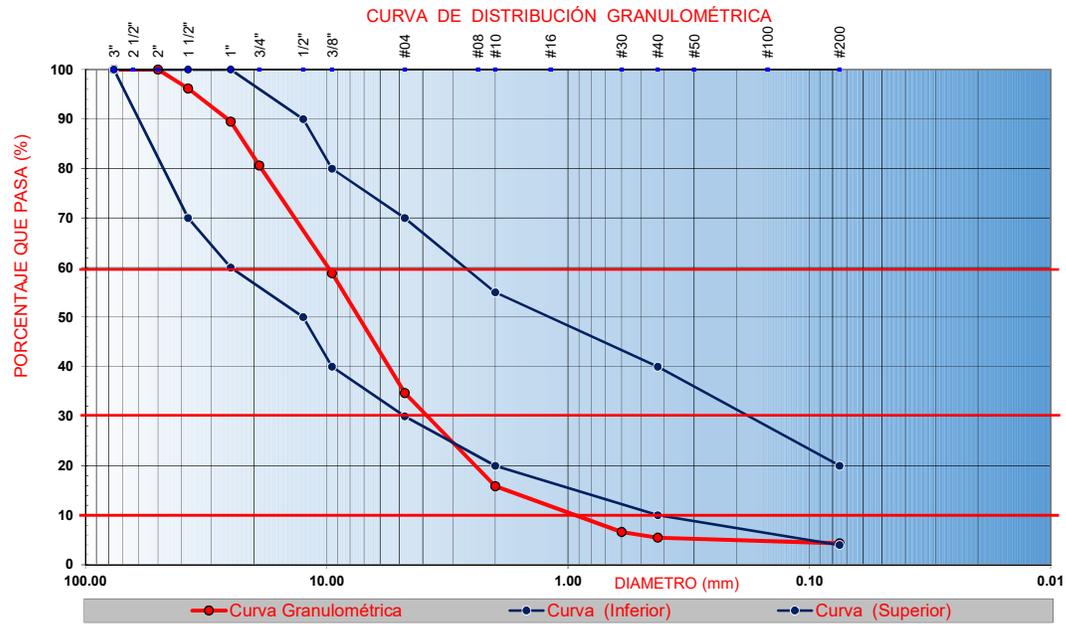
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 204, ASTM C-136)

DATOS DE LA MUESTRA

| | | | |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| CÓDIGO DE MUESTRA | 11USMP2018 | TAMAÑO MÁXIMO | : 1 1/2" |
| UBICACIÓN | Quebrada Lupín, Huarmey - Ancash | FECHA | : 24/05/2018 |
| MATERIAL | Arena suelta | REALIZADO POR | : Edson Silva y Daniel Chong |
| PROFUNDIDAD | 1.0 m | PESO INICIAL SECO | : 4.7671 Kg |

| TAMIZ (pulg) | AASHTO T-27 (mm) | % RETENIDO | PESO RETENIDO (g) | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIFICACIONES | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|--------------|------------------|------------|-------------------|---------------------|------------|------------------|---------------------------|
| 3" | 76.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2 1/2" | 63.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2" | 50.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1 1/2" | 37.50 | 3.80 | 181.31 | 3.80 | 96.20 | | |
| 1" | 25.00 | 6.71 | 319.82 | 10.51 | 89.49 | | |
| 3/4" | 19.00 | 8.87 | 423.05 | 19.39 | 80.61 | | |
| 3/8" | 9.50 | 21.75 | 1036.76 | 41.13 | 58.87 | | |
| #04 | 4.75 | 24.19 | 1153.04 | 65.32 | 34.68 | | |
| #10 | 2.00 | 18.79 | 895.65 | 84.11 | 15.89 | | |
| #30 | 0.60 | 9.26 | 441.31 | 93.37 | 6.63 | | |
| #40 | 0.43 | 1.17 | 55.64 | 94.53 | 5.47 | | |
| #200 | 0.08 | 1.14 | 54.24 | 95.67 | 4.33 | | |
| FONDO | | 4.33 | 206.30 | 100.00 | 0.00 | | |



Observaciones:

ELABORADO POR:

Tesistas: Chong Galvez, Daniel Andrew
Silva Valdez, Edson Santiago

Firma:

REVISADO POR:

Nombre: Cargo: Jefe de Laboratorio

Firma:



USMP
UNIVERSIDAD
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

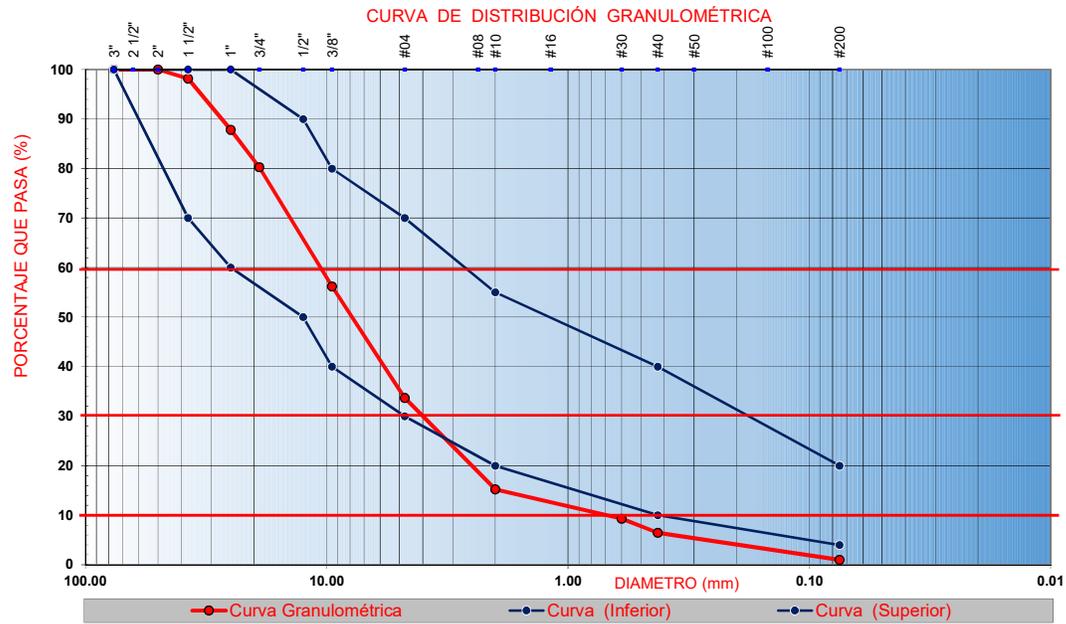
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 204, ASTM C-136)

| DATOS DE LA MUESTRA | | | | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|---|----------------------------|--|--|--|
| CÓDIGO DE MUESTRA | 12USMP2018 | TAMAÑO MÁXIMO | : | 1 1/2" | | | |
| UBICACIÓN | Quebrada Lupín, Huarmey - Ancash | FECHA | : | 24/05/2018 | | | |
| MATERIAL | Arena suelta | REALIZADO POR | : | Edson Silva y Daniel Chong | | | |
| PROFUNDIDAD | 1.0 m | PESO INICIAL SECO | : | 6.1096 Kg | | | |

| TAMIZ (pulg) | AASHTO T-27 (mm) | % RETENIDO | PESO RETENIDO (g) | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIFICACIONES | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|--------------|------------------|------------|-------------------|---------------------|------------|------------------|---------------------------|
| 3" | 76.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2 1/2" | 63.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2" | 50.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1 1/2" | 37.50 | 1.80 | 110.18 | 1.80 | 98.20 | | |
| 1" | 25.00 | 10.38 | 633.91 | 12.18 | 87.82 | | |
| 3/4" | 19.00 | 7.54 | 460.72 | 19.72 | 80.28 | | |
| 3/8" | 9.50 | 24.08 | 1471.28 | 43.80 | 56.20 | | |
| #04 | 4.75 | 22.52 | 1375.92 | 66.32 | 33.68 | | |
| #10 | 2.00 | 18.45 | 1127.50 | 84.78 | 15.22 | | |
| #30 | 0.60 | 5.92 | 361.93 | 90.70 | 9.30 | | |
| #40 | 0.43 | 2.83 | 173.14 | 93.53 | 6.47 | | |
| #200 | 0.08 | 5.47 | 334.27 | 99.01 | 0.99 | | |
| FONDO | | 0.99 | 60.74 | 100.00 | 0.00 | | |



Observaciones: _____

| | |
|-----------------------|---|
| ELABORADO POR: | |
| Tesisistas: | Chong Galvez, Daniel Andrew Silva Valdez, Edson Santiago |
| Firma: | |

| | |
|----------------------|----------------------------|
| REVISADO POR: | |
| Nombre: | Cargo: Jefe de Laboratorio |
| Firma: | |



USMP
UNIVERSIDAD
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

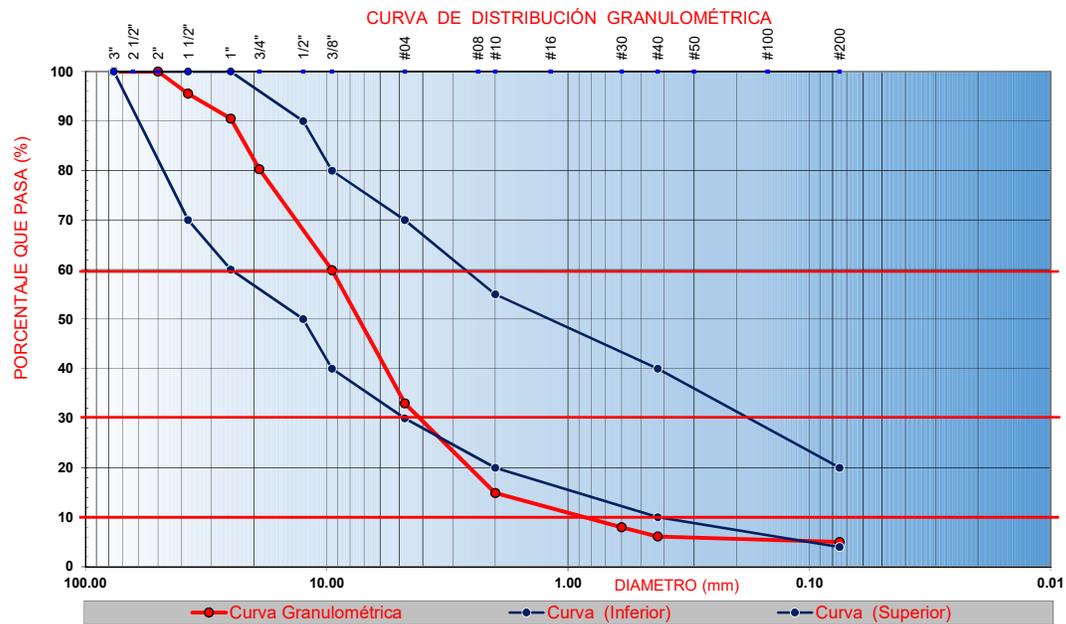
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 204, ASTM C-136)

| DATOS DE LA MUESTRA | | | | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|---|----------------------------|--|--|--|
| CÓDIGO DE MUESTRA | 13USMP2018 | TAMAÑO MÁXIMO | : | 1 1/2" | | | |
| UBICACIÓN | Quebrada Lupín, Huarmey - Ancash | FECHA | : | 24/05/2018 | | | |
| MATERIAL | Arena suelta | REALIZADO POR | : | Edson Silva y Daniel Chong | | | |
| PROFUNDIDAD | 1.0 m | PESO INICIAL SECO | : | 6.2877 Kg | | | |

| TAMIZ (pulg) | AASHTO T-27 (mm) | % RETENIDO | PESO RETENIDO (g) | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIFICACIONES | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|--------------|------------------|------------|-------------------|---------------------|------------|------------------|---------------------------|
| 3" | 76.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2 1/2" | 63.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2" | 50.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1 1/2" | 37.50 | 4.47 | 281.06 | 4.47 | 95.53 | | |
| 1" | 25.00 | 5.04 | 317.04 | 9.51 | 90.49 | | |
| 3/4" | 19.00 | 10.21 | 641.82 | 19.72 | 80.28 | | |
| 3/8" | 9.50 | 20.41 | 1283.61 | 40.13 | 59.87 | | |
| #04 | 4.75 | 26.85 | 1688.49 | 66.99 | 33.01 | | |
| #10 | 2.00 | 18.12 | 1139.41 | 85.11 | 14.89 | | |
| #30 | 0.60 | 6.92 | 435.36 | 92.03 | 7.97 | | |
| #40 | 0.43 | 1.83 | 115.31 | 93.87 | 6.13 | | |
| #200 | 0.08 | 1.14 | 71.55 | 95.01 | 4.99 | | |
| FONDO | | 4.99 | 314.02 | 100.00 | 0.00 | | |



Observaciones:

| | |
|----------------|---|
| ELABORADO POR: | |
| Tesistas: | Chong Galvez, Daniel Andrew Silva Valdez, Edson Santiago |
| Firma: | |

| | |
|---------------|----------------------------|
| REVISADO POR: | |
| Nombre: | Cargo: Jefe de Laboratorio |
| Firma: | |



USMP
UNIVERSIDAD
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

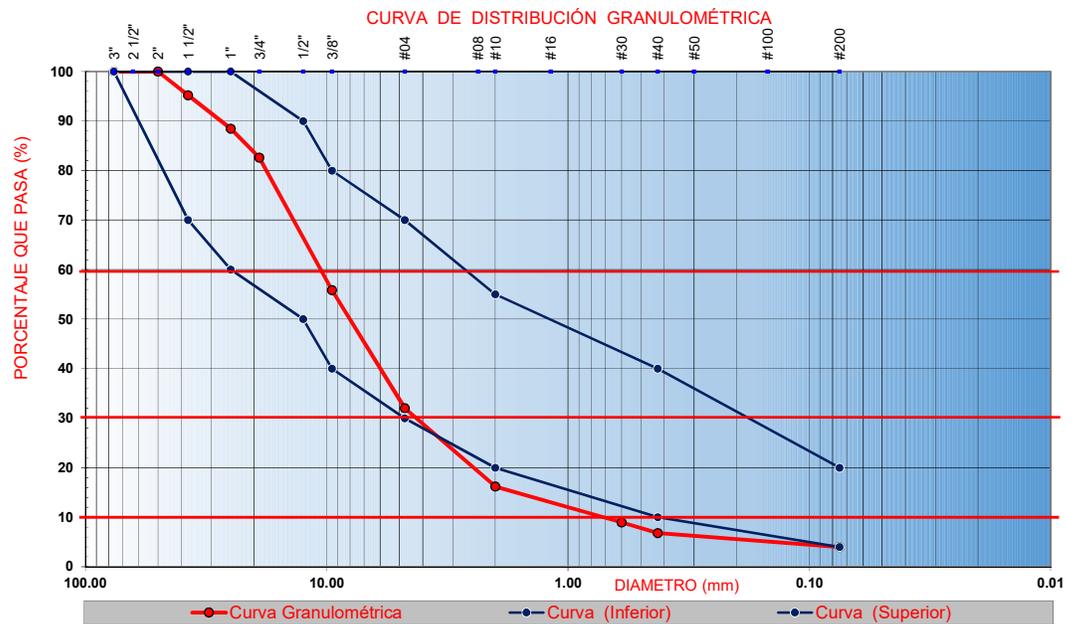
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 204, ASTM C-136)

| DATOS DE LA MUESTRA | | | | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|---|----------------------------|--|--|--|
| CÓDIGO DE MUESTRA | 14USMP2018 | TAMAÑO MÁXIMO | : | 1 1/2" | | | |
| UBICACIÓN | Quebrada Lupín, Huarmey - Ancash | FECHA | : | 24/05/2018 | | | |
| MATERIAL | Arena suelta | REALIZADO POR | : | Edson Silva y Daniel Chong | | | |
| PROFUNDIDAD | 1.0 m | PESO INICIAL SECO | : | 5.3836 Kg | | | |

| TAMIZ (pulg) | AASHTO T-27 (mm) | % RETENIDO | PESO RETENIDO (g) | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIFICACIONES | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|--------------|------------------|------------|-------------------|---------------------|------------|------------------|---------------------------|
| 3" | 76.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2 1/2" | 63.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2" | 50.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1 1/2" | 37.50 | 4.80 | 258.59 | 4.80 | 95.20 | | |
| 1" | 25.00 | 6.71 | 361.18 | 11.51 | 88.49 | | |
| 3/4" | 19.00 | 5.87 | 316.24 | 17.39 | 82.61 | | |
| 3/8" | 9.50 | 26.75 | 1440.00 | 44.13 | 55.87 | | |
| #04 | 4.75 | 23.85 | 1284.20 | 67.99 | 32.01 | | |
| #10 | 2.00 | 15.79 | 849.96 | 83.78 | 16.22 | | |
| #30 | 0.60 | 7.26 | 390.70 | 91.03 | 8.97 | | |
| #40 | 0.43 | 2.17 | 116.68 | 93.20 | 6.80 | | |
| #200 | 0.08 | 2.80 | 150.98 | 96.01 | 3.99 | | |
| FONDO | | 3.99 | 215.03 | 100.00 | 0.00 | | |



Observaciones:

| | |
|-----------------------|---|
| ELABORADO POR: | |
| Tesisistas: | Chong Galvez, Daniel Andrew Silva Valdez, Edson Santiago |
| Firma: | |

| | |
|----------------------|----------------------------|
| REVISADO POR: | |
| Nombre: | Cargo: Jefe de Laboratorio |
| Firma: | |



USMP
UNIVERSIDAD
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

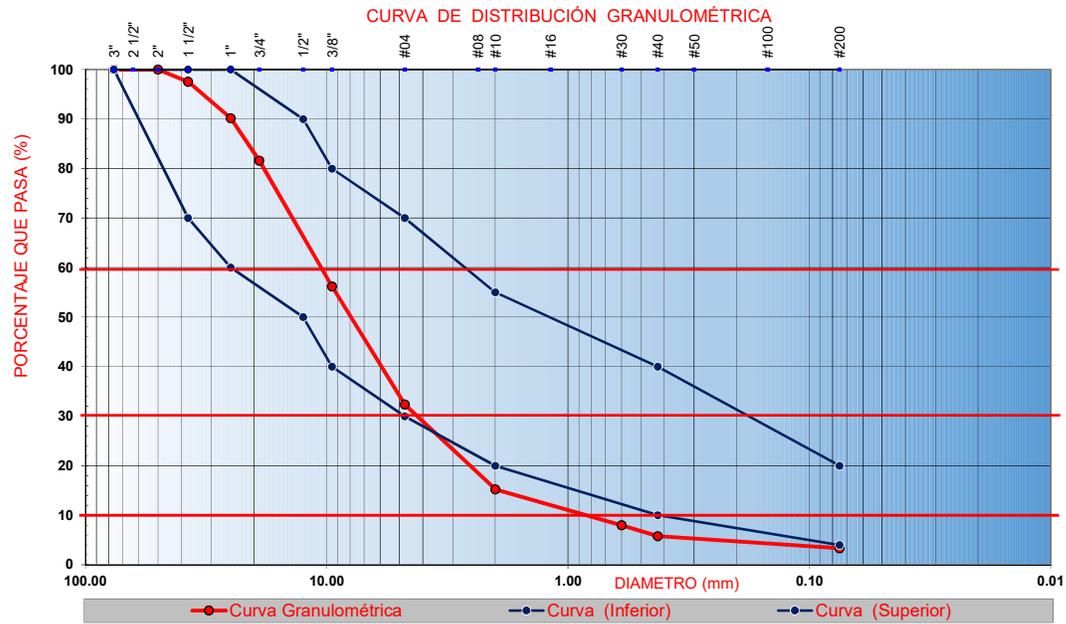
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 204, ASTM C-136)

DATOS DE LA MUESTRA

| | | | |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| CÓDIGO DE MUESTRA | 15USMP2018 | TAMAÑO MÁXIMO | : 1 1/2" |
| UBICACIÓN | Quebrada Lupín, Huarmey - Ancash | FECHA | : 24/05/2018 |
| MATERIAL | Arena suelta | REALIZADO POR | : Edson Silva y Daniel Chong |
| PROFUNDIDAD | 1.0 m | PESO INICIAL SECO | : 4.6301 Kg |

| TAMIZ (pulg) | AASHTO T-27 (mm) | % RETENIDO | PESO RETENIDO (g) | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIFICACIONES | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|--------------|------------------|------------|-------------------|---------------------|------------|------------------|---------------------------|
| 3" | 76.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2 1/2" | 63.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2" | 50.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1 1/2" | 37.50 | 2.47 | 114.37 | 2.47 | 97.53 | | |
| 1" | 25.00 | 7.38 | 341.50 | 9.85 | 90.15 | | |
| 3/4" | 19.00 | 8.54 | 395.46 | 18.39 | 81.61 | | |
| 3/8" | 9.50 | 25.41 | 1176.74 | 43.80 | 56.20 | | |
| #04 | 4.75 | 23.85 | 1104.47 | 67.66 | 32.34 | | |
| #10 | 2.00 | 17.12 | 792.74 | 84.78 | 15.22 | | |
| #30 | 0.60 | 7.26 | 336.02 | 92.03 | 7.97 | | |
| #40 | 0.43 | 2.17 | 100.35 | 94.20 | 5.80 | | |
| #200 | 0.08 | 2.47 | 114.42 | 96.67 | 3.33 | | |
| FONDO | | 3.33 | 154.07 | 100.00 | 0.00 | | |



Observaciones: _____

| | |
|-----------------------|---|
| ELABORADO POR: | |
| Tesisistas: | Chong Galvez, Daniel Andrew Silva Valdez, Edson Santiago |
| Firma: | |

| | |
|----------------------|---------------------|
| REVISADO POR: | |
| Nombre: | |
| Cargo: | Jefe de Laboratorio |
| Firma: | |



USMP
UNIVERSIDAD
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

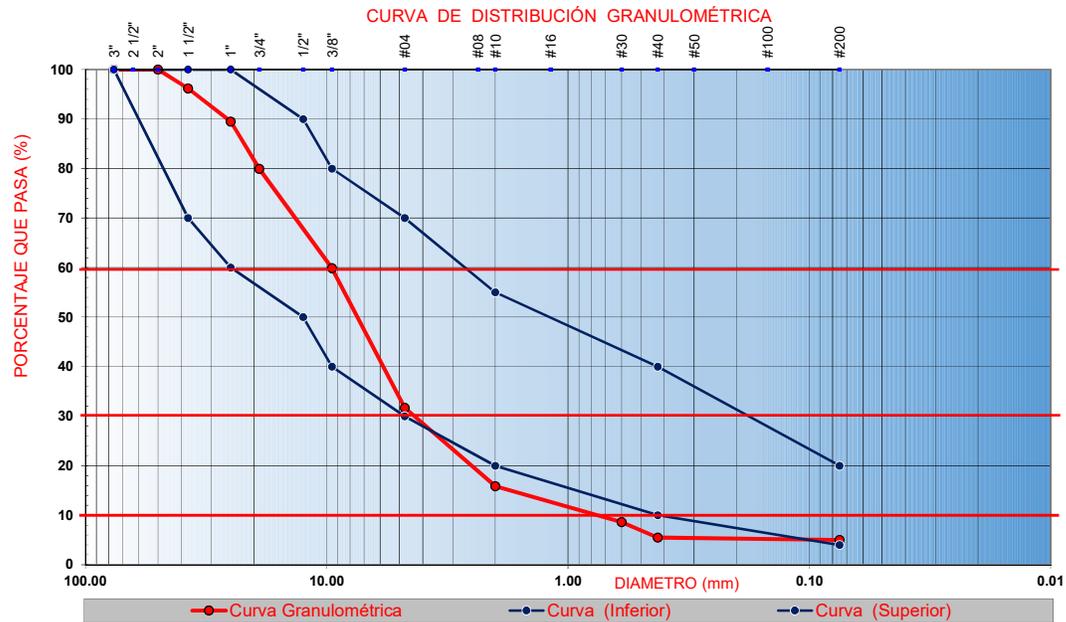
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 204, ASTM C-136)

