



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Mejoramiento de la defensa ribereña para prevenir los riesgos de  
inundación del Río Chillón, Lima- 2020”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniera Civil**

**AUTORA:**

Mariño Tenio, Belinda Robertina (ORCID: 0000-0002-5475-7661)

**ASESOR:**

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (ORCID: 0000-0002-0655-523X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento**

**LIMA-PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

A Dios por demostrarme a través del tiempo, que sus tiempos son perfectos y que coloca todo en su sitio y permitiéndome ver como se hace su voluntad.

Con mucho amor para mamá Maura Tenio Veramendi y en memoria de mi padre Antenor Humberto Mariño Jaimes,

A mi esposo, Mgtr. Ing. Juan Javier Cavero Torres y a mi hijo, por su amor y su apoyo incondicional.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi Universidad César Vallejo, alma mater

A la Escuela de Ingeniería Civil, por su preocupación por formar buenos ingenieros y a sus docentes.

A mi asesor Mgtr. Ing. Carlos Danilo Minaya Rosario, por ser un excelente docente, y por su apoyo en la asesoría de mi tesis.

A mis hermanos, pues ellos son muy importantes para mí y los quiero mucho.

A mis grupos de trabajo con los que hemos compartido coordinando los trabajos de la facultad.

## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	12
3.2. Variables y operacionalización.....	13
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
3.5. Procedimientos.....	19
3.6. Método de análisis de datos.....	20
3.7. Aspectos éticos.....	20
IV. RESULTADOS.....	21
V. DISCUSIÓN.....	94
VI. CONCLUSIONES.....	99
VII. RECOMENDACIONES.....	100
REFERENCIAS.....	101
ANEXOS.....	107

## Índice de tablas

Tabla 1.	Definición conceptual de la variable independiente	13
Tabla 2.	Definición conceptual de la variable dependiente	14
Tabla 3.	Operacionalización de la variable compleja Defensa Ribereña	14
Tabla 4.	Operacionalización de la variable compleja Riesgos de Inundación	15
Tabla 5.	Técnicas de recolección de datos	17
Tabla 6.	Ensayos de laboratorio	18
Tabla 7.	Descripción de las calicatas	25
Tabla 8.	Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422 de la calicata N° 1 de 0.00 m. a 0.50 m. de profundidad	25
Tabla 9.	Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422 de la calicata N° 1 de 0.50 m. a 3.00 m. de profundidad	27
Tabla 10.	Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422 de la calicata N° 2 de 0.00 m. a 0.40 m. de profundidad	28
Tabla 11.	Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422 de la calicata N° 2 de 0.40 m. a 3.00 m. de profundidad	30
Tabla 12.	Resultados de los ensayos de suelos del laboratorio para las calicatas N° 1 y N° 2	34
Tabla 13.	Resultados de las condiciones de cimentación de los ensayos de los suelos	35
Tabla 14.	Vida útil de las obras	36
Tabla 15.	Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje	38
Tabla 16.	Caudales máximos del río Chillón	44
Tabla 17.	Caudales de diseño para 50 y 140 años	44
Tabla 18.	Caudales de diseño para otros períodos de retorno	47
Tabla 19.	Condición de fondo del río Chillón	48
Tabla 20.	Factor de fondo y factor de orilla	49
Tabla 21.	Rugosidad de cauce del río	49
Tabla 22.	Coefficiente de Material del cauce	49
Tabla 23.	Caudal recomendado	50

Tabla 24.	Resumen del método y ancho del cauce	50
Tabla 25.	Valores de Ks para lechos naturales y torrentes	51
Tabla 26.	Elección del coeficiente ( $\phi$ ) para caudal máximo	55
Tabla 27.	Resumen de las fuerzas actuantes y fuerzas resistentes	83
Tabla 28.	Resumen de los momentos actuantes y momentos resistentes	86

## Índice de figuras

Figura 1.	Gaviones tipo Caja	10
Figura 2.	Enrocado	11
Figura 3.	Muro de concreto	11
Figura 4.	Mapa político de Perú	21
Figura 5.	Mapa del departamento de Lima	21
Figura 6.	Mapa político de la Cuenca del Río Chillón	22
Figura 7.	Zona de investigación	23
Figura 8.	Ubicación de calicatas	24
Figura 9.	Calicata N° 1 Servicios de laboratorio MFCM	24
Figura 10.	Calicata N° 2 Servicios de laboratorio MFCM	24
Figura 11.	Curva granulometrica de la calicata N° 1 de 0.00-0.50 m de profundidad	26
Figura 12.	Curva granulometrica de la calicata N° 1 de 0.50-3.00 m de profundidad	27
Figura 13.	Curva granulometrica de la calicata N° 2 de 0.00-0.40 m de profundidad	29
Figura 14.	Curva granulometrica de la calicata N° 2 de 0.40-3.00 m de profundidad	31
Figura 15.	Ensayo de granulometria	32
Figura 16.	Pesaje del tamizado	32
Figura 17.	Sarandeando las gravas	32
Figura 18.	Tamizado que paso la malla	32
Figura 19.	Mapa del Perú con las estaciones meteorologicas e hidrologicas	37
Figura 20.	Estación hidrologica Puente Magdalena	37
Figura 21.	Variación de caudales máximos anuales mayores de 100 m <sup>3</sup> /s registrados en estación Puente Magdalena	39
Figura 22.	Cálculo de caudal de diseño con Log Normal para Tr=50 años	40
Figura 23.	Cálculo de caudal de diseño con Gumbel para Tr=50 años	40

Figura 24.	Cálculo de caudal de diseño con Pearson Tipo 3 para Tr=50 años	41
Figura 25.	Cálculo de caudal de diseño para Tr=50 años	41
Figura 26.	Cálculo de caudal de diseño con Log Normal para Tr=140 años	42
Figura 27.	Cálculo de caudal de diseño con Gumbel para Tr=140 años	42
Figura 28.	Cálculo de caudal de diseño con Pearson Tipo 3 para Tr=140 años	43
Figura 29.	Cálculo de caudal de diseño para Tr=140 años	43
Figura 30.	Zona de estudio de inicio Puente Nueva Esperanza tramo 0+000 Km.	45
Figura 31.	Zona de estudio tramo 0+060 Km.	45
Figura 32.	Zona de estudio tramo 0+360 Km.	45
Figura 33.	Perfil de terreno	52
Figura 34.	Programa de cálculo de la ecuación Chezy-Manning	54
Figura 35.	Diseño de enrocado	60
Figura 36.	Diseño del enrocado utilizando River	61
Figura 37.	Diseño de enrocado tramo en recto	61
Figura 38.	Diseño de enrocado tramo en curva	62
Figura 39.	Empuje activo para la teoría del Coulomb	65
Figura 40.	Determinación del empuje activo	67
Figura 41.	Resultados informe GawacWin	71
Figura 42.	Resultados del suelo de fundación	72
Figura 43.	Resultados del análisis de estabilidad	73
Figura 44.	Resultados análisis de estabilidad global y estabilidad interna	74
Figura 45.	Verificación de estabilidad con GawacWinc	75
Figura 46.	Especificaciones técnicas de la malla gavión caja 8x10-2.7 mm	76
Figura 47.	Dimensionamiento del muro de concreto	78
Figura 48.	Acción del empuje activo en muro de contención de concreto	82
Figura 49.	Fuerzas que intervienen en la estabilidad deslizante de un muro de contención	87



Figura 50.	Presiones del terreno	90
Figura 51	Acero de base y acero mínimo vertical	92

## RESUMEN

Los antecedentes de la presente investigación tuvo la finalidad ayudar a tener un mejor conocimiento de las condiciones en que se encuentra el estado del cauce y los márgenes del río Chillón y lo necesario que es construir defensas ribereñas en la zona de estudio.

El objetivo de la presente investigación fue establecer el mejoramiento de la defensa ribereña para prevenir los riesgos de inundación del Río Chillón-Lima, 2020, con la finalidad de dar solución al problema planteado. Para ello se ha desarrollado marco teórico, que es base de las variables, dimensiones e indicadores.

La metodología en la investigación fue cuantitativa, diseño no experimental, enfoque fue cuantitativo, nivel de investigación fue descriptiva se describe los diseños de defensa ribereña necesarios para evitar la inundación, luego se calcularon los diseño de enrocado, de gaviones y el muro de concreto. El diseño fue no experimental, se utilizó la población de la ribera del río Chillón, de cual la muestra fue 1.53 Km. de la ribera del río Chillón iniciando en el Puente Nueva Esperanza en el distrito de San Martín de Porres continuando hasta Puente Piedra. El muestreo no probabilístico para el estudio de investigación.

Los resultados obtenidos de la investigación han arrojado las dimensiones calculadas de cada estructura con sus comprobaciones por deslizamiento, vuelco para el diseño de enrocado y el diseño de gaviones y para el muro de concreto se realizó por deslizamiento, vuelco y por corte.

Concluyendo, la presente investigación con tres mejoras de diferente tipo de defensa ribereña, la cual fue diseño de enrocado, diseño de gaviones y diseño de muro de concreto.

Palabras clave: muro de contención, enrocado, gaviones, muro de concreto.

## **ABSTRACT**

The antecedents of the present investigation had the purpose of helping to have a better knowledge of the conditions in which the state of the channel and the banks of the Chillón River is and how necessary it is to build river defenses in the study area.

The objective of the present investigation To establish the improvement of the riparian defense to prevent the flood risks of the Chillón-Lima River, 2020, in order to solve the problem raised. For this, a theoretical framework has been developed, which is the basis of the variables, dimensions and indicators.

The research methodology was quantitative, non-experimental design, the approach was quantitative, the research level was descriptive, the riparian defense designs necessary to prevent flooding were described, then the rocker, gabion and concrete wall designs were calculated. The design was non-experimental, the population from the bank of the Chillón river was used, of which the sample was 1.53 km from the bank of the Chillón river, starting at the Puente Nueva Esperanza in the district of San Martín de Porres continuing to Puente Piedra. The sample has been intentional, for the research study.

The results obtained from the investigation have yielded the dimensions of each structure with its verifications by sliding, overturning for the rock design and the gabion design and for the concrete wall it was carried out by sliding, overturning and cutting.

Concluding, the present investigation with three improvements of different types of riverside defense, which was rock design, gabion design and concrete wall design.

Keywords: Retaining wall, rockfall, gabions, concrete wall.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, existe el riesgo por inundaciones, el efecto puede ser desastroso por este tipo de fenómenos naturales. La ineficiente reacción a los desastres por riesgos naturales y conflictos, es un desafío por cumplir en el futuro.<sup>1</sup> En el año 2015, el marco de Sendai fue adoptado para la reducción de riesgo de desastres y rige hasta el año 2030.<sup>2</sup> La estrategia internacional de reducción del riesgo se basa en reducir vulnerabilidad, peligro y el riesgo al desastre.<sup>3</sup> El cambio climático afecta más a los países en vías de desarrollo. Se reconoce que las medidas y decisiones que tomen los individuos, comunidades y naciones, determinan la gran diferencia en que los peligros naturales se conviertan o no en desastres.<sup>4</sup> Diversos tesisistas plantearon soluciones de defensa ribereña, dos en Ecuador y uno en Colombia, desde escollera y muro de gaviones.

A nivel regional, en América Latina y el Caribe, las inundaciones son el tipo de desastre por fenómenos naturales más recurrente.<sup>5</sup> El BID, se orientó a tres objetivos que fueron mejorar la información para su uso en las políticas públicas, dar prioridad a la inversión en la reducción del riesgo y recuperación después del desastre.<sup>6</sup> El impacto sectorial depende mucho de la amenaza que lo origina.<sup>7</sup> Se trata de analizar y de disminuir las amenazas, vulnerabilidades y factores que lo generan.<sup>8</sup> La resiliencia debe incluirse en el diseño, construcción y operación de los proyectos.<sup>9</sup>

A nivel nacional, en el Perú, el gobierno quiso mitigar el problema de las inundaciones con GRD y con financiamiento.<sup>10</sup> La ONU colaboro con actividades en gestión de riesgos de desastres ya afecta a la Costa Norte y Costa Central del Perú.<sup>11</sup> Las inundaciones se dan en toda la Costa Peruana a excepción de los departamentos de Moquegua y Tacna.<sup>12</sup> El fenómeno del Niño, ha sido responsable de las lluvias intensas en la Sierra y esto desencadenó en la Costa las inundaciones y deslizamientos.<sup>13</sup> Se dio prioridad a la gestión de Cuencas de los ríos.<sup>14</sup> En el control para las inundaciones van a ser aquellas medidas estructurales y no estructurales.<sup>15</sup> En los departamentos de

Tacna, Lima y Lambayeque, los tesisistas plantearon la defensa ribereña de tipo enrocado, gaviones soluciones contra las inundaciones. La Zona de Estudio ya han sufrido inundaciones desde hace 25 años, perdiéndose viviendas y generando colapso de redes de agua y alcantarillado. Por ello se planteó el diseño de defensa ribereña en base de gaviones en margen izquierdo, y enrocado y gaviones en margen izquierdo y muro de contención.

### **Problema General**

¿De qué manera el Mejoramiento de la defensa ribereña va prevenir los riesgos de inundación del Río Chillón, Lima-2020?

### **Problemas Específicos**

1. ¿De qué manera el diseño de enrocado mejora la defensa ribereña para prevenir el riesgo de inundación del río Chillón, Lima- 2020? 2. ¿De qué manera el diseño de gaviones mejora la defensa ribereña para prevenir el riesgo de inundación del río Chillón, Lima- 2020? 3. ¿De qué manera el diseño de muro de concreto mejora la defensa ribereña para prevenir el riesgo de inundación del río Chillón, Lima- 2020?

**Justificación social**, la mejora de la defensa ribereña del río Chillón mejoro la calidad de vida de la población dándoles seguridad de no sufrir inundaciones y para que no colapsen las infraestructuras por el agua del río.

**Justificación económica**, las medidas estructurales diseñadas son económicas, de larga duración, es decir permanente, que no requieren demasiado mantenimiento.

**Justificación ambiental**, Tiene bajo impacto ambiental y los materiales utilizados en el diseño estructural pueden volver a reutilizarse protegiendo el Medio Ambiente.

**Justificación Metodológica**, se cumple con los parámetros de diseño que están en el Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC).

### **Objetivo General**

- Establecer el mejoramiento de la defensa ribereña para prevenir los riesgos de inundación del Río Chillón-Lima, 2020.

### **Objetivos Específicos**

1. Determinar el diseño de enrocado para la mejora de la defensa ribereña para prevenir el riesgo de inundación del río Chillón, Lima- 2020. 2. Determinar el diseño de gaviones para la mejora para la mejora defensa ribereña para prevenir el riesgo de inundación del río Chillón, Lima- 2020. 3. Determinar el diseño de muro de concreto para la mejora la defensa ribereña para prevenir el riesgo de inundación del río Chillón, Lima- 2020.

### **Hipótesis**

El diseño de la defensa ribereña mejora la prevención de riesgos de inundación en el Río Chillón, Lima-2020.

### **Hipótesis Específicas**

1.El diseño de enrocado mejora la prevención de riesgos de inundación en el Río Chillón, Lima-2020. 2. El diseño de gaviones mejora la prevención de riesgos de inundación en el Río Chillón, Lima-2020. 3. El diseño de muro de concreto mejora la prevención de riesgos de inundación en el Río Chillón, Lima-2020.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES

#### *Tesis Internacionales*

Soto, J. (2017). El **Objetivo general** fue diseñar y calcular el presupuesto de muros de protección a gravedad en el río Magdalena. **Objetivos específicos** fue facilitar el diseño y costos de obra, también gestionar medidas de intervención y mostrar que el proyecto favorece a la comunidad. **Justifico** su investigación en que solo el 20 % tiene gaviones construidos y no han tenido un buen mantenimiento y que con la construcción de gaviones se va mejorar la gestión y ahorro en costos con el diseño de muro de contención. **La metodología** fue un tipo de estudio cuantitativo y descriptivo, Concluyó, que fue viable el diseño de muro de gaviones con su presupuesto para solucionar el problema desde el punto de vista técnico.<sup>16</sup>

Cagua, N. y Erazo A. (2021). Su **objetivo general** fue diseñar un muro de gaviones en el margen derecho del río Vinces en Guayaquil, en Ecuador, con finalidad de evitar la erosión de la zona urbana de sector, sus **objetivos específicos** fueron estudiar la topografía del terreno, revisar data histórica existente, dimensionar los gaviones y realizar un presupuesto. **Justifico**, su investigación siendo que el desarrollo urbano hizo que la población se asiente en las riberas de los ríos, poniendo en peligro la edificación que estén ahí construidas. El **tipo de estudio** es descriptivo, **método** cuantitativo, la **población** fue la Vía Banepo, la **muestra** fue 0+683-0+783 de la vía Banepo, en Cantón Vinces, Provincia de los Ríos. **Concluye** que, diseñando un muro de gaviones, se va mitigar la vulnerabilidad por el peligro de inundaciones sobre todo en épocas de lluvias.<sup>17</sup>

Vinueza, J. (2019). El **objetivo general** fue diagnosticar e identificar técnicamente y económicamente obras de mitigación en la quebrada de Santa Rosa ubicada en la zona oriental de Pomasqui, los **objetivos específicos** fueron determinar el estudio de la geología, hidrología, hidráulica de la quebrada de Santa Rosa-Pomasqui; determinar las alternativas de protección del terreno, evaluar como las obras de mitigación son afectadas por los riesgos críticos, realizar un presupuesto para la obra de mitigación.

**Justifico** su estudio de investigación, porque se evita la pérdida de vidas humanas y pérdidas de infraestructura. El **tipo de estudio** es descriptivo, **método** cuantitativo. **Concluyo**, diseñando un muro de gaviones, muros de hormigón armado y pantalla de pilotes. <sup>18</sup>

### ***Tesis Nacionales***

Alcázar, F. (2017). El **objetivo general** realizar el proyecto de diseño de defensas ribereñas en el río Callazas en el tramo crítico (km 0+000.00-2+500.00), **justifico** su investigación usando defensa ribereña de espigones, para evitar las pérdida de áreas agrícolas, justifica de manera técnica que existen diferentes tipos de defensas ribereñas con características propias, su **hipótesis** plantea diseñar espigones como defensa ribereña para que no colapsen las estructuras por el incremento del caudal, **tipo de investigación** es descriptiva, y finalmente **concluyo** su tesis solucionando con su propuesta de diseño de espigones usando el programa River para las obras de contención diseñadas que van a ser en su totalidad depósitos aluviales del río Callazas.<sup>19</sup>

Alvites J. y Parco D. (2018). Su **objetivo general** fue diseñar una propuesta de para la defensa ribereña mediante muro enrocado para evitar inundaciones. **Muestreo**, se realizaron tres calicatas que dio como resultado un tipo de suelo gravoso. La zona del río no ha tenido mantenimiento lo que ocasionaría una erosión en los bordes, poniendo en peligro a los pobladores y que se encuentra colmatado de gravas, sedimentos y cobertura vegetal, por lo cual es necesario la limpieza, para realizar el encauzamiento del río y este cauce del río estudiado no ha tenido ningún tipo de mantenimiento actualmente. **Concluyo**, finalmente que construir una defensa ribereña, para ello realizo el procedimiento constructivo de un muro de enrocado de 500 metros lineales, es un proyecto realizado por la empresa HDC Ingeniería y Construcción, para evitar inundaciones producidas en época de avenidas, protegiendo la ribera, basa su investigación en estudios históricos de su hidrología y de su topografía y de su geomorfología.<sup>20</sup>

Vásquez, Lily (2018). El **objetivo general** fue desarrollar el diseño de defensas ribereñas y aplicarlo al cauce del río la leche especialmente en sus zonas críticas; **tipo de investigación**



es descriptiva; la **hipotesis** que planteo que el diseño de las defensas ribereñas permitiera reducir el riesgo por daños por la protección eficiente que brindara, **justifico** su investigación mejorar el problema por inundaciones, en la **metodología** presento dato historico de estudios de geotecnia, suelos, etc. Su **población**, muestra y muestreo fue la población de Pacora; **concluyo** en su investigación que por el tipo de suelo limoso y arenoso es zona vulnerable y la defensa ribereña va evitar las inundaciones y daños en época de avenida y que según estudio topografico se debe intervenir 11+379 Km. , que los tipos de defensas ribereñas utilizados son gaviones y enrocados de diferentes tipos, y que requiere limpieza y que como diseño el ancho del cauce fue de 60 m.<sup>21</sup>

### ***Tesis en Inglés***

Bhandari (2019). His **objective** in his research was to explain the importance of the use of gabions to prevent flooding by protecting the river bank. River. In Chitwan, Nepal, he carried out his thesis while in phase II in order to prevent natural disasters due to floods, the Government of Nepal and the Swiss Agency for Development Cooperation achieved economic and social development and allowed environmental quality of this work in the Kayar river avoiding the erosion of the river banks, being the use of flexible design gabion mattresses. Reducing poverty and improving the quality of life of people by protecting houses, roads, bridges and making better use of the land that will last between 30 to 50 years with the maintenance that they will give it. He **concluded** with the mattress gabion design solution and maintains that gabion structures are the best, for their low cost, maintenance and adaptability over time.<sup>22</sup>

Chulski, K. (2015). The **objective** was to use geosynthetics in the design of retaining walls, since their use has been greatly modernized to improve drainage, for reinforcement and filtration that are necessary to cure the soil, with these clean environmental practices that are sustainable in Over time, much deeper than simple rules that are not followed in practice, its **specific objectives** were to achieve sustainability within the framework of energy and environmental design, although unfortunately Leed is limited in environmental practices. In its **methodology**, it uses a hypothetical case that will be efficient in terms of costs and environmental protection and will use as **variables** the analysis of the location and

resources, the product will be the gabions that are in common use and the geosynthetics will be used. I **conclude** for each wall that the approximate cost was found and the budget was made in such a way that the amount of material was calculated.<sup>23</sup>

Warren, L. (2018). El **objetivo general** fue evaluar los muros de contención. **Objetivos Específicos**, Revisar información histórica de los suelos donde se construyó el muro de contención. Estudiar el comportamiento los muros de contención en cuanto a la resistencia y evaluar las fallas en los muros de contención. La **metodología** fue investigación de tipo cuantitativa descriptiva, se junto información histórica con formatos y se encontró que los muros de contención a base de piedras secas son más económicos y son construidos por eso mismo por disminuir los costos. Obtenido **los resultados** de que los muros de contención de piedras secas son resistentes y son flexibles. **Concluyó**, que una observación visual de los muros de contención ayuda a descubrir fallas, depende mucho del ingeniero, los muros se debe evaluar el ancho, la calidad de los materiales y prácticas constructivas, así como también realizar cálculos básicos de verificación de la estructura de contención.<sup>24</sup>

### **Artículos Científicos**

Fan and Guangwei (2020). Scientific article makes an **introduction** of flood disasters that have existed for a long time and have been increased by Climate Change, and currently by the growing growth of urbanizations. **Materials and methods**, Chikuma is the river under study that is in Nagano, the longest and widest river in Japan, use for its study safety plans such as hazard maps and map information and crossing of flood vulnerability maps, four surveys were conducted To see the social, however, the study is engineering, the shape of the Sakura containment dams was investigated, collecting information on the use of the land, elevation of the terrain, looking for the reason why it is vulnerable. He **concluded** that the Nagamuna district, due to the terrain and the distance, is in danger of flooding.<sup>25</sup>

Asadpour, H. y Akhlaghi (2017). El **objetivo general** fue evaluar la estabilidad del muro de gaviones con sus alambres construidos en taludes. **Objetivos específicos** fueron analizar las cargas que soporta un muro de gaviones, realizar el análisis vertical y horizontal de la

estructural de los gaviones realizando los análisis del factor de seguridad y dar el resultado de su estabilidad en los taludes. **Metodología**, se evaluaron tres casos donde los muros de gaviones con diferentes cargas y factores de seguridad con la finalidad de ver la influencia que posee el muro de gaviones como protección flexible a movimientos sísmicos. **Resultados**, se obtuvo que tuvo resistencia frontal por el tipo de suelo GM, ya que la malla ofreció resistencia a la tracción. **Concluyo**, para los tres casos evaluados el hallazgo fue que el muro de gaviones posee una excelente estabilidad, suficiente como para ser usado siempre en la estabilización de taludes contra derrumbes.<sup>26</sup>

Miščević, Predag, Goran, Vlastelica and Marino, Babić (2018). The **objective** was the construction of a gabion wall in Vidikovac, for this it was necessary to build a 9 m wall to form a plateau, it was chosen between building a concrete wall or a gabion wall with reinforced fill, selecting the latter. In its **methodology**, the reinforced gabion wall system of 8x10 cm mesh, 2.7 mm diameter wire and Galmac PVC coating was chosen. It is a Terramesh system that has gabions and an attached reinforcement tail, another dimension used was 4x2x0.5 m for the heights of 6 to 9 m measured from the top of the wall. I **conclude** that your article has calculation procedures for gabion walls, the benefits are 30% advantage over concrete wall, it shows slip resistance.<sup>27</sup>

*La inundación*, es el desborde lateral de las aguas de los ríos, lagos, represas o del mar que va cubrir temporalmente aquellos terrenos bajos que son aledaños a las riberas, los cuales son denominados zonas inundables.<sup>28</sup> Lo que sucede en las obras hidráulicas es que los trabajos que se realicen para defensa ribereña en los ríos siempre serán muy complejos por el agua y porque el caudal de río, es un factor que la hace difícil al momento de construir estructuras.<sup>29</sup>

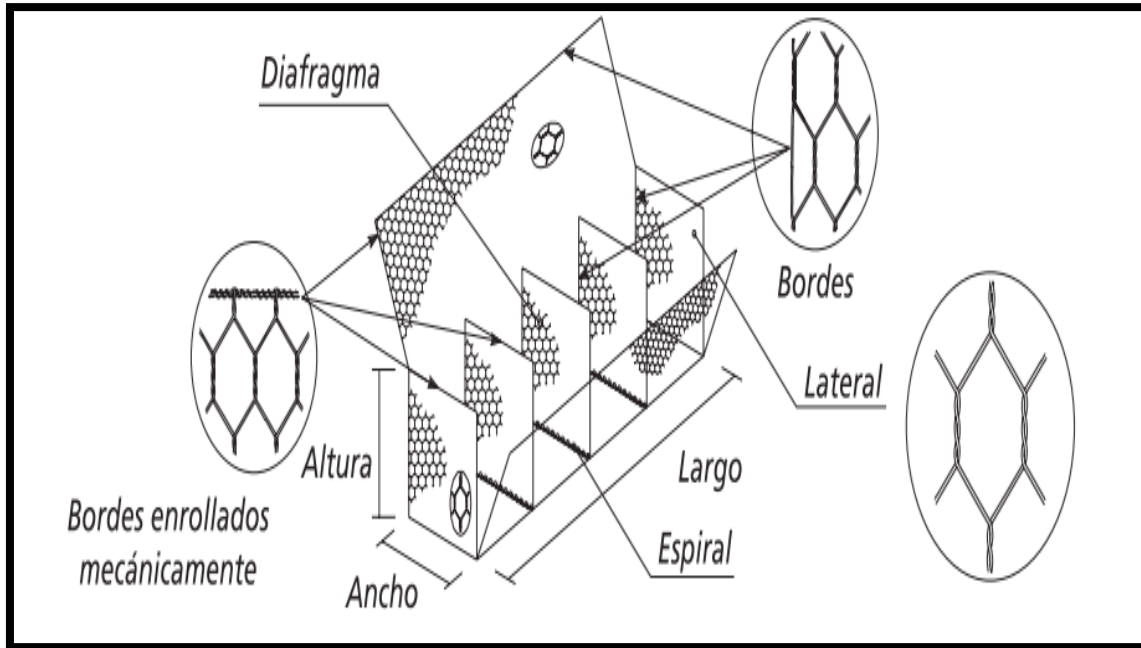
*Las estructuras de contención* son aquellas obras civiles que van a proveer estabilidad ante la rotura, soporte contra los deslizamientos.<sup>30</sup> Los muros de contención son variados dependiendo del tipo de material utilizado para su construcción debido a que pueden ser de tipo rígido y flexible.<sup>31</sup> *Muros de Contención*, su propósito fundamental es contener el terreno ya sea natural o artificial, trabaja por flexión y por compresión pero lo más importante

es que transmite cargas. Funcionan soportando el empuje de tierras.<sup>32</sup> Para el diseño de un muro de contención se usa la metodología de análisis de los empujes que son las teorías de Coulomb y Rankine.<sup>33</sup>

Los *tipos generales de muros de contención* son muros de gravedad, muros de ménsula, muros de contrafuertes, muros de bandejas, muros de cribas y otros prefabricados.<sup>34</sup> Los muros de contención de concreto armado son estructuras construidas muy resistentes hechas con cemento y acero.<sup>35</sup> Las *estructura de contención en gaviones* son estructuras flexibles, que podrán deformarse hasta un límite aceptable sin perder el equilibrio. Las características de la malla y del relleno pueden variar, la malla tiene la adaptabilidad, resistencia mecánica y contrala corrosión.<sup>36</sup>

Los *gaviones* son aquellos elementos modulares hechas de malla hexagonal que rellenos con material que contenga la granulometría adecuada. Los gaviones pueden ser gaviones tipo caja, saco y reno Colchón.<sup>37</sup> El uso de los gaviones, es para hacer muros de contención y su uso se ha expandido para controlar erosión y encauzamientos de los ríos.<sup>38</sup> Las ventajas de los gaviones es que son flexibles y no requieren un drenaje especial, son económicos, ecológicos y estéticos.<sup>39</sup> Adicionalmente, la roca de gaviones se puede intercambiar con material barato y disponible localmente sin modificar la estabilidad de la estructura.<sup>40</sup>

El mantenimiento se hace inspeccionado para tener el control de los sedimentos y erosión temporales y permanentes.<sup>41</sup> Los muros de gaviones han sido los métodos más flexibles para la estabilización de taludes que junto con los arreres se pueden combinar dando buenos resultados.<sup>42</sup> el uso de gaviones es una medida para evitar inundaciones en la población y las infraestructuras, que el uso de piedra local para el diseño con un tamaño de diámetro menor sirve para un diseño hidráulico eficiente.<sup>43</sup>



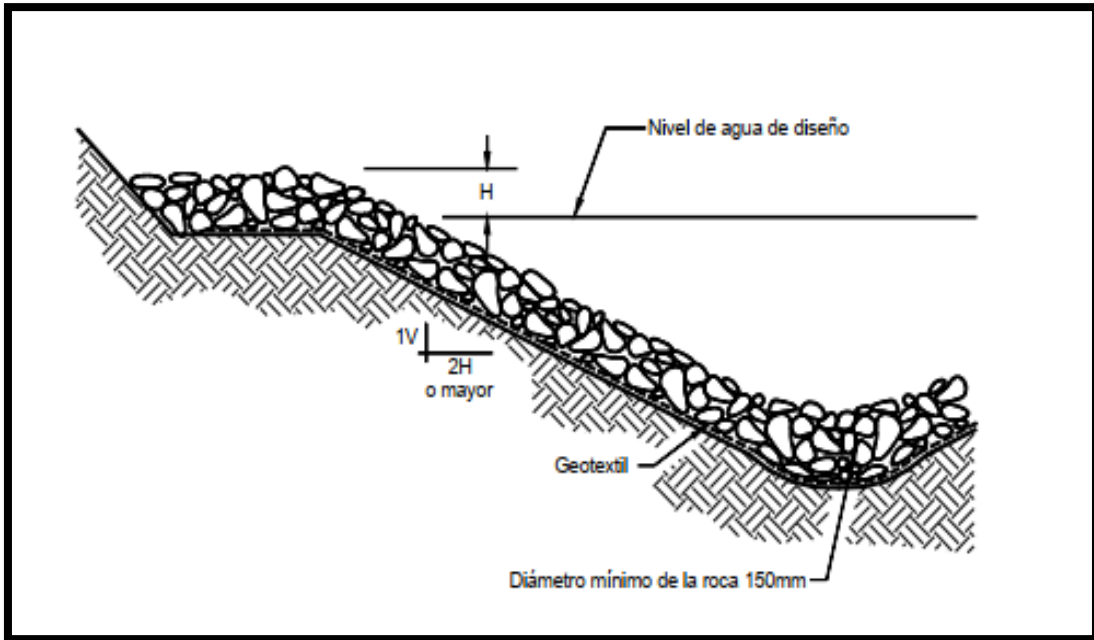
**Figura 1.** Gaviones tipo Caja

Fuente: Manual de Obras de Contención, Maccaferri,

El enrocado o Rip rap, son diferentes bloques de roca que se colocan a lo largo del talud sobre la orilla de una corriente, las piedras a colocarse no deben de ser redondeadas y su diámetro mínimo debe de ser mayor a 100 mm. Sirven para proteger taludes ante crecida del río.<sup>44</sup>

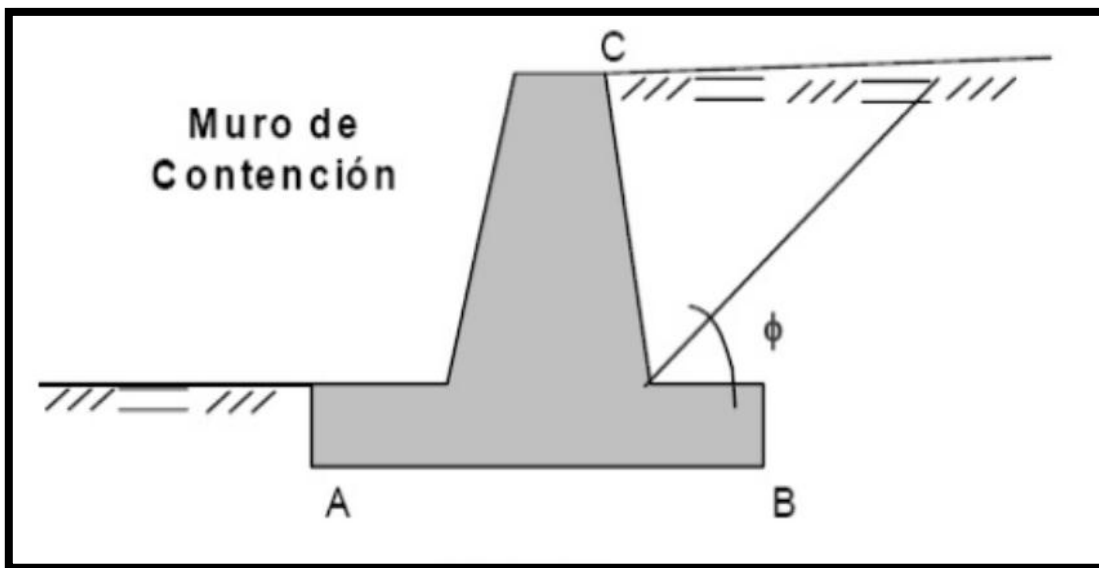
*El rip rap* es el mejor método para defensa ribereña pues tiene la capacidad de resistir fuertes corrientes de agua, El rip rap formara una capa de rocas sueltas sobre el talud que son muy utilizadas en las defensas ribereñas en los ríos.<sup>45</sup>

El enrocado es duradero sin necesitar cimimientos especiales.<sup>46</sup> Para que funcione bien el enrocado depende de las fuerzas cortante promedio en relación a las fuerzas de arrastre y flujo del río.<sup>47</sup> Hay muchos métodos para el cálculo del diámetro de las rocas un método es el de Maynard.<sup>48</sup>



**Figura 2.** Enrocado

Fuente. Control de la erosión en zonas tropicales



**Figura 3.** Muros de Contención

Fuente: Muros de Contención -Manuel Guevara y Silvio Zambrano

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación**

Tipo de investigación es cuantitativa, siendo el enfoque cuantitativo, que es una investigación cuyos conjuntos de procesos fueron secuenciales y probatorios, el orden fue riguroso partiendo de una idea que va delimitándose de donde surgen los objetivos y preguntas de investigación, luego se establecen las hipótesis, y se fijan las variables y se midieron en un contexto definido y se analizaron con las mediciones con métodos estadísticos y se llegó a las conclusiones.<sup>49</sup>

##### **Nivel de la investigación**

Nivel de investigación fue descriptivo, ya que busca investigar las características y perfiles de personas, grupos y procesos que se someten a estudio.<sup>50</sup> Se dio definiciones donde se explicaron las condiciones de la ribera del río Chillón con respecto a la zona escogida para el estudio de investigación, recogiendo información necesaria de cada variable de la investigación, describiéndose las características de la población.

