

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE

FACULTAD DE INGENIERÍA



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

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTORA

Meza Verastegui, Yahaira Sthefani

ASESOR

Laurencio Luna, Manuel Ismael

Tarma – Perú

2019

Dedicatoria

A mí queridos padres, Elmer y Cecilia, quienes son y serán un gran ejemplo de honestidad, perseverancia y superación, en el logro de las metas a alcanzar; a su vez inculcaron en mi persona la importancia de la perseverancia y el deseo de vivir para servir a los demás alcanzando los deseos a base de esfuerzo y dedicación permanente.

Agradecimiento

A la Universidad Católica Sedes Sapientiae, por permitirme ser parte de esta familia y brindarme los conocimientos necesarios para afrontar con éxito esta nueva etapa como profesional.

A todos los docentes de la facultad de Ingeniería civil, por transmitirme todos sus conocimientos y ayudarme a crecer y ser una profesional con bases competitivas.

Al Ing. Manuel Ismael Laurencio Luna mi asesor, por su apoyo y gran disposición para la elaboración de la tesis.

A las personas cercanas a mi entorno, por la motivación y aliento para para continuar superándome en el día a día.

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo, desarrollar un modelamiento hidrológico e hidráulico del río Tarma para poder determinar las zonas de riesgo de inundación en el sector de Santo Domingo-Palca, con fines de diseño de defensas ribereñas.

El trabajo consistió en análisis visual en el campo de estudio para determinar el comportamiento del cauce en mínimas y máximas avenidas, la recopilación y procesamiento de información cartográfica, luego se realizó un estudio hidrológico de máximas descargas del río Tarma se logró calcular el caudal de diseño para diferentes probabilidades de acierto y periodos de retorno con la topografía digitalizada del cauce y el apoyo del software hec hms, con el modelamiento hidráulico con software hec – ras nos permitió determinar e identificar las principales zonas de inundación.

Entonces identificadas las zonas de inundación, el caudal de diseño, y con los resultados de estudio de suelos del terreno y se realizó dos propuestas de diseño de defensa ribereña, defensa ribereña tipo gavión, y defensa ribereña de muro de gravedad.

Abstract

The objective of this research work is to develop a hydrological and hydraulic modeling of the Tarma River in order to determine the flood risk areas in the Santo Domingo-Palca sector, in order to design riverine defenses.

The work consists of visual analysis in the field of study to determine the behavior of the channel in minimum and maximum avenues, the collection and processing of cartographic information, then a hydrological study of maximum discharges of the Tarma river is carried out, the design flow is calculated for different difficulties of success and return periods with the digitized topography of the channel and the support of the Hec Hms software, with the hydraulic modeling with Hec - Ras software changes us to determine and identify the main flood zones.

Then the flood zones were identified, the flow of design, and with the results of the study of land soils, and two proposals for the design of riverine defense, riverine type gabion defense, and riverine gravity wall defense were made.

Índice general

Dedicatoria	II
Dedicatoria	II
Agradecimiento	III
Resumen	IV
Abstract	V
Índice de figuras	XI
Índice de tablas	XIII
Introducción	14
Capítulo I.....	3
Planteamiento del problema.....	3
1.1. Formulación del problema.....	3
1.1.1. Problema principal	4
1.1.2. Problemas secundarios	5
1.2. Objetivos de la investigación.....	5
1.2.1. Objetivo general	5
1.2.2. Objetivos específicos.....	5
1.3. Justificación de la investigación	5
1.4. Delimitación del área de investigación.....	6

1.4.1. Delimitación temporal.....	6
1.4.2. Delimitación espacial	6
1.5. Limitaciones de la investigación	6
Capítulo II	7
Marco teórico	7
2.1. Antecedentes internacionales y nacionales.....	7
2.1.1. Antecedentes internacionales	7
2.1.2. Antecedentes nacionales	8
2.2. Base legal.....	9
2.3. Bases teóricas	10
2.3.1. Máximas avenidas.....	10
2.3.2. La cuenca hidrográfica	10
2.3.3. Precipitación.....	16
2.3.4. Modelos matemáticos.....	18
2.3.5. Clasificación de los tipos de defensa ribereña	20
2.4. Definición de los términos básicos.....	25
a) Diseño hidráulico	25
b) Duración de lluvia.....	25
c) Área de inundación	25

d) Escorrentía	25
e) Duración de lluvia.....	25
Capitulo III.....	26
Hipótesis y variables de investigación	26
3.1. Hipótesis principal.....	26
3.2. Hipótesis secundarias	26
3.3. Variables e indicadores.....	26
3.3.1. Variable independiente.....	26
3.3.2. Variable dependiente.....	27
3.4. Operacionalización de las variables.	27
Capitulo IV.....	28
Diseño de la investigación	28
4.1. Diseño de ingeniería.	28
4.2. Métodos y técnicas del proyecto	29
4.3. Diseño estadístico.....	29
4.3.1. Población y muestra	29
4.4. Técnicas y herramientas estadísticas	30
4.3.1. Tratamiento de la información	31
Capítulo V	33

Descripción de la zona de estudio	33
5.1. Análisis del medio físico	33
5.1.1. Ubicación, superficie y altitud	33
5.1.2. Topografía.....	35
5.1.3. Suelo	35
5.1.4. Clima.....	36
Capítulo VI.....	38
Desarrollo experimental	38
6.1. Estudios de topografía y mecánica de suelos en el lugar de estudio.	38
6.1.1. Estudios de topografía en el lugar de estudio.....	38
6.1.2. Estudio de mecánica de suelos	42
6.2. Evaluar las precipitaciones máximas del río de Tarma sector de Santo Domingo- Palca, a través de un modelamiento hidrológico empleando Hec –Hms.	43
6.3. Determinar las zonas de riesgo a inundación cuando el río se comporta en máximas avenidas	49
6.4. Proponer el diseño de defensa ribereña para el río de Tarma sector de Santo Domingo- Palca.....	52
6.4.1. Diseño de muro en gaviones	52
6.4.2. Diseño de muro de gravedad.....	58
Capítulo VII	64

Resultados, conclusiones y recomendaciones	64
7.1. Resultados.....	64
7.2. Conclusiones.....	65
7.3. Recomendaciones	66
Bibliografía	67
Anexos.....	71

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Cuenca Hidrográfica (Fuente: http://aquabook.agua.gob.ar/377_0 Mendoza, 2016)...	11
<i>Figura 2.</i> Partes de una cuenca hidrográfica (Fuente: Adaptado de world visión-manual de manejo de cuencas.)	12
<i>Figura 3.</i> Representación del área de la cuenca (Fuente propia).....	12
<i>Figura 4.</i> Representación del perímetro de la cuenca (Fuente propia).....	13
<i>Figura 5.</i> Ramificación de un cauce principal según el modelo de Strahler.(Fuente propia)	16
<i>Figura 6.</i> Hietogramas de alturas de lluvia e intensidades	18
<i>Figura 7.</i> Vista de presentación del software hec-ras. Fuente: Manual básico de hec-ras 3.1.3 y hec-georas 3.1.1 (Nanía, 2007).....	19
<i>Figura 8.</i> Muros de pantalla.....	22
<i>Figura 9.</i> Partes de muro de piedra.....	24
<i>Figura 10.</i> Ubicación geográfica de la región Junín (Fuente: Sub gerencia infraestructura de la municipalidad provincial de Tarma (2007)).	34
<i>Figura 11.</i> Ubicación geográfica de la provincia de Tarma. (Fuente: Sub gerencia infraestructura de la municipalidad provincial de Tarma (2007))......	34
<i>Figura 12.</i> Ubicación geográfica del distrito de Palca. Fuente: Sub Gerencia Infraestructura de la Municipalidad Provincial de Tarma (2007)......	35
<i>Figura 13.</i> Excavación de calicata para estudio de suelo	36
<i>Figura 14.</i> Levantamiento topográfico BMs n° 1 (Fuente Propia).....	40
<i>Figura 15.</i> Procesamiento de datos del levantamiento Topográfico. (Fuente Propia)	41
<i>Figura 16.</i> Carta 23 I Tarma	43
<i>Figura 17.</i> Carta 24-I Oroya	43
<i>Figura 18.</i> Carta 24- m Jauja	44
<i>Figura 19.</i> Carta 23-m La Merced.....	44
<i>Figura 20.</i> Curvas de nivel para determinar la cuenca	44
<i>Figura 21.</i> Cuenca y dirección de flujo del Rio Tarma	45
<i>Figura 22.</i> IDF de la cuenca Rio Tarma para una regresión de T=100 años.....	46
<i>Figura 23.</i> Hietograma de precipitación para T=100 años.....	47
<i>Figura 24.</i> Caudal máximo de la cuenca rio Tarma en el sector de Santo Domingo-Palca	48

<i>Figura 25.</i> Área de cuenca según el orden de río.	49
<i>Figura 26.</i> Cuenca Tarma.....	50
<i>Figura 27.</i> Área y perímetro de la cuenca	50
<i>Figura 28.</i> Exportación de los datos de levantamiento topográfico al HEC - RAS	51
<i>Figura 29.</i> Zona de Inundación	51
<i>Figura 30.</i> Muro gavión.....	52
<i>Figura 31.</i> Pesos y medida de vehículo C2.	53
<i>Figura 32.</i> Muro gavión de 3.....	56
<i>Figura 33.</i> Pre diseño de muro de gravedad	59
<i>Figura 34.</i> Diseño de muro de gravedad	60
<i>Figura 46.</i> Regresión para intensidad duración y tiempo T=2años.....	82
<i>Figura 47.</i> Regresión para intensidad duración y tiempo T= 5 años.....	83
<i>Figura 48.</i> Regresión para intensidad duración y tiempo T=50años.....	84
<i>Figura 49.</i> Regresión para intensidad duración y tiempo T=500años.....	85
<i>Figura 50.</i> Curvas IDF de la cuenca.....	86
<i>Figura 51.</i> Hietograma precipitación T2	88
<i>Figura 52.</i> Distribución intensidades precipitación T2	88
<i>Figura 53.</i> Hietograma precipitación T50	89
<i>Figura 54.</i> Grafica de máximo caudal	90

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Formas geométricas de cuencas hidrográficas en base a rangos del índice de Gravelius.</i>	14
Tabla 2 <i>Rangos aproximados del factor de forma</i>	15
Tabla 3 <i>Operación de variables</i>	27
Tabla 4 <i>Cuadro de ubicación de puntos de control (BMS)</i>	41
Tabla 5 <i>Descripción de calicata</i>	42
Tabla 6 <i>Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias.</i>	45
Tabla 7 <i>Pendiente promedio de la cuenca.</i>	46
Tabla 8 <i>Datos de hietograma para T=100 año.</i>	47
Tabla 9 <i>Parámetros morfométricos de la cuenca Tarma en el Sector de Santo domingo Palca. .</i>	48
Tabla 10 <i>Fuerzas resistentes en el muro gavión 6.</i>	54
Tabla 11 <i>Fuerza Resistentes de muro gavión de 3.</i>	57
Tabla 12 <i>Calculo de peso máximo de muro de gravedad.</i>	60
Tabla 13 <i>Calculo de peso máximo de muro de gravedad en el punto 2.</i>	62
Tabla 14 <i>Regresión para intensidad duración y tiempo T= 5 años</i>	83
Tabla 15 <i>Regresión para intensidad duración y tiempo T=50años</i>	84
Tabla 16 <i>Regresión para intensidad duración y tiempo T=500años</i>	85
Tabla 17 <i>Tabla de intensidades - tiempo de duración</i>	86
Tabla 18 <i>Hietograma para periodo retorno 2 años.</i>	87
Tabla 19 <i>Hietograma para periodo retorno 50 Años.</i>	88

Introducción

El presente trabajo tiene por finalidad evaluar la incidencia de las precipitaciones máximas anuales en 24 horas y determinar los parámetros hidrológicos de la cuenca del río Tarma en el Sector de Santo Domingo Palca; para identificar las zonas de inundación de manera eficiente para predicción a avenidas, sus consecuencias a inundaciones; acompañado de un eficiente diseño de defensas ribereñas permitirá disminuir los riesgos de inundaciones; que perjudicaría a viviendas, carretera afirmada Palca- Patay siendo anexo del distrito de Palca que alberga mayor población del distrito mencionado y terrenos agrícolas aledañas al río Tarma en el sector de Santo Domingo del distrito de Palca; Este trabajo presenta los siguientes capítulos:

En el primer capítulo, se desarrollará el planteamiento del problema, formulación del problema principal y secundario, los objetivos de la investigación, la justificación e importancia, delimitación y limitaciones, que son las bases del presente trabajo.

En el segundo capítulo, se abordará los conceptos fundamentales en el marco teórico los cuales se basan en los antecedentes de investigaciones internacionales y nacionales que profundizan el tema de Análisis y diseño de defensa ribereña, también se definirán las bases teóricas y los términos básicos, empleados en el desarrollo de la investigación.

En el tercer capítulo, se presenta la hipótesis principal y secundaria; variables e indicadores de la investigación con su respectiva operacionalización de variables.

En el cuarto capítulo, trata sobre el diseño de la investigación donde se presentan el diseño de Ingeniería, los métodos y técnicas del proyecto, asimismo se describe las técnicas y herramientas estadísticas para la recolección y procesamiento de datos.

En el quinto capítulo, presenta la descripción de la zona de estudio, ubicación superficial, altitud, latitud, topografía suelo y clima.

El sexto capítulo describe el desarrollo experimental; estudios de topografía y mecánica de suelos, evaluación de las precipitaciones máximas del río de Tarma sector de Santo Domingo-Palca, a través de un modelamiento hidrológico, identificar las zonas de riesgo a inundación cuando el río se comporta en máximas avenidas, asimismo la propuesta del diseño de defensa ribereña para el río de Tarma sector de Santo Domingo- Palca.

El séptimo capítulo da a conocer los resultados de cada uno de los cálculos, seguidamente emitiendo un diagnóstico general de los parámetros hidrológicos de la cuenca del río Tarma en el sector de Santo Domingo-Palca Tarma. se presentará una propuesta de diseño de defensa ribereña; para evitar la inundación y la interrupción de la vía que conduce al anexo de Patay uno de los anexos más poblados del distrito de Palca.

Capítulo I

Planteamiento del problema

1.1. Formulación del problema

Según Elliott Munro: Desde siempre los asentamientos humanos se han ubicado cerca de los ríos para disponer de agua fresca, planas, fértiles de cultivo, pesquerías y rutas navegables. También son antiguas las estructuras destinadas a asegurar e incrementar el abastecimiento de agua: 5000 años atrás ya había grandes obras de ingeniería fluvial en el Nilo, el Tigris y el Éufrates. Los primeros canales de irrigación del Nilo datan de 3200 AC. (2010, pág. 53)

Leopoldo menciona que, en la época moderna, las obras fluviales en gran escala comienzan en la segunda mitad de siglo XVIII, con la revolución industrial. Durante el siglo XIX, los ríos más importantes de Europa se canalizaron y se regularon para navegación, control de inundaciones y regadío, paralelamente, se drenaron los humedales y se fueron ocupando las planas de los ríos.

Eventualmente, se hizo necesario levantar defensas fluviales para contenerlas y en la actualidad esas contenciones constituyen tramas que se extienden por miles de kilómetros a lo largo de los sistemas fluviales más intervenidos, como el Mississippi, en los EE.UU.

Debido a la inestabilidad atmosférica producido por el Alta de Bolivia, la cual produce a la alta presencia de precipitación y a veces sequía. En febrero 2016 no beneficiaron a la agricultura

generaron daños debido a los desbordes de ríos, deslizamientos y asfixias que se presentaron. En el caso de la región amazónica, por las características propias de su relieve, como una baja pendiente, las dinámicas fluviales de los ríos tienen una tasa anual de migración mayores a 200 m ríos como el Ucayali y Marañón, estos suelen cambiar de cursos cada año recuperando llanuras de inundación anteriores, esto no es un problema cuando la presencia de población es nula, lo contrario ocurre cuando existen centros poblados ubicados cercanos al cauce, como es el caso de la ciudad de Pucallpa. Las inundaciones afectan igualmente en los meses de verano por las intensas lluvias, en departamento como Amazonas, Junín, Loreto y Ucayali. (Ministerio del Ambiente- Instituto Geofísico del Perú, 2019)

El distrito de Palca; no somos ajenos a este tipo de fenómenos naturales, ya que, durante la época seca, entre los meses de abril a noviembre, la rio Tarma permanece con un caudal mínimo. Sin embargo, durante la estación del verano se encuentra en constante alerta, las altas variaciones (presenta mayor cantidad de precipitación que en el invierno) que ocurren en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, el caudal se incrementa considerablemente ocasionando inundaciones en el sector de Santo Domingo- Palca, donde el cauce se hace más alto y tiene escaso desnivel con las orillas, donde la cual está inmerso causar las inundaciones de terrenos de cultivo, pastos naturales y viviendas de la población de la zona.

Esto nos cuestiona lo siguiente:

1.1.1. Problema principal

¿Cuáles son los criterios para realizar un diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña del rio Tarma en el sector Santo Domingo-Palca-Tarma?

1.1.2. Problemas secundarios

- ¿Cuáles son los parámetros de los estudios de topografía y mecánica de suelos para diseño de defensa ribereña?
- ¿Cuál es la precipitación máxima determinante en el diseño hidráulico?
- ¿De qué manera influye la identificación de las zonas de riesgo a inundación en el Diseño de defensa ribereña?
- ¿Cuál es la propuesta del diseño de defensa ribereña para el río de Tarma sector de Santo Domingo- Palca?

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo general

Realizar el diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña en el sector de Santo Domingo- Palca-Tarma.

1.2.2. Objetivos específicos

- Realizar los estudios de topografía y mecánica de suelos en el lugar de estudio.
- Evaluar las precipitaciones máximas del río de Tarma sector de Santo Domingo- Palca, a través de un modelamiento hidrológico empleando hec –hms.
- Determinar las zonas de riesgo a inundación cuando el río se comporta en máximas avenidas.
- Proponer el diseño de defensa ribereña para el río de Tarma sector de Santo Domingo- Palca.

1.3. Justificación de la investigación

La presente investigación se justifica por lo que existen viviendas, carretera de acceso al Anexo de Patay; uno de los anexos con mayor población y producción agrícola, asimismo

existen terrenos agrícolas en la margen derecha del río Tarma, estando en riesgo ante las máximas avenidas. Se requiere de una protección eficiente frente a inundaciones a los terrenos agrícolas y a las viviendas, por consiguiente evitar la interrupción de la comunicación de la carretera Palca- Patay.

En consecuencia, la presente tesis, denominada “Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña del río Tarma en el sector de Santo Domingo- Palca-Tarma” tiene como propósito el estudio hidrológico de los máximos caudales, con el modelamiento hidráulico adecuado para la simulación de los riegos de inundación, por consiguiente a los desbordes probables, y desarrollar una propuesta de diseño de estructural de defensa ribereña para prevenir las inundaciones provocados por el río Tarma en el sector de estudio, con fines de brindar seguridad y estabilidad en el futuro cercano del sector Santo Domingo y a su vez del distrito de Palca.

1.4. Delimitación del área de investigación

1.4.1. Delimitación temporal

Comprende al estudio realizado en el río Tarma en el sector de Santo Domingo - Palca durante los meses de julio a octubre del año 2019.

1.4.2. Delimitación espacial

Para el análisis hidráulico y estructural se tomó a partir de la unión del río Tarma y el río Tapo ubicado en el sector de Santo Domingo con coordenadas utm 438508.08 m e – 8746147.33 m s, ya que en los últimos años se ha registrado mayor índice de inundación.

1.5. Limitaciones de la investigación

Solo existen datos de precipitación, del año 2001 al 2019, proporcionados por la estación meteorológica automática ubicado en la provincia de Tarma.

Capítulo II

Marco teórico

2.1. Antecedentes internacionales y nacionales

2.1.1. Antecedentes internacionales

(Rojas Montalvo, 2014) en su tesis “Bases de diseño hidráulico para los encauzamientos o canalizaciones de ríos”, tiene por objetivo Proteger frente a las inundaciones, impedir o dificultar que el territorio se inunde; es decir impedir la destrucción de terreno, especialmente los límites de cauce. A este objetivo puede mover el valor económico del terreno o también los inconvenientes de todo tipo (incluso políticos) que pueden acarrear un cambio en los límites del cauce. Entre sus principales conclusiones presenta que una obra de encauzamiento parcial puede generar mayor estabilidad que la protección pretendida. Las transiciones de comienzo y fin de un encauzamiento deben ser suaves y graduales.

(Soto Contreras , 2017) en su proyecto para optar el grado de ingeniero civil, en Bogotá titulado; “Presupuesto para muro en gavión a gravedad – para protección de la rivera del rio Magdalena en el corregimiento de puerto Bogotá municipio de Guaduas Cundinamarca”, tuvo por objetivo realizar el diseño y calcular el presupuesto para muros de gravedad para protección del rio Magdalena para evitar que se siga erosionando la banca en el corregimiento de Puerto Bogotá del municipio de Guaduas Cundinamarca. Llego a la conclusión que la propuesta y diseño de los

gaviones para solucionar los problemas de inundación que se presenta en el corregimiento del puerto Bogotá, siendo viable desde el punto de vista técnico.

2.1.2. Antecedentes nacionales

(Cajahuanca Baldeón, 2015) para optar el título profesional de ingeniero civil, de la universidad nacional del dentro del Perú, Huancayo, titulado “Teledetección y sistemas de información geográfica aplicados a identificación de zonas con riesgo a inundación tramo puente as Balsas-Puente la Breña”, tuvo por objetivo identificar las zonas con riesgo a inundación por máximas avenidas probables, parámetros hidráulicos y morfológicos con las zonas con riesgo a inundación, en el tramo Puente Las Balsas – Puente La Breña; entre sus principales conclusiones se tiene que 218.22 hectáreas tienen una amenaza alta, 159.55 hectáreas tienen una amenaza media por inundación y 106.82 hectáreas con amenaza baja de inundación, el 73.67% de zona de inundación se encuentra en la margen derecha y 26.33 % se encuentra en la margen izquierda de la zona de inundación, correspondiente a 200 años de inundación, el Hec-Ras y ArcGIS, mediante la extensión HEC-GeoRAS, ayuda a acelerar los trabajos de modelamiento hidráulico.

(Misaico Revate , 2014) en su tesis para optar el título de Ingeniero Civil, en la Universidad Nacional de Huancavelica, Perú, titulado “Modelamiento hidráulico del río Lircay en el tramo de la ciudad de Ocopa”, tuvo por objetivo determinar el modelamiento hidráulico del río Lircay en la ciudad de Ocopa, medir en campo los parámetros hidráulicos que se requieren para llevar a cabo el modelamiento del río, identificar la problemática y situación actual de Ocopa, tuvo como conclusiones con la aplicación de los modelos matemáticos de flujo resulta ser una herramienta confiable para el cálculo de parámetros hidráulico para la selección y diseño del sistema de protección, los cálculos realizados para el caudal es de 25, 50, 100, y 200 años de retorno.

(Zevallos Loaiza, 2015) en su tesis para optar master en ingeniería civil con mención en recursos hídricos, de la universidad de Piura titulado “Diseño de la defensa ribereña para el balneario turístico Cocalmayo, ubicado en la margen izquierda del río Urubamba”. Tuvo por objetivo dar a conocer prácticas y métodos para realizar estudios de defensa ribereña en condiciones en las que no se tiene información disponible, así mismo procedimientos de toma de datos de campo y metodología para seleccionar un sistema de protección ribereña, así como el procedimiento de cálculo y diseño del sistema de protección ribereña aplicado al tramo del río Urubamba, ubicado entre la quebrada Cocalmayo - quebrada Huillcar, que protegería adecuadamente el balneario de aguas termales de Cocalmayo. Entre sus principales conclusiones plantea que en el tramo estudiado se necesita un sistema de defensa ribereña porque en el río Urubamba se producen avenidas, efecto de intensas y prolongadas precipitaciones pluviales provenientes de las zonas altas de su cuenca, las cuales generan súbitas elevaciones del nivel del río, estas avenidas a su vez generan palizadas de magnitudes importantes poniendo en riesgo vidas humanas y el balneario de Cocalmayo que se encuentran en el área de estudio.

2.2.Base legal

Ley N^o 30557: Ley que declara de interés nacional y necesidad pública la construcción de defensas ribereñas y servidumbres hidráulicas

Artículo 1. Declaración de interés nacional y necesidad pública de la construcción de defensas ribereñas y servidumbres hidráulicas declárase de interés nacional y necesidad pública la construcción de defensas ribereñas y servidumbres hidráulicas, bajo el enfoque de planificación nacional y de integración del ordenamiento territorial de las cuencas hidrográficas del territorio nacional, teniendo como base los criterios de sostenibilidad, prevención y adaptación al cambio

climático; con la finalidad de proteger a los pobladores de las inundaciones y desbordes provocados por la crecida de los ríos.

Manual presentado por el ministerio de Agricultura

“Procedimientos para la identificación de canteras, implementación de centros de acopio de roca y la construcción de defensas ribereñas provisionales ante las emergencias a causa de las inundaciones”

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Máximas avenidas

Se denomina máximas a la relación del volumen o cantidad de agua que pasa en un segundo por un punto del cauce del río, donde el tirante se eleva y deja sin desnivel la orilla del río con el espejo de agua. El conocer la máxima magnitud de la descarga, también nos permitirá tomar las precauciones necesarias en las defensas ribereñas, para evitar las inundaciones a los campos de cultivo, viviendas, carreteras, etc.

2.3.2. La cuenca hidrográfica

a) Definición:

Según (Villón Béjar M. , 2015) La cuenca hidrográfica es denominada al área de terreno donde el agua de la precipitación, se forma para unir una sola trayectoria de agua.

(Aparicio, 2013) conceptúa que una cuenca es una zona de la superficie terrestre en donde (si fuera impermeable) las precipitaciones en ese lugar, están expuestas a ser desaguadas a un punto de salida igual.



Figura 1. Cuenca Hidrográfica (Fuente: http://aquabook.agua.gob.ar/377_0 Mendoza, 2016)

b). Partes de la cuenca hidrográfica:

(Villón Béjar M. , 2015) dice que un límite (divisoria) de agua está formado “(...) por tres cuencas, donde la actividad del uso y consumo del recurso hídrico (agua) varía ya sea por la configuración del terreno o por la presencia de habitantes; siendo las siguientes.” (Puelles Maza, 2015, pág. 31).

