



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño de defensa ribereña del río Lacramarca, tramo Jorge Chávez - los Pescadores, Provincia de Santa, Departamento de Ancash.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Castañeda López, Juan Manuel (ORCID: 0000-0002-1144-8420)

Paredes Gámez, Dante (ORCID: 0000-0002-9989-9014)

ASESORES:

Mg. Villar Quiroz, Josualdo Carlos (ORCID: 0000-0003-3392-9580)

Mg. Herrera Viloche, Alex Arquímedes (ORCID: 0000-0001-9560-6846)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

TRUJILLO — PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico de todo corazón este proyecto a mis padres Guillermo Castañeda y Elia López, por su amor y apoyo incondicional, por siempre impulsarme a ser mejor me han permitido llegar a cumplir un sueño más en mi vida, gracias por inculcarme valores y principios, a mis hermanos y amigos por su apoyo en todo momento, gracias por su entera confianza.

Castañeda López, Juan Manuel.

Dedico este proyecto de tesis a Dios por ser mi guía en cada paso que doy, a mis padres: Eusebio Paredes y Francisca Gámez quienes fueron los pilares fundamentales a lo largo de todo este proceso universitario, brindándome su apoyo en todo momento. A mi hermana Magali Aguirre quien estuvo también velando por mi bienestar y contribuir para que sea mejor persona cada día.

Paredes Gámez, Dante.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, doy gracias a Dios, como también todas las personas que me acompañaron y estuvieron conmigo en todo momento les agradezco de todo corazón por brindarme su apoyo, colaboración, ánimo y cariño en todo el trayecto para culminar esta etapa, mi más grande agradecimiento a mi compañero de tesis por confiar en mi persona y llevar a cabo el desarrollo de esta investigación.

Castañeda López, Juan Manuel.

Doy gracias a Dios por haberme permitido llegar con bien hasta esta parte de mi vida, a la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería y arquitectura de la escuela de ingeniería civil por habernos brindados conocimientos, y sentido humanista a lo largo de la carrera universitaria en especial a los asesores de tesis: Mg. Villar Quiroz, Josualdo Carlos y Ing. Herrera Viloche, Alex Arquímedes, quienes nos guiaron en todo momento para la elaboración de este proyecto.

Paredes Gámez, Dante.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	10
III. METODOLOGÍA	51
3.1. Tipo, enfoque y diseño de investigación:	51
3.2. Variables y operacionalización.	52
3.3. Población, muestra y muestreo.	53
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos y validez.	54
3.5. Procedimientos.....	56
3.6. Método de análisis de datos.	60
3.7. Aspectos éticos.	61
3.8. Desarrollo del proyecto de investigación.....	62
IV. RESULTADOS.....	158
V. DISCUSIÓN	207
VI. CONCLUSIONES	212
VII. RECOMENDACIONES.....	213
REFERENCIAS	214
ANEXOS	223

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de suelos.	26
Tabla 2. Clasificación de forma del coeficiente de compacidad.	28
Tabla 3. Descripción de forma de la cuenca.	29
Tabla 4. Valores recomendados Riesgo admisible de obras hidráulicas.	34
Tabla 5. Tiempo de vida útil de las estructuras.	34
Tabla 6. Clasificación de suelos.	37
Tabla 7. Números de curva de escorrentía para usos de tierra agrícola.	38
Tabla 8. Coeficiente rugosidad (n) Manning.	40
Tabla 9. Coeficiente de resistencia de las orillas.	40
Tabla 10. Coeficiente del tipo de río.	40
Tabla 11. Coeficiente de rugosidad para cauces naturales (KS)	41
Tabla 12. Coeficiente de Contracción (u).	43
Tabla 13. Coeficiente de Contracción (β).	44
Tabla 14. Valor de X según diámetro de partícula.	44
Tabla 15. Valores de arrastre para materiales depositados en cauce del río.	60
Tabla 16. Esquema del diseño transversal.	52
Tabla 17. Identificación de las variables.	53
Tabla 18. Instrumentos y validaciones:	70
Tabla 19. Puntos de control BMS.	80
Tabla 20. Coordenadas de la ubicación de las calicatas.	69
Tabla 21. Coordenadas de la cuenca geográfica.	73
Tabla 22. Demarcación de la cuenca hidrográfica.	74
Tabla 23. Resultados geomorfológicos.	78
Tabla 24. Red Meteorológica de la zona de Estudio	78
Tabla 25. Precipitaciones máximas anuales.	80
Tabla 26. Variables probabilísticas.	81
Tabla 27. Precipitaciones máximas probable.	81
Tabla 28. Factores de reducción según el tiempo de duración.	82
Tabla 29. Precipitación máxima probable para diferentes tiempos de duración. ...	82
Según el periodo de retorno.	82

Tabla 30. Intensidad de la lluvia.	83
Tabla 31. Resumen de la aplicación de regresión potencial.	88
Tabla 32. Intensidad – Duración – Frecuencia.	89
Tabla 33. Caudal de diseño para diferentes periodos de retorno.	93
Tabla 34. Sección hidráulica tramo 1 de forma recta.	99
Tabla 35. Sección hidráulica tramo 1 de forma curva.	100
Tabla 36. Sección hidráulica tramo 2 de forma recta.	105
Tabla 37. Sección hidráulica tramo 3 de forma recta.	109
Tabla 38. Sección hidráulica tramo 4 de forma curva.	113
Tabla 39. Sección hidráulica tramo 5 de forma recta.	118
Tabla 40. Sección hidráulica tramo 5 de forma curva.	119
Tabla 41. Consideraciones para el diseño estructural (Tramo 1).	121
Tabla 42. Cálculo de pesos y momentos (Tramo1: recto).....	124
Tabla 43. Verificación de estabilidad entre bloques (Tramo 1: recto).....	126
Tabla 44. Cálculo de pesos y momentos (Tramo1: curva).....	129
Tabla 45. Verificación de estabilidad entre bloques (Tramo1: curva).....	131
Tabla 46. Cálculo de pesos y momentos (Tramo 2: recto).....	134
Tabla 47. Verificación de estabilidad entre bloques (Tramo 2: recto).....	136
Tabla 48. Cálculo de pesos y momentos (Tramo 3: recto).....	139
Tabla 49. Verificación de estabilidad entre bloques (Tramo 3: recto).....	141
Tabla 50. Cálculo de pesos y momentos (Tramo 4: curva).....	144
Tabla 51. Verificación de estabilidad entre bloques (Tramo 4: curva).....	146
Tabla 52. Consideraciones para el diseño estructural (Tramo 5).	147
Tabla 53. Cálculo de pesos y momentos (Tramo 5: recto).....	150
Tabla 54. Verificación de estabilidad entre bloques (Tramo 5: recto).....	152
Tabla 55. Cálculo de pesos y momentos (Tramo 5: curva).....	155
Tabla 56. Verificación de estabilidad entre bloques (Tramo 5: curva).....	157
Tabla 57. Puntos topográficos.	158
Tabla 58. Datos del estudio de suelos.	167
Tabla 59. Precipitaciones máximas mensuales.	170
Tabla 60. Precipitaciones máximas anuales.	171
Tabla 61. Intensidad de la precipitación.	173
Tabla 62. Caudales de diseño.	174

Tabla 63. Resumen del cálculo hidráulico tramo 1 -- 2.	175
Tabla 64. Resumen del cálculo hidráulico tramo 3 -- 4.	176
Tabla 65. Resumen del cálculo hidráulico tramo 5.	177
Tabla 66. Resumen del cálculo estructural tramo 1: recto.	179
Tabla 67. Resumen del cálculo estructural tramo 1: curva.	180
Tabla 68. Resumen del cálculo estructural tramo 2: recta.	181
Tabla 69. Resumen del cálculo estructural tramo 3: recta.	182
Tabla 70. Resumen del cálculo estructural tramo 4: curva.	183
Tabla 71. Resumen del cálculo estructural tramo 5: recto.	184
Tabla 72. Resumen del cálculo estructural tramo 5: curva.	185

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diseño de un dique.	16
Figura 2. Diseño de espigones.	17
Figura 3. Diseño de muro de concreto armado.....	17
Figura 4. Diseño de muro de concreto armado.....	18
Figura 5. Diseño de muro de gavión.	18
Figura 6. Gavión tipo colchón.	19
Figura 7. Gavión tipo colchón.	19
Figura 8. Gavión tipo colchón.	20
Figura 9. Tipos de malla.....	21
Figura 10. Representación de curva de nivel.....	23
Figura 11. Levantamiento topográfico.	24
Figura 12. Identificación de estratos del suelo.....	40
Figura 13. Partes de la cuenca.	27
Figura 14. Partes de la cuenca.	29
Figura 15. Proceso de ciclo hidrológico.	30
Figura 16. Sección del río.	39
Figura 17. Diseño hidráulico.	61
Figura 18. Detalle de un muro de gavión.	61
Figura 19. Análisis de empuje caso 1.....	47
Figura 20. Análisis de empuje caso 2.....	48
Figura 21. Fuerza de empuje.....	48
Figura 22. Diagrama de cálculo del peso.....	49
Figura 23. Simulación de deslizamiento.....	49
Figura 24. Simulación del volcamiento.....	50
Figura 25. Presiones que ejerce la fundación.....	50
Figura 26. Diagrama del diseño de investigación.....	52
Figura 27. Esquema de procedimientos.....	57
Figura 28. Ejemplo de diagrama de barra y grafico de líneas.....	61
Figura 29. Ubicación del tramo de estudio.....	63
Figura 30. Ejemplo de plano topográfico.....	81
Figura 31. Esquema de calicatas.	70

Figura 32. Programas utilizados.	73
Figura 33. Ubicación hidrográfica.	74
Figura 34. Mapa de ubicación política.	90
Figura 35. Delimitación de la Cuenca Lacramarca.	91
Figura 36. Duración - Intensidad para una regresión T= 2 años.	84
Figura 37. Duración - Intensidad para una regresión T= 5 años.	84
Figura 38. Duración - Intensidad para una regresión T= 10años.	85
Figura 39. Duración - Intensidad para una regresión T= 25 años.	85
Figura 40. Duración - Intensidad para una regresión T= 50 años.	86
Figura 41. Duración - Intensidad para una regresión T= 100 años.	86
Figura 42. Duración - Intensidad para una regresión T= 140 años.	87
Figura 43. Duración - Intensidad para una regresión T= 500 años.	87
Figura 44. Grafica periodo de retorno – coeficiente de regresión.	88
Figura 45. Curva Intensidad – Duración – Frecuencia.	90
Figura 46. Diseño del muro para tramos rectos (Tramo 1).	122
Figura 47. Diseño del muro para tramos en curva (Tramo 1).	127
Figura 48. Diseño del muro para tramos rectos (Tramo 2).	132
Figura 49. Diseño del muro para tramos rectos (Tramo 3).	137
Figura 50. Diseño del muro para tramos en curva (Tramo 4).	142
Figura 51. Diseño del muro para tramos rectos (Tramo 5).	148
Figura 52. Método de análisis de estabilidad.	149
Figura 53. Diseño del muro para tramos en curva (Tramo 5).	153
Figura 54. Plano topográfico: Progresiva (0+00.00 km – 1+00.00 km).....	159
Figura 55. Plano topográfico: Progresiva (1+00.00 km – 2+00.00 km).....	160
Figura 56. Plano topográfico: Progresiva (2+00.00 km – 3+00.00 km).....	161
Figura 57. Plano topográfico: Progresiva (3+00.00 km – 4+00.00 km).....	162
Figura 58. Plano topográfico: Progresiva (4+00.00 km – 5+00.00 km).....	163
Figura 59. Plano topográfico: Progresiva (5+00.00 km – 6+00.00 km).....	164
Figura 60. Plano topográfico: Progresiva (6+00.00 km – 7+00.00 km).....	165
Figura 61. Plano topográfico: Progresiva (7+00.00 km – 7+420.00 km).	166
Figura 62. Plano ubicación de calicatas.	168
Figura 63. Áreas parciales y total de la cuenca.	169
Figura 64. Hietograma de precipitaciones máximas y promedios mensuales.	170

Figura 65. Hietograma de precipitaciones máximas anuales.....	172
Figura 66. Secciones hidráulicas.....	178
Figura 67. Plano de Ubicación y Localización.	201
Figura 68. Plano de Ubicación y Localización.	187
Figura 69. Plano de diseño de gaviones: Tramo 1 margen derecho.	188
Figura 70. Plano de secciones tramo 1 margen derecho.	189
Figura 71. Plano de diseño de gaviones: Tramo 1 margen izquierdo.....	190
Figura 72. Plano de secciones tramo 1 margen izquierdo.	191
Figura 73. Plano de diseño de gaviones: Tramo 2 ambos márgenes.....	192
Figura 74. Plano de secciones tramo 2 ambos márgenes.	193
Figura 75. Plano de diseño de gaviones: Tramo 3 margen derecho.	194
Figura 76. Plano de secciones tramo 3 margen derecho.	195
Figura 77. Plano de diseño de gaviones: Tramo 3 margen izquierdo.....	196
Figura 78. Plano de secciones tramo 3 margen izquierdo.	197
Figura 79. Plano de diseño de gaviones: Tramo 4 margen derecho.	198
Figura 80. Plano de diseño de gaviones: Tramo 4 margen izquierdo.....	199
Figura 81. Plano de secciones tramo 4 ambos márgenes.	200
Figura 82. Plano de diseño de gaviones: Tramo 5 margen derecho.	201
Figura 83. Plano de diseño de gaviones: Tramo 5 margen izquierdo.....	202
Figura 84. Plano de secciones tramo 5 ambos márgenes.	203
Figura 85. Especificaciones técnicas de la malla.	204
Figura 86. Detalle del armado de gaviones.....	205
Figura 87. Detalle isométrico.	206

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Periodo de retorno.	27
Ecuación 2. Rectángulo equivalente.	28
Ecuación 3. Factor de forma.	28
Ecuación 4. Pendiente media.	29
Ecuación 5. Precipitación media anual.	31
Ecuación 6. Desviación estándar.	31
Ecuación 7. Estimación de parámetros de distribución	31
Ecuación 8. Función de distribución.	31
Ecuación 9. Función de la mediana.	32
Ecuación 10. Precipitación máxima corregida.	32
Ecuación 11. Intensidad.	32
Ecuación 12. Ecuación predictora.	33
Ecuación 13. Intensidad – duración – frecuencia.	33
Ecuación 14. Periodo de retorno.	34
Ecuación 15. Caudal (Q).	50
Ecuación 16. Tiempo de concentración.	36
Ecuación 17. Coeficiente de uniformidad.	36
Ecuación 18. Precipitación máxima corregida ($P'd$)	36
Ecuación 19. Factor reductor.	36
Ecuación 20. Intensidad de precipitación por hora.	36
Ecuación 21. Coeficiente de escorrentía (C).	37
Ecuación 22. Ancho del río.	39
Ecuación 23. Tirante máximo.	41
Ecuación 24. Altura de encauzamiento.	41
Ecuación 25. Sección húmeda.	42
Ecuación 27. Radio hidráulico.	42
Ecuación 29. Profundidad media:	42
Ecuación 31. Borde libre:	42
Ecuación 32. Tirante socavado en tramos rectos:	43
Ecuación 33. Altura de socavación:	43
Ecuación 34. Tirante socavado en tramos curvas:	60

Ecuación 35. Altura de socavación:	60
Ecuación 36. Fuerza tractiva.	60
Ecuación 37. Determinación de la base del muro.	122
Ecuación 38. Presión lateral.	123
Ecuación 39. Determinación del empuje activo.	123
Ecuación 40. Altura de aplicación de empuje activo.	123
Ecuación 41. Momento producido por el empuje activo.	124
Ecuación 42. Verificación por deslizamiento. $FSD = 1.50$	124
Ecuación 43. Verificación por volteo. $FSV = 2.00$	125
Ecuación 44. Punto de aplicación de la fuerza resultante:	125
Ecuación 45. Excentricidad de la fuerza resultante:	125
Ecuación 46. Verificamos presiones de contacto.	125

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo realizar el diseño de la defensa ribereña del río Lacramarca entre tramo Jorge Chávez - los Pescadores, en la Provincia de Santa, Departamento de Ancash. Se aplicó un diseño de investigación no experimental, transversal y descriptiva, la muestra estuvo conformada por cinco tramos en cada margen del río que carecen de defensa ribereña, en el margen izquierdo se tiene una longitud de 4.775 km y por el margen derecho se tiene una longitud de 5.285 km, adquiriendo una longitud total de 10.060 km. La recolección de datos fue a través de la técnica de la observación y el análisis documental; los instrumentos utilizados fueron la ficha de recolección de datos y ficha de resumen, donde se analizaron los datos mediante softwares. El problema que presenta el río Lacramarca es el desbordamiento que se da en épocas de mayores caudales, el cual genera desbordamientos en los puntos críticos. En esta investigación se llegó a realizar el diseño de un muro de gavión, debido a que es el más adecuado según los estudios previos, el cual se realizó teniendo en cuenta el manual de diseño de gaviones, determinando dos tipos de muros dimensionados con una altura de 5.00 m y 3.00 m de base, así como también una altura de 6.00m y una base de 3.50 m, cumpliendo los parámetros de estabilidad que rige la norma CE.0.20, estabilización de suelos y taludes.

Palabras clave: Diseño, estructura, defensa ribereña, gaviones.

ABSTRACT

The objective of this research was to design the riparian defense of the Lacramarca River between the Jorge Chavez - Los Pescadores section, in the Province of Santa, Department of Ancash. A non-experimental, transversal and descriptive research design was applied. The sample consisted of five stretches on each bank of the river lacking riparian defense, on the left bank there is a length of 4.775 km and on the right bank there is a length of 5.285 km, for a total length of 10.060 km. Data was collected through observation and documentary analysis; the instruments used were the data collection form and the summary form, where the data was analyzed using software. The problem of the Lacramarca River is the overflowing that occurs in times of higher flows, which generates overflows at critical points. In this research, the design of a gabion wall was carried out, since it is the most adequate according to previous studies, which was done taking into account the gabion design manual, determining two types of walls with a height of 5.00 m and a base of 3.00 m, as well as a height of 6.00 m and a base of 3.50 m, complying with the stability parameters governed by the CE.0.20 standard, soil and slope stabilization.

Keywords: Design, structure, riparian defense, gabions

I. INTRODUCCIÓN:

1.1. Realidad problemática.

En la última década en el campo de la ingeniería civil se vienen trabajando en diversas obras siendo una de las más importantes las Obras de Protección y Control de Inundaciones. Debido a que el desbordamiento de los ríos es un problema grave que entristece a varios países del mundo, dando lugar a inundaciones que causan principalmente pérdidas de vidas humanas, destrucción de áreas de cultivo, colapso de viviendas, infraestructuras de riego y vías de comunicación (Hernández, Barrios & Ramírez, 2017).

En República Checa surgió la necesidad de realizar un diseño de una defensa de protección contra inundaciones a fines del siglo XIX, para la confrontación ante desbordamientos, debido al constante cambio periódico de las precipitaciones que provocan el aumento del caudal de los ríos, surgiendo altas crecientes demandas de seguridad y confiabilidad de los sistemas de protección. Ante ello han fragmentado una legislación con un gran número de leyes y normas que garantizan la calidad de diseño (Tourment, Peeters y otros, 2018).

En Colombia se presenta un déficit, en cuanto al diseño de defensa ribereñas existentes debido al drástico cambio climático, conllevando a la destrucción total de estas obras, así mismo otro de los factores es que las construcciones pasadas no se realizaban diseños precisos, ya que carecían de estudios previos, y ni hablar de los materiales utilizados los cuales influyen dentro del diseño. Para ello en el año 2011 se crearon recomendaciones sobre acciones a realizar para la gestión y control de la vulnerabilidad de la estructura frente al cambio climático en corto, mediano y largo plazo (Gil, Rodríguez y otros, 2019).

En Estados Unidos, debido a la existencia de grandes desbordamientos de los ríos proponen diferentes diseños de defensas longitudinales para dar encauzamiento a los caudales. En este contexto los ingenieros buscan la aplicación de nuevas metodologías que permitan realizar un modelamiento de los caudales con distintos periodos de retorno, ya que con esto les permitirá predecir las

crecidas máximas, así mismo es importante tener en cuenta el área de estudio de tal forma que les permita elegir un diseño adecuado que cuente con todas las características de diseño dando seguridad que no existirá fallas en la estructura durante su vida útil (Misaico, 2014).

En el Perú uno de los grandes problemas son los desbordamientos que se presentan cada año, esto se debe al alto porcentaje de precipitaciones en las regiones alto andinas, la cual tiene una estación seca y una estación lluviosa bien particular. Por ello el Congreso de la República declaró una ley acorde con los intereses nacionales y la necesidad pública, la cual estipula que los gobiernos estatales y regionales deben priorizar el diseño y construcción de las obras de defensas ribereñas, como también la limpieza de los cauces de los ríos para prevenir futuros desastres naturales que afectan a las poblaciones aledañas. (Ley N° 30557, 2017).

En el tramo Jorge Chávez - los Pescadores del río Lacramarca Provincia de Santa existe la necesidad de realizar un diseño de defensa ribereña, debido a que existe una gran cantidad de puntos críticos, que genera desbordamientos cuando el caudal llega a su máximo nivel en épocas de mucha precipitación, para ello es de suma importancia realizar un correcto diseño de estas obras, de tal manera que pueda salvaguardar a las áreas agrícolas y a la población en general.

Según el decreto de urgencia N°014-2019, nos hace mención que se debe contar con la disponibilidad de recursos económicos para actividades dirigidas a la reducción de riesgos sobre desbordamientos de ríos existentes en los ámbitos locales, promoviendo el diseño y construcción de defensa ribereñas, teniendo en cuenta las normativas para cada uno de los estudios previos al diseño, de acuerdo al manual de diseño estructural de gaviones (El Peruano, 2019).

(Vásquez, 2018) señala que para evitar que las zonas cercanas a los ríos sean inundadas año tras año durante épocas de lluvia, se construyan y ejecuten obras que permitan evitar dichas inundaciones, sean diseñadas de acuerdo al tipo de

suelo y al caudal máximo que circule por el río, dichos factores nos permitirán escoger el tipo de defensa ribereña, así mismo el estudio que influye para el diseño es el estudio topográfico. Concluyendo que una alternativa más óptima para proteger a la población y a los restos arqueológicos ubicados a la ribera del río la Leche ubicado en el distrito Pacora de la ciudad de Lambayeque, es un diseño de gaviones de tipo caja y colchón aplicados en diferentes tramos.

(Tenazoa, 2018) Encontró dos alternativas de diseño de defensa ribereña, después de haber realizado todos los estudios básicos y los cálculos necesarios, el cual es el diseño de un dique con tierra, donde se requiere de menos materiales para su construcción y el otro es un diseño de un dique enrocado, de las cuales se eligió una que se adecue más a la realidad de la región y un menor gasto económico, así mismo que cumpla con las normas y criterios que exige el manual de obras hidráulicas, siendo el diseño de un dique con tierra para el margen derecho para el río Huallaga del Distrito de Alberto Leveaú, Provincia San Martín.

(Pachas, 2017) Señala que el diseño de un gavión son obras hidráulicas más eficientes y factibles, debido al ser construidas con mallas y rellena de piedras. Por su estructura son flexibles así mismo monolíticas y permeables, que se adecuan en diferentes áreas, siendo una solución más rápida y económica al no necesitar de mano de obra calificada para su construcción. Además, señala un punto muy importante de los gaviones con respecto al impacto positivo ambiental que tiene, debido a que crece vegetación en los espacios vacíos, brindando una mayor estabilidad a la estructura. Es por ello que propone el diseño de un gavión para la protección de la ribera ante posible inundación de la quebrada Chancay.

De acuerdo a lo anteriormente ya mencionado se concluye que, a nivel nacional e internacional existe un gran problema de desbordamientos de ríos en épocas de mucha precipitación ocasionando desastres naturales, razón por la cual se plantean alternativas de solución, diseñar diferentes tipos de defensas ribereñas. Para la selección del tipo de obra de protección y la realización de un correcto diseño adecuado para encauzar caudales máximos de un río depende de una

serie de estudios, los cuales nos brindarán datos esenciales e importantes para el diseño. El buen diseño y construcción de una defensa ribereña nos permite dar solución a estos problemas, brindando seguridad a la comunidad aledaña al río y a las áreas agrícolas, todo esto conlleva a obtener una mejor producción en el sector agrícola desarrollándose económicamente.

EcoGreen Construcciones dedicada al rubro del diseño y construcción de obras civiles, identificada con RUC: 20604272271. El cual ejecutó la obra de "Protección frente a la erosión de 130 metros de ribera del margen derecho del río La Guama, ubicado en la progresiva 69+107 de la Troncal 005, en la ciudad de Tinaco, Estado de Cojedes. Venezuela, en el año 2015. Este proyecto se realizó con la finalidad de brindar protección ante la peligrosidad de deslizamientos de las riberas del río; así mismo las defensas ribereñas evitarían el riesgo de inundación.

La región Ancash está tomando mayor importancia en las zonas aledañas a los ríos que están expuestos a desbordamientos, un claro ejemplo es que la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios (ARCC) firmó un acta de contratación por S/ 759 millones con la empresa Obrascón Huarte Lain S.A. identificada con RUC: 20425123115, para la realización del diseño y construcción de defensa ribereña, el cual sirve como una alternativa de solución ante los desbordamientos de los ríos Casma y Huarmey. La ejecución de estas obras de construcción tiene como finalidad dar solución y protección a los sectores vulnerables frente a posibles inundaciones, beneficiando a 60 929 ciudadanos de los distritos.

El problema que presenta el río Lacramarca es el desbordamiento que se da en épocas de mayores caudales el cual genera desbordamientos, destruyendo áreas de cultivo, afectando severamente la economía de muchas familias, ya que se ha convertido en el único medio y sustento económico. Cabe mencionar que la actividad agrícola existe y ha existido desde muchos años, siendo sus principales cultivos: el arroz, yuca, maíz, ají, algodón, alfalfa y espárrago. El valle Lacramarca desde su nacimiento hasta las playas de aguas frías, presentando

una longitud total de 76 km y una pendiente promedio de 6.05 %, con una extensión total de una cuenca de 842 km² aproximadamente, Según la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2017).

En la temporada de máximas precipitaciones denominado Fenómeno “Niño Costero” ocurridos en años anteriores, las zonas aledañas al río Lacramarca se vieron afectadas, reflejando fuertes efectos negativos como inundaciones, que en algunos casos destruyeron zonas de sembríos, colapsaron las viviendas e infraestructuras de riego y vías de comunicación. En marzo del 2017, en el distrito de Nuevo Chimbote; el río Lacramarca colapsó y afectó más de 175 mil viviendas, las zonas más afectadas fueron Villa María, Primero de Mayo y El Satélite. Argumenta una colaboradora del diario el comercio de Áncash (Comercio, 2017).

Actualmente, en el tramo Jorge Chávez - los Pescadores del río Lacramarca, cuenta con puntos críticos a lo largo de la zona de estudio presentando inundaciones por desbordamientos, siendo una de las causas el aumento del caudal y la inexistencia de obras de protección. Por ende, es de suma importancia realizar un diseño de una defensa ribereña. De acuerdo a los argumentos antes mencionados surge la necesidad de investigar los diferentes tipos de diseños, el cual conlleva a estudiar sus condiciones actuales para escoger un tipo de diseño adecuado que pueda prevenir futuros problemas.

El presente proyecto se realiza con la finalidad de buscar una alternativa de solución ante el problema que se presenta en el tramo Jorge Chávez - los Pescadores del río Lacramarca, dando confianza que los resultados serán certeros, realizando un diseño hidráulico y estructural adecuado de una defensa ribereña, para ello es necesario conocer de forma detallada la superficie del lugar de estudio mediante la topografía, así mismo nos permitirá recopilar datos importantes para el desarrollo del diseño.

La realización de un diseño de una defensa ribereña es una posible solución a los problemas presentados, beneficiando económicamente a las comunidades.

Es importante indicar que de no presentar esta propuesta, la población, áreas agrícolas y la infraestructura vial serán afectadas, debido al desbordamiento del río, esto a su vez genera una pérdida económica.

1.2. Planteamiento del problema.

¿Cuál es el diseño de la defensa ribereña del río Lacramarca entre tramo Jorge Chávez - los Pescadores, Provincia de Santa, Departamento de Ancash, 2021?

1.3. Justificación.

1.3.1. Justificación general.

El proyecto se realiza porque existe necesidad de brindar una protección a las áreas agrícolas aledañas al río, así como también a la población cercana. Estas zonas se encuentran en peligro debido a que en épocas de mucha precipitación el río llega a su máximo caudal ocasionando desastres naturales. Es por ello que se busca realizar el diseño de una defensa ribereña, proporcionando una estabilidad y dimensiones adecuadas para soportar dichos caudales.

El proyecto de investigación presenta una posible solución a los diversos problemas de desbordamientos a lo largo del margen del río Lacramarca comprendido entre el tramo Jorge Chávez hasta la calle los Pescadores que podría afectar gravemente a las tierras de cultivo, viviendas e infraestructura vial, de esta manera se busca mejorar las condiciones de vida de la población, generando una mayor economía mediante la agricultura, al contemplar una defensa ribereña.

Al desarrollar el proyecto planteado como una alternativa de solución ante los problemas de desbordamientos que presenta el río Lacramarca entre el tramo Jorge Chávez hasta la calle los Pescadores, se logrará aportar una solución efectiva, brindando protección a las zonas aledañas al río y a las áreas de cultivo para preservar la agricultura, de esta manera contribuir al crecimiento económico de la comunidad urbana.

Sirve de forma directa a la población agrícola del valle Lacramarca, como también a la población aledaña al río garantizando salud, económica, educación, y vías de comunicación libres de inundaciones permitiendo un desarrollo adecuado para toda la población e indirectamente a los próximos trabajos de investigación que se realicen, al contar con una información técnica del proyecto, necesarios para resolver problemas de la misma índole.

1.3.2. Justificación teórica

Este proyecto se justifica teóricamente ya que, tiene como propósito aportar conocimiento existente sobre el diseño de defensa ribereña generando un precedente, en la construcción de obras hidráulicas. Proyecto que se realizó mediante la aplicación de la guía metodológica para proyectos de protección y control de inundaciones en áreas agrícolas o urbanas. Guía que nos presenta los detalles para los estudios Hidrológicos, Topográficos y Geotécnicos juntamente con el manual de diseño. Para ello determinaremos las características que tiene la hidráulica fluvial del caudal del río Lacramarca, los necesarios para el diseño estructural de la estructura.

1.3.3. Justificación práctica

La investigación se justifica en lo práctico, puesto que el tramo Jorge Chávez hasta la calle los Pescadores del río Lacramarca actualmente tiene muchos puntos críticos no permitiendo brindar seguridad a la población y a las áreas agrícolas. El cual requiere esencialmente una defensa ribereña, debido a que, en épocas de mucha precipitación, el río llega a su máximo caudal generando desbordamientos, dando lugar a inundaciones que causan principalmente pérdidas de vidas humanas, destrucción de áreas de cultivo, colapso de viviendas, infraestructuras de riego y vías de comunicación. De acuerdo a la información obtenida nos vemos a la necesidad de diseñar un modelo hidráulico de una estructura apta para este tipo de caudales, así como también de carácter estructural que cumplan las funciones requeridas según el estudio del río Lacramarca. El diseño propuesto será certero, evaluando el comportamiento del río con la colocación de gaviones.

1.3.4. Justificación metodológica

Metodológicamente, el proyecto de investigación es cuantitativa con un diseño no experimental de tipo descriptivo, por el cual el diseño hidráulico y estructural de la defensa ribereña se basa en los indicadores que se establecen en la guía metodológica para proyectos de protección y control de inundaciones en áreas agrícolas o urbanas, bajo las normas y criterios que exige el manual de diseño. Para la recolección de datos se realiza el estudio topográfico que nos permite obtener las características del terreno mediante el uso de equipos topográficos y digitalización en softwares, así mismo el uso de guías de observación y fichas resumen, que contribuyen con la recolección de datos, destacando así los resultados que se obtuvieron en concordancia con los objetivos del proyecto, cumpliendo científicamente la relevancia y propósitos para el correcto diseño de la defensa ribereña.

1.4. Objetivos.

1.4.1. Objetivo General.

Realizar el Diseño de una defensa ribereña del río Lacramarca entre tramo Jorge Chávez - los Pescadores, Provincia de Santa, Departamento de Ancash, 2021.

1.4.2. Objetivos Específicos.

O.E. 1. Realizar el estudio topográfico en el tramo Jorge Chávez - los Pescadores del río Lacramarca, Provincia de Santa, Departamento de Ancash, 2021.

O.E. 2. Obtener el estudio mecánico de suelos del tramo Jorge Chávez - los Pescadores del río Lacramarca, Provincia de Santa, Departamento de Ancash, 2021.

O.E. 3. Realizar el estudio hidrológico con los datos del SENAMHI entre el tramo Jorge Chávez - los Pescadores del río Lacramarca, Provincia de Santa, Departamento de Ancash, 2021.

O.E. 4. Realizar el diseño hidráulico del tramo Jorge Chávez - los Pescadores del río Lacramarca, Provincia de Santa, Departamento de Ancash, 2021.

O.E. 5. Realizar el diseño estructural de gaviones del tramo Jorge Chávez - los Pescadores del río Lacramarca, Provincia de Santa, Departamento de Ancash, 2021.

1.5. Hipótesis.

El diseño de la defensa ribereña se va a realizar basándose en las especificaciones técnicas de acuerdo a las normas y criterios, que exige el manual de diseño y basándonos de la Guía Metodológica para Proyectos de Protección y Control de Inundaciones en Áreas Agrícolas y Urbanas. Entre tramo Jorge Chávez - los Pescadores del río Lacramarca, Provincia de Santa, Departamento de Ancash, 2021.

II. MARCO TEÓRICO.

Para percibir su claridad del proyecto y profundizar en los objetivos, se han indagado ciertas investigaciones anteriores donde se ha podido recopilar diversas problemáticas que tiene que ver con defensas ribereñas que se muestra a continuación.

2.1. Antecedentes:

“Diseño hidráulico y estructural de la defensa ribereña del río Nepeña, sector puente Huambacho – Distrito de Nepeña – Santa – Ancash”

(Cielo y Otiniano, 2016) en su investigación tuvieron como propósito realizar un diseño de defensa ribereña del río Nepeña (p.4). Su metodología es descriptiva y de carácter aplicativo con diseño no experimental. Se utilizó como instrumentos guías de observación para la recolección de datos de los estudios previos al diseño. La población muestral está conformada por el Río Nepeña entre el tramo Puente Huambacho (p.6). En la investigación se empleó el programa Hec – Ras en la cual se obtuvo los caudales de 88 y 122 m³/s para establecer el diseño con un periodo de retorno de 500 y 1000 años. Concluyendo con dos tipos de enrocado, donde el tipo I empleó un rango de velocidades de 3.90 a 4.50 m/s, dimensionando la base de forma trapecial, con un talud de 1:0.5 y, el dique cuenta con un espesor de corona igual a 1.25 m; y el enrocado tipo II, empleó un rango de velocidades: 4.50 a 5.10 m/s. dimensionando el talón de forma trapecial, con talud de 1:1, el dique cuenta con un espesor de corona igual a 1.60 m; el ancho del nivel superior de cimentación varía entre 2.10 a 2.60 m, y de altura varía desde 2.10 m. hasta 2.60 m para ambos diseños (p.105).

Esta investigación proporciona información de los parámetros correctos que debe cumplir el diseño de la obra hidráulica, que se plantea como una medida de protección, así mismo nos da a conocer sobre el uso de programas los cuales nos brindaran datos más exactos para realizar un adecuado diseño.

“Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña en el río Moche, entre el tramo Cerro Blanco – Menocucho, Trujillo 2018”

(Castro y Sánchez, 2019) realizaron el diseño de protección de las zonas del río

Moche en el tramo Menocucho hasta el Cerro Blanco de la provincia de Trujillo, tomando en cuenta puntos críticos para dicho estudio (p.21). Se desarrolló una metodología descriptiva simple con diseño no experimental, donde se utilizó como instrumentos fichas de observación para la obtención de datos, dicha investigación tiene una población de 1062 habitantes de las zonas aledañas al río, que se encuentran ubicadas en el área de estudio (p.24). Después de realizar el estudio hidrológico se obtiene como resultado los caudales de: 29.63 m³ /s, 23.49 m³ /s y 24.64 m³ /s, los cuales se obtuvieron con los siguientes métodos de Gumbel, Nash y Levediev, en el cual para el diseño hidráulico se consideró un caudal de 29.63 m³ /s, mediante el método de Gumbel con un período de retorno de 20 años. Los autores llegaron a una conclusión que, al realizar el diseño estructural e hidráulico de gavión, que permitió satisfacer 6 puntos críticos, en la que implicó el dimensionamiento de 1.25 metros de profundidad, 4.00 metros de base y 1.00 metro, así mismo diseñaron muros de contención el cual llegó a satisfacer a 150 metros, dimensionado 4 metros de base, 5.40 metros de alto, en donde utilizó acero de ½” y 5/8”. En ambos diseños se tuvo en cuenta el factor de seguridad de acuerdo al manual de diseño (p.210).

Esta investigación se considera de gran aporte debido a que presenta diferentes métodos para realizar el cálculo hidrológico, así mismo muestra dos tipos de diseño de defensa ribereña, los cuales fueron diseñados de acuerdo a los factores de seguridad que se encuentran dentro del manual de diseño.

“Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña del río Tarma en el sector de Santo Domingo – Palca - Tarma”

Según (Meza, 2019) en su investigación tuvo como objetivo realizar un diseño de defensa ribereña del río Tarma (p.5). El estudio tiene un enfoque cuantitativo, ya que realiza un análisis, así mismo tiene un método científico debido a que utiliza una serie de procedimientos para dar respuesta a los objetivos. La metodología es aplicada, por la razón que utiliza cálculos y fundamentos teóricos para resolver la problemática, así como también cuenta con un diseño experimental de campo. La población está constituida a lo largo de la cuenca del río Tarma, que está conformada con toda la unión de los riachuelos (p.29). Los

resultados muestran que el suelo tiene un 58.3% de grava y 5.7 % de arena, clasificándose en una grava totalmente graduada, llegando a la conclusión de realizar dos diseños, los cuales fueron diseñados con un caudal 219.60 m³/s para un periodo de retorno de 100 años, donde el muro de gavión es de 3 metros de altura, en el que las cajas están dimensionadas de (1.00 x 1.50 x 5.00) metros, con una sobrecarga de 2.2 t/m². Y un muro de gravedad con una altura de 3.00 m, una base de 2.25 m, con un pie de 0.30 m, y un talón de 0.40 m (p.65).

El aporte de esta investigación es de gran importancia debido a que presenta dos tipos de diseño de defensa ribereña, los cuales fueron diseñados de acuerdo a los factores de seguridad que deben cumplir, así mismo nos da a conocer la utilización de los distintos manuales y procesos constructivos para cada una de las estructuras planteadas.

“Comparación de técnicas entre el uso de gaviones y geoceldas como estructuras de defensas ribereñas”

(Aguilar, 2016) en su investigación tuvo como finalidad identificar las técnicas y variables que permitan comparar su comportamiento con el sistema de revestimiento de las geoceldas y los colchones de gaviones rellenos de concreto basándose en especificaciones técnicas que muestran cada una de ellas (p.3). La investigación es de tipo cuantitativo con un proceso no experimental y los resultados están basados en datos medidos en estudios anteriores para respaldar y comparar las variables. En este sentido, se utilizan algunas variables cuantitativas. La población está comprendida entre el tramo de estudio del río Zarumilla. Se utilizó como instrumentos las reseñas de libros, investigaciones y expedientes técnicos (p.6). En los resultados del análisis se llegó a encontrar que las geoceldas dentro del marco de la variable de resistencia a la erosión es 8 m/s en cuanto a la velocidad de arrastre, y para los colchones es de 4.2 m/s. Otra de las variables que se tiene es la rugosidad de la superficie, donde se obtiene 0.013 para las geoceldas y 0.026 para los colchones. En ese mismo contexto se analizó la estabilidad de la estructura donde se tiene que las geoceldas cuentan con un factor de 8.8 y 1.48 para los colchones. Llegando a una conclusión que las geoceldas que contienen un relleno de concreto tienden a ser

más eficientes y estables el cual fue definido de acuerdo al factor de seguridad ante deslizamiento, así como también se constató que estas estructuras son más resistentes a la erosión (p.88).

La presente investigación aporta factores importantes que uno debe tener en cuenta al momento de elegir un diseño, así mismo nos da a conocer las técnicas de evaluación para las estructuras de gaviones, en cual abarca a las geoceldas y colchones, por otro lado, nos muestra el valor significativo del material de relleno que tiene las estructuras.

“Diseño de defensas fluviales río cruces en San José de la Mariquina”.

(Linco, 2015). La investigación tuvo como objetivo realizar un diseño de defensas ribereñas para prevenir inundaciones cuando ocurra el incremento del caudal en el río Cruces (p.2). Metodológicamente es aplicada, con un proceso no experimental, debido a que genera conocimientos teóricos permitiendo solucionar un problema que aqueja a la sociedad (p.3). Se utilizó como instrumentos guías de observación para la obtención de datos. Donde la población estuvo conformado por el área de estudio ubicado en san José de la Mariquina, donde se llevó a cabo los distintos estudios en la que se obtuvieron los caudales máximos para un tiempo de retorno de 5, 10, 20,25, 50 y 100 años; para ello se ha propuesto dos diseños de defensas ribereñas, un talud de reposo de 1: 1 y 1.7:1, el primero diseño cuenta con 0.40m de base y una profundidad de cimentación de 1.5 m, el segundo diseño tiene 0.50 m de base y una profundidad de 0.50 m, con un peso que varía de 100 kg a 200 kg, según la inclinación del talud de cada diseño. Se concluyó que los diseños cumplen con los objetivos planteados para la protección de las zonas afectadas, de acuerdo a la modelación en tiempos de máximas avenidas mediante el programa HEC-RAS (p.85).

Esta investigación aporta una propuesta de la utilización de programas para que se verifique los resultados obtenidos del estudio hidrológico, mediante un modelamiento con diferentes periodos de retorno, el cual nos permitirá conocer la dinámica de los caudales y el impacto que podría causar, el cual es de suma importancia para el diseño de la estructura.

“Estudio experimental del comportamiento mecánico de gaviones de malla de acero de doble torsión”

(Mazzom, Ferraiolo & Vicari, 2016) tuvieron como objetivo establecer una mejora en el diseño de gaviones mediante ensayos mecánicos que definirán los parámetros de diseño, teniendo en cuenta las variables que están relacionadas con los dos componentes principales del elemento constructivo básico, la jaula de acero y el material de relleno (p.42). La investigación es de diseño experimental y comparativo. De tipo correlacional y transversal, La metodología está centrada en la descripción de los procesos constructivos y el análisis de cada uno de los materiales (p.425). Contando con una muestra de 2 bloques de gaviones en la que se utilizó una guía instrumental, en donde todas las probetas fueron sometidas a ensayos de compresión y de corte directo, en las cuales consideraron unas dimensiones de (1.00 x 1.00 x 1.00) metros, rellenos con piedra. Los resultados muestran que soportan 50 kPa considerando un tiempo de espera de 5 min. Concluyendo que la resistencia depende de los tipos de elemento que está compuesto el gavión, tales como es el diámetro de la malla y el tamaño de la piedra (p.426).

Este artículo aporta una propuesta con dos metodologías de ensayos que se le debe a aplicar a un bloque de un gavión, brindando alcances de los elementos constructivos de un gavión y la cantidad de carga que pueda soportar por lo que es muy útil para el análisis de nuestra investigación.

“propuesta de diseño de muros mixtos de gaviones y de mampostería de piedra para la defensa ribereña del río Rímac Lurigancho - Chosica”

(Farroñay, 2017) en su investigación tuvo como objetivo diseñar muros de gaviones y mampostería para utilizarlo como defensa ribereña, y así asegurar el flujo normal del río (p.11). De acuerdo con los datos analizados, se tuvo un enfoque cuantitativo, tipo correlacional. Dicha investigación es descriptiva, con diseño experimental. Se utilizó como instrumentos guías de observación. Donde la población y muestra está conformada desde el kilómetro 34 – 35 del río Rímac (p.13). Donde se desarrolló el modelamiento hidráulico, y la estimación de socavación como también características topográficas. En los estudios

realizados en la cuenca del río Rímac se tiene 781.92 Hm³ de volumen anual precipitada obteniendo, así como resultado un caudal de 140.199 m³/s para un periodo de retorno de 200 años, en el estudio de suelos se tiene un 0.58% de absorción y 2.88gr/cm³ de peso específico. Llegando a la conclusión que el muro de gavión tiene 4.50 m de altura, dimensionadas cada una de las cajas de (1.00 x 1.50 x 5.00) metros y el muro de concreto con una altura de 4.30 m, una base de 2.20 m, con un pise de 0.30, y un talón de 0.30 m (p.67).

Esta investigación brinda alternativas de solución ante estos desastres, con el fin de satisfacer a las comunidades. Proponiendo el diseño de gaviones y muros de mampostería, teniendo en cuenta los parámetros de diseño de las normas, cumpliendo con los factores de seguridad que garantizan la estabilidad de los muros.

2.2. Bases teóricas.

Para entender con mayor exactitud el desarrollo de las variables y sus dimensiones, se explica a continuación sus características y funcionalidad, a nivel teórico y normativo.

2.2.1. Diseño

El diseño es un proceso de mostrar la descripción de un modelo a partir de requisitos en cuanto a su función en la que interviene la resistencia, construcción, y el costo. La descripción de los modelos varía según el contexto de diseño y el nivel de detalle. Por otro lado, el diseño también es la expresión de una idea que resuelve creativamente un problema particular y sirve de guía para su aplicación en la práctica, es decir para su evaluación y construcción. Dentro de la ingeniería estos diseños son realizados mediante softwares y presentados en planos y cálculos de tal manera que el personal encargado lo pueda visualizar y entender (Bozzo & Barbat, 2004).

2.2.2. Diseño de defensa ribereña.

El diseño de defensas son estructuras de protección que tienen como objetivo evitar la erosión de los márgenes de los ríos producto de la excesiva velocidad

del agua, que tiende a arrastrar el material ribereño, el cual produce una socavación, generando desbordamientos afectando a las áreas y poblaciones aledañas al río (Manual: Diseño y Construcción DR, 1998).

Desde su punto de vista de flores (2015) Las estructuras de defensas ribereñas son consideradas generalmente como estructuras de prevención de riesgo ante los desastres naturales, por lo que la construcción de estas obras nos permitiría prevenir acciones destructivas y erosivas de las áreas rurales cercanas al río. Dentro de las obras de defensas ribereñas existen diferentes tipos de diseños estructurales y construidas con distintos materiales según el tipo de obra.

El diseño de las defensas ribereñas debe estar bien definido estructuralmente logrando que la construcción no falle durante el transcurso del tiempo. Una estructura se identifica como fallida cuando es incapaz de cumplir sus funciones, es por ello que es necesario realizar estudios previos al diseño para establecer criterios que nos permitan utilizar los materiales adecuados y necesarios para la construcción. (Guía para proyectos de protección, 2006)

2.2.2.1. Tipos de defensas:

A. Diques.

Los diques son muros construidos especialmente para contener la presión del agua. Dentro de ello tenemos de forma artificial y natural, que por lo general es de tierra y piedra que se construyen en los márgenes del río con la finalidad de brindar protección y encauzamiento (Aliados ante inundaciones, 2016).

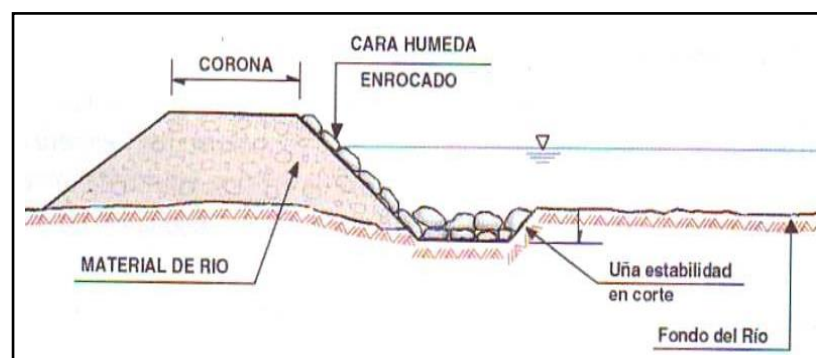


Figura 1. Diseño de un dique.

Fuente: Cielo y Otiniano, 2016.

B. Espigones.

Son obras de protección que comúnmente son utilizadas como rompeolas en las orillas del mar, así como también son utilizadas en los tramos de forma curva de los ríos donde se genera una mayor erosión, de modo que estas obras permitan dirigir el cauce del río hacia una dirección específica. Estos muros están contruidos con rocas de gran tamaño, esto varía de acuerdo a la presión del agua. (Aliados ante inundaciones, 2016).

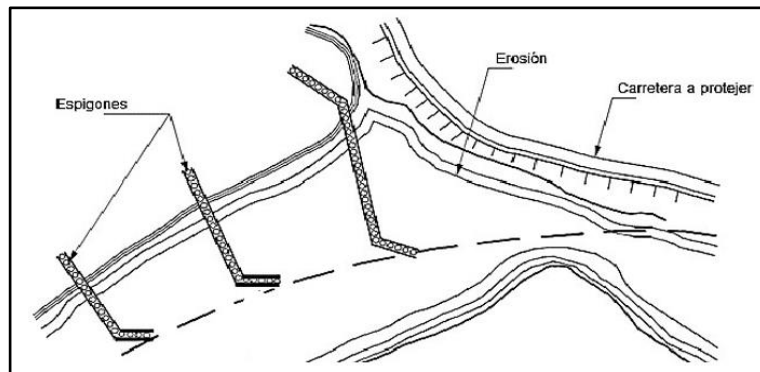


Figura 2. Diseño de espigones.

Fuente: Cajusol, 2015.

C. Muros de concreto armado.

Estos muros son contruidos de concreto que para una mayor resistencia se le agrega armaduras de acero desde los cimientos, dentro del proceso constructivo son consideradas unas de las técnicas más simples y a su vez más costosas, usadas en distintos casos como para la protección de los márgenes del río (Aliados ante inundaciones, 2016).

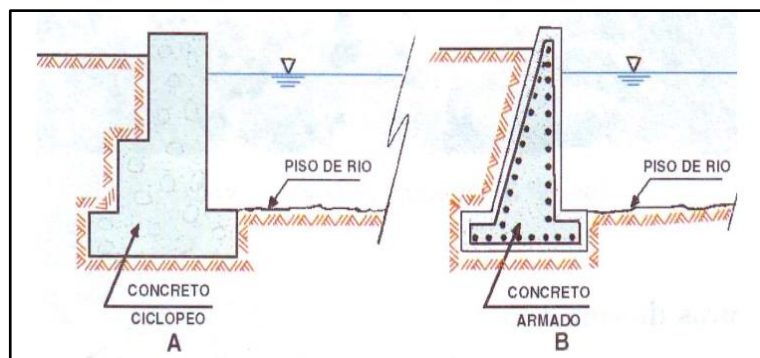


Figura 3. Diseño de muro de concreto armado.

Fuente: Manual de diseño de obras de protección

D. Muros de mampostería.

Son muros de piedra que tienen concreto en sus diferentes uniones, de tal manera que son resistentes a cualquier acción, su construcción es de forma manual. Estas estructuras tienen diferentes usos abarcando así en utilización como defensa ribereña, el cual uno de sus funciones principales es evitar los desbordamientos (Aliados ante inundaciones, 2016).

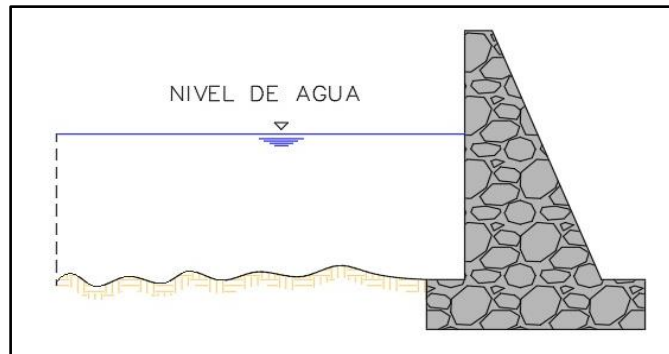


Figura 4. Diseño de muro de concreto armado.

Fuente: Manual de diseño de obras de protección

E. Gaviones.

Son estructuras de protección para las distintas situaciones en las que se requiera, existiendo diferentes tipos de gaviones de las cuales están compuestas de una malla de alambre galvanizado y plastificado, debido a que se encuentran en contacto con el agua, así mismo se hace la utilización de la piedra como material de relleno. Estas construcciones se vienen construyendo desde muchos años atrás. (Guía para proyectos de protección, 2006).

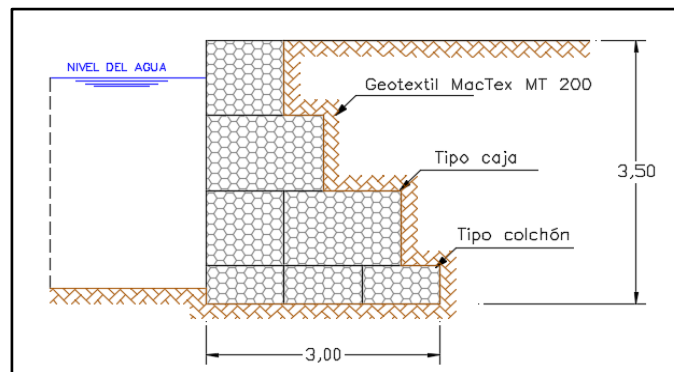


Figura 5. Diseño de muro de gavión.

Fuente: Manual de diseño de obras de protección

E.1. Tipos:

- **Gavión tipo colchón.** Los bloques de forma de colchón se fabrican con mallas hexagonales tejidas a doble torsión, que consta de una base, una pared vertical inferior a 0.50 m y adicionalmente una tapa, utilizando como relleno piedras de diámetro apropiado según se especifique en los proyectos (Prodac, 2016).

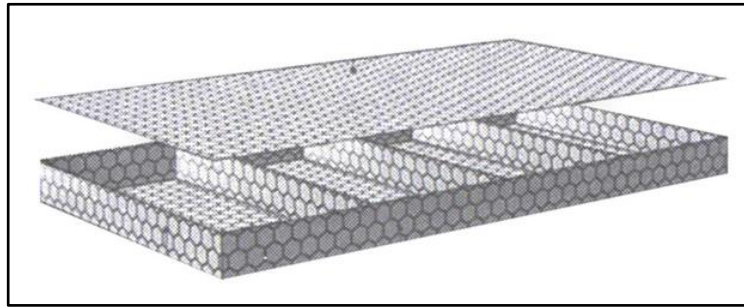


Figura 6. Gavión tipo colchón.

Fuente: Especificaciones Prodac.

- **Gavión tipo saco.** Son elementos de forma cilíndrica, las cuales están hechas básicamente de mallas de doble torsión, diseñados con la finalidad de prevenir la socavación utilizándose en zonas sumergidas, para su colocación es necesario contar con maquinaria (Prodac, 2016).

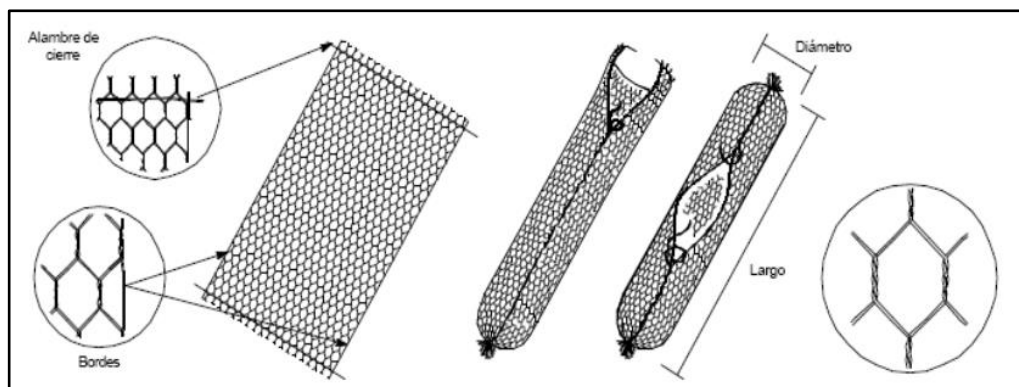


Figura 7. Gavión tipo colchón.

Fuente: Especificaciones Prodac.

- **Gavión tipo Caja.** Es una estructura que consta de una caja prismática regular armadas por una malla de alambre galvanizado, siendo llenadas

con piedra. Este tipo obra es comúnmente más utilizada para la protección de los márgenes de los ríos (Guía para proyectos de protección, 2006)

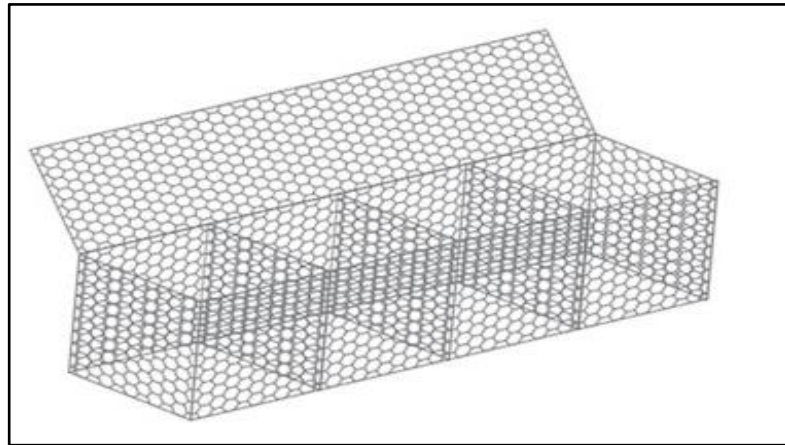


Figura 8. Gavión tipo colchón.

Fuente: Especificaciones Prodac.

E.2. Materiales:

- **Alambre.** Es componente fundamental para fabricación de la malla, así como también para trabajo de amarre de los bordes de cada caja, en el cual se utilizan diferentes diámetros de alambres galvanizados de acuerdo al propósito y funcionalidad del proyecto. (Maccaferri, 2000)

- **Malla.** Se utilizan varios tipos de malla para la elaboración de gaviones, las cuales deben cumplir las especificaciones que brinda la norma ASTM A 975, el uso de esta malla se da según el requerimiento y la magnitud a la que va estar expuesto (INVIAS, 2012).

Según Prodac (2016), las estructuras de la malla de los gaviones están contruidos con elementos capaz de satisfacer todas las exigencias necesarias para soportar los esfuerzos altos al ser utilizados para anclaje, los materiales varían según el diseño, asimismo el elemento preciso para la evaluación de la resistencia y del anclaje del tejido de la malla, es el ángulo de fricción interna del suelo el cual se aconseja que no sea menor a los valores mínimos de 28° a 30°.

Malla electrosoldada (C): Su estructura está hecha en rejillas de igual distancia en ambas direcciones soldadas entre sí, las cuales son muy rígidas y resistentes a los esfuerzos, trabajando como un todo en forma monolítica por la densidad del relleno oponiéndose a las deformaciones provocando un colapso en las uniones. Las especificaciones de las mallas se emplean de acuerdo al diseño. (Maccaferri, 2000).

Malla hexagonal (A): Las rejillas hexagonales permiten las dispersiones de los esfuerzos en distintas direcciones evitando que se produzcan las roturas, siendo una de las mallas más flexibles antes cualquier movimiento, así como también una de sus ventajas es que si al romperse un alambre no se abrirá la estructura (Maccaferri, 2000).

Malla eslabonada (B): Es una de las mallas más flexibles, debido a que no tiene uniones rígidas los alambres pueden desplazarse relativamente, dificultando el armado en campo, siendo una de sus desventajas que al romperse un alambre de la malla se abre todo (Maccaferri, 2000).

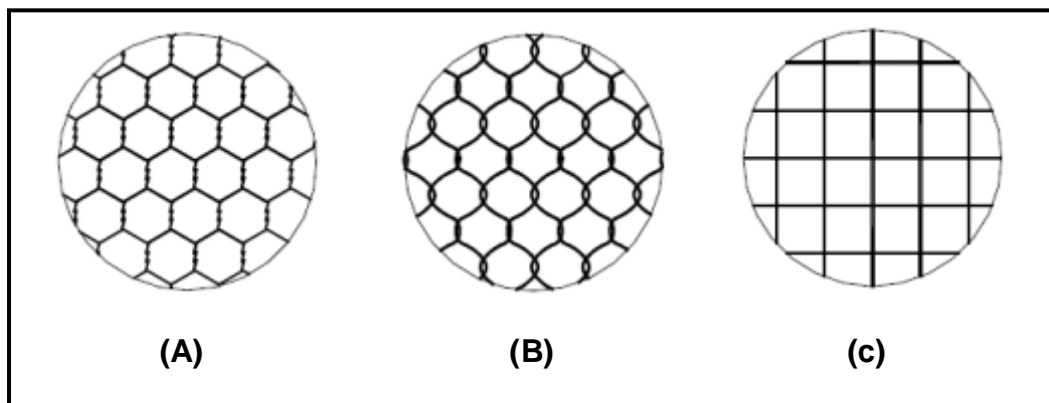


Figura 9. Tipos de malla.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

- **Material de relleno.** Los materiales de relleno incluyen piedra de canto o cantera, de las cuales estos cumplan con ciertas características resistentes a la presencia de agua, por otro su diámetro debe ser 1.50 veces mayor que el diámetro de la cocada de la malla (INVIAS, 2012).

E.3. Ventajas: Las principales ventajas de utilizar este tipo de estructura a comparación de las tradicionales mencionadas anteriormente son:

- La construcción de este diseño es fácil y sencillo debido a que la colocación de la piedra es de forma manual.
- Esta estructura se puede construir en distintos terrenos, ya que se puede adaptar a los desniveles debido a su flexibilidad.
- La construcción del gavión es muy factible debido a que uno de sus materiales que se utiliza es una piedra de mínimo diámetro en comparación con otras estructuras, generando un bajo costo.
- Estas estructuras tienen una mejor integración con el medio ambiente.

E.4. Criterios de diseño: (Maccaferri, 2000).

- Conocer las características principales del suelo que se debe evaluar dentro de ello tenemos: el peso unitario, ángulo de fricción y la cohesión.
- Realizar un análisis del suelo en la que se determinará la capacidad portante en el cual deberá ser mayor al esfuerzo que genera la estructura.
- Tener en cuenta el factor de seguridad ante volcamiento, y el factor de deslizamiento, es importante cumplir con estos factores mínimos de 2.0 y 1.5 respectivamente de acuerdo a la norma NSR-98.
- Realizar la estabilidad interna, analizando cada uno de los niveles de los muros del gavión llegando a verificar toda la estructura, al no cumplir con lo mencionado se debe hacer un redimensionamiento.

Estudios básicos:

2.2.3. Estudio topográfico.

Es la que estudia los principios y procedimientos que están diseñados para detallar gráficamente el relieve de la tierra, en la cual se tiene en cuenta su forma y detalle tanto naturales como artificiales; a nivel planimétrico y altimétrico posteriormente se procesa mediante softwares para luego dar una digitalización e interpretación de esta información en planos topográficos. Para realizar estos estudios es necesario contar con algunos instrumentos topográficos como el nivel y la estación total (Castro y Vélez, 2017).

2.2.3.1. Curvas de nivel.

La metodología más utilizada para representar gráficamente los relieves de una superficie de un terreno determinado son las curvas de nivel, ya que nos facilita determinar de manera rápida y sencilla, la altitud del cualquier lugar del terreno, en la que nos permitirá obtener los perfiles, con la que determinaremos las pendientes, resaltando los relieves y los desniveles del terreno. Las curvas de nivel son las líneas que marca la superficie del terreno sobre un plano horizontal, estas están representadas mediante líneas continuas que unen puntos de igual elevación o cota (Casanova, 2002).

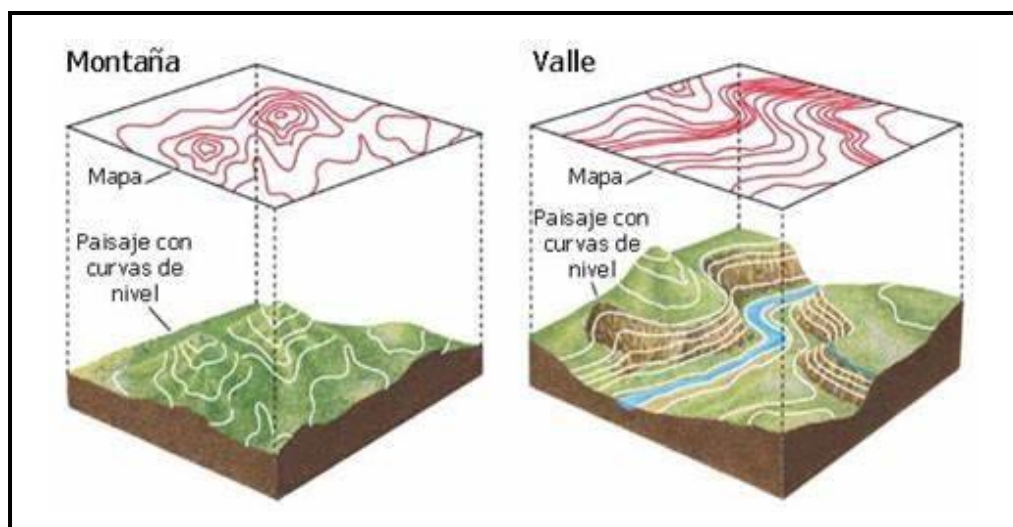


Figura 10. Representación de curva de nivel.

Fuente: Casanova, 2002.

2.2.3.2. Poligonal abierta.

Este método es el más útil cuando se realiza un levantamiento para terrenos de forma alargada, generalmente es empleada para levantamientos de canales, carreteras, ríos, etc. (Gámez, 2015).

2.2.3.3. Partes en que se divide la topografía:

➤ **Planimétrico.**

Investigar los instrumentos y métodos para proyectar las posiciones precisas de los puntos más importantes del terreno en el plano horizontal, a fin de construir gráficos similares. (Gámez, 2015).

➤ **Altimétrico.**

Comprende la diferencia de nivel del terreno entre diferentes puntos del suelo en relación con la superficie de referencia, suele corresponder al nivel medio del mar. Presentándose mediante perfiles y secciones de forma transversal. (Gámez, 2015).

2.2.3.4. Importancia del estudio:

La topografía tiene una amplia gama de aplicaciones, lo que la hace extremadamente necesaria. Sin sus conocimientos, los ingenieros por sí solos no pueden diseñar obras de ingeniería, sin un buen plan, no podrá planificar adecuadamente, ya que este estudio nos brinda datos sobre el relieve de la superficie obteniendo pendientes los cuales son importantes para cualquier tipo de obra. (Castro y Vélez, 2017).



Figura 11. Levantamiento topográfico.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

2.2.4. Estudio de suelos.

También conocidos como estudios geotécnicos, es una serie de actividades que permite conseguir la información de un terreno determinado, cumpliendo con los requisitos necesarios de acuerdo a la norma E.050.

Este estudio nos permite conocer las propiedades mecánicas, físicas y químicas del suelo donde se quiere construir, por medio de calicatas observamos la

composición estratigráfica, mediante estratos o capas de diferentes profundidades de cada tipo suelo. (Norma E.050, 2018).

2.2.4.1. Calicatas:

Son excavaciones de diferentes profundidades que varía según el lugar de estudio, que permite una inspección directa del suelo, asimismo la extracción de muestras para luego realizar ensayos. Las calicatas se realizan de acuerdo a la norma: NTP 339.162:2001. (Norma E.050, 2018).



Figura 12. Identificación de estratos del suelo.

Fuente: Castro y Sánchez, 2019.

2.2.4.2. Suelos.

Están conformados por materiales orgánicos e inorgánicos, en la que los suelos orgánicos están conformados por una composición de residuos de plantas que son procesados naturalmente mediante la desintegración y otras por el excremento de animales asimismo los suelos inorgánicos se generan por la descomposición física y química de las rocas: gravas, arenas, limos y arcillas. (Crespo, 2004)

2.2.4.3. Granulometría.

Está en función del tamaño de las partículas que está conformado el suelo, este ensayo está en relación con el porcentaje del peso total de la muestra seca. Para la clasificación de los materiales se determina mediante el análisis de tamices de diferentes tamaños de malla. El proceso de tamizado es de vital importancia ya

que por ello obtenemos una información clara de las características del suelo, su composición y clasificación. (Crespo, 2004)

Tabla 1. Tipos de suelos.

Tipo de Suelo	Prefijo	Subgrupo	Sufijo
Grava	G	Bien gradada	W
Arena	S	Pobrementemente gradada	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Límite líquido alto (>50)	L
Turba	Pt	Límite líquido bajo (<50)	H

Fuente: Crespo, 2004.

2.2.4.4. Importancia del estudio.

Es de carácter obligatorio e importante para todo tipo de proyectos realizar este estudio, donde se evalúan características y propiedades del suelo lo cual nos permite conocer la capacidad portante del suelo, así como también el peso específico.

2.2.5. Estudio hidrológico.

Este estudio permite conocer los mayores caudales de crecida a partir de datos del régimen máximo de precipitaciones y las características del territorio. El propósito de la investigación hidráulica es determinar el comportamiento de los cauces del río cuando pasa por el área de estudio, a fin de verificar la aplicabilidad de la estructura (Guía para proyectos de protección, 2006).

2.2.5.1. Cuenca hidrográfica:

Se define como el área de drenaje que nos permite recoger todas las aguas de las precipitaciones para dar forma a una sola trayectoria de un cauce. Los afluentes son pequeños riachuelos que tienen una superficie bien definida para cada punto de salida (Villón, 2002).

2.2.5.2. Partes de una cuenca:

- **Subcuenca:** Son áreas que están definidas de acuerdo al grado de afluentes de los cursos de agua, esta debe pertenecer al grado de 4° y 5° orden. Para las unidades hidrográficas se considera que el área debe estar comprendida entre 5000 a 50000 hectáreas para conformar una sub cuenca (Villón, 2002).
- **Microcuencas:** Son áreas determinadas en función del grado de afluentes de los cursos de agua, donde se debe encontrar en un grado de 1, 2 y 3 orden. En tanto al área debe de tener menos 5000 hectáreas (Villón, 2002).

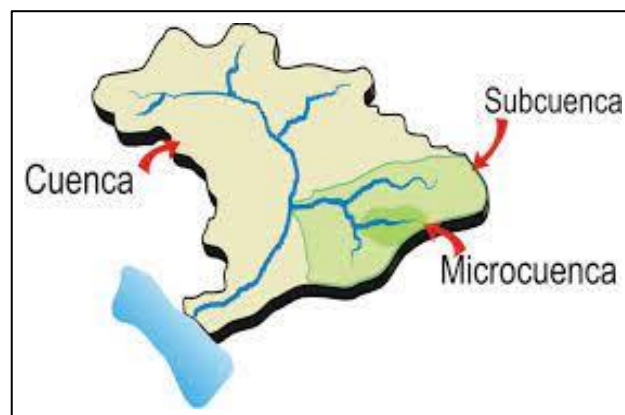


Figura 13. Partes de la cuenca.

Fuente: Imagen exportada de Google.

2.2.5.3. Parámetros morfométricos de una cuenca.

a) Parámetros de forma:

➤ **Tamaño de la Cuenca.**

El tamaño de una cuenca se determina según el área que esta abarca.

➤ **Coefficiente de compacidad.**

Es la relación entre el perímetro de la cuenca y el de una circunferencia. Esta se calcula mediante la siguiente ecuación. (Campos, 1998).

Ecuación 1. Periodo de retorno.

$$Kc = 0.28 * \left(\frac{P}{\sqrt{A}} \right) \text{ --- (1)}$$

Tabla 2. Clasificación de forma del coeficiente de compacidad.

Kc	Clasificación
1 a 1,25	Casi redonda a oval-redonda
1,25 a 1,5	Oval redonda a oval-oblonga
1,5 a 1,75	oval oblonga a rectangular oblonga
>1,75	Rectangular

Fuente: Campos, 1998.

Ecuación 2. Rectángulo equivalente.

<p>- Lado mayor:</p> $L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K} \right)^2} \right)$	<p>- Lado menor:</p> $l = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K} \right)^2} \right)$
--	--

Donde:

Kc: coeficiente de compacidad

A: Área de la cuenca (km²)

➤ **Factor de forma.**

La forma de la cuenca, así como el factor de forma, fue propuesta por Montserrat (1985) donde relaciono el área de la cuenca con su misma longitud. Para ello se utiliza la siguiente formula.

Ecuación 3. Factor de forma.

$$F_f = \frac{l}{L} = \frac{A}{L^2} \text{ ----- (3)}$$

Dónde:

Ff: Factor de forma.

A: Área de la cuenca (km²)

L: Lado mayor del rectángulo equivalente (km)

l: Lado menor del rectángulo equivalente (km)

Tabla 3. Descripción de forma de la cuenca.

Factor de forma (valores aproximados)	Forma de la cuenca
<0.22	Muy alargada
0.22 a 0.30	Alargada
0.30 a 0.37	Ligeramente alargada
0.37 a 0.45	Ni alargada ni ensanchada
0.45 a 0.60	Ligeramente ensanchada
0.60 a 0.80	Ensanchada
0.80 a 1.20	Muy ensanchada
>1.20	Rodeando el desagüe

Fuente: Campos, 1998.

b) Parámetros de relieve:

➤ **Pendiente media de la cuenca.**

Se calcula como media ponderada de las pendientes de todas las superficies elementales de la cuenca. Se determina con las siguientes ecuaciones.

Ecuación 4. Pendiente media.

$$Em = \frac{(\sum ai * ei)}{A} \text{ --- (4)}$$

➤ **Curva hipsométrica.**

La curva hipsométrica representa el área drenada variando con la altura de la superficie de la cuenca.

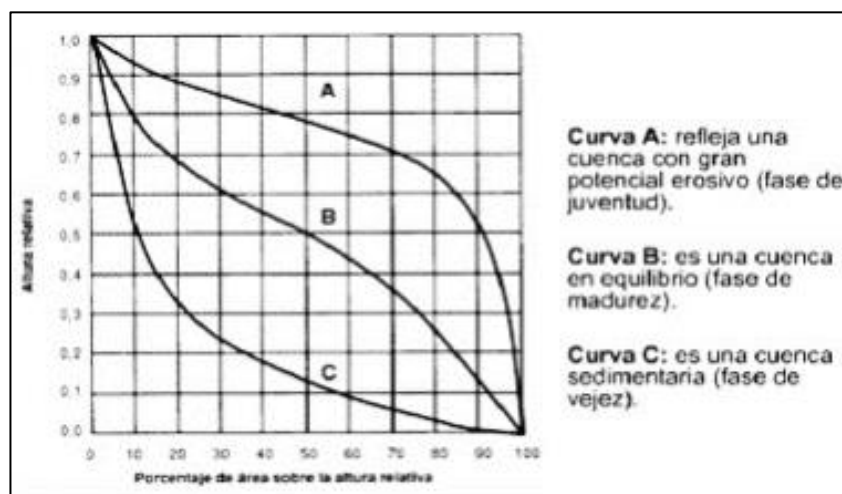


Figura 14. Partes de la cuenca.

Fuente: Campos, 1998.

2.2.5.4. Hidrología:

Es la ciencia encargada de estudiar el agua, su origen, circulación sobre la superficie terrestre, analizando las propiedades físicas y químicas teniendo en cuenta el factor del medio ambiente. Así mismo es la que se encarga de describir y predecir las variaciones de las precipitaciones como también el movimiento de las escorrentías sobre la tierra y debajo la superficie terrestre incluyendo las pérdidas de caudal que ocurre durante el proceso de infiltración y evaporación. (Villón, 2002).

2.2.5.5. Ciclo hidrológico:

Es el proceso que no tiene ni fin ni inicio, ya que la evaporación del agua siempre estará en superficie terrestre, el cual se da mediante los rayos solares, pasando así al proceso de condensación de vapor formando a las neblinas, estas a su vez, se pueden transformar en precipitación. El agua se puede presentar en sus tres componentes (sólidos, líquidos y gaseosos). Las partículas de agua se encuentran siempre en movimiento, en la que su velocidad está en función de su energía y está a su vez está depende de la temperatura (Linsley y otros 1977).

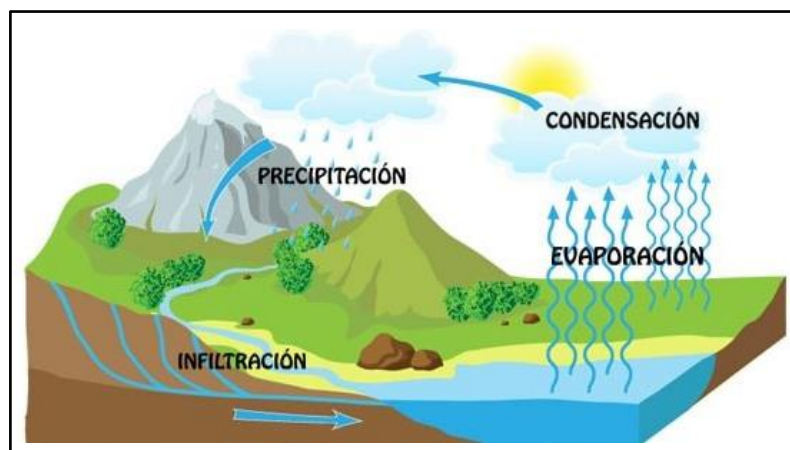


Figura 15. Proceso de ciclo hidrológico.

Fuente: Villón, 2002.

2.2.5.6. Estación meteorológica.

Son sitios destinados a monitorear y registrar los eventos climáticos de forma manual y digital, brindando una data meteorológica, el cual nos permite predecir los cambios climáticos. (Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, 2008).

2.2.5.7. Precipitación:

Está representada en forma de lámina de agua que cae desde la atmósfera y llega a la superficie de la tierra, la precipitación también llega a formar parte del ciclo del agua que sirve para mantener el equilibrio y sustento de los ecosistemas dándose mediante lluvias, lloviznas y granizos (Linsley y otros 1977).

➤ Método de distribución Gumbel.

Ecuación 5. Precipitación media anual.

$$X_m = \frac{\sum XI}{n} \text{ --- (5)}$$

Ecuación 6. Desviación estándar.

$$S = \sqrt{\frac{\sum (XI - X_m)^2}{n - 1}} \text{ --- (6)}$$

Ecuación 7. Estimación de parámetros de distribución

$$\begin{aligned} \checkmark \text{ Beta: } & \beta = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S \text{ --- (7)} \\ \checkmark \text{ La moda: } & \mu = \bar{x} - \gamma * \beta \text{ --- (7)} \end{aligned}$$

A. Ajuste de los datos con la función de distribución.

Es la función que determina la probabilidad de que un evento de precipitaciones máximas se manifieste de acuerdo al período de retorno.

Ecuación 8. Función de distribución.

$$F(x) = e^{-e^{-(x-u)/\beta}} \text{ --- (8)}$$

B. La mediana.

Con la siguiente ecuación nos permitirá determinar las precipitaciones máximas con relación al período de retorno, teniendo en cuenta los parámetros de distribución.

Ecuación 9. Función de la mediana.

$$m = X_t = u + \beta \left(\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right) \text{ --- (9)}$$

C. Precipitación máxima.

Según Young y McEnroe (2003) menciona que los datos de interés para estudios de precipitaciones máximas suele ser el valor recogido en 24 horas sin restricción en la hora de medición. Por este motivo recomienda un ajuste, en el cual brinda un factor de corrección de 1.13. En el cual se aplica en la ecuación (10).

Ecuación 10. Precipitación máxima corregida.

$$X_{t(\text{correg})} = 1.13 * X_t \text{ ----- (10)}$$

Así mismo menciona que este factor depende según su altitud del área de estudio. Para altitudes superiores a 1000 m el factor para 24 horas no debe ser inferior a 1.114 y para altitudes superiores de 2000 m, como mínimo 1.13. En el cual para este estudio se considerará un factor de 1.13.

2.2.5.8. Intensidad:

Es la cantidad de agua acumulada que se da mediante la precipitación en un tiempo determinado, clasificándose en una intensidad ligera, moderada y fuerte. (Villón, 2002).

Ecuación 11. Intensidad.

$$I = \frac{P(mm)}{T_{\text{duracion}}(hr)} \text{ --- (11)}$$

➤ **Gráficos duración - intensidad según el tiempo de retorno.**

Gumbel recomienda utilizar el método de mínimos cuadrados mediante la expresión potencial.

✓ **Método de mínimos cuadrados:**

Este método examina la relación entre dos variables, en la cual se expresa en un sistema de ecuaciones logarítmicas como se tiene:

$$\begin{cases} \Sigma \log Y = \log \alpha \cdot N + \log \beta \cdot \Sigma X \\ \Sigma X \cdot \log Y = \log \alpha \cdot \Sigma X + \log \beta \cdot \Sigma X^2 \end{cases}$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones se obtiene la expresión potencial también denominada como: ecuación predictora.

Ecuación 12. Ecuación predictora.

$$Y = \alpha * X^\beta \text{-----}(12)$$

➤ **Curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia.**

La representación matemática de las curvas IDF se da mediante la ecuación:

Ecuación 13. Intensidad – duración – frecuencia.

$$I = \frac{T^\beta}{t^\beta} \text{-----} (13)$$

Donde:

T = Periodo de retorno (años)

t = Tiempo de duración (min)

I = Intensidad de precipitación (mm/h)

2.2.5.9. Periodo de retorno.

En algunos campos de la ingeniería el tiempo de retorno se representa comúnmente para brindar una estimación de la probabilidad de que ocurra un evento particular dentro de un periodo de tiempo específico. Dentro de la rama hidráulica se emplea para indicar la probabilidad de que se dé una avenida con un caudal definido, esto varía según el tiempo de retorno (Villón, 2002).

Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2008) para realizar el cálculo del período de retorno en toda obra hidráulica, es necesario tener en cuenta la relación que existe entre la probabilidad de que pueda suceder un evento y la durabilidad de su vida útil de una estructura y el riesgo que va tener.

Ecuación 14. Periodo de retorno.

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n \text{ -----(14)}$$

Siendo:

R = Riesgo de falla admisible T = Periodo de retorno (%)

n = Vida útil de la estructura (años)

Tabla 4. Valores recomendados Riesgo admisible de obras hidráulicas.

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 (nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas Ribereñas	25

Fuente: Monsalve, 1995.

Tabla 5. Tiempo de vida útil de las estructuras.

