

ANEXO 5: AFORO DE LAS FUENTES E HIDROLOGÍA

INFORME DE HIDROLOGÍA

ESTUDIO DE HIDROLOGIA DE LA QUEBRADA GONZALO

EVALUACION DEL DRENAJE SOBRE QUEBRADA GONZALO

1. OBJETIVOS

- El objetivo del estudio es, obtener los parámetros hidrológicos para determinar los datos de la quebrada Gonzalo, en la ciudad de Piñas.

2. PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO

Para el cálculo de caudales de máxima crecida, se ha recopilado y procesado la siguiente información:

- Determinación de los parámetros físicos de la cuenca: área de drenaje, longitud y pendiente media del cauce principal.
- Información de las precipitaciones máximas en 24 horas de las estaciones meteorológicas.

2.1. SELECCIÓN DEL PERIODO DE RETORNO

El incremento en el nivel de máxima crecida, se analiza con la finalidad de determinar la altura sobre el azud, garantizando que la misma no sea vulnerable a daños por crecidas que puedan impactar con las obras aledañas y afectar su estructura.

En la estimación de las consecuencias de una inundación, los principales factores a considerar son:

- Costo de construcción de la obra.
- Vida útil y costo de reparación o reposición
- Costo de los perjuicios para los usuarios del camino
- Costo de la reconstrucción de la obra básica dañada
- Costo de mantenimiento de la obra de ampliación del drenaje

Analizados estos aspectos de carácter económico se puede establecer el monto del perjuicio debido a la falta de estructura provocada por un determinado crecienta superior a la de diseño. De lo dicho resulta que es necesario establecer una correspondencia entre la magnitud de una crecienta y su frecuencia. Se denomina intervalo de recurrencia o período de retorno T_r al intervalo promedio en años dentro del cual ocurre o es superada una crecienta de magnitud dada.

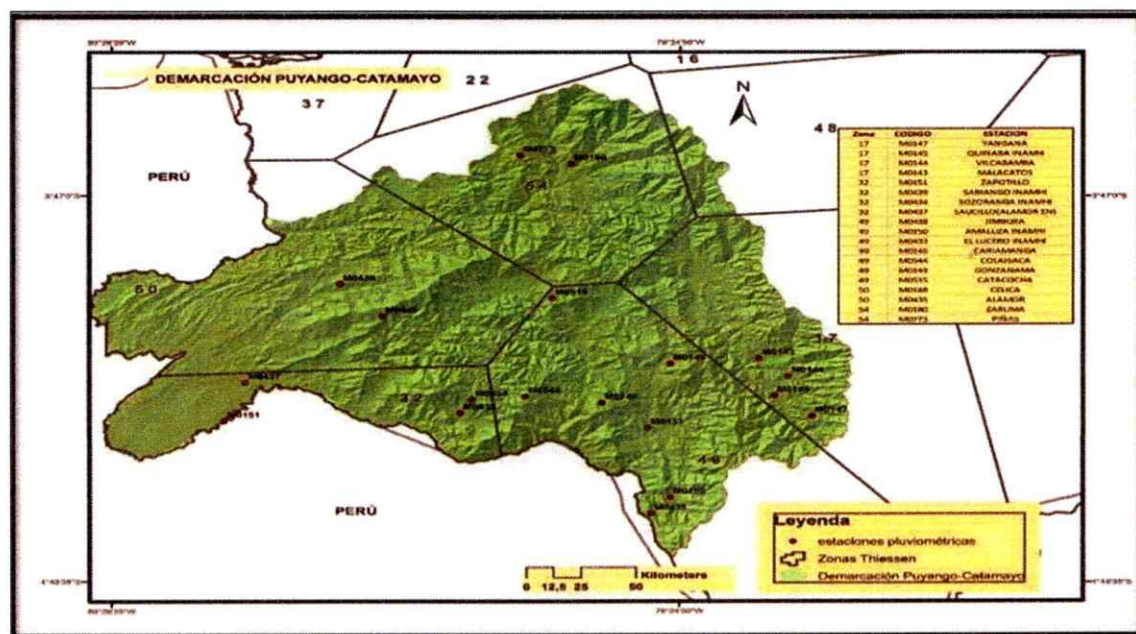
Para el presente proyecto se consideró un período de retorno igual a 25 años para este tipo de obras.

