

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



“DISEÑO E INSTALACIÓN DE GAVIONES PARA PROTECCIÓN DE LA MARGEN IZQUIERDA DE LA QUEBRADA CHANCAY ANTE PROBABLE INUNDACIÓN”

Presentado por:

BACH. FERNANDO OMAR PACHAS VIVANCO

**TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRICOLA**

**Lima – Perú
2017**

INDICE GENERAL

I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivos de la investigación.	2
III. REVISION BIBLIOGRAFICA	3
3.1. Erosión de cauces	3
3.1.1. El fenómeno de la erosión.....	3
3.1.2. Origen de la erosión de los cauces fluviales.	3
3.1.3. Transporte de sedimentos.....	4
3.2. Encauzamiento.....	4
3.2.1. Defensa ribereñas	5
3.3. Marco normativo para la realización de proyectos de protección frente a inundaciones	10
IV DESARROLLO DEL TEMA.....	11
4.1 Aspectos generales de la zona del proyecto.....	11
4.1.1 Ubicación del área del proyecto	11
4.1.2. Antecedentes resaltantes del área del proyecto	12
4.2 Información necesaria para el diseño de los gaviones.....	16
4.2.1. Ubicación de los gaviones.....	16
4.2.2. Metas del físicas del proyecto.	16
4.2.3. Estudios básicos del proyecto	16
4.3. Metodología de diseño de los gaviones del proyecto	18
4.3.1. Descripción del sistema planteado	18
4.3.2. Diseño y verificación de la distribución planteada para el sistema Gavión..	19
4.3.3. Calculo del empuje activo del suelo.....	21
4.3.4. Coeficiente de empuje activo (k_a).....	25
4.3.5. Altura de desarrollo del empuje (H).....	25
4.3.6. Altura de relleno de sobrecargas (hs).....	25
4.3.7. Empuje activo:	26
4.3.8. Altura de aplicación del empuje.....	26
4.3.9. Estabilidad del muro:	26
4.3.10. Peso específico de los gaviones	27

4.3.11. Peso de la estructura de los gaviones	27
4.3.12. Coeficiente de deslizamiento	27
4.3.13. Seguridad contra volteamiento:.....	28
4.3.14. Momento resistente Mr:	28
4.3.15. Coeficiente de volteamiento.....	29
4.3.16. Verificación de las tensiones en el suelo.....	29
4.3.17. Esfuerzos resultantes (σ)	29
4.4. Metodología para la Instalación de gaviones en el terreno proyectado	31
4.4.1. Demarcación topográfica del terreno.	31
4.4.2. Excavación del terreno.	34
4.4.3. Compactación del terreno para la instalación de gaviones.	35
4.4.4. Armado e instalación de los gaviones en el terreno.	36
4.4.5. Técnica para el Armado de Gaviones.	37
4.4.6. Técnica para el llenado de Gaviones.....	39
4.5. Gaviones instalados.	40
V. CONCLUSIONES.....	42
VI. RECOMENDACIONES.....	43
VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	44
VIII. ANEXOS	45

INDICE DE FIGURAS

Figura Nro. 1 Recubrimiento del alambre de la malla de gaviones	6
Figura Nro. 2 Flexibilidad de los muros de gaviones.....	6
Figura Nro. 3 Permeabilidad de los muros de gaviones.....	7
Figura Nro. 4 Gavión tipo caja	8
Figura Nro. 5 Gavión tipo saco.	9
Figura Nro. 6 Gavión tipo Colchón.....	9
Figura Nro. 7 Marco normativo para la realización de proyectos de protección.	10
Figura Nro. 8 Ubicación de la localidad de Tupe y zona de estudio.....	11
Figura Nro. 9 INDECI reporte de emergencia	13
Figura Nro. 10 Croquis de Micro Localización – Ubicación del proyecto	17
Figura Nro. 11 Diseño de muro de Gavión Propuesto	18
Figura Nro. 12 distribución de las jaulas de Gavión Propuesta	19
Figura Nro. 13 planos de empuje en los muros de gaviones	20
Figura Nro. 14 Disposición de muro de sostenimiento formado con gaviones.....	21
Figura Nro. 15 Planos de empuje en muros de retención.....	22
Figura Nro. 16 Fuerzas estabilizantes y desestabilizantes en los muros de gaviones ...	23
Figura Nro. 17 Técnica para el armado de gaviones.....	37
Figura Nro. 18 Herramientas para los amarres de gaviones.....	38

INDICE DE ANEXOS

Anexo Nro 1 Defensa Ribereña proyectada.	45
Anexo Nro 2 Defensa Ribereña Construida.	46
Anexo Nro 3 Cotizacion de cidelsa	47
Anexo Nro 4 Informe de verificación de daños.	48
Anexo Nro 5 Plano topográfico y de ubicación de la defensa ribereña.	49

RESUMEN

El trabajo monográfico denominado “Diseño e Instalación de Gaviones para Protección de la Margen Izquierda de la Quebrada Chancay ante Probable Inundación”, desarrollado en el distrito de Tupe, provincia de Yauyos, departamento de Lima, analizar de forma técnica la metodología utilizada en el diseño, distribución e instalación en obra de los gaviones del proyecto en mención, así como las recomendaciones para proyectos similares.

El trabajo monográfico se apoyó en estudios básicos para tener el sustento del diseño, la distribución de las cajas de gaviones y la verificación de la estabilidad de la estructura y de esta forma poder tener la confiabilidad del funcionamiento de los mismos como medio de protección para los beneficiarios del distrito de Tupe, sin tener temor a fallas dentro del tiempo vida útil de la estructura.

Los estudios básicos determinaron los parámetros de diseño como: el caudal máximo, el tirante máximo del nivel de agua y la velocidad del flujo máximo para nuestra sección de análisis; todos estos parámetros fueron determinados para un periodo de retorno de 100 años; y fueron el punto de partida para nuestro diseño preliminar de la estructura.

En base al diseño preliminar se pudo desarrollar el análisis y verificar de la estabilidad del muro de gaviones.

La verificación de la estabilidad de la estructura fue el resultado del análisis de los coeficientes de deslizamiento C_d , coeficiente de volteamiento C_v y la excentricidad; resultado este análisis se determino que no existirán fallas por deslizamiento, hundimiento y/o volteo.

La ejecución del proyecto cubrió las expectativas del diseño y ha sido de mucho beneficio para la comunidad de Tupe.

I. INTRODUCCION

El presente trabajo monográfico, fue una experiencia laboral desarrollada en el distrito de Tupe, Yauyos - Lima, en la cual se obtuvo información primaria para el desarrollo del mismo.

El área donde cual se desarrolló el proyecto, se encuentra ubicado en la margen izquierda de la quebrada Chancay, a 350 metros de distancia de la ciudad de Tupe, ciudad vulnerable a eventuales desbordes del rio, debido a las fuertes precipitaciones en la parte alta de la cuenca, estos se presentan con mayor frecuencia y se da entre los meses de diciembre a abril, generando erosión hídrica acelerada, considerada sumamente perjudicial para los suelos, debido a estos fenómenos, grandes superficies de suelos fértiles se pierden; ya que el material sólido que se desprende en las partes media y alta de la cuenca provoca el azolvamiento del suelo de la parte baja, esto pone en peligro a la población, la cual se encuentra muy cerca de la quebrada.

El trabajo monográfico tiene como sustento el expediente técnico “Instalación del Servicio de Protección ante Probable Inundación Por Ocurrencia de Fenómeno el Niño en el Sector Chancay - 2015”, el cual fue elaborado frente a la necesidad de contar con una infraestructura que sirva de protección ante la crecida del rio, la cual fue ejecutada en noviembre del año 2016.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivos de la investigación.

Objetivo general

Diseñar e instalar una sección típica de cajas de gaviones de forma que pueda soportar los caudales máximos registrados en la quebrada Chancay.

Objetivo específicos

- Realizar los cálculos de diseño preliminar tomando como base los parámetros hidráulicos siguientes: caudal máximo, tirante máximo del nivel de agua y la velocidad del flujo máximo.
- Realizar la verificación de la estabilidad de la estructura, para esto analizar las fallas por deslizamiento, hundimiento y volteo.
- Desarrollar, describir y comentar los trabajos de instalación de los gaviones en el terreno proyectado empleando metodologías para obras similares.

III. REVISION BIBLIOGRAFICA

El uso de gaviones en las riberas es una alternativa para aminorar el impacto que causa el flujo de los ríos, dado que evita la erosión y mantiene una plataforma estable en las estructuras de contención; además que forma parte del encauzamiento de las riberas.

Según el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), existen 21 provincias dentro del país que registran desbordes de ríos a consecuencia de las intensas lluvias; para poder aminorar esta problemática, es preferible construir defensas ribereñas con materiales flexibles y de acuerdo a la geografía del lugar.

3.1. Erosión de cauces

3.1.1. El fenómeno de la erosión.

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, esto genera una profundización o expansión del lecho. (*Rocha, 1998*).

3.1.2. Origen de la erosión de los cauces fluviales.

Hay varias circunstancias típicas en las que se presenta alguna forma de erosión. Entre ellas señalamos las siguientes:

a) Aumento de caudal. Cuando ocurre una avenida, o simplemente, un aumento de caudal, también aumentan la velocidad media de la corriente, la fuerza tractiva y la capacidad de transporte. Es esta una forma de originarse la erosión y que puede conducir a un acorazamiento del lecho, a una erosión generalizada, a erosiones locales en determinados puntos, etc. Cuando el aumento de caudal se combina con otras circunstancias, los fenómenos de erosión pueden ser muy grandes. (*Rocha, 1998*).

b) Interrupción del transporte sólido. Un río tiene una tendencia hacia el estado de equilibrio. Si por alguna circunstancia se interrumpe, o se disminuye, el aporte sólido el río conserva su capacidad de transporte, pero como posee menos sólidos obtiene éstos del lecho fluvial. La consecuencia es la erosión generalizada y la consiguiente profundización del cauce. (*Rocha, 1998*).

c) Estrechamiento del cauce. Muchas veces, por diversas circunstancias, se presenta el estrechamiento del ancho de un tramo fluvial. Esto ocurre cuando se ha ejecutado un encauzamiento del río en el que se ha exagerado la disminución del ancho del río. Otras

veces los estrechamientos excesivos tienen que ver con la construcción de puentes. Cualquiera que sea el origen del estrechamiento siempre determina una disminución de la sección transversal, lo que implica aumento de la velocidad y de la capacidad de transporte de la corriente. El resultado es la profundización del cauce. (Rocha, 1998).

d) Flujo en curva. En la margen exterior de una curva fluvial hay tendencia a la erosión. Por el contrario, en la curva interior hay tendencia a la sedimentación. Estos son fenómenos propios de la dinámica fluvial. En algunos casos hay que contrarrestar sus efectos y en otros usarlos. La margen exterior debe ser protegida contra la erosión. Podría recurrirse a defensas continuas o a un sistema de espigones. (Rocha, 1998).

e) Confluencia fluvial. Aguas abajo de la sección en la que un río recibe a un afluente más o menos libre de sedimentos hay tendencia a que se produzca erosión. El mismo fenómeno ocurre aguas abajo de la confluencia de los brazos de un río entrelazado. (Rocha, 1998).

j) Pilares y estribos. Cuando en un río hay elementos extraños, como un pilar de puente o un estribo, aparece la tendencia a la erosión local por formación de vórtices. (Rocha, 1998).

3.1.3. Transporte de sedimentos

Para entender este concepto tomaremos un ejemplo aplicativo: cuando el fondo de un canal es rígido, de concreto por ejemplo, la sección transversal está definida. La relación entre las diferentes variables se establece mediante una ecuación como la de MANNING o CHEZY. El gasto es función de la pendiente, rugosidad del contorno y tamaño de la sección transversal. En cambio en un fondo móvil el lecho está sometido a procesos de erosión y sedimentación. Esto determina no solo una configuración variable del fondo, sino también un cambio en la resistencia al escurrimiento, expresada en términos de rugosidad. A su vez, los cambios morfológicos de la sección transversal determinan variaciones en el transporte sólido, con lo que el problema se complica más. (Rocha 1998).

3.2. Encauzamiento

Un encauzamiento en el sentido amplio, es cualquier arreglo o intervención que toma un tramo de un río (tramo de cauce) como su objeto de actuación primordial. Con esta definición se excluyen por ejemplo las obras de aprovechamiento del río, y otras estructuras que interaccionan con la misma. (Martín, J. 2002).

3.2.1. Defensa ribereñas

Define a las estructuras de protección construidas para proteger de las crecidas máximas de los ríos las áreas aledañas a estos cursos de agua durante la crecida.

3.2.1.1. Estructura de gaviones

Una estructura de gaviones es una combinación de mallas de cable y rocas de relleno” (*Neermal, M. 2012*). De este tipo de estructuras existen diversas patentes; es decir, cada fabricante y proveedor puede manejar definiciones y criterios particulares para sus productos. Para la presente monografía se utilizarán recomendaciones y definiciones de fabricantes, las cuales coinciden y son tomadas en cuenta para proyectos de ámbito nacional.

Según CIDELSA (2017) Características técnicas del muro de contención con gaviones:

La construcción de un muro de gaviones es extremadamente simple, sin embargo la estructura final tendrá características técnicas muy importantes. De hecho, podemos considerar las contenciones en gaviones como estructuras:

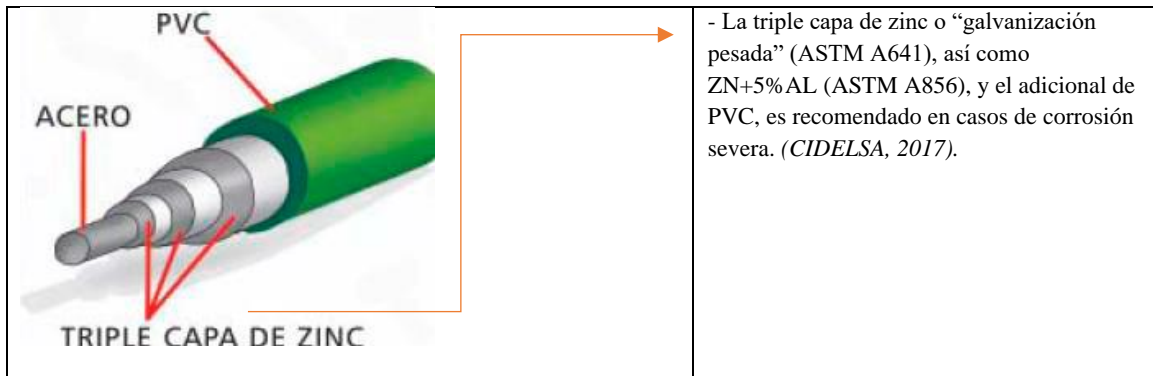
Monolíticas: Todos los elementos que forman las estructuras en gaviones son unidos entre sí a través de amarres ejecutados a lo largo de todas las aristas en contacto. El resultado es un bloque homogéneo que tiene las mismas características de resistencia en cualquier punto de la estructura.

