

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL CAUCE
DEL RÍO SERRANO, TRAMO EL POZO HACIA LA
DESEMBOCADURA DEL RÍO SAPOSOA, DISTRITO SAPOSOA,
PROVINCIA HUALLAGA, DEPARTAMENTO SAN MARTÍN**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

JHORDIN SALDAÑA SEPULVEDA

ASESOR

WILMER MOISES ZELADA ZAMORA

<https://orcid.org/0000-0002-6064-7506>

Chiclayo, 2022

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL
CAUCE DEL RÍO SERRANO, TRAMO EL POZO HACIA LA
DESEMBOCADURA DEL RÍO SAPOSOA, DISTRITO
SAPOSOA, PROVINCIA HUALLAGA, DEPARTAMENTO
SAN MARTÍN**

PRESENTADA POR
JHORDIN SALDAÑA SEPULVEDA

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Wilson Martin Garcia Vera
PRESIDENTE

Richard Paul Pehovaz Alvarez
SECRETARIO

Wilmer Moises Zelada Zamora
VOCAL

Dedicatoria

Dedico esta tesis, repleto de alegría, amor y esperanza de una manera especial a cada uno de mis seres queridos, quienes han sido mis pilares para continuar adelante:

Es para mí una gran satisfacción poder dedicarles a ellos, que con mucho esfuerzo, esmero y trabajo me lo he ganado.

A mis padres Wilder Saldaña Pérez y Lina Sepúlveda Cárdenas, porque ellos son la motivación de mi vida mi orgullo de lo que seré.

A mi hermana Elgiba Yunelly Saldaña Sepulveda, porque es la razón de sentirme tan orgulloso de culminar mi meta, gracias por confiar siempre en mí.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme vida, salud, sabiduría, guiar mi camino y ser el apoyo en los momentos de dificultad.

A mis padres por su apoyo incondicional, por su cariño y por dejarme la mejor herramienta para enfrentar la vida, mi profesión.

A mis tíos Nito Sepúlveda Cárdenas y Genaro Sepúlveda Cárdenas por brindarme todo su amor, ayuda y consejos.

A mi asesor, Ing. Wilmer Moises Zelada Zamora por brindarme sus conocimientos y guiar mi proyecto de tesis.

A la Municipalidad Provincial de Huallaga, por brindarme la autorización de acceso a información y permiso para los estudios de mi proye

INFORME_DE_TESIS_II_TURNITI

INFORME DE ORIGINALIDAD

27%

INDICE DE SIMILITUD

26%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	pt.scribd.com Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	www.scribd.com Fuente de Internet	1%
6	docplayer.es Fuente de Internet	1%
7	artemisa.unicauca.edu.co Fuente de Internet	1%
8	es.weatherspark.com Fuente de Internet	1%
9	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	1%

Índice

Resumen	11
Abstract	12
I. Introducción	13
II. Marco teórico	16
Antecedentes del problema	16
Bases Teóricas Científicas	21
III. Materiales y métodos	42
IV. Resultados	128
V. Discusiones	169
VI. Conclusiones	171
VII. Recomendaciones	172
VIII. Bibliografía.....	173
IX. Anexos	175

Lista de figuras

Figura 1. Defensa Ribereña en el Río Saposoa - bocatoma, 2017	19
Figura 2. Defensa Ribereña en el Río Saposoa tipo Enrocado – 2017	19
Figura 3. Zona del proyecto, Río Huayabamba	20
Figura 4. Construcción de defensa ribereña del Río Apurímac, en las localidades de San Martín y San Antonio del Distrito de Anco – La Mar	21
Figura 5. Piscinas decantadoras construidas en la quebrada La Cadena en la ciudad de Antofagasta.	22
Figura 6. Talud de la zona del proyecto	23
Figura 7. Divisoria de aguas	24
Figura 8. Elementos cuenca hidrográfica	25
Figura 9. Partes de una cuenca	26
Figura 10. Tipos de cuencas: a) Exorreicas, b) Endorreicas y C) Arreicas	27
Figura 11. Calles y viviendas afectadas por la inundación de la Quebrada Serrano – Saposoa ..	28
Figura 12. Diques	30
Figura 13. Falla de un dique	31
Figura 14. Enrocado extendido hasta el cauce del río, la longitud depende de la altura de socavación	32
Figura 15. Cestas de mimbre rellenas de piedras	33
Figura 16. Muro en gaviones	34
Figura 17. Gaviones tipo caja	34
Figura 18. Gaviones tipo colchón	35
Figura 19. Gaviones tipo saco	35
Figura 20. Muros de gaviones frente a derrumbes de suelo residual	37
Figura 21. Características de gaviones tipo caja para la malla tipo 8 x 10 cms	40
Figura 22. Desblode de la estructura metálica	41
Figura 23. Formación de la caja metálica	41
Figura 24. Amarre de cajas en grupos	42
Figura 25. Alineamiento de las cajas	42
Figura 26. Llenado de cajas	42
Figura 27. Doblado de tapas y amarre	43
Figura 28. Estudio de la zona	46

Figura 29. Levantamiento topográfico	47
Figura 30. Territorio de la zona de estudio para la delimitación de la cuenca	52
Figura 31. Delimitación de la cuenca Río Serrano mediante el Software AutoCAD Civil 3D.....	54
Figura 32. Elevación, Área, Perímetro y planta topográfica del cauce principal de la cuenca aportandodel Río Serrano	59
Figura 33. Metodo Log Normal	80
Figura 34. Método Gumbel	80
Figura 35. Método Pearson III	81
Figura 36. Método Pearson III	81
Figura 37. Orientación del flujo del Río Serrano	82
Figura 38. Vista de calicata C-01, predomina material granular gravosos y arenoso	85
Figura 39. Vista de calicata C-01, predomina material granular gravosos y arenoso	85
Figura 40. Vista de calicata C-02.	86
Figura 41. Vista de calicata C-02, predomina material fino arcilloso y granular areno limoso. .	86
Figura 42. Vista de calicata C-03.	87
Figura 43. Vista de calicata C-03, predomina material arcilloso.	87
Figura 44. Empaquetado de muestras alteradas e inalteradas para ser sometidas a los ensayos de mecánica de suelos respectivos	88
Figura 45. Ubicación de calicatas excavadas.....	89
Figura 46. Clasificación de suelo SUCS, Calicata – 1.....	90
Figura 47. Clasificación de suelo AASHTO, Calicata – 1	91
Figura 48. Clasificación de suelo SUCS, Calicata – 2.....	92
Figura 49. Clasificación de suelo AASHTO, Calicata – 2	93
Figura 50. Clasificación de suelo SUCS, Calicata – 3.....	94
Figura 51. Clasificación de suelo AASHTO, Calicata – 3	95
Figura 52. Ensayo de corte directo NTP 339.171, Calicata – 1	96
Figura 53. Calculo de la capacidad admisible de carga, calicata – 1	97
Figura 54. Ensayo de corte directo NTP 339.171, Calicata – 2	98
Figura 55. Calculo de la capacidad admisible de carga, calicata – 2	99
Figura 56. Ensayo de corte directo NTP 339.171, Calicata – 3	100
Figura 57. Calculo de la capacidad admisible de carga, calicata – 3.....	101

Figura 58. Gravedad específica NTP 339.131	102
Figura 59. Peso Volumétrico NTP 400.017.....	103
Figura 60. Vista de cantera de relleno compactado.	104
Figura 61. Vista de cantera de relleno compactado.	105
Figura 62. Bolonería conformada principalmente por rocas de origen ígneo (andesitas y dioritas) y rocas sedimentarias (areniscas).....	105
Figura 63. Ensayo a la resistencia por abrasión en la máquina de los Angeles NTP 400.019	106
Figura 64. Ensayo del peso específico de la roca	107
Figura 65. Ensayo del agua, para determinar sulfatos, cloruros y sales.....	108
Figura 66. Equipo topográfico MARCA TOPCON GTS 236W	111
Figura 67. Representación de balance de energía.....	128
Figura 68. Determinación del ancho estable no erosionable.....	129
Figura 69. Coeficiente de Rugosidad (Manning) del Tramo – Ecuación de Cowan C.L.	129
Figura 70. DEM de la zona de estudio, y eje de análisis sobre el Río Serrano (1574.189 m)	131
Figura 71. Modelamiento de la inundación con HEC GeoRAS 9.3 en la zona de estudio, TR 100.....	132
Figura 72. Isométrico 1D del modelamiento de inundación con HEC – RAS 5.0.7 en la zona de estudio, TR 100.....	132
Figura 73. Macro localización del proyecto	144
Figura 74. Localización del área de estudio del impacto ambiental	145
Figura 75. Yonca	Figura 76. Caballo
Figura 77. Paisaje en la zona del proyecto.....	149

Lista de tablas

Tabla 1. Dimensiones estándar de los gaviones tipo caja	38
Tabla 2. Resistencia de gaviones; Normas de recubrimientos de alambres en general, ASTM A 90: Normas sobre cantidad de masa para el recubrimiento. ASTM A641M-98.....	38
Tabla 3. Espesores de revestimientos en gaviones según recubrimientos de alambres en general, cantidad de masa para el recubrimiento	39
Tabla 4. Coordenadas geográficas del punto de inicio y fin de la zona de estudio.....	46
Tabla 5. Registro Hidrometeorológico de la Estación CO-Saposa.....	53
Tabla 6. Resumen de la Morfometría – Cuenca aportante Río Serrano.....	58
Tabla 7. Formula de análisis estadístico de precipitaciones máximas , ajuste de series por el método de NASH , mediante la descripción de momentos indirectos, TR100	65
Tabla 8. Distribución de Precipitaciones máximas, TR100.....	69
Tabla 9. Distribución de Precipitaciones máximas, TR50.....	69
Tabla 10. Distribución de Precipitaciones máximas, TR20.....	70
Tabla 11. Distribución de Precipitaciones máximas, TR10.....	70
Tabla 12. Distribución de Precipitaciones máximas, TR05.....	71
Tabla 13 Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje.....	72
Tabla 14. Cálculo del riesgo de falla de la estructura proyectada.....	72
Tabla 15. Formula de análisis de precipitación efectiva máxima de la cuenca, mediante la descripción del método de S.C.S. US.....	73
Tabla 16. Tabulación y obtención del número adicional de la curva (CN).....	74
Tabla 17. Calculo y resultados de la precipitación efectiva respecto a la serie de precipitaciones máximas de diseño, TR100.....	75
Tabla 18. Calculo del Hidrograma Unitario SCS., para TR100.....	77
Tabla 19. Calculo del tiempo de concentración en la cuenca Río Serrano	78
Tabla 20. Calculo del Hidrograma total de máximas avenidas, TR100.....	79
Tabla 21. Ubicación de calicatas excavadas.....	88
Tabla 22. Propiedades físico - mecánicas de calicatas excavadas.....	88
Tabla 23. Características geotécnicas de los materiales de la Cantera Sacanche.....	105
Tabla 24. Puntos de control horizontal y vertical	114
Tabla 25. Puntos de control horizontal y vertical – BM's principales	114

Tabla 26. Base de datos y geo referencias BM's.....	115
Tabla 27. Valores adoptados para el método de Cowan.....	130
Tabla 28. Selección de valores	130
Tabla 29. Resultados	130
Tabla 30. Estudio de geología y geotecnia.....	136
Tabla 31. Tabla climática – Datos históricos del tiempo en el Distrito de Saposoa.	146
Tabla 32. Vegetación (Arboles, hiervas, carrizos, etc.).....	148
Tabla 33. Tasa de desnutrición de la Provincia de Huallaga	149
Tabla 34. Población total con servicio de vivienda - Saposoa.....	150
Tabla 35. IDH a nivel de la Provincia del Huallaga y Distrito de Saposoa.....	150
Tabla 36. Matriz de Leopold – Fase de construcción.....	152
Tabla 37. Matriz de Leopold – Fase de operación	153
Tabla 38. Resumen de probables alteraciones según las acciones y fases del proyecto.....	157
Tabla 39. Medidas de prevención, mitigación o corrección.	161

Lista de gráficos

Gráfico 1. Curva de distribución log normal tipo II, TR100	66
Gráfico 2. Curva de distribución Gumbel o Extrema tipo I, TR100	67
Gráfico 3. Curva de distribución Gamma tres parámetros, TR100	68
Gráfico 4. Precipitación acumulada, TR100.....	76
Gráfico 5. Precipitación neta horaria, TR100.....	76

Resumen

El presente proyecto tiene como propósito dar seguridad y protección a las personas que habitan cerca de la ribera del Río Serrano y a las tierras de cultivos que se encuentran en riesgo inminente ante una crecida del caudal del Río, y como consecuencia de esto se genere una inundación tanto por el margen derecho como por el margen izquierdo en épocas de lluvias durante los primeros meses del año. Los conocimientos básicos y metodológicos aplicados en el proyecto y orientados al estudio hidrológico, hidráulica y el diseño de la defensa ribereña son las más actuales a la fecha. Los programas utilizados son: AutoCAD Civil 3D, Global Mapper, HEC-HMS y HEC-RAS, programas de libre distribución. Para la delimitación de la cuenca, así como también para determinar sus características físicas y geomorfológicas se han utilizado los programas: Google Earth, Global Mapper y AutoCAD Civil 3D. A partir del área de drenaje aproximadamente de 44.7459 km² y del dato pluviométrico de la estación CO-Saposa del SENAMHI, se determinó el cálculo máximo para periodos de retorno de 5, 50, 100 y 500 años. Los cálculos se realizaron en base al modelo hidrológico Precipitación – Escorrentía del US SCS. Para la simulación hidráulica del tramo de estudio (1+562.220 km) del Río Serrano, tramo el pozo hacia la desembocadura del Río Saposa, se realizó en flujo permanente y en régimen mixto, empleándose para ello el modelo hidráulico HEC-RAS. La alternativa 1 de solución planteada, es la construcción de diques de concreto con un talud de 1V:2H, con una altura promedio de 5 m y la alternativa 2 de solución, es la construcción de diques de gavión, confeccionadas de malla hexagonal con relleno de material granular.

Palabras Claves: Río, áreas de cultivos, inundación, defensa ribereña, diques de concreto, gaviones.

Abstract

The purpose of this project is to provide security and protection to the people who live near the banks of the Serrano River and to the farmlands that are at imminent risk before a flood of the river flow, and as a consequence of this a flood is generated. both on the right bank and on the left bank during the rainy season during the first months of the year. The basic and methodological knowledge applied in the project and oriented to the hydrological, hydraulic study and the design of the riparian defense are the most current to date. The programs used are: AutoCAD Civil 3D, Global Mapper, HEC-HMS and HEC-RAS, free distribution programs. For the delimitation of the basin, as well as to determine its physical and geomorphological characteristics, the following programs have been used: Google Earth, Global Mapper and AutoCAD Civil 3D. From the drainage area of approximately 44,7459 km² and the pluviometric data from SENAMHI's CO-Saposa station, the maximum calculation for return periods of 5, 50, 100 and 500 years was determined. The calculations were made based on the US SCS Rainfall - Runoff hydrological model. For the hydraulic simulation of the study section (1 + 562,220 km) of the Serrano River, the section of the well towards the mouth of the Saposa River, it was carried out in permanent flow and in a mixed regime, using the HEC-RAS hydraulic model. Alternative 1 of the proposed solution is the construction of concrete dikes with a slope of 1V: 2H, with an average height of 5 m and alternative 2 of the solution, is the construction of gabion dikes, made of hexagonal mesh filled with granular material.

Keywords: River, crop areas, flood, riparian defense, concrete dams, gabion.

I. Introducción

Las inundaciones en el Perú son un problema recurrente cada año, debido a las precipitaciones, estas hacen que los caudales de los ríos aumenten, desbordándose y ocasionando daños en las ciudades cercanas a los ríos.

En la Región San Martín las inundaciones a causa de lluvias de fuerte intensidad han dejado 1.759 damnificados, según señaló el Instituto Nacional de Defensa Civil (Indeci), tras elaborar un balance de los daños. Además, el informe indica que estos eventos naturales causaron la muerte de 5 personas, dejaron heridas a otras 8 y originaron que una se encuentre desaparecida. Respecto a las viviendas afectadas, señala que la mayoría de estas se ubican en los distritos de Tres Unidos, Pilluana y Tingo de Ponaza, en la provincia de Picota. La infraestructura de la zona también resultó afectada tras las inundaciones. Dos instituciones educativas, 11 puentes peatonales y 200 metros de carretera resultaron seriamente dañadas. De igual manera, 467 hectáreas de sembríos terminaron destruidas y 547 afectadas, según informó el Indeci. [1]

En la Provincia de Huallaga durante catorce horas de fuertes lluvias desbordaron ríos Serrano y Saposoa, el incremento del caudal ocasiono que tres familias quedan damnificadas y cuarenta afectadas en las localidades de Saposoa y Pasarraya. Indeci además indicó que las inundaciones de estos ríos originaron que tres viviendas de adobe resulten inhabitables y otras 30 dañadas. En tanto, persona del Centro de Operaciones de Emergencia (COE) provincial del Huallaga comunico que los pobladores del distrito del Alto Saposoa y Saposoa que viven a orillas del río, realizan la evacuación a zonas seguras. Mientras los damnificados buscaron refugio en las casas de familiares y las afectadas realizan trabajos de limpieza en sus viviendas. [2]

En la localidad de Saposoa se vieron perjudicados por la crecida del Río serrano los quioscos, ubicados en el tramo del Mercado, la primera cuadra del Jirón Saposoa paralizando la circulación vehicular, dañando centros comerciales y un salón de belleza, en la avenida Loreto cuadra 7 cubrió una parte de la Cancha Prado. [3]

Se realizará el siguiente proyecto para brindar a los pobladores del tramo el Pozo hacia la desembocadura del Río Saposoa una estructura capaz de dar seguridad y protección a las personas que habitan cerca de la ribera del Río Serrano y las áreas agrícolas debido al riesgo inmediato ante un acontecimiento de crecida e inundación del Río.

El Río Serrano ha experimentado cambios en su comportamiento debido a las intensas lluvias en la selva, lo cual ocasiona que el caudal del Río aumente, causando una severa erosión de sus márgenes, así como, desbordes e inundaciones que afectan a la zona urbana y agrícola del valle, causando daños en las viviendas y áreas de cultivo en el sector.

El informe de tesis tiene como objetivo general analizar y diseñar la defensa ribereña en el cauce del Río Serrano, tramo el pozo hacia la desembocadura del Río Saposoa, Distrito Saposoa, Provincia Huallaga, Departamento San Martín, así evitar la erosión del suelo y el desborde en este tramo; y como objetivos específicos, evaluar la situación actual del tramo donde se desarrollará el proyecto, analizar las variaciones del caudal del Río Serrano, analizar y conocer las características de suelo donde se desarrollará este proyecto, conocer las características del relieve del terreno mediante un levantamiento topográfico, seleccionar y diseñar un tipo de defensa ribereña adecuada para evitar las inundaciones en esta zona, elaborar el estudio del impacto ambiental que este proyecto trae consigo, realizar y analizar el presupuesto del proyecto y realizar la modelización Hidráulica con el software HEC-RAS.

El estudio de esta problemática se realizó con el interés de evaluar alternativas de solución que mitiguen los daños causados por las inundaciones.

En el punto uno se plantea la introducción y generalidades del proyecto. En el punto dos, se detalla el concepto de la cuenca y sus características, donde se describe el concepto de inundaciones y los tipos, así también se mencionan los tipos de defensas ribereñas.

En el punto tres, se desarrolla los estudios para el proyecto, los cuales son: Estudio de campo y estudio de gabinete. En el estudio de campo se determina la ubicación del proyecto, la geología y geomorfología, se realiza el estudio topográfico para conocer las características del lecho del Río y sus Riberas; se clasifica el tipo de suelo y se identifica las canteras cercanas a la zona de estudio; y en el estudio de gabinete se muestra los datos meteorológicos de la estación CO- Saposoa, otorgados por Senamhi necesarios para el estudio hidrológico, se detalla el estudio de cuencas.

En el punto cuatro, se determina la metodología para el diseño de la alternativa de solución seleccionada, para el diseño de diques de concreto o para el diseño de gaviones.

En el punto cinco, se realiza la simulación de la inundación con el software HEC-RAS, determinando las zonas vulnerables, la cota de lámina de agua, la velocidad del agua, la pendiente de la línea de energía y la sección geométrica del Río. En el punto seis se realiza

el diseño de las estructuras, el diseño está en función a las propiedades del material como es: el ángulo de fricción, el peso específico y el diámetro. La alternativa 1 de solución planteada, es la construcción de muros de concreto armado y la alternativa 2 de solución, es la construcción de diques de gaviones y tierra compactada, confeccionadas de malla hexagonal con relleno de material granular. En el punto siete y ocho se hace mención a los resultados obtenidos de los ensayos realizados, con su explicación respectivamente. Posteriormente se realizaron las conclusiones y recomendaciones según cada estudio realizado.

II. Marco teórico

2.1. Antecedentes del problema

Se realizó la recopilación y revisión de los estudios disponibles, recabando tanto la información general relacionada con los fenómenos de desbordamiento, como aquella inherente al área de estudio y la condición de los cauces del Río a estudiar. Los estudios precedentes que comparten relación con el presente plan de tesis son:

1. Defensa ribereña en el río Saposoa sector Bocatoma irrigación Saposoa - Distrito Saposoa

El presente proyecto se desarrolló a pedido de la población de este sector, así como de los agricultores beneficiarios del margen derecha de la Irrigación Sector Bocatoma, para reducir el riesgo de pérdida de la producción agrícola por desabastecimiento hídrico por daños en la bocatoma provocado por avenidas extremas del Río Saposoa, el trabajo se sitúa en la sector urbano, cuyos habitantes se dedican primordialmente al trabajo agrario y cuentan con insuficiente servicios básicos. [4]

La figura 1 y 2. Muestran la defensa ribereña en el Río Saposoa en el sector Bocatoma de tipo enrocado, para reducir riesgos provocadas por inundaciones.



Figura 1 Defensa Ribereña en el Río Saposoa - bocatoma, 2017



Figura 2 Defensa Ribereña en el Río Saposoa tipo Enrocado – 2017

2. Construcción defensa ribereña Río Huayabamba III etapa – Pachiza

El presente proyecto, tiene como principal objetivo definir el tipo de obra de Defensa Ribereña necesaria para proteger de la erosión continua de la Ribera de la margen derecha del río Huayabamba que viene afectando seriamente a la localidad de Pachiza, de esta manera salvaguardar el área agrícola ribereña, así como la población e infraestructura de viviendas de sus habitantes.

El área a ser protegida comprende áreas agrícolas ribereñas de cultivo de pan llevar y también un área urbana, que es la localidad de Pachiza, la franja o ribera a proteger tiene una longitud promedio de 2.5 kilómetros por 200 a 300 metros de ancho en algunos sectores.

La población beneficiada en la zona urbana en su mayoría se dedica a la agricultura con un total aproximado a 938 habitantes. De estas poblaciones estima que entre el 25% al 30% se ve afectada por los desbordes periódicos y por el agudo proceso de erosión presente en la zona y potencialmente entre el 85% al 90% si se produjeran desbordes de considerable magnitud.

La meta física es la construcción de (03) Espigones Deflectores de flujos de corta longitud conformados por núcleo de roca y recubiertos con gavión tipo colchón relleno con piedra de río, ubicado en la margen derecha del río Huayabamba. La longitud efectiva de los tres Espigones es de 105.00 m. lineales y 24.00 m. de longitud de anclaje haciendo un total de 129.00 m. [5]

La figura 3. Muestra la zona del proyecto, donde se construyó una defensa de espigones, conformados por roca y recubrimiento con gaviones, para proteger las áreas agrícolas y la zona urbana.



Figura 3 Zona del proyecto, Río Huayabamba.

Fuente: Gobierno Regional de San Martín. Juanjui, 2007. Obtenido de:

<https://es.scribd.com/document/367226078/Expediente-Tecnico-Ji>

3. Rehabilitación de defensa ribereña en la localidad de San Martín – San Antonio, distrito de Anco - La Mar - Ayacucho

El proyecto tiene como objetivo general minimizar el riesgo de originarse un desastre por desborde del Río Apurímac de las localidades de San Martín – San Antonio Distrito de Anco"

Los pobladores de las localidades de San Antonio, San Martín y en general de Unión Progreso, y las comunidades asentados al borde del Río Apurímac, comprendidas en el tramo de Unión Progreso, vienen teniendo, problemas cada año en las épocas de lluvias abundantes (meses de noviembre - marzo), con la crecida y desborde del Río Apurímac, con consecuencia de inundaciones y pérdida de viviendas existentes. Estas localidades se encuentran sensiblemente en la margen izquierda del Río Apurímac, que son zonas exclusivamente de viviendas y zonas agrícolas y menor grado se dedican a otras actividades como el pecuario, por lo cual necesitan de esta defensa ribereña para garantizar la producción y cosecha de sus productos para el auto consumo, y el resto para la venta con la finalidad de adquirir otros productos de primera necesidad. [6]

La figura 4. Muestra la construcción de 1781 metros lineales de gaviones en los centros poblados de San Martín y San Antonio del Distrito de Anco – La Mar, para reducir riesgos provocadas por inundaciones.



Figura 4 Construcción de defensa ribereña del Río Apurímac, en las localidades de San Martín y San Antonio del Distrito de Anco – La Mar

Fuente: Revista Perú construye. Sitio web desarrollado por GRUPO DIGAMMA. Obtenido de:

[https://peruconstruye.net/2019/09/11/minagri-culmina-construccion-de-defensa-riberena- del-rio-apurimac/](https://peruconstruye.net/2019/09/11/minagri-culmina-construccion-de-defensa-riberena-del-rio-apurimac/)

4. Sistemas de contención de aluviones para la Quebrada de lo Cañas en la Comuna de la Florida.

La investigación tiene como objetivo principal proponer la mejor opción sobre los sistemas de contención de aluviones para la quebrada Los Cañas en la comuna de La Florida en la Región Metropolitana.

Además de realizar un análisis del entorno de la quebrada Lo Cañas, sus características, morfología y revisar el plano regulador de la comuna. Comparar los sistemas de contención construidos en Chile. Describir y analizar sobre los tipos de suelo presentes en la zona de la quebrada y qué sistema de contención es el adecuado.

Esta investigación tratará sobre la temática de los aluviones en Chile y principalmente para la quebrada de Lo Cañas ubicada en la comuna de La Florida.

En ella se abordarán las características y morfología de la zona a estudiar, además de los distintos tipos de sistemas de contención existente y construida en Chile.

Finalmente se hará un análisis sobre el tipo de estructura de contención o disipación de aluviones adecuado para la quebrada de Lo Cañas, según el tipo de suelo, las características y otros factores presentes antes de la elección y construcción de este tipo de obras. [7]

La figura 5. Muestra la construcción de una serie de estructuras de contención y mitigación de aluviones lo que significó no ocasionar mayores daños.



Figura 5 Piscinas decantadoras construidas en la quebrada La Cadena en la ciudad de Antofagasta

Fuente: Gore Antofagasta (2015). Obtenido de:

http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/5017/a120169_Pivalica_D_Sistemas_de_contencion_de_aluviones_2017_Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y

5. Diseño de muros de contención Sector la Aguada comuna de Corral

La presente tesis tiene como objetivo principal en solucionar los problemas de estabilidad de taludes del sector de la aguada, mediante muros de contención de tierras.

Se identificará los taludes en riesgo de falla y determinará propiedades de los suelos a través de ensayos de laboratorio e in situ. Se realizará levantamiento topográfico de cada uno de los taludes y aplicará la metodología desarrollada por la dirección de vialidad al diseño de muros de contención en voladizo.

Posterior de la finalización del trabajo de investigación, se obtuvo las siguientes conclusiones:

- En cuanto a la topografía del sector, caracterizada principalmente por cerros y laderas, puede apreciarse en los respectivos cortes transversales y longitudinales que una buena cantidad de los taludes, poseen una pendiente prácticamente vertical, esto debido a la geografía propia de la zona, como también y en gran medida a la intervención de los propios habitantes del sector, ya que para emplazar sus viviendas y caminos han removido, a veces de manera irresponsable, parte de estos cerros, produciéndose así zonas en alto riesgo de deslizamientos de tierras.
- Dentro de todas las opciones mencionadas como medidas mitigadoras de riesgo de deslizamientos de tierra, se optó por los muros de contención en voladizo, ya que otros métodos no son posibles de desarrollarse en la zona. Por esto, se opta por un método de reconocida eficiencia, como lo son este tipo de muros. [8]

La figura 6. Muestra el talud de riesgo de falla, donde se diseñará el muro de contención.



Figura 6 Talud de la zona del proyecto

Fuente: Rojas Martínez, S. (2009). *Diseño de muros de contención Sector la Aguada comuna de Corral*. Obtenido de:

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/bmfcir7411d/doc/bmfcir7411d.pdf>

2.2. Bases Teóricas Científicas

2.2.1. Definición de cuencas hidrográficas

La cuenca hidrográfica se define como una unidad territorial en la cual el agua que cae por precipitación se reúne y escurre a un punto común, o que fluye toda al mismo río, lago, o mar. También se define como una unidad fisiográfica conformada por la reunión de un sistema de cursos de ríos de agua definidos por el relieve. [9]

2.2.1.1. Elementos de la cuenca

- **Divisoras de aguas:** Es una línea que delimita la cuenca hidrográfica; marca el límite entre cuencas hidrográficas vecinas.

La figura 7. Muestra las líneas divisorias de agua generadas debido a la presencia de montañas, generando dos cuencas.

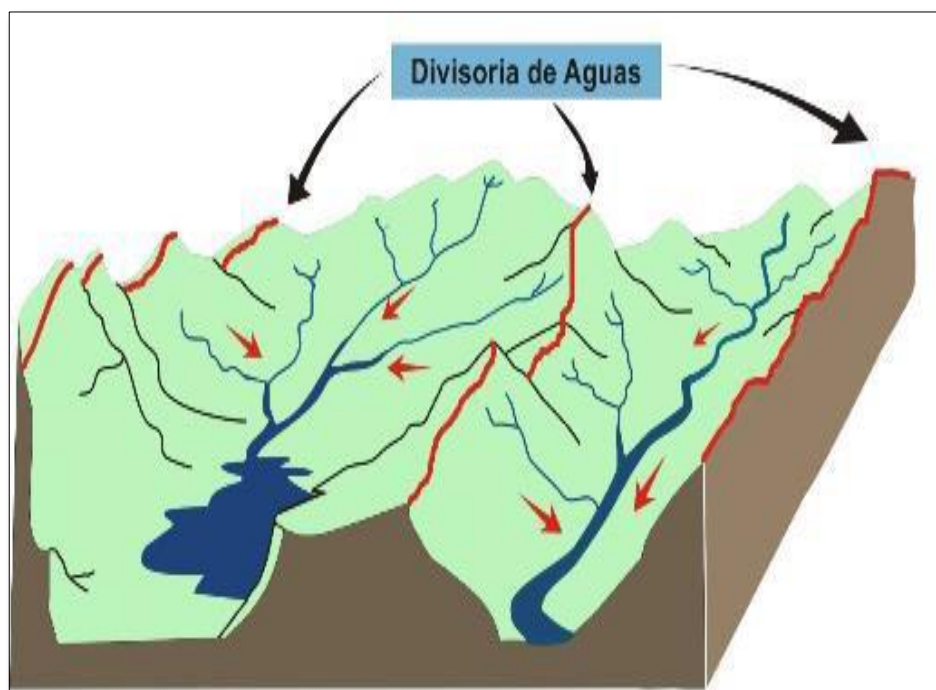


Figura 7 Divisoria de aguas

Fuente: Ordoñez Gálvez, J. J. (2011). Cartilla técnica: “Contribuyendo al desarrollo de una cultura del agua y la gestión integral del recurso hídrico”. Lima, Perú Figura 4.4

- **El río principal:** Actúa como el único colector de las aguas. Suele ser definido como el curso con mayor caudal de agua, con mayor longitud o mayor área de drenaje.
- **Los afluentes:** Son los ríos secundarios que desaguan en el Río principal. Cada afluente tiene su respectiva cuenca, denominada sub cuenca.
- **El relieve de la cuenca:** El relieve de la cuenca es variado; está formado por las montañas y sus flancos; quebradas, valles y mesetas.

- **Obras humanas:** Las obras construidas por el hombre, también denominadas intervenciones antropogénicas, que se observan en la cuenca suelen ser viviendas, ciudades, campos de cultivo y vías de comunicación. El factor humano es siempre causante de muchos desastres dentro de la cuenca, ya que se sobreexplota la cuenca quitándole recursos de vegetación y trayendo inundaciones en las partes bajas.

La figura 8. Muestra el nacimiento de una cuenca en lo alto de un glaciar; (la pendiente del terreno es considerable); el agua discurre por los ríos y afluentes; (la pendiente del terreno es menor que en el nacimiento); algunos de los afluentes desembocan en el lago y otros en el mar en forma de delta. Durante el recorrido los cursos de agua forman meandros y algunos abandonan el cauce del río.

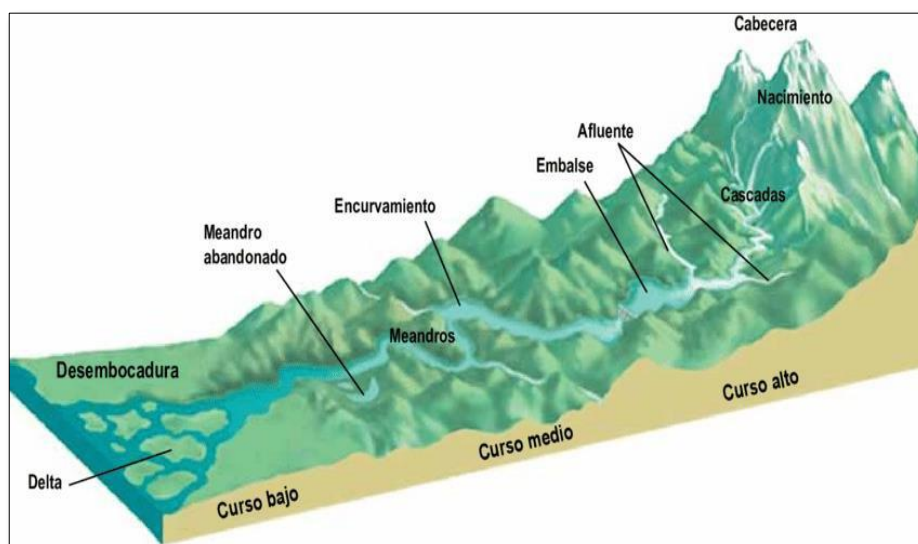


Figura 8 Elementos cuenca hidrográfica

Fuente: Slide Share (5 de abril del 2014). Las formas del relieve. Obtenido de: <https://educanimando.com/cuales-son-las-partes-de-un-rio/>

2.2.1.2. Partes de una cuenca hidrográfica

A) POR SU ALTITUD

Si la diferencia de altura varía de 0 a 2500 m.s.n.m. se diferencia tres partes, pero si la diferencia es de 0 a 1000 m.s.n.m. se diferenciarán solo dos partes y si la cuenca es casi plana no se puede establecer partes. [10]

- Parte alta: Es la zona donde nace el río, se desplaza por una gran pendiente. Predomina el fenómeno de socavación, visiblemente se ven trazos de erosión.
- Parte media: El río adquiere mayor grosor y se bifurca, es la parte donde hay equilibrio entre el material sólido que llega traído por la corriente y el material que sale. Visiblemente no hay erosión, se forman los meandros.

- Parte baja: La parte en la cual el material extraído de la parte alta se deposita en lo que se llama como deyección, en la desembocadura se forma el delta.

La Figura 9. Muestra las partes de una cuenca con respecto a su altitud: desde que nace en un glaciar (curso alto), el recorrido que realiza (curso medio) y su desemboca en el mar en forma de delta (curso bajo). Se muestra también que durante su recorrido se forman quebradas, cañones, cascadas, meandros, todos originados por la topografía del lugar.

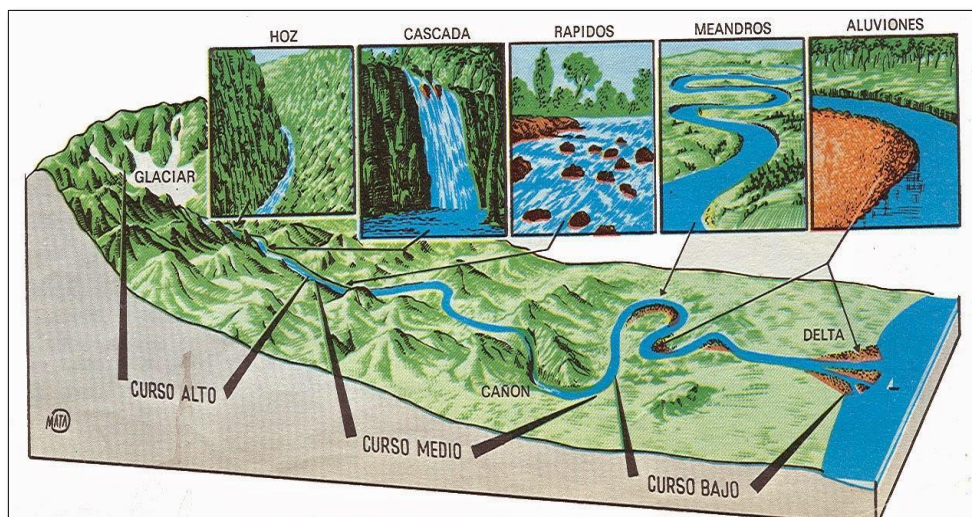


Figura 9 Partes de una cuenca

Fuente: Hernández, D. (14 de diciembre, 2016). Obtenido de: <https://geologicalmanblog.wordpress.com/2016/12/14/modelado-fluvial/>

B) POR SU TOPOGRAFIA

- El criterio es el relieve y forma del terreno.
 - ✓ Parte Accidentada: Formada por las montañas y laderas.
 - ✓ Parte Ondulada y Plana: Formada por los valles.
 - ✓ Cauce: Donde el río principal y sus afluentes discurren

2.2.1.3. Tipos de cuencas hidrográficas

- Por su tamaño geográfico
 - ✓ Pequeña: $A < 12.5 \text{ km}^2$
 - ✓ Mediana: $12.5 \leq A < 250 \text{ km}^2$
 - ✓ Grande: $A \geq 250 \text{ km}^2$
- Por su ecosistema
 - ✓ Áridas, (cuenca del río Cañete)
 - ✓ Tropicales, (Cuenca del canal de Panamá)

- ✓ Húmedas
- ✓ Frías, (Cuenca del Lago Titicaca)
- Por su objetivo
 - ✓ Hidro energética
 - ✓ Poblacional
 - ✓ Riego
 - ✓ Ganaderas
 - ✓ Navegación
 - ✓ Usos múltiples
- Por su relieve
 - ✓ Cuencas planas
 - ✓ Cuencas de alta montaña
 - ✓ Cuencas accidentadas o quebradas
- Por la dirección de la evacuación de las aguas
 - ✓ Exorreicas: Cuando las vertientes conducen las aguas a un sistema mayor de drenaje como al mar o al océano, por ejemplo, el Río Rímac, en la vertiente del Pacífico
 - ✓ Endorreicas: Cuando sus aguas drenan a un embalse o lago sin llegar al mar, por ejemplo, la cuenca del Río Huancané, en la vertiente del Titicaca.
 - ✓ Arreicas: Cuando sus aguas no logran drenar a un río o lago, y se pierden por evaporación o infiltración, por ejemplo, los arroyos, también son frecuentes en áreas del desierto del Sáhara. [11]

La Figura 10. Muestra en la figura (a) una cuenca del tipo exorreica, sus aguas son vertidas al mar, en la figura (b) se tiene una cuenca del tipo endorreica, sus aguas son vertidas a un lago, en la figura (c) se tiene una cuenca del tipo arreica, sus aguas son infiltradas.

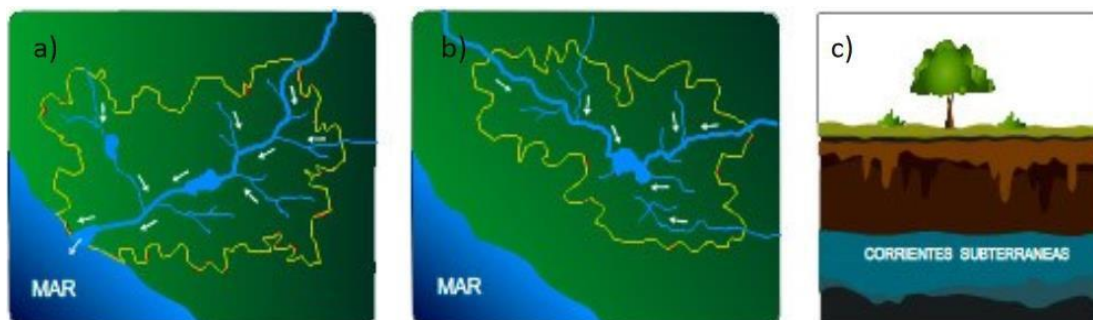


Figura 10 Tipos de cuencas: a) Exorreicas, b) Endorreicas y C) Arreicas

Fuente: Ordoñez Gálvez, J. J. (2011). *Cartilla técnica: “Contribuyendo al desarrollo de una cultura del agua y la gestión integral del recurso hídrico”*. Lima, Perú Figura 4.7

2.2.2. Inundación

El Perú se encuentra situado en la parte central y occidental de América del Sur, por su ubicación geográfica, entre el ecuador y el trópico de capricornio, le correspondería un clima tropical con lluvias abundantes, sin embargo, estas características se ven afectadas por la presencia de la cordillera de los andes, la corriente peruana de Humboldt, y por el anticiclón del pacífico sur; lo cual da como resultado un clima diversificado. [12]

En la Región San Martín las inundaciones a causa de lluvias de fuerte intensidad han dejado 1.759 damnificados, según señaló el Instituto Nacional de Defensa Civil (Indeci), tras elaborar un balance de los daños. Además, el informe indica que estos eventos naturales causaron la muerte de 5 personas, dejaron heridas a otras 8 y originaron que una se encuentre desaparecida. Respecto a las viviendas afectadas, señala que la mayoría de estas se ubican en los distritos de Tres Unidos, Pilluana y Tingo de Ponaza, en la provincia de Picota. [1]

Una inundación es la ocupación por parte del agua en zonas que habitualmente se encuentran secas, este evento puede ser causado por: la precipitación (lluvia, granizo o nieve extremos), oleaje, marea de tormenta o falla de alguna estructura hidráulica, provocado un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y generando daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura.

Las inundaciones constituyen el riesgo geológico más destructivo y que más víctimas producen, generalmente es consecuencia de la aportación inusual y repentina de agua superior a la que puede drenar el cauce del río.

La Figura 11. Muestra la inundación, producida por el desbordamiento del Río Serrano hacia la zona urbana.



Figura 11 Calles y viviendas afectadas por la inundación de la Quebrada Serrano – Saposoa **Fuente:** América Noticias (01 de diciembre del 2015). Obtenido de: <https://www.americatv.com.pe/noticias/actualidad/region-san-martin-fuertes-lluvias-desbordaron-rios-saposoa-y-serrano-n209188>

2.2.2.1. Tipos de inundaciones

- a) Dependiendo de los fenómenos que causan
- Inundaciones pluviales: Sucede cuando el agua de lluvia satura la capacidad del terreno para drenarla, acumulándose por horas o días sobre este.
 - Inundaciones fluviales: Se genera cuando el agua que se desborda de los ríos queda sobre la superficie del terreno cercano al río.
 - Inundaciones costeras: La marea de tormenta que se desarrolla durante ciclones puede afectar las zonas costeras sobre elevando el nivel del mar hasta que este ingresa tierra adentro, cubriendo grandes extensiones. [13]
- b) Provocadas por fallas en las infraestructuras destinadas a la protección:
- Inundaciones por ruptura de bordos, diques y presas: Cuando falla una obra contenedora de agua, ocurre una salida repentina de una gran cantidad de agua, provocando inundaciones. (CIENCIA DE LA TIERRA Y DEL MEDIO AMBIENTE, s.f.)
 - Inundaciones por una incorrecta operación de compuertas de una presa: Cuando se permite las descargas a través de un vertedero abriendo la compuerta más de lo previsto, sale una cantidad de agua mayor a la que puede conducir el cauce aguas abajo, provocando el desborde del río.
- c) Dependiendo del tiempo que tarda en producirse
- Inundaciones súbitas o repentinas: Se producen en cuencas hidrográficas de fuerte pendiente por la presencia de grandes cantidades de agua en un corto tiempo, causadas por fuertes lluvias, tormentas, pueden desarrollarse en minutos u horas, arrastrando rocas y otras estructuras, creando nuevos canales de escurrimiento.
 - Inundaciones lentas o progresivas: Se producen sobre terrenos planos que desaguan muy lentamente y son muy cercanos a las riberas de los ríos o donde las lluvias son frecuentes o torrenciales; el suelo no puede seguir absorbiendo más agua de lluvia, el volumen remanente escurre por los ríos y arroyos o sobre el terreno. [14]

2.2.3. Defensas ribereñas

Es una armadura que sirve para resguardar la zona adyacente a los afluentes, frente a la fase de desgaste de la orilla fruto de la exagerada rapidez del fluido, que empuja el material costero y la socavación que actúa el afluente, debido a la aceleración excesiva referente al tiempo invernal, que es promotor de la desestabilización del talud menor y del suelo de la vía.

Estos trabajos, principalmente sirven para resguardar a los habitantes y las rutas de información. [15]

La construcción de defensas ribereñas es un proceso que requiere de estudios; del suelo, hidrológicos y topográficos de aquellos tramos del río que sufre erosión y desborde.

Las defensas ribereñas cumplen las siguientes funciones:

- Reducir la velocidad de la corriente cerca de la orilla.
- Desviar la corriente de la orilla.
- Prevenir la erosión de las márgenes del río.
- Establecer y mantener un ancho fijo para el río.

2.2.3.1. Tipos de defensas ribereñas

2.2.3.1.1. Diques

Los diques son obras geotécnicas lineales de gran longitud a modo de pequeñas presas, construidas con materiales como arcilla, arena o materiales pétreos. Utilizados para prevenir la inundación de los campos aledaños a los ríos, también son utilizados para encajonar al río y darle más fluidez a su cauce. [16]

La Figura 12. Muestra estructuras de protección del cauce del Río, en este caso diques, cuyo cuerpo está formado de grava, protegido con una capa de enrocado de diámetros considerables.



Figura 12 Diques

Fuente: Mayhuire, A. (2018). *Cálculo hidráulico de defensas ribereñas en el sector Chejava del río Ilabaya, distrito de Ilabaya, provincia de Jorge Basadre, departamento de Tacna.*

Lima, Perú. Pág. 19. Obtenido de:

http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/10086/Mayhuire_ua.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Los diques pueden ser: de tierra y enrocado con núcleo impermeable, la ventaja de los diques de tierra y enrocado es que aprovechan el material del lugar por ende son económicos.

Los diques de tierra de cualquier altura requieren de un ancho de base grande, y algunas veces no se pueden construir en ciudades, por el espacio que ocupan. [16]

A) FALLAS DE LOS

DIQUES Los diques fallan

principalmente por:

- Erosión frontal directa debido a la corriente, generalmente en la zona expuesta.
- Fenómeno de tubificación.
- Deslizamiento o hundimiento de las márgenes causado por la filtración.
- Colapso parcial o total del dique por aumento de la presión del agua en los estratos permeables subyacentes al dique.
- Fallas de cimentación.

Los diques estarán expuestos a los fenómenos de erosión del lecho del río, para evitar esto será necesario colocar una protección de enrocado al pie del talud, la longitud de protección depende de la altura de socavación. [16]

La Figura 13. Muestra el colapso de una sección del cuerpo del dique a causa de la socavación y filtración del agua que se genera durante una máxima avenida.



Figura 13 Falla de un dique

Fuente: Rodríguez, Edgar. (2003). *Diques de tierra y enrocado*. Lima, Perú. Pág. 3.
Obtenido de: <https://es.scribd.com/doc/27944102/Diques>

B) FILTRACIÓN EN DIQUES DE TIERRA

A través del cuerpo y cimentación del dique existe un flujo filtrante. La superficie libre de este flujo filtrante se llama Línea de Saturación

En la zona de saturación el material está en suspensión debido a la presión hidrostática, afectado por las fuerzas de filtración, tiende a desplazar a las partículas pequeñas en dirección hacia aguas abajo, originando el fenómeno de tubificación. [16] ; originando las siguientes fallas:

- Tubificación del material: Esta falla puede ocurrir en el cuerpo del dique, o en las cimentaciones permeables. Es la variación de la composición granulométrica y estructura del suelo, como consecuencia de la extracción o arrastre de algunas de sus partículas por acción del flujo filtrante. por lo tanto, en la zona que se produce la tubificación, se incrementa el coeficiente de permeabilidad.
- Colmatación del material: Es el proceso mediante el cual, las partículas más pequeñas desplazadas por el flujo filtrante obstruyen los poros formados por las partículas de mayores dimensiones. El coeficiente de permeabilidad disminuye.

2.2.3.1.2. Revestimiento de diques con enrocado

Los enrocados de protección, de riberas y de diques cumplen las siguientes funciones:

- Protección de los diques de defensas contra inundaciones.
- Protección de estructuras, como; puentes, barrajes, presas, etc.
- Tratamiento del río para mantener el alineamiento de la ribera, fija la orilla de manera estable y controla los desplazamientos posteriores.
- Su condición de estructura flexible le permite acomodarse al asentamiento del terreno.
- Protección de los terrenos adyacentes contra la erosión.
- Es una solución económica si el material para la construcción del enrocado se encuentra cerca al sitio de la obra.

Debemos tener en cuenta que la socavación al pie del dique es uno de los principales mecanismos de falla, por lo tanto, se debe proteger la base del talud con enrocado.

La Figura 14. Muestra el detalle típico del enrocado que protege el dique de encauzamiento, el enrocado es colocado en el talud mojado, llegando a profundidades calculadas en función a la socavación, la parte horizontal del enrocado es conocida como uña de enrocamiento, se observa también la presencia del filtro que evita que el agua ingrese al cuerpo del dique.

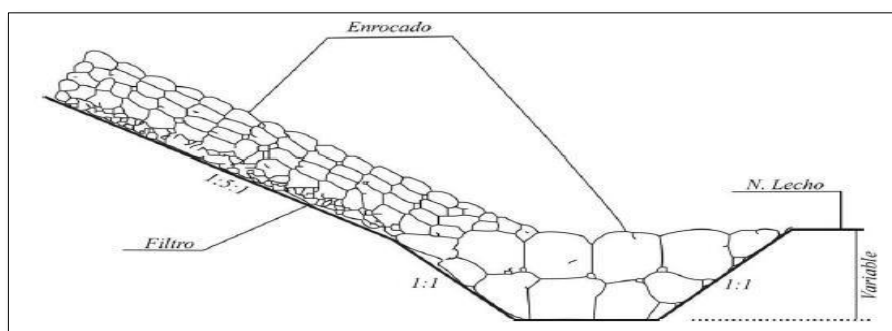


Figura 14 Enrocado extendido hasta el cauce del río, la longitud depende de la altura de socavación

Fuente: Enrique. Criterios de diseño de obras de protección de estructuras hidráulicas viales

2.2.3.1.3. Muros de gaviones

El gavión consiste en un recipiente, por lo general paralelepípedo, de malla de alambre galvanizado lleno de cantos de roca. Aunque es una estructura muy antigua, empleada por los antiguos faraones utilizando fibras vegetales, su uso solamente se popularizó a principios siglo XX en Europa, extendiéndose posteriormente al resto del mundo. En América los gaviones se emplean extensivamente desde hace cerca de cincuenta años.

En ríos de caudal y pendiente estables se depositan sedimentos del río dentro de los poros del gavión y en algunos casos se forman plantas de crecimiento espontáneo que originan la formación de un bloque sólido que aumenta en forma importante la vida útil de los gaviones. La Figura 15. Muestra cestas de mimbre rellenas de piedras, usadas para reforzar las orillas de los ríos.



Figura 15 Cestas de mimbre rellenas de piedras
Fuente: Sistema de protección y contención de taludes

Los muros en gaviones son estructuras de gravedad y su diseño sigue la práctica standard de la Ingeniería civil. Debe tenerse en cuenta de manera muy especial el amarre entre unidades de gaviones para evitar el movimiento de unidades aisladas y poder garantizar un muro monolítico. Por su flexibilidad el muro de gaviones puede deformarse fácilmente al ser sometido a presiones, diferenciándose un poco su comportamiento de los muros convencionales. El muro puede flectarse sin necesidad de que ocurra su volcamiento o deslizamiento y es común encontrar deflexiones hasta el 5% de la altura.

La diversidad de empleo de diversas mallas permite escoger un rango de rigidez o flexibilidad en el muro así:

- Si se desea un muro rígido debe emplearse malla electrosoldada, rellenar el gavión con cantos grandes angulosos y colocar una buena cantidad de tirantes de rigidez.
- La malla de triple o doble torsión permite una mayor flexibilidad que la malla electrosoldada. Igualmente, la utilización de cantos redondeados permite una mayor deformación de la estructura del muro.
- Las mallas eslabonadas simples no se deben utilizar cuando se requiere que el muro no sufra deformaciones importantes.

La Figura 16. Muestra el detalle típico del muro de gaviones para la protección de riberas.

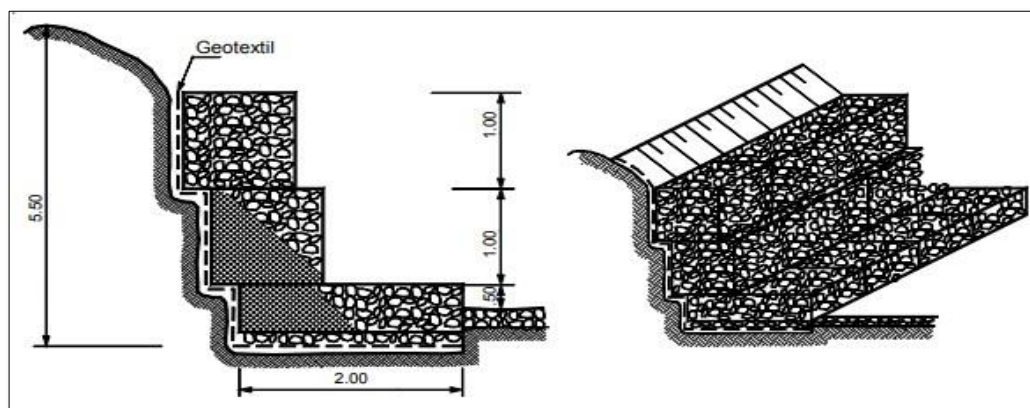


Figura 16 Muro en gaviones

Fuente: Gaviones (2017). Obtenido de :

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16402/1/TRABAJO%20DE%20GRAD%20GAVIONES%20final.pdf>

Entre los tipos de gaviones tenemos: Gaviones caja, gavión tipo colchón y gaviones saco. A continuación, se muestran en la figura 17 Gaviones caja, figura 18 Colchón y figura 19 Gaviones saco.