Tipo de Obra	Vida útil
Puentes y Defensa ribereñas	40
Alcantarillas de quebradas importante	25
Alcantarillas de quebradas menores	15
Drenaje de plataforma y Sub-drenes	15

Fuente: Monsalve, 1995.

2.2.5.10. Caudal máximo.

Se define que es la máxima avenida cuando el volumen sobrepasa la capacidad de transporte del lecho del río. Así mismo menciona que los caudales máximos son valores que permiten asociar la cantidad del cauce de agua que afluye en un determinado tiempo esto nos permitirá calcular o estimar el caudal de diseño, que es medido en metros cúbicos por unidad de tiempo (Villón, 2002).

2.2.5.11. Caudal de diseño.

Para establecer el caudal de diseño, se debe analizar las distintas avenidas y periodos de retorno, para ello es necesario contar con las estaciones meteorológicas, esto nos permitirá predecir otro acontecimiento de igual manera o superior mediante los registros que nos brinda. El caudal de diseño se elige por medio de diversas consideraciones las cuales nos servirán para realizar obras hidráulicas dicho valor obtenido nos permite establecer un diseño adecuado con un periodo de vida útil que pueda soportar caudales máximos (García e Infante, 2018).

➤ Método racional modificado.

Se usa para la determinación de caudales máximos Instantáneos de las descargas de una Cuenca. Con este método se llega a modificar la obtención de las precipitaciones máximas diarias, empleando un factor reductor de lluvia, debido a la variabilidad espacial de las precipitaciones en cuencas mayores a 1 km², e introduce un Coeficiente de Uniformidad. (Témez, 1992).

Ecuación 15. Caudal (Q).

$$Q = 0.278CIAK \text{-----}(15)$$

Donde:

C: Coeficiente de escorrentía.

A: Área de la cuenca (km²).

I: Intensidad de precipitación máx. (mm/h)

K: Coeficiente de uniformidad.

El límite de aplicación de este método está impuesto por el Tiempo de Concentración y el área de la cuenca. $0.25 < T_c < 24 \text{ h}$; $1 \leq A < 3,000 \text{ km}^2$.

Para la determinación del **tiempo de concentración (Tc)**, existe muchos métodos para este caso se utiliza el método de California:

Ecuación 16. Tiempo de concentración.

$$T_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385} \text{ ----- (16)}$$

L: longitud del cauce principal (horas).

H: diferencia de niveles entre la divisoria de aguas y la salida (m).

Ecuación 17. Coeficiente de uniformidad.

$$K = 1 + \frac{T_c^{1.25}}{T_c^{1.25} + 14} \text{ ----- (17)}$$

Ecuación 18. Precipitación máxima corregida (P'd)

$$P'd = K_a * P_d \text{ ----- (18)}$$

Dónde:

K_a: Factor Reductor

P_d: Precipitación máxima diaria (mm)

Ecuación 19. Factor reductor.

$$K_a = 1 - \frac{\log_{10} A}{15} \text{ ----- (19)}$$

Ecuación 20. Intensidad de precipitación por hora.

$$I = \frac{P'd}{24} * \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0.1} - T_c^{0.1}}{28^{0.1} - 1}} \text{ ----- (20)}$$

Dónde:

I₁: Intensidad en una hora.

I_d: Intensidad de un día.

Ecuación 21. Coeficiente de escorrentía (C).

$$C = \frac{(Pd - Po) * (Pd + 23 * Po)}{(Pd + 11 * Po)^2} \text{----- (21)}$$

Dónde:

Pd: Precipitación máxima diaria (mm)

Po: Umbral de escorrentía.

CN: Numero de curva.

Tabla 6. Clasificación de suelos.

GRUPOS	De acuerdo a Témex los suelos se clasifican en:
Grupo A:	En este grupo el agua se infiltra muy rápido aun cuando los suelos estén muy húmedos. Profundos y de textura gruesa (arenosas o areno - limosas), están excesivamente drenados.
Grupo B:	Cuando están demasiado húmedos poseen una capacidad de infiltración moderada. La profundidad del suelo varia de media a profunda, y su textura franco-arenosa, franca, franca-arcillosa o franco-limosa según terminología del U.S. Departamento of Agriculture. Están bien o moderadamente drenados
Grupo C:	Estos suelos cuando poseen mucha humedad la infiltración es lenta. La profundidad del suelo es menor a la media y su textura es franco- arcilloso, franco-arcillosa-limosa, limoso o arcillo-arenosa. Son suelos imperfectamente drenados.
Grupo D:	Cuando tiene mucha humedad la infiltración es muy lenta. Tienen horizontes de arcilla en la superficie o próximo a ella y están pobremente o muy pobremente drenados. También se incluyen aquí los terrenos con nivel freático permanentemente alto y suelos de poco espesor (lito suelos).

Fuente: (Temez, 1995)

Tabla 7. Números de curva de escorrentía para usos de tierra agrícola.

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

Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, 2008.

2.2.6. Diseño hidráulico:

Para realizar el diseño hidráulico existe una serie de cálculos considerados para determinar las medidas mínimas de la sección del río, las cuales son establecidas por las fórmulas de Manning, siendo el método más fácil y utilizado, la cual ayuda a obtener la velocidad y los caudales para condiciones de régimen uniforme. (Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, 2008).

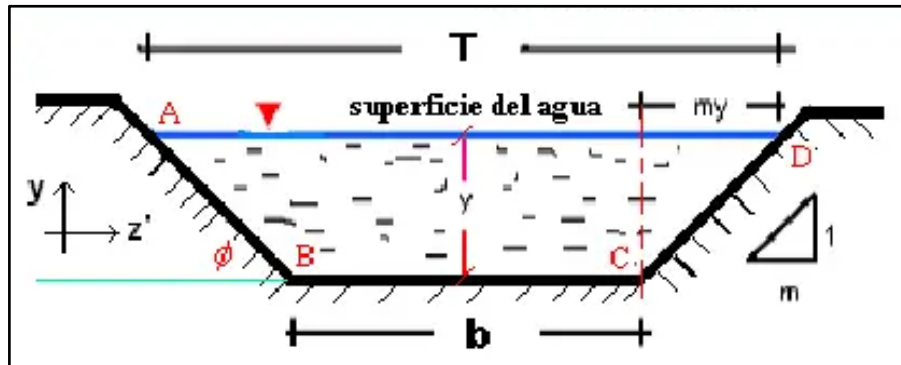


Figura 16. Sección del río.

Fuente: Elaboración propia de los autores

2.2.5.1. Ancho estable del río.

Analíticamente el ancho constante se calcula de acuerdo al caudal, así mismo se tiene en cuenta las características físicas del material del fondo y orillas juntamente con la pendiente del río (Villón, 2002).

➤ Método de Altunin Manning

Ecuación 22. Ancho del río.

$$B = A * \frac{\sqrt{Q}}{S^{0.2}} \quad A = \left(n * k^{\frac{5}{3}} \right)^{\frac{3}{3+(5*m)}}$$

Donde:

Q = Caudal de diseño.

A = coeficiente.

B = Ancho.

S = Pendiente.

n = Coeficiente de rugosidad.

k = Coeficiente resistencia de las orillas.

m = Coeficiente del tipo de río.

Tabla 8. Coeficiente rugosidad (n) Manning.

Valores rugosidad de Manning (n)	n
Cauce con fondo solido sin irregularidades	0.025
Cauces de rio con acarreo irregular	0.030 - 0.029
Cauces de Ríos con Vegetación	0.033 - 0.029
Cauces naturales con derrubio e irregularidades	0.033
Cauces de Rio con fuerte transporte de acarreo	0.035
Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza	0.040 - 0.036
Torrentes con derrubio grueso y acarreo móvil	0.045 - 0.050

Fuente: Campaña, 2002.

Tabla 9. Coeficiente de resistencia de las orillas.

Descripción	K
Fondo y Orillas de Arena.	5.70
Fondo Arena y Orillas de Material Cohesivo.	4.20
Fondo y Orillas de Material Cohesivo.	3.60
Fondo y Orillas del Cauce de grava.	2.90
Fondo Arena y Orillas de Material No Cohesivo.	2.8

Fuente: Campaña,2002.

Tabla 10. Coeficiente del tipo de río

Descripción	M
Para ríos de montaña	0.5
Para cauces arenosos	0.7
Para cauces aluviales	1.0

Fuente: Campaña, 2002.

2.2.5.2. Tirante máximo.

Es la profundidad que tiene un río, generalmente es representada con la letra h dentro de la ingeniería, donde viene a ser la distancia vertical desde el punto

inferior de la sección del río hasta el nivel libre del agua, el cual viene a ser el espejo del río y varía según el ancho (Villón, 2002).

Ecuación 23. Tirante máximo.

$$t = \left(\frac{Q}{K_s * B * S^{1/2}} \right)^{3/5} \text{-----} (23)$$

Donde:

t = tirante máximo.

ks = Coeficiente de rugosidad material del río las orillas.

Q = Caudal máximo.

S = Pendiente.

Tabla 11. Coeficiente de rugosidad para cauces naturales (KS)

Tipo de cauce natural	KS
Cauce con fondo sólido sin irregularidades	(50)
Cauces de río con acarreo irregular	(33 – 45)
Cauces de Ríos con Vegetación	(30 – 45)
Cauces naturales con derrubio e irregularidades	30
Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo	28
Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza	(25 – 28)
Torrentes con derrubio grueso y acarreo móvil	(19 – 22)

Fuente: Campaña, 2002.

2.2.5.3. Altura de encauzamiento.

La altura de encauzamiento viene a ser de gran importancia para el diseño hidráulico, se determina mediante la suma del borde y la altura del tirante máximo del flujo del agua. (Villón, 2002).

Ecuación 24. Altura de encauzamiento.

$$H = t * Bl \text{-----} (24)$$

➤ Para determinar el encauzamiento se realiza las siguientes ecuaciones:

Ecuación 25. Sección húmeda.

$$A = (B + Z * Y)Y \text{ ----- (25)}$$

Ecuación 26. Perímetro húmedo.

$$P = B + 2Y\sqrt{1 + Z^2} \text{ ----- (26)}$$

Ecuación 27. Radio hidráulico.

$$R_H = \frac{A}{P} \text{ ----- (27)}$$

Ecuación 28. Velocidad.

$$V = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n} \text{ ----- (28)}$$

Ecuación 29. Profundidad media:

$$ym = \frac{A}{B} \text{ ----- (29)}$$

Ecuación 30. Número de Froude:

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g * ym}} \text{ ----- (30)}$$

Ecuación 31. Borde libre:

$$BL = c * e \text{ ----- (31)} \quad e = \frac{v^2}{2 * g} \text{ ----- (31)}$$

2.2.5.4. Socavación:

Es definida como la excavación y la desintegración del suelo generando el transporte de materiales erosionados por el incremento de la velocidad del flujo del agua. Este fenómeno mayormente se da en pendientes severas cuando se tiene una pendiente mayor del 5% conllevando a una mayor socavación de lo contrario serán mínimas (Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, 2008).

➤ Socavación en tramos rectos

Para el cálculo de la socavación en tramos rectos se tiene en cuenta algunos factores como se muestra a continuación.

Dm = Diámetro de la partículas del suelo.

U = Según la tabla 12.

B = Según la tabla 13.

1/(x+1) = Según la tabla 14

Para suelos granulares no cohesivos se tiene la siguiente formula:

Ecuación 32. Tirante socavado en tramos rectos:

$$t_s = \frac{\alpha \cdot (t)^{\frac{5}{3}}}{(0.68 \cdot d_m^{0.28})^{1/(x+1)}} \text{ ----- (32)} \quad \alpha = \frac{Q}{(t m^{\frac{5}{3}} \cdot B \cdot U)} \text{ ----- (32)}$$

Donde:

α = un coeficiente .

U = Según la tabla 12.

Dm = Diametro de la particulas del suelo.

B = Según la tabla 13.

1/(x+1) = Según la tabla 14.

Ecuación 33. Altura de socavación:

$$H_s = t_s - t \text{ ----- (33)}$$

Donde:

t_s = Tirante socabado.

t = Tirante del río.

Tabla 12. Coeficiente de Contracción (u).

Vel. Media m/s	LONGITUD LIBRE ENTRE DOS PILAS (CLARO)												
	10 m	13 m	16 m	18 m	21 m	25 m	30 m	42 m	52 m	63 m	106 m	124 m	200 m
< 1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.50	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2.00	0.94	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00
2.50	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00
3.00	0.90	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00
3.00	0.89	0.91	0.93	0.94	0.96	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
3.50	0.87	0.90	0.92	0.93	0.95	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
>4.00	0.85	0.89	0.91	0.92	0.94	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99

Fuente: Campaña, 2002.

Tabla 13. Coeficiente de Contracción (β).

Periodo de Retorno (Años)	Probabilidad de Retorno (%)	β
2.00	50.00	0.82
5.00	20.00	0.86
10.00	10.00	0.90
20.00	5.00	0.94
50.00	2.00	0.97
100.00	1.00	1.00
300.00	0.33	1.03
500.00	0.20	1.05
1,000.00	0.10	1.07

Fuente: Campaña, 2002.

Tabla 14. Valor de X según diámetro de partícula.

D (mm) "Diámetro partícula"	x	1/(x +1)
0.05	0.43	0.70
0.15	0.42	0.70
0.50	0.41	0.71
1.00	0.40	0.71
1.50	0.39	0.72
2.50	0.38	0.72
4.00	0.37	0.73
6.00	0.36	0.74
8.00	0.35	0.74
10.00	0.34	0.75
15.00	0.33	0.75
20.00	0.32	0.76
25.00	0.31	0.76
40.00	0.30	0.77
60.00	0.29	0.78
90.00	0.28	0.78

Fuente: Campaña, 2002.

➤ **Socavación en curvas:**

Para el cálculo de la socavación en tramos rectos se tiene en cuenta algunos factores como se muestra a continuación.

Ecuación 34. Tirante socavado en tramos curvas:

$$t_{max} = e * Dr \quad Dr = t$$

Ecuación 35. Altura de socavación:

$$Hs = ts - t \text{ ----- (35)}$$

Ecuación 36. Fuerza tractiva.

$$T = Y * R_H * S \text{ ----- (36)}$$

Donde:

γ = Densidad del agua.

R_H = Rarido de curvatura.

S = Pendiente de la curva.

Tabla 15. Valores de arrastre para materiales depositados en cauce del río.

Materiales	Diámetro (mm)	Tc (Kg /m2)
ordinaria de cuarzo	0.20 - 0.40	0.18 - 0.20
Arena ordinaria de cuarzo	0.40 - 1.40	0.25 - 0.30
Arena ordinaria de cuarzo	1.40 - 2.00	0.40
Suelo areno limoso	0.80 - 1.50	1.00 - 1.40
Grava rodada de cuarzo	0.50 - 1.50	1.45
Grava gruesa	4.00 - 5.00	4.80 - 5.00
Rocas Grandes	25.0 50.0	16.00 - 24.00

Fuente: Campaña, 2002.

2.2.5.5. Importancia del estudio:

Es de gran importancia realizar los cálculos hidráulicos ya que mediante ello podemos diseñar y dimensionar la estructura hidráulicamente.

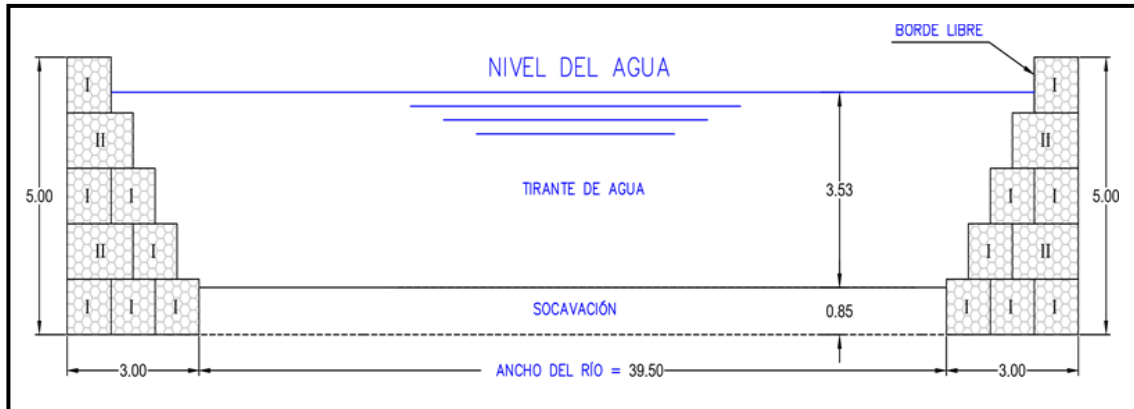


Figura 17. Diseño hidráulico.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

2.2.7. Diseño estructural:

El diseño de las defensas ribereñas debe estar bien definido estructuralmente logrando que la construcción no falle durante el transcurso del tiempo. Una estructura se identifica como fallida cuando es incapaz de cumplir sus funciones, es por ello que es necesario realizar estudios previos al diseño para establecer criterios que nos permitan utilizar los materiales adecuados y necesarios para la construcción. (Guía para proyectos de protección, 2006)

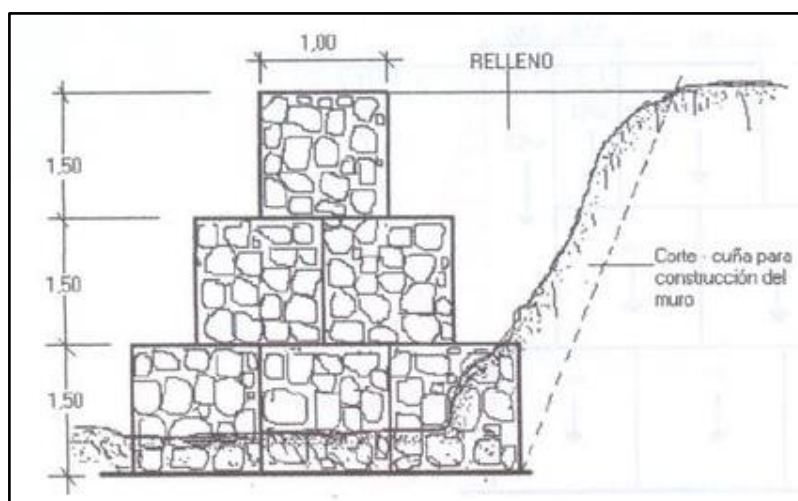


Figura 18. Detalle de un muro de gavión.

Fuente: Manual de diseño de gaviones.

2.2.6.1. Dimensionamiento:

Las dimensiones de cada bloque de los gaviones están estandarizadas bajo especificaciones técnicas, al contar con ello y con los datos obtenidos del diseño hidráulico se realiza el dimensionamiento del muro, seguidamente se le hace los siguientes análisis.

2.2.6.2. Análisis considerando empuje de terreno.

Dentro de este análisis existe dos casos para analizar (Manual de diseño de gaviones, 2013)

- En el primer caso es cuando la cara del muro de gavión está en contacto con el suelo, en ese sentido se refleja claramente el empuje activo hacia la cara de forma directa.

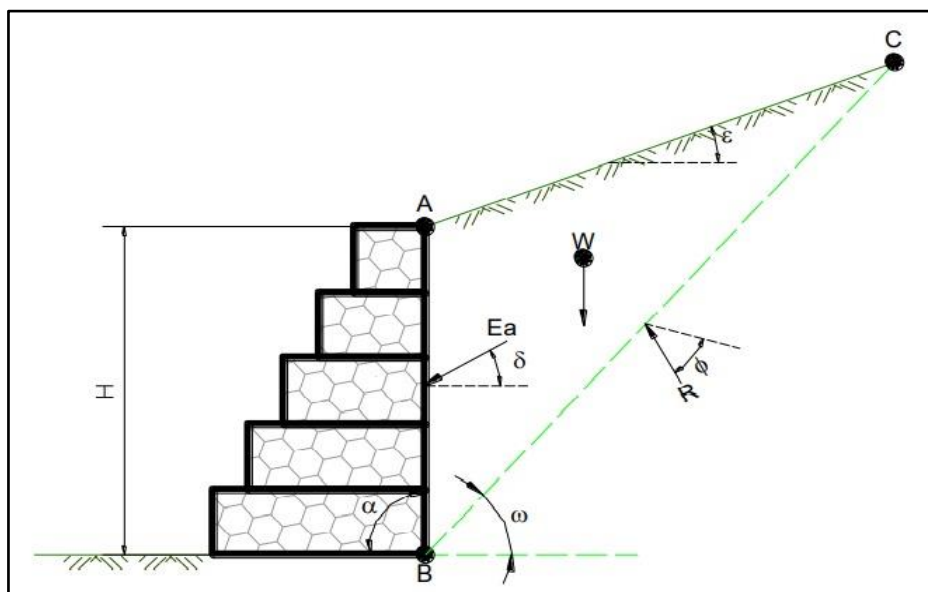


Figura 19. Análisis de empuje caso 1.

Fuente: Manual de diseño de gaviones.

- En el siguiente caso el muro de gavión está situado de manera escalonada, en la cual los escalones están en contacto con el suelo, en este caso la fuerza de empuje se da con ángulo de inclinación. El diagrama se muestra en la siguiente imagen.

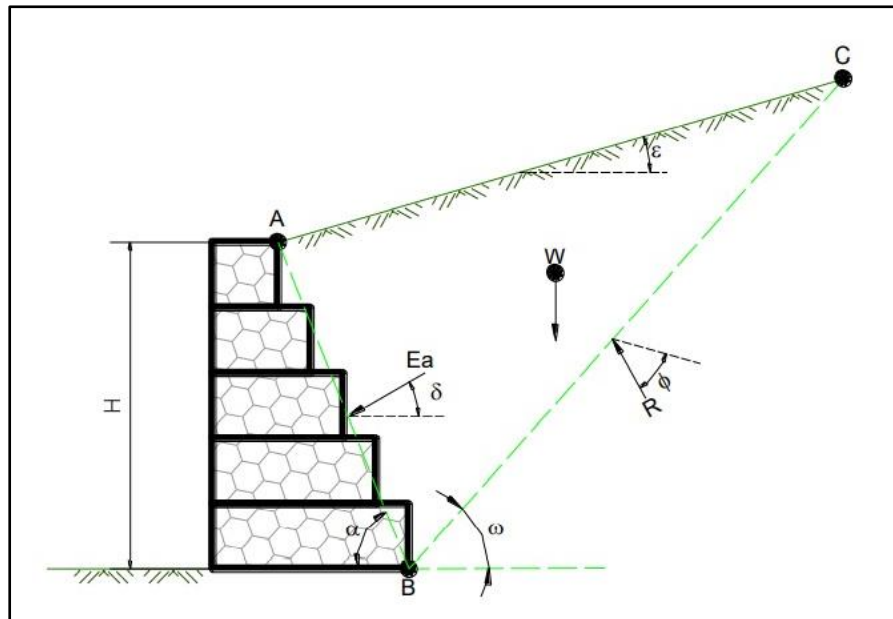


Figura 20. Análisis de empuje caso 2.

Fuente: Manual de diseño de gaviones.

- Gráficamente, el empuje que ejerce sobre la estructura toma la forma de un diagrama triangular con dirección hacia el muro de gavión, mientras que el empuje generado por la cohesión del material de relleno toma la forma de un diagrama rectangular con dirección hacia la tierra.

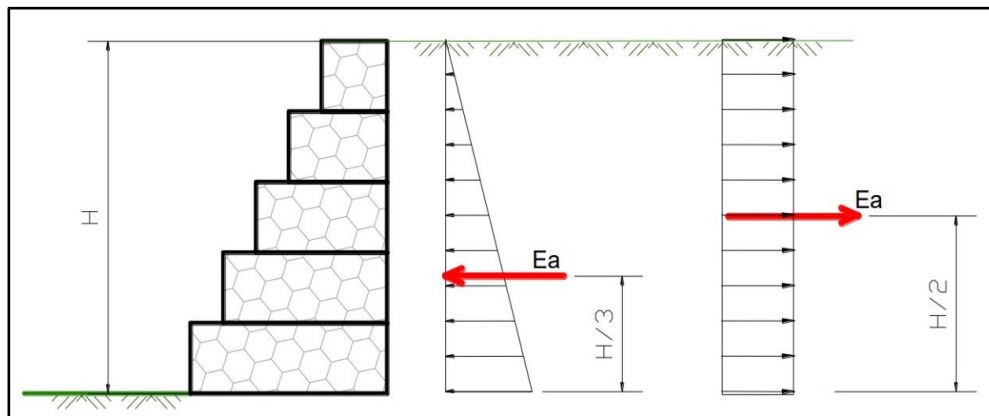


Figura 21. Fuerza de empuje.

Fuente: Manual de diseño de gaviones.

2.2.6.3. Cálculo del peso:

Para realizar el cálculo del peso de la estructura primero se calcula de forma independiente en cada nivel, de igual manera para el cálculo del momento

estabilizante que esto se da en un punto determinado, y para la ubicación del centro de gravedad se da en función del tamaño del bloque de cada nivel y para la ubicación del centro de gravedad total de la estructura se determina mediante cálculos. (Manual de diseño de gaviones, 2013)

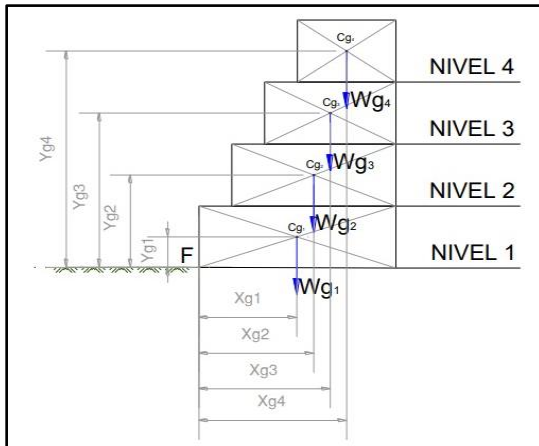
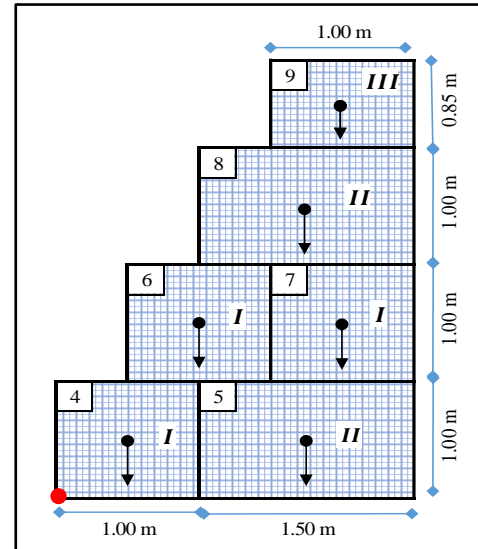


Figura 22. Diagrama de cálculo del peso.

Fuente: Manual de diseño de gaviones.



2.2.6.4. Verificación de estabilidad contra el deslizamiento.

El fenómeno de deslizamiento se da en la estructura cuando la resistencia frente al deslizamiento en todo el largo de la base del muro de gavión, aumentado el empuje pasivo, no es lo suficiente para confrontar el empuje activo. para ello dentro del análisis de la estructura se establece factores de seguridad contra el deslizamiento, en la que se recomienda dos valores que dependen del tipo de suelo, siendo $f_d \geq 1.5$ cuando es un suelo no cohesivo y $f_d \geq 2,0$ suelo cohesivo.

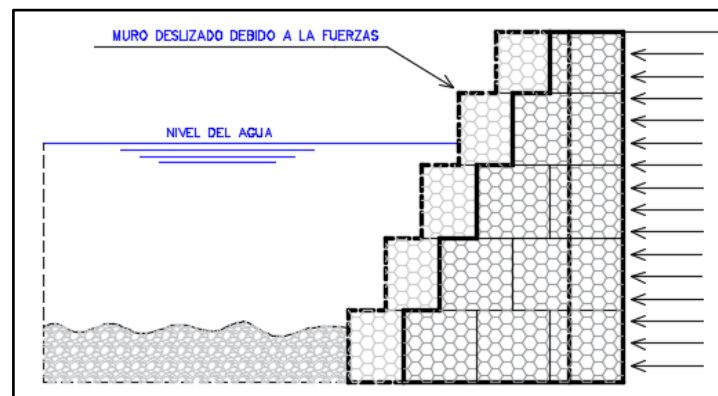


Figura 23. Simulación de deslizamiento.

Fuente: Manual de diseño de gaviones.

2.2.6.5. Verificación de estabilidad por volcamiento.

La verificación por volcamiento de la estructura de un gavión ocurre cuando el valor de su momento de empuje activo en función a un punto inicial localizado en el pie del muro es superior al valor de del momento de su propio peso de la estructura sumando el empuje pasivo. El punto inicial es llamado punto de giro. Se sugiere considerar $F_t \geq 1,5$ como valor mínimo de seguridad.

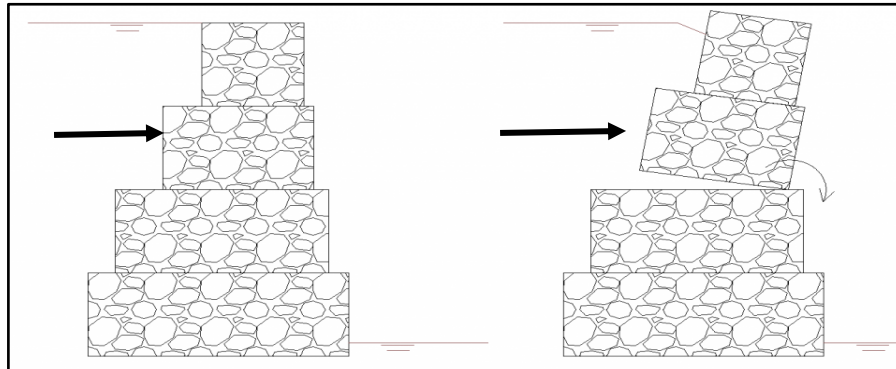


Figura 24. Simulación del volcamiento.

Fuente: Manual de diseño de gaviones.

2.2.6.6. Verificación de presiones.

La verificación por presiones es muy necesaria ya que está ligada con las fuerzas aplicadas en la base por la estructura de gavión para ello es importante que estas presiones deben ser inferiores a la capacidad de carga del suelo.

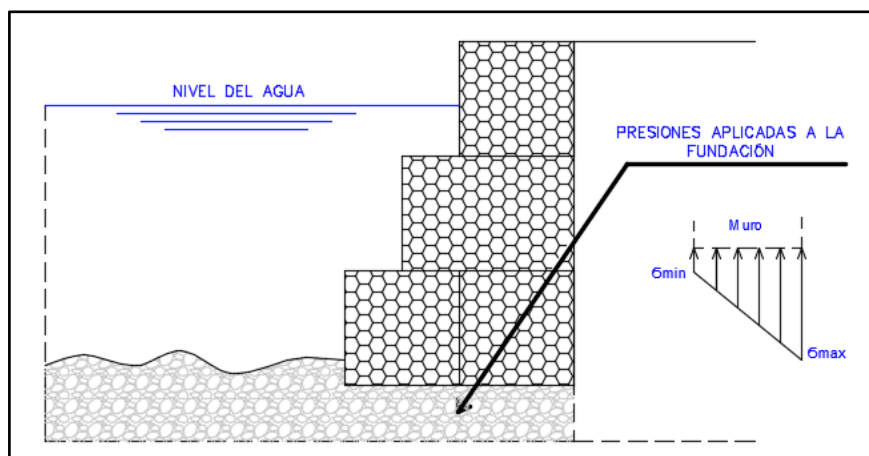


Figura 25. Presiones que ejerce la fundación.

Fuente: Manual de diseño de gaviones.

III. METODOLOGÍA:

3.1. Tipo, enfoque y diseño de investigación:

3.1.1. Enfoque de investigación.

El enfoque de dicha investigación hace referente a un cuantitativo con un método deductivo porque se centra en una sola variable, el cual se basa en la presentación de cálculos para un diseño adecuado de una defensa ribereña. Así mismo el enfoque cuantitativo intenta encontrar la realidad objetiva, estudiando las cantidades complejas y fenómenos derivados de la muestra (Bell,2005).

3.1.2. Tipo de investigación

3.1.2.1. Tipo de investigación por el propósito.

La presente investigación es de tipo aplicada, por la que no se crearán nuevos conocimientos, sino se aplicarán los conocimientos existentes, ya que para el análisis se utilizarán el manual de gaviones, guía metodológica para proyectos de protección contra inundaciones, así mismo el manual de criterios para el diseño de estructuras hidráulicas, los cuales son de gran importancia para diseñar un correcto diseño permitiendo solucionar el problema (Gómez, 2012).

3.1.2.2. Tipo de investigación por el diseño.

La investigación es no experimental debido a que no hay manipulación de la variable, ya que se tiene una sola variable y es descriptiva por lo que se llegará a describir los diferentes estudios que son necesarios previos al diseño de la estructura, además las investigaciones descriptivas consisten en la observación y la descripción del comportamiento del sujeto sin llegar a interferir de ninguna forma. (Mireles,2015)

3.1.2.3. Tipo de investigación por el nivel.

La investigación es considerada de nivel descriptivo, debido a que solo llega a describir las observaciones, mediciones, procesos y resultados sobre la variable de estudio, la cual permita y realice un adecuado diseño de la estructura. En esta investigación se detallan los datos y características de la población de estudio (Hernández, 2018).

3.1.3. Diseño de investigación

La presente investigación fue considerada no experimental, ya que no se manipuló la variable de estudio. Así mismo es transversal porque los datos se recogieron una sola vez para realizar el diseño y el cálculo estructural del muro de gavión y es descriptiva porque se describen los hechos en base a la realidad existente de la zona de estudio, sin ninguna modificación.

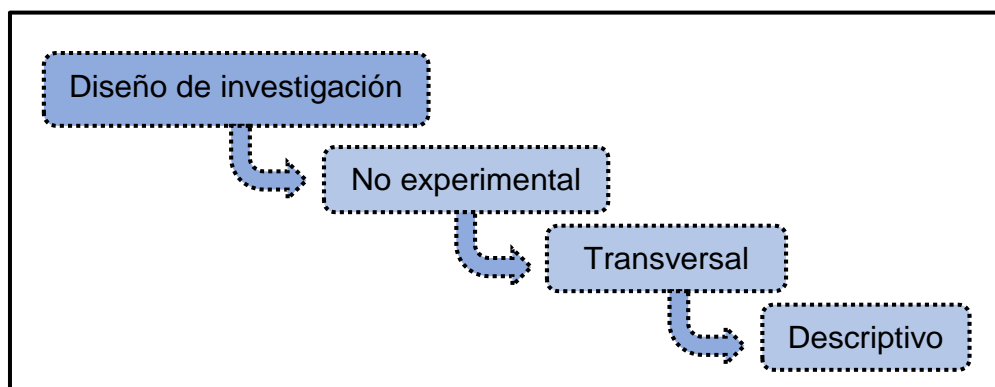


Figura 26. Diagrama del diseño de investigación.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Tabla 16. Esquema del diseño transversal.

Estudio	T
M	O

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Donde:

M: Zona donde se ejecutó los estudios del proyecto: río Lacramarca, tramo Jorge Chávez - los Pescadores, Provincia de Santa, Departamento de Ancash.

O: Diseño.

3.2. Variables y operacionalización.

3.2.1. Variable.

El diseño de defensa ribereña está relacionado con el dimensionamiento y el detalle de la representación gráfica de forma geométrica de los elementos de

la estructura, diseñados bajo los parámetros establecidos en las normas vigentes, el cual nos garantiza que cumplirá con el periodo de vida útil de la estructura. (Manual: diseño y construcción DR, 1998).

3.2.2. Matriz de clasificación de variables.

Tabla 17. Identificación de las variables.

IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN					
Variable	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensiones	Forma de medición
Diseño	Independiente	Cuantitativa	Razón	Multidimensional	Indirecta

Fuente: Elaboración propia de los autores.

3.2.3. Matriz de operacionalización de variables. ([Anexo 3.1](#))

3.3. Población, muestra y muestreo.

3.3.1. Población:

El tramo Jorge Chávez - los Pescadores, río Lacramarca, Provincia de Santa, Departamento de Áncash, 2021.

3.3.2. Muestra:

La muestra está conformada por cinco tramos en cada margen del río Lacramarca que carecen de defensa ribereña. En ([Anexo 8](#)) se presenta las coordenadas de cada tramo de estudio por el margen del lado izquierdo que cuenta con una longitud de 4.775 km y por margen del lado derecho que cuenta con una longitud de 5.285 km, adquiriendo una longitud total de 10.060 km.

3.3.3. Muestreo:

Se eligió por medio de juicio de expertos mediante un análisis de riesgo, ya que en los tramos escogidos presentan puntos críticos, donde se pueda dar un desbordamiento del río ([Anexo 7.2](#)).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos y validez.

3.4.1. Técnicas:

- Para la recolección de datos se utilizará como técnica a la observación por lo que es primordial para obtener la información de los estudios indispensables como es el levantamiento topográfico. Según Behar (2008) menciona que el marco metodológico de recogimiento de los datos está establecido con el método de la observación (p. 55)
- Así mismo se empleará la técnica de análisis documental, por lo que se analiza información hidrometeorológica, normas, libros, revistas, expedientes de las construcciones realizadas en la zona de estudio y artículos científicos, con los cuales se desarrollará el estudio hidrológico y los estudios de suelos previo al diseño de la defensa ribereña.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos:

Para el desarrollo del proyecto de investigación se utilizó instrumentos de recolección de datos que permitirán analizar y evaluar, para ello se utilizó:

- **Guía de observación:** Se obtuvo al realizar el levantamiento topográfico el cual viene a ser la libreta de campo. ([Anexo 4.1](#))
- **Ficha resumen N° 1:** Se usó para recopilar datos existentes del estudio de suelos extraendo datos de expedientes técnicos ([Anexo 4.2](#)).
- **Ficha resumen N° 2:** Se empleó para obtener datos de las precipitaciones ocurridas en la cuenca de estudio ([Anexo 4.3](#)).

3.4.3. Validación de los instrumentos:

Los instrumentos de recolección de datos para el presente proyecto de investigación deben ser evaluados y a la misma vez validados por personal técnico especialistas que se desempeñen o estudios relacionados acorde al proyecto de investigación, así validos mediante normas ([Anexo 5](#)).

- **Guía de observación:** Para la recolección de datos los instrumentos fueron validados por el ingeniero especialista Herrera Viloche Alex Arquímedes identificado con CIP: 63256, así como también por otros especialistas.
- **Ficha resumen N°1 y N°2:** Fueron evaluados y validados por los ingenieros antes mencionados.

Tabla 18. Instrumentos y validaciones:

Etapas de la investigación	Instrumentos	Validación
Topografía	Guía de observación	- Certificado de calibración. - Juicio de experto.
Estudio de suelos	Ficha de resumen N°1	- Norma ASTM - Norma E-0.50 - Juicio de experto
Estudio hidrológico	Ficha de resumen N°2	- Entidad (Senamhi) - Juicio de experto
Diseño hidráulico	-----	- Guía Metodológica para Proyectos de Protección y Control de Inundaciones en Áreas Agrícolas o Urbanas. - Juicio de experto.
Diseño estructural	-----	- Manual de diseño de gaviones. - Juicio de experto.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

3.4.4. Confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos:

La confiabilidad de los instrumentos a utilizar viene a ser los siguientes:

- **Guía de observación:** La confiabilidad de los instrumentos que se utilizaran para el levantamiento topográfico será mediante el respaldo por el certificado de calibración ([Anexo 5.4](#)).

- **Ficha resumen N°1:** Se obtendrá los datos del tipo de suelo en el cual se va a realizar el diseño, lo cual se extraerá de expedientes técnicos que se hayan o se estén ejecutando en la zona de fluencia, los datos son fiables ya que fueron realizados bajo parámetros de la norma ASTM y E-050 brindándonos una confiabilidad. Documentos que fue brindado por el (ANA) Autoridad Nacional del Agua ([Anexo 5.5](#)).

- **Ficha resumen N°2:** Se aplicará para extraer información como son los datos pluviométricos de las estaciones de la ciudad de Chimbote, las cuales se obtendrán mediante la información proporcionada por su página de la entidad del Senamhi brindando datos verídicos y confiables ya que se encargan de estos estudios meteorológicos e hidrológicos.

3.5. Procedimientos:

Los procedimientos para el desarrollo del presente proyecto de investigación se muestran en siguiente esquema. ([Figura 27](#))

➤ **Procedimientos.**

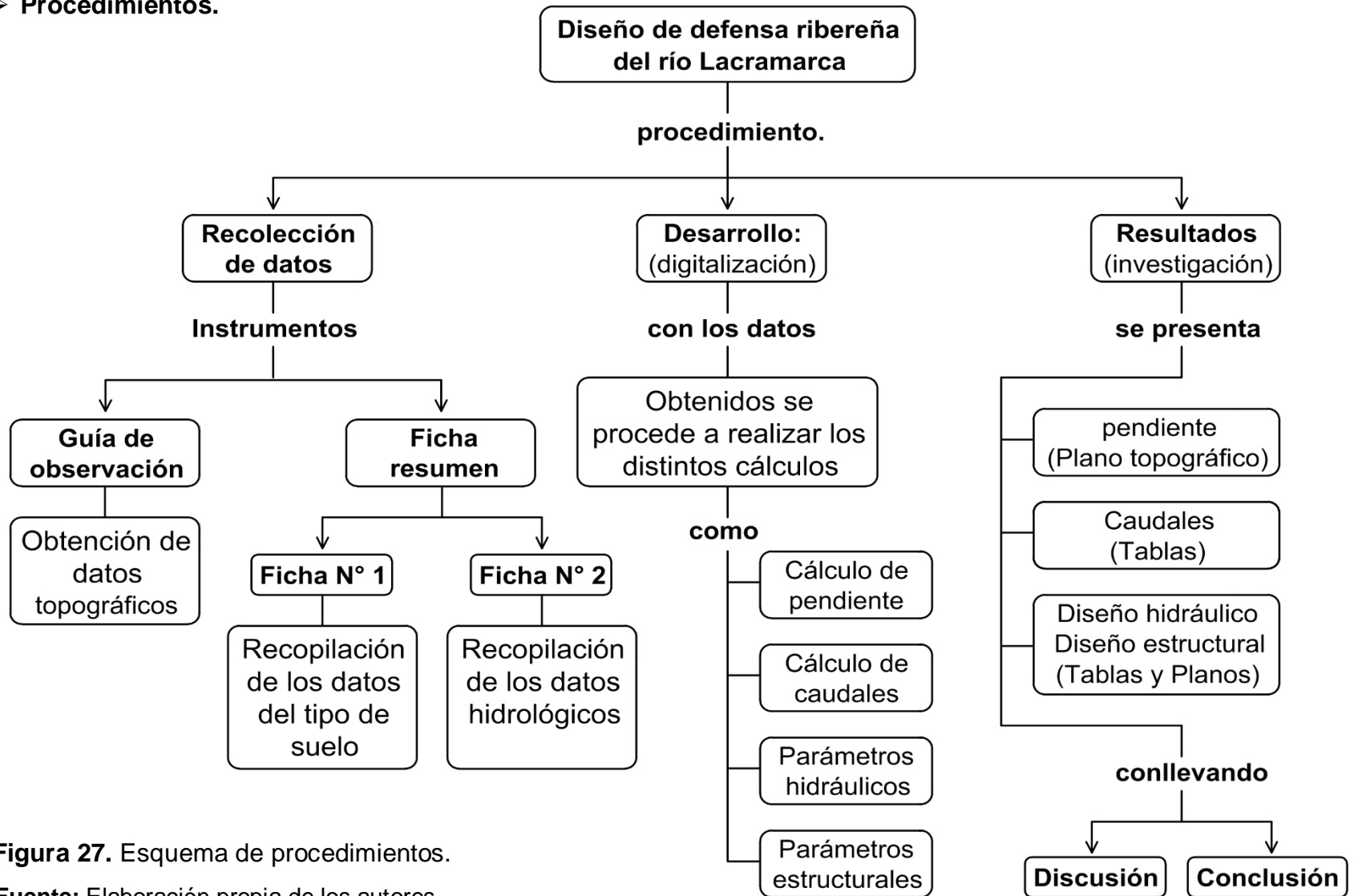


Figura 27. Esquema de procedimientos.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

El procedimiento de la presente investigación consta de un estudio puntual en campo, en el cual se obtienen datos para luego realizar trabajo de gabinete obteniendo resultados de la investigación.

3.5.1. Diseño de defensa ribereña:

Estas estructuras son de gran importancia debido a que son obras prevención de riesgo ante desastres naturales, como desbordamiento de ríos, para llevar a cabo un diseño de esta estructura se requieren de estudios previos como, el estudio hidrológico, topográfico y el estudio de suelos estos estudios no pueden faltar en ningún tipo de proyecto ya que son la base de todo proyecto, a partir de ello se realiza cualquier diseño.

El diseño de la defensa ribereña se realiza en función al manual de diseño de gaviones, en la que rige los parámetros con los que se debe diseñar de forma estructural. Así mismo se utiliza la guía metodológica para proyectos de protección el cual también nos brinda parámetros para el diseño de forma hidráulico, es por ello que se realiza en función de estas.

3.5.1.1. Recolección de datos:

Para la recolección de datos se hace uso de los instrumentos de evaluación los cuales son:

- **La guía de observación:** Viene a ser la libreta de campo que se utiliza para el levantamiento topográfico de la zona de estudio, datos muy relevantes para que se pueda efectuar el diseño ya que servirá para poder realizar los planos correspondientes al diseño de los cuales se debe determinar el perfil y las secciones del río en cada uno de los tramos, debido que al tratarse de una estructura de defensa ribereña se debe de tener en cuenta los caudales ya que mediante ello se dimensiona la estructura. Los datos obtenidos del levantamiento topográfico se muestran en el ([Anexo 4.4](#)).
- **Ficha resumen:** Se ha elaborado dos fichas para obtener datos como son los datos pluviométricos y el tipo de suelo, estas fichas se diferencian por el número y estas son:

- ✓ **Ficha resumen N° 1:** Este instrumento se elaboró de acuerdo a los datos que se requiere para el diseño de la defensa, como obtención del tipo de suelo de la zona de estudio, datos esenciales que se extrae del expediente técnico “estudio de suelos con fines de drenaje, valle santa - Lacramarca” y del proyecto “zonificación sísmica – geotécnica de la ciudad de nuevo Chimbote provincia de santa – departamento de Áncash” documentos brindados por la identidad del ANA, la información correspondiente de los documentos se pueden apreciar en el ([Anexo 4.5](#)).

- ✓ **Ficha de resumen N° 2:** Está diseñada para poder extraer los datos meteorológicos que nos proporciona la página del Senamhi entidad encargada de los estudios meteorológicos e hidrológicos, con este instrumento se obtiene las precipitaciones máximas anuales las cuales sirven para que se realice el cálculo de las intensidades, caudales. Los datos obtenidos se muestran en el ([Anexo 4.6](#)).

3.5.1.2. Trabajo en gabinete:

Después de haber obtenido los datos básicos se realiza los cálculos correspondientes los cuales son:

- Estudio topográfico, al realizar el levantamiento topográfico se obtiene las coordenadas de la zona de fluencia, con las cuales se realizará los planos correspondientes y a la vez se obtendrán las longitudes para el diseño de la defensa ribereña, otro punto resaltante que se obtiene mediante este estudio es las secciones donde nos permite conocer el ancho del río, la que nos permite dimensionar, así mismo podemos evidenciar los puntos críticos donde se requiere el diseño de la estructura.

- Los cálculos Hidrológicos conllevan a la obtención de las intensidades de precipitaciones, datos esenciales para calcular los caudales, con los que se analizará y se llegará a la determinación de la altura del muro de gavión.

- Para realizar el diseño hidráulico se requiere los datos de los estudios antes

mencionado en donde interviene el ancho del río que se calcula a partir del estudio topográfico, así mismo el tipo de suelo, esta información nos brinda el estudio de suelos, otro dato que es necesario es el cálculo del caudal, estos datos permitirán realizar un diseño adecuado de la estructura que logrará satisfacer la demanda hídrica.

- El diseño estructural se realiza a partir de los datos de los estudios realizados los cuales son importantes porque nos permitirá dimensionar los elementos de la estructura obteniendo así las dimensiones totales del muro del gavión, las cuales deben de cumplir con la verificación por deslizamiento y volteo en la que intervienen las normas mencionadas anteriormente.

3.5.1.3. Resultados en la investigación:

Los resultados se obtendrán mediante el análisis de los instrumentos de recolección de datos lo cual nos llevará a la discusión y conclusión:

- **Discusión:** Habiéndose hecho el análisis en gabinete, la discusión de los resultados se realizará con otras investigaciones de la misma línea de investigación.
- **Conclusión:** Las conclusiones se redactan de acuerdo a los resultados obtenidos manteniendo una secuencia con los objetivos realizados en el presente proyecto.

3.6. Método de análisis de datos.

Una vez que se obtiene los datos del lugar de estudio la información es procesada por medio de fórmulas establecidas, gráficos como también con el uso de los siguientes programas:

- **ArcGIS:** Se utilizó para la delimitación de la cuenca por medio de las cartas nacionales, obteniendo el área y la longitud del cauce.
- **Excel:** Se usó para determinar los cálculos determinando caudales y periodos de retorno y respectivos gráficos, así para los cálculos del diseño.

- **Civil 3D:** Nos permitió Procesar los datos de la topografía para llegar obtener el perfil y las secciones transversales de cada tramo donde se realizará el diseño. Así como también plasmar el diseño en planos.
- **Word:** Se utilizó para la redacción del informe de investigación.

Estos programas nos facilitan en el procesamiento de la información, así como también en la forma de presentación, por ejemplo, mediante el programa Excel se puede obtener los resultados más rápido, ya que lo realiza digitalmente y a su vez tiene la función de representar gráficamente los valores, los cuales se utilizarán en el desarrollo del proyecto, los gráficos que se utilizarán son el diagrama de barras y los gráficos de líneas para los distintos resultados.

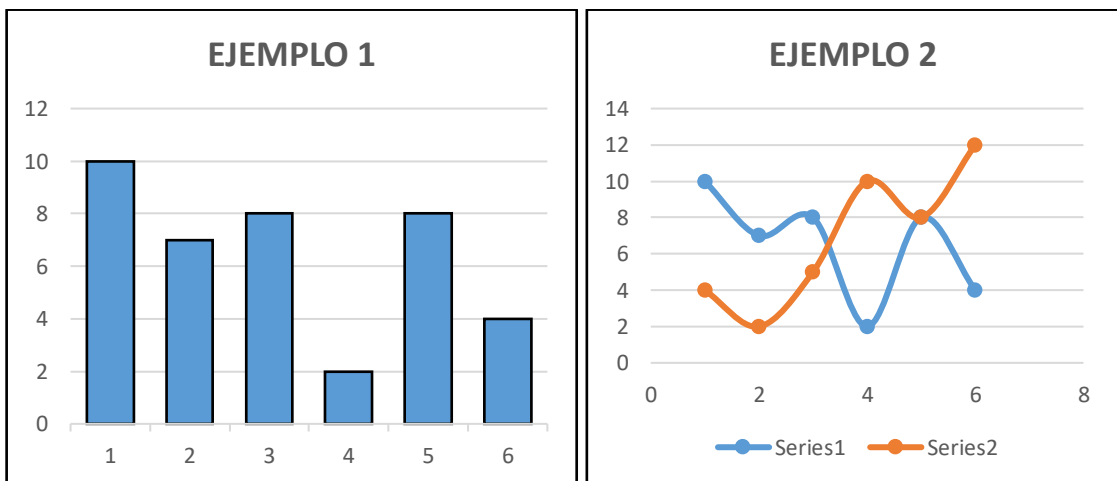


Figura 28. Ejemplo de diagrama de barra y grafico de líneas.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

3.7. Aspectos éticos.

El presente proyecto de investigación se hizo referencias a tesis, artículos, normas e investigaciones de fuentes confiables y verídicas, brindando confianza por lo que fueron citadas y referenciadas de acuerdo a la Norma ISO 690 dando énfasis al reconocimiento de los trabajos de otros profesionales. Cabe resaltar que el presente proyecto demostrará su originalidad mediante el programa turnitin donde fue ejecutado con total transparencia, el cual nos da como resultado de similitud de un 20%, siendo menor del 25% por ende se da conformidad y se muestra que respeto la ética moral en todo sentido ([Anexo 9](#)).

3.8. Desarrollo del proyecto de investigación:

3.8.1. Estudios Topográficos

3.8.1.1. Generalidades.

Para realizar el diseño de la defensa ribereña se hizo un levantamiento topográfico, donde se recaudaron datos para la generación de curvas de nivel. El levantamiento topográfico fue de manera directa y para ello se utilizó instrumentos topográficos como: la Estación Total y un GPS Móvil Navegador, además de ello una guía de observación donde se ubicaron todos los puntos con su respectivas coordenadas UTM y elevaciones; puntos que fueron registrados al software Microsoft Excel, para posteriormente ser exportados al software civil 3D, en donde finalmente se generaron las curvas de nivel.

3.8.1.2. Objetivo.

El siguiente estudio se realizó con el propósito de determinar el relieve de la superficie tanto en altimetría y planimetría para representar gráficamente en planos topográficos, las que nos permitió conocer a detalle las pendientes, las dimensiones del cauce, así como también la ubicación de los puntos críticos donde puedan ocurrir un desbordamiento, datos importantes para el planteamiento del diseño del proyecto.

3.8.1.3. Ubicación.

EL lugar de estudio se encuentra ubicado en el departamento de Ancash, provincia de Santa, Distrito de Chimbote, entre el tramo Jorge Chávez hasta la calle los Pescadores del rio Lacramarca.

El área de estudio esta geográficamente referenciado, por las siguientes coordenadas con un punto inicial. Este: 768584.092, Norte: 8990254.284 referenciando al Km 0+000 a medio kilómetro de la playa aguas frías, y finalizando en las coordenadas Este: 769111.963, Norte: 8996880.011 del Sistema UTM, zona 17 Sur, en el Km 7+420 en la prolongación de la calle Jorge Chávez.



Figura 29. Ubicación del tramo de estudio.

Fuente: Google Earth Pro.

3.8.1.4. Reconocimiento de la zona

Para realizar dicho estudio primeramente se procedió a reconocer el área de estudio, con la finalidad de constatar si el sector es accesible para el traslado del equipo topográfico, así como también percibir las condiciones climáticas evitando posibles errores sistemáticos durante la recolección de datos; la que nos permitió establecer horario programando las actividades para realizar el trabajo. En el estudio se tuvo como área de intervención el cauce del río Lacramarca, durante el reconocimiento se logró encontrar los hitos ubicados a lo largo del río. Como también puntos expuestos a inundaciones. Información que nos permitió tener en cuenta para la realización del levantamiento topográfico, que a continuación se menciona, se evidencia en el ([Anexo 7. Panel fotográfico](#)).

- ✓ Seleccionar el tipo de levantamiento según la accesibilidad.
- ✓ designar los posibles puntos en la que podríamos ubicar las estaciones.
- ✓ Definir puntos de referencia para levantamiento topográfico

- ✓ Ubicación del Tramo donde se realizará el proyecto.
- ✓ Definir el límite del área, a realizar el levantamiento.

3.8.1.5. Metodología de trabajo.

A. Trabajo en campo:

En el levantamiento topográfico se contó con personal de tal manera que se realice en menos tiempo, así como también equipos topográficos y materiales. Así mismo de acuerdo a su forma del terreno se seleccionó el método taquimétrico, mediante poligonal abierta y la radiación.

➤ Personal.

El personal que participo en el levantamiento topográfico fueron los siguientes:

- ✓ Tesistas. (02)
- ✓ Técnico en topografía (01)
- ✓ Ayudantes (02)

➤ Equipos:

En el levantamiento topográfico, se utilizaron equipos topográficos como:

- ✓ Estación Total. (01)
- ✓ GPS Navegador. (01)
- ✓ Primas circulares reflectantes. (02)
- ✓ Trípodes de aluminio. (01)
- ✓ Radios Motorola. (05)
- ✓ Calcula hp prime. (01)

➤ Materiales:

- ✓ Wincha de 60 m (01)
- ✓ Wincha de 5 m (01)
- ✓ Corrector (05)



En el área de estudio se obtuvo una data de 1229 puntos dentro de una longitud de 7.420 km.

➤ **Puntos de georreferenciación.**

Red de Apoyo Altimétrico.

El área de estudio está conformada por una superficie llana y ondulada por lo que mediante el reconocimiento de campo se logró establecer la ubicación más apropiada de los puntos de referencia (BMs) las que fueron georreferenciadas con sus respectivas elevaciones.

Tabla 19. Puntos de control BMS.

PUNTOS DE CONTROL BMS				
FUENTE:				INSTITUCION
Proyecto: Diseño de densa ribereña Río Lacramarca Instrumento: GPS (Mobile Topographer) Zona UTM: 17 Sur Sistema de referencia: WGS 84				
PUNTO	COORDENADAS		ELEVACION	DESCRIPCIÓN
	NORTE	ESTE		
1	8990336.834	768570.103	3.20	A1
2	8990413.641	768754.371	4.51	A2
3	8990730.926	768889.675	6.40	A3
4	8991350.965	768830.718	8.80	A4
5	8992059.548	769310.129	11.20	A5
6	8992742.097	769666.951	12.90	A6
7	8993773.685	769290.616	14.80	A7
8	8994626.723	768911.609	15.63	A8
9	8995500.505	768613.507	22.05	A9
10	8995948.401	768577.273	26.23	A10
11	8996476.265	768764.654	26.87	A11
12	8997003.299	769040.696	23.80	A12

Fuente: elaboración propia de los autores.

B. Trabajo de gabinete

Al culminar la recolección de datos en el campo seguidamente se pasó al trabajo computacional en la que se realizó la exportación de la data obtenida por estación total y el GPS, la cual nos brindó un archivo de formato de tipo (txt), esta contiene todos los puntos del levantamiento, con sus respectivas coordenadas y su descripción. Por lo antes mencionado, al procesar dicha información con la ayuda de programa “Civil 3D”, se logró obtener la información.

➤ **Procesamiento de la información de campo y dibujo de planos.**

El procesamiento de los datos se realizó mediante el software AutoCAD Civil 3D, configurándola para el sistema WGS 84 Zona 17S para luego ser importada los datos obtenidos de la estación total, una vez realizada la importación se procedió a la generación de la malla TIN, seguidamente se hace la interpolación generando la superficie del terreno representada por las curvas de nivel. Posteriormente, el dibujo es completado mediante la edición grafica de información, para ser presentada en:

- a. **Plano Topográfico:** Donde se representa el levantamiento planímetro, con curvas mayores a cada 2.00 m, y las menores cada 0.40 m y se encuentra dibujado a una escala de 1:2000 donde se aprecia las progresivas, eje del río, ancho del cauce
- b. **Perfil longitudinal:** Definido el eje del cauce y luego se procedió a elaborar el perfil longitudinal considerando el fondo del río con finalidad de obtener la pendiente. El cual fue dibujado en una escala vertical de 1:100 y escala horizontal 1:2000.
- c. **Secciones transversales:** Se Trazó a cada 20 m para constatar el ancho de la sección, y la forma de los márgenes del río. Estas se dibujado en escala de 1:2000.

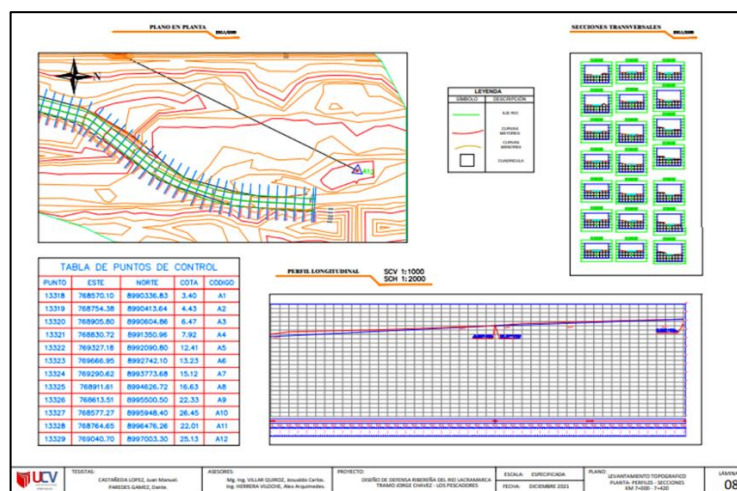


Figura 30. Ejemplo de plano topográfico.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

3.8.1.6. Análisis de resultados:

El procedimiento que se dio a los datos, nos permitió, lograr lo que se describe a continuación:

- ✓ De acuerdo al estudio realizado se determinó que su orografía es llana enmarcada dentro de un rango de cero por ciento a diez por ciento de sus pendientes.

- ✓ De acuerdo al análisis en campo, se llegó a determinar que el área de estudio cuenta con una longitud total de 7.420 kilómetros, de las cuáles se evaluó la zona llegando a una conclusión que el diseño de la defensa ribereña se realizara en ciertos tramos que tienen puntos críticos contando con una longitud total de 10.060 kilómetros. El punto de partida tiene una elevación de 2.10 msnm y finalizando en una elevación de 24.62 msnm, mediante las cartas nacionales se a determinar que se encuentra en la zona 17 Sur. Mediante la realización del perfil longitudinal se obtuvo una pendiente de 1.25 % y con la obtención de las secciones se pudo observar que el cauce del río tiene diferentes anchos, con todo lo obtenido nos sirvió para el diseño de la defensa ribereña.

3.8.2. Estudio de mecánica de suelos

3.8.2.1. Generalidades

Como parte del proyecto “Diseño de defensa ribereña del río Lacramarca”, es necesario determinar las características y propiedades mecánicas del suelo donde se va a plantear el diseño de la estructura de protección.

Para la presente investigación se tuvo como referencia los datos obtenidos del estudio de mecánica de suelos del expediente técnico “estudio de suelos con fines de drenaje, valle santa - Lacramarca” ([Anexo 6.1](#)), debido a que se realizó calicatas con el fin de determinar las características del suelo para el diseño y construcción de obras hidráulicas como canales, así como también para ver el drenaje del suelo. Este estudio se dio en el valle Lacramarca en el cual se tomó en cuenta las calicatas más cercanas a los

tramos donde se realizará el diseño de la defensa ribereña. El presente estudio lo realizó el ANA, en donde el expediente técnico tiene calicatas con una denominación específica para identificarlas. Según su ubicación, tal es el caso de la calicata 4 donde se le denominó como k-32 y se ha considerado para el cálculo del cuarto tramo, la calicata 2 se le denominó como k-26 y se ha considerado para el segundo tramo, ambas calicatas se consideraron para los tramos del margen izquierdo y derecho.

Así mismo, se tuvo como referencia los datos obtenidos del estudio de mecánica de suelos del proyecto “zonificación sísmica – geotécnica de la ciudad de nuevo Chimbote provincia de Santa – Departamento de Áncash (comportamiento dinámico del suelo)” ([Anexo 6.2](#)) de las cuales se tomaron en cuenta 3 calicatas, las más cercanas hacia los tramos donde se realizará el diseño. Las calicatas de este proyecto tienen una denominación propia para su identificación. Como es el caso de la calicata 1 donde se denomina como Ch-14 y ha sido considerado primer tramo del margen izquierdo, la calicata 3 se le denominó como Ch-13, en la cual fue considerado para el tercer tramo margen izquierdo como también del margen derecho, y la calicata 5 como Nv Ch-01 y ha sido considerado para el cálculo del tramo uno del margen derecho.

Dicha información nos permitió conocer las características de esfuerzo y deformación, proporcionando los parámetros para la estimación de la socavación y análisis de estabilidad de las estructuras a diseñar. Para la identificación de los tramos críticos del río se tomó en cuenta las características del terreno y secciones transversales que se obtuvo del levantamiento topográfico, donde se pudo evidenciar los tramos que cuentan zonas críticas, donde se detalla la ubicación de las calicatas y las características del suelo en los distintos tramos.

3.8.2.2. Objetivo:

Este estudio se buscó con la finalidad de determinar las diferentes características mecánicas del suelo.

3.8.2.3. Metodología del trabajo:

A. Trabajo en campo:

Se considera el trabajo en campo al buscar que nos puedan proporcionar la información lo que se recurrió al PSI de la ciudad de Chimbote, y a la misma vez se consultó en el área de obras de la municipalidad del distrito de Chimbote. Llegando a la conclusión que no se obtuvo por esos medios los expedientes. Los estudios fueron brindados por la autoridad nacional del agua (ANA).

B. Trabajo de Gabinete

Corresponde a la evaluación de la información obtenida del expediente técnico y del proyecto ya mencionado, recopilando los datos necesarios para el diseño de la defensa ribereña.

Para ello se utilizó el instrumento de recolección de datos, donde se extrae el cuadro resumen de la clasificación de suelo de las 5 calicatas que se han tomado para así obtener las distintas características del suelo.

3.8.2.4. Ubicación de las calicatas.

En la ([Figura 31](#)) se muestran la ubicación de las calicatas denominadas según los estudios que se tomaron como referencia para este proyecto.

Así mismo en la (Tabla 20) se muestra las coordenadas de cada uno de las calicatas, con su respectiva elevación:

Tabla 20. Coordenadas de la ubicación de las calicatas.

Descripción	Profundidad	Coordenadas		Cota	Nivel Freático
		Norte	este		
Ch -14	1.35	8991110.52	768363.62	3.0	1.35
Ch-13	1.50	8992964.05	768979.77	9.0	1.50
NvCh - 01	1.60	8990887.96	769483.46	5.0	1.50
K -26	2.00	8991417.19	769984.42	6.0	1.65
K- 32	1.70	8996557.37	768236.79	19.0	No presenta

Fuente: Estudios brindados por el ANA.

A continuación, se muestra la ubicación de las distintas calicatas tomadas de los estudios ya mencionados, de las cuales se consideró las más cercanas a los tramos de estudio.

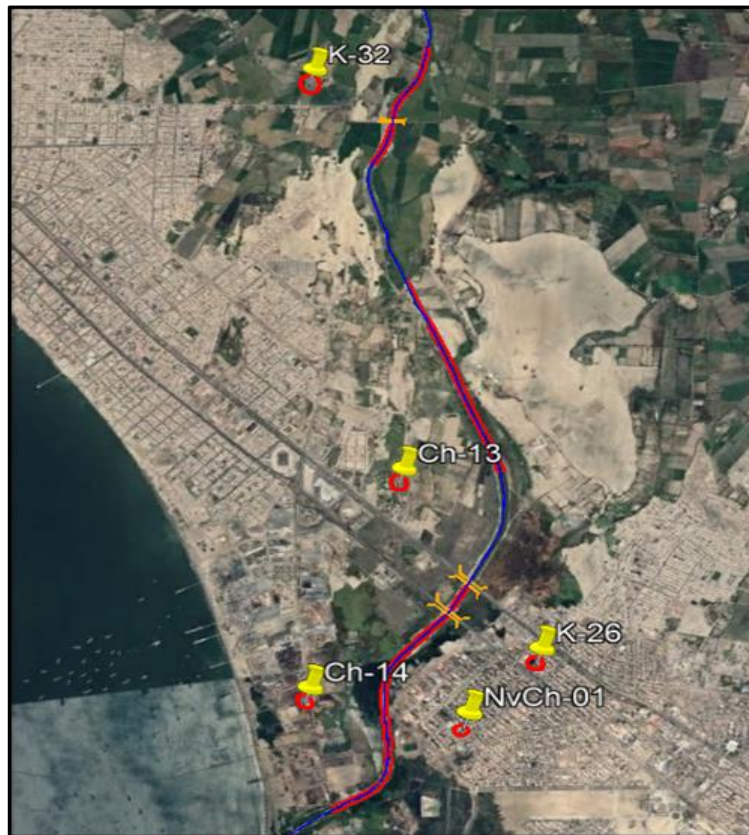


Figura 31. Esquema de calicatas.

Fuente: Google Earth Pro.

3.8.2.5. Descripción de las Calicatas.

➤ Tramo 1 margen izquierdo: Progr (0 + 00.00 km - 1 + 970.00 km)

1. Calicata Ch-14.

Presenta un mismo estrato hasta 1.35 m. de profundidad, constituido por una arena pobremente graduada según la clasificación SUCS es un suelo "SP". Se encuentra con un contenido de humedad de 3.07 %, y con un nivel freático de 1.35 m de profundidad. Así como también se encontró la capacidad de carga admisible de 1.30 kg/cm², y con un ángulo de fricción interna del suelo de 26.35°, mediante ello se obtuvo los factores de capacidad de carga: $N_c = 32.57$, $N_q = 20.54$, $N_y = 25.84$. La cohesión del suelo es $C = 0.1$ kg/cm².

➤ **Tramo 1 margen derecho: Progr (0 + 00.00 km - 1 + 970.00 km)**

2. Calicata NvCh-01.

Presenta un mismo estrato hasta 1.60 m de profundidad, constituido por una arena pobremente graduada según la clasificación SUCS es un suelo "SP". Se encuentra con un contenido de humedad de 0.40 %, y con un nivel freático de 1.50 m de profundidad. Así como también se encontró la capacidad de carga admisible de 1.67 kg/cm², y con un ángulo de fricción interna del suelo de 29°, mediante ello se obtuvo los factores de capacidad de carga: $N_c = 27.86$, $N_q = 16.44$, $N_y = 19.34$. La cohesión del suelo es $C = 0.3$ kg/cm².

➤ **Tramo 2 ambos márgenes: Progr (1 + 970.00 km - 2 + 230.00 km)**

3. Calicata k-26:

Presenta un mismo estrato hasta 2.00 m de profundidad, constituido por una arena pobremente graduada según la clasificación SUCS es un suelo "SP". Se encuentra con su contenido de humedad de 3.63 %, y con un nivel freático de 1.65 m de profundidad. Así como también se encontró la capacidad de carga admisible de 1.35 kg/cm², y con un ángulo de fricción interna del suelo de 27.5°, mediante ello se obtuvo los factores de capacidad de carga: $N_c = 24.85$, $N_q = 13.96$, $N_y = 15.60$.

➤ **Tramo 3 margen izquierdo: Progr (3 + 290.00 km - 4 + 670.00 km)**

➤ **Tramo 3 margen derecho: Progr (3 + 290.00 km - 5 + 130.00 km)**

4. Calicata Ch-13:

Presenta un mismo estrato hasta 1.50 m de profundidad, constituido por una arena pobremente graduada según la clasificación SUCS es un suelo "SP". Se encuentra con su contenido de humedad de 0.40 %, y con un nivel freático de 1.50 m de profundidad. Así como también se encontró la capacidad de carga admisible de 1.47 kg/cm², y con un ángulo de fricción interna del suelo de 28.72° mediante ello se obtuvo los factores de capacidad de carga: $N_c = 40.75$, $N_q = 28.1$, $N_y = 38.71$. La cohesión del suelo es $C = 0.1$ kg/cm².

- **Tramo 4 margen izquierdo: Progr (6 + 205.00 km - 6+ 630.00 km)**
- **Tramo 4 margen derecho: Progr (6 + 205.00 km - 6+ 635.00 km)**
- **Tramo 5 margen izquierdo: Progr (6 + 635.00 km - 7+ 375.00 km)**
- **Tramo 5 margen derecho: Progr (6 + 635.00 km - 7+ 420.00 km)**

5. Calicata k-32

Presenta un mismo estrato hasta 1.70 m de profundidad, constituido por una arena pobremente graduada según la clasificación SUCS es un suelo "SP". Se encuentra con su contenido de humedad de 2.81%, en este caso no presenta nivel freático. Así como también se encontró la capacidad de carga admisible de 1.69 kg/cm², y con un ángulo de fricción interna del suelo de 29.05°, mediante ello se obtuvo los factores de capacidad de carga $N_c = 27.69$, $N_q = 16.54$, $N_y = 19.49$. La cohesión del suelo es $C = 0.3$ kg/cm².

3.8.2.6. Conclusiones:

De los análisis realizados en el estudio de suelos podemos concluir que en general el tipo de suelo de los tramos de estudio, de acuerdo a la clasificación SUCS corresponde a un "SP", donde se exige que menos del 5% del suelo pase el tamiz 200. Constituyendo a una arena mal graduada, con capacidad de carga admisible de 1.49 kg/cm².

3.8.3. Estudio hidrológico.

3.8.3.1. Generalidades:

Para realizar la determinación de las características de la cuenca, en primer lugar, se hizo la delimitación haciendo uso del software ArcGis, en la cual se empleó las cartas nacionales de la zona 17 Sur extraídas de la página GEO GPS PERÚ. Así mismo para determinar las coordenadas se utilizó el software Google Earth las cuales nos sirvió para la orientación. Posteriormente se exportó al programa Civil 3D para generar curvas de nivel con las que se calculó las áreas parciales de la cuenca, y finalmente para determinar los diferentes caudales máximos se hizo un análisis de la data de precipitaciones obtenidas del Senamhi de la estación Chimbote mediante el programa Excel.

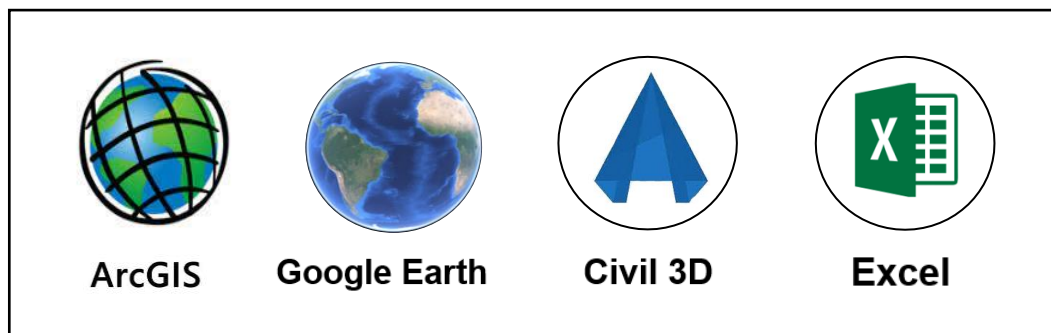


Figura 32. Programas utilizados.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

3.8.3.2. Objetivo del estudio.

Determinar los caudales de máximas crecidas del río Lacramarca para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50,100, 140 y 200 años, la cual servirá de base para establecer un diseño hidráulico óptimo de obras de encauzamiento y protección, con el fin de evitar inundaciones en las áreas de cultivo aledañas al río y a la población cercana.

3.8.3.3. Ubicación de la Cuenca.

Ubicación geográfica

Geográficamente la cuenca del río Lacramarca, está ubicada en la costa norte del Perú entre las coordenadas que se menciona en la siguiente tabla.

Tabla 21. Coordenadas de la cuenca geográfica.

UBICACIÓN GEOGRAFICA			
Subtema	Componentes	Valor Mínimo	Valor Máximo
Coordenadas Geográficas	Longitud Oeste	78°12' 11''	78°33' 58''
	Latitud Sur	08°44' 28''	09°05' 36''
Coordenadas UTM Zona 17	Metros Este	767195.24	808799.7
	Metros Norte	8993060.99	9031440.49
Altitud	m.s.n.m.	0	4600

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Ubicación hidrográfica

La cuenca de estudio contiene un cauce principal el río denominado río Lacramarca, que verte al Océano Pacífico y esta limita con lo siguiente:

Tabla 22. Demarcación de la cuenca hidrográfica.

DEMARCACION HIDROGRAFICA	
Punto Cardinal	Cuencas
NORTE	Cuenca del rio Santa
ESTE	Cuenca del rio Santa
SUR	Cuenca del rio Nepeña
OESTE	Océano Pacifico

Fuente: Elaboración propia de los autores.

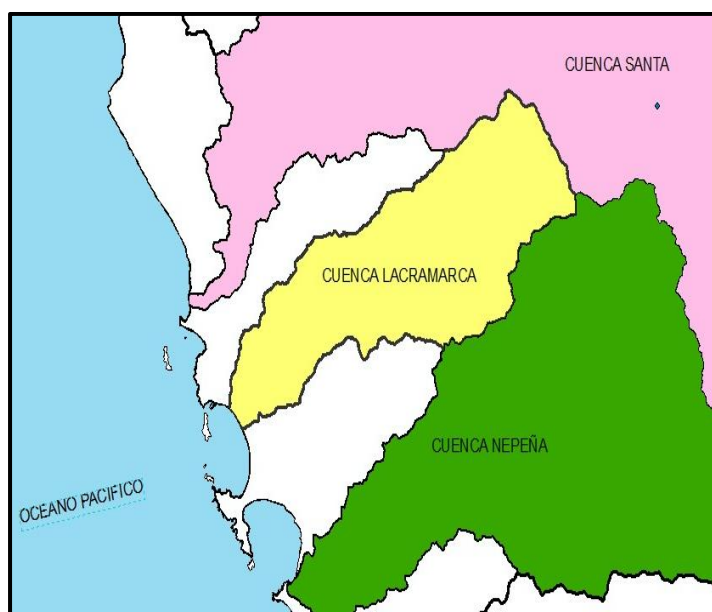


Figura 33. Ubicación hidrográfica.

Fuente: Elaboración propia de los autores

Ubicación política

La cuenca Lacramarca Políticamente, está ubicada en la región de Ancash, provincia de Santa entre los distritos de Chimbote, Mácate, Cáceres del Perú y Nuevo Chimbote ([Figura 34](#)).

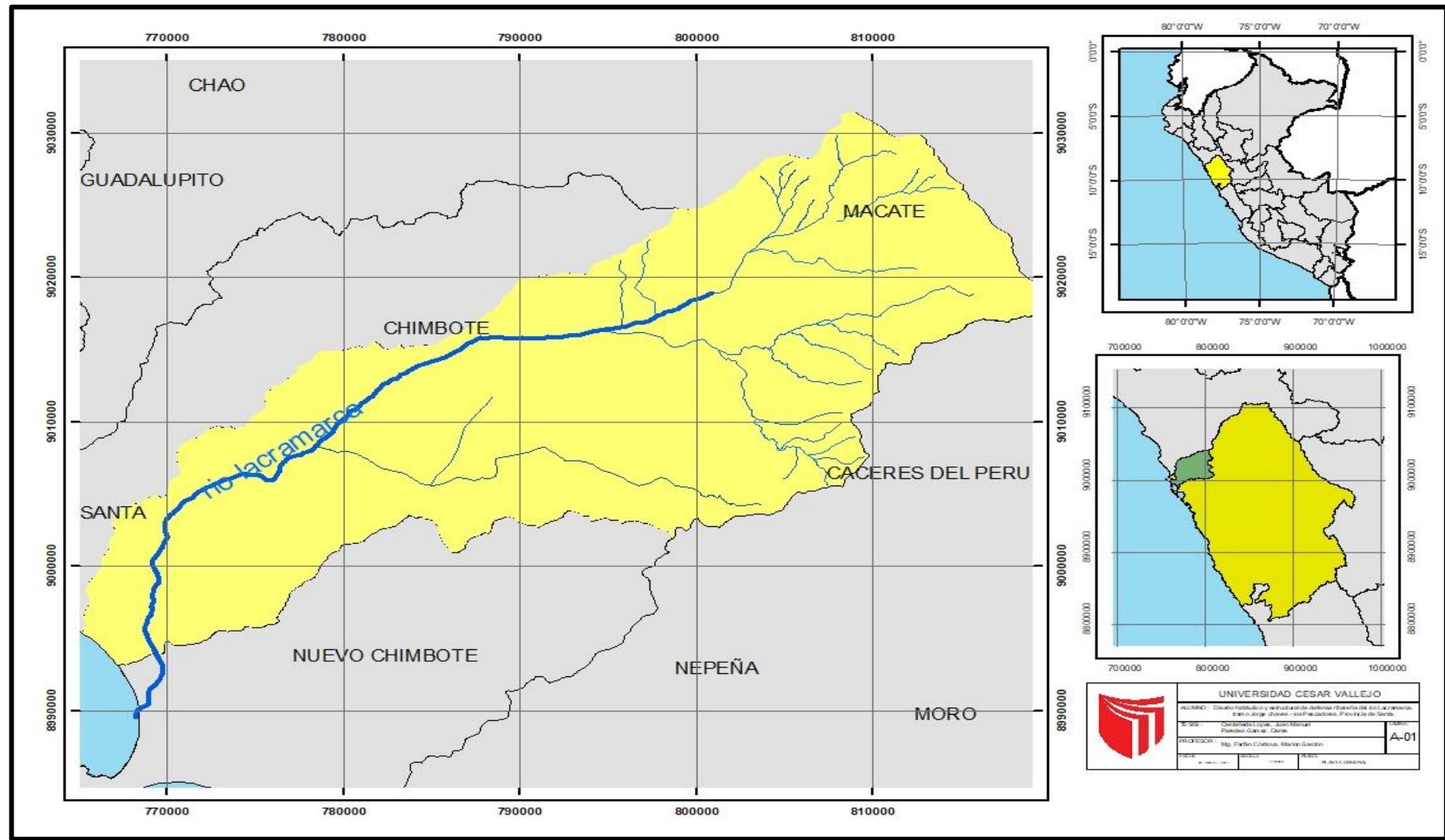


Figura 34. Mapa de ubicación política.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

3.8.3.4. Delimitación de la cuenca hidrográfica

Para establecer los límites de la cuenca en estudio se dispuso de la siguiente información:

- ✓ **Cartas nacionales:** Para el proyecto se ha utilizado las Cartas Nacionales digitales del 2012, en donde el Instituto Geodésico del Perú realizó un proceso de datos, las cuales se encontró en una escala 1: 100000, las cartas que se utilizó son: 18-F Santa, 19-F Chimbote, 19-G Casma y 18-G Santa Rosa ambas pertenecientes a la 17 Sur.
- ✓ **Imágenes obtenidas del Google Earth:** En el proyecto fue necesario contar con programa mencionado ya que nos facilitó imágenes satelitales como se muestra a continuación.



Figura 35. Delimitación de la Cuenca Lacramarca.

Fuente: Imagen exportada del Google Earth.

3.8.3.5. Descripción de la Cuenca

El río Lacramarca se origina en las dos quebradas Totoral y Santa Ana en las alturas de la provincia de Santa, así mismo uno de los afluentes resaltantes es la quebrada de pampa del toro. Donde en los meses de mayor precipitación los afluentes aumentan su magnitud formando mayor cauce al río Lacramarca. La escorrentía tiene un inicio en la cordillera negra comprendidos entre los distritos de Chimbote y Mácate.

El río Lacramarca tiene una desembocadura en el océano pacífico, entre los distritos de Chimbote y nuevo Chimbote - provincia de Santa. La toma de datos se dio en el punto de control hidrométrico de la estación Chimbote. La mayor parte del tiempo el río se encuentra seco, por lo tanto, no produce caudales significativos siendo todo lo contrario en época de mucha precipitación. El cauce principal tiene 6.05% de pendiente y un aproximado de 45.6 km de longitud.