- **La Cuenca alta:** (Cahuana Andia & Yugar Morales, 2009) se denomina como cuenca cabecera o recepción de la cuenca, se encuentra menor presión demográfica, capta y recibe nevados y glaciares; además tiene una cobertura vegetal de pastos y bosques.
- **La Cuenca media:** (Puelles Maza, 2015) menciona que “en esta zona se realiza mayor cantidad de actividades productivas, donde la cuenca se desarrolla como la zona de división entre la cuenca alta y la cuenca baja”. (pág. 31)
- **La Cuenca baja o zonas transicionales:** “Es la cuenca situada en zonas bajas, en su generalidad se encuentra cerca de la costa. Asimismo, se identifica por la constante presencia de los fenómenos (sequías o inundaciones). En esta cuenca se observa los impactos de las acciones realizadas en la cuenca alta y media.” (Puelles Maza, 2015, pág. 31).

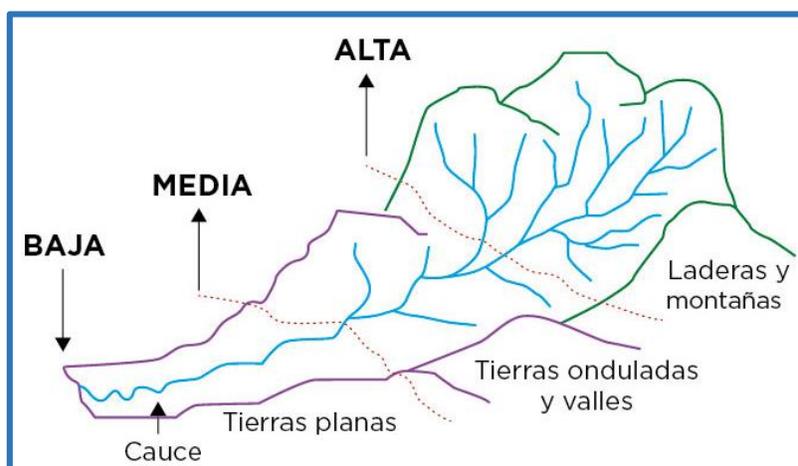


Figura 2. Partes de una cuenca hidrográfica (Fuente: Adaptado de world visión-manual de manejo de cuencas.

d). Caracterización de la cuenca hidrográfica:

“Las medidas o parámetros que determinan y limitan, el comportamiento del flujo procedente de la precipitación originado en la cuenca, asimismo la cuenca hidrográfica se caracteriza por la forma y geometría que se menciona a continuación:” (Puelles Maza, 2015).

Área de la Cuenca (A)

Es la característica de la cuenca hidrográfica más importante, ya que de esta área depende la cantidad de volumen de máximas avenidas, y está delimitada por la divisoria de agua o parteaguas.

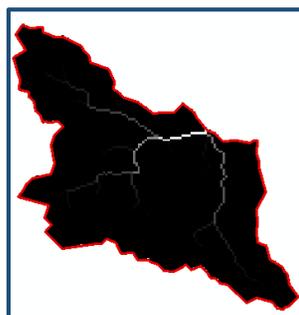


Figura 3. Representación del área de la cuenca (Fuente propia)

Perímetro de la Cuenca (P)

Es el borde de la forma de la cuenca, que se obtiene después de delimitar, el cual tiene una forma irregular, por lo que no se puede hallar por fórmulas geométricas. (Villón Béjar M. , 2015).

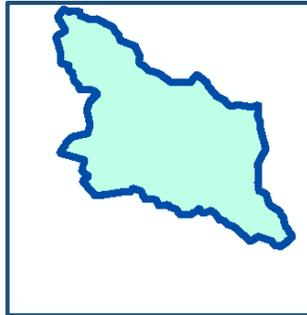


Figura 4. Representación del perímetro de la cuenca (Fuente propia)

Longitud del río principal (L)

Según (Cahuana Andia & Yugar Morales, 2009) considera a la corriente que pasa por la salida de la cuenca, acumulando de las demás corrientes se denominan cauces secundarios (cuenca tributaria o sub cuenca).

Coefficiente de compacidad (Kc)

El coeficiente de compacidad está en función a la relación del perímetro de la cuenca sobre el área de la cuenca proporcionada.

De otra manera, este índice se basa en la comparación con una cuenca ideal de forma circular con sus cauces dispuestos radialmente y que desembocan en el punto central. (Puelles Maza, 2015, pág. 33).

$$Kc = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (1)$$

P = Es el Perímetro de la cuenca (Km)

K_c = Coeficiente de compacidad

A = Es Área total de la cuenca en (Km²)

“Si se halla el valor de K_c se determina que la forma de la cuenca es circular. Si se halla el valor de K_s menor a 1 se deduce que la cuenca es corta. Sin embargo si se halla que el K_c es mayor a 1, se determina que la cuenca es alargada, donde la probabilidad baja a que la cuenca sea cubierta su totalidad por la tormenta y la conducta del río a elevarse su caudal.” Afirma (Puelles Maza, 2015, pág. 34)

Tabla 1

Formas geométricas de cuencas hidrográficas en base a rangos del índice de Gravelius.

Clase de geometría	Rango de clase	Forma de cuenca
K_c	$1 < K_c \leq 1.25$	Oval redonda
K_c	$1.25 < K_c \leq 1.50$	Oval oblonga
K_c	$1.50 < K_c \leq 1.75$	Oblonga alargada

Tipo de cuencas hidrográficas en base a los ángulos de Gravelius según el rango de clase y la forma de la cuenca, Henaos, (1988).

Factor de Forma (K_f)

Es un parámetro de la cuenca que detalla el alargamiento o representación gráfica de la cuenca, la cual es expresado mediante el área y longitud (distancia desde el punto de la salida de desembocadura de la cuenca hasta el punto aguas arriba más alejado.) de la cuenca.

$$K_f = \frac{A_m}{L} = \frac{\left(\frac{A}{L}\right)}{L} = \frac{A}{L^2} \quad (2)$$

Donde:

A_m : Es el Ancho medio.

L: Es la longitud axial de la cuenca

K_f : Es el factor de forma.

A: Es el área de la cuenca

Según (Puelles Maza, 2015) “Si $K_f > 1$, es más alto la probabilidad de tener borrascas en a la cuenca, si $K_f < 1$, Es menor la probabilidad de tener precipitaciones sobre la cuenca, que cuando el área igual con K_f mayor. (pág. 34).

Tabla 2

Rangos aproximados del factor de forma

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

Fuente: Pérez, 1979

Pendiente del cauce principal (s)

Segun (Puelles Maza, 2015), denomina “pendiente del cauce principal a la característica que interviene en la velocidad o tiempo en que demora el escurrimiento en los lechos fluviales, asimismo también se denomina a la diferencia del punto más alta y más bajo del rio sobre la longitud más larga del cauce.” (pág. 35)

$$S = \frac{\Delta H}{L} \quad (3)$$

Dónde:

ΔH : Es la resta de cotas del cauce principal. (m)

L: Es longitud de la cuenca. (m)

Número de orden de la cuenca

Existen diversos criterios desarrollados para establecer el orden de los cauces para cuantificar la magnitud de la red de drenaje en la escorrentía superficial directa. El criterio empleado para la presente tesis se asienta en el modelo de Strahler que consiste en asignarle un número a los cauces de menor a mayor, desde el inicio de la línea divisora de aguas hasta que llega al cauce principal. (Elliott Munro, 2010).

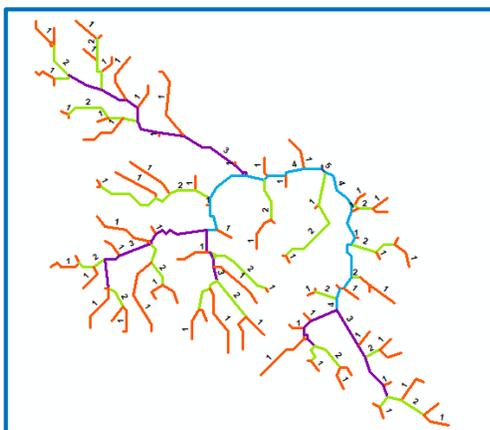


Figura 5. Ramificación de un cauce principal según el modelo de Strahler.(Fuente propia)

2.3.3. Precipitación

(Moran, pág. 15) define la precipitación a todo carácter de humedad, que se origina en las en las nubes, llega a la superficie terrestre. Las lluvias, las granizadas, las garúas y las nevadas son formas distintas del mismo fenómeno de la precipitación.

El servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú (SENAMHI), clasifica la precipitación, por su intensidad. (Puelles Maza, 2015) nos dice que:

“La precipitación menor a 1.5 mm se desarrollarse trabajos a intemperie (intensidad leve); en el límite de 1.6 a 3.0 mm se puede desarrollar labores al exterior, con cierta dificultad (intensidad liviana); de 3.1 a 9 mm, no admite desarrollar trabajos a intemperie (Intensidad moderada); de 9.1 a 36 mm, no se puede realizar ninguna labor (Intensidad fuerte); de 36.1 a 100 mm, es peligroso realizar un trabajo a la intemperie (Intensidad intensa).” (pág.

a. Tiempo de concentración

Es el tiempo de concentración transcurrido después que termina la lluvia hasta que termina la escorrentía superficial. Para la presente investigación se aplicó el método de California, este método empleado para pequeñas cuencas ubicadas en tierras utilizados para la agricultura.

$$T_c = \left(\frac{0.871 * L^3}{H} \right)^{0.385} \quad (4)$$

t_c = Tiempo de concentración en horas

L = Longitud del cauce (Km).

H : desnivel de la cuenca (m).

b. Hietograma

(Cahuana Andia & Yugar Morales, 2009), denominan a la representación en barras de la variación de la altura de lluvia o de la intensidad de la lluvia en el tiempo. Si el intervalo seleccionado es pequeño, digamos de 5 minutos, entonces la información proporcionada de la tormenta será muy detallada; conforme aumenta el valor del intervalo, el detalle se pierde. A partir de una curva masa de precipitación es posible dibujar diagramas de barras que representen las variaciones de la altura de precipitación o de su intensidad en intervalos de tiempo previamente seleccionados.

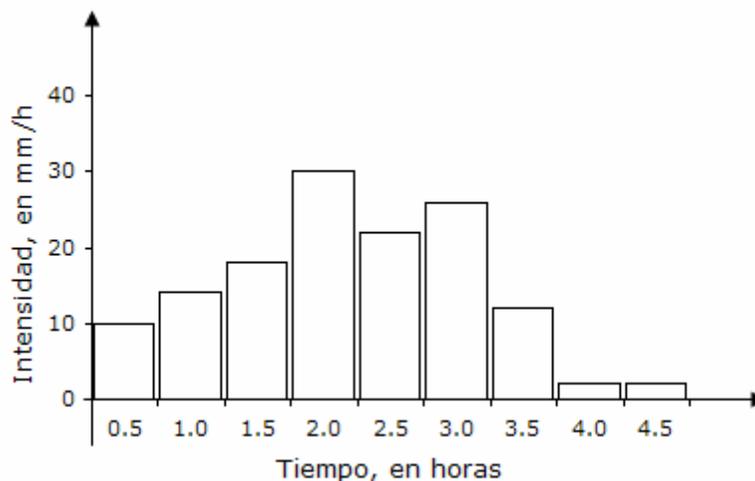


Figura 6. Hietogramas de alturas de lluvia e intensidades

2.3.4. Modelos matemáticos

a. Generalidades

Un modelo matemático es una descripción, en lenguaje matemático, de un objeto que existe en un universo no-matemático. Estamos familiarizados con las previsiones del tiempo, las cuales se basan en un modelo matemático meteorológico; así como con los pronósticos económicos, basados éstos en un modelo matemático referente a economía. (Rodríguez Velázquez & Steegmann Pascual, s.f.).

b. Aplicación del ArcGIS en la modelación hidrológica

Según (Puelles Maza, 2015) “ Arcgis es un programa que accede a realizar estudios del terreno. en la hidrología, Arcgis plantea diversas alternativas para realizar un análisis y correcta evaluación de los recursos hídricos; además, es muy accesible el manejo de procesamiento de los datos de hidrología y la propiedad del agua que la cuenca.” (pág. 82)

Dicha información es fundamental para:

- Determinar los recursos de hidrología de la cuenca.
- Hallar los recursos hídricos de la cuenca de manera eficiente.

- Formalizar y controlar los caudales de agua de la superficie.

c. *HEC- RAS*

Hec-ras (hydrological engineering center – river analysis system) es un programa de modelización hidráulica unidimensional compuesto por 4 tipos de análisis en ríos:

- Modelización de flujo en régimen permanente
- Modelización de flujo en régimen no permanente
- Modelización del transporte de sedimentos
- Análisis de calidad de aguas

Nos permite simular flujos en cauces naturales o canales artificiales para determinar el nivel del agua por lo que su objetivo principal es realizar estudios de inundabilidad y determinar las zonas inundables. (Moreno, 2013)

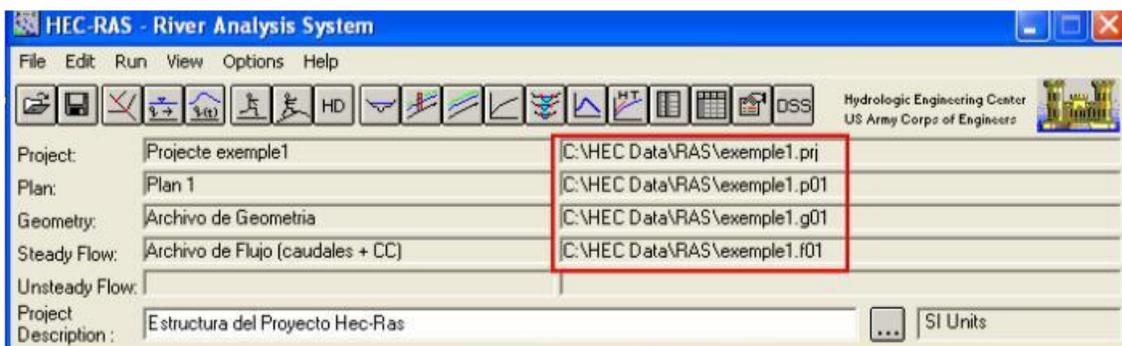


Figura 7. Vista de presentación del software hec-ras. Fuente: Manual básico de hec-ras 3.1.3 y hec-georas 3.1.1 (Nanía, 2007)

d. *Aplicación del hec hms*

(Puelles Maza, 2015) dice que “El programa hec-hms es un modelo matemático que simula el comportamiento del río frente al escurrimiento superficial de la cuenca, con componentes hidrológicos. el resultado del proceso es los hidrogramas de salida con los máximos caudales.” (pág. 85)

Además, este modelo evalúa todas las subcuencas, presenta distintas opciones meteorológicas, para el modelamiento de las características físicas, la interface es fácil para el ingreso de datos e interpretación de resultados y es un programa gratuito. (Puelles Maza, 2015)

2.3.5. Clasificación de los tipos de defensa ribereña

Entre los tipos de obras que se han seleccionado, se tiene los de tipo flexible y los de tipo rígido.

a. Obras de tipo flexible

Cuando los suelos ofrecen importantes deformaciones:

Muros de gaviones

Son paralelepípedos rectangulares contruidos a base de un tejido de alambre de acero, el cual lleva tratamientos especiales de protección como la galvanización y la plastificación. Se colocan a pie de obra desarmados y luego de piedra de canto rodado o piedra chancada con determinado tamaño y peso específico, este material permite emplear sistemas constructivos sencillos, flexibles, versátiles, económicos y que puedan integrarse extremadamente valida desde el punto de vista técnico para construir muros de contención en cualquier ambiente, clima y estación. Tales estructuras son eficientes, no necesitando mano de obra especializada o medio mecánicos particulares, a menudo las piedras para el relleno se encuentran en las cercanías.

Tiene la ventaja de tolerar grandes deformaciones sin perder resistencia. Esta disposición forma una malla de abertura hexagonal unida por triple torsión para formar un espacio rellenarle de manera que cualquier rotura puntual del alambre no despeja la malla. El enrejado

hace que las piedras se deslicen entre la misma y el terreno, impidiendo una caída brusca, o simplemente que queden sujetas sin deslizarse.

Principales características de las estructuras de gavión:

- Flexibilidad.
- Permeabilidad.
- Versatilidad.
- Economía.
- Estética.

Los muros de gaviones tienen diferentes usos, entre ellos tenemos:

- *Muros de contención:* Los muros de gaviones están diseñados para mantener una diferencia en los niveles de suelo en sus dos lados constituyendo un grupo importante de elementos de soporte y protección cuando se localiza en lechos de ríos.
- *Conservación de suelos:* La erosión hídrica acelerada es considerada sumamente perjudicial para los suelos, pues debido a este fenómeno, 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 de la infraestructura hidráulica, eléctrica, agrícola y de comunicaciones que existe en la parte baja.
- *Control de ríos:* En ríos, el gavión acelera el estado de equilibrio del cauce. Evitar erosiones, transporte de materiales y derrumbamientos de márgenes, además el gavión controla crecientes protegiendo valles y poblaciones contra inundaciones.
- *Apoyo y protección de puentes:* En los estribos de puentes, se pueden utilizar gaviones tipo caja, tipo saco y tipo colchón combinados o individualmente, logrando gran resistencia a las cargas previstas.

b. Obras de tipo rígido

➤ Pantalla de concreto armado:

Son un tipo de estructuras de contención, utilizadas habitualmente en construcciones de ingeniería civil.

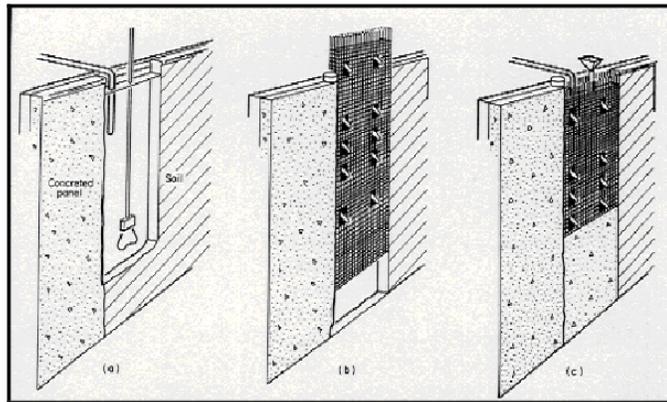


Figura 8. Muros de pantalla

➤ Pantallas de paneles prefabricados de hormigón

Están constituidas de elementos de hormigón prefabricados, con forma de paneles generalmente rectangulares. Para su colocación, se ha de crear una zanja con unas dimensiones ligeramente superiores a las del panel prefabricado. Posteriormente se introduce en la zanja el panel, y se vierte bentonita o cemento alrededor.

➤ Muro de gravedad.

Son muro de gravedad en masa en los que la resistencia se consigue con su propio peso de la estructura. Normalmente carecen de asentamiento diferenciado, aunque puede tenerlo. Su ventaja principal es que, estos muros no van armados, pueden ser interesante para alturas moderadas si su longitud no es muy grande.

➤ Muros pantalla o pantallas de hormigón “in situ” (diaphragm walls o slurry walls en inglés)

Este tipo de estructuras se realiza en obra. Es decir, en lugar de recurrir a paneles prefabricados, los elementos estructurales de este tipo de pantalla se ejecutan “in situ”. Las dimensiones de los paneles se conforman los muros pantalla son entre 4 y 5 metros de longitud, y 0.4 y 1.5 metros de espesor. La longitud de la pantalla depende del dimensionamiento de la misma. Cada elemento que conforma un muro pantalla trabaja independientemente, y entre ellos presentan juntas que han de ser estancas (evitar el paso de agua a través de las mismas).

➤ Pantallas de pilotes

Son un tipo de pantalla, o estructura de contención flexible, empleada habitualmente en ingeniería civil. Se emplean si la excavación de la zanja es difícil. Es decir:

- En terrenos duros: se emplean máquinas piloterías de terrenos en roca.

- En zonas medianeras en las que hacerlo de otra forma pueda suponer riesgos, o porque la anchura de la zanja es muy pequeña.

➤ Dique

Es un terraplén natural o artificial, por lo general de tierra, paralelo al curso de un río.

Entre los tipos de diques se pueden mencionar:

➤ Dique artificiales

Son utilizados para prevenir la inundación de los campos aledaños a los ríos; sin embargo, también se utilizan para encajonar el flujo de los ríos a fin de darle un flujo más rápido. Son conocidos como diques de contención. También son empleados para proteger determinadas áreas contra el embate de las olas. Estos diques tradicionalmente son construidos, amontonando tierra a la vera del río, amplio en la base y afilados en la cumbre, donde se suelen poner bolsas de arena. Modernamente los diques de defensas ribereñas son construidos

siguiendo los criterios técnicos modernos para estructuras de tierra, y en muchos casos su estructura es compleja, comprendiendo una parte de soporte, un núcleo impermeable y drenes de pie para minimizar el riesgo de rupturas.

Existen diferentes tipologías de diques, también llamados espigones:

- En talud
- Vertical

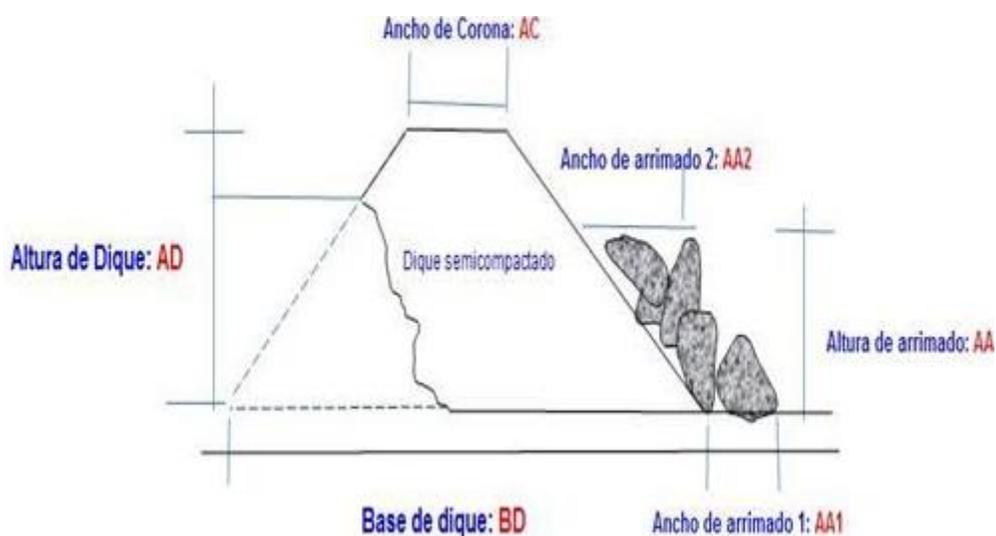


Figura 9. Partes de muro de piedra

➤ Muros de mampostería

Muro compuesto de combinaciones de mampuestos (piedras o tabiques), colocados unos sobre otros. Se construyen mediante la colocación manual de sus elementos separados con juntas, para permitir la libre dilatación de cada una de las piezas y evitar los agrietamientos, o reforzarlas debidamente con varillas de acero. En algunos casos es conveniente construir el muro sin utilizar mortero, a los muros así resultantes

2.4. Definición de los términos básicos

a) Diseño hidráulico

“El diseño hidráulico se realiza con el fin de determinar los elementos, medidas y parámetros que influye en una cuenca hidrográfica teniendo en consideración la precipitación, de tal manera que se aplique el volumen de agua según necesidades para el cultivo,” según (Copyright , 2007)

b) Duración de lluvia

“Se denomina al tiempo que pasa entre el instante en que inicia la lluvia hasta el momento que termina la lluvia. Aquí se define el periodo de duración, que es un determinado periodo de tiempo, tomado en minutos u horas, dentro del total que dura la tormenta.” (Villón Béjar M. , 2015).

c) Área de inundación

Una borde de tierra relativamente plana, junto a un río, que sufre y está expuesto a desborde de las aguas durante las crecidas.

d) Escorrentía

Es el agua resultante de la borrasca, que fluye por encima o debajo de la superficie terrestre, y que llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca.

e) Duración de lluvia

Corresponde al tiempo que transcurre entre el comienzo el fin de la tormenta. Aquí se define el periodo de duración, que es un determinado periodo de tiempo, tomado en minutos u horas, dentro del total que dura la tormenta (Villón Béjar M. , 2015).

Capítulo III

Hipótesis y variables de investigación

3.1. Hipótesis principal

Si se realiza un estudio diseño hidráulico eficiente se diseñará una estructura optima de defensa ribereña en el sector de Santo Domingo- Palca-Tarma.

3.2.Hipótesis secundarias

- Los estudios de topografía y mecánica de suelos influyen en el diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña.
- La evaluación de las precipitaciones máximas es un factor determinante en el diseño hidráulico.
- Determinando las zonas de riesgo a inundación cuando el río se realizará un adecuado Diseño de defensa ribereña.
- Con la propuesta del diseño de defensa ribereña para el río de Tarma sector de Santo Domingo- Palca se evitará la inundación.

3.3. Variables e indicadores.

3.3.1. Variable independiente.

- X1= Diseño hidráulico

Indicadores: descargas máximas diarias, caudal, velocidad.

3.3.2. Variable dependiente.

- Y1= Defensa ribereña

Indicadores: corona, espaldón, pantalla, zapata y la resistencia a empuje lateral hidráulico y del suelo.

3.4.Operacionalización de las variables.

Tabla 3

Operación de variables

Título: “Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña del río Tarma en el sector de Santo Domingo-Palca”			
Variable	Dimensiones	Indicadores	Und Medida
VI: Diseño hidráulico	Características hidráulica	Descargas Máximas Diarias	l/m ²
		Caudal	m ³ /s
		Velocidad	m/s
VD: Defensa ribereña	Infraestructura	Corona	m, m ² , m ³
		Espaldón	m, m ² , m ³
		Pantalla	m, m ² , m ³
		Zapata	m, m ² , m ³

Capítulo IV

Diseño de la investigación

4.1. Diseño de ingeniería.

Se denomina al proceso que se va a realizar para poder responder los objetivos planteados, por consiguiente, la presente investigación utiliza en método científico, ya que se maneja pasos, procedimientos, estudios para responder a los objetivos, las cuales están acondicionados al problema general.

También la investigación se desarrolla según el enfoque cuantitativo, ya que se va realizar el análisis hidráulico a partir de los datos de precipitación y parámetros geomorfológicos para proponer el diseño de defensa ribereña para prevenir las inundaciones.

Según Sampieri (1991: 5), El enfoque cuantitativo “Utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento de una población” (Hernández Etal, 2003; p.5).

El diseño utilizado es experimental de campo; es la manipulación intencional de una o más variables independientes. La variable independiente es la que se considera como supuesta causa en una relación entre variables, es la condición antecedente, y al efecto provocado por dicha

causa se le denomina variable dependiente (consecuente). (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio).

