



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA  
Y URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**MODELAMIENTO HIDROLÓGICO DE LA  
CUENCA CHOTANO EMPLEANDO EL  
MÉTODO DEL NÚMERO DE CURVA PARA  
DETERMINAR CAUDALES MÁXIMOS - 2021**

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

**Autor**

Bach. Stalins Cubas Cieza

<https://orcid.org/0009-0005-4843-2069>

**Asesor**

**Dr. Tepe Atoche Víctor Manuel**

<https://orcid.org/0000-0002-1546-6212>

**Línea de Investigación**

**Tecnología e Innovación en el Desarrollo de la Construcción y  
la Industria en un Contexto de Sostenibilidad**

**Sublínea de Investigación**

**Innovación y Tecnificación en Ciencia de los Materiales, Diseño e  
Infraestructura**

**Pimentel – Perú**

**2024**



## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien suscribe la DECLARACIÓN JURADA, soy egresado (s) del Programa de Estudios de Ingeniería Civil de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

### **MODELAMIENTO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA CHOTANO EMPLEANDO EL MÉTODO DEL NÚMERO DE CURVA PARA DETERMINAR CAUDALES MÁXIMOS – 2021**

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Stalins Cubas Cieza	DNI: 44222774	
---------------------	---------------	---

Pimentel, 15 de mayo de 2024

# REPORTE TURNITIN

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**Recortada- Bach. Stalins Cubas Cieza.pdf**

RECuento DE PALABRAS

**10717 Words**

RECuento DE CARACTERES

**54006 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**41 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**1.0MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jun 19, 2024 11:10 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jun 19, 2024 11:11 AM GMT-5**

## ● 11% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

## ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Material citado

**MODELAMIENTO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA CHOTANO  
EMPLEANDO EL MÉTODO DEL NÚMERO DE CURVA PARA  
DETERMINAR CAUDALES MÁXIMOS - 2021**

**Aprobación del jurado**

---

MG. SEGURA SAAVEDRA WINSTON ENRIQUE  
**Presidente del Jurado de Tesis**

---

MG. VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO  
**Secretario del Jurado de Tesis**

---

MG. DELGADO PEREZ MILTON JHEINER  
**Vocal del Jurado de Tesis**

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis a mi adorada madre Felisita que siempre estuvo apoyándome y brindando su amor, a mi padre Dagoberto el cual desde el cielo siempre ilumina mis pasos para seguir desarrollándome como ser humano y buen profesional, a mis hijos Stalins Zayd y Thais, a mi esposa Nely, a mis hermanas Zulema, Matilde, a mi cuñado Eduardo y a mis sobrinos Milton y Yuliset. Gracias por todo su cariño incondicional, apoyo, comprensión, enseñanza, por su amor y motivación para mejorar día a día y por siempre creer en mí.

**Stalins Cubas Cieza**

## **Agradecimiento**

Mi agradecimiento especial a esta casa de estudios, a todos los docentes por sus enseñanzas en el proceso de mi formación profesional, a mi familia en especial a mis padres que me han impulsado y dado ánimos para concluir una de mis metas trazadas en mi vida.

**Stalins Cubas Cieza**

## Índice

Dedicatoria.....	5
Agradecimiento.....	6
Índice de tablas.....	8
Índice de figuras.....	9
Resumen.....	10
Abstract.....	11
I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1 Realidad problemática.....	12
1.2 Formulación del problema.....	20
1.3 Hipótesis.....	20
1.4 Objetivos.....	20
1.5 Teoría relacionada al tema.....	20
II. MATERIAL Y MÉTODO.....	31
2.1 Tipo y Diseño de Investigación.....	31
2.2 Variables y Operacionalización.....	31
2.3 Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección.....	34
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	34
2.5 Procedimiento de análisis de datos.....	35
2.6 Criterios éticos.....	37
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
3.1 Resultados.....	38
3.2 Discusión.....	47
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	51
4.1 Conclusiones.....	51
4.2 Recomendaciones.....	52
REFERENCIAS.....	53
ANEXOS.....	58

## Índice de tablas

Tabla I .	Operacionalización de variable Dependiente .....	32
Tabla II .	Operacionalización de variable Independiente.....	33
Tabla III .	Información de parámetros básicos .....	39
Tabla IV .	Información de registros meteorológicos.....	40
Tabla V .	Transformación de precipitaciones .....	40

## Índice de figuras

Fig. 1.	Plan de gestión de recursos hídrico de la cuenca .....	22
Fig. 2.	Partes de una cuenca hidrográfica .....	24
Fig. 3.	Precipitación media de una cuenca hidrográfica .....	26
Fig. 4.	Método racional.....	27
Fig. 5.	Tipos de escorrentía.....	28
Fig. 6.	Efectos de la pendiente en la filtración .....	30
Fig. 7.	Procedimiento del estudio .....	36
Fig. 8.	Delimitación cuenca chotano .....	38
Fig. 9.	Curva hipsométrica y frecuencia de altitudes .....	41
Fig. 10.	Precipitación versus probabilidad .....	41
Fig. 11.	De la familia de curvas según escorrentía .....	42
Fig. 12.	Histograma chotano .....	42
Fig. 13.	Escurrimiento.....	43
Fig. 14.	Histograma en tiempo de retorno 2 años hasta los 18 años .....	44
Fig. 15.	Hietograma de precipitación de TR desde los 2 años hasta los 18 años.....	45
Fig. 16.	Tiempo de retorno río chotano.....	46
Fig. 17.	Tiempo de remota cuenca chotano.....	46

# MODELAMIENTO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA CHOTANO EMPLEANDO EL MÉTODO DEL NÚMERO DE CURVA PARA DETERMINAR CAUDALES MÁXIMOS - 2021

## Resumen

Esta investigación está direccionada analizar información meteorológica de cuenca con registro pluviométricos de SENAMHI, tuvo como objetivo implementar de manera óptima el método del número de curva para estimar los caudales máximos en la cuenca chotano con el fin de mejorar la precisión en las predicciones hidrológicas, su metodología mostró el modelamiento hidrológico a prueba de bondad de ajuste KS, así mismo la determinación de las probabilidades cumpliendo al 95 %, llegando a conocer que el delta tabulado es menor que el data teórico. donde la cuenca chotana drena 355 km<sup>2</sup> con una producción de 6m<sup>3</sup>/equivalente a 186.8 MMC anuales, donde incluye 97.14 MMC producidos en la cuenca del conchano, que son derivados a la cuenca del chotano, en producción de cuenca del chotano es de 3m<sup>3</sup>/ equivalente a 92.4 MMC. Sus resultados lograron analizar las precipitaciones versus escorrentía, los cuales involucran características del suelo y cubierta existente, de esta forma se determina la condición de suelo clasificando como un suelo hidrológico de tipo B, teniendo una infiltración media a superior la cual comienza a tornar efecto cuando ya el suelo este mojado en su totalidad. concluyendo, que se logró determinar la familia de curvas de acuerdo al grado de escurrimiento y conocer los caudales picos, los cuales vienen relacionados a las precipitaciones y la escorrentía existente dentro del área de influencia de la cuenca chotano, demostrando la hipótesis planteada en esta investigación donde garantiza una herramienta valiosa para la planificación y gestión de recursos hídricos.

**Palabras Clave:** Modelamiento Hidrológico; Cuenca Chotano; Familia de Curvas; Precipitaciones; Escorrentía

# HYDROLOGICAL MODELING OF THE CHOTANO WATERSHED USING THE CURVE NUMBER METHOD TO DETERMINE PEAK FLOWS - 2021

## Abstract

This research is aimed at analyzing meteorological information of the basin with SENAMHI's pluviometric registry, its objective was to optimally implement the curve number method to estimate the maximum flows in the chotano basin in order to improve the accuracy in hydrological predictions, its methodology showed the hydrological modeling to test the goodness of fit KS, as well as the determination of the probabilities fulfilling the 95%, getting to know that the tabulated delta is lower than the theoretical data. where the chotano basin drains 355 km<sup>2</sup> with a production of 6 m<sup>3</sup>/equivalent to 186.8 MMC per year, including 97.14 MMC produced in the conchano basin, which are derived to the chotano basin, in the chotano basin production is 3m<sup>3</sup>/s /equivalent to 92.4 MMC. Their results were able to analyze rainfall versus runoff, which involve soil characteristics and existing cover, thus determining the condition of soil classified as a hydrological soil type B, having a medium to higher infiltration which begins to take effect when the soil is already wet in its entirety. In conclusion, it was possible to determine the family of curves according to the degree of runoff and to know the peak flows, which are related to rainfall and runoff existing within the area of influence of the Chotano basin, demonstrating the hypothesis put forward in this research.

**Keywords:** Hydrologic Modeling; Chotano Basin; Family of Curves; Precipitation; Runoff; Rainfall.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Realidad problemática

En el mundo entero, se viene acotando programas de modelado en ayuda al ámbito de la construcción empleando métodos novedosos que ayudan a determinar caudales máximos originados por la conductividad hidráulica, según Pirastru et al., 2022, donde menciona que el parámetro clave en muchos modelos numéricos que simulan procesos hidrológicos a escala de ladera y de cuenca. Asimismo, la conectividad hidrológica de las vías de flujo laterales, donde determina la velocidad de flujo subsuperficial a diversas escalas espaciales [1]. Por otro según la investigación de Kencanawati et al., 2023, menciona un aporte adicional donde El proceso de determinación de la descarga máxima mediante el método racional se introdujo en la década de 1880. Este método es un procedimiento sencillo para determinar la descarga máxima derivada del flujo de escorrentía superficial. Por lo tanto, esta investigación modificó una formulación hidrológica simple (método racional) basada en el trabajo de campo y comparó un modelo numérico de precipitación con el modelo de relación utilizando los parámetros de simulación, a saber, precipitación, infiltración, uso de la tierra y corriente para las condiciones hidrológicas. se utilizó para medir el nivel del agua, HEC HMS, y el análisis de la curva de estimación. A continuación, se compararon las relaciones entre los datos del trabajo de campo utilizando el análisis hidrológico y la modelización. Donde se evidencia que la precipitación máxima calculada y analizada a partir del diagrama de caja y bigotes fue de 140 mm en el año 2019. Además, la tasa de infiltración en las zonas aguas arriba y aguas abajo fue de 90 mm/hora y 26,4 mm/hora, es decir, el 30% de la superficie aguas arriba [2]. Es por ello que Lin et al., 2022, refiere que en país de China se construyó un prototipo de sistema basado en web de código abierto para la simulación y previsión de inundaciones (WSFF) basado en el HEC-HMS incorporando estos métodos y el conocimiento de los parámetros al subsistema de modelos y conocimiento. El rendimiento del WSFF se evaluó mediante un estudio de caso que incluía 12 inundaciones históricas en la cuenca de Chuanchang, en el sureste de China. Entre estos 12 eventos, nueve sirvieron como eventos de calibración para establecer el conocimiento de los parámetros del WSFF, y tres eventos

se utilizaron para verificar el rendimiento del WSFF. Se encontró un rendimiento consistente y satisfactorio en términos de caudal máximo, volumen total de inundación, tiempo de caudal máximo y efecto general de ajuste del hidrograma [3].

Los estudios sobre la esorrentía y las inundaciones en regiones montañosas semiáridas con alto potencial de inundaciones repentinas, según los estudios de Abdelal et al., 2021, menciona que ara evaluar la función y la eficacia del sistema nabateo de gestión de crecidas repentinas en Petra es necesario conocer tanto la naturaleza y el alcance del sistema como su información hidrológica [4]. Por otro lado, Wang et al., 2023, refiere que el presente estudio fue el análisis bivariado de frecuencia hidrológica, por lo tanto, fue establecer conexión en las precipitaciones y las fluctuaciones del agua subterránea. El método de muestreo máximo anual y el método de muestreo de picos sobre el umbral fueron dos tipos de series de data en el proceso bivariado de frecuencia hidrológica [5]. Por otro lado, Kencanawati et al., 2021, menciona que El método racional fue modelado simple para estimar el diseño de la cuneca menor y para determinar la descarga máxima del flujo de esorrentía superficial, donde colocó un registrador automático de nivel de agua y pluviómetros automáticos para el nivel inicial de agua [6].

En país de la India la modelización hidrológica es un enfoque ampliamente utilizado para estimar resultados hidrológicos de la cuenca a precipitación, según las investigaciones de Namwade et al., 2023, refiere que el modelo se puede utilizar para pronosticar el flujo de los ríos y ayudar en los esfuerzos de mitigación de inundaciones para disminuir sus efectos y costos asociados. Además, los hallazgos de este estudio pueden servir como pautas para futuras evaluaciones del riesgo de inundaciones en el área de estudio [7]. A diferencias de Marruecos las inundaciones son muy frecuentes. Al igual que otras cuencas del reino, la cuenca del Sebou, con una superficie total de 40.000 km<sup>2</sup>, ha sufrido inundaciones más catastróficas en el pasado y estas inundaciones han causado enormes pérdidas económicas e incluso humanas [8]. Es por Mohamed Msaddek et al., 2020. Menciona que Concluimos que la respuesta hidrológica de la cuenca a escenarios LULCC positivos y negativos es significativa tanto en escenarios positivos como negativos. Los hallazgos del estudio

proporcionan información útil para las partes interesadas clave y quienes toman decisiones en materia de recursos hídricos [9]. Los estudios de Hulsman et al., 2020, refiere que desarrolló un modelo distribuido de lluvia y escorrentía basado en procesos con heterogeneidad de procesos sub-red y se ejecutó en una escala de tiempo diaria para el período 2002 a 2016. Como punto de referencia, se identificaron conjuntos de parámetros de modelo factibles utilizando la calibración del modelo tradicional con datos observados de descarga de ríos [10]. Como ultimo aporte en realidad problemática, según los estudios de Prabaswara y Wickramaarachchi., 2023, menciona que, en el contexto de las cuencas dominadas por los monzones, es importante investigar las respuestas de la simulación de escorrentía a eventos de lluvia muy intensos que producen inundaciones de alta magnitud. En el proceso de calibrar parámetros para un área particular propensa a inundaciones, primero se debe realizar un análisis comparativo de los métodos de pérdida que estiman el volumen de escorrentía para determinar el conjunto óptimo de parámetros que ayuden a realizar una simulación precisa de lluvia y escorrentía [11].

Fan et al., [12], en su investigación titulada “Evaluación del impacto de la resolución de la cubierta terrestre en la incertidumbre de los modelos de inundaciones”, plantearon un objetivo evaluar el impacto de la cobertura terrestre en comparación del modelo digital de elevación, mostraron una metodología básica, donde recopilaron tres cuencas diferentes en las distintas resoluciones del DEM (12,5, 25, 50, 100, 500 y 1.000 m) y mapas de uso de la tierra (250, 1.000 y 2.500 m). En sus resultados finales del modelo mostraron que las variaciones del tamaño de las celdas del DEM afectan significativamente las características topográficas de una cuenca, como el área, la pendiente media, modelado de inundaciones, especialmente en cuencas montañosas hasta un 15% para un tamaño de celda DEM de 1.000 m en comparación con 12,5 m. Concluyeron que todos los modelos, al aumentar el tamaño de la celda del DEM, se redujo la profundidad de escorrentía simulada.

Othman et al., [13], en su título en mención “Calibración y validación del modelo hidrológico mediante HEC-HMS para la cuenca del río Kuantan”, plantearon un objetivo validar y calibrar el modelado transformación de lluvia – escorrentia para estaciones Bukit

Kenau, mostraron una metodología aplicada, donde la calibración y modelado se verificó con Nash-Sutcliffe. Como resultado, se encontró que la calibración y validez fue satisfactoria con ME entre 0,5 y 0,8. Concluyeron que el modelado a emplear para pronosticar caudal del río y ayuda en las obras de mitigación de inundaciones para reducir los impactos junto con el uso de costos. Además, la investigación puede utilizarse como guía para futuros trabajos de evaluación del riesgo de inundaciones en el área de estudio.

Kamuju., [14], en su investigación “Reducción de los escenarios continuos de precipitaciones y escorrentías en la cuenca nevada de Himachal Pradesh (India) mediante una modelización hidrológica basada en el Sistema de Información Geográfica (SIG)”, planteó como objetivo evaluar la escorrentía generada por las precipitaciones empleando el modelo HEC-HMS, mostró una metodología donde se empleó número de curva en conservación del suelo para la pérdida de precipitación para el direccionamiento de la escorrentía. En sus resultados los valores de escorrentía máxima en la desembocadura de la cuenca de Rampur: 4729,5 m<sup>3</sup>/s para un período 1000 años, 4263,9 m<sup>3</sup>/s a 500 años, 3196,5 m<sup>3</sup>/s a 100 años, 2745,3 m<sup>3</sup>/s a 50 años y 953,7 m<sup>3</sup>/s a 10 años. Concluyó puede resultar principal los recursos hídricos en la planificación hidrológica en la región.

