

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

“Análisis de similitud al comparar los flujos promedio mensuales mediante la aplicación de la metodología de Temez y una estación hidrométrica, en la microcuenca del río Huallaga, Huánuco - 2024”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Salazar Hilario, Yeitsin

ASESORA: Arteaga Espinoza, Ingrid Delia Dignarda

HUÁNUCO – PERÚ

2024

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Hidráulica
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

D

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 74083535

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 73645168

Grado/Título: Máster en dirección de proyectos

Código ORCID: 0009-0001-0745-5433

H

DATOS DE LOS JURADOS:

| N° | APELLIDOS Y NOMBRES | GRADO | DNI | Código ORCID |
|----|-------------------------------|---|----------|---------------------|
| 1 | Narro Jara, Luis Fernando | Maestro en ingeniería con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible | 18206328 | 0000-0003-4008-7633 |
| 2 | Trujillo Ariza, Yelen Lisseth | Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental | 70502371 | 0000-0002-5650-3745 |
| 3 | Jara Trujillo, Alberto Carlos | Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible | 41891649 | 0000-0001-8392-1769 |



UNIVERSIDAD DE HUANUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:30 horas del día **lunes 07 de octubre de 2024**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

- | | |
|------------------------------------|------------|
| ❖ MG. LUIS FERNANDO NARRO JARA | PRESIDENTE |
| ❖ MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA | SECRETARIA |
| ❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO | VOCAL |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 2172-2024-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: **"ANÁLISIS DE SIMILITUD AL COMPARAR LOS FLUJOS PROMEDIO MENSUALES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE TEMEZ Y UNA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA, EN LA MICROCUENCA DEL RÍO HUALLAGA, HUÁNUCO - 2024"**, presentado por el (la) Bachiller. Bach. Yeitsin SALAZAR HILARIO, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) *Aprobado* por *Unanimidad* con el calificativo cuantitativo de *12* y cualitativo de *Suficiente* (Art. 47).

Siendo las *16:35* horas del día **07 del mes de octubre** del año 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


MG. LUIS FERNANDO NARRO JARA
DNI: 18206328
ORCID: 0000-0003-4008-7633
PRESIDENTE


MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA
DNI: 70502371
ORCID: 0000-0002-5650-3745
SECRETARIO (A)


MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO
DNI: 41891649
ORCID: 0000-0001-8392-1769
VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: YEITSIN SALAZAR HILARIO, de la investigación titulada “ANÁLISIS DE SIMILITUD AL COMPARAR LOS FLUJOS PROMEDIO MENSUALES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE TEMEZ Y UNA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA, EN LA MICROCUENCA DEL RÍO HUALLAGA, HUÁNUCO - 2024”, con asesora INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA, designada mediante documento, con RESOLUCIÓN N° 2033-2023-D-FI-UDH del P.A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 19 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 02 de julio de 2024



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

20. SALAZAR HILARIO YEITSIN.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|--|-----|
| 1 | repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet | 7% |
| 2 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 4% |
| 3 | repositorio.senamhi.gob.pe Fuente de Internet | 3% |
| 4 | Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante | 1% |
| 5 | www.dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet | <1% |



RICHARD J. SOLIS TOLEDO,
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

DEDICATORIA

A mis padres, por su amor incondicional, su constante apoyo y su infinita paciencia durante este arduo proceso. A mis profesores, por su invaluable orientación y enseñanzas que han enriquecido mi conocimiento. A mis amigos, por su ánimo y compañía que han hecho más llevadera esta etapa. A todas las personas que de alguna manera han contribuido a la realización de esta tesis, ¡gracias

AGRADECIMIENTO

Un afectuoso gracias a mi alma mater Universidad Privada de Huánuco, haciendo un mayor énfasis a la Carrera Profesional de Ingeniería Civil que decidí seguir una vez culminado mis estudios secundarios, por permitirme realizar mis estudios superiores y por darme las enseñanzas necesarias para ejercer mi profesión en beneficio de la sociedad y servir así a mi patria.

A la Mg. Arteaga Espinoza, Ingrid Delia Dignarda Asesora de la presente tesis por compartir su conocimiento con mi persona y darme su apoyo.

ÍNDICE

| | |
|--|------|
| DEDICATORIA | II |
| AGRADECIMIENTO | III |
| ÍNDICE..... | IV |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | VII |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | VIII |
| RESUMEN..... | 11 |
| ABSTRACT..... | 12 |
| INTRODUCCIÓN..... | 13 |
| CAPÍTULO I..... | 14 |
| PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN..... | 14 |
| 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA..... | 14 |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 15 |
| 1.2.1. PROBLEMA GENERAL | 15 |
| 1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS..... | 15 |
| 1.3. OBJETIVOS..... | 16 |
| 1.3.1. OBJETIVO GENERAL | 16 |
| 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 16 |
| 1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN | 16 |
| 1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA | 16 |
| 1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA | 17 |
| 1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA..... | 17 |
| 1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN | 17 |
| 1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN..... | 18 |
| 1.6.1. VIABILIDAD OPERATIVA | 18 |
| 1.6.2. VIABILIDAD TÉCNICA..... | 18 |
| 1.6.3. VIABILIDAD ECONÓMICA-SOCIAL | 19 |
| CAPÍTULO II..... | 20 |
| MARCO TEÓRICO | 20 |
| 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN | 20 |
| 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES | 20 |
| 2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES | 22 |
| 2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES..... | 25 |

| | | |
|--------------------------------------|---|----|
| 2.2. | BASES TEÓRICAS | 26 |
| 2.2.1. | LA CUENCA..... | 26 |
| 2.2.2. | MODELOS HIDROLÓGICOS | 27 |
| 2.2.3. | CLASIFICACIÓN DE MODELOS HIDROLÓGICOS | 28 |
| 2.2.4. | MÉTODO DE TEMEZ PARA GENERAR CAUDALES MEDIOS MENSUALES | 29 |
| 2.3. | DEFINICIONES CONCEPTUALES | 36 |
| 2.4. | HIPÓTESIS..... | 37 |
| 2.4.1. | HIPÓTESIS GENERAL | 37 |
| 2.5. | VARIABLES..... | 38 |
| 2.5.1. | VARIABLE DEPENDIENTE | 38 |
| 2.5.2. | VARIABLE INDEPENDIENTE..... | 38 |
| 2.6. | OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES..... | 39 |
| CAPÍTULO III | | 41 |
| METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN..... | | 41 |
| 3.1. | TIPO DE INVESTIGACIÓN | 41 |
| 3.1.1. | ENFOQUE | 41 |
| 3.1.2. | ALCANCE O NIVEL | 41 |
| 3.1.3. | DISEÑO | 42 |
| 3.2. | POBLACIÓN Y MUESTRA | 42 |
| 3.2.1. | POBLACIÓN | 42 |
| 3.2.2. | MUESTRA..... | 43 |
| 3.3. | TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS... 43 | |
| 3.3.1. | PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS..... | 43 |
| 3.3.2. | PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS..... | 45 |
| 3.3.3. | TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS | 46 |
| CAPÍTULO IV..... | | 47 |
| RESULTADOS..... | | 47 |
| 4.1. | PROCESAMIENTO DE DATOS | 47 |
| 4.1.1. | CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE LA CUENCA ... | 47 |
| 4.1.2. | SIMILITUD HIDRÁULICA..... | 49 |
| 4.1.3. | TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA | 49 |

| | |
|--|----|
| 4.1.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS HIDROLÓGICOS | 50 |
| 4.1.5. PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE Y PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE 24 HORAS..... | 53 |
| 4.1.6. DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE DISEÑO..... | 56 |
| 4.1.7. ESTIMACIÓN DE CAUDALES..... | 58 |
| 4.2. CONSTATAción DE HIPOTESIS | 61 |
| 4.2.1. HIPÓTESIS GENERAL | 61 |
| CAPÍTULO V..... | 62 |
| DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... | 62 |
| CONCLUSIONES | 64 |
| RECOMENDACIONES..... | 66 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 67 |
| ANEXOS..... | 70 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Sistema de variables-dimensiones e indicadores..... | 39 |
| Tabla 2 Recolección de datos..... | 44 |
| Tabla 3 Características morfométricas de la cuenca en estudio..... | 48 |
| Tabla 4 Características morfométricas donde se encuentra la estación Puente Taruca | 49 |
| Tabla 5 Transferencia de información pluviométrica..... | 49 |
| Tabla 6 Datos de la estación Puente Taruca | 50 |
| Tabla 7 Datos de la estación transferida a nuestro lugar de estudio | 51 |
| Tabla 8 Elección del delta teórico menor estación transferida..... | 55 |
| Tabla 9 Distribución para casa periodo de retorno | 55 |
| Tabla 10 Intensidad de diseño para cada periodo de retorno..... | 56 |
| Tabla 11 Comparación de caudales | 61 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 Cuenca Hidrográfica | 26 |
| Figura 2 Ciclo Hidrológico Simulado | 30 |
| Figura 3 Diagrama de Flujo y Algoritmo del modelo de Temez | 36 |
| Figura 4 Para el caudal..... | 45 |
| Figura 5 Para la intensidad de diseño..... | 45 |
| Figura 6 Rio Huallaga en el tramo de estudio | 47 |
| Figura 7 Cuenca donde se encuentra la estación Puente Taruca | 48 |
| Figura 8 Distribución normal elección del delta teórico..... | 53 |
| Figura 9 Distribución log normal elección del delta teórico | 53 |
| Figura 10 Distribución Gumbel elección del delta teórico | 54 |
| Figura 11 Distribución log pearson elección del delta teórico | 54 |
| Figura 12 Intensidades de diseño para los diferentes (T) | 57 |
| Figura 13 Familia de curvas IDF de la estación transferida | 58 |
| Figura 14 Método Racional Modificado para cada T en una duración de 120 min-lugar de estudio | 59 |
| Figura 15 Método Racional Modificado para cada T en una duracion de 120 min-estación Puente Taruca | 60 |
| Figura 16 Imagen Satelital | 72 |
| Figura 17 Tabulacion Senamhi | 73 |
| Figura 18 Tabulacion Senamhi | 73 |
| Figura 19 Tabulacion Senamhi | 74 |
| Figura 20 Tabulacion Senamhi | 74 |
| Figura 21 Tabulacion Senamhi | 75 |
| Figura 22 Tabulacion Senamhi | 75 |
| Figura 23 Tabulacion Senamhi | 76 |
| Figura 24 Tabulacion Senamhi | 76 |
| Figura 25 Tabulacion Senamhi | 77 |
| Figura 26 Tabulacion Senamhi | 77 |
| Figura 27 Tabulacion Senamhi | 78 |
| Figura 28 Tabulacion Senamhi | 78 |
| Figura 29 Tabulacion Senamhi | 79 |
| Figura 30 Tabulacion Senamhi | 79 |

| | |
|------------------------------------|----|
| Figura 31 Tabulacion Senamhi | 80 |
| Figura 32 Tabulacion Senamhi | 80 |
| Figura 33 Tabulacion Senamhi | 81 |
| Figura 34 Tabulacion Senamhi | 81 |
| Figura 35 Tabulacion Senamhi | 82 |
| Figura 36 Tabulacion Senamhi | 82 |
| Figura 37 Tabulacion Senamhi | 83 |
| Figura 38 Tabulacion Senamhi | 83 |
| Figura 39 Tabulacion Senamhi | 84 |
| Figura 40 Tabulacion Senamhi | 84 |
| Figura 41 Tabulacion Senamhi | 85 |
| Figura 42 Hidroesta | 86 |
| Figura 43 Hidroesta | 87 |
| Figura 44 Hidroesta | 87 |
| Figura 45 Hidroesta | 88 |
| Figura 46 Hidroesta | 88 |
| Figura 47 Hidroesta | 89 |
| Figura 48 Hidroesta | 89 |
| Figura 49 Hidroesta | 90 |
| Figura 50 Hidroesta | 90 |
| Figura 51 Hidroesta | 91 |
| Figura 52 Hidroesta | 91 |
| Figura 53 Hidroesta | 92 |
| Figura 54 Hidroesta | 92 |
| Figura 55 Hidroesta | 93 |
| Figura 56 Hidroesta | 93 |
| Figura 57 Hidroesta | 94 |
| Figura 58 Hidroesta | 94 |
| Figura 59 Hidroesta | 95 |
| Figura 60 Hidroesta | 95 |
| Figura 61 Hidroesta | 96 |
| Figura 62 Hidroesta | 96 |
| Figura 63 Hidroesta | 97 |
| Figura 64 Hidroesta | 97 |

| | |
|----------------------------|-----|
| Figura 65 Hidroesta | 98 |
| Figura 66 Hidroesta | 98 |
| Figura 67 Hidroesta | 99 |
| Figura 68 Hidroesta | 99 |
| Figura 69 Hidroesta | 100 |
| Figura 70 Intensidad | 101 |
| Figura 71 Intensidad | 101 |
| Figura 72 Intensidad | 102 |
| Figura 73 Intensidad | 102 |
| Figura 74 Intensidad | 103 |

RESUMEN

La investigación examina y transfiere información meteorológica de cuencas que cuentan con registros pluviométricos del SENAMHI a aquellas que no disponen de ellos. El objetivo principal es comparar los flujos promedio mensuales mediante la metodología de Temez con los flujos registrados en una estación hidrométrica ubicada en la microcuenca del río Huallaga. La investigación es de tipo cualitativo. La metodología incluyó la selección de una estación meteorológica con registros de precipitaciones máximas de 24 horas, específicamente la estación Puente Taruca. Utilizando el software ArcGIS, se establecieron límites y se identificaron las características morfométricas, en particular aquellas variables sin dimensiones como el coeficiente de compacidad (K_c) fueron utilizadas para examinar la similitud geométrica, cinemática y dinámica entre las cuencas. Los hallazgos indican una similitud en términos hidráulicos con el área de estudio. Se aplicó la prueba de bondad de ajuste de Smirnov Kolmogorov a los registros de precipitaciones máximas de 24 horas de la estación de Puente Taruca, y se tomó la distribución de log Pearson debido a que cuenta con un delta teórico menor que las otras distribuciones. Los flujos medios mensuales se calcularon utilizando el método de Temez a través del método racional modificado para una duración de 120 minutos en cada periodo de retorno. Los resultados indican que, para un periodo de 10 años, el caudal medio es de 0.368 m³/s; para uno de 25 años, es de 0.813 m³/s; para uno de 50 años, es de 1.21 m³/s; y para uno de 100 años, es de 1.66 m³/s.

Palabra Clave: periodo de retorno, similitud hidráulica, característica morfométricas, precipitaciones máximas, estación hidrométrica.

ABSTRACT

The research examines and transfers meteorological information from basins that have SENAMHI rainfall records to those that do not. The main objective is to compare the monthly average flows using the Temez methodology with the flows recorded in a hydrometric station located in the Huallaga River micro-basin. The research is qualitative. The methodology included the selection of a meteorological station with records of maximum 24-hour rainfall, specifically the Puente Taruca station. Using ArcGIS software, boundaries were established and morphometric characteristics were identified, particularly those dimensionless variables such as the compactness coefficient (K_c) were used to examine geometric, kinematic and dynamic similarity between the basins. The findings indicate a similarity in hydraulic terms with the study area. The Smirnov Kolmogorov goodness-of-fit test was applied to the 24-hour maximum rainfall records from the Taruca bridge station, and the log Pearson distribution was taken because it has a smaller theoretical delta than the other distributions. The average monthly flows were calculated using the Temez method through the modified rational method for a duration of 120 minutes in each return period. The results indicate that for a period of 10 years, the average flow is 0.368 m³/s; for a 25-year-old, it is 0.813 m³/s; for a 50-year-old, it is 1.21 m³/s; and for one that is 100 years old, it is 1.66 m³/s.

Keywords: return period, hydraulic similarity, morphometric characteristics, maximum rainfall, hydrometric station.

INTRODUCCIÓN

Los análisis hidrológicos requieren datos precisos para calcular los caudales máximos, fundamentales para el diseño de infraestructuras hidráulicas. Sin embargo, en nuestro país, el registro detallado de datos de aforo y precipitación es limitado, a pesar de que estos datos se generan en áreas de alta montaña para beneficio de vastas extensiones de tierras en la sierra.

Este análisis adimensional está condicionado por la geomorfología adoptada por la cuenca y los efectos que esta experimenta en respuesta a los cambios climáticos. Por esta razón, se eligió una cuenca hidrográfica dentro del ámbito de la Región Huánuco, que cuenta con registros de precipitación máxima de 24 horas según el SENAMHI, como es el caso de la estación Puente Taruca.

La estructura de esta tesis se compone de V capítulos. En el primer capítulo se detalló el planteamiento del estudio, incluyendo los problemas generales y específicos, los objetivos, la justificación y las limitaciones.

En el segundo capítulo se ofreció una revisión de los antecedentes a nivel internacional, nacional y local, además de proporcionar toda la fundamentación teórica necesaria para respaldar el enfoque de esta investigación. Posteriormente, se presentaron la hipótesis y el cuadro de operacionalización de variables.

En el tercer capítulo se expuso detalladamente la metodología utilizada, así como las técnicas e instrumentos empleados para recopilar los datos de la investigación.

El cuarto capítulo abarca todo el proceso llevado a cabo y los resultados obtenidos en la investigación. Finalmente, en el quinto capítulo se lleva a cabo la discusión de los resultados, se presentan las conclusiones y se ofrecen recomendaciones basadas en el conjunto de la investigación.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Cada vez que se desee gestionar un elemento de la naturaleza es imprescindible tener datos sobre su cantidad como sobre su calidad. El recurso hídrico adquiere una relevancia crítica para el desarrollo, lo que hace ineludible la tarea de calcular su accesibilidad. El uso de los recursos acuíferos se ve limitado por un factor en particular, que surge cuando existe una carencia de información relativa a las variables de precipitación y caudales. Además, hay otros elementos influyentes, como aspectos económicos y la falta de motivación por parte de las entidades estatales para establecer estaciones hidrometeorológicas, lo cual resulta en la incapacidad de aproximarnos con certeza a la capacidad de agua de la cuenca. (Quispe, 2014)

En el territorio peruano, el SENAMHI tiene la responsabilidad fundamental de generar y ofrecer conocimiento e información concerniente a los fenómenos meteorológicos, hidrológicos y climáticos. Esto se realiza con el propósito de garantizar que esta información sea proporcionada de manera precisa, en el momento adecuado y accesible para el beneficio de la población peruana.

Se dispone de información histórica proporcionada por el SENAMHI sobre los flujos medios por mes obtenidos de la estación de medición localizada en la microcuenca del río Huallaga. A pesar de la falta de estaciones hidrométricas en la zona de estudio, existen estaciones cercanas con características geográficas y altitudinales similares.

La insuficiencia de datos meteorológicos y de flujo de agua tanto a nivel nacional como regional ha impulsado la necesidad de realizar este estudio. El propósito principal es detectar las diferencias y similitudes al contrastar los resultados de flujo obtenidos mediante el Método de Temez con los caudales de una estación hidrométrica, en este caso, la del río Huallaga en el tramo del

Puente Tingo siendo este un lugar donde los estudios realizados son escaso por ese motivo se eligió ese lugar, debido a que no se presenta estudios de caudales actualizados se busca realizar un análisis de comparación mediante el método de Temez y una recolección de datos de una estación hidrológica.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿En qué medida existe similitud al comparar los flujos promedio mensuales mediante la aplicación de la metodología de Temez, y los caudales medidos en una estación hidrométrica situada en la microcuenca del río Huallaga?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cómo se llevará a cabo el proceso de cálculo de los flujos promedio mensuales utilizando el enfoque de Temez, considerando los registros de una estación hidrométrica ubicada en la microcuenca del río Huallaga, en Huánuco?
- ¿Cuál será la evaluación que se realizará sobre los flujos promedio mensuales mediante la aplicación del método Temez, en conjunto con los datos proporcionados por una estación hidrométrica situada en la microcuenca del río Huallaga, en Huánuco?
- ¿Cuál será el procedimiento para calcular los caudales medios mensuales mediante el empleo del método de Temez, utilizando la información recolectada de una estación hidrométrica que se encuentra en la microcuenca del río Huallaga, en Huánuco?
- ¿Cómo se identificarán y analizarán las diferencias entre los caudales medios mensuales obtenidos a través de la metodología de Temez y los datos recopilados por una estación hidrométrica, en la microcuenca del río Huallaga, en Huánuco?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar la similitud al comparar los flujos promedio mensuales mediante la aplicación de la metodología de Temez y los caudales medidos en una estación hidrométrica ubicada en la microcuenca del río Huallaga.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el cálculo de los flujos promedio mensuales utilizando el enfoque de Temez, junto con los datos de una estación hidrométrica ubicada en la microcuenca del río Huallaga, Huánuco.
- Evaluar los flujos promedio mensuales utilizando el método Temez, en combinación con la información de una estación hidrométrica situada en la microcuenca del río Huallaga, Huánuco.
- Calcular los caudales medios mensuales del método de Temez, en conjunto con los registros de una estación hidrométrica localizada en la microcuenca del río Huallaga, Huánuco.
- Determinar las disparidades entre los caudales medios mensuales obtenidos mediante la metodología de Temez, en comparación con los datos de una estación hidrométrica, en la microcuenca del río Huallaga, Huánuco.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

En este análisis comparativo la justificación práctica que brindará es de una perspectiva valiosa sobre la precisión y utilidad de la metodología de Temez en la estimación de flujos de agua en comparación con una estación hidrométrica. Esto tendrá implicaciones

significativas en la gestión sostenible y efectiva de los recursos hídricos en la microcuenca del río Huallaga y puede ser relevante para otras regiones con desafíos similares.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Un análisis comparativo entre la metodología de Temez y los registros de una estación hidrométrica tiene como objetivo proporcionar una evaluación rigurosa y fundamentada sobre la confiabilidad y aplicabilidad de Temez en la estimación de flujos, así como en la identificación de áreas de mejora y refinamientos en esta metodología.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

justificación metodológica radica en la importancia de comparar una metodología alternativa como la de Temez con una fuente confiable de datos como lo es una estación hidrométrica. Esto permitirá establecer su validez y utilidad para la estimación precisa de flujos hídricos en la microcuenca en estudio.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Las limitaciones de este trabajo son:

- Disponibilidad y Calidad de Datos: La precisión y confiabilidad del análisis pueden verse afectadas por la disponibilidad y calidad de los datos hidrométricos y meteorológicos utilizados en ambas metodologías. La falta de datos o su inconsistencia podría influir en los resultados.
- Variabilidad Espacial: La ubicación de la estación hidrométrica puede no ser completamente representativa de toda la microcuenca, lo que podría introducir sesgos en los resultados del análisis comparativo.
- Limitaciones de la Metodología de Temez: La metodología de Temez puede tener suposiciones y limitaciones propias que podrían influir en la precisión de sus resultados. Si no se consideran adecuadamente, podrían afectar la comparación con los datos de la estación hidrométrica.

- Variabilidad Temporal: Los resultados pueden verse afectados por la variabilidad natural de los caudales a lo largo del tiempo. Los resultados de un solo período pueden no ser representativos de la variabilidad a largo plazo.
- Interpolación y Extrapolación: La extrapolación de datos en la metodología de Temez y la interpolación de datos en las estaciones hidrométricas pueden introducir errores y limitaciones en los resultados.
- Limitaciones de Recursos: La falta de recursos técnicos, financieros o humanos podría limitar la cantidad de datos disponibles para el análisis y la capacidad de realizar comparaciones detalladas y que todo es invertido netamente por el autor.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. VIABILIDAD OPERATIVA

La viabilidad operativa de esta investigación radica en facilitar un análisis hidrológico cuantitativo de las inundaciones fluviales, además de garantizar la correcta utilización de estas herramientas y sus funcionalidades, mediante la utilización de un software de manejo intuitivo que estará a disposición del investigador. Esto garantizará una comprensión exhaustiva de las características del río Higuera.

Una vez más, es importante destacar que este estudio ha sido desarrollado por un consultor especializado en la materia, quien asume la dirección del proyecto y está capacitado para resolver cualquier interrogante que pueda surgir durante el proceso.

1.6.2. VIABILIDAD TÉCNICA

Esta tesis posee una viabilidad poco común en comparación con estudios similares previos y proporciona información de gran importancia para monitorear y examinar los proyectos programados, marcando un progreso en la expansión del conocimiento. En lo que se refiere al personal, la investigación es desarrollada mediante la supervisión del

consultor principal, facilitando la definición de metas vinculados al mismo.

En lo que respecta al avance en la investigación espacial, se cuenta con el espacio y equipo necesario, lo que hace técnicamente alcanzable este proyecto de tesis. Además, se beneficia por ser un proceso puro en lugar de un estudio dedicado en exclusividad a una sola área.

1.6.3. VIABILIDAD ECONÓMICA-SOCIAL

Esta tesis tiene fuentes materiales que proporcionaron y repartieron todos los elementos esenciales para garantizar el correcto avance de la investigación actual, lo que establece claramente su factibilidad. En la capacidad humana se contará con el conjunto completo de aptitudes requeridas para recopilar y analizar la información esencial para llevar a cabo el estudio. En relación con la competencia del equipo humano, se afirma que la viabilidad está garantizada.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Para Cevallos & Vera (2017) en su tesis denominada “Manejo de Aguas Residuales y Planta de Tratamiento en la comuna Sacachun – Cantón en la provincia de Santa Elena” para la obtención del grado de título de ingeniería civil, en esa investigación las tesisistas tuvieron como objetivo el diseño de los sistemas de aguas servidas del recinto de Santa Elena, para lo propusieron una propuesta para el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes empleando un diseño y criterios específicamente para la zona en estudio, al realizar dicho diseño en una de ellas optaron por el método de Temez para así tener un pre diseño, dado que la localidad tiene una tendencia de inundaciones en las épocas de lluvia y por ello realizaron un estudio de caudales de la cuenca y subcuenca en la que se encuentra la comunidad de Sacachun, ellas hicieron uso de los programas como Map Service 10, ArcGIS y AutoCAD. Realizando un diseño para la red de distribución de aguas y que todo el sistema funcione de manera óptima y que se planteen un humedal con flujo superficial, obteniendo las siguientes conclusiones: que el correcto funcionamiento del sistema de distribución y tratamiento de las aguas hervidas realizando un estudio previo usando las metodologías de forma racional en conjunto con lo programas que se tiene. La zona que se estudio es una zona que sufre de inundaciones ocasionadas por los incrementos de las lluvias por ende se propuso una creación de bombeo con la cámara séptica con un filtro anaerobio que pues ayudar al proceso de depuración para la colocación de ello se realizó un estudio y diseño mediante el uso de programas que ya se mencionó previamente.

Para López (2017), en su estudio se centró en su desarrollo dentro del campo de la administración de sequias y ajuste a las variaciones

climáticas mediante el uso de técnicas y recursos de valoración, con el objetivo de ver la eficacia de los modelos hidro-económicos y así analizar su funcionabilidad tanto en la ingeniería y la economía, para ello el tesista realizó dos herramientas el cual estuvo en un enfoque adecuado para las necesidades como el SIMGAMS y OPTIGAMS la cual usa el método de Temez para que sirva como base inicial en esas herramientas, esa metodología que tuvo como inicio al método de Temez permitió un examen detallado de los efectos y la amenaza financiera que genera la falta de agua en los lugares vulnerables, dando las siguientes conclusiones: En cuanto a los mercados relacionados con el agua, es esencial incorporar los costos de transacción en el análisis efectuado. También es crucial abordar factores relacionados con la calidad del agua, los cuales pueden ejercer influencia en la administración de la disponibilidad del recurso. Estos aspectos ampliarían los estudios previos para lograr la concreción de los propósitos definidos por la Directiva Marco del Agua. En relación con el modelo de preferencias reveladas, es necesario dar la incorporación de plantaciones arbóreas en el esquema a través del ajuste, posibilitando así el análisis de su comportamiento a lo largo de un período temporal. La herramienta OPTIGAMS posibilita la creación de optimización centrados en aspectos económicos. Cuenta con una función económica implementada que busca minimizar los costos derivados de la minoría para los participantes del sistema. Este enfoque económico optimizado está en consonancia con la simulación de los mercados de agua caracterizados por una competencia perfecta. Este enfoque ha sido aplicado en este estudio respecto a los mercados de agua, tal como una estrategia de ajuste ante posibles casos de falta de recursos de este material vital.

Gonzales (2018), en su trabajo de investigación tiene como objetivo genera un modelo de gestión hídrica que permita evaluar la sequía en la cuenca del río Tepalcatepec y de la misma forma recuperar información que ayude a prever y mitigar la sequía en un futuro para dicha cuenca, la metodología que emplea es desarrollar el proyecto mediante análisis, recopilación de datos y validación de las mismas, para que después

mediante una modelación matemática y pueda así generar un modelo que pueda permitir cuales son los fallos del sistema y las condiciones por la cual se presentaría una sequía operacional. Obteniendo las siguientes conclusiones: Esta herramienta se convertirá en un recurso valioso para comprender el historial de la sequía operativa en la cuenca del río Tepalcatepec. Además, gracias a las series sintéticas que generaremos, seremos capaces de prever futuras ocurrencias y sus impactos en cada nivel de la demanda. La meta es proporcionar a las entidades gubernamentales una herramienta práctica que les permita determinar con precisión las restricciones necesarias para cada demanda, evitando así tanto crisis como la entrega excesiva de agua por encima de las disponibilidades. Se anticipa que este trabajo marcará un hito en la futura planificación de la cuenca del Río Tepalcatepec y en las cuencas en México en su conjunto. Esta iniciativa permitirá abordar eficazmente cualquier forma de sequía que surja, sin que su funcionamiento operativo se vea perjudicado y evitando así la emergencia de crisis relacionadas con el suministro de agua. Asimismo, servirá como un medio para la planificación global a corto plazo de la cuenca, teniendo en cuenta las sequías que ya existen en dicha área. Además, se espera que este trabajo tenga un impacto en las investigaciones futuras sobre el cambio climático y en la mejora de la red de recolección de datos. También se espera que motive la aplicación de esta metodología en otras cuencas de México. Este antecedente sirve como base teórica para el empleo necesario de la metodología de Temez porque para el empleo de su modelo de sequía previamente hacen un estudio de caudales usando la metodología de Temez.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Según Guillen (2019) en este proyecto se abordó la tarea de calcular las dimensiones hidráulicas necesarias para el puente localizado sobre el río Patara, en el distrito de Carumas, departamento de Moquegua. Dado que en la subcuenca del río Patara, no hay una estación hidrometeorológica que registre los picos máximos de caudal

de forma instantánea, se optó a emplear un enfoque directo basado en las precipitaciones máximas en un período de todo el día provenientes de las estaciones cercanas de Pasto Grande y Tocco, ambas ubicadas en la proximidad del lugar de estudio. Estas informaciones de lluvias donde se usó el método de Temez, se realizaron análisis de frecuencia y pruebas de ajuste utilizando el método de Smirnov Kolmogorov, llegando a la conclusión de que la distribución Gamma de dos parámetros ofrecía el mejor ajuste. A partir de estos resultados, se determinó el flujo máx. del río para un T de 150 años mediante el método racional modificado. El proceso de modelado se llevó a cabo utilizando el software gratuito HECRAS, lo que permitió establecer las dimensiones geométricas, incluyendo la intensidad de cálculo, la elevación del puente, el nivel máximo del agua. Cabe destacar que el diseño estructural del puente no fue abordado en este estudio, ya que es objeto de investigaciones más detalladas y específicas, particularmente a nivel de diseño estructural. Obteniendo las siguientes conclusiones: De acuerdo a los resultados de las pruebas que involucraron análisis de frecuencia estadística aplicados a las precipitaciones máximas en un lapso de 24 horas, se determinó que la distribución Log-Normal fue la que presentó el mejor ajuste a los conjuntos de datos. Esta elección se fundamentó en que esta distribución tuvo de delta teórico (calculado menor) de acuerdo al método Smirnov Kolmogorov. A partir de esta elección, se pudieron derivar los flujos máximos. Por medio del método racional modificado, se calculó el caudal máximo obteniendo valores de 126.55 m³/s para T (150 años) y 136.20 m³/s para un T de 500 años. El fondo de socavación, determinada en un T de 500 años, resultó ser de 1.27 m. Esta medida se tomó desde el lecho del cauce hacia arriba.