Por otro lado, el tipo de investigación que se maneja aplicada, ya que en la investigación se realiza fundamentos teóricos y cálculos para resolver la problemática; finalmente el nivel de investigación de la presente es de nivel correlacional, ya que para medir la variable dependiente se va a tener que realizar su respectivo análisis de la variable dependiente.

4.2 Métodos y técnicas del proyecto

Para la consecución de los objetivos planeados de esta investigación se utilizó una técnica de levantamiento topográfico con estación total y el estudio de suelos Mecánica de Suelos en el lugar de estudio, se evaluó mediante la curva IDF intensidad Duración y frecuencia para hallar la precipitación máxima, y el coeficiente de regresión con los datos de las precipitaciones de la estación hidrológica automática de Tarma; a través de un modelamiento hidrológico se realiza el cálculo de las máximas avenidas o máximos caudales que será transportado por el río Tarma en el sector de Santo Domingo.

Mediante el software libre y gratuito Hec – Ras se determina las zonas de riesgo a inundación cuando el río se comporta en máximas avenida.

4.3 Diseño estadístico.

4.3.1 Población y muestra

4.3.1.1 Población

La población está conformada a lo largo de la cuenca del río Tarma, en la provincia De Tarma, que colecta las aguas de los riachuelos, río Tarma, Río Palcamayo y Río Tapo.

4.3.1.2 Tipo de muestreo

El tipo de muestreo que se empleó en la presente investigación es el “no probabilístico” del tipo arbitrario. Se seleccionó el punto de muestreo basado en la topografía, huellas hídricas en eventos de máximas avenidas también que en los últimos años se ha registrado mayor índice de inundación e interrupción de la vida de acceso hacia el Anexo de Patay uno de los Anexos de Palca con mayor población.

4.3.1.3 Tamaño de la muestra

En la práctica se obtiene por su ubicación que colinda con una vía de acceso a un Anexo con gran producción de papa y arvejas, terrenos de cultivo de hortalizas; también por las huellas de las máximas avenidas que se observan en la margen del Rio Tarma en el Sector de Santo Domingo- Distrito de Palca.

El tamaño de la muestra de la cuenca del rio Tarma es de 320.00 ml. zona afectada por las máximas avenidas o máximos eventos.

4.4 Técnicas y herramientas estadísticas

Para realizar la investigación se usa las siguientes técnicas y herramientas estadísticas.

- Evaluación Hidrológica de la Cuenca: Delimitación hidrográfica, geomorfología, cobertura vegetal.
- Estación Total, trípode y prisma.
- GPS navegadorio.
- Wincha.
- Cámara fotográfica.

Materiales:

- Registros de precipitación de la estación meteorológica de los años consecutivos (2001 - julio 2019) de información con periodos de duración de 24 h.

- Carta Geográfica de 23-I de Tarma, 23-M de la Merced, 24-I de la Oroya y la carta 24-M de Jauja, escala 1/100 000. (incluyen curvas de nivel, ríos, lagos) obtenidos de página de MINEDU.
- Plano topográfico catastral de la provincia de Tarma 2014, escala 1/5 000.

Programas:

- Microsoft word: procesador de datos.
- Microsoft excel: procesador de datos numéricos.
- Auto CAD civil 3D 2017: Elaboración de Planos.
- Evaluación estación meteorológica automática de SENAMHI de Tarma.
- Uso del software ArcGIS para el modelamiento de la cuenca.
- Aplicación del software hec-hms para el determinar los máximos caudales.
- estudio de mecánica de suelos.

4.3.1. Tratamiento de la información

a. Delimitación de la Cuenca

Se procedió a Buscar la carta provincial Tarma, donde se ubicó la cuenca del rio Tarma, el cual se delimito según las curvas a nivel teniendo en cuenta un punto de estudio que es el sector de Santo Domingo - Palca.

b. Estimación de los parámetros geomorfológicos

Se definieron los “Parámetros Geomorfológicos de la Cuenca Hidrográfica”, detallando de esta manera; la forma, área, perímetro, tiempo de concentración y número de orden de la cuenca en estudio. Se delimito la cuenca del rio Tarma en la carta nacional digital.

c. Estudio topográfico

Se realizó un reconocimiento a detalle de la zona de estudio mediante un análisis visual y levantamiento topográfico, del río Tarma sector de Santo Domingo – Palca, mediante un levantamiento topográfico de la zona y la cuenca

- Determinar las zonas de riesgo a inundación cuando el río se comporta en máximas avenidas, con la aplicación del programa hec-georas.
- Evaluar las precipitaciones máximas del río de Tarma sector de Santo Domingo-Palca, a través de un modelamiento hidrológico empleando HEC –HMS.
- Estudio de mecánica de suelos se realizó una calicata de 2.50 ml,
- Proponer el diseño de defensa ribereña para el río de Tarma sector de Santo Domingo-Palca

Capítulo V

Descripción de la zona de estudio

5.1. Análisis del medio físico

5.1.1. Ubicación, superficie y altitud

El sector de Santo Domingo pertenece al distrito de Palca que es uno de los nueve distritos que conforman la Provincia de Tarma, ubicada en el Departamento de Junín, bajo la administración del Gobierno Regional de Junín, ubicado en la sierra central de Perú. Limita por el norte con el Distrito de Huasahuasi y el Distrito de San Ramón (de la Provincia de Chanchamayo); por el este con los distritos de San Ramón, Vitoc, Monobamba y Tapo; por el oeste con los distritos de Acobamba y Huasahuasi; y, por el sur con los distritos de Acobamba y Tapo, entre las coordenadas 11° 20' 14'' de Latitud Sur y 75° 33' 48'' de Latitud Oeste respecto al meridiano de Greenwich.



Figura 10. Ubicación geográfica de la región Junín (Fuente: Sub gerencia infraestructura de la municipalidad provincial de Tarma (2007)).

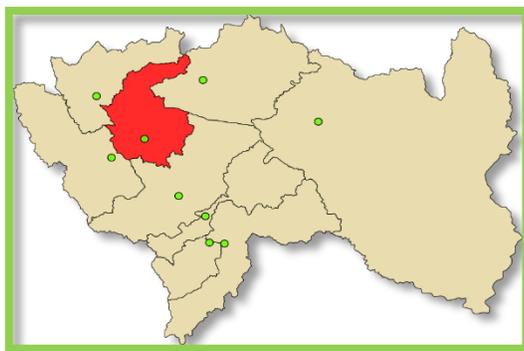


Figura 11. Ubicación geográfica de la provincia de Tarma. (Fuente: Sub gerencia infraestructura de la municipalidad provincial de Tarma (2007)).



Figura 12. Ubicación geográfica del distrito de Palca. Fuente: Sub Gerencia Infraestructura de la Municipalidad Provincial de Tarma (2007).

El distrito de Palca según el INEI, presenta una superficie territorial aproximadamente de 378.08 km², y con una altitud de 2739 msnm, con población total en el año 2007 de 5 543 hab.

5.1.2. Topografía

La topografía del sector de Santo Domingo –Palca es ondulada con pendientes pronunciadas, debido a su característica de ser un valle enclavado entre cerros se tiene laderas hacia el este y oeste.

5.1.3. Suelo

El material que se encuentra en la margen ribereña del río Tarma sobre el cual se va realizar la propuesta defensa ribereña, predomina la grava y la arena.

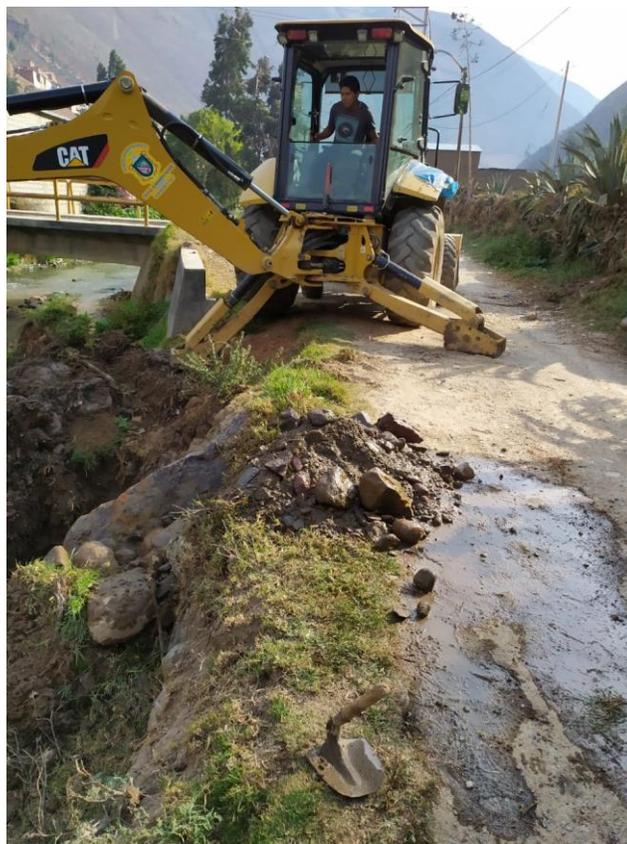


Figura 13. Excavación de calicata para estudio de suelo

Fuente: Propia, fotografía de calicatas en la margen ribereña en el sector de Santo Domingo Palca Tarma – Fecha: agosto y setiembre del 2019.

5.1.4. Clima

El clima de Tarma, los inviernos son cortos, fríos, secos y parcialmente nublados, sin embargo, los veranos son cortos, frescos, áridos y nublado. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 3 °C a 18 °C y rara vez baja a menos de 1 °C o sube a más de 20 °C.

El distrito de Palca; durante la época seca, entre los meses de abril a noviembre, la rio Tarma permanece con un caudal mínimo. Sin embargo, durante la estación del verano se encuentra en constante alerta, las altas variaciones (presenta mayor cantidad de precipitación que en el invierno) que ocurren en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, el caudal se incrementa

considerablemente ocasionando inundaciones en el sector de Santo Domingo- Palca, donde el cauce se hace más alto y tiene escaso desnivel con las orillas, donde la cual está inmerso causar las inundaciones de terrenos de cultivo, pastos naturales y viviendas de la población de la zona.

Capítulo VI

Desarrollo experimental

6.1. Estudios de topografía y mecánica de suelos en el lugar de estudio.

6.1.1. Estudios de topografía en el lugar de estudio.

La zona de estudio del proyecto está ubicada en el sector Santo Domingo, del distrito de Palca, provincia de Tarma y Departamento de Junín donde se aprecia una pendiente ondulada, con vegetación.

Para realizar el estudio de topografía se conformó un equipo de trabajo dirigido por un técnico en topografía, tres personales de ayudante (prismas, pintura, winchas).

Equipos utilizados

Para realizar los trabajos se emplearon los siguientes equipos.

- 03 Prismas marca cst-berger.
- 01 GPS navegador marca Garmin 01.
- Estación total marca top com modelo gpt-3105w.
- 01 Trípodes de aluminio marca cst-berger.
- 03 Bastones porta prisma marca cst-berger.

Conformación del equipo (levantamiento del cauce del rio Tarma)

Técnico:

Alejandro Meniz Sinche

Ayudantes:

Dann Jaramillo Chuco

Carlo Cosar Ramos

Jessica Morales Maldonado

Levantamiento de campo

El levantamiento de campo fue realizado partiendo a unos 150.00 metros aguas arriba del punto de estudio a fin de ver el tramo en compresión del río en sus épocas de crecidas, y unos 250.00 metros aguas abajo.

Se realizó la nivelación del eje de la defensa propuesta, realizando el trazado respectivo a una distancia de 10 m a lo largo de toda la margen ribereña (450.00 km) a su vez un reconocimiento de las futuras obras de arte proyectadas (espigones de protección).

El paso del eje de la defensa viene debidamente sustentado en campo mediante la BM's de partida para el levantamiento, así como el trazo resulta un tanto irregular debido a que se requiere protección de la margen izquierda de la vía hacia el Anexo de Patay, asimismo para la margen Derecha para la protección de las áreas cultivadas y cultivables de los usuarios, así como respetar el cauce natural formado por el río Tarma a fin de evitar acciones de erosiones y socavaciones como se vio en el pasado.



Figura 14. Levantamiento topográfico BMs n° 1 (Fuente Propia)

Trabajo en gabinete

Después de obtener la información de campo con el apoyo de la estación total se procede al procesamiento; los datos obtenidos son exportados a la laptop, los cuales son comprobados en las hojas de cálculo Excel, para posteriormente procesar y diseñar el cauce en el programa Autocad Civil 3D, donde se trabajan las curvas de nivel, las secciones transversales y el perfil longitudinal.

Los planos se realizaron a la escala 1:1 para una precisa observación y evitar la distorsión de los detalles levantados, ya que en el levantamiento se especifican la zona de vía de acceso a anexo de Patay la vía a proteger.

La ubicación de los puntos se realizó en puntos fijos, para detallar y reconocer fácilmente en un total de 5 BMs.



Figura 15. Procesamiento de datos del levantamiento Topográfico. (Fuente Propia)

Tabla 4

Cuadro de ubicación de puntos de control (BMS)

N	Código	Coordenadas			Descripción
		Este	Norte	Cota	
1	BM1	10000	1000	2729	Ubicado en una piedra, en la margen Izquierda del rio Tarma.
2	BM2	10089.0876	1007.1576	2728.2813	Ubicado en una piedra estable de protección de Carretera al Anexo de Patay, en la margen Izquierda del rio Tarma.
3	BM3	10197.2004	1083.0051	2726.6948	Ubicado en una piedra estable de protección de Carretera al Anexo de Patay, en la margen Izquierda del rio Tarma.
4	BM4	10076.3271	1053.0541	2727.8879	Ubicado en una piedra, en la margen Izquierda del rio Tapo.
5	BM5	9986.3136	1119.5624	2728.7098	Ubicado en una piedra, en la margen Izquierda del rio Tapo.

Fuente elaboración propia

Los trabajos topográficos se han realizado de acuerdo a los alcances del estudio. Previo a la ejecución de los trabajos de campo, donde se realizó un reconocimiento general de la zona del proyecto, se ubicaron y determinaron los Puntos Geodésicos que sirven de puntos bases para el control total del proyecto.

Generación de planos

En gabinete se han generado los planos en el programa AutoCAD Civil 3D. se ha generado el plano topográfico de la planta general del área de la defensa, sobre el cual influirá la defensa proyectada, donde se detalla las curvas a nivel a cada 1,00 m. El presente trazo viene envolviendo a las áreas agrícolas aun aprovechables en su totalidad, así como garantiza la protección de la vía que une el distrito de Palca con su Anexo de Patay, a la par de asegurar la las viviendas y terrenos agrícolas.

6.1.2. Estudio de mecánica de suelos

El presente estudio de investigación de campo, en la cual se exploró la zona, consistió en la excavación de una calicata, así como la inspección de terraplenes existentes adyacentes a la zona de trabajo a fin de tener una correlación adecuada de los diferentes materiales que conforman el terreno que han de servir como suelo de fundación.

En la exploración de la zona de estudio, se vio la ejecución de una calicata a cielo abierto de 1.50 m², 1.50 m² y 2.50 m de profundidad con el apoyo de una maquinaria retroexcavadora y muestreo de materiales, lo cual sumado a las terraplenes y cortes naturales realizados por el río Tarma, así como una inspección visual del cauce del río, se tomaron muestras aproximadamente a 2.50 a 3.00, de la calicata excavada.

Tabla 5

Descripción de calicata

Ubicación (prog)	Profundidad (m)	Descripción del material
0+80	2.50	GW Materiales bien gradada, con mezclas gravosas.

Fuente propia

6.2. Evaluar las precipitaciones máximas del río de Tarma sector de Santo Domingo- Palca, a través de un modelamiento hidrológico empleando Hec –Hms.

Para realizar el modelamiento hidrológico en el programa Hec-Hms se realizó la delimitación de la cuenca río Tarma a través del programa Arcgis.

Para la ejecución de la delimitación de la cuenca del río Tarma según el punto de investigación se descarga las cartas topografías de la página MINEDU cartas nacionales de 23-I de Tarma, 23-M de la Merced, 24-I de la Oroya y la carta 24-M de Jauja, escala 1/100 000. (incluyen curvas de nivel, ríos, lagos); ya que la cuenca de río Tarma ocupa las cartas de las localidades mencionadas.



Figura 16. Carta 23 I Tarma



Figura 17. Carta 24-I Oroya



Figura 18. Carta 24- m Jauja



Figura 19. Carta 23-m La Merced

Posteriormente se las cuatro cartas en el programa Arc Gis; teniendo en cuenta las curvas de nivel y los ríos.

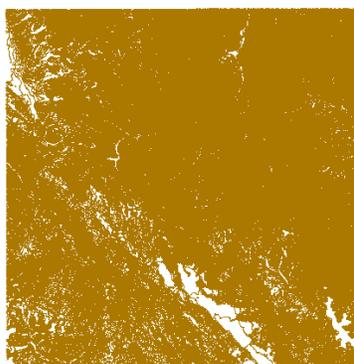


Figura 20. Curvas de nivel para determinar la cuenca

Posteriormente se determina el área de influencia de la cuenca hacia el punto de estudio del Sector de Santo Domingo-distrito Palca- provincia Tarma.

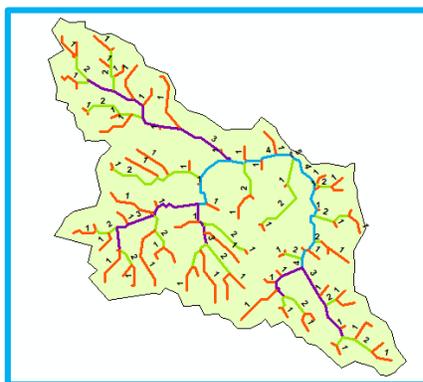


Figura 21. Cuenca y dirección de flujo del Río Tarma

Se identifica la máxima precipitación, registrada en la estación meteorológica automática de Tarma, con los datos de los años 2001-2019, donde se obtiene la precipitación máxima de 23.70 mm, seguidamente se realiza el cálculo de precipitación máxima para diferentes tiempos de duración de lluvias y la pendiente promedio de la cuenca.

Tabla 6

Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias.

Tiempo de Duración	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	20.1502	23.3150	25.4104	28.0579	30.0219	31.9715	36.4766
18 hr	18.3367	21.2166	23.1234	22.4463	27.3200	29.0941	33.1937
12 hr	16.1201	18.6520	20.3283	22.4463	24.0175	25.5772	29.1813
8 hr	13.7021	15.8542	17.2790	19.0793	20.4149	21.7406	24.8041
6 hr	12.2916	14.2221	15.5003	17.1153	18.3134	19.5026	22.2508
5 hr	11.4856	13.2895	14.4839	15.9930	17.1125	18.2238	20.7917
4 hr	10.4781	12.1238	13.2134	14.5901	15.6114	16.6252	18.9679
3 hr	9.2691	10.7249	11.6888	12.9066	13.8101	14.7069	16.7793
2 hr	7.8586	9.0928	9.9100	10.9426	11.7086	12.4689	14.2259
1 hr	6.0451	6.9945	7.6231	8.4174	9.0066	9.5914	10.9430

Tabla 7

Pendiente promedio de la cuenca.

Orden de la red hídrica.	Número de veces (1)	Pendiente promedio (%) (2)	(1)x(2)
1	304	1.86	564.02
2	153	1.79	274.05
3	120	1.75	209.48
4	2	1.91	3.82
Total=	579		1051.38
Pendiente promedio=		1.82 %	

Asimismo, se realiza el cálculo de IDF intensidad duración y frecuencia; y el hietograma de la cuenca del río Tarma para el periodo de retorno de 100 años.

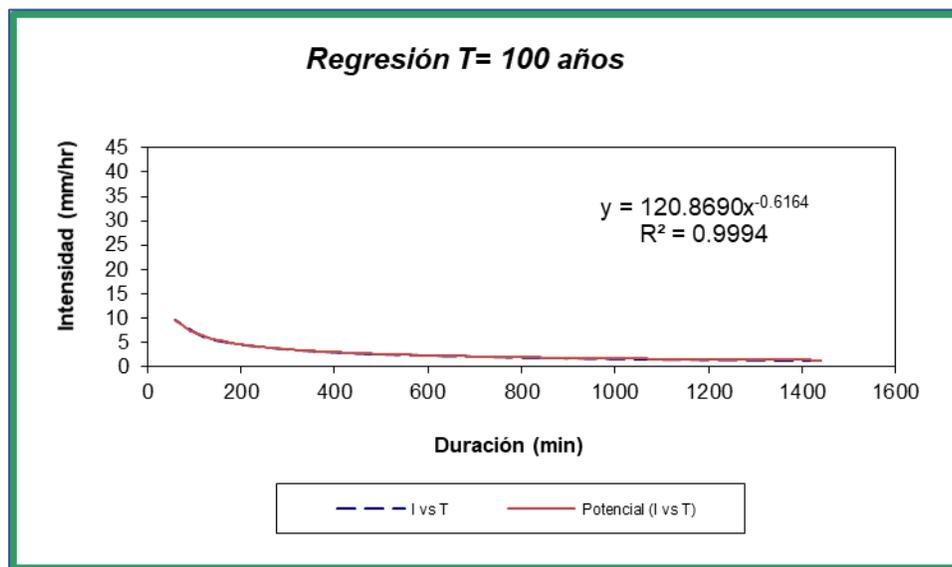


Figura 22. IDF de la cuenca Río Tarma para una regresión de T=100 años.

Tabla 8

Datos de hietograma para $T=100$ año.

Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	Precipitación alternada (mm)	Int. parcial alternada (mm)
4.87	29.25	0.43	2.60
1.47	8.84	0.49	2.97
1.06	6.37	0.58	3.50
0.86	5.15	0.73	4.40
0.73	4.40	1.06	6.37
0.65	3.89	4.87	29.25
0.58	3.50	1.47	8.84
0.53	3.21	0.86	5.15
0.49	2.97	0.65	3.89
0.46	2.77	0.53	3.21
0.43	2.60	0.46	2.77
0.41	2.46	0.41	2.46

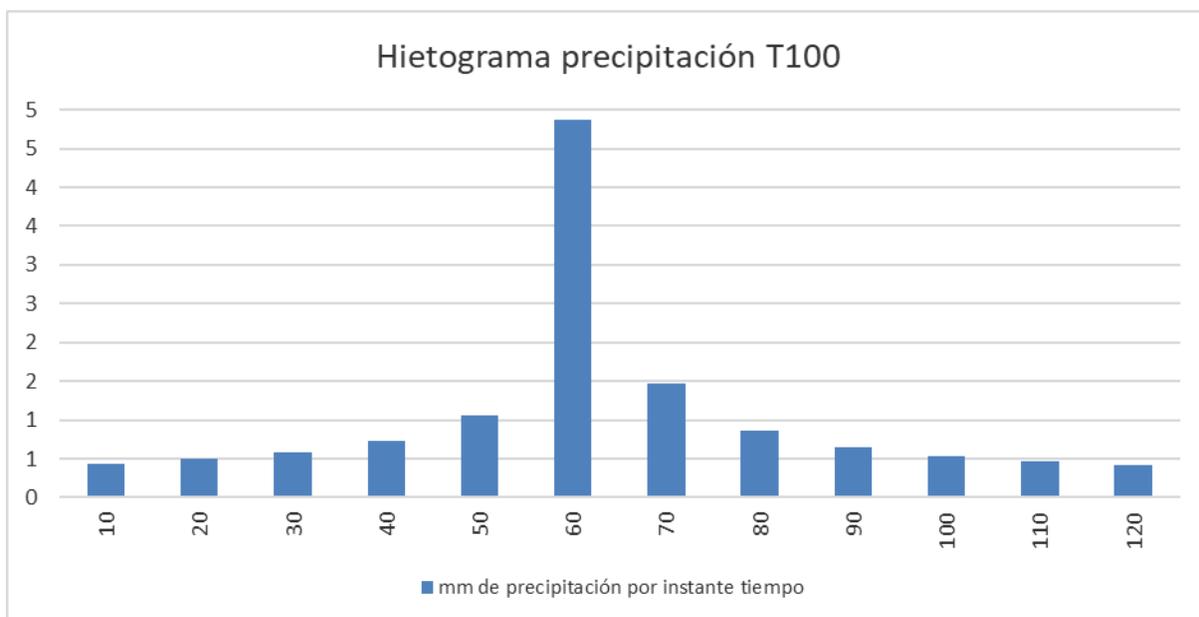


Figura 23. Hietograma de precipitación para $T=100$ años

Se procesa los datos en el programa libre Hec-Hms, para identificar el caudal máximo de diseño, para un periodo de retorno de $T: 100$ años, con rugosidad de ríos $n = 0.035$.

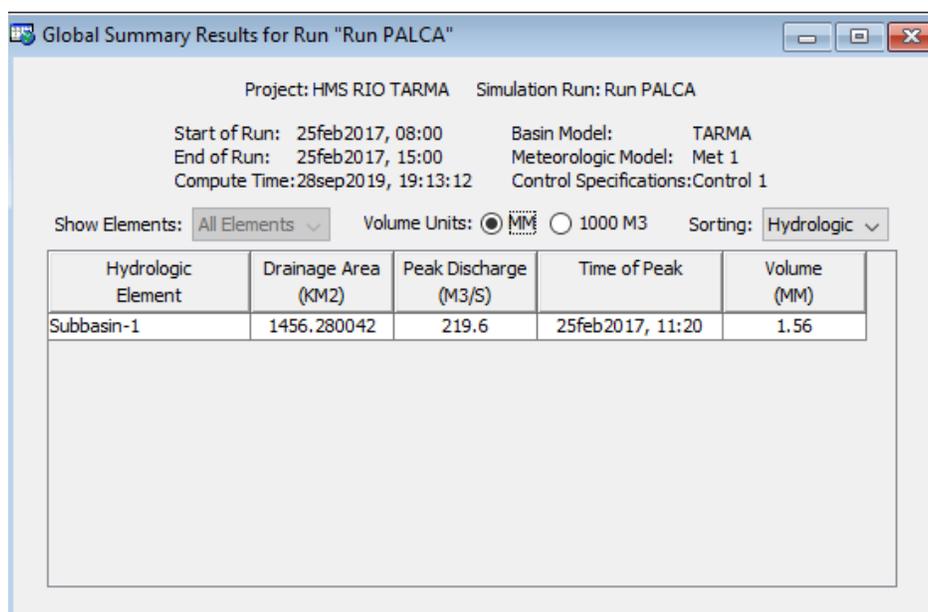


Figura 24. Caudal máximo de la cuenca río Tarma en el sector de Santo Domingo-Palca

Con los análisis de la cuenca también se determinó los parámetros morfométricos de la cuenca Tarma en el Sector de Santo domingo Palca.