##### **Diseño de investigación**

Diseño de investigación es no experimental, se define como aquella investigación en la cual no se manipulan las variables pues se observa los fenómenos tal como se dan en el contexto natural para analizarlos. El investigador prepara adrede la situación y luego esta situación va recibir un tratamiento, una condición o un estímulo, para evaluar los efectos, la aplicación o tal condición. Se observan condiciones ya existentes y no hechas intencionalmente.<sup>51</sup>

La investigación fue no experimental pues no se manipularon las variables sino que se observaron las variables en su medio ambiente natural para analizarlos.

##### **Enfoque de investigación**

El enfoque cuantitativo, es usado en investigaciones en ingeniería, se plantean hipótesis las cuales tendrán se contrastan con las conclusiones. La tesis por ello, fue una

investigación de tipo cuantitativa, ues se van a calcular diseños de gaviones, diseño de enrocado y diseño de muro de contención de concreto.

### 3.2. Variables y operacionalización

La operacionalización se fundamenta en la definición conceptual y operacional de la variable.<sup>52</sup>

Es cuando la variable teorica paso a indicadores medibles y a ítems equivalentes. La variable independiente fue la defensa ribereña y la variable dependiente fue los riesgos de inundación.

#### Variables

En la Tabla 1, se mostro la definición conceptual de la variable independiente defensa ribereña y en la Tabla 2, se mostro la definición conceptual de la variable dependiente riesgos de inundación.

**Tabla 1.** *Definición Conceptual de la Variable Independiente*

Variable independiente	Definición
Defensa Ribereña	Son aquellas estructuras construidas para proteger de las crecidas de los ríos las áreas aledañas a estos cursos de agua pues el lecho del río puede ser insuficiente para contenerlo por ello la protección no es para un acontecimiento regular sino extraordinario.

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 2. Definición Conceptual de la Variable Dependiente**

Variable dependiente	Definición
Riesgos de Inundación	Es aquella probabilidad de que una amenaza se convierta en un desastre de inundación por las condiciones de vulnerabilidad como son la exposición, fragilidad y resiliencia; y por el peligro de ámbito geográfico y climático.

Fuente: Elaboración propia

### Operacionalización de la variable compleja

Para la definición operacional, se mostro la Tabla 3, de la operacionalización de la variable compleja para la variable Defensa Ribereña.

**Tabla 3. Operacionalización de la variable compleja Defensa ribereña**

Variabes de Estudio	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Defensa Ribereña	Es aquella variable que define cual es el mejoramiento de la defensa ribereña a través medidas estructurales con finalidad de reducir los riesgos de inundación.	Enrocado	Diseño de enrocado	De razón
		Gaviones	Diseño de gaviones	De razón
		Muro de Concreto	Diseño de muro de Concreto	De razón

Fuente: Elaboración propia

Para la definición operacional, se mostro la Tabla 4, de la operacionalización de la variable compleja para la variable Riesgos de Inundación. Ver Anexo 1.

**Tabla 4.** Operacionalización de la variable compleja Riesgos de Inundación

Variables de Estudio	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Riesgos de inundación	Es aquella variable que muestra las características, factores y condiciones que hacen a la zona inundable.	Factores de inundación	Lluvias intensas en la Sierra (Diciembre-Marzo) y por fenómeno del Niño	De razón
		Pérdida material	Pérdida del cauce del río, socavación	De razón
		Deslizamientos	Derrumbe de rocas	De razón

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### Población

"La población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones.<sup>53</sup>

La población fue los 126 Kilómetros de la ribera del río Chillón.

#### Muestra

La muestra fue aquel subgrupo de la población de interés que es representativo del cual se recolectan los datos por ello deben de delimitarse y definirse con precisión.<sup>54</sup>

La muestra fue 1.53 Kilómetros de la ribera del río Chillón que pertenecen al departamento de Lima, empezando desde el Puente Nueva Esperanza en el distrito de San Martín de Porres pasando el AA.HH. Chuquitanta y llegando hasta el distrito de Puente Piedra.

Por ello se considera los criterios de inclusión y de exclusión:

### **Criterios de Inclusión**

La muestra fue conformada por 1.53 Km. de la ribera del río Chillón que empieza en el Puente Nueva Esperanza en el distrito de San Martín de Porres hasta Puente Piedra.

### **Criterios de Exclusión**

La muestra está conformada por la ribera que no pertenecen ni están dentro de los 1.53 Km. de la ribera del río Chillón que empieza en el Puente Nueva Esperanza en el distrito de San Martín de Porres hasta Puente Piedra.

### **Muestreo**

Es muestreo, son aquellas muestras dirigidas, cuyo procedimiento de selección se orienta por las características de la investigación y no por el criterio estadístico.<sup>55</sup>

El muestreo fue elegido adrede, sin usar criterio estadístico sino fue elegido de acuerdo a las características pues son muestras dirigidas y convenientes para la investigación por ello el muestreo es de tipo no probabilístico.

## **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **Técnicas de recolección de datos**

La recolección de datos consiste en realizar un plan de procedimientos que nos lleve a juntar los datos.<sup>56</sup>

El método utilizado para la recolección de la información será la observación directa para dar todas las soluciones de diseño por cada problema, comprobando la hipótesis, con ello las bases teóricas para la independiente variable defensa ribereña y la variable dependiente riesgos de inundación. La técnica de recolección de datos, se realizó observando la zona de estudio, se recogió la muestra del suelo realizándose dos calicatas, los cuales se llevaron al laboratorio, para realizar análisis de granulometría SUCS. Ver Tabla 5.

**Tabla 5. Técnicas de recolección de datos**

Descripción	Técnicas	Instrumento
Diseño de enrocado	Observación directa	Análisis Granulométrico por tamizado ASTM0422
		Análisis de Suelos (Peso Específico del Suelo)
Diseño de gaviones	Observación directa	Análisis Granulométrico por tamizado ASTM0422
		Análisis de Suelos (Peso Específico del Suelo)
		Análisis de Suelos (Ángulo de Fricción del Suelo)
		Análisis de Suelos (Cohesión)
Diseño de muro de Concreto	Observación directa	Análisis Granulométrico por tamizado ASTM0422
		Análisis de Suelos (Peso Específico del Suelo)
		Análisis de Suelos (Ángulo de Fricción del Suelo)
		Análisis de Suelos (Cohesión)
		Capacidad admisible del suelo para cimentación
Lluvias intensas en la Sierra (Diciembre-Marzo) y por fenómeno del Niño	Observación directa	Ley N° 29664 Sistema Nacional de Gestión del riesgo de desastres (SINARGERD) Acuerdo Nacional Art. 32  Estudios de la Autoridad Nacional del Agua
Pérdida del cauce del río, socavación		
Derrumbe de rocas		

Fuente: Elaboración propia

### Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos son aquellos que miden a las variables que están mencionadas en la hipótesis, por ser estudio cuantitativo se mide y se cuantifica.<sup>57</sup>

De los ensayos para la obtención de los resultados, por lo cual se menciona lo siguiente:

- Observación
- Fichas de Laboratorio (Ver anexo)
- Ensayos de laboratorio

**Tabla 6.** *Ensayos de laboratorio*

	<b>Ensayo</b>	<b>Instrumento</b>
Ensayos	Ensayo de análisis granulométrico	Tamizado
	Ensayo de Clasificación de Suelos SUCS	Tamizado
	Ensayo Límites de Consistencia	Copa de Casagrande
	Capacidad admisible del suelo	Corte directo
	Ángulo de fricción del suelo	Corte directo
	Cohesión del suelo	Corte directo

Fuente: Elaboración propia

### **Confiabilidad**

La confiabilidad consiste en el grado en que la aplicación frecuente al mismo individuo u objeto replica los mismos efecto.<sup>58</sup>

Es decir que el lugar estudiado, va arrojar siempre resultados similares el cual da resultados similares dando confianza de los resultados que serán usados en los ensayos y asimismo dio la certificación del instrumento el cual esta calibrado, para que el resultado sea confiable e idóneo.

### **Validez**

La validez es el grado en como se cuantifica a la variable.<sup>59</sup>

Los instrumentos a utilizar fueron sometidos a la validación de especialistas en el ámbito de suelos y estructuras los cuales se encargaron de verificar la validez del instrumento y aprobar el contenido del instrumento a utilizar en esta investigación.

### **3.5. Procedimientos**

Para la investigación primero fue la observación las condiciones de ambos márgenes del río, luego se realizó una calicata en cada margen tanto el margen izquierdo como el margen derecho y fue llevado al laboratorio y fue para conocer las características del suelo, las muestras fueron llevadas al laboratorio MFCM se realizaron los ensayos y se extrajeron los datos numéricos para el diseño de las defensas ribereñas.

Con los datos que fueron obtenidos del resultado de los análisis de laboratorio de las calicatas, se obtuvo el ángulo de fricción del suelo, el peso específico del suelo, tipo de suelo, el peso específico del suelo, la capacidad admisible del suelo, entre otros datos, se procedió al diseño de defensas ribereñas utilizando fórmulas que son necesarias para el diseño del muro de enrocado, del muro de los gaviones y muro de contención de concreto armado.

Para el diseño de las defensas ribereñas se usó el Manual de Maccaferri, para los caudales de diseño se usó el Manual de Hidrología, hidráulica y drenaje del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

Para los diseños de enrocado y gaviones se utilizó se utilizaron fórmulas de hidráulica e hidrología para conocer el tirante del agua y la socavación, para poder determinar las alturas de las estructuras de enrocado y gaviones, asimismo se realizó las comprobaciones por deslizamiento y por vuelco, y también adicionalmente se utilizó el software Gacwacwin de Maccaferri para el diseño de gaviones, el software River para el diseño de enrocado.

Para el diseño del concreto armado se usó fórmulas de cálculo para determinar las cargas y los momentos, para calcular las comprobaciones de deslizamiento, vuelco y corte.

### **3.6.Método de análisis de datos**

Cuando los datos se han codificado, y luego han pasado a una matriz en un archivo, corrigiendo los errores, el investigador procederá a analizarlos.<sup>60</sup>

La investigación el análisis de datos dependió de los estudios de suelos realizada las dos calicatas en ambas márgenes del río. La muestra se llevará al laboratorio para conocer el tipo de suelo, granulometría y su capacidad portante que posee el suelo. Con estos datos se diseñó y se calculó el muro de contención para ello se usó el programa de Excel como ayuda y una calculadora y finalmente para el cálculo de los gaviones se diseñará el tamaño de los gaviones tanto el alto y ancho de cada caja y el total, y finalmente se revisó las condiciones existentes para su mantenimiento y en los lugares donde es necesario la construcción del muro de gaviones de tipo caja. Se utilizó el programa Autocad versión 2019 y Civil 3D.

### **3.7.Aspectos éticos**

En la investigación se citó cada uno de los autores de los libros, revistas, artículos científicos, usando la norma ISO 690-2010.

Asimismo, fue estructurado siguiendo las reglas de metodología de investigación para que el trabajo de tesis de investigación no sea copia sino un trabajo original.

La tesis fue presentada con transparencia, con ética y con honestidad, para la carrera de ingeniería Civil.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Nombre del estudio

Título de la investigación es: Mejoramiento de la defensa ribereña en el río Chillón, Lima-2020.

### 4.2. Ubicación de la zona de estudio

La zona de estudio se encuentra en el departamento de Lima.

**Distritos:** San Martín de Porres y Puente Piedra



**Figura 5.** Mapa del departamento de Lima

Fuente: dreams.time

**Figura 4.** Mapa del Político del Perú

Fuente: dreams.time

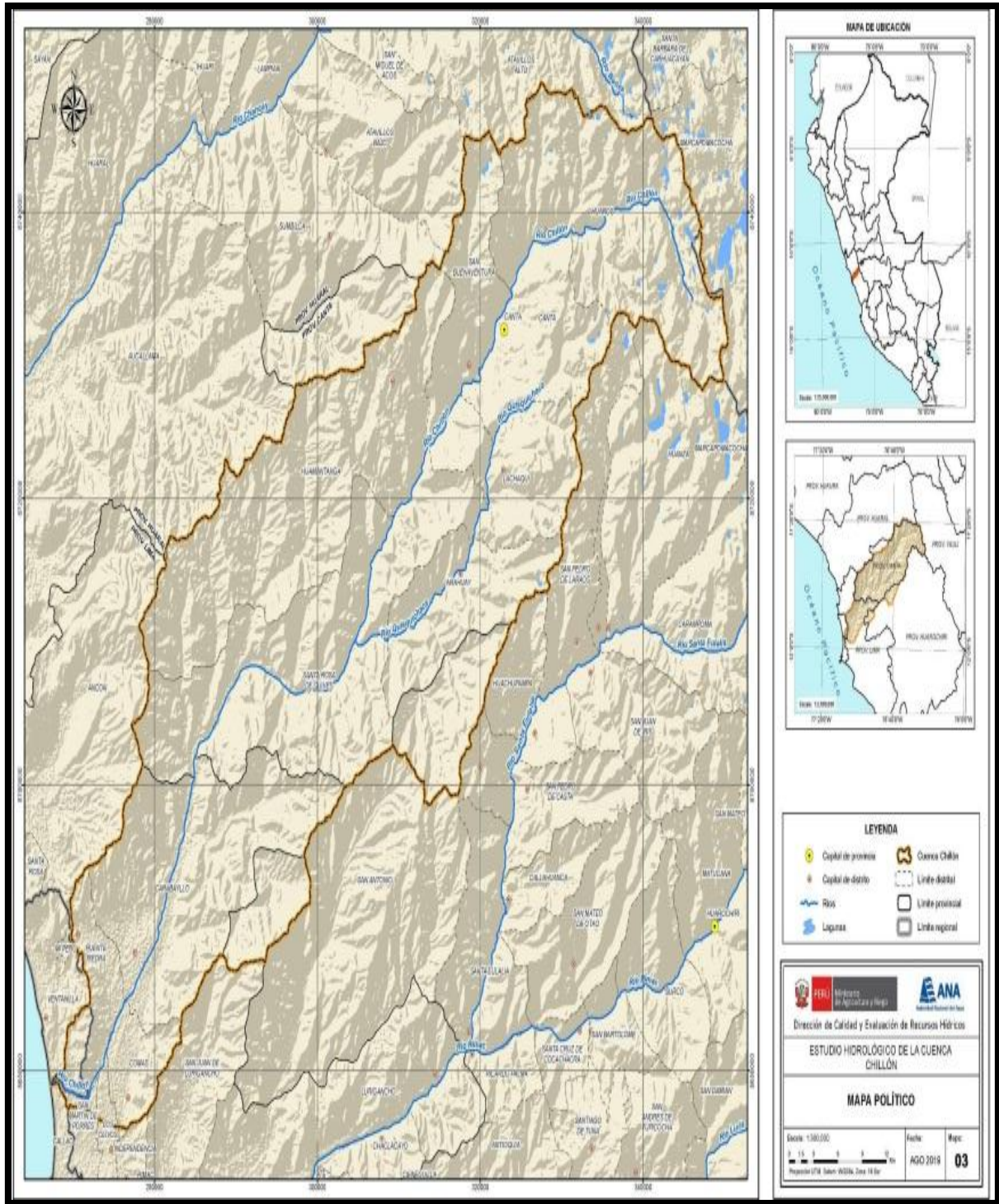
### Ubicación política de la zona de estudio:

**País:** Perú

**Departamento:** Lima

**Provincia:** Lima





**Figura 6.** Mapa Político de la Cuenca del Río Chillón

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (2019)

## Coordenadas UTM zona de Estudio del tramo del río Chillón

Zona de inicio en el Puente Nueva Esperanza, distrito de San Martín de Porres, coordenadas 11°56'52.27 S 77°05'39.44" O

Zona de fin en el distrito de Puente Piedra, coordenadas 11°56'54.67 S 77°06'24.73" O



**Figura 7.** Mapa de Zona de Investigación

Fuente: Elaboración Propia

### 4.3. Ensayos de Laboratorio

Para el trabajo de laboratorio se realizaron dos calicatas, una en el margen izquierdo y otro en el margen derecho, que se realizaron en el Laboratorio MFCM de Ensayo de los Suelos, especializado en mecánica de los suelos, siendo llevados a cabo los siguientes análisis de suelos: Análisis granulométrico por tamizado, humedad natural, el límite líquido, el límite plástico, capacidad admisible del suelo, el registro estratigráfico.



**Figura 8.** Mapa de ubicación de calicatas

Fuente: Laboratorio MFCM



Fuente. Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

## Descripción de las calicatas

Las calicatas fueron realizadas por el laboratorio MFCM, fueron de tamaño de 1.5 m. x1.0 m. x3.0 m. Siendo la profundidad de 3 m. de la calicata N° 1 y la calicata N° 2.

**Tabla 7.** Descripción de las calicatas

Descripción: Calicata N° 1	Descripción: Calicata N° 2
Progresiva: 0+380 Km.	Progresiva: 0+380 Km.
Dimensión: 1.50 m.x1.00 m.	Dimensión: 1.50 m.x1.00 m
Profundidad: 3 m.	Profundidad: 3 m.
Margen derecho	Margen Izquierdo

Fuente: Elaboración Propia

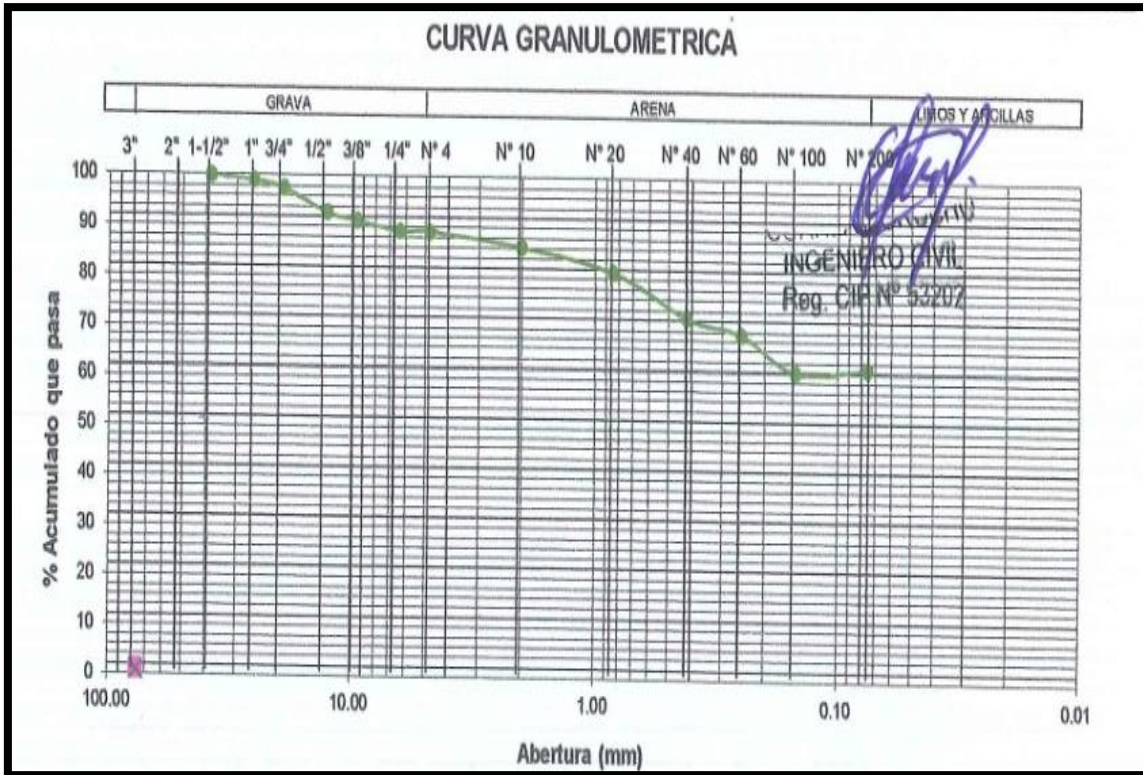
A continuación los resultados de los ensayos de suelos del laboratorio.

## Calicata N° 1

**Tabla 8.** Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422 de la Calicata N° 1 de 0.00-0.50 m de profundidad

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422		C-1
Calicata		0.00-0.50
TAMICES A.S.T.M.	ABERTURA (mm)	ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	
2"	50.800	
1-1/2"	38.100	100.0
1"	25.400	99.0
3/4"	19.100	97.5
1/2"	12.700	92.8
3/8"	9.520	91.2
1/4"	6.350	89.2
N° 4	4.760	89.1
N° 10	2.000	86.20
N° 20	0.840	81.30
N° 40	0.420	72.50
N° 60	0.250	69.30
N° 100	0.149	61.90
N° 200	0.075	62.60
2. HUMEDAD NATURAL (%) ASTM D - 2216 :		6.4
3. LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318		
Límite Líquido (%) :		17.4
Límite Plástico (%) :		NP
Índice Plástico (%) :		NP
3. CLASIFICACION SUCS :		ML
4. PESO VOLUMÉTRICO (g/cc) :		1.642
ASTM D-2937		

Fuente: Laboratorio MFCM



**Figura 11.** Curva Granulometrica de la Calicata N° 1 de 0.00-0.50 m de profundidad  
Fuente: Laboratorio MFCM


**Interpretación:** En la Calicata N° 1 de 0.00 m - 0.50 m de profundidad, en el ensayo por granulometrico por tamizado ASTM D-422, se observa que el acumulado que pasa el tamiz de la malla N° 4 es 89.1 y en la malla N° 200 es de 62.60; asimismo para el ensayo de humedad natural ASTMD-2216 el resultado fue de 6.4 %, sin presentar Límite liquido y límite plástico; para la clasificación SUCS muestra que el tipo de suelo es ML, es un suelo de tipo limoso y el peso volumetrico ASTMD-2937 es de 1.642 g/cc.

Continuando con la calicata 1, para el Análisis granulometrico por tamizado ASTM D-422 de la Calicata N° 1 de 0.50-3.00 m. de profundidad, se obtuvo el resultado en la Tabla 8..

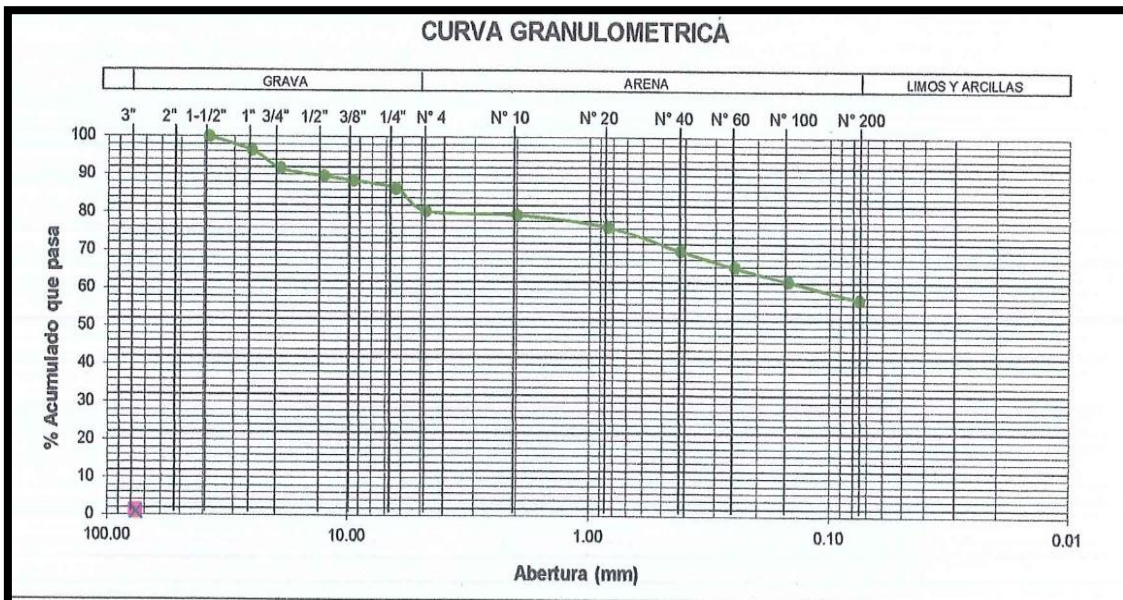
**Tabla 9.** Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422 de la Calicata N° 1 de 0.50-3.00 m. de profundidad

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422		
Calicata Prof.(m)		C-1 0.50 - 3.00
TAMICES A.S.T.M.	ABERTURA (mm)	ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	100.0
2"	50.800	88.4
1-1/2"	38.100	81.7
1"	25.400	59.3
3/4"	19.100	52.9
1/2"	12.700	49.4
3/8"	9.520	48.8
1/4"	6.350	42.6
N° 4	4.750	41.5
N° 10	2.000	39.20
N° 20	0.840	30.50
N° 40	0.420	20.80
N° 60	0.250	18.60
N° 100	0.149	13.80
N° 200	0.075	4.70

2. HUMEDAD NATURAL (%) ASTM D - 2216 : 6.7  
 3. CLASIFICACION SUCS : GP  
 4. LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318  
 Límite Líquido (%) : NT  
 Límite Plástico (%) : NP  
 Índice Plástico (%) :

  
**MANUEL FRANCISCO**  
**CORREA MOROCHO**  
**INGENIERO CIVIL**  
 Reg. CIP N° 53262

Fuente: Laboratorio MFCM



**Figura 12.** Curva Granulométrica de la Calicata N° 1 de 0.50-3.00 m de profundidad

Fuente: Laboratorio MFCM

**Interpretación:** En la Calicata N° 1 de 0.50 m - 3.00 m de profundidad, en el ensayo granulométrico por tamizado ASTM D-422 se observa que el acumulado que pasa para el tamiz de la malla N° 4 es 41.5 y en la malla N° 200 es de 4.70; asimismo para el ensayo para cálculo del porcentaje de humedad natural ASTM D-2216 el resultado fue de 6.7 %, sin presentar Límite líquido y límite plástico; para la clasificación SUCS muestra que el tipo de suelo es GP, que es un suelo de que contiene grava pobremente graduada.

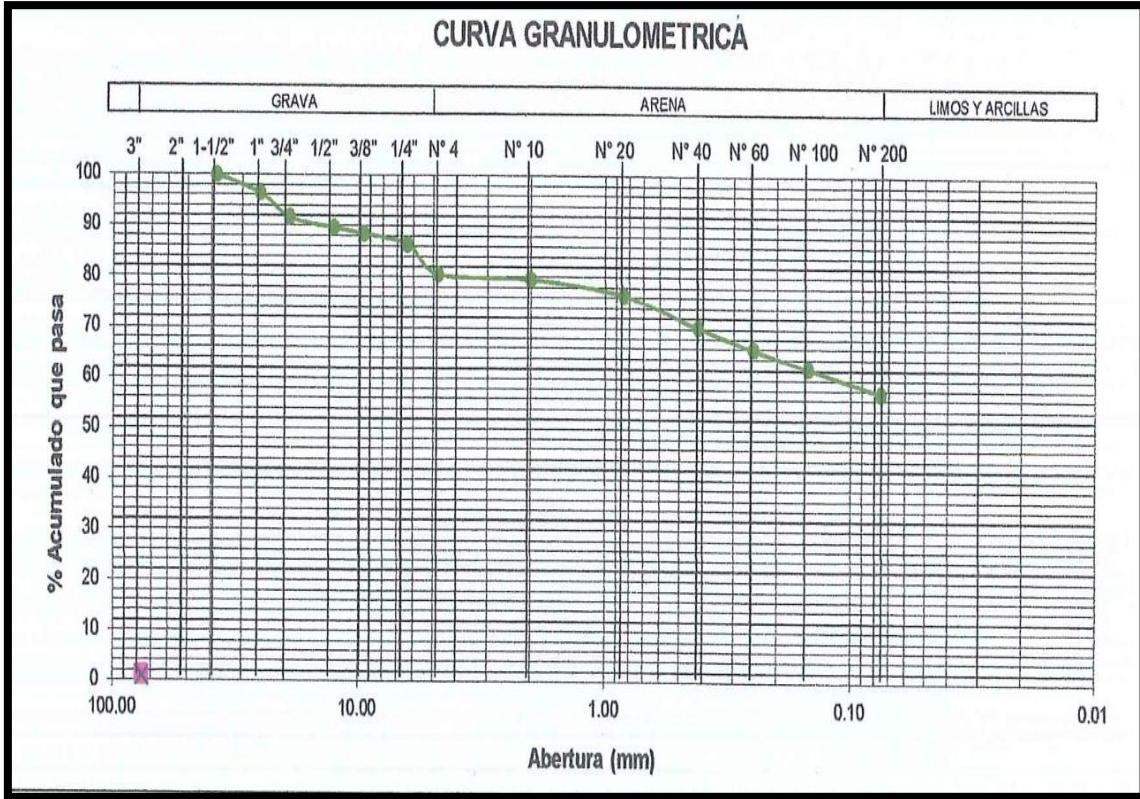
## Calicata N° 2

**Tabla 10.** Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422 de la Calicata N° 2 de 0.00-0.40 m. de profundidad

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422		
Calicata	C-2	
Prof.(m)	0.00-0.40	
TAMICES A.S.T.M.	ABERTURA (mm)	ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	
2"	50.800	
1-1/2"	38.100	100.0
1"	25.400	96.4
3/4"	19.100	91.6
1/2"	12.700	89.7
3/8"	9.520	88.5
1/4"	6.350	86.4
N° 4	4.760	80.5
N° 10	2.000	79.50
N° 20	0.840	76.40
N° 40	0.420	70.20
N° 60	0.250	65.90
N° 100	0.149	62.20
N° 200	0.075	57.30
2. HUMEDAD NATURAL (%) ASTM D - 2216 :		5.8
3. LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318		
Límite Líquido (%) :		
Límite Plástico (%) :		18.3
Índice Plástico (%) :		NP
3. CLASIFICACION SUCS :		ML
4. PESO VOLUMETRICO (g/cc) :		1.842

MANUEL FRANCISCO  
CORREA MOROCHO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 53202

Fuente: Laboratorio MFCM



**Figura 13.** Curva Granulometrica de la Calicata N° 2 de 0.00-0.50 m de profundidad  
Fuente: Laboratorio MFCM

**Interpretación:** En Calicata N° 1 de 0.00-0.40 m de profundidad, en el ensayo por tamizado ASTM D-422 se observa que el acumulado que pasa para el tamiz de la malla N° 4 es 80.5 y en la malla N° 200 es de 57.30; para el ensayo para cálculo del porcentaje de humedad natural ASTMD-2216 el resultado fue de 5.8 %, sin presentar Límite líquido y presenta límite plástico de 18.3; para la clasificación SUCS muestra que el tipo de suelo es ML, es un suelo de tipo limoso y el peso volumetrico ASTMD-2937 es de 1.842 g/cc.

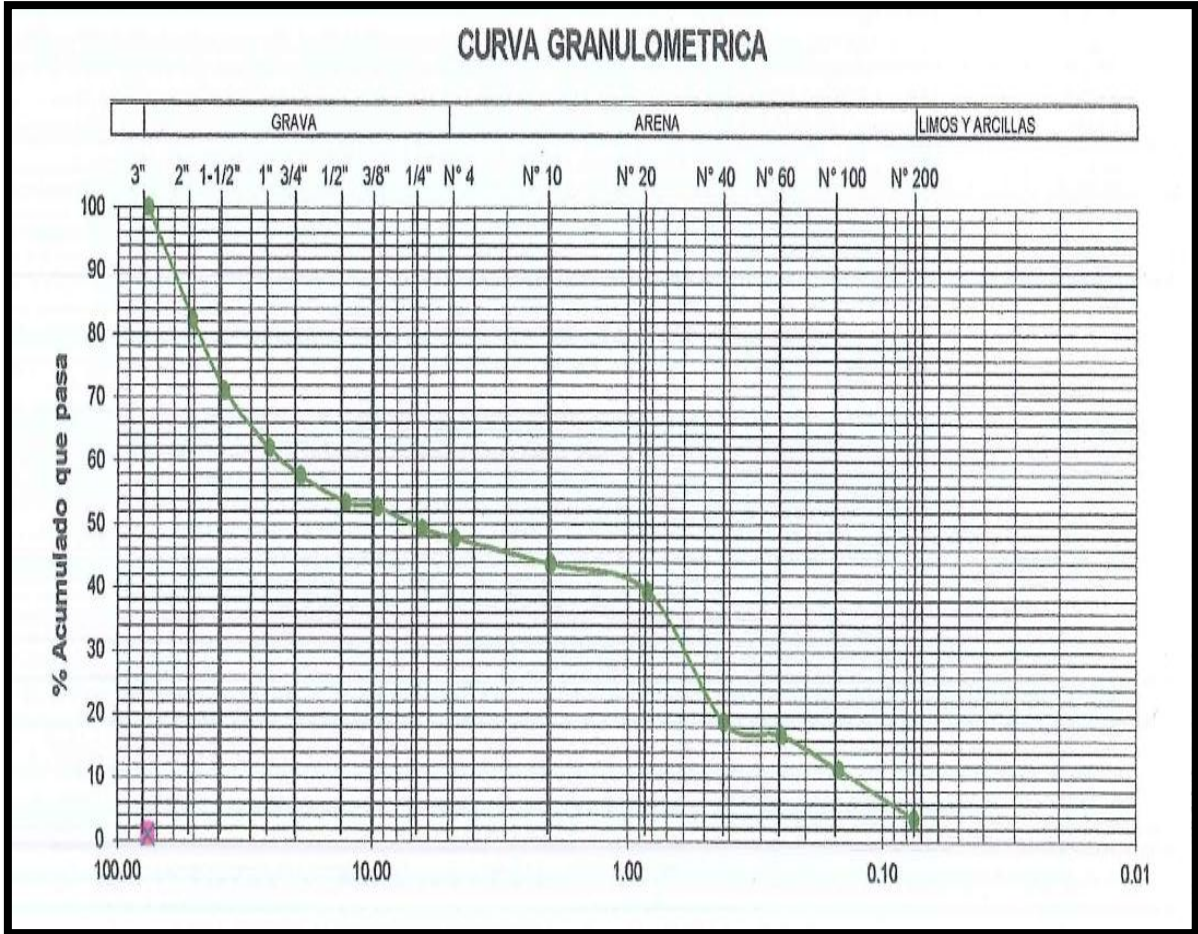


**Tabla 11.** Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422 de la Calicata N° 2 de 0.40-3.00 m. de profundidad

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422		
Calicata	C-2	
Prof.(m)	0.40 - 3.00	
TAMICES A.S.T.M.	ABERTURA (mm)	ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	100.0
2"	50.800	82.3
1-1/2"	38.100	71.1
1"	25.400	62.0
3/4"	19.100	57.7
1/2"	12.700	53.5
3/8"	9.520	52.7
1/4"	6.350	49.3
N° 4	4.760	47.8
N° 10	2.000	43.70
N° 20	0.840	39.50
N° 40	0.420	18.90
N° 60	0.250	16.80
N° 100	0.149	11.40
N° 200	0.075	3.70
2. HUMEDAD NATURAL (%) ASTM D - 2216 :		6.8
3. CLASIFICACION SUCS :		GP
4. LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318		
Limite Líquido (%) :		0.0
Limite Plástico (%) :		NP
Indice Plástico (%) :		NP
5.- Densida humeda gr/cm3		2.236

  
 MANUEL FRANCISCO  
 CORREA MOROCHO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 53202

Fuente: Laboratorio MFCM



**Figura 14.** Curva Granulometrica de la Calicata Nº 2 de 0.40-3.00 m de profundidad  
Fuente: Laboratorio MFCM

**Interpretación:** En Calicata Nº 1 de 0.40-3.00 m de profundidad, en el ensayo por tamizado ASTM D-422 se observa que el acumulado que pasa para el tamiz de la malla Nº 4 es 47.8 y en la malla Nº 200 es de 3.70; para el ensayo para cálculo del porcentaje de humedad natural ASTMD-2216 el resultado fue de 6.8 %, presenta Límite líquido de 0.00 y no presenta límite plástico; para la clasificación SUCS muestra que el tipo de suelo es GP, es un suelo de que contiene grava pobremente graduada y el peso volumetrico ASTMD-2937 es de 1.842 g/cc.