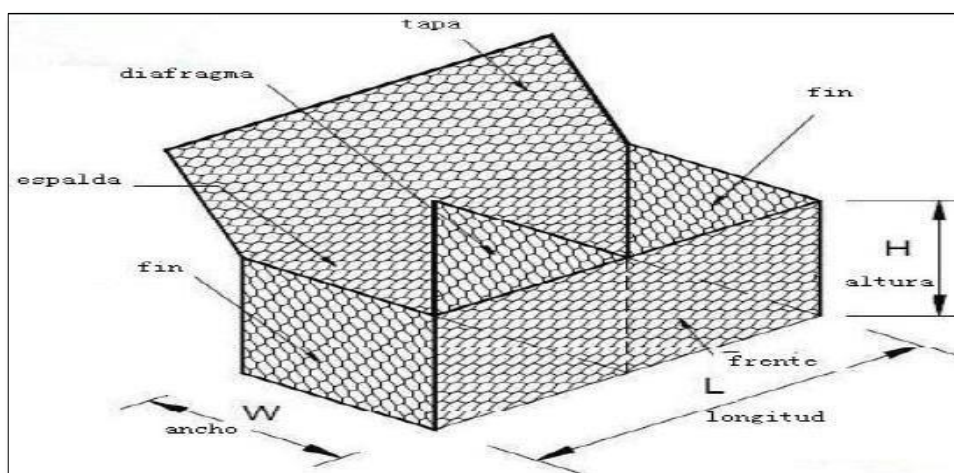


Figura 17 Gaviones tipo caja

Fuente: Sistema de protección y contención de taludes

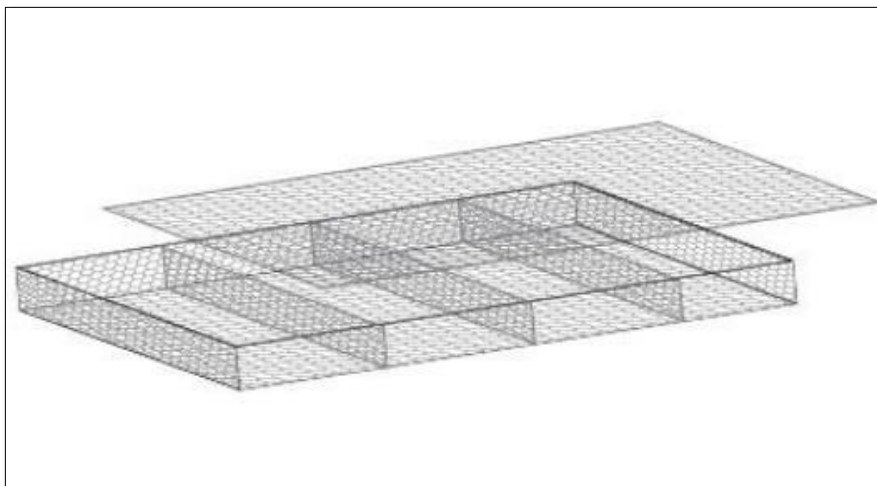


Figura 18 Gaviones tipo colchón

Fuente: Sistema de protección y contención de taludes

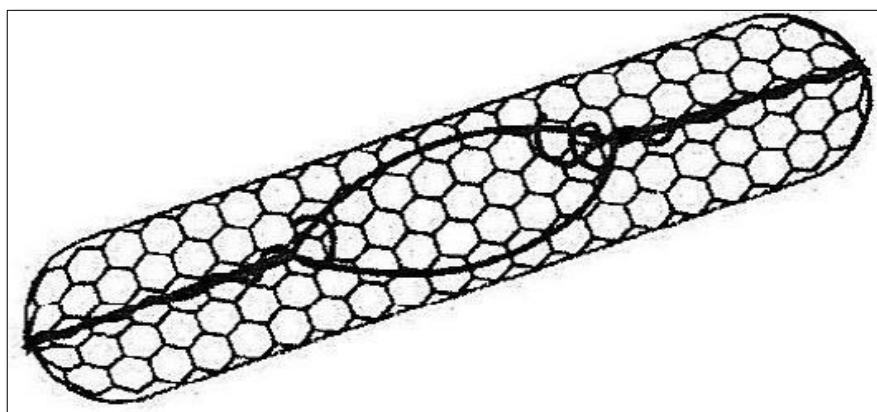


Figura 19 Gaviones tipo saco

Fuente: Sistema de protección y contención de taludes

2.2.3.1.3.1. Usos de los muros de gaviones

Los principales usos que se les dan a los muros hechos con gaviones son los siguientes:

- **Muros de contención:** Son diseñados para mantener una diferencia en los niveles del suelo en sus dos lados, de tal forma que constituyan un grupo importante de elementos de soporte y protección cuando se localiza en lechos de ríos. Usualmente se utiliza en carreteras, caminos forestales, líneas férreas, zonas urbanas y obras de todo tipo que precisen contención de tierras junto con una adecuada integración en el entorno.
- **Conservación de suelos:** La erosión hídrica acelerada es considerada sumamente perjudicial para los suelos, pues debido a éste fenómeno, grandes superficies de suelos fértiles se pierden, ya que el material sólido que se desprende en las partes media y alta

de la cuenca provoca el azolvamiento o sedimentación de la infraestructura hidráulica, eléctrica, agrícola y de comunicaciones que existe en la parte baja.

- **Encauzamiento y Control de ríos:** Protección y defensa de márgenes, incluida su integración medioambiental. En los ríos, el gavión acelera el estado de equilibrio del cauce. Evita erosiones, transporte de materiales y derrumbamientos de márgenes del Río, además el gavión controla crecientes protegiendo valles, áreas de cultivo y poblaciones contra inundaciones.

2.2.3.1.3.2. Caracterización de los gaviones

Los muros de contención con gaviones ofrecen las siguientes ventajas sobre las tradicionales estructuras de contención:

- Resistencia estructural confirmada. El conjunto de gaviones forma una estructura estable a todos los esfuerzos de tracción, compresión y torsión.
- Diseño económico debido a la naturaleza económica de las piezas.
- Su instalación y confección resultan económicas, ya que la mano de obra puede ser no especializada, lo que influye en el costo de la mano de obra.
- Por no exigir mano de obra especializada, son extremadamente ventajosas en lugares con pocos recursos, pudiendo también ser construidas bajo el régimen comunitario, trayendo, en ambos casos, beneficios sociales a la comunidad local.
- No precisan cimentación para la transmisión de las cargas al terreno.
- Su diseño estructural resulta fácil.
- Trabajan por gravedad.
- Su montaje se realiza con mucha rapidez.
- Son estructuras durables y ecológicas. El gavión colocado en obra tiene un periodo de más de 20 años de vida, tiempo en que los arrastres depositados en los intersticios de las piedras y la sedimentación de los mismos originan la formación de un bloque compacto y sólido.
- Poseen una alta flexibilidad y adaptación, acomodándose paulatinamente al terreno de fundación, a medida que va soportando su peso propio.
- Tienen una capacidad altísima de permeabilidad.
- Son estructuras drenantes que desalojan el agua que pueden contener las obras que protegen, eliminando de esta manera una de las principales causas de la inestabilidad de las obras. El gavión relleno no contiene aglutinantes ni cementantes, por lo que

quedan huecos o intersticios. Disipa la energía del agua, disminuye los empujes hidrostáticos. Permite tener saneados los terrenos aledaños a las estructuras.

- Puede incluir técnicas de bioingeniería de suelo para promover el crecimiento de la vegetación y ser más estético.
- Fácil de acoplar a condiciones de campo especiales. Es posible capacitar rápidamente trabajadores no calificados, con supervisión de algunos calificados, para armar los gaviones, rellenarlos y sujetarlos entre sí con alambre de hierro galvanizado. Los gaviones también se pueden armar en la aldea, no es indispensable un equipo mecánico. Sin embargo, deben ser fabricados con todos sus componentes conectados mecánicamente en la fase de producción en fábrica, no pudiéndose entregar en rollos para su armado en obra, según lo especifican las normas ASTM A 975 y ASTM A 974.

2.2.3.1.3.3. Principales aplicaciones

- Encauzamiento y canalizaciones de ríos de óptimo rendimiento.
- Protección contra desprendimientos de piedras en laderas.
- Protección y defensa de márgenes, incluida su integración medioambiental
- Construcción de muros de contención en carreteras, caminos forestales, líneas férreas, zonas urbanas y obras de todo tipo que precisen contención de tierras junto con una adecuada integración en el entorno.
- Construcción de Diques de Regularización y Corrección de Torrentes.
- Protección de erosión por oleajes en taludes de presas.
- Construcción de puentes y pasarelas provisionales.

La Figura 20. Muestra la construcción de muros de gaviones para contener la creciente de los afluentes.



Figura 20 Muros de gaviones frente a derrumbes de suelo residual
Fuente: El comercio

2.2.3.1.3.4. Especificaciones técnicas

2.2.3.1.3.4.1. Las dimensiones estándares de los gaviones

Los gaviones en el mercado mundial poseen una diversidad de dimensiones, razón por la que para el presente trabajo se ha considerado las siguientes dimensiones estándares disponibles en nuestro país: El largo es siempre múltiplo de 1.00 m, varía de 1.00 m. a 4.00 m. El ancho es siempre de 1.00 m; el alto puede ser de 0.50 m o 1.00 m.

Tabla 1 Dimensiones estándar de los gaviones tipo caja

GAVIONES CAJA CON DIAFRAGMA				
DIAFRAGMA			VOLUMEN (m ³)	DIAGRAMAS (CANTIDAD)
LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)		
1.50	1.00	0.50	0.75	-
2.00	1.00	0.50	1.00	1.00
3.00	1.00	0.50	1.50	2.00
1.50	1.00	1.00	1.50	-
2.00	1.00	1.00	2.00	1.00
3.00	1.00	1.00	3.00	2.00

Fuente: Defensas fluviales con gaviones metálicos

2.2.3.1.3.4.2. Resistencia de los gaviones

El gavión como producto terminado, según norma ASTM 975-97 5 (diámetros de alambres, tamaños de cocadas, tipos de recubrimientos, resistencia mínima, etc.) debe poseer todas las aleaciones de acero dulce recocidos incluyendo el acero para las operaciones de amarre y atirantamiento durante la colocación en obra. Las siguientes resistencias mínimas de las mallas:

Tabla 2 Resistencia de gaviones; Normas de recubrimientos de alambres en general, ASTM A 90: Normas sobre cantidad de masa para el recubrimiento. ASTM A641M-98

GAVIÓN TIPO CAJA				
DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA	RECUBRIMIENTO PVC		RECUBRIMIENTO METÁLICO	
	KN/m	Kfg/m	KN/m	Kgf/m
Paralelo a la torsión	42.3	4.31	51.1	5.21
Perpendicular a la torsión	20.4	20.08	26.3	2.68
Conexión a las aristas	17.5	1.78	20.4	2.08
Conexión panel con panel, usando alambre para amarre o sujetadores para traslape	17.5	1.78	20.4	2.08
Prueba de punzonamiento	23.6	2.41	26.7	2.72

Fuente: ASTM 975 –97, indica un resumen de las normas ASTM 641

2.2.3.1.3.4.3. Revestimiento de los gaviones

El gavión debe ser fabricado en red de alambre con revestimiento Galmac. Este alambre debe ser revestido con una aleación de zinc 5% y aluminio (siendo la cantidad mínima de revestimiento en la superficie de los alambres de 244 g/m²).

Tabla 3 Espesores de revestimientos en gaviones según recubrimientos de alambres en general, cantidad de masa para el recubrimiento

CARACTERÍSTICAS		GAVIÓN CAJA	
		RECUBRIMIENTO	
		METÁLICO	P.V.C.
tipo de mallas		8 cm. x 10 cm.	
abertura de mallas		83 mm. X x 114 mm. 3.25 pulg. X 4.50 pulg,	83 mm. X x 114 mm. 3.25 pulg. X 4.50 pulg,
φ de alambre de malla (mm)		3.050	2.700
φ de alambre de borde (mm)		3.800	3.400
φ de alambre de amarre (mm)		2.200	2.200
φ de alambre de traslape (mm)		3.000	3.000
φ de alambre de atiesado (mm)		2.200	2.200
Espesor de revestimiento de PVC	Nominal	no aplicable	0.50(0.020)
	Mínimo	no aplicable	0.38(0.015)

Fuente: Norma ASTM A 975-97. Características de las mallas de los gaviones.

2.2.3.1.3.4.4. Características de la red

- Todos los bordes libres del gavión caja, incluso el lado superior de los laterales y de los diafragmas, deben ser enrollados mecánicamente en vuelta de un alambre de diámetro mayor, en este caso de 3 mm para que la red no se desarme y adquiera mayor resistencia.
- Cada gavión caja con largo mayor que 1.50 m. debe ser dividido en celdas por diafragmas colocadas cada metro.
- El lado inferior de los laterales y de los diafragmas debe ser cosidos al paño de base, durante la fabricación, con una espiral de alambre de 2.2 mm de diámetro.
- Con los gaviones caja, deben ser provistos de una cantidad suficiente de alambre para amarre y atirantamiento de 2.2 mm de diámetro. Su cantidad, con relación al peso de los gaviones, es de 8% para los de 1.00 m de altura y de 6% para los de 0.50 m.
- La norma ASTM 975 –97 recomienda dimensiones de cocadas según la velocidad del agua, y no recomienda el uso de cocadas con dimensiones mayores (10x20), pues disminuye la resistencia estructural e hidráulicamente es ineficiente, inclusive su funcionalidad puede verse comprometida.

- Para el caso de gaviones caja, se recomienda usar cocadas de 8 x 10 cms con diámetros de alambres de 2.70 mm. y 3.40 mm. respectivamente, dependiendo si este es plastificado o triple zincado, como se muestra en la figura 21.

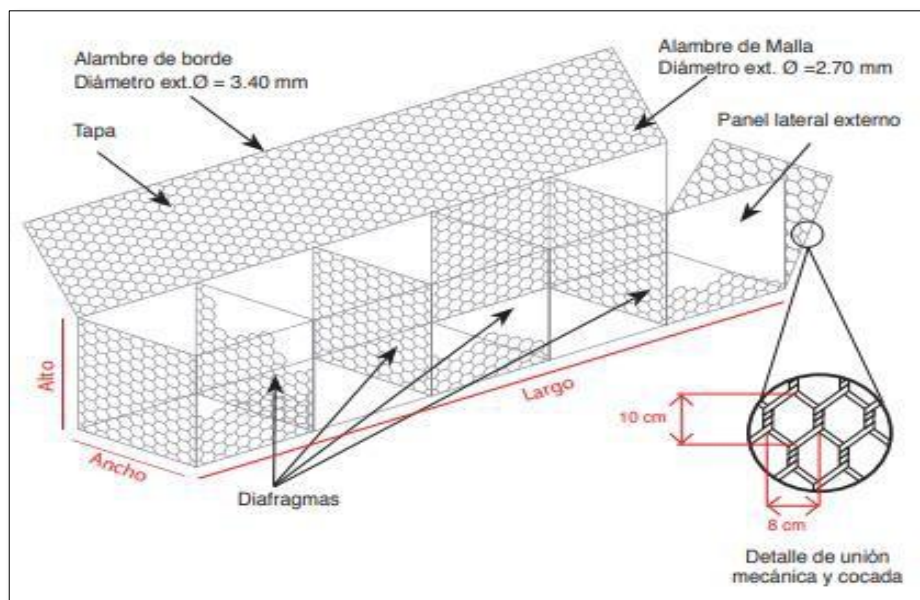


Figura 21 Características de gaviones tipo caja para la malla tipo 8 x 10 cms

Fuente: Prodac – gaviones tipo caja 8 x 10 cms

2.2.3.1.3.4.5. Características de los agregados

- Los valores promedio de los pesos específicos de los rellenos varían entre 1700 Kgf/m³ a 1800 Kgf/m³.
- Las dimensiones de las piedras de relleno en todos los casos deben ser mayores al tamaño de las cocadas. Para elegir el tamaño de estas se debe tener en cuenta que mientras mayores sean las dimensiones del agregado, mayores serán los espacios entre los mismos; disminuyendo el efecto dissipador contra las corrientes erosivas y por ende aumentando los espesores de las protecciones con gaviones.
- Las piedras a colocar serán de buena calidad, densas, tenaces, durables, sana, sin defectos que afecten su estructura, libre de vetas, grietas y sustancias extrañas adheridas e incrustaciones cuya alteración posterior pueda afectar a la estabilidad de la obra.

2.2.3.1.3.4.6. Proceso de construcción

1. Preparar convenientemente la superficie de asiento. Colocar sobre está la estructura metálica: desdoblarla, extenderla en el suelo y pisarla red hasta eliminar las irregularidades. Como se muestra en la figura 22.

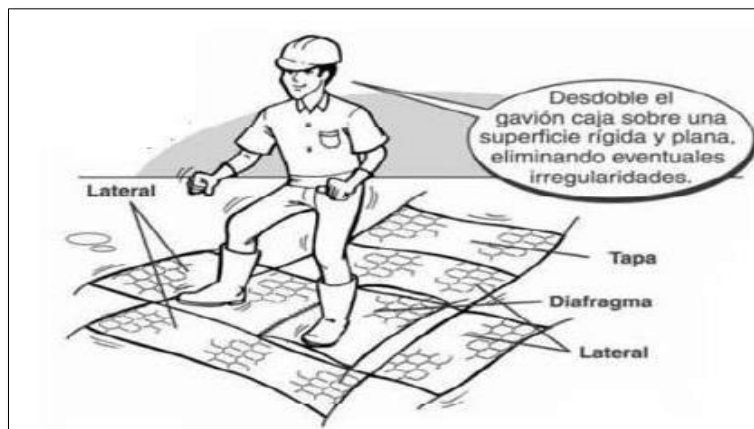


Figura 22 Desblode de la estructura metálica

Fuente: Heshuo Metálicos Productos S.L. colocación de gaviones

2. Doblar los paneles para formar la caja, juntar los cantos superiores entrecruzando los alambres que salen de los paneles.



Figura 23 Formación de la caja metálica

Fuente: Heshuo Metálicos Productos S.L. colocación de gaviones

3. Cortar un pedazo de alambre de 1.5 m de largo y fijarlo en la parte inferior de las aristas. Amarre los paneles en contacto, alternando vueltas simples y dobles a cada malla (estas costuras se ejecutarán en forma continua). Repetir la operación con los diafragmas. Como se detalla en la figura 2-23.
4. Amarrar varias cajas en grupos, siempre con el mismo tipo de costura. Lleve los grupos de cajas hasta el lugar determinado en el diseño y amarrarlos a las cajas ya colocadas, por medio de resistentes costuras a lo largo de todas las aristas en contacto. Esta operación de vincular entre sí las distintas piezas es de fundamental importancia para la estabilidad de la obra, ya que estas formas deben actuar como una estructura monolítica para tolerar las deformaciones y asentamiento que pueden llegar a producirse. Los amarres deben ser como de detalla en la figura 24.



Figura 24 Amarre de cajas en grupos

Fuente: Heshuo Metálicos Productos S.L. colocación de gaviones

5. Alinear las cajas antes de rellenarlas, como se muestra en la figura 25, puede usarse encofrados de madera para una buena terminación de alineación.



Figura 25 Alineamiento de las cajas

Fuente: Heshuo Metálicos Productos S.L. colocación de gaviones.

6. Llenar las cajas hasta $1/3$ de su capacidad total. Fijar dos tirantes horizontales y llenar hasta los $2/3$. Fije otros dos tirantes y acabe el llenado hasta 1 a 5 cm por arriba de la altura de la caja. Así como me muestra en la figura 26.

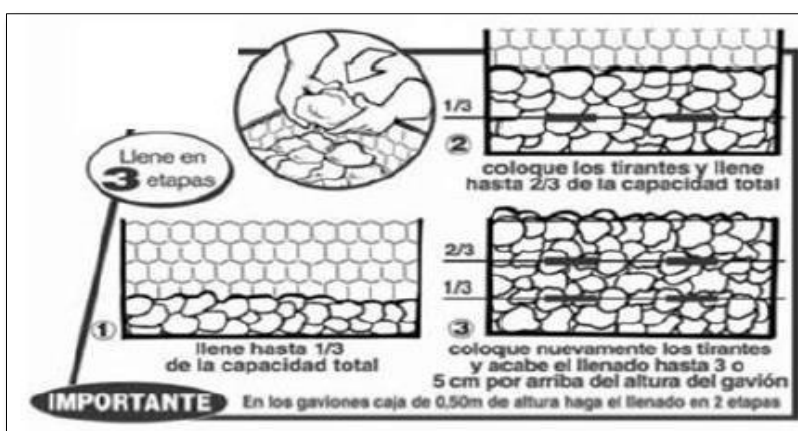


Figura 26 Llenado de cajas

Fuente: Heshuo Metálicos Productos S.L. colocación de gaviones.

7. Cerrar el gavión, bajando la tapa, la que será cosida firmemente a los bordes de las paredes verticales. Se deberá cuidar que el relleno sea el suficiente, de manera tal que la tapa quede tensada confinando la piedra. Como se detalla en la figura 27.



Figura 27 Doblado de tapas y amarre

Fuente: Heshuo Metálicos Productos S.L. colocación de gaviones.

Como recomendación debemos emplear los geotextiles por que actúan como filtro evitando la contaminación de los gaviones con los finos del talud, a causa de las filtraciones. Disipan las presiones hidrostáticas sobre el espaldón de los gaviones, asegurando su estabilidad e impiden la socavación de los materiales del talud. [17]

2.2.4. Normativa

Este proyecto de investigación tiene su normativa en los siguientes capítulos:

- Grupo de ingeniería del agua y del medio ambiente. Modelización bidimensional del flujo en lámina libre en aguas poco profundas. Manual básico de usuario del software Iber para el diseño de defensas ribereñas: El vigente manual fue desarrollado para el uso del programa "IBER" y está dirigido a los profesionales e instituciones que están involucrados en obras de protección de cauces o defensas ribereñas.
- Ley de recursos hídricos N.º 29338:
 - a) Encauzamiento de cursos de agua y defensa ribereña, en sus artículos 223º y 224º, hace mención a las obras de encauzamiento y defensa ribereña y a la autorización para la ejecución.
 - b) Decreto Supremo N.º 039-2008-AG, que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua –ANA. En el artículo 31º, establece que la Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales, debe coordinar acciones para prevenir o minimizar los efectos

de eventos extremos, así como promover obras de encauzamiento, defensa ribereña y protección de estructuras de captación de los ríos. [18]

- Norma E.050 suelos y cimentaciones. (reglamento nacional de edificaciones, 2012).
 - a) El objetivo de esta norma es establecer los requisitos para la ejecución de Estudios de Mecánica de Suelos (EMS), con fines de cimentación, de edificios y otras obras indicadas en esta norma. Los EMS se ejecutarán con la finalidad de asegurar la estabilidad y permanencia de las obras promover la utilización racional de los recursos. El ámbito de aplicación de la norma comprende todo el territorio nacional. Las exigencias de esta norma se consideran mínimas.
 - b) La presente norma no toma en cuenta los efectos de los fenómenos de geodinámica externa y no se aplica en los casos que haya presunción de la existencia y ruinas arqueológicas; galerías u oquedades subterráneas en origen natural o artificial. En ambos casos deberán efectuarse estudios específicamente orientados a confirmar y solucionar dichos problemas
- Norma E.060 concreto armado (reglamento nacional de edificaciones, 2013).
 - a) Este reglamento cuenta con especificaciones especiales para muros en el capítulo 14. Las disposiciones de este Capítulo son aplicables a muros sometidos a los estados de carga siguientes:
 - Muros sometidos a carga axial con o sin flexión transversal a su plano, denominados muros de carga.
 - Muros sometidos a cargas normales a su plano.
 - Muros de contención.
 - b) Se revisará esta parte de la norma, debido a que se pueden utilizar defensas ribereñas de concreto en las partes más urbanas.
- Ministerio de Agricultura, Autoridad Nacional del Agua. Manual River de Diseño de Defensas Ribereñas Perú.
 - a) El presente manual fue desarrollado para el uso del programa “RIVER” y está dirigido a los profesionales e instituciones que están involucrados en obras de protección de cauces o defensas ribereñas.
 - b) Este manual fue elaborado por el Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Captación - PERPEC de la Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales - ANA y debe ser tomado como una referencia para el buen diseño de estructuras laterales y espigones.

III. Materiales y métodos

3.1. Tipo de investigación

El proyecto análisis y diseño de la defensa ribereña en el cauce del Río Serrano, tramo el Pozo hacia la desembocadura del Río Saposo, Distrito Saposo, Provincia Huallaga, Departamento San Martín, tiene los siguientes tipos de investigación:

- Según el diseño de investigación es **descriptiva**, ya que se visitó la zona donde se llevará a cabo el proyecto y se realizó una descripción de las condiciones actuales en la que se encuentra, mediante la recolección de datos, análisis previo e interpretación que ayude a dar solución a este problema.
- Según el fin de este proyecto es **aplicativa**, porque después de recolectar los datos sobre la problemática se aplicarán los conocimientos aprendidos durante la carrera de Ingeniería Civil Ambiental para realizar el diseño de las estructuras, cumpliendo con los objetivos trazados en el proyecto.

Además, en la interpretación y análisis de resultados se tendrá en cuenta lo siguiente: El estado actual de la zona de estudio. La recopilación de información y los resultados obtenidos en la visita en campo (socavaciones, estudio de suelos, etc.).

Este tipo de estudio nos permite explicar, comprender e interpretar el por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones. Con este tipo de investigación se busca encontrar las causas del problema.

3.2. Población, muestra

- La población a la cual se estudiará es la que abarca el área de la subcuenca del Río Serrano.
- La muestra, es la población que se encuentra en los alrededores del Río Serrano en el tramo el Pozo hacia la desembocadura del Río Saposo, tanto en la margen derecha e izquierda.

3.3. Métodos

- **Observación Directa:** Reconocimiento de la zona afectada para recolectar datos e imágenes que ayuden a la elaboración del proyecto mencionado.
- **Evaluación In situ:** Determinar las condiciones del terreno y áreas afectadas por las inundaciones.
- **Recolección de fotos e información de antecedentes:** Estas fotos e información brinda defensa civil de sucesos pasados que ocurrieron por el desborde del río sisa.

- **Experimental:** A las muestras de suelo y agua de la zona se realizarán diversos ensayos en laboratorio para obtener sus características; además se realizarán estudios a los materiales que se utilizarán en el proyecto.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Zona de estudio

3.4.1.1. Ubicación de la zona del proyecto

El área de estudio se ubica en el Departamento de San Martín, Provincia de Huallaga, Distrito

de Saposoa. El Distrito de Saposoa se ubica entre los $6^{\circ}56'11''$ de latitud sur y $76^{\circ}46'19''$ de longitud oeste, a una altitud media de 307 m.s.n.m.

La Figura 28. Muestra la ubicación de los puntos de inicio y fin de la zona en estudio en la localidad de Saposoa.



Figura 28 Estudio de la zona

Fuente: Google Earth Pro (2020). Tramo del Río Serrano del punto A al punto B

La zona en estudio se ubica entre los puntos A (Desembocadura del Río Saposoa) y B (El Pozo) cuyas coordenadas geográficas se detallan en la Tabla 4.

La distancia entre los puntos A y B mide 1+562.220 km a lo largo del Río Serrano.

Tabla 4 Coordenadas geográficas del punto de inicio y fin de la zona de estudio

PUNTO A	ESTE	NORTE	LATITUD	LONGITUD	COTA (m.s.n.m)
A	303981	9233260	$6^{\circ}55'59.82''$ S	$76^{\circ}46'27.07''$ O	305.150
B	304339	9234015	$6^{\circ}55'35.29''$ S	$76^{\circ}46'15.32''$ O	310.424

3.4.2. Estudio topográfico

Se realizó el levantamiento topográfico de la zona de estudio, sobre ambas márgenes del Río Serrano con Estación total, para la posterior obtención de un plano a curvas de nivel cada 1.00 metro de elevación, perfil longitudinal, secciones transversales, pendientes, mediante el Software AutoCAD Civil 3D. El tramo identificado en campo se complementó con un promedio de 100 m margen derecha e izquierda hacia las riberas. Se utilizó instrumentos como la estación total, trípode, prismas, jalones, wincha, GPS, libreta de campo, entre otros.

La Figura 29. Muestra el levantamiento topográfico de la zona de estudio sobre el Río Serrano con Estación total.



Figura 29 Levantamiento topográfico

3.4.3. Estudio de mecánica de suelos

- **Análisis granulométrico por tamizado (NTP 339.128).** Se realiza para clasificar el suelo según el tamaño de sus partículas. determinando así el porcentaje que pasa y que se retiene en cada tamiz. Ese ensayo se realiza mediante un juego de tamices que se ubican de forma decreciente desde 3" hasta el tamiz N° 200 (0.074 mm).
- **Contenido de Humedad (NTP 339.127).** Con este ensayo se determina el contenido de humedad de una muestra de suelo. El contenido de humedad está formado por la relación entre el peso del agua contenida en la muestra y el peso de la muestra secada en el horno, el resultado obtenido está expresado en porcentaje.

Es una de las características más importantes para explicar el comportamiento del suelo como: Cambios de volumen, cohesión, estabilidad mecánica.

$$W = \left(\frac{w_w}{w_s} \right) \times 100$$

Dónde:

W= Contenido de humedad expresado en porcentaje (%); Ww = Peso del agua presente en la muestra de suelo; Ws = Peso seco del suelo.

- **Ensayo para determinar el Límite líquido y Límite plástico del suelo (NTP 339.129).**

- ✓ **Límite líquido:** Es una medida de la resistencia al corte del suelo a un determinado contenido de humedad.

$$LL = W^n \left(\frac{N}{25} \right)^{0.121}$$

Donde:

N: Número de golpes que causa el cierre de la abertura para el contenido de humedad.

Wn: Contenido de humedad del suelo, para N golpes.

- ✓ **Límite plástico:** Se basa en el nivel de cohesión de las partículas de un suelo y su solidez a aquellas fuerzas exteriores que tienden a alterar y dañar su estructura. Es el contenido de humedad que tiene el suelo en el lapso de pasar del estado plástico al semi sólido. Este ensayo se realiza formando barritas de suelo de unos 3 mm de diámetro, rodando las barritas entre la palma de la mano y una superficie lisa, sin que dichos objetos se desmoronen.

$$LP = \left(\frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del suelo secado en el horno}} \right) \times 100$$

- ✓ **Índice de plasticidad:** Está dado por la diferencia de las cantidades de agua del límite líquido y el límite plástico, es decir cuando el suelo permanece en estado plástico se le conoce como Ip.

$$Ip = LL - LP$$

- **Corte directo (NTP 339.171).** Este ensayo se realiza para determinar la Resistencia al esfuerzo cortante de los suelos. Además, determinar el ángulo de fricción y la cohesión del suelo y con eso determinar la capacidad portante. Consiste en aplicar esfuerzos verticales y horizontales a muestras de suelo para determinar el instante de falla a cortante. También, se hace uso del análisis de regresión lineal para obtener el ángulo de fricción interna y la cohesión del suelo.

- **Gravedad específica.** Para determinar el peso específico del suelo y de que está compuesto este. Además, para ver la cantidad de sólidos en suspensión.
- **Peso volumétrico.** Para determinar el peso del suelo por metro cubico.
- **Resistencia por abrasión en la Máquina de los Ángeles NTP 400.019: 2014.** Con este ensayo se calcula la medida de degradación de los agregados (roca) sometida a acciones de desgaste, se coloca la roca dentro de la máquina de los ángeles donde rota junto con 11 esferas de acero durante cierto número de revoluciones, luego se pasa para medir su desgaste.

3.4.4. Estudio hidrológico e Hidráulica (Fluvial)

El estudio describe las características del área de drenaje del Río Serrano, haciendo énfasis en las características geomorfológicas, climatológica, de suelos y cobertura vegetal. Para calcular los parámetros de forma y de relieve para la cuenca se utilizó los Software de Google Earth, Global Mapper y AutoCAD Civil 3D, donde se importó el área de la cuenca del Google Earth al Global Mapper para obtener las curvas de nivel y el tramo principal del Río Serrano, y finalmente el AutoCAD Civil 3D para delimitar la cuenca y la subcuenca, así obtener su área, perímetro, longitud del Río, ancho de la cuenca, pendientes. Asimismo, se hace referencia al cálculo del caudal máximo para periodos de retorno de 5, 50, 100 y 500 años. Los cálculos se realizaron en base al modelo hidrológico Precipitación - Escorrentía del US SCS, tomando una data histórica de lluvias máximas diarias de la estación climatológica CO-Saposa, la cual es perfectamente representativa para la climatología de la cuenca aportante Río. Serrano; con una serie de datos pluviométricos que va desde el año 1997 hasta el año 2018 (serie de 22 años), cuya área de drenaje es aproximadamente de 44.7459 Km².

La simulación hidráulica del tramo de estudio (1+562.220 km) del Río Serrano hasta su desembocadura en el Río Saposa, se realizó en flujo permanente y en régimen mixto, empleándose para ello el modelo hidráulico HEC-RAS.

3.4.5. Evaluación del impacto ambiental

Para realizar esta evaluación se realizó una visita a la zona del proyecto para recolectar datos, los cuales posteriormente serán utilizados en esta evaluación, como, por ejemplo, que factores se verán afectados con la construcción de este proyecto y así poder realizar un plan de gestión ambiental adecuado. También se realizará la matriz de Leopold para ver y analizar cuanto

impacta este proyecto en cada etapa de construcción y en cada factor (Suelo, aire, agua, salud, economía, entre otros.).

3.5. Plan de procesamiento de datos

3.5.1. Fase I

- Reconocimiento del tramo donde se va a realizar el proyecto.
- Coordinar con las autoridades donde se va a realizar el proyecto, para obtener la constancia de que el proyecto no existe y que se comprometan a brindar la información necesaria para el proyecto.
- Recolectar la información de la ANA, Defensa civil, Junta de regantes y población de la zona: Antecedentes de la zona, información sobre los caudales del Río Serrano en los últimos años, daños ocasionados, entre otros.
- Revisar y analizar las normas vigentes.

3.5.2. Fase II

- Evaluar el estado actual de la zona donde se realizará el proyecto.
- Determinar los puntos críticos en la zona donde se diseñará Defensa Ribereña.
- Levantamiento topográfico del tramo a evaluar.
- Se elaboraron los planos topográficos (planta, perfil y secciones transversales) del área del proyecto.
- Realizar las calicatas en el tramo del proyecto, para obtener las muestras inalteradas y alteradas del suelo.
- Realizar ensayos granulométricos, Contenido de humedad, Límites de Atterberg y corte directo a las muestras de suelo.

3.5.3. Fase III

- Se realizará el estudio hidrológico.
- Se realizará el estudio de suelos.
- Se realizará el modelamiento hidráulico en el Hec-RAS.
- Se realizará el modelamiento hidráulico en el IBER.
- Se evaluará alternativas de defensas ribereñas.
- Se iniciará la Evaluación de Impacto Ambiental que genera el proyecto.

3.5.4. Fase IV

- Continuación de la Evaluación de Impacto Ambiental que genera el proyecto.

- Se evaluará y seleccionó la mejor alternativa de defensas ribereñas.
- Se elaborará la memoria de cálculo.
- Elaboración de planos definitivos.
- Elaboración del cronograma de obra.

3.5.5. Fase V

- Elaboración del informe Final del Impacto Ambiental que genera el proyecto.
- Análisis de Resultados.
- Se elaborará el modelamiento hidráulico.
- Conclusiones y Recomendaciones.

3.6. Procedimientos

3.6.1. Estudio hidrológico

3.6.1.1. Análisis hidrológico de la cuenca aportante

La Amazonía es la selva tropical más extensa del mundo repartidos entre nueve países sudamericanos. La mayor extensión de la selva amazónica la poseen Brasil y Perú. El territorio peruano está cubierto por más de 60% de Amazonía y es una de las áreas con mayor biodiversidad y endemismo del planeta.

En este extenso territorio, se ubica la cuenca del Río Huallaga, la cual es alargada, predominantemente sigue una dirección suroeste-noreste; y como tributario importante por la margen izquierda se encuentra el Río Saposoa. Dentro de esta cuenca se encuentra la microcuenca del Río Serrano, curso de agua urbano que disecta la Ciudad de Saposoa, en dos barrios, el Primer Cuartel y el Segundo Cuartel.

Aproximadamente a 2.00 Km del inicio de la zona de estudio se encuentra la desembocadura del Río Serrano sobre la margen izquierda del Río Saposoa, el cual sigue un sentido N-S. Este nace en las últimas estribaciones (Faja Subandina) de la cadena oriental de los andes del norte, en la provincia de Huallaga, frontera con la provincia de Bellavista, Distrito de San Pablo, a una altitud de 1320 msnm. A su paso recorre principalmente la ciudad Capital de la Provincia de Huallaga, el Distrito de Saposoa. En un inicio tiene un cauce torrentoso, conforme se va haciendo paso entre el relieve accidentado de esta parte de la cuenca alta hasta llegar a la cuenca media y baja en la cual se desarrolla un pequeño valle agrícola. Cuenta con una longitud total hasta su desembocadura de 12.0618 Km aproximadamente. Su cauce se vuelve meándrico a partir del Km 10.50 desde su nacimiento, cerca de la localidad de Saposoa. Tiene un ancho

promedio de 10-15 m hasta la cuenca media, a partir de esta zona su ancho aumenta hasta los 25 m en algunos sectores, hasta su desembocadura.

El Río Serrano no es navegable en ningún punto de su trayectoria. Cuenta con una velocidad media de 0.60 m/s, la cual disminuye hasta 0.30 m/s hacia su desembocadura en un régimen medio mensual. En la cuenca alta y parte de la cuenca media tiene un lecho gravoso, el cual va desapareciendo hasta presentar un lecho de material fino arcillo arenoso. Por presentar poca velocidad, y por la génesis de las rocas en su nacimiento, sus aguas son turbias en todos los meses del año, sea cual sea el régimen de caudal, bajo, medio o alto.

El comportamiento meteorológico de la cuenca, se halla estrechamente vinculado al comportamiento evolutivo del Río. La cuenca del Río Serrano no es muy extensa, así que los fenómenos climatológicos son similares en toda su extensión. La estación meteorológica (SENAMHI) representativa de dicha cuenca: CO-Saposo, manifiesta una precipitación anual de 1165 mm a 1824 mm, la cual la catalogan como una cuenca de precipitación mediana de selva baja. Según el mapa de caracterización de zonas de vida de Holdridge, la microcuenca del Río Serrano se encuentra en la zona Bh-PT, (Bosque húmedo Premontano tropical).

La Figura 30. Muestra el extenso territorio, donde se ubica la cuenca del Río Huallaga, la cual es alargada, predominantemente sigue una dirección suroeste-noreste; y como tributario importante por la margen izquierda se encuentra el Río Saposo

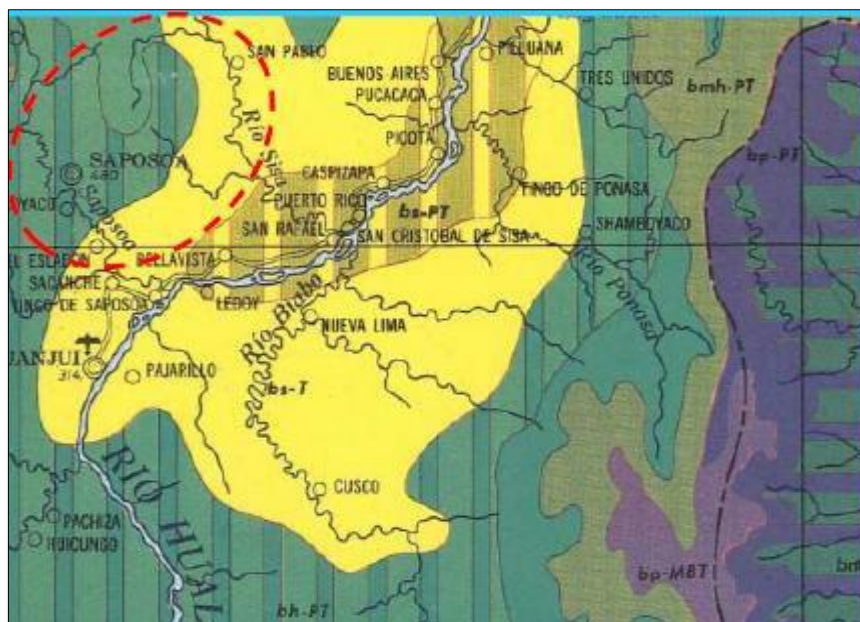


Figura 30 Territorio de la zona de estudio para la delimitación de la cuenca
Fuente: Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales - ONERN

Las temperaturas máximas más altas se registran en la localidad de Saposoa, cerca de la desembocadura del Río Serrano en el Río del mismo nombre. Según la estación CO-Saposoa, la temperatura máxima media mensual es del orden de 34°C.

La temperatura mínima media mensual es 14°C. La temperatura media mensual es de 22°C registrada en los últimos 20 años.

Para el modelamiento hidrológico de la cuenca aportante del Río Serrano y el cálculo del caudal de diseño, se ha tomado información de precipitación máxima diaria de la estación CO- Saposoa, con 22 años de registro (1997 – 2018).

Tabla 5 Registro Hidrometeorológico de la Estación CO-Saposoa

REGISTRO HIDROMETEREOLÓGICO													
ESTACIÓN:	SAPOSOA			LATITUD:	06°54'01"			DEPARTAM.:	SAN MARTIN				
CÓDIGO:	000211			LONGITUD:	76°46'01"			PROVINCIA:	HUALLAGA				
TIPO:	CO			ALTITUD:	320.0 msnm			DISTRITO:	SAPOSOA				
PRECIPITACION MÁXMA EN 24 HORAS (mm)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MÁXIMA
1997	12.5	64.1	20.8	46.6	20.6	15.9	9.5	37.8	62.7	39.9	24.7	22.9	64.1
1998	19.4	108.4	76.8	40.6	30.7	30.4	20.9	27.2	34.2	35.2	66.1	48.8	108.4
1999	42.9	49.7	50.5	17.7	30.2	51.5	33.9	30.2	23.3	68.2	56.5	48.7	68.2
2000	14.7	27.2	26.7	49.9	46.0	35.4	44.6	18.6	42.8	47.1	50.2	106.7	106.7
2001	26.9	50.3	56.5	29.5	67.6	6.2	21.6	35.3	17.4	102.4	42.1	45.6	102.4
2002	37.7	17.3	27.5	60.2	25.9	27.4	56.7	18.4	84.6	47.5	34.2	7.1	84.6
2003	14.2	29.2	61.2	41.5	62.3	29.2	30.3	27.1	25.2	55.6	67.4	65.5	67.4
2004	6.6	17.0	33.0	17.8	12.6	31.7	13.7	58.3	33.4	31.7	54.3	78.8	78.8
2005	31.7	15.4	29.7	57.2	54.3	18.9	5.3	21.6	19.2	42.6	58.0	69.2	69.2
2006	26.4	43.6	32.2	44.9	28.6	34.8	26.7	16.5	27.3	77.3	94.2	20.5	94.2
2007	28.8	21.6	67.3	37.8	63.7	45.9	11.1	26.2	29.5	48.1	69.0	33.6	69.0
2008	60.4	70.4	54.6	40.9	47.2	24.3	26.4	23.9	78.6	40.8	49.8	37.0	78.6
2009	72.6	35.3	25.0	54.2	52.2	22.8	5.0	24.2	16.6	41.2	65.0	37.2	72.6
2010	5.6	32.9	25.2	32.8	83.6	22.4	42.6	25.4	6.8	27.6	42.3	16.9	83.6
2011	48.6	25.2	52.0	64.6	21.9	53.0	31.9	30.2	31.4	24.0	84.1	82.0	84.1
2012	66.5	43.2	31.3	65.1	21.8	47.1	21.2	18.7	35.7	73.8	46.0	45.8	73.8
2013	42.5	50.2	85.4	32.4	36.1	31.8	14.2	72.0	36.2	28.4	59.7	42.2	85.4
2014	14.2	32.9	28.2	62.3	12.7	37.2	35.9	31.3	49.0	70.1	48.0	11.0	70.1
2015	42.4	75.3	21.6	49.2	31.2	27.2	57.8	13.9	50.4	41.5	23.0	38.3	75.3
2016	20.8	33.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.8
2017	0.0	0.0	0.0	0.0	26.5	12.3	34.8	67.8	0.0	31.6	55.8	45.5	67.8
2018	30.2	94.8	30.6	42.7	36.0	8.8	31.6	13.2	0.0	0.0	26.1	32.5	94.8
No. DATOS	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0
MEDIA	30.3	42.6	38.0	40.4	36.9	27.9	26.2	29.0	32.0	44.3	50.8	42.5	78.8
D.S	19.8	26.6	22.3	18.7	20.6	14.2	15.9	17.3	23.0	24.0	21.1	26.0	16.6
C.V	0.7	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	0.6	0.7	0.5	0.4	0.6	0.2
MINIMA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.8
MAXIMA	72.6	108.4	85.4	65.1	83.6	53.0	57.8	72.0	84.6	102.4	94.2	106.7	108.4

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e hidrología del Perú - SENAMHI

Luego, la serie regionalizada al punto de altitud media mediante el segundo criterio de la metodología del Vector Regional (Brunet Moret) se somete al método de momentos indirectos, en la que se obtienen precipitaciones máximas para periodos de retorno 5, 50, 100 y 500 años. Finalmente, la precipitación que se ajusta a la prueba de bondad de Nash se transforma en escorrentía máxima mediante el método del Hidrograma unitario SCS US. Finalmente, se determinó el caudal máximo de diseño para los periodos de retorno 5, 50, 100 y 500 años, referidos a la zona del proyecto de toda la cuenca aportante del Río Serrano. El área total de la cuenca aportante del proyecto resultó 44.7459 Km².

La Figura 31. Muestra la delimitación de la cuenca del Río Serrano, obteniendo el área total de la cuenca aportante, longitud del efluente mayor y longitud del perímetro.

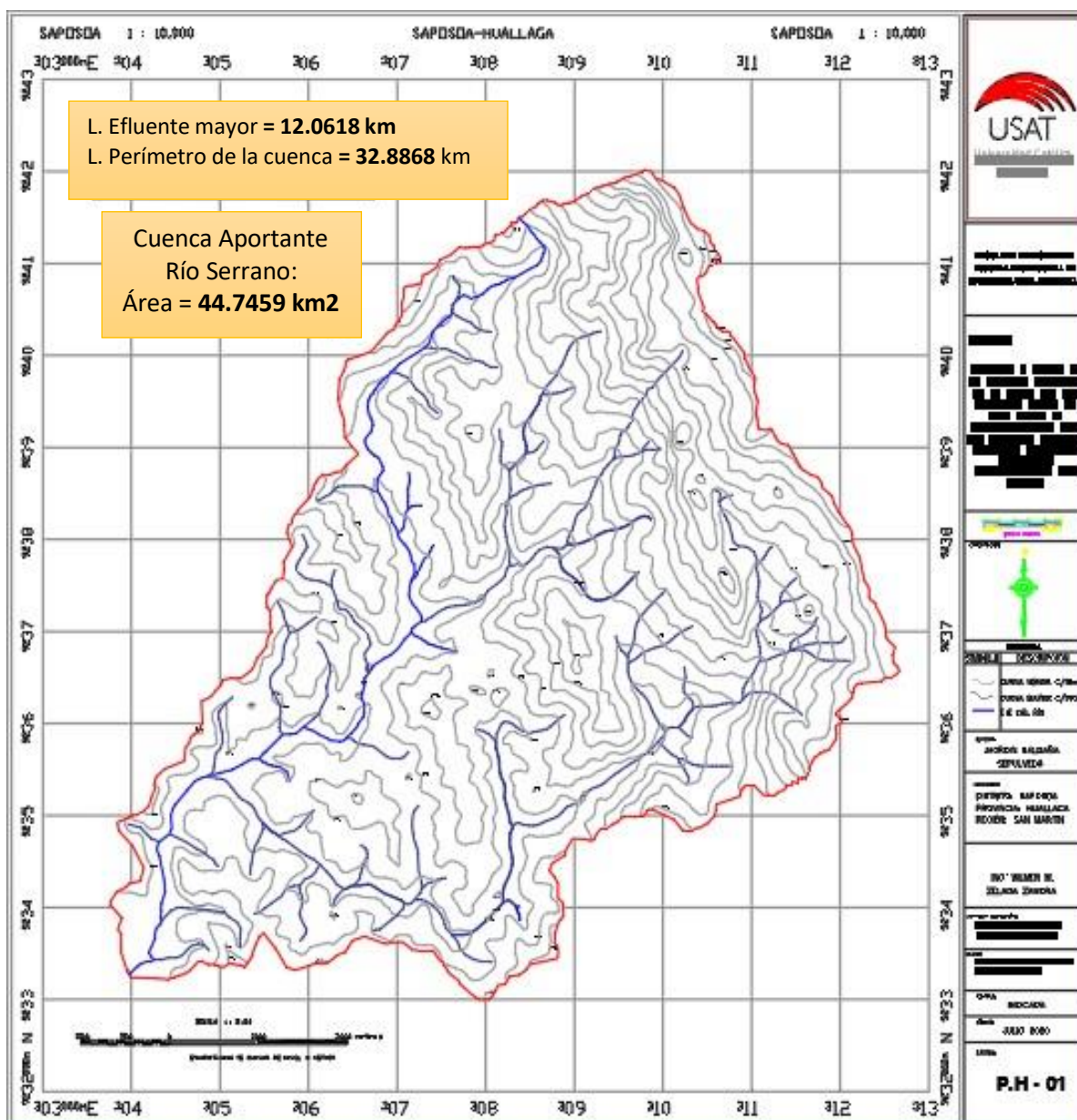


Figura 31 Delimitación de la cuenca Río Serrano mediante el Software AutoCAD Civil 3D.

3.6.1.1.1. Principales amenazas en la cuenca

La microcuenca del Río Serrano como se ha visto, cuenta con área poco extensa, por lo que eventos de desastres son comunes en ella. Entre los principales fenómenos, cuya acción directa o indirectamente causa un desastre, tenemos: fenómenos Hidrogeodinámicos (inundaciones, derrumbes, deslizamientos, huaicos), fenómenos meteorológicos (lluvias intensas, vientos fuertes, sequía, huaicos), fenómenos geológicos (deslizamientos), fenómenos biológicos y fenómenos inducidos, y los efectos que se derivan de estos.

Los deslizamientos, vientos, lluvias, crecientes de los ríos, y quebradas, son fenómenos naturales que como tales no los podremos evitar y su existencia no significa necesariamente que ocurrirá un desastre, pero si la presencia de un peligro natural, como en el caso de las inundaciones en la zona del proyecto.

3.6.1.1.2. Deslizamientos e inundaciones

En la microcuenca aportante del proyecto las inundaciones serían provocadas principalmente por la conjunción de dos situaciones: el incremento de caudal del Río Serrano y también del Río Saposo, como las últimas ocurridas en diciembre 2015, por mencionar los más recientes. Este último evento dio como resultado la inundación de los sectores La Concordia, Cahuide y el mercado central.

Según versiones de pobladores antiguos de la localidad, manifiestan que en años anteriores (décadas de los 70 y 80) la ciudad ha sufrido las más severas inundaciones, llegando incluso a 1.50 m a nivel de la losa deportiva (margen derecha Río Serrano) y 1.20 m en el mercado de Saposo (margen izquierda Río Serrano). Luego de ello no han vuelto a soportar tales niveles de inundación, sin embargo, existe el peligro de que estas vuelvan a suceder, causando mayores pérdidas inclusive debido al crecimiento de la localidad. De dichas inundaciones no existen registros fotográficos.

3.6.1.1.3. Análisis y tratamiento de la información hidrometeorológica

El análisis de la información hidrometeorológica es complejo y muy difícil de predecir. El tiempo atmosférico nos habla del estado de las variables atmosféricas, de un determinado lugar, en un momento determinado.

El clima informa sobre esas mismas variables, promedio, en el mismo lugar, pero en un periodo temporal mucho más largo, por lo que, para generar los caudales a nivel de la zona de estudio, se utilizará información pluviométrica disponible de la estación CO Saposo, cercana y representativa de la cuenca aportante del proyecto.

La metodología de trabajo es la que se describe en el ítem 3.6.1.1 del presente estudio.

3.6.1.1.4. Parámetros considerados para el comportamiento hidrometeorológico

Los parámetros considerados para la hidrometeorología a nivel de cuenca, los define el CONAM de la siguiente forma:

- Precipitación: Distribución temporal y espacial (incluyendo eventos extremos como altas precipitaciones o sequías).
- Temperatura: distribución temporal y espacial (incluyendo eventos extremos como altas temperaturas o bajas temperaturas).
- Humedad Relativa.
- Evapotranspiración potencial.
- Balance hídrico.

Sin embargo, para la estimación del modelo Precipitación – Escorrentía de máximas avenidas, solo se necesitarán los parámetros geomorfológicos de la cuenca aportante y la serie de precipitaciones máximas diarias mensualizadas de las estaciones hidrometeorológicas mencionadas, las cuales como se dijo son las más cercanas a la cuenca del proyecto.

3.6.1.1.5. Caracterización morfométrica de la cuenca aportante

Las características morfométricas e hidrológicas identificadas en la cuenca (área, perímetro, curva hipsométrica, factor de forma, índice de Gravelius, pendiente de la cuenca y del cauce principal, así como densidad de drenaje) fueron identificadas generando shapefiles de la zona del proyecto obtenidos de la imagen satelital tipo ASTER de Google Earth Pro, luego, obtener las curvas de nivel mediante el Software Global Mapper y finalmente la delimitación de la cuenca y subcuencas mediante el Software AutoCAD Civil3D.

3.6.1.1.5.1. Características morfométricas de la cuenca

- **Área y perímetro:** A nivel de la zona del proyecto, la Cuenca Aportante tiene un área de 44.7459 km² y un perímetro de 32.8868 Km, los cuales la clasifican como una microcuenca hidrográfica.
- **Índice de factor de forma (Ff):** El índice de forma expresa la relación, entre el ancho promedio de la cuenca y su longitud. Además, si una cuenca tiene un F menor que otra, existe menor posibilidad de tener una tormenta intensa simultánea sobre toda su área. En ese sentido el cálculo de la relación mencionada anteriormente dio como resultado un valor de “Ff” igual a 0.308 a la cuenca aportante del Río Serrano.
- **Índice de compacidad - Gravelius (CC.):** Si el valor del CC. es igual a 1.0, la cuenca será de forma circular, y valores mayores a 1.0 de forma alargada. Las cuencas de forma alargada, reducen las probabilidades, que sean cubiertas en su totalidad por una

tormenta, lo que afecta el tipo de respuesta que se presenta en el cauce, y para la cuenca aportante Río Serrano, es igual a 1.377.

- **Rectángulo equivalente:** El rectángulo equivalente es una transformación geométrica de la cuenca en un rectángulo de igual perímetro, convirtiendo las curvas de nivel en rectas paralelas al lado menor, siendo éstos la primera y la última curva de nivel. La cuenca aportante Río Serrano se representa como un rectángulo de 10.838 Km de lado mayor y 4.129 Km de lado menor.
- **Pendiente de la cuenca:** El análisis de la pendiente de una cuenca, es uno de los factores físicos que controla el tiempo del flujo sobre el terreno, infiltración, contribución en las aguas subterráneas, e influye en la magnitud de las avenidas o crecidas. La cuenca aportante Río Serrano, hasta el nivel de la zona del proyecto presenta una pendiente aproximada de 6.10%.
- **Perfil longitudinal y pendiente del cauce:** En el perfil longitudinal se puede apreciar la variación en cada tramo del cauce, el cual tiene una pendiente promedio en la cuenca aportante Río Serrano a nivel de la zona del proyecto de 5.00%, influyendo en la capacidad de erosión y/o transporte de sedimentos.

3.6.1.1.5.2. Interpretación de resultados de las características morfométricas

La cuenca aportante, es de poco tamaño y cuantitativamente el índice de factor de forma indica que la relación entre ancho y largo es poco menos que significativa y el índice de compacidad con valor mayor a uno, confirman que se trata de una cuenca semi alargada cuasi ovalada, en consecuencia, con posibilidades que una tormenta intensa pueda cubrir toda su área; así también, presenta caudales picos en las avenidas.

La pendiente de la cuenca igual a 6.13% corresponde a una topografía promedio ondulada, influyendo ésta en la dinámica de los flujos en la cuenca, favoreciendo poco a la infiltración y contribución a las aguas subterráneas, e incrementando la magnitud de las crecidas.

Asimismo, la pendiente media del cauce corresponde a una topografía promedio del Río regularmente empinada, la cual favorece, en general, a la infiltración en gran parte del área, regulando la magnitud de los caudales máximos instantáneos, incrementando la turbidez del agua y concentración de sedimentos. La longitud aproximada del Río Serrano, hasta el punto de interés es igual a 12.06 km, la que retarda de poca manera las descargas aguas abajo ante una tormenta, y la pendiente del cauce influye en la capacidad de erosión, velocidad, y capacidad de transporte, causando poca sedimentación, aguas regularmente oxigenadas por presencia de turbulencia y la poca formación de playas en su trayecto.

