

Análisis de precipitación de la cuenca del Rio Yauca aplicando Data hidrológica Pisco del SENAMHI

Enriquez Lauro Rodrigo Martin, Asencios Alumias Mirko Yasert, Bruno Quispe, Jimmy Jeanpierre,
Alumnos del curso de Hidrología-Escuela de Ingeniería Civil

INTRODUCCIÓN

Un modelo de cuerpo de agua es un conjunto de abstracciones matemáticas que describen las fases relevantes del ciclo del agua con el objetivo de simular la transformación de la precipitación en escorrentía. Sin embargo, en la práctica, las aplicaciones de modelado de cuencas generalmente se limitan al análisis de cuencas donde se justifica la variación temporal y/o espacial de la precipitación. Este suele ser el caso de los almacenamientos medianos y grandes.

En este estudio presenta las curvas IDF en base a los tiempos de retorno tomados en cuenta, los caudales máximos como también los caudales pico graficados en el Hidrograma triangular. La obtención de estos resultados será posible con la ayuda de registros de precipitación a través de la data Hidrológica Pisco, que proporciona una data sintética la cual se basa de una triangulación de registros pluviométricos de las estaciones a nivel del todo el Perú.

OBJETIVOS

- Utilizar la Data Hidrológica Pisco en lo que respecta a registros de Precipitación con la finalidad de obtener, como primer análisis, las curvas IDF, el hidrograma triangular.
- Aplicación del programa Hidroesta, para poder facilitar el procesamiento de datos pluviométricos de una unidad hidrográfica.
- Estimación de los caudales y máximos.

MARCO TEÓRICO

Ubicación:

La cuenca Yauca, se encuentra ubicado geográficamente entre los meridianos $73^{\circ}40'33''$ y $74^{\circ}33'52''$ de longitud oeste y los paralelos $14^{\circ}41'20''$ y $15^{\circ}42'36''$ de latitud sur (Figura N° 01); políticamente comprende las Provincias de Lucanas y Parinacochas del Departamento de Ayacucho y la Provincia de Caravelí del Departamento de Arequipa.



Figura N° 01

Clima

La temperatura es el elemento meteorológico más ligado por sus variaciones al factor altitudinal (Figura N° 02); con el clima variado a lo largo de su superficie integral y con precipitaciones que van de escasa a lluviosa. En la cuenca del río Yauca, se han inventariado siete estaciones meteorológicas de las cuales cinco se encuentran en funcionamiento y dos paralizadas, que están distribuidas de la siguiente manera: una está ubicada en la parte baja, que es la Yauca y que cuenta con datos de temperatura estadísticamente confiables, mientras que las estaciones de Sancos, Coracora, Chaviña y Carhuanilla se ubican en la Sierra.