3.8.3.6. Metodología del trabajo:

A. Trabajo en gabinete:

Dentro del trabajo en gabinete, primeramente, se determinó las principales características de la cuenca, donde se realizó la delimitación haciendo uso del software ArcGis, en la cual se empleó las cartas nacionales de la zona 17 Sur extraídas de la página GEO GPS PERÚ. Así mismo para determinar las coordenadas se utilizó el software Google Earth las cuales nos sirvió para la orientación. Posteriormente se exportó al programa Civil 3D para generar curvas de nivel con las que se calculó las áreas parciales de la cuenca.

Así mismo, para determinar de los caudales máximos se hizo un análisis de la data de precipitaciones obtenidas del Senamhi de la estación Chimbote, en la que se utilizó la ficha resumen (Anexo 4.3) con la que se extrae el registro de los datos de las precipitaciones diarias.

A.1. Parámetros geomorfológicos:

Se logró determinar las características geomorfológicas de la cuenca, en la que se realizó mediante el programa ArcGis la que nos facilitó la obtención del área total, el perímetro, la longitud, como también la altura máxima y mínima. Con Los datos mencionados nos permitió realizar el cálculo de los parámetros con la finalidad de que nos servirá para realizar el cálculo de los caudales según el periodo de retorno.

Tabla 23. Resultados geomorfológicos.

Geomorfología	Resultado	Unidad
Área (A)	841.48	Km ²
Perímetro (P)	165.60	Km
Longitud Mayor (L)	45.60	Km
Ancho Promedio (Ap)	18.45	Km
Índice de Gravelious (Kc)	1.60	
Factor de Forma (Ff)	0.17	
Pendiente Media (Ic)	1.60	%

Fuente: Elaboración propia de los autores.

A.2. Análisis y tratamiento de la información hidrometeorológica.

a. Red meteorológica.

Para realizar el estudio hidrológico se adquirió la data de precipitaciones obtenidas del Senamhi de la estación Chimbote, esta se encuentra ubicada geográficamente en la Latitud 9° 15'05" y Longitud 78°52'59", a una altitud de 11 m.s.n.m; está instalada en el distrito de Chimbote.

Tabla 24. Red Meteorológica de la zona de Estudio

CODIGOESTACION	ESTACION	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	TIPO1	TIPO2
140399	CHIMBOTE	-9.15054	-78.525914	11	CONVENCIONAL	CLIMÁTICA

Fuente: Senamhi.

b. Procesamiento de información.

La información extraída del Senamhi nos brinda las precipitaciones diarias, para ello se realizó un procesamiento de información requerida para el presente estudio que consta principalmente de las precipitaciones máximas mensuales y anuales, así como las precipitaciones totales anuales.

- ✓ El tratamiento y características de la información se muestran en la siguiente ([Anexo 4.6](#))
- ✓ Para el análisis de datos se realizó dos hietogramas y un historial de precipitaciones máximas anuales de acuerdo a los valores obtenidos de las precipitaciones.

Interpretación

- ✓ Con los datos de las precipitaciones máximas mensuales se realiza el hietograma. Según la (Figura 64) se muestra que en el mes de marzo existió una mayor precipitación basándonos en lo histórico de acuerdo al periodo de estudio, de 1971 – 2020. Ya que esos meses es época de invierno.
- ✓ Según la (Figura 65) se muestra que, en los años de 1982, 1983, 1991, 1997 y 2017 se registraron mayores precipitaciones debido a que en esos años se dio el “fenómeno del niño” o el “niño costero” como se denomina en nuestro país, y estas ocurrencias se vienen manifestándose en diferentes años, por lo general esto se da en los meses de febrero a abril.

A.3. Análisis estadísticos de datos Hidrológicos.

La existencia de series de datos hidrométricos permite la utilización de los métodos estadísticos, en el cual los datos son sometidos a un análisis de frecuencias. Según Monsalve (1995), para el cálculo de precipitaciones máximas diarias se realiza mediante el análisis estadístico

probabilístico tales como, Distribución normal, Distribución Pearson Tipo III, Distribución Log - Pearson Tipo III, Gumbel. Para esta investigación se realiza mediante el método de distribución de Gumbel por la teoría de valores extremos, en la cual contamos con una data de precipitaciones máximas de 50 años como se muestra en la (Tabla 25).

A.4. Precipitaciones máximas probables.

Luego se prosiguió al cálculo de las variables probabilísticas y además las precipitaciones diarias máximas probables con distintas frecuencias, considerando el periodo de regreso de acuerdo al método de Gumbel.

Tabla 25. Precipitaciones máximas anuales.

N°	Año	Meses de mayor precipitación	Precipitación (mm)		N°	Año	Meses de mayor precipitación	Precipitación (mm)	
			XI	$(XI - \bar{x})^2$				XI	$(XI - \bar{x})^2$
1	1971	Enero	10.0	55.52	26	1996	Abril	9.7	60.08
2	1972	Mayo	20.0	6.50	27	1997	Marzo	65.4	2299.11
3	1973	Marzo	10.0	55.52	28	1998	Marzo	40.2	517.52
4	1974	Marzo	20.0	6.50	29	1999	Marzo	11.4	36.61
5	1975	Febrero	20.0	6.50	30	2000	Marzo	10.6	46.94
6	1976	Enero	10.0	55.52	31	2001	Marzo	11.5	35.41
7	1977	Enero	10.0	55.52	32	2002	Marzo	21.5	16.39
8	1978	Noviembre	10.0	55.52	33	2003	Marzo	19.1	2.72
9	1979	Abril	10.0	55.52	34	2004	Marzo	12.5	24.51
10	1980	Marzo	10.0	55.52	35	2005	Marzo	11.1	40.34
11	1981	Abril	10.0	55.52	36	2006	Noviembre	13.4	16.41
12	1982	Marzo	58.6	1693.24	37	2007	Enero	9.1	69.74
13	1983	Marzo	41.4	573.55	38	2008	Marzo	11.2	39.08
14	1984	Enero	9.6	61.64	39	2009	Febrero	12.7	22.57
15	1985	Febreo	9.3	67.26	40	2010	Febreo	14.1	11.23
16	1986	Noviembre	15.2	5.07	41	2011	Enero	10.9	42.92
17	1987	Febrero	11.3	37.83	42	2012	Enero	11.8	31.93
18	1988	Diciembre	10.4	49.72	43	2013	Enero	10.7	45.58
19	1989	Noviembre	11.7	33.07	44	2014	Marzo	11.2	39.08
20	1990	Diciembre	11.5	35.41	45	2015	Enero	12.6	23.53
21	1991	Marzo	69.7	2729.96	46	2016	Diciembre	11.1	40.34
22	1992	Febrero	25.9	71.39	47	2017	Marzo	48.7	976.50
23	1993	Enero	11.4	36.61	48	2018	Febrero	14.6	8.13
24	1994	Enero	10.1	54.04	49	2019	Enero	10.2	52.58
25	1995	Septiembre	9.9	57.02	50	2020	Marzo	11.3	37.83
SUMATORIA			445.95	5969.44				426.60	4537.06
TOTAL			$\sum XI = 872.55$		$\sum (XI - \bar{x})^2 = 10506.50$				

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Coles (2001) menciona que las primeras aplicaciones de la teoría de valores extremos, fue en el campo de la ingeniería civil, ya que los ingenieros siempre han necesitado diseñar estructuras de forma que estas soportarán distintas fuerzas de la naturaleza que podrían afectarlas

Tabla 26. Variables probabilísticas.

Cálculo de variables probabilísticas	
Media	$X_m = \frac{\sum XI}{n} = 17.45 \text{ mm}$
Desviación estándar	$S = \sqrt{\frac{\sum (XI - X_m)^2}{n - 1}} = 14.64$
Parámetro de distribución	
Beta	$\beta = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S = 11.42$
Moda	$\mu = x - 0.5772 * \alpha = 10.46$

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Tabla 27. Precipitaciones máximas probable.

Formulas	Variable	P.Max (mm)	Prob. de ocurrencia	P.Max. Corregido (mm)
	$Y_t = -\ln\left(\ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right)$	$X_t = \bar{x} = u + Y_t * \beta$	$F(x) = e^{-e^{-(x-u)/\beta}}$	$X_{t(\text{correg})} = 1.13 * X_t$
Periodo de retorno	Y_t	X_t	$F(x)$	X_t corregido
2	0.3665	15.0453	0.50	17.0012
5	1.4999	27.9858	0.80	31.6240
10	2.2504	36.5535	0.90	41.3055
25	3.1985	47.3789	0.96	53.5381
50	3.9019	55.4097	0.98	62.6130
100	4.6001	63.3813	0.99	71.6209
140	4.9381	67.2393	0.99	75.9804
200	5.2958	71.3238	1.00	80.5959

Fuente: Elaboración propia de los autores.

- ✓ Realizando una interpretación de la (Tabla 27), en un periodo de retorno de 140 años se manifestará una precipitación de 75.98 mm/día con una probabilidad de 99%.

A.5. Precipitación máxima probable para diferentes tiempos de duración según el periodo de retorno.

Para determinar las precipitaciones máximas con distintos tiempos de duración y periodos de retorno se tiene en cuenta los coeficientes que propone Campos (1998).

Tabla 28. Factores de reducción según el tiempo de duración.

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

Fuente: Campos, 1998

- ✓ Con los valores de la (Tabla 28) nos permitirá determinar las precipitaciones menores de 24 horas, para realizar el cálculo se multiplica las precipitaciones máximas corregidas con cada uno de estos factores según el periodo de retorno. (Tabla 29)

Tabla 29. Precipitación máxima probable para diferentes tiempos de duración. Según el periodo de retorno.

Duración (hrs)	Factor de Reducción	Precipitación Máxima Probable por tiempo de duración							
		2	5	10	25	50	100	140	200
24	1.00	17.00	31.62	41.31	53.54	62.61	71.62	75.98	80.60
18	0.91	15.47	28.78	37.59	48.72	56.98	65.17	69.14	73.34
12	0.80	13.60	25.30	33.04	42.83	50.09	57.30	60.78	64.48
8	0.61	10.37	19.29	25.20	32.66	38.19	43.69	46.35	49.16
6	0.67	11.39	21.19	27.67	35.87	41.95	47.99	50.91	54.00
4	0.52	8.84	16.44	21.48	27.84	32.56	37.24	39.51	41.91
3	0.46	7.82	14.55	19.00	24.63	28.80	32.95	34.95	37.07
2	0.39	6.63	12.33	16.11	20.88	24.42	27.93	29.63	31.43
1	0.30	5.10	9.49	12.39	16.06	18.78	21.49	22.79	24.18

Fuente: Elaboración propia de los autores.

A.6. Cálculo de intensidades de precipitación

De acuerdo a los resultados de la tabla anterior, y a los tiempos de duración propuestos se calcula la intensidad equivalente para cada caso.

Tabla 30. Intensidad de la lluvia.

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm/hr). Según el periodo de retorno							
Horas	min	2 Años	5 Años	10 Años	25 Años	50 Años	100 Años	140 Años	200 Años
24	1440	0.71	1.32	1.72	2.23	2.61	2.98	3.17	3.36
18	1080	0.86	1.60	2.09	2.71	3.17	3.62	3.84	4.07
12	720	1.13	2.11	2.75	3.57	4.17	4.77	5.07	5.37
8	480	1.30	2.41	3.15	4.08	4.77	5.46	5.79	6.15
6	360	1.90	3.53	4.61	5.98	6.99	8.00	8.48	9.00
4	240	2.21	4.11	5.37	6.96	8.14	9.31	9.88	10.48
3	180	2.61	4.85	6.33	8.21	9.60	10.98	11.65	12.36
2	120	3.32	6.17	8.05	10.44	12.21	13.97	14.82	15.72
1	60	5.10	9.49	12.39	16.06	18.78	21.49	22.79	24.18

Fuente: Elaboración propia de los autores.

A.7. Gráficos duración - intensidad según el tiempo de retorno.

Gumbel recomienda utilizar el método de mínimos cuadrados mediante la expresión potencial

✓ Ajuste por mínimos cuadrados mediante EXCEL

Para obtener la expresión potencial se inserta los datos de la (Tabla 30) en la barra de gráficos del programa Excel considerando para el eje "x" el tiempo de duración en minutos y para el eje "y" las intensidades según el periodo retorno, generando así una dispersión de puntos en el cual necesitamos una ecuación que represente estos puntos, para ello agregamos una línea de tendencia en donde existe muchos métodos como el método exponencial, lineal, logarítmica, polinómica, potencial y media móvil, en donde la ecuación de la gráfica que representa estos puntos es la expresión potencial. Logrando obtener los valores de " α " y " β ", con esta misma lógica se realiza para todos los años que se consideró como periodo de retorno.

✓ Para un periodo de retorno de 2 años se obtiene:

$$\alpha = 65.337 \text{ y } \beta = -0.62$$

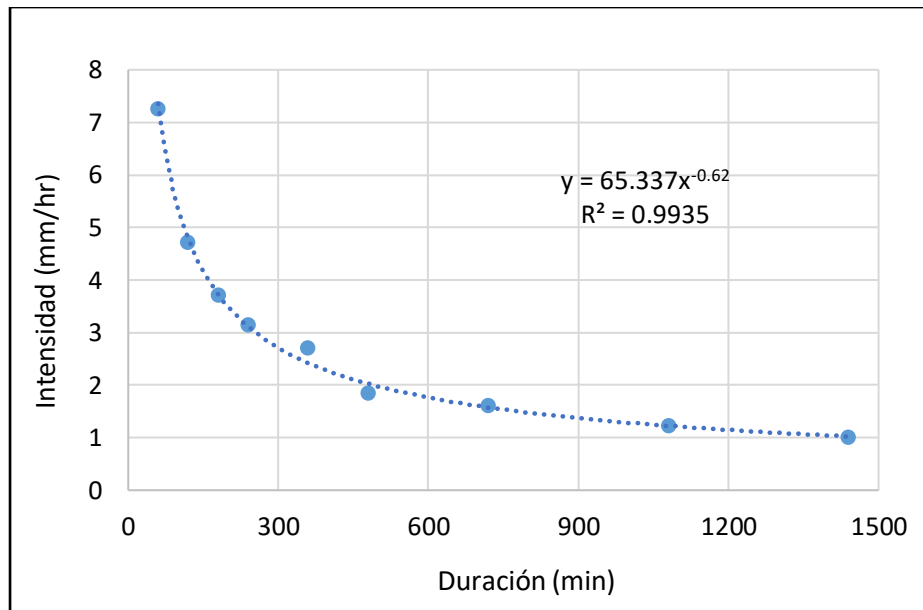


Figura 36. Duración - Intensidad para una regresión T= 2 años.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

✓ Para un periodo de retorno de 5 años se obtiene

$$\alpha = 106.61 \text{ y } \beta = -0.62$$

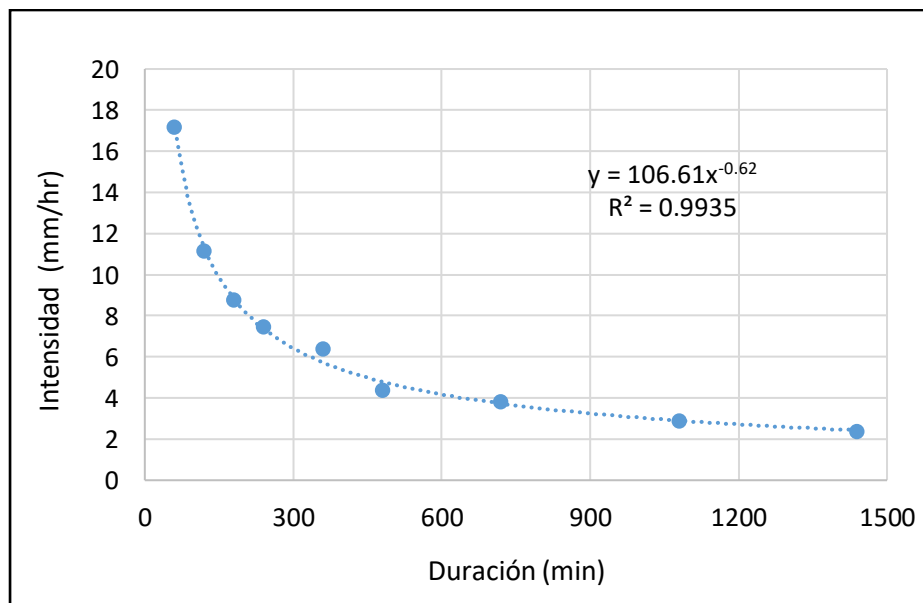


Figura 37. Duración - Intensidad para una regresión T= 5 años.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

- ✓ Para un periodo de retorno de 10 años se obtiene:

$$\alpha = 138.84 \text{ y } \beta = -0.62$$

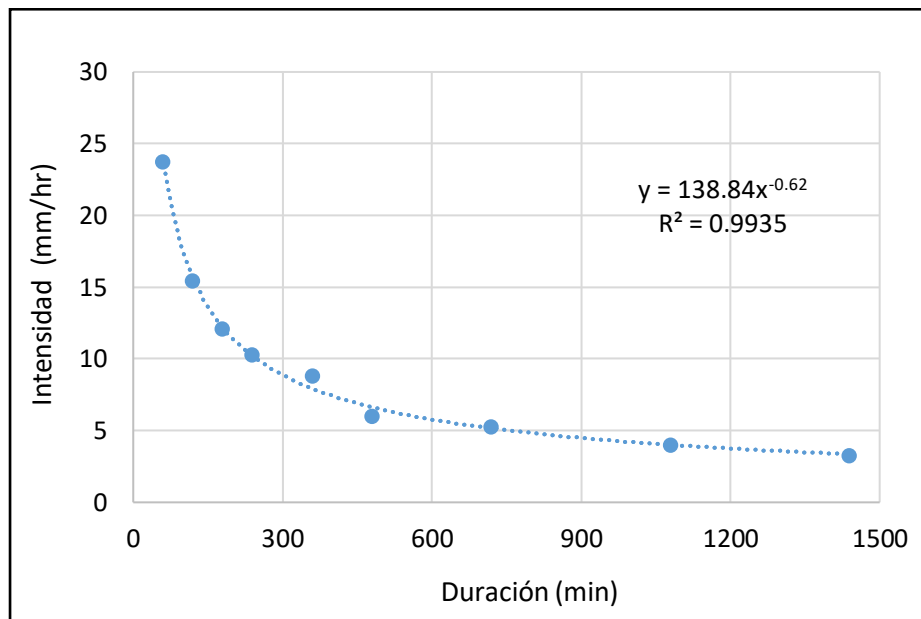


Figura 38. Duración - Intensidad para una regresión T= 10años.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

- ✓ Para un periodo de retorno de 25 años se obtiene:

$$\alpha = 185.88 \text{ y } \beta = -0.62$$

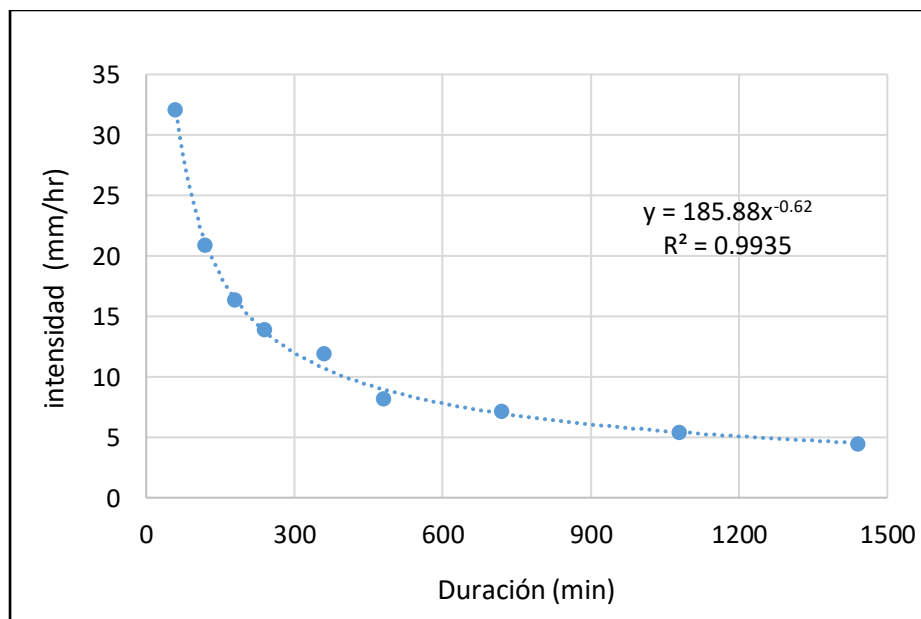


Figura 39. Duración - Intensidad para una regresión T= 25 años

Fuente: Elaboración propia de los autores.

- ✓ Para un periodo de retorno de 50 años se obtiene:

$$\alpha = 220.78 \text{ y } \beta = -0.62$$

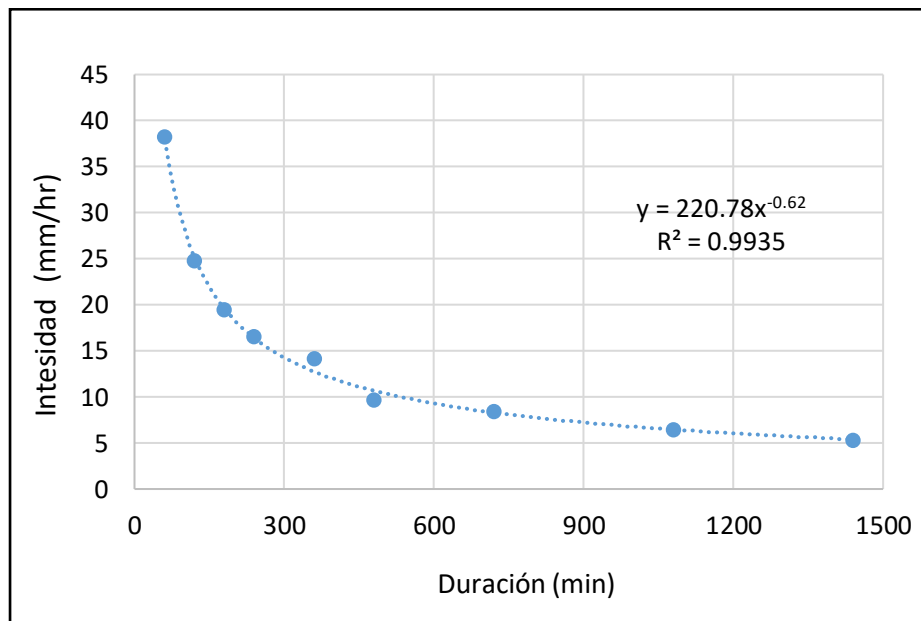


Figura 40. Duración - Intensidad para una regresión T= 50 años

Fuente: Elaboración propia de los autores.

- ✓ Para un periodo de retorno de 100 años se obtiene:

$$\alpha = 269.42 \text{ y } \beta = -0.62$$

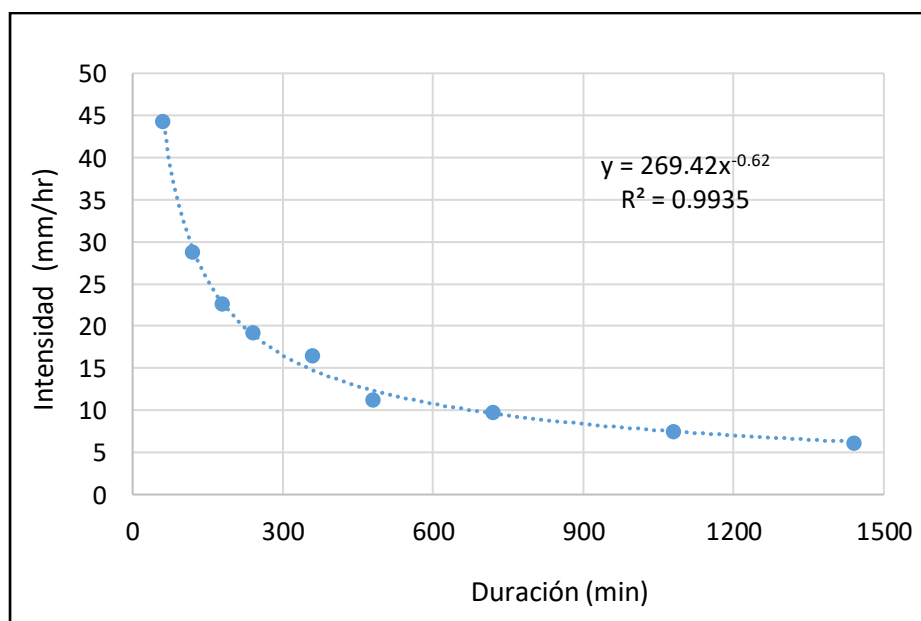


Figura 41. Duración - Intensidad para una regresión T= 100 años.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

- ✓ Para un periodo de retorno de 140 años se obtiene:

$$\alpha = 301.18 \text{ y } \beta = -0.62$$

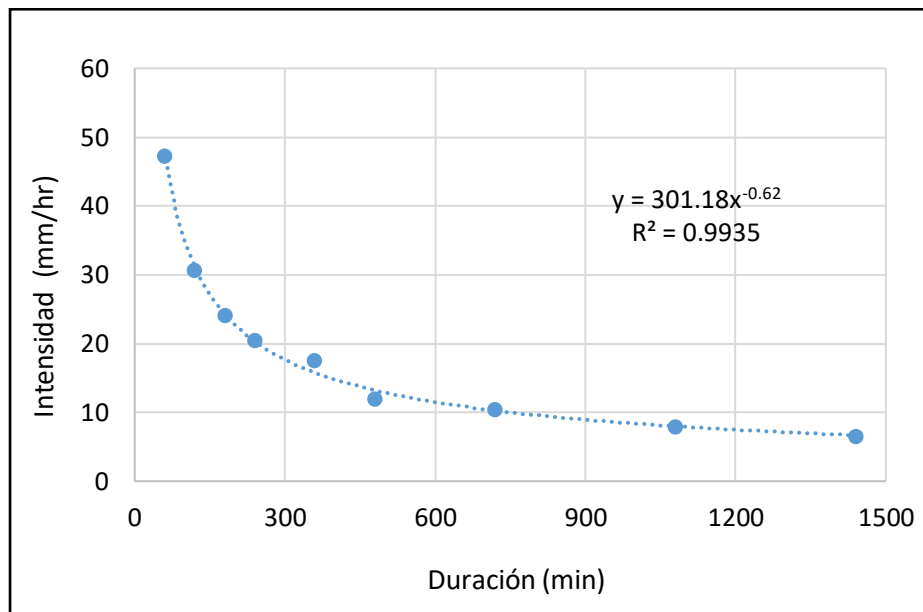


Figura 42. Duración - Intensidad para una regresión T= 140 años

Fuente: Elaboración propia de los autores.

- ✓ Para un periodo de retorno de 500 años se obtiene:

$$\alpha = 359.93 \text{ y } \beta = -0.62$$

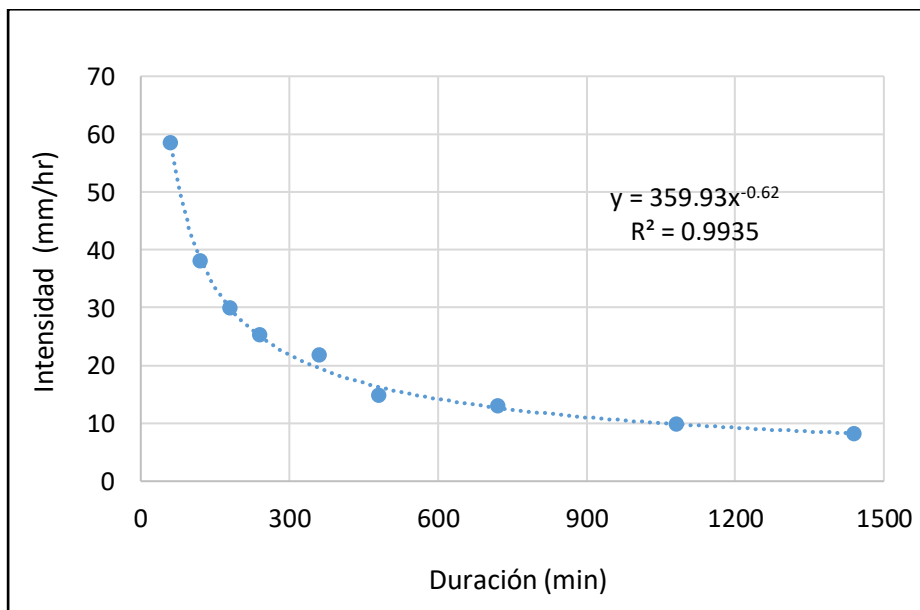


Figura 43. Duración - Intensidad para una regresión T= 500 años

Fuente: Elaboración propia de los autores.

- ✓ Finalmente se realiza la (Tabla 31) con todos los valores obtenidos de los gráficos anteriores con el cual se determina un promedio.

Tabla 31. Resumen de la aplicación de regresión potencial.

Resumen de aplicación de regresión potencial		
Periodo de retorno	Coefficiente de regresión	expresión de regresión
2	65.337	-0.62
5	106.61	-0.62
10	138.84	-0.62
25	185.88	-0.62
50	220.78	-0.62
100	269.42	-0.62
140	301.18	-0.62
200	359.93	-0.62
Promedio	206.00	-0.62

Fuente: Elaboración propia de los autores.

- ✓ Mediante la (Tabla 31) de igual manera se genera una gráfica donde se obtiene: $\alpha = 57.917$ y $\beta = 0.3432$

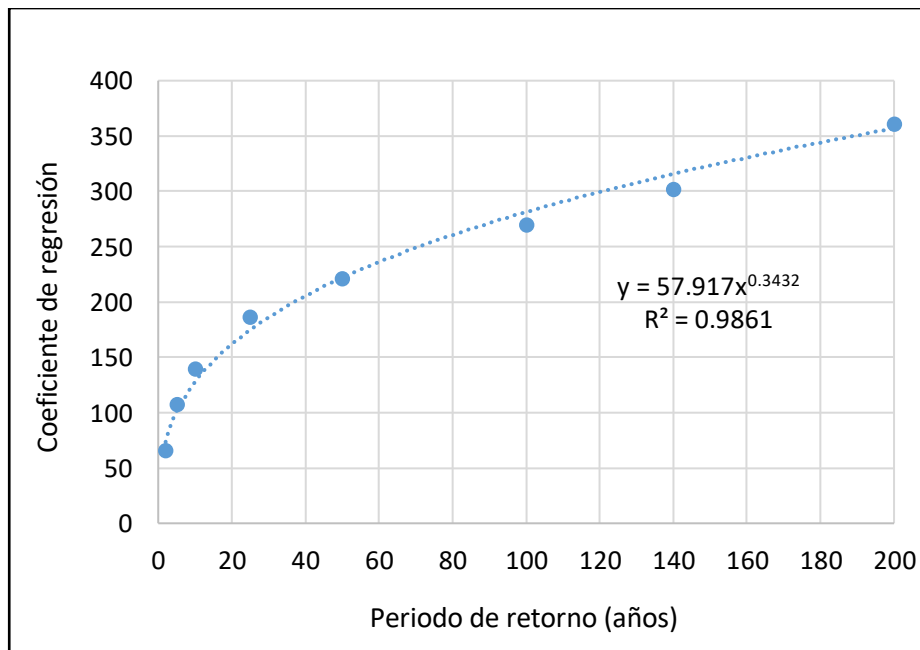


Figura 44. Grafica periodo de retorno – coeficiente de regresión.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

A.8. Curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia.

La representación matemática de las curvas IDF se da mediante la (Ecuación 13). Reemplazando los valores obtenidos de la (Figura 44) se obtiene la ecuación de intensidad válida para la cuenca.

$$I = \frac{T^\beta}{t^\beta} \text{----- (13)}$$

$$I = \frac{57.917 * T^{0.3432}}{t^{0.3432}}$$

Donde:

T = Periodo de retorno (años)

t = Tiempo de duración (min)

I = Intensidad de precipitación (mm/h)

Tabla 32. Intensidad – Duración – Frecuencia.

INTENSIDAD - TIEMPO DE DURACION - PERIODO DE RETORNO								
Duración	frecuencia (T años)							
(T min)	2	5	10	25	50	100	140	200
10	33.34	45.66	57.92	79.32	100.62	127.65	143.27	161.93
20	26.28	35.99	45.66	62.53	79.32	100.62	112.94	127.65
30	22.87	31.31	39.72	54.40	69.02	87.55	98.27	111.06
40	20.72	28.37	35.99	49.29	62.53	79.32	89.03	100.62
50	19.19	26.28	33.34	45.66	57.92	73.47	82.47	93.20
60	18.02	24.68	31.31	42.89	54.40	69.02	77.46	87.55
70	17.10	23.41	29.70	40.68	51.60	65.46	73.47	83.04
80	16.33	22.36	28.37	38.85	49.29	62.53	70.18	79.32
90	15.68	21.48	27.25	37.31	47.34	60.05	67.40	76.18
100	15.13	20.72	26.28	35.99	45.66	57.92	65.01	73.47
110	14.64	20.05	25.43	34.83	44.19	56.05	62.91	71.11
120	14.21	19.46	24.68	33.81	42.89	54.40	61.06	69.02
130	13.82	18.93	24.02	32.89	41.72	52.93	59.41	67.15
140	13.48	18.46	23.41	32.06	40.68	51.60	57.92	65.46
150	13.16	18.02	22.87	31.31	39.72	50.39	56.56	63.93
160	12.87	17.63	22.36	30.63	38.85	49.29	55.32	62.53
170	12.61	17.27	21.90	30.00	38.05	48.27	54.18	61.24
180	12.36	16.93	21.48	29.42	37.31	47.34	53.13	60.05
190	12.14	16.62	21.08	28.87	36.63	46.47	52.15	58.95
200	11.92	16.33	20.72	28.37	35.99	45.66	51.24	57.92
210	11.73	16.06	20.37	27.90	35.39	44.90	50.39	56.96

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Para graficar las curvas IDF se utilizaron los datos de la (Tabla 32), en que se consideró para el eje “x” la duración y para el eje “y” la intensidad de la precipitación, generando así las distintas curvas de acuerdo al periodo de retorno.

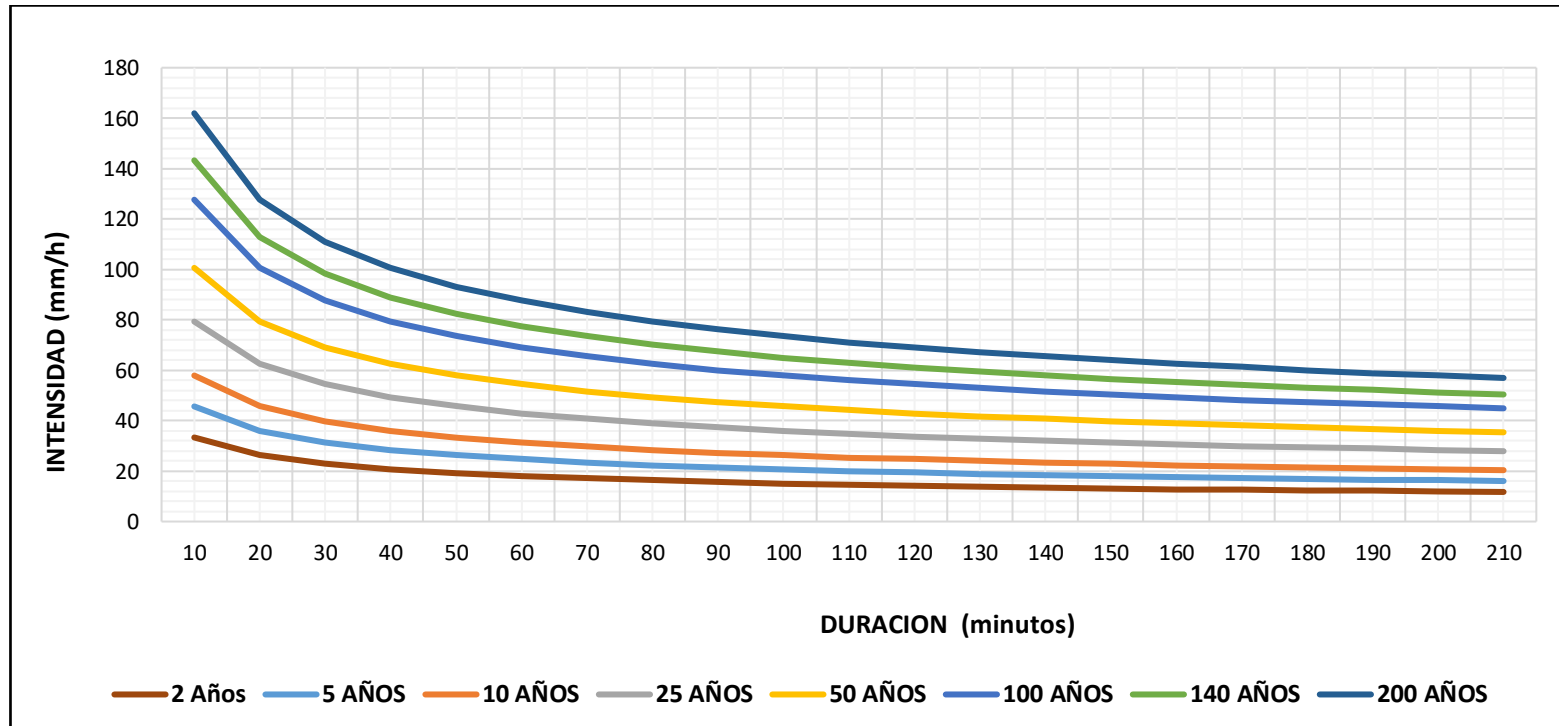


Figura 45. Curva Intensidad – Duración – Frecuencia.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Realizando un análisis de la (Figura 45) se evidencia que a menor duración mayor intensidad de precipitación según el periodo de retorno.

A.9. Selección de periodo de retorno.

Según la (Tabla 4) el "M.T.C" recomienda un factor máximo de riesgo admisible. Y de acuerdo al tipo de estructura se define la vida útil, según la (Tabla 5) se tiene:

$$R = 25 \% \text{ (Para Defensas Ribereñas)}$$

$$n = 40 \text{ años (Puentes y Defensas Ribereñas)}$$

Despejamos "T" de la ecuación (14) para encontrar el periodo de retorno como se muestra en la ecuación:

$$T = \frac{1}{1 - (1 - R)^{\frac{1}{n}}} \text{ --- (14.1)}$$

$$T = \frac{1}{1 - (1 - 0.25)^{\frac{1}{40}}} = 140 \text{ años}$$

Reemplazando los valores en la ecuación (14.1), se obtiene un periodo de retorno $T = 140$ años, con el cual se realizará el cálculo de caudal de este proyecto.

A.10. Caudal de diseño.

Para obtener el caudal generado por la cuenca del río Lacramarca nos valdremos del método de Temez, elaborado por el profesor J.R. Temez, (1991), el cual es una modificación del método racional, tras experimentar en numerosas y variadas cuencas aforadas.

A.11. Método racional modificado.

Este método modifica la obtención de las precipitaciones máximas diarias, aplicando un factor reductor de lluvia, debido a la variabilidad espacial de las precipitaciones en cuencas de tamaño mayores a 1 km², e introduce un Coeficiente de Uniformidad. El caudal se obtiene mediante la (Ecuación 15).

- A. Para ello se determinó el **tiempo de concentración (Tc)**, en donde se utilizó la (Ecuación 16), obteniendo así: $T_c = 6.42$ horas.
- B. Habiendo obtenido el tiempo de concentración se prosiguió al calculo del **coeficiente de uniformidad (K)**, donde se emplea la (Ecuación 17), llegando a obtener: $K = 1.42$
- C. Seguidamente se determina la **precipitación máxima corregida (P'd)** mediante la (Ecuación 18).

$$P'd = K_a * P_d \text{ ----- (18)}$$

- ✓ Para ello primeramente se toma el valor de la **precipitación máxima diaria** de la (Tabla29) para un periodo de retorno de 140 años y un tiempo de duración de 24 horas. Donde se obtiene: $P_d = 75.98$ mm/h.
 - ✓ El **factor reductor** o coeficiente de simultaneidad (K_a) se calcula con (Ecuación 19), donde se tuvo como resultado $K_a = 0.85$.
 - ✓ Reemplazando en la ecuación (18) se obtiene la precipitación máxima diaria: $P'd = 61.164$ mm/h
- D. Para determinar el valor de la **Intensidad de precipitación (I)**, se aplica la (Ecuación 20) para ello se extrae los datos calculados anteriormente como:
- El I_1 se obtiene de la (Tabla 32) en un periodo de retorno de 140, en donde se tiene $I_1 = 77.46$ mm/h.
 - El I_d se obtiene mediante: $I_d = P'd / 24 = 2.548$ mm/h
 - El I_1 obteniendo así: $I_1/I_d = 30.396$ mm/h
 - Reemplazando en la ecuación (20) se obtiene: $I = 13.269$ mm/h
- E. El último factor a considerar es el **coeficiente de escorrentía (C)**. Para se utilizó la (Ecuación 21),

De acuerdo a la (Tabla 6) por su clasificación del suelo se concluye que se encuentra en el Grupo B, dichos suelos cuando se encuentran muy húmedos poseen una infiltración moderada. Tomando en cuenta que la cuenca está conformada por: áreas de cultivos y vegetación ligera. Y por su descripción según la (Tabla 7) se Considera que en su mayoría de áreas es tierra cultivada con tratamiento de conservación, obteniendo así: CN=71.

– **Umbral de escorrentía (Po)**

$$P_o = \left(\frac{5000}{CN}\right) - 50 \quad P_o = \left(\frac{5000}{71}\right) - 50 \quad P_o = 20.42$$

Reemplazando en la ecuación (6) se obtiene:

$$C = \frac{(61.164 - 20.42) * (61.164 + 23 * 20.42)}{(61.164 + 11 * 20.42)^2} \quad C = 0.265$$

A.12. Caudales de diseño máximo según periodos de retorno.

Realizando los mismos cálculos anteriores se obtiene los distintos factores para determinar el caudal de diseño según el periodo de retorno, basándonos en el método racional modificado.

Tabla 33. Caudal de diseño para diferentes periodos de retorno.

T(años)	P. max	P.correg	I	C	K	Q
2	17.001	13.686	3.026	0.057	1.422	57.70
5	31.624	25.457	4.854	0.040	1.422	64.35
10	41.305	33.251	6.251	0.097	1.422	201.73
25	53.538	43.098	8.321	0.162	1.422	448.99
50	62.613	50.403	10.122	0.206	1.422	693.99
100	71.621	57.655	12.172	0.246	1.422	997.54
140	75.980	61.164	13.269	0.265	1.422	1168.68
200	80.596	64.879	14.514	0.284	1.422	1368.78

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Según tipo de obra hidráulica de esta investigación se optó trabajar con un caudal de 1168.68 m³/s, con un periodo de retorno 140 años.

3.8.4. Diseño Hidráulico.

3.8.4.1. Generalidades

En este presente investigación se logró a identificar cinco tramos críticos en el que están expuestos a desbordamientos generando inundaciones, pérdida de cultivos así mismo afectando a la población, es por eso que es de suma importancia proteger ambos márgenes del río, para prevenir estos problemas, para ello se realizará el diseño hidráulico considerando los resultados de los estudios realizados, especialmente en lo que se refieren a los estudios de topografía, estudios mecánica de suelos , y también a la evaluación del régimen hidrológico de la cuenca del rio Lacramarca; y todos los conocimientos sobre el trazo del eje y definición del ancho de encauzamiento, con la finalidad de proponer una estructura adecuada para dar solución a esta problemática.

3.8.4.2. Objetivo:

El estudio se realizó con la fin de llegar a determinar las diferentes dimensiones del río, en la que interviene el caudal de diseño y a su vez impacto que causaría.

3.8.4.3. Metodología del trabajo:

A. Trabajo de Gabinete

Corresponde a la evaluación y análisis de la información obtenida de los estudios previos, seguidamente se realizó una revisión de métodos de cálculos de diseño hidráulico, en la que se concluyó que se utilizara el método de Altunin Manning siendo el más adecuado. Para ello se utilizó el Software Excel, en donde se aplicó todas las formula de dicho método.

A.1. Análisis de los tramos de estudio.

El cálculo de los parámetros hidráulicos de los tramos en estudio se da según las siguientes progresivas establecidas.

1. Tramo 1: Progresiva (0 + 00.00 km - 1 + 970.00 km)

1.1. Ancho estable del río.

Es importante determinar el ancho de la sección óptima del río, ya que permitirá la circulación del caudal máximo estimado en condiciones de equilibrio hidráulico, es decir que el flujo de agua no origine erosión. El conocimiento de su valor, nos permite definir el dimensionamiento de las estructuras de protección. Para ello se utilizará el siguiente método.

Datos:

A = coeficiente

Q = 1168.68 m³/s (Caudal de diseño)

S = 0.006..... (Pendiente)

n = 0.029 Según la (ver tabla 8)

k = 2.8 Según la (ver tabla 9)

m = 0.7 Según la (ver tabla 10)

Para determinar el ancho estable del río reemplazamos en la
(Ecuación 22)

$$A = \left(0.029 * (2.8)^{\frac{5}{3}}\right)^{\frac{3}{3+(5*0.7)}} \quad B = 0.43 * \frac{\sqrt{1168.68}}{0.006^{0.2}}$$
$$A = 0.43 \quad B = 40.98 \text{ m}$$

De acuerdo a la topografía del terreno, para la propuesta del diseño se asumió: **B = 39.50 m**.

1.2. Tirante máximo y altura de encauzamiento.

A. Tirante máximo:

El tirante esta la distancia vertical del punto más bajo de la sección del río hacia la superficie del agua. Este valor juntamente con otros factores nos permitió determinar la altura de la socavación.

Donde:

Q = 1168.68 m³/s.....(Caudal de diseño)

Ks = 45Según la (ver tabla 11)

B = 39.5 m

S = 0.0060

t = tirante máximo.

**Para determinar el tirante máximo reemplazamos en la
(Ecuación 23)**

$$t = \left(\frac{1168.68}{45 * 39.5 * 0.006^{1/2}} \right)^{3/5} \quad t = 3.53 \text{ m}$$

B. Altura de encauzamiento:

La determinación de este valor nos permitira obtener la altura adecuada para el encauzamiento con la finalidad de proteger los margenes del rio.

Datos: n = 0.029 Z = 3.12
 S = 0.0060 Y = t = 3.53 m

Para determinar el encauzamiento se utilizo la (ecuacion 24), para ello primeramente se realizo los siguientes cálculos:

➤ **Para determinar la Sección húmeda se utilizo la (Ecuacion 25)**

$$A = (B + Z * Y)Y$$

$$A = (39.5 + 3.12 * 3.53) * 3.53 = 178.29 \text{ m}^2$$

➤ **Para determinar el perímetro húmedo se utilizó la (Ecuacion 26)**

$$P = B + 2Y\sqrt{1 + Z^2}$$

$$P = 39.5 + 2 * 3.53 * \sqrt{1 + 3.12^2} = 62.63 \text{ m}$$

- Para determinar el radio hidráulico se utilizó la (Ecuacion 27)

$$R_H = \frac{A}{P} = \frac{178.29}{62.63} = 2.85 \text{ m}$$

- Para determinar la velocidad se utilizó la (Ecuacion 28)

$$V = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n} = \frac{2.85^{2/3} * 0.0060^{1/2}}{0.029} = 5.37 \text{ m/s}$$

- Para determinar profundidad media se utilizó la (Ecuacion 29)

$$ym = \frac{A}{B} = \frac{178.29}{39.5} = 4.51 \text{ m}$$

- Para determinar el numero de Froude se utilizó la (Ecuacion 30)

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g * ym}} \quad Fr = \frac{5.37}{\sqrt{9.81 * 4.51}}$$

$$Fr = 0.81 > \text{"flujo subscrito"}$$

- Para determinar el borde libre se utilizó la (Ecuacion 31)

- Coeficiente:

$$e = \frac{v^2}{2 * g} = \frac{5.37^2}{2 * 9.81} = 1.47$$

- Borde libre:

$$BL = c * e = 0.43 * 1.47 = 0.63$$

Para determinar la altura de encauzamiento se utilizó la (Ecuacion 24)

$$H = t + BL = 3.53 + 0.63 = 4.16 \text{ m}$$

Con los cálculos realizados se determinó que para el tramo 1 la altura de encauzamiento es de 4.16 m. Seguidamente se calcula la socavación en curvas y en tramos rectos según el tramo de estudio.

1.3. Socavación en tramos rectos:

Para el cálculo de la socavación en tramos rectos se tiene en cuenta algunos factores como se muestra a continuación.

$T_m = Y_m = 4.51 \text{ m}$

$D_m = 7 \text{ mm}$ (Diámetro de las partículas)

$U = 0.96$ Según la (tabla 12)

$B = 1.02$ Según la (tabla 13)

$1/(x+1) = 0.74$ Según la (tabla 14)

➤ **Para el cálculo de tirante de socavación en suelos granulares no cohesivos se utilizó la (Ecuación 32).**

➤ **Coefficiente:**

$$\alpha = \frac{Q}{\left(t m^{\frac{5}{3}} * B * U \right)} = \frac{1168.68}{\left(4.51^{\frac{5}{3}} * 39.50 * 0.96 \right)} = 2.50$$

➤ **Tirante de socavación:**

$$t_s = \frac{\alpha * (t)^{\frac{5}{3}}}{\left(0.68 * d_m^{0.28} \right)^{1/(x+1)}} = \frac{2.50 * (3.53)^{\frac{5}{3}}}{\left(0.68 * 3.5^{0.28} \right)^{0.73}} = 4.22$$

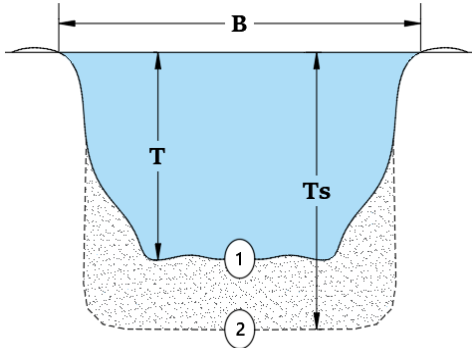
Para determinar la altura de la socavación se utilizó la (Ecuación 33)

$$H_s = t_s - t = 4.22 - 3.53 = 0.69 \text{ m}$$

$$H = 4.16 + 0.69 = 4.85 \text{ m}$$

Con los cálculos anteriores se determinó una altura de socavación de 0.69 m para tramos rectos. Obteniendo así su altura de 4.85 m para el diseño de la defensa.

Tabla 34. Sección hidráulica tramo 1 de forma recta.

Descripción	Sección
<p>- Tirante sin socavación: $T = 3.53$ m</p> <p>- Tirante de socavación: $T_s = 4.22$ m</p> <p>1.- Perfil antes de la erosión.</p> <p>2.- Perfil tras la erosión.</p>	

Fuente: Elaboración propia de los autores.

1.4. Socavación en curvas (Hs):

Para el cálculo de la socavación en tramos de forma curva se tiene en cuenta algunos las siguientes formulas.

➤ Para el calculo de tirante de socavacion se uso la (Ecuacion 34)

$$t_{max} = e * Dr \quad Dr = t$$

$$e = R/B = 1.24$$

$$t_{max} = 1.24 * 3.53 = 4.38 \text{ m}$$

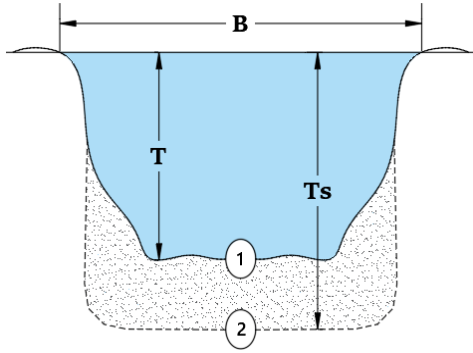
Para determinar la altura de la socavacion se utilizó la (Ecuacion 35)

$$H_s = 4.38 - 3.53 = 0.85 \text{ m}$$

$$H = 4.16 + 0.85 = 5.01 \text{ m}$$

Mediante los cálculos realizados se determinó una altura de socavación de 0.85 m para tramos en curva. obteniendo así una altura de 5.00 m para el diseño de la defensa.

Tabla 35. Sección hidráulica tramo 1 de forma curva.

Descripción	Sección
<p>- Tirante sin socavación: $T = 3.53$ m</p> <p>- Tirante de socavación: $T_s = 4.38$ m</p> <p>1.- Perfil antes de la erosión.</p> <p>2.- Perfil tras la erosión.</p>	

Fuente: Elaboración propia de los autores.

- **Para el cálculo de la fuerza tractiva se utilizó la (Ecuación 36)**
Para ello se tiene en cuenta lo siguiente:

Densidad del agua: $\gamma = 1000 \text{ Kg/m}^3$

Rarido de curvatura: $R_H = 2.85 \text{ m}$

Pendiente de la curva: $S = 0.0004 \text{ m}$

$$T = 1000 \times 2.85 \times 0.001 = 1.10 \text{ kg/m}^2$$

- Como el valor de $T > T_c$. según la (Tabla 15) este se encuentra entre (1.0 - 1.40) concordando que el suelo es areno limoso, entonces el tramo requiere de una estructura que proteja los márgenes del río.
- Este caso aplica para tramos de orma curva

2. Tramo 2: Progresiva (1 + 970.00 km - 2 + 230.00 km)

2.1. Ancho estable del río.

Para realizar el cálculo del ancho estable se utiliza el método de Altunin Manning en el cual se tiene en cuenta lo siguiente:

Datos:

A = coeficiente

Q = 1168.68 m³/s (Caudal de diseño)

S = 0.0046..... (Pendiente)

n = 0.029 Según la (ver tabla 8)

k = 2.8 Según la (ver tabla 9)

m = 0.7 Según la (ver tabla 10)

Para determinar el ancho estable del río reemplazamos en la
(Ecuación 22)

$A = \left(0.029 * (2.8)^{\frac{5}{3}} \right)^{\frac{3}{3+(5*0.7)}}$	$B = 0.43 * \frac{\sqrt{1168.68}}{0.0046^{0.2}}$
A = 0.43	B = 43.21 m

De acuerdo a la topografía del terreno, para la propuesta del diseño se asumió: **B = 41.60 m.**

2.2. Tirante máximo y altura de encauzamiento.

A. Tirante máximo:

Este valor y juntamente con otros factores nos permitira determinar la altura de la socavación. Para ello se tiene en cuenta el los siguiente:

Datos:

T =(tirante máximo)

Ks = 45Según la (ver tabla 11)

Para determinar el tirante máximo reemplazamos en la
(Ecuación 23)

$$t = \left(\frac{1168.68}{45 * 41.60 * 0.0046^{1/2}} \right)^{3/5} \quad t = 3.70 \text{ m}$$

B. Altura de encauzamiento:

La determinación de este valor nos permitiera obtener la altura adecuada para el encauzamiento con la finalidad de proteger los márgenes del río. Para ello se tiene en cuenta el coeficiente de rugosidad (n) el cual nos brinda la tabla 8 el cual influye en el cálculo de la velocidad, así mismo también se tiene en cuenta: $Z = 3.12 \text{ m}$.

Para determinar el encauzamiento se utilizó la (ecuación 24), para ello primeramente se realizó los siguientes cálculos:

➤ **Para determinar la Sección húmeda se utilizó la (Ecuación 25)**

$$A = (B + Z * Y)Y$$

$$A = (41.60 + 3.12 * 3.70) * 3.70 = 196.80 \text{ m}^2$$

➤ **Para determinar el perímetro húmedo se utilizó la (Ecuación 26)**

$$P = B + 2Y\sqrt{1 + Z^2}$$

$$P = 41.60 + 2 * 3.70 * \sqrt{1 + 3.12^2} = 65.86 \text{ m}$$

➤ **Para determinar el radio hidráulico se utilizó la (Ecuación 27)**

$$R_H = \frac{A}{P} = \frac{196.80}{65.86} = 2.99 \text{ m}$$

➤ **Para determinar la velocidad se utilizó la (Ecuación 28)**

$$V = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n} = \frac{2.99^{2/3} * 0.0046^{1/2}}{0.029} = 4.85 \text{ m/s}$$

- Para determinar profundidad media se utilizó la (Ecuacion 29)

$$ym = \frac{A}{B} = \frac{196.80}{41.60} = 4.73 \text{ m}$$

- Para determinar el numero de Froude se utilizó la (Ecuacion 30)

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g*ym}} \quad Fr = \frac{4.85}{\sqrt{9.81*4.73}}$$

$$Fr = 0.71 > \text{"flujo subscrito"}$$

- Para determinar el borde libre se utilizó la (Ecuacion 31)

- Coeficiente:

$$e = \frac{v^2}{2*g} = \frac{4.85^2}{2*9.81} = 1.20$$

- Borde libre:

$$BL = c * e = 0.43 * 1.20 = 0.52 \text{ m}$$

Para determinar la altura de encauzamiento se utilizó la (Ecuacion 24)

$$H = t + BL = 3.70 + 0.52 = 4.22 \text{ m}$$

Mediante los calculos realizados se determino que para el tramo 2 la altura de encauzamiento es de 4.22 m. Seguidamente se calcula la socavación en tramos rectos, en este caso no se realiza el calculo de socavacion en curvas debido a que el tramo es recto.

2.3. Socavación en tramos rectos:

Para determinar la socavación en tramos rectos se tiene en cuenta el diametro (Dm) de las particulas del suelo, asi como otros factores:

$$T_m = Y_m = 4.73 \text{ m}$$

$$D_m = 2.0 \text{ mm} \dots\dots\dots (\text{Diámetro de las partículas})$$

$$U = 0.96 \dots\dots\dots \text{Según la (tabla 12)}$$

$$B = 1.02 \dots\dots\dots \text{Según la (tabla 13)}$$

$$1/(x+1) = 0.74 \dots\dots\dots \text{Según la (tabla 14)}$$

➤ **Para el calculo de tirante de socavacion en suelos granulares no cohesivos se utilizo la (Ecuacion 32).**

➤ **Coficiente:**

$$\alpha = \frac{Q}{\left(t m^{\frac{5}{3}} * B * U \right)} = \frac{1168.68}{\left(4.73^{\frac{5}{3}} * 41.60 * 0.96 \right)} = 2.20$$

➤ **Tirante de socavación:**

$$t_s = \frac{\alpha * (t)^{\frac{5}{3}}}{(0.68 * d_m^{0.28} * B)^{1/(x+1)}}$$

$$t_s = \frac{2.20 * (3.70)^{\frac{5}{3}}}{(0.68 * 2^{0.28} * 1.02)^{0.74}} = 4.341 \text{ m}$$

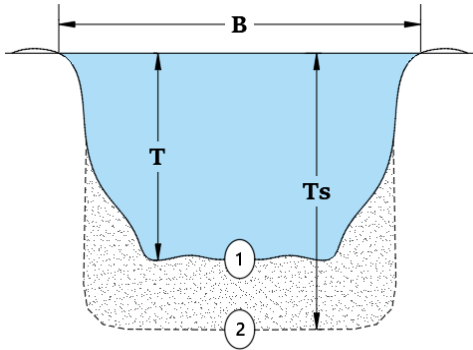
Para determinar la altura de la socavacion se utilizó la (Ecuacion 33)

$$H_s = t_s - t = 4.34 - 3.70 = 0.64 \text{ m}$$

$$H = 4.22 + 0.64 = 4.86 \text{ m}$$

De acuerdo a los datos obtenidos se tiene una socavacion de 0.64 m para tramo de estudio. Obteniendo asi su altura de 4.85 m para el diseño del muro de defensa.

Tabla 36. Sección hidráulica tramo 2 de forma recta.

Descripción	Sección
<p>- Tirante sin socavación: T = 3.70 m</p> <p>- Tirante de socavación: Ts = 4.34 m</p> <p>1.- Perfil antes de la erosión.</p> <p>2.- Perfil tras la erosión.</p>	

Fuente: Elaboración propia de los autores.

3. Tramo 3: Progresiva (3 + 290.00 km - 5 + 130.00 km)

3.1. Ancho estable del río.

Para realizar el cálculo del ancho estable se utiliza el método de Altunin Manning en el cual se tiene en cuenta lo siguiente:

Datos:

A = coeficiente

Q = 1168.68 m³/s (Caudal de diseño)

S = 0.0065..... (Pendiente)

n = 0.029 Según la (ver tabla 8)

k = 2.8 Según la (ver tabla 9)

m = 0.7 Según la (ver tabla 10)

Para determinar el ancho estable del río reemplazamos en la (Ecuación 22)

$A = \left(0.029 * (2.8)^{\frac{5}{3}} \right)^{\frac{3}{3+(5*0.7)}}$	$B = 0.43 * \frac{\sqrt{1168.68}}{0.0065^{0.2}}$
<p>A = 0.43</p>	<p>B = 40.32 m</p>

De acuerdo a la topografía del terreno, para la propuesta del diseño se asumió: **B = 39.80 m.**

3.2. Tirante máximo y altura de encauzamiento.

A. Tirante máximo:

Este valor y juntamente con otros factores nos permitira determinar la altura de la socavación. Para ello se tiene en cuenta el los siguiente:

Datos:

T =(Tirante máximo)

Ks = 45Según la (ver tabla 11)

**Para determinar el tirante máximo reemplazamos en la
(Ecuación 23)**

$$t = \left(\frac{1168.68}{45 * 39.80 * 0.0065^{1/2}} \right)^{3/5} \quad t = 3.48 \text{ m}$$

B. Altura de encauzamiento:

La determinacion de este valor y juntamente con la altura de la socavación nos permitira obtener la altura adecuada para el encauzamiento con la finalidad de proteger los margenes del rio. Para ello se tuvo en cuenta el coeficiente que nos brinda la (Tabla 28) este valor influye en el calculo de la velocidad, así mismo se tiene en cuenta: Z = 3.12 m.

Para determinar el encauzamiento se utilizó la (ecuacion 24), para ello primeramente se realizo los siguientes cálculos:

➤ Para determinar la Sección húmeda se utilizo la (Ecuacion 25)

$$A = (B + Z * Y)Y$$

$$A = (39.80 + 3.12 * 3.48) * 3.48 = 176.24 \text{ m}^2$$

- Para determinar el perímetro húmedo se utilizó la (Ecuación 26)

$$P = B + 2Y\sqrt{1 + Z^2}$$

$$P = 39.80 + 2 * 3.48 * \sqrt{1 + 3.12^2} = 62.60 \text{ m}$$

- Para determinar el radio hidráulico se utilizó la (Ecuación 27)

$$R_H = \frac{A}{P} = \frac{176.24}{62.60} = 2.82 \text{ m}$$

- Para determinar la velocidad se utilizó la (Ecuación 28)

$$V = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n} = \frac{2.82^{2/3} * 0.0065^{1/2}}{0.029} = 5.54 \text{ m/s}$$

- Para determinar profundidad media se utilizó la (Ecuación 29)

$$ym = \frac{A}{B} = \frac{176.24}{39.80} = 4.43 \text{ m}$$

- Para determinar el número de Froude se utilizó la (Ecuación 30)

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g * ym}} \quad Fr = \frac{5.54}{\sqrt{9.81 * 4.43}}$$

$$Fr = 0.84 > \text{"flujo subscrito"}$$

- Para determinar el borde libre se utilizó la (Ecuación 31)

- Coeficiente:

$$e = \frac{v^2}{2 * g} = \frac{5.54^2}{2 * 9.81} = 1.57$$

- Borde libre:

$$BL = c * e = 0.43 * 1.57 = 0.67 \text{ m}$$

Para determinar la altura de encauzamiento se utilizó la (Ecuacion 24)

$$H = t + BL = 3.48 + 0.67 = 4.15 \text{ m}$$

Mediante los calculos realizados se determino que para el tramo 3 la altura de encauzamiento es de 4.15 m. Seguidamente se calcula la socavación en tramos rectos, en este caso no se realiza el calculo de socavacion en curvas debido a que el tramo es recto.

3.3. Socavación en tramos rectos:

Para determinar la socavación en tramos rectos se tiene en cuenta el diametro (Dm) de las particulas del suelo, asi como otros factores:

$T_m = Y_m = 4.43 \text{ m}$

$D_m = 4 \text{ mm}$ (Diámetro de las partículas)

$U = 0.96$ Según la (tabla 12)

$B = 1.02$ Según la (tabla 13)

$1/(x+1) = 0.73$ Según la (tabla 14)

➤ **Para el calculo de tirante de socavacion en suelos granulares no cohesivos se utilizo la (Ecuacion 32).**

➤ **Coficiente:**

$$\alpha = \frac{Q}{\left(t m^{\frac{5}{3}} * B * U \right)} = \frac{1168.68}{\left(4.43^{\frac{5}{3}} * 39.80 * 0.96 \right)} = 2.56$$

➤ **Tirante de socavacion:**

$$t_s = \frac{\alpha * (t)^{\frac{5}{3}}}{\left(0.68 * d_m^{0.28} * B \right)^{1/(x+1)}} = \frac{2.56 * (3.48)^{\frac{5}{3}}}{\left(0.68 * 4^{0.28} * 1.02 \right)^{0.74}} = 4.17$$

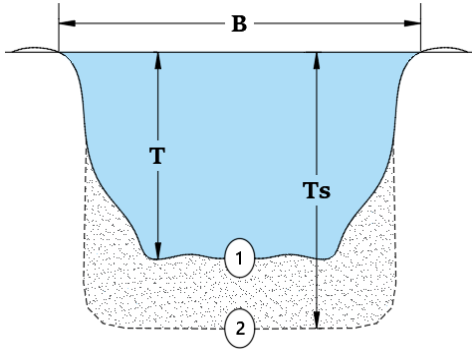
Para determinar la altura de la socavacion se utilizó la (Ecuacion 33)

$$H_s = t_s - t = 4.17 - 3.48 = 0.69 \text{ m}$$

$$H = 4.15 + 0.69 = 4.85 \text{ m}$$

De acuerdo a los datos obtenidos se tiene una socavacion de 0.69 m para tramo de estudio. Obteniendo así su altura de 4.85 m para el diseño del muro de gavion.

Tabla 37. Sección hidráulica tramo 3 de forma recta.

Descripción	Sección
<p>- Tirante sin socavación: $T = 3.48 \text{ m}$</p> <p>- Tirante de socavación: $T_s = 4.17 \text{ m}$</p> <p>1.- Perfil antes de la erosión.</p> <p>2.- Perfil tras la erosión.</p>	

Fuente: Elaboración propia de los autores.

4. Tramo 4: Progresiva (6 + 205.00 km - 6 + 635.00 km)

4.1. Ancho estable del río.

Para realizar el cálculo del ancho estable se utiliza el método de Altunin Manning en el cual se tiene en cuenta lo siguiente:

Datos:

A = coeficiente

S = 0.0024..... (Pendiente)

Para determinar el ancho estable del río reemplazamos en la
(Ecuación 22)

$A = \left(0.029 * (2.8)^{\frac{5}{3}} \right)^{\frac{3}{3+(5*0.7)}}$	$B = 0.43 * \frac{\sqrt{1168.68}}{0.0024^{0.2}}$
$A = 0.43$	$B = 49.22 \text{ m}$

De acuerdo a la topografía del terreno, para la propuesta del diseño se asumió: **B = 41.50 m**.

4.2. Tirante máximo y altura de encauzamiento.

A. Tirante máximo:

Este valor y juntamente con otros factores nos permitira determinar la altura de la socavación. Para ello se tiene en cuenta el los siguiente:

Datos:

T =(Tirante máximo)

Ks = 45Según la (ver tabla 11)

Para determinar el tirante máximo reemplazamos en la
(Ecuación 23)

$t = \left(\frac{1168.68}{45 * 49.22 * 0.0024^{1/2}} \right)^{3/5}$	$t = 4.16 \text{ m}$
--	----------------------

B. Altura de encauzamiento:

La determinacion de este valor y juntamente con la altura de la socavación nos permitira obtener la altura adecuada para el encauzamiento con la finalidad de proteger los margenes del río. Para ello se tuvo en cuenta el coeficiente que nos brinda la (Tabla 28) este valor influye en el calculo de la velocidad, así mismo se tiene en cuenta: Z = 3.12 m.

Para determinar el encauzamiento se utilizó la (ecuacion 24), para ello primeramente se realizo los siguientes cálculos:

- **Para determinar la Sección húmeda se utilizo la (Ecuacion 25)**

$$A = (B + Z * Y)Y$$

$$A = (48.50 + 3.12 * 4.16) * 4.16 = 255.94 \text{ m}^2$$

- **Para determinar el perímetro húmedo se utilizó la (Ecuacion 26)**

$$P = B + 2Y\sqrt{1 + Z^2}$$

$$P = 48.50 + 2 * 4.16 * \sqrt{1 + 3.12^2} = 75.78 \text{ m}$$

- **Para determinar el radio hidráulico se utilizó la (Ecuacion 27)**

$$R_H = \frac{A}{P} = \frac{255.94}{75.78} = 3.38 \text{ m}$$

- **Para determinar la velocidad se utilizó la (Ecuacion 28)**

$$V = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n} = \frac{3.38^{2/3} * 0.0024^{1/2}}{0.029} = 3.80 \text{ m/s}$$

- **Para determinar profundidad media se utilizó la (Ecuacion 29)**

$$ym = \frac{A}{B} = \frac{255.94}{48.50} = 5.28 \text{ m}$$

- **Para determinar el numero de Froude se utilizó la (Ecuacion 30)**

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g * ym}} \quad Fr = \frac{3.80}{\sqrt{9.81 * 5.28}}$$

$$Fr = 0.53 > \text{"flujo subscrito"}$$

➤ Para determinar el borde libre se utilizó la (Ecuacion 31)

➤ Coeficiente:

$$e = \frac{v^2}{2 * g} = \frac{3.80^2}{2 * 9.81} = 0.74$$

➤ Borde libre:

$$BL = c * e = 0.43 * 0.74 = 0.32 \text{ m}$$

Para determinar la altura de encauzamiento se utilizó la (Ecuacion 24)

$$H = t + BL = 4.16 + 0.32 = 4.48 \text{ m}$$

Mediante los calculos realizados se determino que para el tramo 3 la altura de encauzamiento es de 4.48 m. Seguidamente se calcula la socavación en tramos rectos, en este caso no se realiza el calculo de socavacion en curvas debido a que el tramo es recto.

4.3. Socavación en curvas (Hs):

Para el cálculo de la socavación en tramos de forma curva se tiene en cuenta algunos las siguientes formulas.

➤ Para el calculo de tirante de socavacion se uso la (Ecuacion 34)

$$t_{max} = e * Dr \quad Dr = t$$

$$e = R/B = 1.20$$

$$t_{max} = 1.20 * 4.16 = 5.00 \text{ m}$$

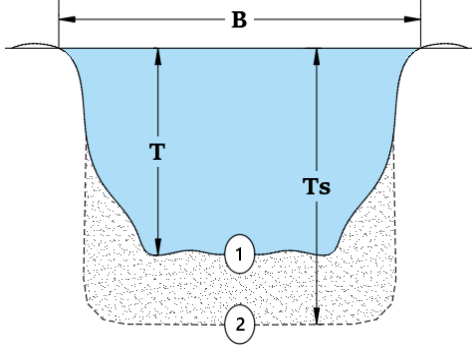
Para determinar la altura de la socavacion se utilizó la (Ecuacion 35)

$$Hs = 5.00 - 4.16 = 0.83 \text{ m}$$

$$H = 4.48 + 0.83 = 5.31 \text{ m}$$

Mediante los cálculos realizados se determinó una altura de socavación de 0.85 m para tramos en curva, obteniendo así una altura de 5.50 m para el diseño de la defensa.

Tabla 38. Sección hidráulica tramo 4 de forma curva.

Descripción	Sección
<ul style="list-style-type: none"> - Tirante sin socavación: $T = 4.16 \text{ m}$ - Tirante de socavación: $T_s = 5.00 \text{ m}$ 1.- Perfil antes de la erosión. 2.- Perfil tras la erosión. 	

Fuente: Elaboración propia de los autores.

- **Para el cálculo de la fuerza tractiva se utilizó la (Ecuación 36)**
Para ello se tiene en cuenta lo siguiente:

Densidad del agua: $\gamma = 1000 \text{ Kg/m}^3$

Rarido de curvatura: $R_H = 3.88 \text{ m}$

Pendiente de la curva: $S = 0.0004 \text{ m}$

$$T = 1000 \times 2.85 \times 0.001 = 1.40 \text{ kg/m}^2$$

- Como el valor de $T > T_c$, según la (Tabla 15) este se encuentra entre (1.0 - 1.40) concordando que el suelo es arena limoso, entonces el tramo requiere de una estructura que proteja los márgenes del río.

5. Tramo 5: Progresiva (6 + 635.00 km - 7 + 380.00 km)

5.1. Ancho estable del río.

Para realizar el cálculo del ancho estable se utiliza el método de Altunin Manning en el cual se tiene en cuenta lo siguiente:

Datos:

A = coeficiente

Q = 1168.68 m³/s (Caudal de diseño)

S = 0.007..... (Pendiente)

n = 0.029 Según la (ver tabla 8)

k = 2.8 Según la (ver tabla 9)

m = 0.7 Según la (ver tabla 10)

Para determinar el ancho estable del río reemplazamos en la
(Ecuación 22)

$A = \left(0.029 * (2.8)^{\frac{5}{3}} \right)^{\frac{3}{3+(5*0.7)}}$	$B = 0.43 * \frac{\sqrt{1168.68}}{0.007^{0.2}}$
A = 0.43	B = 40.32 m

De acuerdo a la topografía del terreno, para la propuesta del diseño se asumió: **B = 39.50 m.**

5.2. Tirante máximo y altura de encauzamiento.

A. Tirante máximo:

Este valor y juntamente con otros factores nos permitira determinar la altura de la socavación. Para ello se tiene en cuenta el los siguiente:

Datos:

T =(tirante máximo)

Ks = 45Según la (ver tabla 11)

Para determinar el tirante máximo reemplazamos en la
(Ecuación 23)

$$t = \left(\frac{1168.68}{45 * 40.32 * 0.007^{1/2}} \right)^{3/5} \quad t = 3.48 \text{ m}$$

B. Altura de encauzamiento:

La determinación de este valor nos permitiera obtener la altura adecuada para el encauzamiento con la finalidad de proteger los márgenes del río. Para ello se tiene en cuenta un coeficiente que nos brinda la tabla 8 el cual influye en el cálculo, así mismo se tiene en cuenta: $Z = 3.12 \text{ m}$.

Para determinar el encauzamiento se utilizó la (ecuación 24), para ello primeramente se realizó los siguientes cálculos:

➤ **Para determinar la Sección húmeda se utilizó la (Ecuación 25)**

$$A = (B + Z * Y)Y$$

$$A = (39.50 + 3.12 * 3.48) * 3.48 = 175.19 \text{ m}^2$$

➤ **Para determinar el perímetro húmedo se utilizó la (Ecuación 26)**

$$P = B + 2Y\sqrt{1 + Z^2}$$

$$P = 39.50 + 2 * 3.48 * \sqrt{1 + 3.12^2} = 62.30 \text{ m}$$

➤ **Para determinar el radio hidráulico se utilizó la (Ecuación 27)**

$$R_H = \frac{A}{P} = \frac{175.19}{62.30} = 2.81 \text{ m}$$

➤ **Para determinar la velocidad se utilizó la (Ecuación 28)**

$$V = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n} = \frac{2.81^{2/3} * 0.007^{1/2}}{0.029} = 5.54 \text{ m/s}$$

- Para determinar profundidad media se utilizó la (Ecuacion 29)

$$ym = \frac{A}{B} = \frac{175.19}{39.50} = 4.44 \text{ m}$$

- Para determinar el numero de Froude se utilizó la (Ecuacion 30)

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g*ym}} \quad Fr = \frac{5.54}{\sqrt{9.81*4.44}}$$

$$Fr = 0.84 > \text{"flujo subscrito"}$$

- Para determinar el borde libre se utilizó la (Ecuacion 31)

- Coeficiente:

$$e = \frac{v^2}{2*g} = \frac{5.54^2}{2*9.81} = 1.56$$

- Borde libre:

$$BL = c * e = 0.43 * 1.56 = 0.67 \text{ m}$$

Para determinar la altura de encauzamiento se utilizó la (Ecuacion 24)

$$H = t + BL = 3.48 + 0.67 = 4.15 \text{ m}$$

Mediante los calculos realizados se determino que para el tramo 2 la altura de encauzamiento es de 4.15 m. Seguidamente se calcula la socavación en tramos rectos, en este caso no se realiza el calculo de socavacion en curvas debido a que el tramo es recto.

5.3. Socavación en tramos rectos:

Para determinar la socavación en tramos rectos se tiene en cuenta el diametro (Dm) de las particulas del suelo, asi como otros factores:

$$T_m = Y_m = 4.44 \text{ m}$$

$$D_m = 4.0 \text{ mm} \dots\dots\dots (\text{Diámetro de las partículas})$$

$$U = 0.96 \dots\dots\dots \text{Según la (tabla 12)}$$

$$B = 1.02 \dots\dots\dots \text{Según la (tabla 13)}$$

$$1/(x+1) = 0.73 \dots\dots\dots \text{Según la (tabla 14)}$$

➤ **Para el calculo de tirante de socavacion en suelos granulares no cohesivos se utilizo la (Ecuacion 32).**

➤ **Coficiente:**

$$\alpha = \frac{Q}{\left(t m^{\frac{5}{3}} * B * U \right)} = \frac{1168.68}{\left(4.44^{\frac{5}{3}} * 39.50 * 0.96 \right)} = 2.57$$

➤ **Tirante de socavación:**

$$t_s = \frac{\alpha * (t)^{\frac{5}{3}}}{(0.68 * d_m^{0.28} * B)^{1/(x+1)}}$$

$$t_s = \frac{2.57 * (3.48)^{\frac{5}{3}}}{(0.68 * 4^{0.28} * 1.02)^{0.74}} = 4.159 \text{ m}$$

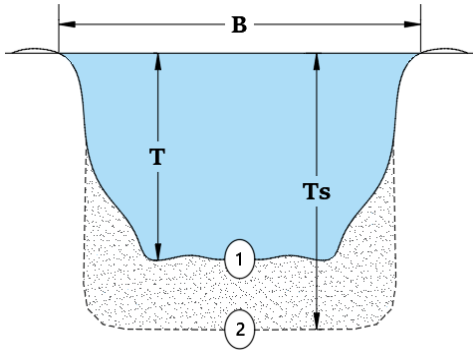
Para determinar la altura de la socavacion se utilizó la (Ecuacion 33)

$$H_s = t_s - t = 4.16 - 3.48 = 0.68 \text{ m}$$

$$H = 4.15 + 0.68 = 4.83 \text{ m}$$

De acuerdo a los datos obtenidos se tiene una socavacion de 0.68 m para tramo de estudio. Obteniendo asi su altura de 4.85 m para el diseño del muro de defensa.

Tabla 39. Sección hidráulica tramo 5 de forma recta.

Descripción	Sección
<p>- Tirante sin socavación: $T = 3.48$ m</p> <p>- Tirante de socavación: $T_s = 4.16$ m</p> <p>1.- Perfil antes de la erosión.</p> <p>2.- Perfil tras la erosión.</p>	

Fuente: Elaboración propia de los autores.

5.4. Socavación en curvas (Hs):

Para el cálculo de la socavación en tramos de forma curva se tiene en cuenta algunos las siguientes formulas.

➤ Para el calculo de tirante de socavacion se uso la (Ecuacion 34)

$$t_{max} = e * Dr \quad Dr = t$$

$$e = R/B = 1.25$$

$$t_{max} = 1.25 * 3.48 = 4.35 \text{ m}$$

Para determinar la altura de la socavacion se utilizó la (Ecuacion 35)

$$H_s = 4.35 - 3.48 = 0.87 \text{ m}$$

$$H = 4.15 + 0.87 = 5.02 \text{ m}$$

Mediante los cálculos realizados se determinó una altura de socavación de 0.87 m para tramos en curva. obteniendo así una altura de 5.00 m para el diseño de la defensa.

Tabla 40. Sección hidráulica tramo 5 de forma curva.

Descripción	Sección
<p>- Tirante sin socavación: $T = 4.16$ m</p> <p>- Tirante de socavación: $T_s = 5.00$ m</p> <p>1.- Perfil antes de la erosión.</p> <p>2.- Perfil tras la erosión.</p>	

Fuente: Elaboración propia de los autores.

➤ **Para el calculo de la fuerza tractiva se utilizo la (Ecuacion 36)**

Para ello se tiene en cuenta lo siguiente:

Densidad del agua: $\gamma = 1000Kg/m^3$

Rarido de curvatura: $R_H = 2.81$ m

Pendiente de la curva: $S = 0.0005$ m

$$T = 1000 \times 2.81 \times 0.001 = 1.40 \text{ kg/m}^2$$

- Como el valor de $T > T_c$. según la (Tabla 15) este se encuentra entre (1.0 - 1.40) concordando que el suelo es areno limoso, entonces el tramo requiere de una estructura que proteja los margenes del río.

3.8.4.4. Análisis de Resultados.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la condición actual del cauce del río Lacramarca en el tramo Jorge Chávez – Los pescadores, que para un caudal de diseño seleccionado de $Q = 1168.68$ m³/s, para el periodo de retorno de 140 años, los niveles alcanzados por el agua a lo largo del tramo sobrepasan el cauce del río, provocando zonas inundables que ponen en

riesgo a la población aledaña al río, así como infraestructura vial como puentes, terrenos agrícolas e infraestructura de riego ubicada en el área de estudio.

Dada la vulnerabilidad del tramo de estudio en las condiciones actuales, para mejorar sus condiciones hidráulicas se propone un tratamiento del cauce del río Lacramarca, planteando anchos estables, así como también la profundidad que se tendrá en cuenta para el diseño de la estructura que permitan satisfacer la demanda del caudal.

3.8.4.5. Selección de Medidas Estructurales.

Luego de los resultados hidráulicos obtenidos de los cálculos realizados en cada tramo, y de la visita en campo, se plantea como medida de protección el diseño de gaviones para cada tramo de estudio, en el cual se realiza su dimensionamiento estructural.

3.8.5. Diseño estructural.

3.8.5.1. Generalidades

El diseño estructural consistió en el predimensionamiento de cada uno de los elementos estructurales, las cuales fueron evaluadas para soportar las distintas fuerzas que están expuestas, Según la topografía del terreno se determinó que en algunos tramos no se cuenta con fuerza de empuje del terreno debido a que las alturas de los márgenes son mínimas, es por ello se considera la fuerza de empuje del material de relleno el cual es el material propio de la zona.