Tabla 6 Resumen de la Morfometría – Cuenca aportante Río Serrano

MEMORIA DE CÁLCULO : CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA RÍO SERRANO

PROYECTO: ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL CAUCE DEL RÍO SERRANO, TRAMO EL POZO HACIA LA DESEMBOCADURA DEL RIO SAPOSOA, DISTRITO SAPOSOA, PROVINCIA HUALLAGA, DEPARTAMENTO SAN MARTIN

UBICACIÓN: SAPOSOA - HUALLAGA - SAN MARTIN

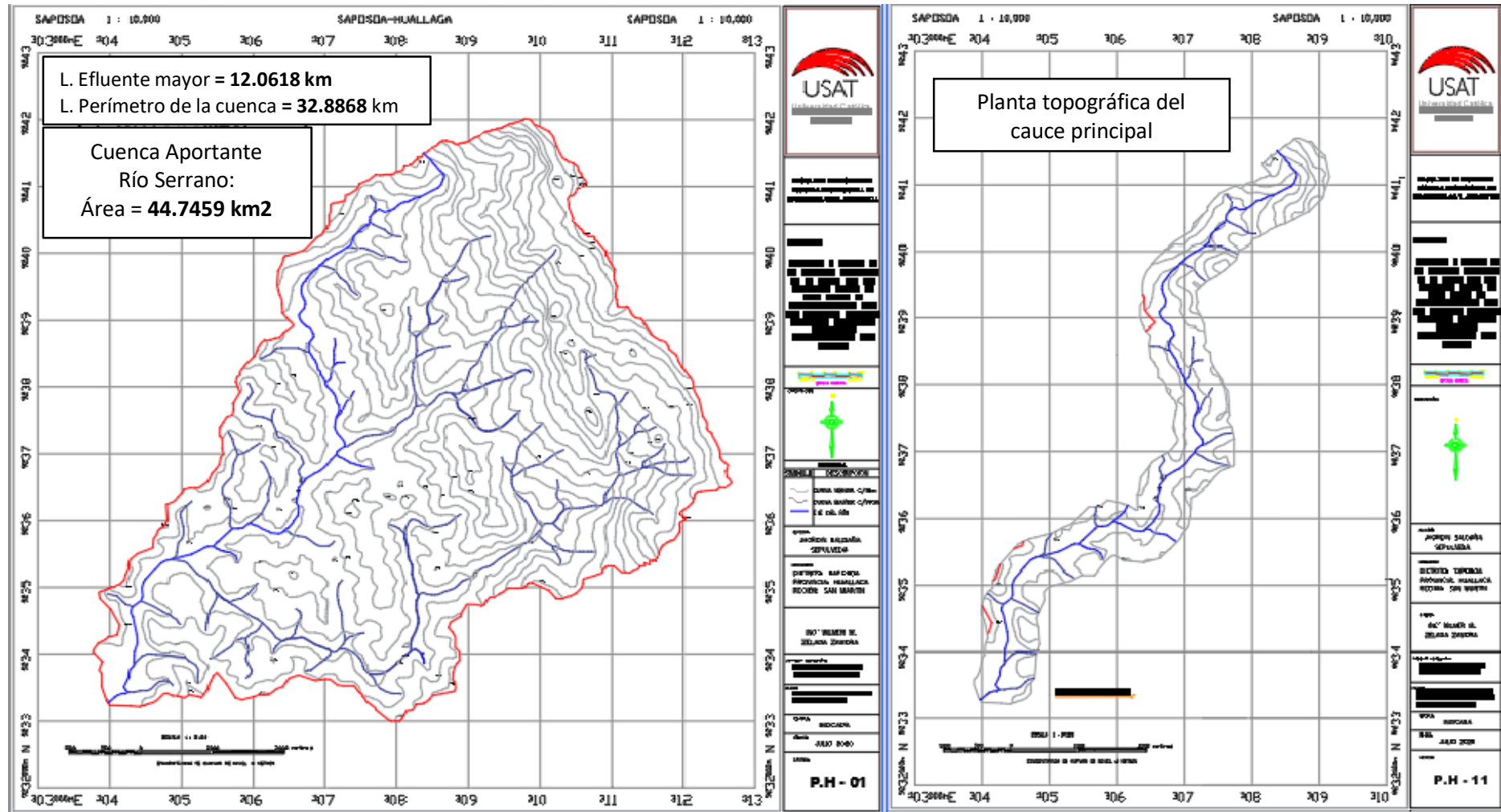
U. HIDROLÓGICA: RÍO SERRANO, CUENCA APORTANTE HASTA EL PUNTO DE INTERES, DESEMBOCADURA EN EL RÍO SAPOSOA

DESCRIPCIÓN: PARAMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA CUENCA

PARAMETROS		UND	NOMENCLATURA	U. H. RÍO SERRANO			
Superficie total de la cuenca		Km ²	Area cuenca	44.746			
Perímetro		Km	Perímetro	32.89			
RELACIONES DE FORMA	FACTOR DE CUENCA	Coeficiente de Compacidad		$CC = 0.28 P / (A)^{1/2}$	1.377		
		FACTOR DE FORMA	Longitud (paralela al curso más largo)		Km	LB	12.06
			Ancho Medio		Km	AM = Area cuenca/ LB	3.710
			Factor de Forma			Ff = AM / LB	0.308
	RECTANGULO EQUIVALENTE		Lado Mayor	Km	$L = Kc (\pi A)^{1/2} / 2 (1 + (1 - 4/\pi Kc^2))$	10.838	
			Lado Menor	Km	B = At / L	4.129	
	Relación de Elongación				$Re = 1.128 (Area\ cuenca)^{0.50} / LB$	0.626	
	Relación de Circularidad				$Rc = 4 \pi (Area\ cuenca) / P^2$	0.520	
SISTEMA DE DRENAJE	Ríos (O. Pfafstetter)		Orden 1		36,435.7		
			Orden 2		15,106.9		
			Orden 3		11,452.0		
			Orden 4		6,117.2		
			Orden 5		-		
	Longitud total de los ríos de diferentes grados		Km	Lt	69,111.8		
	Número de ríos según los grados (O. Pfafstetter)			N° Ríos	4.0		
	Longitud de los ríos principales		Km	Lr	12.06		
	Densidad de drenaje		Km./Km ²	Dd = Lt / At	1,544.5		
	Relación de Bifurcación			$Rb = N^{\circ}Rn / (N^{\circ}Rn+1)$	0.80		
	Extensión media para los diferentes grados		Km	Es = At / 4Lt	0.0002		
Coeficiente de estabilidad de ríos		Km	C	0.0006			
Coeficiente de torrencialidad		Km ⁻³	Ct	34.52			
Frecuencia de los ríos		r/Km ²	Fr = N°Ríos / At	0.0894			
Desnivel total de la cuenca (hasta el punto de interés)		m.s.n.m.	ΔH	410.00			
Altitud media de la cuenca		%	Hm	510.00			
Declividad del cauce principal		%	Ic	5			
Pendiente de la cuenca		%	Sc	6.13			
Pendiente media de los cauces de los ríos		%	Im	3.48			
Pendiente media de la cuenca		%	I	3.40			

Fuente: Elaboración propia

Figura 32 Elevación, Área, Perímetro y planta topográfica del cauce principal de la cuenca aportando del Río Serrano



Fuente: Elaboración propia

3.6.1.2. Caudal máximo de diseño por el método del Hidrograma Unitario SCS.US

El análisis de caudales máximos fue analizado como se dijo anteriormente según el método del Hidrograma Unitario S.C.S. U.S., para la cuenca aportante, que determina el caudal máximo de diseño para distintos tiempos de retorno, y para lo cual es necesario contar con el tiempo de concentración de la misma y el CN. El tiempo de concentración fue calculado previamente mediante las ecuaciones de Témez, Kirpich y US. S.C.S., que relacionan los factores, tales como; pendiente promedio de la cuenca, longitud del río principal y relieve de la cuenca.

El cálculo del caudal máximo en la cuenca aportante, se obtiene mediante el modelo de precipitación – escorrentía mencionado, en base a las precipitaciones máximas en 24 horas de la Estación CO-Saposa, las cuales son sometidas a un análisis de Momentos Indirectos mediante las Ecuaciones probabilísticas de Gumbel, Log Pearson III y Log Normal II, ajustadas finalmente a la distribución de mínimos cuadrados de Nash. La precipitación máxima de diseño finalmente es sometida al método del Hidrograma Unitario SCS. En los cuadros siguientes, se muestra la secuencia de cálculo de la precipitación máxima de diseño regionalizada para la cuenca aportante de la zona de estudio.

RÉGISTRO HIDROMETEREOLÓGICO													
ESTACIÓN:	SAPOSOA			LATITUD:	06° 54' 01"			DEPARTAM.:	SAN MARTIN				
CÓDIGO:	000211			LONGITUD:	76° 46' 01"			PROVINCIA:	HUALLAGA				
TIPO:	CO			ALTITUD:	320.0 msnm			DISTRITO:	SAPOSOA				
PRECIPITACION MÁXIMA EN 24 HORAS (mm)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAXIMA
1997	12.5	64.1	20.8	46.6	20.6	15.9	9.5	37.8	62.7	39.9	24.7	22.9	64.1
1998	19.4	108.4	76.8	40.6	30.7	30.4	20.9	27.2	34.2	35.2	66.1	48.8	108.4
1999	42.9	49.7	50.5	17.7	30.2	51.5	33.9	30.2	23.3	68.2	56.5	48.7	68.2
2000	14.7	27.2	26.7	49.9	46.0	35.4	44.6	18.6	42.8	47.1	50.2	106.7	106.7
2001	26.9	50.3	56.5	29.5	67.6	6.2	21.6	35.3	17.4	102.4	42.1	45.6	102.4
2002	37.7	17.3	27.5	60.2	25.9	27.4	56.7	18.4	84.6	47.5	34.2	7.1	84.6
2003	14.2	29.2	61.2	41.5	62.3	29.2	30.3	27.1	25.2	55.6	67.4	65.5	67.4
2004	6.6	17.0	33.0	17.8	12.6	31.7	13.7	58.3	33.4	31.7	54.3	78.8	78.8
2005	31.7	15.4	29.7	57.2	54.3	18.9	5.3	21.6	19.2	42.6	58.0	69.2	69.2
2006	26.4	43.6	32.2	44.9	28.6	34.8	26.7	16.5	27.3	77.3	94.2	20.5	94.2
2007	28.8	21.6	67.3	37.8	63.7	45.9	11.1	26.2	29.5	48.1	69.0	33.6	69.0
2008	60.4	70.4	54.6	40.9	47.2	24.3	26.4	23.9	78.6	40.8	49.8	37.0	78.6
2009	72.6	36.3	25.0	54.2	52.2	22.8	5.0	24.2	16.6	41.2	65.0	37.2	72.6
2010	5.6	32.9	25.2	32.8	83.6	22.4	42.6	25.4	6.8	27.6	42.3	16.9	83.6
2011	48.6	25.2	52.0	64.6	21.9	53.0	31.9	30.2	31.4	24.0	84.1	82.0	84.1
2012	66.5	43.2	31.3	65.1	21.8	47.1	21.2	18.7	35.7	73.8	46.0	45.8	73.8
2013	42.5	50.2	85.4	32.4	36.1	31.8	14.2	72.0	36.2	28.4	59.7	42.2	85.4
2014	14.2	32.9	28.2	62.3	12.7	37.2	35.9	31.3	49.0	70.1	48.0	11.0	70.1
2015	42.4	75.3	21.6	49.2	31.2	27.2	57.8	13.9	50.4	41.5	23.0	38.3	75.3
2016	20.8	33.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.8
2017	0.0	0.0	0.0	0.0	26.5	12.3	34.8	67.8	0.0	31.6	55.8	45.5	67.8
2018	30.2	94.8	30.6	42.7	36.0	8.8	31.6	13.2	0.0	0.0	26.1	32.5	94.8
No. DATOS	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0
MEDIA	30.3	42.6	38.0	40.4	36.9	27.9	26.2	29.0	32.0	44.3	50.8	42.5	78.8
D.S	19.8	26.6	22.3	18.7	20.6	14.2	15.9	17.3	23.0	24.0	21.1	26.0	16.6
C.V	0.7	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	0.6	0.7	0.5	0.4	0.6	0.2
MINIMA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.8
MAXIMA	72.6	108.4	85.4	65.1	83.6	53.0	57.8	72.0	84.6	102.4	94.2	106.7	108.4

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e hidrología del Perú – SENAMHI

3.6.1.2.1. Análisis de información hidrométrica

Para el cálculo de la precipitación máxima de diseño y caudal máximo de diseño, se ha realizado el análisis de frecuencias de eventos hidrológicos máximos, aplicables a precipitaciones y caudales máximos instantáneos.

3.6.1.2.1.1. Análisis de Frecuencias

Se basa en diferentes distribuciones de frecuencia usadas en análisis de eventos hidrológicos máximos. Las distribuciones de frecuencia más usuales, en el caso de eventos máximos son:

- ✓ Distribución de Gumbel.
- ✓ Distribución de Log-Normal tipo II.
- ✓ Distribución de Levediev (Pearson y Log Pearson Tipo III).

Los parámetros de las distribuciones se calcularon por los métodos de Momentos y de Máxima Verisimilitud mediante el ajuste de Nash.

3.6.1.2.1.1.1. Distribución de Gumbel:

Una familia importante de distribuciones usadas en el análisis de frecuencia hidrológico es la distribución general de valores extremos, la cual ha sido ampliamente utilizada para representar el comportamiento de crecientes y sequías (máximos y mínimos).

- ✓ **Función de densidad:**

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp \left[\frac{-(x-\beta)}{\alpha} - \exp \left(\frac{-(x-\beta)}{\alpha} \right) \right]$$

En donde α y β son los parámetros de la distribución.

$$F(x) = \int f(x) dx = \exp \left[- \exp \left(\frac{-(x-\beta)}{\alpha} \right) \right]$$

- ✓ **Estimación de parámetros:**

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} s$$

$$\beta = \bar{x} - 0.5772\alpha$$

Donde \bar{x} y s son la media y la desviación estándar estimadas con la muestra.

- ✓ **Factor de frecuencia:**

$$K_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left\{ 0.5772 + \ln \left[\ln \left(\frac{T_r}{T_r - 1} \right) \right] \right\}$$

Donde T_r es el periodo de retorno. Para la distribución Gumbel se tiene que el caudal para un período de retorno de 2.33 años es igual a la media de los caudales máximos.

✓ **Límites de confianza:**

$$X_t \pm t_{(1-\alpha)} Se$$

$$Se = \frac{\delta \cdot s}{\sqrt{n}}$$

$$\delta = [1 + 1.1396K_T + 1.1K_T^2]^{\frac{1}{2}}$$

3.6.1.2.1.1.2. Distribución Log Normal Tipo II:

Esta distribución es muy usada para el cálculo de valores extremos por ejemplo Q_{\max} , Q_{\min} , P_{\max} , P_{\min} . Tiene la ventaja que $X > 0$ y que la transformación Log tiende a reducir la asimetría positiva ya que al sacar logaritmos se reducen en mayor proporción los datos mayores que los menores.

✓ **Función de densidad:**

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma^2}(\ln x - \mu_y)^2\right\} \quad x > 0$$

$$y = \ln x$$

Donde,

μ_y : Media de los logaritmos de la población (parámetro escalar), estimado \bar{y} .

σ_y : Desviación estándar de los logaritmos de la población, y estimado s_y .

✓ **Estimación de parámetros:**

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(x_i) \quad s_y = \left\{ \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\ln(x_i) - \bar{y})^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

✓ **Factor de frecuencia:**

Puede trabajarse en el campo original y en el campo transformado.

1. **Campo transformado:** Si se trabaja en el campo transformado se trabaja con la media y la desviación estándar de los logaritmos, así:

$$\ln(X_{T_r}) = x_{T_r} + K S_y$$

$$X_{T_r} = e^{\ln(x_{T_r})}$$

De donde,

Con K con variable normal estandarizada para el Tr dado, x_y media de los logaritmos y S_y es la desviación estándar de los logaritmos.

2. **Campo original:** Si se trabaja con los X sin transformar el K se calcula como:

$$Kt = \frac{\text{Exp}\left\{K_T * (\text{Ln}(1 + Cv^2))^{\frac{1}{2}} - \left(\frac{\text{ln}(1 + Cv^2)}{2}\right)\right\} - 1}{Cv}$$

Donde,

K es la variable normal estandarizada para el Tr dado, $Cv = \frac{s}{\bar{x}}$ es el coeficiente de variación, \bar{x} media de los datos originales y s desviación estándar de los datos originales.

✓ **Límites de confianza:**

En el campo transformado.

$$\text{Ln}(X_{Tr}) \pm t_{(1-\alpha)} S_T \quad S_e = \frac{(\delta S_y)}{\sqrt{n}} \quad \delta = \left(1 + \frac{K_T^2}{2}\right)^{\frac{1}{2}}$$

En donde, n número de datos, Se error estándar, K_T variable normal estandarizada.

3.6.1.2.1.1.3. Distribución de Levediev (Log Pearson Tipo III):

Esta distribución ha sido una de las más utilizadas en hidrología. Como la mayoría de las variables hidrológicas son sesgadas, la función Gamma se utiliza para ajustar la distribución de frecuencia de variables tales como crecientes máximos anuales, Caudales mínimos, Volúmenes de flujo anuales y estacionales, valores de precipitaciones extremas y volúmenes de lluvia de corta duración. La función de distribución Gamma tiene dos o tres parámetros.

✓ **Función de densidad:**

$$f(x) = \frac{1}{|\alpha| \Gamma(\beta)} \left(\frac{x - \hat{x}_0}{\alpha}\right)^{\beta-1} \exp\left(-\frac{x - \hat{x}_0}{\alpha}\right)$$

Donde,

$$x_0 \leq x < \infty \text{ para } \alpha > 0$$

$$\alpha < x \leq x_0 \text{ para } \alpha < 0$$

α y β son los parámetros de escala y forma, respectivamente, y x_0 es el parámetro de localización.

✓ **Estimación de parámetros:**

$$\hat{\beta} = \left(\frac{2}{Cs} \right)^2;$$

$$\hat{\alpha} = s \frac{Cs}{2};$$

$$\hat{x}_0 = \bar{x} - \alpha \hat{\beta}$$

Cs es el coeficiente de asimetría, \bar{X} y s son la media y la desviación estándar de la muestra respectivamente.

✓ **Factor de frecuencia:**

$$K \approx z + (z^2 - 1) \frac{Cs}{6} + \frac{1}{3} (z^3 - 6z) \left(\frac{Cs}{6} \right)^2 - (z^2 - 1) \left(\frac{Cs}{6} \right)^3 + z \left(\frac{Cs}{6} \right)^4 + \frac{1}{3} \left(\frac{Cs}{6} \right)^5$$

Donde, z es la variable normal estandarizada.

Este valor de K se encuentra tabulado de acuerdo al valor Cs calculado con la muestra.

✓ **Intervalos de confianza:**

$$Xt \pm t_{(1-\alpha)} \quad Se = \frac{\delta \cdot S}{\sqrt{n}}$$

Donde S es la desviación estándar de la muestra, n es el número de datos y δ se encuentra tabulado en función de Cs y Tr.

3.6.1.2.1.2. Prueba de bondad de ajuste:

Para determinar cuál de las distribuciones estudiadas se adaptan mejor a la información histórica, se tienen diferentes métodos:

- ✓ Análisis gráfico
- ✓ Método del error cuadrático mínimo
- ✓ Test de Kolmogorov – Smirnov
- ✓ Test de Chi Cuadrado

En el presente estudio, se aplicó el método del Mínimo error cuadrático para periodos de retorno de 5, 50, 100, 500 años. De acuerdo a esto, el resultado es el siguiente:

Tabla 7 Formula de análisis estadístico de precipitaciones máximas, ajuste de series por el método de NASH , mediante la descripción de momentos indirectos, TR100

1. Ingreso de datos: Precipitación Máxima en 24h (Factoración máxima) y estandarización logarítmica de la serie

Año	Precipitación Máxima en 24h (P_x)	$(P_x - P_p)^2$	$(P_x - P_p)^3$	$\ln(P_x)$	$(\ln(P_x) - P_y)^2$	$(\ln(P_x) - P_y)^3$
1,997	64.10	215	(3,156)	4.16	0.03	(0.01)
1,998	108.40	878	26,018	4.69	0.12	0.04
1,999	68.20	112	(1,180)	4.22	0.01	(0.00)
2,000	106.70	780	21,792	4.67	0.11	0.04
2,001	102.40	558	13,197	4.63	0.08	0.02
2,002	84.60	34	198	4.44	0.01	0.00
2,003	67.40	129	(1,469)	4.21	0.02	(0.00)
2,004	78.80	0	0	4.37	0.00	0.00
2,005	69.20	92	(876)	4.24	0.01	(0.00)
2,006	94.20	238	3,675	4.55	0.04	0.01
2,007	69.00	95	(932)	4.23	0.01	(0.00)
2,008	78.60	0	(0)	4.36	0.00	0.00
2,009	72.60	38	(235)	4.28	0.00	(0.00)
2,010	83.60	23	113	4.43	0.01	0.00
2,011	84.10	28	152	4.43	0.01	0.00
2,012	73.80	25	(123)	4.30	0.00	(0.00)
2,013	85.40	44	292	4.45	0.01	0.00
2,014	70.10	75	(651)	4.25	0.01	(0.00)
2,015	75.30	12	(42)	4.32	0.00	(0.00)
2,016	33.80	2,022	(90,932)	3.52	0.67	(0.55)
2,017	67.80	120	(1,319)	4.22	0.02	(0.00)
2,018	94.80	257	4,120	4.55	0.04	0.01
Total	1,732.90	5,777	(31,358)	95.52	1.22	(0.45)

2. Cálculo y obtención de parámetros estadísticos

Media - P_x	78.768	C. Asim. - CS_x	-0.360
Media - P_y	4.342	C. Asim. - CS_y	-1.672
Desv. Estándar - S_x	16.586	Coef. Variac. - Cv_x	0.211
D. Estándar - S_y	0.241	C. Variac. - Cv_y	0.056

3. Cálculo de la Precipitación Máxima:

3.1 Distribución Log Normal de dos parámetros

Parámetros Estadísticos

- Campo Normal:

N: 22
 P_x : 78.77
 S_x : 16.59
 CS_x : -0.36
 Cv_x : 0.21

- Campo Transformado:

$$P_Y: 4.34$$

$$S_Y: 0.24$$

$$CS_Y: -1.67$$

$$Cv_Y: 0.06$$

$$K = F'(1-1/T_R)$$

$$K = F' \quad 0.99$$

$$K = 2.33$$

- Cálculo de la Precipitación Máxima Esperada:

$$P_{ESP} = \text{Exp}(P_Y + K S_Y)$$

$$P_{ESP} = \underline{134.66 \text{ mm}}$$

con un Intervalo de Confianza:

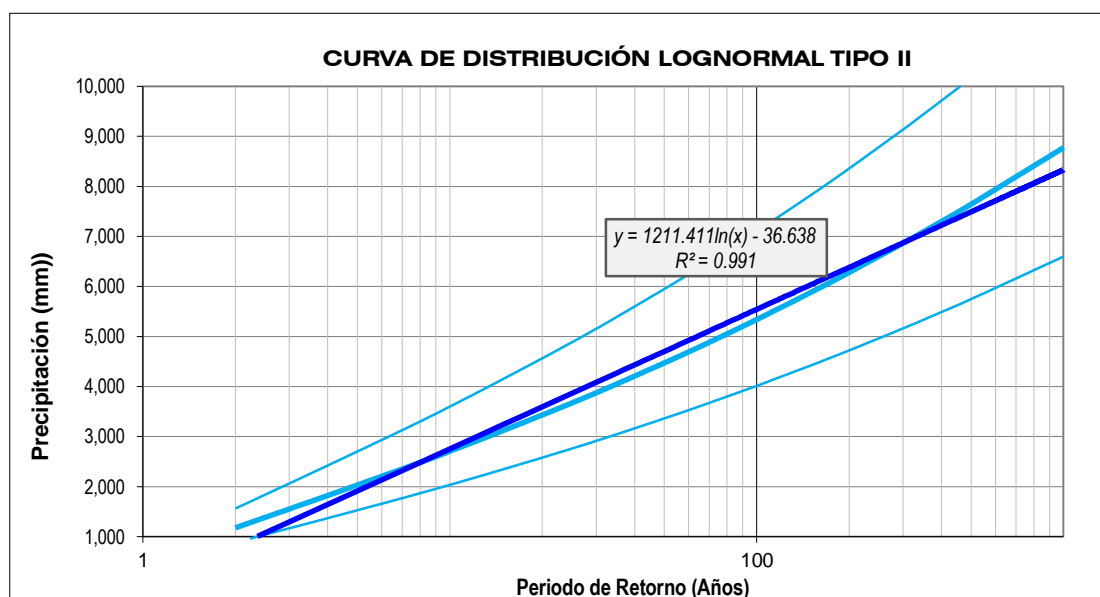
Vmin: 114.42 mm

Vmáx: 158.47 mm

T_R (Años)	Probabilidad	$F'(1-1/T_R)$	$K = Z$	P_{ESP}	Intervalo de confianza	
					(-)	(+)
2	0.5000	0.5000	0.0000	76.83	65.29	90.42
5	0.2000	0.8000	0.8416	94.13	79.98	110.77
10	0.1000	0.9000	1.2816	104.66	88.94	123.17
25	0.0400	0.9600	1.7507	117.20	99.59	137.93
50	0.0200	0.9800	2.0537	126.09	107.14	148.39
75	0.0133	0.9867	2.2164	131.13	111.43	154.32
100	0.0100	0.9900	2.3263	134.66	114.42	158.47
150	0.0067	0.9933	2.4747	139.57	118.59	164.25
200	0.0050	0.9950	2.5758	143.01	121.52	168.30
300	0.0033	0.9967	2.7131	147.82	125.61	173.97
400	0.0025	0.9975	2.8070	151.21	128.49	177.95
500	0.0020	0.9980	2.8782	153.83	130.71	181.03
1000	0.0010	0.9990	3.0902	161.90	137.57	190.53

coeficiente de determinación

0.9943

Gráfico 1 Curva de distribución log normal tipo II, TR_{100} 

3.2 Distribución Gumbel ó Extrema tipo I

Parámetros Estadísticos

- Campo Normal:

N: 22
 P_X : 78.77
 S_X : 16.59
 CS_X : -0.36
 Cv_X : 0.21

- Campo Transformado:

P_Y : 4.34
 S_Y : 0.24
 CS_Y : -1.67
 Cv_Y : 0.06
 $K_1 = T_R / (T_R - 1)$
 $K_1 = 1.01$
 $\ln(\ln(K_1)) = -4.60$
 $K_T = 3.14$

- Cálculo de la Precipitación Máxima Esperada:

$$P_{ESP} = Q_X + K_T S_X$$

$$P_{ESP} = \underline{130.79 \text{ mm}}$$

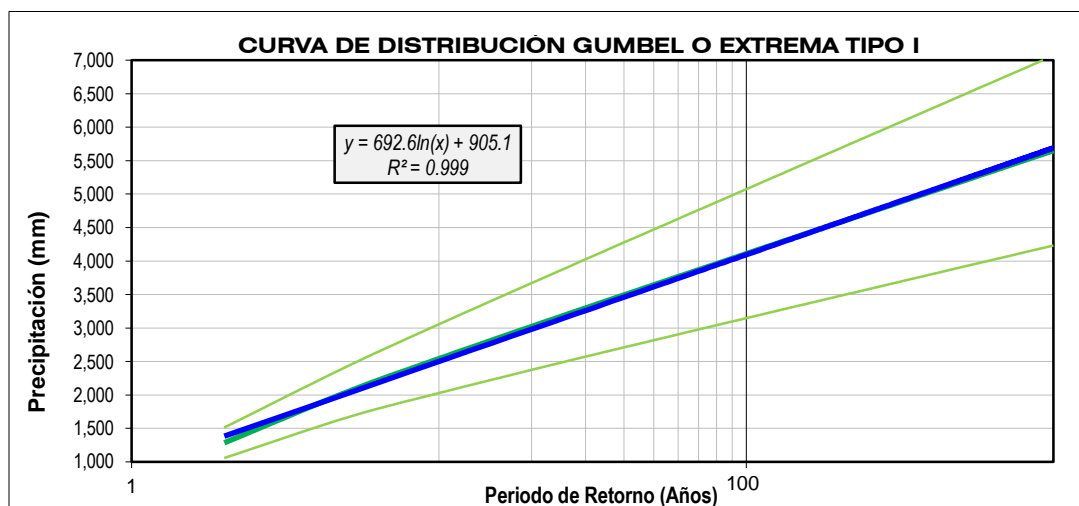
con un Intervalo de Confianza:

Vmin: 107.97 mm

Vmáx: 153.62 mm

T_R (Años)	Probabilidad	$\ln T_R / (T_R - 1)$	K_T	P_{ESP}	Intervalo de confianza	
					(-)	(+)
2	0.5000	-0.3665	-0.1643	76.04	70.70	81.38
5	0.2000	-1.4999	0.7195	90.70	81.71	99.69
10	0.1000	-2.2504	1.3046	100.41	88.26	112.55
25	0.0400	-3.1985	2.0438	112.67	96.29	129.04
50	0.0200	-3.9019	2.5923	121.76	102.17	141.36

Gráfico 2 Curva de distribución Gumbel o Extrema tipo I, TR100



3.3 Distribución Log-Pearson tipo III ó Gamma de tres parámetros

Parámetros Estadísticos

- Campo Normal:

N: 22
 CS_X : -0.36
 Cv_X : 0.21

- Campo Transformado:

P_Y : 4.34
 S_Y : 0.24
 CS_Y : -1.67
 $K = F'(1-1/T_R)$
 $K = F'$: 0.99
 Z : 2.33
 Z^2-1 : 4.41
 Z^3-6Z : -1.37
 $C_{\beta}/6$: -0.28
 K_T : 1.17

- Cálculo de la Precipitación Máxima Esperada:

$$P_{ESP} = \text{Exp}(Q_Y + K_T S_Y)$$

$$P_{ESP} = \underline{101.89 \text{ mm}}$$

con un Intervalo de Confianza:

Vmin: 91.30 mm

Vmáx: 113.72 mm

donde, el factor de frecuencia viene dado por la siguiente expresión:

$$K_T = Z + (Z^2-1)(C_{\beta}/6) + (1/3)(Z^3-6Z)(C_{\beta}/6)^2 - (Z^2-1)(C_{\beta}/6)^3 + Z(C_{\beta}/6)^4 + (1/3)(C_{\beta}/6)^5$$

T_R (Años)	Probabilidad	Z	K_T	Q_{ESP}	Intervalo de confianza	
					(-)	(+)
2	0.5000	0.0000	0.2565	81.74	75.00	89.07
5	0.2000	0.8416	0.8058	93.32	84.66	102.86
10	0.1000	1.2816	0.9791	97.30	87.79	107.84
25	0.0400	1.7507	1.0969	100.10	89.94	111.41
50	0.0200	2.0537	1.1437	101.24	90.81	112.88

Gráfico 3 Curva de distribución Gamma tres parámetros, TR100

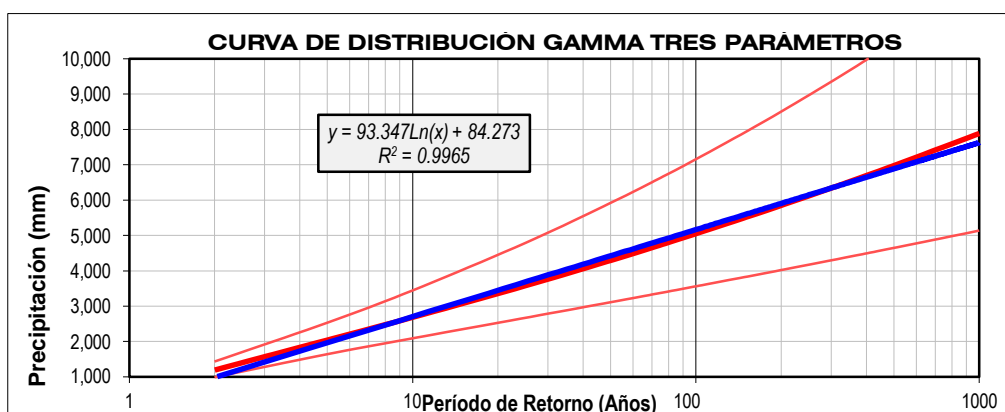


Tabla 8 Distribución de Precipitaciones máximas, TR100

Resultados:		
Distribución Log-Normal de dos parámetros:		
Pmax:	134.66	mm
R ² :	0.9943	
Distribución Gumbel o Extrema Tipo I:		
Pmax:	130.79	mm
R ² :	0.9991	
Distribución Log-Pearson tipo III o Gamma de tres parámetros:		
Pmax:	101.89	mm
R ² :	0.6964	
<hr/>		
Seleccionando el mejor ajuste de curva:	0.9991	▾
El cual corresponde a la Distribución Gumbel o Extrema Tipo I:		
Pmax:	130.79	mm
<hr/>		

Tabla 9 Distribución de Precipitaciones máximas, TR500

Resultados:		
Distribución Log-Normal de dos parámetros:		
Pmax:	153.83	mm
R ² :	0.9943	
Distribución Gumbel o Extrema Tipo I:		
Pmax:	151.66	mm
R ² :	0.9991	
Distribución Log-Pearson tipo III o Gamma de tres parámetros:		
Pmax:	102.45	mm
R ² :	0.6964	
<hr/>		
Seleccionando el mejor ajuste de curva:	0.9991	
El cual corresponde a la Distribución Gumbel o Extrema Tipo I:		
Pmax:	151.66	mm
<hr/>		

Tabla 10 Distribución de Precipitaciones máximas, TR50

Resultados:		
Distribución Log-Normal de dos parámetros:		
Pmax:	126.09	mm
R ² :	0.9943	
Distribución Gumbel o Extrema Tipo I:		
Pmax:	121.76	mm
R ² :	0.9991	
Distribución Log-Pearson tipo III o Gamma de tres parámetros:		
Pmax:	101.24	mm
R ² :	0.6964	
Seleccionando el mejor ajuste de curva: 0.9991		
El cual corresponde a la Distribución Gumbel o Extrema Tipo I:		
Pmax:	121.76	mm

Tabla 11 Distribución de Precipitaciones máximas, TR05

Resultados:		
Distribución Log-Normal de dos parámetros:		
Pmax:	94.13	mm
R ² :	0.9943	
Distribución Gumbel o Extrema Tipo I:		
Pmax:	90.70	mm
R ² :	0.9991	
Distribución Log-Pearson tipo III o Gamma de tres parámetros:		
Pmax:	93.32	mm
R ² :	0.6964	
Seleccionando el mejor ajuste de curva: 0.9991		
El cual corresponde a la Distribución Gumbel o Extrema Tipo I:		
Pmax:	90.70	mm

3.6.1.2.1.1. Riesgo de inundación

La inundación es uno de los desastres más grandes y de mayor impacto económico y humano. El riesgo de inundación, se puede interpretar como el producto de la amenaza por la vulnerabilidad.

La amenaza está relacionada a la sollicitación hidráulica, es decir está determinada por la escala del diseño hidrológico de las estructuras para el control de agua.

De este modo la probabilidad que un evento ocurra al menos una vez en “n” años sucesivos, considerando un periodo de retorno (Tr), es conocido como riesgo o falla R y se representa por:

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

El presente informe se basa en las recomendaciones expuestas en la Guía Metodológica de los valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje de manual de Hidrología de Hidráulica del Ministerio de transporte y comunicaciones, en la cual se define periodos de retorno de 10, 20, 50, 100 y 500 años para obras de defensa de unidades productoras de servicios públicos.

Tabla 13 Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje

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

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

(**) - Vida Útil considerado (n)

- Puentes y Defensas Ribereñas n= 40 años.
- Alcantarillas de quebradas importantes n= 25 años.
- Alcantarillas de quebradas menores n= 15 años.
- Drenaje de plataforma y Sub-drenes n= 15 años.

- Se tendrá en cuenta, la importancia y la vida útil de la obra a diseñarse.
- El Propietario de una Obra es el que define el riesgo admisible de falla y la vida útil de las obras.

Fuente: Manual de Hidrología e Hidráulica del MTC

Por lo tanto, calculando el periodo de retorno con los valores:

$$R = 25\% = 0.25 \text{ (Nivel de seguridad 75\%)}$$

$$n = 25 \text{ años}$$

Luego,

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

$$0.25 = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_r}\right)^{25}$$

$$T_r = 87.40 \text{ años}$$

Tr = 100 años

Considerando que la estructura proyectada tendrá una vida útil de 25 años, con un riesgo de falla de la estructura proyectada en su vida útil del 25% asumido, se tiene un periodo de retorno del caudal de máxima avenida de 100 años.

Tabla 14 Cálculo del riesgo de falla de la estructura proyectada

VIDA UTIL DE LA ESTRUCTURA PROYECTADA (AÑOS)	RIESGO DE FALLA DE LA ESTRUCTURA EN SU VIDA UTIL (ASUMIDO)	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)
25	25%	100

Dato: Se definió como periodo de retorno para el cálculo del caudal máximo de diseño, 100 años.

Tabla 15 Formula de análisis de precipitación efectiva máxima de la cuenca, mediante la descripción del método de S.C.S. US

1. PRECIPITACIÓN EFECTIVA:

La precipitación efectiva o neta es la que no se retiene en la superficie, ni se infiltra en el suelo. Después de fluir por la superficie terrestre se convierte en escorrentía a la salida de la cuenca.

Para determinar la precipitación neta y el escurrimiento del agua de precipitación desde las cuencas que no cuentan con mediciones hidrológicas, se deben determinar las pérdidas o abstracciones, para lo cual existen diversos métodos.

1.1 MÉTODO SCS PARA ABSTRACCIONES O PÉRDIDAS:

Sobre la base de las características determinadas de la cuenca (tipo de suelo, tipo de cultivo, cubierta vegetal, etc.), se determina un número adimensional de curva, CN, a través del cual se transforman las precipitaciones brutas en precipitaciones netas utilizando la relación:

$$P_e = \frac{(P - 0.2 S)^2}{P + 0.8 S}$$

donde:

- P: Precipitación bruta o total (mm).
 Pe: precipitación neta (mm).
 S: Retención potencial máxima del suelo (mm).

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

CN: Número adicional de curva.

Este CN se determina de la tabla presentada en el anexo, que ha sido preparada para condiciones antecedentes de humedad media (AMC II), para condiciones secas (AMC I) o condiciones húmedas (AMC III). Los número de curva correspondientes pueden estimarse en base a los datos para la condición AMC II.

$$CN(I) = 0.008CN(II)^2 + 0.169CN(II) + 2.166$$

$$CN(III) = -0.007CN(II)^2 + 1.596CN(II) + 6.931$$

En la siguiente tabla, se muestra el rango para las condiciones antecedentes de humedad para cada clase.

Grupo AMC	Lluvia antecedente total de 5 días (mm)	
	Estación inactiva	Estación de crecimiento
I	menor que 12.7	menor que 35.6
II	12.7 a 28	35.6 a 53.3
III	sobre 28	sobre 53.3

Tabla 16 Tabulación y obtención del número adicional de la curva (CN)

Tipo de vegetación	Tratamiento	Condición Hidrológica	Tipo de suelo			
			A	B	C	D
Barbecho	Desnudo	-	77	86	91	94
	CR	Pobre	76	85	90	93
	CR	Buena	74	83	88	90
Cultivos alineados	R	Pobre	72	81	88	91
	R	Buena	67	78	85	89
	R +CR	Pobre	71	80	87	90
	R +CR	Buena	64	75	82	85
	C	Pobre	70	79	84	88
	C	Buena	65	75	82	86
	C +CR	Pobre	69	78	83	87
	C +CR	Buena	64	74	81	85
	C +T	Pobre	66	74	80	82
	C +T	Buena	62	71	78	81
	C +T +CR	Pobre	65	73	79	81
	C +T +CR	Buena	61	70	77	80
Cultivos no alineados, o con surcos pequeños o mal definidos	R	Pobre	65	76	84	88
	R	Buena	63	75	83	87
	R +CR	Pobre	64	75	83	86
	R +CR	Buena	60	72	80	84
	C	Pobre	63	74	82	85
	C	Buena	61	73	81	84
	C +CR	Pobre	62	73	81	84
	C +CR	Buena	60	72	80	83
	C +T	Pobre	61	72	79	82
	C +T	Buena	59	70	78	81
Cultivos densos de leguminosas o prados en alternancia	C +T +CR	Pobre	60	71	78	81
	C +T +CR	Buena	58	69	77	80
	R	Pobre	66	77	85	89
	R	Buena	58	72	81	85
	C	Pobre	64	75	83	85
	C	Buena	55	69	78	83
Pastizales o pastos naturales	C +T	Pobre	63	73	80	83
	C +T	Buena	51	67	76	80
	-	Pobres	68	79	86	89
Pastizales	-	Regulares	49	69	79	84
	-	Buenas	39	61	74	80
	C	Pobres	47	67	81	88
Prados permanentes	C	Regulares	25	59	75	83
	C	Buenas	6	35	70	79
	-	-	30	58	71	78
Matorral-herbazal, siendo el matorral preponderante	-	Pobres	48	67	77	83
	-	Regulares	35	56	70	77
	-	Buenas	30	48	65	73
Combinación de arbolado y herbazal, cultivos agrícolas	-	Pobres	57	73	82	86
	-	Regulares	43	65	76	82
	-	Buenas	32	58	72	79
Montes con pastos (aprovechamientos silvo pastorales)	-	Pobres	45	66	77	83
	-	Regulares	36	60	73	79
	-	Buenas	25	55	70	77
Bosques y cultivos agrícolas	-	I Muy pobre	56	75	86	91
	-	II Pobre	46	68	78	84
	-	III Regular	36	60	70	76
	-	IV Buena	26	52	63	69
	-	V Muy buena	15	44	54	61
Caseríos	-	-	59	74	82	86
Camino en tierra	-	-	72	82	87	89
Camino pavimentado	-	-	74	84	90	92

Significado de las abreviaturas:

CR: Con cubierta de residuos vegetales que ocupe al menos el 5% de la superficie del suelo durante todo el año.

R: Si las labores de la tierra (labrar, gradear, sembrar, etc.) se realizan en línea recta, sin considerar la pendiente del terreno.

C: Si el cultivo se realiza siguiendo las curvas de nivel.

T: Si se trata de terrenos aterrazados (terrazas abiertas con desagüe para la conservación de suelos).

La condición hidrológica está asociada a la combinación de factores que influyen en la infiltración y escorrentía incluyendo: densidad de cosecha y áreas vegetativas, porción de

cobertura en el año, porción de pastizal o legumbres, porcentaje de cobertura residual en la superficie del terreno (buena $\geq 20\%$), y la condición de rugosidad en la superficie.

- Pobre: Factores que impidan la infiltración e incrementan la escorrentía superficial.
- Buena: Factores que favorezcan la infiltración y tiendan a decrecer las condiciones de escurrimiento.

Tabla 17 Cálculo y resultados de la precipitación efectiva respecto a la serie de precipitaciones máximas de diseño, TR100

2. CÁLCULOS Y RESULTADOS.

CN	:	70
S (pulg)	:	4.29
S (mm)	:	108.86
Po (mm)	:	21.77
P _{máx 24 horas}	:	130.79
Tr	:	100 Años

T (horas)	P acum. %	P acum. (mm)	K	P neta acum. (mm)	P neta hr. (mm)
0	0.00	0.00	-21.77	0.00	
1	2.00	2.62	-19.16	0.00	0.00
2	3.50	4.58	-17.19	0.00	0.00
3	5.00	6.54	-15.23	0.00	0.00
4	7.50	9.81	-11.96	0.00	0.00
5	10.00	13.08	-8.69	0.00	0.00
6	13.00	17.00	-4.77	0.00	0.00
7	16.00	20.93	-0.84	0.00	0.00
8	20.00	26.16	4.39	0.17	0.17
9	26.50	34.66	12.89	1.36	1.19
10	52.50	68.67	46.89	14.12	12.75
11	63.00	82.40	60.63	21.69	7.57
12	68.50	89.59	67.82	26.03	4.35
13	73.00	95.48	73.71	29.76	3.72
14	76.50	100.06	78.29	32.75	2.99
15	80.00	104.63	82.86	35.81	3.07
16	83.00	108.56	86.79	38.50	2.68
17	86.00	112.48	90.71	41.23	2.73
18	89.00	116.41	94.63	44.01	2.78
19	91.00	119.02	97.25	45.89	1.88
20	93.00	121.64	99.87	47.78	1.90
21	95.00	124.25	102.48	49.70	1.91
22	96.50	126.22	104.44	51.14	1.45
23	98.00	128.18	106.41	52.60	1.46
24	100.00	130.79	109.02	54.55	1.95

NOTA:

S = 1000/CN-10 (pulg:)

S = 25.4*S (mm.)

K = SP_{acum} - 0.2*S(mm.), K en mm.

Pp efectiva acumulada

a) Si K < 0, entonces: S_{Pneta} = S_{Pefectiva} = 0

b) Si K > 0, entonces S_{Pneta (acumulada)} = K²/(P_{Pacum}+0.8*S(mm.))

Gráfico 4 Precipitación acumulada, TR100

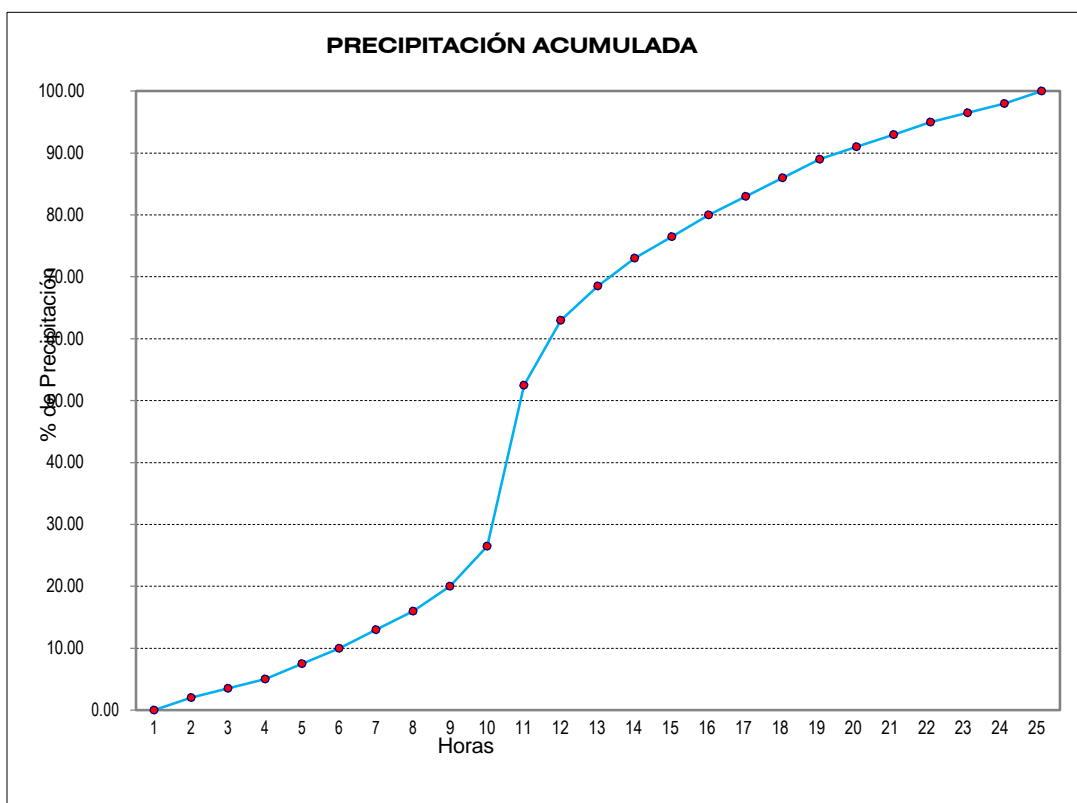


Gráfico 5 Precipitación neta horaria, TR100

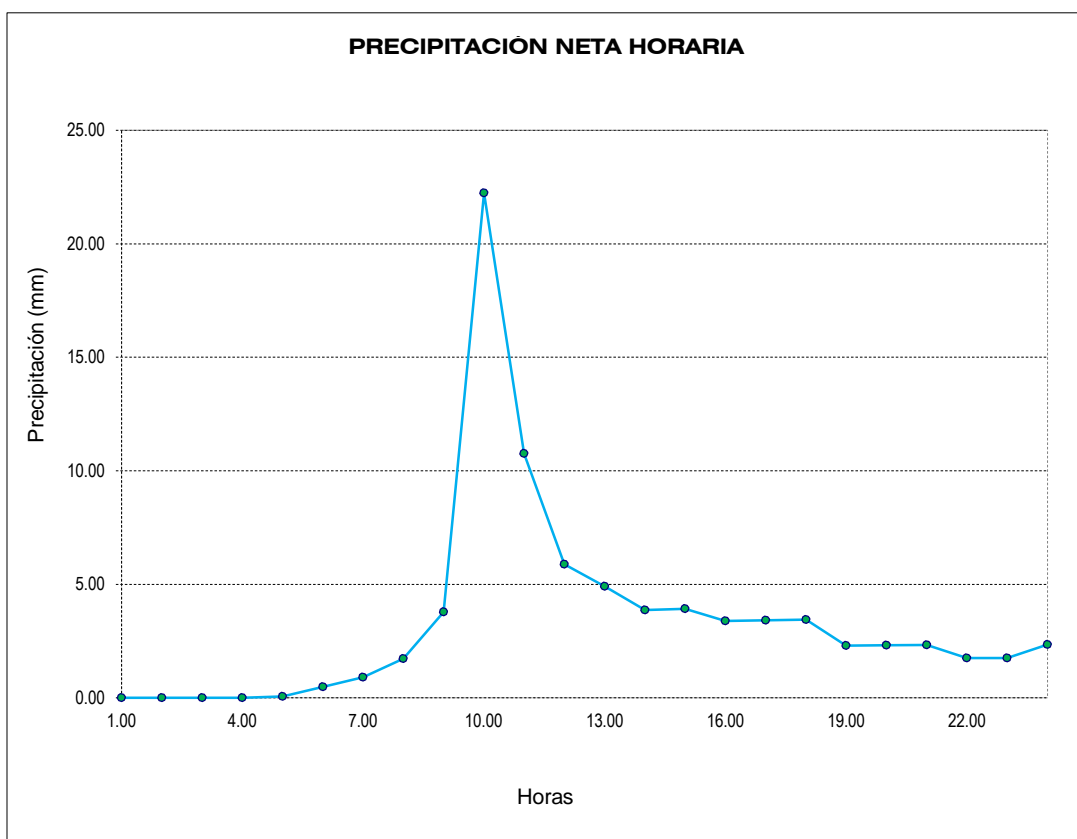


Tabla 18 Calculo del Hidrograma Unitario SCS., para TR100

DATOS : CO- SAPOSOA

Área de cuenca aportante : 44.75 Km² Tp : 1.49 Horas
 Duración : 1.00 Hora Tb : 3.98 Horas
 Tc (cuenca aportante) : 1.65 Horas qp : 6.25 m³/s/mm

Tiempo (horas)	Pp. Ef. hr. (mm)	Qp (m ³ /s)	TIEMPO DEL HIDROGRAMA		
			to	to + tp	to + tb
0 - 1	0.00	0.00	0.00	1.49	3.98
1 - 2	0.00	0.00	1.00	2.49	4.98
2 - 3	0.00	0.00	2.00	3.49	5.98
3 - 4	0.00	0.00	3.00	4.49	6.98
4 - 5	0.00	0.00	4.00	5.49	7.98
5 - 6	0.00	0.00	5.00	6.49	8.98
6 - 7	0.00	0.00	6.00	7.49	9.98
7 - 8	0.17	1.06	7.00	8.49	10.98
8 - 9	1.19	7.46	8.00	9.49	11.98
9 - 10	12.75	79.67	9.00	10.49	12.98
10 - 11	7.57	47.28	10.00	11.49	13.98
11 - 12	4.35	27.15	11.00	12.49	14.98
12 - 13	3.72	23.26	12.00	13.49	15.98
13 - 14	2.99	18.68	13.00	14.49	16.98
14 - 15	3.07	19.15	14.00	15.49	17.98
15 - 16	2.68	16.77	15.00	16.49	18.98
16 - 17	2.73	17.07	16.00	17.49	19.98
17 - 18	2.78	17.36	17.00	18.49	20.98
18 - 19	1.88	11.72	18.00	19.49	21.98
19 - 20	1.90	11.84	19.00	20.49	22.98
20 - 21	1.91	11.95	20.00	21.49	23.98
21 - 22	1.45	9.03	21.00	22.49	24.98
22 - 23	1.46	9.09	22.00	23.49	25.98
23 - 24	1.95	12.21	23.00	24.49	26.98

NOTA :

$$Tb = 2.67 * Tp$$

$$Tp = 0.5 * D + 0.6 * Tc$$

$$qp = 0.208 * A / Tp$$

$$Qp = qp * Pp.efec.$$

donde :

A: Área de la cuenca en Km²

D: Duración de la lluvia en horas

Tc: Tiempo de concentración

Tb: Tiempo base del Hidrograma Unitario en horas

Tp: Tiempo pico al Qmáx. en horas

qp: Caudal pico al Tp. en m³/s/mm

Qp: Caudal en m³/s

Tabla 19 Cálculo del tiempo de concentración en la cuenca Río Serrano

1. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN:

Tiempo requerido para que el agua fluya desde el punto mas distante de la cuenca, hasta la zona de descarga.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA:

Longitud del cauce principal - L (Km.)	12.06
Desnivel de la cuenca - zona de descarga - ΔH (m.)	410.00
Pendiente de la cuenca - zona de descarga - S (m/m)	0.035
Área de la cuenca - A (Km ² .)	44.746

3. CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN:

I. Ecuación del Soil Conservation Service of US.

$$T_c = \left(0.871 \left(\frac{L^3}{\Delta H} \right) \right)^{0.385}$$

ΔH : 410.00 m.

L: 12.06 Km.

T_c: 1.66 Hr

II. Ecuación de Kirpich.

$$T_c = 0.06628 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

L: 12.06 Km.

S: 0.0348 m/m.

T_c: 1.64 Hr

4. EVALUACIÓN DE RESULTADOS:

Método	T _c (Horas)
Ecuación de Kirpich	1.64 hr
Ecuación del Soil Conservation Service of US	1.66 hr
Media	1.65 hr

Tiempo de concentración asumido.

Tabla 20 Calculo del Hidrograma total de máximas avenidas, TR100

DATOS:

Ac : 44.75 Km² Tp : 1.49 hr
 D : 1.00 hr Tb : 3.98 hr
 Tc : 1.65 hr qp : 6.25 m³/s/mm

TIEMPO	Qp m³/s	to t inicial	to + tp t máx.	to + tb t final	CAUDALES DEL HIDROGRAMA																										
					0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
0 - 1	-	-	149	3.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
1 - 2	-	100	2.49	4.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
2 - 3	-	2.00	3.49	5.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
3 - 4	-	3.00	4.49	6.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
4 - 5	-	4.00	5.49	7.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
5 - 6	-	5.00	6.49	8.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
6 - 7	-	6.00	7.49	9.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
7 - 8	106	7.00	8.49	10.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.71	0.84	0.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
8 - 9	7.46	8.00	9.49	11.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.01	5.93	2.93	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
9 - 10	79.67	9.00	10.49	12.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	53.47	63.34	31.32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
10 - 11	47.28	10.00	11.49	13.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.73	37.59	18.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
11 - 12	27.15	11.00	12.49	14.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.22	21.59	10.68	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
12 - 13	23.26	12.00	13.49	15.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.61	18.49	9.14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
13 - 14	18.68	13.00	14.49	16.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.53	14.85	7.34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
14 - 15	19.15	14.00	15.49	17.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.85	15.23	7.53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
15 - 16	16.77	15.00	16.49	18.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.25	13.33	6.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
16 - 17	17.07	16.00	17.49	19.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.46	13.57	6.71	0.0	0.0	0.0	0.0		
17 - 18	17.36	17.00	18.49	20.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.65	13.80	6.82	0.0	0.0	0.0		
18 - 19	11.72	18.00	19.49	21.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.87	9.32	4.61	0.0	0.0		
19 - 20	11.84	19.00	20.49	22.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.95	9.41	4.65	0.0		
20 - 21	11.95	20.00	21.49	23.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.02	9.50	4.70	0.0	
21 - 22	9.03	21.00	22.49	24.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.06	7.18	3.55	0.0	
22 - 23	9.09	22.00	23.49	25.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.10	7.23	3.57	0.0
23 - 24	12.21	23.00	24.49	26.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.20	9.71	4.80	0.0
TOTAL :					98.01	98.01	98.01	98.01	98.01	98.01	98.01	98.01	98.01	98.01	98.01	98.01	98.01	98.01	98.01	98.01	98.01	98.01	98.01	98.01	98.01	98.01	98.01	98.01	98.01	98.01	98.01
AVENIDA DE DISEÑO :					98.01	m³/seg																									

El caudal de diseño por el método del Hidrograma Unitario S.C.S. U.S, para el periodo de retorno de 100 años es **98.01 m³/s**.

