
Generación de caudales máximos en la Subcuenca del río Chetillano, Chota, Cajamarca, Perú

Generation of peak flows in the Chetillano river sub-basin, Chota, Cajamarca, Peru

Luis Fernando Saldaña Vitón ^{1,*}  Luis Alberto Orbegoso Navarro ¹ 

¹ Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH), Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Ciudad Universitaria Colpamatara, 06120, Chota, Cajamarca, Perú.

* Autor de correspondencia [e-mail: 2016052032@unach.edu.pe]

RESUMEN

El estudio analiza y transfiere información meteorológica de cuencas con registros pluviométricos del SENAMHI, hacia aquellas que no lo disponen. Los objetivos que se han planteado son: a) Caracterización morfométrica de la subcuenca del Río Chetillano y b) Determinar caudales máximos mediante la aplicación del Método Racional Modificado de Témez, para períodos de retorno de 50, 100, 200 y 500 años. El tipo de investigación es aplicada. La metodología consistió en seleccionar cuatro (4) estaciones meteorológicas con información de precipitaciones máximas de 24 horas; estas, fueron: Cutervo, Llama, Augusto Weberbauer y Udima. Con el uso del software ArcGIS, se delimitaron y determinaron las características morfométricas, con especial atención en las adimensionales que sirven para el análisis de similitud hidrológica como: coeficiente de compacidad (K_c), relación de confluencia (R_c) y coeficiente orográfico (C_o), considerando así la similitud geométrica, cinemática y dinámica que deben existir entre ellas; los resultados indican que existe similitud hidráulica entre la subcuenca del río Chetillano y las otras cuatro (4) cuencas seleccionadas. Se aplicó la prueba de bondad de ajuste de Smirnov Kolmogorov a la data de precipitaciones máximas de 24 horas de las 4 estaciones y, se seleccionó a la estación Cutervo como representativa para transferir esta información. Los caudales máximos obtenidos a través del método Racional Modificado de Témez a la subcuenca del Río Chetillano para 50, 100, 200 y 500 años, fueron 58.61, 65.76, 72.87 y 82.28 m³/s, respectivamente.

Palabras clave: precipitaciones máximas de 24 horas, similitud hidrológica, parámetros morfométricos, tiempo de retorno

ABSTRACT

The study analyzes and proposes the transfer of meteorological information from basins with SENAMHI rainfall records to those that do not. The objectives are: a) Morphometric characterization

of the Chetillano River sub-basin, using ArcGIS software as a working tool, and b) Determination of maximum flows by applying the Modified Rational Method of Témez, for return periods of 50, 100, 200 and 500 years. The type of research is applied. The methodology consisted of selecting four (4) meteorological stations with 24-hour maximum rainfall information; these were: Cutervo, Llama, Augusto Weberbauer and Udimá. With the use of ArcGIS software, the morphometric characteristics were delimited and determined, with special attention to the adimensional characteristics that serve for the analysis of hydrological similarity such as: compactness coefficient (K_c), confluence ratio (R_c) and orographic coefficient (C_o), thus considering the geometric, kinematic and dynamic similarity that should exist between them; the results indicate that there is hydraulic similarity between the Chetillano river sub-basin and the other four (4) selected basins. Through the Smirnov Kolmogorov goodness-of-fit test, the Cutervo station basin was selected to transfer 24-hour data. The maximum flows applying the Modified Rational method of Témez to the Chetillano River basin for 50, 100, 200 and 500 years were 58.61, 65.76, 72.87 and 82.28 m³/s, respectively.

Keywords: maximum 24-hour rainfall, hydrological similarity, morphometric parameters, return time

INTRODUCCIÓN

Contar con información hidrométrica e hidrometeorológica es básico para estimar caudales máximos orientados al diseño de obras hidráulicas, sin embargo, el registro específico de datos de aforos y precipitaciones es limitada en nuestro País, a pesar de que estas, se generan en zonas altoandinas para el beneficio de grandes ciudades y extensiones de tierras de la zona costera.

Algunos estudios nacionales como el de Antequera (2014) en la subcuenca del río Quillcay en Huaraz, o el de Damian y Huaman (2017) que analizan umbrales de precipitaciones máximas para estimar sistemas de alerta temprana en deslizamiento de laderas en el Distrito de Cuenca, Provincia de Huancavelica, o el de Coaquira (2015) que analiza de las precipitaciones para determinar lo caudales máximos en microcuenca Milli milli – Moho en la Región Puno, o el ejecutado por SENAMHI (2014) sobre análisis regional de precipitaciones máximas en las cuencas Chillón, Rimac, Lurín y parte alta del Mantaro, son sólo algunos de los trabajos que demuestran la gran importancia de

registrar variables climáticas, especialmente en el rubro de las precipitaciones, que de una u otra manera no sólo inciden en el diseño de la infraestructura hidráulica, sino también en la seguridad y tranquilidad de las poblaciones, ubicadas tanto a nivel de zonas altoandinas como costeras.

Si bien es cierto que no todas o la mayoría de nuestras cuencas y/o subcuencas registran los eventos de precipitaciones, tampoco significa que la data con que cuenta especialmente el SENAMHI como entidad rectora del registro y control de parámetros hidrometeorológicos, sea extremadamente mínima. De allí, que, aprovechando los registros de precipitaciones máximas de 24 horas con que cuentan algunas cuencas altoandinas de la Región de Cajamarca y, utilizando criterios aplicados por Ortiz (2016), sobre similitud de sistemas hidrológicos altoandinos, se puede lograr transferir información hidrometeorológica de cuencas con data consistente hacia cuencas que no cuentan con estos registros, considerando en todo momentos los ponderables de lo imprevisto, pues, frente a la naturaleza y bajo las condiciones

del cambio climático global, muchas cosas diferentes a lo estimado o conocido, pueden ocurrir.

