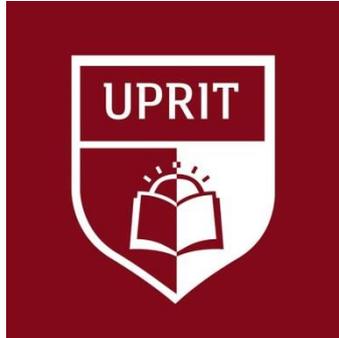




**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**TITULO:**

“BASES TEÓRICAS SOBRE ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN  
RIBEREÑA DEL RIO RÍMAC EN EL DISTRITO DE SAN JUAN DE  
LURIGANCHO, 2017”.

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**  
**PARA OPTAR EL GRADO DE**  
**BACHILLER**

**AUTOR:**

**FREDY GARCÍA ARANIBAR**

**TRUJILLO – PERÚ**

**2018**



**HOJAS DE FIRIMAS**

---

**PRESIDENTE**

---

**SECRETARIO**



## INDICE GENERAL

Hoja de Firmas.....	i
Índice.....	ii
Resumen.....	iv
Abstrac.....	v

### CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Delimitación del problema que motiva el estado del arte.....	6
1.1.1. Formulación del problema.....	8
1.2. Justificación del Tema.....	8
1.3. Objetivos general.....	10
1.4. Procedimientos metodológicos seguidos.....	10
1.4.1. Técnica de recolección de información.....	10
1.4.2. Técnicas de procesamientos.....	10

### CAPITULO II.

#### RESULTADOS RESPECTO A LOS ANTECEDENTES, ESTADO

DEL ARTE O ESTADO DE LA CUESTIÓN.....	12
2.1. Antecedentes nacionales.....	12
2.2. Antecedentes internacionales.....	15
2.2.1 El fenómeno de la erosión y los revestimientos.....	18
2.2.2. Alternativa de Protección con Gaviones.....	19
2.2.3 Geoceldas.....	23



2.3.	Teorías del proceso constructivo.....	26
2.3.1	Parámetros Hidrológicos.....	27
2.3.2	Parámetros Geotécnicos.....	27
2.3.3	Parámetros Hidráulicos.....	28
2.3.4	Defensa Ribereña.....	28
2.4.	Procedimientos metodológicos seguidos.....	29
2.5.	Definición de términos básicos.....	43
CAPITULO III: CONCLUSIONES.....		44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		45



## RESUMEN

En el presente estudio se trató el tema de los tipos de alternativas de métodos constructivos para protecciones ribereñas, con el propósito de ampliar la información sobre protecciones ribereñas ya que la realidad problemática de este estudio es las manifestaciones de invasiones de aguas provenientes del río Rimas con lo que tuvo antecedentes de años posteriores, perjudicando a la población de derrumbes de sus viviendas y diversas problemáticas ambientales como afectaciones materiales y económicas que tuvo que afrontar los pobladores, ya que el gobierno local no busca alternativas de solución, en este estudio se pretende lanzar alternativas de solución dando a conocer el uso de gaviones y geotextiles con métodos construcción recientes para proponer su uso en construcción de barreras ribereñas que en un futuro podría ser de mucha utilidad ante cualquier desastre natural.

Se buscó recopilar información de fuentes teóricas, estudios de otros antecedentes, base de datos de lugar de los hechos, se plantea este estudio sea de tipo descriptivo, correlacional de nivel cualitativo básico.

Para los resultados se plantea usar técnicas de encuestas y entrevistas para luego procesar la información.

Palabras clave: Método constructivos, Gaviones, Geosintéticos.



## ABSTRAC

In the present study, the topic of alternative types of construction methods for riparian protections was discussed, with the purpose of expanding the information on riparian protections since the problematic reality of this study is the manifestations of invasions of waters from the river rims with what had antecedents of later years, harming the population of landslides of their houses and diverse environmental problems like material and economic affectations that had to face the settlers, since the local government does not look for alternatives of solution, in this study it is intended to launch solution alternatives making known the use of gabions and geotextiles with recent construction methods to propose their use in construction of river barriers that in the future could be very useful in the face of any natural disaster. We sought to gather information from theoretical sources, studies of other background, database of the place of the facts, this study is considered to be descriptive, correlational type of basic qualitative level. For the results, it is proposed to use survey and interview techniques to process the information later.

**Key words:** Constructive method, Gabions, Geosynthetics.

## CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Delimitación del problema que motiva el estado del arte

En los últimos años en la ciudad de Lima se ha observado un proceso de urbanización acelerado y desordenado, ligado a varios aspectos, social, económico, ambiental. En este crecimiento se han consolidado varios barrios que se caracterizan por la informalidad tanto en la ocupación del suelo, en algunos casos acceden a los suelos residuales, eriazos, de la misma manera en el sistema constructivo con mayor énfasis en las zonas periféricas, esta modalidad de acceso al suelo ha generado diversos cuadros críticos de vulnerabilidad uno de los cuales es los pobladores del margen izquierda el Rio Rímac en el cercado de lima.

Desde el año 2005, la ciudad de Lima metropolitana es considerada la región de mayor desarrollo ya que alberga una concentración de pobladores más pobres del país, esta concentración a los ojos del mundo nos hace ver como una de las ciudades más vulnerables de América latina, pues sus habitantes se encuentran en permanente riesgo, ya sea físico, ambiental, y social. Estas condiciones se agravan debido a la ubicación geográfica de la capital del Perú a través del proceso de subducción de la placa de nazca (oceánica) bajo la placa sudamericana (continental) que genera terremotos de magnitud elevada con efectos destructivos, por su ubicación en la zona denominada cinturón de fuego del pacífico. Lima es una de las ciudades con gran historial de sismos. Por otro lado otra problemática latente se suma el aspecto ambiental ya que en estos últimos años se han incrementado los fenómenos hidrometeorológicos según el informe de la Comunidad Andina del cambio climático (CAN-2009) el 71% de los registros de desastres locales reportados en los últimos 37 años, existen amenazas asociadas al clima, en particular eventos como inundaciones y deslizamientos ha significado la afectación de medios de vida destruidos y daños materiales, afectando mayormente a las poblaciones más pobres, siendo el sector agropecuario uno de los más afectados, poniendo en riesgo los ecosistemas, la



seguridad alimentaria, y el desarrollo económico y social. Así mismo producto del cambio climático, los ecosistemas más importantes están amenazados, se prevé la desaparición de los glaciares de los Andes, lo que modificaría el calendario e intensidad de la agua y provocaría estrés hídrico; que se considera como una amenaza para esta ciudad construida en una zona desértica lo que representaría un alta vulnerabilidad. Si relacionados los fenómenos sísmicos, con los fenómenos naturales climáticos llámese fenómeno del Niño costero, la niña, etc. Podría causar un impacto negativo en las poblaciones más vulnerables, como destrucción de viviendas, invasiones fluviales de los ríos a las casas, carreteras, deslizamientos de los cauces de los ríos, impacto en la salud, traer pandemias como el cólera, impacto en la sociedad como, estrés emocional, depresión, sufrimiento y dolor.

Durante el periodo 2017, en la ciudad de Lima, en el distrito de San Juan de Lurigancho, específicamente en Malecón checa, se ha presentado innumerables inundaciones, que ha invadido casas, jardines, calles, convirtiéndose en zona no transitable por los pobladores, la causa sería el desborde del Río Rímac, ya que producto del alto cauce fluvial de las inundaciones por los fenómenos naturales climáticos, hizo detonar el río huaycoloro trayendo arrastre de las aguas que desembocó al Río Rímac, este a su vez logró colapsar las ribereñas, logrando desbordarse para la zona de Campoy y Malecón checa.

De acuerdo a los antecedentes existentes de invasión de ríos a las viviendas locales que se ha ido visualizando en estos últimos años, la Autoridad nacional del agua (ANA) informó que existen más de 868 zonas ribereñas deterioradas en el país. A ello es nuestro propósito encontrar alternativas de protección a estas ribereñas, en busca de la solución adecuada. Cidelsa, (2016), empresa experta en soluciones de ingeniería civil, recomendó construir defensas ribereñas con gaviones y geosintéticos. Dichos productos son materiales flexibles que se adecúan a la geografía del lugar, reducen la presión de los ríos y son más resistentes que las edificadas con concreto. El colapso de las defensas ribereñas hechas con concreto, se debe en gran parte a la no disipación de la fuerza de las corrientes en el nivel inferior de la estructura, lo que debilita los márgenes de las estructuras rígidas y termina desbordando el río. Esta problemática no sucede

con los sistemas de protección construidos con gaviones y geosintéticos. ya que consiste en la suma de varios elementos como son gaviones convencionales y de forma de colchón, geomallas, geocolchones y geotextiles.

Esta alternativa podrá ser proyectada en esta investigación y dará paso a otros estudios que desean profundizar en la ambigüedad informativa, así mismo podrá servir como bases para otros estudiantes de ingeniería civil que deseen ampliar la investigación en el uso de Gaviones y geo sintéticos para proteger las ribereñas.

### **1.1.1. Formulación del problema.**

#### **Pregunta general**

¿Cuáles son las alternativas de protección ribereña del Rio Rímac para evitar desbordes que afecten viviendas en el distrito de San Juan de Lurigancho, periodo 2018?.