Para la construcción de gaviones, se tiene en cuenta las especificaciones técnicas donde nos especifica que el material de relleno “piedra” debe estar comprendida entre un tamaño máximo igual a 3 veces la abertura de la malla, y como mínimo de 1.2 veces la abertura de la misma (Prodac, 2016). Para este diseño se consideró a utilizar una malla hexagonal de triple torsión y un material de relleno “piedra” de entre 6 y 8 pulgadas.

3.8.5.2. Objetivo:

Es el objetivo de la investigación a lo que se llegó a concluir con un diseño de gaviones para la defensa ribereña.

3.8.5.3. Análisis del tramo 1: Progresiva. (0+00.00 km – 1+ 970.00 km).

Para el diseño del muro de gavión de este tramo está comprendido por dos tipos de diseño debido a que presenta tramos de forma recta y curva, las longitudes de cada uno se presenta muestra en la (Tabla 41).

Tabla 41. Consideraciones para el diseño estructural (Tramo 1).

CONSIDERACIONES DE DISEÑO PARA MUROS DE GAVION				
ITEM	Descripción	Progresiva	Tramo	Longitud
1	Tramo derecho	0+000.00 -- 0+320.00	Recto	320
	Tramo izquierdo	0+000.00 -- 0+310.01	Recto	310
2	Tramo derecho	0+320.00 -- 0+620.02	Curva	300
	Tramo izquierdo	0+310.00 -- 0+610.03	Curva	300
3	Tramo derecho	0+620.00 -- 1+170.04	Recto	550
	Tramo izquierdo	0+610.00 -- 1+150.05	Recto	540
4	Tramo derecho	1+170.00 -- 1+480.06	Curva	310
	Tramo izquierdo	1+150.00 -- 1+470.07	Curva	320
5	Tramo derecho	1+480.00 -- 1+970.08	Recto	490
	Tramo izquierdo	1+470.00 -- 1+970.09	Recto	500

Fuente: Elaboración propia de los autores.

1. Diseño del muro de gavión:

1.1. Tramos rectos (Considerando material de relleno).

Datos para el diseño:

- Peso del terreno : $\gamma_s = 1.49 \text{ tn/m}^3$
- Peso de la piedra : $\gamma_r = 2.70 \text{ tn/m}^3$
- Ángulo de fricción : $\phi = 29.00^\circ$
- Ángulo que forma el relleno: $\beta = 0.00^\circ$
- Capacidad portante : $\sigma_s = 1.67 \text{ kg/cm}^2$

Ecuación 37. Determinación de la base del muro.

$$B = \frac{1}{2}(1 + H_T) \text{ --- (37)}$$

A.1. Dimencionamiento del muro:

- Altura total del muro: $H_T = 4.85 \text{ m}$.
- Predimencionamiento de la base = 2.93m. Optamos $B = 3.00 \text{ m}$

A.2. Dimensiones de cada bloque:

- Altura del bloque I: $b = 1.00 \text{ m}$ $h = 1.00 \text{ m}$
- Altura del bloque II: $b = 1.50 \text{ m}$ $h = 1.00 \text{ m}$
- Altura del bloque III: $b = 1.00 \text{ m}$ $h = 0.850 \text{ m}$

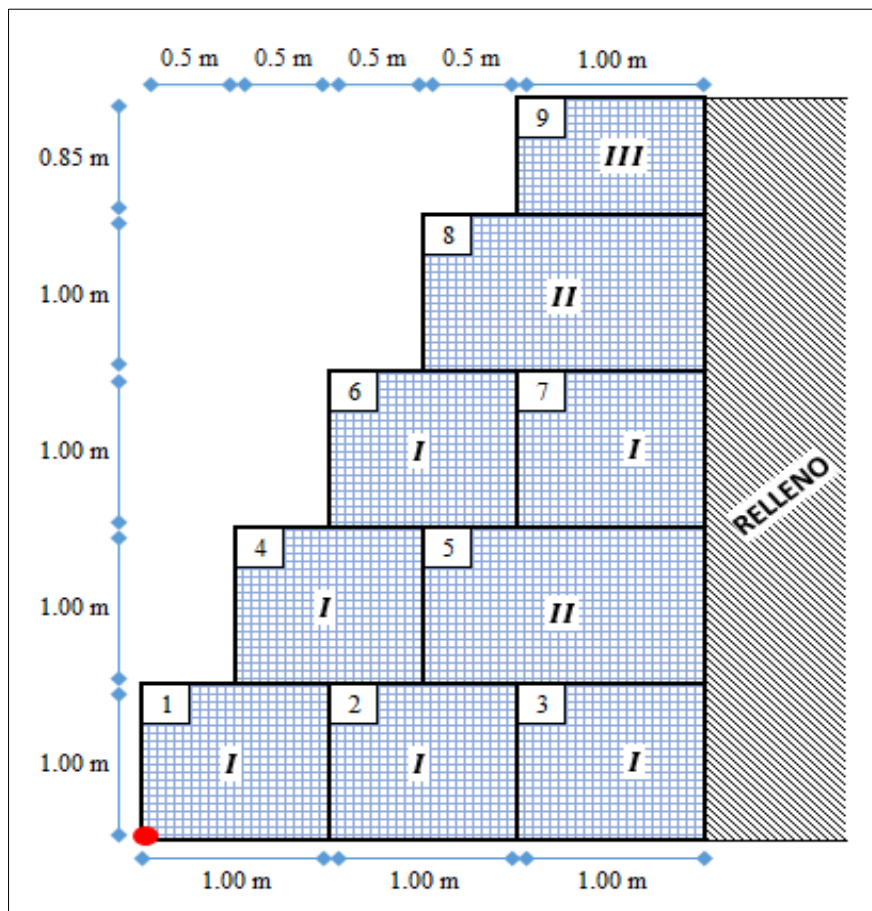


Figura 46. Diseño del muro para tramos rectos (Tramo 1).

Fuente: Elaboración propia de los autores.

A.3. Análisis considerando empuje de material de relleno:

Para realizar este análisis se tiene en cuenta el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), norma CE.020, estabilización de suelos y taludes. Donde nos brinda un factor de seguridad por deslizamiento (FSD) y volteo (FSV):

➤ Cálculo del empuje activo:

Ecuación 38. Presión lateral.

$$K_a = \cos \beta * \left(\frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \right) \text{ --- (38)}$$

$$K_a = \cos(0) * \left(\frac{\cos(0) - \sqrt{\cos^2(0) - \cos^2(29)}}{\cos(0) + \sqrt{\cos^2(0) - \cos^2(29)}} \right) = 0.374$$

Ecuación 39. Determinación del empuje activo.

$$E_A = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_s * H_T^2 \text{ --- (39)}$$

$$E_A = 0.5 * 0.374 * 1.49 * 4.85^2 = 6.08 \text{ tn/m}^3$$

Ecuación 40. Altura de aplicación de empuje activo.

$$Y = \frac{H_T}{3} \text{ --- (40)} \quad Y = \frac{4.85}{3} = 1.617 \text{ m}$$

A.4. Análisis de la estabilidad:

Es importante realizar este análisis ya que nos permitira definir el dimencionamiento del muro de gavion adecuado que soportara las fuerzas de empuje del suelo asi como tambien del agua, para ello se tiene factores que se tiene que cumplir.

➤ **Cálculo del peso total y momento resistente.**

Tabla 42. Cálculo de pesos y momentos (Tramo1: recto)

FIG.	TIPO	ÁREA (m ²)	PESO UNITARIO	PESO PARCIAL	BRAZO X (m)	MOMENTO (tn-m)
1	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	0.500	1.3500
2	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	1.500	4.0500
3	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	2.500	6.7500
4	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	1.000	2.7000
5	Gavión	1.500	2.70 tn/m ³	4.05 tn	2.250	9.1125
6	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	1.500	4.0500
7	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	2.500	6.7500
8	Gavión	1.500	2.70 tn/m ³	4.05 tn	2.250	9.1125
9	Gavión	0.850	2.70 tn/m ³	2.30 tn	2.500	5.7375
Σ =			P =	26.60 tn/m	Mr =	49.61 tn-m

Fuente: Elaboración propia de los autores.

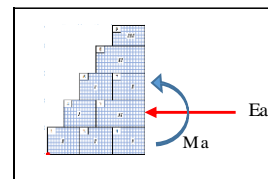
En la tabla 42 se calculó los pesos de cada bloque o teniendo así el peso total del muro P = 26.60 tn y un momento resistente de Mr = 49.61 tn.m.

➤ **Cálculo de las fuerzas actuantes en el muro de gavión.**

Ecuación 41. Momento producido por el empuje activo.

$$M_A = E_A * Y \text{ --- (41)}$$

$$M_A = 6.08 * 1.62 = 9.83 \text{ tn.m}$$



Ecuación 42. Verificación por deslizamiento. FSD = 1.50

$$\frac{f * P}{E_A} \geq FSD \text{ --- (42)}$$

$$f = tg\phi \leq 0.60$$

$$f = tg(29) \leq 0.60$$

$$f = 0.554 \leq 0.60$$

$$\frac{0.554 * 26.60}{6.08} \geq 1.5$$

$$FSD = 2.42 \geq 1.5 ; \text{ Si cumple}$$

Ecuación 43. Verificación por volteo. FSV = 2.00

$$\boxed{\frac{M_r}{M_A} \geq FSV} \quad \text{--- (43)} \quad \frac{49.61}{9.83} \geq 2.0$$

$$FSV = 5.05 \geq 2.00 ; \text{ Si cumple}$$

➤ **Verificación de presiones sobre el terreno:**

Ecuación 44. Punto de aplicación de la fuerza resultante:

$$\boxed{X_0 = \frac{M_r - M_A}{P}} \quad \text{--- (44)} \quad X_0 = \frac{49.61 - 9.83}{26.60} = 1.50 \text{ m}$$

Ecuación 45. Excentricidad de la fuerza resultante:

$$\boxed{e = \frac{B}{2} - X_0} \quad \text{--- (45)} \quad e = \frac{3.00}{2} - 1.50 = 0.0041 \text{ m}$$

- Se debe cumplir que: $e < \frac{B}{6} : e < \frac{3.00}{6} = 0.50$; Si cumple

Ecuación 46. Verificamos presiones de contacto.

$$\boxed{\sigma = \frac{P}{B} \left[1 \pm \frac{6 * e}{B} \right]} \quad \text{--- (46)}$$

$$\sigma_1 = \frac{26.60}{3.00} \left[1 + \frac{6 * 0.0041}{3.00} \right] \quad \sigma_2 = \frac{26.60}{3.00} \left[1 - \frac{6 * 0.0041}{3.00} \right]$$

$$\boxed{\begin{aligned} \sigma_1 &= 0.89 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.67 \text{ Kg/cm}^2 \text{Conforme} \\ \sigma_2 &= 0.88 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.67 \text{ Kg/cm}^2 \text{Conforme} \end{aligned}}$$

De acuerdo a las presiones calculadas se puede constatar que son menores que la capacidad portante del suelo, es importante que esto cumpla, ya que de lo contrario existiría una falla por cortante del suelo o un asentamiento diferencial.

Así mismo se hace la verificación entre boque y bloque.

Tabla 43. Verificación de estabilidad entre bloques (Tramo 1: recto)

VERIFICACIÓN ENTRE BLOQUE Y BLOQUE		
<p>1.- Fuerzas estabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso $P = 2.30 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Mr = 1.15 \text{ Tn.m}$ 	<p>3.- Verificación por deslizamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSD \geq 1.50$ ➤ Si cumple: $FSD = 6.81 > 1.50$ 	
<p>2.- Fuerzas desestabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empuje $Ea = 2.30 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Ma = 1.15 \text{ Tn.m}$ 	<p>4.- Verificación por volteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSV \geq 2.00$ ➤ Si cumple: $FSV = 6.81 > 2.00$ 	
<p>1.- Fuerzas estabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso $P = 2.35 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Mr = 5.33 \text{ Tn.m}$ 	<p>3.- Verificación por deslizamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSD \geq 1.50$ ➤ Si cumple: $FSD = 3.98 > 1.50$ 	
<p>2.- Fuerzas desestabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empuje $Ea = 0.89 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Ma = 0.55 \text{ Tn.m}$ 	<p>4.- Verificación por volteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSV \geq 2.00$ ➤ Si cumple: $FSV = 9.77 > 2.00$ 	
<p>1.- Fuerzas estabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso $P = 11.75 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Mr = 13.91 \text{ Tn.m}$ 	<p>3.- Verificación por deslizamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSD \geq 1.50$ ➤ Si cumple: $FSD = 3.10 > 1.50$ 	
<p>2.- Fuerzas desestabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empuje $Ea = 2.10 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Ma = 1.99 \text{ Tn.m}$ 	<p>4.- Verificación por volteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSV \geq 2.00$ ➤ Si cumple: $FSV = 6.97 > 2.00$ 	
<p>1.- Fuerzas estabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso $P = 18.50 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Mr = 28.22 \text{ Tn.m}$ 	<p>3.- Verificación por deslizamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSD \geq 1.50$ ➤ Si cumple: $FSD = 2.68 > 1.50$ 	
<p>2.- Fuerzas desestabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empuje $Ea = 3.83 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Ma = 4.92 \text{ Tn.m}$ 	<p>4.- Verificación por volteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSV \geq 2.00$ ➤ Si cumple: $FSV = 5.74 > 2.00$ 	

Fuente: Elaboración propia de los autores.

La verificación entre bloque y bloque se realizó con la finalidad de constatar de que va soportar el empuje del material de relleno, basandonos en los factores de seguridad según la norma mencioanda, si de lo contrario no cumple se tendria que rediseñar.

1.2. Tramos en curva (Considerando material de relleno).

B.1. Dimensionamiento del muro:

- Altura total del muro: $H_T = 5.00 \text{ m}$.
- Predimensionamiento de la base = 3.00m. según la ecuación 37.

$$B = \frac{1}{2}(1 + 5.00) = 3.00 \text{ m}$$

B.2. Dimensiones de cada bloque:

- Altura del bloque I: $b = 1.00 \text{ m}$ $h = 1.00 \text{ m}$
- Altura del bloque II: $b = 1.50 \text{ m}$ $h = 1.00 \text{ m}$

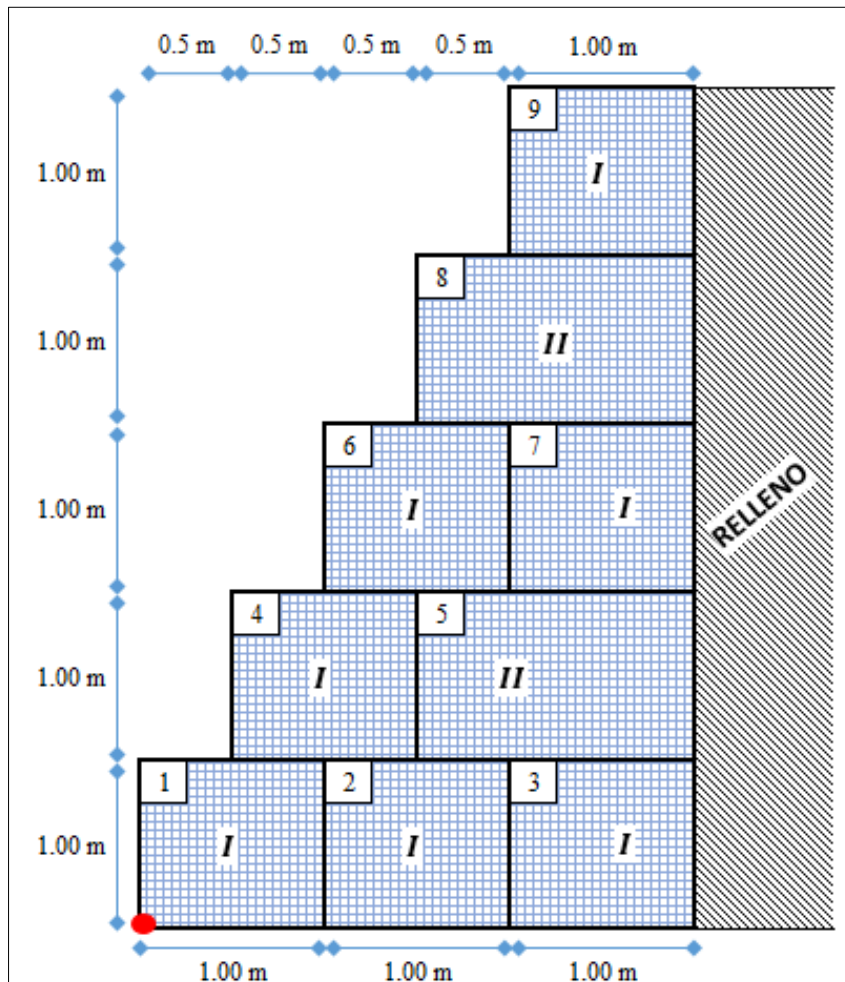


Figura 47. Diseño del muro para tramos en curva (Tramo 1).

Fuente: Elaboración propia de los autores.

B.3. Análisis considerando empuje de material de relleno:

Para realizar este análisis se tiene en cuenta el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), norma CE.020, estabilización de suelos y taludes. Donde nos brinda un factor de seguridad por deslizamiento (FSD) y volteo (FSV):

➤ Cálculo del empuje activo:

Para calcular la presión lateral se utilizó la (Ecuación 38)

$$K_a = \cos \beta * \left(\frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \right)$$

$$K_a = \cos(0) * \left(\frac{\cos(0) - \sqrt{\cos^2(0) - \cos^2(29)}}{\cos(0) + \sqrt{\cos^2(0) - \cos^2(29)}} \right)$$

$$K_a = 0.347$$

Para calcular el empuje activo se utilizó la (Ecuación 39)

$$E_A = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_s * H_T^2$$

$$E_A = 0.5 * 0.374 * 1.49 * 5.00^2 = 6.46 \text{ tn/m}^3$$

Para calcular la Altura de aplicación de empuje activo se utilizó la (Ecuación 40)

$$Y = \frac{H_T}{3} = \frac{5.00}{3} = 1.67 \text{ m}$$

B.4. Análisis de la estabilidad:

Es importante realizar este análisis ya que nos permitira definir el dimencionamiento del muro de gavion adecuado que soportara las fuerzas de empuje del suelo asi como tambien del agua, para ello se tiene factores que se tiene que cumplir.

➤ **Cálculo del peso total y momento resistente.**

Tabla 44. Cálculo de pesos y momentos (Tramo1: curva)

FIG.	TIPO	ÁREA (m ²)	PESO UNITARIO	PESO PARCIAL	BRAZO X (m)	MOMENTO (tn-m)
1	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	0.500	1.3500
2	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	1.500	4.0500
3	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	2.500	6.7500
4	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	1.000	2.7000
5	Gavión	1.500	2.70 tn/m ³	4.05 tn	2.250	9.1125
6	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	1.500	4.0500
7	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	2.500	6.7500
8	Gavión	1.500	2.70 tn/m ³	4.05 tn	2.250	9.1125
9	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	2.500	6.7500
Σ =			P =	27.00 tn	Mr =	50.63 tn-m

Fuente: Elaboración propia de los autores.

En la tabla 44 se calculó los pesos de cada bloque o teniendo así el peso total del muro P = 27.00 tn y un momento resistente de Mr = 50.63 tn.m.

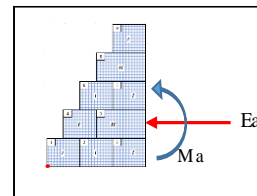
➤ **Cálculo de las fuerzas actuantes en el muro de gavión.**

Para calcular el momento producido por el empuje activo empuje activo se utilizó la (Ecuación 41)

$$M_A = E_A * Y$$

$$M_A = 6.46 * 1.67$$

$$M_A = 10.77 \text{ tn.m}$$



Para calcular la verificación por deslizamiento. FSD = 1.50 se utilizó la (Ecuación 42)

$$\frac{f * P}{E_A} \geq FSD$$

$$\frac{0.554 * 27.00}{6.46} \geq 1.5$$

$$f = tg\phi \leq 0.60$$

$$f = tg(29) \leq 0.60$$

$$f = 0.554 \leq 0.60$$

$FSD = 2.32 \geq 1.5$; Si cumple

Para calcular la Verificación por volteo: $FSV = 2.00$ se utilizó la (Ecuación 43)

$$\frac{M_r}{M_A} \geq FSV \quad \frac{50.625}{10.771} \geq 2.00$$

$$FSV = 4.70 \geq 2.00 ; \text{ Si cumple}$$

➤ Verificación de presiones sobre el terreno:

Para calcular el punto de aplicación de la fuerza resultante se utilizó la (Ecuación 44)

$$X_0 = \frac{M_r - M_A}{P} = \frac{50.625 - 10.771}{27.00} = 1.48 \text{ m}$$

Para calcular la excentricidad de la fuerza resultante se utilizó la (Ecuación 45)

$$e = \frac{B}{2} - X_0 \quad e = \frac{3.00}{2} - 1.48 = 0.024 \text{ m}$$

$$\text{Se debe cumplir que: } e < \frac{B}{6} : e < \frac{3.00}{6} = 0.50; \text{ Si cumple}$$

Para Verificar las presiones de contacto entre (suelo y el muro). Se utilizó la (Ecuación 46)

$$\sigma = \frac{P}{B} \left[1 \pm \frac{6 * e}{B} \right] \text{ --- (46)}$$

$$\sigma_1 = \frac{27.00}{3.00} \left[1 + \frac{6 * 0.024}{3.00} \right] \quad \sigma_2 = \frac{27.00}{3.00} \left[1 - \frac{6 * 0.024}{3.00} \right]$$

$$\sigma_1 = 0.94 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.67 \text{ Kg/cm}^2 \text{Conforme}$$

$$\sigma_2 = 0.86 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.67 \text{ Kg/cm}^2 \text{Conforme}$$

De acuerdo a las presiones calculadas se puede constatar que son menores que la capacidad portante del suelo, es importante que esto cumpla, ya que de lo contrario existiría una falla por cortante del suelo o un asentamiento diferencial. Así mismo se hizo una verificación en cada bloque, que cumpla con los factores de seguridad, si de lo contrario no cumple se tendría que rediseñar. Para este caso si cumple.

Tabla 45. Verificación de estabilidad entre bloques (Tramo1: curva)

VERIFICACIÓN ENTRE BLOQUE Y BLOQUE		
<p>1.- Fuerzas estabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso $P = 2.70 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Mr = 1.35 \text{ Tn.m}$ <p>2.- Fuerzas desestabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empuje $Ea = 0.26 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Ma = 0.09 \text{ Tn.m}$ 	<p>3.- Verificación por deslizamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSD \geq 1.50$ ➤ Si cumple: $FSD = 5.79 > 1.50$ <p>4.- Verificación por volteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSV \geq 2.00$ ➤ Si cumple: $FSV = 15.67 > 2.00$ 	
<p>1.- Fuerzas estabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso $P = 6.75 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Mr = 5.74 \text{ Tn.m}$ <p>2.- Fuerzas desestabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empuje $Ea = 1.03 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Ma = 0.69 \text{ Tn.m}$ 	<p>3.- Verificación por deslizamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSD \geq 1.50$ ➤ Si cumple: $FSD = 3.62 > 1.50$ <p>4.- Verificación por volteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSV \geq 2.00$ ➤ Si cumple: $FSV = 8.32 > 2.00$ 	
<p>1.- Fuerzas estabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso $P = 15.15 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Mr = 14.51 \text{ Tn.m}$ <p>2.- Fuerzas desestabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empuje $Ea = 2.33 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Ma = 1.55 \text{ Tn.m}$ 	<p>3.- Verificación por deslizamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSD \geq 1.50$ ➤ Si cumple: $FSD = 2.89 > 1.50$ <p>4.- Verificación por volteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSV \geq 2.00$ ➤ Si cumple: $FSV = 9.36 > 2.00$ 	
<p>1.- Fuerzas estabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso $P = 18.90 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Mr = 29.03 \text{ Tn.m}$ <p>2.- Fuerzas desestabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empuje $Ea = 4.14 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Ma = 5.52 \text{ Tn.m}$ 	<p>3.- Verificación por deslizamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSD \geq 1.50$ ➤ Si cumple: $FSD = 2.53 > 1.50$ <p>4.- Verificación por volteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSV \geq 2.00$ ➤ Si cumple: $FSV = 5.26 > 2.00$ 	

Fuente: Elaboración propia de los autores.

3.8.5.4. Análisis del tramo 2: Progresiva. (1+970.00 km – 2+ 230.00 km).

Para el diseño del muro de gavión de este tramo está comprendido por un solo tipo de diseño debido a que presenta tramos de forma recta

1.1. Diseño del gavión tramo recto (Considerando material de relleno).

Datos para el diseño:

- Ángulo de fricción : $\phi = 27.50^\circ$
- Capacidad portante : $\sigma_s = 1.35 \text{ kg/cm}^2$

A.1. Dimencionamiento del muro:

- Altura total del muro: $H_T = 4.85 \text{ m}$.
- Predimensionamiento de la base = 3.00m. Según la ecuación 37.

A.2. Dimensiones de cada bloque:

- Altura del bloque I: $b = 1.00 \text{ m}$ $h = 1.00 \text{ m}$
- Altura del bloque II: $b = 1.50 \text{ m}$ $h = 1.00 \text{ m}$
- Altura del bloque III: $b = 1.00 \text{ m}$ $h = 0.85 \text{ m}$

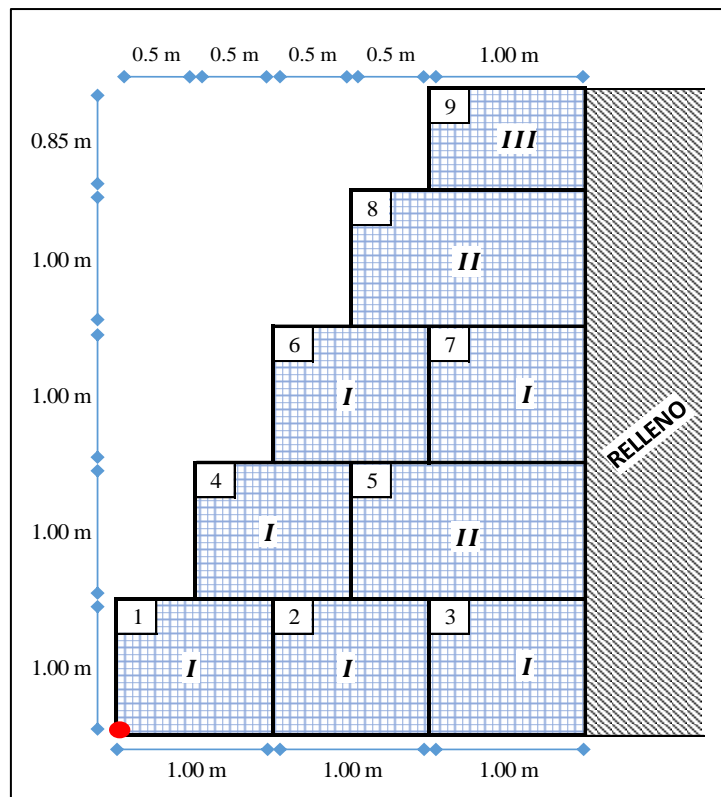


Figura 48. Diseño del muro para tramos rectos (Tramo 2).

Fuente: Elaboración propia de los autores.

A.3. Análisis considerando empuje de material de relleno:

Para realizar este análisis se tiene en cuenta el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), norma CE.020, estabilización de suelos y taludes. Donde nos brinda un factor de seguridad por deslizamiento (FSD) y volteo (FSV):

➤ Cálculo del empuje activo:

Para calcular la presión lateral se utilizó la (Ecuacion 38)

$$K_a = \cos \beta * \left(\frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \right)$$

$$K_a = \cos(0) * \left(\frac{\cos(0) - \sqrt{\cos^2(0) - \cos^2(27.5)}}{\cos(0) + \sqrt{\cos^2(0) - \cos^2(27.5)}} \right)$$

$$K_a = 0.368$$

Para calcular el empuje activo se utilizó la (Ecuacion 39)

$$E_A = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_s * H_T^2$$

$$E_A = 0.5 * 0.368 * 1.50 * 4.85^2 = 6.49 \text{ tn/m}^3$$

Para calcular la Altura de aplicación de empuje activo se utilizó la (Ecuacion 40)

$$Y = \frac{H_T}{3} = \frac{4.85}{3} = 1.62 \text{ m}$$

A.4. Análisis de la estabilidad:

Es importante realizar este análisis ya que nos permitiera definir el dimensionamiento del muro de gavión adecuado que soportara las fuerzas de empuje del suelo así como también del agua, para ello se tiene factores que se tiene que cumplir.

➤ **Cálculo del peso total y momento resistente.**

Tabla 46. Cálculo de pesos y momentos (Tramo 2: recto)

FIG.	TIPO	ÁREA (m ²)	PESO UNITARIO	PESO PARCIAL	BRAZO X (m)	MOMENTO (tn-m)
1	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	0.500	1.3500
2	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	1.500	4.0500
3	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	2.500	6.7500
4	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	1.000	2.7000
5	Gavión	1.500	2.70 tn/m ³	4.05 tn	2.250	9.1125
6	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	1.500	4.0500
7	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	2.500	6.7500
8	Gavión	1.500	2.70 tn/m ³	4.05 tn	2.250	9.1125
9	Gavión	0.850	2.70 tn/m ³	2.30 tn	2.500	5.7375
Σ =			P =	26.60 tn/m	Mr =	49.61 tn-m

Fuente: Elaboración propia de los autores.

En la tabla 46 se calculó los pesos de cada bloque o teniendo así el peso total del muro P = 26.60 tn y un momento resistente de Mr = 49.61 tn.m.

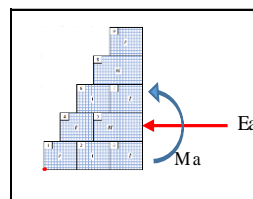
➤ **Cálculo de las fuerzas actuantes en el muro de gavión.**

Para calcular el momento producido por el empuje activo empuje activo se utilizó la (Ecuación 41)

$$M_A = E_A * Y$$

$$M_A = 6.49 * 1.62$$

$$M_A = 10.50 \text{ tn.m}$$



Para calcular la verificación por deslizamiento. FSD = 1.50 se utilizó la (Ecuación 42)

$$\frac{f * P}{E_A} \geq FSD$$

$$\frac{0.521 * 26.60}{6.49} \geq 1.5$$

$$FSD = 2.12 \geq 1.5 ; \text{ Si cumple}$$

$$f = tg\phi \leq 0.60$$

$$f = tg(27.5) \leq 0.60$$

$$f = 0.521 \leq 0.60$$

Para calcular la Verificación por volteo: $FSV = 2.00$ se utilizó la (Ecuación 43)

$$\frac{M_r}{M_A} \geq FSV \quad \frac{49.61}{10.50} \geq 2.00$$

$$FSV = 4.72 \geq 2.00 ; \text{ Si cumple}$$

➤ Verificación de presiones sobre el terreno:

Para calcular el punto de aplicación de la fuerza resultante se utilizó la (Ecuación 44)

$$X_0 = \frac{M_r - M_A}{P} = \frac{49.61 - 10.50}{26.60} = 1.47 \text{ m}$$

Para calcular la excentricidad de la fuerza resultante se utilizó la (Ecuación 45)

$$e = \frac{B}{2} - X_0 \quad e = \frac{3.00}{2} - 1.47 = 0.0294 \text{ m}$$

$$\text{Se debe cumplir que: } e < \frac{B}{6} : e < \frac{3.00}{6} = 0.50; \text{ Si cumple}$$

Para Verificar las presiones de contacto entre (suelo y el muro). Se utilizó la (Ecuación 46)

$$\sigma = \frac{P}{B} \left[1 \pm \frac{6 * e}{B} \right] \text{ --- (46)}$$

$$\sigma_1 = \frac{26.60}{3.00} \left[1 + \frac{6 * 0.0294}{3.00} \right] \quad \sigma_2 = \frac{26.60}{3.00} \left[1 - \frac{6 * 0.0294}{3.00} \right]$$

$$\sigma_1 = 0.94 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.35 \text{ Kg/cm}^2 \text{Conforme}$$

$$\sigma_2 = 0.83 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.35 \text{ Kg/cm}^2 \text{Conforme}$$

De acuerdo a las presiones calculadas se puede constatar que son menores que la capacidad portante del suelo, es importante que esto cumpla, ya que de lo contrario existiría una falla por cortante del suelo o un asentamiento diferencial. Así mismo se hace una verificación en cada bloque, que cumpla con los factores de seguridad, si de lo contrario no cumple se tendría que rediseñar. Para este caso si cumple.

Tabla 47. Verificación de estabilidad entre bloques (Tramo 2: recto)

VERIFICACIÓN ENTRE BLOQUE Y BLOQUE		
<p>1.- Fuerzas estabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso $P = 2.30 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Mr = 1.15 \text{ Tn.m}$ 	<p>3.- Verificación por deslizamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSD \geq 1.50$ ➤ Si cumple: $FSD = 3.49 > 1.50$ 	
<p>2.- Fuerzas desestabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empuje $Ea = 0.20 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Ma = 0.06 \text{ Tn.m}$ 	<p>4.- Verificación por volteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSV \geq 2.00$ ➤ Si cumple: $FSV = 20.30 > 2.00$ 	
<p>1.- Fuerzas estabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso $P = 6.35 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Mr = 5.33 \text{ Tn.m}$ 	<p>3.- Verificación por deslizamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSD \geq 1.50$ ➤ Si cumple: $FSD = 3.49 > 1.50$ 	
<p>2.- Fuerzas desestabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empuje $Ea = 0.95 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Ma = 0.58 \text{ Tn.m}$ 	<p>4.- Verificación por volteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSV \geq 2.00$ ➤ Si cumple: $FSV = 9.15 > 2.00$ 	
<p>1.- Fuerzas estabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso $P = 11.75 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Mr = 13.91 \text{ Tn.m}$ 	<p>3.- Verificación por deslizamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSD \geq 1.50$ ➤ Si cumple: $FSD = 3.73 > 1.50$ 	
<p>2.- Fuerzas desestabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empuje $Ea = 2.24 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Ma = 2.13 \text{ Tn.m}$ 	<p>4.- Verificación por volteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSV \geq 2.00$ ➤ Si cumple: $FSV = 6.53 > 2.00$ 	
<p>1.- Fuerzas estabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso $P = 18.49 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Mr = 28.22 \text{ Tn.m}$ 	<p>3.- Verificación por deslizamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSD \geq 1.50$ ➤ Si cumple: $FSD = 2.35 > 1.50$ 	
<p>2.- Fuerzas desestabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empuje $Ea = 4.09 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Ma = 5.25 \text{ Tn.m}$ 	<p>4.- Verificación por volteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSV \geq 2.00$ ➤ Si cumple: $FSV = 5.37 > 2.00$ 	

Fuente: Elaboración propia de los autores.

3.8.5.5. Análisis del tramo 3: Progresiva. (3+290.00 km – 5+ 130.00 km).

Para el diseño del muro de gavión de este tramo está comprendido por un solo tipo de diseño debido a que presenta tramos de forma recta

1.1. Diseño del gavión Tramos recto (Considerando material de relleno).

Datos para el diseño:

- Ángulo de fricción : $\phi = 28.72^\circ$
- Capacidad portante : $\sigma_s = 1.47 \text{ kg/cm}^2$

A.1. Dimencionamiento del muro:

- Altura total del muro: $H_T = 4.85 \text{ m}$.
- Predimencionamiento de la base = 3.00m. según la ecuacion 37.

A.2. Dimensiones de cada bloque:

- Altura del bloque I: $b = 1.00 \text{ m}$ $h = 1.00 \text{ m}$
- Altura del bloque II: $b = 1.50 \text{ m}$ $h = 1.00 \text{ m}$
- Altura del bloque III: $b = 1.00 \text{ m}$ $h = 0.85 \text{ m}$

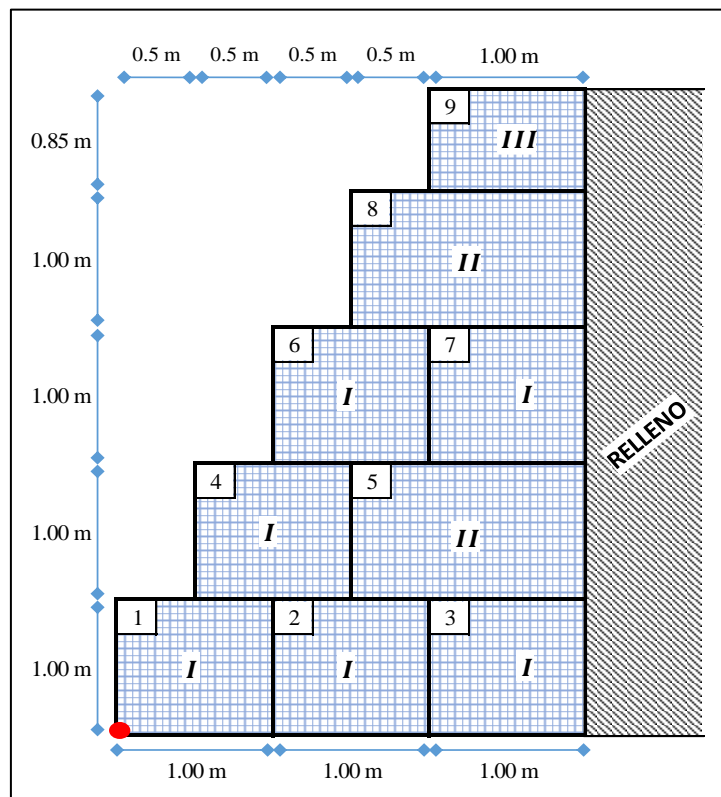


Figura 49. Diseño del muro para tramos rectos (Tramo 3).

Fuente: Elaboración propia de los autores.

A.3. Análisis considerando empuje de material de relleno:

Para realizar este análisis se tiene en cuenta el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), norma CE.020, estabilización de suelos y taludes. Donde nos brinda un factor de seguridad por deslizamiento (FSD) y volteo (FSV):

➤ Cálculo del empuje activo:

Para calcular la presión lateral se utilizó la (Ecuacion 38)

$$K_a = \cos \beta * \left(\frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \right)$$

$$K_a = \cos(0) * \left(\frac{\cos(0) - \sqrt{\cos^2(0) - \cos^2(28.72)}}{\cos(0) + \sqrt{\cos^2(0) - \cos^2(28.72)}} \right)$$

$$K_a = 0.368$$

Para calcular el empuje activo se utilizó la (Ecuacion 39)

$$E_A = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_s * H_T^2$$

$$E_A = 0.5 * 0.368 * 1.50 * 4.85^2 = 6.49 \text{ tn/m}^3$$

Para calcular la Altura de aplicación de empuje activo se utilizó la (Ecuacion 40)

$$Y = \frac{H_T}{3} = \frac{4.85}{3} = 1.617 \text{ m}$$

A.4. Análisis de la estabilidad:

Es importante realizar este análisis ya que nos permitiera definir el dimensionamiento del muro de gavión adecuado que soportara las fuerzas de empuje del suelo así como también del agua, para ello se tiene factores que se tiene que cumplir.

➤ **Cálculo del peso total y momento resistente.**

Tabla 48. Cálculo de pesos y momentos (Tramo 3: recto)

FIG.	TIPO	ÁREA (m ²)	PESO UNITARIO	PESO PARCIAL	BRAZO X (m)	MOMENTO (tn-m)
1	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	0.500	1.3500
2	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	1.500	4.0500
3	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	2.500	6.7500
4	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	1.000	2.7000
5	Gavión	1.500	2.70 tn/m ³	4.05 tn	2.250	9.1125
6	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	1.500	4.0500
7	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	2.500	6.7500
8	Gavión	1.500	2.70 tn/m ³	4.05 tn	2.250	9.1125
9	Gavión	0.850	2.70 tn/m ³	2.30 tn	2.500	5.7375
Σ =			P =	26.60 tn/m	Mr =	49.61 tn-m

Fuente: Elaboración propia de los autores.

En la tabla 48 se calculó los pesos de cada bloque o teniendo así el peso total del muro P = 26.60 tn y un momento resistente de Mr = 49.61 tn.m.

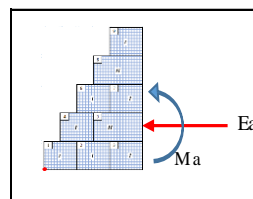
➤ **Cálculo de las fuerzas actuantes en el muro de gavión.**

Para calcular el momento producido por el empuje activo empuje activo se utilizó la (Ecuación 41)

$$M_A = E_A * Y$$

$$M_A = 6.49 * 1.617$$

$$M_A = 10.07 \text{ tn.m}$$



Para calcular la verificación por deslizamiento. FSD = 1.50 se utilizó la (Ecuación 42)

$$\frac{f * P}{E_A} \geq FSD$$

$$\frac{0.548 * 26.60}{5.04} \geq 1.5$$

$$FSD = 2.34 \geq 1.5 ; \text{ Si cumple}$$

$$f = tg\phi \leq 0.60$$

$$f = tg(28.72) \leq 0.60$$

$$f = 0.548 \leq 0.60$$

Para calcular la Verificación por volteo: $FSV = 2.00$ se utilizó la (Ecuación 43)

$$\frac{M_r}{M_A} \geq FSV \quad \frac{49.61}{10.07} \geq 2.00$$

$$FSV = 4.92 \geq 2.00 ; \text{ Si cumple}$$

➤ Verificación de presiones sobre el terreno:

Para calcular el punto de aplicación de la fuerza resultante se utilizó la (Ecuación 44)

$$X_0 = \frac{M_r - M_A}{P} = \frac{49.61 - 10.07}{26.60} = 1.49 \text{ m}$$

Para calcular la excentricidad de la fuerza resultante se utilizó la (Ecuación 45)

$$e = \frac{B}{2} - X_0 \quad e = \frac{3.00}{2} - 1.49 = 0.0133 \text{ m}$$

$$\text{Se debe cumplir que: } e < \frac{B}{6} : e < \frac{3.00}{6} = 0.50; \text{ Si cumple}$$

Para Verificar las presiones de contacto entre (suelo y el muro). Se utilizó la (Ecuación 46)

$$\sigma = \frac{P}{B} \left[1 \pm \frac{6 * e}{B} \right] \text{ --- (46)}$$

$$\sigma_1 = \frac{26.60}{3.00} \left[1 + \frac{6 * 0.0133}{3.00} \right] \quad \sigma_2 = \frac{26.60}{3.00} \left[1 - \frac{6 * 0.0133}{3.00} \right]$$

$$\sigma_1 = 0.91 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.47 \text{ Kg/cm}^2 \text{Conforme}$$

$$\sigma_2 = 0.86 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.47 \text{ Kg/cm}^2 \text{Conforme}$$

De acuerdo a las presiones calculadas se puede constatar que son menores que la capacidad portante del suelo, es importante que esto cumpla, ya que de lo contrario existiría una falla por cortante del suelo o un asentamiento diferencial. Así mismo se hace una verificación en cada bloque, que cumpla con los factores de seguridad, si de lo contrario no cumple se tendría que rediseñar. Para este caso si cumple.

Tabla 49. Verificación de estabilidad entre bloques (Tramo 3: recto)

VERIFICACIÓN ENTRE BLOQUE Y BLOQUE		
<p>1.- Fuerzas estabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso $P = 2.29\text{Tn}$ ➤ Momento $M_r = 1.15\text{ Tn.m}$ 	<p>3.- Verificación por deslizamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSD \geq 1.50$ ➤ Si cumple: $FSD = 6.57 > 1.50$ 	
<p>2.- Fuerzas desestabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empuje $E_a = 2.19\text{ Tn}$ ➤ Momento $M_a = 0.05\text{ Tn.m}$ 	<p>4.- Verificación por volteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSV \geq 2.00$ ➤ Si cumple: $FSV = 21.16 > 2.00$ 	
<p>1.- Fuerzas estabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso $P = 6.35\text{ Tn}$ ➤ Momento $M_r = 5.33\text{ Tn.m}$ 	<p>3.- Verificación por deslizamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSD \geq 1.50$ ➤ Si cumple: $FSD = 3.83 > 1.50$ 	
<p>2.- Fuerzas desestabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empuje $E_a = 0.91\text{ Tn}$ ➤ Momento $M_a = 0.56\text{ Tn.m}$ 	<p>4.- Verificación por volteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSV \geq 2.00$ ➤ Si cumple: $FSV = 9.54 > 2.00$ 	
<p>1.- Fuerzas estabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso $P = 11.75\text{ Tn}$ ➤ Momento $M_r = 13.91\text{ Tn.m}$ 	<p>3.- Verificación por deslizamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSD \geq 1.50$ ➤ Si cumple: $FSD = 2.99 > 1.50$ 	
<p>2.- Fuerzas desestabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empuje $E_a = 2.15\text{Tn}$ ➤ Momento $M_a = 2.04\text{ Tn.m}$ 	<p>4.- Verificación por volteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSV \geq 2.00$ ➤ Si cumple: $FSV = 6.80 > 2.00$ 	
<p>1.- Fuerzas estabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso $P = 18.22\text{ Tn}$ ➤ Momento $M_r = 28.22\text{ Tn.m}$ 	<p>3.- Verificación por deslizamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSD \geq 1.50$ ➤ Si cumple: $FSD = 2.58 > 1.50$ 	
<p>2.- Fuerzas desestabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empuje $E_a = 3.93\text{ Tn}$ ➤ Momento $M_a = 5.04\text{ Tn.m}$ 	<p>4.- Verificación por volteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSV \geq 2.00$ ➤ Si cumple: $FSV = 5.60 > 2.00$ 	

Fuente: Elaboración propia de los autores.

3.8.5.6. Análisis del tramo 4: Progresiva. (6+205.00 km – 6+ 635.00 km).

Para el diseño del muro de gavión de este tramo está comprendido por un solo tipo de diseño debido a que presenta tramos de forma curva.

1.1. Diseño del gavión tramo curva (Considerando material de relleno).

Datos para el diseño:

- Ángulo de fricción : $\phi = 29.05^\circ$
- Capacidad portante : $\sigma_s = 1.69 \text{ kg/cm}^2$

A.1. Dimencionamiento del muro:

- Altura total del muro: $H_T = 5.50 \text{ m}$.
- Predimensionamiento de la base = 3.50m. según la ecuacion 37.

A.2. Dimensiones de cada bloque:

- Altura del bloque I: $b = 1.00 \text{ m}$ $h = 1.00 \text{ m}$
- Altura del bloque II: $b = 1.50 \text{ m}$ $h = 1.00 \text{ m}$
- Altura del bloque III: $b = 1.00 \text{ m}$ $h = 0.50 \text{ m}$

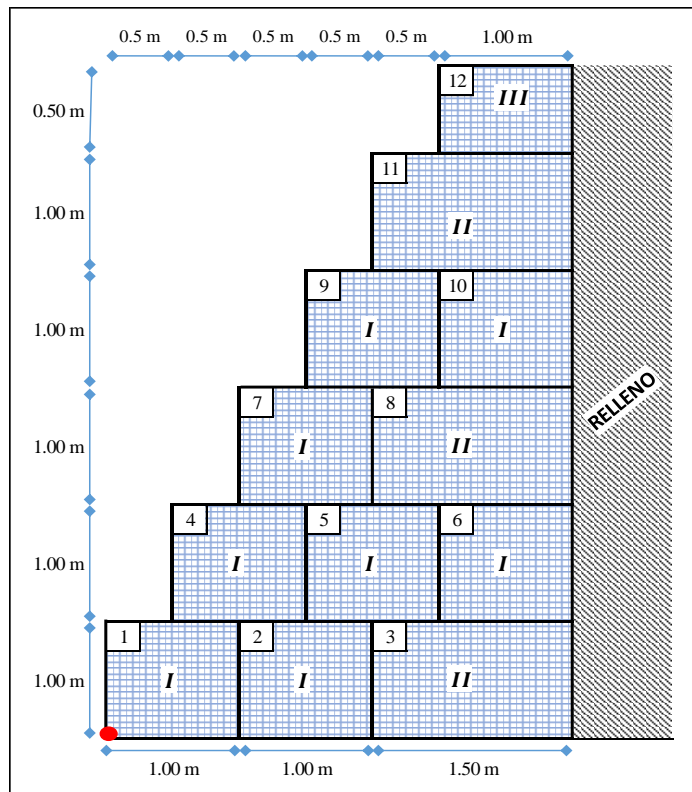


Figura 50. Diseño del muro para tramos en curva (Tramo 4).

Fuente: Elaboración propia de los autores.

A.3. Análisis considerando empuje de material de relleno:

Para realizar este análisis se tiene en cuenta el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), norma CE.020, estabilización de suelos y taludes. Donde nos brinda un factor de seguridad por deslizamiento (FSD) y volteo (FSV):

➤ Cálculo del empuje activo:

Para calcular la presión lateral se utilizó la (Ecuacion 38)

$$K_a = \cos \beta * \left(\frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \right)$$

$$K_a = \cos(0) * \left(\frac{\cos(0) - \sqrt{\cos^2(0) - \cos^2(29.05)}}{\cos(0) + \sqrt{\cos^2(0) - \cos^2(29.05)}} \right)$$

$$K_a = 0.346$$

Para calcular el empuje activo se utilizó la (Ecuacion 39)

$$E_A = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_s * H_T^2$$

$$E_A = 0.5 * 0.346 * 1.53 * 5.50^2 = 8.013 \text{ tn/m}^3$$

Para calcular la Altura de aplicación de empuje activo se utilizó la (Ecuacion 40)

$$Y = \frac{H_T}{3} = \frac{5.50}{3} = 1.833 \text{ m}$$

A.4. Análisis de la estabilidad:

Es importante realizar este análisis ya que nos permitiera definir el dimensionamiento del muro de gavión adecuado que soportara las fuerzas de empuje del suelo así como también del agua, para ello se tiene factores que se tiene que cumplir.

➤ **Cálculo del peso total y momento resistente.**

Tabla 50. Cálculo de pesos y momentos (Tramo 4: curva)

FIG.	TIPO	ÁREA (m ²)	PESO UNITARIO	PESO PARCIAL	BRAZO X (m)	MOMENTO (tn-m)
1	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn/m	0.500	1.3500
2	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn/m	1.500	4.0500
3	Gavión	1.500	2.70 tn/m ³	4.05 tn/m	2.750	11.1375
4	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn/m	1.000	2.7000
5	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn/m	2.000	5.4000
6	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn/m	3.000	8.1000
7	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn/m	1.500	4.0500
8	Gavión	1.500	2.70 tn/m ³	4.05 tn/m	2.750	11.1375
9	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn/m	2.000	5.4000
10	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn/m	3.000	8.1000
11	Gavión	1.500	2.70 tn/m ³	4.05 tn/m	2.750	11.1375
12	Gavión	0.500	2.70 tn/m ³	1.35 tn/m	3.000	4.0500
Σ =				35.10 tn/m	Σ =	76.613

Fuente: Elaboración propia de los autores.

En la tabla 50 se calculó los pesos de cada bloque o teniendo así el peso total del muro $P = 35.10$ tn y un momento resistente de $M_r = 76.6$ tn.m.

➤ **Cálculo de las fuerzas actuantes en el muro de gavión.**

Para calcular el momento producido por el empuje activo empuje activo se utilizó la (Ecuación 41)

$$M_A = 8.13 * 1.833$$

$$M_A = 14.691 \text{ tn. m}$$

Para calcular la verificación por deslizamiento. FSD = 1.50 se utilizó la (Ecuación 42)

$$\frac{f * P}{E_A} \geq FSD$$

$$f = tg\phi \leq 0.60$$

$$f = tg(29.05) \leq 0.60$$

$$\frac{0.555 * 35.10}{8.013} \geq 1.5$$

$$f = 0.555 \leq 0.60$$

$$FSD = 2.43 \geq 1.5 ; \text{ Si cumple}$$

Para calcular la Verificación por volteo: $FSV = 2.00$ se utilizó la (Ecuación 43)

$$\frac{M_r}{M_A} \geq FSV \quad \frac{76.61}{14.691} \geq 2.00$$

$$FSV = 5.21 \geq 2.00 ; \text{ Si cumple}$$

➤ Verificación de presiones sobre el terreno:

Para calcular el punto de aplicación de la fuerza resultante se utilizó la (Ecuación 44)

$$X_0 = \frac{M_r - M_A}{P} = \frac{76.61 - 14.691}{35.10} = 1.76 \text{ m}$$

Para calcular la excentricidad de la fuerza resultante se utilizó la (Ecuación 45)

$$e = \frac{B}{2} - X_0 \quad e = \frac{3.50}{2} - 1.76 = 0.014 \text{ m}$$

$$\text{Se debe cumplir que: } e < \frac{B}{6} : e < \frac{3.00}{6} = 0.58; \text{ Si cumple}$$

Para Verificar las presiones de contacto entre (suelo y el muro). Se utilizó la (Ecuación 46)

$$\sigma = \frac{P}{B} \left[1 \pm \frac{6 * e}{B} \right] \text{ --- (46)}$$

$$\sigma_1 = \frac{35.10}{3.50} \left[1 + \frac{6 * 0.014}{3.50} \right] \quad \sigma_2 = \frac{35.10}{3.50} \left[1 - \frac{6 * 0.014}{3.50} \right]$$

$$\sigma_1 = 0.98 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.69 \text{ Kg/cm}^2 \text{Conforme}$$

$$\sigma_2 = 1.03 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.69 \text{ Kg/cm}^2 \text{Conforme}$$

Tabla 51. Verificación de estabilidad entre bloques (Tramo 4: curva)

VERIFICACIÓN ENTRE BLOQUE Y BLOQUE		
<p>1.- Fuerzas estabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso $P = 1.35\text{Tn}$ ➤ Momento $M_r = 0.68\text{ Tn.m}$ <p>2.- Fuerzas desestabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empuje $E_a = 0.07\text{ Tn}$ ➤ Momento $M_a = 0.01\text{ Tn.m}$ 	<p>3.- Verificación por deslizamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSD \geq 1.50$ ➤ Si cumple: $FSD = 11.32 > 1.50$ <p>4.- Verificación por volteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSV \geq 2.00$ ➤ Si cumple: $FSV = 61.15 > 2.00$ 	
<p>1.- Fuerzas estabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso $P = 65.40\text{ Tn}$ ➤ Momento $M_r = 4.39\text{ Tn.m}$ <p>2.- Fuerzas desestabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empuje $E_a = 0.60\text{ Tn}$ ➤ Momento $M_a = 0.29\text{ Tn.m}$ 	<p>3.- Verificación por deslizamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSD \geq 1.50$ ➤ Si cumple: $FSD = 4.53 > 1.50$ <p>4.- Verificación por volteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSV \geq 2.00$ ➤ Si cumple: $FSV = 14.72 > 2.00$ 	
<p>1.- Fuerzas estabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso $P = 10.80\text{ Tn}$ ➤ Momento $M_r = 11.14\text{ Tn.m}$ <p>2.- Fuerzas desestabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empuje $E_a = 1.66\text{ Tn}$ ➤ Momento $M_a = 1.38\text{ Tn.m}$ 	<p>3.- Verificación por deslizamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSD \geq 1.50$ ➤ Si cumple: $FSD = 3.62 > 1.50$ <p>4.- Verificación por volteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSV \geq 2.00$ ➤ Si cumple: $FSV = 8.07 > 2.00$ 	
<p>1.- Fuerzas estabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso $P = 17.55\text{ Tn}$ ➤ Momento $M_r = 43.88\text{ Tn.m}$ <p>2.- Fuerzas desestabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empuje $E_a = 3.25\text{ Tn}$ ➤ Momento $M_a = 3.79\text{ Tn.m}$ 	<p>3.- Verificación por deslizamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSD \geq 1.50$ ➤ Si cumple: $FSD = 3.20 > 1.50$ <p>4.- Verificación por volteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSV \geq 2.00$ ➤ Si cumple: $FSV = 11.59 > 2.00$ 	
<p>1.- Fuerzas estabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso $P = 25.65\text{ Tn}$ ➤ Momento $M_r = 47.25\text{ Tn.m}$ <p>2.- Fuerzas desestabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empuje $E_a = 5.36\text{ Tn}$ ➤ Momento $M_a = 8.05\text{ Tn.m}$ 	<p>3.- Verificación por deslizamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSD \geq 1.50$ ➤ Si cumple: $FSD = 2.66 > 1.50$ <p>4.- Verificación por volteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSV \geq 2.00$ ➤ Si cumple: $FSV = 5.87 > 2.00$ 	

Fuente: Elaboración propia de los autores.

3.8.5.7. Análisis del tramo 5: Progresiva. (6+635.00 km – 7+ 420.00 km).

Para el diseño del muro de gavión de este tramo está comprendido por dos tipos de diseño debido a que presenta tramos de forma recta y curva, las longitudes de cada uno se presenta muestra en la (Tabla 52).

Tabla 52. Consideraciones para el diseño estructural (Tramo 5).

CONSIDERACIONES DE DISEÑO PARA MUROS DE GAVION				
ITEM	Descripción	Progresiva	Tramo	Longitud
1	Tramo derecho	0+000.00 -- 0+160.00	Recto	160
	Tramo izquierdo	0+000.00 -- 0+160.00	Recto	160
2	Tramo derecho	0+160.00 -- 0+200.00	Curva	40
	Tramo izquierdo	0+160.00 -- 0+200.00	Curva	40
3	Tramo derecho	0+200.00 -- 0+500.00	Recto	300
	Tramo izquierdo	0+200.00 -- 0+520.00	Recto	320
4	Tramo derecho	0+500.00 -- 0+5400.00	Curva	40
	Tramo izquierdo	0+520.00 -- 0+540.00	Curva	20
5	Tramo derecho	0+540.00 -- 0+660.00	Recto	120
	Tramo izquierdo	0+540.00 -- 0+660.00	Recto	120
6	Tramo derecho	0+660.00 -- 0+680.00	Curva	20
	Tramo izquierdo	0+660.00 -- 0+680.00	Curva	20
7	Tramo derecho	0+680.00 -- 0+785.00	Recto	105
	Tramo izquierdo	0+680.00 -- 0+740.00	Recto	60

Fuente: Elaboración propia de los autores.

1. Diseño del muro de gavión:

1.1. Tramos rectos (Considerando material de relleno).

Datos para el diseño:

- Peso del terreno : $\gamma_s = 1.53 \text{ tn/m}^3$
- Peso de la piedra : $\gamma_r = 2.70 \text{ tn/m}^3$
- Ángulo de fricción : $\phi = 29.05^\circ$
- Ángulo que forma el relleno: $\beta = 0.00^\circ$
- Capacidad portante: $\sigma_s = 1.69 \text{ kg/cm}^2$

➤ **Cálculo del empuje activo:**

Para calcular la presión lateral se utilizó la (Ecuacion 38)

$$K_a = \cos \beta * \left(\frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \right)$$

$$K_a = \cos(0) * \left(\frac{\cos(0) - \sqrt{\cos^2(0) - \cos^2(29.05)}}{\cos(0) + \sqrt{\cos^2(0) - \cos^2(29.05)}} \right)$$

$$K_a = 0.346$$

Para calcular el empuje activo se utilizó la (Ecuacion 39)

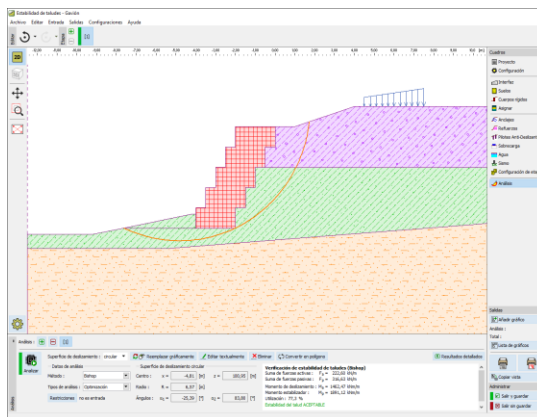
$$E_A = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_s * H_T^2$$

$$E_A = 0.5 * 0.346 * 1.53 * 4.85^2 = 6.231 \text{ tn/m}^3$$

Para calcular la Altura de aplicación de empuje activo se utilizó la (Ecuacion 40)

$$Y = \frac{H_T}{3} = \frac{4.85}{3} = 1.617 \text{ m}$$

A.4. Análisis de la estabilidad:



Existe varios metodos para el analisis de estabilidad, asi como tambien programas, es importante realizar este analisis ya que nos permitira definir el dimenciomamiento del muro de gavion adecuado que soportara las distintas fuerzas que estan expuestas.

Figura 52. Método de análisis de estabilidad.

Fuente: Software GEO 5.

➤ **Cálculo del peso total y momento resistente.**

Tabla 53. Cálculo de pesos y momentos (Tramo 5: recto)

FIG.	TIPO	ÁREA (m ²)	PESO UNITARIO	PESO PARCIAL	BRAZO X (m)	MOMENTO (tn-m)
1	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	0.500	1.3500
2	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	1.500	4.0500
3	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	2.500	6.7500
4	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	1.000	2.7000
5	Gavión	1.500	2.70 tn/m ³	4.05 tn	2.250	9.1125
6	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	1.500	4.0500
7	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	2.500	6.7500
8	Gavión	1.500	2.70 tn/m ³	4.05 tn	2.250	9.1125
9	Gavión	0.850	2.70 tn/m ³	2.30 tn	2.500	5.7375
Σ =			P =	26.60 tn/m	Mr =	49.61 tn-m

Fuente: Elaboración propia de los autores.

En la tabla 53 se calculó los pesos de cada bloque o teniendo así el peso total del muro P = 26.60 tn y un momento resistente de Mr = 49.61 tn.m.

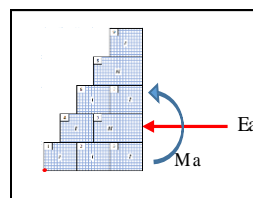
➤ **Cálculo de las fuerzas actuantes en el muro de gavión.**

Para calcular el momento producido por el empuje activo empuje activo se utilizó la (Ecuación 41)

$$M_A = E_A * Y$$

$$M_A = 6.231 * 1.617$$

$$M_A = 10.074 \text{ tn. m}$$



Para calcular la verificación por deslizamiento. FSD = 1.50 se utilizó la (Ecuación 42)

$$\frac{f * P}{E_A} \geq FSD$$

$$\frac{0.555 * 26.60}{6.068} \geq 1.5$$

$$FSD = 3.03 \geq 1.5 ; \text{ Si cumple}$$

$$f = tg\phi \leq 0.60$$

$$f = tg(29.05) \leq 0.60$$

$$f = 0.555 \leq 0.60$$

Para calcular la Verificación por volteo: $FSV = 2.00$ se utilizó la (Ecuación 43)

$$\frac{M_r}{M_A} \geq FSV \quad \frac{49.61}{10.074} \geq 2.00$$

$$FSV = 4.92 \geq 2.00 ; \text{ Si cumple}$$

➤ Verificación de presiones sobre el terreno:

Para calcular el punto de aplicación de la fuerza resultante se utilizó la (Ecuación 44)

$$X_0 = \frac{M_r - M_A}{P} = \frac{49.61 - 10.074}{26.60} = 1.49 \text{ m}$$

Para calcular la excentricidad de la fuerza resultante se utilizó la (Ecuación 45)

$$e = \frac{B}{2} - X_0 \quad e = \frac{3.00}{2} - 1.49 = 0.0133 \text{ m}$$

$$\text{Se debe cumplir que: } e < \frac{B}{6} : e < \frac{3.00}{6} = 0.50; \text{ Si cumple}$$

Para Verificar las presiones de contacto entre (suelo y el muro). Se utilizó la (Ecuación 46)

$$\sigma = \frac{P}{B} \left[1 \pm \frac{6 * e}{B} \right] \text{ --- (46)}$$

$$\sigma_1 = \frac{26.60}{3.00} \left[1 + \frac{6 * 0.0133}{3.00} \right] \quad \sigma_2 = \frac{26.60}{3.00} \left[1 - \frac{6 * 0.0133}{3.00} \right]$$

$$\sigma_1 = 0.91 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.69 \text{ Kg/cm}^2 \text{Conforme}$$

$$\sigma_2 = 0.86 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.69 \text{ Kg/cm}^2 \text{Conforme}$$

De acuerdo a las presiones calculadas se puede constatar que son menores que la capacidad portante del suelo, es importante que esto cumpla, ya que de lo contrario existiría una falla por cortante del suelo o un asentamiento diferencial. Así mismo se hace una verificación en cada bloque, que cumpla con los factores de seguridad, si de lo contrario no cumple se tendría que rediseñar. Para este caso si cumple.

Tabla 54. Verificación de estabilidad entre bloques (Tramo 5: recto)

VERIFICACIÓN ENTRE BLOQUE Y BLOQUE		
<p>1.- Fuerzas estabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso $P = 2.29 \text{ Tn}$ ➤ Momento $M_r = 1.15 \text{ Tn.m}$ <p>2.- Fuerzas desestabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empuje $E_a = 0.19 \text{ Tn}$ ➤ Momento $M_a = 0.05 \text{ Tn.m}$ 	<p>3.- Verificación por deslizamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSD \geq 1.50$ ➤ Si cumple: $FSD = 6.66 > 1.50$ <p>4.- Verificación por volteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSV \geq 2.00$ ➤ Si cumple: $FSV = 21.16 > 2.00$ 	
<p>1.- Fuerzas estabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso $P = 6.35 \text{ Tn}$ ➤ Momento $M_r = 5.33 \text{ Tn.m}$ <p>2.- Fuerzas desestabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empuje $E_a = 0.91 \text{ Tn}$ ➤ Momento $M_a = 0.56 \text{ Tn.m}$ 	<p>3.- Verificación por deslizamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSD \geq 1.50$ ➤ Si cumple: $FSD = 3.89 > 1.50$ <p>4.- Verificación por volteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSV \geq 2.00$ ➤ Si cumple: $FSV = 9.54 > 2.00$ 	
<p>1.- Fuerzas estabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso $P = 11.75 \text{ Tn}$ ➤ Momento $M_r = 13.91 \text{ Tn.m}$ <p>2.- Fuerzas desestabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empuje $E_a = 2.15 \text{ Tn}$ ➤ Momento $M_a = 2.04 \text{ Tn.m}$ 	<p>3.- Verificación por deslizamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSD \geq 1.50$ ➤ Si cumple: $FSD = 3.03 > 1.50$ <p>4.- Verificación por volteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSV \geq 2.00$ ➤ Si cumple: $FSV = 6.80 > 2.00$ 	
<p>1.- Fuerzas estabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso $P = 18.50 \text{ Tn}$ ➤ Momento $M_r = 28.22 \text{ Tn.m}$ <p>2.- Fuerzas desestabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empuje $E_a = 3.93 \text{ Tn}$ ➤ Momento $M_a = 5.04 \text{ Tn.m}$ 	<p>3.- Verificación por deslizamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSD \geq 1.50$ ➤ Si cumple: $FSD = 2.62 > 1.50$ <p>4.- Verificación por volteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSV \geq 2.00$ ➤ Si cumple: $FSV = 5.60 > 2.00$ 	

Fuente: Elaboración propia de los autores.

1.2. Tramos en curva (Considerando material de relleno).

B.1. Dimensionamiento del muro:

- Altura total del muro: $H_T = 5.00$ m.
- Predimensionamiento de la base = 3.00m. según la ecuación 37.

$$B = \frac{1}{2}(1 + 5.00) = 3.00 \text{ m}$$

B.2. Dimensiones de cada bloque:

- Altura del bloque I: $b = 1.00$ m $h = 1.00$ m
- Altura del bloque II: $b = 1.50$ m $h = 1.00$ m

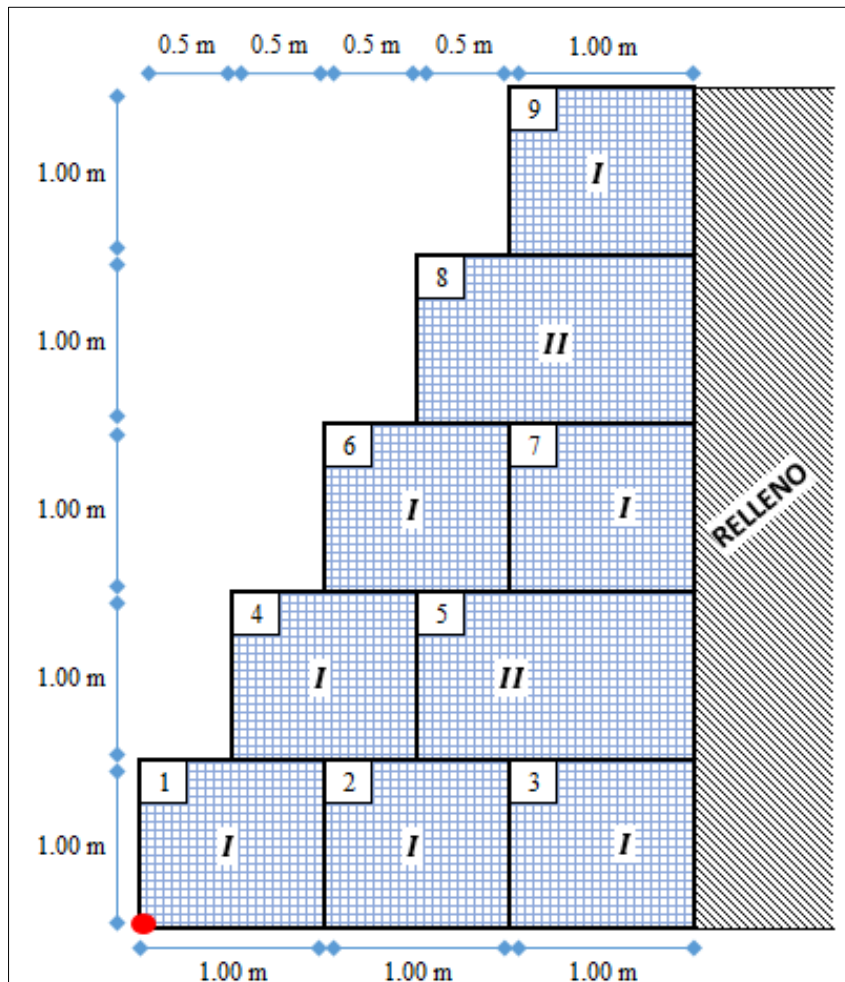


Figura 53. Diseño del muro para tramos en curva (Tramo 5).

Fuente: Elaboración propia de los autores.

B.3. Análisis considerando empuje de material de relleno:

Para realizar este análisis se tiene en cuenta el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), norma CE.020, estabilización de suelos y taludes. Donde nos brinda un factor de seguridad por deslizamiento (FSD) y volteo (FSV):

➤ Cálculo del empuje activo:

Para calcular la presión lateral se utilizó la (Ecuación 38)

$$K_a = \cos \beta * \left(\frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \right)$$

$$K_a = \cos(0) * \left(\frac{\cos(0) - \sqrt{\cos^2(0) - \cos^2(29.05)}}{\cos(0) + \sqrt{\cos^2(0) - \cos^2(29.05)}} \right)$$

$$K_a = 0.346$$

Para calcular el empuje activo se utilizó la (Ecuación 39)

$$E_A = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_s * H_T^2$$

$$E_A = 0.5 * 0.346 * 1.53 * 5.00^2 = 6.623 \text{ tn/m}^3$$

Para calcular la Altura de aplicación de empuje activo se utilizó la (Ecuación 40)

$$Y = \frac{H_T}{3} = \frac{5.00}{3} = 1.667 \text{ m}$$

B.4. Análisis de la estabilidad:

Es importante realizar este análisis ya que nos permitiera definir el dimensionamiento del muro de gavión adecuado que soportara las fuerzas de empuje del suelo así como también del agua, para ello se tiene factores que se tiene que cumplir.

➤ **Cálculo del peso total y momento resistente.**

Tabla 55. Cálculo de pesos y momentos (Tramo 5: curva)

FIG.	TIPO	ÁREA (m ²)	PESO UNITARIO	PESO PARCIAL	BRAZO X (m)	MOMENTO (tn-m)
1	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	0.500	1.3500
2	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	1.500	4.0500
3	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	2.500	6.7500
4	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	1.000	2.7000
5	Gavión	1.500	2.70 tn/m ³	4.05 tn	2.250	9.1125
6	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	1.500	4.0500
7	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	2.500	6.7500
8	Gavión	1.500	2.70 tn/m ³	4.05 tn	2.250	9.1125
9	Gavión	1.000	2.70 tn/m ³	2.70 tn	2.500	6.7500
Σ =			P =	27.00 tn	Mr =	50.63 tn-m

Fuente: Elaboración propia de los autores.

En la tabla 55 se calculó los pesos de cada bloque o teniendo así el peso total del muro P = 27.00 tn y un momento resistente de Mr = 50.63 tn.m.

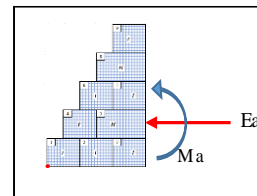
➤ **Cálculo de las fuerzas actuantes en el muro de gavión.**

Para calcular el momento producido por el empuje activo empuje activo se utilizó la (Ecuación 41)

$$M_A = E_A * Y$$

$$M_A = 6.623 * 1.667$$

$$M_A = 11.038 \text{ tn. m}$$



Para calcular la verificación por deslizamiento. FSD = 1.50 se utilizó la (Ecuación 42)

$$\frac{f * P}{E_A} \geq FSD$$

$$\frac{0.555 * 27.00}{6.623} \geq 1.5$$

$$f = tg\phi \leq 0.60$$

$$f = tg(29.05) \leq 0.60$$

$$f = 0.555 \leq 0.60$$

$FSD = 2.26 \geq 1.5$; Si cumple

Para calcular la Verificación por volteo: $FSV = 2.00$ se utilizó la (Ecuación 43)

$$\frac{M_r}{M_A} \geq FSV \quad \frac{50.63}{11.038} \geq 2.00$$

$$FSV = 4.59 \geq 2.00 ; \text{ Si cumple}$$

➤ Verificación de presiones sobre el terreno:

Para calcular el punto de aplicación de la fuerza resultante se utilizó la (Ecuación 44)

$$X_0 = \frac{M_r - M_A}{P} = \frac{50.63 - 11.038}{27.00} = 1.47 \text{ m}$$

Para calcular la excentricidad de la fuerza resultante se utilizó la (Ecuación 45)

$$e = \frac{B}{2} - X_0 \quad e = \frac{3.00}{2} - 1.47 = 0.034 \text{ m}$$

$$\text{Se debe cumplir que: } e < \frac{B}{6} : e < \frac{3.00}{6} = 0.50; \text{ Si cumple}$$

Para Verificar las presiones de contacto entre (suelo y el muro). Se utilizó la (Ecuación 46)

$$\sigma = \frac{P}{B} \left[1 \pm \frac{6 * e}{B} \right] \text{ --- (46)}$$

$$\sigma_1 = \frac{27.00}{3.00} \left[1 + \frac{6 * 0.034}{3.00} \right] \quad \sigma_2 = \frac{27.00}{3.00} \left[1 - \frac{6 * 0.034}{3.00} \right]$$

$$\sigma_1 = 0.96 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.69 \text{ Kg/cm}^2 \text{Conforme}$$

$$\sigma_2 = 0.84 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.69 \text{ Kg/cm}^2 \text{Conforme}$$

De acuerdo a las presiones calculadas se puede constatar que son menores que la capacidad portante del suelo, es importante que esto cumpla, ya que de lo contrario existiría una falla por cortante del suelo o un asentamiento diferencial. Así mismo se hace una verificación en cada bloque, que cumpla con los factores de seguridad, si de lo contrario no cumple se tendría que rediseñar. Para este caso si cumple.

Tabla 56. Verificación de estabilidad entre bloques (Tramo 5: curva)

VERIFICACIÓN ENTRE BLOQUE Y BLOQUE	
<p>1.- Fuerzas estabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso $P = 2.70 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Mr = 1.35 \text{ Tn.m}$ <p>2.- Fuerzas desestabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empuje $Ea = 0.27 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Ma = 0.09 \text{ Tn.m}$ 	<p>3.- Verificación por deslizamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSD \geq 1.50$ ➤ Si cumple: $FSD = 5.65 > 1.50$ <p>4.- Verificación por volteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSV \geq 2.00$ ➤ Si cumple: $FSV = 15.29 > 2.00$
<p>1.- Fuerzas estabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso $P = 6.75 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Mr = 5.74 \text{ Tn.m}$ <p>2.- Fuerzas desestabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empuje $Ea = 1.06 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Ma = 0.71 \text{ Tn.m}$ 	<p>3.- Verificación por deslizamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSD \geq 1.50$ ➤ Si cumple: $FSD = 3.54 > 1.50$ <p>4.- Verificación por volteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSV \geq 2.00$ ➤ Si cumple: $FSV = 8.12 > 2.00$
<p>1.- Fuerzas estabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso $P = 12.15 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Mr = 14.51 \text{ Tn.m}$ <p>2.- Fuerzas desestabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empuje $Ea = 2.38 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Ma = 1.59 \text{ Tn.m}$ 	<p>3.- Verificación por deslizamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSD \geq 1.50$ ➤ Si cumple: $FSD = 2.83 > 1.50$ <p>4.- Verificación por volteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSV \geq 2.00$ ➤ Si cumple: $FSV = 9.13 > 2.00$
<p>1.- Fuerzas estabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso $P = 18.90 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Mr = 29.03 \text{ Tn.m}$ <p>2.- Fuerzas desestabilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empuje $Ea = 4.24 \text{ Tn}$ ➤ Momento $Ma = 5.65 \text{ Tn.m}$ 	<p>3.- Verificación por deslizamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSD \geq 1.50$ ➤ Si cumple: $FSD = 2.48 > 1.50$ <p>4.- Verificación por volteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factor de seguridad: $FSV \geq 2.00$ ➤ Si cumple: $FSV = 5.14 > 2.00$

Fuente: Elaboración propia de los autores.

IV. RESULTADOS:

4.1. Estudio topográfico.

4.1.1. Puntos topográficos (coordenadas UTM)

Tabla 57. Puntos topográficos.

Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción	Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción
	Norte	Este				Norte	Este		
1	8990288.975	768452.761	2.57	TN	18	8990388.312	768542.243	7.69	TN
2	8990259.831	768463.648	2.77	TN	19	8990382.174	768553.136	6.83	TN
3	8990233.695	768479.542	2.81	TN	20	8990368.031	768561.024	6.97	TN
4	8990215.554	768488.432	2.95	TN	21	8990356.890	768567.694	6.11	TN
5	8990195.412	768505.321	3.09	TN	22	8990347.757	768571.590	6.25	TN
6	8990170.274	768530.214	3.23	TN	23	8990333.614	768576.479	6.39	TN
7	8990178.134	768546.105	4.17	TN	24	8990314.475	768584.371	6.53	TN
8	8990189.997	768555.778	4.05	TN	25	8990292.331	768593.258	6.67	TN
9	8990206.854	768551.666	4.15	TN	26	8990276.198	768598.154	5.81	TN
10	8990217.713	768548.556	4.29	TN	27	8990264.104	768599.081	5.90	H
11	8990236.571	768545.445	5.43	TN	28	8990258.582	768600.454	4.42	H
12	8990255.433	768536.338	5.57	TN	29	8990238.596	768602.465	4.41	H
13	8990279.294	768526.229	5.71	TN	30	8990233.635	768602.495	4.37	H
14	8990291.153	768523.119	5.85	TN	31	8990218.491	768605.383	3.51	H
15	8990313.015	768516.012	5.99	TN	32	8990209.349	768607.272	3.66	TN
16	8990323.592	768513.462	5.41	TN	-----	-----	-----	-----	-----
17	8990345.451	768510.352	6.55	TN	1229	8997003.299	769040.696	21.13	NT

4.1.2. Planos topográficos

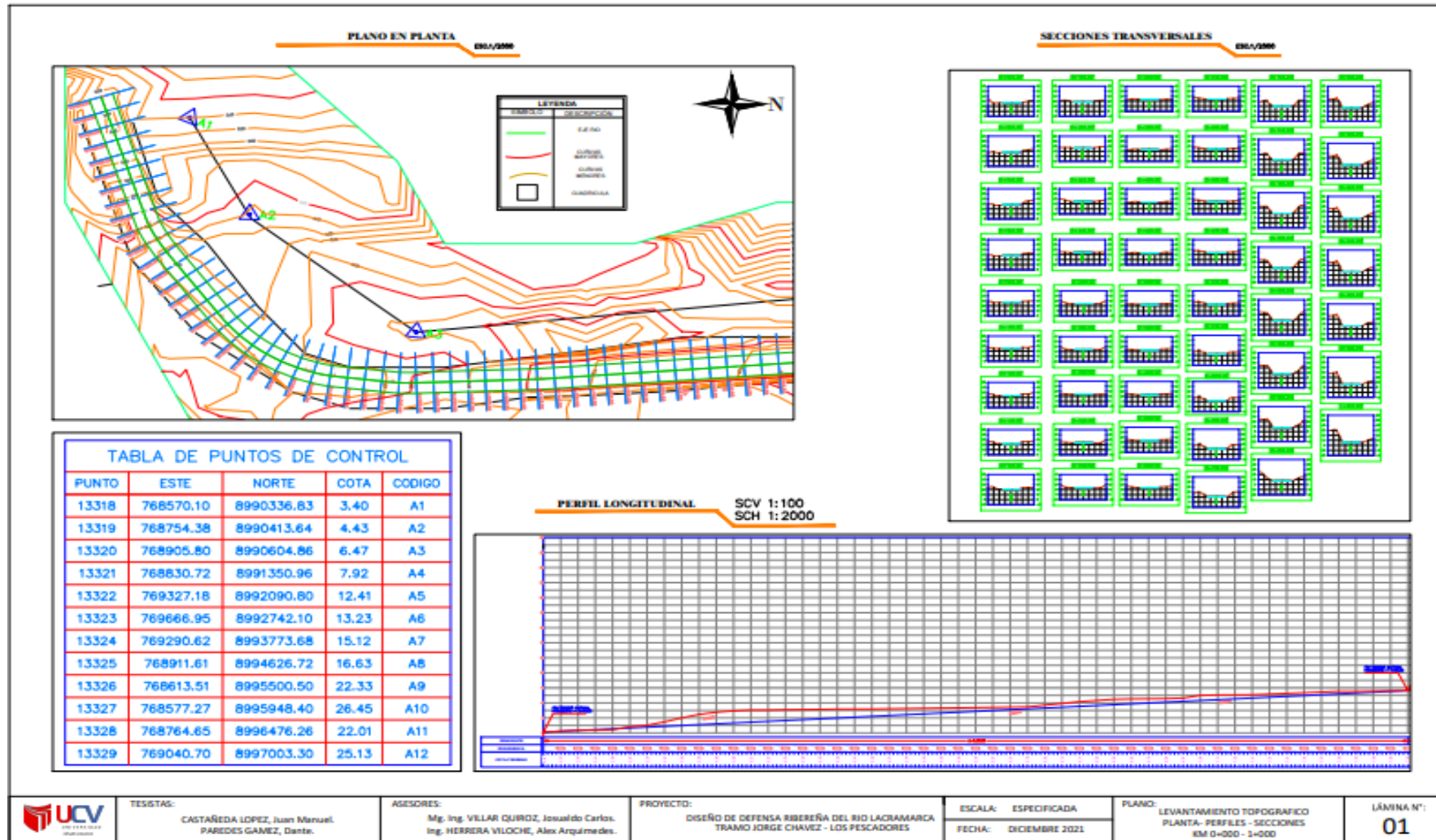


Figura 54. Plano topográfico: Progresiva (0+00.00 km – 1+00.00 km).