Para Saldaña (2022) en su tesis para obtener el grado de ingeniero civil en la universidad nacional de Autónoma de Chota, denominada Generación de caudales máximos a través del método Temez en cuencas sin información pluviométrica de 24 horas, subcuenca del río Chetillano, Chota, 2021, esta investigación se basa El estudio se enfoca en examinar y transferir datos provenientes de cuencas con mediciones

fluviales del SENAMHI a las que carecen de estos registros. El objetivo primordial es elaborar flujos máximos mediante la utilización del Método Racional Modificado de Temez en la subcuenca del Río Chetillano, la cual no posee datos pluviométricos de 24 horas. Los objetivos específicos incluyen: a) llevar a cabo una caracterización morfométrica de la subcuenca del Río Chetillano y b) determinar caudales máximos a través de la implementación del Método Racional Modificado de Temez para intervalos de retorno de 50, 100, 200 y 500 años. La investigación se enmarca en el ámbito de la investigación aplicada. La metodología empleada consistió en la selección de cuatro (4) estaciones meteorológicas con información acerca de precipitaciones máximas en un periodo de 24 horas: Cutervo, Llama, Augusto Weber Bauer y Udima. Utilizando el software ArcGIS, se delinearon y definieron las características morfométricas de la subcuenca, con énfasis en aspectos adimensionales como el coeficiente de compacidad (K_c), la relación de confluencia (R_c) y el coeficiente orográfico (C_o). Se consideró la similitud geométrica, cinemática y dinámica necesaria entre estas características. Dando las siguientes conclusiones: Los resultados indicaron que existe una semejanza hidráulica entre la subcuenca del río Chetillano y las otras cuatro cuencas seleccionadas. se aplicó a los datos de precipitaciones máximas de un día de las cuatro estaciones mencionadas, y se eligió a la estación de Cutervo como representativa para la transferencia de esta información.

Para Cruz & Romero (2018), en su trabajo de investigación donde realizaron un estudio de comparación de precipitación con los distintos métodos entre ellos el método de Temez utilizando métodos estadísticos en relación a la cuenca del río Callazas fueron tomando la eficiencia de los modelos de forma hidrológica, teniendo como objetivo identificar el modelo, entre GR2m, Temez y Lutz Scholz, que mejor describe el proceso de transformación de lluvia a escorrentía en la cuenca del Río Callazas. Calibrando y validando los parámetros de los modelos hidrológicos mencionados y así ver la eficiencia de los mismos mediante la descripción de estructuras y los parámetros de cada uno de los

modelos dichos anteriormente, esta investigación dio como conclusiones las siguientes: Los valores de eficiencia de Nash del modelo Temez durante la fase de calibración y validación son 0.565 y 0.470, respectivamente. Conforme a los intervalos, estos resultados, que cumplen con los criterios de evaluación sugeridos que el ajuste del modelo es Bueno. Sin embargo, el modelo Temez presenta una tendencia a subestimar los caudales durante los primeros meses de la simulación, mientras que tiende a sobreestimarlos en los períodos posteriores. Las acumulaciones en las etapas de estiaje siguen una trayectoria lineal, y en las etapas húmedas, el modelo no se ajusta de manera precisa a los picos, sino más bien al valor promedio.

Cabe destacar que la configuración de los 3 modelos empleados no limita los datos de inicio, teniendo un impacto significativo en los resultados obtenidos. Por esta razón, el juicio y la consideración del modelador son esenciales para emplear algunas suposiciones.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Según Teodoro (2022), su investigación que tiene como objetivo analizar por el método de Lutz Scholz y una estación hidrométrica los caudales medios y realizar un estudio de similitud. Para lo cual realizo y empleo un método numérico con el método de Lutz Scholz este estudio sirve como antecedente previo ya que el estudio se basa también en una comparación de un método con la estación, al realizar dicha comparación no ayuda como fuente principal, diferenciándolo en el empleo del método ya que Teodoro usa un método de Lutz Scholz y esta tesis es con el método de Temez, al final las conclusiones que saco Teodoro fueron las siguientes: Se verificó los flujos de promedio por mes obtenidos utilizando el modelo Lutz Scholz y los enfoques aritmético, de isoyetas y de Thiessen para calcular la precipitación en la microcuenca, así como los caudales provenientes de una estación hidrométrica en la microcuenca del río Higuera en Huánuco, coinciden. Esta comparación fue realizada a través de la prueba post hoc de Tukey, con niveles de significancia de 0.89, 0.99 y 0.95, superiores al valor establecido de 0.05

como umbral de decisión. En consecuencia, con un nivel de confianza del 95% respaldado por evidencia probabilística, se concluye que los cálculos de los caudales promedio mensuales obtenidos mediante el modelo Lutz Scholz y los métodos aritméticos, de isoyetas y de Thiessen pueden ser empleados en microcuencas donde no se disponga de una estación hidrométrica, ya que los datos resultantes serán consistentes.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. LA CUENCA

Se reconoce como la unidad fundamental en el campo de la hidrología, presentando atributos que se delinean a través de su configuración, la cual se revela a partir de sus características topográficas y morfológicas. Estos aspectos proporcionan una comprensión de la reacción hidrológica de la cuenca ante la lluvia. Es un espacio definido de manera natural, en el cual cualquier lluvia que ocurra en esta delimitada área resultará en un flujo de agua que se dirigirá hacia un solo punto de salida de drenaje. (Breña, 2006, pág. 25)

Figura 1

Cuenca Hidrográfica



Fuente: (Escenarios Hidricos 2030, 2021)

Julcamoro (2017), Sostiene que una cuenca su función es similar al de un sistema de recolección, dado que convierte toda la lluvia recibida en flujo de agua. Esta transformación conllevará a pérdidas de agua, y estas pérdidas dependerán de las formas climáticas y los atributos naturales de la cuenca. Es importante destacar que cuencas cercanas que comparten climas similares podrían dar lugar a flujos con características completamente distintas diversos debido a las particularidades geomorfológicas. (pág. 16)

2.2.2. MODELOS HIDROLÓGICOS

Según Quispe (2014), Indica que un modelo es una representación cercana de un sistema real, lo que implica que un modelo hidrológico se describe como una aproximación del ciclo hidrológico.

Un modelo hidrológico se divide en 2 categorías: físico, que busca replicar el ciclo hidrológico a una escala determinada, y el modelo abstracto, que se traduce en una representación matemática del ciclo hidrológico.

El modelo conceptual, también conocido como modelo matemático, desde la perspectiva de la hidrología, se refiere a una ecuación que describe el sistema hidrológico y conecta las variables de entrada y salida. Este modelo adquiere un papel crucial en la práctica, ya que al analizar el funcionamiento del sistema de agua y entender su ingreso, es posible prever las salidas. Dichas incógnitas tienden a ser dependientes del tiempo o el espacio, e incluso podrían adoptar una naturaleza probabilística o aleatoria. En especial, cuando se trata de una precipitación como incógnita de inicio, se enfrenta a un fenómeno extremadamente impredecible. (Villodas, 2008)

Es importante resaltar que un modelo práctico suele ser aquel que toma en cuenta una o dos fuentes de variabilidad. Sin embargo, solamente en situaciones ideales. Los eventos hidrológicos fluctúan a lo largo de las tres dimensiones del tiempo y el espacio, mientras que

también están influenciados por las cinco fuentes de variabilidad (aleatoriedad, tres dimensiones, tiempo). (Quispe, 2014).

2.2.3. CLASIFICACIÓN DE MODELOS HIDROLÓGICOS

Para adquirir una comprensión completa del ciclo hidrológico, es necesario apreciar la reacción continua que afecta a la cuenca a lo largo del tiempo y el espacio. Se debe reconocer que cada cuenca presenta condiciones específicas relacionadas con su clima, geografía, y otros factores particulares. La relevancia de estos procesos aumenta de una etapa a otra, lo que conlleva a un comportamiento singular y condicionado para cada parte.

➤ Variable estacional y espacio de la lluvia

En el estudio de hidrología, la precipitación desempeña fundamental como un dato de ingreso en ciertos modelos que contribuyen a la generación de escorrentía superficial. Factores como la intensidad, distribución espacial, forma, distribución temporal, duración y dirección de las tormentas tienen un impacto significativo en la formación de la escorrentía.

Por lo general, la cantidad de lluvia que cae en un lugar tiende a variar en comparación con otro, mostrando diferencias espaciales. Los instrumentos de medición de la lluvia en puntos específicos, como pluviógrafos y pluviómetros, registran los datos en la ubicación del dispositivo. Para interpretar estos datos correctamente, es necesario conocer previamente el promedio de lluvia en un área de estudio más amplia.

Existen diversos métodos para calcular la precipitación. Uno de los enfoques más simples es el cálculo mediante la media aritmética, que utiliza datos de todas las estaciones pluviométricas en el área de estudio. Este método se aplica en cuencas con topografía moderada y una menor variabilidad en las precipitaciones, donde la distribución entre las estaciones es uniforme. Otro método es el de los polígonos de Thiessen,

empleado cuando las distribuciones entre los pluviómetros no son uniformes. En este método, se delimita la zona de influencia de cada estación y se promedia utilizando el área de la cuenca de estudio.

El método inverso de la distancia al cuadrado, que considera la variabilidad de procesos geofísicos, permite crear estimaciones no sesgadas y con una mínima variabilidad en el error de estimación. Este método es adecuado para cuencas con topografía moderada.

Otra técnica es el método de isoyetas, empleado en cuencas con variabilidad de precipitación debido a la topografía. Ayuda a cartografiar los gradientes de precipitación mediante curvas llamadas isoyetas. Sin embargo, este método no se utilizará en este estudio debido a la falta de datos de precipitación en el área.

Se muestran en dos categorías.

Modelos físicos: Estos modelos son aquellos que condensan el ciclo hidrológico a una escala más manejable, en otras palabras, presentan una versión en dimensiones más pequeñas del sistema hidrológico. Por ejemplo, los modelos hidráulicos de vertederos en presas o los modelos análogos, que emplean otro sistema físico, pero comparten características similares con el prototipo original.

Modelos abstractos: Los modelos abstractos expresan el ciclo hidrológico mediante formulaciones matemáticas. Estos modelos se describen como ecuaciones que representan el sistema hidrológico, estableciendo vínculos entre las variables de ingreso y egreso. Estas variables pueden depender del tiempo o del espacio, e incluso se da de naturaleza probabilística o aleatoria. Este aspecto es especialmente relevante cuando se considera la precipitación como variable de ingreso, dado que la lluvia es un fenómeno extremadamente impredecible.

2.2.4. MÉTODO DE TEMEZ PARA GENERAR CAUDALES MEDIOS MENSUALES

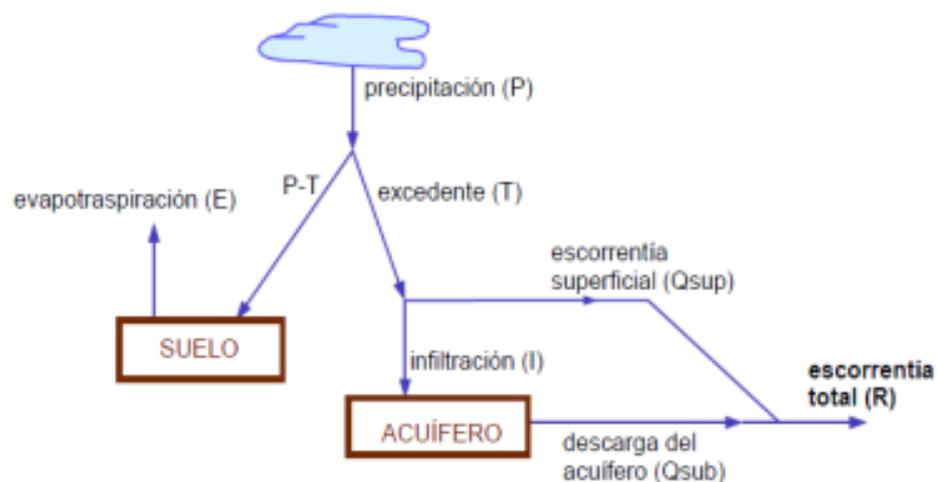
El modelo de Temez es una versión simplificada de un sistema de

lluvia-escorrentía que opera a nivel mensual. Sin embargo, debido a que su desarrollo teórico es de naturaleza amplia, en teoría se puede aplicar en intervalos temporales diversos (como horarios, diarios, mensuales, anuales). No obstante, es necesario asegurarse de que los intervalos temporales seleccionados reflejen coherentemente la realidad física del sistema. A pesar de que este modelo incorpora un número limitado de parámetros, existe suficiente experiencia en su utilización, lo que lo hace merecedor de consideración. La escasa cantidad de parámetros lo convierte particularmente apropiado y útil en cuencas que disponen de pocos datos. (Delgadillo, 2010)

➤ **Explicación de los parámetros de ingreso y procedimientos de conversión del modelo**

El funcionamiento del modelo implica la realización de cálculos de equilibrio de humedad entre los diversos procesos de transporte de agua que ocurren en un sistema hidrológico en las diversas etapas del ciclo hidrológico. Todo el proceso está regido por el principio de continuidad y está controlado por leyes específicas que dictan la distribución y transferencia entre los diferentes componentes del balance. (Chow, Maidment, & Mays, 1994)

Figura 2
Ciclo Hidrológico Simulado



Fuente: (Paredes, Solera, & Andreu, 2014)

La escorrentía total abarca la suma de la parte superficial y la subterránea. La parte superficial es la fracción de la precipitación que no se infiltra ni evapora. En tanto, la parte subterránea es generada por un enfoque de modelo unicelular (un modelo en el cual la relación entre volumen y caudal se agrupa, con un solo parámetro ajustado a través de mediciones de caudal en los ríos).

Los parámetros que se deben estimar son:

- *Hmax: capacidad máxima de almacenamiento de humedad del suelo [mm].*
- *C: parámetro de excedente [adimensional].*
- *Imáx: capacidad máxima de infiltración [mm].*
- *α: coeficiente de recesión del acuífero [1/mes].*
- *Los valores iniciales por establecer son:*
- *H0: humedad inicial en el suelo [mm].*
- *V0: almacenamiento inicial en el acuífero [mm]*

➤ **Calculo excedente**

Se plantea que parte del agua proveniente de la precipitación en la superficie del terreno (P_t) se retiene en la capa superior del suelo (H_t), mientras que la porción restante, denominada excedente (T_t), se divide entre la contribución superficial (A_{supt}) y la infiltración en el acuífero (I_t), también conocida como recarga (R_t).

Se calcula:

$$T_t = 0 \quad SI \quad P_t \leq P_0$$

$$T_t = \frac{(P_t - P_0)^2}{P_t - \delta_t - 2P_0} \quad SI \quad P_t > P_0$$

$$\delta = H_{MAX} - H_{t-1} + EPT_t$$

$$P_0 = C(H_{MAX} - H_{i-1})$$

Siendo:

Hmax representa la máxima capacidad de retención de agua en el

suelo, influida por las propiedades del suelo y la evapotranspiración de la vegetación presente. El valor de Hmax aumenta en simultáneo con factores que promueven retener, como el grosor del suelo propenso a drenar por evapotranspiración.

H_{t-1} denota el almacenamiento de agua en el suelo en el período t-1.

ETP_t hace referencia a la evapotranspiración potencial en el intervalo de tiempo t. Este valor refleja la máxima cantidad de evapotranspiración que tendría lugar en condiciones óptimas.

C representa el coeficiente inicial de excedente.

Este valor adimensional, que normalmente ronda alrededor de 0.30, define el punto en el cual se inicia la escorrentía antes de que el almacenamiento Hmax del suelo alcance su punto máximo.

En consecuencia, cuando la cantidad de precipitación es menor que la capacidad de retención del agua en el suelo, la lluvia se retiene en forma de humedad del suelo. En este caso, es probable que se transforme en evapotranspiración, y el excedente total se reduce a cero.

➤ **Calculo superficial del almacenamiento e infiltración**

Luego de calcular el T_t (excedente), la humedad final del suelo se calcula de la siguiente manera para cada mes:

$$H_t = \text{MAX} \left\{ \begin{array}{l} 0 \\ H_{t-1} + P_t - T_t - ETP_t \end{array} \right.$$

Esto implica un cierre en el equilibrio entre la cantidad de fluido que permanece en el suelo y la ETP (evapotranspiración potencial). Si el resultado relacionado con el suelo mojado resulta negativo, indica que el periodo ha sido nulo y que su potencial de evapotranspiración no se ha agotado por completo.

La evapotranspiración real, denotada como ET_t, se calcula

siguiendo el siguiente procedimiento:

$$ET_t = \text{MIN} \left\{ \begin{array}{l} H_{t-1} + P_t - T_t \\ ETP_t \end{array} \right.$$

Cuando hay una cantidad adecuada de agua en el suelo, la evapotranspiración que ocurre puede llegar a ser potencial. Sin embargo, si no se logra esa cantidad, la humedad del suelo resulta en cero al final de cada mes.

En cuanto a la infiltración en un acuífero, que sigue una función excedente y está caracterizada por un parámetro que se identifica como infiltración máxima (I_{max}), esto indica la cantidad máxima de fluido que se da por penetrar en el suelo en un mes. Esto se expresa en la siguiente fórmula:

$$I_t = I_{max} * \frac{T_t}{T_t + I_{max}}$$

La expresión previa demuestra que a medida que el excedente crece en cierta manera, también lo hace la infiltración, y este incremento tiende a aproximarse a un valor máximo. La infiltración máxima, que no está solamente determinada por las características del suelo, sino también por la intensidad y la concentración de las precipitaciones, generalmente oscila entre 100 mm/mes y 400 mm/mes. Estos valores dependen de la cantidad de lluvia, que puede ser intermitente, pero no debe considerarse como un límite en el proceso de ajustar el modelo.

Aportación Superficial

$$Asup_t = T_t - I_t$$

Aportación Subterránea

$$Q_t = \alpha * V_t$$

Donde:

α es una constante con dimensiones de [T-1]

“en caso se use una ecuación de balance de masa en relación al acuífero, esto se expresa mediante una ecuación diferencial ordinaria.”:

$$I_t - Q_t = \frac{dV_t}{dt}$$

Donde:

- $I(t)$ son las entradas al acuífero en el tiempo t (recargas)
- $O(t)$ son las salidas del acuífero en el tiempo t (extracciones)
- $V(t)$ es el volumen almacenado en el acuífero en el tiempo t

Reemplazando la primera ecuación en la segunda y tomando en cuenta que $R(t)$ representa el caudal neto de recarga en el acuífero en el instante t , obtenemos:

$$R_t - \alpha * V_t = \frac{dV_t}{dt}$$

La solución de esta ecuación diferencial resulta en un escenario donde se establece la condición inicial de volumen inicial del acuífero, V_0 , y se considera un caudal de recarga constante, R , a:

$$V_t = V_0 e^{-\alpha * t} + \frac{R}{\alpha} (1 - e^{-\alpha t})$$

Si representamos el volumen como una función del caudal y consideramos R igual a cero, obtenemos una fórmula que describe la curva de reducción del acuífero:

$$Q_t = Q_0 * e^{-\alpha t}$$

La recarga, R se puede expresar como $R = S$:

$$V_t = V_{t-1} e^{-\alpha \cdot \Delta t} + \frac{S \cdot I_t}{\alpha} (1 - e^{-\alpha \cdot \Delta t})$$

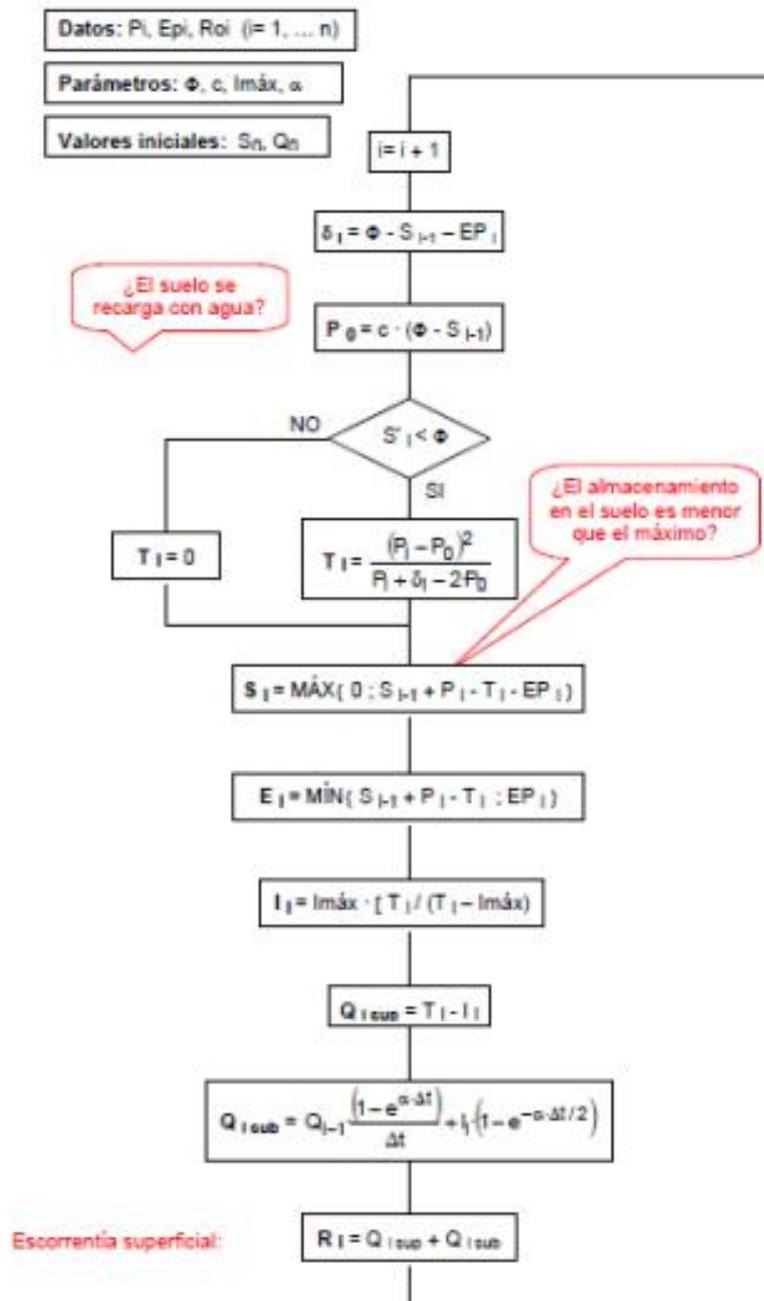
Tiene la ventaja de ser fácil de calcular, pero presenta la desventaja de simplificar en exceso el sistema. Por ejemplo, no es adecuado para acuíferos kársticos, que pueden tener varias ramas.

En resumen, el modelo de Temez involucra la calibración de cuatro parámetros: H_{max} , C , I_{max} y α . Los parámetros H_{max} y C influyen en el almacenamiento de agua en el suelo, I_{max} separa la escorrentía superficial de la subterránea, y el parámetro α regula el drenaje subterráneo. También es necesario definir las condiciones iniciales de simulación, es decir, establecer la humedad inicial del suelo (H_0) y el almacenamiento inicial en el acuífero (que puede aproximarse como $V_0 = Q_0/\alpha$). La influencia de los valores iniciales disminuye con el tiempo, por lo que, en la mayoría de los casos, estos no son muy significativos. (Paredes, Solera, & Andreu, 2014)

El modelo de Temez está incorporado en el programa EvalHid desarrollado por la Universidad Politécnica de Valencia. Sin embargo, también es posible implementar este modelo mediante el algoritmo que se detalla a continuación:

Figura 3

Diagrama de Flujo y Algoritmo del modelo de Temez



Fuente: (Paredes, Solera, & Andreu, 2014)

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Cuenca Hidrográfica: La región de tierra que se encuentra los fluidos que se originan y circulan a través de valles y cañadas, creando así una estructura de afluentes interconectados que alimentan un río principal en la cuenca, es conocida como una red de drenaje o afluente que desemboca en

el río principal. (Garcia, 2020)

Agua: Un fluido esencial para la vida, que carece de olor, color y sabor tiene un papel central en este análisis. En esta investigación, este líquido cobra relevancia, ya que el propósito fundamental es contrastar los caudales promedio mensuales obtenidos mediante la metodología de Temez. (Chavez, 1987)

Precipitación: se refiere a cualquier forma de agua, líquida o sólida, que cae de la atmósfera y llega a la superficie terrestre. Esto puede incluir lluvia, nieve, granizo o aguanieve. La precipitación es un componente importante del ciclo hidrológico, ya que proporciona la mayor parte del agua que recarga los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, así como también influye en diversos procesos naturales y actividades humanas. (Chow, Maidment, & Mays, 1994)

Caudal Medio mensual: Cantidad promedio mensual de agua que fluye en un punto de medición y llega a la estación pluviométrica. (Cachuan, 2017)

Precipitación media mensual: Según (Martinez, 1999) La cantidad de agua presente en la naturaleza en su forma física, viene de la atmosf. y que se deposita en la estación con datos fluviales con una frecuencia mensual promedio.

Temperatura: Según (Martinez, 1999) Una medida de la intensidad de las sensaciones térmicas de calor y frío en un lugar específico, evaluada mediante un termómetro.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

H1: Si existe una similitud entre los resultados obtenidos al comparar los caudales medios mensuales calculados mediante la metodología Temez y los caudales medidos en una estación hidrométrica localizada en la microcuenca del río Huallaga.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Comparar los caudales medios mensuales.

Indicadores:

- Análisis estadístico.
- Identificación de similitudes entre los valores obtenidos.
- Identificación de diferencias entre los valores obtenidos.
- Evaluación de la significancia estadística de la coincidencia entre los caudales calculados y los medidos

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Los caudales medios mensuales calculados mediante la metodología Temez y los caudales medidos en una estación hidrométrica.

Indicadores:

- Aplicación de la metodología Temez para calcular los caudales medios mensuales.
- Registro de los caudales medidos en la estación hidrométrica.
- Recopilación de los caudales medidos en la estación hidrométrica.
- Evaluación de los resultados obtenidos de la metodología Temez.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1

Sistema de variables-dimensiones e indicadores

| VARIABLE | DIMENSIÓN | INDICADOR | TIPO DE VARIABLE | ESCALA DE MEDICIÓN |
|--|--|--|------------------|--------------------|
| <p>V. dependiente</p> <p>La coincidencia significativa entre los resultados obtenidos al comparar los caudales medios mensuales calculados mediante la metodología Temez y los caudales medidos en una estación hidrométrica.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Análisis: Examinar los resultados obtenidos a través de ambas fuentes de datos. • Similitud: Determinar si los valores de los caudales calculados y medidos muestran concordancia. • Significancia: Evaluar si la coincidencia observada es estadísticamente relevante | <ul style="list-style-type: none"> • Análisis estadístico. • Identificación de similitudes y diferencias entre los valores obtenidos. • Evaluación de la significancia estadística de la coincidencia entre los caudales calculados y los medidos | Cuantitativa. | Discreta |

| VARIABLE | DIMENSIÓN | INDICADOR | TIPO DE VARIABLE | ESCALA DE MEDICIÓN |
|--|---|---|------------------|--------------------|
| V. independiente Los caudales medios mensuales calculados mediante la metodología Temez y los caudales medidos en una estación hidrométrica. | <ul style="list-style-type: none"> • Metodología: Aplicación del enfoque Temez para el cálculo de los caudales medios mensuales. • Datos: Recopilación y registro de los caudales medidos en la estación hidrométrica. • Evaluación: Análisis de los resultados obtenidos a través de la metodología Temez | <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de la metodología Temez para calcular los caudales medios mensuales. • Registro y recopilación de los caudales medidos en la estación hidrométrica. • Evaluación de los resultados obtenidos de la metodología Temez | Cuantitativa. | Discreta. |

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

Este trabajo se enfoca en los datos que dan de caracterizar de forma hidráulica en términos de parámetros mínimos, recolección de datos y análisis según Hernández (2014), la conceptualización de este tipo de idea se puede describir como un estudio de naturaleza cuantitativa.

Se caracteriza por ser de naturaleza cuantitativa, enfocado en el análisis de componentes susceptibles de ser evaluados, medidos y expresados en términos numéricos. El elemento central bajo investigación es el caudal medio mensual, el cual se encuentra en el centro del enfoque y se mide en el sitio de aforo equipado con un limnómetro, administrado el SENAMHI. Dicha entidad se encarga de supervisar, mantener y operar este sistema. La metodología empleada para llevar a cabo este análisis es el modelo matemático Temez, el cual se aplica en el contexto de la microcuenca del río Huallaga.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El nivel adoptado es descriptivo-comparativo, de acuerdo a Hernández (2014). Este nivel se encarga de describir contextos, entornos, fenómenos, situaciones y eventos, al mismo tiempo que determina su naturaleza y manifestaciones.