#### **Preguntas específicas**

¿Cómo es el método constructivo de las alternativas de protección ribereña del Rio Rímac en el distrito de San Juan de Lurigancho, periodo 2018?

¿Cuál es la alternativa del uso de gaviones y geo sintéticos para la protección ribereña del Rio Rímac en el distrito de San Juan de Lurigancho, periodo 2018?

¿De qué manera el uso de gaviones y geo sintéticos ofrece ventajas para la protección ribereña del Rio Rímac en el distrito de San Juan de Lurigancho, periodo 2018?

## **1.2. Justificación del Tema**

### **Justificación teórica**

Esta investigación se justifica teóricamente ya que reafirma las bases teóricas del uso de geoceldas o geo sintéticos que se utilizan para mejorar las condiciones del suelo, que originalmente fueron desarrollados por el

cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (USACE) (webster Alford, 1 977). Esta consistencia está basada en celdas formadas mediante tiras lamínales de polietileno de alta densidad (HDPE) o polietileno (PE) unidas mediante soldadura ultrasónica en los anchos de las tiras. (Chen, Chiu, 2007)

Así mismo, para el uso de gaviones en una estructura será mediante combinaciones de mallas de cable y rocas de relleno, de este tipo de estructuras existen diversas patentes donde cada fabricante o distribuidor puede manejar diversas definiciones y criterios particulares para sus productos, sin embargo pueden coincidir muchas características. Entre las más resaltantes destacan, Monolitismo, flexibilidad, permeabilidad, durabilidad, versatilidad, integración, todas estas combinaciones se usan para las siguientes aplicaciones diques, espigones, encauzamiento de ríos, muros de contención, revestimiento de canales, en diferentes tipos de defensas ribereñas y muros ornamentales. (Nermal,2012)

Estas dos variables en relación a nuestro estudio hacen referencia solo al uso de gaviones como parte de un revestimiento de canal de un sistema de defensa ribereña. Los componentes y la distribución de estos dependen de uso que se dé a las geo celdas, como se mencionó con anterioridad se aplicará el uso de estos con la finalidad de otorgar una mayor capacidad portante a los suelos, sin embargo en la actualidad aparecen nuevas técnicas de fabricación y se ha diversificado el uso de estas en la ingeniería civil. (Presto, 2000)

De esta manera los beneficiarios directos vendrían ser los investigadores que desean ampliar esta información y lleven a concretar sus propósitos en la aplicación de estas dos variables, se podría lograr un beneficio común a la problemática narrada en este estudio que es la invasión de aguas del Rio Rímac en el distrito san juan de Lurigancho, en beneficio de los pobladores afectados, que desde tiempos muy remotos no se logra subsanar estas deficiencias en dicho Distrito.

### **Justificación Legal**

La investigación ha tomado de referencia la gestión de riesgo de desastres (GRD) en el Perú, que se ampara en la ley Sinagerd (ley N° 29664), desde el 19 de febrero del 2011 que señala que la GRD tiene las siguientes características, es transversal, participativo, descentralizado, sinérgico, debe identificar y reducir los riesgos de desastres. Evita la generación de nuevos riesgos. Prepara respuesta rehabilitación y reconstrucción ante situaciones de emergencia de desastres, esta Ley del Sinager busca definir las competencias de cada una de las instituciones que tienen que ver con la gestión del riesgo, INDECI y el CENEPRE.

### **1.3. Objetivo General**

Determinar las bases teóricas sobre alternativas de protección ribereña del Río Rímac para evitar desbordes que afecten viviendas en el distrito de San Juan de Lurigancho, periodo 2018.

### **1.4. Procedimientos metodológicos seguidos**

#### **1.4.1. Técnica de recolección de información.**

Como técnica fue empleada la matriz de datos para esta investigación, recolectando información de revistas científicas, publicaciones, tesis, así como textos en internet que corresponden a las variables de este estudio, para recopilar los métodos constructivos en uso de gaviones y geosintéticos (2017) y procedemos a mostrar las aplicaciones, ventajas y características que desarrolla en el involucramientos de las bases teóricas.

#### **1.4.2. Técnicas de procesamientos**

##### **Instrumento.**

El instrumento de recolección de datos es la matriz de datos que se encuentra como anexo al presente trabajo (Ver Anexo), donde se consigna la información obtenida de la revisión de las publicaciones referidas al tema. Una de las fuentes de información, son todas las tesis públicas y publicaciones referidas al mantenimiento y rehabilitación de pavimentos.



Las normas internacionales como la ASSHTO y ASTM quienes son las instituciones de estandarizar cada procedimiento y práctica en tratamiento de base estabilizada. Son fundamentales su aporte para el logro de ensayos de calidad; Entre otras y algunas definiciones ya establecidas en el manual de la gestión de riesgo de desastres (GRD) en el Perú, que se ampara en la ley Sinagerd (ley N° 29664), desde el 19 de febrero del 2011 que señala que la GRD tiene las siguientes características, es transversal, participativo, descentralizado, sinérgico, debe identificar y reducir los riesgos de desastres.

## CAPITULO II.

### RESULTADOS RESPECTO A LOS ANTECEDENTES, ESTADO DEL ARTE O ESTADO DE LA CUESTIÓN

#### 2.1. Antecedentes Nacionales

**Aguilar D. (2016)** en su estudio titulado, “Comparación técnica entre el uso de gaviones y geoceldas como estructura de defensa ribereña”, cuyo objetivo fue, Identificar las variables técnicas que permitan comparar el comportamiento de los sistemas de revestimiento contra la erosión de colchones de gaviones y de geoceldas con relleno de concreto en el proyecto de defensa ribereña del rio zarumilla, así mismo comparar los resultados del análisis de las variables técnicas definidas y establecer, en base a esta comparación, el revestimiento contra la erosión más adecuado para el proyecto de defensas ribereñas en el rio zarumilla.

En la metodología de la investigación se usó el enfoque cuantitativo, ya que se basó en una realidad contextualizada y se comparó datos de medición numérica, siguiendo un proceso no experimental, los resultados se basaron en datos estadísticos de medios de investigación anteriores. El alcance es explicativo se busca recopilar información para sustentar y comparar las variables establecidas. La población del caso del proyecto de defensas ribereñas del rio zarumilla y lo establecido por la recopilación del marco teórico, los instrumentos empelados fue revisión bibliográfica en libros, artículos de investigación, bases de datos, expedientes técnicos, guías de diseño.

De los resultados se dijo, que al comparar los resultados de ambos revestimientos se determina que ante las condiciones de velocidad y esfuerzo de arrastre expuestos tienen la capacidad de resistir de manera adecuada. Aunque las geoceldas demuestran tener características superiores a los colchones de gaviones, el análisis no debe quedar de esta manera y , a continuación, se presentaran observaciones complementarias respecto a la durabilidad y la resistencia a la erosión. La durabilidad de las grandes obras de defensas ribereñas es una necesidad, debido a que el efecto de las inundaciones sobre las poblaciones es catastrófico. Del mismo modo, el uso intensivo de recursos para construcción de estas estructuras significa

también una alteración, en muchos, casos no recuperable del medio ambiente (Zevengergen, et al, 2010). Es por esto que se debe elegir la estructura que este mejor concebida en cuanto a resistencia a la erosión y garantice la mayor durabilidad, en este caso, según el análisis son las geoceldas con relleno de concreto. De esta manera en sus graficas se mostró los valores de las magnitudes actuantes y resistentes según los parámetros analizados. Para cada revestimiento corresponde una respectiva magnitud de resistencia, mientras que ambos revestimientos serán afectados por las mismas condiciones de los parámetros como magnitudes actuantes. Así mismo, se muestra el cociente entre la magnitud resistencia y la actuante en cada tipo de revestimiento.

En las conclusiones se dijo, que habiendo se comparado el resultado del análisis de las variables identificadas y se ha determinado que las geoceldas con relleno de concreto son el revestimiento más adecuado para funcionar como sistema de protección en el proyecto de defensas ribereñas del Rio Zarumilla. Así mismo, mediante la recopilación de información se ha logrado establecer el marco teórico que defina ambas estructuras. También se ha recopilado los criterios de dimensionamiento de estructuras de revestimiento de colchones de gaviones y de geo-celdas con relleno de concreto para la defensa contra erosión ribereña. De esta manera, se ha identificado adecuadamente las variables y mediante los criterios establecidos se ha efectuado el dimensionamiento de la sección típica de ambos recubrimientos. (p.104)

**Evangelista K (2017)** en su tesis titulada, “Identificación de zonas inundables y propuesta de defensa ribereña del sector Salinas km 89 en el rio Chancay – 2017”, cuyo objetivo fue, objeto identificar las zonas de desborde en el sector de Salinas - Distrito de Chancay - Provincia de Huaral - Lima para así poder dar una propuesta de defensa ribereña para lograr el objetivo que es Identificar zonas inundables y propuesta de defensa ribereña del sector de Salinas km 89 en el rio Chancay – 2017.

La metodología fue de tipo aplicada, nivel explicativo y de diseño no experimental de corte transversal, es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para así posteriormente ser analizados y es transversal porque la recolección de datos

en un solo momento, en un tiempo único, así también el instrumento que nos permitió recolectar los parámetros para el estudio de socavación obtenido mediante la inspección en campo y un modelamiento hidráulico en el software Hec-Ras.