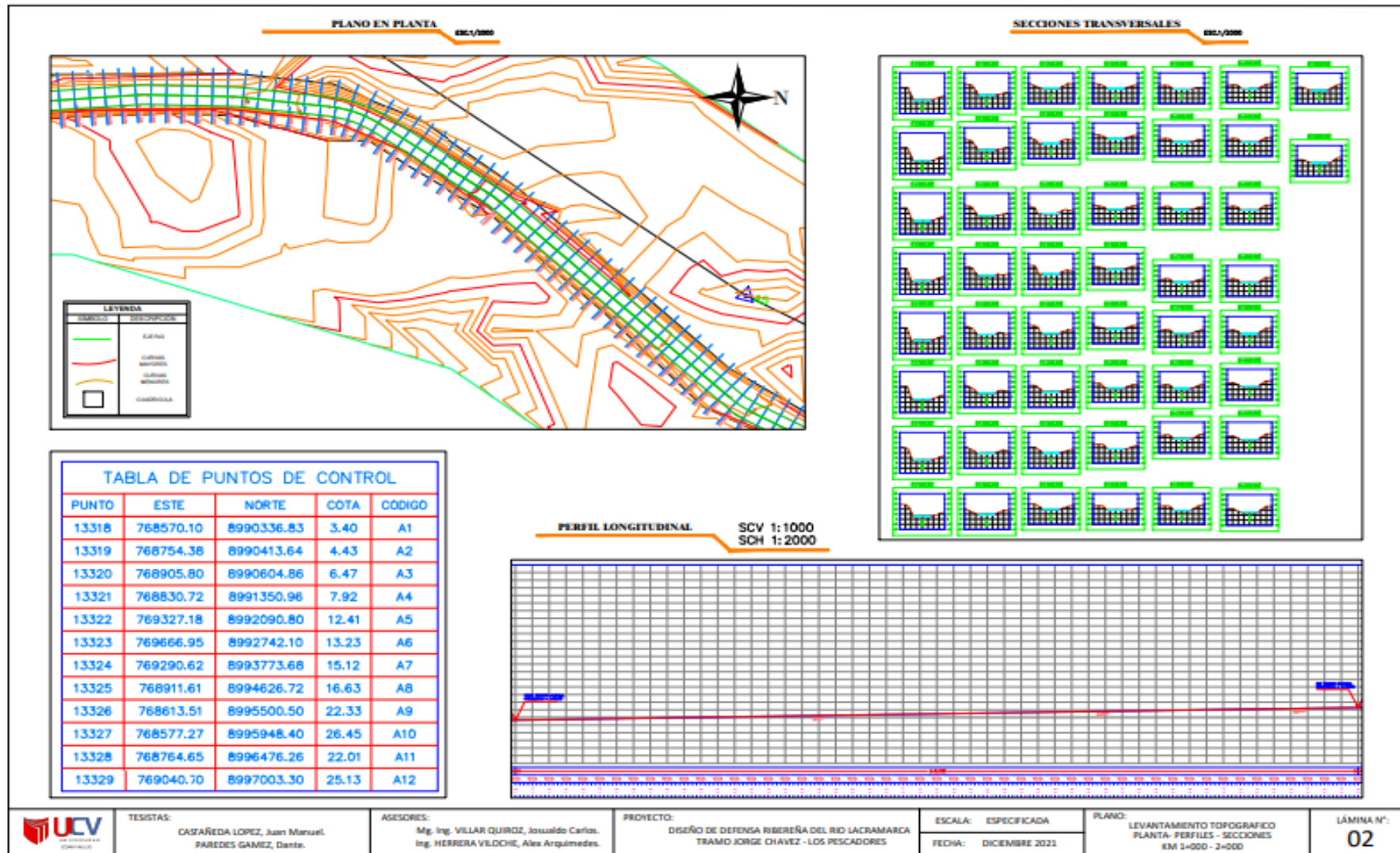


Figura 55. Plano topográfico: Progresiva (1+00.00 km – 2+00.00 km).

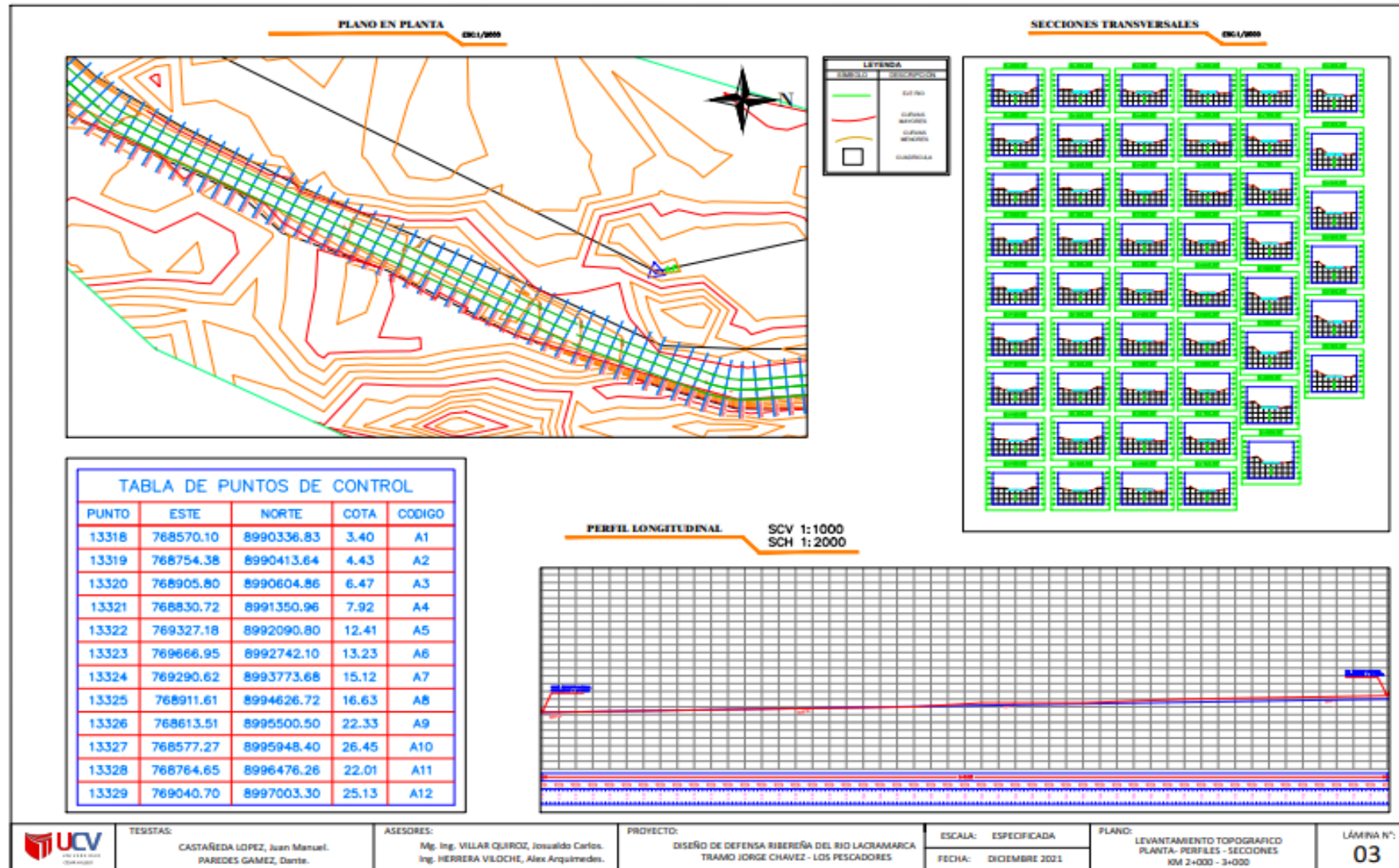


Figura 56. Plano topográfico: Progresiva (2+00.00 km – 3+00.00 km).

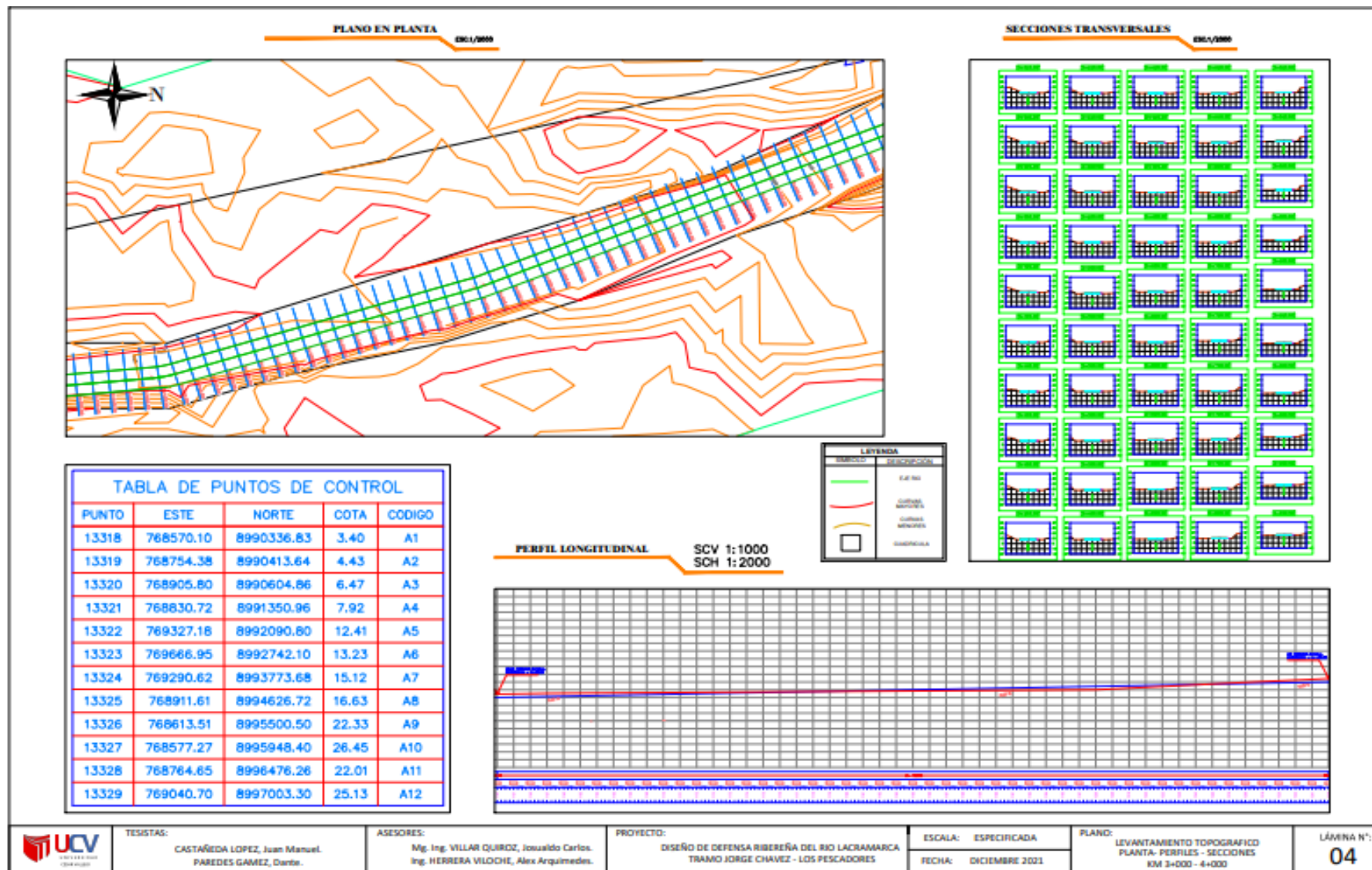


Figura 57. Plano topográfico: Progresiva (3+00.00 km – 4+00.00 km).

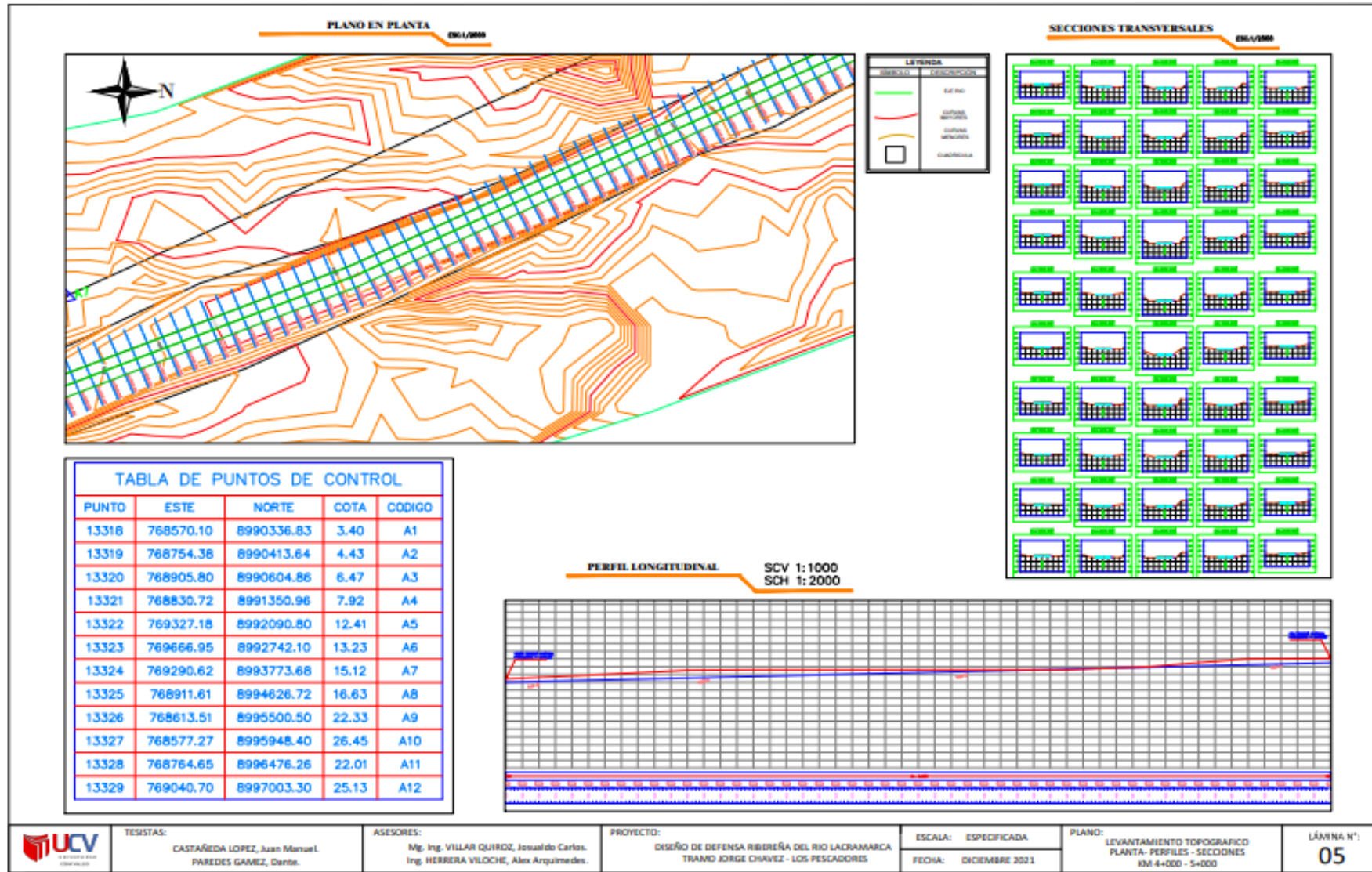


Figura 58. Plano topográfico: Progresiva (4+00.00 km – 5+00.00 km).

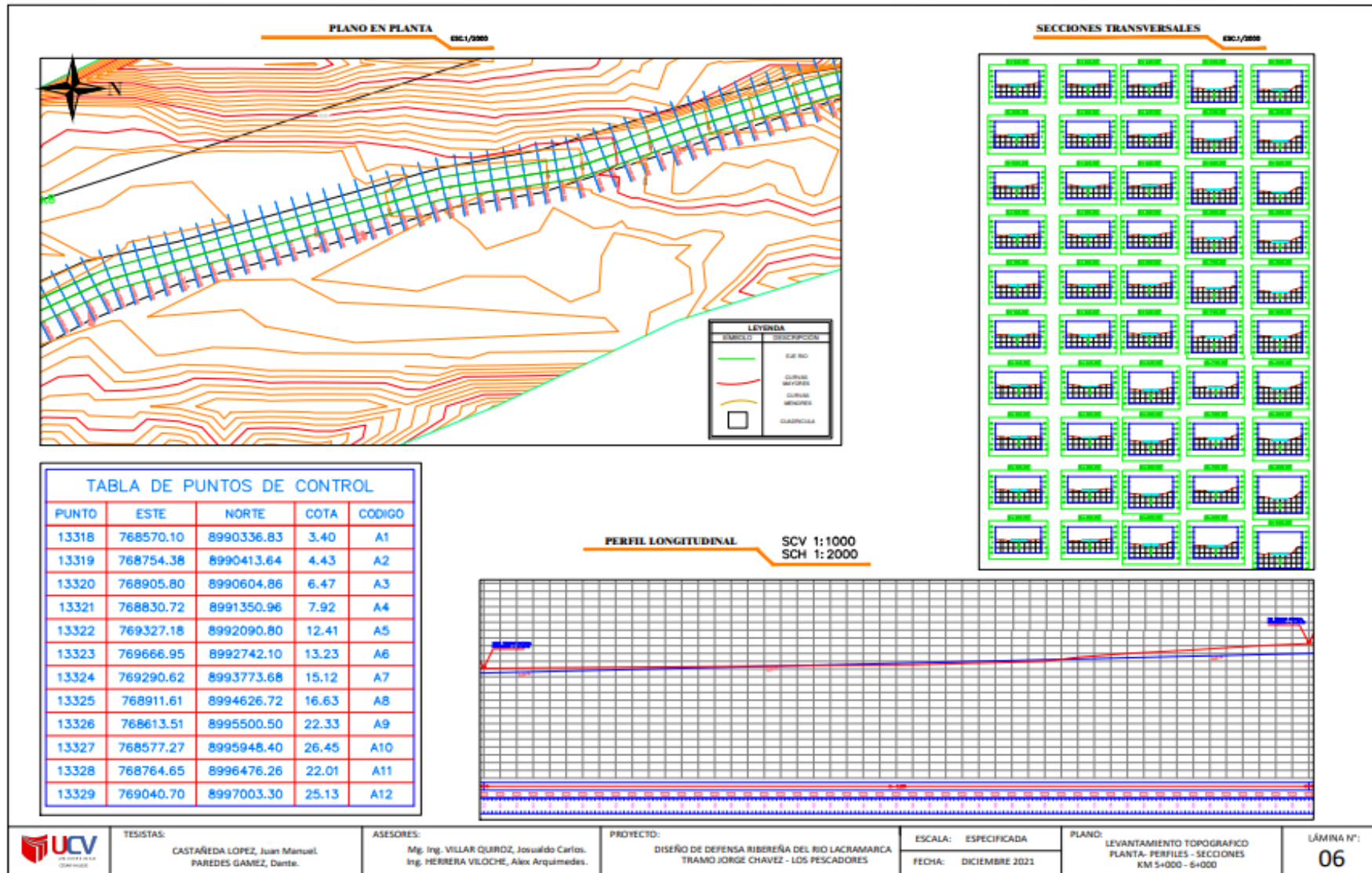


Figura 59. Plano topográfico: Progresiva (5+00.00 km – 6+00.00 km).

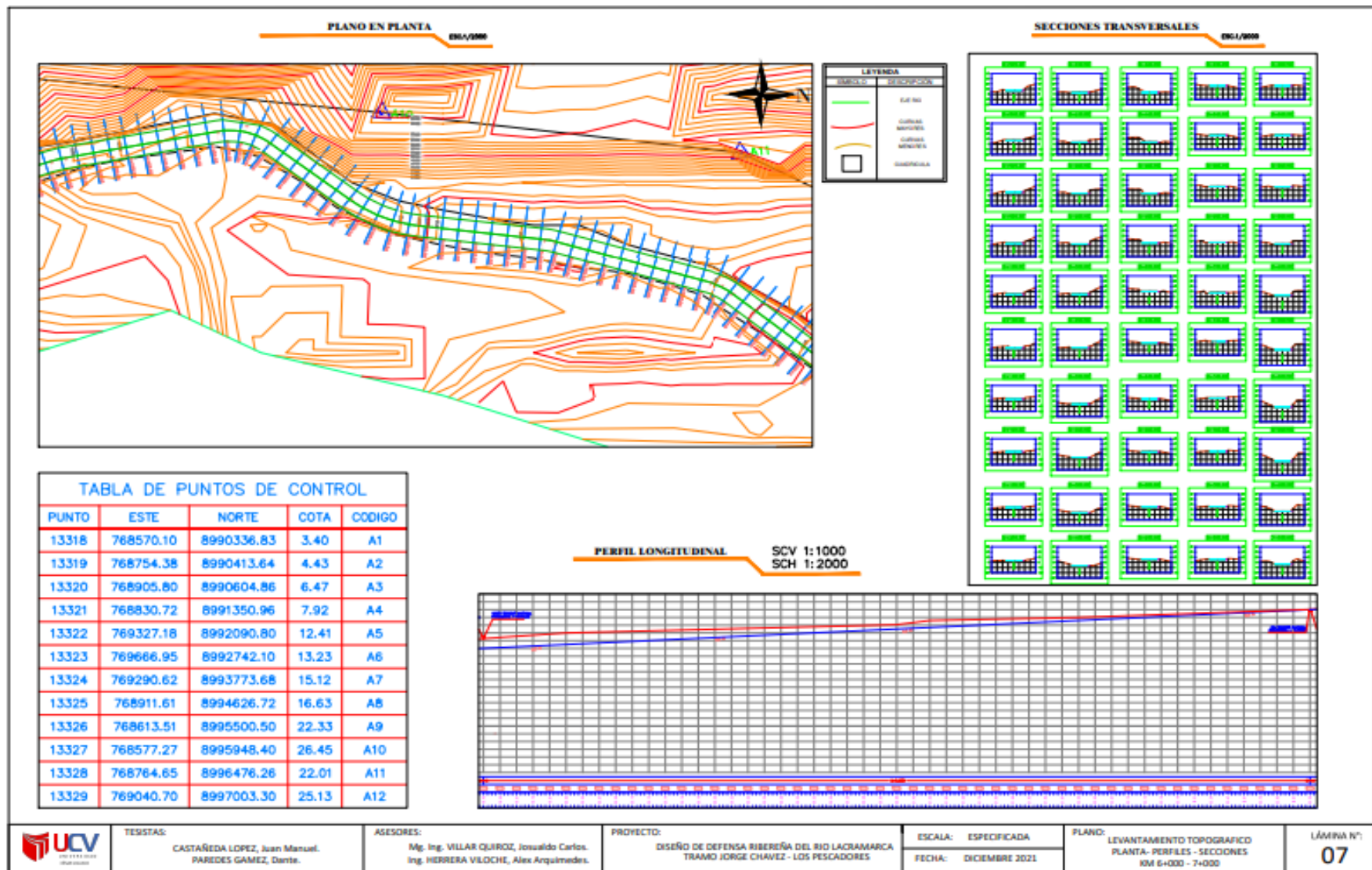


Figura 60. Plano topográfico: Progresiva (6+00.00 km – 7+00.00 km).

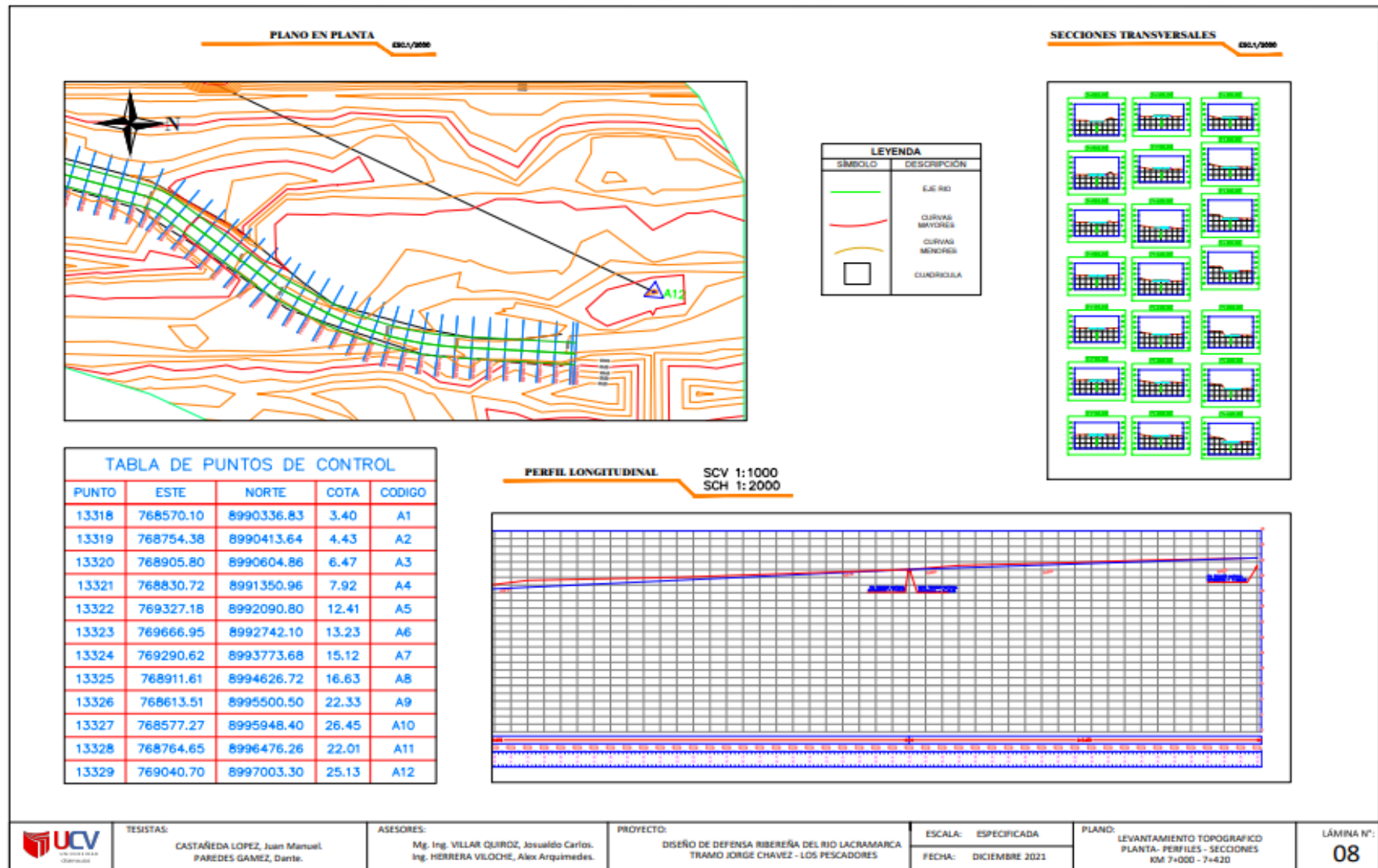



Figura 61. Plano topográfico: Progresiva (7+00.00 km – 7+420.00 km).

4.2. Estudio de suelos.

4.2.1. Resumen del estudio de suelos.

Tabla 58. Datos del estudio de suelos.

MUESTRA (suelo)	CALICATAS	COORDENADAS		COTA (m.s.n.m)	PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREÁTICO (m)	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA DEL SUELO (°)
		NORTE	ESTE				
	Ch -14	8991110.52	768363.62	3.00	1.35	1.35	26.35
	Ch-13	8992964.05	768979.77	9.00	1.50	1.50	28.72
	NvCh - 01	8990887.96	769483.46	5.00	1.60	1.50	29.00
	K -26	8991417.19	769984.42	6.00	2.00	1.65	27.50
	K- 32	8996557.37	768236.79	19.00	1.70	No presente	29.05

CALICATAS	GRANULOMETRIA			LIMITES %		CAPACIDAD DE CARGA (Kg/cm ²)	FACTORES DE CARGA		PESO ESPECIFICO (tn/m ³)	CLASIFICACIÓN
	GRAVA	ARENA	FINOS	LL	IP		Nq	Ny		SUCS
Ch -14	3.0	96.0	1.0	NP	NT	1.30	20.54	25.84	1.49	SP: Arena pobr. graduada
Ch-13	6.0	93.0	1.0	NP	NT	1.47	28.10	38.71	1.51	SP: Arena pobr. graduada
NvCh - 01	5.0	94.0	1.0	NP	NT	1.67	16.44	19.34	1.49	SP: Arena pobr. graduada
K -26	5.0	94.0	1.0	NP	NT	1.35	13.96	15.60	1.50	SP: Arena pobr. graduada
K- 32	7.0	92.0	1.0	NP	NT	1.69	16.54	19.49	1.53	SP: Arena pobr. graduada

Fuente: “Estudio de suelos con fines de drenaje, valle Santa – Lacramarca” --- “Zonificación sísmica – geotecnia, Nuevo Chimbote”

4.2.2. Plano de ubicación de calicatas:

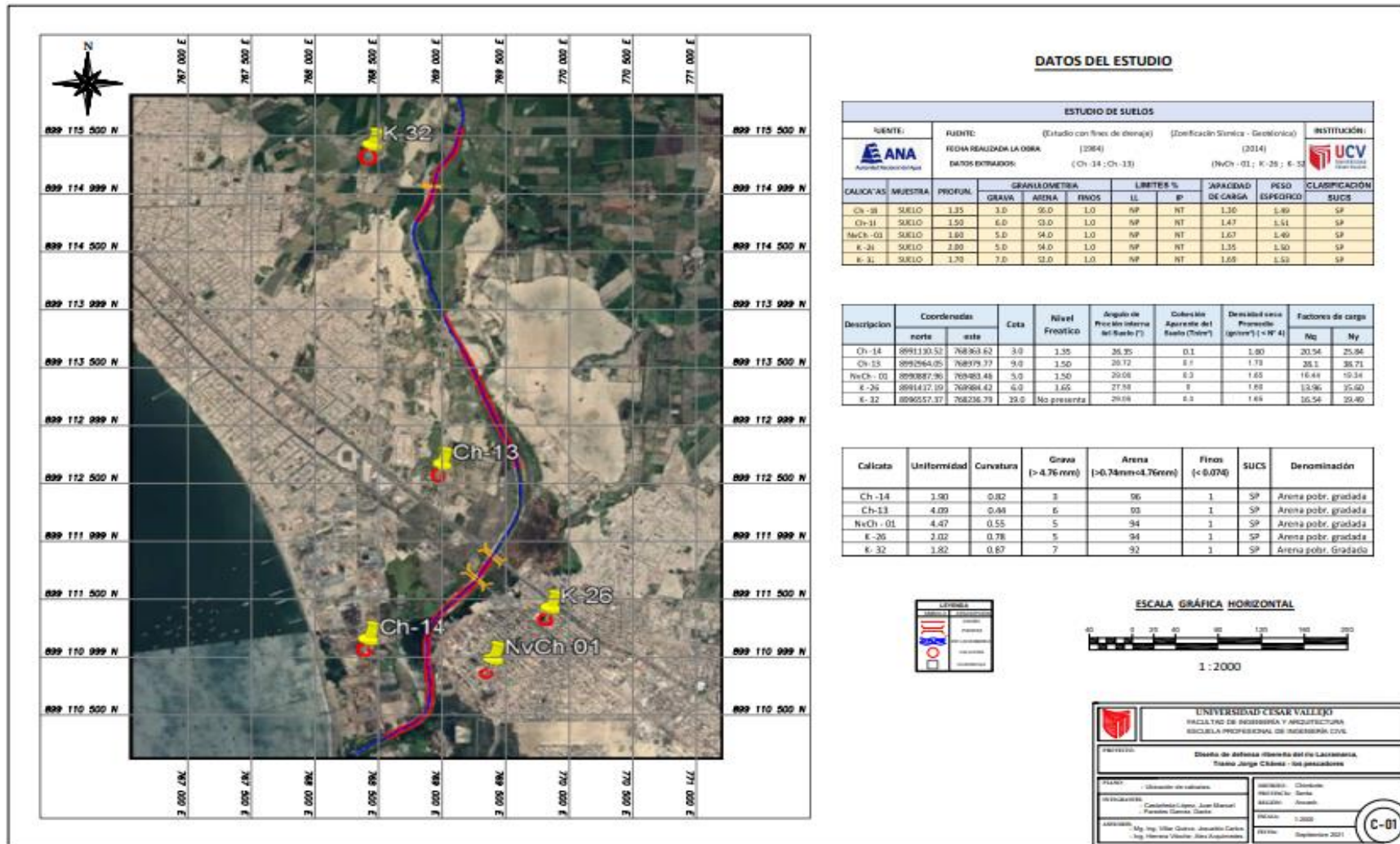


Figura 62. Plano ubicación de calicatas.

4.3. Estudio hidrológico.

4.3.1. Determinación del área de la cuenca Lacramarca:

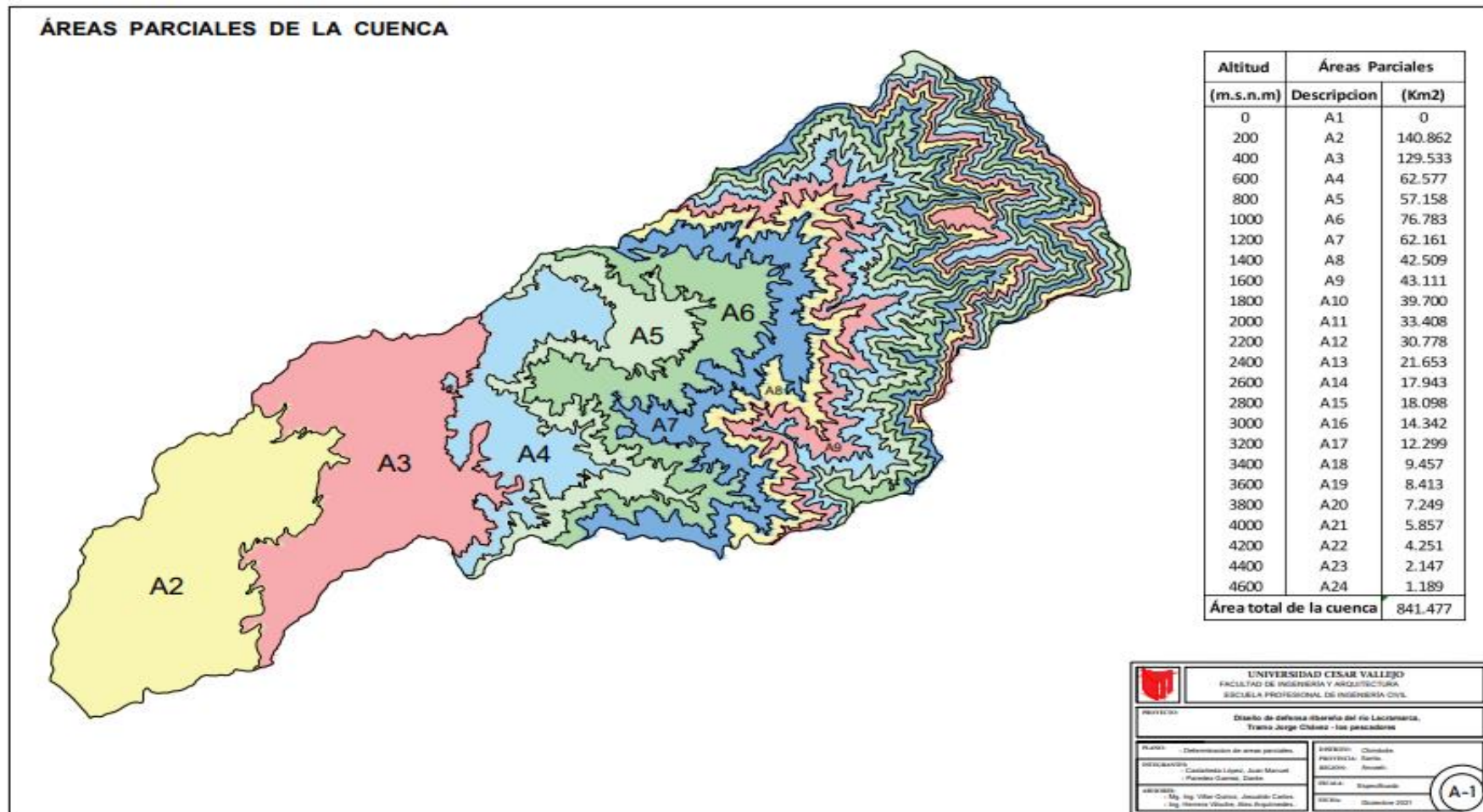


Figura 63. Áreas parciales y total de la cuenca.

4.3.2. Precipitaciones:

Tabla 59. Precipitaciones máximas mensuales.

	PRECIPITACIONES MÁXIMAS MENSUALES (1971 - 2020)											
Valores (mm/día)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
P.MAX	25.5	65.9	69.7	65.1	15.4	10.0	8.4	10.0	10.1	22.7	25.3	30.5
SUMA	578.3	782.0	831.3	697.8	377.5	178.5	82.9	204.0	283.3	415.6	453.1	509.8
PROM	11.1	15.0	16.0	13.4	7.3	3.4	1.6	3.9	5.4	8.0	8.7	9.8

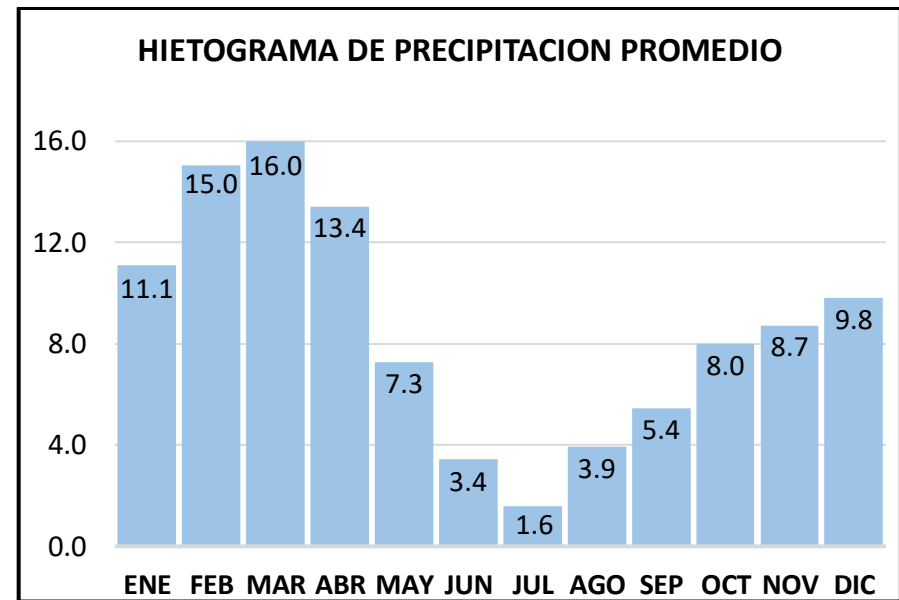
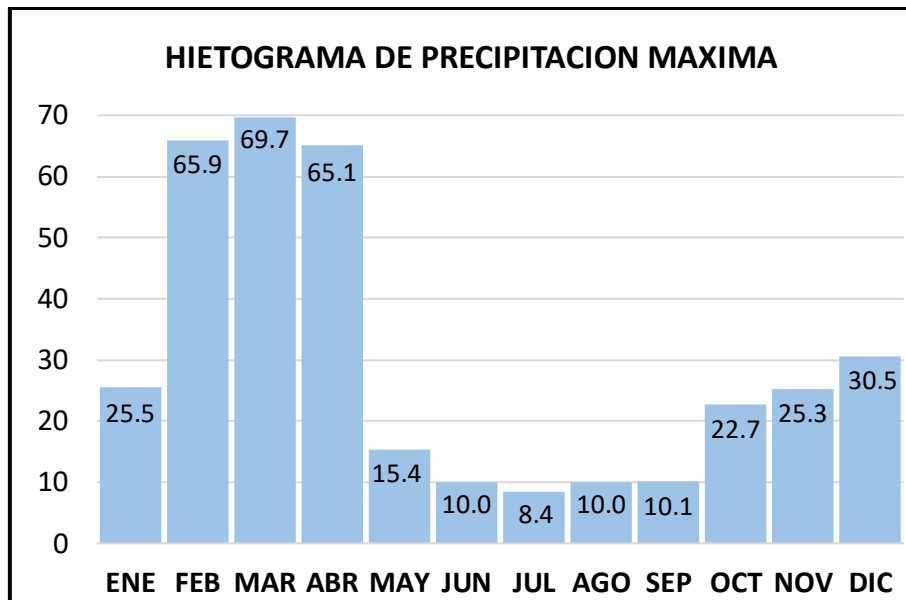


Figura 64. Hietograma de precipitaciones máximas y promedios mensuales.

Tabla 60. Precipitaciones máximas anuales.

	PRECIPITACIONES MÁXIMAS ANUALES (1971 - 1985)														
Valores	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
MÁXIMOS (mm/día)	10.0	20.0	10.0	20.0	20.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	58.6	41.4	9.6	9.3
TOTALES (mm/año)	94.8	113.8	108.3	107.1	128.6	92.7	93.1	88.5	84.2	80.2	84.2	199.7	160.3	72.4	84.9

	PRECIPITACIONES MÁXIMAS ANUALES (1986 - 2000)														
Valores	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
MÁXIMOS (mm/día)	15.2	11.3	10.4	11.7	11.5	69.7	25.9	11.4	10.1	9.9	9.7	65.4	40.2	11.4	10.6
TOTALES (mm/año)	93.7	111.9	94.9	99.4	111.7	319.3	123.3	94.5	93.2	83.5	80.8	226.8	177.7	70.5	59.3

	PRECIPITACIONES MÁXIMAS ANUALES (2001 - 2015)														
Valores	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
MÁXIMOS (mm/día)	11.5	21.5	19.1	12.5	11.1	13.4	9.1	11.2	12.7	14.1	10.9	11.8	10.7	11.2	12.6
TOTALES (mm/año)	82.4	127.6	131.4	103.9	97.6	94.3	95.8	95.1	117.9	107.9	92.4	91.6	83.3	76.2	81.1

	PRECIPITACIONES MÁXIMAS ANUALES (2016 - 2020)														
Valores	2016	2017	2018	2019	2020										
MÁXIMOS (mm/día)	11.1	48.7	14.6	10.2	11.3										
TOTALES (mm/año)	71.6	139.2	91.2	97.7	82.6										

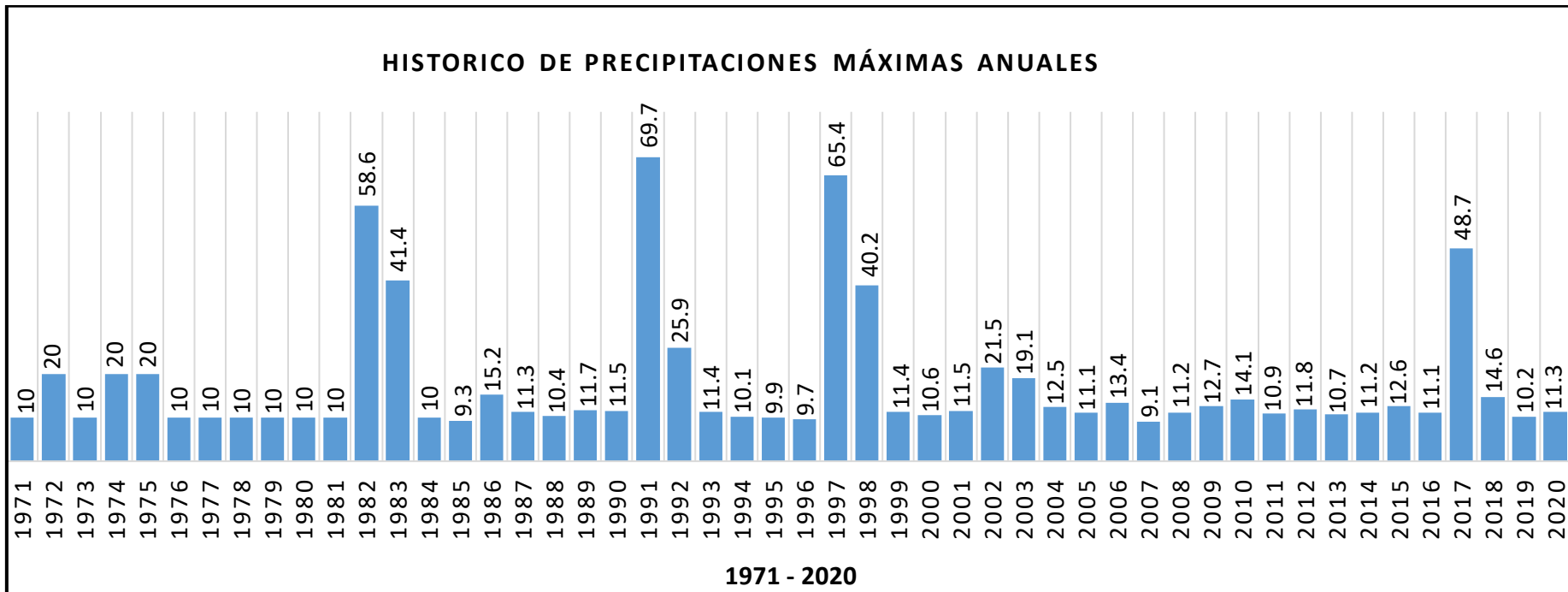


Figura 65. Hietograma de precipitaciones máximas anuales.

4.3.3. Determinación de la intensidad:

Tabla 61. Intensidad de la precipitación.

INTENSIDAD - TIEMPO DE DURACION - PERIODO DE RETORNO								
Duración	frecuencia (T años)							
(T min)	2	5	10	25	50	100	140	200
10	33.34	45.66	57.92	79.32	100.62	127.65	143.27	161.93
20	26.28	35.99	45.66	62.53	79.32	100.62	112.94	127.65
30	22.87	31.31	39.72	54.40	69.02	87.55	98.27	111.06
40	20.72	28.37	35.99	49.29	62.53	79.32	89.03	100.62
50	19.19	26.28	33.34	45.66	57.92	73.47	82.47	93.20
60	18.02	24.68	31.31	42.89	54.40	69.02	77.46	87.55
70	17.10	23.41	29.70	40.68	51.60	65.46	73.47	83.04
80	16.33	22.36	28.37	38.85	49.29	62.53	70.18	79.32
90	15.68	21.48	27.25	37.31	47.34	60.05	67.40	76.18
100	15.13	20.72	26.28	35.99	45.66	57.92	65.01	73.47
110	14.64	20.05	25.43	34.83	44.19	56.05	62.91	71.11
120	14.21	19.46	24.68	33.81	42.89	54.40	61.06	69.02
130	13.82	18.93	24.02	32.89	41.72	52.93	59.41	67.15
140	13.48	18.46	23.41	32.06	40.68	51.60	57.92	65.46
150	13.16	18.02	22.87	31.31	39.72	50.39	56.56	63.93
160	12.87	17.63	22.36	30.63	38.85	49.29	55.32	62.53
170	12.61	17.27	21.90	30.00	38.05	48.27	54.18	61.24
180	12.36	16.93	21.48	29.42	37.31	47.34	53.13	60.05
190	12.14	16.62	21.08	28.87	36.63	46.47	52.15	58.95
200	11.92	16.33	20.72	28.37	35.99	45.66	51.24	57.92
210	11.73	16.06	20.37	27.90	35.39	44.90	50.39	56.96

4.3.4. Caudales máximos.

Tabla 62. Caudales de diseño.

Caudal de diseño para diferentes periodos de retorno						
T(años)	P. max	P.correg	I	C	K	Q
2	17.001	13.686	3.026	0.057	1.422	57.70
5	31.624	25.457	4.854	0.040	1.422	64.35
10	41.305	33.251	6.251	0.097	1.422	201.73
25	53.538	43.098	8.321	0.162	1.422	448.99
50	62.613	50.403	10.122	0.206	1.422	693.99
100	71.621	57.655	12.172	0.246	1.422	997.54
140	75.980	61.164	13.269	0.265	1.422	1168.68
200	80.596	64.879	14.514	0.284	1.422	1368.78

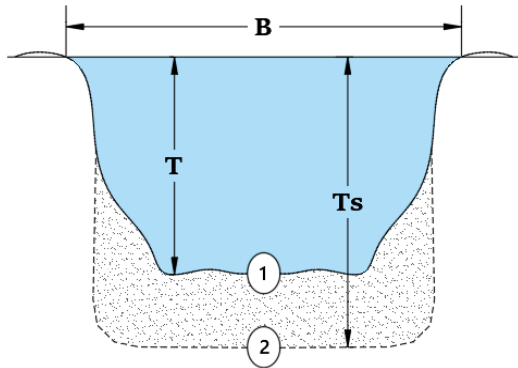
I1	Id	I1/Id
18.02	0.57	31.61
24.68	1.06	23.27
31.31	1.39	22.60
42.89	1.80	23.88
54.40	2.10	25.90
69.02	2.40	28.73
77.46	2.55	30.40
87.55	2.70	32.39

Cuenca	Area (km2)	Perimetro (km)	Long. cauce principal (km)	Cota maxima del cauce principal (m.s.nm)	Cota minima de la cuenca (m.s.n.m)	Pendiente media (%)	Gasto pico (m3/seg)
Lacramarca	841.477	165.596	45.60	662.00	1.00	1.42	1168.68

Tiempo de concentracion		Duracion en exceso (hr)	Tiempo de retraso (hr)	Tiempo pico (hr)	Tiempo de base (hr)
Metodo California (min)	Tc (hr)	Para cuencas grandes: $D_e = 2 * \sqrt{T_c}$ Para cuencas pequeñas: $D_e = T_c$	$T_r = 0.60 * T_c$	$T_p = \left(\frac{D_e}{2 + T_r} \right)$	$T_b = 2.67 * T_p$
384.91	6.46	Cuenca grande	5.08	3.88	6.42

4.4. Diseño hidráulico.

Tabla 63. Resumen del cálculo hidráulico tramo 1 -- 2.

Resultados del cálculo hidráulico		
Tramo 1: Progresiva (km 0 + 00.00 – km 1 + 970.00)	Tramo 2: Progresiva (km 1 + 970.00 – km 2 + 230.00)	Sección hidráulica
- Ancho estable: B = 39.50 m	- Ancho estable: B = 41.60 m	1.- Perfil antes de la erosión.
- Borde libre: BL = 0.63 m	- Borde libre: BL = 0.52 m	2.- Perfil tras la erosión.
- Tirante sin socavación: T = 3.53 m	- Tirante sin socavación: T = 3.70 m	
Tramo recto	Tramo recto	
- Tirante de socavación: Ts = 4.22 m	- Tirante de socavación: Ts = 4.34 m	
- Altura de socavación: Hs = 0.69 m	- Altura de socavación: Hs = 0.64 m	
- Altura del muro: Hm = 4.85 m	- Altura del muro: Hm = 4.86 m	
Tramo en curva	Tramo en curva	
- Tirante de socavación: Ts = 4.38 m	Solo cuenta con tramos rectos	
- Altura de socavación: Hs = 0.85 m		
- Altura del muro: Hm = 5.00 m		

Mayor detalle en el diseño hidráulico: Figura 66

Tabla 64. Resumen del cálculo hidráulico tramo 3 -- 4.

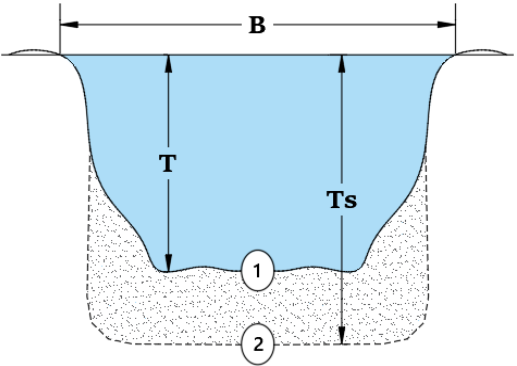
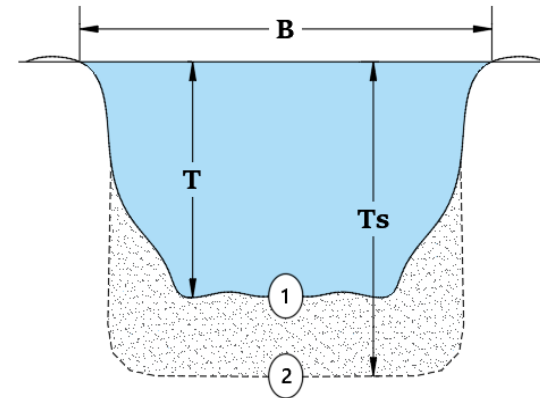
Resultados del cálculo hidráulico		
Tramo 3: Progresiva (km 3+ 290.00 – km 5 + 130.00)	Tramo 4: Progresiva (km 6+ 205.00 – km 6+635.00)	Sección hidráulica
- Ancho estable: B = 39.80 m	- Ancho estable: B = 41.50 m	1.- Perfil antes de la erosión.
- Borde libre: BL = 0.67 m	- Borde libre: BL = 0.32 m	2.- Perfil tras la erosión.
- Tirante sin socavación: T = 3.48 m	- Tirante sin socavación: T = 4.16 m	 <p>Mayor detalle en el diseño hidráulico: Figura 66</p>
Tramo recto	Tramo recto	
- Tirante de socavación: Ts = 4.17 m	Solo cuenta con tramos en curva	
- Altura de socavación: Hs = 0.69 m		
- Altura del muro: Hm = 4.85 m		
Tramo en curva	Tramo en curva	
Solo cuenta con tramos rectos	- Tirante de socavación: Ts = 5.00 m	
	- Altura de socavación: Hs = 0.83 m	
	- Altura del muro: Hm = 5.31m	

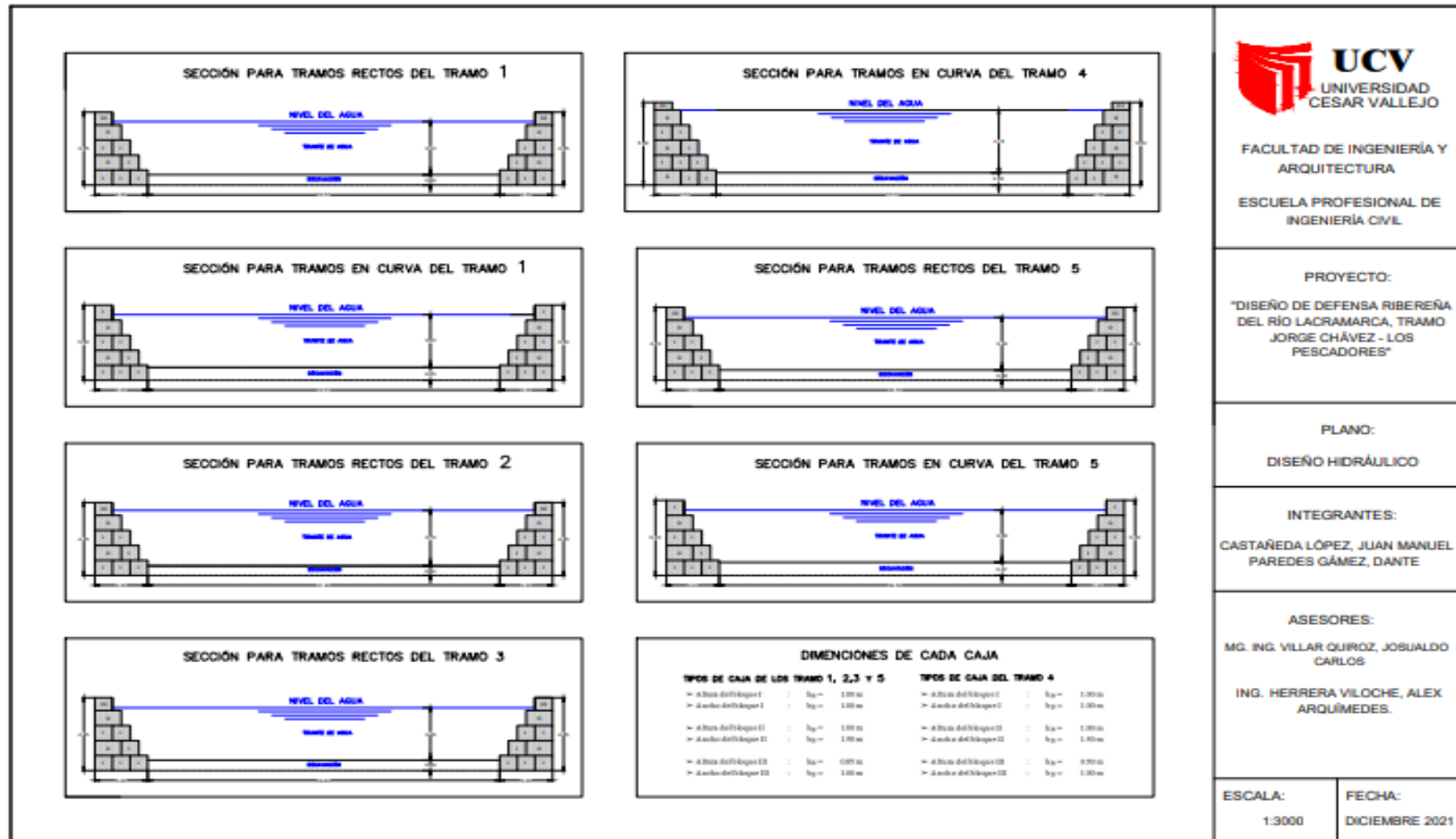
Tabla 65. Resumen del cálculo hidráulico tramo 5.

Resultados del cálculo hidráulico		Sección
Tramo 5: Progresiva (km 6+ 635.00 – km 7 + 380.00)		
- Ancho estable:	$B = 39.50 \text{ m}$	1.- Perfil antes de la erosión.
- Borde libre:	$BL = 0.67 \text{ m}$	2.- Perfil antes de la erosión.
- Tirante sin socavación:	$T = 3.48 \text{ m}$	
Tramo recto		
- Tirante de socavación:	$T_s = 4.15 \text{ m}$	
- Altura de socavación:	$H_s = 0.68 \text{ m}$	
- Altura del muro:	$H_m = 4.83 \text{ m}$	
Tramo en curva		
- Tirante de socavación:	$T_s = 4.35 \text{ m}$	
- Altura de socavación:	$H_s = 0.87 \text{ m}$	
- Altura del muro:	$H_m = 5.00 \text{ m}$	



Mayor detalle en el diseño hidráulico: Figura 66

4.4.1. Secciones hidráulicas.



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:
"DISEÑO DE DEFENSA RIBERENA DEL RIO LACRAMARCA, TRAMO JORGE CHAVEZ - LOS PESCADORES"

PLANO:
DISEÑO HIDRÁULICO

INTEGRANTES:
CASTAÑEDA LÓPEZ, JUAN MANUEL
PAREDES GÁMEZ, DANTE

ASESORES:
MG. ING. VILLAR QUIROZ, JOSUALDO CARLOS
ING. HERRERA VILOCHE, ALEX ARQUÍMEDES.

ESCALA:
1:3000

FECHA:
DICIEMBRE 2021

Figura 66. Secciones hidráulicas.

4.5. Diseño estructural.

Tabla 66. Resumen del cálculo estructural tramo 1: recto.

Tramo 1 de forma recta: Progresiva (km 0+ 000.00 – km 1 + 970.00)	
1. Dimensiones del muro	4. Análisis considerando empuje de terreno
- Altura: H = 4.85 m = 5.00 m	- Cálculo del empuje activo: EA = 6.08 tn
- Base: B = 2.93 m = 3.00 m	- Altura del empuje activo: Y = 1.62 m
2. Dimensiones de cada caja (m)	
- Bloque I: h = 1.00 b = 1.00	
- Bloque II: h = 1.00 b = 1.50	
- Bloque III: h = 0.85 b = 1.00	
3. Geometría del gavión	5. Análisis de la estabilidad
	- Cálculo del peso total: P = 26.60 m
	- Momento resistente: Mr = 49.61 tn-m
	- Momento que genera EA: MA = 9.83 tn-m
5.2. verificacion por volteo:	5.1. verificacion por deslizamiento:
FSV = 2.00 ; FSV = 5.05 > 2.00	FSD = 1.50 ; FSD = 2.44 > 1.50... Conforme
5.3. Verificación de presiones sobre el terreno	
$\sigma_1 = 0.89 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.67 \text{ Kg/cm}^2 \dots\dots\text{Conforme}$ $\sigma_2 = 0.88 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.67 \text{ Kg/cm}^2 \dots\dots\text{Conforme}$	

Tabla 67. Resumen del cálculo estructural tramo 1: curva.

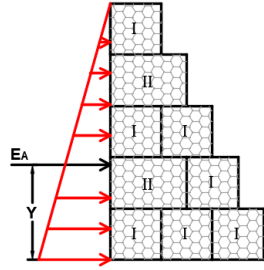
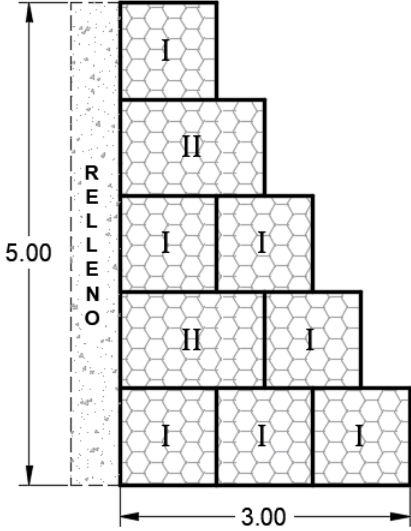
Tramo 1 de forma curva: Progresiva (km 0+ 000.00 – km 1 + 970.00)	
1. Dimensiones del muro	4. Análisis considerando empuje de terreno
- Altura: H = 5.00 m	- Cálculo del empuje activo: EA = 6.46 tn
- Base: B = 3.00 m	- Altura del empuje activo: Y = 1.67 m
2. Dimensiones de cada caja (m)	
- Bloque I: h = 1.00 b = 1.00	
- Bloque II: h = 1.00 b = 1.50	
3. Geometría del gavión	5. Análisis de la estabilidad
	- Cálculo del peso total: P = 27.00 m
	- Momento resistente: Mr = 50.63 tn-m
	- Momento que genera EA: MA = 10.77 tn-m
5.2. verificación por volteo:	5.1. verificación por deslizamiento:
FSV = 2.00 ; FSV = 4.70 > 2.00	FSD = 1.50 ; FSD = 2.32 > 1.50... Conforme
5.3. Verificación de presiones sobre el terreno	
$\sigma_1 = 0.94 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.67 \text{ Kg/cm}^2 \dots\dots\text{Conforme}$ $\sigma_2 = 0.86 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.67 \text{ Kg/cm}^2 \dots\dots\text{Conforme}$	

Tabla 68. Resumen del cálculo estructural tramo 2: recta.

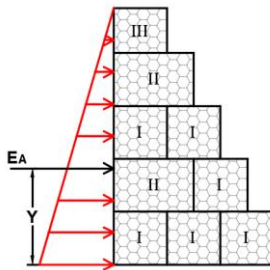
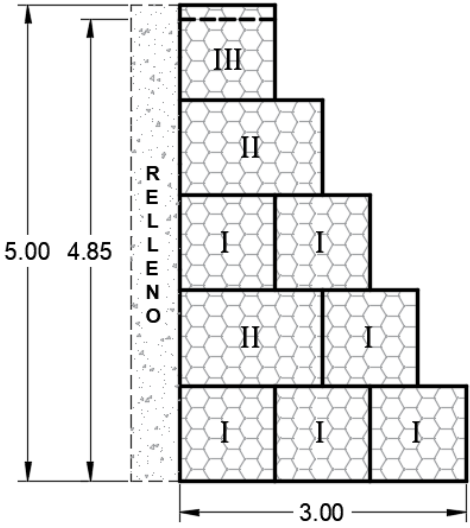
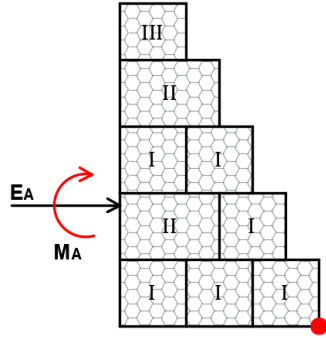
Tramo 2 de forma recta: Progresiva (km 0+ 000.00 – km 1 + 970.00)	
1. Dimensiones del muro	4. Análisis considerando empuje de terreno
- Altura: H = 4.85 m = 5.00 m	- Cálculo del empuje activo: EA = 6.50 tn
- Base: B = 2.93 m = 3.00 m	- Altura del empuje activo: Y = 1.62 m
2. Dimensiones de cada caja (m)	
- Bloque I: h = 1.00 b = 1.00	
- Bloque II: h = 1.00 b = 1.50	
- Bloque III: h = 0.85 b = 1.00	
3. Geometría del gavión	5. Análisis de la estabilidad
	- Cálculo del peso total: P = 26.60 m
	- Momento resistente: Mr = 49.61 tn-m
	- Momento que genera EA: MA = 10.50 tn-m
	
5.2. verificación por volteo:	5.1. verificación por deslizamiento:
FSV = 2.00 ; FSV = 4.72 > 2.00	FSD = 1.50 ; FSD = 2.13 > 1.50... Conforme
5.3. Verificación de presiones sobre el terreno	
$\sigma_1 = 0.94 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.35 \text{ Kg/cm}^2 \dots\dots\text{Conforme}$ $\sigma_2 = 0.83 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.35 \text{ Kg/cm}^2 \dots\dots\text{Conforme}$	

Tabla 69. Resumen del cálculo estructural tramo 3: recta.

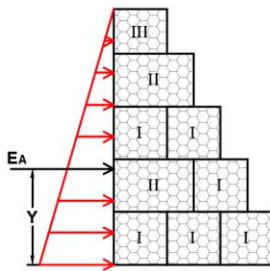
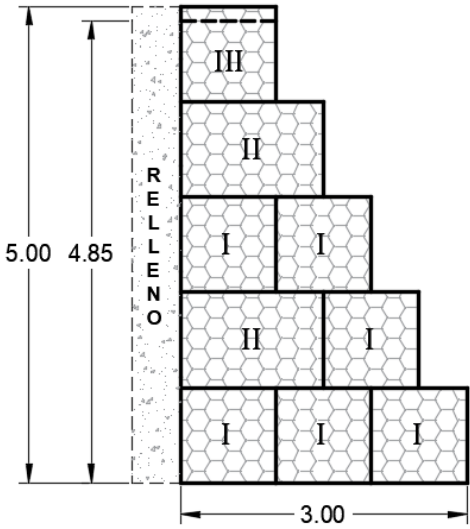
Tramo 3 de forma recta: Progresiva (km 0+ 000.00 – km 1 + 970.00)	
1. Dimensiones del muro	4. Análisis considerando empuje de terreno
- Altura: H = 4.85 m = 5.00 m	- Cálculo del empuje activo: EA = 6.23 tn
- Base: B = 2.93 m = 3.00 m	- Altura del empuje activo: Y = 1.62 m
2. Dimensiones de cada caja (m)	
- Bloque I: h = 1.00 b = 1.00	
- Bloque II: h = 1.00 b = 1.50	
- Bloque III: h = 0.85 b = 1.00	
3. Geometría del gavión	5. Análisis de la estabilidad
	- Cálculo del peso total: P = 26.60 m
	- Momento resistente: Mr = 49.61 tn-m
	- Momento que genera EA: MA = 10.07 tn-m
5.2. verificación por volteo:	5.1. verificación por deslizamiento:
FSV = 2.00 ; FSV = 4.92 > 2.00	FSD = 1.50 ; FSD = 2.34 > 1.50... Conforme
5.3. Verificación de presiones sobre el terreno	
$\sigma_1 = 0.91 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.47 \text{ Kg/cm}^2 \dots\dots\text{Conforme}$ $\sigma_2 = 0.86 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.47 \text{ Kg/cm}^2 \dots\dots\text{Conforme}$	

Tabla 70. Resumen del cálculo estructural tramo 4: curva.

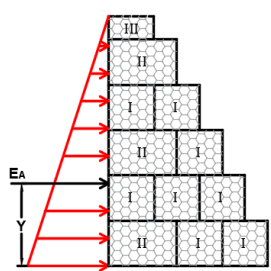
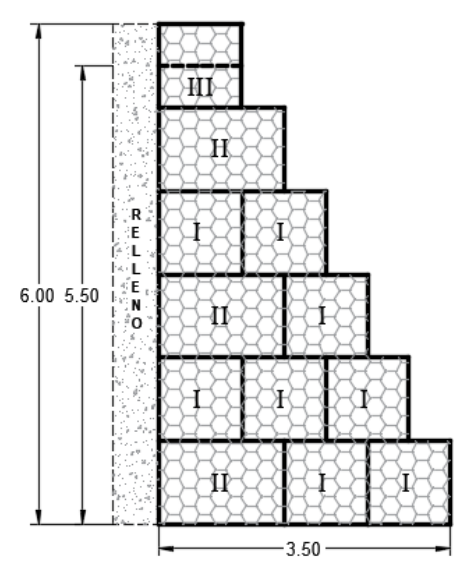
Tramo 4 de forma curva: Progresiva (km 0+ 000.00 – km 1 + 970.00)	
1. Dimensiones del muro	4. Análisis considerando empuje de terreno
- Altura: H = 5.50 m = 6.00 m	- Cálculo del empuje activo: EA = 8.01 tn
- Base: B = 3.25 m = 3.50 m	- Altura del empuje activo: Y = 1.83 m
2. Dimensiones de cada caja (m)	
- Bloque I: h = 1.00 b = 1.00	
- Bloque II: h = 1.00 b = 1.50	
- Bloque III: h = 0.50 b = 1.00	
3. Geometría del gavión	5. Análisis de la estabilidad
	- Cálculo del peso total: P = 35.10 tn
	- Momento resistente: Mr = 76.61 tn-m
	- Momento que genera EA: MA = 14.69 tn-m
5.2. verificación por volteo:	5.1. verificación por deslizamiento:
FSV = 2.00 ; FSV = 5.21 > 2.00	FSD = 1.50 ; FSD = 2.43 > 1.50... Conforme
5.3. Verificación de presiones sobre el terreno	
$\sigma_1 = 0.98 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.69 \text{ Kg/cm}^2 \dots\dots\text{Conforme}$ $\sigma_2 = 1.03 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.69 \text{ Kg/cm}^2 \dots\dots\text{Conforme}$	

Tabla 71. Resumen del cálculo estructural tramo 5: recto.

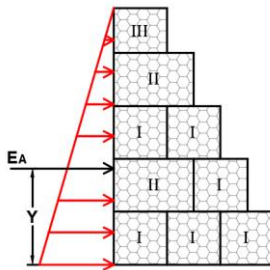
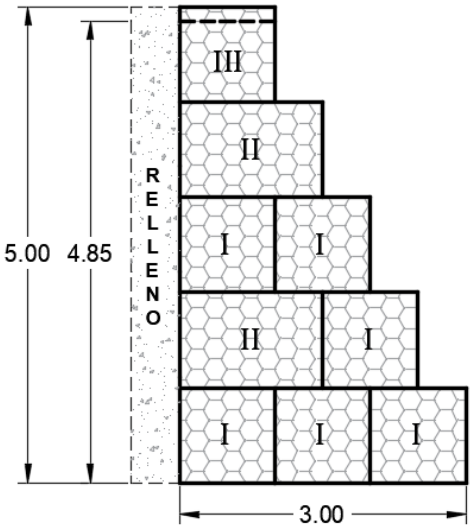
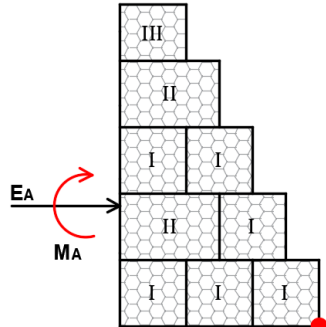
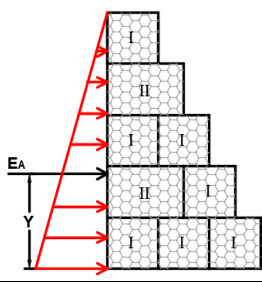
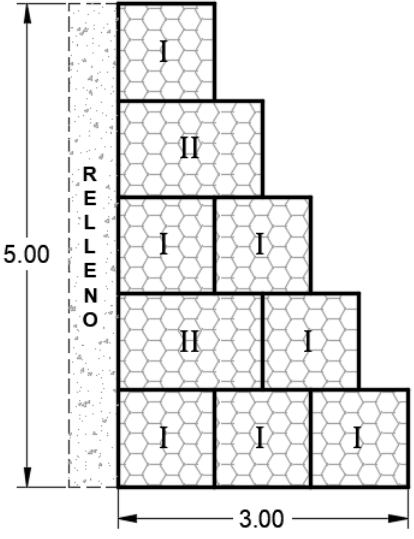
Tramo 5 de forma recta: Progresiva (km 0+ 000.00 – km 1 + 970.00)	
1. Dimensiones del muro	4. Análisis considerando empuje de terreno
- Altura: H = 4.85 m = 5.00 m	- Cálculo del empuje activo: EA = 6.23 tn
- Base: B = 2.93 m = 3.00 m	- Altura del empuje activo: Y = 1.62 m
2. Dimensiones de cada caja (m)	
- Bloque I: h = 1.00 b = 1.00	
- Bloque II: h = 1.00 b = 1.50	
- Bloque III: h = 0.85 b = 1.00	
3. Geometría del gavión	5. Análisis de la estabilidad
	- Cálculo del peso total: P = 26.60 tn
	- Momento resistente: Mr = 49.61 tn-m
	- Momento que genera EA: MA = 10.07 tn-m
	
5.2. verificacion por volteo:	5.1. verificacion por deslizamiento:
FSV = 2.00 ; FSV = 4.92 > 2.00	FSD = 1.50 ; FSD = 2.37 > 1.50... Conforme
5.3. Verificación de presiones sobre el terreno	
$\sigma_1 = 0.91 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.69 \text{ Kg/cm}^2 \dots\dots\text{Conforme}$ $\sigma_2 = 0.86 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.69 \text{ Kg/cm}^2 \dots\dots\text{Conforme}$	

Tabla 72. Resumen del cálculo estructural tramo 5: curva.

Tramo 5 de forma curva: Progresiva (km 0+ 000.00 – km 1 + 970.00)	
1. Dimensiones del muro	4. Análisis considerando empuje de terreno
- Altura: H = 5.00 m	- Cálculo del empuje activo: EA = 6.62 tn
- Base: B = 3.00 m	- Altura del empuje activo: Y = 1.67 m
2. Dimensiones de cada caja (m)	
- Bloque I: h = 1.00 b = 1.00	
- Bloque II: h = 1.00 b = 1.50	
3. Geometría del gavión	5. Análisis de la estabilidad
	- Cálculo del peso total: P = 27.00 tn
	- Momento resistente: Mr = 50.63 tn-m
	- Momento que genera EA: MA = 11.04 tn-m
5.2. verificación por volteo:	5.1. verificación por deslizamiento:
FSV = 2.00 ; FSV = 4.59 > 2.00	FSD = 1.50 ; FSD = 2.26 > 1.50... Conforme
5.3. Verificación de presiones sobre el terreno	
$\sigma_1 = 0.96 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.67 \text{ Kg/cm}^2 \dots\dots\text{Conforme}$ $\sigma_2 = 0.84 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_s = 1.67 \text{ Kg/cm}^2 \dots\dots\text{Conforme}$	

4.5.1. Diseño de la defensa ribereña.

4.5.1.1. Plano de Ubicación y Localización

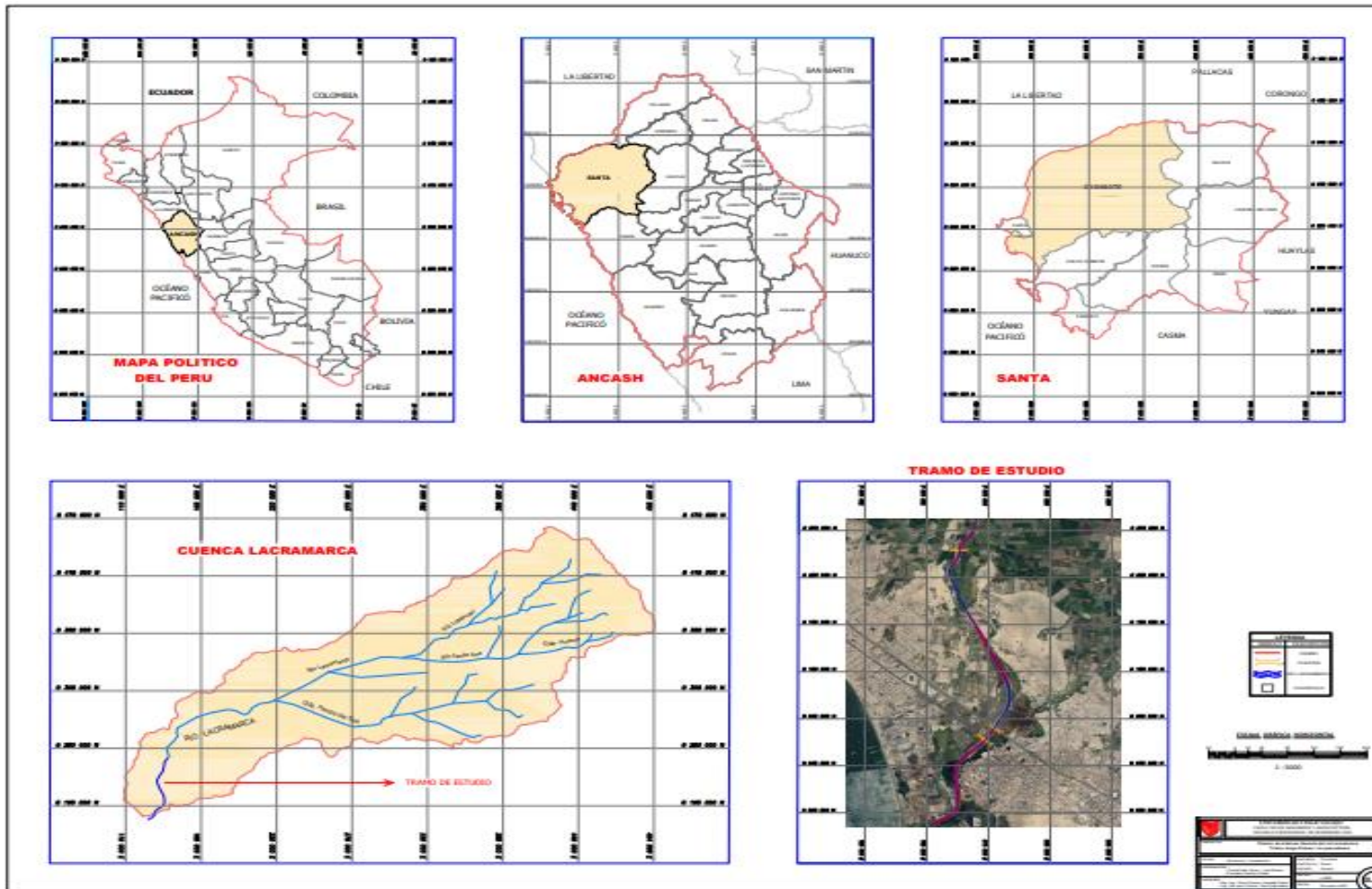


Figura 67. Plano de Ubicación y Localización.

4.5.1.2. Plano de Ubicación de la cantera.

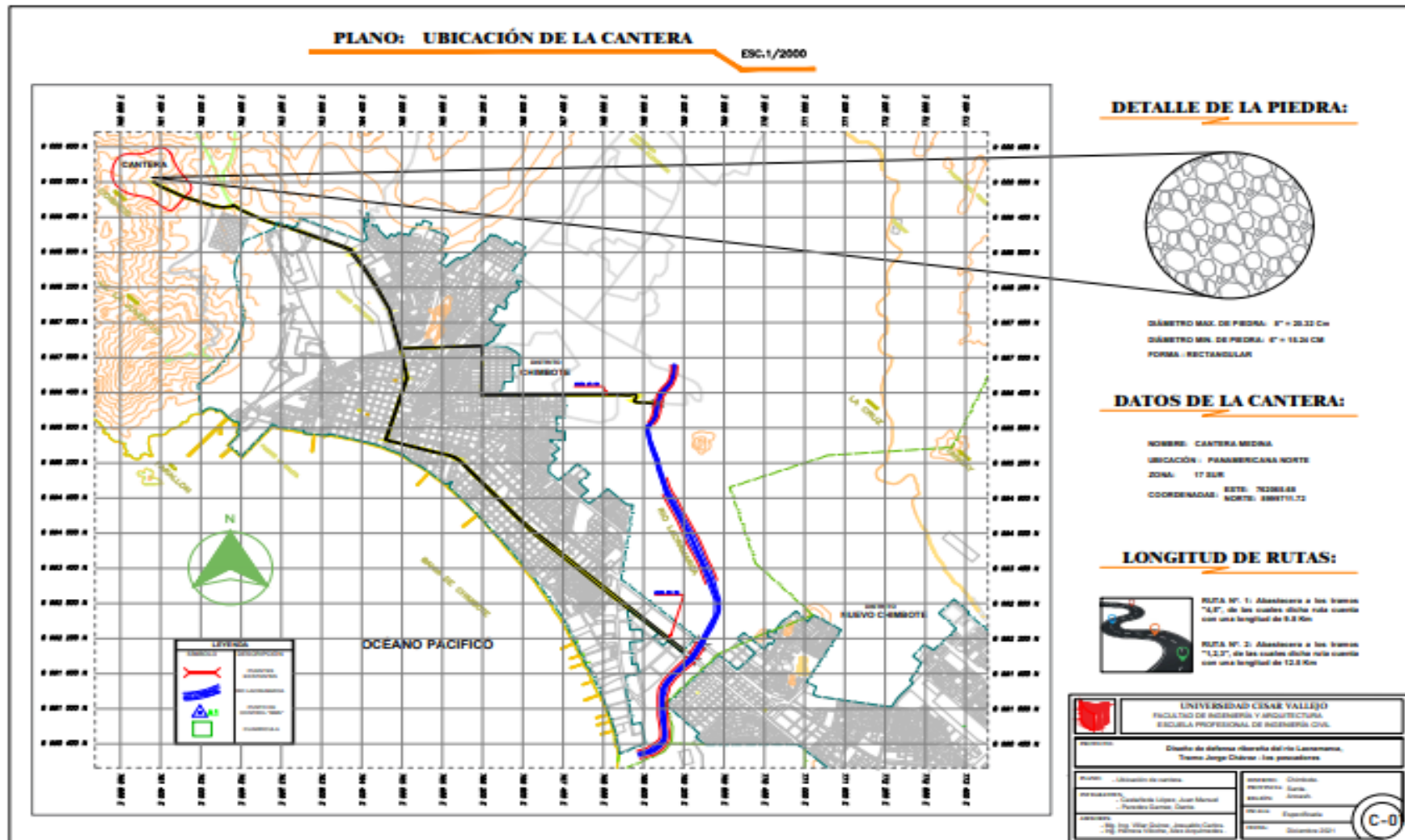


Figura 68. Plano de Ubicación y Localización.