2.2. INTENSIDADES DE LLUVIA MÁXIMAS

La intensidad de lluvia que genera crecidas máximas se obtiene con fórmulas desarrolladas por el INAMHI mediante la determinación de las curvas IDF (Intensidad-Duración-Frecuencia) que introduce la lluvia máxima en 24 horas en mm/h como parámetro con un período de retorno definido. ESTUDIO_DE_INTENSIDADES_V_FINAL publicado por el INAMHI en 2015 ha zonificado al país con dos fórmulas en las que la duración de la lluvia es variable entre 5 y 1440 minutos.

Las áreas de aportación hacia el cauce en estudio se ubican en la Zona 54 (Zaruma); para el cual, las ecuaciones que permiten determinar las intensidades son:

Zona	Código	Nombre	5 Min < 72.71 Min	$I_{TR} = 71.544 \cdot I_{d_{TR}} \cdot t^{-0.406} R^2 = 0.9685$
			72.71 Min < 1440 Min	$I_{TR} = 448.05 \cdot I_{d_{TR}} \cdot t^{-0.834} R^2 = 0.9945$
54	M0180	ZARUMA		



En donde:

- I_{TR} Intensidad de precipitación para cualquier período de retorno (mm/h).
- t Duración de la intensidad, igual al tiempo de concentración en la cuenca capaz de generar una crecida instantánea en la cuenca hasta el sitio considerado dependiendo de las condiciones de humedad, la cobertura vegetal y la pendiente del río (minutos).

TR : Período de retorno o de recurrencia (años).

Id_{TR} : Valor de la lluvia máxima en 24 horas que corresponde a la frecuencia de cálculo variable para varios períodos de retorno (TR).

El presente cauce denominado QUEBRADA GONZALO, se encuentra ubicado en el cantón Piñas, perteneciente a la zona 54.

a. Tiempo de Concentración (t_c)

Existen varios métodos o fórmulas que permiten definir el tiempo de concentración. Para el presente caso se utilizó un promedio de los valores obtenidos por los diferentes criterios presentados en la bibliografía consultada, los cuales se encontraban muy cercanos entre sí.

Fórmula de RoweKirpich:

La fórmula de Rowe (Kirpich), recomendada en el Manual de diseño geométrico del MTOP-2003, se presentan a continuación:

$$t_c = 0.0195 * \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385} \rightarrow \text{Rowe (Kirpich)}$$

En donde:

t_c : Tiempo de concentración (minutos)

L : Longitud del cauce principal (m)

H : Desnivel (cota máxima - cota mínima) (m)

Fórmula de Kirpich.

$$t_c = 0.000325 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

En donde:

t_c = Tiempo de concentración, (horas)

L = Longitud del cauce principal, (metros)

S = Pendiente promedio del recorrido del cauce, (m/m).

Fórmula Californiana (del U.S.B.R).

$$t_c = 0.066 \left(\frac{L}{J^{1/2}} \right)^{0.77}$$

En donde:

- t_c = Tiempo de concentración, (horas).
 L = Longitud del cauce principal, (Km).
 J = Pendiente promedio del cauce, (m/m).