De los resultado se dijo, según flores genera un Angulo de fricción es  $42^\circ$  que conlleva a obtener una capacidad portante  $223.61 \text{KN/m}^2$  utilizando el método Terzaghi para hallarlo mientras lo calculado genero un ángulo de fricción de  $32.3^\circ$  que conlleva a obtener otra capacidad  $53.12$  método Terzaghi, con un coeficiente de variación de  $\pm 0.02$ , del mismo modo el análisis para el coeficiente da como resultado una estabilidad aceptable, sin embargo ante una sobrecarga al terreno natral podría en el fondo del cauce y así provocar deformaciones. Es decir, el diseño planteado evitara el desborde del rio chancay del sector de salinas donde existen poblaciones aledañas y tierras de cultivo que están en peligro inminente ante un evento de la crecida y desborde del rio por causa del fenómeno del niño. En consecuencia, este trabajo identificara las zonas críticas y propondrá la defensa más adecuada en beneficio de la población del sector de salinas km 89. En el diseño y los materiales empleados pueden modificarse en su construcción, fundamentalmente a la función que realiza.

En las conclusiones se dijo, que para determinar los parámetros hidrológicos dependerán de los datos que se tienen del lugar, por ello el método que se usó para el análisis estadístico fue el método de Gumbel con el que se determinó que el caudal es  $147.03 \text{ m}^3/\text{s}$  para un periodo de retorno de 100 años el que nos indica que cada año va aumentando esto hace crea la probabilidad de mayores zonas inundables, esto conlleva que para la propuesta la altura del muro debe ser mayor que la posible avenida obtenida, según el resultado logrado los parámetros geotécnicos del lugar se logró calcular la capacidad portante sabiendo que se debe cumplir que  $Q_{adm} > F$ , por lo que se obtuvo que  $F = 5040 \text{ kg/m}^2$ . Por parte del terreno tenemos:  $Q_{adm} = 8061 \text{ kg/m}^2$  con lo que nos garantizamos el comportamiento adecuado del terreno, esto conlleva que para la propuesta saber qué protección de talud se debe usar y el recubrimiento sé que usara por la ubicación es ambiental mente rural por lo tiene baja corrosión. (p.195)

## 2.2. Antecedentes Internacionales

**Morataya L. (2011)** en su estudio titulado “sistema de tierra armada con geomalla” (Procedimiento de diseño y evaluación de estructuras existentes”, cuyo objetivo fue, analizar el diseño y método constructivo de estabilización de suelos, utilizando el sistema de tierra armada con uso de geomallas en dos proyectos existentes en Guatemala. Recopilar información de sistemas constructivos de tierra armada, sus características, beneficios, ventajas y desventajas.

El método que se empleó en este estudio fue, el programa estructural Mac Start 2000 , donde se analizó y diseño el sistema de gaviones con cola, como muro formado por bloques monolíticos que integran la estructura de retención. Estos bloques deben presentar una secuencia geométrica de pendiente media superior o igual a setenta grados. Se dio el seguimiento de la construcción del sistema Terramesh mediante una serie de visitas de campo dando seguimiento a las medidas de instalación del sistema, obteniendo así un óptimo funcionamiento de estabilización. Así mismo, por medio del programa Mesa Pro se analizó y diseño el sistema de muro mesa, con corte transversal típico vertical, por medio de la estabilidad interna; cuando la superficie de rotura discurren integralmente por el macizo reforzado con geomallas y la estabilidad externa; cuando las superficies de falla no cortan las zonas de macizo reforzado, dando un factor alto de seguridad tanto en ejecución de la obra como durante su uso. El aspecto de seguimiento de obra se dio mediante visitas de campo durante su proceso constructivo, resaltando la importancia sobre calidad de materiales, detalles de instalación y seguridad en la obra.

En las conclusiones se dijo, que el uso de polímeros para fabricar geosintéticos permite obtener materiales con alta resistencia a la tensión utilizados para el refuerzo y estabilización de taludes controlando así deformaciones en los suelos, existen diferentes tipos de geosintéticos dentro de ellos geomallas como son las construidas, mono orientadas, y bio orientadas proporcionan un confinamiento lateral y fricción, o interacción con el suelo aumentando la resistencia de la masa a estabilizar. Y generar así menos impacto ambiental pues usan materiales locales en situaciones ideales para cauces de ríos. (p.157)

**Rodríguez O. (2016)** en su investigación titulada, “Estandarización de técnicas de diseño y construcción de muros de tierra reforzada con llantas de desecho”, cuyo objetivo fue, plantear y estandarizar una técnica de diseño y construcción de muros de tierra reforzada con llantas de desecho que permitan la regularización. Determinar las diferentes técnicas existentes de diseño y construcción de muros de tierra reforzada con llantas de desecho para estandarizarlas. Construir un equipo de corte directo para calcular experimentalmente los esfuerzos internos de los muros de tierra reforzada con llantas de desecho.

Los métodos usados fueron, el trabajo de grado inicia con una revisión del estado del arte, que consistió en la revisión de artículos, tesis de pregrados, tesis de Maestrías y tesis de Doctorados, libros técnicos y publicaciones, donde se hubiera estudiado el diseño y la construcción de muros de tierra reforzados con llantas de desecho. La información fue consultada en memorias de congresos, seminarios nacionales e internacionales, y en publicaciones técnicas, haciendo uso de las bases, las cuales se disponen de datos para este trabajo. Con el fin de alcanzar el objetivo del proyecto de grado, se propone un método de trabajo paso a paso que permite optimizar el tiempo para alcanzar los objetivos planteados, los pasos se describen a continuación, Determinar las diferentes técnicas existentes de diseño y construcción de muros de tierra reforzada con llantas de desecho para estandarizarlas. Diseñar y construir un equipo de corte directo para calcular las propiedades del conjunto de material de lleno con las llantas de desecho. Normalizar los datos obtenidos en el ensayo de corte directo y plantear una ecuación que permita determinar el número de conectores por metro cuadrado. Proponer una metodología de diseño para los muros de tierra reforzada con llantas de desecho. Proponer los lineamientos de los usos de las técnicas de diseño y construcción de los muros de tierra reforzada con llantas de desecho. Determinar las conveniencias de los usos de estructuras de tierra reforzada con llantas de desecho, en las prácticas ingenieriles. Crear una herramienta de cálculo que permita diseñar los muros de tierra reforzada con llantas de desecho.

De los resultados se dijo, que esta investigación describe la técnica para la estabilización de taludes por medio de llantas de desecho, ayudando por medio de este método a la contribución con el medio ambiente ya que es una buena solución para mitigar los grandes depósitos de llantas que hay en Colombia y en el mundo,

puesto que estos acumulamientos de llantas constituyen una problemática de salud pública, por lo que son una fuente de cultivo para los mosquitos y otros vectores que propagan enfermedades. También está compuesto por una serie de ejemplos aplicativos que se han desarrollado en diferentes zonas del departamento de Antioquia y los procesos que estos han tenido a través del tiempo; resaltando que esta solución es muy práctica y económica debido a que son fáciles de construir y el 90% de personal que interviene es no calificado, esta alternativa a su vez comparada con otros sistemas constructivos de contención es menos costosa y cumple con los estándares de seguridad que tienen los muros en concreto reforzado, de tierra armada con geotextil, de geomallas y de gaviones.

En las conclusiones se dijo que, con la construcción del equipo de corte directo a gran escala va a permitir establecer parámetros de resistencia de suelos cohesivos y granulares, lo que significa que el nuevo equipo de corte no tiene limitante en cuanto al tipo de suelo y al tamaño de las partículas que se tenga que analizar mediante ensayos de corte directo. Ya que el uso del geotextil y de las geomallas en la construcción de muros de tierra armada se puede restringir por ser estos materiales vulnerables a los rayos UV, el uso de las llantas de desecho puede ser una solución a este problema técnico, ya que las llantas al contacto con los rayos UV son mucho más resistentes y la vida útil de los muros va a ser mucho mayor.(p.121)

**Avilés M. (2014)** en su estudio titulado, "Análisis técnico y económico para muros de contención de hormigón armado comparado con muros de gaviones y sistemas de suelo reforzado para alturas  $h=5\text{m}$ ,  $h=7.5\text{m}$ ,  $h=10\text{m}$ ,  $h=15\text{m}$ , para una longitud de  $80\text{m}$ ". Cuyo objetivo fue, - Elaborar el análisis y diseño de muros de contención en hormigón, muros de gaviones y muros de suelo reforzado, y ayudar a resolver de manera más adecuada, práctica y técnicamente los problemas que se presentan en la construcción de Muros de Contención.

El diseño de distintos tipos de muros de contención para varias alturas, metodología de cálculo a seguir bajo condiciones estáticas y dinámicas. Se describen los conceptos básicos de funcionamiento, desempeño, dimensionamiento y proceso constructivo de las obras de contención; además las recomendaciones mínimas y necesarias establecidas por las normas.

En este trabajo se realiza el diseño de los Muros de Hormigón, Muros de Gaviones y Muros de Suelo Reforzado en forma clara, desarrollando de manera ordenada y sistemática todos los pasos a seguir en el análisis de estos elementos estructurales.