3.7.1. Estudios geológico y geotécnico (Mecánica de suelos)

Se indican las principales características geológicas, geodinámicas y geotécnicas del área donde se desarrollará el proyecto, a fin de evaluar las condiciones de estabilidad del terreno de fundación donde se localizarán las estructuras proyectadas y recomendar las soluciones geotécnicas adecuadas. Asimismo, se presenta también las características físico-mecánicas, obtenidas a partir de la ejecución de 03 calicatas a cielo abierto.

Finalmente se han identificado 03 canteras, de las cuales 01 corresponden a cantera como material de relleno, 01 fuente de bolonería para gaviones y 01 a fuente de agregados para concreto.

3.7.1.1. Ámbito del estudio

El estudio comprende la caracterización geológica, geomorfológica, geodinámica y geotécnica de 1562.220 m de longitud en ambas márgenes del Río Serrano.

El cauce del Río Serrano, en el tramo en estudio, se presenta divagante, pero con orientación de flujo Este a Oeste, con una amplitud promedio de 20 m aproximadamente. El lecho está conformado por material aluvial arenoso y gravoso, que cubre ligeramente los afloramientos de areniscas, conglomerados y limolitas de la formación Ipururo, la cual constituye el basamento rocoso.



Figura 37 Orientación del flujo del Río Serrano

3.7.1.2. Metodología

1. Gabinete I

Esta etapa contempla la recopilación de información relacionada con la geología regional, geomorfología, hidrografía y características climáticas, entre otros aspectos existentes de la zona a evaluar.

Para conocer las principales características geológicas regionales se revisó la información del Cuadrángulo Geológico de Moyobamba, Saposoa y Juanjuí, Hoja 15-j, del año 1998, a escala 1:100 000, disponible en el Geoservidor del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú (INGEMMET).

2. Campo

Las actividades que se desarrollaron en esta etapa consistieron en el reconocimiento en campo del entorno físico donde se desarrolla el proyecto.

Se realizó 01 campaña de campo, llevada a cabo el día 19 de agosto del presente año, recopilando información de las principales unidades lito-estratigráficas aflorantes en el área de influencia del proyecto. Asimismo, se desarrollaron actividades de excavación y relleno de calicatas, siguiendo las recomendaciones de los términos de referencia, ejecutando 03 calicatas de 1.50 m de profundidad mínima y 2.60 m de profundidad máxima. En dichas calicatas se realizaron las descripciones estratigráficas del terreno, así como la extracción y empaquetado de muestras alteradas para ser sometidas a los ensayos de mecánica de suelos.

Finalmente se realizó la identificación y extracción de muestras de 03 canteras, de las cuales 01 corresponde a materiales relleno compactado, 01 para la conformación de gaviones y/o mallas hexagonales y 01 destinado como material de agregados para concreto.

2. Laboratorio

Para determinar las propiedades físico-mecánicas y clasificar el terreno de fundación y canteras identificadas, las muestras recolectadas de las 03 calicatas y 03 canteras en la etapa de campo, se sometieron a ensayos de mecánica de suelos y rocas, en términos de: granulometría por tamizado, clasificación SUCS y ASSHTO, contenido de humedad, límites de Atterberg o consistencia, densidad, corte directo, peso específico, abrasión o desgaste de Los Ángeles, entre otros. Estas fueron analizadas en laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos siguiendo la normativa vigente.

3.7.1.3. Geomorfología

Regionalmente, las características geomorfológicas de la zona, corresponden a cadenas

montañosas de baja elevación disectadas por valles alargados, caracterizados por presentar zonas de baja pendiente.

Localmente, en el tramo en evaluación, las unidades geomorfológicas corresponden terrazas de origen fluvio-aluvial, colinas alargadas y al lecho aluvial del Río Serrano.

3.7.1.4. Geodinámica

Se ha identificado la ocurrencia de 02 tipos de procesos geodinámicas. Estos corresponden a erosión aluvial y a inundaciones por desborde de las aguas del Río Serrano.

3.7.1.4.1. Erosión fluvial

Es generada por el flujo constante de agua del río Huallaga. En ambos márgenes del Río Serrano. Sin embargo, debido a la elevada resistencia de ambas riberas, el grado de erosión es considerado como bajo a nulo.

3.7.1.4.2. Inundación

Las inundaciones por desborde del Río Serrano, afectan constantemente a la población urbana de la ciudad de Saposoá. El proceso de inundación es generado en el escenario cuando el río Saposoá, debido al elevado caudal que presenta, impide la descarga de del Río Serrano, generando un represamiento de las aguas que son conducidas por el Río Serrano, las cuales se desbordan por ambos márgenes generando la inundación del área urbana aledaña.

Para evitar el desborde del Río Serrano, se proyecta la construcción de la defensa ribereña.

3.7.1.5. Aspectos geotécnicos

Consta de dos etapas bien diferenciadas. La primera etapa consistió en la ejecución de calicatas a lo largo del eje del dique proyectado; mientras que la segunda etapa, consistió en la identificación y caracterización de las canteras destinadas para los materiales de: relleno compactado, gaviones y/o mallas hexagonales y agregados.

3.7.1.5.1. Calicatas

Se excavaron 03 calicatas, de forma mecanizada, haciendo uso de un cargador frontal. La profundidad mínima alcanzada fue de 1.50 m, la profundidad máxima fue de 2.0 m, con un promedio de 2.20 m excavados.

En cada una de las calicatas, se realizó la descripción estratigráfica de las capas observadas y la recolección de muestras alteradas del fondo de las excavaciones.

Posterior a la recolección de muestras y descripción del subsuelo se procedió a sellar las

calicatas, evitando así, se generen accidentes. A continuación, se describen las calicatas excavadas.

3.7.1.5.1.2. Calicata C- 01

El terreno está conformado por una capa predominante. De 0.00 y 1.50 m corresponde a suelos gravosos bien gradados (GW), con un porcentaje de humedad natural de 5.80% y densidad natural de 2.09 gr/cm³, ángulo de fricción interna de 32.20 y cohesión de 0.03 kg/cm². Se encontró nivel freático a 1.00 m de profundidad.



Figura 38 Vista de calicata C-01, predomina material granular gravosos y arenoso.



Figura 39 Vista de calicata C-01, predomina material granular gravosos y arenoso.

3.7.1.5.1.3. Calicata C- 02

El terreno está conformado por una capa de suelo. De 0.00 y 2.60 m corresponde a arenas limosas (SM), con un porcentaje de humedad natural de 4.34% y densidad natural de 1.97 gr/cm³, ángulo de fricción interna de 30.00 y cohesión de 0.04 kg/cm². No se encontró nivel freático



Figura 40 Vista de calicata C-02.



Figura 41 Vista de calicata C-02, predomina material fino arcilloso y granular areno limoso.

3.7.1.5.1.3. Calicata C-03

El terreno está conformado por una capa predominante. De 0.00 y 2.50 corresponde a arcillas inorgánicas de mediana plasticidad (CL), con un porcentaje de humedad natural de 22.70% y densidad natural de 1.82 gr/cm³, ángulo de fricción interna de 16.27 y cohesión de 0.26 kg/cm². No se encontró nivel freático.



Figura 42 Vista de calicata C-03.



Figura 43 Vista de calicata C-03, predomina material arcilloso.



Figura 44 Empaquetado de muestras alteradas e inalteradas para ser sometidas a los ensayos de mecánica de suelos respectivos.

Tabla 21 Ubicación de calicatas excavadas.

CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	NORTE	ESTE	COTA (msnm)	NIVEL FREÁTICO
C-01	1.50	9233822	304310	266	1.00
C-02	2.60	9233567	304445	281	NP
C-03	2.50	9233313	304163	272	NP

Tabla 22 Propiedades físico - mecánicas de calicatas excavadas.

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	RESULTADOS DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS													
			GRANULOMETRIA				PROPIEDADES INDICE			HUMEDAD NATURAL %	NIVEL AGUA FREÁTICA (m)	PESO VOLUMETRICO	ANGULO DE FRICCION	COHESION Kg/cm2	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO
			MALLA N°4	MALLA N°10	MALLA N°40	MALLA N°200	L.L%	L.P.%	IP%							
C-01	UNICA	1.50	38.60	30.40	16.70	3.90	NP	NP	NP	5.80	-1.00	2.09	32.20	0.03	GW	A-1-a (0)
C-02	UNICA	2.60	100.00	99.90	62.90	13.80	NP	NP	NP	4.34	-	1.97	30.70	0.04	SM	A-2-4 (0)
C-03	UNICA	2.50	100.00	100.00	99.30	84.60	39.50	18.90	20.60	22.70	-	1.82	16.27	0.26	CL	A-6 (17)



Figura 45 Ubicación de calicatas excavadas.

3.7.1.6. Ensayos de laboratorio

Los ensayos fueron realizados en el laboratorio FERMATI Constructora y servicios generales S.A.C.

3.7.1.6.1. Perfiles Estratigráficos

Las muestras de suelos obtenidas de la zona del proyecto se han clasificado usando el sistema unificado de clasificación del suelo SUCS. Teniendo como fuente la NTP 339.134, según los ensayos realizados se obtuvo lo siguiente:



INFORME DE ENSAYO N° 2255

(Pag.1 de 1)

Expediente N° : 873-2020 L.E.M FERMATI S.A.C
 Peticionario : Jhordin Saldaña Sepulveda
 Tesis : Análisis y Diseño de la Defensa Ribereña en el Cauce del Río Serrano, Tramo el Pozo hacia la Desembocadura del Río Saposo, Distrito de Saposo, Provincia de Hugallaga, Departamento de San Martín
 Ubicación : Distrito de Saposo, Provincia de Hugallaga, Departamento de San Martín
 Fecha de emisión : Chicalyo, 28 de Setiembre del 2020
 Calicata : C-1
 Tipo de Excavación : A CIELO ABIERTO Nivel Freático: 1m

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (m)	Tipo de Excavación	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.00	A C I E L O A B I E R T O	M-1		GW	Suelos gravosos bien gradados Límite líquido : NP Índice plástico : NP Humedad natural : 5.80%
1.50					

OBSERVACIONES:

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

German Gastelo Chirinos
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C.



Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

964423859 - 943011231
 Ca. Francisco Cabrera N° 1277

fermatisac@gmail.com
 www.fermatisac.cf

Figura 46 Clasificación de suelo SUCS, Calicata – 1

INFORME DE ENSAYO N° 2258

(Pag.1 de 1)

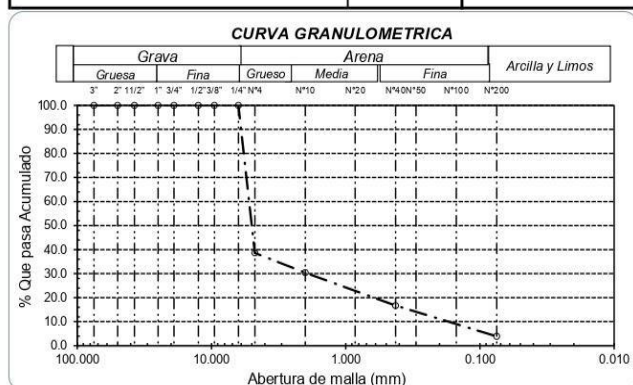
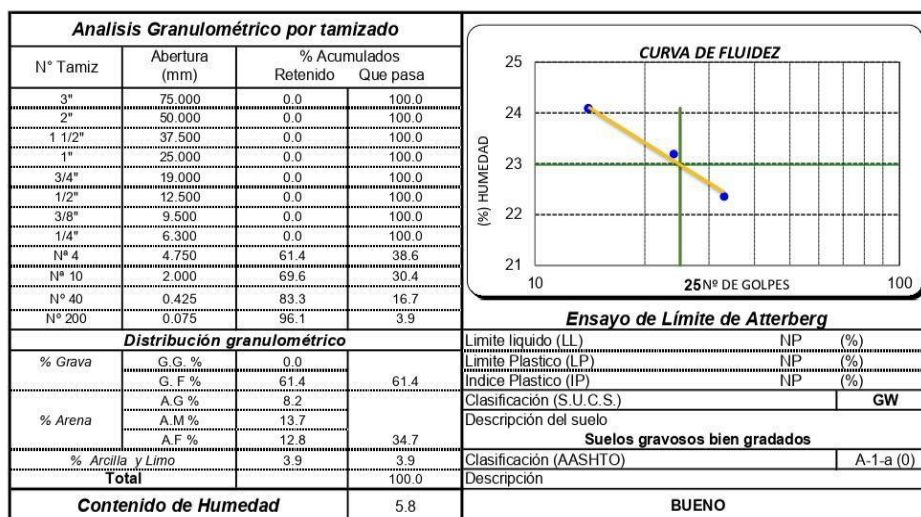
Expediente N° : 876-2020 L.E.M FERMATI S.A.C
 Peticionario : Jhordin Saldaña Sepulveda
 Tesis : Análisis y Diseño de la Defensa Ribereña en el Cauce del Río Serrano, Tramo el Pozo hacia la Desembocadura del Río Saposoa, Distrito de Saposoa, Provincia de Hugalaga, Departamento de San Martín
 Ubicación : Distrito de Saposoa, Provincia de Hugalaga, Departamento de San Martín
 Fecha de emisión : Chicalyo, 29 de Setiembre del 2020

Ensayo : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 Norma de referencia : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 1

Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m. - 1.50m.



OBSERVACIONES:

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Gastelo Chirinos
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C.




 Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351



964423859 - 943011231



Ca. Francisco Cabrera N° 1277



fermatissac@gmail.com



www.fermatissac.cf


Figura 47 Clasificación de suelo AASHTO, Calicata - 1

INFORME DE ENSAYO N° 2256

(Pag.1 de 1)

Expediente N° : 874-2020 L.E.M FERMATI S.A.C
 Peticionario : Jhordin Saldaña Sepulveda
 Tesis : Análisis y Diseño de la Defensa Ribereña en el Cauce del Río Serrano, Tramo el Pozo hacia la Desembocadura del Río Saposo, Distrito de Saposo, Provincia de Hugalaga, Departamento de San Martin
 Ubicación : Distrito de Saposo, Provincia de Hugalaga, Departamento de San Martin
 Fecha de emisión : Chicalyo, 28 de Setiembre del 2020
 Calicata : C-2
 Tipo de Excavación : A CIELO ABIERTO Nivel Freático: NP

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (m)	Tipo de Excavación	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.00	A C I E L O A B I E R T O	M-1		SM	Arenas limosas de color marrón claro Límite líquido : NP Índice plástico : NP Humedad natural : 4.34%
2.60					

OBSERVACIONES:

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Gastelo Chirinos
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C.


 Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351


964423859 - 943011231



Ca. Francisco Cabrera N° 1277



fermatisac@gmail.com



www.fermatisac.cf

Figura 48 Clasificación de suelo SUCS, Calicata – 2

INFORME DE ENSAYO N° 2259

(Pag.1 de 1)

Expediente N° : 877-2020 L.E.M FERMATI S.A.C
 Peticionario : Jhordin Saldaña Sepulveda
 Tesis : Análisis y Diseño de la Defensa Ribereña en el Cauce del Río Serrano, Tramo el Pozo hacia la Desembocadura del Río Saposoa, Distrito de Saposoa, Provincia de Hugalaga, Departamento de San Martín
 Ubicación : Distrito de Saposoa, Provincia de Hugalaga, Departamento de San Martín
 Fecha de emisión : Chicalyo, 29 de Setiembre del 2020

Ensayo : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

Norma de referencia : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 2

Muestra: M-1

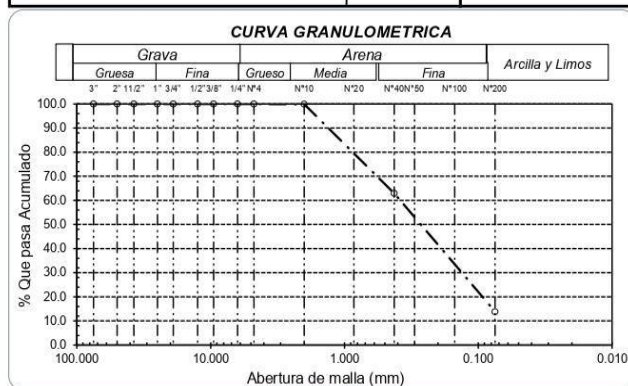
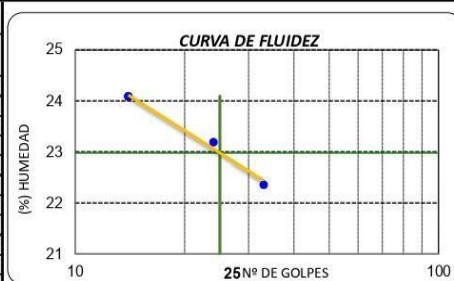
Profundidad: 0.00m. - 2.60m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	0.1	99.9
N° 40	0.425	37.1	62.9
N° 200	0.075	86.2	13.8

Distribución granulométrica			
% Grava	G.G. %	0.0	
	G.F. %	0.0	
	A.G. %	0.1	
	A.M. %	37.0	
	A.F. %	49.1	
% Arcilla y Limo		13.8	13.8
Total		100.0	

Contenido de Humedad	
	4.34

Ensayo de Limite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	NP (%)
Límite Plástico (LP)	NP (%)
Índice Plástico (IP)	NP (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	SM
Descripción del suelo	Arenas limosas de color marrón oscuro
Clasificación (AASHTO)	A-2-4 (0)
Descripción	BUENO



OBSERVACIONES:

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Gastelo Chirinos
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C.




 Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351



964423859 - 943011231



Ca. Francisco Cabrera N° 1277



fermatisac@gmail.com



www.fermatisac.cf

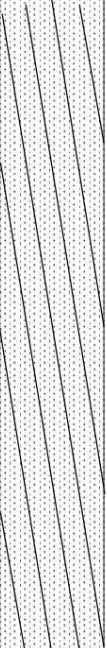
Figura 49 Clasificación de suelo AASHTO, Calicata – 2

INFORME DE ENSAYO N° 2257

(Pag.1 de 1)

Expediente N° : 875-2020 L.E.M FERMATI S.A.C
 Peticionario : Jhordin Saldafia Sepulveda
 Tesis : Análisis y Diseño de la Defensa Ribereña en el Cauce del Río Serrano, Tramo el Pozo hacia la Desembocadura del Río Saposo, Distrito de Saposo, Provincia de Hugallaga, Departamento de San Martin
 Ubicación : Distrito de Saposo, Provincia de Hugallaga, Departamento de San Martin
 Fecha de emisión : Chicalyo, 28 de Setiembre del 2020
 Calicata : C-3
 Tipo de Excavación : A CIELO ABIERTO Nivel Freático: NP

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad	Tipo de Excavación	Muestra N°	Símbolo	Clasificación	Descripción visual (IN-SITU)
0.0 (m)	A C I E L O A B I E R T O	M-1		SUCS CL	Arcillas inorgánicas de mediana plasticidad Límite líquido : 39.50% Índice plástico : 20.60% Humedad natural : 22.70%
0.00					
2.50					

OBSERVACIONES:

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Gastelo Chirinos
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C.


 Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

 964423859 - 943011231

 Ca. Francisco Cabrera N° 1277

 fermatisac@gmail.com


 www.fermatisac.cf

Figura 50 Clasificación de suelo SUCS, Calicata – 3

INFORME DE ENSAYO N° 2260

(Pag.1 de 1)

Expediente N° : 878-2020 L.E.M FERMATI S.A.C
 Peticionario : Jhordín Saldaña Sepulveda
 Tesis : Análisis y Diseño de la Defensa Ribereña en el Cauce del Río Serrano, Tramo el Pozo hacia la Desembocadura del Río Saposoa, Distrito de Saposoa, Provincia de Hugalaga, Departamento de San Martín
 Ubicación : Distrito de Saposoa, Provincia de Hugalaga, Departamento de San Martín
 Fecha de emisión : Chiclayo, 29 de Setiembre del 2020

Ensayo : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 Norma de referencia : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131 : 1999
 : N.T.P. 399.127: 1998

Calicata - 3

Muestra: M-1

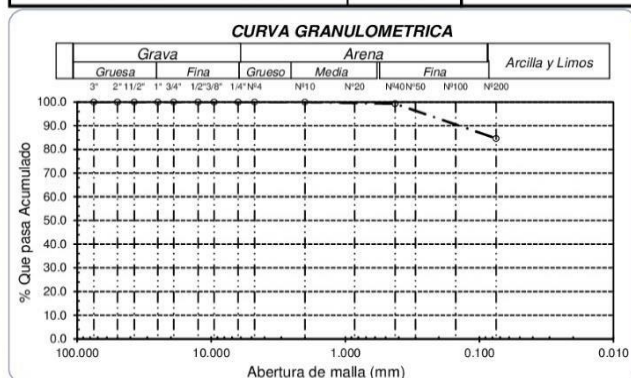
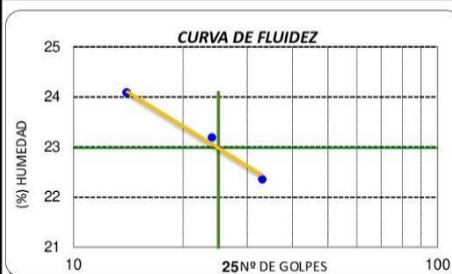
Profundidad: 0.00m. - 2.50m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	0.0	100.0
N° 40	0.425	0.7	99.3
N° 200	0.075	15.4	84.6

Distribución granulométrica			
% Grava	G.G. %	0.0	
	G.F. %	0.0	0.0
% Arena	A.G. %	0.0	
	A.M. %	0.7	
	A.F. %	14.7	15.4
% Arcilla y Limo		84.6	84.6
Total		100.0	100.0

Ensayo de Limite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	39.50 (%)
Límite Plástico (LP)	18.90 (%)
Índice Plástico (IP)	20.60 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	CL
Descripción del suelo	
Arcillas inorgánicas de mediana plasticidad	
Clasificación (AASHTO)	A-6 (17)
Descripción	
MALO	

Contenido de Humedad	
	22.70



OBSERVACIONES:

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Gastelo Chirinos
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C.




 Juan Carlos Firme Ujeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. 123351



964423859 - 943011231



Ca. Francisco Cabrera N° 1277



fermatisac@gmail.com



www.fermatisac.cf

Figura 51 Clasificación de suelo AASHTO, Calicata – 3

3.7.1.6.2. Calculo y análisis de la capacidad admisible de carga

Para lo cual se ha utilizado el criterio de TERZAGHI-PECK (1967), para cimentación continua. Obteniendo los siguientes resultados:



INFORME DE ENSAYO N° 2261

(Pag.1 de 1)

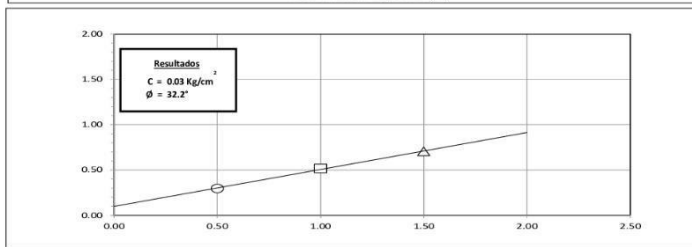
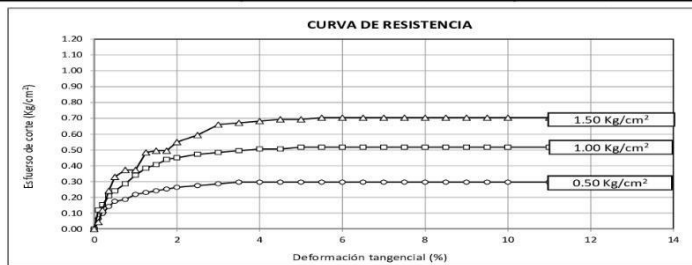
Expediente N° : 879-2020 L.E.M FERMATI S.A.C
 Peticionario : Jhordin Saldaña Sepulveda
 Tesis : Análisis y Diseño de la Defensa Ribereña en el Cauce del Río Serrano, Tramo el Pozo hacia la Desembocadura del Río Saposoa, Distrito de Saposoa, Provincia de Hugalaga, Departamento de San Martín
 Ubicación : Distrito de Saposoa, Provincia de Hugalaga, Departamento de San Martín
 Fecha de emisión : Chicalyo, 29 de Setiembre del 2020

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

CALICATA C - 1 MUESTRA 1 Lado MD Profundidad : 0.00 a 1.50 m

ESPECIMEN N°	DENSIDAD REMOLDEADA g/ cm ³	DENSIDAD SECA g/ cm ³	ESFUERZO NORMAL kg/ cm ²	HUMEDAD NATURAL %	GRADO DE SATURACIÓN %	ESFUERZO CORTE MÁX. kg/ cm ²
N° 01	1.573	1.320	0.50	19.17	67.59	0.296
N° 02	1.468	1.366	1.00	7.49	29.03	0.517
N° 03	1.691	1.380	1.50	22.59	90.03	0.704

ESPECIMEN N°01			ESPECIMEN N°02			ESPECIMEN N°03		
DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm ²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm ²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm ²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm ²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm ²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm ²)
0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.10	0.065	0.130	0.10	0.120	0.120	0.10	0.043	0.029
0.20	0.098	0.196	0.20	0.153	0.153	0.20	0.120	0.080
0.35	0.142	0.284	0.35	0.208	0.208	0.35	0.241	0.161
0.50	0.175	0.350	0.50	0.241	0.241	0.50	0.329	0.220
0.75	0.186	0.372	0.75	0.285	0.285	0.75	0.373	0.249
1.00	0.219	0.438	1.00	0.340	0.340	1.00	0.373	0.249
1.25	0.230	0.460	1.25	0.384	0.384	1.25	0.484	0.322
1.50	0.241	0.482	1.50	0.406	0.406	1.50	0.495	0.330
1.75	0.252	0.504	1.75	0.439	0.439	1.75	0.495	0.330
2.00	0.263	0.526	2.00	0.450	0.450	2.00	0.550	0.366
2.50	0.274	0.548	2.50	0.473	0.473	2.50	0.594	0.396
3.00	0.285	0.570	3.00	0.484	0.484	3.00	0.660	0.440
3.50	0.296	0.592	3.50	0.495	0.495	3.50	0.671	0.447
4.00	0.296	0.592	4.00	0.506	0.506	4.00	0.682	0.455
4.50	0.296	0.592	4.50	0.506	0.506	4.50	0.693	0.462
5.00	0.296	0.592	5.00	0.517	0.517	5.00	0.693	0.462
5.50	0.296	0.592	5.50	0.517	0.517	5.50	0.704	0.469
6.00	0.296	0.592	6.00	0.517	0.517	6.00	0.704	0.469
6.50	0.296	0.592	6.50	0.517	0.517	6.50	0.704	0.469
7.00	0.296	0.592	7.00	0.517	0.517	7.00	0.704	0.469
7.50	0.296	0.592	7.50	0.517	0.517	7.50	0.704	0.469
8.00	0.296	0.592	8.00	0.517	0.517	8.00	0.704	0.469
8.50	0.296	0.592	8.50	0.517	0.517	8.50	0.704	0.469
9.00	0.296	0.592	9.00	0.517	0.517	9.00	0.704	0.469
9.50	0.296	0.592	9.50	0.517	0.517	9.50	0.704	0.469
10.00	0.296	0.592	10.00	0.517	0.517	10.00	0.704	0.469
11.00	0.296	0.592	11.00	0.517	0.517	11.00	0.704	0.469
12.00	0.296	0.592	12.00	0.517	0.517	12.00	0.704	0.469



OBSERVACIONES:
 - El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

Germany Gastelo Chirinos LABORATORISTA-FERMATI S.A.C.
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta INGENIERO CIVIL Reg. CIP. 123331

Figura 52 Ensayo de corte directo NTP 339.171, Calicata – 1

Expediente N° : 882-2020 L.E.M FERMATI S.A.C
 Peticionario : Jhordin Saldaña Sepulveda
 Tesis : Análisis y Diseño de la Defensa Ribereña en el Cauce del Río Serrano, Tramo el Pozo hacia la Desembocadura del Río Saposo, Distrito de Saposo, Provincia de Hugalaga,
 Ubicación : Departamento de San Martín
 Fecha de emisión : Chicalyo, 29 de Setiembre del 2020

Calicata : C - 1

Muestra : M - 1

Profundidad : -0.00 a -1.50 mts

CIMENTACION CONTINUA**CAPACIDAD PORTANTE
(FALLA LOCAL)**

$$q_d = (2/3)C \cdot N'_c + Y \cdot D_f \cdot N'_q + 0.5 Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

q_d = Capacidad de Carga límite en Tm/m²C = Cohesión del suelo en Tm/m²Y = Peso volumétrico del suelo en Tm/m³D_f = Profundidad de desplante de la cimentación en metros

B = Ancho de la zapata, en metros

N'_c N'_q N'_y = Factores de carga obtenidas del gráfico**DATOS:**

Ø =	32.2 °
Ø' =	22.77 °
C =	0.030
Y =	0.552
D _f =	1.5
B =	1.00
N _c =	21.40
N _q =	9.98
N _y =	5.69

q _d =	14.12 Tm/m ²
------------------	-------------------------

q _d =	1.41 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

* Factor de seguridad (FS=3)

PRESION ADMISIBLE

q _a =	0.47 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

ASENTAMIENTO ELÁSTICO

$$S = \frac{qB(1-u^2)I_f}{E_s}$$

Donde:

S = Asentamiento inmediato en cm

q = Presión de trabajo neta (Ton/m²)

B = Ancho de la cimentación (m)

u = Relación de Poisson

I_f = Factor de Forma (cm/m)E_s = Modulo de Elasticidad (ton/m²)**DATOS:**

q =	0.47
B =	0.00
u =	0.30
I _f =	112
E _s =	200

S =	0.24 cm
-----	---------

S =	2.40 mm
-----	---------

FORMA DE LA ZAPATA	VALORES DE I _f (cm/m)			
	CENTRO	ESQ.	MEDIO	RISIDA
RECTANGULAR L/B = 2	163	77	130	120
L/B = 5	210	106	183	170
L/B = 10	264	127	226	210
CUADRADA	112	66	96	82
CIRCULAR	100	64	86	88

TIPO DE SUELO	E _s (ton/m ²)	TIPO DE SUELO	μ (-)
ARCILLA MUY BLANDA	30 - 300	ARCILLA: SATURADA	0.4 - 0.6
BLANDA	200 - 400	NO SATURADA	0.1 - 0.3
MEDIA	450 - 900	ARENOSA	0.2 - 0.3
DURA	700 - 2000	LIMO	0.3 - 0.56
ARCILLA ARENOSA	2000 - 4250	ARENIA: DENSA	0.2 - 0.4
SUELOS GRACIARES	1000 - 16000	DE GRANO GRUESO	0.16
LOESS	1600 - 6000	DE GRANO FINO	0.26
ARENIA LIMOSA	500 - 2000	ROCA	0.1 - 0.4
ARENIA: SUELTA	1000 - 2000	LOESS	0.1 - 0.3
ARENIA: DENSA	6000 - 10000	HIELO	0.28
GRAVA ARENOSA: DENSA	6000 - 20000	CONCRETO	0.16
SUELTA	6000 - 14 000		
ARCILLA ESQUISTOSA	14000 - 140000		
LIMOS	200 - 2000		

OBSERVACIONES:

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



 German Gastelo Chirinos
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C.



 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351


964423859 - 943011231



Ca. Francisco Cabrera N° 1277



fermatisac@gmail.com



www.fermatisac.cf

Figura 53 Calculo de la capacidad admisible de carga, calicata – 1

INFORME DE ENSAYO N° 2262

(Pag.1 de 1)

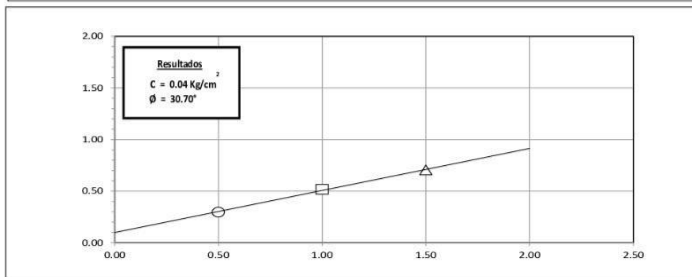
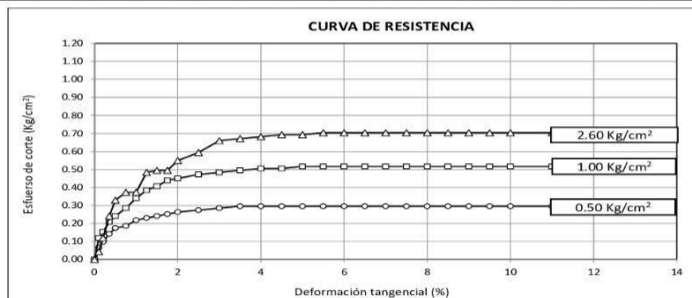
Expediente N° : 880-2020 L.E.M FERMATI S.A.C
 Peticionario : Jhordin Saldaña Sepulveda
 Tesis : Análisis y Diseño de la Defensa Ribereña en el Cauce del Río Serrano,
 Tramo el Pozo hacia la Desembocadura del Río Saposa, Distrito de Saposa,
 Ubicación : Distrito de Saposa, Provincia de Hugalaga, Departamento de San Martín
 Fecha de emisión : Chicaly, 29 de Setiembre del 2020

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
 ASTM D 3080

CALICATA C - 2 MUESTRA 1 Lado MI Profundidad : 0.00 a 2,60 m

ESPECIMEN	DENSIDAD REMOLDEADA	DENSIDAD SECA	ESFUERZO NORMAL	HUMEDAD NATURAL	GRADO DE SATURACIÓN	ESFUERZO CORTE MÁX.
N°	g/ cm ³	g/ cm ³	kg/ cm ²	%	%	kg/ cm ²
N° 01	1.434	1.362	0.50	5.32	20.44	0.296
N° 02	1.538	1.394	1.00	10.33	42.44	0.517
N° 03	1.636	1.407	1.50	16.22	68.57	0.704

ESPECIMEN N°01			ESPECIMEN N°02			ESPECIMEN N°03		
DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm ²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm ²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm ²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm ²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm ²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm ²)
0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.10	0.065	0.130	0.10	0.120	0.120	0.10	0.043	0.029
0.20	0.098	0.196	0.20	0.153	0.153	0.20	0.120	0.080
0.35	0.142	0.284	0.35	0.208	0.208	0.35	0.241	0.161
0.50	0.175	0.350	0.50	0.241	0.241	0.50	0.329	0.220
0.75	0.186	0.372	0.75	0.285	0.285	0.75	0.373	0.249
1.00	0.219	0.438	1.00	0.340	0.340	1.00	0.373	0.249
1.25	0.230	0.460	1.25	0.384	0.384	1.25	0.484	0.322
1.50	0.241	0.482	1.50	0.406	0.406	1.50	0.495	0.330
1.75	0.252	0.504	1.75	0.439	0.439	1.75	0.495	0.330
2.00	0.263	0.526	2.00	0.450	0.450	2.00	0.550	0.366
2.50	0.274	0.548	2.50	0.473	0.473	2.50	0.594	0.396
3.00	0.285	0.570	3.00	0.484	0.484	3.00	0.660	0.440
3.50	0.296	0.592	3.50	0.495	0.495	3.50	0.671	0.447
4.00	0.296	0.592	4.00	0.506	0.506	4.00	0.682	0.455
4.50	0.296	0.592	4.50	0.506	0.506	4.50	0.693	0.462
5.00	0.296	0.592	5.00	0.517	0.517	5.00	0.693	0.462
5.50	0.296	0.592	5.50	0.517	0.517	5.50	0.704	0.469
6.00	0.296	0.592	6.00	0.517	0.517	6.00	0.704	0.469
6.50	0.296	0.592	6.50	0.517	0.517	6.50	0.704	0.469
7.00	0.296	0.592	7.00	0.517	0.517	7.00	0.704	0.469
7.50	0.296	0.592	7.50	0.517	0.517	7.50	0.704	0.469
8.00	0.296	0.592	8.00	0.517	0.517	8.00	0.704	0.469
8.50	0.296	0.592	8.50	0.517	0.517	8.50	0.704	0.469
9.00	0.296	0.592	9.00	0.517	0.517	9.00	0.704	0.469
9.50	0.296	0.592	9.50	0.517	0.517	9.50	0.704	0.469
10.00	0.296	0.592	10.00	0.517	0.517	10.00	0.704	0.469
11.00	0.296	0.592	11.00	0.517	0.517	11.00	0.704	0.469
12.00	0.296	0.592	12.00	0.517	0.517	12.00	0.704	0.469



OBSERVACIONES:
 - El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

German Gastelo Chirinos
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C.

Juan Carlos Firnis Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Figura 54 Ensayo de corte directo NTP 339.171, Calicata – 2

Expediente N° : 883-2020 L.E.M FERMATI S.A.C
 Peticionario : Jhordin Saldaña Sepulveda
 Tesis : Análisis y Diseño de la Defensa Ribereña en el Cauce del Río Serrano, Tramo el Pozo hacia la Desembocadura del Río Saposo, Distrito de Saposo, Provincia de Hugallaga, Departamento de San Martín
 Ubicación : Chicalyo, 29 de Setiembre del 2020
 Fecha de emisión : Chicalyo, 29 de Setiembre del 2020

Calicata : C - 2

Muestra : M - 1

Profundidad : -0.00 a -2.60 mts

CIMENTACION CONTINUA**CAPACIDAD PORTANTE
(FALLA LOCAL)**

$$q_d = (2/3)C \cdot N_c + Y \cdot D_f \cdot N'_q + 0.5 Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

 q_d = Capacidad de Carga limite en Tm/m²C = Cohesión del suelo en Tm/m²Y = Peso volumétrico del suelo en Tm/m³

Df = Profundidad de desplante de la cimentación en metros

B = Ancho de la zapata, en metros

N'c, N'q, N'y = Factores de carga obtenidas del gráfico

DATOS:

Ø =	30.7 °
Ø =	21.60 °
C =	0.040
Y =	0.552
Df =	1.5
B =	1.00
Nc =	19.71
Nq =	8.80
Ny =	4.66

$q_d =$	13.83 Tm/m ²
---------	-------------------------

$q_d =$	1.38 Kg/cm ²
---------	-------------------------

* Factor de seguridad (FS=3)

PRESION ADMISIBLE

$q_a =$	0.46 Kg/cm ²
---------	-------------------------

ASENTAMIENTO ELÁSTICO

$$S = \frac{qB(1-u^2)I_f}{E_s}$$

Donde:

S = Asentamiento inmediato en cm

q = Presión de trabajo neta (Ton/m²)

B = Ancho de la cimentación (m)

u = Relación de Poisson

I_f = Factor de Forma (cm/m)E_s = Modulo de Elasticidad (ton/m²)**DATOS:**

q =	0.46
B =	0.00
u =	0.30
I _f =	112
E _s =	200

$S =$	0.23 cm
-------	---------

$S =$	2.34 mm
-------	---------

FORMA DE LA ZAPATA	VALORES DE I _f (cm/m)			
	CIM. FLEXIBLE			RIGIDA
UBICACION	CENTRO	ESQ.	MEDIO	---
RECTANGULAR L/B = 2	163	77	130	120
	210	105	183	170
	264	127	225	210
CUADRADA	112	66	95	82
CIRCULAR	100	64	85	88

TIPO DE SUELO	E _s (ton/m ²)	TIPO DE SUELO	μ ()
ARCILLA MUY BLANDA	30 - 300	ARCILLA SATURADA	0.4 - 0.6
BLANDA	200 - 400	NO SATURADA	0.1 - 0.3
MEZIA	400 - 600	ARENOSA	0.2 - 0.3
DURA	700 - 2000	LIMO	0.3 - 0.35
ARCILLA ARENOSA	3000 - 4250	ARENA DENSА	0.2 - 0.4
SUBLOS GRACIARES	1000 - 15000	DE GRANO GRUESO	0.15
LOESS	1500 - 5000	DE GRANO FINO	0.25
ARENA LIMOSA	500 - 2000	ROCA	0.1 - 0.4
ARENA SUELTA	1000 - 2500	LOESS	0.1 - 0.3
DENSA	5000 - 10000	HIELO	0.36
GRAVA ARENOSA DENSА	8000 - 20000	CONCRETO	0.15
SUELTA	5000 - 14 000		
ARCILLA ESQUISTOSA	14000 - 140000		
LIMOS	200 - 2000		

OBSERVACIONES:

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Gastelo Chirinos
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C.




 Juan Carlos Firme Ubeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

964423859 - 943011231

Ca. Francisco Cabrera N° 1277

fermatisac@gmail.com

www.fermatisac.cf

Figura 55 Calculo de la capacidad admisible de carga, calicata – 2

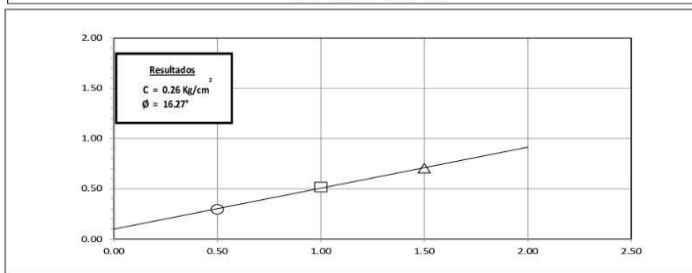
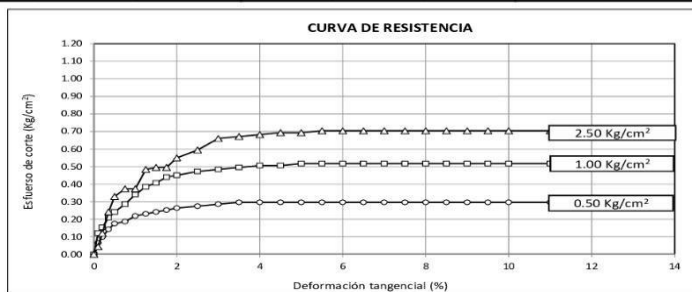
Expediente N° : 881-2020 L.E.M FERMATI S.A.C
 Peticionario : Jhordín Saldaña Sepulveda
 Tesis : Análisis y Diseño de la Defensa Ribereña en el Cauce del Río Serrano,
 Tramo el Pozo hacia la Desembocadura del Río Saposo, Distrito de Saposo,
 Ubicación : Distrito de Saposo, Provincia de Huagallaga, Departamento de San Martín
 Fecha de emisión : Chicalyo, 29 de Setiembre del 2020

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
ASTM D 3080

CALICATA C - 3 MUESTRA 1 Lado MD Profundidad : 0.00 a 2,50 m

ESPECIMEN N°	DENSIDAD REMOLDEADA g/cm ³	DENSIDAD SECA g/cm ³	ESFUERZO NORMAL kg/cm ²	HUMEDAD NATURAL %	GRADO DE SATURACIÓN %	ESFUERZO DE CORTE MÁX. kg/cm ²
N° 01	1.781	1.362	0.50	30.82	118.34	0.296
N° 02	1.399	1.366	1.00	2.41	9.34	0.517
N° 03	1.622	1.393	1.50	16.39	67.24	0.704

ESPECIMEN N°01			ESPECIMEN N°02			ESPECIMEN N°03		
DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm ²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm ²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm ²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm ²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm ²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm ²)
0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.10	0.065	0.130	0.10	0.120	0.120	0.10	0.043	0.029
0.20	0.098	0.196	0.20	0.153	0.153	0.20	0.120	0.080
0.35	0.142	0.284	0.35	0.208	0.208	0.35	0.241	0.161
0.50	0.175	0.350	0.50	0.241	0.241	0.50	0.329	0.220
0.75	0.186	0.372	0.75	0.285	0.285	0.75	0.373	0.249
1.00	0.219	0.438	1.00	0.340	0.340	1.00	0.373	0.249
1.25	0.230	0.460	1.25	0.384	0.384	1.25	0.484	0.322
1.50	0.241	0.482	1.50	0.406	0.406	1.50	0.495	0.330
1.75	0.252	0.504	1.75	0.439	0.439	1.75	0.495	0.330
2.00	0.263	0.526	2.00	0.450	0.450	2.00	0.550	0.366
2.50	0.274	0.548	2.50	0.473	0.473	2.50	0.594	0.396
3.00	0.285	0.570	3.00	0.484	0.484	3.00	0.660	0.440
3.50	0.296	0.592	3.50	0.495	0.495	3.50	0.671	0.447
4.00	0.296	0.592	4.00	0.506	0.506	4.00	0.682	0.455
4.50	0.296	0.592	4.50	0.506	0.506	4.50	0.693	0.462
5.00	0.296	0.592	5.00	0.517	0.517	5.00	0.693	0.462
5.50	0.296	0.592	5.50	0.517	0.517	5.50	0.704	0.469
6.00	0.296	0.592	6.00	0.517	0.517	6.00	0.704	0.469
6.50	0.296	0.592	6.50	0.517	0.517	6.50	0.704	0.469
7.00	0.296	0.592	7.00	0.517	0.517	7.00	0.704	0.469
7.50	0.296	0.592	7.50	0.517	0.517	7.50	0.704	0.469
8.00	0.296	0.592	8.00	0.517	0.517	8.00	0.704	0.469
8.50	0.296	0.592	8.50	0.517	0.517	8.50	0.704	0.469
9.00	0.296	0.592	9.00	0.517	0.517	9.00	0.704	0.469
9.50	0.296	0.592	9.50	0.517	0.517	9.50	0.704	0.469
10.00	0.296	0.592	10.00	0.517	0.517	10.00	0.704	0.469
11.00	0.296	0.592	11.00	0.517	0.517	11.00	0.704	0.469
12.00	0.296	0.592	12.00	0.517	0.517	12.00	0.704	0.469



OBSERVACIONES:
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

German Gastelo Chirinos
LABORATORISTA-FERMATI S.A.C.



Juan Carlos Firmo Ujeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

Figura 56 Ensayo de corte directo NTP 339.171, Calicata – 3

Expediente N° : 884-2020 L.E.M FERMATI S.A.C
 Peticionario : Jhordin Saldaña Sepulveda
 Tesis : Análisis y Diseño de la Defensa Ribereña en el Cauce del Río Serrano, Tramo el Pozo hacia la Desembocadura del Río Saposo, Distrito de Saposo, Provincia de Hugalaga, Departamento de San Martín
 Ubicación : Chicalyo, 29 de Setiembre del 2020
 Fecha de emisión : Chicalyo, 29 de Setiembre del 2020

Calicata : C - 3 Muestra : M - 1 Profundidad : -0.00 a -2.50 mts

CIMENTACION CONTINUA

CAPACIDAD PORTANTE (FALLA LOCAL)

$$q_d = (2/3)C \cdot N'_c + Y \cdot D_f \cdot N'_q + 0.5 Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

- q_d = Capacidad de Carga límite en Tm/m²
- C = Cohesión del suelo en Tm/m²
- Y = Peso volumétrico del suelo en Tm/m³
- D_f = Profundidad de desplante de la cimentación en metros
- B = Ancho de la zapata, en metros
- N_c N_q N_y = Factores de carga obtenidas del gráfico

DATOS:

Ø =	16.27°
Ø' =	11.01°
C =	0.260
Y =	0.552
D _f =	1.5
B =	1.00
N _c =	10.17
N _q =	2.98
N _y =	0.69

q _d =	20.28 Tm/m ²
------------------	-------------------------

q _d =	2.03 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

* Factor de seguridad (FS=3)

PRESION ADMISIBLE

q _a =	0.68 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

ASENTAMIENTO ELÁSTICO

$$S = \frac{qB(1 - u^2)I_f}{E_s}$$

Donde:

- S = Asentamiento inmediato en cm
- q = Presión de trabajo neta (Ton/m²)
- B = Ancho de la cimentación (m)
- u = Relación de Poisson
- I_f = Factor de Forma (cm/m)
- E_s = Modulo de Elasticidad (ton/m²)

DATOS:

q =	0.68
B =	0.00
u =	0.30
I _f =	112
E _s =	200

S =	0.35 cm
-----	---------

S =	3.47 mm
-----	---------

FORMA DE LA ZAPATA	VALORES DE S (cm/m)			
	CIM. FLEXIBLE			
UBICACIÓN	CENTRO	ESQ.	MEDIO	RIGIDA
RECTANGULAR L/B = 2	153	77	130	120
L/B = 5	210	105	183	170
L/B = 10	254	127	225	210
CUADRADA	112	56	95	82
CIRCULAR	100	64	85	88

TIPO DE SUELO	E _s (ton/m ²)	TIPO DE SUELO	μ (-)
ARCILLA MUY BLANDA	30 - 300	ARCILLA SATURADA	0.4 - 0.5
BLANDA	200 - 400	NO SATURADA	0.1 - 0.3
MEDIA	450 - 900	ARENOSA	0.2 - 0.3
DURA	700 - 2000	LIMO	0.3 - 0.35
ARCILLA ARENOSA	3000 - 4350	ARENA DENSA	0.2 - 0.4
SUELOS GRACIARES	1000 - 15000	DE GRANO GRUESO	0.15
LOESS	1500 - 5000	DE GRANO FINO	0.25
ARENA LIMOSA	500 - 2000	ROCA	0.1 - 0.4
ARENA SUELTA	1000 - 2000	LOESS	0.1 - 0.3
ARENA DENSA	5000 - 10000	HIELO	0.38
GRAVA ARENOSA DENSA	5000 - 20000	CONCRETO	0.15
SUELTA	5000 - 14 000		
ARCILLA ESCUETOSA	14000 - 140000		
LIMOS	200 - 3000		

OBSERVACIONES:

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

German Gastelo Chirinos
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C.



Juan Carlos Fierro Uceda
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Figura 57 Calculo de la capacidad admisible de carga, calicata – 3

INFORME DE ENSAYO N° 2267

(Pag.1 de 1)

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo.

REFERENCIA : NTP 339.131 ASTM D - 854

Expediente N° : 885-2020 L.E.M FERMATI S.A.C

Peticionario : Jhordin Saldaña Sepulveda

Tesis : Análisis y Diseño de la Defensa Ribereña en el Cauce del Río Serrano, Tramo el Pozo hacia la Desembocadura del Río Saposo, Distrito de Saposo, Provincia de Hugalaga, Departamento de San Martín

Fecha de emisión : Chicalyo, 02 de Octubre del 2020

<u>Calicata</u> : C - 1		
<u>Muestra</u> : M - 1		
<u>Profundidad</u> : 0.00 - 1.50 mt.		
Peso específico relativo de sólidos (G_s)	g/cm ³	2.202

<u>Calicata</u> : C - 2		
<u>Muestra</u> : M - 1		
<u>Profundidad</u> : 0.00 - 2.60 mt.		
Peso específico relativo de sólidos (G_s)	g/cm ³	2.270

<u>Calicata</u> : C - 3		
<u>Muestra</u> : M - 1		
<u>Profundidad</u> : 0.00 - 2.50 mt.		
Peso específico relativo de sólidos (G_s)	g/cm ³	2.277

OBSERVACIONES:


- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



 German Gastelo Chirinos
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C.




 Juan Carlos Firmo Ujeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

 964423859 - 943011231

 Ca. Francisco Cabrera N° 1277

 fermatisac@gmail.com


 www.fermatisac.cf

Figura 58 Gravedad específica NTP 339.131

INFORME DE ENSAYO N° 2268

(Pag.1 de 1)

ENSAYO : Peso volumetrico de suelos cohesivos

REFERENCIA: NTP 339.139

Expediente N° : 886-2020 L.E.M FERMATI S.A.C

Peticionario : Jhordin Saldaña Sepulveda

 Tesis : Análisis y Diseño de la Defensa Ribereña en el Cauce del Río Serrano,
 Tramo el Pozo hacia la Desembocadura del Río Saposo, Distrito de
 Saposo, Provincia de Hugalaga, Departamento de San Martin

Fecha de emisión : Chicalyo, 02 de Octubre del 2020

<u>Calicata</u> : C - 1	
<u>Muestra</u> : M - 1	
<u>Profundidad</u> : 0.00 - 1.50 mt.	
Peso volumetrico	g/cm ³ 2.090

<u>Calicata</u> : C - 2	
<u>Muestra</u> : M - 1	
<u>Profundidad</u> : 0.00 - 2.60 mt.	
Peso volumetrico	g/cm ³ 1.970

<u>Calicata</u> : C - 3	
<u>Muestra</u> : M - 1	
<u>Profundidad</u> : 0.00 - 2.50 mt.	
Peso volumetrico	g/cm ³ 1.820


OBSERVACIONES:


- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Gastelo Chirinos
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C.


 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

 964423859 - 943011231

 Ca. Francisco Cabrera N° 1277

 fermatisac@gmail.com

 www.fermatisac.cf

Figura 59 Peso Volumétrico NTP 400.017

3.7.1.5.2. Caracterización Geotécnica del terreno de fundación

La zona evaluada está conformada por arenas limosas, arcillas de mediana plasticidad y gravas bien gradadas. Todas estas se encuentran cubriendo afloramientos rocosos de areniscas y conglomerados de la formación Ipururo, que en ciertos sectores aflora en el lecho activo del Río Serrano. Esta última condición es favorable para la cimentación de las componentes estructurales del proyecto, pues estarán cimentadas sobre material rocoso de mediana resistencia.

3.7.1.5.3. Canteras

Se han identificado 03 canteras, de las cuales 01 corresponde a bolonería para gaviones (cantera Río Huallaga), 01 como material de agregados de concreto y 01 como relleno compactado. La unidad de medida para los volúmenes de material de préstamo será el metro cúbico (m³). Con los materiales seleccionados para las canteras se han realizado los ensayos necesarios concordantes con el uso que será destinado cada material, a continuación, se detallan las principales características geológicas y los ensayos realizados de las canteras reconocidas.

3.7.1.5.3.1. Cantera Sacanche

Se localiza al Sur a 25.00 km de la zona de influencia del proyecto, Corresponde a arenas limosas bien gradadas con un alto contenido de gravas, con presencia de arenas de grano medio a grueso. Estos materiales corresponden a la Formación Juanjuí y conforman potentes bancos cubiertos por vegetación, Fotos 56 y 57. Se ha estimado un volumen explotable de 50,000 m³.



Figura 60 Vista de cantera de relleno compactado.



Figura 61 Vista de cantera de relleno compactado.

CANTERA	USO	RESULTADOS DE PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS											CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO
		GRANULOMETRIA				PROPIEDADES INDICE			HUMEDAD NATURAL	O.C.H	M.D.S	C.B.R 95%		
		MALLA # 4	MALLA #10	MALLA # 40	MALLA #200	L.L %	L.P. %	IP %						
SACANCHE	RELLENO COMPACTADO	87.10	81.00	49.30	10.50	N.P	N.P	N.P	7.66	8.40	2.07	27.80	SW-SM	A-1-b (0)

Tabla 23 Características geotécnicas de los materiales de la Cantera Sacanche

3.7.1.5.3.2. Cantera río Huallaga

Se localiza al Sur a 35.00 km de la zona de estudio, en el lecho activo del río Huallaga, margen izquierda de este. Corresponde a una cantera aluvial, debido al transporte y acumulación generada por el río Huallaga. Está conformada por gravas medianas y bloques redondeados, de composición polimíctica, destacando rocas de origen ígneo como andesitas y dioritas y rocas sedimentarias como areniscas. Estos materiales presentan una resistencia muy alta por lo que califica como un material óptimo para la construcción de gaviones y/u colchó reno. De la misma manera de esta cantera se realizará la extracción de agregado fino y grueso que servirán como material para la conformación de concreto. Se ha estimado un volumen explotable de 30,000 m³.