**Figura 15.** Ensayo de granulometria

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 16.** Pesaje del tamizado

**Fuente:**Elaboración propia



**Figura 17.** Sarandeando las  
gravas

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 18.**Tamizado que paso la malla

**Fuente:** Elaboración propia

## **Perfil del registro estratigráfico del los ensayos de los suelos**

Para la calicata N°1, para la profundidad de 0.00 m. a 0.50 m. el tipo de suelo por clasificación SUCS resulto ML, siendo un limo arenoso con grava, de color marrón ligeremanete blanquesino; y desde la profundidad de 0.50 m. a 3.00 m. el tipo de suelo según clasificación SUCS resulto GP, siendo grava mal graduada, de color beige de escasa humedad. Ver anexo 6.

Para la calicata N°2, para la profundidad de 0.00 m. a 0.50 m. el tipo de suelo por clasificación SUCS resulto ML, siendo un limo arenoso con grava, de color marrón amarillento; y desde la profundidad de 0.50 m. a 3.00 m. el tipo de suelo según clasificación SUCS resulto GP, siendo grava mal graduada, con ligera humedad y con presencia de óxidos. Ver Anexo 6, ensayos de laboratorio.

## **Condiciones de Cimentación**

### **Profundidad de cimentación**

Los resultados del suelo muestran que la profundidad mínima de cimentación debe ser de 1.20 m.

### **Presión admisible por el asentamiento en suelos granulares**

En suelos granulares dentro de la profundidad activa de cimentación, la presión admisible depende de los asentamientos elásticos y no por resistencia al corte y en función del ancho del cimiento. Se obtuvo la densidad relativa de los suelos resulto 55% en las gravas semi densas, y utilizando correlaciones de Terzaghi y Peck de  $N-\phi$  y  $N-DR$  se tiene un valor de Ensayo de penetración Estandar de 22 golpes por 30 cm. de penetración. Siendo calculado la capacidad admisible por asentamiento utilizando la ecuación propuesta por Bowles, resultando la capacidad admisible del suelo de 3.05 Kg/cm<sup>2</sup>. Ver Anexo 6.

**Tabla 12.** Resultados de los ensayos de suelos en laboratorio para las calicatas N° 1 y N° 2

ENSAYOS		CALICATA N°1		CALICATA N°2	
		Profundidad		Profundidad	
		0.00-0.50 m	0.50-3.00 m	0.00-0.40 m	0.40-3.00 m
Contenido de Humedad (%) ASTMD-2216		6.4	6.7	5.8	6.8
Clasificación de suelos	SUCS	ML	GP	ML	GP
	ASSHTO	A-4	A-1-a	A-4	A-1-a
Límites de Atterberg ASTM D- 4318	Límite Líquido (%)	17.4	NT	18.3	0.0
	Límite Plástico (%)	NP	NP	NP	NP
	Índice Plástico (%)	NP	NP	NP	NP
Peso volumetrico (g/cc) ASTMD-2937		1.642		1.862	

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 13.** Resultados de las condiciones de cimentación de los ensayos de los suelos

Cimentación	Símbolo	Resultados
Capacidad admisible del suelo (Kg/cm <sup>2</sup> )	q	3.05 Kg/cm <sup>2</sup>
Peso Específico del suelo (gr/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_{Suelo}$	1.8 gr/cm <sup>3</sup>
Coeficiente de Cohesión (gr/cm <sup>2</sup> )	C	1.00 gr/cm <sup>2</sup>
Ángulo de fricción del suelo	°	32°

**Fuente:** Elaboración propia

### Selección del periodo de Retorno

Para la selección de la tasa de retorno, se debe considerar el riesgo admisible y la vida útil en años. Para ello la siguiente tabla del Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje.

**Tabla 14.** Vida útil de las obras

RIESGO ADMISIBLE	VIDA ÚTIL DE LAS OBRAS (n años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0,01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
0,02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0,05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0,10	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0,20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0,25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0,50	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0,75	1,3	2	2,7	4,1	7,7	15	18	37	73	144
0,99	1	1,11	1,27	1,66	2,7	5	5,9	11	22	44

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje-MTC, 2018

Para el cálculo del período de retorno se usa la siguiente fórmula:

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

Donde: R=Riesgo y n=Vida útil (Años).

**Tabla 15 . Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje**

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

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

(\*\*) - **Vida Útil considerado (n)**

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

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

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje-MTC, 2018

En la tabla 14, el riesgo admisible para defensas ribereñas es de 25%, y la vida útil considerada es de n=40 años.

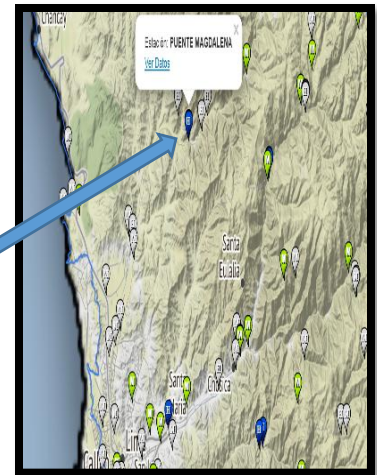
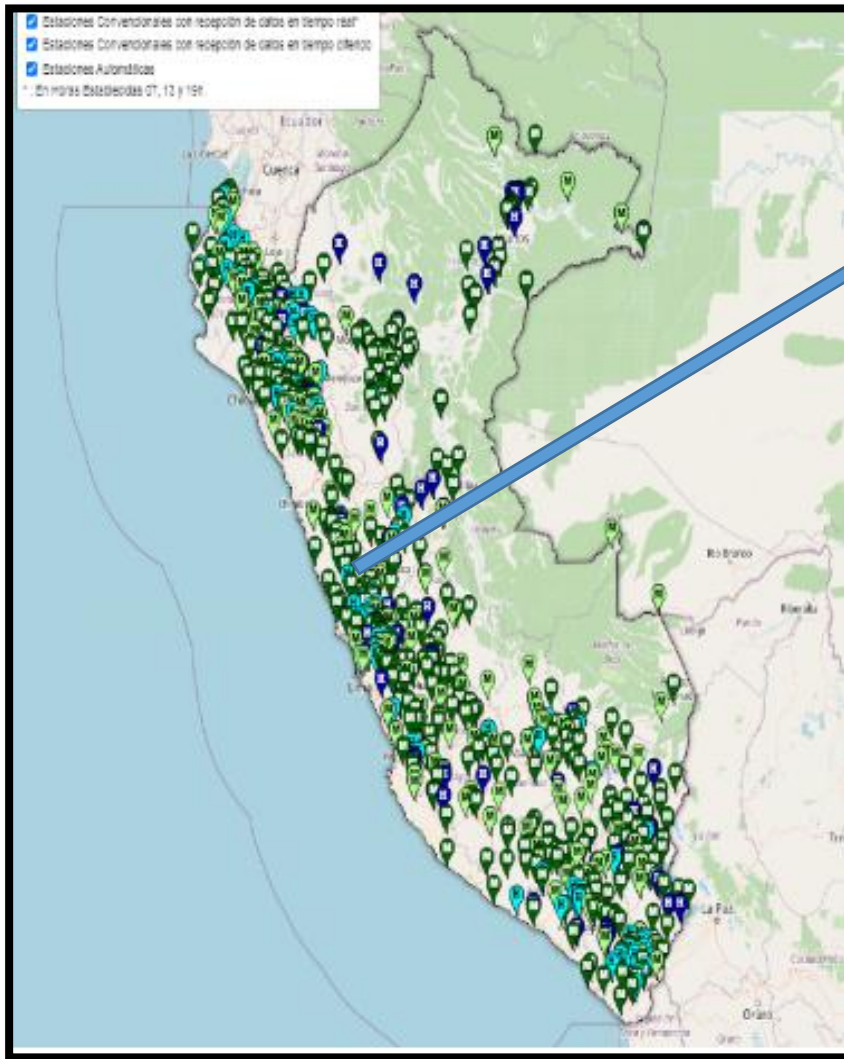
Calculando sale la tasa de retorno es de 140 años.

### **Caudal de diseño**

El caudal de diseño puede asumirse tomando el máximo caudal histórico que hay por año, o se calcula con datos máximos anuales que son datos históricos registrados por una Estación Hidrológica.

Para el cálculo del caudal de diseño, no se asumió sino que se calculó tomando como base los registros históricos de los caudales máximos medios anuales del río Chillón, datos que

son obtenidos de la Estación hidrológica del Puente Magdalena. La cantidad de registros mínimo para el cálculo del caudal de diseño es de 20 años, si se tienen registros mayores o iguales a 50 años ya se puede conocer el comportamiento del río y calcular exactamente y de manera adecuada el caudal de diseño. Teniendo los datos de la Estación Hidrológica del Puente Magdalena que registra los datos de los caudales



**Figura 20.** Estación hidrológica Puente Magdalena

Fuente: Senamhi

**Figura 19.** Mapa del Perú con las Estación hidrológicas y Meteorológicas

Fuente: Senamhi



## Estación: Puente Magdalena

Tipo: Hidrológica

Departamento: Lima

Provincia: Canta

Distrito: Santa Rosa de Quives

Latitud: 11°41'40.67"

Longitud: 76°50'13.89"

Altitud: 935 msnm

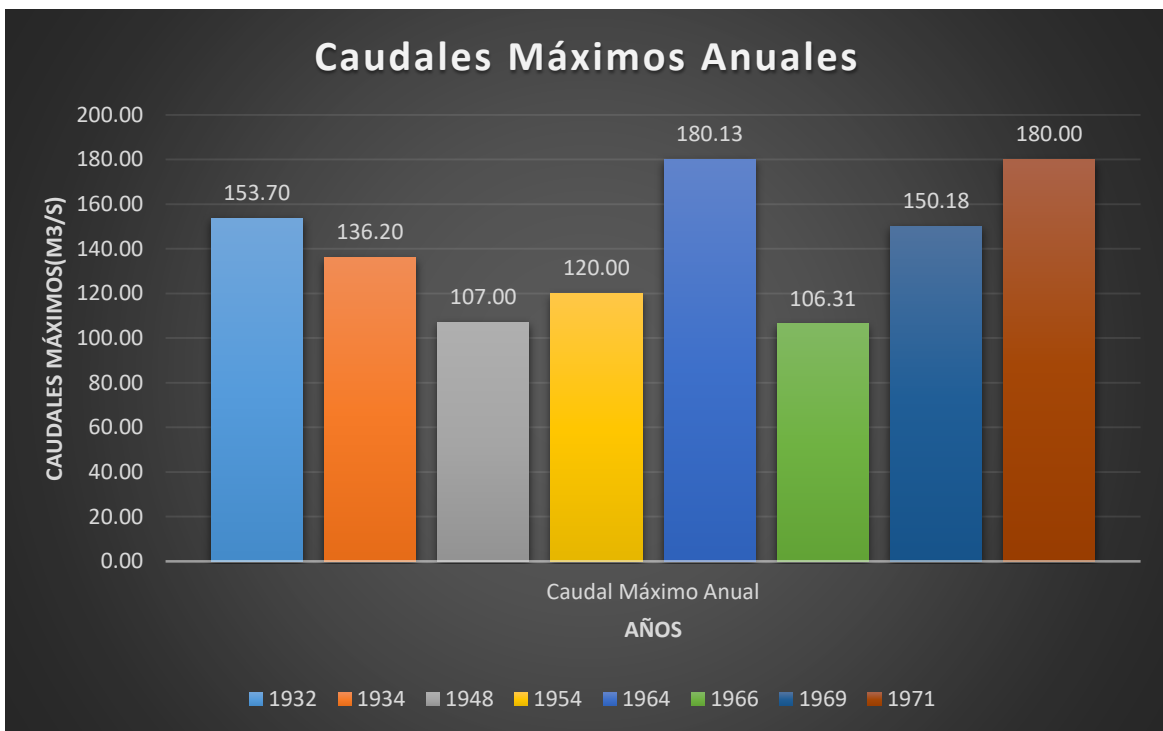
En la siguiente tabla 16, se muestran los caudales que son usados, pues para tener el comportamiento del río en cuanto a caudales es necesario un registro de 50 años a más.

**Tabla 16. Caudales Máximos del Río Chillón 1919-1997**

Año	Q <sub>Máx</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Año	Q <sub>Máx</sub> (m <sup>3</sup> /s)
1919	72.000	1959	28.530
1920	75.000	1960	28.800
1921	71.000	1961	40.000
1922	68.000	1962	42.840
1923	56.000	1963	36.000
1924	96.800	1964	180.130
1925	65.100	1965	60.280
1926	19.000	1966	130.31
1927	50.000	1967	20.420
1928	76.500	1968	35.240
1929	52.600	1969	150.18
1930	43.600	1970	56.900
1931	75.000	1971	180.000
1932	153.700	1972	49.600
1933	83.700	1974	98.520
1934	136.200	1975	42.500
1935	52.400	1976	65.450
1936	39.300	1977	30.100
1937	67.200	1978	47.480
1938	83.700	1979	32.710
1939	63.700	1980	35.100
1940	79.350	1981	28.400
1941	91.850	1982	20.000

1942	71.520	1983	30.300
1943	81.090	1984	28.000
1944	43.250	1985	35.000
1945	112.000	1986	29.000
1946	42.450	1987	35.000
1947	45.000	1988	47.000
1949	107.000	1989	38.000
1950	70.000	1990	31.000
1951	85.000	1991	36.000
1952	78.000	1992	29.200
1953	50.70	1993	27.100
1954	120.000	1994	35.200
1955	49.5000	1995	30.300
1956	40.2000	1996	31.200
1957	38.560	1997	70.000
1958	72.330		

Fuente: Senamhi y Machco O. (2018)



**Figura 21.** Variación de caudales máximos anuales mayores de 100 m<sup>3</sup>/s registrados en la Estación Puente Magdalena

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo el registro de los caudales, se cálculo el caudal de diseño usando el Software River, en el cual se ingreso los datos de los caudales máximos por año, luego se procedio calculandose el caudal de diseño por 3 tipos de metodos estadisticos que fueron: Método Log Normal resultando  $159.69 \text{ m}^3/\text{s}$  , Método Gumbel resultando  $154.763 \text{ m}^3/\text{s}$  y Método de Pearson Tipo III resultando  $171.653 \text{ m}^3/\text{s}$ , finalmente el caudal de diseño fue  $171.65 \text{ m}^3/\text{s}$  para el periodo de retorno de 50 años.

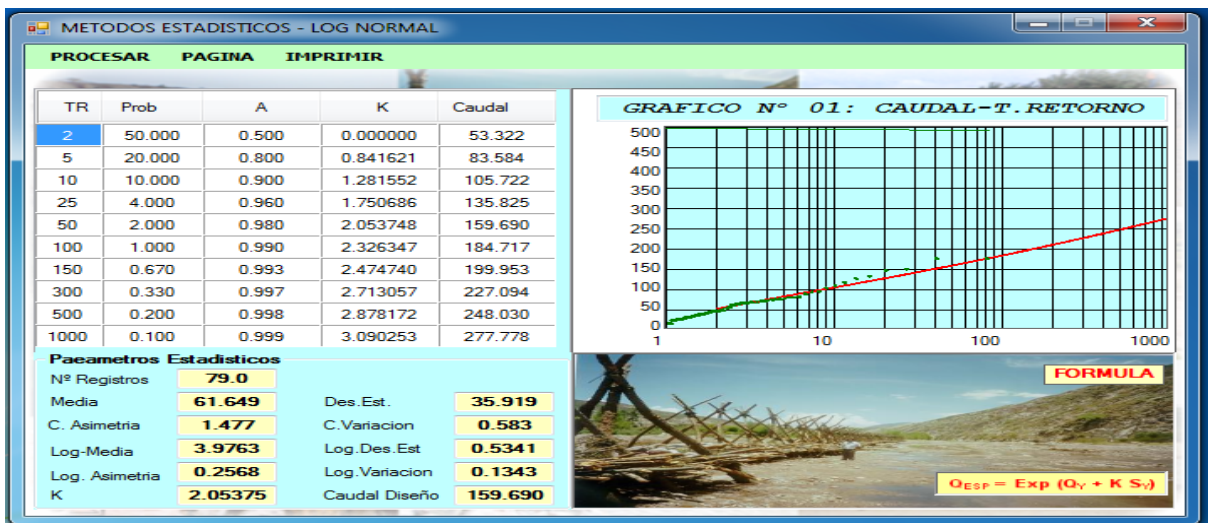


Figura 22. Calculo de Caudal de diseño con Log Normal para Tr= 50 años

Fuente: Elaboración Propia

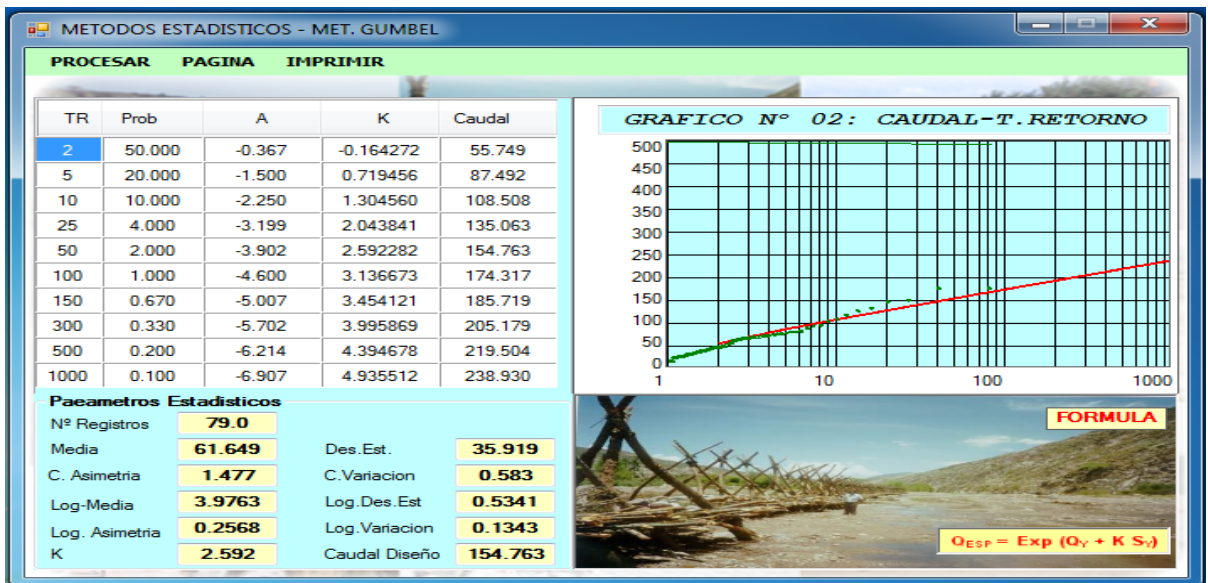


Figura 23. Cálculo de Caudal de diseño con Gumbel para Tr=50 años

Fuente: Elaboración Propia

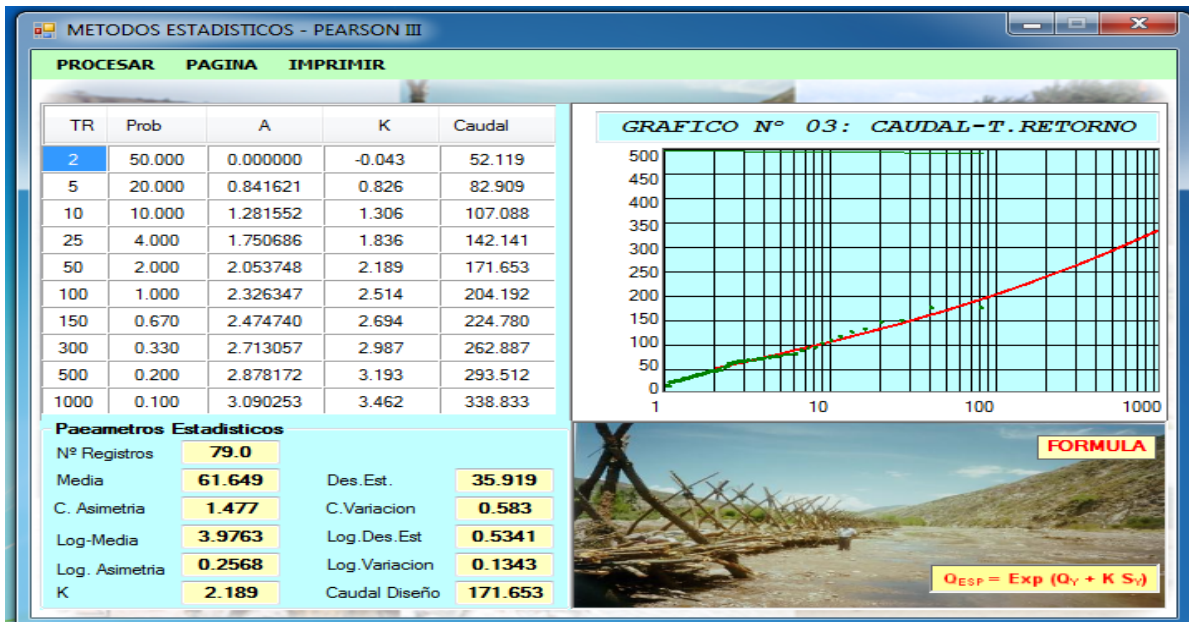


Figura 24. Cálculo de Caudal de diseño con Pearson Tipo 3 para Tr=50 años

Fuente: Elaboración Propia



Figura 25. Caudal de diseño para Tr=50 años

Fuente: Elaboración Propia

El mismo procedimiento se realizó para calcular el caudal de diseño para una tasa de retorno de 140 años. Se muestra el resultado en la figura 21. Donde por los tres métodos estadísticos se calculó el método Log Normal resultando 193.778 m<sup>3</sup>/s, Método Gumbel resultando 183.229 m<sup>3</sup>/s y Método de Pearson Tipo III resultando 222.515 m<sup>3</sup>/s, para conseguir el caudal de diseño 222.52 m<sup>3</sup>/s.

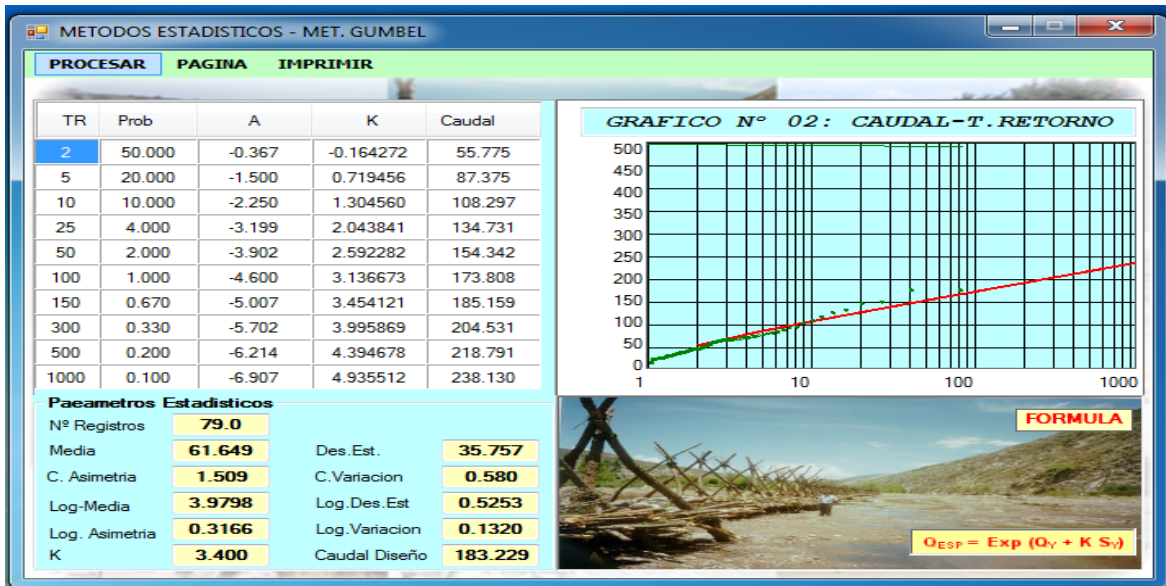


Figura 26. Calculo de Caudal de diseño con Log Normal para Tr= 140 años

Fuente: Elaboración Propia

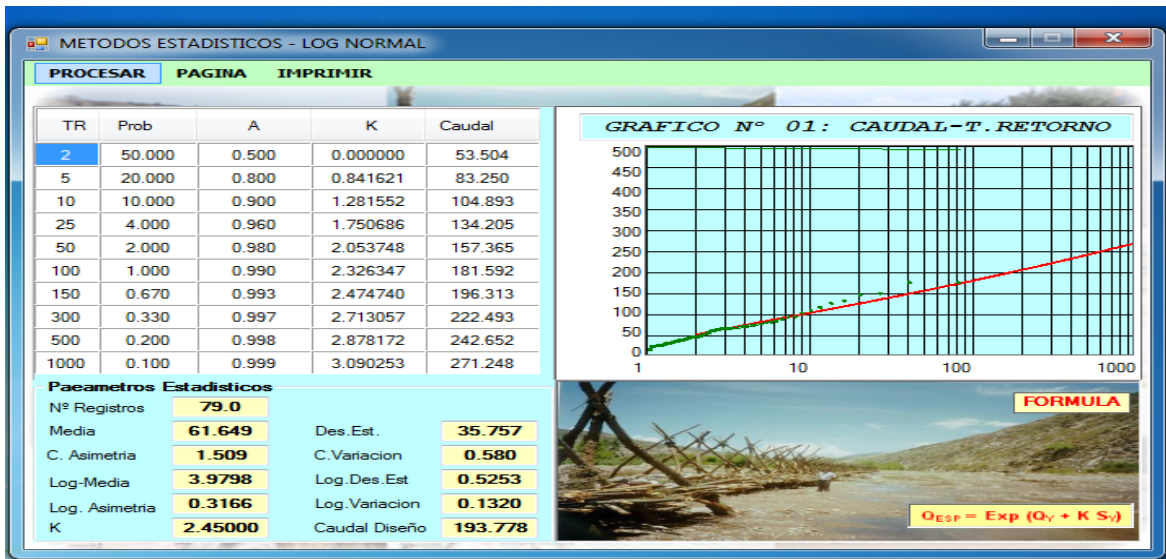


Figura 27. Cálculo de Caudal de diseño con Gumbel para Tr=140 años

Fuente: Elaboración Propia

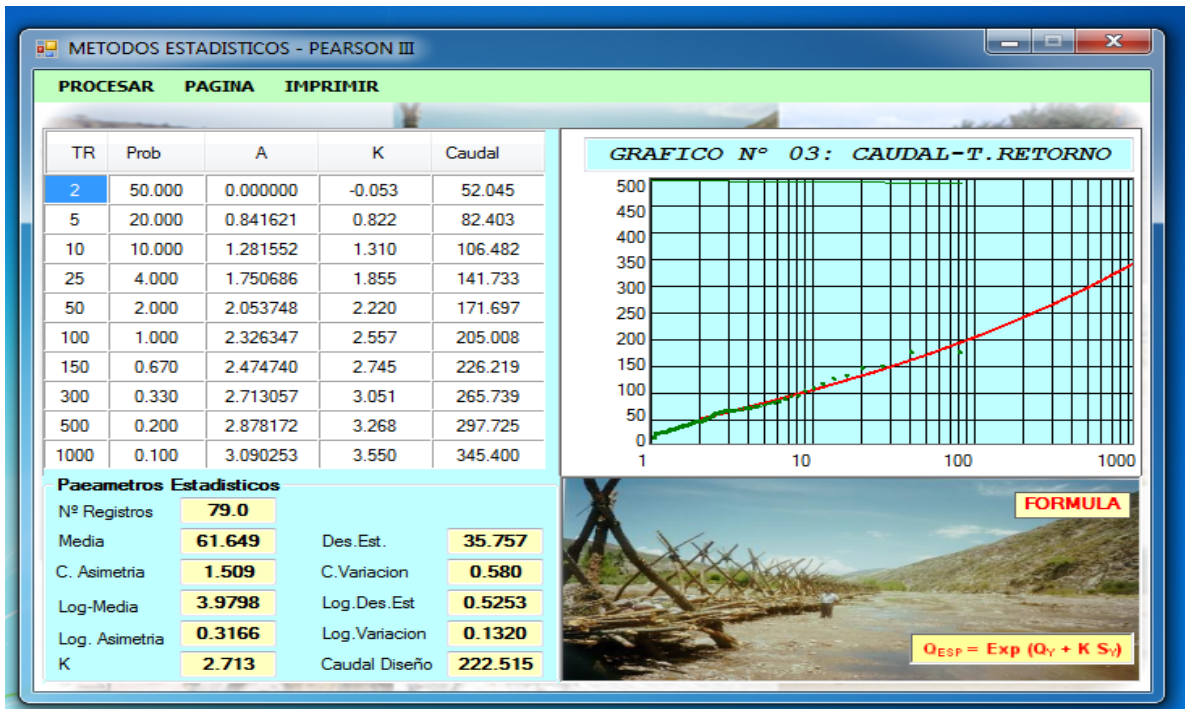


Figura 28. Cálculo de Caudal de diseño con Pearson Tipo 3 para Tr=140 años  
Fuente: Elaboración Propia

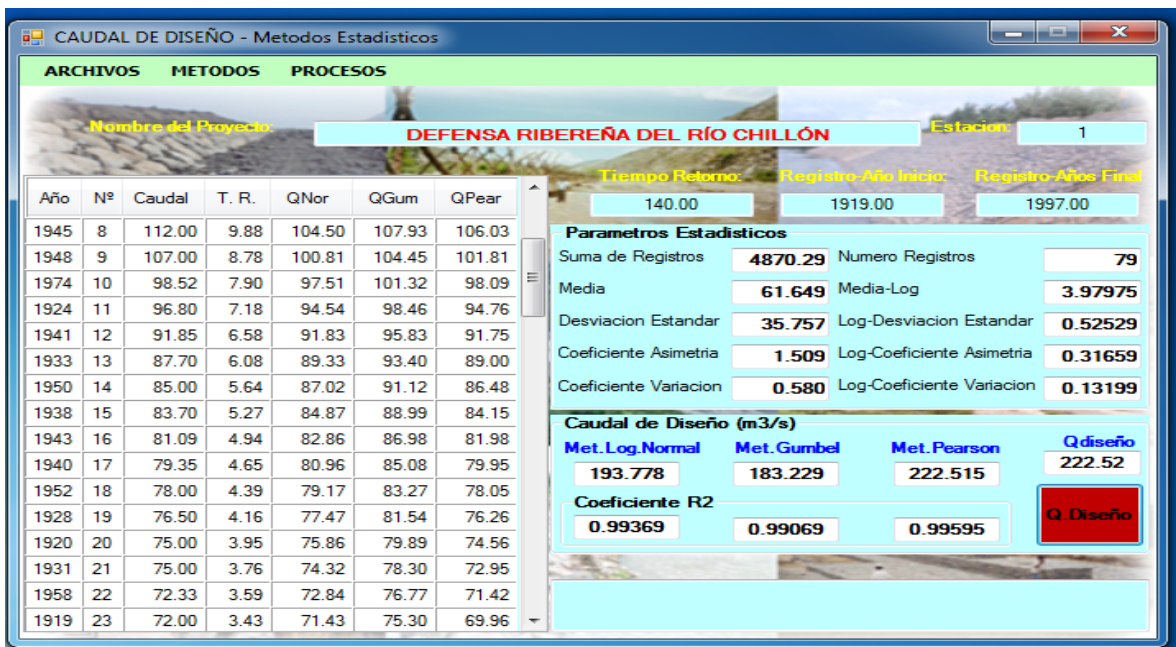


Figura 29. Caudal de diseño para Tr=140 años  
Fuente: Elaboración Propia

Se cálculo el caudal de diseño tanto para un período de retorno de 50 años y 140 años, se muestra la tabla 17.

**Tabla 17. Caudales de diseño para 50 años y 140 años**

Caudales de diseño para 50 años y 140 años			
Tasa de Retorno		50 años	140 años
Métodos Estadísticos para cálculo de Caudal de diseño	Log Normal	159.690 m <sup>3</sup> /s	193.778 m <sup>3</sup> /s
	Gumbel	154.763 m <sup>3</sup> /s	183.229 m <sup>3</sup> /s
	Pearson	171.653 m <sup>3</sup> /s	222.515 m <sup>3</sup> /s
	Tipo 3		
Caudal de diseño		171.65 m <sup>3</sup> /s	222.52 m <sup>3</sup> /s

Fuente: Elaboración Propia

Para el cálculo de los diseños de defensa ribereña se trabajó con el caudal de 222.52 m<sup>3</sup>/s, y tasa de retorno de 140 años, según el manual de hidrología, hidráulica y drenaje del MTC, y porque la zona de estudio, es área ya poblada.

Asimismo, utilizando el software River se cálculo el caudal de diseño para 10 años, 50 años, 100 años, 200 años y 500 años, ver Tabla 17.

**Tabla 18. Caudales de diseño para otros periodos de retorno**

Caudales de diseño para otros Periodos de Retorno						
Tasa de Retorno		10 años	50 años	100 años	200 años	500 años
Métodos Estadísticos para cálculo de Caudal de diseño	Log Normal	105.575 m <sup>3</sup> /s	171.810 m <sup>3</sup> /s	179.732 m <sup>3</sup> /s	239.957 m <sup>3</sup> /s	239.957 m <sup>3</sup> /s
	Gumbel	108.625 m <sup>3</sup> /s	153.817 m <sup>3</sup> /s	173.263 m <sup>3</sup> /s	192.594 m <sup>3</sup> /s	218.126 m <sup>3</sup> /s
	Pearson Tipo 3	106.998 m <sup>3</sup> /s	171.142 m <sup>3</sup> /s	205.142 m <sup>3</sup> /s	242.289 m <sup>3</sup> /s	298.83 m <sup>3</sup> /s
Caudal de diseño		107.00 m <sup>3</sup> /s	171.14 m <sup>3</sup> /s	205.05 m <sup>3</sup> /s	242.29 m <sup>3</sup> /s	298.83 m <sup>3</sup> /s

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 30.** Zona de Estudio de inicio Puente Nueva Esperanza tramo 0+000 Km.

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 31.** Zona de estudio Tramo 0+060 Km.

Fuente: Elaboración Propia





**Figura 32.** Zona de estudio Tramo 0+360 Km.

Fuente: Elaboración Propia

### **Objetivo 1:**

**Determinar el diseño de enrocado para la mejora para la mejora defensa ribereña para prevenir el riesgo de inundación del río Chillón, Lima- 2020.**

### **Reseña del diseño de enrocado**

El diseño de enrocado, es un tipo de defensa ribereña que tiene una vida útil de 40 años, siendo una buena solución económica para la protección contra las inundaciones y de tipo estructural, la cual es mejor porque contiene la inundación, evita se erosionen los márgenes del río y protege a la población y a zonas agrícolas. El enrocado, es aquella barrera contra inundaciones por el incremento de caudal del río, muy resistente a la erosión causada por el agua, puede durar muchos años dándole el cuidado al cauce del río, haciendo trabajos de descolmatación del río y habiéndole colocado al

enrocado una geomembrana para aplacar la fuerza de la velocidad de la corriente del río. Se plantea el diseño para el margen derecho del río Chillón que empieza en la progresiva 0+360 Km. Ver plano de la topografía del terreno en el Anexo 6.

A continuación de acuerdo a los resultados del ensayo de suelos, el cálculo de la tasa de retorno y del caudal de diseño, se procedió a realizar los cálculos para el diseño del enrocado.