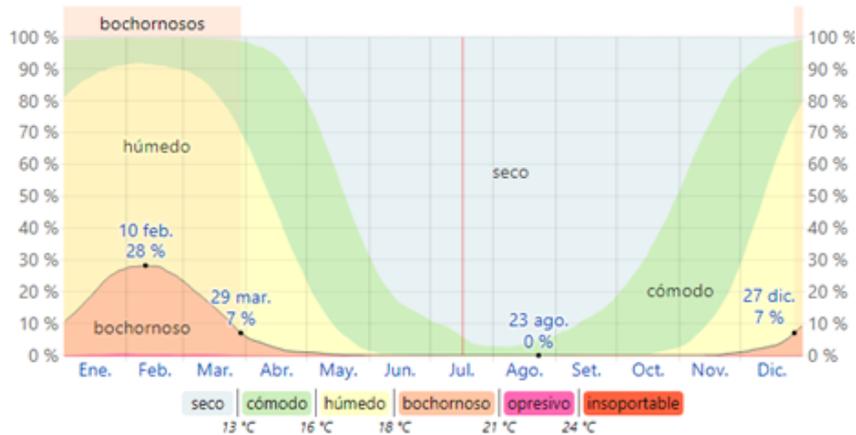


Figura N° 02

Sistema hidrográfico

La cuenca del río Yauca presenta la forma general de un cuerpo alargado cuyo patrón de drenaje es de tipo dendrítica; su ancho mayor es de 62.0 Km., el que va disminuyendo considerablemente a medida que se acerca a su desembocadura, siendo de 5.0 Km. a la altura del Distrito de Yauca. El área total de drenaje hasta su desembocadura es de 4,312.29 Km², contando con una longitud máxima de recorrido, desde sus nacientes, de 186.6 Km. Se ha determinado que la superficie de la cuenca colectora húmeda o “cuenca imbrífera” es de 2,387.43 Km², estando fijado su límite por la cota 2,800 m.s.n.m., estimándose en consecuencia, que sólo el 55.4% del área total de la cuenca contribuye sensiblemente al escurrimiento superficial.

Características fisiográficas de la cuenca y subcuencas

Una cuenca puede variar desde tan pequeña como una hectárea a cientos de miles de kilómetros cuadrados. Cuencas pequeñas son aquellas donde la escorrentía es controlada por procesos de flujo sobre el terreno. Cuencas grandes son aquellas donde la escorrentía es controlada por procesos de almacenamiento en los cauces de ríos. Entre cuencas pequeñas y grandes, hay un amplio rango de tamaños de cuencas con características de escorrentía que está entre aquellas de cuencas pequeñas y grandes. (Figura N° 03)



Figura N° 03

OBTENCIÓN DE DATOS

Registros de Precipitación diaria y mensual de la unidad hidrográfica Cuenca del río Yauca

- Al no contar con estaciones pluviométricas y/o registros en la Cuenca del río Yauca, se generaron 3 puntos como mínimo (figura N° 04) simulando sus ubicaciones y generando la tabla N° 01 con ayuda del programa Google Earth.

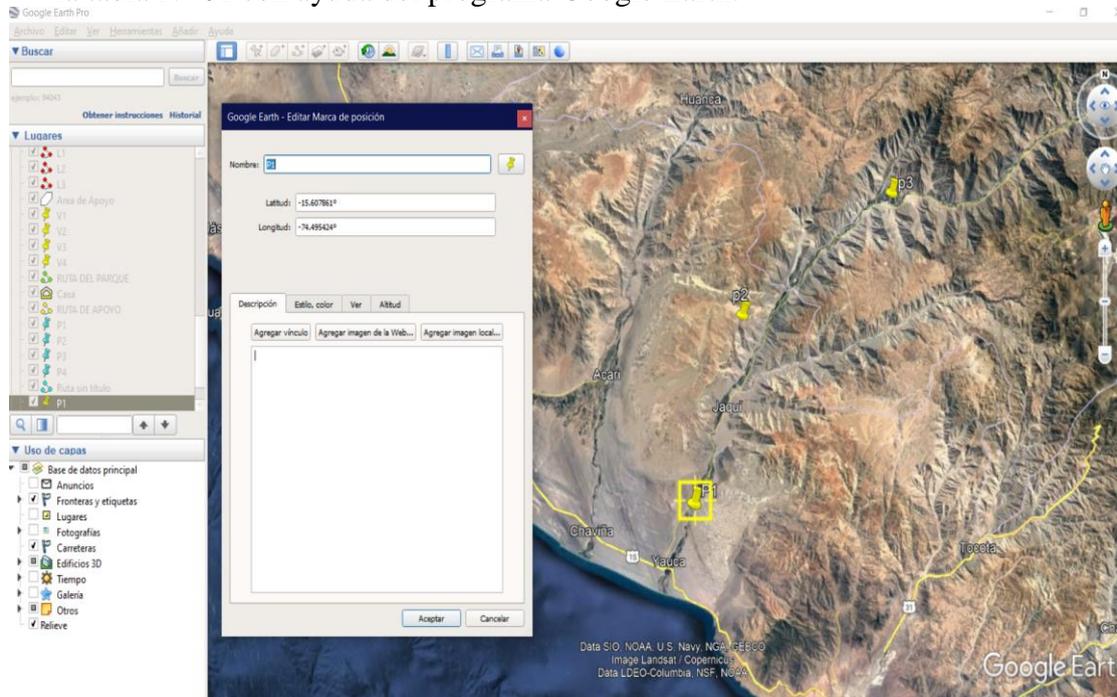


Figura N° 04

Puntos de Estacion	Coordenadas	
	Latitud	Longitud
P1	-15.607861°	-74.495424°
P2	-15.381902°	-74.425327°
P3	-15.236254°	-74.207937°

Tabla N° 01

- En base a los tres puntos generados en la tabla N° 01 y la utilización del Geoportal del SENAMHI, por medio de la Data Hidrológica PISCO, Se generaron registros de precipitaciones diarias y mensuales forma sintética (figura N° 05).

