

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS
HIDRÁULICAS PARA MEJORAR LA DEFENSA
RIBEREÑA DE LOS ESTRIBOS DEL PUENTE
CHANCHARA EMPLEANDO EL ALGORITMO
SFM-DMV EN EL CENTRO POBLADO DE
COMPAÑÍA, DISTRITO DE PACAYCASA,
PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO
DE AYACUCHO, 2021.**

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

AUTOR:

**LLANTOY PONCE, JUAN
ORCID: 0000-0001-8486-9560**

ASESOR:

**RETAMOZO FERNÁNDEZ, SAÚL WALTER
ORCID: 0000-0002-3637-8780**

**AYACUCHO - PERÚ
2021**

TÍTULO DE LA TESIS

EVALUACIÓN Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DE LOS ESTRIBOS DEL PUENTE CHANCHARA EMPLEANDO EL ALGORITMO SFM-DMV EN EL CENTRO POBLADO DE COMPAÑÍA, DISTRITO DE PACAYCASA, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, 2021.

EQUIPO DE TRABAJO

AUTOR

Juan Llantoy Ponce

ORCID: 0000-0001-8486-9560

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote

Estudiante de Pregrado
Ayacucho-Perú

ASESOR

Retamozo Fernández, Saúl Walter

ORCID: 0000-0002-3637-8780

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote

Facultad de Ingeniería
Escuela profesional de Ingeniería Civil
Ayacucho-Perú

JURADO

Sotelo Urbano, Johanna del Carmen

ORCID: 0000-0001-9298-4059

Cordova Cordova, Wilmer Oswaldo

ORCID: 0000-0003-2435-5642

Bada Alayo, Delva Flor

ORCID: 0000-0002-8238-679X

FIRMA DE JURADO Y ASESOR

Retamozo Fernández, Saúl Walter
ORCID: 0000-0002-3637-8780
Asesor

Sotelo Urbano, Johanna del Carmen
ORCID: 0000-0001-9298-4059
Presidente

Cordova Cordova, Wilmer Oswaldo
ORCID: 0000-0003-2435-5642
Miembro

Bada Alayo, Delva Flor
ORCID: 0000-0002-8238-679X
Miembro

AGRADECIMIENTOS

En el largo de mi carrera universitaria he tenido el gusto de conocer a muchas personas que me brindaron su amistad y ayuda. Por esta y muchas razones más, me gustaría expresar mi agradecimiento a:

- A la ULADECH Católica, el cual me dio la oportunidad de formarme profesionalmente en sus aulas.
- A mis padres quienes me brindaron su ayuda, día a día incondicionalmente, a ellos que me alientaron a seguir y seguir hasta lograr mis sueños.

Para ellos: **Muchas gracias y que Dios los bendiga a todos.**

DEDICATORIA

...Con todo respeto, amor, admiración y gratitud a mis queridos padres, quienes me motivaron a cumplir mis sueños...

RESUMEN

Esta investigación tuvo como problema ¿ El diseño y evaluación de la defensa ribereña del centro poblado de Compañía del distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga departamento de Ayacucho, protegerá los estribos del puente Chanchara? y tuvo como objetivo general, evaluar y diseñar la defensa ribereña para prevenir el daño de los estribos del puente Chanchara del centro poblado de Compañía, distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga, del departamento de Ayacucho. El centro poblado de Compañía esta ubicado en el distrito de Pacaycasa el cual es un distrito muy conocido en el departamento de Ayacucho ya que es la zona donde se fabrica los ladrillos artesanales, este centro poblado cuenta con un río Pongora, el cual es un río bastante amplio y de gran caudal, alledaño al centro poblado se encuentra el puente Chanchara que fue construida e inaugurado recientemente, este puente fue construido recientemente ya que el puente anterior era muy peligroso debido al caudal que transporta el río en épocas de lluvia, en este trabajo se procedió ha hacer la evaluación de las defensas ribereñas existentes en las inmediaciones del puente Chanchara ya que a la fecha este río cuenta con un defensa ribereña en ciertas zonas a su vez hay zonas en las cual no se cuenta con una protección, según nuestras encuestas recogidas a los pobladores el río suele desbordarse provocando inundaciones frecuentes de los sembríos alledaños a los márgenes del río, en este trabajo se realizó primero la evaluación de los gaviones existentes donde medimos la altura y ancho de cada gavión a si mismo se observo el estado de conservación de los gaviones los cuales están hechas a base de piedra y enmallado, posteriormente se evaluó el caudal del río el cual se realizo en campo en la primera etapa y este dato obtenido fue comparado con los caudales máximos encontrados en trabajos anteriores realizados en el río Pongora, asumiendo el caudal máximo para el calculo de la altura de gavión a plantear, a su vez se realizo una evaluación visual de los terrenos al margen del río para identificar los tipos de suelos presentes en los márgenes, también se evaluó la vegetación presente en los márgenes del río Pongora.

Palabras clave: Algoritmo, Caudal, Gavión, Puente, Río.

ABSTRACT

The problem of this investigation was: Will the design and evaluation of the riverside defense of the town of Compañía in the district of Pacaycasa, province of Huamanga, department of Ayacucho, protect the abutments of the Chanchara bridge? and its general objective was to evaluate and design the riparian defense to prevent damage to the abutments of the Chanchara bridge in the town center of Compañía, district of Pacaycasa, province of Huamanga, department of Ayacucho. The town center of Compañía is located in the district of Pacaycasa which is a well-known district in the department of Ayacucho since it is the area where artisan bricks are made, this town has a river Pongora, which is a river quite wide and of great flow, next to the populated center is the Chanchara bridge that was built and inaugurated recently, this bridge was built recently since the previous bridge was very dangerous due to the flow that the river carries in rainy seasons, in this The work proceeded to evaluate the existing riparian defenses in the vicinity of the Chanchara bridge since to date this river has a riparian defense in certain areas in turn there are areas in which there is no protection, according to our surveys collected from the residents, the river usually overflows causing frequent flooding of the crops surrounding the riverbanks, in this work s e first carried out the evaluation of the existing gabions where we measured the height and width of each gabion itself, the state of conservation of the gabions was observed, which are made of stone and mesh, later the river flow was evaluated which It was carried out in the field in the first stage and this data obtained was compared with the maximum flows found in previous works carried out in the Pongora river, assuming the maximum flow for the calculation of the gabion height to be considered, in turn an evaluation was made Visualization of the lands on the river bank to identify the types of soils present on the banks, the vegetation present on the banks of the Pongora river was also evaluated.

Keywords: Algorithm, Flow, Gabion, Bridge, River.

ÍNDICE GENERAL

TÍTULO DE LA TESIS	i
EQUIPO DE TRABAJO	ii
FIRMA DE JURADO Y ASESOR	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
DEDICATORIA	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
I INTRODUCCIÓN.	1
II REVISIÓN DE LA LITERATURA.	3
2.1 Antecedentes.	3
2.1.1 Antecedentes Locales.	3
2.1.2 Antecedentes Nacionales.	5
2.1.3 Antecedentes Internacionales.	12

2.2	Marco teórico.	15
III HIPÓTESIS.		30
3.1	Hipótesis general.	30
3.2	Hipótesis específicas.	30
IV METODOLOGÍA.		31
4.1	Diseño de la investigación.	31
4.2	Tipo de investigación.	32
4.3	Nivel de la investigación.	32
4.4	Población y muestra.	32
4.4.1	Población.	32
4.4.2	Muestra.	32
4.4.3	Muestreo.	33
4.5	Definición y operacionalización de variables e indicadores.	33
4.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	35
4.7	Plan de análisis.	35
4.8	Matriz de consistencia.	36
4.9	Principios éticos.	38
4.9.1	Proteccion de personas.	38
4.9.2	Cuidado del medioambiente y la biodiversidad.	38
4.9.3	Libre participación y derecho a estar informado.	38
4.9.4	Beneficencia no Maleficencia.	39
4.9.5	Justicia.	39
4.9.6	Integridad física.	39
V RESULTADOS.		40
5.1	Evaluación de la estructra hidráulica.	40
5.1.1	Evaluación de defensa ribereña existente.	40
5.1.2	Evaluación fotogramétrica.	44

5.1.3	Recolección de los datos de campo y ubicación de los punto de control:	46
5.1.3.1	Calibración y ubicación de la camara:	48
5.1.3.2	Nube de puntos esparcida:	48
5.1.3.3	Nube de puntos densa:	49
5.1.3.4	Modelo tridimensional de mallas:	50
5.1.3.5	Modelo texturado:	51
5.1.3.6	Aplicaciones de las reconstrucciones 3D:	52
5.1.4	Evaluación hidrológica.	56
5.1.4.1	Cálculo de caudal máximo.	56
5.1.5	Evaluación geomorfológica.	66
5.1.5.1	Evaluación de tipo de suelo.	66
5.1.5.2	Evaluación de tipo de vegetación.	66
5.1.6	Cálculo de la altura de gavión propuesto.	67
5.2	Análisis de resultados.	69
	VI CONCLUSIONES.	71
	ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.	72
	ANEXOS	76

ÍNDICE DE FIGURAS

2.1	Perfil de socavación. Fuente: Metodología para proyectos de protección.	18
2.2	Estado de equilibrio. Fuente: Vide ,(1998).	20
2.3	Llanuras de inundabilidad. Fuente: Vide ,(1998).	20
2.4	Hidrograma. Fuente: Diseño de defensa ribereña.	23
2.5	Partes de una gavión. Fuente: Diseño de defensa ribereña.	25
2.6	Gaviones caja. Fuente: Diseño de defensa ribereña de Shanao.	26
2.7	Gaviones tipo colchón. Fuente: Diseño de defensa ribereña de Shanao.	26
2.8	Gaviones tipo saco. Fuente: Diseño de defensa ribereña de Shanao.	27
5.1	Diagrama de flujo de la investigación. Fuente: Elaboración propia.	40
5.2	Vista del río Pongora. Fuente: Elaboración propia.	41
5.3	Medición de la altura de gavión. Fuente: Elaboración propia.	42
5.4	Vista de gavión. Fuente: Elaboración propia.	42
5.5	Medición del ancho de gavión. Fuente: Elaboración propia.	43
5.6	Medición de ancho del gavión. Fuente: Elaboración propia.	43
5.7	Medición de la altura de gavión. Fuente: Elaboración propia.	44
5.8	Toma de datos con el dron. Fuente: Elaboración propia.	45
5.9	Toma de datos con el dron. Fuente: Elaboración propia.	45
5.10	Ubicación de los puntos de control tomados. Fuente: Elaboración propia. . . .	46
5.11	Ubicación de los puntos de control tomados. Fuente: Elaboración propia. . . .	47
5.12	Nube de puntos dispersa. Fuente: Elaboración propia.	49
5.13	Modelo de nube de puntos denso en planta. Fuente: Elaboración propia. . . .	50

5.14	Modelo de nube de puntos denso en planta. Fuente: Elaboración propia.	50
5.15	Modelo de malla. Fuente: Elaboración propia.	51
5.16	Modelo texturado. Fuente: Elaboración propia.	52
5.17	Modelo texturado de perfil. Fuente: Elaboración propia.	52
5.18	Ortofoto de la zona evaluada. Fuente: Elaboración propia.	53
5.19	Modelo de curvas de nivel. Fuente: Elaboración propia.	54
5.20	El MDT (modelo digital del terreno). Fuente: Elaboración propia.	54
5.21	DEM generado. Fuente: Elaboración propia.	55
5.22	Sección generada. Fuente: Elaboración propia.	55
5.23	Sección del río Niño Yucaes. Fuente: Elaboración propia.	58
5.24	Instrumentos usados. Fuente: Elaboración propia.	60
5.25	Medida de ancho del río Niño Yucaes. Fuente: Elaboración propia.	60
5.26	Cálculo de caudal. Fuente: Elaboración propia.	61
5.27	Cuenca del río Pongora. Fuente: Vladimir Castillo (2017).	62
5.28	Tomando encuesta al poblador. Fuente: Elaboración propia.	65
5.29	Tomando encuesta al poblador. Fuente: Elaboración propia.	65
5.30	Vegetación presenta en el río Pongara. Fuente: Elaboración propia.	67

ÍNDICE DE TABLAS

2.1	Coeficiente para período de retorno. Fuente: Juárez y Rico (2004).	19
4.1	Matriz de operacionalización de variables. Fuente: Fuente propia.	34
4.2	Matriz de consistencia. Fuente: Fuente propia.	37
5.1	Puntos de control. Fuente: Fuente propia.	48
5.2	Datos de sección del río Pongora. Fuente: Fuente propia.	58
5.3	Características de la cuenca del río Pongora. Fuente: Vladimir Castillo (2017).	63
5.4	Caudales máximos. Fuente: Vladimir Castillo (2017).	64

I. INTRODUCCIÓN.

La construcción de defensas ribereñas en los márgenes de los ríos son muy importantes ya que estas estructuras tienen como principal finalidad evitar el desborde de los ríos y así poder prevenir inundaciones y pérdidas económicas pero la construcción de estas estructuras son algo costosas por ello se plantea mayormente la construcción de gaviones los cuales son muros de protección construidas mayormente a base de piedras.

Al analizar la problemática se llegó a la siguiente **pregunta de investigación:** ¿El diseño y evaluación de la defensa ribereña del centro poblado de Compañía del distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga departamento de Ayacucho, protegerá los estribos del puente Chanchara?

Para resolver la pregunta de investigación se planteó como **objetivo general;** Evaluar y diseñar la defensa ribereña para prevenir el daño de los estribos del puente Chanchara del centro poblado de Compañía, distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga, del departamento de Ayacucho. Además, se plantearon dos **objetivos específicos.** El primero fue evaluar la instalación de defensa ribereña en las zonas aledañas al puente Chanchara del centro poblado de Compañía del distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho. El segundo fue describir el estado y las zonas de riesgo donde se podría plantear una defensa ribereña para la protección de los estribos del puente Chanchara del centro poblado de Compañía del distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho.

Como **justificación,** La construcción de defensas ribereñas en los márgenes de

los ríos son muy importantes ya que estas estructuras tienen como principal finalidad evitar el desborde de los ríos y así poder prevenir inundaciones y pérdidas económicas.

La **metodología** de la investigación tuvo las siguientes características. El **tipo** es exploratorio. El **nivel** de la investigación será de carácter cualitativo. El **diseño** de la investigación se va a priorizar en evaluar el estado de la defensa ribereña existente en las zonas aledañas al puente Chanchara del distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho. El **universo o población** de la investigación es indeterminada. La población objetiva está compuesta por las defensas ribereñas en zonas rurales, de las cuales se selecciona el Centro poblado de Compañía, distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.

2.1 Antecedentes.

2.1.1 Antecedentes Locales.

INSPECCIÓN GEODINÁMICA DEL CENTRO POBLADO DE MAYAPO
REGIÓN AYACUCHO, PROVINCIA HUANTA, DISTRITO LLOCHEGUA [1]:

- **Objetivos:** Analizar y evaluar los factores intrínsecos que pueden desencadenar peligros geológicos en la zona de Mayapo.
- **Resultados:** El río Apurímac es de tipo anastomosado, una de sus características dinámicas es colmatar sus cauces y por ello tender a formar nuevos cauces, originando de esta manera las variaciones en la dirección de su curso. En sus márgenes se generan erosiones de riberas. La variación del curso del río Apurímac ha afectado al poblado de Mayapo, ha erosionado unos 200 m lineales y 140 m tierra adentro.
- **Conclusión:** La zona es considera como de Alta Susceptibilidad a los Movimientos en Masa (huaycos, derrumbes y deslizamientos) por presentar condiciones que propician estos fenómenos, tal como rocas de mala calidad, pendiente del terreno, deforestación y precipitaciones pluviales intensas.

MODELAMIENTO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA CONTROL
DE SOCAVACIÓN DE ESTRIBOS DEL PUENTE MARITA DE LA CARRETERA
SANCOS SACCSAMARCA, PROVINCIA DE HUANCA SANCOS - AYACUCHO
[2]:

- **Objetivos:** Plantear los criterios técnicos para realizar el modelamiento hidrológico e hidráulico y controlar la socavación de los estribos del puente Marita ubicado sobre el río Caracha, en la carretera Sancos - Sacsamarca.
- **Resultados:** Es posible controlar la socavación del puente Marita, mediante la variación del caudal y el paso del caudal adecuado por debajo del puente, así derivar el caudal remanente por pilas de alcantarillas de alivio. La variación de la morfología del río Caracha, permite variar los parámetros de socavación en los estribos del puente Marita, donde la socavación total es menor para un caudal de un periodo de retorno de 50 años.
- **Conclusión:** La dinámica del curso de agua del río Caracha, con la derivación del agua hacia las alcantarillas de alivio, influye en la variación de la socavación al pie de los estribos del puente Marita.