Tabla 9

Parámetros morfométricos de la cuenca Tarma en el Sector de Santo domingo Palca.

Parametros morfométricos cuenca Tarma

Descripción	Und	Valor
De la superficie		
Área	km2	1456.280042
Perímetro de la cuenca	km	211.323
<i>Cotas</i>		
Cota máxima	msnm	4860.82
Cota mínima	msnm	2750
<i>Centroide (psc:wgs 1984 utm zona 18s)</i>		
X centroide	m	427915
Y centroide	m	8738200
Z centroide	msnm	4011.81
<i>Altitud</i>		
Altitud media	msnm	4011.81

Altitud más frecuente	msnm	4190.68
Altitud de frecuencia media (1/2)	msnm	4065.19
<i>Pendiente</i>		
pendiente promedio de la cuenca	%	26.24
De la red hídrica		
Longitud del curso principal	km	50.72
Orden de la red hídrica	UND	4
Longitud de la red hídrica	km	222.583
Pendiente promedio de la red hídrica	%	1.82
<i>Parámetros generados</i>		
Tiempo de concentración	horas	4.637492582
Pendiente del cauce principal	m/km	41.61711356
Tiempo de retardo	m/km	2.782495549

6.3. Determinar las zonas de riesgo a inundación cuando el río se comporta en máximas avenidas.

Para determinar las zonas de riesgo a inundación en el río Tarma en el Sector de Santo Domingo- Palca- Tarma previamente se realizó delimitación de un sistema hidrológico (el área y perímetro de la cuenca), calculo los parámetros geomorfológicos, estimar los parámetros físicos de la cuenca tales como: pendiente de la cuenca, pendiente longitudinal del río principal, factor de forma y la precipitación media de la cuenca con el programa ArcGis.

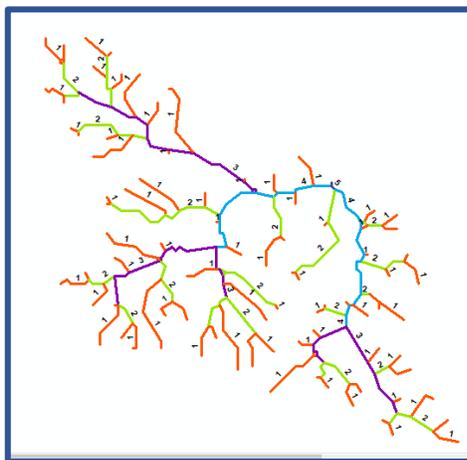


Figura 25. Área de cuenca según el orden de río.

Para la elaboración del presente proyecto, se ha utilizado la siguiente información cartográfica impresa adquirida del Instituto Geográfico Nacional (IGN), el modelo digital de las cartas descargadas de la página sigmed.minedu.gob.pe/descargas/

- Escala..... 1:100000
- Carta..... 23-I de Tarma, 23-M de la Merced, 24-I de la Oroya y la carta 24-M de Jauja.

La información cartográfica ha servido para delimitar la cuenca hidrológica, base del estudio del presente proyecto.

La delimitación de la cuenca, se realizó sobre un plano o mapa de curvas de nivel (carta nacional, adquirida por el IGN), siguiendo las líneas divisorias de agua (parteaguas).

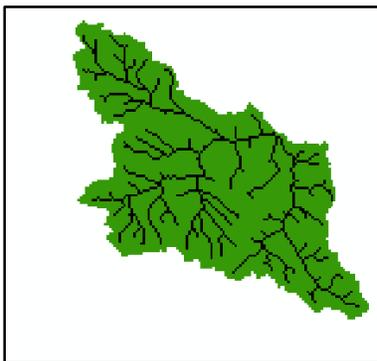


Figura 26. Cuenca Tarma

Table						
cuencaok						
FID	Shape *	Id	gridcode	AREA_HA	AREA KM	PERIMETRO
0	Polygon	1	0	145628.004243	1456.28	211.323

Figura 27. Área y perímetro de la cuenca

Para calcular el área y el perímetro de la cuenca hidrográfica se usó el software ArcGIS y las coordenadas de la en base a la carta nacional digital, los datos hallados son exportados al

programa Hec-Ras para realizar el respectivo modelamiento para determinar el área y puntos de inundación.

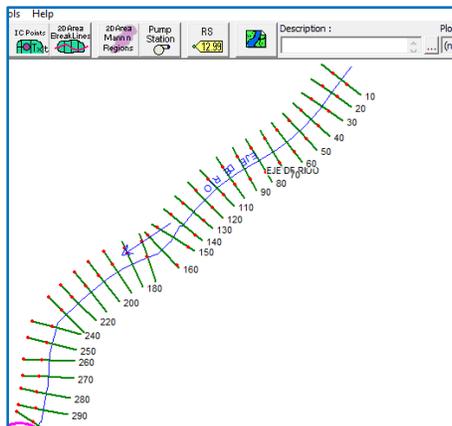


Figura 28. Exportación de los datos de levantamiento topográfico al HEC - RAS

Se produce inundación en el Sector de Santo Domingo, del Distrito de Palca en las progresivas 20_ 105 m, la cual puede afectar a viviendas y terrenos agrícolas que se encuentran aledañas a este tramo, abarcando el área de inundación de 5 850 m².

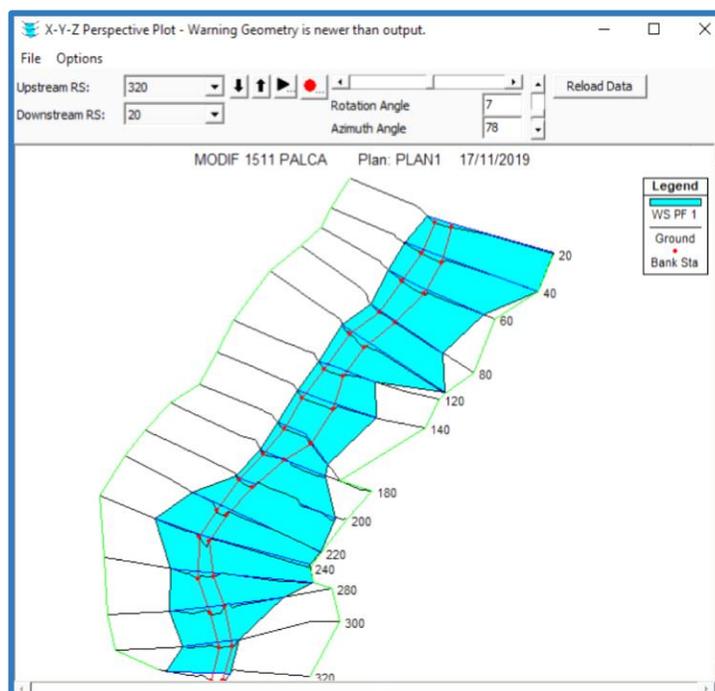


Figura 29. Zona de Inundación

6.4. Proponer el diseño de defensa ribereña para el río de Tarma sector de Santo Domingo-Palca.

La propuesta de diseño de defensa ribereña se realizará el muro con gaviones y el diseño de muro de gravedad.

6.4.1. Diseño de muro en gaviones

Datos

$$\gamma_s = \text{Densidad de terreno} = 1.81 \text{ tf/m}^3$$

$$H = \text{Altura libre de diseño} = 3.00 \text{ m}$$

$$Q = \text{Caudal de diseño} = 219.6 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\phi = \text{Ángulo de fricción} = 30.7^\circ$$

$$c = \text{Cohesión} = 0 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Numero de gaviones} = 6 \text{ und.}$$

$$\gamma_g = \text{Densidad del gavión } 80 \% = 2.24 \text{ tf/m}^3$$

$$\gamma_p = \text{Densidad de la piedra} = 2.80 \text{ tf/m}^3$$

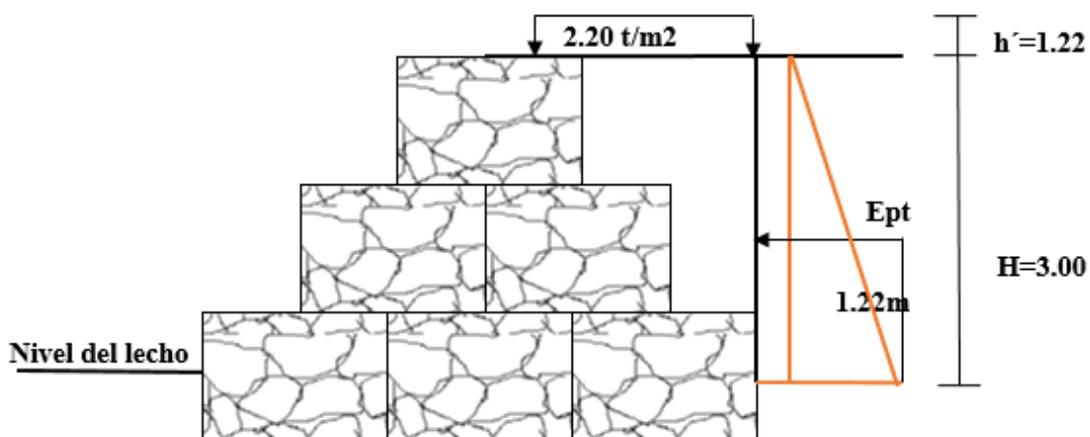
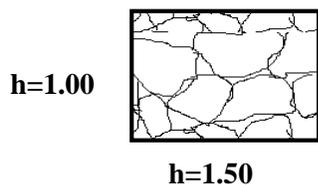


Figura 30. Muro gavión



Sobrecarga (w)

Por el lugar de diseño de muro de contención transitan vehículos C2 las cuales tienen como peso bruto 18.00 t. toneladas, de acuerdo al Reglamento nacional de vehículos-anexo IV: Pesos y medidas.

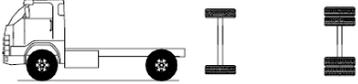
TABLA DE PESOS Y MEDIDAS								
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º		4º
C2		12.30	7	11	—	—	—	18

Figura 31. Pesos y medida de vehículo C2.

Para el cálculo de la sobrecarga se tomará, como peso máximo del conjunto de ejes posteriores, del vehículo C2 siendo 11.00 t.

Para hallar la sobrecarga, siendo 5.00 m ancho de la vía.

$$w = \frac{\text{Peso en eje de vehiculo}}{\text{ancho de via}} = \frac{11}{5} = 2.2 \text{ t/m}^2$$

Altura sobrecarga (h')

$$h' = \frac{w}{\gamma s} = \frac{2.2}{1.8} = 1.22 \text{ m}$$

Coefficiente presión activa (K_a)

$$K_a = \frac{1 - \text{sen } \phi}{1 + \text{sen } \phi}$$

$$K_a = \frac{1 - \sin 30.7}{1 + \sin 30.7}$$

$$K_a = 0.32$$

Distribución de presiones:

$$P = K_a * \gamma_s * H$$

$$P = 0.32 * 1.8 * 3$$

$$P = 1.728 \text{ t/m/m}$$

$$P' = K_a * \gamma_s * h'$$

$$P' = 0.32 * 1.8 * 1.22$$

$$P' = 0.70 \text{ t/m/m}$$

Calculo de empuje activo:

$$E_{pt} = H \left(\frac{P}{2} + P' \right)$$

$$E_{pt} = 3 \left(\frac{1.728}{2} + 0.70 \right)$$

$$E_{pt} = 4.72 \text{ t/m}$$

$$\text{Brazo} = H^2 \left(\frac{P'}{2} + \frac{P}{6} \right) / E_{pt}$$

$$\text{Brazo} = 3^2 \left(\frac{0.70}{2} + \frac{1.728}{6} \right) / 4.72$$

$$\text{Brazo} = 1.22 \text{ m}$$

Fuerzas resistentes:

Tabla 10

Fuerzas resistentes en el muro gavión 6.

Elemento	Fuerza (tf/m)	Brazo (m)	Momento (tf*m/m)
Gaviones	21.370	2.250	48.082
Cuñas de Relleno	4.276	3.875	16.568
Suma Fvo	25.646	Suma Fvo	64.649

Fuerzas actuantes:

$$\Sigma F_y = (E_{pt} - E_a)$$

$$\Sigma Fy = (4.72 - 0)$$

$$\Sigma Fy = 4.72 \text{ t/m}$$

Momento volcamiento:

$$\Sigma My = (Ept * brazo)$$

$$\Sigma My = (4.72 * 1.22)$$

$$\Sigma My = 2.00 \text{ t/m}$$

Factor de seguridad a volcamiento:

$$\Sigma Mvo / \Sigma My = \frac{64.558}{5.76} = 11.21 \quad \geq 2.0 \quad \text{OK}$$

Factor de seguridad a deslizamiento:

$$F = 0.5$$

$$F = f * \Sigma FV$$

$$F = 0.5 * 25.646$$

$$F = 2.72 \quad \beta = \frac{F}{\Sigma Fh} = \frac{12.82}{4.718} = 2.72 \quad \geq 1.50 \quad \text{OK}$$

Posición de la resultante:

Punto de aplicación de la normal:

$$x = \Delta \Sigma Mvo / \Sigma fvo$$

$$x = \frac{64.649 - 5.774}{25.646}$$

$$x = 2.30 \text{ m}$$

Calculo de excentricidad

$$e = \left(\frac{L}{2} \right) - X$$

$$e = \frac{3.00}{2} - 2.30$$

$$e = -0.80 \text{ m} < e_{\max} = \left(\frac{L}{6}\right) = 0.50 \quad OK$$

Verificación de segundo bloque

Datos

$$K_a = \text{Coeficiente presión activa} = 0.32$$

$$w = \text{Sobrecarga} = 2.20 \text{ t/m}^2$$

$$h' = \text{altura de sobrecarga} = 1.22 \text{ m}$$

$$\gamma_s = \text{Densidad de terreno} = 1.81 \text{ tf/m}^3$$

$$H = \text{Altura libre de diseño} = 2.00 \text{ m}$$

$$\text{Numero de gaviones} = 3.00 \text{ m}$$

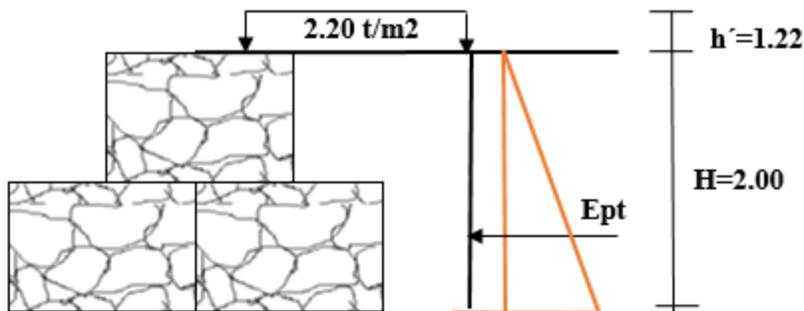
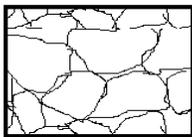


Figura 32. Muro gavión de 3.

h=1.00



Distribución de presiones:

$$P = K_a * \gamma_s * H$$

$$P = 0.32 * 1.81 * 2$$

$$P' = K_a * \gamma_s * h'$$

$$P' = 0.32 * 1.81 * 1.22$$

$$P = 1.158 \text{ t/m/m}$$

$$P' = 0.70 \text{ t/m /m}$$

Calculo de empuje activo:

$$Ept = H\left(\frac{P}{2} + P'\right)$$

$$Ept = 2\left(\frac{1.158}{2} + 0.70\right)$$

$$Ept = 2.566 \text{ t/m}$$

$$Brazo = H^2\left(\frac{P'}{2} + \frac{P}{6}\right) / Ept$$

$$Brazo = 2^2\left(\frac{0.70}{2} + \frac{1.512}{6}\right) / 2.560$$

$$Brazo = 0.85 \text{ m}$$

Fuerzas resistentes:

Tabla 11

Fuerza Resistentes de muro gavión de 3.

Elemento	Fuerza (tf/m)	Brazo (m)	Momento (tf*m/m)
Gaviones	8.860	1.500	13.289
Cuñas de Relleno	1.358	3.375	4.582
Suma Fvo	10.217	Suma Fvo	17.871

Fuerzas actuantes:

$$\Sigma Fy = (Ep - Ea)$$

$$\Sigma Fy = (2.57 - 0)$$

$$\Sigma Fy = 2.57 \text{ t/m}$$

Momento por volcamiento:

$$\Sigma My = (Ept * brazo)$$

$$\Sigma My = (2.57 * 0.85)$$

$$\Sigma My = 2.18 \text{ tn/m}$$

Factor de seguridad a volcamiento:

$$\Sigma Mvo / \Sigma My = \frac{17.871}{2.18} = 8.20 \quad \geq 2.0 \quad \text{OK}$$

Factor de seguridad a deslizamiento:

$$F = 0.5$$

$$F = f * \Sigma FV$$

$$F = 0.5 * 10.217$$

$$F = 5.10 \quad \beta = \frac{F}{\Sigma Fh} = \frac{5.11}{2.57} = 1.99 \geq 1.50 \quad \text{ok}$$

Posición de la resultante:

Punto de aplicación de la normal:

$$x = \Delta \Sigma Mvo / \Sigma fvo$$

$$x = \frac{17.871 - 2.18}{10.217}$$

$$x = 1.54 \text{ m}$$

Calculo de excentricidad

$$e = \left(\frac{L}{2}\right) - X$$

$$e = \frac{2.00}{2} - 1.54$$

$$e = -0.54 \text{ m} < e \text{ max} = \left(\frac{L}{6}\right) = 0.33 \quad \text{ok}$$

6.4.2. Diseño de muro de gravedad

Datos:

$$\text{suelo} = \text{Peso específico del suelo} = 1.81 \text{ T/m}^3$$

$$\gamma_{\text{concreto}} = \text{Peso específico del concreto} = 2.30 \text{ T/m}^3$$

w	= Sobrecarga	= 2.20 T/m ³
H	= Altura de diseño	= 3.00 T/m ²
Ø	= Angulo de fricción	= 38.6 °

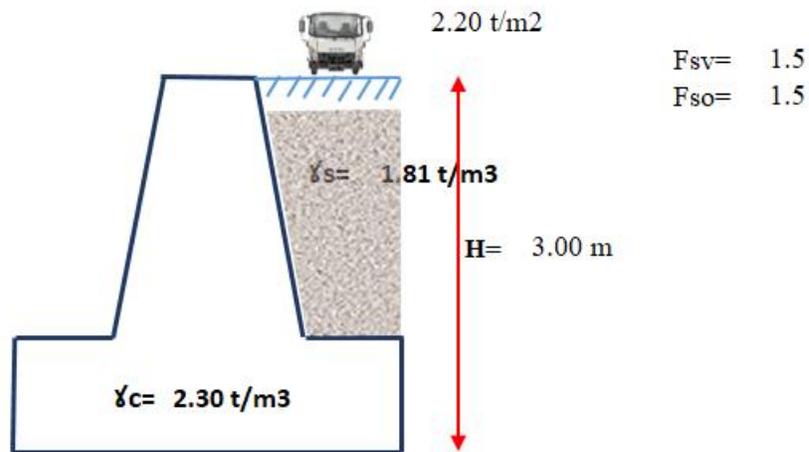


Figura 33. Pre diseño de muro de gravedad

Análisis en el punto 1

1. Predimensionado:

$B = 0.75 * H$	→	$B = 0.75 \times 3.00 \text{ m} = 2.25 \text{ m}$	→	2.25 m
$d = 0.70 \text{ min}$	→	$d = 0.70 \text{ m}$	→	0.70 m
$b = 0.5 * H$	→	$b = 0.50 \times 3.00 \text{ m} = 1.50 \text{ m}$	→	1.50 m
$Pie = d/2$	→	$Pie = 0.70 / 2 = 0.35 \text{ m}$	→	0.35 m
$C = 0.08 * H$	→	$C = 0.08 \times 3.00 \text{ m} = 0.24 \text{ m}$	→	0.25 m

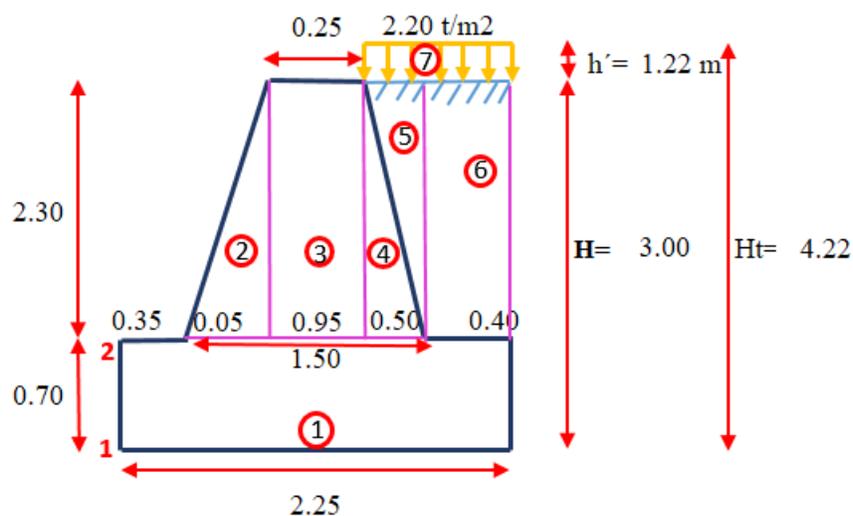


Figura 34. Diseño de muro de gravedad

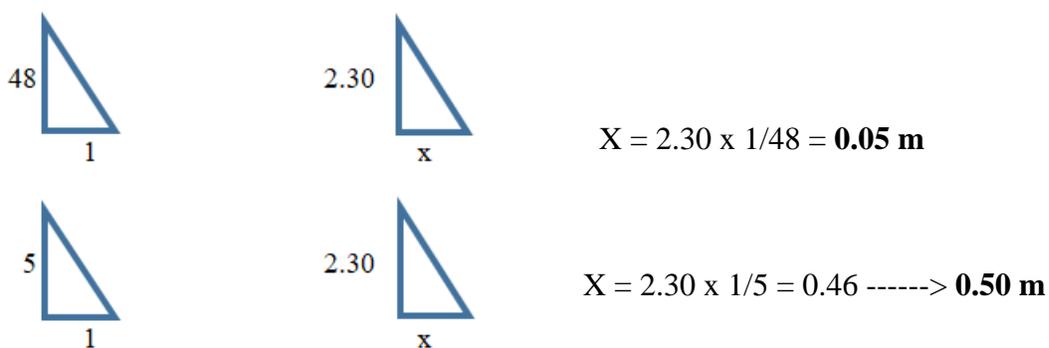


Tabla 12

Calculo de peso máximo de muro de gravedad.

Sección	n°	Largo (m)	Alto (m)	Área (m ²)	Volumen (m ³)	γ (t/m ³)	Peso	X	Px
1	1	2.25	0.70	1.58	1.58	2.3	3.62	1.13	4.08
2	0.5	0.05	2.30	0.06	0.06	2.3	0.13	0.37	0.05
3	1	0.95	2.30	2.19	2.19	2.3	5.04	0.87	4.40
4	0.5	0.50	2.30	0.58	0.58	2.3	1.32	1.60	2.12
5	0.5	0.50	2.30	0.58	0.58	1.8	1.04	1.60	1.67
6	1	0.40	2.30	0.92	0.92	1.8	1.67	2.05	3.41
7	1	0.90	1.22	1.09	1.09	1.8	1.98	1.80	3.56
Ptotal							14.79	Mr=	19.28

2. Alto de la sobrecarga:

$$\text{Para la Sobrecarga: } h' = \frac{w}{\gamma_s} \text{ -----} \rightarrow h' = \frac{2.20 \text{ Tn/m}^2}{1.81 \text{ Tn/m}^3} \text{ -----} \rightarrow h' = 1.22 \text{ m}$$

3. Calcular el empuje:

$$E = \frac{1}{2} * \gamma * H_t^2 * \text{tg}^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$$

$$E = \frac{1}{2} * 1.81 \frac{\text{Tn}}{\text{m}^3} * 4.22 \text{ m} * \text{Tg}^2\left(45 - \frac{39}{2}\right) = 3.72 \text{ Tn}$$

4. Verificación por volteo: (Mr/Mv > 2)

$$\gamma = \frac{Ht}{3} \text{ -----} \rightarrow \gamma = \frac{4.22}{3} = 1.41$$

$$Mv = E * \gamma \text{ -----} \rightarrow Mv = 3.72 * 1.41 = 5.23$$

$$\frac{Mr}{Mv} = \frac{19.28}{5.23} = 3.68 > 2.00 \quad \text{cumple!!!!}$$

5. Verificación por deslizamiento: (Fr = tg θ x Pt)

$$Fr = \text{tg } \theta * Pt \text{ -----} \rightarrow Fr = \text{tg} 32.81^\circ * 14.79 = 9.54$$

$$\theta = 0.85 * \phi$$

$$\theta = 0.85 * 39^\circ$$

$$\theta = 32.81^\circ$$

$$F_s = \frac{Fr}{E} = \frac{9.54}{3.72 \text{ t}} = 2.5606 \geq 1.5 \text{ cumple!!!!}$$

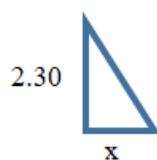
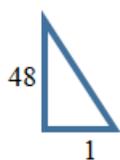
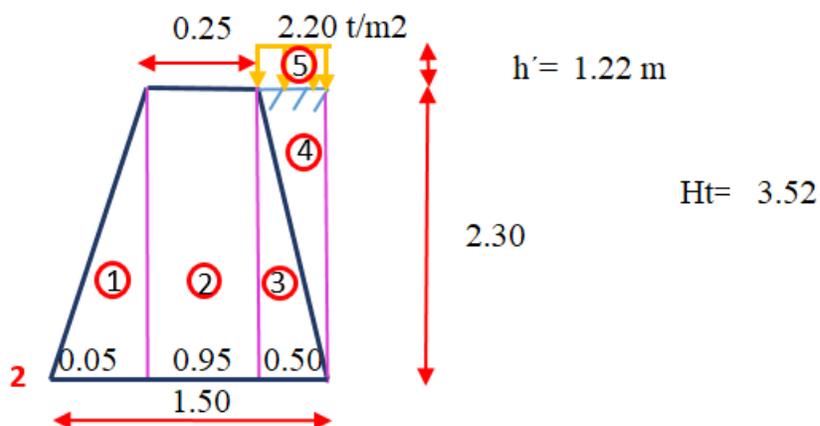
6. Verificación hundimiento: (B/6 > e)
excentricidad

$$e = \frac{B}{2} - \left(\frac{Mr - Mv}{P_{total}}\right)$$

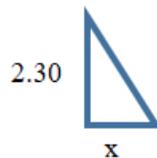
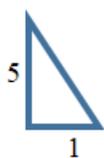
$$e = \frac{2.25}{2} - \left(\frac{19.28 - 5.23}{14.79}\right) = 0.18$$

$$\frac{B}{6} \text{ --- } > \frac{2.25}{6} = 0.375 > \mathbf{0.18} \text{ ¡cumple!!!!}$$

a) *Análisis en el punto 2*



$$X = 2.30 \times 1/48 = \mathbf{0.05 \text{ m}}$$



$$X = 2.30 \times 1/5 = 0.46 \text{ -----} > \mathbf{0.50 \text{ m}}$$

Tabla 13

Calculo de peso máximo de muro de gravedad en el punto 2.