Figura N° 05

- Para la generación de registros de precipitaciones diarias y mensuales sintéticas se utilizó además el software Restudio y la elaboración de un archivo script. Figura N° 06).

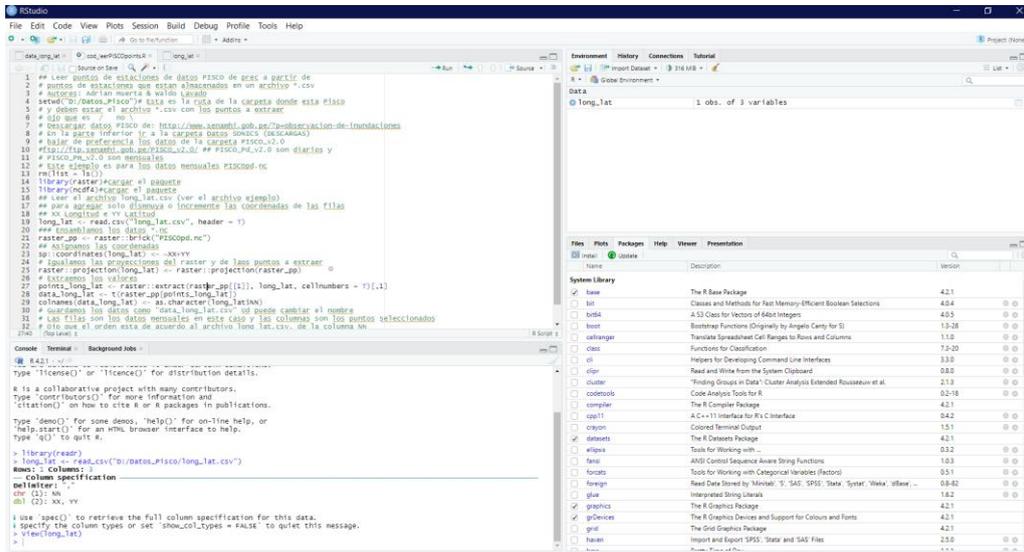


Figura N° 06

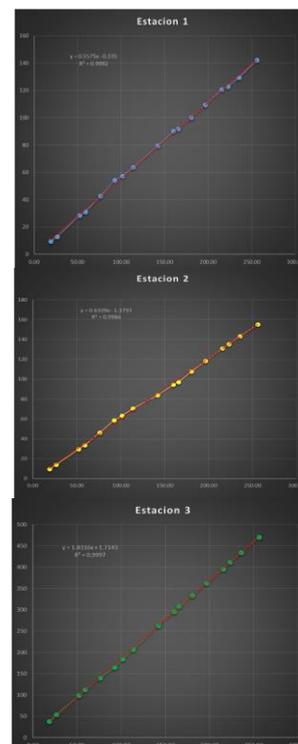
- Se procesaron los resultados dados por Restudio y se obtuvieron los registros de precipitaciones totales mensuales y total anual representadas en las tablas N° 02, 03 y 04 respectivamente.

PROCESO DE ANALISIS

Análisis de doble masa

AÑO	Estacion 1	Estacion 2	Estacion 3	Promedio	PROM ACUMULADO
2000	9.45	9.48	38.03	18.99	18.99
2001	3.47	4.31	15.25	7.68	26.66
2002	15.4	15.78	45.42	25.53	52.20
2003	2.8	4	13.81	6.87	59.07
2004	11.55	12.63	27.24	17.14	76.21
2005	11.53	12.55	25.18	16.42	92.63
2006	3.14	4.62	19.23	9.00	101.62
2007	6.3	7.08	22.93	12.10	113.73
2008	15.97	13.4	55.43	28.27	141.99
2009	10.55	10.53	32.74	17.94	159.93
2010	1.59	2.68	12.89	5.72	165.65
2011	8.35	10.58	25.64	14.86	180.51
2012	9.12	10.91	28.42	16.15	196.66
2013	11.47	12.36	32.68	18.84	215.50
2014	2.06	4.16	16.54	7.59	223.08
2015	6.57	8.33	22.72	12.54	235.62
2016	12.84	11.88	36.12	20.28	255.90