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA LA DETERMINACIÓN DE ZONAS INUNDABLES EN EL RÍO QEQRA DEL DISTRITO DE TAMBO-LA MAR-AYACUCHO-2016 [3]:

- **Objetivos:** Establecer la relación que existe entre el estudio hidrológico e hidráulico y la determinación de zonas inundables en el río Qeqra del distrito de Tambo-Ayacucho.
- **Resultados:** Se logró determinar los parámetros geomorfológicos de la cuenca Qeqra, en lo cual tiene una área de 143.32 km² equivalente a 14 332 hectáreas lo que le caracteriza que es una cuenca pequeña, longitud del río principal mide 19.74 km. La parte más baja de la cuenca se encuentra a 2843 m.s.n.m. y parteaguas a 4900 m.s.n.m conformado una pendiente promedio de 17.65 por ciento. La cuenca Qeqra por tener un índice de compacidad superior a la unidad presenta una forma ovalada, el tiempo de concentración es de 4.89 horas.
- **Conclusión:** Al hacer el análisis estadístico de las series de precipitación

máxima en 24 hora se concluye que los datos de precipitación seleccionada para la cuenca Qeqra ajustan a las distribuciones teóricas normal, log normal, Gumbel, log Gumbel a un nivel de significancia de 5%.

SIMULACIÓN HIDROLÓGICA DE CUENCAS Y CANALES DEL RÍO CHICHA MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG), PROVINCIA DE SUCRE - AYACUCHO [4]:

- **Objetivos:** Realizar la Simulación Hidrológica e Hidráulica de Cuencas y Canales del río Chicha Soras, mediante la integración de los modelos HEC-HMS y HEC-RAS con el SIG, para la obtención del hidrograma de máximas avenidas y visualizar las superficies de inundación para distintos períodos de retorno.
- **Resultados:** Los SIG ofrecen una gran capacidad para el diagnóstico y valoración paisajística la posibilidad de integración de elementos georreferenciados. Esto facilita la capacidad de estudio del espacio geográfico.
- **Conclusión:** La obtención de los hidrogramas de máxima avenida, para los distintos periodos retorno, nos muestra resultados no calibrados, puesto que no se tuvo una estación existente para poder calibrarlo.

2.1.2 Antecedentes Nacionales.

ESTUDIO DE MÁXIMAS AVENIDAS PARA LA PROTECCIÓN DE ZONAS DE POSIBLE INUNDACIÓN UBICADA EN EL TRAMO LA OROYA – 40 KM AGUAS ABAJO CUENCA DEL RÍO MANTARO [5]:

- **Objetivos:** Estimar los cuadales máximos para diseño de obras hidráulicas, mediante el análisis estadístico de la información de las estaciones pluviométricas cercanas a la zona de estudio en la Oroya.
- **Conclusión:** se concluyó que es de vital importancia la confiabilidad de la información hidrométrica, topográfica y de la cartografía, además que al someter

los caudales a la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov se obtuvo que la distribución normal se ajusta mejor a los datos, se obtuvo un caudal de 805.82 m³/s para un periodo de retorno de 100 años.

MODELAMIENTO HIDRÁULICO Y DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS DEL RÍO AMOJÚ, LOCALIDAD EL PARRAL – JAÉN - CAJAMARCA [6]:

- **Objetivos:** Determinar el riesgo de inundación en la localidad el Parral debido al río Amojú.
- **Metodología:** El tipo de estudio en el presente trabajo de investigación es aplicado, de acuerdo a la técnica de contraste descriptiva.
- **Conclusión:** En las conclusiones se expone que el sector el Parral presentó un nivel de riesgo alto ante inundaciones con un porcentaje de 79.2% de vulnerabilidad, el porcentaje de riesgo de 79.2% y se estima una afectación económica estimada de S/ 784,998.49 soles.

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE UN TRAMO DEL CAUCE DEL RÍO PACHACHACA APLICANDO HEC RAS PARA EL DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL DISTRITO DE CALAMARCA - JULCAN [7]:

- **Objetivos:** Realizar el análisis comparativo del comportamiento hidráulico de un tramo del cauce del río Pachachaca aplicando Hec Ras para el diseño de defensas ribereñas en el distrito de Calamarca-Julcán.
- **Resultados:** Se determinó el caudal por el método racional que nos dio como resultado 38.60 m³ /s y aplicando experimentalmente el método del flotador obtuvimos un caudal de 29.6 m³ /s, siendo el caudal de diseño 38.60 m³ /s

- **Conclusión:** Se pudo establecer el comportamiento hidrológico para un caso de precipitación con periodo de retorno de 25 años. Se planteó y se diseñó defensas ribereñas en las zonas críticas.

MODELAMIENTO HIDROLÓGICO USANDO HEC-HMS PARA PROYECTAR DEFENSAS CONTRA AVENIDAS EN LA LOCALIDAD DE BOROQUEÑA - TACNA [8]:

- **Objetivos:** Elaboración de un modelo hidrológico para la determinación de caudales de diseño y así realizar la proyección de las estructuras de protección ante inundaciones para controlar la erosión de las quebradas de la localidad de Borogueña.
- **Metodología:** El tipo de estudio en el presente trabajo de investigación es aplicado, de acuerdo a la técnica de contraste descriptiva.
- **Conclusión:** Se pudo concluir que existe una alta capacidad erosiva en la zona de estudio y que las estructuras más recomendables para la protección ante máximas avenidas y el control de la erosión, son zanjas de infiltración, terrazas de formación lenta, 182 diques de control de cárcavas en las siete quebradas estudiadas, así como la plantación de arbustos.

MODELIZACIÓN HIDROLÓGICA CON UN ENFOQUE SEMIDISTRIBUIDO EN LA CUENCA DEL RÍO CHILLÓN, PERÚ [9]:

- **Objetivos:** Analizar comparativamente distintos modelos hidrológicos de la cuenca del río Chillón.
- **Metodología:** Se tuvo que delimitar la cuenca de 1253 km² y subdivirla en 25 subcuencas que se analizarán mediante la información de caudales registrados aplicando criterios estadísticos para hallar caudales en época de estiaje y avenidas máximas.

- **Conclusión:** Esta investigación tuvo conclusiones que los modelos Sacramento Soil Moisture Accounting y Hydrologiska Byrans Vattenbalansavdelning ofrecen mejores resultados de descargas máximas, cumpliéndose ciertos parámetros de eficiencia como Nash y Nash-In.

DEFENSA RIBEREÑA DEL RIO HATUNMAYO EN EL SECTOR DE IZCUCHACA, DISTRITO DE ANTA, PROVINCIA DE ANTA, CUSCO, 2020 [10]:

- **Objetivos:** Determinar el diseño que se deben considerar para realizar la defensa ribereña del Rio Hatunmayo en el sector de Izcuchaca, distrito de Anta, provincia de Anta, Cusco, 2020.
- **Metodología:** Luego del reconocimiento de campo respectivo, se procedió con los trabajos de levantamiento topográfico, iniciando en el Km 0+000 hasta la altura del Km 2+000. Los datos de campo se tomaron contando con una estación total, marca TOPCON, mediante el método de radiación a partir de un punto de referencia estática debidamente alineada en coordenadas conocidas.
- **Conclusión:** Se propuso el diseño de la defensa ribereña que se debe considerar para realizar el Rio Hatunmayo, en el sector Izcuchaca, encontrando que técnicamente es mejor el uso de gaviones como estructuras de defensa ribereña.

DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA DEL RIO POMABAMBA, EN EL TRAMO PUENTE LOS BAÑOS DISTRITO DE POMABAMBA - PROVINCIA POMABAMBA – ANCASH [11]:

- **Objetivos:** Realizar el diseño de defensa ribereña del rio Pomabamba en tramo puente los Baños distrito Pomabamba, provincia Pomabamba, departamento Ancash
- **Metodología:** El tipo de estudio en el presente trabajo de investigación es aplicado, de acuerdo a la técnica de contraste descriptiva. Así mismo, el diseño de estudio corresponde al nivel técnico descriptivo.

- **Resultados:** Los resultados en el presente trabajo de investigación a través de las calicatas se llegaron hasta una profundidad de 0.70 m, 0.80 m y 1.10 m. El SUCS nos ha permitido clasificar el suelo en la zona de encauzamiento dentro del grupo de suelos finos en todo el ancho y largo del cauce formado por suelos de arena mal gradada, arenas gravosas sin finos. Se realizó el estudio de suelos, por lo cual se concluye que los suelos en la zona de estudio son arena mal gradada, arenas gravosas sin finos, así mismo en cuanto a los límites de consistencia ASTM D4318/ NTP 339.129 no presentan límite líquido, límite plástico e índice plástico, la carga admisible (q_a) es de 2.25 kg/cm², 2.28 kg/cm², 3.23 kg/cm² para las calicatas 01, 02, 03 respectivamente y se encuentra dentro del rango de aceptabilidad, ya que la capacidad portante del suelo fue de 1.00 kg/cm².
- **Conclusión:** De acuerdo a los estudios realizados anteriormente y los resultados obtenidos, se concluye que el mejor método de defensa ribereña es la utilización de gaviones, que cumplen con la estabilidad a la volcadura, deslizamiento y reacción del suelo, con valores de 2.82, 1.60 y 0.46 kg/cm².

PROPUESTA DE DEFENSA RIBEREÑA DESDE EL PUENTE DE PIEDRA HASTA EL PUENTE AUQUI, EN EL DISTRITO DE INDEPENDENCIA, HUARAZ-2017 [12]:

- **Objetivos:** Realizar un diseño hidráulico Defensa Ribereña desde el Puente de Piedra hasta el Puente Auqui, Huaraz-2017.
- **Resultados:** Al momento de realizar el levantamiento topográfico se pudo estimar el coeficiente n de Manning, teniendo siempre presente la presencia del material, las propiedades geológicas del margen del cauce. Teniendo un suelo arenoso $n = 0.026$, así como también las secciones del río que son datos necesarios para el programa computacional Hec-Ras 5.05, también se determinó el perfil del proyecto y la longitud exacta del tramo a estudiar. La defensa ribereña en estudio en el tramo indicado, en su fase reciente y planeada respecto al

desenvolvimiento de la corriente del río, se determinó el caudal obtenido con el programa River y luego con el Excel llegando a 66m³/s con un periodo de retorno de 50 años.

- **Conclusión:** Se determinó el diseño hidráulico a partir de los datos de la simulación hidráulica dándonos un tirante con un nivel de agua de máxima avenida con una altura de 2.93 metros y una velocidad de máxima avenida igual a 3.57 m/s , luego de realizar los cálculos obtuve una altura para el muro gavión de 3.71 metros pero por procesos constructivos se tomó 3.75 metros.

DISEÑO DE MUROS DE CONTENCION COMO DEFENSA RIBEREÑA,
TRAMO HUAURA-SAYAN DEL RIO HUAURA [13]:

- **Objetivos:** Determinar la relación entre el caudal del diseño del muro de contención y defensa ribereña del tramo Huaura-Sayán del río Huaura.
- **Metodología:** El presente estudio será una investigación descriptiva, cuantitativa y el paradigma deductivo, puesto que se utilizará los datos obtenidos del trabajo de campo. Se hace uso de datos para dar paso a la aprobación de las hipótesis establecidas en base a la medición numérica con análisis de estadística.
- **Resultados:** Al aplicar la prueba de hipótesis r de Pearson a los resultados cuantitativo se obtiene r de Pearson calculado = 100% está comprendido entre = y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la H₀ y aceptamos la H₁, a un nivel de significancia del 5%; es decir, El diseño de muros de contención se relaciona con la defensa ribereña del tramo Huaura-Sayán del río Huaura
- **Conclusión:** El diseño de muros de contención como defensa ribereña se realice teniendo en cuenta todos los acontecimientos y data del diseño para mejorar las estructuras de defensas y evitando así reboces del río en cuanto se incrementa el cauce. ya que se comprobó la correlación de ambas variables para este propósito

es recomendable que los posteriores proyectos se coordinen y orienten al estudio realizado a priori.

2.1.3 Antecedentes Internacionales.

REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LAS METODOLOGÍAS PARA TOMAR ACCIONES QUE MINIMIZAN LOS EFECTOS NEGATIVOS OCASIONADOS POR LAS MÁXIMAS AVENIDAS DE LOS RÍOS [14]:

- **Objetivos:** Estudiar las inundaciones ocurridas en el planeta desde 1985 a 2010 (3713 casos), el mayor número de ellas han sucedido en zonas urbanas
- **Metodología:** Se analizó las diversas inundaciones que se tuvieron a lo largo de los años en el planeta sucedidos en zonas urbanas.
- **Conclusión:** Esto se debe a que diversas ciudades no tienen un sistema de drenaje pluvial efectivo, o en su defecto, carecen del mismo, además de contar con infraestructuras inadecuadas o mal ubicadas, sumado a la deforestación y modificación de los ecosistemas, ello ha generado la impermeabilización del suelo, y que los volúmenes de agua que se infiltran sea menor a los terrenos inalterados, escurriendo por las calles y se descarguen en los ríos, generando que se cambie el comportamiento de las inundaciones al modificar su ciclo.

ESTIMACIÓN DEL CAUDAL ECOLÓGICO DEL RÍO CALANDAIMA EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA, UTILIZANDO EL MÉTODO IHRA (INGENIERÍA HIDRÁULICA DE RÍOS Y ACEQUIAS) [15]:

- **Objetivos:** Evaluar el Caudal Ecológico para el Río Calandaima ubicado en el departamento de Cundinamarca, mediante el modelo hidráulico IHRA.
- **Resultados:** La simulación de calidad del agua señala que al generarse una disminución significativa del caudal del río, este se verá afectado de manera negativa con respecto a sus características físicas y químicas, ocasionando una afectación del ecosistema. La simulación realizada dio como resultado que el caudal mínimo que puede ser transportado por el cauce debe ser de 6.05 m³/s,

con este caudal se logra que este ecosistema acuático no presente afectaciones significativas en sus características físicas y químicas.

- **Conclusión:** Teniendo en cuenta el análisis realizado por el método IHRA, el río Calandaima en la parte más baja de su cuenca es susceptible a importantes variaciones en su régimen hidráulico a causa de una disminución considerable de caudal en la parte alta de la cuenca.

BASES DE DISEÑO HIDRÁULICO PARA LOS ENCAUZAMIENTOS O CANALIZACIONES DE RÍOS [16]:

- **Objetivos:** Proteger frente a las inundaciones, es decir impedir o dificultar que el territorio se inunde. Este es un objetivo dictado por la presión del daño económico y sobre la vida humana que causa la inundación. Este daño se localiza en núcleos habitados, no necesariamente en ambas márgenes del río.
- **Resultados:** Un encauzamiento de planta recta o de pequeña curvatura (y de fondo móvil) no es capaz de conducir las aguas en línea recta sino que desarrolla una inestabilidad lateral, cuyas consecuencias son: la formación de barras alternadas, el ataque alternativo a las orillas de encauzamiento.
- **Conclusión:** La sinuosidad es un aspecto importante para un encauzamiento que aspire a ser estable. Para esta cuestión al ingeniero le conviene observar los ríos en estado natural, ya que los ríos en estado natural no son rectos.

LA HISTORIA AMBIENTAL DE UN RÍO NO SE CUENTA SOLAMENTE POR SUS AGUAS: ESTUDIO DE CASO DE LA CUENCA RIO BRANCO Y COLORADO – RONDONIA/BRASIL [17]:

- **Objetivos:** Esta investigación consistió en abordar diferentes técnicas y ciencias multidisciplinarias para revelar en los cambios del paisaje de la Cuenca Río Branco y Colorado o protagonismo de sus ríos.

- **Resultados :** Los resultados obtenidos posibilitaran identificar que el conflicto por el río no es algo reciente, mientras sean recientes la cooperación entre actores del tramo Alta Floresta do Oeste a Tierras Indígenas Río Branco, en luchar juntos para que el río Branco sea “libre” y que todos tenga derecho a él. Lo que nos permite identificar un diseño de gobernanza hídrica local que establece el diálogo a parte del río y no de las aguas, aunque estos sea intrínsecos, posibilitando inferir que escuchar la población y sus percepciones es proponer una gestión hídrica fluvial donde la representatividad de cada territorialidad identificada de la cuenca pueda ser inseridas en el proceso de implantación del Comité de Bacía Hidrográfica de la Cuenca del Río Branco y Colorado, para que el diseño de una política hídrica integre derechos y deberes múltiples sean sociales o naturales.
- **Conclusión:** Atender las particularidades de la cuenca, implica en la implantación de una política hídrica flexible a realidad local y no a normas burocráticas que insiste en conectar lugares con el diálogo a partir de las aguas, mientras los que de hecho aplica la normas legales hablan de ríos que componen territorialmente su propia historia.