DATOS DE LA MUESTRA

| | | | |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| CÓDIGO DE MUESTRA | 16USMP2018 | TAMAÑO MÁXIMO | : 1 1/2" |
| UBICACIÓN | Quebrada Lupín, Huarmey - Ancash | FECHA | : 24/05/2018 |
| MATERIAL | Arena suelta | REALIZADO POR | : Edson Silva y Daniel Chong |
| PROFUNDIDAD | 1.0 m | PESO INICIAL SECO | : 5.9178 Kg |

| TAMIZ (pulg) | AASHTO T-27 (mm) | % RETENIDO | PESO RETENIDO (g) | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIFICACIONES | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|--------------|------------------|------------|-------------------|---------------------|------------|------------------|---------------------------|
| 3" | 76.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2 1/2" | 63.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2" | 50.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1 1/2" | 37.50 | 3.80 | 225.08 | 3.80 | 96.20 | | |
| 1" | 25.00 | 6.71 | 397.02 | 10.51 | 89.49 | | |
| 3/4" | 19.00 | 9.54 | 564.61 | 20.05 | 79.95 | | |
| 3/8" | 9.50 | 20.08 | 1188.38 | 40.13 | 59.87 | | |
| #04 | 4.75 | 28.19 | 1668.07 | 68.32 | 31.68 | | |
| #10 | 2.00 | 15.79 | 934.30 | 84.11 | 15.89 | | |
| #30 | 0.60 | 7.26 | 429.47 | 91.37 | 8.63 | | |
| #40 | 0.43 | 3.17 | 187.43 | 94.53 | 5.47 | | |
| #200 | 0.08 | 0.47 | 27.89 | 95.01 | 4.99 | | |
| FONDO | | 4.99 | 295.55 | 100.00 | 0.00 | | |



Observaciones: _____

ELABORADO POR:

Tesistas: Chong Galvez, Daniel Andrew
 Silva Valdez, Edson Santiago

Firma: _____

REVISADO POR:

Nombre: _____
 Cargo: Jefe de Laboratorio

Firma: _____



USMP
UNIVERSIDAD
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

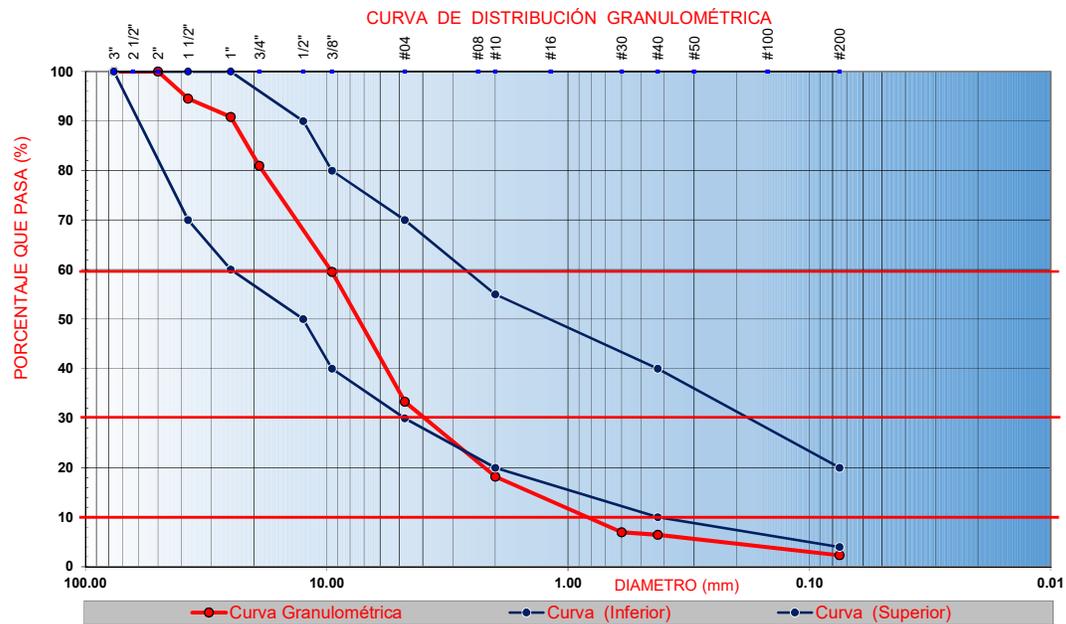
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 204, ASTM C-136)

| DATOS DE LA MUESTRA | | | | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|---|----------------------------|--|--|--|
| CÓDIGO DE MUESTRA | 17USMP2018 | TAMAÑO MÁXIMO | : | 1 1/2" | | | |
| UBICACIÓN | Quebrada Lupín, Huarmey - Ancash | FECHA | : | 24/05/2018 | | | |
| MATERIAL | Arena suelta | REALIZADO POR | : | Edson Silva y Daniel Chong | | | |
| PROFUNDIDAD | 1.0 m | PESO INICIAL SECO | : | 5.1644 Kg | | | |

| TAMIZ (pulg) | AASHTO T-27 (mm) | % RETENIDO | PESO RETENIDO (g) | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIFICACIONES | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|--------------|------------------|------------|-------------------|---------------------|------------|------------------|---------------------------|
| 3" | 76.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2 1/2" | 63.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2" | 50.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1 1/2" | 37.50 | 5.47 | 282.50 | 5.47 | 94.53 | | |
| 1" | 25.00 | 3.71 | 191.54 | 9.18 | 90.82 | | |
| 3/4" | 19.00 | 9.87 | 509.94 | 19.05 | 80.95 | | |
| 3/8" | 9.50 | 21.41 | 1105.94 | 40.47 | 59.53 | | |
| #04 | 4.75 | 26.19 | 1352.41 | 66.66 | 33.34 | | |
| #10 | 2.00 | 15.12 | 780.92 | 81.78 | 18.22 | | |
| #30 | 0.60 | 11.26 | 581.37 | 93.03 | 6.97 | | |
| #40 | 0.43 | 0.50 | 25.85 | 93.53 | 6.47 | | |
| #200 | 0.08 | 4.14 | 213.70 | 97.67 | 2.33 | | |
| FONDO | | 2.33 | 120.20 | 100.00 | 0.00 | | |



Observaciones:

ELABORADO POR:

Tesisistas:
Chong Galvez, Daniel Andrew
Silva Valdez, Edson Santiago

Firma:

REVISADO POR:

Nombre:
Cargo: Jefe de Laboratorio

Firma:



USMP
UNIVERSIDAD
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

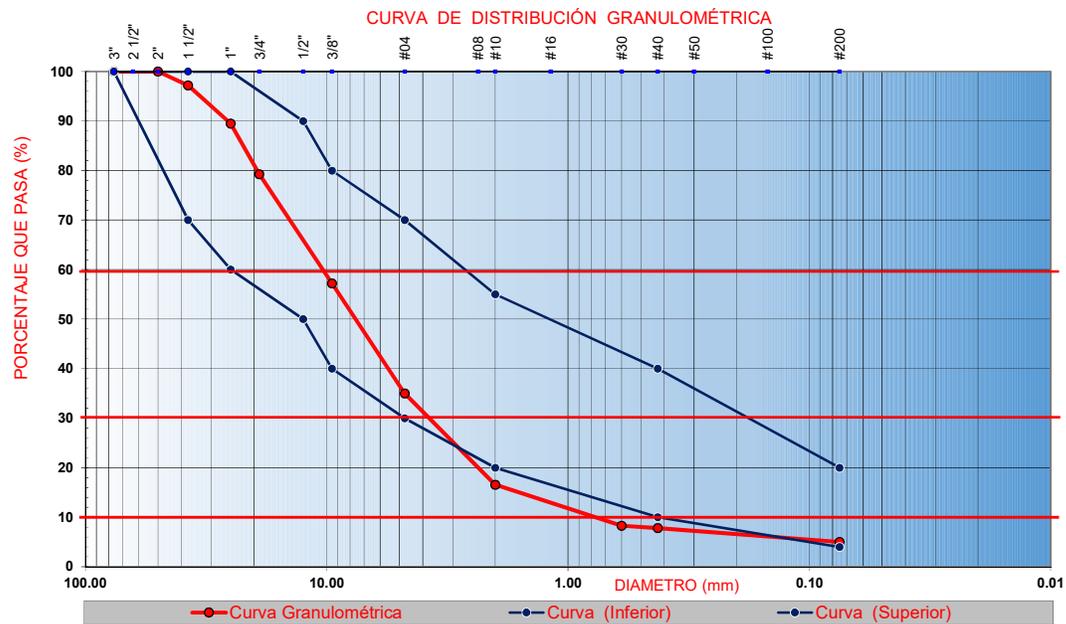
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 204, ASTM C-136)

| DATOS DE LA MUESTRA | | | | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|---|----------------------------|--|--|--|
| CÓDIGO DE MUESTRA | 18USMP2018 | TAMAÑO MÁXIMO | : | 1 1/2" | | | |
| UBICACIÓN | Quebrada Lupín, Huarmey - Ancash | FECHA | : | 24/05/2018 | | | |
| MATERIAL | Arena suelta | REALIZADO POR | : | Edson Silva y Daniel Chong | | | |
| PROFUNDIDAD | 1.0 m | PESO INICIAL SECO | : | 5.8082 Kg | | | |

| TAMIZ (pulg) | AASHTO T-27 (mm) | % RETENIDO | PESO RETENIDO (g) | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIFICACIONES | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|--------------|------------------|------------|-------------------|---------------------|------------|------------------|---------------------------|
| 3" | 76.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2 1/2" | 63.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2" | 50.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1 1/2" | 37.50 | 2.80 | 162.83 | 2.80 | 97.20 | | |
| 1" | 25.00 | 7.71 | 447.75 | 10.51 | 89.49 | | |
| 3/4" | 19.00 | 10.21 | 592.88 | 20.72 | 79.28 | | |
| 3/8" | 9.50 | 22.08 | 1282.54 | 42.80 | 57.20 | | |
| #04 | 4.75 | 22.19 | 1288.69 | 64.99 | 35.01 | | |
| #10 | 2.00 | 18.45 | 1071.89 | 83.44 | 16.56 | | |
| #30 | 0.60 | 8.26 | 479.60 | 91.70 | 8.30 | | |
| #40 | 0.43 | 0.50 | 29.08 | 92.20 | 7.80 | | |
| #200 | 0.08 | 2.80 | 162.89 | 95.01 | 4.99 | | |
| FONDO | | 4.99 | 290.07 | 100.00 | 0.00 | | |



Observaciones:

| | |
|----------------|---|
| ELABORADO POR: | |
| Tesistas: | Chong Galvez, Daniel Andrew Silva Valdez, Edson Santiago |
| Firma: | |

| | |
|---------------|----------------------------|
| REVISADO POR: | |
| Nombre: | Cargo: Jefe de Laboratorio |
| Firma: | |



USMP
UNIVERSIDAD
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

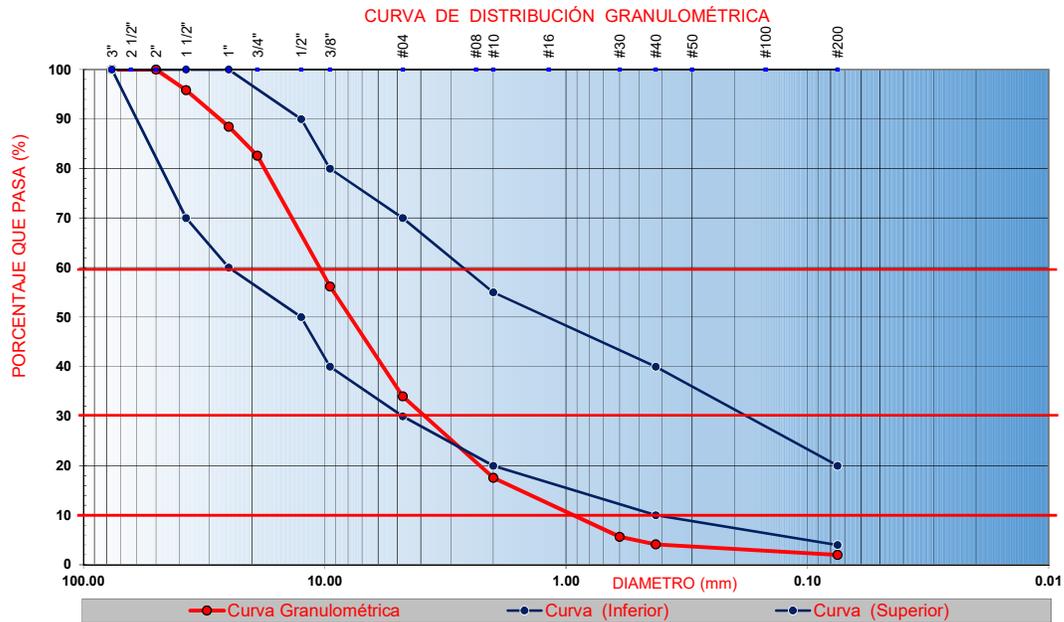
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 204, ASTM C-136)

| DATOS DE LA MUESTRA | | | | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|---|----------------------------|--|--|--|
| CÓDIGO DE MUESTRA | 19USMP2018 | TAMAÑO MÁXIMO | : | 1 1/2" | | | |
| UBICACIÓN | Quebrada Lupín, Huarmey - Ancash | FECHA | : | 24/05/2018 | | | |
| MATERIAL | Arena suelta | REALIZADO POR | : | Edson Silva y Daniel Chong | | | |
| PROFUNDIDAD | 1.0 m | PESO INICIAL SECO | : | 4.8493 Kg | | | |

| TAMIZ (pulg) | AASHTO T-27 (mm) | % RETENIDO | PESO RETENIDO (g) | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIFICACIONES | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|--------------|------------------|------------|-------------------|---------------------|------------|------------------|---------------------------|
| 3" | 76.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2 1/2" | 63.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2" | 50.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1 1/2" | 37.50 | 4.14 | 200.60 | 4.14 | 95.86 | | |
| 1" | 25.00 | 7.38 | 357.67 | 11.51 | 88.49 | | |
| 3/4" | 19.00 | 5.87 | 284.86 | 17.39 | 82.61 | | |
| 3/8" | 9.50 | 26.41 | 1280.94 | 43.80 | 56.20 | | |
| #04 | 4.75 | 22.19 | 1075.93 | 65.99 | 34.01 | | |
| #10 | 2.00 | 16.45 | 797.94 | 82.44 | 17.56 | | |
| #30 | 0.60 | 11.92 | 578.23 | 94.37 | 5.63 | | |
| #40 | 0.43 | 1.50 | 72.77 | 95.87 | 4.13 | | |
| #200 | 0.08 | 2.14 | 103.67 | 98.01 | 1.99 | | |
| FONDO | | 1.99 | 96.70 | 100.00 | 0.00 | | |



Observaciones:

ELABORADO POR:

Tesisistas:
Chong Galvez, Daniel Andrew
Silva Valdez, Edson Santiago

Firma:

REVISADO POR:

Nombre:
Cargo: Jefe de Laboratorio

Firma:



USMP
UNIVERSIDAD
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

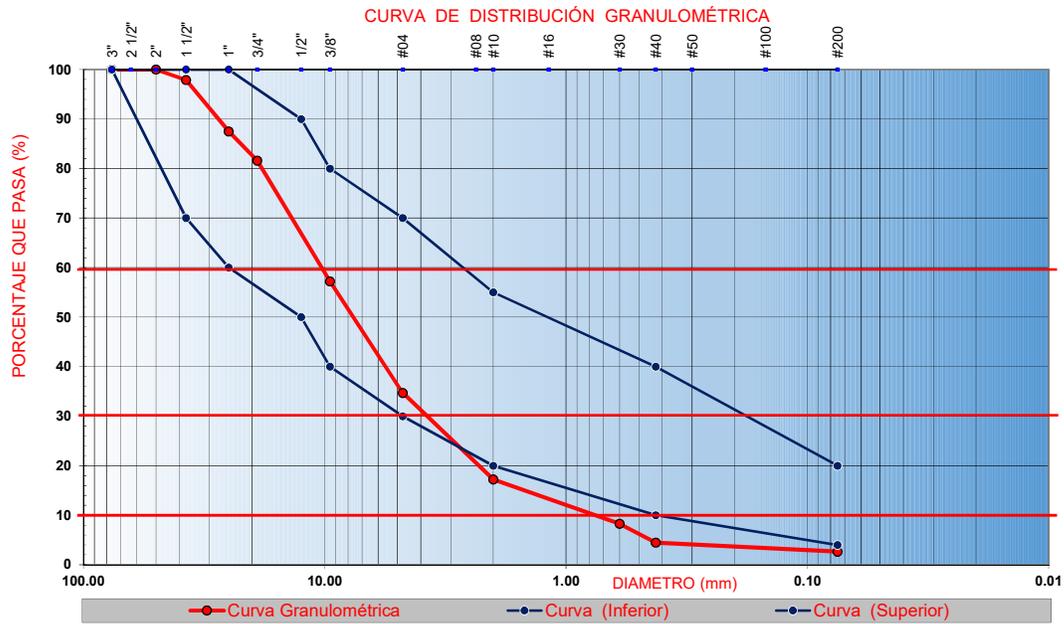
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 204, ASTM C-136)

DATOS DE LA MUESTRA

| | | | |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| CÓDIGO DE MUESTRA | 20USMP2018 | TAMAÑO MÁXIMO | : 1 1/2" |
| UBICACIÓN | Quebrada Lupín, Huarmey - Ancash | FECHA | : 24/05/2018 |
| MATERIAL | Arena suelta | REALIZADO POR | : Edson Silva y Daniel Chong |
| PROFUNDIDAD | 1.0 m | PESO INICIAL SECO | : 4.8493 Kg |

| TAMIZ (pulg) | AASHTO T-27 (mm) | % RETENIDO | PESO RETENIDO (g) | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIFICACIONES | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|--------------|------------------|------------|-------------------|---------------------|------------|------------------|---------------------------|
| 3" | 76.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2 1/2" | 63.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2" | 50.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1 1/2" | 37.50 | 2.14 | 103.62 | 2.14 | 97.86 | | |
| 1" | 25.00 | 10.38 | 503.15 | 12.51 | 87.49 | | |
| 3/4" | 19.00 | 5.87 | 284.86 | 18.39 | 81.61 | | |
| 3/8" | 9.50 | 24.41 | 1183.95 | 42.80 | 57.20 | | |
| #04 | 4.75 | 22.52 | 1092.10 | 65.32 | 34.68 | | |
| #10 | 2.00 | 17.45 | 846.43 | 82.78 | 17.22 | | |
| #30 | 0.60 | 8.92 | 432.75 | 91.70 | 8.30 | | |
| #40 | 0.43 | 3.83 | 185.92 | 95.53 | 4.47 | | |
| #200 | 0.08 | 1.80 | 87.51 | 97.34 | 2.66 | | |
| FONDO | | 2.66 | 129.03 | 100.00 | 0.00 | | |



Observaciones:

ELABORADO POR:

Tesisistas: Chong Galvez, Daniel Andrew
Silva Valdez, Edson Santiago

Firma: _____

REVISADO POR:

Nombre: _____
Cargo: Jefe de Laboratorio

Firma: _____

ENSAYOS DE ANÁLISIS
SÍSMICOS CON EL PROGRAMA
GEO-ESTUDIO

09 Jambu

Reporte generado utilizando GeoStudio 2012. Copyright © 1991-2015 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 8.15
Title: Diseño de Talud
Comments: Diseño de talud, para determinar las pruebas de estabilidad y por sismo, ubicado en la quebrada Lupín - Huarmey - Ancash.
Created By: Edson S. & Daniel C.
Revision Number: 37
Date: 16/06/2018
Time: 7:00:43 p. m.
Tool Version: 8.15.1.11236
File Name: Dique Lupin.gsz
Directory: D:\EDSON\DOCUMENTOS EDSON\USMP\TESIS\PLAN TESIS TITULO\CALCULOS ESTRUCTURAL\GEO STUDIO\Calculo Slope\
Last Solved Date: 16/06/2018
Last Solved Time: 7:00:47 p. m.

Project Settings

Length(L) Units: Metros
Time(t) Units: Segundos
Force(F) Units: Kilonewtons
Pressure(p) Units: KPA
Strength Units: KPA
Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³
View: 2D
Element Thickness: 1

Analysis Settings

09 Jambu

Description: Análisis de estabilidad de Talud
Kind: SLOPE/W
Method: JANBU
Settings
PWP Conditions Source: Línea piezométrica
Apply Phreatic Correction: Sí
Use Staged Rapid Drawdown: No
Slip Surface
Direction of movement: Derecha a Izquierda
Use Passive Mode: No
Slip Surface Option: Entrada-Salida
Critical slip surfaces saved: 1
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Optimize Critical Slip Surface Location: No
Tension Crack
Tension Crack Option: (ninguno)
F of S Distribution
F of S Calculation Option: Constante
Advanced
Number of Slices: 30
F of S Tolerance: 0.001
Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m

Materials

Material

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m³
Cohesion': 0 KPA
Phi': 30.4 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Suelo estabilizado

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 28 kN/m³
Cohesion': 5 KPA
Phi': 30.4 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Rango
Left-Zone Left Coordinate: (8.495277; 10.861349) m

Left-Zone Right Coordinate: (8.5008; 10.861393) m

Left-Zone Increment: 4

Right Projection: Punto

Right Coordinate: (11.652693; 12.283624) m

Right-Zone Increment: 4

Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-0.013365; 10.702202) m

Right Coordinate: (20.838; 0) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

| | X (m) | Y (m) |
|--------------|-----------|--------|
| Coordinate 1 | 0 | 12.45 |
| Coordinate 2 | 11.649456 | 12.282 |
| Coordinate 3 | 13.8276 | 13.386 |
| Coordinate 4 | 15.8424 | 13.386 |

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 16 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

| | X (m) | Y (m) |
|--|---------|--------|
| | 13.8276 | 13.386 |
| | 13.8276 | 14.352 |
| | 13.8828 | 14.352 |
| | 13.9104 | 14.352 |
| | 13.938 | 14.352 |
| | 14.1588 | 14.352 |
| | 14.214 | 14.352 |
| | 14.6556 | 14.352 |
| | 14.7936 | 14.352 |
| | 14.9316 | 14.352 |
| | 15.0696 | 14.352 |
| | 15.18 | 14.352 |
| | 15.2352 | 14.352 |
| | 15.318 | 14.352 |
| | 15.4836 | 14.352 |
| | 15.8424 | 14.352 |
| | 15.8424 | 13.386 |

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0.3

Vert Seismic Coef.: 0.1

Points

| | X (m) | Y (m) |
|----------|-----------|-----------|
| Point 1 | 20.833466 | 10.864 |
| Point 2 | 19.38761 | 11.588031 |
| Point 3 | 16.251552 | 13.158451 |
| Point 4 | 15.8424 | 13.386 |
| Point 5 | 13.8276 | 13.386 |
| Point 6 | 13.36955 | 13.14468 |
| Point 7 | 8.822111 | 10.864 |
| Point 8 | 7.647256 | 10.854469 |
| Point 9 | 7.502004 | 10.849638 |
| Point 10 | -0.013365 | 10.702202 |
| Point 11 | -0.013365 | 7.604721 |
| Point 12 | 0 | 0 |
| Point 13 | 20.838 | 0 |
| Point 14 | 5.934 | 10.818877 |
| Point 15 | 9.3564 | 8.8872 |
| Point 16 | 20.834303 | 8.8596 |
| Point 17 | 10.2396 | 10.8468 |

Regions

| | Material | Points | Area (m ²) |
|--|----------|--------|------------------------|
| | | | |

| | | | |
|----------|--------------------|----------------------|--------|
| Region 1 | Suelo estabilizado | 1;17;8;9;14;15;16 | 26.133 |
| Region 2 | Material | 10;11;12;13;16;15;14 | 199.53 |
| Region 3 | Suelo estabilizado | 2;3;4;5;6;7;8;17;1 | 17.729 |