Figura N° 07



Estacion P1													
Suma de Pr	Etiquetas de columna												
Etiquetas de	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total general
2000	8.75	0.19	0.05	0	0.21	0.01	0.11	0	0.03	0.08	0	0.02	9.45
2001	0.57	0.96	1.48	0.01	0.11	0.01	0.08	0	0.13	0.05	0.07	0	3.47
2002	3.06	9.87	0.89	0.02	0.06	0.04	1.12	0	0.02	0.16	0.07	0.07	15.4
2003	0.45	1.14	0.04	0	0.54	0	0.36	0	0.02	0.1	0.04	0.11	2.8
2004	0.35	3.78	0.14	0	0.09	0	2.18	0.02	0.06	0.03	0.1	4.81	11.55
2005	1.23	4.5	1.45	0.57	0.83	0.12	0.4	0.46	1.23	0.02	0.05	0.66	11.53
2006	0.48	0.87	1.27	0.04	0.04	0.12	0.02	0	0.08	0.04	0.12	0.05	3.14
2007	2.26	1.06	0.46	1.62	0.32	0	0.04	0	0.12	0.06	0.25	0.14	6.3
2008	14.76	0.16	0.03	0.17	0.06	0.02	0.43	0.08	0.01	0.04	0.12	0.11	15.97
2009	3.19	1.34	1.72	0.03	0.31	0.01	0.22	0.37	0.23	0.04	2.36	0.74	10.55
2010	0.43	0.47	0.03	0.02	0.47	0.01	0.04	0	0.03	0.04	0.04	0.02	1.59
2011	0.64	0.95	0.01	1.45	0.15	1.37	1.64	0.37	0.02	0.04	0.09	1.62	8.35
2012	0.82	2.24	0.94	4.68	0.06	0	0.05	0	0	0.07	0.04	0.22	9.12
2013	1.02	3.92	2.43	1.2	0.75	0	0.99	0	0.74	0	0.01	0.41	11.47
2014	1.05	0.12	0.05	0.01	0.19	0.01	0.07	0.24	0	0.11	0.16	0.04	2.06
2015	0.44	1.17	2.53	0	0.08	0	0	1.48	0.19	0.47	0.09	0.13	6.57
2016	0.25	12.07	0.03	0.24	0.09	0	0	0	0	0.08	0.01	0.06	12.84
Total gener	203.36	102.08	27.46	11	6.96	2	8.04	3.9	6.4	4.28	5.65	14.72	395.85

Tablas N° 03

Estacion 2													
Suma de Pr	Etiquetas de columna												
Etiquetas de	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total general
2000	6.49	0.31	0.06	0.28	0.31	0.47	0.44	0.4	0.24	0.32	0	0.18	9.48
2001	0.3	1	1.64	0.22	0	0.26	0.35	0.3	0.13	0.1	0	0	4.31
2002	2.05	8.82	0.89	0.19	0.09	0.47	2.05	0.45	0.09	0.21	0.21	0.26	15.78
2003	0.24	1.28	0.15	0.28	0.69	0.19	0.47	0.37	0	0.12	0	0.22	4
2004	0.13	2.54	0.56	0.23	0.03	0.43	3.6	0.76	0.11	0	0.01	4.22	12.63
2005	1.4	5.08	1.23	0.77	0.56	0.28	0.5	0.83	1.21	0.07	0	0.63	12.55
2006	0.24	1.27	1.22	0.18	0.01	0.79	0.07	0.42	0.1	0	0.24	0.08	4.62
2007	1.17	1.1	0.62	1.77	1.09	0.19	0.45	0.13	0.12	0.11	0.17	0.16	7.08
2008	10.79	0.54	0.34	0.34	0	0.34	0.5	0.4	0	0.06	0	0.09	13.4
2009	2.05	1.88	1.39	0.17	0.78	0.19	1.01	0.68	0.09	0.25	1.54	0.5	10.53
2010	0.36	0.69	0.17	0.24	0.39	0.23	0.13	0.14	0.03	0.07	0	0.23	2.68
2011	0.61	0.86	0.06	1.82	0.28	1.5	3.1	0.57	0	0	0.04	1.74	10.58
2012	0.34	2.74	1.78	4.48	0.1	0.37	0.15	0.16	0	0.26	0	0.52	10.91
2013	0.46	4.28	1.93	1.41	0.82	0.54	1.61	0.26	0.49	0.17	0	0.39	12.36
2014	1.11	0.26	0.34	0.4	0.08	0.16	0.27	0.7	0.24	0.26	0.21	0.12	4.16
2015	0.12	1.74	2.43	0.32	0.14	0.46	0.24	2.13	0.31	0.41	0.05	0	8.33
2016	0	10.09	0.15	0.51	0	0.43	0.24	0.18	0	0	0	0.27	11.88
Total gener	126.2	96.66	31.13	17.19	8.26	14.49	18.46	17.05	6.14	7.05	4.6	17.96	365.19