Verma et al., [15], en su investigación titulada “Aplicación de HEC-HMS para el modelado hidrológico de la cuenca superior del río Sabarmati, Gujarat, India”, plantearon un objetivo emplear el modelo HEC-HMS en reproducir los fenómenos en precipitación y escorrentía en la región superior de la cuenca del río Sabarmati, mostraron una metodología de datos hidrometeorológicos procedentes del Centro Estatal, se emplearon diversas técnicas como el SCS-Número de Curva, el hidrograma unitario SCS, En sus resultados la subcuenca de Vautha, se lograron valores de R<sup>2</sup> de 0,88 y NSE de 0,84 durante la calibración, y de 0,87 y 0,84 respectivamente en la validación. Concluyeron que el modelo HEC-HMS propuesto puede representar eficazmente los procesos de precipitación y escorrentía en el río Alto Sabarmati.

Al et al., [16], en su investigación titulada “Estudio y evaluación del uso de aguas superficiales en el pantano de Shuwaija en la gobernación de Wasit (Irak)”, plantearon como

objetivo analizar y valorar la utilización del agua superficial del pantano de Al-Shuwaija, mostraron una metodología donde desarrolló un modelo hidrológico específico para las cuencas del pantano de Al-Shuwaija, el cual fue sometido a sesenta simulaciones para representar el comportamiento del pantano en distintos escenarios de tormentas y períodos de retorno. En sus resultados el modelado un caudal 8298 m<sup>3</sup>/s en período de 100 años y de hasta 1775 m<sup>3</sup>/s en un tiempo retorno de 2 años. Asimismo, mostro un valor de 80,84 para el número total de curva (CN), concluyeron los tres escenarios planteados ofrecen información relevante sobre el área del embalse y el volumen de agua entrante.

Miranda., [17], en su estudio en mención “Modelamiento Hidrológico De Máximas Avenidas Para Estimar Los Niveles De Peligro A Inundación En La Sub Cuenca Del Rio Shullcas”, planteo como principal objetivo identificar niveles en riesgo de inundación causados por máximas crecidas en esa área, mostró una metodología en esorrentía y precipitación para calcular caudales máximos en distintos períodos de retorno mencionados (25 años, 100 años y 500 años). En sus resultados mostraron caudales máximos para períodos en retorno a los 25 años (117.10 m<sup>3</sup>/s), 100 años (178.20 m<sup>3</sup>/s) y 500 años (276.40 m<sup>3</sup>/s), concluyó que la sub cuenca baja del río, presentan niveles significativos de riesgo de inundación debido a las máximas crecidas, lo cual representa una amenaza para las viviendas y la población que reside en esas zonas,

Oblitas y Romero., [18], en su estudio en mención “Modelamiento Hidráulico Ehidrológico De La Quebrada Bomboca, Zona Urbana Del Centro Poblado Chunchuquillo, Para Condiciones Extremas, Usando Hec-Ras”, plantearon un objetivo en el modelamiento hidrológico basado en quebradas, mostraron una metodología donde se examinará la subcuenca, que tiene una altitud de 990.91 msnm y una longitud total de 8632.05 m hasta su desembocadura en el río Huayllabamba. En sus resultados se han identificado eventos previos de inundaciones en la localidad de Chunchuquillo, con impactos materiales y económicos significativos en años como 2015 y abril de 2017. Concluyeron prevenir futuras inundaciones y sus repercusiones en la población de Chunchuquillo

Vitón., [19], en su investigación en mención “Generación De Caudales Máximos A Través Del Método Témez En Cuencas Sin Información Pluviométrica De 24 Horas, Subcuenca Del Río Chetillano, Chota, 2021, planteo como objetivo calcular caudal máximo empleando el método racional para subcuencas, mostró una metodología donde emplearon herramientas como ArcGIS para delimitar y caracterizar las propiedades morfométricas de las cuencas, en sus resultados el método racional fueron de 58.61, 65.76, 72.87 y 82.28 m<sup>3</sup>/s para periodos retorno de 50, 100, 200 y 500 años. Concluyó que mediante el método racional a pesar de insuficiencia en datos pluviométricos de 24 horas en la región.

Flores y Cairampoma., [20], en su investigación en mención “Determinación de caudales máximos aplicando el modelo HECHMS en la cuenca del río Mala”, plantearon como objetivo examinar la situación de la cuenca del río, la cual enfrenta inundaciones recurrentes en áreas de cultivo debido a la falta de cálculos precisos de caudales máximos, mostraron una metodología de modelado hidrológico utilizando el software para estimar el caudal máximo en la cuenca del río Mala. Se empleará información pluviométrica y un modelo digital de elevación con este propósito. En sus resultados precisa estimaciones y caudales máximos a través del modelado hidrológico. Concluyeron que contribuyen a la protección efectiva de estas áreas frente a eventos como el fenómeno El Niño.

Balladares., [21], en su estudio en mención “Estimación de caudales máximos en Cuencas secas y aplicación en diseños obras de defensas ribereñas: caso Quebrada Angostura, Tumbes, 2019”, planteo como objetivo calcular el caudal máximo de diseño utilizando modelos Hidrológicos y especificaciones hidráulicas para una estructura de una cuenca, mostro una metodología donde la población de estudio incluyó un número infinito de cuencas secas, mientras que la muestra se centró en la cuenca hidrográfica quebrada con área 187.81 Km<sup>2</sup>. , en resultados mostro se determinó el cauce es 3.63 m/s, resulta en profundidad de 2.50 m. concluyó la combinación de los métodos racional modificado información valiosa para el modelado de estructuras en esta cuenca específica.

Ordoñez., [22], en su investigación titulada “Aplicación de redes neuronales artificiales (RNA) al modelamiento de lluvia-escorrentía en la cuenca del río Chancay Lambayeque”, planteó un objetivo emplear redes para la precipitación – escurrimiento de la cuenca de río Chancay Lambayeque. Mostro una metodología donde la muestra incluyó 11 estaciones meteorológicas y 1 estación hidrológica, en sus resultados alcanzó un coeficiente de Nash de 0.93, considerado como un resultado altamente satisfactorio en términos de precisión y ajuste del modelo. Concluyó el manejo que lo convierten en una herramienta eficaz para este tipo de análisis.

Burga., [23], en su investigación en mención “Evaluación de la Deposición Sedimentológica en la Subcuenca Racarrumi - Chancay-Lambayeque Utilizando la Aplicación del Modelo SWAT, planteó un objetivo examinar la acumulación de sedimentos en una región específica del río Chancay, mostro una metodología donde se analizaron variables climáticas empleando diversas fuentes de información, que incluyeron datos climáticos globales (CFSR y CHRS) y locales (grillado de PISCO y de SENAMHI), en sus resultados se logró calcular la tasa de erosión en la cuenca, destacando que las subcuencas 4 y 5 mostraron una mayor acumulación de sedimentos, concluyo que el flujo de escorrentía y sedimentación, convirtiéndose en una herramienta valiosa para la planificación y gestión de recursos hídricos.

Carrión., [24], en su título en mención “Aplicación de técnicas de aprendizaje automático para la reconstrucción de registros hidrometeorológicos en la Cuenca Chancay Lambayeque”, planteó como objetivo recuperación de datos hidrometeorológicos en la región de Chancay Lambayeque, en su metodología emplearon la observación y el análisis documental como técnicas, utilizando una ficha técnica para recabar información hidrometeorológica, en sus resultados se llevó a cabo el entrenamiento y calibración del 80% de los registros, reservando el 20% restante para validar los datos de temperatura, caudal y precipitación, concluyo que el estudio logró reconstruir de forma exitosa los registros hidrometeorológicos en la cuenca Chancay Lambayeque.

Becerra., [25], en su estudio en mención “Análisis de Inundabilidad Producido por el Río Kattis en el Distrito de San Andrés Provincia de Cutervo Región de Cajamarca”, plantearon como objetivo examinar la susceptibilidad a inundaciones causadas por el río "Kattis" (Mulloc) en la región de Cajamarca, mostró una metodología empleada fue de tipo "Básica" con un diseño No Experimental - Transversal. Se realizó la delimitación de la subcuenca "Kattis" (Mullo) y se determinaron diversos parámetros como área, perímetro, pendiente, así como índices de forma y compacidad, en sus resultados se lograron obtener los parámetros hidrográficos de la subcuenca "Kattis" (Mullo) y se destacó su forma y potencial erosivo, concluyo comparar y contrastar el análisis de inundabilidad en la región estudiada.

Pérez., [26], en su investigación mención “Modelo hidrogeoquímico 3D de la Cuenca Río Motupe – La Leche”, planteó un objetivo evaluar el modelo hidrogeoquímico tridimensional de la cuenca del Río Motupe - La Leche, en su metodología se eligieron 20 centros poblados en los distritos mencionados, se elaboró un perfil hidrogeoquímico y se realizó un modelado tridimensional, en sus resultados se determinó que el 35% de los pozos estudiados presentaban niveles de arsénico por encima del límite máximo permitido. Se detectó la presencia de mercurio en el 5% de los pozos analizados, concluyo que varios centros poblados examinados carecen de agua potable segura debido a la presencia de arsénico y altos niveles de conductividad eléctrica.

Esta investigación esta direccionada a la necesidad de realizar un estudio detallado y preciso del modelamiento hidrológico en la Cuenca Chotano mediante el uso del método del Número de curva para la determinación de los caudales máximos, la cual tiene como aspectos primordiales la gestión de recursos hídricos, mitigación de riesgos, mejora en la planificación urbana y rural, avance en la investigación hidrológica, esta modelado garantiza legitimidad, para crear nuevos aportes en la construcción que favorecerán a la sociedad y en el conocimiento científico en el ámbito de la hidrología.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Cómo se puede emplear el método del número de curva para determinar de manera precisa los caudales máximos en la cuenca chotano y qué implicaciones tiene esta determinación en la gestión de recursos hídricos y la planificación de medidas de prevención de inundaciones en la región?

## **1.3 Hipótesis**

Al emplear el método del número de curva de manera adecuada en la estimación de caudales máximos en la cuenca chotano, se logrará una mejora significativa en la precisión de dichas estimaciones hidrológicas.

## **1.4 Objetivos**

### **Objetivo general**

Implementar de manera óptima el método del número de curva para estimar los caudales máximos en la cuenca chotano con el fin de mejorar la precisión en las predicciones hidrológicas

### **Objetivos específicos**

- Identificar las precipitaciones Máximas de 24 Horas generadas en la cuenca Chotano.
- Realizar la transformación de la precipitación total a precipitación efectiva de la cuenca Chotano.
- Analizar la representación gráfica de la profundidad de precipitación (P) y escorrentía directa (Pe).
- Determinar una familia de curvas según el grado de escurrimiento directo

## **1.5 Teoría relacionada al tema**

### **Análisis regional de caudales y umbral de inundaciones**

Mulyadi et al., [27], menciona que los caudales máximos anuales baso en un enfoque probabilístico para una determinada área geográfica seleccionada previamente para desarrollar los estudios y análisis correspondientes analizada como una región homogénea. Es por ello que los estudios de Velásquez et al., [28], donde refiere la metodología de numero

de curva, se ha venido demostrando que tiene buenos resultados en los análisis y determinación de caudales, contemplando el criterio de conservación de suelo.

Shanshan et al., [29], refiere que la metodología empleada con frecuencia en la actualidad también es conocida a nivel mundial por los estudios y estimación de escurrimientos a nivel de cuenca producido a partir de las lluvias empleadas en diferentes cuencas estas pueden ser calibradas o no calibradas donde el conocer o estimar los caudales de forma sencilla es muy beneficioso para los grandes estudiosos de los recursos hídricos facilitando información clave para la estimación de los caudales generados a nivel de cuenca cita

**Cuenca hidrográfica.** Los aportes de López et al., [30], refiere que la cuenca hidrográfica, también conocida como unidad de territorio, es un área geográfica natural que recoge las precipitaciones y dirige el agua de escurrimiento hacia un punto de drenaje común, generalmente un río principal. Según la doctrina, la cuenca hidrográfica se considera un sistema complejo que involucra el ciclo hidrológico, compuesto por diversos elementos naturales, institucionales, políticos, económicos, sociales y ambientales. Por otro lado, se describe como un sistema abierto debido a los flujos y acciones que cruzan fronteras, permitiendo tanto la recepción como la emisión de recursos hídricos. En consecuencia, se afirma que cada punto de la tierra pertenece a una cuenca hidrográfica, según Kastali et al., [31]

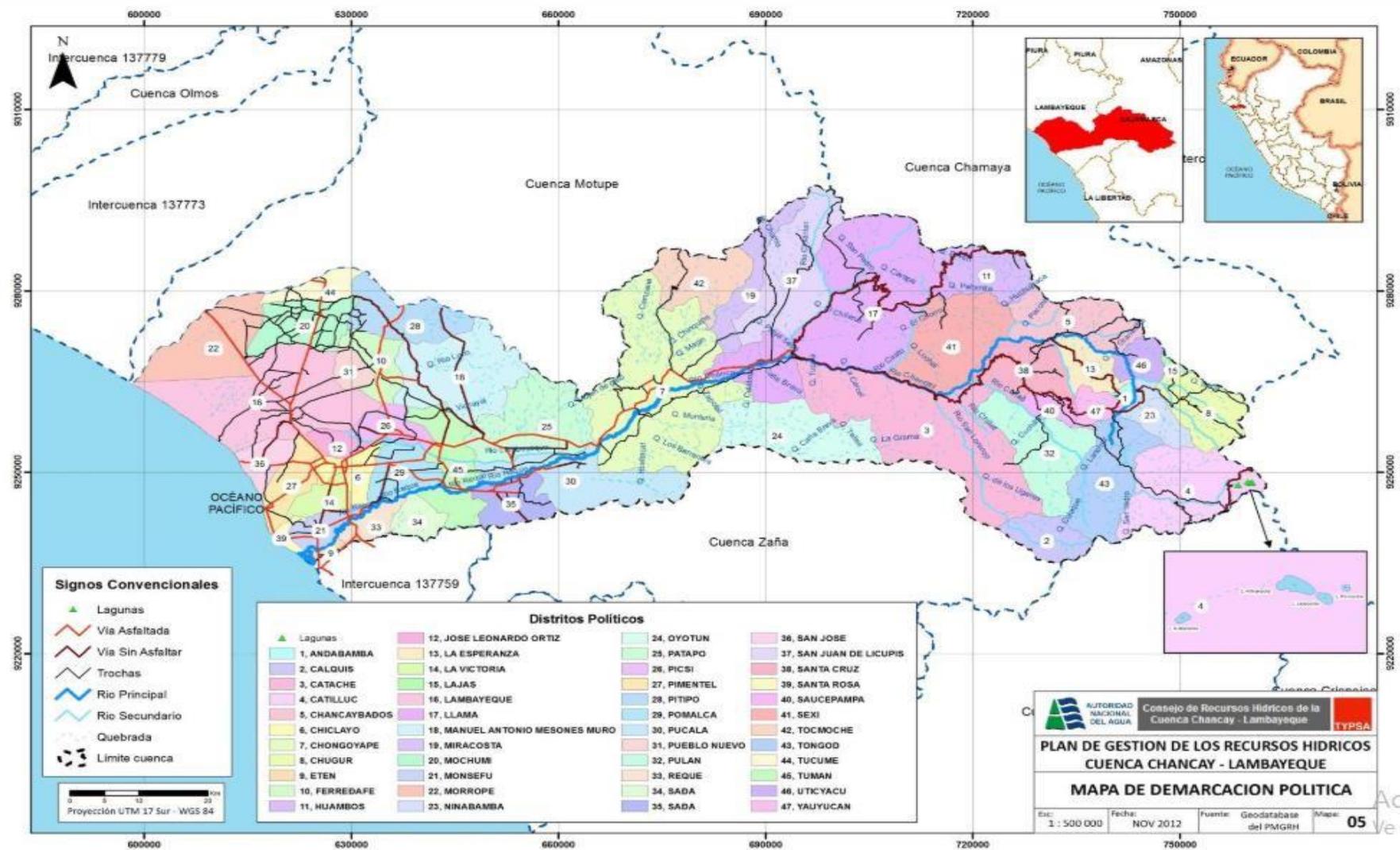


Fig. 1. Plan de gestión de recursos hídrico de la cuenca

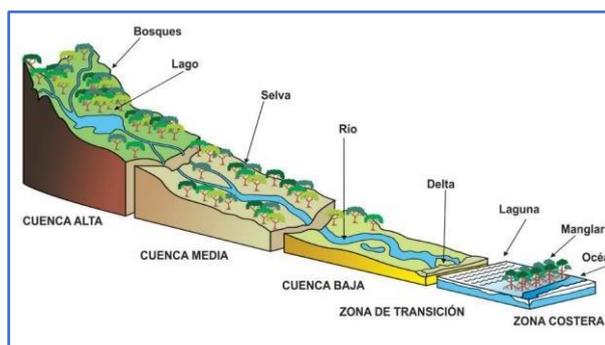
## **Componentes de una cuenca hidrográfica**

**Las partes altas.** Que están comprendidas aquellas altitudes 3 mil mts a nivel del mar, que incluso en determinados casos puede llegar hasta los 6500 M sobre el nivel del mar, pues en estas áreas se puede concentrar un mayor volumen de agua Mishra , S [37], en razón y forma de nevados o en lluvia según sea el caso, es accidentada y escarpadas su topografía es por ello que el potencial erosivo es sumamente alto, incluso las precipitaciones anuales en promedio pueden alcanzar desde los 800 hasta los 1600 m esto Es por ello Wang et al., [32], sin embargo estas áreas o zonas son consideradas un potencial grandioso para los recursos mineros.

