



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño de defensa riveraña empleando geoceldas para mitigar las inundaciones – margen izquierdo del río Chillón – Trapiche – Comas,
2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Civil

AUTORA:

Fernandez Miguel, Lady Jhandira (orcid.org/0009-0002-3433-0254)

ASESOR :

Mg. Villegas Martinez, Carlos Alberto (orcid.org/0000-0002-4926-8556)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN :

Diseño de Obras Hidráulicas Y Saneamiento

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA :

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

Este proyecto de investigación está dedicado a mis padres Margarita y Freddy por su apoyo incondicional que me brindan día a día para llegar a ser una gran profesional.

A los profesores por el apoyo que siempre me dieron en el transcurso de cada año de

Agradecimiento

Agradezco a mi asesor Mg. Ing. Carlos Villegas Martínez por su apoyo y seguimiento constante para la elaboración del Desarrollo del Proyecto de Investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II.MARCO TEÓRICO.....	13
III.METODOLOGÍA.....	57
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	57
3.2. Variables y operacionalización.....	58
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	61
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	61
3.5. Procedimientos.....	62
3.6. Método de análisis de datos.....	64
3.7. Aspectos éticos.....	64
IV. RESULTADOS.....	65
V.DISCUSIÓN.....	72
VI. CONCLUSIONES.....	74
VII. RECOMENDACIONES.....	75
REFERENCIAS.....	76
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Laderas del rio Chillon	10
Figura 2: Ubicación del proyecto	21
Figura 3: Zona de estudio del proyecto	21
Figura 4: Tamices.....	24
Figura 5: Clasificación de suelos.....	25
Figura 6: Equipos de índice de plasticidad	26
Figura 7: Equipos de contenido de humedad.....	27
Figura 8: Equipos del proctor modificado	28
Figura 9: Aparato de corte.....	29
Figura 10: Mapa de estaciones (SENAMHI).....	31
Figura 11: Inexistencia de un sistema de protección en el rio Chillon	41
Figura 12: Deslizamiento de defensa ribereña	43
Figura 13: Preparación del terreno.....	49
Figura 14: Trincheras de anclaje	49
Figura 15: Extensión de la Geocelda	50
Figura 16: Grapas de anclaje	50
Figura 17: Llenado de trincheras.....	51
Figura 18: Crecida del rio Chillon	52
Figura 19: Desborde del rio Chillon	52
Figura 20: Fluido Laminar.....	53
Figura 21: Fluido turbulento.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Diametro de particulas.....	25
Tabla 2: Muestreo de particulas	28
Tabla 3: Ensayos de laboratorio estandar	30
Tabla 4: Estaciones metereologicas cercanas a la zona.....	32
Tabla 5: Criterio de diseño	34
Tabla 6: Valores de rugosidad.....	36
Tabla 7: Valores del numero de la curva N	40
Tabla 8: Clasificacion de suelos	41
Tabla 9: Valores Minimos de ensayos DMA.....	46
Tabla 10: Especificaciones tecnicas de las geoceldas.....	49
Tabla 11: Frecuencia de anclaje	52

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo elaborar un “Diseño de defensa ribereña empleando geoceldas para mitigar las inundaciones – Margen izquierdo del Rio Chillón – Trapiche – Comas, 2019”, la cual es una investigación aplicada con un enfoque cuantitativo. El nivel de investigación es explicativo con un diseño experimental (cuasi – experimental).

El Proyecto se realizará en un tramo de 200metros en la Av. San Carlos del margen izquierdo del rio Chillón, para este fin se propuso el uso de geoceldas como alternativa de solución a los problemas de deslizamientos que ocurren en esta área producto de las fuertes precipitaciones y topografía de la zona.

Se realizaron dos muestras para los ensayos de estudios de suelos para verificar el tipo de suelo con la cual estaríamos trabajando, así mismo se realizó los estudios hidráulicos para obtener el caudal y el tipo de flujo.

Palabras clave: Defensa ribereña, geoceldas, flujo.

Abstract

The objective of this research work is to develop a "Riverside defense design using geocells to mitigate flooding - Left bank of the Chillón River - Trapiche - Comas, 2019", which is applied research with a quantitative approach. The research level is explanatory with an experimental design (quasi-experimental).

The Project will be carried out in a 200-meter section on Av. San Carlos on the left bank of the Chillón river. For this purpose, the use of geocells was proposed as an alternative solution to the landslide problems that occur in this area as a result of heavy rainfall. and topography of the area.

Two samples were made for the soil study tests to verify the type of soil with which we would be working, likewise the hydraulic studies were carried out to obtain the flow and the type of flow.

Keywords: river defense, geocells, flow.

I. INTRODUCCIÓN

Diversos fenómenos naturales ocurren en la actualidad, entre ellos las consecuencias de las inundaciones provocadas por las crecidas de los ríos afectan la realidad económica, social y ambiental de los países. El Niño, que ocurrió en Perú hace unos 7.000 años, estuvo acompañado de olas de calor que provocaron sequías y fuertes lluvias que provocaron deslizamientos e inundaciones en zonas fluviales.

El fenómeno Niño, ocurrió en Perú hace unos 7.000 años, estuvo acompañado de olas de calor que provocaron sequías y fuertes lluvias que provocaron deslizamientos e inundaciones en zonas fluviales.

Actualmente, una de las posibilidades reales es el uso de materiales geo sintéticos, que son más económicos, duraderos, flexibles y más rápidos de instalar que las estructuras construidas con hormigón. En tales casos, las geo celdas son una alternativa adecuada para la protección de edificios. Riberas de ríos y quebradas, que reducen el impacto del caudal de agua, evitan procesos de erosión y encajan en las acequias de los ríos.

La gente de la comunidad de Trapiche está ahora en peligro inminente debido a las inundaciones y el inicio de la erosión de las laderas, empeorando las condiciones de vida de la pobreza. Por lo tanto, se están investigando defensas fluviales para reducir la turbulencia del agua.

Las lluvias continuas en el área pueden causar escorrentías superficiales que pueden dañar gravemente las carreteras, por lo que el material ideal para la ingeniería vial debe ser uno que tenga buenas propiedades de sellado y permita que el agua drene libremente.

La geo celdas nos brindan una solución para cumplir con las limitaciones del terreno. La solución es un producto que suelda tiras de plástico para que, cuando se expandan, las tiras soldadas formen paneles rectangulares hechos de celdas individuales que son similares a un panal de abeja.

Hoy en día, los ingenieros civiles de todo el mundo utilizan el mismo concepto para lograr la contención de materiales in situ. El nombre general de este producto desarrollado por la USACE es Geocelda (Olivo, 2009).

El colapso de algunas estructuras de protección de ríos de concreto fue causado por la falta de disipación de la energía del agua en los niveles inferiores del edificio. "Debajo de los bancos, el agua erosiona los bordes de las estructuras rígidas, provocando su colapso". Sin embargo, se cree que el agua fluye hacia el sistema geosintético pero pierde presión a medida que encuentra la curvatura de las rocas grandes y pequeñas, la amortigua y la convierte en fuerzas hidráulicas débiles para hacer que el sistema sea más duradero (Escudero, 2013).

Los mecanismos de protección fluvial están diseñados para ayudar a prevenir riesgos muy elevados de desbordamiento e inundaciones, así como peligros inminentes, antes de que ocurran los fenómenos anteriores.

Por lo tanto, este proyecto de investigación propondrá alternativas para proteger los cauces del río Chillón en el sector de Trapiche, considerando minimizar el impacto del caudal del río, evitando así una de las mejores posibilidades de desbordamiento.

En la Figura 1 se observa las laderas del río Chillón, zona donde se realizará el proyecto de defensa ribereña utilizando geoceldas.



Figura 1. Laderas del río Chillón

Problema general: ¿De qué manera el diseño de defensa ribereña empleando geoceldas mitigará las inundaciones en el margen izquierdo del río Chillón-Trapiche – Comas, 2019?

Problema específico: ¿De qué manera el diseño de defensa ribereña empleando geoceldas determinará el encauzamiento del río para mitigar las inundaciones en el margen izquierdo del río Chillón?

¿De qué manera el diseño de defensa ribereña empleando geoceldas interviene en los regímenes de flujo para mitigar las inundaciones en el margen izquierdo del río Chillón?

Justificación del estudio: El objetivo principal del proyecto es mitigar los daños causados por las inundaciones para reducir la pérdida de la comunidad, ya que el último evento de El fenómeno del Niño destruyó cultivos, infraestructura, maquinaria y viviendas en la región, además de la trágica pérdida de vida. . Esta próxima propuesta ayudará a cambiar el enfoque tradicional de gestión del riego hacia las descargas de los ríos y las defensas de los ríos contra emergencias y desastres como una respuesta reactiva a los procesos de gestión del riesgo de inundaciones.

Justificación Teórica: Se justifica teóricamente que las geoceldas están hechas de geosintéticos formados a partir de un sistema de panel tridimensional; también son estructuras de panel que controlan la erosión superficial y excluyen el agua y el viento, estabilizando así el soporte de la carga en la defensa ribereña.

Justificación Metodológica: La presente investigación se justifica metodológicamente, pudiendo así analizar los estudios topográficos respectivos, los ensayos de suelos y la estabilidad de las respectivas lugares afectados por las inundaciones.

Justificación Práctica: La presente investigación se justifica prácticamente ya que se propondrá un sistema de protección para el diseño de defensa ribereña, así como el encauzamiento de río, empleando las normas ASTM para el estudio de suelos.

Hipótesis general: El diseño de defensa ribereña empleando geoceldas reducirá las inundaciones en el lado izquierdo del río Chillón - Trapiche - Comas, 2019.

Hipótesis específica: El diseño de defensa ribereña empleando geoceldas determinará el encauzamiento del río para reducir las inundaciones en el lado izquierdo del río Chillón.

El diseño de defensa ribereña empleando geoceldas interviene en los regímenes de flujo para mitigar las inundaciones en el lado izquierdo del río Chillón.

Objetivo general: Diseñar la defensa ribereña empleando geoceldas mitigará las inundaciones en el lado izquierdo del río Chillón - Trapiche - Comas, 2019.

Objetivo específico: Diseñar la defensa ribereña empleando geoceldas que determinan el encauzamiento del río para mitigar las inundaciones en el lado izquierdo del río Chillón.

Diseñar la defensa ribereña empleando geoceldas que intervienen en los regímenes de flujo para mitigar las inundaciones en el lado izquierdo del río Chillón.

II. MARCO TEÓRICO

En la presente tesis se mencionará los siguientes antecedentes:

EVANGELISTA (2017), fijo como objetivo general determinar el objetivo del control de inundaciones y la protección de fronteras es prevenir o reducir el impacto de las inundaciones y reducir las pérdidas económicas y la presión sobre las vidas humanas causadas por las inundaciones. Desarrollo la tesis con una **metodología:** Aplicada. Llegando a la siguiente **conclusión:** Para mejorar la identificación de áreas, los autores utilizaron el programa HEC-RAS, que proporcionará todas las áreas de estudio que pueden requerir sistemas de protección. Para ello se utilizó una estructura de protección de gavión tipo caja, ya que se realizó una protección de enrocado para cada parámetro estudiado.

ARIAS, Lizardo y MUÑOZ, Alex (2015), la cual tiene como **objetivo general** diseñar la protección de la ribera mediante geo celdas para proteger la carretera Villa Rica – Desvío Iscozacín desde el kilómetro 31.80 hasta el kilómetro 31.98. Desarrollo la tesis con una **metodología:** Aplicada. Llegando a la siguiente **conclusión:** el estudio de información hidrometeorológica obtenida en la estación de precipitaciones de San Miguel de Bocáz en la provincia de Pasco, en el distrito de Villa Rica, información topográfica e información de diversas pruebas de laboratorio y de campo obtenidas del estudio de factibilidad y estudios finales de la construcción de la carretera Vila Rica - Puerto Bermúdez, la cual es crítica para lograr el objetivo planteado.

AGUILAR, Daniel (2016), la cual se fijó como **objetivo general.** determinar los parámetros para comparar el comportamiento de un sistema de revestimiento con la erosión más adecuado para un proyecto de protección de defensa ribereña del río zarumilla, aplicando la **metodología** de la investigación es cuantitativo, se basa en una realidad contextualizada, siguiendo un proceso no experimental y los resultados se basaron en datos estadísticos medidos en investigaciones anteriores; llegando a la **conclusión** después de la comparación, se encontró que la geo celda rellena de concreto, la cual es un sistema de protección más adecuado para el río Zarumilla. Mediante el análisis de la resistencia a la erosión y la durabilidad, demostraron que la geo celda rellena

de concreto es el pavimento más favorable para la velocidad y la fuerza de tracción, y finalmente sugirieron que se deben considerar las condiciones de mantenimiento de la estructura durante su vida útil. Por otro lado, todas las partes deben diseñarse como un solo revestimiento.

FERNÁNDEZ, Freddy (2015), fijando como **objetivo general**, el proyecto de investigación es analista y evaluador con propuestas de restauración de la parte del río Rímac perteneciente a las áreas urbanas, utilizando alternativas de aplicación de la bioingeniería, a partir de la creación de una barrera de vegetación en las márgenes del río, para reducir su velocidad de escorrentía y por ende su efecto erosivo. Se desarrolló la tesis con una **metodología**: Aplicada, llegando a la **conclusión**, describir y documentar información de estudios realizados para utilizar la bioingeniería como alternativa de restauración y conservación, para determinar las características hidráulicas y geotécnicas de las áreas urbanas del río Rímac, para identificar áreas propensas a desbordamiento y erosión por escorrentía, para evaluar el desarrollo propuesto en base a modelos hidráulicos para comprender el comportamiento resultante.

FLORES, Bach (2015), teniendo como **objetivo general**, se propone un análisis y diseño de protección fluvial para el tramo del río Ilave en el sector Santa Rosa de Huayllata para reducir el riesgo de inundación, determinar los parámetros hidrológicos, geotécnicos e hidráulicos del río que inciden en el desbordamiento del río ilave y evitar inundaciones; el expediente técnico brinda soluciones a los problemas abiertos. Desarrollándose con una **metodología**: aplicada, teniendo como **conclusión** que debido al mayor riesgo de inundaciones, teniendo en cuenta las especificidades del centro, es necesario construir defensas ribereñas para proteger el río y así evitar pérdidas agrícolas, económicas y humanas relacionadas con el retraso en el desarrollo del centro de investigación de población; el río tiene una baja pendiente y esta es la razón del desbordamiento de los ríos en esta zona.

AGUILAR, Cesar (2008), teniendo como **objetivo general** analizar diferentes sistemas de drenaje utilizados para muros de contención y determinar las ventajas y desventajas comparativas de estos sistemas de drenaje, así como realizar un análisis técnico-económico comparativo de sistemas de drenaje geosintéticos y sistemas de drenaje de materiales granulares con el objetivo de evaluar la construcción. de sistemas de drenaje según requerimientos. la situación

real sobre el terreno factores a tener en cuenta. Desarrollando una **metodología** aplicada, para llegar a **conclusión** que los sistemas de drenaje ayudan a reducir la presión general sobre el soporte de la estructura al reducir la presión hidrostática y reducir el tiempo de contacto del agua con la estructura, que de otro modo sería muy perjudicial para los materiales que componen la estructura, reduciendo su capacidad de servicio. vida.

MAYORGA, Andrea (2012), considerando como **objetivo general** promueve el conocimiento y la aplicación de los geosintéticos a los profesionales y estudiantes de la construcción, ya que en la actualidad es una herramienta de gran utilidad en la consultoría y diseño de soluciones innovadoras en edificación e infraestructuras, teniendo como principal ventaja contribuir a todo tipo de arquitectos inmobiliarios y constructores, edificación, ingeniería ambiental y de infraestructura vial. Desarrollándose con una **metodología** cuantitativa, llegando a la **conclusión** el uso de varios tipos de geosintéticos para el control de la erosión y el uso de muros prefabricados de diversas maneras son económicos y tienen un gran valor estético para estabilizar áreas de difícil acceso. Diseñado con reglas y condiciones de diseño en mente para lograr un proyecto sostenible que recupere espacios poco utilizados y sea 100% compatible con el medio ambiente.

MONTOYA, Audini (2009), teniendo como **objetivo general** explicar en detalle los conceptos básicos del análisis de confiabilidad de la estabilidad, luego descubrir y comparar los principales métodos utilizados, aplicando la **metodología** de la investigación es cuantitativo, se basa en una realidad contextualizada, siguiendo un proceso no experimental y los resultados se basaron en datos estadísticos medidos en investigaciones anteriores. Llegando a la siguiente **conclusión** el beneficio de este estudio es comprender los defectos o errores más comunes que pueden afectar la estabilidad durante el corte y relleno de taludes in situ. Finalmente, se recomienda este estudio de estabilidad ya que, de esta manera, si los diseños son aprobados, se pueden utilizar más tarde para hacerlo más seguro y puede ser económicamente beneficioso.

CÁRDENAS, Miguel (2012), fijando como **objetivo general** identificar, seleccionar, proteger y diseñar obras para la conservación en la zona en el margen izquierdo del río Cauca del sector Candelaria, teniendo en cuenta aspectos técnicos, ambientales y económicos con las mejores ventajas. Desarrollando con una **metodología**: aplicada, llegando a la **conclusión** implementar el modelo matemático bidimensional CCHE2D para estudiar la hidrodinámica del río, teniendo en cuenta los escenarios simulados, con lo cual se obtendrán valores más precisos para el diseño de obras de protección, estimar el caudal total y la fricción resistente del río; así como analizar y comparar diferentes obras, teniendo en cuenta factores económicos, sociales y ambientales que puede recomendar, determinar dimensiones y ofrecer un margen de protección.