Además se definen las distintas aplicaciones que pueden darse a las distintas estructuras de contención; como carreteras, obras hidráulicas, minería, etc., Se adjunta el análisis económico de los diseños ejecutados, los planos de diseño con distintos detalles constructivos. En las conclusiones se dijo que, En el caso del muro de Gaviones y Sistema de Suelo reforzado Terramesh System mediante la utilización de los programas Gawacwin y MacStars se pudo ver que se obtienen resultados similares al diseño realizado manualmente; con la ventaja de que el diseño se lo realiza en pocos minutos y se puede obtener reporte claros y precisos de los diseño de los muros, así como también de su estabilidad. Del análisis económico se puede concluir que los muros de hormigón tienen un costo muy elevado respecto a las soluciones de gaviones y muros de suelo reforzado, este se debe a las grandes dimensiones que se requiere para cumplir con las condiciones de estabilidad de los muros. (p.730)

### **2.2.1. El fenómeno de la erosión y los revestimientos**

Según Rocha, (2014) definió el fenómeno de la erosión y sus revestimientos:

“En términos generales se denomina erosión, socavación o degradación a la remoción que efectúa el flujo de agua de las partículas que constituyen el cauce, lo cual repercute en la profundización o expansión del lecho” (p.47).

Sin embargo, los factores que determinan este fenómeno son muy complejos y no dependen únicamente de la interacción simple entre el flujo y el lecho, se puede mencionar que las variables generales que participan son las siguientes: las características geológicas, el tipo de suelo, la hidrología, la topografía de la zona de análisis, las variables hidráulicas, los sedimentos del flujo y las alteraciones de origen antrópico (Suarez, 2001). Por otra parte, se debe tener en cuenta que las inundaciones no solo implican la crecidas del flujo de agua de los ríos,

también se produce un aumento en la carga de sedimentos y otros materiales que se transportan por medio del flujo, por lo que, debido a estos factores, se incrementa el potencial erosivo sobre las márgenes (Chen, Zhao, Mo y Mi, 2014).

## 2.2.2. Alternativa de Protección con Gaviones

### Colchones de gaviones

En líneas generales “una estructura de gaviones es una combinación de mallas de cable y rocas de relleno” (Neermal, 2012, pp. 37).

De este tipo de estructuras existen diversas patentes; es decir, cada fabricante y proveedor puede manejar definiciones y criterios particulares para sus productos. Sin embargo, se pueden generalizar muchas características.

Según Neermal (2012) las características de las estructuras de gaviones son las siguientes:

**Monolitismo:** Debido a la facilidad de unión de los elementos que forman la estructura, esta puede responder a la incidencia de fuerzas en tres dimensiones.

**Flexibilidad:** La alta resistencia de la malla de cables permite que los elementos se deformen. Dentro de los límites aceptables de deformación, la flexibilidad le otorga a las estructuras de gaviones la capacidad de resistir condiciones en las que estructuras más rígidas colapsarían.

**Permeabilidad:** Los vacíos presentes en el relleno de la estructura permiten el flujo de líquidos a través de esta. Debido a esto, la presión hidráulica de los fluidos no afectan su comportamiento.

**Durabilidad:** Las capas de elementos anticorrosivos como GalFan o el recubrimiento de PVC permiten que la malla resista condiciones bastante severas de exposición ante agentes corrosivos.

Además, la ruptura de una sección del cable no necesariamente implica el colapso del elemento gracias al efecto de la torsión del mallado.

**Versatilidad:** Los gaviones pueden ser construidos bajo diversas condiciones ambientales, en temporadas secas o de lluvias y con temperaturas extremas. Además, pueden ser construidos por personal sin gran especialización y se puede utilizar como relleno sacos con arena, bloques de concreto, ladrillos y otros. • Integración con el **medio ambiente:** La capacidad de permeabilidad y la naturaleza del relleno de piedras permite que las estructuras de gaviones se integren al medio ambiente, mediante la aparición de vegetación y partículas de suelo, con el paso del tiempo o mediante tratamientos especiales.

Los gaviones han sido utilizados a lo largo del tiempo en las siguientes aplicaciones: Construcción de diques, espigones, vertederos, encauzamiento de ríos, muros de contención, revestimiento de canales, en diversos tipos de defensas ribereñas y muros ornamentales (Bianchini Ingeniero S.A., 2015).

Esta investigación hace referencia solo del uso de gaviones como parte de un revestimiento de canal de un sistema de defensa ribereña.

Los tipos de gaviones según las dimensiones y características de la malla que forma la caja es la siguiente:

- Tipo caja: Las cajas forman paralelepípedos que típicamente se caracterizan por tener áreas en la base de 1 m<sup>2</sup> y alturas de 0,50 a 1 m. La separación interna de las cajas en elementos se hace mediante diafragmas espaciados cada metro, de esta manera, se facilita el montaje, relleno y la flexibilidad de los elementos. Son elementos muy versátiles que utilizan en prácticamente todas las aplicaciones de uso de gaviones mencionadas. La malla está conformada por acero de bajo contenido de carbono, revestido con aleación GalFan, además, se

puede utilizar un revestimiento plastificado adicional contra exposiciones severas de corrosión (Maccaferri, 2008).

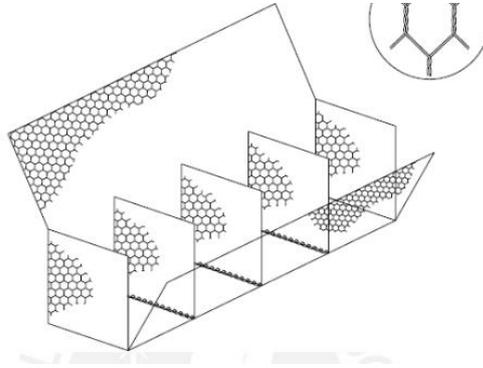


Figura 2.1: Gavión tipo caja

Fuente:(Maccaferri, 2008)

- Tipo Saco: Son gaviones constituidos por un solo paño de malla y un alambre grueso que se pasa de manera alternada por la malla para ser sellado. Las dimensiones estandarizadas de este tipo de gavión varían de 2 a 5 metros de largo y el diámetro de alrededor de 0,65 m. Este gavión está diseñado para ser rápidamente llenado e izado con maquinaria para su montaje. Se utiliza para conformar estructuras en obras de emergencia o donde no hay fácil acceso. La malla está conformada por acero de bajo contenido de carbono, revestido con aleación GalFan, además, se puede utilizar un revestimiento plastificado adicional contra exposiciones severas de corrosión (Maccaferri, 2008).



Figura 2.2: Gavión tipo saco  
Fuente:(Maccaferri, 2008).

- Tipo Colchón: El gavión tipo colchón es el utilizado en estructuras de recubrimiento para protección contra la erosión en ríos y para estructuras de disipación. Estos gaviones se caracterizan por tener espesores de 17 a 30 cm, ancho de 2 metros y largos de 3-6 m. Además, se suele utilizar de 3 a 5 diafragmas dependiendo de las características de la estructura y el proyecto. La malla está conformada por acero de bajo contenido de carbono, revestido con aleación GalFan, además, se puede utilizar un revestimiento plastificado adicional contra exposiciones severas de corrosión (Maccaferri, 2008).

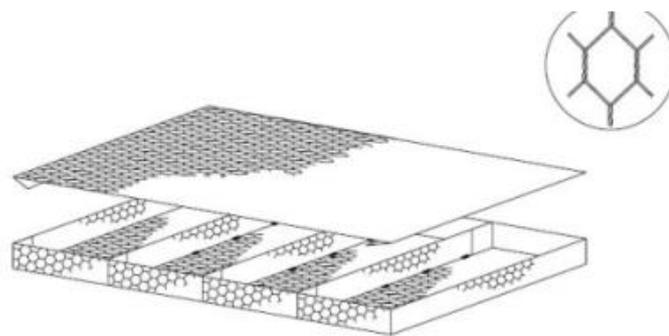


Figura 2.3: Gavión tipo colchón  
Fuente:(Maccaferri, 2008).

### 2.2.3. Geo celdas

Se presenta un esquema general de geoceldas aplicadas a una estructura de recubrimiento de canales. La parte superior de esta imagen refiere a una vista en planta y la parte inferior a una sección transversal, además, se muestran los elementos que forman parte del sistema total.

Los componentes y la distribución de estos dependen del uso que se dé a las geoceldas. Como se ha mencionado, inicialmente se utilizaban con la finalidad de otorgar una mayor capacidad portante a los suelos; sin embargo, con el paso del tiempo y el desarrollo de nuevas técnicas de fabricación se ha diversificado el uso de estas en la ingeniería civil (Presto, 2000)

El proyecto solo se enfoca en el uso de geoceldas como parte de un sistema de revestimiento contra erosión ribereña. A continuación se detallan los componentes que forman una estructura de geoceldas para el revestimiento de canales (Presto, 2000).