Cabe recalcar qué estas partes comúnmente llamadas altas también son denominadas como cabecera de cuenca, esto en razón A qué son áreas qué permiten el acceso y disponibilidad de agua considerándose este recurso de una calidad buena e idónea y de este punto permite la fluidez direccionada a parte bajas y centro de la cuenca ya sea en sus dos modalidades la forma superficial o la forma subterránea, según Moral et al., [33].

**Las partes medias.** Pues aquí están comprendidas en un promedio de 800 a 3000 mts a nivel del mar, estas zonas las precipitaciones son promedio y varían de 100 - 800 anuales según Annis y Nardi., [34] en estas partes podemos encontrar los valles interandinos que tienen un clima variado puesto que tienen un escurrimiento de agua. cabe recalcar precisar qué la precipitación es escasa y la pendiente corre la misma suerte es decir es igualmente baja, en estas partes se encuentran los valles costeros qué son aptos para desarrollar actividades agropecuarias

**El método del número de curva.** Iqbal et al., [35], menciona A fin de poder evaluar el comportamiento de una cuenca hidrográfica es necesario caracterizar la esorrentía a través del número de curva el cual es considerado un método que permite determinar partiendo de una información espacial en cuanto al suelo y las coberturas. Asimismo, el número de curva se considera un principal parámetro hidrológico por el cual permite la caracterización potencial de la esorrentía.



**Fig. 2.** Partes de una cuenca hidrográfica

Al referirnos a los grupos hidrológicos del suelo según Dasgupta et al., [36], menciona que se puede establecer qué es aquel conjunto de suelos que tienen o se interrelacionan por su comportamiento similar en comparación a la generación de escorrentía, para posteriormente ser clasificada cómo aquellos grupos de suelos predominantemente arenosos en el cual el agua puede transmitirse libremente mediante el perfil completamente húmedo esto corresponde al grupo A

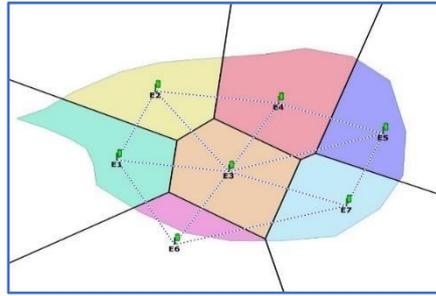
Por otro lado, Annis et al., [37] , menciona que se encuentran aquellos suelos que tienen una textura moderadamente fina como también aquellos suelos moderadamente gruesos en los cuales concurren una escorrentía baja cuándo estos se encuentran completamente húmedos, al hablar de este tipo de suelos nos referimos específicamente al grupo B

Ahora bien, Annis et al., [37] con respecto al grupo D, se hace relevancia aquellos suelos que cuentan con un potencial alto de escorrentía de tal forma que sus tasas de infiltración son muy bajas, dentro de este tipo encontramos aquellas texturas arcillosas, también conocidas y consideradas como suelos poco profundos, qué se encuentran asentados sobre material impermeable. Con respecto al método del número de curva se puede conocer una ecuación qué permite el cálculo de la escorrentía está se basa en un supuesto relacionado en base a dos cantidades reales y dos cantidades potenciales a fin de determinar la precipitación total.

Cacal et al., [38] refiere que es importante considerar diferentes propiedades o factores que son indispensables y depende de estas el número de curva entre ellas encontramos: La utilización y tratamiento del suelo, se puede considerar que se evalúa el tipo de cobertura estos grandes grupos de suelo pueden ser agrícolas pastizal forestal y urbano que en ocasiones pueden presentar dificultades de ajuste al ser de diferentes ámbitos o con otros territorios para ello se requiere métodos para el reconocimiento del mismo. Por otro lado menciona que el tipo de suelo hidrológico, la condición hidrológica del suelo materia de estudio es un factor y una propiedad indispensable pues permite tener el parámetro indicador de efectos del tipo de cubierta tales como la infiltración y la escorrentía, para ello se considera la densidad de la planta y los residuos además de la concurrencia de la cubierta del área hacemos relevancia al pasto natural, las cuencas, vegetación, bosques si fuese el caso que influyen en gran proporción a la condición hidrológica, la cual indica el grado de cobertura del terreno.

Andrzej et al., [39], mencionó que factor de Gran importancia en las condiciones de la superficie del terreno esto puede establecerse como el grupo hidrológico entre ellos a los diferentes grupos de suelos que se hizo mención anteriormente. Por otro lado, Sarchani et al., [40], que los cuales influyen en grandes proporciones para conocer los grupos hidrológicos a los cuales pertenece la cuenca para ello es importante que concurra la identificación correspondiente del tipo del suelo a partir de diferentes ensayos.

**Las precipitaciones.** Papaioannou et al., [41], menciona que de acuerdo a cita define la precipitación en el análisis de una cuenca se denomina Cómo el descenso de partículas en forma de lluvias siendo éstas las que formen la escorrentía de la cuenca, por otro lado, Trinh y Molkenthin., [42], en las partes altas produciendo entonces los caudales que genere dicha Cuenca en un período determinado.



**Fig. 3.** Precipitación media de una cuenca hidrográfica

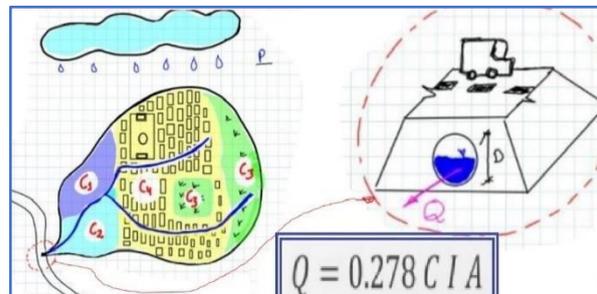
**La intensidad de las precipitaciones.** La intensidad de las lluvias genera una mayor proporción de agua y por lo tanto son los suelos que se ven afectados por el bloqueo de sus poros pues las precipitaciones, según Fasipe y Izinyon., [43] que contienen una mayor intensidad superan de manera rápida la velocidad de infiltración provocando de tal forma el menor aprovechamiento del agua.

Es preciso mencionar que, en el ámbito de la precipitación considerada como un fluido meteórico, según los estudios de Alqreai y Hamad., [44] sobre la superficie de la Cuenca los orígenes en los que pueden generarse las precipitaciones ciclónicas estas pueden ser provocadas por los frentes Asociados a las lluvias generadas en las partes altas de la Cuenca. Dónde, según Mengistu et al., [45], gran parte del volumen de precipitaciones que recoge la Cuenca se producen mediante este tipo de precipitaciones.

Según Duque et al., [46], manifiesta que la orografía está presente cuando la masa de aire en estado húmedo desciende, cuándo presencian zona montañosa tener en cuenta estas oraciones en un análisis de Cuenca es de mucha importancia debido A qué son los datos principales qué se deben tener en cuenta en un estudio hidrológico, es por ello que si analizamos Hasan et al., [47], con la finalidad de cuantificar los recursos hídricos de ingreso considerado como un caudal de entrada en la cuenta recomendando tomar en cuenta la previsión de avenidas obras hidráulicas existentes y un estudio de erosión facilitando delimitar parámetros que permitan conocer los caudales qué producen en un determinado tiempo.

**Caudales Máximos.** Los aportes de Tongal y Martijn., [48] define como un valor que permite asociar la cantidad de fluido que transcurre por la cuenta en estudio en un determinado tiempo, es decir proporción de fluido generado desde una cuenca hidrográfica

específica, el valor resultante es conocido como un evento máximo ocurrido o generado en un periodo determinado, por otro contexto [49], menciona la mucha importancia ya que sirve principalmente para diseñar estructuras hidráulicas para una gestión de recurso hídrico entre otras aplicaciones que es necesario conocerlos.



**Fig. 4.** Método racional

**Escorrentía de cuenca.** Se define al proceso físico lo cual el escurrimiento o trayectoria de fluido de red de drenaje de la cuenca hasta llegar a la red fluvial esta involucra en gran medida el ciclo de agua. la escorrentía es conocida el fluido que deriva de la precipitación, pues está procede sobre la superficie que entra a la corriente posteriormente ser drenada y llega al final de la cuenca o también conocida como estación de aforo, por su parte la escorrentía superficial supone la descripción del fluido del agua sea está en lluvia o nieve sobre la tierra, se consideran a la escorrentía como un componente importante del ciclo del agua, por el hecho que una vez que se realice el drenaje de la escorrentía está es conocida como la línea divisora de aguas sobre el área de la tierra, según Pérez et al., [50].

Cuando la escorrentía es de nieve está proviene de la precipitación sin embargo se debe señalar que no toda precipitación produce escorrentía porque debe existir un tipo de suelo qué absorba las lloviznas ligeras, ahora bien, con la llegada de la tecnología y la urbanización la escorrentía genera un impacto humano al crear superficies más impermeables esto es edificios o pavimentos obras realizadas por hombres no permiten la adecuada filtración de agua. Es por ello que al evitarse este ciclo natural el agua es forzada a dirigirse hacia otras corrientes o drenajes incluso generarse inundaciones, porque al darse un aumento de escorrentía esto reduce la carga de agua subterránea afectando la actividad humana esto es a los agricultores y ganaderos que dependen netamente de pozos de agua

subterránea porque la escorrentía empeora las sequías al ser está desviada, según los estudios de Firdaus y Imrotul., [51].



**Fig. 5.** Tipos de escorrentía

**La infiltración.** Se logra absorber el fluido sobre la superficie para posteriormente adherirse a capas inferiores para ello se requiere de factores del terreno que generalmente permiten mayor absorción o afectan el control de la misma, porque genera movimiento del agua y distribución durante y después de la infiltración, en cuánto a la velocidad está se incrementa de forma unánime cuándo se aplica el agua hacia una determinada superficie del suelo aunque esto no impide que tarde o temprano se llegue a una velocidad de aporte dónde se extienda el soporte del suelo y poder absorber el exceso donde se retiene, esto permite que el exceso se escurra hacia la pendiente o hasta donde se permita, según Romero y troncos., [52]. Es por ello que la infiltración es considerada y llamada infiltrabilidad siendo el flujo se absorbe por el suelo y este es capaz de captar por medio de la superficie donde está presente el agua con concurrencia de la atmosfera, aunque coexisten diferentes formas y velocidades de que el agua sea absorbido o infiltrado por el suelo, dado que el agua se infiltra de manera rápida cuando es aportada a una velocidad determinada para la infiltración sea este un proceso controlado o la velocidad real de la misma se encuentre perfilado con diferentes características propias del suelo.

### **Factores en la infiltración**

#### **A. Factores definidos por el terreno y sus características:**

**Cobertura del terreno.** El suelo desnudo que recibe de manera directa las gotas derivadas de la lluvia genera por sí mismo un mecanismo de desagregación que provoca una

ruptura de fracciones muy finas que logran tapar y bloquean literalmente los poros del suelo, es decir se sella de manera superficial en dónde es muy notable a simple vista que disminuye la infiltración. Ahora bien, al aumentar la rugosidad del terreno existe la posibilidad que disminuya la velocidad del escurrimiento superficial de tal forma que aumenta el tiempo de contacto con la superficie del terreno y éstas generan microporos y que facilitan la infiltración, según Aguilar., [53].

#### **A. Pendiente del terreno**

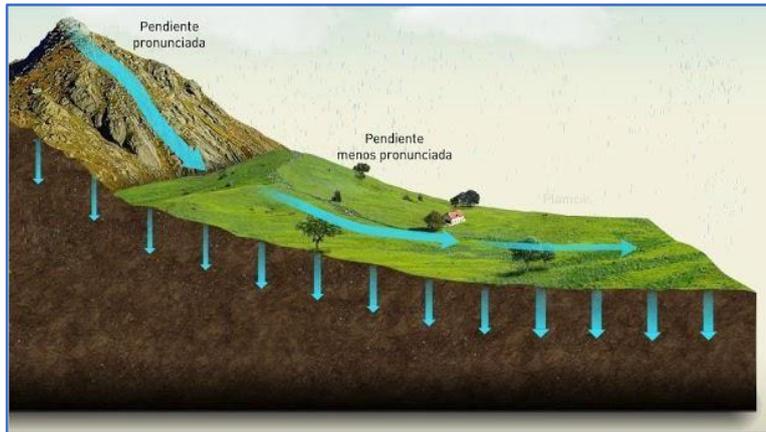
Otro factor importante en torno a las características y condiciones del terreno es la pendiente está toma gran relevancia en cuanto al tiempo que tiene contacto con el agua y la superficie del suelo cuando está pendiente es bruta pues consecuentemente genera una velocidad predominante y como consecuencia disminuye el tiempo de contacto para ello es necesario que esta situación se considerase en cuanto a prácticas de cobertura vegetal que permitan la absorción y drenaje, según los estudios de Dasgupta et al., [36].

#### **B. Textura del suelo**

La textura influye de manera potencial en la infiltración porque se ve reflejado al tamaño de grandes poros y estabilidad de los mismos, además sus componentes y agregados, ante proporciones del limo y arena fina de alguna manera genera terrenos poco estables y por ende un bloqueo de las grietas. Cuando nos encontramos ante suelos ligeros que cuentan con una textura generalmente gruesa por sus poros son de un tamaño mayor que favorece la entrada del agua al suelo. Finalmente se puede afirmar que existe una clasificación y está varía en cuanto a la infiltración que recae en suelos con q textura ligera o gruesos que permitan o limitan la capacidad de filtración, según los estudios de Salim., [49].

#### **C. Estructura**

Para la compactación superficial disminuye la capacidad de infiltración, también se involucra la pérdida de materia orgánica pues estas prácticas excesivas o culturales generan una menor agregación o estabilidad de tal forma que cambia la estructura y los microporos y por ende una menor capacidad de infiltración, según los estudios de Hasan et al., [47]



**Fig. 6.** Efectos de la pendiente en la filtración

## II. MATERIAL Y MÉTODO

### 2.1 Tipo y Diseño de Investigación

**Tipo de Investigación.** Es de tipo Aplicada, considerando que se emplearán información de investigaciones que han desarrollado esta metodología, basados en dichos resultados y los problemas encontrados se podrá desarrollar un adecuado análisis de la cuenca Chotano que es efecto de estudio, permitiendo entonces tener una base de datos generada mediante el número de Curvas CN, para posteriormente otras investigaciones puedan actualizarlas u emplear para el diseño de estructuras hidráulicas que cooperen con el desarrollo y conservación de los recursos hídricos de nuestro país.

Según Hernández., [54], menciona el proceso metodológico del enfoque no experimental realizando modelamiento obtenidos gracias a las variables, determinando la hipótesis planteada.

**Diseño de Investigación.** Es considerada no experimental, la cual se busca determinar los caudales máximos generados en la cuenca Chotano, el cual será de beneficio para prevenir desastres naturales como inundaciones, también favorece al diseño de obras hidráulicas con los caudales encontrados, mediante la metodología del número de curvas.

### 2.2 Variables y Operacionalización

#### Variables

#### Variable independiente 1:

Caudales Máximos

#### Variable independiente 2:

Método del Número de Curvas (CN)

#### Variable dependiente:

Cuenca del río Chotano.