La dimensión descriptiva de este enfoque radica en la necesidad de explorar y detallar cómo son los caudales medios mensuales que se derivan de la aplicación del método de Temez en la microcuenca del río Huallaga. Este análisis determinará si los caudales son mínimos, promedio o máximos en esa área específica.

Por otro lado, el carácter comparativo se manifiesta en la intención de identificar las discrepancias presentes al confrontar los resultados de los caudales medios mensuales obtenidos a través del método Temez con aquellos provenientes de una estación hidrométrica en la microcuenca del río Huallaga. Estos resultados serán detallados y posteriormente contrastados.

3.1.3. DISEÑO

La investigación sigue un diseño no experimental de tipo transversal, en concordancia con lo propuesto por Hernández (2014). En su modalidad descriptiva-comparativa, este enfoque se caracteriza por la ausencia de manipulación de las variables bajo análisis.

En relación al diseño no experimental de tipo transversal, tal como indica Sampiere (2014) implica la recopilación de datos en un único momento y período específico. Su finalidad radica en describir las variables y comprender cómo se interrelacionan en ese instante preciso.

Dentro de este marco de diseño, se procederá a calcular el fluido mensual mediante el método Temez en la microcuenca del río Huallaga. Posteriormente, se llevará a cabo una comparación con el caudal medio mensual registrado en la estación hidrométrica ubicada en el mismo río Huallaga. Esta última cifra es conocida y será recopilada a través de la técnica de recolección de información directa por parte del SENAMHI, utilizando la ficha de recolección de datos. En este contexto, la validez y confiabilidad del instrumento no se cuestionan debido a la confiabilidad inherente de las fuentes de datos.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población abarca todos los casos que cumplen con múltiples especificaciones, y puede ser tanto un conjunto finito como infinito de elementos con características similares que requieren evaluación Hernández (2014).

Por lo tanto, la población para mi trabajo de investigación sería la sub cuenca del río Huallaga.

3.2.2. MUESTRA

Según Tamayo (2004), la muestra se conceptualiza como un sub grupo de la población donde se tiene el interés y se recolectara los datos, que se pueden definir o delimitarse previamente con cierta precisión, además que tiene que ser representativa para la población. El investigador pretende que los resultados que se encuentren sean la muestra y se generalicen o se tenga una extrapolación de la población. Si nos guiamos en lo anterior se puede concluir que en la muestra el propósito es hallar las características específicas que tiene la población de acuerdo a ciertas propiedades. Basándonos en lo mencionado anteriormente, este estudio de investigación utiliza los datos como muestra que se obtienen de la población de la sub cuenca del río Huallaga, en el tramo del puente tingo hasta la localidad de Churubamba.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

➤ Técnica

Este estudio empleo métodos de observación y análisis de contenido. Estas estrategias, entre otras, se enfocó en la utilización y revisión de recursos y datos, buscando recopilar la información esencial para el inicio de una investigación.

Entre las técnicas que se aplicaron se encuentran el análisis de literatura, métodos de laboratorio, enfoques estadísticos y observación directa. A su vez, dado que la obtención de datos mediante encuestas requiere una apropiada extracción de información de sistemas de información geográfica, se optó por técnicas de observación, medición y registro. Asimismo, se hizo uso de la técnica de recopilación de datos por parte del SENAMHI.

➤ **Instrumentos**

Los instrumentos que se utilizaran son:

- ✓ Fichas de recolección de datos

Tabla 2

Recolección de datos

| N° | ESTACIÓN | AÑO | Pmáx (mm) |
|-----------|-----------------|------------|------------------|
| 1 | transferida | 2022-ene | |
| 2 | transferida | 2022-feb | |
| 3 | transferida | 2022-mar | |
| 4 | transferida | 2022-abri | |
| 5 | transferida | 2022-may | |
| 6 | transferida | 2022-jun | |
| 7 | transferida | 2022-jul | |
| 8 | transferida | 2022-ago | |
| 9 | transferida | 2022-sept | |
| 10 | transferida | 2022-oct | |
| 11 | transferida | 2022-nov | |
| 12 | transferida | 2022-dic | |
| 13 | transferida | 2023-ene | |
| 14 | transferida | 2023-feb | |
| 15 | transferida | 2023-mar | |
| 16 | transferida | 2023-abr | |
| 17 | transferida | 2023-may | |
| 18 | transferida | 2023-jun | |
| 19 | transferida | 2023-jul | |
| 20 | transferida | 2023-ago | |
| 21 | transferida | 2023-set | |
| 22 | transferida | 2023-oct | |
| 23 | transferida | 2023-nov | |
| 24 | transferida | 2023-dic | |
| 25 | transferida | 2024-ene | |

✓ Cuadros y hojas de tablas estadísticas

Figura 4

Para el caudal

| MÉTODO RACIONAL MODIFICADO PARA T=25 AÑOS, D=120 min | | | | | |
|--|----|--------------------------------|-----------------|-------------------------|---|
| NUMERO DE CURVA | | AREA DE LA CUENCA | km ² | TIEMPO DE CONCENTRACION | h |
| UMBRAL DE ESCORRENTIA | mm | FACTOR REDUCTOR | | COEFICIENTE DE | |
| PRECIPITACION MAXIMA DIARIA | mm | PRECIPITACION MAXIMA CORREGIDA | mm | DE | |
| C | | TIEMPO DE CONCENTRACION | h | K | |
| CAUDAL | | | 0 | m ³ /s | |

Figura 5

Para la intensidad de diseño

| INTENSIDADES DE DISEÑO PARA TIEMPOS INTERMEDIOS Y REAJUSTADOS CON LÍNEA DE AJUSTE DE TENDENCIA, CALCULADOS USANDO LA ECUACIÓN DEL GRÁFICO | | | |
|---|---------|------|--------------|
| N° | TIEMPOS | X | INTENSIDADES |
| 1 | 5 | 0.33 | |
| 2 | 20 | 1.33 | |
| 3 | 40 | 2.33 | |
| 4 | 60 | 3 | |
| 5 | 90 | 4 | |
| 6 | 120 | 5 | |
| 7 | 180 | 6 | |
| 8 | 240 | 7 | |
| 9 | 300 | 8 | |
| 10 | 360 | 9 | |
| 11 | 720 | 10 | |
| 12 | 1440 | 11 | |

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Para adquirir información sobre la descripción de la cuenca, se emplearán imágenes captadas por satélites para efectuar la delimitación geográfica.

En cuanto a la obtención de datos, se hará uso de las estaciones cercanas situadas en la región de Huánuco.

El tratamiento de los datos mediante fórmulas empíricas se llevará a cabo utilizando hojas de cálculo en el programa Microsoft Excel, empleando el formato propio de esta aplicación. En estas hojas se ingresarán las fórmulas correspondientes para cada etapa del proceso.

3.3.3. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

➤ Análisis de Datos

Después de completar el procesamiento de datos, se procedió a aplicar el método de TEMEZ para llevar a cabo la descripción hidráulica. Posteriormente, se realizó un análisis para prever las máximas crecidas fluviales, utilizando Excel o, si es necesario, otras herramientas de software que sean pertinentes para el alcance de este proyecto. El objetivo último de este proceso es cumplir con los requerimientos establecidos en los objetivos de la investigación, utilizando los resultados obtenidos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE LA CUENCA

Con base en datos provenientes de un mapa digital con una resolución óptima obtenido a través del satélite ALOS PALSAR y cartas nacionales del Instituto Geográfico Nacional (IGN), se llevó a cabo la delimitación y el análisis de las características morfométricas, utilizando los programas ArcGIS y Excel.

Figura 6

Río Huallaga en el tramo de estudio

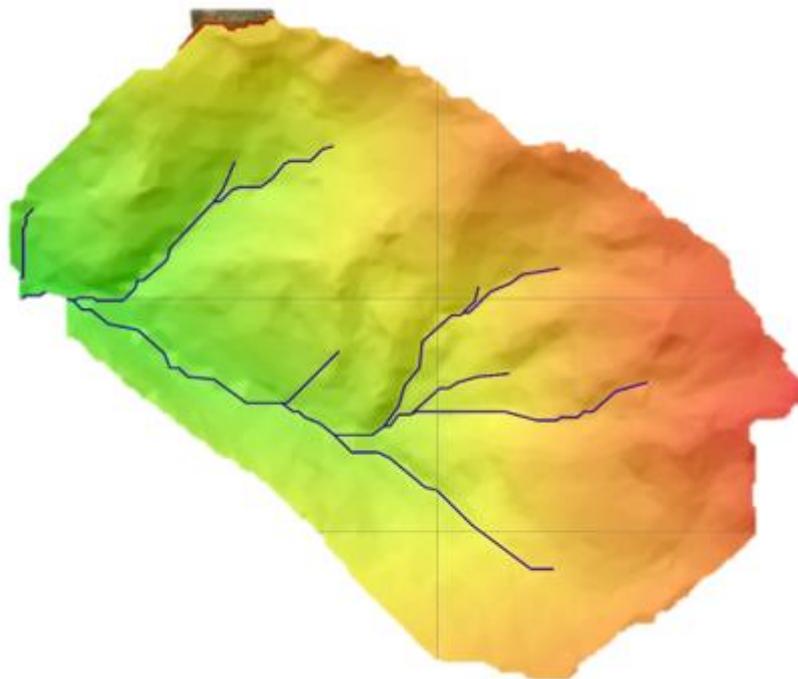


Tabla 3

Características morfométricas de la cuenca en estudio

| | | dato |
|---|-----------------|-------------|
| Área | Km ² | 8.40 |
| Perímetro | km | 15.02 |
| Longitud de la cuenca | Km | 3.85 |
| Ancho de cuenca | Km | 2.15 |
| Cota máx. | msnm | 5300 |
| Cota min | msnm | 1048 |
| Pendiente media | % | 33.43 |
| Factor de forma | Adimensional | 1.60 |
| Coef. De compacidad | Msnm | 1.48 |
| Orden hídrica | Adimensional | 3 |
| Longitud de cauce principal | km | 1.29 |
| Longitud total de la red hídrica | Km | 9.90 |
| Pendiente media de cauce | % | 53.42 |

Figura 7

Cuenca donde se encuentra la estación Puente Taruca

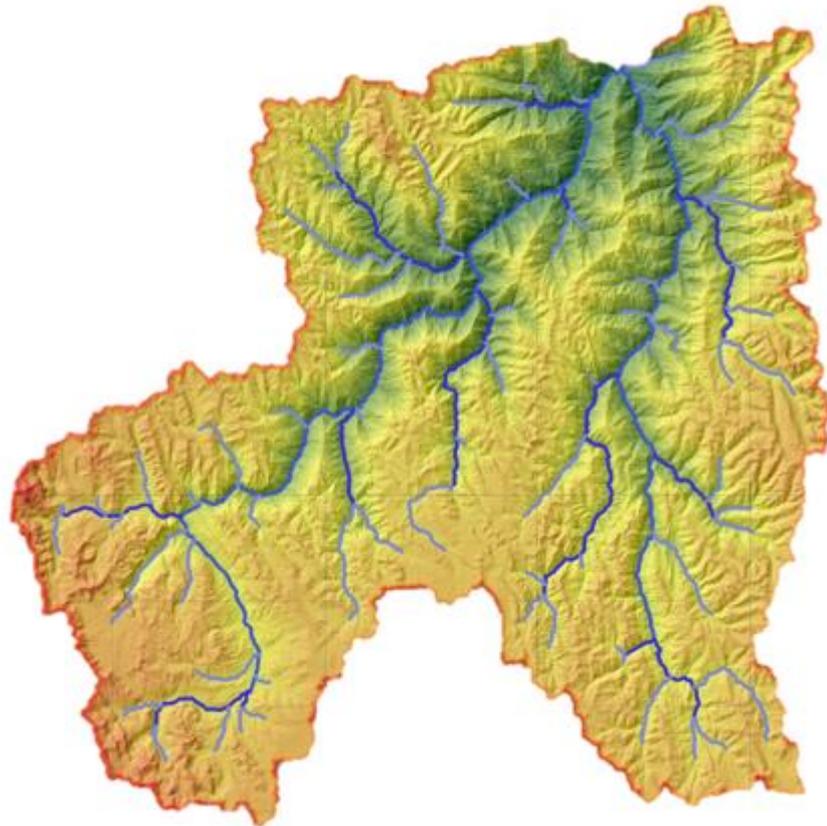


Tabla 4*Características morfométricas donde se encuentra la estación Puente Taruca*

| | | dato |
|---|--------------|-------------|
| Área | Km2 | 115.78 |
| Perm | km | 50.7 |
| Long de la cuenca | Km | 12.4 |
| Ancho de cuenca | Km | 10.8 |
| Cota máx. | msnm | |
| Cota min | msnm | |
| Pendiente media | % | 15.87 |
| Factor de forma | Adimensional | 1.60 |
| Coef. De compacidad | Msnm | 1.48 |
| Orden hídrica | Adimensional | 4 |
| Longitud de cauce principal | km | 8.2 |
| Longitud total de la red hídrica | Km | 19.84 |
| Pendiente media de cauce | % | 53.42 |

4.1.2. SIMILITUD HIDRÁULICA

De acuerdo a lo mostrado anteriormente en las dos cuencas, la primera es donde se encuentra el rio higueras de acuerdo al área de estudio planteando y el segundo es donde se encuentra la estación Puente Taruca ubicado en Churubamba, las dos tienen similitudes hidráulicas debido que tienen el mismo coeficiente compacidad.

4.1.3. TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA

Tabla 5*Transferencia de información pluviométrica*

| AÑO | Estación Puente Taruca | Microcuenca del Huallaga en el lugar de estudio |
|------------------|-------------------------------|--|
| 2022-ene | 43.4 | 48.4 |
| 2022-feb | 52.9 | 57.9 |
| 2022-marz | 51.6 | 56.6 |
| 2022-abr | 47.3 | 52.3 |
| 2022-may | 34.4 | 39.4 |
| 2022-jun | 24.9 | 29.9 |
| 2022-jul | 22.9 | 27.9 |
| 2022-ago | 22.9 | 27.9 |
| 2022-set | 22.9 | 27.9 |
| 2022-oct | 24.2 | 29.2 |

| AÑO | Estación Puente Taruca | Microcuenca del Huallaga en el lugar de estudio |
|------------------|---------------------------------------|--|
| 2022-nov | 23.6 | 28.6 |
| 2022-dic | 31.2 | 36.2 |
| 2023-ene | 32.5 | 37.5 |
| 2023-feb | 45.5 | 50.5 |
| 2023-marz | 49.5 | 54.5 |
| 2023-abr | 40.3 | 45.3 |
| 2023-may | 37.3 | 42.3 |
| 2023-jun | 24.7 | 29.7 |
| 2023-jul | 21.7 | 26.7 |
| 2023-ago | 21.8 | 26.8 |
| 2023-set | 19.7 | 24.7 |
| 2023-oct | 25.3 | 30.3 |
| 2023-nov | 26.9 | 31.9 |
| 2023-dic | 38.6 | 43.6 |
| 2024-ene | 50.9 | 55.9 |

Mediante los datos tomados de la estación hidrográfica obtenido del senamhi, estos datos son las precipitaciones máximas obtenidas por mes de la estación Puente Taruca luego se procede a estimar mediante el método de Temez los datos de precipitación de nuestro lugar de estudio.

4.1.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS HIDROLÓGICOS

Tras transferir los datos de precipitaciones máximas diarias desde la estación Puente Taruca a la subcuenca del río Huallaga.

Dándose a cabo un análisis estadístico de los registros hidrológicos para identificar los caudales máximos correspondientes a diferentes períodos de retorno.

Tabla 6

Datos de la estación Puente Taruca

| N° | ESTACIÓN | AÑO | Pmáx (mm) | Log P |
|-----------|-----------------|------------|------------------|--------------|
| 1 | Puente Taruca | 2022-ene | 43.4 | 1.63748973 |
| 2 | Puente Taruca | 2022-feb | 52.9 | 1.723455672 |
| 3 | Puente Taruca | 2022- mar | 51.6 | 1.712649702 |

| | | | | |
|----|---------------|-----------|------|-------------|
| 4 | Puente Taruca | 2022-abri | 47.3 | 1.674861141 |
| 5 | Puente Taruca | 2022-may | 34.4 | 1.536558443 |
| 6 | Puente Taruca | 2022-jun | 24.9 | 1.396199347 |
| 7 | Puente Taruca | 2022-jul | 22.9 | 1.359835482 |
| 8 | Puente Taruca | 2022-ago | 22.9 | 1.359835482 |
| 9 | Puente Taruca | 2022-sept | 22.9 | 1.359835482 |
| 10 | Puente Taruca | 2022-oct | 24.2 | 1.383815366 |
| 11 | Puente Taruca | 2022-nov | 23.6 | 1.372912003 |
| 12 | Puente Taruca | 2022-dic | 31.2 | 1.494154594 |
| 13 | Puente Taruca | 2023-ene | 32.5 | 1.511883361 |
| 14 | Puente Taruca | 2023-feb | 45.5 | 1.658011397 |
| 15 | Puente Taruca | 2023-mar | 49.5 | 1.694605199 |
| 16 | Puente Taruca | 2023-abr | 40.3 | 1.605305046 |
| 17 | Puente Taruca | 2023-may | 37.3 | 1.571708832 |
| 18 | Puente Taruca | 2023-jun | 24.7 | 1.392696953 |
| 19 | Puente Taruca | 2023-jul | 21.7 | 1.336459734 |
| 20 | Puente Taruca | 2023-ago | 21.8 | 1.338456494 |
| 21 | Puente Taruca | 2023-set | 19.7 | 1.294466226 |
| 22 | Puente Taruca | 2023-oct | 25.3 | 1.403120521 |
| 23 | Puente Taruca | 2023-nov | 26.9 | 1.42975228 |
| 24 | Puente Taruca | 2023-dic | 38.6 | 1.586587305 |
| 25 | Puente Taruca | 2024-ene | 50.9 | 1.706717782 |

Tabla 7

Datos de la estación transferida a nuestro lugar de estudio

| N° | ESTACIÓN | AÑO | Pmáx (mm) | Log P |
|-----------|-----------------|------------|------------------|--------------|
| 1 | transferida | 2022-ene | 48.4 | 1.684845362 |
| 2 | transferida | 2022-feb | 57.9 | 1.762678564 |
| 3 | transferida | 2022- mar | 56.6 | 1.752816431 |
| 4 | transferida | 2022-abri | 52.3 | 1.718501689 |
| 5 | transferida | 2022-may | 39.4 | 1.595496222 |
| 6 | transferida | 2022-jun | 29.9 | 1.475671188 |
| 7 | transferida | 2022-jul | 27.9 | 1.445604203 |
| 8 | transferida | 2022-ago | 27.9 | 1.445604203 |
| 9 | transferida | 2022-sept | 27.9 | 1.445604203 |
| 10 | transferida | 2022-oct | 29.2 | 1.465382851 |
| 11 | transferida | 2022-nov | 28.6 | 1.456366033 |
| 12 | transferida | 2022-dic | 36.2 | 1.558708571 |
| 13 | transferida | 2023-ene | 37.5 | 1.574031268 |
| 14 | transferida | 2023-feb | 50.5 | 1.703291378 |
| 15 | transferida | 2023-mar | 54.5 | 1.736396502 |
| 16 | transferida | 2023-abr | 45.3 | 1.656098202 |
| 17 | transferida | 2023-may | 42.3 | 1.626340367 |

| N° | ESTACIÓN | AÑO | Pmáx (mm) | Log P |
|-----------|-----------------|------------|------------------|--------------|
| 18 | transferida | 2023-jun | 29.7 | 1.472756449 |
| 19 | transferida | 2023-jul | 26.7 | 1.426511261 |
| 20 | transferida | 2023-ago | 26.8 | 1.428134794 |
| 21 | transferida | 2023-set | 24.7 | 1.392696953 |
| 22 | transferida | 2023-oct | 30.3 | 1.481442629 |
| 23 | transferida | 2023-nov | 31.9 | 1.503790683 |
| 24 | transferida | 2023-dic | 43.6 | 1.639486489 |
| 25 | transferida | 2024-ene | 55.9 | 1.747411808 |

Después de obtenidos esos datos se procede a ingresar al hidroesta para así calcular la prueba de bondad de ajuste para poder seleccionar la mejor distribución posible.

4.1.5. PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE Y PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE 24 HORAS

Figura 8

Distribución normal elección del delta teórico

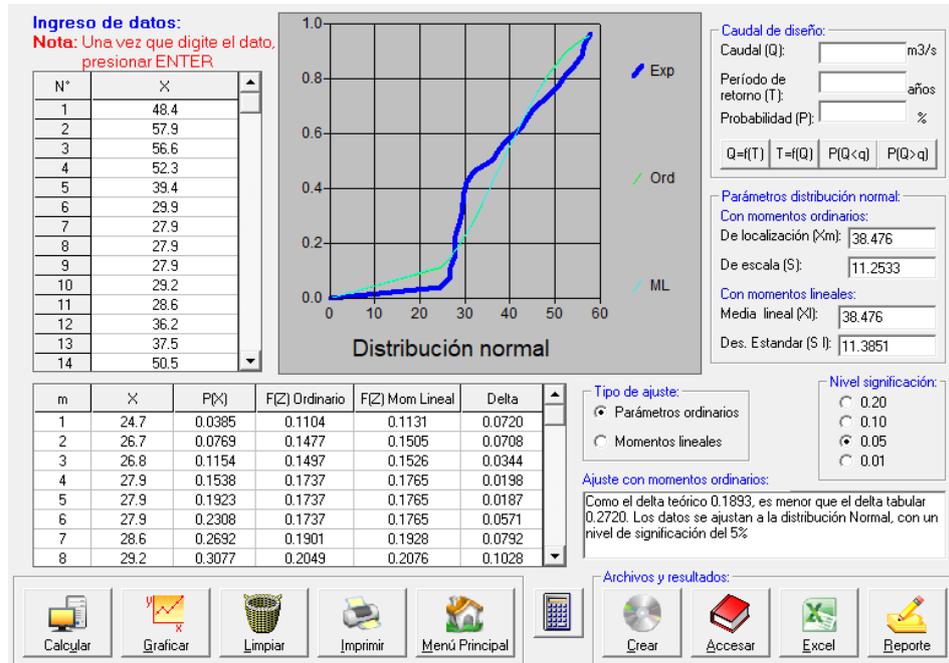


Figura 9

Distribución log normal elección del delta teórico

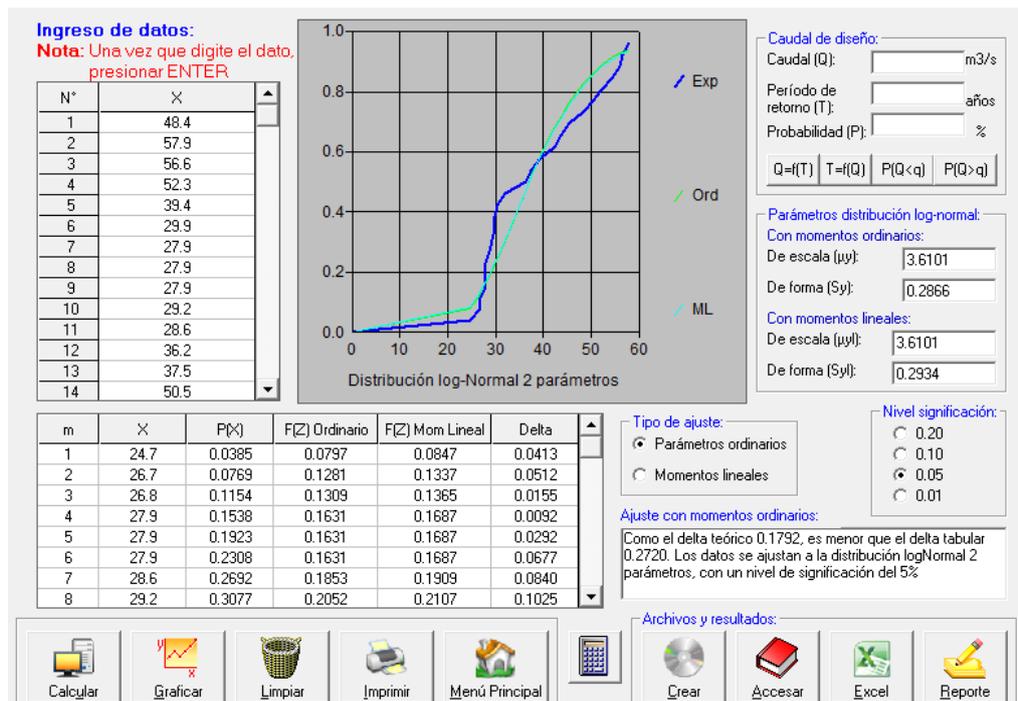


Figura 10

Distribución Gumbel elección del delta teórico

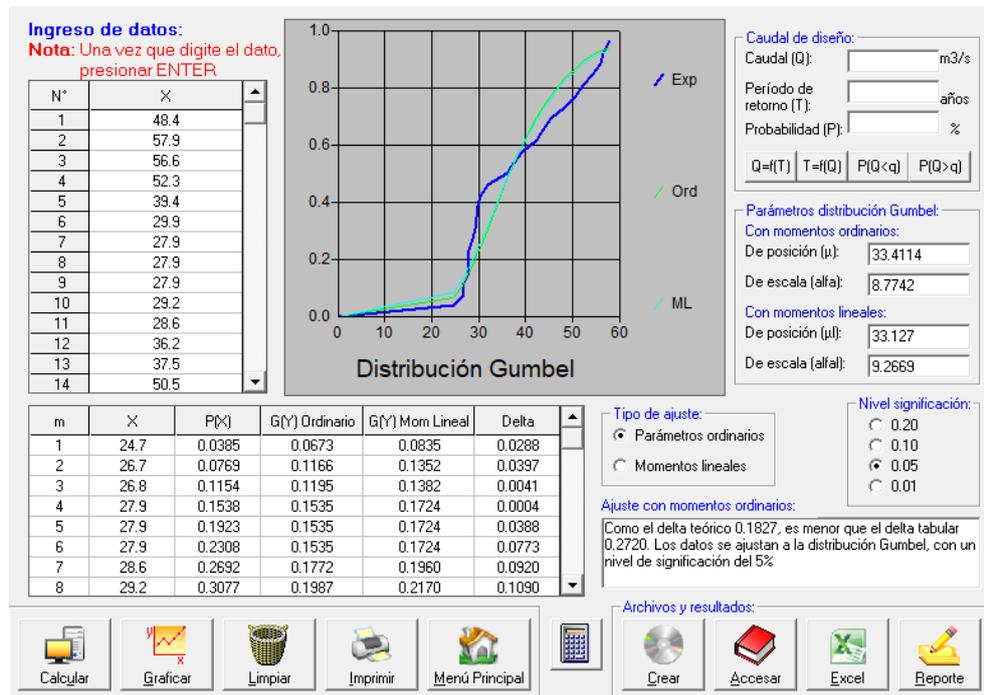


Figura 11

Distribución log pearson elección del delta teórico

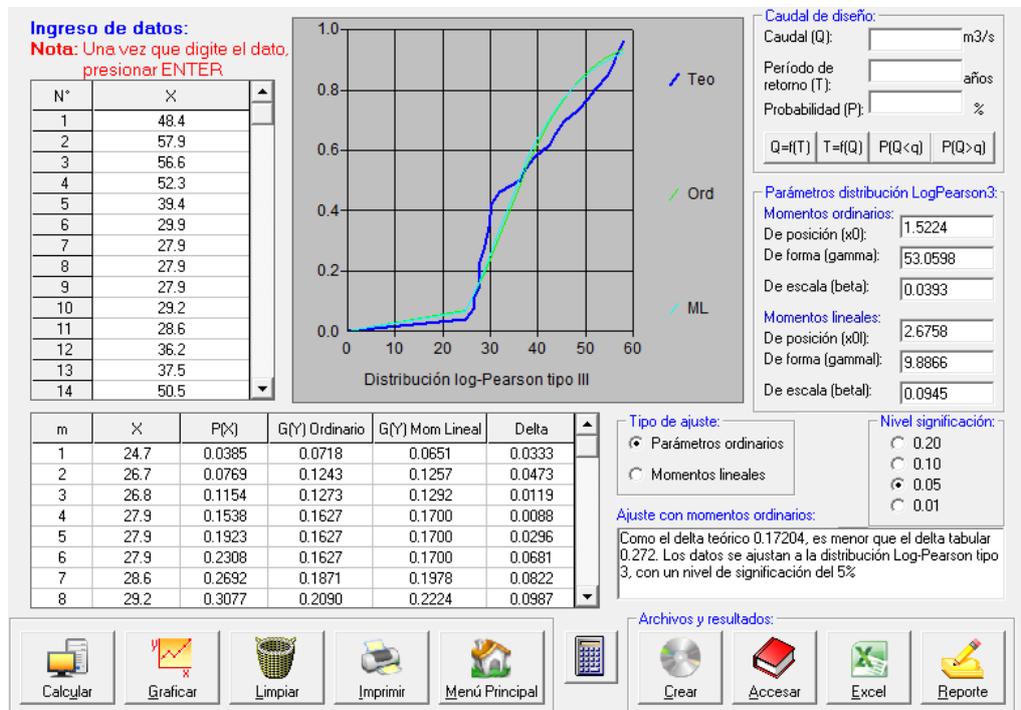


Tabla 8*Elección del delta teórico menor estación transferida*

| Distribución | Delta teórico | Distribución a elegir |
|---------------|---------------|--|
| Normal | 0.1893 | Se elige el menor delta teórico siendo esta la distribución log Pearson. |
| Log Normal 2p | 0.1792 | |
| Gumbel | 0.1827 | |
| Log Pearson | 0.17204 | |

Para la estación Puente Taruca se hizo el mismo desarrollo que en la estación transferida obteniendo así los mismos deltas teórico dado que por el método de Temez se mantiene el delta teórico de la estación base siendo esa la de Puente Taruca.