DISEÑO DE DEFENSAS FLUVIALES RÍO CRUCES EN SAN JOSÉ DE LA MARIQUINA [18]:

- **Objetivos:** Realizar el diseño de defensas fluviales que prevengan inundaciones y daños que se pudieran producir por el aumento de caudal en el río Cruces en San José de la Mariquina.
- **Resultados:** La modelación asistida por computadora mediante el software HEC-RAS entregó resultados bastante confiables, lo cual se verificó a través de la buena correspondencia entre los resultados de la modelación y el comportamiento del río Cruces ante el escenario de las crecidas del año 2008. Se determinó que las vías de acceso a la ciudad, ruta T-20 en su acceso norte y sur, y el puente N°2 son las obras principalmente afectadas quedando

intransitables para vehículos menores debido al desborde del río por encima de las cotas de sus rasantes para el caudal de 100 años. Como parte de los objetivos también se deseaba saber la situación que se presentaría para la ciudad, asentada inmediatamente sobre la ribera norte, para la cual se observó que conservadoramente se mantienen revanchas de 1 [m] en promedio respecto de la ribera de la calle Gustavo Exss.

- **Conclusiones:** Debido a que para la crecida centenaria en el escenario con y sin proyecto, el gálibo del puente San José es menor o igual a 1[m], se sugiere la realización de un estudio que proponga alternativas que disminuyan los riesgos a los que se podría ver enfrentado el viaducto a causa de obstrucciones o atoramientos de materiales principalmente leñosos que son acarreados durante las crecidas del río Cruces.

2.2 Marco teórico.

2.2.1 Parámetros hidrológicos.

Según [19], la hidrología es la disciplina geográfica encargada de estudiar la distribución, temporal y espacial del agua en la atmósfera y corteza terrestre. Este estudio incluye las precipitaciones, la humedad del terreno y los caudales máximos instantáneos. Por cierto, el agua es un agente erosivo que interviene en la formación del relieve y en los procesos geomorfológicos. Según [20] el conocimiento de su dinámica es útil para los profesionales de ingeniería para la solución de problemas prácticos cuando se diseñen estructuras hidráulicas. Los estudios hidrológicos, son importantes para el diseño de obras hidráulicas y para el mejor entendimiento del comportamiento hidrológico de un río, ya que así se puede establecer las áreas más vulnerables, para poder prever un correcto diseño de defensa ribereña. Para la propuesta de las defensas ribereñas se necesita tener en conocimiento:

- **Estudio de la cuenca:** Los factores son el área de la cuenca (A), perímetro de la cuenca (P), Ancho promedio de la cuenca (Ap) y Longitud del río de la cuenca (L).
- **Caudal de diseño:** Es la cantidad de fluido que pasa en un cierto tiempo. El objetivo del cálculo del caudal de diseño, es tomar la crecida de diseño, asociada a la probabilidad de ocurrencia a las diferentes magnitudes de crecida.

2.2.2 Máxima precipitación.

Para [20] la precipitación es la humedad que se origina en las nubes y llega hasta la litósfera como lluvia, granizada, garúa y nevada. Si se le aborda desde una perspectiva ingenieril esta es la fuente originaria del agua superficial. La máxima precipitación, es la cantidad límite superior estadístico (físico), en una cuenca particular para una duración otorgada. Estos registros de precipitaciones son brindados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) las cuales te informan mediante cuadros, donde van detalladamente por cada mes de una serie de años, escogiéndose así la precipitación máxima anual.

2.2.3 Suelos.

En un esquema simplista, el globo terrestre está compuesto esencialmente por un núcleo dominante, integrado por compuestos de hierro y níquel. Además, existe un manto fluido que rodea al núcleo llamado magma. En lo concierne a este manto se tiene la corteza terrestre, formada por una capa decreciente hacia la superficie por silicatos, con un espesor medio entre 30-40 km en las elevaciones continentales, constituidas básicamente por masas distintas con desniveles establecidas por los mares y océanos [21].

2.2.3.1 Principales tipos de suelos.

Entre los tipos de suelos con relación a su origen tenemos dos grupos, por una parte, se tiene a los suelos inorgánicos producto de la descomposición física y/o química de las rocas y los suelos de origen orgánico. Con respecto a la identificación de suelos con los nombres utilizados por los ingenieros civiles se tienen a continuación [21].

- **Gravas:** Es un material generalmente con diámetros entre 76.20 mm y 2 mm, ubicados básicamente en las márgenes y en los lechos de los ríos, también se encuentran en los terrenos con muchas depresiones rellenos de gravas debido al traslado de éstas mismas.
- **Arenas:** Es un material procedente de la trituración artificial y de la denudación de las rocas, consideradas entre un diámetro de sólido (2 mm y 0.5 mm), donde reciben el nombre de granos finos.
- **Limos:** Son partículas de menor diámetro que las arenas, encontrándose entre 0.05 mm – 0.005 mm sus diámetros con ninguna o poca plasticidad, llegando a ser producido por las canteras como un limo inorgánico o por limos encontrados en el río considerados como orgánico, llegando a tener una singularidad plásticas. En lo concierne a lo orgánico presenta una permeabilidad reducida y una elevada comprensibilidad. Referente al color de este material varía de gris claro a muy oscuro.
- **Arcillas:** La arcilla tiene una propiedad de llegar hacer plástica por la mezcla de agua, cuyas partículas de sólido se encuentran en un intervalo de diámetro menor a 0.005 mm.

2.2.3.2 Humedad de suelo.

Para [20], la humedad influye en cuán denso, consistente, compacto, penetrable pueda ser el suelo, además de su capacidad de succión. Se comprende por humedad de suelo a la masa de agua contenida por unidad de masa de sólidos del suelo. Esta humedad es dinámica depende del clima, de la profundidad del suelo y de las características y condiciones del perfil. Desde luego, en un momento dado y a una profundidad presentada, esta puede ser variables y depender de la ubicación en el terreno del punto en consideración.

2.2.4 Profundidad de socavación.

La socavación es un proceso originado por el desplazamiento del agua por un cauce o zona inundable y se caracteriza por la capacidad de arrastre de partículas sólidas. En corrientes aluviales este fenómeno dependerá de factores geológicos, topográficos y de las particularidades hidráulicas de la corriente [20].

La socavación generada en las orillas del afluente, no pueden ser evaluadas con precisión, sin embargo, estas se pueden evaluar mediante estos factores que intervienen: el caudal del río, el tamaño y las cantidades del material sólido que se arrastra en ella [20].

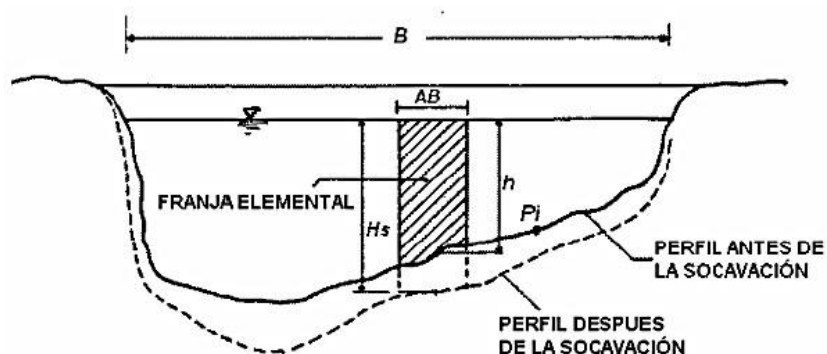


Figura 2.1: Perfil de socavación.

Fuente: Metodología para proyectos de protección.

Periodo de retorno del caudal de diseño (años)	Coefficiente "β"
2	0.82
5	0.86
10	0.90
20	0.94
50	0.97
100	1.00
500	1.05

Tabla 2.1: Coeficiente para período de retorno.
Fuente: Juárez y Rico (2004).

2.2.5 Morfología de un río.

El río es un componente natural que acopia aguas de las cuencas cercanas que fluyen a su cuenca, la misma que traslada en cualquier régimen hasta su desembocadura. La morfología de un río genera el estudio de los cambios que experimenta un río, tanto en su trayecto, como en su sección transversal (lecho y márgenes). Su comportamiento del río depende altamente de la topografía, porque así vemos las condiciones en las que se encuentra un río. asimismo, al desarrollo de un río y las formas que adopta son diferentes en una zona llana y en una zona de fuerte pendiente [22].

2.2.6 Estado de equilibrio.

Se dice que un tramo fluvial se encuentra en estado de equilibrio cuando la cantidad de sólidos que ingresa es igual a la que sale, en un tiempo determinado. En dicho tramo no hay erosión ni sedimentación [22].

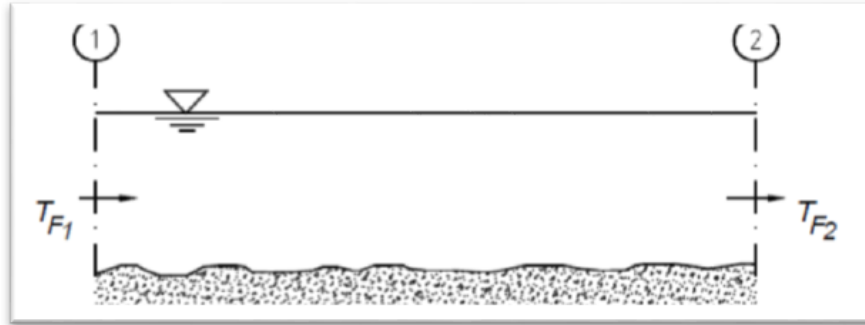


Figura 2.2: Estado de equilibrio.

Fuente: Vide ,(1998).

2.2.7 Llanuras de inundación.

Las llanuras de inundabilidad son las áreas cercanas al cauce principal. La llanura es un terreno muy llano, sin embargo, con diferentes formaciones [22].

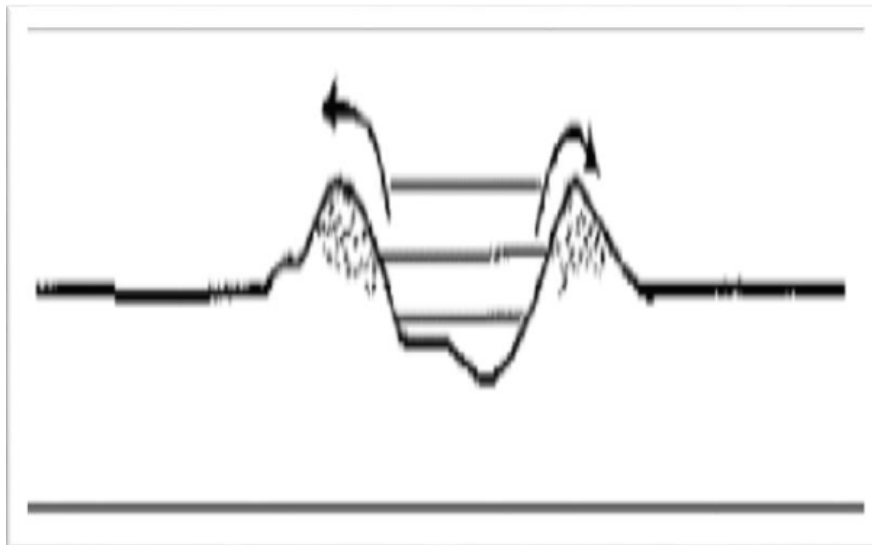


Figura 2.3: Llanuras de inundabilidad.

Fuente: Vide ,(1998).

2.2.8 Las defensas ribereñas.

Son estructuras construidas para proteger de las crecidas de los ríos las áreas aledañas a estos cursos de agua. La protección contra las inundaciones incluye, tanto los medios estructurales, como los no estructurales, que dan protección o reducen los riesgos de inundación [19].

2.2.8.1 Controladores para defensas ribereñas.

En el Perú existen muchas zonas bajo el riesgo de inundación. En particular son vulnerables aquellas poblaciones, que ven periodos de precipitaciones anuales y que se han asentado cerca de los caudales de los ríos. Como muchos fenómenos naturales, los ríos tienen un comportamiento de difícil proyección. Aquellos con tendencias a sufrir inundaciones suelen presentar comportamientos imprevisibles que solo sirven para maximizar el nivel del riesgo de las poblaciones que habitan cerca de ellos. Las inundaciones no solo significan la pérdida de vidas humanas; afectan también los medios de vida y de soporte económico de las poblaciones bajo situaciones económicas marginales. Una alternativa para lidiar con la realidad de las inundaciones en el Perú, mitigar sus efectos y prevenir el escalamiento de situaciones de desastre es mediante controladores ribereños, una forma de barrera de protección ante la subida del nivel de agua [19].

2.2.8.2 Funciones de la defensas ribereñas.

- Reducir la velocidad de la corriente cerca de la orilla.
- Desviar la corriente de la orilla cuando ocurren desbordes.
- Prevenir la erosión de las márgenes del río.
- Establecer y mantener un ancho fijo para el río.
- Estabilizar el cauce fluvial.
- Controlar la migración de meandros.

2.2.9 Estudio de la hidrología.

Un buen estudio hidrológico debe tomar en cuenta aspectos de precipitación y climatología de la cuenca (precipitación media anual, tendencias mensuales, meses

lluviosos y meses secos), de eventos máximas y mínimos de transporte de los sedimentos todo respecto al río Rímac donde se construirá la defensa. Para determinar la precipitación, se debe recabar a la información oficial (datos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, para el caso de Perú, Ana) [19].

2.2.9.1 Estudio de descargas máximas e hidrograma de avenidas.

Este estudio deberá consistir en observar los datos históricos de los caudales del río, para determinar cuáles son sus cargas máximas y en qué meses. Para ello se debe observar y registrar la serie histórica de caudales obtenidos durante la estación de mayor aforo del río. En caso de que no existan datos, se pueden obtener aforos alejados del lugar donde se planea construir una defensa ribereña, pero en la misma cuenca. Luego, se deben corregir los datos de acuerdo a la superficie de las cuencas. La máxima avenida es un fenómeno hidrometeorológico que se debe a condiciones naturales. La magnitud de una crecida o la avenida de un río dependen de muchos factores siendo los más importantes los siguientes [19]:

- Localización y duración de las tormentas en la cuenca colectora.
- Trayectoria de la tormenta.
- Área y forma geométrica de la cuenca colectora.
- Topografía de la cuenca, la pendiente de su cauce principal y el de sus tributarios.
- Geología de la cuenca colectora.
- Cobertura vegetal.
- Estado de saturación hídrica de la cuenca.

Los fenómenos de las avenidas, al igual que las precipitaciones, son aleatorios con ciclos básicamente anuales.

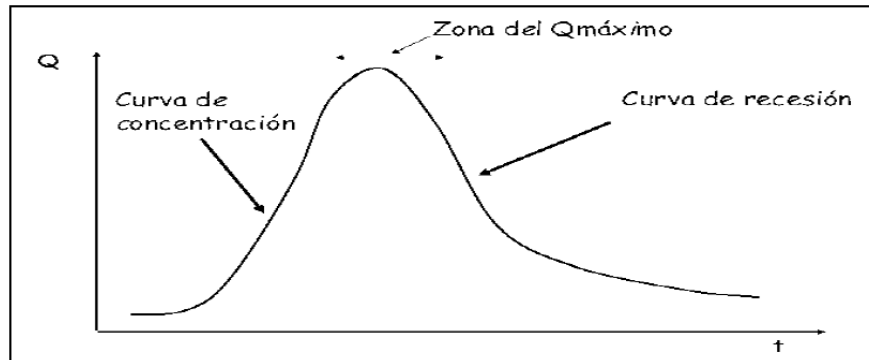


Figura 2.4: Hidrograma.
Fuente: Diseño de defensa ribereña.

El método más útil para cuencas pequeñas, donde no se cuenta con datos de caudales, es el método indirecto. Está basado en tres factores: intensidad de precipitación, área de la cuenca y coeficiente de escurrimiento.

2.2.9.2 Factores que determinan las máximas avenidas.

Las máximas avenidas son debidas a factores como [19]:

- **La precipitación:** La existencia de frentes activos, las lluvias orográficas, así como las tormentas pueden producir precipitaciones excepcionales, que son la base de las crecidas. Las precipitaciones afectan de forma distinta según el tamaño de las cuencas.
- **La fusión de la nieve:** Este fenómeno debido a un aumento de la temperatura, que puede acompañar a las lluvias intensas, puede ser un factor de incremento del caudal de una avenida.
- **El estado de humedad del suelo:** Como se sabe existe una primera retención que es muy baja con suelo inicialmente saturado. Es un factor importante en cuencas grandes.
- **Geomorfología de la Cuenca:** Las características geomorfológicas de una cuenca como la pendiente o la vegetación son un factor básico en la generación de una avenida.

- **La actividad humana:** Puede variar las características de la avenida en una cuenca como, por ejemplo, la existencia de zonas urbanizadas facilita la escorrentía, la existencia de embalses retrasa y lamina la avenida.