**Tabla I .**

Operacionalización de variable Dependiente

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Tipo de variable	Escalade medición	
Cuenca río Chotano	<p>Vitón., [19], menciona que la red hidrográfica del río Chotano se inicia en pequeñas corrientes que tienen su origen en los cerros Apadrinado y Loma Cuchu. Estas corrientes se fusionan para dar forma al río Grande, y solo tras la unión con la quebrada Yanayacu, adopta el nombre de río Chotano.</p>	<p>La cuenca tiene un área de drenaje de 355 km<sup>2</sup> y genera 6 m<sup>3</sup> de agua al año, equivalente a 186.8 millones de metros cúbicos anuales. cuenca del Conchano, los cuales son transferidos a la cuenca del Chotano a través del túnel del Conchano.</p>	<p>Identificar las precipitaciones Máximas de 24 Horas generadas en la cuenca Chotano</p>	<p>Cuenca hidrográfica</p>	<p>Modelamiento hidrológico/ Software ArcGIS</p>	<p>Descriptiva / Aplicada</p>	<p>Intervalo</p>	
			<p>Realizar la transformación de la precipitación total a precipitación efectiva de la cuenca Chotano.</p>	<p>Características de cuenca</p>				<p>Elementos de cuenca</p>
			<p>Analizar la representación gráfica de la profundidad de precipitación y escorrentía directa.</p>	<p>Precipitaciones</p>				<p>Escorrentías</p>
			<p>Determinar una familia de curvas según el grado de escurrimiento directo</p>	<p>Caudales máximos</p>				

**Tabla II .**

Operacionalización de variable Independiente

Variable de estudio	Definición conceptual	Dimensiones operacionales	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Valores finales	Escala de medición
Variable independiente 1: Caudales Máximos Caudales Máximos	[43], menciona que es un factor hidrológico que ayuda a describir la capacidad de escorrentía en una cuenca hidrográfica y se calcula considerando ciertas propiedades físicas del área, como el tipo de suelo.	Comprende determinación de coeficiente de escurrimiento C, Curvas de Intensidad-Frecuencia-Duración y cálculos de tiempos de concentración.	Identificar las precipitaciones Máximas de 24 Horas generadas en la cuenca Chotano	Cuenca hidrográfica  Características de cuenca			
Variable independiente 2: Método del Número de Curvas	[51], menciona que la evaluación del potencial de escorrentía en una cuenca hidrográfica y se establece en función de ciertas propiedades físicas del área, como el tipo de suelo y la densidad.	Estima de la escorrentía en una cuenca hidrográfica para una tormenta dada, normalmente la de una mayor agresividad, aplicando diferentes parámetros relativos	Realizar la transformación de la precipitación total a precipitación efectiva de la cuenca Chotano.  Analizar la representación gráfica de la profundidad de precipitación y escorrentía directa.  Determinar una familia de curvas según el grado de escurrimiento directo	Elementos de cuenca  Precipitaciones  Escorrentías  Caudales máximos	Modelamiento hidrológico /Aplicando Software ArcGIS	Descriptiva / Aplicada	Intervalo

## **2.3 Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección**

**Población.** El estudio basado en determinar los caudales máximos contempla la población a las obras hidráulicas y estaciones del Rio Chotano, las cuales permitirán tener un análisis adecuado de control de lluvias y escorrentías generadas en temporadas de lluvias y también en temporadas de estiaje, desarrollado en la provincia de Chota perteneciente a la Región de Cajamarca.

**Muestra.** Se realizó el modelamiento que contempla las estaciones cercanas a la cuenca rio Chotano y de existir obras hidráulicas de la vertiente del Atlántico, drena 355 km<sup>2</sup> hasta la estación de aforos Lajas, ubicada en la localidad el mismo nombre, la fisiografía de la cuenca es bastante accidentada y es influenciado notablemente por la derivación del Conchano, le incrementa su caudal considerablemente. La cuenca drena 355 km<sup>2</sup> con una producción de 6 m<sup>3</sup> / equivalente a 186.8 MMC anuales, en los cuales se incluyen los 97.14 MMC producidos en la cuenca del Conchano, que son derivados a la cuenca del Chotano, por el túnel del mismo Conchano. La producción de la cuenca del Chotano es de 3 m<sup>3</sup>/s equivalente a 92.4 MMC

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **Técnicas de recolección de datos**

Se ha empleado la técnica de análisis documental, implica la búsqueda de información de la data de precipitaciones, temperatura y caudales, desde las páginas oficiales del servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (SENAMHI), Autoridad Nacional del Agua (ANA), entre otras fuentes que contribuyan con datos actualizados de la cuenca Chotano.

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

Mediante la guía de análisis documental, considerando libros, investigaciones de tesis, revistas, artículos de investigación de bases de datos nacionales e internacionales, contemplando también repositorios institucionales, haciendo uso de los manuales y normativas nacionales que reglamentan alguno criterios hidrológicos e hidráulicos a considerar en proyectos de obras hidráulicas, toda la información se ha procedido a seleccionar con el debido criterio los datos necesarios para discutir y validar los resultados

que se obtengan con la presente investigación, asegurando la confiabilidad de la información procesada y los resultados obtenidos sirvan para nuevas investigaciones orientadas en el ámbito.

## **2.5 Procedimiento de análisis de datos**

Mediante el uso de la estadística descriptiva, y empleando software relacionado a la hidrología y procesar datos estadísticos como base principal el uso de software Microsoft Excel el cual fue medio de procesar los datos generados y llegar a los resultados del proyecto.

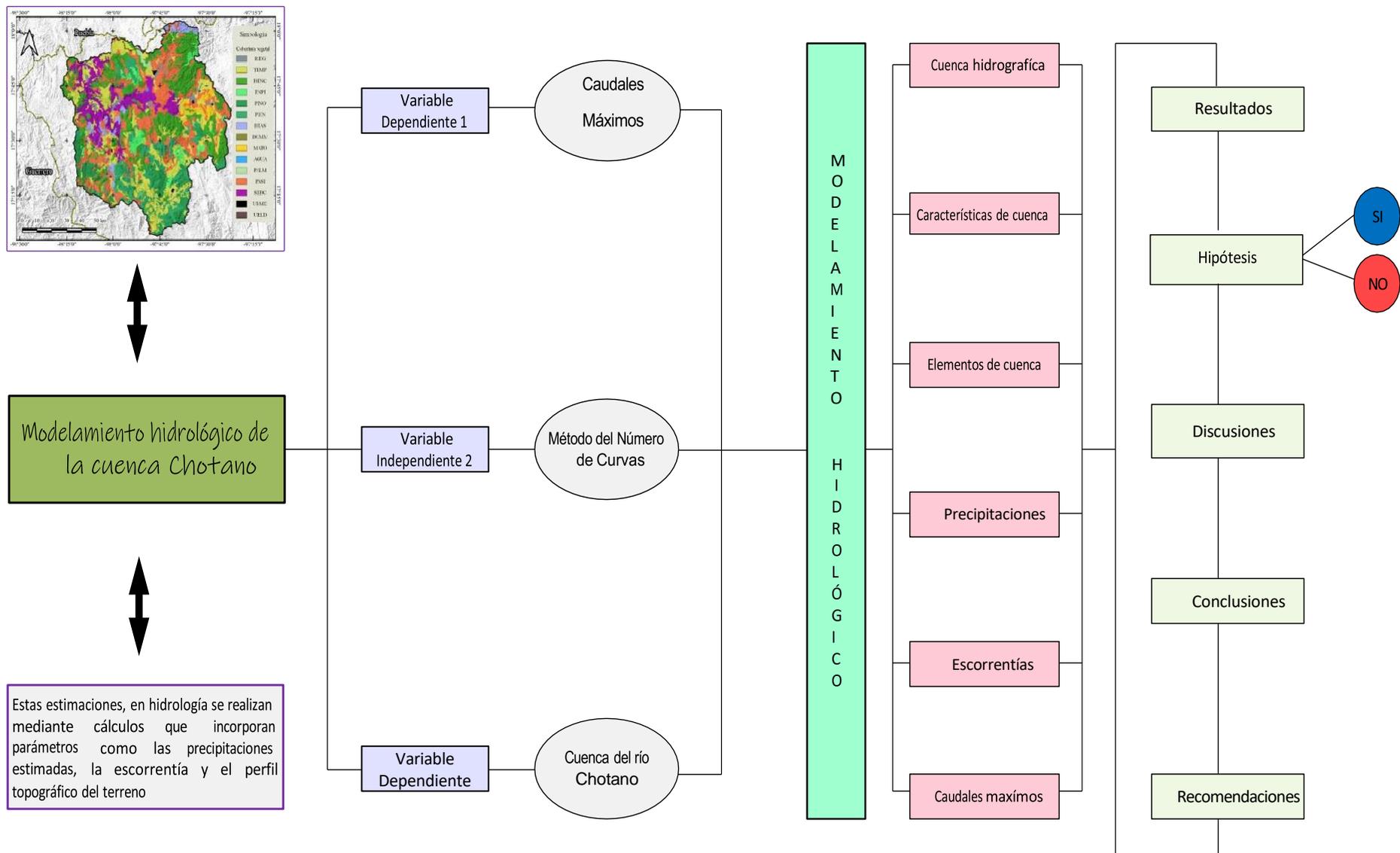


Fig. 7. Procedimiento del estudio

## 2.6 Criterios éticos

El consejo universitario., [55], menciona mediante directiva la prescrita de los incisos detallado en el artículo n°28, en estatuto de la USS, llegando aprobar la respuesta actualizada mediante la ética en investigación, la cual detalla los artículos siguientes

**Artículo 6°:** principios de investigación científicas

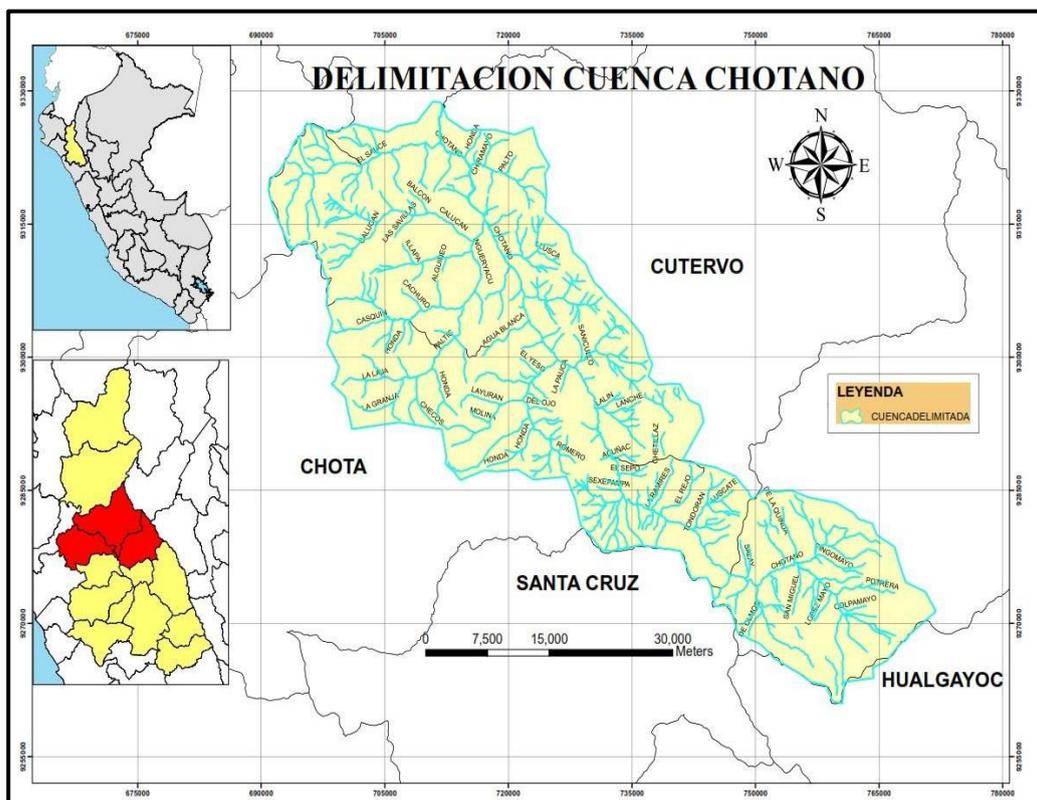
- a) Protección de la diversidad sociocultural y dignidad de la persona.
- b) Cuidado al medio ambiente y biodiversidad
- c) Consentimiento informado
- d) Transparencia en la investigación
- e) Cumplimiento éticos y comunidad en ámbito científico

**Artículo 9:** la ética institucional en la investigación, en instancias interdisciplinarias, con la autoridad y decisión, tiene como fin tomar en primer lugar respeto para la vida medio ambiente y aspecto de salud. Cabe precisar la norma ética tanto en nacional e internacional como menciona la comisión de ética, denuncia tajantemente las malas prácticas en ciencia que adhieren los valores y la honra, con el propósito de direccionar el objetivo del hacer científico.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Resultados

La presente investigación está enfocada en el modelamiento hidrológico de la cuenca chotano empleando el método de número de curva para determinar caudales máximos, para ello se tratará puntos específicos ya determinados



**Fig. 8.** Delimitación cuenca chotano

Nota: La ubicación geográfica involucra la cuenca del río chotano, la misma ubicación del distrito de Cochabamba, provincia de chota, departamento de Cajamarca, las obras de la cuenca están ubicada aproximadamente de la quebrada tondora y rejo.

Referente a identificar las precipitaciones Máximas de 24 Horas generadas en la cuenca Chotano, se tiene:

**Tabla III .**  
Información de parámetros básicos

OID	VALUE	COUNT	AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD	SUM
0	1	383	76632767	900	1313.65	413.65	1148.67	117.91	439941.84
1	2	660	132056465	1316.100098	1611.07	294.97	1479.44	83.78	976432.58
2	3	837	167471608	1611.645386	1853.62	241.97	1743.36	66.78	1459192.03
3	4	910	182077854	1854.458984	2056.65	202.19	1964.52	60.26	1787714.04
4	5	974	194883329	2056.990723	2229.71	172.72	2149.31	48.69	2093428.87
5	6	1209	241903434	2230.181152	2389.83	159.65	2310.51	46.01	2793409.05
6	7	1144	228897873	2390.217041	2559.95	169.73	2469.68	49.98	2825308.79
7	8	970	194082987	2560.592041	2739.90	179.30	2650.77	51.08	2571250.51
8	9	900	180076998	2740.377197	2939.59	199.21	2829.61	57.03	2546652.58
9	10	683	136658433	2940.339355	3174.88	234.54	3050.66	67.21	2083600.25
10	11	543	108646456	3175.576172	3441.07	265.50	3299.55	76.97	1791654.05
11	12	403	80634478	3443.611084	3977.53	533.92	3586.37	107.22	1445306.02

Nota: El parámetro básico se denota la tabla x, donde se halla el área de 1924.06 km<sup>2</sup> siendo el perímetro 257.7 km.

**Tabla IV .**

## Información de registros meteorológicos

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1998	142.20	121.10	214.70	246.90	66.60	0.30	8.70	26.80	66.70	101.40	71.40	143.80
1999	109.30	256.70	123.00	62.10	40.80	140.20	18.50	16.90	143.50	94.90	59.10	124.20
2000	49.10	139.30	128.50	134.30	119.00	86.90	2.10	18.30	67.50	8.20	50.20	145.80
2001	105.70	49.70	270.60	127.80	69.90	4.70	3.20	0.00	126.70	117.00	97.30	98.20
2002	69.30	69.70	174.60	113.00	67.40	2.10	11.10	1.80	20.30	77.20	124.80	101.40
2003	68.40	101.50	98.50	74.30	24.50	97.20	7.40	7.30	105.60	73.10	144.80	100.50
2004	86.50	33.80	67.30	109.80	81.00	1.10	26.10	1.80	88.40	95.10	178.00	106.60
2005	28.90	126.40	225.10	64.50	10.20	14.90	1.40	5.80	40.10	160.20	75.90	97.50
2006	83.50	183.20	256.60	81.70	3.50	15.40	26.00	14.90	75.90	66.00	168.70	96.60
2007	67.40	26.70	159.60	134.40	83.90	0.00	10.40	30.50	36.20	157.40	136.80	46.60
2008	98.90	267.70	111.60	102.90	60.70	18.10	6.50	49.40	139.00	198.80	121.70	19.30
2009	162.20	94.30	325.00	117.60	84.40	27.30	3.70	9.90	47.60	104.20	131.80	74.80
2010	34.50	146.80	199.50	132.70	50.40	27.50	29.30	20.70	60.80	61.40	41.30	47.30
2011	68.60	121.20	83.10	141.10	25.70	1.80	20.20	6.90	72.20	56.10	51.30	131.40
2012	242.60	191.20	147.40	196.00	83.80	1.00	8.70	0.60	24.50	128.40	124.90	85.30
2013	113.10	86.20	192.30	88.30	214.70	15.90	18.80	41.70	9.10	146.10	15.60	53.20
2014	38.60	109.60	186.10	73.90	155.40	14.50						

Nota: La información de registros meteorológicos, según la aproximación máxima de 325.km, se muestra en la tabla x una serie de años desde 1998 hasta el 2014 desde los meses enero hasta diciembre progresivamente.