Resistentes: Es equivocada la impresión de que una estructura formada por redes metálicas no tiene resistencia estructural o larga vida útil. Las redes utilizadas son hechas en malla hexagonal de doble torsión. Este tipo de malla proporciona distribución más uniforme de los esfuerzos a los que son sometidas y tienen resistencia nominal a la tracción. La doble torsión impide el destejido de la red, en caso ocurra la rotura de alguno de los alambres que la componen.

Durables: Para garantizar mayor durabilidad, los alambres reciben revestimientos especiales para evitar su corrosión. Estos revestimientos, aplicados a los alambres que forman las mallas de los gaviones, garantizan que el deterioro de la estructura será extremadamente lento y con efectos menos graves de lo que se registra en cualquier otro tipo de solución, aun cuando sean usadas en ambientes agresivos, caracterizándose como obras definitivas.

La triple capa de zinc o "galvanización pesada", asegura una buena protección contra los fenómenos de corrosión y abrasión. La protección adicional del alambre con material plástico, que garantiza la integridad de la estructura en presencia de ambientes corrosivos o contaminados.

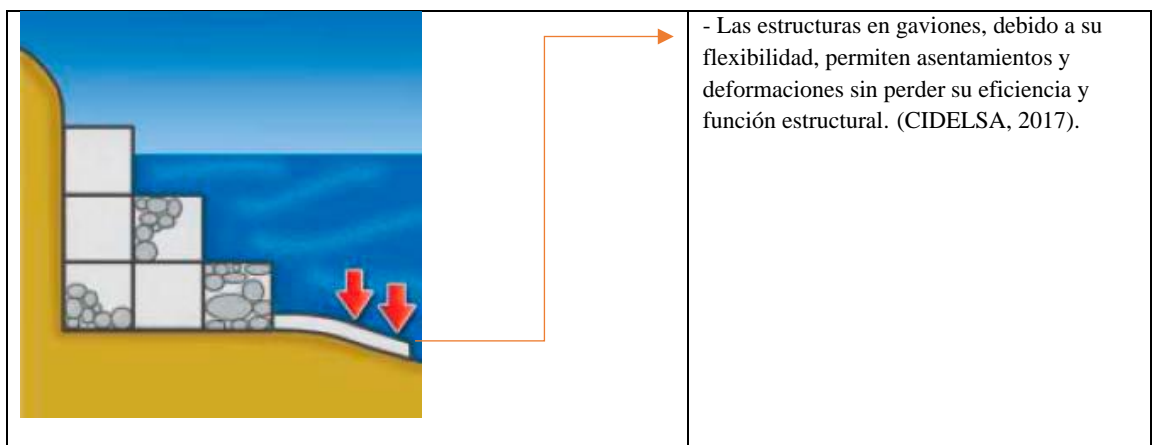
Figura Nro. 1 Recubrimiento del alambre de la malla de gaviones



Fuente: CIDELSA, 2017.

Flexibles: Permiten la adaptación de las estructuras a las deformaciones y movimientos del terreno, sin perder su estabilidad y eficiencia. Esa característica también permite, en la mayoría de los casos, que la estructura se deforme mucho antes del colapso permitiendo la detección anticipada del problema y dando oportunidad de realizar intervenciones de recuperación, minimizando gastos y evitando accidentes de proporciones trágicas.

Figura Nro. 2 Flexibilidad de los muros de gaviones.

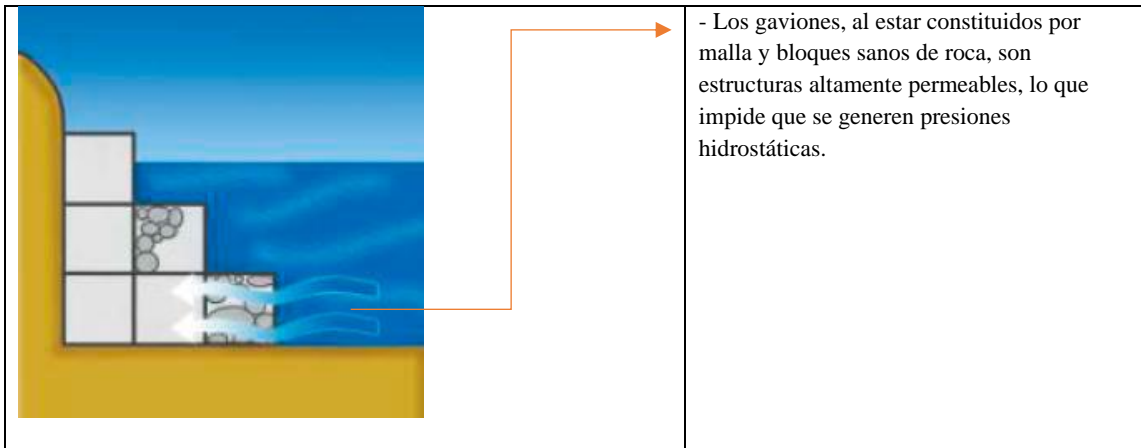


Fuente: CIDELSA, 2017.

Permeables: Un eficiente sistema drenante es indispensable para una buena performance y vida útil de las estructuras de contención. Las contenciones en gaviones, por las características intrínsecas de los materiales que las componen, son totalmente permeables y, por lo tanto autodrenantes, aliviando por completo el empuje hidrostático sobre la

estructura. Es necesario comentar que los problemas con drenaje son la causa más común de inestabilidad de estructuras de contención.

Figura Nro. 3 Permeabilidad de los muros de gaviones.



Fuente: *CIDELSA, 2017.*

a). Según *CIDELSA (2017)* Aplicaciones de la tecnología de muro de contención con gaviones:

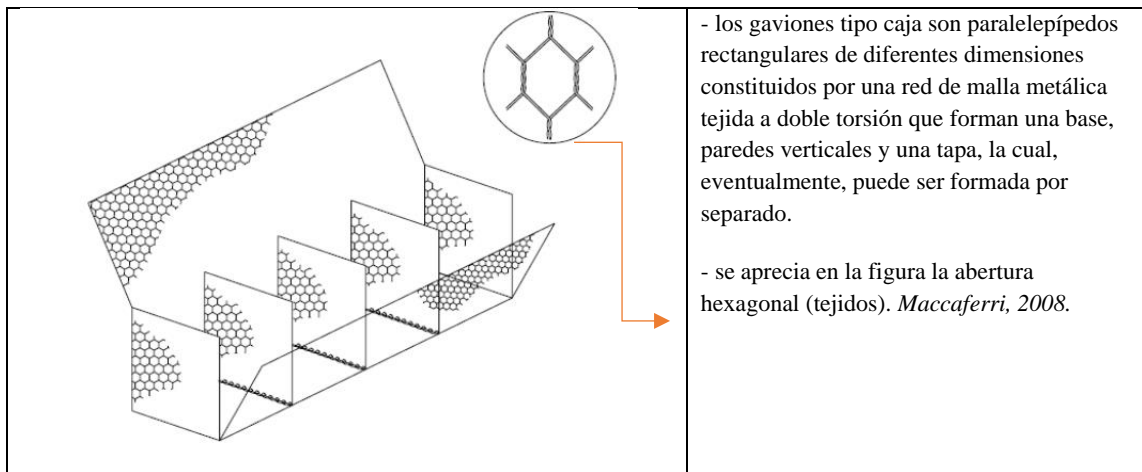
Los muros de gaviones se usan generalmente en las carreteras, ferrocarriles, defensas ribereñas, así como en otras propiedades públicas y privadas con los fines siguientes:

- Resolver problemas de derecho limitado de vía, confinando los taludes en los linderos prácticos.
- Efectuar proyectos de separación de niveles y ampliación de caminos.
- Estabilizar taludes muy inclinados en corte o en terraplén.
- Reparar desperfectos en el lecho del camino.
- Evitar erosión de márgenes.
- Realizar aleros para estribos y muros de cabecera.
- Construir plataformas para carga.
- Conformar áreas de estacionamiento.
- Crear muros de protección y barricadas.

b). Según *Maccaferri (2008)* Los tipos de gaviones según las dimensiones y características de la malla que forma la caja es la siguiente:

Tipos de caja: Las cajas forman paralelepípedos que típicamente se caracterizan por tener áreas en la base de 1 m² 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. La siguiente figura muestra el dibujo de un gavión tipo caja.

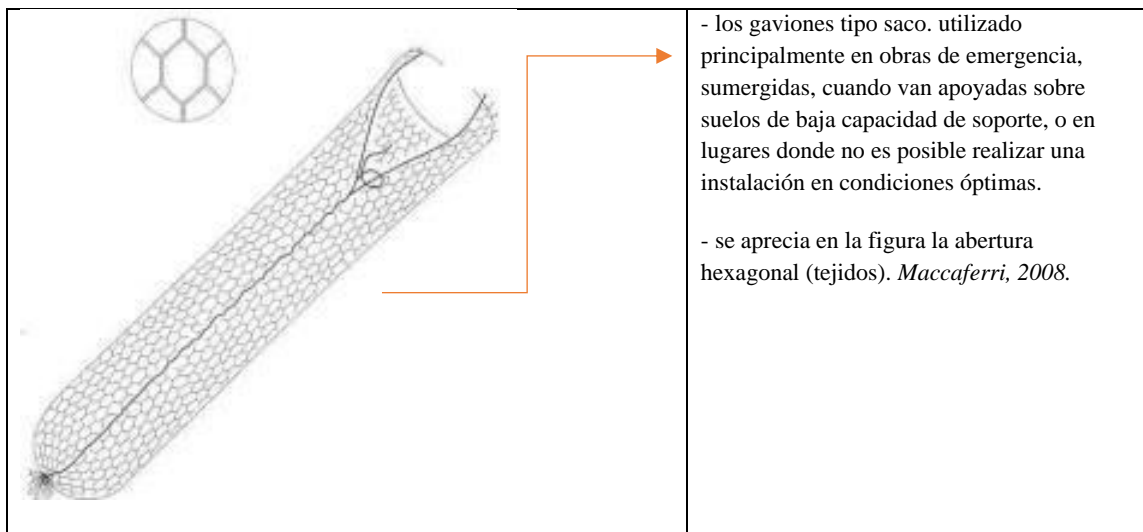
Figura Nro. 4 Gavión tipo caja



Fuente: *Maccaferri, 2008.*

Tipos de 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. La siguiente figura muestra un gavión tipo saco.

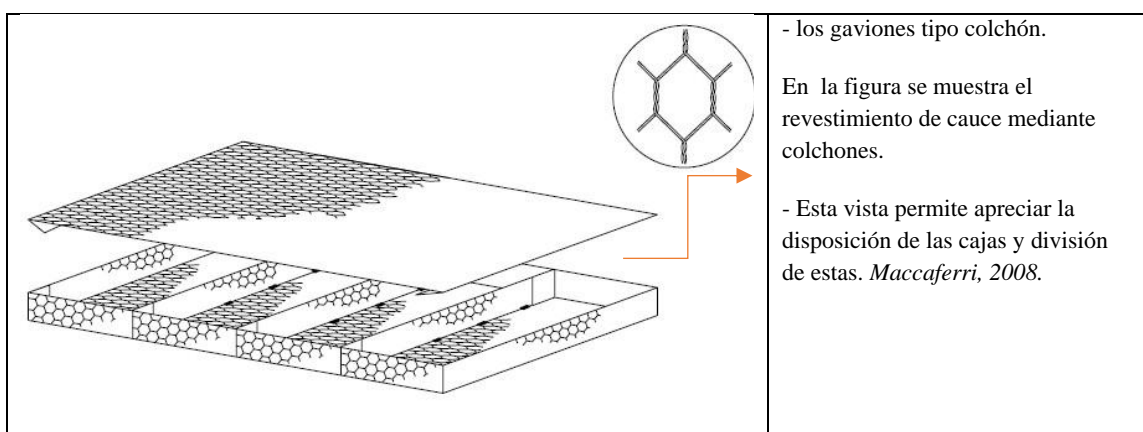
Figura Nro. 5 Gavión tipo saco.



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 dissipación. 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. La siguiente figura muestra un gavión tipo colchón.

Figura Nro. 6 Gavión tipo Colchón.



Fuente: *Maccaferri, 2008.*

3.3. Marco normativo para la realización de proyectos de protección frente a inundaciones

El proceso de diseño e instalación de estructuras de protección frente a inundaciones. Se encuentra enmarcado y normado en el Perú por el Ministerio de Economía y Finanzas, en su “Guía para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de servicios de protección frente a inundaciones”

Figura Nro. 7 Marco normativo para la realización de proyectos de protección.



El proceso de diseño e instalación de estructuras de protección frente a inundaciones. Se encuentra enmarcado y normado en el Perú por el Ministerio de Economía y Finanzas, en su “Guía para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de servicios de protección frente a inundaciones”; esta guía señala parámetros para el diseño e instalación de gaviones.

La cual se encuentra en formato descargable en la página Web del Ministerio de Economía y Finanzas de economía:
http://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/prevencion_y_desastres/GUIA_SERVICIO_DE_PROTECCION_VERSION_FINAL_JUNIO24.pdf. (la versión es gratuita y los términos y factores de seguridad se encuentran para ser corroborados desde la página 72.)

Protección frente a inundaciones
Guía simplificada para PIP de servicios de protección frente a inundaciones

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas – Peru.