Bajo las consideraciones anteriores, es que, se seleccionó la subcuenca del Río Chetillano, teniendo en cuenta que durante el último evento del Fenómeno "El Niño-2016-2017", la provincia de Tacabamba, naciente de este río, ha sufrido diversos problemas de inundaciones y derrumbes de ladera, afectando el bienestar de las poblaciones asentadas en diversos caseríos; las aguas de esta subcuenca se vierten hacia el río Silaco y este al río Marañón, vertiente del Atlántico.

Dos sistemas hidrológicos son similares, si se toma en cuenta la similitud Geométrica, similitud Cinemática y similitud Dinámica, es decir, si el coeficiente de compacidad o gravelius (K_c), su relación de confluencia (R_c) y el coeficiente orográfico (Co), son similares, correspondientemente (Ortiz, 2016). Se trata de un análisis adimensional que depende de la geomorfología que haya adoptado la cuenca y de los efectos que estas se encuentren experimentando en función a los cambios climáticos.

Es por ello por lo que, se seleccionó cuatro cuencas hidrográficas del ámbito de la Región Cajamarca, con registros de precipitaciones máximas de 24 horas en la página web del SENAMHI (2021), la misma que fue solicitada y entregada por dicha entidad del estado, como han sido las que albergan a las estaciones de Cutervo, Llama, Augusto Weberbauer y Udima.

Luego de estimar que las cuencas seleccionadas cumplen con el análisis de similitud, se procedió a caracterizar la data de precipitaciones a través de la prueba de bondad de ajuste de Smirnov Kolmogorov; de las funciones probabilísticas Normal, Log Normal 2P,

Log Pearson Tipo III y Gumbel, para finalmente estimar precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno, construcción de curvas IDF y determinación de caudales máximos aplicando el método racional modificado de Témez, cumpliendo así los objetivos trazados: a) Caracterización morfométrica de la subcuenca del Río Chetillano y b) Determinar caudales máximos mediante la aplicación del Método Racional Modificado de Témez, para periodos de retorno de 50, 100, 200 y 500 años.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la subcuenca del río Chetillano

La subcuenca del río Chetillano se encuentra ubicada en los Distritos de Conchan, Chalamarca y Tacabamba, Provincia de Chota, Región Cajamarca (Figura 1).

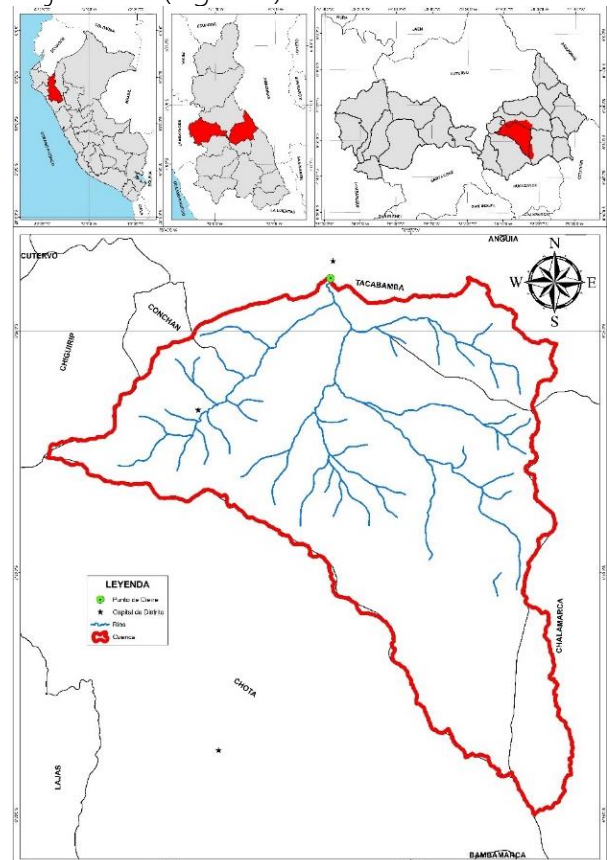


Figura 1. Mapa de ubicación de la subcuenca de estudio.

Selección de estaciones meteorológicas

El criterio fue seleccionar cuatro (4) estaciones vecinas que tengan registros de precipitaciones máximas de 24 horas en la base de datos de la página web del SENAMHI, recayendo en las siguientes estaciones: Cutervo, Llama, Udimá y Augusto Weberbauer.

Tabla 1. Localización de las estaciones seleccionadas.

Estación	Latitud	Longitud	Altura (m.s.n.m.)	Distrito	Provincia	Departamento
Cutervo	06° 22' 43.00"	78° 48' 57.00"	2600	Cutervo	Cutervo	Cajamarca
Llama	06° 30' 51.95"	79° 07' 21.43"	2096	Llama	Chota	Cajamarca
Udimá	06° 48' 53.08"	79° 5' 37.56"	2466	Catache	Santa Cruz	Cajamarca
Augusto Weberbauer	07° 10' 2.98"	78° 29' 35.14"	2673	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca

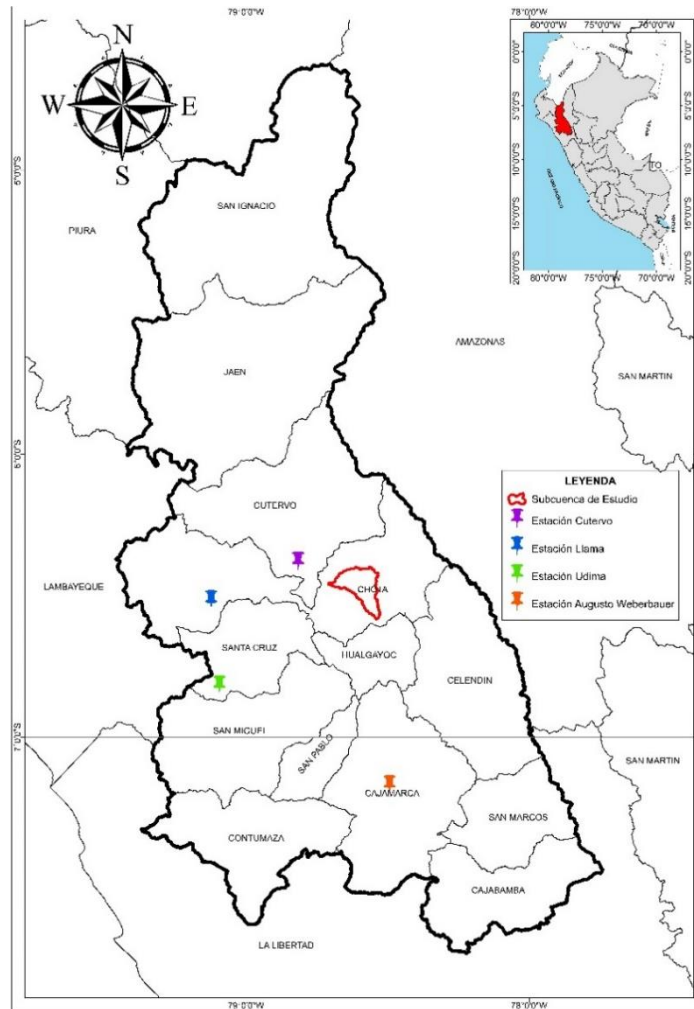


Figura 2. Ubicación de las estaciones elegidas.

Similitud hidrológica

Este análisis permite comparar las características morfométricas de las cuencas, con especial atención en las adimensionales que sirven para el análisis de similitud hidrológica como: coeficiente de compacidad (Kc), relación de confluencia (Rc) y coeficiente orográfico (Co), considerando así la similitud geométrica, cinemática y dinámica que deben existir entre ellas.

De encontrar similitud hidráulica con la subcuenca en estudio, se procede a seleccionar una de ellas para obtener su información de precipitaciones máximas de 24 horas del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI, 2021).

Con la información obtenida se hizo el traspaso de los datos de precipitación máxima de 24 horas a través de la siguiente expresión:

$$I_d = \left(\frac{H_d}{H_o} \right) * I_o$$

Fórmula propuesta por Ortiz (2016).

Análisis estadístico

Con la data de las estaciones seleccionadas, se procedió al análisis de la mejor función probabilística a través de la prueba de bondad de ajuste de Smirnov Kolmogorov usando las distribuciones Normal, Log Normal 2 Parámetros, Log Pearson Tipo III o Gumbel, determinando así cuál de estas es la mejor función de ajuste.

Método racional modificado de Témez

Los caudales máximos para diferentes tiempos de retorno se calcularon a través de la fórmula del Método racional Modificado de Témez, recomendado por el Manual de

Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2012), adaptable a las condiciones areales de la cuenca en estudio, a través de:

$$Q = \frac{CIAK}{3.6}$$

Donde:

- Q: Descarga máxima de diseño (m³/s).
- C: Coeficiente de escorrentía para el intervalo en el que se produce.
- I: Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h).
- A: Área de la cuenca (km²).
- K: Coeficiente de uniformidad.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Selección de estaciones meteorológicas

En base a la cartografía digital recopilada del Satélite ALOS PALSAR con una resolución de 12.5 m y cartas nacionales pertenecientes al Instituto Geográfico Nacional (IGN), se procedió a delimitar y determinar las características morfométricas de las cuencas en estudio y las seleccionadas para el análisis y transferencia de información, como son: la cuenca del río Chetillano y las cuencas de los ríos Silaco, El Molino, Zaña y Mashcón que albergan a las estaciones meteorológicas de Cutervo, Llama, Udimá y Augusto Weberbauer respectivamente.

Características morfométricas de las subcuencas

Haciendo uso del software ArGIS, se determinaron las características morfométricas de las cinco (5) subcuencas analizadas. Ver Tabla 2.

Tabla 2. Características morfométricas de cuencas.

Parámetro	Unidad	Cuenca				
		Chetillano	Silaco	El Molino	Zaña	Mashcón
Área (A)	km ²	187.43	826.93	355.98	605.02	311.46
Perímetro (P)	km	77.92	164.11	106.29	135.88	99.13
Longitud de la cuenca (L)	km	21.86	38.76	29.14	44.46	22.40
Longitud del cauce principal (Lp)	km	16.69	43.76	34.39	50.72	28.93
Ancho de la cuenca (B)	km	8.58	21.33	12.22	13.61	13.90
Factor de forma (Ff)	Adimensional	0.39	0.55	0.42	0.31	0.62
Coefficiente de compacidad (Kc)	Adimensional	1.61	1.61	1.59	1.56	1.58
Altitud media de la cuenca (Hm)	m.s.n.m.	2863.98	2577.52	1923.15	2248.37	3293.38
Coefficiente orográfico (Co)	Adimensional	0.04	0.01	0.01	0.01	0.03
Pendiente media de la cuenca (Sm)	%	31.79	39.07	49.63	38.85	25.24
Pendiente media del cauce principal (S)	%	7.08	4.25	9.92	6.46	4.54
Orden de cauces	Adimensional	4	5	4	4	4
Relación de confluencias (Rc)	Adimensional	3.43	3.57	3.25	3.60	3.63