FLORES, Henry (2013), teniendo como **objetivo general** el propósito de crear control de inundaciones y protección fronteriza es prevenir o retrasar las inundaciones tierra adentro, así como reducir las pérdidas económicas y la amenaza a la vida humana causada por las inundaciones. Este daño se localiza en un núcleo poblado, no necesariamente a orillas de un río. Desarrollándose con una **metodología**: aplicada, llegando a la **conclusión** cumple con las expectativas los muros de contención son estructuras flexibles, por lo que no deben cubrirse con hormigón, ya que pierden esta propiedad y se vuelven rígidos. Las propuestas de evaluación de caudales, velocidades críticas, profundidades de banda hidráulica, para poder decidir qué tipo de cálculos utilizar para el diseño de estructuras de protección fluvial (enrocados) para evitar desbordamientos e inundaciones.

HENRIQUEZ, Alvaro (2014), in his thesis to obtain the professional title of Civil Engineer entitled: Hydraulic and Structural Design of Riverside Defense of the Chicama River, Punta Moreno Pampas de Jaguey section applying the River Program, of the University of Tacna. Obtaining as a general objective to identify the riparian defense design processes with rockfill lining, carry out the engineering studies of the project, in order to give a correct hydraulic approach to river defense so that the Chicama River does not continue to erode and overflow the left bank in this sector, designing in this way the definitive structures for the channeling. Taking

into account an explanatory methodology; which we come to the main conclusion of the study will be to apply the River method for the design of river defenses for its ease and accuracy in design calculation.

PUELLES (2015), in his thesis to obtain the professional title of Civil Engineer entitled: Hydraulic and hydrological study of the upper Peru basin and the future in the Mercedes human settlement, in the Peruvian University of Applied Sciences, Yauli - Junín. Obtaining as objective to elaborate the hydraulic analysis of the high future stream with the purpose of designing structures and riparian defense types to prevent the population of damages and destruction of houses and access roads for the population, to estimate maximum design flows, with time return of 100, 200 and 500 years through data provided by Senamhi, considering the estimated maximum precipitation data through hydrological modeling used by the HEC -HMS3.4 created by the US Army, establish geomorphological parameters of the stream high Peru through the map of the national letter georeferenciada. Concluding the conclusion, determine the maximum flow for the return period of 10, 25, 50 years in order to have an adequate design flow rate and perform a flood simulation with the Hecras 4.1 program, determined the solution area with the use of the program Georas and Arcgis 10.3 considering the physical and ecological characteristics of the Ñepeña river basin, evaluation of meteorological variables, the evaluation of precipitation and determination of the maximum avenues.

QUINTANAR (2012), in his thesis to obtain the professional title of Civil Engineer entitled: Criteria for Analysis of Failure in Protection Borders in Rivers, the main objective was to propose a variety of designs and thus taking three fundamental conditions for the structure of protection, applying the research methodology is quantitative, based on a contextualized reality, following a non-experimental process and the results were based on statistical data measured in previous research, obtaining as a result the obtaining of the mentioned criteria for the design SLOPE / W software was used to issue the geotechnical analysis, the basic collection in the investigations to carry out the fluvial analysis and at the same time the constructive proposals for the coatings were taken by the manufacturers, for the author to conclude that the design, the materials and the construction process that will be used in the Boards vary according to the

conditions of each river, finally recommends that more criteria should be carried out and analyzed in a turbulent regime. Also, a bathymetric study of the site will reduce the instability of the board and thus prevent its collapse.

BARBOSA, Gil (2013), in his thesis to obtain the professional title of Civil Engineer entitled: Methodology to calculate the depth of general scour in mountain rivers (bed of gravel). I set as objective to present a methodology to find the calculation of the depth of the general scour for rivers with gravel beds; applying an empirical and semi-empirical methodology which was based on experimentation and logic that, together with the observation of scour phenomena, gave an analysis of this phenomenon in gravel beds; The result was that the proposed methodology for estimating the depth of scour in mountain rivers was optimal for this type of river, concluding that the common investigations to estimate the general scour demonstrate a great dependence on the unitary flow that generates scour and that by means of a hydrodynamic modeling the results obtained improve remarkably compared to those obtained by traditional equations, recommending the engineering students to promote the importance of an investigation on the main factors that would damage the river.

TUESTA, Marco (2016), in his thesis to obtain the Degree in Civil Engineering titled: Analysis and design of river defense in the Reque River, Bocatoma Monsefú - Reque bridge, in the Catholic University Santo Toribio de Mogrovejo, obtaining as general objective to carry out the studies, taking into account the flooding of the river causes the overflow of the same without harming the population and hundreds of hectares of crops in the area. That is why the project will be developed, to achieve adequate protection of the surrounding areas and allow the normal evacuation of the Reque River waters in times of flood. Likewise, I come to the conclusion that the project will allow to have an efficient hydraulic structure that will help mitigate economic losses in the agricultural sector, given by the floods of the river; as well as the welfare of the surrounding population.

García, Andrés (2018), tenemos como **objetivo** el desarrollo de las propuestas de solución a los problemas de erosión e inundación de área urbana ribereña del Centro Poblado de Balsayacu, de esta manera contribuir con la

Municipalidad del Distrito de Campanilla en la elaboración del Perfil del Proyecto de Defensa Ribereña, cuya posterior ejecución permitirá solucionar los problemas. Llegando a la **conclusión** que se proyectara deflectores de flujo de corta longitud para solucionar el problema de erosión del cauce y un dique de tierra de dos tramos que hacen un total de 846 m, fuera del cauce, paralelo y adyacente a la ribera derecha del río Balsayacu para solucionar el problema de inundación.

Rivas, Boris (2017), fijando como **objetivo** el estudio y diseño de las posibles soluciones a las diferentes problemáticas que se dan en el actual Malecón del Canton Vinces, entre estas están los desmoronamientos de tierra en sectores críticos de la ribera del río a la altura del actual malecón. Teniendo como **conclusión** que el diagnóstico y análisis de la actual infraestructura de contención, es fundamenta para dar con las razones principales, por las cuales esta estructura falla en cada época invernal, así mismo se estaría aplicando un análisis técnico-económico, ya que, con dicho análisis, se evaluaran diferentes propuestas para seleccionar la más factible dentro de estos aspectos.

Silva, Renzo y Chapoñan, Ronaldo (2016), teniendo como **objetivo** diseñar y aplicar las defensas ribereñas en el cauce del río, aplicando los diferentes métodos de diseño, como alternativa de solución ante eventualidades de desborde del río en crecidas de caudal. Llegando a la **conclusión** que se identificará las zonas más vulnerables a desbordes es decir zonas críticas que es donde se han producido inundaciones, originando perdidas costosas en la región, finalmente con los resultados obtenidos, se determinará cuál de las opciones de diseño de defensas ribereñas es la más óptima técnica y económica, para este tipo de estudio.

Gutierrez, Julio (2015), teniendo como **objetivo** evaluar y dar seguridad, protección con infraestructura de enrocados en los diques de defensa ribereña, primero se deben realizar ciertos estudios preliminares, para que estas puedan cumplir con eficiencia su objetivo y a su vez su vida útil. Llegando así a la **conclusión** de determinar qué tipo de defensa se va a utilizar, de acuerdo a las condiciones hidráulicas y a la naturaleza del terreno, disponibilidad de los materiales y el tipo de uso que se da a las áreas aledañas.

Teoría relacionada al Tema: Para emprender un proyecto de investigación de inundaciones sobre el diseño de defensas ribereñas, se abordarán cuestiones fundamentales de ingeniería que servirá de apoyo para los procedimientos donde se estudió e investigó.

Topografía: Lavado, R. (2013). Nos indica que la topografía se puede definir como la ciencia y el arte de realizar las mediciones necesarias para determinar la posición relativa de puntos sobre, por encima o por debajo de la superficie terrestre, o para ubicar estos puntos en ubicaciones específicas. Las operaciones topográficas no están limitadas a tierra firme.

El área del proyecto se encuentra ubicada en el distrito de Comas, provincia de Lima y Región Lima metropolitana. Geográficamente la zona del proyecto se ubica dentro de las coordenadas UTM: Norte: 8681751.837 mS – Este 274246.905 mE.

La Municipalidad Metropolitana de Lima (2013), nos dice que el río Chillón se origina en la Laguna Chonta a una altura de 4.850 metros, su longitud total es de 126 kilómetros; el área de la cuenca es de 2.444 kilómetros cuadrados, de los cuales el área de la cuenca húmeda es de 1.040 kilómetros cuadrados, lo que constituye el 42% del área sensible de escorrentía superficial. Tiene una pendiente del 2% y alberga las zonas agrícolas más importantes.

El distrito de Comas tiene como limitante natural el río Chillón por lo que los diferentes sectores que se ubican en la zona baja de la cuenca del río Chillón cuentan con inadecuada infraestructura de defensas ribereñas que actualmente es un problema que afecta la seguridad de la población y la agricultura que algunos pobladores practican.

En la defensa ribereña la topografía es de gran importancia y necesaria, al realizarse la ejecución del levantamiento topográfico dando los alcances y las mediciones exactas del área de estudio. Esto involucra a dos distritos que tienen en común el cauce del río Chillón, considerando no solo el área geográfica del río sino las estructuras que están afectadas y sujetas a la erosión.

La zona del proyecto que se realizará el levantamiento topográfico será en Trapiche en el distrito de Comas, como se visualizará en la Figura 2.



Figura 2. Ubicación del proyecto

En la Figura 3 mostraremos la zona de trapiche del margen izquierdo del río chillón, donde se realizará el estudio.



Figura 3: Zona de estudio del proyecto

Levantamiento Topográfico: Casanova L. (2002) nos dice que al realizarse los levantamientos topográficos para determinar la configuración del terreno y las ubicaciones en la superficie de la Tierra.

Este levantamiento topográfico se tomará en cuenta los datos necesarios de la representación gráfica para realizar la representación de los mapas topográficos.

Permitirá mostrar en forma precisa los desniveles del río Chillón en los 4 500 Km de margen donde se realizará el proyecto.

El objetivo central es lograr “Protección ante desborde de inundaciones en ambos márgenes del río Chillón zonal 14 del distrito de Comas”, para ello se plantea la construcción de un dique de piedra en la margen izquierda del río.

Los levantamientos topográficos tendrán como mínimo la información que permita describir de forma precisa el terreno, además de todas las características y detalles que sean relevantes y que se encuentren dentro del área de influencia del proyecto.

La medición se realizará a partir de los puntos de Estación conocidos, desde donde se efectuará el levantamiento por el método, teniendo en cuenta el relieve físico, accidentes topográficos (tabladas, bordos, acceso), con una densidad de puntos que permite la elaboración de curvas de nivel requeridas.

Los equipos a emplearse son: Estación total, Prisma, porta prisma, jalones, GPS navegado

Obras de encauzamiento de río: Se cuenta con un control planimétrico general, con cuatro puntos satelitales verificados con equipos GPS geodésico; control planimétrico y control altimétrico, colocando hitos de concreto para la red de BMs. Levantamiento de la zona de defensas ribereñas a escala determinada. Se incluye el levantamiento de los perfiles para las investigaciones geofísicas, así como poligonales para la localización de todas las investigaciones geológicas; tales como: zanjas. Incluyendo levantamientos de planos de canteras y préstamos, a escala determinada

Se tomó como puntos de partida puntos existentes como los puentes peatonales y el puente de la panamericana cruce con el río Chillón, a los que se les dio

coordenadas UTM en el sistema WGS84 y la altura se realizó con un GPS navegador desde los cuales se creó una red de puntos de estación topográficos, el perímetro se delimitó en base al ancho a trabajar.

Los levantamientos topográficos se realizaron utilizando un punto de partida predeterminado correspondiente al punto superior GPS del Departamento de Geografía Militar en la estación Senahmi en las coordenadas 274247.112 mE 8681751.735 mN. Se utilizó un dispositivo GPS seguido con un software CAD para realizar un levantamiento topográfico del área de interés y extraer puntos que permitieron generar un modelo de terreno; para cada uno de ellos se utilizó una estación total.

Curvas de Nivel: Casanova L. (2002) nos dice que es el método más empleado para la representación gráfica en las formas de relieve de la superficie del terreno donde nos permite determinar de la forma más sencilla y rápida, las cotas de elevación de cualquier punto del terreno y trazar perfiles, así como calcular pendientes y resaltar las formas en accidentes del terreno.

Ensayo de Mecánica de Suelos: Este estudio nos permitirá determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, permitiéndonos determinar los puntos más débiles para el diseño de la estructura, teniendo en cuenta los criterios técnicos según el manual de Ensayos de Materiales EM2000.

Ensayos de Laboratorio de las muestras de suelo: Los resultados de las pruebas de laboratorio se obtendrán sobre muestras tomadas de pruebas debidamente registradas que hayan sido sometidas a pruebas estándar de laboratorio y de densidad-humedad (compactación) de acuerdo con los requisitos de la norma técnica de acuerdo con el procedimiento ASTM D-2488.

Análisis Granulométrico: La cuantificación de la distribución granulométrica del suelo; esta norma describe un método para determinar el porcentaje de suelo que pasa a través de las diversas series de tamices utilizados en la prueba, hasta tamices de 74 mm (N° 200).

En la siguiente imagen podemos observar un formato del ensayo de granulometría que se realizara en la zona de estudio del proyecto. En la figura 4 visualizamos los tamices las cuales realizaremos dicho estudio de granulometría.

Equipos: Una balanza. Con sensibilidad de 0.1 g para pesar material, Tamices de 75 mm (3"), 50,8 mm (2"), 38,1 mm (1½"), 25,4 mm (1"), 19,0 mm (¾"), 9,5 mm (3/8"), 4,76 mm (N° 4), 2,00 mm (N° 10), 0,840 mm (N° 20), 0,425 mm (N° 40), 0,250 mm (N° 60), 0,106 mm (N° 140) y 0,075 mm (N° 200)); Estufa, capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F). Envases, adecuados para el manejo y secado de las muestras; Cepillo y brocha, para limpiar las mallas de los tamices.



Figura 4. Tamices

Procedimiento: Después del lavado para separar los finos, el análisis de tamiz se puede realizar en toda la muestra o en un subconjunto de ella, dependiendo del tipo de material de grano fino en la muestra. Si se rompen con facilidad y el material fino se tritura bajo su presión, el análisis de tamiz se puede realizar sin una limpieza previa.

Preparar una muestra que consta de dos partes: una que queda sobre la malla de 4760 mm (N° 4) y la otra que atraviesa la malla. Ambas partes se probarán por separado. El peso del suelo secado al aire seleccionado para la prueba será suficiente para las cantidades requeridas para el análisis mecánico de la siguiente manera: Para esa porción de la muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (No. 4), el peso se basará en el peso máximo. Tamaño del suelo, partículas según Tabla 9.

Tabla 1: Diámetros de partículas

Diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg)	Peso mínimo aproximado de la porción (gr)
9,5 (3 / 8")	500
19,6 (¾")	1000
25,7 (1")	2000
37,5 (1 ½")	3000
50,0 (2")	4000
75,0 (3")	5000

Fuente: elaboración propia

Clasificación unificada de suelos: Es un sistema de clasificación de suelos utilizado en ingeniería y geología para describir la textura del suelo y el tamaño de las partículas, ver la Figura 5. Este sistema de clasificación se puede aplicar a la mayoría de los materiales y se indica mediante un símbolo de dos letras.

DIVISION PRINCIPAL		SIMBOLO DEL GRUPO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACION		
SUELOS DE GRANOS GRUESOS 50% o más es retenido en el tamiz No. 200	GRAVAS 50% o más de la fracción gruesa es retenido en el tamiz No. 4	GRAVAS LIMPIAS	GW	Gravas bien gradadas y mezclas de arena y grava con pocos finos o sin finos	$C_u = D_{60}/D_{10}$ Mayor que 4 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Entre 1 y 3 Si los criterios para GW no se cumplen Límites de Atterberg localizados bajo la línea "A" o índice de plasticidad inferior a 4. Límites de Atterberg sobre la línea "A" e índice de plasticidad superior a 7. Si los límites de Atterberg se localizan en el área sombreada se debe clasificar utilizando símbolos dobles	
		GRAVAS CON FINOS	GP	Gravas y mezclas de gravas y arenas mal gradadas con pocos finos o sin finos		
		ARENAS Más del 50% de la fracción gruesa pasa por el tamiz No. 4	GRAVAS CON FINOS	GM		Gravas limosas, mezclas de grava - arena y limo
			GRAVAS CON FINOS	GC		Gravas arcillosas, mezclas de grava - arena y arcilla
			ARENAS LIMPIAS	SW		Arenas y arenas gravosas bien gradadas con pocos finos o sin finos
			ARENAS LIMPIAS	SP		Arenas y arenas gravosas mal gradadas con pocos finos o sin finos
	ARENAS CON FINOS	SM	Arenas limosas, mezclas de arena limo	$C_u = D_{60}/D_{10}$ Superior a 6 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Entre 1 y 3 Si no se cumplen los criterios para SW Límites de Atterberg localizados bajo la línea "A" o índice de plasticidad inferior a 4. Límites de Atterberg sobre la línea "A" e índice de plasticidad superior a 7. Para los límites de Atterberg localizados en el área sombreada se debe clasificar utilizando símbolos dobles.		
		SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla			
	SUELOS DE GRANOS FINOS 50% o más pasa por el tamiz No. 200	LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido de 50% o inferior	ML	Limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas	GRAFICO DE PLASTICIDAD Para la clasificación de los suelos limos y de la fracción fina de los suelos granulares Los límites de Atterberg situados en el área sombreada corresponden a la clasificación de frontera y requieren símbolos dobles Ecuación de la línea A: $IP = 0.73(ILL - 20)$	
			CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, suelos sin mucha arcilla		
			OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad		
		LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido superior a 50%	MH	Limos inorgánicos, arenas finas o limos micáceos o de diatomeas limos elásticos		
CH			Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas			
OH			Arcillas orgánicas de plasticidad alta o media			
Suelos altamente orgánicos	PT	Turba, estiércol y otros suelos altamente orgánicos	Para la identificación visual y manual, véase ASTM norma D 2488			

Figura 5. Clasificación de suelos

Límite líquido: Se refiere al contenido de agua del suelo bajo el cual el suelo actúa como un material plástico. A este nivel de contenido de agua, el suelo cambia su comportamiento a un fluido viscoso.