IV DESARROLLO DEL TEMA

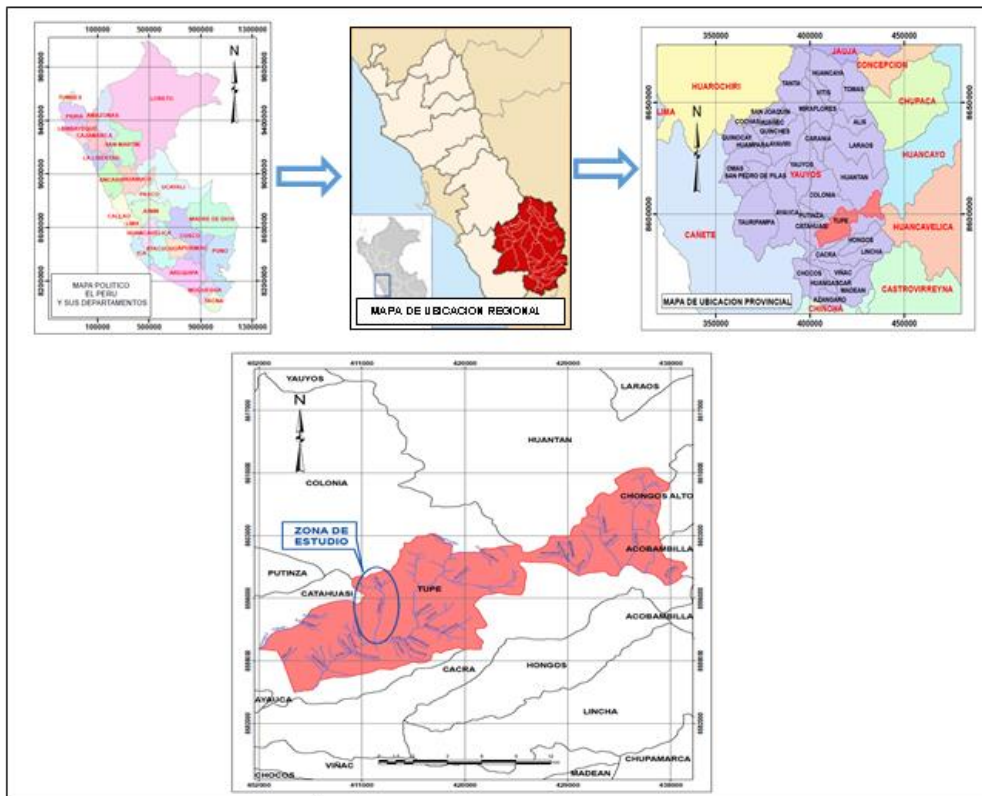
Para el desarrollo del trabajo se presentaran aspectos generales y antecedentes de la zona de estudio donde se llevó a cabo la instalación de los gaviones, esto para comprender la necesidad de los mismos gaviones como medio de protección ante futuros desbordes del río; una vez comprendida la necesidad se dispondrá a presentar la información necesaria base para realizar el diseño del proyecto, es decir los estudios y resultados básicos para emplear la metodología para el diseño, distribución e instalación de los gaviones.

4.1 Aspectos generales de la zona del proyecto

4.1.1 Ubicación del área del proyecto

Departamento : Lima.
Provincia : Yauyos
Distrito : Tupe
Localidad : Tupe
Zona del proyecto : Margen izquierda de la quebrada Chancay
(coordenadas UTM WGS84 desde 412082.59 E 8591726.77 N hasta 412074.28 E 8591673.65 N)

Figura Nro. 8 Ubicación de la localidad de Tupe y zona de estudio.



Fuente: Elaboración propia.

La margen izquierda de la quebrada Chancay se encuentra ubicada en el distrito de Tupe a una altitud de 2899 msnm.; el distrito cuenta con una población aproximada de 654 habitantes según el Censo de Población y Vivienda 2007, que se dedica en su gran mayoría a la agricultura y a la ganadería. ver cuadro N° 1.

Cuadro Nro. 1 Población beneficiada con el proyecto.

Categorías	Casos	%
Miembros poder ejecutivo y administración pública	7	2.0
Profesores, científicos e intelectuales	13	3.8
Técnicos de nivel medio y trabajos asimilados	1	0.3
Jefes y empleados de oficina	4	1.2
Trabajos de servicios personales., comerciante y mercado.	14	4.1
Agricultor trabajos calificado .agropecuario	197	57.1
Obreros y operador de minas, canteras, industria .manufactura y otros.	1	0.3
Obreros construcción, confección, fabricas	9	2.6
Trabajador no calificado, peón, vendedor ambulante y afines.	99	28.7
Total	345	100.0

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2007 – INEI.

4.1.2. Antecedentes resaltantes del área del proyecto

La Margen izquierda de la quebrada Chancay se ha visto afectada por desbordes del río debido a las fuertes precipitaciones en la parte alta de la cuenca, estos desbordes se presentan en los últimos años con mayor frecuencia entre los meses de diciembre a abril, como consecuencia de estos fenómenos, la localidad de Tupe en el año 2016 sufrió la caída de un alud o huayco, el cual afecto la localidad según se registra el Informe Técnico N° 007-2016 –ORDC/GRL de la oficina regional de Defensa Civil (revisar anexos), este informe señala el estado estructural y nivel de afectación de la ciudad de Tupe por la caída del huayco, y cuyo reporte simplificado se puede apreciar en la página SINDAP del INDECI, a través de la web ([http://sinpad.indeci.gob.pe/PortalSINPAD/.](http://sinpad.indeci.gob.pe/PortalSINPAD/)) Ver siguiente Figura.

Figura Nro. 9 INDECI reporte de emergencia (00002498)

<p>INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL - Internet Explorer</p> <p>http://sinpad.indeci.gob.pe/sinpad//Peligro/viewRIESGO.asp?codP</p>				<p>- Estado situacional de la emergencia.</p>								
<p>ESTADO SITUACIONAL DEL PELIGRO</p> <p>PELIGRO</p> <p>00002498 - HUAYCO DE GRANDES PROPORCIONES</p>				<p>- Huayco de grandes proporciones en la zona de Tupe (00002498)</p>								
<p>UBICACION</p> <table border="1"> <tr> <th>Dpto.</th> <th>Prov.</th> <th>Dist.</th> <th>LOCALIDAD</th> </tr> <tr> <td>LIMA</td> <td>YAUYS</td> <td>TUPE</td> <td>TUPE</td> </tr> </table>				Dpto.	Prov.	Dist.	LOCALIDAD	LIMA	YAUYS	TUPE	TUPE	<p>- Fecha: 25 de febrero del 2016 a las 4:00 pm.</p>
Dpto.	Prov.	Dist.	LOCALIDAD									
LIMA	YAUYS	TUPE	TUPE									
<table border="1"> <tr> <th>Latitud</th> <th>Longitud</th> </tr> <tr> <td>-12,74154</td> <td>-75,81193</td> </tr> </table>				Latitud	Longitud	-12,74154	-75,81193	<p>- Daños: según detalle de reporte de daños, el desastre dejo como consecuencia 1 km de carretera peatonal obstaculizada, sistema de agua colapsada, pequeños tramos de terreno de cultivo afectados, 12 canales de riego afectados, perdidas de animales mayores no verificados, losa deportiva afectada, 02 personas heridas atendidas, 120 personas afectadas, deslizamientos probablemente a causa de colmatación de la zona pantanosa de la zona alta de Tupe, 03 familias damnificadas por viviendas inhabitadas.</p>				
Latitud	Longitud											
-12,74154	-75,81193											
<p>FENOMENO</p> <table border="1"> <tr> <th>GRUPO</th> <th>DETALLE</th> </tr> <tr> <td>GEODINAMICA EXTERNA</td> <td>HUAYCO</td> </tr> </table>				GRUPO	DETALLE	GEODINAMICA EXTERNA	HUAYCO	<p>Esta información se encuentra en la página Web del INDECI</p> <p>www.sinpad.indeci.gob.pe/sinpad/</p>				
GRUPO	DETALLE											
GEODINAMICA EXTERNA	HUAYCO											
<p>DETALLE DEL PELIGRO</p> <p>Peligro</p> <p>HUAYCO DE GRANDES PROPORCIONES</p> <p>Vulnerabilidad</p>												

Fuente: INDECI - PERU.




Los daños en la margen izquierda de la quebrada Chancay tuvieron un registro fotográfico de fecha 28 de febrero del 2016, el cual sirvió para poder plantear una solución ante futuros fenómenos similares; A continuación se mostraran algunas fotografías tomadas días después del huayco y algunas meses antes del fenómeno, para observar el poder destructivo de estos eventos cada vez más recurrente en nuestro país.

Foto Nro. 1 fotografías anteriores y posteriores al desastre.

	<ul style="list-style-type: none"> - En la fotografía se observa el local de la Gobernación, el cimiento de la losa deportiva en buen estado, el arco de entrada y las escaleras de entrada al distrito antes de la llegada del huayco. - Se observa una vivienda en buen estado al lado de las escaleras de entrada a la ciudad, la cual fue afectada después de dicho fenómeno.
	<ul style="list-style-type: none"> - En la fotografía se observa el local de la Gobernación, en donde el gobernador fue gravemente lesionado. - Se observa el aro y arco de la losa deportiva que fue llevada por la fuerza del huayco. - Se observan las escaleras de entrada a la ciudad de Tupe, destruidas también por dicho fenómeno.
	<ul style="list-style-type: none"> - En la fotografía se observa la huella dejada en la trayectoria del recorrido del Huayco. - En la fotografía se observa la destrucción de uno de los doce canales principales de regadío que se cruzaron en la trayectoria del recorrido del Huayco.

Fuente: fotos propias de la consultora.

Foto Nro. 2 fotografías anteriores y posteriores al desastre.

 A photograph showing a small, dark-colored house with a corrugated metal roof on the left. To its right, a concrete sports court is completely destroyed, with large chunks of concrete and debris scattered around. In the background, there are trees and a steep, rocky hillside. An orange box highlights a utility pole on the hillside, with an arrow pointing to the right.	<ul style="list-style-type: none">- Se observa una vivienda la cual fue demolida al no tener cimientos de apoyo.- En la fotografía se observa la losa deportiva totalmente destruida después de la llegada del huayco.
 A photograph of a well-maintained concrete sports court. The court is surrounded by a yellow fence. In the background, there are trees and a steep, rocky hillside. The sky is overcast.	<ul style="list-style-type: none">- En la fotografía se observa la losa deportiva en buen estado antes de la llegada del huayco.
 A photograph of a rocky stream bed. The stream is filled with large, dark rocks and debris. The surrounding area is covered with trees and vegetation. The background shows a steep, rocky hillside.	<ul style="list-style-type: none">- En la fotografía se observa la margen izquierda de la quebrada Chancay y pocos metros abajo la ciudad de Tupe.- Se observa la marca dejada por la trayectoria del recorrido del Huayco.

Fuente: fotos propias de la consultoria.

4.2 Información necesaria para el diseño de los gaviones

4.2.1. Ubicación de los gaviones.

El proyecto se encuentra ubicado en la margen izquierda de la quebrada Chancay, en las coordenadas UTM WGS84 desde 412082.59 E 8591726.77 N hasta 412074.28 E 8591673.65 N; se ubica a una distancia de 350 metros de la localidad de Tupe. Ver gráfico N° 2.

4.2.2. Metas del físicas del proyecto.

El proyecto considera la construcción de un muro de gaviones (cara húmeda de gavión y prisma de material de préstamo) de 60.00 metros lineales, según el relieve del lecho del río de la quebrada Chancay, el cual será considerado y desarrollado en el presente trabajo monográfico.

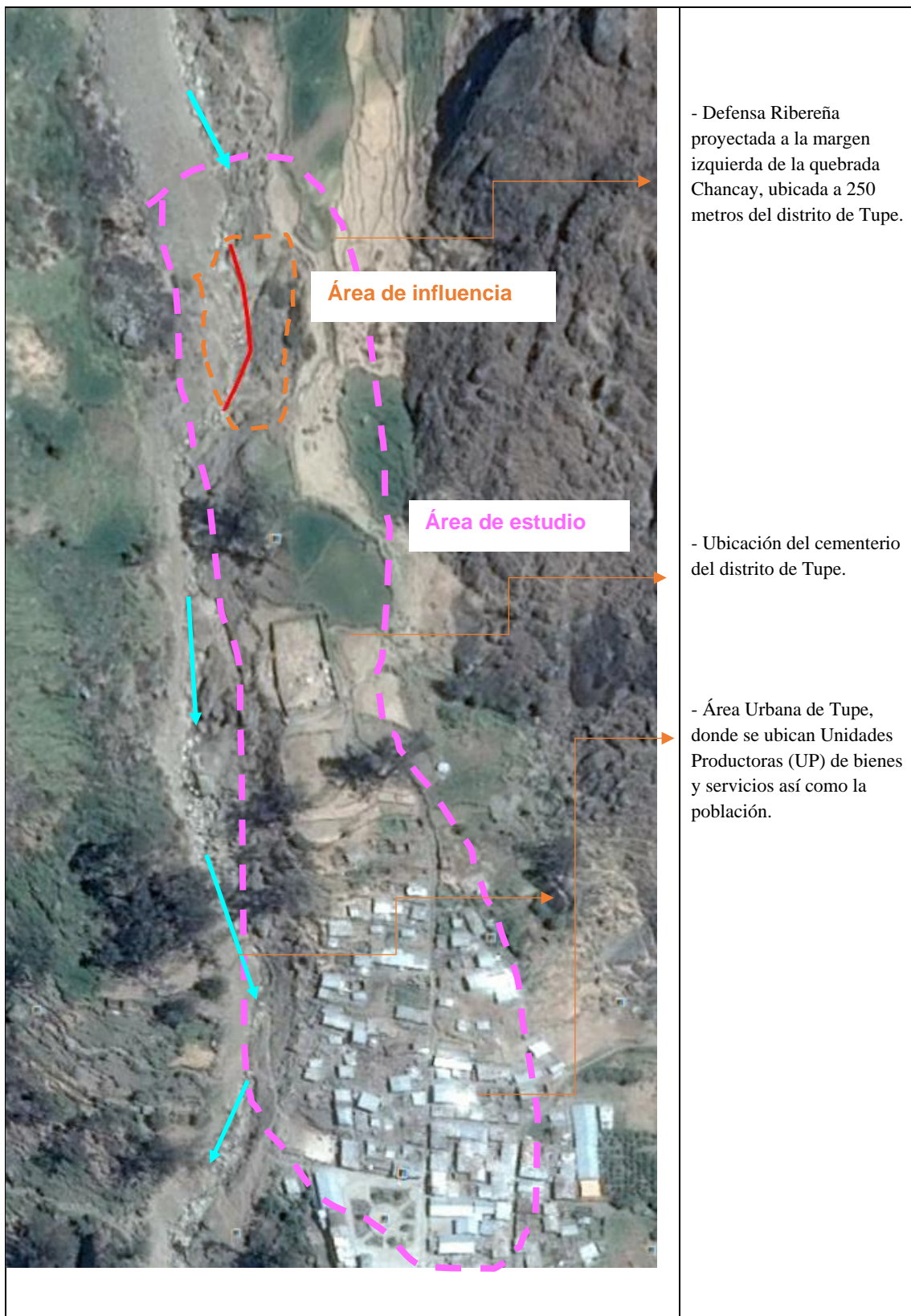
4.2.3. Estudios básicos del proyecto

Para la elaboración del diseño de los gaviones, se emplearon estudios básicos previos, estos determinaron los parámetros y condiciones para el funcionamiento de la estructura.

a). Estudio hidrológico y modelamiento hidráulico, el cual nos permitió determinar entre otros parámetros el caudal de diseño para un periodo de retorno de 100 años, el tirante máximo del nivel de agua de la quebrada Chancay, la velocidad de flujo máximo; estos parámetros nos ayudaron en el diseño de la defensa ribereña. Los estudios básicos se realizaron mediante las metodologías requeridas para este tipo de proyectos.