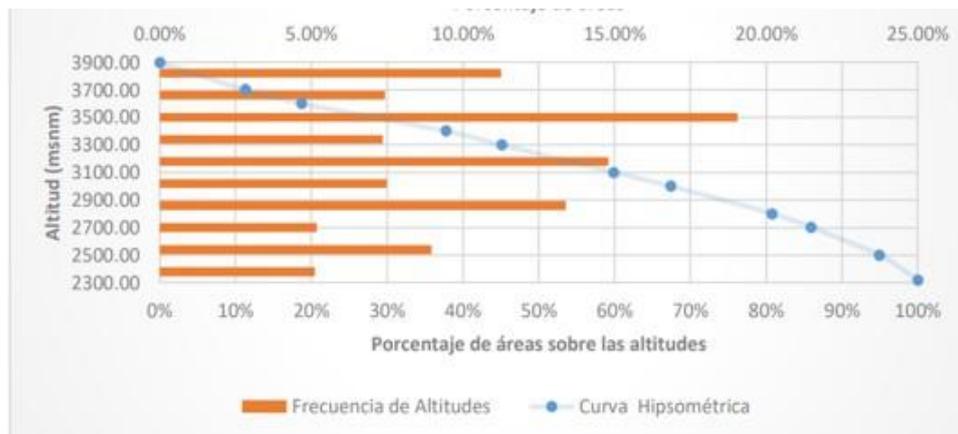
**Tabla V .**

## Transformación de precipitaciones

Año	P max24h (mm)						
1968	33.3	1978	47.2	1999	48.2	2009	49.0
1969	40.5	1979	34.8	2000	35.6	2010	54.2
1970	33.1	1981	35.0	2001	35.9	2011	32.9
1971	50.2	1982	27.5	2002	47.0	2012	53.2
1972	28.0	1993	36.6	2003	60.7	2013	36.8
1973	36.6	1994	32.5	2004	57.0	2014	39.5
1974	30.2	1995	90.8	2005	38.3	2015	37.2
1975	62.0	1996	28.3	2006	61.8	2016	6.3
1976	41.0	1997	45.2	2007	33.7	2017	53.1
1977	34.0	1998	74.3	2008	59.1	2018	28.9

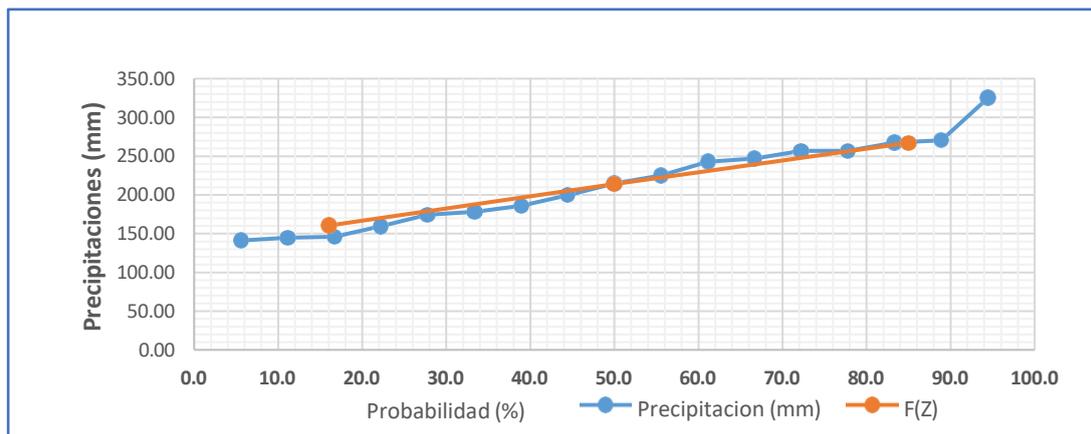
Nota: La transformación de precipitaciones define los años desde 1968 hasta 1977 define el año hidrológico. Este da inicio en el mes de menor precipitación media largo periodo como se define en la tabla en mención.

**Realizar la transformación de la precipitación total a precipitación efectiva de la cuenca Chotano.**



**Fig. 9.** Curva hipsométrica y frecuencia de altitudes

Nota: Se muestra la curva hipsométrica y frecuencias de altitudes, la curva hipsométrica muestra el parámetro de relieve que muestra hallar la gráfica en variación altitudinal de una cuenca, cabe acotar los porcentajes de altitudes como se muestra en el gráfico.

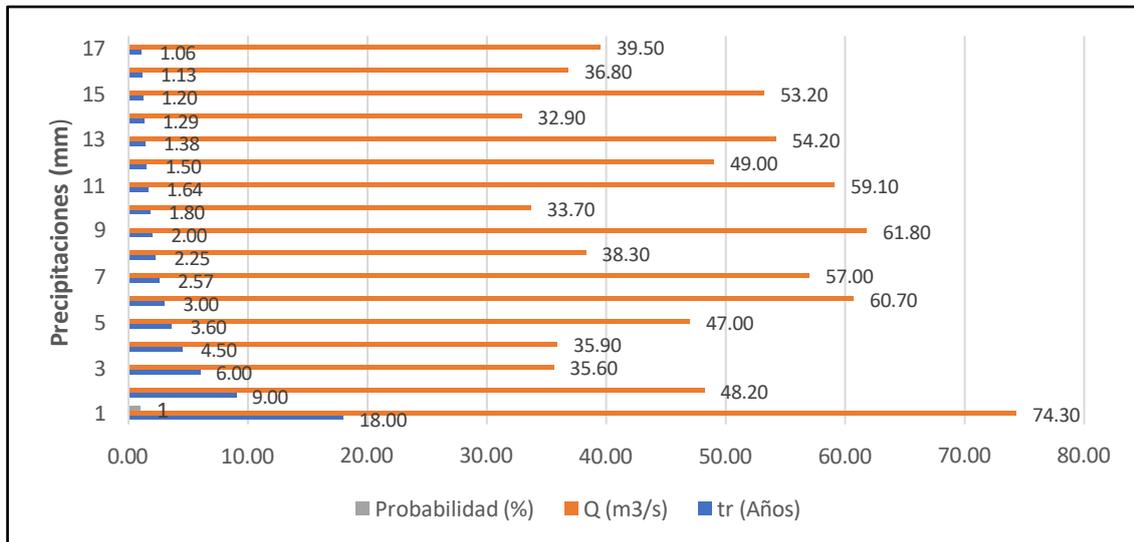


**Fig. 10.** Precipitación versus probabilidad

Nota: En la estación chotano, el periodo de retorno, se define en el lapso o números de años la cual divide el número obtenido por el resultado por 100, muestra un valor

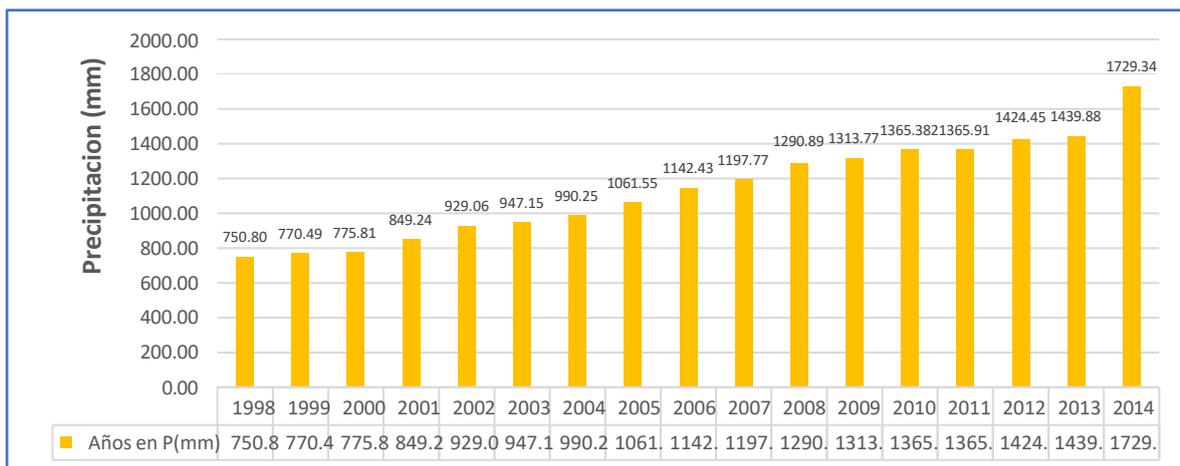
porcentual conocida retorno, según las precipitaciones determinado, entre la precipitación versus probabilidad.

**Referente a analizar la representación gráfica de la profundidad de precipitación (P) y esorrentía directa (Pe).**



**Fig. 11.** De la familia de curvas según esorrentía

Nota: De la familia de curva según la esorrentía, se utiliza el coeficiente de esorrentía, donde se define en tiempo de retorno como se determina y el Q (m³/s) con sus resultados determinados según el modelamiento hidrológico para la cuenca chotano.



**Fig. 12.** Histograma chotano

Nota: Las precipitaciones de los años 1998 con un valor de 750.80 mm hasta el año 2014 con valor de 1729.34mm como se muestra en el gráfico.

Referente a determinar la familia de curvas según el grado de escurrimiento directo

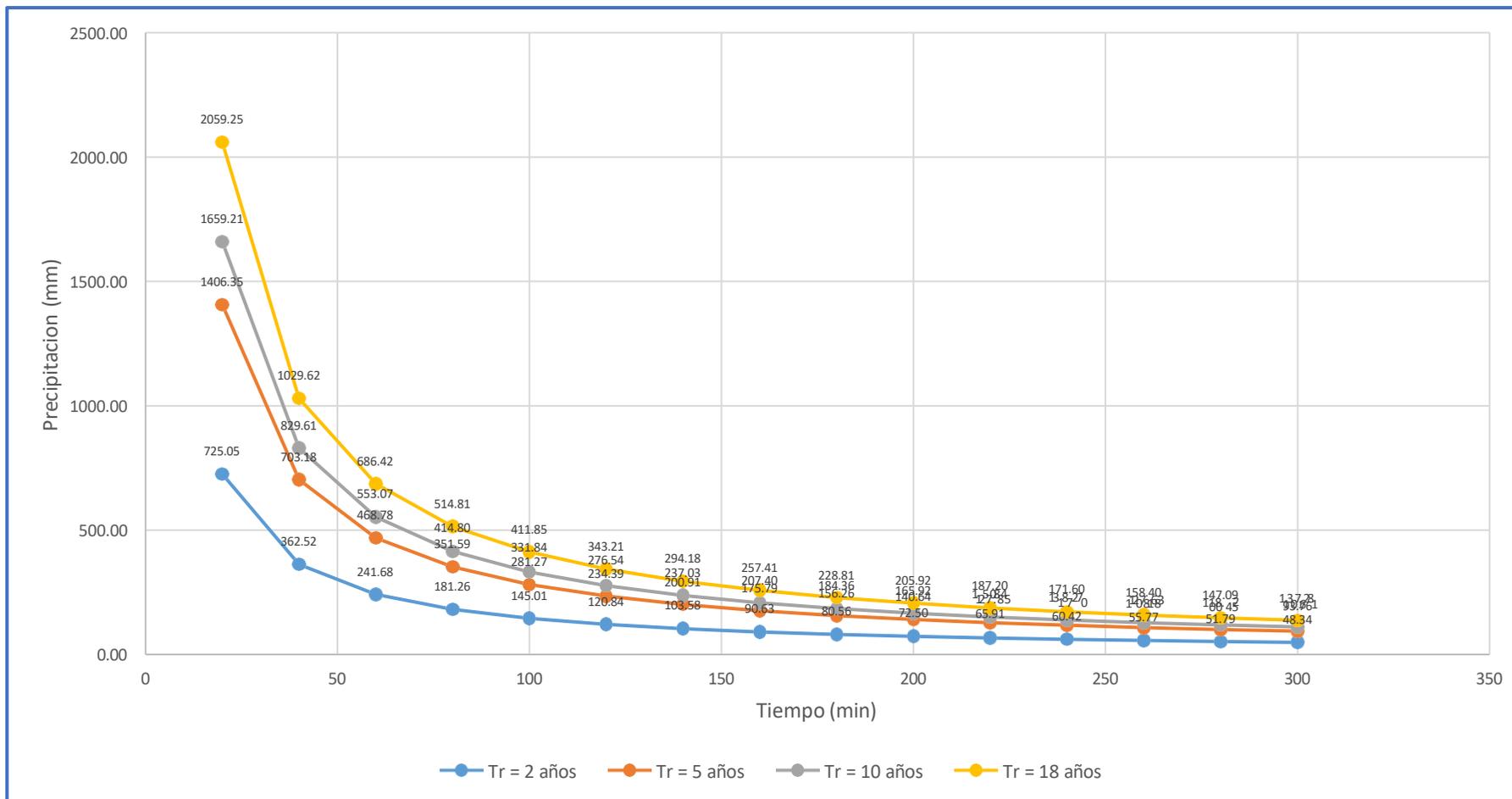
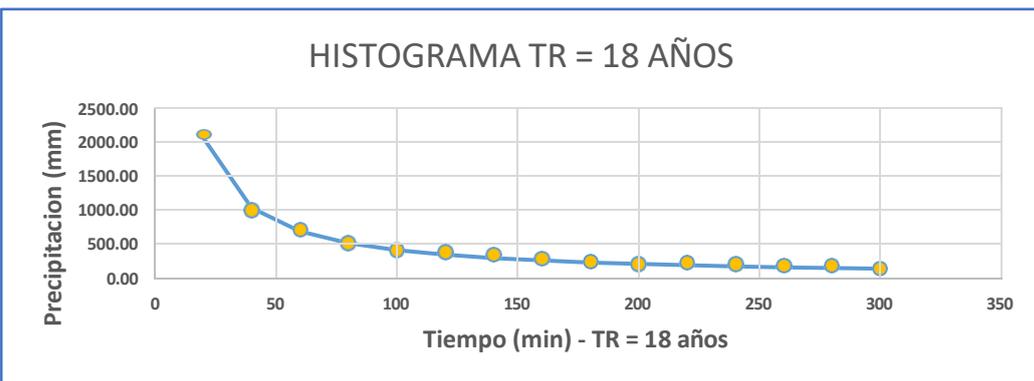
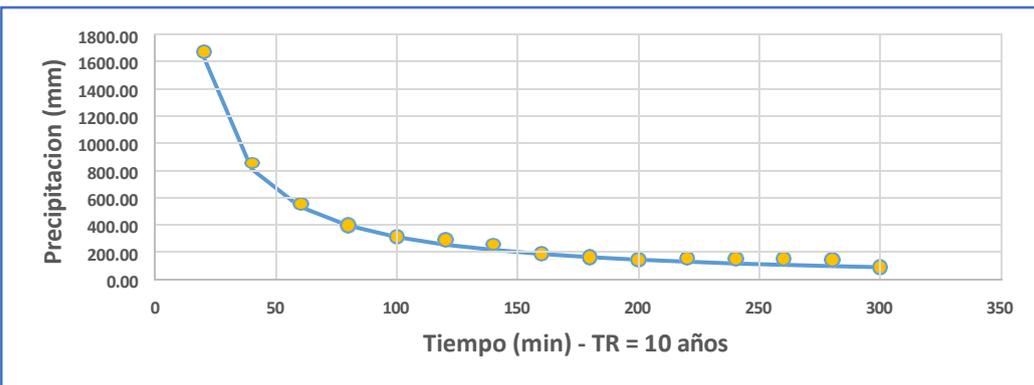
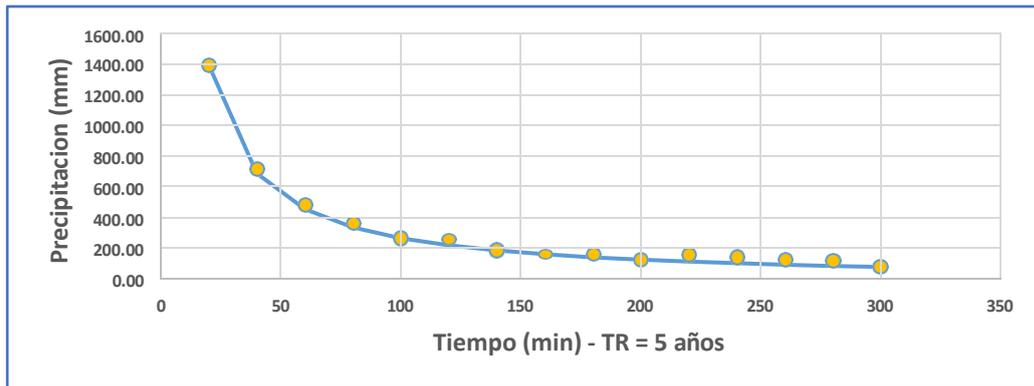
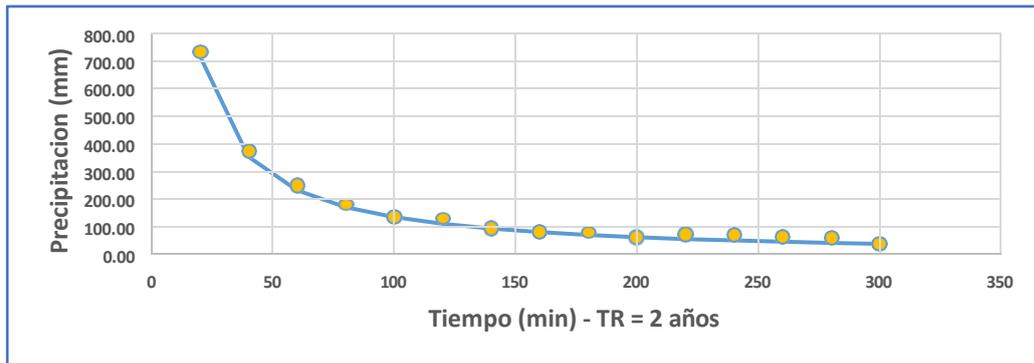


Fig. 13. Escurrimiento

Nota: Se aprecia el grado de escurrimiento directo con una duración de (mm) y un tiempo de retorno desde los 2 años hasta los 18 años con cada data en curvas IDF – estación Chotano.