2.2.10 Historia de los gaviones.

La palabra gavi3n parece venir de la 3poca Romana. El diccionario Oxford da una referencia que data de 1579 y dice que la palabra deriva del lat3n "Cavea", que significa caja. Sin embargo, el principio del gavi3n como defensa es mucho m3s antiguo que eso. Los Egipcios usaban los gaviones para construir diques a lo largo del Nilo, alrededor de 5000 a3os antes de Jesucristo. Los chinos usaban estructuras similares a lo largo del r3o Amarillo alrededor de 1000 a3os A.C. Los primeros gaviones fueron hechos de fibras vegetales y eran muy durables; se adecuaban a instalaciones temporales, sin embargo, gracias a su flexibilidad y facilidad de construcci3n con materiales locales, el principio del gavi3n persiste a trav3s de centurias para combatir a erosi3n y consolidar terraplenes. El empleo de gaviones met3licos en obras de ingenier3a se remonta a fines de 1800. Fue en Europa donde se desarroll3 y di3o uso al primer gavi3n met3lico, sin embargo en Am3rica es relativamente nuevo [23].

2.2.10.1 Descripciones de los gaviones.

El gavi3n es una caja con malla met3lica hexagonal tejido con triple torsi3n. Contiene las orillas enrolladas mec3nicamente con alambre cuyo di3metro ser3 especificado m3s adelante. Cada gavi3n podr3 ser dividido en celdas espaciadas de metro en metro, conforme a las necesidades del proyecto. Estas divisiones son hechas a trav3s de diafragmas. Se presenta simple galvanizado b3sicamente en los tipos [23]:

- Triple galvanizado.
- Triple galvanizado y plastificado (PVC).

El gavión es llenado con piedras transformándose así en un excelente elemento de construcción, tanto para obras de defensa fluvial como para contención de terraplenes. Alternativamente también se usan los gaviones de mallas electrosoldadas galvanizadas de cocada ortogonal, cuya modelo de abertura es 10 cm x 10 cm.

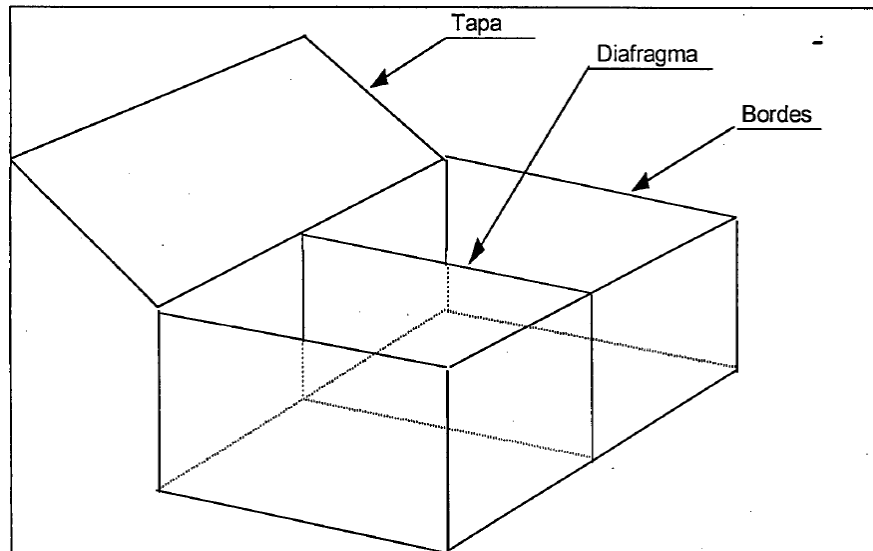


Figura 2.5: Partes de una gavión.

Fuente: Diseño de defensa ribereña.

2.2.10.2 Formas.

se tienen las siguientes formas [23]:

- **Gaviones caja:** Normalmente una caja es dividida en celdas cuyo largo es dividido por diafragmas colocados a cada metro y puestos como pieza transversal a través de un alambre fino retorcido.

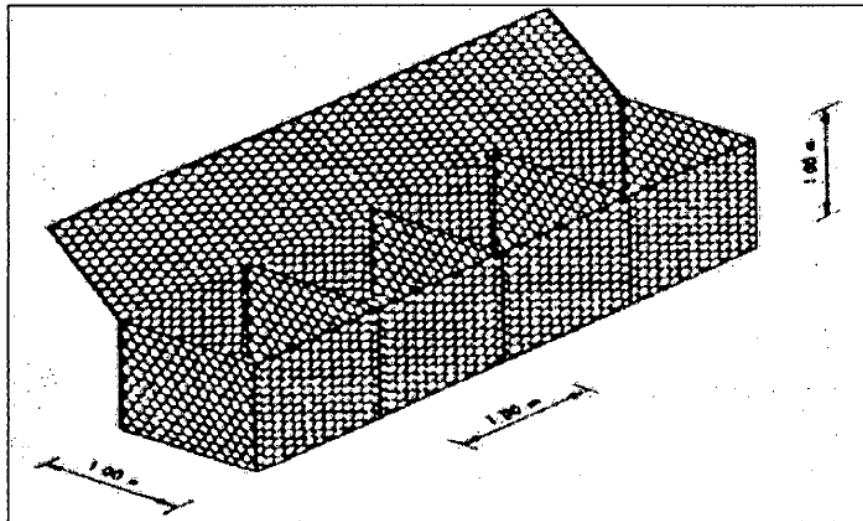


Figura 2.6: Gaviones caja.

Fuente: Diseño de defensa ribereña de Shanao.

- **Gaviones tipo colchón:** Es una pieza de forma paralelepípeda de pequeña altura constituida por mallas que forman una base, con pequeñas paredes en sentido vertical. Un colchón está dividido en celdas con igual longitud de espaciamiento mediante diafragmas colocadas a cada metro y conectados a la pieza de base a través de un alambre fino llamado también tortol. La tapa es unida de forma separada.

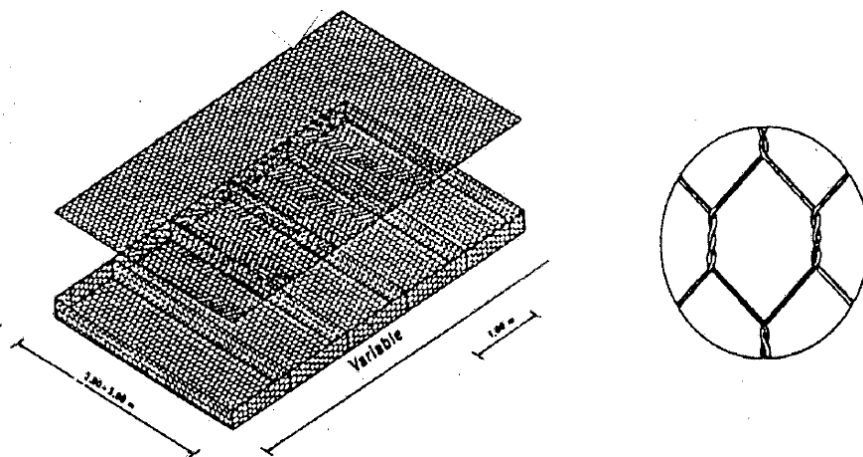


Figura 2.7: Gaviones tipo colchón.

Fuente: Diseño de defensa ribereña de Shanao.

- **Gaviones tipo saco:** Un saco está constituido por un único paño de malla de forma rectangular, que debe ser montado y enrollado de modo que al ser unido;

los lados mayores del rectángulo, este debe asumir una forma cilíndrica.

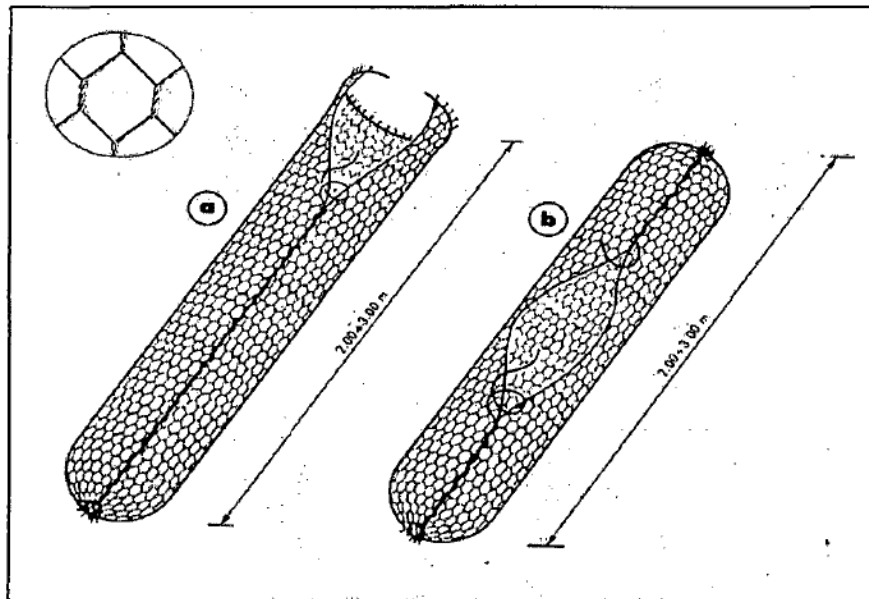


Figura 2.8: Gaviones tipo saco.
Fuente: Diseño de defensa ribereña de Shanao.

2.2.11 Drones – sistemas aéreos no tripulados (UAS)

Los drones son vehículo aéreo no tripulado (UAV), es un equipo que en la actualidad ha mejorado el mundo de la disciplina de la fotogrametría y cartografía, debido a que por su disponibilidad y bajo costo se puede obtener mayor precisión en el proceso de levantamiento fotogramétrico [24].

2.2.12 Tecnología de un dron

Un Dron es un equipo dirigido por control remoto que puede sobrevolar por medio de un controlador de vuelo [25]. Por otra parte un dron, se puede conceptualizar como un cuadricóptero con diferentes motores que por medio de propulsión e impulsión se mueve y vuela. Este aparato se mantiene en vuelo debido a que una parte de sus hélices gira en un sentido y la otra parte gira en sentido contrario.

2.2.12.1 Movimiento de un dron

Para su correcto funcionamiento, lo más habitual es que use cuatro hélices, o más: dos giran en un sentido y dos sentido contrario; y trabajan al mismo tiempo para elevarlo en el aire. Si variamos el empuje ejercido en cada hélice podemos conseguir una completa estabilidad del Dron [26].

El Dron tiene cuatro tipos de movimiento:

Yaw : Es el movimiento hacia la derecha o izquierda del eje vertical.

Roll : Es el que desarrolla un movimiento hacia la derecha o izquierda del eje longitudinal.

Picth: Este movimiento se desarrolla a partir de la rotación hacia delante o hacia atrás con respecto al eje transversal o lateral del dron.

Altitud: Es el movimiento de elevación en vertical.

2.2.12.2 Usos de la cámara de los drones

”Una de las principales funciones de los drones es la capacidad de volar por las zonas de un terreno con diversas ventajas respecto a las naves pilotadas [26]”:

- Pueden volar en terrenos de difícil alcance y disminuyen el riesgo de pilotaje.
- Las exploraciones se hacen con menor presupuesto así mismo se gasta menos en mantenimiento.
- Se tiene mayor seguridad ya que no se requiere un piloto.

Lo primordial de un dron es la cámara integrada, ya que de ella depende la calidad de imágenes captadas. Las cámaras de los drones son esenciales ya que a mayor calidad de cámara se tendrá mejores resultados en la toma de datos llegando a grandes precisiones. En la actualidad hay muchas formas de usar los drones por los

diferentes beneficios que brinda hay aplicaciones de proyectos realizados con drones donde el uso de tratamientos de imágenes es esencial como es el caso de la generación de DEM de alta resolución.

2.2.12.3 Aplicación de los drones en la ingeniería civil

La aplicación de los drones dentro de la ingeniería civil es muy amplia, teniendo algunas áreas, como, por ejemplo [27]:

- Elaboración de cartografía básica.
- Elaboración de levantamientos de catastro.
- Levantamiento de cuencas para diseño de presas y represas, entre otras áreas.

Los drones en el área de la topografía dependerán mucho del tiempo de vuelo, la capacidad de la cámara, la altura de vuelo, los puntos georreferenciados en el terreno (puntos de control base).

2.2.13 Structure From Motion

Es un algoritmo que nos permite obtener puntos en 3D, este algoritmo permite llevar a partir de un imagen en dos dimensiones podemos obtener imágenes en tres dimensiones. "El algoritmo Structure from Motion (SfM) se entiende como la estimación de la estructura 3D de un objeto rígido y el movimiento relativo de la cámara entre imágenes 2D, cuando los parámetros externos son desconocidos pero se trasladan [28]". Dicho de otro forma este método está sustentado en la obtención de la translación y la rotación de un punto entre dos imágenes.

III. HIPÓTESIS.

3.1 Hipótesis general.

Es posible evaluar la defensa ribereña para la protección de los estribos del puente Chanchara, distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga, del departamento de Ayacucho.

3.2 Hipótesis específicas.

- Se va lograr la protección de los estribos del puente Chanchara mediante la instalación de defensa ribereña en el centro poblado de Compañía, distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga, del departamento de Ayacucho.
- Se va lograr diseñar el estado de la defensa ribereña en el puente Chanchara del centro poblado de Compañía, distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga, del departamento de Ayacucho.

IV. METODOLOGÍA.

4.1 Diseño de la investigación.

El diseño de la investigación comprende:

- Búsqueda de antecedentes y elaboración del marco conceptual, para evaluar el planteamiento de defensas ribereñas en el Centro Poblado de Compañía del distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho para prevenir el desgaste de los estribos del puente Chanchara.
- Analizar criterios de diseño para prevenir e incrementar la vida útil de los estribos del puente Chanchara en el Centro Poblado de Compañía del distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.
- Diseño del instrumento de evaluación que permita el correcto recogo de información para plantear una solución adecuada para la protección del puente Chanchara en el Centro Poblado de Compañía del distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.
- Aplicar los instrumentos para elaborar el diseño de defensa ribereña en el puente Chanchara en el Centro Poblado de Compañía del distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

4.2 Tipo de investigación.

La investigación será de tipo exploratorio, ya que la investigación busca comprender más el tema pero sin dar resultados concluyentes y esta basada en estudios previos realizados en la zona.

4.3 Nivel de la investigación.

Esta investigación estará en el nivel cuantitativo, no experimental. Las investigaciones no experimentales son aquellas que se realizan sin manipular las variables, es decir, no se varía intencionalmente la variable independiente, solo se evalúa tal cual se encuentre.

4.4 Población y muestra.

El universo o población para esta investigación es indeterminada.

4.4.1 Población.

La población objetiva está compuesta por las defensas ribereñas en zonas rurales, de las cuales se selecciona el Centro poblado de Compañía, distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

4.4.2 Muestra.

La muestra a considerar será las zonas aledañas al puente Chanchara, del centro poblado de Compañía, del distrito de Pacaycasa, de la provincia de Huamanga del departamento de Ayacucho.

4.4.3 Muestreo.

Son el ancho y la altura de la defensa ribereña, aledañas al puente Chanchara, del centro poblado de Compañía, distrito Pacaycasa, provincia de Huamanga del departamento de Ayacucho así mismo se considera el caudal máximo del río Pongora.

4.5 Definición y operacionalización de variables e indicadores.

Operacionalización de variables:

Ver la Tabla ??.

EVALUACIÓN Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBERENA DE LOS ESTRIBOS DEL PUENTE CHANCHARA EMPLEANDO EL ALGORITMO SFM-DMV EN EL CENTRO POBLADO DE COMPAÑÍA, DISTRITO DE PACAYCASA, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, 2021.		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<p>Variable independiente:</p> <p>Evaluación del estado de la defensa ribereña ubicada en el puente Chanchara, de la localidad de Compañía, distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho.</p>	<p>Evaluación fotogramétrica de los terrenos en el puente Chanchara, distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga departamento de Ayacucho.</p> <p>Evaluación hidrológica del río Pongora en el centro poblado de Compañía, distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga departamento de Ayacucho.</p> <p>Caracterización geomorfológica del cauce del río Pongora y terrenos aledaños al puente Chanchara, distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Caudal del río. - Longitud del río. - Tirante de diseño. - Espejo del río. - Tipo de terreno. - Tipo de suelo. - Tipo de vegetación.
<p>Variable dependiente:</p> <p>Diseño de defensa ribereña aledaños al puente Chanchara del centro poblado de Compañía, distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga departamento de ayacucho.</p>	<p>Diseño de la defensa ribereña considerando sus características, descriptivas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de drone. -Fotos. - Tipo de GPS. <p>Rango de valores.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Altura de gavión.

Tabla 4.1: Matriz de operacionalización de variables.

Fuente: Fuente propia.