### **Cálculos para el diseño del enrocado**

#### **Cálculo del Ancho Estable del Cauce (B)**

##### **a) Método de Simons y Henderson**

$$B = K_1 Q^{1/2}$$

Donde:

$K_1$  = Coeficiente de las condiciones del fondo del río

Q=Caudal de diseño ( $m^3/s$ )

Siendo el valor de  $K_1=2.9$ , para el río Chillón

Reemplazando:

$$B=2.9 (222.52 m^3/s)^{1/2}$$

$$B=43.26 m.$$

**Tabla 19.** *Condición de Fondo del río*

<b>Condiciones de Fondo</b>	<b><math>K_1</math></b>
Fondo y orillas de arena	5.7
Fondo de orillas y de material cohesivo	4.2
Fondos de orilla de material cohesivo	3.6
Fondos y orillas de grava	2.9
Fondo de arena y orillas de material no cohesivo	2.8

Fuente: Diseño y construcción de defensas ribereñas

**b) Método de Petits**

$$B = 4.44Q^{0.5}$$

$$B=4.44(222.52 \frac{m^3}{s})^{0.5}$$

$$B=66.23 \text{ m.}$$

**c) Método de Blench**

$$B = 1.81 (Q(\frac{m^3}{s})) \frac{F_B}{F_S})^{1/2}$$

Donde:

$F_B$ =Factor de Fondo

$F_S$ =Factor de Orilla

Q=Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)

Material es grueso por ser grava, entonces el valor es 1.2 para el factor de fondo (Fb) y el factor de orilla 0.1 correspondiente a materiales sueltos. Ver tabla:

**Tabla 20.** Factor de Fondo y Factor de orilla

Factor de Fondo (Fb)		Factor de orilla (Fs)	
0.8	Materiales Finos Dm<0.50 mm	Materiales sueltos	0.10
1.20	Materiales Gruesos>0.50 mm	Materiales ligeramente cohesivos	0.20
		Materiales cohesivos	0.30

Fuente: Diseño y construcción de defensas ribereñas

$$B=1.81(\frac{222.52*1.2 \text{ m}^3/\text{s}}{0.1})^{1/2}$$

$$B=66.14 \text{ m.}$$

**d) Método de Altunin-Manning**

$$B=(\frac{Q^{1/2}}{S^{1/5}})(nk^{5/3})^{\frac{3}{3+5m}}$$

Donde:

Q=caudal (m<sup>3</sup>/s)

n=Coeficiente de rugosidad del río

K=Coeficiente para suelos aluviales

m=Coeficiente de cauces aluviales

Para la rugosidad se escoge con fuerte transporte de acarreo que corresponde a un n=0.035

El m para cauces aluviales es 1.

El K que se escoge es para cauces aluviales cuyo valor es de 12 y para el coeficiente de tipo de río es 1.

**Tabla 21.** *Rugosidad del cauce del río*

Rugosidad del cauce del río	n
Sólido sin irregularidades	0.025
Con acarreo regular	0.030
Con vegetación	0.033
Con derrubio e irregular	0.034
Con fuerte transporte de acarreo	0.035
Con piedras de 0.25-0.30 m.	0.040
Con derrubio grueso y acarreo móvil	0.045

Fuente: Diseño y construcción de defensas ribereñas

**Tabla 22.** *Coeficiente del Material del Cauce*

Rugosidad del cauce del río	K
Material de cauce muy resistente 3-4	3
Material fácilmente erosionable 16-20	16
Material aluvial 8-12	12
Valor práctico	10

Fuente: Elaboración Propia

Realizando el cálculo:

$$B = (222.52 \text{ m}^3/\text{s})^{1/2} / (1^{5/3}) (0.035 * 12^{1/3})^{3/3+5(1)}$$

B=49.42 m.

**Tabla 23. Caudal Recomendado**

Q(m <sup>3</sup> /s)	K
3000	200
2400	190
1500	120
1000	100
500	70

Fuente: Diseño y construcción de defensas ribereñas

Para los métodos calculados se elige el ancho que se acerque más a las condiciones del río:

**Tabla 24. Resumen del método y Ancho del Cauce**

Método	Ancho del Cauce (B)
Simons y Henderson	43.26 m.
Pettis	66.23 m.
Blench	66.14 m.
Altunin-Manning	49.42 m.
Promedio	56.26 m.
Recomendación de acuerdo a las condiciones del río, el ancho debe ser de acuerdo a la zona de estudio	45.00 m.

Fuente: Elaboración Propia

### Cálculo del Tirante (H)

#### Manning-Stricker para cauces mayores de 30 metros (>30 m)

$$t = ((Q / (K_s * B * S^{1/2}))^{3/5})$$

Donde:

Q= Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)

$K_s$ =Coeficiente de lechos naturales del río y torrentes con derrubios.

B=Metros

S=Pendiente de tramo

$K_s$ =Coeficiente para lechos naturales y torrentes

$K_s$  se escoge de la siguiente Tabla 17, cuyo valor es Lechos naturales del río con fuerte transporte y acarreo.

Reemplazando en el tirante:

$$t = (222.52 \text{ m}^3/\text{s}) / (2.8 \cdot 45 \cdot (0.011)^{1/2})^{3/5}$$

$$t = 1.37 \text{ m.}$$

**Tabla 25.** Valores de  $K_s$  para lechos naturales y torrentes

Valores de $K_s$	
Lechos naturales del río con sólido sin irregularidades	40
Lechos naturales del río con acarreo regular	33-35
Lechos naturales del río con vegetación	30-35
Lechos naturales del río con derrubio e irregularidades	30
Lechos naturales del río con fuerte transporte y acarreo	28
Torrentes con derrubios gruesos ( piedras de tamaño de una cabeza)	25-28
Torrentes con derrubio grueso, con acarreo móvil	19-22

Fuente: Diseño y construcción de defensas ribereñas

**Con los datos del río Chillón:**

- Pendiente=0.011 Calculado en la Figura 33
- Talud=z=2 m.
- Tirante medio=1.37m.
- Ancho del Cauce B=45 m.
- Área A=57.9 m<sup>2</sup>
- P=45.65 m.
- Coeficiente de rugosidad de Manning n=0.035
- Gravedad g=9.8 m/s<sup>2</sup>



**Figura 33.** Perfil del terreno

Fuente: Elaboración Propia

La pendiente de la zona de estudio, se haya de la tangente:

$$\text{Tangente} = \frac{56 \text{ m} - 39 \text{ m}}{1540 \text{ m}} = 0.011$$

### Calculando el radio hidráulico

$$R = A/P$$

Donde:

A=Área (m<sup>2</sup>)

P=Perímetro (m.)

Reemplazando:

$$R = 57.9 \text{ m}^2 / 45.65 \text{ m}$$

$$R=1.27\text{m.}$$

### Calculando Velocidad Media de la Corriente

$$V = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Donde:

V=Velocidad (m/s)

R=Radio hidráulico

S=Pendiente de tramo

n= Coeficiente de rugosidad de Manning

Reemplazando:

$$V=1.27^{2/3} * 1^{1/2} / 0.035$$

$$V=3.51 \text{ m/s}$$

### Cálculo del Número de Froude

$$F = V / (g * y)^{1/2}$$

Donde:

V=Velocidad media de la corriente, g= gravedad e y=tirante

$$F=3.51 / (9.81 * 1.37)^{1/2}$$

$$F=0.957 \text{ Tipo de Flujo Sub-crítico}$$

Se usó el Programa de Cálculo por Ecuación Chezy-Manning se ingresa la profundidad y el ancho del cauce del río de 45 m. dando como resultado el caudal de diseño, verificándose varios resultados ya calculados.



**PROGRAMA DE CALCULO POR ECUACION CHEZY-MANNING.**  
Sede en unidades sistema internacional.  
 UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

---

**CANALES NO CIRCULARES**

**Datos a ingresar**

Profundidad del Canal (y)  mtr

Pendiente 1 (m1)

Pendiente 2 (m2)

Ancho del Fanda del Canal (b)  mtr

Coefficiente de Manning

Pendiente del canal

**RESULTADOS**

Caudal a Conducir  mtr<sup>3</sup>/seg

Velocidad del Flujo  mtr/seg

Area del Flujo  mtr<sup>2</sup>

Perimetro mojada del flujo  mtr

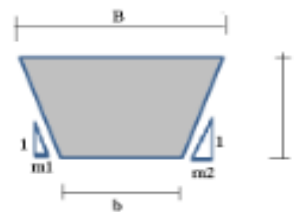
Radio Hidráulica del Flujo  mtr

Ancho de la superficie del flujo (B)  mtr

**NUMERO DE FROUD**

**AYUDA PARA EL USUARIO**

Este tipo de canal se define perfectamente con la geometría de un trapecio como muestra a continuación.



De la geometría del trapecio se pueden formar muchas otras formas tales como cuadradas, triangulares o bien la combinación de cuadradas con triangulares.

Para formar una sección con geometría de cuadrada simplemente calaque "0" tanto a las pendientes m1 como m2.

Para formar una sección con geometría de triángulo se valora con el ancho del fanda del canal "b" con "0".

Si se indica una de las dos pendientes como cero la forma resultante será un triángulo con un cuadrado.

Un canal trapezoidal simétrico tiene igual valor m1 y m2.

**Figura 34.** Programa de Cálculo de Ecuación Chezy-Manning

Fuente: Elaboración Propia

### Cálculo de la Profundidad Hidráulica Media

$$Y = \frac{A}{B}$$

A= Área (m<sup>2</sup>)

B=Ancho del cauce (m.)

$$Y = 57.9 / 45 = 1.29$$

### Cálculo de la Altura del dique

Calculo del Borde Libre (BL)

$$BL = \phi * e$$

**Tabla 26.** Elección de Coeficiente ( $\phi$ ) por caudal máximo

Caudal Máximo (m <sup>3</sup> /s)	Coeficiente ( $\phi$ )
3000-4000	2.00
2000-3000	1.70
1000-2000	1.40
500-1000	1.20
100-500	1.10

Fuente: Diseño y construcción de defensas ribereñas

- Coeficiente  $\phi=1.10$

$$\phi=0.1$$

$$e = V^2/2g = 3.51^2/2*9.81$$

$$e=0.63$$

Remplazando en:

$$BL = \phi * e = 1.10 * 0.63 = 0.69$$

### Altura del Muro

$$H_M = Y + BL$$

Donde:

$H_M$  = Altura del muro

$Y$  = Tirante (m)

$BL$  = Borde libre (m)

$$H_M = 1.37 \text{ m.} + 0.69 \text{ m.} = 2.06 \text{ m.}$$

$$H_M = 3 \text{ m.}$$

Altura del enrocado = 3 m

## Talud

Cara húmeda H : V 2:1

Cara seca H: V 1.5:1

## Cálculo de la Profundidad de la Socavación

### Método L.L. Lischtvan-Lebediev

El tipo de suelo del río Chillón es suelo no cohesivo, por ello se usa la fórmula para suelos no cohesivos.

-Suelos granulares no cohesivos

$$ts = \left( \frac{\alpha t^{\frac{5}{3}}}{0.68 D_m^{\frac{5}{3}} \beta} \right)^{\frac{1}{x+1}}$$

Donde:

t=tirante de socavación (después de producirse)

t<sub>s</sub>=tirante sin socavación

D<sub>m</sub>=Diámetro medio de las partículas (mm)=12 mm

γ<sub>s</sub>=Peso específico del suelo=1.8 Ton/m<sup>3</sup>

μ=Coeficiente de Contracción=0.97

β=Coeficiente por tiempo de retorno=1

Suelo no cohesivo valor de X=0.20 y 1/x+1=0.83

α=Coeficiente, B= Ancho estable, donde:

$$\alpha = Q/t_m^{5/3} \mu B$$

$$\alpha = Q/(t_m^{5/3} B \mu) = 222.52 / (1.29^{5/3} (45)(0.97)) = 3.33 \text{ m.}$$

Entonces reemplazando en fórmula para suelos no cohesivos:

$$ts = \left( \frac{\alpha t^{\frac{5}{3}}}{0.68 D_m^{\frac{5}{3}} \beta} \right)^{\frac{1}{x+1}}$$

$$ts = \left( \frac{3.33(1.37)^{\frac{5}{3}}}{0.68(12^{0.28})1} \right)^{0.83}$$

$$t_s=3.26 \text{ m}$$

### **Cálculo de la profundidad de la Socavación**

$$H_s=t_s-t$$

$$H_s=3.26-1.37$$

$$H_s=1.89 \text{ m}$$

### **Cálculo de la Profundidad de la Uña y Ancho de la Uña**

La profundidad de socavación indica la profundidad que tendrá la uña, multiplicado por su factor de seguridad.

$$P_{uña}=Socavación=1.89 \text{ m}$$

$$P_{uña}=2.00 \text{ m.}$$

$$A_{uña}=2.00 \text{ m.}$$

### **Cálculo del Tamaño de la Roca**

Utilizando el método de Maynard:

$$D=tC_1F^3$$

donde:

t=Tirante del agua

C<sub>1</sub>=Coeficiente de talud, para fondo plano es 0.25, y dependiendo del talud puede ser: Talud 1 H:2V toma valor de 0.32 y 1 H:3V toma valor de 0.28.

C<sub>2</sub>=Coeficiente de colocación de la roca, que depende del tipo de tramo, el cual puede ser tramos curvos, tomando el valor de 1.50, en tramos rectos 1.25.

Ya teniéndolos datos calculados anteriormente:

$$V=3.51 \text{ m/s velocidad del cauce}$$

$$t=Y=1.37 \text{ tirante}$$

$$C_1=0.32$$

$$C_2=1.50$$

Calculando

$$F = \frac{C_2(V)}{\sqrt{gY}} = \frac{1.50(1.37)}{\sqrt{9.81(1.37)}} = 1.44, \text{ reemplazando en D}$$

$$D = tC_1F^3$$

$$D = 1.37(0.32)(1.44)^3 = 1.30$$

$$\gamma_{roca} = 2480 \text{ Kg/m}^3$$

$D_{roca} = 1 \text{ m.}$ , diámetro mínimo de la roca.

### Estabilidad del Terraplén

$$F_{resistente} = W_{terraplen}(\tan \phi) \text{ o } F_{resistente} = ((\gamma_{roca})(A))(\tan 32^\circ) \text{ Kg/m}$$

Donde:

$\phi$  = Ángulo de fricción interna del suelo

$W_{terraplen}$  = Peso del terraplén (Kg.)

$$A_{dique} = ((A + AX_{CH} + HXC_S)/2)4 \text{ m}^2$$

$$\gamma_{roca} = 2480 \text{ Kg/m}^3$$

Donde:

A = Área del dique

A = Ancho de la corona

$C_H$  = Cara húmeda del enrocado

$C_S$  = Cara seca del enrocado

Reemplazando:

$$A_{dique} = ((4 + 3 \cdot 2 + 3 \cdot 1.5)/2)3 = 21.75 \text{ m}^2$$

$$F_{resistente} = 21.75 \text{ m}^2 \cdot 2480 \text{ Kg/m}^3 = 89\,280 \text{ Kg/m}^2$$

$$F_{resistente} = ((\gamma_{roca})(A))(\tan 32^\circ) \text{ Kg/m}$$

$$F_{resistente} = (2480 \text{ Kg/m}^3)(21.75 \text{ m}^2)(0.62) = 33442.8 \text{ Kg}$$

$$F_{resistente} = 33.44 \text{ Ton.}$$

### Calculando la presión del agua

Presión del Agua

$$P=W_{\text{agua}}(t^2/2)$$

$$P=1000 \text{ Kg/m}^3 \left( \frac{(1.37 \text{ m})^2}{2} \right) = 938.45 \text{ Kg}$$

$$P=0.94 \text{ Ton.}$$

Siendo la  $F_{\text{resistente}}$  del terraplén mayor que la fuerza de presión del agua, entonces el enrocado es estable

### Cálculo para filtro (Geotextil)

La siguiente fórmula se utilizan para saber si es necesario usar un filtro geotextil o geomenbrana, comparando si es mayor la velocidad del agua entre el enrocado y el fondo, con la velocidad que puede soportar el suelo sin ser erosionado, si esto se verifica entonces es necesario el uso de una geomenbrana.

-Verificación del velocidad que puede soportar el suelo sin erosionarse

$$V=16.1(Dm)^{1/2}$$

Donde:

Dm=Diámetro de las partículas del suelo de fundación

Dm=12 mm para suelo no cohesivo

$$Dm=12/1000=12 (10^{-4}) \text{ m}$$

$$\text{Entonces } V=16.1(12 (10^{-4}))^{1/2}$$

$$V=1.764 \text{ m/s}$$

Cálculo de la velocidad del agua entre el enrocado y el fondo

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

Donde:

Va=velocidad del agua entre el enrocado y el fondo

n<sub>f</sub>=rugosidad del fondo=0.035 sin filtro

$S=0.011$  Pendiente

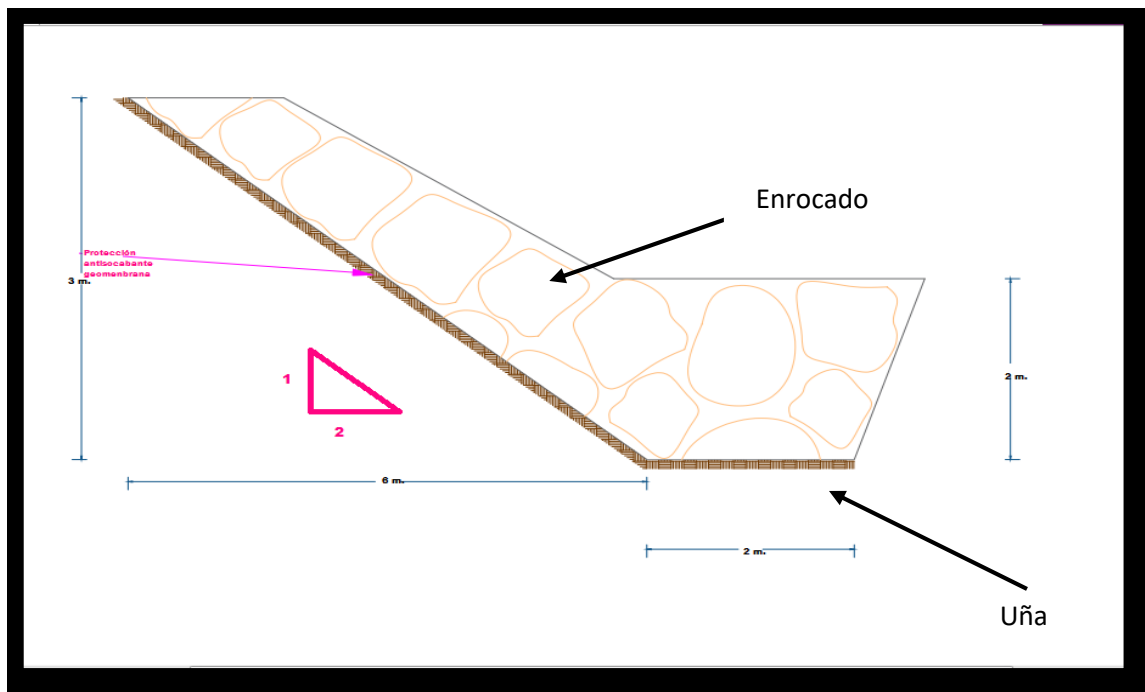
$$V_a = (0.80/2)^{2/3} (0.011)^{1/2} / 0.035$$

$$V_a = 1.63 \text{ m/s}$$

Suponiendo se usó un filtro geotextil

$$V_f = 1.63/4 \text{ m/s} = 0.41 \text{ m/s}$$

Siendo  $V_f$  menor  $V_a$ , no es necesario el uso de filtro de geotextil, pero aun así para que el diseño de enrocado se conserve en el tiempo, se recomendó colocarlo.



**Figura 35.** Diseño del enrocado

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se usaron los datos del caudal de diseño para el cálculo del diseño del enrocado con el programa River.

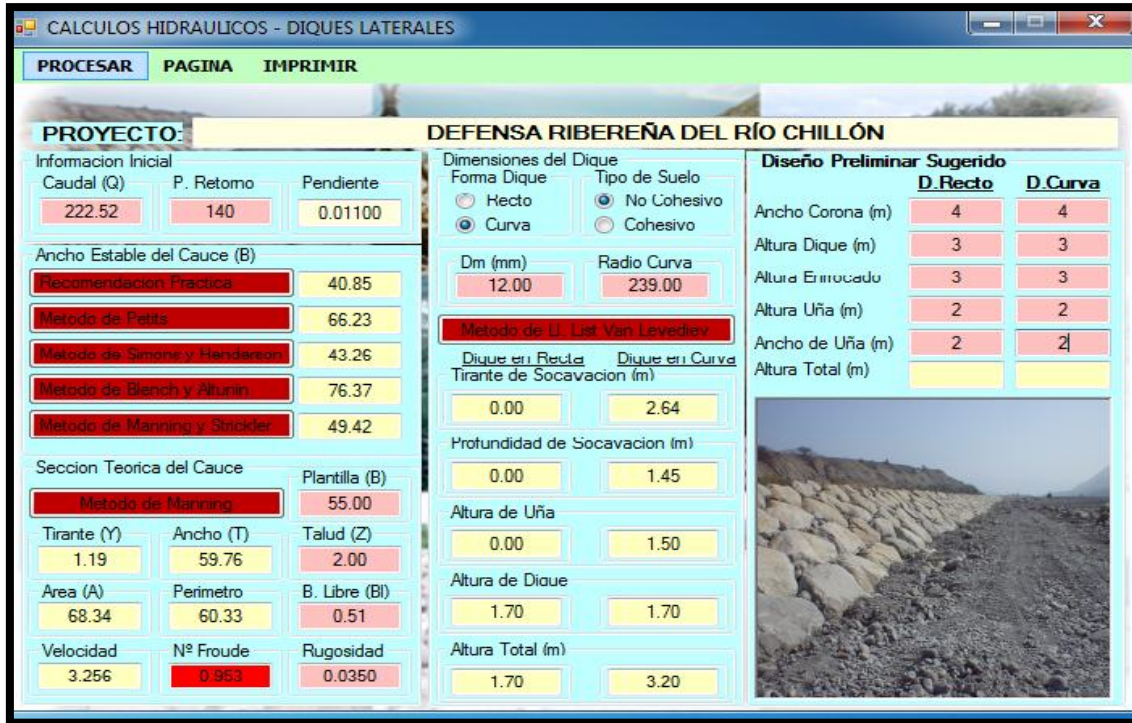


Figura 36. Diseño del enrocado utilizando River

Fuente: Elaboración propia

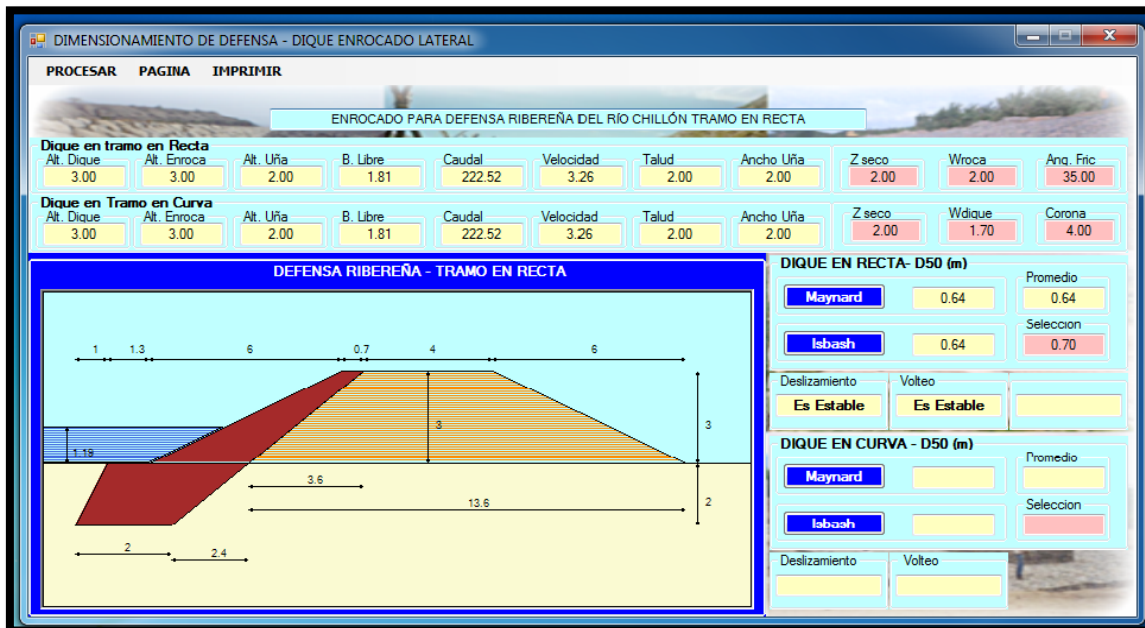
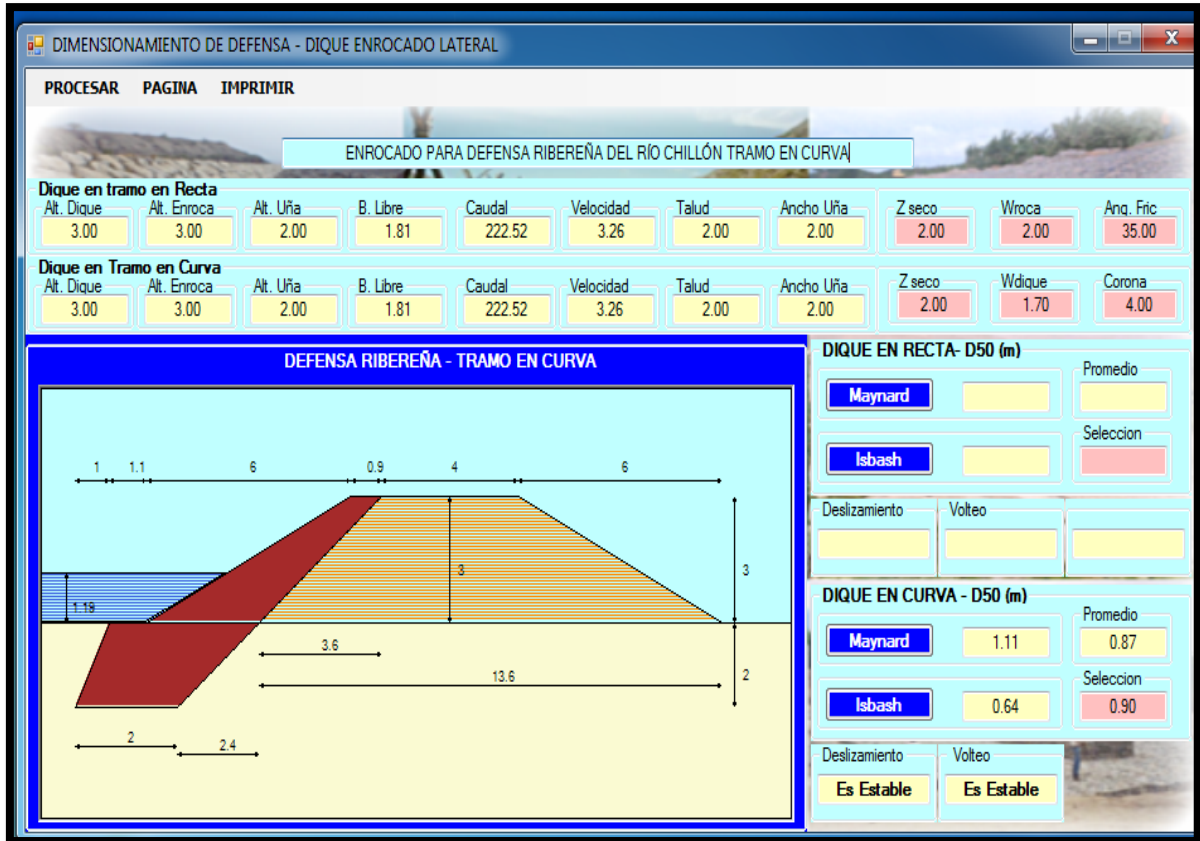


Figura 37. Diseño del enrocado tramo en recto

Fuente: Elaboración propia





**Figura 38.** Diseño del enrocado tramo en curva

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** El diseño del enrocado con altura de 3 m., con uña de 2 m., con uso de geomenbrana, es el diseño más económico que hay para los distintos tipos de defensas ribereñas, es un resultado favorable contra las inundaciones. Ver en Anexo 6 el plano del diseño de enrocado.

Para el diseño de la roca se utilizó la fórmula de Maynard y de Isbash, en la Figura 37 tramo en recta y figura 38 tramo en curva, se observa el diseño similar en altura de 3 m., corona de 4 m., talud 2 m., uña de 2m., ambos diseños son estables para deslizamiento y vuelco.

**Objetivo 2:**

**Determinar el diseño de gaviones para la mejora para la mejora defensa ribereña para prevenir el riesgo de inundación del río Chillón, Lima- 2020.**

### **Reseña del diseño de gaviones**

Los gaviones es un muro de contención de gravedad, se diseñó un muro de 5 m. de altura, con gavión tipo caja de 8x10 2.7 mm, con piedra de granito de peso específico de 2.7 Kg/m<sup>3</sup> usada para el relleno, con piedras de relleno de tamaño de 12`` a 16`` pulg. Se utilizan las teorías de empuje activo o teoría de Coulomb y teoría de empuje pasivo o teoría de Rankine, también las verificaciones contra el deslizamiento y el vuelco. Este diseño empieza desde la progresiva 0+000 Km. hasta la progresiva hasta 0+100 Km. y continua a partir de la progresiva 0+360 Km. del margen izquierdo. Ver en Anexo 6, ver el plano de la topografía del terreno.

### **Cálculos para el Diseño de Muro de Gaviones**

#### **Para Gavión de 5 metros de Altura**

Cálculo del ángulo

-Como el muro es escalonado se establece el ángulo  $\beta=6^\circ$  ó  $\beta=10^\circ$  con la finalidad de obtener estabilidad con ello se calcula  $\alpha$

$$\alpha = \text{Tan}^{-1} \frac{H}{(B-A)} + \beta$$

$$\alpha = \text{Tan}^{-1} \frac{5}{(3-1)} + 6 = 74.20^\circ$$

#### **Cálculo del Empuje Activo-Teoría del Coulomb**

$$E_a = \frac{1}{2} * \gamma_{\text{suelo}} * H^2 * K_a + q * H * K_a * \frac{\text{Sen} \alpha}{\text{Sen}(\alpha + i)}$$

Donde:

H=Altura del muro (m)

$\gamma_{Suelo}$  = Peso específico del suelo de fundación

c = Cohesión de los suelos

$K_a$  = Coeficiente de empuje activo, donde está expresado por la siguiente fórmula

$$K_a = \frac{\text{Sen}^2 \alpha}{\text{Sen}^2 \alpha * \text{Sen}(\alpha - \delta) * \left[ 1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\phi + \delta) * \text{Sen}(\phi - \varepsilon)}{\text{Sen}(\alpha - \phi) * \text{Sen}(\alpha + \varepsilon)}} \right]^2}$$

Donde:

$\alpha$  = Ángulo que se forma entre el plano de empuje y la horizontal

$\phi$  = Ángulo de fricción interna del suelo

$\varepsilon$  = Ángulo formado por la inclinación y talud del relleno y el plano horizontal

-Cálculo del Coeficiente del Empuje Activo ( $K_a$ ) Teoría del Coulomb

$$K_a = \frac{\text{Sen}^2(74.20^\circ + 32^\circ)}{\text{Sen}^2 74.20^\circ * \text{Sen}(74.20^\circ - 32^\circ) * \left[ 1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(32^\circ + 32^\circ) * \text{Sen}(32^\circ + 0^\circ)}{\text{Sen}(74.20^\circ - 32^\circ) * \text{Sen}(74.20^\circ + 0^\circ)}} \right]^2}$$

$$K_a = \frac{0.922}{0.963 * 0.672 * \left[ 1 + \sqrt{\frac{0.899 * (0.53)}{0.671 * 0.962}} \right]^2}$$

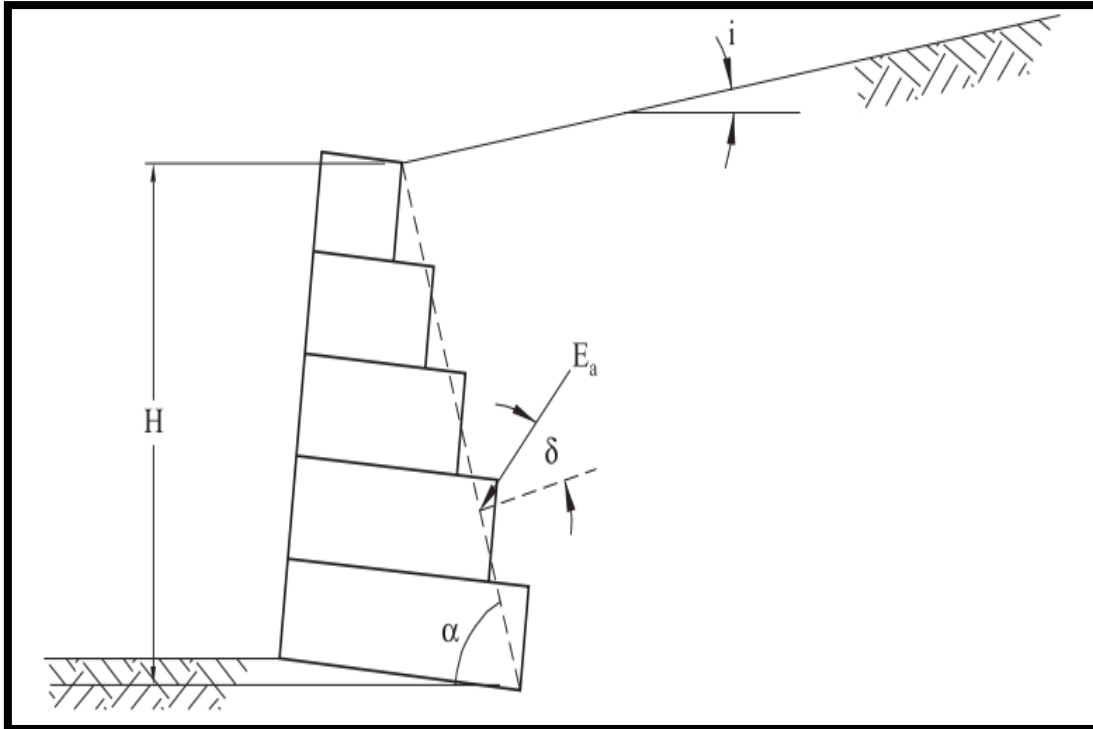
$$K_a = 0.412$$

-Cálculo de la altura del muro (H)

$$H = \frac{H \text{Sen} \alpha}{\text{Sen}(B - a)}$$

$$H = \frac{5 \text{Sen} 74.20^\circ}{\text{Sen}(74.20^\circ - 6^\circ)}$$

$$H = 5.18 \text{ m}$$



**Figura 39.** Empuje activo para la Teoría de Coulomb

Fuente: Macafferri

-Reemplazando en la fórmula de  $E_a$

$$E_a = \frac{1}{2} \cdot \gamma_{\text{suelo}} \cdot H^2 \cdot K_a + q \cdot H \cdot K_a \cdot \frac{\text{Sen} \alpha}{\text{Sen}(\alpha + i)}$$