Según el Estudio hidrológico y modelamiento hidráulico, el caudal para un periodo de retorno de 100 años (periodo utilizado según la Guía Metodológica para Proyectos de Protección y/o Control de Inundaciones en Áreas Agrícolas o Urbanas del MEF) es de 69.9 m³/seg., el cual generaría un tirante máximo del nivel de agua de 1.5 metros, una altura de borde libre de 1.60 metros y una profundidad de socavación de 0.5 metros; estos parámetros generados inician el diseño y dimensionamiento de los gaviones.

Figura Nro. 10 Croquis de Micro Localización – Ubicación del proyecto



Fuente: Google Earth / Elaboración Propia

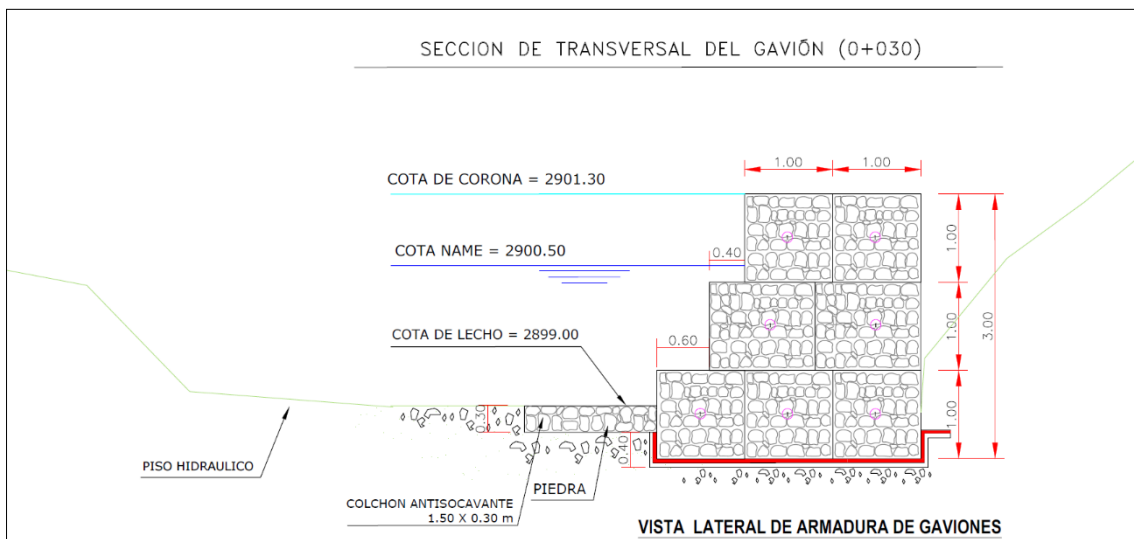
4.3. Metodología de diseño de los gaviones del proyecto

4.3.1. Descripción del sistema planteado

Sección típica planteada:

Para el dique de gaviones, se plantea una estructura con una altura de 3.00 metros y 0.3 metros de cimentación, estará formado por tres capas de gaviones, la primera camada que constituye la base del muro es de 3.00 metros de ancho y está conformada por dos gaviones caja de 1.50 m de ancho, la segunda camada está conformada por dos gaviones caja, uno de 1.00 m y otro de 1.50 de ancho, es decir tiene un ancho total de 2.50 m, la tercera camada está conformada por dos gaviones caja, de 1.00 m de ancho cada uno, es decir tiene un ancho total de 2.00 m, estos dos últimos constituyen el último nivel (corona) del muro de encauzamiento. Se entiende que cada camada está conformada por una hilera de gaviones. La longitud del muro es de 60.00 metros. La pendiente del muro, tanto en corona, pantalla antisocavante o solera y cimentación es $s = 0.004$, ver siguiente gráfico.

Figura Nro. 11 Diseño de muro de Gavión Propuesto



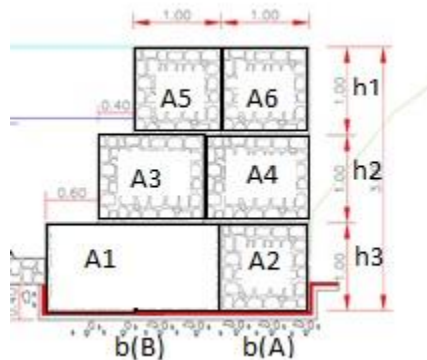
Fuente: Estudio hidrológico y modelamiento hidráulico - quebrada Chancay

4.3.2. Diseño y verificación de la distribución planteada para el sistema Gavión.

Las presiones que obran sobre un muro de sostenimiento tienden a producir su deslizamiento, hundimiento o volteo. La resistencia a la sustentación del terreno que forma el cimiento es importante, como lo es también el carácter del relleno, el cual puede variar desde una grava bien drenada hasta una arcilla plástica según sea el caso. La determinación de la magnitud, dirección y punto de aplicación de la presión es un procedimiento laborioso y complicado, para lo cual se recomienda consultar libros sobre el tema.

Para la elaboración del presente proyecto se utilizaron guías y manuales de diseño para determinar el comportamiento de la estructura con respecto al suelo y su entorno.

Figura Nro. 12 distribución de las jaulas de Gavión Propuesta



Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.1 Área lateral de la estructura

Altura (h) del Bloque que conforma el gavión

h1 (primer nivel)=	1.00 m
h2 (segundo nivel) =	1.00 m
h3 (tercer nivel) =	1.00 m

Ancho (b) del Bloque que conforma el gavión

b(B)=	1.50 m
b(A)=	1.00 m

AREA	
A1	1.50 m ²
A2	1.50 m ²
A3	1.00 m ²
A4	1.50 m ²
A5	1.00 m ²
A6	1.00 m ²
Total	6.50 m ²

El Área de la sección del muro es 6.50 m²

Se determina que el área lateral como se muestra en la anterior figura es de 6.5 m², este dato será el punto de partida para el cálculo de estabilidad de los gaviones.

4.3.2.2. Talud de las caras de los gaviones de encauzamiento.

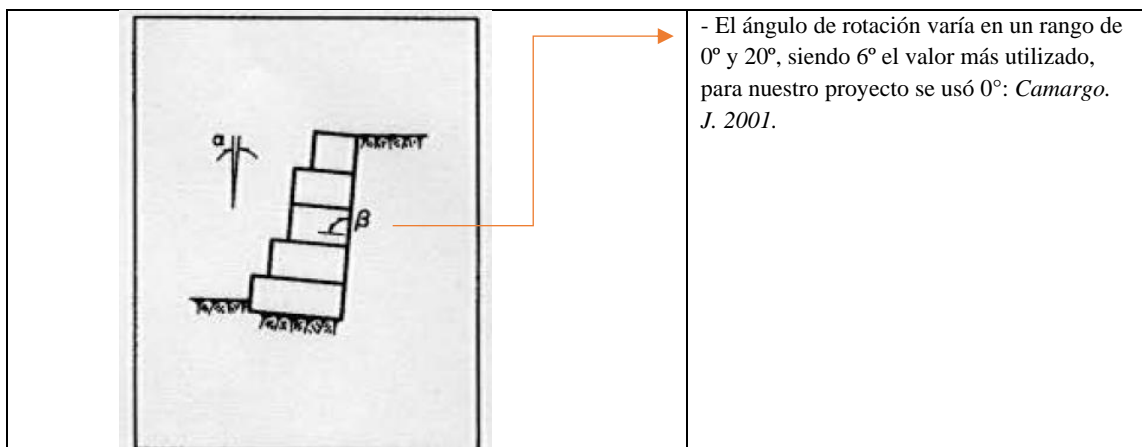
Teniendo en consideración la disposición geométrica de la sección de encauzamiento, el talud de la sección es $z = 0$, es decir es vertical presentando una disposición escalonada en la cara húmeda y que responde también a la limitación de espacio dentro del área de emplazamiento de la obra proyectada, así como también, al tipo de suelo donde se aloja la caja hidráulica.

Estos taludes en ambas caras, garantizan la estabilidad de las estructuras conformadas por gaviones tipo caja y pantalla antisocavante conformada por gaviones tipo colchón ambos serán rellenos con piedra de río.

4.3.2.3. Selección preliminar del esquema del muro.

Para iniciar el análisis, debe suponerse una cierta geometría del muro. Para ello, es importante tener idea del peso específico de los gaviones. Este varía según el tipo de bloques de roca que se utilicen para rellenar las cajas de gaviones, así como el grado de acomodo que se logre, lo cual depende de la habilidad del operador y de la forma de los bloques. Además, se debe conocer la altura total que deberá tener el muro y el espacio disponible para la base. Es recomendable contemplar un ángulo de rotación del muro hacia el interior del terreno, con el fin de disminuir el empuje activo.

Figura Nro. 13 planos de empuje en los muros de gaviones



Fuente: Camargo. J. 2001 Manual de Gaviones. México.

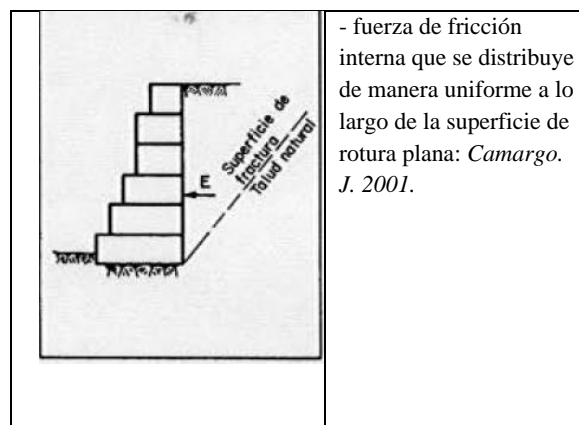
4.3.3. Cálculo del empuje activo del suelo.

A). Coeficiente de empuje activo (K_a):

El empuje de tierra es la resultante de las presiones laterales ejercidas por el suelo sobre una estructura de sostenimiento, en nuestro caso sería el muro de gaviones. Estas presiones son debidas al peso propio del suelo y/o a sobrecargas aplicadas sobre él. La magnitud del empuje sobre una estructura depende, fundamentalmente, de la deformación que esta sufre bajo la acción del empuje.

Para determinar el valor del empuje, se utilizara el método de Coulomb, basado en el estudio del equilibrio de una cuña bidimensional de suelo indeformable, sobre el cual actúan el propio peso del relleno, la fuerza de fricción interna que se distribuye de manera uniforme a lo largo de la superficie de rotura plana (ver figura N° 13), y eventualmente la cohesión del suelo.

Figura Nro. 14 Disposición de muro de sostenimiento formado con gaviones.



Fuente: Camargo. J. 2001 Manual de Gaviones. México.

El empuje activo (E_a) de un muro de sostenimiento se determina con las siguientes expresiones:

$$E_a = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_s * H^2 \left[1 + \frac{1 * h_s}{2} \right] - 2 * K_a^{\frac{1}{2}} * C * H \quad \dots (1)$$

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\beta + \varphi)}{\text{sen}^2 \beta * \text{sen}(\beta - \delta) * \left[1 + \frac{\text{sen}(\varphi + \delta) * \text{sen}(\varphi - \varepsilon)}{\sqrt{\text{sen}(\beta - \delta) * \text{sen}(\beta + \varepsilon)}} \right]^2} \quad \dots (2)$$

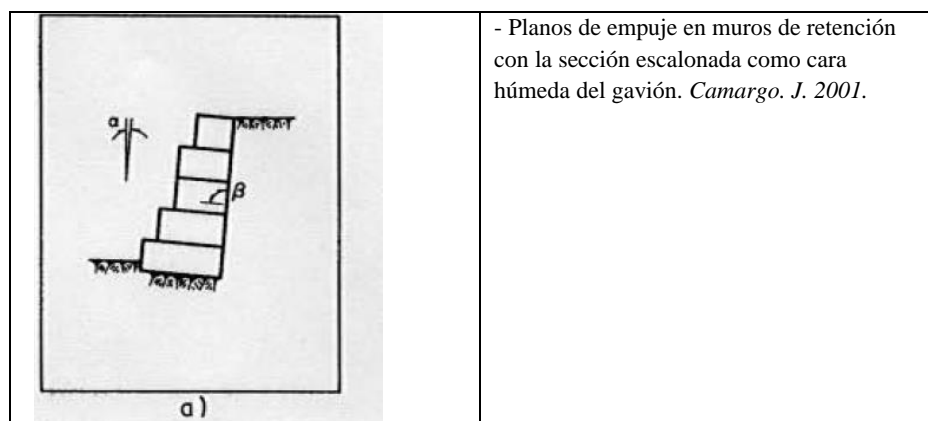
$$H = [h + (B + a) * \tan(\alpha)] * \cos(\alpha) \dots (3)$$

$$h_s = \frac{q}{\gamma_s} \dots (4)$$

Donde:

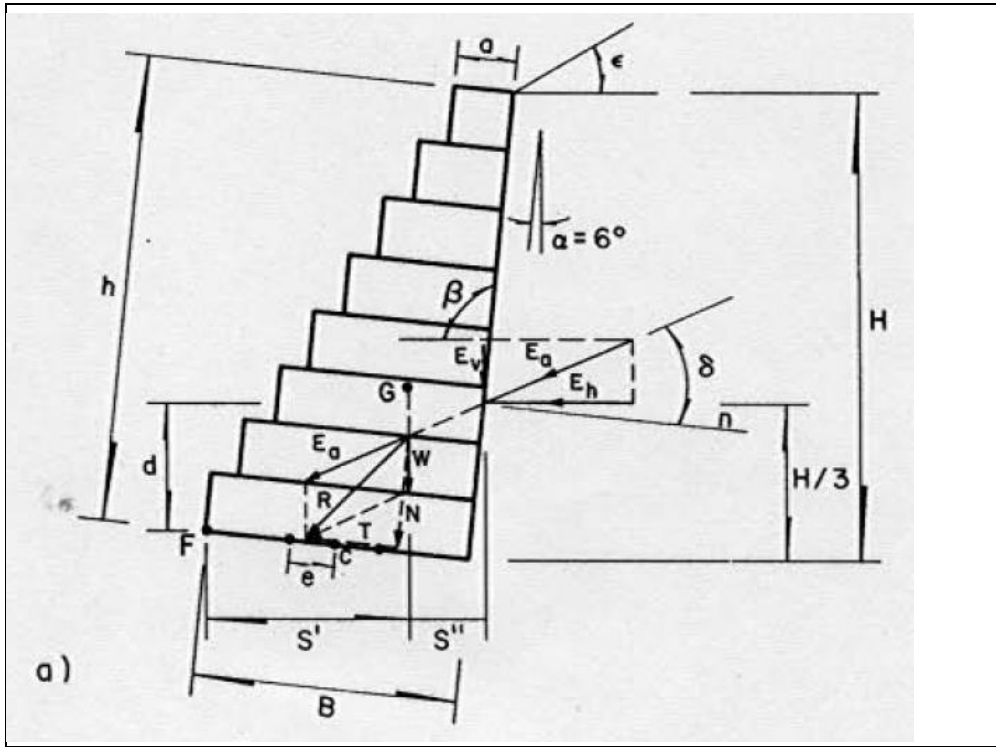
- E_a Empuje activo, en t/m
- K_a Coeficiente de Empuje activo
- γ_s Peso específico del material de Relleno gavión (ver cuadro N° 2)
- H Altura donde actúa del empuje, en m
- h Altura del muro de gavión, en m (ver figura 16)
- B Base del muro sin considerar los escalones externos, en m (ver figura 16)
- a Ancho del muro en la corona, en m (ver figura 16)
- α Angulo de inclinación de la estructura con la vertical, en grados (ver figura 15)
- β Angulo formado por el plano de empuje y la horizontal, en grados (ver figura 15)
- ϕ Angulo de fricción del material, en grados (ver cuadro N° 16)
- δ Angulo de fricción entre muro y terreno, en grados, (en gaviones $\delta = \phi$,)
- ϵ Angulo del talud sobre el muro con la horizontal, en grados, (ver figura 16)
- c Cohesión, en t/m²

Figura Nro. 15 Planos de empuje en muros de retención.



Fuente: *Camargo. J. 2001 Manual de Gaviones. México.*

Figura Nro. 16 Fuerzas estabilizantes y desestabilizantes en los muros de gaviones



Fuente: Camargo, J. 2001 Manual de Gaviones. México.

Cuadro Nro. 2 Peso específico de diversos tipos de roca

Tipo de roca	Peso específico γ_s , en t/m^3
basalto	2.9
granito	2.6
caliza compacta	2.5
traquita	2.5
guijarro de río	2.3
arenisca	2.3
caliza tierna	2.2
toba	2.7

Fuente: Camargo, J. 2001 Manual de Gaviones. México.

Cuadro Nro. 3 Peso específico de diversos tipos de roca

		<u>Peso específico</u>		γ_s	<u>Ángulo de fricción</u>	
		Tipo	Material	t/m ³	Material	Grados
m a c i z o	n o	arena fina	gruesa y seca	1.44	compacta, bien graduada, uniforme	40 - 45
			fina y húmeda	1.60		
			húmeda	1.84		
			muy húmeda	1.92		
		grava	común mixta	1.76	común mixta	35 - 40
			fluvial	2.24	grava	40
			suelta	1.84	compacta arenosa	40 - 45
			arenosa	1.82	suelta arenosa	35 - 40
		roca suelta	granito	1.60 - 2.00	pedra partida en fragmentos	35 - 45
			basalto	1.76 - 2.24	yeso fragmentado	35 - 45
	calcárea		1.28 - 1.92			
	yeso		1.00 - 1.28			
	m a c i z o	arcilla	seca	1.76	bloques de arcilla seca	30
húmeda			1.84	bloques de arcilla húmeda	40	
saturada			1.92	arcilla compacta	10 - 20	
marga arenosa			1.60	arcilla blanda	5 - 7	
marga			1.76	calcáreo, zona de deslizamiento	20 - 27	
con grava			2.00	material de falla	14 - 22	
cobertura		suelo superficial	1.36	suelo de cobertura	30 - 35	
		suelo seco	1.44			
		suelo húmedo	1.60			
		suelo saturado	1.68			
macizo rocosa	granito	2.61	granito	30 - 50		
	cuarcita	2.61	cuarcita	30 - 45		
	arenisca	1.95	arenisca	30 - 45		
	caliza	3.17	caliza	30 - 50		
	pórfido	2.58	pórfido	30 - 40		
yeso	1.76	yeso	30 - 40			

Fuente: Camargo, J. 2001 Manual de Gaviones. México.

Desarrollando el cálculo para determinar el Empuje Activo (E_a)

4.3.4. Coeficiente de empuje activo (k_a)

Para: $\varepsilon = 0^\circ$, $\delta = 30^\circ$, $\varphi = 30^\circ$, $\beta = 90^\circ$

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\beta + \varphi)}{\text{sen}^2 \beta * \text{sen}(\beta - \delta) * \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi + \delta) * \text{sen}(\varphi - \varepsilon)}{\text{sen}(\beta - \delta) * \text{sen}(\beta + \varepsilon)}} \right]^2} \dots (2)$$

Reemplazando los valores en (2), se tiene:

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(90 + 30)}{\text{sen}^2 90 * \text{sen}(90 - 30) * \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(30 + 30) * \text{sen}(30 - 0)}{\text{sen}(90 - 30) * \text{sen}(90 + 0)}} \right]^2}$$

$$K_a = 0.297$$

4.3.5. Altura de desarrollo del empuje (H)

Para: $\alpha = 0^\circ$, $h = 3\text{m}$, $B = 3\text{m}$, $a = 2\text{m}$

$$H = [h + (B + a) * \tan(\alpha)] * \cos(\alpha) \dots (3)$$

Reemplazando los valores en (3), se tiene:

$$H = [3 + (3 + 2) * \tan(0)] * \cos(0)$$

$$H = 3.00 \text{ m}$$

4.3.6. Altura de relleno de sobrecargas (h_s)

Para: $q = 0^\circ$, $\gamma_s = 2.43 \text{ t/m}^3$

$$h_s = \frac{q}{\gamma_s} \dots (4)$$

Reemplazando los valores en (4), se tiene:

$$h_s = \frac{0}{2.43}$$

$$h_s = 0$$

Para nuestro caso no existen sobrecargas sobre el terreno que actúa el empuje activo.

4.3.7. Empuje activo:

Para: $C = 0 \text{ t/m}^2$, $\gamma_s = 2.43 \text{ t/m}^3$

$$E_a = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_s * H^2 \left[1 + \frac{1 * h_s}{2} \right] - 2 * K_a^{\frac{1}{2}} * C * H \quad \dots (1)$$

Reemplazando los valores en (1), se tiene:

$$E_a = \frac{1}{2} * 0.297 * 2.43 * 3^2 \left[1 + \frac{1 * 0}{2} \right] - 2 * 0.297^{\frac{1}{2}} * 0 * 3 \quad \dots (1)$$

$$E_a = 1.34 \text{ t/m}$$

4.3.8. Altura de aplicación del empuje

Para: $B = 3 \text{ m}$

$$d = \frac{H}{3} * \left[\frac{H + 3 * h_s}{H + 2 * h_s} \right] - B * \text{sen}(\alpha) \quad \dots (5)$$

Reemplazando los valores en (5), se tiene:

$$d = \frac{3}{3} * \left[\frac{3 + 3 * 0}{3 + 2 * 0} \right] - 3 * \text{sen}(0) \quad \dots$$

$$d = 1 \text{ m} \quad \dots$$

4.3.9. Estabilidad del muro:

a). Verificación de la seguridad contra el deslizamiento:

$$E_v = E_a * \text{sen}(90^\circ + \delta - \beta) \quad \dots (6)$$

$$E_h = E_a * \text{cos}(90^\circ + \delta - \beta) \quad \dots (7)$$

E_v = componente vertical del empuje activo E_a , en t/m

E_h = componente horizontal del empuje activo E_a , en t/m

Reemplazando los valores en (5) y (6), se tiene:

$$E_v = 1.34 * \text{sen}(90^\circ + 30 - 90)$$

$$E_h = 1.34 * \text{cos}(90^\circ + 30 - 90)$$

$$E_v = 0.67 \quad \text{T/m}$$

$$E_h = 1.16 \quad \text{T/m}$$

4.3.10. Peso específico de los gaviones

Para: $n = 0.3$, $\gamma_s = 2.43 \text{ t/m}^3$

γ_g : peso específico de los gaviones, en t/m^3

γ_s : peso específico de la roca, en t/m^3

n : porcentaje de vacíos, su valor promedio es 0.3

$$\gamma_g = \gamma_s * (1 - n) \dots (8)$$

Reemplazando los valores en (8), se tiene:

$$\gamma_g = 2.43 * (1 - 0.3)$$

$$\gamma_g = 1.70$$

4.3.11. Peso de la estructura de los gaviones

W : peso propio de la estructura, en t/m

El Área de la sección del muro es 6.50 m^2

$$W = (\text{area de la seccion del muro}) * \gamma_g \dots (9)$$

Reemplazando los valores en (9), se tiene:

$$W = (6.50) * 1.70$$

$$W = 11.057 \text{ t/m}$$

4.3.12. Coeficiente de deslizamiento

$$C_D = \frac{[(W+E_V) \cos \alpha + E_h \text{SEN} \alpha] \text{TAN} \phi + (W+E_V) \text{SEN} \alpha + C * B}{(E_h) \cos \alpha} \dots (10)$$

$$C_D = \frac{[(11.06+0.67) \cos(0) + 1.16 \text{SEN}(0)] \text{TAN}(30) + (11.06+0.67) \text{SEN}(0) + 0 * 3}{(1.16) \cos(0)} \dots$$

Reemplazando los valores en (10), se tiene:

$$C_D = 5.85 \dots$$

$(C_d = 5.85)$	≥ 1.5
----------------	------------

Como se observa C_d es mayor a 1.5; por tanto cumple la especificación, es decir no se produce deslizamiento del muro de retención.

4.3.13. Seguridad contra volteamiento:

Momento de volteo M_v

$$M_v = E_h * d \dots (11)$$

Reemplazando los valores en (11), se tiene:

$$M_v = 0.67 * 1$$

$$M_v = 0.67 t - m/m$$

4.3.14. Momento resistente M_r :

S' : distancia horizontal entre el punto de volteamiento F (ver figura N°16) y el punto de aplicación del empuje activo.

S'' : distancia vertical entre el punto de volteamiento F (ver figura N°16) y el punto de aplicación del empuje activo.

$$S' = B * \cos \alpha - \frac{H+3*h_s}{H+2*h_s} * \frac{1}{\tan \beta} \dots \dots (12)$$

$$S'' = X_g * \cos \alpha + Y_g * \sin \alpha \dots \dots (13)$$

Resolviendo de la ecuación:

$$S'' = 3.00$$

$$S''' = 1.28$$

$$X_g = 1.283$$

$$Y_g = 1.366$$

Momento resistente M_r

$$M_r = W * S' + S'' * E_v \dots \dots (14)$$

Resolviendo de la ecuación:

$M_r =$	34.66
---------	-------

4.3.15. Coeficiente de volteamiento

$$C_v = \frac{M_r}{M_v} \geq 1.5 \dots\dots (15)$$

$C_v =$	51.83	≥ 1.5
---------	-------	------------

Como se observa C_v es mayor a 1.5; por tanto cumple la especificación, es decir el muro no se volteará.

4.3.16. Verificación de las tensiones en el suelo

d.1) Resultante de las fuerzas normales en la base del muro

$$N = (W * E) * \cos \alpha + E_h * \sin \alpha \dots\dots(16)$$

Resolviendo de la ecuación:

$N =$	12.21	T/m
-------	-------	-------

d.2) Excentricidad

$$e = \frac{B}{2} - \left[\frac{M_r + M_v}{N} \right] \dots\dots\dots(17)$$

Resolviendo de la ecuación:

$e = -1.28 \text{ m}$	$< B/6$
-----------------------	---------

De acuerdo con este valor, la resultante cae dentro del núcleo central, es decir, se localiza dentro del tercio medio de la base, dado que $e < B/6$.

4.3.17. Esfuerzos resultantes (σ)

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_1: \\ \sigma_2: \end{array} \right\} = \frac{N}{B} * \left[1 \pm \frac{\sigma * e}{B} \right] \dots\dots\dots(18)$$

Resolviendo de la ecuación:

$\sigma_1: -6.37 \text{ t/m}^2$
$\sigma_2: 14.51 \text{ t/m}^2$

Transformado unidades:

σ_1 : -0.64 kg/cm ²	<	2 kg/cm ²
σ_2 : 1.451 kg/cm ²		

Ambos resultados son menores a 2 kg/cm² que es capacidad de carga del suelo, resistencia del terreno en el cual se asentaran los gaviones.

Se ha verificado que el diseño planteado no produce efectos de deslizamiento, hundimiento o volteo.

4.4. Metodología para la Instalación de gaviones en el terreno proyectado

El proceso de construcción del muro de gaviones del Proyecto “Diseño e Instalación de Gaviones para Protección de la Margen Izquierda de la Quebrada Chancay ante Probable Inundación”, se inició en el mes de Noviembre del 2016, como consecuencia del retraso del cronograma del proceso de convocatorias públicas, esto generó que el inicio se diera en los meses de lluvias en la sierra y por lo tanto retrasos en los trabajos de campo al igual que paralizaciones de obra.