Límite plástico: Por debajo de este contenido de humedad, el suelo puede considerarse no plástico.

Equipos: Copa Casagrande, Recipiente para mezclado, Taras, espátula, acanalador, Balanza.

Copa Casagrande



Recipiente para mezclado



Taras, espátula, acanalador



Balanza aprox. 0.01g



Figura 6. Equipos del índice de plasticidad

Contenido de Humedad: El presente modo operativo establece el método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

Equipos: Horno de secado - Horno de secado termostáticamente controlado, capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C; Balanzas. - De capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones: de 0.1 g para muestras de menos de 200 g de 0.1 g para muestras de más de 200g; Recipientes. - Recipientes apropiados fabricados de material resistente a la corrosión, y al cambio de peso cuando es sometido a enfriamiento o calentamiento continuo, exposición a materiales de pH variable, y a limpieza; Utensilios para manipulación

de recipientes. - Se requiere el uso de guantes, tenazas o un sujetador apropiado para mover y manipular los recipientes calientes después de que se hayan secado, ver figura 7.



Figura 7: Equipos de Contenido de Humedad

Para los contenidos de humedad que se determinen en conjunción con algún otro método ASTM, se empleará la cantidad mínima de espécimen especificada en dicho método si alguna fuera proporcionada.

En la tabla 2, la cantidad mínima de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total, si no se toma la muestra total, será de acuerdo a lo siguiente:

Tabla 2. Muestreo de partículas

Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%)	Tamaño de malla Estándar	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados a $\pm 0.1\%$	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados a $\pm 1\%$
2 mm o menos	2.00 mm (N° 10)	20 g	20 g*
4.75 mm	4.760 mm (N° 4)	100 g	20 g*
9.5 mm	9.525 mm (3/8")	500 g	50 g
19.0 mm	19.050 mm (3/4")	2.5 kg	250 g
37.5 mm	38.1 mm (1½")	10 kg	1 kg
75.0 mm	76.200 mm (3")	50 kg	5 kg

Fuente: Manual de ensayos de laboratorio

Próctor Modificado: Esta prueba cubre un procedimiento de compactación utilizado en el laboratorio para determinar la relación entre el contenido de humedad y el peso unitario seco del suelo compactado 4 o 6 pulgadas (101,6 o 152,4 mm). Se deja caer un compactador de 44,5 N (libras) desde una altura de 457 mm (18 pulgadas), lo que produce una energía de compactación de 2700 kN-m/m³ (56 000 lb-pie/pie³).

Equipos: Ensamblaje del Molde, el collar de extensión debe de alinearse con el interior del molde, molde de 4 pulgadas, molde de 6 pulgadas, Pisón o Martillo, Extractor de Muestras, Balanza, Horno de Secado, Regla, Tamices o Mallas, Herramientas de Mezcla.



Figura 8. Equipos del Próctor modificado

El suelo con el contenido de humedad especificado se coloca en 5 capas en un molde de tamaño especificado y cada capa se compacta con 25 o 56 golpes utilizando un apisonador de 44,5 N (10 lb) desde una altura de caída de 457 mm (18 in). rectificado a una tensión de compresión total de aprox. 56 000 lb-pie/ft³ (2700 kN-m/m³). Se determina el Peso Unitario Seco resultante. Repita el proceso con suficiente contenido de humedad para determinar la relación entre el peso unitario seco y el contenido de humedad del suelo. Estos datos representan una relación curva conocida como curva de compresión. El contenido óptimo de humedad y los valores máximos de peso seco corregido se determinan a partir de la curva de compactación.

Corte Directo: La resistencia al corte de una masa de suelo es la resistencia interna por unidad de área que la masa de suelo proporciona contra el colapso y el deslizamiento a lo largo de cualquier plano dentro de ella. Los estudios de desplazamiento son necesarios para analizar cuestiones como la estabilidad, la capacidad portante, la estabilidad de taludes, la presión lateral de las estructuras de soporte, etc. Ver la figura 9.

Procedimiento: Aplicar la carga vertical y colocar el medidor de desplazamiento vertical en posición.

Ajuste el anillo de carga y el indicador de desplazamiento horizontal. Retire el elemento que une la mitad superior de la caja de corte a la mitad inferior para que pueda moverse.

Empiece a aplicar la carga horizontal midiendo el cambio de volumen y el desplazamiento horizontal de la galga extensiométrica. La velocidad de deformación debe estar entre 0,5 y 2 mm/min, y la muestra fallará en 3 a 5 minutos. Para al menos dos muestras adicionales, repita el procedimiento.



Figura 9. Aparato de corte

Ensayo de Laboratorio Estándar: Los resultados de las pruebas de laboratorio estándar y los estándares aplicables en el Manual de prueba de materiales de MTC o sus equivalentes de ASTM y AASHTO se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Ensayos de Laboratorio Estándar

Análisis Granulométrico por Tamizado	MTC E - 107	ASTM D- 422
Contenido de Humedad	MTC E- 108	ASTM D - 2216
Límite Líquido	MTC E- 110	ASTM D - 4318
Límite Plástico e Índice de Plasticidad	MTC E -110	ASTM D-4318
Clasificación de Suelos SUCS	ASTM D -2487	
Clasificación de Suelos AASHTO	ASTM D - 3282	

Fuente: Manual de ensayos de laboratorio

Estudio Hidrológico: Villon, B. (2002), nos indica que la hidrología es la ciencia natural que estudia el agua y su comportamiento, secuencia, ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre; sus propiedades químicas y físicas en relación con el medio ambiente, incluidos los seres vivos.

La hidrología nos proporciona técnicas prácticas de resolución de problemas mediante el análisis del tiempo, la variación y la probabilidad de ocurrencia del ciclo hidrológico y los eventos de precipitación, lo que permite realizar investigaciones con precisión.

El objetivo es determinar la situación de inundación de las cuencas hidrográficas involucradas en el diseño de la protección del río con el fin de determinar los parámetros hidrológicos para diseñar la estructura de protección de geoceldas.

Información Pluviométrica: La escorrentía del área de estudio que se muestra en la Figura 10 proviene únicamente de la lluvia en el área. La red de estaciones meteorológicas en el área de desarrollo del proyecto es relativamente escasa, por lo que se identificaron las estaciones meteorológicas de Carabayllo y Collique.



Figura 10. Mapa de estaciones (SENAMHI)

En la siguiente Tabla 4 mencionaremos las dos estaciones que están cercanas a la zona de estudio, así mismo observaremos las latitudes, longitudes y la altura de cada estación.

Tabla 4: Estaciones Meteorológicas Cercanas a la zona de estudio en trapiche – Comas

ESTACIÓN	PARÁMETRO	LATITUD	LONGITUD	ALTURA	DPTO-PROV
Collique	Precipitación				
	Máxima de 24 horas (mm)	11° 55' 11.61"	77° 2' 48.28"	147msnm	Lima - Lima
Carabaylo	Precipitación				
	Máxima de 24 horas (mm)	11° 54' 7.9"	77° 2' 1.1"	190msnm	Lima - Lima

Fuente: SENAMHI (2019)

Régimen Fluvial: Las condiciones del río son un conjunto de cambios en el curso de un río a lo largo del año, determinados por factores y cambios en el río o factores humanos, estos pueden ser embalses y derrumbes, que permiten medir las condiciones del río en cuanto a crecidas y bajas. niveles fluir.

Es importante recopilar toda la información correspondiente a las estaciones máximas anuales y de medición confiables.

Caudal Volumétrico: El flujo volumétrico se define como el cálculo del flujo a través de una superficie determinada en un momento y lugar determinados. La escorrentía es el elemento del ciclo hidrológico que permite conocer la escorrentía superficial de un cauce que fluye de un punto a otro, con un efecto estabilizador más preciso sobre el estado del río y el potencial hídrico de dicha cuenca. está marcado con la letra Q.

Esta expresión fundamental es conocida y representada como Caudal (m^3/s).

$$Q = A \times V$$

Dónde: Q: Caudal (m^3/s), A: área (m^2), V: velocidad promedio (m/s)

El propósito de este estudio hidrológico es obtener y obtener la mejor corrección estadística (Q max.) de los datos existentes mediante una función matemática, obteniendo así un margen de error para cada dato y obteniendo información para el proceso de diseño, que es muy importante. para un proyecto de investigación.

Análisis Probabilístico: El análisis probabilístico se basa en la formulación de muestras y registros en un período de tiempo, por otro lado, debido a la falta de información para el uso de herramientas estadísticas, también se consideran otros métodos.

Caudal de diseño: La estructura se diseñará para caudales con un periodo de retorno o frecuencia de ocurrencia de años, por lo que la estructura estará en su punto máximo cuando se produzcan caudales elevados. El caudal de diseño o periodo de iteración se calcula a partir de un punto o evento en un momento determinado, en el espacio, normalmente utilizando una distribución de variables con valores mínimos y máximos.

El período de retorno, se toma en cuenta la consideración de riesgos y la vida útil de la estructura. Para el período de retorno al diseño.

$$Tr = \frac{1}{[1 - [(1 - R) x J]]}$$

En primer lugar, se precisa la vida útil de la obra (J), luego el porcentaje adecuado de riesgo de falla de la estructura (R) llevándonos a una ecuación.

Dónde: Tr: período de retorno en años, R: riesgo de falla en %, J: vida útil de la estructura

Ven, C. (1988), para garantizar un ajuste y una vida útil óptima, se deben considerar las posibles consecuencias de la falla estructural, clasificadas como mayores, medianas y menores. En la Tabla 5, consideramos los criterios de diseño para estructuras de control de agua.

Tabla 5. Criterio de diseño generalizado para una estructura de control de agua

Tipo de estructura	Periodo de retorno (años)	E.L.V
Alcantarilla de carreteras		
Volúmenes de tráfico bajo	5-10	----
Volúmenes de tráfico intermedio	10-25	----
Volúmenes de tráfico altos	50-100	----
Puentes de carreteras		
Sistema secundario	10-50	----
Sistema primario	50-100	----
Drenaje agrícola		
Alcantarillas	5-50	----
Surco	5-50	----
Drenaje urbano		
Alcantarillas en ciudades pequeñas	2-25	----
Alcantarillas en ciudades grandes	25-50	----
Aeropuertos		

Volúmenes bajos	5-10	-----
Volúmenes intermedio	10-25	-----
Volúmenes altos	50-100	-----
Diques		
En fincas	2-50	-----
Alrededor de ciudades	50-200	-----
Presas con pocas probabilidades de pérdidas de vidas(baja amenaza)		
Presas pequeñas	50-100	-----
Presas intermedia	100+	-----
Presas grandes	-----	50-100%
Presas con probabilidades de pérdidas de vidas(amenaza significativa)		
Presas pequeñas	100+	50%
Presas intermedia	-----	50-100%
Presas grandes	-----	100%
Presas con probabilidades de altas pérdidas de vidas(alta amenaza)		
Presas pequeñas	-----	50-100%
Presas intermedia	-----	100%
Presas grandes	-----	100%

Fuente: Villon, M. (2015). Libro de hidrología de tecnología aplicada.

Análisis de Frecuencia: El análisis de frecuencia se puede definir como una herramienta utilizada para predecir las precipitaciones futuras en el área de estudio en base a la información de precipitación obtenida. El método se basa en un procedimiento estadístico que permite calcular la cantidad de precipitación asociada al período de retorno específico.

Álvarez, A. (1999) indica que el análisis de frecuencia de eventos es el uso de funciones de distribución de probabilidad para estimar eventos extremos (precipitaciones, inundaciones, etc.) correspondientes a diferentes períodos de retorno. La relación entre la intensidad de un evento extremo y su período de recurrencia correspondiente se denomina curva de frecuencia y es muy útil en el diseño de ingeniería.

Se deben hacer tres suposiciones para realizar un análisis de frecuencia utilizando un enfoque local o regional:

Los procesos naturales son estacionarios o sin tendencias en el tiempo.

Las observaciones en una estación determinada se distribuyen de manera uniforme u homogénea.

Las observaciones en una estación dada son completamente independientes.

Tiempo de Concentración: El tiempo de concentración se considera como el tiempo necesario para que la gota se desplace desde el punto hidráulicamente más alejado hasta la salida de la cuenca.

Una vez transcurrido el tiempo de concentración, se considera que toda la cuenca ha contribuido a la producción. Dado que existe una relación inversa entre la duración de una tormenta y su intensidad (a mayor duración, menor intensidad), se supone que la duración crítica es igual al tiempo de concentración (T_c). El tiempo de concentración real depende de muchos factores, incluida la geometría de la cuenca (una cuenca larga y delgada tendrá un tiempo de concentración más largo), su pendiente (una pendiente más alta resultará en un flujo más rápido y un tiempo de concentración más corto), el área, las propiedades del suelo, la vegetación cubierta, etc Las fórmulas más comunes incluyen solo la pendiente, la longitud desde la cuenca hasta el canal principal y el área. (MTC, 2011).

Se utilizarían las formulas planteadas por: Hathaway, Bransby – Williams, Kirpich y US Corps of Engineers.

Fórmula de Kirpich

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

Dónde: T_c : tiempo de concentración (hora), L : Longitud del cauce principal (km),

S : Pendiente entre altitudes máximas y mínimas del cauce (m/m)

Fórmula de Hathaway

$$T_c = \frac{0.606 \cdot (L \cdot n)^{0.467}}{S^{0.234}}$$

Dónde: T_c : Tiempo de concentración (horas), L : Longitud del cauce principal (Km),

n: Factor de rugosidad, s: Pendiente (m/m)

Los valores de "n", se determinan en base a los valores de la Tabla 6:

Tabla 6. Valores de rugosidad "n"

Tipo de Superficie.	Valor de n
Suelo liso impermeable.	0.02
Suelo desnudo.	0.10
Pastos pobres, cultivos en hileras o suelo desnudo algo rugoso.	0.20
Pastizales.	0.40
Bosques de frondosas.	0.60
Bosque de coníferas, o de frondosas con una capa densa de residuos orgánicos o de césped.	0.80

Fuente: Pilgrim y Cordery, (1993)

Fórmula de Bransby – Williams

$$T_c = \frac{0.2433 \cdot L}{A^{0.1} \cdot S^{0.2}}$$

Dónde: T_c: Tiempo de concentración (horas), L: Longitud del cauce principal (km), A: Área de la cuenca (Km²), S: Pendiente (m/m).

Formula del US Corps of Engineers

$$T_c = 0.3 \frac{L^{0.76}}{S^{0.19}}$$

Dónde: T_c: Tiempo de concentración (horas), L: Longitud del cauce principal (km), S: Pendiente (m/m)

Tiempo de retorno: El tiempo medio (en años) en que el caudal máximo de una crecida en particular iguala o supera una vez "T" años se denomina período de retorno "T". Se supone que los eventos anuales son independientes y la probabilidad de falla se puede calcular para "n" años de servicio.

Para utilizar los periodos de recuperación en el diseño de ingeniería, es necesario tener en cuenta la relación entre la probabilidad de exceder el evento, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla admisible; este último depende de factores económicos, factores sociales, factores técnicos, etc. (MTC, 2011).

El riesgo de falla admisible en función del período de retorno y vida útil de la obra está dado por:

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

Si el tiempo útil del proyecto es de n años, la fórmula anterior permite calcular el periodo de recuperación "T" determinando el riesgo aceptable de falla "R", la probabilidad de que el pico de inundación estudiado ocurra durante la vida útil.

Estimación de Caudal: En ausencia de datos de pluviómetros, los datos de lluvia se utilizan como entrada a la cuenca para generar el flujo "Q". Cuando ocurre un evento de lluvia, la cuenca se humedece gradualmente y parte de la lluvia ingresa al subsuelo en al mismo tiempo, el flujo continuará cambiando al flujo superficial. Dado que los datos de descarga no están disponibles en este estudio, la descarga máxima se calculó con base en las características de la lluvia y la cuenca y considerando el método del Hidrograma unitario triangular.

