



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Evaluación de vulnerabilidad mediante modelamiento  
hidrológico de la Cuenca del Rio Acochaca-  
Asunción, Ancash 2022**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniera Civil**

**AUTORES:**

Araujo Garay Larry Yerson (ORCID: 0000-0002-4571-3413)

Laveriano Rosario Yormira Anabela (ORCID: 0000-0001-6405-3273)

**ASESOR:**

Dr. Atilio Rubén, Lopez Carranza (ORCID: 0000-0002-3631-2001)

**LÍNEA DE INVESTIGACION:**

Diseño de Obras Hidráulicas y saneamiento

CHIMBOTE – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

A Dios Jehová de Israel, mi madre Haydee Garay Jara, mi padre David Araujo Cruz, mi hija Genesis, mi hermana Debora y Alejandra por sus apoyos incondicionales en todo este tiempo, y desde cielo mi abuelo Vicente Garay Jara quien me aconsejo para finalizar esta etapa de mi vida con exhortaciones y motivación.

***Yerson.***

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ellos entre los que se incluye a este. Me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

***Yolmira.***

## **Agradecimiento**

Dando gracias al Dr. Atilo Rubén Lopez por su apoyo en este proyecto de investigación tesis de Titulación, a la municipalidad Acochaca que confiaron el logro y a la Institución del Ana por aportar parámetros necesarios de calidad.

***Yerson.***

Gracias a la universidad que me permitió convertirme en ser un profesional en lo que tanto me apasiona, a cada docente que hizo parte de este proceso de formación, y como recuerdo esta tesis que perdurará dentro de los conocimientos y desarrollo a las demás generaciones

***Yolmira.***

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	ii
Índice de Tablas.....	iii
Índice de Figura.....	iv
Resumen.....	v
Abstract.....	vi
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>II.MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>13</b>
<b>III METODOLOGÍA.....</b>	<b>28</b>
3.1 Tipo y Diseño de Investigación.....	28
3.2 Variables y Operacionalización.....	29
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	30
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	31
3.5 Procedimientos.....	32
3.6 Método de análisis de datos.....	32
3.7 Aspectos éticos.....	32
<b>IV RESULTADOS.....</b>	<b>34</b>
<b>V.DISCUSIÓN.....</b>	<b>71</b>
<b>VI CONCLUSIONES.....</b>	<b>76</b>
<b>VII RECOMENDACIONES:.....</b>	<b>78</b>
REFERENCIAS.....	79
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE TABLAS

Tabla N° 01 Pendiente Media .....	35
Tabla N° 02 Área Y Perímetro .....	36
Tabla N° 03: Tabla de red hídrica principal .....	38
Tabla N° 04 Red Hídricas Secundarios (3) y (2) .....	39
Tabla N° 05 Red Hídricas Secundaria(1) .....	40
Tabla N°06 : Reclasificación con ArcGIS.....	41
Tabla N° 07: Cálculo de la Curva Hipsométrica – Fuente: Elaboración. ....	42
Tabla N° 08: Estaciones de Huaraz.....	44
Tabla N° 09: Prueba de bondad de ajuste de normal yajuste SmirnovKolmogorov.....	47
Tabla N ° 10: Precipitaciones máximas anuales en 24 horas.....	48
Tabla N° 11: Precipitación de diseño para duraciones menores a 24 horas.....	49
Tabla N° 12: Posteriormente con los datos calculados las intensidades en menos de 24 h.....	50
Tabla N° 13: Calculando los parámetros de intensidad – cuadro de ln para hallar k, m, n. ....	51
Tabla N° 14: Tabla De Potencia De Regresión.....	52
Tabla N° 15: Tabla De Intensidades Mayores A 24 H.....	53
Tabla N° 16: Las Curvas Idf.....	54
Tabla N° 17: Áreas Parciales entre curvas de Nivel .....	55
Tabla N° 18: Cálculo del Polígono de Frecuencia de Áreas Parciales .....	56
Tabla N° 19: Perfil longitudinal del rio Acochaca .....	59
Tabla N° 20 : Índice de Pendiente.....	62
Tabla N° 21: Rangos de tipos de terreno .....	64
Tabla N° 22 : Zonas vulnerables .....	68
Tabla N°23: Zonas vulnerables .....	69
Tabla N° 24: Zonas vulnerables .....	70

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 01 .....	19
Figura 02 .....	20
Figura03 .....	23
Figura04 .....	29
Figura05 .....	34
Figura 06 .....	43
Figura 07 .....	54
Figura 08 .....	65
Figura 09 .....	66
Figura 10 .....	67

## RESUMEN

Este proyecto de investigación tuvo unos alcances para determinar en la cual fueron el general Analizar los modelamientos hidrológicos de la cuenca del Rio Acochaca – Asunción en Ancash-Perú en la cual se realizó primeramente las ubicaciones de la zona de este modelamiento , seguido usar las precipitaciones que el ANA nos otorgó dando a este paso se operó un ajuste Gumbel , para luego determinar las intensidades de lluvia en Tiempo de retorno con tiempo de duración la cual se vio hasta los 500 años su comportamiento de estas variables , posterior hizo la aplicación del modelamiento de la cuenca con software ArcGIS para determinar sus parámetros geomorfológicos .

La metodología fue cuantitativa con tipo aplicada, en la cual se hizo y determino los caudales máximos como se comportaría en 2,10,20,25,50,100,200y 500 años eso lo que se buscó y fue unos de los objetivos. En sus conclusiones llego a realizar todos los alcances generales y específicos, posterior a esto se hizo tablas dinámicas con los gráficos en coherencia .con la cual se llegó a realizar todo los alcances propuestas.

Palabras claves: Hidrologia, Caudal, Geomorfologicos, ArcGIS.

## **ABSTRACT**

This research project had some scope to determine in which they were the general Analyze the hydrological modeling of the Acochaca River basin - Asunción in Ancash-Peru in which the locations of the area of this modeling were carried out first, followed by using rainfall that the ANA granted us, giving this step a Gumbel adjustment, to then determine the intensities of rain in return time with duration time, which was seen up to 500 years, its behavior of these variables, later the modeling application was made of the basin with ArcGIS software to determine its geomorphological parameters.

The methodology was quantitative with an applied type, in which the maximum flows were made and determined as it would behave in 2,10,20,25,50,100,200 and 500 years, that is what was sought and it was one of the objectives. It has made all the general and specific scopes, after this, dynamic tables were made with the graphics in coherence. With which it was possible to make all the proposed scopes.

Keywords: Hydrology, Flow, Geomorphology, ArcGIS.



## I. INTRODUCCIÓN

Para contrarrestar o prevenir las diferentes consecuencias fatales que puede traer los diferentes tipos de desastres naturales en Perú es un plan o modelamiento ante estos casos que se dan de manera repentina , en el año 2017 se presentaron a nivel nacional se presentaron muchas oportunidades por eventos hidrológicos , como Tumbes , Chiclayo ,Ancash y la Libertad y también otras zonas en sur de País , es el caso el 27 de marzo por alta precipitaciones dio como resultado el desborde del rio de Piura afectando a la sociedad , las vías de comunicación y salud , según informes preliminares fueron afectados aproximadamente (7.000 en el centro de ciudad y 20.000 mil baja en Piura) según Ocha Servicios .No solo fue en Piura se afectó en varios lugares de Catacaos (distrito de cura mori , la unión y la arena )zonas críticas ubicadas en el transcurso del Rio Piura . Tal es el caso también en la Región de Ancash que es una zona susceptible por fenómenos hidrometeorológico asociados a la corriente de niño que ocasiona no solo inundaciones sino también movimiento de masas (Huaycos y deslizamientos ) , según estudios técnicos ambientales nombrado como “Áreas Críticas por Peligros Geológicos y Geo Hidrológicos en la región de Ancash” en el año 2007 por INGENMET se presentaron con mayor número de ocasiones fueron en los años 1997-98 , en la cual también previos estudios consigna en lluvias estacionales normales en los años 1891, 1925,1972 . 1982-83.

La realidad problemática se consigna en etapas de los periodos de lluvias y la necesidad de evitar estas inundaciones y movimientos de masas también , con el paso de la historia esto ha sido dejado en algunas zonas nacionales por el motivo de que son zonas rurales y zonas lejanas ,la sociedad actual de estas zonas son afectadas socialmente ,económicamente y Salud, la mayoría de estos problemas tiene suelos limos y arcillosos que caracteriza a una acción de inundaciones grandes masas esto también se da por eventos hidrológicos que depende de los pluviosidad con la cual esto no se puede evitar pero si tener un control , esto a la vez también nos trae atrasos de desarrollo en la vía de pavimentos asfaltado ya que en la mayoría se presenta erosiones laterales , y no solo eso si no también

aluviones y proluviales , debido a estas condiciones se crea una necesidad para un evitamiento de las inundaciones ante una alerta temprana para sus habitantes del Rio Acochaca .

Ante esto nos lleva hacer una interrogativa ante el problema en el Rio Acochaca que sería ¿Cuál es la Evaluación de Vulnerabilidad Mediante Modelamiento hidrológico de la Cuenca del Rio Acochaca– ¿Asunción, Ancash?

Profesionalmente estos tipos de informaciones ayudara a futuras investigaciones posteriormente a profesionales también y optimizar el conocimiento académico a la vez, por otro también como buenos profesionales esto nos compromete para una eficaz y eficiente ejecutamiento estudios hidrológicos y hidráulicos, en la sociedad urgente para las definiciones de la vulnerabilidad de los pobladores del Rio Acochaca que aportaran seguridad, estabilidad y desarrollo económico de los pobladores.

Debido a distintos factores, tales como la necesidad de formar sus poblaciones en lugares cercanos a los lugares de fácil accesibilidad a los recursos básicos como son el líquido elemento, y la expansión del crecimiento poblacional, ha llevado al ser humano a establecer sus viviendas a riveras de los ríos. Tal es el caso de la población de Acochaca en la provincia de Asunción, ubicada en la cuenca del rio Acochaca, pues en tiempos de lluvias y la crecida del caudal en el rio, suelen ocurrir problemas de deslizamiento de taludes o inundaciones ocasionados por el desbordamiento del rio, causando desbordes y bastante preocupación en sus pobladores y autoridades.

La justificación teórica es en aportar un estudio que permite seguir incrementando la información científica en base a los caudales, precipitación, medidas pluviométricas, y otros resultados que fueron procesados para conocer los posibles que puedan ocurrir de los desastres naturales en el área de donde se está haciendo la investigación de la provincia de Asunción, el cual es de vital importancia, además de poder brindar información y estimar algunos de las causas o efectos que los fenómenos naturales pueden ocasionar, junto a ella las formas de prevención de riesgos y desastres, en Justificación Social nos da el aporte más importante será de brindarnos el apoyo y de garantizar más seguridad de sus vidas y posteriormente en su la salud de las personas que residen en dicho lugar que

aproximadamente son 700 personas y 250 viviendas , también de servir como apoyo a futuras investigaciones en lugares cercanos en el alcance de crear sistemas de alerta temprana (SAT) más sofisticados en beneficio de la población. También en la Justificación económica sería en hacer minorías en desastres ante lo social por las inundaciones que se presentan por las precipitaciones no traerá ruina ni desastres y vulnerabilidad y por ultimo las Justificación Practica básicamente se describe los resultados ante los software que servirá ante la realidad problemática , como la determinación de vulnerabilidad que esto traerá beneficios de conocimiento ante ya previo para un modelamiento para que las autoridades tomen conciencia para así evitar daños a la sociedad.

Hay una necesidad para evitar estos accidentes como también vulnerables como se da también en el rio Acochaca y en sus pobladores. ya que se dieron ocasiones anteriores y se han registrado inundaciones y derrumbes perjudicando principalmente al sector agricultura y poblaciones como Acochaca La necesidad ha hecho que las autoridades locales y regionales se han planteado crear e implementar estrategias sobre gestión de riesgos en zonas afectadas por dichos eventos hidrológicos, con el fin de identificar, analizar y responder de manera oportuna a los problemas que pueden ocurrir durante dichos fenómenos naturales y en el contexto profesional es de implementar un Análisis de prevención de inundaciones y realización modelamiento hidrológico mediante una herramienta que sería el ARCGIS.

El proyecto de esta investigación es imprescindible con la cual se propone un objetivo general en Analizar los modelamientos hidrológicos de la cuenca del Rio Acochaca – Asunción en Ancash-Perú; de esta forma los objetivos específicos estarían representado: (a) Tratamiento de la información para determinar los caudales máximos con datos de precipitación mediante el método Racional (b) Realización del modelamiento hidrológico mediante el ARCGIS para determinar las áreas críticas de inundación y zonas vulnerables, (c) Indicar ,analizar la peligrosidad y la vulnerabilidad del Rio de Acochaca con ARCGIS.

A partir de estos establecemos una hipótesis que Atraves del modelamiento hidrológico realizado en la cuenca de este proyecto en el rio Acochaca se ve que el

nivel de vulnerabilidad es alto y que un modelamiento hidrológico con ArcGIS ayudaría a fortalecer la población ante un eventual fenómeno natural.

## II. MARCO TEÓRICO

En los antecedentes que se van apreciar es una ayuda para dar así una eficiente información hacia al proyecto entonces.

Senado (2021), asignado en su proyecto de “Identificación de sitios potenciales de presas mediante las técnicas de la geomática en la subcuenca del río Ichu”. En su proyecto tuvo unas alcances generales en donde fue de Identificar lugares o zonas potenciales con ideas geomática, continuamente sus alcances específicas fueron de identificar lugares con potencias con la idea el uso de pendientes en la subcuenca del río Ichu, tomando una población de la misma zona de la cuenca del río Ichu con su muestra de aportaciones de microcuencas del río, su muestreo fue no probabilístico, con un diseño aplicativo al uso de los software ArcGIS que a la misma vez fueron sus herramientas, sus instrumentos fueron basados a informaciones previas y empleo observacional en recolección de parámetros. Llegando en sus conclusiones que se halló sus caudales máximos de 0.004 m<sup>3</sup>/s y mínimo de 17.06 m<sup>3</sup>/s en las microcuencas de 1 y 3 respectivamente y finalmente sus resultados fueron encontrar estos datos de caudales usando una programación de Rstudio de grillado de Pisco.

Orellana (2021), tomando encuesta su proyecto como “Modelamiento hidrológico e hidráulico para el análisis de inundaciones en la ciudad de Piura utilizando Hec-hms y Hec-ras” con sus objetivos en general del desarrollo el modelamiento hidrológico e hidráulico de esta cuenca del río en la ciudad de Piura y sus alcances específicos fueron en desarrollar el análisis de sus precipitaciones máximas en menores de 24 horas, desarrollar el modelamiento usando geo HEC-HMS Y HEC-HMS, Evaluar los hidrogramas y caudales con valores máximos, elaborar y analizar estas inundaciones y proponer planes estructurales en el tramo de la zona, fue de investigación de transversal descriptivo, su población fue inundaciones de la ciudad de Piura. Sus resultados en su proyecto el señala un datos de precipitación de 35 con la cual su máxima precipitación fue de 231 mm/s y mínima 1mm/s, donde en sus periodo de retorno realizo de 5, 10, 20,50,100,200,500, y 1000 llegando un valor de 387.6 en 100 años en su estación de virrey y por ultimo en conclusiones llego a caudales máximos de 25 años con 3.202 m<sup>3</sup>/s y en 500 años de 9.754 m<sup>3</sup>/s.

Blas (2021), denominado “Modelamiento hidrológico e hidráulico del río Yuracyacu para identificar zonas vulnerables por máximas avenidas, ciudad Nueva Cajamarca San Martín”, sus alcances generales fue encontrar zonas que ya fueron dañadas en la ciudad de Nueva Cajamarca, con un tramo desde el canal Michuco-Via evitamiento.

lo objetivos específicos a) Uno es de encontrar datos como geomorfológicos que son básicamente principales para así realizar sus simulaciones en modelos hidráulicos como hidrológicos en el rio Yuracyacu , también limitar en los suelos en la unidad hidrográfica del rio Yuracyacu , para así hacer una clasificación y con esto se tendría el número de curva , Calcular los caudales máximos del Rio Yuracyacu para los tiempos 2,5,10,25,50,100,200 y 500 años ,calcular en los tiempos 2,5,10,25,50,100,200 y 500 años sus perfiles hidráulicos. el método de investigación que uso es aplicativo con y un enfoque cuantitativo, su diseño de investigación es transeccional, y en conclusiones fueron obtener parámetros del rio Yuracyacu como su área (171.03 km<sup>2</sup>), una distancia de las sumas de sus lados. (perímetro de 78.17 km) y su factor fue de 0.19, índice Glavelius de 1.69, una pendiente referente al criterio alvord 51.77%, también se calculó sus caudales máximos mediante un modelamiento hidrológico de 58.4 m<sup>3</sup>/s hasta 445.7 m<sup>3</sup>/s en retorno de 2 – 500 años respectivamente, la zona dañada de inundaciones es para los periodos 2-500 (años).

Hernández (2020), En su Proyecto denominada “La avenida del 7 de diciembre del 2000 en la cuenca del arroyo Respina. Comparación de los datos geomorfológicos y los modelos hidrológico-hidráulicos”, con objetivos fue hallar las capacidades delos modelos (hidrológicos e hidráulicos) y demostrar como los efectos por desgaste superficial (erosión) y en sedimentos con pruebas que se dan en el campo tomadas desde el punto geomorfológicas transcurrido en el extremo de la cuenca Respina-España , su muestra fue el arroyo Respina , sus métodos de investigación fueron aplicativo y cuantitativo , sus conclusiones fueron Analizar los resultados de los modelos ejecutados con datos geomorfológicos y que los cambios de cauce y bifurcaciones por el propio cauce son procesos durante episodios de avenida en ríos de montaña.

Miranda (2020), Cajamarca denominada “modelamiento hidrológico e hidráulico de inundaciones ante máximas avenidas: 2010–2020. una revisión sistemática” con Objetivo general fue de planificar un sistema de previos trabajos entre los años 2010 y 2020 que darán información sobre modelamientos hidráulico e hidrológico que presentan saturaciones de agua en los cauces ante avenidas extraordinarias, su muestra fue pasar por unos filtros y llego a tener 45 casos de 65 que fue su población, su método de investigación fue de forma documental ya que se basaba revistas, búsqueda por internet, etc., en conclusiones llego a que hay muchas formas de modelamiento hidrológico que presentaban abundante aguas o saturaciones en las máximas avenidas, y en programas que se usaran y son ordinarios para dar simulaciones ante futuras fueron en esos modelamientos Hec-Hms , Hec- GeoHms y ArcGIS , , en otro se llegó simulaciones más eficiente para una simulación de futuro con los software para un modelamiento hidráulico que son Hec-Ras e Iber .

Cinthia y Giancarlo.(2020),en su tesis denominada “Evaluación Hidrológica E Hidráulica Del Río Sechín En El Puente Sechín Hasta Un Periodo De Retorno De 100 Años En El Distrito De Casma, Provincia De Casma, Departamento De Ancash” con objetos general Desarrollar valores ante una evaluación en temas hidrológica e Hidráulica del rio Sechin y en sus Específicos fueron en otorgar sus propiedades y características de esa cuenca que se presentaba en el Rio Sechin, Hallar los caudales ante un tiempo de 100 años , dar conceptos más precisos en sus características hidráulicas en el rio de estudio que es Sechin y dar un estudio profundo en el dimensionamiento hidráulico del rio Sechin . fue que Después de 100 años en la cual nos dio un caudal de 414.2m<sup>3</sup>/s, se adoptó el valor máximo crecida. Llevo una metodología investigación como aplicada ya que esto se basa a teorías en el campo en forma experimental, la población una parte del rio Sechin conclusiones se determinó las características hidráulicas por civil 3d, se consideró se consideró también la máxima crecida y se hizo una comparación del año 2000.

Miller (2019), La Libertad; en su proyecto de Tesis denominado “Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada del cauce del Río Grande, tramo desde el Puente Candopata hasta el Puente Cumbicos de la ciudad de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión – La Libertad” se propuso un objetivo general dar valores y posteriormente una calificación ante el grado que se da por saturaciones de agua en el río grande , adicionalmente también se hizo un análisis y calificación en la quebrada a la cual se propuso de dar una idea de limitaciones para reducir la peligrosidad en aquella zona dado así posibles procesos de construcciones estructurales y no estructurales , esto también se enfocara en una cierta cantidad de viviendas que en total seria 31 viviendas que se encuentra en la faja marginal del río Grande comprendidas entre el tramo desde el puente Candopata – cambicus; el método de investigación será de forma cuantitativa debido que se tabularan los parámetros obtenidos para luego obtener los resultados y con porcentajes , el diseño de investigación transeccional y descriptivo , la cual este tipo de diseño se basa a recolectar los parámetros y analizar pero en un tiempo y época determinada , después de los resultados obtenidos se llegó a que las posibilidades de aguas llenas en los ríos es de un grado altamente con valores de (51 a 75 % .) ante previo la vulnerabilidad fue de 3.45 puntos y esto depende de los porcentajes mencionados.

Valle (2019), realizó un trabajo de investigación denominado “Estudio Hidrológico e Hidráulico del Río Corbones a su paso por la zona urbana de La Puebla de Cazalla”, en el cual sus objetivos fue delimitar las zonas a inundación afectadas por las avenidas máximas del río Corbones principalmente en el entorno de la localidad Puebla de Cazalla, España. Su muestra fue Puebla de Cazalla y con método de investigación documental con un enfoque cuantitativo, en conclusión, se pretende proponer finalizar o dar una solución ante los problemas ocasionados, una fue poner un talud de protección o mota de muro, reemplazar un puente con un grado baja capacidad hidráulica o nuevas viviendas con condiciones de impedir daños y con seguridad.

Mendoza (2019) ,denominado “análisis hidrológico de la cuenca del río olivares frente a sequías extremas en escenarios de retroceso glacial mediante la implementación del modelo Glaciar-hidrológico topkapi-eth” , sus objetivos son de dar valores en el tema glacial ante sequias por el clima de los caudales que se



presentan en cada año terminando que son análisis hidrológicos , y en los alcances específicos es cuantificar la contribución escorrentía en la mega-sequia 2010-2015 y evaluar el impacto desde los inicios glaciares , la muestra fue algunos escenarios de extrema sequias en la central de Chile , su método de investigación es documental con un enfoque cuantitativo , en sus conclusiones se dijo que los años 2000-2015 se vio que tenían un grado creciente en aporte glacial y luego se hizo un estudio que en los años 2015-2020 fue todo lo contrario se produjo una sequía. Y esto se dio variaciones de grandes masas de hielo, que se disminuyeron en un porcentaje de 22% a 35%.