Tabla 9*Distribución para casa periodo de retorno*

| T(años) | Normal | Log Normal | Gumbel | Log Pearson | Log Pearson estación Puente Taruca |
|------------|--------|------------|--------|-------------|------------------------------------|
| 5 | 47.95 | 47.05 | 46.57 | 46.84 | 41.75 |
| 10 | 52.90 | 53.38 | 53.16 | 53.77 | 48.88 |
| 25 | 58.18 | 61.06 | 61.48 | 62.66 | 58.18 |
| 50 | 61.59 | 66.61 | 67.65 | 69.39 | 65.31 |
| 100 | 64.66 | 72.02 | 73.77 | 76.21 | 72.63 |
| 200 | 67.47 | 77.36 | 79.88 | 83.16 | 80.15 |
| 500 | 70.87 | 84.36 | 87.93 | 92.60 | 90.45 |

Para la distribución de log de Pearson de la estación Puente Taruca se realizó el mismo procedimiento que en la estación transferida (siendo esta estación supuesta que se ubicaría en el lugar de estudio), empleando el programa hidroesta se ingresó los datos y se eligió la distribución de Pearson dando así los datos para cada periodo de retorno requerido.

Por medio del hidroesta (ver anexo de distribuciones) se logró obtener las distribuciones para cada periodo de retorno requerido, pero dicho anteriormente se elige la distribución de log Pearson, siendo esos datos usados para los siguientes desarrollos como la intensidad de diseño.

4.1.6. DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE DISEÑO

Tras identificar el ajuste óptimo, calculamos tanto la precipitación como la intensidad máxima para distintos intervalos temporales, las cuales se utilizaron para construir las curvas ID.

Tabla 10

Intensidad de diseño para cada periodo de retorno

| T(años) | 5 min. (0.083 horas) | 20 min (0.33 horas) | 40 min (0.667 hora) | 60 min (1 hora) | 90 min (1.5 horas) | 120 min (2 horas) | 180 min (3 horas) | 240 min (4 horas) | 300 min (5 horas) | 360 min (6 horas) | 720 min (12 horas) | 1440 min (24 horas) |
|----------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 5 | 41.77 | 26.18 | 19.89 | 17.07 | 13.84 | 11.33 | 9.28 | 7.55 | 6.05 | 4.72 | 3.54 | 2.47 |
| 10 | 47.94 | 30.06 | 22.84 | 19.60 | 15.89 | 13.01 | 10.66 | 8.67 | 6.95 | 5.43 | 4.07 | 2.84 |
| 25 | 55.87 | 35.03 | 26.62 | 22.84 | 18.52 | 15.16 | 12.42 | 10.11 | 8.10 | 6.33 | 4.75 | 3.31 |
| 50 | 61.86 | 38.79 | 29.48 | 25.30 | 20.51 | 16.80 | 13.77 | 11.20 | 8.98 | 7.02 | 5.27 | 3.68 |
| 100 | 67.95 | 42.61 | 32.38 | 27.78 | 22.52 | 18.44 | 15.11 | 12.29 | 9.85 | 7.70 | 5.77 | 4.03 |

En la tabla anterior se muestra las intensidades de diseño realizadas para cada hora/minutos correspondientes a cada periodo de retorno, se tomó 5 periodos de retorno de la distribución de log Pearson mostrada en la tabla 8, luego se colocó esos datos en el Excel y así se pudo estimar la intensidad de diseño (ver anexo), luego con los datos obtenidos se procedió a realizar la familia de curvas IDF que se muestra a continuación.

Pero antes se empleará también el mismo método para la estación Puente Taruca para así poder obtener los datos para al final comparar con los caudales obtenidos de la estación transferida que se encuentra en nuestro lugar de estudio propuesto.

Figura 12

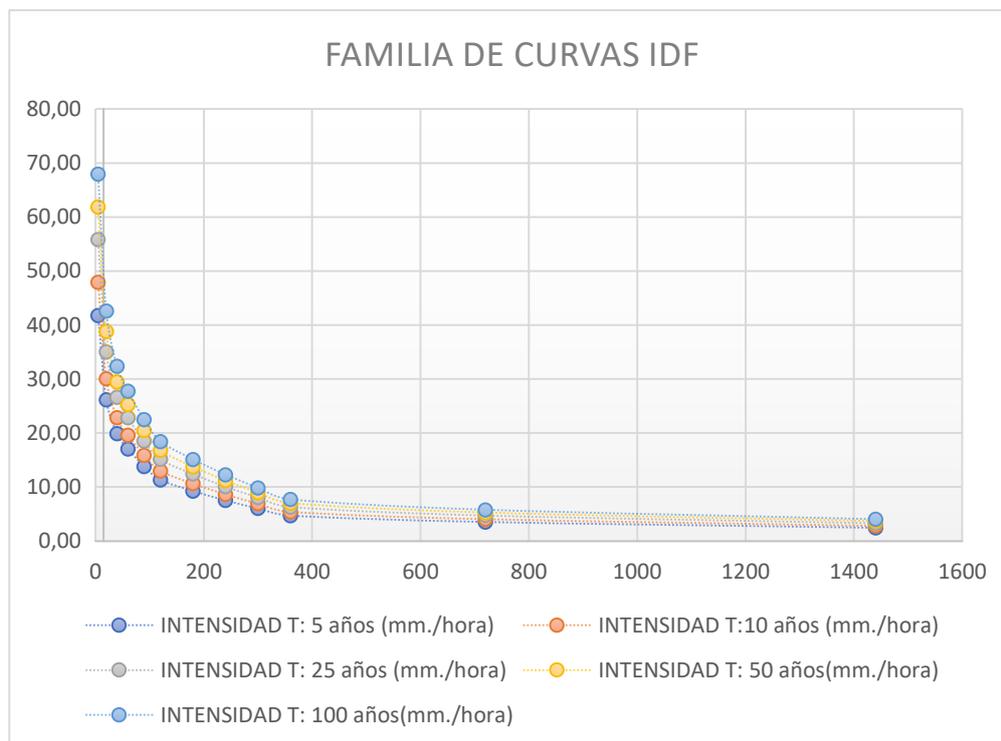
Intensidades de diseño para los diferentes (T)

| INTENSIDADES DE DISEÑO PARA TIEMPOS INTERMEDIOS Y REAJUSTADOS CON LÍNEA DE AJUSTE DE TENDENCIA, CALCULADOS USANDO LA ECUACIÓN DEL GRÁFICO - 5años | | | | INTENSIDADES DE DISEÑO PARA TIEMPOS INTERMEDIOS Y REAJUSTADOS CON LÍNEA DE AJUSTE DE TENDENCIA, CALCULADOS USANDO LA ECUACIÓN DEL GRÁFICO 10AÑOS | | | | INTENSIDADES DE DISEÑO PARA TIEMPOS INTERMEDIOS Y REAJUSTADOS CON LÍNEA DE AJUSTE DE TENDENCIA, CALCULADOS USANDO LA ECUACIÓN DEL GRÁFICO 25 AÑOS | | | |
|---|---------|------|--------------|--|---------|------|--------------|---|---------|------|--------------|
| Nº | TIEMPOS | X | INTENSIDADES | Nº | TIEMPOS | X | INTENSIDADES | Nº | TIEMPOS | X | INTENSIDADES |
| 1 | 5 | 0.33 | 97.22 | 1 | 5 | 0.33 | 43.57 | 1 | 5 | 0.33 | 51.88 |
| 2 | 20 | 1.33 | 23.34 | 2 | 20 | 1.33 | 27.33 | 2 | 20 | 1.33 | 32.52 |
| 3 | 40 | 2.33 | 17.74 | 3 | 40 | 2.33 | 20.77 | 3 | 40 | 2.33 | 24.71 |
| 4 | 60 | 3 | 15.22 | 4 | 60 | 3 | 17.82 | 4 | 60 | 3 | 21.20 |
| 5 | 90 | 4 | 12.34 | 5 | 90 | 4 | 14.45 | 5 | 90 | 4 | 17.19 |
| 6 | 120 | 5 | 10.11 | 6 | 120 | 5 | 11.84 | 6 | 120 | 5 | 14.07 |
| 7 | 180 | 6 | 8.29 | 7 | 180 | 6 | 9.70 | 7 | 180 | 6 | 11.53 |
| 8 | 240 | 7 | 6.74 | 8 | 240 | 7 | 7.89 | 8 | 240 | 7 | 9.38 |
| 9 | 300 | 8 | 5.41 | 9 | 300 | 8 | 6.33 | 9 | 300 | 8 | 7.51 |
| 10 | 360 | 9 | 4.23 | 10 | 360 | 9 | 4.95 | 10 | 360 | 9 | 5.87 |
| 11 | 720 | 10 | 3.17 | 11 | 720 | 10 | 3.71 | 11 | 720 | 10 | 4.40 |
| 12 | 1440 | 11 | 2.22 | 12 | 1440 | 11 | 2.60 | 12 | 1440 | 11 | 3.07 |

| INTENSIDADES DE DISEÑO PARA TIEMPOS INTERMEDIOS Y REAJUSTADOS CON LÍNEA DE AJUSTE DE TENDENCIA, CALCULADOS USANDO LA ECUACIÓN DEL GRÁFICO 50 AÑOS | | | | INTENSIDADES DE DISEÑO PARA TIEMPOS INTERMEDIOS Y REAJUSTADOS CON LÍNEA DE AJUSTE DE TENDENCIA, CALCULADOS USANDO LA ECUACIÓN DEL GRÁFICO-100 años | | | |
|---|---------|------|--------------|--|---------|------|--------------|
| Nº | TIEMPOS | X | INTENSIDADES | Nº | TIEMPOS | X | INTENSIDADES |
| 1 | 5 | 0.33 | 58.23 | 1 | 5 | 0.33 | 64.75 |
| 2 | 20 | 1.33 | 36.51 | 2 | 20 | 1.33 | 40.60 |
| 3 | 40 | 2.33 | 27.74 | 3 | 40 | 2.33 | 30.86 |
| 4 | 60 | 3 | 23.80 | 4 | 60 | 3 | 26.48 |
| 5 | 90 | 4 | 19.29 | 5 | 90 | 4 | 21.47 |
| 6 | 120 | 5 | 15.80 | 6 | 120 | 5 | 17.58 |
| 7 | 180 | 6 | 12.94 | 7 | 180 | 6 | 14.40 |
| 8 | 240 | 7 | 10.53 | 8 | 240 | 7 | 11.72 |
| 9 | 300 | 8 | 8.43 | 9 | 300 | 8 | 9.39 |
| 10 | 360 | 9 | 6.59 | 10 | 360 | 9 | 7.34 |
| 11 | 720 | 10 | 4.94 | 11 | 720 | 10 | 5.50 |
| 12 | 1440 | 11 | 3.44 | 12 | 1440 | 11 | 3.84 |

Figura 13

Familia de curvas IDF de la estación transferida



4.1.7. ESTIMACIÓN DE CAUDALES

Después de determinar la precipitación máxima y la intensidad correspondientes a diversas duraciones y particularidades morfológicas del área de captación, la estimación de la descarga máxima del río Huallaga en la región de estudio propuesta se llevó a cabo utilizando un enfoque del método racional modificado (se usará los factores propuestos por Temez). Antes de realizar estos cálculos de manera individual, se obtuvo el número de curvas medias de la subcuenca.

De acuerdo al tipo de suelo se clasifica en el grupo hidrológico C y por ello el número de curva promedio se basa en los cultivos cercanos, centros poblados, cuerpos de agua y matorral arbustivo obteniendo así un promedio de número de curva. Siendo esta de 70.

Figura 14

Método Racional Modificado para cada T en una duración de 120 min-lugar de estudio

| MÉTODO RACIONAL MODIFICADO PARA T=10 AÑOS, D=120 min | | | | | | | |
|--|----------|----|--------------------------------|----------|-----------------|-------------------------|-------------------|
| NÚMERO DE CURVA | 70 | | ÁREA DE LA CUENCA | 8.40 | km ² | TIEMPO DE CONCENTRACIÓN | 6.60 h |
| UMBRAL DE ESCORRENTÍA | 21.42857 | mm | FACTOR REDUCTOR | 0.938381 | | | |
| PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA | 26.02 | mm | PRECIPITACIÓN MÁXIMA CORREGIDA | 24.4134 | mm | COEFICIENTE DE | 1.430386 |
| C | 0.034751 | | TIEMPO DE CONCENTRACION | 6.60 | h | K | 1.430386 |
| CAUDAL | | | | I | 3.176145 | mm/h | |
| | | | | | 0.368677294 | | m ³ /s |

| MÉTODO RACIONAL MODIFICADO PARA T=25 AÑOS, D=120 min | | | | | | | |
|--|----------|----|--------------------------------|----------|-----------------|-------------------------|-------------------|
| NÚMERO DE CURVA | 70 | | ÁREA DE LA CUENCA | 8.40 | km ² | TIEMPO DE CONCENTRACIÓN | 6.60 h |
| UMBRAL DE ESCORRENTÍA | 21.42857 | mm | FACTOR REDUCTOR | 0.938381 | | | |
| PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA | 30.33 | mm | PRECIPITACIÓN MÁXIMA CORREGIDA | 28.45951 | mm | COEFICIENTE DE | 1.430386 |
| C | 0.065785 | | TIEMPO DE CONCENTRACION | 6.60 | h | K | 1.430386 |
| CAUDAL | | | | I | 3.702537 | mm/h | |
| | | | | | 0.813591901 | | m ³ /s |

| MÉTODO RACIONAL MODIFICADO PARA T=50 AÑOS, D=120 min | | | | | | | |
|--|----------|----|--------------------------------|----------|-----------------|-------------------------|-------------------|
| NÚMERO DE CURVA | 70 | | ÁREA DE LA CUENCA | 8.40 | km ² | TIEMPO DE CONCENTRACIÓN | 6.60 h |
| UMBRAL DE ESCORRENTÍA | 21.42857 | mm | FACTOR REDUCTOR | 0.938381 | | | |
| PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA | 33.60 | mm | PRECIPITACIÓN MÁXIMA CORREGIDA | 31.52953 | mm | COEFICIENTE DE | 1.430386 |
| C | 0.088345 | | TIEMPO DE CONCENTRACION | 6.60 | h | K | 1.430386 |
| CAUDAL | | | | I | 4.101941 | mm/h | |
| | | | | | 1.210457149 | | m ³ /s |

| MÉTODO RACIONAL MODIFICADO PARA T=100 AÑOS, D=120 min | | | | | | | |
|---|----------|----|--------------------------------|----------|-----------------|-------------------------|-------------------|
| NÚMERO DE CURVA | 70 | | ÁREA DE LA CUENCA | 8.40 | km ² | TIEMPO DE CONCENTRACIÓN | 6.60 h |
| UMBRAL DE ESCORRENTÍA | 21.42857 | mm | FACTOR REDUCTOR | 0.938381 | | | |
| PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA | 36.89 | mm | PRECIPITACIÓN MÁXIMA CORREGIDA | 34.61403 | mm | COEFICIENTE DE | 1.430386 |
| C | 0.110198 | | TIEMPO DE CONCENTRACION | 6.60 | h | K | 1.430386 |
| CAUDAL | | | | I | 4.50323 | mm/h | |
| | | | | | 1.657585135 | | m ³ /s |

Según la figura anterior se muestra los cuadros del método racional modificado en una duración de 120 min para cada periodo de retorno, obteniendo así que para un periodo de 10 años un caudal de 0.368 m³/s, para uno de 25 años un caudal de 0.813 m³/s, para uno de 50 años un caudal de 1.21 m³/s y para uno de 100 años un caudal de 1.66 m³/s.

Figura 15

Método Racional Modificado para cada T en una duración de 120 min-estación
Puente Taruca

| MÉTODO RACIONAL MODIFICADO PARA T=10 AÑOS, D=120 min | | | | | | | | |
|--|-----------|----|--------------------------------|-------------|-----------------|----------------------------|-----------|---|
| NÚMERO DE CURVA | 70 | | ÁREA DE LA CUENCA | 8.40 | km ² | TIEMPO DE CONCENTRACIÓN | 6.60 | h |
| UMBRAL DE ESCORRENTÍA | 21.428571 | mm | FACTOR REDUCTOR | 0.9383814 | | | | |
| PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA | 23.67 | mm | PRECIPITACIÓN MÁXIMA CORREGIDA | 22.214092 | mm | COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD | 1.4303858 | |
| | | | TIEMPO DE CONCENTRACIÓN | 6.60 | h | | | |
| C | 0.017229 | | I | 2.8900181 | mm/h | K | 1.4303858 | |
| CAUDAL | | | | 0.166317915 | | m ³ /s | | |

| MÉTODO RACIONAL MODIFICADO PARA T=25 AÑOS, D=120 min | | | | | | | | |
|--|-----------|----|--------------------------------|-------------|-----------------|----------------------------|-----------|---|
| NÚMERO DE CURVA | 70 | | ÁREA DE LA CUENCA | 8.40 | km ² | TIEMPO DE CONCENTRACIÓN | 6.60 | h |
| UMBRAL DE ESCORRENTÍA | 21.428571 | mm | FACTOR REDUCTOR | 0.9383814 | | | | |
| PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA | 28.14 | mm | PRECIPITACIÓN MÁXIMA CORREGIDA | 26.410269 | mm | COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD | 1.4303858 | |
| | | | TIEMPO DE CONCENTRACIÓN | 6.60 | h | | | |
| C | 0.0502576 | | I | 3.4359341 | mm/h | K | 1.4303858 | |
| CAUDAL | | | | 0.576798008 | | m ³ /s | | |

| MÉTODO RACIONAL MODIFICADO PARA T=50 AÑOS, D=120 min | | | | | | | | |
|--|-----------|----|--------------------------------|-------------|-----------------|----------------------------|-----------|---|
| NÚMERO DE CURVA | 70 | | ÁREA DE LA CUENCA | 8.40 | km ² | TIEMPO DE CONCENTRACIÓN | 6.60 | h |
| UMBRAL DE ESCORRENTÍA | 21.428571 | mm | FACTOR REDUCTOR | 0.9383814 | | | | |
| PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA | 31.60 | mm | PRECIPITACIÓN MÁXIMA CORREGIDA | 29.649301 | mm | COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD | 1.4303858 | |
| | | | TIEMPO DE CONCENTRACIÓN | 6.60 | h | | | |
| C | 0.0746269 | | I | 3.8573271 | mm/h | K | 1.4303858 | |
| CAUDAL | | | | 0.961521342 | | m ³ /s | | |

| MÉTODO RACIONAL MODIFICADO PARA T=100 AÑOS, D=120 min | | | | | | | | |
|---|-----------|----|--------------------------------|-------------|-----------------|----------------------------|-----------|---|
| NÚMERO DE CURVA | 70 | | ÁREA DE LA CUENCA | 8.40 | km ² | TIEMPO DE CONCENTRACIÓN | 6.60 | h |
| UMBRAL DE ESCORRENTÍA | 21.428571 | mm | FACTOR REDUCTOR | 0.9383814 | | | | |
| PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA | 35.16 | mm | PRECIPITACIÓN MÁXIMA CORREGIDA | 32.992723 | mm | COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD | 1.4303858 | |
| | | | TIEMPO DE CONCENTRACIÓN | 6.60 | h | | | |
| C | 0.0988108 | | I | 4.292301 | mm/h | K | 1.4303858 | |
| CAUDAL | | | | 1.416679965 | | m ³ /s | | |

Según la figura anterior se muestra los cuadros del método racional modificado en una duración de 120 min para cada periodo de retorno, obteniendo así que para un periodo de 10 años un caudal de 0.166 m³/s, para uno de 25 años un caudal de 0.576 m³/s, para uno de 50 años un caudal de 0.961 m³/s y para uno de 100 años un caudal de 1.416 m³/s

4.2. CONSTATACIÓN DE HIPOTESIS

4.2.1. HIPÓTESIS GENERAL

H: Si existe una similitud entre los resultados obtenidos al comparar los caudales medios mensuales calculados mediante la metodología Temez y los caudales medidos en una estación hidrométrica localizada en la microcuenca del río Huallaga.

Según lo mostrado en los resultados en la parte de la estimación de los caudales, donde la estación hidrométrica seleccionada fue la del Puente Taruca que se encuentra en la microcuenca del río Huallaga, pero no en el lugar de estudio propuesto, usando así los métodos de Temez para así realizar una estación transferida usando como base la estación del Puente, después de procesar los datos y emplear todos métodos dichos anteriormente se obtiene el siguiente resultado:

Tabla 11

Comparación de caudales

| T(años) | Mediante el método de Temez | Estación Puente Taruca |
|----------------|------------------------------------|-------------------------------|
| 10 | 0.368 m ³ /s | 0.166 m ³ /s |
| 25 | 0.813 m ³ /s | 0.576 m ³ /s |
| 50 | 1.21 m ³ /s | 0.961 m ³ /s |
| 100 | 1.66 m ³ /s. | 1.416 m ³ /s |

Se puede observar en la tabla anterior que se tiene una similitud en los caudales mientras los años o el periodo de retorno incrementa, al inicio la diferencia es 0.202 siendo una diferencia relativamente alta si se comprara entre las dos siendo casi el doble y al final de 0.244 aunque la diferencia siempre se mantiene con 0.2 mientras más incrementa los periodos de retorno más se hace mínima la diferencia, por ende se puede decir que la hipótesis es correcta siempre y cuando los periodos de retorno sean mayores.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

➤ **Características Morfométricas**

El proceso de caracterización morfométrica de las cuencas refuerza la afirmación de Lux (2016), que sugiere que el conocimiento de las propiedades morfométricas de una cuenca proporciona una base para comprender su comportamiento hidrológico y clasificarla según las necesidades específicas. Referente a los datos obtenidos para la caracterización cada dato es único dependiendo del lugar de estudio como el área que se toma.

➤ **Similitud hidráulica e información pluviométrica**

Encontrar cuencas que compartan características hidráulicas similares con la subcuenca bajo estudio resultó ser un desafío. De todas las cuencas analizadas que cuentan con una estación operativa, solo una de ellas mostró similitud hidráulica, y además se buscó que fuera lo más cercana posible. Este hallazgo refleja una situación similar a la documentada por Cevallos & Vera (2017) y Gonzales (2018). El primero señala que, de las 32 cuencas estudiadas en Santa Helena, únicamente 21 presentaron similitudes hidráulicas, mientras que el segundo indica que, de las 5 cuencas analizadas en México, solo una demostró similitud hidráulica.

De manera similar, es de suma importancia debido a la escasez de información pluviométrica, lo cual resulta crucial para realizar la planificación, diseño, operación y mantenimiento de proyectos hidráulicos, entre otros aspectos relevantes. Basándose en la misma línea de argumentación presentada por Guillen (2019), se propone llevar a cabo más investigaciones que incluyan la transferencia de datos pluviométricos a áreas con información limitada, con el objetivo de cerrar la brecha existente en este aspecto. Para este estudio, se ha priorizado la localización de una estación cercana y, a partir de ella, se ha realizado una delimitación con el fin de minimizar las discrepancias en los datos de similitud.

➤ **Análisis estadístico**

Los resultados obtenidos a través de la prueba de ajuste de Smirnov-Kolmogorov indican que la distribución que mejor se ajusta es la de Log Pearson. Esta elección de distribución permitió determinar las precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno utilizando los datos transferidos de la estación Puente Taruca. Sin embargo, según Cruz & Romero (2018), la distribución que mejor se ajusta en su caso es la de Gumbel, debido a que los datos obtenidos de la estación cercana a Cruz fueron superiores a los datos obtenidos en nuestra estación.

➤ **Caudales**

Los débitos calculados en este estudio utilizando el método racional modificado para una duración de 120 minutos y varios periodos de retorno son los siguientes: para un periodo de retorno de 10 años, se obtuvo un débito de 0.166 m³/s; para uno de 25 años, se registró un débito de 0.576 m³/s; para uno de 50 años, se calculó un débito de 0.961 m³/s; y para uno de 100 años, se determinó un débito de 1.416 m³/s. Sin embargo, en el estudio realizado por Saldaña (2022) utilizando el método Racional Modificado de Temez en la subcuenca del Río Chetillano, los débitos máximos para periodos de retorno de 50, 100, 200 y 500 años fueron de 58.61, 65.76, 72.87 y 82.28 m³/s, respectivamente. La discrepancia se atribuye a las diferencias en el área de estudio, la ubicación de las estaciones cercanas en cada estudio y, por ende, las variaciones en el área, lo que puede resultar en un aumento de los débitos cuando se trabaja con áreas mayores y una disminución cuando se trabaja con áreas menores.

CONCLUSIONES

- Para el cálculo de los flujos de promedios mensuales se procedió con la delimitación de la cuenca obteniendo así:

| | |
|------------------------------|----------------------|
| Área | 8.40 Km ² |
| Perímetro | 15.02 km |
| Longitud de la cuenca | 3.85 Km |
| Ancho de cuenca | 2.15 Km |
| Pendiente media | 33.43% |
| Factor de forma Adimensional | 1.60 |
| Orden hídrica Adimensional | 3 |
| Pendiente media de cauce | 53.42% |

- Después de analizar los flujos de promedios mensuales, se obtuvo una distribución de Log Pearson con un delta teórico de 0.17204. Para un período de retorno de 50 años, se registraron valores de 69.39 y 65.31, uno correspondiente a la distribución en la estación transferida al lugar de estudio y otro en la estación Puente Taruca. Posteriormente, se procedió al cálculo de la intensidad de diseño, siendo de 16.80 para un período de retorno de 50 años en 120 minutos, y de 15.80 para la estación Puente Taruca.
- Los flujos medios mensuales se calcularon utilizando el método de Temez a través del método racional modificado para una duración de 120 minutos en cada período de retorno. Los resultados indican que, para un período de 10 años, el caudal medio es de 0.368 m³/s; para un período de 25 años, es de 0.813 m³/s; para uno de 50 años, es de 1.21 m³/s; y para uno de 100 años, es de 1.66 m³/s. Por el contrario, en la estación Puente Taruca, se aplicó el método racional modificado con una duración de 120 minutos para cada período de retorno, dando como resultado un caudal de 0.166 m³/s para un periodo de 10 años, 0.576 m³/s para 25 años, 0.961 m³/s para 50 años y 1.416 m³/s para 100 años.

- Se evidencia que existe una similitud en los caudales a medida que aumentan los años o el período de retorno. Inicialmente, la diferencia es de 0.202, lo que representa una disparidad relativamente alta en comparación entre ambas. Sin embargo, al final, la diferencia es de 0.244, aunque se mantiene constante alrededor de 0.2 a medida que los períodos de retorno aumentan. Por lo tanto, se puede afirmar que la hipótesis es correcta, siempre y cuando los períodos de retorno sean mayores.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda llevar a cabo investigaciones para diseñar y construir puntos de medición en cuencas y microcuencas, con el fin de ajustar los resultados y poder aplicar este método, así como otros para el cálculo de caudales máximos.
- Se sugiere la creación de mapas temáticos que representen cuencas con similitud hidráulica en la provincia de Huánuco. Esto permitirá transferir información hidrológica que contribuya a la planificación de los recursos hídricos.
- Se sugiere llevar a cabo investigaciones sobre la caracterización morfológica de los sistemas hidrológicos presentes en toda la provincia de Huánuco.
- Se sugiere a los estudiantes de ingeniería civil en la región de Huánuco realizar investigaciones durante un período más prolongado. Esto ayudará a ampliar la validación y la evidencia del modelo Temez u otros modelos similares.
- Se aconseja a las instituciones universitarias que imparten programas relacionados con la ingeniería civil que incorporen en su currículo el cálculo de los caudales medios mensuales utilizando una variedad de modelos, tanto deterministas como estocásticos. Esto proporcionará una base para futuras investigaciones similares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Breña, A. (2006). Principios y Fundamentos de la Hidrología Superficial . México.
- Cachuan, D. J. (2017). Modelo Hidrológico para la generación de crecidas máximas empleando el hidrograma unitario instantáneo geomorfológico en la sub cuenca del río Shullcas. Huancayo- Perú.
- Cevallos, V. G., & Vera, Q. D. (2017). Manejo de Aguas Residuales y planta de tratamiento en la comuna Sacachun-Canton Santa Elena - Provincia de Santa Elena. México.
- Chavez, G. (1987). Generación de crecidas en la cuenca del río Ichilo.
- Chow, V. T., Maidment, D., & Mays, L. W. (1994). Hidrología Aplicada. Bogotá: Mc Graw Hill.
- Cruz, A. E., & Romero, C. J. (2018). ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS MODELOS LLUVIA-ESCORRENTÍA: GR2m, TEMEZ y LUTZ-SCHOLZ APLICADOS EN LA SUB CUENCA DEL RÍO CALLAZAS. Lima - Perú.
- Delgadillo, A. (2010). Mofometría de Cuencas. Lima.
- Escenarios Hidricos 2030. (25 de 05 de 2021). Obtenido de <https://escenarioshidricos.cl/noticia/cuenca-hidrografica-la-unidad-territorial-optima-para-gestionar-recursos-hidricos/>
- García, R. L. (2020). Propuesta y análisis de metodologías para la evaluación de recursos mediante modelos precipitación-escorrencia. Valencia - España.
- Gonzales, A. I. (2018). Evaluación del Riesgo de sequía operativa, en el sistema de recursos Hidricos de la cuenca del río Tepalcatepec. México.

- Guillen, A. E. (2019). DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO PATARA, DISTRITO CARUMAS, PROVINCIA MARISCAL NIETO, REGIÓN MOQUEGUA. Moquea - Perú.
- Hernandez, R. F. (2014). Metodología de la Investigación. (6ta ed.). México D.F.: McGraw-Hill.
- Hernández, S. R. (2014). Metodología de la Investigación. Mexico: McGraw-Hill.
- Julcamoro, J. F. (2017). Evaluación de la disponibilidad del recurso hídrico en la microcuenca del rio el Tuyo en el distrito de Catilluc, provincia de San Miguel – Cajamarca, 2017. Universidad Nacional de Cajamarca, Peru. Cajamarca - Peru.
- López, N. A. (2017). Métodos y herramientas de evaluación y diseño de instrumentos económicos para gestión de sequías y adaptación al cambio climático. Valencia.
- Martinez, A. V. (1999). Simulación y comprobación experimental de la escorrentía superficial en pequeñas cuencas no aforadas mediante modelos dsitribuidos implementados sobre el SIG. Madrid.
- Paredes, J., Solera, A., & Andreu, J. &. (2014). Herramienta EvalHid para evaluación de Recursos Hídricos. España.
- Quispe, A. (2014). Generacion de caudales medios mensuales en la cuenca del rio huancane mediante un modelo parametrico.
- Saldaña, V. L. (2022). GENERACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS A TRAVÉS DEL MÉTODO TEMEZ EN CUENCAS SIN INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA DE 24 HORAS, SUBCUENCA DEL RÍO CHETILLANO, CHOTA, 2021. Chota - Perú.
- Teodoro, L. D. (2022). COMPARACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES APLICANDO EL MÉTODO LUTZ SCHOLZ Y UNA

ESTACIÓN HIDROMÉTRICA, EN LA MICROCUENCA DEL RÍO HIGUERAS, HUÁNUCO 2017 - 2018. Huanuco.