Hidrograma Triangular Unitario. - Para calcular este hidrograma, se deben incluir como datos los registros de lluvia y esorrentía. Mockus (1957) desarrolló la hidrografía unitaria compuesta triangular. De acuerdo con la geometría del hidrograma unitario, el caudal máximo se puede escribir como:

$$q_p = \frac{0.555A}{t_b}$$

Dónde: A = Área de la cuenca en km², tp = Tiempo pico en horas, qp= Descarga pico en $\frac{m^3}{s}$ /mm.

Del análisis de varios Hidrograma, Mockus (1957) concluye que el tiempo base y el tiempo de pico "tp" se pueden relacionar mediante la siguiente expresión:

$$t_b = 2.67 t_p$$

Asimismo, el tiempo de pico se puede expresar como:

$$t_p = \frac{de}{2} + t_r$$

Dónde: de: es la duración en exceso, Tr: el tiempo de retraso, el cual se logra estimar mediante el tiempo de concentración tc como:

$$t_r = 0.6 t_c$$

O con la siguiente ecuación:

$$t_r = 0.005 \left[\frac{L}{\sqrt{S}} \right]^{0.64}$$

Dónde: L: es la longitud del cauce principal en metros, S: su pendiente en porcentaje, Tr: el tiempo de retraso en horas.

El caudal máximo se determina tomando en cuenta la precipitación efectiva Pe.

$$Q_{max} = q_p \times P_e$$

Pe: puede ser calculada tomando en cuenta los números de escurrimiento propuesto por el U.S. Soil Conservation Service.

$$P_c = \frac{\left[P - \frac{508}{N} + 5.08 \right]^2}{P + \frac{2032}{N} - 20.32}$$

Dónde: "N" es el número de escurrimiento, "Pe" la precipitación efectiva, "P" la altura de lluvia (cm).

Numero de Escurrimiento: Dado que no existen estaciones de aforo para un gran número de pequeñas cuencas hidrográficas en mi país, se utiliza un enfoque estructurado basado en información sobre la precipitación total y las características de las cuencas hidrográficas.

El Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos de América (1975), nos propone un método llamado los “números de escurrimiento o números de la curva”, la cual reúne las características mencionadas.

Breña y Jacobo. (2006) nos indica que el número de escurrimiento “N” depende mayormente del uso, tipo y composición del suelo y del tratamiento, pendiente y estado de humedad del terreno.

La Tabla 7 muestra la clasificación del suelo, y luego el valor del número de escurrimiento N se puede encontrar por el uso del suelo, la condición de la superficie de la cuenca y la pendiente del suelo: ver la Tabla 7. "N" para diferentes tipos de superficies en la piscina de entrenamiento.

Tabla 7. Valor del número de curva N, según uso y tipo de suelo

Uso de la tierra o cobertura	Condición de la superficie	Pendiente terreno, en %	Tipo de suelo			
			A	B	C	D
Bosques (sembrados y cultivados)	Ralo, baja transpiración	-----	45	66	77	83
	Normal, transpiración media	-----	36	60	73	79
	Espeso o alta transpiración	-----	25	55	70	77
Camino	De tierra	-----	72	82	87	89
	Superficie dura	-----	74	84	90	92
Bosques naturales	Muy ralo o baja transpiración	-----	56	75	86	91
	Ralo, baja transpiración	-----	46	68	78	84
	Normal, transpiración media	-----	36	60	70	76
	Espeso o alta transpiración	-----	26	52	62	69
	Muy espeso, alta transpiración	-----	15	44	54	61
Descanso (sin cultivo)	Surcos rectos	-----	77	86	91	94
Cultivos en surco	Surcos rectos	> 1	72	81	88	91
	Surcos rectos	< 1	67	78	85	89
	Surcos en curvas de nivel (contorneo)	> 1	69	79	84	88
	Surcos en curvas de nivel (contorneo)	< 1	65	75	82	86
	Terrazas	> 1	66	74	80	82
	Terrazas	< 1	62	71	78	81
	Leguminosas (sembradas con maquinaria o al voleo) o praderas con rotación	Surcos rectos	> 1	66	77	85
Surcos rectos	< 1	58	72	81	85	
Pastizal	Surcos en curvas de nivel	> 1	64	75	83	85
	Surcos en curvas de nivel	< 1	55	69	78	83
	Terrazas	> 1	63	73	80	83
	Terrazas	< 1	51	67	76	80
	-----	> 1	68	79	86	89
	-----	< 1	39	61	74	80
	Contorneo	> 1	47	67	81	88
Contorneo	< 1	6	65	70	79	
Potrero permanente	-----	-----	30	58	71	78
Cereales	Surcos rectos	> 1	65	76	84	88
	Surcos rectos	< 1	63	75	83	87
	Contorneo	> 1	63	74	82	85
	Contorneo	< 1	61	73	81	84
	Terrazas	> 1	61	72	79	82
	Terrazas	< 1	59	70	78	81
Superficie impermeable	-----	-----	100	100	100	100

Fuente: Breña y Jacobo. (2006)

En la Tabla 8, visualizaremos la clasificación de suelos que se realizaran para los cálculos del número de curva “N”

Tabla 8. *Clasificación de suelos para cálculos del número curva “N”*

Tipo de suelo	Características
Tipo A	Arenas con poco limo y arcilla de tamaño medio (escurrimiento mínimo)
Tipo B	Arenas finas y limos orgánicos e inorgánicos, mezclas de ambos
Tipo C	Arenas muy finas, limos y bastante arcilla
Tipo D	Arcillas en grandes cantidades; suelos poco profundos con subhorizontes casi impermeables (escurrimiento máximo)

Fuente: Breña y Jacobo. (2006)

Estabilidad de Defensa Ribereña: El Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) define la protección de los ríos como estructuras compuestas por diversos materiales, como piedra, hormigón, materiales geotextiles, etc.

Para proteger o reducir el riesgo de inundaciones, la protección contra inundaciones incluye medidas tanto estructurales como no estructurales.

Entre las medidas estructurales se encuentran represas y embalses, cambios de cauces de ríos, protección de ríos, depresión de inundaciones, canales de terreno, tecnología de alcantarillado, mantenimiento y limpieza para evitar el bloqueo, así como canales de terreno y tecnología de alcantarillado.

Para evitar que las estructuras u obstrucciones invadan los canales de los ríos y los caminos bordeados de árboles y se desborden, las medidas no estructurales incluyen el control del uso de las llanuras aluviales a través de la zonificación, los códigos de uso, los códigos de saneamiento y construcción, y los códigos de cuencas agrícolas.

En la Figura 11. Observamos la inexistencia de un sistema de protección al borde del río Chillón, la cual podría causar pérdidas humanas y económicas ante una inundación.



Figura 11: Inexistencia de un sistema de protección en el Río chillón

Comprender los materiales naturales, ya sean rocas, suelo o una mezcla de ambos, es importante para encontrar soluciones a los problemas de estabilidad después de los deslizamientos de tierra o formas de evitar que el material se derrumbe en el futuro. Los diseñadores analizan las causas de estas fallas, analizan problemas comunes y sacan conclusiones utilizando cálculos de diseño respaldados por modelos matemáticos.

Matteis (2003), Señala que estos métodos de cálculos para determinar la estabilidad conducen a un mecanismo de falla cinemática que se deriva naturalmente de la experiencia, basado en el análisis de las fuerzas que causan el movimiento, como la gravedad, la succión, la presión del agua, etc. Se compara con fuerzas que desarrollan y tienden a prevenir mecanismos de daño como la resistencia del suelo, raíces y otros (resistencia).

Es decir, la estabilidad significa la seguridad de una parcela de tierra contra fallas o desplazamientos. Por lo tanto, todos los métodos computacionales están relacionados con un mecanismo cinemático de falla específico, por lo que solo son adecuados para problemas de estabilidad del tipo de falla considerado.

Resistencia a la Erosión y durabilidad: La resistencia a la erosión y la durabilidad del revestimiento protector se pueden determinar como la velocidad límite del flujo promedio en las capas de agua a corto y largo plazo.

Flexibilidad del Sistema de Protección: Este sistema permite que el recubrimiento se adapte a las deformaciones locales de la base y del material base; estas deformaciones pueden ocurrir después de los trabajos de construcción o bajo la influencia de factores estacionales. Esta falta de flexibilidad puede provocar la formación de vacíos debajo del revestimiento, el movimiento descontrolado del material del lecho y, en última instancia, daños graves al sistema de protección. Por lo tanto, al determinar la flexibilidad óptima del sistema de protección en cada caso individual, es necesario tener en cuenta los parámetros subterráneos y las condiciones hidráulicas específicas en el diseño.

Facilidad de Mantenimiento: La eficacia del mantenimiento del sistema de revestimiento a menudo depende del fácil acceso al acabado de la costa utilizando equipos con ruedas y la capacidad de eliminar mecánicamente los sedimentos o escombros acumulados sin dañar la protección.

Deslizamiento: Cruden, A. (1991). El deslizamiento de la tierra se define como "el movimiento de rocas, escombros o una masa de tierra por una pendiente". Otra forma de definirlo es el movimiento de la tierra por una pendiente, moviendo todo el material que viaja hacia abajo. El término deslizamiento de tierra puede incluir procesos de erosión como la denudación.

Estos deslizamientos pueden ocurrir de diferentes formas, rápidos o lentos, naturales o inducidos. Hay otros tipos de daños causados por el derrumbe de montañas o procesos de meteorización, o la acumulación de presión causada por la filtración de agua. Los tipos de daños más comunes son los deslizamientos superficiales, el flujo de agua y el movimiento de masas de taludes.

En la Figura 12 se muestra el deslizamiento de la defensa ribereña, ya que al evaluar la falla es importante considerar diferentes etapas, el inicio del deterioro, el movimiento de la masa y la fase post – falla.



Figura 12: Deslizamiento de defensa ribereña

Derrumbes: Un deslizamiento de tierra es un fenómeno natural cuando la tierra pierde su estabilidad y se mueve, cae o se desplaza en una zona montañosa. Básicamente, es el movimiento hacia abajo del suelo, roca y materia orgánica bajo la influencia de la gravedad. Cuando una masa de tierra, roca y grava se desprende y se mueve cuesta abajo (pendiente natural del terreno) o cuesta abajo hasta encontrar un lugar plano. El suelo puede caer rápida o lentamente. Si se mueve demasiado rápido, puede causar daños a la propiedad y la muerte. Si se mueve lentamente, la parte superior del terreno colapsará eventualmente y se pueden tomar medidas para evitar daños.

Los deslizamientos de tierra ocurren naturalmente. La acumulación de agua en el suelo convierte la capa superior del suelo en un río de lodo o lodo, que provoca derrumbes de un lugar y crece con plantas, árboles y escombros a su paso. Los deslizamientos de tierra a menudo se repiten donde ocurrieron antes. Los geólogos estudian las características topográficas y pueden determinar la probabilidad de deslizamientos de tierra en un área según el tipo de suelo y roca y recomendar medidas para prevenir posibles daños por deslizamientos de tierra.

Los deslizamientos de tierra ocurren naturalmente. La acumulación de agua en el suelo convierte la capa superior del suelo en un río de lodo o lodo, provocando un deslizamiento de tierra desde un único punto de origen que crece a medida que crecen plantas, árboles y escombros a su paso. Los deslizamientos de tierra a menudo se repiten donde ocurrieron antes. Los geólogos estudian las

características topográficas y pueden determinar la probabilidad de deslizamientos de tierra en un área según el tipo de suelo y roca y recomendar medidas para prevenir posibles daños por deslizamientos de tierra.

Sistema de Protección de la defensa Ribereña con Geoceldas: Estos criterios deberán ser verificados en la ficha técnica del producto se tiene en cuenta que el incumplimiento de los estándares mínimos supondrá la pérdida del uso y validez del cambio de diseño.

Geoceldas: Uno de los objetivos fundamentales del siglo XXI es el desarrollo de nuevas técnicas constructivas que preserven el medio ambiente. Los materiales conocidos como geosintéticos funcionan en armonía con otros componentes del entorno construido para proteger y utilizar el medio ambiente de manera inteligente. En este sentido, las geoceldas son uno de los materiales pertenecientes a la familia de los geosintéticos, los cuales están formados por sistemas celulares tridimensionales. Son estructuras tridimensionales en forma de panal rellenas de tierra, grava y vegetales.

Este tipo de geosintéticos está fabricado con materiales de polipropileno y polietileno y se suele utilizar como elemento portante del suelo. Por tanto, su finalidad es controlar la erosión superficial, ya que excluye la influencia del agua y el viento, estabiliza el suelo con capacidad portante, elimina problemas de drenaje y revestimiento y refuerzo de canales.

Comportamiento al esfuerzo y deformación a largo plazo: Las pruebas deben realizarse utilizando ciclos de deformación a largo plazo que simulen el comportamiento a lo largo del tiempo mediante la incorporación de calor en el material. Lo anterior está de acuerdo con la norma ASTM D6652.

Coefficiente de expansión térmica: Las pruebas de análisis termomecánico deben realizarse de acuerdo con la norma ASTM E831, que considera de 70 a 100 ppm/°C como valor límite para las geoceldas.

Comportamiento a temperaturas elevadas: Se realizará un análisis mecánico dinámico (DMA) en la Tabla 9 e investigará el comportamiento viscoelástico del polímero según la norma ASTM E2254.

Tabla 9. *Valores mínimos de ensayos DMA*

Temperatura (°C)	Modulo Remanente (MPa)
30	750
45	650
60	550
75	300

Fuente: Manuel de diseño con geosintéticos PAVCO

Resistencia a la oxidación: Según la norma ASTM D3895, que exige un tiempo de inducción a la oxidación de al menos 95 minutos para los polímeros que componen la batería, la resistencia a la oxidación se evalúa mediante una prueba de calorimetría diferencial.

Resistencia a la degradación UV: La prueba estándar ASTM 5885 utiliza un umbral de degradación de 250 minutos para el sistema de contención de celdas para determinar el comportamiento que se ve afectado por la radiación UV.

Tipos de Geoceldas: El material polimérico en realidad determina el rendimiento de las geoceldas a pesar de la geometría similar de las estructuras.

a. Celdas suaves a corto plazo: Se recomienda utilizar estas geoceldas de primera generación para trabajos livianos, uso temporal y paisajismo menos exigente porque están hechas de PEAD (polietileno de alta densidad), que es más flexible.

b. Celdas resistentes a largo plazo: Una nueva generación de geoceldas está hecha de una aleación de nano aleación polimérica (NPA) llamada Neoloy. Como tales, están diseñados para proyectos a largo plazo y ofrecen mayor rigidez y resistencia a la deformación por fluencia, lo que los hace aptos para su uso en carreteras, puertos, ferrocarriles y aeropuertos, y están cubiertos por una garantía de más de 75 años.

Beneficios del uso de la Geocelda: La geoceldas puede utilizarse tanto en la contención de muros, terraplenes y estructuras compuestas.

Las geoceldas son particularmente resistentes a la corrosión y a los efectos de cambios significativos de temperatura debido a su composición.

Dado que las celdas de este geotextil tienen forma de celdas, permiten el drenaje tanto vertical como horizontal, así como el viento en la superficie, evitando efectos erosivos.

Es altamente resistente a productos químicos, bacterias y cepas. Es un material ecológico y sostenible.

Es muy fácil de instalar y almacenar porque las geoceldas tienen forma de acordeón y están comprimidas. En este sentido, proporciona un mejor manejo y almacenamiento.

Aplicaciones de la Geocelda: Las aplicaciones más importantes de las geoceldas son las siguientes:

a.- Protección de la erosión en un talud: En esta situación, el agua de lluvia que escurre por la ladera es retenida o frenada por las geoceldas. Previene la formación de surcos, que es una de las principales causas de los efectos de la erosión. Por otro lado, la estructura de panal es buena para la retención de agua, lo cual es bueno para el crecimiento de las raíces.

Taludes en zonas costeras. Las geoceldas DLT GC-6 funciona perfectamente con pendientes cercanas a cuerpos de agua, como las de la costa. La grava de roca se puede utilizar como agregado para evitar la erosión de las olas.

Taludes en embalses. El material de geocelda granular se puede utilizar como sustituto de la instalación de sistemas de gaviones y es una forma económica de detener la erosión y el crecimiento de vegetación no deseada.

b.- Instalación en los márgenes de los canales: La cantidad y calidad de los agregados requeridos para estabilizar terrenos con baja capacidad de carga disminuyen efectivamente con la instalación de geoceldas. El uso de DLT GC-6 GEOCELL evita que la carga aplicada comprima y afloje el agregado. Dado que los elementos materiales están interconectados, la carga aplicada se distribuye en un

área más amplia. En este caso, el alto coste de los áridos y su transporte hacen de las geoceldas una opción muy recomendable en cuanto a precio y eficiencia.

c.- Estabilización de la superficie: La cantidad y calidad de los agregados necesarios para estabilizar suelos con baja capacidad portante se reducen efectivamente mediante la instalación de geoceldas. El uso de GEOCELL evita que la carga aplicada impacte y desplace el agregado. Dado que los elementos materiales están interconectados, la carga aplicada se distribuye en un área más amplia. En este caso, el alto coste de los áridos y su transporte hacen de las geoceldas una opción muy recomendable en cuanto a precio y eficiencia.

d.- Contención de tierras en pendientes: Las geoceldas están diseñadas para su colocación en pendientes muy empinadas. En la mayoría de los casos, el material para el relleno de la geocelda provendrá del propio sitio, como la capa superior del suelo, para que las paredes tengan una apariencia más amigable y menos flujo de agua hacia el exterior.