Córdova(2018), en su Proyecto denominada “Análisis de vulnerabilidad por inundaciones y plan de mejora en Huarmey - Ancash, 2018” , en los objetivos generales es mostrar las áreas con más daños y acción frente a las problemas de inundaciones por desborde de un río y posteriores alternativas para su cuidado y ayuda en Huarmey, Ancash del año 2018 y los otros alcances o metas específicos proteger la infraestructura del alcantarillado y crear un planificación ante una mejora de alternativas frente a las inundaciones en la ciudad Huarmey , Ancash en el año 2018 ; la muestra para el presente proyecto de investigación se establecerá algunas áreas las más dañadas ante un producto del desborde de Huarmey- Ancash y en la investigación es de tipo descriptiva y ultimo las conclusiones más importantes una es Las obras de con más eficiente cuidado se tendrá con ideas de optimización para hacer reducir los daños que se dan por saturaciones de aguas en el cauce en el río de Huarmey , Tratando de tener daños y pérdidas en las áreas de vivienda o fincas y posteriormente también en zonas habitadas, caminos asfaltado , obras hidráulicas y puentes .

Vera. (2018), Denominado su Proyecto "Análisis del Riesgo por Inundación en la Localidad de Roblecito, Cantón Urdaneta: Propuesta de Medidas de Mitigación", se planteó como alcance o meta en analizar la zona de estudio para luego proponer medidas que puedan disminuir los potenciales daños que con frecuencia suceden en tiempos de lluvias. Realizó la investigación en dos etapas, la primera constó en hallar los daños en la zona de estudio, para la cual utilizó como base 7 tipos de vulnerabilidad: Económica, Social, Física, Científica, Educativa y Cultural. La segunda etapa de su proyecto estuvo compuesta en gabinete, el cual consistía en hacer un estudio profundo a nivel de microcuencia mediante mapas ya sea los

mapas de elevación, curvaturas, SPI, pendiente y la longitud del río para hallar el grado de amenaza.

La muestra se señala las amenazas y vulnerabilidad ante un análisis, su metodología fueron documentales y experimental. Debido a los resultados encontrados en la investigación realizada, determinó que las poblaciones ubicadas en las zonas críticas corren gran riesgo de ser afectados por desastres naturales que puedan ocurrir, a estos resultados el autor propone medidas de prevención, mitigación y respuesta, vendría ser un plan de Gestión de Riesgos.

Talavera (2018); en su proyecto denominado "riesgo y vulnerabilidad por inundaciones. caso de estudio: conjunto urbano san Andrés, municipio de Calimaya" en esta investigación tiene como objetivo general es de estudiar en profundidad el nivel de las posibilidades por saturaciones en los caudales que se ven en el conjunto urbano Residencial San Andrés, a efecto de ver su estado actual para sugerir acciones estructurales que coadyuven en reducir los riesgos. Y en los específicos : Hacer un marco de definiciones y dar referencias sobre los daños afectados más dañados para así dar valores de los riesgos que se presentan en las zonas ,hacer conocer sus características de la sociedad en la entidad de municipio de Calimaya , Realizo sus indicadores que se presentan en su matriz que marcaron el nivel de probabilidad ante aguas saturadas en las zonas de viviendas de San Andrés y adicionalmente se hizo un estudio profundo empírico sobre el concepto de su problemática que se presentó en su investigación. los indicadores que marcan el nivel de riesgo de la zona residencial San Andrés y Realizar un análisis empírico sobre la situación problemática actual del forma grupal en la urbanización residencial San Andrés de Ocotlán en el municipio de Calimaya , a este investigación se pone como muestra Urbanización de San Andrés , su método de investigación fue Básica o dogmática como también documental y cuantitativo, en sus conclusiones fueron que el fenómeno hidrometeorológico era en todas partes de la zona estudiada en conjunto de lugares cercanas en poblaciones entre sí y paso hacer cambios desde sus inicios de ejecutamiento de construcción, Las saturaciones de cauce son los fenómenos más presentadas a los que se enfrenta las viviendas y los habitantes, también se dijo que hay problemas urgentes en resolver en el país y estas son ; cuencas del río Lerma como el valle de México“.

El conocimiento general de este proyecto se basa en los daños de inundación que se dan en la sociedad, forestal y económica, atribuyendo a las causas que van a su paso del río Acochaca, también es parte de la geología que involucra sus años por la naturaleza misma y adicionalmente también viene por factores climáticos, todo esto en los contextos mencionados se genera la problemática, y nuestros objetivos es dar un sistema de alerta mediante un modelamiento hidrológico, este sistema tiene la necesidad de investigar detalles en la realidad problemática, en el año 2017 hubo un desastre impactante e inesperado, en la figura que se expone dos tipos de áreas seleccionadas en la parte superior por zona de inundación, aquí vemos una realidad problemática del proyecto que cuando este evento en épocas de lluvias y estiaje elevado ocasionan erosión lateral la cual permite movimiento de tierras y esto nos da una inestabilidad hacia las casas que están alrededor provocando un peligro o riesgo hacia un desastre. adicionalmente también se suma aluviones la cual esto también traería contaminación y patologías y eso un problema adicional ante las inundaciones que se presentan cada año.

En la zona de deslizamientos esto mayormente se da en eventos de lluvias como aluviales esto se puede cambiar con controles hacia una planificación de gestión de protección dando así seguridad y estabilidad en estas áreas, estos son factores problemáticos del río Acochada, y es por eso que se busca hacer un modelamiento antes de problemas o eventos, que no solo se presentan en el encañonado, esto depende de la intensidad fluvial y las precipitaciones.

**Figura 01:** Vista en Planta en las Inundaciones que se dan anual Sector (1y 2)



**Figura 02:** Vista en Planta en las Deslizamiento que se dan anual Sector (1 y 2)



**Fuente:** Instituto Geológico, Metalúrgico y minería

Figuras 1, 2 de zona de inundación y deslizamiento (geodinámica)

### **¿A qué se refiere con desastres naturales e inundaciones?**

La Federación Internacional de la Cruz Roja (IFRC) – 2019. Menciona a los desastres como “Se define como algo que ocurre en forma no avisado, y esto nos da a muchos factores tanto vulnerables como en toda sociedad, mayormente a los habitantes que están cerca a estos eventos naturales, adicionalmente causa pérdidas en una zona como insumos, económicos y muertes humanas, esto no es algo que se controla en forma natural, y esto también a veces suceden en forma por una acción humana o actividad.

$$(V + P) = D$$

V: Vulnerabilidad

P: Peligro

D: Desastres

## **Modelamiento Hidrológico:**

Avalos (2017) “Los modelos hidrológicos son reducciones de los procesos biológicos, químicos y físicos que se dan dentro de una o más unidades hidrográficas, llamadas también valle y que están estructuralmente del suelo, geológicamente, morfológicamente, alrededor vegetal, asentamientos humanos, etc., y que se hallan expuestas al poder y control de los fenómenos atmosféricos y climáticos locales, nacionales e intercontinentales.”

La modelación hidrológica de gran interés hacia el estudio de avenidas que se ha extendido por todo el mundo, básicamente en naciones muy desarrolladas y es que así llegaron hacer diseños más eficientes y entendibles. En la actualidad, con el empleo de estos modelos, se realiza el análisis y la prevención de las inundaciones; además, es posible manejar hipótesis suficientemente realistas o previsibles que ofrezcan un cierto grado de confianza para la toma de decisiones, ya sea en la ordenación del territorio en torno a los ríos o para exigir criterios de diseño de obras e infraestructuras capaces de soportar y funcionar adecuadamente en situaciones de emergencia. Incluso, alertar a los servicios de protección civil y establecer protocolos de actuación ante posibles situaciones de peligro por intensas lluvias. Los modelos hidrológicos más interesantes y complementarios son los modelos hidrológicos basados en procesos físicos. Estos modelos se toman parte de repartir el espacio de parámetros y ecuaciones que pueden ser aplicados a cuencas con redes complejas de canales, con variada distribución de uso de suelo, tipo de suelo y cobertura de vegetación.

el avance de este modelamiento hidrológico nos permite actualmente el acoplamiento de parámetros espaciales de radares, satélites y modelos geológicos. Repartidos y fundamentados en desarrollos que se puedan hacer aplicado en ambientes, transporte, la contaminación de la agricultura y en la erosión del suelo estos ha ayudado en muchos años a principio no se tenía tanto conocimiento de estas formas de ayuda para otros temas, con el tiempo se está dando un mejor desempeño a modelamiento hidrológico.

Nuestro trabajo en este modelamiento hidrológico forma la definición del modelo, la calibración con valores observados también simulaciones digitales de efectos

antropogénicos en el uso de la superficie terrestre y tipo de cobertura como también factores climáticos de inundación, sequía y cambio climático.

### **Inundaciones:**

(CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES, CENAPRED.

(2020) “INUNDACIONES”) Las Inundaciones son el aumento del agua por arriba del nivel normal en lo estiaje”. En este caso, “nivel normal” se debe entender como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar pérdidas. Por otra parte, en avenida se define como: “Una elevación rápida y habitualmente breve del nivel de las aguas en un río o arroyo hasta un máximo desde el cual dicho nivel desciende a menor velocidad”. Estos incrementos y disminuciones, representan el comportamiento del escurrimiento en un río.

Se entiende por inundación: aquel evento que, debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y, generalmente, daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura.

Medidas de autoprotección según CENAPRED (2020):

- Permanecen atentos a los mensajes que emiten las autoridades
- Si las zonas donde se presenta inundaciones, protegerse en refugios temporales.
- Si las autoridades te solicitan evacuar, hazlo en cuanto antes
- Ten a la mano agua, alimentos enlatados, radio portátil y linterna.

Según el ministro de agricultura tiene una relación de parte de La Autoridad nacional del Agua dentro de sus funciones y atribuciones a través de las Administración Local del Agua que en la actualidad son un número de 70 según se muestra en el cuadro N.º 1.1. en las 24 regiones políticas ha realizado el diagnóstico de eventos de fenómenos naturales:

**Figura03: Regiones con Inundaciones**

REGION	ADMINISTRACIÓN LOCAL DEL AGUA	REGION	ADMINISTRACIÓN LOCAL DEL AGUA
1	Tumbes	36	Acarí-Yauca-Puquio
	2		Chira
2	3	37	Ocoña-Pausa
	4	38	Camaná-Majes
	5	39	Colca Sigües-Chivay
	6	40	Chili
3	7	41	Tambo-Alto-Tambo
	8	42	Moquegua
	9	43	Locumba-Sama
4	10	44	Tacna
	11	45	Ramis
	12	46	Huancané
5	13	47	Inambarí
	14	48	Juliaca
6	15	49	Jlave
	16	50	Iquitos
	17	51	Alto Amazonas
	18	52	Pucallpa
7	19	53	Atalaya
	20	54	La Convención
	21	55	Cusco
8	22	56	Sicuani
	23	57	Abancay
	24	58	Apurímac
	25	59	Andahuaylas
	26	60	Maldonado
9	27	61	Perené
	28	62	Tarma
	29	63	Mantaro
	30	64	Alto Huallaga
	31	65	Tingo María
10	32	66	Alto Marañón
	33	67	Paico
	34	68	Alto Mayo (Rioja)
11	35	69	Tarapoto
		70	Huallaga Central

Página 7 de 135

OSNIRH – DEPHM

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

**Fuente:** *Autoridad Nacional del Agua*

También esto tiene que ver con el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego que aprobaron una ley D.S N 0029-2020 MINAGRI.

Factores que originan las inundaciones

(Min. Agricultura y Riego, ANA. (2014). “Acciones de Prevención ante Inundaciones”). Factores que intervienen en la ocurrencia de una inundación son los siguientes:

- Avalanchas, huaycos, deslizamientos.
- Alteración del cauce de los ríos (erosión, actividades humanas, etc.), disminuyendo su capacidad de conducción de las aguas.
- Lluvias en el Perú los meses más lluviosos son de diciembre a marzo, en la selva se prolonga hasta abril.

## **Situaciones que incrementan los efectos de las inundaciones**

**(Min. Agricultura y Riego, ANA. (2014). “Acciones de Prevención ante Inundaciones”)**

- Ejecución inadecuada en obras: puentes como también en obras hidráulicas.
- Extensiones urbanas que invade riveras y ríos.
- Extracción de insumos de acarreo, sin control adecuado.
- Arrojo de desmonte y basura
- Colmatación del cauce
- Deforestación en la parte media y alta de la cuenca.

## **Clasificación de las inundaciones**

**(CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES, CENAPRED. (2014) “INUNDACIONES”)**

### **a) Inundaciones Pluviales:**

Estas se originan por la rapidez de lluvia y cuando se presenta estos eventos se almacena grandes cantidades de agua en zonas habitadas y no habitadas llegando a la saturación excedente.

### **b) Inundaciones Fluviales:**

Ocurren en ríos que se sale de control llevando esto en su cauce una saturación de agua a la cual se produce esta inundación, que se va el agua por sus bordes del cauce y haci dañando en zonas como pavimentaciones, carreteras y viviendas, esto se da por un desgaste superficial con la cual se define la erosión lateral vulnerable.

### **c) Inundaciones Costeras**

En estos tipos de inundaciones se da mayormente cuando los mares se salen de control y pasando el límite afectando a la sociedad cercadas y habitantes, dando un recubrimiento de terrenos o áreas extendidas.

### **d) Inundaciones por falla de infraestructura hidráulica**

Esta definición es una de las más importante en la ingeniería, y más graves que las anteriores definiciones, si las capacidades de las obras destinadas no son suficientes, la inundación es por falla de dicha infraestructura. estos se pueden presentar por fallas de funcionalidad hidráulico.



## **Reconocimiento de la Amenaza de inundación**

Para reconocer un peligro o amenazas ante saturaciones de agua en ríos se debe de hacer y saber algunas definiciones para así identificar, localizar y el grado de desbordamientos de aguas, para dar una mejor optimización de reconocimiento.

### **A) Medición de datos**

#### A.1.) Estaciones Pluviométricas

Estas formas son para dar datos es un lugar estático para así hacer un estudio profundo para información y también se colocan herramientas para su ejecución.

##### A.1.1.) Tipos de Pluviométricos

-Pluviómetros manuales.

-Pluviómetros automáticos.

#### **Pluviómetro manual**

En este tipo de Pluviómetro es muy bajo costo, esto se realiza con cualquier recipiente ya se desde una botella plástica pero marcada en forma vertical y enumerada en distancias de milímetros, esto nos ayuda para sus depósitos de las lluvias para obtener como dato la cantidad de agua en él. Esto se deja normalmente por un periodo de 12 horas en una cierta área (1 m<sup>2</sup>). Se alcanzaría una altura de 1 milímetro.

#### **Pluviómetro digital inalámbrico**

Es una forma no contar con un operador para recoger los datos en el área donde se hará el estudio, si no que se emite una señales hacia no más de 400 mts donde se almacena los datos por cierto tiempo , esto básicamente se base un sistema que mide una cantidad de unidades de agua con un tipo balancín que bota cierta cantidad para posterior da un resultado en milímetros lo que se contó ya en el balancín , y estos datos se van hacia un consola y es obtenido por un sistema digital

#### **Amenazas, vulnerabilidad/ peligro**

EIRD (2009), Las amenazas: “son advertencias para diferentes áreas, ya que en nuestro proyecto de investigación es para prevenir peligros perdidas de muertes, económicas, ya que esto es la acción de antropogénicas de la sociedad”. Y EIRD clasifica 3 tipos en la cuales son:

- ✓ la antropogénica de la misma sociedad que da un resultado de prácticas de humanas para dar una consecuencia en el ambiente natural

- ✓ Esto es por origen natural que se presentan en las zonas como la dinámica de geomorfológica, atmosférica oceanográfica, etc.
- ✓ También Antropogénicas/ tecnológicas: quien son más directos para amenazas ambientales para dar reacción de desbordamientos de ríos.

### **Vulnerabilidad**

MEF-(2010), Nos da un concepto de que es la capacidad de resistir posibles riesgos ante peligros y posteriormente si se dio los impactos se podría determinar el grado ante estos tipos de eventos como en nuestro caso es de inundaciones ante la sociedad, económica e industrial. ante este análisis se podría reparar los daños ocasionados ante esto interviene SNIP (Sistema Nacional de Inversión Pública) para su inversión ante los daños.

La vulnerabilidad también se dan factores controlables, esto es realmente posible tomando acciones y así dar mejora eficiencia de reducción a posibles riesgos de desastres.

EIRD (2006), Nos dice que “son condiciones sociales, factores ambientales, económico, físicos y que se puede realizar una acción porque tiene lo suficiente para este suceso de acuerdo a estas condiciones que puede incrementar la susceptibilidad para un evento de grandes pérdidas hacia a numerosas habitantes o comunidad frente a peligros

### **Estaciones Hidrométricas:**

Es una forma de dar una adecuada información ante previos desastres de inundaciones, en estas estaciones consta de una regla puesta ya sea en un río o laguna para medir del depósito del agua que se discurre por la precipitación de lluvias o deslizamientos.

Esto también sirve ante una alerta temprana si en caso las mediciones son notables a lo normal del estiaje del río o aumento de nivel.

### **Necesidad de otras herramientas**

No es suficiente de hacer modelos hidrológicos si también hacer otros medios como herramientas más avanzadas para contra restar la predicción producido por el hombre y los fenómenos de los cambios climáticos

## Características

- ✓ Modelar la respuesta hidrológica distribuida con precipitación medida remotamente o con datos interpolados espacialmente.
- ✓ Calibración multiobjetivo utilizando múltiples estaciones de aforo.
- ✓ Incorporar datos de tipo de suelo y tipo de cobertura en el modelamiento y correlacionados con la curva de recesión de flujo.
- ✓ También se puede usar los parámetros de superficie para cuantificar la variabilidad espacial de la respuesta hidrológico.

### **III METODOLOGÍA**

Para la realización de este trabajo de investigación es de Investigación cuantitativa, que nos dará a analizar tablas y mapas con relación de datos mediante el software ArcGIS ya que se describirá la realidad de los alrededores del Rio Acochaca, su ubicación geográfica y los factores que ocasionan las inundaciones, teniendo en cuenta la ubicación, resiliencia y situación actual de la comunidad de Acochaca. Se aplicará la metodología del modelamiento hidrológico en la cuenca mediante software como el ArcGIS para luego poder predecir y encontrar puntos críticos de posibles inundaciones, de esta manera poder determinar los Sistemas de Alerta Adecuadas a nivel de la cuenca.

#### **3.1 Tipo y Diseño de Investigación**

El tipo de Investigación Científica que se utilizara es Aplicativo y en cierta parte también se inclina a una investigación de tipo sustantivo ya que será sustantiva por el hecho que en base a la recolección de datos que se obtendrá de la cuenca del Rio Acochaca. Se describirá y se diagnosticará la situación actual de la cuenca, y será aplicada por que se quiere aplicar los conocimientos ya establecidos para hacer una mejoría ante los parámetros geomorfológico que se desarrollaran en los resultados para que sirva como base al gobierno local o regional, en caso posteriormente pueda ejecutarlo en beneficio de las comunidades y sus habitantes.

Para la realización del diseño no experimental este trabajo de investigación se aplicó el de Investigación Descriptivo ya que se describirá la realidad de los alrededores del Rio Acochaca, su ubicación geográfica y los factores que ocasionan las inundaciones, teniendo en cuenta la ubicación, resiliencia y situación actual de la comunidad de Acochaca. Se aplicará la metodología del modelamiento hidrológico en la cuenca mediante software como el ArcGIS para luego poder predecir y encontrar puntos críticos de inundación, de esta manera poder determinar los Sistemas de Alerta Adecuadas a nivel de la cuenca.

Se tendrán en cuenta al aplicar dicha metodología, las diferentes características que presenta la cuenca del rio Acochaca, como también la situación actual de la población del mismo nombre, a través de datos obtenidos mediante la recolección de información de forma digital y de campo.

**Figura04:** Descripción de las variables y Población.



**Dónde:**

**G1:** Población

**OI:** Grupo Muestral. Localidad de Acochaca.

**X1:** Variable Independiente: Características físicas de la cuenca y como también la extensión del territorio y temporal de las precipitaciones del drenaje.

### 3.2 Variables y Operacionalización

#### CONCEPTUALIZACIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

**V. Independiente:** Inundaciones

- **Definición Conceptual:**

Fenómeno natural que se presenta cuando el agua incrementa su nivel y produce un desbordamiento cubriendo las zonas aledañas por la falta de undrenaje.

- **Definición Operacional**

Realizar una medición pluviométrica para recoger y medir la precipitación, el cual está incorporado en las estaciones meteorológicas.

- **Indicadores**

Estos indicadores que se usaran en esta variable Independiente son: Precipitación(mm), Pendientes(grados) y la Intensidad media en una hora (mm/h)

- **Escala de medición**

Se usará un Instrumento que es llamado Pluviómetro GPS

**V. Dependiente:** Vulnerabilidad

- **Definición Conceptual**

Es un posible riesgo hacia un objeto para peligros que se pueden dar impactos hacia ello, con daños y sufrir cambios ante factores naturales, económicos,

cambios políticos, sociales y culturales.

- **Definición Operacional**

Se realiza en formas diferentes, y esto depende de su tipo de estudio como causas y adicionalmente en sus consecuencias.

- **Indicadores**

Nivel de peligrosidad. Y Análisis de vulnerabilidad

- **Escala de medición**

Se usará como Estudio Hidrológico y un análisis de situación de observación científica.

### **3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis**

#### **La Población:**

según Tamayo (1997), "lo define como una totalidad de un conjunto de muestras o localidad para experimentar en cierta área " (p.114).

La población de la investigación estará Conformado por la Cuenca del Rio Acochaca en su conjunto, conformada por superficie terrestre, vertientes de quebradas y flujo hídrico, comunidades aledañas a las riberas del cauce principal y las poblaciones afectadas por las inundaciones y las no afectadas, principalmente la comunidad de Acochaca.