**Fig. 14.** Histograma en tiempo de retorno 2 años hasta los 18 años

Nota: Se aprecia el histograma en tiempo y retorno comenzando desde los 2 años hasta los 18 años, determinando su precipitación en (mm) y tiempo en (min), para cada año modelado.

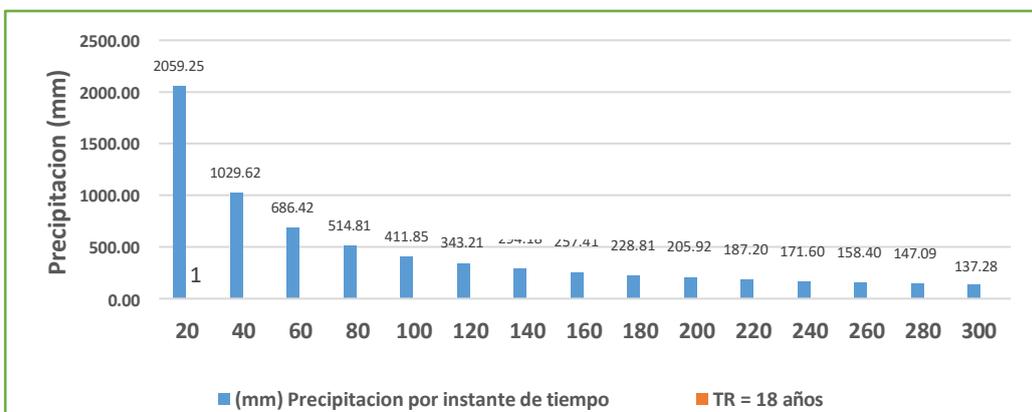
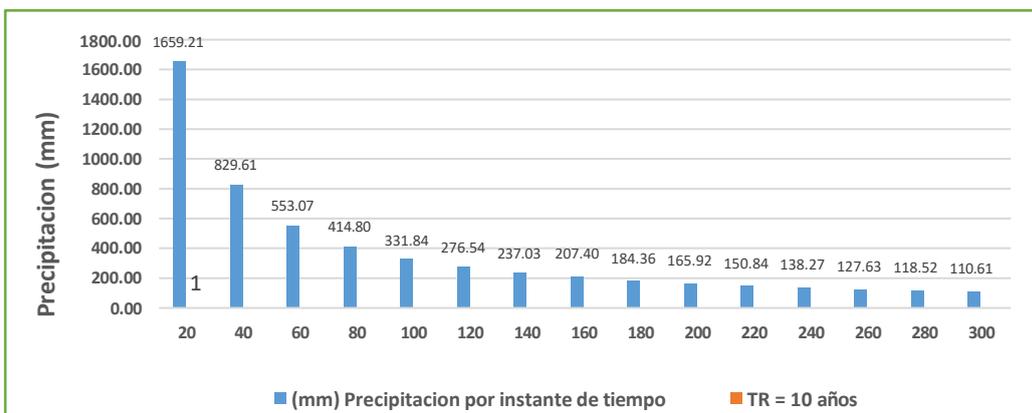
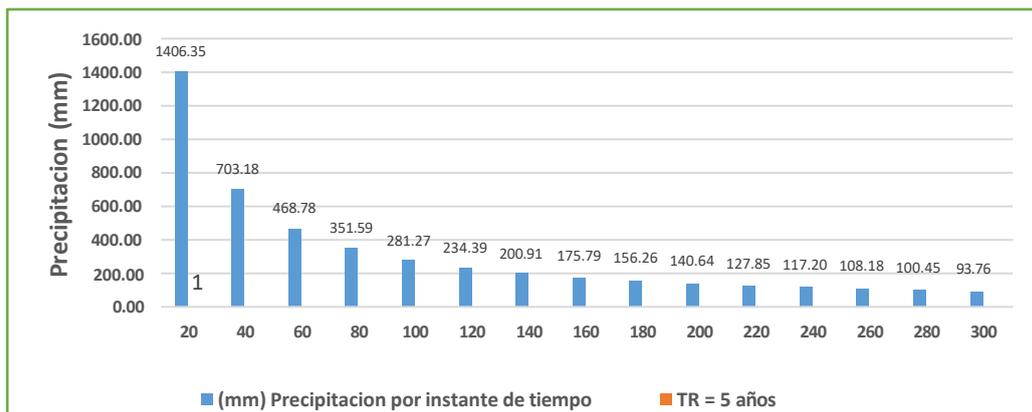
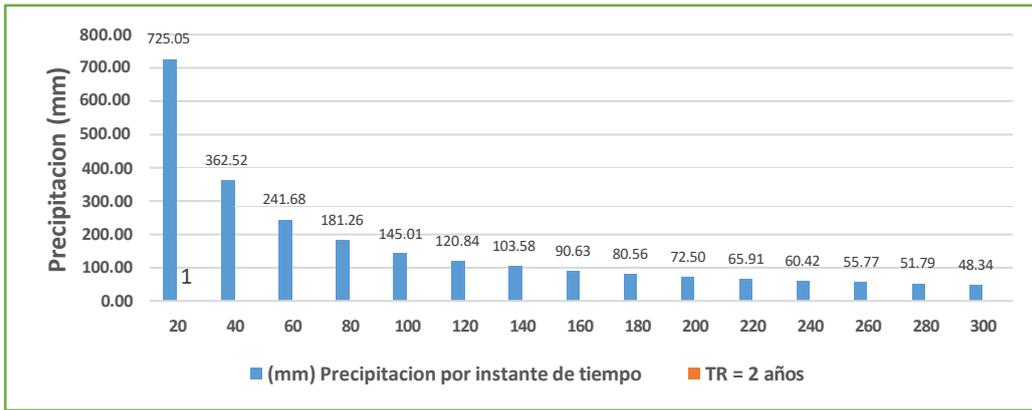
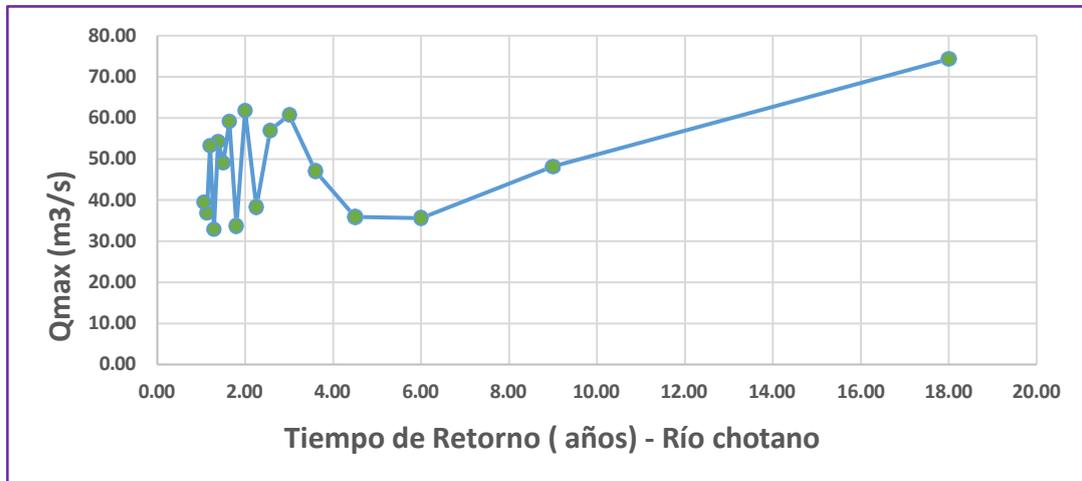


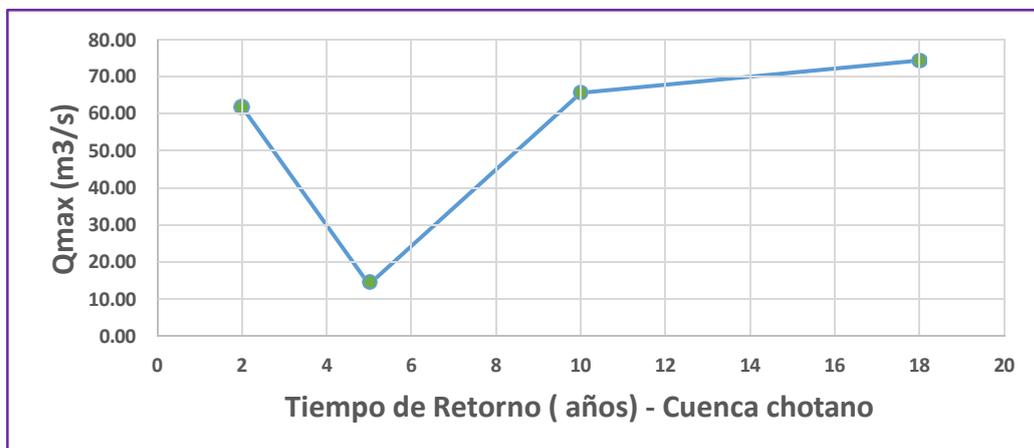
Fig. 15. Hietograma de precipitación de TR desde los 2 años hasta los 18 años

Nota: Muestran un Hietograma de precipitación de TR desde los 2 años hasta los 18 años, calculado en (mm) y precipitación por instante de tiempo, modelado para cada año según corresponde.



**Fig. 16.** Tiempo de retorno río chotano

Nota: El río chotano afluente del río Huancabamba, tiene una estación de registros hidrométricos, ubicada en lajas. las descargas del río chotano, son derivadas hacia el río chancay, mediante un túnel que ha sido puesto en servicio, el cual tiene una capacidad de conducción de aproximadamente 31m<sup>3</sup> /s.



**Fig. 17.** Tiempo de remota cuenca chotano

Nota: La cuenca chotana drena 355 km<sup>2</sup> con una producción de 6 m<sup>3</sup> / equivalente a 186.8 MMC anuales, en los cuales se incluyen los 97.14 MMC producidos en la cuenca del Conchano, que son derivados a la cuenca del Chotano, por el túnel del mismo Conchano. La producción de la cuenca del Chotano es de 3 m<sup>3</sup>/s equivalente a 92.4 MMC.

## 3.2 Discusión

**O.E.1** Referente a las precipitaciones máxima de 24 horas generadas de la cuenca, se tiene una precipitación máxima de 325mm, precipitación originada en el mes de marzo, siendo uno de los meses de valores más altos de precipitaciones por su temporada de lluvias, dentro de los cuales en el año 2009, se logró llegar a esta precipitación, esto beneficia por lo que se tiene mayor escorrentía y se logra un mayor almacenamiento de caudal, debido que la saturación del suelo se logra con mayor facilidad y se tiene una escorrentía más alta. Si analizamos los estudios de Vitón., [19], está de acuerdo con lo investigado ya que, para delimitar y caracterizar las propiedades morfométricas de las cuencas, en sus resultados el método racional fue de 58.61, 65.76, 72.87 y 82.28 m<sup>3</sup>/s para periodos retorno de 50, 100, 200 y 500 años. Concluyó que mediante el método racional a pesar de insuficiencia en datos pluviométricos de 24 horas en la región. Por otro lado Balladares., [21], se direcciona su estudio en calcular el caudal máximo de diseño utilizando modelos Hidrológicos y especificaciones hidráulicas para una estructura de una cuenca, mostro una metodología donde la población de estudio incluyó un número infinito de cuencas secas, mientras que la muestra se centró en la cuenca hidrográfica quebrada con área 187.81 Km<sup>2</sup>. , en resultados mostro se determinó el cauce es 3.63 m<sup>2</sup>/s, resulta en profundidad de 2.50 m. concluyó la combinación de los métodos racional modificado información valiosa para el modelado de estructuras en esta cuenca específica. Apoyando con los resultados de este estudio. Por último, aporte se tiene la investigación de Kamuju., [14], menciona que se empleó número de curva en conservación del suelo para la pérdida de precipitación para el direccionamiento de la escorrentía. En sus resultados los valores de escorrentía máxima en la desembocadura de la cuenca de Rampur: 4729,5 m<sup>3</sup>/s para un período 1000 años, 4263,9 m<sup>3</sup>/s a 500 años, 3196,5 m<sup>3</sup>/s a 100 años, 2745,3 m<sup>3</sup>/s a 50 años y 953,7 m<sup>3</sup>/s a 10 años. Concluyó puede resultar principal los recursos hídricos en la planificación hidrológica en la región, estando de acuerdo con lo investigado, ya que este modelamiento puede utilizarse como guía para futuros trabajos de evaluación del riesgo de inundaciones en el área de estudio.

**O.E.2** Concerniente a la transformación de la precipitación total a precipitación efectiva de la cuenca, se determina el comportamiento de las lluvias, así como las condiciones de suelo, se pudo determinar las precipitaciones efectivas, las cuales también están vinculadas con la humedad del suelo, para ello podemos analizar el estudio de Verma et al., [15], donde emplearon diversas técnicas como el SCS-Número de Curva, el hidrograma unitario SCS, En sus resultados la subcuenca de Vautha, se lograron valores de  $R^2$  de 0,88 y NSE de 0,84 durante la calibración, y de 0,87 y 0,84 respectivamente en la validación. Concluyeron que el modelo HEC-HMS propuesto puede representar eficazmente los procesos de precipitación y escorrentía en el río Alto Sabarmati, apoyando a este estudio ya que se asemeja. Por otro contexto según Ordoñez., [22], menciona su metodología donde la muestra incluyó 11 estaciones meteorológicas y 1 estación hidrológica, en sus resultados alcanzó un coeficiente de Nash de 0.93, considerado como un resultado altamente satisfactorio en términos de precisión y ajuste del modelo. Concluyó el manejo que lo convierten en una herramienta eficaz para este tipo de análisis. Apoyando a este estudio. Pero si comparamos los estudios de Carrión., [24], menciona que se llevó a cabo el entrenamiento y calibración del 80% de los registros, reservando el 20% restante para validar los datos de temperatura, caudal y precipitación, concluyo que el estudio logró reconstruir de forma exitosa los registros hidrometeorológicos en la cuenca Chancay Lambayeque. Estando de acuerdo con lo investigado, ya que este estudio bien garantiza una herramienta valiosa para la planificación y gestión de recursos hídricos.

**O.E.3** Referente a la representación gráfica de la profundidad de precipitación y escorrentía directa, por lo que las condiciones se cuenca y conocer que la escorrentía la cual fue estimada mediante los análisis estadísticos basados en registros observados durante un determinado periodo de tiempo y con una frecuencia de observación óptima, lo cual permitió la realización de estudios de probabilidad, es por ello que si analizaos los estudios de Miranda., [17], nos direcciona a identificar niveles en riesgo de inundación causados por máximas crecidas en esa área, mostró una metodología en escorrentía y precipitación para calcular caudales máximos en distintos períodos de retorno mencionados (25 años, 100 años

y 500 años). En sus resultados mostraron caudales máximos para períodos en retorno a los 25 años (117.10 m<sup>3</sup>/s), 100 años (178.20 m<sup>3</sup>/s) y 500 años (276.40 m<sup>3</sup>/s), concluyó que la sub cuenca baja del río, presentan niveles significativos de riesgo de inundación debido a las máximas crecidas, lo cual representa una amenaza para las viviendas y la población que reside en esas zonas. En términos generales este estudio apoya a lo investigado. Por otro lado la investigación de Burga., [23], menciona que diversas fuentes de información, que incluyeron datos climáticos globales (CFSR y CHRS) y locales (grillado de PISCO y de SENAMHI), en sus resultados se logró calcular la tasa de erosión en la cuenca, destacando que las subcuencas 4 y 5 mostraron una mayor acumulación de sedimentos, concluyo que el flujo de escorrentía y sedimentación, convirtiéndose en una herramienta valiosa para la planificación y gestión de recursos hídricos. Apoyando a esta investigación dada, por último, estudio tenemos a Fan et al., [12], donde apoya a lo investigado por tener parecido los modelados donde mostraron una metodología básica, donde recopilaron tres cuencas diferentes en las distintas resoluciones del DEM (12,5, 25, 50, 100, 500 y 1.000 m) y mapas de uso de la tierra (250, 1.000 y 2.500 m). En sus resultados finales del modelo mostraron que las variaciones del tamaño de las celdas del DEM afectan significativamente las características topográficas de una cuenca, como el área, la pendiente media, modelado de inundaciones, especialmente en cuencas montañosas hasta un 15% para un tamaño de celda DEM de 1.000 m en comparación con 12,5 m. Concluyeron que todos los modelos, al aumentar el tamaño de la celda del DEM, se redujo la profundidad de escorrentía simulada.

**O.E.4** Referente a determinar una familia de curvas según el grado de escurrimiento directo, que mediante el procesamiento y generación de información en ArcGis poder conocer las características geomorfológicas de la cuenca, determinando buenos resultados en modelamiento hidrológico de la cuenca chotano con el método numérico en caudales máximos, es por ello que si analizamos los estudios de Othman et al., [13], donde se encontró que la calibración y validez fue satisfactoria con ME entre 0,5 y 0,8. Concluyeron que el modelado a emplear para pronosticar caudal del río y ayuda en las obras de mitigación de inundaciones para reducir los impactos junto con el uso de costos. Además, la investigación

puede utilizarse como guía para futuros trabajos de evaluación del riesgo de inundaciones en el área de estudio, apoyando a esta investigación. Por otro contexto las investigaciones de Becerra., [25], menciona que la delimitación de la subcuenca "Kattis" (Mullo) y se determinaron diversos parámetros como área, perímetro, pendiente, así como índices de forma y compacidad, en sus resultados se lograron obtener los parámetros hidrográficos de la subcuenca "Kattis" (Mullo) y se destacó su forma y potencial erosivo, concluyó comparar y contrastar el análisis de inundabilidad en la región estudiada. Estando de acuerdo con la investigación demostrada. Como ultimo aporte los estudios de Flores y Cairampoma., [20], esta de acuerdo con el estudio ya que refiere que utilizando el software para estimar el caudal máximo en la cuenca del río Mala. Se empleará información pluviométrica y un modelo digital de elevación con este propósito. En sus resultados precisa estimaciones y caudales máximos a través del modelado hidrológico. Concluyeron que contribuyen a la protección efectiva de estas áreas frente a eventos como el fenómeno El Niño

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 Conclusiones**

Se determinó las precipitaciones máximas de 24 horas en la cuenca de Chota, tomando en cuenta datos desde 1998 hasta 2014, los cuales fueron procesados de manera adecuada para obtener resultados beneficiosos para la investigación.

Se efectuó la transformación de las precipitaciones totales obtenidas de los registros en los años mencionados a las precipitaciones efectivas que produciría la cuenca chotana.

Se logró analizar las precipitaciones versus escorrentía, los cuales involucran características del suelo y cubierta existente, de esta forma se determina la condición de suelo y la vegetación existente, Clasificando como un suelo hidrológico de tipo B, el cual tiene una infiltración media a superior la cual comienza a tornar efecto cuando ya el suelo este mojado en su totalidad.

Se logró determinar la familia de curvas de acuerdo al grado de escurrimiento y conocer los caudales picos, los cuales vienen relacionados a las precipitaciones y la escorrentía existente dentro del área de influencia de la cuenca chotano.

## **4.2 Recomendaciones**

Llevar a cabo investigaciones para diseñar y construir puntos de medición en cuencas y microcuencas, con el propósito de ajustar los resultados para la aplicación de este y otros métodos de estimación de caudales máximos.

La creación de mapas temáticos que identifiquen cuencas con similitud hidráulica en la provincia de Chota, con la meta de facilitar la transferencia de información hidrológica para la planificación de los recursos hídricos.

Realizar un ajuste KS correcto hasta lograr el cumplimiento y no llegar a realizar el análisis de consistencia.

Realizar análisis sobre la caracterización morfológica de los sistemas hidrológicos presentes a lo largo de la provincia de Chota.

## REFERENCIAS

- [1] M. Pirastru, M. Iovino, R. Marrosu, S. Di Prima, F. Giadrossich and H. Awada, "Conductividad hidráulica lateral del suelo saturado a gran escala como métrica para la conectividad de las rutas de flujo subterráneo a escala de ladera," *Procesos hidrológicos*, vol. 36, no. 08, p. e14649, 2022.
- [2] M. Kencanawati, D. Iranata and M. A. Maulana, "Sistema de modelización hidrológica Aplicación HEC-HMS para la determinación directa de la escorrentía," *Revista del Hombre, la Tierra y el Futuro*, vol. 04, no. 02, pp. 153 - 165, 2023.
- [3] Q. Lin, B. Lin, D. Zhang and J. Wu, "Sistema prototipo basado en la web para la simulación y previsión de inundaciones a partir del modelo HEC-HMS," *Modelización medioambiental y software*, vol. 158, p. 105541, 2022.
- [4] Q. Abdelal, A. Al-Rawabdeh, K. A. Qudah, C. Hamarneh and N. Abu-Jaber, "Evaluación hidrológica e implicaciones de gestión para el antiguo sistema nabateo de control de inundaciones en Petra, Jordania," *Revista de hidrología*, vol. 601, p. 126583, 2021.
- [5] J. Wang, X. W. Y. Wang and D. Yang, "Modelación probabilística de la severidad y altura de las precipitaciones para localizar la estructura de recarga artificial superficial," *Gestión de recursos hídricos*, vol. 37, p. 955–974, 2023.
- [6] M. Kencanawati, N. Anwar and M. Maulana, "Modificación de la formulación básica de hidrología basada en un enfoque del método racional en la medición de campo.," *Ciencia de la tierra y medio ambiente*, p. 012051, 2021.
- [7] G. Namwade, M. Trivedi, M. K. Tiwari and G. Patel, "Modelado de precipitaciones y escorrentía utilizando el modelo HEC-HMS, teledetección y SIG en Middle Gujarat, India," *Revista Internacional de Medio Ambiente y Cambio Climático*, vol. 13, no. 09, pp. 952-962, 2023.
- [8] B. Jabri, M. A. Hessane, A. Morabbi and K. Msatef, "Aplicación del método del número de curva del Servicio de Conservación del Suelo para la estimación de la escorrentía en la cuenca hidrográfica de Sebou, Marruecos," *Ingeniería ecológica y tecnología medioambiental*, vol. 23, no. 06, pp. 70 - 81, 2022.
- [9] G. K. Mohamed Msaddek and A. E. Garouani, "Modelización hidrológica de la cuenca superior de OumErRabia (Marruecos), estudio comparativo de los métodos del modelo HEC-HMS basado en eventos y de proceso continuo," *Ingeniería Computacional del Agua, Energía y Medio Ambiente*, vol. 09, no. 04, 2020.
- [10] P. Hulsman, H. C. Winsemius, C. I. Michailovsky, H. H. Savenije and M. Hrachowitz, "Utilización de observaciones altimétricas combinadas con GRACE para seleccionar conjuntos de parámetros de un modelo hidrológico en una región con escasez de datos," *Hidrología y Ciencias de la Tierra*, vol. 24, no. 06, pp. 3331 - 3359, 2020.
- [11] M. Prabaswara and W. T.N, "Simulación lluvia-escorrentía basada en eventos utilizando diferentes métodos de pérdida de precipitación: estudio de caso en una cuenca tropical monzónica," *Gestión sostenible de los recursos hídricos*, vol. 09, no. 01, p. 16, 2023.

- [12] J. Fan, M. Galoie, A. Motamedi and J. Huang, "Evaluación del impacto de la resolución de la cubierta terrestre en la incertidumbre de los modelos de inundaciones," *Investigación hidrológica*, vol. 52, no. 01, pp. 78 - 90, 2021.
- [13] N. Othman, N. Romali, S. Samat and A. Ahmad, "Calibración y validación del modelo hidrológico mediante HEC-HMS para la cuenca del río Kuantan," *Ciencia e ingeniería de materiales*, vol. 1092, 2021.
- [14] N. kamuju, "Reducción de los escenarios continuos de precipitaciones y escorrentías en la cuenca nevada de Himachal Pradesh (India) mediante una modelización hidrológica basada en el Sistema de Información Geográfica (SIG).," *Revista Internacional de Investigación en Ingeniería y Tecnología Avanzada (IJERAT)*, vol. 09, no. 01, pp. 1-12, 2023.
- [15] R. Verma, M. Sharif and A. Husain, "Aplicación de HEC-HMS para el modelado hidrológico de la cuenca superior del río Sabarmati, Gujarat, India," *Modelado de sistemas terrestres y medio ambiente*, vol. 08, no. 04, pp. 5585 - 5593, 2022.
- [16] S. A. Al-zubaidi and B. S. U. cama, "Estudio y evaluación del uso de aguas superficiales en el pantano de Shuwaija en la gobernación de Wasit (Irak)," *Revista de ingeniería*, vol. 30, no. 03, 2024.
- [17] M. S. B. Miranda, "MODELAMIENTO HIDROLOGICO DE MAXIMAS AVENIDAS PARA ESTIMAR LOS NIVELES DE PELIGRO A INUNDACION EN LA SUB CUENCA DEL RIO SHULLCAS," HUANCAYO, 2020.
- [18] R. A. E. Oblitas and R. N. Romero, "Modelamiento Hidráulico Ehidrológico De La Quebrada Bomboca, Zona Urbana Del Centro Poblado Chunchuquillo, Para Condiciones Extremas, Usando Hec-Ras," Jaén, 2019.
- [19] L. F. S. Vitón, "Generación De Caudales Máximos A Través Del Método Témez En Cuenas Sin Información Pluviométrica De 24 Horas, Subcuenca Del Río Chetillano, Chota, 2021," Chota, 2022.
- [20] C. V. Flores and M. R. Cairampoma, "Determinación de caudales máximos aplicando el modelo HECHMS en la cuenca del río Mala," 2020.
- [21] M. G. A. Balladares and W. J. A. Marchán, "Estimación de caudales máximos en Cuenas secas y aplicación en diseños obras de defensas ribereñas: caso Quebrada Angostura, Tumbes, 2019," Tumbes, 2019.
- [22] L. S. Ordoñez Rimarachin, "Aplicación de redes neuronales artificiales (RNA) al modelamiento de lluvia-escorrentía en la cuenca del río Chancay Lambayeque," Pimentel, 2022.
- [23] J. J. Burga Carrasco, "Evaluación de la Deposición Sedimentológica en la Subcuenca Racarrumi - Chancay-Lambayeque Utilizando la Aplicación del Modelo SWAT," Lambayeque, 2023.
- [24] J. F. Carrion Peña, "Aplicación de técnicas de aprendizaje automático para la reconstrucción de registros hidrometeorológicos en la Cuenca Chancay Lambayeque," Chiclayo, 2023.

- [25] Y. A. Becerra Eneque, "Análisis de Inundabilidad Producido por el Río Kattis en el Distrito de San Andrés Provincia de Cutervo Región de Cajamarca," Chiclayo, 2023.
- [26] C. S. Perez Morales, "Modelo hidrogeoquímico 3D de la Cuenca Río Motupe – La Leche," Pimentel, 2023.
- [27] R. Mulyadi, Y. B. Sulistioadi and A. Suhardiman, "MODELIZACIÓN HIDROLÓGICA CON HEC-HMS EN LA SUBCUENCA DEL KARANGMUMUS EN SAMARINDA," *Mulyadi*, vol. 04, no. 01, 2020.
- [28] N. Velásquez, R. Mantilla, W. Krajewski, F. Quintero and A. D. L. Zanchetta, "Identificación y regionalización de parámetros de enrutamiento de caudales mediante aprendizaje automático para el modelo hidrológico HLM en Iowa," *Revista de Avances en Modelización de Sistemas Terrestres*, vol. 14, no. 07, p. e2021MS002855, 2022.
- [29] S. Li, H. Kazemi and T. D. Rockaway, "Modelización estadística del rendimiento hidrológico de un conjunto de prácticas de infraestructura verde," *Ciencia y tecnología del agua*, vol. 84, no. 12, pp. 3663 - 3675, 2021.
- [30] J. A. E. López, L. A. I. Castillo, R. A. Ramírez and J. M. G. Pizaña, "Modelo hidrológico distribuido utilizando imágenes GPM-IMERG en la cuenca del río Huaynamota, Nayarit, México," *Ciencia y tecnología del agua*, vol. 11, no. 05, pp. 276 - 302, 2020.
- [31] A. Kastali, A. Zeroual, S. Zeroual and Y. Hamitouche, "Auto-calibración del Modelo HEC-HMS para Inundaciones Históricas bajo Incertidumbre en la Curva de Valoración. Estudio de caso: Cuenca hidrográfica de Allala, Argelia," *Revista de Ingeniería Civil del KSCE*, vol. 26, no. 01, pp. 482 - 493, 2022.
- [32] H. Wang, S. Song, G. Zhang, O. O. Ayantobo and T. Guo, "Modelización estocástica de la volatilidad de series temporales de caudales diarios," *Investigación sobre recursos hídricos*, vol. 59, no. 01, p. e2021WR031662, 2023.
- [33] J. D. D. Moral-Erencia, P. Bohorquez, P. J. Jimenez-Ruiz and F. J. Pérez-Latorre, "Mapeo de peligros de inundaciones con simulaciones hidrológicas distribuidas y sedimentos de aguas tranquilas obtenidos mediante detección remota en cuencas no calibradas," *Agua (Suiza)*, vol. 13, no. 23, p. 3434, 2021.
- [34] A. Annis and F. Nardi, "GFPLAIN y modelización de asimilación de datos de múltiples fuentes: Conceptualización de un marco de previsión de inundaciones apoyado en la cartografía hidrogeomórfica rápida de llanuras de inundación," *Hidrología*, vol. 08, no. 04, p. 143, 2021.
- [35] T. H. P. K. M. Iqbal and K. Yarrakula, "Cartografía probabilística de inundaciones por crecidas en ríos tropicales poco aforados," *Revista Árabe de Geociencias*, vol. 13, no. 18, p. 940, 2020.
- [36] A. Dasgupta, P. K. Thakur and P. K. Gupta, "Potencial de los mapas de inundaciones derivados del SAR para la calibración de modelos hidrodinámicos en regiones con escasez de datos," *Revista de ingeniería hidrológica*, vol. 25, no. 09, p. 05020028, 2020.