- La celda: Consiste en la unidad de confinamiento del relleno que utiliza el sistema. Este elemento de contención puede ser de diferentes áreas transversales, alturas y puede tener agujeros para la interconexión del relleno entre las celdas adyacentes. La altura que se escoge para las celdas determina el espesor del recubrimiento. En el talud se tiene en cuenta el ángulo de inclinación de este, así como el ángulo de reposo del material de relleno.
- Material de relleno: Los materiales convencionales más utilizados para el relleno de las geoceldas son la capa vegetal, los agregados y el concreto, cada tipo de material aporta al sistema de recubrimiento características propias. En ese sentido, se debe tener en cuenta la resistencia a la erosión, el peso del sistema, la durabilidad, el mantenimiento requerido, la flexibilidad, las condiciones ambientales, etc. Esta tesis solo abarca el uso de geoceldas con relleno de concreto.

- Tensores: Distribuyen el peso del sistema a través de los elementos de anclaje intermedios. Además, sirven como conexión entre los anclajes extremos de base y coronación. Los tipos de tensor se diferencian por su resistencia mínima a la rotura. La Figura 2-23 muestra los tensores (se ven como tiras de color blanco)



Figura 2.4: Tensores

Fuente: (TDM, 2015)



Figura 2.5: Geocell

Fuente:(Presto, 2015).



Figura 2.6: Relleno de agregados

Fuente:(TDM, 2015).

- Subcapa de geotextiles: Para el diseño y selección de los geotextiles se utilizan los procedimientos convencionales. Este elemento actúa como filtro de suelo y sistema de drenaje, se recomienda instalarlo no tejido y perforado por agujas.

Los criterios de diseño de las geoceldas son muy diversos, no solo dependen del tipo de patente con el que se trabaja, sino, también de las condiciones de los proyectos juegan un papel sumamente importante. Es por esto, que la existencia de una guía de diseño estricta no puede ser posible en el caso de las geoceldas (Alfaro, 2015).

Como resultado de esta particularidad los profesionales de ingeniería deben analizar en cada proyecto que solución es la más adecuada para este. Para fines de esta investigación se presenta una recopilación de criterios de dimensionamiento de geoceldas con relleno de concreto.

### 2.3. Teorías del proceso constructivo

(Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED, 2014) Se identifica de acuerdo a estudios de peligrosidad y riesgos que se hayan efectuado, a su vez se describe las características generales como la ubicación geográfica, vías de acceso, y otras generalidades importantes de la zona.

(SENAMHI, 2016) Para determinar en qué zona puede tener mayores o menores riesgos tras el Fenómeno del niño, dependerá de las condiciones ya que aquel cambio en el sistema océano – atmósfera produce variaciones en las presiones. Asimismo se podría mencionar que el tiempo máximo es de 18 meses. Tal es así que hace 40 años se viene produciendo este fenómeno el cual perjudica el aumento de las aguas ricas en nutrientes y esta disminuye esporádicamente a la pesca.

(Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED, 2014) Los parámetros del fenómeno es la debilidad que puede tener el terreno este depende de los factores condicionantes y desencadenantes que produce el fenómeno.

Los condicionantes son aquellos elementos propios del ámbito geográfico que se producirá en la zona de estudio. Entre las más importantes son las características geomorfológicas de los cuales se tendrá en cuenta el área, perímetro, longitud, ancho, pendiente, altitud media y factor forma de la cuenca. También se tendrá en cuenta la geotecnia y geología de la zona seleccionada, el cual dispondrá de un estudio de la estructura del suelo. Los desencadenantes son aquellos sucesos que se relacionan con poder generar peligros en un espacio geográfico. Entre las más importantes son las características hidrológicas e hidráulicas dependiendo la zona a estudiar.

### 2.3.1 Parámetros Hidrológicos

(Educar Chile, 2012 págs. 4 – 5) Las causas que intervienen en los movimientos del terreno están muy influidas por las características hidrológicas de la zona, que deben ser consideradas como agentes que influyen en la formación del relieve por su repercusión en los procesos geomorfológicos. Asimismo la precipitación influye el volumen total anual, sino también la distribución estacional, el régimen y su intensidad. El estudio hidrológico tiene por objeto obtener el mejor ajuste estadísticos con los datos existentes  $Q_{max}$ . La mayoría de obras de erosión se diseñan y construyen para una vida útil específica, dependiendo de la función que cumpla. Para el estudio de las defensas ribereñas se requiere conocer:

#### a. Análisis Probabilístico

Este análisis se establece en la formulación de muestras y registros para cierto periodo de tiempo.

#### b. Estudio de la Cuenca

Se evalúa las características más importantes de las condiciones meteorológicas del lugar, a su vez las estaciones climatológicas y fisiográficas de la zona de estudio.

#### c. Caudal de Diseño

El método usado para la determinación del periodo de retorno es el empírico, este se hallara de acuerdo al riesgo hidrológico natural a las fallas que se puedan producir en su vida útil del sistema de protección.

### 2.3.2 Parámetros Geotécnicos

(VILCAHUAMÁN BRENIS, 2015 pág. 22). Para entender los conceptos básicos detrás del flujo de escombros, Se puede definir como las condiciones de fallas mediante el uso del factor de seguridad. El esquema y las ecuaciones usadas para evaluar la

estabilidad de un talud. Estos factores geotécnicos se producen en pendientes naturales como resultado de alteraciones acumulativa, por la propensión de grandes masas a moverse ladera hacia abajo. Se realizaran estudios al área con la exploración de campo correspondiente, ensayos in situ, y ensayos de laboratorio, que se realizara un análisis de la información requerida para determinar la capacidad portante (presión admisible).

### 2.3.3 Parámetros Hidráulicos

(VILCAHUAMÁN BRENIS, 2015 pág. 21).La presencia de agua y una alta presión de poros son fundamentales a la hora de producirse la falla de un talud que originará un flujo de escombros. La licuefacción del suelo ocurre cuando la presión de poros es positiva (expansión del volumen). Esta presión de poros ocurre por infiltración del agua dentro de un talud, lo cual puede ocurrir por dos mecanismos: infiltración directa por las capas superficiales o por efectos del flujo de agua subterránea. Si el suelo debajo del talud tiene una permeabilidad menor que el suelo en la parte superior, puede ocurrir unempozamiento de agua, lo que lo saturará. Asimismo, de encontrarse cerca el nivel freático, este se elevará. Por otro lado, las discontinuidades naturales de un talud (por ejemplo, los macro-poros generados por las raíces y por los nidos de pájaros, y las fracturas en las rocas) modifican la forma en cómo el agua se infiltra dentro de un talud.

Estudia el comportamiento hidráulico de los ríos en lo que se refiere a los caudales, niveles medios y extremos, las velocidades de flujo, las variaciones de fondo por socavación y sedimentación, la capacidad de transporte de los sedimentos y los ataques contra los márgenes.

### 2.3.4 Defensa Ribereña

Es un sistema que proteger las zonas aledañas o cercanas a los cauces de los ríos ante un posible aumento del caudal.es por ello que se

utiliza medios estructurales y no estructurales estos a su vez previenen las inundaciones. En el diseño y los materiales empleados pueden modificarse en su construcción, fundamentalmente a la función que realiza.

Los sistemas de protección y contención de taludes que en la actualidad existen innovadores y rentables sistemas de estabilización de taludes, es por ello que existen varios métodos con los cuales se puede llegar a proteger de manera favorable ante un desborde del río. (Soto Islas, 2009 págs. 11-27)

Un geosintético tiene como finalidad la de incorporarse en el suelo, esto permite que tenga un sistema de mayor capacidad y menor deformidad. Asimismo pueden variar en su geometría y su composición de polímeros cada material. Es por ello que para tener una instalación permanente dependerá de la durabilidad del geosintético. En la investigación se usara las geoceldas puesto que su estructura tridimensional siendo resistentes a la tracción.

#### **2.4. Procedimientos metodológicos seguidos**

Los diques que se construyen como defensas ribereñas son medidas estructurales de mitigación ante los daños potenciales que pueden producir las inundaciones Jasen et al (1979), para proteger estos diques contra los efectos de la erosión del flujo del canal, se utilizan revestimientos de diversos materiales y características. Según Pilarczyk (2004) los revestimientos en base de rocas, bloques y asfalto son comunes en las obras de ingeniería, debido a lo cual, los conocimientos de diseño y los criterios necesarios para su correcto funcionamiento se han difundido ampliamente. Sin embargo, afirma que el uso de otro tipo de revestimiento como los gaviones, matrices de concreto y geosintéticos, en muchos casos carecen de metodologías de diseño establecidas de manera adecuada, debido a su uso relativamente reciente. Así mismo, es básico reconocer la importancia de los revestimientos contra la erosión en las obras ribereñas debido a que la erosión o socavación es la principal causa de falla de estas obras, así por ejemplo aproximadamente el 60% de las estructura, como los puentes, fallan por falta de

una adecuada protección contra la erosión (Rocha, 2014). Por otro lado, la construcción masiva de estructuras de defensa contra inundaciones en base a rellenos de piedra ha depredado este recurso en el norte del país (Otiniano, Grimaldo y Cardoso, 2012). Es por esto que ante la necesidad de una nueva opción de revestimiento de las defensas, se plantea el uso de las geoceldas con rellena de concreto.

**Cidelsa (2017)** es una empresa de la línea de geosintéticos en el Perú, que avala una línea completa de geotextiles tejidos y no tejidos, que cumplen con las más rigurosas exigencias técnicas internacionales de calidad. Nuestra experiencia de suministro e instalación supera los 20'000,000 m<sup>2</sup> instalados a nivel nacional.