#### **La muestra**

La Muestra según Tamayo (1997), "está conformada por una parte de una población y es donde se ubica mayormente un problema donde se quiere analizar, diseñar, informar o hacer hacer una actividad de estudio y posteriormente cálculos estadísticos como en nuestro proyecto."

Es la comunidad de Acochaca como principal zona de estudio de la cuenca en general.

## **El muestreo**

será una muestra intencional (no probabilística). Los criterios de exclusión fueron: mayor incidencia de inundaciones.

## **Unidad de Análisis**

Una sola tomada de la comunidad Acochaca de manera subjetivamente de la investigación.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Según Sandra L. H (2020) “Según se dice que es una medición de recolección de datos para hacer una implementación hacia proyectos de investigación y precondición de epistemología científica”

Citamos a Rodríguez (2014,) “se dice que son los elementos más importantes para una investigación de un proyecto, ya que esto nos da más calidad y confiabilidad, y hay varias técnicas y tipologías, para esta investigación se dará una técnica de forma no experimental y un instrumento llamada guía de observación basados en informaciones por los Software ARGIS..

#### **Técnica**

Se Usará como técnica la observación no científica ya que es adecuada como inicio de una investigación, se aplicará la guía de observación resumen ya que por medio de este instrumento permitirá encausar la acción de observar ciertos fenómenos, para lo cual se podrá ir recolectando información, obteniéndose de los resultados del modelamiento hidrológico obtenidos a realizarse.

#### **Instrumento**

Se realizará la guía de observación para extraer información por unas herramientas que son Software como ARCGIS también de esta observación se dará un tratamiento para un sistema de alerta temprana y adicionalmente con unas fotografías.

## **Validez**

En formas de observar son eficiente más de lo normal porque son situaciones con mucho profesionalismo, en los Software ARCGIS son parámetros que botan de más precisión ya que esto miden el análisis de vulnerabilidad.

## **Confiabilidad**

El ARCGIS es un programa de un alto grado de posibles resultados mismos, ya que se tomaron previos para hacer proyectos y esto nos da una credencial también.

### **3.5 Procedimientos**

Los Datos obtenidos tras la solicitud enviada a la Autoridad Nacional del Agua (ANA), serán procesados mediante los softwares hidráulicos, ArcGIS, y programas de digitalización como EXCEL y WORD.

Se tendrán presente las Tablas, Gráficos, Planos, etc. Para el desarrollo del análisis de la información.

### **3.6 Método de análisis de datos**

En los Parámetros obtenidos de las instituciones encargadas de la administración de los recursos hídricos del Perú, fueron previamente solicitadas mediante solicitud de datos y descarga de las páginas correspondientes a dichas instituciones, tales como la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y el Geo Servidor del Ministerio del Ambiente (MINAM). Dichas respuestas juntamente a la solicitud enviada estarán anexadas al final del informe.

### **3.7 Aspectos éticos**

El proyecto de investigación se realizará bajo responsabilidad del autor, quien se compromete a mostrar resultados realizados en completa información veraz y confiabilidad que acredita los señores jurados después de lo evaluado y adicionalmente por software TURNITIN para dar más eficiencia a este proyecto por las normas ISO-690 la cual da originalidad del autor. El compromiso está dado formado por el código de ética de la UCV del Artículo 15°. De la política anti plagio, lo cual muestra que la UCV promueve la originalidad de las investigaciones,



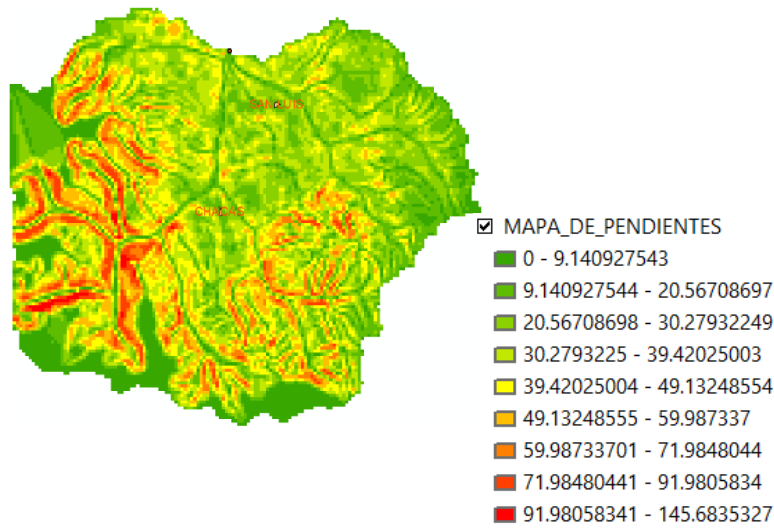
Con lo cual se tomará al respecto, anulando la intervención y control de la información para beneficiar al estudio, siempre se respetará los parámetros que se obtengan de la extracción de información.

Ala misma vez se tendrá en consideración al consentimiento informado, que consiste en hacerse un documento con los procedimientos que se le entregará a las autoridades y personas que vivan cerca de las áreas en los alrededores donde se tomará en cuenta, evitando inconvenientes futuros.

## IV RESULTADOS

### PENDIENTE

**Figura05: Macro localización del Proyecto.**



***Fuente: Elaboración Propia 2022***

Para determinar las pendientes se realizó el uso de ArcGIS con la cual se descargó el mapa de curvas de nivel de fuente IGN (Instituto Geográfico Nacional), posteriormente se llevó al Software para poder crear un conjunto de raster (acumulativo, dirección de flujo,) esto es para atenuar las superficies de la carta cartográfica con la cual se seleccionó a la opción de caja de herramientas para convertir y seleccionamos de raster a poligonal. esta opción es para ver sus datos con las pendientes relacionadas con las curvas de nivel de la carta cartográfica.

Las zonas rojas de la imagen representan las pendientes más pronunciadas o elevadas con que oscilan entre (71 % a 91 % y 145 %) y las zonas mas bajas son áreas verdes que oscilan entre (0 % a 30 %) y por último zonas medianas de pendiente (30 % a 49 %).

## PENDIENTES MEDIA

Tabla N° 01 Pendiente Media

Objetivos	Id	Min	Max	Range	Pend.Mediana	STD
1	1	0	145.683533	145.683533	33.258589	19.019017

**Fuente: Elaboración Propia 2022**

Este cuadro fue realizado con un raster acumulativo y dirección de flujo los pasos a tomar en cuenta primero es tener el raster , segundo sacar el mapa de pendiente que está en la columna ArcToolbx (caja de herramientas) y seleccionar (surface-slope) que son pendientes , luego de este paso haremos una interpolación de pendientes que se ubica en la misma columna de ArcToolbx buscamos la opción Funtional Surface – Interpolate Shape , con estos paso se ha creado un archivo Safhe File , y finalizamos en la opción de caja de herramientas, seleccionamos Spatial Analyst Tools – Zonal y ubicamos Zonal statistics as table y se crea la tabla donde nos consigna la media pendiente que es un valor redondeando de 33.3 % .

## Área y Perímetro

Para llegar estos parámetros tuvimos que pasar del raster acumulativo luego a una dirección flujo de raster, con esto hicimos un punto de aforo y punto de salida para delimitar nuestra cuenca, los pasos fueron seleccionar hasta donde se encontraba nuestras delimitaciones con la red hídrico principal, el software hacia las delimitaciones seleccionando ArcToolbx posteriormente en Spatial Analyst Tools - hidrology – Snap por point, y seleccionamos Watershed (Cuenca) , y por ultimo Con estos pasos realizamos nuestra tabla en zonal-zonal statistics as table para crear nuestra tabla de área y perímetro.

En esta tabla por el ArcGIS su respectiva Área fue de 720.96395 (Km2) y su Perímetro 112.554069 (Km) como se muestra a continuación.

**Tabla N° 02 Área Y Perímetro**

OBJECTID	Shape	Id	Perímetro (mtrs)	Área (m2)	Área km2	Perímetro (km2)
1	Polígono	1	112554.0687	720963949.9	720.96395	112.554069

**Fuente: Elaboración Propia 2022**

## **ANCHO MAYOR DE LA CUENCA DEL RIO ACOCHACA.**

Se Determino de su Ancho Promedio de la Cuenca del Rio Acochaca con un valor de 3353.954 (m). este dato salió seleccionando en la parte superior de nuestras opciones y buscamos Measure, con esta opción hacemos el trazo más ancho de la cuenca que nos dio anteriormente mencionada, esta descripción se mostrara en los anexos de figuras.

## **RIOS PRIMARIO Y SECUNDARIOS**

Se realizo los datos de la redes hídricas teniendo en cuenta los siguientes pasos , tuvimos que seleccionar un poligonal que se había realizado con delimitaciones de la cuenca llamado un DEM con la cual hicimos un raster Flow direccction, posteriormente se hizo un recorte esta opción está ubicada en nuestra caja de herramienta (Arctoolbox)-Data Management Tools-Raster-Raster Processing y seleccionamos Clip (recortar), luego nos dirigimos a la opción Hydrology y seleccionamos Stream Order (arroyo de orden) llamadas también grid code (1,2,3 y 4 ) , teniendo ya tenemos nuestra tabla de red hídrica con la cual el ArcGIS lo ordena.

## RED PRINCIPAL

Sus ríos complementarios abarcan desde el Sistema UTM 84 Zona 18L con coordenadas 8997133.00 m N y su final recorrido 240273.00 m E.

Río Principal con una longitud de 16.1419 Km desde un inicio con una altitud 4750 m.s.n.m hasta el desemboque de su orilla con altitud 2069.90 m.s.n.m.

**Tabla N° 03: Tabla de red hídrica principal.**

RIO PRINCIPAL			
RIOS	SHAPE	LONGITUD (Mtrs)	LONGITUD(Km)
1	Polyline	223.558353	0.223558353
1	Polyline	632.318511	0.632318511
1	Polyline	3518.533256	3.518533256
1	Polyline	223.558353	0.223558353
1	Polyline	706.953587	0.706953587
1	Polyline	447.116707	0.447116707
1	Polyline	223.558353	0.223558353
2	Polyline	2548.957406	2.548957406
2	Polyline	1617.683442	1.617683442
2	Polyline	2064.800149	2.064800149
2	Polyline	1223.341704	1.223341704
2	Polyline	1711.753728	1.711753728
2	Polyline	999.78335	0.99978335
		Σ	16.1419169

**Fuente: Elaboración propia**

Hay dos tipos de ríos que conforma esta red hídrica principal que son el río armas y el río Chucpin con cual tiene un valor total de longitud de 16.1419 (Km). Con una red mínima de 223.558353 y red máxima 3518.53326.

El río chucpin y río armas que conforma esta polilínea pasa por los pueblos más cercanos desde Acochaca, Colcabamba y Pomallucay.

Esta descripción de la tabla de las polilíneas de la red hídrica principal se pondrá en anexos su mapa de ArcGIS seleccionado sus ríos

## RED SECUNDARIOS

Tabla N° 04 Red Hídricas Secundarios (3) y (2)

RIO SECUNDARIO 3			RIO SECUNDARIO 2		
RIOS	SHAPE	LONGITUD(Km)	RIOS	SHAPE	LONGITUD(Km)
1	Polyline	4.049339792	9	Polyline	0.447116707
2	Polyline	0.67067506	10	Polyline	1.02960946
3	Polyline	0.447116707	11	Polyline	0.901192534
4	Polyline	1.253167813	12	Polyline	4.632168977
5	Polyline	1.303558004	13	Polyline	0.249945838
6	Polyline	2.920176834	14	Polyline	2.016443775
7	Polyline	2.102146971	15	Polyline	0.99978335
8	Polyline	0.447116707	16	Polyline	1.486725991
9	Polyline	0.447116707	17	Polyline	0.706953587
10	Polyline	2.146680026	18	Polyline	2.204629971
11	Polyline	2.147401227	19	Polyline	2.138425498
12	Polyline	0.447116707	20	Polyline	1.750110278
13	Polyline	0.706953587	21	Polyline	2.501081597
14	Polyline	0.894233414	22	Polyline	3.138654137
15	Polyline	1.843509409	23	Polyline	1.253167813
16	Polyline	3.22241785	24	Polyline	5.016061326
17	Polyline	0.223558353	25	Polyline	0.447116707
18	Polyline	3.45390053	26	Polyline	0.223558353
19	Polyline	5.50601502	27	Polyline	3.324420379
20	Polyline	2.012025181	28	Polyline	2.098131991
21	Polyline	1.413907173	29	Polyline	1.117791767
22	Polyline	0.249945838	30	Polyline	0.447116707
23	Polyline	1.833314809	31	Polyline	1.843509409
24	Polyline	1.139928406	32	Polyline	1.359852375
25	Polyline	2.55174279	33	Polyline	2.301674122
26	Polyline	2.434703578	34	Polyline	1.670458411
27	Polyline	2.580758469	35	Polyline	3.779531838
28	Polyline	1.117791767	36	Polyline	0.316159255
29	Polyline	0.447116707	37	Polyline	1.209076659
30	Polyline	0.223558353	38	Polyline	1.34135012
31	Polyline	3.552332671	39	Polyline	0.601949289
$\Sigma$					106.3430947

**Fuente:** Elaboración propia

Estos resultados indican dos partes que según ArcGIS nos clasifica con diferentes pequeñas redes hídricas enumeradas de 1 a 39 polilíneas, estos pequeños tramos son una parte de la cuenca de los ríos secundarios en un 30 %, vemos la sumatoria de toda esta red secundaria con un 106.34 (Km).

**Tabla N° 05 Red Hídricas Secundaria(1)**

RIO SECUNDARIO 1					
RIOS	LONGITUD(Km)	RIOS	LONGITUD(Km)	RIOS	LONGITUD(Km)
1	0.499891675	31	1.433951022	61	0.223558353
2	0.948477766	32	0.223558353	62	1.117791767
3	3.220339827	33	0.499891675	63	0.447116707
4	0.806051106	34	1.117791767	64	0.223558353
5	0.447116707	35	4.948675107	65	2.063790422
6	0.223558353	36	0.249945838	66	1.34135012
7	0.223558353	37	0.67067506	67	2.54240192
8	1.117791767	38	0.223558353	68	0.447116707
9	0.223558353	39	0.986834316	69	1.079435218
10	0.806051106	40	1.896955532	70	1.670458411
11	2.499458376	41	0.223558353	71	2.495696946
12	0.223558353	42	4.349862597	72	0.158079628
13	3.823325526	43	7.206256121	73	5.996253031
14	0.806051106	44	0.223558353	74	0.986834316
15	0.223558353	45	0.223558353	75	1.655030265
16	0.223558353	46	0.223558353	76	0.447116707
17	5.286964234	47	1.203898577	77	0.249945838
18	0.316159255	48	2.109045288	78	3.590743435
19	5.911764695	49	2.801178139	79	3.420001464
20	0.316159255	50	2.066805962	80	2.039546472
21	0.316159255	51	3.133514341	81	0.223558353
22	0.632318511	52	6.880390587	82	1.676687651
23	1.476726167	53	0.223558353	83	0.447116707
24	1.264637022	54	0.223558353	84	0.223558353
25	2.102146971	55	0.223558353	85	0.223558353
26	2.109045288	56	2.735475209	86	2.851682135
27	1.746046557	57	3.416504968	87	2.696618481
28	0.158079628	58	3.268698726	88	0.986834316
29	0.447116707	59	0.447116707	89	0.447116707
30	1.969604911	60	1.359852375	90	3.274584179
				Σ	140.4113199

**Fuente:** Elaboración propia.

Estos resultados indican dos partes que según ArcGIS nos clasifica con diferentes pequeñas redes hídricas enumeradas de 1 a 90 polilíneas, estos pequeños tramos son una parte de la cuenca de los ríos secundarios en un 70 %, vemos la sumatoria de toda esta red secundaria con un 140.41 (Km) según el cuadro estadístico de ArcGIS, en anexos se pondrá los el mapa de esta tabla y su cuadro estadístico.



#### 4.4.1 ÁREAS PARCIALES

Tabla N°06 : Reclasificación con ArcGIS.

OBJECTID *	AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN
1	21690598.42	2614.549561	3004.220215	389.670654	2877.64405
2	33435507.71	3006.531494	3237.068359	230.536865	3132.61635
3	41681933.38	3237.872314	3440.122803	202.250488	3342.41814
4	48978770.63	3440.712646	3633.907959	193.195313	3538.67653
5	61873181.68	3634.343994	3816.222412	181.878418	3729.30284
6	67020950.43	3816.419434	3978.901855	162.482422	3903.31185
7	73118307.59	3979.183594	4123.335938	144.152344	4054.62365
8	79715448.12	4123.57959	4256.884277	133.304688	4192.29446
9	80864949.88	4257.222168	4387.722168	130.5	4321.91396
10	70919260.74	4388.29834	4524.129395	135.831055	4454.2714
11	58424676.4	4524.360352	4674.522461	150.162109	4594.3173
12	83063996.73	4674.882324	4950	275.117676	4754.81941
Σ	720787581.7				

Se realizó un reclass en la caja de herramientas ArcToolbox, para posteriormente seleccionar reclassify ya teniendo el raster DEM, luego de eso se realizó la selección de áreas parciales con coherencia a las altitudes de la cuenca. En total se sumó 12 zonas que representan a nuestro estudio hidrológico

Cada zona representa las delimitaciones en forma decreciente y luego ascendente, que se empieza desde 1 a 12 en forma creciente,

Esta tabla se va a poner en Anexos una descripción del cuadro estadístico de ArcGIS de estas zonas que están delimitados con su mapa respectivo y leyendas.

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 07: Cálculo de la Curva Hipsométrica – Fuente: Elaboración.**

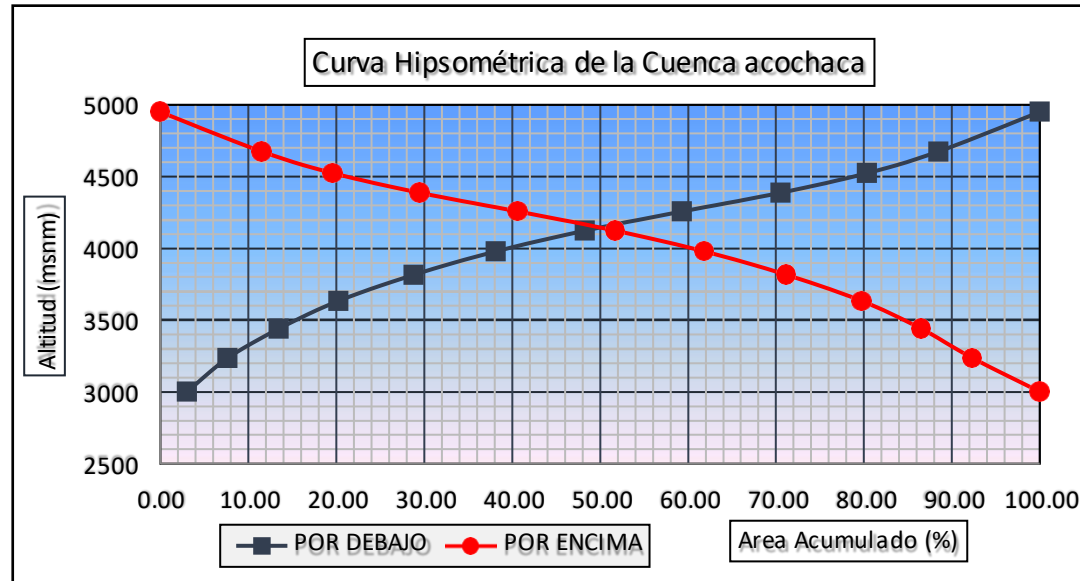
**Cuadro: Áreas parciales y acumuladas para elaboración de Curva Hipsométrica**

ALTITUD			AREAS PARCIALES		AREAS ACUMULADAS			
					POR DEBAJO		POR ENCIMA	
m.s.n.m.			Km2	(%)	(KM2)	(%)	KM2	(%)
Mínima	Máxima	Altitud Media						
2609.90	3001.07	2874.12	21.74	3.01	21.74	3.01	721.09	100.00
3003.23	3236.53	3131.35	33.59	4.66	55.33	7.67	699.35	92.33
3236.86	3440.12	3342.17	41.78	5.79	97.11	13.47	623.98	86.53
3440.71	3633.91	3538.68	48.98	6.79	146.09	20.26	575.00	79.74
3634.34	3816.22	3729.30	61.87	8.58	207.96	28.84	513.13	71.16
3816.42	3978.90	3903.31	67.02	9.29	274.98	38.13	446.11	61.87
3979.18	4123.34	4054.62	73.12	10.14	348.10	48.27	372.99	51.73
4123.58	4256.88	4192.29	79.72	11.05	427.81	59.33	293.27	40.67
4257.22	4387.72	4321.91	80.86	11.21	508.68	70.54	212.41	29.46
4388.30	4524.13	4454.27	70.92	9.84	579.60	80.38	141.49	19.62
4524.36	4674.52	4594.32	58.42	8.10	638.02	88.48	83.06	11.52
4674.88	4950.00	4754.82	83.06	11.52	721.09	100.00	0.00	0.00
			721.09	100.00				

**Fuente: Elaboración propia**

Este tabla se realizó con datos obtenidos de las áreas parciales anteriormente por el ArcGIS , posteriormente tomando estos datos se hizo los siguientes cálculos que acumulan las áreas con un rango de 1 a 12 partes que en la parte primera tiene una área de 21.74 con un valor de 3.01 que representan el % parte del total del área que es 721 km<sup>2</sup> y así sucesivamente , por otra parte vemos el desarrollo de las áreas acumuladas que tanto en el sentido por debajo y por encima , con los % también acumulativos por cada área anterior. Con estos datos ya realizado podemos hacer nuestra curva histograma para determinar qué tipo de cuenca de edad es .