Los trabajos de instalación de gaviones comenzaron con la cotización de los gaviones para una longitud de 60 metros lineales de gaviones según diseño y una altura de 3 m., según el diseño preliminar del muro, este arrojó dos gaviones tipo caja de 1.50 m de ancho para la base, la segunda camada estaría conformada por dos gaviones tipo caja, uno de 1.00 m y otro de 1.50 de ancho, es decir con un ancho total de 2.50 m, la tercera camada estaría conformada por dos gaviones tipo caja de 1.00 m de ancho cada uno, es decir con un ancho total de 2.00 m, estos dos últimos constituyen el último nivel (corona) dando un volumen total de 1500 m³ de piedra; a continuación se generó el pedido de cotización, adjuntando el plano de diseño de gaviones.

CIDELSA fue la empresa proveedora de las jaulas de gaviones seleccionada, esta entregó su cotización las cuales incluían el lugar de entrega tanto en obra como también para ser recogido en sus instalaciones en el distrito de Lurin. Lima - Lima, el monto se detalla en el anexo de cotización; una vez puestos los gaviones en obra se comienzan con los primeros trabajos de instalación.

4.4.1. Demarcación topográfica del terreno.

La demarcación topográfica del terreno se realizó por parte del técnico en topografía, dicha demarcación es un requisito imprescindible previo a la excavación, donde se determinara la ubicación y la magnitud de los cortes por realizar sobre el terreno, para esto primero se realiza el trazo y replanteo para luego comenzar con la delimitación topográfica.

Se realizó colocando estacas a lo largo del terreno a una distancia de 5 metros, esto debido a que las jaulas de los gaviones son de 5 metros de largo y estos deberán seguir la curvatura de la quebrada, para lo cual se dejaban estacas demarcaron dicha línea de excavación, estas estacas fueron colocadas a 5 metros a lo largo del trazo de los gaviones.

Foto Nro. 3 Demarcación topográfica

Demarcación topográfica en la zona donde se instalaran los gaviones del proyecto quebrada Chancay	
	<p>En la fotografía se observa los trabajos en la progresiva 0+000 es decir en las coordenadas UTM WGS84 desde 412082.59 E 8591726.77 N.</p> <p>Se observa el material de bolonería de gran magnitud.</p> <p>Se observa la marca dejada por el paso del huayco.</p> <p>Se observa el trazo preliminar donde se instalaran los gaviones del proyecto quebrada Chancay</p>
	<p>En la fotografía se observa los trabajos en la progresiva 0+060 es decir en las coordenadas UTM WGS84 desde 412074.28 E 8591673.65 N.</p>

Fuente: fotos propias de la consultoria.

Foto Nro. 4 estacado y replanteo topográfico

Demarcación topográfica en la zona donde se instalarán los gaviones del proyecto quebrada Chancay	
	<p>En la fotografía se observa los trabajos en la progresiva 0+060 es decir en las coordenadas UTM WGS84 desde 412074.28 E 8591673.65 N.</p> <p>Personal realizando la demarcación de los límites de los gaviones en el terreno así como el Alineamiento donde se emplazara el muro gavión para luego comenzar los trabajos de excavación.</p>
	<p>En la fotografía se observa los trabajos de estacado en la progresiva 0+060 es decir en las coordenadas UTM WGS84 desde 412074.28 E 8591673.65 N.</p> <p>Personal se guía de las estacas dejadas por el replanteo de la topografía utilizando equipo de estación total.</p>
	

Fuente: fotos propias de la consultoria.

4.4.2. Excavación del terreno.

Una vez terminados los trabajos de demarcación del terreno, se procede a la excavación manual, la excavación en la quebrada Chancay se realizó hasta alcanzar material rocoso según diseño preliminar, con la finalidad de tener una mayor estabilidad al momento de instalar los colchones antisocavantes.

Foto Nro. 5 Trabajos de excavación




	
	<p>Personal realizando movimiento de tierra (excavación y conformación de plataforma)</p> <p>Los trabajos de excavación manual involucro el movimiento y rocas de gran magnitud, esto trabajos demoraron aproximadamente 3 semanas para el caso del proyecto en la quebrada Chancay.</p> <p>Los trabajos de excavación se llevaron a cabo manualmente debido a que la maquinaria pesada no puede acceder a la zona.</p>

Fuente: fotos propias de la consultoria.

4.4.3. Compactación del terreno para la instalación de gaviones.

La compactación del terreno para la instalación de los gaviones se llevó a cabo con un compactador manual o también llamado apisonador manual, esto permitirá nivelar el terreno, además de mejorar la capacidad de soporte de la fundación de la base donde descansaran los gaviones.

Foto Nro. 6 Compactador manual.

 <p>COMPACTACIÓN CON PISÓN.</p>	<p>Compactador manual:</p> <p>El compactador manual es utilizado en zonas de difícil acceso donde la maquinaria pesada no puede ingresar.</p>
	<p>Personal realizando los trabajos de compactación de la plataforma donde se instalarán las jaulas de los gaviones.</p>
	<p>En la fotografía se observa los trabajos de compactación en la progresiva 0+000 es decir en las coordenadas UTM WGS84 desde 412082.59 E 8591726.77 N.</p>

Fuente: fotos propias de la consultoría.

4.4.4. Armado e instalación de los gaviones en el terreno.

Una vez terminada la compactación del suelo se comienza con el armado de gaviones, los gaviones llegan de forma pre armada como se aprecia a continuación, tratando de ocupar el menor espacio para su practicidad de transporte.

Foto Nro. 7 fotografías anteriores y posteriores al desastre.

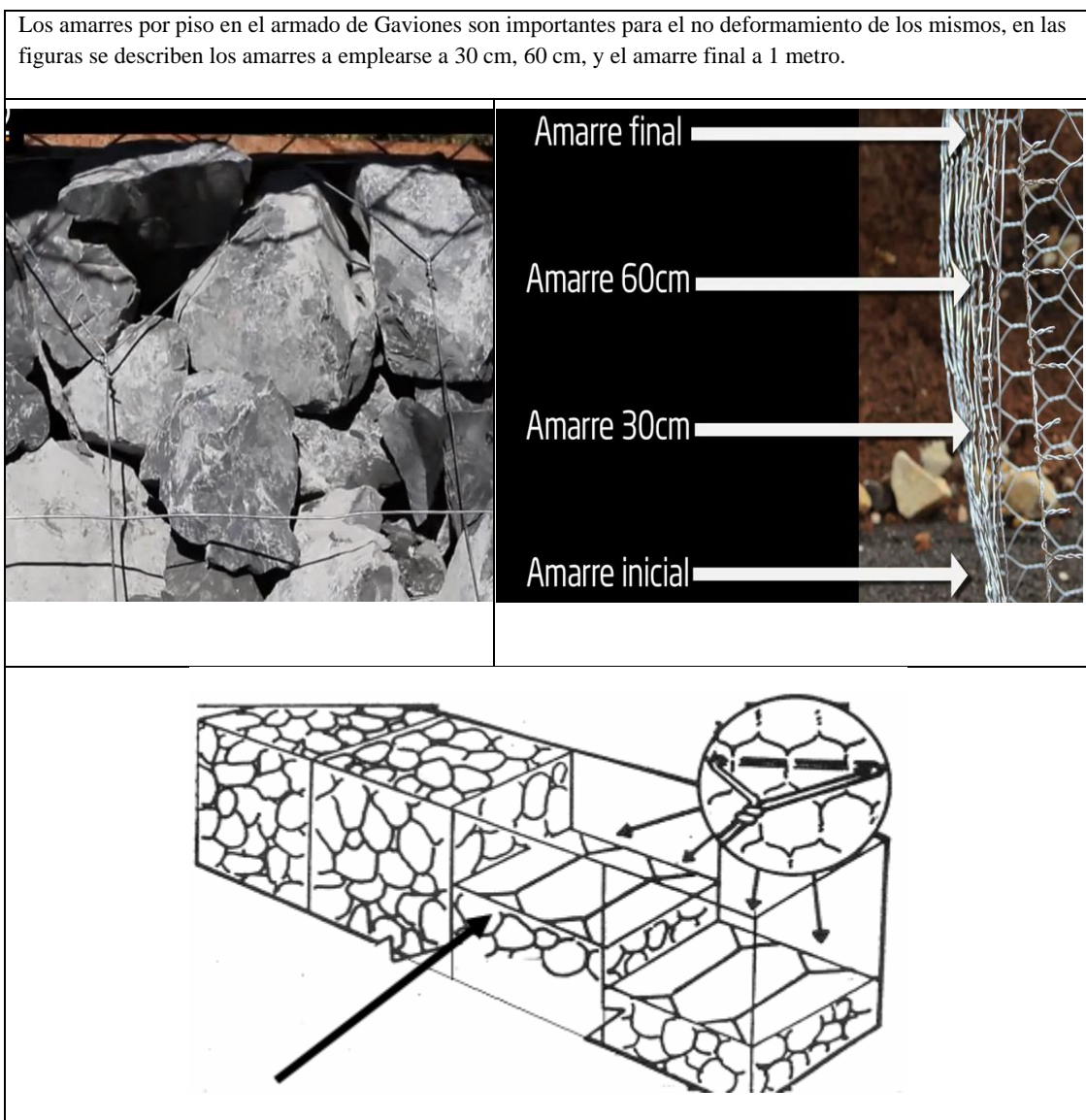
	<p>Gaviones compactados (pre armados).</p> <p>En la fotografía se muestra la presentación con la que son trasladados los gaviones, esta se debe a que ocupan menor espacio para su traslado.</p> <p>Se observa el cable tensor para los amarres de los gaviones.</p>
	<p>Personal realizando los trabajos de armado e instalación de los gaviones en la progresiva 0+000 es decir en las coordenadas UTM WGS84 desde 412082.59 E 8591726.77 N.</p>
	<p>Personal realizando los trabajos de armado e instalación de los gaviones.</p>

Fuente: fotos propias de la consultoria.

4.4.5. Técnica para el Armado de Gaviones.





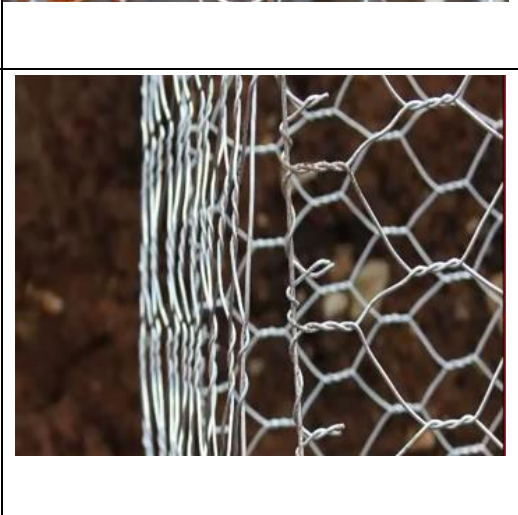
Los amarres en el armado de Gaviones son muy importantes, estos le dan firmeza a la estructura, y se realizan en todas las aristas de la jaula para lo cual se utiliza alambre para gavión 3ZN+PVC 3.20MM. Durante el llenado de los gaviones es importante realizar amarres cada 30 cm de altura, es decir, la altura de las jaulas de los gaviones es de 1 metro por lo tanto cuando se llene el gavión hasta los 30 cm se realizara un amarre cruzado, cuando se llene hasta los 60 cm y 1 metro de altura se deberá realizar la misma operación según la imagen a continuación.

Figura Nro. 17 Técnica para el armado de gaviones.



Fuente: CIDELSA, 2017.

Figura Nro. 18 Herramientas para los amarres de gaviones.

Herramientas y técnicas para los amarres por piso.	
	<p>Para los amarres de los gaviones es importante tener el equipo necesario para esta tarea, es necesario que el personal cuente con guantes de carnaza y botas de seguridad además de las herramientas para el amarre de los gaviones como son: pinzas de electricista, cizalla # 12, cimbra armada de madera, alambre galvanizado.</p> <p>Una estructura unificada de los gaviones se realiza amarrando sus extremos, es decir todas las aristas, los gaviones ya cuentan con ganchos en cada una de ellas lo que facilita su instalación.</p>
	
	

Fuente: CIDELSA, 2017.

El armado de gaviones es un procedimiento sencillo y va a depender de la capacitación previa al personal, para nuestro proyecto se realizó una corta capacitación de armado de gaviones por parte de la empresa CIDELSA (empresa proveedora de las jaulas de gaviones); lo importante en la técnica es tensionar las paredes de los gaviones de modo que no exista manera de perder su forma, para lo cual nos ayudamos de alambres de amarre de gavión, el cual posee las mismas características con las que fueron elaborados los gaviones.

Es importante tener el equipo necesario para esta tarea, es necesario que el personal cuente con guantes de carnaza y botas de seguridad además de las herramientas para el amarre de los gaviones como son: pinzas de electricista, cizalla # 12, cimbra armada de madera, alambre galvanizado.

Las actividades siguientes fueron el llenado de los gaviones y armado de nuevas jaulas de gaviones para lo cual se necesita armar cuadrillas de 6 trabajadores las cuales se distribuirán los trabajos de llenado y armado de gaviones, dichas actividades son dependientes una de la otra y fueron ejecutadas sucesivamente, camada por camada y a lo largo de todo el muro: se armaba y llenaba la camada, se compactaba el relleno, y se continuaba con el siguiente nivel. Con esto se pretendió ir levantando todas las secciones del muro al mismo tiempo, para no dejar el corte desprotegido y, de esta manera, prevenir que se derrumbara.

El proceso de llenado de muro de gaviones requiere de un cuidado muy especial en la inspección, ya que se debe vigilar que se deje el menor volumen de vacíos posible de manera que se logre el peso máximo del muro de gaviones, que como se sabe, funciona por gravedad. Lo anterior se logra combinando las rocas de todos los tamaños, acomodando las más pequeñas en los espacios vacíos que quedan entre las más grandes. En general se debe evitar colocar rocas cuya dimensión menor mida menos de 10 cm en las caras externas del gavión, para evitar que se salgan por las aberturas de la malla, con el consecuente aumento en la porosidad del muro.

4.4.6. Técnica para el llenado de Gaviones.

La colocación de la cimbra de madera es necesaria de gran utilidad su colocación en la cara externa del muro se busca generar una superficie plana, sin ondulaciones ni abolladuras que le den un mal aspecto al muro una vez construido. Se puede hacer con madera, perfiles RT o varillas de construcción. En el caso específico del Proyecto, se decidió utilizar madera, debido a la disponibilidad de la zona.