Sección	n°	Largo (m)	Alto (m)	Área (m ²)	Volumen (m ³)	γ (t/m ³)	Peso	X	Px	
1	0.5	0.05	2.30	0.06	0.06	2.3	0.13	0.02	0.00	
2	1	0.95	2.30	2.19	2.19	2.3	5.04	0.52	2.64	
3	0.5	0.50	2.30	0.58	0.58	2.3	1.32	1.25	1.65	
4	0.5	0.50	2.30	0.58	0.58	1.8	1.04	1.25	1.29	
5	1	0.50	1.22	0.61	0.61	1.8	1.09	1.25	1.37	
							Ptotal	8.61	Mr=	6.96

1. Calcular el empuje:

$$E = \frac{1}{2} \times \gamma \times H_{total}^2 \times tg^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$$

$$E = \frac{1}{2} \times 1.80 \times 3.52_{total}^2 \times tg^2\left(45 - \frac{38.6}{2}\right) = 2.58 \text{ Tn}$$

2. Verificación por volteo: (Mr/Mv > 2)

$$\gamma = \frac{Ht}{3} \quad \text{-----} \rightarrow \gamma = \frac{3.52}{3} = 1.17$$

$$Mv = E \times Y \quad \text{-----} \rightarrow Mv = 2.58 \times 1.17 = 3.02$$

$$\frac{Mr}{Mv} = \frac{6.96}{3.02} = 2.30 > 2.00 \quad \text{cumple!!!!}$$

3. Verificación por deslizamiento: (Fr = tg θ x Pt)

$$Fr = tg \theta \times Pt \quad \text{-----} \rightarrow Fr = tg(32.81^\circ) \times 8.61 = 5.55$$

$$\theta = 0.85 \times \phi$$

$$\theta = 0.85 \times 38.6^\circ$$

$$\theta = 32.81^\circ$$

$$Fs = \frac{Fr}{E} = \frac{5.55}{2.58 \text{ tn}} = 2.1558 \geq 1.5 \quad \text{cumple!!!!}$$

Capítulo VII

Resultados, conclusiones y recomendaciones

7.1. Resultados

- Con el levantamiento topográfico se determinó las secciones del cauce del río, pendiente y curvas de nivel para realizar la simulación de inundación; asimismo con el estudio de suelos se realizó un ensayo de triaxial para obtener los datos de ángulo de fricción interna de 38.6°, cohesión 0.00 kg/cm², porcentaje de grava 58.3 %, porcentaje de arena 36% y porcentaje de arena 5.7 %.; y clasificación SUCS = gw grava totalmente gradada.
- Se determinó que el programa Hec-Hms permite simular eventos o máximas avenidas, asociado con los índices de precipitación con diecinueve años de muestra 2001-2019, realizando el hietograma se determina la precipitación alternada en mm, de acuerdo al manual de hidráulica y drenaje, una defensa ribereña se diseña por 100 años de periodo de retorno, teniendo como resultados de modelación con el programa Hec-Hms, se observa en, caudal de 219.60 m³/s.; y la esorrentía de 10.92 mm.
- El modelo hidráulico aplicado para el río Tarma, influyó determinantemente en la realización del análisis para la identificación de las zonas de riesgo de inundación concluyendo así de que la zona de estudio, presentan vulnerabilidad de desborde del río, con unas áreas de inundación de 5,850.00 m², para el periodo de retorno de 100 años.

- Se concluye con la propuesta de muro gavión y muro de gravedad en las progresivas de 020 a 0105 ya que este tramo es más vulnerable, y afecta a la vía que conduce al anexo de Patay, y en los últimos años ha sido el área más perjudicado por las inundaciones, se empleará para el siguiente rango el caudal 219.60 m³/s y con un periodo de retorno de 100 años. Se dimensiona 6 gaviones de 1.00 m * 1.50 m las cuales cumplen con su verificación, con una sobrecarga de diseño de 2.2 t/m²., y propuesta del muro de gravedad es de sobrecarga, de 2.2 t/m², altura de sobrecarga 1.22 m, pie 0.30, talón 0.40, base 2.25, altura de la base 0.70 m, corona 0.45, altura de muro 3.00,

7.2. Conclusiones

- El análisis visual realizado, el levantamiento topográfico y el estudio de suelo en el río Tarma, influyo en el conocimiento del comportamiento de en escenarios normales y en máximas avenidas, asimismo las secciones actuales del cauce del río y con el estudio se suelos determinar los parámetros para la propuesta de diseño.
- Se determinó que el programa Hec-Hms permite simular eventos o máximas avenidas, asociado con los índices de precipitación las cuales son facilitados por SENAMHI y por un cierto periodo de retorno, los resultados de modelación con el programa Hec-Hms con cinco años de muestra 2001-2019, se observa en el Hietograma se observa las mayores precipitaciones de cada año y los mayores meses precipitados, arrojando como resultado que en febrero del año 2017 tuvo el mayor valor 23.70 mm, donde se registra con mayor caudal de 219.60 m³/s.; y la esorrentía de 10.92 mm.
- El Modelo Hidráulico aplicado para el río Tarma, influyó determinantemente en la realización del análisis para la identificación de las zonas de riesgo de inundación concluyendo que el área de estudio, presentan vulnerabilidad de desborde del río, con

unas áreas de inundación de 5,850.00 m², para el periodo de retorno de 100 años, Se identificó inundación en la progresiva 010-0.85.

- Se concluye que el muro gavión en sector de estudio, se empleará para el siguiente rango el caudal 219.60 m³/s y con un periodo de retorno de 100 años. Se dimensiona 6 gaviones de 1.00 m * 1.50 m, con una sobrecarga de diseño de 2.2 t/m². Y propuesta del muro de gravedad es de sobrecarga, de 2.2 t/m², altura de sobrecarga 1.22 m pie 0.30, talón 0.40, base 2.25, altura de la base 0.70 m, corona 0.45, altura de muro 3.00,

7.3.Recomendaciones

- El levantamiento topográfico y el estudio de suelos, permite identificar las secciones del cauce del río, conocimiento del área mojada y borde libre para identificar que tramos no se encuentran en condiciones de transportar los caudales máximos, y los parámetros del suelo para un diseño estructural.
- El uso del software Hec-Hms para la modelación hidrológica permite conocer el comportamiento hídrico de las cuencas, representado por medio de hietogramas y los perfiles transversales del río Tarma.
- Se recomienda la construcción de estructuras hidráulicas de encauzamiento y defensas ribereñas para el control integral de las máximas avenidas en las secciones identificadas como vulnerables a desborde del río Tarma.
- Realizado el diseño y el análisis de costos, tanto para la defensa ribereña de gavión, como para la defensa ribereña de muro de gravedad se recomienda realizar el muro gavión ya que es mas económico.

Bibliografía

Aparicio. (2013). Cuenca hidrografica. en M. M. Elmer, Revision de Literatura (pág. 131). Puno.

Arqhys. (Diciembre de 2012). Defensas ribereñas. obtenido de defensas ribereñas:

<http://www.arqhys.com/construccion/defensas-riberenas.html>.

Bolinaga, J. (1979). Drenaje Urbano. Caracas: Genesis.

Cahuana Andia, A., & Yugar Morales, W. (2009). Material de Apoyo didactivo para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de hidrología CIV-233. Cochabamba-Bolivia.

Cajahuanca Baldeón, J. F. (2015). Teledetección y sistemas de informacion geográfica aplicados a identificacion de zonas con riesgos a inundacion tramo puente las Balsas-puente de Breña. Huancayo, Perú.

Copyright . (2007). Open Course Ware Universidad de Sevilla. Obtenido de diseño hidraulico:

http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%2010.Riego%20goteo/tutorial_16.htm

Duberli, B. D. (2014). Evaluación del nivel hidraulico de la defensa ribereña de la qljebrada magllanalante una máxima avenida en el sector oeste de la ciudad de Jaén- Cajamarca. Jaen-Cajamarca Junin.

Eduardo, F. d. (s.f.). Hidrologia Superficial.

Elliott Munro, S. (2010). El Rio y La Forma Introduccion a la Geomorfologia Fluvial. Santiago de Chile: Ril Editores.

Fasanando, B. L. (2014). “Diseño hidraulico y estructural de defensa ribereña del rio chicama tramo puente Punta Moreno – pampas de jaguey aplicando el programa river”. Trujillo - Peru.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (s.f.). Metodología de la investigación. Mexico: Mc Graw Hill.

Hidrored. (2004). evaluación hidrológica.

Loaiza, M. Z. (2015). Diseño de la defensa ribereña para el balneario turístico Cocalmayo, ubicado en la margen izquierda del río Urubamba. Piura.

Lopez Cardenas, & Mintegui Aguirre. (1987). Hidrología de Superficie. . Madrid, España: Salazar.

López-Rey, D. (s.f.). Pluviómetros y pluviógrafos. Obtenido de pluviómetros y pluviógrafos: <https://www.tutiempo.net/meteorologia/articulos/pluviometro-y-pluviografo.html>

M.Agricultura. (Diciembre 2012). Hidrologia de maximas avenidas del rio chincha. programa de proteccion de valles y poblaciones rurales vulnerables ante inundaciones en la republica del Peru, 160.00.

Mamani, B. E. (2013). “Análisis de maximas avenidas con fines de diseño de defensa del riochichanaco de la ciudad de Sandia”. Puno- Peru.

Ministerio del Ambiente- Instituto Geofísico del Peru. (2019). Investigación para la prevención de desastres en variabilidad y cambio climático. obtenido de http://www.met.igp.gob.pe/variabclim/nino_peru.html

Misaico Revate , G. N. (2014). Modelamiento hidráulico del río Lircay en el tramo de la ciudad de Ocopa. Lircay, Huancavelica.

Moran, W. C. (s.f.). Hidrologia para estudiantes de Ingeniería Civil. Lima : Concytec.

Moreno, E. (2013). Manual Básico de HEC-GeoRAS 10 (3ª edición). Granada.

- Núñez Pérez, M. (s.f.). EIMA Escuela de ingeniería y medio ambiente. obtenido de como elegir el tiempo de concentracion adecuado: <http://eimaformacion.com/como-elegir-el-tiempo-de-concentracion-adecuado/>
- Omar, B. F. (2015). “Propuesta y analisis de diseño de defensas ribereñas en el rio ilave zona rural C.P. Santa Rosa De Huayllata-Ilave”. Puno.
- Ordoñez. (2015). Factor de Forma. En J. C. Maza, Caracterización de la cuenca hidrográfica (pág. 305). Lima.
- Organización Meteorológica Mundial. (2015). Hidrologia. En J. C. Maza, estudio hidráulico e hidrológico de la (pág. 305). Lima.
- Puelles Maza, J. C. (2015). Estudio hidráulico e hidrológico de la cuenca alto Perú y el Porvenir en el asentamiento humano las mercedes alto Perú, distrito de la Oroya, provincia de Yauli – Junín para la construcción futura de obras de arte. Lima.
- Rodríguez Velázquez , J. A., & Steegmann Pascual, C. (s.f.). U.O.C. obtenido de modelos matematicos: https://www.uoc.edu/in3/emath/docs/modelos_matematicos.pdf
- Rojas Montalvo, F. J. (2014). Bases de diseño hidráulico para los encauzamientos o canalizaciones de ríos. quito ecuador.
- Roldán, H. G. (2016). Modelamiento hidrológico de la cuenca del río ica con fines de prevención de inundaciones en la ciudad de ica. lima.
- Rueda, M. D. (2017). Modelamiento del escurrimiento por el software hec-hms para predecir el comportamiento hídrico de la subcuenca del río carrizal.
- Saldaña, B. I. (2016). “Diseño hidráulico y estructural de la defensa ribereña del río nepeña, sector puente huambacho –distrito de nepeña – santa-ancash”. Chimbote- Peru.

Soto Contreras , J. (2017). Presupuesto para muro en gavión a gravedad – para protección de la rivera del rio Magdalena en el corregimiento de puerto Bogotá municipio de Guaduas Cundinamarca. Cundinamarca, Bogota, Colombia.

Villón Béjar, M. (2 de octubre de 2015). Hidrología Ing. Máximo Villón. (C. M. Larico, Editor) Obtenido de SlideShare: <https://es.slideshare.net/3duardoJose/5-avenidas-maximas>

Zevallos Loaiza, M. (2015). Diseño de defensa ribereña para el balneario turístico Cocalmayo, ubicado en la margen izquierda del río Urubamba. Urubamba.

Anexos

Anexo A. Levantamiento topográfico BM n° 1.



Anexo B. Levantamiento topográfico BM n° 2



Anexo C. Levantamiento topográfico BM n° 3.



Anexo D. Levantamiento topográfico BM n° 5**Anexo E. Excavación de calicata.**

Anexo F. Estudio de suelos.



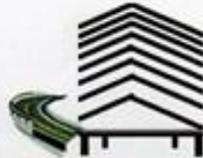
GEO CONSULT
CONSULTORIA Y CONSTRUCCION



10
CONSEJO TRANSFORAMADO DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION



ELABORACIÓN, EJECUCIÓN, ASESORAMIENTO, SUPERVISIÓN DE PROYECTOS
DE INGENIERIA, SERVICIO ESPECIALIZADO DE LABORATORIOS DE GEOTECNIA,
GEODESIA, TELECOMUNICACIONES.
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME N° : 01889 - 19 LEMGEO

RAZON SOCIAL : YAHAIRA STHEFANI MEZA VERASTEGUI

ATENCION : YAHAIRA STHEFANI MEZA VERASTEGUI

OBRA : TESIS: DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DE DESENSA RIBEREÑA DEL RÍO TARMA EN EL SECTOR DE SANTO DOMINGO - PALCA - TARMA

LUGAR DE OBRA : SANTO DOMINGO - PALCA - TARMA

FECHA DE EMISION : MIERCOLES 25 DE SEPTIEMBRE DE 2019

Pag 01 de 02

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL
CONSOLIDADO - DRENADO (CD)

calicata	N°1, M-2
profundidad(m)	2.00 - 3.00
lugar	BAJO CONSTRUCCION FUTURA
lado	MARGEN IZQ. DE RIO

especimen	N°	1	2	3
diámetro	(cm)	10.00	10.00	10.00
altura	(cm)	20.30	20.30	20.30
densidad humeda	(g/cm3)	2.06	2.06	2.06
densidad seca	(g/cm3)	1.85	1.85	1.85
humedad	(%)	11.79	11.80	11.78
presión de confinamiento	(kg/cm2)	1.50	3.00	6.00
esfuerzo efectivo	(kg/cm2)	1.50	3.00	6.00

PARAMETROS DE RESISTENCIA

Angulo de fricción interna: 38.6

cohesión: 0.0 (kg/cm2)

ESPECIMEN1		ESPECIMEN2		ESPECIMEN3	
deformación unitaria(%)	Es.Axial (kg/cm2)	deformación unitaria(%)	Es.Axial (kg/cm2)	deformación unitaria(%)	Es.Axial (kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	1.00	0.50	1.50	0.50	2.80
1.00	1.50	1.00	2.20	1.00	3.80
1.50	1.90	1.50	2.90	1.50	4.90
2.00	2.20	2.00	3.50	2.00	6.00
2.50	2.40	2.50	4.00	2.50	6.90
3.00	2.70	3.00	4.40	3.00	7.80
3.40	2.80	3.40	4.80	3.40	8.60
3.90	3.00	3.90	5.20	3.90	9.40
4.40	3.10	4.40	5.50	4.40	10.10
4.90	3.30	4.90	5.80	4.90	10.80
5.40	3.40	5.40	6.10	5.40	11.40
5.90	3.50	5.90	6.40	5.90	12.00
6.40	3.60	6.40	6.70	6.40	12.50
6.90	3.70	6.90	6.90	6.90	13.10
7.40	3.70	7.40	7.10	7.40	13.60
7.90	3.80	7.90	7.40	7.90	14.10
8.40	3.90	8.40	7.60	8.40	14.60
8.90	4.00	8.90	7.70	8.90	14.90
9.40	4.00	9.40	7.90	9.40	15.20
9.90	4.00	9.90	8.10	9.90	15.60
10.30	4.00	10.30	8.20	10.30	16.00
10.80	4.10	10.80	8.40	10.80	16.20
11.30	4.20	11.30	8.50	11.30	16.50
11.80	4.20	11.80	8.60	11.80	16.80







Lima: Urb. Las vegas MZ "A" LT-25 Puente piedra / Huancayo: Jr. Cajamarca N°724 Teléf.: 064-321473/ Cel. RPM #995812164

Tarma: Av. Odria N° 1455 - Hualhuas / Pichanaki: Av. Marginal MZ "B" LT- 2 Cel. #964-674023 - 964-105435 - 959749395

E mail: geoconsults@hotmail.com / geoconsults2000@gmail.com / Facebook: Geoconsult Geo



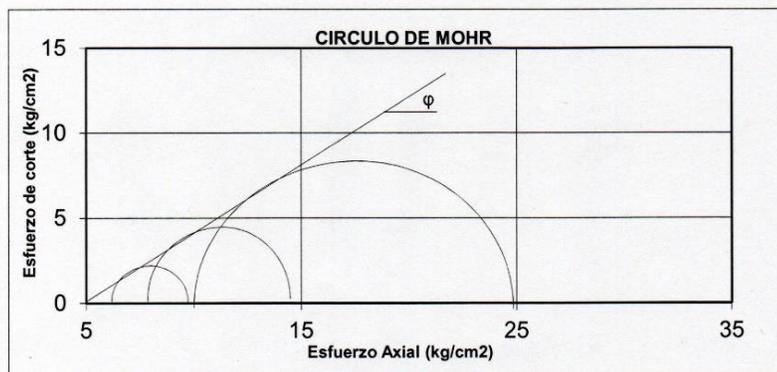
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME N° : 01889 - 19 LEMGEO
 RAZON SOCIAL : YAHAIRA STHEFANI MEZA VERASTEGUI
 ATENCION : YAHAIRA STHEFANI MEZA VERASTEGUI
 OBRA : TESIS: DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DE DESENSA RIBEREÑA DEL RÍO TARMA EN EL SECTOR DE SANTO DOMINGO - PALCA - TARMA
 LUGAR DE OBRA : SANTO DOMINGO - PALCA - TARMA
 FECHA DE EMISION : MIERCOLES 25 DE SEPTIEMBRE DE 2019

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL
CONSOLIDADO - DRENADO (CD)

calicata	N°1, M-2
profundidad(m)	2.00 - 3.00
lugar	BAJO CONSTRUCCION FUTURA
lado	MARGEN IZQ. DE RÍO

Parametros de resistencia
$c = 0.0 \text{ kg/cm}^2$
$\phi = 38.6^\circ$

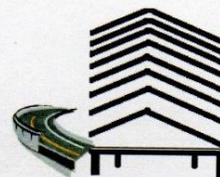


OBSERVACIONES : Muestras provista e identificada por el interesado
 El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)





ELABORACIÓN, EJECUCIÓN, ASESORAMIENTO, SUPERVISIÓN DE PROYECTOS
DE INGENIERIA.SERVICIO ESPECIALIZADO DE LABORATORIOS DE GEOTECNIA,
GEODESIA, TELECOMUNICACIONES.
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO



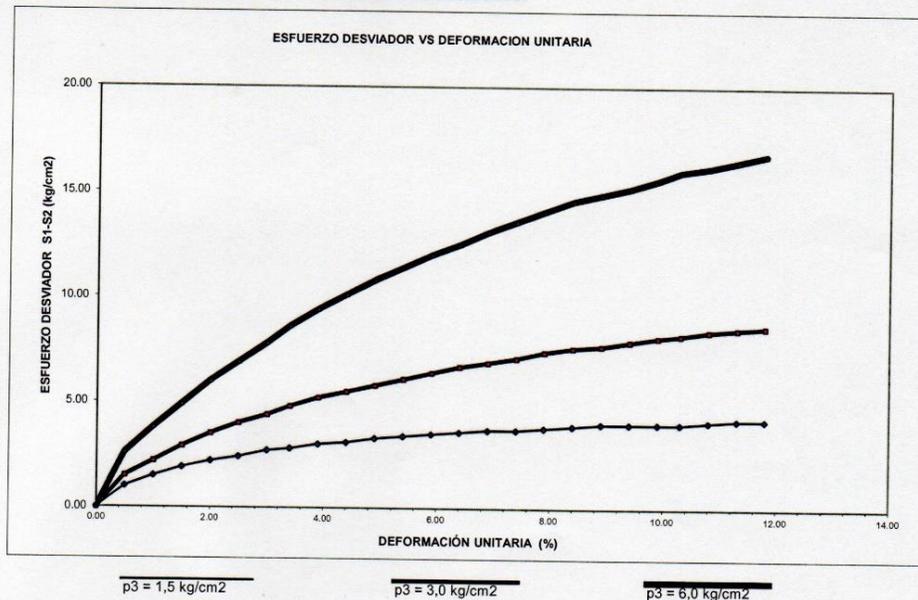
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME N° : 01889 - 19 LEMGEO
 RAZON SOCIAL : YAHAIRA STHEFANI MEZA VERASTEGUI
 ATENCION : YAHAIRA STHEFANI MEZA VERASTEGUI
 OBRA : TESIS: DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DE DESENSA RIBEREÑA
 DEL RÍO TARMA EN EL SECTOR DE SANTO DOMINGO - PALCA - TARMA
 LUGAR DE OBRA : SANTO DOMINGO - PALCA - TARMA
 FECHA DE EMISION : MIERCOLES 25 DE SEPTIEMBRE DE 2019

Pág 02 de 02

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL
CONSOLIDADO - DRENADO (CD)

calicata	N°1, M-2
profundidad(m)	2.00 - 3.00
lugar	BAJO CONSTRUCCION FUTURA
lado	MARGEN IZQ. DE RÍO



OBSERVACIONES : Muestras provista e identificada por el interesado
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)





LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME N° : 05221 - 19 LEMGEO
 RAZON SOCIAL : YAHAIRA STHEFANI MEZA VERASTEGUI
 ATENCION : YAHAIRA STHEFANI MEZA VERASTEGUI
 OBRA : TESIS: DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DE DESENSA RIBEREÑA DEL RÍO TARMA EN EL SECTOR DE SANTO DOMINGO - PALCA - TARMA
 LUGAR DE OBRA : SANTO DOMINGO - PALCA - TARMA
 FECHA DE EMISION : MIERCOLES 25 DE SEPTIEMBRE DE 2019

ENSAYO REALIZADO : ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NORMA ASTM D422 Y ASTM D2487

N° DE CALICATA : 1, M-2
 TIPO DE MUESTRA : Terreno de fundación
 PROFUNDIDAD DE ESTRATO (m) : 2.00 - 3.00
 C.H. NATURAL INSITU (%) : -
 UBICACIÓN DE CALICATA : bajo construcción futura, maregen izq. De río
 PESO INICIAL SECO DE MUESTRA (gr) : 2136

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	% ACUMULADO QUE PASA
3"	75.000	100.0
2 1/2"	62.000	100.0
2"	50.000	100.0
1 1/2"	37.500	100.0
1"	25.000	88.5
3/4"	19.000	71.8
1/2"	12.500	55.5
3/8"	9.500	49.1
1/4"	6.300	44.1
N°4	4.750	41.7
N°10	2.000	29.2
N°20	0.850	20.0
N°40	0.430	13.5
N°60	0.250	10.0
N°140	0.106	6.7
N°200	0.075	5.7

% DE GRAVA : 58.3

LIMITE LIQUIDO (%) : NP

% DE ARENA : 36.0

LIMITE PLASTICO (%) : NP

% DE FINOS : 5.7

INDICE DE PLASTICIDAD (%) : NP

CLASIFICACION SUCS : GW Grava pobremente gradada

CLASIFICACION AASHTO : A-1 - a (0)

OBSERVACIONES : Muestras provista e identificada por el interesado
 El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)



Lima: Urb. Las vegas MZ "A" LT-25 Puente piedra / Huancayo: Jr. Cajamarca N°724 Teléf.: 064-321473/ Cel. RPM #995812164
 Tarma: Av. Odría N° 1455 - Hualhuas / Pichanaki: Av. Marginal MZ "B" LT- 2 Cel. #964-674023 - 964-105435 - 959749395
 E mail: geoconsults@hotmail.com / geoconsults2000@gmail.com / Facebook: Geoconsult Geo



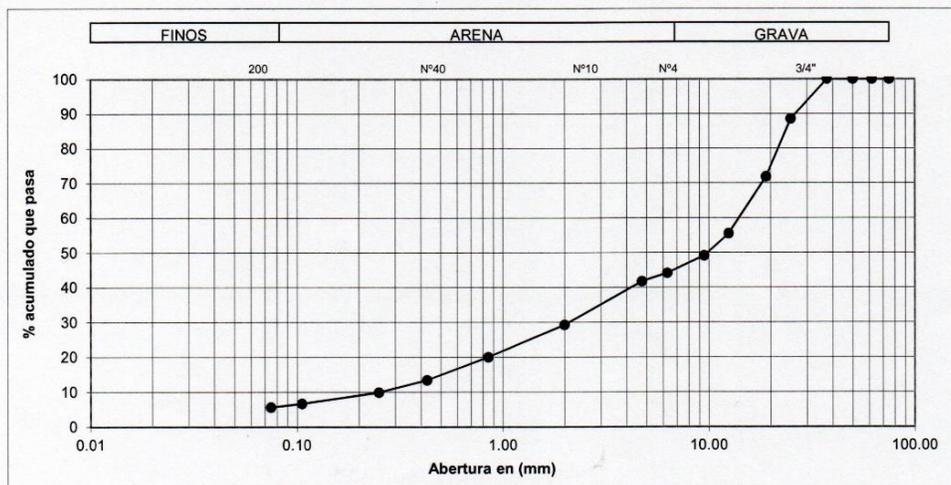
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME N° : 05221 - 19 LEMGEO
 RAZON SOCIAL : YAHAIRA STHEFANI MEZA VERASTEGUI
 ATENCION : YAHAIRA STHEFANI MEZA VERASTEGUI
 OBRA : TESIS: DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DE DESENSA RIBEREÑA DEL RÍO TARMA EN EL SECTOR DE SANTO DOMINGO - PALCA - TARMA
 LUGAR DE OBRA : SANTO DOMINGO - PALCA - TARMA
 FECHA DE EMISION : MIERCOLES 25 DE SEPTIEMBRE DE 2019