Figura 06 Representación De La Grafica Hipsométrico



Fuente: Elaboración propia

Ya realizado nuestro grafico de Hipsométrica donde podemos ver qué tipo de cuenca es por su forma geométrica, en nuestra grafica se asemeja a una Cuenca en Madurez. Podemos apreciar que esta grafica se comporta con un versus de altitud y área acumulada y por cada altitud va acumulando las áreas

## ESTUDIO HIDROLÓGICO EN BASE A LOS DATOS DE PRECIPITACION DE LA ESTACION DE HUARAZ CADA 24 HORAS

### REGISTRO HISTÓRICO ESTACIÓN HUARAZ

**Tabla N° 08: Estaciones de Huaraz**

<b>Estación:</b>	HUARAZ	<b>Longitud:</b>	"W"	-9.5275	<b>Dpto.</b>	ANCASH
<b>Parámetro:</b>	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (mm)	<b>Latitud:</b>	"S"	-77.5333	<b>Prov.</b>	HUARAZ
		<b>Altitud</b>	m.s.n.m	3100	<b>Distr.</b>	HUARAZ

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MÁXIMO (mm)
	<b>1992</b>	3.40	18.00	18.80	30.80	10.20	0.40	3.30	4.40	5.10	0.00	0.00	0.00
<b>1993</b>	13.90	22.60	32.40	30.40	0.00	0.00	6.20	8.30	17.40	18.50	13.90	30.90	<b>32.4</b>
<b>1994</b>	19.95	52.50	22.20	19.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.20	29.30	33.80	<b>52.5</b>
<b>1995</b>	19.96	35.30	12.50	10.00	3.80	12.80	0.00	5.60	6.20	7.40	13.00	16.40	<b>35.3</b>
<b>1996</b>	19.97	15.60	25.60	17.80	11.10	0.00	0.00	1.60	12.40	19.70	16.70	24.70	<b>25.6</b>
<b>1997</b>	23.60	18.00	34.80	14.80	15.40	11.90	8.30	10.50	31.80	28.50	34.70	38.30	<b>38.3</b>
<b>1998</b>	35.20	34.00	46.90	24.20	14.40	11.10	0.00	13.50	12.10	25.10	40.40	14.40	<b>46.9</b>
<b>1999</b>	26.50	68.30	34.50	14.70	8.70	12.40	9.90	12.30	19.40	12.90	18.10	18.10	<b>68.3</b>
<b>2000</b>	16.20	14.00	8.20	17.00	16.40	0.00	0.00	25.20	0.00	0.00	20.10	14.00	<b>25.2</b>
<b>2001</b>	25.80	14.40	19.20	7.10	7.80	12.00	13.50	0.00	14.20	13.30	15.30	14.00	<b>25.8</b>

<b>2002</b>	12.90	14.30	15.40	13.20	0.00	0.00	10.10	0.00	9.60	19.90	25.00	14.90	<b>25.0</b>
<b>2003</b>	11.00	13.90	14.90	20.10	0.00	9.90	0.00	0.00	20.60	18.90	20.60	0.00	<b>20.6</b>
<b>2004</b>	18.40	18.80	30.70	9.60	17.80	5.10	4.50	1.60	10.90	17.50	34.40	22.50	<b>34.4</b>
<b>2005</b>	10.10	10.10	19.00	17.60	0.00	0.00	0.00	5.10	3.90	16.20	12.20	31.80	<b>31.8</b>
<b>2006</b>	20.60	15.70	26.00	12.60	9.80	3.40	0.00	4.60	15.40	21.00	22.50	27.70	<b>27.7</b>
<b>2007</b>	34.30	16.10	17.90	22.70	3.30	0.00	11.50	6.40	14.70	22.10	18.60	18.60	<b>34.3</b>
<b>2008</b>	20.50	19.90	23.60	19.70	5.30	21.00	0.00	2.50	16.50	20.50	16.30	9.90	<b>23.6</b>
<b>2009</b>	25.90	22.60	24.80	31.00	12.10	9.10	9.60	15.40	9.90	28.50	15.30	20.40	<b>31.0</b>
<b>2010</b>	18.00	18.80	20.60	23.20	23.20	11.30	4.50	3.10	7.50	17.90	23.30	18.20	<b>23.3</b>
<b>2011</b>	11.70	14.90	12.30	21.50	9.30	0.00	4.20	3.60	7.50	10.40	18.50	21.70	<b>21.7</b>
<b>2012</b>	34.60	33.50	26.20	12.60	11.40	7.00	0.00	1.30	3.20	18.00	22.50	18.40	<b>34.6</b>
<b>2013</b>	26.90	25.30	15.30	15.30	7.20	7.70	4.50	13.20	8.00	19.90	20.40	19.00	<b>26.9</b>
<b>2014</b>	15.00	32.60	22.80	20.40	12.50	7.20	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>32.6</b>
<b>2015</b>	24.50	13.20	24.40	18.70	14.00	1.20	2.50	0.10	6.50	13.00	16.40	19.30	<b>24.5</b>
<b>2016</b>	0.80	0.00	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>3.5</b>

**Tabla 07: Registro de precipitaciones de Huaraz**

**Fuente: Ana (Autoridad Nacional Del Agua)**

Tenemos los datos por ANA, luego de hacer la solicitud desde los años 1992-2016.

#### 4.3.4 PROCESAMIENTO DE INFORMACION DE PRECIPITACIÓN:

Una vez hallado los parámetros morfológicos principales de la cuenca del Rio Acochaca se empieza a procesar la información obtenida de la precipitación de la Estación meteorológica de Huaraz, estos datos debidamente cotejados analógicamente con la cuenca del Rio Acochaca para obtener mejores resultados en cuanto a su similitud de altitudes.

Posteriormente para originar las curvas IDF (Intensidad-duración-frecuencia), se debe hacer el uso de un método de precipitación el cual se considerará la prueba de bondad de ajuste de normal y Smirnov Kolmogorov.

#### 4.4.2 CÁLCULO DE CAUDALES MÁXIMOS:

En la presente investigación para el cálculo de los caudales máximos (m<sup>3</sup>/seg) para diferentes periodos de retorno (años) en un determinado tiempo se hizo uso del método Racional. Cabe aclarar que para el valor del coeficiente de escorrentía al ser una cuenca con una pendiente de 33.25 % y de acuerdo a la tabla de coeficientes de escorrentía para zonas rurales se tomó el valor de 0.60. Valores representados por la formula siguiente:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$$

Q: Caudal Máximo (m<sup>3</sup>/s)

C: Coeficiente de escorrentía (Tabla)

I: Intensidad de

Lluvia de diseño

(Curvas IDF)A:

Área de la Cuenca

(Km<sup>2</sup>)

**Tabla N° 09: Prueba de bondad de ajuste de normal y ajuste Smirnov Kolmogorov**

**Fuente: Elaboración Propia**

Numero de datos: n	25
Media Aritmética: $\bar{x}$	31.0352
Desviación estándar	12.04

N DATOS	PRECIP-YN	ORDEN DE PRECIPITACION	P( $X \geq X_m$ )	f(x) función de distribución de probabilidad	F(X) función de acumulativo de distribución	Diferencia
1	68.3	3.5	0.04	0.00242581	0.01110988	0.02889012
2	52.5	20.6	0.08	0.02275867	0.19309037	0.11309037
3	46.9	21.7	0.12	0.02453086	0.21910551	0.09910551
4	38.3	23.3	0.16	0.02695332	0.26032304	0.10032304
5	35.3	23.6	0.2	0.02737962	0.26847323	0.06847323
6	34.6	24.5	0.24	0.02859272	0.29366856	0.05366856
7	34.4	25	0.28	0.02921913	0.30812304	0.02812304
8	34.3	25.2	0.32	0.0294593	0.31399098	0.00600902
9	32.6	25.6	0.36	0.0299208	0.32586785	0.03413215
10	32.4	25.8	0.4	0.03014178	0.33187422	0.06812578
11	31.8	26.9	0.44	0.03123229	0.36564988	0.07435012
12	31	27.7	0.48	0.03188255	0.39090421	0.08909579
13	30.08	30.08	0.52	0.03302508	0.4683882	0.0516118
14	27.7	31	0.56	0.033129	0.49883386	0.06116614
15	26.9	31.8	0.6	0.03306239	0.52532014	0.07467986
16	25.8	32.4	0.64	0.03291705	0.54511803	0.09488197
17	25.6	32.6	0.68	0.03285061	0.55169495	0.12830505
18	25.2	34.3	0.72	0.03193367	0.60684945	0.11315055
19	25	34.4	0.76	0.03186076	0.61003919	0.14996081
20	24.5	34.6	0.8	0.03170887	0.61639629	0.18360371
21	23.6	35.3	0.84	0.03111527	0.63839027	0.20160973
22	23.3	38.3	0.88	0.02761712	0.726841	0.153159
23	21.7	46.9	0.92	0.01390952	0.90615635	0.01384365
24	20.6	52.5	0.96	0.00676512	0.96266525	0.00266525
25	3.5	68.3	1	0.00027589	0.99901447	0.00098553
	<b>31.0352</b>				Max	<b>0.20160973</b>

Aquí vemos una diferencia de la tabla de 0.20, este dato al comparar con una tabla de valores críticos es mucho menor, quiere decir que es aceptable la hipótesis de valores normales en la línea de tiempo de probabilidad.

**Tabla N ° 10: Precipitaciones máximas anuales en 24 horas**

**PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALES EN 24 HORAS ESTACIÓN HUARAZ**

<i>Desviación Estándar</i>	12.0405177
$\beta$	9.38795314
$\mu$ ( <i>mu</i> )	29.1812735
$\gamma$ ( <i>coeficiente de Euler</i> )	0.5772

		Promedio Estándar	Probabilidad de Suceso	Precipitación Corregida + 13%
Periodo de R. (T)	Yt	Xt	F(x)	Xt(corregido)
2	0.366512921	32.62207957	0.50	36.86294992
5	1.499939987	43.26263976	0.80	48.88678293
10	2.250367327	50.30761647	0.90	56.84760661
20	2.970195249	57.06532727	0.95	64.48381981
25	3.198534261	59.20896322	0.96	66.90612843
50	3.901938658	65.81249073	0.98	74.36811452
100	4.600149227	72.36725883	0.99	81.77500248
200	5.295812143	78.89810969	1.00	89.15486395
500	6.213607264	87.51432728	1.00	98.89118983

Vemos en un tiempo de retorno de 2 a 500 años, donde por fórmulas que se colocaran como calculadas los siguientes parámetros del cuadro, haciendo el análisis vemos que el promedio Xt tiene una precipitación de 32.62207957 a 87.51432728 esto se corrigió con factor 1.13 que significa agregar un 13% más estimando, la probabilidad de suceso esta desde 50% a 100%.

**Fuente: Elaboración Propia**



**Tabla N° 11: Precipitación de diseño para duraciones menores a 24 horas**

TIEMPO DE DURACION	FACTOR DE TIEMPO	PRECIPITACIONES -TIEMPO DE RETORNO-mm/h								
		2	5	10	20	25	50	100	200	500
24	1	36.8629499	48.8867829	56.8476066	64.4838198	66.9061284	74.3681145	81.7750025	89.1548639	98.8911898
18	0.91	33.5452844	44.4869725	51.731322	58.680276	60.8845769	67.6749842	74.4152523	81.1309262	89.9909827
12	0.8	29.4903599	39.1094263	45.4780853	51.5870558	53.5249027	59.4944916	65.420002	71.3238912	79.1129519
8	0.68	25.0668059	33.2430124	38.6563725	43.8489975	45.4961673	50.5703179	55.6070017	60.6253075	67.2460091
6	0.61	22.4863994	29.8209376	34.67704	39.3351301	40.8127383	45.3645499	49.8827515	54.384467	60.3236258
5	0.57	21.0118815	27.8654663	32.4031358	36.7557773	38.1364932	42.3898253	46.6117514	50.8182725	56.3679782
4	0.52	19.168734	25.4211271	29.5607554	33.5315863	34.7911868	38.6714196	42.5230013	46.3605293	51.4234187
3	0.46	16.956957	22.4879201	26.149899	29.6625571	30.7768191	34.2093327	37.6165011	41.0112374	45.4899473
2	0.39	14.3765505	19.0658453	22.1705666	25.1486897	26.0933901	29.0035647	31.892251	34.7703969	38.567564
1	0.3	11.058885	14.6660349	17.054282	19.3451459	20.0718385	22.3104344	24.5325007	26.7464592	29.6673569

**Fuente: Elaboración Propia**

Se tomo el valor estimado corregido con 13% de la tabla anterior para determinar los valores máximos probablemente de 2 a 500 años tiempo de retorno, con duraciones de menos a 24 horas.

Como observamos las precipitaciones en los tiempos de retorno va aumentando en cualquier tiempo de duración 24 h a 1 hora.

**TABLA N° 12: Posteriormente con los datos calculados las intensidades en menos de 24 h.**

Tiempo de duración (mm)	Tiempo de duración (h)	INTESIDAD EN TIEMPO DE RETORNO EN AÑOS N								
		2	5	10	20	25	50	100	200	500
1440	24	1.53595625	2.03694929	2.36865028	2.68682583	2.78775535	3.09867144	3.40729177	3.714786	4.12046624
1080	18	1.86362691	2.47149847	2.87396233	3.26001533	3.38247649	3.75972135	4.13418068	4.50727368	4.99949904
720	12	2.45752999	3.25911886	3.78984044	4.29892132	4.46040856	4.9578743	5.45166683	5.9436576	6.59274599
480	8	3.13335074	4.15537655	4.83204656	5.48112468	5.68702092	6.32128973	6.95087521	7.57816344	8.40575114
360	6	3.74773324	4.97015626	5.77950667	6.55585501	6.80212306	7.56075831	8.31379192	9.06407783	10.0539376
300	5	4.20237629	5.57309325	6.48062715	7.35115546	7.62729864	8.47796506	9.32235028	10.1636545	11.2735956
240	4	4.79218349	6.35528178	7.39018886	8.38289658	8.6977967	9.66785489	10.6307503	11.5901323	12.8558547
180	3	5.65231899	7.49597338	8.71663301	9.88751904	10.2589397	11.4031109	12.5388337	13.6704125	15.1633158
120	2	7.18827523	9.53292267	11.0852833	12.5743449	13.046695	14.5017823	15.9461255	17.3851985	19.283782
60	1	11.058885	14.6660349	17.054282	19.3451459	20.0718385	22.3104344	24.5325007	26.7464592	29.6673569

**Fuente: Elaboración Propia**

Las ecuaciones para determinar la intensidad con duraciones desde 24 h a 1h vs con un periodo de retorno de 2 años a 500 años se van establecer en los anexos con sus graficas respectiva.

Siendo un análisis vemos que la intensidad en menor tiempo menos de duración es menos su intensidad es lógico esto, mientras decrece a un día que es 24 h, y otro análisis vemos que, en un día, pero con un periodo de retorno también crece en los años a futuros de 2 a 500 años , todo estos datos se adjuntara en anexos sus representaciones gráficos con relación de tiempo de duración con tiempo de años de retorno de 2 a 500 años.

**Tabla N° 13: Calculando los parámetros de intensidad – cuadro de In para hallar k, m, n.**

$n = 0.616$

Tiempo de duración (mm)	Tiempo de duración (h)	INTENSIDAD EN TIEMPO DE RETORNO EN AÑOS N								
		2	5	10	20	25	50	100	200	500
10	0.17	37.7685548	44.1971015	49.7774991	56.0624867	58.2500757	65.6048246	73.888196	83.2174392	97.3817935
20	0.33	24.6431313	28.8376131	32.4786969	36.5795097	38.0068622	42.8056702	48.2103834	54.2975045	63.5394266
30	0.5	19.1965717	22.4640003	25.3003413	28.4948034	29.6066862	33.3448744	37.5550522	42.2968139	49.4961109
50	0.83	14.0140881	16.3994116	18.4700279	20.8020835	21.6137922	24.3427846	27.416344	30.877976	36.1336843
60	1	12.5253306	14.6572541	16.5079028	18.5922173	19.3176958	21.7567794	24.5038256	27.5977183	32.2950974
80	1.33	10.4912427	12.2769463	13.8270534	15.5728796	16.1805419	18.2235233	20.5244549	23.1159058	27.0504402
100	1.67	9.14387683	10.7002466	12.0512771	13.5728909	14.1025125	15.8831186	17.8885469	20.1471838	23.5764151
120	2	8.17249606	9.56352816	10.7710347	12.131003	12.6043614	14.1958085	15.9881942	18.0068895	21.0718236

**Fuente: Elaboración Propia**

Estos datos se realizaron tomando un conjunto de operaciones para llegar determinar las variables m, n y k con la cual estas formulas estarán en los anexos para esta tabla de intensidad en tiempos de 2 a 500 años, pero con menores tiempo de duración de 24 h, en anexos se adjuntará los gráficos de estas relaciones de Tiempo de retorno con tiempo de duración menores de 24 h.

**Tabla N° 14: Tabla De Potencia De Regresión**

$n = 0.616$

$$I(\text{Intensidad}) = \frac{KT^m}{t(\text{duracion})^{0.616}}$$

**Fuente: Elaboración Propia**

x	y	lnx	lny	lnx <sup>2</sup>	lny <sup>2</sup>	lnx*lny
2	139.360	0.69314718	4.93706051	0.48045301	24.3745665	3.422109575
5	184.420	1.60943791	5.21721577	2.59029039	27.2193403	8.39678485
10	214.910	2.30258509	5.37021934	5.30189811	28.8392557	12.36538699
20	243.780	2.99573227	5.49626618	8.97441185	30.2089419	16.46534198
25	252.940	3.21887582	5.53315231	10.3611616	30.6157744	17.81053019
50	281.150	3.91202301	5.63888833	15.303924	31.7970617	22.05946089
100	309.150	4.60517019	5.7338266	21.2075924	32.8767674	26.40524729
200	337.050	5.29831737	5.82023129	28.0721669	33.8750922	30.83743251
500	373.860	6.2146081	5.9238814	38.6213538	35.0923708	36.8146013
	<b>2336.620</b>	<b>30.8498969</b>	<b>49.6707417</b>	<b>130.913252</b>	<b>274.899171</b>	<b>174.5768956</b>

$$\sum \ln x = 30.8498969$$

$$\sum \ln y = 49.6707417$$

$$\sum (\ln x)^2 = 130.913252$$

$$N \text{Veces} = 9$$

$$\sum (\ln x * \ln y) = 174.576896$$

Tabla se determino una sumatoria en cada columna, esto es un proceso para determinar estas variables que serían m y k, para hallar estos datos se tenia que hacer un cambio de variable para  $kT^m$  se convierta en una ecuación lineal, finalmente se hallan estos usando las propiedades de logaritmo, estas fórmulas usadas se adjuntaran en los anexos.

La variable n se le conoce como el coeficiente exponencial de las intensidades menores a 24 h, esta variable se tomo el promedio de todas desde los años 2 a 500 años, y sacando un promedio 0.616 con un valor positivo o absoluto porque es la inversa de todas estas intensidades que se va a determinar, conocida ya en la parte superior de esta tabla.

**Tabla N° 15: Tabla De Intensidades Mayores A 24 H.**

$$I(\text{Intensidad}) = \frac{KT^m}{t(\text{duracion})^{0.616}} K: 138.5$$

**T:0.17**

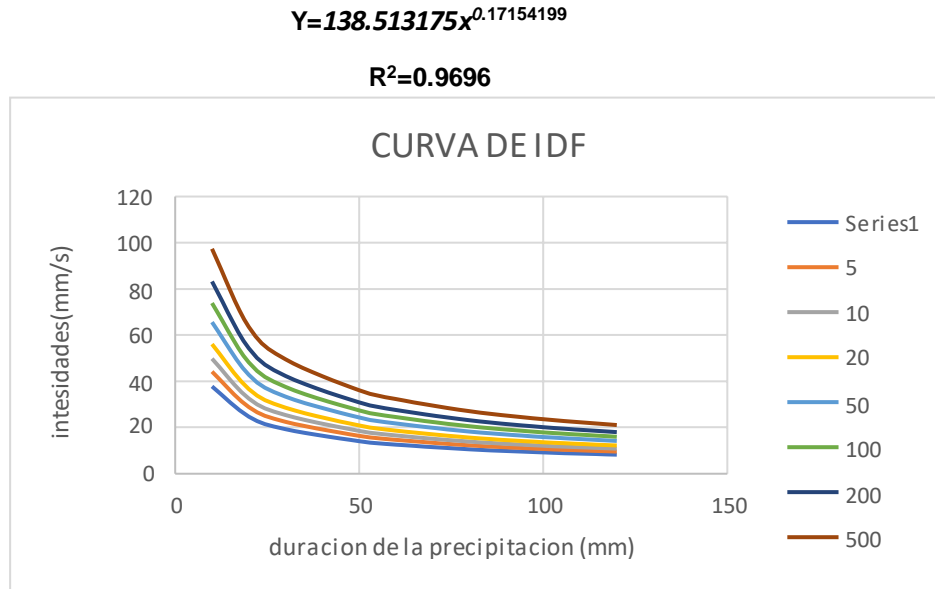
Tiempo de duración (mm)	Tiempo de duración (h)	INTESIDAD EN TIEMPO DE RETORNO EN AÑOS N -MAYORES A 24 H.								
		2	5	10	20	25	50	100	200	500
10	0.17	37.77	44.20	49.78	56.06	58.25	65.60	73.89	83.22	97.38
20	0.33	24.64	28.84	32.48	36.58	38.01	42.81	48.21	54.30	63.54
30	0.5	19.20	22.46	25.30	28.49	29.61	33.34	37.56	42.30	49.50
50	0.83	14.01	16.40	18.47	20.80	21.61	24.34	27.42	30.88	36.13
60	1	12.53	14.66	16.51	18.59	19.32	21.76	24.50	27.60	32.30
80	1.33	10.49	12.28	13.83	15.57	16.18	18.22	20.52	23.12	27.05
100	1.67	9.14	10.70	12.05	13.57	14.10	15.88	17.89	20.15	23.58
120	2	8.17	9.56	10.77	12.13	12.60	14.20	15.99	18.01	21.07

**Fuente: Elaboración Propia**

Este cuadro se realizó con los parámetros de la tabla N°14 ya concluido, se conoció estas variables k y T (tiempo de retorno) para reemplazar la intensidad máxima en cada columna de tiempo de retorno con fila tiempo de duración, con estos datos podemos hallar los caudales máximos en cada tiempo de retorno o a futuro.