Donde:

$$\gamma_{\text{suelo}} = \text{Kg/m}^3$$

H=Altura del muro

Ka=Coeficiente del empuje activo

q=Capacidad admisible del suelo

Reemplazando:

$$E_a = \frac{1}{2} (1.8 \text{ Ton/m}^3) (5.18 \text{ m})^2 (0.412) + (3.00 \text{ Ton/m}^3) (5.18 \text{ m.}) (0.412) \left( \frac{\text{Sen} 74.20^\circ}{\text{Sen}(74.20^\circ + 0)} \right)$$

$$E_a=9.95 \text{ Ton/m} + 6.40 \text{ Ton/m}$$

$$E_a= 16.35 \text{ Ton/m}$$

-Cálculo de la Altura del Empuje Activo

$$H_{Ea}=\frac{\gamma_{Suelo}*H^2+3qH}{3*\gamma_{Suelo}*H+6q}$$

Donde:

$$\gamma_{Suelo}=\text{Kg/m}^3$$

H=Altura del muro

q=Capacidad admisible del suelo

Reemplazando:

$$H_{Ea}=\frac{1.80*(5.18)^2+3(3.00)(5.18)}{3(1.80)(5.18)+6(3.00)}$$

$$H_{Ea}=2.06 \text{ m}$$

**-Cálculo del Empuje Pasivo (Teoria de Rankine)**

Fórmula del Empuje Pasivo

$$E_p=\frac{1}{2}*K_p*\gamma_{Suelo}*H'^2$$

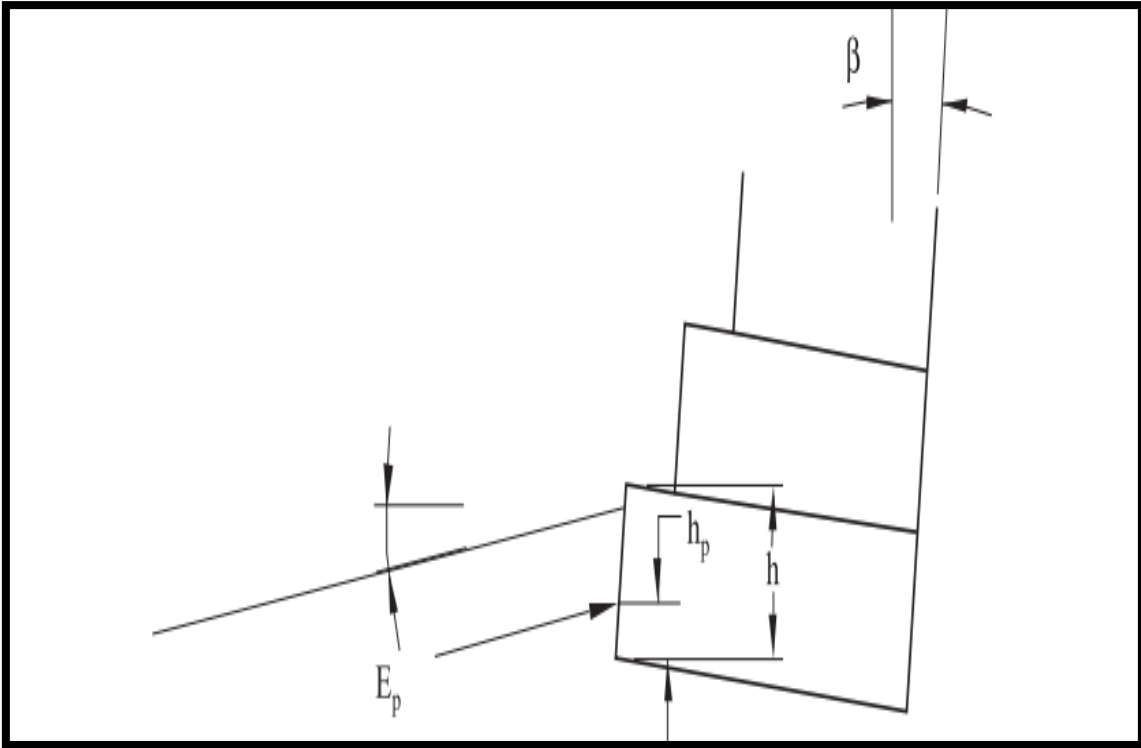
donde:

$E_p$ =Empuje Pasivo del Terreno (Ton/m)

$\gamma_{Suelo}$ =Peso Específico del suelo (Kg/m<sup>3</sup>)

H'=Altura del suelo frente al muro=H/10=5/10=0.50 m

$K_p$ =Coeficiente de Empuje Pasivo



**Figura 40.** Determinación del empuje pasivo

Fuente: Maccafferri

Cálculo del Coeficiente del Empuje Pasivo  $K_p$

$$K_p = \tan^2 \left[ \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right]$$

Donde:

$\phi$  = del suelo de fundación

$$K_p = \tan^2 \left[ \left( 45^\circ + \frac{32}{2} \right) \right]$$

$$K_p = 3.25$$

Reemplazando en fórmula del Empuje Pasivo

$$E_p = \frac{1}{2} * K_p * \gamma_{Suelo} * H^2$$

$$E_p = \frac{1}{2} (3.25) (1.8) (0.50)^2$$

$$E_p = 0.73 \text{ Ton/m}$$

### Cálculo del Peso del Muro

Cálculo del Peso Específico de los Gaviones

$$\gamma_{Gaviones} = \gamma_{Relleno} (1-n)$$

Donde:

$$\gamma_{Relleno} = \text{Peso específico de relleno de granito (Kg/m}^3\text{)}$$

n=Porosidad

$$\gamma_{Gaviones} = (2.70) (1-0.32) = 1.84 \text{ Tf/m}^3$$

Cálculo del Área de la Sección del Muro

$$S = H(a) + \frac{(B-a)H}{2} = 5(1) + \frac{(3-1)5}{2}$$

$$S = 10 \text{ m}^2$$

Cálculo del Peso Total del Muro

$$P_{Total \text{ del Muro}} = \gamma_{Gaviones} * (S)$$

$$P_{Total \text{ del Muro}} = 1.84 * (10)$$

$$P_{Total \text{ del Muro}} = 18.4 \text{ Ton/m}$$

### Verificación por Deslizamiento

$$N = (P_{Total \text{ del Muro}}) * \text{Cos} \beta + E_a * \text{Cos}(\alpha - \delta - \beta) - E_p \text{Sen}(i - \beta)$$

$$N = 18.4(\text{Cos} 6^\circ) + 17.81 \text{Cos}(74.20^\circ - 32^\circ - 6^\circ) - 3.25 \text{Sen}(0 - 6^\circ)$$

$$N = 18.30 + 14.37 - (-0.34)$$

$$N = 33.01 \text{ Ton/m}$$

Cálculo de la Fuerza Resistente

$$F_{resistente} = N \text{ Tan} \phi$$

Donde:

N=Fuerza normal

$\phi$ = Ángulo de fricción interna del suelo

$$F_{\text{resistente}}=33.01*\text{Tan}32^{\circ}=20.63 \text{ Ton/m}$$

Cálculo de Factor de Seguridad para el deslizamiento

$$F_{\text{Seguridad}}=\frac{F_{\text{resistente}}+E_p \text{Cos}(i+\beta)}{16.35 \text{Sen}(\alpha-\delta-\beta)-(P_{\text{Total del Muro}}*\text{Sen} \beta)}$$

$$F_{\text{Seguridad}}=\frac{20.63+0.73 \text{Cos}(0^{\circ}-6^{\circ})}{16.35*\text{Sen}(74.20^{\circ}-32^{\circ}-6^{\circ})-20.63(\text{Sen} 6^{\circ})}$$

$$F_{\text{Seguridad}}=\frac{20.63+0.72}{9.66-2.16}$$

$$F_{\text{Seguridad}}=2.83$$

Comprobando que el  $F_{\text{Seguridad}}$  es mayor que 1.50 para el deslizamiento.

2.83 > 1.50 Cumple

### Verificación por Vuelco

-Punto donde actua el empuje Activo

$$X_{Ea}=B \text{Cos} \beta - H_{Ea} \text{Tan}(90^{\circ} - \alpha^{\circ})$$

$$X_{Ea}=3 \text{Cos} 6^{\circ} - 1.39 \text{Tan}(90^{\circ} - 74.20^{\circ})$$

$$X_{Ea}=2.98 - 0.39 = 2.59$$

$$Y_{Ea}=H_{Ea} - B \text{Sen} \beta = 2.06 - 3 (\text{Sen} 6^{\circ})$$

$$Y_{Ea}=1.74$$

-Punto de aplicación del Empuje Pasivo

$$Y_{Ep}=\frac{H'}{3}=\frac{0.5}{3}=0.17 \text{ m}$$

$$X_{Ep}= Y_{Ep} * \text{Tan} \beta$$



$$X_{Ep}=1.08 \tan 6^\circ = 0.11 \text{ m}$$

Momento de Vuelco Horizontal (del empuje Activo)

$$M_{vh}=E_a \text{ Sen}(\alpha-\delta) Y_{Ea}$$

$$M_{vh}=16.35 \text{ Sen}(74.20^\circ - 32^\circ)(1.74)$$

$$M_{vh}=19.11 \text{ Ton.m/m}$$

Momento del Empuje Pasivo

$$M_{Ep}=E_p (X_{Ep} \text{ Sen} \delta + Y_{Ep} \text{ Cos} \delta)$$

$$M_{Ep}=0.73(0.11 \text{ Sen} 6^\circ + 1.74 \text{ Cos} 6^\circ)$$

$$M_{Ep}=0.85 \text{ Ton.m/m}$$

### -Cálculo del Centro de Gravedad del Muro

$$X_G = \frac{\frac{1}{2}(a^2)(H) + \frac{1}{6}(H)(B^2 + a*B - 2a^2)}{S}$$

$$X_G = \frac{\frac{1}{2}(1^2)(5) + \frac{1}{6}(5)(3^2 + 1*3 - 2(1^2))}{10}$$

$$X_G = 1.083 \text{ m}$$

$$Y_G = \frac{\frac{1}{2}(a)(H^2) + \frac{1}{6}(H^2)(B-a)}{S}$$

$$Y_G = \frac{\frac{1}{2}(1)(5^2) + \frac{1}{6}(5^2)(3-1)}{10}$$

$$Y_G = 2.083 \text{ m}$$

### -Momento del Componente Vertical del Empuje Activo

$$M_P = P_{\text{Total del Muro}} * X_G$$

$$M_P = 18.4(1.083)$$

$$M_P = 19.93 \frac{\text{Ton.m}}{\text{m}}$$

Entonces el Momento Vertical del Empuje Activo es:

$$M_{Ev} = E_a \cdot \cos(\alpha - \delta) \cdot X_{Ea}$$

$$M_{Ev} = 16.35 \cos(74.20^\circ - 32^\circ) (2.59)$$

$$M_{Ev} = 31.37 \frac{\text{Ton.m}}{\text{m}}$$

-Seguridad Contra el Vuelco

$$S_{Vuelco} = \frac{M_P + M_{Ev} + M_{Ep}}{M_{Vh}}$$

$$S_{Vuelco} = \frac{19.93 + 31.37 + 0.85}{19.11}$$

$$S_{Vuelco} = 2.73$$

La comprobación para la Seguridad contra el vuelco es mayor que 1.50:

2.73 > 1.50 Cumple.

**Figura 41.** Diseño con Gawacwin

**GawacWin 2003** Pagina 1

---

Programa licenciado para: MACCAFERRI WEB BRASIL

Proyecto: GAVIONES BELINDA ROBERTINA MARIÑO TENIO

Archivo: Defensa Ribereña del Río Chillón Fecha: 16/05/2021

---

**Datos sobre el muro**

Inclinación del muro : 0.00 grad.

Peso esp. de las piedras : 27.00 kN/m<sup>3</sup>

Porosidad de los gaviones : 32.00 %

Geotextil en el terraplén : Si

Reducción en la fricción : 4.00 %

Geotextil en la base : Si

Reducción en la fricción : 4.00 %

Malla y diám. del alamb.: 8x10, ø 2.7 mm CD

**DATOS INICIALES**

Camada	Largo m	Altura m	Distancia m
1	5.00	1.00	-
2	4.00	1.00	0.00
3	3.00	1.00	0.00
4	2.00	1.00	0.00
5	1.00	1.00	0.00

**Datos sobre el suelo del terraplén**

Inclinación del primer tramo : 0.00 grad.

Largo del primer tramo : 0.00 m

Inclinación del segundo tramo : grad.

Peso específico del suelo : 18.00 kN/m<sup>3</sup>

Ángulo de fricción del suelo : 32.00 grad.

Cohesión del suelo : 1.00 kN/m<sup>2</sup>

**Camadas adicionales en el terraplén**

Camada	Altura inicial m	Inclinación grad.	Peso específico kN/m <sup>3</sup>	Cohesión kN/m <sup>2</sup>	Ángulo de fricción grad.

Fuente: Elaboración propia

**Figura 42.** Resultado de Informe de GawacWin

<b>GawacWin 2003</b>		<b>Pagina 2</b>			
Programa licenciado para: MACCAFERRI WEB BRASIL					
Proyecto: GAVIONES BELINDA ROBERTINA MARIÑO TENIO					
Archivo: Defensa Ribereña del Río Chillón		Fecha: 16/05/2021			
<b>Datos sobre la fundación</b>					
Profundidad de la fundación	:	2.00	m		
Largo horiz. en la fundación	:		m		
Inclinación de la de fundación	:	0.00	grad.		
Peso específico del suelo	:	18.00	kN/m <sup>3</sup>		
Ángulo de fricción del suelo	:	32.00	grad.		
Cohesión del suelo	:	1.00	kN/m <sup>2</sup>		
Presión aceptable en la fundación	:	30.00	kN/m <sup>2</sup>		
Nivel del agua	:		m		
Camada adicional en la fundación					
Camada	Profundidad m	Peso específico kN/m <sup>3</sup>	Cohesión kN/m <sup>2</sup>	Ángulo de fricción grad.	
<b>Datos sobre la napa freática</b>					
Altura inicial	:		m		
Inclinación del primer trazo	:		grad.		
Largo del primer trazo	:		m		
Inclinación del segundo trazo	:		grad.		
Largo del segundo trazo	:		m		
<b>Datos sobre las cargas</b>					
Cargas distribuidas sobre el terraplén		Primer trazo	:	kN/m <sup>2</sup>	
		Segundo trazo	:	kN/m <sup>2</sup>	
Cargas distribuidas sobre el muro		Carga	:	kN/m <sup>2</sup>	
Línea de carga sobre el terraplén					
Carga 1	:	kN/m	Dist. al tope del muro	:	m
Carga 2	:	kN/m	Dist. al tope del muro	:	m
Carga 3	:	kN/m	Dist. al tope del muro	:	m
Línea de carga sobre el muro					
Carga	:	kN/m	Dist. al tope del muro	:	m

Fuente: Elaboración propia

**Figura 43.** Resultados de GawacWin de suelo de fundación

<b>GawacWin 2003</b>		<b>Pagina 3</b>
Programa licenciado para: MACCAFERRI WEB BRASIL		
Proyecto: GAVIONES BELINDA ROBERTINA MARIÑO TENIO		
Archivo: Defensa Ribereña del Río Chillón		Fecha: 16/05/2021
<b>RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE ESTABILIDAD</b>		
<b>Empuje Activo y Pasivo</b>		
Empuje Activo	:	187.74 kN/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	3.67 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	1.67 m
Dirección del empuje con ref. al eje X	:	69.38 grad.
Empuje Pasivo	:	124.38 kN/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	0.00 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	0.69 m
Dirección del empuje con ref. al eje X	:	0.00 grad.
<b>Deslizamiento</b>		
Fuerza normal en en la base	:	451.12 kN/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	2.42 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	0.00 m
Fuerza de corte en la base	:	-58.26 kN/m
Fuerza resistente en la base	:	397.49 kN/m
<b>Coef. de Seg. Contra el Deslizamiento</b>	:	<b>6.01</b>
<b>Vuelco</b>		
Momento Activo	:	110.20 kN/m x m
Momento Resistente	:	1203.91 kN/m x m
<b>Coef. de Seg. Contra el Vuelco</b>	:	<b>10.93</b>
<b>Tensiones Actuantes en la Fundación</b>		
Excentricidad	:	0.08 m
Tensión normal a la izquierda	:	98.40 kN/m <sup>2</sup>
Tensión normal a la derecha	:	82.05 kN/m <sup>2</sup>
Máx. Tensión aceptable en la Fundación	:	30.00 kN/m <sup>2</sup>

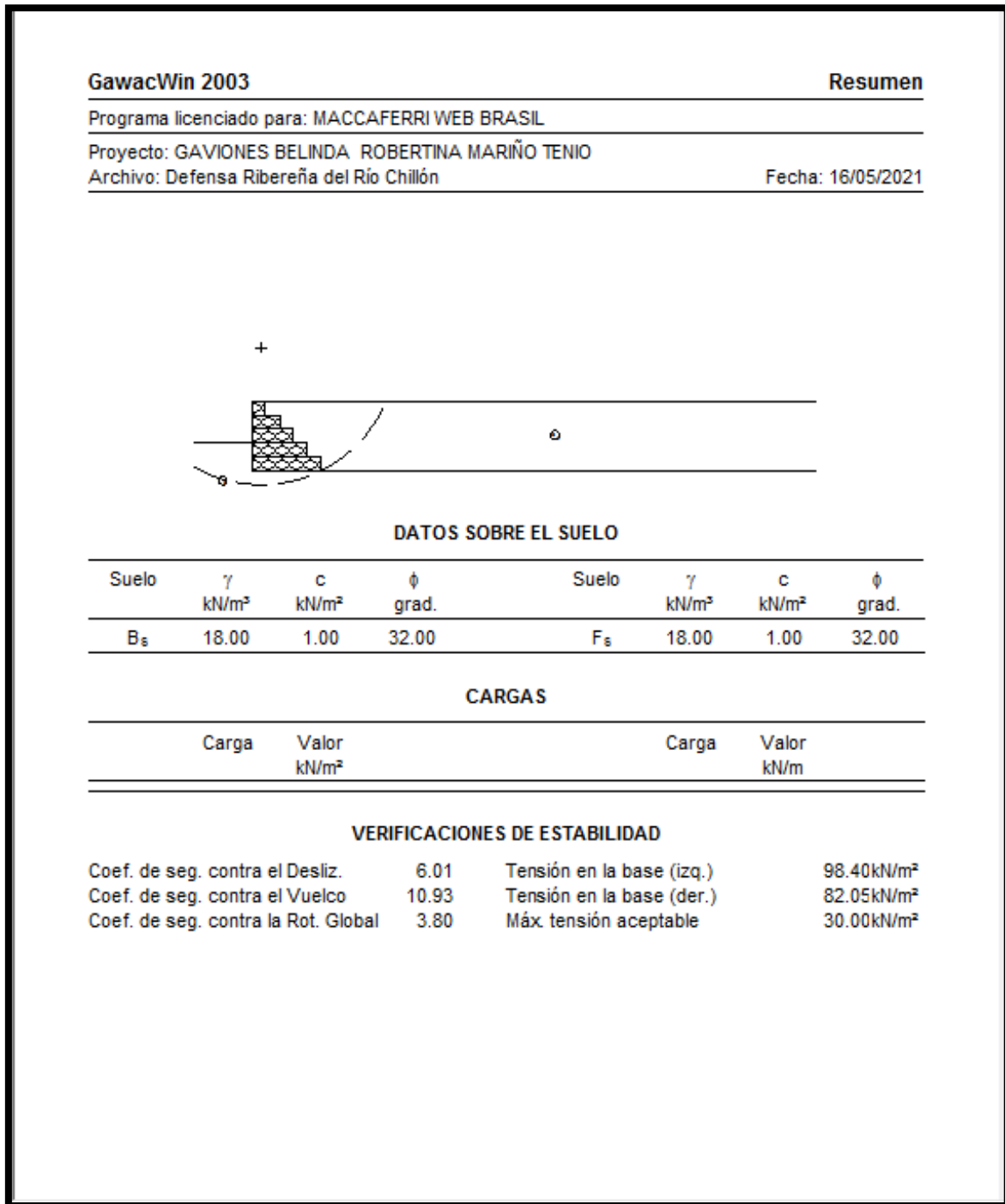
Fuente: Elaboración propia

**Figura 44.** Resultados de Análisis de Estabilidad

GawacWin 2003		Pagina 4						
Programa licenciado para: MACCAFERRI WEB BRASIL								
Proyecto: GAVIONES BELINDA ROBERTINA MARIÑO TENO								
Archivo: Defensa Ribereña del Río Chillón		Fecha: 16/05/2021						
<b>Estabilidad Global</b>								
Distancia inicial a la izquierda	:	m						
Distancia inicial a la derecha	:	m						
Profundidad inicial con ref. a la base	:	m						
Máx. profundidad aceptable para el cálculo	:	m						
Centro del arco con referencia al eje X	:	0.69 m						
Centro del arco con referencia al eje Y	:	8.79 m						
Radio del arco	:	9.83 m						
Número de superficies analizadas	:	53						
<b>Coef. de Seg. Contra la Rotura Global</b>	:	<b>3.80</b>						
<b>Estabilidad Interna</b>								
Camada	H m	N kN/m	T kN/m	M kN/m x m	$\tau_{Máx.}$ kN/m <sup>2</sup>	$\tau_{Adm.}$ kN/m <sup>2</sup>	$\sigma_{Máx.}$ kN/m <sup>2</sup>	$\sigma_{Adm.}$ kN/m <sup>2</sup>
1	4.00	287.06	42.66	510.53	10.67	73.50	80.70	
2	3.00	160.38	24.05	212.46	8.02	59.81	60.53	623.79
3	2.00	71.09	10.29	62.67	5.14	46.41	40.32	
4	1.00	19.25	1.50	9.57	1.50	34.21	19.36	

Fuente: Elaboración propia

**Figura 45.** Resultados de Análisis de Estabilidad Global y Estabilidad Interna



Fuente: Elaboración propia

Figura 46. Especificación Técnica de la Malla Gavión Caja 8x10-2.7mm

MACCAFERRI

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA**  
E-8.2.2-725 - rev. 01; Fecha 17.06.2020

**GAVIÓN CAJA - GALMAC® 4R-P**  
EN MALLA HEXAGONAL DE DOBLE TORSIÓN CON REVESTIMIENTO GALMAC® 4R Y POLÍMERO

**Características técnicas**

Los Gaviones Caja GalMac® 4R P Maccaferri son elementos prismáticos rectangulares, confeccionados con malla hexagonal de doble torsión, producida con alambres de acero de bajo contenido de carbono, con aleación Galmac® 4R y adicionalmente revestidos con polímero especialmente desarrollado para obras de ingeniería.

La aleación GalMac® 4R Maccaferri y el polímero desarrollado, aseguran una mayor adherencia al núcleo de acero, hecho que es esencial para una efectiva protección contra la corrosión, asegurando mayor durabilidad, incluso en las condiciones más severas de aplicación.

Los gaviones se subdividen en células mediante diafragmas, que son elementos de refuerzo, aumentando así la rigidez de las estructuras construidas. Los bordes de los paneles de malla, que forman los gaviones, están constituidos por alambres de diámetro superior a aquellos que forman la malla hexagonal, fortaleciendo las estructuras y facilitando su montaje e instalación.

Propiedades mecánicas y físicas		Normas de referencia	
Resistencia a la tracción de la malla <sup>(1)</sup>	kNm	50	EN 10223-3
Resistencia de la conexión en los bordes <sup>(2)</sup>	kNm	34	EN 10223-3
Tensión de rotura de los alambres <sup>(3)</sup>	MPa	380 a 500 - Clase A	NBR 8964 / EN 10223-3/ NB 709
Elongación en la rotura de los alambres <sup>(3)</sup>	%	13 - Clase A	NBR 8964 / EN 10223-3/ NB 709
Tipo de malla		8x10	NBR 10514 / EN 10223-3
Diámetro de los alambres de la malla	mm	2,7	NBR 10514 / EN 10223-3
Diámetro de los alambres de borde	mm	3,4	NBR 10514 / EN 10223-3

Propiedades de durabilidad		Normas de referencia	
Revestimiento metálico	Zn90Al10-MM	NBR 8964 / EN 10223-3	
Cantidad de revestimiento metálico <sup>(2)</sup>	245 g/m <sup>2</sup>	NBR 8964 / EN 10223-3	
Adherencia del revestimiento metálico <sup>(2)</sup>	De acuerdo con la definición de las normas vigentes	NBR 8964 / EN 10223-3	
Resistencia a la corrosión y envejecimiento (ensayo Kesternich)	Menos de 5% de oxidación del acero después de 56 ciclos	EN ISO 6988 (0,2 dm <sup>3</sup> SO <sub>2</sub> para 2 dm <sup>3</sup> agua)	
Resistencia a la niebla salina	Menos de 5% de oxidación del acero después de 2000 horas de ensayos	EN ISO 9227	

Propiedades geométricas de los Gaviones Caja <sup>(4)</sup>						
Largo de las cajas	m	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0
Ancho de las cajas	m	1,0				
Altura de las cajas	m	0,5	1,0			
Tolerancia en la longitud	%	+/- 3				
Tolerancia en el ancho y altura	%	+/- 5				

Propiedades del revestimiento polimérico <sup>(5)</sup>		
Espesor mínimo	mm	0,40
Dureza	shore D	50 a 60
Resistencia a la tracción	MPa	20,6
Módulo de Elasticidad	MPa	18,6
Temperatura de fragilidad	°C	-9
Resistencia a la Abrasión	% de pérdida	< 12

Fuente: Maccaferri –TDS-BR Gavión tipo Caja

### **Interpretación:**

El diseño de gaviones de 5 m. de altura es un tipo de defensa ribereña que puede uno dimensionar al tamaño que uno quiera por metro de altura, en este diseño el gavión cumple con los cálculos contra deslizamiento y vuelco, y al ingresarlos en el programa GawacWin cumple también con estas verificaciones. Ver el plano con el diseño del muro de gaviones en el Anexo 6.

### **Objetivo 3:**

Determinar el diseño de muro de concreto para la mejora la defensa ribereña para prevenir el riesgo de inundación del río Chillón, Lima- 2020.

### **Reseña de muro de contención de concreto**

El diseño del muro de contención de concreto es un muro de 4.95 m. de altura con base de 3 m. se realizaron los cálculos por deslizamiento, vuelco y por corte. El diseño es para el margen izquierdo y se ubicó en la progresiva 0+060 Km. Ver el Anexo 6 del plano de la topografía del terreno.

### **Cálculo del Muro de Contención de Concreto Armado**

#### **Datos:**

Tipo de suelo: GP

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1800 \text{ Kg/m}^3$$

$$\phi = \text{Ángulo de Fricción interna: } 32^\circ$$

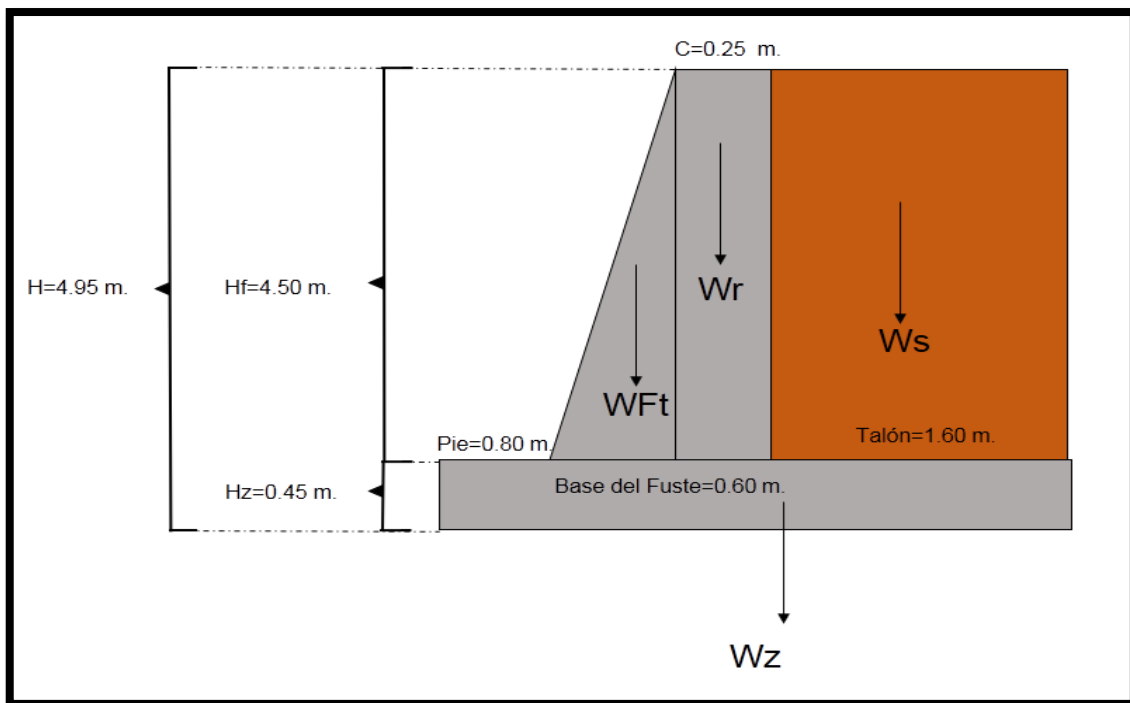
$$q = \text{Capacidad admisible del terreno} = 3.05 \text{ kg/cm}^2$$

Ver tabla 6, de los ensayos de laboratorio de suelos donde se mostró las condiciones de cimentación de los suelos.



## Pre-dimensionamiento

Para el pre-dimensionamiento se asumen los valores:



**Figura 47.** Dimensionamiento del muro de concreto

Fuente: Elaboración propia

### Altura

Asumiendo la altura para el cálculo de los demás valores de la estructura:

$H=4.95$  m.

En base a la altura se calculó las otras dimensiones.

### Ancho de la Base

$$B=0.5H-0.7H$$

Donde:

$B$ =Base (m)

Reemplazando:

$$B=0.5(4.95 \text{ m.})-0.7(4.95 \text{ m.})$$

$$B=2.48 \text{ m.} - 3.47 \text{ m.}$$

$$B=3 \text{ m.}$$

### **Base del fuste**

$$B_f=0.07H-0.12H$$

$$B_f=0.07(4.95 \text{ m.})-0.12(4.95 \text{ m.})$$

$$B_f=0.35 \text{ m.} - 0.60 \text{ m.}$$

$$B_f=0.60 \text{ m.}$$

### **Altura de la zapata**

$$H_z=0.1H_f$$

Donde:

$H_f$ =Altura del fuste

Reemplazando:

$$H_z=0.1(4.5 \text{ m}) = 0.45 \text{ m.}$$

$$H_z=0.45 \text{ m.}$$

### **Peralte de la zapata (d)**

$d$ =peralte de la zapata

$$d=0.12H-0.016H$$

$$d=0.12(4.95)-0.16(0.45 \text{ m.})$$

$$d=0.59 \text{ m.} - 0.07 \text{ m.}$$

$$d=0.5 \text{ m.}$$

### **Corona**

0.2 m. <Corona< 0.3 m.

$$\text{Corona}=0.25$$

## **Pie**

$$Pie=B/4-B/3$$

$$Pie=3/4-3/3$$

$$Pie=0.75 \text{ m.} - 1.00 \text{ m.}$$

$$Pie=0.80 \text{ m.}$$

## **Comprobaciones de las Fuerzas y Momentos Resistentes y Actuantes**

### **a) Fuerzas Resistentes**

#### **Fuerza de la zapata**

$$Wz=(B Hz \gamma_{\text{Agua}})(\gamma_c)$$

Donde:

Wz=Peso de la zapata (Kg.)

$\gamma_{\text{Agua}}$ =Peso Específico del agua ( $\text{kg/m}^3$ )

B= Base (m)

H<sub>z</sub>=Altura de la zapata (m.)

$\gamma_c$ = Peso Específico del concreto ( $\text{kg/m}^3$ )

$$Wz=(3.00 \times 0.45 \times 1) (2400)$$

$$Wz=3240 \text{ Kg}$$

#### **Fuerza del peso del rectángulo**

$$W_{Fr}=(L_{\text{rectángulo}} H_f \gamma_{\text{Agua}})(\gamma_c)$$

Donde:

W<sub>Fr</sub>=Peso del rectángulo

L<sub>rectángulo</sub>=Lado del rectángulo

H<sub>f</sub>=Altura del fuste

$\gamma_{\text{Agua}}$ =Peso Específico del agua

$\gamma_C$ = Peso Específico del concreto (kg/m<sup>3</sup>)

Reemplazando:

$$W_{Fr}=(0.25 \times 0.45 \times 1) (2400)$$

$$W_{Fr}=2700 \text{ Kg}$$

### **Fuerza del peso del Triangulo**

$$W_{Ft}=\left(\frac{m+H_f}{2}\right) \gamma_{\text{Agua}} * \gamma_C$$

Donde:

W<sub>Ft</sub>=Peso del triangulo

H<sub>f</sub>=Altura del fuste

$\gamma_{\text{Agua}}$ =Peso Específico del agua

$\gamma_C$ = Peso Específico del concreto (kg/m<sup>3</sup>)

Reemplazando:

$$W_{Ft}=(0.35 \times 4.5 \times 1) (2400)$$

$$W_{Ft}=18\ 900 \text{ Kg.}$$

### **Fuerza del Suelo**

$$W_s=(T * H_f * \gamma_{\text{Agua}}) ( \gamma_C)$$

Donde:

W<sub>s</sub>=Peso de la fuerza del suelo (Kg)

T=Longitud del talón (m)

$\gamma_{\text{Agua}}$ =Peso Específico del agua

$\gamma_C$ = Peso Específico del concreto (kg/m<sup>3</sup>)

Reemplazando:

$$W_s=(1.60 \times 4.5 \times 1) (2400)$$

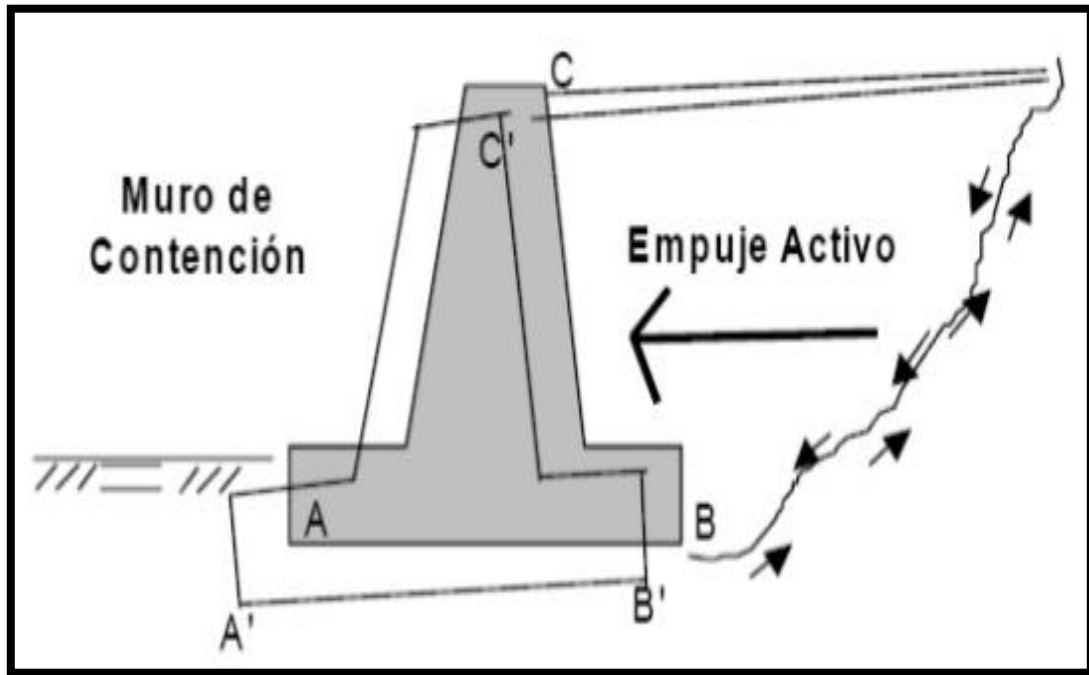
$$W_s=17\ 280 \text{ Kg.}$$

$$\Sigma \text{Fuerzas Resistentes} = W_z + W_{Fr} + W_{Ft} + W_s$$

$$\Sigma \text{Fuerzas Resistentes} = 3240 + 2700 + 18\,900 + 17\,280 = 42\,120 \text{ Kg.}$$

## b) Fuerzas Actuantes

### Empuje Activo



**Figura 48.** Acción del Empuje Activo en muro de contención de concreto

Fuente: Muros de Contención-Manuel Guevara y Silvio Zambrano

$$Ea = \frac{1}{2} Ka \gamma_{\text{suelo}} H^2$$

Cálculo de Ka

$$Ka = \frac{1 - \text{Sen} \phi}{1 + \text{Sen} \phi}$$

$$Ka = \frac{1 + \text{Sen} 32^\circ}{1 + \text{Sen} 32^\circ} = 0.307:$$

Reemplazando

$$Ea = \frac{1}{2} \times 0.307 \times 1 \times 4.95^2$$

$$E_a = 6\,770.04 \text{ Kg.}$$

### Empuje por Sobrecarga

$$E_{\text{sobrecarga}} = H_e \cdot H$$

Donde:

$$E_{\text{sobrecarga}} = \text{Empuje por sobrecarga}$$

$H_e$  = Espesor de la altura equivalente

$H$  = Altura del muro (m)

$s/c$  = Sobrecarga ( $\text{Kg}/\text{m}^2$ )

Reemplazando:

$$H_e = s/c \cdot K_a$$

$$H_e = 500 \times 0.307$$

$$H_e = 153.5 \text{ Kg}$$

$$\text{Empuje por sobrecarga} = H_e \cdot H$$

$$\text{Empuje por sobrecarga} = 153.5 \times 4.95 = 759.8$$

$$\sum \text{Fuerzas actuantes} = E_a + E_{\text{sobrecarga}}$$

$$\sum \text{Fuerzas actuantes} = 6\,770.04 \text{ Kg.} + 759.8 \text{ Kg.} = 7529.9 \text{ Kg.}$$

**Tabla 27.** Resumen de las fuerzas actuantes y fuerzas resistentes

Fuerzas Resistentes		Fuerzas Actuantes	
$W_z$	3 240 Kg.	Empuje Activo	6 770.04 Kg.
$W_{Fr}$	2 700 Kg.	Empuje por Sobrecarga	759.8 Kg.
$W_{Ft}$	18 900 Kg.		
$W_s$	17 800 Kg.		
Total	42 120 Kg.	Total	7529.9 Kg.