Current Slip Surface

Slip Surface: 24

F of S: 1.460

Volume: 1.7179325 m³

Weight: 48.102109 kN

Resisting Force: 32.208324 kN

Activating Force: 22.05665 kN

F of S Rank (Analysis): superficies de deslizamiento 1 de 25

F of S Rank (Query): superficies de deslizamiento 1 de 15

Exit: (8.5008; 10.861393) m

Entry: (11.652693; 12.283624) m

Radius: 2.2509854 m

Center: (9.4839016; 12.886349) m

Slip Slices

| | X (m) | Y (m) | PWP (KPA) | Base Normal Stress (KPA) | Frictional Strength (KPA) | Cohesive Strength (KPA) |
|----------|-----------|-----------|-------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Slice 1 | 8.5107152 | 10.856639 | 14.422423 | 16.580581 | 1.2661838 | 5 |
| Slice 2 | 8.5708772 | 10.82958 | 14.679283 | 17.35559 | 1.57018 | 5 |
| Slice 3 | 8.6713707 | 10.78782 | 15.074613 | 18.507204 | 2.013889 | 5 |
| Slice 4 | 8.7718642 | 10.751605 | 15.415558 | 19.448364 | 2.3660333 | 5 |
| Slice 5 | 8.8766298 | 10.719566 | 15.714951 | 20.859377 | 3.0182169 | 5 |
| Slice 6 | 8.9856674 | 10.691908 | 15.97077 | 22.695849 | 3.9455806 | 5 |
| Slice 7 | 9.094705 | 10.669956 | 16.170628 | 24.287695 | 4.7622552 | 5 |
| Slice 8 | 9.2037427 | 10.653542 | 16.316181 | 25.652309 | 5.477474 | 5 |
| Slice 9 | 9.3127803 | 10.642544 | 16.408622 | 26.80313 | 6.0984213 | 5 |
| Slice 10 | 9.4218179 | 10.636881 | 16.448733 | 27.750466 | 6.6306873 | 5 |
| Slice 11 | 9.5308555 | 10.636514 | 16.43691 | 28.502067 | 7.0785855 | 5 |
| Slice 12 | 9.6398931 | 10.641441 | 16.373178 | 29.063513 | 7.4453752 | 5 |
| Slice 13 | 9.7489307 | 10.651695 | 16.257193 | 29.438483 | 7.7334167 | 5 |
| Slice 14 | 9.8579683 | 10.667351 | 16.08823 | 29.628921 | 7.944276 | 5 |
| Slice 15 | 9.967006 | 10.688525 | 15.865152 | 29.635114 | 8.078789 | 5 |
| Slice 16 | 10.076044 | 10.71538 | 15.586374 | 29.455713 | 8.1370926 | 5 |
| Slice 17 | 10.185081 | 10.748128 | 15.249789 | 29.087648 | 8.1186239 | 5 |
| Slice 18 | 10.288961 | 10.784916 | 14.874313 | 28.561324 | 8.0301216 | 5 |
| Slice 19 | 10.387683 | 10.825474 | 14.462606 | 27.888988 | 7.8772113 | 5 |
| Slice 20 | 10.487562 | 10.872295 | 13.989306 | 27.033781 | 7.6531478 | 5 |
| Slice 21 | 10.588596 | 10.925935 | 13.448964 | 25.982296 | 7.3532624 | 5 |
| Slice 22 | 10.68963 | 10.986461 | 12.841094 | 24.730238 | 6.9753192 | 5 |
| Slice 23 | 10.790665 | 11.054559 | 12.158971 | 23.261976 | 6.5140942 | 5 |
| Slice 24 | 10.891699 | 11.131115 | 11.393901 | 21.55727 | 5.9628133 | 5 |
| Slice 25 | 10.992733 | 11.2173 | 10.534391 | 19.589506 | 5.3126046 | 5 |
| Slice 26 | 11.093767 | 11.314714 | 9.5647648 | 17.322835 | 4.5516329 | 5 |
| Slice 27 | 11.194802 | 11.425629 | 8.4627293 | 14.707271 | 3.6636505 | 5 |
| Slice 28 | 11.295836 | 11.553472 | 7.1946824 | 11.669539 | 2.6253828 | 5 |
| Slice 29 | 11.39687 | 11.703871 | 5.7054345 | 8.093818 | 1.4012563 | 5 |
| Slice 30 | 11.497905 | 11.887449 | 3.8907912 | 3.7726817 | -0.069294415 | 5 |
| Slice 31 | 11.598939 | 12.130699 | 1.4909558 | -1.7742298 | -1.915673 | 5 |
| Slice 32 | 11.651075 | 12.277859 | 0.048656036 | -4.924293 | -2.9176118 | 5 |

05 Lowe karafath

Reporte generado utilizando GeoStudio 2012. Copyright © 1991-2015 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 8.15
Title: Diseño de Talud
Comments: Diseño de talud, para determinar las pruebas de estabilidad y por sismo, ubicado en la quebrada Lupín - Huarmey - Ancash.
Created By: Edson S. & Daniel C.
Revision Number: 37
Date: 16/06/2018
Time: 7:00:43 p. m.
Tool Version: 8.15.1.11236
File Name: Dique Lupin.gsz
Directory: D:\EDSON\DOCUMENTOS EDSON\USMP\TESIS\PLAN TESIS TITULO\CALCULOS ESTRUCTURAL\GEO STUDIO\Calculo Slope\
Last Solved Date: 16/06/2018
Last Solved Time: 7:00:47 p. m.

Project Settings

Length(L) Units: Metros
Time(t) Units: Segundos
Force(F) Units: Kilonewtons
Pressure(p) Units: KPA
Strength Units: KPA
Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³
View: 2D
Element Thickness: 1

Analysis Settings

05 Lowe karafath

Description: Análisis de estabilidad de Talud
Kind: SLOPE/W
Method: Lowe-Karafiath

Settings

PWP Conditions Source: Línea piezométrica
Apply Phreatic Correction: Sí
Use Staged Rapid Drawdown: No

Slip Surface

Direction of movement: Derecha a Izquierda
Use Passive Mode: No
Slip Surface Option: Entrada-Salida
Critical slip surfaces saved: 1
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Optimize Critical Slip Surface Location: No
Tension Crack

Tension Crack Option: (ninguno)

F of S Distribution

F of S Calculation Option: Constante

Advanced

Number of Slices: 30
F of S Tolerance: 0.001
Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m

Materials

Material

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m³
Cohesion': 0 KPA
Phi': 30.4 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Suelo estabilizado

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 28 kN/m³
Cohesion': 5 KPA
Phi': 30.4 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Rango
Left-Zone Left Coordinate: (8.495277; 10.861349) m

Left-Zone Right Coordinate: (8.5008; 10.861393) m

Left-Zone Increment: 4

Right Projection: Punto

Right Coordinate: (11.652693; 12.283624) m

Right-Zone Increment: 4

Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-0.013365; 10.702202) m

Right Coordinate: (20.838; 0) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

| | X (m) | Y (m) |
|--------------|-----------|--------|
| Coordinate 1 | 0 | 12.45 |
| Coordinate 2 | 11.649456 | 12.282 |
| Coordinate 3 | 13.8276 | 13.386 |
| Coordinate 4 | 15.8424 | 13.386 |

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 16 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

| | X (m) | Y (m) |
|--|---------|--------|
| | 13.8276 | 13.386 |
| | 13.8276 | 14.352 |
| | 13.8828 | 14.352 |
| | 13.9104 | 14.352 |
| | 13.938 | 14.352 |
| | 14.1588 | 14.352 |
| | 14.214 | 14.352 |
| | 14.6556 | 14.352 |
| | 14.7936 | 14.352 |
| | 14.9316 | 14.352 |
| | 15.0696 | 14.352 |
| | 15.18 | 14.352 |
| | 15.2352 | 14.352 |
| | 15.318 | 14.352 |
| | 15.4836 | 14.352 |
| | 15.8424 | 14.352 |
| | 15.8424 | 13.386 |

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0.3

Vert Seismic Coef.: 0.1

Points

| | X (m) | Y (m) |
|----------|-----------|-----------|
| Point 1 | 20.833466 | 10.864 |
| Point 2 | 19.38761 | 11.588031 |
| Point 3 | 16.251552 | 13.158451 |
| Point 4 | 15.8424 | 13.386 |
| Point 5 | 13.8276 | 13.386 |
| Point 6 | 13.36955 | 13.14468 |
| Point 7 | 8.822111 | 10.864 |
| Point 8 | 7.647256 | 10.854469 |
| Point 9 | 7.502004 | 10.849638 |
| Point 10 | -0.013365 | 10.702202 |
| Point 11 | -0.013365 | 7.604721 |
| Point 12 | 0 | 0 |
| Point 13 | 20.838 | 0 |
| Point 14 | 5.934 | 10.818877 |
| Point 15 | 9.3564 | 8.8872 |
| Point 16 | 20.834303 | 8.8596 |
| Point 17 | 10.2396 | 10.8468 |

Regions

| | Material | Points | Area (m ²) |
|--|----------|--------|------------------------|
| | | | |

| | | | |
|----------|--------------------|----------------------|--------|
| Region 1 | Suelo estabilizado | 1;17;8;9;14;15;16 | 26.133 |
| Region 2 | Material | 10;11;12;13;16;15;14 | 199.53 |
| Region 3 | Suelo estabilizado | 2;3;4;5;6;7;8;17;1 | 17.729 |

Current Slip Surface

Slip Surface: 23

F of S: 1.512

Volume: 1.0874182 m³

Weight: 30.44771 kN

Resisting Force: 24.714969 kN

Activating Force: 16.344351 kN

F of S Rank (Analysis): superficies de deslizamiento 1 de 25

F of S Rank (Query): superficies de deslizamiento 1 de 5

Exit: (8.5008; 10.861393) m

Entry: (11.652693; 12.283624) m

Radius: 2.9561479 m

Center: (9.0905319; 13.75812) m

Slip Slices

| | X (m) | Y (m) | PWP (KPA) | Base Normal Stress (KPA) | Frictional Strength (KPA) | Cohesive Strength (KPA) |
|----------|-----------|-----------|-------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Slice 1 | 8.5254334 | 10.856596 | 14.420768 | 15.895735 | 0.8653581 | 5 |
| Slice 2 | 8.5954076 | 10.844094 | 14.533473 | 15.995402 | 0.85770857 | 5 |
| Slice 3 | 8.6860889 | 10.830128 | 14.65762 | 16.050844 | 0.81739944 | 5 |
| Slice 4 | 8.7767703 | 10.819024 | 14.753685 | 13.532304 | -0.71657994 | 5 |
| Slice 5 | 8.8715911 | 10.810509 | 14.823786 | 11.805197 | -1.7709954 | 5 |
| Slice 6 | 8.9705512 | 10.804823 | 14.865548 | 15.030512 | 0.096783986 | 5 |
| Slice 7 | 9.0695113 | 10.802461 | 14.874717 | 15.914385 | 0.60996948 | 5 |
| Slice 8 | 9.1684714 | 10.803415 | 14.851372 | 16.726443 | 1.1000973 | 5 |
| Slice 9 | 9.2674315 | 10.807686 | 14.795482 | 17.467202 | 1.5674886 | 5 |
| Slice 10 | 9.3663916 | 10.815291 | 14.706904 | 18.136783 | 2.0122982 | 5 |
| Slice 11 | 9.4653518 | 10.826255 | 14.585385 | 18.73494 | 2.4345296 | 5 |
| Slice 12 | 9.5643119 | 10.840616 | 14.430552 | 19.23654 | 2.8196565 | 5 |
| Slice 13 | 9.667362 | 10.859311 | 14.232636 | 19.751498 | 3.2378972 | 5 |
| Slice 14 | 9.7745023 | 10.882714 | 13.987974 | 20.132411 | 3.6049196 | 5 |
| Slice 15 | 9.8816425 | 10.910338 | 13.701909 | 20.446125 | 3.9568081 | 5 |
| Slice 16 | 9.9887827 | 10.942309 | 13.37322 | 20.667412 | 4.2794772 | 5 |
| Slice 17 | 10.095923 | 10.978776 | 13.000432 | 20.792648 | 4.5716659 | 5 |
| Slice 18 | 10.203063 | 11.01992 | 12.581782 | 20.81735 | 4.8317792 | 5 |
| Slice 19 | 10.310203 | 11.065955 | 12.115162 | 20.735976 | 5.0578013 | 5 |
| Slice 20 | 10.417344 | 11.117138 | 11.598058 | 20.541633 | 5.2471645 | 5 |
| Slice 21 | 10.524484 | 11.173775 | 11.027465 | 20.225658 | 5.3965478 | 5 |
| Slice 22 | 10.631624 | 11.236235 | 10.399767 | 19.776939 | 5.501554 | 5 |
| Slice 23 | 10.738764 | 11.304964 | 9.7105905 | 19.180852 | 5.5561697 | 5 |
| Slice 24 | 10.845904 | 11.380507 | 8.9545857 | 18.417407 | 5.5518045 | 5 |
| Slice 25 | 10.953045 | 11.46354 | 8.1251255 | 17.457816 | 5.475457 | 5 |
| Slice 26 | 11.060185 | 11.554915 | 7.2138652 | 16.257513 | 5.3058764 | 5 |
| Slice 27 | 11.167325 | 11.655724 | 6.2100777 | 14.740075 | 5.0045195 | 5 |
| Slice 28 | 11.274465 | 11.767411 | 5.0996055 | 12.753491 | 4.4905082 | 5 |
| Slice 29 | 11.381605 | 11.891948 | 3.8631177 | 9.9187695 | 3.5528298 | 5 |
| Slice 30 | 11.488746 | 12.032151 | 2.4730009 | 4.8724017 | 1.4077201 | 5 |
| Slice 31 | 11.595886 | 12.192299 | 0.88727108 | -11.489954 | -7.2616749 | 5 |
| Slice 32 | 11.651075 | 12.280818 | 0.019634672 | -32.919268 | -19.325139 | 5 |

01 Morgenstern pseudoestático

Reporte generado utilizando GeoStudio 2012. Copyright © 1991-2015 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 8.15
Title: Diseño de Talud
Comments: Diseño de talud, para determinar las pruebas de estabilidad y por sismo, ubicado en la quebrada Lupín - Huarmey - Ancash.
Created By: Edson S. & Daniel C.
Revision Number: 37
Date: 16/06/2018
Time: 7:00:43 p. m.
Tool Version: 8.15.1.11236
File Name: Dique Lupin.gsz
Directory: D:\EDSON\DOCUMENTOS EDSON\USMP\TESIS\PLAN TESIS TITULO\CALCULOS ESTRUCTURAL\GEO STUDIO\Calculo Slope\
Last Solved Date: 16/06/2018
Last Solved Time: 7:00:46 p. m.

Project Settings

Length(L) Units: Metros
Time(t) Units: Segundos
Force(F) Units: Kilonewtons
Pressure(p) Units: KPA
Strength Units: KPA
Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³
View: 2D
Element Thickness: 1

Analysis Settings

01 Morgenstern pseudoestático

Description: Análisis de estabilidad de Talud
Kind: SLOPE/W
Method: Morgenstern-Price

Settings

Side Function
Interslice force function option: Medio-Seno
PWP Conditions Source: Línea piezométrica
Apply Phreatic Correction: Sí
Use Staged Rapid Drawdown: No

Slip Surface

Direction of movement: Derecha a Izquierda
Use Passive Mode: No
Slip Surface Option: Entrada-Salida
Critical slip surfaces saved: 1
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Optimize Critical Slip Surface Location: No
Tension Crack
Tension Crack Option: (ninguno)

F of S Distribution

F of S Calculation Option: Constante

Advanced

Number of Slices: 30
F of S Tolerance: 0.001
Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m
Search Method: Localizador de raíz
Tolerable difference between starting and converged F of S: 3
Maximum iterations to calculate converged lambda: 20
Max Absolute Lambda: 2

Materials

Material

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m³
Cohesion': 0 KPA
Phi': 30.4 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Suelo estabilizado

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 28 kN/m³
Cohesion': 5 KPA
Phi': 30.4 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Rango

Left-Zone Left Coordinate: (8.495277; 10.861349) m

Left-Zone Right Coordinate: (8.5008; 10.861393) m

Left-Zone Increment: 4

Right Projection: Punto

Right Coordinate: (11.652693; 12.283624) m

Right-Zone Increment: 4

Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-0.013365; 10.702202) m

Right Coordinate: (20.838; 0) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

| | X (m) | Y (m) |
|--------------|---------|---------|
| Coordinate 1 | 0.0552 | 11.73 |
| Coordinate 2 | 10.6812 | 11.8128 |
| Coordinate 3 | 13.8276 | 13.386 |
| Coordinate 4 | 15.8424 | 13.386 |

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 10 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

| | X (m) | Y (m) |
|--|---------|--------|
| | 13.8276 | 13.386 |
| | 13.8276 | 14.352 |
| | 13.8828 | 14.352 |
| | 13.9104 | 14.352 |
| | 13.938 | 14.352 |
| | 14.1588 | 14.352 |
| | 14.214 | 14.352 |
| | 14.6556 | 14.352 |
| | 14.7936 | 14.352 |
| | 14.9316 | 14.352 |
| | 15.0696 | 14.352 |
| | 15.18 | 14.352 |
| | 15.2352 | 14.352 |
| | 15.318 | 14.352 |
| | 15.4836 | 14.352 |
| | 15.8424 | 13.386 |
| | 15.8424 | 14.352 |

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0.2

Vert Seismic Coef.: 0.1

Points

| | X (m) | Y (m) |
|----------|-----------|-----------|
| Point 1 | 20.833466 | 10.864 |
| Point 2 | 19.38761 | 11.588031 |
| Point 3 | 16.251552 | 13.158451 |
| Point 4 | 15.8424 | 13.386 |
| Point 5 | 13.8276 | 13.386 |
| Point 6 | 13.36955 | 13.14468 |
| Point 7 | 8.822111 | 10.864 |
| Point 8 | 7.647256 | 10.854469 |
| Point 9 | 7.502004 | 10.849638 |
| Point 10 | -0.013365 | 10.702202 |
| Point 11 | -0.013365 | 7.604721 |
| Point 12 | 0 | 0 |
| Point 13 | 20.838 | 0 |
| Point 14 | 5.934 | 10.818877 |
| Point 15 | 9.3564 | 8.8872 |

| | | |
|----------|-----------|---------|
| Point 16 | 20.834303 | 8.8596 |
| Point 17 | 10.2396 | 10.8468 |

Regions

| | Material | Points | Area (m ²) |
|----------|--------------------|----------------------|------------------------|
| Region 1 | Suelo estabilizado | 1;17;8;9;14;15;16 | 26.133 |
| Region 2 | Material | 10;11;12;13;16;15;14 | 199.53 |
| Region 3 | Suelo estabilizado | 2;3;4;5;6;7;8;17;1 | 17.729 |

Current Slip Surface

Slip Surface: 24

F of S: 1.819

Volume: 1.7174677 m³

Weight: 48.089096 kN

Resisting Moment: 87.11899 kN-m

Activating Moment: 47.912955 kN-m

Resisting Force: 33.490342 kN

Activating Force: 18.41168 kN

F of S Rank (Analysis): superficies de deslizamiento 1 de 25

F of S Rank (Query): superficies de deslizamiento 1 de 15

Exit: (8.5008; 10.861393) m

Entry: (11.652693; 12.283624) m

Radius: 2.2509854 m

Center: (9.4839016; 12.886349) m

Slip Slices

| | X (m) | Y (m) | PWP (KPA) | Base Normal Stress (KPA) | Frictional Strength (KPA) | Cohesive Strength (KPA) |
|----------|-----------|-----------|-----------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Slice 1 | 8.5107152 | 10.856639 | 9.2112033 | 10.967094 | 1.0301748 | 5 |
| Slice 2 | 8.5708772 | 10.82958 | 9.4811702 | 12.247418 | 1.6229481 | 5 |
| Slice 3 | 8.6713707 | 10.78782 | 9.8983922 | 14.246485 | 2.5510111 | 5 |
| Slice 4 | 8.7718642 | 10.751605 | 10.26123 | 15.989963 | 3.3610276 | 5 |
| Slice 5 | 8.8766298 | 10.719566 | 10.583445 | 19.000683 | 4.9383644 | 5 |
| Slice 6 | 8.9856674 | 10.691908 | 10.863018 | 21.842934 | 6.4418784 | 5 |
| Slice 7 | 9.094705 | 10.669956 | 11.08663 | 24.16464 | 7.6728226 | 5 |
| Slice 8 | 9.2037427 | 10.653542 | 11.255936 | 25.932969 | 8.610964 | 5 |
| Slice 9 | 9.3127803 | 10.642544 | 11.372131 | 27.145119 | 9.2539574 | 5 |
| Slice 10 | 9.4218179 | 10.636881 | 11.435995 | 27.826587 | 9.616303 | 5 |
| Slice 11 | 9.5308555 | 10.636514 | 11.447925 | 28.026186 | 9.7264078 | 5 |
| Slice 12 | 9.6398931 | 10.641441 | 11.407947 | 27.809029 | 9.6224577 | 5 |
| Slice 13 | 9.7489307 | 10.651695 | 11.315716 | 27.248812 | 9.3478917 | 5 |
| Slice 14 | 9.8579683 | 10.667351 | 11.170506 | 26.420583 | 8.9471671 | 5 |
| Slice 15 | 9.967006 | 10.688525 | 10.971183 | 25.394797 | 8.4622842 | 5 |
| Slice 16 | 10.076044 | 10.71538 | 10.716157 | 24.232997 | 7.9302829 | 5 |
| Slice 17 | 10.185081 | 10.748128 | 10.403326 | 22.985135 | 7.3817037 | 5 |
| Slice 18 | 10.288961 | 10.784916 | 10.05048 | 21.753519 | 6.8661323 | 5 |
| Slice 19 | 10.387683 | 10.825474 | 9.6602799 | 20.557857 | 6.3935704 | 5 |
| Slice 20 | 10.498083 | 10.877943 | 9.1541464 | 19.197903 | 5.8926374 | 5 |
| Slice 21 | 10.620161 | 10.944482 | 8.5109288 | 17.682515 | 5.3809374 | 5 |
| Slice 22 | 10.735172 | 11.016312 | 8.0758121 | 16.474813 | 4.9276646 | 5 |
| Slice 23 | 10.843116 | 11.093339 | 7.8497062 | 15.529477 | 4.5056946 | 5 |
| Slice 24 | 10.951059 | 11.180678 | 7.5224776 | 14.47051 | 4.0763862 | 5 |
| Slice 25 | 11.059003 | 11.280025 | 7.0774794 | 13.240912 | 3.6160647 | 5 |
| Slice 26 | 11.166947 | 11.393809 | 6.4909069 | 11.756941 | 3.0895638 | 5 |
| Slice 27 | 11.27489 | 11.525712 | 5.7266353 | 9.8919549 | 2.4437785 | 5 |
| Slice 28 | 11.382834 | 11.681842 | 4.7247683 | 7.4413991 | 1.5938378 | 5 |
| Slice 29 | 11.490778 | 11.873914 | 3.3704178 | 4.0323412 | 0.38834813 | 5 |
| Slice 30 | 11.598721 | 12.132261 | 1.3661106 | -1.212497 | -1.5128601 | 5 |

02 Spencer

Reporte generado utilizando GeoStudio 2012. Copyright © 1991-2015 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 8.15
Title: Diseño de Talud
Comments: Diseño de talud, para determinar las pruebas de estabilidad y por sismo, ubicado en la quebrada Lupín - Huarmey - Ancash.
Created By: Edson S. & Daniel C.
Revision Number: 37
Date: 16/06/2018
Time: 7:00:43 p. m.
Tool Version: 8.15.1.11236
File Name: Dique Lupin.gsz
Directory: D:\EDSON\DOCUMENTOS EDSON\USMP\TESIS\PLAN TESIS TITULO\CALCULOS ESTRUCTURAL\GEO STUDIO\Calculo Slope\
Last Solved Date: 16/06/2018
Last Solved Time: 7:00:47 p. m.