**Figura 07: Las Curvas Idf**

**CURVAS IDF**



**Fuente: Elaboración propia.**

La interpretación de este cuadro es de las Intensidades de lluvia en un tiempo duración versus un periodo de retorno, llamado curva IDF, en la cual vemos que un tiempo de retorno de 2 a 500 años de duración 10 minutos asciende gradualmente, esto va al ritmo de todas las duraciones(t) de todos los tiempos de retornos. a mayor tiempo mayor tiempo t(min) y Tr(retorno) mayo es la Intensidad. Se debe considerar que para la construcción de obras hidráulicas en la zona se tomarán un periodo de retorno de 50 a 100 años dependiendo el caso y en el caso de puentes mayores a 10 metros y menores a 50 metros se utilizará un periodo de retorno de 50 años.

## Cálculo de la Altitud Media Ponderada

Altitud media Ponderada:

$$ci = \frac{(Ci + C(i - 1))}{2}$$

$$H = \frac{(\sum ai * ci)}{A}$$

Donde:

H: altitud media ponderada.

A = Área de la cuenca

ai = Área parcial de terreno entre curvas de nivel

ci = Altitud media de cada área parcial

**Tabla N° 17: Áreas Parciales entre curvas de Nivel**

**Cuadro N° 02: Áreas parciales entre curvas de nivel**

ai	ci(altitud media)	$\sum ai * ci$
21.69059842	2.877644047	62.42
33.43550771	3.132616345	104.74
41.68193338	3.342418135	139.32
48.97877063	3.53867653	173.32
61.87318168	3.72930284	230.74
67.02095043	3.903311854	261.60
73.11830759	4.054623649	296.47
79.71544812	4.192294459	334.19
80.86494988	4.321913957	349.49
70.91926074	4.454271398	315.89
58.4246764	4.594317302	268.42
83.06399673	4.754819408	394.95
<b>720.79</b>		<b>2,931.56</b>

<b>H</b>	<b>4067.16</b>	<b>m.s.n.m</b>
----------	----------------	----------------

**Fuente: Elaboración Propia**

Esta tabla N°17 se realizo usando la formula H, su proceso fue de dar un producto ai con ci para luego hacer una sumatoria total, tomado este valor se hace la división entre el área total de la cuenca que fue de 4067.16 m.s.n.m.

## CÁLCULO DE LA ALTITUD MEDIA SIMPLE

$$Hm = \frac{(CM + Cm)}{2}$$

Donde:

CM = Cota o altitud más alta de la cuenca  
Cm = Cota o altitud más baja de la cuenca

CM = 4,950.00

Cm = 2,609.90

**Hms = 3,779.95 msnm**

**Tabla N° 18: Cálculo del Polígono de Frecuencia de Áreas Parciales:**

COTA Max.(msnm)	Cota Acumulada	A. PARCIAL (%)
3001.07	3001.07	3.01
3236.53	6237.60	4.66
3440.12	9677.72	5.79
3633.91	13311.63	6.79
3816.22	17127.85	8.58
3978.90	21106.75	9.29
4123.34	25230.09	10.14
4256.88	29486.97	11.05
4387.72	33874.70	11.21
4524.13	38398.83	9.84
4674.52	43073.35	8.10
4950.00	48023.35	11.52

**Fuente: Elaboración Propia**

La tabla N°18 se realizó tomando las cotas máximas de cada área parcial que son 12, luego de esto para poder realizar la cota acumulativa se iba adicionando crecientemente para posterior hacer el cálculo de retención de cada uno de porcentaje que representa cada área parcial, el gráfico se mostrara en los anexos.



## PARÁMETROS DE FORMA:

Cálculo del Índice de Gravelius (K):

$$K = 0.28 \frac{\text{Perimetro}}{\sqrt{\text{Area}}}$$

<b>Perimetro</b>	<b>112.51</b>
<b>Area</b>	<b>720.79</b>

Entonces mi K es

$$K = 0.28 * \frac{112.52}{\sqrt{720.79}}$$

$$K = 1.1822$$

Al ser el resultado mayor que 1.18 se puede comprobar mediante este método que la cuenca es redonda. ya que se aproxima a un valor unitario.

## CÁLCULO DEL RECTÁNGULO EQUIVALENTE:

$$L = \frac{K \sqrt{A}}{1.12} \left( 1 + \sqrt{1 - \left( \frac{1.12}{K} \right)^2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$l = \frac{K \sqrt{A}}{1.12} \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{1.12}{K} \right)^2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Dónde :

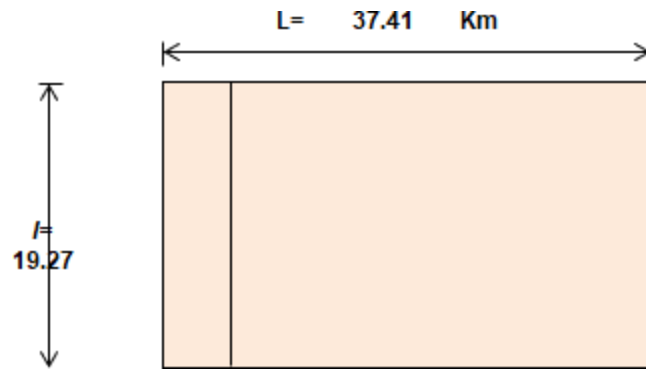
K: Coeficiente de gravelius

A: Area total de la cuenca

$$K=1.1822$$
$$A=720.79 \text{ Km}^2$$

$$\frac{K \sqrt{A}}{1.12} = 28.337$$

$$\left( \sqrt{1 - \left( \frac{1.12}{K} \right)^2} \right)^{\frac{1}{2}} = 0.898$$



$$L=37.405$$

$$l=19.270$$

**Tabla N° 19: Perfil longitudinal del rio Acochaca**

Progresiva	Long. (m)	Long Acum (m)	Cota	Desnivel	S	1/(S)^0.5	
0+000	0	0.00	2600.00	0.00			
2+000	2000	2000.00	2710.00	110.00	0.06	4.2640	4.2640
4+000	2000	4000.00	2760.00	50.00	0.03	6.3246	6.3246
6+000	2000	6000.00	2840.00	80.00	0.04	5.0000	5.0000
8+000	2000	8000.00	2915.00	75.00	0.04	5.1640	5.1640
10+000	2000	10000.00	3000.00	85.00	0.04	4.8507	4.8507
12+000	2000	12000.00	3070.00	70.00	0.04	5.3452	5.3452
14+000	2000	14000.00	3222.00	152.00	0.08	3.6274	3.6274
15+000	1000	15000.00	3270.00	48.00	0.05	4.5644	4.5644
						Σ	39.1402

**Fuente: Elaboración Propia**

Es un conjunto de operaciones donde se calculó las los tramos con un vs de la progresiva con su cota, quiere decir que en toda longitud de la red hídrica principal tiene 8 tramos y una diferencia de niveles en cada una de ellas, haciendo operaciones nos da un resultado con una pendiente según Taylor Schawar de 4.18 %.

$$S = \frac{\rho}{\frac{1}{\sqrt{S_1}} + \frac{1}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{S_n}}}$$

n=8  
 S=0.0418  
 S=4.18 %

**Según La Ecuacion de Taylor Schawa**

## PARÁMETROS RELACIONADOS CON LA RED HIDROGRÁFICA

Cálculo de la Densidad de Drenaje:

$$D_d = \frac{L_i}{A}$$

Donde:

<b>L</b> = Longitud del cauce principal	<b>16.14</b>
<b>I</b> =Longitud de cauces aportantes	<b>245.75</b>
<b>L<sub>i</sub></b> =Longitud total de ríos	<b>262.90</b>
<b>A</b> =Área de Cuenca	<b>720.79</b>

$$D_d=0.36$$

Al ser un valor menor que 1, se comprueba que el Rio Acochaca tiene una amenaza menor o bajas crecidas repentinas y bruscas.

Cálculo de la Frecuencia de los Ríos:

$$Fr = N^{\circ} \text{ cauces}/A$$

$$N^{\circ} \text{ Cauces} = 166$$

$$Fr = 0.230$$

### **Cálculo de la Extensión media del Esguerrimiento Superficial (Es):**

Dónde:

Es: Extensión media del Esguerrimiento Superficial

A: Área Total

Li: Longitud total de Red Hidráulicas

$$Es = \frac{A}{4L}$$

$$Es = 0.685$$

Esta fórmula representa la red hídrica en promedio de todas que la conforma la cuenca, con un valor 0.685 que da lugar al promedio aritmético de todas las redes secundarias en pocas palabras.

### **Cálculo del Tiempo de Concentración (Tc), Según Kirpich**

Tiempo de Concentración (Tc)

$$Tc = \left( \frac{0.87 L^3}{H} \right)^{0.385}$$

$$Tc \text{ (Horas)} = 3.364$$

$$Tc \text{ (Min)} = 201.851$$

Es el tiempo de concentración que demora en tardar desde la superficie más alta hasta su final de su red hídrica, vemos que tiene de 3.364 horas o aproximado a 3 h y media.

## CÁLCULO DE ÍNDICE DE PENDIENTE

$$I_p = \sum_{i=1}^n \phi \beta_i \left( \frac{a_i - a_{i-1}}{\sqrt{L}} \right) \frac{1}{\sqrt{L}}$$

$$\phi \beta_i = \frac{A_i}{A_t}$$

ai: cota superior de cada area parciales.

ai-1 : cota inferior de cada area parciales.

L : longitud mayor del rectangulo equivalente

**Tabla N° 20 : Índice de Pendiente.**

**Cuadro para el cálculo de Índice de pendiente**

Ai	Bi = Ai/At	ai - ai-1	Bi* (ai -Ai-1)	Raíz (4)	5 * 1/(L)^0.5
1	2	3	4	5	6
21.74	0.03	391.17	11.78	3.43	0.56
33.59	0.05	233.30	10.85	3.29	0.54
41.78	0.06	203.27	11.76	3.43	0.56
48.98	0.07	193.20	13.10	3.62	0.59
61.87	0.09	181.88	15.58	3.95	0.65
67.02	0.09	162.48	15.08	3.88	0.63
73.12	0.10	144.15	14.60	3.82	0.62
79.72	0.11	133.30	14.72	3.84	0.63
80.86	0.11	130.50	14.61	3.82	0.63
70.92	0.10	135.83	13.34	3.65	0.60
58.42	0.08	150.16	12.15	3.49	0.57
83.06	0.12	275.12	31.65	5.63	0.92
722.09				IP	13.4967565

**Fuente : elaboracion Propia**

### Índice de Pendiente (Ip):

En la tabla N°20 se calculo tomando datos de valores de las áreas parciales, una fue en a y a-1 donde estos datos son cotas de cada área, tomando este dato se multiplico por factor Bi que es resultado de cada área entre 722.09, luego se suma todos estos valores del producto Bi\*(ai-ai-1), por último, se dividió entre la longitud

mayor del rectángulo equivalente. tomando su raíz en cada fila de la tabla se hizo la suma total con de 13.49. este valor representa la ponderada de las pendientes.

**Tabla N° 21: Rangos de tipos de terreno.**

Porcentaje %	Tipo
<5	Plano
5 a 12	Ligeramente ondulado
12 a 18	Ondulado
18 a 24	Fuertemente ondulado
24 a 32	Escarpado
32 a 44	Fuertemente escarpado
>44	montañoso

**Fuente : Google**

Aquí puede determinar de la Tabla N°21 que es un terreno ondulado ya que pertenece a ese intervalo.

### **EL CÁLCULO DE PENDIENTE DE LA RED HIDRICA PRINCIPAL O PRIMARIO**

$$S = \frac{H}{L}$$

$$H = 1,948.93$$

$$L = 37,405.11$$

$$S = 0.0521$$

$$\mathbf{S = 5.210\%}$$

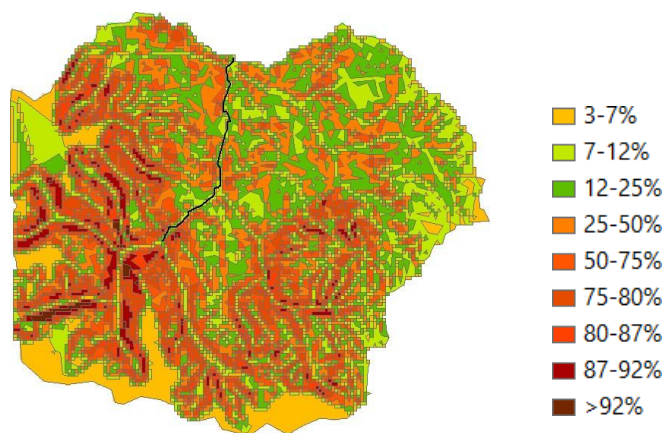


#### 4.5 REALIZACION DEL MODELAMIENTO HIDROLOGICO MEDIANTE ARCGIS PARA DETERMINAR LAS AREAS CRITICAS DE INUNDACIONES Y ZONAS VULNERABLES.

##### MAPA DE VULNERABILIDAD

Para poder determinar en ArcGIS este mapa se tuvo que realizar de un DEM RASTER , luego sobreponer un raster de acumulacion y direccion de flujo , despues se hizo interpolacion de pendientes(Opcion slope interpolation) y con las altitudes de cada area parcial , todo estos pasos se realizo en la columna de ArcToolbx.

**Figura 08 : Zonas vulnerables**



**Fuente : Elaboracion propia**

Aplicando el ArcGIS se muestra las zonas más propensas y más débiles para un accidente o peligro que pueda ocurrir, en esta parte vemos que por el río principal hay algunas zonas de color anaranjado de rango 25 a 80 % que es un nivel intermedio , los colores más oscuro rojo de intervalo de 80 a 92 % es que son zonas más propensas a la vulnerabilidad por diferentes factores meteorológicas ,pero observamos que hay zonas medias anaranjadas con un nivel intermedio que se encuentra en la comunidad de Acochaca , esto hay que tomarlo en cuenta para futuras investigaciones .

## MAPA DE ÁREAS CRÍTICAS CON CUMS (CONDICIÓN DE USO DE MAYOR DE SUELO)

Se determino haciendo este mapa con un DEM y posteriormente en las opciones de ArcGIS en la Arctoolbox luego fuimos a Spatial Analyst y ubicamos Reclass - Reclassify, con estos se elaboro este mapa, dando datos al raster que tipo de suelo tiene nuestra zona, luego con esto podemos parametrizar con la ayuda de los datos de recolección de datos del ANA, es de acuerdo cuales son de mayor uso estos suelos, por ende, se realizo que las zonas mas altas son de menor demanda de los pobladores.

**Figura 09 : Zonas vulnerables**



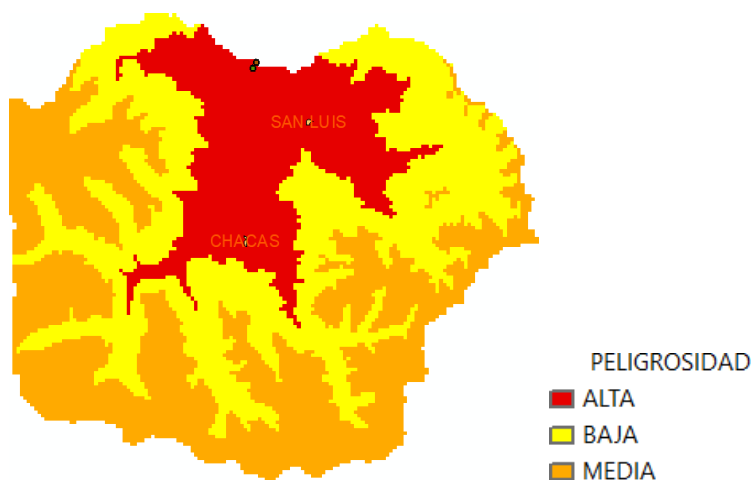
**Fuente : Elaboracion propia**

La interpretación de este mapa es que las zonas mas verdes son de uso mayor , que más demanda tiene como la tierra para cultivo , pastos , cultivo permanente y para producción, se analizo con la ayuda también de Google earth recolectando datos conservativos , para asignar la leyenda de la figura 07.

## INDICAR Y ANALIZAR LA PELIGROSIDAD Y LA VULNERABILIDAD CON EL ARCGIS.

Esta elaboración de Mapa de Peligrosidad Y Vulnerabilidad los pasos siguientes fueron, la primera parte es de tener los mapa de pendientes , CUMS y geomorfología , luego pasar a poner unos pesos o valores en cada mapa ya en formato de Raster a Shape file (Poligonal) para poder establecer estos coeficiente , estos parámetros se insertaran con tablas en la parte de Arctoolbox -Spatial Analyst Tools y seleccionamos en Zonal-Zonal Statistics as table , posteriormente luego los estos datos ya incluidos en cada mapa hacemos una Merge (Unión) , esto nuevamente nos dirigimos ala columna Arctoolbox -Analysis Tools-Overlay y seleccionamos Intersect , ya con esto podemos ver que el ArcGIS hizo un tipo unión e intersección entre estos mapas , para luego ver que zonas son alta peligrosidad.

**Figura 10: Zonas vulnerables**



**Fuente : Elaboracion propia**

Haciendo un analisis que hay 3 que fueron seleccionadas , una de ellas son tipos de peligrosidad en la cual son alta , media y baja , la zona roja se abarca la zona mas alta en peligro que esta la zona de la comunidad por los pueblos acohaca , colcabamba y Pomallucay , en las zonas mas claras como amarilla y anaranjado son altas donde mayormente tiene pendientes entre 33 a 80 % y 80 % a 92% con suelos arcillosos con limos y suelos rocosos respectivamente .

## Zona Alta

En las zonas Altas en total tiene una área de 151.9859350 Km<sup>2</sup> , se encuentra la comunidad de Acochaca , Colcabamba y Pomallucay , donde el rio tiene una defensa ribereña consignada gaviones con medidas grandes , esto es bueno pero hay una deficiencia que se encontró en mal estado estos tipos de defensa , se encontró que las mallas están colapsadas por factores de fuerzas externas , la cual esto traería desestabilidad y podría drenar hacia el cauce ,con esto presentaríamos una acumulación hídrica en este punto con las Coordenadas 8991759.00 m N 239904.00 m E con el Sistema UTM 84 con Zona 18 L.

**Tabla N° 22 : Zonas vulnerables**

OBJECTID *	Shape *	Id	gridcode	Shape_Length	Área(mtrs)	PELIGRO
14	Polygon	14	1	1265.083832	68240.43734	ALTO
15	Polygon	15	1	843.453135	34218.02631	ALTO
16	Polygon	16	1	894.233414	49978.33738	ALTO
17	Polygon	17	1	1696.140343	103164.8524	ALTO
18	Polygon	18	1	112085.0755	151730333.4	ALTO
				∑	151985935	

**Fuente : Elaboracion propia**

## Zona Media

Son presentados por tierras forestales y cultivo en forma permanente con un área de 287.00 esto no tiene a su alrededor casas o gente donde se quedan a hacer una vida, pero si hay zonas para usos para la sociedad que es agronomía y Industria. tiene un área de 282.0281103 km<sup>2</sup> con ubicación hacia 8981847.24 m N y 217804.22 m E en la zona 18 L UTM.

**Tabla N°23: Zonas vulnerables**

OBJECTID *	Shape *	Id	gridcode	Shape_Length	Area(mtrs)	PELIGRO
1	Polygon	1	3	894.233414	49978.33738	MEDIO
2	Polygon	2	3	894.233414	49978.33738	MEDIO
4	Polygon	4	3	4039.584508	509724.5052	MEDIO
5	Polygon	5	3	1671.31795	134286.2764	MEDIO
6	Polygon	6	3	3371.585596	371877.7499	MEDIO
7	Polygon	7	3	1705.129059	100173.0925	MEDIO
8	Polygon	8	3	3446.184423	514671.6848	MEDIO
9	Polygon	9	3	894.233414	49978.33738	MEDIO
10	Polygon	10	3	4191.222378	763354.4931	MEDIO
11	Polygon	11	3	5333.089988	753493.2875	MEDIO
12	Polygon	12	3	76242.77334	63934635.89	MEDIO
13	Polygon	13	3	1268.413755	67463.6408	MEDIO
21	Polygon	21	3	243565.9548	219696907.6	MEDIO
				Σ	286996523.3	

**Fuente : Elaboracion propia**

## Zona Baja

En su totalidad tiene una superficie de 282.0281103 Km<sup>2</sup> Estos lugares esta representados mayormente por zonas no habitadas con suelos rocosos y muy estable a cualquier desastre natural o inundaciones ya que esto drena y no hay acumulación de flujo , por otro lado tenemos zonas que se acumula los flujos como ríos y glaciares . llegar alcanzar con Altitud Máxima 4950.00 m.s.n.m y Mínima 4650 m.s.n.m, con coordenadas 8986924.26 m N con 222743.35 m E Y 8995164.31 m N con 210770.80 m E en la zona 18 L UTM.

**Tabla N° 24: Zonas vulnerables**

OBJECTID *	Shape *	Id	gridcode	Shape_Length	Area(mtrs)	PELIGRO
3	Polygon	3	2	894.233414	49978.33738	BAJO
19	Polygon	19	2	843.453135	34218.02631	BAJO
20	Polygon	20	2	393041.235	281943914	BAJO
				Σ	282028110.3	

**Fuente : Elaboracion propia**

## CONSTRATACION DE HIPOTESIS

Previamente indico una suposición sobre el modelamiento hidrológico, con la cual es aceptable y veraz para dar un eficiente uso de información por medio de esta metodología tipo aplicativo con cual la herramienta para obtener estas tablas digitales fue con el software ArcGIS, para asi tomar decisiones de alertas ante los resultados que se ha realizado.

## V. DISCUSIÓN

### **Objetivos Generales:**

Al ver las necesidades o a un problema se alcanzo en una realidad de modelar una cuenca hidrológica en este caso fue del rio Acochaca, dando una idea de llegar a este objetivo para identificar su comportamiento.

Senado (2021) propone de igual forma identificar lugares de gran potencia en las presas mediante de técnicas de geomática en la subcuenca del rio Ichu, donde su investigación fue hecha por formas técnicas, en cambio la investigación de este proyecto se basa a describir la todas las zonas haci sea mínima los sitios, ya se de grado alto o bajo de vulnerabilidad o riesgos.