Figura 62 Bolonería conformada principalmente por rocas de origen ígneo (andesitas y dioritas) y rocas sedimentarias (areniscas).

3.7.1.5.3.3. Ensayos de laboratorio

Se realizó el ensayo por método de los Ángeles, donde se determinó el peso de la roca, el desgaste, peso específico de la piedra y el porcentaje de absorción. Con estos ensayos se determinaron las propiedades de las rocas de la cantera del o Huallaga.

Además, el ensayo del agua para la determinación de sulfatos, cloruros y contenido de sales solubles del Río Serano.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO N° 2270

(Pag.1 de 1)

RESISTENCIA AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS CON TAMAÑOS MENORES A 37.5 mm
MEDIANTE LA MAQUINA DE LOS ANGELES
(MTC E207 - ASTM C131)

Expediente N° : 888-2020 L.E.M FERMATI S.A.C
 Peticionario : Jhordin Saldaña Sepulveda
 Tesis : Análisis y Diseño de la Defensa Ribereña en el Cauce del Río Serrano, Tramo el Pozo hacia la Desembocadura del Río Saposo, Distrito de Saposo, Provincia de Hugalaga, Departamento de San Martín
 Fecha de emisión : Chicalyo, 14 de Octubre del 2020

METODO		PESOS Y GRANULOMETRIAS REQUERIDOS				PESOS Y GRANULOMETRIAS EMPLEADOS			
PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	A	B	C	D	A	B	C	D
1 1/2"	1"	1250 ± 25							
1"	3/4"	1250 ± 25							
3/4"	1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10						
1/2"	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10						
3/8"	1/4"			2500 ± 10					
1/4"	N° 4			2500 ± 10					
N° 4	N° 8				5000 ± 10				
PESO TOTAL		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5408 ± 25			
N° de Esferas		12	11	8	6	12			
Peso de las Esferas		390 - 445	391 - 445	392 - 445	393 - 445	390 - 445			
		Peso Final en Gramos (gr.)				5,120			
		Diferencia de Pesos (gr.)				288.0			
		% Desgate				5.6%			

OBSERVACIONES:

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Gastelo Chirinos
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C.




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

964423859 - 943011231
 Ca. Francisco Cabrera N° 1277

fermatisac@gmail.com
 www.fermatisac.cf

Figura 63 Ensayo a la resistencia por abrasion en la maquina de los Angeles NTP 400.019

INFORME DE ENSAYO N° 2271

(Pag.1 de 1)

ENSAYO : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA: NTP 400.022

Expediente N° : 889-2020 L.E.M FERMATI S.A.C

Peticionario : Jhordin Saldaña Sepulveda

Tesis : Análisis y Diseño de la Defensa Ribereña en el Cauce del Río Serrano, Tramo el Pozo hacia la Desembocadura del Río Saposoa, Distrito de Saposoa, Provincia de Hugalaga, Departamento de San Martín

Fecha de emisión : Chicalyo, 14 de Octubre del 2020

Cantera: Río Huallaga		
Muestra: Piedra Caliza		
A.- Peso específico de la piedra	(g/cm ³)	2.540
B.- Peso específico de la masa s.s.s.	(g/cm ³)	2.550
C.- Peso específico aparente	(g/cm ³)	2.570
D.- Porcentaje de absorción	(%)	0.420

OBSERVACIONES:


- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.




German Gastelo Chirinos
LABORATORISTA-FERMATI S.A.C.




Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

 964423859 - 943011231

 Ca. Francisco Cabrera N° 1277

 fermatisac@gmail.com


 www.fermatisac.cf

Figura 64 Ensayo del peso específico de la roca.

INFORME DE ENSAYO N° 2269

(Pag.1 de 1)

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea.

: SUELO. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.

: SUELO. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea.

REFERENCIA: NTP 339.177 : 2002
 NTP 339.178 : 2002
 NTP 339.152 : 2005
 NTP 339.073 : 2005
 NTP 339.071 : 2007
 NTP 339.088 : 2002
 NTP 339.072 : 2002

Expediente N° : 887-2020 L.E.M FERMATI S.A.C
Peticionario : Jhordin Saldaña Sepulveda
Tesis : Análisis y Diseño de la Defensa Ribereña en el Cauce del Río Serrano, Tramo el Pozo hacia la Desembocadura del Río Saposoa, Distrito de Saposoa, Provincia de Hugalaga, Departamento de San Martín
Fecha de emisión : Chicalyo, 12 de Octubre del 2020

Muestra : Agua del Río Serrano	
Contenido de sulfatos %	0.092
Contenido de cloruros %	0.032
Contenido de sales totales %	0.170
PH %	7.510
Sólidos en suspensión %	23.200
Alcalinidad %	29.340
Materia orgánica %	1.740

OBSERVACIONES:

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.




German Gastelo Chirinos
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C.




Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

 964423859 - 943011231

 Ca. Francisco Cabrera N° 1277

 fermatisac@gmail.com


 www.fermatisac.cf

Figura 65 Ensayo del agua, para determinar sulfatos, cloruros y sales.

3.6.2. Estudio topográfico

3.6.2.1. Plan de trabajo

3.6.2.1.1. Metodología del trabajo

El trabajo de levantamiento topográfico se inicia teniendo como base puntos referenciales (BMs) monumentados en el área de influencia directa, referidos al sistema WGS-84 Zona 18 SUR.

Para este trabajo se posicionó un equipo topográfico (Estación Total) sobre uno de los puntos referenciales BM-1, sirviendo el siguiente punto para orientar dicha Estación Total y calcular el acimut y los grados de inclinación respecto al norte magnético, luego se realizó el levantamiento topográfico mediante el método de radiación de todo el terreno o área.

La Radiación: es un método Topográfico que permite determinar coordenadas (X, Y, Z) desde un punto fijo llamado polo de radiación. Para situar una serie de puntos pueden ser; A, B, C,... se estaciono el instrumento en un punto BM-1 y desde él se visan direcciones BM-2/BM3-AUX, BM-1/E-1, tomando nota de las lecturas azimutales y cenitales, así como de las distancias a los puntos, de la altura de instrumento y de la señal utilizada para materializar el punto visado.

3.6.2.2.Trabajo de campo

3.6.2.2.1. Reconocimiento del Área de Estudio

3.6.2.2.1.1. Descripción del terreno en planimetría y altimetría

El área de estudio presenta una topografía accidentada, por ser una zona urbana el relieve se encuentra relativamente desnivelado habiendo cortes para la conformación de taludes y detalles necesarios para el proceso constructivo, explanación para la ubicación y proyección de diferentes componentes estructurales.

3.6.2.2.1.2. Construcciones existentes en el terreno

Se han encontrado construcciones existentes dentro del área del terreno como son: puentes, muros de concreto, casas, cercos perimétricos, y demás que servirán de apoyo al diseño o a la mejor distribución de área.

3.6.2.2.2. Red de Control Horizontal y Red de Control Vertical

El trabajo se realizó con un equipo topográfico (estación total) de precisión 5" error angular, básicamente para poder obtener niveles de error mínimos. Para ello, se tomaron lecturas de distancia repetida y en modo fino del instrumento lo que significa que en un intervalo de

tiempo de 1,5 segundos por visada se tomaron los datos utilizando de este tiempo el promedio de lecturas computarizadas, cada una de ellas medidas con rayos infrarrojos de onda corta, el cual se afecta principalmente por la posición y el número de prismas utilizados. Además, se realizaron los ajustes por temperatura.

La metodología resumida fue la siguiente:

Se utilizó una estación total marca TOPCON GTS-236W, cada medida se realizó en modo fino, en series de 2 visadas cada una, de las cuales el software de cálculo tomo el promedio final, de esta manera se reduce al mínimo el error del operador.

3.6.2.2.3. Monumentado de los Puntos Topográficos de Control Vertical (BM) y Horizontal

Para el levantamiento topográfico de esta área de influencia ha sido necesario monumentar puntos topográficos (BM's), se creó una poligonal abierta para compensar los cambios de estación utilizando estacas de fierro y manera quedando fijos en campo y pintados en árboles para su referencia y ubicación en situ.

3.6.2.2.4. Levantamiento Topográfico Planimétrico y Batimétrico.

Para el Levantamiento Topográfico primero se ubicaron los puntos denominados BM1 y BM2, los cuales fueron tomados con GPS diferencial ASHTECH, enlazados y Geo Referenciados a dos BM's; los datos se detallan en el Tabla N° 25 de BM's - Principales, dichos puntos están Geo Referenciados en Coordenadas U.T.M. WGS-84, Los mismos que figuran en los planos y a partir de dichos puntos de control se utilizó el método de radiación para el desarrollo del levantamiento topográfico.

Para los trabajos de levantamiento topográfico se siguió el siguiente procedimiento:

- Se trabajó con una poligonal abierta, siguiendo el eje de la vía y teniendo como referencia el trazo de la quebrada existente; así mismo se colocó BM'S en puntos estratégicos, sobre el asfalto en los lugares especificados en los planos de topografía (plano de ubicación de BM's).
- Apoyados en los puntos de control (BM-1 Y BM-2), se realizó el levantamiento topográfico en campo de todos los detalles planimétricos y altimétricos compatibles con la escala de presentación de todo el terreno.
- Se tomaron puntos referenciales en campo como borde del Río, fondo del Río, terreno natural y estructuras existentes.

- Se ha realizado el trazo a curvas de nivel, mediante una batimetría y taquimetría y para la ubicación geográfica se utilizó GPS diferencial ashtech dando valores en coordenadas y altitud a los BM-1 y BM-2 Y BM-3, ubicados en el sector LA CONCORDIA Y CAHUIDE, a fin de tener un levantamiento Geo Referencial; que con esto se busca obtener datos más precisos y que nos lleven a resultados correctos y por ende a un buen diseño.

Con los puntos en coordenadas y con el empleo de los programas especializados se procedieron a modelar las superficies topográficas para finalmente obtener las curvas de nivel y posteriormente diseño completo.

Los archivos están en unidades métricas y los trazos que se refieren en los planos que han sido procesados en el programa AutoCAD CIVIL 3D 2018.

3.6.2.2.5. Equipos Topográficos

En función a la importancia de estos estudios a ejecutarse, y dar cumplimiento de lo requerido en los términos de referencia; se han empleado equipos electrónicos de alta precisión como es la estación total, en la que se han almacenado información codificada que luego es convertida en datos que se suministran a programas de cómputo para la elaboración de planos sectorizados en sistema CAD.



Figura 66 Equipo topográfico MARCA TOPCON GTS 236W

3.6.2.2.6. Personal y Equipo Utilizados

- **Personal**

El levantamiento Topográfico se realizó con una brigada compuesta por:

- ✓ 01 operador (topógrafo)
- ✓ 02 Prismeros

- **Equipos y Materiales**

Para el levantamiento Topográfico se ha empleado los siguientes equipos y materiales:

- ✓ 01 Equipo Estación Total (TOPCON GTS 236W)
- ✓ 01 GPS DIFERENCIAL (ASHTECH)
- ✓ 02 Porta Prismas
- ✓ 02 prismas Individuales.
- ✓ 01 Trípode de Aluminio
- ✓ 01 Wincha de mano 5.00 m.
- ✓ Fierro de 3/8 pulgada.
- ✓ Clavos de calamina

3.6.2.3. Trabajo de gabinete

Los trabajos de gabinete básicamente se refieren al procesamiento de los datos obtenidos en campo para la realización de los planos topográficos, los cuales servirán como plantillas iniciales para luego proceder a su diseño definitivo.

Los datos se acumularon en la memoria electrónica de la estación total y transferidos al computador mediante el software TOPCON LINK, para después ser procesadas con hojas de cálculo y Dibujo Asistido por Computador (AUTOCAD CIVIL 3D 2018).

- ✓ DATUM : WGS - 84
- ✓ PROYECCION : UTM
- ✓ HEMISFERIO : SUR
- ✓ ZONA : S.A. - 18S

3.6.2.3.1. Compensación y Cálculo de Coordenadas Planas UTM de los puntos de control vertical (BM y Poligonal Básica de Apoyo).

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA
BM1	304359.446	9233677.865	314.863
BM2	304272.019	9233818.427	313.887
BM3	304203.612	9233865.888	314.388

E1	304248.251	9233840.828	310.666
E-2	304284.175	9233831.884	310.332
E-3	304325.906	9233836.801	310.280
E-4	304360.970	9233826.549	310.288
AUX	304382.510	9233851.665	309.800
E-5	304430.116	9233865.803	309.614
AUX-1	304435.458	9233822.216	311.198
E-6	304444.086	9233779.025	309.153
AUX-2	304435.953	9233789.013	310.832
E-7	304443.045	9233670.970	309.814
AUX-3	304440.643	9233623.975	309.413
AUX-4	304458.688	9233564.059	308.295
E-8	304224.183	9233827.888	314.541
E-9	304163.806	9233806.950	316.823
E-10	304177.922	9233706.997	316.666
E-11	304196.396	9233591796	318.231
E-12	304120.346	9233526.188	319.639
E-13	304230.006	9233425.094	311.976
E-14	304265.323	9233484.386	312.993
E-15	304202.551	9233417.523	311.526
E-16	304018.375	9233447.301	319.462
E-17	304042.378	9233615.638	317.041
E-18	304115.318	9233594.008	317.088
E-19	304140.487	9233706.035	315.699
E-20	304158.506	9233759.067	316.261
E-21	304228.129	9233759.099	316.960
E-22	304242.756	9233803.025	318.176
E-23	304389.588	9233746.984	319.075
E-24	304332.570	9233684.623	315.861
E-25	304451.673	9233693.924	320.728
E-26	304370.297	9233640.437	313.757
E-27	304511.004	9233663.607	321.048
E-28	304559.226	9233666.305	323.830
A-1	304054.293	9233754.728	316.244
A-2	304224.215	9233526.079	313.461
A-3	304255.238	9233601.479	313.916
A-4	304226.520	9233666.448	314.647
A-5	304183.111	9233764.877	314.903
B	304087.644	9233346.274	313.006
B-1	303903.133	9233361.192	317.917
B-2	3039.56.625	9233296.484	313.165
B-3	304125.016	9233289.913	312.856

B-4	304133.855	9233246.679	313.438
B-5	304214.635	9233299.149	312.396
B-6	304071.325	9233222.428	313.589
B-7	304299.284	9233452.927	313.104
B-8	304351.102	9233377.816	314.304
B-9	304461.888	9233243.571	319.176
B-10	304384.673	9233146.496	317.710
B-11	304122.123	9233195.850	313.172
B-12	304196.283	9233308.461	313.882
B-13	304161.389	9233340.081	316.945
AUX-5	304302.295	9233585.107	313.799
AUX-6	304328.246	9233648.243	312.414
AUX-7	304354.371	9233659.122	312.327
AUX-8	304369.641	9233598.090	309.165
AUX-9	304363.789	9233513.848	313.860
AUX-10	304413.863	9233546.134	307.970
AUX-11	304293.195	9233468.469	313.344
AUX-12	304266.494	9233430.474	307.418
AUX-13	304258.011	9233393.330	312.947
AUX-14	304236.365	9233407.330	312.816
AUX-15	304229.667	9233399.281	309.343
AUX-16	304198.331	9233381.331	308.423
AUX-17	304186.355	9233366.156	308.080
AUX-18	304206.783	9233349.899	310.245
AUX-19	304178.552	9233288.966	312.698
AUX-20	304170.576	9233308.182	307.876
AUX-21	304124.143	9233275.829	313.063
AUX-22	304068.723	9233256.202	308.085
AUX-23	304082.783	9233182.381	310.906
F	304132.556	9233194.299	313.256
AUX-24	304121.000	9233151.575	311.589
G	304216.090	9233868.271	311.012
H	304230.842	9233991.736	311.190

Tabla 24 Puntos de control horizontal y vertical

3.6.2.3.2. Compensación y Cálculo de Coordenadas Planas UTM de los puntos de control vertical (BM y Poligonal Básica de Apoyo).

Tabla 25 Puntos de control horizontal y vertical – BM's principales

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA
BM - 1	304359.446	9233677.865	314.863
BM - 2	304272.019	9233818.427	313.887
BM - 3	304203.612	9233865.888	314.388

3.6.2.3.3. Procesamiento de la información topográfica tomada en campo y descripción de la metodología del software utilizado.

Terminados los trabajos de campo la información almacenada en la estación total es transferida a una computadora, estos datos son ingresados al software de AutoCAD CIVIL 3D 2018, se verifica la información proveniente de campo.

Empleando técnicas de posicionamiento diferencial con post procesamiento se determinan las coordenadas UTM y geográficas en el sistema WGS-84.

Tabla 26 Base de datos y geo referencias BM's

PUNTOS	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
1	9233827.64	304262.83	314.0391	EST1
2	9233829.27	304256.29	314.1369	CORONANA
3	9233833.4	304256.006	310.3325	TALUD
4	9233837.46	304255.405	310.2637	EJE
5	9233845.59	304254.315	310.7507	TALUD
6	9233847.43	304254.269	311.9212	CORONANA
7	9233851.39	304238.368	312.5667	CORONANA
8	9233846.51	304237.436	310.4711	TALUD
9	9233843.45	304235.589	309.6002	EJE
10	9233837.38	304233.394	311.3053	TALUD
11	9233839.7	304234.17	310.3694	RIO
12	9233853.68	304222.492	310.6465	RIO
13	9233853.67	304222.496	310.6486	EST2
14	9233828.99	304243.646	314.3074	CORONA
15	9233852.98	304235.302	312.3999	CORONA
16	9233830.1	304225.62	314.5513	ESCALERA
17	9233834.77	304223.005	314.2086	ESCALERA
18	9233833.68	304238.61	311.1668	ESCALERA
19	9233837.01	304235.956	310.5257	ESCALERA
20	9233851.74	304233.592	310.6659	TALUD
21	9233844.2	304222.228	310.3186	TALUD
22	9233846.88	304227.569	309.7405	EJE
23	9233840.5	304219.51	313.8379	CORONA
24	9233854.16	304214.551	313.3127	CORONA
25	9233859.42	304233.835	312.9123	CORONA
26	9233857.07	304218.311	310.276	TALUD
27	9233858.13	304231.195	310.8051	TALUD
28	9233858.36	304223.823	310.4471	EJE
29	9233869.07	304212.783	313.4128	CORONA
30	9233874.97	304231.966	312.2363	CORONA
31	9233871.99	304217.886	310.5598	TALUD

32	9233872.55	304225.32	310.5661	TALUD
33	9233872.69	304221.533	309.9885	EJE
34	9233892.83	304226.776	311.7159	CORONA
35	9233892.3	304214.16	310.3731	TALUD
36	9233893.02	304222.967	310.5368	TALUD
37	9233894.34	304218.744	310.1589	EJE
38	9233901.14	304213.836	313.9984	CORONA
39	9233921.87	304223.416	310.6957	EST3
40	9233919.53	304230.176	310.7037	TALUD
41	9233920.74	304226.639	310.5068	EJE
42	9233920.14	304222.381	310.273	TALUD
43	9233940.15	304231.17	310.6118	TALUD
44	9233918.85	304233.501	311.8458	CORONA
45	9233927.78	304222.013	314.9645	CORONA
46	9233935.78	304242.757	312.4489	CORONA
47	9233944.42	304229.934	314.4792	CORONA
48	9233937.23	304239.98	310.988	TALUD
49	9233940.76	304236.203	310.5081	EJE
50	9233950.3	304253.609	311.591	TALUD
51	9233958.03	304247.319	310.7361	TALUD
52	9233951.3	304252.058	310.6881	TALUD
53	9233959.5	304246.345	312.793	CORONA
54	9233955.29	304250.818	310.5292	EJE
55	9233973.32	304267.422	311.209	EST4
56	9233964.85	304272.581	310.6278	TALUD
57	9233974.93	304267.837	311.3662	TALUD
58	9233963.68	304273.008	313.6841	CORONA
59	9233978.76	304268.759	314.6135	CORONA
60	9233967.51	304270.567	310.6038	EJE
61	9233981.28	304287.268	310.4329	EJE
62	9233975.98	304291.216	311.1467	TALUD
63	9233975.82	304291.172	311.1683	TALUD
64	9233974.57	304291.78	313.5245	CORONA
65	9233986.03	304284.654	310.8908	TALUD
66	9233987.18	304282.017	313.8488	CORONA
67	9233993.22	304306.57	310.6835	EJE
68	9233989.76	304309.204	310.6702	TALTU
69	9233985.94	304310.321	312.886	CORONA
70	9233997.19	304306.08	310.7983	TALUD
71	9233991.22	304326.274	313.7948	CORONA
72	9233997.73	304322.479	310.9499	EJE
73	9234006.99	304320.514	311.5099	TALUD
74	9234006.88	304340.147	310.4236	EJE
75	9234011.96	304338.572	310.5573	TALUD

76	9234013.01	304338.209	313.0059	CORONA
77	9234002.41	304342.174	311.266	TALUD
78	9233827.64	304262.83	314.0391	TALUD
79	9233838.51	304249.883	310.4811	TALUD
80	9233838.51	304249.883	310.4738	TALUD
81	9233839.12	304262.486	309.9276	EJE
82	9233844.21	304263.302	310.3519	TALUD
83	9233834.8	304262.744	310.2795	TALUD
84	9233832.35	304263.425	311.3339	TALUD
85	9233844.85	304263.394	312.5697	CORONA
86	9233829.51	304262.714	314.262	CORONA
87	9233837.22	304287.905	309.3527	EJE
88	9233834.26	304287.193	309.9224	TALUD
89	9233839.98	304288.614	309.6012	TALUD
90	9233830.51	304287.184	310.7718	TALUD
91	9233840.79	304288.345	312.0134	CORONA
92	9233828.03	304283.381	313.8706	CORONA
93	9233833.11	304313.268	309.6978	EJE
94	9233827.68	304309.671	309.9457	TALUD
95	9233837.35	304314.555	309.8442	TALUD
96	9233824.85	304304.678	313.2459	CORONA
97	9233829.03	304339.929	309.3833	EJE
98	9233824.88	304337.769	309.7982	TALUD
99	9233833.46	304340.585	309.6976	TALUD
100	9233823.41	304337.025	311.3871	CORONA
101	9233834.11	304340.506	311.7822	CORONA
102	9233830.71	304322.603	309.9966	EST6
103	9233822.86	304317.45	310.2291	CAR
104	9233825.31	304309.983	310.1562	CAR
105	9233824.08	304314.845	310.0578	EC
106	9233811.95	304300.779	312.7642	CAR
107	9233808.49	304306.795	312.7111	CAR
108	9233809.71	304304.049	312.8312	EJE
109	9233798.49	304294.225	314.3819	EJE
110	9233797.2	304296.705	314.4249	EJE
111	9233798.46	304294.203	314.3854	CAR
112	9233795.97	304298.722	314.3569	CAR
113	9233836.99	304327.306	309.9929	CAR
114	9233835.42	304336.667	310.1091	CAR
115	9233836.12	304332.149	309.7957	EJE
116	9233850.91	304347.698	311.8672	EJE
117	9233848.79	304349.875	311.9043	CAR
118	9233852.91	304346.566	311.7394	CAR
119	9233823.79	304349.902	309.8911	EST7
120	9233832.89	304353.209	309.5667	TALUD

121	9233834.25	304352.552	310.3998	TALUD
122	9233834.77	304351.776	312.1465	CORONA
123	9233824.7	304359.233	309.6706	TALUD
124	9233822.64	304358.525	311.0823	TALUD
125	9233821.87	304358.521	313.8	CORONA
126	9233830.14	304355.62	308.6518	EJE
127	9233832.51	304367.758	309.2107	TALUD
128	9233830.71	304368.606	310.7903	TALUD
129	9233828.86	304369.672	314.1475	CORONA
130	9233836.35	304366.628	308.8973	EJE
131	9233840.88	304363.668	310.0588	TALUD
132	9233842.06	304362.898	311.2461	CORONA
133	9233841.11	304383.683	309.5633	TALUD
134	9233837.67	304382.138	310.6932	CORONA
135	9233837.5	304382.29	313.1022	CORONA
136	9233844.37	304381.176	309.5111	EJE
137	9233850.14	304376.616	309.8371	TALUD
138	9233850.78	304376.076	311.906	CORONA
139	9233860	304404.341	309.1858	EJE
140	9233855.38	304406.048	309.4912	TALUD
141	9233853.18	304404.693	311.2484	CORONA
142	9233863.69	304401.853	309.6792	TALUD
143	9233861.31	304403.062	309.6161	EST8
144	9233855.65	304406.517	309.4328	TALUD
145	9233854.27	304407.332	310.9543	CORONA
146	9233859.79	304404.704	309.1313	EJE
147	9233864.07	304402.792	309.2229	TALUD
148	9233865.2	304402.129	311.4516	CORONA
149	9233857.74	304415.312	309.2833	TALUD
150	9233856.46	304415.543	311.1501	CORONA
151	9233870.72	304410.116	308.7912	TALUD
152	9233858	304422.03	309.3296	TALUD
153	9233855.72	304421.375	309.3297	TALUD
154	9233855.63	304421.309	311.3139	CORONA
155	9233873.22	304410.364	310.7598	CORONA
156	9233875.13	304420.2	310.9275	CORONA
157	9233873.88	304420.547	308.9084	TALUD
158	9233865.45	304419.518	308.4945	EJE
159	9233870.14	304425.319	309.3525	TALUD
160	9233870.61	304426.805	311.5997	CORONA
161	9233856.97	304429.633	308.9419	EJE
162	9233860.32	304432.564	309.5495	TALUD
163	9233854.23	304427.553	309.2054	TALUD
164	9233861.27	304435.35	311.2512	CORONA
165	9233860.79	304433.238	309.9054	EST9

166	9233846.11	304438.676	309.27	TALUD
167	9233850.77	304424.95	310.7194	CORONA
168	9233846.71	304441.013	310.8069	CORONA
169	9233841.29	304431.68	309.2573	TALUD
170	9233841.09	304430.637	311.4223	CORONA
171	9233843.42	304436.365	308.8972	EJE
172	9233825.84	304441.525	308.9169	EJE
173	9233825.15	304436.851	309.1479	TALUD
174	9233826.24	304446.064	309.1794	TALUD
175	9233825.5	304436.165	311.8029	CORONA
176	9233805.24	304446.553	309.2235	EJE
177	9233788.86	304445.307	309.4517	EST10
178	9233810.11	304451.145	309.4584	TALUD
179	9233810.17	304452.944	311.5063	CORONA
180	9233807.72	304438.424	309.5228	TALUD
181	9233817.07	304437.786	309.1917	TALUD
182	9233818.51	304436.835	310.6492	CORONA
183	9233800.62	304447.441	309.1736	EJE
184	9233785.81	304443.689	309.2862	TALUDCAR
185	9233780.52	304442.294	309.4589	TALUDCAR
186	9233784.35	304432.68	310.9363	TALUDCAR
187	9233779.96	304433.95	311.1538	CAR
188	9233776.58	304421.589	311.8923	CAR
189	9233771.4	304425.135	311.9383	CAR
190	9233771.54	304443.662	309.3659	TALUD
191	9233768.3	304453.719	309.0317	TALUD
192	9233770.77	304441.992	311.3592	CORONA
193	9233768.17	304454.014	311.0578	CORONA
194	9233768.22	304448.978	308.7344	EJE
195	9233742.77	304447.586	308.6769	EJE
196	9233741.8	304451.216	309.0993	TALUD
197	9233742.59	304441.313	308.8522	TALUD
198	9233741.32	304453.531	310.7871	CORONA
199	9233741.58	304440.125	312.0841	CORONA
200	9233709.15	304454.794	308.9051	TALUD
201	9233707.18	304449.99	308.7293	EJE
202	9233706.1	304444.464	308.8984	TALUD
203	9233706.25	304443.335	311.0811	CORONA
204	9233681.08	304454.38	308.6055	EJE
205	9233680.8	304448.434	308.8605	TALUD
206	9233680.56	304446.227	311.8483	CORONA
207	9233670.04	304446.547	310.4771	EST11
208	9233676.81	304459.621	308.7057	TALUD
209	9233677.88	304460.506	311.0381	CORONA
210	9233656.53	304447.15	308.8599	TALUD

211	9233656.76	304445.731	309.4322	TALUD
212	9233656.16	304443.73	310.0044	CORONA
213	9233656.18	304443.734	311.5552	CORONA
214	9233653.39	304449.293	308.2487	EJE
215	9233646.61	304454.49	309.3063	TALUD
216	9233650.49	304455.551	310.7828	CORONA
217	9233620.67	304447.886	309.7445	EST12
218	9233627.72	304447.511	309.5188	EJE
219	9233628.25	304455.706	308.9002	TALUD
220	9233626.26	304457.571	311.1537	CORONA
221	9233632.98	304437.638	308.9455	TALUD
222	9233633.27	304435.344	312.0704	CORONA
223	9233593.11	304458.2	308.5109	EJE
224	9233591.26	304453.693	308.4485	TALUD
225	9233591.96	304451.988	311.5118	CORONA
226	9233608.19	304443.099	308.9566	TALUD
227	9233604.83	304439.979	312.4632	CORONA
228	9233595.34	304463.549	308.4644	TALUD
229	9233593.32	304467.488	309.6795	CORONA
230	9233568.71	304472.157	308.1417	EJE
231	9233570.78	304476.618	308.1987	TALUD
232	9233565.94	304467.195	308.3727	TALUD
233	9233565.34	304466.706	310.0645	CORONA
234	9233570.62	304478.181	309.1942	CORONA
235	9233543.14	304482.813	308.0046	EJE
236	9233540.94	304478.569	308.0458	TALUD
237	9233543.39	304488.936	308.1025	TALUD
238	9233542.78	304489.899	308.9735	TALUD
239	9233530.36	304484.416	307.763	TALUD
240	9233530.35	304482.703	309.9693	TALUD
241	9233502.34	304505.216	308.0385	EST12
242	9233521.25	304502.976	307.9192	TALUD
243	9233515.17	304493.874	307.6545	TALUD
244	9233516.99	304498.811	307.9279	EJE
245	9233522.14	304506.68	310.5979	CORONA
246	9233509.24	304495.724	310.0209	CORONA
247	9233500.66	304499.041	308.1629	TALUD
248	9233500.21	304497.653	310.1373	CORONA
249	9233499.09	304509.305	307.7171	TALUD
250	9233497.83	304510.217	311.2767	CORONA
251	9233498.71	304505.254	307.4818	EJE
252	9233488.91	304501.198	307.4376	EJE
253	9233492.15	304496.37	308.2302	TALUD
254	9233486.65	304503.376	307.8183	TALUD
255	9233493.91	304494.026	309.8904	CORONA

256	9233485.78	304506.857	312.3575	CORONA
257	9233473.99	304477.506	307.6651	EJE
258	9233470.67	304483.475	307.7062	TALUD
259	9233477.71	304474.575	307.9449	TALUD
260	9233479.23	304474.168	309.5114	CORONA
261	9233474.75	304489.173	309.7062	CORONA
262	9233456.39	304460.335	307.9455	TALUD
263	9233452	304463.778	307.1659	EJE
264	9233450.1	304465.962	307.2537	TALUD
265	9233450.2	304465.97	309.7916	CORONA
266	9233438.33	304448.886	307.5325	EST13
267	9233431.69	304444.196	306.9356	EJE
268	9233432.45	304440.422	307.3709	TALUD
269	9233432.76	304439.635	309.4332	CORONA
270	9233430.48	304448.049	307.411	TALUD
271	9233430.23	304451.105	308.1191	CORONA
272	9233416.94	304439.348	306.9036	EJE
273	9233419.11	304435.535	307.1956	TALUD
274	9233414.77	304442.882	307.3484	TALUD
275	9233413.31	304446.036	309.5785	CORONA
276	9233420.04	304434.713	310.5675	CORONA
277	9233412.23	304444.326	307.9799	EST14
278	9233410.7	304429.663	306.8883	EJE
279	9233414.12	304429.53	307.8353	TALUD
280	9233407.33	304431.514	306.8107	TALUD
281	9233418.53	304427.353	308.4221	CORONA
282	9233405.79	304434.739	309.027	CORONA
283	9233412.68	304416.224	307.3178	TALUD
284	9233417.49	304416.822	308.0061	CORONA
285	9233403.04	304414.979	309.2348	CORONA
286	9233407.61	304414.805	306.6789	EJE
287	9233404.71	304411.839	307.1955	TALUD
288	9233410.13	304401.536	307.2685	TALUD
289	9233408.56	304401.315	310.5049	CORONA
290	9233413.89	304402.564	307.1855	EJE
291	9233420.84	304399.995	307.1962	TALUD
292	9233419.11	304374.11	307.1821	EJE
293	9233426.05	304372.736	307.2428	TALUD
294	9233414.06	304373.757	307.3319	TALUD
295	9233422.03	304342.534	306.5305	EJE
296	9233417.76	304344.533	306.6375	TALUD
297	9233425.94	304342.85	306.905	TALUD
298	9233421.76	304309.131	306.8151	EJE
299	9233426.95	304310.799	306.8878	TALUD
300	9233428.44	304304.258	313.5569	AUX

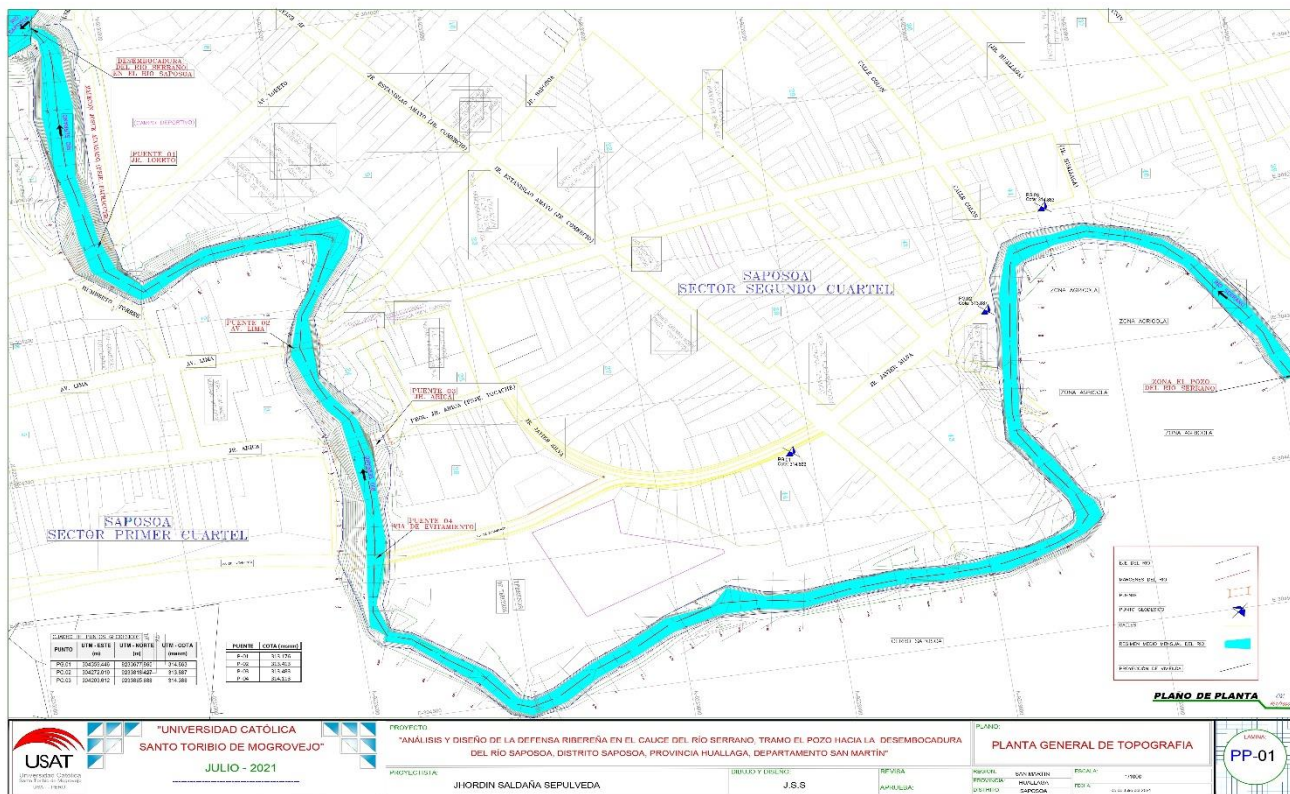
301	9233427.38	304296.083	313.5507	EST12A
302	9233438.1	304311.108	310.7788	CORONA
303	9233403.33	304318.637	313.3358	CORONA
304	9233436.78	304323.542	311.0067	CORONA
305	9233404.26	304337.035	313.6083	CORONA
306	9233435.5	304332.253	311.1645	CORONA
307	9233399.55	304366.818	313.7487	CORONA
308	9233429.35	304332.927	309.3802	CORONA
309	9233394.48	304379.777	313.7929	CORONA
310	9233428.83	304349.45	309.195	CORONA
311	9233405.99	304380.771	314.0667	PUENTE
312	9233404.67	304389.298	314.0075	PUENTE
313	9233416.28	304389.219	314.1787	PUENTE
314	9233417.78	304380.498	314.1974	PUENTE
315	9233404.5	304308.836	313.4183	PUENTE
316	9233402.21	304298.805	313.4045	PUENTE
317	9233439.34	304302.858	313.3633	PUENTE
318	9233437.83	304293.639	313.3774	PUENTE
319	9233433.9	304288.196	310.878	CORONA
320	9233423.6	304275.801	310.626	CORONA
321	9233400.03	304292.924	311.924	CORONA
322	9233392.12	304270.369	310.9168	CORONA
323	9233386.81	304257.471	310.978	CORONA
324	9233421.41	304283.707	306.4944	TALUD
325	9233384.61	304246.957	311.127	CORONA
326	9233416.76	304283.018	306.2884	EJE
327	9233411.4	304283.833	306.7898	TALUD
328	9233407.52	304285.573	308.3715	TALUD
329	9233403.83	304274.247	306.8672	TALUD
330	9233399.38	304275.067	308.7795	TALUD
331	9233406.12	304268.855	306.4856	EJE
332	9233408.05	304264.611	306.5724	TALUD
333	9233394.53	304261.799	308.5206	TALUD
334	9233399.7	304254.043	306.3527	EJE
335	9233395.18	304256.202	306.4986	TALUD
336	9233401.6	304252.651	306.4734	TALUD
337	9233403.02	304248.443	309.9224	CORONA
338	9233387.15	304232.096	306.4775	TALUD
339	9233383.64	304236.745	309.1623	CORONA
340	9233409.17	304231.851	311.8451	AUX
341	9233417.37	304266.363	311.6583	CORONA
342	9233409.14	304231.849	311.8363	EST15
343	9233405.91	304230.974	311.8336	CORONA
344	9233406.4	304227.808	313.312	PUENTE
345	9233406.09	304223.658	313.2912	PUENTE

346	9233384.22	304225.51	313.4668	PUENTE
347	9233385.1	304229.732	313.5821	PUENTE
348	9233393.5	304227.713	306.6409	E16
349	9233401.72	304207.781	306.4763	TALUD
350	9233398.23	304204.703	305.9276	EJE
351	9233389.61	304218.844	306.1979	TALUD
352	9233395.84	304203.183	306.1445	TALUD
353	9233387.32	304218.693	310.3167	CORONA
354	9233394.25	304203.056	307.8635	CORONA
355	9233405.57	304207.605	310.1468	CORONA
356	9233405.16	304188.67	305.8887	TALUD
357	9233410.51	304192.576	306.1139	TALUD
358	9233404.2	304187.969	308.495	CORONA
359	9233428.35	304148.597	307.4203	AUX
360	9233431.2	304148.509	307.4863	AUX
361	9233433.19	304162.216	306.7424	TALUD
362	9233428.72	304162.114	306.5729	TALUD
363	9233426.1	304153.144	306.8556	EJE
364	9233437.05	304149.298	307.4316	TALUD
365	9233444.29	304153.118	308.3843	CORONA
366	9233442.68	304161.135	308.6855	CORONA
367	9233436.19	304170.427	309.5665	CORONA
368	9233430.79	304140.246	306.9203	TALUD
369	9233431.33	304138.224	310.8945	CORONA
370	9233418.95	304149.154	305.7026	EJE
371	9233415.08	304152.431	306.3632	TALUD
372	9233414.51	304165.426	306.6505	TALUD
373	9233411.94	304163.491	307.9926	CORONA
374	9233411.38	304156.24	308.3132	CORONA
375	9233420.21	304183.531	308.4047	CORONA
376	9233403.31	304151.551	306.618	TALUD
377	9233400.06	304143.994	305.9661	TALUD
378	9233399.95	304142.632	308.2302	CORONA
379	9233401.78	304156.594	308.0773	CORONA
380	9233399.02	304147.036	305.7175	EJE
381	9233367.1	304150.583	305.893	EJE
382	9233366.07	304145.189	306.3141	TALUD
383	9233367.18	304144.656	309.3887	CORONA
384	9233365.64	304155.133	305.6545	TALUD
385	9233365.11	304155.944	308.6745	CORONA
386	9233333.96	304156.711	306.3112	EST18
387	9233343.88	304149.044	306.0396	TALUD
388	9233342.64	304147.753	308.7776	CORONA
389	9233335.04	304160.938	306.0931	TALUD
390	9233346.25	304157.985	306.1738	TALUD

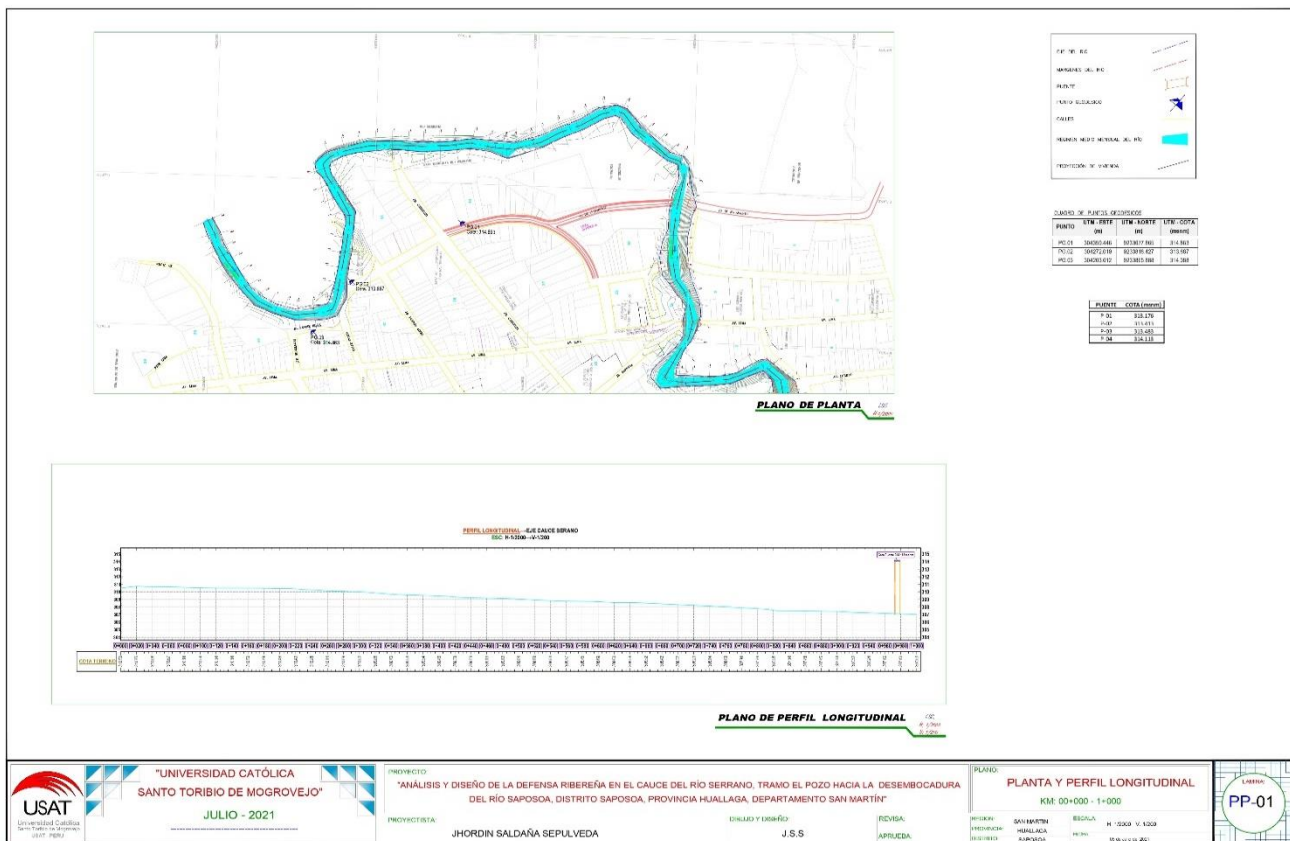
391	9233346.5	304159.184	308.3501	CORONA
392	9233335.48	304162.832	308.5934	CORONA
393	9233318.58	304164.993	305.7662	EJE
394	9233316.43	304161.908	305.81	TALUD
395	9233320.34	304168.801	306.1147	TALUD
396	9233315.76	304160.563	308.8074	CORONA
397	9233322.6	304171.323	307.5472	CORONA
398	9233302.41	304173.383	305.7307	EJE
399	9233302.53	304167.981	305.8779	TALUD
400	9233306.6	304177.205	306.0431	TALUD
401	9233302.75	304166.799	308.1564	CORONA
402	9233308.33	304180.277	308.7124	CORONA
403	9233299.57	304178.693	306.1734	TALUD
404	9233298.35	304182.025	308.9191	CORONA
405	9233317.9	304147.52	312.6347	EST19
406	9233335.13	304142.563	312.6708	CORONA
407	9233304.08	304157.786	312.3065	CORONA
408	9233291.82	304154.742	312.9458	CORONA
409	9233290.04	304144.157	312.2559	CORONA
410	9233270.08	304138.979	313.321	EST20
411	9233282.7	304132.857	313.0656	PUENTE
412	9233285.95	304139.904	313.257	PUENTE
413	9233262.27	304150.077	313.2048	PUENTE
414	9233259.55	304143.396	313.1765	PUENTE
415	9233256.26	304135.293	313.0848	CORONA
416	9233286.92	304127.04	312.7902	CORONA
417	9233254.98	304113.978	309.7402	CORONA
418	9233284.42	304118.68	312.4	CORONA
419	9233259.74	304102.016	310.2729	CORONA
420	9233282.72	304102.044	312.0585	CORONA
421	9233260.98	304106.185	309.9129	CORONA
422	9233264.4	304111.871	307.1767	TALUD
423	9233267.27	304120.449	306.3903	TALUD
424	9233278.23	304117.049	307.1037	TALUD
425	9233267.51	304127.578	306.3461	TALUD
426	9233267.66	304129.861	306.5715	TALUD
427	9233267.58	304134.531	306.3794	TALUD
428	9233278.18	304117.1	305.9883	TALUD
429	9233279.64	304131.06	305.8935	TALUD
430	9233275.16	304128.367	305.8551	EJE
431	9233279.07	304091.676	311.4719	CORONA
432	9233276.26	304093.192	308.747	TALUD
433	9233273.67	304094.077	307.0031	TALUD
434	9233270.26	304097.809	305.4082	EJE
435	9233261.9	304153.771	313.2304	CORONA

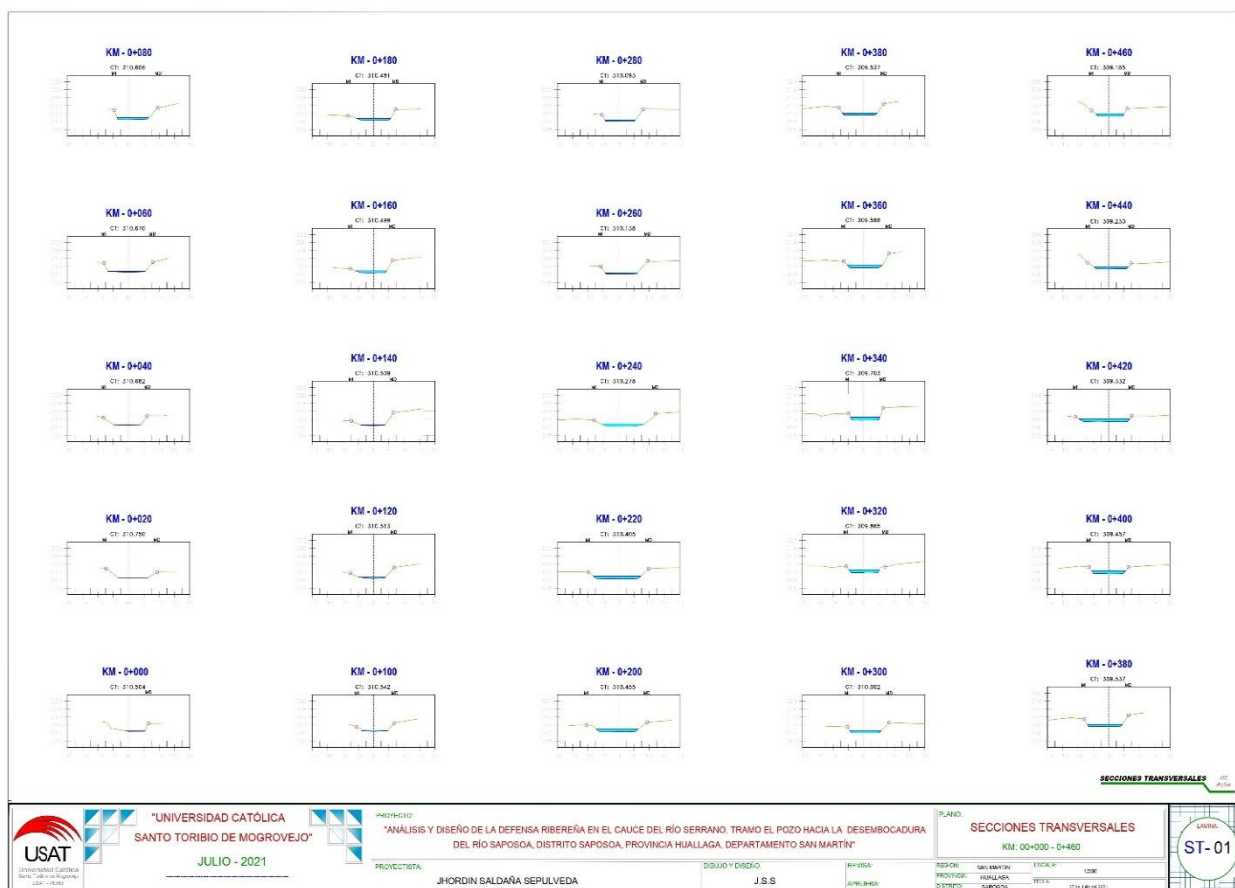
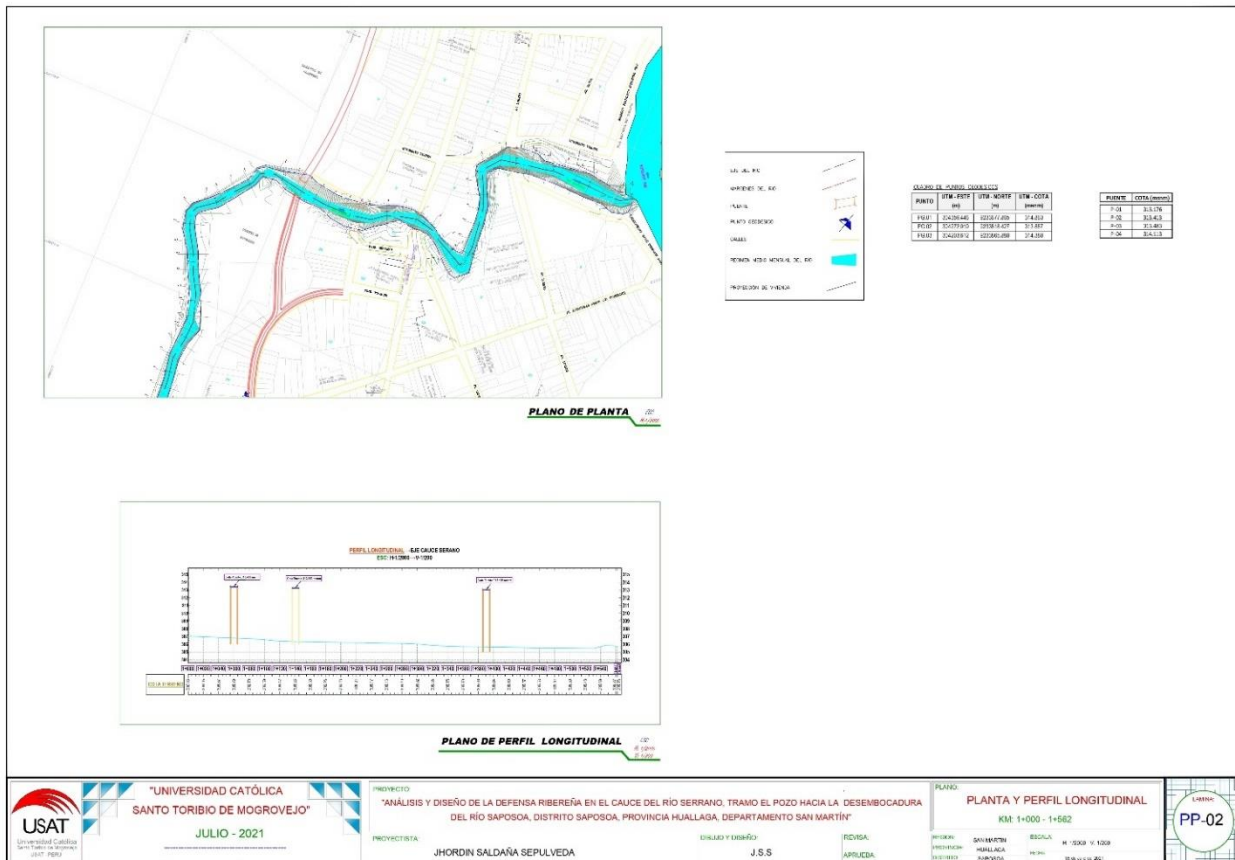
436	9233259.67	304085.406	311.3845	CORONA
437	9233261.34	304085.34	307.6021	TALUD
438	9233272.39	304084.214	305.8267	TALUD
439	9233274.34	304081.319	308.841	CORONA
440	9233259.93	304075.092	306.6009	TALUD
441	9233282.21	304076.406	312.2221	CORONA
442	9233262.7	304075.008	305.5245	EJE
443	9233233.15	304115.823	313.0718	EST21
444	9233224.64	304025.145	313.2034	EST22
445	9233222.34	304021.628	313.2727	AUX
446	9233283.71	304034.035	312.2275	CORONA
447	9233252.38	304040.906	311.2918	CORONA
448	9233282.61	304011.142	311.6696	CORONA
449	9233255.94	304016.878	311.5642	CORONA
450	9233258.24	303995.891	310.3276	EST23
451	9233257.68	303997.973	310.8007	AUX
452	9233258.36	303992.468	309.5361	CORONANA
453	9233278.77	303995.886	309.1362	CORONA
454	9233260.66	303986.513	306.7555	TALUD
455	9233285.98	304002.323	312.6509	CORONA
456	9233263.7	303985.776	306.3094	TALUD
457	9233281.18	304001.745	309.9343	TALUD
458	9233263.95	303993.728	306.3816	TALUD
459	9233264.53	303996.72	306.323	TALUD
460	9233276.41	304001.861	306.0012	TALUD
461	9233259.08	303987.359	307.0049	TALUD
462	9233276.69	303996.694	306.6841	TALUD
463	9233254.6	303994.954	308.1853	TALUD
464	9233257.44	303991.461	308.9335	TALUD
465	9233257.78	303994.083	309.9686	TALUD
466	9233275.86	304005.006	306.162	TALUD
467	9233260.02	303997.838	309.4492	CORONA
468	9233272.7	304004.38	305.3457	EJE
469	9233255.25	303999.825	311.4078	CORONA
470	9233251.03	304000.973	311.3214	CORONA
471	9233248.83	304002.975	311.4907	CORONA
472	9233287.78	303996.303	312.6748	CORONA
473	9233284.12	303980.891	312.8998	CORONA
474	9233278.98	303975.655	312.4993	CORONA
475	9233269.11	303975.427	310.1505	CORONA
476	9233267.5	303977.814	305.0821	TALUD
477	9233260.44	303972.619	306.2496	TALUD
478	9233261.6	303970.077	306.0735	TALUD
479	9233261.77	303973.227	306.9741	TALUD
480	9233263.92	303967.817	306.0744	TALUD

3.6.2.3.4. Planta Topográfica



3.6.2.3.5. Perfil y secciones







SECCIONES TRANSVERSALES

<p>UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO</p>	<p>PROYECTO: "ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBERENA EN EL CAUCE DEL RÍO SERRANO, TRAMO EL POZO HACIA LA DESEMBOCADURA DEL RÍO SAPOSOA, DISTRITO SAPOSOA, PROVINCIA HUALLAGA, DEPARTAMENTO SAN MARTÍN"</p>	<p>PROYECTISTA: JHORDIN SALDARRI SEPULVEDA</p>	<p>DIBUJO Y DISEÑO: J.S.S</p>	<p>REVISOR: APROBADO:</p>	<p>PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES</p>		<p>REGION: SAN MARTIN PROVINCIA: HUALLAGA DISTRITO: SAPOSOA</p>	<p>ESCALA: 1:500 FECHA: 17 de Julio del 2021</p>	<p>USAT ST-02</p>
					<p>JULIO - 2021</p>	<p>KM. 0+480 - 0+980</p>			



SECCIONES TRANSVERSALES

<p>UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO</p>	<p>PROYECTO: "ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBERENA EN EL CAUCE DEL RÍO SERRANO, TRAMO EL POZO HACIA LA DESEMBOCADURA DEL RÍO SAPOSOA, DISTRITO SAPOSOA, PROVINCIA HUALLAGA, DEPARTAMENTO SAN MARTÍN"</p>	<p>PROYECTISTA: JHORDIN SALDARRI SEPULVEDA</p>	<p>DIBUJO Y DISEÑO: J.S.S</p>	<p>REVISOR: APROBADO:</p>	<p>PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES</p>		<p>REGION: SAN MARTIN PROVINCIA: HUALLAGA DISTRITO: SAPOSOA</p>	<p>ESCALA: 1:500 FECHA: 17 de Julio del 2021</p>	<p>USAT ST-03</p>
					<p>JULIO - 2021</p>	<p>KM. 0+980 - 1+460</p>			

3.6.3. Estudio Hidráulico

3.6.3.1. Modelamiento Hidráulico: HEC - RAS

Para realizar el modelamiento hidráulico, se utilizó el programa HEC-RAS, para lo cual se desarrolló previamente el levantamiento topográfico de la zona de estudio para poder delimitar el área del Río la montería y sus márgenes. El modelamiento en el programa servirá para determinar las zonas inundables en la zona de estudio, causando daños de gran magnitud. Por lo tanto, el conocer las zonas críticas, permitirá plantear soluciones con la finalidad de prevenir futuras inundaciones y previniendo la erosión en la zona de estudio, por causa de la crecido del Río.