Villodas, R. (2008). Hidrología . Facultad de ingeniería Civil UNC.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

SALAZAR HILARIO, Y. (2024). *Análisis de similitud al comparar los flujos promedio mensuales mediante la aplicación de la metodología de Temez y una estación hidrométrica, en la microcuenca del río Huallaga, Huánuco - 2024* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

| FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS |
|--|---|--|
| <p>Problema General ¿En qué medida existe similitud al comparar los flujos promedio mensuales mediante la aplicación de la metodología de Temez, y los caudales medidos en una estación hidrométrica situada en la microcuenca del río Huallaga?</p> <p>Problemas Específicos ¿Cómo se llevará a cabo el proceso de cálculo de los flujos promedio mensuales utilizando el enfoque de Temez, considerando los registros de una estación hidrométrica ubicada en la microcuenca del río Huallaga, en Huánuco? ¿Cuál será la evaluación que se realizará sobre los flujos promedio mensuales mediante la aplicación del método Temez, en conjunto con los datos proporcionados por una estación hidrométrica situada en la microcuenca del río Huallaga, en Huánuco? ¿Cuál será el procedimiento para calcular los caudales medios mensuales mediante el empleo del método de Temez, utilizando la información recolectada de una estación hidrométrica que se encuentra en la microcuenca del río Huallaga, en Huánuco? ¿Cómo se identificarán y analizarán las diferencias entre los caudales medios mensuales obtenidos a través de la metodología de Temez y los datos recopilados por una estación hidrométrica, en la microcuenca del río Huallaga, en Huánuco?</p> | <p>Objetivo General Analizar la similitud al comparar los flujos promedio mensuales mediante la aplicación de la metodología de Temez y los caudales medidos en una estación hidrométrica ubicada en la microcuenca del río Huallaga.</p> <p>Objetivos Específicos Realizar el cálculo de los flujos promedio mensuales utilizando el enfoque de Temez, junto con los datos de una estación hidrométrica ubicada en la microcuenca del río Huallaga, Huánuco. Evaluar los flujos promedio mensuales utilizando el método Temez, en combinación con la información de una estación hidrométrica situada en la microcuenca del río Huallaga, Huánuco. Calcular los caudales medios mensuales del método de Temez, en conjunto con los registros de una estación hidrométrica localizada en la microcuenca del río Huallaga, Huánuco. Determinar las disparidades entre los caudales medios mensuales obtenidos mediante la metodología de Temez, en comparación con los datos de una estación hidrométrica, en la microcuenca del río Huallaga, Huánuco.</p> | <p>Hipótesis General H1: Si existe una similitud entre los resultados obtenidos al comparar los caudales medios mensuales calculados mediante la metodología Temez y los caudales medidos en una estación hidrométrica localizada en la microcuenca del río Huallaga.</p> <p>ENFOQUE, ALCANCE Y DISEÑO Enfoque: Cuantitativo. Alcance o nivel: descriptivo-comparativo. Diseño: No experimental.</p> <p>POBLACIÓN Y MUESTRA Población: la sub cuenca del río Huallaga. Muestra: la sub cuenca del río Huallaga, en el tramo del puente tingo hasta la localidad de Churubamba</p> |

ANEXO 2 PLANO DE UBICACIÓN

Figura 16

Imagen Satelital



ANEXO 3

TABULACIÓN DEL SENAMHI

Figura 17

Tabulación Senamhi

| Estación : TARUCA | | | | | | | |
|-------------------|----------------------------|-------------|--------------|------------|------------|------|---------|
| Departamento : | HUANUCO | Provincia : | HUANUCO | Distrito : | CHURUBAMBA | Ir : | 2024-01 |
| Latitud : | 9°51'1.38" S | Longitud : | 76°9'8.48" W | Altitud : | 1829 msnm. | | |
| Tipo : | Convencional - Hidrológica | Codigo : | 230002 | | | | |
| AÑO / MES / DÍA | NIVEL DEL RIO (m) | | | | | | |
| | 06 | 10 | 14 | 18 | | | |
| 2024-01-01 | 3.55 | 3.52 | 3.49 | 3.49 | | | |
| 2024-01-02 | 3.55 | 3.69 | 4.77 | 5.09 | | | |
| 2024-01-03 | 4.58 | 4.49 | 4.35 | 4.35 | | | |
| 2024-01-04 | 5.89 | 6.49 | 5.75 | 5.23 | | | |
| 2024-01-05 | 4.53 | 4.35 | 4.29 | 4.19 | | | |
| 2024-01-06 | 4.49 | 4.43 | 4.39 | 4.34 | | | |
| 2024-01-07 | 4.19 | 4.16 | 4.02 | 3.99 | | | |
| 2024-01-08 | 2.89 | 2.79 | 2.72 | 2.71 | | | |
| 2024-01-09 | 2.74 | 2.73 | 2.72 | 2.72 | | | |
| 2024-01-10 | 2.52 | 2.49 | 2.62 | 2 | | | |
| 2024-01-11 | 2.56 | 2.49 | 2.39 | 2 | | | |
| 2024-01-12 | 2.25 | 2.23 | 2.28 | 2 | | | |
| 2024-01-13 | 2.27 | 2.27 | 2.33 | 2 | | | |
| 2024-01-14 | 2.86 | 2.75 | 2.69 | 2.69 | | | |
| 2024-01-15 | 2.72 | 2.69 | 2.69 | 2.69 | | | |

Figura 18

Tabulación Senamhi

| Estación : TARUCA | | | | | | | |
|-------------------|----------------------------|-------------|--------------|------------|------------|------|---------|
| Departamento : | HUANUCO | Provincia : | HUANUCO | Distrito : | CHURUBAMBA | Ir : | 2023-12 |
| Latitud : | 9°51'1.38" S | Longitud : | 76°9'8.48" W | Altitud : | 1829 msnm. | | |
| Tipo : | Convencional - Hidrológica | Codigo : | 230002 | | | | |
| AÑO / MES / DÍA | NIVEL DEL RIO (m) | | | | | | |
| | 06 | 10 | 14 | 18 | | | |
| 2023-12-01 | 2.93 | 3.19 | 3.12 | 3.11 | | | |
| 2023-12-02 | 3.42 | 3.09 | 3.06 | 3.07 | | | |
| 2023-12-03 | 3.12 | 3.11 | 3.01 | 2.99 | | | |
| 2023-12-04 | 2.89 | 2.86 | 2.82 | 2.81 | | | |
| 2023-12-05 | 2.79 | 2.79 | 2.79 | 2.79 | | | |
| 2023-12-06 | 2.89 | 2.84 | 2.78 | 2.77 | | | |
| 2023-12-07 | 2.75 | 2.71 | 2.69 | 2.69 | | | |
| 2023-12-08 | 2.75 | 2.71 | 2.69 | 2.69 | | | |
| 2023-12-09 | 2.78 | 2.79 | 2.69 | 2 | | | |
| 2023-12-10 | 2.97 | 2.96 | 2.94 | 2 | | | |
| 2023-12-11 | 2.97 | 2.97 | 2.89 | 2 | | | |
| 2023-12-12 | 2.87 | 2.87 | 2.86 | 2 | | | |
| 2023-12-13 | 2.87 | 2.87 | 2.89 | 2.89 | | | |
| 2023-12-14 | 2.86 | 2.86 | 2.86 | 2.86 | | | |

Figura 19

Tabulación Senamhi

| Estación : TARUCA | | | | | | | |
|-------------------|----------------------------|----------------|--------------|------------|------------|------|---------|
| Departamento : | HUANUCO | Provincia : | HUANUCO | Distrito : | CHURUBAMBA | Ir : | 2023-11 |
| Latitud : | 9°51'1.38" S | Longitud : | 76°9'8.48" W | Altitud : | 1829 msnm. | | |
| Tipo : | Convencional - Hidrológica | Codigo : | 230002 | | | | |
| Exportar a Excel | | Exportar a CSV | | | | | |
| AÑO / MES / DÍA | NIVEL DEL RIO (m) | | | | | | |
| | 06 | 10 | 14 | 18 | | | |
| 2023-11-01 | 2.36 | 2.36 | 2.36 | 2.36 | | | |
| 2023-11-02 | 2.29 | 2.29 | 2.29 | 2.29 | | | |
| 2023-11-03 | 2.24 | 2.24 | 2.23 | 2.19 | | | |
| 2023-11-04 | 2.29 | 2.29 | 2.29 | 2.29 | | | |
| 2023-11-05 | 2.29 | 2.29 | 2.29 | 2.29 | | | |
| 2023-11-06 | 2.33 | 2.33 | 2.33 | 2.32 | | | |
| 2023-11-07 | 2.35 | 2.35 | 2.33 | 2.32 | | | |
| 2023-11-08 | 2.33 | 2.33 | 2.33 | 2.32 | | | |
| 2023-11-09 | 2.32 | 2.32 | 2.31 | 2 | | | |
| 2023-11-10 | 2.25 | 2.24 | 2.23 | 2 | | | |
| 2023-11-11 | 2.24 | 2.23 | 2.26 | 2 | | | |
| 2023-11-12 | 2.29 | 2.29 | 2.33 | 2 | | | |
| 2023-11-13 | 2.38 | 2.38 | 2.37 | 2.31 | | | |
| 2023-11-14 | 2.32 | 2.32 | 2.35 | 2.34 | | | |

Figura 20

Tabulación Senamhi

| Estación : TARUCA | | | | | | | |
|-------------------|----------------------------|----------------|--------------|------------|------------|------|---------|
| Departamento : | HUANUCO | Provincia : | HUANUCO | Distrito : | CHURUBAMBA | Ir : | 2023-10 |
| Latitud : | 9°51'1.38" S | Longitud : | 76°9'8.48" W | Altitud : | 1829 msnm. | | |
| Tipo : | Convencional - Hidrológica | Codigo : | 230002 | | | | |
| Exportar a Excel | | Exportar a CSV | | | | | |
| AÑO / MES / DÍA | NIVEL DEL RIO (m) | | | | | | |
| | 06 | 10 | 14 | 18 | | | |
| 2023-10-01 | 1.95 | 1.95 | 1.98 | 1.98 | | | |
| 2023-10-02 | 1.98 | 1.98 | 1.98 | 1.98 | | | |
| 2023-10-03 | 1.97 | 1.97 | 1.99 | 1.99 | | | |
| 2023-10-04 | 2.13 | 2.17 | 2.19 | 2.19 | | | |
| 2023-10-05 | 1.99 | 1.99 | 1.98 | 1.98 | | | |
| 2023-10-06 | 1.99 | 1.99 | 1.98 | 1.98 | | | |
| 2023-10-07 | 1.95 | 1.95 | 1.95 | 1.95 | | | |
| 2023-10-08 | 1.94 | 1.94 | 1.94 | 1.94 | | | |
| 2023-10-09 | 1.95 | 1.95 | 1.95 | 1 | | | |
| 2023-10-10 | 2.29 | 2.39 | 2.44 | 2 | | | |
| 2023-10-11 | 2.39 | 2.39 | 2.35 | 2 | | | |
| 2023-10-12 | 2.25 | 2.25 | 2.22 | 2 | | | |
| 2023-10-13 | 2.19 | 2.19 | 2.19 | 2.19 | | | |
| 2023-10-14 | 2.33 | 2.33 | 2.33 | 2.33 | | | |

Figura 21

Tabulación Senamhi

Grafico Tabla

Estación : TARUCA

Departamento : HUANUCO Provincia : HUANUCO Distrito : CHURUBAMBA Ir : 2023-09

Latitud : 9°51'1.38" S Longitud : 76°9'8.48" W Altitud : 1829 msnm.

Tipo : Convencional - Hidrológica Código : 230002

Exportar a Excel Exportar a CSV

| AÑO / MES / DÍA | NIVEL DEL RIO (m) | | | |
|-----------------|-------------------|------|------|------|
| | 06 | 10 | 14 | 18 |
| 2023-09-01 | 1.92 | 1.92 | 1.92 | 1.92 |
| 2023-09-02 | 1.92 | 1.92 | 1.92 | 1.92 |
| 2023-09-03 | 1.92 | 1.92 | 1.92 | 1.92 |
| 2023-09-04 | 1.93 | 1.93 | 1.93 | 1.93 |
| 2023-09-05 | 1.94 | 1.94 | 1.97 | 1.97 |
| 2023-09-06 | 1.95 | 1.95 | 1.97 | 1.97 |
| 2023-09-07 | 1.94 | 1.94 | 1.94 | 1.94 |
| 2023-09-08 | 1.93 | 1.93 | 1.93 | 1.93 |
| 2023-09-09 | 1.93 | 1.93 | 1.93 | 1.93 |
| 2023-09-10 | 1.92 | 1.92 | 1.92 | 1.92 |
| 2023-09-11 | 1.92 | 1.92 | 1.92 | 1.92 |
| 2023-09-12 | 1.92 | 1.92 | 1.92 | 1.92 |
| 2023-09-13 | 1.89 | 1.89 | 1.89 | 1.89 |
| 2023-09-14 | 1.89 | 1.89 | 1.89 | 1.89 |

Privacidad - Terminar

Figura 22

Tabulación Senamhi

Grafico Tabla

Estación : TARUCA

Departamento : HUANUCO Provincia : HUANUCO Distrito : CHURUBAMBA Ir : 2023-08

Latitud : 9°51'1.38" S Longitud : 76°9'8.48" W Altitud : 1829 msnm.

Tipo : Convencional - Hidrológica Código : 230002

Exportar a Excel Exportar a CSV

| AÑO / MES / DÍA | NIVEL DEL RIO (m) | | | |
|-----------------|-------------------|------|------|------|
| | 06 | 10 | 14 | 18 |
| 2023-08-01 | 1.95 | 1.95 | 1.95 | 1.95 |
| 2023-08-02 | 1.95 | 1.95 | 1.94 | 1.94 |
| 2023-08-03 | 1.94 | 1.94 | 1.94 | 1.94 |
| 2023-08-04 | 1.94 | 1.94 | 1.94 | 1.94 |
| 2023-08-05 | 1.93 | 1.93 | 1.93 | 1.93 |
| 2023-08-06 | 1.93 | 1.93 | 1.93 | 1.93 |
| 2023-08-07 | 1.93 | 1.93 | 1.93 | 1.93 |
| 2023-08-08 | 1.93 | 1.93 | 1.93 | 1.93 |
| 2023-08-09 | 1.92 | 1.92 | 1.92 | 1.92 |
| 2023-08-10 | 1.92 | 1.92 | 1.92 | 1.92 |
| 2023-08-11 | 1.92 | 1.92 | 1.92 | 1.92 |
| 2023-08-12 | 1.92 | 1.92 | 1.92 | 1.92 |
| 2023-08-13 | 1.94 | 1.94 | 1.98 | 1.98 |
| 2023-08-14 | 1.94 | 1.94 | 1.98 | 1.98 |

Privacidad - Terminar

Figura 23

Tabulación Senamhi

Grafico Tabla

Estación : TARUCA

Departamento : HUANUCO Provincia : HUANUCO Distrito : CHURUBAMBA Ir : 2023-07
 Latitud : 9°51'1.38" S Longitud : 76°9'8.48" W Altitud : 1829 msnm.
 Tipo : Convencional - Hidrológica Código : 230002

Exportar a Excel Exportar a CSV

| AÑO / MES / DÍA | NIVEL DEL RIO (m) | | | |
|-----------------|-------------------|------|------|------|
| | 06 | 10 | 14 | 18 |
| 2023-07-01 | 2.17 | 2.16 | 2.17 | 2.17 |
| 2023-07-02 | 2.17 | 2.17 | 2.17 | 2.17 |
| 2023-07-03 | 2.15 | 2.15 | 2.15 | 2.15 |
| 2023-07-04 | 2.15 | 2.15 | 2.15 | 2.15 |
| 2023-07-05 | 2.15 | 2.15 | 2.14 | 2.14 |
| 2023-07-06 | 2.12 | 2.13 | 2.13 | 2.13 |
| 2023-07-07 | 2.13 | 2.14 | 2.14 | 2.14 |
| 2023-07-08 | 2.15 | 2.13 | 2.13 | 2.13 |
| 2023-07-09 | 2.13 | 2.13 | 2.12 | 2 |
| 2023-07-10 | 2.12 | 2.12 | 2.12 | 2 |
| 2023-07-11 | 2.11 | 2.11 | 1.99 | 1 |
| 2023-07-12 | 1.99 | 1.99 | 1.99 | 1 |
| 2023-07-13 | 1.99 | 1.99 | 1.99 | 1.99 |

Privacidad - Terminos

Figura 24

Tabulación Senamhi

Grafico Tabla

Estación : TARUCA

Departamento : HUANUCO Provincia : HUANUCO Distrito : CHURUBAMBA Ir : 2023-06
 Latitud : 9°51'1.38" S Longitud : 76°9'8.48" W Altitud : 1829 msnm.
 Tipo : Convencional - Hidrológica Código : 230002

Exportar a Excel Exportar a CSV

| AÑO / MES / DÍA | NIVEL DEL RIO (m) | | | |
|-----------------|-------------------|------|------|------|
| | 06 | 10 | 14 | 18 |
| 2023-06-01 | 2.47 | 2.46 | 2.45 | 2.44 |
| 2023-06-02 | 2.43 | 2.43 | 2.42 | 2.42 |
| 2023-06-03 | 2.42 | 2.41 | 2.39 | 2.39 |
| 2023-06-04 | 2.37 | 2.36 | 2.34 | 2.33 |
| 2023-06-05 | 2.36 | 2.35 | 2.35 | 2.35 |
| 2023-06-06 | 2.32 | 2.32 | 2.33 | 2.33 |
| 2023-06-07 | 2.31 | 2.32 | 2.34 | 2.33 |
| 2023-06-08 | 2.32 | 2.33 | 2.33 | 2.33 |
| 2023-06-09 | 2.32 | 2.33 | 2.33 | 2 |
| 2023-06-10 | 2.31 | 2.32 | 2.32 | 2 |
| 2023-06-11 | 2.33 | 2.33 | 2.32 | 2 |
| 2023-06-12 | 2.32 | 2.32 | 2.29 | 2 |
| 2023-06-13 | 2.32 | 2.33 | 2.33 | 2.34 |

Privacidad - Terminos

Figura 25

Tabulación Senamhi

Estación : **TARUCA**

Departamento : HUANUCO Provincia : HUANUCO Distrito : CHURUBAMBA Ir : 2023-05

Latitud : 9°51'1.38" S Longitud : 76°9'8.48" W Altitud : 1829 msnm.

Tipo : Convencional - Hidrológica Código : 230002

Exportar a Excel Exportar a CSV

| AÑO / MES / DÍA | NIVEL DEL RIO (m) | | | |
|-----------------|-------------------|------|------|------|
| | 06 | 10 | 14 | 18 |
| 2023-05-01 | 2.64 | 2.53 | 2.58 | 2.58 |
| 2023-05-02 | 2.66 | 2.56 | 2.58 | 2.55 |
| 2023-05-03 | 2.55 | 2.55 | 2.53 | 2.52 |
| 2023-05-04 | 2.52 | 2.52 | 2.52 | 2.52 |
| 2023-05-05 | 2.52 | 2.52 | 2.59 | 2.59 |
| 2023-05-06 | 2.49 | 2.49 | 2.49 | 2.48 |
| 2023-05-07 | 2.53 | 2.54 | 2.55 | 2.55 |
| 2023-05-08 | 2.57 | 2.58 | 3.01 | 3.01 |
| 2023-05-09 | 3.03 | 3.22 | 3.26 | 3 |
| 2023-05-10 | 3.73 | 3.46 | 3.43 | 3 |
| 2023-05-11 | 3.23 | 3.15 | 3.12 | 3 |
| 2023-05-12 | 3.25 | 3.19 | 3.16 | 3 |
| 2023-05-13 | 3.09 | 3.08 | 3.06 | 3.00 |

Figura 26

Tabulación Senamhi

Estación : **TARUCA**

Departamento : HUANUCO Provincia : HUANUCO Distrito : CHURUBAMBA Ir : 2023-04

Latitud : 9°51'1.38" S Longitud : 76°9'8.48" W Altitud : 1829 msnm.

Tipo : Convencional - Hidrológica Código : 230002

Exportar a Excel Exportar a CSV

| AÑO / MES / DÍA | NIVEL DEL RIO (m) | | | |
|-----------------|-------------------|------|------|------|
| | 06 | 10 | 14 | 18 |
| 2023-04-01 | 4.03 | 3.93 | 3.86 | 3.77 |
| 2023-04-02 | 2.66 | 3.67 | 3.64 | 3.63 |
| 2023-04-03 | 3.56 | 3.56 | 3.57 | 3.57 |
| 2023-04-04 | 3.43 | 3.39 | 3.37 | 3.33 |
| 2023-04-05 | 3.69 | 3.58 | 3.46 | 3.36 |
| 2023-04-06 | 3.47 | 3.43 | 3.29 | 3.26 |
| 2023-04-07 | 3.28 | 3.27 | 3.26 | 3.26 |
| 2023-04-08 | 3.53 | 3.39 | 3.33 | 3.33 |
| 2023-04-09 | 3.29 | 3.28 | 3.32 | 3 |
| 2023-04-10 | 3.49 | 3.48 | 3.36 | 3 |
| 2023-04-11 | 3.34 | 3.29 | 3.26 | 3 |
| 2023-04-12 | 3.17 | 3.14 | 3.12 | 3 |
| 2023-04-13 | 3.07 | 3.04 | 3.01 | 3.00 |

Figura 27

Tabulación Senamhi

Grafico Tabla

Estación : TARUCA

Departamento : HUANUCO Provincia : HUANUCO Distrito : CHURUBAMBA Ir : 2023-03
 Latitud : 9°51'1.38" S Longitud : 76°9'8.48" W Altitud : 1829 msnm.
 Tipo : Convencional - Hidrológica Codigo : 230002

Exportar a Excel Exportar a CSV

| AÑO / MES / DÍA | NIVEL DEL RIO (m) | | | |
|-----------------|-------------------|------|------|------|
| | 06 | 10 | 14 | 18 |
| 2023-03-01 | 3.26 | 3.26 | 3.26 | 3.25 |
| 2023-03-02 | 3.09 | 3.02 | 3.02 | 3.02 |
| 2023-03-03 | 3.04 | 3.19 | 3.26 | 3.26 |
| 2023-03-04 | 3.21 | 3.19 | 3.09 | 3.08 |
| 2023-03-05 | 3.01 | 3.99 | 3.19 | 2.99 |
| 2023-03-06 | 3.09 | 3.15 | 3.29 | 3.29 |
| 2023-03-07 | 3.32 | 3.35 | 3.23 | 3.19 |
| 2023-03-08 | 3.15 | 3.09 | 3.07 | 3.03 |
| 2023-03-09 | 2.99 | 2.99 | 2.98 | 2 |
| 2023-03-10 | 3.12 | 3.42 | 3.85 | 4 |
| 2023-03-11 | 4.09 | 4.03 | 4.95 | 4 |
| 2023-03-12 | 3.88 | 3.79 | 3.76 | 3 |
| 2023-03-13 | 3.03 | 3.75 | 3.72 | 3.19 |
| 2023-03-14 | 3.00 | 3.14 | 3.15 | 3.00 |

Privacidad - Terminar

Figura 28

Tabulación Senamhi

Grafico Tabla

Estación : TARUCA

Departamento : HUANUCO Provincia : HUANUCO Distrito : CHURUBAMBA Ir : 2023-02
 Latitud : 9°51'1.38" S Longitud : 76°9'8.48" W Altitud : 1829 msnm.
 Tipo : Convencional - Hidrológica Codigo : 230002

Exportar a Excel Exportar a CSV

| AÑO / MES / DÍA | NIVEL DEL RIO (m) | | | |
|-----------------|-------------------|------|------|------|
| | 06 | 10 | 14 | 18 |
| 2023-02-01 | 2.69 | 2.69 | 2.69 | 2.68 |
| 2023-02-02 | 2.69 | 2.69 | 2.67 | 2.67 |
| 2023-02-03 | 2.67 | 2.73 | 2.72 | 2.71 |
| 2023-02-04 | 2.73 | 2.79 | 2.89 | 2.92 |
| 2023-02-05 | 2.87 | 2.85 | 2.85 | 2.84 |
| 2023-02-06 | 2.79 | 2.79 | 2.79 | 2.83 |
| 2023-02-07 | 2.84 | 2.83 | 2.79 | 2.74 |
| 2023-02-08 | 2.69 | 2.69 | 2.68 | 2.68 |
| 2023-02-09 | 2.64 | 2.62 | 2.59 | 2 |
| 2023-02-10 | 2.55 | 2.83 | 2.89 | 2 |
| 2023-02-11 | 2.79 | 2.85 | 2.83 | 2 |
| 2023-02-12 | 2.97 | 3.17 | 3.09 | 3 |
| 2023-02-13 | 3.03 | 3.06 | 3.09 | 3.19 |
| 2023-02-14 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 |

Privacidad - Terminar

Figura 29

Tabulación Senamhi

Grafico Tabla

Estación : TARUCA

Departamento : HUANUCO Provincia : HUANUCO Distrito : CHURUBAMBA Ir : 2023-01
 Latitud : 9°51'1.38" S Longitud : 76°9'8.48" W Altitud : 1829 msnm.
 Tipo : Convencional - Hidrológica Codigo : 230002

Exportar a Excel Exportar a CSV

| AÑO / MES / DÍA | NIVEL DEL RIO (m) | | | |
|-----------------|-------------------|------|------|------|
| | 06 | 10 | 14 | 18 |
| 2023-01-01 | 3.05 | 3.14 | 3.19 | 3.25 |
| 2023-01-02 | 3.12 | 3.09 | 2.92 | 2.95 |
| 2023-01-03 | 2.89 | 2.85 | 2.83 | 2.86 |
| 2023-01-04 | 2.86 | 2.86 | 2.77 | 2.73 |
| 2023-01-05 | 3.15 | 2.99 | 2.86 | 2.84 |
| 2023-01-06 | 3.18 | 3.13 | 2.99 | 2.98 |
| 2023-01-07 | 2.95 | 2.93 | 2.96 | 2.93 |
| 2023-01-08 | 2.87 | 2.86 | 2.82 | 2.78 |
| 2023-01-09 | 2.71 | 2.71 | 2.71 | 2 |
| 2023-01-10 | 2.69 | 2.68 | 2.69 | 2 |
| 2023-01-11 | 2.69 | 2.67 | 2.66 | 2 |
| 2023-01-12 | 2.62 | 2.61 | 2.58 | 2 |
| 2023-01-13 | 2.54 | 2.53 | 2.52 | 2.49 |
| 2023-01-14 | 2.47 | 2.47 | 2.46 | 2.46 |

Reciclar - Terminar

Figura 30

Tabulación Senamhi

Grafico Tabla

Estación : TARUCA

Departamento : HUANUCO Provincia : HUANUCO Distrito : CHURUBAMBA Ir : 2022-12
 Latitud : 9°51'1.38" S Longitud : 76°9'8.48" W Altitud : 1829 msnm.
 Tipo : Convencional - Hidrológica Codigo : 230002

Exportar a Excel Exportar a CSV

| AÑO / MES / DÍA | NIVEL DEL RIO (m) | | | |
|-----------------|-------------------|------|------|------|
| | 06 | 10 | 14 | 18 |
| 2022-12-01 | 1.94 | 1.95 | 1.97 | 1.97 |
| 2022-12-02 | 1.97 | 1.97 | 1.98 | 1.99 |
| 2022-12-03 | 1.96 | 1.95 | 1.95 | 1.94 |
| 2022-12-04 | 1.99 | 1.98 | 1.97 | 1.97 |
| 2022-12-05 | 1.95 | 1.95 | 1.94 | 1.94 |
| 2022-12-06 | 1.95 | 1.96 | 1.97 | 1.97 |
| 2022-12-07 | 1.96 | 1.96 | 1.97 | 1.97 |
| 2022-12-08 | 1.96 | 1.96 | 1.95 | 1.95 |
| 2022-12-09 | 1.94 | 1.94 | 1.95 | 1 |
| 2022-12-10 | 1.93 | 1.93 | 1.93 | 1 |
| 2022-12-11 | 1.93 | 1.93 | 1.97 | 1 |
| 2022-12-12 | 2.12 | 2.12 | 2.17 | 2 |
| 2022-12-13 | 2.13 | 2.19 | 2.19 | 2.19 |
| 2022-12-14 | 2.26 | 2.24 | 2.26 | 2.26 |

Reciclar - Terminar

Figura 31

Tabulación Senamhi

Grafico Tabla

| Estación : TARUCA | | | | | |
|--------------------------|----------------------------|-------------|--------------|------------|------------|
| Departamento : | HUANUCO | Provincia : | HUANUCO | Distrito : | CHURUBAMBA |
| Latitud : | 9°51'1.38" S | Longitud : | 76°9'8.48" W | Altitud : | 1829 msnm. |
| Tipo : | Convencional - Hidrológica | Código : | 230002 | Ir : | 2022-11 |

Exportar a Excel Exportar a CSV

| AÑO / MES / DÍA | NIVEL DEL RIO (m) | | | |
|-----------------|-------------------|------|------|------|
| | 06 | 10 | 14 | 18 |
| 2022-11-01 | 1.99 | 1.99 | 1.98 | 1.98 |
| 2022-11-02 | 2.22 | 2.29 | 2.36 | 2.36 |
| 2022-11-03 | 2.32 | 2.29 | 2.26 | 2.25 |
| 2022-11-04 | 2.19 | 2.19 | 2.17 | 2.14 |
| 2022-11-05 | 2.15 | 2.14 | 2.14 | 2.14 |
| 2022-11-06 | 2.11 | 1.11 | 1.11 | 1.99 |
| 2022-11-07 | 1.99 | 1.99 | 1.99 | 1.99 |
| 2022-11-08 | 1.99 | 1.98 | 1.98 | 1.98 |
| 2022-11-09 | 1.97 | 1.97 | 1.96 | 1 |
| 2022-11-10 | 1.96 | 1.99 | 2.14 | 2 |
| 2022-11-11 | 2.13 | 2.13 | 2.15 | 2 |
| 2022-11-12 | 2.14 | 2.12 | 1.99 | 1 |
| 2022-11-13 | 1.97 | 1.97 | 1.97 | 1.99 |