Para el uso de Geoceldas: ASTM D6652 (Comportamiento al esfuerzo y deformación a largo plazo), ASTM E831 (Coeficiente de expansión térmica), ASTM E2254 (Comportamiento a temperaturas elevadas), ASTM D3895 (Resistencia a la oxidación), ASTM 5885 (Resistencia a la degradación UV).

Para defensa ribereña: En la siguiente Tabla 10 especificaremos las propiedades físicas y las aplicaciones de las geoceldas que se deberá realizar para una defensa ribereña.

Tabla 10. Especificaciones técnicas de las Geoceldas

PROPIEDAD	METODO	UNIDAD	VALOR
Altura de celda	Medido	mm	100 mm (+/- 2%)
Abertura nominal de Celda (Ancho x Largo)	Medido	mm	416 x 374 (+/- 10%)
Dimensiones de la unidad (Ancho x Largo)	Medido	m	4.16mx12.72m (+/- 10%)
Espesor Nominal de pared sin textura -10%	GRI-GS14 ASTM D5199	mm	1.25 (-10%)
Espesor incluyendo texturado	ASTM D5199	mm	1.50 (-5%+10%)
Resistencia agrietamiento por exposición Medio ambiente (ESCR) en la resina	ASTM D1693	horas	5000
Densidad	ASTM D792	g/cm ³	0.935 – 0.955
Eficiencia de la Soldadura	GRI-GS13	%	100
Resistencia de uniones al pelado	USCOE GL86-19 Apéndice A / ISO 13426-1 Método B	N	1420
Cantidad de Indentaciones romboidales	Medido	Indentaciones por cm ²	22-31
Diámetro de perforaciones	Medido	mm	10 (±10%)
Resistencia a la fluencia	ASTM D6693 – Tipo V	kN/m	18
Elongación a la fluencia	ASTM D6693 – Tipo V	%	12
Resistencia a la ruptura	ASTM D6693 – Tipo V	kN/m	13
Elongación a la ruptura	ASTM D6693 – Tipo V	%	100
Resistencia al desgarro	ASTM D1004	N	155
Resistencia al punzonado	ASTM D4833	N	330
Angulo fricción de corte directo	ASTM D5321	°	30°
Contenido de negro de humo	ASTM D4218	%	2%-3%
Dispersión de negro de humo	ASTM D5596	---	(1)
Tiempo de inducción a la oxidación estandar – OIT Estándar	ASTM D3895	min	100
Resistencia U.V. OIT – HP @ 1920 horas	ASTM D7238 ASTM D5885	min	50

Notas:

- 1) Para 10 vistas distintas (solo aglomeraciones esféricas): nueve en categoría 1 ó 2 y una en categoría 3

Fuente: Manual de ensayos de laboratorio

Instalación de Geocelda en la defensa Ribereña: Para la instalación de una Geocelda en una defensa ribereña se realizará el siguiente procedimiento:

Preparación del terreno: Limpiar el talud retirando troncos, rocas y cualquier elemento suelto que impida el contacto directo con el suelo (se dejarán salientes de rocas).

Los taludes deben ser estables y el material que forma el talud compacto o denso, especialmente en taludes formados por relleno, como se muestra en la Figura 13.

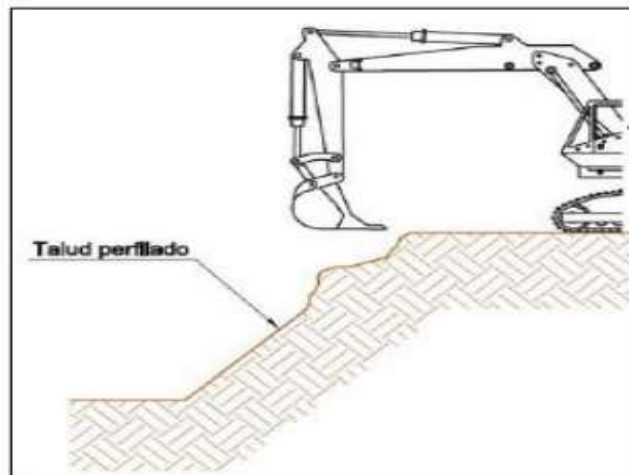


Figura 13: Preparación del terreno

Excavación de las trincheras de anclaje: Cavar una zanja de anclaje en la parte superior e inferior del talud, la sección transversal es trapezoidal, la profundidad mínima es de 0,20 m, el ancho del fondo es de 0,30 m, ver Figura 14.

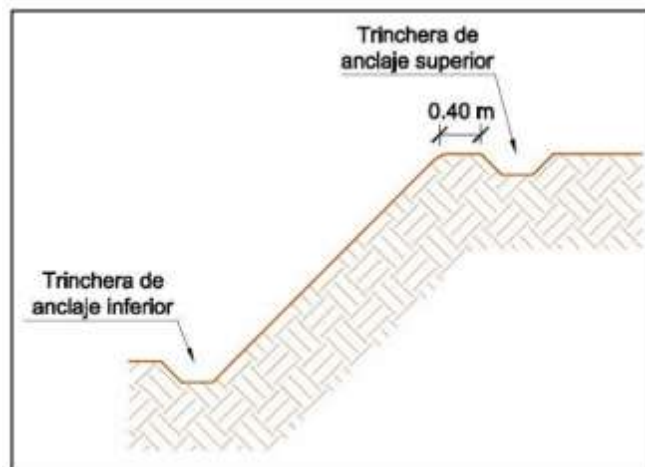


Figura 14: Trincheras de anclaje

Extensión de la Geocelda: Para extender los paneles, los bordes superiores de los paneles deben fijarse en las ranuras de anclaje mediante ganchos metálicos y luego extenderse longitudinalmente a la pendiente, ver figura 15.

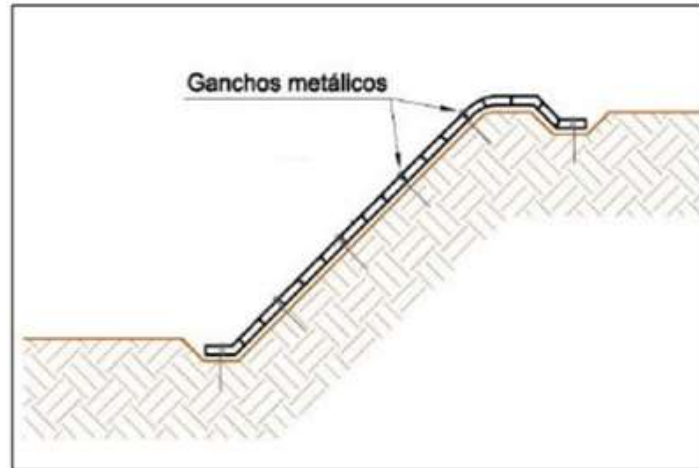


Figura 15: Extensión de la Geocelda

Grapas de anclaje: Los anclajes "J" se pueden usar en barras o postes de metal con un diámetro mínimo de 6 mm (1/4"). El tamaño de la abrazadera debe ajustarse a las condiciones locales. Al instalar geoceldas en superficies artificiales donde no se pueden jalar los ganchos, la conexión entre los paneles debe hacerse con cintas de geocable que encajen en los orificios de la geomalla debajo de cada panel, consulte la Figura 16.

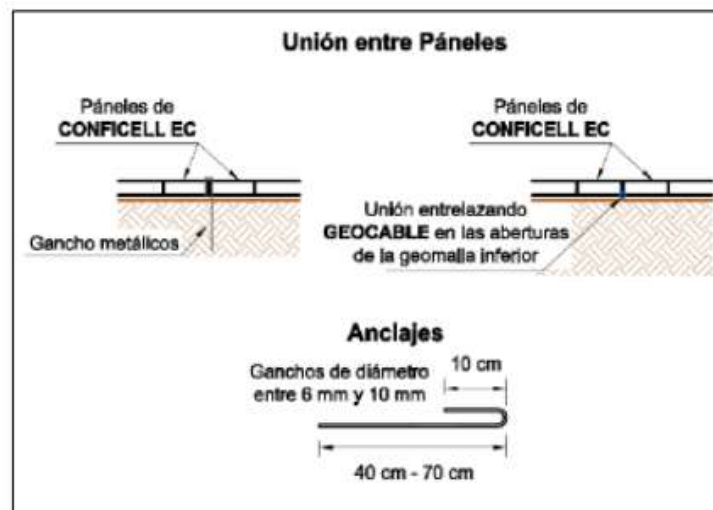


Figura 16: Grapas de Anclaje

Llenado de las trincheras: Rellene el orificio de anclaje con tierra excavada o tierra arcillosa y compacte el material. Para evitar un flujo concentrado de agua en la superficie, se coloca una gota de material en la parte superior del talud a lo largo de toda la superficie protegida, ver Figura 17.

Para taludes altos se debe interceptar el agua de escorrentía mediante zanjas, trincheras, cunetas de coronación y obras de recolección sobre el talud.

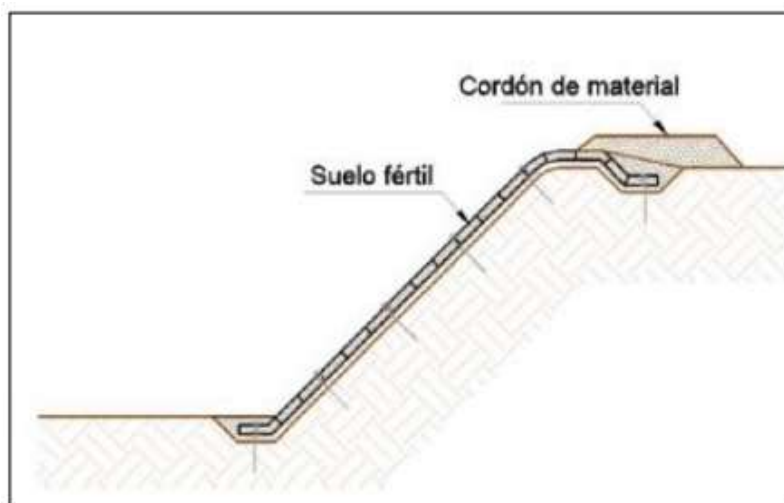


Figura 17: Llenado de trincheras

Colocación de anclajes intermedios: Coloque los clavos espaciadores en el área de la geocelda, asegurando un contacto cercano y continuo con el suelo. Como pauta general, se recomienda colocar el número de clavos o postes que se indica en la Tabla 11 en función de la pendiente.

Tabla 11: Frecuencia de Anclaje

<i>Pendiente del talud</i>	<i>Frecuencia de anclaje</i>
Hasta 3H : 1V	1 a 2 anclajes / m ²
3H : 1V a 2H : 1V	2 a 3 anclajes / m ²
2H : 1V a 1H : 1V	3 a 5 anclajes / m ²

Encauzamiento del Río: En marzo de 2017, el río Chillón se desbordó e inundó diferentes partes del río durante dos semanas, causando daños en viviendas, terrenos agrícolas y vías de comunicación. Una de las zonas más afectadas por las inundaciones fue la zona de Carabayllo, donde las aguas del río Chillón destruyeron 12 terrenos de la urbanización La rinconada, provocando el derrumbe de un muro de mampostería recién construido. Otras industrias de la región se vieron gravemente afectadas de manera similar, como se muestra en las Figuras 18 y 19.

El Centro de Investigación Sísmica y Mitigación de Desastres Japón-Perú (CISMID) y el Instituto para la Mitigación de El Niño (IMEFEN) realizaron del 21 al 5 de marzo una visita técnica al tramo del río Chillón para evaluar los daños causados por El Niño. . La crecida del río.



Figura 18: Crecida del río Chillón



Figura 19: Desborde del río Chillón

Regímenes del Flujo: Cuando un fluido fluye a través de una tubería, puede fluir en estado laminar o turbulento. La diferencia entre estos dos estados radica en el comportamiento de las partículas del fluido, que a su vez depende del equilibrio entre las fuerzas de inercia y las fuerzas viscosas o de fricción,

Como veremos más adelante, el número de Reynolds es un parámetro que expresa la relación entre las fuerzas inerciales y viscosas en el flujo, por lo que de su valor dependerá el estado hidráulico.

Régimen laminar: Las partículas fluidas siempre se mueven a lo largo de los mismos caminos, capas o láminas con la misma dirección, dirección y amplitud. Esto suele ocurrir en los extremos de los ramales de riego y microtubos de riego, como se muestra en la Figura 20.

El régimen de flujo laminar corresponde a valores bajos del número de Reynolds y suele darse en tuberías de baja velocidad, pequeño diámetro y fluidos (aceites) de alta viscosidad. En tales condiciones, las fuerzas viscosas dominan sobre las fuerzas de inercia.

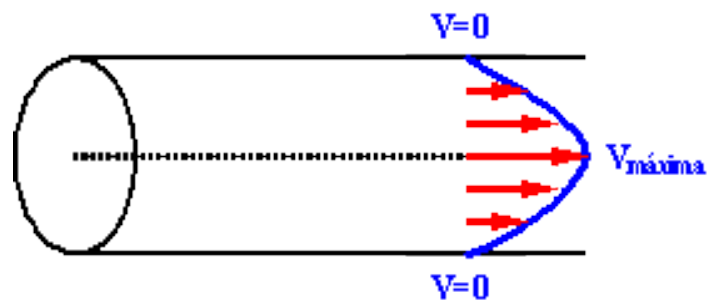


Figura 20: Fluido Laminar

Régimen turbulento: Las partículas se mueven a lo largo de trayectorias inestables y desordenadas y forman remolinos. A medida que aumenta la velocidad del flujo, aumenta el número de Reynolds y aumenta la tendencia a la perturbación. Ninguna capa de fluido se mueve más rápido que las otras capas y solo hay un fuerte gradiente de velocidad cerca de la pared del tubo, ya que las partículas en contacto con la pared del tubo necesariamente tienen velocidad cero, como se muestra en la Figura 21.



Figura 21: Fluido Turbulento

En el movimiento lineal del líquido, dependiendo de la viscosidad del líquido y del diámetro de la tubería, en cada caso se comprobó que existe una velocidad crítica por debajo de la cual la condición de flujo laminar es estable. Para velocidades superiores a la velocidad crítica, este modo es inestable y se vuelve turbulento durante cualquier vibración.

Se pueden encontrar tres regiones distintas en el régimen turbulento:

Régimen turbulento liso: Las pérdidas que se producen no dependen de la rugosidad interna de la tubería. Es adecuado para números de Reynolds bajos por encima de 4000.

Régimen turbulento de transición: Las pérdidas dependen de la rugosidad y la fuerza viscosa del material de la tubería. Se especifica para números de Reynolds altos y depende del número de Reynolds y la rugosidad relativa.

Régimen turbulento rugoso: La pérdida de presión es independiente del número de Reynolds y depende únicamente de la rugosidad del material. Esto se da en números de Reynolds muy altos.

Número de Reynolds: Osborne Reynolds (1842–1912) publicó sus experimentos clásicos en 1883, en los que determinó que la transición de flujo laminar a turbulento (cambio) está determinada por un valor adimensional (conocido hoy como el número de Reynolds). (acerca de). El número de Reynolds crítico (Re)_c, el valor de Re que marca la transición de flujo laminar a flujo turbulento, es 2300 (según algunos autores, 2320).

Para aclarar el significado de sus números, Reynolds (Re) estudió experimentalmente la transición de flujo laminar a turbulento $Re = 2300$ a medida que aumenta su velocidad. Sin embargo, en condiciones de laboratorio, Reynolds alcanzó un valor de $Re = 12000$ antes del inicio de la turbulencia. Posteriormente, otros investigadores obtuvieron un valor de $Re = 75.000$ antes de la aparición de la turbulencia. Estos valores obtenidos en laboratorio y bajo condiciones especiales no tienen significado práctico, ya que las tuberías comerciales tienen superficies internas irregulares, que producen flujo turbulento a valores de Re mucho más bajos.

Aunque $(Re)_c = 2300$, lo cierto es que para valores de Re entre 2000 y 4000 la situación es bastante imprecisa. Curiosamente, para fines de canalización computacional, para Re menos de 2000, el estado es laminar, e incluso si el estado se corrompe accidentalmente, se recuperará por sí solo.

En definitiva:

$Re \leq 2000$: Régimen laminar.

$2000 < Re < 4000$: Zona crítica o de transición.

$Re \geq 4000$: Régimen turbulento.

Matemáticamente, Re es un parámetro adimensional que expresa la relación entre la fuerza de inercia y la fuerza viscosa o de fricción en el flujo, expresada de la siguiente manera para una tubería de sección circular:

$$Re = \frac{v \times D}{\nu}$$

Dónde: Re : Reynolds, v : Velocidad, D : Diámetro, ν : Viscosidad

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación: Los autores ofrecen una definición formal de investigación experimental: “Es cualquier estudio en el que el investigador es libre de influir y analizar los efectos de la participación” Everitt (1998, párr. 11).

Además, el proyecto de investigación es experimental; causalidad, se analizan resultados y se manipula al menos una variable, este tipo de diseño se utiliza en métodos cuantitativos.

Tipo de Investigación: Valderrama (2013, p. 165) se refiere a la investigación continua para desarrollar el propio nivel de investigación, es decir, es investigación con el objetivo de explorar y encontrar soluciones a problemas desconocidos [...]. Se pretende potenciar el producto directo y el interés de los implicados en el proceso de investigación.