4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos de recolección de datos:

- **Técnicas de evaluación visual:** Se hará una primera inspección visual del lugar en estudio y las poblaciones que serán beneficiadas.
- **Cámara fotográfica:** Nos permitirá tomar imágenes con respecto a la situación actual de los terrenos aledaños al río Pongora.
- **Cuaderno para la toma de apuntes:** Para registrar las variables y los datos correspondientes.
- **Wincha:** Para realizar las mediciones correspondientes de las defensas ribereñas.
- **Libros y/o manuales de referencia:** Para tener información acerca de la descripción, medición y relación de estado de defensas ribereñas.
- **Equipos topográficos:** Los equipos topográficos utilizados fueron la estación total. Fueron utilizados para el realizar el levantamiento de los puntos de control.
- **Equipos adicionales:** Se utilizo un dron para hacer el vuelo y tener una mejor ubicación de toda la zona con la cual se realizo una reconstrucción 3D.

4.7 Plan de análisis.

El análisis de los datos se realizará haciendo uso de técnicas estadísticas que permitan obtener resultados y conclusiones a través de indicadores cuantitativos y/o cualitativos.

- Los fotografías obtenidas fueron almacenadas en la memoria del dron las cuales fueron usadas en gabinete para la reconstrucción 3D.

- Con la reconstrucción 3D pudimos obtener una mayor visión de las zonas evaluadas las cuales fueron zonas aledañas al puente Chanchara.
- Se tomaron medidas de los gaviones existentes en las inmediaciones del puente de Chanchara.
- Se determinará el tipo de suelo y la vegetación existente en las inmediaciones del puente Chanchara y los márgenes del río Pongora.
- Se realizaron tomas de datos del caudal en campo por el método del flotador, para lo cual se usó un objeto flotante.
- Finalmente se revisaron trabajos de investigaciones anteriores en el río Pongora para así obtener el caudal máximo de diseño para nuestra defensa ribereña a plantear.

4.8 Matriz de consistencia.

Ver la Tabla 4.2.

EVALUACIÓN Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DE LOS ESTRIBOS DEL PUENTE CHANCHARA EMPLEANDO EL ALGORITMO SFM-DMV EN EL CENTRO POBLADO DE COMPAÑIA, DISTRITO DE PACAYCASA, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, 2021.				
PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
<p>¿El diseño y evaluación de la defensa ribereña del centro poblado de Compañía del distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga departamento de Ayacucho, protegerá los estribos del puente Chanchara ?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Evaluar y diseñar la defensa ribereña para prevenir el daño de los estribos del puente Chanchara del centro poblado de Compañía, distrito de Pacaycasa, del departamento de Ayacucho.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluar la instalación de defensa ribereña en las zonas aledañas al puente Chanchara del centro poblado de Compañía del distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho. 2. Describir el estado y las zonas de riesgo donde se podría plantear una defensa ribereña para la protección de los estribos del puente Chanchara del centro poblado de Compañía del distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho. 	<p>La construcción de defensas ribereñas en los márgenes de los ríos son muy importantes ya que estas estructuras tienen como principal finalidad evitar el desborde de los ríos y así poder prevenir inundaciones y pérdidas económicas.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>Es posible evaluar la defensa ribereña para la protección de los estribos del puente Chanchara, distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga, del departamento de Ayacucho.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se va lograr la protección de los estribos del puente Chanchara mediante la instalación de defensa ribereña en el centro poblado de Compañía, distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga, del departamento de Ayacucho. 2. Se va lograr diseñar el estado de la defensa ribereña en el puente Chanchara del centro poblado de Compañía, distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga, del departamento de Ayacucho. 	<p>Tipo:</p> <p>El proyecto de investigación es del tipo exploratorio.</p> <p>Nivel:</p> <p>El proyecto de investigación tiene un nivel cualitativo.</p> <p>Enfoque:</p> <p>El proyecto de investigación tiene un enfoque descriptivo.</p> <p>Diseño:</p> <p>Elaborar encuestas, buscar, analizar y diseñar los instrumentos para la evaluación de la defensa ribereña del centro poblado de Compañía, departamento de Ayacucho.</p> <p>Universo y muestra:</p> <p>El universo o población es indeterminada. La población objetiva será las defensas ribereñas en zonas rurales, de las cuales se selecciona el Centro poblado de Compañía, distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.</p>

Tabla 4.2: Matriz de consistencia.

Fuente: Fuente propia.

4.9 Principios éticos.

4.9.1 Protección de personas.

La persona en toda investigación es el fin y no el medio, por ello necesita cierto grado de protección, el cual se determinará de acuerdo al riesgo en que incurran y la probabilidad de que obtengan un beneficio.

En las investigaciones en las que se trabaja con personas, se debe respetar la dignidad humana, la identidad, la diversidad, la confidencialidad y la privacidad. Este principio no sólo implica que las personas que son sujetos de investigación participen voluntariamente y dispongan de información adecuada, sino también involucra el pleno respeto de sus derechos fundamentales, en particular, si se encuentran en situación de vulnerabilidad.

4.9.2 Cuidado del medioambiente y la biodiversidad.

Las investigaciones que involucran el medio ambiente, plantas y animales, deben tomar medidas para evitar daños. Las investigaciones deben respetar la dignidad de los animales y el cuidado del medio ambiente incluido las plantas, por encima de los fines científicos; para ello, deben tomar medidas para evitar daños y planificar acciones para disminuir los efectos adversos y maximizar los beneficios.

4.9.3 Libre participación y derecho a estar informado.

Las personas que desarrollan actividades de investigación tienen el derecho a estar bien informados sobre los propósitos y finalidades de la investigación que desarrollan, o en la que participan; así como tienen la libertad de participar en ella, por voluntad propia. En toda investigación se debe contar con la manifestación de voluntad, informada, libre, inequívoca y específica; mediante la cual las personas como sujetos investigados o titular de los datos consiente el uso de la información para los

fines específicos establecidos en el proyecto.

4.9.4 Beneficencia no Maleficencia.

Se debe asegurar el bienestar de las personas que participan en las investigaciones. En ese sentido, la conducta del investigador debe responder a las siguientes reglas generales: no causar daño, disminuir los posibles efectos adversos y maximizar los beneficios.

4.9.5 Justicia.

El investigador debe ejercer un juicio razonable, ponderable y tomar las precauciones necesarias para asegurar que sus sesgos, y las limitaciones de sus capacidades y conocimiento, no den lugar o toleren prácticas injustas. Se reconoce que la equidad y la justicia otorgan a todas las personas que participan en la investigación derecho a acceder a sus resultados. El investigador está también obligado a tratar equitativamente a quienes participan en los procesos, procedimientos y servicios asociados a la investigación.

4.9.6 Integridad física.

La integridad o rectitud deben regir no sólo la actividad científica de un investigador, sino que debe extenderse a sus actividades de enseñanza y a su ejercicio profesional. La integridad del investigador resulta especialmente relevante cuando, en función de las normas deontológicas de su profesión, se evalúan y declaran daños, riesgos y beneficios potenciales que puedan afectar a quienes participan en una investigación. Asimismo, deberá mantenerse la integridad científica al declarar los conflictos de interés que pudieran afectar el curso de un estudio o la comunicación de sus resultados.

V. RESULTADOS.

5.1 Evaluación de la estructura hidráulica.

La evaluación hidráulica tuvo varias etapas una de las cuales consistió en la evaluación de la defensa ribereña existente en las inmediaciones del puente Chanchara, el cual fue construido para proteger los terrenos aledaños al río Pongora, así mismo se evaluó el caudal del río Chanchara, del centro poblado de Compañía del distrito de Pacaycasa, a su vez se recogieron encuestas de los pobladores para saber el alcance que había tenido el río al desbordarse.

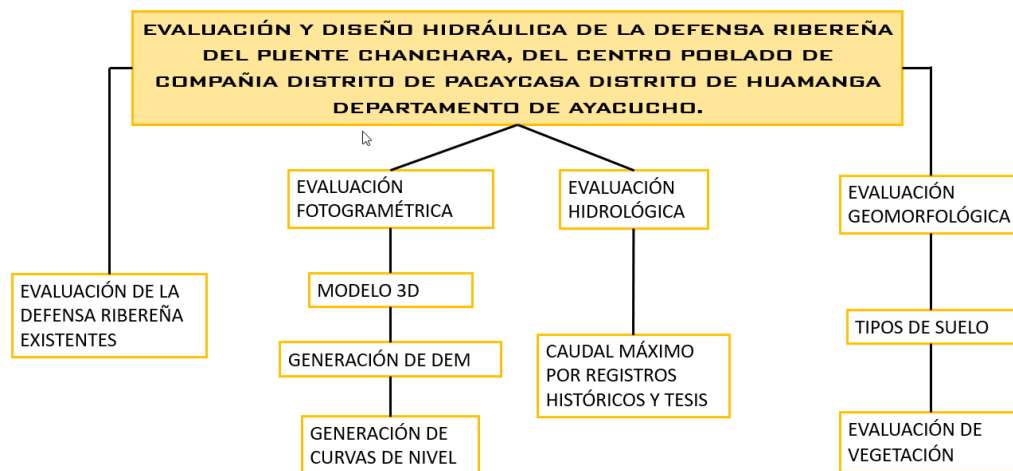


Figura 5.1: Diagrama de flujo de la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.1 Evaluación de defensa ribereña existente.

En esta sección del trabajo de investigación se procedió a la evaluación de la defensa ribereña existente aledaños a la zona evaluada, las cuales están instaladas al

margen de río Pongora, las defensas ribereñas encontradas en la zona son los gaviones, los cuales están construidos a base de piedra y un enmallado metálico, con respecto al gavión encontrado podemos mencionar que son gaviones de tres niveles con un buen estado de conservación a simple vista, en esta etapa de la investigación tomamos datos de altura y ancho de los gaviones teniendo los siguientes resultados:



Figura 5.2: Vista del río Pongora.

Fuente: Elaboración propia.

Altura y ancho de gavión.

Los gaviones encontrados en el río Pongora en las inmediaciones del puente Chanchara midieron un total de 3.20 metros de altura y un ancho de 1.8 metros.



Figura 5.3: Medición de la altura de gavión.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.4: Vista de gavión.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.5: Medición del ancho de gavión.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.6: Medición de ancho del gavión.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.7: Medición de la altura de gavión.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2 Evaluación fotogramétrica.

La evaluación fotogramétrica se realizó haciendo el levantamiento de la zona aledaña al puente Chanchara del distrito de Pacaycasa, esto se logro con la ayuda de un drone, con el cual se recolecto fotos los cuales fueron procesados posteriorente para obtener su reconstrucción 3D y la posterior obtención de modelos de elevación digital.



Figura 5.8: Toma de datos con el drone.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.9: Toma de datos con el drone.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.3 Recolección de los datos de campo y ubicación de los puntos de control:

Lo primero que se realizó al llevar al campo de trabajo fue hacer un chequeo y visualización de los lugares mas visibles y de facil acceso en donde se podrian ubicar los puntos de control se ubicaron un total de 11 puntos con la ayuda del GPS diferencial, el cual fue previamente marcado con una pintura roja, antes de hacer la toma de datos con el equipo topográfico, estas marcas fueron de un tamaño regular para que sean facilmente reconocidas al hacer el vuelo con el drone.



Figura 5.10: Ubicación de los puntos de control tomados.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.11: Ubicación de los puntos de control tomados.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestra los 11 puntos de control tomados y sus respectivas coordenadas.

PUNTOS DE CONTROL	NORTE (N)	ESTE (E)	ALTURA (Z)
1	8550198.518	587634.8714	2484.8709
2	8550204.991	587631.4577	2484.8662
3	8550103.067	587663.4752	2480.9552
4	8550044.292	587734.5627	2481.9107
5	8550022.435	587826.215	2482.6263
6	8550059.394	587927.0714	2483.1685
7	8550100.918	587987.5807	2483.2523
8	8550167.701	588080.4099	2482.9196
9	8550233.453	588181.5816	2483.7382
10	8550225.301	588329.4081	2484.8176
11	8550174.328	588488.557	2485.8821

Tabla 5.1: Puntos de control.

Fuente: Fuente propia.

5.1.3.1 Calibración y ubicación de la cámara:

Se trabaja con un patrón de calibración 2D que se fotografía desde ocho puntos de vista distintos, el modelo de distorsión que utiliza es el gaussiano, partiendo de unos parámetros aproximados de la focal que ya vienen incluidas en el software y de una posición del punto principal que se obtiene aproximadamente con una fotografía del patrón a una distancia conocida.

5.1.3.2 Nube de puntos esparcida:

Luego de hacer el levantamiento con el dron y haber obtenido la cantidad de fotos necesarias se procedió a cargar las fotos al Agisoft, las fotografías tomadas fueron de muy buena resolución. Después se han aplicado los algoritmos structure from motion y dense multiview stereo se han obtenido de ello una nube de puntos esparcida. La nube de puntos esparcida inicial siempre tiende a tener ruido, ocasionados por

granos de polvo en el aire. Por lo tanto se tuvo que limpiar manualmente todo el ruido posible.

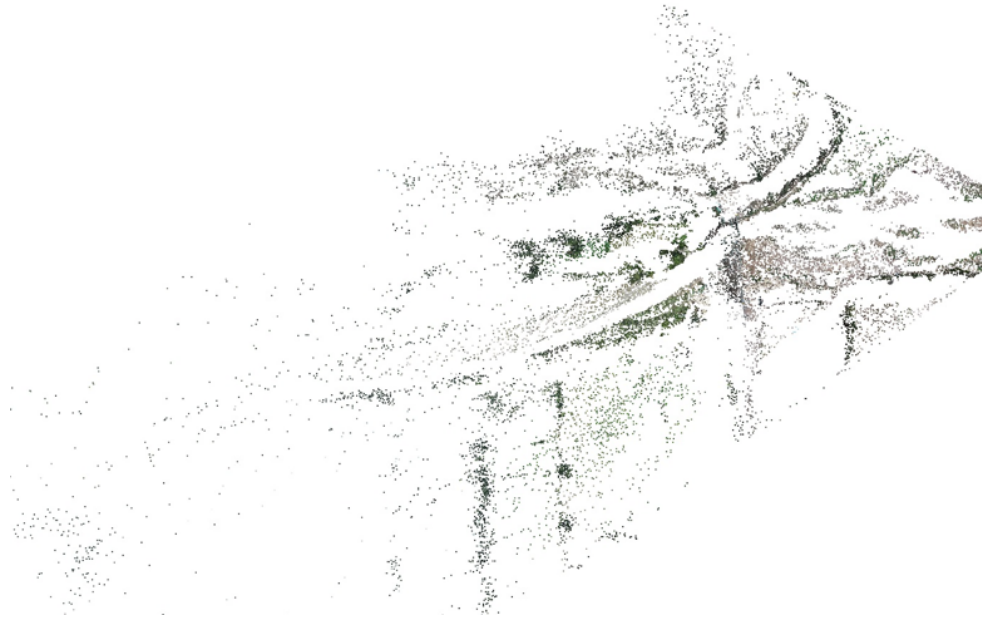


Figura 5.12: Nube de puntos dispersa.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.3.3 Nube de puntos densa:

Una vez de tener la nube de puntos esparcida se procedio a la generación de la nube de puntos densa el cualse genera de la unión de dos puntos con valores semejantes en el cual se traza un recta y se procede a intersectar los puntos con datos similares, con el cual se llega ha obter mas cantidad de puntos, este paso se realizo con un umbral de calidad media y demoro aproximadamente 35 minutos en procesarse.

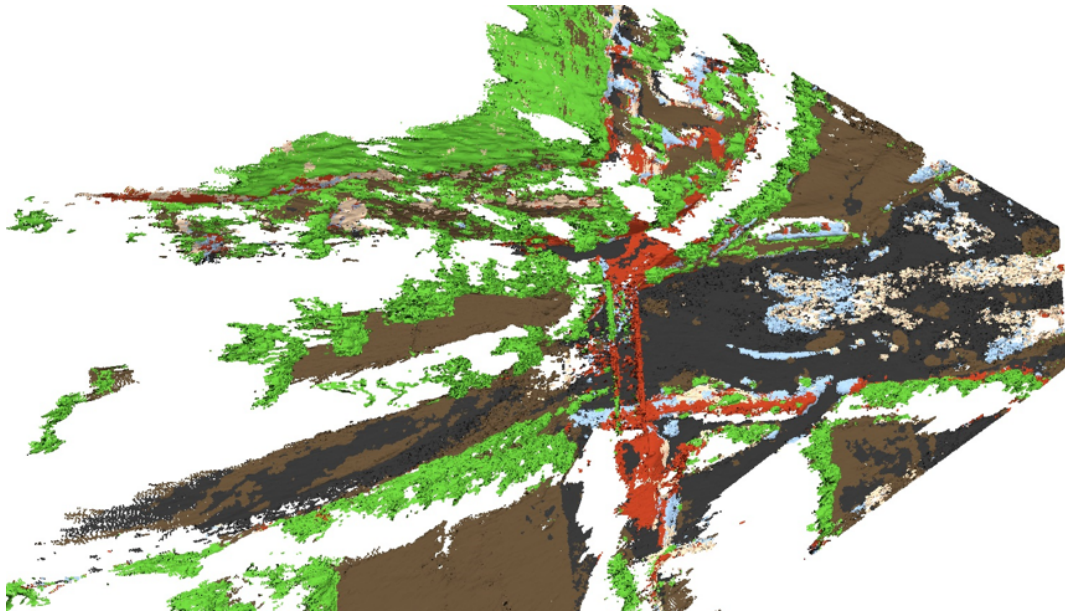


Figura 5.13: Modelo de nube de puntos denso en planta.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.14: Modelo de nube de puntos denso en planta.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.3.4 Modelo tridimensional de mallas:

Una vez obtenido la nube de puntos densa se realiza el enmallado del modelo. Se elige un umbral de calidad para seleccionar el tamaño de las mallas triangulares irregulares. El modelo de mallas inicial ha tenido información faltante el cual se

muestra como huecos en el modelo. Se ha utilizado el algoritmo de relleno que intersecta los puntos perimetrales del hueco tal como se muestran en las imágenes.