- [37] A. Annis, F. Nardi, A. Petroselli, C. Apollonio, E. Arcangeletti, F. Tauro, C. Belli, R. Bianconi and S. Grimaldi, "UAV-DEM para la cartografía de riesgos de inundación a pequeña escala," *Agua (Suiza)*, vol. 12, no. 06, p. 1717, 2020.
- [38] J. C. Cacal, V. C. A. Austria and E. B. Taboada, "Simulación de escorrentía pluvial basada en eventos extremos utilizando técnicas de SIG en la cuenca de Irawan, Palawan, Filipinas," *Revista de Ingeniería Civil (Irán)*, vol. 09, no. 01, pp. 220 - 232, 2023.
- [39] W. Andrzej, R.-P. Artur, C. Agnieszka, H. Jon and P. Michał, "Influencia de los cambios en la permeabilidad de la cuenca y la frecuencia de las precipitaciones sobre la duración crítica de las tormentas en una cuenca urbanizada: estudio de un caso en Cracovia (Polonia).," *Agua (Suiza)*, vol. 11, no. 12, p. 2557, 2019.
- [40] S. Sarchani, K. Seiradakis, P. Coulibaly and I. Tsanis, "Cartografía de inundaciones en una cuenca no aforada," *Agua (Suiza)*, vol. 12, no. 06, p. 1532, 2020.
- [41] G. Papaioannou, L. L. A. Vasiliades, A. Alamanos, A. K. A. Efstratiadis, I. Tsoukalas and P. Kossieris, "Un enfoque de modelización de inundaciones para áreas urbanas y rurales en cuencas lacustres y fluviales a gran escala," *Agua (Suiza)*, vol. 13, no. 09, p. 1264, 2021.
- [42] M. X. Trinh and F. Molkenthin, "Mapeo de peligros de inundaciones para cuencas fluviales costeras con datos escasos y no medidos utilizando modelos hidrodinámicos avanzados, datos de precipitación de sensores remotos de alta resolución temporal-espacial e imágenes satelitales," *Peligros Naturales*, vol. 109, no. 01, pp. 441 - 469, 2021.
- [43] F. O.A and I. O.C, "Determinación del exponente en una cuenca nigeriana mal aforada a partir de la investigación de las características del flujo y del método de regionalización," *SN Ciencias Aplicadas*, p. 319, 2021.
- [44] F. N. Alqreai and H. A. Altuwaijri, "Modelización hidrológica y evaluación de la eficacia de las alcantarillas en las cuencas de drenaje que afectan al ferrocarril del norte en Wadi Malham," *Sostenibilidad (Suiza)*, vol. 15, no. 19, p. 14489, 2023.
- [45] T. D. Mengistu, T. A. Feyissa, I.-M. Chung, S. W. Chang and M. B. E. Yesuf, "Análisis regional de la frecuencia de las inundaciones para la gestión sostenible de los recursos hídricos de la cuenca del río Genale-Dawa (Etiopía)," *Agua (Suiza)*, vol. 14, no. 04, p. 637, 2022.
- [46] P. Duque-Sarango, D. M. Patiño and X. E. López, "Evaluación del Sistema de Modelación Hidrológica HEC-HMS para la Simulación Hidrológica de una Microcuenca Andina Tropical," *Información tecnológica*, vol. 30, no. 06, 2019.
- [47] H. H. Hasan, S. F. M. Razali, A. Z. I. A. Zaki and F. M. Hamzah, "Modelo hidrológico-hidráulico integrado para la simulación de inundaciones en cuencas urbanas tropicales," *Sostenibilidad (Suiza)*, vol. 11, no. 23, p. 6700, 2019.
- [48] H. Tongal and M. J. Booij, "Recocido simulado acoplado a un modelo Naïve Bayes y separación del caudal base para la simulación de caudales en una cuenca dominada por la nieve," *Investigación medioambiental estocástica y evaluación de riesgos*, vol. 37, no. 01, pp. 89 - 112, 2023.

- [49] S. Salim and M. Polin, "Modelado del caudal del río para el funcionamiento sostenible de la central hidroeléctrica en la cuenca Taludaa-Gorontalo," *Revista de ingeniería*, vol. 53, no. 03, 2021.
- [50] G. Pérez, J. D. G.-V. X. Y. Chen and T. Scheibe, "El modelo de hidrograma unitario direccional: La conexión de la respuesta del caudal con la dinámica de las tormentas," *Revista de Hidrología*, vol. 627, p. 130422, 2023.
- [51] D. D. A. P. Firdaus and C. J. Imrotul, "Un modelo hidrológico e hidráulico combinado para la predicción de inundaciones en el área del subsistema del río Buah, ciudad de Palembang," *Revista Internacional de Exploración de Ingeniería y Tecnología Avanzada (IJATEE)*, vol. 09, no. 08, 2022.
- [52] A. M. O. Romero and O. A. M. Troncos, "Estimación de caudales máximos con fines de prevención de inundaciones aplicando el modelo hidrológico HEC-RAS, caso Río Zarumilla – 2018," Tumbes, 2019.
- [53] G. S. D. Aguilar, "Modelamiento Hidrológico E Hidráulico Del Río San Ramón Para El Diseño Del Puente Evitamiento, Provincia De Satipo, Junín," Lima, 2019.
- [54] R. Hernández Sampieri, "Metodología de la investigación," Sexta edición, Mexico, 2019.
- [55] C. universitario, "RESOLUCIÓN DE DIRECTORIO N° 053-2023/PD-USS," Pimentel, 2023.
- [56] B. G. Tassew, M. A. Belete and M. K., "Aplicación del modelo HEC-HMS a la simulación de caudales en la cuenca del lago Tana: El caso de la cuenca de Gilgel Abay, cuenca alta del Nilo azul, Etiopía," *Hidrología*, vol. 06, no. 01, p. 19, 2019.
- [57] M. K, B. G. Tassew and M. A. Belete, "Aplicación del modelo HEC-HMS a la simulación de caudales en la cuenca del lago Tana: El caso de la cuenca de Gilgel Abay, cuenca alta del Nilo azul, Etiopía," *Hidrología*, vol. 06, no. 01, p. 19, 2019.
- [58] G. Papaioannou, G. Varlas, G. Terti, A. Papadopoulos, A. Loukas, Y. Panagopoulos and E. Dimitriou, "Cartografía de inundaciones en cuencas no aforadas mediante modelización hidrometeorológica-hidráulica acoplada: El caso catastrófico de la inundación repentina de 2006 en la ciudad de Volos, Grecia," *Agua (Suiza)*, vol. 11, no. 11, p. 2328, 2019.

## ANEXOS

Anexo 1. Validación de expertos .....	59
Anexo 2. Instrumento de validación estadística con criterio jueces expertos y criterio muestra piloto .....	69

## Anexo 1. Validación de expertos



Colegiatura N° 320474

### Ficha de validación según AIKEN

#### I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Cabanillas Hernandez Geiser Yamir	INGENIERO CIVIL EN CONSULTORIA RMG E.I.R.L	Evaluación Hidrológico de la Cuenca Chotano Empleando el Método del Número de Curva Para Determinar Caudales Máximos	Cubas Cieza Stalins
<b>Título de la Investigación:</b> Modelamiento Hidrológico de la Cuenca Chotano Empleando el Método del Número de Curva Para Determinar Caudales Máximos			

#### II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
<b>Propiedades físicas y mecánicas del adobe</b>		
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien

#### III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1	Identificaron correctamente las precipitaciones Máximas de 24 Horas generadas en la cuenca Chotano	X		X		X		X	
2	Realizaron correctamente la transformación de la precipitación total a	X		X		X		X	

	precipitación efectiva de la cuenca Chotano							
3	Analizaron correctamente la representación gráfica de la profundidad de precipitación y escorrenia directa	X		X		X		X
4	Determinaron correctamente una familia de curvas según el grado de escurrimiento directo	X		X		X		X

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )  
 Apellidos y nombres del juez validador: Cabanillas Hernandez Geiser Yamir  
 Especialidad: Ing. Civil

  
**GEISER YAMIR CABANILLAS HERNANDEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**REG. CIP: 320474**

ING. CABANILLAS HERNANDEZ GEISER YAIMIR

Colegiatura N° 75063

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Villegas Granados Luis Mariano	INGENIERO CIVIL EN UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN.	Evaluación Hidrológico de la Cuenca Chotano Empleando el Método del Número de Curva Para Determinar Caudales Máximos	Cubas Cieza Stalins
<b>Título de la Investigación:</b> Modelamiento Hidrológico de la Cuenca Chotano Empleando el Método del Número de Curva Para Determinar Caudales Máximos			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
<b>Propiedades físicas y mecánicas del adobe</b>		
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1	Identificaron correctamente las precipitaciones Máximas de 24 Horas generadas en la cuenca Chotano	X		X		X		X	
2	Realizaron correctamente la transformación de la precipitación total a	X		X		X		X	

	precipitación efectiva de la cuenca Chotano							
3	Analizaron correctamente la representación gráfica de la profundidad de precipitación y escorrentía directa	X		X		X		X
4	Determinaron correctamente una familia de curvas según el grado de escurrimiento directo	X		X		X		X

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )  
 ) Apellidos y nombres del juez validador: Villegas Granados Luis Mariano.  
 Especialidad: Ing. Civil

  
 Mariano Villegas Granados  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 75063

**ING. VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO**

**Colegiatura N° 332859**

**Ficha de validación según AIKEN**

**I. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
<b>VALLADOLID HERNÁNDEZ ALAN ERICK</b>	<b>ESTRUCTURAL</b>	Evaluación Hidrológico de la Cuenca Chotano Empleando el Método del Número de Curva Para Determinar Caudales Máximos	Cubas Cieza Stalins
<b>Título de la Investigación:</b> Modelamiento Hidrológico de la Cuenca Chotano Empleando el Método del Número de Curva Para Determinar Caudales Máximos			

**II. Aspectos de validación de cada Item**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
<b>Propiedades físicas y mecánicas del adobe</b>		
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien

**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1	Identificaron correctamente las precipitaciones Máximas de 24 Horas generadas en la cuenca Chotano	X		X		X		X	
2	Realizaron correctamente la transformación de la precipitación total a	X		X		X		X	

	precipitación efectiva de la cuenca Chotano							
3	Analizaron correctamente la representación gráfica de la profundidad de precipitación y escorrentía directa	X		X		X		X
4	Determinaron correctamente una familia de curvas según el grado de escurrimiento directo	X		X		X		X

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( \* ) No aplicable ( )

Apellidos y nombres del juez validador: Cieza Cascos Felipe Isaac

Especialidad: Ing. Civil

  
**ALAN ERICK VALLADOLID HERNANDEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**REG. CIP 332859**

**Colegiatura N° 155096**

**Ficha de validación según AIKEN**

**VII. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
LARREA SALDAÑA MAYRA R.	RIESGOS Y DESASTRES	Evaluación Hidrológico de la Cuenca Chotano Empleando el Método del Número de Curva Para Determinar Caudales Máximos	Cubas Cieza Stalins
<b>Título de la Investigación:</b> Modelamiento Hidrológico de la Cuenca Chotano Empleando el Método del Número de Curva Para Determinar Caudales Máximos			

**VIII. Aspectos de validación de cada Item**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
<b>Propiedades físicas y mecánicas del adobe</b>		
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien

**IX. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1	Identificaron correctamente las precipitaciones Máximas de 24 Horas generadas en la cuenca Chotano	X		X		X		X	
2	Realizaron correctamente la transformación de la precipitación total a	X		X		X		X	

3	precipitación efectiva de la cuenca Chotano Analizaron correctamente la representación gráfica de la profundidad de precipitación y escorrentía directa	X		X		X		X	
4	Determinaron correctamente una familia de curvas según el grado de escurrimiento directo	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( \* ) No aplicable ( )  
Apellidos y nombres del juez validador: Cieza Cascos Felipe Isaac

Especialidad: Ing. Civil



Ing. Marco R. Larrea Saldana  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 155096

**Colegiatura Nº 149333**

**Ficha de validación según AIKEN**

**I. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
OJEDA CANELO LUVY DEYSI	CONSULTOR DE OBRAS	Evaluación Hidrológico de la Cuenca Chotano Empleando el Método del Número de Curva Para Determinar Caudales Máximos	Cubas Cieza Stalins
<b>Título de la Investigación:</b> Modelamiento Hidrológico de la Cuenca Chotano Empleando el Método del Número de Curva Para Determinar Caudales Máximos			

**II. Aspectos de validación de cada ítem**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
<b>Propiedades físicas y mecánicas del adobe</b>		
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien

**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1	Identificaron correctamente las precipitaciones Máximas de 24 Horas generadas en la cuenca Chotano	X		X		X		X	
2	Realizaron correctamente la transformación de la precipitación total a	X		X		X		X	

	precipitación efectiva de la cuenca Chotano							
3	Analizaron correctamente la representación gráfica de la profundidad de precipitación y escorrentía directa	X		X		X		X
4	Determinaron correctamente una familia de curvas según el grado de escurrimiento directo	X		X		X		X

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( \* ) No aplicable ( )  
 Apellidos y nombres del juez validador: Cieza Cascos Felipe Isaac  
 Especialidad: Ing. Civil

  
 .....  
 Ing. Luvy Deysi Cieza Canelo  
 - CONSULTOR DE OBRAS  
 Reg. N° C45108 - CIP N° 149333

**Anexo 2.** Instrumento de validación estadística con criterio jueces expertos y criterio muestra piloto

## INSTRUMENTOS DE VALIDACION ESTADISTICA CON CRITERIO JUECES EXPERTOS Y CRITERIO MUESTRA PILOTO

### VALIDEZ Y CONFIABILIDAD POR 5 JUECES EXPERTOS

#### INSTRUMENTO PARA LA EVALUACIÓN DEL MODELAMIENTO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA CHOTANO EMPLEANDO EL MÉTODO DEL NÚMERO DE CURVA PARA DETERMINAR CAUDALES MÁXIMOS

Claridad				
	Precipitaciones Máximas de 24 Horas generadas en la cuenca Chotano	Transformación de la precipitación total a precipitación efectiva de la cuenca Chotano	Representación gráfica de la profundidad de precipitación y escorrentía directa	Familia de curvas según el grado de escurrimiento directo
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1
s	5	5	5	5
n	5			
c	2			
V de Aiken por dimensión	1	1	1	1
V de Aiken por criterio	1			

Contexto				
	Precipitaciones Máximas de 24 Horas generadas en la cuenca Chotano	Transformación de la precipitación total a precipitación efectiva de la cuenca Chotano	Representación gráfica de la profundidad de precipitación y escorrentía directa	Familia de curvas según el grado de escurrimiento directo
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1
s	5	5	5	5
n	5			
c	2			
V de Aiken por dimensión	1	1	1	1
V de Aiken por criterio	1			

Congruencia				
	Precipitaciones Máximas de 24 Horas generadas en la cuenca Chotano	Transformación de la precipitación total a precipitación efectiva de la cuenca Chotano	Representación gráfica de la profundidad de precipitación y escorrentía directa	Familia de curvas según el grado de escurrimiento directo
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1
s	5	5	5	5
n	5			
c	2			
V de Aiken por dimensión	1	1	1	1
V de Aiken por criterio	1			

Dominio del constructo				
	Precipitaciones Máximas de 24 Horas generadas en la cuenca Chotano	Transformación de la precipitación total a precipitación efectiva de la cuenca Chotano	Representación gráfica de la profundidad de precipitación y escorrentía directa	Familia de curvas según el grado de escurrimiento directo
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1
s	5	5	5	5
n	5			
c	2			
V de Aiken por dimensión	1	1	1	1
V de Aiken por criterio	1			

V de Aiken del instrumento por jueces expertos

1.00

*Luis Arturo Montenegro Camacho*  
 LIC. ESTADÍSTICA  
 MG. INVESTIGACIÓN  
 DR. EDUCACIÓN  
 COESPE 262

**VALIDEZ Y CONFIABILIDAD PILOTO PARA LA EVALUACIÓN DEL  
MODELAMIENTO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA CHOTANO EMPLEANDO EL  
MÉTODO DEL NÚMERO DE CURVA PARA DETERMINAR CAUDALES  
MÁXIMOS**

**Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
,890	4

Dimensiones	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
Precipitaciones Máximas de 24 Horas generadas en la cuenca Chotano	,990	,794
Transformación de la precipitación total a precipitación efectiva de la cuenca Chotano	,996	,773
Representación gráfica de la profundidad de precipitación y escorrentía directa	,997	,756
Familia de curvas según el grado de escurrimiento directo	,934	,981

**ANOVA**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos	549,661	2	274,830		
Intra sujetos					
Entre elementos	25527,598	3	8509,199	281,208	,000
Residuo	181,557	6	30,259		
Total	25709,155	9	2856,573		
Total	26258,816	11	2387,165		

En las tablas se observa que, el instrumento es para la evaluación del Modelamiento Hidrológico de la Cuenca Chotano Empleando el Método del Número de Curva Para Determinar Caudales Máximos es válido (correlaciones de Pearson superan al valor de 0.30 y el valor de la prueba del análisis de varianza es altamente significativo ( $p < 0.01$ ) y confiable (el valor de consistencia alfa de cronbach es mayor a 0.80).

  
**Luis Aruro Moriniego Canacho**  
 LIC. ESTADÍSTICA  
 M.C. INVESTIGACIÓN  
 DR. EDUCACIÓN  
 COESPE 262