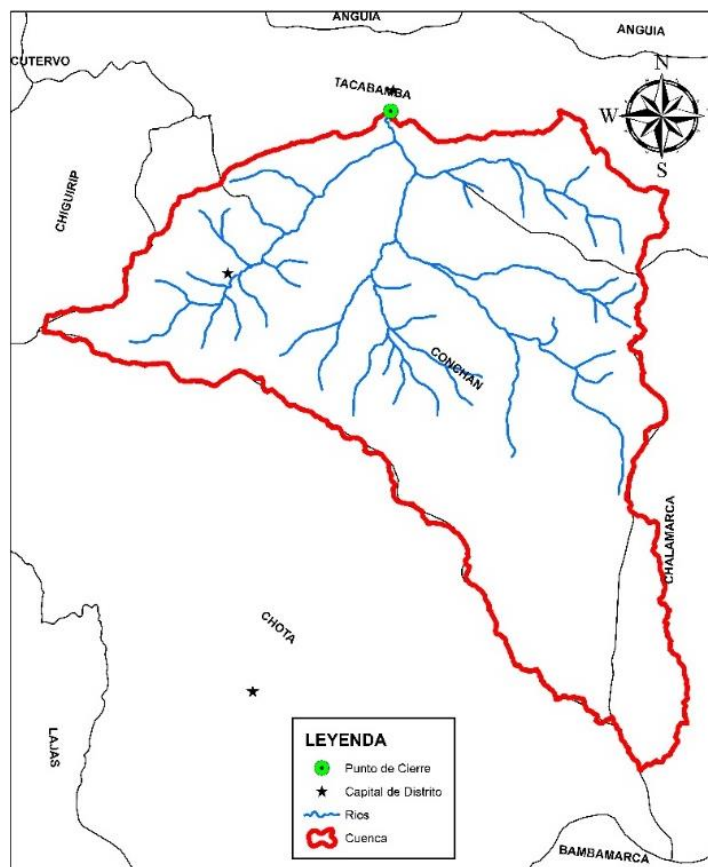


Figura 3. Delimitación de la subcuenca del río Chetillano.

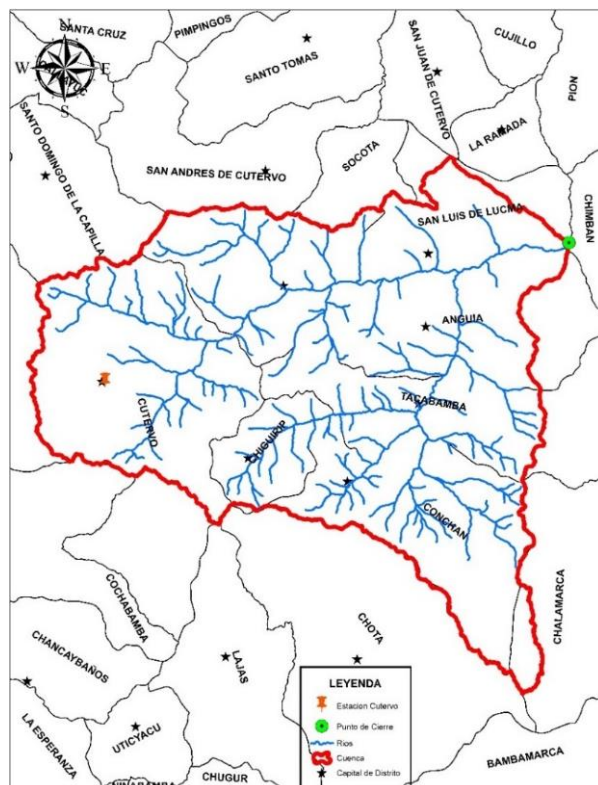


Figura 4. Delimitación de la cuenca del río Silco.

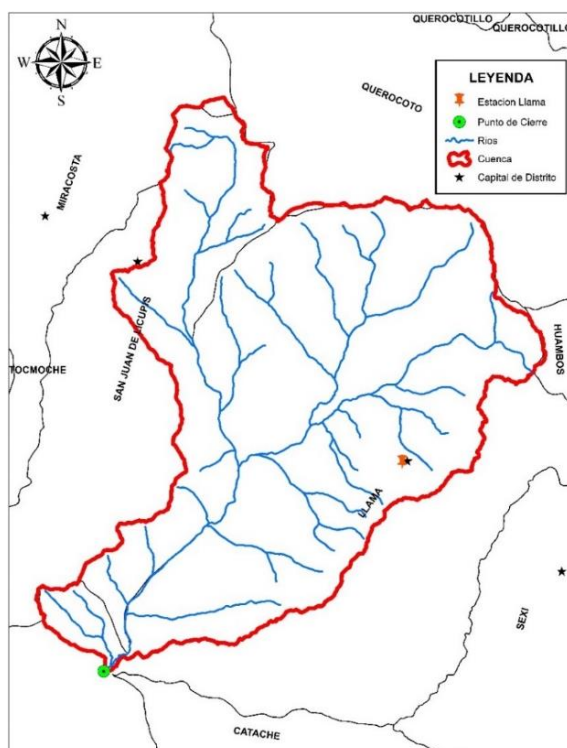


Figura 5. Delimitación de la cuenca del río El Molino.