Figura 32

Tabulación Senamhi

Grafico Tabla

| Estación : TARUCA | | | | | |
|--------------------------|----------------------------|-------------|--------------|------------|------------|
| Departamento : | HUANUCO | Provincia : | HUANUCO | Distrito : | CHURUBAMBA |
| Latitud : | 9°51'1.38" S | Longitud : | 76°9'8.48" W | Altitud : | 1829 msnm. |
| Tipo : | Convencional - Hidrológica | Código : | 230002 | Ir : | 2022-10 |

Exportar a Excel Exportar a CSV

| AÑO / MES / DÍA | NIVEL DEL RIO (m) | | | |
|-----------------|-------------------|------|------|------|
| | 06 | 10 | 14 | 18 |
| 2022-10-01 | 2.19 | 2.19 | 2.19 | 2.17 |
| 2022-10-02 | 2.17 | 2.17 | 2.17 | 2.17 |
| 2022-10-03 | 2.19 | 2.19 | 2.17 | 2.17 |
| 2022-10-04 | 2.16 | 2.16 | 2.14 | 2.14 |
| 2022-10-05 | 2.12 | 2.12 | 2.13 | 2.13 |
| 2022-10-06 | 2.12 | 2.13 | 2.13 | 2.13 |
| 2022-10-07 | 2.12 | 2.12 | 2.17 | 2.17 |
| 2022-10-08 | 2.15 | 2.16 | 2.16 | 2.16 |
| 2022-10-09 | 2.13 | 2.14 | 2.15 | 2 |
| 2022-10-10 | 2.15 | 2.21 | 2.19 | 2 |
| 2022-10-11 | 2.19 | 2.16 | 2.14 | 2 |
| 2022-10-12 | 2.14 | 2.14 | 2.13 | 2 |
| 2022-10-13 | 2.12 | 2.12 | 2.11 | 2.11 |

Figura 33

Tabulación Senamhi

Gráfico Tabla

| Estación : TARUCA | | | | | | | |
|--------------------------|----------------------------|-------------|--------------|------------|------------|------|---------|
| Departamento : | HUANUCO | Provincia : | HUANUCO | Distrito : | CHURUBAMBA | Ir : | 2022-09 |
| Latitud : | 9°51'1.38" S | Longitud : | 76°9'8.48" W | Altitud : | 1829 msnm. | | |
| Tipo : | Convencional - Hidrológica | Código : | 230002 | | | | |

Exportar a Excel Exportar a CSV

| AÑO / MES / DÍA | NIVEL DEL RIO (m) | | | |
|-----------------|-------------------|------|------|------|
| | 06 | 10 | 14 | 18 |
| 2022-09-01 | 1.96 | 1.96 | 1.95 | 1.95 |
| 2022-09-02 | 1.94 | 1.94 | 1.94 | 1.94 |
| 2022-09-03 | 1.94 | 1.94 | 1.94 | 1.94 |
| 2022-09-04 | 1.94 | 1.94 | 1.94 | 1.94 |
| 2022-09-05 | 1.94 | 1.94 | 1.94 | 1.94 |
| 2022-09-06 | 1.93 | 1.93 | 1.93 | 1.93 |
| 2022-09-07 | 1.93 | 1.93 | 1.93 | 1.93 |
| 2022-09-08 | 1.93 | 1.93 | 1.93 | 1.93 |
| 2022-09-09 | 1.93 | 1.93 | 1.93 | 1 |
| 2022-09-10 | 1.93 | 1.93 | 1.93 | 1 |
| 2022-09-11 | 1.93 | 1.93 | 1.93 | 1 |
| 2022-09-12 | 1.93 | 1.93 | 1.93 | 1 |
| 2022-09-13 | 1.93 | 1.93 | 1.93 | 1.93 |

Figura 34

Tabulación Senamhi

Gráfico Tabla

| Estación : TARUCA | | | | | | | |
|--------------------------|----------------------------|-------------|--------------|------------|------------|------|---------|
| Departamento : | HUANUCO | Provincia : | HUANUCO | Distrito : | CHURUBAMBA | Ir : | 2022-08 |
| Latitud : | 9°51'1.38" S | Longitud : | 76°9'8.48" W | Altitud : | 1829 msnm. | | |
| Tipo : | Convencional - Hidrológica | Código : | 230002 | | | | |

Exportar a Excel Exportar a CSV

| AÑO / MES / DÍA | NIVEL DEL RIO (m) | | | |
|-----------------|-------------------|------|------|------|
| | 06 | 10 | 14 | 18 |
| 2022-08-01 | 1.99 | 1.99 | 1.99 | 1.99 |
| 2022-08-02 | 1.98 | 1.98 | 1.98 | 1.98 |
| 2022-08-03 | 1.99 | 1.99 | 1.99 | 1.99 |
| 2022-08-04 | 1.99 | 1.99 | 1.99 | 1.99 |
| 2022-08-05 | 1.99 | 1.99 | 1.99 | 1.99 |
| 2022-08-06 | 2.25 | 2.23 | 2.23 | 2.23 |
| 2022-08-07 | 2.25 | 2.25 | 2.25 | 2.25 |
| 2022-08-08 | 2.28 | 2.29 | 2.29 | 2.29 |
| 2022-08-09 | 2.25 | 2.25 | 2.24 | 2 |
| 2022-08-10 | 2.25 | 2.25 | 2.24 | 2 |
| 2022-08-11 | 2.23 | 2.23 | 2.23 | 2 |
| 2022-08-12 | 2.26 | 2.25 | 2.25 | 2 |
| 2022-08-13 | 2.22 | 2.21 | 2.19 | 2.19 |

Figura 35

Tabulación Senamhi

Grafico Tabla

| Estación : TARUCA | | | | | | | |
|-------------------|----------------------------|-------------|--------------|------------|------------|------|---------|
| Departamento : | HUANUCO | Provincia : | HUANUCO | Distrito : | CHURUBAMBA | Ir : | 2022-07 |
| Latitud : | 9°51'1.38" S | Longitud : | 76°9'8.48" W | Altitud : | 1829 msnm. | | |
| Tipo : | Convencional - Hidrológica | Codigo : | 230002 | | | | |

Exportar a Excel Exportar a CSV

| AÑO / MES / DÍA | NIVEL DEL RIO (m) | | | |
|-----------------|-------------------|------|------|------|
| | 06 | 10 | 14 | 18 |
| 2022-07-01 | 2.19 | 2.19 | 2.19 | 2.19 |
| 2022-07-02 | 2.19 | 2.19 | 2.19 | 2.18 |
| 2022-07-03 | 2.18 | 2.18 | 2.18 | 2.18 |
| 2022-07-04 | 2.18 | 2.18 | 2.17 | 2.17 |
| 2022-07-05 | 2.17 | 2.17 | 2.17 | 2.17 |
| 2022-07-06 | 2.17 | 2.17 | 2.17 | 2.16 |
| 2022-07-07 | 2.16 | 2.16 | 2.16 | 2.16 |
| 2022-07-08 | 2.16 | 2.16 | 2.16 | 2.16 |
| 2022-07-09 | 2.17 | 2.17 | 2.17 | 2 |
| 2022-07-10 | 2.17 | 2.17 | 2.16 | 2 |
| 2022-07-11 | 2.16 | 2.16 | 2.16 | 2 |
| 2022-07-12 | 2.15 | 2.15 | 2.15 | 2 |
| 2022-07-13 | 2.15 | 2.15 | 2.15 | 2.16 |

Figura 36

Tabulación Senamhi

Grafico Tabla

| Estación : TARUCA | | | | | | | |
|-------------------|----------------------------|-------------|--------------|------------|------------|------|---------|
| Departamento : | HUANUCO | Provincia : | HUANUCO | Distrito : | CHURUBAMBA | Ir : | 2022-06 |
| Latitud : | 9°51'1.38" S | Longitud : | 76°9'8.48" W | Altitud : | 1829 msnm. | | |
| Tipo : | Convencional - Hidrológica | Codigo : | 230002 | | | | |

Exportar a Excel Exportar a CSV

| AÑO / MES / DÍA | NIVEL DEL RIO (m) | | | |
|-----------------|-------------------|------|------|------|
| | 06 | 10 | 14 | 18 |
| 2022-06-01 | 2.43 | 2.43 | 2.43 | 2.42 |
| 2022-06-02 | 2.42 | 2.42 | 2.41 | 2.41 |
| 2022-06-03 | 2.43 | 2.43 | 2.43 | 2.42 |
| 2022-06-04 | 2.46 | 2.48 | 2.52 | 2.52 |
| 2022-06-05 | 2.46 | 2.46 | 2.42 | 2.42 |
| 2022-06-06 | 2.49 | 2.43 | 2.43 | 2.42 |
| 2022-06-07 | 2.46 | 2.49 | 2.48 | 2.47 |
| 2022-06-08 | 2.44 | 2.43 | 2.42 | 2.41 |
| 2022-06-09 | 2.39 | 2.39 | 2.38 | 2 |
| 2022-06-10 | 2.37 | 2.37 | 2.36 | 2 |
| 2022-06-11 | 2.39 | 2.38 | 2.38 | 2 |
| 2022-06-12 | 2.35 | 2.35 | 2.35 | 2 |
| 2022-06-13 | 2.33 | 2.33 | 2.33 | 2.34 |

Figura 37

Tabulación Senamhi

Grafico Tabla

Estación : TARUCA

Departamento : HUANUCO Provincia : HUANUCO Distrito : CHURUBAMBA Ir : 2022-05
 Latitud : 9°51'1.38" S Longitud : 76°9'8.48" W Altitud : 1829 msnm.
 Tipo : Convencional - Hidrológica Código : 230002

Exportar a Excel Exportar a CSV

| AÑO / MES / DÍA | NIVEL DEL RIO (m) | | | |
|-----------------|-------------------|------|------|------|
| | 06 | 10 | 14 | 18 |
| 2022-05-01 | 2.68 | 2.68 | 2.68 | 2.68 |
| 2022-05-02 | 2.65 | 2.64 | 2.63 | 2.63 |
| 2022-05-03 | 2.61 | 2.59 | 2.59 | 2.59 |
| 2022-05-04 | 2.59 | 2.59 | 2.59 | 2.59 |
| 2022-05-05 | 2.63 | 2.62 | 2.62 | 2.61 |
| 2022-05-06 | 2.61 | 2.61 | 2.59 | 2.59 |
| 2022-05-07 | 2.57 | 2.57 | 2.57 | 2.57 |
| 2022-05-08 | 2.54 | 2.53 | 2.52 | 2.52 |
| 2022-05-09 | 2.58 | 2.57 | 2.53 | 2 |
| 2022-05-10 | 2.51 | 2.49 | 2.53 | 2 |
| 2022-05-11 | 2.53 | 2.53 | 2.53 | 2 |
| 2022-05-12 | 2.55 | 2.55 | 2.53 | 2 |
| 2022-05-13 | 2.67 | 2.79 | 2.87 | 2.87 |

Privacidad - Terminar

Figura 38

Tabulación Senamhi

Grafico Tabla

Estación : TARUCA

Departamento : HUANUCO Provincia : HUANUCO Distrito : CHURUBAMBA Ir : 2022-04
 Latitud : 9°51'1.38" S Longitud : 76°9'8.48" W Altitud : 1829 msnm.
 Tipo : Convencional - Hidrológica Código : 230002

Exportar a Excel Exportar a CSV

| AÑO / MES / DÍA | NIVEL DEL RIO (m) | | | |
|-----------------|-------------------|------|------|------|
| | 06 | 10 | 14 | 18 |
| 2022-04-01 | 3.43 | 3.46 | 3.55 | 3.56 |
| 2022-04-02 | 4.63 | 4.63 | 4.36 | 4.25 |
| 2022-04-03 | 4.73 | 4.53 | 4.36 | 4.63 |
| 2022-04-04 | 4.73 | 4.53 | 4.34 | 3.99 |
| 2022-04-05 | 3.79 | 3.64 | 3.57 | 3.49 |
| 2022-04-06 | 3.65 | 3.64 | 3.59 | 3.56 |
| 2022-04-07 | 3.56 | 3.52 | 3.46 | 3.46 |
| 2022-04-08 | 3.43 | 3.44 | 3.43 | 3.39 |
| 2022-04-09 | 3.45 | 3.56 | 3.57 | 3 |
| 2022-04-10 | 3.56 | 3.54 | 3.49 | 3 |
| 2022-04-11 | 3.36 | 3.25 | 3.34 | 3 |
| 2022-04-12 | 3.26 | 3.24 | 3.22 | 3 |
| 2022-04-13 | 3.09 | 3.13 | 3.13 | 3.13 |

Privacidad - Terminar

Figura 39

Tabulación Senamhi

Grafico Tabla

| Estación : TARUCA | | | | | |
|-------------------|----------------------------|-------------|--------------|------------|------------|
| Departamento : | HUANUCO | Provincia : | HUANUCO | Distrito : | CHURUBAMBA |
| Latitud : | 9°51'1.38" S | Longitud : | 76°9'8.48" W | Altitud : | 1829 msnm. |
| Tipo : | Convencional - Hidrológica | Codigo : | 230002 | Ir : | 2022-03 |

Exportar a Excel Exportar a CSV

| AÑO / MES / DÍA | NIVEL DEL RIO (m) | | | |
|-----------------|-------------------|------|------|------|
| | 06 | 10 | 14 | 18 |
| 2022-03-01 | 3.81 | 3.83 | 3.83 | 3.83 |
| 2022-03-02 | 3.87 | 3.85 | 3.79 | 3.77 |
| 2022-03-03 | 3.92 | 3.91 | 3.99 | 3.97 |
| 2022-03-04 | 4.05 | 3.94 | 3.83 | 3.85 |
| 2022-03-05 | 3.99 | 3.97 | 3.86 | 3.83 |
| 2022-03-06 | 4.06 | 3.95 | 3.85 | 3.76 |
| 2022-03-07 | 3.74 | 3.73 | 3.71 | 3.68 |
| 2022-03-08 | 3.59 | 3.55 | 3.53 | 3.52 |
| 2022-03-09 | 3.43 | 3.25 | 3.39 | 3 |
| 2022-03-10 | 4.07 | 3.98 | 3.97 | 3 |
| 2022-03-11 | 4.19 | 4.59 | 4.19 | 4 |
| 2022-03-12 | 3.99 | 3.98 | 3.96 | 3 |
| 2022-03-13 | 5.43 | 5.16 | 4.87 | 4.04 |

Figura 40

Tabulación Senamhi

Grafico Tabla

| Estación : TARUCA | | | | | |
|-------------------|----------------------------|-------------|--------------|------------|------------|
| Departamento : | HUANUCO | Provincia : | HUANUCO | Distrito : | CHURUBAMBA |
| Latitud : | 9°51'1.38" S | Longitud : | 76°9'8.48" W | Altitud : | 1829 msnm. |
| Tipo : | Convencional - Hidrológica | Codigo : | 230002 | Ir : | 2022-02 |

Exportar a Excel Exportar a CSV

| AÑO / MES / DÍA | NIVEL DEL RIO (m) | | | |
|-----------------|-------------------|------|------|------|
| | 06 | 10 | 14 | 18 |
| 2022-02-01 | 3.54 | 3.51 | 3.42 | 3.33 |
| 2022-02-02 | 3.19 | 3.17 | 3.17 | 3.17 |
| 2022-02-03 | 3.17 | 3.14 | 3.12 | 3.09 |
| 2022-02-04 | 3.16 | 3.17 | 3.16 | 3.16 |
| 2022-02-05 | 3.19 | 3.17 | 3.56 | 4.15 |
| 2022-02-06 | 4.39 | 4.57 | 4.16 | 4.15 |
| 2022-02-07 | 4.09 | 3.94 | 3.83 | 3.77 |
| 2022-02-08 | 3.87 | 3.86 | 3.75 | 3.73 |
| 2022-02-09 | 3.69 | 3.67 | 3.66 | 3 |
| 2022-02-10 | 3.75 | 3.76 | 3.66 | 3 |
| 2022-02-11 | 4.13 | 3.92 | 3.76 | 3 |
| 2022-02-12 | 5.12 | 5.29 | 4.76 | 4 |
| 2022-02-13 | 4.66 | 4.43 | 4.25 | 4.04 |

Figura 41

Tabulación Senamhi

Grafico Tabla

| Estación : TARUCA | | | | |
|-------------------|----------------------------|-------------|--------------|------------|
| Departamento : | HUANUCO | Provincia : | HUANUCO | Distrito : |
| Latitud : | 9°51'1.38" S | Longitud : | 76°9'8.48" W | Altitud : |
| Tipo : | Convencional - Hidrológica | Código : | 230002 | Ir : |
| | | | | 2022-01 |

Exportar a Excel Exportar a CSV

| AÑO / MES / DÍA | NIVEL DEL RIO (m) | | | |
|-----------------|-------------------|------|------|------|
| | 06 | 10 | 14 | 18 |
| 2022-01-01 | 2.78 | 2.73 | 2.71 | 2.69 |
| 2022-01-02 | 2.63 | 2.61 | 2.69 | 2.68 |
| 2022-01-03 | 2.55 | 2.55 | 2.54 | 2.53 |
| 2022-01-04 | 2.63 | 2.61 | 2.59 | 2.59 |
| 2022-01-05 | 2.65 | 2.69 | 2.67 | 2.65 |
| 2022-01-06 | 2.65 | 2.69 | 2.67 | 2.65 |
| 2022-01-07 | 2.62 | 2.59 | 2.59 | 2.58 |
| 2022-01-08 | 2.58 | 2.57 | 2.57 | 2.57 |
| 2022-01-09 | 2.53 | 2.53 | 2.53 | 2 |
| 2022-01-10 | 2.67 | 2.79 | 2.77 | 2 |
| 2022-01-11 | 2.67 | 2.67 | 2.66 | 2 |
| 2022-01-12 | 2.86 | 2.83 | 2.81 | 2 |
| 2022-01-13 | 3.65 | 3.46 | 3.38 | 3.30 |
| 2022-01-14 | 3.40 | 3.44 | 3.45 | 3.44 |