Esta investigación se puede considerar aplicada, porque los conocimientos adquiridos durante la investigación se pueden aplicar a la luz de las teorías existentes.

Diseño de Investigación: Sabino (1986) dijo: “Este tipo de investigación produce verdades fácticas, cuya característica importante es mostrar un análisis correcto. Para la investigación explicativa, su inconveniente radica principalmente en descubrir las características básicas de algunos fenómenos similares, utilizando normas sistemáticas para traducirlas. en el comportamiento claro. logrando así un carácter acorde con la objetividad del estudio” (p. 51).

Los proyectos son interpretativos porque van más allá de describir conceptos o fenómenos o establecer relaciones entre conceptos, es decir, su finalidad es responder a las causas de los acontecimientos y fenómenos naturales o sociales. Como su nombre lo indica, su interés está en explicar por qué ocurren los fenómenos y bajo qué condiciones ocurren, o por qué dos o más variables están relacionadas entre sí.

3.2. Variables y operacionalización:

Variable independiente: Diseño de defensa ribereña empleando geoceldas

Las geoceldas en las defensas fluviales permiten efectos de media señal multiaxial para el rendimiento de compuestos de hormigón celular, lo que permite la creación de losas de hormigón flexibles (no es posible en hormigón convencional). La deformación es inmediata y muy resistente al desgaste y al impacto. Esto lo hace ideal para crear barreras de socavación y proteger las laderas de la erosión de ríos, cauces y arroyos. Las estructuras de protección de riberas deben ser capaces de soportar los efectos de la inestabilidad a alta velocidad resistiendo los efectos de arrastre o cortante hidráulico, y no deben someter los elementos principales de su integridad al impacto o abrasión de los materiales arrastrados por los cauces de los ríos. eventos consecutivos. Estos efectos son los mismos y no se modifican en la hidráulica fluvial, pero la forma en que se protege de estos efectos ha evolucionado.

Variable dependiente: Mitigar inundaciones

Las inundaciones son uno de los principales riesgos asociados al medio natural ya los fenómenos naturales de Andalucía. Su frecuencia y periodicidad, así como su ocurrencia en diversos contextos (social, económico, ecológico...) indican la importancia de este riesgo en el territorio de nuestra sociedad. A los factores naturales que provocan las inundaciones hay que sumar los factores humanos. La ocupación y uso de terrenos en áreas propensas a inundaciones puede tener varias consecuencias en caso de una posible emergencia. Asimismo, en la construcción de infraestructuras para la regulación de cauces y prevención de inundaciones, se deben prever los riesgos asociados a dichas instalaciones, especialmente las presas.

La prevención y gestión del riesgo de inundaciones implica que se deben desarrollar diferentes opciones de actuación. Algunos de estos se centran en medidas preventivas y de protección inmediatas, como trabajos de reparación y contención, mientras que otros se centran en medidas planificadas en situaciones de emergencia.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables	Definición Conceptual	Definición de Operación	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Independiente Diseño de Defensa Ribereña empleando geoceldas	<p>Las geoceldas son un tipo de geosintéticos que permiten el efecto del compuesto celda-concreto ofrezca un efecto semi rotulación multiaxial, que permite disponer de losas de concreto flexibles. Esto hace ideal para la construcción de pantallas antisocavantes y protección de taludes contra la erosión de los ríos, cauces y quebradas (Linares, 2017, pag.6)</p>	<p>El diseño de defensa ribereña empleado con geoceldas tienen como dimensiones: Análisis Hidrológicos, estabilidad y sistema de protección. Para ello se harán las mediciones mediante los indicadores y se realizará por medio de evaluaciones, estudio de laboratorio y cálculos.</p>	Topografía	* Levantamiento topográfico	Equipos: TEODOLITO / ESTACION TOTAL
			Ensayos de mecánica de suelos	* Análisis Granulométrico * Clasificación de Suelos (SUCS-AASHTO) * Índice de plasticidad * Contenido de Humedad * Proctor modificado * Corte directo	ASTM D-2488 AASHTO
			Estudio Hidrológico	* Información cartográfica y pluviométrica	SENAMHI (Ley N° 24031)
				* Tiempo * Estimación del Caudal	Encargada de supervisar las actividades meteorológicas
			Estabilidad de Defensa Ribereña	* Talud	NORMA CE. 020. Estabilización de suelos y taludes
				* Pendiente * Relieve	
Sistema de Protección de la defensa ribereña con Geocelda	* Geocelda	ENSAYOS: - Deformación permanente - Resistencia a la tracción - Durabilidad			

Variables	Definición Conceptual	Definición de Operación	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Mitigar Inundaciones	Las inundaciones es la ocupación por parte del agua de zonas o regiones que habitualmente se encuentran secas; estas son producidas por diversas causas ya sea naturales como las lluvias, oleajes o deshielo, o por causas no naturales como roturas de presas. (Coral, 2008, pag. 20)	Las inundaciones tienen como dimensión: el desborde del río. Para ello se harán las mediciones mediante los indicadores y se realizará por medio de evaluaciones, estudio de laboratorio y cálculos.	Encauzamiento del río	* Zonas de Inundación	Norma E030. Diseño sísmoresistente (Tipo de zona y la clasificación del suelo)
				* Tirante Hidráulico	
			Regímenes de Flujos	*Laminar	Cálculo del Número de Reynolds
				*Turbulento	

3.3. Población, muestra y muestreo:

Población: Los autores no se refieren al todo o al universo como un todo como el conjunto de elementos bajo estudio. "Los componentes de una población consisten en individuos, cada uno asociado con algunas características comunes". (Lugo, 2010, p.25).

Así mismo siguiendo con el concepto del autor, nuestra población será los 5,094 km del margen izquierdo del río Chillón ubicado en la zona de Trapiche en el distrito de Comas.

Muestra: Una muestra es una parte representativa de una población cuyos elementos tienen características comunes o similares. "Estos estudios de muestra están diseñados para desarrollar normas o pautas, o simplemente para aprender más sobre la población que se estudia". (Lugo, 2010, p.25).

Ante lo expuesto por el autor, nuestra muestra de la zona de estudio será desde 740 a 920 km del margen izquierdo del río Chillón.

Todos estos ensayos se realizarán con un exhaustivo análisis y una adecuada elaboración en el laboratorio.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Técnicas de recolección de datos: Las herramientas y los procedimientos se definen como tecnologías de adquisición de conocimientos en el sitio web del sistema bibliotecario. Entrevistas, encuestas, observaciones y todo lo que de ello se derive. (2016, párr. 15).

En el desarrollo actual de este proyecto de investigación se consideraron las siguientes tecnologías:

Revisión de documentos: La tecnología se utiliza para validar manuales, normas, contratos, libros y reglas de tránsito para seguir las pautas y dimensiones utilizadas en los paneles modulares para lograr resultados según parámetros.

Observación directa: Mediante esta técnica se recogen los datos registrados en el laboratorio donde se realizan los ensayos y se valora la zona donde se lleva a cabo el proyecto.

Instrumentos de recolección de datos: Tello nos comentó que esta herramienta es un formato de recolección de datos sobre los fenómenos en estudio y, en general, cualquier recurso que ayude a validar los datos recolectados por los investigadores. (2008, p. 250).

De esta manera, se completó el análisis de prueba en el desarrollo en curso del proyecto de investigación y se recogieron los datos sobre los resultados obtenidos de cada variable de investigación y el formulario de recolección de datos utilizado.

3.5. Procedimientos:

Estudio topográfico: Se realizó el levantamiento topográfico en el distrito de Comas con los equipos requeridos en la zona de Trapiche de la Av. San Carlos.

Materiales y equipos: Estación total, Prismas, Miras, Wincha

Procedimiento: Primero se procedió yendo a la zona de estudio; luego se ubicó el tramo de la zona donde se realizará el estudio; se procedió a realizar el levantamiento topográfico según lo planificado

Estudio de análisis granulométrico: Mediante el análisis granulométrico se obtuvo el porcentaje retenido de las partículas en cada tamiz.

Materiales y equipos: Los materiales y equipos necesarios para realizar este ensayo son: muestra de la zona de estudio, juego de tamices de: 2", 1 ½", 1", ¾", ½", ⅜", ¼", N° 4, balanza con precisión de tres decimales, horno con temperatura uniforme de 110° C ± 5° C.

Procedimiento: Se tomó la muestra que se extrajo de la zona; posteriormente se consiguió un par de muestras con aproximadamente de 1093kg; se realizó el peso del espécimen; se armó los tamices, para luego incorporar las muestras en el ensayo se sacudió el juego de tamices, para obtener el material retenido en cada malla. Una vez culminado el tamizado se procedió a realizar el pesado de cada material retenido en cada tamiz (2", 1 ½", 1", ¾", ½", ⅜", ¼", N° 4)

Contenido de humedad: Para el ensayo de contenido de humedad se verifico el peso volumétrico del suelo, lo cual para eso se tomó en cuenta dos muestras

Materiales y equipos: Horno de secado, Balanza, bandejas de aluminio, espátula.

Procedimiento: Escogimos las muestras de suelos; Procedimos a pesar las muestras con los recipientes; Ya con los datos obtenidos de la muestra, se procedió a meter las muestras al horno; Removimos constantemente para el secado de la muestra, hasta llegar a un secado uniforme. Luego de obtener la muestra con el recipiente y el secado como se debe, se procede a pesarlo en la balanza para obtener los datos necesarios para calcular el contenido de humedad.

Ensayo de próctor modificado: En este ensayo se obtuvo datos para verificar el peso del suelo, peso del agua, suelo seco, contenido de humedad y la máxima densidad seca.

Materiales y equipos: Muestra sacada de la zona de estudio, Molde cilíndrico, balanza, Horno, tamices y recipientes

Procedimiento: Pasar el suelo por el tamiz para obtener las muestras. En la parte inferior se coloca el formulario, sobre el cual se coloca una hoja de papel, para que la muestra no se pegue al fondo, lo que facilita la prueba.

Una vez ya compactada se procede a retirar el collarín y se enrasa cuidadosamente el suelo compactado del molde, rellenando cualquier concavidad formada eventualmente con suelo que pase por la malla N°4.

Ensayo de corte directo: En este ensayo tiene como objetivo determinar la resistencia al corte de la muestra del suelo consolidada y drenada, por el método del corte directo.

Materiales y equipos: Dispositivo de corte, Caja de corte, Base de la caja de corte Balanza, recipiente.

Procedimiento: Una vez montada la caja de corte, se ajusta y bloquea el marco. Se aplica una capa de lubricante entre los marcos para impermeabilizar durante la consolidación y reducir la fricción durante el corte.

Las muestras de prueba se implementaron con mucho cuidado. Conecte el dispositivo de carga, ajuste el disco y mida la deformación durante el corte y el cambio de espesor de la muestra para determinar el espesor original. La costumbre de humedecer las piedras porosas antes de la colocación y aplicación

de la fuerza normal sobre las muestras, dependerá del tipo de problema en estudio. Durante el proceso de consolidación y la posterior etapa de corte, se debe mantener el nivel del agua para que la muestra esté siempre saturada. La fuerza normal aplicada a cada muestra depende de la información requerida. Para los demás suelos pueden ser necesarios varios incrementos con el objeto de prevenir el daño de la muestra. Durante el proceso de la consolidación deben registrarse las lecturas de deformación normal, en tiempos apropiados, antes de aplicar un nuevo incremento de la fuerza.

3.6. Método de análisis de datos:

Ander (1979, p.506). “Dependiendo del tipo de estudio, analizaremos si el contenido del estudio es un experimento y no un semestre. Para ello se deben utilizar los siguientes métodos: Revisar, organizar, procesar y analizar la información obtenida durante la toma de referencia. El análisis sustantivo es un método que es capaz de interpretar de manera sistemática, cuantitativa y objetiva la competencia para lograr una interpretación razonable del proyecto de investigación.

3.7. Aspectos éticos

Se ha establecido una buena base ética a lo largo del proyecto, ya sea social, profesional o de investigación.

Comencemos con el aspecto social, aunque es un hecho, debe ser respetado y bien coordinado con los residentes del distrito 14 del distrito de Trapiche, que están todos ubicados en comas, porque el análisis y la inspección visual se realizarán en ese distrito. Para ello, es necesario hablar con la dirección, el ayuntamiento y llegar a un acuerdo beneficioso para ambas partes; se brindará a los habitantes conocimientos e información sobre el diseño de protección de arroyos que se realizará en el área de geoceldas para evitar el drenaje del río Chillón; también verá una solución a este problema común.

Así mismo nosotros desarrollaremos capacidades como investigadoras, profesionales, que haciendo el uso de nuestros conocimientos estaremos brindando mejora en nuestra sociedad.

En el ámbito académico, el impulso investigativo puede desarrollarse utilizando todas las herramientas que aprendemos y adquirimos en universidades de prestigio para materializar toda la información que adquirimos; asimismo, citaremos adecuadamente las fuentes que utilizamos para no negarnos los recursos que utilizamos, tales como la autenticidad o confiabilidad del autor de la referencia.

IV. RESULTADOS

En el presente capítulo se presentan los resultados de los ensayos establecidos en el laboratorio para poder realizar el diseño establecido de la defensa ribereña empleando el material de la Geocelda.

Ensayos Topográfico: Se realizó el levantamiento topográfico en el distrito de Comas con los equipos requeridos en la zona de Trapiche de la Av. San Carlos



Fuente: Elaboración propia

Teniendo como coordenadas en la zona de estudio:

OBRA	BM _s	COORDENADAS		
		NORTE	ESTE	COTA msnm
Margen Izquierdo	1	8682154.957	274424.767	141.69 m.s.n.m.

Ensayo de Mecánica de Suelos: Para proceder a realizar los ensayos de mecánica de suelos, primero se realizó los ensayos de calicata, la cual se trabajó con una profundidad de 1.50m

MUESTRA 1



Fuente: Elaboración propia

MUESTRA 2



Fuente: Elaboración propia

Análisis Granulométrico: Para realizar el análisis granulométrico se obtuvo la muestra en la Av. San Carlos

Mediante el análisis granulométrico se obtuvo el porcentaje retenido de las partículas en cada tamiz, la cual se muestra en la siguiente tabla 16

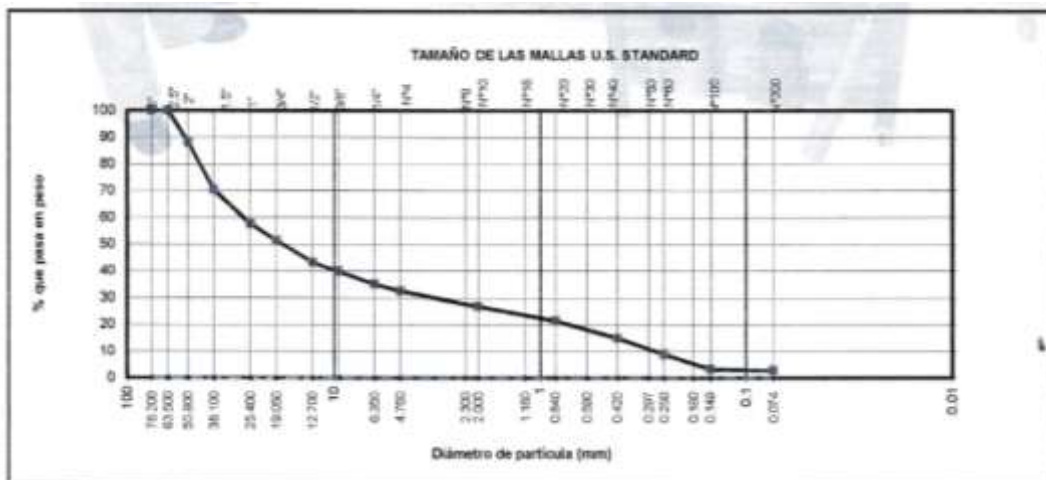
Tabla 16: Análisis granulométrico de agregado fino

DATOS DE LA MUESTRA:						Descripción de la Muestra
Diámetros (mm)	TAMICES ASTM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	
76.2	3"	0.0	0.0	0.0	100.0	CLASIFICACION DE SUELOS: AASHTO = A-1-a (0) SUCS = GP COEFICIENTES: Cc = 0.69 Cu = 101.01 LIMITES ATTERBERG: LL = N.P. LP = N.P. IP = N.P. Humedad Natural (%) = 3.7 MATERIAL: GRAVA (%) = 67.3 ARENA (%) = 29.8 FINOS (%) = 2.8 Observaciones: NOMBRE DE GRUPO: GRAVA POBREMENTE GRADUADA CON ARENA.
63.5	2 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0	
50.8	2"	439.0	11.8	11.8	88.2	
38.1	1 1/2"	658.0	17.6	29.4	70.6	
25.4	1"	486.1	13.0	42.4	57.6	
19.0	3/4"	232.7	6.2	48.6	51.4	
12.7	1/2"	302.7	8.1	56.7	43.3	
9.525	3/8"	125.3	3.4	60.1	39.9	
6.35	1/4"	179.3	4.8	64.9	35.1	
4.76	Nº 4	91.5	2.5	67.3	32.7	
2.30	Nº 8					
2.00	Nº 10	219.1	5.9	73.2	26.8	
1.18	Nº 16					
0.84	Nº 20	198.9	5.3	78.5	21.5	
0.59	Nº 30					
0.42	Nº 40	244.2	6.5	85.1	14.9	
0.297	Nº 50					
0.25	Nº 60	224.4	6.0	91.1	8.9	
0.18	Nº 80					
0.149	Nº 100	204.0	5.5	96.5	3.5	
0.074	Nº 200	23.8	0.6	97.2	2.8	
	< Nº 200	105.6	2.8	100.0	0.0	
	Peso Inicial	3734.6	100.0			
		1220.0				

Fuente: Laboratorio de Suelos MNS Geotecnia EIRL

Curva de granulometría: La curva granulométrica obtenida que se muestra en la figura 22, nos indica que la muestra de agregado fino cuenta con diferente tamaño de partículas por la cual nos muestra una gráfica homogénea.