4.5.1.3. Plano de diseño de la defensa ribereña.

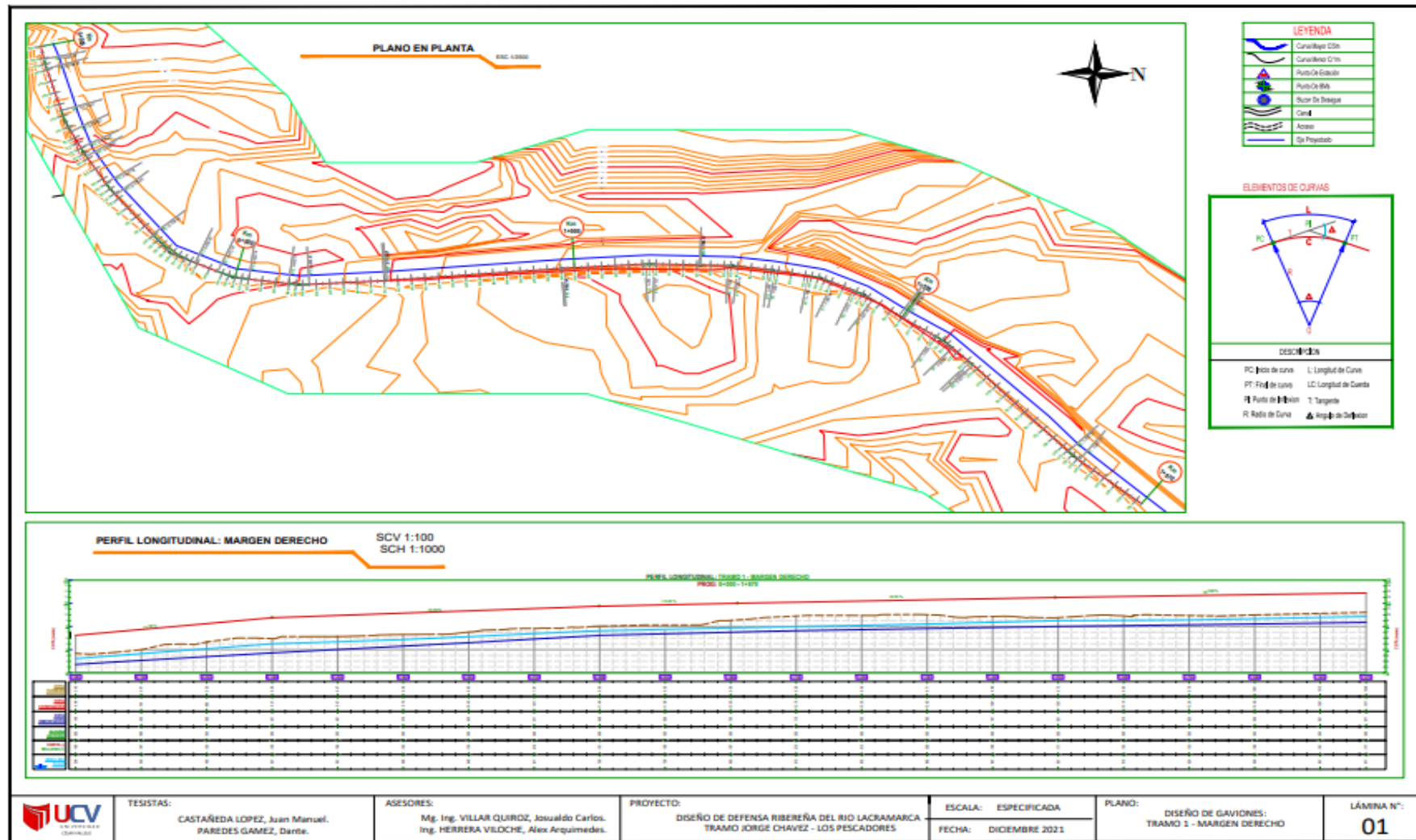


Figura 69. Plano de diseño de gaviones: Tramo 1 margen derecho.

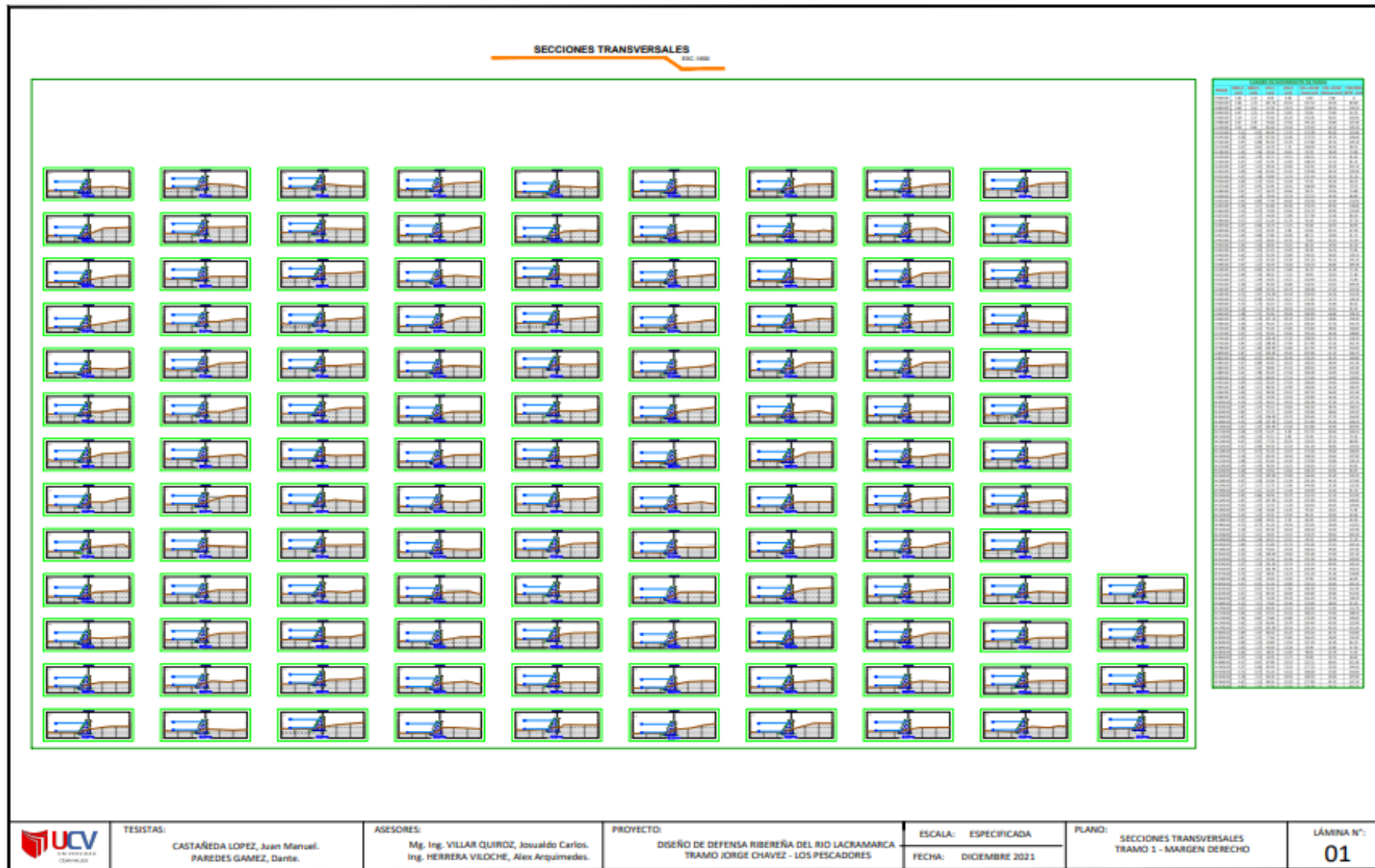


Figura 70. Plano de secciones tramo 1 margen derecho.

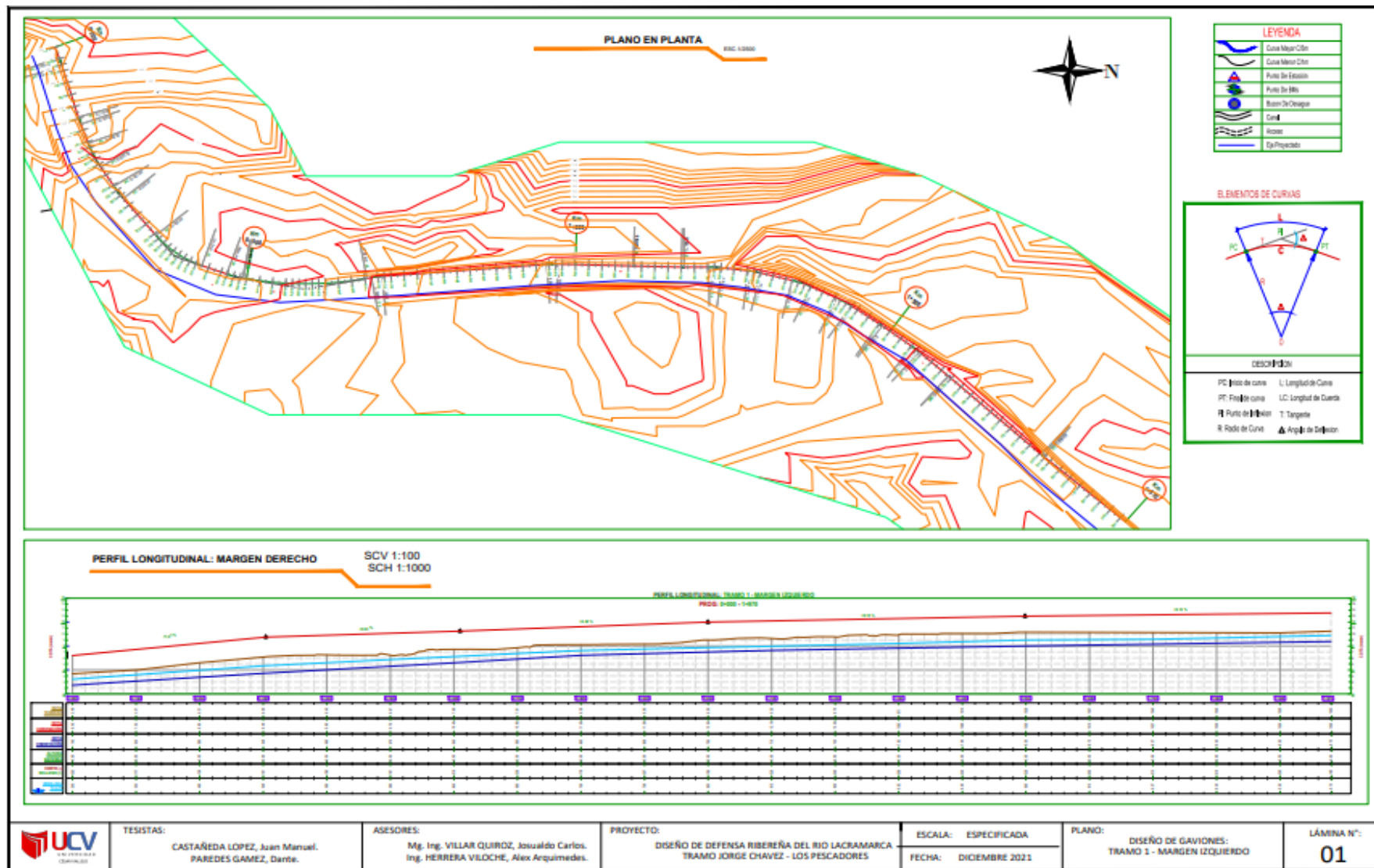


Figura 71. Plano de diseño de gaviones: Tramo 1 margen izquierdo.

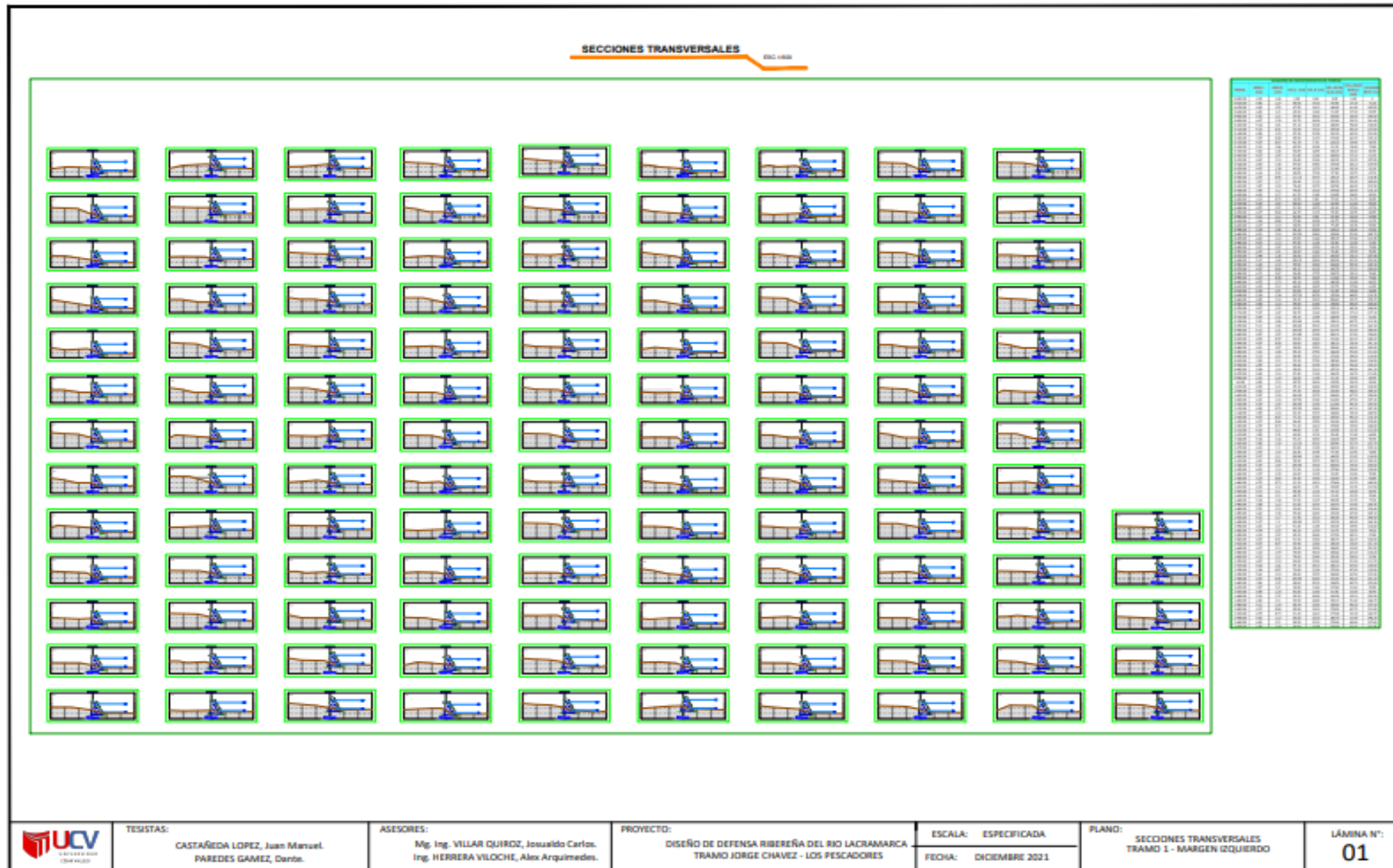
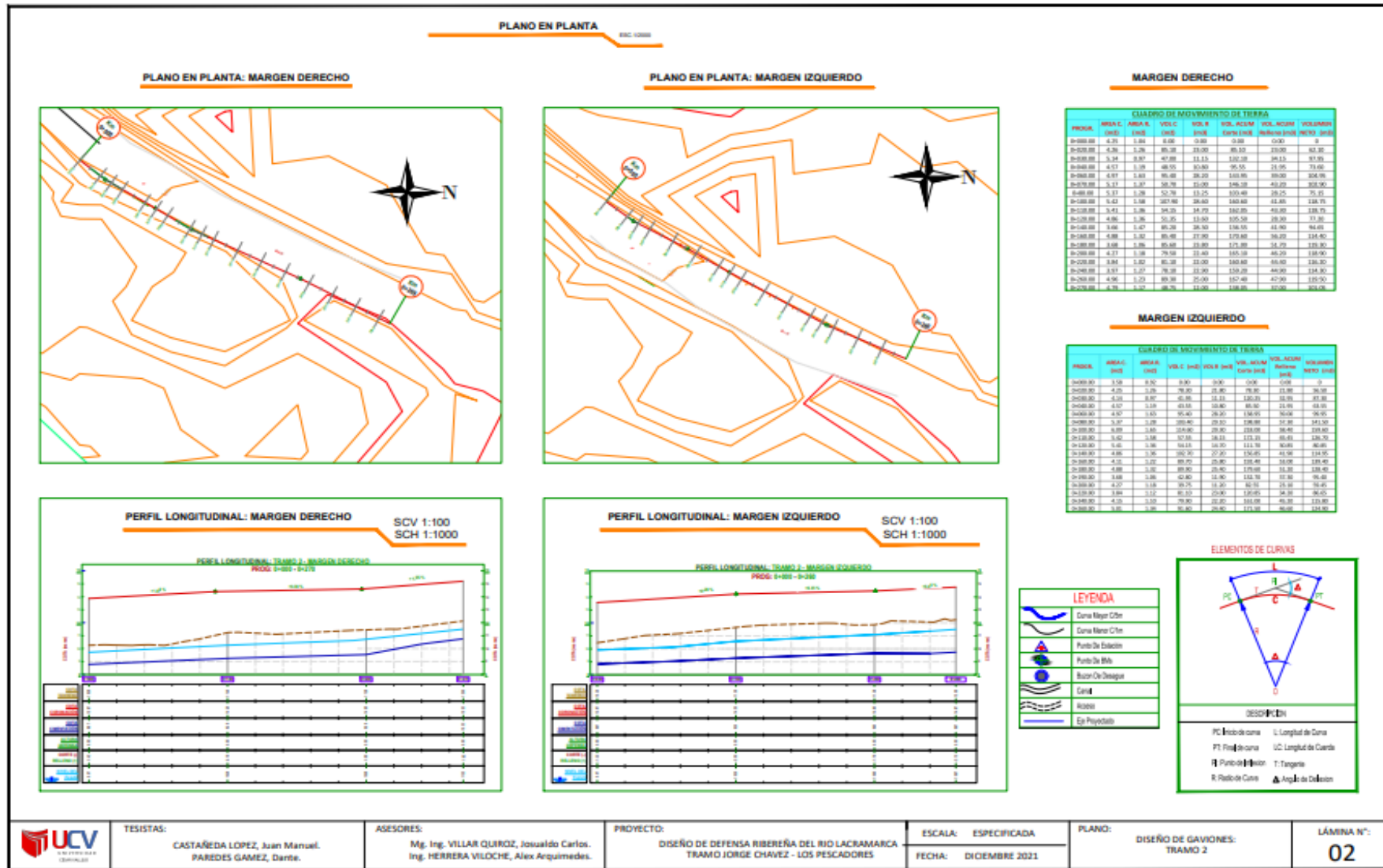


Figura 72. Plano de secciones tramo 1 margen izquierdo.



TESTISTAS:
CASTAÑEDA LOPEZ, Juan Manuel.
PAREDES GAMEZ, Dante.

ASESORES:
Mg. Ing. VILLAR QUIROZ, Josuaido Carlos.
Ing. HERRERA VILOCHE, Alex Arquimedes.

PROYECTO:
DISEÑO DE DEFENSA RIBERENA DEL RIO LACRAMARCA
TRAMO JORGE CHAVEZ - LOS PESCADORES

ESCALA: ESPECIFICADA
FECHA: DICIEMBRE 2021

PLANO:
DISEÑO DE GAVIONES:
TRAMO 2

LÁMINA N°:
02

Figura 73. Plano de diseño de gaviones: Tramo 2 ambos márgenes.

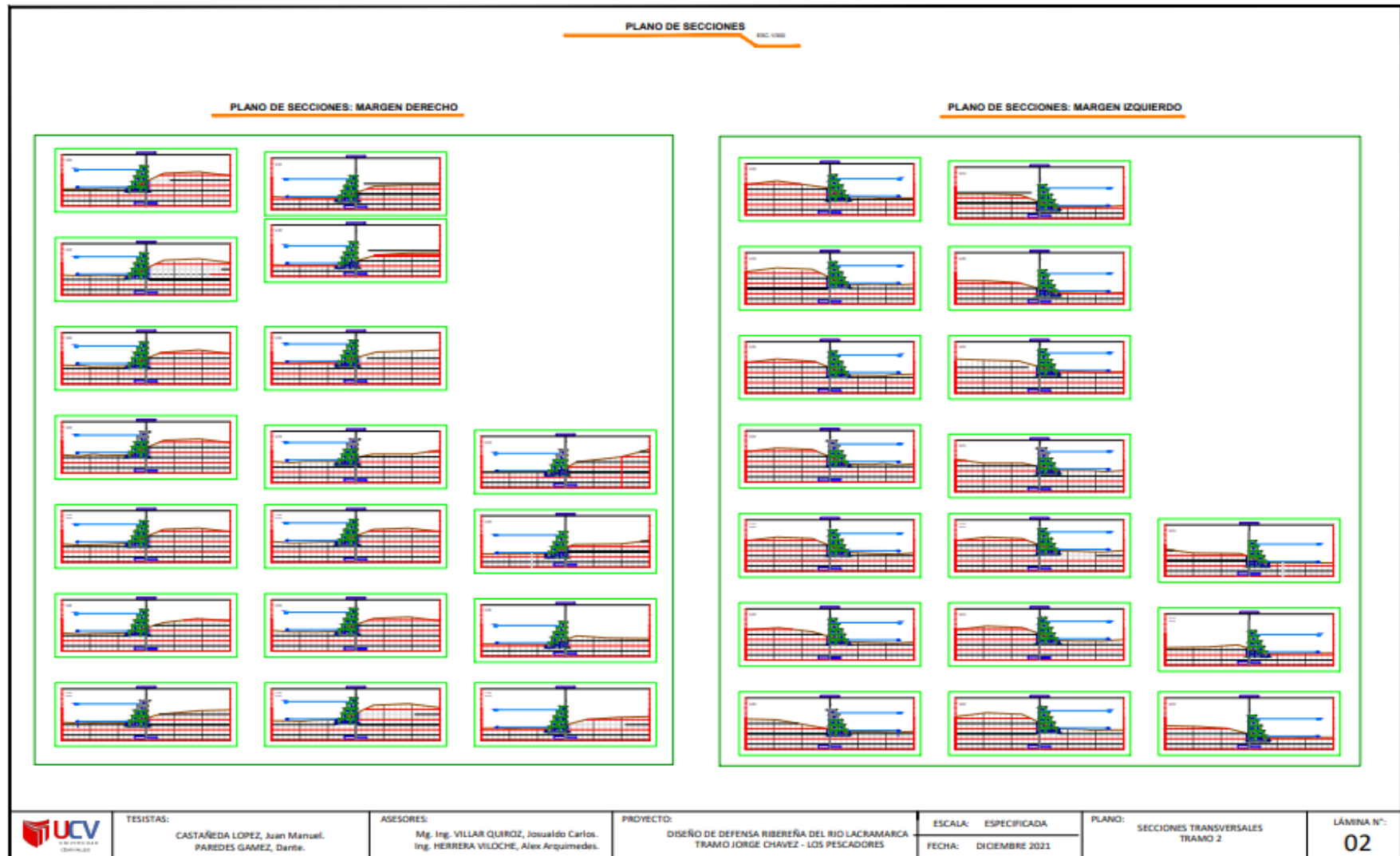


Figura 74. Plano de secciones tramo 2 ambos márgenes.

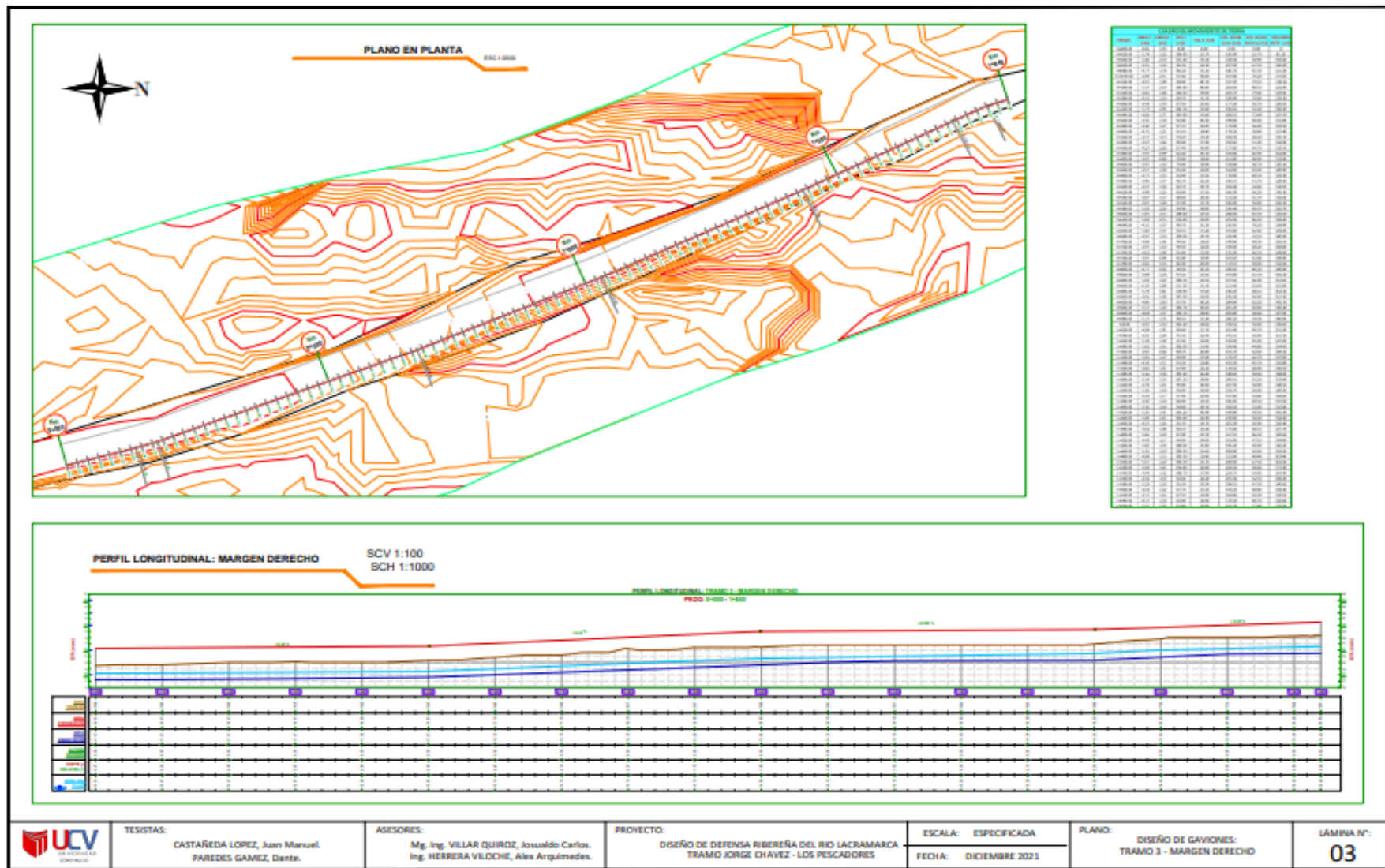


Figura 75. Plano de diseño de gaviones: Tramo 3 margen derecho.



Figura 76. Plano de secciones tramo 3 margen derecho.

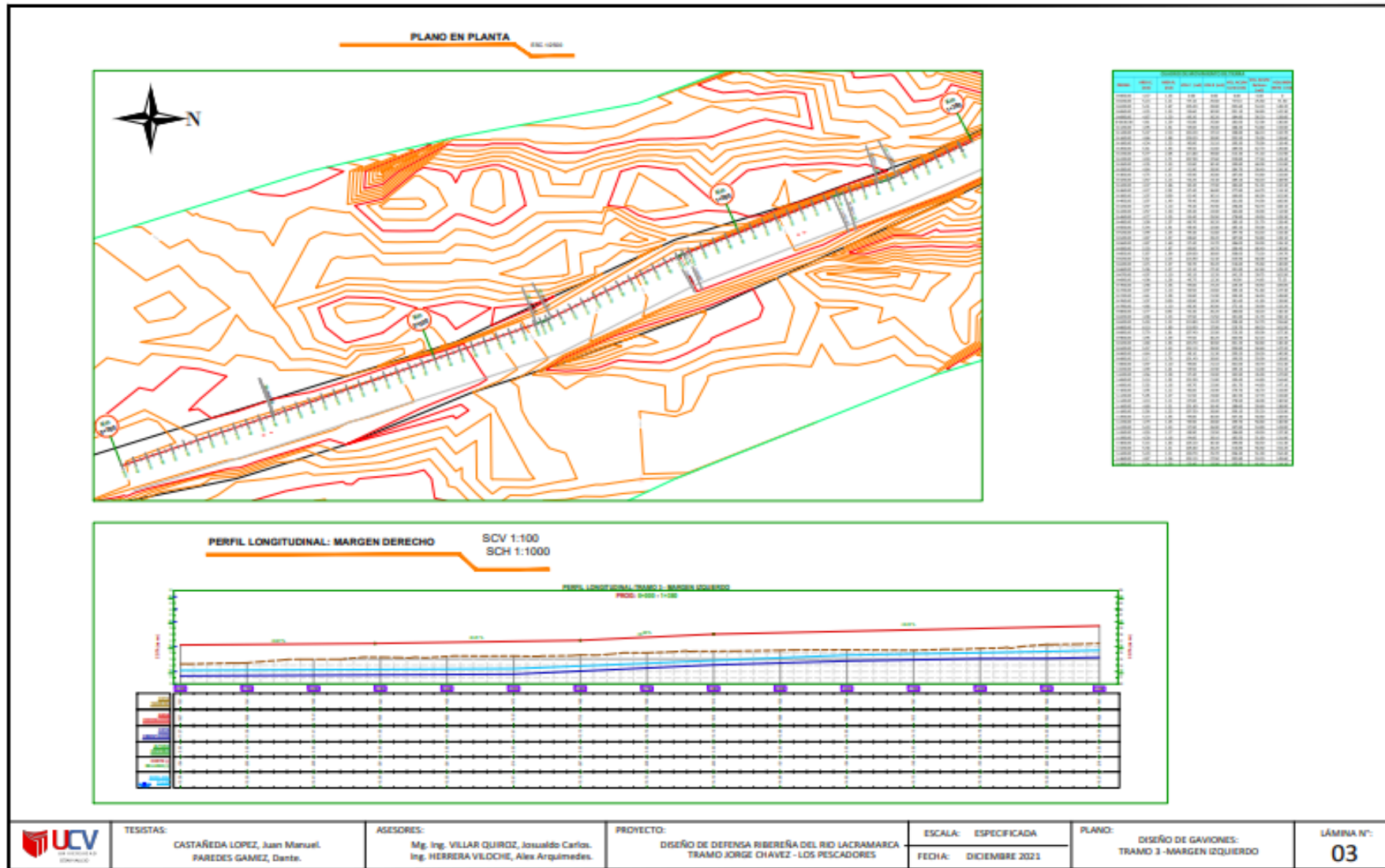


Figura 77. Plano de diseño de gaviones: Tramo 3 margen izquierdo.



Figura 78. Plano de secciones tramo 3 margen izquierdo.

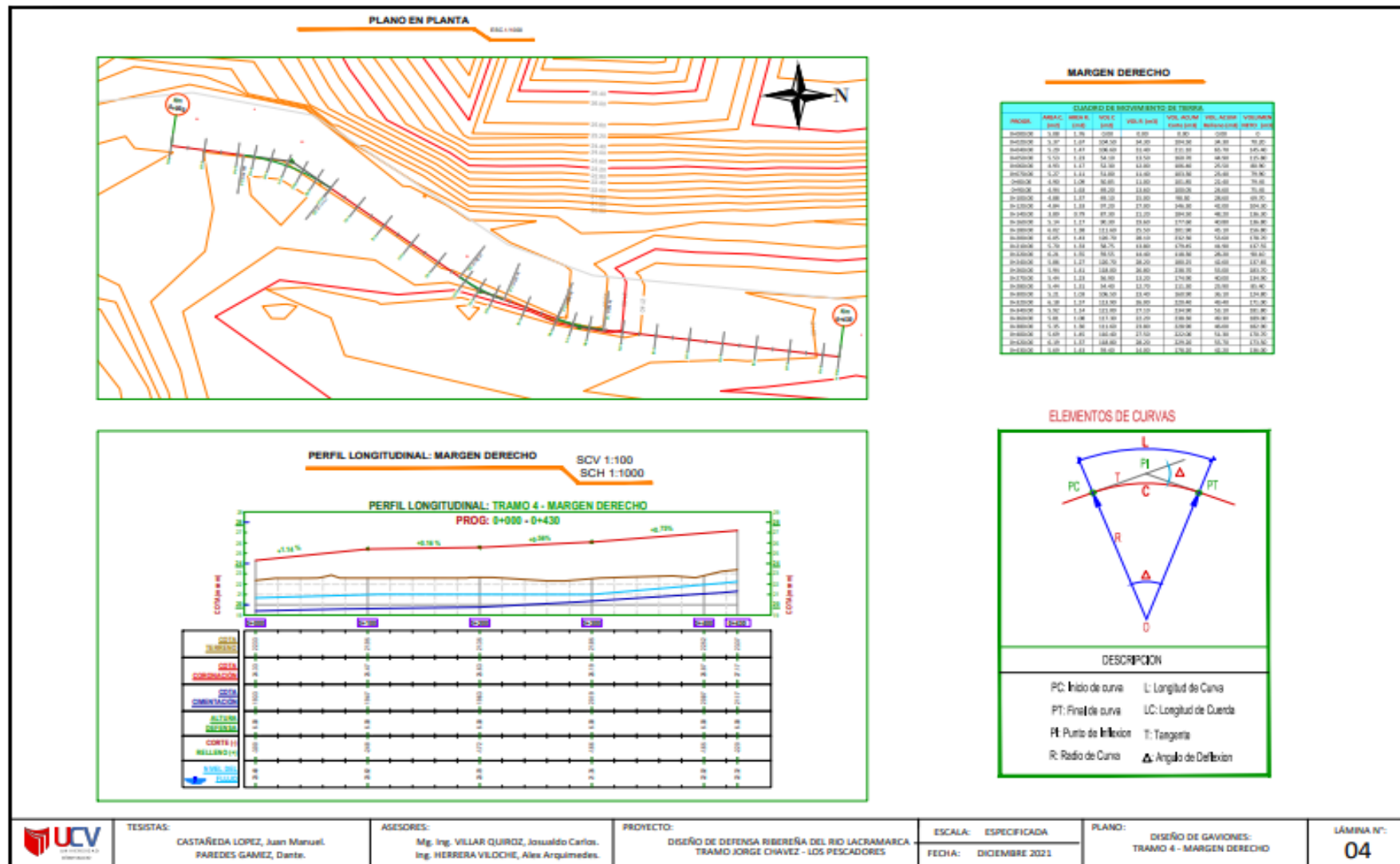


Figura 79. Plano de diseño de gaviones: Tramo 4 margen derecho.

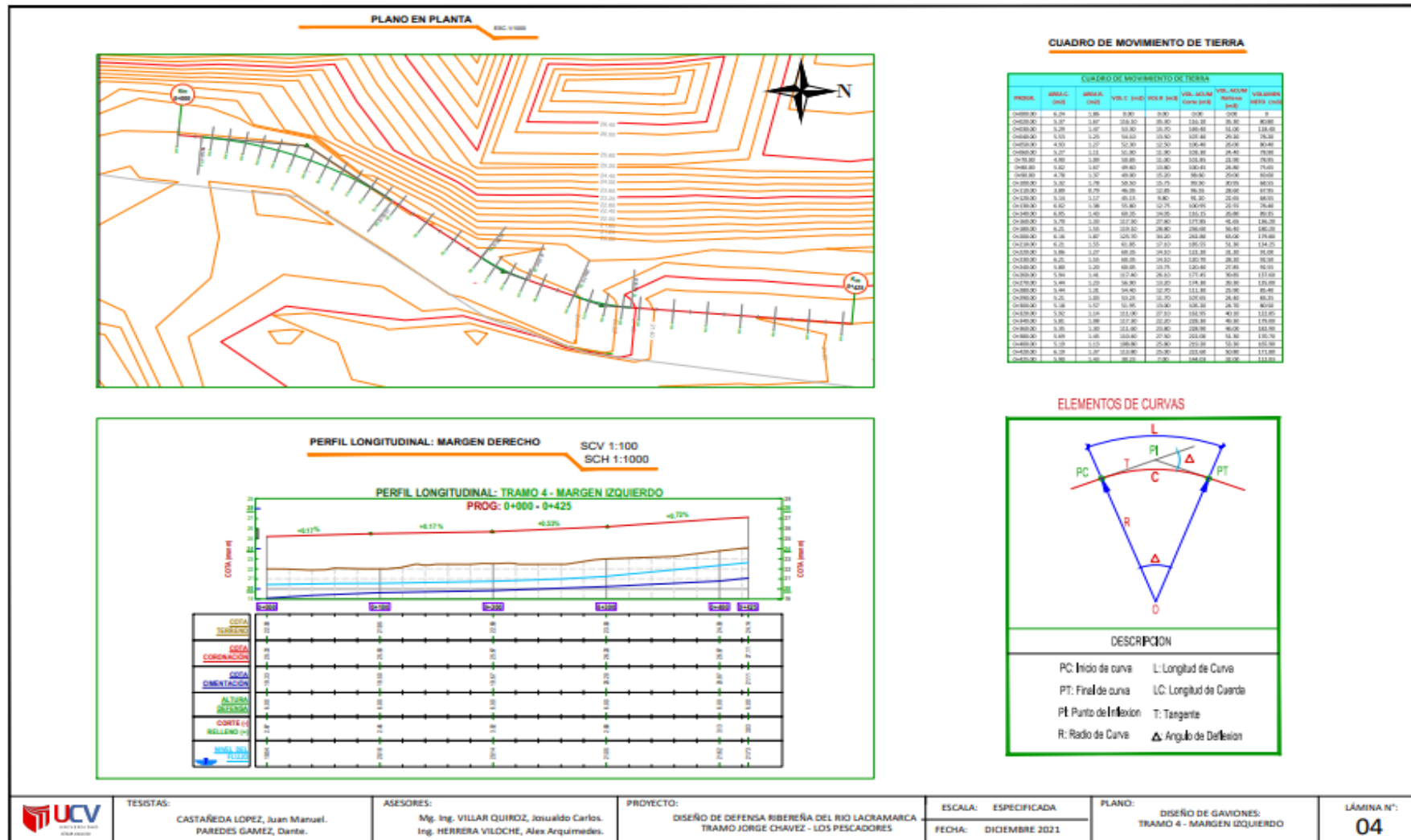


Figura 80. Plano de diseño de gaviones: Tramo 4 margen izquierdo.

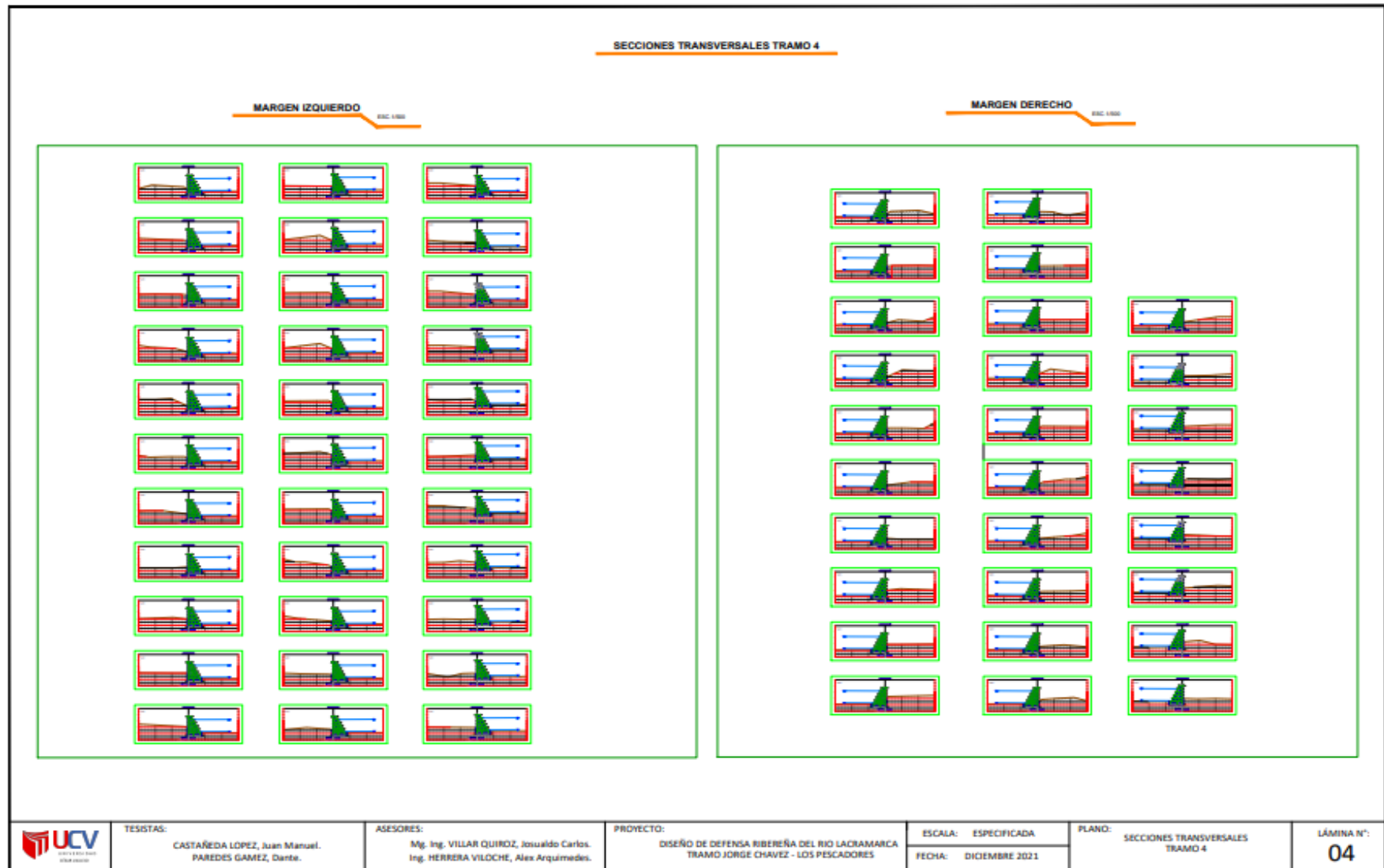


Figura 81. Plano de secciones tramo 4 ambos márgenes.

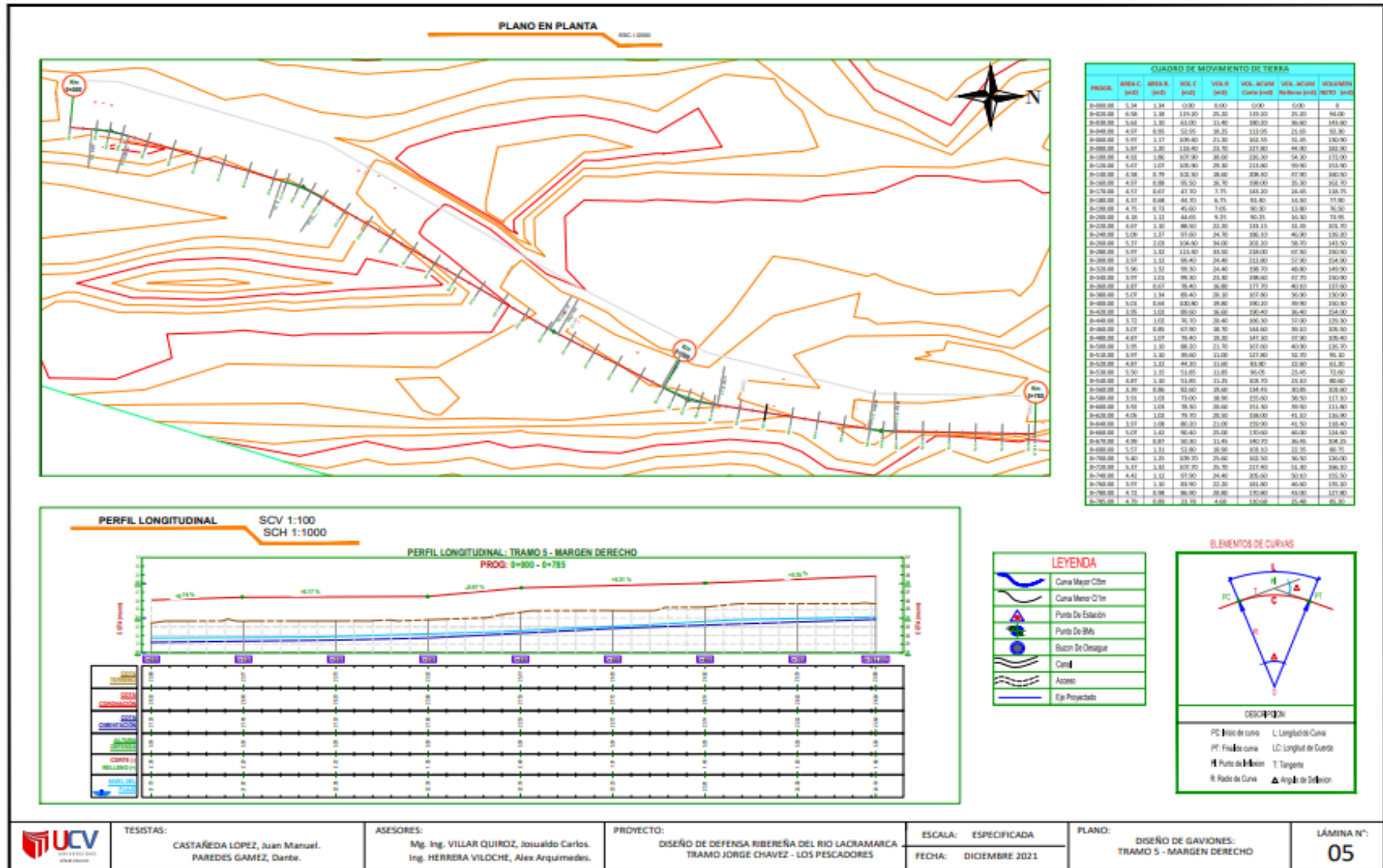


Figura 82. Plano de diseño de gaviones: Tramo 5 margen derecho.

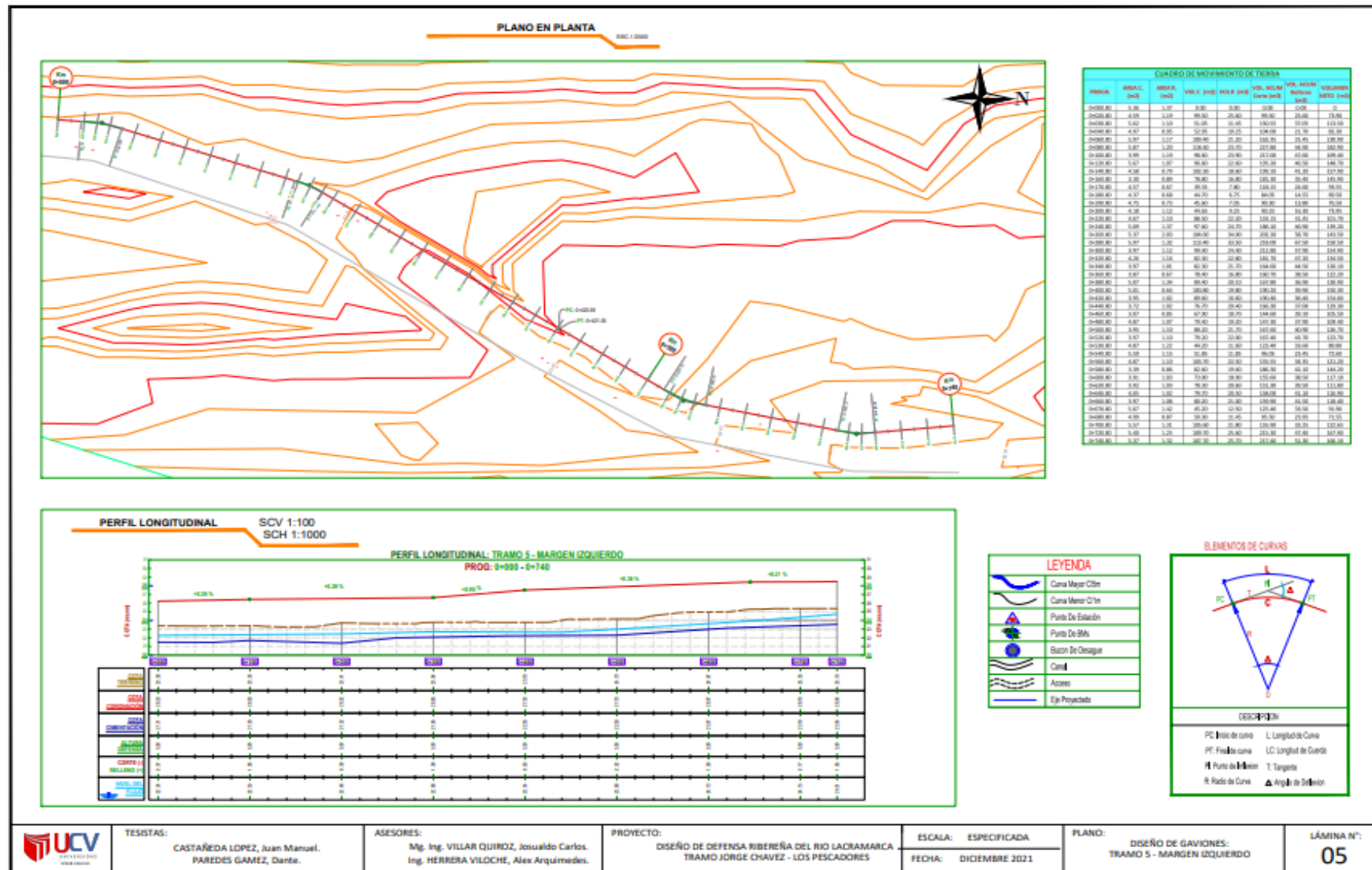


Figura 83. Plano de diseño de gaviones: Tramo 5 margen izquierdo.

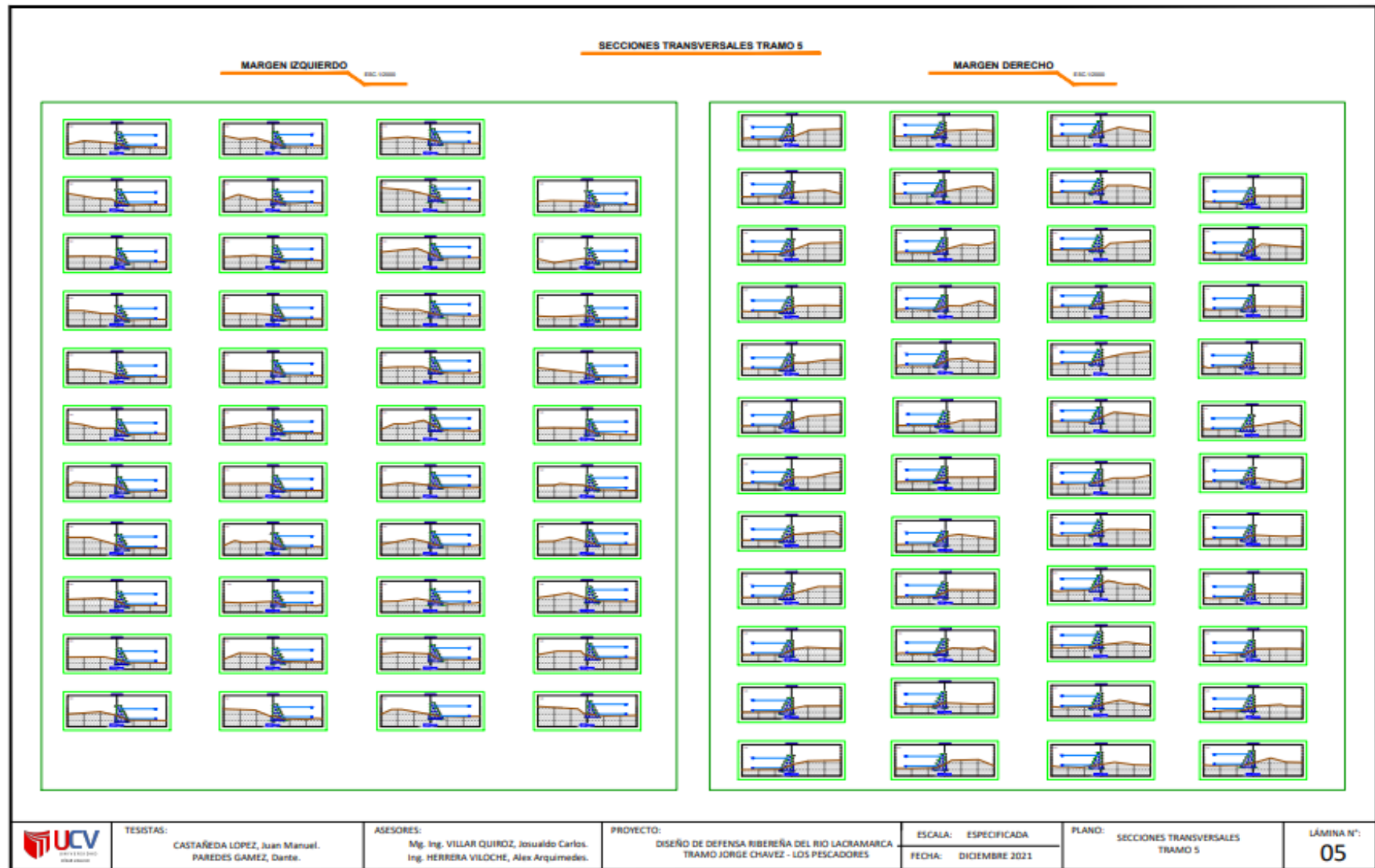


Figura 84. Plano de secciones tramo 5 ambos márgenes.

4.5.1.4. Planos de detalles.

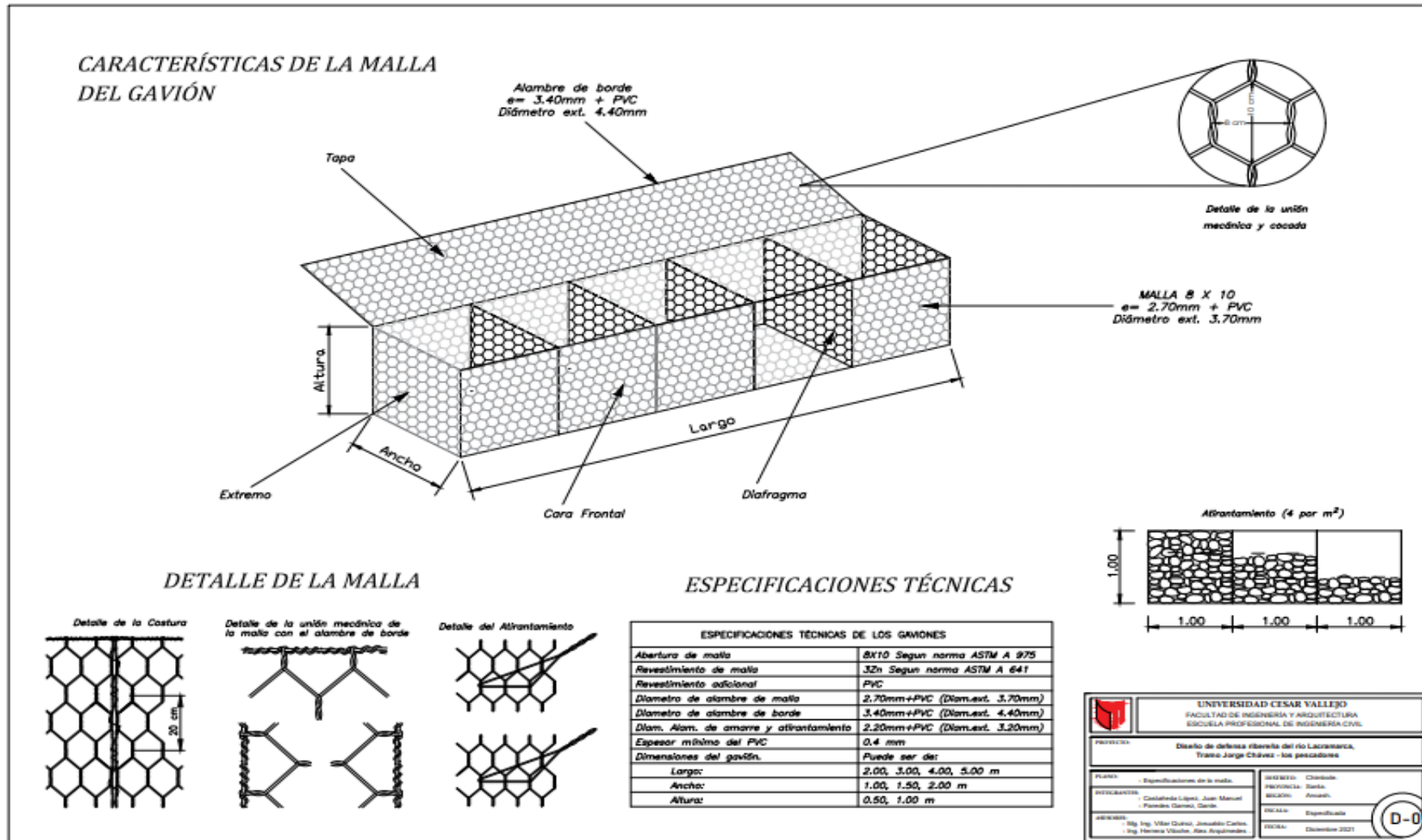


Figura 85. Especificaciones técnicas de la malla.

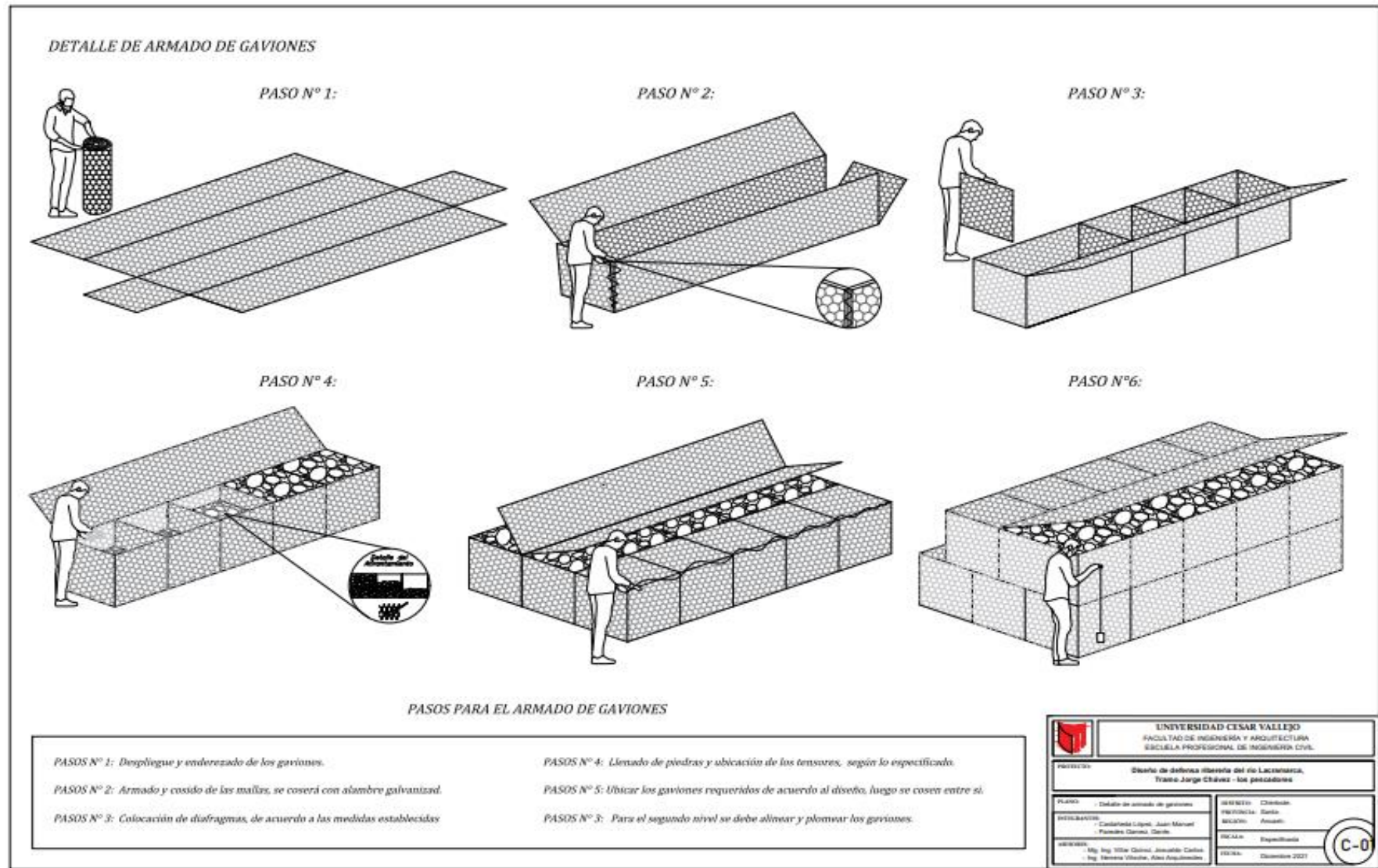


Figura 86. Detalle del armado de gaviones.

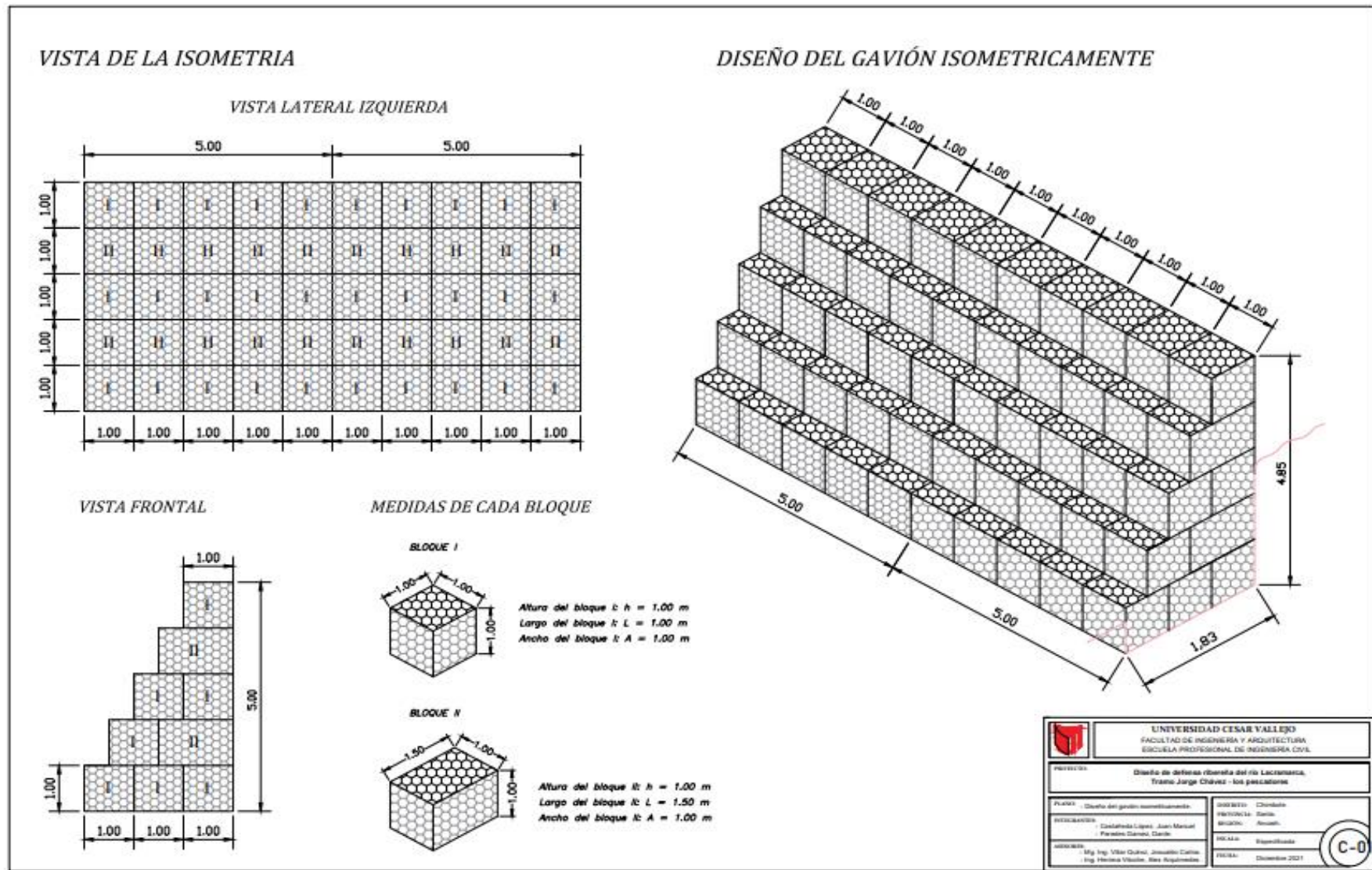


Figura 87. Detalle isométrico.

V. DISCUSIÓN:

- El diseño de una defensa ribereña, se basa principalmente en la realización de planos de un diseño geométrico de un muro de gavión, tanto en planta, perfil y secciones transversales, para dar encausamiento a un caudal $1168.68 \text{ m}^3/\text{s}$, que este acorde con las especificaciones técnicas de acuerdo a las normas y criterios que exige el manual de diseño de gaviones y la guía metodológica para proyectos de protección y control de inundaciones en áreas agrícolas y urbanas, Ubicado en el río Lacramarca entre el tramo Jorge Chávez - los pescadores distrito de Chimbote, Santa, Áncash. Con el diseño del muro de gavión se busca brindar seguridad y protección a las áreas agrícolas aledañas al río, así como también a la población cercana que se encuentran en peligro ante estos desastres naturales que podría ocasionar el desbordamiento del río, por ende, se valida la hipótesis ya que el resultado final son los planos obtenidos después de haber cumplido satisfactoriamente los objetivos específicos planteados.
- En la tabla 57. Se muestran los puntos topográficos, el cual vine a ser el resultado del levantamiento topográfico mediante la estación total Topcon, que de acuerdo a su forma del terreno se seleccionó el método taquimétrico mediante la poligonal abierta y la radiación, posteriormente fue exportado al Civil 3D, en donde finalmente se generaron las curvas de nivel, en la cual las curvas menores están cada 0.40 m y las curvas mayores cada 2.00 metros y a partir de ello se obtiene: Figura 54-61. Planos topográficos, donde se puede evidenciar el plano en planta, el perfil longitudinal, así como también las sesiones transversales. Mientras que en la tabla 58: Estudio de suelos, los datos fueron extraídos de dos expedientes técnicos, mediante el análisis documental, donde se tomaron 5 calicatas las más cercanas al tramo de estudio, en la que se aprecia que el tipo de suelo es un SP: Arena pobremente graduada según la clasificación SUCS, y una capacidad de carga del suelo que varía entre $1.30 - 1.69 \text{ kg/cm}^2$. Figura 62. Se evidencia la ubicación de las distintas calicatas. Y para el caso del estudio hidrológico en la figura 63. Se muestra las áreas parciales y el área de la cuenca con una extensión de 841.48 km^2 . En la tabla 59 - 60. Precipitaciones máximas, los datos fueron extraídos del SENAHMI, mediante una ficha de observación de la estación

meteorológica de Chimbote, en la que se analizó y se determinó las precipitaciones máximas mensuales y anuales, teniendo la precipitación máxima en el año 1991 con 69.70 mm/día en el mes de marzo. en la tabla 61: Se tiene las intensidades máximas con el tiempo de duración y el periodo de retorno, donde se tomó 77.46 mm/h. Y en la tabla 62. Caudales de diseño, para el presente estudio se estimó un caudal de 1168.68 m³/s, en un periodo de 140 años que se determinó de acuerdo al tipo de estructura. Para el estudio hidráulico en la tabla 63 – 65. Se muestran los resultados como el ancho estable que varían: 39.50 m, 41.50m y 39.80 m. En la misma tabla se tiene los diferentes tirantes del río siendo de: 3.33 m, 3.70 m 3.48 m y 4.16 m. Además, se tiene tirantes con socavación para tramos rectos que son: 4.22 m, 4.34 m, 4.17 m y 4.15 m. Así mismo para tramos en curva, donde se tienen diferentes alturas de: 4.38 m, 5.00 m, 4.35 m. Por otro lado, también se evidencia en la figura 66. Las secciones hidráulicas con las medidas ya mencionadas. Finalmente se determinó el diseño estructural en la que se muestra en la tabla 66–72. Donde se especifica el dimensionamiento del muro de gavión, siendo cuatro tramos con una altura de 5.00 m y una base de 3.00 m, y un tramo de 6.00 metros de altura y una base 3.50 m, donde cada bloque tiene diferente denominación como es el caso del tipo I que es: (1.00 x 1.00 x 5.00) m y el tipo II de: (1.00 x 1.50 x 5.00) m, dimensiones estandarizadas. Y como parte del diseño de la defensa ribereña se muestra desde la figura 67–84. Donde evidencia el diseño de gaviones para cada tramo de estudio, posteriormente en la figura 85–87. Se muestran distintos planos de detalle del diseño.

- De acuerdo a los estudios obtenidos, para este proyecto se opta por diseñar muro de gaviones tipo caja, debido a que se adecua más al terreno ya que está formado por bloques. Según nuestro criterio y fuentes investigadas son las defensas con mayor estabilidad, durabilidad y resistencia. Mazzom, Ferraiolo Y Vicari (2016) demuestran que un bloque de dimensiones (1.00 x 1.00 x 1.00) m soporta 50kPa. Para este proyecto se tiene 2 tipos de bloques, las cuales son de (1.00 x 1.00 x 5.00) m y (1.00 x 1.50 x 5.00) m, donde en la longitud mayor se tiene una malla de separación a cada metro llamada diafragma, dimensionadas bajo la ficha técnica Prodac, el cual está certificado por las normas ISO. El diseño

elegido para esta investigación tiene las mismas características de resistencia debido a que los bloques son de igual dimensión y el mismo diámetro del material de relleno, respetando las especificaciones técnicas.

- Castro y Sánchez (2019) en su proyecto de diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña, después de haber realizado los estudios previos al diseño concluyó que el tipo de defensa más adecuado para el lugar de estudio es el diseño de un gavión, donde determino una altura de 5.40 m y una base de 4.00 m, cumpliendo con el análisis de estabilidad. En esta investigación se determinó que el muro tendrá una altura de 5.00 m y una base de 3.00 m, para cuatro tramos y una altura de 6.00 m con una base de 3.50 m para un tramo. Para concluir con el dimensionamiento previo a ello se realizó el análisis de estabilidad de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), norma CE.020, estabilización de suelos y taludes. Donde nos brinda un factor de seguridad por deslizamiento ($FSD=1.50$) y por volteo ($FSV=2.00$). Los resultados son similares debido a que ambas investigaciones realizan el mismo proceso y cumpliendo con la normatividad.

- Farroñay (2017), En su proyecto de investigación para realizar los cálculos hidráulicos se apoyó del manual de hidrología, hidráulica y drenaje utilizando el método de Altunin Manning, en la cual determinó el ancho estable del río de 52.00 m, donde los tirantes máximos no superan los 3.50 m, y una altura de socavación de 0.65 m. Diseñando un muro de gavión de 4.50 m de altura y 3.00 m de base. En el caso de la presente investigación el estudio hidráulico se realizó mediante el método de Altunin Manning, para lo cual se tuvo en cuenta distintos tramos, donde se determinó anchos estables de: 39.50 m, 41.50 m y 39.80 m. y diferentes tirantes del río siendo de: 3.33 m, 3.70 m, 3.48 m y 4.16 m, que esto varía según el ancho, así mismo se determinó la altura de socavación que varía por la forma del tramo, tal es el caso que para los tramos rectos se tiene: 0.69 m, 0.64 m, 0.68 m, y para los tramos en curva de 0.85 m, 0.83 m, 0.87m. Estos resultados son similares ya que se rigen en la misma metodología haciendo uso de las normas y el manual antes mencionado.

- En esta investigación el estudio hidrológico se obtuvo como resultado una precipitación máxima de 69.70 mm/día, con una intensidad de 77.46 mm/h y un caudal de diseño de máxima avenida de 1168.68 m³/s, para un periodo de 140 años que se determinó según lo que establece el MTC (2008) que para obras de defensas ribereñas corresponde 40 años de vida útil y un 25% de riesgo admisibles. Mientras que Meza (2019). En su investigación diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña, determinó una precipitación de 60 mm/día y un caudal de 219 m³/s para un periodo de 100 años. Los resultados no coinciden debido a que los periodos de retorno son diferentes ya que el autor citado no toma en cuenta el reglamento mencionado.
- Para el presente proyecto el estudio de suelos se tomó los datos de los expedientes brindados por el ANA, donde se tomaron 5 calicatas las más cercanas al tramo de estudio, en la que se identificó que el tipo de suelo es un (SP) que corresponde a una arena pobremente graduada según la clasificación SUCS, obteniendo una capacidad de carga admisible 1.67 kg/cm². Los resultados obtenidos son similares a los que encontró (Osorio, 2019), quien identificó por medio del estudio de suelos que la ciudad de nuevo Chimbote cuenta con suelos que varían desde SP y SP-SM, que corresponde a una arena mal graduada con limos, donde determinó una capacidad portante de 1.63 kg/cm².
- Para la realización del levantamiento topográfico en este proyecto, se utilizó la Estación Total Topcon, donde los puntos tomados en campo fueron exportados al Civil 3D. En la que se determinó que según la orografía es una superficie plana, debido a que presenta pendientes transversales menores al 10 %. donde se tiene una longitud del río de 7.420 km, con una pendiente de 1.25 %. Así mismo Cielo y Otiniano (2016) en su investigación: “Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña” que para realizar el estudio topográfico hicieron uso de la estación Total Sokkia, donde sus resultados obtenidos fueron procesados en el software Civil 3D, determinando una longitud del río de 2.00 km con una pendiente de 3.50%. enmarcado en una superficie ondulada, donde las pendientes transversales se encuentran 11% y 50%. Los resultados no son similares debido a tienen diferente superficie, pero similares en cuanto a la utilización de los equipos y softwares.

- La limitación que se presentó en este proyecto es básicamente en el estudio en de suelos, ya que para realizar el análisis de las muestras se requiere de un laborío de mecánica de suelos, donde hoy en día es complicado tener accesibilidad, debido a que en estos momentos el país se encuentra en una situación de Pandemia (COVID-19) que viene causando muchas pérdidas de vidas humana; en tal sentido se vio a la necesidad de hacer uso de fichas de resumen dando énfasis al análisis documental. El presente estudio de investigación aporta a nuevos conocimientos para realizar proyectos de obras hidráulicas especialmente en el diseño de defensas ribereñas con el fin de brindar seguridad y protección ante posibles desbordes de los ríos, lo cual da inicio a que distintos investigadores deseen realizar estudios basándose en esta investigación, y así contribuir más a que esto no quede en una idea sino se pueda concretar en futuros proyectos.

- Los resultados obtenidos se ubican en el río Lacramarca tramo Jorge Chávez - los Pecadores, Chimbote, Provincia de Santa, Departamento Ancash, desde el levantamiento topográfico hasta la culminación del diseño de la defensa ribereña, donde se observar que la unidad de estudio se realizó bajo la norma del manual de diseño de gaviones, proporcionando un diseño idóneo y propio que se ajusta a las características del lugar de estudio.

- En resumen, cada uno de los resultados expuestos y presentados en el proyecto se realizaron bajo los parámetros de las normas que rigen en el país. Estos resultados como el levantamiento topográfico donde se realizó mediante equipos topográficos, el estudio de suelos y el estudio hidrológico que permito el cálculo de los distintos caudales, a partir de ello realizo el diseño hidráulico, en el cual dio a conocer los diferentes parámetros hidráulicos, donde finalmente fue dimensionado geométricamente el muro del gavión, así como cada uno de los bloques, los cuales fueron analizados para poder determinar con certeza el diseño de la defensa ribereña.

VI. CONCLUSIONES:

- Se realizó el diseño de la defensa ribereña para el río Lacramarca tramo Jorge Chávez - los Pecadores, Provincia de Santa, Departamento Ancash; obteniendo el diseño de un muro de gavión, el cual fue realizado de acuerdo a los resultados de los estudios previos, donde se logró plasmar el diseño en planos finales del proyecto, basados en los parámetros de la norma de diseño de gaviones.
- Se realizó el levantamiento topográfico mediante la Estación Total Topcon, donde los puntos tomados en campo fueron exportados al Civil 3D, llegando a determinar que según la orografía es una superficie plana, debido a que presenta pendientes transversales menores al 10 %. donde se tiene una longitud del río de 7.420 km, con una pendiente de 1.25 %.
- El estudio de mecánica de suelos se obtuvo mediante un análisis documental, donde se tomó 5 calicatas, denominadas Ch-13, Ch-14, NvCh-01, k-26 y k-32. De las cuales se puede concluir en general que el suelo está constituido por una arena pobremente graduada, según la clasificación SUCS es un suelo "SP", con un peso específico 1.49 g/cm^3 y capacidad de carga admisible de 1.67 kg/cm^2 .
- Se realizó el estudio hidrológico mediante una ficha de recolección de datos, el cual al ser procesado obtuvimos precipitación máxima de 69.70 mm/día, con una intensidad de 77.46 mm/h y un caudal de diseño de máxima avenida de 1168.68 m^3/s , para un periodo de 140 años que se determinó en función a lo que establece el MTC (2008) para obras de defensas ribereñas.
- El diseño hidráulico se realizó en función del caudal obtenido, donde se determinó anchos estables de: 39.50 m, 41.50 m y 39.80 m. con diferentes tirantes del río siendo de: 3.33 m, 3.70 m 3.48 m y 4.16 m, que esto varía según el ancho, así mismo se determinó la altura de socavación que varía por la forma del tramo, tal es el caso que para los tramos rectos se tiene: 0.69 m, 0.64 m, 0.68 m, y para los tramos en curva de 0.85 m, 0.83 m, 0.87m. Determinando alturas de la estructura de: 4.85 m, 5.00 m, 5.31m y 4.83 m.

- En el diseño estructural se logró determinar 2 tipos de bloques, las cuales son de (1.00 x 1.00 x 5.00) m y (1.00 x 1.50 x 5.00) m, donde en la longitud mayor se tiene una malla de separación a cada metro llamada diafragma, las cuales fueron dimensionadas bajo la ficha técnica Prodac, obteniendo así una 2 dimensiones del muro de gavión siendo de: 5.00 m altura con una base de 3.00 m, así como también una altura de 6.00 m y una base de 3.50 m, cumpliendo con el análisis, estabilidad de suelos y taludes que establece el RNE, norma CE.020.

VII. RECOMENDACIONES:

- Se recomienda a las autoridades competentes respetar y considerar el decreto de urgencia N°014-2019, y la Ley N° 30557. Ley que declara de interés Nacional el diseño y construcción de defensas ribereñas, ya que existente muchas ciudades en peligro de inundación por desborde de los ríos.
- A futuros investigadores, ingenieros que para el levantamiento topográfico se recomienda el uso de softwares, así como también el uso de sistemas aéreos, que van de la mano con la tecnología, de tal manera que dicho estudio se realice en un menor tiempo.
- Para el estudio de mecánica de suelos, referente a este tipo de investigación se recomienda realizar las calicatas cada kilómetro y lo más cercano a los tramos donde se realizará el diseño, con la finalidad de tener las características más precisas de los estratos del suelo.
- Para obtener un caudal máximo más apropiado se recomienda utilizar las estaciones meteorológicas del SENAMHI más cercanas al área de estudio, así mismo se recomienda que para realizar los cálculos se utilice los diferentes métodos con la finalidad de comparar y usar el promedio de los resultados obtenidos.
- Para el diseño de la defensa ribereña se recomienda utilizar los distintos reglamentos, normas y especificaciones técnicas, así como también tener en cuenta los estudios previos para realizar el diseño, de tal manera que permita obtener un correcto diseño.