ANEXO 4

DATOS DEL HIDROESTA

Figura 42
Hidroesta

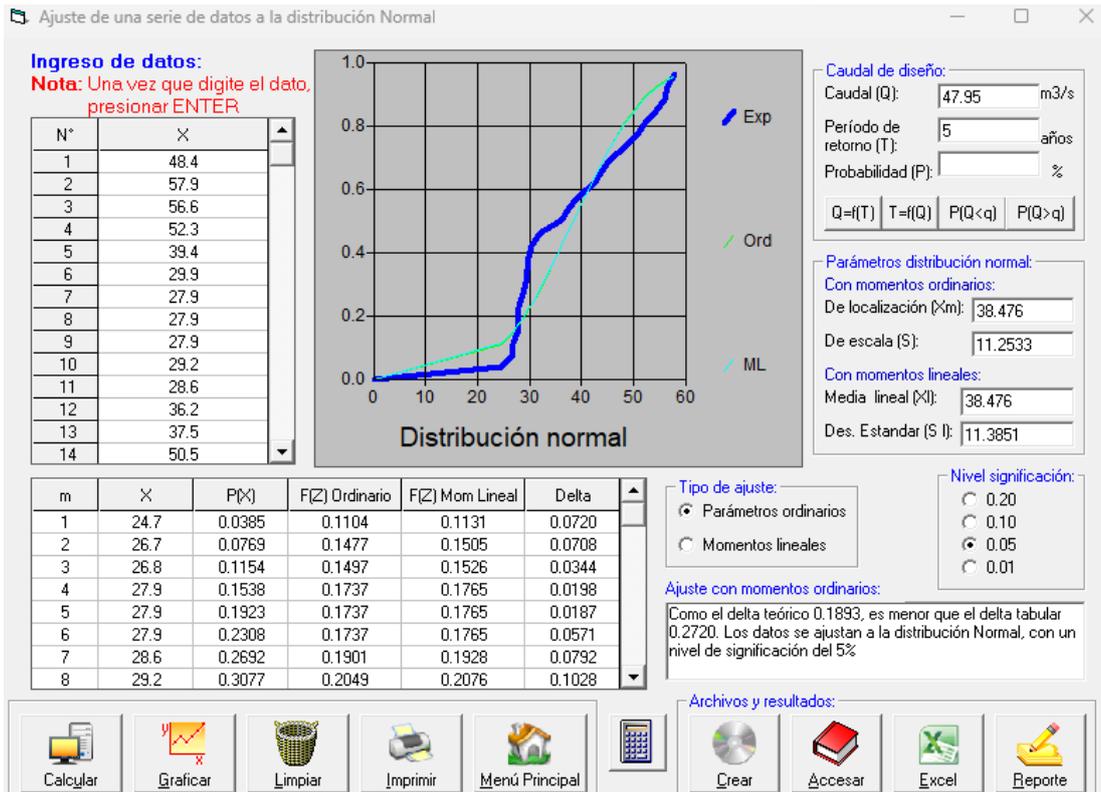


Figura 43
Hidroesta

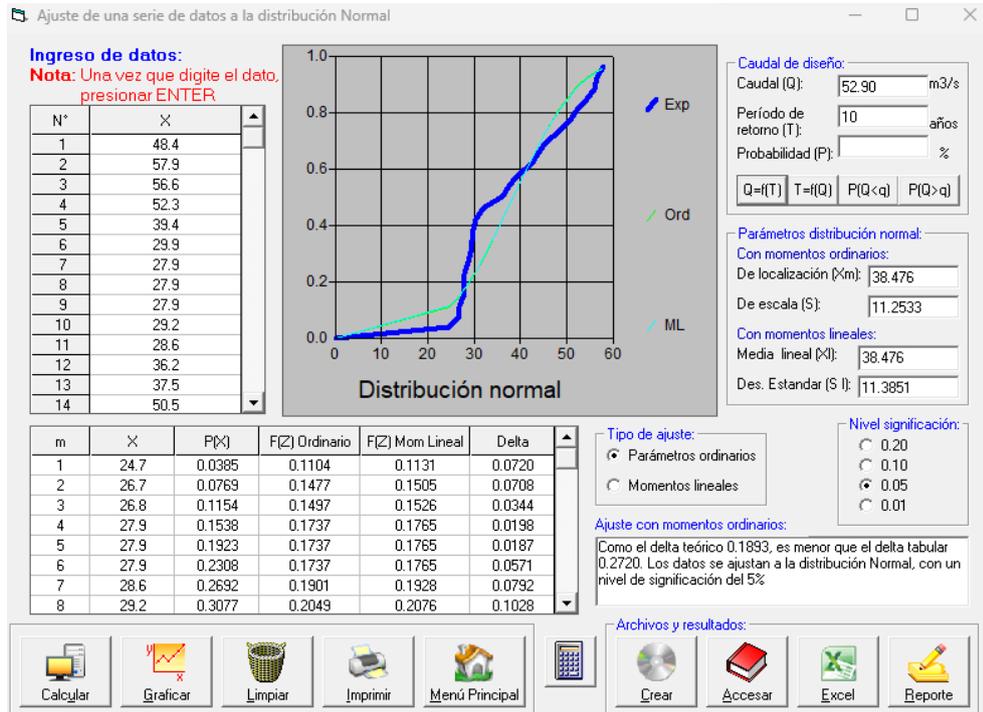


Figura 44
Hidroesta

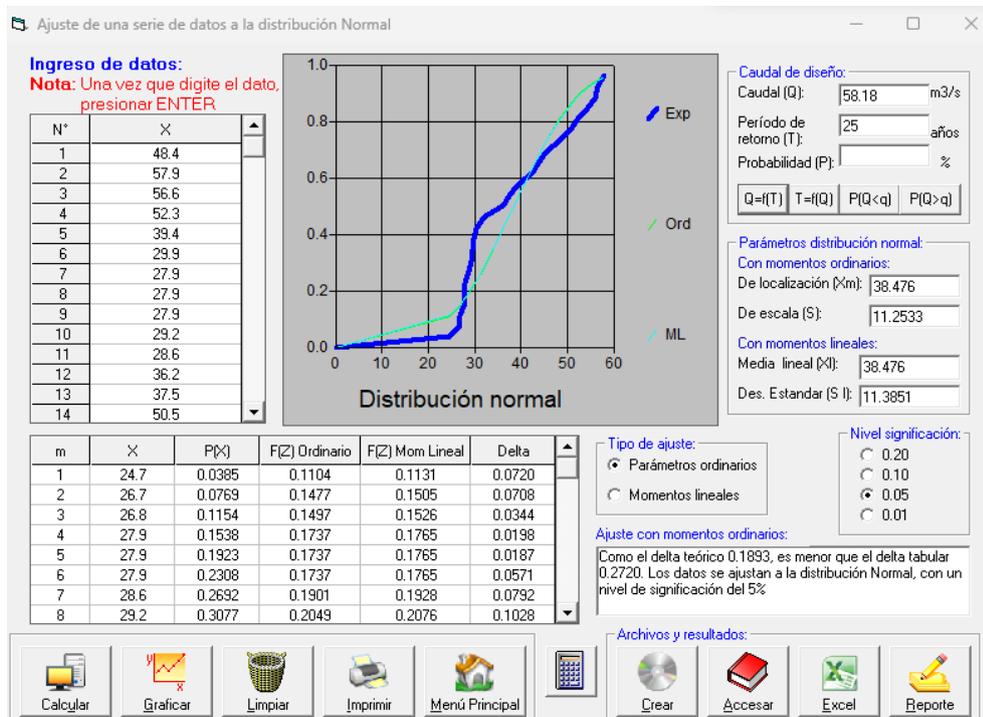


Figura 45
Hidroesta

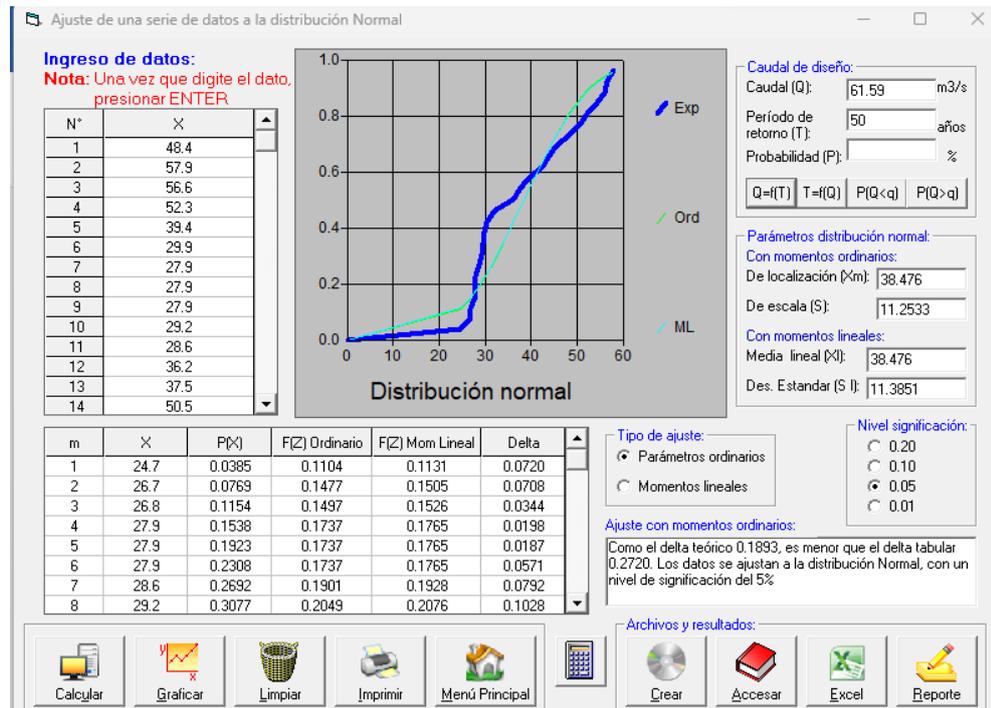


Figura 46
Hidroesta

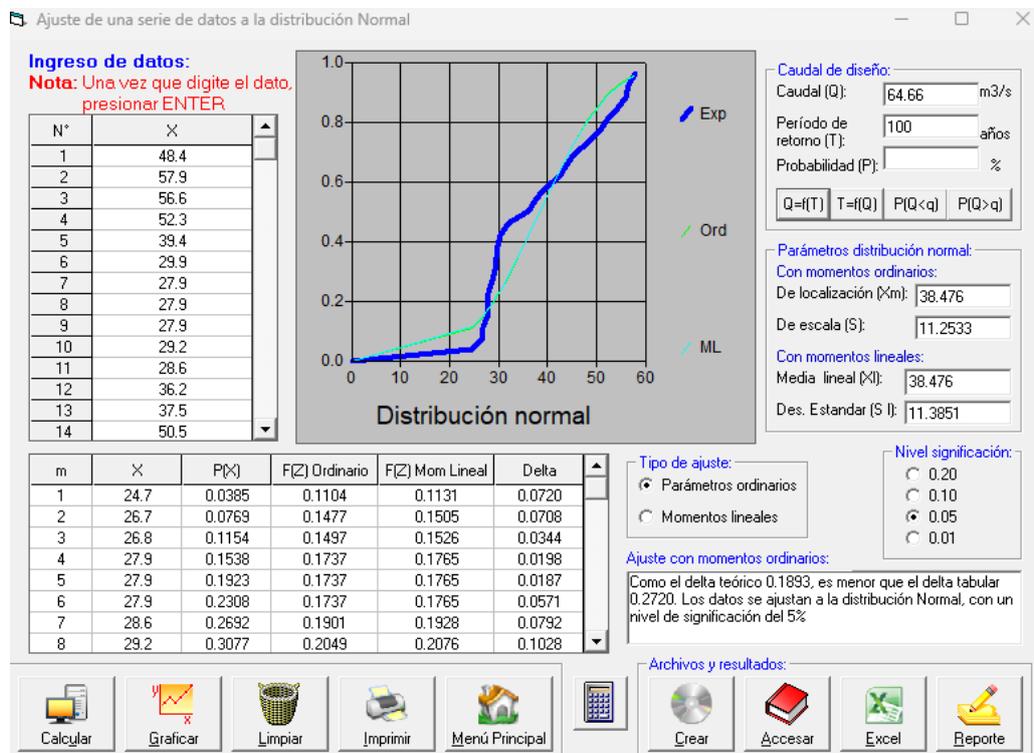


Figura 47

Hidroesta

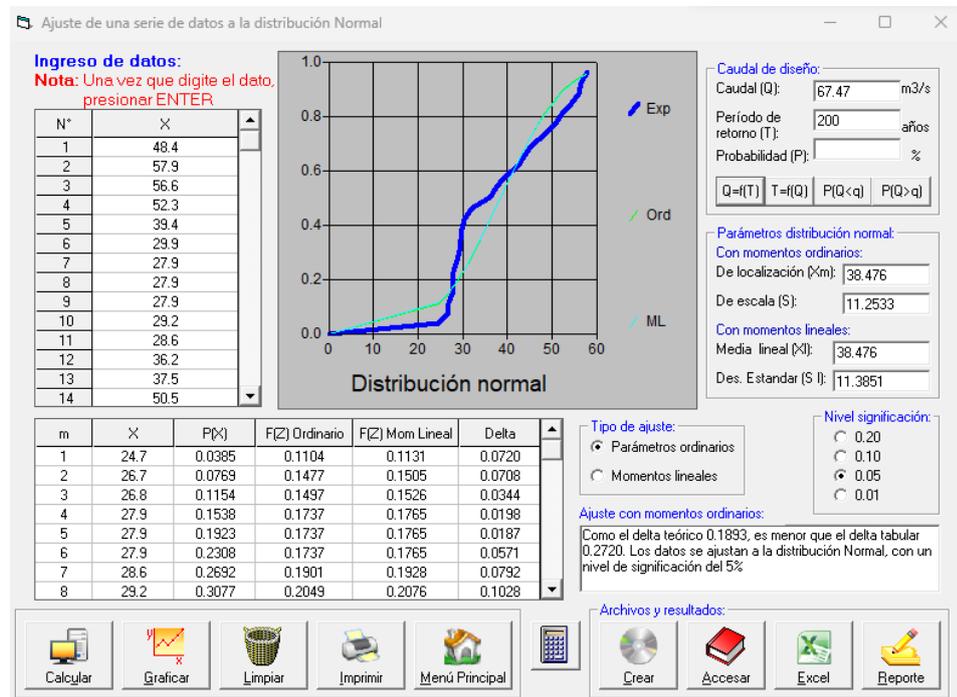


Figura 48

Hidroesta

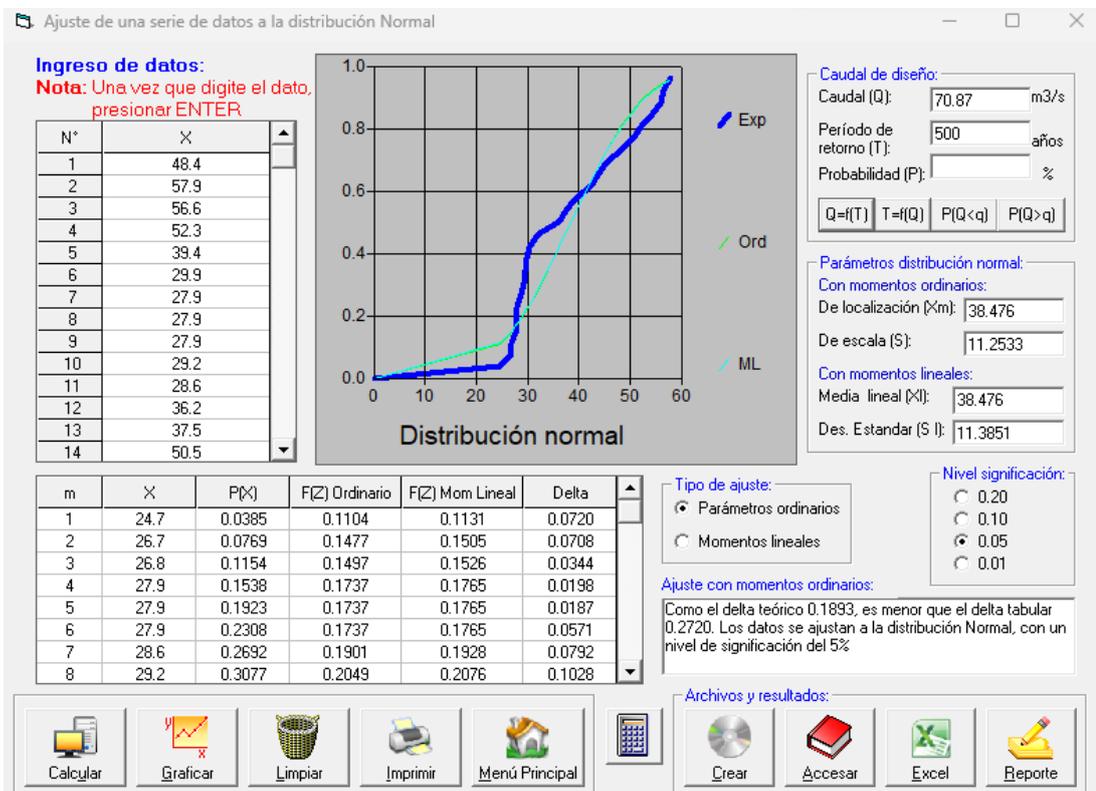


Figura 49
Hidroesta

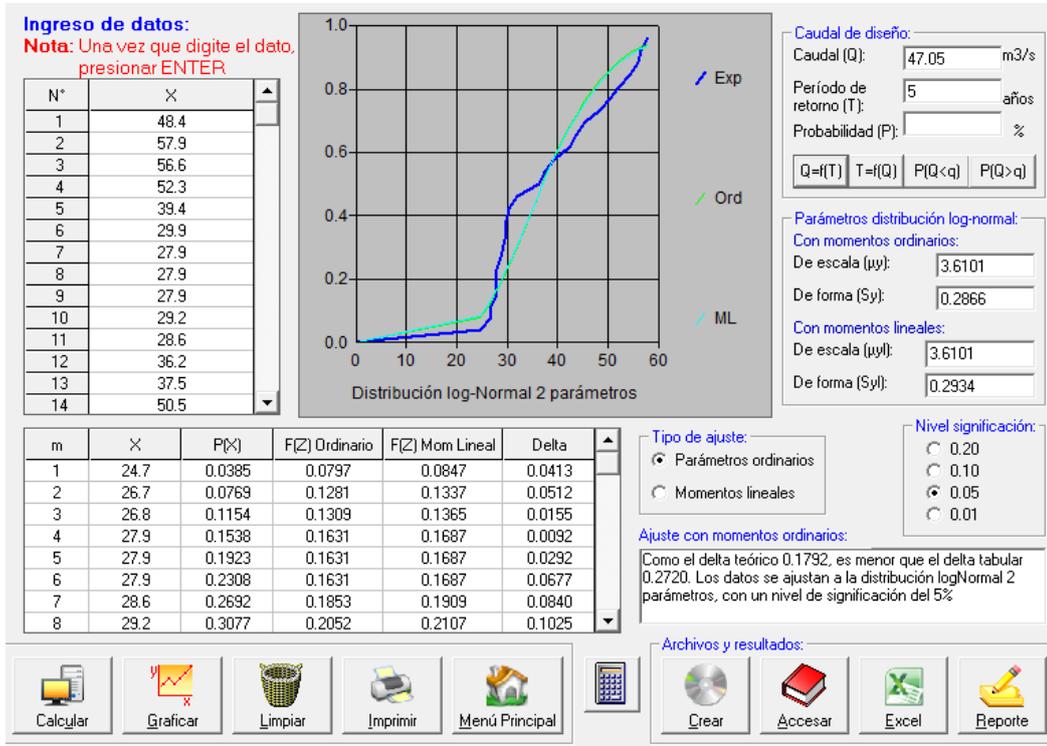


Figura 50
Hidroesta

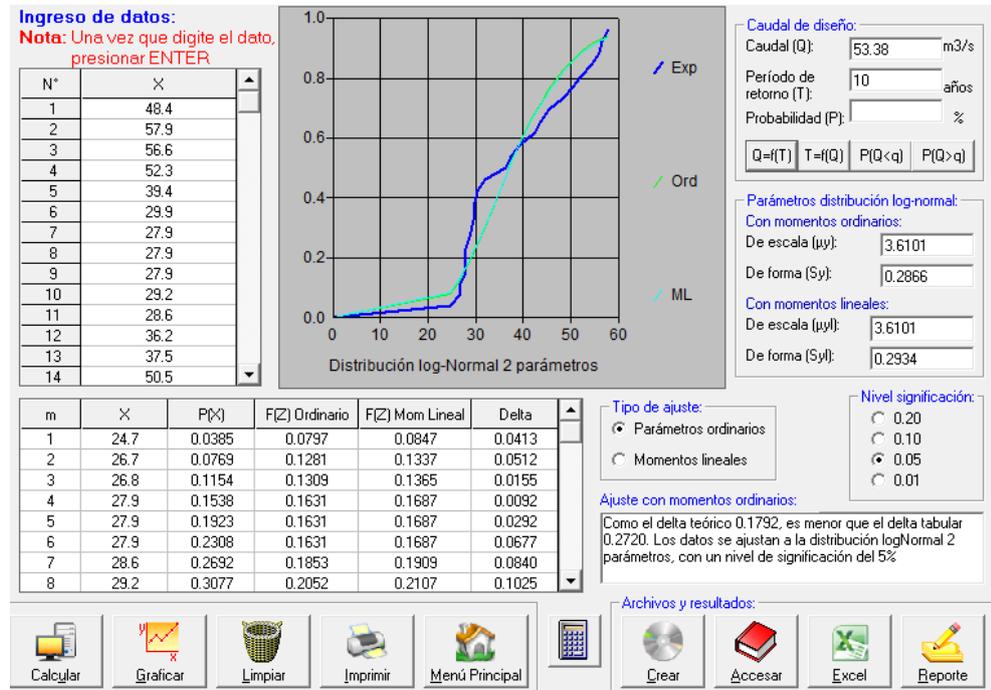


Figura 51

Hidroesta

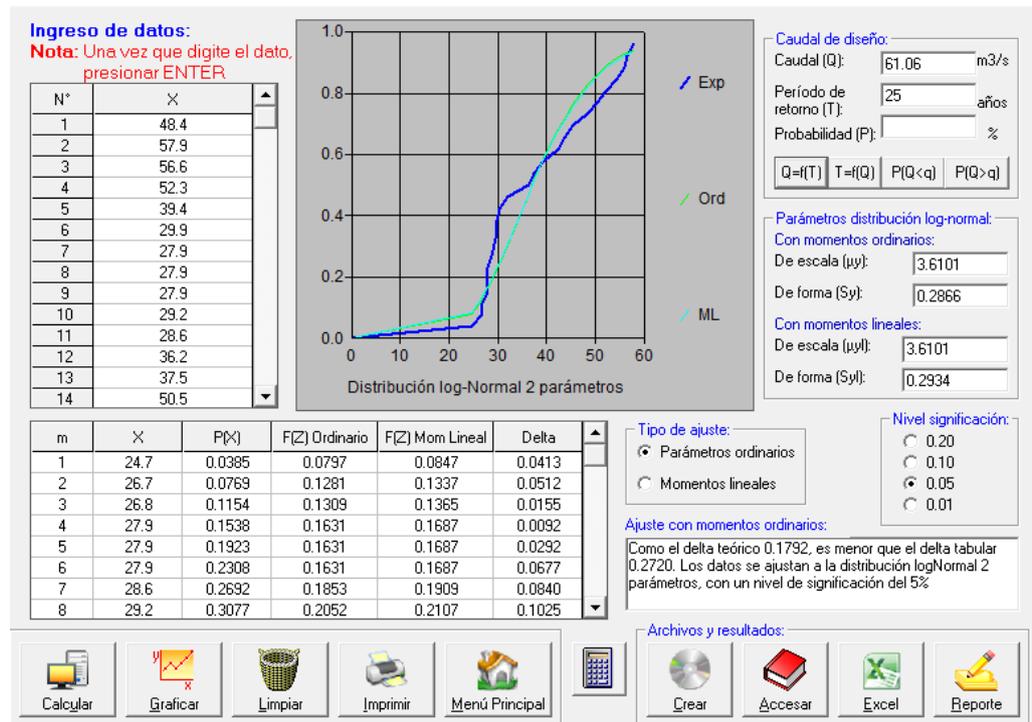


Figura 52

Hidroesta

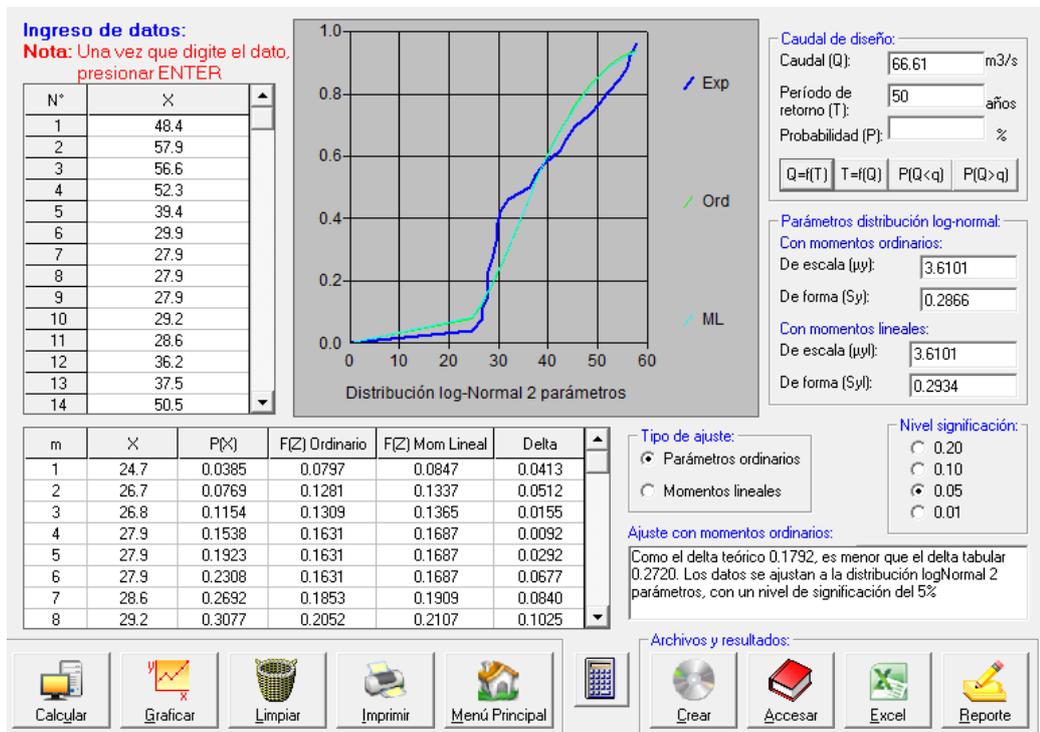


Figura 53
Hidroesta

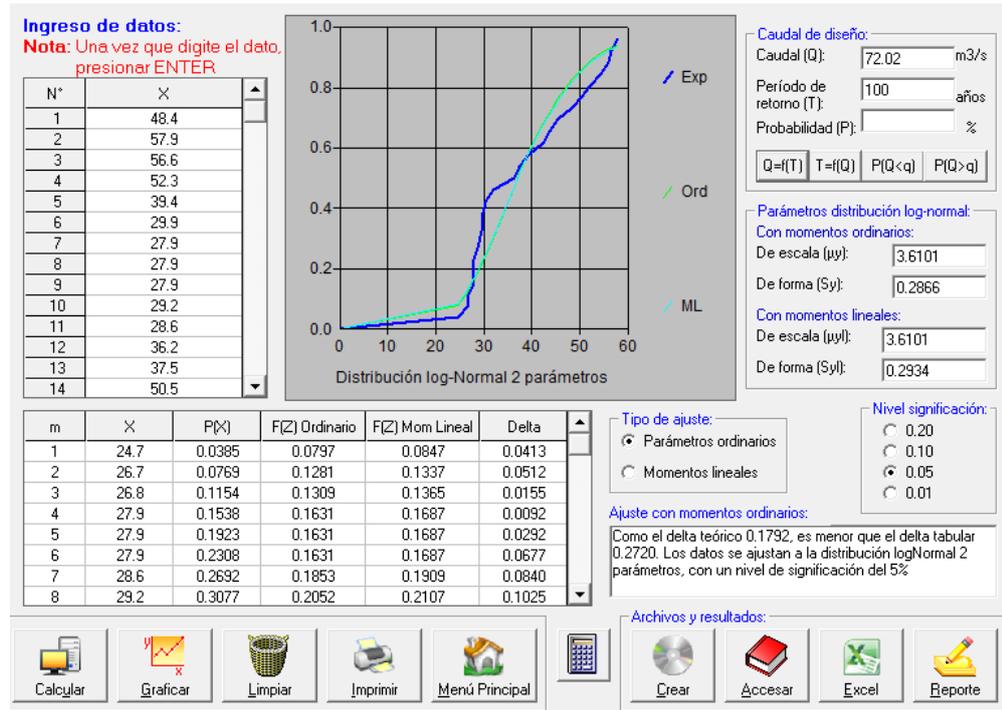


Figura 54
Hidroesta

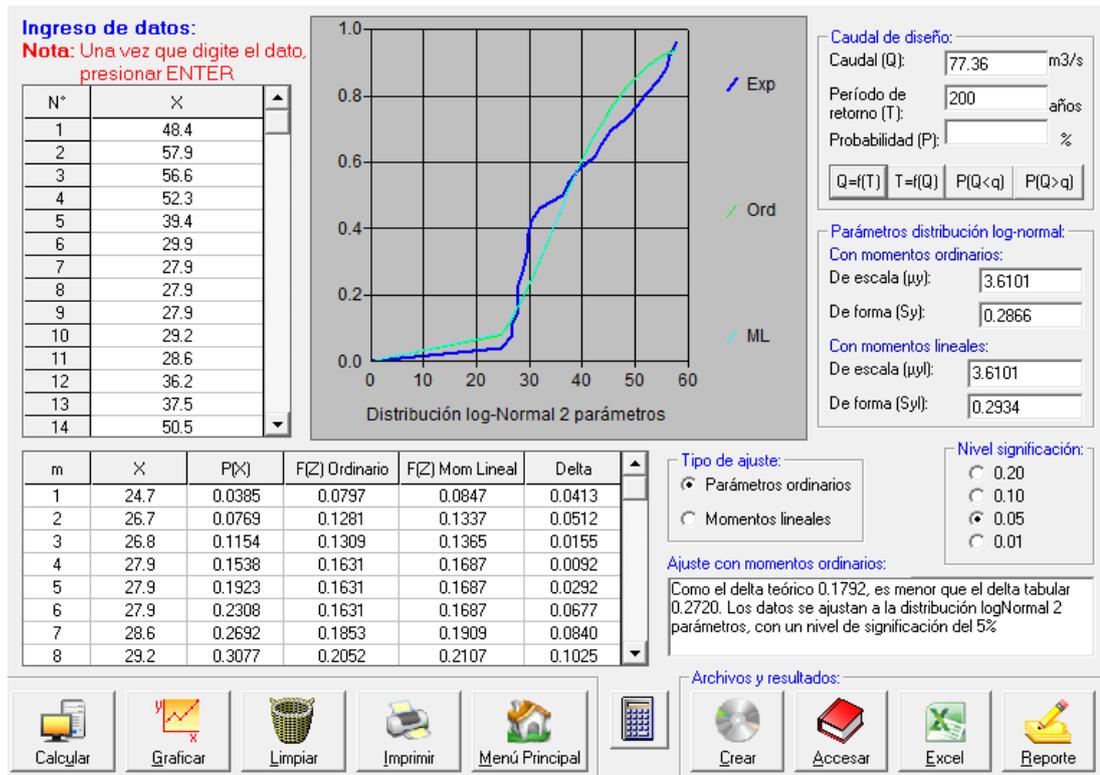


Figura 55

Hidroesta

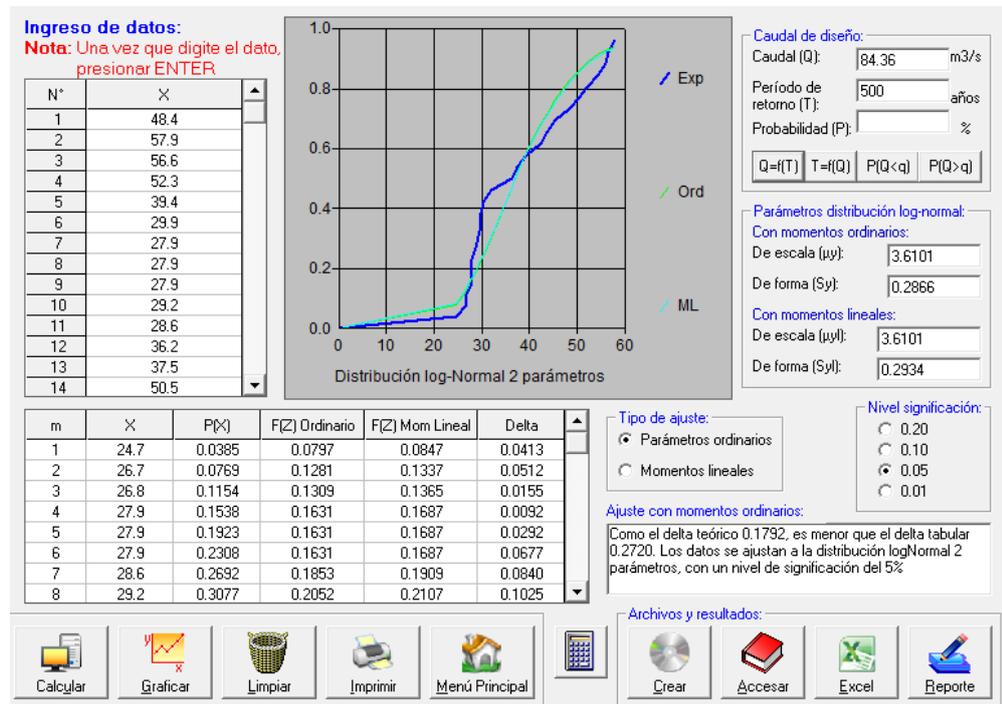


Figura 56

Hidroesta

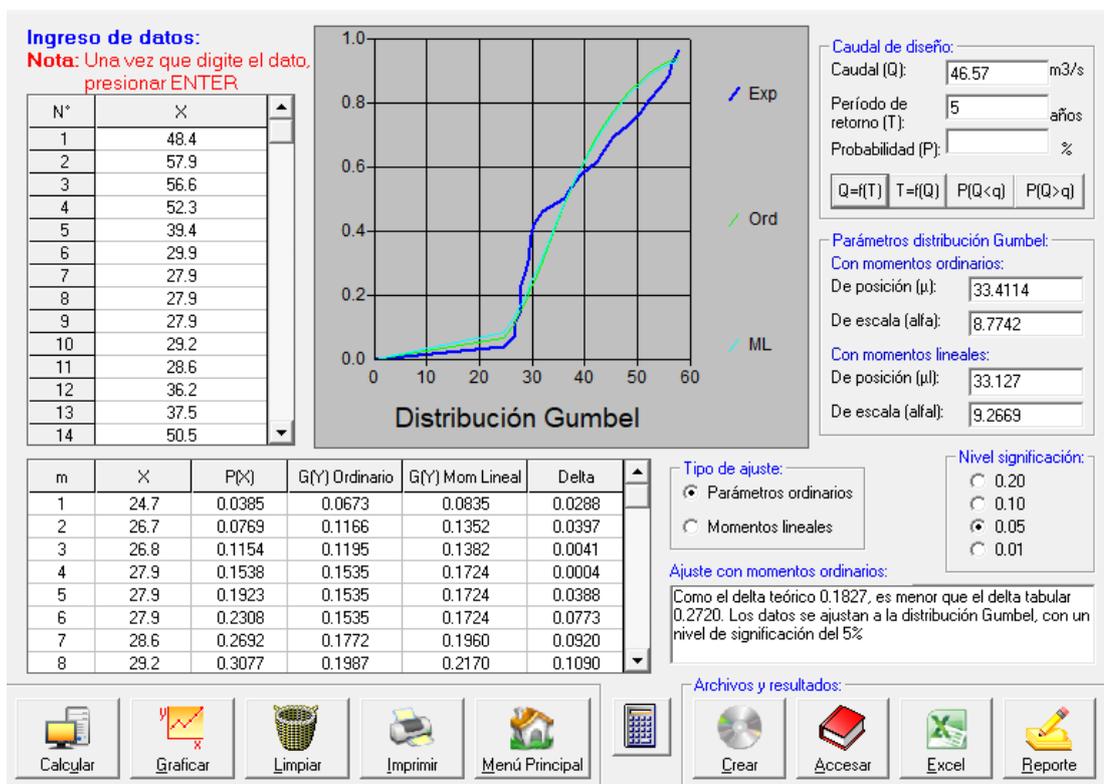


Figura 57

Hidroesta

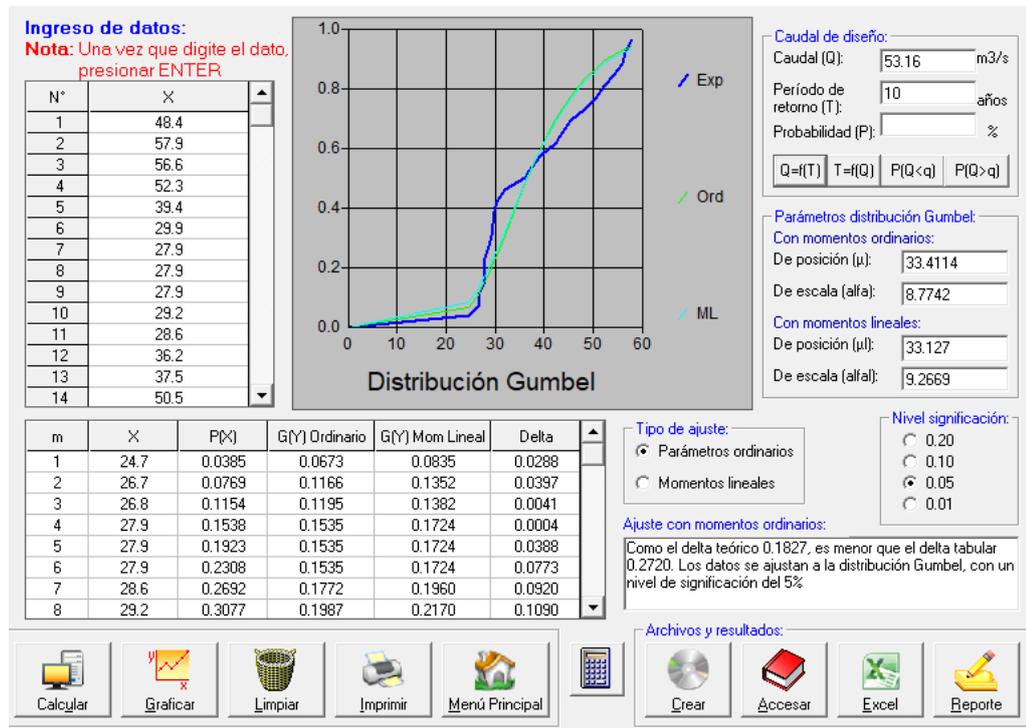


Figura 58

Hidroesta

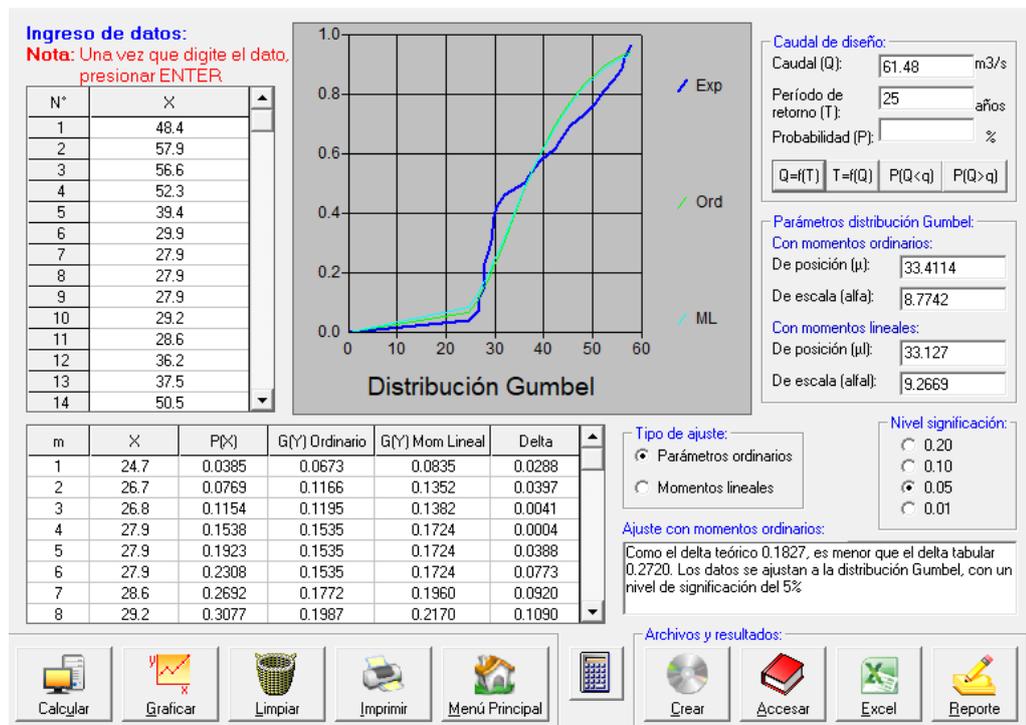


Figura 59

Hidroesta

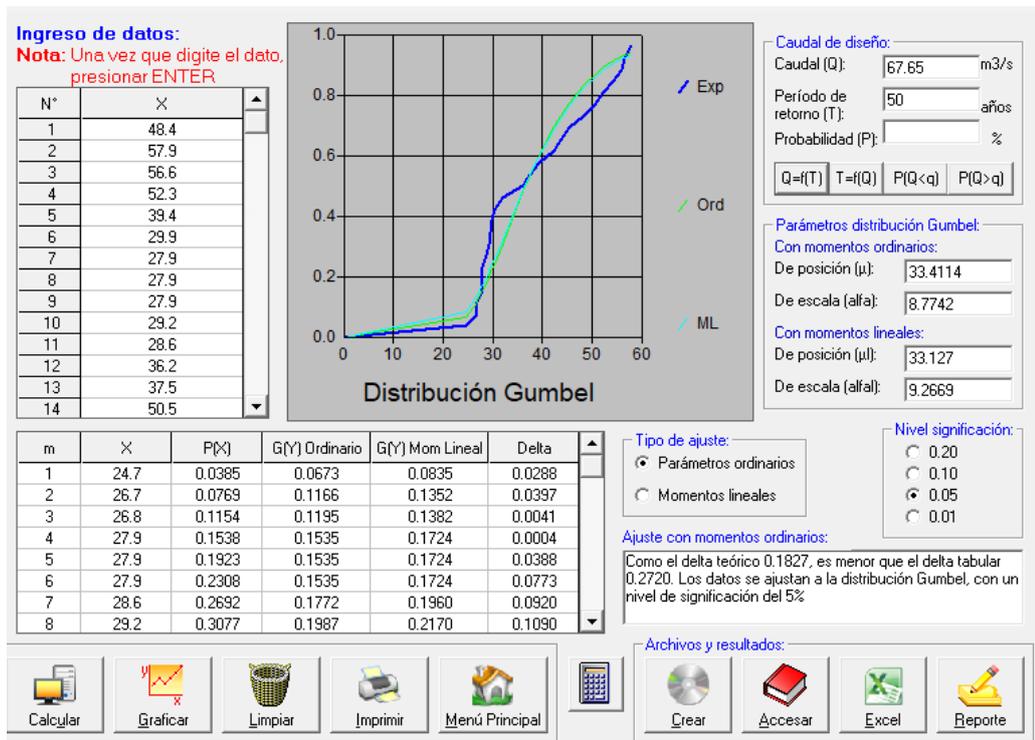


Figura 60

Hidroesta

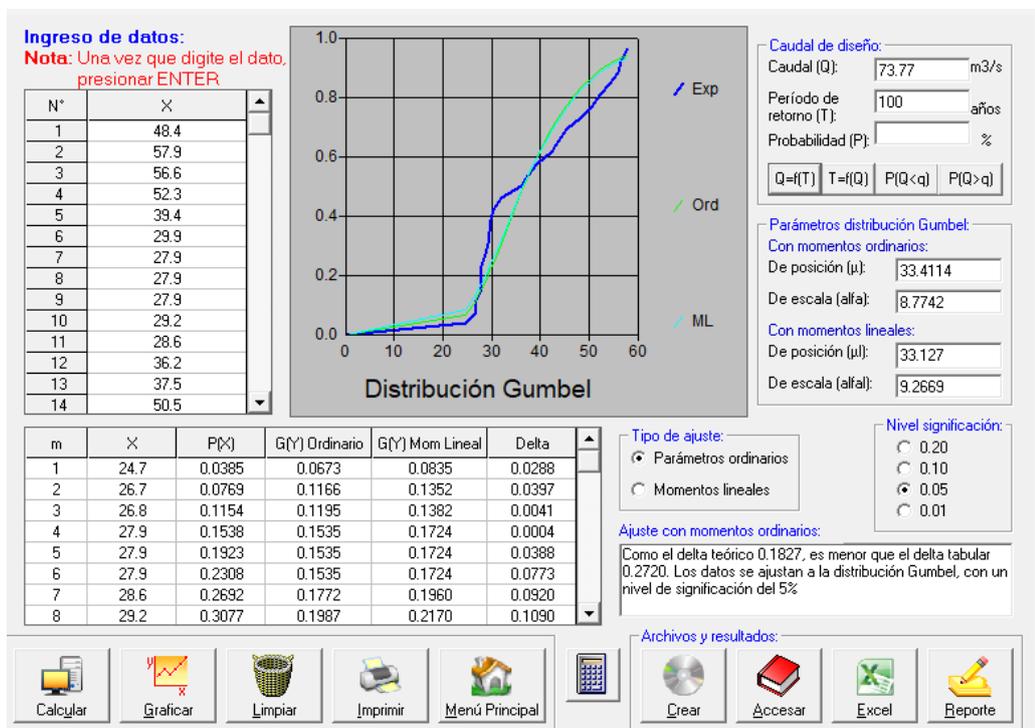


Figura 61

Hidroesta

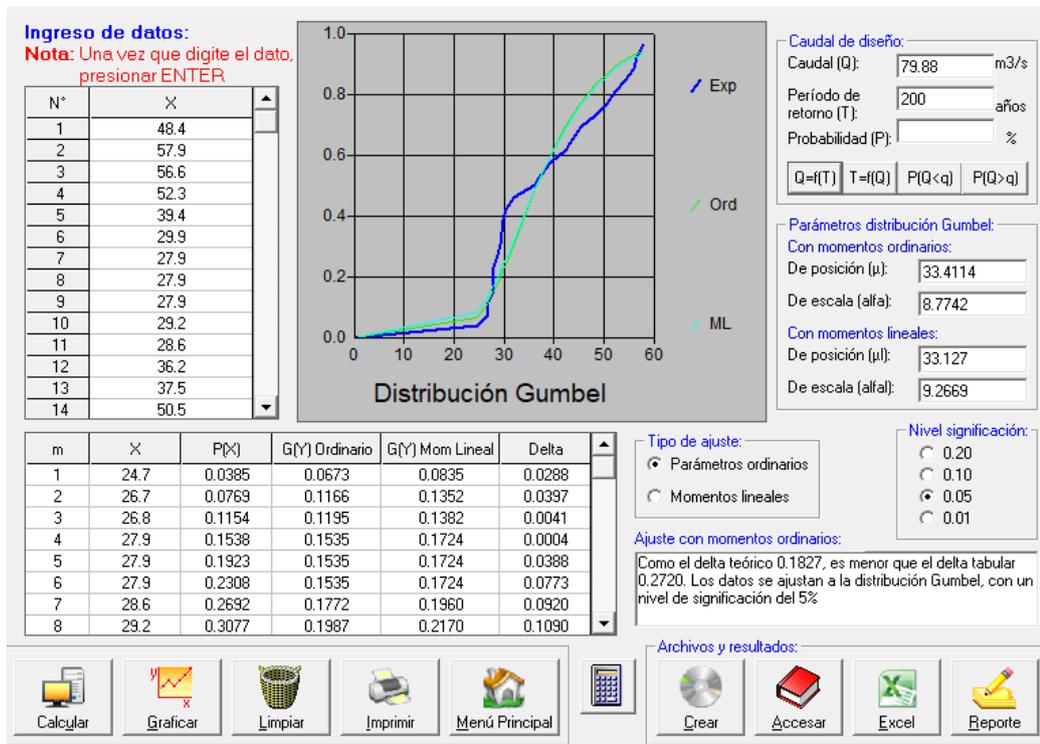


Figura 62

Hidroesta

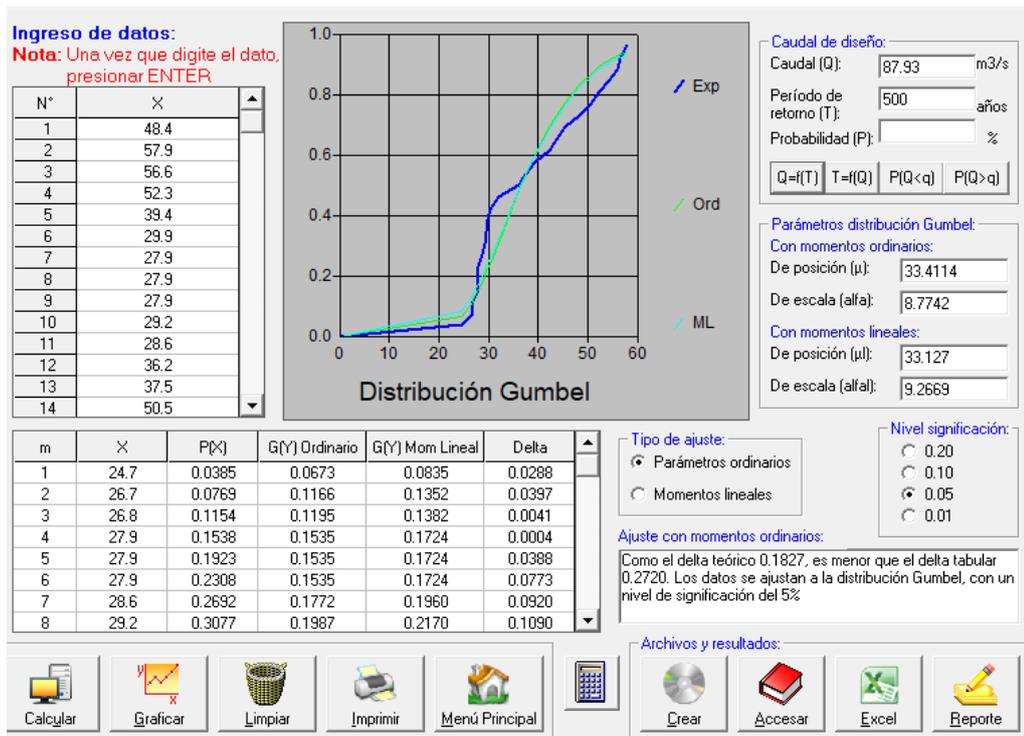


Figura 63

Hidroesta

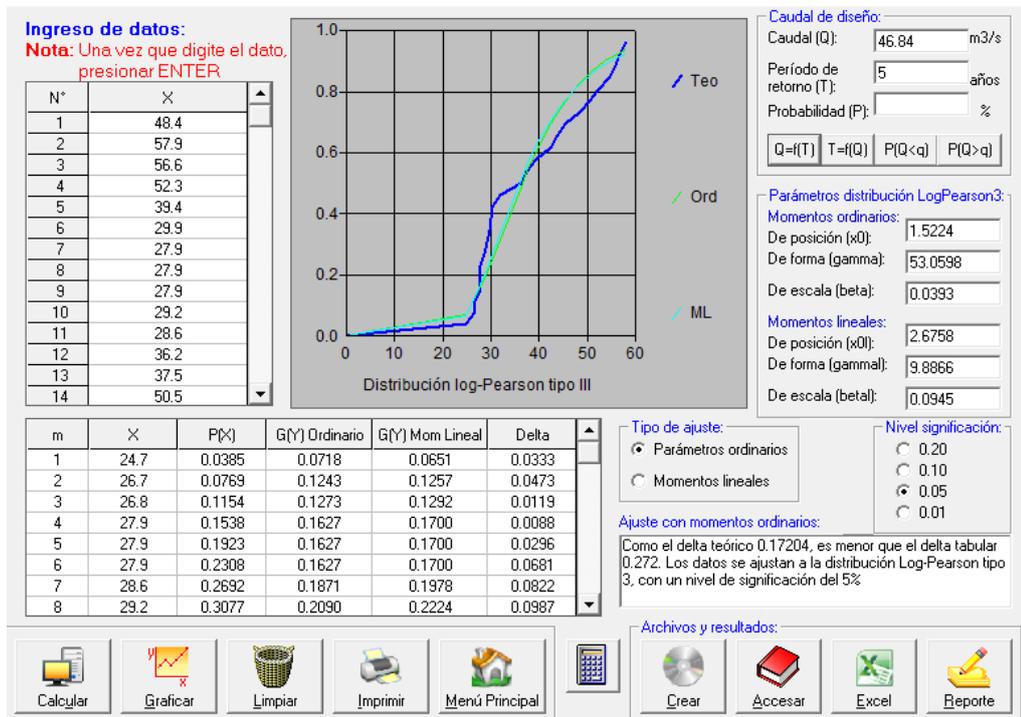


Figura 64

Hidroesta

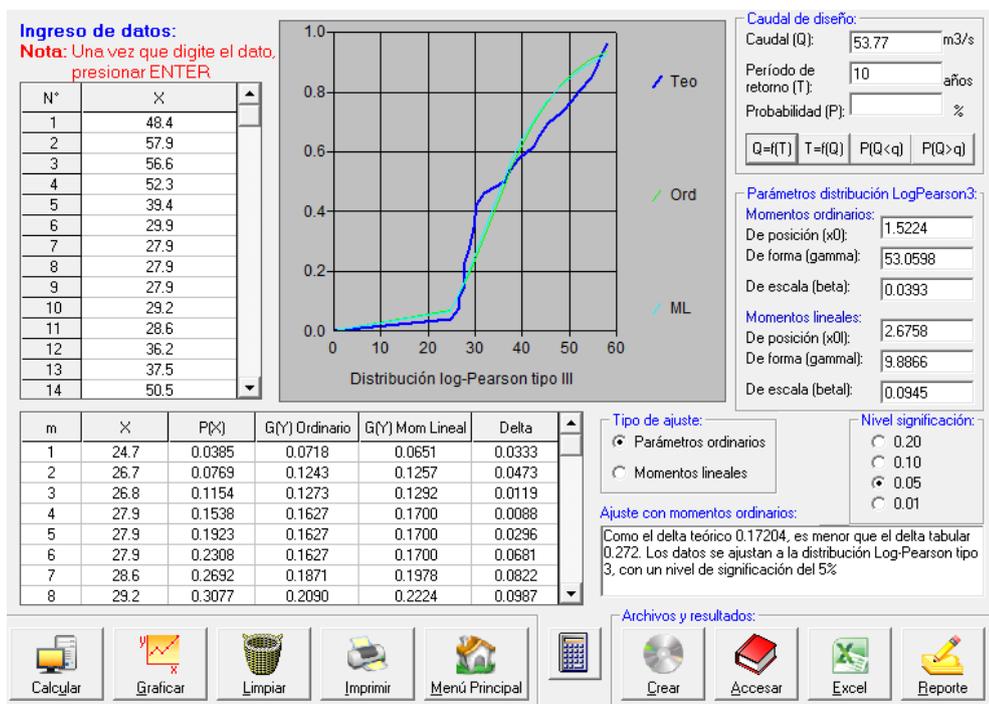


Figura 65

Hidroesta

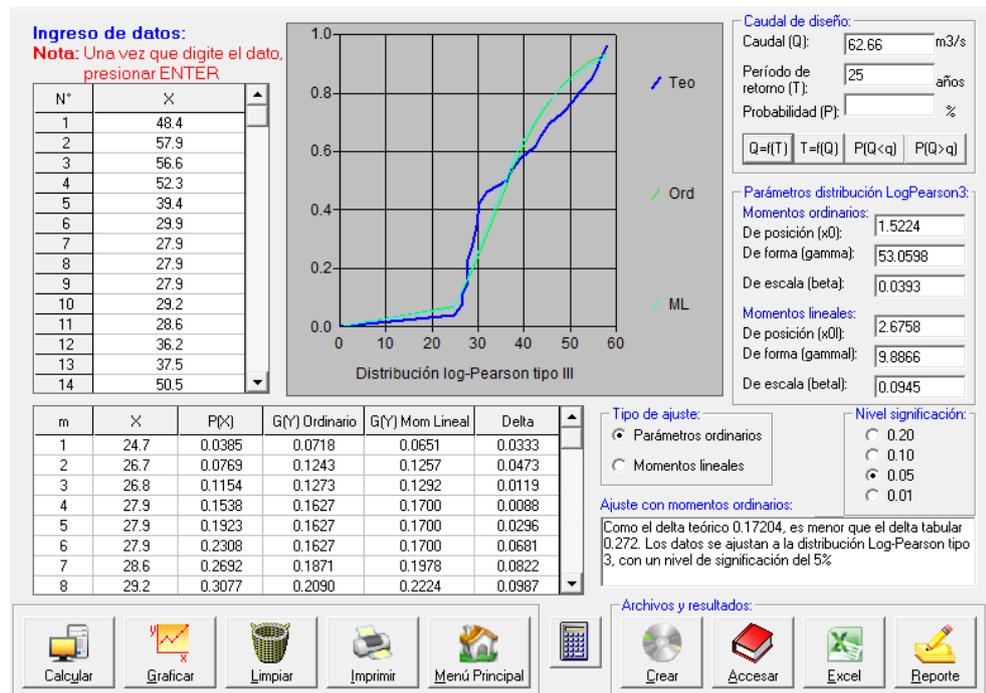


Figura 66

Hidroesta

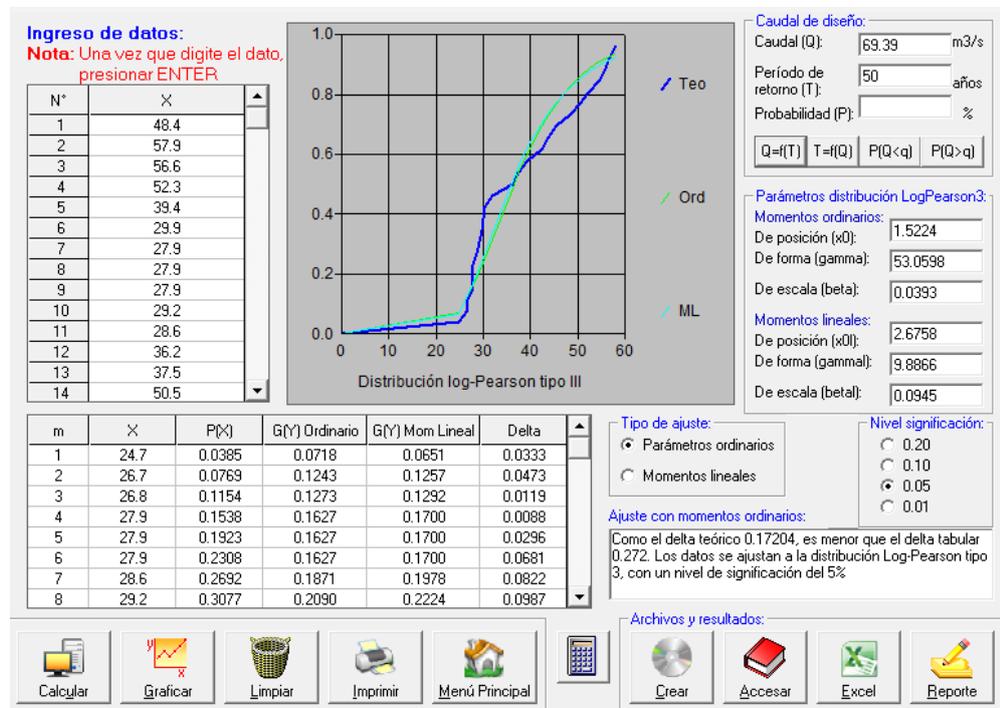


Figura 67

Hidroesta

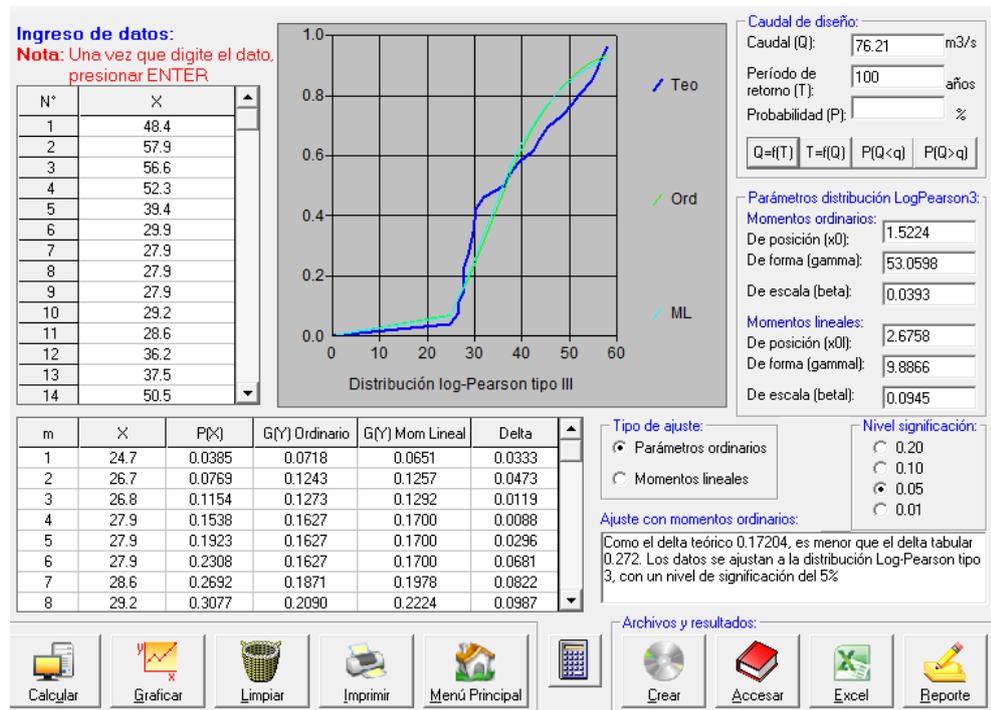


Figura 68

Hidroesta

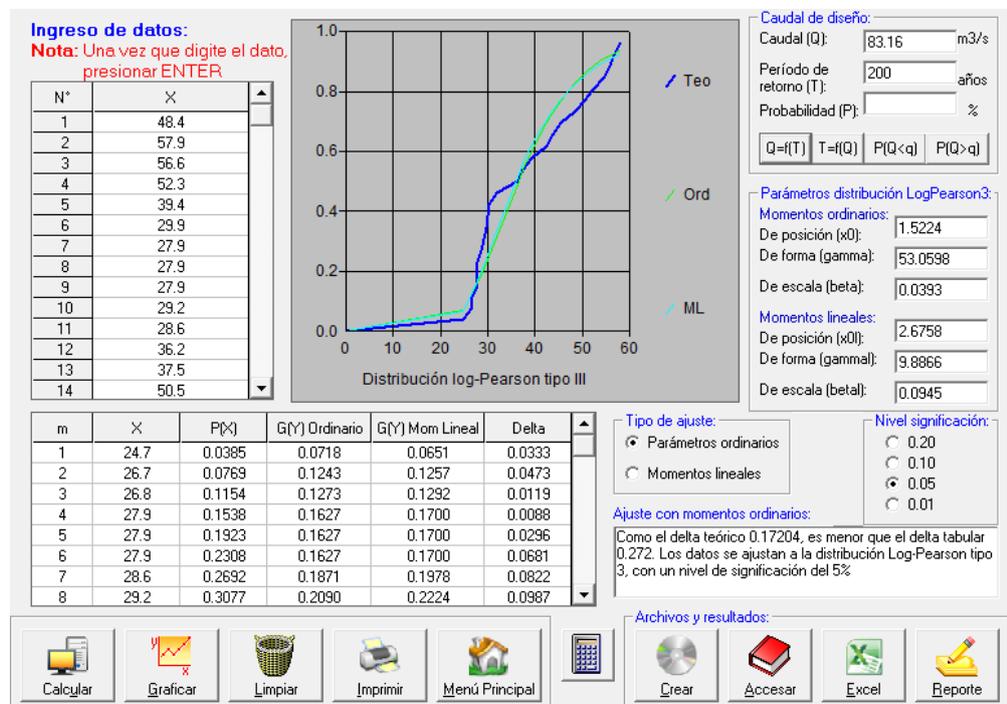
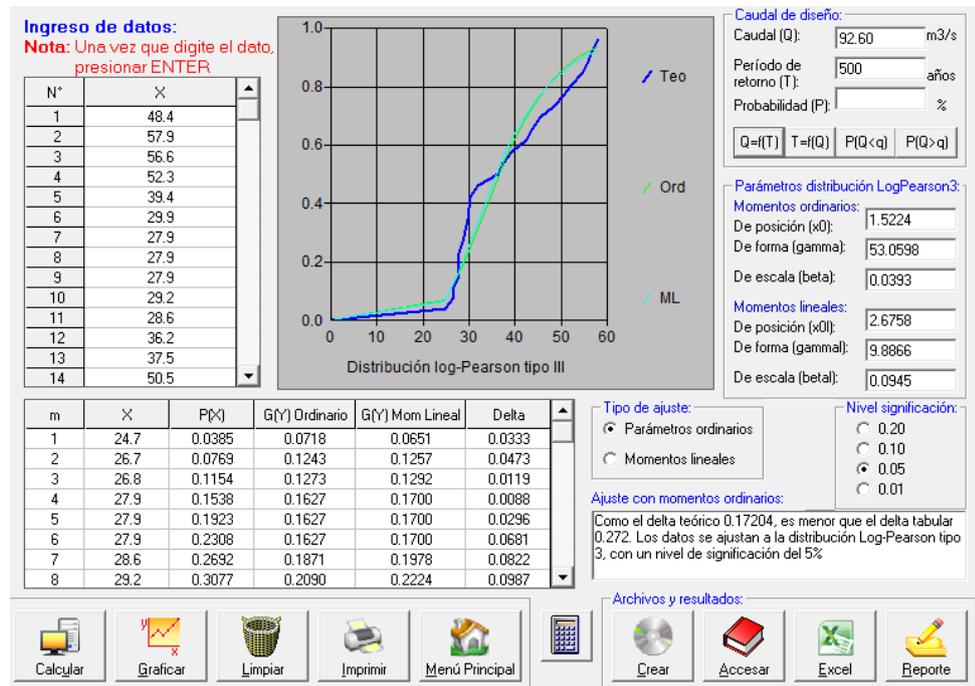


Figura 69

Hidroesta



ANEXO 5

INTENSIDADES CUADROS

Figura 70

Intensidad

| INTENSIDADES DE DISEÑO PARA TIEMPOS INTERMEDIOS Y REAJUSTADOS CON LÍNEA DE AJUSTE DE TENDENCIA, CALCULADOS USANDO LA ECUACIÓN DEL GRÁFICO | | | |
|---|---------|------|--------------|
| Nº | TIEMPOS | X | INTENSIDADES |
| 1 | 5 | 0.33 | 41.77 |
| 2 | 20 | 1.33 | 26.18 |
| 3 | 40 | 2.33 | 19.89 |
| 4 | 60 | 3 | 17.07 |
| 5 | 90 | 4 | 13.84 |
| 6 | 120 | 5 | 11.33 |
| 7 | 180 | 6 | 9.28 |
| 8 | 240 | 7 | 7.55 |
| 9 | 300 | 8 | 6.05 |
| 10 | 360 | 9 | 4.72 |
| 11 | 720 | 10 | 3.54 |
| 12 | 1440 | 11 | 2.47 |

Figura 71

Intensidad

| INTENSIDADES DE DISEÑO PARA TIEMPOS INTERMEDIOS Y REAJUSTADOS CON LÍNEA DE AJUSTE DE TENDENCIA, CALCULADOS USANDO LA ECUACIÓN DEL GRÁFICO 10 AÑOS | | | |
|---|---------|------|--------------|
| Nº | TIEMPOS | X | INTENSIDADES |
| 1 | 5 | 0.33 | 47.94 |