ENSAYO REALIZADO : ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NORMA ASTM D422 Y ASTM D2487

N° DE CALICATA : 1, M-2
 TIPO DE MUESTRA : Terreno de fundación
 PROFUNDIDAD DE ESTRATO (m) : 2.00 - 3.00
 C.H. NATURAL INSITU (%) : -
 UBICACIÓN DE CALICATA : bajo construcción futura, maregen izq. De río
 PESO INICIAL SECO DE MUESTRA (gr) : 2136

CURVA GRANULOMETRICA





LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME N° : 07092-19 LEMGEO
 RAZON SOCIAL : YAHAIRA STHEFANI MEZA VERASTEGUI
 ATENCION : YAHAIRA STHEFANI MEZA VERASTEGUI
 OBRA : TESIS: DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DE DESENSA RIBEREÑA DEL RÍO TARMA EN EL SECTOR DE SANTO DOMINGO - PALCA - TARMA
 LUGAR DE OBRA : SANTO DOMINGO - PALCA - TARMA
 FECHA DE EMISION : MIERCOLES 25 DE SEPTIEMBRE DE 2019

ENSAYO DE DENSIDAD NATURAL

ASTM D1556

N° DE CALICATA : 1, M-2
 TIPO DE MUESTRA : Terreno de fundación
 PROFUNDIDAD DE ESTRATO (m) : 2.00 - 3.00
 C.H. NATURAL INSITU (%) : -
 UBICACIÓN DE CALICATA : Bajo construcción futura, margen izq. De río

TERRENO DE FUNDACION

UBICACIÓN	FECHA DE MUESTREO	HUMEDAD %	DENSIDAD HUMEDA GR/CM3	DENSIDAD SECA GR/CM3
C - N°1, M-2, ROF. 2,00 - 3,00m	05/09/11	11.79	2.063	1.845

OBSERVACIONES:

Muestras remitidas por el peticionario.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)



Anexo G. Tablas de Área entre pendientes de la cuenca rio Tarma

Área entre pendientes de la cuenca rio Tarma								
Value	Count	Area	Min	Max	Range	Mean	Std	Sum
1	1188	235.070382	0	7.889553	7.889553	5.079935	1.919295	6034.96315
2	1890	373.975608	7.90303	15.79311	7.890079	11.763204	2.268796	22232.4565
3	1628	322.133486	15.79694	23.691336	7.894396	19.592036	2.285045	31895.8354
4	1173	232.102322	23.6957	31.582802	7.887102	27.437847	2.293991	32184.5948
5	816	161.462485	31.591663	39.456509	7.864845	35.310743	2.251684	28813.5665
6	431	85.2822682	39.491364	47.374653	7.883289	43.113831	2.260345	18582.0612
7	164	32.4507935	47.401672	55.170448	7.768776	50.678871	2.269809	8311.33487
8	44	8.70631044	55.438759	62.922607	7.483849	58.500674	2.080568	2574.02964
9	26	5.14463799	63.206234	70.786148	7.579914	66.647433	1.938798	1732.83326
10	7	1.38509484	72.090912	78.973183	6.882271	75.438499	2.566593	528.069496

Anexo H. Tabla de cálculo de las precipitaciones diarias máximas probables para distintas

frecuencias

Periodo Retorno	Variable Reducida	Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección intervalo fijo
Años	YT	XT'(mm)	F(xT)	XT (mm)
2	0.3665	17.8320	0.5000	20.1502
5	1.4999	20.6327	0.8000	23.3150
10	2.2504	22.4870	0.9000	25.4104
25	3.1985	24.8300	0.9600	28.0579
50	3.9019	26.5681	0.9800	30.0219
100	4.6001	28.2934	0.9900	31.9715
500	6.2136	32.2802	0.9980	36.4766

Anexo I. Datos de la estación Meteorológica automática de Tarma- Junín.

Datos estación meteorológica - pluviométrica

Estación: TARMA **Coordenadas UTM** **X =** 424692.4
Denominación: 111029 **Huso 31 (m)** **Y =** 8740040 **Cota =** 3000

Datos mensuales de precipitación máxima en 24 Hrs. (mm)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
2001	11.70	14.1	8.5	6.9	1.5	1.7	1.9	4.4	0.9	5.6	2.9		14.10
2002	1.1	11.7	14.1	11.4	3.4	0	0	19	5.2	9.7	13.4	4.2	19.00
2003	6.8	4.7	8.2	12.2	2.4	2.2	1.4	3.7	4.8	3.9	3.2	8.8	12.20
2004	13.2	12	10.2	6.3	2.4	4.5	9.3	5	2.2	5.5	10.2	12.8	13.20
2005	8.3	6.8	4	4.2	1.4	0	2.5	1.6	2.9	12.6	7.6	16.2	16.20
2006	20.5	18.2	11.8	8.2	0.1	2.1	0	3.6	7.4	10.7	10.8	8.6	20.50
2007	9.3	19.2	17.5	3.2	11.3	0	5.2	0.9	0.5	20.3	8.7	-	20.30
2008				12.5	4.1	2.5	0.1	0.9	5	6.6	1.8	20.9	20.90
2009	13.4	13.9	10.4	16.7	4.8	0.7	2.8	3.4	4.3	5.9	11.4	19.5	19.50
2010	9.5	12.4	12.4	6.1	2.4	1.3	0.7	0	6.2	20.9	4.2	19.3	20.90
2011	11.5	16.5	13.8	5.8	3.1	1.1	1.7	4.1	-	3.6	9.6	16	16.50
2012	11.3	-	8.5	18.7	5.3	0	0	5	7.6	16.2	8	12.1	18.70
2013	10	18.6	12	3.9	14.9	14.9	5.1	7.7	6.8	8	5.2	10.6	18.60
2014	13	11.5	15	8.1	6.1	2.1	4.5	3.1	7.3	3.4	9.5	13.4	15.00
2015	6.8	16.8	13	9.7	0.7	2	3.2	0	0	0	0	0	16.80
2016	0	0	0	17.2	0.7	19	7.3	0.2	3	11.3	6.5	0	19.00
2017	14.7	23.7	16.6	9.6	5.3	0.5	0.2	0.9	3.2	18.1	4.4	10.4	23.70
2018	17.4	10.1	21.3	9.1	17.5	2.2	2	2	7.8	9.1	5	10	21.30
2019	10	16.2	22.3	7.1	3.1	3.1	0.9	0.6					22.30
Max	20.50	23.70	22.30	18.70	17.50	19.00	9.30	19.00	7.80	20.90	13.40	20.90	23.70

Anexo J. Curvas y datos de I.D.F(intensidad, duración y frecuencia).

Periodo de retorno para T = 2 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	$\ln x \cdot \ln y$	$(\ln x)^2$
1	1440	0.8396	7.2724	-	-1.2715	52.8878
				0.1748		
2	1080	1.0187	6.9847	0.0185	0.1294	48.7863
3	720	1.3433	6.5793	0.2952	1.9420	43.2865
4	480	1.7128	6.1738	0.5381	3.3222	38.1156
5	360	2.0486	5.8861	0.7172	4.2213	34.6462
6	300	2.2971	5.7038	0.8317	4.7436	32.5331
7	240	2.6195	5.4806	0.9630	5.2778	30.0374
8	180	3.0897	5.1930	1.1281	5.8580	26.9668
9	120	3.9293	4.7875	1.3685	6.5515	22.9201
10	60	6.0451	4.0943	1.7992	7.3667	16.7637
10	4980	24.9437	58.1555	7.4845	38.1409	346.9435
Ln (d)	4.3331	d =	76.1783	n =	-0.6164	
=						

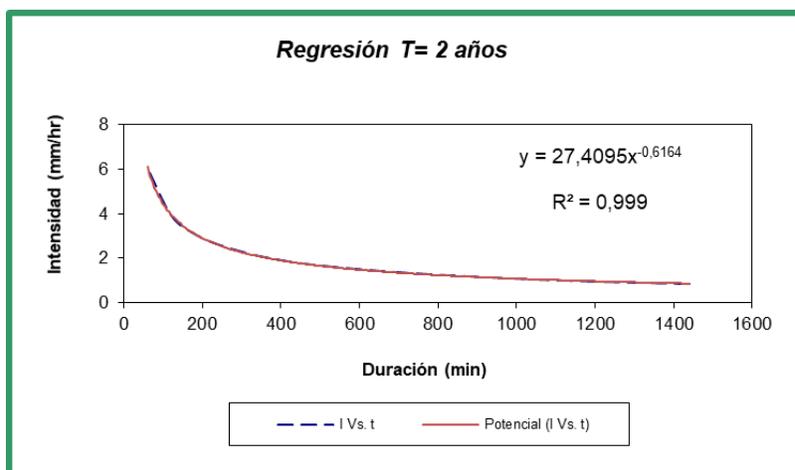


Figura 35. Regresión para intensidad duración y tiempo T=2años

Tabla 14

Regresión para intensidad duración y tiempo T= 5 años

Periodo de retorno para T = 5 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	$\ln x * \ln y$	$(\ln x)^2$
1	1440	0.9715	7.2724	0.0290	-0.2106	52.8878
2	1080	1.1787	6.9847	0.1644	1.1484	48.7863
3	720	1.5543	6.5793	0.4410	2.9018	43.2865
4	480	1.9818	6.1738	0.6840	4.2228	38.1156
5	360	2.3704	5.8861	0.8630	5.0799	34.6462
6	300	2.6579	5.7038	0.9775	5.5757	32.5331
7	240	3.0309	5.4806	1.1089	6.0773	30.0374
8	180	3.5750	5.1930	1.2740	6.6156	26.9668
9	120	4.5464	4.7875	1.5143	7.2499	22.9201
10	60	6.9945	4.0943	1.9451	7.9640	16.7637
10	4980	28.8614	58.1555	8.9434	46.6248	346.9435
Ln (d)	4.4790	d =	88.1429	n =	-0.6164	

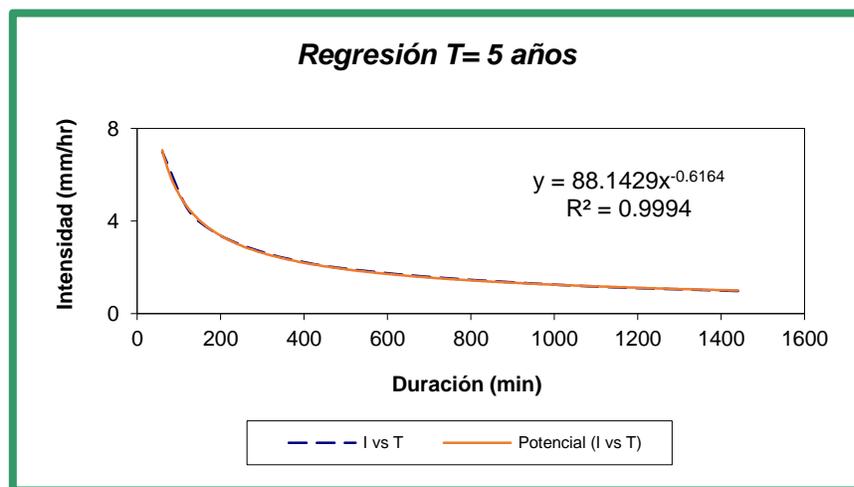


Figura 36. Regresión para intensidad duración y tiempo T= 5 años

Tabla 15

Regresión para intensidad duración y tiempo T=50años

Periodo de retorno para T = 50 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.2509	7.2724	0.2239	1.6281	52.8878
2	1080	1.5178	6.9847	0.4172	2.9143	48.7863
3	720	2.0015	6.5793	0.6939	4.5652	43.2865
4	480	2.5519	6.1738	0.9368	5.7838	38.1156
5	360	3.0522	5.8861	1.1159	6.5681	34.6462
6	300	3.4225	5.7038	1.2304	7.0178	32.5331
7	240	3.9029	5.4806	1.3617	7.4630	30.0374
8	180	4.6034	5.1930	1.5268	7.9285	26.9668
9	120	5.8543	4.7875	1.7672	8.4603	22.9201
10	60	9.0066	4.0943	2.1980	8.9992	16.7637
10	4980	37.1638	58.1555	11.4717	61.3284	346.9435
Ln (d)	4.7318	d =	113.4986	n =	-0.6164	

=

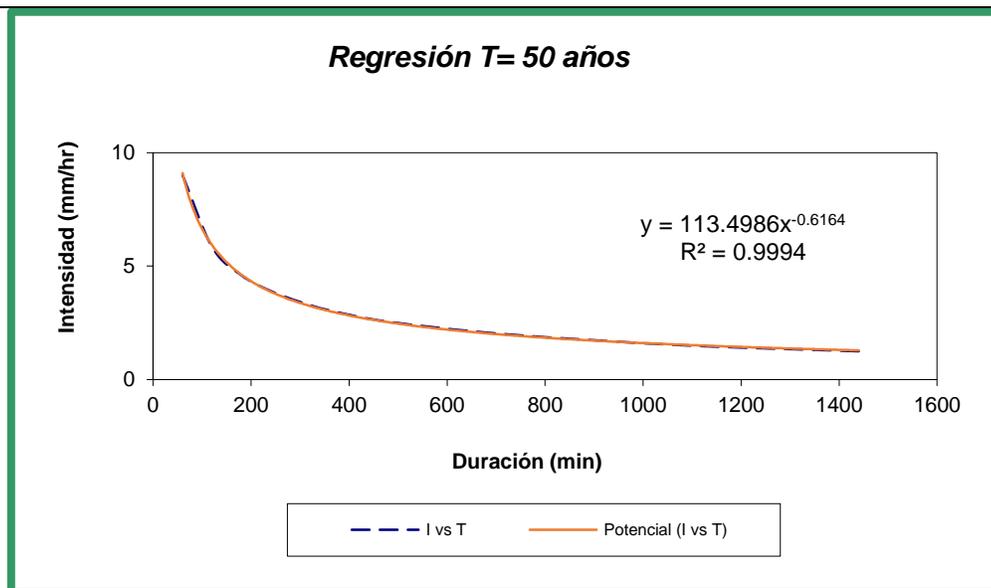


Figura 37. Regresión para intensidad duración y tiempo T=50años

Tabla 16

Regresión para intensidad duración y tiempo $T=500$ años

Periodo de retorno para T = 500 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.5199	7.2724	0.4186	3.0444	52.8878
2	1080	1.8441	6.9847	0.6120	4.2746	48.7863
3	720	2.4318	6.5793	0.8886	5.8465	43.2865
4	480	3.1005	6.1738	1.1316	6.9861	38.1156
5	360	3.7085	5.8861	1.3106	7.7144	34.6462
6	300	4.1583	5.7038	1.4251	8.1285	32.5331
7	240	4.7420	5.4806	1.5565	8.5303	30.0374
8	180	5.5931	5.1930	1.7215	8.9398	26.9668
9	120	7.1129	4.7875	1.9619	9.3927	22.9201
10	60	10.9430	4.0943	2.3927	9.7965	16.7637
10	4980	45.1540	58.1555	13.4191	72.6538	346.9435
Ln (d)	4.9265	d =	137.9009	n =	-0.6164	

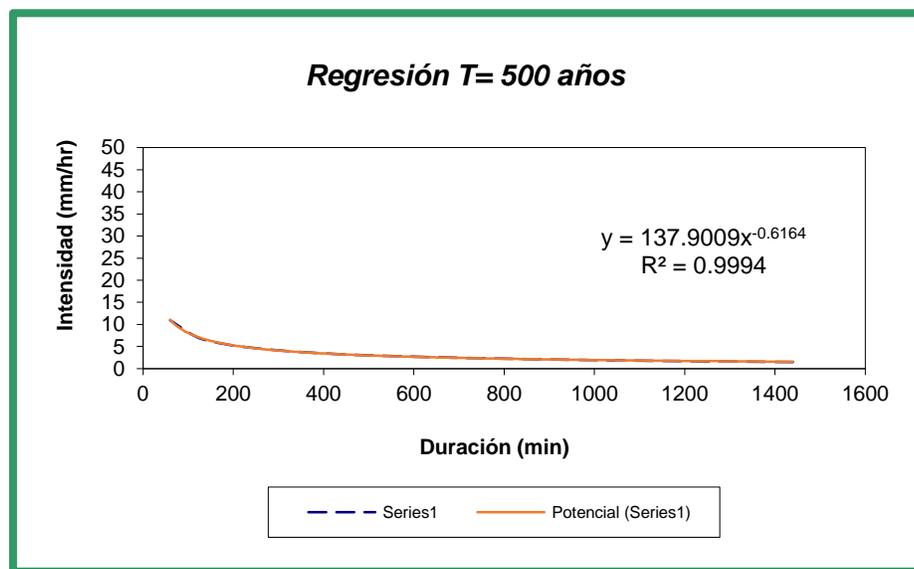
Figura 38. Regresión para intensidad duración y tiempo $T=500$ años

Tabla 17

Tabla de intensidades - tiempo de duración

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia	Duración en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	29.70	19.34	15.05	12.59	10.97	9.80	8.91	8.20	7.63	7.14	6.73	6.38
5	32.72	21.31	16.58	13.88	12.09	10.80	9.81	9.04	8.40	7.87	7.42	7.03
10	35.21	22.93	17.84	14.93	13.00	11.62	10.56	9.72	9.04	8.47	7.98	7.56
25	38.79	25.26	19.65	16.45	14.33	12.80	11.63	10.71	9.96	9.33	8.80	8.33
50	41.74	27.18	21.15	17.70	15.42	13.77	12.52	11.53	10.72	10.04	9.46	8.97
100	44.91	29.25	22.76	19.04	16.59	14.82	13.47	12.40	11.53	10.80	10.18	9.65
500	53.24	34.67	26.98	22.58	19.66	17.57	15.97	14.70	13.67	12.81	12.07	11.44

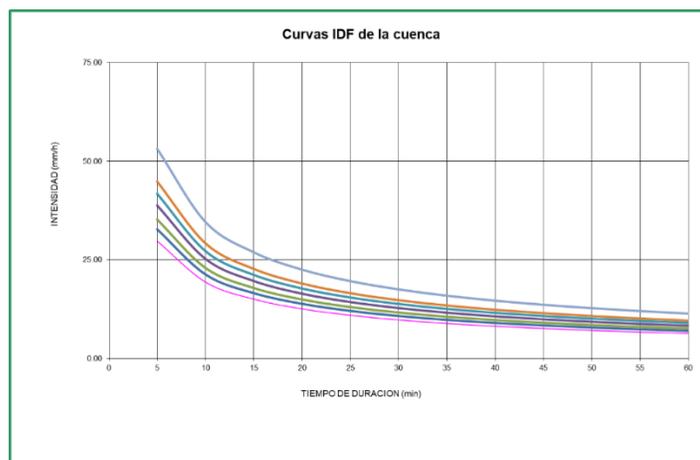


Figura 39. Curvas IDF de la cuenca

Anexo K. Valores de intensidad de precipitación según duración de la misma y frecuencia de repetición.

Valores de intensidad de precipitación según duración de la misma y frecuencia de repetición							
Duración (minutos)	Periodo de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
10	19.34	21.31	22.93	25.26	27.18	29.25	34.67
20	12.59	13.88	14.93	16.45	17.70	19.04	22.58
30	9.80	10.80	11.62	12.80	13.77	14.82	17.57
40	8.20	9.04	9.72	10.71	11.53	12.40	14.70

50	7.14	7.87	8.47	9.33	10.04	10.80	12.81
60	6.38	7.03	7.56	8.33	8.97	9.65	11.44
70	5.80	6.39	6.88	7.58	8.15	8.77	10.40
80	5.34	5.88	6.33	6.98	7.51	8.08	9.57
90	4.97	5.47	5.89	6.48	6.98	7.51	8.90
100	4.65	5.13	5.51	6.08	6.54	7.03	8.34
110	4.39	4.83	5.20	5.73	6.16	6.63	7.86
120	4.16	4.58	4.93	5.43	5.84	6.28	7.45

Anexo L. Hietograma para periodo retorno.

Tabla 18

Hietograma para periodo retorno 2 años.

Hietograma para periodo retorno 2 años						
Duración de la tormenta (h)	2	120	min			
Intensidad de lluvia (mm/h)	4.16					
Precipitación en 24 horas (mm)	8.31					
Intervalos de tiempo (min)	10					
Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	Precipitación Alternada (mm)	Int. Parcial Alternada (mm)
10	19.34	3.22	3.22	19.34	0.29	1.72
20	12.59	4.20	0.97	5.85	0.33	1.96
30	9.80	4.90	0.70	4.21	0.39	2.32
40	8.20	5.47	0.57	3.41	0.49	2.91
50	7.14	5.95	0.49	2.91	0.70	4.21
60	6.38	6.38	0.43	2.57	3.22	19.34
70	5.80	6.77	0.39	2.32	0.97	5.85
80	5.34	7.12	0.35	2.12	0.57	3.41
90	4.97	7.45	0.33	1.96	0.43	2.57
100	4.65	7.75	0.31	1.83	0.35	2.12
110	4.39	8.04	0.29	1.72	0.31	1.83
120	4.16	8.31	0.27	1.63	0.27	1.63

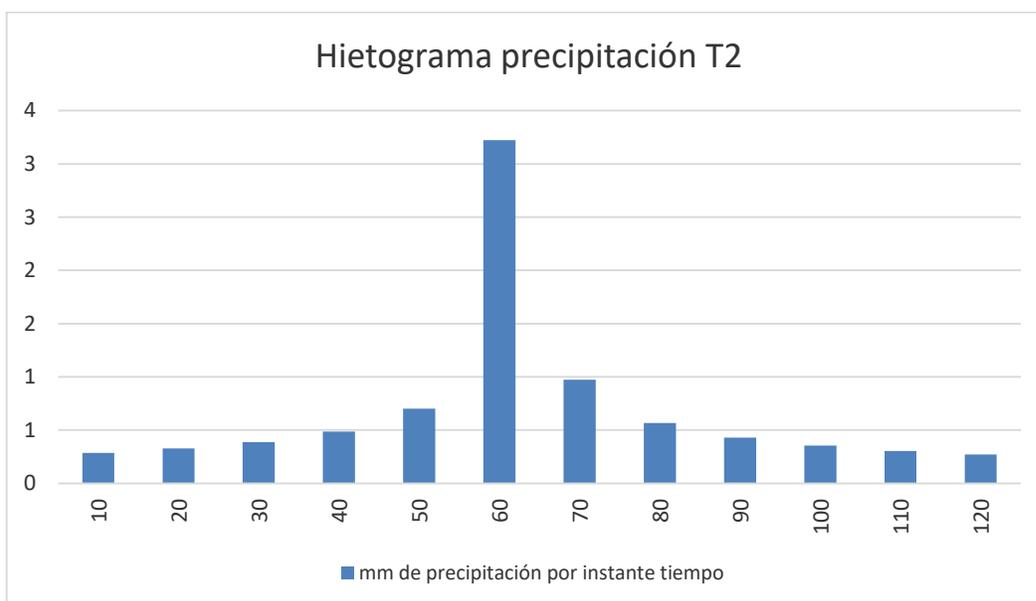


Figura 40. Histograma precipitación T2

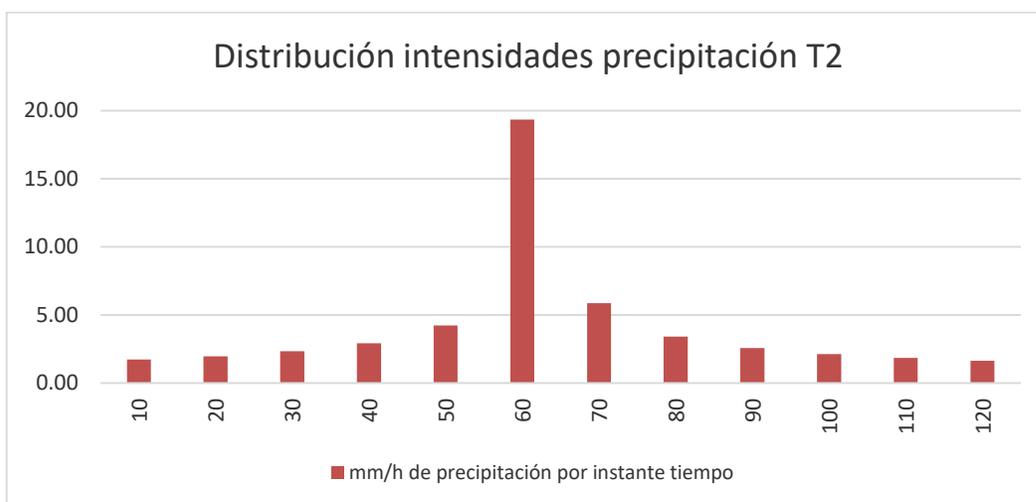


Figura 41. Distribución intensidades precipitación T2

Tabla 19

Hietograma para periodo retorno 50 Años.