REFERENCIAS:

1. AGUILAR, Daniel. Comparación técnica entre el uso de gaviones y geoceldas como estructuras de defensa ribereña. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Lima, Perú, Universidad Católica del Perú, Facultad de Ingeniería 2016. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/6935>
2. ALIADOS ANTE INUNDACIONES. Ficha técnica: Controladores para defensas ribereñas, Lima. Perú. 2016. Disponible en: <http://repo.floodalliance.net/jspui/bitstream/44111/2101/1/1887642016229124337%20%281%29.pdf>
3. AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA (ANA). Estudio de la delimitación del ámbito territorial de la administración del agua Lacramarca. Lima, Perú. 2017. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/ana/normas-legales/538333-r-j-043-2017-ana>
4. BARROS, José. Muros de Contención [en línea]. 1ª ed. Barcelona: Editorial CEAC, 2007. 208pp. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2021]. ISBN: 9788432912870. Disponible: <https://www.casadellibro.com/libro-muros-de-contencion/9788432912870/1041047>
5. BELL, Judith. Cómo hacer tu primer trabajo de investigación: Guía para investigadores en educación y ciencias sociales [en línea]. 2ª ed. Barcelona: Editores GEDISA S.A. 2002. [fecha de consulta: 15 de junio del 2021]. ISBN: 9788418193637. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=BlrxDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=bibliogroup:%22Biblioteca+de+Educaci%C3%B3n:+Herramientas+universitarias%22&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
6. BEHAR, Daniel. Metodología de investigación [en línea]. 1ª ed. Sanabria: Editorial Shalom 2008. [fecha de consulta: 18 de junio de 2021]. ISBN: 978-959-212-783-7. Disponible en:

<http://187.191.86.244/rceis/index.php/herramientas-para-la-investigacion/metodologia-de-la-investigacion-daniel-s-behar-rivero/>

7. BOZZO, Luis y BARBAT, Alex. Diseño sismo resistente de edificios. Técnicas convencionales y avanzadas, Julio 2004, (Vol. 1). EDITORIAL REVERT, S.A. España. ISBN 84-291-2011-4.
Disponible en: <https://deingenierias.com/libros/libros-de-ingenieria-civil/>
8. CAMPAÑA, Roberto. Introducción a los proyectos de defensas ribereñas. [en línea]. 1^{ra} edición. Perú: setiembre, 2002. pp.266. [Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2020]. Disponible en:
https://www.academia.edu/10705883/INTRODUCCION_A_LOS_PROYECTOS_DE_DEFENSAS_RIBERENAS
9. CAMPOS, Daniel. Precipitación en Procesos del Ciclo Hidrológico, 1a ed, San Luis Potosi., México: Universidad Autónoma de San Luis Potosi, 1998, cap.4. pp.1 – 4 - 99. ISBN -968-6194-44-4.
Disponible en: <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/handle/i/3331>
10. CASANOVA, Leonardo. topografía plana [en línea]. 1ra edición. Universidad de los andes, facultad de ingeniería, 2002. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2021]. ISBN: 980-11-0672-7. Disponible en:
https://www.academia.edu/14077007/Libro_de_topograf%C3%ADa_plana_Leonardo_Casanova_M
11. CASTRO, Fiorela y SÁNCHEZ, Francis. Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña en el río Moche, entre el tramo Cerro Blanco – Menocucho, Trujillo 2018. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Trujillo, Perú, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2019.
Disponible: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/39512>

12. CASTRO, Julio y VÉLEZ Martha. La importancia de la topografía en las ingenierías y arquitectura “*Ciencias técnicas y aplicadas*” Ecuador. Artículo de investigación. 9.a edición vol. 2. 1071-1081, julio, 2017. Disponible en: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/download/331/393>
13. CIELO, Julio y OTINIANO, Dennis. Diseño hidráulico y estructural de la defensa ribereña del río Nepeña, Sector puente Huambacho – Distrito de Nepeña – Santa - Ancash”. Tesis (Título Profesional de ingeniero Civil). Nuevo Chimbote, Perú, universidad Nacional de Santa, facultad de ingeniería, 2016. Disponible: <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2718/42992.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
14. COLES, Stuart. Extremes of Non - Stationary Sequences. An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values. Springer Series in Statistics. 2da. Edition 2001. pp. 105-123. ISBN: 978-1-84996-874-4. Disponible en: http://doi.org/10.1007/978-1-4471-3675-0_6
15. CRESPO, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. [en línea] 1^{ta}.ed. México: Limusa, 2004. 652pp. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2021]. ISBN: 9789681869632. Disponible en: <https://civilarq.com/libro/mecanica-de-suelos-y-cimentaciones-carlos-crespo-villalaz/>
16. Decreto de urgencia N°014-2019. Ley que aprueba el presupuesto del sector público para el año fiscal 2020. Diario oficial del Bicentenario El Peruano, Lima, Perú, 22 de noviembre. 2019. Disponible en: <https://elperuano.pe/NormasElperuano/2019/11/22/1829711-1/1829711-1.htm>
17. FARROÑAY, Pedro. Propuesta de diseño de muros mixtos de gaviones y de mampostería de piedra para la defensa ribereña del río Rímac en los kilómetros 34 – 35 Lurigancho – Chosica. Tesis (Título Profesional de ingeniero Civil). Lima, Perú. Universidad de San Martín de Porres, facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2017. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12727/3365>

18. FLORES, Orestes. Propuesta y análisis de diseño de defensas ribereñas en el río llave zona rural. santa rosa de HUAYLLATA – ILAVE”. Tesis (Título Profesional de ingeniero Civil). Puno, Perú, Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de ingeniería civil y arquitectura, 2015. Disponible en:
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2245/Flores_Apaza_Orestes_Omar.pdf?isAllowed=y&sequence=1
19. GÁMEZ, William. Texto básico autoformativo de topografía general [en línea]. 1ra edición. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria, Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, 2015. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2021]. ISBN 978-99924-1-036-3.
Disponible en: <https://cenida.una.edu.ni/textos/NP31G192t.pdf>
20. GARCIA, Celi e INFANTE, Fredy. Determinación del caudal máximo para diseño de defensas ribereñas del sector Tamarindo – Río Tumbes. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Agrícola). Tumbes, Perú. Universidad Nacional de Tumbes, Facultad de ciencias agrarias, 2018.
Disponible en: <http://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/UNITUMBES/453>
21. GIL, Carolina, [et al]. Obras de infraestructura para el control de inundaciones. (2^{do} Congreso Latinoamericano de Ingeniería). Cali, Colombia, Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Ingeniería. 2019. 4pp. Disponible en:
<https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/download/198/191/380>
22. GOMEZ, Sergio. Metodología de la investigación [en línea]. 1^a ed. México: TERCER MILENIO. 2012 [fecha de consulta: 26 de mayo del 2021]. ISBN: 978-607-733-149-0. Disponible en:
http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Axiologicas/Metodologia_de_la_investigacion.pdf
23. HERNANDEZ, Roberto; HERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de investigación [en línea]. 6^a ed. México: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. 2014 [fecha de consulta: 18 de setiembre de 2021].

ISBN: 978-1-4562-2396-0. Disponible en:

<https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

24. HERNÁNDEZ, Rubén; BARRIOS, Héctor y RAMÍREZ, Aldo. Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac [en línea]. Vol.8. Núm. 3. México. Junio 2017. [fecha de consulta: 19 de setiembre de 2020]. ISSN 2007-2422. Disponible en: <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-03-01>
25. INSTITUTO NACIONAL DE VIAS (INVIAS). Norma INV E – 506 - Art 681-13: 2012. Gaviones de Malla de Alambre entrelazado. [en línea]. Especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carretera, 22 de agosto 2018. [fecha de consulta: 22 de octubre de 2021]. Disponible: <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/139-documento-tecnicos>
26. Ley N° 30557. Ley que declara de interés Nacional y necesidad Pública la construcción de defensas ribereñas y Servidumbres Hidráulicas. Diario oficial del Bicentenario El Peruano, Lima, Perú, 6 de mayo de 2017. Disponible en: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-que-declara-de-interes-nacional-y-necesidad-publica-la-c-ley-n-30557-1517437-1/>
27. LINCO, Nefi. Diseño de defensas fluviales río cruces en San José de la Mariquina. Tesis (Título Profesional de ingeniero Civil). Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, 2015. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2015/bmfci1736d/doc/bmfci1736d.pdf>
28. LINSLEY, Ray, KOHLER, Max y PAULHUS, Josep. Hidrología para Ingenieros. [en línea]. 2da edición. Editorial McGraw-Hill Latinoamericana, S.A. Bogotá, Colombia. 1977. [Fecha de consulta: 23 de marzo de 2021]. I.S.B.N: -0-07-090914-8. Disponible en: https://www.academia.edu/37765494/Hidrolog%C3%ADa_para_Ingenieros_LINSLEY_KOHLER_y_PAULHUS

29. MACCAFERRI. Diseño de estructuras de gaviones: muros y recubrimientos. Sociedad colombiana de geotecnia [en línea]. Bogotá. Agosto de 2000. 8pp. [fecha de consulta: 23 de octubre de 2021].
Disponible en: <https://pdfcoffee.com/manual-de-gaviones-3-pdf-free.html>
30. MAZZOM, Nicola; FERRAILOLO, Francisco y VICARI, Marco. Experimental study of the mechanical behaviour of double twisted steel mesh gabions. Procedia Engineering. Diciembre 2016, (Vol158). pp 422-427. CNRIG2016.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.466>
31. MEZA, Yahaira. Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña del río Tarma en el sector de Santo Domingo - Palca - Tarma. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Tarma, Perú, Universidad Católica Sedes Sapientiae, Facultad de ingeniería, 2019. Disponible en:
http://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/UCSS/731/Meza%20Verastegui%20Yahaira%20%20Hidr%c3%a1ulico_Estructural.pdf?sequence=7&isAllowed=y
32. MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES (Perú). Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial aprobado mediante D.S. 034-2008. Lima, 2008. Disponible en:
http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_2950.pdf
33. MIRELES, Olivia. Metodología de la investigación: operaciones para develar representaciones sociales [en línea]. Vol.8. Bogotá: MAGIS. Revista Internacional de Investigación en Educación, 2015 [fecha de consulta: 2 de junio del 2021]. ISSN: 2027-1174. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/pdf/2810/281042327009.pdf>
34. MISAICO, Guillermo. Modelamiento hidráulico del río Lircay en el tramo de la ciudad de Ocopa. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Huancavelica, Perú, Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ingeniería de Minas y Civil. 2014. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/240>

35. MONSALVE, German. Hidrología en la Ingeniería [en línea]. 2da Edición. Editor Escuela Colombiana de Ingeniería, 1995. pp.382. [Fecha de consulta: 23 de marzo de 2021]. ISBN: 9589574211. Disponible:
https://books.google.com.pe/books/about/Hidrolog%C3%ADa_en_la_ingenier%C3%ADa.html?id=5P26PAAACAAJ&redir_esc=y
36. MONTSERRAT, Jordi. Forma de una cuenca de drenaje. Análisis de las variables morfométricas que nos la definen. [en línea]. Vol. XIX ed. Revista de geografía, 1985 [fecha de consulta: 26 de mayo del 2021]. 48 pp.
Disponible:<https://www.raco.cat/index.php/RevistaGeografia/article/download/45789/56812/0>
37. MORASSUTTI, Gian. Manual de diseño de estructuras flexibles de gaviones. Universidad de Carabobo. Facultad de ingeniería. Venezuela, 2013. Disponible:
<https://1library.co/document/yen3531y-manual-de-diseno-de-estructuras-flexibles-de-gaviones.html>
38. OSORIO, Lucely. Zonificación de suelos en el asentamiento humano José Sánchez Milla con fines de pavimentación, Nuevo Chimbote-Áncash-2019” Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Chimbote, Perú, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2019. 85pp.
Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46284>
39. PACHAS, Fernando. Diseño e instalación de gaviones para protección de la margen izquierda de la quebrada Chancay ante probable inundación. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Agrícola). Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria la Molina. Facultad de Ingeniería Agrícola. 2017. 6pp. Disponible en:
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3413>
40. PRODAC (Perú). Especificaciones técnicas de gaviones tipo caja, saco y colchón. Callao, 2016. Disponible en:
<https://prodac.bekaert.com/es-MX/infraestructura/estabilizacion-de-taludes/landpro>

41. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (Perú). Norma Técnica, CE.020. Estabilización de suelos y taludes. Diario oficial del Bicentenario El Peruano. Lima, 9 de noviembre de 2012.12pp.
Disponible en: <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
42. REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES (Perú). Norma Técnica de Edificaciones E.050 suelos y cimentaciones. Instituto de la Construcción y Gerencia.Diario oficial El Peruano. Lima,3 de diciembre de 2018.
Dispone en: <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
43. TEMEZ PELAEZ JR. Generalización y mejora del método racional. Versión de la Dirección General de Carreteras de España. Revista Cedex [En línea]. 10 marzo.1992, [fecha de consulta 25 noviembre. 2021]; 82pp. Disponible en: <http://ingenieriacivil.cedex.es/index.php/ingenieria-civil/article/view/833>
44. TENAZOA, Patricia. Propuestas de diseño de defensa ribereña en la localidad de Machungo, margen derecha del Río Huallaga, Distrito de Alberto Leveaú, Provincia San Martín, Región San Martín. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Tarapoto, Perú, Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2018. 95pp.
Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3326>
45. TERAN, Rubén. Manual de Diseño y Construcción de Defensa Ribereña. Escuela Superior de Administración de Agua "CHARLES SUTTON". [en línea]. 1.ª ed. Lima, Perú. 1998 [fecha de consulta: 24 de octubre de 2021]. Disponible: <https://es.scribd.com/document/384057592/MANUAL-Defensas-Riberenas-Ruben-Teran-Edicion-1-Libro-PDF>
46. TOURMENT, Rémy, [et al]. EUROPEAN AND US LEVEES AND FLOOD DEFENCES. 1.ª ed. Europa: Edición CFBR. 2019. [fecha de consulta: 18 de Julio de 2018]. ISBN 9791096371082. Disponible en: https://www.barrages-cfbr.eu/IMG/pdf/dfd_inventory_of_characteristics_risks_and_governance_full_report_final_20190308.pdf

47. URBINA, Laura. Áncash: Fenómeno de El Niño deja severos daños en 3 provincias [en línea]. El Comercio: Lima, Perú, 15 de marzo del 2017, [Fecha de consulta: 6 de noviembre de 2020].
Disponible en : <https://elcomercio.pe/peru/ancash/ancash-fenomeno-nino-deja-severos-danos-3-provincias-145080-noticia/>
48. VÁSQUEZ, Lily. Diseño de defensas ribereñas y su aplicación en el cauce del río la Leche, Distrito de Pacora – Lambayeque. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil Ambiental). Chiclayo, Perú, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería, 2018. Pp. 245.
Disponible en: <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/1330>
49. VELASQUEZ, Teresa. Guía Metodológica para Proyectos de Protección y/o Control de Inundaciones en Áreas Agrícolas o Urbanas. Lima, Perú, Ministerio de Economía y Finanzas. Dirección General de Programación Multianual del Sector Público – DGPM. 2006. Disponible en:
https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/agricultura/GuiaInundaciones.pdf
50. VILLÓN, Máximo. Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos en Cuencas Hidrográficas. [en línea]. 2^{da} edición: Editorial Villon: Año 2002. [Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2020]. Disponible en:
<https://es.slideshare.net/erickmainar/hidrologia-ingmximo-villn-53473898>
51. YOUNG, Bryan y MCENROE, bruce. Sampling Adjustment Factors for Rainfall Recorded at Fixed Time Intervals. Journal of Hydrologic Engineering. (Vol 8) 2^{da} edition. 2003. Disponible en: <http://yetl.yabesh.ir/yetl1/handle/yetl/49739>

ANEXOS:

Anexo 1. Declaratoria de autenticidad (autores)

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DE AUTORES

Nosotros, Castañeda López Juan Manuel y Paredes Gámez Dante, alumnos de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo sede Trujillo, declaramos bajo Juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación titulado “Diseño de defensa ribereña del río Lacramarca, tramo Jorge Chávez - los Pescadores, Provincia de Santa, Departamento de Ancash”, son:

De nuestra autoría.

El presente Trabajo de Investigación no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.

El Trabajo de Investigación no ha sido publicado ni presentado anteriormente.

Los resultados presentados en el presente Trabajo de Investigación son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

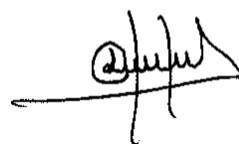
En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad Cesar Vallejo.

Trujillo, 9 de diciembre del 2021



Castañeda López, Juan Manuel

DNI: 72603146



Paredes Gámez, Dante

DNI: 75769288

Anexo 2. Declaratoria de autenticidad (asesor)

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, **VILLAR QUIROZ, JOSUALDO CARLOS**, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo sede Trujillo, revisor del trabajo de investigación titulada.

“Diseño de defensa ribereña del río Lacramarca, tramo Jorge Chávez - Los Pescadores, Provincia de Santa, Departamento de Ancash”, de los estudiantes Castañeda López Juan Manuel y Paredes Gámez Dante, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad Cesar Vallejo.

Trujillo, 9 de diciembre del 2021



Villar Quiroz, Josualdo Carlos

DNI: 40132759

Anexo 3.

Anexo 3.1. Matriz de operacionalización de variables.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA	El diseño de defensa ribereña está relacionado con el dimensionamiento y el detalle de la representación gráfica de forma geométrica de los elementos de la estructura, diseñados bajo los parámetros establecidos en las normas vigentes, el cual nos garantiza que cumplirá con el periodo de vida útil de la estructura. (Manual: diseño y construcción de defensa ribereña, 1998)	Las defensas ribereñas son estructuras de protección que tienen como objetivo evitar la erosión, desbordamientos. En el cual para el diseño se tiene en cuenta algunos estudios previos, y a su vez debe de cumplir con los parámetros establecidos en las normas del manual de diseño de gaviones.	Estudio Topográfico	Curvas de Nivel (m) Perfil Longitudinal (km) Sección Transversa (m3)	Razón
			Estudio Mecánica de Suelos	Límites de consistencia (%) Capacidad portante (kg/cm2) Clasificación de suelos (SUCS)	Razón
			Estudio Hidrológico	Cuenca (km2) Precipitaciones (mm/día) Intensidad (mm/h) Periodo de retorno (T) Caudal de diseño (m3/s)	Razón
			Diseño Hidráulico	Ancho estable (m) Tirante hidráulico (m) Tirante de socavación (m) Altura de socavación (m)	Razón
			Diseño estructural	Dimensionamiento (m) Verificación FSD y FSV (GL) Verificación de presiones (kg/cm2) Perfiles Longitudinal (km) Secciones transversales (m3)	Razón

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Anexo 3.2. Matriz de contingencia.

MATRIZ DE CONTINGENCIA		
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	MARCO TEÓRICO
<p>¿Cuál es el diseño de la defensa ribereña para el encauzamiento del río Lacramarca entre tramo Jorge Chávez - los Pescadores, Provincia de Santa, Departamento de Ancash?</p> <p>El río Lacramarca, cuenta con puntos críticos a lo largo de la zona de estudio presentando inundaciones por desbordamientos, siendo una de las causas el aumento del caudal y la inexistencia de obras de protección. Por ende, es de suma importancia realizar un diseño de una defensa ribereña.</p>	<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <p>Realizar el Diseño de defensa ribereña del río Lacramarca entre tramo San José hasta la playa de aguas frías – Departamento de Ancash.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realizar el estudio topográfico. - Realizar el estudio de mecánica de suelo. - Realizar el estudio hidrológico. - Realizar el diseño estructural. - Realizar el diseño hidráulico. 	<p>(Linco, 2015). en su tesis titulada “Diseño de defensas fluviales río cruces en San José de la Mariquina”.</p> <p>(Mazzom, Ferraiolo & Vicari, 2016) en su tesis titulada “Estudio experimental del comportamiento mecánico de gaviones de malla de acero de doble torsión”</p> <p>(Castro y Sánchez, 2019) en su tesis titulada “Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña en el río Moche, entre el tramo Cerro Blanco – Menocucho, Trujillo 2018”</p> <p>(Meza, 2019) en su tesis titulada “Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña del río Tarma en el sector de Santo Domingo – Palca - Tarma”</p> <p>(Aguilar, 2016) en su tesis titulada “Comparación de técnicas entre el uso de gaviones y geoceldas como estructuras de defensas ribereñas”</p> <p>(Farroñay, 2017) en su tesis titulada “propuesta de diseño de muros mixtos de gaviones y de mampostería de piedra para la defensa ribereña del río Rímac Lurigancho - Chosica”</p>

MATRIZ DE CONTINGENCIA		
HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p>El diseño de defensa ribereña se realizó de acuerdo a las normas y criterios, que exige el manual de diseño de gaviones y basándonos de la Guía Metodológica para Proyectos de Protección y Control de Inundaciones en Áreas Agrícolas y Urbanas. Entre tramo Jorge Chávez - los Pescadores, Provincia de Santa, Departamento de Ancash, 2021.</p>	<p>Diseño de defensa ribereña</p>	<p>Tipo de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Propósito: Aplicada - Por el diseño: No experimental - Por el nivel: Descriptiva <p>Diseño de investigación: No experimental - Transversal y Descriptiva.</p> <p>Población: Río Lacramarca tramo Jorge Chávez - los Pescadores del río Lacramarca, Provincia de Santa, departamento de Áncash 2021.</p> <p>Muestra: Está conformada por cinco tramos en cada margen del río Lacramarca que carecen de defensa ribereña, entre el tramo Jorge Chávez - los Pescadores.</p> <p>Muestreo: Se eligió mediante un análisis de riesgo, ya que en los tramos escogidos presentan puntos críticos</p> <p>Técnicas - Instrumentos: Para recolectar los datos se utilizará como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Técnica: Observación. - Técnica: Análisis documental. - Instrumento: Ficha de observación. - Instrumento: Ficha resumen.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Anexo 3.3. Indicadores de variables.

INDICADORES DE VARIABLES						
OBJETIVOS ESPECIFICOS	DIMENCIONES	INDICADORES	DESCRIPCIÓN	TECNICA / INSTRUMENTO	TIEMPO EMPLEADO	MODO DE CÁLCULO
Realizar los estudios topográficos	Topografía	Curvas de Nivel	El estudio topográfico nos permite conocer el relieve de la superficie de forma altimétrica y planimétrica así mismo conocer las características del área de estudio mediante un software especializado a través de los datos obtenidos.	Técnica: - Observación Instrumento: - Ficha de observación	3 semanas	Al realizarse el levantamiento topográfico en el área de estudio, se obtiene la data de puntos, el cual es procesada con el programa Civil 3d, mediante ello se realizará los planos con los cuales se obtendrá las pendientes y las secciones del río.
		Perfil Longitudinal				
		Sección Transversal				
Recopilar información de estudio de suelos	Estudio mecánico de suelos	Granulometría	El estudio de suelos nos permite conocer el tipo de suelo, el tamaño y textura de las partículas, resistencia al esfuerzo cortante del suelo y otros factores que se determina según el tipo de proyecto.	Técnica: - Análisis documental Instrumento: - Ficha resumen N° 1	1 semanas	Para obtener las características se recurrió a estudios ya realizados en el área de estudio. Dichos estudios fueron realizados bajo la norma ASTM, para el análisis granulométrico se usó ASTM D422, para el contenido de humedad ASTM D2216 y Manual de suelos.
		Límites de consistencia				
		Capacidad portante				
		Clasificación de suelos				


INDICADORES DE VARIABLES						
OBJETIVOS ESPECIFICOS	DIMENCIONES	INDICADORES	DESCRIPCIÓN	TECNICA / INSTRUMENTO	TIEMPO EMPLEADO	MODO DE CÁLCULO
Determinar el estudio hidrológico	Estudio hidrológico	Cuenca	Para determinar la intensidad de lluvia y los caudales que soportará la defensa ribereña. Se procesa los datos meteorológicos que se obtienen de las estaciones con la que cuenta la ciudad de Chimbote	Técnica: - Análisis documental Instrumento: - Ficha resumen N° 2	2 semanas	Se obtiene los datos utilizando el instrumento mencionado. Luego se procesa utilizando el software Microsoft Excel con el cual se obtiene las intensidades, las que se utilizara para el cálculo de los caudales según el periodo de retorno.
		Precipitaciones				
		Periodo de retorno				
		Intensidad				
		Caudal de diseño				
Realizar el diseño hidráulico	Diseño hidráulico	Ancho estable	Para la obtención del diseño hidráulico de la defensa ribereña se tiene en cuenta el caudal de diseño y la pendiente del río, estos valores nos brindan los estudios antes mencionados.	Técnica: - Análisis documental: Guía para Proyectos de Protección y Control de Inundaciones en Áreas Agrícolas y Urbanas.	3 semanas	Para el diseño hidráulico, se utiliza algunas fórmulas que nos brinda la guía mencionada, que es procesada mediante en el software Microsoft Excel, obteniendo así las dimensiones del río, luego se llega a plasmar en planos utilizando el programa Civil 3D.
		Tirante hidráulico				
		Velocidad media				
		Socavación				



INDICADORES DE VARIABLES						
OBJETIVOS ESPECIFICOS	DIMENCIONES	INDICADORES	DESCRIPCIÓN	TECNICA / INSTRUMENTO	TIEMPO EMPLEADO	MODO DE CÁLCULO
Realizar el diseño estructural de gaviones	Diseño Estructural	Dimensionamiento	Para el diseño estructural de la defensa ribereña se tiene en cuenta el encausamiento, el tirante del río y otros valores más los cuales nos permitirá dimensionar la altura del muro, teniendo en cuenta el manual de diseño de gaviones y para el dimensionamiento de cada bloque se realizará bajo las especificaciones técnicas de Prodac. Seguidamente se hace verificaciones el cual nos brinda la Norma CE 0.20	Técnica: - Análisis documental: Manual de diseño de gaviones. Norma CE 0.20 estabilización de suelos y taludes	2 semanas	Para el diseño estructural del muro de gavión, se utiliza algunas fórmulas que nos brinda el Manual de diseño de gaviones, que es procesada mediante el software Microsoft Excel, obteniendo así las dimensiones del muro de gavión, luego se llega a plasmar en planos utilizando el programa Civil 3D.
		Verificación por FSD y FSV				
		Verificación de presiones				
		Perfil Longitudinal				
		Sección Transversal				

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Anexo 4. Instrumentos de recolección de datos.


Anexo 4.1. Ficha de observación: Para la obtención de datos topográficos.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO				
INSTITUCIÓN 	Proyecto:			
	Lugar:			
Instrumento:				
PUNTO	COORDENADAS		ELEVACION	DESCRIPCIÓN
	NORTE	ESTE		

PUNTOS DE CONTROL BMS				
FUENTE: 	Proyecto:			INSTITUCIÓN 
	Lugar:			
Instrumento:				
Zona UTM:				
Sistema de referencia:				
PUNTO	COORDENADAS		ELEVACION	DESCRIPCIÓN
	NORTE	ESTE		

PROYECTO:
 Diseño de defensa ribereña del río Lacramarca, tramo Jorge Chávez - los Pescadores, Provincia de Santa, Departamento de Ancash.

ASESOR ESPECIALISTA:
 Ing. Herrera Viloche, Alex Arquímedes.


 Alex A. Herrera Viloche
 INGENIERO CIVIL
 CIP 63256
 Reg. Consultor C13728

Anexo 4.4. Ficha de observación (llena)

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO									
Institución	Proyecto: Diseño de defensa ribereña del río Lacramarca, tramo Jorge Chávez - los Pescadores								
	Lugar: Provincia de Santa, Departamento de Ancash.								
	Instrumento: Estación Total TOPCOM OS – 105								
Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción	Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción
	Norte	Este				Norte	Este		
1	8990288.975	768452.761	2.57	TN	15	8990313.015	768516.012	5.99	TN
2	8990259.831	768463.648	2.77	TN	16	8990323.592	768513.462	5.41	TN
3	8990233.695	768479.542	2.81	TN	17	8990345.451	768510.352	6.55	TN
4	8990215.554	768488.432	2.95	TN	18	8990388.312	768542.243	7.69	TN
5	8990195.412	768505.321	3.09	TN	19	8990382.174	768553.136	6.83	TN
6	8990170.274	768530.214	3.23	TN	20	8990368.031	768561.024	6.97	TN
7	8990178.134	768546.105	4.17	TN	21	8990356.890	768567.694	6.11	TN
8	8990189.997	768555.778	4.05	TN	22	8990347.757	768571.590	6.25	TN
9	8990206.854	768551.666	4.15	TN	23	8990333.614	768576.479	6.39	TN
10	8990217.713	768548.556	4.29	TN	24	8990314.475	768584.371	6.53	TN
11	8990236.571	768545.445	5.43	TN	25	8990292.331	768593.258	6.67	TN
12	8990255.433	768536.338	5.57	TN	26	8990276.198	768598.154	5.81	TN
13	8990279.294	768526.229	5.71	TN	27	8990264.104	768599.081	5.90	H
14	8990291.153	768523.119	5.85	TN	28	8990258.582	768600.454	4.42	H

Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción	Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción
	Norte	Este				Norte	Este		
29	8990238.596	768602.465	4.41	H	54	8990403.507	768643.395	5.50	TN
30	8990233.635	768602.495	4.37	H	55	8990416.822	768642.641	5.18	H
31	8990218.491	768605.383	3.51	H	56	8990431.226	768640.176	5.78	TN
32	8990209.349	768607.272	3.66	TN	57	8990451.508	768637.396	5.42	H
33	8990193.202	768611.158	3.80	TN	58	8990467.946	768634.738	6.06	TN
34	8990178.069	768614.054	3.94	TN	59	8990487.806	768632.629	6.11	TN
35	8990165.927	768618.723	3.08	TN	60	8990514.865	768637.675	6.14	P
36	8990157.789	768622.615	3.22	TN	61	8990523.166	768655.129	6.84	P
37	8990147.648	768626.505	3.36	TN	62	8990509.014	768678.011	5.98	P
38	8990120.505	768655.394	3.50	TN	63	8990474.965	768708.753	5.03	TN
39	8990119.363	768682.283	3.64	TN	64	8990461.821	768714.640	5.17	TN
40	8990155.228	768710.178	3.78	TN	65	8990445.544	768718.424	4.45	TN
41	8990206.944	768698.736	4.06	TN	66	8990424.984	768721.768	4.01	TN
42	8990217.807	768693.629	4.20	TN	67	8990378.840	768726.655	5.16	TN
43	8990241.661	768684.516	4.34	TN	68	8990350.396	768728.309	5.60	TN
44	8990250.527	768681.411	4.48	TN	69	8990332.255	768730.199	6.74	TN
45	8990259.384	768678.300	5.62	TN	70	8990301.119	768734.093	6.88	TN
46	8990278.628	768672.490	5.38	TN	71	8990262.838	768751.654	5.16	TN
47	8990290.705	768667.550	5.30	H	72	8990233.695	768766.542	4.30	TN
48	8990308.572	768659.446	6.43	H	73	8990225.414	768771.323	4.58	TN
49	8990320.208	768657.162	7.10	TN	74	8990204.277	768785.216	3.72	TN
50	8990336.067	768653.052	7.04	TN	75	8990186.138	768802.108	3.86	TN
51	8990354.927	768649.723	6.08	TN	76	8990176.995	768813.776	2.54	TN
52	8990369.781	768647.609	6.22	TN	77	8990170.854	768821.666	3.14	TN
53	8990382.646	768645.504	6.36	TN	78	8990167.246	768850.192	4.75	H

Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción	Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción
	Norte	Este				Norte	Este		
79	8990167.013	768863.010	2.99	H	104	8990718.221	768787.172	2.77	TN
80	8990177.872	768884.680	3.12	TN	105	8990726.084	768815.066	2.91	TN
81	8990186.735	768889.573	3.26	TN	106	8990725.947	768838.739	2.05	TN
82	8990225.592	768895.462	3.40	TN	107	8990616.805	768913.628	2.19	TN
83	8990255.451	768892.352	3.54	TN	108	8990589.668	768926.521	3.33	TN
84	8990291.315	768877.246	3.68	TN	109	8990573.527	768933.411	3.47	TN
85	8990311.179	768871.140	3.82	TN	110	8990555.382	768940.298	4.61	TN
86	8990322.891	768868.695	3.10	TN	111	8990535.247	768948.193	5.75	TN
87	8990342.756	768861.590	3.24	TN	112	8990510.319	768954.249	5.68	TN
88	8990352.618	768858.482	3.38	TN	113	8990491.172	768965.034	5.82	TN
89	8990375.471	768853.367	3.52	TN	114	8990467.471	768966.367	5.52	TN
90	8990400.190	768845.148	3.81	TN	115	8990449.331	768974.258	5.66	TN
91	8990421.053	768834.041	3.94	TN	116	8990439.056	768979.044	5.94	TN
92	8990453.914	768820.713	5.08	TN	117	8990422.778	768996.607	5.22	TN
93	8990492.778	768802.607	7.22	TN	118	8990409.634	769008.495	5.36	TN
94	8990507.636	768794.496	7.36	TN	119	8990390.491	769021.383	4.50	TN
95	8990524.491	768788.383	7.50	H	120	8990369.349	769059.272	4.65	TN
96	8990537.349	768782.272	6.65	P	121	8990375.204	769073.159	4.79	TN
97	8990550.207	768779.161	6.79	P	122	8990382.065	769082.051	3.93	TN
98	8990575.069	768772.054	5.93	H	123	8990395.929	769094.725	3.07	TN
99	8990596.924	768770.721	5.07	TN	124	8990407.642	769100.501	3.35	TN
100	8990630.549	768765.428	3.45	H	125	8990420.228	769106.178	3.77	TN
101	8990647.648	768764.505	2.35	TN	126	8990432.087	769111.068	3.91	TN
102	8990674.505	768762.394	2.49	TN	127	8990454.948	769118.739	2.05	TN
103	8990710.368	768776.287	2.63	TN	128	8990470.246	769122.629	2.19	TN

Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción	Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción
	Norte	Este				Norte	Este		
129	8990482.664	769124.518	2.33	TN	154	8990821.297	768907.232	2.73	TN
130	8990499.527	769128.411	2.47	TN	155	8990827.155	768896.121	2.84	TN
131	8990520.386	769129.301	2.61	TN	156	8990836.012	768871.009	3.98	TN
132	8990529.247	769130.193	2.75	TN	157	8990842.878	768842.685	2.12	TN
133	8990542.488	769131.381	2.51	TN	158	8990848.739	768814.576	2.26	TN
134	8990551.880	769132.686	3.12	P	159	8990852.592	768803.462	2.40	H
135	8990569.687	769129.536	3.31	P	160	8990869.172	768784.134	2.82	H
136	8990588.131	769127.102	3.86	P	161	8990885.031	768775.024	2.96	TN
137	8990595.133	769124.104	4.86	P	162	8990897.890	768772.694	3.11	TN
138	8990602.282	769121.220	4.71	TN	163	8990922.751	768764.586	5.24	TN
139	8990614.237	769116.185	3.76	TN	164	8990941.617	768762.481	6.38	TN
140	8990645.096	769096.075	3.90	TN	165	8990967.475	768776.371	7.52	TN
141	8990658.815	769087.636	2.18	TN	166	8990983.336	768788.262	5.66	P
142	8990671.676	769077.527	2.32	TN	167	8990986.190	768798.148	5.81	H
143	8990678.531	769063.414	2.46	TN	168	8990993.054	768805.042	4.94	TN
144	8990690.255	769054.199	2.74	TN	169	8990996.917	768835.715	3.08	TN
145	8990701.698	769042.544	2.30	TN	170	8990996.773	768854.603	3.22	TN
146	8990709.554	769030.432	2.44	TN	171	8990993.635	768866.495	3.26	TN
147	8990722.271	769013.211	3.72	TN	172	8990983.496	768878.387	3.40	TN
148	8990738.135	768997.105	2.86	TN	173	8990972.349	768890.272	3.51	TN
149	8990753.991	768980.773	2.08	TN	174	8990965.201	768898.157	3.69	TN
150	8990764.854	768967.666	2.14	TN	175	8990944.065	768920.051	3.83	TN
151	8990781.713	768951.556	2.28	TN	176	8990932.929	768935.725	2.97	TN
152	8990794.578	768937.451	2.42	TN	177	8990919.789	768942.615	3.11	TN
153	8990805.433	768925.338	2.57	TN	178	8990900.642	768959.501	3.25	TN

Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción	Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción
	Norte	Este				Norte	Este		
179	8990890.508	768972.396	3.39	TN	204	8991116.671	768906.523	3.32	H
180	8990869.361	768994.282	3.53	TN	205	8991117.578	768890.451	3.42	TN
181	8990860.227	769007.177	3.67	TN	206	8991112.054	768857.042	3.94	TN
182	8990854.085	769016.066	3.91	TN	207	8991107.549	768825.428	3.45	H
183	8990848.807	769030.629	3.19	TN	208	8991107.806	768813.629	3.19	TN
184	8990845.668	769051.521	3.32	TN	209	8991109.085	768788.066	3.91	H
185	8990851.526	769071.410	3.47	TN	210	8991114.932	768763.727	4.06	TN
186	8990862.382	769074.298	3.61	TN	211	8991117.537	768750.419	4.46	H
187	8990874.501	769076.391	2.49	TN	212	8991136.544	768721.424	4.45	TN
188	8990893.367	769078.286	3.63	TN	213	8991161.403	768714.314	4.59	TN
189	8990909.509	769081.397	3.49	P	214	8991209.261	768765.204	3.73	TN
190	8990928.086	769080.067	3.91	TN	215	8991210.123	768785.096	3.87	TN
191	8990950.942	769078.735	3.05	TN	216	8991212.984	768817.768	3.01	TN
192	8990976.803	769074.626	3.19	TN	217	8991212.843	768828.658	3.15	TN
193	8991003.385	769071.300	3.61	TN	218	8991211.707	768854.551	3.29	TN
194	8991020.723	769066.564	3.27	H	219	8991207.676	768865.527	3.32	TN
195	8991030.267	769060.208	3.73	TN	220	8991204.531	768879.414	3.46	TN
196	8991048.125	769050.098	3.87	TN	221	8991190.396	768937.309	4.64	TN
197	8991069.628	769023.490	3.37	TN	222	8991186.255	768950.199	4.74	TN
198	8991079.484	769014.378	2.51	TN	223	8991179.118	768989.092	4.88	TN
199	8991097.995	768994.776	3.05	P	224	8991179.970	769002.757	4.03	TN
200	8991105.067	768984.052	3.93	TN	225	8991184.835	769036.651	4.16	TN
201	8991112.928	768964.724	3.07	H	226	8991207.699	769068.545	4.30	TN
202	8991114.785	768939.612	3.21	H	227	8991220.274	769070.214	4.72	TN
203	8991115.222	768928.173	3.77	TN	228	8991248.287	769073.224	4.79	P

Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción	Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción
	Norte	Este				Norte	Este		
229	8991292.141	769066.110	4.85	P	254	8991539.948	768931.739	5.05	TN
230	8991314.573	769059.447	5.42	TN	255	8991529.807	768945.629	5.19	TN
231	8991325.431	769053.336	5.56	TN	256	8991520.661	768960.516	5.33	TN
232	8991338.732	769037.571	5.26	TN	257	8991513.383	768970.299	6.61	TN
233	8991351.599	769011.467	5.41	TN	258	8991504.247	768978.193	6.75	TN
234	8991358.457	768991.356	5.54	TN	259	8991495.481	768989.375	6.51	TN
235	8991363.315	768969.246	5.68	TN	260	8991480.345	769003.269	6.65	TN
236	8991365.173	768941.135	5.82	TN	261	8991466.208	769015.162	5.79	TN
237	8991365.031	768909.024	5.96	TN	262	8991454.064	769025.050	5.93	H
238	8991366.897	768891.700	5.13	TN	263	8991446.920	769035.718	5.08	TN
239	8991367.752	768870.587	5.24	TN	264	8991442.786	769053.073	5.21	H
240	8991373.056	768859.044	5.94	TN	265	8991406.505	769080.394	5.49	TN
241	8991390.919	768839.717	5.08	TN	266	8991398.362	769088.282	5.63	TN
242	8991401.770	768824.601	5.23	TN	267	8991387.226	769101.176	5.77	TN
243	8991414.634	768811.495	5.36	TN	268	8991378.801	769120.625	5.19	TN
244	8991458.493	768803.385	5.57	TN	269	8991395.663	769182.517	6.33	TN
245	8991472.349	768803.272	5.65	TN	270	8991417.526	769189.410	6.47	TN
246	8991485.201	768804.157	5.79	TN	271	8991432.385	769193.300	6.61	TN
247	8991499.067	768806.052	5.93	TN	272	8991455.241	769194.188	6.75	TN
248	8991513.623	768809.486	5.37	H	273	8991478.103	769176.080	5.89	TN
249	8991537.648	768821.505	5.35	TN	274	8991496.966	769157.753	5.03	H
250	8991557.502	768860.392	5.49	TN	275	8991510.827	769135.645	5.17	TN
251	8991556.360	768875.281	5.64	TN	276	8991528.113	769098.088	4.88	H
252	8991555.223	768889.174	5.77	TN	277	8991544.404	769080.315	5.59	TN
253	8991548.087	768919.068	5.91	TN	278	8991555.263	769064.205	5.73	TN

Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción	Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción
	Norte	Este				Norte	Este		
279	8991602.981	769023.765	6.01	TN	304	8991540.954	769246.744	5.04	TN
280	8991620.703	769011.548	6.29	TN	305	8991523.811	769288.633	5.18	TN
281	8991645.956	768998.746	6.04	TN	306	8991551.673	769315.525	5.32	TN
282	8991663.813	768992.634	6.18	TN	307	8991567.536	769321.418	5.46	TN
283	8991700.671	768993.523	7.32	TN	308	8991584.694	769326.541	5.36	TN
284	8991714.533	768994.416	7.46	TN	309	8991622.717	769332.559	5.28	TN
285	8991746.398	768999.310	6.60	TN	310	8991637.404	769328.315	5.59	P
286	8991771.255	769010.199	6.74	TN	311	8991666.975	769312.761	6.02	H
287	8991777.116	769029.090	5.88	TN	312	8991677.834	769305.651	6.16	TN
288	8991768.977	769056.762	6.02	TN	313	8991698.695	769285.542	6.30	TN
289	8991760.838	769066.654	6.16	TN	314	8991704.552	769273.431	6.44	TN
290	8991743.699	769076.545	6.39	TN	315	8991717.414	769262.323	6.58	TN
291	8991732.637	769080.497	6.33	H	316	8991764.271	769218.211	6.72	TN
292	8991707.134	769094.105	7.86	P	317	8991776.134	769211.105	6.86	TN
293	8991691.452	769105.353	7.54	TN	318	8991811.995	769197.776	6.05	TN
294	8991671.358	769119.279	6.64	TN	319	8991835.833	769194.650	6.16	TN
295	8991660.215	769126.168	6.78	TN	320	8991856.711	769191.555	6.28	TN
296	8991643.076	769140.059	6.92	TN	321	8991883.574	769187.448	6.42	TN
297	8991622.935	769155.729	5.06	TN	322	8991898.438	769187.342	6.56	TN
298	8991599.791	769171.617	5.29	TN	323	8991919.155	769186.121	5.84	TN
299	8991590.653	769183.509	5.34	TN	324	8991935.069	769185.054	5.93	TN
300	8991581.512	769194.399	5.48	TN	325	8991957.924	769188.721	5.07	TN
301	8991569.377	769204.294	5.62	TN	326	8991982.783	769191.611	4.21	TN
302	8991559.233	769216.182	5.76	TN	327	8992012.645	769205.503	4.35	TN
303	8991547.196	769231.174	5.94	TN	328	8992025.508	768230.396	5.49	TN

Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción	Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción
	Norte	Este				Norte	Este		
329	8992024.364	769258.284	5.63	TN	354	8991921.926	769525.722	7.07	TN
330	8992004.223	769321.174	6.77	TN	355	8991938.782	769517.610	7.21	TN
331	8991997.088	769334.069	6.91	TN	356	8991962.641	769496.500	7.35	H
332	8991975.945	769359.737	7.05	TN	357	8991969.505	769486.394	8.49	P
333	8991950.807	769374.629	7.19	TN	358	8991976.227	769472.177	8.77	TN
334	8991934.665	769383.519	7.33	TN	359	8991987.088	769461.069	8.91	TN
335	8991922.383	769389.299	6.61	TN	360	8991996.945	769449.737	7.05	TN
336	8991906.247	769397.193	6.75	TN	361	8992023.807	769426.629	7.19	TN
337	8991893.114	769400.089	6.88	TN	362	8992041.665	769419.519	6.33	TN
338	8991875.971	769406.757	6.02	TN	363	8992064.527	769399.411	5.47	TN
339	8991855.830	769414.647	6.17	H	364	8992076.389	769389.303	5.61	TN
340	8991823.414	769427.323	6.58	TN	365	8992085.244	769381.190	5.75	TN
341	8991791.132	769444.103	6.86	TN	366	8992122.208	769350.162	5.79	TN
342	8991781.995	769451.776	6.05	TN	367	8992133.061	769344.048	5.93	TN
343	8991758.013	769470.010	6.98	TN	368	8992155.923	769336.720	5.07	TN
344	8991754.872	769491.680	7.12	TN	369	8992167.784	769332.612	5.21	TN
345	8991763.734	769502.573	7.26	TN	370	8992191.641	769325.500	5.35	TN
346	8991777.596	769519.465	7.40	TN	371	8992218.367	769324.286	6.63	TN
347	8991788.915	769529.714	7.08	TN	372	8992232.226	769330.176	6.77	TN
348	8991811.778	769543.607	8.22	TN	373	8992260.085	769382.066	6.91	TN
349	8991828.637	769548.497	7.36	TN	374	8992258.806	769391.629	6.19	TN
350	8991851.494	769551.385	7.50	TN	375	8992244.524	769426.409	6.47	TN
351	8991872.349	769543.272	7.65	TN	376	8992235.385	769439.300	6.61	TN
352	8991890.207	769535.161	7.79	TN	377	8992221.247	769456.193	6.75	TN
353	8991908.365	769533.257	7.93	TN	378	8992210.108	769463.084	5.89	TN

Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción	Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción
	Norte	Este				Norte	Este		
379	8992200.965	769472.753	5.03	TN	404	8992111.298	769660.232	8.70	TN
380	8992185.826	769483.644	6.17	TN	405	8992117.159	769651.124	8.84	TN
381	8992166.684	769494.534	6.31	TN	406	8992128.011	769638.009	8.98	TN
382	8992151.548	769504.427	6.45	TN	407	8992136.872	769629.680	8.12	TN
383	8992137.407	769510.317	6.59	H	408	8992146.349	769616.272	8.65	TN
384	8992119.265	769522.207	6.76	H	409	8992158.065	769606.051	8.93	TN
385	8992108.121	769530.094	6.87	TN	410	8992169.924	769597.721	8.07	TN
386	8992094.984	769537.768	6.01	TN	411	8992180.781	769590.609	8.21	TN
387	8992075.843	769551.658	6.15	TN	412	8992194.648	769583.505	8.35	TN
388	8992062.707	769559.551	6.29	TN	413	8992206.504	769575.393	8.49	TN
389	8992049.565	769567.441	6.43	TN	414	8992219.228	769571.178	8.77	P
390	8992031.429	769582.335	6.57	TN	415	8992244.807	769559.629	7.19	H
391	8992015.287	769595.224	6.71	TN	416	8992276.662	769543.516	7.33	TN
392	8992008.148	769602.115	6.85	TN	417	8992296.527	769534.411	7.47	TN
393	8991999.657	769610.512	6.34	TN	418	8992316.383	769523.299	6.61	TN
394	8991990.516	769620.402	6.48	TN	419	8992333.247	769518.193	6.75	TN
395	8991965.377	769640.294	6.62	TN	420	8992358.924	769509.721	7.07	TN
396	8991948.231	769658.180	7.76	TN	421	8992374.648	769503.505	7.35	TN
397	8991946.096	769668.075	7.90	TN	422	8992392.509	769497.397	7.49	TN
398	8991954.115	769688.090	6.88	H	423	8992411.367	769491.286	7.63	TN
399	8991978.274	769691.214	6.72	TN	424	8992427.226	769489.176	8.77	TN
400	8992025.137	769692.107	6.86	TN	425	8992458.941	769489.734	8.05	TN
401	8992045.990	769690.772	6.01	TN	426	8992484.804	769503.627	8.19	TN
402	8992078.854	769679.666	7.14	TN	427	8992503.662	769533.516	8.38	TN
403	8992099.433	769670.338	7.56	TN	428	8992503.526	769546.410	8.47	TN

Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción	Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción
	Norte	Este				Norte	Este		
429	8992498.385	769576.300	8.61	TN	454	8992543.049	769751.038	9.99	TN
430	8992483.102	769601.080	8.89	TN	455	8992553.778	769738.607	9.15	TN
431	8992478.964	769615.752	8.03	TN	456	8992566.631	769712.492	9.36	TN
432	8992468.826	769626.644	8.17	TN	457	8992573.353	769695.275	9.64	TN
433	8992450.684	769645.534	8.31	TN	458	8992593.218	769667.170	9.78	TN
434	8992430.547	769671.427	8.45	TN	459	8992601.075	769652.059	9.92	TN
435	8992415.404	769686.315	8.59	TN	460	8992619.937	769622.731	9.06	TN
436	8992401.269	769704.210	8.73	H	461	8992638.797	769594.622	8.23	TN
437	8992387.344	769726.268	8.65	TN	462	8992656.678	769578.529	9.32	TN
438	8992373.563	769750.439	7.43	TN	463	8992694.869	769562.678	9.13	TN
439	8992364.427	769766.333	7.57	TN	464	8992707.096	769558.075	9.94	TN
440	8992352.283	769788.221	7.71	TN	465	8992727.951	769556.742	9.04	TN
441	8992343.149	769802.116	7.85	TN	466	8992747.814	769554.635	9.18	TN
442	8992332.002	769826.002	7.48	TN	467	8992761.676	769561.527	9.32	TN
443	8992342.861	769890.672	8.13	TN	468	8992778.537	769578.419	9.46	TN
444	8992392.228	769906.178	8.77	TN	469	8992789.390	769591.304	10.61	TN
445	8992432.089	769907.069	8.91	TN	470	8992795.255	769604.199	10.74	TN
446	8992443.807	769903.629	8.19	TN	471	8992804.228	769615.178	10.77	TN
447	8992464.843	769889.658	8.15	TN	472	8992812.089	769639.069	11.91	TN
448	8992482.707	769876.551	8.29	H	473	8992815.948	769659.739	11.05	TN
449	8992494.961	769860.750	8.03	P	474	8992811.807	769682.629	11.19	TN
450	8992510.543	769836.424	9.45	H	475	8992805.661	769716.516	11.33	TN
451	8992525.066	769805.051	9.93	P	476	8992806.527	769738.411	11.47	TN
452	8992528.321	769790.250	9.67	TN	477	8992802.544	769751.424	11.45	TN
453	8992535.185	769770.144	9.81	TN	478	8992799.406	769768.317	10.59	TN

Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción	Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción
	Norte	Este				Norte	Este		
479	8992799.984	769780.768	10.01	TN	504	8992997.779	769820.608	11.29	H
480	8992802.822	769800.641	10.17	P	505	8993004.843	769801.658	11.15	TN
481	8992805.423	769832.330	9.57	TN	506	8993004.702	769787.548	11.29	TN
482	8992810.937	769852.731	9.06	TN	507	8993011.561	769756.438	11.43	TN
483	8992815.791	769864.617	10.29	TN	508	8993011.423	769737.330	10.57	TN
484	8992823.657	769897.512	11.34	TN	509	8993011.289	769708.225	10.71	TN
485	8992823.518	769929.404	12.48	H	510	8993011.147	769690.115	9.85	TN
486	8992825.956	769942.746	12.04	P	511	8993012.082	769672.064	9.91	TN
487	8992828.528	769956.412	13.47	TN	512	8993012.866	769658.675	8.13	TN
488	8992831.673	769967.525	13.32	TN	513	8993012.582	769642.454	8.41	TN
489	8992834.536	769980.418	13.46	TN	514	8993012.448	769629.349	8.55	TN
490	8992845.391	769988.305	14.69	TN	515	8993009.919	769590.717	9.08	TN
491	8992860.255	769990.199	14.74	TN	516	8993009.778	769567.607	9.27	TN
492	8992871.978	769989.763	14.02	TN	517	8993057.635	769566.495	9.36	TN
493	8992883.835	769986.651	14.16	TN	518	8993069.491	769545.383	9.59	TN
494	8992902.697	769984.544	14.30	TN	519	8993084.355	769534.277	9.64	TN
495	8992920.274	769980.214	14.72	TN	520	8993128.214	769544.167	9.78	TN
496	8992948.139	769977.108	15.86	TN	521	8993162.937	769552.731	10.06	TN
497	8992974.965	769964.753	15.03	TN	522	8993188.792	769562.618	10.28	TN
498	8992985.825	769941.644	13.17	TN	523	8993204.656	769573.512	10.34	TN
499	8992986.684	769921.534	13.31	TN	524	8993217.517	769587.403	10.48	TN
500	8992986.541	769908.422	12.45	TN	525	8993237.238	769647.186	11.76	TN
501	8992987.404	769892.315	12.59	TN	526	8993242.096	769683.075	12.94	TN
502	8992993.263	769854.205	11.73	TN	527	8993242.951	769697.742	12.04	TN
503	8992997.697	769836.544	11.33	H	528	8993235.810	769708.632	12.19	TN

Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción	Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción
	Norte	Este				Norte	Este		
529	8993222.676	769727.527	12.32	TN	554	8993387.429	769866.335	22.57	TN
530	8993203.672	769745.524	12.38	H	555	8993398.287	769844.224	22.71	TN
531	8993193.775	769764.605	11.22	H	556	8993406.143	769828.112	21.85	TN
532	8993186.308	769775.240	11.69	TN	557	8993415.122	769806.095	20.87	TN
533	8993177.115	769793.090	11.88	TN	558	8993415.864	769791.674	19.13	TN
534	8993167.839	769812.654	11.16	TN	559	8993416.725	769774.566	17.27	TN
535	8993163.695	769828.542	11.35	TN	560	8993416.582	769754.454	15.41	TN
536	8993153.554	769847.432	11.44	TN	561	8993417.448	769729.349	15.52	TN
537	8993140.131	769876.102	12.86	TN	562	8993414.302	769712.236	14.69	TN
538	8993133.858	769905.669	13.14	TN	563	8993411.167	769697.130	14.83	TN
539	8993133.713	769921.556	13.28	TN	564	8993404.021	769674.016	14.97	TN
540	8993144.948	769940.739	14.05	TN	565	8993404.339	769660.264	13.66	TN
541	8993156.807	769949.629	15.19	TN	566	8993399.192	769637.150	13.80	TN
542	8993168.661	769953.516	15.33	TN	567	8993391.057	769612.044	12.94	TN
543	8993183.522	769959.407	16.47	TN	568	8993381.919	769592.717	12.08	TN
544	8993208.383	769963.299	19.61	TN	569	8993374.778	769564.607	11.28	TN
545	8993230.248	769962.193	20.75	TN	570	8993367.632	769538.493	11.36	TN
546	8993243.684	769960.534	21.31	TN	571	8993364.493	769527.385	11.57	TN
547	8993256.547	769956.427	22.45	TN	572	8993361.358	769510.279	11.64	TN
548	8993269.408	769951.318	22.59	TN	573	8993358.214	769488.167	11.78	TN
549	8993299.265	769940.207	23.73	TN	574	8993354.078	769474.061	11.92	TN
550	8993309.124	769935.097	23.87	TN	575	8993351.796	769462.621	11.24	TN
551	8993326.849	769927.662	23.15	TN	576	8993351.657	769437.512	11.34	TN
552	8993365.703	769896.548	23.29	TN	577	8993351.515	769426.402	11.48	TN
553	8993379.926	769883.722	23.07	H	578	899365.377	768408.294	11.62	TN

Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción	Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción
	Norte	Este				Norte	Este		
579	8993396.237	769379.185	11.76	TN	604	8993551.442	769808.345	24.55	TN
580	8993414.096	769378.075	11.90	TN	605	8993561.881	769820.687	25.11	TN
581	8993442.911	769380.711	12.08	H	606	8993585.604	769835.471	27.39	TN
582	8993460.407	769379.317	12.59	TN	607	8993602.461	769845.360	28.53	TN
583	8993478.575	769378.449	12.42	TN	608	8993624.327	769846.255	29.67	TN
584	8993492.539	769380.420	12.46	TN	609	8993646.048	769847.037	30.95	TN
585	8993507.396	769394.309	13.64	TN	610	8993669.339	769842.264	31.66	TN
586	8993525.117	769405.091	13.88	TN	611	8993684.191	769834.149	30.89	TN
587	8993536.975	769414.761	13.02	TN	612	8993704.052	769814.041	30.94	TN
588	8993558.831	769436.648	13.16	TN	613	8993719.919	769784.717	28.08	TN
589	8993565.695	769457.542	13.35	TN	614	8993727.775	769766.605	27.22	H
590	8993568.554	769468.432	13.44	TN	615	8993730.558	769745.435	28.44	TN
591	8993568.419	769483.327	14.58	TN	616	8993737.996	769718.777	31.04	H
592	8993575.274	769539.214	13.72	TN	617	8993741.078	769691.061	33.92	TN
593	8993579.137	769589.107	13.86	TN	618	8993742.937	769670.731	34.06	TN
594	8993578.994	769606.775	14.06	TN	619	8993743.794	769658.619	34.26	TN
595	8993570.842	769639.657	14.15	TN	620	8993746.657	769631.512	30.34	TN
596	8993569.709	769650.553	14.29	TN	621	8993750.513	769598.400	25.48	TN
597	8993561.563	769671.439	14.43	TN	622	8993753.371	769558.289	20.62	TN
598	8993556.428	769694.334	16.57	TN	623	8993756.237	769534.185	18.76	TN
599	8993551.283	769712.221	17.71	TN	624	8993755.096	769512.075	16.90	TN
600	8993547.042	769726.033	18.95	H	625	8993753.954	769497.744	14.04	TN
601	8993542.746	769752.582	20.25	P	626	8993746.818	769470.638	12.18	TN
602	8993542.622	769770.485	21.37	P	627	8993742.675	769449.527	12.32	TN
603	8993541.588	769781.459	22.41	H	628	8993741.536	769431.418	12.46	TN

Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción	Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción
	Norte	Este				Norte	Este		
629	8993737.709	769419.553	12.29	TN	654	8993888.517	769458.403	22.48	TN
630	8993733.563	769404.439	12.43	TN	655	8993873.379	769477.296	22.62	TN
631	8993734.427	769389.333	12.57	TN	656	8993864.237	769489.185	22.76	TN
632	8993734.283	769367.221	12.71	TN	657	8993853.092	769508.072	24.08	TN
633	8993735.722	769349.563	12.27	TN	658	8993838.956	769536.746	25.04	TN
634	8993747.949	769312.740	11.05	P	659	8993825.113	769573.088	26.88	TN
635	8993759.103	769299.080	11.89	H	660	8993823.975	769595.761	27.02	TN
636	8993780.959	769274.748	11.04	H	661	8993825.831	769610.648	28.16	TN
637	8993796.021	769260.016	11.97	TN	662	8993828.695	769613.542	28.35	TN
638	8993812.887	769247.692	11.11	TN	663	8993843.559	769632.436	31.44	TN
639	8993854.748	769223.583	11.25	TN	664	8993856.414	769641.323	32.58	TN
640	8993887.601	769211.469	11.39	TN	665	8993869.127	769650.099	33.87	TN
641	8993899.461	769210.360	11.53	TN	666	8993898.984	769660.768	35.01	TN
642	8993929.132	769205.103	11.86	TN	667	8993917.842	769663.657	36.15	TN
643	8993954.183	769216.143	11.81	TN	668	8993928.563	769663.439	36.43	TN
644	8993971.045	769234.035	12.95	TN	669	8993955.429	769663.335	37.57	H
645	8993979.479	769259.374	12.52	TN	670	8993973.143	769664.112	38.85	H
646	8993979.331	769281.258	12.66	TN	671	8994002.109	769667.085	39.89	TN
647	8993979.199	769303.155	12.80	H	672	8994026.862	769664.672	38.13	TN
648	8993962.141	769335.110	13.85	TN	673	8994042.727	769655.567	37.27	TN
649	8993951.356	769358.278	15.64	TN	674	8994059.583	769642.455	35.41	TN
650	8993940.215	769377.168	16.78	TN	675	8994088.442	769617.345	32.55	TN
651	8993922.078	769400.061	17.92	TN	676	8994100.161	769601.126	32.83	TN
652	8993912.931	769422.726	20.06	TN	677	8994114.029	769585.023	30.97	TN
653	8993894.652	769442.519	21.34	TN	678	8994124.887	769565.692	28.11	TN

Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción	Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción
	Norte	Este				Norte	Este		
679	8994128.741	769546.578	26.25	TN	704	8994234.539	769088.420	13.46	TN
680	8994133.606	769513.473	22.90	TN	705	8994263.396	769112.309	13.60	TN
681	8994135.461	769493.360	20.54	TN	706	8994281.112	769137.087	13.88	TN
682	8994136.320	769484.250	19.68	TN	707	8994286.975	769150.761	14.02	TN
683	8994132.040	769464.031	18.96	TN	708	8994295.984	769170.768	14.01	TN
684	8994123.900	769445.702	18.09	TN	709	8994305.843	769189.658	14.15	TN
685	8994120.619	769416.483	17.38	TN	710	8994311.709	769212.553	15.29	TN
686	8994116.479	769387.374	16.52	TN	711	8994315.563	769228.439	15.43	TN
687	8994107.339	769355.264	16.66	TN	712	8994319.428	769252.334	15.57	TN
688	8994103.197	769345.154	16.80	TN	713	8994324.286	769275.223	15.71	TN
689	8994099.059	769316.046	16.94	TN	714	8994328.143	769288.112	15.85	H
690	8994094.919	769294.717	16.08	TN	715	8994333.675	769311.527	15.32	H
691	8994090.774	769268.604	15.22	TN	716	8994338.862	769331.672	15.13	TN
692	8994085.638	769246.498	15.36	TN	717	8994342.725	769348.566	15.27	TN
693	8994076.492	769218.384	14.58	TN	718	8994347.584	769361.456	14.41	TN
694	8994073.358	769179.279	14.64	TN	719	8994352.443	769381.346	14.55	TN
695	8994069.213	769163.166	14.78	TN	720	8994362.302	769398.236	15.69	TN
696	8994065.078	769141.061	14.92	H	721	8994372.161	769415.126	16.83	TN
697	8994074.880	769127.686	14.12	TN	722	8994385.029	769424.023	16.97	TN
698	8994096.372	769113.290	14.62	H	723	8994409.882	769434.688	18.11	TN
699	8994128.237	769100.185	14.76	TN	724	8994418.748	769441.583	18.25	TN
700	8994141.099	769093.077	14.90	TN	725	8994460.601	769409.469	16.39	TN
701	8994159.951	769088.742	14.04	TN	726	8994460.320	769393.250	15.68	TN
702	8994178.816	769083.636	13.18	TN	727	8994457.184	769371.144	15.81	TN
703	8994210.674	769080.526	13.32	TN	728	8994457.046	769346.036	14.95	TN

Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción	Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción
	Norte	Este				Norte	Este		
729	8994458.927	769312.723	14.07	TN	754	8994502.143	768957.112	16.85	TN
730	8994454.761	769275.594	14.23	TN	755	8994505.582	768973.454	16.41	TN
731	8994451.619	769250.483	13.38	TN	756	8994505.446	768979.348	16.55	TN
732	8994448.337	769232.263	15.66	TN	757	8994509.582	769010.454	16.41	P
733	8994445.199	769213.155	15.80	TN	758	8994515.033	769038.026	16.96	P
734	8994439.051	769176.040	15.94	TN	759	8994517.881	769063.687	16.11	TN
735	8994436.914	769164.713	15.08	TN	760	8994525.744	769097.580	17.25	TN
736	8994430.778	769146.607	15.22	TN	761	8994528.607	769131.473	17.39	TN
737	8994420.632	769121.493	15.36	TN	762	8994530.461	769169.360	16.53	TN
738	8994411.493	769097.385	15.57	TN	763	8994530.189	769182.147	16.81	TN
739	8994405.358	769082.279	15.64	H	764	8994530.041	769213.032	16.95	TN
740	8994402.594	769064.463	14.46	H	765	8994533.965	769235.753	15.03	TN
741	8994399.702	769052.548	14.29	TN	766	8994539.760	769263.593	15.24	TN
742	8994396.657	769033.512	14.34	TN	767	8994543.619	769279.483	15.38	H
743	8994393.510	769009.398	15.49	TN	768	8994549.854	769295.666	15.14	P
744	8994396.377	768981.294	15.62	TN	769	8994556.797	769313.622	15.23	P
745	8994399.096	768965.075	15.94	TN	770	8994565.534	769335.417	16.46	P
746	8994403.819	768950.639	16.18	TN	771	8994579.828	769348.646	17.17	P
747	8994409.534	768934.417	16.46	TN	772	8994595.767	769348.598	17.23	TN
748	8994428.396	768901.309	16.60	TN	773	8994609.778	769338.607	17.22	H
749	8994434.251	768898.196	16.74	TN	774	8994612.517	769338.403	17.48	TN
750	8994451.115	768899.090	16.88	TN	775	8994636.371	769328.289	15.62	TN
751	8994476.563	768919.439	16.43	TN	776	8994647.237	769318.185	14.76	TN
752	8994483.427	768928.333	16.57	TN	777	8994664.143	769302.112	13.85	TN
753	8994499.289	768948.225	16.71	TN	778	8994678.982	769276.766	15.01	TN

Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción	Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción
	Norte	Este				Norte	Este		
779	8994682.729	769227.569	17.27	TN	804	8994807.673	769016.525	16.32	H
780	8994679.582	769201.454	17.41	TN	805	8994810.609	769042.475	17.39	TN
781	8994675.447	769185.349	17.55	TN	806	8994814.461	769068.360	17.53	H
782	8994672.302	769163.236	17.69	TN	807	8994821.327	769091.255	17.67	TN
783	8994669.167	769137.130	17.83	TN	808	8994821.183	769114.143	18.81	TN
784	8994662.021	769105.016	17.97	TN	809	8994828.049	769140.038	18.95	H
785	8994659.885	769077.690	17.11	TN	810	8994835.147	769156.115	18.85	P
786	8994656.741	769035.578	16.25	H	811	8994842.842	769172.657	19.15	H
787	8994646.522	769001.407	16.47	H	812	8994849.758	769185.591	19.24	TN
788	8994646.953	768985.743	16.04	TN	813	8994860.334	769191.261	19.66	TN
789	8994646.040	768949.031	15.60	P	814	8994885.199	769194.155	19.81	H
790	8994646.443	768930.346	15.52	H	815	8994907.057	769193.044	19.94	TN
791	8994650.760	768914.593	15.24	TN	816	8994930.919	769189.717	20.08	TN
792	8994653.619	768891.483	16.38	TN	817	8994942.778	769171.607	20.22	TN
793	8994657.476	768887.371	16.52	TN	818	8994961.491	769154.383	19.59	TN
794	8994684.338	768875.264	16.66	TN	819	8994969.353	769140.275	19.64	TN
795	8994709.199	768870.155	16.81	TN	820	8994988.216	769105.168	18.78	TN
796	8994730.423	768875.330	16.57	TN	821	8994999.078	769071.061	18.92	TN
797	8994754.864	768889.674	16.13	TN	822	8995003.937	769033.731	17.06	TN
798	8994772.727	768900.567	16.27	TN	823	8995004.797	768996.622	17.23	TN
799	8994782.582	768916.454	16.41	TN	824	8995000.657	768983.512	16.34	TN
800	8994786.441	768929.344	16.55	TN	825	8994993.519	768966.405	16.48	TN
801	8994797.572	768954.446	16.42	H	826	8994982.911	768940.711	16.08	TN
802	8994797.354	768964.276	16.64	TN	827	8994974.778	768920.607	16.22	TN
803	8994800.112	768987.087	16.88	TN	828	8994963.637	768894.947	17.36	TN

Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción	Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción
	Norte	Este				Norte	Este		
829	8994959.495	768871.386	17.50	TN	854	8995144.778	769025.607	15.22	TN
830	8994955.353	768858.275	17.64	TN	855	8995145.634	769045.495	16.36	TN
831	8994952.078	768831.061	18.92	TN	856	8995149.496	769059.387	16.50	TN
832	8994945.931	768792.726	20.06	TN	857	8995156.359	769072.280	17.64	TN
833	8994941.797	768763.622	22.20	TN	858	8995160.218	769083.170	17.78	TN
834	8994947.865	768734.675	22.13	TN	859	8995172.302	769085.236	17.69	TN
835	8994962.722	768733.563	21.27	TN	860	8995189.163	769074.127	17.83	TN
836	8994978.587	768734.458	21.41	TN	861	8995213.881	769066.687	18.11	TN
837	8994994.442	768732.345	21.55	TN	862	8995237.747	769061.583	19.25	TN
838	8995034.165	768727.129	21.83	TN	863	8995258.608	769066.714	19.39	TN
839	8995054.021	768728.016	21.97	TN	864	8995279.461	769055.360	19.53	TN
840	8995068.886	768729.691	21.11	TN	865	8995287.320	769044.250	20.68	TN
841	8995098.744	768739.580	20.25	TN	866	8995287.043	769023.034	19.95	TN
842	8995110.608	768751.474	18.39	TN	867	8995287.761	769009.594	19.23	TN
843	8995123.461	768760.360	17.53	TN	868	8995288.479	768980.374	18.52	TN
844	8995146.320	768792.250	16.68	TN	869	8995288.335	768959.261	17.66	TN
845	8995150.184	768806.144	16.81	TN	870	8995288.199	768942.155	16.94	TN
846	8995162.049	768850.038	15.95	TN	871	8995288.444	768927.346	16.55	TN
847	8995166.921	768863.718	16.07	TN	872	8995288.302	768906.236	16.69	TN
848	8995165.706	768909.551	16.29	TN	873	8995288.163	768878.127	17.83	TN
849	8995157.619	768934.483	16.38	TN	874	8995290.021	768838.016	17.97	TN
850	8995153.473	768965.369	16.52	TN	875	8995290.884	768824.690	17.11	TN
851	8995149.332	768979.259	16.66	TN	876	8995290.461	768803.360	16.53	TN
852	8995145.191	768997.149	16.80	TN	877	8995290.328	768786.256	16.67	TN
853	8995145.919	768011.717	15.08	TN	878	8995289.187	768772.146	16.81	TN

Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción	Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción
	Norte	Este				Norte	Este		
879	8995298.049	768753.038	17.95	TN	904	8995402.319	769005.249	20.68	TN
880	8995302.764	768714.596	22.23	TN	905	8995410.172	769023.134	20.82	TN
881	8995310.619	768692.483	24.38	TN	906	8995423.031	769029.024	20.96	TN
882	8995314.638	768670.498	27.36	TN	907	8995462.894	769034.697	20.16	TN
883	8995320.021	768649.016	29.97	TN	908	8995479.752	769033.587	20.24	TN
884	8995335.883	768627.689	31.11	TN	909	8995515.616	769024.480	20.38	TN
885	8995354.747	768604.583	31.25	TN	910	8995542.477	769015.372	20.52	TN
886	8995380.608	768590.474	28.39	TN	911	8995578.331	769002.258	20.66	TN
887	8995441.461	768575.360	26.53	TN	912	8995597.195	768982.152	20.8	TN
888	8995457.180	768583.140	25.82	TN	913	8995611.903	768970.704	20.09	TN
889	8995473.041	768598.032	24.95	TN	914	8995624.768	768951.599	20.23	TN
890	8995478.925	768612.722	23.07	TN	915	8995634.621	768917.484	19.37	TN
891	8995492.762	768632.594	21.23	TN	916	8995643.348	768856.271	19.65	TN
892	8995492.619	768650.483	20.38	TN	917	8995654.146	768777.114	19.85	H
893	8995492.474	768675.370	18.52	TN	918	8995654.768	768748.599	19.23	P
894	8995492.339	768690.264	18.66	TN	919	8995649.206	768733.161	19.79	H
895	8995488.605	768712.472	19.39	TN	920	8995645.488	768704.381	18.51	TN
896	8995479.461	768731.360	19.53	TN	921	8995641.347	768678.271	18.65	TN
897	8995474.328	768750.256	19.67	TN	922	8995641.208	768652.162	21.79	TN
898	8995455.181	768788.141	19.81	TN	923	8995653.067	768617.052	26.93	TN
899	8995451.049	768810.038	19.95	TN	924	8995666.854	768609.666	28.14	TN
900	8995438.901	768848.703	19.09	TN	925	8995689.719	768592.561	30.28	TN
901	8995429.764	768866.596	19.23	TN	926	8995756.574	768551.448	30.42	TN
902	8995420.597	768903.466	19.43	TN	927	8995782.297	768551.232	29.70	TN
903	8995406.452	768962.353	19.54	TN	928	8995808.150	768555.117	26.85	TN

Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción	Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción
	Norte	Este				Norte	Este		
929	8995833.013	768574.010	23.87	TN	954	8995871.494	768963.385	21.50	TN
930	8995844.876	768592.683	22.12	TN	955	8995879.349	768936.272	21.65	TN
931	8995854.592	768625.462	21.40	TN	956	8995883.205	768911.160	21.79	TN
932	8995854.318	768648.248	21.64	TN	957	8995887.062	768892.048	21.93	TN
933	8995849.172	768690.134	21.82	TN	958	8995891.924	768873.721	21.07	TN
934	8995844.891	768714.695	20.19	TN	959	8995901.789	768853.615	21.21	TN
935	8995829.755	768750.589	19.24	TN	960	8995909.645	768838.503	21.35	TN
936	8995824.471	768762.367	19.52	TN	961	8995927.508	768807.396	21.49	TN
937	8995804.195	768790.152	19.80	TN	962	8995948.274	768766.214	21.72	TN
938	8995794.058	768814.045	19.94	TN	963	8995962.131	768742.102	21.86	TN
939	8995790.912	768829.711	19.08	TN	964	8995974.994	768726.775	21.11	TN
940	8995770.634	768865.495	19.36	TN	965	8995989.712	768707.555	21.28	TN
941	8995765.347	768896.271	20.65	TN	966	8996004.573	768691.447	21.42	TN
942	8995760.209	768919.163	20.79	TN	967	8996011.431	768680.336	21.56	TN
943	8995755.065	768938.051	21.93	TN	968	8996042.299	768663.233	21.70	TN
944	8995755.921	768957.718	21.07	TN	969	8996049.153	768656.119	21.84	TN
945	8995760.789	768979.615	21.21	TN	970	8996064.018	768647.014	21.82	TN
946	8995782.648	769010.505	20.35	TN	971	8996093.870	768630.679	21.13	TN
947	8995788.434	769011.339	20.56	TN	972	8996116.736	768621.574	21.26	TN
948	8995815.293	769016.229	21.70	TN	973	8996131.592	768617.462	21.40	TN
949	8995837.155	769019.121	21.84	TN	974	8996151.454	768616.354	21.54	TN
950	8995843.013	769008.010	21.98	TN	975	8996162.316	768620.246	21.68	TN
951	8995854.872	768993.680	21.12	TN	976	8996172.172	768629.134	21.82	TN
952	8995862.737	768983.575	20.26	TN	977	8996183.031	768643.024	21.96	H
953	8995866.592	768973.462	21.42	TN	978	8996189.611	768671.477	21.38	P

Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción	Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción
	Norte	Este				Norte	Este		
979	8996185.277	768687.216	21.72	H	1004	8996115.787	769093.614	22.21	TN
980	8996179.195	768699.152	21.80	TN	1005	8996129.221	769093.172	23.77	TN
981	8996160.059	768729.046	21.94	TN	1006	8996150.086	769080.067	23.91	TN
982	8996148.917	768745.715	21.08	TN	1007	8996163.295	769062.230	22.70	P
983	8996141.774	768754.604	21.22	TN	1008	8996170.543	769047.424	22.45	TN
984	8996134.632	768764.493	21.36	TN	1009	8996176.404	769034.315	22.59	TN
985	8996121.491	768779.383	21.50	TN	1010	8996186.872	769002.680	22.12	TN
986	8996108.349	768797.272	21.65	TN	1011	8996192.597	768966.466	22.40	TN
987	8996099.208	768805.162	21.79	TN	1012	8996198.312	768941.243	22.68	TN
988	8996086.069	768821.054	21.93	TN	1013	8996204.899	768912.701	22.10	TN
989	8996072.789	768839.615	20.21	TN	1014	8996214.615	768890.480	22.38	TN
990	8996061.646	768855.504	20.35	TN	1015	8996222.470	768861.367	23.53	TN
991	8996047.507	768870.395	20.49	TN	1016	8996235.331	768842.258	23.66	TN
992	8996035.362	768892.282	21.63	TN	1017	8996249.196	768825.153	22.80	TN
993	8996027.228	768910.178	21.77	TN	1018	8996260.054	768816.042	22.94	TN
994	8996014.085	768939.066	22.91	TN	1019	8996277.912	768803.711	22.08	TN
995	8996010.948	768962.739	22.05	TN	1020	8996295.771	768797.601	22.22	TN
996	8996009.807	768975.629	22.19	TN	1021	8996308.908	768791.708	22.09	TN
997	8996008.661	768987.516	22.33	TN	1022	8996323.763	768784.595	22.23	TN
998	8996012.527	769026.411	22.47	TN	1023	8996342.368	768776.287	23.63	TN
999	8996015.319	769043.249	22.68	H	1024	8996375.682	768758.532	24.31	H
1000	8996039.986	769078.769	13.01	P	1025	8996390.825	768751.644	24.17	H
1001	8996059.488	769088.381	22.51	H	1026	8996414.487	768737.380	24.51	TN
1002	8996083.359	769091.292	22.65	TN	1027	8996425.349	768733.272	24.64	TN
1003	8996097.212	768093.172	22.99	TN	1028	8996445.208	768727.162	24.79	TN



Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción	Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción
	Norte	Este				Norte	Este		
1029	8996456.927	768724.723	24.07	TN	1054	8996289.665	768989.519	23.33	TN
1030	8996477.433	768716.338	23.56	TN	1055	8996270.526	769008.410	23.47	TN
1031	8996498.295	768711.230	23.71	TN	1056	8996258.385	769023.300	23.61	TN
1032	8996510.751	768709.586	23.24	TN	1057	8996244.248	769047.193	23.75	TN
1033	8996538.617	768713.481	24.38	TN	1058	8996238.109	769058.085	23.89	TN
1034	8996548.471	768717.367	24.52	TN	1059	8996222.964	769091.752	23.03	TN
1035	8996560.059	768724.046	24.94	TN	1060	8996220.825	769107.644	23.17	TN
1036	8996565.913	768750.712	24.08	TN	1061	8996228.286	769124.223	23.71	P
1037	8996557.064	768759.050	23.93	TN	1062	8996240.540	769130.421	23.46	P
1038	8996543.789	768769.615	23.21	TN	1063	8996255.099	769138.077	23.90	TN
1039	8996521.507	768782.395	23.49	TN	1064	8996267.335	769139.261	23.66	P
1040	8996506.368	768792.287	23.63	TN	1065	8996286.127	769140.099	23.87	TN
1041	8996491.222	768802.173	24.77	TN	1066	8996306.591	769142.461	23.47	H
1042	8996476.084	768808.066	24.91	TN	1067	8996323.897	769141.700	23.10	TN
1043	8996455.948	768823.739	24.05	TN	1068	8996344.055	769135.043	24.94	TN
1044	8996431.807	768839.629	24.19	TN	1069	8996361.456	769127.356	24.54	P
1045	8996418.909	768853.709	24.09	TN	1070	8996385.902	769114.704	24.09	TN
1046	8996398.707	768869.551	23.29	TN	1071	8996407.869	769096.678	25.13	P
1047	8996389.441	768883.344	23.55	TN	1072	8996432.917	769076.715	24.08	H
1048	8996370.488	768899.381	23.51	TN	1073	8996457.809	769047.631	25.19	TN
1049	8996357.341	768915.266	22.65	TN	1074	8996471.364	769023.284	24.63	P
1050	8996338.208	768934.162	22.79	TN	1075	8996482.765	769001.597	24.23	TN
1051	8996329.064	768944.050	22.93	TN	1076	8996521.996	768964.777	23.04	P
1052	8996316.927	768957.723	22.07	TN	1077	8996537.901	768920.703	24.09	TN
1053	8996302.806	768974.629	23.19	TN	1078	8996650.758	768892.591	24.24	TN

Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción	Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción
	Norte	Este				Norte	Este		
1079	8996556.812	768875.633	24.18	TN	1104	8996662.728	768988.568	24.27	TN
1080	8996567.807	768856.629	24.19	TN	1105	8996655.019	768997.015	24.81	P
1081	8996579.573	768840.447	24.42	P	1106	8996644.321	769013.250	24.67	TN
1082	8996589.571	768829.445	24.42	H	1107	8996622.488	769043.381	24.51	TN
1083	8996609.947	768808.739	24.05	TN	1108	8996616.269	769054.210	24.73	H
1084	8996628.948	768788.739	25.05	TN	1109	8996610.143	769069.112	24.85	P
1085	8996639.083	768785.065	26.91	P	1110	8996605.720	769079.562	24.28	TN
1086	8996653.081	768777.063	27.19	TN	1111	8996599.375	769104.293	25.62	TN
1087	8996665.088	768773.069	27.49	TN	1112	8996596.740	769122.577	25.26	P
1088	8996681.977	768770.762	28.02	H	1113	8996596.041	769140.032	25.95	TN
1089	8996694.782	768768.610	28.21	TN	1114	8996595.297	769164.232	25.30	TN
1090	8996725.031	768762.024	29.96	TN	1115	8996598.583	769182.455	25.41	TN
1091	8996745.228	768770.178	30.77	H	1116	8996606.261	769213.204	25.73	TN
1092	8996766.725	768775.566	30.27	TN	1117	8996612.384	769228.300	25.61	P
1093	8996778.299	768789.233	30.70	TN	1118	8996648.758	769290.591	25.24	H
1094	8996779.282	768801.220	29.71	H	1119	8996691.934	769272.729	25.06	TN
1095	8996781.950	768817.741	28.05	H	1120	8996694.901	769254.703	25.09	TN
1096	8996776.783	768840.611	26.21	TN	1121	8996696.802	769242.626	25.19	P
1097	8996769.728	768851.568	25.27	TN	1122	8996696.912	769216.711	25.08	P
1098	8996756.256	768869.200	25.74	P	1123	8996696.558	769196.435	25.44	TN
1099	8996748.154	768882.120	25.84	H	1124	8996698.923	769171.720	24.07	TN
1100	8996739.058	768894.045	25.42	TN	1125	8996702.495	769151.386	24.50	P
1101	8996728.084	768910.066	24.16	TN	1126	8996706.228	769127.178	24.77	TN
1102	8996710.379	768932.296	24.62	TN	1127	8996712.625	769102.488	24.37	TN
1103	8996693.041	768949.032	23.95	TN	1128	8996723.917	769069.715	24.08	P

Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción	Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción
	Norte	Este				Norte	Este		
1129	8996731.352	769050.275	24.64	TN	1154	8996956.631	769028.492	25.36	NT
1130	8996741.388	769031.303	24.61	TN	1155	8996950.267	769043.208	24.73	NT
1131	8996750.179	769011.140	24.82	TN	1156	8996941.882	769072.688	25.11	NT
1132	8996777.221	768973.172	24.77	TN	1157	8996930.675	769093.527	25.32	P
1133	8996788.759	768956.592	25.24	TN	1158	8996915.715	769126.558	25.28	NT
1134	8996797.948	768945.739	25.05	TN	1159	8996905.859	769142.670	26.14	NT
1135	8996812.805	768932.628	25.19	H	1160	8996896.704	769158.549	26.29	NT
1136	8996833.797	768916.622	25.23	TN	1161	8996891.746	769171.582	26.25	P
1137	8996855.418	768900.326	24.58	H	1162	8996889.405	769194.316	27.59	NT
1138	8996869.297	768889.232	24.73	TN	1163	8996888.037	769221.029	27.96	NT
1139	8996896.892	768876.696	25.10	TN	1164	8996889.721	769242.562	27.27	NT
1140	8996909.928	768870.724	25.07	TN	1165	8996893.453	769255.353	27.54	NT
1141	8996923.031	768864.024	25.69	TN	1166	8996897.984	769266.768	27.01	NT
1142	8996947.477	768854.372	26.52	TN	1167	8996912.321	769284.250	27.67	P
1143	8996962.186	768848.145	26.81	TN	1168	8996932.126	769283.098	27.87	NT
1144	8996983.770	768839.601	27.23	TN	1169	8996947.934	769269.729	27.06	NT
1145	8996998.765	768833.597	27.23	TN	1170	8996954.651	769258.508	27.34	NT
1146	8997021.349	768836.272	26.65	H	1171	8996958.049	769248.038	27.95	NT
1147	8997039.592	768843.462	26.47	TN	1172	8996966.356	769214.278	27.64	NT
1148	8997036.257	768915.200	27.74	TN	1173	8996997.607	769153.473	25.39	H
1149	8997018.165	768934.129	28.83	TN	1174	8997005.121	769127.094	25.87	NT
1150	8997012.594	768946.463	28.4	TN	1175	8997009.645	769110.503	25.35	NT
1151	8997002.378	768958.295	28.62	H	1176	8997010.888	769097.693	25.11	H
1152	8996988.042	768977.033	27.58	TN	1177	8997017.177	769072.138	25.83	NT
1153	8996967.251	769009.196	25.74	TN	1178	8997024.002	769042.025	25.42	NT

Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción	Punto	Coordenadas		Elevación	Descripción
	Norte	Este				Norte	Este		
1179	8997030.591	769027.461	26.09	NT	1204	8997130.179	769193.140	26.82	P
1180	8997040.907	769001.707	27.09	NT	1207	8997177.759	769222.592	26.24	NT
1181	8997052.853	768981.665	28.14	NT	1208	8997192.948	769202.739	26.05	NT
1182	8997061.658	768960.513	29.34	NT	1209	8997201.805	769183.628	26.19	NT
1183	8997067.899	768948.701	29.11	H	1210	8997212.902	769169.704	26.09	NT
1184	8997082.121	768925.094	28.87	NT	1211	8997222.869	769151.678	25.13	H
1185	8997090.796	768913.621	28.20	NT	1212	8997236.917	769125.715	25.08	NT
1186	8997109.448	768894.349	27.55	NT	1213	8997252.809	769093.631	26.19	NT
1187	8997119.834	768887.651	27.16	NT	1214	8997266.765	769044.597	26.24	NT
1188	8997139.641	768884.500	27.35	NT	1215	8997273.996	769010.777	26.01	H
1189	8997159.856	768894.668	28.14	H	1216	8997268.404	768989.315	26.6	NT
1190	8997166.965	768904.753	28.03	NT	1217	8997272.872	768978.680	26.13	NT
1191	8997170.798	768916.622	28.22	NT	1218	8990336.834	768570.103	3.40	NT
1192	8997179.097	768931.076	28.90	NT	1219	8990413.641	768754.371	4.43	NT
1193	8997184.684	768946.534	28.31	H	1220	8990730.926	768889.675	6.47	NT
1194	8997188.722	768972.563	27.27	NT	1221	8991350.965	768830.718	7.92	NT
1195	8997183.504	768996.393	27.49	NT	1222	8992059.548	769310.129	12.41	NT
1196	8997177.401	769019.313	27.59	NT	1223	8992742.097	769666.951	13.23	NT
1197	8997171.265	769032.207	27.73	NT	1224	8993773.685	769290.616	15.92	NT
1198	8997162.299	769046.233	27.61	H	1225	8994626.723	768911.609	16.63	NT
1199	8997153.495	769068.386	27.50	NT	1226	8995500.505	768613.507	22.33	NT
2000	8997147.863	769093.673	26.13	NT	1227	8995948.401	768577.273	26.45	NT
2001	8997142.228	769107.178	26.77	H	1228	8996476.265	768764.654	22.01	NT
2002	8997135.917	769131.715	26.08	NT	1229	8997003.299	769040.696	21.13	NT
2003	8997130.646	769181.303	26.61	H					

Anexo 4.5. Ficha resumen N° 1 (llena)

ESTUDIO DE SUELOS										
FUENTE:		FUENTE: (Estudio con fines de drenaje) (Zonificación Sísmica - Geotécnica)							INSTITUCIÓN:	
		FECHA REALIZADA LA OBRA: (1984)					(2014)			
		DATOS EXTRAIDOS: (Ch -14 ; Ch -13)					(NvCh - 01 ; K -26 ; K- 32)			
CALICATAS	MUESTRA	PROFUN.	GRANULOMETRIA			LIMITES %		CAPACIDAD DE CARGA	PESO ESPECIFICO	CLASIFICACIÓN
			GRAVA	ARENA	FINOS	LL	IP			SUCS
Ch -14	SUELO	1.35	3.0	96.0	1.0	NP	NT	1.30	1.49	SP
Ch-13	SUELO	1.50	6.0	93.0	1.0	NP	NT	1.47	1.51	SP
NvCh - 01	SUELO	1.60	5.0	94.0	1.0	NP	NT	1.67	1.49	SP
K -26	SUELO	2.00	5.0	94.0	1.0	NP	NT	1.35	1.50	SP
K- 32	SUELO	1.70	7.0	92.0	1.0	NP	NT	1.69	1.53	SP

Descripción:



LL: Limite líquido.