Una vez que se completara una caja de gavión, se procedía a cerrar la misma. Se debió vigilar que los cierres se hicieran cuando la caja estuviera completamente llena, de manera que no dejaran espacios vacíos por falta de material ni se llenara en demasía impidiendo cerrar correctamente la tapa a las aristas del gavión. Por último, es de vital importancia amarrar las mallas de la camada siguiente a las mallas debidamente cerradas de la camada inferior; ya que, si se dejaran sueltas se generaría un plano de falla y el muro no funcionaría como una unidad estructural (revisión de la estabilidad interna). Dichos amarres fueron

realizados de la misma manera descrita en el armado de gaviones, a lo largo de todas las aristas del gavión superior.

Foto Nro. 8 Llenado de gaviones del proyecto.

El llenado de Gaviones debe de ser realizado por personal obrero, el cual debe ser previamente capacitado, en la imagen se ve la cimbra de madera, esto impide que durante el llenado de los gaviones la jaula se deforme.



Fuente: fotos propias de la consultoria.

4.5. Gaviones instalados.

La instalación de los gaviones será concluida en el mes enero del 2018 según programación de obra; en el mes de enero del año 2017 se registraron fuertes precipitaciones en la quebrada Chancay, que origino retrasos en las tareas e inconvenientes, aun sin concluir la estructura soporto los elevados caudales y pudo salvaguardar a la comunidad de Tupe.

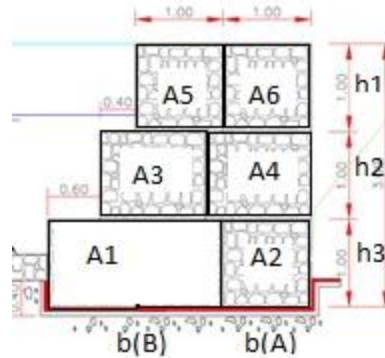
Estos eventos se están haciendo mas frecuentes en la quebrada Chancay, esto debe conllevar a un mantenimiento rutinario de los gaviones instalados.

Foto Nro. 9 Gaviones instalados.



En la fotografía superior se observa el muro de gaviones en diciembre del 2016, periodo donde se registraron fuertes precipitación.

En la fotografía del lado izquierdo se observa el muro de gaviones en julio del 2017, donde se aprecia el muro concluido, el cual está compuesto por tres niveles según el diseño preliminar.



Fuente: fotos propias de la consultoria.

V. CONCLUSIONES

1.- Se ha realizado el diseño de la estructura cumpliendo con los factores de seguridad y se ha realizado la instalación de las cajas de gaviones en el terreno proyectado empleando metodologías para obras similares

2.- Se ha realizado el diseño preliminar y la distribución de las cajas de gaviones para un periodo de retorno de 100 años el cual determina un caudal de 69.9 m³/seg, tirante máximo del nivel de agua 1.5 metros, altura de borde libre 1.60 metros, y una profundidad de socavación de 0.5 metros, estos parámetros fueron obtenidos del estudio hidrológico y de modelamiento hidráulico; es decir se plantea una estructura con una altura de 3.00 metros y 0.3 metros de cimentación conformada por colchones antisocavantes

2.- Se ha verificado que el diseño y la distribución planteada de las cajas de gaviones no produce efectos de deslizamiento, hundimiento y volteo por el siguiente análisis:

El resultado del coeficiente de deslizamiento C_d es mayor a 1.5; por tanto cumple la especificación, es decir no se produce deslizamiento del muro de retención.

El resultado del coeficiente de volteamiento C_v es mayor a 1.5; por tanto cumple la especificación, es decir el muro no se volteará.

El resultado de la excentricidad cae dentro del núcleo central, es decir, se localiza dentro del tercio medio de la base, dado que $e < B/6$, es decir el muro es estable.

3.- Se realizó la instalación de los gaviones en el terreno proyectado, siguiendo las recomendaciones y la metodología indicada en los catalogos para este tipo de obras.

VI. RECOMENDACIONES

- 1.- La ejecución del proyecto ha sido de mucho beneficio para la comunidad de Tupe, sin embargo la población del distrito sigue cultivando en terrenos cercanos a la quebrada sin temor a perder sus cosechas ante un desastre natural, es recomendable realizar charlas de capacitación sobre los peligros de desastres naturales.
- 2.- La construcción del muro de gaviones fue una transferencia de tecnología para la comunidad de Tupe para próximos proyectos, ya que se capacito a personal del sitio en armado de gaviones, esta misma tecnología se podría utilizar en otras quebradas activas que se encuentren en situaciones similares.
- 3.- Las características propias de los gaviones, como la flexibilidad, permeabilidad, facilidad constructiva y economía, los colocan como una de las soluciones de estabilidad más utilizadas en la sierra del Perú, es por ello que se debería realizar más investigaciones sobre este tema.
- 7.- Mi participación en el Proyecto me permitió plasmar en campo mis conocimientos de los cursos impartidos en la Facultad de Ingeniería Agrícola (UNALM) como son: Manejo Integral de Cuencas, Rehabilitación de Cuencas Degradadas, Control de Erosión, recomendaría enfatizar este tema a nivel de pregrado.

VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Camargo, J. 2001. Manual de Gaviones. Pág. 113 - 138.
- Cidelsa. 2017. Muro de Contención con Gaviones - memoria de diseño. Pág. 2 - 10.
- Instituto Nacional de Defensa Civil. 2018. Reporte de emergencias SINDAP. <<http://www.sinpad.indeci.gob.pe/PortalSINPAD>>.
- Maccaferri. 2008. Gavión tipo colchón. Dimensionamiento de los revestimientos. Pág. 2 -22.
- Martin, J. 2002 Ingeniería de Ríos, 2 ed. Barcelona Universidad Politécnica de Cataluña. Pág. 101.
- Ministerio de Economía y Finanzas. 2011. Guía simplificada para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de servicios de protección frente a inundaciones. Perú. <<https://www.mef.gob.pe>>.
- Neermal, M. 2012. The use of gabions in hydraulic applications. Civil Engineering. Pág. 37-39.
- Rocha, A. 1998. Introducción a la Hidráulica Fluvial. Erosión de cauces fluviales. Editorial UNI. Pág. 201 - 205.
- Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno. 2008. Manual de Diseño de Obras de Defensa y Protección. Pág. 90 - 100.
- Velasquez. T. 2006. Guía simplificada para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de servicios de protección frente a inundaciones. Pág. 32 - 40.

VIII. ANEXOS

Anexo Nro 1 Defensa Ribereña proyectada.



Se aprecia en la fotografía la situación de la quebrada Chancay a la altura del inicio del muro de gavión, así como el inicio de los trabajos de preliminares a la obra.

- Defensa Ribereña proyectada a la margen izquierda de la quebrada Chancay, ubicada a 250 metros del distrito de Tupe.

Fuente: Equipo consultor encargado de la ejecución de obra.

Fecha de toma de foto: 10 de Noviembre del 2016.

Anexo Nro 2 Defensa Ribereña Construida.



Se aprecia en la fotografía la situación de la quebrada Chancay a la altura del inicio del muro de gavión, este registro fotográfico da constancia del avance de los trabajos efectuados..

Fuente: Equipo consultor encargado de la ejecución de obra.

Fecha de toma de foto: 5 de Enero del 2017.

Anexo Nro 3 Cotizacion de cidelsa



viernes, 04 de noviembre de 2016

CO - 0411-2016-2
 Srec.
 EMPRESA: MAT INGENIEROS S.A.C.

Contato: Fernando Omar Pachas Vivanco
 Asunto: Solicitud de Cotización
 Referencia: "INSTALACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN ANTE PROBABLE INUNDACIÓN POR OCURENCIA DE FENÓMENO EL NIÑO EN EL SECTOR CHANCAY DE LA LOCALIDAD DE TUPE, DISTRITO DE TUPE, PROVINCIA DE YAUYOS, REGIÓN LIMA"

Sirva la presente para saludarlos y hacerles llegar nuestra propuesta por el suministro de:

PROPUESTA ECONOMICA

Item	Descripción	Und	Cant.	P.Unit \$	P.Total \$
01	GAVION CAJA 5.0X1.0X1.0 32N+PVC 3.40MM-4.00MM	UND	136.00	66.340	9,094.24
02	GAVION CAJA 5.0X1.5X1.0 32N+PVC 3.40MM-4.00MM	UND	136.00	91.130	12,393.88
Subtotal					\$21,887.92
I.V.					\$3,903.83
IMPORTE TOTAL					\$25,791.75

CONDICIONES COMERCIALES:

PRECIO: En Dolares Americanos
 FORMA DE PAGO: AL CONTADO
 TIEMPO DE ENTREGA: 01 día después del depósito
 LUGAR DE ENTREGA: Distrito de Tupe -Provincia de Yauyos-Departamento de Lima
 VALIDEZ DE OFERTA: 3 días

Observaciones:

- La cotización realizada es solicitado por los datos proporcionados por el cliente.
- Para el recibo de mercadería en nuestros almacenes deben acercarse con lo siguiente:
- G.R. en blanco (Cliente / Transportista)
- Copia de D.C.
- Voucher de depósito.

PESO APROXIMADO

Item	Descripción	Und	Cant.	Peso (KG)	P.Total
01	GAVION CAJA 5.0X1.0X1.0 32N+PVC 3.40MM-4.00MM	UND	136.00	30.000	4,080.00
02	GAVION CAJA 5.0X1.5X1.0 32N+PVC 3.40MM-4.00MM	UND	136.00	49.800	6,772.80
03					0.00
04					0.00
					10,852.80
ALAMBRE DE AMARRE DE GAVION 32N+PVC 3.20MM		KG	968.00		
PESO TOTAL		KG	11,720.80		

Ing. Niel Poclin U.
 Responsable Comercial
 COMERCIAL INDUSTRIAL DELTA S.A.
 Telef: 964226209- 6178787 anexo 225
 email: npoclin@cidelsa.com

Proveedor: CIDELSA

Responsable comercial: Ing. Niel Poclin – telef: 964226209- 6178787 anexo 225

Anexo Nro 4 Informe de verificación de daños.

4


Gobierno Regional de Lima


Oficina Regional de Defensa Civil

INFORME TECNICO N° 007 - 2016 - ORDC/GRL

A : LIC. CESAR EMILIO REQUEJO RODRIGUEZ
Jefe de la Oficina Regional de Defensa Civil
Gobierno Regional de Lima

DE : ING. JOSE TARAZONA CERDA
Estimador de Riesgos



I. DATOS OBJETIVOS DE LA INSPECCIÓN

1.1 Dirección : Quebrada Chancay - Ciudad de Tupe
1.2 Distrito : Tupe
1.3 Provincia : Yauyos
1.4 Departamento : Lima
1.5 Objeto de Evaluación : Estado estructural y nivel de afectación de la ciudad de Tupe por caída de huayco el 25FEB2016
1.6 Solicitante : De oficio

II. REFERENCIAS

2.1 Órgano Ejecutante : Oficina Regional de Defensa Civil
2.2 Fecha de la Inspección : 03 de Marzo del 2016.

El presente Informe solo se limita a la Estimación y cumplimiento de las condiciones de Seguridad en Defensa Civil, los problemas legales de superposición, propiedad privada, propiedad en litigio, terrenos considerados por el Ministerio de Cultura. Entre otros, no son responsabilidad ni se evalúan en este Informe, por consiguiente no debe considerarse para temas ajenos a la Seguridad en Defensa Civil.

III. SITUACIÓN GENERAL

a) Como consecuencia de precipitaciones pluviales constantes en la parte alta de la quebrada del río Chancay el día jueves 25 a horas 5:30 p.m., la Ciudad de Tupe fue afectada por una caída de un huayco que genero daño en la infraestructura de servicio y 3 viviendas.

b) La Inspección Técnica se realizó en coordinación con el Alcalde del distrito de Tupe y sus autoridades así como con la colaboración del Sr. Gobernador de Tupe.

UBICACIÓN GEOGRAFICA

La ciudad de Tupe se encuentra ubicada el distrito de Tupe, provincia de Yauyos, departamento de Lima.