Tablas N° 04

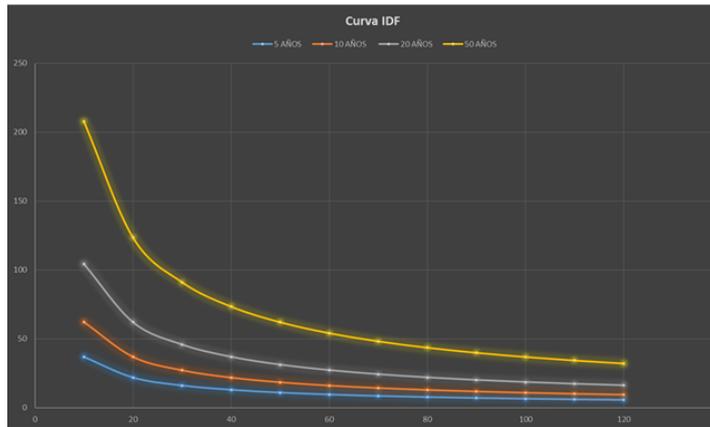
Estacion 3													
Etiquetas de	Etiquetas de columna												
Etiquetas de	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total general
2000	28.41	4.52	0.86	0.79	0.04	0.29	0.18	0.43	0	1.19	0.31	1.01	38.03
2001	6.02	4.69	2.87	0.83	0	0.16	0.18	0.13	0	0.19	0.17	0	15.25
2002	13.46	22.94	1.67	1.19	0	0.36	2.82	0.46	0	0.19	1.71	0.61	45.42
2003	4.88	5.62	0.97	0.65	0.45	0.09	0.24	0.25	0	0.07	0	0.59	13.81
2004	4.62	11.71	1.23	0.8	0	0.25	3.69	0.97	0	0	0.23	3.76	27.24
2005	6.57	12.63	1.44	0.88	0	0.15	0.26	0.55	0.76	0	0	1.95	25.18
2006	5.44	8.41	2.59	0.14	0	0.76	0.02	0.38	0	0	1.27	0.23	19.23
2007	10.23	6.94	1.21	2.14	0.37	0.08	0.18	0.04	0	0.28	0.85	0.61	22.93
2008	47.63	5.23	0.89	0.43	0	0.21	0.27	0.22	0	0	0.13	0.42	55.43
2009	15.53	9.75	2.47	0.83	0.17	0.09	0.97	0.32	0	0.29	2.02	0.29	32.74
2010	6.67	4.34	0.41	0.34	0	0.14	0.04	0.04	0	0.05	0	0.86	12.89
2011	9.05	5.94	0.5	2.71	0.03	0.9	3.31	0.3	0	0	0.52	2.39	25.64
2012	4.96	11.82	2.77	6.21	0	0.22	0.09	0.05	0	0.85	0	1.44	28.42
2013	7.72	16.47	2.66	0.95	0.47	1.02	1.37	0.29	0	0.5	0	1.23	32.88
2014	9.18	2.66	0.84	0.67	0	0.09	0.15	1.15	0.14	0.81	0.37	0.46	16.54
2015	6.51	8.54	4.18	0.69	0	0.21	0.2	1.3	0.01	0.31	0.77	0	22.72
2016	1.98	30.56	0.48	1.45	0	0.45	0.07	0.13	0	0	0.33	0.67	36.12
Total gener	631.02	348.69	51.21	27.09	2.25	12.29	16.12	18.07	2.56	13.28	21.38	34.6	1178.56