IP: Índice de plasticidad.



NP: Esta relación es expresada por: $NP = 0.6C - 12$, donde: NP: Número de plasticidad y C: Porcentaje de contenido de arcilla. Suelos que contengan menos del 20% de partículas menores de 5μ , generalmente no muestran plasticidad.

NT: Estos suelos presentan características contrastantes en textura, pH, MO, Nt y capacidad de intercambio catiónico (CIC).

Anexo 4.6. Ficha resumen N° 2 (llena).

DATOS DE LAS ESTACIÓN PUBLIOMETRICA (1971 - 1986)														
FUENTE:													INSTITUCIÓN:	
		ESTACION: Chimbote			DPTO: Ancash			LATITUD: -9.1505						
		CUENCA: Lacramarca			PROV: Santa			LONGITUD: -78.5259						
		CODIGO: 14399			DIST: Chimbote			ALTITUD: 11						
Año	Ene	feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MAXIMOS (mm/día)	TOTALES (mm/año)
1971	10.0	10.0	10.0	10.0	9.8	6.7	0.0	6.3	2.3	10.0	9.7	10.0	10.0	94.8
1972	10.0	10.0	10.0	10.0	20.0	1.3	8.4	2.3	4.0	7.8	20.0	10.0	20.0	113.8
1973	10.0	10.0	10.0	10.0	8.3	5.4	6.6	8.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	108.3
1974	10.0	10.0	20.0	10.0	0.0	10.0	2.0	10.0	7.1	8.0	10.0	10.0	20.0	107.1
1975	20.0	20.0	10.0	10.0	10.0	9.4	0.0	10.0	10.0	9.2	10.0	10.0	20.0	128.6
1976	10.0	10.0	10.0	8.1	10.0	7.8	1.4	10.0	1.0	10.0	4.4	10.0	10.0	92.7
1977	10.0	10.0	10.0	8.6	7.3	6.1	0.0	1.1	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	93.1
1978	9.8	10.0	10.0	10.0	10.0	3.1	0.0	0.0	10.0	10.0	10.0	5.6	10.0	88.5
1979	10.0	10.0	10.0	10.0	8.0	0.0	0.0	2.1	7.4	6.7	10.0	10.0	10.0	84.2
1980	10.0	10.0	10.0	10.0	2.4	0.0	4.3	4.1	0.0	9.5	10.0	9.9	10.0	80.2
1981	10.0	10.0	10.0	10.0	6.7	3.1	0.0	4.1	3.0	7.3	10.0	10.0	10.0	84.2
1982	11.1	41.8	58.6	48.1	5.1	0.0	0.0	0.0	5.0	10.0	10.0	10.0	58.6	199.7
1983	14.1	38.3	41.4	41.2	3.3	10.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	10.0	41.4	160.3
1984	9.6	9.5	9.6	9.0	6.3	0.4	0.0	2.0	4.0	5.1	7.3	9.6	9.6	72.4
1985	9.2	9.3	9.3	8.9	7.5	1.0	0.5	8.2	7.2	6.5	10.0	7.3	9.3	84.9
1986	10.0	9.5	11.0	10.0	0.2	0.0	0.0	4.9	8.5	10.0	15.2	14.4	15.2	93.7

DATOS DE LAS ESTACIÓN PUBLIOMETRICA (1987 - 2004)

FUENTE:													INSTITUCIÓN:	
		ESTACION: Chimbote			DPTO: Ancash			LATITUD: -9.1505						
		CUENCA: Lacramarca			PROV: Santa			LONGITUD: -78.5259						
		CODIGO: 14399			DIST: Chimbote			ALTITUD: 11						
Año	Ene	feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MAXIMOS (mm/día)	TOTALES (mm/año)
1987	11.1	11.3	10.0	10.0	10.0	8.1	0.9	9.5	10.0	11.0	10.0	10.0	11.3	111.9
1988	10.0	10.0	9.9	10.0	9.8	6.7	0.0	6.3	2.3	10.0	9.5	10.4	10.4	94.9
1989	11.2	11.6	10.0	10.0	11.1	1.3	8.4	2.3	4.0	7.8	11.7	10.0	11.7	99.4
1990	11.0	10.0	10.0	10.0	8.3	5.4	6.6	8.0	10.0	10.9	10.0	11.5	11.5	111.7
1991	16.6	65.9	69.7	65.1	10.8	3.5	0.0	2.1	7.1	22.7	25.3	30.5	69.7	319.3
1992	25.5	25.9	24.2	22.7	10.0	2.1	0.0	0.0	2.3	2.1	2.7	5.8	25.9	123.3
1993	11.4	9.2	10.0	8.1	10.0	7.8	2.6	10.0	1.0	10.0	4.4	10.0	11.4	94.5
1994	10.1	10.0	10.0	8.6	7.3	6.1	0.0	1.1	10.0	10.0	10.0	10.0	10.1	93.2
1995	9.8	9.9	8.4	8.9	7.8	3.1	1.0	0.0	9.9	9.0	9.9	5.8	9.9	83.5
1996	9.7	9.0	9.5	9.7	8.0	0.0	0.0	2.1	7.4	6.7	9.2	9.5	9.7	80.8
1997	14.7	55.1	65.4	53.7	10.3	0.0	2.4	1.5	0.0	3.6	11.0	9.1	65.4	226.8
1998	15.3	39.5	40.2	35.3	8.7	1.2	0.0	4.1	3.0	7.3	12.1	11.0	40.2	177.7
1999	11.3	10.0	11.4	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	4.9	8.7	9.2	11.4	70.5
2000	9.8	10.0	10.6	9.1	3.3	3.5	1.0	0.0	2.0	0.0	0.0	10.0	10.6	59.3
2001	11.1	10.0	11.5	9.8	6.3	0.4	0.0	2.0	4.0	10.0	7.3	10.0	11.5	82.4
2002	12.6	21.1	21.5	17.2	10.0	1.0	5.3	8.2	6.9	6.8	10.0	7.0	21.5	127.6
2003	15.8	15.5	19.1	18.2	15.4	0.0	0.0	4.6	7.3	10.0	12.4	13.1	19.1	131.4
2004	10.9	10.0	12.5	10.0	10.0	8.1	0.7	0.0	10.0	10.0	9.5	12.2	12.5	103.9

DATOS DE LAS ESTACIÓN PUBLIOMETRICA (2005 - 2020)

Año	Ene	feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MAXIMOS (mm/día)	TOTALES (mm/año)
2005	10.8	10.0	11.1	10.0	9.8	6.7	0.0	6.3	2.3	10.0	9.7	10.9	11.1	97.6
2006	10.0	9.7	10.0	9.9	7.5	1.3	8.4	2.3	4.0	7.8	13.4	10.0	13.4	94.3
2007	9.1	9.0	9.1	8.9	8.3	5.4	6.6	8.0	5.1	8.2	9.0	9.1	9.1	95.8
2008	10.4	10.0	11.2	10.0	0.0	9.0	2.0	10.0	7.1	8.0	7.4	10.0	11.2	95.1
2009	11.5	12.7	12.6	10.5	10.0	9.4	0.0	10.0	10.0	9.2	10.0	12.0	12.7	117.9
2010	13.3	14.1	13.7	12.2	10.0	7.8	1.4	10.0	1.0	10.0	4.4	10.0	14.1	107.9
2011	10.9	10.3	10.0	8.6	7.3	6.1	0.0	1.1	10.0	9.8	8.1	10.2	10.9	92.4
2012	11.8	10.0	11.2	10.5	10.0	3.1	0.0	0.0	9.2	10.0	5.6	10.2	11.8	91.6
2013	10.7	9.0	10.7	10.0	8.0	0.0	0.0	2.1	7.4	6.7	8.2	10.5	10.7	83.3
2014	8.9	10.1	11.2	5.8	2.4	0.0	4.3	4.1	0.0	9.5	10.0	9.9	11.2	76.2
2015	12.6	12.4	12.2	5.1	6.7	3.1	0.0	4.1	3.0	7.3	8.5	6.1	12.6	81.1
2016	10.0	10.0	10.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	10.0	5.5	11.1	11.1	71.6
2017	15.2	46.5	48.7	9.1	3.3	2.6	0.0	0.0	2.0	0.0	2.1	9.7	48.7	139.2
2018	11.4	14.6	14.4	9.8	6.3	0.4	1.0	2.0	4.0	10.0	7.3	10.0	14.6	91.2
2019	10.2	10.0	10.1	8.9	10.0	1.0	7.1	8.2	9.4	6.5	8.5	7.8	10.2	97.7
2020	9.8	11.2	11.3	8.2	5.9	0.0	0.0	0.9	10.1	9.7	5.1	10.4	11.3	82.6
MAX	25.5	65.9	69.7	65.1	15.4	10.0	8.4	10.0	10.1	22.7	25.3	30.5	69.7	319.3
SUMA	578.3	782.0	831.3	697.8	377.5	178.5	82.9	204.0	283.3	415.6	453.1	509.8	872.6	5394.1
PROM	11.1	15.0	16.0	13.4	7.3	3.4	1.6	3.9	5.4	8.0	8.7	9.8	16.8	103.7



Anexo 5. Validez y confiabilidad de instrumentos.

Anexo 5.1. Matriz para la evaluación del especialista N° 1.

EVOLUCIÓN DEL EXPERTO				
Proyecto:	Diseño de defensa ribereña del río Lacramarca, tramo Jorge Chávez - los Pescadores, Provincia de Santa, Departamento de Ancash.	Institución:		
Línea de investigación:	Diseño de obras hidráulicas y saneamiento.			
PREGUNTAS			SI	NO
1.- ¿La creación de los instrumentos de recolección de datos son adecuadas para el proyecto de investigación?			X	
2.- ¿Los instrumentos de recolección de datos tienen relación con los objetivos de la investigación?			X	
3.- ¿La creación de los instrumentos de recolección de datos permitirá recolectar los datos esenciales para cada estudio?			X	
4.- ¿Los ítems de los instrumentos de medición se relacionan con cada uno de los elementos de los indicadores?			X	
5.- ¿Los instrumentos de medición son claros y precisos de tal manera que se logre obtener los datos requeridos?			X	
6.- ¿El diseño de los instrumentos de medición facilitarán el análisis y procesamiento de los datos?			X	
Especialista:	Ing. Herrera Viloche, Alex Arquímedes.	Firma: Alex A. Herrera Viloche INGENIERO CIVIL CIP 63256 Reg Consultor C1372E		
Identificado con C.I.P.:	63256			
Fecha:	Noviembre 2021.			



Fuente: Elaboración propia de los autores.

Anexo 5.2. Matriz para la evaluación del especialista N° 2.

EVOLUCIÓN DEL EXPERTO			
Proyecto:	Diseño de defensa ribereña del río Lacramarca, tramo Jorge Chávez - los Pescadores, Provincia de Santa, Departamento de Ancash.	Institución: 	
Línea de investigación:	Diseño de obras hidráulicas y saneamiento.		
PREGUNTAS		SI	NO
1.- ¿La creación de los instrumentos de recolección de datos son adecuadas para el proyecto de investigación?		X	
2.- ¿Los instrumentos de recolección de datos tienen relación con los objetivos de la investigación?		X	
3.- ¿La creación de los instrumentos de recolección de datos permitirá recolectar los datos esenciales para cada estudio?		X	
4.- ¿Los ítems de los instrumentos de medición se relacionan con cada uno de los elementos de los indicadores?		X	
5.- ¿Los instrumentos de medición son claros y precisos de tal manera que se logre obtener los datos requeridos?		X	
6.- ¿El diseño de los instrumentos de medición facilitarán el análisis y procesamiento de los datos?		X	
Especialista:	Ing. Hermenegildo Mantilla Santos Alejandro.	Firma:  Santos A. Hermenegildo Mantilla ING. CIVIL C.I.P. 45516	
Identificado con C.I.P.:	45516		
Fecha:	Noviembre 2021.		


Fuente: Elaboración propia de los autores.

Anexo 5.3. Matriz para la evaluación del especialista N° 3.

EVOLUCIÓN DEL EXPERTO			
Proyecto:	Diseño de defensa ribereña del río Lacramarca, tramo Jorge Chávez - los Pescadores, Provincia de Santa, Departamento de Ancash.	Institución: 	
Línea de investigación:	Diseño de obras hidráulicas y saneamiento.		
PREGUNTAS		SI	NO
1.- ¿La creación de los instrumentos de recolección de datos son adecuadas para el proyecto de investigación?		X	
2.- ¿Los instrumentos de recolección de datos tienen relación con los objetivos de la investigación?		X	
3.- ¿La creación de los instrumentos de recolección de datos permitirá recolectar los datos esenciales para cada estudio?		X	
4.- ¿Los ítems de los instrumentos de medición se relacionan con cada uno de los elementos de los indicadores?		X	
5.- ¿Los instrumentos de medición son claros y precisos de tal manera que se logre obtener los datos requeridos?		X	
6.- ¿El diseño de los instrumentos de medición facilitarán el análisis y procesamiento de los datos?		X	
Especialista:	Ing. Walter Marino, Cojal Loli.	Firma:  Walter M. Cojal Loli INGENIERO CIVIL CIP N° 25798	
Identificado con C.I.P.:	45516		
Fecha:	Noviembre 2021.		

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Anexo 5.4. Certificado de calibración de equipo topográfico.



N° 0057 - 2021

Trujillo, 27 de mayo del 2021

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CLIENTE : DONETT LAVADO CARLOS RAUL
RUC : 10195319834
EQUIPO : ESTACION TOTAL
MARCA : TOPCON
MODELO: OS-105
SERIE : 0639

La empresa GRUPO LOYALVA SAC, con RUC 20604729760, mediante su laboratorio de servicio técnico, le expide el presente certificado del equipo de topografía arriba descrito, el mismo que ha sido revisado, controlado y calibrado en todos los puntos en nuestro laboratorio.

EQUIPO DE CALIBRACIÓN UTILIZADO:

Equipo /Modelo	Origen
SET COLIMADOR NCS-1	CHINA

La verificación del alineamiento de los colimadores se realiza de forma diaria según manual de instrucción.

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN:

Por medio del cierre angular en anteojo directo e invertido con el enfoque a infinito a través del set de colimadores.


RESULTADOS FINALES:

Ángulos	Valor Obtenido I	Valor Obtenido II	Valor Resultante	Error de Medida	Incertidumbre (Precisión)
Colimación Vertical	90° 00' 00"	270° 00' 00"	360° 00' 00"	0"	5"
Colimación Horizontal	00° 00' 00"	180° 00' 00"	180° 00' 00"	0"	5"

El instrumento se encuentra 100% operativo dentro de los estándares de fabricación.

Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el equipo calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones.

Recomendaciones: Se sugiere realizar una próxima calibración como máximo cada 6 meses, y un mantenimiento del equipo cada 12 meses.

CERTIFICADO POR: Moisés Vignes R. ENCARGADO DE LABORATORIO	 MOISÉS VIGNES RAFAEL SOPORTE TÉCNICO 42738629	FECHA DE CALIBRACIÓN 27-MAYO - 2021
		FECHA DE PRÓXIMA CALIBRACIÓN 27-MAYO - 2022

(+51) 949 444 504 | (+51) 948 509 425 | ventas@grupoloyalva.com | www.grupoloyalva.com

Fuente: Grupo LOYALVA soluciones complementarias de ingeniería.

Anexo 5.5. Validez del estudio de mecánica de suelos.

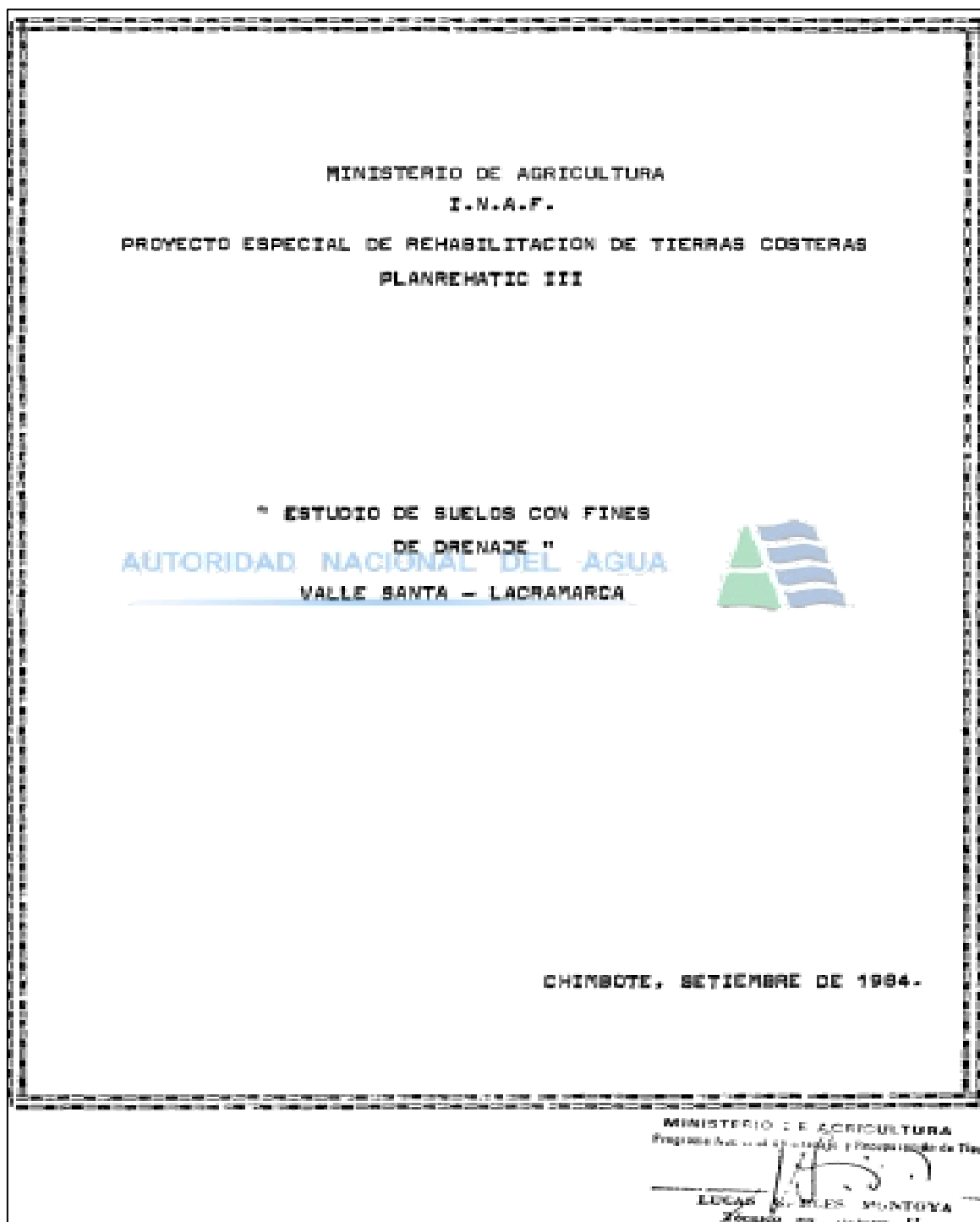
Petición a la entidad (ANA)					
 <small>Autoridad Nacional del Agua</small>		SOLICITUD DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA			
FORMULARIO		(Texto Único Ordenado de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 021-2019 -JUS)			
I. DATOS DEL SOLICITANTE:					
DANTE PAREDES GAMEZ			75769288		
DOMICILIO					
AV/CALLE/JR/PSJ. MZ.M. TL16.NUEVO JERUSALEN	CORREO DANTE.SFY@GMAIL.COM	CELULAR 923576199			
II. INFORMACIÓN SOLICITADA:					
SOLICITÓ INFORMACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS REALIZADOS EN EL RÍO LACRAMARCA. CON FINES DE USO PARA EL DESARROLLO DE PROYECTO DE INVESTIGACION (TESIS - UCV).					
III. FORMA DE ENTREGA DE LA INFORMACIÓN (marcar con una "X")					
CORREO ELECTRÓNICO	X	COPIA SIMPLE	X	CD	-

Respuesta de la entidad (ANA)	
 	 <small>Autoridad Nacional del Agua</small>
<small>"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres" "Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"</small>	
<small>CUT N°: 78707-2021-ANA</small>	
INFORME N° 0071INFORME Nro-2021-ANA-AAA.HCH/LATO	
A	: ROBERTO SUING CISNEROS DIRECTOR AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA - HUARMHEY CHICAMA
Asunto	: SOLICITO INFORMACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS REALIZADOS EN EL RÍO LACRAMARCA, CON FINES DE USO PARA EL DESARROLLO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN TESIS - UCV
Referencia	: A) Solicitud De Acceso A La Información Pública
Fecha	: Nuevo Chimbote, 26 de mayo de 2021
<p>Tengo el agrado de dirigirme a usted con relación al documento de la referencia, mediante el cual la se solicita información de estudios realizados en el río Lacramarca; al respecto, informo a su despacho lo siguiente:</p>	
I. ANTECEDENTES	
1.1. Ley N° 29338 – Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento. 1.2. DS N° 018-2017-MINAGRI – Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua.	
II. ANÁLISIS	
2.1. Revisada la base tabular y cartográfica del Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos (SNIRH) en el ámbito de la AAA Huarmey Chicama, se remite la siguiente información:	
<ul style="list-style-type: none"> • Estudio: "Suelos con fines de Drenaje del Valle Santa - Lacramarca". • Estudio: "Manto Freático del Valle Santa - Lacramarca". 	

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA).

Anexo 6. Estudio de mecánica de suelos.

Anexo 6.1. Documento (N°1): Este estudio fue adquirido del proyecto especial de rehabilitación de tierras costeras, dicho estudio fue realizado con fines de drenaje. El cual es brindado por el ANA, el informe completo se anexa con los demás archivos.



Fuente: Autoridad Nacional del Agua.

1.0. OBJETO DEL ESTUDIO :

El diagnóstico de los problemas de degradación de tierras, se efectuó en base a una serie de investigaciones de campo, cuyo análisis nos permite disponer de los suficientes elementos de juicio para proceder a plantear o formular un proyecto de rehabilitación.

El estudio de suelos con fines de drenaje forma parte de dicho diagnóstico, teniendo como objetivos principales:

- La localización y descripción de las diferentes características de las capas superiores del suelo, en las capas superiores del suelo, en las cuales se desarrollan las raíces de los cultivos.
- La caracterización del acuífero superficial
- Las características del flujo en dicho acuífero superficial
- La drenabilidad de las zonas afectadas
- El estudio de las propiedades del suelo y subsuelo que tienen relación con el proceso de afectación.

2.0. METODOLOGIA DE CAMPO :

A fin de efectuar un análisis de la información en forma más adecuada, se ha dividido el Valle en "unidades de rehabilitación", que por sus características propias pueden tener un tratamiento casi independiente unas de otras; así tenemos tres unidades de rehabilitación:

- Unidad de rehabilitación (U.R.) Santa
- Unidad de rehabilitación (U.R.) Cascajal-Tambo Real
- Unidad de rehabilitación (U.R.) Lacramarca

Estas unidades han sido consideradas por la magnitud de los problemas que presentan, en cuanto al drenaje y la salinidad de sus suelos.

2.1. Análisis Textural del Perfil del Suelo :

Para llevar a cabo el análisis textural de los suelos, previa a la labor de campo, se efectuó una distribución de los puntos de mapeo utilizando el sistema de cuadrículas en las tres unidades de rehabilitación, para lo cual se hizo uso de planos catastrales a escala 1:10,000 y fotografías aéreas a una

escala aproximada de 1:17,000.

Los puntos de mapeo tuvieron aproximadamente una equidistancia de 500 m. es decir cada punto de mapeo tenía una área de influencia de 25 Há. aproximadamente, densificándose más las perforaciones en zonas donde se consideraba necesario verificar la continuidad de los estratos.

El análisis textural se hizo "al tacto" en perforaciones de 3 m. de profundidad, agujeros hechos con el barreno tipo holandés, identificándose la profundidad y espesor de los diferentes estratos.

Conjuntamente con la textura del perfil del suelo, se registró su color y las moteaduras existentes que podrían indicar un posible efecto de "oxidación-reducción". Así mismo se ha registrado las condiciones del terreno en el momento del mapeo.

2.2. Perforaciones Profundas.-

Con el propósito de poder sondear el perfil del suelo a profundidades mayores de 3 m. y poder localizar las posibles capas conductoras o restrictivas del flujo subterráneo se utilizó un equipo especial de perforación operado manualmente consistente en elementos tubulares de plástico resistente de 1.5 m. de longitud los cuales se unían unos a otros mediante roscado conforme descendían en el perfil al extraerse desde su interior la mezcla agua-suelo con un extractor o "bailer". Con este equipo se llegó hasta la profundidad de 7 m.

El número de perforaciones efectuadas fueron:

U.R. Santa	: 05 perforaciones
U.R. Cascajal-Tambo Real	: 20 perforaciones
U.R. Lacramarca	: 10 perforaciones

La ubicación de los puntos de perforación se determinó teniendo en cuenta el análisis textural efectuado hasta la profundidad de 3 m. Teniendo en consideración que los suelos son generalmente de textura gruesa, las perforaciones profundas se densifican en los lugares donde era necesario la delimitación de estratos de suelo de textura fina y que podrán tener características restrictivas del flujo subterráneo (capas o lentes im

permeables desde el punto de vista del drenaje).

2.3. Conductividad Hidráulica.-

2.3.1. Método Utilizado

Las mediciones de la conductividad hidráulica de los suelos se hicieron usando el método del Agujero de Barrena (Auger Hole). En cada punto elegido se hicieron tres repeticiones con la finalidad de evitar posibles errores de lectura u operación del equipo.

2.3.2. Densidad de las Pruebas

En total se efectuaron 47 pruebas de conductividad hidráulica, distribuidas de la siguiente manera:

U.R. Santa	: 16 pruebas
U.R. Cascajal-Tambo Real	: 20 pruebas
U.R. Lacramarca	: 11 pruebas

La distribución o selección del lugar de la prueba se hizo teniendo en cuenta el estudio textural de los suelos.

2.4. Pruebas de Infiltración.-

2.4.1. Método Utilizado

El método utilizado ha sido el del "Cilindro Infiltrómetro".

El procedimiento de campo para realizar la prueba fue el siguiente:

- Elección en el campo del punto representativo del área seleccionada en el plano de la Unidad, para lo cual se tenía en cuenta la cobertura vegetal, textura del suelo, grado de humedad superficial, relieve del terreno, etc.
- Instalación de un equipo de cilindros infiltrómetros en batería en número de dos.
- Cada equipo de cilindros era operado por dos hombres, - es decir un operador y un ayudante.

Para iniciar la prueba se cubría el fondo del cilindro interior con una membrana impermeable que evitaba se erosionase el suelo cuando se procedía a aplicar el agua.



El nivel que alcanzó el agua en ambos cilindros fué la que se espera tendrá la lámina de riego y fue de 15 cm. Las lecturas tomadas normalmente fueron cada 1 minuto, luego cada 2,4,5,10,15 y finalmente 30 minutos, hasta llegar a un tiempo total de 2 horas de medición.

2.4.2. Densidad de las Pruebas.

Se han efectuado un total de 16 pruebas de infiltración, con una repetición en cada punto, en un lugar adyacente a la primera prueba. La ubicación del lugar de la prueba se hizo teniendo en cuenta la clasificación textural de los suelos.

El número de pruebas por unidad son:

U.R. Santa	: 6 pruebas
U.R. Cascajal-Tambo Real	: 6 pruebas
U.R. Lacramarca	: 4 pruebas

2.5. Salinidad del Suelo.-

Teniendo en consideración la zonificación preliminar por apreciación de sales superficiales en el suelo como de plantas indicadores de salinidad (plantas halofíticas) y por el grado de afectación de los cultivos, se han efectuado muestreos de suelos en la capa superficial (primeros 30 cm. del perfil del suelo) - para determinar en el laboratorio la conductividad eléctrica en el extracto de saturación de la muestra.

Los muestreos se efectuaron con una densidad de una muestra por cada 25 Ha. Posteriormente se complementó la información con muestreos adicionales para los ajustes pertinentes.

3.0. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION :

3.1. Clasificación Textural del Suelo y Sub-suelo.-

Para el efecto del estudio los suelos se han clasificado en 2 profundidades: de 0.00 - 1.50 m. llamado "Suelo", donde interesa la retentividad y velocidad de infiltración y de 1.50 -3.00 m. llamado "Sub-suelo", capa importante para la conductividad hidráulica.

Los suelos se han clasificado, según la textura dominante en el perfil y su agrupación está de acuerdo al siguiente criterio:

- T₁ : Textura gruesa: arena, arena franca y franco arenoso
- T₂ : Textura media : franco, franco limoso y limoso
- T₃ : Textura fina : franco arcilloso, franco arcillo arenoso, franco arcillo limoso, arcillo arenoso, arcillo limoso, arcilloso.
- T₄ : Pedregoso, gravilla.

En los planos N° 1 y 2, se muestra la zonificación de suelo y subsuelo respectivamente. Según estos planos se puede decir que en el valle predominan los suelos ligeros, salvo algunas zonas localizadas en la parte baja de la Unidad de Rehabilitación Santa, donde es predominante la textura pesada y en menor grado la textura media.

Los perfiles de suelos características del valle se muestran en el anexo y su distribución areal en el Cuadro N° 1.

En base a las perforaciones profundas y al estudio del suelo y subsuelo se han confeccionado perfiles y secciones longitudinales y transversales en las diversas unidades de rehabilitación del valle, (ver plano N° 4 , y Anexo).

En la Unidad de Rehabilitación Santa, se ha confeccionado tres perfiles o secciones en las que se indica las estratificaciones del suelo y subsuelo. Dos de ellas han sido trazadas en forma transversal y el otro en forma longitudinal al valle.

La sección A-A', ubicada en la parte baja de la unidad, nos muestra que a una profundidad promedio de 2.50 m. se encuentra una capa de textura pesada con una potencia aproximada de 1.0m. que se puede considerar como una capa restrictiva para el flujo vertical y en general del drenaje natural del área. También se observa la presencia de cantos rodados que se hacen sub-superficiales conforme se acerca al río.

La sección B-B', transversal al valle y a la altura de San Dionicio muestra una considerable estratificación en los primeros dos metros de profundidad, la cual disminuye conforme se acerca

al río. En este nivel ya se observa la presencia de cantos rodados más superficiales.

La sección C-C', longitudinal ó paralelo al río, muestra que - conforme se continúa agua arriba del río, la estratificación es menor predominando la textura ligera, a la vez la presencia de cantos rodados se mantiene uniformemente a una profundidad promedio de 2.50 m.

En la Unidad de Rehabilitación Cascajal-Tambo Real, se ha confeccionado la sección D-D', que atravieza una zona depresionada y empantanada en donde se puede observar la predominancia de - suelos ligeros con capas lenticulares pesadas cerca a la superficie.

En las cercanías de la localidad de Tambo Real ya se aprecia - una capa pesada a profundidades variables de 3 a 5 m. que por - sus características pueden considerarse como impermeables.

En la zona de Cascajal, predomina los suelos de textura ligera, tanto transversalmente como longitudinalmente. A una profundidad promedio de 2 m. se observa la presencia de cantos rodados (ver secciones E-E' y F-F').

En la Unidad de Rehabilitación Lacramarca, se han trazado dos - secciones: longitudinal y transversal.

En la sección longitudinal G-G', se muestra la predominancia de suelos de textura ligera con algunos lentes pesados en la parte superficial del perfil.

El perfil transversal H-H', ubicado a la altura del Km. 7 (antigua línea del FF.CC.) muestra también la predominancia de los - suelos de textura ligera y la presencia de una capa de textura fina a una profundidad promedio de 2 m.

3.2. Evaluación de las Pruebas de Conductividad Hidráulica.-

En los Cuadros N° 2 y 5, se observan las variaciones de la conductividad hidráulica para las diferentes Unidades de Rehabilitación en el valle. El valor considerado corresponde al promedio - de las diversas pruebas efectuadas en el mismo punto.

La ubicación de las diferentes pruebas realizadas se indican en el plano N° 4.

La clasificación de los valores de la conductividad hidráulica, se ha considerado de acuerdo a los siguientes rangos de variaciones:

Rango	Conductividad Hidráulica (m/día)
1. Muy lenta	< 0.03
2. Lenta	0.03 - 0.12
3. Moderadamente lenta	0.12 - 0.50
4. Moderada	0.50 - 1.50
5. Moderadamente rápida	1.50 - 3.00
6. Rápida	3.00 - 4.50
7. Muy rápida	> 4.50

En la Unidad Santa, en la parte baja comprendida entre el pueblo de Santa y el mar, los valores de K son menores de 1.5 m/día, mientras que entre los pueblos de Santa y Coishco, los valores son mayores de 3.70 m/día. Esto se ajusta a las características texturales del suelo y subsuelo; en ambos casos predomina los grupos texturales T₃ y T₁ respectivamente. El resto de la unidad, tiene valores mayores de 2 m/día correspondiendo a los grupos texturales T₁ y T₂.

En las Unidades: Cascajal-Tambo Real y Lacramarca, los valores de K, se ajustan a las características del suelo y subsuelo, donde predomina el grupo textural T₁.

3.3. Evaluación de las Pruebas de Infiltración.-

En el cuadro N° 4, se indican las ecuaciones respectivas para las diferentes pruebas realizadas. Así mismo en el anexo 3, se presentan los gráficos para la infiltración acumulada, velocidad instantánea y la velocidad acumulada.

La clasificación de los valores de velocidad de infiltración, se ha considerado de acuerdo al siguiente rango de valores:

Rango	Velocidad de Infiltración cm/Hr.
1. Lenta	< 0.50
2. Moderadamente lenta	0.50 - 2.00
3. Moderada	2.10 - 6.00
4. Moderadamente rápida	6.10 - 13.00
5. Rápida	13.00 - 25.00
6. Muy rápida	> 25.00

Los diversos factores que influyen en la infiltración del agua en el suelo, se ven reflejados en los resultados obtenidos. Así en las Unidades de Cascajal-Tambo Real y Lacramarca los resultados de las repeticiones efectuadas en lugares adyacentes a las pruebas (distancias menores de 5 m.) no son los mismos y en algunos casos existe una marcada diferencia entre ellas, por lo que se optó por seleccionar la prueba cuyo valor de infiltración básica se ajusta más a la textura del suelo del lugar donde se efectuó dicha prueba.

En la Unidad de Santa, los resultados no fueron muy variables ajustándose los resultados a las condiciones del suelo existente.

La ubicación de las diferentes pruebas realizadas se indica en el plano N° 4.

Con las ecuaciones de infiltración, se determinó el tiempo que necesitará una lámina de 0.15 m. de agua para infiltrarse y los resultados se pueden observar en el Cuadro N° 5.

3.4. Salinidad del Suelo.-

La salinidad del suelo superficial, corresponde a la conductividad eléctrica de su estrato de saturación.

Los suelos se clasificaron de acuerdo a rangos de afectación, según la escala siguiente:

- S₀ : Suelo Normal : C.E. menor de 4 mmhos/cm.
S₁ : Suelo ligeramente salino: C.E. de 4 a 8 mmhos/cm.
S₂ : Suelo moderadamente salino: C.E. de 8 a 15 mmhos/cm.
S₃ : Suelo fuertemente salino : C.E. mayor que 15 mmhos/cm

En el plano N° 3, se aprecia que la afectación por salinidad corresponde básicamente a la Unidad de Rehabilitación Lacramarca, mientras que en las otras unidades el problema es en menor grado, salvo en algunas zonas localizadas como en la parte baja de la Unidad de Santa, así también en algunas áreas de otras unidades.

En el Cuadro N° 6, se indica la distribución areal de los grados de afectación por salinidad superficial en las diferentes Unidades de Rehabilitación.

4.0. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES :

- Se han encontrado capas restrictivas al flujo de agua en las partes bajas de las Unidades de Rehabilitación de Santa y Lacramarca y la parte depresionada de Tambo Real.
- Para poder delimitar con más detalle el acuífero superficial, será necesario densificar las perforaciones profundas, sobre todo en aquellos lugares donde se ha detectado la presencia de capas impermeables, además para ubicar su ubicación y características, y conocer la influencia del agua de percolación profunda de las zonas más altas.
- El área de estudio presenta por lo general una textura ligera, tanto en el suelo, como el subsuelo, a excepción de zonas localizadas como la parte media y baja de la Unidad de Santa.
- Los valores de conductividad hidráulica, considerados en promedio en la clasificación como "rápida", determina buenas condiciones para el drenaje, a excepción de la Unidad de Santa, la cual presenta valores moderados y moderadamente rápida.

Estos resultados, se ajustan a las características del suelo y subsuelo.

- Se considera necesario densificar el número de pruebas de conducti

vidad hidráulica para estudios posteriores, así mismo, en los lugares donde se encuentra una marcada estratificación, determinar la C.H. de los estratos más profundos.

- Los resultados obtenidos en las pruebas de infiltración, debido a que los suelos son de origen aluvial y muy estratificados.
- Los valores de infiltración obtenidos en todo el valle, se distribuye de la siguiente manera: el 53% de las pruebas de infiltración necesitan menos de 10 horas para que se infiltre una lámina de agua de 15 cm. y el 47% entre 10 y 50 horas para que se infiltre la misma lámina de agua. (ver cuadro N° 5).
- En general los resultados obtenidos de las pruebas de infiltración se ajustan a las características texturales de los suelos. En los casos de gran variación de resultados se seleccionó el más representativo, de acuerdo al estudio de suelos.
- El área de estudio comprende una extensión de 7,835 Has. de las cuales 6,097 Has., se encuentran afectadas de sales en diversos grados representando el 78% del total.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



A N E X O S
= = = = =

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

A. Cuadros

B. Perfiles y Gráficos

C. Planos.



SUELOS

UNIDADES CLASIFIC. TEXTURAL	SANTA		CASCAJAL-TAMBO REAL		LACRAMARCA		TOTAL	
	Hás.	%	Hás.	%	Hás.	%	Hás.	%
T1	1,355	47.21	2,752	97.07	1,983	93.10	6,090	77.73
T2	728	25.37	66	2.33	86	4.04	880	11.23
T3	768	26.76	17	0.60	0	0.00	785	10.02
T4	19	0.66	0	0.00	61	2.86	80	1.02
TOTAL	2,870	100.00	2,835	100.00	2,130	100.00	7,835	100.00

SUB-SUELOS

T1	1,140	39.72	2,129	75.10	1,902	89.30	5,171	66.00
T2	190	6.62	35	1.23	20	0.94	245	3.12
T3	485	16.90	46	1.62	0	0.00	531	6.78
T4	1,055	36.76	625	22.05	208	9.76	1,888	24.10
TOTAL	2,870	100.00	2,835	100.00	2,130	100.00	7,835	100.00

Cuadro N° 2 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA

UNIDAD DE REHABILITACION	N° DE PRUEBA	PROFUNDIDAD (m)		K m/día	TEXTURA	RANGO
		NAPA FREATICA	AGUJERO			
LACRAMARCA	K ₃₇	1.10	1.60	3.60	T ₁	Rápida
	K ₃₈	1.40	2.20	1.80	T ₁	Moderadamente rápida
	K ₃₉	1.35	1.80	5.50	T ₁	Rápida
	K ₄₀	0.70	1.40	8.00	T ₁	Muy rápida
	K ₄₁	1.25	2.00	4.30	T ₁	Rápida
	K ₄₂	0.60	1.30	2.00	T ₁	Moderadamente rápida
	K ₄₃	1.30	1.90	1.80	T ₂ /T ₁	Moderadamente rápida
	K ₄₄	0.80	1.30	9.40	T ₁	Muy rápida
	K ₄₅	1.25	2.00	2.50	T ₁	Moderadamente rápida
	K ₄₆	0.30	1.40	4.40	T ₁	Rápida
	K ₄₇	0.80	1.20	1.80	T ₁	Moderadamente rápida

Cuadro Nº 6

SALINIDAD DEL SUELO SUPERFICIAL (mmhos/cm)

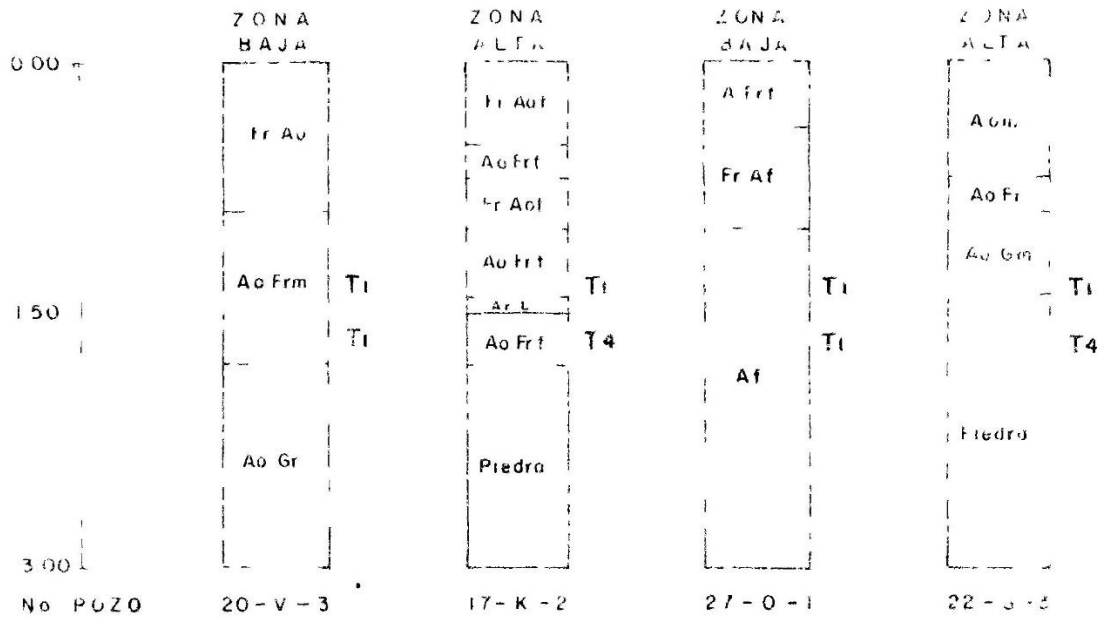
VALLE : SANTA-LACRAMARCA

UNIDADES CLASIFICACION	S A N T A		TAMBO-REAL CASCAJAL		LACRAMARCA		T O T A L	
	Hás.	%	Hás.	%	Hás.	%	Hás.	%
S ₀	795	27.70	637	22.47	306	14.36	1738	22.18
S ₁	1530	53.31	1376	48.54	532	24.98	3438	43.88
S ₂	285	9.93	397	14.00	816	38.31	1498	19.12
S ₃	260	9.06	425	14.99	476	22.35	1161	14.82
T O T A L	2870	100.00	2835	100.00	2130	100.00	7835	100.00

PERFILES TIPICOS

U R SANTA

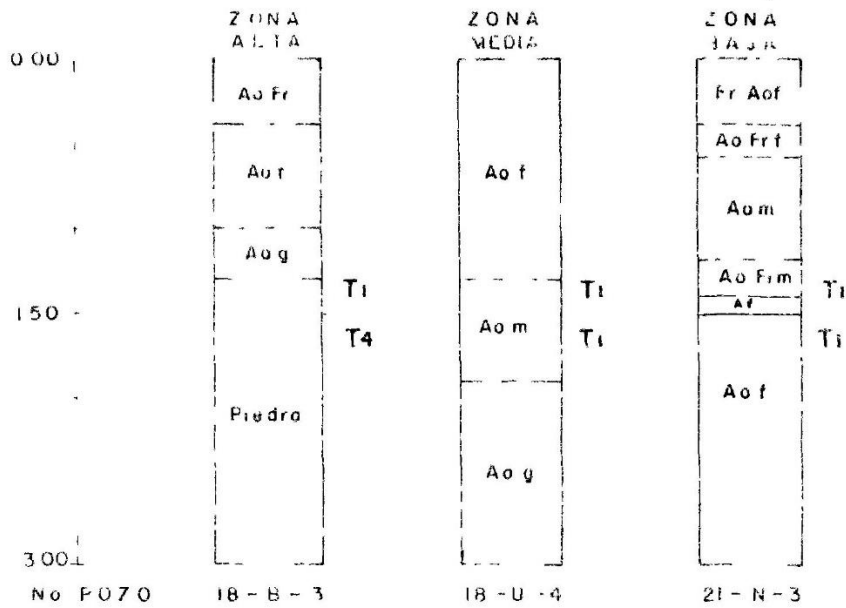
U R LACRAMARCA



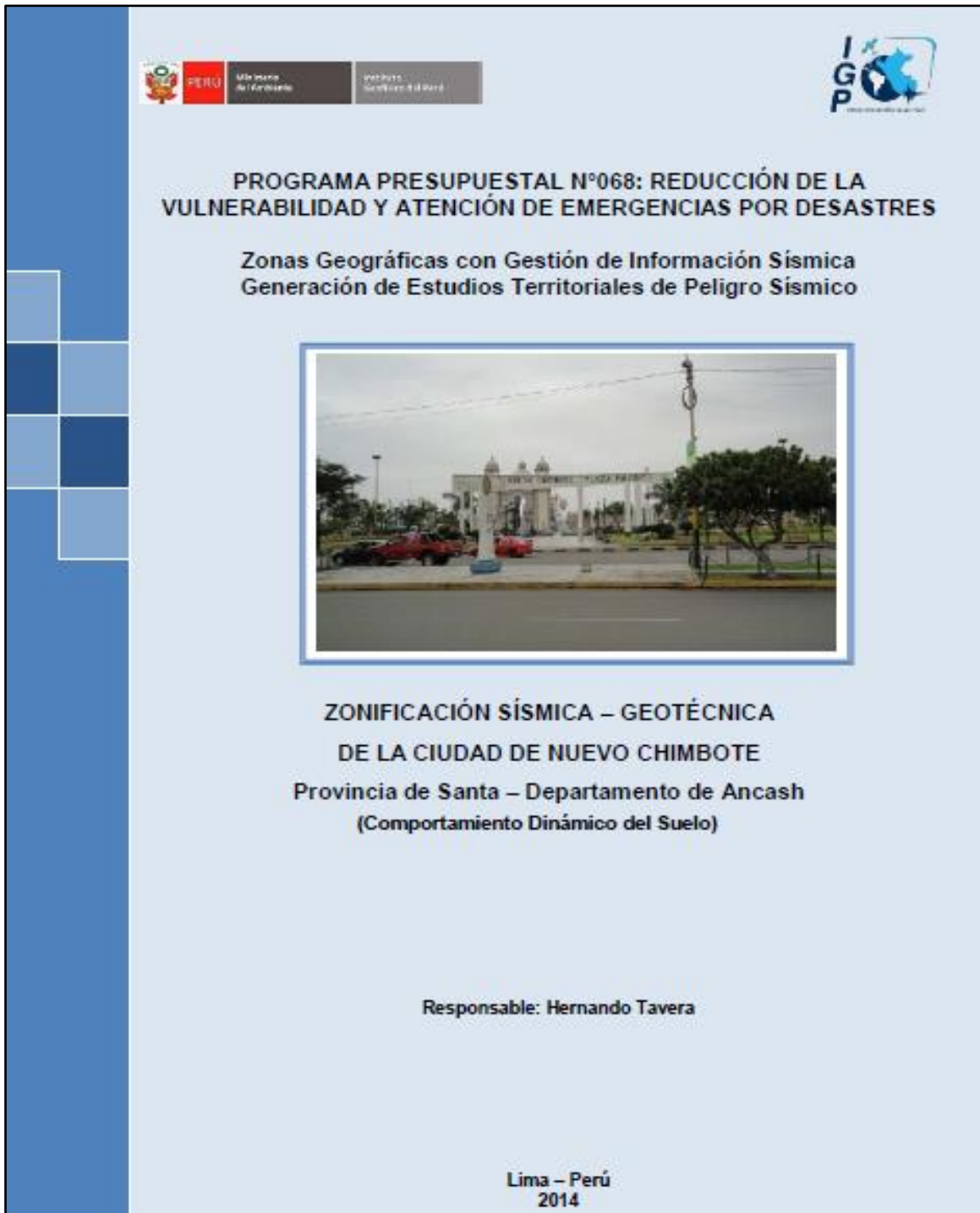
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



U R CASCAJAL - TAMBO REAL



Anexo 6.2. Documento (N°2): Este estudio fue adquirido del proyecto “Zonas geográficas con gestión de información sísmica”, el mismo que tuvo como una de sus actividades la “Generación de estudios territoriales de peligro sísmico”, El estudio permite conocer el comportamiento dinámico del suelo. Dicho informe se anexa.



The image shows the cover of a technical report. At the top left, there are logos for the Government of Peru (PERU) and the Ministry of Transport (Ministerio de Transportes). At the top right is the logo for IGP (Instituto Geológico y Minero del Perú). The main title is 'PROGRAMA PRESUPUESTAL N°068: REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS POR DESASTRES'. Below this is the subtitle 'Zonas Geográficas con Gestión de Información Sísmica' and 'Generación de Estudios Territoriales de Peligro Sísmico'. In the center is a photograph of a large, white, classical-style building with a central archway, likely a government or institutional building in Nuevo Chimbote. Below the photo, the main title of the report is 'ZONIFICACIÓN SÍSMICA – GEOTÉCNICA DE LA CIUDAD DE NUEVO CHIMBOTE', followed by 'Provincia de Santa – Departamento de Ancash' and '(Comportamiento Dinámico del Suelo)'. At the bottom, it says 'Responsable: Hernando Tavera' and 'Lima – Perú 2014'.

PERU Ministerio de Transportes Instituto Geológico y Minero del Perú

IGP

PROGRAMA PRESUPUESTAL N°068: REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS POR DESASTRES

Zonas Geográficas con Gestión de Información Sísmica
Generación de Estudios Territoriales de Peligro Sísmico



ZONIFICACIÓN SÍSMICA – GEOTÉCNICA
DE LA CIUDAD DE NUEVO CHIMBOTE
Provincia de Santa – Departamento de Ancash
(Comportamiento Dinámico del Suelo)

Responsable: Hernando Tavera

Lima – Perú
2014

10.- GEOTÉCNIA

Los estudios geotécnicos tienen por finalidad analizar y cuantificar las características físicas de los suelos, siendo su comportamiento relevante al momento de utilizarlo como elemento de medida para el soporte de una estructura determinada (cimentaciones). Para el estudio de los suelos en la ciudad de Nuevo Chimbote se construyeron 10 calicatas (Tabla 4 y Figura 59), siendo la profundidad máxima de observación de 3 metros y la mínima de 1.3 metros. A fin de completar la información geotécnica, se procedió a realizar 8 muestreos adicionales de suelo utilizando una posteadora manual (Figura 59), siendo en este caso, la máxima profundidad de observación de 2.5 metros y la mínima de 1.3 metros. Para ambos casos, el análisis en laboratorio permitió clasificar a los suelos utilizando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). El total de la información geotécnica se presenta en el Anexo 3.

Tabla 4: Coordenadas UTM para la identificación de las calicatas

CALICATA	PROF. (m)	COORDENA DA ESTE (m)	COORDENA DA NORTE (m)	NIVEL FREATICO (m)
NCH_01	1.6	769514	8990832	1.50 m
NCH_02	2.6	770656	8991626	NO PRESENTA
NCH_03	2.2	771034	8992951	NO PRESENTA
NCH_04	2.5	770880	8989770	NO PRESENTA
NCH_05	2.8	771350	8990958	NO PRESENTA
NCH_06	2.5	772193	8989949	NO PRESENTA
NCH_07	2.5	773512	8991537	NO PRESENTA
NCH_08	2.5	772968	8989612	NO PRESENTA
NCH_09	2	773472	8988673	NO PRESENTA
NCH_10	2.6	775201	8989923	NO PRESENTA

Zonificación Sísmica – Geotécnica de la Ciudad de Nuevo Chimbote (Comportamiento Dinámico del Suelo)

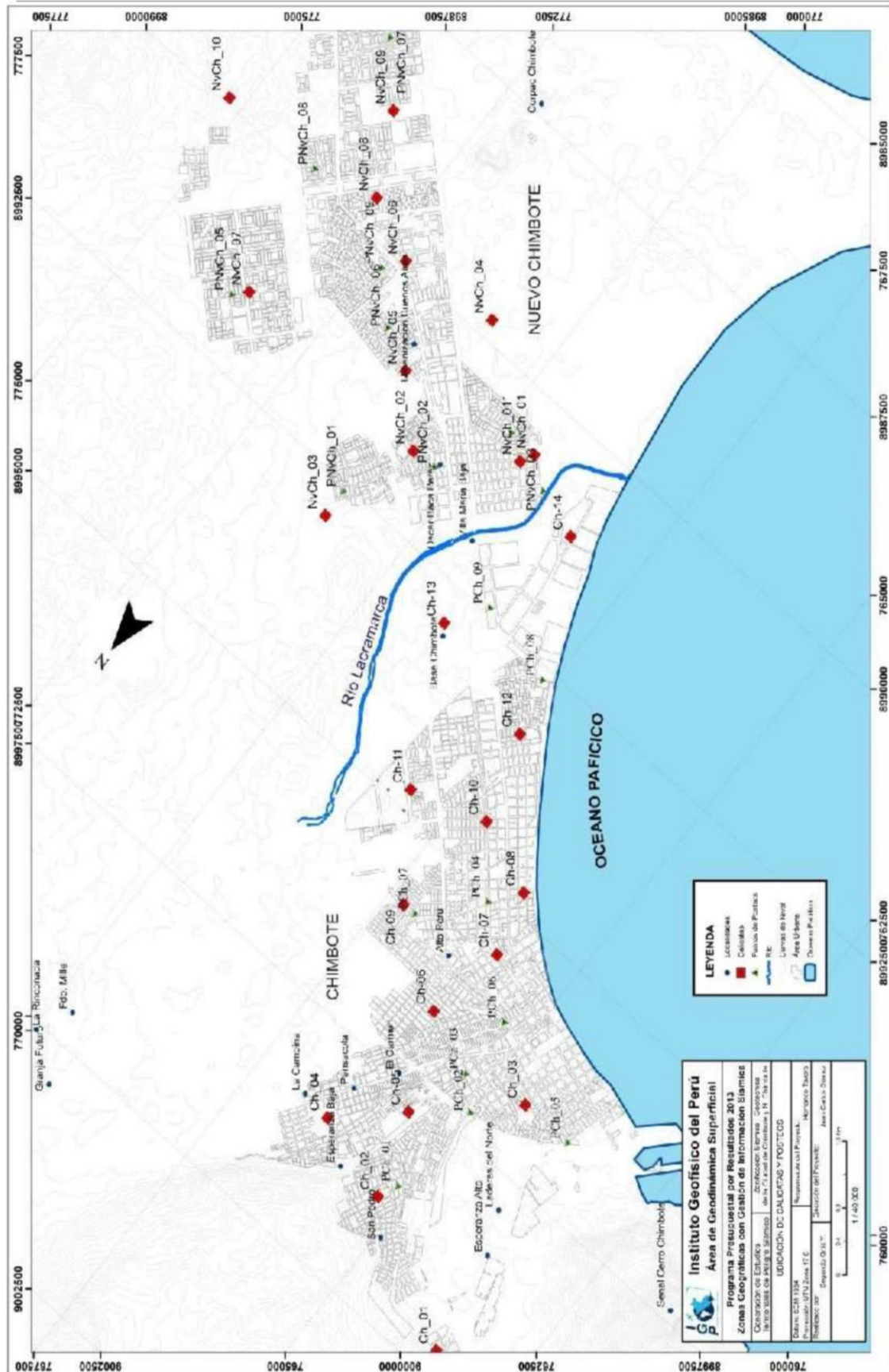


Figura 59: Mapa de ubicación de calicatas y puntos de posteo de suelos en las ciudades de Chimbote y Nuevo Chimbote.

10.1.- Clasificación de Suelos SUCS

En base a la información geotécnica recopilada de las calicatas, posteos y la publicada por INADUR (2000), se realiza la clasificación de suelos SUCS para la ciudad de Chimbote. Se ha identificado la existencia de 3 tipos de suelos cuyas características se describen a continuación (Tabla 5, Figura 60):

*.- **Suelos tipo SP:** Las ciudades de Chimbote y Nuevo Chimbote se encuentran asentadas sobre arenas pobremente gradadas, arenas y gravas con pocos finos, y de color que va de beige a marrón. El contenido de humedad varía desde 0.39% en el extremo norte de Chimbote a 22.91% en el extremo sur cerca a los pantanos, por ello el alto porcentaje de humedad. No presenta plasticidad, ni límite líquido.*

En la ciudad de Nuevo Chimbote el porcentaje de humedad se encuentra en el rango de 0.33 a 3.63 %, y en este caso, las arenas secas no presentan plasticidad ni límite líquido.

*.- **Suelos tipo SM:** Lo conforman arenas limosas, mezcla de arenas y limos mal gradados de color marrón. En el extremo Noreste de Chimbote se encuentra en el AAHH. La Campiña y Esperanza Baja, con contenido de humedad de 9.94%. En la zona centro se encuentra, en los AAHH Pueblo Libre y Mirador Alto, con contenido de humedad de 20.37% (calicata 07) debido a que la napa freática es superficial. En el extremo sur, en el área denominada la base Chimbote, los suelos presentan un contenido de humedad de 19.72%, esto es alto por encontrarse a pocos metros de la zona pantanosa. No presenta límite plástico ni límite líquido.*

*.- **Suelos tipo SP-SM:** Lo conforman arenas pobremente gradadas con arenas limosas. Se encuentran en el extremo Este de la ciudad de Chimbote, abarca Av. Precursores, AH Alto Perú y parte del AH 10 de Setiembre. El contenido de humedad es de 19.20% y no presenta plasticidad ni límite líquido.*

Tabla 5: Clasificación SUCS de suelos en la ciudad de Nuevo Chimbote

Calicata	Profundidad (m)	Uniformidad	Curvatura	Límite Plástico (%)	Límite Líquido (%)	Contenido de Humedad (%)	Grava(>4.76 mm)	Arena (>0.74mm<4.76mm)	Finos (<0.074)	SUCS	DENOMINACIÓN
Nvch_01	1.60	4.47	0.55	NT	NP	0.40	5	94	1	SP	Arena pobr. gradada
Nvch_02	2.60	2.02	0.78	NT	NP	3.63	0	99	1	SP	Arena pobr. gradada
Nvch_03	2.20	1.9	0.82	NT	NP	3.07	0	99	1	SP	Arena pobr. gradada
Nvch_04	2.50	4.09	0.44	NT	NP	0.40	6	94	1	SP	Arena pobr. gradada
Nvch_05	2.80	1.82	0.87	NT	NP	2.81	0	98	2	SP	Arena pobr. gradada
Nvch_06	2.50	1.5	0.96	NT	NP	0.35	0	99	1	SP	Arena pobr. gradada
Nvch_07	2.50	1.35	0.96	NT	NP	0.50	2	96	1	SP	Arena pobr. gradada
Nvch_08	2.50	2.84	0.63	NT	NP	2.06	0	99	1	SP	Arena pobr. gradada
Nvch_09	2.00	2.05	0.82	NT	NP	0.33	0	97	3	SP	Arena pobr. gradada
Nvch_10	2.60	4.02	0.48	NT	NP	0.40	6	93	1	SP	Arena pobr. gradada

10.2.- Capacidad Portante

La capacidad del terreno para soportar cargas aplicadas sobre él es denominada como capacidad portante. Este parámetro ha sido determinado para los suelos de Chimbote a partir de ensayos de corte directo al material muestreado en 14 calicatas elaboradas en la ciudad. Los valores obtenidos en laboratorio corresponden a una profundidad y ancho mínimo de cimentación de 1.20 y 1.0 metros (Tabla 6). Los resultados obtenidos para Chimbote han permitido clasificar a los suelos en tres rangos que definen su capacidad portante en baja, media y alta, con las siguientes características (Figura 61):

Tabla 6: Valores de capacidad portante en calicatas elaboradas en la ciudad de Nuevo Chimbote

CALICATA S	Angulo de Fricción interna del Suelo (°)	Cohesión Aparente del Suelo (Tn/m ²)	Densidad seca Promedio (gr/cm ³) (< N° 4)	Humedad Natural (%)	Capacidad Carga Admisible (Kg/cm ²)
Nvch_01	29	0.3	1.65	0.4	1.67
Nvch_02	27.5	0	1.6	3.63	1.35
Nvch_03	30.96	0.1	1.6	3.07	2.09
Nvch_04	33.6	0.1	1.7	0.4	3.17
Nvch_05	29.05	0.2	1.65	2.81	1.69
Nvch_06	28.17	0	1.55	0.35	1.42
Nvch_07	30.1	0.2	1.55	0.5	1.81
Nvch_08	29.7	0.1	1.7	2.06	1.56
Nvch_09	29.05	0.2	1.7	0.33	1.74
Nvch_10	29.05	0.3	1.6	0.4	1.63

.- Capacidad portante baja (1-2 kg/Cm²) Considera a suelos medianamente compactos y recomendables para la cimentación de viviendas de hasta dos pisos. Estos suelos están presentes en toda la zona urbana de Chimbote. En el extremo norte considera a los AAHH San Pedro, Esperanza Baja, Esperanza Alta, La Unión, Cesar Vallejo, casco urbano y La campiña. Asimismo, los AHH Miramar, Miramar bajo, Ciudad de Dios, Florida baja, Tres Estrellas, La Florida y P.J. Pueblo Libre, En el extremo sur, abarca a los AAHH Señor de los Milagros, La Libertad, San Juan y Villa España.

En la ciudad de Nuevo Chimbote, los suelos presentan este rango de capacidad portante en un 80% de su superficie.

.- *Capacidad portante media (2-3 kg/)*: Considera a suelos moderadamente compactos y recomendables para la cimentación de viviendas de hasta tres pisos con condiciones técnicas específicas. Estos suelos están presentes en los AAHH 16 de Diciembre, San Isidro, 10 de Setiembre y Alto Perú, además de la Urb. El Carmen y el P.J. Dos de Mayo.

En Nuevo Chimbote, suelos con esta capacidad portante se encuentran en los AAHH Laderas de PPAO y 14 de Febrero.

.- *Capacidad portante alta (>3 kg/c)*: Corresponde a suelos compactos y recomendables para la cimentación de viviendas con más de tres pisos. Estos suelos están presentes en Paseo del Mar a espaldas de la Urb. Los Domos.

10.3.- Nivel Freático Superficial

Otro objetivo del estudio geotécnico, es determinar el nivel freático superficial presente en Chimbote. Para su determinación se ha tomado información de las calicatas y posteos elaborados en la ciudad los resultados se presentan en la Figura 62 y Tabla 7. En Chimbote, la profundidad promedio del nivel freático es de 1.67 m. El nivel freático más profundo se encuentra a 2.35 m en el parque y AAHH Dos de Mayo; mientras que, el más superficial se encuentra a 1.10 m en el parque La Balanza, Urb. Enrique Palacios. En Nuevo Chimbote no existe nivel frático.

Tabla 7: Registro del nivel freático superficial para las ciudades de Chimbote (Ch_*, PostCh_*) y Nuevo Chimbote (Nch_*, PostNch_*)

Punto	Norte	Este	Cota	SUCS	Nivel Freático (m)
Ch_03	8996688	764511	15	SP	1.1
CH_06	8996591	766142	14	SP	2.35
Ch_08	8994757	766158	20	SP	2
Ch_09	8995870	767263	30	SP-SM	1.45
Ch_10	8994414	767075	26	SP	1.4
Ch_12	8993334	767418	15	SP	2
Ch_13	8992946	769026	22	SP	1.5
Ch_14	8991098	768434	17	SP	1.35
Nch_15	8990832	769514	17	SP	1.65
PostCh_04	8995154	766443	29	SP	2
PostCh_06	8996121	765356	15	SP	1.9
PostCh_07	8995871	767075	26	SP	1.6
PostCh_08	8992655	767609	28	SP	1.45
PostCh_09	8992440	768685	21	SP	1.65
PostNch_02	8991611	770318	22	SP	1.6

Anexo 7. Panel fotográfico.

I.- NOMBRE DEL PROYECTO DE TESIS:

“Diseño de defensa ribereña del río Lacramarca, tramo Jorge Chávez - los Pescadores, Provincia de Santa, Departamento de Ancash”

II.- UBICACIÓN:

Departamento:	Ancash	Provincia:	Santa	Distrito:	Chimbote
----------------------	--------	-------------------	-------	------------------	----------

Lugar de estudio: Río Lacramarca, tramo Jorge Chávez - los Pescadores

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



DESCRIPCIÓN

Evidencia del levantamiento topográfico de la zona de estudio, se evidencia a los autores y el equipo topográfico el cual fue una estación total, un GPS móvil, un trípode y dos prismas, así como también una calculadora y una wincha.

FOTOGRAFÍAS DE TRABAJO EN CAMPO

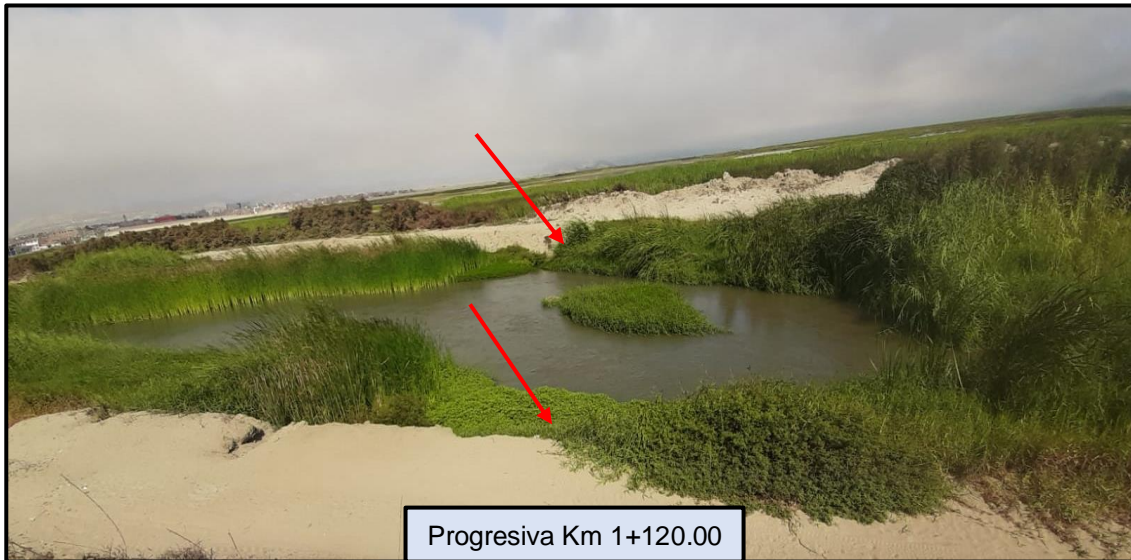


DESCRIPCIÓN

Anexo 7.1. Evidencia del levantamiento topográfico. Lo primero que se hizo es tomar coordenadas en el punto de inicio y el punto final, seguidamente se ubica puntos más altos para estacionar la estación total, de tal manera que se tenga una mayor visualización y así obtener más puntos, con el fin de tener un mejor detalle de la superficie.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

PUNTOS CRITICOS DENTRO DEL TRAMO DE ESTUDIO



PUNTOS CRITICOS DENTRO DEL TRAMO DE ESTUDIO

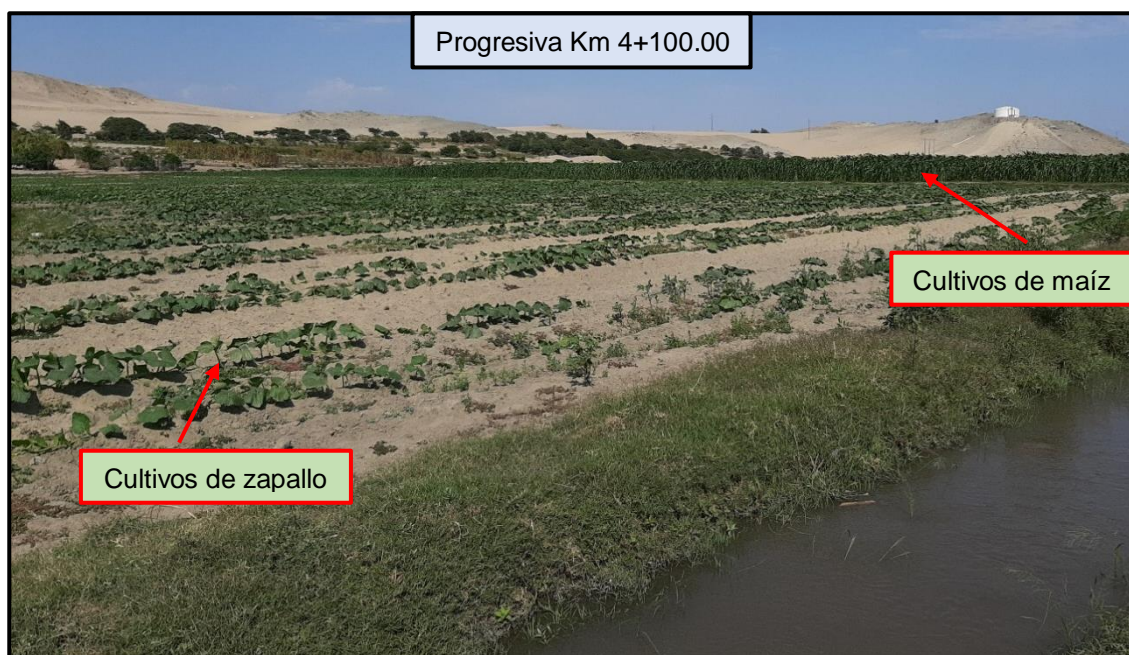
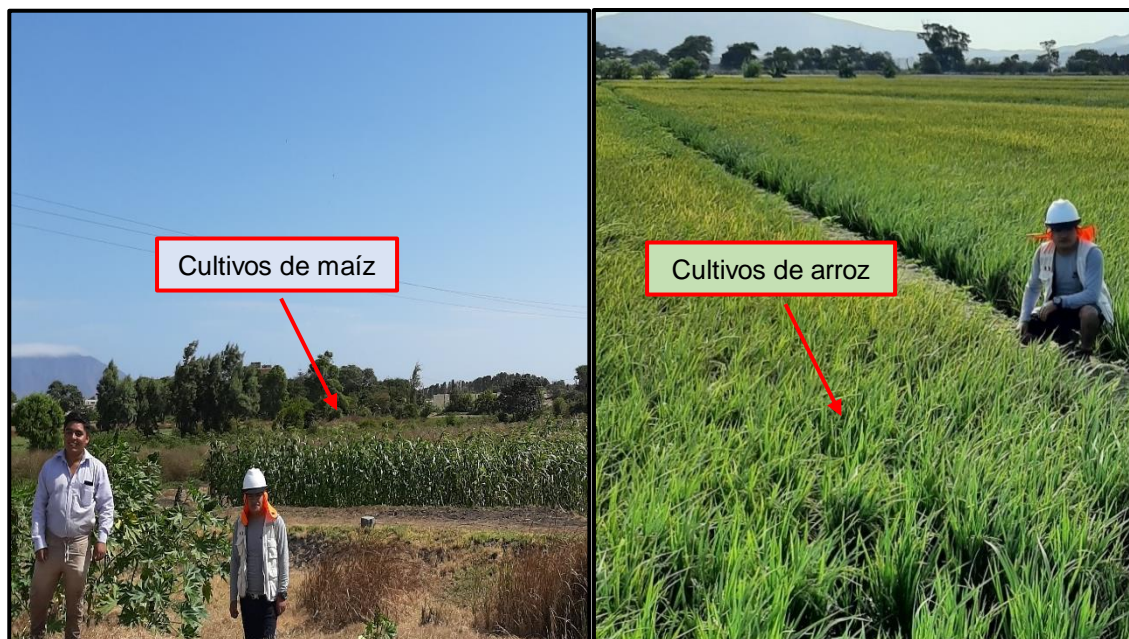


DESCRIPCIÓN

Anexo 7.2. Evidencia que existe gran cantidad de puntos críticos. Donde se puede generar desbordamientos para evitar esto, se plantea como una alternativa de solución el diseño de una defensa ribereña, el cual viene a ser el diseño de un muro de gavión.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

ÁREAS DE CULTIVO QUE PUEDEN SER AFECTADAS



DESCRIPCIÓN

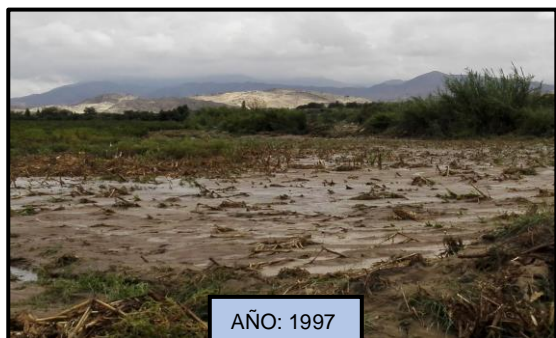
Anexo 7.3. Evidencia que existe áreas de cultivo aledañas al río Lacramarca. Los cuales están expuestos a posibles desbordamientos en épocas de caudales máximos. Cabe mencionar que la actividad agrícola existe y ha existido desde muchos años en el valle Lacramarca, convirtiéndose en el único medio y sustento económico para muchas familias, siendo sus principales cultivos: el arroz, maíz, alfalfa y espárrago, entre otros.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

EVIDENCIA DE DESBORDAMIENTOS DEL RÍO LACRAMARCA

Chimbote: El desborde del río Lacramarca aísla ocho anexos de Cambio Puente

Siete puentes han quedado destruidos



DESCRIPCIÓN

Anexo 7.4. Evidencia de desbordamientos del río Lacramarca. Que se viene aconteciendo desde años atrás causando inundaciones, pérdidas de vidas humanas, destrucción de áreas de cultivo, colapso de viviendas, así como también, destrucción de infraestructuras de riego y vías de comunicación.

Fuente: Diario el Comercio – Noticia.

Anexo 8. Coordenadas de cada tramo donde se realizará el diseño.

MARGEN DE LADO IZQUIERDO					MARGEN DE LADO DERECHO			
PUNTO	LADO	DISTANCIA	COORDENADAS		DISTANCIA	COORDENADAS		DESCRIPCIÓN
			ESTE	NORTE		ESTE	NORTE	
P1			768578.616	8990262.662		768596.612	8990218.970	Punto de inicio del tramo
	P1-P2	1970 m			1970 m			Tramo N° 1
P2			769349.385	8991872.171		769376.971	8991848.593	
Puente (Panamericana Norte)								
P3			769360.094	8991886.702		769386.364	8991865.182	
	P3-P4	260 m			260 m			Tramo N° 2
P4			769483.365	8992114.370		769511.512	8992088.965	
Puente (Av. José Prado)								
P6			769681.601	8993061.665		769742.553	8993077.152	
	P6-P7	1380 m			1840 m			Tramo N° 3
P7			769144.579	8994364.238		769012.361	8994769.350	
Puente Lacramarca								
P8			768697.617	8995834.400		768745.115	8995813.164	
	P8-P9	425 m			430 m			Tramo N° 4
P9			768846.825	8996212.334		768878.621	8996216.413	
Puente Lacramarca								
P10			768857.031	8996229.950		768878.920	8996228.711	
	P10-P11	740 m			785 m			Tramo N° 5
P11			769097.886	8996909.327		769123.395	8996905.201	Punto final del tramo

Fuente: Elaboración propia de los autores.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, HERRERA VILOCHE ALEX ARQUIMEDES, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO LACRAMARCA, TRAMO JORGE CHÁVEZ - LOS PESCADORES, PROVINCIA DE SANTA, DEPARTAMENTO DE ANCASH.", cuyos autores son CASTAÑEDA LOPEZ JUAN MANUEL, PAREDES GAMEZ DANTE, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TRUJILLO, 20 de Diciembre del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
HERRERA VILOCHE ALEX ARQUIMEDES DNI: 18210638 ORCID 0000-0001-9560-6846	Firmado digitalmente por: AHERRERAV el 30-12- 2021 02:28:15

Código documento Trilce: TRI - 0235613