Project Settings

Length(L) Units: Metros
Time(t) Units: Segundos
Force(F) Units: Kilonewtons
Pressure(p) Units: KPA
Strength Units: KPA
Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³
View: 2D
Element Thickness: 1

Analysis Settings

02 Spencer

Description: Análisis de estabilidad de Talud
Kind: SLOPE/W
Method: Spencer

Settings

PWP Conditions Source: Línea piezométrica
Apply Phreatic Correction: Sí
Use Staged Rapid Drawdown: No

Slip Surface

Direction of movement: Derecha a Izquierda
Use Passive Mode: No
Slip Surface Option: Entrada-Salida
Critical slip surfaces saved: 1
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Optimize Critical Slip Surface Location: No
Tension Crack

Tension Crack Option: (ninguno)

F of S Distribution

F of S Calculation Option: Constante

Advanced

Number of Slices: 30
F of S Tolerance: 0.001
Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m
Search Method: Localizador de raíz
Tolerable difference between starting and converged F of S: 3
Maximum iterations to calculate converged lambda: 20
Max Absolute Lambda: 2

Materials

Material

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m³
Cohesion': 0 KPA
Phi': 30.4 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Suelo estabilizado

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 28 kN/m³
Cohesion': 5 KPA
Phi': 30.4 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Rango
 Left-Zone Left Coordinate: (8.495277; 10.861349) m
 Left-Zone Right Coordinate: (8.5008; 10.861393) m
 Left-Zone Increment: 4
 Right Projection: Punto
 Right Coordinate: (11.652693; 12.283624) m
 Right-Zone Increment: 4
 Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-0.013365; 10.702202) m
 Right Coordinate: (20.838; 0) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

| | X (m) | Y (m) |
|--------------|-----------|--------|
| Coordinate 1 | 0 | 12.45 |
| Coordinate 2 | 11.649456 | 12.282 |
| Coordinate 3 | 13.8276 | 13.386 |
| Coordinate 4 | 15.8424 | 13.386 |

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 16 kN/m³
 Direction: Vertical

Coordinates

| | X (m) | Y (m) |
|--|---------|--------|
| | 13.8276 | 13.386 |
| | 13.8276 | 14.352 |
| | 13.8828 | 14.352 |
| | 13.9104 | 14.352 |
| | 13.938 | 14.352 |
| | 14.1588 | 14.352 |
| | 14.214 | 14.352 |
| | 14.6556 | 14.352 |
| | 14.7936 | 14.352 |
| | 14.9316 | 14.352 |
| | 15.0696 | 14.352 |
| | 15.18 | 14.352 |
| | 15.2352 | 14.352 |
| | 15.318 | 14.352 |
| | 15.4836 | 14.352 |
| | 15.8424 | 14.352 |
| | 15.8424 | 13.386 |

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0.2
 Vert Seismic Coef.: 0.1

Points

| | X (m) | Y (m) |
|----------|-----------|-----------|
| Point 1 | 20.833466 | 10.864 |
| Point 2 | 19.38761 | 11.588031 |
| Point 3 | 16.251552 | 13.158451 |
| Point 4 | 15.8424 | 13.386 |
| Point 5 | 13.8276 | 13.386 |
| Point 6 | 13.36955 | 13.14468 |
| Point 7 | 8.822111 | 10.864 |
| Point 8 | 7.647256 | 10.854469 |
| Point 9 | 7.502004 | 10.849638 |
| Point 10 | -0.013365 | 10.702202 |
| Point 11 | -0.013365 | 7.604721 |
| Point 12 | 0 | 0 |
| Point 13 | 20.838 | 0 |
| Point 14 | 5.934 | 10.818877 |
| Point 15 | 9.3564 | 8.8872 |
| Point 16 | 20.834303 | 8.8596 |
| Point 17 | 10.2396 | 10.8468 |

Regions

| | Material | Points | Area (m ²) |
|----------|--------------------|----------------------|------------------------|
| Region 1 | Suelo estabilizado | 1;17;8;9;14;15;16 | 26.133 |
| Region 2 | Material | 10;11;12;13;16;15;14 | 199.53 |
| Region 3 | Suelo estabilizado | 2;3;4;5;6;7;8;17;1 | 17.729 |

Current Slip Surface

Slip Surface: 24

F of S: 1.998

Volume: 1.7179325 m³

Weight: 48.102109 kN

Resisting Moment: 87.923848 kN-m

Activating Moment: 44.00784 kN-m

Resisting Force: 33.551749 kN

Activating Force: 16.792278 kN

F of S Rank (Analysis): superficies de deslizamiento 1 de 25

F of S Rank (Query): superficies de deslizamiento 1 de 15

Exit: (8.5008; 10.861393) m

Entry: (11.652693; 12.283624) m

Radius: 2.2509854 m

Center: (9.4839016; 12.886349) m

Slip Slices

| | X (m) | Y (m) | PWP (KPA) | Base Normal Stress (KPA) | Frictional Strength (KPA) | Cohesive Strength (KPA) |
|----------|-----------|-----------|-------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Slice 1 | 8.5107152 | 10.856639 | 14.422423 | 18.558301 | 2.426505 | 5 |
| Slice 2 | 8.5708772 | 10.82958 | 14.679283 | 19.250969 | 2.6821922 | 5 |
| Slice 3 | 8.6713707 | 10.78782 | 15.074613 | 20.256268 | 3.0400589 | 5 |
| Slice 4 | 8.7718642 | 10.751605 | 15.415558 | 21.042637 | 3.3013875 | 5 |
| Slice 5 | 8.8766298 | 10.719566 | 15.714951 | 23.814459 | 4.7519533 | 5 |
| Slice 6 | 8.9856674 | 10.691908 | 15.97077 | 25.406426 | 5.5358666 | 5 |
| Slice 7 | 9.094705 | 10.669956 | 16.170628 | 26.746984 | 6.2051112 | 5 |
| Slice 8 | 9.2037427 | 10.653542 | 16.316181 | 27.857208 | 6.7710805 | 5 |
| Slice 9 | 9.3127803 | 10.642544 | 16.408622 | 28.753348 | 7.2426079 | 5 |
| Slice 10 | 9.4218179 | 10.636881 | 16.448733 | 29.447947 | 7.6265934 | 5 |
| Slice 11 | 9.5308555 | 10.636514 | 16.43691 | 29.950601 | 7.9284354 | 5 |
| Slice 12 | 9.6398931 | 10.641441 | 16.373178 | 30.268495 | 8.152334 | 5 |
| Slice 13 | 9.7489307 | 10.651695 | 16.257193 | 30.406766 | 8.301505 | 5 |
| Slice 14 | 9.8579683 | 10.667351 | 16.08823 | 30.368749 | 8.3783306 | 5 |
| Slice 15 | 9.967006 | 10.688525 | 15.865152 | 30.156124 | 8.3844632 | 5 |
| Slice 16 | 10.076044 | 10.71538 | 15.586374 | 29.768993 | 8.320893 | 5 |
| Slice 17 | 10.185081 | 10.748128 | 15.249789 | 29.20587 | 8.1879842 | 5 |
| Slice 18 | 10.288961 | 10.784916 | 14.874313 | 28.507038 | 7.9982722 | 5 |
| Slice 19 | 10.387683 | 10.825474 | 14.462606 | 27.684592 | 7.7572932 | 5 |
| Slice 20 | 10.487562 | 10.872295 | 13.989306 | 26.693064 | 7.4532505 | 5 |
| Slice 21 | 10.588596 | 10.925935 | 13.448964 | 25.521815 | 7.0830994 | 5 |
| Slice 22 | 10.68963 | 10.986461 | 12.841094 | 24.171096 | 6.6472724 | 5 |
| Slice 23 | 10.790665 | 11.054559 | 12.158971 | 22.628884 | 6.1426617 | 5 |
| Slice 24 | 10.891699 | 11.131115 | 11.393901 | 20.879627 | 5.5652424 | 5 |
| Slice 25 | 10.992733 | 11.2173 | 10.534391 | 18.902994 | 4.9098305 | 5 |
| Slice 26 | 11.093767 | 11.314714 | 9.5647648 | 16.671896 | 4.169729 | 5 |
| Slice 27 | 11.194802 | 11.425629 | 8.4627293 | 14.14915 | 3.3362034 | 5 |
| Slice 28 | 11.295836 | 11.553472 | 7.1946824 | 11.281442 | 2.3976878 | 5 |
| Slice 29 | 11.39687 | 11.703871 | 5.7054345 | 7.9870079 | 1.3385912 | 5 |
| Slice 30 | 11.497905 | 11.887449 | 3.8907912 | 4.1254582 | 0.13767828 | 5 |
| Slice 31 | 11.598939 | 12.130699 | 1.4909558 | -0.6097441 | -1.2324733 | 5 |
| Slice 32 | 11.651075 | 12.277859 | 0.048656036 | -3.1516577 | -1.8776129 | 5 |

04 Cuerpo de ingenieros 2

Reporte generado utilizando GeoStudio 2012. Copyright © 1991-2015 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 8.15
Title: Diseño de Talud
Comments: Diseño de talud, para determinar las pruebas de estabilidad y por sismo, ubicado en la quebrada Lupín - Huarmey - Ancash.
Created By: Edson S. & Daniel C.
Revision Number: 37
Date: 16/06/2018
Time: 7:00:43 p. m.
Tool Version: 8.15.1.11236
File Name: Dique Lupin.gsz
Directory: D:\EDSON\DOCUMENTOS EDSON\USMP\TESIS\PLAN TESIS TITULO\CALCULOS ESTRUCTURAL\GEO STUDIO\Calculo Slope\
Last Solved Date: 16/06/2018
Last Solved Time: 7:00:47 p. m.

Project Settings

Length(L) Units: Metros
Time(t) Units: Segundos
Force(F) Units: Kilonewtons
Pressure(p) Units: KPA
Strength Units: KPA
Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³
View: 2D
Element Thickness: 1

Analysis Settings

04 Cuerpo de ingenieros 2

Kind: SLOPE/W
Method: Cuerpo de Ingenieros #1
Settings
PWP Conditions Source: Línea piezométrica
Apply Phreatic Correction: Sí
Use Staged Rapid Drawdown: No
Slip Surface
Direction of movement: Derecha a Izquierda
Use Passive Mode: No
Slip Surface Option: Entrada-Salida
Critical slip surfaces saved: 1
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Optimize Critical Slip Surface Location: No
Tension Crack
Tension Crack Option: (ninguno)
F of S Distribution
F of S Calculation Option: Constante
Advanced
Number of Slices: 30
F of S Tolerance: 0.001
Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m

Materials

Material

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m³
Cohesion': 0 KPA
Phi': 30.4 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Suelo estabilizado

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 28 kN/m³
Cohesion': 5 KPA
Phi': 30.4 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Rango
Left-Zone Left Coordinate: (8.495277; 10.861349) m
Left-Zone Right Coordinate: (8.5008; 10.861393) m

Left-Zone Increment: 4
 Right Projection: Punto
 Right Coordinate: (11.652693; 12.283624) m
 Right-Zone Increment: 4
 Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-0.013365; 10.702202) m
 Right Coordinate: (20.838; 0) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

| | X (m) | Y (m) |
|--------------|-----------|--------|
| Coordinate 1 | 0 | 12.45 |
| Coordinate 2 | 11.649456 | 12.282 |
| Coordinate 3 | 13.8276 | 13.386 |
| Coordinate 4 | 15.8424 | 13.386 |

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 16 kN/m³
 Direction: Vertical

Coordinates

| | X (m) | Y (m) |
|--|---------|--------|
| | 13.8276 | 13.386 |
| | 13.8276 | 14.352 |
| | 13.8828 | 14.352 |
| | 13.9104 | 14.352 |
| | 13.938 | 14.352 |
| | 14.1588 | 14.352 |
| | 14.214 | 14.352 |
| | 14.6556 | 14.352 |
| | 14.7936 | 14.352 |
| | 14.9316 | 14.352 |
| | 15.0696 | 14.352 |
| | 15.18 | 14.352 |
| | 15.2352 | 14.352 |
| | 15.318 | 14.352 |
| | 15.4836 | 14.352 |
| | 15.8424 | 14.352 |
| | 15.8424 | 13.386 |

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0.3
 Vert Seismic Coef.: 0.1

Points

| | X (m) | Y (m) |
|----------|-----------|-----------|
| Point 1 | 20.833466 | 10.864 |
| Point 2 | 19.38761 | 11.588031 |
| Point 3 | 16.251552 | 13.158451 |
| Point 4 | 15.8424 | 13.386 |
| Point 5 | 13.8276 | 13.386 |
| Point 6 | 13.36955 | 13.14468 |
| Point 7 | 8.822111 | 10.864 |
| Point 8 | 7.647256 | 10.854469 |
| Point 9 | 7.502004 | 10.849638 |
| Point 10 | -0.013365 | 10.702202 |
| Point 11 | -0.013365 | 7.604721 |
| Point 12 | 0 | 0 |
| Point 13 | 20.838 | 0 |
| Point 14 | 5.934 | 10.818877 |
| Point 15 | 9.3564 | 8.8872 |
| Point 16 | 20.834303 | 8.8596 |
| Point 17 | 10.2396 | 10.8468 |

Regions

| | Material | Points | Area (m ²) |
|----------|--------------------|-------------------|------------------------|
| Region 1 | Suelo estabilizado | 1;17;8;9;14;15;16 | 26.133 |

| | | | |
|----------|--------------------|----------------------|--------|
| Region 2 | Material | 10;11;12;13;16;15;14 | 199.53 |
| Region 3 | Suelo estabilizado | 2;3;4;5;6;7;8;17;1 | 17.729 |

Current Slip Surface

Slip Surface: 15

F of S: 1.118

Volume: 2.3901175 m³

Weight: 66.92329 kN

Resisting Force: 37.287926 kN

Activating Force: 33.36571 kN

F of S Rank (Analysis): superficies de deslizamiento 1 de 25

F of S Rank (Query): superficies de deslizamiento 1 de 15

Exit: (8.4980385; 10.861371) m

Entry: (11.652693; 12.283624) m

Radius: 1.9404599 m

Center: (9.7143087; 12.373347) m

Slip Slices

| | X (m) | Y (m) | PWP (KPA) | Base Normal Stress (KPA) | Frictional Strength (KPA) | Cohesive Strength (KPA) |
|----------|-----------|-----------|------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Slice 1 | 8.5039619 | 10.856644 | 14.423332 | 20.39627 | 3.5043022 | 5 |
| Slice 2 | 8.5619229 | 10.813473 | 14.838509 | 21.575876 | 3.9527896 | 5 |
| Slice 3 | 8.6659982 | 10.741598 | 15.528669 | 23.416834 | 4.6279589 | 5 |
| Slice 4 | 8.7700734 | 10.679164 | 16.12624 | 7.8708798 | -4.8433911 | 5 |
| Slice 5 | 8.8766298 | 10.624054 | 16.651633 | 5.406618 | -6.5974109 | 5 |
| Slice 6 | 8.9856674 | 10.575847 | 17.10898 | 18.732446 | 0.95248186 | 5 |
| Slice 7 | 9.094705 | 10.535368 | 17.490535 | 21.30625 | 2.2386667 | 5 |
| Slice 8 | 9.2037427 | 10.502114 | 17.801239 | 23.673138 | 3.4450224 | 5 |
| Slice 9 | 9.3127803 | 10.475703 | 18.044833 | 25.841854 | 4.5744852 | 5 |
| Slice 10 | 9.4218179 | 10.455851 | 18.224101 | 27.818535 | 5.6290212 | 5 |
| Slice 11 | 9.5308555 | 10.442355 | 18.341032 | 29.607197 | 6.6098198 | 5 |
| Slice 12 | 9.6398931 | 10.435082 | 18.396934 | 31.209961 | 7.5173586 | 5 |
| Slice 13 | 9.7489307 | 10.433962 | 18.392495 | 32.627157 | 8.3514264 | 5 |
| Slice 14 | 9.8579683 | 10.438985 | 18.327821 | 33.857336 | 9.1111125 | 5 |
| Slice 15 | 9.967006 | 10.450197 | 18.202438 | 34.897208 | 9.7947631 | 5 |
| Slice 16 | 10.076044 | 10.46771 | 18.015271 | 35.74147 | 10.399899 | 5 |
| Slice 17 | 10.185081 | 10.491699 | 17.764589 | 36.382541 | 10.923087 | 5 |
| Slice 18 | 10.295769 | 10.52299 | 17.442064 | 36.813251 | 11.365008 | 5 |
| Slice 19 | 10.408108 | 10.562157 | 17.042062 | 37.012296 | 11.716467 | 5 |
| Slice 20 | 10.520447 | 10.609343 | 16.563427 | 36.950234 | 11.960868 | 5 |
| Slice 21 | 10.632786 | 10.665214 | 15.999604 | 36.600824 | 12.086664 | 5 |
| Slice 22 | 10.745125 | 10.730665 | 15.341845 | 35.928731 | 12.078254 | 5 |
| Slice 23 | 10.857464 | 10.806903 | 14.578285 | 34.885227 | 11.914012 | 5 |
| Slice 24 | 10.966192 | 10.892321 | 13.725213 | 33.463471 | 11.580367 | 5 |
| Slice 25 | 11.071309 | 10.988241 | 12.769666 | 31.603123 | 11.049524 | 5 |
| Slice 26 | 11.176427 | 11.100088 | 11.657916 | 29.13722 | 10.255047 | 5 |
| Slice 27 | 11.281545 | 11.232654 | 10.342965 | 25.838747 | 9.0913212 | 5 |
| Slice 28 | 11.386662 | 11.39468 | 8.7391186 | 21.256613 | 7.3439703 | 5 |
| Slice 29 | 11.49178 | 11.606284 | 6.6490495 | 14.203527 | 4.4321853 | 5 |
| Slice 30 | 11.596897 | 11.978966 | 2.9792892 | -3.9747943 | -4.0799366 | 5 |
| Slice 31 | 11.651075 | 12.25674 | 0.25576909 | -42.511607 | -25.091471 | 5 |

03 Cuerpo de ingenieros

Reporte generado utilizando GeoStudio 2012. Copyright © 1991-2015 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 8.15
Title: Diseño de Talud
Comments: Diseño de talud, para determinar las pruebas de estabilidad y por sismo, ubicado en la quebrada Lupín - Huarmey - Ancash.
Created By: Edson S. & Daniel C.
Revision Number: 37
Date: 16/06/2018
Time: 7:00:43 p. m.
Tool Version: 8.15.1.11236
File Name: Dique Lupin.gsz
Directory: D:\EDSON\DOCUMENTOS EDSON\USMP\TESIS\PLAN TESIS TITULO\CALCULOS ESTRUCTURAL\GEO STUDIO\Calculo Slope\
Last Solved Date: 16/06/2018
Last Solved Time: 7:00:47 p. m.

Project Settings

Length(L) Units: Metros
Time(t) Units: Segundos
Force(F) Units: Kilonewtons
Pressure(p) Units: KPA
Strength Units: KPA
Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³
View: 2D
Element Thickness: 1

Analysis Settings

03 Cuerpo de ingenieros

Description: Análisis de estabilidad de Talud
Kind: SLOPE/W
Method: Cuerpo de Ingenieros #1

Settings

PWP Conditions Source: Línea piezométrica
Apply Phreatic Correction: Sí
Use Staged Rapid Drawdown: No

Slip Surface

Direction of movement: Derecha a Izquierda
Use Passive Mode: No
Slip Surface Option: Entrada-Salida
Critical slip surfaces saved: 1
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Optimize Critical Slip Surface Location: No
Tension Crack

Tension Crack Option: (ninguno)

F of S Distribution

F of S Calculation Option: Constante

Advanced

Number of Slices: 30
F of S Tolerance: 0.001
Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m

Materials

Material

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m³
Cohesion': 0 KPA
Phi': 30.4 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Suelo estabilizado

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 28 kN/m³
Cohesion': 5 KPA
Phi': 30.4 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Rango
Left-Zone Left Coordinate: (8.495277; 10.861349) m

Left-Zone Right Coordinate: (8.5008; 10.861393) m

Left-Zone Increment: 4

Right Projection: Punto

Right Coordinate: (11.652693; 12.283624) m

Right-Zone Increment: 4

Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-0.013365; 10.702202) m

Right Coordinate: (20.838; 0) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

| | X (m) | Y (m) |
|--------------|-----------|--------|
| Coordinate 1 | 0 | 12.45 |
| Coordinate 2 | 11.649456 | 12.282 |
| Coordinate 3 | 13.8276 | 13.386 |
| Coordinate 4 | 15.8424 | 13.386 |

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 16 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

| | X (m) | Y (m) |
|--|---------|--------|
| | 13.8276 | 13.386 |
| | 13.8276 | 14.352 |
| | 13.8828 | 14.352 |
| | 13.9104 | 14.352 |
| | 13.938 | 14.352 |
| | 14.1588 | 14.352 |
| | 14.214 | 14.352 |
| | 14.6556 | 14.352 |
| | 14.7936 | 14.352 |
| | 14.9316 | 14.352 |
| | 15.0696 | 14.352 |
| | 15.18 | 14.352 |
| | 15.2352 | 14.352 |
| | 15.318 | 14.352 |
| | 15.4836 | 14.352 |
| | 15.8424 | 14.352 |
| | 15.8424 | 13.386 |

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0.3

Vert Seismic Coef.: 0.1

Points

| | X (m) | Y (m) |
|----------|-----------|-----------|
| Point 1 | 20.833466 | 10.864 |
| Point 2 | 19.38761 | 11.588031 |
| Point 3 | 16.251552 | 13.158451 |
| Point 4 | 15.8424 | 13.386 |
| Point 5 | 13.8276 | 13.386 |
| Point 6 | 13.36955 | 13.14468 |
| Point 7 | 8.822111 | 10.864 |
| Point 8 | 7.647256 | 10.854469 |
| Point 9 | 7.502004 | 10.849638 |
| Point 10 | -0.013365 | 10.702202 |
| Point 11 | -0.013365 | 7.604721 |
| Point 12 | 0 | 0 |
| Point 13 | 20.838 | 0 |
| Point 14 | 5.934 | 10.818877 |
| Point 15 | 9.3564 | 8.8872 |
| Point 16 | 20.834303 | 8.8596 |
| Point 17 | 10.2396 | 10.8468 |

Regions

| | Material | Points | Area (m ²) |
|--|----------|--------|------------------------|
| | | | |

| | | | |
|----------|--------------------|----------------------|--------|
| Region 1 | Suelo estabilizado | 1;17;8;9;14;15;16 | 26.133 |
| Region 2 | Material | 10;11;12;13;16;15;14 | 199.53 |
| Region 3 | Suelo estabilizado | 2;3;4;5;6;7;8;17;1 | 17.729 |

Current Slip Surface

Slip Surface: 24

F of S: 1.195

Volume: 1.7179325 m³

Weight: 48.102109 kN

Resisting Force: 30.228252 kN

Activating Force: 25.299047 kN

F of S Rank (Analysis): superficies de deslizamiento 1 de 25

F of S Rank (Query): superficies de deslizamiento 1 de 10

Exit: (8.5008; 10.861393) m

Entry: (11.652693; 12.283624) m

Radius: 2.2509854 m

Center: (9.4839016; 12.886349) m

Slip Slices

| | X (m) | Y (m) | PWP (KPA) | Base Normal Stress (KPA) | Frictional Strength (KPA) | Cohesive Strength (KPA) |
|----------|-----------|-----------|-------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Slice 1 | 8.5107152 | 10.856639 | 14.422423 | 11.938473 | -1.457325 | 5 |
| Slice 2 | 8.5708772 | 10.82958 | 14.679283 | 12.807924 | -1.0979196 | 5 |
| Slice 3 | 8.6713707 | 10.78782 | 15.074613 | 14.154395 | -0.5398885 | 5 |
| Slice 4 | 8.7718642 | 10.751605 | 15.415558 | 15.337482 | -0.045807014 | 5 |
| Slice 5 | 8.8766298 | 10.719566 | 15.714951 | 14.373697 | -0.7869092 | 5 |
| Slice 6 | 8.9856674 | 10.691908 | 15.97077 | 16.526189 | 0.32586241 | 5 |
| Slice 7 | 9.094705 | 10.669956 | 16.170628 | 18.507897 | 1.3712674 | 5 |
| Slice 8 | 9.2037427 | 10.653542 | 16.316181 | 20.322779 | 2.3506571 | 5 |
| Slice 9 | 9.3127803 | 10.642544 | 16.408622 | 21.973282 | 3.2647667 | 5 |
| Slice 10 | 9.4218179 | 10.636881 | 16.448733 | 23.460527 | 4.1137953 | 5 |
| Slice 11 | 9.5308555 | 10.636514 | 16.43691 | 24.784399 | 4.8974429 | 5 |
| Slice 12 | 9.6398931 | 10.641441 | 16.373178 | 25.943573 | 5.6149177 | 5 |
| Slice 13 | 9.7489307 | 10.651695 | 16.257193 | 26.935488 | 6.2649186 | 5 |
| Slice 14 | 9.8579683 | 10.667351 | 16.08823 | 27.756262 | 6.8455939 | 5 |
| Slice 15 | 9.967006 | 10.688525 | 15.865152 | 28.40055 | 7.3544745 | 5 |
| Slice 16 | 10.076044 | 10.71538 | 15.586374 | 28.861337 | 7.7883748 | 5 |
| Slice 17 | 10.185081 | 10.748128 | 15.249789 | 29.129629 | 8.143254 | 5 |
| Slice 18 | 10.288961 | 10.784916 | 14.874313 | 29.200302 | 8.4050077 | 5 |
| Slice 19 | 10.387683 | 10.825474 | 14.462606 | 29.080742 | 8.5764093 | 5 |
| Slice 20 | 10.487562 | 10.872295 | 13.989306 | 28.763815 | 8.6681528 | 5 |
| Slice 21 | 10.588596 | 10.925935 | 13.448964 | 28.22744 | 8.6704802 | 5 |
| Slice 22 | 10.68963 | 10.986461 | 12.841094 | 27.450626 | 8.5713613 | 5 |
| Slice 23 | 10.790665 | 11.054559 | 12.158971 | 26.404429 | 8.3577603 | 5 |
| Slice 24 | 10.891699 | 11.131115 | 11.393901 | 25.050669 | 8.0123782 | 5 |
| Slice 25 | 10.992733 | 11.2173 | 10.534391 | 23.337517 | 7.5115495 | 5 |
| Slice 26 | 11.093767 | 11.314714 | 9.5647648 | 21.191878 | 6.8215865 | 5 |
| Slice 27 | 11.194802 | 11.425629 | 8.4627293 | 18.505266 | 5.8919216 | 5 |
| Slice 28 | 11.295836 | 11.553472 | 7.1946824 | 15.104855 | 4.6408709 | 5 |
| Slice 29 | 11.39687 | 11.703871 | 5.7054345 | 10.685128 | 2.9215688 | 5 |
| Slice 30 | 11.497905 | 11.887449 | 3.8907912 | 4.607622 | 0.42056212 | 5 |
| Slice 31 | 11.598939 | 12.130699 | 1.4909558 | -4.9761138 | -3.7942072 | 5 |
| Slice 32 | 11.651075 | 12.277859 | 0.048656036 | -12.00243 | -7.07033 | 5 |

06 Jarbu generalizado

Reporte generado utilizando GeoStudio 2012. Copyright © 1991-2015 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 8.15
Title: Diseño de Talud
Comments: Diseño de talud, para determinar las pruebas de estabilidad y por sismo, ubicado en la quebrada Lupín - Huarmey - Ancash.
Created By: Edson S. & Daniel C.
Revision Number: 37
Date: 16/06/2018
Time: 7:00:43 p. m.
Tool Version: 8.15.1.11236
File Name: Dique Lupin.gsz
Directory: D:\EDSON\DOCUMENTOS EDSON\USMP\TESIS\PLAN TESIS TITULO\CALCULOS ESTRUCTURAL\GEO STUDIO\Calculo Slope\
Last Solved Date: 16/06/2018
Last Solved Time: 7:00:47 p. m.