Orellano (2021) da una idea en desarrollar un modelamiento hidrológico e hidráulico en la cuenca del rio de Piura para posterior hacer un análisis de las inundaciones que puedan existir en zonas urbanas para atenuar los daños que puedan ocurrir , esto es importante de este proyecto con la coherencia con nuestra investigación a dar la misma idea que se dio el modelamiento hidrológico , por otra parte el tesista solo apunta aun sitios determinados que son las urbanizaciones , nuevamente nuestro proyecto no solo se enfoca parcialmente si no en toda las posibles zonas , pero si la importancia de estos dos proyectos fue las inundaciones , usando una comparación de herramienta para hacer el modelamiento con que el aplico fue el software Hec-Hms en lo cual nosotros implementamos el ArcGIS pero ambos programas tiene la misma función de hallar estos lugares de Inundaciones.

Blas (2021) asignando su tesis como el modelamiento hidrológico e hidráulico del rio Yuracyacu para identificar lugares vulnerables en avenidas mas pobladas con la cual el tesista se enfoca a nuestro proyecto de relación , haciendo la comparación hizo el análisis de red principal y por nuestra parte fue en red hídrica principal como secundarios , su tesis se basó a la identificación de zonas dañadas en tiempo pasado y nosotros también realizamos las identificaciones de vulnerabilidad pero a tiempos de retorno a futuro.

### **Objetivos Específicos:**

Senado (2021) en sus alcances específicos hace sus identificaciones de precipitación máximas anuales desde los años 1982 a 2016 de 34 años , nosotros fue más complementario que se evalúa desde los años 1991 a 2016 con una diferencia de 25 años pero no solo fue de tiempos de retorno pasado sino a futuros de como de 2,5,10,20,25,50,100,200 y 500, otra alcance que hace el fue de realizar sus análisis de identificación en un Rstudio sacado desde un data PASCO que se basa en una programación para sacar sus parámetros geomorfológicos con su cuenca de con altitudes de máximas de 5206 m.s.n.m con su mínima 2818 m.s.n.m y media 4292.60 , nuestra altitudes determinadas con máximas de 4050 m.s.n.m con su mínima 2609.90 m.s.n.m y mediana 2874.12 m.s.n.m , además nuestra cuenca fue estudiada con 12 áreas parciales por su lado del tesista realizo 84

Orellano (2021) en su proyecto desarrollo las precipitaciones a futuras en tiempos de retorno de 10 a 500 años, es coherente a los años que tomamos que fueron 2 a 500 años, la diferencia de tiempos fue en uno, de valores del tesista su tiempo de retorno de 10 años con una precipitación de 10.5 mm/s y nuestro tiempo en retorno fue de 56.84 mm/s, también realizo.

Blas (2021) en sus resultados el determino con una área de 171.03 km<sup>2</sup> con perímetro de 78.17 km y nuestra cuenca con resultados de 720.96 km<sup>2</sup> y 112.55 km de perímetro , vemos una diferencia de 5499.3 de superficie y 608.41 de perímetro que se trataría de su proyecto de pequeña microcuenca , además en su índice Glavelius fue de 1.69 y nosotros de 1.18 esto significa que su cuenca es alargada y nosotros es redonda , por la cual no hay mucho peligro por su factor de escurrimiento superficial que fue de 0.36 y nosotros un dato de 0.68 casi el doble con esto concluimos que nuestra investigación demanda más análisis por eso se identificó mapas de peligro y vulnerabilidad en la cual ellos no lo determinaron y por ultimo en sus determinaciones fue con una pendiente en su área de estudio de índice de pendiente de 26.68 y con nuestro dato de nuestra cuenca fue de 13.49 con un diferencia de casi el doble (13.19 ) , en la cual su terreno debería tener estos mapas mencionados como en nuestro proyecto por el drenaje con la relación de estas pendientes ponderadas.



Lo más importante y resaltante de los resultados fue saber sus parámetros como el Índice Glavelius, pendientes medias, pendiente ponderada Frecuencia de retorno, tiempo de concentración hídrica, densidad de drenaje y el caudal máximo, estos datos geomorfológicos se subrayan por ser uno de los datos más relevantes.

No cabe duda que los hallazgos de los datos podemos saber primeramente el comportamiento de estos fenómenos hídricos, apoyando nuestro proyecto por la importancia de su participación para informes a futuros por nuestros resultados, de esta manera el Software ArcGIS nos aporta en determinar con menor tiempo, exacta y factible en su uso, en forma complementaria estos hallazgos apoyan a la prevención de la comunidad de Acochaca en lo social y económica.

El Índice de Glavelius en nuestros resultados nos da un valor numérico a aproximado a 1, esta información podemos decir que nuestra cuenca es tipo redonda con la cual podría venirse mayores de acumulación de flujo en el cauce, por eso es importante este factor que nos da la visualización de cómo se comporta la cuenca ante este dato, muchas veces no lo toman en consideración por falta de interpretación o conocimiento en las tesis mencionadas en el marco teórico.

Otro parámetro relevante de esta investigación es el tiempo de concentración y frecuencia de retorno, como hemos visto previamente la primera tiene un valor 3.364 Horas, esto significa el tiempo de recorrido de la red hídrica desde altitud máxima hasta sus orillas y segunda tiene un resultado de 0.23 que se destaca en informar la probabilidad de regreso de lluvias que sería 0.23 que informa la posibilidad de precipitación en cada zona.

La grafica hipsométrica es tan importante por sus resultados que se vieron, esta información ayuda que tipo de cuenca es en su estado actual, la cual se mostró con cuenca edad en madurez definida en un versus con altitudes vs área acumulación.

Las Medias pendientes conocido como la media aritmética en la cuenca destaca saber su altitud vs el recorrido del drenaje de toda el área de la cuenca con valor

de 30.26 % quiere decir que la cuenca es fuertemente escarpado , como se ha visto en ArcGIS gráficamente y con una tabla digital.

Previamente vistos las tesis en el marco teórico , se ha hecho observaciones en la cual no son tan eficientes por su desarrollo al origen del problema , una de ellas es Manuel(2018) y Maceda (2018) en su desarrollo de su tesis titulada “Identificación de riesgo de desborde en el río Lacra marca – tramo pampa dura – San José – propuesta de solución 2018” viendo sus objetivos ellos presentan soluciones al rio , pero no consigna al origen de las inundaciones , esto es la diferencia con nuestro proyecto , en las cual nosotros vamos por qué y cómo haciendo un análisis y recopilación de informes del origen de inundaciones .No solo eso en esta tesis previa mencionada , también vemos en casos como Miller (2019) da un enfoque de resultados de porcentajes de inundaciones en el rio , la cual es importante pero no enfatiza al cálculo de caudal máximo ni los parámetros geomorfológico .

Por otro lado, vemos de Mendoza (2019) que toma sus orígenes al problema de hacer un análisis de hidrológico, pero también no toma en cuenta los datos geomorfológicos en sus objetivos en la cual nosotros si evaluamos esa parte del estudio del modelo de la cuenca con su comportamiento del drenajes y forma de acumulación, se olvidaron también de un dato importante el caudal máximo en las inundaciones.

En cambio lo de Hernández (2020) hizo trabajos comparativos y coherentes en descripción de la cuenca tomando datos geomorfológicos con la cual se relaciona las mismas decisiones que se tomaron en nuestro proyecto , en la cual el analiza en adicionar un informe de erosión por desgaste superficial la cual es un dato importante , pero no se menciona nada de caudales máximos es una parte donde su trabajo aun esta hacer un complemento como en la mía en la parte de laboratorios en mecánica de suelos , para ver si capacidad y propiedades mecánicas de estos agregados .

Es muy importante resaltar lo que indico el Ministerio de agricultura y ala vez ANA en el año 2014 que dan las deficiencia en obras ejecutadas , en esta opinión de estas instituciones se han dado ya en muchos años , pero también por otro lado se

olvido de tomar de decisiones de un filtro que puedan ejecutar estas obras con evaluaciones ante de tomar el puesto y aumentar la calidad de obras ante esto sucesos hidrológicos ,también resalta lo que hizo en su proyecto de algo muy importante para tomarlo en cuenta , en algunos de sus objetivos menciona modelos hidráulicos que esto indica un diseño o forma propuesto por el , en nosotros solo fue hacer un modelo hidrológico pero a esto visto se puede hacer recomendaciones para reducir estas fuerzas externas formadas por los fenómenos en la zona de nuestro proyecto.

Muy interesante en el caso de Miranda(2020) de su tesis que hizo un plan de ante estos previos años como se menciona en el marco teórico para haci en función de esto poder hacer sus modelamientos hidrológicos , esto es solo para información y es muy buena ya que se basó en forma cualitativa su proyecto en cambio nosotros modelamos por formulas , tablas y la aplicación de un software ArcGIS , lo que si se presentó en sus conclusiones fue que si debería usar el Software que usamos en esta investigación , esto coinciden en nuestro proyectos de usar herramientas de confiabilidad.

Ahora hay una guía de modelación hidrológica para infraestructura natural representados por el país Canadá que se dice que deberían usar programas ya que aporta simulaciones y el comportamiento red hídrico en una cierta , esto es coincidente con nuestro proyecto que apoya alas ideas mas recientes de lecturas de esta guías , además esta guía hace un sistema de metodología y en orden para evaluar estos comportamientos fluviales , primero se dice que hace una idea o planifica para luego implementarlo . lo cual al comparando con nuestro trabajo de tesis se aproxima en 70% de la guía.

Es muy importante resaltar lo que indico el Ministerio de agricultura y a la vez ANA en el año 2014 que dan la deficiencia en obras ejecutadas, en esta opinión de estas instituciones se han dado ya en muchos años , pero también por otro lado se olvidó de tomar de decisiones de un filtro que puedan ejecutar estas obras con evaluaciones ante de tomar el puesto y aumentar la calidad de obras ante esto sucesos hidrológicos.

## VI CONCLUSIONES

- 1.) Se pudo llegar a Analizar los modelamientos hidrológicos de la cuenca del Rio Acochaca – Asunción en Ancash-Perú. con la cual un conjunto de parámetros para hacer conocer mejor sus características físicas, mecánicas y climáticas, lo más importante de esta metodología fue de expresar y describir las zonas donde se incluye el rio Acochaca y representaciones de zonas con mayor vulnerabilidad como peligro en lo social como económica en forma de mapas.
- 2.) Se realizó en este trabajo a concluir con los objetivos específicos para a un futuro de información de esta zona de la cuenca del rio Acochaca, en la cual una de ellas fue la Ubicación y Caracterización de la cuenca del rio Acochaca.
- 3.) También en otra parte tenemos que se pudo llegar uno de los más importantes parámetros que se alcanzó a realizarse del Tratamiento de la información para determinar los caudales máximos con datos de precipitación mediante el método Racional con el cual nos ayudara un gran aporte , lo más importante de este tercer objetivo fueron los datos geomorfológicos y lo más destacado fue saber qué tipo de cuenca es con la cual se vio anteriormente por cálculos altitudes y áreas acumuladas en cada punto , se graficó la curva hipsométrica sabiendo su jerarquía de edad , con la cual fue tipo madurez . Otro parámetro importante que se determino es que dio a conocer su índice de Glavelius, porque con esto llegamos a determinar su forma perimetral de la cuenca Acochaca y se dio una forma aproximadamente llegando a 1 con la cual es muy peligroso ya que su forma es redonda, este dato ayudará a investigaciones a futuras para prevenir y lo tendrá en cuenta ya que en este tipo cuenca el drenaje es más rápido en acumularse en la red hídrica principal por su forma de la cuenca. y también se vio su densidad de drenaje la cual se presentó que es una cuenca con suelos permeables que retiene líquido y es mal drenada.
- 4.) Se determino en el proyecto la Realización del modelamiento hidrológico mediante el ARCGIS para determinar las áreas críticas de inundación y zonas vulnerables, se consignó en forma de mapas estos parámetros de

geomorfológicos en la cual el ArcGIS se vio una mayor parte de vulnerabilidad en la comunidad por sus suelos y Finalmente se implementó de Indicar, analizar la peligrosidad y la vulnerabilidad del Rio de Acochaca con el Hec-hms y ARCGIS.

## **VII RECOMENDACIONES:**

1. Crear mapas de inundaciones con el Software Hec-Hms a futuras de la comunidad Acochaca con relación es a nuestros periodos de retorno.
2. Implementar alertas tempranas de inundaciones en las comunidades donde pasa el rio Acochaca y - Realizar un Análisis de suelo en zonas laterales del rio Acochaca.
3. Gestionar, planificar estos mapas de vulnerabilidad y riesgo en tomar decisiones como también notificar a la comunidad
4. Desarrollar disipadores de energía en puntos estratégicos antes de las zonas de vulnerabilidad, peligro y riesgo.

## Referencias:

1. Abascal, Y. (2017). El marco teórico de la investigación en Salud con enfoque de género. *Revista Cubana de Salud Pública*, 40, 02, 2-10.

Disponibilidad : <https://acortar.link/o5DIS9>

2. Aris, I. (2020). "La avenida del 7 de diciembre del 2000 en la cuenca del arroyo Respina. Comparación de los datos geomorfológicos y los modelos hidrológico-hidráulicos". Obtener el Posgrado Titulación Profesional de Ingeniería Civil. Salamanca.

Disponible : <https://acortar.link/c28tuM>

3. Aternuar, R. Hernanod, F. Marie, A. Villegas, Z. Research Approaches, Research Methodology. (2016). Metodología de la investigación: más que una receta. *AD-Minister*, 01, 20, 2-22.

Disponibilidad : <https://acortar.link/xrK3do>

4. Avalos, F. (2017). Develop hydrological models within the reach of university students. *Science and Technology Magazine .Revista Ciencia y Tecnología*, Volume 1 .(2), 3-14 Pág.

Disponible : <https://acortar.link/9Y6ZWx>

5. CENAPRED .(2020). Self-protection measures in case of floods. flood poster. CENAPRED UNA MX . June 7, 2021.

Disponible : <https://acortar.link/THA9T4>

6. Collado, F. Pilar, B. (2018), Metodología de Investigación, 10 Edición Mc GRAW.

Disponibilidad : <https://acortar.link/4hqOE>

7. Cordova, P. (2018). "Análisis de vulnerabilidad por inundaciones y plan de mejora en Huarmey - Ancash, 2018". Tesis Para Obtener la Titulación de Ingeniería Civil. Universidad Cesar Vallejo. Lima.

Disponible : <https://acortar.link/bDMdJ8>

8. Gauchi, V. (2017). Métodos. Research methodological studies and data collection techniques used in library and information science. *Spanish magazine of scientific documentation*, 40, 2, 1-13.

Disponibilidad : <https://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/view/979/1503>

9. Hernades, Luz & Duana, D. (2020). *Data collection techniques and instruments*. Academic Area of Administration, Institute of Administrative Economic Sciences Autonomous University of the State of Hidalgo.

Disponible : <https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.6019>

10. Hernandez, D. (2022). Objetivos. *Aplicando la metodología*. Investigación Científica LLamkasun, 03, 51, Pag.

Disponibilidad : <http://llamkasun.unat.edu.pe/index.php/revista>

11. Hugo S. C. (2018). Manuel de Terminos en Investigación Científica, Tecnología y humanística. Universidad Ricardo Palma.

Disponibilidad : <https://acortar.link/wsCmC>

12. INGENMET. (2017 Agosto). *Zonas Críticas por Peligros Geológicos y Geohidrológicos en la región de Ancash*, Instituto Nacional Geológico. [30 de Diciembre].

Disponible: <https://n9.cl/tvl2h>

13. Ley N°29664. SINAGERD (Sistema Nacional de Riesgo Desastres Ley N°29664). 19 de Febrero 2011. D.O N°436545.

Disponibilidad : <https://acortar.link/G5hpda>

14. Lopez, F. Martinez, A. Urquiza, P. Galvez, S. Alvarez, Q. (2019) Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas. *Revista Cubana Medicina Militar*, 48.60-77 Pag.

Disponibilidad : <https://acortar.link/wH1xVO>

15. Maceda, H & Eduardo, M. (2018). Identificación de riesgo de desborde en el río Lacramarca – tramo pampa dura – San José – propuesta de solución 2018. Tesis Para Obtener la Titulación de Ingeniería Civil. Universidad Cesar Vallejo. Nuevo Chimbote.

Disponible: <https://acortar.link/bMZTYS>

16. Mecphee, J & Mendoza, P. (2019). *“análisis hidrológico de la cuenca del río olivares frente a sequías extremas en escenarios de retroceso glaciar mediante la implementación del modelo glacio-hidrológico topkapi-eth”*. Obtener el Posgrado Titulación Profesional de Ingeniería Civil. Universidad de Chile. Santiago.



17. Medina,J & Blas,F. (2021) .“*Modelamiento hidrológico e hidráulico del río Yuracyacu para identificar zonas vulnerables por máximas avenidas, ciudad Nueva Cajamarca – San Martín*”. Obtener el Posgrado Titulación Profesional de Ingeniería Ambiental. Universidad Católica Sedes Sapintlae.

Disponible : <https://acortar.link/7xvu1w>

18. Ministerio de desarrollo Agrario Y Riego. D.S N 0029-2020. Servicio de protección contra inundaciones.2020.

Disponible : <https://acortar.link/dfVm7t>

19. Organimos Panamericana del Sur .(2017 Marzo). *Lluvias e inundaciones en Perú* .Organimos Panamericana mundial de america [30 de Marzo]

Disponible:<https://acortar.link/noLHqs>.

20. Pulido,M.(2015).Metodos y Tecnicas de Investigacion Cientifica.*Opcion*,31,01,3-21.

Disponibilidad : <https://www.redalyc.org/pdf/310/31043005061.pdf>

21. Riquero,W. (2020).“*Modelamiento hidrológico e hidráulico de inundaciones ante máximas avenidas: 2010–2020. una revisión sistemática*”. Obtener el Posgrado de Bachillerato. Universidad Privada del Norte. Cajamarca.

Disponible : <https://acortar.link/LsTpOB>

22. Sagra,O. (2016). Types of Research. General Scientific Magazine José Maria, 4,4,1-3.

Disponibilidad : <https://acortar.link/hUpQZC>

23. Sánchez , J. Fernández ,D. Diaz, C.(2021), Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo, *Uisrael* ,08,01,1-14.

Disponibilidad : <https://revista.uisrael.edu.ec/index.php/rcui/article/view/400/197>

24.Sanchez,D & Eguía.(2017). Social vulnerability approach to investigate socio-environmental disadvantages and its application in the study of older adults. *Papers of Population*.17,69,152-155.

Disponibilidad: <https://acortar.link/MFuRYk>

25.Sandoval,J.(2017). Scientific Research.AMC.49,1,1-3.

Disponibilidad : <https://www.redalyc.org/pdf/434/43449104.pdf>.

26. Sedano, K. Carbajal, Y. Alvaro, J. (2017). Analysis Of Aspects That Increase The Risk Of Floods In Colombia. *Luna Azul Magazine*, 02, 37, 3-5.

Disponibilidad : <https://www.redalyc.org/pdf/3217/321729206014.pdf>

27. Talavera, G. (2018). "*Riesgo y vulnerabilidad por inundaciones. caso de estudio: conjunto urbano san andrés, municipio de calimaya*". Obtener la Titulación de Licenciatura en Planeación Territorial. Universidad Autónoma de México. Estado México.

Disponible : <https://acortar.link/wtcpmO>

28. Tamayo, K. Gizeh, L. y Gualberto. Población (2021). Cultura investigativa y elaboración de tesis Universidad andina. *Investigación Científica*, 21.01, Pág 2-10.

Disponibilidad : <https://revistas.uancv.edu.pe/index.php/RCIA/article/view/936>

29. Valle, A. (2019). "*Estudio Hidrológico e Hidráulico del Río Corbones a su paso por la zona urbana de La Puebla de Cazalla (Sevilla)*". Obtener la Titulación de Ingeniería Civil. Universidad de Sevilla. Estado Sevilla

Disponible : <https://acortar.link/SooFXh>

30. Vera, L. & Esaú, G. (2018). "*Análisis del Riesgo por Inundación en la Localidad de Roblecito, Cantón Urdaneta: Propuesta de Medidas de Mitigación*". Tesis Bachillerato. Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Naturales carrera de Ingeniería ambiental. Guayaquil.

Disponible : <https://acortar.link/wtcpmO>

# **VII ANEXOS**

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTOR (ES)

Yo (Nosotros), ), ARAUJO GARAY LARRY YERSON, LAVERIANO ROSARIO YORMIRA ANABELA, alumno(s) de la Facultad / Escuela de posgrado INGENIERIA Y ARQUITECTURA UNIVERISIDAD CESAR VALLEJO y Escuela Profesional / Programa académico TALLER DE ELABORACION DE TESIS de la Universidad César Vallejo CHIMBOTE (filial o sede), declaro (declaramos) bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación /Tesis titulado “EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD MEDIANTE MODELAMIENTO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RIO ACOCHACA- ASUNCIÓN, ANCASH 2022”, son:

1. De mi (nuestra) autoría.
2. El presente Trabajo de Investigación / Tesis no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. El Trabajo de Investigación / Tesis no ha sido publicado ni presentado anteriormente.
4. Los resultados presentados en el presente Trabajo de Investigación / Tesis son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Lugar y fecha: Chimbote-04/06/2022

ARAUJO GARAY LARRY YERSON

LAVERIANO ROSARIO YORMIRA

Apellidos y nombres del  
autor

Apellidos y nombres del  
autor.

DNI: 47174918

DNI: 73356779

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo,..... ,  
docente de la Facultad / Escuela de posgrado.....y  
Escuela Profesional / Programa académico ..... de la Universidad  
César Vallejo ..... (filial o sede), revisor (a) del trabajo de investigación/tesis  
titulada.....

.....  
.....  
.....  
.....,del(delos)estudiante(s).....

.....,  
constato que la investigación tiene un índice de similitud de.....% verificable en el  
reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni  
exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas  
no constituyen plagio. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda  
ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de  
información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas  
académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha :.....

.....

**Firma**

**Apellidos y nombre del (de la) docente**

**DNI: .....**

**FICHA DE VALIDACION DE DATOS PERSONALES**

**I. APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO :**

JORGE DIMAS PASTOR ACOTA

**II. GRADO ACADÉMICO:**

INGENIERO CIVIL - COLEGIADO

**III. CARGO EN INSTITUCIÓN DONDE LABORA:**

OSITRAN

**IV. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN**

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD MEDIANTE MODELAMIENTO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RIO ACOCHACA- ASUNCIÓN, ANCASH 2022.

**V. AUTOR DEL INSTRUMENTO :**

A.N.A.