Fórmula de Giandotti.

$$t_c = \frac{4\sqrt{A_c} + 1.5L}{25.3\sqrt{J \times L}}$$

En donde:

- t_c = Tiempo de concentración, (horas)
 A_c = Superficie de la cuenca, (Km²)
 L = Longitud del cauce principal, (Km)
 J = Pendiente promedio del cauce, (m/m)

Fórmula de Témez.

$$t_c = 0.3 \left(\frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0.77}$$

En donde:

- t_c = Tiempo de concentración, (horas)
 L = Longitud del cauce principal, (Km)
 J = Pendiente promedio del cauce, (m/m)

3. DETERMINACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS

De acuerdo a los tratados de hidrología para el presente estudio se utilizó para el cálculo del caudal máximo de diseño, un conjunto de métodos racionales y empíricos, los cuales arrojaron valores semejantes. Los principales métodos aplicados se los describe a continuación:

a) MÉTODO RACIONAL MODIFICADO

Se trata del mismo Método Racional, con la introducción de un parámetro adicional denominado "coeficiente de uniformidad", el cual permite trabajar con información más específica de la cuenca en análisis. Se recomienda su uso para áreas de aportación menores a 770 km² y tiempos de concentración entre 15 y 1440 minutos. La fórmula general es la siguiente:

$$Q = \frac{C * I * A * K}{360}$$

En donde:

- Q: Caudal máximo[m³/seg]
C: Coeficiente de escorrentía [adimensional]
I: Intensidad de precipitación máxima horaria [mm/h]
A: Área de la cuenca aportante [km²]
K: Coeficiente de uniformidad [adimensional]

Las ecuaciones que definen los coeficientes de la fórmula general son:

A) Tiempo de concentración (T_c):

Es el tiempo que demora el agua en escurrir desde la línea de divisoria de aguas hasta el punto de interés. Es en este tiempo cuando se logra un caudal pico debido a que toda el área de la cuenca se encuentra aportando a la corriente principal.

Existen varias fórmulas empíricas para el cálculo del tiempo de concentración de una cuenca.

B) Coeficiente de uniformidad (K):

$$K = 1 + \frac{T_c^{1.25}}{T_c^{1.25} + 14}$$

En donde:

T_c: Tiempo de concentración [horas]

C) Coeficiente de simultaneidad o factor reductor (k_A):

$$k_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15}$$

En donde:

A: Área de la cuenca [km²]

D) Precipitación máxima corregida sobre la cuenca (P):

$$P = k_A * P_d$$

En donde:

k_A: Factor reductor

P_d: Precipitación máxima diaria [mm]

E) Intensidad de precipitación (I):

$$I = \frac{P}{24} * \frac{Itc}{Imax} \left(\frac{28^{0.1} - T_c^{0.1}}{28^{0.1} - 1} \right)$$

En donde:

P : Precipitación máxima corregida [mm]

T_c : Tiempo de concentración [horas]

F) Coeficiente de escorrentía (C):

$$C = \frac{(P_d - P_0)(P_d + 23 * P_0)}{(P_d + 11 * P_0)^2}$$

En donde:

P_d : Precipitación máxima diaria [mm]

P_0 : Umbral de escorrentía [mm]

$$P_0 = \left(\frac{5000}{CN} \right) - 50$$

En donde:

CN : Número de curva

G) Número de Curva (CN):

Este parámetro se refiere al área específica en estudio y el mismo se debería obtener mediante procesos de calibración, en campo, tomando algunos eventos de los que se disponga datos de precipitación y caudales resultantes. Este parámetro adopta un valor teórico de $CN=100$ para superficies impermeables y superficies de agua; mientras que para superficies naturales siempre $CN < 100$.

Para cuando no sea factible determinar el valor en campo, se han elaborado tablas con valores aproximados para CN que están en función del tipo de suelo y del uso de la tierra. La tabla más usual es la elaborada por el "Soil Conservation Service", en donde se definen cuatro tipos de suelo:

- Grupo A: arena profunda, suelos profundos depositados por el viento, limos agregados.
- Grupo B: suelos poco profundos depositados por el viento, marga arenosa.
- Grupo C: margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con bajo contenido orgánico y suelos con altos contenidos de arcilla.

- Grupo D: suelos que se expanden significativamente cuando se mojan, arcillas altamente plásticas y ciertos suelos salinos.