Las aplicaciones con respecto al uso adecuado, de geosintéticos y uso de Gaviones son:

### Muros de contención

El geotextil cumple una función de refuerzo permitiendo la construcción de taludes con pendientes más inclinadas

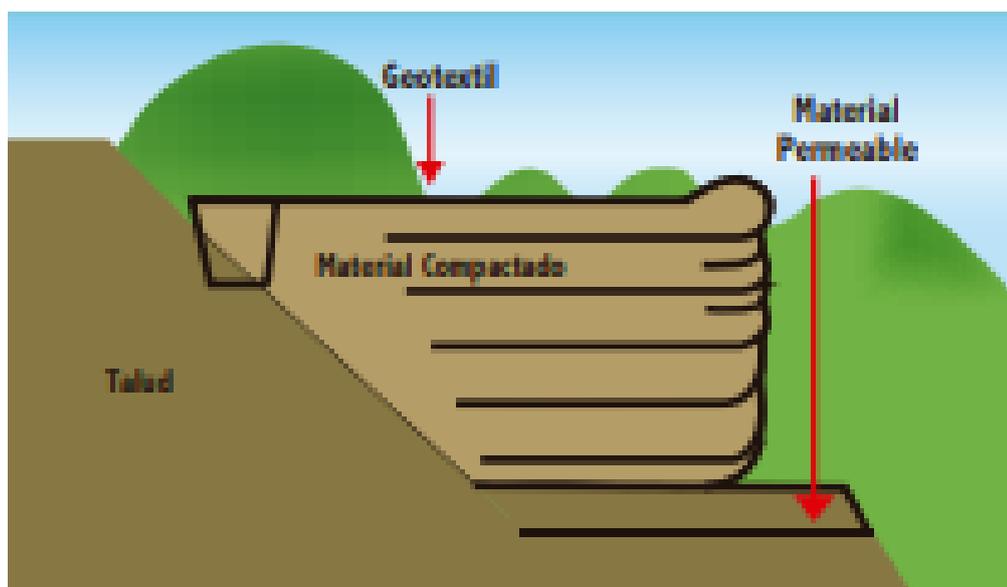


Figura 1.1. Uso de Geotextil

Fuente Cidelsa (2017)

### Presas, Diques Y Canales

Proporciona filtración y separación entre el material sumergido y el material de protección tales como enrocados ó bolsacretos. Previenen la migración de los finos.

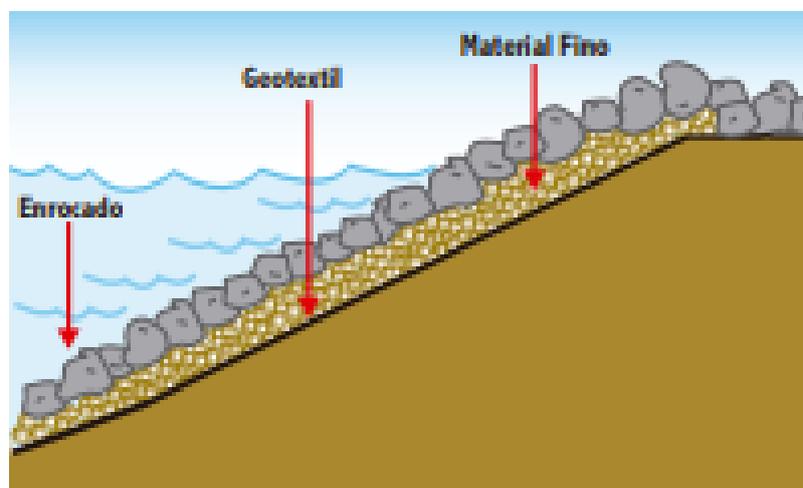


Figura 1.2. Uso de Geotextil en presas  
Fuente Cidelsa (2017)

#### a. Geoestructuras

Las geoestructuras son grandes contenedores fabricados a partir de geotextiles especiales de alta resistencia, que se utilizan para confinar o encapsular suelos, gravas y arenas como método o sistema de construcción específico. El llenado puede ser manual, con maquinaria o por bombeo con inyección de agua y arena dragada. Pueden utilizarse exitosamente, para reemplazar parcial o totalmente los sistemas de enrocados convencionales dentro del marco de soluciones de ingeniería hidráulica.

#### Aplicaciones

- Deseccación y confinamiento de sedimentos tóxicos.
- Contención de sólidos de emisores submarinos.

- Diques de contención expuestos y sumergidos.
- Defensas ribereñas y marinas.
- Drenes tubulares en bajo relieve para bofedales.
- Control de erosión en playas.
- Playas artificiales.
- Islas artificiales.
- Arrecifes artificiales.
- Rompeolas y espigones.

### **Ventajas**

Las geoestructuras tienden a ser más estables hidráulica y geotécnicamente ya que sus secciones de reposo relacionan típicamente su altura con su base en una proporción de 1:3; asimismo son unidades más pesadas que las unidades de rocas utilizadas. Las medidas pueden ser standard o según requerimiento del diseño. Son de menor costo que los sistemas tradicionales. Rápida solución como sistema de contención en emergencias.

### **b. Geodrenes**

#### **Ahorro Económico**

Los geodrenes son un sistema conformado por geotextiles no tejidos punzonados por agujas y geoned de polietileno. El geotextil cumple la función de filtración, reteniendo las partículas del suelo y permitiendo el paso de los fluidos. La geoned por su parte, es el medio drenante encargado de transportar el agua que pasa a través del filtro. Los geodrenes son los sistemas más adecuados para captar y conducir los fluidos en su plano hacia un sistema de evacuación

#### **Aplicaciones**

- Muros en suelo reforzado.
- Minería / Rellenos sanitarios.
- Vías.
- Campos deportivos.

## Ventajas

### Menor tiempo de ejecución:

- Menor volumen de excavación en las estructuras de pavimento.
- Reemplaza el uso del material pétreo en el colchón drenante.
- Permite procesos de compactación de granulares cuando la cimentación es contráctil.
- Es flexible y se adapta a la geometría de la obra.
- Fácil transporte al sitio de instalación.
- Menor exigencia de capacidad en botaderos.
- Reducción en la explotación de materiales pétreos no renovables.

### Ahorro Económico

- Menor recorrido de acarreo por disminución en el volumen de excavación.
- Ideal para obras de difícil acceso o distantes de las fuentes de materiales.
- En promedio 30% más económico en comparación con el colchón drenante por el costo de grava.

## Tipos

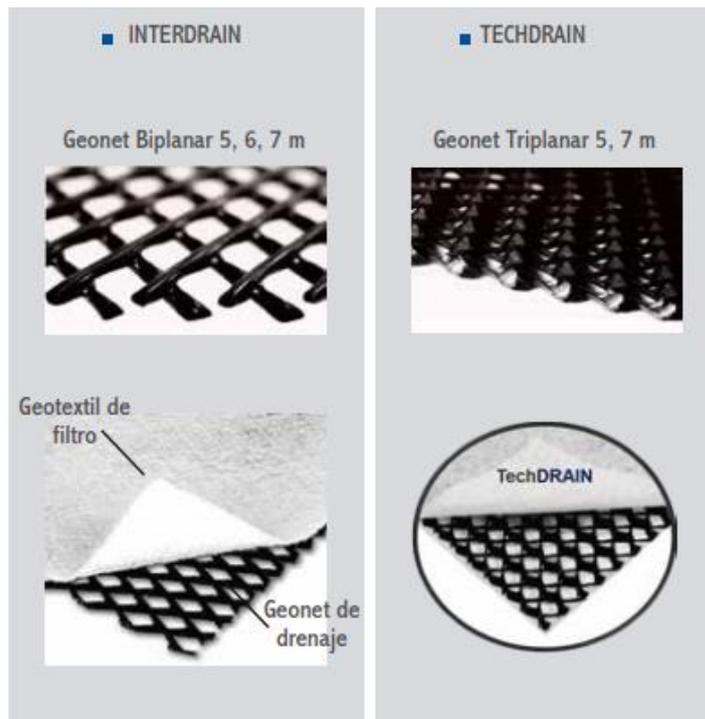


Figura 1.3. Tipos de geodrenes

Fuente Cidelsa (2017)

### c. Geoceldas

Es una estructura tridimensional formada por fajas HDPE o polímeros combinados, similar a un panal de abejas que contiene y retiene todo tipo de suelos, arena, grava, arcilla, suelo vegetal o top soil, concreto, etc.

Las paredes de cada celda están unidas entre sí por soldadura ultrasónica, tienen una textura y perforación que ayuda a la retención del suelo mediante la fricción y trabazón, además de permitir un buen drenaje en todo el sistema.

### Aplicaciones

#### Control de erosión:

- Protección de taludes.
- Protección de canales.
- Defensas ribereñas.

**Soporte de carga en vías:**

- Estabilización de subrasante.
- Refuerzo de estructuras de pavimento.
- Losas flexibles para estacionamientos.

**Contención de suelos:**

- **Muros de contención.**
- **Muros verdes y jardineras.**

**Ventajas:**

**Económicas:**

- No necesita encofrados, ni juntas, en aplicaciones de relleno con concreto.
- Utilización de materiales predominantes del sitio (arena, grava, arcilla, etc.)
- Reducción de espesores de carpeta asfáltica en aplicaciones de vías.