Fuente: Elaboración propia

### c) Momentos Resistentes

#### Momento de la Zapata

$$M_z = W_z * B/2$$

Donde:

$M_z$  = Momento de la zapata

$W_z$  = Peso de la zapata

$B$  = Longitud de la base (m)

Reemplazando:

$$M_z = 3240 (3.00/2)$$

$$M_z = 4\ 860 \text{ Kg-f}$$

### **Momento de la Fuerza del rectángulo**

$$M_{Fr} = (W_{Fr})(B-T-C)/2$$

Donde:

$W_{Fr}$  = Peso del rectángulo

$B$  = Longitud de la base (m)

$T$  = Longitud de la talón (m)

$C$  = Longitud de la corona (m)

Reemplazando:

$$M_{Fr} = (2700) (3.00 - 1.60 - 0.25) / 2$$

$$M_{Fr} = 3\ 442.5 \text{ Kg-f}$$

### **Momento de fuerza del triangulo**

$$M_{Ft} = W_{Ft} * (P + (2/3)(6-C))$$

Donde:

$W_{Ft}$  = Peso del triangulo

$P$  = Longitud de la punta (m)

$C$  = Longitud del corona (m)

Reemplazando:

$$M_{Ft} = 13\ 500((0.8 + (2/3)(6 - 0.25)))$$

$$M_{Ft}=87\ 570\ \text{Kg-f}$$

### **Momento de la Fuerza del suelo**

$$M_{ws}=W_s(B-Z) / 2)$$

Donde:

$W_s$ =Peso de la fuerza del suelo (Kg)

$B$ =Longitud de la base (m)

$Z$ = Longitud del talón (m)

Reemplazando:

$$M_{ws}=21600(3.00-1.60) / 2\ \text{Kg-f}$$

$$M_{ws}=38\ 016\ \text{Kg-f}$$

$$\Sigma \text{ Momentos resistentes} = M_z + M_F + M_{Ft} + M_{ws}$$

$$\Sigma \text{ Momentos resistentes} = 4\ 860 + 34\ 42.5 + 87\ 570 + 38\ 016 = 130\ 446\ \text{Kg-f}$$

#### **d) Momentos actuantes**

### **Momento del Empuje Activo**

$$M_{Ea}=E_a \cdot H/3$$

Donde:

$M_{Ea}$ =Momento del empuje activo

$H$ =Altura del muro

Reemplazando:

$$M_{Ea}=6770.04(4.95/3)$$

$$M_{Ea}=11\ 170.57\ \text{Kg-f}$$

### **Momento de Espesor de la altura equivalente**

$$M_{He}=H_e \cdot H/2$$



Donde:

$M_{He}$  = Momento de Espesor de la altura equivalente

$H_e$  = Espesor de la altura equivalente

Reemplazando:

$$M_{He} = 153.5(4.95/2)$$

$$M_{He} = 379.91 \text{ Kg-f}$$

$$\Sigma \text{ Momentos actuantes} = M_{Ea} + M_{He}$$

$$\Sigma \text{ Momentos actuantes} = 11\,170.57 \text{ Kg. -f} + 379.91 \text{ Kg. -f} = 11\,550.48 \text{ Kg-f}$$

**Tabla 28.** Resumen de los Momentos actuantes y Momentos resistentes

Momentos Resistentes		Momentos Actuantes	
Mz	4 860 Kg.	Empuje Activo	11 170.57 Kg-f
M <sub>Fr</sub>	3 442.5 Kg.	Empuje por Sobrecarga	379.91 Kg-f
M <sub>Ft</sub>	87 570 Kg.		
M <sub>s</sub>	38 016 Kg.		
Total	130 446 Kg.	Total	11 550.48 Kg.-f

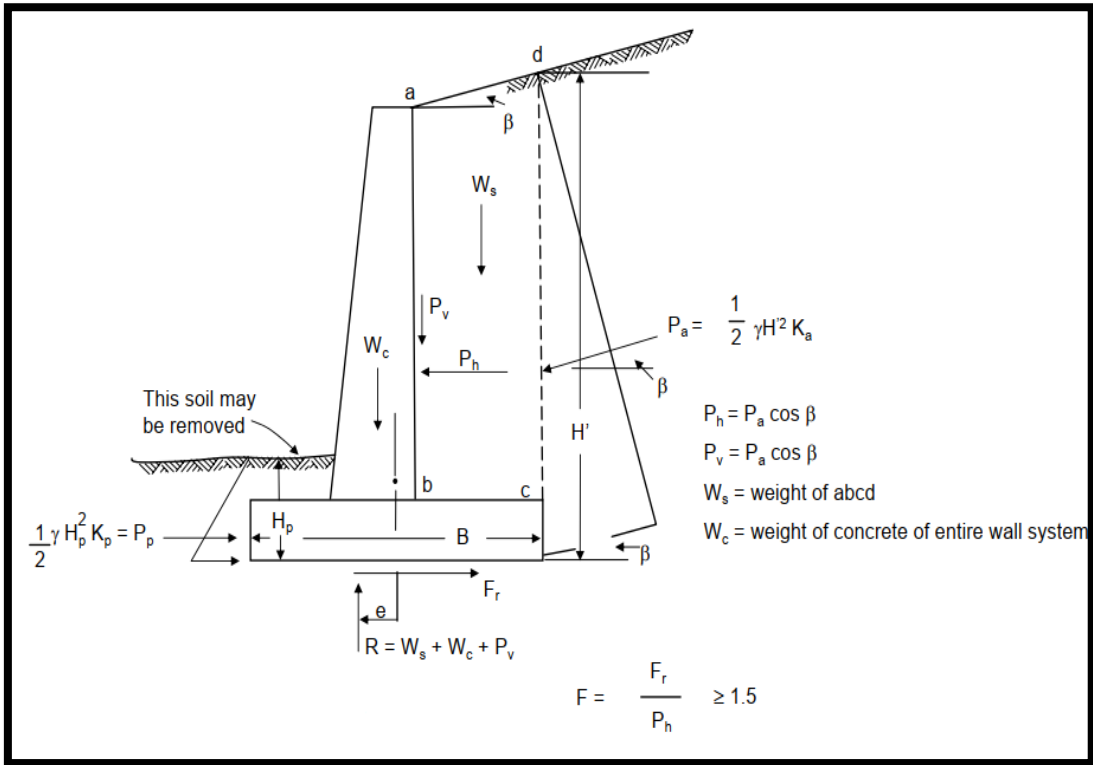
Fuente: Elaboración propia

### Comprobación por deslizamiento

$$0.55 \times \frac{\Sigma \text{ Fuerzas resistentes}}{\Sigma \text{ Fuerzas actuantes}} \geq 1.5$$

$$0.55 \frac{42\,120}{7\,529.9} \geq 1.5$$

$$3.077 \geq 1.5 \quad \text{Cumple.}$$



**Figura 49.** Fuerzas que intervienen en la estabilidad deslizante de un muro de contención

Fuente: Dr. Ing. Jorge Alva-Uni

### Comprobación por Vuelco

$$\frac{\sum \text{Momentos resistentes}}{\sum \text{Momentos actuantes}} \geq 2$$

$$\frac{130\,446.00}{11\,550.48} \geq 2.0$$

11.294  $\geq$  2.0 Cumple.

### Cálculo de la Excentricidad del Muro de Contención

$$x_0 = \frac{\sum \text{Momentos Resistentes} - \sum \text{Momentos Actuantes}}{\sum W_i}$$

Donde:

$x_0$ =Punto de pase de la resultante

$W_i$ =Peso total de las fuerzas de muro sobre el terreno (Kg.)

Reemplazando:

$$x_0 = (130\,446 \text{ Kg.} - 11\,550.18 \text{ Kg.}) / 42\,120 \text{ Kg}$$

$$x_0 = 2.82 \text{ m.}$$

$$\frac{B}{6} = 0.5$$

$$e = \frac{B}{2} - x_0$$

Donde:

e=Excentricidad

B=Base del muro

Reemplazando:

$$e = -1.32$$

$$-1.32 < \frac{B}{6}$$

$$-1.32 < 0.5 \quad \text{Cumple.}$$

### **Comprobación por Corte**

#### **Cálculo de fuerzas desestabilizadoras**

$$E_s = H_e * H$$

Donde:

$E_s$ =Empuje por sobrecarga

H=Altura del muro

$H_e$ =Espesor de la altura equivalente=153.5

$$H_e' = H_e * K_a$$

$H_e'$  = Espesor de la altura equivalente=153.5\*0.307=47.125

Reemplazando:

$$E_s = 4.95 * 47.125 = 233.27$$

Se suma a la fuerza actuante del empuje activo ya calculado  $E_a=6\ 770.04$  para tener la fuerza desestabilizadora.

$$F_{\text{desestabilizadoras}} = 233.27 + 6\ 770.04 = 7003.31$$

### **Cálculo de la Cortante**

$$V_u = 1.7 F_{\text{desestabilizadoras}}$$

Donde:

$V_u$  = Cortante

Reemplazando:

$$V_u = 1.7(7003.31)$$

$$V_u = 11\ 905.62 \text{ Kg}$$

$$V_u = 11.91 \text{ Ton.}$$

### **Cálculo de la Cortante resistente**

$$\phi V_c = 0.85(0.53)(\sqrt{F_c'}) (d)(b)$$

$$\phi V_c = 0.85(0.53)(\sqrt{4200})(52)(100)$$

$$\phi V_c = 151\ 817.83 \text{ Kg}$$

$$\phi V_c = 151.82 \text{ Ton.}$$

$$\phi V_c > V_u$$

151.82 Ton. > 11.91 Ton. Cumple.

### **Cálculo del Momento Último**

$$M_u = 1.7(M_1 + M_2)$$

Donde:

$M_u$  = Momento último

$M_1$  = Momento del empuje activo (Ton.)

$M_2$  = Momento de empuje por sobrecarga (Es) Ton.

Reemplazando:

$$Mu=1.7(11.17+0.23)$$

$$Mu=19.38 \text{ Ton.}$$

### Presiones del Terreno

$$q_1 = \frac{W}{B} \left(1 + \frac{6e}{B}\right)$$

$$q_2 = \frac{W}{B} \left(1 - \frac{6e}{B}\right)$$

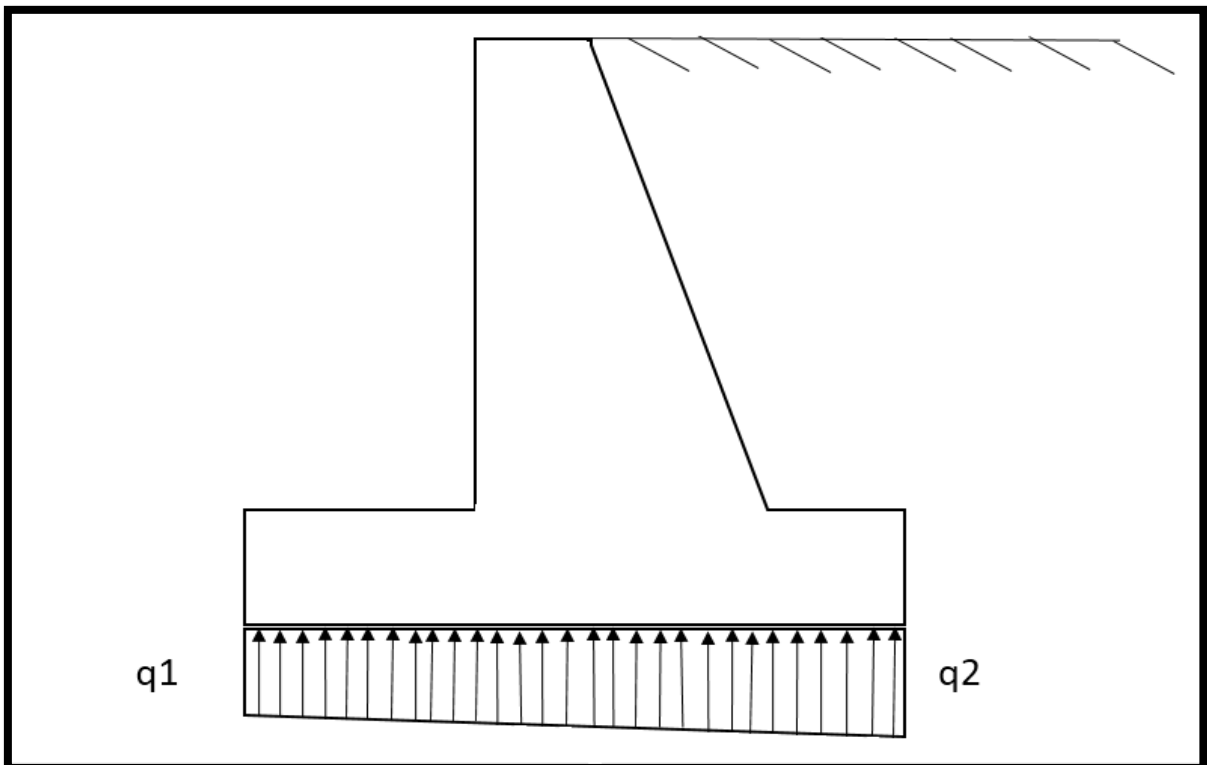
donde:

W=Peso total de las fuerzas de muro sobre el terreno (Ton.)

e=Excentricidad

B=Base del muro de contención

$\alpha_t=30.5 \text{ Ton/m}^2$ . Ver tabla 6, resultados ensayos de suelos



**Figura 50.** Presiones del terreno

Fuente: Elaboración propia

Reemplazando:

$$q_1 = \frac{W}{B} \left(1 + \frac{6e}{B}\right)$$

$$q_1 = \frac{42.12 \text{ Ton.}}{3} \left(1 + \frac{6(-1.32)}{3}\right) = -23.03 \text{ Ton/m}^2 < 30.05 \text{ Ton/m}^2 \quad \text{Cumple}$$

$$q_2 = \frac{W}{B} \left(1 - \frac{6e}{B}\right)$$

$$q_2 = \frac{42.12 \text{ Ton.}}{3} \left(1 - \frac{6(-1.32)}{3}\right) = 25.55 \text{ Ton/m}^2 < 30.05 \text{ Ton/m}^2 \quad \text{Cumple}$$

### **Cálculo del Acero en la Base**

$$A_s = \frac{Mu(10^5)}{0.9(F_y)(0.9)(d)}$$

Donde:

As=Acero para la base

Mu=Momento último

Reemplazando:

$$A_s = \frac{19.38 \times 10^5}{0.9 \times 4200 \times 0.9 \times 50}$$

$$A_s = 11.39 \text{ cm}^2$$

### **Cálculo del Número de Varillas**

$$\text{Nro. de Varillas} = \frac{A_s \text{ cm}^2}{\text{Area de la Varilla cm}^2}$$

Varilla a usar:  $\frac{3}{4}$  `` con área de 2.85 cm<sup>2</sup>

Reemplazando:

$$\text{Nro. de Varillas} = \frac{11.39}{2.85}$$

Nro. de Varillas=3.99=4 varillas

### Cálculo del Acero Mínimo Vertical

$$A_{sm}=0.0015xbxd \text{ cm}$$

Donde:

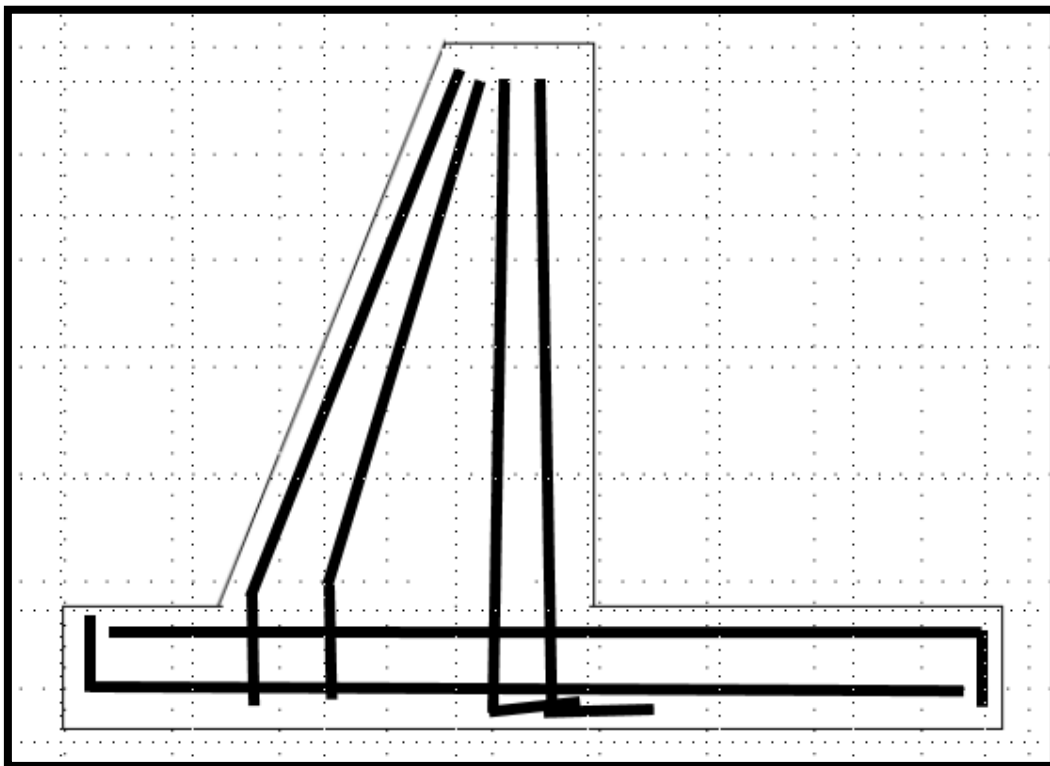
$A_{sm}$ =Acero mínimo vertical

d= Peralte

Reemplazando:

$$A_{sm}=0.0015 (100)(50) \text{ cm.}$$

$$A_{sm}=7.5 \text{ cm}^2$$



**Figura 5.** Acero de base y acero mínimo vertical

Fuente: Elaboración propia

### **Cálculo del Número de Varillas Vertical**

$$\text{Nro. de Varillas} = \frac{A_{Sm} \text{ cm}^2}{\text{Area de la Varilla cm}^2}$$

$$\text{Nro. de Varillas} = \frac{7.5 \text{ cm}^2}{2.85 \text{ cm}^2} + 1$$

$$\text{Nro. de Varillas} = 2.63 + 1 = 3.63$$

$$\text{Nro. de Varillas} = 4 \text{ varillas}$$

Varilla a usar:  $\frac{3}{4}$  `` con área de 2.85 cm<sup>2</sup>

Reemplazando:

$$\text{Nro. de Varillas} = \frac{11.39}{2.85}$$

En la figura 51, se visualiza el esquema del acero mínimo vertical que sería 4 varillas, y acero de base 4 varillas, dos 2 adelante y 2 detrás, siendo un total son 8 varillas.

### **Interpretación:**

El muro de contención de concreto, es un diseño que se coloca arriba sobre una curva en el margen izquierdo del río en la progresiva 0+060 Km. El muro de contención también ayuda a evitar la inundación pues se coloca en el margen izquierdo en una curva donde ya está el diseño de muro de gaviones, protegiendo el desbordamiento del río en zona poblada de San Martín de Porres, que ya antes fue inundada. Este muro de concreto es por seguridad que se coloca al movimiento que haría el agua del río, no permitiendo la inundación.



## V. DISCUSIÓN

**Objetivo 1:** Determinar el diseño de enrocado para la mejora de la defensa ribereña para prevenir el riesgo de inundación del río Chillón, Lima- 2020.

**Antecedente:** Rojas (2014), diseño defensas ribereñas de tipo enrocado y espigones utilizando el programa River para el río Monjas en Ecuador. Su tesis fue "*Bases de diseño hidráulico para los encauzamientos o canalizaciones de ríos*", utilizando el enrocado para protección de la erosión y el diseño fue solución para las inundaciones, para ello utilizo las condiciones del terreno como el tipo de suelo, el caudal de diseño. Uso roca de cantera, el diseño es flexible y resiste la velocidad del río. Usando el programa River, diseño la defensa ribereña del enrocado en laterales para tramo en recta y tramo en curva, completando los datos solicitados de pendiente para el tramo en estudio, nombre el proyecto, caudal de diseño y el período de retorno, calculando para el ancho estable (B), y para el cálculo de las dimensiones del dique de enrocado, se dimensiona definiendo el tipo de dique ya sea recto o curva y el tipo de suelo considerando cohesivo y no cohesivo para los cálculos, saliendo un diseño preliminar recomendado, se modifica la altura y ancho de la uña si se desea, para continuar con el diseño, para finalmente tener obtener el gráfico con las medidas del enrocado de acuerdo a los datos del río y adicionalmente muestra si el diseño es estable o no es estable. <sup>61</sup>

**Resultados:** De los resultados para el enrocado para la defensa ribereña del río Chillón, se calculó el caudal de diseño para una tasa de retorno de 50 años ( $Tr=50$ ) y para una tasa de retorno de 140 años ( $Tr=140$ ), que resultó del cálculo del Manual de Hidrología Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), con el que se diseñó la defensa ribereña de enrocado, siendo los caudales calculados para  $Tr=50$  años por el método Log Normal  $159.690 \text{ m}^3/\text{s}$ , método Gumbel de  $154.763 \text{ m}^3/\text{s}$  y por método Pearson III de  $171.653$ , se obtuvo el caudal de diseño

de  $171.65 \text{ m}^3/\text{s}$ ; y para la tasa  $T_r = 140$  años, se obtuvo caudales por los métodos estadísticos cuyos valores fueron por Log Normal de  $193.778 \text{ m}^3/\text{s}$ , por método Gumbel de  $183.229 \text{ m}^3/\text{s}$  y por método de Pearson III de  $222.515 \text{ m}^3/\text{s}$ , obtuvo el caudal de diseño de  $222.52 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Asimismo, para diseñar el encauzamiento de la defensa ribereña de enrocado para el río Chillón, se calculó el ancho estable del cauce (B), por el método de Petits fue de  $66.23 \text{ m}$ ., método de Simons y Henderson  $43.26 \text{ m}$ ., método de Blench y Altunin  $76.37 \text{ m}$ . y por el método de Manning Strickler  $49.42 \text{ m}$ . con una pendiente del terreno de  $0.011$ , escogiendo de acuerdo a la zona de estudio el ancho del cauce recomendado de  $B = 45 \text{ m}$ . Para el dimensionamiento del enrocado para el río Chillón en la zona de estudio en tramo en recta y tramos en curva, la altura del enrocado fue de  $3 \text{ m}$ ., la uña fue de  $2 \text{ m}$ ., el ancho  $2 \text{ m}$ ., el ancho de la corona fue de  $4 \text{ m}$ ., con talud fue de  $2 \text{ m}$ .

**Comparación:** Si bien las alturas del enrocado son distintas, los procedimientos y las fórmulas tanto de hidrología e hidráulica utilizados son los mismos, para Rojas, uso la pendiente del terreno de  $0.028$ , utilizando su caudal de diseño para el cálculo del ancho estable del cauce B (m.) cuyos resultados fueron por el método de Petits  $46.35 \text{ m}$ ., método de Simons y Henderson  $29.23 \text{ m}$ ., método de Blench y Altunin resultado  $53.45 \text{ m}$ . y con el método de Manning Strickler  $35.78 \text{ m}$ , escogiendo el ancho estable del cauce de  $40.85 \text{ m}$ .. Asimismo, Rojas, en sus diseños de tramo en recta y tramo su enrocado tuvieron una altura de  $1.30 \text{ m}$ ., la uña de  $2.20 \text{ m}$ ., ancho de la uña es de  $3.30 \text{ m}$ ., ancho de la corona de  $4 \text{ m}$ ., con un talud de  $2 \text{ m}$ . Al comparar los resultados para la verificación por deslizamiento y vuelco, de ambos estudios de investigación resultaron ser estables al ingresar los datos en el programa River. Además, para el diseño del diseño del enrocado se usó el programa River, coincidiendo en que ambos estudios para los diseños se realizó los ensayos de suelos coincidiendo el mismo tipo de suelo no cohesivo que se aplica para los cálculos y la misma medida del talud de  $2 \text{ m}$ ., la misma rugosidad de Manning de  $0.035$ , el ancho del cauce también casi de las

mismas medidas y las características propias que tienen el río, por ello los resultados son similares.

**Objetivo 2:** Determinar el diseño de gaviones para la mejora para la mejora defensa ribereña para prevenir el riesgo de inundación del río Chillón, Lima- 2020.

**Antecedente:** Vásquez (2018), en su tesis de investigación de título “*Diseño de defensas ribereñas y su aplicación en el cauce del río la Leche, distrito de Pacora – Lambayeque*”, planteo el problema de inundaciones se acentúa sobre todo cuando sucede el fenómeno de Niño, el río La Leche es uno de los ríos más importantes en Lambayeque, y muchas zonas urbanas y rurales han sido afectadas por las inundaciones, hasta el colapso de viviendas y de alcantarillado, causando muchos problemas. Se planteó el diseño de defensas ribereñas de tres tipos enrocado, gaviones y espigones, para las zonas más vulnerables con la finalidad de evitar las inundaciones.

**Resultados:** Los resultados para el cálculo del diseño de los gaviones para la defensa ribereña del río Chillón, se dimensiono escogiendo la altura de 5 m., y el ángulo de  $\beta=6^\circ$  para hacer que sea más estable la estructura, el empuje activo resulto  $E_a=16.35$  Ton/m, usando para ello el coeficiente del activo  $K_a=0.412$ , se calculó la altura del empuje activo que fue igual a  $H_{Ea}=2.06$  m., también se calculó el empuje pasivo calculando primero el coeficiente de empuje pasivo  $K_p=3.25$ , para obtener  $E_p=0.73$  Ton/m, cumpliendo la verificación por deslizamiento siendo 2.83 mayor que 1.50 y la verificación por vuelco 2.03 mayor que 1.50. Asimismo, se ingresó los datos en GawacWin y se verifico el diseño de por deslizamiento resultando 6.01, por vuelco 10.93 y rotura global 3.80, cumpliendo con los valores de seguridad. El diseño del gavión fue utilizando gavión tipo caja con malla de 8x10 y 2.7 mm espesor.

**Comparación:** De acuerdo a los resultados de la investigación de Vásquez, realizó su diseño de defensa ribereña de tipo gavión de tipo caja para una altura de 4 m., para el río La Leche en Lambayeque, siendo los resultados obtenidos similares con respecto al diseño aviones pues utilizó 1 m de altura para cada caja de gavión, y de ancho también 1 m. por cada caja de gavión, cumpliendo con las especificaciones técnicas, que al compararlo con el diseño tuvo las mismas dimensiones, para el diseño de los gaviones, usando también cantos rodados para el relleno de cada caja de gavión, asimismo utilizo las fórmulas de hidráulica para calcular el ancho estable del cauce (B), usando las fórmulas de Simons y Henderson, Blench y de Manning y para la recomendación final para escoger el ancho estable del cauce estable (B) igual a 50 m., y también utilizo la fórmula para el cálculo de la socavación de LI. List Van Lebediev para suelo no cohesivo, coincidiendo los estudios de investigación, siendo similares no solo en el uso de las fórmulas de hidrología e hidráulica sino también en las características del tipo de suelo no cohesivo y para el cálculo de tamaño de la roca se utilizó según el Manual de Hidráulica Hidrología y drenaje del MTC, el método de Maynard, cumpliendo ambas investigaciones parámetros de diseño para el muro de gaviones la verificación por deslizamiento y volteo.

**Objetivo 3:** Determinar el diseño de muro de concreto para la mejora la defensa ribereña para prevenir el riesgo de inundación del río Chillón, Lima- 2020.

**Antecedente:** Vara T. (2017). En su investigación *“Análisis técnico económico comparativo del diseño muro de contención tipo gavión y mampostería en el río parco, centro poblado de parco – Piscobamba 2017”*, su estudio de investigación es diseño no experimental, cuantitativo y descriptivo, cuyo diseño de muro de contención fue dimensionamiento con la finalidad de evitar las inundaciones del río Parco para proteger a su población en Ancash. Realizando estudios topográficos, del suelo, de hidrología e hidráulica, como también de diseño estructural para su diseño de muro de contención, realizando las verificaciones por deslizamiento, vuelco y corte.<sup>62</sup>

**Resultados:** Los resultados en la presente investigación muestran resultaron las fuerzas actuantes de 3 240 Kg, las fuerzas resistentes 7 529.9 Kg, los momentos resistentes 130 446 Kg-f, los momentos actuantes 11 550.48 Kg-f, calculándose la verificación por deslizamiento es mayor que 1.5, siendo 3.077 Ton. la verificación por vuelco resulto mayor a 2 siendo 11.294 Ton. y la comprobación por corte 151.82 Ton. El momento último ( $M_u$ ) fue de 19.38 Ton., la excentricidad menor que menor 0.5, cumpliendo las comprobaciones del diseño estructural para el muro de contención de concreto.

**Comparación:** Comparando los resultados los dimensionamientos fueron iguales con respecto al uso de las fórmulas para el diseño pues son fórmulas establecidas y necesarias para realizar el diseño tanto preliminar que es el dimensionamiento de la estructura, asimismo para verificar las comprobaciones por deslizamiento, por vuelco y por corte. Siendo similares las condiciones de topografía, el ángulo de fricción interna del suelo fue de  $32^\circ$ , los pesos específicos muy cercanos siendo de  $1.7 \text{ Ton/m}^3$  y del presente estudio de  $1.8 \text{ Ton/m}^3$ , los cálculos para la excentricidad cumplieron ambas investigaciones, los estudios son similares en aquello que fue necesario para lograr el diseño del muro de contención tales como el levantamiento de la topografía del terreno, los estudios de suelos que tienen las mismas condiciones pues son no cohesivos, estudios de hidrología, hidráulica y el diseño estructural. Los dimensionamientos son similares, lo que cambia es la altura que se escogió, pues eso depende del caudal de diseño de cada río, para los dimensionamientos que se realicen sobre el muro de contención; Vara, es su investigación obtuvo para la verificación por deslizamiento 84.40 Ton. y para verificación por vuelco 167.53 Ton, cumpliendo también su verificación por deslizamiento y por vuelco. Si bien ambos diseños son muros de contención y habiendo calculado las mismas fórmulas necesarias utilizadas para la comprobación, la diferencia es el tipo de material, pues se planteo un muro de concreto en esta investigación.

## **VI. CONCLUSIONES**

**Objetivo General.** En relación al objetivo general, determinar el mejoramiento de la defensa ribereña para prevenir los riesgos de inundación del Río Chillón-Lima, 2020, se concluye que se diseñó las defensas ribereñas de enrocado de altura de 3 m., se diseñó los gaviones tipo caja de 5 m. de altura y se diseñó el muro de contención de 4.95 m. de altura., para evitar la inundación en la zona de estudio, dando solución a posibles futuras inundaciones para evitar pérdidas de vidas y pérdida de sus viviendas.

**Objetivo Específico 1.** Se estableció la dependencia en el diseño del enrocado con el caudal de diseño del río Chillón, el ancho del cauce (B), el cálculo de la socavación para suelos no cohesivos. Por lo tanto, se concluye que la mejora de la defensa ribereña está directamente relacionada con el diseño de enrocado propuesto como defensa ribereña para el margen derecho del río Chillón.

**Objetivo Específico 2.** Se estableció la dependencia en el diseño del gaviones con el caudal de diseño del río Chillón, el cálculo del empuje activo y el empuje pasivo, así como las comprobaciones para la verificación contra deslizamiento y el vuelco. Por lo tanto, se concluye que la mejora de la defensa ribereña está directamente relacionada con el diseño de gaviones propuesto como defensa ribereña para el margen izquierdo del río Chillón y el margen derecho de Km. 0+00 a Km. 0+100.

**Objetivo Específico 3.** Se estableció la dependencia en el diseño del muro de contención de concreto con la capacidad admisible del terreno, el cálculo de las fuerzas resistentes y actuantes, así como momentos resistentes y actuantes, las comprobaciones para la verificación contra deslizamiento y el vuelco. Por lo tanto, se concluye que la mejora de la defensa ribereña está directamente relacionada con el diseño de muro de contención propuesto como defensa ribereña para el margen izquierdo del río Chillón.

## **VII. RECOMENDACIONES**

**Objetivo Específico 1.** En la presente investigación se diseñó la defensa ribereña de enrocado para el margen derecho del río Chillón, se recomienda construir el diseño de enrocado como una mejora para la protección contra inundación y erosión del río Chillón, con la finalidad de prevención y replanteo contra las inundaciones en la zona de investigación.

**Objetivo Específico 2.** En la presente investigación se diseñó la defensa ribereña de gaviones para el margen izquierdo del río Chillón, y se recomienda construir el diseño de gaviones del río Chillón para la protección contra inundación, pues acciones de prevención con medidas estructurales son más eficientes contra las inundaciones, evitando el colapso de las viviendas y el sistema de agua y alcantarillado, evitando que la falta de servicios básicos traiga enfermedades y alergias y procurando proteger la vida y la salud de la población.

**Objetivo Específico 3.** En la presente investigación se diseñó la defensa ribereña del muro de contención para el margen izquierdo del río Chillón, y se recomienda construir el diseño del muro de contención, siendo resistente para la protección contra inundación pues es zona crítica y vulnerable, siendo un diseño adicional que refuerza en una curva del margen izquierdo donde se planteó el diseño de gaviones, colocándose más arriba y no sobre el diseño de gaviones.

## REFERENCIAS

1. **Societies, International Federation of Red Crescent. 2016.** *Word Disarters Report*. 2016, pág. 191. Saving lives, changing minds..
2. **UN. 2018.** *Climate change and disaster risk reduction*. Argentina : s.n., 2018, ONU/EIRD, pág. 14.
3. **UN. 2014.** un-spider.org. *un-spider.org*. [En línea] 2014. [Citado el: 29 de Mayo de 2021.]
4. **UNDRR. 2011.** eird.org. *eird.org*. [En línea] Junio de 2011. [Citado el: 2021 de 05 de 29.] <https://eird.org/esp/acerca-eird/marco-accion-esp.htm>.
5. **International Federation of Red Crescent Societies. 2014.** *Effective Laws and Regulations for Disaster Risk Reduction: Multinational Report*. New York : Premier Supplie, 2014. pág. 28.
6. **FERNÁNDEZ, C. y BUSS, S. 2016.** *Ocurrencia y Gestión de Inundaciones en América Latina y el Caribe-Factores claves y Experiencias adquiridas*. La Paz : s.n., 2016. pág. 27, Técnico. BID.
7. **IDB. 2015.** *Disaster Risk and Risk Management Indicators*. [ed.] BID. Venezuela : s.n., 2015. pág. 87.
8. **ECLA. 2015.** ecla.org. *ecla.org*. [En línea] 2015. [Citado el: 29 de Mayo de 2021.] <https://www.cepal.org/en/publications/36823-handbook-disaster-assessment>.
9. **UNRR. 2021.** eird.org. *eird.org*. [En línea] 2021. [Citado el: 28 de Mayo de 2021.] <https://www.eird.org/americas/we/que-es-la-reduccion-del-riesgo-de-desastres.html>.