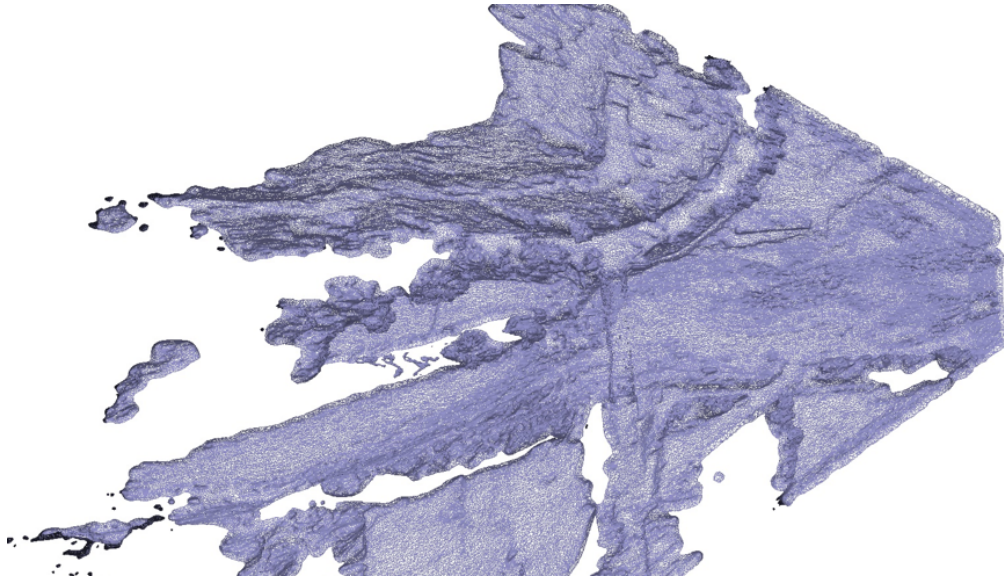


Figura 5.15: Modelo de malla.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.3.5 Modelo texturado:

Una vez calculado el modelo de mallas se procede hacer el modelo texturado, se le asigna a la resultante de cada triángulo sus coordenadas en cada espectro de color (Red, Green y Blue) , el modelo fue procesado en 36 minutos.



Figura 5.16: Modelo texturado.

Fuente: Elaboración propia.

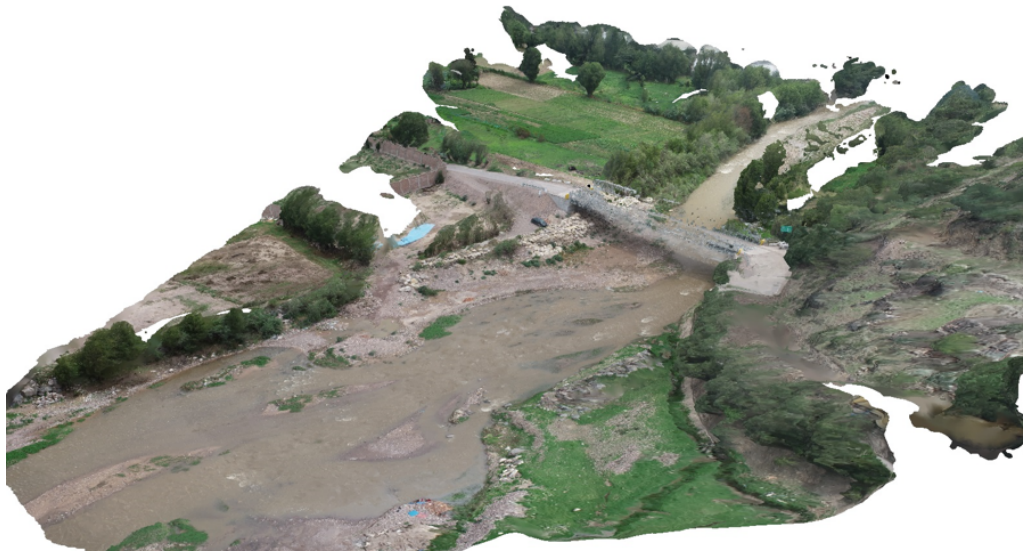


Figura 5.17: Modelo texturado de perfil.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.3.6 Aplicaciones de las reconstrucciones 3D:

Una vez calculado el modelo de texturas se procede a crear las mapas necesarias para la evaluación de la zona escogida para la investigación. Dentro de estas proyecciones se encuentran la ortofoto, mapa curvas de nivel, el MDS(modelo digital de superficie) y el MDT (modelo digital del terreno). La ortofoto es una imagen en el

cual se muestran todas las características de la reconstrucción 3D y se calcula mediante la unión de todas las fotografías tomadas en campo. El mapa curvas de nivel son polilíneas que unen los puntos de una misma altura y se hallan a partir de la ortofoto, ya que cada pixel tiene información de color de espacio. El MDS es un mapa que representa la proyección en el plano de todos los puntos de la superficie incluyendo la vegetación, edificaciones, terreno etc. El MDT es un mapa que representa la proyección del plano únicamente de los puntos del terreno.

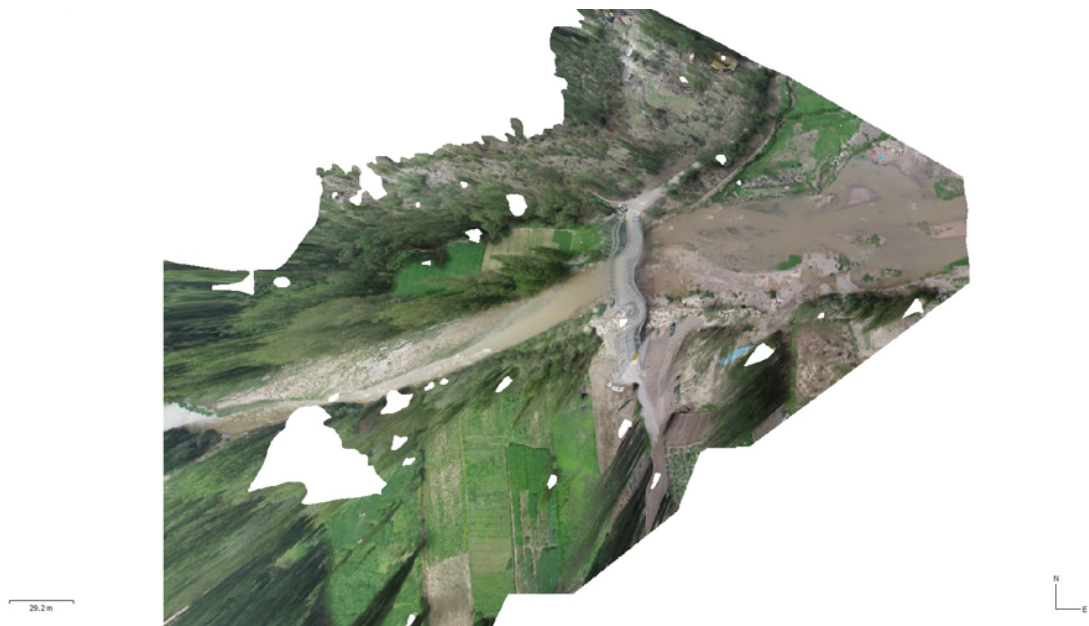


Figura 5.18: Ortofoto de la zona evaluada.

Fuente: Elaboración propia.

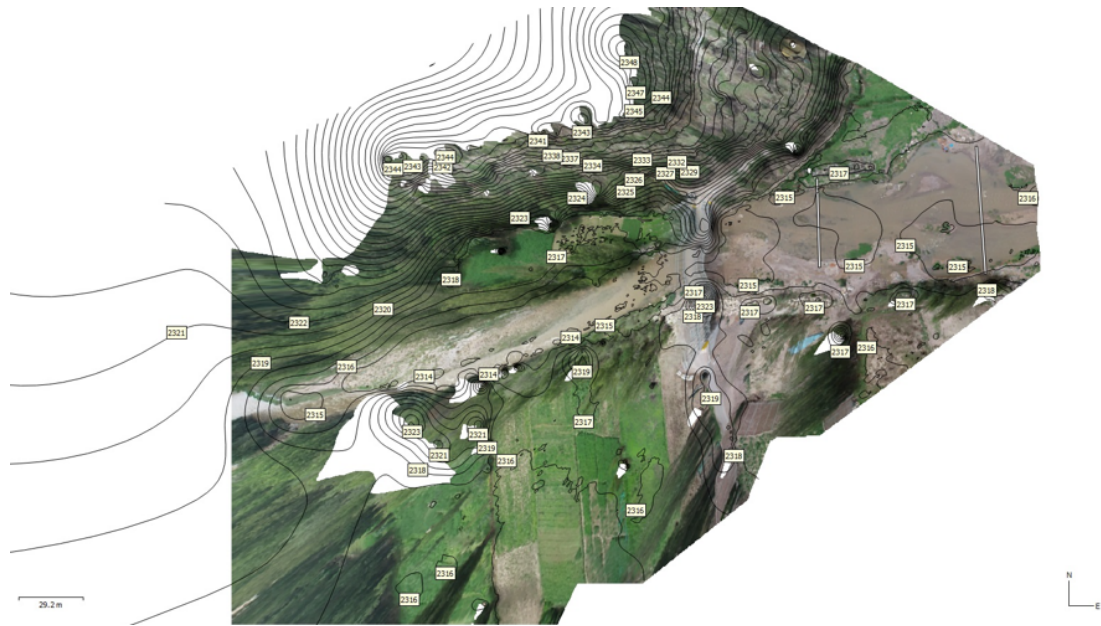


Figura 5.19: Modelo de curvas de nivel.
Fuente: Elaboración propia.

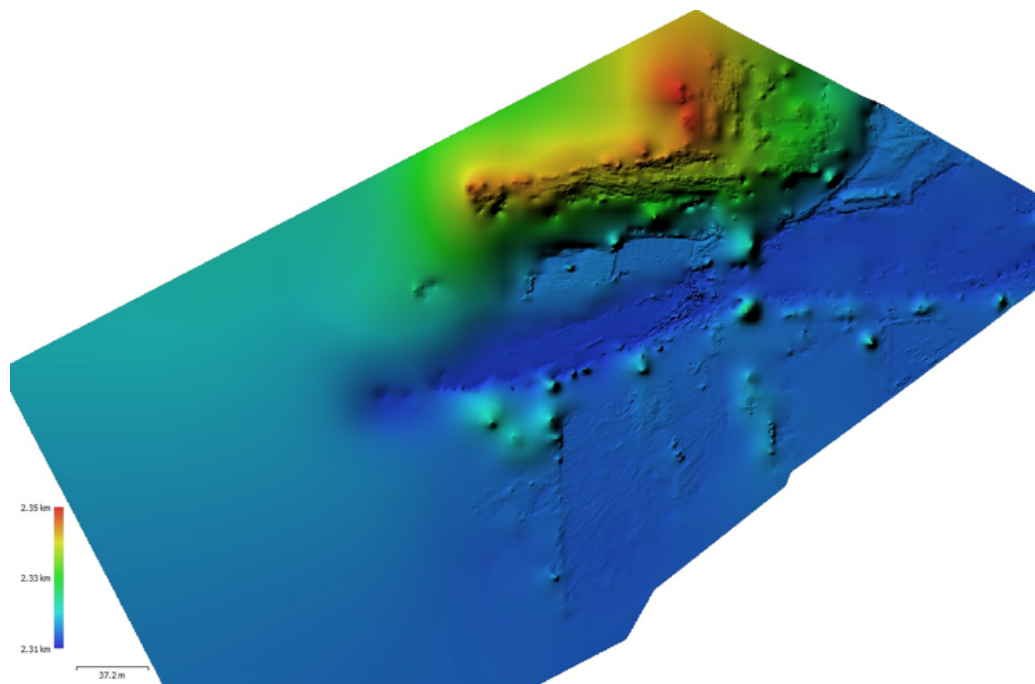


Figura 5.20: El MDT (modelo digital del terreno).
Fuente: Elaboración propia.

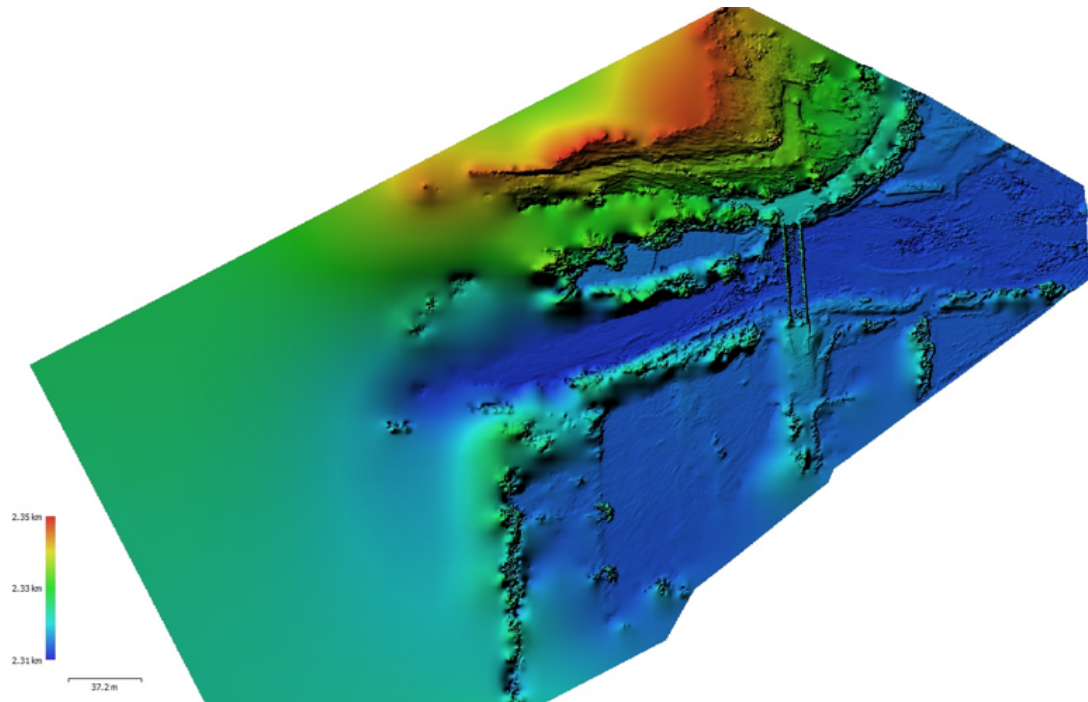


Figura 5.21: DEM generado.
Fuente: Elaboración propia.

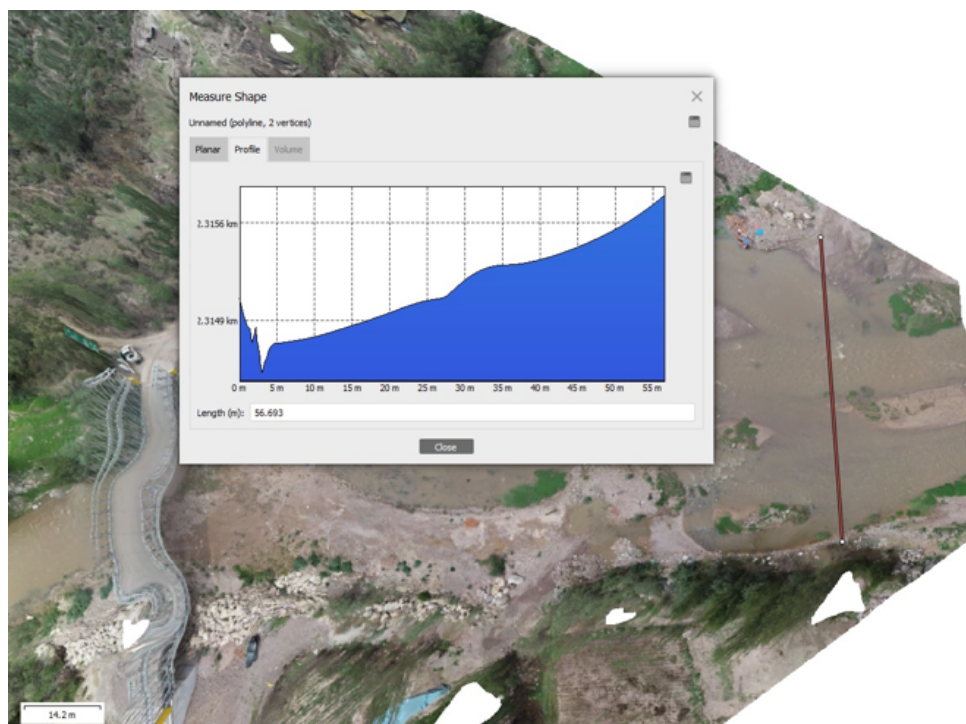


Figura 5.22: Sección generada.
Fuente: Elaboración propia.