**Rápida y fácil instalación:**

- Altos rendimientos en instalación.
- No requiere personal calificado.

**Fácil transporte:**

- Las secciones vienen plegadas y empaçadas

**Versatilidad:**

Compatible para combinación de soluciones mixtas con otros Geosintéticos (geomallas, geomembranas, geomantos, Geodrenes, geotextiles no tejidos y tejidos, geodiques, gaviones etc.)

**Durabilidad:**

Son inertes frente a agentes químicos y bacteriológicos, no sufren de corrosión, tienen protección UV, que le confiere mayor durabilidad al estar expuestas en el entorno.

Vida útil del material estimado en 75 años.

Garantía de producto.

Certificados de calidad.

**d. Geomallas**

La función principal de la geomalla es la de actuar como refuerzo. Está diseñado para trabajar como un compuesto estructural suelo-geomalla garantizando la estabilidad de la estructura. Clasificación por su forma uniaxial, biaxial y multiaxial; por el material de fabricación, polyester (tejido), polietileno y polipropileno (extruidos); y por su resistencia desde 15 KN/M hasta 1000 KN/M.

**Aplicaciones**

- Diques.
- Ampliación de plataformas.
- Muros de suelo reforzado.
- Caída de piedras.
- Recrecimiento de relaves.
- Estabilización de taludes.
- Taludes revegetados.
- Geogaviones.
- Terraplenes.
- Cimentaciones superficiales.
- Vías pavimentadas y no pavimentadas
- Casas de adobe reforzado.
- Estabilización de vías férreas.

- Plataformas de patio de contenedores.
- Aeropistas.

### **Ventajas**

- Una gama amplia de resistencia a la tensión.
- Larga vida útil (estimación hasta 120 años).
- Permite tener fachadas paisajísticas (**revegetadas**).
- Alta resistencia química.
- Bajo costo en comparación con estructuras tradicionales.
- Es de fácil transporte y manejo.

Estos productos están diseñados para trabajar como un compuesto estructural suelo–geomalla, que al trabajar en forma conjunta generarán una respuesta de la estructura mas estable, producto de la unión de ambos materiales, garantizando la estabilidad de la estructura

El mecanismo principal de la geomalla es la trabazón, que se consigue al penetrar los agregados en las aberturas de la geomalla, limitando el desplazamiento horizontal de los agregados incrementando con ello la fricción con las capas súper-yacentes; así como la capacidad de las geomallas para absorber y distribuir esfuerzos. En suma, el compuesto suelo-reforzado ofrece mayor resistencia a las cargas estáticas y dinámicas.

### **Tipos**

#### **Geomallas Uniaxiales**

Tienen como propiedad principal: Alta resistencia a la tensión y mínima elongación axial controlada.

#### **Geomallas Biaxiales**

Tienen como propiedad principal: poseer gran módulo de tensión y mínima elongación biaxial simétrica y/o asimétrica según sea el tipo requerido.

## Geomallas Multiaxiales

Tienen como propiedad principal la distribución radial de los Esfuerzos

### e. Gaviones

Los gaviones son paralelepípedos rectangulares a base de un tejido de alambre de acero, el cual lleva tratamientos especiales de protección como la galvanización y la plastificación

### Aplicaciones

- Construcción de diques.
- Protección de taludes.
- Encauzamiento de ríos.
- Espigones

### Ventajas

#### Economía

La facilidad de armado de los gaviones hace que estos no requieran mano de obra especializada.

Las herramientas necesarias son simples (cizallas, alicates, etc.), logrando altos rendimientos en la instalación.

Las piedras de relleno muchas veces son extraídas del mismo lugar donde se efectúa la instalación influyendo a favor de la reducción del costo final de la obra.

#### Durabilidad

La triple capa de zinc o “galvanización pesada” (ASTM A641) , así como ZN+5%AL (ASTM A856), y el adicional de PVC, es recomendado en casos de corrosión severa

### **Flexibilidad**

Los gaviones permiten que las estructuras se deformen sin perder su funcionalidad.

Esta propiedad es esencialmente importante cuando la obra debe soportar grandes empujes del terreno y a la vez está fundada sobre suelos inestables o expuestos a grandes erosiones.

Al contrario de las estructuras rígidas, el colapso no ocurre de manera repentina, lo que permite acciones de recuperación eficientes.

### **Resistencia**

Los materiales utilizados para la fabricación de los gaviones cumplen con los estándares internacionales de calidad más exigente, asegurando de esta forma un gavión 100% confiable

### **Estética**

Los gaviones se integran armoniosamente de forma natural a su entorno, permitiendo el crecimiento de vegetación conservando el ecosistema preexistente.

### **Permeabilidad**

Los gaviones al estar constituidos por malla y piedras, son estructuras altamente permeables, lo que impide que se generen presiones hidrostáticas para el caso de obras de defensas ribereñas, del mismo modo se constituyen como drenes que permiten la evacuación de las aguas, anulando la posibilidad de que se generen empujes desde la cara seca de la estructura

### **Versatilidad**

Por la naturaleza de los materiales que se emplean en la fabricación de los gaviones éstos permiten que su construcción sea de manera manual o mecanizada en cualquier condición climática, ya sea en presencia de agua o en lugares de difícil acceso. Su construcción es rápida y entra en funcionamiento inmediatamente después de construido, del mismo modo, permite su ejecución por etapas y una rápida reparación si se produjera algún tipo de falla.

Dimensión de gaviones de suelo reforzado ó gavión deltamesh					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Long. Cola (m)	m <sup>3</sup> por gavión	m <sup>2</sup> de malla por gavión
2.00	1.00	0.50	3.00	1.00	12.00
2.00	1.00	1.00	3.00	2.00	15.00
2.00	1.00	0.50	4.00	1.00	14.00
2.00	1.00	1.00	4.00	2.00	17.00
2.00	1.00	0.50	5.00	1.00	16.00
2.00	1.00	1.00	5.00	2.00	19.00
2.00	1.00	0.50	6.00	1.00	18.00
2.00	1.00	1.00	6.00	2.00	21.00

Y otras dimensiones.

Dimensión de mallas hexagonales ó malla talud		
Largo (m)	Ancho (m)	m <sup>2</sup> de malla por gavión
2.00	25.00	50.00
2.00	50.00	100.00
3.00	25.00	75.00
3.00	50.00	150.00
4.00	25.00	100.00
4.00	50.00	200.00

Figura 1.4. Tipos de Dimensiones

Fuente Cidelsa (2017)

Dimensión de gaviones caja y colchón				
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	m <sup>3</sup> por Gavión	m <sup>2</sup> de malla por Gavión
1.00	1.00	0.50	0.50	4.00
1.00	1.00	1.00	1.00	6.00
1.50	1.00	0.50	0.75	5.50
1.50	1.00	1.00	1.50	8.00
2.00	1.00	0.30	0.60	6.10
2.00	1.00	0.50	1.00	7.50
2.00	1.00	1.00	2.00	11.00
2.00	1.50	0.50	1.50	10.25
2.00	1.50	1.00	3.00	14.50
2.00	2.00	0.30	1.20	11.00
2.00	2.00	1.00	4.00	18.00
3.00	1.00	0.30	0.90	9.00
3.00	1.00	0.50	1.50	11.00
3.00	1.00	1.00	3.00	16.00
3.00	1.50	0.50	2.25	15.00
3.00	1.50	1.00	4.50	21.00
3.00	2.00	0.30	1.80	16.20
3.00	2.00	0.50	3.00	19.00
3.00	2.00	1.00	6.00	26.00
4.00	1.00	0.30	1.20	11.90
4.00	1.00	0.50	2.00	14.50
4.00	1.00	1.00	4.00	21.00
4.00	1.50	0.50	3.00	19.75
4.00	1.50	1.00	6.00	27.50
4.00	2.00	0.30	2.40	21.40
4.00	2.00	0.50	4.00	25.00
4.00	2.00	1.00	8.00	34.00
5.00	1.00	0.30	1.50	14.80
5.00	1.00	0.50	2.50	18.00
5.00	1.00	1.00	5.00	26.00
5.00	1.50	0.50	3.75	24.50
5.00	1.50	1.00	7.50	34.00
5.00	2.00	0.30	3.00	26.60
5.00	2.00	0.50	5.00	31.00
5.00	2.00	1.00	10.00	42.00

Figura 1.4. Tipos de Dimensiones

Fuente Cidelsa (2017)