Figura 22: Curva granulométrica de la muestra de agregado fino



Fuente: Laboratorio de Suelos MNS Geotecnia EIRL

Contenido de Humedad ASTM D2216 /NTP 339.127: Para el ensayo de contenido de humedad se verifico el peso volumétrico del suelo, lo cual para eso se tomó en cuenta dos muestras

PESO VOLUMETRICO DEL SUELO			
Nº	AV. SAN CARLOS - TRAPICHE - COMAS – LIMA	C - 1	C - 2
	PROFUNDIDAD	1,50	1,50
1	Peso recipiente + suelo húmedo	1188,00	1093,00
2	Peso recipiente + suelo seco	1167,00	1079,00
3	Peso recipiente	440,00	439,00
4	Peso agua (1-2)	21,00	14,00
5	Peso suelo seco (2-3)	727,00	640,00
6	Humedad (4/5) * 100 (%)	2,89	2,19

Fuente: Laboratorio de Suelos MNS Geotecnia EIRL

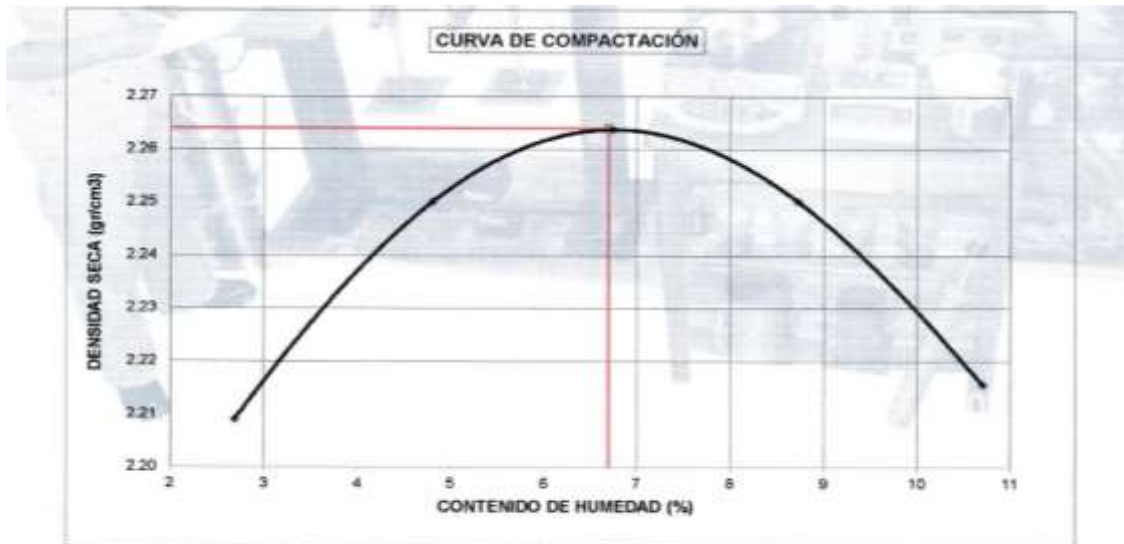
Ensayo de Próctor Modificado ASTMD 1557 /NTP 339.141: En este ensayo se obtuvo datos para verificar el peso del suelo, peso del agua, suelo seco, contenido de humedad y la máxima densidad seca.

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA:	C - 1	MUESTRA:	M - 1	PROFUNDIDAD (m.):	1.50		
1	VALORES DEL MOLDE		2116	cm3	2750	g	
2	PESO DEL MOLDE + SUELO HÚMEDO	gr	7550	7740	7853	7927	7940
3	PESO DEL MOLDE	gr	2750	2750	2750	2750	2750
4	PESO DEL SUELO HÚMEDO	gr	4800	4990	5113	5177	5190
5	DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	2.268	2.358	2.416	2.447	2.453
6	Nº DEL RECIPIENTE		26A	1	13A	77A	38
7	PESO DEL RECIPIENTE	gr	10.5	10.3	9.8	10.9	10.7
8	PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr	136.6	136.8	136.5	136.7	136.9
9	PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr	133.3	131.0	128.5	126.6	124.7
10	PESO DEL AGUA CONTENIDA	gr	3.3	5.8	8.0	10.1	12.2
11	PESO DEL SUELO SECO	gr	122.8	120.7	118.7	115.7	114.0
12	CONTENIDO HUMEDAD	%	2.7	4.8	6.7	8.7	10.7
13	DENSIDAD SECA	gr/cm3	2.209	2.250	2.264	2.250	2.216

Fuente: Laboratorio de Suelos MNS Geotecnia EIRL

Luego de obtener los datos obtenidos de la muestra se procedió a realizar la curva de compactación para así poder verificar su máxima densidad seca y el óptimo % del contenido de humedad.

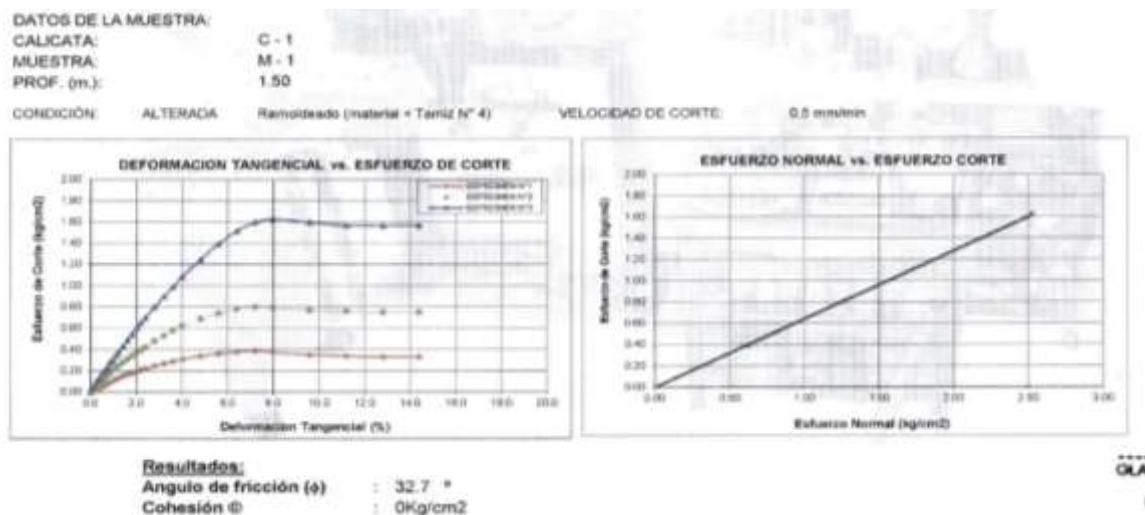


MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) :	2.264
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	6.7

Fuente: Laboratorio de Suelos MNS Geotecnia EIRL

Ensayo de Corte Directo bajo condiciones consolidadas drenadas ASTM D3080-04 /NTP 339.171: En este ensayo tiene como objetivo determinar la resistencia al corte de la muestra del suelo consolidada y drenada, por el método del corte directo.

Consiste en la colocación de la muestra en el dispositivo de corte, la aplicación de una carga normal y la aplicación de la fuerza de corte para hacer fallar la muestra.



Fuente: Laboratorio de Suelos MNS Geotecnia EIRL

DATOS DE LA MUESTRA:

CALICATA: C - 1
 MUESTRA: M - 1
 PROF. (m.): 1.50

CONDICIÓN: ALTERADA Remoldeado (material < Tamiz N° 4)

VELOCIDAD DE CORTE: 0.5 mm/min

ESPECIMEN 1

Altura Inicial: 1.97 cm
 Diámetro del anillo: 6.36 cm
 Área Inicial: 31.72 cm²
 γ_d : 2.100 gr/cm³
 Humedad Inic.: 9.80 %
 Esf. Normal: 0.63 kg/cm²
 Esf. Corte: 0.39 kg/cm²

ESPECIMEN 2

Altura Inicial: 1.97 cm
 Diámetro del anillo: 6.36 cm
 Área Inicial: 31.72 cm²
 γ_d : 2.100 gr/cm³
 Humedad Inic.: 9.80 %
 Esf. Normal: 1.26 kg/cm²
 Esf. Corte: 0.80 kg/cm²

ESPECIMEN 3

Altura Inicial: 1.97 cm
 Diámetro del anillo: 6.36 cm
 Área Inicial: 31.72 cm²
 γ_d : 2.100 gr/cm³
 Humedad Inic.: 9.80 %
 Esf. Normal: 2.52 kg/cm²
 Esf. Corte: 1.63 kg/cm²

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)
0.00	0.00
0.12	0.01
0.24	0.02
0.36	0.03
0.48	0.05
0.60	0.06
0.72	0.08
0.84	0.09
0.96	0.11
1.08	0.12
1.20	0.13
1.40	0.15
1.60	0.17
1.80	0.18
2.00	0.19
2.20	0.21
2.40	0.22
2.80	0.25
3.20	0.27
3.60	0.29
4.00	0.31
4.80	0.34
5.60	0.36
6.39	0.38
7.19	0.39
7.99	0.37
9.59	0.35
11.19	0.34
12.79	0.33
14.39	0.33

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)
0.00	0.00
0.12	0.02
0.24	0.05
0.36	0.07
0.48	0.10
0.60	0.13
0.72	0.15
0.84	0.18
0.96	0.20
1.08	0.23
1.20	0.25
1.40	0.28
1.60	0.31
1.80	0.34
2.00	0.37
2.20	0.39
2.40	0.42
2.80	0.48
3.20	0.53
3.60	0.58
4.00	0.62
4.80	0.69
5.60	0.74
6.39	0.78
7.19	0.80
7.99	0.79
9.59	0.77
11.19	0.76
12.79	0.75
14.39	0.75

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)
0.00	0.00
0.12	0.05
0.24	0.10
0.36	0.13
0.48	0.17
0.60	0.20
0.72	0.23
0.84	0.27
0.96	0.30
1.08	0.34
1.20	0.37
1.40	0.43
1.60	0.48
1.80	0.54
2.00	0.60
2.20	0.65
2.40	0.70
2.80	0.80
3.20	0.90
3.60	0.99
4.00	1.09
4.80	1.25
5.60	1.40
6.39	1.52
7.19	1.60
7.99	1.63
9.59	1.60
11.19	1.57
12.79	1.57
14.39	1.57

OBSERVACIONES:

- 1).-Muestra identificada por el Peticionario
- 2).-Densidad de Remoldeo ($\gamma_d = 2.10 \text{ gr/cm}^3$)



Gladi 21

 GLADIS ZUMAETA TEJADA
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 193693

Fuente: Laboratorio de Suelos MNS Geotecnia EIRL

V. DISCUSIÓN

Discusión 1: Según los resultados obtenidos de la hipótesis general “El diseño de defensa ribereña empleando geoceldas mitigara las inundaciones en el margen izquierdo del río Chillón – Trapiche – Comas, 2019.”, se logró determinar que al emplearse la malla geo sintética llamada Geocelda limitara el desborde del talud de la defensa ribereña ya que esta malla tiene una resistencia a la fluencia y al agrietamiento por exposición al medio ambiente. Estos resultados guardan relación con Aguilar, en su tesis titulada “Comparación Técnica entre el uso de Gaviones y Geoceldas como estructuras de defensa ribereña” llegando a la conclusión que mediante el análisis de resistencia a la erosión y durabilidad demostraron que el recubrimiento favorable para la velocidad de arrastre y las fuerzas de arrastre es la Geocelda con relleno de concreto, finalmente recomienda que se debe considerar las condiciones de mantenimiento que tendrá la estructura durante su vida útil y a su vez que todas las secciones se deben diseñar con un solo revestimiento.

Discusión 2: Según los resultados obtenidos de la hipótesis específica “El diseño de defensa ribereña empleando geoceldas determinara el encauzamiento del río para mitigar las inundaciones en el margen izquierdo del río Chillón ”, se llegó a la conclusión que al realizarse los estudios topográficos se obtuvo como resultado que la zona de estudio es factible al desborde la cual al emplearse la Geocelda será un modo de soporte para la defensa ribereña. Estos resultados guardan relación con Pérez, en su tesis titulada “Encauzamientos de restauración del tramo urbano del río Rímac mediante mediante la aplicación de la bioingeniería” llegando a la conclusión que al describir y documentar la información de los estudios realizados en la aplicación de la bioingeniería como alternativa de restauración y protección para establecer características hidráulica y geotécnica en el tramo urbano del río Rímac, identificando el zonas del desborde y erosión por acción de la escorrentía, evaluando las propuestas de soluciones sobre las bases de desarrollo de modelos hidráulicos y así entender los comportamientos que presenten.

Discusión 3: Según los resultados obtenidos de la hipótesis específica “El diseño de defensa ribereña empleando geoceldas interviene en los regímenes de flujo para mitigar las inundaciones en el margen izquierdo del río Chillón.”, se concluyó que al

realizarse los respectivos cálculos hidráulicos se determinó que el río chillón tiene un flujo laminar ya que va en un solo sentido y a la vez no genera una fuerza de fricción, teniendo, así como óptica solución la implementación de la Geocelda. Estos resultados guardan relación con Flores, en su tesis titulada “Propuesta y análisis de diseño de defensa ribereñas en el río llave zona rural. Santa rosa de Huayllata – llave”, llegando a la conclusión que es necesario la construcción de defensas ribereñas por el alto riesgo de desbordes, para evitar pérdidas agrícolas, económicas, humanas, como consecuencia el atraso del desarrollo para el centro poblado de estudio, además también tener como consideración las características de la baja pendiente del río la cual sería un déficit y la razón de los desbordes del río en el sector.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1: Con respecto al problema general “Diseñar la defensa ribereña empleando geoceldas mitigara las inundaciones en el margen izquierdo del rio Chillón – Trapiche – Comas, 2019”, se logró determinar que la implementación de la Geocelda es factible ya que tiene una resistencia de fluencia 23,46 KN/m, teniendo una elongación de fluencia de 17,20%.

Conclusión 2: Con respecto al problema específico “Diseñar la defensa ribereña empleando geoceldas que determinan el encauzamiento del rio para mitigar las inundaciones en el margen izquierdo del rio Chillón.”, se logró determinar el encauzamiento a través de los cálculos de socavación $Y_s=9\text{m}$ y con un Coeficiente de sección dependiente $a=11,34\text{m}$.

Conclusión 3: Con respecto al objetivo específico “Diseñar la defensa ribereña empleando geoceldas que intervienen en los regímenes de flujo para mitigar las inundaciones en el margen izquierdo del rio Chillón.”, se logró determinar que el tipo de fluido a emplearse es el flujo laminar ya que su resultado es de 1500, la cual es menor a mi parámetro de régimen de transición, obteniendo así mismo mi caudal $Q=28,30\text{m}^3/\text{s}$.

VII.RECOMENDACIONES

Recomendación 1: Se recomienda utilizar la malla geo sintética llamada Geocelda para los trabajos de defensa ribereña ya que tiene una facilidad de instalación y es resistente a la acción del flujo del agua.

Recomendación 2: Se recomienda una Geocelda de buena calidad para la instalación del sistema de protección, ya que esto asegurará la duración de la protección.

Recomendación 3: Así mismo la Geocelda no solo es empleada para defensas ribereñas sino también actualmente son empleadas para las carreteras la cual están rellenas de concreto y tienen propiedades físicas a la resistencia en la pavimentación.

REFERENCIAS

ANDREU, J. 1993. Conceptos y métodos para la planificación hidrológica. Ed. CIMNE. Barcelona, p. 1-391.

ALVA, J y CASTILLO, J. 1993 Peligro Sísmico en el Perú: ponencia presentada en el VII Congreso Nacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones. Lima.

ASHKAR, F., BOBEE, B., RASMUSSEN, P. Y ROSBJERG, D. (1994). A perspective on the annual maximum flood approach to flood frequency analysis. In K.W. Stochastic and Statistical Methods in Hydrology and Environmental Engineering, Vol. 1, Extreme Values: Floods and Droughts, Kluwer, Dordrecht, NL. Ed. Hipel p 3-14.

DAVILA, Dilma. Sistema de alerta temprana ante inundaciones en América Latina. Perú: Soluciones prácticas, 2016. 60pp.
ISBN: 9786124134326

DISEÑO HIDRÁULICO E HIDROLÓGICO DE OBRAS DE INGENIERÍA PARA PROYECTOS VIALES. Vélez, Jorge [et al.]. Colombia: Editorial Blanecolor. 2013. 221 pp.
ISBN: 9789587612875

FATTORELLI, Sergio y FERNÁNDEZ, Pedro. Diseño Hidrológico. 2. da ed. España: Wasa GN, SA. 2011.
ISBN: 9789870527382.