**VI. NOMBRE DEL INSTRUMENTO :**

PLUVIOMETRO

**II. ASPECTOS DE EVALUAR: (Calificación Cuantitativa)**

INDICADORES	CRITERIOS CUALITATIVOS/CUANTITATIVOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy Bueno 61-80%	Excelente 81-100%
1.- CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado				79	
2.- OBJETIVIDAD	Está expresado con conductas observadas			49		
3.- ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y calidad			58		
4.- ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica del instrumento			59		
5.- SUFICIENCIA	Valora los aspectos en cantidad y calidad					89
6.- INTENCIONALIDAD	Adecuado para cumplir con los objetivos				68	
7.- CONSISTENCIA	Basado en el aspecto teórico científico del tema de estudios				78	
8.- COHERENCIA	Entre las hipótesis, dimensiones e indicadores				80	
9.- METODOLOGÍA	Las estrategias responden al propósito del estudio					96
10.- CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas para la investigación y construcción de teorías					88
<b>Sub Total</b>				166	305	273
<b>Total</b>						744

VALORACIÓN CUANTITATIVA (total x 0.2)/10): 14.88

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: CONFORME LA TESIS SE DIO UN VISTO BUENO, EFICIENTE AL PROYECTO DE INVESTIGACION

Chimbote, 20 de Mayo del 2022



**Firma del Experto**

**DNI: 17890181**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**FICHA DE VALIDACION DE DATOS PERSONALES**

**I. APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO:**

AQUIÑO BOBADILLA BERKELEY MARINO

**II. GRADO ACADÉMICO:**

INGENIERO CIVIL – COLEGIADO - 277164

**III. CARGO E INSTITUCIÓN DONDE LABORA:**

CORPORACION AQUIÑO SRL

**IV. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:**

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD MEDIANTE MODELAMIENTO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RIO ACOCHACA – ASUNCIÓN, ANCASH 2022.

**V. AUTOR DEL INSTRUMENTO:**

ANA

**VI. NOMBRE DEL INSTRUMENTO:**

PLUVIOMETRO

**II. ASPECTOS DE EVALUAR: (Calificación Cuantitativa)**

INDICADORES	CRITERIOS CUALITATIVOS/CUANTITATIVOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy Bueno 61-80%	Excelente 81-100%
1.- CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado					92
2.- OBJETIVIDAD	Está expresado con conductas observadas				79	
3.- ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y calidad				80	
4.- ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica del instrumento					98
5.- SUFICIENCIA	Valora los aspectos en cantidad y calidad				75	
6.- INTENCIONALIDAD	Adecuado para cumplir con los objetivos			58		
7.- CONSISTENCIA	Basado en el aspecto teórico científico del tema de estudios			55		
8.- COHERENCIA	Entre las hipótesis, dimensiones e indicadores			60		
9.- METODOLOGÍA	Las estrategias responden al propósito del estudio					95
10.- CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas para la investigación y construcción de teorías				69	
Sub Total				173	303	285
Total						761

VALORACIÓN CUANTITATIVA (total x 0.2)/10): 15.22

OPINIÓN DE APLICABILIDAD : SE DIO UN VISTO BUENO AL PROYECTO DE INVESTIGACION DE TESIS

Chimbote, 20 de Mayo del 2022



Firma del Experto

DNI: 47302197

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**FICHA DE VALIDACION DE DATOS PERSONALES**

**I. APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO:**

GARAY REBAZA WILFREDO OSWALDO

**II. GRADO ACADÉMICO:**

INGENIERO CIVIL – COLEGIADO - 190816

**III. CARGO E INSTITUCIÓN DONDE LABORA:**

ACER CONSULTORES S.R.L

**IV. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:**

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD MEDIANTE MODELAMIENTO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO ACOCHACA – ASUNCIÓN, ANCASH 2022.

**V. AUTOR DEL INSTRUMENTO:**

ANA

**VI. NOMBRE DEL INSTRUMENTO:**

PLUVIOMETRO

**II. ASPECTOS DE EVALUAR: (Calificación Cuantitativa)**

INDICADORES	CRITERIOS CUALITATIVOS/CUANTITATIVOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy Bueno 61-80%	Excelente 81-100%
1.- CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado				92	
2.- OBJETIVIDAD	Está expresado con conductas observadas				79	
3.- ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y calidad					95
4.- ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica del instrumento					98
5.- SUFICIENCIA	Valora los aspectos en cantidad y calidad				75	
6.- INTENCIONALIDAD	Adecuado para cumplir con los objetivos			58		
7.- CONSISTENCIA	Basado en el aspecto teórico científico del tema de estudios			55		
8.- COHERENCIA	Entre las hipótesis, dimensiones e indicadores				75	
9.- METODOLOGÍA	Las estrategias responden al propósito del estudio					95
10.- CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas para la investigación y construcción de teorías				69	
Sub Total				113	390	288
Total						791

VALORACIÓN CUANTITATIVA (total x 0.2)/10): 15.82

OPINIÓN DE APLICABILIDAD : SE DIO UN VISTO BUENO AL PROYECTO DE INVESTIGACION DE TESIS

Chimbote, 20 de Mayo del 2022



Wilfredo Oswaldo Garay Rebaza  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 190816

Firma del Experto

DNI: 47302197



## CALCULO DEL TAMAÑO DE MUESTRA

**Muestra finita:**

$$n_0 = \frac{N \cdot P \cdot Q \cdot Z^2}{(N - 1)e^2 + P \cdot Q \cdot Z^2}$$

**Datos :**

N: 3455 (Población de la comunidad de acochaca)

P: 0.5 (Probalidad que ocurra con éxito)

Q: 0.5 (Probalidad que no ocurra)

Z: 1.96 (Parámetro estadístico del nivel de confiabilidad de 95 %)

e: 0.05 (Valor estimado)

$n_0 = 2.0.7$

$n_0 = 2$  **redondeando**

## CONFIABILIDAD DE MI INSTRUMENTO

### Ecuación de Alfa de Cronbach

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left( 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right)$$

**K: Número de Ítems del Instrumento**

**Si: Sumatoria de las varianzas de los ítems**

**St : Varianza total del Instrumento.**

**$\alpha$  : Coeficiente de Confiabilidad**

$$\alpha = 0.65$$

$$\alpha = 0.70$$

Este dato nos dice que nuestro instrumento es confiabilidad

Aplicando con los parámetros de precipitaciones de nuestro Instrumento que se encuentra en la tabla 05 según ANA (Autoridad Nacional del Agua)

## AUTORIZACION DE APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO

### Trámite Documentario Virtual

**Estimado(a) Usuario(a):** ARAUJO GARAY LARRY YERSON

Su solicitud registrada con el CUT: **72524-2022**. fue aceptada al cumplir los requisitos de admisibilidad.

#### Información del Documento

Tipo y Nro de Documento:	SOLICITUD S/N
Asunto:	SOLICITUD DE ACCESO A LA INFORMACION PUBLICA
Fecha Registro:	06/05/2022 08:27:28

Asimismo, se le comunica que podrá hacer seguimiento a cualquier trámite presentado en la mesa de partes a través de la sección Seguimiento de Trámite del portal web [www.gob.pe/ana](http://www.gob.pe/ana) Se recuerda que podrá comunicarse con nosotros de lunes a viernes en el horario de 8:30 a.m. a 4:30 p.m a través de los siguientes canales:

**Correo electrónico:** [ana.contestaweb@ana.gob.pe](mailto:ana.contestaweb@ana.gob.pe)

**Celular:** 975 148 362

**Teléfono:** (01) 224 6963

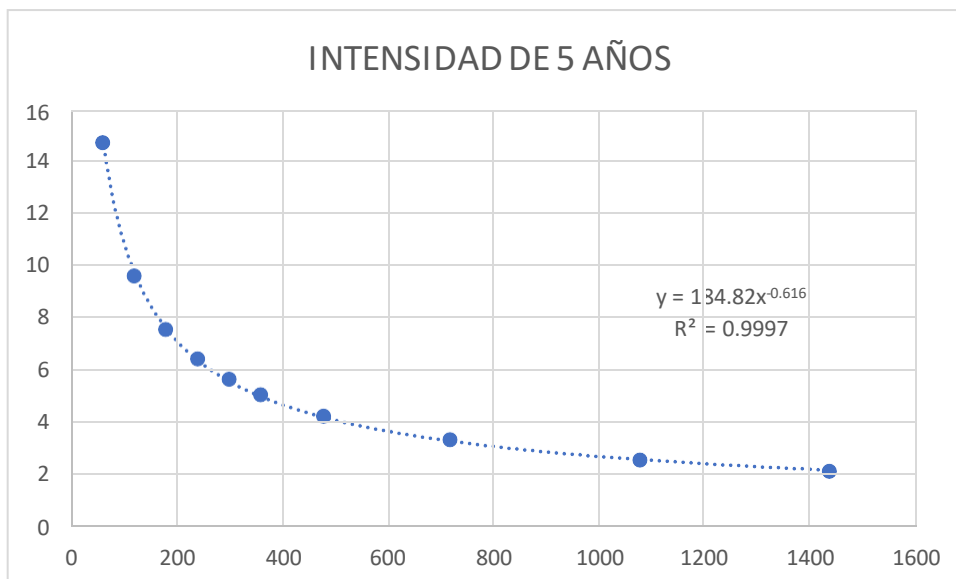
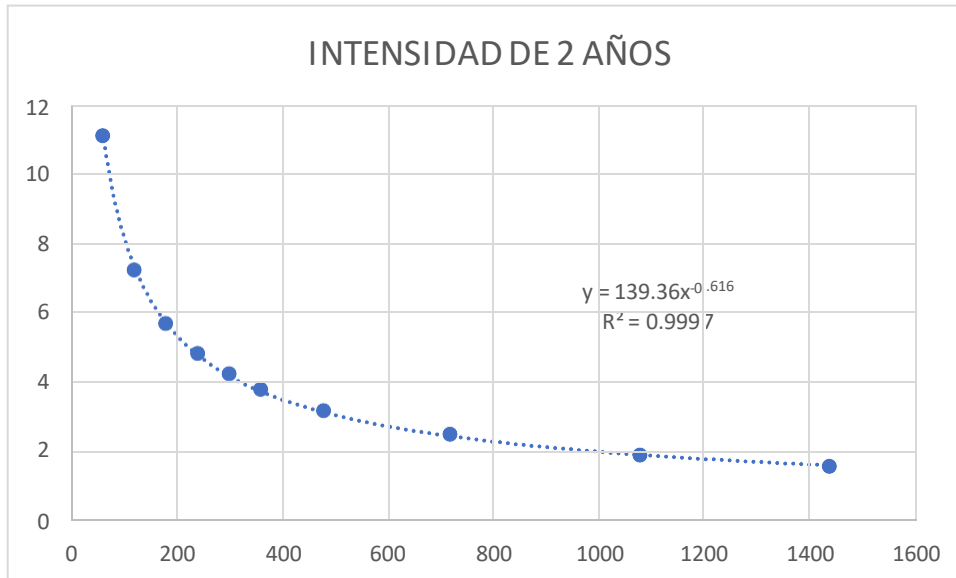
**Nota:**

Mensaje automático, por favor no responder. Imprime este correo electrónico sólo si es necesario. Cuidar el ambiente es responsabilidad de todos.

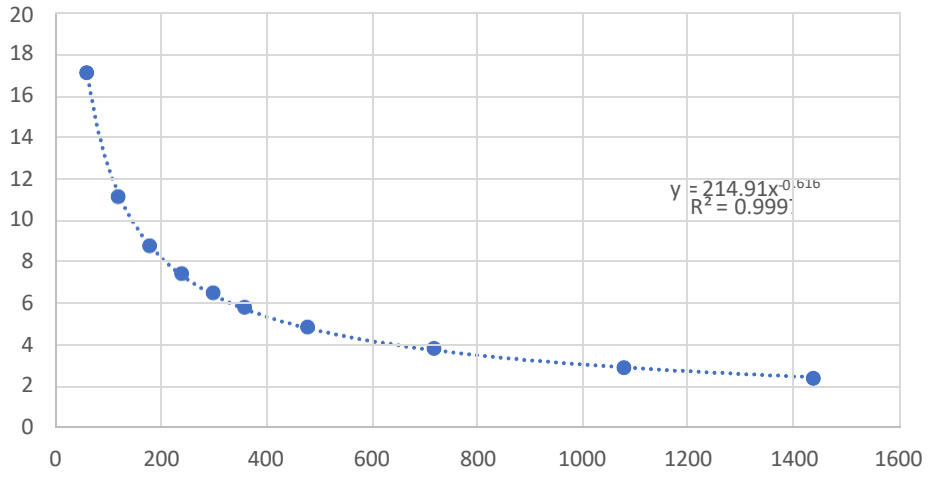
Autoridad Nacional del Agua

## GRÁFICAS Y ECUACIONES

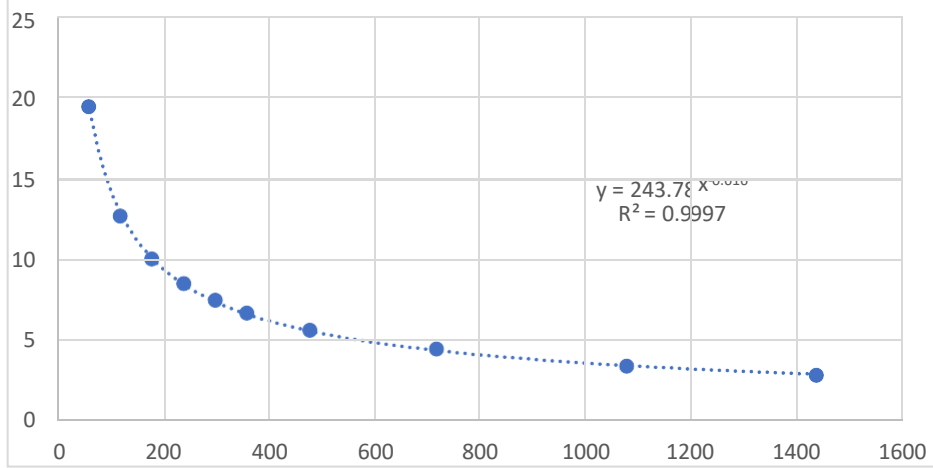
Parámetros de tabla 12:



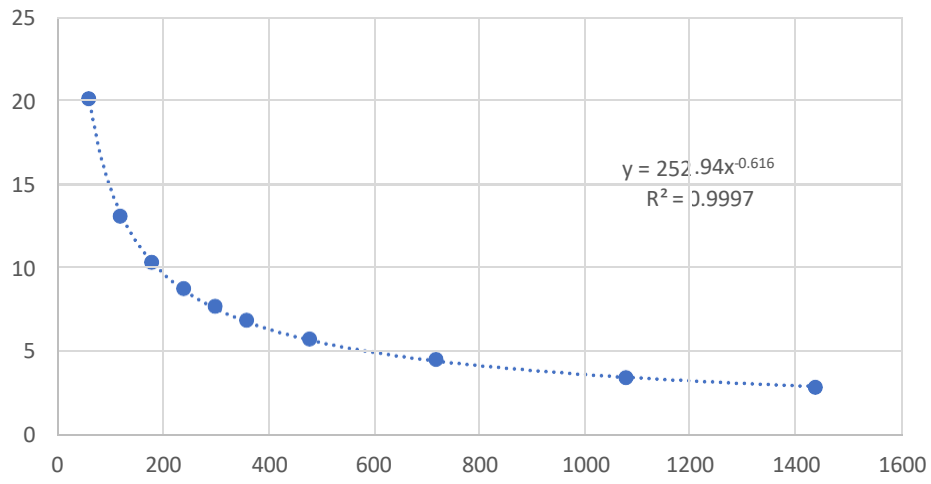
### INTENSIDAD DE 10 AÑOS



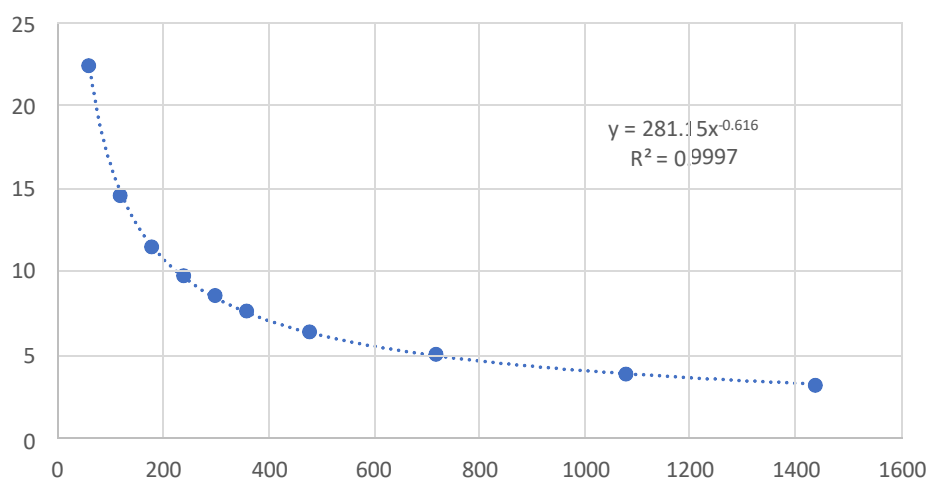
### INTENSIDAD DE 20 AÑOS



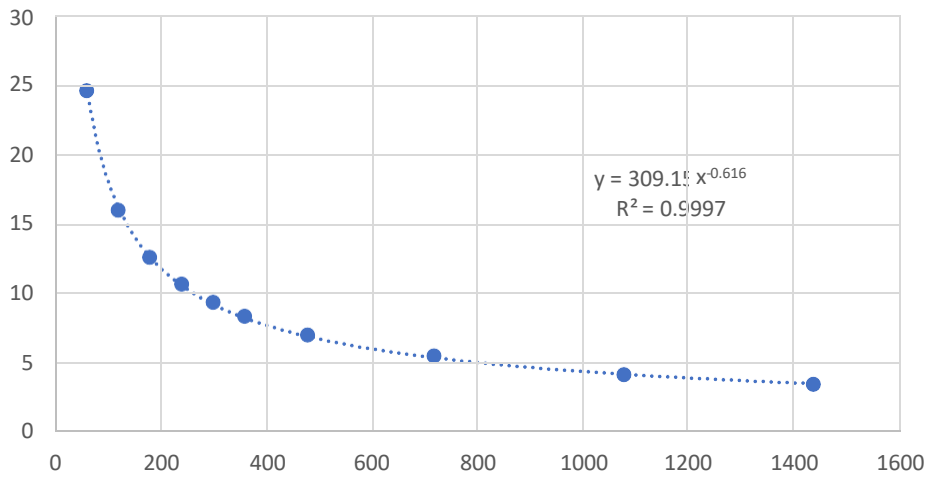
### INTENSIDAD DE 25 AÑOS



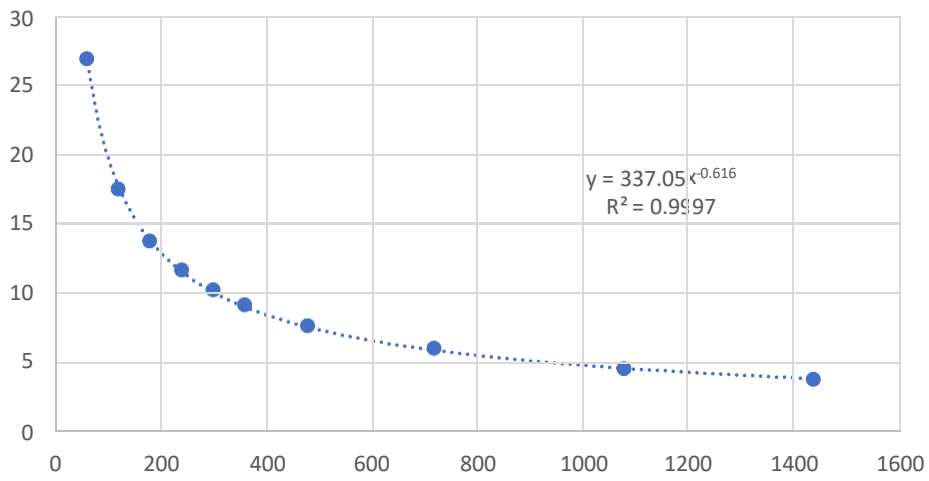
### INTENSIDAD DE 50 AÑOS



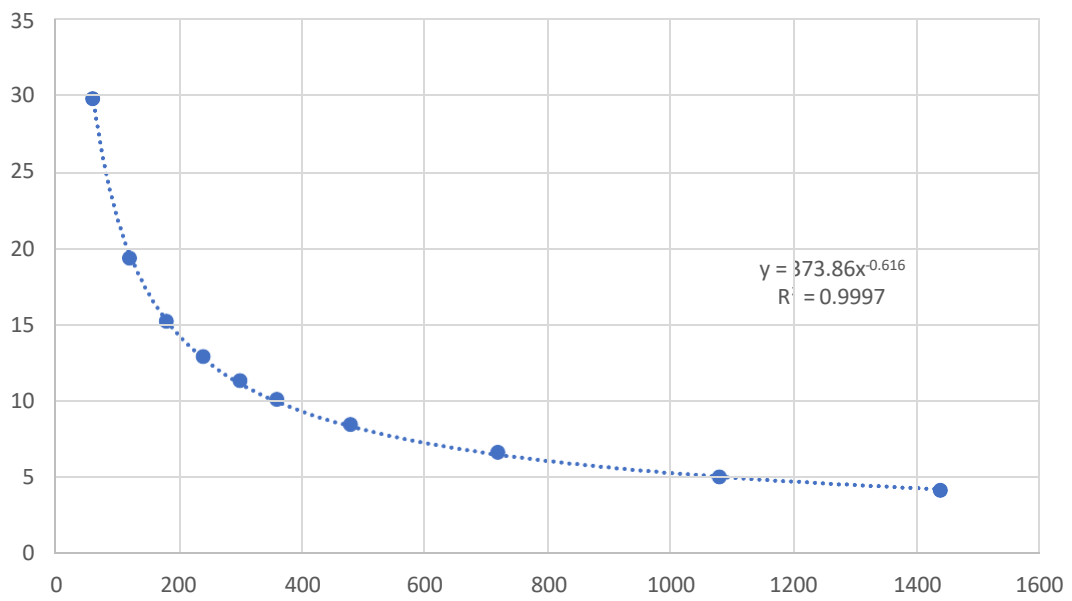
### INTENSIDAD DE 100 AÑOS



### INTENSIDAD DE 200 AÑOS



### INTENSIDAD DE 500 AÑOS



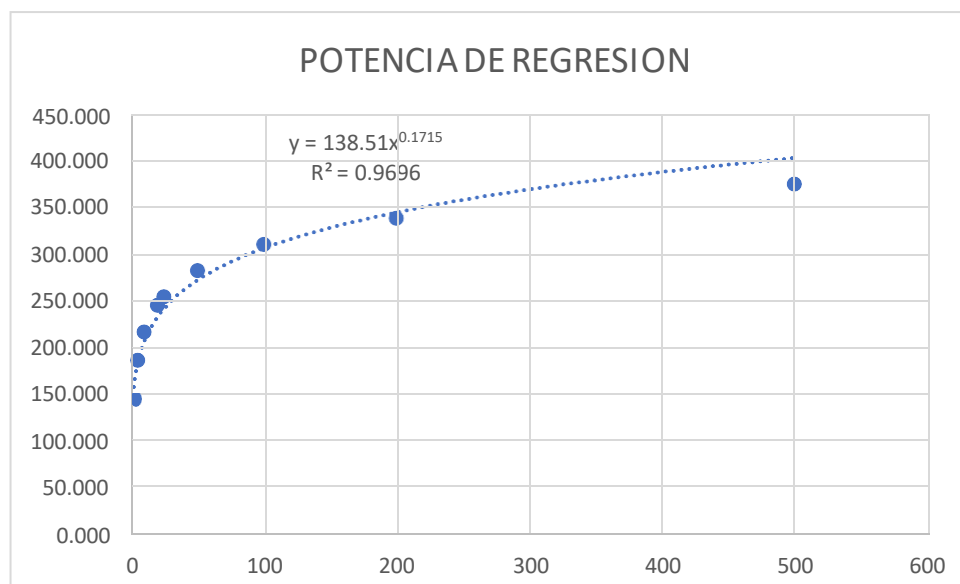


## Parámetros de tabla 13:

$\alpha$  : Coeficiente de regresión  
C : Exponente de regresión

### Resumen de aplicación de regresión potencial

Tiempo	Coeficiente de regresion	Coeficiente exponencial
2	139.360	-0.616
5	184.420	-0.616
10	214.910	-0.616
20	243.780	-0.616
25	252.940	-0.616
50	281.150	-0.616
100	309.150	-0.616
200	337.050	-0.616
500	373.860	-0.616
	259.6244444	-0.616