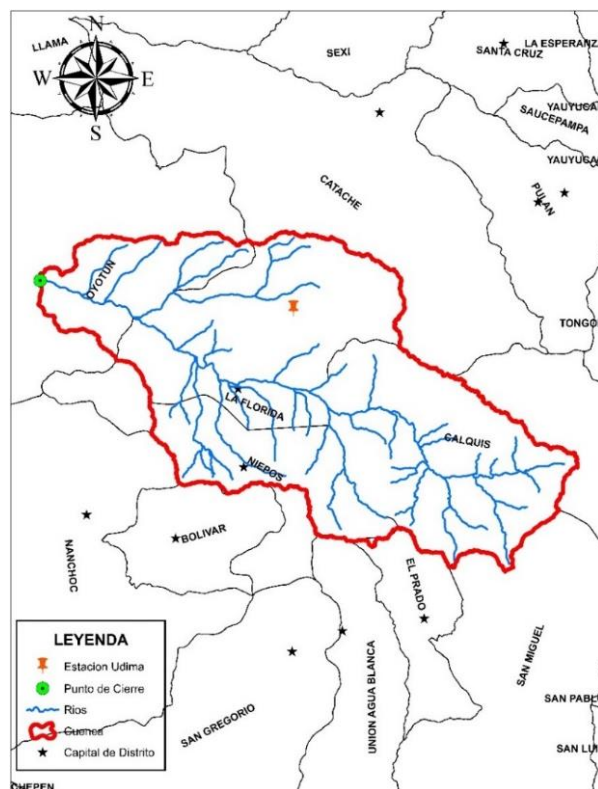


Figura 6. Delimitación de la cuenca del río Zaña.

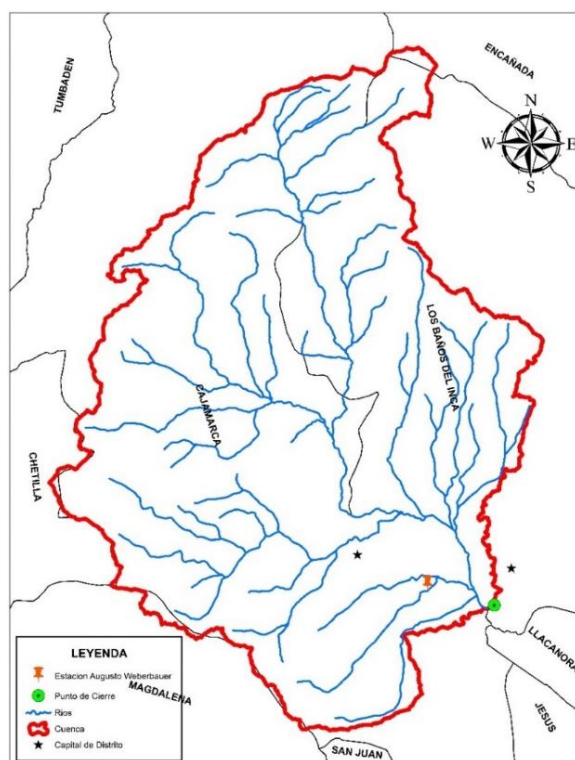


Figura 7. Delimitación de la cuenca del río Mashcón.

Con estos resultados precedentes, se procedió a evaluar si existe o no similitud hidrológica con la subcuenca del río Chetillano sin información meteorológica, comparando los valores de los parámetros del coeficiente de compacidad (Kc), relación

de confluencias (Rc) y coeficiente orográfico (Co), que representan la semejanza geométrica, dinámica y cinemática, con los parámetros de las subcuencas con información de precipitaciones máximas, tal como se indica en la Tabla 3.

Tabla 3. Similitud hidráulica con cuencas que cuentan con información meteorológica.

Cuenca	Parámetro			Similitud hidráulica
	Coeficiente de compacidad (Kc)	Relación de confluencias (Rc)	Coeficiente orográfico (Co)	
Río Chetillano	1.61	3.43	0.04	-
Río Silaco	1.61	3.57	0.01	EXISTE
Río El Molino	1.59	3.25	0.01	EXISTE
Río Zaña	1.56	3.60	0.01	EXISTE
Río Mashcón	1.58	3.63	0.03	EXISTE

El análisis comparativo permitió determinar que las cuencas analizadas tienen similitud hidrológica con la subcuenca de estudio. Por lo tanto, se puede transferir información de cualquiera de ellas hacia la subcuenca de estudio, tomando como criterio, transferirla de aquella que se encuentra geográficamente más cercana (Tabla 4). Las precipitaciones máximas de 24 horas deducidas para la subcuenca de estudio se sometieron al

análisis estadístico mediante la prueba de bondad de ajuste de Smirnov Kolmogorov, determinando caudales máximos para distintos periodos de retorno, tal como se puede observar en la Tabla 5, donde la mejor función de ajuste es la función Log Normal. En la Tabla 6, se han calculado las precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno, considerando un tiempo máximo de 500 años cuyo valor es de 80.94 m³/s.

Tabla 4. Transferencia de precipitaciones máximas de 24 horas según altitud (m.s.n.m.).

Año	Estación Cutervo 2600.00	Subcuenca río Chetillano 2863.98
2000	50.0	55.1
2001	49.1	54.1
2002	54.4	59.9
2003	40.0	44.1
2004	38.6	42.5
2005	46.7	51.4
2006	49.5	54.5
2007	46.5	51.2
2008	38.3	42.2
2009	33.9	37.4
2010	50.4	55.5
2011	35.2	38.8
2012	40.5	44.6
2013	59.0	65.0
2014	65.0	71.6
2015	43.2	47.6
2016	51.0	56.2
2017	41.0	45.2
2018	42.8	47.1
2019	51.0	56.2
2020	39.6	43.6

Tabla 5. Pruebas de bondad de ajuste de data transferida.