Hietograma para periodo retorno 50 años			
Duración de la tormenta (h)	2	120	min
Intensidad de lluvia (mm/h)	5.84		
Precipitación en 24 horas (mm)	11.68		
Intervalos de tiempo (min)	10		

Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	Precipitación alternada (mm)	Int. parcial alternada (mm)
10	27.18	4.53	4.53	27.18	0.40	2.42
20	17.70	5.90	1.37	8.22	0.46	2.76
30	13.77	6.89	0.99	5.92	0.54	3.26
40	11.53	7.68	0.80	4.79	0.68	4.09
50	10.04	8.37	0.68	4.09	0.99	5.92
60	8.97	8.97	0.60	3.61	4.53	27.18
70	8.15	9.51	0.54	3.26	1.37	8.22
80	7.51	10.01	0.50	2.98	0.80	4.79
90	6.98	10.47	0.46	2.76	0.60	3.61
100	6.54	10.90	0.43	2.57	0.50	2.98
110	6.16	11.30	0.40	2.42	0.43	2.57
120	5.84	11.68	0.38	2.29	0.38	2.29

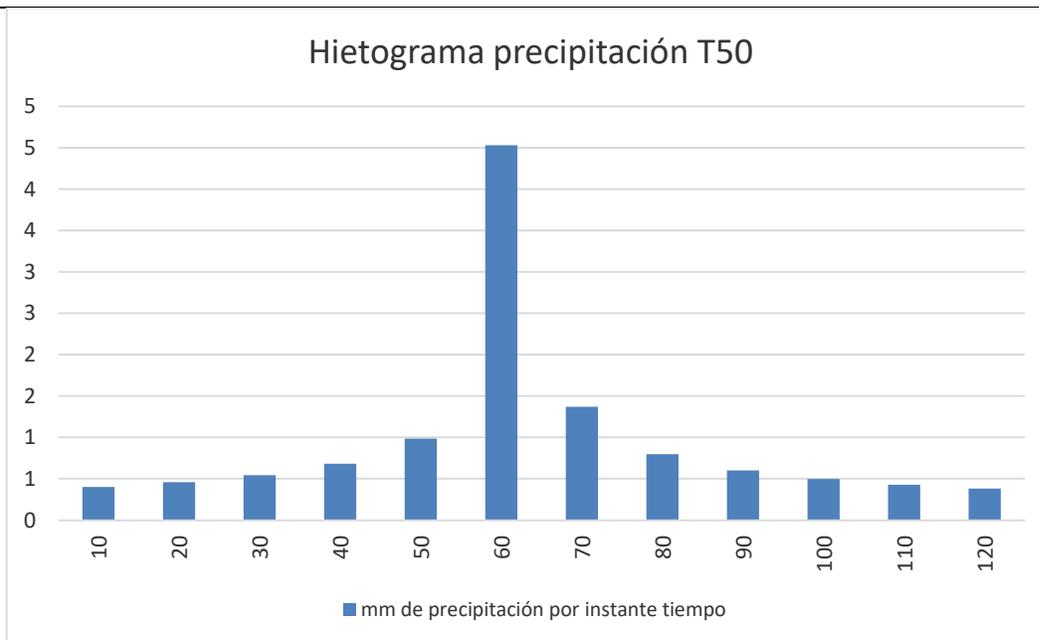


Figura 42. Hietograma precipitación T50

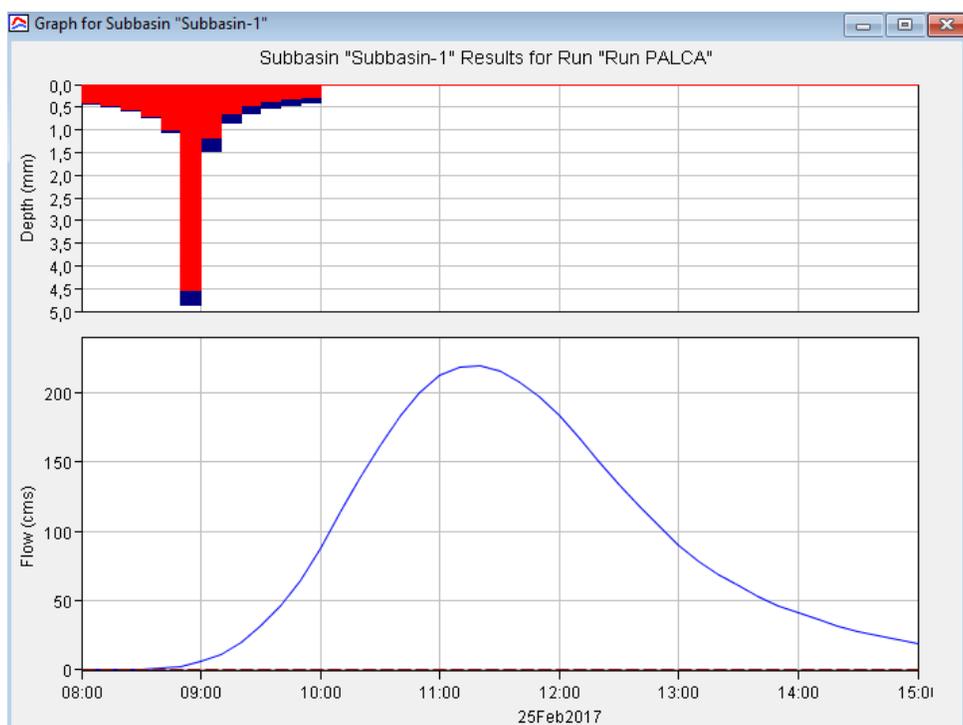
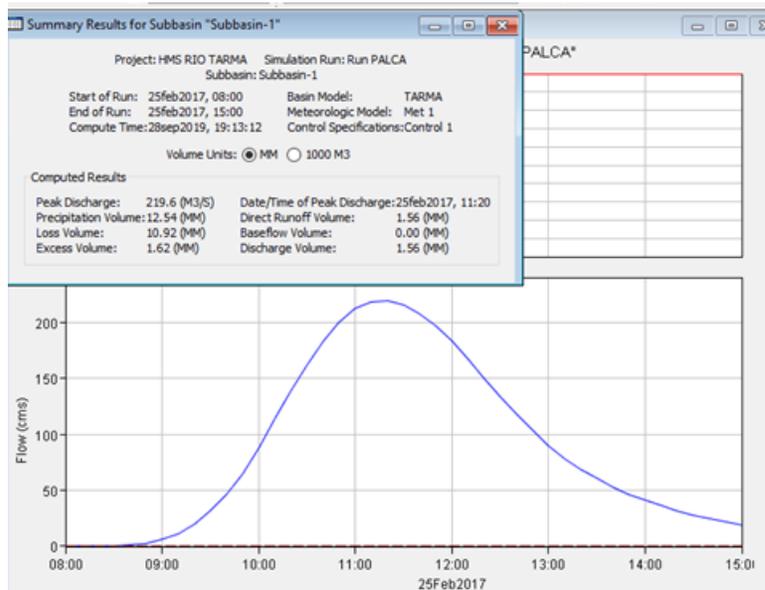
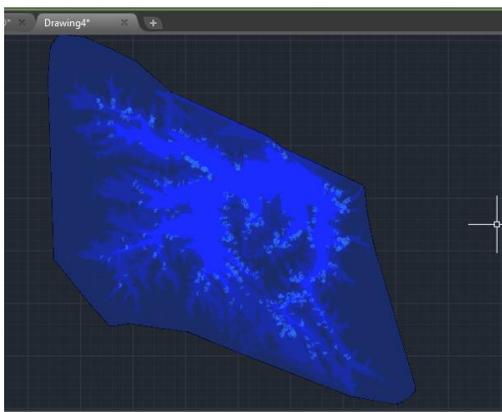
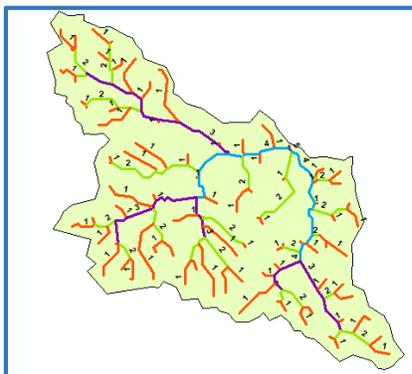


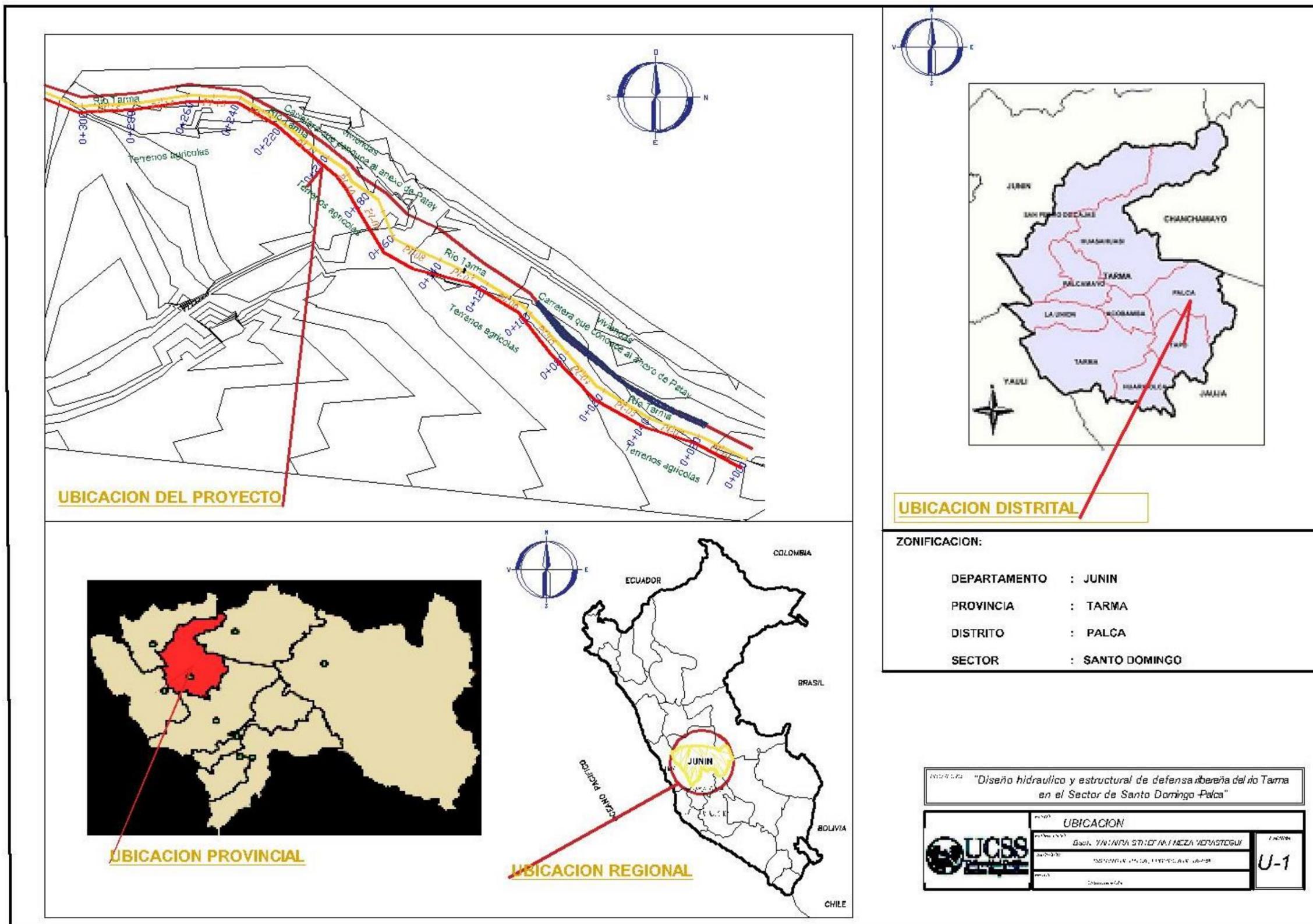
Figura 43. Grafica de máximo caudal

Anexo M. Grafica de máxima precipitación.

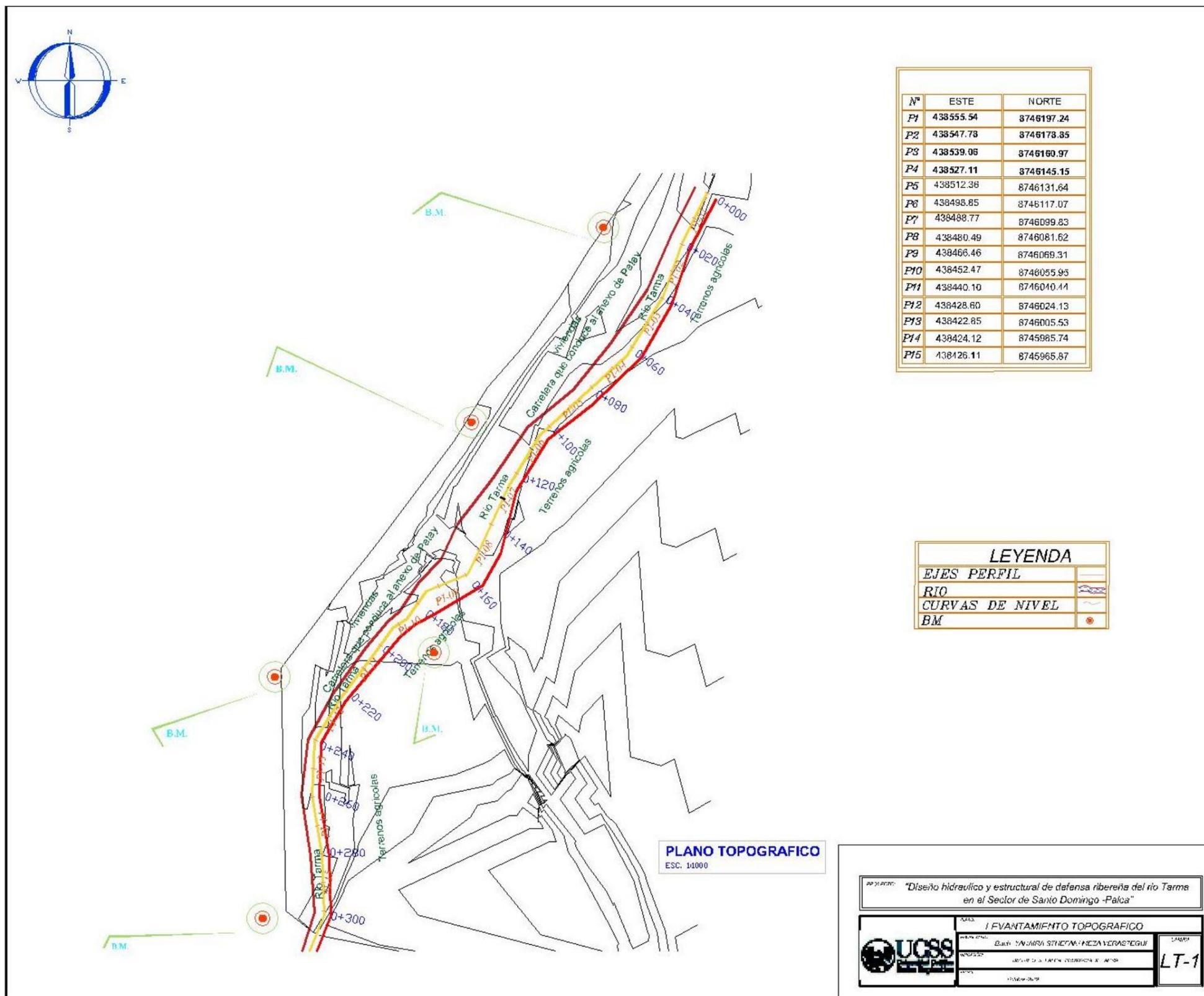


Anexo N. DEM de la cuenca en civil 3D.**Anexo O. Orden de ríos de la cuenca Tarma.**

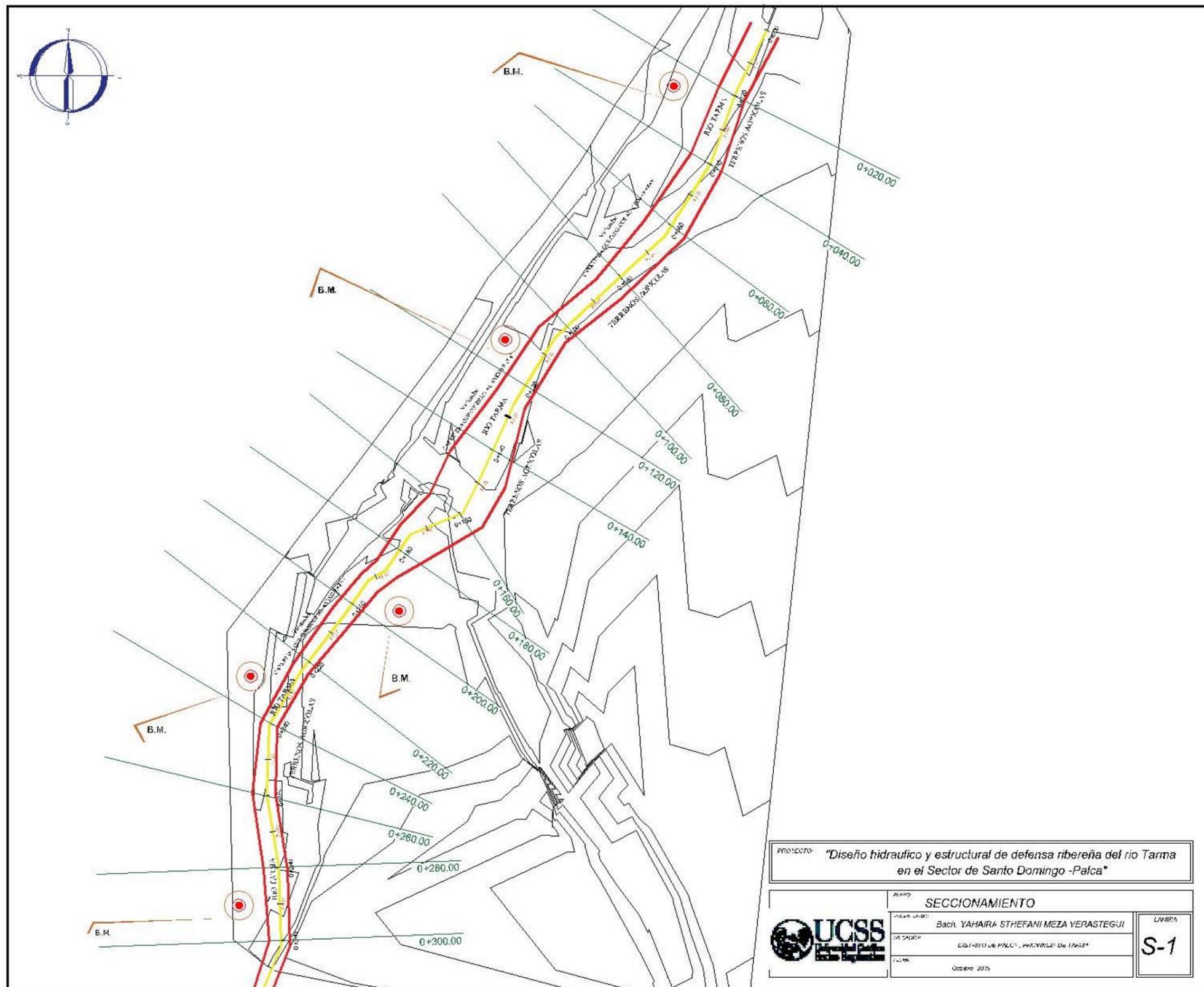
Anexo P. Plano de ubicación del estudio.



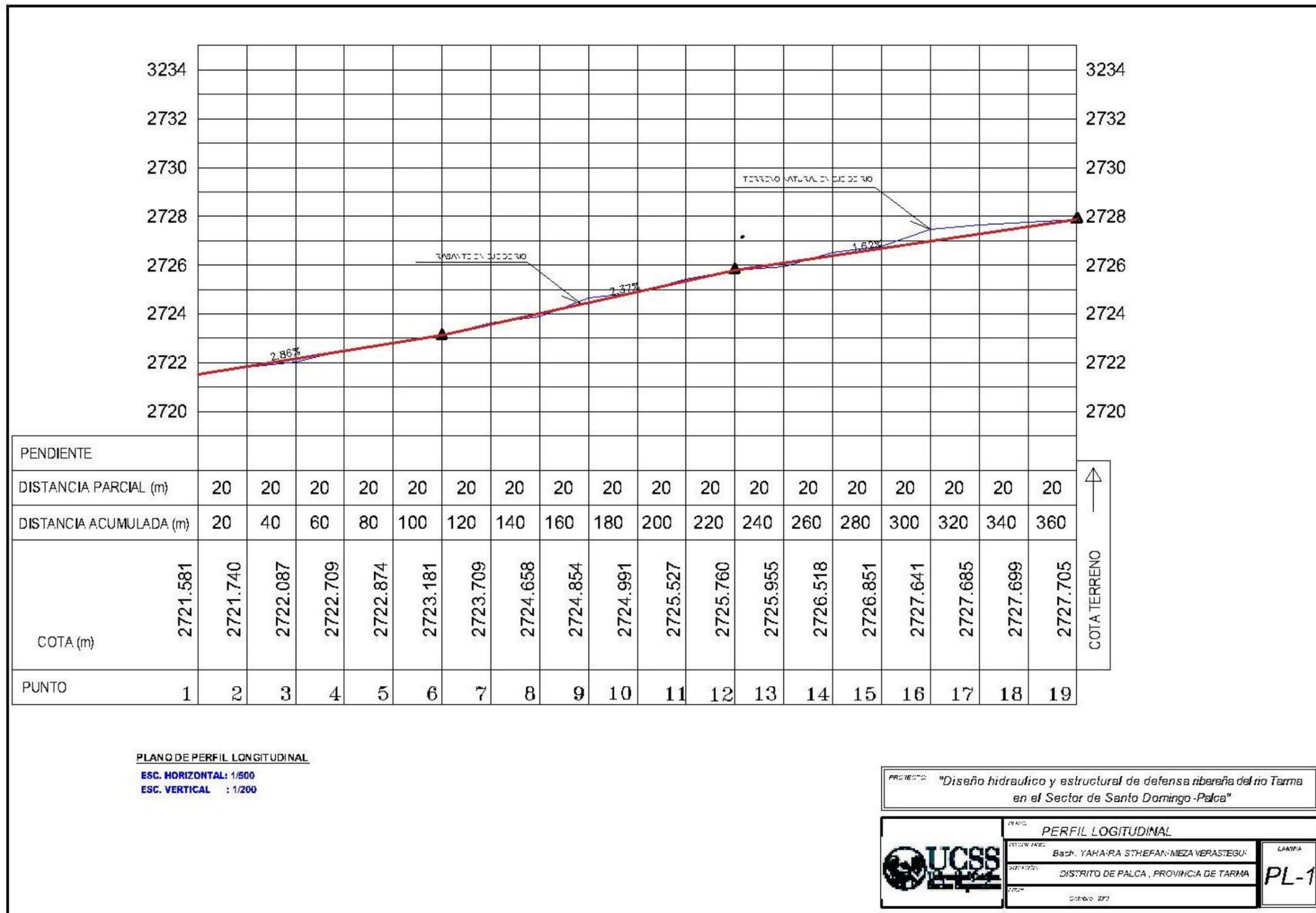
Anexo Q. Plano de levantamiento topográfico.



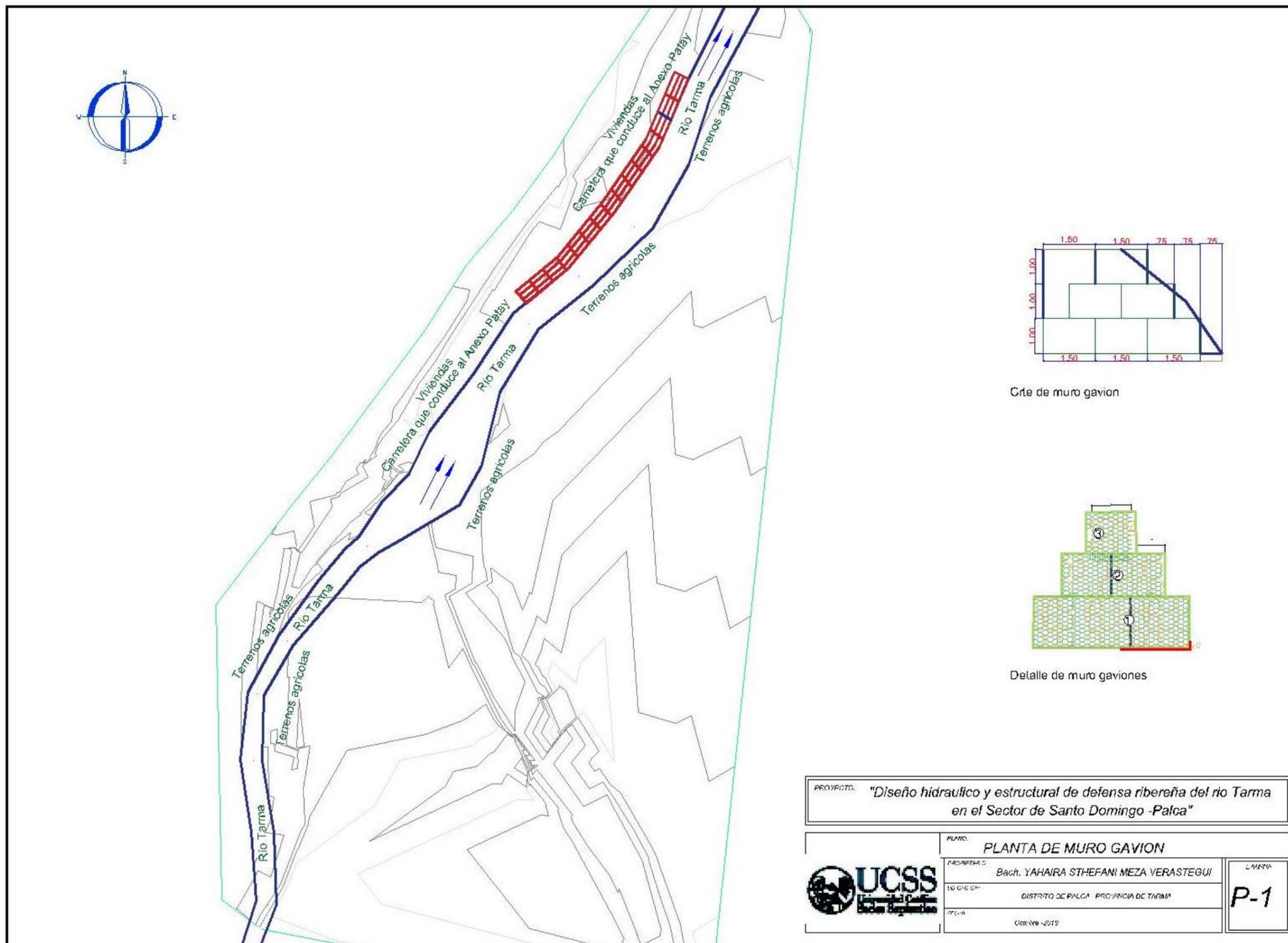
Anexo R. Plano de Seccionamiento del rio Tarma.