10. **BARANDIARÁN, M., y otros. 2018.** *Executive summary of the disaster and climate Change risk assesement methodology IDB Project.* December de 2018, pág. 8.
11. **Autoridad Nacional del Agua y JICA. 2017.** ana.gob.pe. [En línea] 2017. [Citado el: 29 de Mayo de 2021.] <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/2449>.
12. **UN. 2017.** new.un.org. *new.un.org.* [En línea] 28 de Marzo de 2017. [Citado el: 2021 de 05 de 29.] <https://news.un.org/es/story/2017/03/1376161>.
13. **BID. 2015.** *Perfil del Riesgo por Inundaciones en Perú.* Lima. Lima : s.n., 2015. pág. 5. BID.
14. **REUTERS.2017.** Abnormal El Nino in Peru unleashes deadly downpours; more flooding seen. 17 de Marzo de 2017.
15. **DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRÁULICOS. 2010.** *Plan de prevención ante la presencia de fenómenos naturales por inundaciones, deslizamientos, huaycos y sequias.* [ed.] DEPHM. Lima : DEPHM, 2010. pág. 136.
16. **SOTO, Jaime. 2017.** Presupuesto para muto de gavión de gravedad-para la protección de la rivera del río Magdalena en el corregimiento de puerto Bogotá municipio de Guaduas Cundinamarca. *Tesis.* Bogotá, Bogotá, Colombia : s.n., 2017. pág. 44.
17. **CAGUA, N. y ERAZO, A. 2021.** Diseño de 100 metros demuro de gaviones en la margen derecha del río Vincescomprendido entre las abscisas 0+683- de la Vía Banepo, ubicado en la parroquia del Balzar de Vinces, Canton de Vinces, Provincia de los Ríos. Guayaquil : Ecuador, 2021. Tesis.
18. **VINUEZA, J. 2019.** Diagnóstico e identificación de obras de mitigación de la quebrada de Santa Rosa ubicada en la zona oriental de Pomasqui. Quito, Ecuador : s.n., 2019. Tesis.

19. **ALCÁZAR, Franz. 2017.** Diseño de las defensas ribereñas en el río Callazas tramo crítico ( Km 0+000.00-2+500.00) en el CP de Aricota, provincia de Candarave-Tacna. *Tesis.* Tacna, Tacna, Perú : s.n., 2017. pág. 165.
20. **ALVITES y PARCO. 2018.** Propuesta de guía constructiva para la construcción de defensas ribereñas utilizando el muro de enrocado en la planta cppq s.a. en Ñaña. Lima : s.n., 2018. pág. 139.
21. **VÁSQUEZ, Lily. 2018.** Diseño de defensas ribereñas y su aplicación en el cauce del río La Leche, distrito de Pacora-Lambayeque. *Tesis.* Lambayeque, Lambayeque, Perú : s.n., 2018. pág. 279.
22. **BHANDARI, Rohit. 2019.** Riverbank Protection with Gabion Structure: Gavion Matters. *Tesis.* Helsinki, Helsinki, Finland : s.n., 2019. pág. 61.
23. **CHULSKI, Katherine. 2015.** Life Cycle Assessment and Costing of Geosynthetics Versus Earthen Materials. Ohio, Ohio, Estados Unidos : s.n., 2015. pág. 102.
24. **WARREN, L. 2018.** Non Destructive Testing of Drystone Walls. Bath, Reino Unido : s.n., 2018. Thesis.
25. **FAN, J y GUANGUI, H. 2020.** Evaluation of Flood Risk Management in Japan through a Recent Case. 2020. Vol. 12, 5357, pág. 17.
26. **ASADPOUR, H. y AKHLAGI, T. 2017.** *Stability Analysis of Gabion wall with Tieback in Seismic.* 5, Urmia : s.n., 12 de Mayo de 2017, Civil Engineering Journal, Vol. 3. Department of Civil Engineering, Branch of Science and Research, Islamic Azad University, Urmia, Iran.
27. **Miščević , Predrag, Vlastelica, Goran y Babić, Marino. 2018.** *Design of reinforced gabion wall: example of a retaining wall for the rest area Vidikovac on the island of Brac .* Croacia, Croacia, Croacia : s.n., 2 de Marzo de 2018. pág. 10.

28. **INDECI. 2013.** *Monitoreo de los sectores críticos del río Chillón y la reducción de los riesgos en el ámbito del gobierno metropolitano.* Lima, Defensa Civil. Lima : s.n., 2013. pág. 9.
29. **INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL. 2011.** *Manual de Estimación del riesgo ante inundaciones fluviales.* Lima : s.n., 2011. pág. 85.
30. **LEISTER DE ALAMEIDA, P. 2000.** *Obras de Constención.* FazGran : Maccaferri, 2000. pág. 6
31. **LEISTER DE ALAMEIDA, P. 2000.** *Obras de Constención.* FazGran : Maccaferri, 2000. págs. 8-10
32. **LEISTER DE ALAMEIDA, P. 2000.** *Obras de Constención.* FazGran : Maccaferri, 2000. págs. 8, 10, 16,17,18. Maccaferri.
33. **CROSTRUCMÁTICA. 2021.** Muro de Contención (Estructura). [En línea] 2021. [Citado el: 31 de Mayo de 2021.] [https://www.construmatica.com/construpedia/Muros\\_de\\_Contenci%C3%B3n\\_\(estructura\).](https://www.construmatica.com/construpedia/Muros_de_Contenci%C3%B3n_(estructura).)
34. **MORASSUTTI, G. 2020.** Manual de diseño de estructuras flexibles de gaviones. Carabobo, Venezuela : s.n., 2020. pág. 5.
35. **CALAVERA, J. 1990.** *Muros de contención y muros de sótano.* 3. España : s.n., 1990. págs. 11-15. 8460073777.
36. **CALAVERA, J. 1990.** *Muros de contención y muros de sótano.* 3. España : s.n., 1990. págs. 11-15. 8460073777.
37. **LEISTER DE ALAMEIDA, P. 2000.** *Obras de Constención.* FazGran : Maccaferri, 2000. págs. 10 Maccaferri.

38. **LEISTER DE ALAMEIDA, P. 2000.** *Obras de Constención.* FazGran : Maccaferri, 2000. págs. 16-20. Maccaferri.
39. **RODAS, D. y URGELIS, M. 2015.** *Diseño de un centro turístico, con tecnología de madera laminada y gaviones de piedra.* Cuenca, Cuenca, Ecuador : s.n., 2015. pág. 39. Tesis.
40. **TOPRAK, B, SEVIM, O. y KALKAN, I. 2016.** Gabion walls and their use. Kirikkale, Kirikkale, Turquía : s.n., 2016. pág. 3.
41. **VICARI, Marco. 2014.** *Application and feedbacks of gabion structures in flood storage projects for the protection of urban areas and infrastructures.* Venecia, Italia : s.n., Febrero de 2014.
42. **HELO, M., y otros. 2016.** *Experimental study of structural behavior of mesh-box Gabion.* Palestina, Palestina : s.n., 2016. pág. 17. Tesis.
43. **MACAFFERRI. 2000.** *Manual de muros de contención.* págs.8
44. **JA Yasree, P.K. 2008.** Performance of Gabion faced reinforced earth retaining walls. Kochi, Japón : s.n., 8 de Abril de 2008. pág. 294.
45. **MACHCO O. 2018.** *Análisis de la estabilidad de taludes para la protección contra inundaciones en el Sector de la Av. Malecón Chillón -Puente Piedra,* 2017. Lima, Lima, Perú: sn.,2017. pág. 42. Tesis.
46. **SUÁREZ, J. 2001.** *Control de erosión en zonas tropicales.* Bucaramanga : División Editorial y de publicaciones Universidad industrial de Santander, 2001. pág. 417.
47. **SUÁREZ, J. 2001.** *Control de erosión en zonas tropicales.* Bucaramanga : División Editorial y de publicaciones Universidad industrial de Santander, 2001. pág. 418.

48. **SUÁREZ, J. 2001.** *Control de erosión en zonas tropicales.* Bucaramanga : División Editorial y de publicaciones Universidad industrial de Santander, 2001. págs. 111-118, 227-234. 958-33
49. **CASAFRANCA, J. 2004.** Análisis de la Eficiencia del Enrocado como el control de la erosión de riberas. Lima, Perú : s.n., 2004. pág. 8. Universidad Nacional de Ingeniería.
50. **MTC. 2018.** Manual de hidrología, hidráulica y drenaje. Lima, Lima, Perú : s.n., 2018. págs. 23-25, 162-164.
51. **HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, M. 2014.** *Metodología de la Investigación.* 6 ta. Edición. México : Edamsa Impresiones, 2014. pág. 4, 272. 978-1-4562-2396-0.
52. **HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, M. 2014.** *Metodología de la Investigación.* 6 ta. Edición. México : Edamsa Impresiones, 2014. pág. 92, 272. 978-1-4562-2396-0.
53. **HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, M. 2014.** *Metodología de la Investigación.* 6 ta. Edición. México : Edamsa Impresiones, 2014. pág. 152, 272. 978-1-4562-2396-0
54. **HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, M. 2014.** *Metodología de la Investigación.* 6 ta. Edición. México : Edamsa Impresiones, 2014. pág. 211 272. 978-1-4562-2396-0
55. **HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, M. 2014.** *Metodología de la Investigación.* 6 ta. Edición. México : Edamsa Impresiones, 2014. pág. 174, 272. 978-1-4562-2396-0
56. **HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, M. 2014.** *Metodología de la Investigación.* 6 ta. Edición. México : Edamsa Impresiones, 2014. pág.173 , 272. 978-1-4562-2396-0

57. **HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, M. 2014.** *Metodología de la Investigación*. 6 ta. Edición. México : Edamsa Impresiones, 2014. pág. 189, 272. 978-1-4562-2396-0
58. **HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, M. 2014.** *Metodología de la Investigación*. 6 ta. Edición. México : Edamsa Impresiones, 2014. pág. 198, 272. 978-1-4562-2396-0
59. **HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, M. 2014.** *Metodología de la Investigación*. 6 ta. Edición. México : Edamsa Impresiones, 2014. pág. 199, 272. 978-1-4562-2396-0
60. **HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, M. 2014.** *Metodología de la Investigación*. 6 ta. Edición. México : Edamsa Impresiones, 2014. pág. 200, 272. 978-1-4562-2396-0
61. **HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, M. 2014.** *Metodología de la Investigación*. 6 ta. Edición. México : Edamsa Impresiones, 2014. pág. 201, 272. 978-1-4562-2396-0
62. **ROJAS, Francisco. 2014.** Bases de diseño hidráulico para los encauzamientos o canalizaciones de ríos. *Tesis*. Quito, Quito, Ecuador : s.n., 2014. pág. 219.
63. **VARA, T. 2017.** Análisis técnico económico comparativo del muro de contención tipo gavión y mampostería en el río Parco, centro del poblado Parco-Piscobamba 2017. [Tesis]. Ancash, Perú : s.n., 2017. pág. 48.

## ANEXOS

### ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título:		Mejoramiento de la defensa ribereña para prevenir los riesgos de inundación del río Chillón en la urbanización San Diego, S.M.P.-2020					
Autor;		Belinda Robertina Mariño Tenio					
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN TIPO
¿De qué manera el Mejoramiento de la defensa ribereña va a prevenir los riesgos de inundación del Río Chillón, Lima-2020?	Establecer el mejoramiento de la defensa ribereña para prevenir los riesgos de inundación del Río Chillón-Lima, 2020.	El diseño de la defensa ribereña mejora la prevención de riesgos de inundación en el Río Chillón, Lima-2020.	INDEPENDIENTE	DEFENSA RIBEREÑA	Enrocado	Diseño de enrocado	<b>Tipo de investigación:</b> Cuantitativa  <b>Nivel de investigación:</b> Descriptivo  <b>Enfoque:</b> Cuantitativo  <b>Diseño de investigación:</b> No experimental  <b>Población:</b> 126 Km. de la Ribera del río Chillón  <b>Muestra:</b> 1.53 Km. de la ribera del río Chillón desde el tramo que empieza del Puente
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>			Gaviones	Diseño de gaviones	
¿De qué manera el diseño de enrocado mejora la defensa ribereña para prevenir el riesgo de inundación del río Chillón, Lima- 2020?	Determinar el diseño de enrocado para la mejora de la defensa ribereña para prevenir el riesgo de inundación del río Chillón, Lima- 2020.	El diseño de enrocado mejora la prevención de riesgos de inundación en el Río Chillón, Lima-2020.			Muro de Concreto	Diseño de muro de concreto	

De qué manera el diseño de gaviones mejora la defensa ribereña para prevenir el riesgo de inundación del río Chillón, Lima- 2020?	Determinar el diseño de gaviones para la mejora de la defensa ribereña para prevenir el riesgo de inundación del río Chillón, Lima- 2020	El diseño de gaviones mejora la prevención de riesgos de inundación en el Río Chillón, Lima-2020.	DEPENDIENTE	RIESGOS DE INUNDACIÓN	Factores de inundación	Lluvias intensas (en la Sierra Diciembre-Marzo y por fenómeno del Niño)	Nueva Esperanza en distrito de San Martín de Porres, que pasa por el A.A.H.H. Chuquitanta y llega hasta Puente Piedra, todo esto pertenece al departamento de Lima. <b>Muestreo:</b> No probabilístico. Es intencional el muestreo debido a que se ha escogido el tramo de la ribera del río.
¿De qué manera el diseño de muro de concreto mejora la defensa ribereña para prevenir el riesgo de inundación del río Chillón, Lima- 2020?	Determinar el diseño de muro de concreto para la mejora de la defensa ribereña para prevenir el riesgo de inundación del río Chillón, Lima- 2020.	El diseño de muro de concreto mejora la prevención de riesgos de inundación en el Río Chillón, Lima-2020.			Pérdida material	Pérdida del cauce del río, socavación	<b>Técnica:</b> Observación directa  <b>Instrumento de Investigación:</b> Análisis Granulométrico por tamizado ASTM0422  Análisis de Suelos (Peso Específico del Suelo)  Análisis de Suelos (Ángulo de Fricción del Suelo)  Análisis de Suelos (Cohesión)  Ley N° 29664 Sistema Nacional de Gestión del riesgo de desastres (SINARGERD)
					Deslizamientos	Derrumbe de rocas	



							<p>Acuerdo Nacional Art. 32 y Estudios de la Autoridad Nacional del Agua</p> <p><b>Fichas de recopilación:</b> Formato de granulometría Formato de corte directo Formato de Contenido de Humedad Formato de Límite Líquido y Límite Plástico</p>
--	--	--	--	--	--	--	--

## ANEXO 2. MATRIZ DE OPERALIZACIÓN DE VARIABLES

Título: Mejoramiento de la defensa ribereña para prevenir los riesgos de inundación del río Chillón en la urbanización San Diego, S.M.P.-2020						
Autora: Mariño Tenio, Belinda Robertina						
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO
Mejoramiento de la defensa ribereña	<p>Son aquellas estructuras construidas para proteger de las crecidas de los ríos las áreas aledañas a estos cursos de agua pues el lecho del río puede ser insuficiente para contenerlo por ello la protección no es para un acontecimiento regular sino extraordinario.</p> <p>Autoridad Nacional del Agua-Plan de Defensas Ribereñas y Encauzamientos de ríos, 2007, Pág. 66..</p>	<p>Para el mejoramiento de la defensa ribereña del río, se realizará calicatas para conocer el tipo de suelo y capacidad portante del suelo, con ello se calculara el diseño muro de contención de concreto y el muro de gaviones.</p>	Enrocado	Diseño de enrocado	De razón	Análisis Granulométrico por tamizado ASTM0422
						Análisis de Suelos (Peso Especifico del Suelo)
			Gaviones	Diseño de gaviones	De razón	Análisis Granulométrico por tamizado ASTM0422
						Análisis de Suelos (Peso Especifico del Suelo)
						Análisis de Suelos (Ángulo de Fricción del Suelo)
						Análisis de Suelos (Cohesión)
			Muro de concreto	Diseño de muro de concreto	De razón	Análisis Granulométrico por tamizado ASTM0422
						Análisis de Suelos (Peso Especifico del Suelo)
						Análisis de Suelos (Ángulo de Fricción del Suelo)
						Análisis de Suelos (Cohesión)

Riesgos de inundación	Es aquella probabilidad de que una amenaza se convierta en un desastre de inundación por las condiciones de vulnerabilidad como son la exposición, fragilidad y resiliencia; y por el peligro de ámbito geográfico y climático. Cenepred, 2014, Pag.11-25	Para analizar los riesgos de inundación se usara el dato histórico.	Factores de inundación	Lluvias intensas en la Sierra (Diciembre-Marzo) y por fenómeno del Niño	De razón	Ley Nº 29664 Sistema Nacional de Gestión del riesgo de desastres (SINARGERD) Acuerdo Nacional Art. 32  Estudios de la Autoridad Nacional del Agua
			Pérdida material	Pérdida del cauce del río, socavación	De razón	
			Deslizamientos	Derrumbe de rocas	De razón	

## ANEXO 3: CERTIFICADO DE TURNITIN

Feedback Studio - Google Chrome

ev.turnitin.com/app/carta/es/?student\_user=1&s=1&u=1117748861&o=1615385220&lang=es

feedback studio

BELINDA ROBERTINA MARIÑO TENIO | DPI MARIÑO B.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA E ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Mejoramiento de la defensa ribereña para prevenir los riesgos de inundación del Río Chillón, Lima- 2020"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA:

Marino Tenio, Belinda Robertina  
<http://orcid.org/000-0002-5475-7661>

ASESOR:

Mgtr. Ing. Carlos Danilo Minaya Rosario  
<http://orcid.org/0000-0002-0655-523x>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA-PERÚ

2021



## ANEXO 4: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS Y RECOLECCIÓN DE DATOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Defensa Ribereña y Riesgos de Inundación

“Mejoramiento de la defensa ribereña para prevenir los riesgos de inundación del Río Chillón,  
Lima- 2020”

### Parte A: Datos generales

Tesista: Belinda Robertina Mariño Tenio

Fecha: Lima, 9 de Julio de 2021

### VARIABLE INDEPENDIENTE: Defensa Ribereña

Diseño de enrocado
Diseño de gaviones
Diseño de muro de concreto

Tesis: Vásquez, L. (2018). Enrocado y gaviones

Tesis: Vinueza, J. (2019). Muro de gaviones


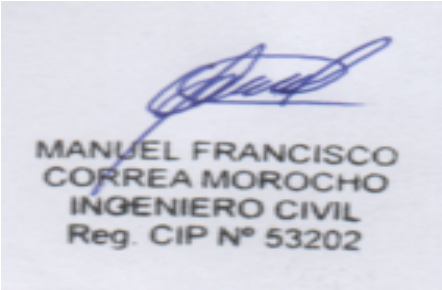

### VARIABLE DEPENDIENTE: Riesgos de Inundación

Factores de inundación
Pérdida de material
Deslizamientos

Tesis: Alvites, J. y Parco D. (2018) Inundaciones, pérdida de material

Tesis: Alcázar, F. (2018) Inundación, deslizamientos y pérdida del material

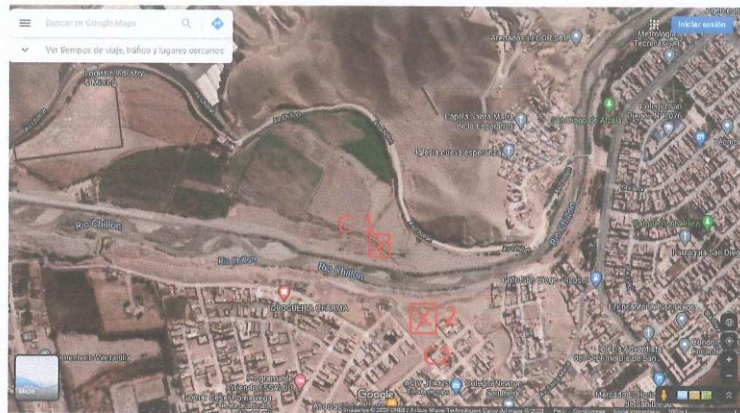
## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

<p>Apellidos: Jheyson Aurely Nombres: Jachilla Flores Título: Ingeniero Civil Grado: Ingeniero N° Reg. CIP: 224928 Observaciones: Ninguna.....</p>	<p>Firma / CIP</p>  <p>JHEYSON AURELY JACHILLA FLORES INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 224928</p>
<p>Apellidos: Manuel Francisco Nombres: Correa Morocho Título: Ingeniero Civil Grado: Magister N° Reg. CIP: 53202 Observaciones: Ninguna.....</p>	<p>Firma / CIP</p>  <p>MANUEL FRANCISCO CORREA MOROCHO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 53202</p>
<p>Apellidos: Rique Pérez Nombres: Gustavo Jeremías Título: Ingeniero Civil Grado: Ingeniero N° Reg. CIP: 138318 Observaciones: Ninguna..... .....</p>	<p>Firma / CIP</p>  <p>GUSTAVO JEREMIAS RIQUE PEREZ INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 138318</p>

## ANEXO 5. ENSAYOS DE LABORATORIO




**MFCM** LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



**C1 CALICATA MARGEN DERECHO RIO CHILLON-ZONA  
CHUQUITANTA - CALLAO**

**C2 CALICARA MARGEN IZQUIERDO RIO CHILLON-  
ZONA CHUQUITANTA - SMP**

**PARA FINES DE DEFENSA RIBEREÑA**

  
MANUEL FRANCISCO  
CORREA MOROCHO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 53202

Of.: Cuadra.7 de Angelica Gamarra Urb. Hijos de Taurija Mz.A Lt.3 - Los Olivos - Lima  
Cel: 939806656 Email: mfcorream@yahoo.es, ingmfcorream@gmail.com



**MANUEL FRANCISCO CORREA MOROCHO**  
**Ingeniero Civil**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**INFORME TECNICO**

1. El área del estudio se encuentra emplazada en el rio Chillón zona de Chuquitanta – Distrito de San Martín de Porras Provincia y Departamento de Lima.
2. El Estudio de Mecánica de Suelos es con la finalidad de determinar los parámetros del suelo en concordancia con la Norma Técnica E-050 Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Construcciones

**3.00 ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN**

Teniendo en cuenta las características físicas y mecánicas del perfil estratigráfico del subsuelo, podemos concluir que los cimientos estarán Apoyados en las gravas limosas a gravas arenosas semidensas donde la cimentación de la superestructura más adecuada técnica y económicamente que se proyectan, será mediante zapatas aisladas con vigas de cimentación. De tal manera que la resistencia de este suelo esta dada por la trabazón que existe entre las partículas del suelo granular al no existir cohesión de la parte fina. Para tal fin se determinó la densidad relativa característica de estos suelos obteniéndose un valor promedio de 55% en las gravas semi densas; y utilizando las correlacione de Terzaghi y Peck de  $N - \phi$  y  $N - DR$  se tiene un valor  $N$  del Ensayo de Penetración Estándar de 22 golpes por 30 cm de penetración.

MANUEL FRANCISCO CORREA MOROCHO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 53262





**MANUEL FRANCISCO CORREA MOROCHO**  
**Ingeniero Civil**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**3.10 Condiciones de Cimentación**

**3.10.1 Profundidad de cimentación**

Los cimientos mediante zapatas aisladas estarán apoyados en las gravas arenosas de compacidad densa. Teniendo en cuenta la profundidad a la cual se encuentra el suelo granular y con la finalidad de brindar un confinamiento adecuado dentro del suelo natural, se recomienda considerar una profundidad mínima de cimentación de 1.20 m, con respecto al nivel de piso terminado.

**3.10.2 Presión Admisible por Asentamiento en Suelos Granulares**

En suelos granulares tales como los que se encuentran dentro de la profundidad activa de cimentación, la presión admisible se encuentra controlada por asentamientos elásticos y no por resistencia al corte y es función del ancho (B), del asentamiento máximo permisible, de la profundidad de desplante de la cimentación ( $D_r$ ) y de la densidad relativa de los suelos dentro de la profundidad activa, la cual se puede cuantificar con los valores N del Ensayo de Penetración Estándar obteniéndose un Valor  $N = 22$  golpes por 30 cm de penetración.

MANUEL FRANCISCO  
CORREA MOROCHO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 53202



**MANUEL FRANCISCO CORREA MOROCHO**  
**Ingeniero Civil**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

La Capacidad Admisible por Asentamiento se determinará  
utilizando la ecuación propuesta por Bowles (1977).

$$q_{adm} = 0.1222 N \left\{ (3.28B + 1) / 3.28B \right\}^2 F_d (S_e / 25.4)$$

$$F_d = 1 + 0.33 (D_f/B) \leq 1.33$$

Donde:

$q_{adm}$  = Capacidad Portante Admisible (Kg/cm<sup>2</sup>)

$S_e$  = asentamiento tolerable en mm

$D_f$  = Profundidad de desplante de la  
Cimentación

$B$  = Ancho del Cimiento

$N$  = Numero de golpes del SPT = 22

$S_e$  = 16.31 mm     $F_d$  = 1.33

$D_f$  = 3.30 m     $B$  = 2.00 m

La capacidad admisible del suelo es de:

$$q_{ad} = 3.05 \text{ Kg/cm}^2$$

  
MANUEL FRANCISCO  
CORREA MOROCHO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 53202



**MANUEL FRANCISCO CORREA MOROCHO**  
**Ingeniero Civil**

GEOTECNIA - INGENIERÍA DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO - SUPERVISIÓN

---

## ANEXO I

### *Registros de Campo*

MANUEL FRANCISCO CORREA MOROCHO  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 53202



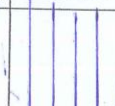

**MFCM LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
MANUEL FRANCISCO CORREA MOROCHO

*Ingeniero Civil*

GEOTECNIA – INGENIERÍA DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO - SUPERVISIÓN

**REGISTRO ESTRATIGRAFICO**

OBRA : DEFENZA RIBEREÑA Calicata: C - 1  
UBICACIÓN : CHUQUITANTA SMP-CALLAO Prof. (m): 3.00  
FECHA : 07 DE DICIEMBRE DE 2020  
REALIZADO POR: BELINDA ROBERTINA MARIÑO TENIO

PROFUNDIDAD (M)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SUCS
0.00		Limo arenoso con grava de forma subred ondeada no plástico, color marrón blanquecino ligera humedad	ML
0.50			
3.00		Grava con arena mal gradada color beige de compactación densa de partículas sub redondeadas de escasa humedad W=6.0%, de tamaño máximo 3 pulgadas.	GP





**MANUEL FRANCISCO CORREA MOROCHO**  
**Ingeniero Civil**

GEOTECNIA - INGENIERÍA DE CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO - SUPERVISIÓN

---

## **ANEXO II**

### ***Resultado de los Ensayos de Laboratorio***

  
MANUEL FRANCISCO  
CORREA MOROCHO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.F. N° 53202



# MFCM LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

## INFORME L-0015-2020/MFCM

OBRA	DEFENSA RIBEREÑA
UBICACION	CHUQUITANTA SMP-CALLAO
SOLICITADO	BELINDA ROBERTINA MARIÑO TENIO
FECHA	07 DE DICIEMBRE DE 2020

### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Calicata C-1  
Prof.(m) 0.00-0.50

TAMICES A.S.T.M.	ABERTURA (mm)	ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	
2"	50.800	
1-1/2"	38.100	100.0
1"	25.400	99.0
3/4"	19.100	97.5
1/2"	12.700	92.8
3/8"	9.520	91.2
1/4"	6.350	89.2
N° 4	4.760	89.1
N° 10	2.000	86.20
N° 20	0.840	81.30
N° 40	0.420	72.50
N° 60	0.250	69.30
N° 100	0.149	61.90
N° 200	0.075	62.60

2. HUMEDAD NATURAL (%) ASTM D - 2216 :

6.4

3. LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318

Límite Líquido (%) : 17.4

Límite Plástico (%) : NP

Índice Plástico (%) : NP

3. CLASIFICACION SUCS :

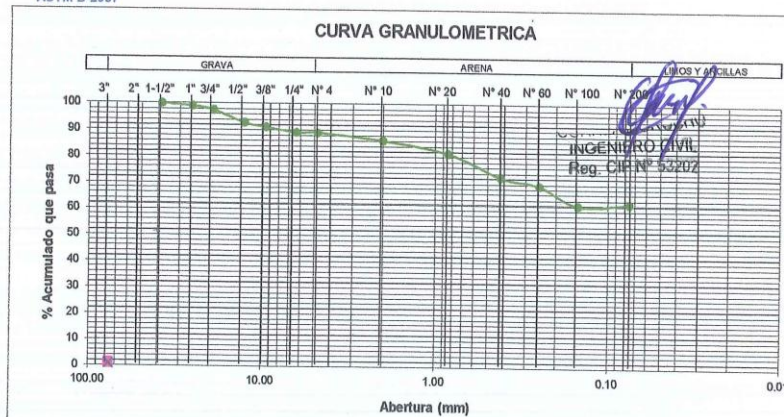
ML

4. PESO VOLUMETRICO (g/cc) :

1.642

ASTM D-2937

### CURVA GRANULOMETRICA





# MFCM LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

## INFORME L-0015-2020/MFCM

OBRA	DEFENSA RIBEREÑA
UBICACION	CHUQUITANTA SMP-CALLAO
SOLICITADO	BELINDA ROBERTIÑA MARIÑO TENIO
FECHA	07 DE DICIEMBRE DE 2020

### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Calicata

C-1

Prof.(m)

0.50 - 3.00

TAMICES A.S.T.M.	ABERTURA (mm)	ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	100.0
2"	50.800	88.4
1-1/2"	38.100	81.7
1"	25.400	59.3
3/4"	19.100	52.9
1/2"	12.700	49.4
3/8"	9.520	48.8
1/4"	6.350	42.6
N° 4	4.750	41.5
N° 10	2.000	39.20
N° 20	0.840	30.50
N° 40	0.420	20.80
N° 60	0.250	18.60
N° 100	0.149	13.80
N° 200	0.075	4.70

2. HUMEDAD NATURAL (%) ASTM D - 2216 :

6.7

3. CLASIFICACION SUCS :

GP

4. LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318

Limite Líquido (%) :

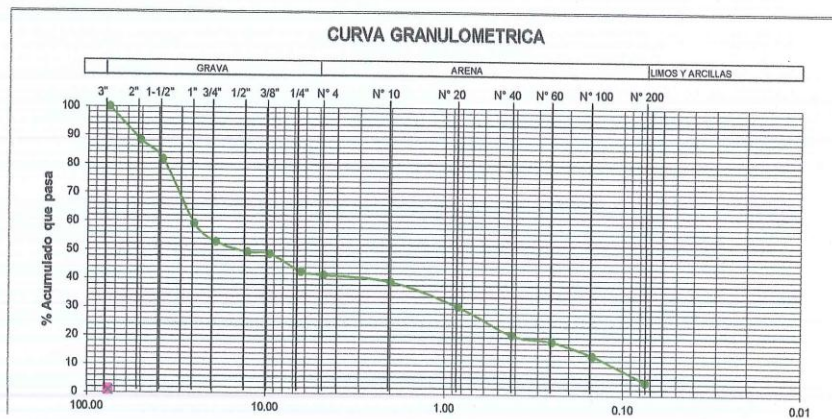
NT

Limite Plástico (%) :

NP

Indice Plástico (%) :

MANUEL FRANCISCO  
CORREA MOROCHO  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 53202







# MFCM LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

## INFORME L-0015-2020/MFCM

OBRA	DEFENSA RIBEREÑA
UBICACION	CHUQUITANTA SMP-CALLAO
SOLICITADO	BELINDA ROBERTINA MARIÑO TENIO
FECHA	07 DE DICIEMBRE DE 2020

### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Calicata C-2  
Prof.(m) 0.00-0.40

TAMICES A.S.T.M.	ABERTURA (mm)	ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	
2"	50.800	
1-1/2"	38.100	100.0
1"	25.400	96.4
3/4"	19.100	91.6
1/2"	12.700	89.7
3/8"	9.520	88.5
1/4"	6.350	86.4
N° 4	4.760	80.5
N° 10	2.000	79.50
N° 20	0.840	76.40
N° 40	0.420	70.20
N° 60	0.250	65.90
N° 100	0.149	62.20
N° 200	0.075	57.30

2. HUMEDAD NATURAL (%) ASTM D - 2216 :

5.8

3. LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318

Límite Líquido (%) :

Límite Plástico (%) :

Índice Plástico (%) :

18.3

NP

ML

3. CLASIFICACION SUCS :

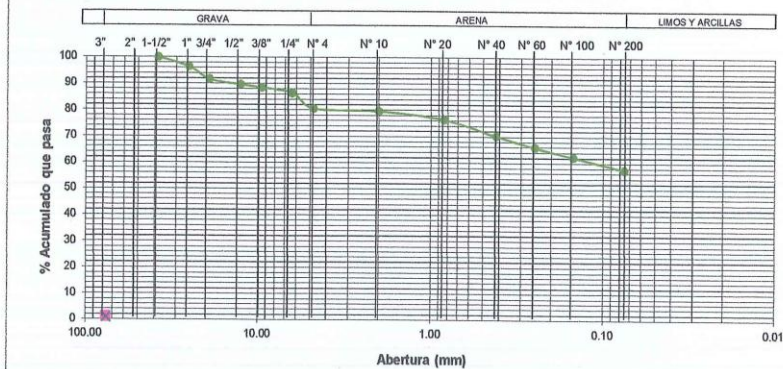
4. PESO VOLUMETRICO (g/cc) :

1.842

ASTM D-2937

INGENIERO FRANCISCO  
CORREA MOROCHO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 53252

### CURVA GRANULOMETRICA





# MFCM LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

## INFORME L-0015-2020/MFCM

OBRA	DEFENSA RIBEREÑA
UBICACION	ZONA CHUQUITANTA-CALLAO -MARGEN IZQUIRDO
SOLICITADO	BELINDA ROBERTINA MARIÑO TENIO
FECHA	07 DE DICIEMBRE DE 2020

### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Calicata  
Prof.(m)

C-2  
0.40 - 3.00

TAMICES A.S.T.M.	ABERTURA (mm)	ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	100.0
2"	50.800	82.3
1-1/2"	38.100	71.1
1"	25.400	62.0
3/4"	19.100	57.7
1/2"	12.700	53.5
3/8"	9.520	52.7
1/4"	6.350	49.3
N° 4	4.760	47.8
N° 10	2.000	43.70
N° 20	0.840	39.50
N° 40	0.420	18.90
N° 60	0.250	16.80
N° 100	0.149	11.40
N° 200	0.075	3.70

2. HUMEDAD NATURAL (%) ASTM D - 2216 :

6.8

3. CLASIFICACION SUCS :

GP

4. LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318

Limite Líquido (%) :

0.0

Limite Plástico (%) :

NP

Indice Plástico (%) :

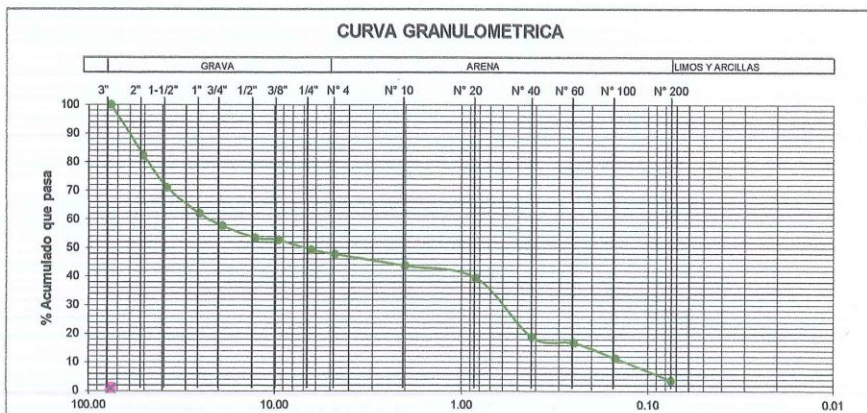
NP

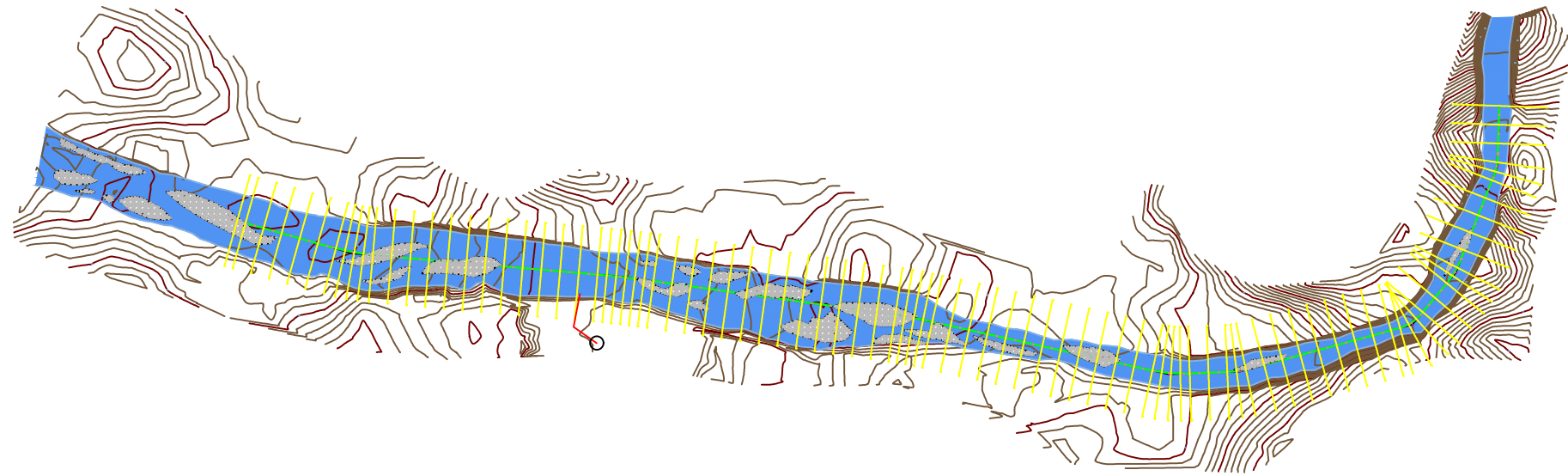
5. - Densidad húmeda gr/cm<sup>3</sup>

2.236

*Manuel Francisco*  
MANUEL FRANCISCO  
CORREA MOROCHO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 53282