5.1. Accesos:

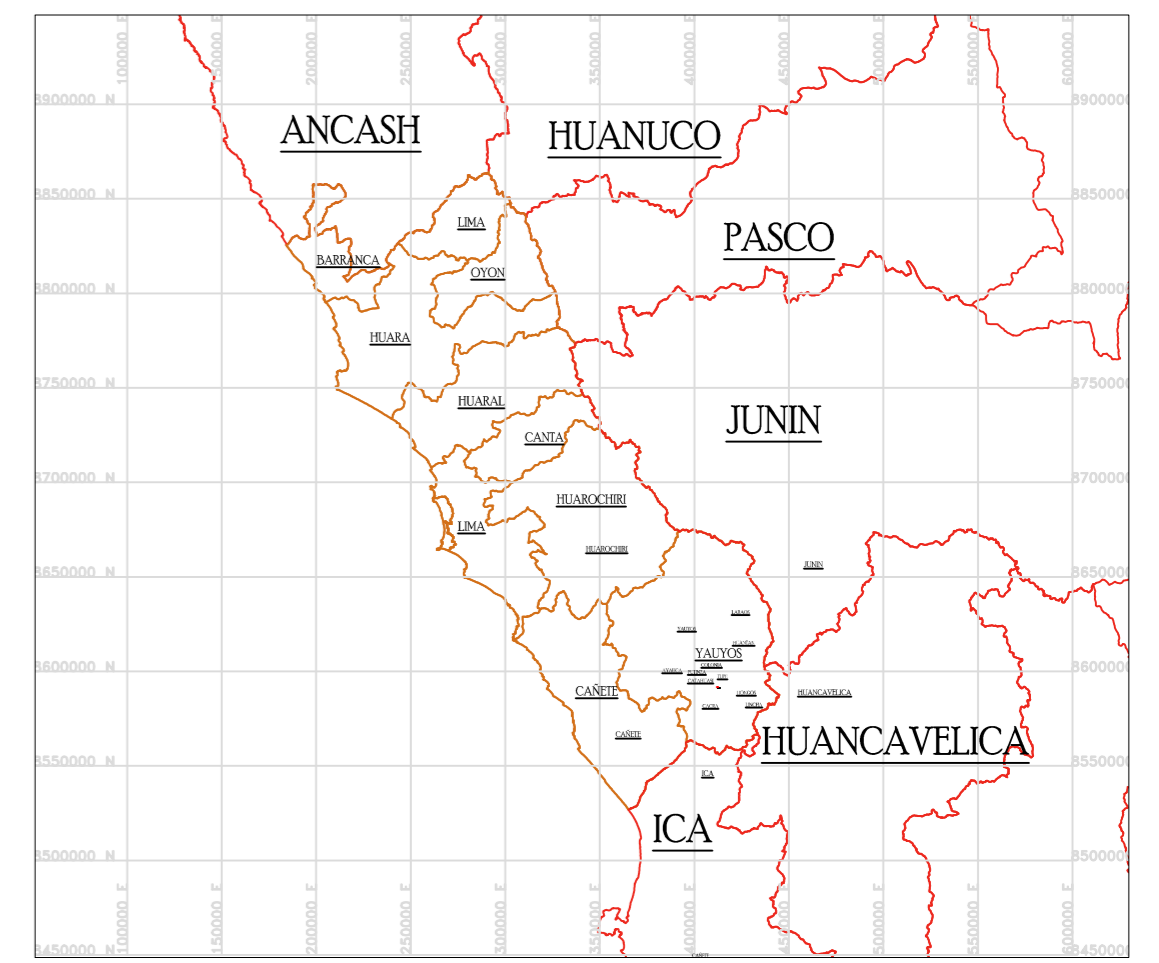
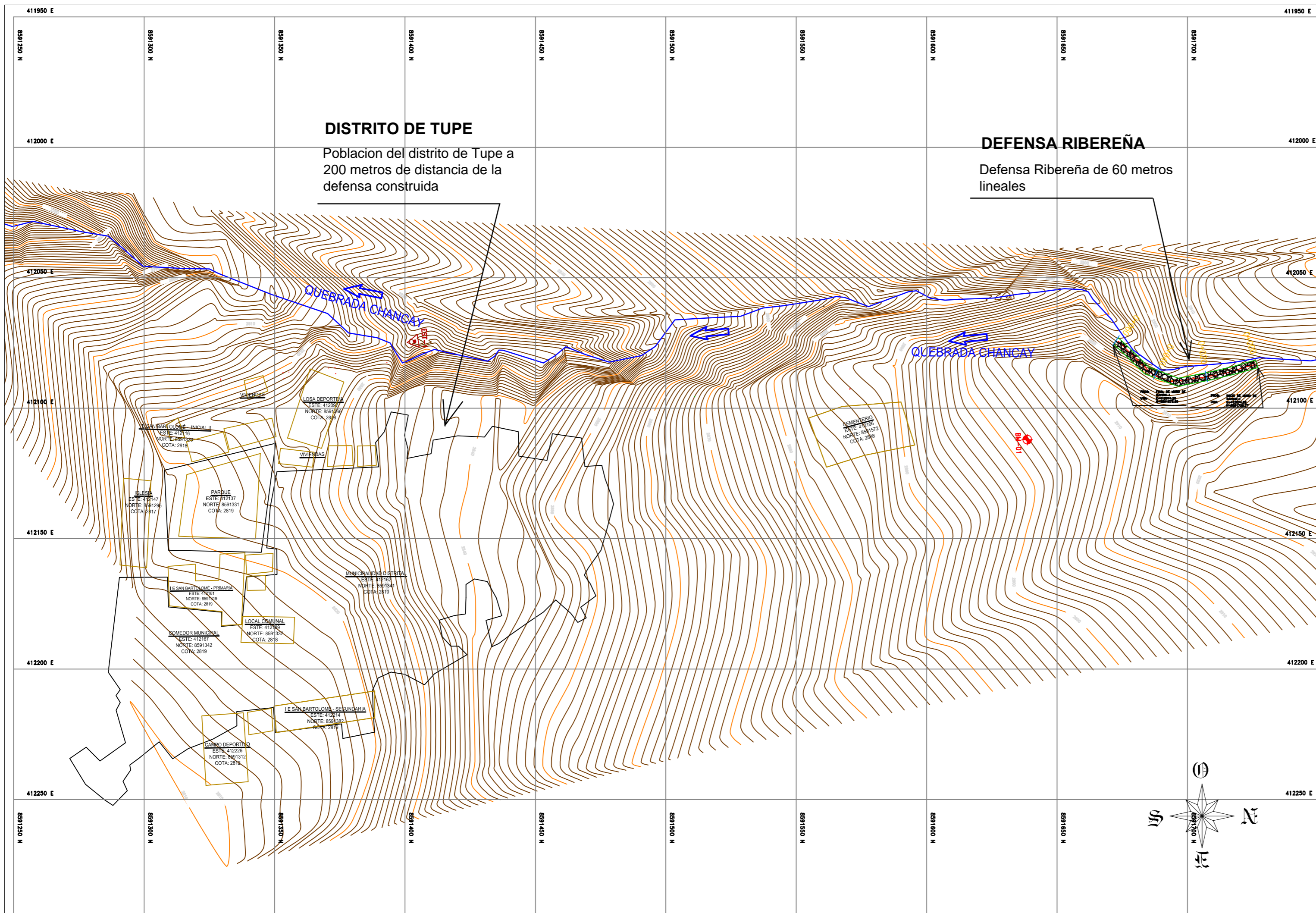
A través de la Carretera Cañete- Yauyos pasando la ciudad de Catahuasi a 1.5 Km. Queda un desvío a la mano derecha de ahí se sigue por una trocha carrozable a la ciudad de aisha de ahí se continua por una trocha hasta el último tramos de construcción de ese punto seguir por un sendero peatonal unos 30 minutos para llegar a la ciudad de Tupe.



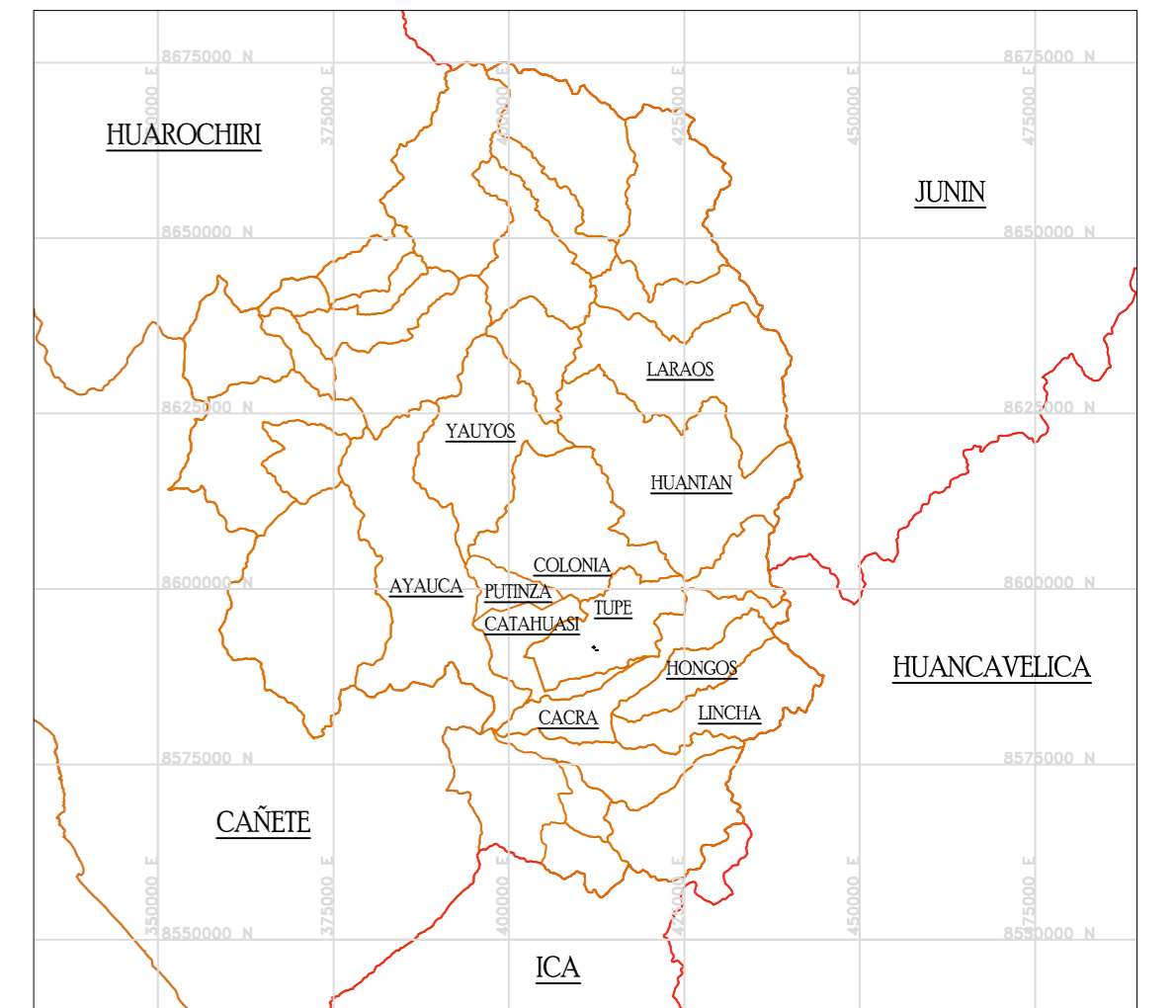

En el presente informe se detallan los daños ocasionados por la caída del huayco en la zona.

Anexo Nro 5 Plano topográfico y de ubicación de la defensa ribereña.

VISTA DE PLANTA ESCALA:1/1250

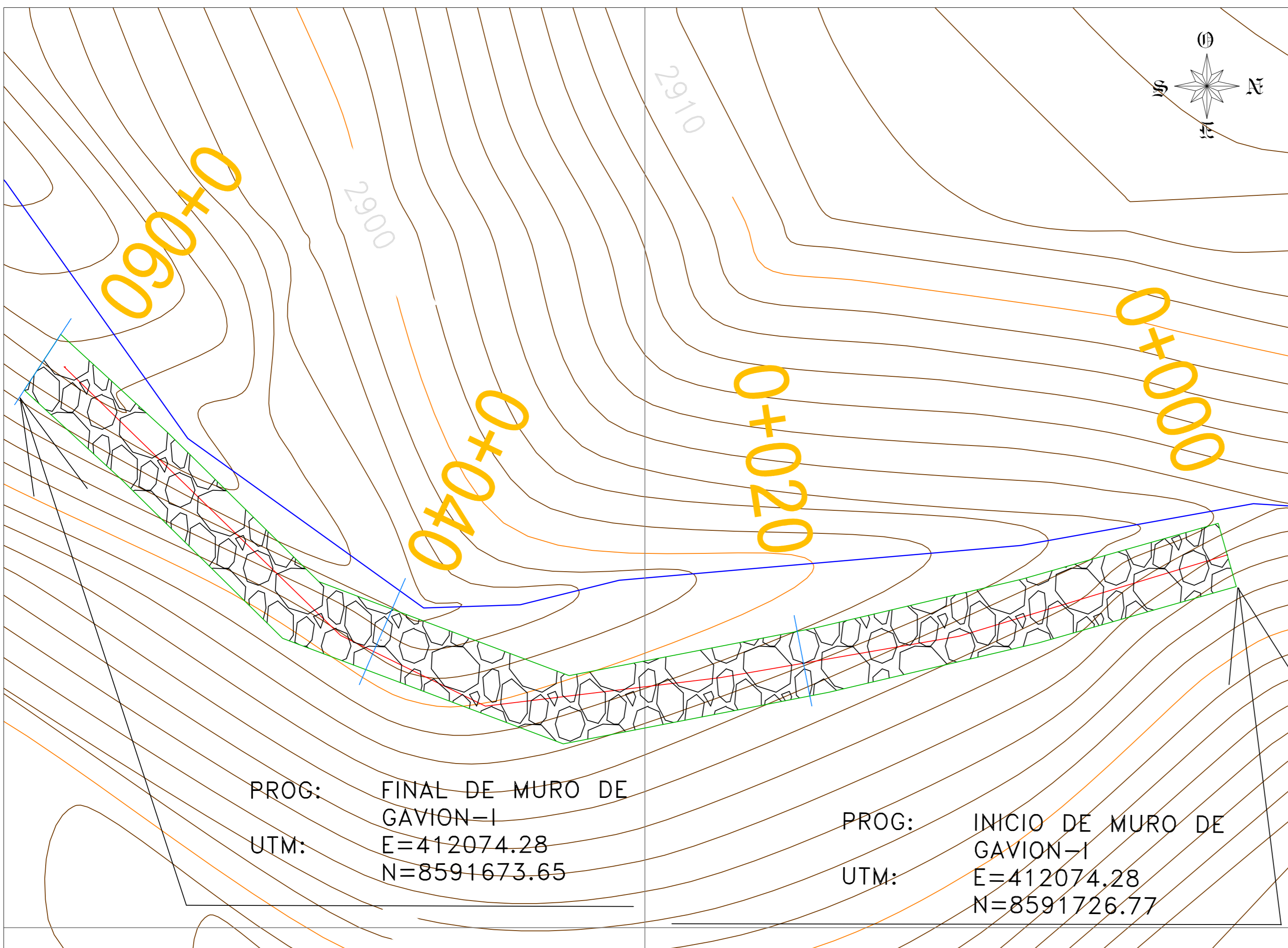


VISTA DE PLANTA ESCALA:1/4000000



VISTA DE PLANTA ESCALA:1/100000

VISTA DE PLANTA ESCALA:1/150



LEYENDA	
	CURVAS MAYORES
	CURVAS MENORES
	EJE DEL RÍO
	BENCH MARK
	ESTACIONES
	CENTRO POBLADO

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA			
PROYECTO: "DISEÑO E INSTALACIÓN DE GAVIONES PARA PROTECCIÓN DE LA MARGEN IZQUIERDA DE LA QUEBRADA CHANCAY ANTE PROBABLE INUNDACIÓN, TUPE, YAUYOS, LIMA"			
PLANO: DEFENSAS RIBEREÑAS TOPOGRÁFICO		DEPTO: LIMA PROV: YAUYOS DISTR: TUPE ANEXO: TUPE	
SIST. COORD.: WGS 84	ESCALA: INDICADA	FECHA: ABRIL, 2,018	LAMINA: PL-01