5.1.4 Evaluación hidrológica.

En esta sección se realizó el cálculo del caudal máximo del río Pongora, el caudal máximo se estimó con trabajo de campo en el cual se realizó el levantamiento de una sección del río Pongora del centro poblado de Compañía del distrito de Pacaycasa y a su vez con datos de bibliografías anteriores como son los trabajos de tesis.

5.1.4.1 Cálculo de caudal máximo.

El caudal máximo, es un valor que permite asociar la cantidad de agua que fluye en un determinado tiempo, procedente de una cuenca hidrográfica específica; dicho valor es útil en una gran diversidad de proyectos de tipo civil e hidráulico, el caudal máximo es muy importante ya que con ella se hace diversos diseños hidráulicos como son el caso de gaviones.

a) Evaluación realizada en campo.

En campo se realizó la recolección de datos como fue la longitud de una sección del río Pongora, para poder tener la sección aproximada del río en la zona evaluada, así mismo se procedió a medir el ancho del río Pongora, el cual se realizó con la finalidad de diseñar y evaluar la defensa ribereña del puente Chanchara, esto se realizó con la ayuda de una wincha, también se calculó el caudal con la ayuda de un objeto flotante, el cual en nuestro trabajo fue una botella de plástico para poder medir el caudal máximo, para calcular la velocidad se usó un cronómetro con el cual se calculó el tiempo que demora el objeto flotante de ir de un tramo a otro. Para calcular el caudal máximo por el método del flotador se tuvo los siguientes detalles.

Método del flotador.

Con este método se mide la velocidad del agua superficial que discurre de la fuente tomando el tiempo que demora un objeto flotante en llegar de un punto a otro

en una sección uniforme. Se toma un trecho de la corriente; se mide el área de la sección; se lanza un cuerpo que flote, aguas arriba de primer punto de control, y al paso del cuerpo por dicho punto se inicia la toma del tiempo que dura el viaje hasta el punto de control corriente abajo. Para este método se uso los siguientes instrumentos:

- Cuerda.
- Wincha.
- Flexómetro.
- Cronometro.
- Flotador.

Se procedera a calcular el caudal máximo por la siguiente fórmula:

$$Q = V \times A$$

Donde:

Q: Caudal

V: Velocidad

A: Área

Después de hacer todos los procedimientos en campo se paso al trabajo en gabinete en el cual se pudo tener la sección del río Pongora en las inmediaciones del puente Chanchara, como se muestra en la figura siguiente:

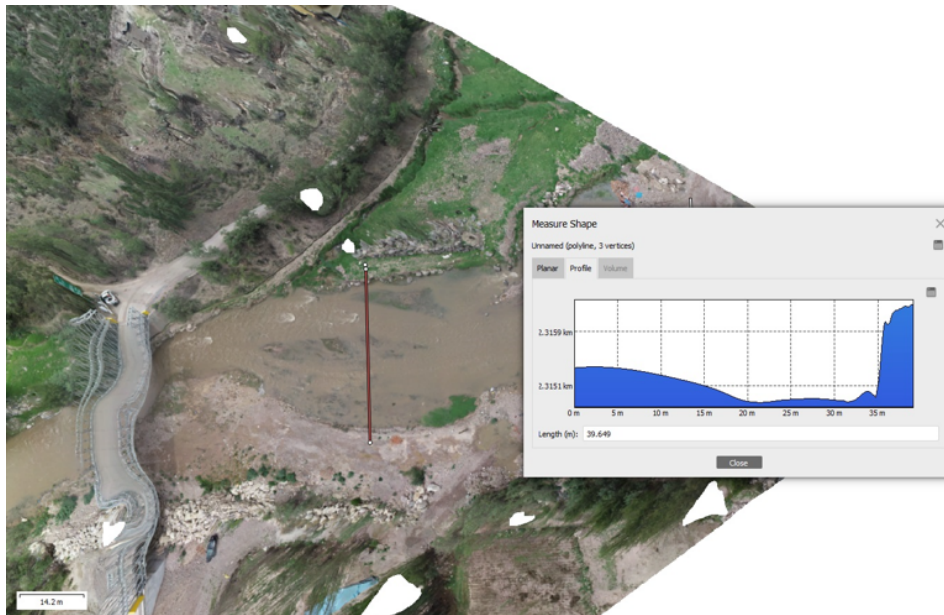


Figura 5.23: Sección del río Niño Yucaes.
Fuente: Elaboración propia.

PUNTOS	NORTE (N)	ESTE (E)	ALTURA (Z)
1	8550152.243	588637.6725	2486.6523
2	8550154.664	588639.5822	2486.5025
3	8550151.693	588638.6511	2486.494
4	8550150.092	588638.8584	2486.3461
5	8550152.075	588638.8575	2486.3563
6	8550156.635	588638.69894	2486.3964
7	8550152.888	588638.5759	2486.3463
8	8550156.946	588638.6191	2486.3415
9	8550158.614	588638.2557	2486.3794
10	8550158.550	588638.314	2486.3585
11	8550161.301	588638.073	2486.6439
12	8550161.325	588638.063	2486.651
13	8550161.255	588638.0644	2486.6334

Tabla 5.2: Datos de sección del río Pongora.
Fuente: Fuente propia.

Después de hacer los cálculos necesarios obtuvimos el área de la sección

evaluada fue 26.25 metros cuadrados al cual se le agrego un area de 52.5 metros cuadrados esto debido que segun las huellas observadas en campo dejadas se encontro una altura de 1.52 metros por encima del data tomado en campo esto se multiplico por el ancho del río en el tramo evaluado en cual fue un total de 35 metros, en total el área sumada nos da un valor de 78.75 metros cuadrados con lo cual se pudo obtener una velocidad de campo de 4.7 m/s.

Cálculo de caudal.

Haciendo uso de la siguiente fórmula se remplaza los datos respectivos para obtener el caudal del rio Ñino Yucaes en el tramo aldeaño al puente Muyurina.

$$Q = V \times A$$

$$Q = 4.7 \times 78.75$$

$$Q = 370.125m^3/s$$



Figura 5.24: Instrumentos usados.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.25: Medida de ancho del río Niño Yucaes.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.26: Cálculo de caudal.
Fuente: Elaboración propia.

b) Cálculo de caudal máximo por registro histórico.

Para tener el caudal máximo por registro histórico se procedió a revisar diferentes trabajos de investigación realizados años anteriores en el río Pongora, del centro poblado de Compañía del distrito de Pacaycasa de la revisión se tuvo los siguientes datos los cuales nos sirvieron para posteriormente calcular la altura de la defensa ribereña, en esta revisión de trabajos realizados años anteriores en el río Pongora se tomo en especial interes al trabajo de tesis titulado "Modelamiento hidráulico 1D - 2D y transporte de sedimentos para el dimensionamiento de la defensa ribereña río Pongora - Pacaycasa -Ayacucho" del cual se sacaron los caudales máximos.

- **Ubicación geográfica del río Pongora:** La cuenca del río Pongora está formado por el río Huatatas, el río Alameda que recoge las aguas de Lambrashuaycco y Chillicruz y por el río Yucaes que viene de Acosvinchos. El río Pongora

se une al río Cachi a 2401 m.s.n.m. donde la superficie total de la cuenca es de 3,140.0 Km². El río Huatatas con las aguas de río Chiara y río Chupas al comienzo transcurre por las quebradas poco profundas que forman un valle estrecho. Solamente a partir del fundo Cuchomolino se utiliza sus caudales en mejores condiciones.

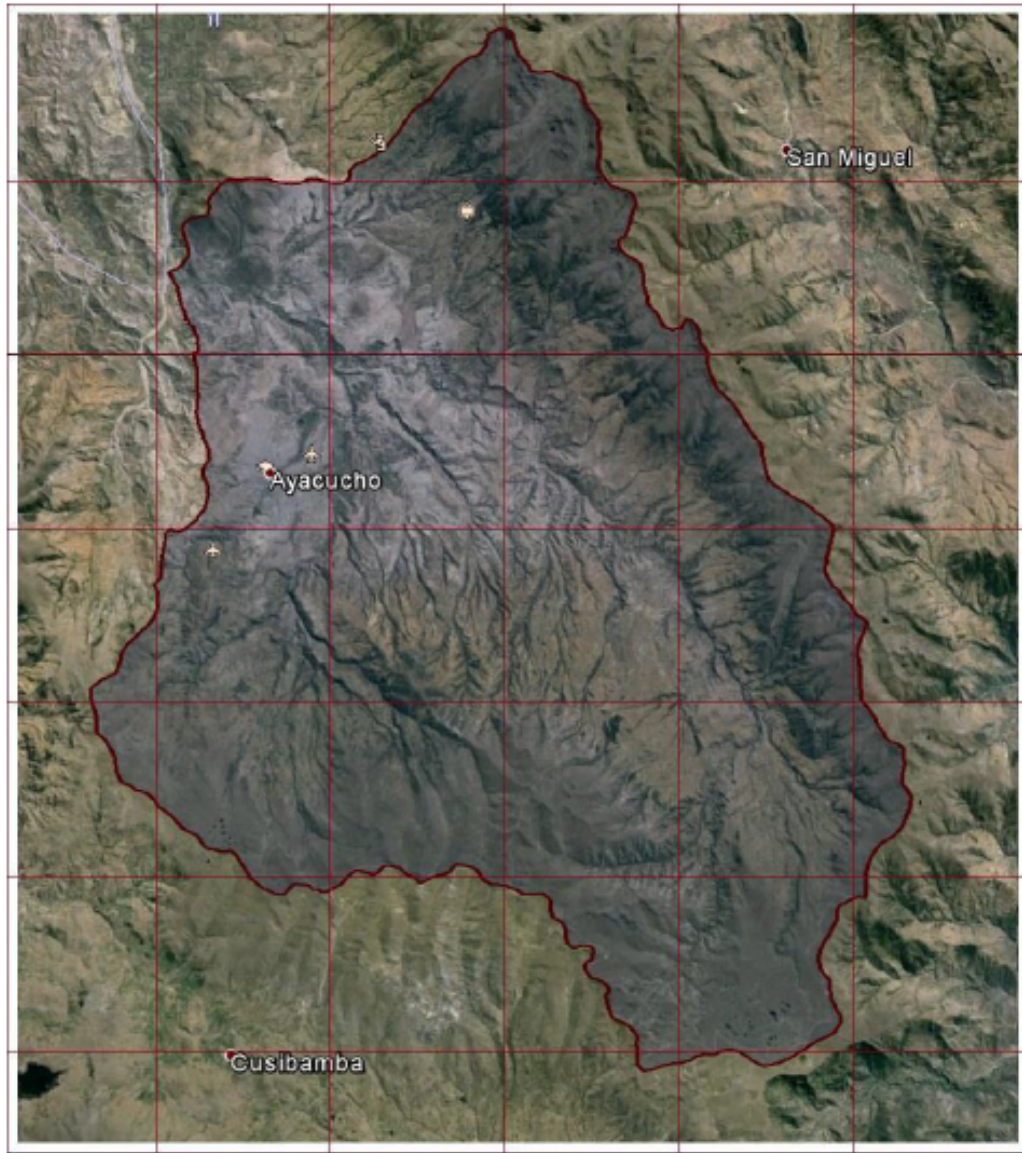


Figura 5.27: Cuenca del río Pongora.

Fuente: Vladimir Castillo (2017).

ITEM	PARAMETRO GEOMORFOLOGICO	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
1.01	Area de la Cuenca	A =	1,105.00	Km ²
1.02	Perimetro de la Cuenca	P =	166.00	Km
1.03	Longitud del Cauce principal	L =	44.00	Km
1.04	Coef. de Compac. ó Indice de Gravelious	Kc =	1.41	Adim
1.05	Area de la Cuenca	A =	1,105.00	Km ²
1.06	Coef. de Compac. ó Indice de Gravelious	Kc =	1.41	Adim
1.07	Rectangulo Equivalente: Lado Mayor	L =	66.38	Km
1.08	Altitud más baja de la Cuenca	C _M =	2,468.0	m.s.n.m.
1.09	Altitud más alta de la Cuenca	C _m =	4,200.0	m.s.n.m.
1.10	Altitud media simple de la Cuenca	H _{MS} =	3,334.0	m.s.n.m.
1.11	Desnivel de la Cuenca	Hc =	1,732.0	m
1.12	Pendiente de la Cuenca: H/L	S =	0.026	m/m
1.13	Pendiente de la Cuenca:	S =	2.61	%
1.14	Altitud más baja de la Cuenca	C _M =	2,468.0	m.s.n.m.
1.15	Altitud alta del curso del rio	C _R =	3,950.0	m.s.n.m.
1.16	Desnivel del cauce principal	Hr =	1,482.0	m
1.17	Pendiente del cauce principal	Sc =	0.034	m/m
1.18	Pendiente del cauce principal	Sc =	33.68	m/Km
1.19	Longitud del Cauce principal	L =	44.00	Km
1.20	Pendiente del cauce principal	Sc =	0.034	m/m
1.21	Tc: Método de Kirpich	Tc ₁ =	4.50	Hr
1.22	Tc: Método de California	Tc ₂	4.49	Hr
1.23	Tc: Método de Temez	Tc ₃ =	5.24	Hr
1.24	Tiempo de Concentración: PROMEDIO	Tc =	4.74	Hr

Tabla 5.3: Características de la cuenca del río Pongora.

Fuente: Vladimir Castillo (2017).

- **Caudal máximo de la cuenca río Pongora:** Los caudales máximos resultantes a la salida de la cuenca son producto de los hidrogramas generados por las subcuencas. Los caudales de máximos se calcularon con diversos metodos los cuales tenemos en el cuadr siguiente asu vez los caudales estan divididos para diversos perioddos de retorno, para obras de defenza ribereña se toma 50 años de periodo de retorno.

IT	ESTACION DE AFORO	METODO APLICADO	AREA (Km2)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)	
				Tr=50 años	Tr=100 años
1	SOCCOSCUCHO	METODO DE CREAGER	1105.00	591.11	695.84
2	SOCCOSCUCHO	METODO DE SCS	1105.00	713.38	840.38
3	SOCCOSCUCHO	METODO DE GOMEZ	1105.00	465.17	523.52
4	SOCCOSCUCHO	METODO EMPIRICO	1105.00	956.53	1126.02
5	SOCCOSCUCHO	MET. ESTADISTICO PEARSON T-III	1105.00	378.96	407.10
6	SOCCOSCUCHO	CAUDAL DE DISEÑO	Q _{max} =	621.03	718.57

Tabla 5.4: Caudales máximos.

Fuente: Vladimir Castillo (2017).

Para la presente tesis se trabajara con el caudal promedio obtenido en la tabla anterior para un periodo de retorno de 50 años.

c) Recopilación de informacion en la ficha de encuesta.

En esta sección del trabajo de investigación se procedió a recolectar información de los propietarios de las terrenos agrícolas aledaños a la zona evaluada continuos al puente Chanchara, mediante una pequeña encuesta en la cual se les consulto sobre lo que habian observado del río durante los años que viven en la zona, con esta encuesta se pudo saber cuantas veces el río se desbordo y en que fechas solia suceder este evento, con esta encuesta encontramos que el río solia desbordarse en epocas de lluvia afectando a los terrenos aledaños al río.



Figura 5.28: Tomando encuesta al poblador.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.29: Tomando encuesta al poblador.
Fuente: Elaboración propia.

5.1.5 Evaluación geomorfológica.

La evaluación geomorfológica que se realizó nos sirvió para poder clasificar los tipos de suelo que se encuentran presente en las zonas aledañas al río Pongora, esta reconocimiento se realizó basado en evaluación visual, y revisiones de libro de las características de los tipos de suelo se observó la forma, cantidad y color de los suelos presentes en la zona evaluada.

5.1.5.1 Evaluación de tipo de suelo.

Al hacer una inspección visual de la zona evaluada se pudo observar los siguientes grupos de suelos según las características presentes al momento de la inspección visual se definen cuatro grupos de suelos:

- el primero que se observa en gran cantidad es arenilla, en especial a los márgenes de los ríos.
- Suelos poco profundos depositados por el viento, marga arenosa.
- También se observó gran cantidad de piedras de diversos tamaños.

