

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Análisis de los efectos del ciclón Yaku en la cuenca Chancay  
Lambayeque

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

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Quijada Diaz, Andree Alex (orcid.org/0000-0003-2939-9898)

**ASESOR:**

Mg. Reynoso Oscanoa, Javier (orcid.org/0000-0002-1002-0457)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA - PERÚ**

**2023**

## DEDICATORIA

Le dedico el resultado de este trabajo a mi Hijo Alessandro ya que con su sola presencia , me ayuda a seguir adelante ,y esforzarme en cada objetivo trrazado, por tu entendimiento , por su amor, y madurez a su corta edad. Realmente, el me ayuda a alcanzar el equilibrio que me permite dar todo mi potencial. Nunca dejaré de estar agradecido con el .

Andree, Quijada Diaz

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, les agradezco a todos los que hicieron posible esta meta profesional, principalmente a mis docentes que dedicaron su tiempo para yo poder encaminarme por el buen camino y mi asesor por su esfuerzo constante en este trabajo de tesis, ya que sin el apoyo de ellos no hubiera sido posible lo anhelado.

Andree, Quijada Diaz

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, REYNOSO OSCANOVA JAVIER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Análisis de los efectos del ciclón Yaku en la cuenca Chancay Lambayeque", cuyo autor es QUIJADA DIAZ ANDREE ALEX, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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.

LIMA, 20 de Diciembre del 2023

| <b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>   | <b>Firma</b>   |
|--|--|
| REYNOSO OSCANOVA JAVIER<br><b>DNI:</b> 20072967<br><b>ORCID:</b> 0000-0002-1002-0457 | Firmado electrónicamente<br>por: JREYNOSOOS el 20-<br>12-2023 12:04:16 |

Código documento Trilce: TRI - 0702605

## DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, QUIJADA DIAZ ANDREE ALEX estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Análisis de los efectos del ciclón Yaku en la cuenca Chancay Lambayeque", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

| Nombres y Apellidos   | Firma  |
|---|--|
| QUIJADA DIAZ ANDREE ALEX<br>DNI: 47543387<br>ORCID: 0000-0003-2939-9898 | Firmado electrónicamente<br>por: AAQUIJADAQ el 27-12-<br>2023 17:28:57 |

Código documento Trilce: INV - 1576997

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|   |      |
|---|------|
| CARÁTULA  | i    |
| DEDICATORIA   | ii   |
| AGRADECIMIENTO                                      | iii  |
| DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR             | iv   |
| DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR              | v    |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS                                | vi   |
| ÍNDICE TABLAS                                       | vii  |
| ÍNDICE GRAFICOS Y FIGURAS                           | viii |
| RESUMEN   | ix   |
| ABSTRACT  | x    |
| I. INTRODUCCIÓN                                     | 1    |
| II. MARCO TEÓRICO                                   | 4    |
| III. METODOLOGÍA                                    | 18   |
| 3.1 Tipo y diseño de investigación                  | 18   |
| 3.2 Variables y operacionalización                  | 19   |
| 3.3 Población, muestra y muestreo                   | 20   |
| 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 20   |
| 3.5 Procedimientos                                  | 21   |
| 3.6 Método de análisis de datos                     | 23   |
| 3.7 Aspectos éticos                                 | 23   |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN                          | 24   |
| V. CONCLUSIONES                                     | 55   |
| VI. RECOMENDACIONES                                 | 57   |
| REFERENCIAS   | 58   |
| ANEXOS  | 68   |

## ÍNDICE TABLAS

|                                  |   |    |
|----------------------------------|---|----|
| Tabla 1.                         | Variable y sus indicadores _____  | 19 |
| Tabla 2.                         | Índice de aridez para la cuenca Chancay Lambayeque _____                  | 32 |
| Tabla 3.                         | Parámetros morfométricos _____  | 36 |
| Fuente: elaboración propia _____ |   | 36 |
| Tabla 4.                         | Parámetros calculados por cada subcuenca _____                            | 36 |
| Tabla 5.                         | Estacion _____  | 37 |
| Tabla 6.                         | Datos de la estación de aforo _____                                       | 37 |
| Tabla 7.                         | Análisis del impacto del ciclón Yaku en la infraestructura del Perú _____ | 43 |
| Tabla 8.                         | Nivel de afectación inundación Chancay Lambayeque iento hidraulico _____  | 44 |
| Tabla 9.                         | Análisis del antes y después del ciclón Yaku _____                        | 46 |
| Tabla 10.                        | Costos económicos estimados a nivel de la inundación hidraulica _____     | 46 |
| Tabla 11.                        | Cuadro de predicciones del MEF _____                                      | 52 |

## ÍNDICE GRAFICOS Y FIGURAS

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Figura 1.  | Inundaciones reportados por el INDECI ante la emergencia de lluvia | 9  |
| Figura 2.  | Imagen del fenomeno meteorologico "Cicló Yaku" por el SENAMHI.     | 11 |
| Figura 3.  | Representación de lo que hace un modelo de modelacion Hidrologica  | 15 |
| Figura 4.  | Diagrama de desbordamiento de un Rio                               | 16 |
| Figura 5.  | Diagrama de ciclo hidrológico estudiado por la hidrología          | 17 |
| Figura 6.  | Modelo de hidrograma de diseño                                     | 17 |
| Figura 7.  | Esquema metodológico   | 22 |
| Figura 8.  | Área de estudio. Delimitación en 13 unidades geográficas,          | 24 |
| Figura 9.  | Área de estudio. Delimitación en 13 unidades geográficas,          | 25 |
| Figura 10. | Descripción de la cobertura vegetal Fuente de datos.               | 26 |
| Figura 11. | Curva número,  | 27 |
| Figura 12. | Tendencia del incremento de temperatura en el tiempo,              | 29 |
| Figura 13. | Reporte de Aviso meteorológico.                                    | 30 |
| Figura 14. | Incrementos de la temperantura en el tiempo                        | 31 |
| Figura 15. | Incrementos de la precipitación en el tiempo                       | 32 |
| Figura 16. | Gráfico de barras del Indice de áridéz de la cuenca Chancay        | 33 |
| Figura 17. | Indice de áridéz de la cuenca Chancay Lambayeque                   | 34 |
| Figura 18. | Modelo en HEC-HMS de la Cuenca Chancay Lambayeque                  | 35 |
| Figura 19. | Registro de estaciones de la cuenca Chancay Lambayeque             | 37 |
| Figura 20. | Área de estudio y su estación de aforo.                            | 38 |
| Figura 21. | Configuración del modelo hidrológico HEC-HMS, modelo.              | 38 |
| Figura 22. | Resultados del modelamiento hidrológico                            | 39 |
| Figura 23. | Modelo de elevación digital de 30m                                 | 40 |
| Figura 24. | Descripción en a) Satelital  | 40 |
| Figura 25. | Modelamiento hidráulico en HEC-RAS                                 | 41 |
| Figura 26. | Sección de desborde 1, transversal dell Rio Chancay Lambayeque.    | 41 |
| Figura 27. | Configuración del Rio Chancay Lambayeque n de las áreas afectadas. | 42 |
| Figura 28. | Inundación reflejada en el área de estudio                         | 42 |
| Figura 29. | Costos económicos estimados del ciclón Yaku                        | 45 |
| Figura 30. | PBI Total Real y Potencial   | 51 |

## RESUMEN

El sector analizado enfrentó este año uno de los eventos hidrometeorológicos de magnitud más considerables registrados en los últimos años, caracterizados por la incidencia de numerosas inundaciones; que resultado de ello tuvo consecuencias perdidas humanas y de materiales; debido a la ocurrencia de este fenómeno tropical. Este contexto pone de manifiesto de manera evidente la carencia de una preparación adecuada para hacer frente a este tipo de contingencias. En consecuencia, el objetivo general de esta investigación fue el de: Analizar los efectos del ciclón Yaku en la cuenca Chancay Lambayeque.

Tipo de investigación es aplicada, con enfoque cuantitativo, diseño no experimental y Nivel es descriptiva, De los resultados, en cuanto a los incrementos de la temperatura en el tiempo, el 60% de los registros de temperatura, registraron incrementos que van desde 0 a 2°C de incremento de la temperatura, mientras el 40 % presenta variaciones de temperatura de -0 a 2°C. En cuanto a los incrementos de precipitación el 53% de datos señaló un incremento con tasa de 0 a 100 mm, mientras que el 47% de datos tuvo una discusión de en la precipitación de 0 a -200mm. El mismo que guardo referencia con la desertificación medido a partir del índice aridez y su relación con las inundaciones, que, para tales casos, cuando ocurren lluvias intensas, el suelo degradado es menos capaz de absorber el agua, lo que aumenta el riesgo de inundaciones. Lo que conlleva a que se tome medidas de prevención y mitigación de desastres la cuenca Chancay Lambayeque debe implementar más políticas globales y locales que se adapten a eventos climáticos extremos.

**Palabras clave:** Yacu, inundación, fenómeno, cuenca.

## ABSTRACT

The analyzed sector faced this year one of the most considerable hydrometeorological events recorded in recent years, characterized by the incidence of numerous floods; that as a result of this there were lost human and material consequences; due to the occurrence of this tropical phenomenon. This context clearly reveals the lack of adequate preparation to face this type of contingencies. Consequently, the general objective of this research was to: Analyze the effects of Cyclone Yaku in the Chancay Lambayeque basin.

Type of research is applied, with a quantitative approach, non-experimental design and level is descriptive. From the results, regarding the increases in temperature over time, 60% of the temperature records recorded increases ranging from 0 to 2°C increase in temperature, while 40% present temperature variations from -0 to 2°C. Regarding the increases in precipitation, 53% of the data indicated an increase with a rate of 0 to 100 mm, while 47% of the data had a discussion of precipitation from 0 to -200 mm. The same one that I keep in mind with desertification measured from the aridity index and its relationship with floods, which, in such cases, when intense rains occur, the degraded soil is less capable of absorbing water, which increases the risk of flooding. . Which leads to disaster prevention and mitigation measures being taken, the Chancay Lambayeque basin must implement more global and local policies that adapt to extreme climate events.

**Keywords:** Yacu, flood, phenomenon, cuenca.

## I. INTRODUCCIÓN

Las frecuentes lluvias intensas y persistentes, resultado del cambio climático, han dado lugar a un aumento en los fenómenos de inundaciones (Soto, 2022). Estas inundaciones representan una creciente preocupación para las civilizaciones modernas, ya que, si bien pueden ser beneficiosas en ciertos aspectos, también provocan catástrofes naturales que conllevan altos costos en términos de destrucción (Estrada, 2021). Es importante destacar que las inundaciones son consideradas escenarios de alto riesgo en términos de fenómenos hidrometeorológicos, y las intensas lluvias pueden desencadenar desbordamientos en cuencas y ríos, causando problemas significativos para los habitantes de la región (Ibarra y Díaz, 2021).

**En el contexto internacional**, las cuencas hidrográficas desempeñan un papel fundamental, ya que son fuentes de agua para los sectores doméstico, industrial y agrícola. Sin embargo, también son variables cruciales en la gestión del riesgo y en la ocurrencia de fenómenos naturales como inundaciones, deslizamientos y movimientos en masa (Peña, 2021).

**A nivel nacional** ; en el Perú, lamentablemente existe una insuficiente gestión de las cuencas debido a la ineficacia en la administración local, lo que ha provocado una grave afectación de las defensas naturales ribereñas y ha generado una mayor vulnerabilidad ante el riesgo de inundaciones por desbordamientos, especialmente durante las fuertes lluvias que afectan a la población (Davila, 2021).

**A nivel local** un caso relevante es la cuenca Chancay - Lambayeque, donde la modificación del cauce del río se produce debido a crecidas extraordinarias o inusuales con una alta capacidad de erosión o sedimentación, provocadas por las intensas lluvias. Esta situación ha ocasionado la destrucción de cultivos y ha dificultado el acceso, ya que las vías se vuelven intransitables, poniendo en peligro la vida de los pobladores.

En las tres últimas décadas, ha habido un aumento significativo en los desastres naturales alrededor del mundo. Especialmente las inundaciones han experimentado el mayor crecimiento, impactando a cerca de 2 mil millones de personas y provocando pérdidas económicas que superan los 400 mil millones de dólares, de acuerdo con EMDAT (2009)

El sector analizado enfrentó este año uno de los eventos hidrometeorológicos de magnitud más considerables registrados en los últimos años, caracterizados por la incidencia de numerosas inundaciones; que resultado de ello tuvo consecuencias perdidas humanas y de materiales; debido a la ocurrencia de este fenómeno tropical. Este contexto pone de manifiesto de manera evidente la carencia de una preparación adecuada para hacer frente a este tipo de contingencias.

Dentro de este marco referencial, la formulación del problema de investigación se planteó mediante las siguientes interrogantes investigativas ¿Cuáles son los efectos del Ciclón Yaku en la cuenca Chancay Lambayeque?, Para ello, nos planteamos los siguientes problemas específicos: ¿cuáles fueron los efectos meteorológicos que nos trajo el ciclón yaku en la cuenca chancay lambayeque? ¿Cómo se vió reflejado el impacto de los efectos hidráulicos que nos trajo el ciclón yaku en la cuenca chancay lambayeque? y ¿cuál fue el impacto en la economía ocasionada por los estragos que dejó los efectos del ciclón yaku?

La presente propuesta de investigación se basó en una justificación técnica, social y metodológica, debido a que es crucial obtener nuevos conocimientos sobre esta problemática con el fin de desarrollar una propuesta de solución efectiva. Empleando de este modo, un muestreo probabilístico de análisis estadístico univariado.

En primer lugar, la **justificación técnica** se sustentó en la necesidad de adquirir un mayor entendimiento de los mecanismos que causaron las inundaciones en la cuenca Chancay. Esto permitió identificar las áreas de vulnerabilidad y los factores clave que contribuyen a las consecuencias negativas de los eventos meteorológicos, como el ciclón Yaku.

En segundo lugar, se **justificó socialmente** la investigación, ya que se utilizó la legislación del sistema nacional de gestión del riesgo de desastres del Perú como marco de referencia. El cumplimiento de estos criterios legales es fundamental para garantizar la protección de las comunidades y minimizar los riesgos en las zonas de peligros a inundación.

Por último, se respalda en la **justificación de manera metodológica**, ya que se propuso la aplicación de un software denominado HEC-HMS y HEC-RAS, el cual permitirá simular la respuesta hidrológica de la cuenca Chancay - Lambayeque ante eventos extremos, como las inundaciones causadas por el ciclón Yaku. Así, como la evaluación de los flujos en los canales naturales o artificiales para el análisis de los niveles de agua. El objetivo de este enfoque es minimizar o mitigar los impactos y daños tanto a nivel humano como animales provocados por las inundaciones.

En consecuencia, el **objetivo general** de esta investigación fue el de: Analizar los efectos del ciclón Yaku en la cuenca Chancay Lambayeque.

De este modo, para abordar todos los efectos en toda su magnitud nos proponemos **los siguientes objetivos específicos**: 1. Analizar los efectos meteorológicos del ciclón Yaku en la cuenca Chancay Lambayeque, Analizar los efectos de hidráulicos del ciclón yaku en la cuenca Chancay Lambayeque y Analizar los efectos en la economía ocasionados a partir del ciclón yaku en la cuenca Chancay Lambayeque. De igual forma, se estableció la delimitación temporal para llevar a cabo esta investigación, la cual abarcó un período de 4 meses, iniciando en septiembre y concluyendo en diciembre. Durante este lapso, se llevó a cabo la búsqueda de información relevante para el estudio y se procedió a realizar la recolección de información a fin de ser analizados para unos mejores resultados. Además, se definió la delimitación espacial de la investigación, centrandó la zona de estudio la cual es la cuenca Chancay- Lambayeque, Perú.

## II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional, menciona Peñaloza (2022), en su proyecto: Desarrollo de un sistema de alerta temprana para la prevención de inundaciones en la región de Yautepec, Morelos, que un sistema de alerta temprana puede ayudar a disminuir los daños causados por estos grandes fenómenos meteorológicos, para esta investigación el autor usa una metodología aplicada, además, su población fue determinada por un análisis de eventos climáticos extremos en el municipio de Yautepec, extinguiendo un promedio aproximado de 400 familias, que se ven afectadas cuando hay una inundación, y dado que cada familia tiene aproximadamente 5 miembros, tenemos un total de 2000 personas afectadas, la mayoría de los cuales pierden lo necesario para vivir durante días después del diluvio. Peñaloza estudió tres episodios históricos de inundaciones en el municipio de Yautepec, de la siguiente manera. En primer lugar, se hizo una sugerencia para la instrumentación del SATI, después elaboró un presupuesto para la operación del SATI durante un año, con un costo total de \$ 13,813,542 y finalmente para los eventos estudiados, se crearon mapas de peligrosidad y se elaboró una lista de barrios en peligro de inundación. El autor concluyó que se debe tener cuenta el mapeo temático de peligros y riesgos, y si se crean viviendas en estos lugares, deben diseñarse para minimizar el daño estructural y económico, así como la pérdida de vidas humanas. Por último, el autor realizó un análisis de costo-beneficio y se determinó que es viable la creación de un SAT para el municipio de Yautepec.

En otro caso Internacional, Ortiz (2022) en su investigación: describe el efecto de las inundaciones en una cuenca urbana, su objetivo fue definir el efecto social y físico mediante la estimación de las repercusiones probables creadas por los sucesos de precipitación. Su metodología es aplicada y su población se prevé que sea de 156.158.989 personas. Finalmente explica que los efectos hidrológicos se concentran en la zona A - LPA. localmente en la zona A - LPA, con un aumento del 15% del nivel máximo y del 25% del caudal máximo. A partir de esto el autor concluyó que se diseñó, calibró, verificó y utilizó el modelo hidrológico e hidráulico EPA - SWMM, que se complementó con la instalación de sensores hidrométricos en la región. A través del cual se obtuvieron los niveles y velocidades máximos de

agua en las calles, así como su distribución geográfica y temporal, este suceso gráfico un caso de precipitación severa, inusual y ordinario.

Tripailaf (2022) también consultado como caso internacional en su proyecto de tesis: Control del riesgo de inundación en la zona urbana del río Chillán, menciona que con el propósito es analizar los métodos de control de riesgo de inundación en el área urbana del río Chillán. Uso una metodología aplicada, en una población de 1.739 hogares, lo que arrojó un tamaño de muestra de 315 encuestas, que se distribuyeron para su uso en las 14 unidades de planificación rural y urbana en función del número de hogares registrados en cada unidad. Los resultados, hallados, permitieron identificar zonas inundables, que totalizaron 777,5 hectáreas, de las cuales el 38% correspondió a áreas con niveles de riesgo alto. Además, se evidenció una percepción general de riesgo en niveles medio y bajo (47,3% y 39,1%, respectivamente), con los mayores niveles asociados a sectores con un promedio de 20 años de residencia. Así, este autor menciona que los beneficios de emplear medidas paliativas como el SBA fueron valorados favorablemente. Es por ello, que el autor concluye que las medidas de gestión de riesgo de inundación implementadas en el área urbana del río Chillán no han sido diseñadas en su totalidad en base a los niveles de peligrosidad y riesgo existentes en el área de estudio, lo que constituirá un importante desafío para los que toman de decisiones a cargo del diseño de medidas basadas en peligrosidad y riesgo de inundación que permitan reducir las consecuencias negativas de futuros eventos de inundación en la cuenca del río Chillán.

Garijo (2020) en su investigación: El impacto del cambio climático en eventos severos de precipitación e inundación en el diseño de infraestructura hidráulica, tuvo el objetivo de examinar la capacidad de los modelos climáticos para reproducir con precisión el comportamiento real de las precipitaciones, su metodología fue aplicada y sus resultados fueron en base a la calibración de la cuenca con una eficacia que oscila entre 0,72 y 0,92 para la calibración y entre 0,67 y 0,86 para la validación, que de acuerdo al texto fueron satisfactorios debido a que reproduce un retraso en la aparición de las mayores crecidas anuales desde finales de otoño hasta finales de invierno, así como de los mayores caudales generados por el deshielo en primavera, tanto en las fuentes de información como en los escenarios.

Gil (2019), en su proyecto: Estrategias de control del riesgo por inundación en zonas aisladas del municipio colombiano de Tunja, plasmo instrumentos para mejorar la gestión de riesgos y minimizar la susceptibilidad ante desastres por inundaciones, su metodología es descriptiva. Su población es de 519 personas y su muestra de 150. Sus resultados arrojan que los microorganismos son el componente biológico de la contaminación de las aguas superficiales y pueden poner en peligro la salud humana. Dado que los signos identificados en las masas de agua excluyen su uso para determinados tipos de actividades. Por ello, recomienda que es esencial educar al público sobre el estado actual de la contaminación y las precauciones que deben tomarse. El investigador también sugiere que se debe obtener cooperación administrativa entre las partes interesadas, aumentar la capacidad de predicción en circunstancias de inundación y limitar en la medida de lo posible el riesgo para la salud de las personas, el medio ambiente y las operaciones económicas en las regiones propensas a las inundaciones.

Timoteo (2020), en su proyecto: La gestión del riesgo de inundación desde el punto de vista de las partes interesadas: un estudio de caso de la ciudad de Beira en Mozambique, analizo los mecanismos de cooperación entre los actores públicos, privados y de la sociedad civil en el proceso de gestión del riesgo de inundaciones en la ciudad de Beira de Janeiro. Su metodología fue cuantitativa, su población fue de 18 entrevistados y los resultados del investigador se basan en que la coordinación integral y eficaz entre los agentes públicos nacionales y públicos locales es limitada, además de que las organizaciones internacionales y las agencias de cooperación internacional desempeñan un papel fundamental en el control de las inundaciones. Así, aunque existen sistemas para involucrar a las comunidades locales, esta participación no existe en las zonas informales, donde los residentes crean prácticas reaccionarias ante las inundaciones, lo que pone de relieve la necesidad de mejorar la participación de la comunidad en la gestión de riesgos. Por último, el artículo concluye con recomendaciones para mejorar la colaboración entre los actores de la gestión del riesgo en el ejemplo de Beira.

A nivel nacional el autor Salazar (2023), en su proyecto: Evaluación del riesgo de inundación en la comunidad humana de Táchala, distrito de Castilla, se evidencia que el propósito del autor fue evaluar el riesgo por las inundaciones, uso una metodología descriptiva – experimental, su población fue 1456 viviendas y los resultados se basan en que el Asentamiento Humano Táchala consta de 1456 lotes, donde la peligrosidad de las residencias en la región se ven afectadas en los niveles alto y medio. El proyectista concluyo que la evaluación de riesgos describe los niveles de consecuencia y la frecuencia de ocurrencias que se identifican como altas; se comprende en la determinación de la Matriz donde el nivel de aceptabilidad y tolerancia del riesgo identificado es no aceptable, indicando que se deben desarrollar actividades inmediatas de gestión del riesgo.

Rodriguez (2022), en su proyecto: Método de gestión de riesgo para predios de Quebrada-de-León y Huanchaco-El-Milagro afectados por inundaciones-2022, propuso un esquema que beneficiara la toma de decisiones del sistema de Gestión del Riesgo de Inundaciones. Su metodología es cuantitativa – descriptiva y su población fue de 35 viviendas, como resultados obtuvo que el 60% muestra "ningún interés" en la normativa de prevención de riesgos, el 66% muestra "interés" en la construcción, el 57% muestra "regular interés" en la conservación y el 60% muestra "0 interés" en el sistema de vigilancia. De esta forma, el investigador concluye la información es vital cuando se busca prevenir riesgos.

Montero y Cabrera (2022) en su artículo: Modelo de susceptibilidad al cambio climático por amenaza de inundaciones para el cálculo de costos ahorrados Caso concreto: Cuzco, sostienen un objetivo basado en crear un sistema de análisis de riesgo de cambio climático por inundaciones, para lo cual usaron una población de 9 805 habitantes a través de una metodología descriptiva. En esta fuente, se desarrolla un desafío como resultado de intentar imitar, usando expresiones discretas en el tiempo y el espacio, una progresión que ocurre en la naturaleza en una escala progresivamente más pequeña. Este texto, aporta al final de los capítulos, una visión de los resultados numéricos con las medidas de control a adoptar, lo que reproduce mapas de inundaciones con tiempos de retorno variables. El autor concluye, que la clave es el modelado de inundaciones en función de la

región de investigación y los factores climáticos. Ya que de esta manera se minimizará los niveles de incertidumbre.

Aponte y Guille (2021) en su investigación: Evaluación del riesgo de inundaciones pluviales en el sector La Esperanza de Nuevo Indoamérica en 2021. Tienen como objetivo evaluar el riesgo del AH, como consecuencia de la crecida de la quebrada. Su población fue de 1425 personas y 253 viviendas habitadas. Su metodología fue cuantitativa y descriptiva. Como resultado, precisaron que la región Anaya, A, al encontrarse cerca de una gran quebrada; según sus hallazgos, las fuertes lluvias podrían dañar 205 viviendas, y un evento severo, como el desarrollo de un fenómeno mayor, podrían afectar 315 hogares. Teniendo en cuenta este estudio, se determinó que un episodio de este tipo podría afectar a más del 70% de las viviendas del asentamiento humano Nuevo Indoamérica, debido a que la mayoría del material de construcción es adobe y al desconocimiento de los procedimientos de gestión del riesgo en la zona, como lo demuestra la vulnerabilidad educativa, que tiene un porcentaje del 95%.

Según Loyola (2019) en su investigación: Evaluación del riesgo de inundación en la quebrada del río Grande, Provincia de La Libertad , teniendo como objetivo determinar el grado de peligro de inundación que presenta el cauce del río Grande entre el puente de Candopata y el puente de Cumbicus, a través de una metodología descriptiva y una población de 55 viviendas, obtuvo como resultados, que la vulnerabilidad global obtenida tiene una cuantificación de 3,45 puntos, lo que indica que es alta (51-75%). Esta información provino del estudio de vulnerabilidad física. El autor concluye a partir de estos resultados, que el riesgo a inundaciones es de grado alto (51 a 75 %).

En cuanto a la teoría que existe sobre los estudios, Davila (2021), nos dice que el fenómeno hidrológico es un acontecimiento que se produce como resultado de la dinámica del agua en la superficie terrestre y el interior de la corteza. Esta categoría incluye los siguientes fenómenos:

En primer lugar, las inundaciones, que son las más frecuentes, y se producen por el aumento de los caudales de los ríos debido a las fuertes precipitaciones en la cuenca de drenaje, los sistemas migratorios de tormentas, los aumentos del nivel del mar producidos por huracanes y tsunamis, y el hundimiento del terreno costero. Según Garijo las inundaciones producen daños y desastres debido a las crecidas, la erosión, la socavación, el impacto de los materiales arrastrados por las distintas construcciones. (Garijo, 2020).

Mientras, que llas inundaciones repentinas son pequeñas inundaciones de gran volumen y duración. Generadas por lluvias torrenciales (inundaciones repentinas), que se producen con mucha regularidad en ríos y arroyos, a diferencia de los desbordamientos fluviales inducidos por las precipitaciones en amplias regiones, que se producen con bastante regularidad en ríos de montaña o de ladera pronunciada y se distinguen por su inicio abrupto, su elevada velocidad de flujo y la cantidad de residuos arrastrados y en suspensión (Peña, 2021).



*Figura 1.* Inundaciones reportados por el INDECI ante la emergencia de lluvia por el ciclón Yaku.

Según Brown 2020, las inundaciones son uno de los desastres naturales más comunes y costosos del mundo. Pueden causar daños significativos a la infraestructura, la vivienda, las empresas y las tierras agrícolas. El impacto económico de las inundaciones puede ser devastador, tanto a nivel local como global.

El impacto económico de las inundaciones depende de una serie de factores, entre los que se incluyen la intensidad y duración de la inundación, la ubicación de la inundación y la preparación para las inundaciones. Las inundaciones más intensas y duraderas suelen causar más daños y tienen un impacto económico más grave (Jones, 2022)

En segundo lugar, **los fenómenos meteorológicos**, son sucesos ocasionados en la atmosfera como lo son los tornados y vendavales; las lluvias torrenciales y las tormentas; los fenómenos climáticos, como las heladas, las granizadas, los cambios bruscos de temperatura y los incendios forestales; y los fenómenos de interacción océano-atmósfera, como los huracanes (ciclones o tifones) y el fenómeno de El Niño. Éstos finalmente según el autor, generan otros fenómenos hidrológicos y geodinámicos extremos, que se ven amplificados por la gravedad de sus impactos o por los cambios climáticos globales (Aponte y Guillen, 2021).

En tercer lugar, la gobernanza es la capacidad de las instituciones de gobierno de una comunidad política para gestionar eficientemente una comunidad política en la que sus instituciones de gobierno actúan eficazmente dentro de su espacio, de modo que la ciudadanía lo considere legítimo, permitiendo así el libre ejercicio de la voluntad política del poder ejecutivo mediante la obediencia cívica del pueblo (Arenas, 2019).

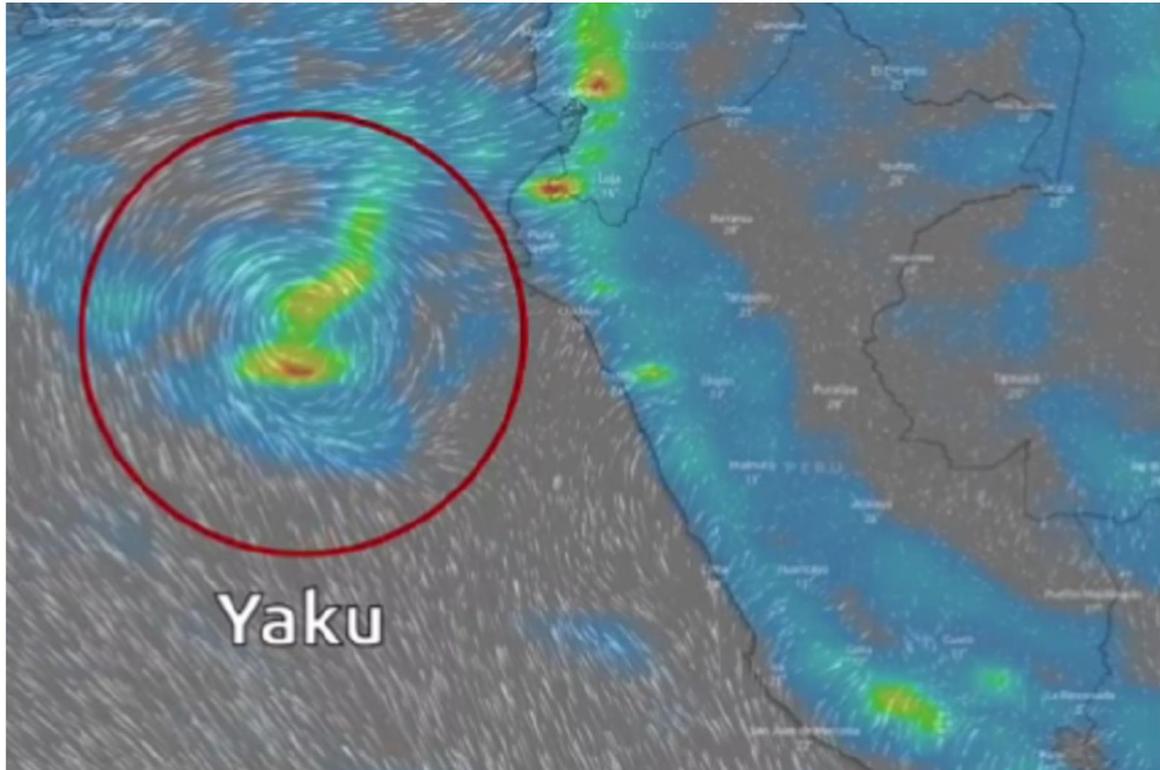


Figura 2. Imagen referencial del fenómeno meteorológico denominado “Cicló Yaku” por el SENAMHI.

Estrada (2021), menciona que la vulnerabilidad es un conjunto de rasgos únicos de la sociedad, o subconjuntos de la sociedad, que la predisponen a sufrir daños cuando se enfrenta al efecto de un acontecimiento físico externo. Es lo contrario a capacidad y fortaleza, y es sinónimo de debilidad o fragilidad menciona el autor. Por último, hace hincapié en que la vulnerabilidad se refiere a la propensión de una sociedad a sufrir o resultar herida para luego luchar por recuperarse.

En cuarto lugar, el riesgo de catástrofe se define como un contexto o entorno social cuyas características y condiciones prefiguran o anuncian futuros daños y pérdidas, cuya magnitud, intensidad e impacto serían suficientes para perturbar la rutina o el funcionamiento normal de la sociedad afectada en su conjunto y poner en peligro la supervivencia de la unidad afectada, necesitando apoyo y asistencia externa para su recuperación y reconstrucción (Arenas, 2019).

Estrada (2021), indico que gestión de riesgo es mediante diferentes acciones y procedimientos de prevención, mitigación y preparación, la gestión del riesgo de catástrofes trata de evitar, atenuar o transferir las consecuencias perjudiciales de los peligros. La gestión del riesgo de catástrofes es la base del desarrollo sostenible, ya que trata de minimizar los niveles de riesgo actuales para preservar la vida de los más vulnerables. También está relacionada con otras preocupaciones transversales como el género, los derechos y el medio ambiente.

En cuarto lugar, según Rodríguez (2022), indico que las medidas de mitigación es una aplicación de medidas estructurales de mitigación, que incluyen una amplia variedad de actividades encaminadas a minimizar los daños de las inundaciones, es una técnica tradicional para reducir el peligro de inundaciones y mejorar la calidad de vida de la comunidad. Dentro de ella hay algunas soluciones estructurales más típicas, como diques o presas, así como esfuerzos más ecológicos, como la reforestación, la renaturalización de laderas y cauces, etc.

En quinto lugar, según Rodríguez (2022), indico que las medidas de mitigación es una aplicación de medidas estructurales de mitigación, que incluyen una amplia variedad de actividades encaminadas a minimizar los daños de las inundaciones, es una técnica tradicional para reducir el peligro de inundaciones y mejorar la calidad de vida de la comunidad. Dentro de ella hay algunas soluciones estructurales más típicas, como diques o presas, así como esfuerzos más ecológicos, como la reforestación, la renaturalización de laderas y cauces, etc.

En sexto lugar, según Gutiérrez (2023) las precipitaciones son la cantidad de agua que cae a la superficie de la Tierra en forma de lluvia, nieve, granizo o rocío. Se miden en milímetros (mm) y se expresan como la cantidad de agua que cae en un área de 1 metro cuadrado durante un período de tiempo determinado.

IPCC (2022), menciona que las precipitaciones pueden ser causadas por diferentes factores, como la circulación atmosférica, la topografía y las temperaturas. La circulación atmosférica es el movimiento del aire en la atmósfera. Los sistemas de alta presión suelen estar asociados a cielos despejados y pocas precipitaciones,

mientras que los sistemas de baja presión suelen estar asociados a cielos nubosos y precipitaciones. La topografía también puede afectar las precipitaciones. Las montañas pueden bloquear el paso del aire húmedo, lo que puede provocar precipitaciones en un lado de la montaña y sequía en el otro. Las temperaturas también pueden afectar las precipitaciones. Las temperaturas más altas favorecen la evaporación del agua, lo que puede reducir las precipitaciones.

En séptimo lugar, Los estudios de temperatura realizados por la NASA han demostrado que la temperatura de la Tierra ha estado aumentando a un ritmo acelerado desde finales del siglo XIX. Este aumento se debe principalmente a las actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles (NASA, 2023).

Los estudios de temperatura realizados por la NOAA han demostrado que el aumento de la temperatura está teniendo un impacto significativo en los océanos. El aumento de la temperatura está provocando el aumento del nivel del mar, lo que está afectando a las costas y los ecosistemas marinos." (NOAA, 2023)

La temperatura en el Perú está influenciada por varios factores, como la altitud, la latitud, la circulación atmosférica y la topografía. La altitud es el factor más importante que afecta la temperatura en el Perú, ya que la temperatura disminuye a medida que aumenta la altitud." (Gutiérrez, 2023)

En octavo lugar, La Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD) define la desertificación como la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, causada por factores climáticos y actividades humanas.

Mientras que la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) define la desertificación como la pérdida o disminución de la capacidad de la tierra para producir bienes y servicios debido a la degradación del suelo, la pérdida de vegetación y la alteración de la capacidad de retención de agua.

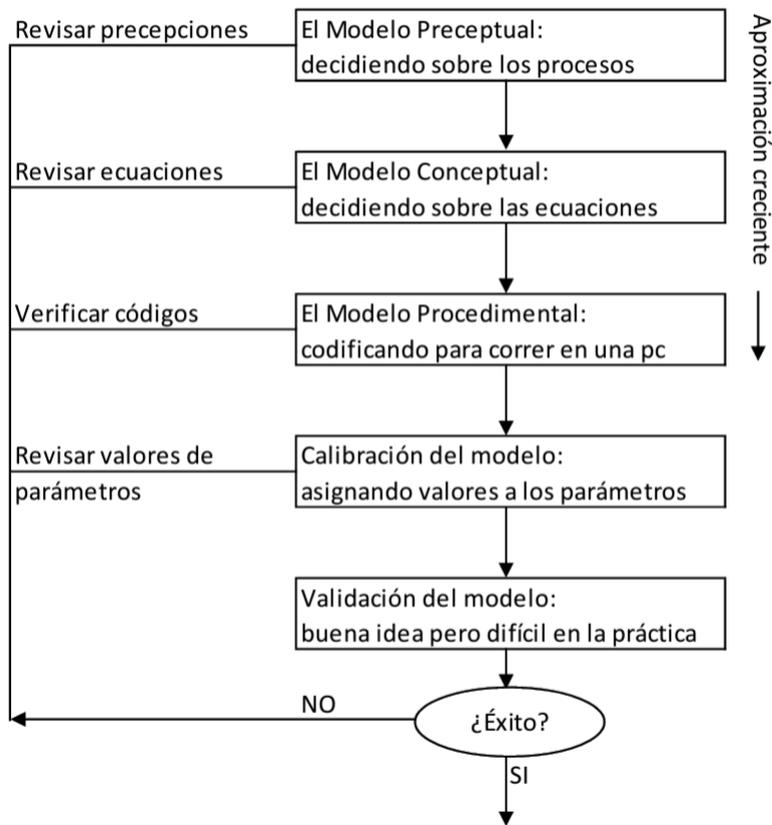
Según la FAO 2020, los estudios sobre la relación entre desertificación e inundaciones han encontrado que la desertificación puede aumentar la vulnerabilidad de un territorio a las inundaciones, ya que reduce la capacidad del suelo para absorber el agua. Por otro lado, las inundaciones pueden agravar la desertificación, ya que pueden erosionar el suelo y destruir la vegetación.

En noveno lugar, según Hernández 2022, los estudios de hidrología e hidráulica se basan en una combinación de métodos teóricos, experimentales y numéricos. Los métodos teóricos se utilizan para desarrollar modelos matemáticos que describen los procesos hidrológicos e hidráulicos. Los métodos experimentales se utilizan para medir los parámetros hidrológicos e hidráulicos. Los métodos numéricos se utilizan para resolver los modelos matemáticos.

La hidrología y la hidráulica son ciencias fundamentales para el desarrollo sostenible. Los estudios de hidrología e hidráulica permiten comprender los procesos hidrológicos e hidráulicos, y aplicar este conocimiento para proteger el medio ambiente, garantizar el suministro de agua y mitigar los riesgos de desastres naturales (García-Hernández 2022).

**La modelación hidrológica**, tiene una amplia variedad de aplicaciones, es una herramienta importante para mejorar la información de los sistemas hídricos del país con el fin de ayudar a la toma de decisiones sobre iniciativas integrales de gestión de los recursos hídricos. Permite, entre otras cosas, generar proyecciones de caudales u otras variables del ciclo hidrológico en una cuenca, examinar el efecto de los cambios climáticos en el régimen hídrico, determinar y describir fenómenos extremos de aumento de caudales o disminución de los periodos secos, y analizar las posibles repercusiones del calentamiento global, los cambios de cobertura o diversas variables en las actuaciones de una cuenca (Nieto y Diaz, 2021)

El modelo requiere las siguientes propiedades geométricas e hidráulicas: anchura, coeficiente de descarga, elevación del fondo y altura. Las alturas de coronación de las instalaciones y los factores de desagüe correspondientes se determinaron con antelación a la situación de inundación (Garijo, 2020).

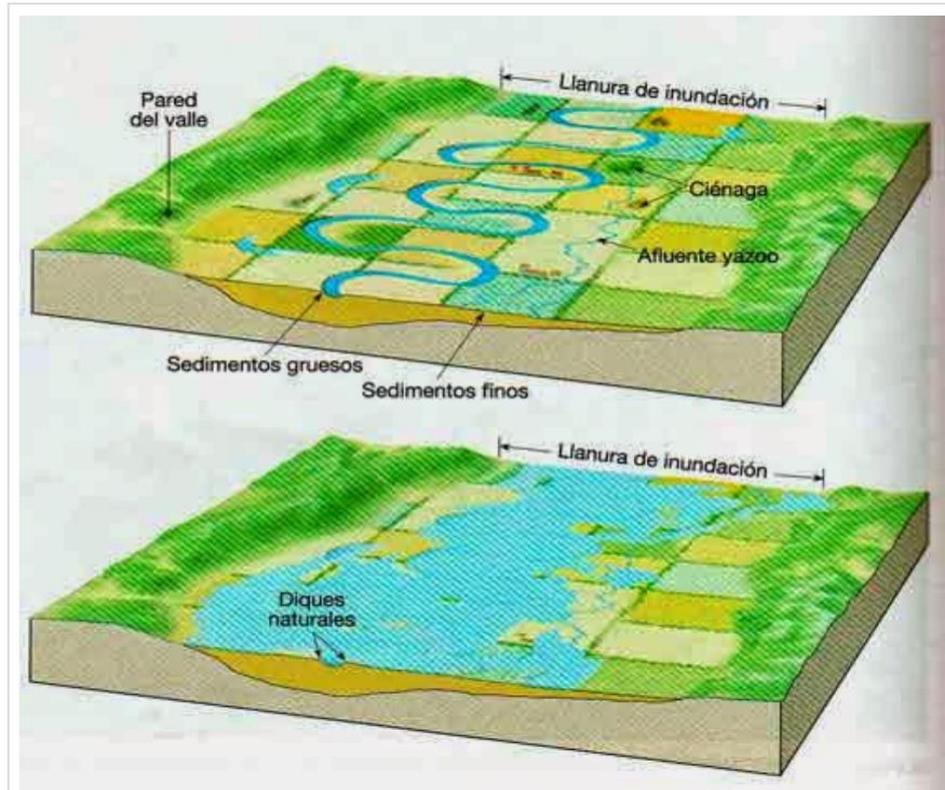


**Figura 3.** Representación de lo que hace un modelo de modelación Hidrologica

**Una inundación** se refiere al cambio causado por un incremento en el flujo y el nivel de una corriente, a menudo debido a la falta de adecuado drenaje, ya sea natural o creado por el hombre (Unes et al, 2020). Para anticipar con precisión los máximos niveles de inundación, es esencial tener en cuenta las características del terreno y usar modelos matemáticos basados en eventos, lo que ayuda a predecir de manera efectiva las tendencias espacio-temporales de las dinámicas de inundación a gran escala (Nile, 2018). Hay distintas categorías de inundaciones:

Crecidas en llanura o crecidas lentas: ocurren en grandes ríos cuando el agua sobrepasa gradualmente sus límites y desborda la llanura por un periodo extenso. Las cantidades y flujos de agua son significativos.

Crecidas aceleradas: Estas se distinguen por un rápido aumento del nivel del agua en menos de doce horas y pueden llegar a tener flujos de agua muy altos.



**Figura 4.** Diagrama de desbordamiento de un Río

**La hidrología** estudia todas las etapas del agua en nuestro planeta (Chow et al., 1988). Las interrelaciones entre sus elementos dentro del sistema hidrológico son intrincadas. Dicho sistema es una combinación de procesos físicos, químicos y biológicos que transforman ciertas variables de entrada en una salida. A este proceso transformador se le conoce como ciclo hidrológico, que representa la constante circulación del agua en la naturaleza. Las etapas cruciales de este ciclo incluyen: precipitación, escorrentía, evaporación, infiltración y evapotranspiración (cotrado 1994).

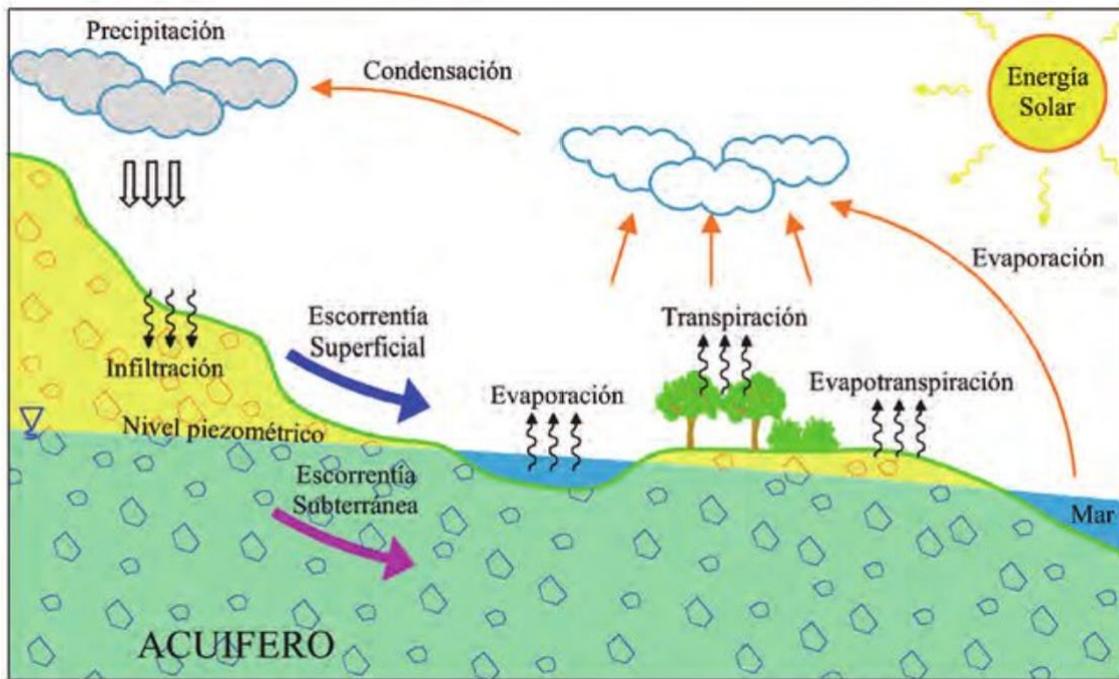


Figura 5. Diagrama de ciclo hidrológico estudiado por la hidrología

**El hidrograma** consiste en la variación a lo largo del tiempo del flujo de agua en un tramo específico de un río. La respuesta de la cuenca hidrográfica también puede ser expresada a través de un limnigrama, que básicamente muestra cómo la altura del agua cambia en relación con el tiempo (Ramanarivo, 2015).

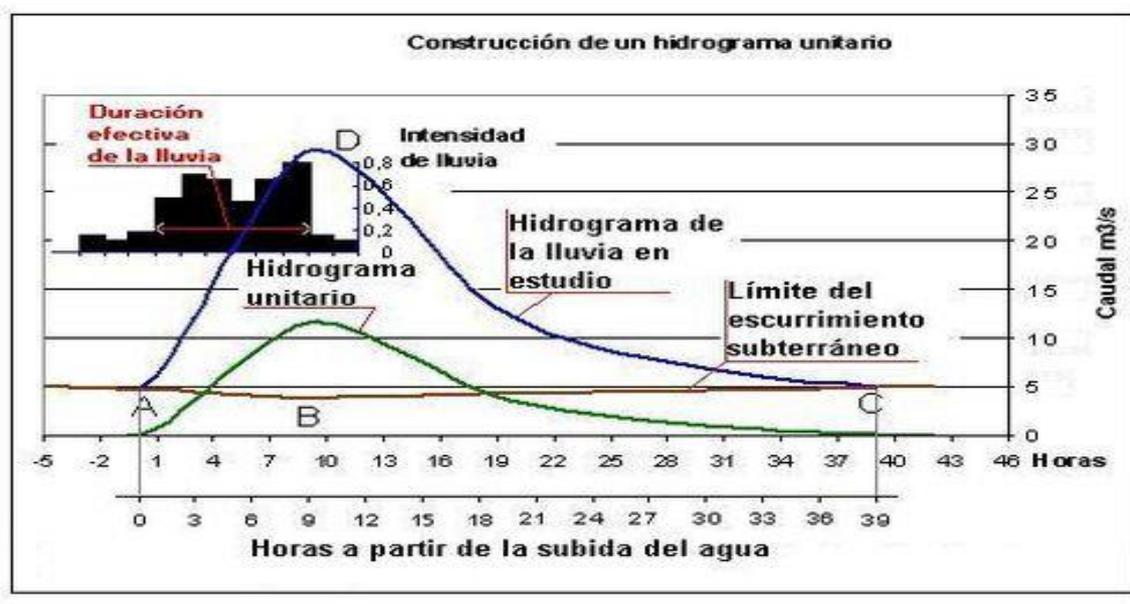


Figura 6. Modelo de hidrograma de diseño

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

El término I+D incluye tres actividades fundamentales en la investigación según (CONCYTEC,2018) a saber: investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental.

La presente investigación es aplicada pues pretende caracterizar los efectos del ciclón Yaku a partir de los datos meteorológicos, así como entender los efectos hidráulicos a partir de la modelación hidrológica e hidráulica. Para finalmente, entender y caracterizar el impacto de los efectos económicos ocasionados por los estragos que dejó el ciclón Yaku.

##### **Enfoque de investigación**

Teniendo un enfoque cuantitativo, el cual se basa en mediciones numéricas para analizar los fenómenos en estudio (Hernández et al, 2014). Este tipo de investigación se caracteriza por su enfoque cuantitativo, empleando mediciones numéricas desde la recolección de datos, análisis estadístico hasta el manejo de los modelos hidrológicos e hidráulicos en el proyecto investigado.

##### **Diseño de investigación**

El presente estudio es de diseño no experimental puesto que consiste en observar y analizar sucesos o acontecimientos tal y como ocurren en su entorno natural. Una investigación no experimental implica la observación de las condiciones actuales en lugar de la creación de otras nuevas, según (Hernández et al., 2014), ya que se trabajará con información meteorológica del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.

##### **Nivel de investigación**

La investigación es descriptiva pues se dedica a describir y caracterizar un hecho o suceso, detallando su estructura o forma de actuar. Este tipo de investigación evalúa una variable principal y se emplea el análisis estadístico univariado.

## 3.2 Variables y operacionalización

### Univeriable

| "ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DEL CICLÓN YAKU EN LA CUENCA CHANCAY LAMBAYEQUE" |  |  |                        |   |                   |                    |
|---|--|--|------------------------|---|-------------------|--------------------|
| VARIABLES   | DEFINICIÓN CONCEPTUAL  | DEFINICIÓN OPERACIONAL   | DIMENSIÓN              | INDICADORES                               | UNIDADES          | ESCALA DE MEDICION |
| UNIVARIABLE:<br>Efectos del ciclón Yaku                                   | Los efectos son la consecuencia que se derivaron a causa del fenómeno denominado ciclón YAKU (SENAMHI, 2023) | Comprende la determinación de los efectos producidos por el Ciclón Yaku de la cuenca Chancay Lambayeque. | Efectos Meteorológicos | Incrementos en la temperatura             | °C                | RAZON              |
|   |  |  |                        | Incrementos en las tasas de precipitación | MM                | RAZON              |
|   |  |  | Efectos Hidráulicos    | Incrementos de los niveles del rio        | M3/S              | RAZON              |
|   |  |  |                        | Daños en la infraestructura               | MILLONES DE SOLES | RAZON              |
|   |  |  | Efectos Económicos     | Pérdidas económicas                       | ADIMENCIONAL      | INTERVALO          |
|   |  |  |                        | Impacto en el PBI                         |                   | INTERVALO          |

**Tabla 1.** Variable y sus indicadores

Fuente: elaboración propia.

**La operacionalización de variables** es un procedimiento metodológico que implica desglosar de manera deductiva las variables involucradas en la investigación, comenzando desde las más amplias y avanzando hacia las más detalladas. En otras palabras, se descompone (en caso de que sean complejas) en dimensiones, áreas, aspectos, indicadores, índices, subíndices e ítems, o simplemente en indicadores, índices e ítems si son específicas (Espinoza, 2019). Asimismo, estas se dividen en definición conceptual y operacional.

En este sentido, líneas abajo se describe la definición correspondiente según estudio de la presente tesis:

**Definición conceptual:** Los efectos son la consecuencia que se derivaron a causa del fenómeno denominado ciclón YAKU (SENAMHI, 2023)

**Definición operacional:** Comprende la determinación de los efectos producida por el ciclón Yaku de la cuenca Chancay Lambayeque.

Ver anexo N°01.

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1 Población**

La presente investigación se realizará en la cuenca Lambayeque – Perú, que abarca los departamentos de Cajamarca y Lambayeque. Comprende un área aproximada de 4,022 km<sup>2</sup> y un perímetro de 433.95 km; con una longitud del río de 203.9 km.

#### **3.3.2 Muestra**

Para la muestra en esta tesis se determinó mediante un muestreo probabilístico aleatorio simple; es decir, se seleccionará un subgrupo de población en el que todos los elementos tienen la misma posibilidad de ser elegidos. De este modo, la muestra en este estudio se ha delimitado de forma estratégica hasta la ubicación de la estación hidrométrica Cirato ubicada en el distrito de Chongoyape en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

#### **3.3.3 Muestreo**

El muestreo se basó en el método probabilístico, ya que corresponde a un método de muestreo en el que las muestras se eligen basándose en una opinión subjetiva y no en una selección aleatoria (Gil, 2019). Como lo describió líneas anteriores, el proyecto de investigación será evaluado desde el punto de aforo la estación Cirato hasta aguas arriba en tramo de 8.5km.

#### **3.3.4 Unidad de análisis**

La unidad de análisis para la presente investigación abarca toda la cuenca Chancay Lambayeque como un todo una “Unidad Hidrográfica” que sufrió estragos del ciclón Yaku.

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

#### **Técnica**

Las estrategias para obtener datos abarcan métodos provenientes de diversas fuentes para recoger información cuantitativa (Mohajan, 2017). Se utiliza la técnica

de observaciones en terreno y delimitación la cuenca; así como observación medidas en campo por expertos.

### **Instrumentos de recolección de datos**

Según Muhammad (2016), la recolección de información es el método organizado de reunir y analizar datos acerca de aspectos relevantes, facilitando la respuesta a cuestionamientos investigativos, la comprobación de supuestos y la valoración de hallazgos. En este proyecto para la recopilación de la información se usarán información de modelo de elevación digital, información topográfica de la cuenca e información observada de temperatura y precipitación en el tiempo. así como el análisis documental de la bibliografía de fuentes de información confiables.

### **Validez del instrumento**

Siendo esta tesis un estudio cuantitativo, la validez busca evaluar con precisión un concepto determinado según Mohajan (2017). En este sentido, para la validez de las fichas de recolección de datos será validada por un meteorólogo con el objetivo de validar los cálculos de los efectos meteorológicos del ciclón Yaku, mientras que, para los efectos hidráulicos esta será validada por la calibración del modelo con observaciones de caudales medidos, que asimismo y será validada por un ingeniero civil especialista en el tema para que remita una opinión de experto, ambos con el fin de certificar la confiabilidad de los datos.

## **3.5 Procedimientos**

**3.5.1 Recopilación de información:** El inicio de este procedimiento nos permite obtener los datos necesarios, a saber: Datos históricos de temperatura, datos históricos de precipitación, registros de caudales de la estación hidrométrica Cirato, modelo digital de elevación (DEM), información de los tipos de suelos, mapas de cobertura vegetal, así como parámetros de curva número de cuenca, de fuentes confiables como : el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), Autoridad Nacional del Agua (ANA) e Instituto Geográfico del Perú (IGP); y otras fuentes internacionales de control.

- 3.5.2 **Procesamiento estadístico de la información:** De los registros históricos de la precipitación y temperatura, estos serán sometidos a un análisis estadístico para determinar las estadísticas y las tendencias con respecto al año que ocurrió el evento meteorológico ciclón Yaku.
- 3.5.3 **Modelamiento hidrológico (HEC-HMS) e hidráulico (HEC-HMS);** Para determinar los efectos hidráulicos del ciclón Yaku usamos instrumentos con HEC-HMS para simular caudales que representen el evento del ciclón Yaku, ajustándolos con datos observados para que los resultados sean consistentes. Asimismo, una vez validado el evento, a partir del HEC-RAS se definieron las áreas que serían inundadas por dicho evento.
- 3.5.4 **Determinación de los efectos económicos;** Una vez entendido los efectos hidráulicos, nos es más fácil entender los efectos económicos estos medidos a partir de millones de dólares/soles perdidos como su impacto en el PBI.
- 3.5.5 **Recomendaciones:** Para finalizar el estudio, se elaborarán recomendaciones para reducir los efectos causados por el Ciclón Yaku, en base a los resultados obtenidos, se describen en la siguiente figura.

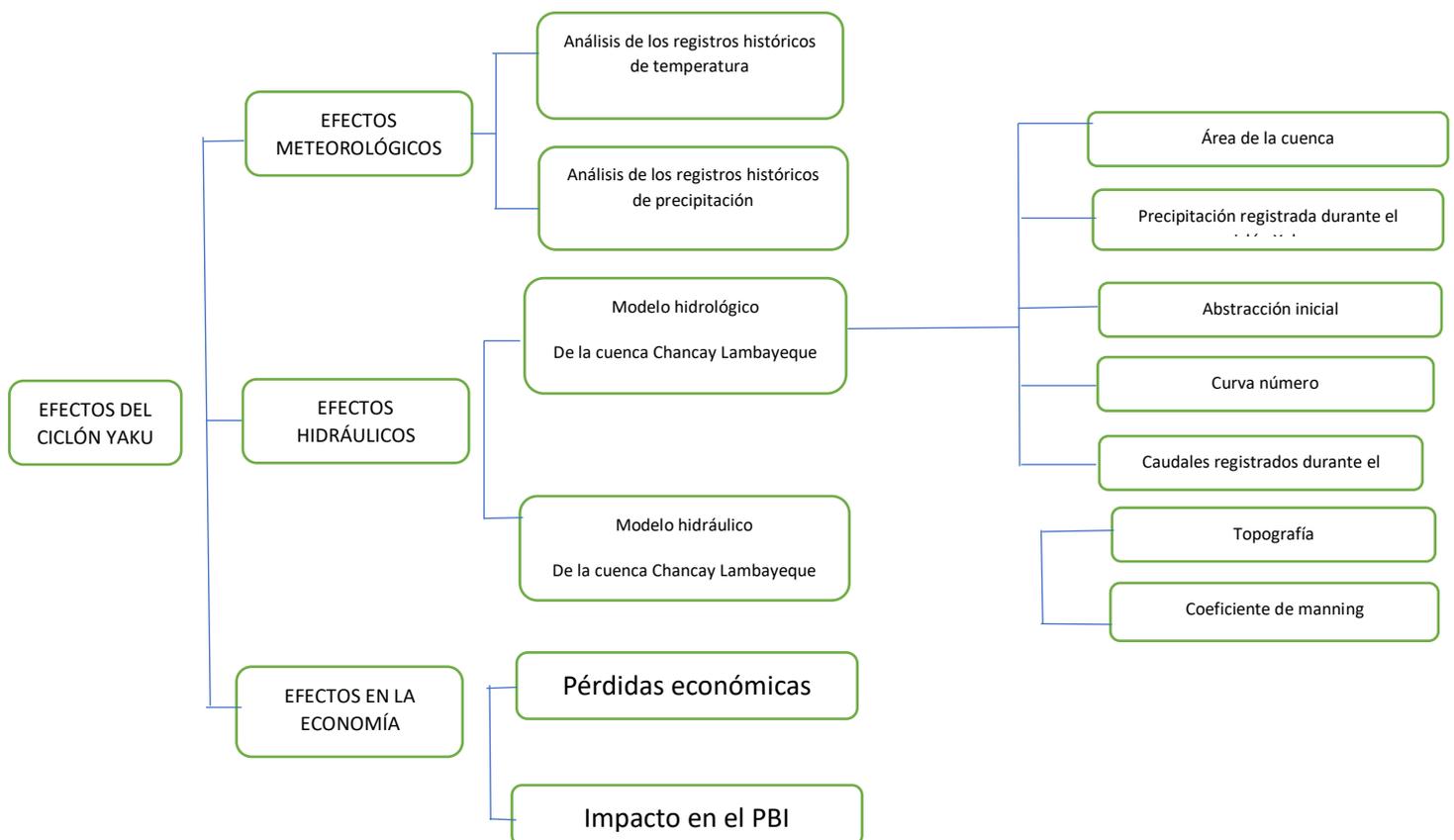


Figura 7. Esquema metodológico

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

Para el proyecto de estudio se empleará el método deductivo y el análisis estadístico univariado, ya que permitirá determinar las características de una realidad particular que se estudia por resultado de los atributos o enunciados contenidos en proposiciones o leyes científicas de carácter general previamente formuladas.

### **3.7 Aspectos éticos**

La información para este proyecto se recopiló a partir de antecedentes, se respetó las investigaciones de campo, gabinete y otras informaciones adquiridas en el lugar del estudio. Además se tomará los antecedentes de diversos autores utilizando las normas ISO como estipula el reglamento de la UCV y guía RVI N°062-2023 ; y por su originalidad, la investigación se someterá a la herramienta antiplagio, también conocida como Turnitin.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### Características del área de estudio

La cuenca Chancay lambayeque se ubica en el norte del Perú y abarca los departamentos de Cajamarca y Lambayeque, respectivamente. Esta esta delimitada en 13 subcuencas según la Autoridad Nacional Agua (Figura 7) y comprende un área total aproximada de 4,022 km<sup>2</sup> y un perímetro de 433.95 km; con una longitud del río de 203.9km, en su recorrido recibe los aportes de los ríos Huambayaco, Cirato, Cumbol y Qda. Chancay por la margen derecha; y los ríos Cañad y San Lorezno por el margen izquierda. En cuanto a los pisos altitudinales, se observa que a lo largo de la extensión de la subcuenca esta abarca de 526 m.s.m hasta 3214m.s.n.m, con altitud media de 1601 m.s.n.m .

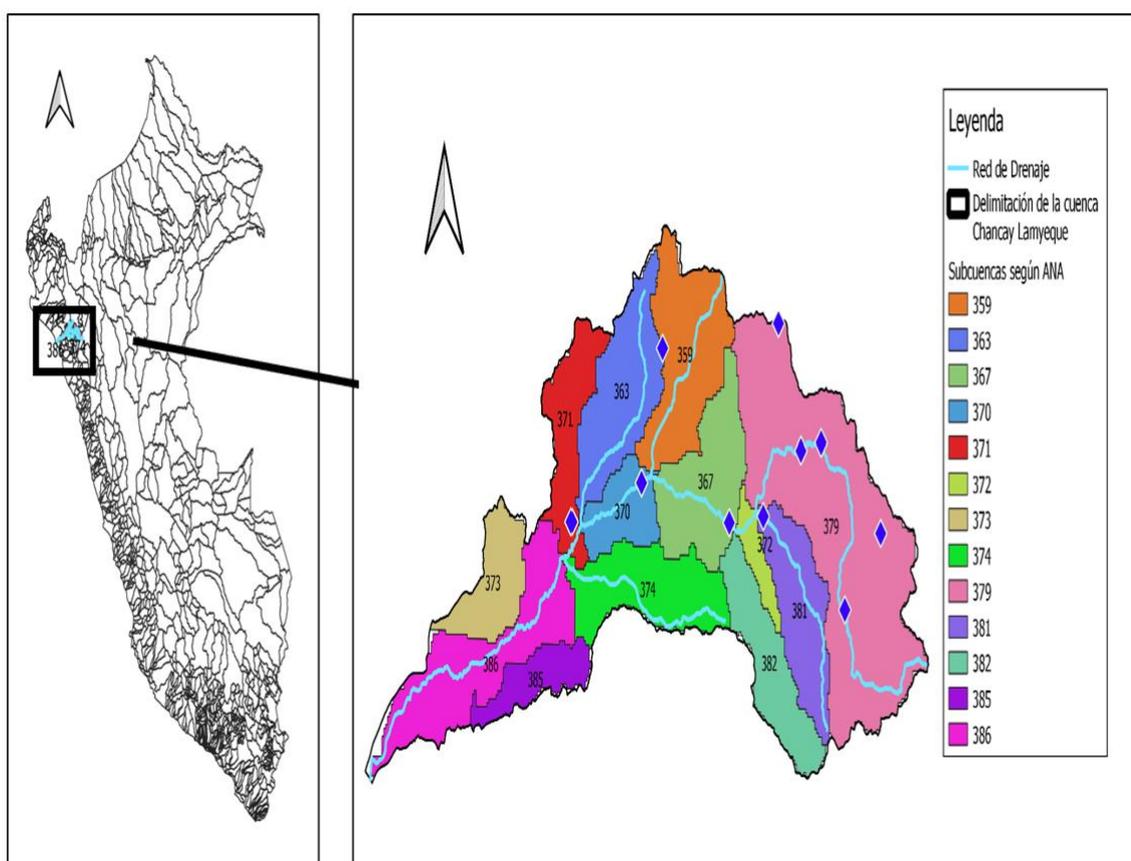


Figura 8. Área de estudio. Delimitación en 13 unidades geográficas, según el ANA y en puntos azules las estaciones usadas para el estudio.

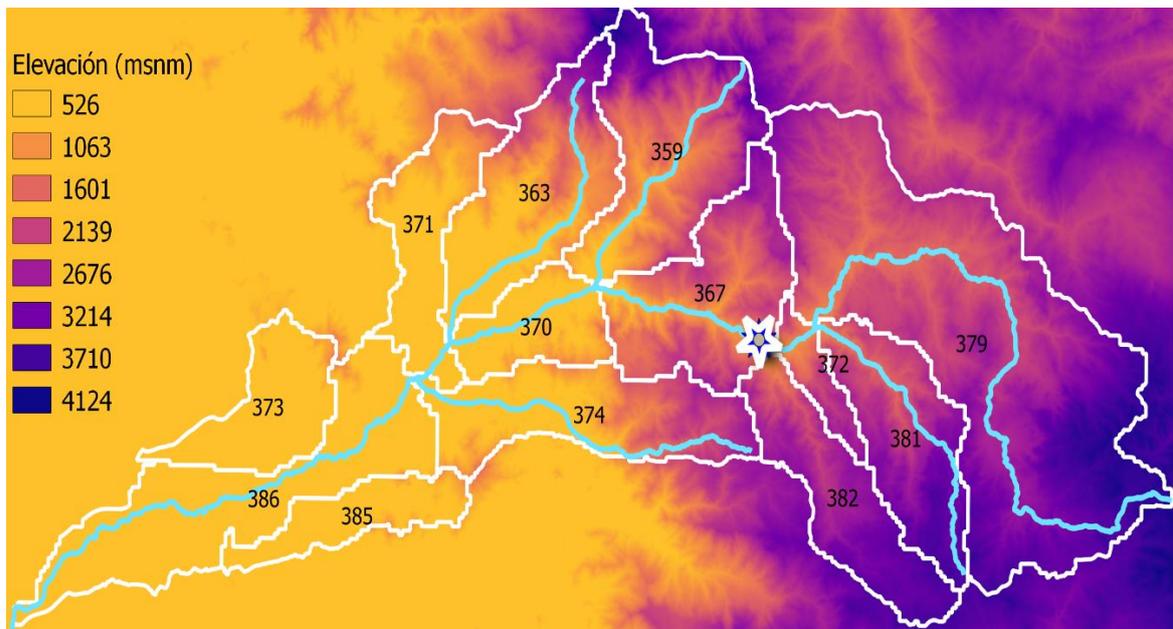


Figura 9. Área de estudio. Delimitación en 13 unidades geográficas, según el ANA.

### Cobertura de suelo

Para determinar el mapa de cobertura de suelo para la cuenca Chancay Lamyegue, usamos el Mapa global de uso/cobertura del suelo (LULC). El LULC, o Mapa Global de Uso/Cobertura del Suelo, se originó a partir de imágenes capturadas por el satélite Sentinel-2 de la Agencia Espacial Europea (ESA), con una resolución de 10 metros. Este mapa se creó mediante la combinación de predicciones sobre el uso y cobertura del suelo en 10 categorías diferentes a lo largo de un año, con el propósito de generar una representación representativa del estado en el año 2020. La elaboración de este mapa se llevó a cabo a través de un modelo de aprendizaje profundo previamente entrenado. Para su entrenamiento, se utilizaron más de 5 mil millones de píxeles obtenidos de imágenes Sentinel-2, los cuales fueron etiquetados manualmente. Estos píxeles se tomaron de más de 20,000 ubicaciones repartidas en los principales biomas del mundo.

En este contexto, con esta información de alcance global, se realizó una extracción específica para el área delimitada por la cuenca Chancay Lambayeque utilizando el software QGIS para obtener el área representativa correspondiente a la cuenca Chancay Lambayeque (Figura 12).

En la Figura 12, se observa que las áreas rojas corresponden a área cosntruida, la verde vegetación y en mostaza, área desértica.

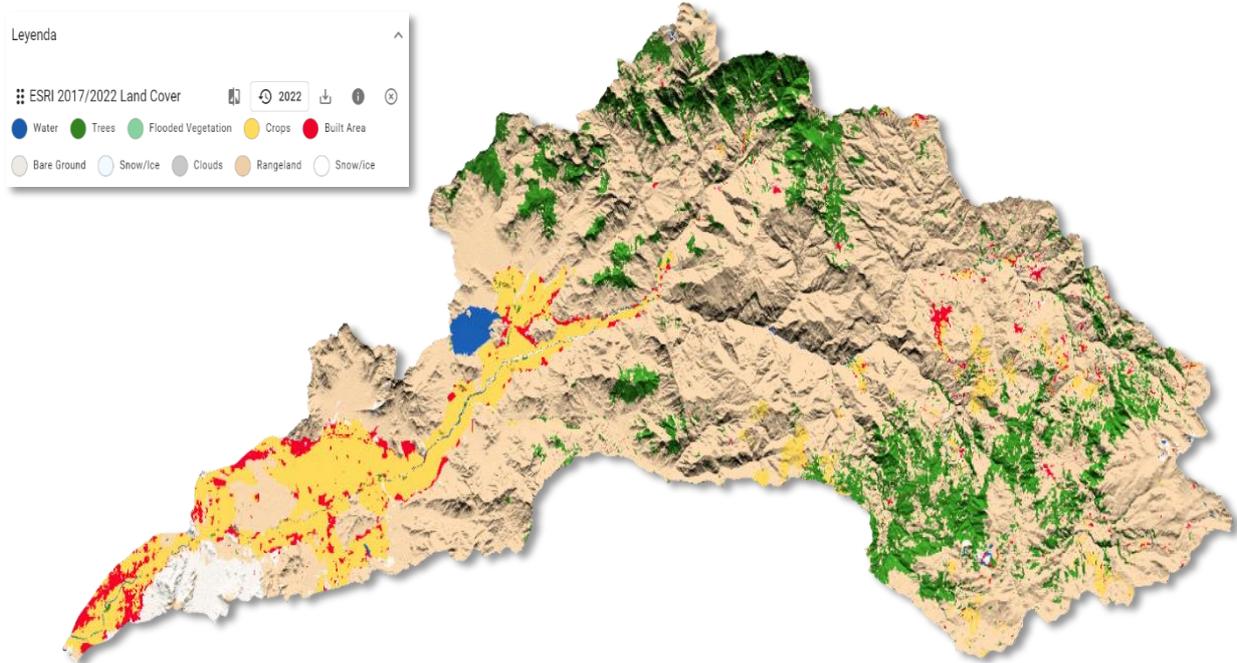


Figura 10. Descripción de la cobertura vegetal Fuente de datos.

### Curva número

El método del número de curva (CN) del USDA es fundamental para la modelización de lluvia y escorrentía. Para determinar el mapa de cobertura de suelo para la cuenca Chancay Lamyegue, el valor de Curva Número para las a) condiciones antecedentes secas, b) condiciones antecedentes medias y c) condiciones antecedentes húmedas. Actualmente, la data de mejor calidad en el mundo, corresponde a la curva número (CN) determinada por el USDA, el cual es un conjunto de datos cuadrículados globalmente consistentes que definen los CN con una resolución espacial de 250 m a partir de nuevos datos de cobertura terrestre global (300 m) y suelos (250 m).

El producto de datos resultante, GCN250, representa la escorrentía de una combinación del conjunto de datos de cobertura terrestre global de la agencia espacial europea para 2015 (ESA CCI-LC), remuestreado a 250 m y georegistrado con el producto de datos global del grupo de suelos hidrológicos (HYSOGs250m).

De este modo, para nuestro análisis se extrajo para el área de estudio la cuenca Chancay Lambayeque utilizando el software QGIS , las características de valor de CN para las diferentes condiciones en la (Figura 13).

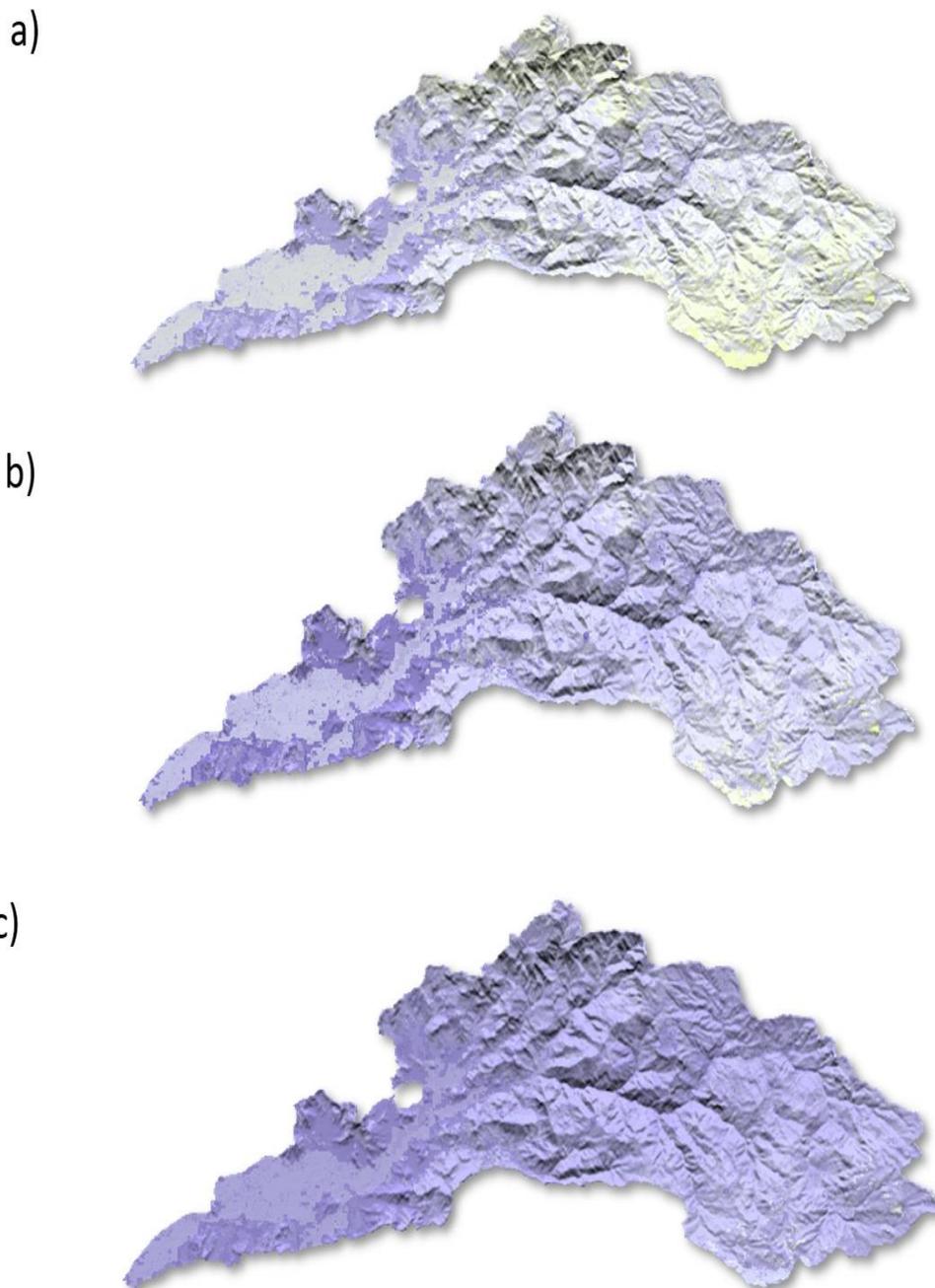


Figura 11. Curva número, a) condiciones secas, b) condiciones promedio y c) Condiciones húmedas

## **OBJETIVO ESPECÍFICO 1: ANALIZAR LOS EFECTOS METEOROLÓGICOS DEL CICLÓN YAKU EN LA CUENCA CHANCAY LAMBAYEQUE.**

El fenómeno meteorológico conocido como el ciclón Yaku, que se formó en el océano Pacífico el 2 de marzo de 2023, tuvo consecuencias significativas en las regiones costeras del Perú entre el 4 y el 6 de marzo. Este evento se caracterizó por fuertes lluvias y vientos, los cuales desencadenaron inundaciones, deslizamientos de tierra y daños considerables a la infraestructura del país.

Para el análisis de los efectos meteorológicos del ciclón Yaku, descargamos información histórica de temperatura desde el año 1981 al 2023. Para el análisis, se calculó el promedio anual de la serie histórica de precipitación y temperatura para determinar índices anuales de temperatura y precipitación máxima (Anexo 5 y Figura 11).

En relación a la variación de la temperatura y la precipitación, según la Figura 11, la probabilidad de precipitación en forma de lluvia aumenta, pero las nevadas se reducen, ya que a temperaturas bajas las gotas de lluvia se acercan a la congelación. Esto último, de importancia para reserva de recursos hídricos en la parte alta de la cuenca.

De la observación del análisis de los índices de temperatura y precipitación anuales, estos presentaron valores superiores con en los años 1997/1998, 2017 y conservaron los incrementos para los periodos 2021/2023, los mismos que coinciden con eventos meteorológicos extraordinarios del fenómeno del niño.

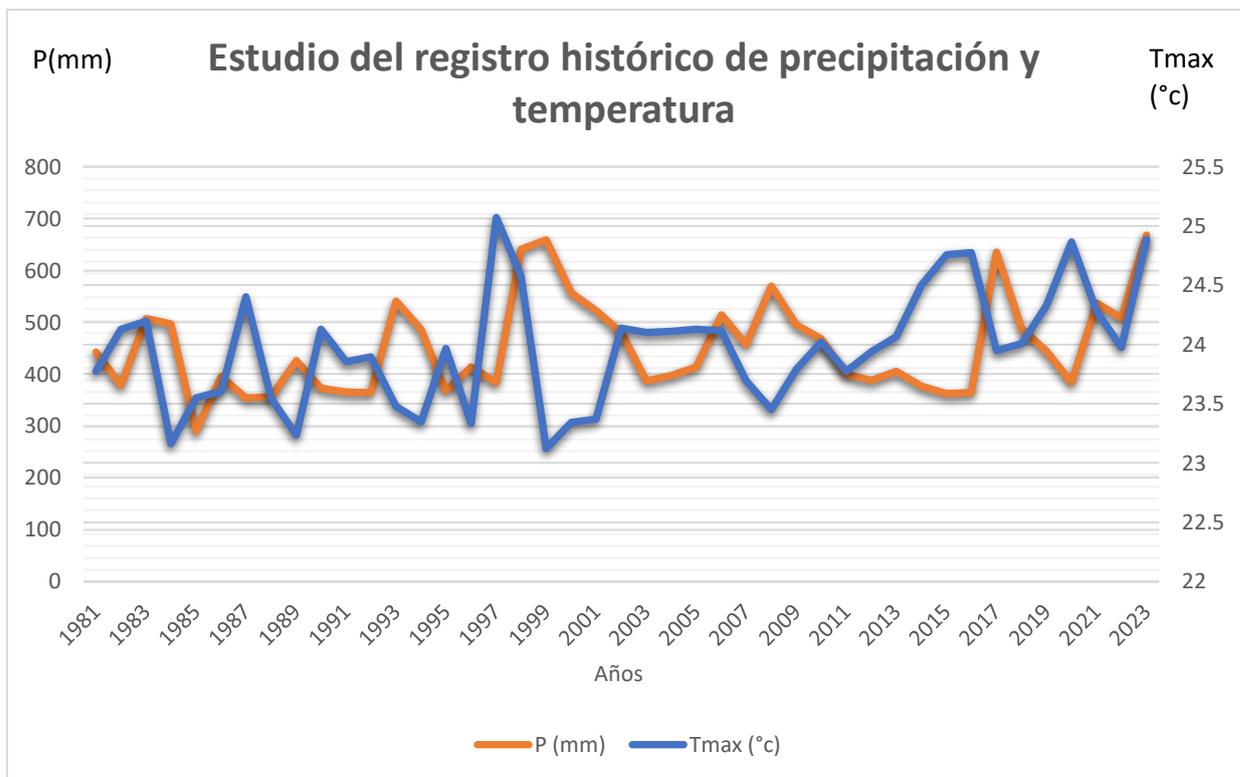


Figura 12. Tendencia del incremento de temperatura en el tiempo, y el incremento presentado para la temporada del 2023 reflejado en el análisis.

En este sentido, evaluado las tendencias historicas esto fue reflejado en a lo sucedido Durante el ciclón Yaku, en donde el norte del país presento lluvias extremas en Tumbes, Piura y Lamyegue, según reporte (Figura 11), donde las niveles de peligro fueron reportados a partir de colores donde el **amarillo representa a condiciones donde pueden ocurrir fenómenos meteorológicos peligrosos**. Sin embargo, son normales en esta región , mientras **naranja a condiciones donde se predicen fenómenos meteorológicos peligrosos** y finalmente, **rojo para predicciones de fenómenos meteorológicos de gran magnitud**. Como se detalla en la Figura las condiciones metorológicas de la cuenca Chancay Lambayeque en el tiempo tornaron a marcar mas el espacio en tono naranja, tendiendo esta espacio geográfico a se presentarán precipitaciones (nieve, granizo, aguanieve y lluvia) de moderada a extrema intensidad , acompañadas de descargas eléctricas y ráfagas de viento con velocidades cercanas a los 35 km/h (SENAMHI, 2023).

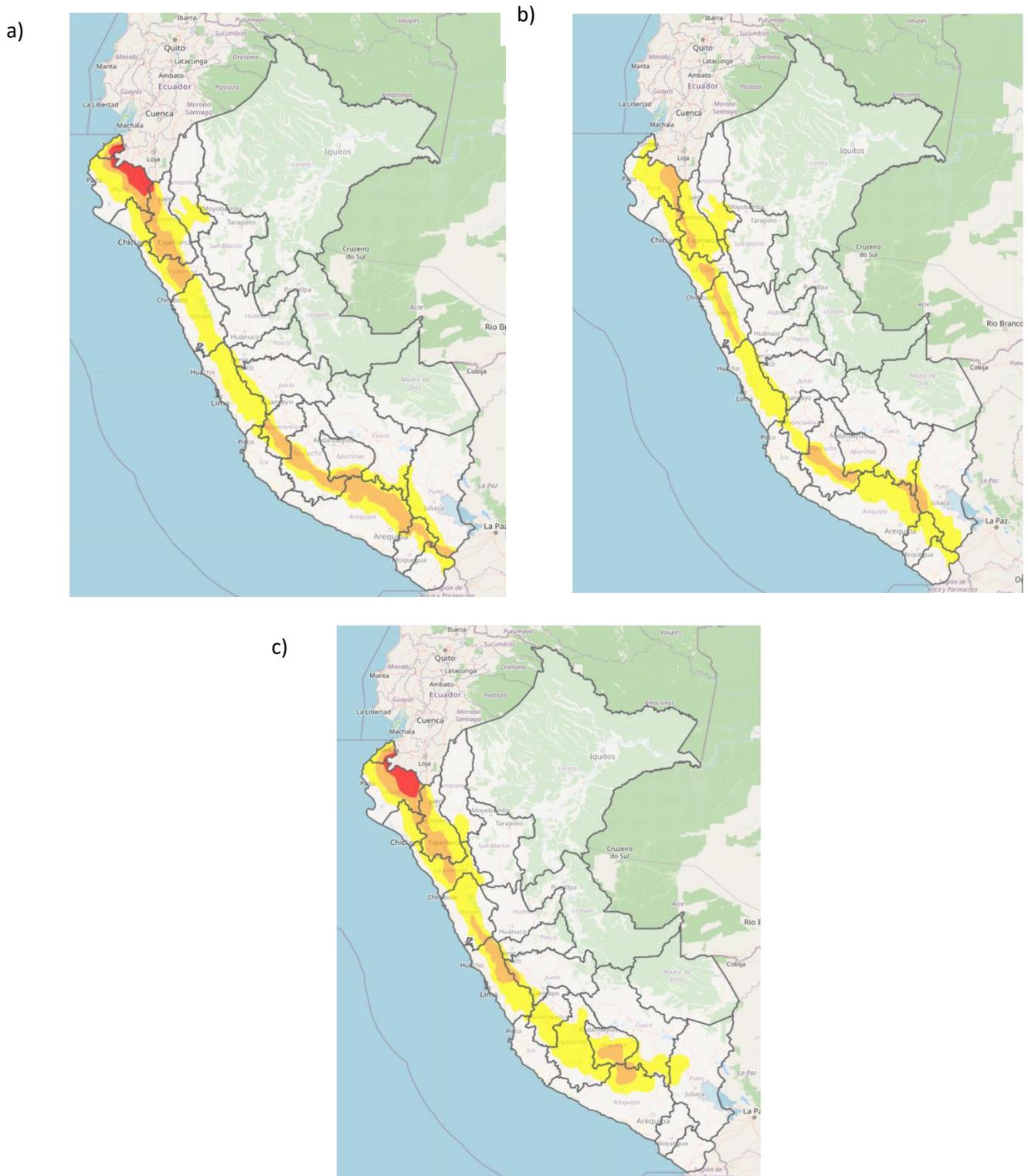


Figura 13. Reporte de Aviso meteorológico. En condiciones a) del 06/03/2023, b) 07/03/2023 y c) 08/03/2023

En cuanto a los incrementos de la temperatura en el tiempo, el 60% de los registros de temperatura, registraron incrementos que van desde 0 a 2°C de incremento de la temperatura, mientras el 40 % presenta variaciones de temperatura de -0 a 2°C.

Lo que nos hace interpretar que se esperan que los registros de temperatura se incrementen en el tiempo. Sin embargo, con respecto en cuanto al periodo del ciclón Yaku este no tuvo un incremento significativo con respecto al incremento ocurrido en los dos fenómenos del niño ocurrido en 1997/2017, respectivamente.

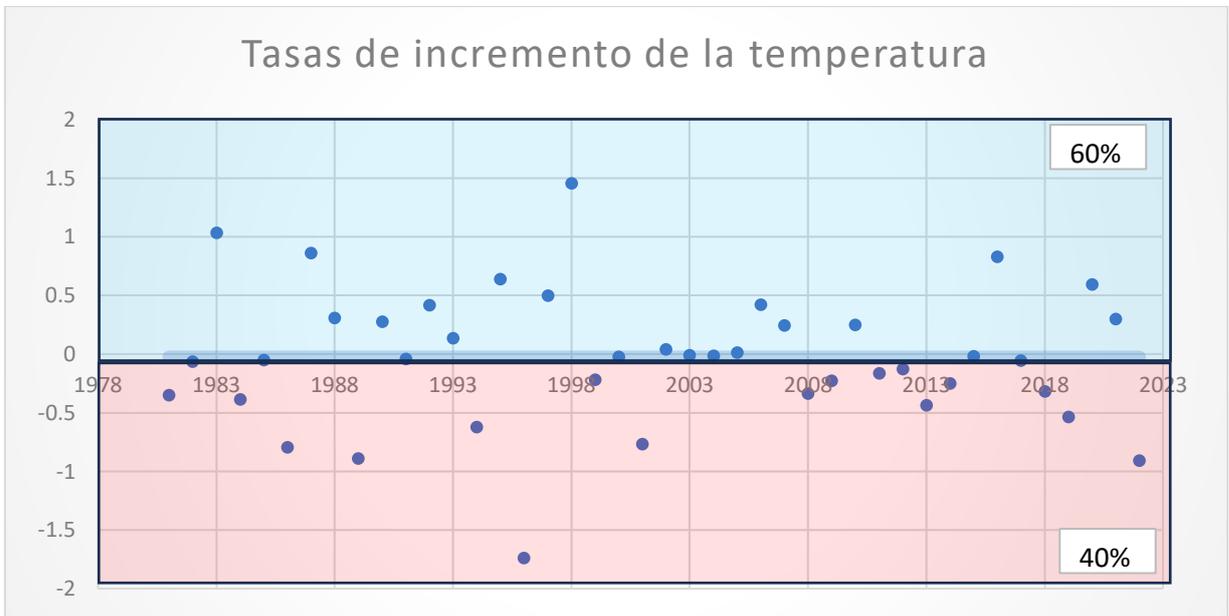


Figura 14. Incrementos de la temperatura en el tiempo

Con respecto, a los incrementos de precipitación el 53% de datos señalo un incremento con tasa de 0 a 100 mm, mientras que el 47% de datos tuvo una disminución de en la precipitación de 0 a -200mm y casos particulares que superaron los -200mm de disminución. Sin embargo, en cuanto al periodo del ciclón Yaku este no tuvo un incremento significativo con respecto al incremento ocurrido en los dos fenómenos del niño ocurrido en 1997/2017, respectivamente.

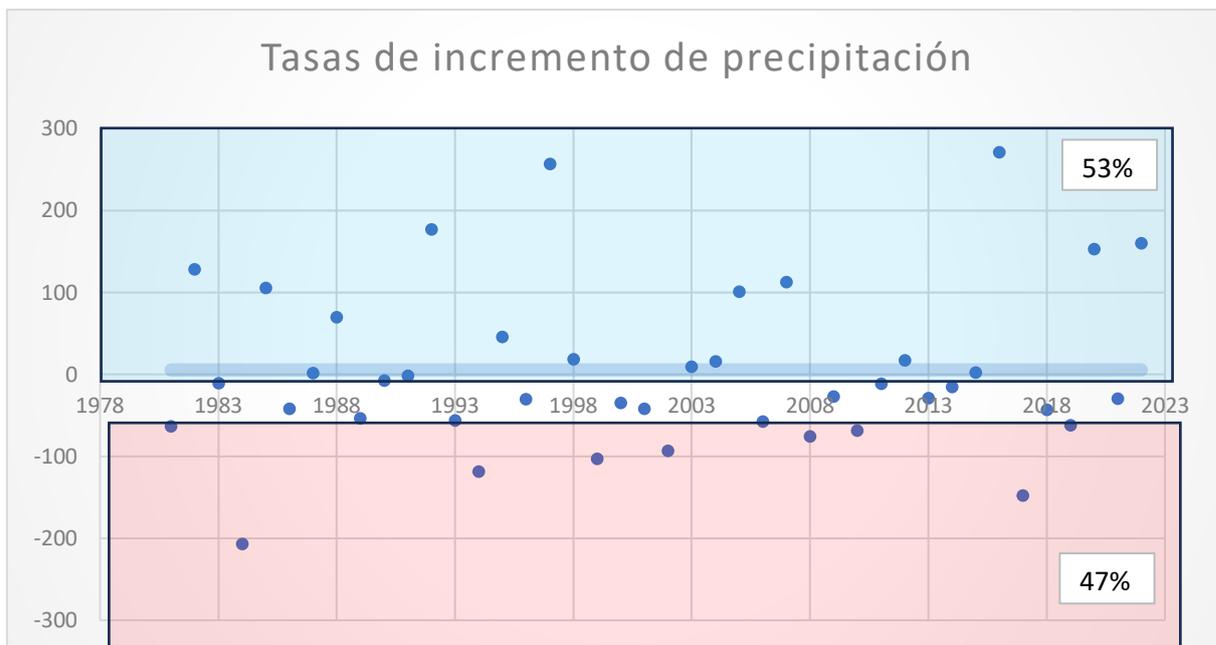


Figura 15. Incrementos de la precipitación en el tiempo

Entendiendo la importancia de la relación entre la precipitación y la temperatura, basandonos en el estudio del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Se definió el índice de Aridez (IA) en base a la relación entre la precipitación (Datos ERA5-Land del Centro Europe de Pronósticos Meteorológicos a Plazo Medio (ECMWF) y la evapotranspiración potencial (MOD16A3MODIS/Terra Net) (Trabucco, 2020), esto ultimo determinando a través de variables como la temperatura y factores que dependen de ella como la humedad relativa, presión de vapor y velocidad del viento, para toda la extensión de la cuenca Chancay Lambayeque.

**Tabla 2.** Índice de áridez para la cuenca Chancay Lambayeque

| N | CONDICIONES      | INDICE DE ÁRIDEZ     | TOTAL (ha) |
|---|------------------|----------------------|------------|
| 1 | Hyperárido       | $<0.05$              | 12609      |
| 2 | Árido            | $0.05 \leq IA < 0.2$ | 1409       |
| 3 | Semí árido       | $0.2 \leq IA < 0.5$  | 35749      |
| 4 | Seco subhúmedo   | $0.5 \leq IA < 0.65$ | 55271      |
| 5 | Tierras no secas |                      | 296256     |

Fuente: elaboración propia.

La importancia de conocer los datos climáticos relacionados con los índices de aridez, nos permite entender un tema muy importante en cuanto a la desertificación, que es el proceso de degradación de los ecosistemas hiperáridos, áridos y semiáridos y secos subhúmedos debido a diversos factores, a saber: actividades humanas y variaciones climáticas de la cuenca Chancay Lambayeque.

Al respecto, en cuanto a las variaciones climáticas en la cuenca Chancay Lambayeque, podemos entenderlo a través de las variaciones de la temperatura y precipitación (Figura # y Figura #), en donde se ve que los incrementos inferiores de los niveles normales registrados de lluvia pudieron ocasionar sequías, causando de este modo un desequilibrio hídrico que pudo haber perjudicado los sistemas de recursos de tierra. Según la Figura #1 del gráfico de barras, se observa que el índice de aridez ( $0.2 \leq IA < 0.5$  – Condición semi-árido) se ha visto incrementado en el tiempo.

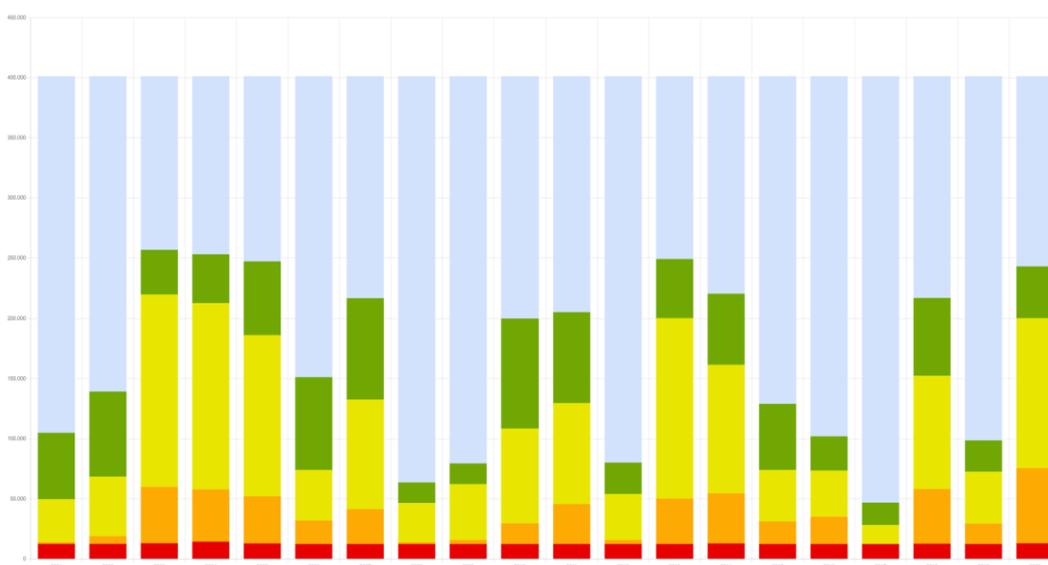


Figura 16. Gráfico de barras del Índice de aridez de la cuenca Chancay Lambayeque en el tiempo para el periodo del 2001 al 2020.

Por otro lado, si hablamos en porcentajes de hectáreas afectadas, hablamos de un estado crítico de cambios de área en un porcentaje de +4.05% y +4,336.12, hiperárido y árido, respectivamente), señala una pérdida de vegetación y degradación de suelo. Que en contexto, a la ocurrencia del ciclón Yaku y sus intensas lluvias, con el estado de cambios de cobertura del suelo detallado en Figura 16 y Figura 17, ha implicado la reducción de la capacidad de suelo para absorber y retener agua. Que

en consecuencia, se resumio inundaciones, reflejadas en las cuencas costeñas en pasada la temporadas de lluvia en el periodo del 15 a 30 de marzo del 2023 que activaron descargas que desencadenaron en tragedias en lugares conocidos por los cauces del río que pasan por Lambayeque (olmos, Ñaupe) y Trujillo con las periódica inundación de las “Quebradas del León”.

|   | Área total 2001 (ha) | Área total 2020 (ha) | Cambio de área (ha) | Cambio de área (%) |
|---|----------------------|----------------------|---------------------|--------------------|
|  <b>Hiper-árido</b>      | 12,609               | 13,120               | +511                | +4.05 %            |
|  <b>Árido</b>            | 1,409                | 62,505               | +61,096             | +4,336.12 %        |
|  <b>Semi-árido</b>       | 35,749               | 124,703              | +88,954             | +248.83 %          |
|  <b>Seco-subhúmedo</b>   | 55,271               | 42,671               | -12,600             | -22.8 %            |
|  <b>Tierras no secas</b> | 296,256              | 158,295              | -137,961            | -46.57 %           |

Figura 17. Índice de aridez de la cuenca Chancay Lambayeque en el tiempo para el periodo del 2001 al 2020, a nivel de área en hectareas (ha).

Que, guarda relación con el análisis de la temperatura y precipitación, según la ecuación:

$$\text{Índice de aridez (\%)} = \left( \frac{P}{T + 10} \right)$$

Donde:

T : Temperatura media anual en °C = 23.97

P: Cantidad total anual de agua caída en mm = 668.18

$$\text{Índice de aridez (\%)} = \left( \frac{668.18}{23.97 + 10} \right) = 19.67\%$$

| N | Clasificación según Índice de Aridez | I (%)  |
|---|--------------------------------------|--------|
| 1 | Húmeda                               | 30     |
| 2 | Semiárida                            | 20-30  |
| 3 | Árida o esteparia                    | 10-20. |
| 4 | Subdesértica                         | 5-10.  |
| 5 | Desértica                            | 0-5.   |

Fuente: Según Martonne

En este sentido , de esta relación de los efectos meteorológicos de la temperatura y precipitación, encontramos que nos encontramos con una cuenca árida.

**OBJETIVO ESPECÍFICO 2: ANALIZAR LOS EFECTOS DE HIDRAULICOS DEL CICLÓN YAKU EN LA CUENCA CHANCAY LAMBAYEQUE**

Para el desarrollo del objetivo 2, nos valdremos de dos instrumentos para su mejor entendimiento , el cual comprendo el modelo HEC-HMS y el modelo HEC-RAS. Usamos estas herramienta con el objetivo de conocer el incremento de los caudales causados por el ciclón Yaku y el área de inundación.

a) **Modelo hidrológico de la cuenca**

Para la elaboración de la configuración física de la cuenca Chancay Lambayque se construyó el modelo hidrológico a partir de las características señalas en el área de estudio de la presente sección de resultados “Características de estudio”, asi como los datos a detalle según la Tabla 1 y 2, a través del se usó el software HEC-HMS versión 4.8.

En donde los iconos de la figura en números, representan las 13 subcuencas según detalla de la Tabla 2, linea azulado (como cauce o río prinical), J1(Unión) y SINK (Aforo-salida).

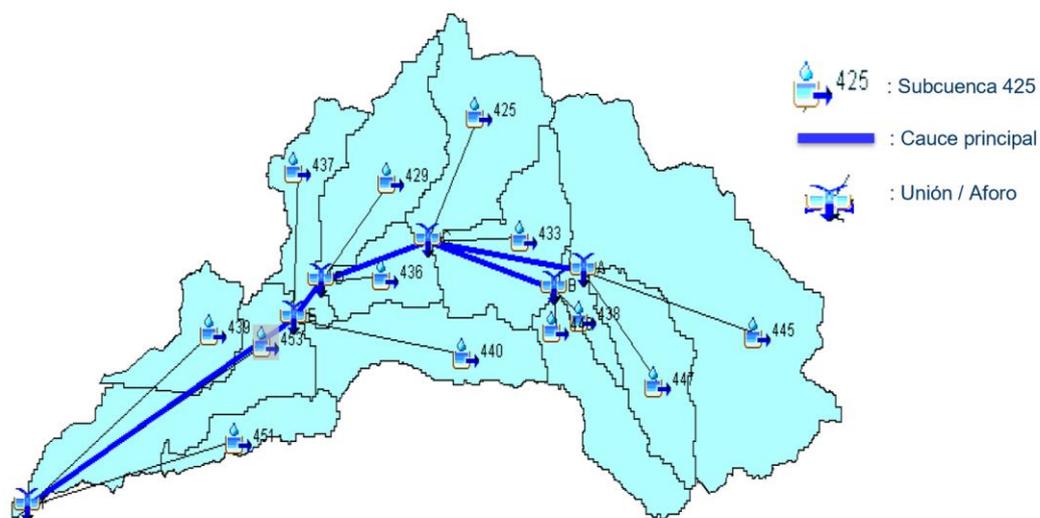


Figura 18. Modelo en HEC-HMS de la Cuenca Chancay Lambayeque

**Tabla 3.** *Parámetros morfométricos*

| Parámetros  | Resultados |
|---|------------|
| Área (km <sup>2</sup> )                           | 4,022.00   |
| Perímetro (km)                                    | 433.95     |
| Longitud río (km)                                 | 203.93     |
| Altitud media (m)                                 | 74.897     |
| Pendiente cauce principal (%)                     | 1.89       |
| Ancho Promedio (km)                               | 19.72      |
| Índice Compacidad o coeficiente de Gravelius (kc) | 1.93       |
| Rectángulo Equivalente, lado mayor (km)           | 196.51     |
| Rectángulo Equivalente, lado menor (km)           | 20.47      |
| Tiempo de Concentración (minutos)                 | 1,100.00   |
| Tiempo de Concentración (metodología)             | Kirpich    |

Fuente: elaboración propia

**Tabla 4.** *Parámetros calculados por cada subcuenca*

| N  | Subcuencas | Área (km <sup>2</sup> ) | Abstracción inicial (mm) | Curva Numero | % Impermeabilidad |
|----|------------|-------------------------|--------------------------|--------------|-------------------|
| 1  | 425        | 367                     | 18.36                    | 73.46        | 0.59              |
| 2  | 429        | 322                     | 15.81                    | 76.27        | 1.21              |
| 3  | 433        | 316                     | 15.49                    | 76.63        | 0.14              |
| 4  | 436        | 147                     | 13.3                     | 79.25        | 3.04              |
| 5  | 437        | 213                     | 12.84                    | 79.83        | 0.63              |
| 6  | 438        | 63.3                    | 16.57                    | 75.41        | 0.65              |
| 7  | 439        | 1010                    | 12.24                    | 80.59        | 5.85              |
| 8  | 440        | 310                     | 15.17                    | 77.01        | 0.15              |
| 9  | 445        | 1065                    | 17.61                    | 74.26        | 1.68              |
| 10 | 447        | 256                     | 19.41                    | 72.35        | 1.18              |
| 11 | 448        | 241                     | 20.31                    | 71.44        | 0.43              |
| 12 | 451        | 224                     | 10.79                    | 82.49        | 1.67              |
| 13 | 453        | 588                     | 11.46                    | 81.59        | 6.29              |

Fuente: elaboración propia

Debido a la anomalía de la precipitación durante el ciclón Yaku (Figura 2), en esta sección se describen los datos del periodo de la anomalía correspondiente al mes de marzo del 2023

En este estudio a través de la información del Servicio Nacional de Meteorología de Hidrología del Perú. La data recopilada para el área de estudio fue de 10 estaciones pluviométricas automáticas de registro horario, esto debido a la precisión que se necesita en el análisis. Estas se encuentran representadas

especialmente en la Figura 1 en la sección de características del área de estudio y sus coordenadas representadas en la Tabla 1.

**Tabla 5. Estacion**

| N  | ESTACION          | LONGITUD | LATITUD | ALTITUD | FUENTE  |
|----|-------------------|----------|---------|---------|---------|
| 1  | CIRATO            | -79.07   | -6.66   | 959     | SENAMHI |
| 2  | CHUGUR            | -78.73   | -6.67   | 2744    | SENAMHI |
| 3  | CANAD             | -79.00   | -6.65   | 1213    | SENAMHI |
| 4  | PUENTE SAN CARLOS | -79.27   | -6.62   | 334     | SENAMHI |
| 5  | PUENTE AMBAN      | -78.91   | -6.58   | 1532    | SENAMHI |
| 6  | TONGOD            | -78.81   | -6.74   | 2488    | SENAMHI |
| 7  | TINAJONES         | -79.43   | -6.65   | 181     | SENAMHI |
| 8  | CHANCAY BAÑOS     | -78.87   | -6.57   | 1645    | SENAMHI |
| 9  | LA MUCHAL         | -79.22   | -6.48   | 1701    | SENAMHI |
| 10 | HUAMBOS           | -78.96   | -6.45   | 2263    | SENAMHI |

Fuente: elaboración propia

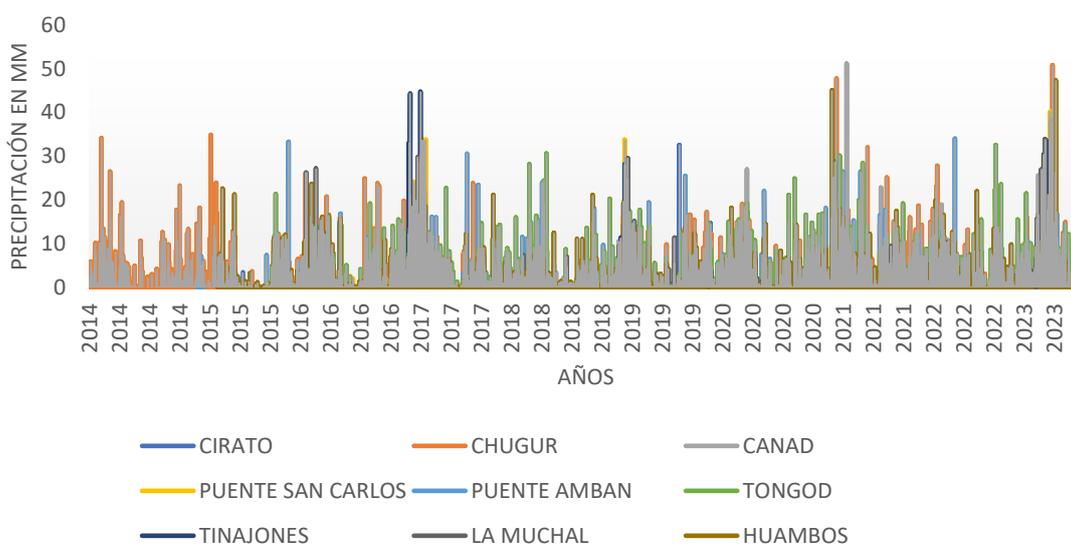


Figura 19. Registro de estaciones de la cuenca Chancay Lambayeque

Para introducir el hietograma de diseño, estos fueron exportados de los datos de las 10 estaciones en la cuen Chancay Lambayeque previamente. Mientras, que para la calibración del modelo y la validación del mismo, vamos a utilizar la estación CIRATO (Figura 1 y Tabla 1).

**Tabla 6. Datos de la estación de aforo**

| N° | ESTACION | LATITUD | LONGITUD | ALTITUD (MSNM) | AREA (KM2) |
|----|----------|---------|----------|----------------|------------|
| 1  | CIRATO   | -6.656  | -79.074  | 960            | 1649.178   |

Fuente: elaboración propia

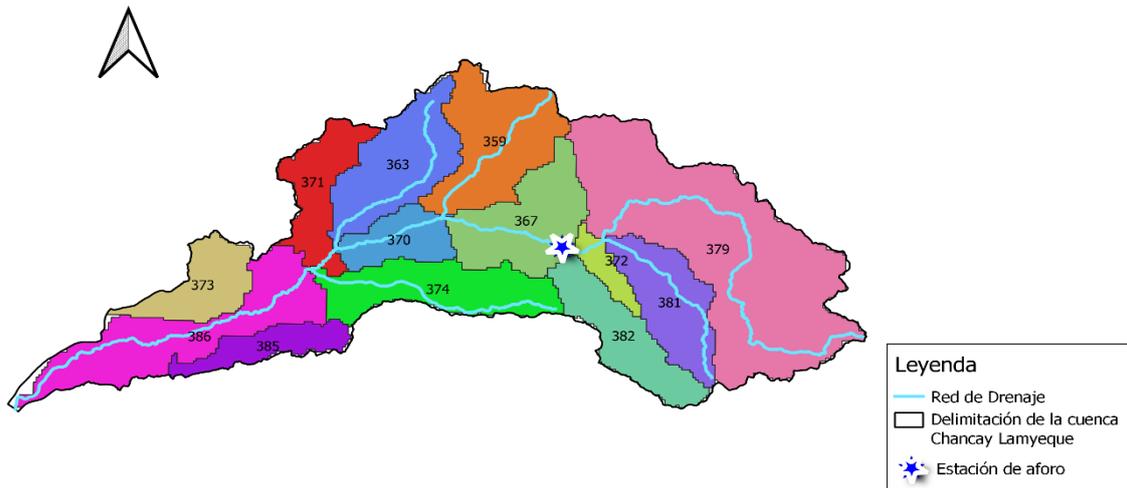


Figura 20. Área de estudio y su estación de aforo.

Se definieron una hora de inicio y final para el modelamiento , el cual inicio el 05 de marzo del 2023 a las 00:00 horas y finalizó a las 00:00 horas del 08 de marzo del 2023, esto de acuerdo al observado en la estación de aforo Cirato.

Para la calibración del modelo, como se visualiza en la figura 17, corrimos un evento de lluvia del periodo del ciclón Yaku y cargamos el caudal medido para comparar si el modelo esta simulando de forma adecuada, teniendo en cuenta que el modelo es una maquina. Para el caso de la Figura 17, corrimo el modelo tantas veces que sea necesario para ajustar al modelo a lo observado durante el ciclón YAKU.

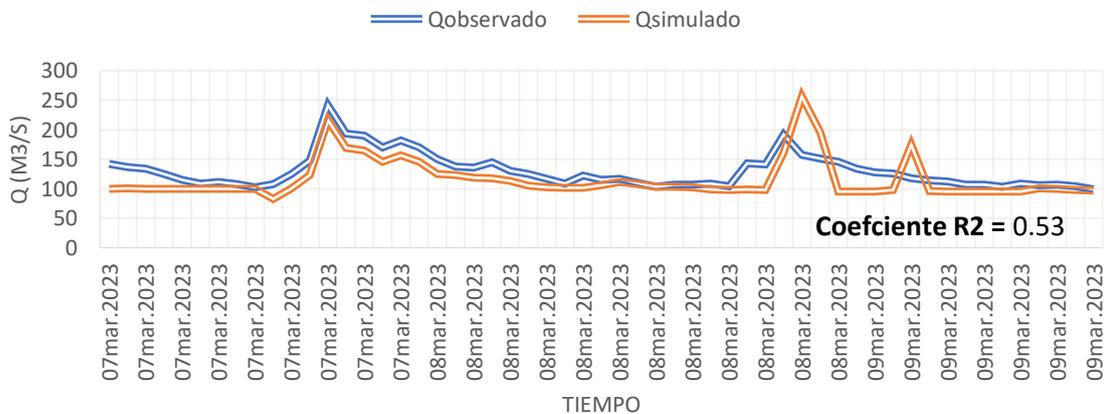


Figura 21. Configuración del modelo hidrológico HEC-HMS, para la calibración del modelo.

Fuente. Elaboración propia determinado en el modelamiento hidraulico HEC-HMS.

De este modo, validado el hidrograma de avenida con el caudal observado como la Figura 1, aguas arriba para un pico de 241.4 m<sup>3</sup>/s, registrado en el ciclón Yaku, se pudo determinar un caudal de 3542.6 m<sup>3</sup>/s a la salida de la cuenca por muskigam. Este resultado resultado del modelado se utilizarpa para la entrada para el modelo hidráulico, con el fin de llevar a cado el modelado hidráulico.

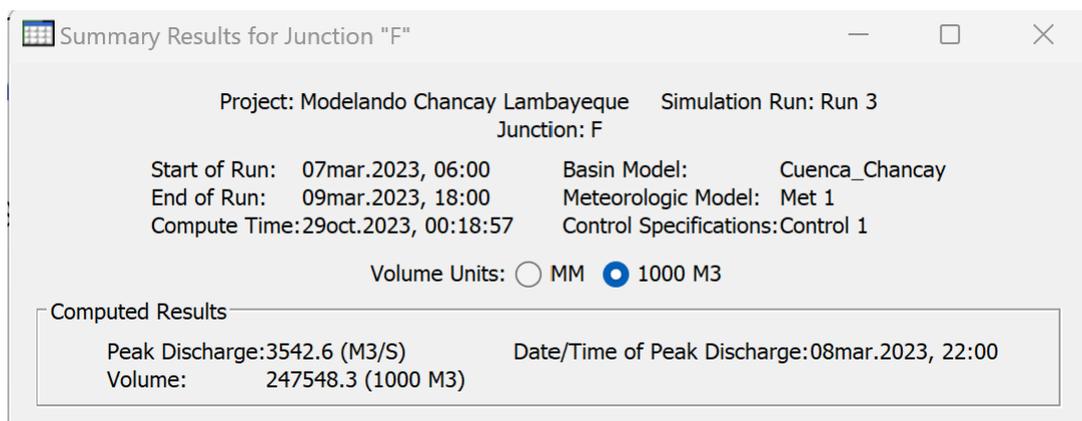
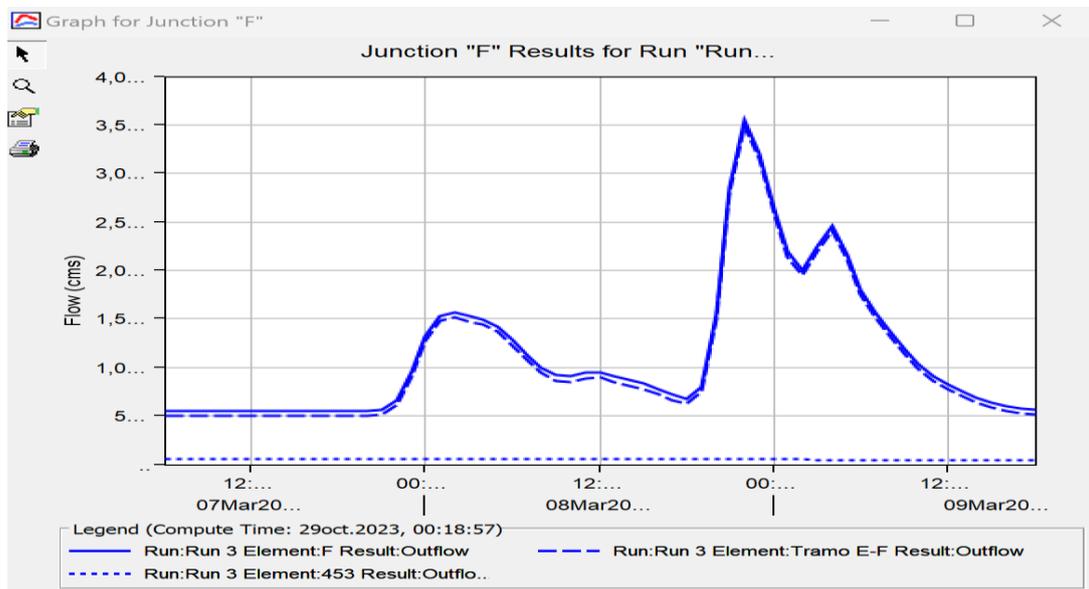


Figura 22. Resultados del modelamiento hidrológico

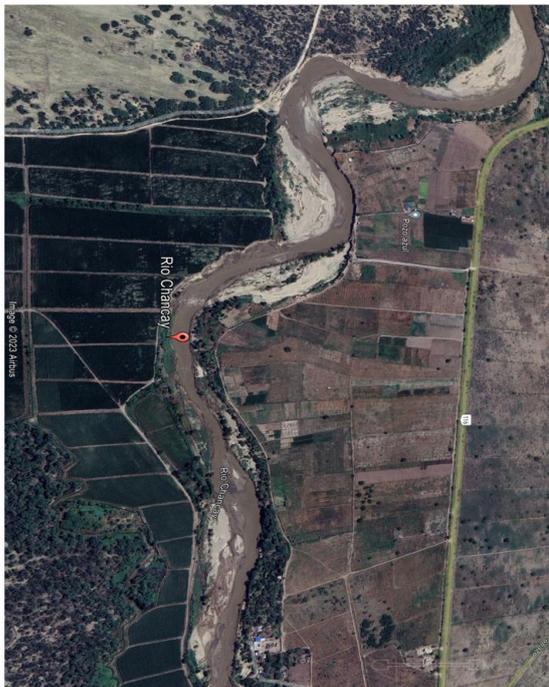
### b) Modelo hidraulico en la cuenca

Obtenidos los caudales, nos enfocamos en construir el modelo hidráulico de la cuenca, es decir la configuración de los cuerpos de agua. Para ello, para el análisis de la topografía del tramo, se trabajo con un archivo en formato (.tif) de una resolución aproximada de 30m, el cual se configuro de acuerdo a la Figura 31 y 32.



Figura 23. Modelo de elevación digital de 30m para determinar la sección la geometría del canal.

a)



b)



Figura 24. Descripción en a) Satelital y b) Fotografía panorámica de la visita de campo del margen izquierdo y derecho de la visita en campo con el objetivo de estimar el coeficiente de rugosidad de manning.

Asimismo, esta sirvió para determinar el coeficiente de manning de acuerdo al método de Cowan con el objetivo de poner determinar las características del cauce. Donde el procedimiento, se determino a partir de los siguientes pasos:

1. **Determinación de la geometría del canal:** Este proceso implicó la creación de un archivo de importación que contiene la información geométrica de las secciones transversales.

Definido las secciones las secciones trasnverlsales y los parámetros de ingreso como features, geometris, layers y terrains, se llevó a cabdo la ejecución del modelo. En esta proceso, se generó un archivo HDF y una capa para que los resultados pudieran ser visualizados en el HEC-RAS en la sección de RAS-Mapper como se visualiza en la Figura 25.

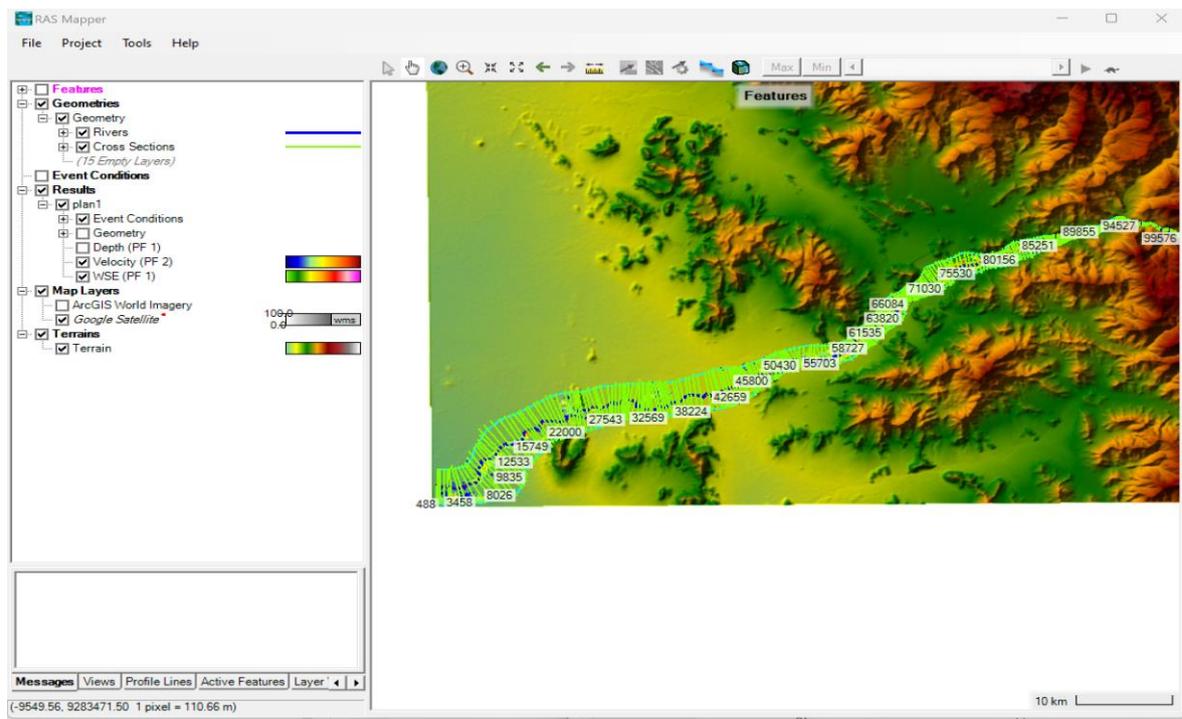


Figura 25. Modelamiento hidráulico en HEC-RAS – Secciones transversales

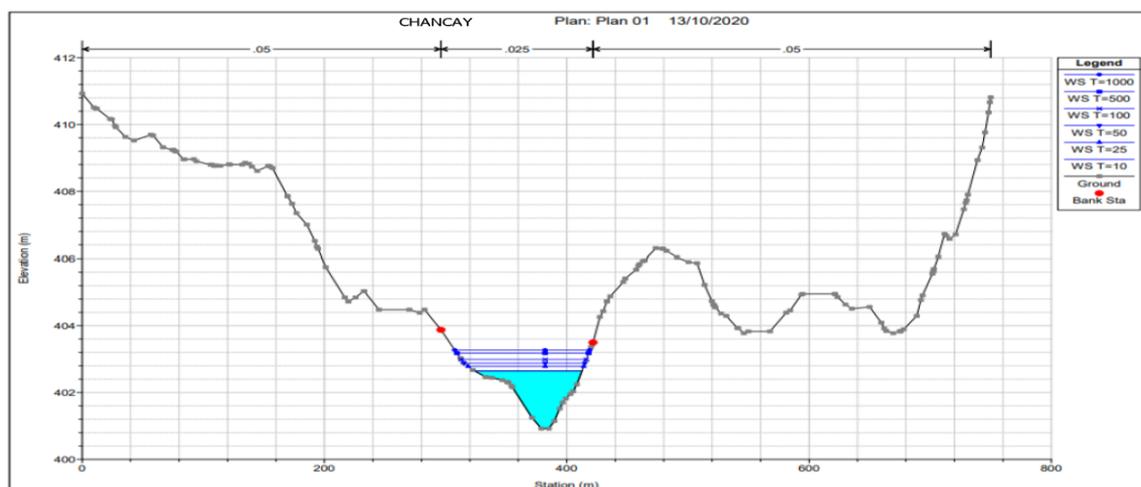


Figura 26. Sección de desborde 1, extradiod de una sección transversal dell Rio Chanca Y Lambayeque.

## 2. Modelización del flujo y generación del archivo de exportación

Los primeros resultados obtenidos para el efecto del ciclón Yaku en la hidrográfica nos brindaron resultados, de que existe vulnerabilidad en ciertos tramos de la sección llegando a tener una altura máxima de hasta 1.5 metros de altura con una velocidad de hasta 4.32 m/s.

En la Figura 27, se puede apreciar las zonas afectadas desde el inicio del tramo aguas arriba con ello se aprecia la elaboración de la cartografía final.

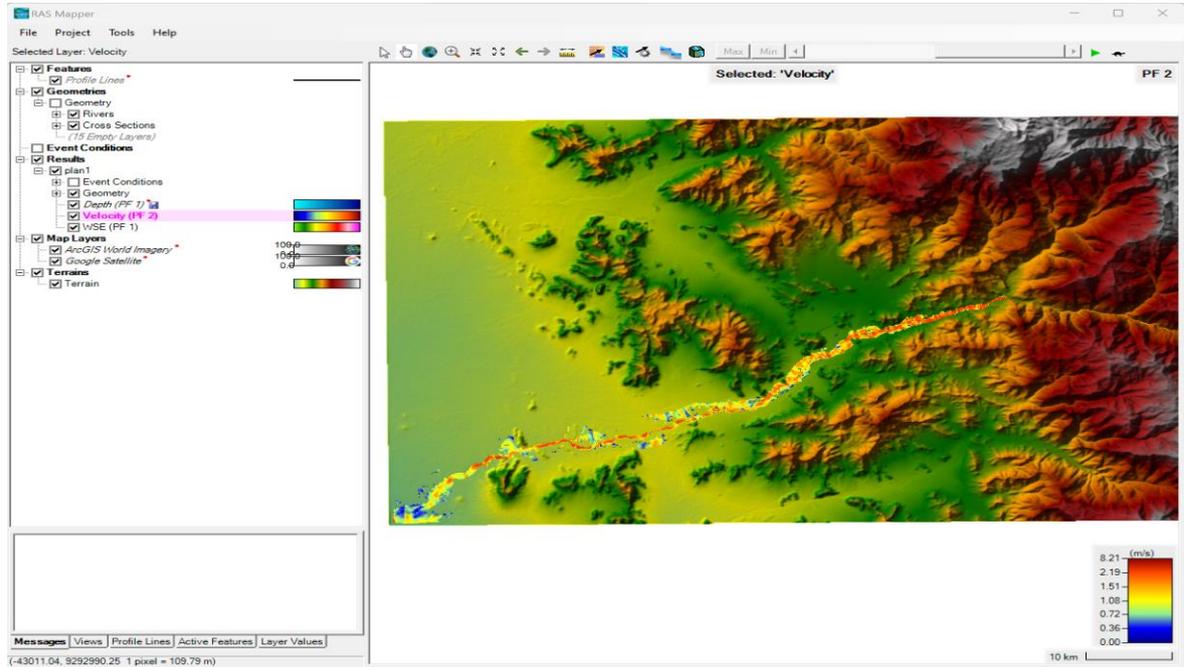


Figura 27. Configuración del Rio Chancay Lambayeque para el periodo del ciclón Yaku. Mapa de inundación de las áreas afectadas.

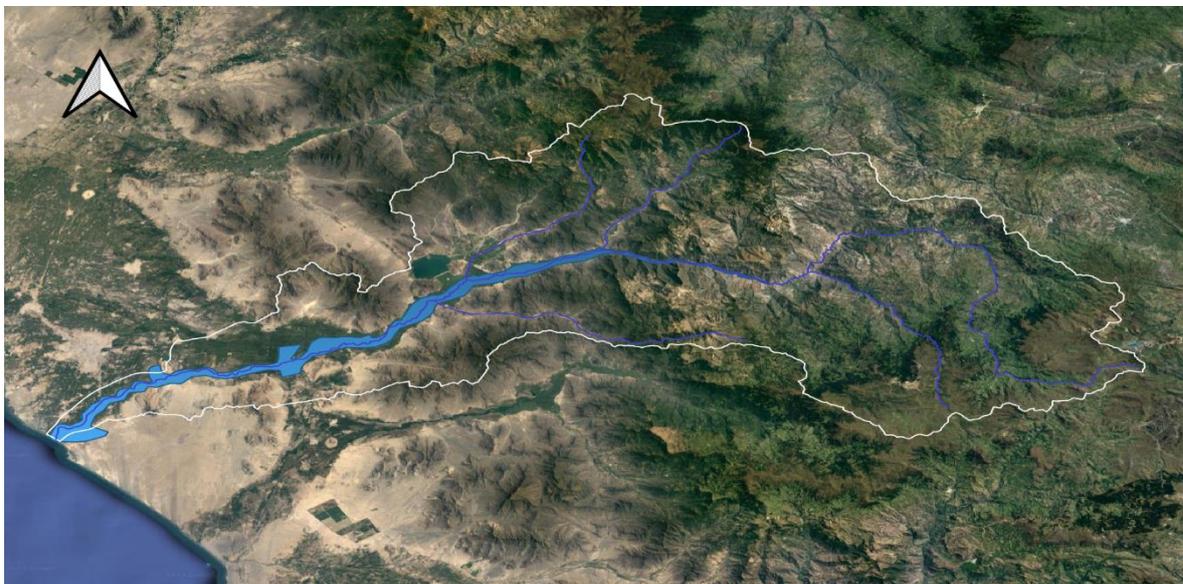


Figura 28. Inundación reflejada en el área de estudio

Las consecuencias se tradujeron en daños considerables a la infraestructura vial, de riego, así como a la de agua potable y alcantarillado. Estos impactos generaron dificultades en el transporte de mercancías y personas, afectaron la producción agrícola y limitaron el acceso a servicios básicos, incluida la educación y la atención médica. De este modo, los efectos económicos a nivel sectorial fueron resumidos a partir de la Tabla 7.

**Tabla 7.** Análisis del impacto del ciclón Yaku en la infraestructura del Perú

| <b>Aspecto</b>   | <b>Impacto del Ciclón Yaku en la Infraestructura del Perú</b>  |
|--|--|
| <b>Fenómeno Meteorológico</b>                                      | Ciclón Yaku, formado en el océano Pacífico el 2 de marzo de 2023   |
| <b>Fecha de Afectación</b>   | Del 4 al 6 de marzo de 2023  |
| <b>Consecuencias Generales</b>                                     | Inundaciones, deslizamientos de tierra y daños a la infraestructura  |
| <b>Impacto Económico y Social</b>                                  | - Dificultades en transporte de mercancías y personas - Pérdidas económicas en producción agrícola y acceso a servicios básicos  |
| <b>Daños a la Infraestructura Vial</b>                             | - 659 km de carreteras afectadas - Representa el 1.2% de la red vial nacional - Daños severos en Piura, Lambayeque y La Libertad |
| <b>Impacto en la Economía</b>                                      | - Obstaculización del transporte y pérdidas económicas - Retrasos en cadenas de suministro                                       |
| <b>Daños a la Infraestructura de Riego</b>                         | - 351 canales afectados - Representa el 2.5% de la red nacional - Daños severos en Piura, Lambayeque y La Libertad               |
| <b>Impacto en la Agricultura</b>                                   | - Dificultades en el suministro de agua a cultivos - Pérdidas económicas en la producción agrícola                               |
| <b>Daños a la Infraestructura de Agua Potable y Alcantarillado</b> | - 82 km de redes afectadas - Representa el 0.2% de la red nacional - Daños severos en Piura, Lambayeque y La Libertad            |

| Aspecto  | Impacto del Ciclón Yaku en la Infraestructura del Perú   |
|--|--|
| <b>Impacto en el Acceso a Servicios Básicos</b>        | - Dificultades en el acceso a agua potable y alcantarillado  |
| <b>Daños en Otras Infraestructuras</b>                 | - Edificios públicos, viviendas, hospitales y escuelas afectados   |
| <b>Impacto Social</b>                                  | - Evacuación de miles de personas - Dificultad en el acceso a servicios esenciales, como educación y salud   |
| <b>Medidas de Adaptación y Mitigación Recomendadas</b> | - Reubicación planificada de pobladores - Rigurosa aplicación de leyes anticorrupción - Políticas que promuevan la resiliencia urbana frente a eventos climáticos extremos |

Fuente. Elaboración propia

Del análisis general, de acuerdo al área de inundación reportada encontramos los siguientes daños específicos:

**Tabla 8.** Nivel de afectación inundación de la cuenca Chancay Lambayeque del modelamiento hidráulico

| N | ESTRAGOS DE AFECTACIÓN   | NIVEL DE AFETACIÓN | UNID |
|---|--|--------------------|------|
| 1 | CENTROS POBLADOS AFECTADOS DE NIVEL DE VIDA POBRE  | 54                 | UND  |
| 2 | CENTROS EDUCATIVOS   | 59                 | UND  |
| 3 | TROCHAS Y CAMINOS  | 31                 | km   |
| 4 | RED VIAL VECINAL - LONGITUD  | 19.4               | km   |
| 5 | RED NACIONAL (L.V.(CHEPEN) - CHICLAYO - LAMBAYEQUE-LV.(ELCRUCE) Y CHICLAYO - CHONGOYAPE - LV (PTE. CUMBIL) | 12.4               | km   |
| 6 | RED DEPARTAMENTAL (QUE UNE LAMBAYEQUE Y CAJARMARCA)  | 27.04              | km   |

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a los resultados reportados

Desde una perspectiva analítica, se puede abordar el impacto del ciclón Yaku en la infraestructura del Perú considerando diversas dimensiones. Primeramente, los daños en la infraestructura vial fueron particularmente graves, con 659 kilómetros de carreteras afectadas, representando el 1,2% de la red vial nacional. Estos daños

no solo obstaculizaron el transporte, sino que también provocaron retrasos en las cadenas de suministro y pérdidas económicas. Que en millones de soles puede ser traducido según la Tabla #, de costos estimados del ciclón Yaku.

| Tipo de daño   | Daños | Costo<br>(Millones de soles) |
|--|-------|------------------------------|
| <b>Infraestructura</b>                                   |       |                              |
| Carreteras afectadas (km)                                | 659   | 332                          |
| Canales de riego (km)                                    | 351   | 186                          |
| Puentes (Número de puentes)                              | 216   | 674                          |
| Redes de agua (km)                                       | 82    | 14                           |
| Colegios (Aulas afectadas)                               | 56    | 13                           |
| Establecimientos de salud (Números)                      | 5     | 30                           |
| Viviendas (Número de viviendas destruidas) <sup>1</sup>  | 1 666 | 28                           |
| Viviendas (Número de viviendas inhabitable) <sup>1</sup> | 2 510 | 42                           |
| <b>Agricultura</b>                                       |       |                              |
| Cultivos (Miles de hectáreas) <sup>1</sup>               | 25    | 0                            |
| Animales (Miles) <sup>1</sup>                            | 29    | 0                            |
| <b>Total</b>   |       | <b>1 321</b>                 |

Figura 29. Costos económicos estimados del ciclón Yaku

En cuanto a la infraestructura de riego, se registraron daños en 351 canales, afectando el 2,5% de la red nacional. Esta afectación impactó directamente en la producción agrícola, generando pérdidas económicas considerables al dificultar el suministro de agua a extensas áreas de cultivo. Por otro lado, a pesar de ser menos significativos, se registraron daños en la infraestructura de agua potable y alcantarillado, con 82 kilómetros de redes afectadas (0,2% de la red nacional), tuvieron consecuencias en el acceso a servicios básicos. Estos daños complicaron la disponibilidad de agua potable y el tratamiento de aguas residuales, afectando a miles de personas.

**OBJETIVO ESPECÍFICO 3: ANALIZAR LOS EFECTOS EN LA ECONOMÍA OCACIONADOS A PARTIR DEL CICLÓN YAKU EN LA CUENCA CHANCAY LAMBAYEQUE.**

El ciclón Yaku, que azotó Perú en marzo de 2023, ha dejado una marcada impronta en la economía nacional, generando efectos económicos significativos en varios sectores. Más allá de los impactos inmediatos en áreas específicas, se requiere un análisis detallado para comprender los efectos a largo plazo. En términos generales, analizamos a través de la Tabla 9.

**Tabla 9.** Análisis del antes y después del ciclón Yaku

| Aspecto Económico     | Antes del Ciclón Yaku   | Después del Ciclón Yaku   | Análisis Detallado  | Autores            |
|-----------------------|---|---|---|--------------------|
| Crecimiento Económico | En proceso de recuperación, con un PBI creciendo al 3.8% en 2022.                           | Pronóstico de reducción de 0.5 puntos porcentuales en el crecimiento económico para 2023 (BCR). | El crecimiento económico previo se ve amenazado, impactando la recuperación económica.  | Alonso Segura, BCR |
| Sector Agrícola       | Crecimiento del 5.6% en 2022, impulsado por aumentos en los precios de productos agrícolas. | Pérdidas estimadas de \$1,200 millones debido a la destrucción de cultivos.                     | El sector agrícola, un motor clave, sufre pérdidas significativas, afectando la seguridad alimentaria y aumentando los precios. | -Rojas M           |
| Infraestructura       | Crecimiento del sector de la construcción al 10.2% en 2022.                                 | Estimación de \$2,000 millones para reparar daños a carreteras, puentes y líneas eléctricas.    | La infraestructura sufre daños sustanciales, ralentizando la conectividad y distribución de bienes.                             | -Motta Flores      |
| Turismo               | Contribución significativa al PBI.  | Pérdidas estimadas de \$500 millones debido al cierre de playas y destinos turísticos.          | Impacto negativo directo en el turismo y sectores relacionados.   | -Cachay            |
| Inflación             | -   | Aumento de los precios de los alimentos debidos a pérdidas agrícolas.                           | Pérdida de poder adquisitivo de los hogares, afectando el consumo y generando inflación.  | Alonso Segura      |

Fuente: elaboración propia

Del análisis general, de acuerdo al área de inundación reportada encontramos los siguientes daños específicos:

**Tabla 10.** Costos económicos estimados del ciclón Yaku a nivel de la inundación del modelamiento hidraulica

| Tipo de daño                             | Daños | Costo (Millones de soles) |
|--|-------|---------------------------|
| <b>Infraestructura</b>                   |       |                           |
| Carreteras afectadas (km)                | 58.84 | 29.64                     |
| Canales (km)                             |       |                           |
| Redes de agua (km)                       |       |                           |
| Colegios                                 | 59    | 3                         |
| Establecimientos de salud                | 5     | 30                        |
| Viviendas destruidas y/<br>inhabitables) | 54    | 0.91                      |
| <b>Total</b>                             |       | <b>63.55</b>              |

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a los resultados reportados

Para lo cual para 63.55 millones de soles esto puede ser reflejado en impacto en el PBI:

$$\text{Impacto en el PBI (\%)} = \left( \frac{\text{Pérdida en millones de soles}}{\text{PBI total del país o región}} \right) * 100\%$$

- Pérdida en millones de soles (Tabla 11) = 63.55
- PBI total del país o región (2.1%) = 210

$$\text{Impacto en el PBI (\%)} = \left( \frac{63.55}{210} \right) * 100\% = 30\%$$

*(Impacto negativo del PBI debido a desastres naturales)*

En este sentido, antes de la llegada de Yaku, la economía peruana estaba experimentando un proceso de recuperación, debido a la pandemia del COVID 19. En 2022, el Producto Bruto Interno (PBI) exhibió un crecimiento del 3.8%, marcando una mejora con respecto a la contracción del 1.12% en 2021. Sectores clave en esta recuperación fueron la agricultura y la construcción.

La agricultura, esencial para la economía peruana, sufrió pérdidas sustanciales con la destrucción de cultivos en las regiones afectadas. Las pérdidas estimadas de 1.200 millones de dólares en este sector no solo afectan directamente a los agricultores, sino que también contribuyen a la inseguridad alimentaria y al aumento de los precios de los alimentos a nivel nacional, menciona Segura (2023).

El impacto en la infraestructura constituyó otro golpe significativo. Según García, las carreteras, puentes y líneas eléctricas resultaron dañados, ralentizando la

conectividad y la distribución de bienes. La estimación de 2.000 millones de dólares para las reparaciones refleja el desafío de restaurar no solo la funcionalidad sino también la resiliencia de la infraestructura.

Además, según Cachay el sector turístico, un motor clave para la economía, también experimentó el impacto negativo. El cierre de playas y destinos turísticos provocó pérdidas estimadas de 500 millones de dólares. Esta disminución en el turismo no solo afecta directamente a las empresas turísticas, sino que también tiene un impacto cascado en la hostelería, el transporte y otros servicios relacionados.

Además de estos impactos directos, el ciclón generó consecuencias indirectas significativas. El aumento de los precios de los alimentos debido a la pérdida de cultivos afecta el poder adquisitivo de los hogares, traduciéndose en una disminución del consumo en otros sectores.

Las estimaciones iniciales del exministro de Economía, Alonso Segura, sitúan las pérdidas totales en 4.000 millones de dólares. El Banco Central de Reserva del Perú (BCR) predice una reducción de 0.5 puntos porcentuales en el crecimiento económico para 2023. No obstante, estas cifras podrían ajustarse a medida que se evalúen más a fondo los daños y se implementen medidas de recuperación.

Entender el contexto económico preexistente es crucial. La contracción del PBI en enero de 2023, la primera en dos años, y las tensiones sociales que afectaron la inversión privada ya debilitaron la economía peruana. En este contexto, el ciclón Yaku representa un desafío adicional para la recuperación económica y podría agravar las desigualdades sociales.

En el corto plazo, se anticipa un impacto negativo en la economía. Las pérdidas en sectores productivos provocarán una reducción de la oferta y un aumento de los precios. Esto podría generar inflación y afectar al poder adquisitivo de los hogares, exacerbando las tensiones económicas preexistentes. Sin embargo, en el mediano plazo, el ciclón podría tener un impacto positivo. Las inversiones necesarias para la reconstrucción y reparación de la infraestructura podrían generar empleo y estimular la actividad económica. Este impulso económico podría contrarrestar, al menos en parte, los impactos negativos iniciales.

En respuesta a esta situación, el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) distribuyó 231.53 toneladas de ayuda humanitaria en los departamentos más afectados. Sin embargo, el informe del INDECI careció de un enfoque adecuado en cuanto a la seguridad alimentaria a largo plazo, una problemática que requiere soluciones más duraderas, como la rehabilitación de las vías de acceso y la reactivación de la producción. Esta falta de consideración hacia la seguridad alimentaria a largo plazo plantea un desafío económico significativo, ya que la población podría enfrentar desabastecimiento y aumentos prolongados en los precios, impactando negativamente en sus economías domésticas.

En consecuencia, el ciclón Yaku generó consecuencias económicas importantes debido al desabastecimiento e inflación de alimentos, las cuales no fueron abordadas de manera adecuada en la respuesta del INDECI. El impacto directo del ciclón en la agricultura resultó en pérdidas estimadas de 1.200 millones de dólares, afectando la seguridad alimentaria y aumentando los precios. La infraestructura también sufrió daños valuados en 2.000 millones de dólares, afectando la conectividad y distribución de bienes. El sector turístico experimentó pérdidas de 500 millones de dólares debido al cierre de destinos.

Estos impactos generaron consecuencias indirectas, como el aumento de precios de alimentos y la disminución del poder adquisitivo, afectando el consumo en otros sectores. Las pérdidas totales se estiman en 4.000 millones de dólares, con una proyección de reducción del crecimiento económico del 0.5%.

Según el Ministerio de Economía y Finanzas, el costo económico estimado preliminar del ciclón Yaku hasta el 21 de marzo de 2023 podría ascender a alrededor de S/ 1 300 millones, equivalente al 0.1% del PBI. Aunque el ciclón se ha alejado de la costa, la crisis persiste, ya que las proyecciones climáticas indican precipitaciones superiores a lo normal en el norte y centro del país. Además, se espera la llegada de "El Niño Costero" entre abril y mayo, seguido por el "Niño Global" a finales de 2023 y principios de 2024, con el potencial de causar impactos significativos en las regiones costeras del norte del país, tal como se vivió en 2017.

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) informó que el PBI para el mes de enero del 2023, experimentó una contracción anual del 1.12%, confirmando

la continuación de la fase contractiva del ciclo económico iniciada a mediados de 2022. Este fenómeno se ha visto alimentado por los desastres naturales del ciclón Yaku, que han interrumpido vías de comunicación y destruidos terrenos de cultivo, infraestructura y viviendas. A todo esto, se añade la volatilidad de los mercados financieros internacionales debido a la quiebra de varios bancos en los Estados Unidos y Europa, lo que reduce el margen de maniobra de los bancos centrales para frenar la inflación elevando tasas de interés.

En este contexto, todo apunta a que se registre una contracción del PBI en el primer trimestre de 2023, afectando el crecimiento del PBI para el año completo y postergando la recuperación económica para el 2024. La principal limitante de la recuperación económica continuará siendo el bajo nivel de inversión privada, el factor más importante para el crecimiento del PBI potencial y la creación de empleo formal. Según Baca, para cuantificar estas tendencias, se ha utilizado el modelo PREDICE para pronosticar la probable evolución del PBI potencial y de los ciclos económicos de los sectores primario y no primario.

En la Figura 28, la evolución trimestral del PBI potencial y del ciclo económico del PBI total, con datos reales para el 2022 y cifras proyectadas para los años 2023 y 2024. Las proyecciones se expresan en términos del PBI acumulado de los últimos cuatro trimestres para evitar las fluctuaciones trimestrales estacionales. Según Banca, el crecimiento del PBI potencial (línea roja), que se había estancado en 2.1% debido a la pandemia y el ciclón Yacu, continuará en ese nivel para el periodo 2023—2024 debido a la ausencia de crecimiento en la inversión privada. La inversión pública no será suficiente para compensar esa situación. El ciclo económico (barras verticales), que oscila alrededor del PBI potencial, después de descender en el 2023, se espera que se recupere en el 2024, siguiendo su ciclo normal de 8 trimestres (2023). La combinación de un bajo crecimiento del PBI potencial y la evolución del ciclo económico se traducirán en un crecimiento del PBI del 1.3% para este año y del 2.1% para el 2024, según menciona Baca (2023).

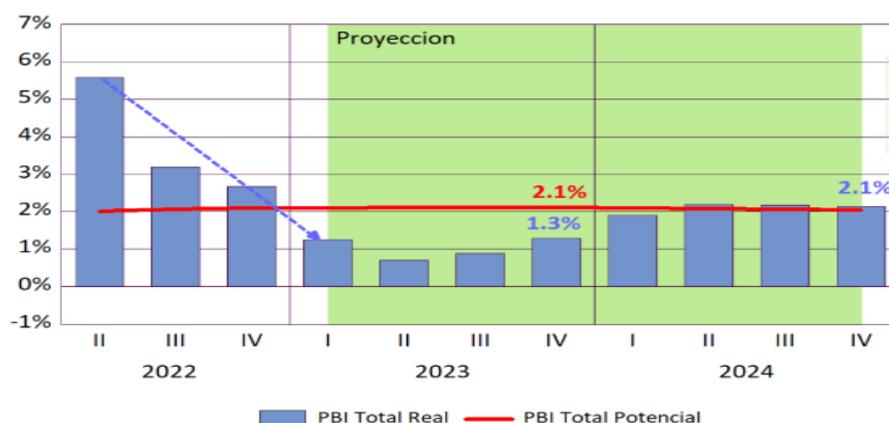


Figura 30. PBI Total Real y Potencial (var % anual – acumulado últimos 4 trimestres)

Las tasas de crecimiento en agricultura. Los grandes proyectos de expansión como Chavimochic, Majes y Olmos situados en las cercanías de la cuenca Chancay, están actualmente paralizados. Aunque el proyecto Quellaveco y el crecimiento de la actividad agroexportadora proporcionaron un impulso leve al ciclo económico del sector primario en 2022, este ímpetu se prevé que se agote a lo largo de 2023. La combinación del reducido crecimiento del PBI potencial en este sector y la limitada expansión de su ciclo económico apuntan a un crecimiento modesto del PBI de este sector, estimándose en un 0.9% para 2023 y un 1.3% para 2024. Vale la pena destacar que esta perspectiva se ve aún más desafiada por los efectos del ciclón Yaku, que ha agravado la situación al interrumpir las actividades agrícolas y afectar la infraestructura clave, contribuyendo así a las proyecciones modestas del sector primario en los años venideros.

Muñoz-Nájar sostiene que la economía peruana, aunque resiliente, enfrentará desafíos considerables, proyectando un crecimiento que rondará el 2% hacia marzo, sin llegar a terreno negativo. No obstante, el análisis de BBVA Research prevé una paralización económica en los primeros tres meses del año, anticipando incluso una ligera contracción interanual. Hugo Pera, economista jefe en BBVA Research, explica que el ciclón Yaku tendrá un impacto negativo, aunque no comparable al ocurrido en 2017. En consecuencia, BBVA Research ha ajustado su estimación de crecimiento económico para el cierre de este año de 2,5% a 1,9%. Para el año 2024, la entidad bancaria pronostica un efecto rebote con un crecimiento del 3,0%.

**Tabla 11.** Cuadro comparativo de predicciones del MEF; BBVA research y monica muños najar

| <b>Aspecto</b>                | <b>Perspectiva del MEF</b>  | <b>Análisis de Mónica Muñoz-Nájjar</b>  | <b>BBVA Research</b>   |
|-------------------------------|---|---|--|
| Crecimiento Económico         | Optimista, proyecta un crecimiento del 4% a partir de abril.  | Cauta, anticipa un crecimiento máximo del 3%, condicionado a factores extraordinarios. Estima un crecimiento cercano al 2% hacia marzo. | Pesimista, prevé una paralización económica en los primeros tres meses del año, ajustando la estimación de crecimiento del 2,5% al 1,9% para el cierre del año. Pronostica un rebote al 3,0% en el 2024. |
| Inversión Privada             | Prevén un aumento del 3%, desestimando tensiones con el Congreso y protestas.   | Se espera una disminución debido a las tensiones y protestas en curso, lo que podría limitar el crecimiento económico.                  | Anticipa una caída de la inversión privada, contribuyendo a la revisión a la baja del crecimiento económico para este año.   |
| Impacto de Eventos Climáticos | Reconocen el impacto potencial del fenómeno El Niño Costero, pero se comprometen a financiar a los gobiernos regionales para mitigar desastres naturales. | Considera el impacto negativo del ciclón Yaku, aunque descarta que alcance la magnitud del evento de 2017.                              | Advierte que eventos climáticos, como el ciclón Yaku, tendrán una incidencia negativa, contribuyendo a la desaceleración económica.  |

| <b>Aspecto</b>             | <b>Perspectiva del MEF</b>  | <b>Análisis de Mónica Muñoz-Nájar</b>   | <b>BBVA Research</b>   |
|----------------------------|---|---|--|
| Perspectivas a Largo Plazo | Se mantiene optimista, confiando en la resiliencia de la economía peruana y proyectando un crecimiento sostenido. | Reconoce la resiliencia, pero señala desafíos considerables. No anticipa un crecimiento negativo, pero plantea limitaciones a un crecimiento significativo. | Pronostica un efecto rebote en el 2024, indicando que la economía podría recuperarse tras los desafíos actuales. |

El ciclón Yaku generó consecuencias económicas importantes en Perú, exacerbando desafíos preexistentes. La evaluación y mitigación efectivas requerirán medidas inmediatas y una planificación estratégica a largo plazo para fortalecer la resiliencia económica y mitigar riesgos futuros.

El ciclón Yaku, que azotó Perú en marzo de 2023, tuvo un impacto significativo en la economía nacional, afectando diversos sectores. Previamente, la economía peruana se estaba recuperando de la pandemia del Covid-19, con un crecimiento del PBI en 2022 del 3.8%, destacando la agricultura y la construcción.

El gobierno peruano implementó medidas para mitigar los efectos, como la declaración de emergencia y asignación de recursos para la reconstrucción. Sin embargo, la falta de enfoque en la seguridad alimentaria a largo plazo plantea desafíos económicos, con posibles desabastecimientos y aumentos prolongados de precios.

El ciclón Yaku se suma a desafíos económicos preexistentes, como la contracción del PBI en enero de 2023 y tensiones sociales que afectaron la inversión privada. En el corto plazo, se anticipa un impacto negativo, pero en el mediano plazo, las inversiones necesarias podrían generar empleo y estimular la actividad económica, contrarrestando los impactos iniciales.

El análisis prospectivo sugiere una recuperación económica a partir de abril, respaldada por generación de empleo y expectativas positivas. Sin embargo, expertos plantean cautela debido a la disminución esperada en la inversión privada y las tensiones políticas y sociales persistentes.

## **V. CONCLUSIONES**

### **De los efectos meteorológicos:**

La concatenación de eventos climáticos, como el incremento de la temperatura encontrada en el análisis ocasionará asimismo el incremento de la superficial del mar y con ello llevará a una posible confirmación del evento meteorológicos como el ciclón Yaku y/o El Niño Costero, lo que coincide con estudios reportados del (Probabilidades de ocurrencia de El Niño 2023-2024, ENFEN). Lo que subraya la urgencia de una gestión efectiva del riesgo de desastres. En este contexto, las políticas globales y locales deben adaptarse a eventos climáticos extremos, incorporando medidas como la reubicación planificada de la población y la mejora de infraestructuras clave, como sistemas de alcantarillado y drenaje.

De los resultados, en cuanto a los incrementos de la temperatura en el tiempo, el 60% de los registros de temperatura, registraron incrementos que van desde 0 a 2°C de incremento de la temperatura, mientras el 40 % presenta variaciones de temperatura de -0 a 2°C. En cuanto a los incrementos de precipitación el 53% de datos señalo un incremento con tasa de 0 a 100 mm, mientras que el 47% de datos tuvo una discusión de en la precipitación de 0 a -200mm. El mismo que guardo referencia con la desertificación medido a partir del índice aridez y su relación con las inundaciones, que, para tales casos, cuando ocurren lluvias intensas, el suelo degradado es menos capaz de absorber el agua, lo que aumenta el riesgo de inundaciones. Lo que conlleva a que se tome medidas de prevención y mitigación de desastres la cuenca Chancay Lambayeque debe implementar más políticas globales y locales que se adapten a eventos climáticos extremos.

### **De los efectos hidráulicos:**

Del análisis de los efectos hidráulicos, se encontró que los niveles de inundación llegaron desde los 0 a 15m que guarda relación con velocidades bajas desde los 0.36m/s a los 8.21m/s. / Con un área de inundación de 166.52km<sup>2</sup>.

De las áreas afectadas por inundaciones, los resultados obtenidos a través de la aplicación del modelo hidráulico con Hec-Ras coincidieron con las expectativas basadas en la experiencia previa en la ciudad. El modelo posibilita la predicción de

inundaciones y la generación de una huella de peligro. Al considerar evento de inundación observado de resolución horaria, facilitó la identificación de puntos críticos a lo largo de la quebrada propensos a desbordamientos. Frente a esta situación, se plantea la necesidad de medidas de adaptación sostenibles y constantes. La reubicación de pobladores, especialmente considerando los cambios climáticos, se vuelve imperativa. La rigurosa aplicación de leyes que restrinjan la ubicación de infraestructuras en zonas de riesgo, respaldada por medidas anticorrupción, se presenta como un requisito esencial para prevenir futuros desastres.

Para áreas de inundación de más de 166.52km<sup>2</sup> afectados, se concluye que se deben incorporar medidas como la reubicación planificada de la población y la mejora de infraestructuras clave, como sistemas de alcantarillado y drenaje.

#### **De los efectos económicos:**

El análisis de los efectos económicos para pérdidas económicas valorizadas en 63.55 millones se tiene un impacto del 30% al PBI, lo que conlleva aun impacto negativo por desastres naturales. De la bibliografía en la sección de análisis, este guarda relación con el reporte del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), resaltando la necesidad de intervenciones estructurales y no estructurales para mitigar futuros eventos. Donde se reconoce que la falta de planificación urbana y la presencia de asentamientos informales en zonas de riesgo agravan la vulnerabilidad de la población y la infraestructura, destacando la importancia de planes integrales de gestión para reducir la vulnerabilidad urbana frente a inundaciones.

En conclusión, el impacto económico del ciclón Yaku en la cuenca Chancay Lambayeque fue vasto y complejo. Desde la destrucción de centros poblados hasta afectación de la infraestructura y la disminución del turismo por impacto en las redes viales. Lo que implica la evaluación y mitigación efectivas de estas consecuencias no solo requerirán medidas inmediatas, sino también una planificación estratégica a largo plazo para fortalecer la resiliencia económica y mitigar los riesgos futuros.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Los impactos derivados del ciclón Yaku constituyeron uno de los eventos meteorológicos catastróficos más significativos de los últimos cien años, generando consecuencias notables tanto en el ámbito hidráulico como en el económico. En virtud de lo anterior, se insta a llevar a cabo investigaciones pertinentes con el propósito de mitigar los perjuicios derivados de la exposición a fenómenos meteorológicos cuando no se cuenta con una preparación adecuada.

La reubicación de pobladores, especialmente considerando el área de inundación determinadas y la rigurosa aplicación de leyes que restrinjan la ubicación de infraestructuras en zonas de riesgo, respaldada por medidas anticorrupción, se presenta como un requisito esencial para prevenir futuros desastres. Por ende, se recomienda incorporar medidas como la reubicación planificada de la población y la mejora de infraestructuras clave, como sistemas de alcantarillado y drenaje.

3. Realizar la evaluación y mitigación efectivas para una planificación estratégica a largo plazo para fortalecer la resiliencia económica y mitigar los riesgos futuros.

## REFERENCIAS

1. APONTE Gomez, Edgar. y GUILLEN Dominguez, Renato. Evaluación de riesgos por inundación pluvial en el asentamiento humano Nuevo Indoamérica, del distrito de La Esperanza - 2021. Tesis ( Pregrado en Ingeniería Civil). Trujillo : Universidad Privada del Norte, 2021. Disponible en <https://hdl.handle.net/11537/29401>
2. APONTE, Héctor [et al.]. Lluvias, inundaciones y su impacto en la población peruana: ¿ Hemos aprendido la lección?. South Sustainability [en línea]. 2023, vol. 4, no 1, p.3 [Fecha de consulta: 20 de octubre del 2023]. Disponible en <https://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/southsustainability/article/download/1504/1140/>
3. ARENAS Neira, Juan. Plan de gestión para mitigación de riesgo por inundación en el sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma - Puente Concordia) Distrito de Cayma 2006-2017. Tesis (Maestria en Ingeniería Civil). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2019. Disponible en <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8169>
4. BARTENS, Anne. y Haberlandt, Uwe. Flood frequency analysis using mean daily flows vs. instantaneous peak flows. Earth Syst. Sci. Discuss [en línea]. Setiembre 2021. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023]. Disponible en <https://hess.copernicus.org/preprints/hess-2021-466/>
5. BELL, Colin [et al]. Stormwater control impacts on runoff volume and peak flow: A meta-analysis of watershed modelling studies. Hydrol. Process [en línea]. Marzo 2020, v. 34, n.º14. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023]. Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/hyp.13784>
6. BERTRAND Krajewski, Jean. Integrated urban stormwater management: Evolution and multidisciplinary perspective. J. Hydro Environ. Res [en línea]. Setiembre 2021, v. 38 [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1570644320304159>  
ISSN 1570-6443

7. BIAN, Guodong. [et al]. Detection and attribution of flood responses to precipitation change and urbanization: a case study in Qinhuai River Basin, Southeast China. *Hydrol. Res* [en línea]. Marzo 2020, v. 51, n.º2. p 351–365 [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023]. Disponible en <https://iwaponline.com/hr/article/51/2/351/73290/Detection-and-attribution-of-flood-responses-to>
8. BISWAJEET , Pradhan [et al.]. Spatial flood susceptibility mapping using an explainable artificial intelligence (XAI) model. *Geoscience Frontiers* [en línea]. Noviembre 2023, v. 14, n.º6. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674987123000920>  
ISSN 1674-9871
9. BLUM, Annalise, [et al.]. Effect of Impervious Cover on Annual Flood Magnitude for the United States. *Geophysical Research Letters* [en línea]. Febrero 2020, v. 47, n.º5. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023]. Disponible en [https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2019GL086480#:~:text=With%2039%20years%20of%20data,%25%2C%204.7%25\)%20on%20average.](https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2019GL086480#:~:text=With%2039%20years%20of%20data,%25%2C%204.7%25)%20on%20average.)
10. BOUGHTON, Carolanne. Effects of and potential interventions to combat climate change impacts on groundwater resources in Long Island and Shelter Island. *Consilience* [en línea]. Noviembre 2021, v.24. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023]. Disponible en <https://journals.library.columbia.edu/index.php/consilience/article/view/7645>
11. CACHAY, Diego. El ritmo de la inteligencia artificial en las relaciones laborales en el Perú.
12. CHENGJIA, Su. y Xiaohong , Chen. Covariates for nonstationary modeling of extreme precipitation in the Pearl River Basin, China. *Atmospheric Research* [en línea]. Junio 2019, v.229 [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169809518316685>  
ISSN 0169-8095

13. CHALCO, Johan. y CULLANCO, Mary. Determinación de zonas vulnerables a inundaciones en el tramo Puente Huachipa-La Atarjea del Río Rímac, distrito Lurigancho-Chosica para la mitigación de desastres. Tesis ( Pregrado en Ingeniería Civil). Lima: Universidad San Ignacio de Loyola, 2020. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.14005/10833>
14. DAVILA, Luis. Políticas de reducción de vulnerabilidad ante inundaciones por desborde del río Lurín en el Asentamiento Humano El Olivar, Lurín - 2021. Tesis ( Pregrado en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/80090>
15. ECHEGARAY, Gina [et al.]. Impacto del cambio climático en factores hídricos de la cuenca inferior de los ríos Chira y Piura. Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas, vol. 26, no 51, p. e25292-e25292. Disponible en <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/25292>
16. ECHEGARAY, Gina [et al.]. La vulnerabilidad de las ciudades de Piura frente a las inundaciones producto del incremento de lluvias en episodios de El Niño. Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas, 2023, vol. 26, no 51, p. e25373-e25373. Disponible en <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/25373>
17. ESPINOZA, Eudaldo. Variables and their operationalization in educational research. Second part. Conrado [en línea]. Setiembre 2019, v.15, n.º69. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023]. Disponible en [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1990-86442019000400171](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1990-86442019000400171)  
  
ISSN 2519-7320
18. ESTRADA, Erick. Evaluación del riesgo de inundación fluvial en la cuenca baja del Río Esmeraldas. Tesis (Maestría en Ingeniería Civil). Ecuador:

- Universidad Técnica del Norte, 2021. Disponible en <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10942>
19. García, Juan. (2023, 23 de marzo). El ciclón Yaku podría reducir el crecimiento económico peruano en 0,5 puntos porcentuales. *Gestión*.
20. GARIJO, Carlos. Impacto del cambio climático sobre los eventos extremos de precipitación e inundaciones para el diseño de infraestructuras hidráulicas. Tesis (Maestría en Ingeniería Civil). España: Universidad Politécnica de Madrid, 2020. Disponible en [https://oa.upm.es/65574/1/CARLOS\\_GARIJO\\_SARRIA.pdf](https://oa.upm.es/65574/1/CARLOS_GARIJO_SARRIA.pdf)
21. GIL, Laura. Estrategias para la gestión del riesgo ante inundaciones en zonas localizadas del municipio de Tunja, Colombia. Tesis (Maestría en Ingeniería Civil). Colombia: Universidad Santo Tomás, 2019. Disponible en <http://hdl.handle.net/11634/19948>
22. HERNÁNDEZ, Sandra. y DUANA, Danae. Data collection techniques and instruments. *Boletín Científico De Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA* [en línea]. Diciembre 2020, v.9, n.º17. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023]. Disponible en <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019/7678>
- ISSN: 2007-4913
23. IBARRA, Ana y DÍAZ, Andrea. Estudio de amenaza de inundación del río Culagá sector puente PR2+500 en la vía Toledo – Labateca, Departamento Norte de Santander. Tesis (Maestría en Ingeniería Civil). Colombia: Universidad Católica de Colombia, 2021. Disponible en <https://hdl.handle.net/10983/25531>
24. JIEFENG, Wu. y XIAOHONG, Chen. Spatiotemporal trends of dryness/wetness duration and severity: The respective contribution of precipitation and temperature. *Atmospheric Research* [en línea]. Febrero 2019, v.216, n.º1. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2023]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169809518307257>

ISSN 0169-8095

25. JIEFENG , Wu [et al.]. Dynamic changes of the dryness/wetness characteristics in the largest river basin of South China and their possible climate driving factors. *Atmospheric Research* [en línea]. Febrero 2020, v.232, n.º1. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2023]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016980951930955X>  
ISSN 0169-8095
26. JIMMY, B yakatonda [et al.]. Analysis of long term drought severity characteristics and trends across semiarid Botswana using two drought indices. *Atmospheric Research* [en línea]. Noviembre 2018, v.213, n.º15. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2023]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169809518303673>  
ISSN 0169-8095
27. KAI , Wang, [et al.]. Integrated water resources management and modeling: A case study of Bow river basin, Canada. *Journal of Cleaner Production* [en línea]. Diciembre 2019, v.240, n.º10. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2023]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619331129>  
ISSN 0169-8095
28. KANG, Ling, Jiang, Shangwen y Hu, Xiaoyong. Evaluation of return period and risk in bivariate non-stationary flood frequency analysis. *Water* [en línea]. Diciembre 2019, v.11, n.º1. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2023]. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/330148995\\_Evaluation\\_of\\_Return\\_Period\\_and\\_Risk\\_in\\_Bivariate\\_Non-Stationary\\_Flood\\_Frequency\\_Analysis](https://www.researchgate.net/publication/330148995_Evaluation_of_Return_Period_and_Risk_in_Bivariate_Non-Stationary_Flood_Frequency_Analysis)  
ISSN 0959-6526
29. KUMAR, Raj. y Das, Nilanjana. Sub-basin prioritization for assessment of soil erosion susceptibility in Kangsabati, a plateau basin: A comparison between MCDM and SWAT model. *Science of The Total Environment* [en línea]. Setiembre 2020, v.734. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2023]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720329910>

30. LIN , Zhang,[et al.]. Influence factors and mechanisms of 2015–2016 extreme flood in Pearl River Basin based on the WSDI from GRACE. *Journal of Hydrology: Regional Studies* [en línea]. Abril 2023, v.47. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2023]. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/369825294\\_Influence\\_factors\\_and\\_mechanisms\\_of\\_2015-2016\\_extreme\\_flood\\_in\\_Pearl\\_River\\_Basin\\_based\\_on\\_the\\_WSDI\\_from\\_GRACE](https://www.researchgate.net/publication/369825294_Influence_factors_and_mechanisms_of_2015-2016_extreme_flood_in_Pearl_River_Basin_based_on_the_WSDI_from_GRACE)
31. LOVINO, Miguel. [et al.]. Interannual-to-multidecadal hydroclimate variability and its sectoral impacts in northeastern Argentina, *Hydrol. Earth Syst. Sci* [en línea]. Junio 2018, v.22, n.º6. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2023]. Disponible en <https://hess.copernicus.org/articles/22/3155/2018/>
32. LOYOLA, Juan. Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada del cauce del Río Grande, tramo desde el Puente Candopata hasta el Puente Cumbicus de la ciudad de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión – La Libertad. Tesis (Maestría en Ingeniería Civil). Trujillo : Universidad Cesar Vallejo, 2019. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31347>
33. MCCABE, Gregorio. y Wolock, David. Multi-year hydroclimatic droughts and pluvials across the conterminous United States. *Int. J. Climatol* [en línea]. Noviembre 2020, v.41, n.º3. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2023]. Disponible en <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/joc.6925>
34. MONTERO, Juan. y CABRERA, Carlos. Modelo de vulnerabilidad al cambio climático por peligro de inundaciones para el cálculo del costo evitado Caso Sector El Piste, Ciudad de Calca, Cuzco. *Revista Del Instituto De investigación De La Facultad De Minas, Metalurgia Y Ciencias geográficas* [en línea]. Diciembre 2022, v. 25, n.º50. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023]. Disponible en <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/243>

35. Motta, M. [et al.]. Coyuntura nacional e internacional. *Mundo Económico*, 2(5), 5-18.
36. MOREIRAS, Stelia, VICH, Alberto y LAURO, Carolina. Streamflow variability and its relationship with climate indices in western rivers of Argentina. *Hydrological Sciences Journal* [en línea]. Agosto 2018, v.64, n.º5. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2023]. Disponible en <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02626667.2019.1594820>
37. MÜLLER, Gabriela y LOVINO, Miguel. Variability and Changes in Temperature, Precipitation and Snow in the Desaguadero-Salado-Chadileuvú-Curacó Basin, Argentina. *Climate Journal* [en línea]. Mayo 2023, v.11, n.º7. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2023]. Disponible en <https://www.mdpi.com/2225-1154/11/7/135>
38. MÜLLER, Marc y Levy, Morga. Puntos de vista complementarios: Integración de la hidrología y la economía para la generación de conocimiento sociohidrológico. *Investigación de recursos hídricos* [en línea]. Mayo 2019, v.55. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2023]. Disponible en <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1029/2019WR024786>
39. ORTIZ, Nicolas. Caracterización del impacto por inundación en una cuenca urbana. Tesis (Maestría en Ingeniería Civil). Argentina: Universidad Nacional de La Plata, 2022. Disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/140639>
40. PANKAJ , [et al.]. Integrated water resources management for an inland river basin in China. *Watershed Ecology and the Environment* [en línea]. Setiembre 2019, v.1 [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2023]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589471419300026>
41. PEÑA, Jorge. Zonificación del riesgo por inundación en el tramo urbano del río Piura en situaciones de FEN. Tesis (Maestría en Ingeniería Civil). Piura: Universidad de Piura, 2021. Disponible en <https://hdl.handle.net/11042/5220>
42. PEÑALOZA, Rodolfo. Diseño de un sistema de alerta temprana para prevención de inundaciones en la zona de Yautepec, Morelos. Tesis (Maestría en Ingeniería Civil). Mexico: Coordinación de Desarrollo

- Profesional e Institucional Subcoordinación de Posgrado, 2022. Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.12013/2283>
43. RAIED, Alharbi, [et al.]. Assessment of Drought vulnerability through an integrated approach using AHP and Geoinformatics in the Kangsabati River Basin. *Journal of King Saud University – Science* [en línea]. Setiembre 2022, v. 34 n.º8. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023]. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/363697913\\_Assessment\\_of\\_Drought\\_vulnerability\\_through\\_an\\_integrated\\_approach\\_using\\_AHP\\_and\\_Geoinformatics\\_in\\_the\\_Kangsabati\\_River\\_Basin](https://www.researchgate.net/publication/363697913_Assessment_of_Drought_vulnerability_through_an_integrated_approach_using_AHP_and_Geoinformatics_in_the_Kangsabati_River_Basin)
  44. REED, Austin, Stansfield, Alyssa y Reed, Kevin. Characterizing Long Island's Extreme Precipitation and Its Relationship to Tropical Cyclones. *Atmosphere* [en línea]. Junio 2022, v. 13 n.º7. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2023]. Disponible en <https://www.mdpi.com/2073-4433/13/7/1070>
  45. ROBIN, Glas. Adjusting design floods for urbanization across groundwater-dominated watersheds of Long Island, NY. [en línea]. Setiembre 2022, n.º6. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169423001361>
  46. ROJAS, Wendy, {et al.}. Percepción de riesgo ante las inundaciones en personas que habitan en zonas vulnerables de Lima, Perú. *Rev Cubana Salud Pública* [en línea]. Julio 2019, v. 45 n.º2. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2023]. Disponible en <https://www.scielo.org/article/rcsp/2019.v45n2/e1190/>
  47. ROJAS, Octavio. [et al.]. Inundaciones fluviales en cuencas costeras mediterráneas de Chile: recurrencia, factores físicos y efectos hidrogeomorfológicos de su gestión. *Researchgate* [en línea]. Setiembre 2019, v. 45 n.º2. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2023]. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/338434613\\_Inundaciones\\_fluviales\\_en\\_cuencas\\_costeras\\_mediterraneas\\_de\\_Chile\\_recurrencia\\_factores\\_fisicos\\_y\\_efectos\\_hidrogeomorfologicos\\_de\\_su\\_gestion](https://www.researchgate.net/publication/338434613_Inundaciones_fluviales_en_cuencas_costeras_mediterraneas_de_Chile_recurrencia_factores_fisicos_y_efectos_hidrogeomorfologicos_de_su_gestion)
  48. RODRIGUEZ, Manuel. Sistema de gestión de riesgos para mitigar el impacto de inundación de las viviendas ubicadas en la Quebrada-de-León,

- Huanchaco-El-Milagro. Trujillo-2022. Tesis (Maestría en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2022. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/98507>
49. Rojas, Mario (2023, 25 de marzo). El ciclón Yaku podría provocar una reducción de la inversión privada y del empleo. La República.
50. SALAZAR, Andrea. Evaluación del riesgo por inundaciones en las viviendas del asentamiento humano Tacala, distrito de Castilla, provincia de Piura - Piura. Tesis (Pregrado en Ingeniería Civil). Piura: Universidad Privada Antenor Orrego, 2023. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12759/10265>
51. Segura, A. (2023, 21 de marzo). Las pérdidas por el ciclón Yaku superan los 4.000 millones de dólares. El Comercio.
52. SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. (2014). Metodología de la investigación [en línea]. Diciembre 2022, n.º6. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023]. Disponible en <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>  
ISBN: 978-1-4562-2396-0
53. SGROI, Leandro. [et al.]. Characteristics of droughts in Argentina's core crop region. Earth Syst. Sci [en línea]. Mayo 2021, v. 25 n.º5. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2023]. Disponible en <https://hess.copernicus.org/articles/25/2475/2021/>
54. Sohn, Wonmin. [et al.]. How does increasing impervious surfaces affect urban flooding in response to climate variability? Ecological Indicators [en línea]. Noviembre 2020, v. 118. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2023]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X20307123?via%3Dihub>

55. SOTO, Diego. Inundaciones históricas y medidas de mitigación estructural en cuencas andinas de Chile centro-sur: río Maule & río Cautín. Tesis (Maestría en Ingeniería Civil). Chile: Universidad de Concepción, 2022. Disponible en <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/9884>
56. ANGELO Timoteo. La gestión de riesgo de inundaciones desde la perspectiva de los actores: caso de estudio-ciudad de Beira-Mozambique. Tesis (Maestría en Ingeniería Civil). Chile: Instituto de estudios Urbanos y Territoriales, 2020. Disponible en <https://estudiosurbanos.uc.cl/exalumnos/la-gestion-de-riesgo-de-inundaciones-desde-la-perspectiva-de-los-actores-caso-de-estudio-ciudad-de-beira-mozambique/>
57. TRIPAILAF, Rodrigo. Gestión del riesgo de inundaciones en el área urbana del Río Chillán. Tesis (Maestría en Ingeniería Civil). Chile Universidad de Concepcion, 2022. Disponible en <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/10112>
58. WACHOWICZ, Lori, MOTE, Thomas y HENDERSON, Gina. A rain on snow climatology and temporal analysis for the eastern United States. Physical Geography [en línea]. Febrero 2022, v. 41. n° 1. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2023]. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/358900967\\_Cross-Chapter\\_Paper\\_5\\_Mountain](https://www.researchgate.net/publication/358900967_Cross-Chapter_Paper_5_Mountain)

## ANEXOS

### ANEXO 1 Operacionalización de variables

| <b>"ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DEL CICLÓN YAKU EN LA CUENCA CHANCAY LAMBAYEQUE"</b> |  |  |                        |   |                   |                           |
|--|--|--|------------------------|---|-------------------|---------------------------|
| <b>VARIABLES</b>   | <b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>   | <b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>  | <b>DIMENSIÓN</b>       | <b>INDICADORES</b>                        | <b>UNIDADES</b>   | <b>ESCALA DE MEDICIÓN</b> |
| UNIVARIABLE:<br>Efectos del ciclón Yaku  | Los efectos son la consecuencia que se derivaron a causa del fenómeno denominado ciclón YAKU (SENAMHI, 2023) | Comprende la determinación de los efectos producidos por el Ciclón Yaku de la cuenca Chancay Lambayeque. | Efectos Meteorológicos | Incrementos en la temperatura             | °C                | RAZON                     |
|  |  |  |                        | Incrementos en las tasas de precipitación | MM                | RAZON                     |
|  |  |  |                        | Incrementos de los niveles del rio        | M3/S              | RAZON                     |
|  |  |  | Efectos Hidráulicos    | Daños en la infraestructura               | MILLONES DE SOLES | RAZON                     |
|  |  |  |                        | Pérdidas económicas                       | ADIMENCIONAL      | INTERVALO                 |
|  | Efectos Económicos   |  | Impacto en el PBI      |   |                   |                           |

## ANEXO 2. Matriz de consistencia

| <b>"ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DEL CICLÓN YAKU EN LA CUENCA CHANCAY LAMBAYEQUE"</b>   |   |                         |   |   |  |
|--|---|-------------------------|---|---|--|
| <b>PROBLEMA</b>  | <b>OBJETIVOS</b>  | <b>VARIABLES</b>        | <b>DIMENSIONES</b>  | <b>INDICADORES</b>  | <b>METODOLOGIA</b>   |
| <b>Problema general</b>  | <b>Objetivo general.</b>  |                         |   |   |  |
| ¿Cuáles son los efectos del Ciclón Yaku en la cuenca Chancay Lambayeque?   | Analizar los efectos del ciclón Yaku en la cuenca Chancay Lambayeque.               |                         | Son los efectos meteorológicos, hidráulicos y económicos. | Se identifica a partir de incrementos de la temperatura, tasas de precipitación, niveles de ríos, así como los daños en la infraestructura y las pérdidas económicas; y su impacto en el PBI. | Enfoque de investigación: cuantitativo   |
| <b>Problemas específicos:</b>  | <b>Objetivos específicos.</b>   |                         |   |   |  |
| ¿Cuáles fueron los efectos meteorológicos que nos trajo el Ciclón Yaku en la cuenca chancay Lambayeque?                    | Analizar los efectos meteorológicos del Ciclón Yaku en la cuenca chancay Lambayeque | Efectos Del Ciclón Yaku | Efectos meteorológicos del Ciclón Yaku                    | Incrementos en las tasas de precipitación   | Diseño de la investigación: No experimental  |
|  |   |                         |   | Incrementos de los niveles del río  |  |
| ¿Cómo se vio reflejado el impacto de los efectos hidráulicos que nos trajo el Ciclón Yaku en la cuenca chancay Lambayeque? | Analizar los efectos de hidráulicos del Ciclón Yaku en la cuenca chancay Lambayeque |                         | Efectos hidráulicos del Ciclón Yaku                       | Daños en la infraestructura   | Técnica de muestreo: Muestro probabilístico / La estadística que se emplea es al Análisis estadístico es Univariado. |

¿Cuál fue el impacto en la economía ocasionada por los estragos que dejó los efectos del Ciclón Yaku?

Analizar los efectos en la economía ocasionados a partir del Ciclón Yaku en la cuenca chancay Lambayeque

Efectos del Ciclón Yaku en la economía

Pérdidas económicas

Población: Cuenca hidrográfica Chancay Lambayeque Muestra: \*Delimitación hasta el punto de aforo,

¿Cuál fue el impacto en la economía ocasionada por los estragos que dejó los efectos del Ciclón Yaku?

Analizar los efectos en la economía ocasionados a partir del Ciclón Yaku en la cuenca chancay Lambayeque

Impacto en el PBI

Instrumentos: \*QGIS, EARTH MAP, HEC-HMS Y HEC-RAS

---

ANEXO 3. Ficha de Registro de Datos

| I. DATOS INFORMATIVOS                    |        |   |  |
|--|--------|---|--|
| TITULO                                   |        | "Análisis de los efectos hidrológicos del ciclón Yaku en la cuenca Chancay Lambayeques"   |  |
| UBICACIÓN                                |        | CHANCAY   |  |
| REGION                                   |        | LAMBAYEQUE  |  |
| PROVINCIA                                |        | LAMBAYEQUE  |  |
| DISTRITO                                 |        | CHANCAY   |  |
| METODOLOGIA DE INVESTIGACION             |        |   |  |
| TOPO DE INVESTIGACION                    |        | APLICADA  |  |
| DISEÑO DE INVESTIGACION                  |        | NO EXPERIMENTAL   |  |
| V. INDEPENDIENTE                         |        | Efectos hidrológicos del ciclón Yaku  |  |
| II. RECOPIACION DE DATOS DEL PROYECTO    |        |   |  |
| FUENTE                                   |        | DATOS   |  |
| SENAMHI                                  |        | Registros de precipitación y caudales observados horaria durante el ciclón  |  |
| ANA                                      |        | Delimitación de las unidades hidragicas   |  |
| SERVIDOR USGS                            |        | imágenes satelitales landat 8/sentinel 2A   |  |
| III. ASPECTO DEL REGISTRO DE INFORMACION |        |   |  |
| 3.1. MODELO HIDROLOGICO                  |        |   |  |
| CASO 1                                   |        | DIMENSION 1   |  |
|  |        | EFECTOS METEOROLOGICOS  |  |
| SUBCUENCA                                | SB-1   | ESTUDIO DE LA VARIACIÓN DE LAS TASAS DE TEMPERATURA   | ESTUDIO DE LA VARIACIÓN DE LAS TASAS DE LLUVIA Y/O PRECIPITACIÓN |
| SUBCUENCA                                | SB-2   |   |  |
| SUBCUENCA                                | SB-3   |   |  |
| SUBCUENCA                                | SB-4   |   |  |
| SUBCUENCA                                | SB-5   |   |  |
| SUBCUENCA                                | SB-6   |   |  |
| SUBCUENCA                                | SB-7   |   |  |
| SUBCUENCA                                | SB-8   |   |  |
| SUBCUENCA                                | SB-8   |   |  |
| IV. VALIDACION                           |        |   |  |
| 14/12/2023                               | 240874 | <br>ING. ADRIAN M.<br>HERRERA JULIA<br>CIP: 240874 | 972043938  |
| Lugar y Fecha                            | CIP    | Firma del Experto   | Celular  |

ANEXO 4. Ficha De Validación Del Instrumento

| FICHA DE VALIDACION DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACION |           |  |   |                 |                     |                      |
|---|-----------|--|---|-----------------|---------------------|----------------------|
| I. DATOS INFORMATIVOS                               |           |  |   |                 |                     |                      |
| APELLDOS Y NOMBRESS DEL EXPERTO                     |           | QUIJADA DIAZ NATHALY VANESSA   |   |                 |                     |                      |
| TITULO O GRADO                                      |           | MAGISTER EN INVESTIGACION DE CIENCIAS DEL AGUA   |   |                 |                     |                      |
| INSTITUCION   |           | UTEC   |   |                 |                     |                      |
| NOMBRE DEL INSTRUMENTO                              |           | FICHA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACION                                   |   |                 |                     |                      |
| AUTOR DEL INSTRUMENTO                               |           | QUIJADA DIAZ ANDREE ALEX   |   |                 |                     |                      |
| TITULO DE INVESTIGACION                             |           | "Análisis de los efectos hidrológicos del ciclón Yaku en la cuenca Chancay Lambayeque" |   |                 |                     |                      |
| II.ASPECTO DE VALIDACION                            |           |  |   |                 |                     |                      |
| INDICADORES   | CRITERIOS | DEFICIENTE<br>0-20%  | REGULAR<br>21-50%   | BUENO<br>51-70% | MUY BUENO<br>71-80% | EXCELENTE<br>81-100% |
| CLARIDAD  |           |  |   | X               |                     |                      |
| OBJETIVIDAD   |           |  |   |                 | X                   |                      |
| ACTUALIDAD  |           |  |   |                 |                     |                      |
| ORGANIZACIÓN  |           |  |   | X               |                     |                      |
| SUFICIENCIA   |           |  |   | X               |                     |                      |
| CONSISTENCIA  |           |  |   | X               |                     |                      |
| COHERENCIA  |           |  |   |                 | X                   |                      |
| METODOLOGIA   |           |  |   | X               |                     |                      |
| PERTINENCIA   |           |  |   |                 | X                   |                      |
| IV. PROMEDIO DE VALIDACION                          |           |  |   |                 |                     |                      |
| LIMA 11/12/23                                       |           | 254000   | <br>NATALI VANESSA<br>QUIJADA DIAZ<br>Ingeniera Civil<br>CIP N° 254000 |                 | 986046933           |                      |
| LUGAR Y FECHA                                       |           | CIP  | FIRMA DEL EXPERTO   |                 | CELULAR             |                      |

ANEXO 5. Análisis de la temperatura y precipitación de la máxima para un periodo de 43 años de registro.

| N  | PERIODO DE ANÁLISIS | T° MAX     | P (mm)     |
|----|---------------------|------------|------------|
| 1  | 1981                | 23.7756395 | 442.483252 |
| 2  | 1982                | 24.1269968 | 379.06056  |
| 3  | 1983                | 24.1945802 | 507.363217 |
| 4  | 1984                | 23.1619987 | 496.523978 |
| 5  | 1985                | 23.5504863 | 289.927583 |
| 6  | 1986                | 23.6053231 | 395.74124  |
| 7  | 1987                | 24.4027846 | 354.339054 |
| 8  | 1988                | 23.5443671 | 356.08559  |
| 9  | 1989                | 23.237275  | 426.309476 |
| 10 | 1990                | 24.1279126 | 372.975354 |
| 11 | 1991                | 23.8541479 | 365.565579 |
| 12 | 1992                | 23.8965996 | 364.181402 |
| 13 | 1993                | 23.4801364 | 541.240867 |
| 14 | 1994                | 23.3469637 | 485.136949 |
| 15 | 1995                | 23.9696495 | 367.082293 |
| 16 | 1996                | 23.3339592 | 413.275233 |
| 17 | 1997                | 25.0722015 | 383.522385 |
| 18 | 1998                | 24.5775585 | 640.497334 |
| 19 | 1999                | 23.1226179 | 659.248888 |
| 20 | 2000                | 23.3450773 | 556.583306 |
| 21 | 2001                | 23.3686414 | 522.206163 |
| 22 | 2002                | 24.1390022 | 480.601951 |
| 23 | 2003                | 24.1011961 | 387.565221 |
| 24 | 2004                | 24.1112092 | 397.33825  |
| 25 | 2005                | 24.1275191 | 413.375605 |
| 26 | 2006                | 24.1149325 | 514.382322 |
| 27 | 2007                | 23.6944569 | 457.173286 |
| 28 | 2008                | 23.4521248 | 570.181455 |
| 29 | 2009                | 23.7921019 | 494.772548 |
| 30 | 2010                | 24.0200123 | 467.864247 |
| 31 | 2011                | 23.7730022 | 399.432099 |
| 32 | 2012                | 23.9389992 | 388.006134 |
| 33 | 2013                | 24.067356  | 405.609969 |
| 34 | 2014                | 24.5040835 | 376.927577 |
| 35 | 2015                | 24.7562803 | 362.018541 |
| 36 | 2016                | 24.7753717 | 364.416072 |
| 37 | 2017                | 23.9490633 | 635.293206 |
| 38 | 2018                | 24.006111  | 488.019321 |
| 39 | 2019                | 24.3285977 | 445.092691 |
| 40 | 2020                | 24.8675789 | 383.53606  |
| 41 | 2021                | 24.2759523 | 536.906942 |
| 42 | 2022                | 23.9787191 | 507.725651 |
| 43 | 2023                | 24.8880702 | 668.175451 |

ANEXO 6. Centros poblados afectados

| N  | DEPARTAMENTO | PROVINCIA | DISTRITO | NOMBRE DEL CENTRO POBLADO | CATEGORIA DE CENTROS POBLADOS | NIVEL DE VIDA |
|----|--------------|-----------|----------|---------------------------|-------------------------------|---------------|
| 1  | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | SAÑA     | CARRIZILLA                | CASERIO                       | R             |
| 2  | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | SAÑA     | RESERVORIO                |                               | R             |
| 3  | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | SAÑA     | SAN ROQUE                 | CASERIO                       | R             |
| 4  | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | SAÑA     | HUACA DE PIEDRA           | ANEXO                         | R             |
| 5  | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | SAÑA     | SAN ENRIQUE               |                               | R             |
| 6  | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | SAÑA     | LA UNION                  |                               | R             |
| 7  | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | SAÑA     | PUCALA                    | COOPERATIVA                   | R             |
| 8  | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | SAÑA     | ALTO PERU                 |                               | R             |
| 9  | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | SAÑA     | MANUEL MARIA              | CASERIO                       | R             |
| 10 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | SAÑA     | PULCAN                    |                               | R             |
| 11 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | SAÑA     | HUACA RAJADA              | ANEXO                         | R             |
| 12 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | CHICLAYO | CALUPE                    |                               | R             |
| 13 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | CHICLAYO | EL MILAGRO                | AGROPECUARIA                  | R             |
| 14 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | CHICLAYO | VENTARRON                 | ANEXO                         | R             |
| 15 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | CHICLAYO | RINCONAZO                 | ANEXO                         | R             |
| 16 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | SAÑA     | SIPAN                     | ANEXO                         | R             |
| 17 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | REQUE    | MONTE GRANDE              | ANEXO                         | P             |
| 18 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | MONSEFU  | ALICAN GRANDE             | CASERIO                       | P             |
| 19 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | MONSEFU  | ALICAN CHICO              | CASERIO                       | P             |
| 20 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | REQUE    | LOS CARRILLOS             | CASERIO                       | P             |
| 21 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | REQUE    | LA TRANCA DE REQUE        |                               | P             |
| 22 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | MONSEFU  | SAN BARTOLOME             | CASERIO                       | P             |
| 23 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | REQUE    | LA AGONIA                 | CASERIO                       | P             |
| 24 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | MONSEFU  | CASTAÑEDA                 |                               | P             |
| 25 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | REQUE    | EL MAMEY                  | CASERIO                       | P             |
| 26 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | REQUE    | GUAYAQUILES               | CASERIO                       | P             |
| 27 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | REQUE    | POTRERO                   | CASERIO                       | P             |
| 28 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | REQUE    | LLAMOQUES                 | CASERIO                       | P             |
| 29 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | MONSEFU  | LARAN                     | CASERIO                       | P             |
| 30 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | REQUE    | EL MILAGRO                | CASERIO                       | P             |
| 31 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | MONSEFU  | MUYSIL                    | CASERIO                       | P             |
| 32 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | REQUE    | RAMA CIENEGO              |                               | P             |
| 33 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | REQUE    | MIRAFLORES                | ANEXO                         | P             |
| 34 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | ETEN     | HUACA EL TACO             | AGROPECUARIA                  | P             |
| 35 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | ETEN     | CASCAJALES                | CASERIO                       | P             |
| 36 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | ETEN     | ETEN                      | PUEBLO                        | P             |
| 37 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | ETEN     | FUNDO FANUPE              |                               | P             |

|    |            |               |                |                |                  |    |
|----|------------|---------------|----------------|----------------|------------------|----|
| 38 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO      | ETEN           | CIENAGO        | AGROPECUARI<br>A | P  |
| 39 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO      | ETEN           | LA CAPILLA     |                  | P  |
| 40 | CAJAMARCA  | CHOTA         | LLAMA          | CAZA FUERZA    | ANEXO            | P  |
| 41 | CAJAMARCA  | CHOTA         | LLAMA          | LA OROYA       | ANEXO            | P  |
| 42 | CAJAMARCA  | CHOTA         | LLAMA          |                |                  | P  |
| 43 | CAJAMARCA  | SANTA<br>CRUZ | CATACHE        |                |                  | MP |
| 44 | CAJAMARCA  | CHOTA         | LLAMA          | SAN CARLOS     |                  | P  |
| 45 | CAJAMARCA  | CHOTA         | LLAMA          |                |                  | P  |
| 46 | CAJAMARCA  | CHOTA         | LLAMA          |                |                  | P  |
| 47 | CAJAMARCA  | CHOTA         | LLAMA          |                |                  | P  |
| 48 | CAJAMARCA  | CHOTA         | LLAMA          |                |                  | P  |
| 49 | CAJAMARCA  | CHOTA         | LLAMA          | HDA. LA RAMADA |                  | P  |
| 50 | CAJAMARCA  | CHOTA         | LLAMA          |                |                  | P  |
| 51 | CAJAMARCA  | CHOTA         | LLAMA          |                |                  | P  |
| 52 | CAJAMARCA  | CHOTA         | LLAMA          |                |                  | P  |
| 53 | CAJAMARCA  | CHOTA         | LLAMA          |                |                  | P  |
| 54 | CAJAMARCA  | CHOTA         | LLAMA          |                |                  | P  |
| 55 | CAJAMARCA  | CHOTA         | LLAMA          |                |                  | P  |
| 56 | CAJAMARCA  | CHOTA         | LLAMA          |                |                  | P  |
| 57 | CAJAMARCA  | CHOTA         | LLAMA          |                |                  | P  |
| 58 | CAJAMARCA  | CHOTA         | LLAMA          |                |                  | P  |
| 59 | CAJAMARCA  | CHOTA         | LLAMA          | LA RAMADA      | CASERIO          | P  |
| 60 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO      | CHONGOYAP<br>E | LAS MINAS      | AGROPECUARI<br>A | P  |
| 61 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO      | CHONGOYAP<br>E |                |                  | P  |
| 62 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO      | CHONGOYAP<br>E |                |                  | P  |
| 63 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO      | CHONGOYAP<br>E |                |                  | P  |
| 64 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO      | CHONGOYAP<br>E | LOS FICUS      |                  | P  |
| 65 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO      | CHONGOYAP<br>E |                |                  | P  |
| 66 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO      | CHONGOYAP<br>E | LAS ACCIONES   | AGROPECUARI<br>A | P  |
| 67 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO      | CHONGOYAP<br>E |                |                  | P  |
| 68 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO      | CHONGOYAP<br>E |                |                  | P  |
| 69 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO      | CHONGOYAP<br>E |                |                  | P  |
| 70 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO      | CHONGOYAP<br>E |                |                  | P  |
| 71 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO      | CHONGOYAP<br>E | HUACA BLANCA   | PUEBLO           | P  |
| 72 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO      | CHONGOYAP<br>E |                |                  | P  |

|    |            |          |                |                |         |   |
|----|------------|----------|----------------|----------------|---------|---|
| 73 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO | CHONGOYAP<br>E |                |         | P |
| 74 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO | CHONGOYAP<br>E |                |         | P |
| 75 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO | CHONGOYAP<br>E |                |         | P |
| 76 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO | CHONGOYAP<br>E | LAS MINAS      |         | P |
| 77 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO | CHONGOYAP<br>E | PAMPA TABLAZOS | CASERIO | P |
| 78 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO | CHONGOYAP<br>E | CUCULI NUEVO   |         | P |
| 79 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO | CHONGOYAP<br>E |                |         | P |
| 80 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO | CHONGOYAP<br>E |                |         | P |
| 81 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO | CHONGOYAP<br>E |                |         | P |
| 82 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO | CHONGOYAP<br>E |                |         | P |
| 83 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO | CHONGOYAP<br>E |                |         | P |
| 84 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO | CHONGOYAP<br>E |                |         | P |
| 85 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO | CHONGOYAP<br>E | WADIGTON       |         | P |
| 86 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO | CHONGOYAP<br>E |                |         | P |
| 87 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO | CHONGOYAP<br>E | HDA. PALMO     |         | P |
| 88 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO | CHONGOYAP<br>E |                |         | P |
| 89 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO | CHONGOYAP<br>E |                |         | P |
| 90 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO | CHONGOYAP<br>E |                |         | P |
| 91 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO | CHONGOYAP<br>E |                |         | P |
| 92 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO | CHONGOYAP<br>E |                |         | P |
| 93 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO | CHONGOYAP<br>E |                |         | P |
| 94 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO | CHONGOYAP<br>E | LA PUNTILLA    |         | P |
| 95 | LAMBAYEQUE | CHICLAYO | SAÑA           |                |         | R |

**Centro de poblados  
afectados**



## ANEXO 7. Centros educativos afectados

| N  | CODIGO LOCAL IE | NOMCPSIG         | CENTRO EDUCATIVO LOCAL              | CODCPSIG |
|----|-----------------|------------------|-------------------------------------|----------|
| 1  | 280618          | SIPAN            | 11528 SEÑOR DE SIPAN                | 120036   |
| 2  | 674776          | VILLA EL MILAGRO | 319 SAN JOSE DEL MILAGRO            | 623768   |
| 3  | 664428          | HUACA RAJADA     | 406                                 | 125941   |
| 4  | 278333          | MANSICHE         | 150                                 | 558914   |
| 5  | 278347          | CASCAJALES       | 10309 JUAN IGNACIO GUTIERREZ FUENTE | 547060   |
| 6  | 280350          | PUERTO ARTURO    | 10043                               | 653494   |
| 7  | 785393          | HUACA RAJADA     | INNOVA AMIGUITOS DE JESUS           | 125941   |
| 8  | 278366          | ETEN             | 11028 CESAR FRANCISCO PINGLO CHUNGA | 115730   |
| 9  | 107732          | LA RAMADA        | SAGRADO CORAZON DE JESUS            | 212490   |
| 10 | 107751          | CARHUAQUERO      | 10544                               | 125579   |
| 11 | 107930          | BOCATOMA         | 10762                               | 548310   |
| 12 | 221134          | PUCALA           | 11523 LA INMACULADA                 | 122208   |
| 13 | 278168          | HUACA BLANCA     | HUACA BLANCA                        | 121071   |
| 14 | 278286          | HUACA BLANCA     | 11505                               | 121071   |
| 15 | 278352          | ETEN             | 11027 DIVINO NIÑO DEL MILAGRO       | 115730   |
| 16 | 278371          | ETEN             | CEBA - MANUEL C. BONILLA            | 115730   |
| 17 | 278385          | ETEN             | PEDRO RUIZ GALLO                    | 115730   |
| 18 | 278390          | ETEN             | CIUDAD ETEN                         | 115730   |
| 19 | 278427          | ETEN             | SANTA RITA DE CASIA                 | 115730   |
| 20 | 278432          | ETEN             | LOS TORIBIANITOS                    | 115730   |
| 21 | 279568          | LARAN            | 10034 MARIA INMACULADA              | 649778   |
| 22 | 280393          | MONTE GRANDE     | 10838                               | 522958   |
| 23 | 280430          | LA CALERA II     | 11270                               | 573504   |
| 24 | 280487          | REQUE            | ESADE HISPANO AMERICANA             | 119865   |
| 25 | 281180          | VENTARRON        | 11558                               | 120703   |
| 26 | 281340          | PUCALA           | 055 DIVINO NIÑO DEL MILAGRO         | 122208   |
| 27 | 281364          | PUCALA           | 11522 MIGUEL GRAU                   | 122208   |
| 28 | 281378          | PUCALA           | RAMON CASTILLA                      | 122208   |
| 29 | 511987          | PUCALA           | GEMINIANI COLLEGE                   | 122208   |
| 30 | 539670          | ETEN             | MIS PRIMERAS TRAVESURAS             | 115730   |
| 31 | 578384          | ETEN             | CHILDREN SCHOOL                     | 115730   |
| 32 | 672961          | ETEN             | SABIDURIA DE DIOS                   | 115730   |
| 33 | 674559          | PUCALA           | LOS ANGELES                         | 122208   |
| 34 | 674597          | PUCALA           | MARIA DE FATIMA                     | 122208   |
| 35 | 279525          | ALICAN BAJO      | 151                                 | 122732   |
| 36 | 108109          | CARHUAQUERO      | 502                                 | 125579   |
| 37 | 538736          | LA RAMADA        | SAN FRANCISCO DE ASIS               | 212490   |
| 38 | 826911          | ETEN             | 013 MARIA MADRE DE FE               | 115730   |
| 39 | 278408          | ETEN             | SANTA MARIA MAGDALENA               | 115730   |
| 40 | 664386          | LADRILLERA       | 398 ESTRELLITAS DE GUADALUPE        | 556288   |
| 41 | 822437          | LA RAMADITA      | 1537                                | 683496   |
| 42 | 278272          | HUACA BLANCA     | 058 NIÑO JESUS                      | 121071   |
| 43 | 3952775         | LA RAMADA ALTA   | LAGRIMA DE MARIA                    | 212490   |
| 44 | 2653513         | VENTARRON        | DULCE AMANECER                      | 120703   |

|    |         |                       |                      |        |
|----|---------|-----------------------|----------------------|--------|
| 45 | 2637126 | RINCONAZO             | JOYITAS PARA CRISTO  | 130222 |
| 46 | 2635532 | HUACA RAJADA          | AMIGUITOS DE JESUS   | 125941 |
| 47 | 2653508 | SIPAN                 | DULCES PIMPOLLITOS   | 120036 |
| 48 | 2651211 | SECTOR GONZALES PRADA | CAPULLITOS DE AMOR   | 115730 |
| 49 | 2651212 | SECTOR JUNIN          | SEMILLITAS DEL SABER | 115730 |
| 50 | 2651219 | ETEN                  | MI PEQUEÑO MUNDO     | 115730 |
| 51 | 3809940 | LARAN                 | NIÑOS FELICES        | 649778 |
| 52 | 3909075 | RAMA VALENCIA         | GOTITAS DEL CIELO    | 683403 |
| 53 | 2735332 | PAMPA TABLAZOS        | VIVAN LOS NIÑOS      | 131905 |
| 54 | 2631420 | LA CALERA             | JOYITAS DE JESUS     | 573504 |
| 55 | 3032404 | BOCATOMA              | SOL RADIANTE         | 548310 |
| 56 | 3032405 | SAN CARLOS            | ARCO IRIS            | 125579 |
| 57 | 3032403 | LA RAMADA             | NIÑO DIOS            | 212490 |
| 58 | 3032412 | BOCATOMA              | GOTITAS DEL SABER    | 548310 |
| 59 | 3958431 | HIGUERONES            | SEMILLITAS DE JESUS  | 310018 |



## ANEXO 8. Red vial departamental afectada

| N | DCR25  | FIRST_DPTO | FIRST_CODI | FIRST_RED | RUTA          | DEPARTAMEN | LONG_RUTA | DESCRIPCIÓN                               | LONG_CLASI | TOTAL_NOEP | ORDEN_RUTA | LONG |
|---|--------|------------|------------|-----------|---------------|------------|-----------|---|------------|------------|------------|------|
| 1 | 14D104 | 14         | 104        | RD        | Departamental | LAMBAYEQUE | 19.9      | EMP.R1N-MONSEFU-PTO.ETEN-EMP.R1N(REQUE)   | 19.9       | 20.1       | 183        | 0    |
| 2 | 06D106 | 6          | 106        | RD        | Departamental | CAJAMARCA  | 104.5     | EMP.R.6A(PTE.CUMBIL)-SANTA CRUZ - EMP.R3N | 104.5      | 104.5      | 120        | 0    |

## ANEXO 9. Red vial departamental afectada

| N | DCR25   | FIRST_DPTO | FIRST_CODI | FIRST_RED | RUTA     | DEPARTAMEN | LONG_RUTA | DESCRIPCIO  | CLASIFICAC   |
|---|---------|------------|------------|-----------|----------|------------|-----------|---|--------------|
| 1 | 14N001N | 14         | 001N       | RN        | Nacional | LAMBAYEQUE | 187.2     | L.V.(CHEPEN) - CHICLAYO - LAMBAYEQUE-LV.(ELCRUCE) | PANAMERICANA |
| 2 | 14N006A | 14         | 006A       | RN        | Nacional | LAMBAYEQUE | 83.2      | CHICLAYO - CHONGOYAPE - LV (PTE. CUMBIL)          | TRANSVERSAL  |

## ANEXO 10. Red vial vecinal

| N  | DCR25  | FIRST_DPTO | FIRST_CODI | FIRST_RED | RUTA           | DEPARTAMEN | LONG_RUTA | DESCRIPCIO                               | LONG_CLASI | TOTAL_NOEP | ORDEN_RUTA |
|----|--------|------------|------------|-----------|----------------|------------|-----------|--|------------|------------|------------|
| 1  | 14_409 | 14         | 409        | NC        | No Clasificada | LAMBAYEQUE | 0         | EMP.R560-EMP.R608(PUCALA)                | 0          | 0          | 0          |
| 2  | 14V560 | 14         | 560        | RV        | Vecinal        | LAMBAYEQUE | 44.5      | EMP.R06A-PAMPA GRANDE-L.DEPTL(LA RAMADA) | 44.5       | 52.8       | 2298       |
| 3  | 14V608 | 14         | 608        | RV        | Vecinal        | LAMBAYEQUE | 11        | PUCALA-EMP.R06A(LA CRIA)                 | 11         | 11         | 2313       |
| 4  | 14V618 | 14         | 618        | RV        | Vecinal        | LAMBAYEQUE | 18.4      | EMP.R06A(POMALCA)-SALTUR                 | 18.4       | 18.4       | 2317       |
| 5  | 14V626 | 14         | 626        | RV        | Vecinal        | LAMBAYEQUE | 4.5       | SALTUR-EMP.R560                          | 4.5        | 4.5        | 2325       |
| 6  | 14V628 | 14         | 628        | RV        | Vecinal        | LAMBAYEQUE | 3.2       | SALTUR-EMP.R557(SIPAN)                   | 3.2        | 3.2        | 2327       |
| 7  | 14V631 | 14         | 631        | RV        | Vecinal        | LAMBAYEQUE | 8         | EMP.R618(RINCONAZO)-TUMAN                | 8          | 8          | 2330       |
| 8  | 06V654 | 6          | 654        | RV        | Vecinal        | CAJAMARCA  | 9.5       | EMP. R 106(HIGUERONES)-L.D. LA RAMADA    | 9.5        | 9.5        | 1061       |
| 9  | 14V557 | 14         | 557        | RV        | Vecinal        | LAMBAYEQUE | 5.8       | EMP.R556-SIPAN-EMP.R560                  | 5.8        | 5.8        | 2296       |
| 10 | 06V655 | 6          | 655        | RV        | Vecinal        | CAJAMARCA  | 24.5      | EMP. R 106 (SAN CARLOS)-LA MUCHAL        | 24.5       | 24.5       | 1062       |
| 11 | 14V541 | 14         | 541        | RV        | Vecinal        | LAMBAYEQUE | 13        | EMP.R06A(POMALCA)-EMP.R01N               | 13         | 13         | 2284       |
| 12 | 14V542 | 14         | 542        | RV        | Vecinal        | LAMBAYEQUE | 2         | EMP.R104(VILLA ETEN)-EMP.R104            | 2          | 2          | 2285       |
| 13 | 14V560 | 14         | 560        | RV        | Vecinal        | LAMBAYEQUE | 44.5      | EMP.R06A-PAMPA GRANDE-L.DEPTL(LA RAMADA) | 44.5       | 52.8       | 2298       |
| 14 | 14V563 | 14         | 563        | RV        | Vecinal        | LAMBAYEQUE | 2.6       | EMP.R06A-EMP.R560(PAMPA GRANDE)          | 2.6        | 2.6        | 2301       |
| 15 | 14V619 | 14         | 619        | RV        | Vecinal        | LAMBAYEQUE | 3         | EMP.R06A-TABLAZOS                        | 3          | 3          | 2318       |



## ANEXO 11. REDES DE SALUD AFECTADAS

| N | DEPARTAMENTO | PROVINCIA | DISTRITO | ESTABLECIMIENTO DE SALUD | RED      | FUENTE |
|---|--------------|-----------|----------|--------------------------|----------|--------|
| 1 | CAJAMARCA    | CHOTA     | LLAMA    | LA RAMADA DE LLAMA       | CHOTA    | MINSA  |
| 2 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | REQUE    | MONTEGRANDE              | CHICLAYO | MINSA  |
| 3 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | ETEN     | CIUDAD ETEN              | CHICLAYO | MINSA  |
| 4 | CAJAMARCA    | CHOTA     | LLAMA    | SAN CARLOS EL ALTO       | CHOTA    | MINSA  |
| 5 | LAMBAYEQUE   | CHICLAYO  | PUCALA   | PUCALA                   | CHICLAYO | MINSA  |