3.6.3.1.1. Régimen permanente cuasi-bidimensional (C-2D), modelamiento con HEC-RAS

Se puede asumir el flujo del agua en un cauce natural como bidimensional, es decir, la profundidad y velocidad sólo varían en la dirección longitudinal y transversal del río o canal, cuyo eje se supone aproximadamente una línea recta, la velocidad es variable en cualquier punto de una sección transversal.

Si mantenemos la hipótesis metodológica de un flujo permanente, es decir que el caudal no varía con el tiempo, pero con una variación paulatina de la velocidad en el espacio, y por tanto del tirante, al no modificarse el caudal, el régimen recibe el nombre de gradualmente variado, y en él se produce una distribución hidrostática de las presiones.

Los perfiles pueden analizarse considerando régimen supercrítico y subcrítico. Para la estimación de velocidades y calados se suele aplicar el denominado método de paso estándar (Standard Step Method), que resuelve la ecuación dinámica del flujo gradualmente variado igualando la energía en dos secciones consecutivas mediante un procedimiento cíclico de aproximaciones sucesivas.

Para ellos se empleó el modelo computacional HEC-RAS (River Analysis System; USACE).

El modelo HEC-RAS realiza los cálculos de niveles de agua utilizando la ecuación de la energía.

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + \Delta H$$

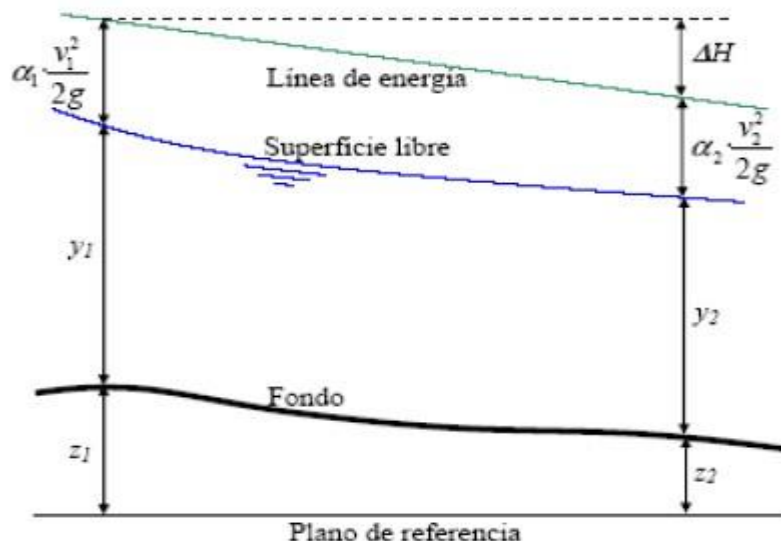


Figura 67 Representación de balance de energía

Donde:

$Z_n + P_n / \gamma$ (m)	Nivel de la superficie libre de agua en los extremos del tramo.
V_n (m)	Velocidad media en la sección mojada en los extremos del tramo.
$\alpha_1, \alpha_2,$	Coefficiente de la no-uniformidad de distribución de las velocidades en la sección mojada.
$g = 9.81 \text{ m}^3/\text{s}$	Aceleración por gravedad
ΔH (m)	Total de pérdidas de energía en el tramo del curso de agua considerado en el cálculo, de una longitud L.

3.6.3.1.2. Simulación del escenario de inundación

3.6.3.1.2.1. Modelo matemático de simulación

empleado

Para la aplicación del modelo matemático se ha empleado el Sistema de Análisis de Ríos del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos HEC – RAS versión 5.0.7 su aplicación en entorno SIG denominado HEC GeoRAS.

Este software realiza cálculos hidráulicos de cursos naturales o artificiales en flujo unidimensional y bidimensional, y cuenta además con los procedimientos de cálculo para simular los efectos hidráulicos debido a estructuras hidráulicas. Se puede manejar una red completa de canales, una localización singular en un río y es capaz de modelar perfiles en

régimen subcrítico, supercrítico o mixto.

3.6.3.1.2.2. Ancho estable

Se determinó para el tramo en estudio el ancho estable no erosionable teórico, mediante las ecuaciones empíricas de Petits, Simons y Henderson, Blench Altunin y Manning Strickler, para los periodos de retorno: 05, 50, 100 y 500 años. En todos los casos, este ancho no erosionable resulta con un valor por encima del ancho real del río en el tramo de estudio.

Caudal de Diseño:	40.09 m ³ /s	TR05		
Caudal de Diseño:	83.90 m ³ /s	TR50		
Caudal de Diseño:	98.01 m ³ /s	TR100		
Caudal de Diseño:	132.24 m ³ /s	TR500	Sección real medida en campo: 25.0 m	(Promedio adyacente al proyecto)

Resultados:

El ancho estable no erosionable se calcula como la media aritmética de los resultados obtenidos en cada método empírico analizado:

Método	K ₁	F _b	F _s	n	K	m	B = Ancho estable no erosionable (m)			
							TR05	TR50	TR100	TR500
Petits (*)	-	-	-	-	-	-	28.1	40.7	44.0	51.1
Simons - Henderson	2.900	-	-	-	-	-	18.4	26.6	28.7	33.3
Blench - Altunin	-	1.200	0.100	-	-	-	39.7	57.4	62.1	72.1
Manning - Strickler	-	-	-	0.037	20.000	0.600	5.1	7.3	7.9	9.2
Sección estable del tramo en estudio:							22.8	30.4	32.9	38.2

Figura 68 Determinación del ancho estable no erosionable

3.6.3.1.2.3. Coeficiente de rugosidad

La metodología empleada para la elección del “n” de Manning y definición del cauce principal consistió en el empleo de la fórmula de Cowan, que está en función del entorno y el tipo de material del lecho y laderas del cauce.

Figura 69 Coeficiente de Rugosidad (Manning) del Tramo – Ecuación de Cowan C.L.:

$$n' = (n_o + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)m$$

Donde:

n' : Coeficiente de Rugosidad de Manning, del tramo estudiado.

n_o : Valor básico para un canal recto, uniforme y liso de los materiales comprendidos. n_1 : Valor agregado para corregir irregularidades de superficie.

n_2 : Valor adicional para corregir variaciones de forma y tamaño de las secciones transversales. n_3 : Valor agregado para corregir obstrucciones.

n_4 : Valor adicional para la corrección por presencia de vegetación y obstrucciones al flujo. m : Factor de corrección por sinuosidad del cauce o presencia de meandros.

Tabla 27 Valores adoptados para el método de Cowan

CONDICIONES DEL CAUCE		VALOR	
Material	Tierra	n ₀	0.020
	Roca		0.022
	Grava Fina		0.024
	Grava Gruesa		0.028
Grado de Irregularidad	Despreciable	n ₁	0.000
	Leve		0.005
	Moderado		0.010
	Alto		0.020
Variación de las secciones a lo largo del tramo	Gradual	n ₂	0.000
	Aternandose Grad.		0.005
	Altrenando Frec.		0.010 - 0.015
Efecto Relativo de las Obstrucciones	Despreciable	n ₃	0.000
	Leve		0.010 - 0.015
	Apreciable		0.020 - 0.030
	Alto		0.040 - 0.060
Densidad de Vegetación	Baja	n ₄	0.005 - 0.010
	Media		0.010 - 0.025
	Alta		0.025 - 0.050
	Muy Alta		0.050 - 0.100
Frecuencia de Sinuosidades o Meandros	Leve	m	1.000
	Apreciable		1.150
	Alta		1.300

Tabla 28 Selección de valores

	C.P.	P.I.	P.D.
n ₀	0.028	0.020	0.020
n ₁	0.003	0.005	0.005
n ₂	0.003	0.005	0.005
n ₃	0.000	0.001	0.001
n ₄	0.000	0.004	0.004
m	1.000	1.100	1.100

	Protección de Riberas	
	M.I.	M.D.
Coef. Manning - Ribera sin Enrocado:	NO	NO
Coef. de Manning - Ribera con Enrocado:		

Tabla 29 Resultados

El coeficiente de rugosidad de Manning del cauce principal es:	0.034
El coeficiente de rugosidad de la Planicie Izquierda es:	0.039
El coeficiente de rugosidad de la Planicie Derecha es:	0.039

3.6.3.1.2.4. Condiciones de contorno

El tramo en análisis se analiza bajo régimen permanente y mixto (subcrítico, crítico y supercrítico). Como condiciones de contorno se ha utilizado el criterio de la pendiente del flujo de régimen subcrítico, el cual se asemeja al perfil del cauce del río, en la zona de aguas arriba; y el tirante de máxima avenida del Río Saposoa como condición de contorno aguas abajo.

3.6.3.1.2.5. Caudales

El presente estudio considera el análisis del flujo en régimen permanente, es decir, el caudal no varía con el tiempo, por ello, los efectos de laminación de avenidas no son representativos en el modelo. El tramo de longitud a simular, identificado en campo, cuenta en total con 1562.220 m sobre el Río Serrano, disectando a la localidad de Saposoa.

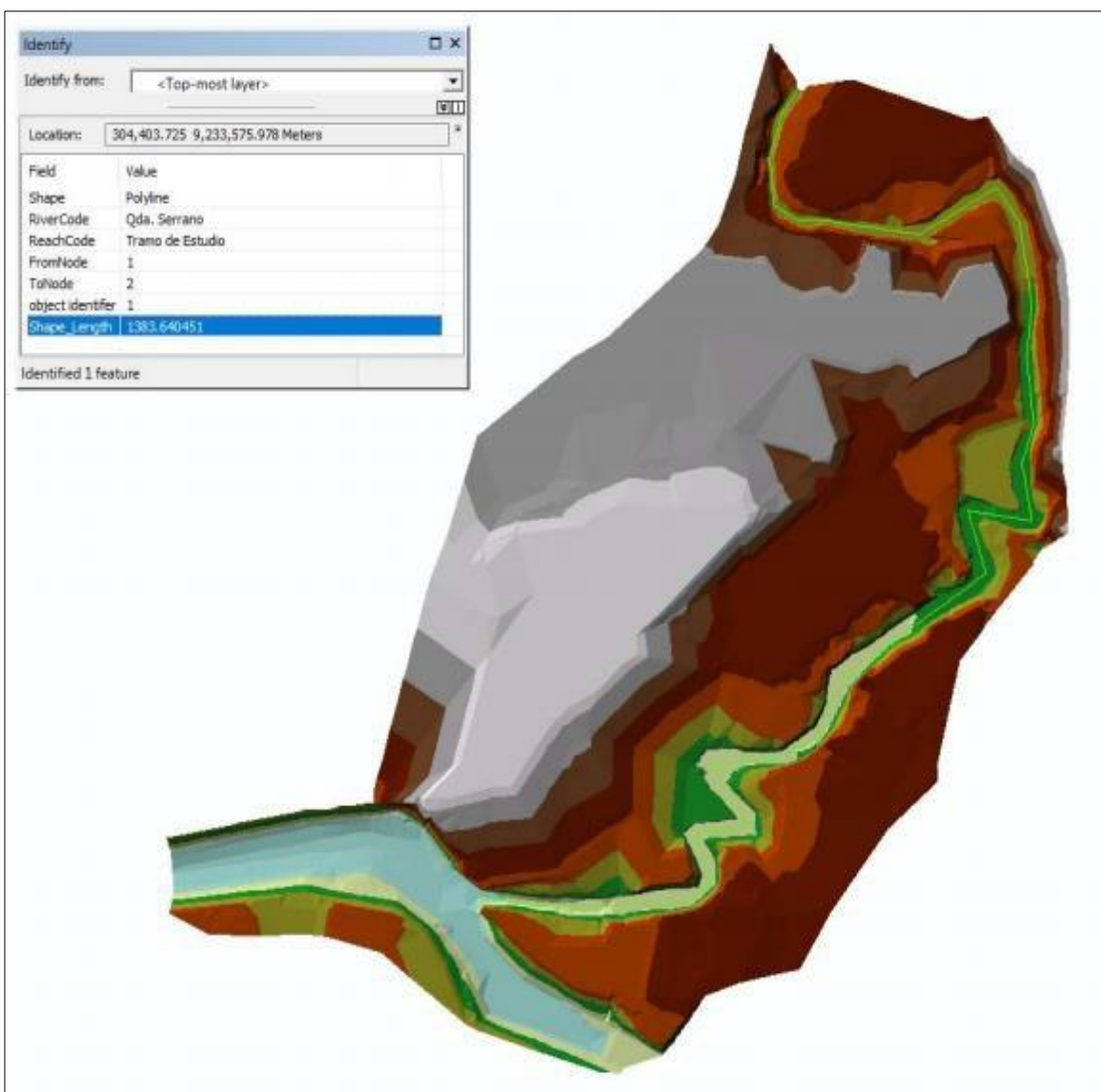


Figura 70 DEM de la zona de estudio, y eje de análisis sobre el Río Serrano (1574.189 m)

IV. Resultados

3.6.3.1.2.5.1. Simulación Hidráulica Cuasi -bidimensional

Los resultados de las simulaciones realizadas, consisten en la descripción de los valores máximos para los tirantes y velocidades, los cuales corresponden a la avenida 100 años de periodo de retorno. La determinación de los niveles de agua que alcanzaría la inundación se muestra en el isométrico siguiente, con el TR100:

En la figura 71 se visualiza que la inundación se da en sus primeros 0+392m de la margen izquierdo, de 0+960 m hacia los 1+200m margen derecho y del 0+960m al 1+120m margen izquierdo, en estas zonas se puede identificar el impacto de la corriente en sus márgenes del Río, por lo que se tendría problemas de inundación. En estos tramos encontramos, terrenos de cultivo, viviendas, población, negocios, etc., por lo que se puede considerar la construcción de un Diques de Gavion.



Figura 71 Modelamiento de la inundación con HEC GeoRAS 9.3 en la zona de estudio, TR 100

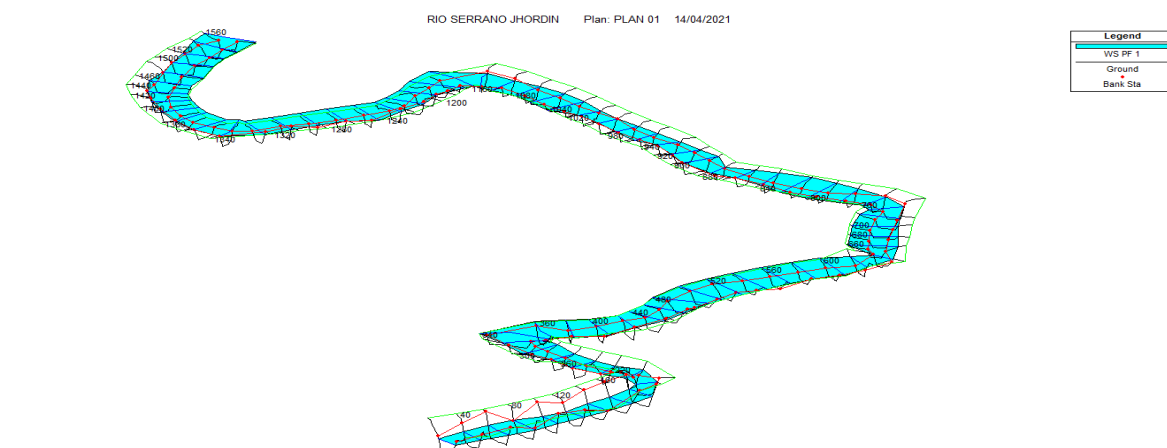


Figura 72 Isométrico 1D del modelamiento de inundación con HEC - RAS 5.0.7 en la zona de estudio, TR 100

Las secciones del río, se han obtenido por medio de la importación del archivo de salida del HECRAS con estaciones de control hacia aguas arriba para cada tramo, haciendo un total de 78 secciones para el tramo de estudio (Secciones hidráulicas cada 20.00 m en promedio en 1562.220 m de tramo analizado del Río Serrano). El perfil hidráulico longitudinal, las secciones transversales, la tabla resumen del modelamiento y el isométrico se presentan en los anexos correspondientes.

A continuación se mostrara la evaluación por secciones en zonas inundables:

En la figura 73 se puede observar que el máximo tirante (Línea discontinua color verde) supera al margen izquierdo, causando el desborde del Río en ésta zona.

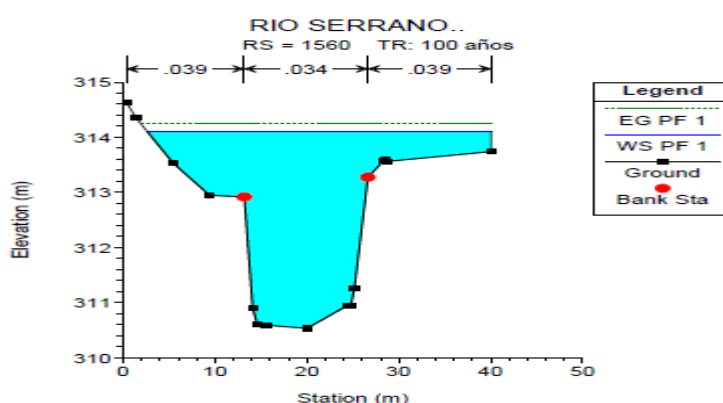


Figura 73 Sección 0+020

En la figura 74 se observa que hay inundación en el margen izquierdo, con mayor cantidad de flujo que en el KM 0+020.

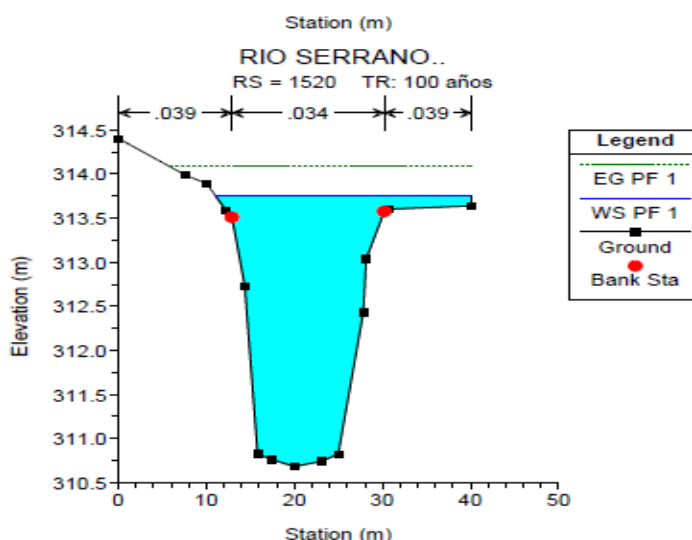


Figura 74 Sección 0+060

En la figura 75 se observa que hay inundación se da tanto en el margen izquierdo como el derecho.

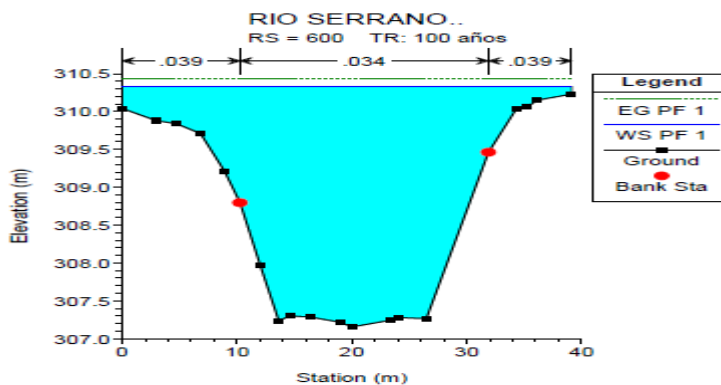


Figura 75 Sección 0+960

En la figura 76 se observa que hay inundación se da tanto en el margen izquierdo como el derecho, con mayor cantidad de flujo que en el KM 0+960.

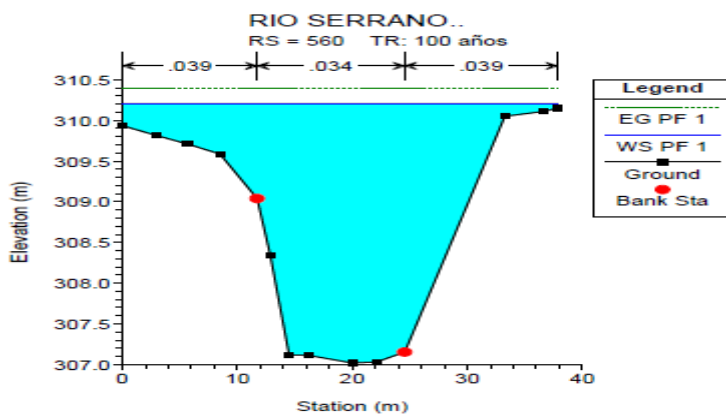


Figura 76 Sección 1+000

En la figura 77 se puede observar que el maximo tirante (Línea discontinua color verde) supera al margen derecho, causando el desborde del Río en ésta zona.

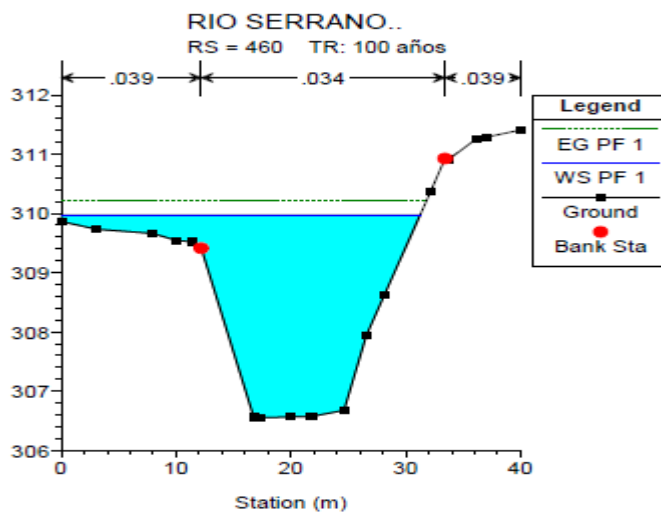


Figura 77 Sección 1+140

Se mostrara la evaluacion del perfil:

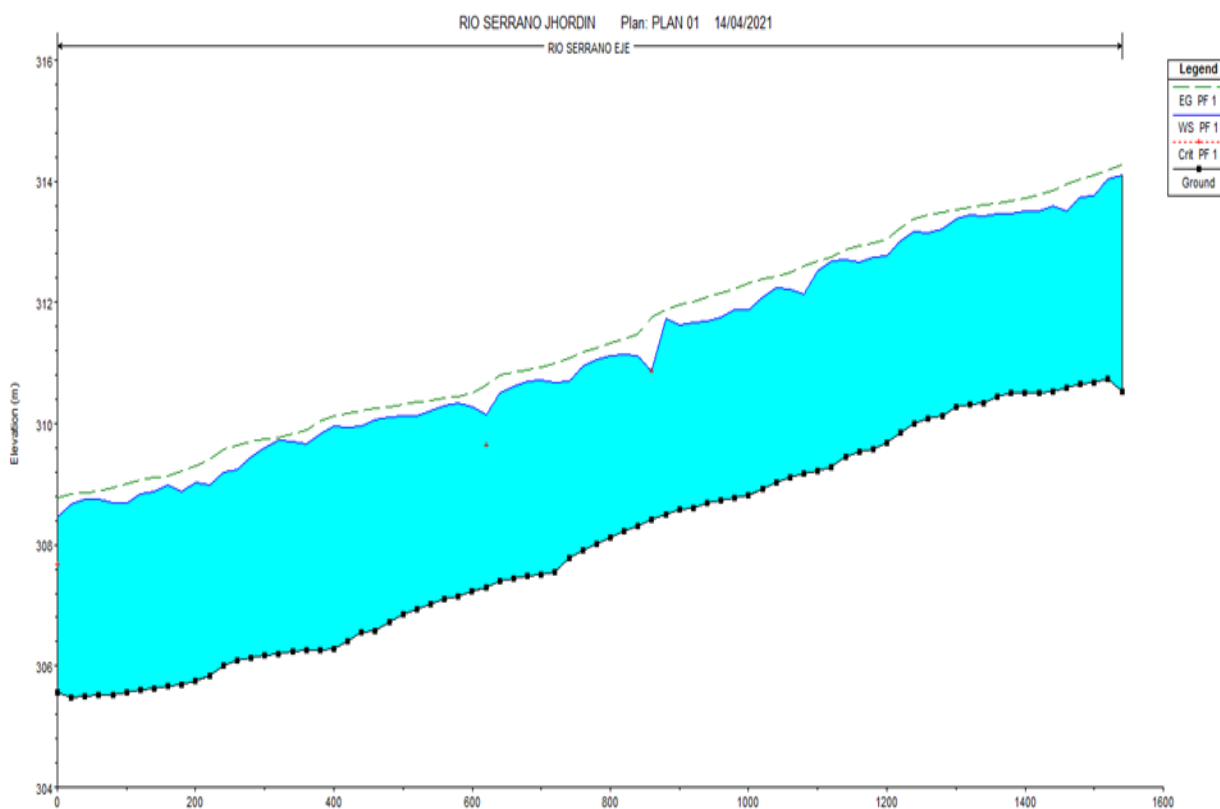


Figura 78 Perfil longitudinal del rio.

En la figura 78 se observa que el tirante máximo no varía mucho a lo largo de la zona de estudio, como se puede observar en la imagen, el eje del tirante máximo tiene cierta similitud con los accidentes del fondo de terreno.

3.6.3.1.2.6. Delimitación de zonas de inundación

Las zonas inundables por la circulación del caudal correspondiente a las crecidas de periodo de retorno de 05, 50, 100 y 500 años se muestran en los Anexos correspondientes. El resumen de los tramos que se perjudicarían ante una avenida como la del TR100, se encuentran como se esperaba en mayor incidencia hacia los sectores El Pozo y La Concordia. El isométrico indica los valores del tirante en que el flujo supera al nivel más alto de la ribera, y nos da una idea de que ocurre con dicho flujo ingresante, sabiendo la configuración topográfica y según la visita de campo. El modelamiento C-2D nos indica claramente la entrada y el comportamiento del agua que inunda en la localidad de Saposoa, el cual ingresa como se dijo aguas arriba por efecto contracorriente hacia los sectores indicados.

3.6.3.2. Diseño Estructural de las obras de protección planteadas

3.6.3.2.1. Análisis de estabilidad de taludes

Debido a la poca disponibilidad de una franja adecuada para diseñar los muros de

encauzamiento y de defensa ribereña, es que en un mismo tramo se ha optado por varias tecnologías de materiales para la conformación de los mismos. Para el análisis estructural entonces se han efectuado las metodologías clásicas de estabilidad. Sin embargo, debido a que su fundación se encuentra en el límite de disponibilidad del terreno, adyacente al talud de la ribera del Río, es que se ha hecho necesario el análisis de la estabilidad de los taludes con las obras concluidas, que representan cargas adicionales en el terreno, las cuales a priori podrían desestabilizar el mismo, e iría en perjuicio finalmente de la inversión estimada. En tal sentido, se han modelado los taludes de las secciones más críticas por cada tramo planteado, según los criterios de análisis de estabilidad de taludes Estático, Pseudo estático y dinámico. Para el modelamiento de estabilidad se hizo uso del software Slide de Rocscience.

3.6.3.2.1.1. Parámetros de entrada

Los parámetros geotécnicos de los materiales utilizados y del suelo de fundación (muestrcalicatas) se muestran en la siguiente tabla:

MATERIAL	Peso Específico	Cohesión (kN/m ²)	Ángulo de Fricción
Relleno Compactado (GC)	20.69	19.61	28.0
Muro de gaviones	26.18	0.00	30.0
Concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	25.00	58.00	40.0
CSH-01	26.18	5.88	20.8
CSH-02	25.10	0.98	26.0
CSH-03	24.81	3.92	22.2
CSH-04	23.53	14.71	17.5
CSH-05	24.90	8.82	21.7
CSH-06	25.10	0.00	28.6

Tabla 30 Estudio de geología y geotecnia.

3.6.3.2.1.2. Parámetros de sismicidad

De acuerdo al último mapa de sismicidad propuesto (D.S. N°003-2016-VIVIENDA), según la ubicación del área del proyecto, se han asumido los siguientes parámetros de aceleración sísmica.

H = 0.34 g
V = 0.10 g

3.6.3.2.1.3. Condiciones adicionales

Los modelamientos realizados se harán todos bajo condiciones de máxima avenida, la cual, debido a la disposición de las estructuras de protección, incrementa la condición de máxima desfavorable.

3.6.3.2.1.4. Diseño del elemento

MEMORIA DE CÁLCULO

PROYECTO: ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL CAUCE DEL RÍO SERRANO, TRAMO EL POZO HACIA LA DESEMBOCADURA DEL RIO SAPOSOA, DISTRITO SAPOSOA, PROVINCIA HUALLAGA, DEPARTAMENTO SAN MARTIN

UBICACIÓN: SAPOSOA - HUALLAGA - SAN MARTIN

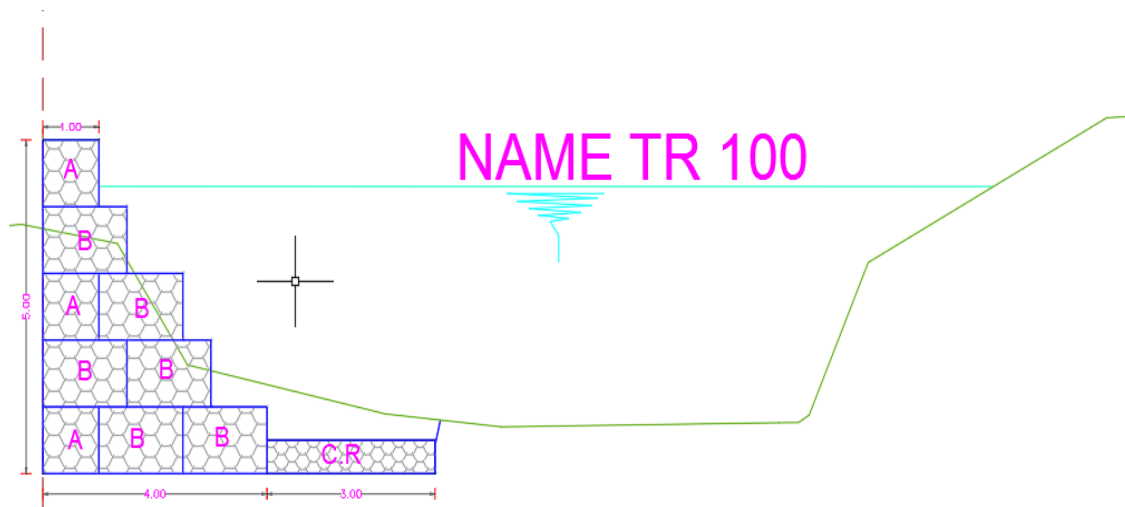
FORMULA ECUACIONES DE ESTABILIDAD POR VOLTEO Y DESLIZAMIENTO

DESCRIPCIÓN MURO DE PROTECCIÓN CON DIQUES DE GAVION.
(0+020.00, DR - M.I.)

Bajo este análisis, la sección 0+020 de la Defensa Ribereña de la margen izquierda.

El muro de Gaviones posee 03 bloques de 1.00 x 1.00 m y 06 bloques de 1.00 x 1.50 m. Cuenta con una altura total de 5.00 m. Para contrarrestar el efecto de socavación, se ha previsto la instalación de una plataforma tipo colchón reno, de 3.00 m de ancho mayor al valor mínimo recomendado de 1.50 veces la profundidad de socavación total calculada.

Para efectos de diseño se considerará el empuje pasivo de la excavación (plataforma inferior).



Ángulo de fricción interna (&)	22.00	°
Cohesión (C)	0.04	Kg/cm2
Peso específico del suelo	2.553	Ton/m3
Capacidad portante del suelo	0.90	Kg/cm2
Ancho de cimentación	4.00	m
Altura del muro	5.00	m
Sobrecarga	0.00	Ton/m2
F.S.	1.20	

ESTABILIDAD DEL MURO

Cálculo del empuje activo: El empuje activo en este caso es el producido por el agua.

$$E_a = 0.50 \gamma_s H^2 K_a - 2 C H \sqrt{K_a} + q_s H K_a$$

$$\begin{aligned} C &= 0.000 \\ \gamma_s &= 1.0 \text{ ton/m}^3 \\ h &= 5.00 \text{ m} \\ b &= 4.00 \text{ m} \\ a &= 1.00 \text{ m} \\ @ &= 0.00^\circ \\ K_a &= 1.00 \\ K_p &= 2.20 \\ H &= (h-(b-a)*\text{tg}@)\cos@ = 5.00 \end{aligned}$$

$$E_a = 12.5 \text{ ton/m}$$

Seguridad al deslizamiento:

$$\begin{aligned}
 Y_g &= Y_p * (1 - n) \\
 Y_p &= 2.7 \text{ g/cm}^3 \\
 n &= 0.300 \\
 Y_g &= \mathbf{1.89 \text{ ton/m}^3}
 \end{aligned}$$

Cálculo de las componentes del empuje activo:

$$\begin{aligned}
 E_v &= E_a * \sin (90^\circ + \delta - \epsilon) \\
 E_h &= E_a * \cos (90^\circ + \delta - \epsilon)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \delta &= 0.00^\circ \\
 \epsilon &= 90^\circ
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_v &= \mathbf{0.00 \text{ ton/m}} \\
 E_h &= \mathbf{12.50 \text{ ton/m}}
 \end{aligned}$$

Empuje Pasivo:

$$E_p = 0.50 \gamma_s H^2 K_p - 2 C H \sqrt{K_p} + q_s H K_p$$

$$E_p = \mathbf{64.21 \text{ ton/m}}$$

$$n' = \frac{[(w+E_v) \cos @ + E_h \cdot \sin @] \tan \phi + (w+E_v) \cdot \sin @ + E_p}{E_h \cos @} \geq 1.50$$

Metrado de cargas:

W	W (ton)	Xi	Mi
W ₁	9.45	2.50	23.625
W ₂	8.51	2.25	19.136
W ₃	5.67	1.25	7.088
W ₄	4.73	0.75	3.544
W ₅	2.84	0.50	1.418
W ₆	1.89	0.50	0.945
W _a	8.00	3.67	29.333
E _p	64.21	0.33	21.404
	33.08		106.493

$$n' = \mathbf{65.282} \quad \text{entonces cumple con la condición}$$

Seguridad al volteo:

$$\begin{aligned}
 d &= H/3 = 1.667 \\
 M_v &= E_h * d = \mathbf{20.833 \text{ ton-m/m}}
 \end{aligned}$$

$$n'' = \frac{M_r}{M_v} \geq 2.00$$

$$n'' = \mathbf{5.112} \quad \text{entonces cumple con la condición}$$

Verificación:

$$e = B/2 - ((M_r - M_v) / N) < B/6$$

$$N = (W + E_v) \cos @ + E_h \sin @$$

$$\begin{aligned}
 N &= \mathbf{33.075 \text{ Ton/m}} \\
 e &= \mathbf{-0.590 \text{ m}} < \mathbf{0.667}
 \end{aligned}$$

Si cumple con la condición, cae dentro del tercio central.**Seguridad a la distribución de presiones:**

$$P_1 = (N / B) * (1 + (6 * e / B))$$

$$P_2 = (N / B) * (1 - (6 * e / B))$$

$$\begin{aligned}
 P_1 &= \mathbf{0.953 \text{ ton/m}^2} = \mathbf{0.095 \text{ Kg/cm}^2} \quad \text{OK} \\
 P_2 &= \mathbf{15.585 \text{ ton/m}^2} = \mathbf{1.558 \text{ Kg/cm}^2} \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

La tensión en el punto 01 está por debajo de la capacidad portante del terreno.**La tensión en el punto 1 está por encima de la capacidad portante, NO estabilizar el suelo con material de cantera (relleno).**

1.00 Cálculo de la Altura Total de la Estructura (Ht)			
Tirante Hidráulico del Río	t	(m)	0.90
Cálculo de la Profundidad de Cimentación	Y_M	(m)	0.85
Borde Libre	B_L	(m)	0.60
Altura Total de la Estructura	Ht	(m)	5.00

2.00 Ancho de la Profundidad de Cimentación (A_M)			
Profundidad de Cimentación	Y_M	(m)	0.85
Coeficiente de Seguridad			1.25
Ancho de la Profundidad de Cimentación	A_M	(m)	4.00

3.00 Ancho de la Socavación (A_S)			
Socavación del Río	H_S	(m)	0.22
Coeficiente de Seguridad			1.20
Ancho de la Socavación	A_S	(m)	3.00

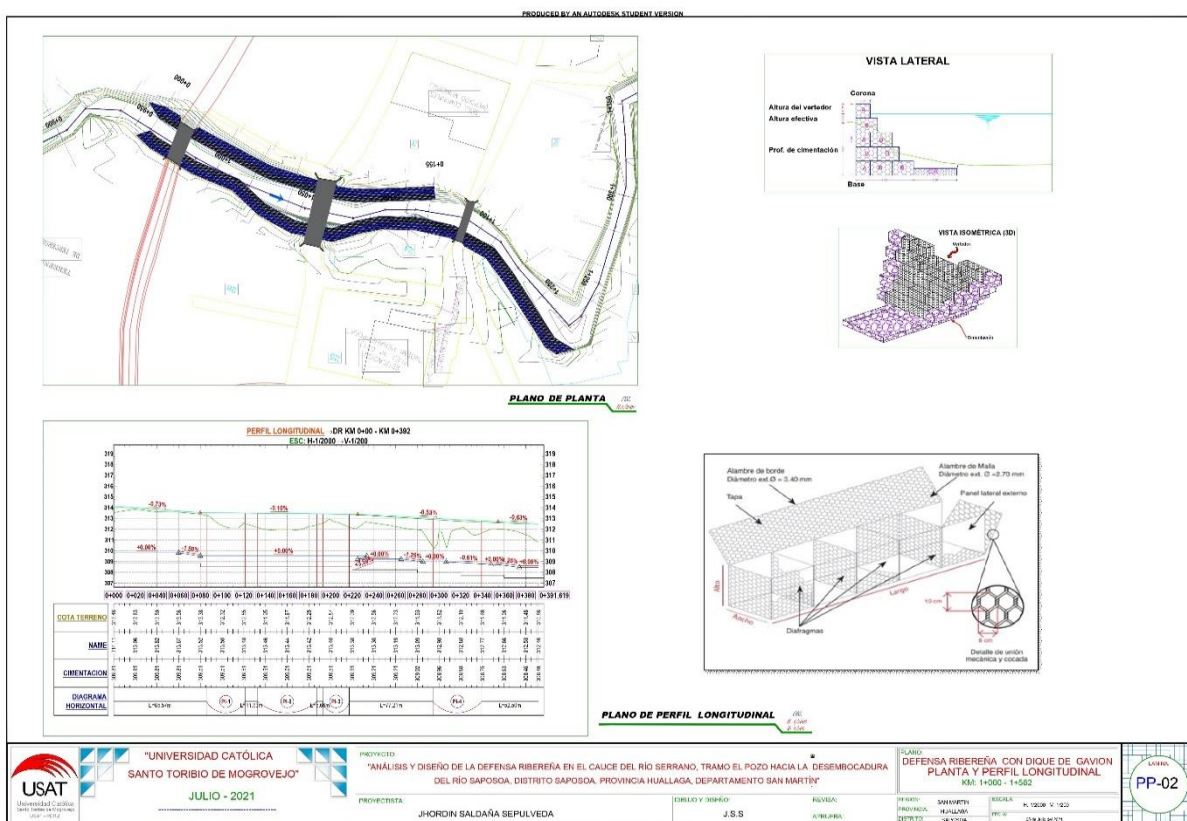
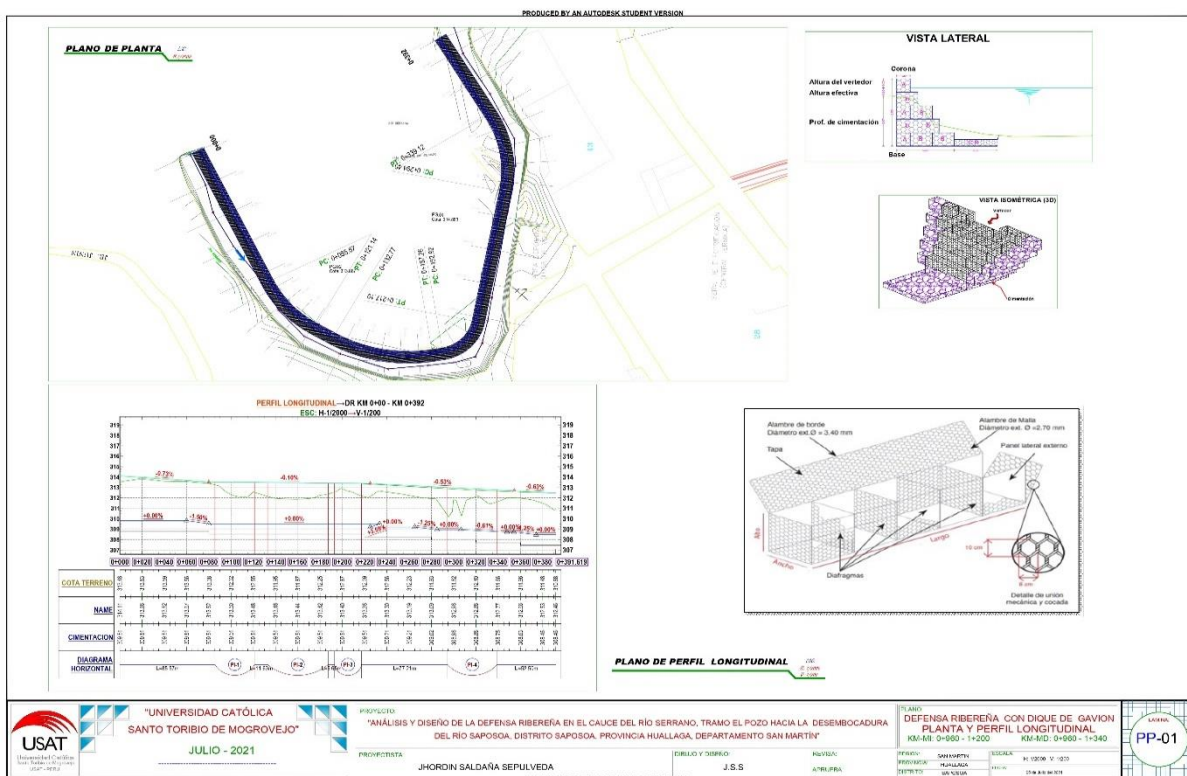
4.00 Altura Total de la Estructura (Ht)			
Altura Total de la Estructura	Ht	(m)	5.00

5.00 Cálculo de la Estabilidad de la Estructura - Empuje Activo Teoría de Coulomb ($F_1 = \delta t^2 / 2$)			
Peso Especifico del Agua	δ	(tn / m ³)	1.00
Tirante Hidraulico del Río	t	(m)	0.90
Altura Total de la Estructura	Ht	(m)	5.00
Empuje Activo	F_1	(tn / m)	12.50
Altura en donde Actua el Empuje Activo	d	(m)	0.85

6.00 Cálculo de la Estabilidad de la Estructura - Seguridad al Deslizamiento Teoría de Coulomb ($n' = [(w+Ev)\cos\alpha + Eh \text{ Sen}\alpha] \text{Tg } \rho + (w+Ev)\text{Sen}\alpha / Eh \text{ Cos } \alpha$)			
Empuje Activo	F_i	(tn / m)	12.50
Angulo de Friccion del Terreno	ρ		30.00
Angulo Formado por Plano de Empuje y Horizontal	β		90.00
Angulo del talud del Material Sobre el Muro	α		0.00
Peso Especifico del Relleno	ρ_{rell}	(tn / m ³)	2.40
Peso Especifico del Gavion	ρ_{gav}	(tn / m ³)	1.68
Porcentajes de Vacios	μ_f		0.30
Peso Seco del Relleno		(tn / m ³)	1.68
Peso de la Estructura		(tn)	50.40
Empuje Vertical	E_v	(tn / m ³)	0.33
Empuje Horizontal	E_h	(tn / m ³)	0.63
Seguridad al Deslizamiento	n'		78.01 Bien

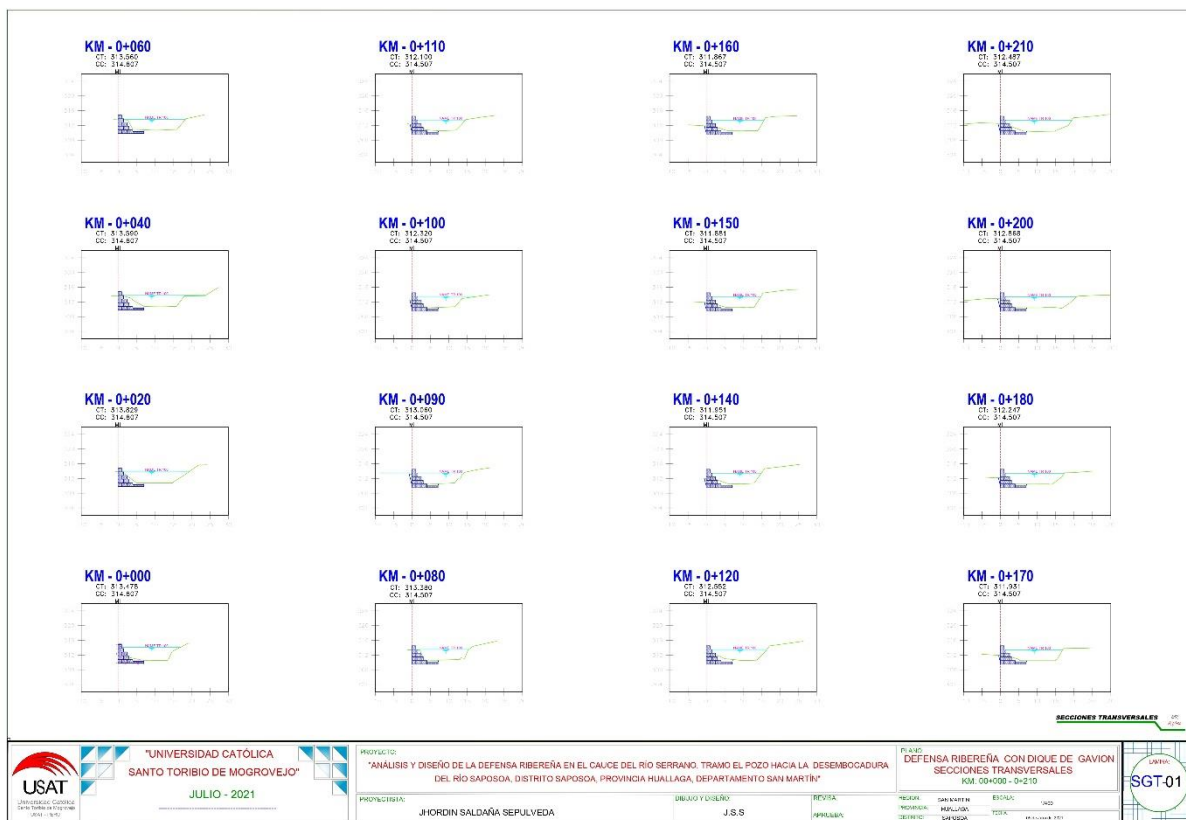
7.00 Cálculo de la Estabilidad de la Estructura - Verificación de la Seguridad al Volteo Teoría de Coulomb ($N = M_R/M_V$)			
Momento Vertical	M_v	(tn - m)	0.46
Momento Resultante	M_r	(tn - m)	50.59
Excentricidad del Momento Resultante	e	(m)	-0.16 Bien
Seguridad al Volteo	N		110.70 Bien

A continuacion se mostrara la defensa ribereña con dique de gavion en planta y perfil longitudinal.

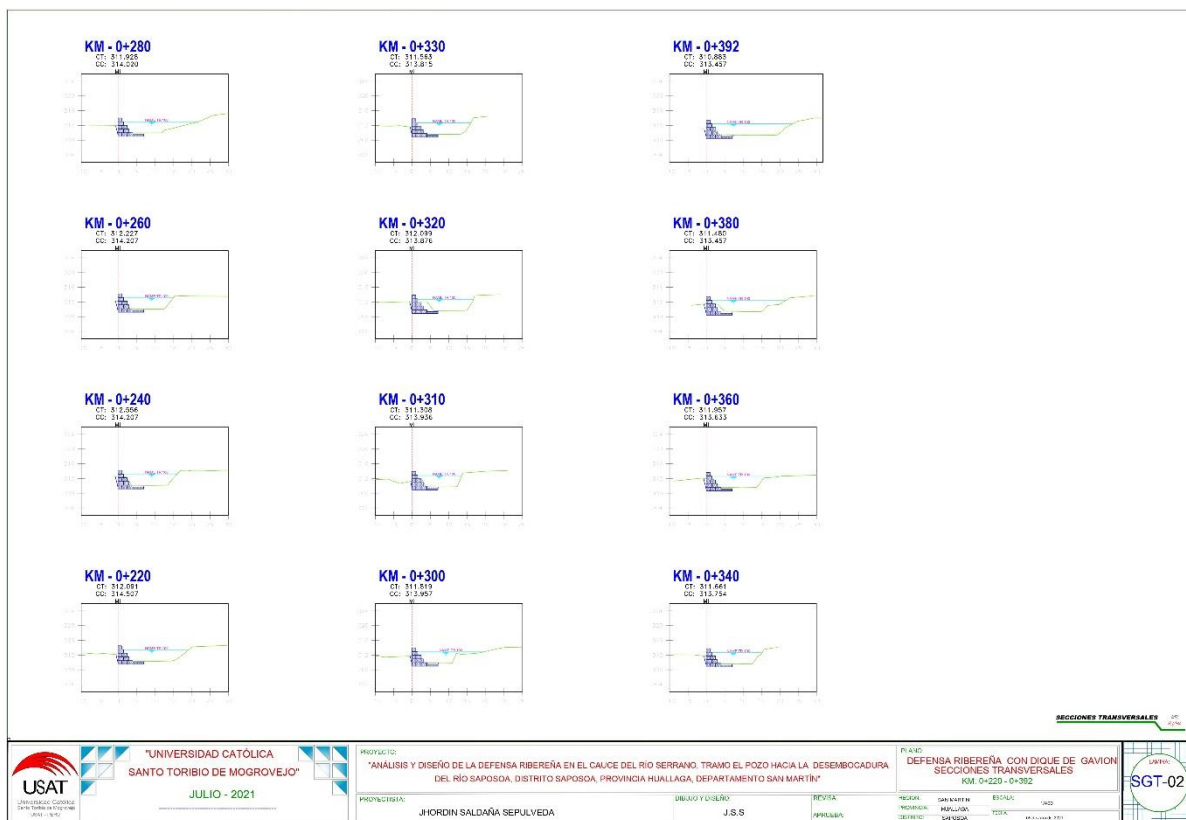


Se mostrara la defensa ribereña con dique de gavion en secciones transversales.

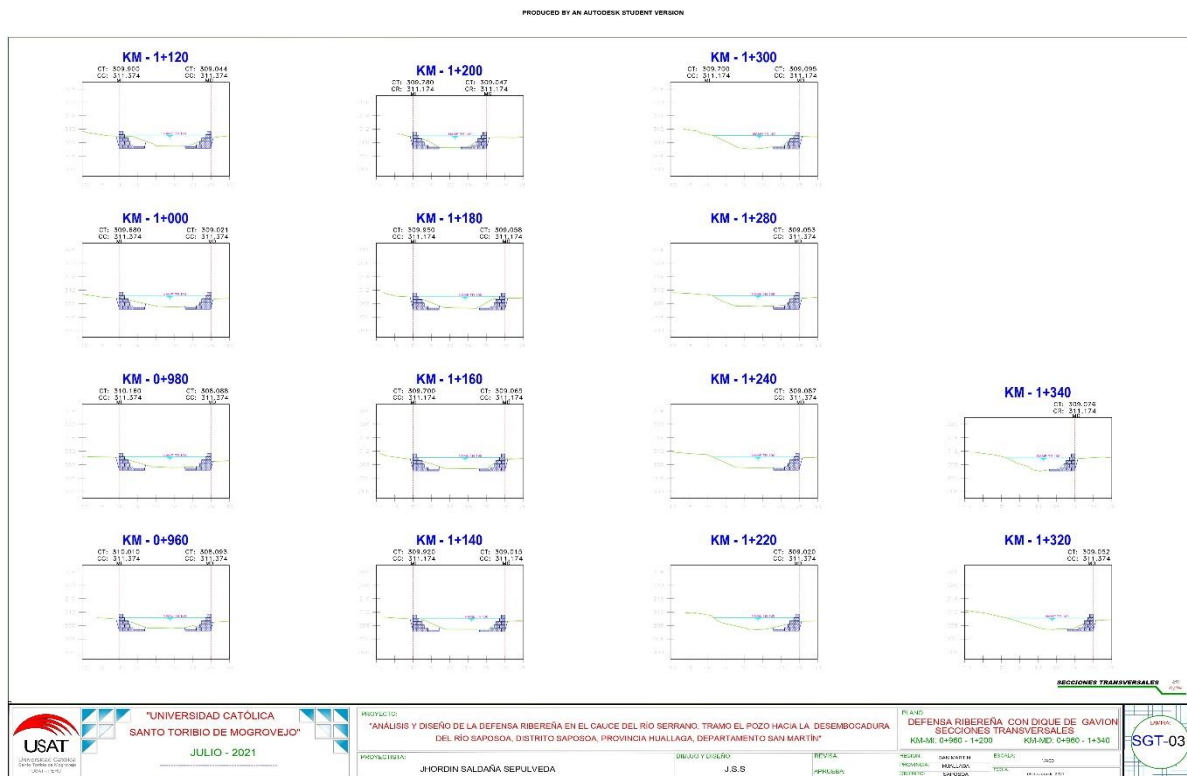
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



3.6.4. Estudio de impacto ambiental (EIA)

Se realizará la identificación y evaluación de los factores (aire, suelo, agua, empleo, entre otros.) que se verán afectados con la construcción de esta estructura, ya sea de forma positiva o negativa.