5.1.5.2 Evaluación de tipo de vegetación.

De la inspección visual que hicimos en la zona evaluada podemos decir que hay presencia de gran cantidad de arbustos en las zonas altas, y en las secciones aledañas al río hay gran cantidad de sembríos y plantaciones de árboles. La gran parte de los terrenos aledaños al río Pongora son terrenos agrícolas.



Figura 5.30: Vegetación presente en el río Pongara.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.6 Cálculo de la altura de gavión propuesto.

Para adoptar el periodo de retorno se toma en cuenta, el periodo de retorno de diseños recomendados, donde establece que la el periodo de 50 años es para muros de encauzamiento esto puede aumentar si estas obras protegen centros poblados o comunidades. Para el calculo de la altura del gavión se uso la siguiente formula.

$$B_L = \phi \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

ϕ : Factor de seguridad.

V: Velocidad media de máxima avenida.

g: Gravedad.

Remplazando datos en la ecuación anterior se tendra lo siguiente:

$$B_L = \phi \frac{V^2}{2g}$$

$$B_L = 1.2 \frac{V^2}{2(9.81)}$$

$$B_L = 1.2 \frac{7.54^2}{2(9.81)}$$

$$B_L = 3.47$$

$$H = B_L + Y$$

$$H = 3.47 + 0.75$$

$$H = 4.20m$$

5.2 Análisis de resultados.

tenemos los siguientes detalles de nuestros resultados:

- El estudio hidrológico influye en la prevención del desborde porque se determinó el caudal de diseño para estructuras de defensa ribereña en el cual se debe tomar un periodo de retorno de 50 años para diseño de defensas ribereñas.
- Para realizar esta investigación se tuvo en cuenta diversos detalles los cuales fueron en primera la evaluación de la defensa ribereña existente en las zonas aledañas al puente Chanchara, donde se tomo datos de la altura y ancho de las defensas ribereñas como tambien se pudo observar si las defensas ribereñas se encuentran en un buen estado de conservación.
- Asi mismo se realizó un levantamiento fotogramétrico de río Pongora esto se realizó con la ayuda de un drone con el cual obtuvimos una serie de fotos, con el cual posteriormente se logro obtener una reconstrucción 3D de la zona evaluada.
- La evaluación hidrológica, consto de dos procedimientos el primero fue el levantamiento y toma de datos en campo, donde obtuvimos la longitud del río Pongora en las zoñas aledañas al puente Chanchara, asi mismo obtuvimos la velocidad del río utilizando la técnica del flotador, con estos datos y las huellas halladas en campo dejadas por el río en épocas de maxima avenidas pudimos obtener el caudal máximo aproximado. Como segunda paso tuvimos la revisión literaria de trabajos anteriores realizadas en la zona del centro poblado de Compañia, en el cual encontramos una tesis en cual analizan los caudales del río Pongora, por ello consideramos tomar en cuenta este trabajo previo para nuestra investigación y asi poder tener nuestro caudal máximo de diseño para nuestro gavión a plantear.
- Tambien se procedio a tomar entrevista a los pobladores con la finalidad de ratificar las huellas dejadas por el río en maximas avenidas, en esta ficha se

consulto a los pobladores sobre los eventos sucedidos años atrás en el río, como son cuantas veces el río se desbordo, si se presentaron perdidas materiales o perdidas humanas, como tambien que tipo de elementos solia traer el río en épocas de máximo caudal.

- Se realizo tambien una evaluación geomorfológica de la zona donde evaluamos los tipos de suelos presentes en la zona, como tambien se evaluo la vegetación del centro poblado de Compañia.

VI. CONCLUSIONES.

- Este estudio muestra una alternativa para la toma de datos para hacer un diagnóstico más detallado de la zona evaluada el cual se realizó haciendo uso de la tecnología de los drones con el cual logramos obtener una reconstrucción 3D de las zonas aledañas al puente Chanchara.
- La altura de gavión obtenida fue de 4.20 metros lo cual quiere decir que se debería de plantear la construcción de una nueva defensa ribereña o ver la forma de aumentar la altura de los gaviones existentes, ya que los gaviones actuales tienen una altura promedio de 3.20 metros lo cual pone en riesgo inminente a la población en épocas de lluvia.
- El tipo de corriente del río principal es perenne, lo que nos indica que este río conduce agua todo el tiempo, excepto en los tiempos de sequía extrema, además se mantiene esta corriente por la cantidad de lagunas existentes en la parte alta y los riachuelos y manantiales existentes en toda el área de la cuenca.

ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.

RECOMENDACIONES:

- En la investigación se debe tomar en cuenta el levantamiento apropiado de los puntos de control ya que va depender de ello la precisión de las reconstrucciones 3D.
- Se recomienda que para la evaluación del caudal en la zona se tome el ancho de río mas grande de la zona evaluada ya que es la mas cercana, al ancho del río en épocas de máxima avenida.
- Se recomienda tambien tener varios cronometros sincronizados con la finalidad de obtener un tiempo mas aproximado del tiempo de desplazamiento del objeto flotante empleado.
- Se recomienda plantear una nueva construcción o ampliación de la defensa ribereña existente, con la finalidad de prevenir futuros desastres por desborde del río Pongora.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

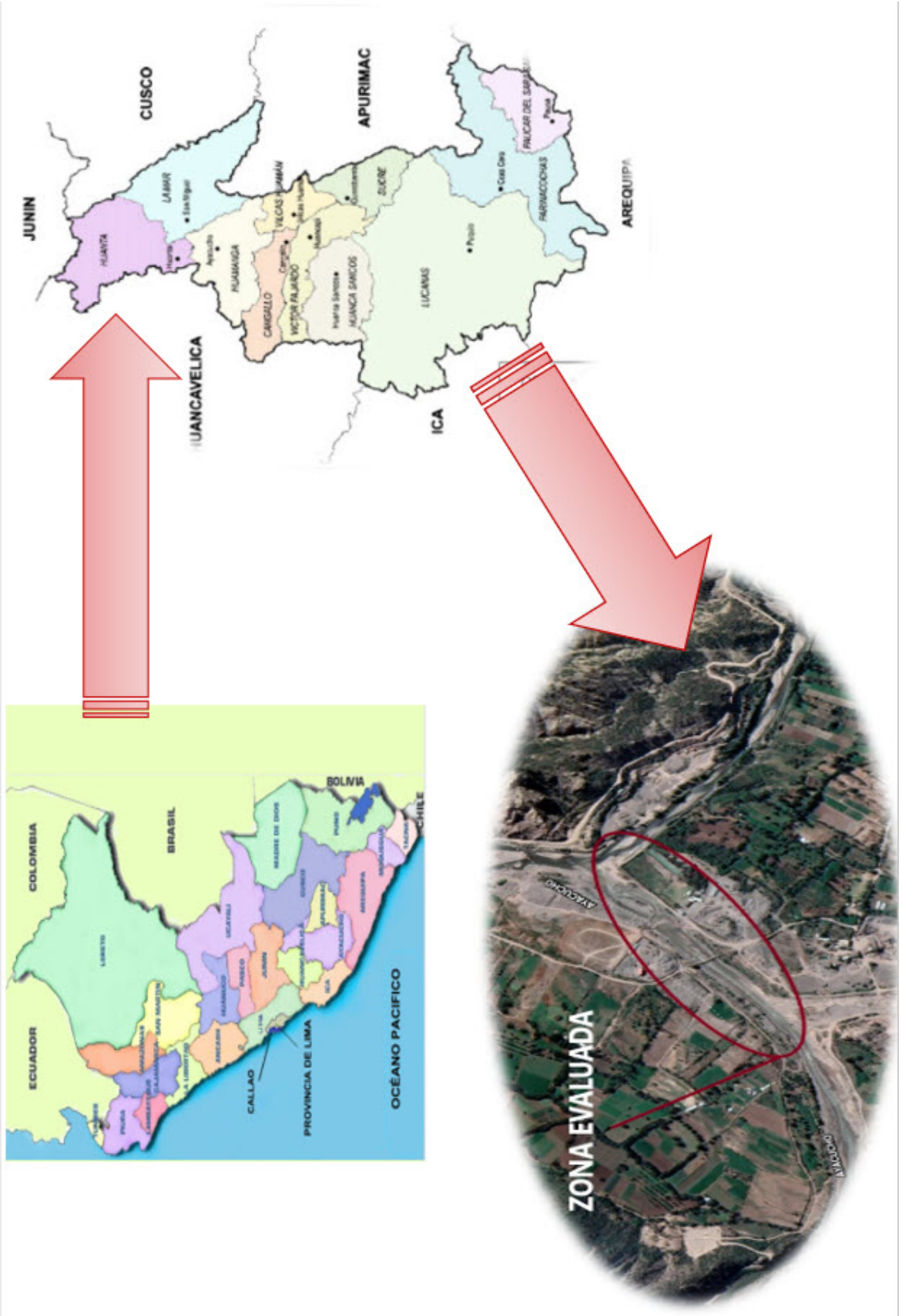
- [1] Segundo Núñez Juárez et al. Inspección geodinámica del centro poblado de mayapo. región ayacucho, provincia huanta, distrito llochegua. *Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico-INGEMMET*, 2010.
- [2] Nilo Armando Quispe Ccahuin. Modelamiento hidrológico e hidráulico para control de socavación de estribos del puente marita de la carretera sancos-sacsamarca, provincia de huanca sancos-ayacucho. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*, 2019.
- [3] Quispe Bautista and Olmedo Mauro. Estudio hidrológico e hidráulico para la determinación de zonas inundables en el río qeqra del dsitrrito de tambo-la mar-ayacucho-2016. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*, 2016.
- [4] Fader Edizon Zarabia Romero. Simulación hidrológica de cuencas y canales del río chicha mediante sistemas de información geográfica (sig), provincia de sucre-ayacucho. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*, 2016.
- [5] Douglas Sarango, Teresa Velásquez, Guido Rozas, and Jorge Gástelo. studio de máximas avenidas para la protección de zonas de posible inundación ubicada en el tramo la oroya-40 km aguas abajo cuenca del río mantaro. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 2018.
- [6] Jorge Luis Soto Carrasco. Modelamiento hidráulico y diseño de defensas ribereñas del río amojú, localidad el parral-jaén-cajamarca. *Universidad Nacional de Cajamarca*, 2017.
- [7] Ricardo Augusto Vivanco Alva and Marvin Junior Lara Trujillo. Análisis comparativo del comportamiento hidráulico de un tramo del cauce del río pachachaca aplicando hec ras para el diseño de defensas ribereñas en el distrito de calamarca-julcan. *Universidad Privada Antenor Orrego-UPAO*, 2018.
- [8] Yonatan Alex Parillo Cahui. Modelamiento hidrológico usando hec-hms” para proyectar defensas contra avenidas en la localidad de borogueña-tacna. *Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann*, 2014.
- [9] Miguel Angel Astorayme Valenzuela, Javier García Hernández, Wilson Suarez, Oscar Felipe, Christian Huggel, and Walter Molina. Modelización hidrológica con un enfoque semidistribuido en la cuenca del rio chillón, Perú. *evista Peruana Geo-Atmosférica (RPGA)*, 2015.

- [10] ELIAS CCAPATINTA SOLÍS and ANDRES PERCI HURTADO QUISPE. Defensa ribereña del río hatunmayo en el sector de izcuchaca, distrito de anta, provincia de anta, cusco, 2020. *Universidad Privada de Trujillo*, 2021.
- [11] Víctor Clemente Acero Ninacondor and Alejandro Moreno Huamán. Diseño de defensa ribereña del río pomabamba, en el tramo puente los baños distrito de pomabamba-provincia pomabamba–ancash. *Universidad Cesar Vallejo*, 2018.
- [12] Gutierrez Alonso and Yhosep Anthony. Propuesta de defensa ribereña desde el puente de piedra hasta el puente aquí, en el distrito de independencia, huaraz-2017. *Universidad Cesar Vallejo*, 2018.
- [13] Cesar Antonio Huaman Silva. Diseño de muros de contención como defensa ribereña, tramo huaura-sayan del río huaura. *Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión*, 2019.
- [14] Sócrates Pedro Muñoz Pérez, Lucy Cassandra Torres Torres, and Jainer Luysin Navarro Medina. Revisión sistemática de las metodologías para tomar acciones que minimizan los efectos negativos ocasionados por las máximas avenidas de los ríos. *La Técnica: Revista de las Agrocencias*. ISSN 2477-8982, 2021.
- [15] Yuli Cepeda Avila and Lyda Velandia Zarate. Estimación del caudal ecológico del río calandaima en el departamento de cundinamarca, utilizando el método ihra (ingeniería hidráulica de ríos y acequias). *Universidad Libre*, 2013.
- [16] Francisco Javier Rojas Montalvo. Bases de diseño hidráulico para los encauzamientos o canalizaciones de ríos. *Quito: UCE.*, 2014.
- [17] Nubia Deborah Araújo Caramello et al. La historia ambiental de un río no se cuenta solamente por sus aguas: estudio de caso de la cuenca río branco y colorado–rondônia/brasil. *Universitat Autònoma de Barcelona*, 2017.
- [18] Nefi Andrés Linco Olave. Diseño de defensas fluviales río cruces en san josé de la mariquina. *Universidad Austral de Chile*, 2015.
- [19] Gaby Katerine Andrade Javier and Ricardo Kevin Rafael Pari. Propuesta técnico económico de defensa ribereña con enrocado del río rímac–sector puente talavera–cuadra 17 malecón checa–distrito del agustino–lima 2017. *Universidad Peruana Los Andes*, 2019.
- [20] Jose Euder Soto Laban. Propuesta de defensa ribereña desde el puente santuario hasta el puente namballe, distrito de namballe, cajamarca 2019. *Universidad Cesar Vllejo*, 2019.
- [21] José Lennin Medina Ramírez and José Alexander Serrano Díaz. Propuesta de una defensa ribereña en el río la leche, tramo 01 km aguas arriba y 01 km aguas abajo de la bocatoma huaca de la cruz–íllimo-lambayeque. *Universidad Señor de Sipán*, 2019.

- [22] Javier Rolando Gutiérrez Neciosup and Luis Antonio Reyes Lino. Estudio de socavación e inundabilidad para el diseño de una defensa ribereña en el cauce del río Chicama tramo puente Nazareno. *Universidad Privada Antenor Orrego*, 2020.
- [23] Henry Coral Falcón. Diseño de la defensa ribereña de Shanao. *Universidad Nacional de San Martín*, 1998.
- [24] S Carretero. Modelos digitales del terreno mediante fotogrametría aérea realizada con un vehículo aéreo no tripulado. *Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España*, 2015.
- [25] Alfonsina E Andreatta, Jessica Pamela Pettiti, and Carina Beatriz Fernández. Jornadas de ciencia y tecnología 2018 de la UTN Facultad Regional San Francisco: del 30 de octubre al 1 de noviembre de 2018. 2018.
- [26] Vladimir N Dobrokhodov, Isaac I Kammer, Kevin D Jones, and Reza Ghabcheloo. Vision-based tracking and motion estimation for moving targets using small UAVs. *American Control Conference*, 2006.
- [27] Cristina Cuerno Rejado. Los drones y sus aplicaciones a la ingeniería civil. *Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid*, 2015.
- [28] José Manuel Pereira Uzal. Modelado 3D en patrimonio cultural por técnicas de structure from motion. 2014.

ANEXOS

Anexo 1: Localización del proyecto.



Anexo 2: Fotos descriptivas.



Fotografía 1: *Vista del río Pongora.*



Fotografía 2: *Vegetación presente en márgenes del río Pongora.*



Fotografía 3: *Entrevistando al poblador.*



Fotografía 4: *Tomando medidas de gavión.*



Fotografía 4: *Tomando medidas de gavión.*



Fotografía 4: *Tomando medidas de gavión.*

Anexo 3: Instrumentos de evaluación.

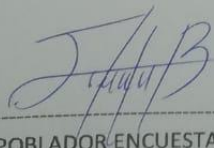

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

GEOMETRIA

ANCHO	
0 - 5 m	1.80
5 - 10 m	1.80
10 - 15 m	1.80
15 - 20 m	1.75
20 - 25 m	1.75
25 - 30 m	1.75
LONG. DEL GAVIÓN	

ENTREVISTA

PREGUNTAS	RESPUESTAS
1) ¿Qué tiempo vive por la zona?	10 años
2) ¿En qué año observo el mayor caudal del río?	2015
3) ¿Cuántas veces observo que el río se desbordara?	5 veces
4) ¿En qué mes del año observo mayor caudal del río?	Enero
5) ¿Alguna vez el río arrastro lodo?	No
6) ¿Alguna vez el río arrastro piedras de grandes dimensiones?	Si
7) ¿Alguna vez su propiedad fue afectada por el desborde del río?	Si
8) ¿alguna vez observo que se inundara la calle paralela al río?	Si

POBLADOR ENCUESTADO

Julio Batista
Tejada



ENCUESTADOR

Juan Llantoy