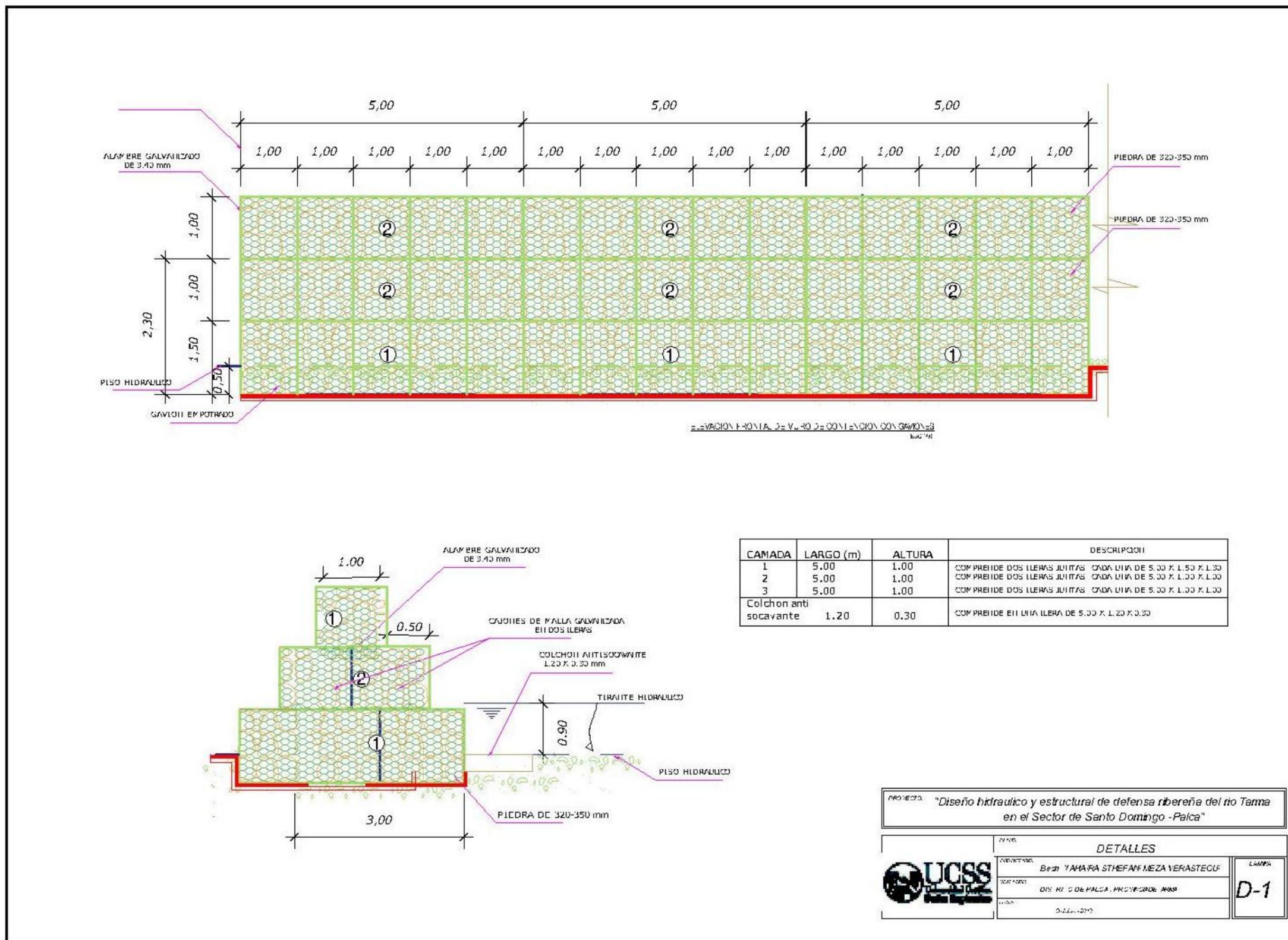
Anexo S. Plano de perfil longitudinal.



Anexo T Plano de planta de muro gavión.



Anexo U. Plano de detalles del muro gavión.



CAMADA	LARGO (m)	ALTURA	DESCRIPCION
1	5,00	1,00	COM PRENDE DOS LERAS JUNTAS CADA LIRA DE 5,00 X 1,50 X 1,30
2	5,00	1,00	COM PRENDE DOS LERAS JUNTAS CADA LIRA DE 5,00 X 1,30 X 1,30
3	5,00	1,00	COM PRENDE DOS LERAS JUNTAS CADA LIRA DE 5,00 X 1,30 X 1,30
Colchon anti socavante	1,20	0,30	COM PRENDE EN LIRA LERA DE 5,00 X 1,20 X 0,30

PROYECTO: "Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña del río Tarma en el Sector de Santo Domingo -Paica"

UNIVERSIDAD
UCSS
UNIVERSIDAD CAYMAHUASI

INSTITUTO
INIA
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

FECHA: 04.11.2010

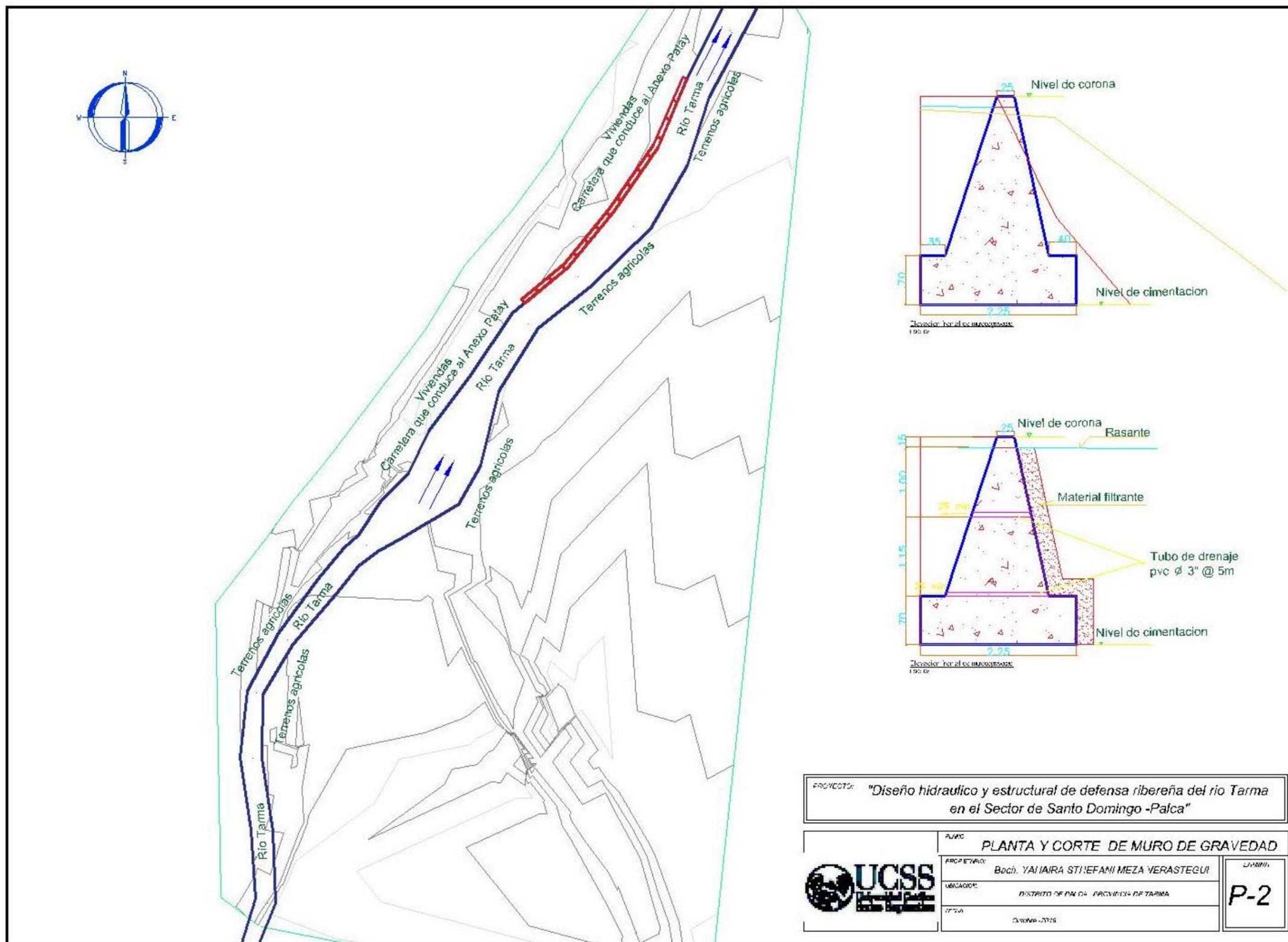
DETALLES

PROYECTISTA: Beat YANARA STEFAN MEZA VERASTEGUI

PROYECTO: DISEÑO DE PALCA, PROYECTO ANAS

LÁMINA: D-1

Anexo V. Plano de planta y corte de muro de gravedad.



PROYECTO: "Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña del río Tarma en el Sector de Santo Domingo -Palca"

	TÍTULO:	PLANTA Y CORTE DE MURO DE GRAVEDAD	P-2
	PROYECTADO:	Ing. YANIRA STEFANI MEZA VERASTEGUI	
	UBICACIÓN:	DISTRITO DE PALCA - PROVINCIA DE TARMA	
	FECHA:	2019-2019	

Anexo W. Análisis de precios unitarios de muro gavión.

Análisis de precios unitarios							
Presupuesto	"Construcción de defensa ribereña con gaviones en el río Tarma en el sector de Santo Domingo de Palca"						
Subpresupuesto	"Construcción de defensa ribereña con gaviones en el río Tarma-Palca"					Fecha presupuesto	5/10/2019
Partida	01.01.00	Limpieza manual de terreno con presencia de maleza y vegetación					
Rendimiento	m2/DIA	40.0000	EQ.	40.0000	Costo unitario directo por : m2		0.5625
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de obra						
01470100.1	Participante		hh	1.0000	0.2000	2.8125	0.5625
	0.5625						
Partida	02.01.00	Trazo y replanteo durante la obra					
Rendimiento	ml/DIA	100.0000	EQ.	100.0000	Costo unitario directo por : ml		4.46
Código	Descripción recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de obra						
0101010003	Operario		hh	1.0000	0.0800	6.25	0.50
0101010005	Peon		hh	3.0000	0.2400	3.75	0.90
0101030000	Topógrafo		hh	1.0000	0.0800	6.25	0.50
	1.90						
	Materiales						
0231040001	Estacas de madera		und		2.0000	1.00	2.00
0240020001	Pintura esmalte		gal		0.0100	35.00	0.35
	2.35						
	Equipos						
0301000002	Nivel topográfico		día	1.0000	0.0100	5.00	0.05
03010000110001	Teodolito		día	1.0000	0.0100	6.00	0.06
0301010006	Herramientas manuales		%mo		5.0000	1.90	0.10
	0.21						
Partida	02.02.00	Desvió de río para la excavación de plataforma					
Rendimiento	m2/DIA	100.0000	EQ.	100.0000	Costo unitario directo por : m2		1.16
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	Operario		hh	1.0000	0.0800	6.25	0.50
0101010005	Peon		hh	2.0000	0.1600	3.75	0.60
	1.10						
	Equipos						
0301010006	Herramientas manuales		%mo		5.0000	1.10	0.06
	0.06						
Partida	03.01.00	Excavación de plataforma y en pared en roca suelta y perfilado (a mano)					
Rendimiento	m3/DIA	3.5000	EQ.	3.5000	Costo unitario directo por : m3		19.79
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	Capataz		hh	0.1000	0.2286	7.50	1.71

0101010005	Peon	hh	2.0000	4.5714	3.75	17.14
						18.85
	Equipos					
0301010006	Herramientas manuales	%mo		5.0000	18.85	0.94
						0.94
Partida	03.02.00	Eliminación de material excedente				
Rendimiento	m3/DIA	15.0000	EQ.	15.0000	Costo unitario directo por : m3	8.24
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010005	Peon	hh	4.0000	2.1333	3.75	8.00
						8.00
	Equipos					
0301010006	Herramientas manuales	%mo		3.0000	8.00	0.24
						0.24
Partida	04.01.01	Recolección y Apilamiento de Piedra de 320 mm - 350mm				
Rendimiento	m3/DIA	8.0000	EQ.	8.0000	Costo unitario directo por : m3	15.45
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	Capataz	hh	1.0000	1.0000	7.50	7.50
0101010005	Peon	hh	2.0000	2.0000	3.75	7.50
						15.00
	Equipos					
0301010006	Herramientas manuales	%mo		3.0000	15.00	0.45
						0.45
Partida	04.02.02	Muro de gaviones de caja 5.0 m x 1.00 m x 1.00 m (10 x 12 / 3.40 , zn + al + pvc)				
Rendimiento	m3/DIA	40.0000	EQ.	40.0000	Costo unitario directo por : m3	116.10
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de obra					
0101010002	Capataz	hh	0.1000	0.0200	7.50	0.15
0101010003	Operario	hh	1.0000	0.2000	6.25	1.25
0101010005	Peon	hh	5.0000	1.0000	3.75	3.75
						5.15
	Materiales					
02043000010002	Gavión tipo caja de 5.0 x 1.0 x 1.0 abertura de 10 x 12 cm alambre 3.40mm (zinc + aluminio + pvc)	und		0.2100	480.00	100.80
0207010001	Piedra de 320mm - 350mm	m3		1.0000	10.00	10.00
						110.80
	Equipos					
0301010006	Herramientas manuales	%mo		3.0000	5.15	0.15
						0.15
Partida	04.02.03	Colchón antisocavante 5.0 m x 1.20 m x 0.30 m (10 x 12 / 3.40 , ZN + AL + PVC)				
Rendimiento	m3/DIA	45.0000	EQ.	45.0000	Costo unitario directo por : m3	203.51
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.

Fecha : 04/11/2019
2:25p. m.

Anexo X. Presupuesto de muro gavión.

Presupuesto

Presupuesto Lugar	"Construcción de defensa ribereña con gaviones en el rio Tarma-Palca" Junín-Tarma-Palca	Costo al	4/11/2019		
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.00.00					119.53
01.01.00	Limpieza manual de terreno con presencia de maleza y vegetación	m2	212.50	0.56	119.53
02.00.00	Obras preliminares				576.30
02.01.00	Trazo y Replanteo Durante la Obra	ml	85.00	4.46	379.10
02.02.00	Desvió de rio para la excavación de plataforma	m2	170.00	1.16	197.20
03.00.00	Movimiento de tierras				19,174.37
03.01.00	Excavación de Plataforma y en pared en Roca Suelta y perfilado A Mano	m3	816.00	19.79	16,148.64
03.02.00	Eliminación de material excedente	m3	367.20	8.24	3,025.73
04.00.00	Obras estructurales				59,077.68
04.01.00	Recolección y apilamiento de piedra de 320 mm - 350mm				6,499.04
04.01.01	Recolección y apilamiento de piedra de 320 mm - 350mm	m3	420.65	15.45	6,499.04
04.02.00	Muro de gaviones de caja con alambre galvanizada de 3.40mm con recub. PVC				52,422.24
04.02.02	Muro de gaviones de caja 5.0 m x 1.00 m x 1.00 m (10 x 12 / 3.40 , zn + al + pvc) Colchón antisocavante 5.0	m3	344.25	116.10	39,967.43
04.02.03	m x 1.20 m x 0.30 m (10 x 12 / 3.40 , zn + al + pvc)	m3	61.20	203.51	12,454.81
05.00.00	Limpieza final de obra				156.40
05.01.00	Limpieza de terreno manual	m2	170.00	0.92	156.40
06.00.00	Flete terrestre				18,004.13
06.01.00	Flete terrestre con transporte Huancayo -	glb	1.00	2,019.43	2,019.43

06.01.01	Palca (rollo de mallas para gavión) Flete terrestre con transporte de piedra (10 km de cantera asta almacén - distrito de Palca)	m3	420.65	31.00	13,040.15
06.01.02	Traslado de piedra (con personal del almacenamiento hasta la obra)	m3	420.65	7.00	2,944.55
	Costo directo				96,952.01
	Gastos generales (5%)				4,847.60
	Utilidad (5%)				4,847.60
	Sub total				106,647.21
	Impuesto general a las ventas (18%)				19,196.50
	Costo de obra				125,843.71
	Gastos de supervisión (5%)				6,292.19
	Presupuesto total de obra				132,135.89

Fecha : 20/07/2011 01:59:24 p. m.

Anexo Y. Análisis de precios unitarios de muro de gravedad.

Análisis de precios unitarios								
Presupuesto	"Construcción de defensa ribereña con muros de gravedad en el río Tarma-Palca"						Fecha presupuesto	4/11/2019
Subpresupuesto	Muro de contención							
Partida	1.01.00	Limpieza manual de terreno con presencia de maleza y vegetación						
Rendimiento	m2/DIA	40.0000	EQ.	40.0000	Costo unitario directo por : m2	0.5625		
Código	Descripción recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de obra							
01470100.1	Participante	hh	1.0000	0.2000	2.8125	0.5625	0.5625	
Partida	02.02.00	Desvío de río para la excavación de plataforma						
Rendimiento	m2/DIA	100.0000	EQ.	100.0000	Costo unitario directo por : m2	1.16		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	Operario	hh	1.0000	0.0800	6.25	0.50		
0101010005	Peón	hh	2.0000	0.1600	3.75	0.60		

							1.10
	Equipos						
0301010006	Herramientas manuales	%mo		5.0000	1.10		0.06
							0.06
Partida	01.03.00	Trazo y replanteo en terreno accidentado con presencia de maleza y vegetación					
Rendimiento	m2/DIA	350.0000	EQ.	350.0000	Costo unitario directo por : m2		0.8585
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147000032	Topógrafo		hh	1.0000	0.0229	6.2500	0.1431
01470100.1	Participante		hh	3.0000	0.0686	2.8125	0.1929
							0.3360
	Materiales						
0229030001	yeso		kg		0.0250	0.2500	0.0063
0243510062	Estaca de madera tornillo tratada		p2		0.0200	5.2000	0.1040
							0.1103
	Equipos						
0337540012	Nivel topográfico		HE	1.0000	0.0229	6.0000	0.1374
0349880003	Teodolito		hm	1.0000	0.0229	12.0000	0.2748
							0.4122
Partida	02.01.00	Corte de talud terreno normal					
Rendimiento	m3/DIA	1.5000	EQ.	1.5000	Costo unitario directo por : m3		14.9999
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
01470100.1	Participante		hh	1.0000	5.3333	2.8125	14.9999
							14.9999
Partida	02.02.00	Relleno con material propio compactación con equipo liviado					
Rendimiento	m3/DIA	7.0000	EQ.	7.0000	Costo unitario directo por : m3		12.6425
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
01470100.1	Participante		hh	2.0000	2.2857	2.8125	6.4285
							6.4285
	Materiales						
0239050000	AGUA		m3		0.1000	5.0000	0.5000
							0.5000
	Equipos						
03491000.1	Plancha compactadora 4 hp		hm	0.5000	0.5714	10.0000	5.7140
							5.7140
Partida	02.03.00	Zarandeo de material procedente de excavación					

Rendimiento	m3/DIA	3.0000	EQ.	3.0000	Costo unitario directo por : m3	7.5001	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.
	Mano de Obra						Parcial S/.
01470100.1	Participante			hh	1.0000	2.6667	2.8125
							7.5001
							7.5001
Partida	02.04.00	Acarreo de material excedente para ser utilizado en rellenos d>150m					
Rendimiento	m3/DIA	1.5000	EQ.	1.5000	Costo unitario directo por : m3	14.9999	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.
	Mano de Obra						Parcial S/.
01470100.1	Participante			hh	1.0000	5.3333	2.8125
							14.9999
							14.9999
Partida	02.05.00	Acarreo y eliminación de material excedente dmax =100 m manual					
Rendimiento	m3/DIA	3.0000	EQ.	3.0000	Costo unitario directo por : m3	22.5000	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.
	Mano de Obra						Parcial S/.
01470100.1	Participante			hh	3.0000	8.0000	2.8125
							22.5000
							22.5000
Partida	02.06.00	Eliminación de material excedente c/volquete de 6m3+cargador frontal d<=5km					
Rendimiento	m3/DIA	640.0000	EQ.	640.0000	Costo unitario directo por : m3	10.4453	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.
	Mano de Obra						Parcial S/.
01470100.1	Participante			hh	2.0000	0.0250	2.8125
							0.0703
							0.0703
	Equipos						
03480400.1	Camión volquete 6m3			hm	5.0000	0.0625	130.0000
0349040009	Cargador s/lantas 125 hp 2.5 yd3.			hm	1.0000	0.0125	180.0000
							8.1250
							2.2500
							10.3750
Partida	02.07.01	Extracción de piedra grande en cantera					
Rendimiento	m3/DIA	1.1000	EQ.	1.1000	Costo unitario directo por : m3	20.4545	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.
	Mano de Obra						Parcial S/.
01470100.1	Participante			hh	1.0000	7.2727	2.8125
							20.4545
							20.4545
Partida	02.07.02	Carguío y transp. de piedra habilitada desde cantera hasta la obra					

Partida	03.01.00	Muro de contención - concreto ciclópeo C.H 1:8 + 25% PM					
Rendimiento	m3/DIA	4.0000	EQ.	4.0000	Costo unitario directo por : m3	209.4500	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
01470100.1	Participante		hh	10.0000	20.0000	2.8125	56.2500
01470100.2	Jefe de cuadrilla		hh	0.1000	0.2000	6.2500	1.2500
0147030091	Asistente de cuadrilla		hh	1.0000	2.0000	5.0000	10.0000
							67.5000
	Materiales						
0205000025	Piedra seleccionada		m3		0.4000	50.0000	20.0000
0221000000	Cemento portland tipo i (42.5kg)		BOL		3.7000	19.0000	70.3000
0238000004	Hormigón (puesto en obra)		m3		0.8500	60.0000	51.0000
0239050000	Agua		m3		0.1300	5.0000	0.6500
							141.9500
Partida	03.02.00	Muro de contención - encofrado y desencofrado					
Rendimiento	m2/DIA	15.0000	EQ.	15.0000	Costo unitario directo por : m2	28.8635	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
01470100.1	Participante		hh	3.0000	1.6000	2.8125	4.5000
01470100.2	Jefe de cuadrilla		hh	0.3000	0.1600	6.2500	1.0000
0147030091	Asistente de cuadrilla		hh	1.0000	0.5333	5.0000	2.6665
							8.1665
	Materiales						
0202000008	Alambre negro recocido # 8		kg		0.2500	5.0000	1.2500
0202010005	Clavos para madera c/c 3"		kg		0.0750	5.0000	0.3750
0245010001	Madera tornillo inc. corte p/encofrado		p2		2.9800	6.4000	19.0720
							20.6970
Partida	03.03.00	Drenaje en muro tubería Ø2"					
Rendimiento	m/DIA	9.0000	EQ.	9.0000	Costo unitario directo por : m	11.5380	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
01470100.1	Participante		hh	1.0000	0.8889	2.8125	2.5000
							2.5000
	Materiales						
0205000001	Gravilla		m3		0.1375	50.0000	6.8750
0272010012	Tubería pvc sap presión para agua c-5 ec de 2'		m		1.0300	2.1000	2.1630
							9.0380
Partida	05.01.00	Junta de construcción de tecnopor E=1" para muros					
Rendimiento	m2/DIA	20.0000	EQ.	20.0000	Costo unitario directo por : m2	16.8750	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
01470100.1	Participante	hh	1.0000	0.4000	2.8125	1.1250
						1.1250
	Materiales					
0239300004	Tecnopor de 1" x 4' x 8'	m2		1.0500	15.0000	15.7500
						15.7500
Partida	06.01.00 Limpieza general de obra					
Rendimiento	m2/DIA	100.0000	EQ.	100.0000	Costo unitario directo por : m2	0.2250
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
01470100.1	Participante	hh	1.0000	0.0800	2.8125	0.2250
						0.2250

Fecha : 04/11/201 2:32 a. m.

Anexo Z. Presupuesto de muro de gravedad.

Presupuesto

Presupuesto Lugar	"Construcción de defensa ribereña con muro de gravedad en el río Palca-Tarma" Junín - Tarma -Palca	Costo al	4/11/2019		
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	Obras preliminares				566.71
01.01	Limpieza manual de terreno con presencia de maleza y vegetación	m2	212.50	0.5625	119.53
01.02	Desvío de río para la excavación de plataforma	m2	212.50	1.16	246.50
01.03	Trazo y replanteo en terreno normal con equipo	m2	233.75	0.8585	200.67
02	Movimiento de tierras				13,224.74
02.01	Corte de terreno normal	m3	493.00	14.9999	7,394.95
02.02	Perfilado de talud en terreno normal	m2	42.50	0.8035	34.15
02.04	Zarandeo de material procedente de excavación	m3	172.55	7.5001	1,294.14
02.05	Acarreo de material excedente para ser utilizado en rellenos D>150m	m3	83.81	14.9999	1,257.14
02.06	Acarreo y eliminación de material excedente dmax =100 m manual	m3	64.09	22.5000	1,442.03
02.07	Eliminación de material excedente c/volquete de 6m3+cargador frontal d<=5km	m3	172.55	10.4453	1,802.34
03	Extracción, acopio, carguío y transporte de piedras desde cantera				8,032.77
03.01	Extracción de piedra grande en cantera	m3	180.00	20.4545	3,681.81
03.02	Carguío y transp.de piedra habilitada desde cantera hasta la obra d<18km volquete 15 m3 (manual)	m3	180.00	24.1720	4,350.96

04	Acarreo de materiales				5,983.91
04.01	Acarreo de agregados d>100m	m3	115.00	22.5000	2,587.50
04.02	Acarreo manual de p.g.(prom. 10") 50m<d<100m	m3	130.00	14.9999	1,949.99
04.03	Acarreo de cemento dmáx <= 100m	und	1,520.00	0.5625	855.00
04.04	Acarreo de agua para la obra dmáx<=50m	m3	92.00	6.4285	591.42
05	Concreto ciclópeo				90,258.38
06.01	Muro de contención - concreto ciclópeo c.h 1:8 + 25% pm	m3	360.00	209.4500	75,402.00
06.02	Muro de contención - encofrado y desencofrado	m2	454.75	28.8635	13,125.68
12.03	Drenaje en muro tubería ø2"	m	150.00	11.5380	1,730.70
07	Junta de dilatación				1,032.75
07.01	Junta de construcción de tecnopor e=1" para muros	m2	61.20	16.8750	1,032.75
08	Otros				47.81
08.01	Limpieza general de obra	m2	212.50	0.2250	47.81
	Costo directo				119,147.07
	Gastos generales 5%				5,957.35
	Utilidades 5%				5,957.35
					=====
	Sub total				125,104.42
	Impuesto general a las ventas (18%)				22,518.80
					=====
	Costo de obra				147,623.22
	GASTO DE SUPERVISION (5%)				7,381.16
					=====
	PRESUPUESTO TOTAL				155,004.38