## PARÁMETROS DE Y GRAFICO PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE DE NORMAL Y AJUSTE SMIRNOV KOLMOGOROV

$$f(X) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{X-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

### Dónde

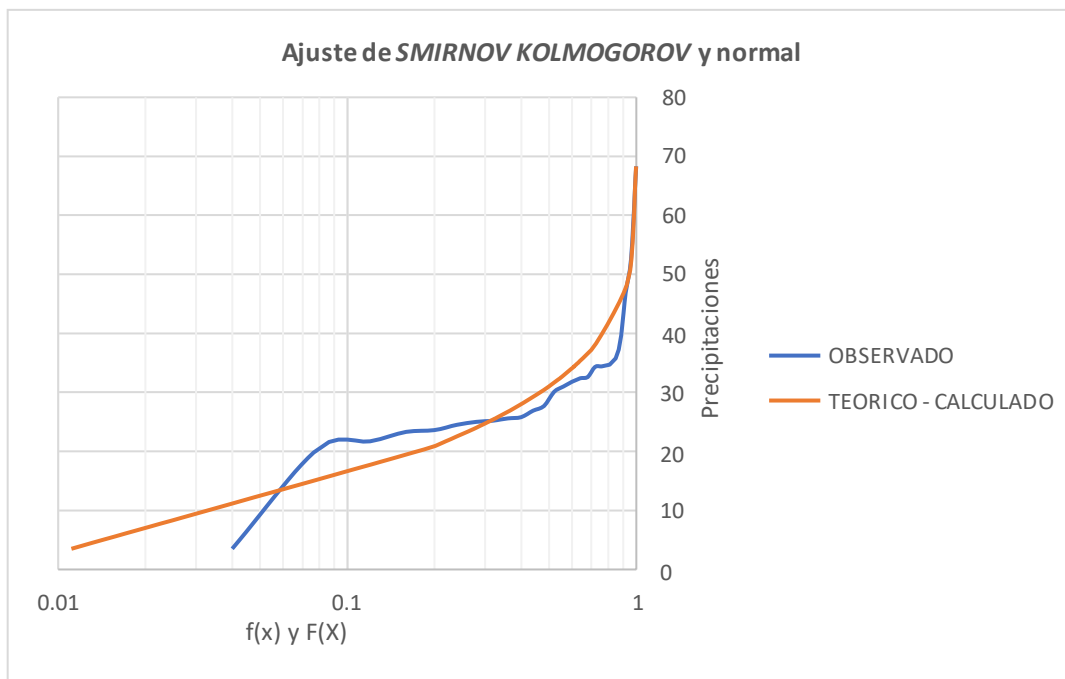
e = constante matemática con valor aproximado de 2.71828

$\pi$  = constante matemática con valor aproximado de 3.14159

$\mu$  = media de la población

$\sigma$  = desviación estándar de la población

### Grafica :



## FORMULAS APLICADAS PARA EL METODO GUMBEL:

**Desviación Estándar**

$$S = \frac{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2}}{n-1}$$

**Media aritmética**

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

**Mu**

$$u = \bar{x} - 0.5772 * \beta$$

**Beta**

$$\beta = \frac{s * \sqrt{6}}{\pi}$$

**La mediana**

$$X_t = u + Y_t * \beta$$

**Yt**

$$Y_t = -\text{Ln}(\text{Ln}(\frac{T(\text{retorno})}{T(\text{retorno})-1}))$$

**Predicción de Suceso  $F(x)$**

$$F(x) = e^{e^{-\frac{(x-t_0)}{\beta}}}$$

**Intensidad**

$$I = \frac{\text{Precipitacion}}{\text{Tiempo}}$$

**Cambio de Variable de  $\ln x, \ln y$**

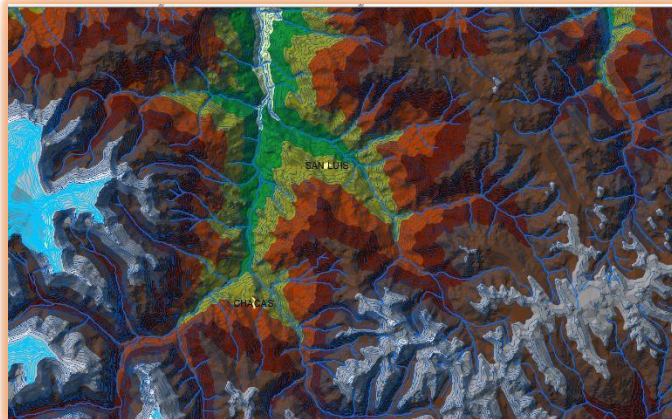
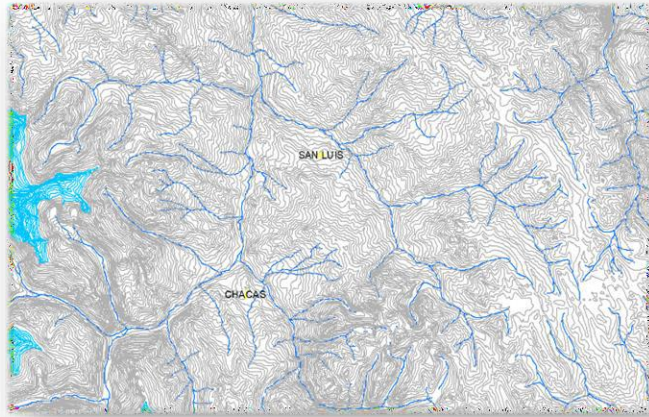
$$b = \frac{n * \sum \ln x * \ln y - \sum \ln x * \ln y}{n * \sum (\ln x^2) - (\sum \ln x)^2}$$

$$\ln a = \frac{\sum \ln y - b * \sum \ln x}{n}$$

**a = k**

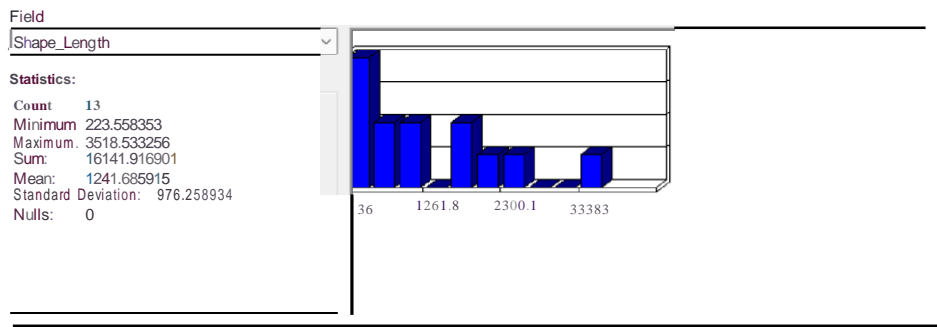
**b = m**

## FOTOGRAFIAS DE LA IMPLEMENTACION DEL ARCGIS



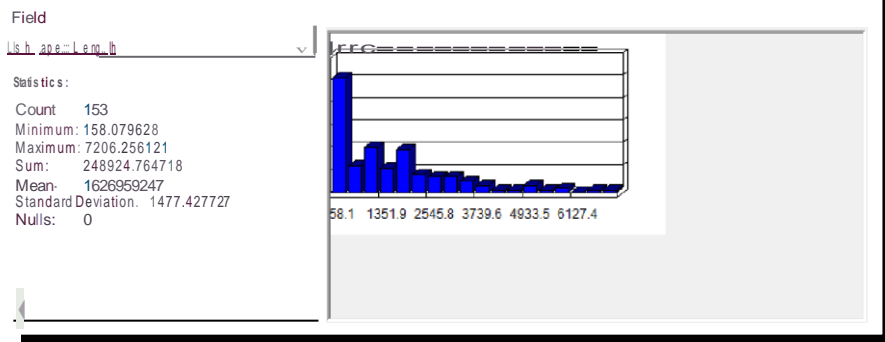
Selection Statistics of POUUNE\_STEAM\_HIDRICA

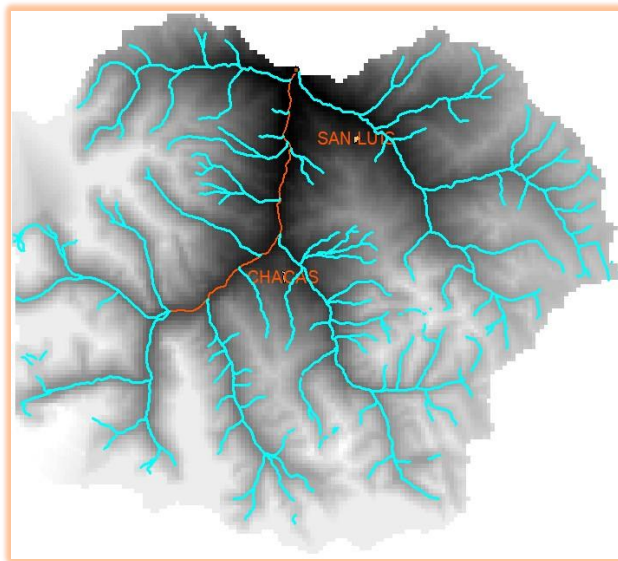
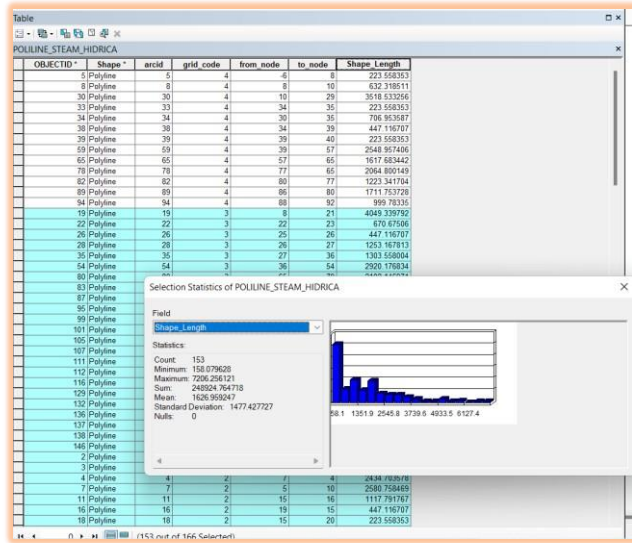
X



Selection Statistics of POUUNE\_STEAM\_HIDRICA

X















Table

□x



ACORTAR\_RIOS

x

	FID *	Shape*	NOMBRE	TIPO	ESTADO	CODIGO
	13	Polyline	HUACHUCOCHA	a		1 1452
	14	Polyline	RURICOCHA	a		1 1452
	14	Polyline		a		1 1452
	14	Polyline		R		1 1452
	14	Polyline		a		1 1452
	14	Polyline	RURICOCHA	R		1 1452
	14	Polyline		R		1 1452
	14	Polyline		R		1 1452
	14	Polyline	CUNYA	R		1 1452
	14	Polyline		R		1 1452
	14	Polyline		R		1 1452
	15	Polyline		as		1 1452
	15	Polyline		a		1 1452
	15	Polyline		as		1 1452
	15	Polyline		a		1 1452
	15	Polyline	OJSHA OJSHA	a		1 1452
	15	Polyline		a		1 1452
	15	Polyline		R		1 1452
	15	Polyline		a		1 1452
	15	Polyline		R		1 1452
	15	Polyline		R		1 1452
	16	Polyline	CHUCPIN	R		1 1452
	16	Polyline		R		1 1452
	16	Polyline		R		1 1452
	16	Polyline		R		1 1452
	16	Polyline	CAMCHAS	a		1 1452
	16	Polyline		a		1 1452
	16	Polyline	CHACAPATO	R		1 1452
	16	Polyline		R		1 1452
	16	Polyline		R		1 1452
	16	Polyline	GARGUANGA	a		1 1452
	17	Polyline		a		1 1452
	17	Polyline		a		1 1452
	17	Polyline		a		1 1452
	17	Polyline		a		1 1452
	17	Polyline		a		1 1452
	17	Polyline		a		1 1452
	17	Polyline	POTACA	a		1 1452
	17	Polyline	COYO	a		1 1452
	17	Polyline		a		1 1452
	170	Dnfulino		n		1 1452

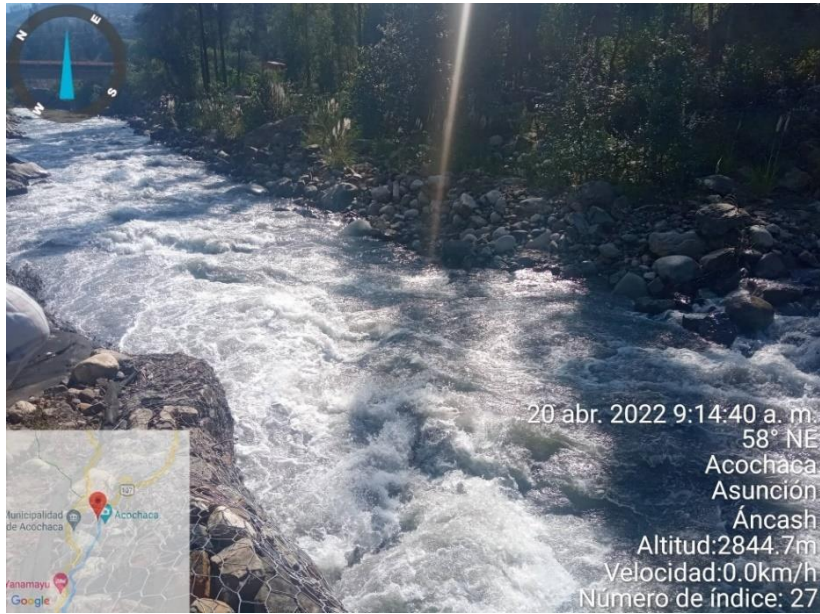
# **FOTOGRAFÍA EN LA ZONA**





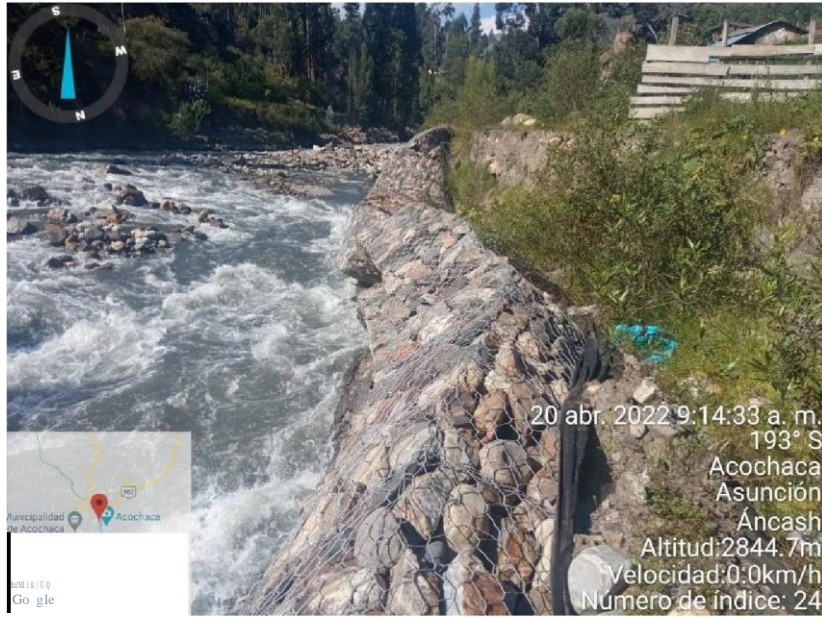




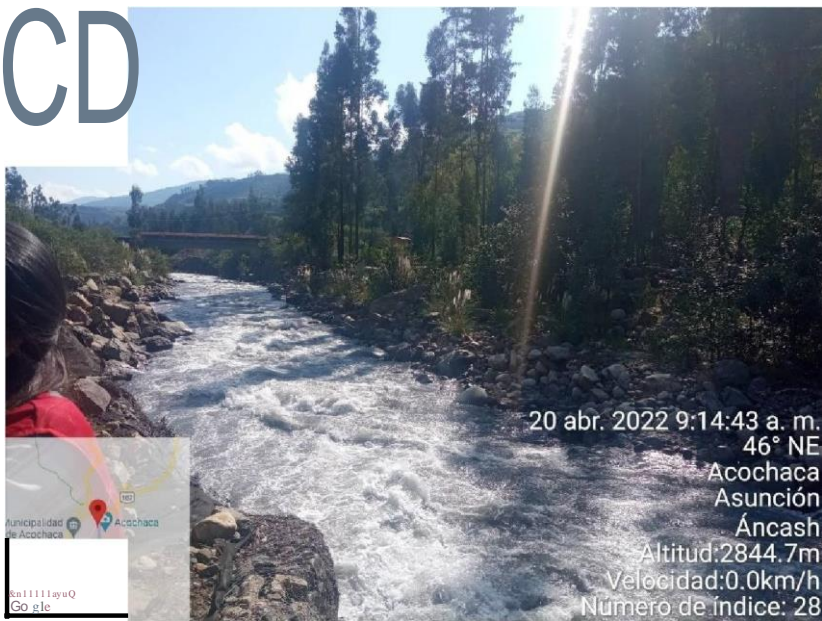


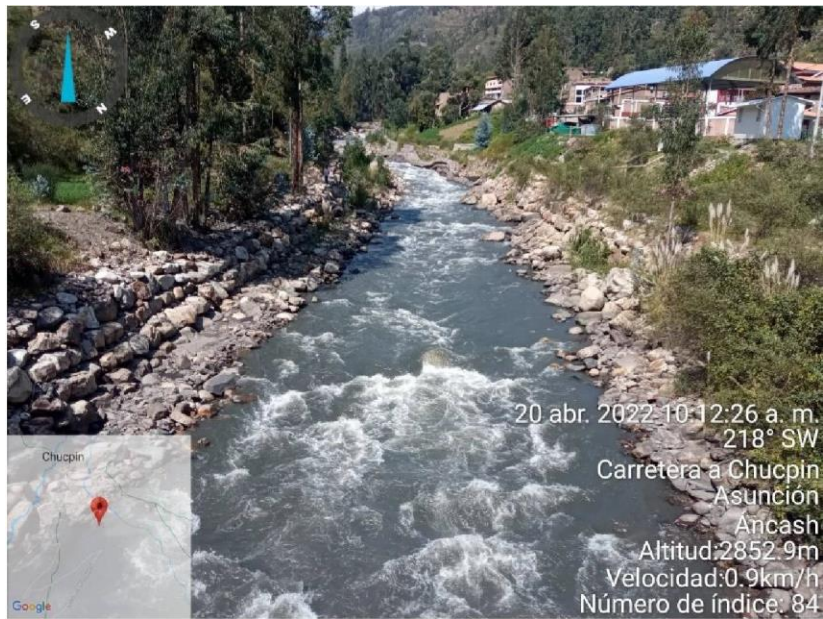






CD





### MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Independiente	Inundaciones	Fenómeno natural que se presenta cuando el agua incrementa su nivel y produce un desbordamiento cubriendo las zonas aledañas por la falta de drenaje	Realizar una medición pluviométrica para recoger y medir la precipitación, el cual está incorporado en las estaciones meteorológicas	Factores Hidrometereeo _ lógicos	Precipitación (mm). Pendiente(grados) Intensidad media en una hora (mm/h)	Pluviómetro  GPS
Dependiente	Vulnerabilidad	Es un posible riesgo hacia un objeto para peligros que se pueden dar impactos hacia ello , con daños y sufrir cambios ante factores naturales , económicos , cambios políticos , sociales y culturales	Se realizan formas diferentes , y esto depende de su tipo de estudio como causas y adicionalmente en sus consecuencias.	Peligro, Vulnerabilidadd.	Nivel de peligrosidad.  Análisis de vulnerabilidad.	Estudios Hidrológico, análisis situacional, observación científica.