Distribución	Δt	Δc	Ajuste	Mejor
Normal	0.297	0.101	Bueno	
Log. normal 2P	0.297	0.091	Bueno	Log.
Log pearson tipo III	0.297	0.101	Bueno	normal 2P
Gumbel	0.297	0.122	Bueno	

Tabla 6. Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de retorno.

T(años)	PPmáx 24 hr (mm)
5	57.54
10	61.95
25	67.01
50	70.5
75	72.45
100	73.8
200	76.95
500	80.94

Las Tablas 7 y 8, muestran los cálculos de precipitaciones e intensidades máximas para diferentes duraciones de tiempo y la Figura 8 representan las curvas IDF

Tabla 7. Precipitaciones máximas de 24 horas para diferentes duraciones.

T(años)	Precipitación máxima en (mm) para diferentes duraciones (hr)																		
	48	24	22	20	18	16	14	12	10	8	6	5	4	3	2	1	0.8	0.6	0.4
5	75.95	57.54	55.81	53.51	51.79	50.06	47.76	45.46	42.00	36.83	32.22	28.77	25.32	21.87	17.84	14.39	24.59	22.88	20.67
10	81.77	61.95	60.09	57.61	55.76	53.90	51.42	48.94	45.22	39.65	34.69	30.98	27.26	23.54	19.20	15.49	26.47	24.63	22.26
25	88.45	67.01	65.00	62.32	60.31	58.30	55.62	52.94	48.92	42.89	37.53	33.51	29.48	25.46	20.77	16.75	28.63	26.65	24.08
50	93.06	70.50	68.39	65.57	63.45	61.34	58.52	55.70	51.47	45.12	39.48	35.25	31.02	26.79	21.86	17.63	30.12	28.03	25.33
75	95.63	72.45	70.28	67.38	65.21	63.03	60.13	57.24	52.89	46.37	40.57	36.23	31.88	27.53	22.46	18.11	30.96	28.81	26.03
100	97.42	73.80	71.59	68.63	66.42	64.21	61.25	58.30	53.87	47.23	41.33	36.90	32.47	28.04	22.88	18.45	31.53	29.35	26.52
200	101.57	76.95	74.64	71.56	69.26	66.95	63.87	60.79	56.17	49.25	43.09	38.48	33.86	29.24	23.85	19.24	32.88	30.60	27.65
500	106.84	80.94	78.51	75.27	72.85	70.42	67.18	63.94	59.09	51.80	45.33	40.47	35.61	30.76	25.09	20.24	34.58	32.18	29.08

Tabla 8. Intensidades máximas de 24 horas para diferentes duraciones.

T(años)	Intensidad máxima en (mm/hr) para diferentes duraciones (hr)																		
	48	24	22	20	18	16	14	12	10	8	6	5	4	3	2	1	0.8	0.6	0.4
5	1.58	2.40	2.54	2.68	2.88	3.13	3.41	3.79	4.20	4.60	5.37	5.75	6.33	7.29	8.92	14.39	30.73	38.13	51.69
10	1.70	2.58	2.73	2.88	3.10	3.37	3.67	4.08	4.52	4.96	5.78	6.20	6.81	7.85	9.60	15.49	33.09	41.06	55.65
25	1.84	2.79	2.95	3.12	3.35	3.64	3.97	4.41	4.89	5.36	6.25	6.70	7.37	8.49	10.39	16.75	35.79	44.41	60.19
50	1.94	2.94	3.11	3.28	3.53	3.83	4.18	4.64	5.15	5.64	6.58	7.05	7.76	8.93	10.93	17.63	37.65	46.72	63.33
75	1.99	3.02	3.19	3.37	3.62	3.94	4.30	4.77	5.29	5.80	6.76	7.25	7.97	9.18	11.23	18.11	38.70	48.01	65.08
100	2.03	3.08	3.25	3.43	3.69	4.01	4.38	4.86	5.39	5.90	6.89	7.38	8.12	9.35	11.44	18.45	39.42	48.91	66.29
200	2.12	3.21	3.39	3.58	3.85	4.18	4.56	5.07	5.62	6.16	7.18	7.70	8.46	9.75	11.93	19.24	41.10	51.00	69.12
500	2.23	3.37	3.57	3.76	4.05	4.40	4.80	5.33	5.91	6.48	7.55	8.09	8.90	10.25	12.55	20.24	43.23	53.64	72.71