Project Settings

Length(L) Units: Metros
Time(t) Units: Segundos
Force(F) Units: Kilonewtons
Pressure(p) Units: KPA
Strength Units: KPA
Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³
View: 2D
Element Thickness: 1

Analysis Settings

06 Jarbu generalizado

Description: Análisis de estabilidad de Talud
Kind: SLOPE/W
Method: Janbu Generalizado

Settings

PWP Conditions Source: Línea piezométrica
Apply Phreatic Correction: Sí
Use Staged Rapid Drawdown: No

Slip Surface

Direction of movement: Derecha a Izquierda
Use Passive Mode: No
Slip Surface Option: Entrada-Salida
Critical slip surfaces saved: 1
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Optimize Critical Slip Surface Location: No
Tension Crack

Tension Crack Option: (ninguno)

F of S Distribution

F of S Calculation Option: Constante

Advanced

Number of Slices: 30
F of S Tolerance: 0.001
Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m

Materials

Material

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m³
Cohesion': 0 KPA
Phi': 30.4 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Suelo estabilizado

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 28 kN/m³
Cohesion': 5 KPA
Phi': 30.4 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Rango
Left-Zone Left Coordinate: (8.495277; 10.861349) m

Left-Zone Right Coordinate: (8.5008; 10.861393) m

Left-Zone Increment: 4

Right Projection: Punto

Right Coordinate: (11.652693; 12.283624) m

Right-Zone Increment: 4

Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-0.013365; 10.702202) m

Right Coordinate: (20.838; 0) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

| | X (m) | Y (m) |
|--------------|-----------|--------|
| Coordinate 1 | 0 | 12.45 |
| Coordinate 2 | 11.649456 | 12.282 |
| Coordinate 3 | 13.8276 | 13.386 |
| Coordinate 4 | 15.8424 | 13.386 |

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 16 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

| | X (m) | Y (m) |
|--|---------|--------|
| | 13.8276 | 13.386 |
| | 13.8276 | 14.352 |
| | 13.8828 | 14.352 |
| | 13.9104 | 14.352 |
| | 13.938 | 14.352 |
| | 14.1588 | 14.352 |
| | 14.214 | 14.352 |
| | 14.6556 | 14.352 |
| | 14.7936 | 14.352 |
| | 14.9316 | 14.352 |
| | 15.0696 | 14.352 |
| | 15.18 | 14.352 |
| | 15.2352 | 14.352 |
| | 15.318 | 14.352 |
| | 15.4836 | 14.352 |
| | 15.8424 | 14.352 |
| | 15.8424 | 13.386 |

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0.3

Vert Seismic Coef.: 0.1

Points

| | X (m) | Y (m) |
|----------|-----------|-----------|
| Point 1 | 20.833466 | 10.864 |
| Point 2 | 19.38761 | 11.588031 |
| Point 3 | 16.251552 | 13.158451 |
| Point 4 | 15.8424 | 13.386 |
| Point 5 | 13.8276 | 13.386 |
| Point 6 | 13.36955 | 13.14468 |
| Point 7 | 8.822111 | 10.864 |
| Point 8 | 7.647256 | 10.854469 |
| Point 9 | 7.502004 | 10.849638 |
| Point 10 | -0.013365 | 10.702202 |
| Point 11 | -0.013365 | 7.604721 |
| Point 12 | 0 | 0 |
| Point 13 | 20.838 | 0 |
| Point 14 | 5.934 | 10.818877 |
| Point 15 | 9.3564 | 8.8872 |
| Point 16 | 20.834303 | 8.8596 |
| Point 17 | 10.2396 | 10.8468 |

Regions

| | Material | Points | Area (m ²) |
|--|----------|--------|------------------------|
| | | | |

| | | | |
|----------|--------------------|----------------------|--------|
| Region 1 | Suelo estabilizado | 1;17;8;9;14;15;16 | 26.133 |
| Region 2 | Material | 10;11;12;13;16;15;14 | 199.53 |
| Region 3 | Suelo estabilizado | 2;3;4;5;6;7;8;17;1 | 17.729 |

Current Slip Surface

Slip Surface: 0

F of S: -0.000

Volume: 4.2280512e-307 m³

Weight: 1 kN

Resisting Moment: 0 kN-m

Activating Moment: 1.5492966e-266 kN-m

Resisting Force: 8.9009813e-307 kN

Activating Force: 1 kN

07 Sama rebanadas

Reporte generado utilizando GeoStudio 2012. Copyright © 1991-2015 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 8.15
Title: Diseño de Talud
Comments: Diseño de talud, para determinar las pruebas de estabilidad y por sismo, ubicado en la quebrada Lupín - Huarmey - Ancash.
Created By: Edson S. & Daniel C.
Revision Number: 37
Date: 16/06/2018
Time: 7:00:43 p. m.
Tool Version: 8.15.1.11236
File Name: Dique Lupin.gsz
Directory: D:\EDSON\DOCUMENTOS EDSON\USMP\TESIS\PLAN TESIS TITULO\CALCULOS ESTRUCTURAL\GEO STUDIO\Calculo Slope\
Last Solved Date: 16/06/2018
Last Solved Time: 7:00:47 p. m.

Project Settings

Length(L) Units: Metros
Time(t) Units: Segundos
Force(F) Units: Kilonewtons
Pressure(p) Units: KPA
Strength Units: KPA
Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³
View: 2D
Element Thickness: 1

Analysis Settings

07 Sama rebanadas

Description: Análisis de estabilidad de Talud
Kind: SLOPE/W
Method: Sarma (rebanadas verticales solamente)
Settings
 Side Function
 Cohesion in Sarma: 0
 Frictional Angle in Sarma: 32
 PWP Conditions Source: Línea piezométrica
 Apply Phreatic Correction: Sí
 Use Staged Rapid Drawdown: No
Slip Surface
 Direction of movement: Derecha a Izquierda
 Use Passive Mode: No
 Slip Surface Option: Entrada-Salida
 Critical slip surfaces saved: 1
 Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °
 Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
 Optimize Critical Slip Surface Location: No
 Tension Crack
 Tension Crack Option: (ninguno)
F of S Distribution
 F of S Calculation Option: Constante
Advanced
 Number of Slices: 30
 F of S Tolerance: 0.001
 Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m

Materials

Material

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m³
Cohesion': 0 KPA
Phi': 30.4 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
 Piezometric Line: 1

Suelo estabilizado

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 28 kN/m³
Cohesion': 5 KPA
Phi': 30.4 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
 Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Rango
 Left-Zone Left Coordinate: (8.495277; 10.861349) m
 Left-Zone Right Coordinate: (8.5008; 10.861393) m
 Left-Zone Increment: 4
 Right Projection: Punto
 Right Coordinate: (11.652693; 12.283624) m
 Right-Zone Increment: 4
 Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-0.013365; 10.702202) m
 Right Coordinate: (20.838; 0) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

| | X (m) | Y (m) |
|--------------|-----------|--------|
| Coordinate 1 | 0 | 12.45 |
| Coordinate 2 | 11.649456 | 12.282 |
| Coordinate 3 | 13.8276 | 13.386 |
| Coordinate 4 | 15.8424 | 13.386 |

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 16 kN/m³
 Direction: Vertical

Coordinates

| | X (m) | Y (m) |
|--|---------|--------|
| | 13.8276 | 13.386 |
| | 13.8276 | 14.352 |
| | 13.8828 | 14.352 |
| | 13.9104 | 14.352 |
| | 13.938 | 14.352 |
| | 14.1588 | 14.352 |
| | 14.214 | 14.352 |
| | 14.6556 | 14.352 |
| | 14.7936 | 14.352 |
| | 14.9316 | 14.352 |
| | 15.0696 | 14.352 |
| | 15.18 | 14.352 |
| | 15.2352 | 14.352 |
| | 15.318 | 14.352 |
| | 15.4836 | 14.352 |
| | 15.8424 | 14.352 |
| | 15.8424 | 13.386 |

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0.3
 Vert Seismic Coef.: 0.1

Points

| | X (m) | Y (m) |
|----------|-----------|-----------|
| Point 1 | 20.833466 | 10.864 |
| Point 2 | 19.38761 | 11.588031 |
| Point 3 | 16.251552 | 13.158451 |
| Point 4 | 15.8424 | 13.386 |
| Point 5 | 13.8276 | 13.386 |
| Point 6 | 13.36955 | 13.14468 |
| Point 7 | 8.822111 | 10.864 |
| Point 8 | 7.647256 | 10.854469 |
| Point 9 | 7.502004 | 10.849638 |
| Point 10 | -0.013365 | 10.702202 |
| Point 11 | -0.013365 | 7.604721 |
| Point 12 | 0 | 0 |
| Point 13 | 20.838 | 0 |
| Point 14 | 5.934 | 10.818877 |
| Point 15 | 9.3564 | 8.8872 |
| Point 16 | 20.834303 | 8.8596 |
| Point 17 | 10.2396 | 10.8468 |

Regions

| | Material | Points | Area (m ²) |
|----------|--------------------|----------------------|------------------------|
| Region 1 | Suelo estabilizado | 1;17;8;9;14;15;16 | 26.133 |
| Region 2 | Material | 10;11;12;13;16;15;14 | 199.53 |
| Region 3 | Suelo estabilizado | 2;3;4;5;6;7;8;17;1 | 17.729 |

Current Slip Surface

Slip Surface: 24

F of S: 1.669

Volume: 1.7179325 m³

Weight: 48.102109 kN

Resisting Moment: 86.48384 kN-m

Activating Moment: 51.812425 kN-m

Resisting Force: 33.241059 kN

Activating Force: 19.910487 kN

F of S Rank (Analysis): superficies de deslizamiento 1 de 25

F of S Rank (Query): superficies de deslizamiento 1 de 15

Exit: (8.5008; 10.861393) m

Entry: (11.652693; 12.283624) m

Radius: 2.2509854 m

Center: (9.4839016; 12.886349) m

Slip Slices

| | X (m) | Y (m) | PWP (KPA) | Base Normal Stress (KPA) | Frictional Strength (KPA) | Cohesive Strength (KPA) |
|----------|-----------|-----------|-------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Slice 1 | 8.5107152 | 10.856639 | 14.422423 | 20.197379 | 3.3881465 | 5 |
| Slice 2 | 8.5708772 | 10.82958 | 14.679283 | 20.776626 | 3.5772896 | 5 |
| Slice 3 | 8.6713707 | 10.78782 | 15.074613 | 21.596138 | 3.826156 | 5 |
| Slice 4 | 8.7718642 | 10.751605 | 15.415558 | 22.20292 | 3.9821215 | 5 |
| Slice 5 | 8.8766298 | 10.719566 | 15.714951 | 25.315032 | 5.6323338 | 5 |
| Slice 6 | 8.9856674 | 10.691908 | 15.97077 | 26.695395 | 6.2921003 | 5 |
| Slice 7 | 9.094705 | 10.669956 | 16.170628 | 27.822358 | 6.8360296 | 5 |
| Slice 8 | 9.2037427 | 10.653542 | 16.316181 | 28.720488 | 7.2775638 | 5 |
| Slice 9 | 9.3127803 | 10.642544 | 16.408622 | 29.408456 | 7.6269571 | 5 |
| Slice 10 | 9.4218179 | 10.636881 | 16.448733 | 29.900548 | 7.8921331 | 5 |
| Slice 11 | 9.5308555 | 10.636514 | 16.43691 | 30.207677 | 8.0792608 | 5 |
| Slice 12 | 9.6398931 | 10.641441 | 16.373178 | 30.338068 | 8.1931522 | 5 |
| Slice 13 | 9.7489307 | 10.651695 | 16.257193 | 30.297737 | 8.2375384 | 5 |
| Slice 14 | 9.8579683 | 10.667351 | 16.08823 | 30.090811 | 8.2152655 | 5 |
| Slice 15 | 9.967006 | 10.688525 | 15.865152 | 29.719728 | 8.1284314 | 5 |
| Slice 16 | 10.076044 | 10.71538 | 15.586374 | 29.185364 | 7.9784799 | 5 |
| Slice 17 | 10.185081 | 10.748128 | 15.249789 | 28.487061 | 7.7662614 | 5 |
| Slice 18 | 10.288961 | 10.784916 | 14.874313 | 27.671383 | 7.5079961 | 5 |
| Slice 19 | 10.387683 | 10.825474 | 14.462606 | 26.749736 | 7.2088162 | 5 |
| Slice 20 | 10.487562 | 10.872295 | 13.989306 | 25.670478 | 6.8533028 | 5 |
| Slice 21 | 10.588596 | 10.925935 | 13.448964 | 24.424497 | 6.4393068 | 5 |
| Slice 22 | 10.68963 | 10.986461 | 12.841094 | 23.014575 | 5.9687459 | 5 |
| Slice 23 | 10.790665 | 11.054559 | 12.158971 | 21.430432 | 5.4395342 | 5 |
| Slice 24 | 10.891699 | 11.131115 | 11.393901 | 19.65871 | 4.8489349 | 5 |
| Slice 25 | 10.992733 | 11.2173 | 10.534391 | 17.681914 | 4.193427 | 5 |
| Slice 26 | 11.093767 | 11.314714 | 9.5647648 | 15.476717 | 3.468522 | 5 |
| Slice 27 | 11.194802 | 11.425629 | 8.4627293 | 13.01112 | 2.6685252 | 5 |
| Slice 28 | 11.295836 | 11.553472 | 7.1946824 | 10.239277 | 1.7862528 | 5 |
| Slice 29 | 11.39687 | 11.703871 | 5.7054345 | 7.09089 | 0.8128419 | 5 |
| Slice 30 | 11.497905 | 11.887449 | 3.8907912 | 3.4448881 | -0.2616098 | 5 |
| Slice 31 | 11.598939 | 12.130699 | 1.4909558 | -0.9671121 | -1.4421399 | 5 |
| Slice 32 | 11.651075 | 12.277859 | 0.048656036 | -3.3169053 | -1.9745631 | 5 |

08 Obispo

Reporte generado utilizando GeoStudio 2012. Copyright © 1991-2015 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 8.15
Title: Diseño de Talud
Comments: Diseño de talud, para determinar las pruebas de estabilidad y por sismo, ubicado en la quebrada Lupín - Huarmey - Ancash.
Created By: Edson S. & Daniel C.
Revision Number: 37
Date: 16/06/2018
Time: 7:00:43 p. m.
Tool Version: 8.15.1.11236
File Name: Dique Lupin.gsz
Directory: D:\EDSON\DOCUMENTOS EDSON\USMP\TESIS\PLAN TESIS TITULO\CALCULOS ESTRUCTURAL\GEO STUDIO\Calculo Slope\
Last Solved Date: 16/06/2018
Last Solved Time: 7:00:47 p. m.

Project Settings

Length(L) Units: Metros
Time(t) Units: Segundos
Force(F) Units: Kilonewtons
Pressure(p) Units: KPA
Strength Units: KPA
Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³
View: 2D
Element Thickness: 1

Analysis Settings

08 Obispo

Description: Análisis de estabilidad de Talud
Kind: SLOPE/W
Method: Obispo

Settings

PWP Conditions Source: Línea piezométrica
Apply Phreatic Correction: Sí
Use Staged Rapid Drawdown: No

Slip Surface

Direction of movement: Derecha a Izquierda
Use Passive Mode: No
Slip Surface Option: Entrada-Salida
Critical slip surfaces saved: 1
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Optimize Critical Slip Surface Location: No
Tension Crack

Tension Crack Option: (ninguno)

F of S Distribution

F of S Calculation Option: Constante

Advanced

Number of Slices: 30
F of S Tolerance: 0.001
Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m

Materials

Material

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m³
Cohesion': 0 KPA
Phi': 30.4 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Suelo estabilizado

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 28 kN/m³
Cohesion': 5 KPA
Phi': 30.4 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Rango
Left-Zone Left Coordinate: (8.495277; 10.861349) m

Left-Zone Right Coordinate: (8.5008; 10.861393) m

Left-Zone Increment: 4

Right Projection: Punto

Right Coordinate: (11.652693; 12.283624) m

Right-Zone Increment: 4

Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-0.013365; 10.702202) m

Right Coordinate: (20.838; 0) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

| | X (m) | Y (m) |
|--------------|-----------|--------|
| Coordinate 1 | 0 | 12.45 |
| Coordinate 2 | 11.649456 | 12.282 |
| Coordinate 3 | 13.8276 | 13.386 |
| Coordinate 4 | 15.8424 | 13.386 |

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 16 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

| | X (m) | Y (m) |
|--|---------|--------|
| | 13.8276 | 13.386 |
| | 13.8276 | 14.352 |
| | 13.8828 | 14.352 |
| | 13.9104 | 14.352 |
| | 13.938 | 14.352 |
| | 14.1588 | 14.352 |
| | 14.214 | 14.352 |
| | 14.6556 | 14.352 |
| | 14.7936 | 14.352 |
| | 14.9316 | 14.352 |
| | 15.0696 | 14.352 |
| | 15.18 | 14.352 |
| | 15.2352 | 14.352 |
| | 15.318 | 14.352 |
| | 15.4836 | 14.352 |
| | 15.8424 | 14.352 |
| | 15.8424 | 13.386 |

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0.3

Vert Seismic Coef.: 0.1

Points

| | X (m) | Y (m) |
|----------|-----------|-----------|
| Point 1 | 20.833466 | 10.864 |
| Point 2 | 19.38761 | 11.588031 |
| Point 3 | 16.251552 | 13.158451 |
| Point 4 | 15.8424 | 13.386 |
| Point 5 | 13.8276 | 13.386 |
| Point 6 | 13.36955 | 13.14468 |
| Point 7 | 8.822111 | 10.864 |
| Point 8 | 7.647256 | 10.854469 |
| Point 9 | 7.502004 | 10.849638 |
| Point 10 | -0.013365 | 10.702202 |
| Point 11 | -0.013365 | 7.604721 |
| Point 12 | 0 | 0 |
| Point 13 | 20.838 | 0 |
| Point 14 | 5.934 | 10.818877 |
| Point 15 | 9.3564 | 8.8872 |
| Point 16 | 20.834303 | 8.8596 |
| Point 17 | 10.2396 | 10.8468 |

Regions

| | Material | Points | Area (m ²) |
|--|----------|--------|------------------------|
| | | | |

| | | | |
|----------|--------------------|----------------------|--------|
| Region 1 | Suelo estabilizado | 1;17;8;9;14;15;16 | 26.133 |
| Region 2 | Material | 10;11;12;13;16;15;14 | 199.53 |
| Region 3 | Suelo estabilizado | 2;3;4;5;6;7;8;17;1 | 17.729 |

Current Slip Surface

Slip Surface: 24

F of S: 1.660

Volume: 1.7179325 m³

Weight: 48.102109 kN

Resisting Moment: 85.998588 kN-m

Activating Moment: 51.812425 kN-m

F of S Rank (Analysis): superficies de deslizamiento 1 de 25

F of S Rank (Query): superficies de deslizamiento 1 de 15

Exit: (8.5008; 10.861393) m

Entry: (11.652693; 12.283624) m

Radius: 2.2509854 m

Center: (9.4839016; 12.886349) m

Slip Slices

| | X (m) | Y (m) | PWP (KPA) | Base Normal Stress (KPA) | Frictional Strength (KPA) | Cohesive Strength (KPA) |
|----------|-----------|-----------|-------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Slice 1 | 8.5107152 | 10.856639 | 14.422423 | 16.283484 | 1.0918779 | 5 |
| Slice 2 | 8.5708772 | 10.82958 | 14.679283 | 17.071481 | 1.4034943 | 5 |
| Slice 3 | 8.6713707 | 10.78782 | 15.074613 | 18.248806 | 1.8622879 | 5 |
| Slice 4 | 8.7718642 | 10.751605 | 15.415558 | 19.219615 | 2.2318269 | 5 |
| Slice 5 | 8.8766298 | 10.719566 | 15.714951 | 20.654525 | 2.8980309 | 5 |
| Slice 6 | 8.9856674 | 10.691908 | 15.97077 | 22.51449 | 3.8391779 | 5 |
| Slice 7 | 9.094705 | 10.669956 | 16.170628 | 24.137592 | 4.6741898 | 5 |
| Slice 8 | 9.2037427 | 10.653542 | 16.316181 | 25.539329 | 5.4111888 | 5 |
| Slice 9 | 9.3127803 | 10.642544 | 16.408622 | 26.73169 | 6.0565078 | 5 |
| Slice 10 | 9.4218179 | 10.636881 | 16.448733 | 27.723843 | 6.6150678 | 5 |
| Slice 11 | 9.5308555 | 10.636514 | 16.43691 | 28.522618 | 7.0906429 | 5 |
| Slice 12 | 9.6398931 | 10.641441 | 16.373178 | 29.132834 | 7.4860458 | 5 |
| Slice 13 | 9.7489307 | 10.651695 | 16.257193 | 29.557522 | 7.8032564 | 5 |
| Slice 14 | 9.8579683 | 10.667351 | 16.08823 | 29.798054 | 8.0435061 | 5 |
| Slice 15 | 9.967006 | 10.688525 | 15.865152 | 29.854201 | 8.2073264 | 5 |
| Slice 16 | 10.076044 | 10.71538 | 15.586374 | 29.724121 | 8.2945667 | 5 |
| Slice 17 | 10.185081 | 10.748128 | 15.249789 | 29.404265 | 8.3043815 | 5 |
| Slice 18 | 10.288961 | 10.784916 | 14.874313 | 28.922406 | 8.2419669 | 5 |
| Slice 19 | 10.387683 | 10.825474 | 14.462606 | 28.290544 | 8.1128032 | 5 |
| Slice 20 | 10.487562 | 10.872295 | 13.989306 | 27.474086 | 7.9114734 | 5 |
| Slice 21 | 10.588596 | 10.925935 | 13.448964 | 26.459048 | 7.6329712 | 5 |
| Slice 22 | 10.68963 | 10.986461 | 12.841094 | 25.240055 | 7.2744272 | 5 |
| Slice 23 | 10.790665 | 11.054559 | 12.158971 | 23.800734 | 6.8301821 | 5 |
| Slice 24 | 10.891699 | 11.131115 | 11.393901 | 22.119914 | 6.2929146 | 5 |
| Slice 25 | 10.992733 | 11.2173 | 10.534391 | 20.169766 | 5.6530408 | 5 |
| Slice 26 | 11.093767 | 11.314714 | 9.5647648 | 17.912795 | 4.8977601 | 5 |
| Slice 27 | 11.194802 | 11.425629 | 8.4627293 | 15.296675 | 4.0094519 | 5 |
| Slice 28 | 11.295836 | 11.553472 | 7.1946824 | 12.244595 | 2.9627662 | 5 |
| Slice 29 | 11.39687 | 11.703871 | 5.7054345 | 8.6349265 | 1.7187227 | 5 |
| Slice 30 | 11.497905 | 11.887449 | 3.8907912 | 4.2494256 | 0.21040954 | 5 |
| Slice 31 | 11.598939 | 12.130699 | 1.4909558 | -1.4178094 | -1.7065624 | 5 |
| Slice 32 | 11.651075 | 12.277859 | 0.048656036 | -4.654629 | -2.7594009 | 5 |

10 Ordinario

Reporte generado utilizando GeoStudio 2012. Copyright © 1991-2015 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 8.15
Title: Diseño de Talud
Comments: Diseño de talud, para determinar las pruebas de estabilidad y por sismo, ubicado en la quebrada Lupín - Huarmey - Ancash.
Created By: Edson S. & Daniel C.
Revision Number: 37
Date: 16/06/2018
Time: 7:00:43 p. m.
Tool Version: 8.15.1.11236
File Name: Dique Lupin.gsz
Directory: D:\EDSON\DOCUMENTOS EDSON\USMP\TESIS\PLAN TESIS TITULO\CALCULOS ESTRUCTURAL\GEO STUDIO\Calculo Slope\
Last Solved Date: 16/06/2018
Last Solved Time: 7:00:47 p. m.