**TIPOS**

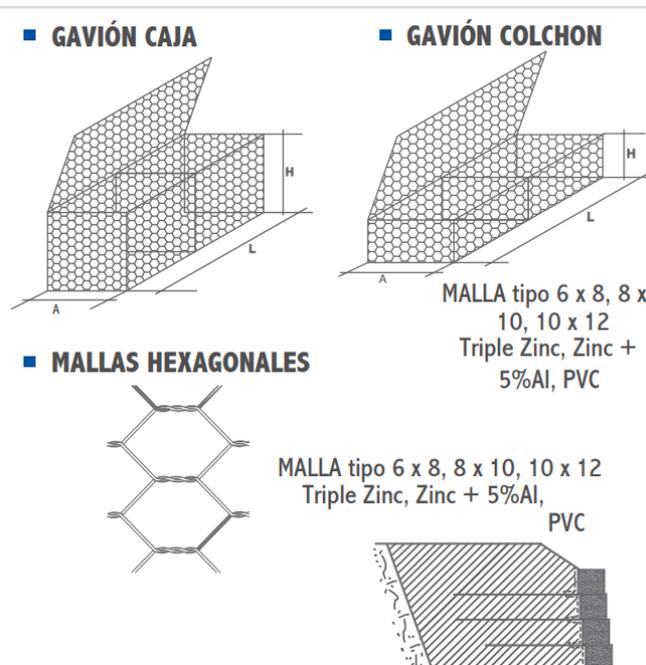


Figura 1.4. Tipos de Gaviones

Fuente Cidelsa (2017)

**f. Geogaviones**

Son estructuras de confinamiento para estabilización y refuerzo. Combinan las mejores propiedades de Gaviones metálicos, bolsas textiles de geotextiles tejidos y no tejidos, geomallas biaxiales y uniaxiales de polímeros como el PP, HDPE y PET. Para aplicaciones en muros de contención, muros de suelo reforzado, refuerzos de bases con material permeable. Su principal ventaja es el empleo del material de la zona como relleno, en el caso del Gavion Tex (arena y finos) y del Gavion Grid (piedras de diámetros entre 1” a 1.5”).

**Gavión Tex**

Sistema de gavión metálico que contiene una bolsa de geotextil relleno de materiales finos.

**Ventajas**

- Utiliza materiales de la zona.
- Fácil y rápida instalación.

- No necesita personal especializado.
- Buena resistencia a los rayos UV.
- Puede ser vegetado si la zona lo permite.
- Confeccionados en geotextiles tejidos y no tejidos de
- PP y PET., Biomanto de Yute.

### **Gavión Grid**

- Sistema de gavión sintético relleno de material granular.

### **Ventajas**

- No se corroen
- Son económicos
- Fácil de trasladar e instalar
- Llenados con piedras o gravas entre 1” y 1.5”.
- Ideales para climas lluviosos o húmedos.
- Según su aplicación pueden ser Biaxiales o Uniaxiles de
- PP. HDPE o PET.

## **2.5. Definición de términos básicos.**

Defensa ribereña: considerado sistemas de protección y contención de taludes.  
(Soto,2009)

Proceso constructivo: son considerados parámetros de ejecución de obras.  
(CENEPRED, 2014)

Geosintéticos: Consiste en la unidad de confinamiento del relleno que utiliza el sistema. Este elemento de contención puede ser de diferentes áreas transversales  
(Presto, 2000)

Erosión: características geológicas, el tipo de suelo, la hidrología, la topografía de la zona de análisis, las variables hidráulicas, los sedimentos del flujo y las alteraciones de origen antrópico (Suarez, 2001).

### CAPITULO III: CONCLUSIONES

En el presente estudio de investigación se amplía la información sobre las principales alternativas sobre protección ribereña en el Rio Rímac, partiendo de los objetivos planteados en el presente estudio se puede concluir que:

Se ha determinado alternativas de opciones técnicas del uso de los revestimientos en gaviones y geosintéticos, resaltando la resistencia a la erosión, durabilidad, rigurosidad de la superficie y la estabilidad del sistema de protección ribereña.

Comparando los antecedentes de este estudio se propone que el uso de geoceldas con relleno de concreto vendría a ser el revestimiento más adecuado para funcionar como sistema de protección en el proyecto de defensas ribereñas del rio Rímac.

De la recopilación de información se ha logrado la definición de las alternativas en el uso de gaviones y geosintéticos en estructuras de un proceso constructivo.

Así mismo se amplió el dimensionamiento de estructuras de revestimientos de colchones de gaviones y de geoceldas con relleno de concreto para la defensa contra la erosión ribereña.

Se ha determinado que la resistencia a la erosión y durabilidad las geoceldas con relleno de concreto son el recubrimiento más adecuado, debido a que posee una mayor magnitud de velocidad de arrastre crítica y una mejor performance ante las fuerzas de arrastre. Se ha determinado que en el uso de geoceldas con relleno de concreto son los revestimientos con mayor grado de estabilidad del sistema, lo cual ha sido definido mediante el factor de seguridad ante deslizamientos de las condiciones evaluadas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Avilés M. (2014) Análisis técnico y económico para muros de contención de hormigón armado comparado con muros de gaviones y sistemas de suelo reforzado para alturas  $h=5\text{m}$ ,  $h=7.5\text{m}$ ,  $h=10\text{m}$ ,  $h=15\text{m}$ , para una longitud de 80 m. [tesis de grado] universidad Central del Ecuador. Recuperado de: <file:///C:/Users/USER/Downloads/T-UCE-0011-110.pdf>

Aguilar D. (2016) Comparación técnica entre el uso de gaviones y geoceldas como estructura de defensa ribereña. [tesis de grado] Universidad pontifica católica del Perú. Disponible en:

[file:///C:/Users/USER/Downloads/AGUILAR\\_DANIEL\\_COMPARACION\\_TECNICA\\_USO\\_GAVIONES\\_GEOCELDAS%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/AGUILAR_DANIEL_COMPARACION_TECNICA_USO_GAVIONES_GEOCELDAS%20(2).pdf)

Chow, V. T. (1994). En M. Suarez (ed.), Hidráulica de canales abiertos. Colombia: McGraw-Hill Interamericana, Editorial Nomos.

Chen, R. H., & Chiu, Y.M. (2007). Model test of geocell retaining structures. Geotextile and Geomenbranes, °26(1), pp.56-70.

Diario La república (2017) “Desborde del Río Huaycoloro: aguas rebasaron Campoy y llegan a Acho” Recuperado de: <http://larepublica.pe/sociedad/844466-sjl-rio-huaycoloro-se-desbordo-en-campoy> fecha: 31 de Enero de 2017 | 17:18 h

Evangelista K (2017) Identificación de zonas inundables y propuesta de defensa ribereña del sector Salinas km 89 en el rio Chancay – 2017. . [tesis de grado] Universidad cesar vallejo. Perú. Disponible en: [file:///C:/Users/USER/Downloads/Evangelista\\_OKMS.pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/Evangelista_OKMS.pdf)

Presto. (2000). Consideraciones generales de diseño. El sistema GeoWeb de protección de canales.

Presto. (2015). Geoweb cellular confinement system: The world’s mostcomplete geocell. Recuperado el 09 de mar., de<<http://www.prestogeo.com/geoweb>>

Neermal, M. (2012). The use of gabions in hydraulic applications. Civil Engineering (10212000), 20(5), 37-39.

Rodríguez O. (2016) Estandarización de técnicas de diseño y construcción de muros de tierra reforzada con llantas de desecho. [tesis de grado] Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/53439/1/71389816.2016.pdf>

Rocha, A. (2014). Erosión en pilares y estribos de puentes. Introducción a la hidráulica de obras viales.

Rocha, A. (2011). Interacción de la dinámica fluvial y el desarrollo urbano. Ingeniería Civil. Problemas en el manejo de ríos en áreas urbanas, 46, (8-15). Recuperado el 5 de mar., de <<http://www.cipcivil.com/wp-content/uploads/revistas/09-2011.pdf>>

Según, el diario la Republica.com (2008) Inician trabajos de prevención en ríos, Recuperado de: <http://larepublica.pe/11-01-2008/inician-trabajos-de-prevencion-en-rios> fecha: 11 de Enero de 2008 | 1:30 h

SENAMHI. (2014). El fenómeno El Niño en el Perú. Recuperado el 25 de abr., de <<http://www.minam.gob.pe/fenomenodelnino/que-es-elnino-y-que-factores-determinan-su-intensidad/evolucion-de-ladefinicion-de-el-nino/>>

Según, El diario La república en Junín (2014) Colapsa muro de contención de puente Comuneros por desborde del río Mantaro. Recuperado de: <http://larepublica.pe/17-02-2014/colapsa-muro-de-contencion-de-puente-comuneros-por-desborde-del-rio-mantaro> Fecha: 17 de Febrero de 2014 | 21:29 h

El diario la Republica (2015) informa El Niño golpea con fuerza al mundo y ya se siente en el Perú. Recuperado de:

<http://larepublica.pe/impres/sociedad/729568-el-nino-golpea-con-fuerza-al-mundo-y-ya-se-siente-en-el-peru> fecha: 29 de Diciembre de 2015.

Constructivo.com (2017) Los más eficaces ante desbordes de Ríos, Defensas Ribereñas con Gaviones Y Geosintéticos, de: <http://www.constructivo.com/cn/d/novedad.php?id=89.>, publicado el 22-09-2016



V.

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE DATOS

Denominación de la matriz:

**MATRIZ PARA LA REVISIÓN LAS PUBLICACIONES REFERIDAS AL TEMA**

---

AUTOR:

---

**A.- LIBROS REFERIDOS AL TEMA**

- 1.
  - 2.
  - 3.
- 

**B.- TESIS SIMILARES**

- 1.
  - 2.
  - 3.
- 

**C.- BASES NORMATIVAS**

- 1.
- 2.
- 3.