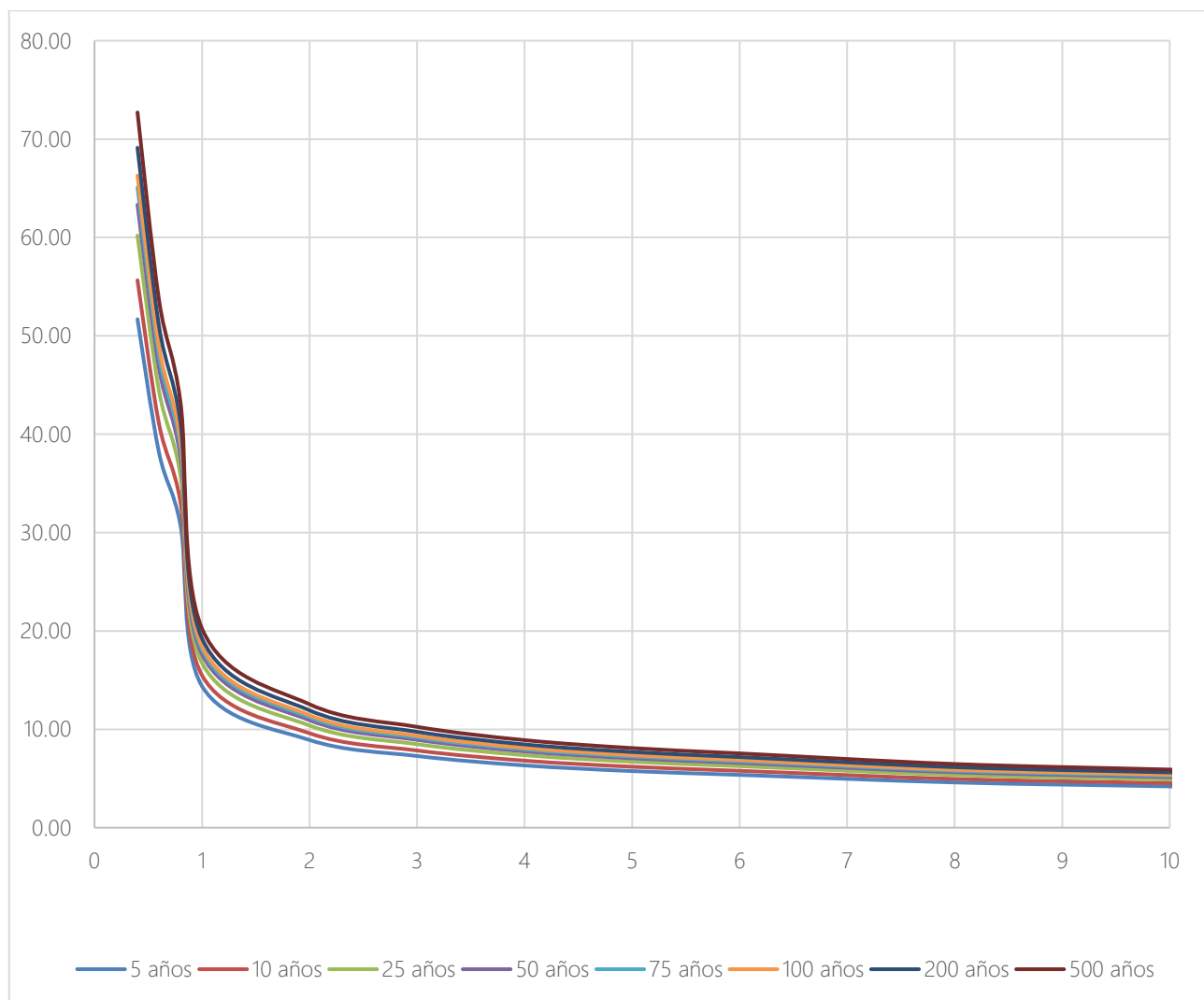


Figura 8. Curvas: intensidad-duración-frecuencia (IDF).

Caudales máximos

Los caudales máximos se han estimado aplicando el Método Racional Modificado de Témez, conforme al Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC (2012), por lo que fue necesario recurrir a mapas temáticos del Ministerio del Ambiente (2015), sobre tipo y cobertura del suelo,

Figura 9 y 10, para obtener un valor promedio del Número Curva (CN) de 77.6. Ver Tabla 10.

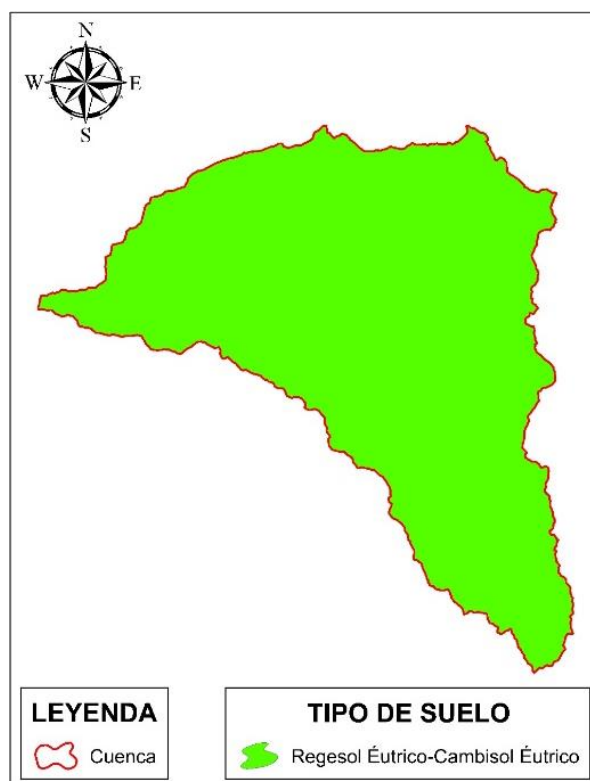


Figura 9. Tipo de suelo de la subcuenca.



Figura 10. Cobertura de suelo de la subcuenca.

Tabla 9. Tipo de suelo de la subcuenca.

Descripción de suelos	Tipo de suelo	
	Simbología	Grupo hidrológico
Regesol éutrico-cambisol éutrico	Rge-CLh	C

Tabla 10. Número de curva promedio.

Descripción de coberturas	Número de curva promedio		
	Valores de CN	Área (km ²)	CN'
Cultivos /áreas intervenidas	78	107.07	
Centros poblados	90	0.12	77.58
Cuerpos de agua	100	0.02	
Matorral arbustivo abierto	77	80.21	

En la Tabla 11 se calculan los caudales máximos para diferentes tiempos de retorno, encontrando que los caudales máximos para 50, 100, 200 y 500 años, son: 58.61, 65.76, 72.87 y 82.28 m³/s, respectivamente.