### CURVA GRANULOMETRICA





PLANO DE PLANTA



PLANO DE LOCALIZACION



LOCALIZACION NACIONAL

PLANO DE UBICACION



TESIS:  
Mejoramiento de la defensa ribereña para prevenir los riesgos de inundación del RÍO CHILLÓN, Lima- 2020

ELABORADO POR:  
Belinda Robertina Mariño Tenio

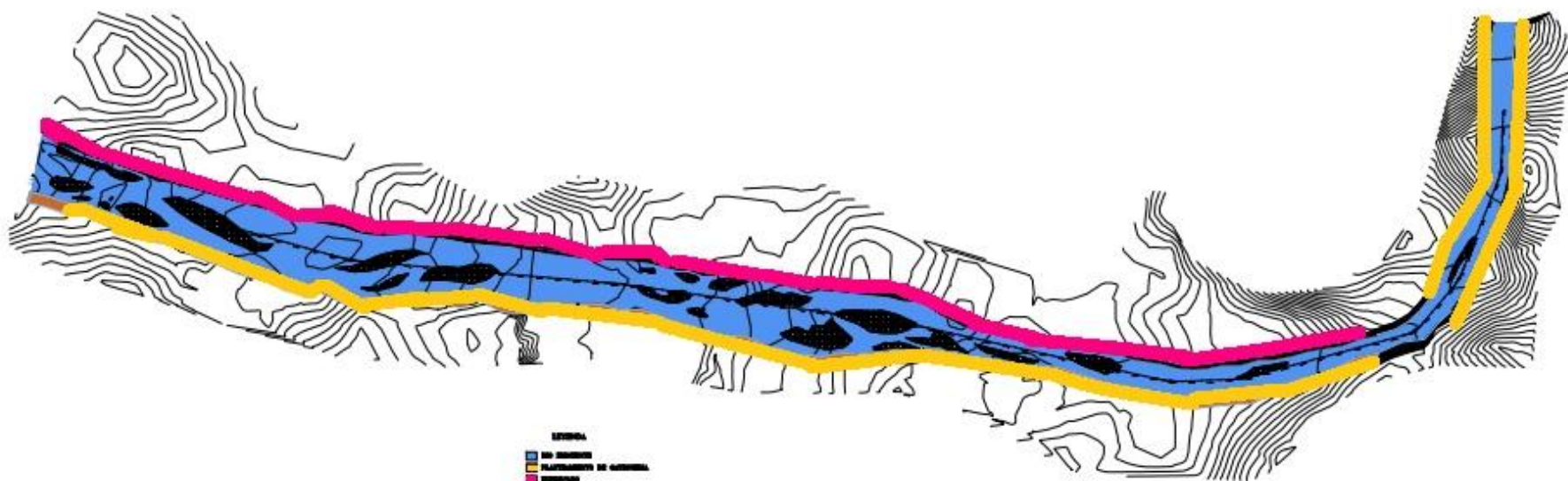
PLANO DE: PLANO UBICACION, LOCALIZACION

ESCALA: 1/100

FECHA: JUNIO DEL 2021

PLANO:  
PU-01

# PLANO DISEÑO DE GAVIONES Y ENROCADO



**TESIS:**  
Mejoramiento de la defensa lateral para prevenir los riesgos de inundación del Río Chillo, Lima 2023

**ELABORADO POR:**  
Dahda Roberto Noris Trujillo

**TÍTULO:** PLANO CLAVE DE GAVIONERIA  
**ESCALA:** 1/100  
**FECHA:** 2023-05-10

**PLANO:**  
P-01

PERFIL LONGITUDINAL RIO CHILLON  
ESC. H:1/1000 V:1/500



PERFIL LONGITUDINAL RIO CHILLON  
ESC. H:1/1000 V:1/500



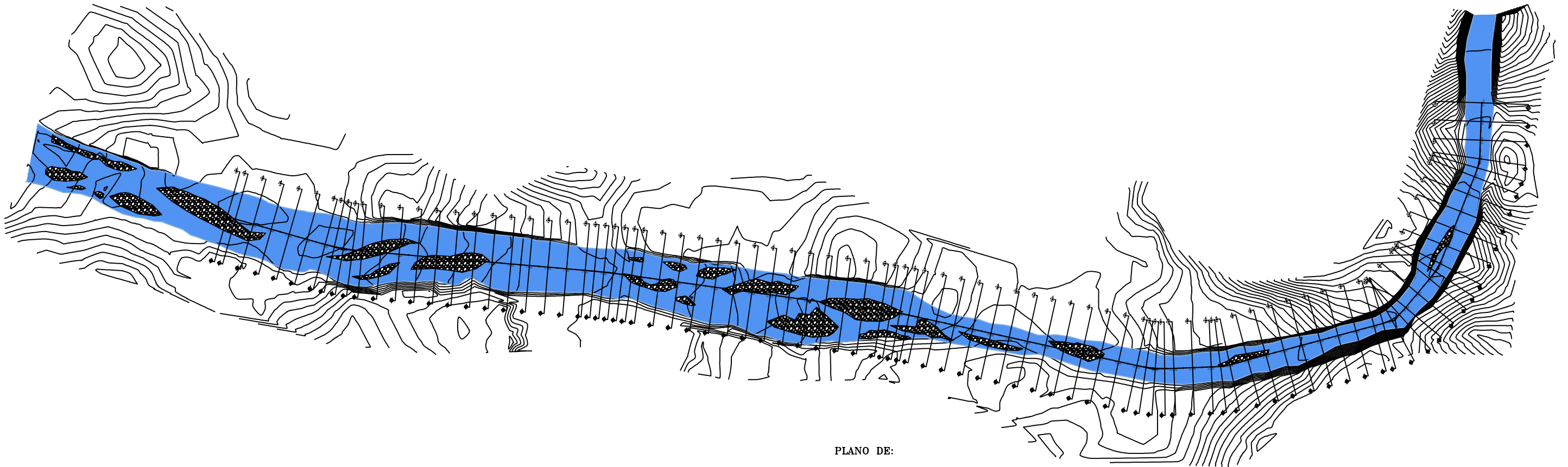
PERFIL LONGITUDINAL RIO CHILLON  
ESC. H:1/1000 V:1/500



PERFIL LONGITUDINAL RIO CHILLON  
ESC. H:1/1000 V:1/500



PERFIL LONGITUDINAL RIO CHILLON  
ESC. H:1/1000 V:1/500



PLANO DE:  
SECCIONES TRANSVERSALES

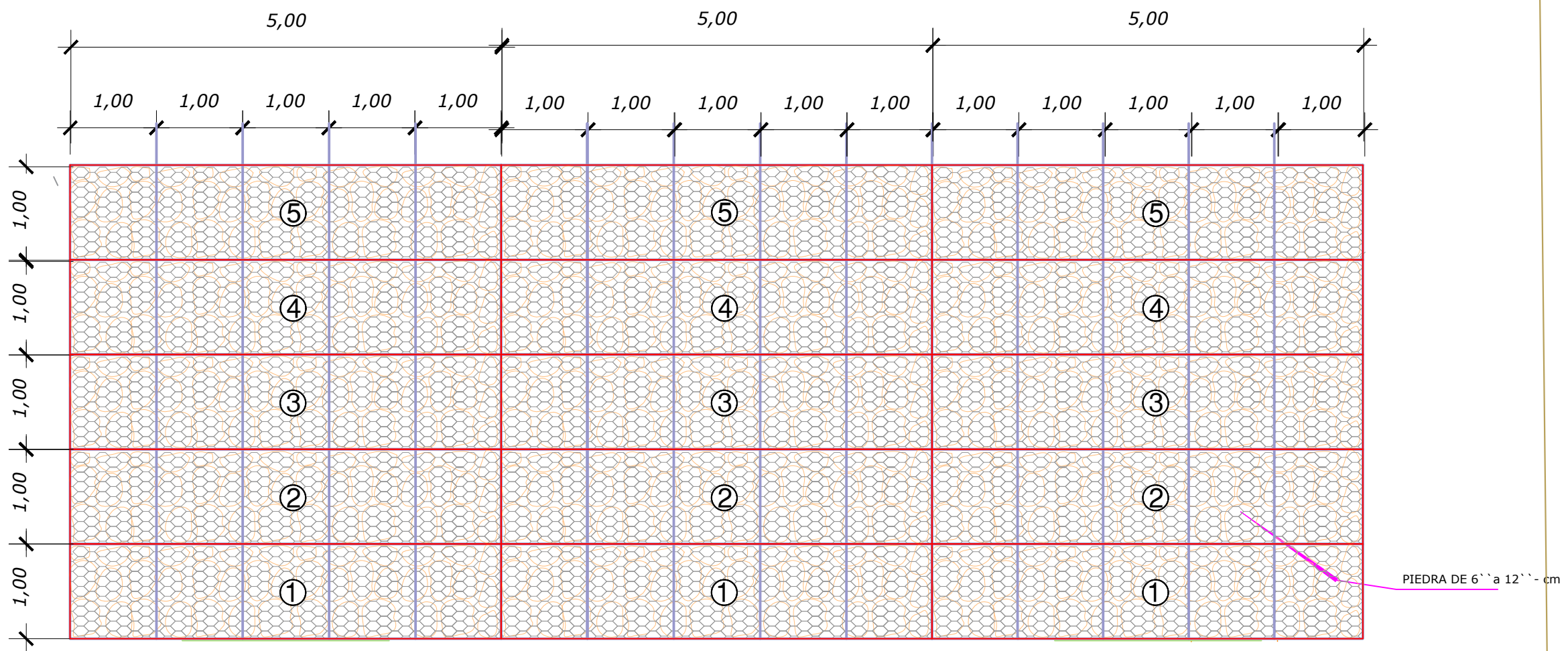


TESIS:  
Mejoramiento de la defensa ribereña para prevenir los riesgos de inundación del Río Chillón, Lima- 2020

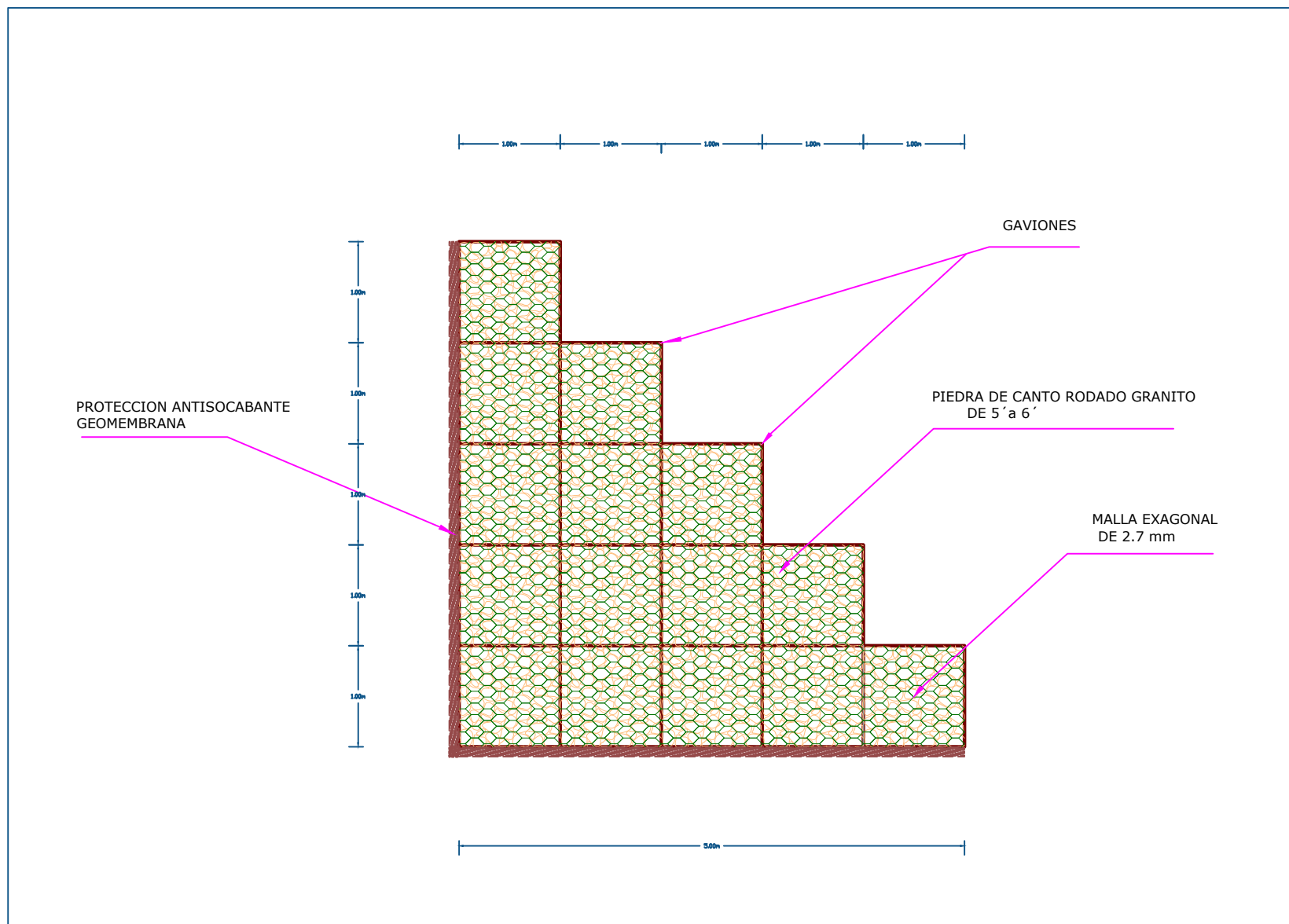
ELABORADO POR:  
Belinda Robertina Marifo Tenio

PLANO DE: PLANO EN PLANTA, PERFIL LONGITUDINAL  
ESCALA: 1/100  
FECHA: JULIO DEL 2021

PLANO:  
P-01

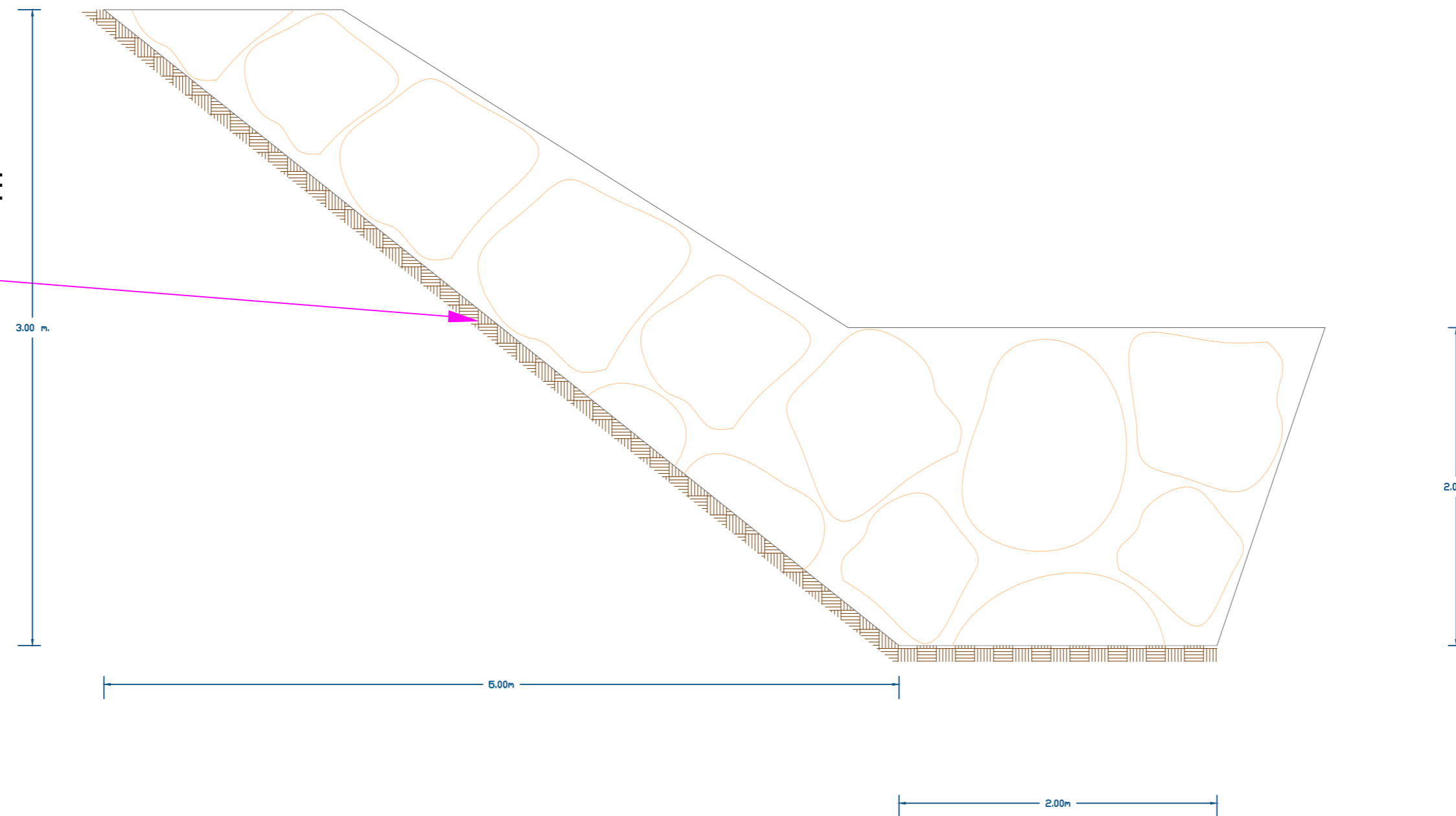


ELEVACION FRONTAL DE MURO DE CONTENCIÓN CON GAVIONES  
ESC: 1/50



DETALLE MURO DE CONTENCIÓN CON GAVIONES  
ESC: 1/50

PROTECCION ANTISOCABANTE  
GEOMEMBRANA



H:V  
2.0: 1  
D<sub>50</sub> : 1.30m



TESIS:  
Mejoramiento de la defensa ribereña para prevenir los riesgos de inundación del Río Chillón, Lima- 2020

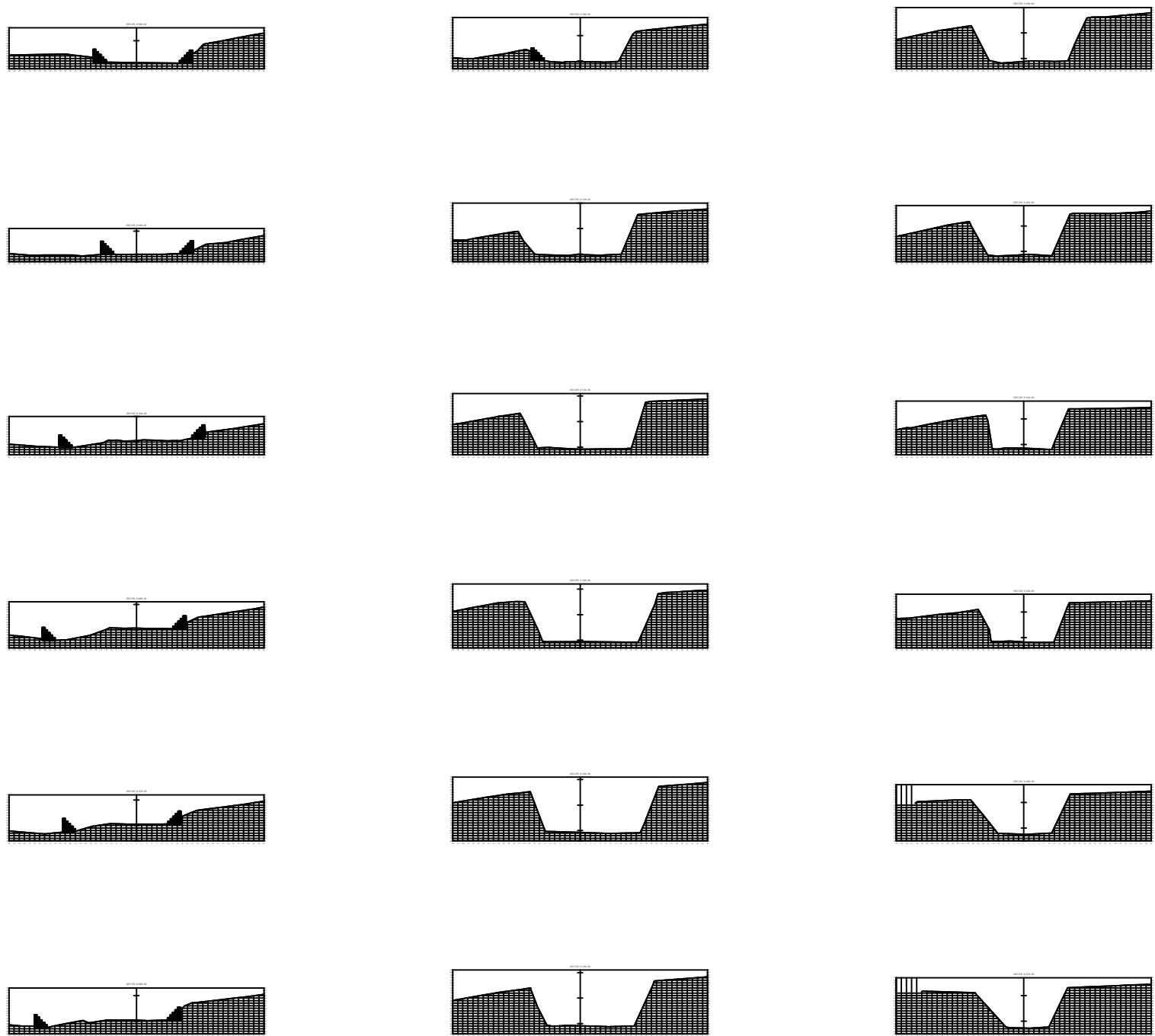
ELABORADO POR:  
Belinda Robertina Mariño Tenio

PLANO DE: DETALLES DE ENRROCADO

ESCALA: 1/50

FECHA: JUNIO DEL 2021

PLANO:  
EN-01



**TESIS:**  
Mejoramiento de la defensa ribereña para prevenir los riesgos de inundación del Río Chillón, Lima- 2020

**ELABORADO POR:**  
Belinda Robertina Mariño Tenio

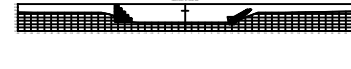
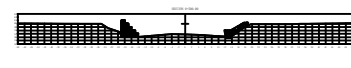
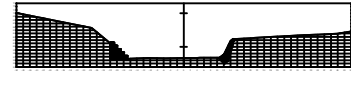
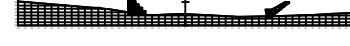
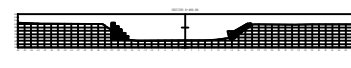
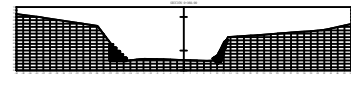
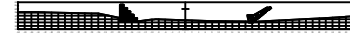
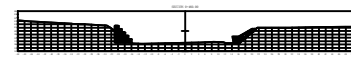
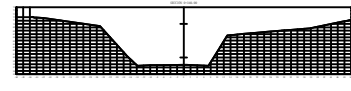
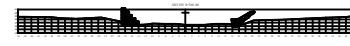
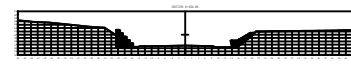
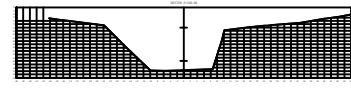
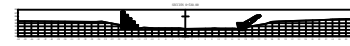
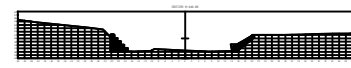
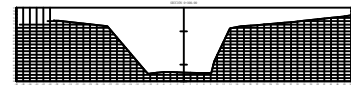
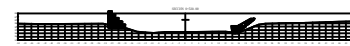
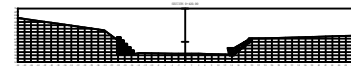
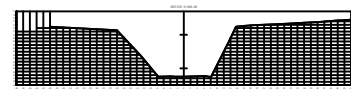
**PLANO DE:** SECCIONES TRANSVERSALES KM 0+000.00 AL KM 0+270.00

**ESCALA:** 1/100

**FECHA:** JULIO DEL 2021

**PLANO:**  
ST-1





**TESIS:**  
Mejoramiento de la defensa ribereña para prevenir los riesgos de inundación del Río Chillón, Lima- 2020

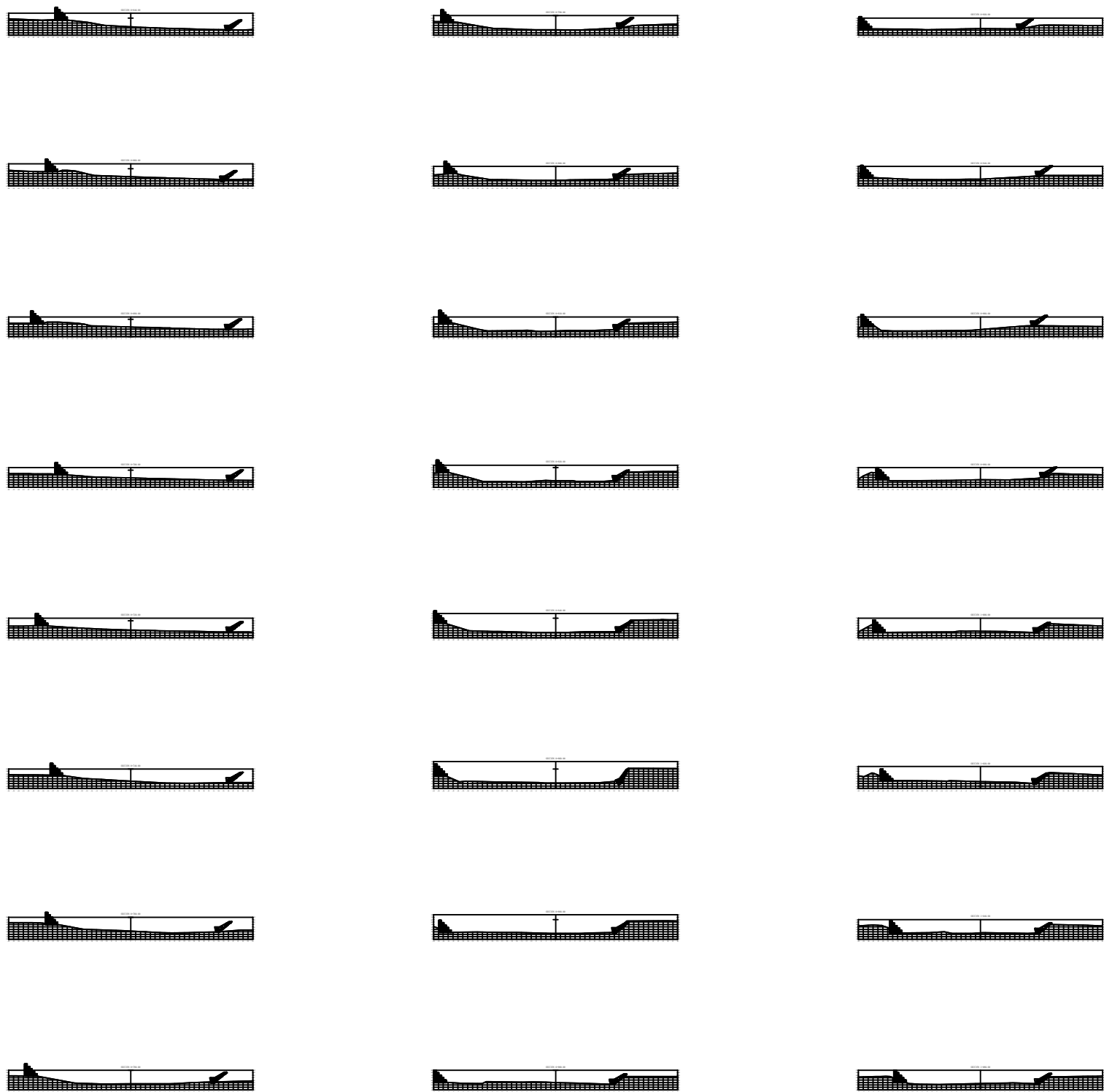
**ELABORADO POR:**  
Belinda Robertina Marifo Tenio

**PLANO DE:** SECCIONES TRANSVERSALES KM 0+280.00 AL KM 0+620.00

**ESCALA:** 1/100

**FECHA:** JULIO DEL 2021

**PLANO:**  
ST-2



**TESIS:**  
Mejoramiento de la defensa ribereña para prevenir los riesgos de inundación del Río Chillón, Lima- 2020

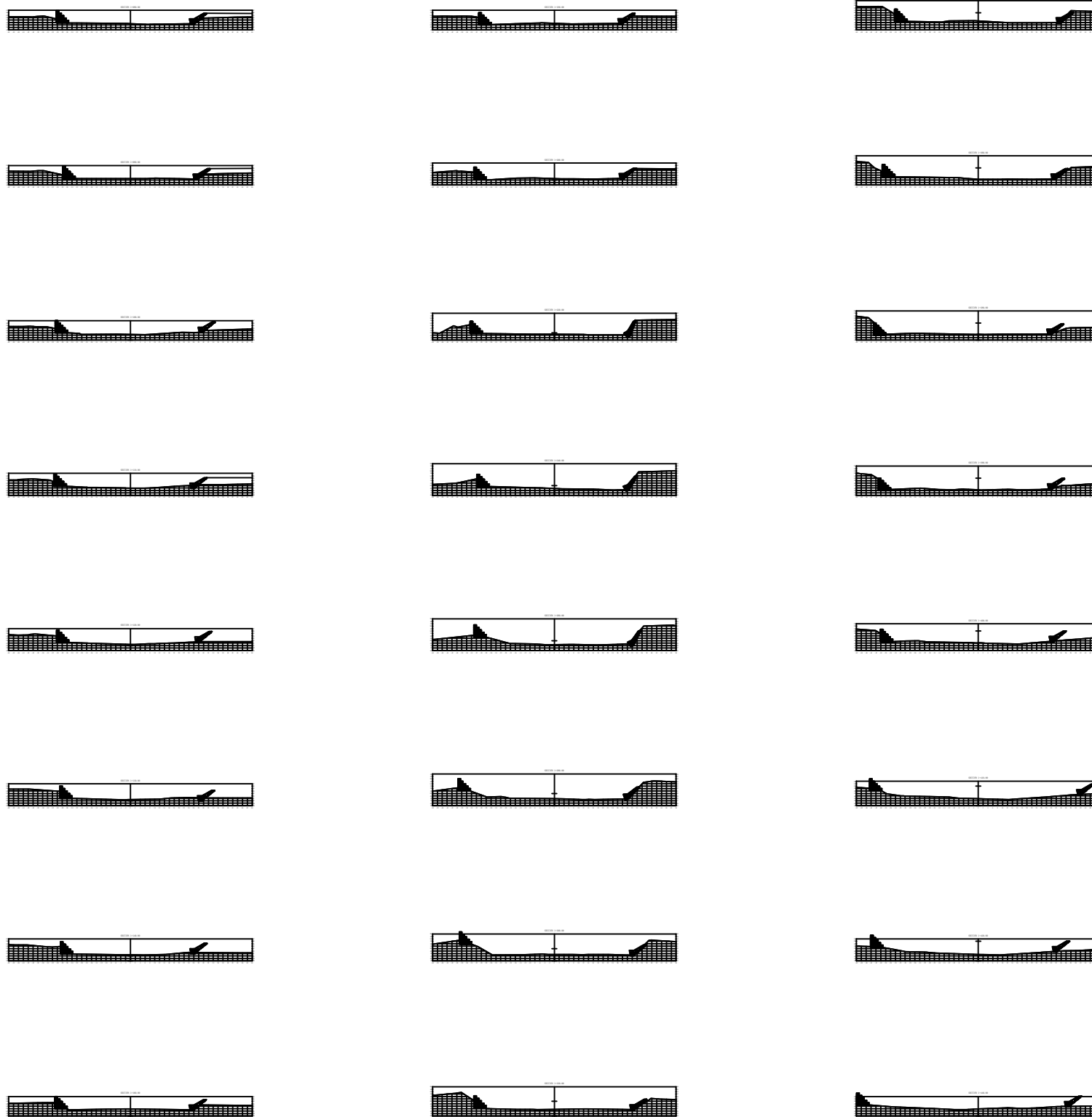
**ELABORADO POR:**  
Belinda Robertina Mariño Tenio

**PLANO DE:** SECCIONES TRANSVERSALES KM 0+640.00 AL KM 1+060.00

**ESCALA:** 1/100

**FECHA:** JULIO DEL 2021

**PLANO:**  
ST-3



**TESIS:**  
Mejoramiento de la defensa ribereña para prevenir los riesgos de inundación del Río Chillón, Lima- 2020

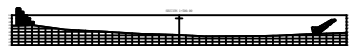
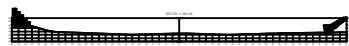
**ELABORADO POR:**  
Belinda Robertina Mariño Tenio

**PLANO DE:** SECCIONES TRANSVERSALES KM 1+080.00 AL KM 1+440.00

**ESCALA:** 1/100

**FECHA:** JULIO DEL 2021

**PLANO:**  
ST-4



**TESIS:**  
Mejoramiento de la defensa ribereña para prevenir los riesgos de inundación del Río Chillón, Lima- 2020

**ELABORADO POR:**  
Belinda Robertina Mariño Tenio

**PLANO DE:** SECCIONES TRANSVERSALES KM 1+460.00 AL KM 1+529.16

**ESCALA:** 1/100

**FECHA:** JULIO DEL 2021

**PLANO:**  
ST-5

## ANEXO 7. PANEL FOTOGRÁFICO



Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia



**Fuente: Elaboración Propia**



**Fuente: Elaboración Propia**

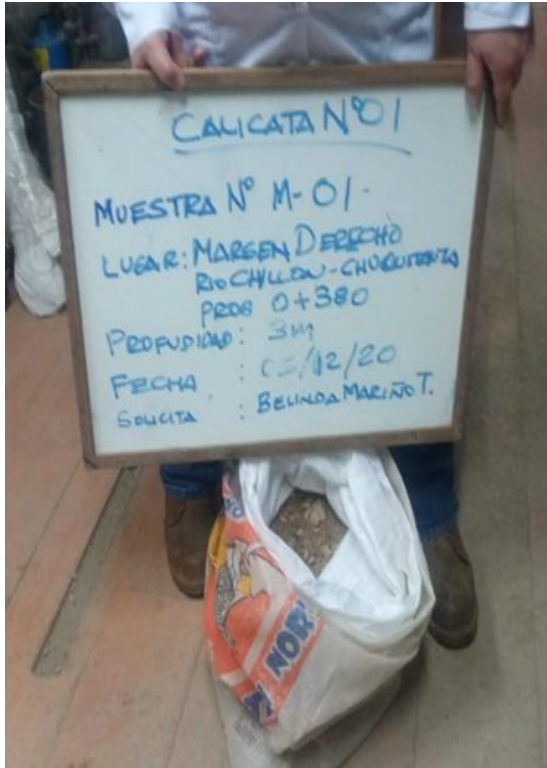




Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia