

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



PROYECTO DE TESIS

**MODELAMIENTO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA EL
ANÁLISIS DE INUNDACIONES DEL CENTRO POBLADO SAN
LORENZO Y LA CC.HH. DE SAN FRANCISCO UTILIZANDO
HEC-RAS Y WATERCAD**

Tesista

BACH. PEJE SOTO ERICK BLAS

BACH. POMALAYA CURITIMA SHIRLEY CAROL

PUCALLPA – PERÚ

2022

Índice

CAPITULO I GENERALIDADES	5
1.1. Título de la Investigación.....	5
1.2. Tesistas.....	5
1.3. Año cronológico	5
CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
2.1. Antecedentes y Fundamentación del Problema.....	6
2.2. Formulación del problema.....	8
2.2.1. Problema General.....	9
2.2.2. Problemas Específicos	9
2.3. Objetivo	9
2.3.1. Objetivo General.....	9
2.3.2. Objetivos Específicos	9
2.4. Justificación e Importancia	10
2.4.1. A nivel práctico	10
2.4.2. A nivel social.....	10
2.5. Limitaciones y alcances	10
2.6. Hipótesis	10
2.6.1. Hipótesis General	10
2.6.2. Hipótesis Específicas.....	10
2.7. Sistemas de Variables – Dimensiones e Indicadores	11
2.7.1. Variable Independiente.....	11

2.7.2. Variable Dependiente	11
2.8. Definición operacional de Variables, dimensiones e indicadores	11
CAPITULO III. MARCO TEÓRICO	13
3.1. Antecedentes de la investigación	13
3.1.1. Internacional	13
3.1.2. Nacional.....	15
3.2. Bases Teóricas	16
CAPITULO IV. MARCO METODOLÓGICO	22
4.1. Ámbito de Estudio	22
4.1.1. Ubicación geográfica	22
4.1.2. Limites	22
4.2. Tipo y Nivel de Investigación.....	22
4.2.1. Tipo de investigación	22
4.2.2. Nivel de investigación	22
4.3. Diseño y esquemas de la investigación	23
4.4. Determinación del Universo Población.....	23
4.5. Muestra	23
4.6. Técnica de recolección y tratamiento de datos	23
4.6.1. Fuentes, Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	23
4.6.2. Procesamiento y presentación de datos.....	24
CAPITULO V. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y PRESUPUESTALES	25
5.1. Potencial Humano	25

5.2. Recursos Materiales.....	25
5.3. Recursos Financieros.....	25
5.4. Cronograma Gantt.....	25
5.5. Presupuesto	25
CAPITULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	27
ANEXO.....	32

CAPITULO I GENERALIDADES

1.1. Título de la Investigación

Modelamiento hidrológico e hidráulico para el análisis de inundaciones del centro poblado San Lorenzo y la CC.HH. de San Francisco utilizando HEC-RAS y WaterCAD

1.2. Tesistas

Bach. Peje Soto Erick Blas

Bach. Pomalaya Curitima Shirley Carol

1.3. Año cronológico

2022

CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Antecedentes y Fundamentación del Problema

En la actualidad, en México las inundaciones son un tema de fondo, debido que es considerado uno de los desastres naturales con mayor frecuencia y los que provocan importantes pérdidas tanto económicas como humanas, donde alrededor del 41% el territorio nacional y 31 millones de personas están expuestas a fenómenos hidrometeorológicos (Bocanegra, 2021). Así como también en Estados Unidos, las inundaciones son consideradas desastre natural más dañino y peligroso de acuerdo a los datos de la United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization de los desastres que se presenta en el orbe relacionados con el agua, 50% corresponde a inundaciones, por encima de hambrunas, sequías y epidemias (Hernández et al., 2017).

Algunos ríos en Costa Rica han disminuido el período de recurrencia de inundaciones como es el río Corredor, debido a causas antropológicas tales como actividades agrícolas, desarrollo urbano, deforestación, contaminación y otros, que han provocado que la sección hidráulica se vea reducida generando el desbordamiento del mismo causando pérdidas de vidas humanas y económicas, por lo cual las ciudades que se pueden ver más afectadas por estos eventos en el río Corredor son Rafael y ciudad Neily (Gómez & Monge, 2019).

En Ecuador, la problemática asociada a las inundaciones es compleja, debido que implica la intervención de múltiples factores, entre los que destacan los relacionados con la fisiografía y morfología de la cuenca de drenaje, así como la respuesta hídrica a las características climáticas de la región (Cartaya & Mantuano, 2017). Además, en Argentina el crecimiento demográfico de los últimos años ha causado un importante desequilibrio entre el ámbito ambiental y el urbano, donde a partir de factores como la extensión, la consolidación y la densificación, que se coloca en crisis las dinámicas ambientales de la ciudad (Belén, 2019).

Por lo consiguiente, en Bolivia las crecidas extremas son un fenómeno hidrológico que se caracterizan por ocasionar daños debido a la variación extrema de caudales, poniendo en riesgo vidas humanas y pérdidas de materiales, dado que el crecimiento territorial no planificado incrementa el

impacto de desastres naturales (Bladés & López, 2020). En Colombia, para atender a los riesgos asociados a los procesos de inundación principalmente en zonas urbanas y asentamiento poblacionales, donde se ha hecho necesario el uso de herramientas computacionales que permiten predecir o anticipar estos fenómenos a través del análisis, así como la consolidación de información topográfico, hidrológica, hidráulica e incluso de calidad, para generar escenarios con condiciones diferentes y que permitan la toma de decisiones de ingeniería basados en información técnicas y sustentada (Orduz, 2022).

EL fenómeno de El Niño, como tal es conocido desde que las civilizaciones preinca como los Moche, los Inca se asentaron en las costas del Perú antiguo, donde la geomorfología, los estudios de sedimentos y la paleontología señalan que dicho fenómeno ocurre, por los menos desde hace 40,000 años. Las inundaciones en el Perú, son un problema recurrente cada año, debido a la estacionalidad de las precipitaciones en la región andina, el cual tiene una época seca y una época de lluvia bien diferenciada, esta última de diciembre a marzo (Oyola & Medina, 2019).

Los desbordamientos ocurren tanto en la selva, costa y sierra, siendo mayormente de estas originadas a lo largo de las épocas de avenida, dado que los datos registraos en INDECI, indican alrededor de 5 mil emergencias se produjeron por inundación dentro del lapso 2003 – 2018, lo cual implica que se produjeron un total de 300 inundaciones al año a lo largo del territorio, donde se simboliza una estadística imponente, siendo los efectos más catastróficos por lluvias e inundaciones ocurren en presencia del Fenómeno El Niño (Muñoz & Quinde, 2021).

Las inundaciones han ocurrido siempre, desde los albores de la historia de la humanidad lo que realiza las inundaciones se conviertan en situaciones de desastres, es que el hombre, debido a la comodidad para la vida diaria y a los atractivos que ofrecen los cursos o masas de aguas, quieren ubicarse muy cerca de ellos y ocupa los planos de inundación (Villalobos, 2021).

En el Centro Poblado San José, se encuentra comprendida en el Decreto de las Declaratorias de Emergencia por el fenómeno El Niño Costero 2017 y la

Ley N° 30556 del cual el Programa Nacional de Viviendas Rurales – PNVR del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (Evar, 2019).

A nivel local, en Ucayali los impactos de los fenómenos naturales en lo cual los efectos causados por ellos, se deben a la temporada de lluvias porque nuestro país se encuentra en la zona norte y la región amazónica que se sufre innumerables inundaciones, huaicos, desbordes, así como otros fenómenos naturales que suceden específicamente en las épocas de invierno en la región amazónica de enero a abril, tomando en consideración el periodo del 2003 y 2012 sucedieron daños que fueron ocasionados por las inundaciones y las fuertes lluvias afectando al 4.3% de la población en consecuencia de este fenómeno natural 687.820 personas resultaron afectadas y 66.943 casos resultaron dañados o destruidos (Tineo, 2021).

En la ciudad de Iquitos, se ha producido el crecimiento de los ríos por encima del nivel esperado donde el río Amazonas superó la cota 117.00 ms.n.m. por lo que fue declarado en Alerta Roja Hidrológica por el SENAM, se tiene que en los últimos años estos fenómenos se están presentando frecuentemente, lo cual origina mucho malestar en los pobladores que viven aledaños a las avenidas o calles que no tienen un buen drenaje de las aguas pluviales, debido a las graves consecuencias que podrían tener traer el encauce de estas aguas (Condezo & Reshea, 2019).

En un distrito de Ucayali mantienen un gran potencial de inundación en épocas de avenidas producto del aumento del caudal, a causa de las inmensas precipitaciones que el río recibe no tiene la capacidad de soportar el cauce, donde esto genera desborde del río y afecta a los pobladores que moran en los márgenes del mismo (Rojas, 2019).

El presente estudio será realizado en el Centro Poblado San Lorenzo y la CC.HH. San Francisco se aspira realizar el modelamiento hidrológico e hidráulico para conocer los hidrogramas pico, considerando el caudal para un tiempo de retorno, manteniendo la posibilidad de ser tomados presente al instante para diseñar o proyectar las futuras obras y estructuras, de esta forma se controla las inundaciones.

2.2. Formulación del problema

2.2.1. Problema General

¿De qué manera el modelamiento hidrológico e Hidráulico utilizando HEC-RAS y WaterCAD permite el análisis de inundaciones del Centro Poblado San Lorenzo y la CC.HH. San Francisco?

2.2.2. Problemas Específicos

1. ¿Cuáles son los parámetros geomorfológicos indispensables para simular modelos hidrológicos e hidráulico del Centro Poblado San Lorenzo y la CC.HH. San Francisco?
2. ¿Cuál es la delimitación de las coberturas de usos de suelo de la unidad hidrográfica del área de estudio, mediante una clasificación supervisada para obtener la Curva Número?
3. ¿Cuáles son los caudales máximos del área de estudio para los periodos de retorno de 5,10,25,50,100 años mediante el modelamiento hidrológico de la unidad hidrográfica?
4. ¿Cuáles son los perfiles hidráulicos para los periodos 5,10,25,50,100 años del Centro Poblado San Lorenzo y la CC.HH. San Francisco?

2.3. Objetivo

2.3.1. Objetivo General

Desarrollar el modelamiento hidrológico e hidráulico para el análisis de inundaciones del Centro Poblado San Lorenzo y la CC.HH. de San Francisco utilizando HEC-RAS y WaterCAD

2.3.2. Objetivos Específicos

1. Calcular parámetros geomorfológicos indispensables para simular modelos hidrológicos e hidráulico del Centro Poblado San Lorenzo y la CC.HH. San Francisco.
2. Delimitar las coberturas de usos de suelo de la unidad hidrográfica del área de estudio, mediante una clasificación supervisada para obtener la Curva Número.
3. Determinar los caudales máximos del área de estudio para los periodos de retorno de 5,10,25,50,100 años mediante el modelamiento hidrológico de la unidad hidrográfica.

4. Calcular los perfiles hidráulicos para los periodos 5,10,25,50,100 años del Centro Poblado San Lorenzo y la CC.HH. San Francisco.

2.4. Justificación e Importancia

2.4.1. A nivel práctico

Los resultados del presente estudio, permitirá prevenir desastres catastrófico en el Centro Poblado San Lorenzo y la CC.HH. San Francisco, debido que las últimas inundaciones quedaron domicilios y poblaciones en situación de gran pobreza.

2.4.2. A nivel social

Ante lo mencionado, se aspira modelar las áreas de inundación del Centro Poblado San Lorenzo y la CC.HH. San Francisco que integra las poblaciones de San Lorenzo, San José, San Juan, Santa Rosa, teniendo en consideración la data de diferentes años, de tal forma se estime los caudales y los hidrogramas pico, referenciando el caudal para un tiempo de retorno de 100 años; los cuales tienen la posibilidad de ser tomados presente al instante para diseñar o proyectar las futuras obras.

2.5. Limitaciones y alcances

La limitación de la cuenca del Centro Poblado San Lorenzo y la CC.HH. San Francisco se tomará de referencia la información digital proporcionada por la página web ASTER. Se usará el Sistema de Información Geográfica AreGIS como herramienta de apoyo para lograr la delimitación de la cuenca del área de estudio.

Se realizará las mediciones en los periodos Mayo a Diciembre del 2022.

2.6. Hipótesis

2.6.1. Hipótesis General

El modelamiento hidrológico e hidráulico permitirá el análisis de inundaciones del Centro Poblado San Lorenzo y la CC.HH. de San Francisco utilizando HEC-RAS y WaterCAD

2.6.2. Hipótesis Específicas

1. Los parámetros geomorfológicos indispensables permiten simular los modelos hidrológicos e hidráulico del Centro Poblado San Lorenzo y la CC.HH. San Francisco.
2. Se lograrán delimitar las coberturas de usos de suelo de la unidad hidrográfica del área de estudio, mediante una clasificación supervisada para obtener la Curva Número.
3. Los caudales máximos del área de estudio para los periodos de retorno de 5,10,25,50,100 años mediante el modelamiento hidrológico de la unidad hidrográfica, son aceptables.
4. Los perfiles hidráulicos para los periodos 5,10,25,50,100 años del Centro Poblado San Lorenzo y la CC.HH. San Francisco., son óptimos

2.7. Sistemas de Variables – Dimensiones e Indicadores

2.7.1. Variable Independiente

Localización de las áreas de inundación

2.7.2. Variable Dependiente

El modelamiento hidrológico e Hidráulico utilizando HEC-RAS y WaterCAD

2.8. Definición operacional de Variables, dimensiones e indicadores

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de medición
Modelamiento hidrológico e Hidráulico	Un modelado hidrológico, consta de la representación simplificada de un sistema real complejo, que representa el sistema físico de una cuenca hidrográfica. Asimismo, un modelamiento hidráulico es la construcción digital de una red de distribución de agua (Hidrología, 2020).	El modelamiento hidrológico e hidráulico nos va permitir determinar las diferentes zonas de riesgo de inundación, a través de la recolección de data histórica de precipitación de la quebrada del Centro Poblado San José.	Precipitación	Período de retorno	Razón
				Tiempo	Razón
				Intensidad	Razón
			Estudio topográfico	Curvas de nivel	Intervalo
				Pendiente	Razón
				Longitud	Intervalo
				de la quebrada	Razón
			Características hidrológicas	Datos de precipitación	Razón
				Caudal	Razón
				Datos históricos	Razón
				Cauce del río	Razón
			Parámetros hidráulicos	Secciones topográficas	Razón
				Caudales	Razón
				Perfiles del río	Razón
				Data geométrica	Razón
				Coeficiente de rugosidad	Razón

Fuente. Elaboración propia

CAPITULO III. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la investigación

3.1.1. Internacional

Guzmán (2021) en su tesis “Simulación hidráulica del río Las Vacas utilizando el software HEC ras, en un tramo de la colonia Santa Luisa, municipio de Chinautla, Guatemala”, se trazó como objetivo evaluar mediante simulaciones hidráulicas el comportamiento del río Las Vacas en el tramo de la Colonia Santa Luisa, municipio de Chinautla, empleando una metodología de tipo descriptiva con diseño no experimental. Entre sus resultados, concierne a las características morfométricas y biofísicas analizadas de la cuenca río Las Vacas son: área de 392,76 Km², longitud del cauce principal de 44,83 Km, pendiente media del área de 25,57 % y un tiempo de concentración de 6,04 o 362,4 minutos. Concluyó, que el área de análisis del río se encuentra en la Colonia Santa Luisa, Municipio de Chinautla a 300 metros río arriba y 300 metros río abajo del puente Santa Marta, el cual fue simulado en Hec – Ras, para diferentes períodos de retorno y se demostró que en el tramo existen varias inundaciones que ponen en riesgo a las comunidades cercanas.

Salazar et al. (2018) en su artículo “Modelación hidrológica e hidráulica de un río intraurbano en una cuenca transfronteriza con el apoyo del análisis regional de frecuencias” donde se propusieron un modelo integrado que consiste en desarrollar un acoplamiento del modelo hidrológico e hidráulico para diferentes periodos de retorno, alimentados con un análisis regional de frecuencia, utilizando el enfoque de los L-momentos, empleando los programas HEC-HMS y HEC-RAS, donde las áreas de inundación obtenidas de 190.55 a 237.83 ha y profundidades desde 0.10 hasta 6.0 metros comprometen la infraestructura urbana de la ciudad. Concluyendo que los resultados del estudio, pueden ser utilizados por organismos encargados de la planeación urbana para disminuir riesgos de inundación.

Carpio (2018) en su tesis “Generación del modelo de áreas de inundación del Río Catarama mediante el uso de los softwares HEC - RAS y ARC-GIS” se trazó como objetivo Correr un modelo hidráulico mediante la implementación del software HEC-RAS para determinar zonas de inundación, con el uso de

hidrogramas de diferentes periodos de retorno comprendido entre las coordenadas (664014,52 E; 9801679,41S) hasta (665598 E; 9802399 S), del río Catarama considerada como área piloto de este estudio. Entre los resultados, se muestra que los mapas de inundación son una herramienta muy útil, en donde se pueden observar las posibles áreas afectadas por el desbordamiento de ríos y la altura de agua que puede llegar tener las zonas cerca al desbordamiento. Concluyó demostrando que los hidrogramas obtenidos con el software HEC - HMS fueron de muchas importancia, dado que se obtuvo caudales máximos esperados y que son muy útiles para la modelación en HEC – RAS para poder recrear condiciones muy cercanas a la realidad.

Rosales (2021) en su investigación “Modelación hidrológica e hidráulica para la identificación de zonas inundables en un tramo del Río Sardinal, Carrillo, Guanacaste, Costa Rica” se planteó como objetivo identificar mediante el uso de la modelación hidrológica, las de áreas de mayor vulnerabilidad a riesgo por inundación en un tramo del río Sardinal, empleando la metodología de tipo aplicada. Entre los resultados, empleando cotas de inundación se estableció que el tramo puente Sardinal es vulnerable a caudales máximos que superen los 20 años de período de recurrencia, ya que se sobrepasa la capacidad del puente Sardina y por ende se da el desbordamiento del río Sardinal. Concluyó identificando las zonas más vulnerables ante el desborde del río Sardinal, por motivo de las inundaciones, siendo estas ambas márgenes, aunque se da una mayor afectación en el margen izquierdo correspondiente a zonas donde se encuentran viviendas colindantes.

Amaya y Estupiñan (2021) en su tesis “Estudio de inundación en el Río Apulo en el sector de San Antonio en el municipio de Anapoima, Cundinamarca, mediante un modelo hidráulico-hidrológico en el software HEC-RAS”. Concluyeron señalando que la modelación hidráulica en la zona de estudio, para estimar la inundación fluvial en la zona de expansión del caso urbano, se realizó la estimación de los caudales para los periodos de retorno de 50 y 100 años por medio de la caracterización hidrológica de la zona de interés, obteniendo un caudal para 50 años de 235.6 m³/s y para 100 años de 348.7 m³/s con el software HEC-HMS y por medio de la estimación de caudales por la distribución de valor extremo tipo Gumbel

3.1.2. Nacional

Muñoz y Quinde (2021) en su tesis “Modelamiento hidrológico e hidráulico de la Quebrada San Idelfonso para localizar áreas de inundación en Trujillo utilizando HEC-HMS y HEC-RAS” se planteó como objetivo realizar el modelamiento hidrológico e hidráulico de la quebrada San Idelfonso para identificar sus áreas inundables, empleando una metodología de tipo descriptiva. Entre los resultados, menciona que el modelamiento hidráulico y el análisis de las áreas de inundación de la ciudad de Trujillo se ejecutó en Hec – Ras nos permitió tener un mapa de inundación, para un $T_r = 2$ año con un caudal de $99.3 \text{ m}^3/\text{s}$. Concluyó que en base a los parámetros geomorfométricos de la quebrada San Idelfonso, a través del Modelo Digital de Elevación, con una resolución de $12,5 \times 12,5 \text{ m}$ del área de estudio descargado del servidor Alaska Satellite Facility y que luego fue procesado por ArcMap.

Orellana (2021) en su tesis “Modelamiento hidrológico e hidráulico para el análisis de inundaciones en la ciudad de Piura utilizando HEC-HMS y HEC-RAS” se trazó como objetivo desarrollar el modelamiento hidrológico e hidráulico en la cuenca del río Piura para el análisis de inundaciones en zonas urbanas para así proponer medidas en la reducción de los daños. Entre los resultados, demuestran que en 12 de los últimos 50 años, el caudal máximo del río no superó los $100 \text{ m}^3/\text{s}$ en los períodos de supuesta avenida, que al mismo período de tiempo se han producido caudales a $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ en 7 años diferentes. Concluyó, que los fenómenos hidrológicos extremos que se producen en la cuenca del río Piura presentan un alto grado de variabilidad principalmente en las precipitaciones y los aportes anuales del río.

Bolívar (2020) en su tesis “Modelamiento hidrológico e hidráulico bidimensional del Río Marañón sector Puente Tingo Chico. Carretera Huánuco – Conococha” se trazó como objetivo realizar el modelamiento hidrológico e hidráulico bidimensional del río Marañón para el pre dimensionamiento el puente Tingo Chico. Entre los resultados de la fase hidráulico consistió en llevar a cabo el preproceso de los modelos HEC-RAS 2D e IBER y la modelación numérica del flujo en dos dimensiones, asimismo estima profundidades de socavación general y localizadas. Concluye, que aguas abajo del puente, las velocidades más altas y los tirantes más bajos se presentan en la zona donde el régimen es

superastrito, que en dicho caso los modelos HEC-RAS 2D, es que no cuenta con capacidades de modelado de puentes dentro de un área de flujo 2D.

Sequeiros y Farfan (2019) en su tesis “Evaluación hidrológico e hidráulico con el modelo Iber para determinar el riesgo por inundación en la población ribereña al río Qochoq, provincia Calca - región Cusco 2017” se trazó como objetivo fortalecer la capacidad de manejo del riesgo ante eventos meteorológicos extremos, a fin de disminuir la vulnerabilidad y mejorar la capacidad de adaptación de la población urbana de Calca. Concluyó que el riesgo por inundación es el producto de la combinación del peligro y vulnerabilidad obteniendo como resultado para $T_r = 50$, las zonas ribereñas al río Qochoq de la ciudad de Calca presenta un nivel de riesgo de inundación medio, para $T_r = 100$ y 500 años Presenta un riesgo alto debido a que afecta infraestructuras importantes como los colegios Humberto Luna, Nuestra Señora de Belén, Cesar Vallejo, la Plaza Principal, Comisaria, Municipalidad Provincial, Gobernatura.

Janampa (2022) en su tesis “Estudio Hidrológico e Hidráulico para la Protección Frente a Inundaciones y Socavación del Río Ccollaymayu, Luis Carranza, La Mar, Ayacucho”, determinó el estudio hidrológico e hidráulico para la protección frente a inundaciones y socavación del río Ccollaymayu, Concluyó señalando que con la visita de campo se ha visto el problema más crítico del Río, que es el arrastre de material debido que en las partes altas de la microcuenca hay bastante actividad de movimiento de masas de suelo y rocas debido a ello, por la alta pendiente que tiene el río arrastra el material fino y grueso.

3.2. Bases Teóricas

3.2.1. Infraestructura natural

Es la red de espacios naturales, tales como agua, suelos, vegetación, subsuelo, biodiversidad, que conservan los valores y funciones de los ecosistemas, proveyendo servicios ecosistémicos, conforme son regulación climática e hidrológica, captura de carbono, purificación del aire, entre otros. La red de espacios naturales como el conjunto ecosistemas recuperados y conservados, ya sea con acciones tangibles, como intangibles donde sus componentes pueden ser parte de ecosistemas naturales, así como de

ecosistemas con diferentes grados de alteración, paisajes manejados y otros espacios intervenidos (Ochoa & Cuadros, 2022).

3.2.2. Servicios ecosistémicos hídricos

Los servicios ecosistémicos hídricos, comprenden en los beneficios para los seres humanos que los ecosistemas terrestres producen en el agua, con otros donde la regulación del ciclo hidrológico, el rendimiento hídrico, el mantenimiento de la calidad del agua y la recarga de acuíferos, diferenciándose de los servicios ecosistémicos acuáticos, los cuales en específico son producidos por los ecosistemas de agua dulce (Ochoa & Cuadros, 2022).

3.2.3. Geofísica

Analiza el comportamiento como la circulación, distribución, ocurrencia y sus propiedades físicas, mecánicas, así como químicas, que guardan relación con el medio ambiente incluyendo a los seres vivos. Asimismo contribuye, a una ubicación adecuada de obras civiles y en la prevención de desastres naturales, que permite optimizar procesos de exploración y extracción de minerales, agua y energía (Gob, 2017).

3.2.4. Ciclo hidrológico

Es un proceso por el cual el agua circula entre los diferentes componentes, que conforman la biosfera, denominado sistema climático, también considerado como un proceso biogeoquímico, en la cual el agua se moviliza a distintos lugares debido a cambios físicos o debido a sutiles relaciones químicas.

Proceso de circulación del agua entre los distintos compartimentos de la hidrosfera, que concierne al ciclo biogeoquímico en el que hay una intervención de reacciones químicas y el agua se traslada de uno lugares a otros o cambia de esta físico (Ordoñez, 2012).

3.2.5. Cuenca hidrográfico

La zona o área geográfica en la cual converge el agua producto de las precipitaciones, conformado una sola, donde el agua posee una cuenca establecida en cada parte de su trayectoria, en lo cual las divisorias de agua

cuentan con tres segmentos, donde el manejo y consumo hídrico varía de acuerdo a las condiciones del terreno o por interferencia del ser humano: cuenca alta, cuenca media y cuenca baja.

Es el área de terreno que contribuye al flujo de agua en un río o quebrada, también denominado que se conoce como el área de captación o área de terreno, de donde provienen las aguas de un río, quebrada, lago, laguna, humedal, estuario, embalse, acuífero, manantial o pantano (Dombeck, 2018). Consta de las crecida, que producen afectaciones tanto a la salud como a los bienes materiales de la población, siendo cada vez más habitual el uso de sistemas de alerta temprana que permiten pronosticar la evolución de niveles de agua, en línea con presentación del evento lluvioso que produce la crecida (Gerardo et al., 2013).

3.2.6. Hietograma

Gráfico progresivo que indica las diferencias de intensidades, las cuales están expresadas en mm/h, desarrolladas en cierto período de tiempo, en cambio los hidrogramas muestran una gráfica de variación de los caudales en relación a un período de tiempo, en la cual se pueden observar los caudales máximos (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).

Son gráficos en los cuales se expresa la precipitación en intervalos de tiempo, son característicos y representan a una determinada tormenta. Representa la intensidad de lluvia durante todo su tiempo de duración y su uso también radica en los softwares que requieren como sucede o evoluciona la lluvia durante todo su tiempo de duración (Hidrología, 2020).

3.2.7. Inundaciones

Las inundaciones simple pueden ser la eventualidad en que el agua ocupa una superficie donde su presencia y cantidad no son habituales en un momento con lugar determinados, que por su parte el glosario internacional de hidrología elaborado por la Organización Meteorológica Mundial.

Tipo de inundaciones

Las inundaciones se logran clasificar conforme a su magnitud y a su origen, que de acuerdo a su magnitud pueden ser clasificadas en categoría

correspondientes a período de retorno como semestral, anual de 100 años y en rara vez a escala geológica de tiempo de varios millones de años (Rodríguez, 2012).

1. Inundaciones pluviales, que se caracteriza porque el agua acumulada es producto de las lluvias y no de alguna otra, que se presenta cuando el terreno se ha saturado y el agua de lluvia excedente comienza acumularse, pudiendo permanecer horas o días.
2. Inundaciones fluviales, se produce cuando el agua que se desborda de los ríos se asienta sobre la superficie de terreno cercano a ellos, donde la inundación de origen fluvial es la incapacidad hidráulica del cauce para contener un determinado caudal y puede controlarse, por medio de la acción de la ingeniería.
3. Inundaciones costeras, tienen presencia cuando el nivel de mar asciende a la marea y permite que esté penetre en las zonas costeras generando inundación en grandes extensiones de terreno.

Modelado hidrológico de eventos

Lo mencionado permite a responder a un evento de lluvia individual, donde menciona el modelado físico bien establecidos que se han empleado para simular procesos hidrológicos en diferentes cuencas hidrográficas, como lo describen. Por otro lado, los métodos hidrológicos e hidráulicos estiman caudales generados en un cuenca o corriente, cálculo de las velocidades y calados para un determinado tramo fluvial (Duque y otros, 2019)

3.2.8. Modelamiento hidrológico

Un modelo hidrológico es pues una representación simplificada de un sistema real complejo llamado prototipo, bajo forma física o matemática. De manera matemática, el sistema real está representado por una expresión analítica (Ochoa & Cuadros, 2022).

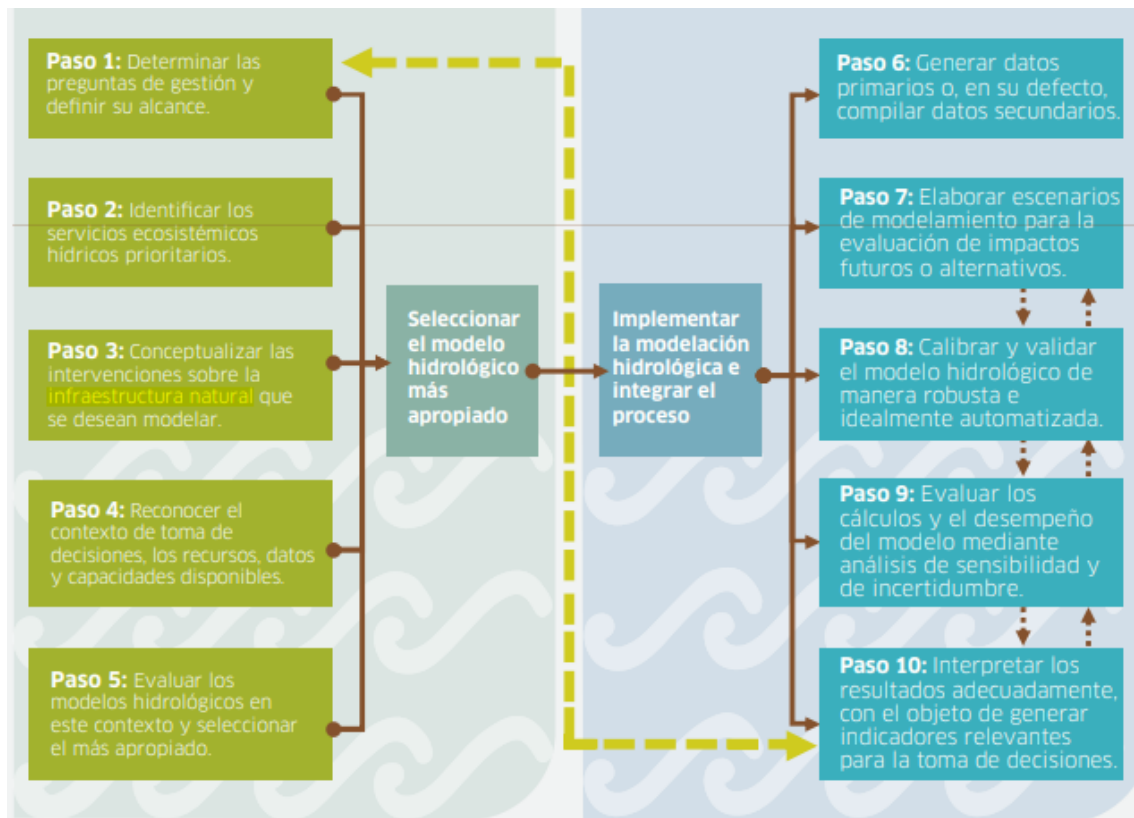


Figura 1. Modelación hidrológica para seleccionar y usar modelos hidrológicos

Fuente. (Ochoa & Cuadros, 2022)

3.2.9. Modelamiento hidráulico

Un modelo hidráulico es la construcción digital de una red de distribución de agua, que permite reproducir y prever el comportamiento de la misma, para poder realizar pruebas y definir soluciones. La utilidad práctica de un software hidráulico reside en que permite hacer pruebas de “qué es lo que pasaría si...”; esto sin grandes inversiones de tiempo y dinero.

Importancia de un modelo hidráulico

Una vez realizado un modelo, una empresa de agua tendrá una herramienta con muchas ventajas que crea sinergias por toda la empresa, tales como:

- Manejo de redes sin grandes conocimientos de mecánica de fluidos.
- Toma de decisiones referidas a operación, mantenimiento, ampliación sin gran riesgo, por tanto mayor seguridad de éxito.

- Mejoramiento de la solidez de la red, aspecto referido a evitar instalaciones y desinstalaciones interminables, para determinar donde instalar los depósitos, válvulas y bombas.
- Es un instrumento para explicar los cambios en la red.
- Permite el análisis de la red en simulación estática o extendida.
- Posibilita el análisis de calidad del agua (GTZ, 2018).

CAPITULO IV. MARCO METODOLÓGICO

4.1. Ámbito de Estudio

4.1.1. Ubicación geográfica



Figura 2 Ubicación geográfica

Fuente. Google Maps

4.1.2. Límites

El modelamiento hidrológico e hidráulico será desarrollado en el Centro Poblado San Lorenzo y la CC.HH. San Francisco

4.2. Tipo y Nivel de Investigación

4.2.1. Tipo de investigación

Tipo Aplicada, se denominada activa o dinámica, que se encuentra ligada a la pura o básica, porque depende de sus descubrimientos y aportes teóricos (Gallardo, 2018).

4.2.2. Nivel de investigación

Nivel Explicativo, comprende en conceptualizar la descripción de fenómenos, conceptos o variables del establecimiento de las relaciones, que están dirigidas a responder por las causas de los eventos (Hernández & Mendoza, 2018).

4.3. Diseño y esquemas de la investigación

Diseño pre - experimental, porque su grado de control es mínimo, al compararse con un diseño real (Hernández & Mendoza, 2018).

$$O_1 \quad X \quad O_2$$

Donde:

X= Variable independiente

O1= Medición pre experimental de la variable independiente

O2= Medición post experimental de la variable independiente

4.4. Determinación del Universo Población

La población estará conformada por el Centro Poblado San Lorenzo y la CC.HH. San Francisco en Ucayali

4.5. Muestra

La muestra estará integrada por las poblaciones de San Lorenzo, San José, San Juan, Santa Rosa del Centro Poblado San Lorenzo y la CC.HH. San Francisco en Ucayali

4.6. Técnica de recolección y tratamiento de datos

4.6.1. Fuentes, Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

a. Técnicas de recolección de datos

Con el propósito de obtener información para el trabajo de investigación, se considerará lo siguiente:

- **Datos de campo:** A través del Reglamento de Ingeniería Civil
- **Registro de la información,** se realizará mediante hojas de Excel y programas afines, para su respectivo procesamiento.
- **Almacenamiento de información,** en una laptop para ser procesado en su respectivo programa.

b. Instrumentos de recopilación de información:

Se considera para realizar este trabajo lo siguiente:

- **Selección:** El investigador mediante una selección estadística decide las características estructurales que intervienen en el análisis de datos, empleando Microsoft Excel.

4.6.2. Procesamiento y presentación de datos

El análisis de datos se realizará utilizando la estadística descriptiva e inferencial, en el primer caso se empleará los modelos tabulares gráficos y numéricos, en la estadística inferencial se hará uso la distribución de Gumbel.

CAPITULO V. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y PRESUPUESTALES

5.1. Potencial Humano

- Investigador 1
- Investigador 2
- Asesor brindado por la Universidad

5.2. Recursos Materiales

- Papel bond A4
- Laptop
- Impresiones
- Internet

5.3. Recursos Financieros

- Materiales
- Presupuesto de software
- Laboratorio
- Servicios Generales

5.4. Cronograma Gantt

Actividad	Trimestres											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Revisión y selección de bibliografía	x	x	x	x	X							
Recopilación de la información					x	x	x	x				
Proceso de la información									x	x		
Diseño y pruebas en laboratorio											x	x

5.5. Presupuesto

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Parcial
Equipamiento de oficina					S/ 1.010,00
1.00	Papel bond A4	Mill	100	S/ 0,10	S/ 10,00
1.00	Laptop	Und.	1	S/ 800,00	S/ 800,00
3.00	Impresiones	Und.	10	S/ 10,00	S/ 100,00
4.00	Internet	Mes	10	S/ 10,00	S/ 100,00
Movilidad y viáticos					S/ 1.400,00

1.00	Alquiler de camioneta	Dia	30	S/ 10,00	S/ 300,00
2.00	Combustible	Gl	50	S/ 10,00	S/ 500,00
3.00	Hospedaje	Dia	30	10	S/ 300,00
4.00	Viáticos	Dia	20	S/ 10,00	S/ 200,00
5.00	Gastos imprevistos	Gl	10	S/ 10,00	S/ 100,00
Otros gastos					S/ 5.441,00
05.02	Materiales	GLB.	1	S/ 353,00	S/ 353,00
05.03	Presupuesto de software	GLB.	1	S/ 353,00	S/ 353,00
05.04	Laboratorio	GLB.	1	S/ 4.414,00	S/ 4.414,00
05.05	Servicios Generales	GLB.	1	S/ 321,00	S/ 321,00
Presupuesto Total					S/ 7.851,00

Fuente. Elaboración propia

CAPITULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Amaya, B., & Estupiñan, M. (2021). *Estudio de inundación en el Río Apulo en el sector de San Antonio en el municipio de Anapoima, Cundinamarca, mediante un modelo hidráulico-hidrológico en el software HEC-RAS. Universidad Católica de Colombia.* Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/26380>
- Belén, J. (2019). *Identificación y análisis de áreas inundables a partir de una metodología de integración de escalas espaciales. Caso de Estudio: La Plata, Buenos Aires, Argentina.*
- Bladés, M., & López, J. (2020). *Análisis hidrológico e hidráulico del potencial de inundación. Ingeniería y sus alcances.* Obtenido de <https://revistaingenieria.org/index.php/revistaingenieria/article/view/67/130>
- Bocanegra, M. (2021). *Modelación hidrológica e hidráulica del Río Acaponeta, Nayarit, México. Universidad Autónoma CHapingo.* Obtenido de <https://repositorio.chapingo.edu.mx/items/f7140c60-5e89-417e-8889-5bccd1a27e16>
- Bolívar, G. (2020). *Modelamiento hidrológico e hidráulico bidimensional del Río Marañón sector Puente Tingo Chico. Carretera Huánuco - Conococha. Universidad Nacional Agraria La Molina.* Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4521>
- Carpio, A. (2018). *Generación del modelo de áreas de inundación del Río Catarama mediante el uso de los softwares HEC - RAS y ARC-GIS: Universidad de Guayaquil.* Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/32242/1/TESINA%20GENERACI%20DE%20AREAS%20DE%20INUNDACI%20DEL%20R%20CATARAMA.pdf>
- Cartaya, S., & Mantuano, R. (2017). *Identificación de zonas en riesgo de inundación mediante la simulación hidráulica en un segmento del Río Pescadillo, Manabí, Ecuador.* Obtenido de Identificación de zonas en

riesgo de inundación mediante la simulación hidráulica en un segmento del Río Pescadillo, Manabí, Ecuador

Condezo, E., & Reshea, J. (2019). *Propuesta de un diseño hidráulico para la evacuación pluvial del Jirón Putumayo cuadras 15 a 18 - Iquitos 2019. Universidad Científica del Perú*. Obtenido de <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1226/CONDEZO%20CONTRERAS%20ERASMO%20ALCIDES%20Y%20RESHEA%20GUERRA%20JULIO%20CESAR%20-%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Dombeck, M. (2018). *El agua. Estado Libre Asociado de Puerto Rico*. Obtenido de https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb5338930.pdf

Duque, P., Patiño, D., & López, X. (2019). *Evaluación del Sistema de Modelamiento Hidrológico HEC-HMS para la Simulación Hidrológica de una Microcuenca Andina Tropical. Información Tecnológica*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000600351>

Evar, S. (2019). *Informe de evaluación de riesgo por inundación pluvial en el centro poblado Ciudad de Dios, distrito de San José, provincia y departamento Lambayeque. EVAR*. Obtenido de <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/6433>

Gerardo, H., Scuderi, P., Zimmermann, E., & Trivisonno, F. (2013). *Aplicación de un modelo hidrológico-hidráulico para el pronóstico de niveles de agua en tiempo real*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222013000100004

Gob. (2017). *Servicio Geológico Mexicano. ¿Qué es la Geofísica?* Obtenido de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/157796/Que-es-la-Geofisica.pdf>

Gómez, N., & Monge, K. (2019). *Diseño de obras de mitigación y encauzamiento mediante modelaciones hidráulicas e hidrológicas para disminuir la*

condición por vulnerabilidad de inundaciones en un tramo de 3 km de río comprendido en la cuenca media baja del Río Corredor. Tecnológico de .
Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/11295>

Guzmán, M. (2021). *Simulación hidráulica del río Las Vacas utilizando el software HEC ras, en un tramo de la colonia Santa Luisa, municipio de Chinautla, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala.*
Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/15941/1/Milton%20Candelario%20Guzm%C3%A1n%20Mej%C3%ADa.pdf>

Hidrología. (2020). *Hietograma a partir de curvas IDF. Ingeniería Hidráulica .*
Obtenido de <https://www.hidraulicautiling.com/2020/04/como-obtener-curvas-idf-y-el-hietograma.html>

Janampa, C. (2022). *Estudio Hidrológico e Hidráulico para la Protección Frente a Inundaciones y Socavación del Río Ccollaymayu, Luis Carranza, La Mar, Ayacucho. Universidad Peruana los Andes.* Obtenido de <http://www.repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/4118>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de hidrologia, hidráulica y drenaje.* Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/970.pdf

Muñoz, H., & Quinde, F. (2021). *Modelamiento hidrológico e hidráulico de la Quebrada San Idelfonso para localizar áreas de inundación en Trujillo utilizando HEC-HMS y HEC-RAS. Universidad César Vallejo.* Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/85049/Mu%c3%b1oz_RHE-Quinde_CFE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ordoñez, J. (2012). *Ciclo hidrológico. Sociedad Geográfica de Lima.* Obtenido de https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/ciclo_hidrologico.pdf

Orduz, S. (2022). *El modelo IBER como herramienta en el análisis de casos de riesgo por inundación. Universidad Santo Tomás de Tunja.* Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/42754/2022sandraorduz1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Orellana, R. (2021). *Modelamiento hidrológico e hidráulico para el análisis de inundaciones en la ciudad de Piura utilizando HEC-HMS y HEC-RAS*. Pontifica Universidad Católica del Perú. Obtenido de https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/18304/ORELLANA_CABELLO_RODRIGO_MODELAMIENTO_HIDROLOGICO_HIDRAULICO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Oyola, A., & Medina, O. (2019). *Estimación de caudales máximos con fines de prevención de inundaciones aplicando el modelo hidrológico HEC-RAS, caso Río Zarumilla - 2018*. Universidad Nacional de Tumbes . Obtenido de <http://repositorio.untumbes.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12874/1057/TESIS%20-%20OYOLA%20Y%20MEDINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez, H. (2012). *Inundaciones en zonas urbanas. Medidas preventivas y correctivas, acciones estructurales y no estructurales*. Universidad Autónoma de México.
- Rojas, A. (2019). *Simulación hidráulica e hidrológica del río Chaupihuaranga con el fin de reducir la vulnerabilidad ante máximas avenidas en 2.5 km. del casco urbano del Distrito de Yanahuanca – Pasco..* Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Obtenido de <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/6063>
- Rosales, M. (2021). *Modelación hidrológica e hidráulica para la identificación de zonas inundables en un tramo del Río Sardinal, Carrillo, Guanacaste, Costa Rica*. Universidad Nacional Sede Chorotega Campus Liberia. Obtenido de <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/21654/MODELACION%20HIDROL%20GICA%20E%20HIDR%20ULICA%20PARA%20LA%20IDENTIFICACION%20DE%20ZONAS%20INUNDABLES%20EN%20UN%20TRAMO%20DEL%20R%20O%20SARDINAL%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Salazar, C., Hallack, M., Mungaray, A., Lomelí, M., Lambraño, A., & Peredia, A. (2018). *Modelación hidrológica e hidráulica de un río intraurbano en una*

cuenca transfronteriza con el apoyo del análisis regional de frecuencias. Tecnología y ciencias del agua. Obtenido de <https://doi.org/10.24850/jtyca-2018-04-03>

Sequeiros, M., & Farfan, S. (2019). *Evaluación hidrológico e hidráulico con el modelo Iber para determinar el riesgo por inundación en la población ribereña al río Qochoq, provincia Calca - región Cusco 2017.* Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Obtenido de <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/4470>

Tineo, M. (2021). *Análisis de vulnerabilidad por inundaciones fluviales en viviendas autoconstruidas en Junta Vecinal Barrio Unido, Padre Abad - Ucayali.* Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/81346>

Villalobos, P. (2021). *Estudio de inundación por efectos del desorbe del Río Amojú, aplicando los modelos matemáticos HEC-RAS y HEC-HMS en la ciudad de Jaén, Distrito de Jaén Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca.* Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Obtenido de <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/4312>

ANEXO

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables, Dimensiones, Indicadores	Técnica de Recolección de Datos
Problema general ¿De qué manera el modelamiento hidrológico e Hidráulico utilizando HEC-RAS y WaterCAD permite el análisis de inundaciones del Centro Poblado San Lorenzo y la CC.HH. San Francisco?	Objetivo general Desarrollar el modelamiento hidrológico e hidráulico para el análisis de inundaciones del Centro Poblado San Lorenzo y la CC.HH. de San Francisco utilizando HEC-RAS y WaterCAD	Hipótesis general El modelamiento hidrológico e hidráulico permitirá el análisis de inundaciones del Centro Poblado San Lorenzo y la CC.HH. de San Francisco utilizando HEC-RAS y WaterCAD	Variable independiente Modelamiento hidrológico e Hidráulico	Observación y Recopilación Documental
Problemas específicos ¿Cuáles son los parámetros geomorfológicos indispensables para simular modelos hidrológicos e hidráulico del Centro Poblado San Lorenzo y la CC.HH. San Francisco? ¿Cuál es la delimitación de las coberturas de usos de suelo de la unidad hidrográfica del área de estudio, mediante una clasificación supervisada para obtener la Curva Número? ¿Cuáles son los caudales máximos del área de estudio para los periodos de retorno de 5,10,25,50,100 años mediante el	Objetivos específicos 1. Calcular parámetros geomorfológicos indispensables para simular modelos hidrológicos e hidráulico del Centro Poblado San Lorenzo y la CC.HH. San Francisco. 2. Delimitar las coberturas de usos de suelo de la unidad hidrográfica del área de estudio, mediante una clasificación supervisada para obtener la Curva Número. 3. Determinar los caudales máximos del área de estudio para los periodos de retorno de	Hipótesis específicas 1. Los parámetros geomorfológicos indispensables permiten simular los modelos hidrológicos e hidráulico del Centro Poblado San Lorenzo y la CC.HH. San Francisco. 2. Se lograrán delimitar las coberturas de usos de suelo de la unidad hidrográfica del área de estudio, mediante una clasificación supervisada para obtener la Curva Número.	Precipitación Estudio topográfico Características hidrológico Parámetros hidráulicos	

<p>modelamiento hidrológico de la unidad hidrográfica?</p> <p>¿Cuáles son los perfiles hidráulicos para los periodos 5,10,25,50,100 años del Centro Poblado San Lorenzo y la CC.HH. San Francisco?</p>	<p>5,10,25,50,100 años mediante el modelamiento hidrológico de la unidad hidrográfica.</p> <p>4. Calcular los perfiles hidráulicos para los periodos 5,10,25,50,100 años del Centro Poblado San Lorenzo y la CC.HH. San Francisco.</p>	<p>3. Los caudales máximos del área de estudio para los periodos de retorno de 5,10,25,50,100 años mediante el modelamiento hidrológico de la unidad hidrográfica, son aceptables.</p> <p>4. Los perfiles hidráulicos para los periodos 5,10,25,50,100 años del Centro Poblado San Lorenzo y la CC.HH. San Francisco., son óptimos</p>	
--	--	--	--