Project Settings

Length(L) Units: Metros
Time(t) Units: Segundos
Force(F) Units: Kilonewtons
Pressure(p) Units: KPA
Strength Units: KPA
Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³
View: 2D
Element Thickness: 1

Analysis Settings

10 Ordinario

Description: Análisis de estabilidad de Talud
Kind: SLOPE/W
Method: Ordinario
Settings
PWP Conditions Source: Línea piezométrica
Apply Phreatic Correction: Sí
Use Staged Rapid Drawdown: No
Slip Surface
Direction of movement: Derecha a Izquierda
Use Passive Mode: No
Slip Surface Option: Entrada-Salida
Critical slip surfaces saved: 1
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Optimize Critical Slip Surface Location: No
Tension Crack
Tension Crack Option: (ninguno)
F of S Distribution
F of S Calculation Option: Constante
Advanced
Number of Slices: 30
F of S Tolerance: 0.001
Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m

Materials

Material

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m³
Cohesion': 0 KPA
Phi': 30.4 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Suelo estabilizado

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 28 kN/m³
Cohesion': 5 KPA
Phi': 30.4 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Rango
Left-Zone Left Coordinate: (8.495277; 10.861349) m

Left-Zone Right Coordinate: (8.5008; 10.861393) m

Left-Zone Increment: 4

Right Projection: Punto

Right Coordinate: (11.652693; 12.283624) m

Right-Zone Increment: 4

Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-0.013365; 10.702202) m

Right Coordinate: (20.838; 0) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

| | X (m) | Y (m) |
|--------------|-----------|--------|
| Coordinate 1 | 0 | 12.45 |
| Coordinate 2 | 11.649456 | 12.282 |
| Coordinate 3 | 13.8276 | 13.386 |
| Coordinate 4 | 15.8424 | 13.386 |

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 16 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

| | X (m) | Y (m) |
|--|---------|--------|
| | 13.8276 | 13.386 |
| | 13.8276 | 14.352 |
| | 13.8828 | 14.352 |
| | 13.9104 | 14.352 |
| | 13.938 | 14.352 |
| | 14.1588 | 14.352 |
| | 14.214 | 14.352 |
| | 14.6556 | 14.352 |
| | 14.7936 | 14.352 |
| | 14.9316 | 14.352 |
| | 15.0696 | 14.352 |
| | 15.18 | 14.352 |
| | 15.2352 | 14.352 |
| | 15.318 | 14.352 |
| | 15.4836 | 14.352 |
| | 15.8424 | 14.352 |
| | 15.8424 | 13.386 |

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0.3

Vert Seismic Coef.: 0.1

Points

| | X (m) | Y (m) |
|----------|-----------|-----------|
| Point 1 | 20.833466 | 10.864 |
| Point 2 | 19.38761 | 11.588031 |
| Point 3 | 16.251552 | 13.158451 |
| Point 4 | 15.8424 | 13.386 |
| Point 5 | 13.8276 | 13.386 |
| Point 6 | 13.36955 | 13.14468 |
| Point 7 | 8.822111 | 10.864 |
| Point 8 | 7.647256 | 10.854469 |
| Point 9 | 7.502004 | 10.849638 |
| Point 10 | -0.013365 | 10.702202 |
| Point 11 | -0.013365 | 7.604721 |
| Point 12 | 0 | 0 |
| Point 13 | 20.838 | 0 |
| Point 14 | 5.934 | 10.818877 |
| Point 15 | 9.3564 | 8.8872 |
| Point 16 | 20.834303 | 8.8596 |
| Point 17 | 10.2396 | 10.8468 |

Regions

| | Material | Points | Area (m ²) |
|--|----------|--------|------------------------|
| | | | |

| | | | |
|----------|--------------------|----------------------|--------|
| Region 1 | Suelo estabilizado | 1;17;8;9;14;15;16 | 26.133 |
| Region 2 | Material | 10;11;12;13;16;15;14 | 199.53 |
| Region 3 | Suelo estabilizado | 2;3;4;5;6;7;8;17;1 | 17.729 |

Current Slip Surface

Slip Surface: 24

F of S: 1.556

Volume: 1.7179325 m³

Weight: 48.102109 kN

Resisting Moment: 80.623635 kN-m

Activating Moment: 51.812425 kN-m

F of S Rank (Analysis): superficies de deslizamiento 1 de 25

F of S Rank (Query): superficies de deslizamiento 1 de 15

Exit: (8.5008; 10.861393) m

Entry: (11.652693; 12.283624) m

Radius: 2.2509854 m

Center: (9.4839016; 12.886349) m

Slip Slices

| | X (m) | Y (m) | PWP (KPA) | Base Normal Stress (KPA) | Frictional Strength (KPA) | Cohesive Strength (KPA) |
|----------|-----------|-----------|-------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Slice 1 | 8.5107152 | 10.856639 | 14.422423 | 14.475311 | 0.031029413 | 5 |
| Slice 2 | 8.5708772 | 10.82958 | 14.679283 | 15.304831 | 0.36700671 | 5 |
| Slice 3 | 8.6713707 | 10.78782 | 15.074613 | 16.615878 | 0.90425472 | 5 |
| Slice 4 | 8.7718642 | 10.751605 | 15.415558 | 17.778629 | 1.3864055 | 5 |
| Slice 5 | 8.8766298 | 10.719566 | 15.714951 | 17.604896 | 1.1088241 | 5 |
| Slice 6 | 8.9856674 | 10.691908 | 15.97077 | 20.045332 | 2.3905315 | 5 |
| Slice 7 | 9.094705 | 10.669956 | 16.170628 | 22.275415 | 3.5816574 | 5 |
| Slice 8 | 9.2037427 | 10.653542 | 16.316181 | 24.27192 | 4.6676045 | 5 |
| Slice 9 | 9.3127803 | 10.642544 | 16.408622 | 26.01514 | 5.6361105 | 5 |
| Slice 10 | 9.4218179 | 10.636881 | 16.448733 | 27.488681 | 6.4770992 | 5 |
| Slice 11 | 9.5308555 | 10.636514 | 16.43691 | 28.679304 | 7.18257 | 5 |
| Slice 12 | 9.6398931 | 10.641441 | 16.373178 | 29.576804 | 7.7465211 | 5 |
| Slice 13 | 9.7489307 | 10.651695 | 16.257193 | 30.173929 | 8.1649004 | 5 |
| Slice 14 | 9.8579683 | 10.667351 | 16.08823 | 30.466334 | 8.4355832 | 5 |
| Slice 15 | 9.967006 | 10.688525 | 15.865152 | 30.452547 | 8.558374 | 5 |
| Slice 16 | 10.076044 | 10.71538 | 15.586374 | 30.133988 | 8.5350344 | 5 |
| Slice 17 | 10.185081 | 10.748128 | 15.249789 | 29.51498 | 8.3693378 | 5 |
| Slice 18 | 10.288961 | 10.784916 | 14.874313 | 28.656453 | 8.0859338 | 5 |
| Slice 19 | 10.387683 | 10.825474 | 14.462606 | 27.598344 | 7.7066918 | 5 |
| Slice 20 | 10.487562 | 10.872295 | 13.989306 | 26.300492 | 7.2229302 | 5 |
| Slice 21 | 10.588596 | 10.925935 | 13.448964 | 24.769456 | 6.6416933 | 5 |
| Slice 22 | 10.68963 | 10.986461 | 12.841094 | 23.033316 | 5.9797409 | 5 |
| Slice 23 | 10.790665 | 11.054559 | 12.158971 | 21.109902 | 5.2514798 | 5 |
| Slice 24 | 10.891699 | 11.131115 | 11.393901 | 19.019627 | 4.4739871 | 5 |
| Slice 25 | 10.992733 | 11.2173 | 10.534391 | 16.785439 | 3.667468 | 5 |
| Slice 26 | 11.093767 | 11.314714 | 9.5647648 | 14.43252 | 2.8558951 | 5 |
| Slice 27 | 11.194802 | 11.425629 | 8.4627293 | 11.987441 | 2.0679358 | 5 |
| Slice 28 | 11.295836 | 11.553472 | 7.1946824 | 9.4758634 | 1.3383609 | 5 |
| Slice 29 | 11.39687 | 11.703871 | 5.7054345 | 6.9161683 | 0.71033331 | 5 |
| Slice 30 | 11.497905 | 11.887449 | 3.8907912 | 4.2990069 | 0.2394987 | 5 |
| Slice 31 | 11.598939 | 12.130699 | 1.4909558 | 1.4956651 | 0.0027629352 | 5 |
| Slice 32 | 11.651075 | 12.277859 | 0.048656036 | 0.045437128 | -0.001888522 | 5 |

11 esfuerzo sigma

Reporte generado utilizando GeoStudio 2012. Copyright © 1991-2015 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 8.15
Title: Diseño de Talud
Comments: Diseño de talud, para determinar las pruebas de estabilidad y por sismo, ubicado en la quebrada Lupín - Huarmey - Ancash.
Created By: Edson S. & Daniel C.
Revision Number: 37
Date: 16/06/2018
Time: 7:00:43 p. m.
Tool Version: 8.15.1.11236
File Name: Dique Lupin.gsz
Directory: D:\EDSON\DOCUMENTOS EDSON\USMP\TESIS\PLAN TESIS TITULO\CALCULOS ESTRUCTURAL\GEO STUDIO\Calculo Slope\
Last Solved Date: 16/06/2018
Last Solved Time: 7:00:47 p. m.

Project Settings

Length(L) Units: Metros
Time(t) Units: Segundos
Force(F) Units: Kilonewtons
Pressure(p) Units: KPA
Strength Units: KPA
Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³
View: 2D
Element Thickness: 1

Analysis Settings

11 esfuerzo sigma

Description: Análisis de estabilidad de Talud
Kind: SLOPE/W
Method: Esfuerzo con SIGMA/W
Settings
Initial Stress: (ninguno)
PWP Conditions Source: Línea piezométrica
Apply Phreatic Correction: Sí
Slip Surface
Direction of movement: Derecha a Izquierda
Use Passive Mode: No
Slip Surface Option: Entrada-Salida
Critical slip surfaces saved: 1
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Optimize Critical Slip Surface Location: No
Tension Crack
Tension Crack Option: (ninguno)
F of S Distribution
F of S Calculation Option: Constante
Advanced
Number of Slices: 30
Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m

Materials

Material

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m³
Cohesion': 0 KPA
Phi': 30.4 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Suelo estabilizado

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 28 kN/m³
Cohesion': 5 KPA
Phi': 30.4 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Rango
Left-Zone Left Coordinate: (8.495277; 10.861349) m
Left-Zone Right Coordinate: (8.5008; 10.861393) m

Left-Zone Increment: 4
 Right Projection: Punto
 Right Coordinate: (11.652693; 12.283624) m
 Right-Zone Increment: 4
 Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-0.013365; 10.702202) m
 Right Coordinate: (20.838; 0) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

| | X (m) | Y (m) |
|--------------|-----------|--------|
| Coordinate 1 | 0 | 12.45 |
| Coordinate 2 | 11.649456 | 12.282 |
| Coordinate 3 | 13.8276 | 13.386 |
| Coordinate 4 | 15.8424 | 13.386 |

Points

| | X (m) | Y (m) |
|----------|-----------|-----------|
| Point 1 | 20.833466 | 10.864 |
| Point 2 | 19.38761 | 11.588031 |
| Point 3 | 16.251552 | 13.158451 |
| Point 4 | 15.8424 | 13.386 |
| Point 5 | 13.8276 | 13.386 |
| Point 6 | 13.36955 | 13.14468 |
| Point 7 | 8.822111 | 10.864 |
| Point 8 | 7.647256 | 10.854469 |
| Point 9 | 7.502004 | 10.849638 |
| Point 10 | -0.013365 | 10.702202 |
| Point 11 | -0.013365 | 7.604721 |
| Point 12 | 0 | 0 |
| Point 13 | 20.838 | 0 |
| Point 14 | 5.934 | 10.818877 |
| Point 15 | 9.3564 | 8.8872 |
| Point 16 | 20.834303 | 8.8596 |
| Point 17 | 10.2396 | 10.8468 |

Regions

| | Material | Points | Area (m ²) |
|----------|--------------------|----------------------|------------------------|
| Region 1 | Suelo estabilizado | 1;17;8;9;14;15;16 | 26.133 |
| Region 2 | Material | 10;11;12;13;16;15;14 | 199.53 |
| Region 3 | Suelo estabilizado | 2;3;4;5;6;7;8;17;1 | 17.729 |

Current Slip Surface

Slip Surface: 0
 F of S: 0.000
 Volume: 0 m³
 Weight: 0 kN
 Resisting Force: 2.5463949e-312 kN
 Activating Force: -1.2913751e-231 kN

12 esfuerzo Quake/W

Reporte generado utilizando GeoStudio 2012. Copyright © 1991-2015 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 8.15
Title: Diseño de Talud
Comments: Diseño de talud, para determinar las pruebas de estabilidad y por sismo, ubicado en la quebrada Lupín - Huarmey - Ancash.
Created By: Edson S. & Daniel C.
Revision Number: 37
Date: 16/06/2018
Time: 7:00:43 p. m.
Tool Version: 8.15.1.11236
File Name: Dique Lupin.gsz
Directory: D:\EDSON\DOCUMENTOS EDSON\USMP\TESIS\PLAN TESIS TITULO\CALCULOS ESTRUCTURAL\GEO STUDIO\Calculo Slope\
Last Solved Date: 16/06/2018
Last Solved Time: 7:00:47 p. m.

Project Settings

Length(L) Units: Metros
Time(t) Units: Segundos
Force(F) Units: Kilonewtons
Pressure(p) Units: KPA
Strength Units: KPA
Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³
View: 2D
Element Thickness: 1

Analysis Settings

12 esfuerzo Quake/W

Description: Análisis de estabilidad de Talud
Kind: SLOPE/W
Method: Esfuerzo con QUAKE/W
Settings
Initial Stress: (ninguno)
PWP Conditions Source: Línea piezométrica
Apply Phreatic Correction: Sí
Slip Surface
Direction of movement: Derecha a Izquierda
Use Passive Mode: No
Slip Surface Option: Entrada-Salida
Critical slip surfaces saved: 1
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Optimize Critical Slip Surface Location: No
Tension Crack
Tension Crack Option: (ninguno)
F of S Distribution
F of S Calculation Option: Constante
Advanced
Number of Slices: 30
Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m

Materials

Material

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m³
Cohesion': 0 KPA
Phi': 30.4 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Suelo estabilizado

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 28 kN/m³
Cohesion': 5 KPA
Phi': 30.4 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Rango
Left-Zone Left Coordinate: (8.495277; 10.861349) m
Left-Zone Right Coordinate: (8.5008; 10.861393) m

Left-Zone Increment: 4
 Right Projection: Punto
 Right Coordinate: (11.652693; 12.283624) m
 Right-Zone Increment: 4
 Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-0.013365; 10.702202) m
 Right Coordinate: (20.838; 0) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

| | X (m) | Y (m) |
|--------------|-----------|--------|
| Coordinate 1 | 0 | 12.45 |
| Coordinate 2 | 11.649456 | 12.282 |
| Coordinate 3 | 13.8276 | 13.386 |
| Coordinate 4 | 15.8424 | 13.386 |

Points

| | X (m) | Y (m) |
|----------|-----------|-----------|
| Point 1 | 20.833466 | 10.864 |
| Point 2 | 19.38761 | 11.588031 |
| Point 3 | 16.251552 | 13.158451 |
| Point 4 | 15.8424 | 13.386 |
| Point 5 | 13.8276 | 13.386 |
| Point 6 | 13.36955 | 13.14468 |
| Point 7 | 8.822111 | 10.864 |
| Point 8 | 7.647256 | 10.854469 |
| Point 9 | 7.502004 | 10.849638 |
| Point 10 | -0.013365 | 10.702202 |
| Point 11 | -0.013365 | 7.604721 |
| Point 12 | 0 | 0 |
| Point 13 | 20.838 | 0 |
| Point 14 | 5.934 | 10.818877 |
| Point 15 | 9.3564 | 8.8872 |
| Point 16 | 20.834303 | 8.8596 |
| Point 17 | 10.2396 | 10.8468 |

Regions

| | Material | Points | Area (m ²) |
|----------|--------------------|----------------------|------------------------|
| Region 1 | Suelo estabilizado | 1;17;8;9;14;15;16 | 26.133 |
| Region 2 | Material | 10;11;12;13;16;15;14 | 199.53 |
| Region 3 | Suelo estabilizado | 2;3;4;5;6;7;8;17;1 | 17.729 |

Current Slip Surface

Slip Surface: 0
 F of S: 0.000
 Volume: 0 m³
 Weight: 0 kN
 Resisting Force: 2.5463949e-312 kN
 Activating Force: -1.290117e-231 kN

DATOS POBLACIONALES

Ficha Informativa de población encuestada

| Descripción | Número | % |
|---|--------|------|
| UBICACION | | |
| Código de provincia | 0217 | |
| Provincia | RECUAY | |
| Departamento | ANCASH | |
| POBLACIÓN | | |
| Población proyectada 2015 | 19348 | 0 |
| Población residente 2012-2013 | 16935 | 0 |
| CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN | | |
| Hombres | 8144 | 48.1 |
| Mujeres | 8791 | 51.9 |
| GRUPOS QUINQUENALES DE EDAD | | |
| Menores de un año | 262 | 1.5 |
| De 1 a 14 años | 4388 | 25.9 |
| De 15 a 29 años | 3762 | 22.2 |
| De 30 a 44 años | 2908 | 17.2 |
| De 45 a 64 años | 3257 | 19.2 |
| De 65 a más años | 2358 | 13.9 |
| GRUPOS ESPECIALES DE EDAD | | |
| Menores de 1 año | 262 | 1.6 |
| De 1 a 2 años | 660 | 3.9 |
| De 3 a 5 años | 922 | 5.4 |
| De 6 a 11 años | 1862 | 11 |
| De 12 a 17 años | 1847 | 10.9 |
| De 18 a 29 años | 2859 | 16.9 |
| De 30 a 44 años | 2908 | 17.2 |
| De 45 a 59 años | 2511 | 14.8 |
| De 60 a 64 años | 746 | 4.4 |
| De 65 a 70 años | 761 | 4.5 |
| De 71 a 75 años | 643 | 3.8 |
| De 76 a más años | 954 | 5.6 |
| Mujeres en edad fértil de 15 a 49 años | 7578 | 44.8 |
| SABE LEER Y ESCRIBIR | | |
| Sí sabe leer y escribir | 11331 | 89.8 |
| No sabe leer y escribir | 1284 | 10.2 |
| NIVEL EDUCATIVO | | |
| Ningún nivel | 1284 | 10.2 |
| Inicial | 18 | 0.1 |
| Primaria | 4166 | 33 |
| Secundaria | 5061 | 40.1 |
| Superior no Universitaria | 1225 | 9.7 |
| Superior Universitaria | 851 | 6.7 |
| Posgrado u otro similar | 10 | 0.1 |
| CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA | | |
| Número de Viviendas | 4828 | 0 |
| Número de Hogares | 4994 | 0 |
| Tipo de Vivienda | | |
| Casa independiente | 4737 | 98.1 |
| Departamento en edificio | 0 | 0 |
| Vivienda en quinta | 1 | 0 |
| Vivienda en casa vecindad | 23 | 0.5 |
| Choza o cabaña | 65 | 1.3 |
| Vivienda improvisada | 0 | 0 |
| No destinado para habitación, otro tipo | 2 | 0 |

| | |
|--------------------|---|
| Capital | Pararín |
| Idioma oficial | español |
| • Co-oficiales | quechua |
| Entidad | Distrito |
| • País | Bandera del Perú Perú |
| • Departamento | Bandera Ancash.png Ancash |
| • Provincia | Recuay |
| Alcalde | Roberto Requena García (2011-2014) |
| Eventos históricos | |
| • Fundación | Creación Ley del 25 de julio de 1857 (160 años de creación) |
| Superficie | |
| • Total | 254.85 km ² |
| Altitud | |
| • Media | 3383 m s. n. m. |
| Población (2005) | |
| • Total | 912 hab. |
| • Densidad | 3,58 hab/km ² |

| RÉGIMEN DE TENENCIA | | |
|---|------|------|
| Alquilada | 456 | 9.4 |
| Propia, pagandola a plazos | 65 | 1.3 |
| Propia, totalmente pagada | 3425 | 70.9 |
| Propia, por invasión | 19 | 0.4 |
| Cedida por el centro de trabajo | 95 | 2 |
| Cedida por otro hogar o institución | 768 | 15.9 |
| Otro | 0 | 0 |
| MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES | | |
| Ladrillo o bloque de cemento | 245 | 5.1 |
| Piedra o sillar con cal o cemento | 17 | 0.4 |
| Adobe o tapia | 4315 | 89.4 |
| Quincha (caña con barro) | 18 | 0.4 |
| Piedra con barro | 180 | 3.7 |
| Madera | 4 | 0.1 |
| Estera | 47 | 1 |
| Otro material | 2 | 0 |
| MATERIAL PREDOMINANTE EN LOS TECHOS | | |
| Concreto armado | 195 | 4 |
| Madera | 3 | 0.1 |
| Tejas | 2094 | 43.4 |
| Plancha de calamina | 2139 | 44.3 |
| Caña o estera con torta de barro | 12 | 0.2 |
| Estera | 132 | 2.7 |
| Paja, hojas de palmera | 253 | 5.2 |
| Otro material | 0 | 0 |
| MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PISOS | | |
| Parquet o madera pulida | 13 | 0.3 |
| Láminas asfálticas, vinílicos | 6 | 0.1 |
| Losetas, terrazas o similares | 21 | 0.4 |
| Madera, entablados | 13 | 0.3 |
| Cemento | 918 | 19 |
| Tierra | 3853 | 79.8 |
| Otro material | 4 | 0.1 |
| TIPO DE ALUMBRADO | | |
| Electricidad | 3497 | 72.4 |
| Kerosene, mechero, lamparín | 39 | 0.8 |
| Petróleo, gas, lámpara | 24 | 0.5 |
| Vela | 1239 | 25.7 |
| Otro | 2 | 0 |
| No tiene | 27 | 0.6 |
| VIVIENDAS CON ABASTECIMIENTO DE AGUA | | |
| Red pública de agua dentro la vivienda | 2865 | 59.3 |
| Red pública de agua fuera la vivienda | 6 | 0.1 |
| Pilón de uso público | 63 | 1.3 |
| Camión, cisterna u otro similar | 0 | 0 |
| Pozo | 192 | 4 |
| Río, acequia, manantial | 1667 | 34.5 |
| Otro tipo | 35 | 0.7 |
| VIVIENDAS CON SERVICIOS HIGIÉNICO | | |
| Red pública de desagüe dentro la vivienda | 2297 | 47.6 |
| Red pública de desagüe fuera la vivienda | 3 | 0.1 |
| Pozo séptico | 116 | 2.4 |
| Pozo negro, letrina | 363 | 7.5 |
| Río, acequia o canal | 53 | 1.1 |
| No tiene | 1996 | 41.3 |