Para la cuantificación de dichos impactos se elaborará la Matriz de Leopold, donde nos mostrará de forma resumida cuanto es lo que impacta este proyecto según sus etapas, cual es el factor más impactado, cual es la etapa del proyecto donde se realizará mayor impacto.

Esto sirve como punto de partida para establecer el Plan de Manejo Ambiental, donde se diseñarán instrumentos de estrategia para conservar y proteger el medio ambiente, durante las etapas de planificación, ejecución, construcción y operación; por ello, es importante la realización de un análisis completo y minucioso de las posibles implicancias ambientales que pudieran generarse en dichas etapas del proyecto.

3.6.4.1. Objetivo general

El objetivo general de la Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto es identificar, interpretar y calificar las interacciones de las actividades del proyecto con el entorno ambiental existente, para obtener una predicción real de las consecuencias ambientales que puedan ser ocasionadas del mismo, por la ejecución del proyecto, en las etapas de planificación, construcción, cierre de obra y funcionamiento del establecimiento de salud.

3.6.4.2. Objetivos específicos

- ✓ Describir el entorno en el que se desarrollará el proyecto, para caracterizar las condiciones ambientales actuales en los aspectos físicos, bióticos y sociales del área de influencia de modo que se pueda realizar el diagnóstico ambiental del sitio.
- ✓ Reconocer los impactos ambientales generados en la ejecución del presente proyecto.
- ✓ Identificar las medidas de prevención y mitigación de impactos identificados.

3.6.4.3. Descripción del proyecto

3.6.4.3.1. Área de estudio

El área de estudio se ubica en la región de San Martín, específicamente en el Distrito de Saposoa.

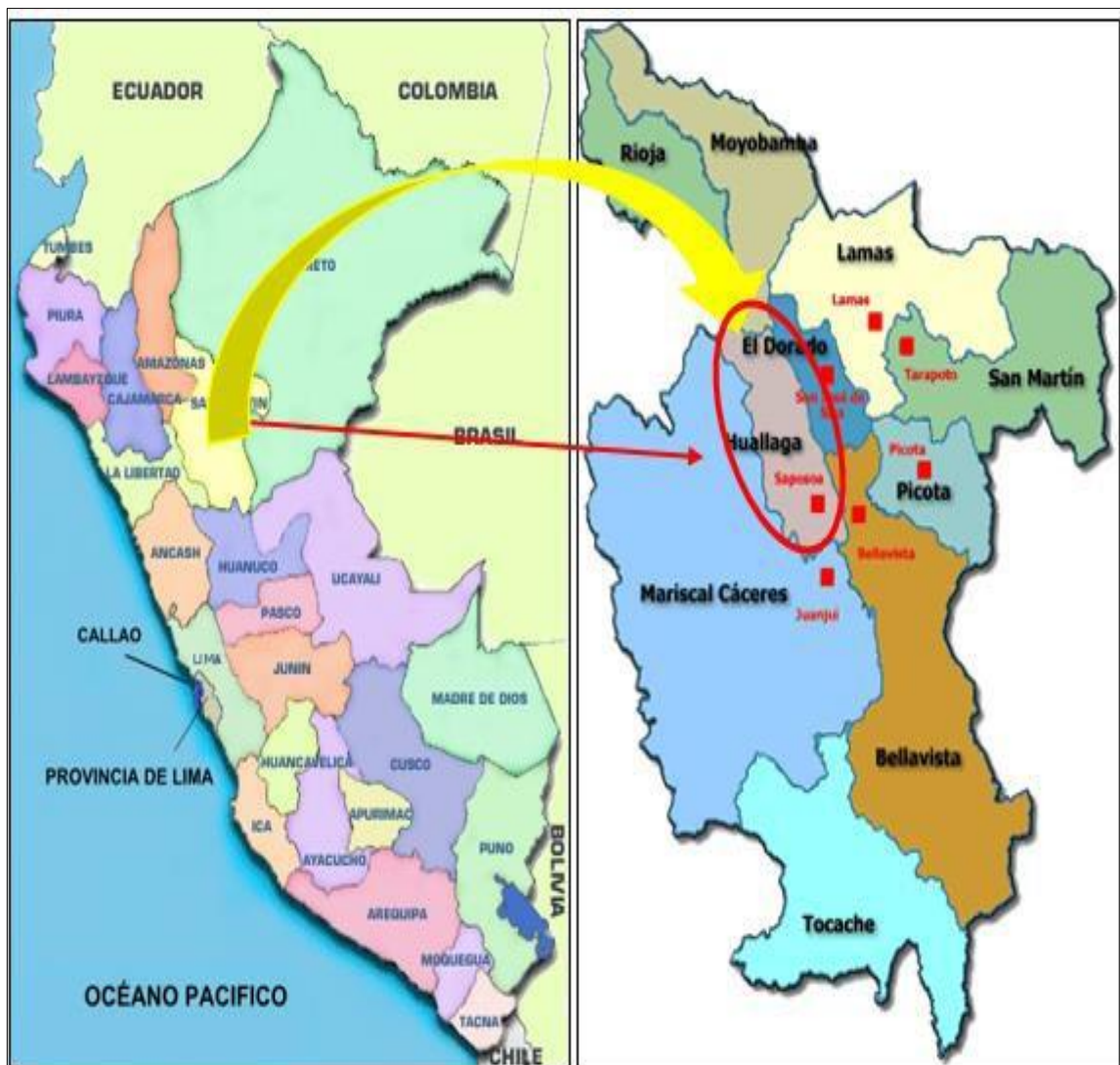


Figura 83 Macro localización del proyecto



Figura 84 Localización del área de estudio del impacto ambiental

3.6.4.3.2. Área de influencia del proyecto

El área de influencia del proyecto, involucra determinar aquellos espacios y aspectos que son susceptibles a los impactos del proyecto, pueden ser positivos o negativos. Se considera los aspectos físicos, bióticos y socioeconómicos más principales del entorno del proyecto. El área de influencia puede ser directa o indirecta y la profundidad del análisis depende de la magnitud del proyecto evaluado.

3.6.4.3.2.1. Área de influencia

directa 3.6.4.3.2.1.1. Construcción

El área de influencia ambiental directa o inmediata comprenderá las calles próximas al proyecto que son: La vía principal de acceso al segundo cuartel, carretera hacia San Andrés y Paltaico.

3.6.4.3.2.1.2. Funcionamiento

El área de influencia directa del proyecto abarca las siguientes zonas: Departamento de San Martín, con la Provincia de Huallaga, Distritos y caseríos.

3.6.4.3.2.2. Área de influencia indirecta

El área de influencia en esta etapa del proyecto abarca un radio aproximado de 500 metros a la redonda del Proyecto.

3.6.4.4. Estudio de línea base

3.6.4.4.1. Clima

Según la Zonificación Ecológica Económica de San Martín, el Distrito de Saposoa presenta el Tipo Climático BrB'a', el cual, expresa un clima Ligero a moderadamente húmedo (B) y Semicálido (B'), sin déficit de agua (r) y con baja eficiencia térmica en el verano (a'). Estas condiciones climáticas son predominantes en zonas selva con una altitud de entre 300 m.s.n.m.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	26.9	26.6	26.5	26.1	26.1	25.6	25.5	26	26.3	26.6	26.8	26.9
Temperatura min. (°C)	21	20.7	20.6	20.4	20.1	19.3	19.1	19.5	20.3	20.5	20.8	21.3
Temperatura máx. (°C)	32.9	32.5	32.4	31.9	32.1	31.9	31.9	32.5	32.4	32.7	32.8	32.5
Temperatura media (°F)	80.4	79.9	79.7	79.0	79.0	78.1	77.9	78.8	79.3	79.9	80.2	80.4
Temperatura min. (°F)	69.8	69.3	69.1	68.7	68.2	66.7	66.4	67.1	68.5	68.9	69.4	70.3
Temperatura máx. (°F)	91.2	90.5	90.3	89.4	89.8	89.4	89.4	90.5	90.3	90.9	91.0	90.5
Precipitación (mm)	125	130	181	128	82	61	49	53	74	123	127	110

Tabla 31 Tabla climática – Datos históricos del tiempo en el Distrito de Saposoa.

3.6.4.4.2. Velocidad del viento

Según la Estación Meteorológica de Saposoa, los vientos viajan en dirección al ESTE a lo largo de un año. Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora. La velocidad promedio del viento/hora en Saposoa es esencialmente constante en marzo, permaneciendo en un margen de más o menos 0,1 km/hora a 3,0 km/hora. Como referencia, el 6 de septiembre, el día más ventoso del año, la velocidad promedio diaria del viento es 3,5 km/hora, mientras que el 13 de abril, el día más calmado del año, la velocidad promedio diaria del viento es 2,9 km/hora.

3.6.4.4.3. Precipitación

Un día mojado es por lo menos 1 mm de líquido o precipitación equivalente a líquido. En Saposoa, la probabilidad de un día mojado en el mes de marzo es esencialmente constante, permaneciendo en alrededor del 38 %. Como referencia, la probabilidad más alta del año

de tener un día mojado es el 39 % el 24 de marzo, y la probabilidad más baja es el 12 % en agosto.

3.6.4.4.4. Temperatura

Las temperaturas medias mensuales fluctúan entre 27°C y 37°C. Habiéndose registrado temperaturas máximas de hasta 38.5°C en el mes de setiembre y una temperatura mínima de 17.6°C en el mes de agosto.

3.6.4.4.5. Humedad relativa

Basamos el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que éste determina si el sudor se evaporará de la piel enfriando así el cuerpo. Cuando los puntos de rocío son más bajos se siente más seco y cuando son altos se siente más húmedo. A diferencia de la T°, que generalmente varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, así es que, aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda. La probabilidad de que un día dado sea húmedo en Saposoa aumenta gradualmente en marzo, y aumenta del 78 % al 81 % en el transcurso del mes. Como referencia, el 2 de abril, el día más bochornoso del año, hay condiciones bochornosas el 81 % del tiempo, mientras que el 20 de agosto, el día menos bochornoso del año, hay condiciones bochornosas el 16 % del tiempo.

3.6.4.4.6. Zona de vida

Según el Instituto Nacional de Recursos Naturales – INRENA (1995), el área de estudio se ubica en la zona denominada “Bosque Húmedo Tropical: bh-T”. El dosel vegetativo se caracteriza por un bosque alto exuberante, tupido y cargado de Bromeliáceas, orquídeas, lianas y bejucos. Los tallos o fustes de casi todos los árboles están tapizados y envueltos por abundantes epífitas y trepadoras en las que son notables las Aráceas de hojas grandes y vistosas, gran variedad de helechos líquenes y musgos que se adhieren tanto al tronco como a los paquetes macizos que conforman las trepadoras.

3.6.4.5. Línea de base biológica (lbb)

3.6.4.5.1. Unidades geomorfológicas

El entorno geomorfológico sobre el cual se desarrolla el proyecto se encuentra dentro del valle formado por el río Saposoa, el cual presenta terrazas fluviales limitadas por piedemontes aluviales y colinas.

- **Terrazas Fluviales:** Se observan en ambas márgenes del río Saposoa. Los procesos de transporte y deposición asociados a la dinámica fluvial del río han dado origen a

zonas planas de baja elevación, sobre la cual se han asentado la mayor parte del área urbana. Conformadas por gravas gruesas y medianas con bloques redondeados inmersos en una matriz areno limosa. Superficialmente están compuestas por arenas de grano fino.

- **Piedemonte Aluvial:** Corresponde a zonas de moderada pendiente, ubicadas a ambos márgenes del río Saposoa. Delimitan la unidad terraza fluvial y colinas. Están conformadas por depósitos aluviales recientes de escaso recorrido y que han sido transportados desde las zonas altas, producto de los procesos erosivos.
- **Colinas:** Son elevaciones de baja altitud, que presentan cimas redondeadas y alargadas moldeadas por erosión pluvial. Se encuentran disecadas por quebradas y ríos, entre ellos el río Huallaga. Corresponden a las zonas de mayor elevación observadas en la zona evaluada y se encuentran cubiertas por densa vegetación.

3.6.4.5.2. Flora

En la zona donde se ubica el proyecto hay una variedad de flora, ya que es una zona rural y es parte de la selva. Las especies presente en la zona del proyecto son: Cocos, cacao, plátanos, arroz, árboles, hierbas, maíz, cañabrava, carrizos, entre otros.

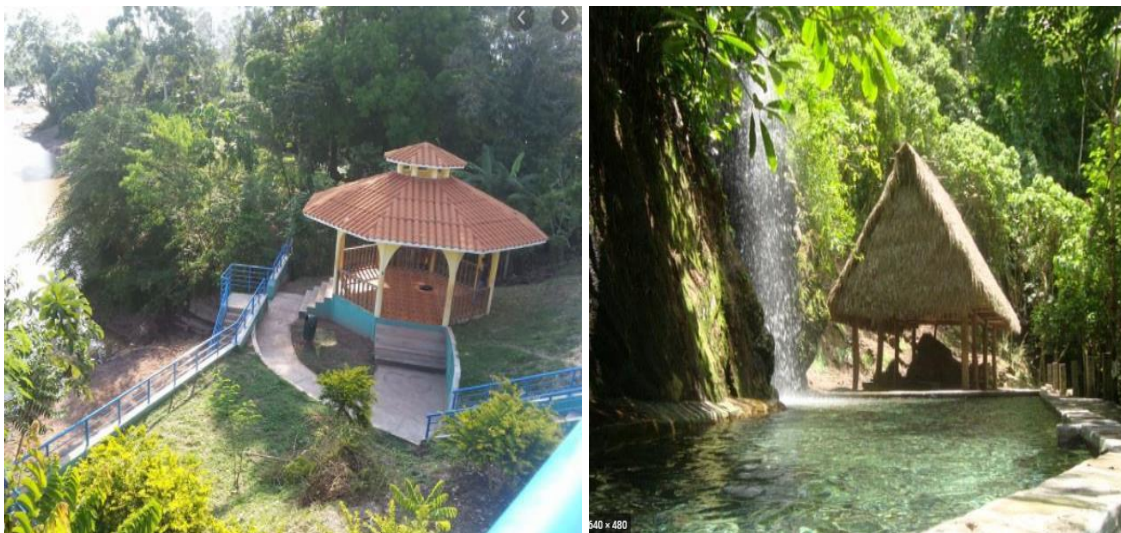


Tabla 32 Vegetación (Arboles, hiervas, carrizos ,etc.)

3.6.4.5.3. Fauna

El área del proyecto presenta un ambiente adecuado para su hábitat y desarrollo de poblaciones de animales silvestre y domésticos, ya que existe gran variedad de vegetación. Se pudo observar gran variedad de animales como: Yonca, Perros, gatos, caballos, cerdos, gallinas, peces, shanshos, monitos, loros, las serpientes, entre otros.



Figura 99 Yonca



Figura 100 Caballo

3.6.4.5.4. Paisajes

El terreno del proyecto cuenta con hermosos paisajes, donde se puede observar gran variedad de flora y fauna. Como se puede observar en la siguiente figura que es una toma de una parte del proyecto.



Figura 101 Paisaje en la zona del proyecto

3.6.4.6. Línea base socioeconómica (lbs)

3.6.4.6.1. Salud

Los servicios de salud son proporcionados por los puestos de salud en los Distritos de Piscocoyacu, Saposoa donde el puesto de salud lleva por nombre El Dorado, El Eslabón y Alto Saposoa donde el puesto de salud lleva por nombre Pasarraya.

Tabla 33 Tasa de desnutrición de la Provincia de Huallaga

Departamento, Provincia y Distrito	Tasa de Desnutrición
Huallaga	20%
Saposoa	15%

Fuente: Censo de Población y vivienda - INEI

3.6.4.6.2. Vivienda

Las viviendas del Distrito de Saposoa en su mayoría son con paredes de ladrillo o bloque

de cemento en un 40.00% y otros materiales conforme se observa en el cuadro.

Tabla 34 Población total con servicio de vivienda - Saposoa

Descripción	Cifras Absolutas	%
Con Paredes de Ladrillo y Bloques de Cemento	4,793.00	40.00
Con Paredes de Adobe y Tapial	1,348.00	11.25
Con Paredes de Madera	3,439.00	28.70
Con Paredes de Quincha (Caña de Barro)	1,995.00	16.65

3.6.4.6.3. Educación

Se visualizan los siguientes problemas que desmejoran el servicio educativo:

- Muchas Instituciones Educativas no cuentan con las plazas de personal Administrativo necesarias; Secretarias, Auxiliares, Personal de Servicio.
- El personal que envía a la DREC es excedente y generalmente conflictivo.
- Falta de asignación presupuestal para la cobertura de plazas del personal administrativo que solicita licencia.

Tabla 35 IDH a nivel de la Provincia del Huallaga y Distrito de Saposoa

Departamento, Provincia y Distrito	Tasa de Analfabetismo	IDH	Alfabetismo	Escolaridad	Logro Educativo
Huallaga	10%	0.578	93.1%	73.50%	86.90%
Saposoa	8%	0.517	94%	78.40	88.80%

3.6.4.6.4. Economía

El Distrito de Saposoa se caracteriza principalmente por su actividad agrícola, ganadera y comercial. Según los datos estadísticos del Ministerio de Agricultura para el período 2008- 2011, la agricultura es la principal actividad económica de la población. No obstante, cabe la posibilidad de que los datos publicados estén subestimados en función a la dificultad de acceso a todas las localidades, principalmente a las partes altas de la cuenca. Los cultivos son diversificados, la mayoría realizados en pequeña escala y en general, con bajos niveles de productividad. Los principales cultivos según la superficie cosechada - aunque con distintos pesos - son: maíz amarillo duro, café (cuyo cultivo se ha incrementado) plátano, yuca y frijol; y en los últimos años, ha tomado importancia el cacao. La superficie destinada al cultivo de pastos (*Urochloa spp.* - ex *Brachiaria spp.*) Es importante en ambos distritos, así como el pasto elefante, pero en menor área. La superficie cosechada de los principales cultivos supera el 90% de la superficie total cultivada en los distritos.

Los cultivos de menor importancia son variados y comprenden frutales (naranja, limón) y otros productos de autoconsumo. El café y el cacao son productos de exportación, cuya producción se ha incrementado en forma acelerada, mientras que los demás cultivos se destinan para el consumo familiar y a los mercados locales en cada distrito (mercado de Picota y mercado regional de Tarapoto). Según informaciones de campo, del año 2010 al 2011, la superficie de cultivo aumentó significativamente en función al alza de precio y a las condiciones climáticas más favorables.

3.6.4.7. Identificación y evaluación de impactos ambientales

Se analiza la interrelación entre los elementos del medio ambiente y las acciones del proyecto, los primeros expuestos a ser afectados y los otros capaces de generar impactos, con la finalidad de identificar los impactos y realizar su evaluación y descripción. Esta última es la parte fundamental de la presente evaluación, ya que es la base para la elaboración del Plan de Manejo Ambiental, en este se plantearán las medidas para prevenir, mitigar o corregir los impactos ambientales negativos y potenciar los impactos positivos, para la conservación y protección del medio ambiente.

Para realizar la evaluación y descripción del impacto ambiental se realizó un recorrido por la zona donde se realizará este proyecto, se recolectó y analizó la información sobre las características físicas del entorno, y así tener conocimiento de los factores que se verán impactados de forma negativa y positiva, y así poder establecer un plan de manejo ambiental.

Para la evaluación de impacto ambiental de este proyecto se realizó la Matriz de Leopold donde se tuvo en cuenta varios factores como el suelo, el aire, el agua, la salud, el paisaje, entre otros. Con esta evaluación sabremos cuanto impactará este proyecto sobre estos factores ya sea de forma negativa o positiva, para lo cual se asignó valores en la escala del 1 al 10, es decir desde un efecto bajo (1), intermedio (5) y severo (10), de esta manera se asignará el valor correspondiente según el impacto (Ver la Tabla 2 y 3). Además, se tendrá en cuenta que la Magnitud irá con signo negativo (-) y la Importancia con signo positivo (+). Finalmente, los valores serán multiplicados y sumados para al final obtener un promedio de estos impactos, donde tendrá que coincidir tanto la suma de los totales de los factores con la suma de los totales de las fases.

Realizada la actividad anterior, se procede a realizar la sumatoria de los impactos puntuales, es decir, por cada factor y actividad particular, a fin de determinar el factor ambiental más

Tabla 37 Matriz de Leopold – Fase de operación

MAGNITUD Expresa el grado de alteración potencial de la calidad ambiental del factor considerado, hace referencia a la dimensión, trascendencia y medida del efecto en sí mismo IMPORTANCIA Valor ponderal que proporciona el peso relativo del efecto potencial y refleja la significación y relevancia del mismo, así como la extensión o parte del entorno afectado	FASE								SUMA	
	OPERACIÓN								MAGNITUD	PROMEDIO ARITMETICO
	Hábitat de los peces, cangrejos	Funcionamiento de la Defensa Ribereña frente a la Erosión		Funcionamiento de la Defensa Ribereña frente a Inundaciones		Mantenimiento de la estructura		IMPORTANCIA		
	I	M	I	M	I	M	I			
AIRE	0	0	0	0	-2	-2	-2			
Nivel de Ruido	0	0	0	0	3	3	3		-6	
Emisión de Gases	0	0	0	0	-2	-2	-2		-6	
Humo	0	0	0	0	-1	-1	-1		-2	
SUELO	0	-1	-1	-1	-3	-3	-3			
Calidad del suelo	0	2	2	2	1	1	1		-5	
Relieve	0	4	4	2	-1	1	5		19	
Erosión	0	4	4	2	-1	1	5		19	
AGUA										
Afección a la calidad del agua	-2	0	0	0	-2	-2	-4		-8	
Variación del flujo	-3	0	4	4	0	0	1		7	
Sedimentación	0	0	1	1	0	0	1		1	
FLORA										
Arboles y Arbustos	0	2	2	2	-1	1	3		7	
Cultivos	0	2	2	2	-1	1	3		7	
FAUNA										
Animales Acuáticos	-4	-2	2	2	-3	3	-7		-25	
PAISAJE										
Alteración del Paisaje	-1	-1	1	1	-1	1	-2		-2	
CALIDAD VISUAL										
Vista escénicas y Panorámicas	-1	2	2	2	-2	2	1		3	
FACTOR SOCIOECONÓMICO										
Empleo	1	1	1	1	3	3	6		15	
Salud y Seguridad	-1	2	2	2	-2	2	1		1	
MAGNITUD (+/-)	-11	13	20	20	-17	-17			25	
IMPORTANCIA		13	22	23	28	28				
PROMEDIO ARITMETICO	-31	42	45	45	-31	-31	25		OK	

3.6.4.8. Análisis de la matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales

3.6.4.8.1. Resultado de la matriz del EIA

Se puede observar en la matriz de impactos que se obtuvo una significancia promedio en la etapa de construcción de (-1234), donde el componente ambiental más significativo de forma negativa lo constituye el Factor Paisaje, principalmente por la Alteración del Paisaje por los diversos procesos que se realizarán (Corte de terreno, extracción de material, entre otros) con un valor de (-188), seguido del Factor Flora con un valor de (-169) debido a la Tala de árboles que se realizará tanto en la zona del proyecto como en la cantera. También el factor que tuvo mayor impacto de forma positiva es el Factor Socioeconómico: Empleo con un valor de (+174). Además, la etapa que ocasionará mayor impacto es en el Corte hidráulico para desvío provisional del río, con un impacto negativo de (-283). Ver tabla 36.

El total de significancia de la Fase de Operación es de (+25), El factor que tiene Mayor significancia de forma Positiva es el Factor Suelo: Relieve y Erosión con (+19) y el factor que tiene mayor significancia de forma negativa es el Factor Fauna: Animales Acuáticos con (-25); La etapa que ocasionará mayor impacto es Funcionamiento de la Defensa Ribereña frente a Inundaciones, con un impacto Positivo de (+45) y La etapa que ocasionará mayor impacto Negativo es el Hábitat de los peces, cangrejos y Mantenimiento de la estructura con un valor de (-31). Ver tabla 37.

3.6.4.9. Descripción de los principales impactos por etapas del proyecto

3.6.4.9.1. Etapa de construcción

En esta etapa de estudios preliminares como: Topografía, toma de muestras y estudios de suelos, no se presentan impactos mayores, se observa un leve impacto Negativo en el factor suelo, al momento de extraer las muestras, además la tala de algunos arbustos para poder realizar en algunos tramos la topografía, debido a que no se podía visibilizar correctamente al momento de tomar los puntos.

3.6.4.9.1.1. En el medio físico

3.6.4.9.1.1.1. En la calidad del aire

En esta etapa se verá afectado la calidad del aire de forma negativa, debido a las emisiones de material particulado y ruidos generados principalmente por el movimiento de tierras, las obras de construcción y por el transporte de materiales. Asimismo, esto se encuentra relacionado con la emisión de gases producto de la combustión interna de motores de la maquinaria pesada. Estos impactos son altamente significativos, pero temporales.

3.6.4.9.1.1.2. En la calidad del agua

Los recursos hídricos serán afectados por las actividades del proyecto, ya que, como se ha indicado anteriormente, el área es rural y hay presencia de gran variedad de flora. Además, el flujo del agua se verá afectado, ya que este proyecto se va a construir a lo largo del tramo del Río Serrano.

3.6.4.9.1.1.3. En la calidad del suelo

Se producirá alteración de la calidad del suelo debido a los desechos generados por las actividades de la construcción, por la grasa y el combustible en el patio de maquinarias y lugares de recorrido. También se producirá asentamiento y compactación del suelo debido al acopio de materiales y patio de maquinarias.

3.6.4.9.1.2. En el medio biológico

Comúnmente, las afecciones a la vegetación por la construcción de obras de infraestructura, como en el caso del área de intervención, estarían asociadas a las acciones de limpieza. Además, el corte hidráulico para desviar provisionalmente el río por los desbroces del terreno, por los movimientos de tierra en los espacios a ser ocupados por la infraestructura proyectada y por las instalaciones provisionales (patio de maquinarias, acumulaciones de material, etc.).

3.6.4.9.1.3. En el medio socioeconómico

3.6.4.9.1.3.1. Impactos positivos

- La generación directa de empleo, que en esta etapa es de carácter temporal, es un impacto positivo significativo del proyecto, debido a que se demandará mano de obra calificada y no calificada.
- La generación indirecta de ingresos económicos a la población cercana al proyecto, debido al movimiento del personal de obra, lo que originará aparición y/o mejora del comercio vecinal, restaurantes, pensiones, etc.

3.6.4.9.1.3.2. Impactos negativos

- Generación de molestias a los vecinos que residen en las zonas próximas al proyecto. Las causas de este impacto son diversas, algunas están relacionadas con los impactos anteriormente descritos como la alteración de la calidad del aire, los niveles de ruido, entre otros.
- Otro de los impactos potenciales, serán las posibles afecciones a la salud del

personal de obra y población cercana, debido a la proliferación de partículas de los residuos sólidos generados durante la construcción, principalmente en las acciones de movimiento de tierras, desmonte y recepción - traslado de materiales.

- Generará también el incremento de la demanda de servicios de agua potable y energía eléctrica.

3.6.4.9.2. Etapa de operación

3.6.4.9.2.1. En el medio físico

3.6.4.9.2.1.1. En la calidad del aire

3.6.4.9.2.1.1.1. Impacto negativo

- Este factor ambiental es afectado por las emisiones de gases de combustión de los motores de vehículos que circulan por la avenida principal cercana al proyecto, pues en este sentido la operación de la Defensa Ribereña originará incremento de gases y ruido en durante su mantenimiento.

3.6.4.9.2.1.1.2. Impacto negativo

- Como impacto positivo, en la etapa final de la construcción se realizará la siembra de áreas verdes en el proyecto, lo cual mejorará oxigenación y la calidad del aire de la zona.

3.6.4.9.2.2. En el medio biológico

- Con la presencia de área verde se recuperará y mejorará la escasa vegetación afectada durante la etapa de construcción del proyecto.

3.6.4.9.2.3. En el medio socioeconómico

3.6.4.9.2.3.1. Impacto negativo

- Contaminación por acumulación de residuos sólidos.

3.6.4.9.2.3.2. Impacto positivo

- Producirá un mejoramiento del Tramo Getsemaní – San Rafael, lo que contribuye a elevar el nivel de la calidad de vida en general, ya que con este proyecto no habrá inundaciones, ni erosión.
- La generación directa de empleo, es un impacto positivo del proyecto, debido a que se demandará de personal profesional y técnico para el mantenimiento de la estructura.

- La generación indirecta de ingresos económicos a la población cercana, debido a las características del proyecto, generará que los pobladores siembren sus cultivos, y no vivan con el temor de perder su capital.
- Se producirá, asimismo, la revaloración de los terrenos, debido a que ya no se verán afectados por las inundaciones ni por la erosión.

Tabla 38 Resumen de probables alteraciones según las acciones y fases del proyecto

MEDIO	ALTERACIÓN	ACCIONES DEL PROYECTO	FASE
Calidad del Aire	Aumento de niveles de inmisión: • Particulados • Metales Pesados. • NO, CON, SO2.	•Movimiento de Tierras. •Explotación de Canteras. •Conformación de Terraplenes.	Construcción

MEDIO	ALTERACIÓN	ACCIONES DEL PROYECTO	FASE
Ruidos	Incremento de niveles sonoros: • Continuos. • Puntuales.	•Procesos de transporte, carga y descarga de materiales, incremento de tráfico.	Construcción
		•Movimiento de maquinaria.	Construcción y Operación
		•Destrucción de vegetación.	Construcción
		•Incremento de superficies hidromorficas.	Construcción y Operación

MEDIO	ALTERACIÓN	ACCIONES DEL PROYECTO	FASE
Geología y Geomorfología	• Aumento de inestabilidad en laderas y superficies.	•Movimiento de tierras.	Construcción
		•Explotación de Canteras.	Construcción y Operación
		•Movimiento de maquinaria.	Construcción

MEDIO	ALTERACIÓN	ACCIONES DEL PROYECTO	FASE
Hidrología Superficial y Subterránea	• Pérdida de calidad de aguas.	• Movimiento de Tierras.	Construcción
	• Cambio en los flujos de caudales.	• Deposición temporal y/o permanente de caudales.	Construcción
	• Cambios en los procesos de erosión y sedimentación.	• Vertidos accidentales de aceite, combustible, etc.	Construcción y Operación
	• Compactación.	• Nivelación de tierras.	Construcción
	• Aumento de erosión.	• Explotación de Canteras.	Construcción
	• Disminución de la calidad edáfica.	• Movimiento de tierras y maquinaria.	Construcción

MEDIO	ALTERACIÓN	ACCIONES DEL PROYECTO	FASE
Paisaje	• Aumento de ruidos y sonidos no deseables.	• Incremento de la comunicación. • Aumento de accesibilidad.	Construcción y Operación
	• Cambios en la estructura demográfica.		
	• Cambios en los procesos migratorios.		
	• Pérdida de terrenos productivos.		
	• Redistribución espacial de la población.		
	• Efectos en la población activa.		

MEDIO	ALTERACIÓN	ACCIONES DEL PROYECTO	FASE
Hidrología Superficial y Subterránea	•Alteración de la población de especies.	•Nivelación de tierras.	Construcción
	•Destrucción de poblaciones de especies protegidas.	•Explotación de Canteras.	Construcción
	• Acumulación de metales pesados por deposición de Pb.	•Movimiento de tierras y de maquinaria.	Construcción
	• Destrucción del hábitad de especies terrestres.	•Explotación de Canteras.	Construcción y Operación
	•Visibilidad e intrusión visual de la nueva obra.	•Explotación de Canteras.	Construcción y Operación
	•Contraste cromático y estructural de la cantera.	•Movimiento de tierras y acciones que producen cambios en la vegetación.	Construcción
	•Denudación de superficies.	•Movimiento de tierras.	Construcción
	• Cambios en la forma del relieve.	•Incremento de la mano de obra.	Construcción y Operación
	• Cambios de la estructura paisajista.	•Movimiento de tierras.	Construcción

MEDIO	ALTERACIÓN	ACCIONES DEL PROYECTO	FASE
Socio Económico	•Alteraciones de la accesibilidad, efecto barrera.	-	Construcción
	•Cambios en la productividad de terrenos aledaños.	-	Construcción y Operación
	•Deficiencia en los servicios.	-	Construcción
	• Pérdida de los sistemas de vida tradicional.	-	Construcción y Operación
	•Cambios en la accesibilidad.	-	Construcción

3.6.4.10. Plan de participación ciudadana

El Plan de Participación Ciudadana es un instrumento de gestión ambiental cuyo objetivo es complementar la acción del Estado para la canalización de aportes de la sociedad en el proceso de toma de decisiones generales o particulares, y permite mejorar el desempeño de las actividades. Toda persona tiene derecho a participar en la adopción de medidas relativas al medio ambiente y los recursos naturales, así como a ser informada de las actividades que puedan afectar la salud de las personas o la integridad y equilibrio del ambiente.

Con este Plan se propone darle sostenibilidad y competitividad al Proyecto, en el sentido de restablecer relaciones de respeto mutuo entre el Estado y las personas locales, a fin de crear un ambiente propicio para el buen desarrollo del mismo durante toda su duración.

3.6.4.11. Plan de manejo ambiental

El PMA establece las medidas destinadas a prevenir, corregir y/o mitigar los impactos ambientales potenciales identificados y paralelamente cumplir con el marco legal nacional vigente, que incluye los lineamientos de la Ley General del Ambiente (Ley 28611), la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (Ley 27446) y su Reglamento (D.S. 019-2009-MINAM).

3.6.4.11.1. Medidas de prevención, mitigación o corrección de los impactos ambientales

Tabla 39 Medidas de prevención, mitigación o corrección.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN O CORRECCIÓN	
CONSTRUCCIÓN	
Impacto ambiental	Medidas de control ambiental
<p>Contaminación del aire: <u>Generado por:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •Gases (emanados por los vehículos de carga y transporte SO₂, CO, CO₂, etc.) •Polvo: Producido por la excavación de zanjas y el carguío del desmonte a la tolva del volquete con cargador frontal o excavadora. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El contratista debe llevar a cabo un mantenimiento oportuno de los vehículos y equipos a fin de evitar la mala combustión. Evidenciar el mantenimiento con sus comprobantes de pago respectivos y certificados de mantenimiento. ▪ Humedecimiento continuo en el material extraído de la zanja para evitar la generación de polvos: se humedecerán al menos dos veces al día.
CONSTRUCCIÓN	
Impacto ambiental	Medidas de control ambiental
<p>Alteración del nivel de ruido: <u>Generado por:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •Ruido (causado por los motores, compresoras, etc.) •Máquinas que se utilizaran en las obras, y unidades vehiculares de las zonas. •Vibraciones, producidas por una compactadora vibratoria. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evitar el uso de los equipos durante más de 4 horas al día, y los equipos y unidades vehiculares deben tener mantenimiento oportuno y adecuado. Se recomienda utilizar silenciadores. Evidenciar el mantenimiento, con sus comprobantes de pago. El personal que labora en la obra debe usar orejeras y tapones. ▪ Los ruidos molestos disminuyen evitando concentrar los equipos en un mismo lugar, y el contratista debe llevar a cabo un mantenimiento oportuno de los mismos a fin de reducir el ruido. El personal que labora en la obra debe usar orejeras y tapones. ▪ Evitar el uso de equipos durante más de 4 horas al día. ▪ Las molestias disminuyen evitando concentrar los equipos en un mismo lugar. ▪ El contratista debe llevar a cabo un mantenimiento oportuno de los equipos y unidades vehiculares a fin de reducir las vibraciones. Evidenciar el mantenimiento, disponiendo de sus comprobantes de pago.

CONSTRUCCIÓN	
Impacto ambiental	Medidas de control ambiental
<p>Contaminación del suelo: <u>Generado por:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •Residuos sólidos (latas de pintura, bolsas, envases y/o depósitos vacíos). •Derrame de lubricantes •Derrame de combustibles 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acumular los residuos sólidos en tachos o contenedores herméticos bajo sombra, debidamente identificados (rotulados), para su posterior eliminación a los camiones recolectores de basura. ▪ Contar con un ambiente exclusivo (techado) dentro de los campamentos debidamente identificados, para almacenamiento de envases con combustibles/lubricantes. Los envases deben ser apropiados para el almacenamiento de combustibles y aceites, con tapa hermética, y deben estar identificados. Éstos serán retirados con una frecuencia que establecerá el supervisor ambiental y estará a cargo de una EPS-RS autorizada por la DIGESA. ▪ Se colocarán debajo de los equipos y envases (durante su permanencia en la obra) parihuelas con una cama de arena fina para absorber y contener las posibles fugas de fluidos del equipo; los mismos que serán evacuados a rellenos sanitarios autorizados, contando con los comprobantes respectivos. ▪ El abastecimiento de combustible y aceite será por medio de una bomba manual y manguera hasta el tanque de combustible o depósito de aceite del equipo. ▪ El contratista debe tener en buenas condiciones sus unidades vehiculares para evitar fugas de combustibles y/o lubricantes, se evidenciará el mantenimiento con el comprobante de pago.

CONSTRUCCIÓN	
Impacto ambiental	Medidas de control ambiental
<p>Incremento en las expectativas de empleo y aparición de nuevos tipos de comercio: <u>Producido por:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •Generación de empleos temporales (mano de obra calificada y no calificada) •Concurrencia de personas y vehículos a la zona de estudio. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Priorizar la contratación de pobladores locales, que residan en la zona de influencia del proyecto durante la respectiva etapa. ▪ Realizar una labor informativa para difundir la política de contratación de mano de obra, así como la demanda del personal requerido (requisitos y condiciones laborales), con el fin de evitar crear falsas expectativas en la población.

CONSTRUCCIÓN	
Impacto ambiental	Medidas de control ambiental
<p>Perdida de cobertura vegetal y desplazamiento de fauna:</p> <p><u>Producido por:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Las diferentes actividades realizadas durante la etapa de construcción. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Delimitar y señalar adecuadamente el área de trabajo. ▪ Informar e instruir al personal de mano de obra que realice su labor dentro del sector correspondiente. ▪ Informar mediante charlas y talleres al personal sobre la importancia de valorar los recursos naturales y el medio ambiente. ▪ En caso de una degradación inevitable durante la etapa de construcción, realizar una reforestación de la vegetación afectada, siempre respetando a las especies locales, con el fin de preservar la identidad de la zona. En caso de requerir la autorización de desbosque deberá solicitarse a la autoridad competente.

CONSTRUCCIÓN	
Impacto ambiental	Medidas de control ambiental
<p>Alteración en la red de Transporte y servicios públicos</p> <p><u>Producido por:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ocupación de una parte de la vía pública (restricción del tránsito) durante el transporte de materiales áridos para la construcción de las obras. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Exigir al contratista una correcta delimitación de seguridad y señales informativas para el tránsito vehicular y peatonal en la obra. Esta señalización debe cumplir con la reglamentación del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y con la Municipalidad involucrada. ▪ Garantizar la no interrupción del tránsito en la vía pública mediante el uso de señalizaciones: lámparas intermitentes, cintas de señalización, cerco de mallas tranqueras, letrero metálico y conos fosforescentes.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
Impacto ambiental	Medidas de control ambiental
<p>Mejora la calidad de vida</p> <p><u>Producido por:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Contar con una estructura de protección ribereña mejorará la calidad de vida de la población beneficiaria. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantener la calidad del servicio brindado

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
Impacto ambiental	Medidas de control ambiental
<p>Alteración del estilo de vida / Tranquilidad:</p> <p><u>Producido por:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •Población desinformada. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La población será informada a través de talleres participativos e informativos para que comprendan que el proyecto los beneficiará. ▪ Se recomienda pintar lemas en las obras referentes al uso adecuado de los espigones evitando que sean utilizados como anclaje de botes y/o canoas.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
Impacto ambiental	Medidas de control ambiental
<p>Incremento de la densidad poblacional:</p> <p><u>Producido por:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •La migración y el crecimiento de una comunidad desorganizada, influye significativamente en una expansión urbana. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se sugiere a las autoridades de cada lugar, organizar a su comunidad y establecer roles y funciones para el cuidado de sus tierras y expandirse en forma ordenada y amigable con el entorno.

CIERRE Y ABANDONO	
Impacto ambiental	Medidas de control ambiental
<p>Contaminación del aire:</p> <p><u>Producido por:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •Gases (emanados por los vehículos de carga y transporte SO₂, CO, CO₂, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El contratista debe llevar a cabo un mantenimiento oportuno de los vehículos y equipos a fin de evitar la mala combustión. Evidenciar el mantenimiento, con sus comprobantes de pago respectivos y certificados de mantenimiento.

CIERRE Y ABANDONO	
Impacto ambiental	Medidas de control ambiental
<p>Contaminación del suelo:</p> <p><u>Producido por:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •Residuos sólidos, por la extracción de residuos sólidos, incluidos residuos de construcción y/o demolición. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Los residuos sólidos, incluyen residuos de construcción y demolición, residuos peligrosos, domésticos, entre otros. Deberán ser seleccionados y almacenados según su clasificación para su manejo por el servicio de baja policía o por una EPS-RS autorizada por la DIGESA.

3.6.5. Presupuesto final del proyecto.

3.6.5.1. Metrados

HOJA DE METRADO								
PROYECTO:		ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL CAUCE DEL RÍO SERRANO, TRAMO EL POZO HACIA LA DESEMBOCADURA DEL RÍO SAPOSOA, DISTRITO SAPOSOA, PROVINCIA HUALLAGA, DEPARTAMENTO SAN MARTÍN						
UBICACIÓN:		SAPOSOA - HUALLAGA - SAN MARTIN						
FECHA:		JUNIO 2021						
Partida N°	ESPECIFICACIONES	Und	N° Veces	Medidas			Sub total	TOTAL
				Largo	Ancho	Alto		
01.00.00	<u>OBRAS PROVICIONALES</u>							
01.01.00	Cartel de Identificación de la Obra de 3.60 m x 2.40 m	Und	1.00				1.00	1.00
01.02.00	Alquiler de oficina y almacen para la obra	glb	1.00				1.00	1.00
02.00.00	<u>OBRAS PRELIMNARES</u>							
02.01.00	Trazo y Replanteo Durante la Obra	ml	1.00	827.00			827.00	827.00
02.02.00	Desvio de rio para la escavacion de plataforma	m2	1.00	827.00	2.00		1654.00	1654.00
03.00.00	<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>							
03.01.00	Excavación de Plataforma y en pared, y perfilado							12052.62
03.01.01	Excavación de Plataforma en roca suelta (Con maquina)	m3	1.00	827.00	4.00	0.50	1654.00	
03.01.02	Excavación en pared y perfilado (Con maquina)	m3	1.00	827.00	AREA	11.0739	9158.1153	
03.01.03	Excavacion de Colchon anti socavamiento 5.0 x 3.0 x 0.50 (Con maquina)	m3	1.00	827.00	3.00	0.50	1240.500	
03.01.04	Eliminacion de material exedente (Con maquina)	m3	1.00	827.00	AREA	13.1379	10865.0433	10865.04
04.00.00	<u>OBRAS ESTRUCTURALES</u>							
04.01.00	Muro de gaviones de caja con alambre galvanizada de 3.40mm con recub PVC							11164.50
04.01.01	Muro de Gaviones de Caja 5.0 m x 1.50 m x 1.00 m (10 x 12 / 3.40 , ZN + AL + PVC)	m3	6.00	827.00	1.50	1.00	7443.00	
04.01.03	Muro de Gaviones de Caja 5.0 m x 1.00 m x 1.00 m (10 x 12 / 3.40 , ZN + AL + PVC)	m3	3.00	827.00	1.00	1.00	2481.00	
04.01.04	Colchon antisocavante 5.0 m x 3.0 m x 0.50 m (10 x 12 / 3.40 , ZN + AL + PVC)	m3	1.00	827.00	3.0	0.50	1240.500	
05.00.00	<u>LIMPIEZA FINAL DE OBRA</u>							
05.01.00	Limpieza de Terreno Manual	m2	1.00	827.0	3.00		2481.00	2481.00
06.00.00	<u>FLETE TERRESTRE</u>							
06.01.00	Flete terrestre con transporte TARAPOTO-SAPOSOA (rollo de mallas para gavion)	glb	1.00					1.00
06.01.01	Flete terrestre con transporte de piedra (25 km de cantera hasta almacen - Distrito de Saposoa)	m3	1.00		9158.12			9158.12
06.01.02	Traslado de piedra (con maquinaria del almacenamiento asta la obra)	m3	1.00		9158.12			9158.12

3.6.5.2. Analisis de costos unitarios

S10

Página :

1

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0003001 ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL CAUCE DEL RÍO SERRANO, TRAMO EL POZO HACIA LA DESEMBOCADURA DEL RÍO SAPOSOA, DISTRITO SAPOSOA, PROVINCIA HUALLAGA, DEPARTAMENTO SAN MARTÍN						
Subpresupuesto	001 ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL CAUCE DEL RÍO SERRANO						
Partida	01.01 Cartel de Identificación de la Obra de 3.60 m x 2.40 m						
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000		EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und	630.03	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh		1.0000	8.0000	15.78	126.24
						126.24	
Materiales							
0249040079	CARTEL DE OBRA DE 3.60 m x 2.40 m (INC. und				1.0000	500.00	500.00
						500.00	
Equipos							
0337010017	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	126.24	3.79
						3.79	
Partida	01.02 Alquiler de oficina y almacen para la obra						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000		EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb	210.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales							
0239010250	ALQUILER DE OFICINA Y ALMACEN PARA L glb				1.0000	210.00	210.00
						210.00	
Partida	02.01 Trazo y Replanteo Durante la Obra						
Rendimiento	m/DIA	MO. 100.0000		EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m	9.96	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147000032	TOPOGRAFO	hh		1.0000	0.0800	15.12	1.21
0147010002	OPERARIO	hh		1.0000	0.0800	21.86	1.75
0147010004	PEON	hh		3.0000	0.2400	15.78	3.79
						6.75	
Materiales							
0243510067	ESTACA DE MADERA	und			2.0000	1.00	2.00
0254960077	PINTURA ESMALTE	gal			0.0100	35.00	0.35
						2.35	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			5.0000	6.75	0.34
0349190001	TEODOLITO	hm		1.0000	0.0800	3.56	0.28
0349880002	NIVEL TOPOGRAFICO	hm		1.0000	0.0800	3.00	0.24
						0.86	
Partida	02.02 Desvio de rio para la escavacion de plataforma						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 100.0000		EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m2	4.48	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh		1.0000	0.0800	21.86	1.75

Partida	04.02.01	Muro de Gaviones de Caja 5.0 m x 1.50 m x 1.00 m (10 x 12 / 3.40 , ZN + AL + PVC)						
Rendimiento	m3/DIA		MO. 20.0000		EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m3	119.31	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0400	17.84	0.71	
0147010002	OPERARIO	hh		1.0000	0.4000	21.86	8.74	
0147010004	PEON	hh		5.0000	2.0000	15.78	31.56	
						41.01		
	Materiales							
02.05.0001	GAVION TIPO CAJA DE 5.0 X 1.5 X 1.00 M Al und				0.1080	621.00	67.07	
0205330003	PIEDRA DE 320MM - 350MM	m3			1.0000	10.00	10.00	
						77.07		
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	41.01	1.23	
						1.23		
Partida	04.02.02	Muro de Gaviones de Caja 5.0 m x 1.00 m x 1.00 m (10 x 12 / 3.40 , ZN + AL + PVC)						
Rendimiento	m3/DIA		MO. 20.0000		EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m3	153.04	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0400	17.84	0.71	
0147010002	OPERARIO	hh		1.0000	0.4000	21.86	8.74	
0147010004	PEON	hh		5.0000	2.0000	15.78	31.56	
						41.01		
	Materiales							
02.05.0002	GAVION TIPO CAJA DE 5.0 X 1.00 X 1.00 M / und				0.2100	480.00	100.80	
0205330003	PIEDRA DE 320MM - 350MM	m3			1.0000	10.00	10.00	
						110.80		
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	41.01	1.23	
						1.23		
Partida	04.02.03	Colchon antisocavante 5.0 m x 3.0 m x 0.50 m (10 x 12 / 3.40 , ZN + AL + PVC)						
Rendimiento	m3/DIA		MO. 45.0000		EQ. 45.0000	Costo unitario directo por : m3	217.59	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0178	17.84	0.32	
0147010002	OPERARIO	hh		1.0000	0.1778	21.86	3.89	
0147010004	PEON	hh		5.0000	0.8889	15.78	14.03	
						18.24		
	Materiales							
02.05.0003	GAVION TIPO CAJA PARA COLCHON DE 5.0 und				0.5900	320.00	188.80	
0205330003	PIEDRA DE 320MM - 350MM	m3			1.0000	10.00	10.00	
						198.80		
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	18.24	0.55	
						0.55		
Partida	05.01	Limpieza de Terreno Manual						
Rendimiento	m2/DIA		MO. 40.0000		EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : m2	3.78	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh		0.1000	0.0200	21.86	0.44	
0147010004	PEON	hh		1.0000	0.2000	15.78	3.16	

Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	3.60	0.18
					0.18	
Partida	06.01	Flete terrestre con transporte TARAPOTO-SAPOSOA (rollo de mallas para gavion)				
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1,600.0000		EQ. 1,600.0000	Costo unitario directo por : glb	8,000.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales					
0203020027	Flete terrestre con transporte TARAPOTO-SA glb			1.0000	8,000.00	8,000.00
					8,000.00	
Partida	06.02	Flete terrestre con transporte de piedra (25 km de cantera hasta almacen - Distrito de Saposoa)				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 4.0000		EQ. 4.0000	Costo unitario directo por : m3	25.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales					
0203020035	FLETE TERRESTRE CON TRANSPORTE (PI m3			1.0000	25.00	25.00
					25.00	
Partida	06.03	Traslado de piedra (con maquinaria del almacenamiento asta la obra)				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 220.0000		EQ. 220.0000	Costo unitario directo por : m3	3.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales					
0233000016	TRASLADO DE PIEDRA (CON MAQUINARIA, m3			1.0000	3.00	3.00
					3.00	
					Fecha :	205/2021 04:13:09 p.m.