GEOLOGÍA, por Fernández María, [et al.]. España: Editorial Paraninfo S.A. 2014. 486 pp.
ISBN: 9788497328944.

JUÁREZ, Eulalio y RICO, Alfonso. Mecánica de suelos, 2.da ed. México: Editorial Limusa. 2011.
ISBN: 9681811909.

MARTÍN, Juan. Ingeniería de ríos. España: Editorial Alfaomega. 2001. 329 pp.
ISBN: 8483015633

FERRADA, Pedro. Riesgos de desastres y desarrollo. Lima: Soluciones prácticas, 2012. 218pp.

VEN TE CHOW, David. Hidrología aplicada. Maidment, Larry W. Colombia: McGraw-Hill Interamericana, SA. 1994.
ISBN: 9586001717.

ROCHA, Arturo. Introducción a la Hidrología Fluvial. Perú: Universidad Nacional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería civil, 1998.

VILLON, Máximo. Hidráulica de canales. 2. da ed. Perú: editorial Villon 2007.
ISBN: 9978660816.

VILLON, Máximo. Hidrología. Perú: editorial Villon 2002.lima Perú.

VILLON, Máximo. Diseño de estructuras hidráulicas. 2. da ed. Lima-Perú: editorial Villon, 2002. 187 pp.

INUNDACIONES, Ministerio de agricultura. Autoridad nacional del agua. 2009.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, plan de prevención ante la presencia de fenómenos naturales por inundaciones, deslizamientos, huaycos y sequias. Perú: Anexo, 2009

Aparicio, F. 1995. Fundamentos de hidrología de superficie. Ed. Limusa. México.

BREÑA, A. y JACOBO, M. 2006. Principios y Fundamentos de la Hidrología Superficial. México. 289 p.

- BUSTAMANTE, JM. 2010. Estudio de encauzamiento y defensas ribereñas en el río Chancay-Lambayeque sector centro poblado "Rinconazo" Tuman. Tesis Ing. Lambayeque, UNPRG. 148p.
- CAMPOS, D. Y GÓMEZ DE LUNA, R. 1990. Procedimiento para obtener curvas i-d-Tr a partir de registros. Revista Ingeniería Hidráulica. Ed. 2. México, p. 39-52.
- CRUDEN, 1991. Landslides in the Hillside development in the Hulu Kland, Klnag Valley by Farisham Abu Samah. 150 p.
- DE MATTEIS, A. 2003. Geología y Geotecnia: Estabilidad de Taludes. Argentina.
- ESCUADERO, J. 2011. Defensas ribereñas con Geosintéticos y Gaviones. CIDELSA. Lima.
- GARCÍA, J. 1978. Hidrología. Santa Fe de Bogotá.
- GEOPRODUCTS. 2011. Guía de Diseño e Instalación de Geoceldas 3D para Control de Erosión. Consultado 28 Septiembre 2014. Disponible en <http://www.geoproducts.org/editoruploads/documents/Spanish%20Docs/Manual%20Control%20de%20Erosi%C3%B3n.pdf>.
- GUMBEL, E.J. 1941. The return period of flood flows. En: "The Annals of Mathematical Statistics". p. 163-190.
- CENTRO DE ESTUDIOS HIDROGRÁFICOS (CEDEX). Información de las variables meteorológicas, además de una extensa bibliografía e informes hidrológicos. Consultado 12 de junio de 2013. Disponible en <http://hispagua.cedex.es/>

CHOW, V.T., MAIDMENT, D. Y MAYS, L. 1988. Hidrología Aplicada. Ed. McGraw-Hill, Santa Fe de Bogotá, p.361-387.

CHOW, VT., MAIDMENT, D. Y MAYS, L. 2000. Hidrología Aplicada. Colombia, Ed. Nomos S.A. 584 p.

CORPORACIÓN TECNOLÓGICA DE DESARROLLO (CTD). s.f. Estructuras de contención en Gaviones, recomendación para el diseño ejecución y control.

CRUDEN, 1991. Landslides in the Hillside development in the Hulu Kland, Klnag Valley by Farisham Abu Samah. 150 p.

HAMMER, M.J. Y KENNETH, A. 1981. Hydrology and Quality of Water Resources. Ed. John Wiley & Sons. New York.

HERAS, R. 1972. Manual de Hidrología. Ed. Escuela de Hidrología de Recursos Hidráulicos. Madrid

HERAS, R. 1976 Hidrología y Recursos Hidráulicos. Instituto de Hidrología y Recursos Hidráulicos. Madrid.

HIGUERA, C. H. Y PÉREZ G. 1989. Socavación en Puentes. Análisis, Prevención y Rehabilitación. Tomos I y II. Ministerio de Obras Públicas y Transporte. Colombia, Universidad del Cauca.

JUÁREZ, E Y RICO, A. 1998. Mecánica de Suelos Fundamentos de la mecánica de suelos. Volumen I. 3 ed. México, Ed. Limusa S.A. 642 p.

JUÁREZ, E Y RICO, A. 2003. Mecánica de Suelos. Volumen II. México, Ed. Limusa S.A. 413 p.

KAZMANN, R.G. 1974. Hidrología Moderna. Ed. CECSA. México.

LINSLEY, KOHLER Y PAULUS. 1997. Hidráulica para ingenieros. Ed. Mc. Graw-Hill.

México, D.F.

MACCAFERRI. 2013. Estabilización y revegetación de taludes en quebrada El Blanquillo, Sartimbamba – La Libertad.

MARTÍN V, J. P. 1997. Ingeniería Fluvial. Ed. Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES DEL PERÚ. 2008. Manual de especificaciones Técnicas generales para construcción de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES DEL PERÚ (a). 2010. Estudio de Factibilidad del Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Villa Rica – Puerto Bermúdez.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES DEL PERÚ (b). 2010. Estudio Definitivo para la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Chongoyape - Cochabamba – Cajamarca

ANEXOS

MATRIZ OPERACIONAL			
F. del Problema	Objetivos	Hipotesis	Variables
<u>General</u>	<u>General</u>	<u>General</u>	<u>Independiente</u>
¿De que manera el diseño de defensa ribereña empleando geoceldas mitigará las inundaciones en el margen izquierdo del rio Chillon - Trapiche - Comas, 2019?	Determinar de que manera el diseño de defensa ribereña empleando geoceldas mitigará las inundaciones en el margen izquierdo del rio Chillon - Trapiche - Comas, 2019.	El diseño de defensa ribereña empleando geoceldas mitigará las inundaciones en el margen izquierdo del rio Chillon - Trapiche - Comas, 2019.	Diseño de Defensa Ribereña empleando geoceldas
F. del Problema	Objetivos	Hipotesis	Variables
<u>Especificos</u>	<u>Especificos</u>	<u>Especificos</u>	<u>Dependiente</u>
¿Cómo el diseño de defensa ribereña empleando geoceldas determinará el encauzamiento del rio para mitigar las inundaciones en el margen izquierdo del rio Chillon?	Estimar como el diseño de defensa ribereña empleando geoceldas determinará el encauzamiento del rio para mitigar las inundaciones en el margen izquierdo del rio Chillon.	El diseño de defensa ribereña empleando geoceldas determinará el encauzamiento del rio para mitigar las inundaciones en el margen izquierdo del rio Chillon.	Mitigar Inundaciones
¿De que manera el diseño de defensa ribereña empleando geoceldas interviene en los regimenes de flujo para mitigar las inundaciones en el margen izquierdo del rio Chillon?	Determinar de que manera el diseño de defensa ribereña empleando geoceldas interviene en los regimenes de flujo para mitigar las inundaciones en el margen izquierdo del rio Chillon.	El diseño de defensa ribereña empleando geoceldas interviene en los regimenes de flujo para mitigar las inundaciones en el margen izquierdo del rio Chillon.	

MATRIZ DE CONSISTENCIA

F. del Problema	Objetivos	Hipotesis	Variables	Definición Conceptual	Definición de Operación	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Metodología
General	General	General	Independiente	Las geoceldas son un tipo de geosintéticos que permiten el efecto del compuesto celda-concreto ofrezca un efecto semi rotulación multiaxial, que permite disponer de losas de concreto flexibles. Esto hace ideal para la construcción de pantallas antisocavantes y protección de taludes contra la erosión de los ríos, cauces y quebradas (Linares, 2017, pag.6)	El diseño de defensa ribereña empleado con geoceldas tienen como dimensiones: Análisis Hidrológicos, estabilidad y sistema de protección. Para ello se harán las mediciones mediante los indicadores y se realizará por medio de evaluaciones, estudio de laboratorio y cálculos.	Topografía	*Levantamiento topográfico	Equipos: TEODOLITO / ESTACION TOTAL	TIPO DE INVESTIGACION: Aplicada NIVEL DE INVESTIGACION: Explicativa DISEÑO DE INVESTIGACION: Experimental POBLACION: 5,094Km del margen izquierdo del río Chillón MUESTRA: Zona de estudio 740 a 920Km del margen izquierdo del río Chillón. INSTRUMENTO: Instrumento de recolección de datos en campo
						Ensayos de mecánica de suelos	*Análisis Granulométrico *Clasificación de Suelos (SUCS-AASHTO) *Índice de plasticidad *Contenido de Humedad *Proctor modificado *Corte directo	ASTM D-2488 AASHTO	
						Estudio Hidrológico	* Información cartográfica y pluviométrica * Tiempo * Estimación del Caudal	SENAMHI (Ley N° 24031) Encargada de supervisar las actividades meteorológicas	
						Estabilidad de Defensa Ribereña	* Talud * Pendiente * Relieve	NORMA CE. 020. Estabilización de suelos y taludes	
						Sistema de Protección de la defensa ribereña con Geocelda	*Geocelda	ENSAYOS: - Deformación permanente - Resistencia a la tracción - Durabilidad	
F. del Problema	Objetivos	Hipotesis	Variables	Definición Conceptual	Definición de Operación	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	
Específicos	Específicos	Específicos	Dependiente	Las inundaciones es la ocupación por parte del agua de zonas o regiones que habitualmente se encuentran secas; estas son producidas por diversas causas ya sea naturales como las lluvias, oleajes o deshielo, o por causas no naturales como roturas de presas. (Coral, 2008, pag. 20)	Las inundaciones tienen como dimensión: el desborde del río. Para ello se harán las mediciones mediante los indicadores y se realizará por medio de evaluaciones, estudio de laboratorio y cálculos.	Encauzamiento del río	* Zonas de Inundación	Norma E030. Diseño sísmoresistente (Tipo de zona y la clasificación del suelo)	
							* Tirante Hidráulico		
			Mitigar Inundaciones			Regímenes de Flujos	*Laminar *Turbulento	Calculo del Número de Reynolds	

FOTOS DEL ESTUDIO TOPOGRÁFICO Y LA ZONA DE ESTUDIO

AV. SAN CARLOS



MARGEN IZQUIERDO DEL RIO CHILLON



FOTOS DE LAS MUESTRAS PARA LOS ENSAYOS DE SUELOS



Fuente: Elaboración propia

FOTOS DEL ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS EN EL LABORATORIO



Fuente: Elaboración propia



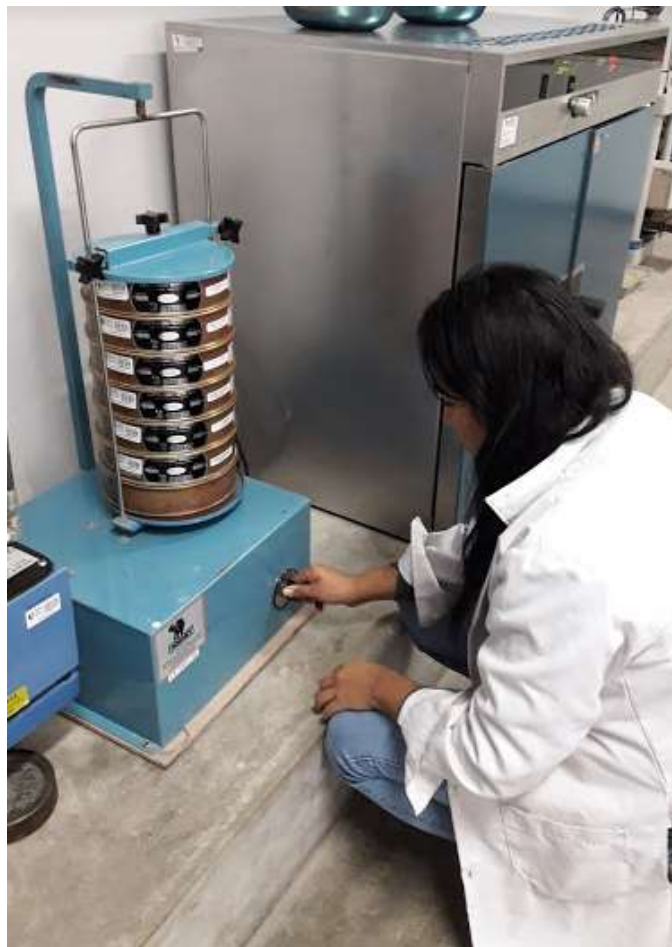
Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



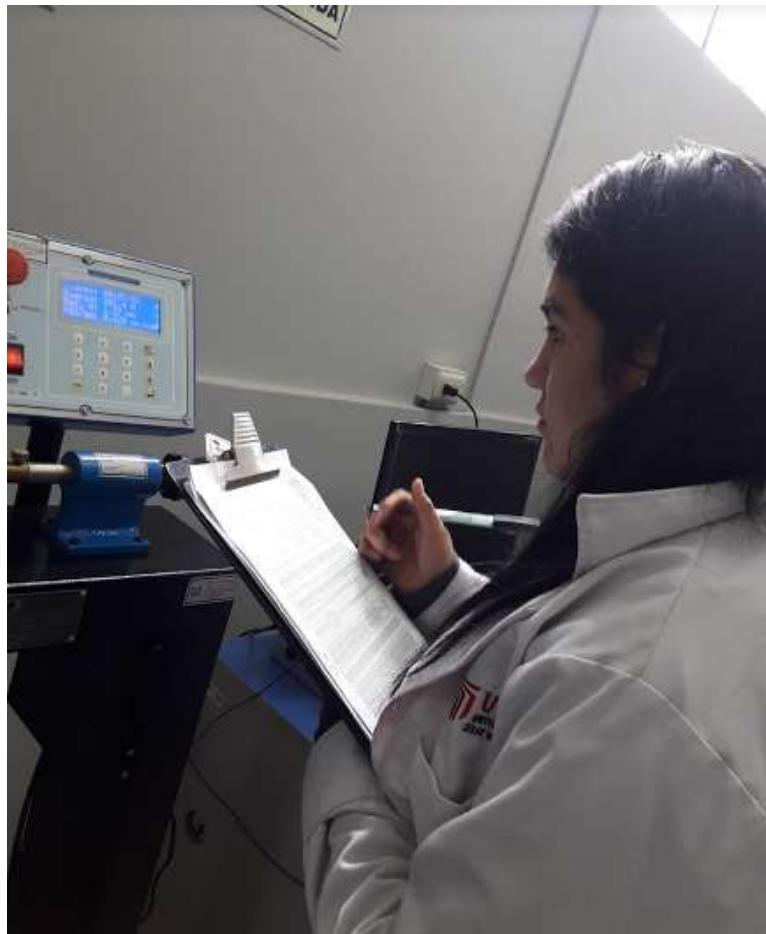
Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

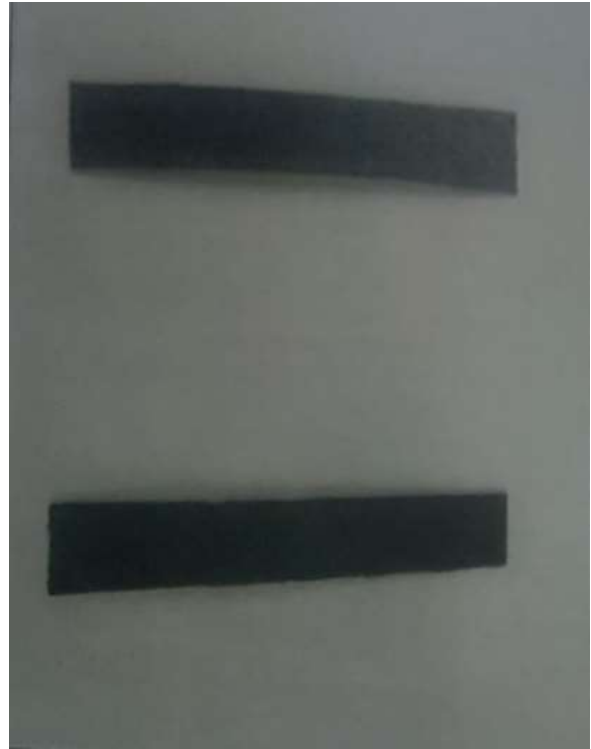


Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

FOTOS DE LOS ENSAYOS DE GEOCELDA



Fuente: Elaboración propia



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, VILLEGAS MARTÍNEZ, CARLOS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada. "DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA EMPLEANDO GEOCELDAS PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES — MARGEN IZQUIERDO DEL RIO CHILLÓN — TRAPICHE — COMAS, 2019", cuyo autor es FERNÁNDEZ MIGUEL LADY JHANDIRA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 8% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 15 de diciembre del 2019

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
VILLEGAS MARTÍNEZ, CARLOS ALBERTO DNI: 08584295 ORCID: 0000-0002-4926-8556	