Tabla 11. Caudales máximos para diferentes tiempos de retorno.

Parámetros de calculo	Unidad	Tiempos de retorno (años)			
		50	100	200	500
Precipitación máxima diaria (Pd)	mm	32.16	33.65	35.09	36.91
Precipitación máxima corregida (P)	mm	27.28	28.55	29.77	31.31
Intensidad de precipitación (I)	mm/hr	4.89	5.12	5.34	5.62
Coefficiente de escorrentía (C)	Adimensional	0.18	0.19	0.20	0.22
Caudal máximo	m ³ /s	58.61	65.76	72.87	82.28

CONCLUSIONES

La subcuenca del río Chetillano presenta las siguientes características morfométricas: Área de 187.43 km², perímetro de 77.92 km, longitud de cuenca de 21.86 km, longitud del cauce principal de 16.69 km, ancho de cuenca de 8.58 km, factor de forma de 0.39 que nos señala que la subcuenca muestra una representación ni alargada ni ensanchada, coeficiente de compacidad de 1.61 con lo cual podemos afirmar que la subcuenca es de clase III con

forma oval-oblonga a rectangular-oblonga, altitud media de la cuenca de 2863.98 m.s.n.m., coeficiente orográfico de 0.04, pendiente media de la cuenca de 0.32 m/m que clasifica el terreno de la subcuenca como escarpado, pendiente media del cauce principal de 0.07 m/m, orden de cauces de nivel 4 y relación de confluencias de 3.43.

Los caudales máximos para diferentes tiempos de retorno, a través de la mejor prueba de bondad de ajuste, correspondiente a la

función probabilística Log Normal 2 Parámetros, obtenidos a partir de la aplicación del Método Racional Modificado de Témez, son: $Q = 58.61 \text{ m}^3/\text{s}$ para $Tr = 50$ años, $Q = 65.76 \text{ m}^3/\text{s}$ para $Tr = 100$ años, $Q = 72.87 \text{ m}^3/\text{s}$ para $Tr = 200$ años y $Q = 82.28 \text{ m}^3/\text{s}$ para $Tr = 500$ años.

Se recomienda elaborar mapas temáticos de cuencas con similitud hidráulica en la provincia de Chota con el objetivo de transferir información hidrológica que ayuden a la planificación de los recursos hídricos.

REFERENCIAS

- Antequera, M. R. (2014). Determinación de caudales máximos aplicando las metodologías hidrometeorológicas y estadísticas en la sub cuenca del río Quillcay [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. Repositorio Institucional UNASAM. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1177>
- Autoridad Nacional del Agua (2015). *Generación del mapa temático de curva número (CN)*. <https://repositorio.ana.gob.pe/discover?scope=%2F&query=GENERACI%C3%93N+DEL+MAPA+TEM%C3%81TICO+DE+CURVA+N%C3%9AMERO+%28CN%29&submit=>
- Coaquira, R. A. (2015). Análisis de precipitaciones para determinar caudales máximos en la micro cuenca Milli milli - Moho [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Antiplano]. Repositorio Institucional UNAP. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2030/RUBEN_ALEX_COAQUIRA_CUEVA.pdf?sequence=1
- Defensoría del Pueblo (2015). *Conflictos sociales y recursos hídricos*. <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2018/05/IA-Conflictos-por-Recursos-Hidricos.pdf>
- Google. (2020, 24 de agosto). *Google Earth Pro*. https://earth.google.com/web/@0,0,0a,22251752.77375655d,35y,0h,0t,0r?utm_source=earth7&utm_campaign=vine&hl=es-419
- Instituto Nacional de Defensa Civil (2018). Emergencias ordenadas por fecha. <http://sinpad.indeci.gob.pe/sinpad/emergencias/mapa/ListadoEmergencias.asp?emerg=1&estado=0&ano=2018&ord=0®ion=00&sltEmer=1&sltEstado=0&sltAno=2018&sltOrden=0&sltRegion=06>
- Damian, R. y Huaman, H. O. (2017). Estimación de Umbrales de Precipitación, para un Sistema de Alerta Temprana en Deslizamiento de Laderas, en el Distrito de Cuenca, Provincia y Región de Huancavelica [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio Institucional UNH. <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1456>
- Ministerio del Ambiente (2015). Mapa nacional de cobertura vegetal. <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/2674-mapa-nacional-de-cobertura-vegetal-memoria-descriptiva>
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2011). Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. <http://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2011/octubre/10/RD-20-2011-MTC-14.pdf>
- Ortiz, S. O. (2016). Similitud hidráulica de sistemas hidrológicos altoandinos y transferencia de información hidrometeorológica [Tesis doctoral, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional UNALM. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2239>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2014). Análisis regional de precipitaciones máximas en las cuencas Chillón, Rímac, Lurín y parte alta del Mantaro. <https://repositorio.senamhi.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12542/433/An%C3%A1lisis->

Saldaña y Orbegoso (2022). Generación de caudales máximos...

Regional-Precipitaciones-Máximas-
Cuencas%20Chillín-Rímac-
Lurín-parte-alta-
Mantaro.pdf?sequence=1&isAllowed=y
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
del Perú. (2021, 07 de septiembre). Datos /

Descarga de datos Meteorológicos.
[https://www.senamhi.gob.pe/?&p=descarga-
datos-hidrometeorologicos](https://www.senamhi.gob.pe/?&p=descarga-datos-hidrometeorologicos)
Villón, M. (2002). Hidrología. Editorial Villón.
Villón, M. (2006). Hidrología Estadística. Editorial
Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Recibido: 20-06-2022 Aceptado: 29-07-2022 Publicado: 31-07-2022