COMBUSTIBLE O ENERGÍA USADA PARA COCINAR

| | | |
|-------------------|------|------|
| Electricidad | 49 | 1 |
| Gas | 724 | 14.5 |
| Kerosene | 0 | 0 |
| Carbón | 2 | 0 |
| Leña | 3957 | 79.2 |
| Bosta o estiércol | 219 | 4.4 |
| Otro | 1 | 0 |
| No cocina | 42 | 0.8 |

TIPO DE SEGURO

| | | |
|----------------|------|------|
| Essalud | 1995 | 11.8 |
| FFAA - PNP | 74 | 0.4 |
| Seguro Privado | 104 | 0.6 |
| SIS | 9193 | 54.3 |
| Otro | 13 | 0.1 |
| No tiene | 5565 | 32.8 |

PARTICIPACIÓN EN LA ACTIVIDAD ECONÓMICA**Ocupación en su centro de labor**

| | | |
|---|------|------|
| Población Ocupada de 14 a más años de edad | 5523 | 36.6 |
| Trabajador dependiente | 1228 | 9.7 |
| Ocupación (Trabajador independiente) | 4232 | 33.5 |
| Ocupación (Empleador) | 15 | 0.1 |
| Ocupación (Trabajador del hogar) | 11 | 0.1 |
| Ocupación (Trabajador familiar no remunerado) | 31 | 0.2 |
| Ocupación (Trabajador desempleado) | 139 | 1.1 |
| Ocupación (Dedicado a los quehaceres del hogar) | 4388 | 34.8 |
| Ocupación (Estudiante) | 1762 | 14 |
| Ocupación (Jubilado) | 181 | 1.4 |
| Ocupación (Sin actividad) | 628 | 5 |

ACTIVIDAD ECONÓMICA DE SU CENTRO DE LABOR

Pararin

| | | | |
|---|------|------|-----|
| Actividad económica (Agrícola) | 2217 | 40.2 | 366 |
| Actividad económica (Pecuaría) | 564 | 10.2 | 93 |
| Actividad económica (Forestal) | 2 | 0 | 0 |
| Actividad económica (Pesquera) | 6 | 0.1 | 1 |
| Actividad económica (Minera) | 333 | 6 | 55 |
| Actividad económica (Artesanal) | 22 | 0.4 | 4 |
| Actividad económica (Comercial) | 265 | 4.8 | 44 |
| Actividad económica (Servicios) | 926 | 16.8 | 153 |
| Actividad económica (Otros) | 717 | 13 | 119 |
| Actividad económica (Estado (gobierno)) | 465 | 8.4 | 77 |

DISCAPACIDAD 2012-2013

| | | |
|----------------------------|-------|------|
| Visual | 261 | 1.5 |
| Para oír | 195 | 1.1 |
| Para hablar | 47 | 0.3 |
| Para usar brazos y piernas | 188 | 1.1 |
| Mental o intelectual | 102 | 0.6 |
| No tiene | 16277 | 95.4 |

IDENTIDAD

| | | |
|-------------------------|-------|-----|
| Población que tiene DNI | 16084 | 95 |
| Partida de Nacimiento | 97 | 0.6 |
| Carnet de Extranjería | 7 | 0 |
| No tiene DNI | 747 | 4.4 |

POBREZA MONETARIA ((Líneas de pobreza))

| | | |
|--|---|------|
| Incidencia de la Pobreza Total 2013 - inferior | 0 | 29 |
| Incidencia de la Pobreza Total 2013 - superior | 0 | 37.3 |

POBREZA NO MONETARIA (Necesidades Básicas Insatisfechas 2013)**Población por número de Necesidades Básicas Insatisfechas**

| | | |
|----------------------|-------|------|
| Con al menos una NBI | 8639 | 45.7 |
| Sin NBI | 10245 | 54.3 |
| Con 1 NBI | 6006 | 31.8 |
| Con 2 NBI | 2208 | 11.7 |
| Con 3 NBI | 390 | 2.1 |
| Con 4 NBI | 35 | 0.2 |
| Con 5 NBI | 0 | 0 |

POBLACIÓN POR TIPO DE NECESIDADES BÁSICAS INSATISFECHAS

| | | |
|---|------|------|
| Viviendas con características físicas inadecuadas | 678 | 5.8 |
| Viviendas con hacinamiento | 3561 | 30.4 |
| Viviendas sin desagüe de ningún tipo | 6259 | 53.4 |
| Hogares con niños que no asisten a la escuela | 171 | 1.5 |
| Hogares con alta dependencia económica | 1063 | 9.1 |

BENEFICIARIO DE PROGRAMAS SOCIALES

| | | |
|----------------------------|-------|-----|
| Vaso de leche | 1268 | 7.4 |
| Comedor popular | 132 | 0.8 |
| Desayuno o almuerzo | 6 | 0 |
| Papilla o yapita | 69 | 0.4 |
| Canasta alimentaria | 73 | 0.4 |
| Juntos | 232 | 1.4 |
| Techo propio o Mi vivienda | 4 | 0 |
| Pensión 65 | 0 | 0 |
| Cuna más | 0 | 0 |
| Otros | 99 | 0.6 |
| Ninguno | 15286 | 89 |

Fuentes:

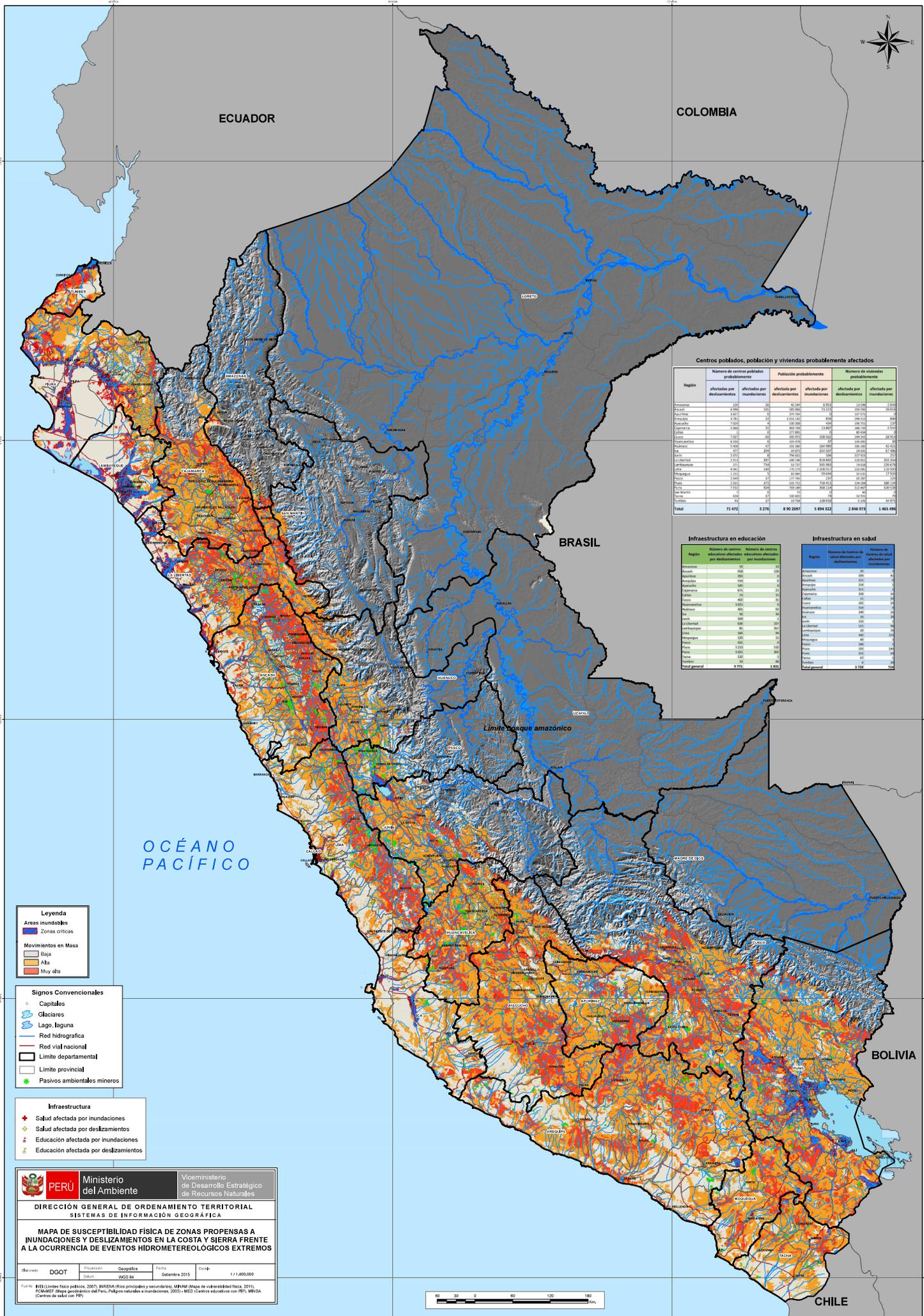
Empadronamiento Distrital de Población y Vivienda 2012-2013 (SISFHO)

Mapa de pobreza provincial y distrital 2013

Registro Nacional de Municipalidades 2014 (RENAMU)

IV Censo Nacional Agropecuario 2012 (CENAGRO)

MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD



Centros poblados, población y viviendas probablemente afectados

| Región | Número de centros poblados probablemente | | Población probablemente | | Número de viviendas probablemente | |
|--------------|--|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| | afectados por deslizamientos | afectados por inundaciones | afectada por inundaciones | afectada por deslizamientos | afectada por inundaciones | afectada por deslizamientos |
| Arequipa | 225 | 25 | 42 265 | 9 531 | 13 196 | 2 210 |
| Arequipa | 8 995 | 1 025 | 1 821 260 | 72 278 | 133 192 | 20 012 |
| Apurímac | 2 821 | 15 | 171 740 | 15 | 137 174 | 14 |
| Apurímac | 4 795 | 15 | 1 174 462 | 856 | 298 112 | 14 |
| Ayacucho | 1 030 | 15 | 130 000 | 441 | 136 713 | 113 |
| Cajamarca | 3 366 | 15 | 402 000 | 13 647 | 208 120 | 2 147 |
| Cusco | 2 227 | 65 | 1 171 000 | 138 543 | 194 145 | 28 115 |
| Cusco | 8 106 | 145 | 1 171 000 | 138 543 | 194 145 | 28 115 |
| Huancavelica | 1 800 | 45 | 133 000 | 142 000 | 100 102 | 42 472 |
| Huancavelica | 425 | 270 | 100 000 | 142 000 | 100 102 | 42 472 |
| Ica | 2 371 | 15 | 784 000 | 246 | 277 016 | 21 124 |
| Ica | 2 115 | 15 | 784 000 | 246 | 277 016 | 21 124 |
| Ica | 1 162 | 15 | 448 000 | 246 000 | 148 016 | 20 146 |
| Lambayeque | 171 | 746 | 33 727 | 231 591 | 14 016 | 230 176 |
| Lambayeque | 4 476 | 475 | 172 124 | 2 030 114 | 170 016 | 17 014 |
| Moravia | 1 211 | 15 | 40 000 | 59 446 | 14 016 | 17 016 |
| Moravia | 2 465 | 15 | 171 000 | 2 030 114 | 170 016 | 17 016 |
| Puno | 2 221 | 15 | 131 000 | 138 114 | 174 016 | 19 016 |
| Puno | 1 044 | 15 | 131 000 | 138 114 | 174 016 | 19 016 |
| Tarma | 844 | 15 | 130 000 | 74 | 14 016 | 74 |
| Tarma | 93 | 15 | 130 000 | 74 | 14 016 | 74 |
| Tarma | 93 | 15 | 130 000 | 74 | 14 016 | 74 |
| Total | 71 472 | 3 276 | 8 902 007 | 1 894 322 | 2 846 973 | 1 465 196 |

Infraestructura en educación

| Región | Número de centros educativos afectado por deslizamientos | Número de centros educativos afectados por inundaciones |
|---------------|--|---|
| Arequipa | 30 | 20 |
| Apurímac | 150 | 150 |
| Apurímac | 200 | 15 |
| Apurímac | 100 | 15 |
| Ayacucho | 100 | 20 |
| Cajamarca | 10 | 15 |
| Cusco | 100 | 15 |
| Cusco | 1 000 | 15 |
| Huancavelica | 100 | 15 |
| Huancavelica | 100 | 15 |
| Ica | 100 | 15 |
| Ica | 100 | 15 |
| Ica | 100 | 15 |
| Lambayeque | 100 | 15 |
| Lambayeque | 100 | 15 |
| Moravia | 100 | 15 |
| Moravia | 100 | 15 |
| Puno | 1 100 | 15 |
| Puno | 1 000 | 15 |
| Tarma | 100 | 15 |
| Tarma | 100 | 15 |
| Total general | 9 975 | 1 833 |

Infraestructura en salud

| Región | Número de centros de salud afectados por deslizamientos | Número de centros de salud afectados por inundaciones |
|---------------|---|---|
| Arequipa | 20 | 15 |
| Apurímac | 100 | 15 |
| Apurímac | 100 | 15 |
| Ayacucho | 100 | 15 |
| Cajamarca | 10 | 15 |
| Cusco | 100 | 15 |
| Cusco | 1 000 | 15 |
| Huancavelica | 100 | 15 |
| Huancavelica | 100 | 15 |
| Ica | 100 | 15 |
| Ica | 100 | 15 |
| Ica | 100 | 15 |
| Lambayeque | 100 | 15 |
| Lambayeque | 100 | 15 |
| Moravia | 100 | 15 |
| Moravia | 100 | 15 |
| Puno | 1 100 | 15 |
| Puno | 1 000 | 15 |
| Tarma | 100 | 15 |
| Tarma | 100 | 15 |
| Total general | 9 229 | 1 214 |

Legenda

- Áreas inundables
- Zonas críticas
- Movimientos en Masa
 - Baja
 - Alta
 - Muy alta

Signos Convencionales

- Capitales
- Glaciares
- Lago, laguna
- Red hidrográfica
- Red vial nacional
- Limite departamental
- Limite provincial
- Pasivos ambientales mineros

Infraestructura

- Salud afectada por inundaciones
- Salud afectada por deslizamientos
- Educación afectada por inundaciones
- Educación afectada por deslizamientos

PERÚ Ministerio del Ambiente
 Viceministerio de Desarrollo Estratégico de Recursos Naturales

DIRECCIÓN GENERAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL
 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD FÍSICA DE ZONAS PROPENSAS A INUNDACIONES Y DESLIZAMIENTOS EN LA COSTA Y SIERRA FRENTE A LA OCURRENCIA DE EVENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS EXTREMOS

Revisado: DGOT | Proyección: Geográfica | Fecha: Setiembre 2015 | Escala: 1/1,800,000

Nota: B1E (Límites físico políticos, 2007); INREDA (Límites provinciales y secundarios); MRRM (Mapa de vulnerabilidad física, 2011); PCM/MEF (Mapa geográfico del Perú, Puntos naturales e inundaciones, 2001); MED (Centros educativos con IEP); MIVISA (Centros de salud con IEP).



PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

| Id | Modo de tarea | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | Costo | febrero 2018 | | | | | | | marzo 2018 | | | | | | | abril 2018 | | | | | | | |
|----|---------------|--|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------|----|----|----|----|----|----|------------|----|----|----|----|----|----|------------|----|----|----|----|----|----|----|
| | | | | | | | 02 | 05 | 08 | 11 | 14 | 17 | 20 | 23 | 26 | 01 | 04 | 07 | 10 | 13 | 16 | 19 | 22 | 25 | 28 | 31 | 03 | 06 |
| 1 | | CONSTRUCCION DE DIQUES QUEBRADA SECA LUPIN | 75 días | sáb 10/02/18 | mié 25/04/18 | S/351,265.60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | ACTIVIDADES PRELIMINARES | 75 días | sáb 10/02/18 | mié 25/04/18 | S/50,873.34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | Movilización de personal, equipos y herramientas | 3 días | sáb 10/02/18 | lun 12/02/18 | S/21,860.49 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | Trazo y replanteo durante la ejecución de la obra | 60 días | sáb 10/02/18 | mar 10/04/18 | S/4,719.90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | Facilidades de obra, equipos de control de transito y seguridad | 30 días | sáb 10/02/18 | dom 11/03/18 | S/2,432.46 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | Desmovilización de personal, equipos y herramientas | 3 días | lun 23/04/18 | mié 25/04/18 | S/21,860.49 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | MANTENIMIENTO DE VIAS CON RIEGO PARA EVITAR LA POLUCIÓN + REPARTO DE COMBUSTIBLE A LAS MAQUINAS | 75 días | sáb 10/02/18 | mié 25/04/18 | S/63,604.98 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | Alquiler de camión cisterna de combustible para dotación en campo para las maquinas | 70 días | sáb 10/02/18 | vie 20/04/18 | S/40,944.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | Mantenimiento de vías de acceso con riego mediante un camión cisterna de agua | 75 días | sáb 10/02/18 | mié 25/04/18 | S/22,660.23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | ENCAUSAMIENTO ZONA ALTA | 38 días | mié 14/02/18 | vie 23/03/18 | S/156,006.28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | RECONFORMACIÓN Y CONSTRUCCION DE TALUDES | 38 días | mié 14/02/18 | vie 23/03/18 | S/156,006.28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | Reconformación y nivelación de fondo del cauce del dique de 30 mts. Rendimiento por ml de dique conformado | 23 días | mié 14/02/18 | jue 08/03/18 | S/49,926.83 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | Reconformación de taludes de 1V:2H h= 2.5mts, corona de 2.00 mts., (ambas caras del dique) Rendimiento es por ml de dique conformado | 23 días | jue 01/03/18 | vie 23/03/18 | S/56,039.40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | Construcción de taludes de 1V:2H h= 2.5mts, corona de 2.00 mts., (Ambas caras del dique) Rendimiento es por ml de dique conformado | 23 días | vie 23/02/18 | sáb 17/03/18 | S/50,040.05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | RECONFORMACION DE ENROCADO | 39 días | mié 07/03/18 | sáb 14/04/18 | S/80,781.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | PERFILADO Y CONFORMACION DE TALUD Y PISO DE ENROCADO | 22 días | sáb 24/03/18 | sáb 14/04/18 | S/44,062.37 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | Preparación y colocación de enrocado Ø < 1 M3 | 22 días | sáb 24/03/18 | sáb 14/04/18 | S/44,062.37 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | ENROCADOS CON PIEDRA DE Ø < 1 M3 | 20 días | mié 07/03/18 | lun 26/03/18 | S/36,718.63 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | Carguio y transporte de roca de cantera a obra D<1 km. | 20 días | mié 07/03/18 | lun 26/03/18 | S/36,718.63 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|----------------------|--|---|--|--|--|
| Proyecto: CRONOG-LUPIN-PRO Fecha: jue 21/06/18 | Tarea | | solo duración | | Tarea de resumen de sucesor de ruta de acceso | |
| | División | | Informe de resumen manual | | Tarea normal de sucesor de ruta de acceso | |
| | Hito | | Resumen manual | | Tarea hito de predecesor de ruta de acceso | |
| | Resumen | | solo el comienzo | | Tarea de resumen de predecesor de ruta de acceso | |
| | Resumen del proyecto | | solo fin | | Tarea normal de predecesor de ruta de acceso | |
| | Tarea inactiva | | Tareas externas | | Tareas críticas | |
| | Hito inactivo | | Hito externo | | División crítica | |
| | Resumen inactivo | | Fecha límite | | Progreso | |
| | Tarea manual | | Tarea hito de sucesor de ruta de acceso | | Progreso manual | |

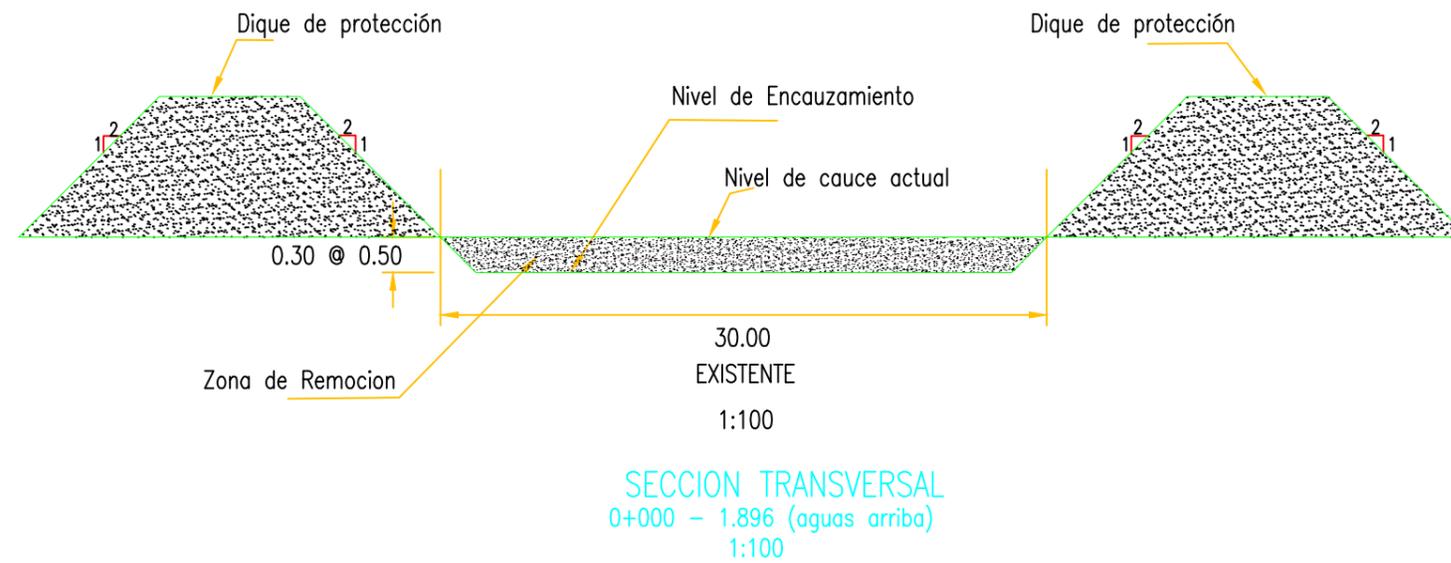
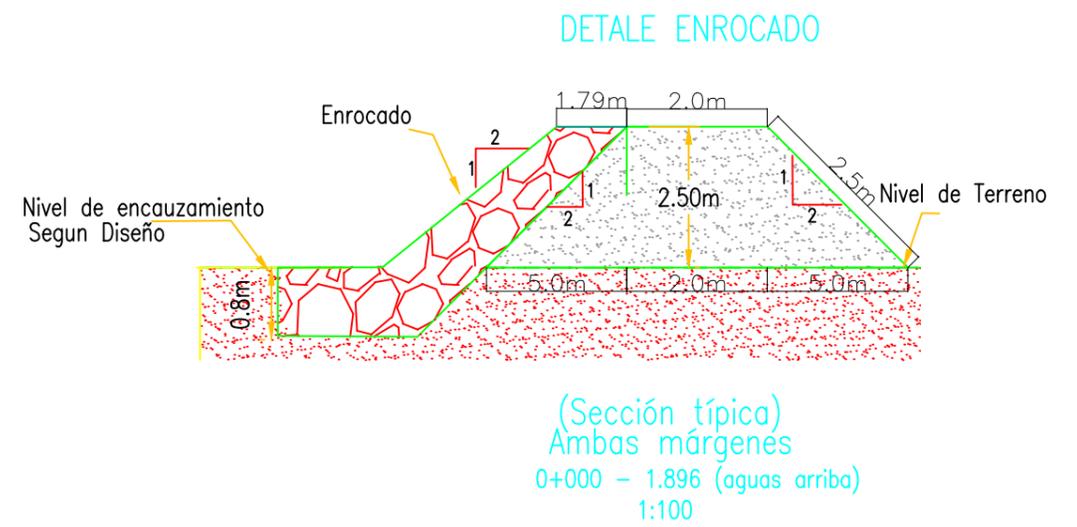
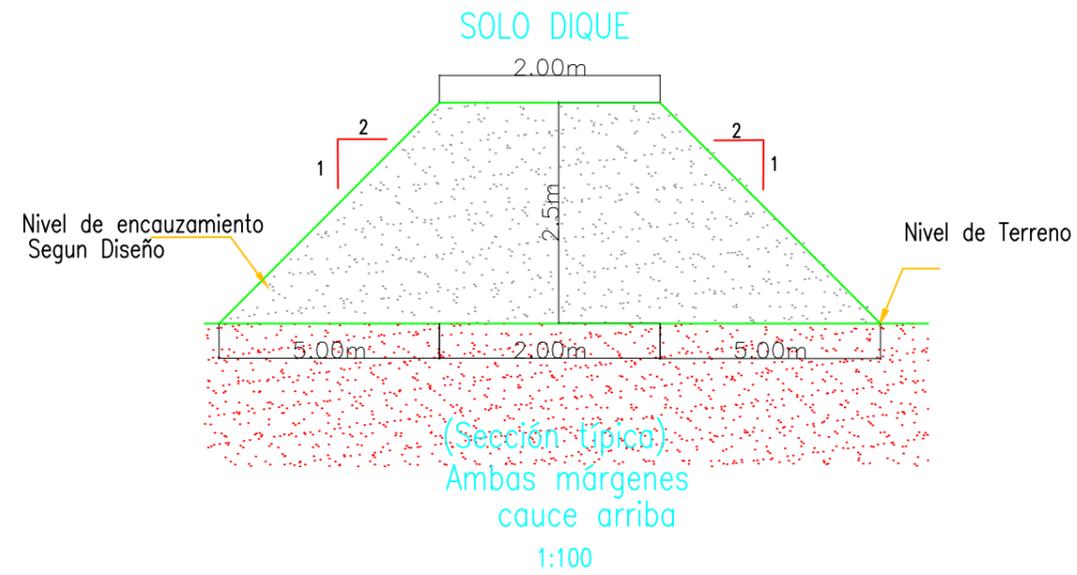
PRESUPUESTO TOTAL