3.6.5.3. Listado de Insumos

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra	0003001	ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL CAUCE DEL RÍO SERRANO, TRAMO EL POZO HACIA LA DESEMBOCADURA DEL RÍO SAPOSOA, DISTRITO SAPOSOA, PROVINCIA HUALLAGA, DEPARTAMENTO SAN MARTÍN				
Subpresupuesto	001	ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL CAUCE DEL RÍO SERRANO, TRAMO EL POZO HACIA LA DESEMBOCADURA				
Fecha	29/05/2021					
Lugar	220401	SAN MARTIN - HUALLAGA - SAPOSOA				
Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	MANO DE OBRA					
0101010002	CAPATAZ	hh	423.0927	17.84	7,547.97	
0147000032	TOPOGRAFO	hh	66.1600	15.12	1,000.34	
0147010001	CAPATAZ	hh	12.8214	17.84	228.73	
0147010002	OPERARIO	hh	4,438.2609	21.86	97,020.38	
0147010004	PEON	hh	22,227.6263	15.78	350,751.94	
0147010023	CONTROLADOR OFICIAL	hh	144.5050	16.53	2,388.67	
					458,938.03	
	MATERIALES					
02.05.0001	GAVION TIPO CAJA DE 5.0 X 1.5 X 1.00 M ABERTURA DE 10 X 12	und	803.8440	621.00	499,187.12	
	CM ALAMBRE DE 3.40MM (ZIN + ALUMINIO + PVC)					
02.05.0002	GAVION TIPO CAJA DE 5.0 X 1.00 X 1.00 M ABERTURA DE 10 X 12 CM ALAMBRE DE 3.40MM (ZIN + ALUMINIO + PVC)	und	521.0100	480.00	250,084.80	
02.05.0003	GAVION TIPO CAJA PARA COLCHON DE 5.0 X 3.0 X 0.50 M AVERTURA 10 X 12 CM ALAMBRE 3.40MM (ZINC + ALUMINIO + PVC)	und	731.8950	320.00	234,206.40	
0203020027	Flete terrestre con transporte TARAPOTO-SAPOSOA (rollo de mallas para gavion)	glb	1.0000	8,000.00	8,000.00	
0203020035	FLETE TERRESTRE CON TRANSPORTE (PIEDRA, 25 KM DE CANTERA ASTA EL ALMACEN)	m3	9,158.1200	25.00	228,953.00	
0205330003	PIEDRA DE 320MM - 350MM	m3	11,164.5000	10.00	111,645.00	
0233000016	TRASLADO DE PIEDRA (CON MAQUINARIA, DEL ALMACENAMIENTO ASTA LA OBRA)	m3	9,158.1200	3.00	27,474.36	
0239010250	ALQUILER DE OFICINA Y ALMACEN PARA LA OBRA	glb	1.0000	210.00	210.00	
0243510067	ESTACA DE MADERA	und	1,654.0000	1.00	1,654.00	
0249040079	CARTEL DE OBRA DE 3.60 m x 2.40 m (INC. INSTALACION Y TRANSPORTE)	und	1.0000	500.00	500.00	
0254960077	PINTURA ESMALTE	gal	8.2700	35.00	289.45	
					1,362,204.13	
	EQUIPOS					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			14,345.35	
0337010017	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.79	
0348110004	VOLQUETE DE 15 M3	hm	724.6982	130.00	94,210.77	
0349040017	RETROEXCAVADORA	hm	165.1208	165.00	27,244.93	
0349190001	TEODOLITO	hm	66.1600	3.56	235.53	
0349880002	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	66.1600	3.00	198.48	
					136,238.85	
	Total	S/.			1,957,381.01	

3.6.5.4. Presupuesto general

S10

Página 1

Presupuesto

Presupuesto 0003001 ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL CAUCE DEL RÍO SERRANO, TRAMO EL POZO HACIA LA DESEMBOCADURA DEL RÍO SAPOSOA, DISTRITO SAPOSOA, PROVINCIA HUALLAGA,
 Subpresupuesto 001 ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL CAUCE DEL RÍO SERRANO, TRAMO EL POZO HACIA LA DESEMBOCADURA DEL RÍO SAPOSOA, DISTRITO SAPOSOA, PROVINCIA HUALLAGA,
 Cliente UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO Costo al 29/05/2021
 Lugar SAN MARTIN - HUALLAGA - SAPOSOA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVICIONALES				840.03
0101	Cartel de Identificación de la Obra de 3.60 m x 2.40 m	und	100	630.03	630.03
0102	Alquiler de oficina y almacen para la obra	glb	100	210.00	210.00
02	OBRAS PRELIMINARES				15,646.84
02.01	Trazo y Replanteo Durante la Obra	m	827.00	9.96	8,236.92
02.02	Desvio de rio para la escavacion de plataforma	m2	1654.00	4.48	7,409.92
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				129,341.24
03.01	Excavación de Plataforma y en pared, y perfilado				129,341.24
03.0101	Excavación de Plataforma en Roca Suelta (Con maquina)	m3	1654.00	2.51	4,151.54
03.0102	Excavación en pared y perfilado (Con maquina)	m3	9,158.12	2.51	22,986.88
03.0103	Excavacion de Colchon anti socavamiento 5.0 x 3.0 x 0.50 (Con	m3	1240.50	2.51	3,113.66
03.0104	Eliminacion de material exedente (Con maquina)	m3	10,865.04	9.12	99,089.16
04	OBRAS ESTRUCTURALES				1,537,636.97
04.02	Muro de gaviones de caja con alambre galvanizada de				1,537,636.97
04.02.01	Muro de Gaviones de Caja 5.0 m x 1.50 m x 1.00 m (10 x 12 / 3.40 , ZN +	m3	7,443.00	119.31	888,024.33
04.02.02	Muro de Gaviones de Caja 5.0 m x 1.00 m x 1.00 m (10 x 12 / 3.40 , ZN +	m3	2,481.00	153.04	379,692.24
04.02.03	Colchon antisocavante 5.0 m x 3.0 m x 0.50 m (10 x 12 / 3.40 , ZN + AL +	m3	1240.50	217.59	269,920.40
05	LIMPIEZA FINAL DE OBRA				9,378.18
05.01	Limpieza de Terreno Manual	m2	2,481.00	3.78	9,378.18
06	FLETE TERRESTRE				264,427.36
06.01	Flete terrestre con transporte TARAPOTO-SAPOSOA (rollo de	glb	100	8,000.00	8,000.00
06.02	Flete terrestre con transporte de piedra (25 km de cantera hasta almacen - Distrito de Saposa)	m3	9,158.12	25.00	228,953.00
06.03	Traslado de piedra (con maquinaria del almacenamiento asta la obra)	m3	9,158.12	3.00	27,474.36
	COSTO DIRECTO				1,957,270.62
	GASTOS GENERALES (12%)				234,872.47
	UTILIDAD (10%)				195,727.06
	-----				-----
	SUB TOTAL				2,387,870.15
	IGV (18%)				429,816.63
	-----				-----
	MONTO REFERENCIAL DE LA OBRA				2,817,686.78
	GASTO DE SUPERVISION (4%)				112,707.47
	-----				-----
	PRESUPUESTO TOTAL				2,930,394.25

Son: Dos millones novecientos treinta mil trescientos noventa y cuatro con 25/100 soles

3.6.5.5. Gastos de Supervision

DESAGREGADO DE GASTOS DE SUPERVISIÓN

PROYECTO ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL CAUCE DEL RÍO SERRANO, TRAMO EL POZO HACIA LA DESEMBOCADURA DEL RÍO SAPOSOA, DISTRITO SAPOSOA, PROVINCIA HUALLAGA, DEPARTAMENTO SAN MARTÍN

VALOR REFERENCIAL DE OBRA S/. 2,817,686.80

GASTOS SUPERV. S/. 112,707.47 (4.0%)

SON : CIENTO DOCE MIL SETECIENTOS SIETE Y 47/100 NUEVOS SOLES

I.- DESAGREGADO DE GASTOS DE SUPERVISION

PLAZO DE EJECUCION DE OBRA 5.00 MESES

01) GASTOS DE SUPERVISION FIJOS

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD		COSTO UNITARIO	PARCIAL
			DESCR	UND		
01.01	PERSONAL PROFESIONAL					
	Supervisor de Obra	mes	1.00	5.00	5,500.00	27,500.00
	Especialista de Calidad	mes	0.50	5.00	3,000.00	7,500.00
	Especialista Ambiental	mes	0.50	5.00	2,500.00	6,250.00
	Especialista en Salud y Seguridad Ocupacional	mes	0.50	5.00	2,500.00	6,250.00
	Leyes Sociales	glb	1.00	55.70%	13,500.00	7,519.50
01.02	GASTOS DE LIQUIDACIÓN DE OBRA					
	Supervisor de Obra	mes	1.00	1.00	5,000.00	5,000.00
	Leyes Sociales	glb	1.00	55.70%	5,000.00	2,785.00
01.03	EQUIPOS DE PROTECCION					
	Botas	mes	1.00	1.00	138.14	138.14
	Casco	mes	1.00	3.00	20.00	60.00
	Mascarilla Simple	mes	186.00	4.00	3.50	2,604.00
01.04	CONTROL DE CALIDAD					
	Análisis granulométrico	und	8.00	1.00	40.00	320.00
	Ensayo CBR	und	8.00	1.00	200.00	1,600.00
	Proctor modificado	und	8.00	1.00	200.00	1,600.00
	Diseño de Mezclas	und	8.00	1.00	350.00	2,800.00
	Rotura de Probeta	und	65.00	1.00	25.00	1,625.00
	Densidad de campo	und	14.00	1.00	120.00	1,680.00
01.05	SALUD COVID 19					
	Prueba Rapida Detección COVID 19	Und	2.00	4.00	100.00	800.00
01.06	APOYO LOGISTICO					
	Movilidad y Viáticos local	Und	1.00	5.00	1,000.00	5,000.00
	Útiles de Escritorio	Und	1.00	5.00	1,000.00	5,000.00
	Comunicaciones	Und	4.00	5.00	40.00	800.00
TOTAL GASTOS FIJOS						S/. 86,831.64

II.- GASTOS DE SUPERVISION TOTAL

COSTO DIRECTO DE GASTOS DE SUPERVISION	S/.	86,831.64
IGV 18.00%	S/.	15,629.70
TOTAL DE GASTOS DE SUPERVISION	S/.	102,461.34
UTILIDAD 10.00%	S/.	10,246.13
TOTAL DE COSTO DE SUPERVISION	S/.	112,707.47
VALOR REFERENCIAL DE OBRA	S/.	2,817,686.80
% DE GASTOS DE SUPERVISION		4.00000%

3.6.5.6. Gastos generales

DESAGREGADO DE GASTOS GENERALES						
PROYECTO	ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL CAUCE DEL RÍO SERRANO, TRAMO EL POZO HACIA LA DESEMBOLCADURA DEL RÍO SAPOSOA, DISTRITO SAPOSOA, PROVINCIA HUALLAGA, DEPARTAMENTO SAN MARTÍN					
COSTO DIRECTO	S/.	1,957,270.62				
GASTOS GENERALES	S/.	234,872.47 (12.00000%)				
SON : DOSCIENTOS TREINTA Y CUATRO MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y DOS Y 47/100 NUEVOS SOLES						
I.- GASTOS GENERALES						
PLAZO DE EJECUCIÓN DE OBRA			5.00 MESES			
01) GASTOS GENERALES FIJOS						
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD		COSTO UNITARIO	PARCIAL
			DESCR	UND		
01.01.00	GASTOS DE LICITACION Y CONTRATACION					
	Documentos de licitación	EST	1.00		1,733.05	1,733.05
	Visita a Obra	EST	1.00		1,500.00	1,500.00
	Gastos Notariales	EST	1.00		2,500.00	2,500.00
	Elaboracion de Propuesta	EST	1.00		2,000.00	2,000.00
01.02.00	PERSONAL DE OFICINA					
	Secretaria	mes	1.00	5.00	1,500.00	7,500.00
	Leyes Sociales	glb	1.00	55.73%	1,500.00	835.95
	Materiales de Oficina	mes	1.00	5.00	300.00	1,500.00
	Comunicaciones	mes	1.00	5.00	200.00	1,000.00
01.03.00	GASTOS FINANCIEROS					
	Adelanto : Directo y Materiales	glb	0.60	0.0035	1,957,270.62	4,109.52
	Garantía de fiel cumplimiento	glb	0.10	0.0035	1,957,270.62	685.04
	Seguro contra todo Riesgo (SCTR)	glb	1.00	0.0153	141,125.00	2,159.21
	SENCICO	glb	0.200	1	10,000.00	2,000.00
TOTAL GASTOS GENERALES FIJOS						S/. 27,522.77
02) GASTOS GENERALES VARIABLES						
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD		COSTO UNITARIO	PARCIAL
			DESCR	UND		
02.01.00	PERSONAL DE OBRA					
	Residente de Obra	mes	1.00	5.00	5,500.00	27,500.00
	Especialista en Calidad	mes	1.00	5.00	3,500.00	17,500.00
	Especialista en medio Ambiente	mes	1.00	5.00	3,500.00	17,500.00
	Especialista en Salud y Seguridad Ocupacional	mes	1.00	5.00	3,000.00	15,000.00
	Enfermero (a) Salud y Seguridad Ocupacional COVID 19	mes	0.75	5.00	2,500.00	9,375.00
	Ayudante de Salud Desinfección COVID 19	mes	0.50	5.00	2,500.00	6,250.00
	Técnico Laboratorista	mes	1.00	5.00	2,500.00	12,500.00
	Maestro de Obra	mes	1.00	5.00	3,500.00	17,500.00
	Almacenero	mes	1.00	5.00	1,800.00	9,000.00
	Guardianes	mes	1.00	5.00	1,800.00	9,000.00
	Leyes Sociales	glb	1.00	55.70%	30,100.00	16,765.70
02.02.00	GASTOS DE LIQUIDACIÓN DE OBRA					
	Residente de Obra	mes	1.00	1.00	5,000.00	5,000.00
	Leyes Sociales	glb	1.00	55.70%	5,000.00	2,785.00
02.03.00	CONTROL DE CALIDAD					
	Análisis granulométrico	und	22.00	1.00	30.00	660.00
	Ensayo CBR	und	22.00	1.00	200.00	4,400.00
	Proctor modificado	und	22.00	1.00	250.00	5,500.00
	Diseño de Mezclas	und	22.00	1.00	350.00	7,700.00
	Rotura de Probeta	und	200.00	1.00	30.00	6,000.00
	Densidad de campo	und	40.00	1.00	120.00	4,800.00
02.04.00	SALUD COVID 19					
	Prueba Rápida Detección COVID 19	Und	2.00	12.00	100.00	2,400.00
	Mascarilla Simple	mes	186.00	12.00	2.00	4,464.00
02.05.00	APOYO LOGISTICO					
	Útiles de Escritorio	Und	1.00	5.00	1,000.00	5,000.00
	Comunicaciones	Und	5.00	5.00	30.00	750.00
TOTAL GASTOS VARIABLES						S/. 207,349.70
II.- GASTOS GENERALES TOTAL						
01) GASTOS GENERALES FIJOS	S/.	27,522.77				
02) GASTOS GENERALES VARIABLES	S/.	207,349.70				
TOTAL DE GASTOS GENERALES	S/.	234,872.47				
TOTAL DE COSTO DIRECTO	S/.	1,957,270.62				
% DE GASTOS GENERALES		12.000000%				

V. Discusiones

- El Distrito de Saposoa está ubicado en un área considerada como zona de muy alta susceptibilidad. En tal sentido, urge desarrollar proyectos que brinden servicios de protección para reducir el riesgo de la población y de las unidades productoras ubicadas en las zonas consideradas como de alta susceptibilidad. Para el análisis de peligros en Saposoa, se ha tenido en cuenta la ubicación del área de estudio, los peligros por eventualidades naturales y experiencias anteriores. El análisis está basado en la frecuencia e intensidad con que se dan dichos peligros. Se identificó 09 peligros en el área de estudio, los cuales tendrían impacto durante el horizonte del proyecto.
- Los suelos que predominan en la zona de estudio están formados suelos gravosos bien gradados (GW), arcillas inorgánicas de mediana plasticidad (CL) y arenas limosas (SM). Por lo tanto las características de las calicatas que se desarrollaron son similares en toda la zona de estudio, por lo tanto, esto facilitó el cálculo de la profundidad de socavación al realizarse un solo análisis. Para fines de instalación de la defensa ribereña en las zonas vulnerables de los tramos de estudio se realizó muestreo de 03 calicatas a cielo abierto, a profundidades de C-1 a 1.50 m, C-2 a 2.60m y C-2 a 2.50m de las cuales las exploraciones se hicieron cada 500 m. Se detectó nivel freático en la Calicata 2.
- Se han identificado 03 canteras, de las cuales 01 corresponde a bolonería para gaviones (cantera Río Huallaga), 01 como material de agregados de concreto y 01 como relleno compactado. Con los materiales seleccionados para las canteras se han realizado los ensayos necesarios concordantes con el uso que será destinado cada material, a continuación, se detallan las principales características geológicas y los ensayos realizados de las canteras reconocidas.
- Para el estudio hidrológico de la zona, el análisis de caudales máximos fue analizado por el método del Hidrograma Unitario S.C.S. U.S., para la cuenca aportante, que determina el caudal máximo de diseño para distintos tiempos de retorno, y para lo cual es necesario contar con el tiempo de concentración de la misma y el CN. El tiempo de concentración fue calculado previamente mediante las ecuaciones de Témez, Kirpich y US. S.C.S., que relacionan los factores, tales como; pendiente promedio de la cuenca, longitud del río principal y relieve de la cuenca. El cálculo

del caudal máximo en la cuenca aportante, se obtiene mediante el modelo de precipitación – escorrentía mencionado, en base a las precipitaciones máximas en 24 horas de la Estación CO-Saposa, las cuales son sometidas a un análisis de Momentos Indirectos mediante las Ecuaciones probabilísticas de Gumbel, Log Pearson III y Log Normal II, ajustadas finalmente a la distribución de mínimos cuadrados de Nash. La precipitación máxima de diseño finalmente es sometida al método del Hidrograma Unitario SCS. Asimismo, el caudal obtenido es ($Q = 98.01 \text{ m}^3/\text{s}$).

- Una vez hecho el análisis de inundación mediante el uso del programa HEC – RAS, se pudo determinar la importancia de la investigación, ya que el cálculo del caudal para un periodo de retorno de 100 años, afectara tanto a la población de Saposa, como a sus terrenos de cultivo, los cuales representan su fuente de ingreso. Para ello se hizo una simulación con el estado actual del terreno, la topografía, que demuestra el buen comportamiento y efectividad del diseño de la estructura ante una avenida máxima.
- No se han registrado problemas de socavación en los tramos, en donde hay defensa ribereña.
- El objetivo del presente proyecto es buscar una defensa permanente y funcional que cumpla con los requerimientos y sobre todo con las dificultades que se presentan ante grandes avenidas.
- Considerando dichos antecedentes se han tomado en cuenta diversas alternativas de solución y mitigación de estas. Se determino diseñar un tipo de defensa ribereña permanente y así mismo que pueda disipar la energía del flujo del cauce.
- Al realizarse el diseño, se tomarán en cuenta principalmente el aspecto funcional y económico, para elegir la defensa ribereña definitiva.
- Las alternativa elegida para el diseño fue la construcción de diques de gaviones, confeccionadas de malla hexagonal con relleno de material granular, ya que cuando se observa que se tiene la suficiente cantidad en volúmenes de piedra requerida, el material es el más barato para la protección de laderas, tiene muchas ventajas entre otros tipos de protección, no se debilita por el movimiento ligero del lecho, aunque puede presentarse daños locales o la pérdida de algunas secciones, pero ésta se repara fácilmente con la colocación de más piedras en la malla.

VI. Conclusiones

- ✓ La situación actual del tramo donde se desarrollará el Proyecto es una zona accesible para la construcción de la defensa ribereña, para ello se realizó el reconocimiento del terreno en todo el ámbito del proyecto a fin de evaluar las ventajas y dificultades que se presentan en la zona del estudio.
- ✓ Se concluye que la zona evaluada está conformada por arenas limosas, arcillas de mediana plasticidad y gravas bien gradadas. Todas estas se encuentran cubriendo afloramientos rocosos de areniscas y conglomerados de la formación Ipururo, que en ciertos sectores aflora en el lecho activo del Río Serrano. Esta última condición es favorable para la cimentación de las componentes estructurales del proyecto, pues estarán cimentadas sobre material rocoso de mediana resistencia.
- ✓ El levantamiento topográfico realizado ha permitido determinar el relieve del área de estudio. En anexos se presenta el plano topográfico correspondiente. Producto de haber realizado el levantamiento topográfico de 35 Hectáreas, se tiene un plano de toda el área de influencia a curvas de nivel cada 1.00 metros; esto permitirá determinar alturas de agua sobre los niveles de piso terminado de las UP ubicadas en el área de influencia.
- ✓ De acuerdo a la recopilación de información hidrológica, para el diseño de las estructuras de protección, un evento máximo para el proyecto: Análisis y diseño de la defensa ribereña en el cauce del Río Serrano, tramo el pozo hacia la desembocadura del Río Saposoa, Distrito Saposoa, Provincia Huallaga, Departamento San Martín; quedaría definido para una avenida de 100 años de periodo de retorno, un riesgo de falla de la infraestructura proyectada en su vida útil de 25% asumido y una vida útil de hasta 25 años.
- ✓ Se utilizará el caudal de diseño por el método del Hidrograma Unitario S.C.S. U.S, para el periodo de retorno de 100 años es 98.01 m³/s.
- ✓ La construcción de diques de gaviones, confeccionadas de malla hexagonal con relleno de material granular, es mucho más eficiente que los diques de concreto, porque el material es el más económico.
- ✓ Se considero la construcción de diques de gaviones, confeccionadas de malla hexagonal con relleno de material granular, ya que cuando se observa que se tiene

la suficiente cantidad en volúmenes de piedra requerida, el material es el más barato para la protección de laderas, tiene muchas ventajas entre otros tipos de protección, no se debilita por el movimiento ligero del lecho.

- ✓ El presupuesto final del Proyecto es un total de **S/. 2,930,394.25** (DOS MILLONES NOVECIENTOS TREINTA MIL TRESCIENTOS NOVENTA Y CUATRO CON 25/100 SOLES).
- ✓ Durante la etapa de construcción se muestra mayor cantidad de impactos negativos que deberán ser minimizados mediante medidas de mitigación.
- ✓ Durante la etapa de operación – mantenimiento se muestra una mayor cantidad de impactos negativos que deberán ser maximizados mediante plan de manejo ambiental.
- ✓ Las acciones con mayor impacto negativo en el medio durante la etapa de construcción son: movimiento de tierra y extracción del material de cantera.
- ✓ Se debe poner al tanto a las entidades encargadas del medio ambiente el proyecto a fin de coordinar y optimizar acciones.

VII. Recomendaciones

- ✓ Establecer los planes y programas de gestión de inundaciones a nivel de cuenca, esto incluye la participación y voluntad de los usuarios en general. Tal como se presenta el escenario actual, el problema de inundaciones en la cuenca de Río Serrano requiere un plan conjunto para la prevención y mitigación de desastres, zonificación de áreas, determinación de puntos críticos y un sistema de alerta temprana, por consiguiente, sería factible la aplicación de la metodología descrita en el presente informe a nivel de cuenca hidrográfica.
- ✓ Elaborar los estudios de pre inversión e inversión para dar solución a la problemática existente.
- ✓ Se recomienda considerar en el diseño de la defensa ribereña las nuevas lotizaciones y urbanizaciones.
- ✓ Se recomienda habilitar, dentro del área de canteras, botaderos o escombreras temporales, a fin de acumular los materiales no utilizables al momento de realizar los trabajos de explotación.
- ✓ Se recomienda considerar estos proyectos ya que permiten controlar, reducir y atenuar daños y perjuicios provocados por desbordamientos de los cauces ante

grandes avenidas en épocas de lluvia.

- ✓ Se debe concientizar a la población y a todas las instituciones a que contribuyan en la medida posible a evitar la contaminación del cauce del río y conservar la estructura de las defensas ribereñas.
- ✓ Impedir la acumulación de residuos sólidos en el cauce del Río, evitando la sedimentación de estos.

VIII. Bibliografía

- [1] Redaccion EC, «San Martín: lluvias dejan más de 1000 damnificados,» *El comercio*, 16 Noviembre 2017.
- [2] America Noticias, «Región San Martín: fuertes lluvias desbordaron ríos Serrano y Saposoa,» *America Noticias*, 01 Diciembre 2015.
- [3] R. Pereyra Sandoval, «Desborde del Río Saposoa y Serrano deja familias afectadas en la provincia de Huallaga,» Saposoa en la Noticia, 23 Enero 2015. [En línea]. Available: <http://saposoaenlanoticia.blogspot.com/2015/01/desborde-del-rio-saposoa-y-serrano-deja.html>.
- [4] Municipalidad Provincial de Huallaga, «Defensa ribereña en el río Saposoa sector Bocatoma irrigación Saposoa – Distrito Saposoa.,» Saposoa, 2017.
- [5] Gobierno Regional de San Martin, «Construcción defensa ribereña Río Huayabamba III etapa – Pachiza,» Juanjui, 2007.
- [6] Municipalidad Distrital de Anco, «Rehabilitación de defensa ribereña en la localidad de San Martín – San Antonio, distrito de Anco - La Mar - Ayacucho.,» Anco, 2012.
- [7] D. Z. Pivalica Cisternas, Artist, *Sistema de contención de aluviones para la Quebrada de lo Cañas en la Comuna de la Florida*. [Art]. Univerdad Andrés Bello, 2017.
- [8] S. Rojas Martinez, Artist, *Diseño de muros de contención sector la Aguada comuna de Corral*. [Art]. Universidad Austral de Chile, 2009.
- [9] J. M. Bernis Franquet, *Con el agua al cuello: 55 respuestas al Plan Hidrológico Nacional*, España: Littera Books, 2001.
- [10] M. K. Ccorimanya Timoteo, Artist, *DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RIO CHILI, PARA EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL POBLADO DE CHUSICANI Y ARANCOTA, DISTRITO DE SACHACA, EN UNA LONGITUD DE 1.3km..* [Art]. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN, 2018.
- [11] J. J. Ordoñez Galvez, *Cartilla Técnica: Aguas subterráneas - Acuíferos*, Lima: Sociedad Geografica de Lima, 2011.
- [12] IILA-SENAMHI-UNI, *ESTUDIO DE LA HIDROLOGIA DEL PERU*, Lima, 1983.

- [13] J. Sanchez, Tipos de inundaciones, Madrid, 2018.
- [14] I. Muguerza, «Geología-Hidrogeología,» España, 2003.
- [15] L. R. Vasquez Chavez, Artist, *DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS Y SU APLICACIÓN EN EL CAUCE DEL RÍO LA LECHE, DISTRITO DE PACORA – LAMBAYEQUE*. [Art]. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2018.
- [16] E. Rodriguez, *DIQUES DE TIERRA Y ENROCADO*, Lima: IMEFEN-CISMID, 2003.
- [17] F. J. Gomez Choque y J. W. Cahuana Alave, Artists, *Propuesta de diseño de defensa ribereñas en el Río Locumba, anexo de Oconchay, Zona Rural del Distrito Ilabaya, Provincia de Jorge Basadre Grohmann-Tacna..* [Art]. Universidad Privada de Tacna, 2018.
- [18] MEF, «Ley de recursos hídricos: Ley N°29338,» Ediciones ANA, Lima, 2019.

IX. Anexos

ANEXO N° 01: DOCUMENTOS

DOCUMENTO N° 4.1: Constancia de la no existencia del proyecto



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUALLAGA

SAPOSOA – HUALLAGA – SAN MARTIN

"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad "

Saposoa, 18 de marzo del 2019

OFICIO N° 123 – 2019 – MPH/A**Señor: JHORDIN SALDAÑA SEPÚLVEDA****Referencia: Informe N° 202 – 2019 - MPH****Asunto: REMITE INFORMACIÓN SOLICITADA**

Es grato dirigirme a usted, para expresarle mi cordial saludo a nombre del gobierno del Distrito de Saposoa, Provincia de Huallaga, Región San Martín, para colaborar con la información solicitada.

Con referencia al **informe N° 202 – 2019 - MPH, de fecha 06 de marzo del 2019**, suscrito por el Jefe del Área de Infraestructura y Obras, el cual solicita información e informarle de acuerdo a la verificación en INFOBRAS, se constató que el Proyecto **"Análisis y Diseño de la Defensa Ribereña en el Cauce del Río Serrano, Tramo el Pozo hacia la Desembocadura del Río Saposoa, Distrito de Saposoa y Provincia de Huallaga, Departamento de San Martín"**, NO se encuentra dentro de los proyectos ejecutados, además de indicar que mediante coordinaciones con OPMI, el proyecto en mención no está dentro de la cartera para inversiones en la entidad.

Sin otro particular; es propicia la ocasión para expresarle las muestras de mi especial consideración.

Atentamente;

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUALLAGA
SAPOSOA

CPC. Carlos Miguel Ramirez Saldaña
DNI: 99945531
ALCALDE

DOCUMENTO N° 4.2: Autorización de acceso a información y permiso para estudios emitido por la Municipalidad de Huallaga



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUALLAGA

SAPOSOA – HUALLAGA – SAN MARTIN

“Año de la lucha contra la corrupción e impunidad “

Saposoa, 18 de marzo del 2019

OFICIO N° 124 – 2019 – MPH/A

Señor: JHORDIN SALDAÑA SEPÚLVEDA

Referencia: Informe N° 203 – 2019 - MPH

Asunto: REMITE INFORMACIÓN SOLICITADA

Con referencia al **informe N° 203 – 2019 - MPH, de fecha 06 de marzo del 2019**, suscrito por el **C.P.P CARLOS MIGUEL RAMÍREZ SALDAÑA** alcalde de la Municipalidad Provincial de Huallaga, Región San Martín, que la final suscribe.

Que el Sr. **JHORDIN SALDAÑA SEPULVEDA**, estudiante de la carrera de Ing. Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, de la ciudad de Chiclayo, para que pueda acceder a la información que se requieran y el permiso para realizar los diversos estudios topográficos, suelos e hidrológicos, en la zona en donde se desarrollará el Proyecto de Tesis denominada **“Análisis y Diseño de la Defensa Ribereña en el Cauce del Río Serrano, Tramo el Pozo hacia la Desembocadura del Río Saposoa, Distrito de Saposoa y Provincia de Huallaga, Departamento de San Martín”**.

Sin otro particular; se expide la presente autorización a solicitud de parte interesada para los fines convenientes.

Atentamente;

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUALLAGA
SAPOSOA

CPC. Carlos Miguel Ramírez Saldaña
DNI: 00845531
ALCALDE

Av. Loreto N° 415 – Saposoa. Telefax: 547170 / Tel: 547274. e-m@il: mphuallaga@hotmail.com

ANEXO N° 02: CUADROS

CUADRO N° 2.1: Datos generales del Distrito de Saposoa

DEPARTAMENTO	San Martín
PROVINCIA	Huallaga
DISTRITO	Saposoa
ALTURA (m.s.n.m)	307
EXTENSIÓN TERRITORIAL (Km²)	545.43
POBLACIÓN (Hab)	13442
DENSIDAD (Hab/Km²)	24.61
CLIMA PROMEDIO (°C)	26.3

Fuente: INEI, Censos 2017 – Municipalidad Provincial de Huallaga

CUADRO N° 2.2: Distancia recorrida hacia la zona del proyecto

RUTA	DISTANCIA (Km)	TIEMPO DE VIAJE	VIA	MEDIO DE TRANSPORTE
Chiclayo - Saposoa	824.9	15 Hrs - 18 min	Asfaltada	Vehículo de Transporte Público

Fuente: Datos de Campo

CUADRO N° 2.3: Evaluación de Pérdidas en la Agricultura en el Distrito de Saposoa

AGRICULTURA		
MARGEN IZQUIERDA		
N° de agricultores afectados	Tipo de cultivo	Área afectadas (hectáreas)
3	Cacao	8

USUARIO	AREA (ha)
Arístides Grandez Peñaherrera	3
Victoriano Hurtado Carlos	2
Roger Pereyra Sandoval	3

Fuente: Propia.

AGRICULTURA		
MARGEN DERECHA		
N° de agricultores afectados	Tipo de cultivo	Área afectadas (hectáreas)
1	Pasto	4

USUARIO	AREA (ha)
Arístides Grandez Peñaherrera	4

Fuente: Propia.

CUADRO N° 2.4: Evaluación de Pérdidas en las Viviendas en el Distrito de Saposoa.

BARRIOS AFECTADOS	
La Concordia	Cancha Prado
El Mercado Central	Estadio el Gran Saposoa
La cuadra 7 de la Av. Lima	El mirador Ecoturistico

Fuente: Saposoa en la noticia.

VIVIENDAS AFECTADAS
Tiendas Comerciales
Oficinas del Ministerio Publico
I.E Inicial Noemi Peñaherrera
I.E Rosa A. Ochoa Alva
Almacen del Consorcio Shima
Viviendas de la zona

Fuente: Saposoa en la noticia.

ANEXO N° 03: FOTOGRAFIAS

FOTOGRAFÍAS N° 3.1: Mapa de Ubicación del Proyecto



Fuente: Google Earth.

FOTOGRAFÍAS N°3.2: FOTOGRAFÍAS DE INUNDACIONES POR EL RÍO SERRANO EN EL AÑO 2017



Figura 12: Viviendas afectadas en el año 2017 – Saposoa
En la figura 12 se observa las viviendas que se ven afectadas por el desborde del Río Serrano margen izquierda en el Distrito de Saposoa, en el año 2017.



Figura 13: Áreas de terreno afectadas en el año 2017 – Saposoa
En la figura 13 se observa las áreas de terreno que se ven afectadas por el desborde del Río Serrano margen Izquierda en el año 2017.



Fuente: Defensa Civil

Figura 14: Carretera y puente inundada en el año 2017 – Saposoa
En la figura 14 se observa la carretera y puente, que se ve afectada por el desborde del Río Serrano en el Distrito de Saposoa - 2017.



Fuente: Defensa Civil

Figura 15: Áreas agrícolas inundada en el año 2017 – Saposoa
En la figura 15 se observa las áreas agrícolas afectadas por el desborde del Río Serrano en el Distrito de Saposoa - 2017.



Fuente: Defensa Civil

Figura 16: I.E Rosa A. Ochoa Alva, inundada en el año 2017 – Saposoa
En la figura 16 se observa la I.E Ochoa Alva afectada por el desborde del Río Serrano en el Distrito de Saposoa - 2017.



Fuente: Defensa Civil

Figura 17: Ministerio Público, inundada en el año 2017 – Saposoa
En la figura 17 se observa el Ministerio Público afectada por el desborde del Río Serrano en el Distrito de Saposoa - 2017.

FOTOGRAFÍAS N°3.3: FOTOGRAFÍAS ACTUALES DEL RÍO SERRANO – 2021



Fuente: Propia

Figura 18: Río Serrano en la actualidad, parte del tramo donde se realizará el proyecto

En la *figura 18* se observa en la actualidad al Río Serrano en épocas de verano, Saposoá - 2017.



Fuente: Propia

Figura 19: Río Serrano en época de sequía y parte del tramo donde se realizará el proyecto.

En la *figura 18* se observa al Río Serrano en épocas de sequía, Saposoá - 2017.



Figura 20: Viviendas cercanas a la orilla del Río Serrano, en época de sequía del Río.

En la *figura 20* se observa las viviendas cercanas a la orilla del Río Serrano en época de sequía. Saposoa - 2017.

FOTOGRAFÍAS N°3.4: LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

Fuente: Propia

FOTOGRAFÍAS N°3.5: LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

Fuente: Propia

FOTOGRAFÍAS N°3.6: LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

Fuente: Propia

FOTOGRAFÍAS N°3.7: LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO- EQUIPO DE TRABAJO

Fuente: Propia

ANEXO N° 4: RESULTADOS DE LABORATORIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO



C-01



C-02

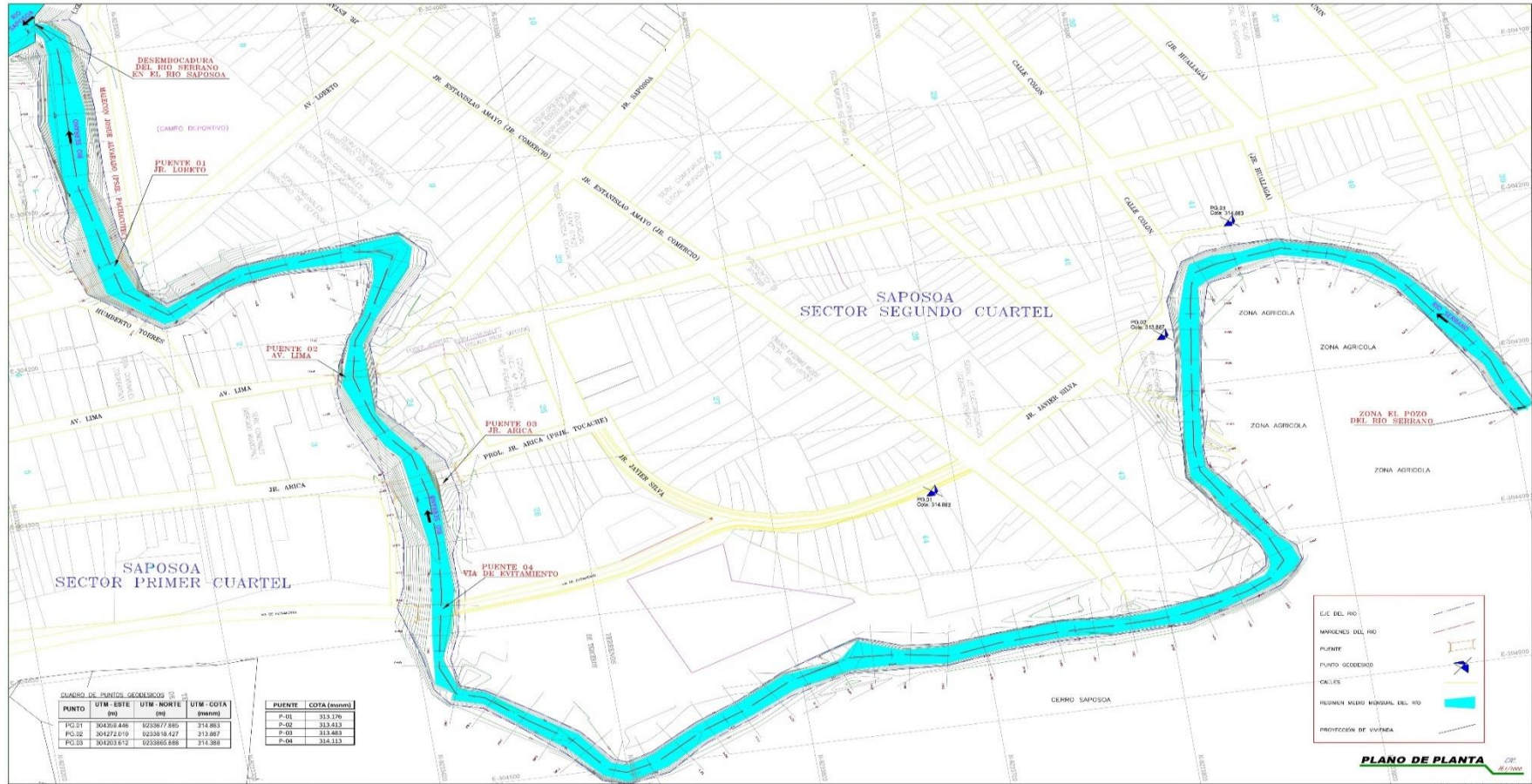


C-03

CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	NORTE	ESTE	COTA (msnm)	NIVEL
C-01	1.50	9233822	304310	266	1.00
C-02	2.60	9233567	304445	281	NP
C-03	2.50	9233313	304163	272	NP

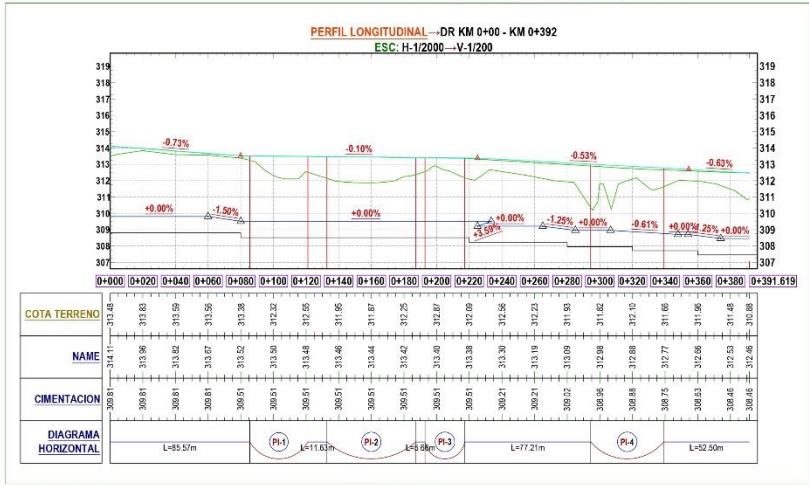
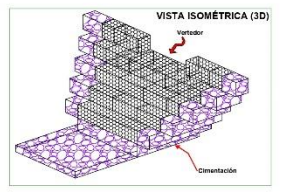
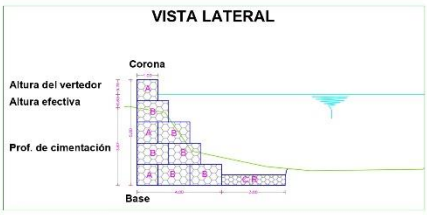
CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	RESULTADOS DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS													
			GRANULOMETRIA				PROPIEDADES INDICE			HUMEDAD NATURAL %	NIVEL AGUA FREÁTICA (m)	PESO VOLUMETRICO	ANGULO DE FRICCION	COHESION Kg/cm2	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO
			MALLA N°4	MALLA N°10	MALLA N°40	MALLA N°200	L.L.%	L.P.%	IP%							
C-01	UNICA	1.50	38.60	30.40	16.70	3.90	NP	NP	NP	5.80	-1.00	2.09	32.20	0.03	GW	A-1-a (0)
C-02	UNICA	2.60	100.00	99.90	62.90	13.80	NP	NP	NP	4.34	-	1.97	30.70	0.04	SM	A-2-4 (0)
C-03	UNICA	2.50	100.00	100.00	99.30	84.60	39.50	18.90	20.60	22.70	-	1.82	16.27	0.26	CL	A-6 (17)

ANEXO N° 05: PLANOS

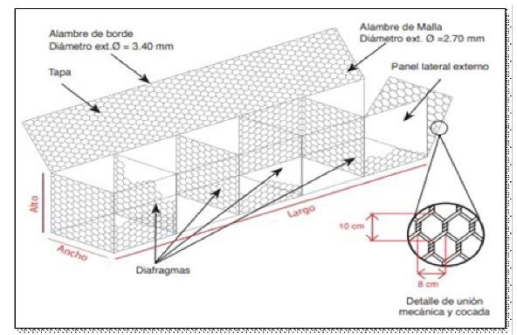


<p>USAT Universidad Católica Santa Toribio de Mogrovejo</p>	<p>"UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO"</p> <p>JULIO - 2021</p>	<p>PROYECTO:</p> <p>"ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL CAUCE DEL RIO SERRANO, TRAMO EL POZO HACIA LA DESEMBOCADURA DEL RIO SAPOSOA, DISTRITO SAPOSOA, PROVINCIA HUALLAGA, DEPARTAMENTO SAN MARTIN"</p>	<p>PLANO:</p> <p>PLANTA GENERAL DE TOPOGRAFIA</p>	<p>ESCALA: 1/1000</p> <p>FECHA: 05 de Julio del 2021</p>	<p>LABORATORIO</p> <p>PP-01</p>
		<p>PROYECTISTA:</p> <p>JHORDIN SALDAÑA SEPULVEDA</p>	<p>DIBUJO Y DISEÑO:</p> <p>J. S.S</p>		

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PLANO DE PERFIL LONGITUDINAL ESC: H: 1/2000 V: 1/200



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



**"UNIVERSIDAD CATÓLICA
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO"**
JULIO - 2021

PROYECTO:
"ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL CAUCE DEL RÍO SERRANO, TRAMO DEL POZO HACIA LA DESEMBOCADURA DEL RÍO SAPOSOA, DISTRITO SAPOSOA, PROVINCIA HUALLAGA, DEPARTAMENTO SAN MARTÍN"

PROYECTISTA:
JHORDIN SALDAÑA SEPULVEDA

DIBUJO Y DISEÑO:
J.S.S

REVISIA:
APRUEBA:

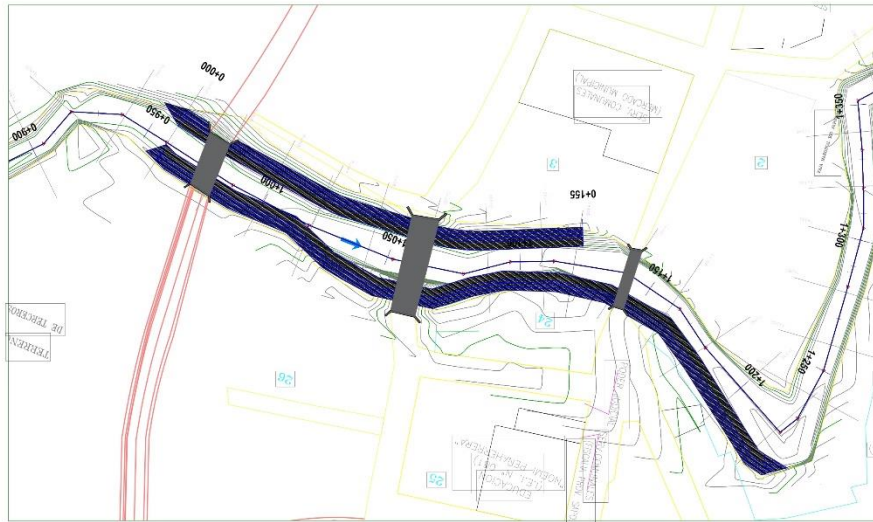
PLANO:
**DEFENSA RIBEREÑA CON DIQUE DE GAVION
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL**
KM-MI: 0+960 - 1+200 KM-MD: 0+960 - 1+340

REGION: SAN MARTIN ESCALA: H: 1/2000 V: 1/200
PROVINCIA: HUALLAGA TECN: 06.01.010-04.2011
DISTRITO: SAPOSOA

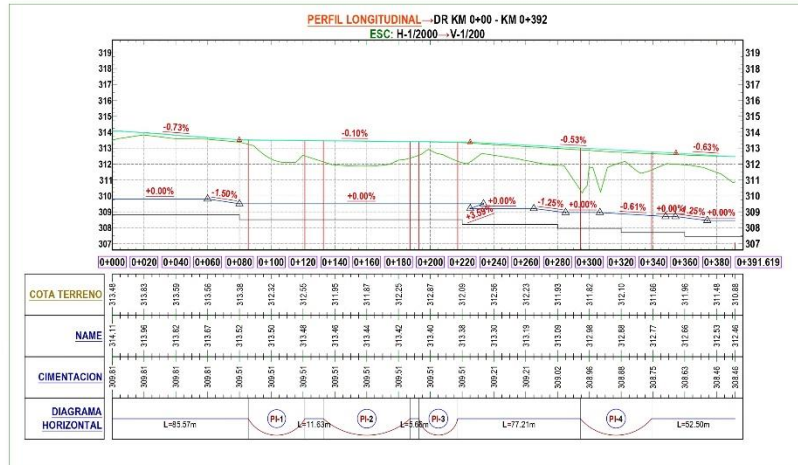
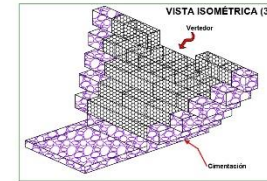
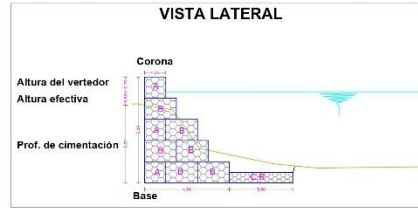
LAMINA:
PP-01

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

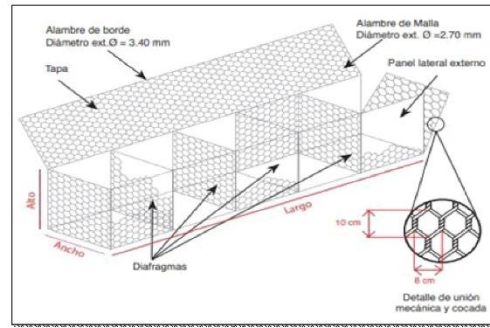
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PLANO DE PLANTA ESC. H: 1/2000



PLANO DE PERFIL LONGITUDINAL ESC. H: 1/2000



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

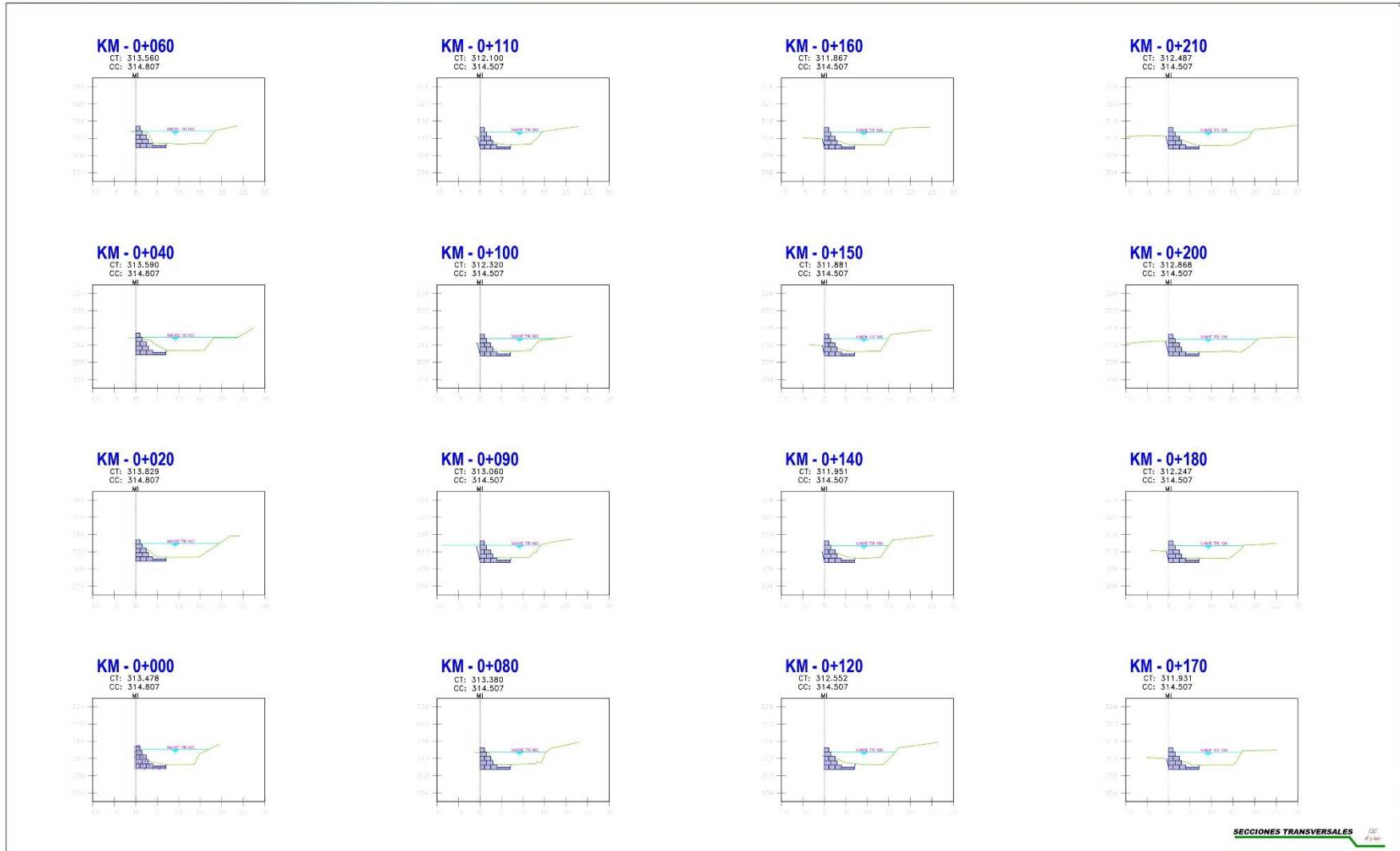
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

<p>USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo USAT - PERÚ</p>	<p>"UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO" JULIO - 2021</p>	<p>PROYECTO: "ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL CAUCE DEL RÍO SERRANO, TRAMO EL POZO HACIA LA DESEMBOLCADURA DEL RÍO SAPOSOA, DISTRITO SAPOSOA, PROVINCIA HUALLAGA, DEPARTAMENTO SAN MARTÍN"</p>	<p>PLANO: DEFENSA RIBEREÑA CON DIQUE DE GAVION PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL KM: 1+000 - 1+562</p>		<p>LAMINA: PP-02</p>
		<p>PROYECTISTA: JHORDIN SALDAÑA SEPULVEDA</p>	<p>DIBUJO Y DISEÑO: J.S.S</p>	<p>REVISIA: APRUEBA:</p>	

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

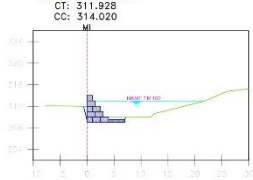


 <p>"UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO" JULIO - 2021</p>	<p>PROYECTO: "ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL CAUCE DEL RÍO SERRANO, TRAMO EL POZO HACIA LA DESEMBOLCADERA DEL RÍO SAPOSOA, DISTRITO SAPOSOA, PROVINCIA HUALLAGA, DEPARTAMENTO SAN MARTÍN"</p>	<p>PLANO: DEFENSA RIBEREÑA CON DIQUE DE GAVION SECCIONES TRANSVERSALES KM. 00+000 - 0+210</p>		<p>LÁMINA: SGT-01</p>
	<p>PROYECTISTA: JHORDIN SALDAÑA SEPULVEDA</p>	<p>DIBUJO Y DISEÑO: J.S.S</p>	<p>REVISAR: APRUEBA:</p>	

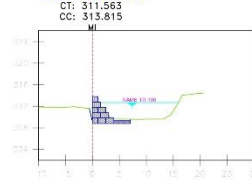
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

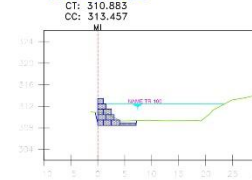
KM - 0+280



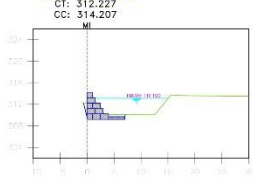
KM - 0+330



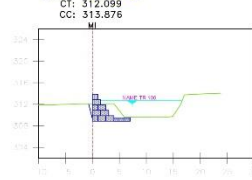
KM - 0+392



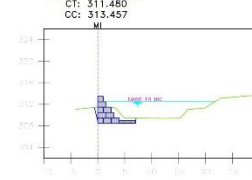
KM - 0+260



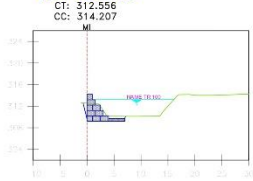
KM - 0+320



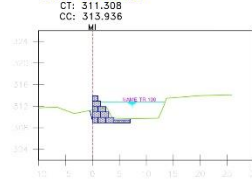
KM - 0+380



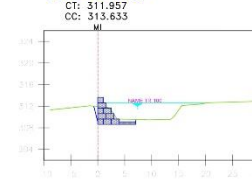
KM - 0+240



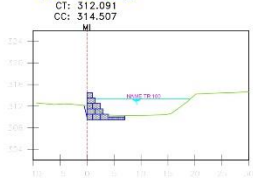
KM - 0+310



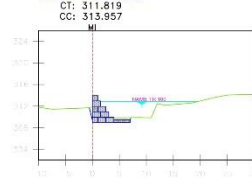
KM - 0+360



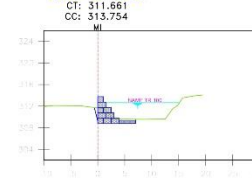
KM - 0+220



KM - 0+300



KM - 0+340



SECCIONES TRANSVERSALES

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



"UNIVERSIDAD CATÓLICA
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO"
JULIO - 2021

PROYECTO:
"ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL CAUCE DEL RÍO SERRANO, TRAMO EL POZO HACIA LA DESEMBOLCADERA DEL RÍO SAPOSOA, DISTRITO SAPOSOA, PROVINCIA HUALLAGA, DEPARTAMENTO SAN MARTÍN"

PROYECTISTA:
JHORDIN SALDAÑA SEPULVEDA

DIBUJO Y DISEÑO:
J.S.S

REVISAR:
APRUEBA:

FLANEO:
DEFENSA RIBEREÑA CON DIQUE DE GAVION
SECCIONES TRANSVERSALES
KM: 0+220 - 0+392

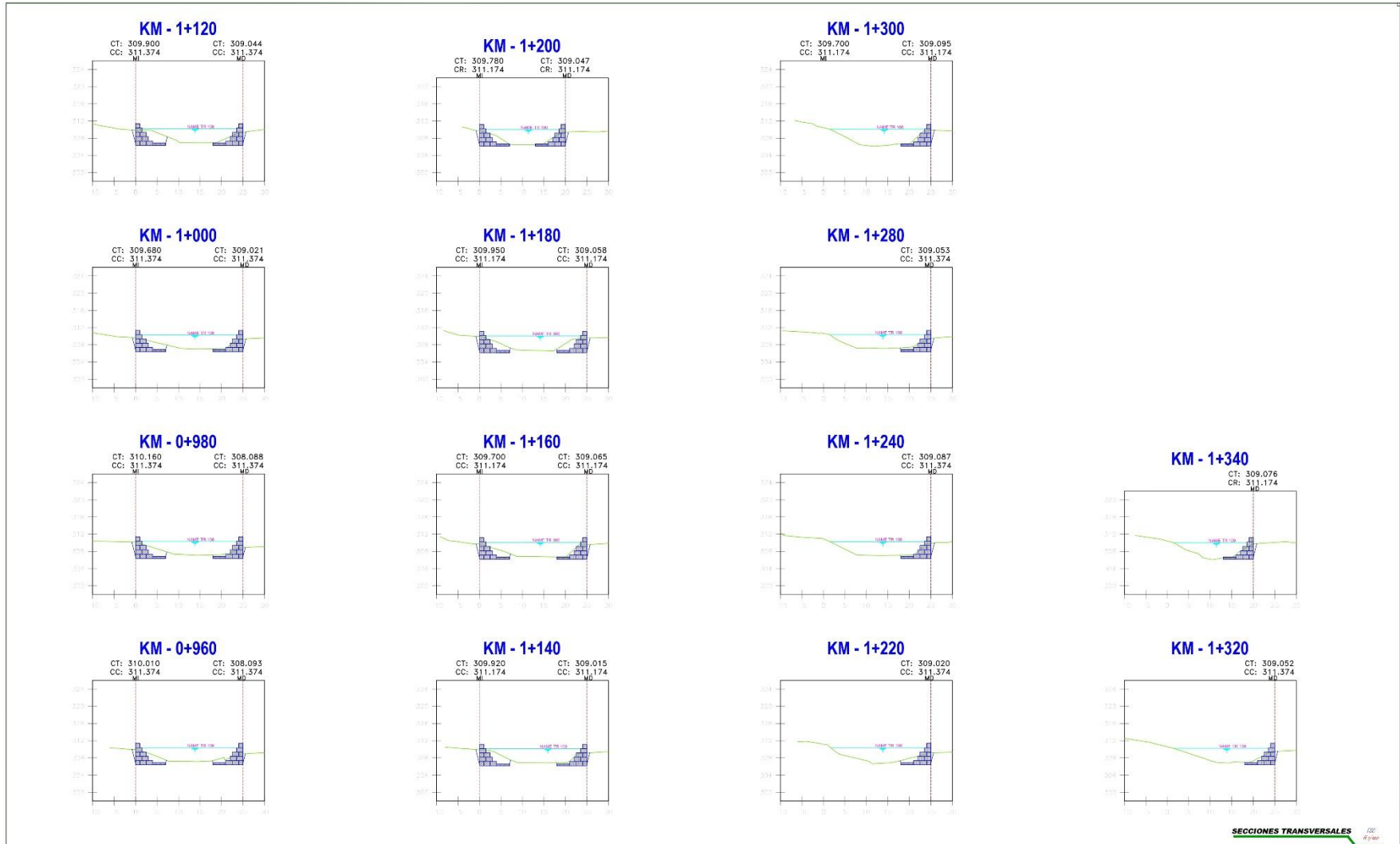
REGION: SAN MARTIN
PROVINCIA: HUALLAGA
DISTRITO: SAPOSOA

ESCALA: 1/400
FECHA: 05 de Julio del 2021



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

 <p>USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo USAT - PERÚ</p>	<p>"UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO" JULIO - 2021</p>	<p>PROYECTO: "ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL CAUCE DEL RÍO SERRANO, TRAMO EL POZO HACIA LA DESEMBOCADURA DEL RÍO SAPOSOA, DISTRITO SAPOSOA, PROVINCIA HUALLAGA, DEPARTAMENTO SAN MARTÍN"</p>	<p>FLANEO: DEFENSA RIBEREÑA CON DIQUE DE GAVION SECCIONES TRANSVERSALES KM-MI: 0+960 - 1+200 KM-MD: 0+960 - 1+340</p>		<p>LÁMINA: SGT-03</p>
		<p>PROYECTISTA: JHORDIN SALDAÑA SEPULVEDA</p>	<p>DIBUJO Y DISEÑO: J.S.S</p>	<p>REVISAR: APRUEBA:</p>	

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

Secciones transversales de inundacion con el programa – HEC RAS