Tablas N° 05

- En base a la figura N° 07 y la aplicación de análisis de Doble Masa, se elige la Estación 3 por presentar mayor consistencia.

RESULTADOS

- En base al programa Hidroesta y la utilización del método Dych y Peschke se genera las curvas IDF. (figura N° 08)



$$I = \frac{K T^m}{t^n}$$

K=	50.2737
m=	0.2040
n=	0.5535

Figura N° 08

- En función a parámetros geomorfológicos de la cuenca y a la aplicación del Metodo del Hidrograma Sintético Triangular (Tablsa N° 06 y N° 07) se obtuvo el caudal pico y los caudales de diseño para tiempos de retorno de 5, 10, 20, 50 y 100 años (Tabla N° 08).

Cuenca	A (m ²)	Lc (m)	Cota Max	Cota Min	S (Pendiente)
Yauca	59384400	8862.7	3580	4300	0.1074549

H (m)	Tiempo de Concentración			Promedio	Tp	Tb	N(numero de curvas)
	U.S. Soil Conservation Service	Kirpich	Basso				
720	0.94	0.2469667	0.9446866	0.7091986	1.2676584	3.384648	78

Tablas N° 06

Cuenca	tc(min)	P				
		5	10	20	50	100
Yauca	0.01182	0.160399419	0.1847621	0.2128252	0.2565682	0.2955377

Cuenca	tc (min)	Pe				
		5	10	20	50	100
Yauca	0.01182	0.349252606	0.347905	0.3463567	0.3439518	0.341818

Cuenca	tc (min)	Intensidad maxima				
		5	10	20	50	100
Yauca	0.01182	814.2118959	937.88062	1080.3331	1302.3792	1500.1945

Tablas N° 07

CUENCa	Qp	Cudal Maximo Qmax				
		5	10	20	50	100
Yauca	9.7375982	34.00881548	33.877594	33.726828	33.492647	33.284866

Tablas N° 08



CONCLUSIONES

- Tener en cuenta que la Data Hidrológica PISCO es una herramienta que nos proporciona registros sintéticos de precipitación y no una data de registros históricos tal como nos la puede brindar una estación pluviométrica.
- El uso de esta herramienta brinda registros los cuales son utilizados en forma frecuente en pronósticos teniendo una base de datos de registros históricos con los cuales se puede realizar las comparaciones y tendencias de su comportamiento.
- Los valores obtenidos son un punto de partida en el trabajo de registros estimados en precipitación, así como de caudal. A un mayor número de estaciones pluviométricas a nivel de todo el Perú, se minimizará el rango de incertidumbre que se tiene cuando se desea trabajar con la data que proporciona de PISCO.
- La ecuación de la intensidad máxima, obtenida por el método Dyck y Peschke, es la que mejor refleja el comportamiento de la precipitación al momento de relacionarla con la duración de la precipitación, el tiempo de retorno.

BIBLIOGRAFIA

- Uso del Producto Grillado PISCO de precipitación en Estudios, Investigaciones y Sistemas Operacionales de Monitoreo y Pronóstico Hidrometeorológico Nota Técnica 001 SENAMHI-DHI-2017
Link: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01402SENA-8.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Alimentación (1978). Estudio de los Parámetros Geomorfológicos de una Cuenca. Boletín Técnico Nro. 2. Perú. PP 32.
- Estudio Hidrológico de la cuenca del río Yauca.
Link:
<https://www.ana.gob.pe/normatividad/estudio-hidrologico-yauca-0>
- Generación de mapa de número de curva con sistema de información geográfica.
Link:
<file:///C:/Users/HIDRAULICA/Downloads/544-Texto%20del%20art%C3%ADculo-2163-2-10-20180314.pdf>