PRESUPUESTO TOTAL

PROY. DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS PARA EL ENCAUZAMIENTO EN LAS ZONAS VULNERABLES DE LA QUEBRADA LUPIN

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | UNID. | CANT. ESTIMADA REAL | PRECIO UNITARIO | SUB TOTAL (US\$) |
|-------------|--|-------|---------------------|-----------------|-------------------|
| 1.0 | ACTIVIDADES PRELIMINARES | | | | 50,873.34 |
| 1.01 | Movilización y desmovilización de personal, equipos y herramientas | Glb | 1.00 | 43,720.98 | 43,720.98 |
| 1.02 | Trazo y replanteo durante la ejecución de la obra | mes | 2.00 | 2,359.95 | 4,719.90 |
| 1.03 | Facilidades de obra, equipos de control de tránsito y seguridad | mes | 1.00 | 2,432.46 | 2,432.46 |
| | Desmovilización de personal, equipos y herramientas | Glb | | | |
| 2.0 | ENCAUSAMIENTO ZONA ALTA | | | | 156,006.27 |
| 2.1 | RECONFORMACIÓN Y CONSTRUCCION DE TALUDES | | | | 156,006.27 |
| 2.1.1 | Reconformación de taludes de 1V:2H h= 2.5mts, corona de 2.00 mts., (ambas caras del dique) Rendimiento es por ml de dique conformado | ml | 3,451.00 | 16.24 | 56,039.40 |
| 2.1.2 | Construcción de taludes de 1V:2H h= 2.5mts, corona de 2.00 mts., (Ambas caras del dique) Rendimiento es por ml de dique conformado | ml | 3,451.00 | 14.50 | 50,040.05 |
| 2.1.3 | Reconformación y nivelación de fondo del cauce del dique de 30 mts. Rendimiento por ml de dique conformado | ml | 1,917.00 | 26.04 | 49,926.83 |
| | | | - | | |
| 3.0 | RECONFORMACION DE ENROCADO | | | | 80,781.00 |
| 3.1 | PERFILADO Y CONFORMACION DE TALUD Y PISO DE ENROCADO | | | | 44,062.37 |
| 3.1.1 | Preparación y colocación de enrocado Ø < 1 m3 | m3 | 11,015.59 | 4.00 | 44,062.37 |
| 3.2 | ENROCADOS CON PIEDRA DE Ø > 1 M3 | | | | 36,718.63 |
| 3.2.1 | Carguio y transporte de roca de cantera a obra D<1 km | Glb | 1.00 | 36,718.63 | 36,718.63 |
| 4.0 | MANTENIMIENTO DE VIAS CON RIEGO PARA EVITAR LA POLUCIÓN + REPARTO DE COMBUSTIBLE A LAS MAQUINAS | | | | 63,604.98 |
| 4.01 | Mantenimiento de vías de acceso con riego mediante un camión cisterna de agua | Dia | 75.00 | 545.93 | 40,944.75 |
| 4.02 | Alquiler de camión cisterna de combustible para dotación en campo para las maquinas | Dia | 70.00 | 323.72 | 22,660.23 |
| 11.0 | Costo Directo Total (US\$). | | | | 351,265.59 |

PLANO DE SECCIÓN TRANSVERSAL



INDICACIONES:

- Para la construcción de los diques, se utilizará material propio.
- Para el enrocado, se utilizarán rocas de 0.1m - 0.8m de diámetro.

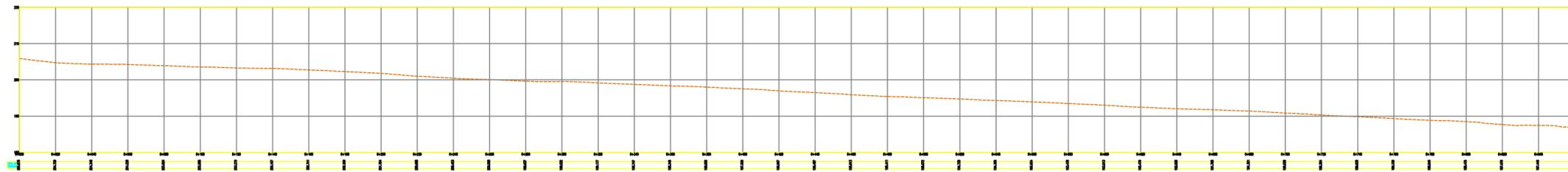
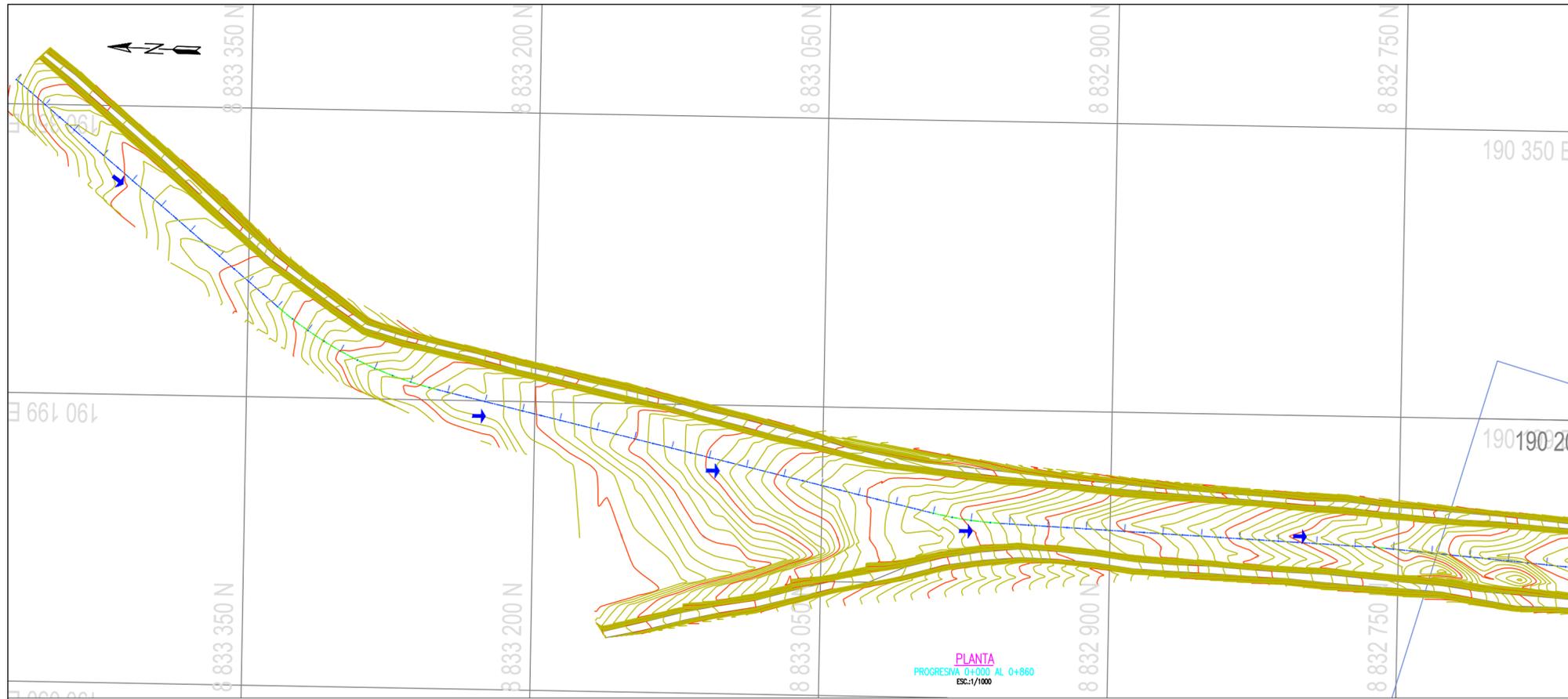
| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| | | |
|---|--|--------------------------------|
| PROYECTO: | | |
| DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS PARA EL ENCAUZAMIENTO DE LA QUEBRADA LUPIN | | |
| ESCALA: INDICADAS | NOMBRES Y APELLIDOS: DANIEL ANDREW CHONG GALVEZ EDSON SANTIAGO SILVA | FECHA: 22 DE JUNIO DEL 2018 |

LAMINA:

A3

PLANO DE SECCIÓN LONGITUDINAL



| LEYENDA | |
|---------|-------------------------------|
| | SUPERFICIE DE TERRENO NATURAL |
| | RASANTE |
| | CURVAS DE NIVEL DEL TERRENO |

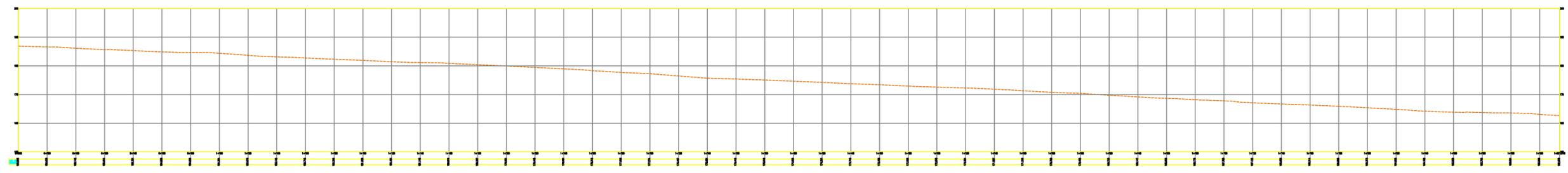
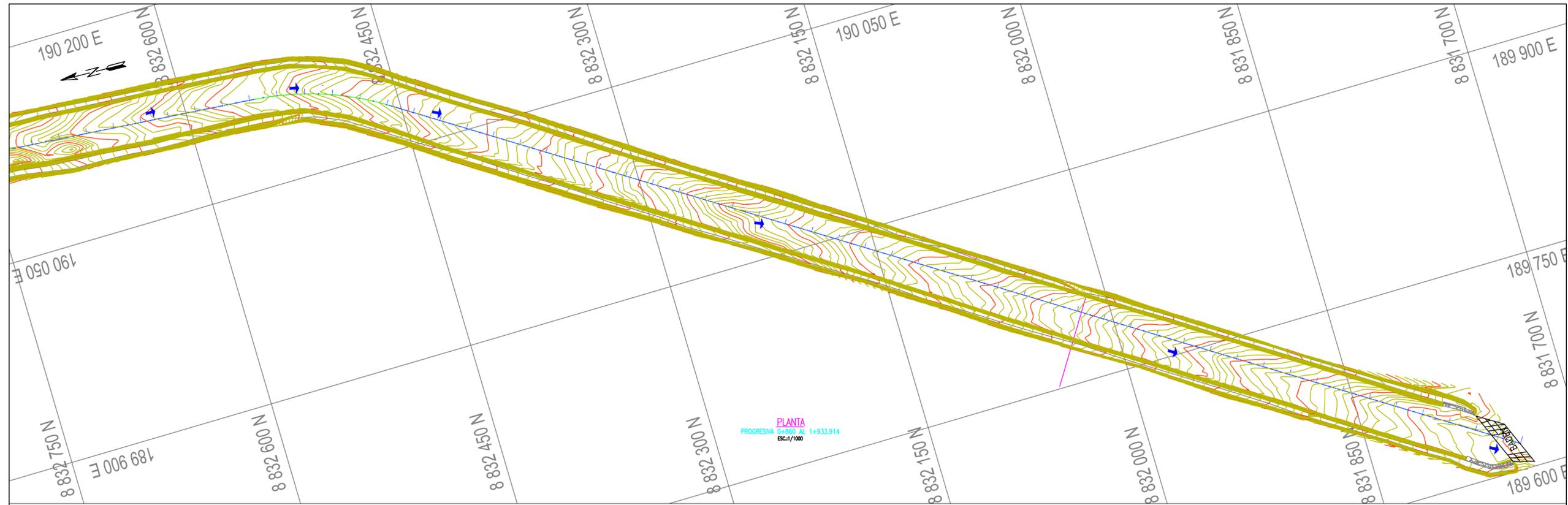
PROYECTO:
DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS PARA
EL ENCAUZAMIENTO EN LA QUEBRADA LUPIN

PLANO: PLANO PLANTA Y PERFIL
KILOMETRO 0+000 AL 0+860.00

RESPONSABLE: DANIEL ANDREW CHONG GALVEZ
EDSON SANTIAGO SILVA

LAMINA:
A2

PLANO DE CÁLCULO DE VOLÚMENES



PERFIL LONGITUDINAL
PROGRESIVA 0+860 AL 1+1896
ESC:1/1000

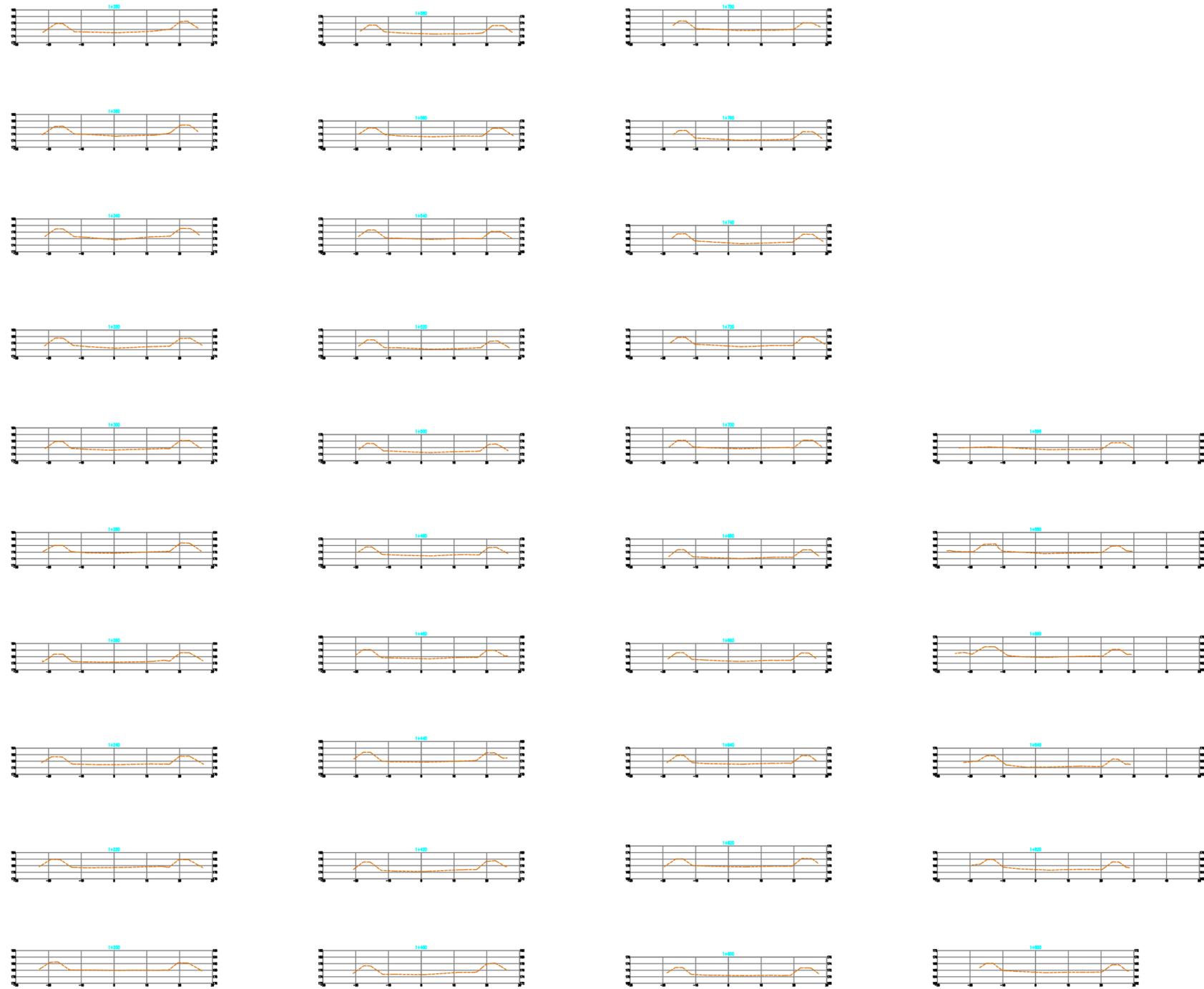
| LEYENDA | |
|---------|-------------------------------|
| | SUPERFICIE DE TERRENO NATURAL |
| | RASANTE |
| | CURVAS DE NIVEL DEL TERRENO |

PROYECTO:
DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS PARA
EL ENCAUZAMIENTO EN LA QUEBRADA LUPIN

PLANO:
PLANO PLANTA Y PERFIL
KILOMETRO 0+860 AL 1+896.00

RESPONSABLE:
DANIEL ANDREW CHONG GALVEZ
EDSON SANTIAGO SILVA

LAMINA:
A2

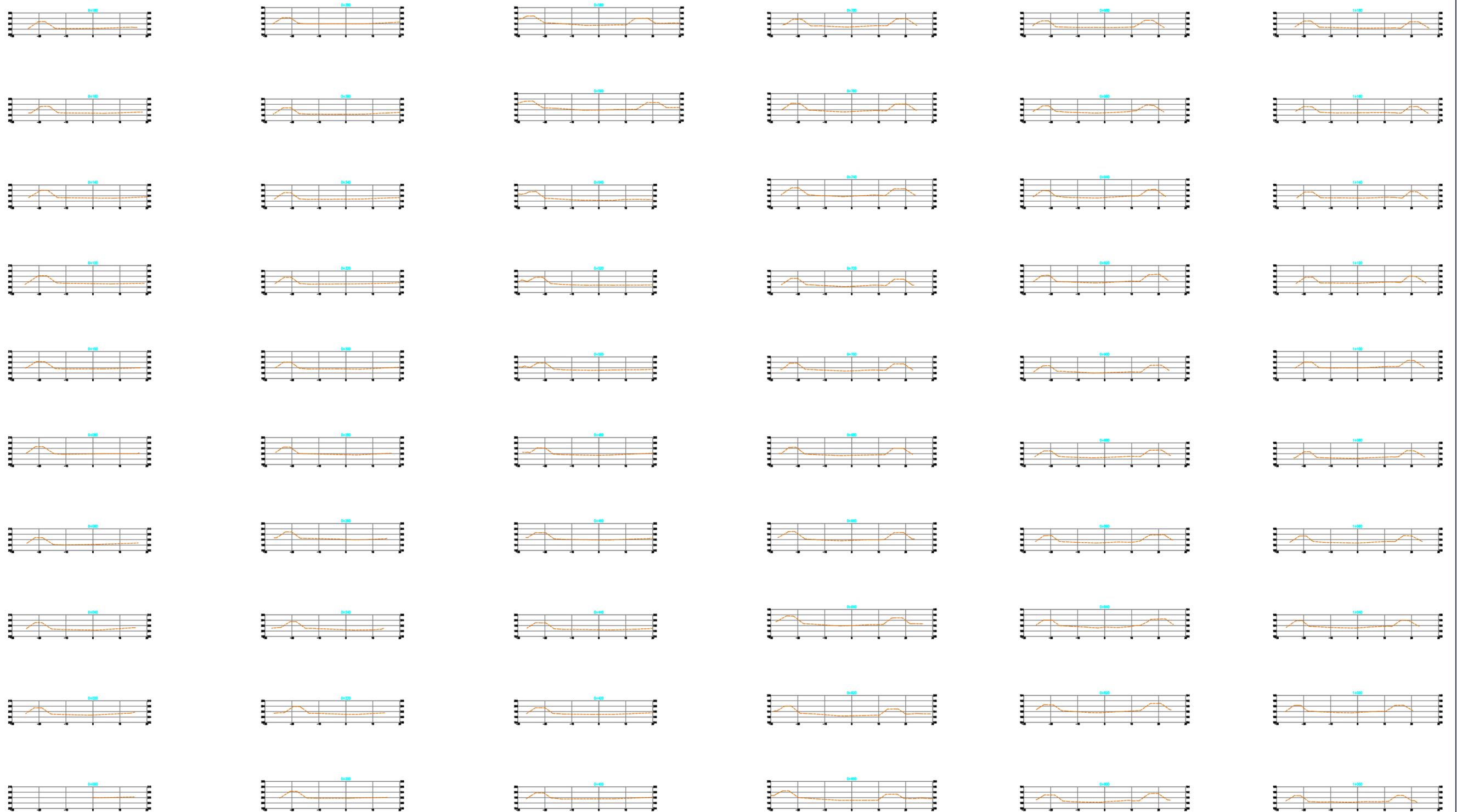


| LEYENDA | |
|---------|-------------------------------|
| | SUPERFICIE DE TERRENO NATURAL |
| | PASANTE |

SECCIONES
ESC.:1/500

| | |
|--------------|---|
| PROYECTO: | DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS PARA EL ENCAUZAMIENTO EN LA QUEBRADA LUPIN |
| PLANO: | PLANO PLANTA Y PERFIL KILOMETRO 0+860 AL 1+896.00 |
| RESPONSABLE: | DANIEL ANDREW CHONG GALVEZ EDSON SANTIAGO SILVA |

LAMINA:
A2



| LEYENDA | |
|---------|-------------------------------|
| | SUPERFICIE DE TERRENO NATURAL |
| | RASANTE |

SECCIONES
ESC.:1/500

| | |
|--------------|---|
| PROYECTO: | DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS PARA EL ENCAUZAMIENTO EN LA QUEBRADA LUPIN |
| PLANO: | PLANO PLANTA Y PERFIL KILOMETRO 0+000 AL 0+860.00 |
| RESPONSABLE: | DANIEL ANDREW CHONG GALVEZ EDSON SANTIAGO SILVA |

LAMINA:
A2

REGISTRO FOTOGRÁFICO