| 2 | 20 | 1.33 | 30.06 |
| 3 | 40 | 2.33 | 22.84 |
| 4 | 60 | 3 | 19.60 |
| 5 | 90 | 4 | 15.89 |
| 6 | 120 | 5 | 13.01 |
| 7 | 180 | 6 | 10.66 |
| 8 | 240 | 7 | 8.67 |
| 9 | 300 | 8 | 6.95 |
| 10 | 360 | 9 | 5.43 |
| 11 | 720 | 10 | 4.07 |
| 12 | 1440 | 11 | 2.84 |

Figura 72

Intensidad

| INTENSIDADES DE DISEÑO PARA TIEMPOS INTERMEDIOS Y REAJUSTADOS CON LÍNEA DE AJUSTE DE TENDENCIA, CALCULADOS USANDO LA ECUACIÓN DEL GRÁFICO 25 AÑOS | | | |
|---|---------|------|--------------|
| Nº | TIEMPOS | X | INTENSIDADES |
| 1 | 5 | 0.33 | 55.87 |
| 2 | 20 | 1.33 | 35.03 |
| 3 | 40 | 2.33 | 26.62 |
| 4 | 60 | 3 | 22.84 |
| 5 | 90 | 4 | 18.52 |
| 6 | 120 | 5 | 15.16 |
| 7 | 180 | 6 | 12.42 |
| 8 | 240 | 7 | 10.11 |
| 9 | 300 | 8 | 8.10 |
| 10 | 360 | 9 | 6.33 |
| 11 | 720 | 10 | 4.75 |
| 12 | 1440 | 11 | 3.31 |

Figura 73

Intensidad

| INTENSIDADES DE DISEÑO PARA TIEMPOS INTERMEDIOS Y REAJUSTADOS CON LÍNEA DE AJUSTE DE TENDENCIA, CALCULADOS USANDO LA ECUACIÓN DEL GRÁFICO 50 AÑOS | | | |
|---|---------|------|--------------|
| Nº | TIEMPOS | X | INTENSIDADES |
| 1 | 5 | 0.33 | 61.86 |
| 2 | 20 | 1.33 | 38.79 |
| 3 | 40 | 2.33 | 29.48 |
| 4 | 60 | 3 | 25.30 |
| 5 | 90 | 4 | 20.51 |
| 6 | 120 | 5 | 16.80 |
| 7 | 180 | 6 | 13.77 |
| 8 | 240 | 7 | 11.20 |
| 9 | 300 | 8 | 8.98 |
| 10 | 360 | 9 | 7.02 |
| 11 | 720 | 10 | 5.27 |
| 12 | 1440 | 11 | 3.68 |

Figura 74*Intensidad*

| INTENSIDADES DE DISEÑO PARA TIEMPOS INTERMEDIOS Y REAJUSTADOS CON LÍNEA DE AJUSTE DE TENDENCIA, CALCULADOS USANDO LA ECUACIÓN DEL GRÁFICO | | | |
|---|---------|------|--------------|
| Nº | TIEMPOS | X | INTENSIDADES |
| 1 | 5 | 0.33 | 67.95 |
| 2 | 20 | 1.33 | 42.61 |
| 3 | 40 | 2.33 | 32.38 |
| 4 | 60 | 3 | 27.78 |
| 5 | 90 | 4 | 22.52 |
| 6 | 120 | 5 | 18.44 |
| 7 | 180 | 6 | 15.11 |
| 8 | 240 | 7 | 12.29 |
| 9 | 300 | 8 | 9.85 |
| 10 | 360 | 9 | 7.70 |
| 11 | 720 | 10 | 5.77 |
| 12 | 1440 | 11 | 4.03 |

ANEXO 6

PANEL FOTOGRÁFICO



DESCRIPCIÓN

Se realizó la inspección del terreno en el punto de inicio en la intersección del río Huallaga con el río Higueras.



DESCRIPCIÓN

Inspección del terreno al inicio del tramo.



DESCRIPCIÓN

Se observa al Tesista realizando la inspección del terreno en el tramo del Puente La Esperanza.



DESCRIPCIÓN

Visualización del área de estudio – Puente la Esperanza.



DESCRIPCIÓN

Se observa al Tesista inspeccionando el área al borde del río Huallaga.



DESCRIPCIÓN

Inspección del tramo en estudio desde el puente de Santa María del Valle.



DESCRIPCIÓN

Inspección del área en estudio a la altura del puente de Churubamba.



DESCRIPCIÓN

Inspección por parte del Tesista del área en estudio a la altura del puente de Churubamba.