El número de curva varía en un rango de 1 a 100, existiendo una función de las siguientes propiedades productoras de escorrentía de la hoya hidrográfica: (1) tipo de suelo hidrológico, (2) utilización y tratamiento del suelo, (3) condiciones de la superficie del terreno, y (4) condición de humedad antecedente del suelo (Monsalve, 1995).

Estimación del número de la curva de la cuenca:

H) Condición hidrológica.

Se consideran 3 condiciones hidrológicas.

Mala	Poca infiltración.
Regular	Media infiltración
Buena	Buena infiltración

Los valores de CN para varios tipos de uso de la tierra que se encuentran en la zona del proyecto, para los tipos de suelos mencionados, se muestran en el cuadro 1.3. Cuando se tenga una cuenca compuesta por diferentes tipos de suelo y variados usos de la tierra, se puede calcular un CN compuesto. Para el presente cauce el valor obtenido ponderado del número de la curva se presenta en el Anexo a este estudio.

USO DE LA TIERRA	CONDICIÓN	GRUPO HIDROLÓGICO DEL SUELO			
		A	B	C	D
Bosques naturales	Muy ralo, baja transpiración	56	75	86	91
	Ralo, baja transpiración	46	68	78	84
	Normal, transpiración media	36	60	70	76
	Espeso, transpiración alta	26	52	62	69
	Muy espeso, transpiración alta	15	44	54	61
Bosques sembrados	Ralo, baja transpiración	45	66	77	83
	Normal, transpiración media	36	60	73	79
	Espeso, transpiración alta	25	55	70	77
Pastizales	Pobre	68	79	86	89
	Normal	49	69	79	84
	Bueno	39	61	74	80
Potreros	Normal	30	58	71	78
Caminos	De tierra	72	82	87	89
	Superficie dura	74	84	90	92

Cuadro 1.3. Valores Usuales para el Número de Curva (CN)

Fuente: Soil Conservation Service, 1972, Cap. 9

Descripción y tipo de cobertura	Condición hidrológica	Número de curva para grupos de suelos hidrológicos			
		A	B	C	D
Pastos, forraje para pastoreo ¹	Mala	68	79	86	89
	Regular	49	69	79	84
	Buena	39	61	74	80
Prados continuos, protegidos de pastoreo, y generalmente segado para heno.	—	30	53	71	78
Maleza mezclada con pasto de semilla, con la maleza como principal elemento	Mala	43	67	77	83
	Regular	35	56	70	77
	Buena	30	48	65	73
Combinación de bosques y pastos (huertas o granjas con árboles)	Mala	57	73	82	86
	Regular	43	65	76	82
	Buena	32	58	72	79
Bosques	Mala	45	66	77	83
	Regular	36	60	73	79
	Buena	30	55	70	77
Predios de granjas, construcciones, veredas, caminos y lotes circundantes	—	59	74	82	86

Cuadro 1.4. Valores Usuales para el Número de Curva en otras zonas (CN)

Fuente: Monsalve, 1995.

b) HIDROGRAMA UNITARIO DE LA ZONA DE ESTUDIO.

Se ha visto conveniente elaborar un hidrograma de máxima crecida, con el objetivo de calcular el caudal pico a producirse, y hacer una propuesta más acertada al momento de diseñar la unidad de drenaje.

Datos de entrada.

Para la elaboración del hidrograma de máxima crecida se requiere conocer las características morfológicas y geométricas de la cuenca, estos parámetros son:

- Área de la cuenca
- Longitud del cauce principal
- Pendiente media del cauce.

Longitud del cauce principal

La longitud del cauce principal se considera desde la línea de división de aguas hasta el punto de interés.

A) Pendiente media del cauce.

La velocidad de escurrimiento de las corrientes de agua depende de la pendiente de sus canales fluviales. A mayor pendiente mayor velocidad (Monsalve, 1995).

Existen 3 maneras de expresar la pendiente de una corriente principal de una cuenca.

- Pendiente media. (S_1). - Es la diferencia total de elevación del lecho del río dividido por su longitud entre esos puntos.
- Pendiente media ponderada (S_2). - Éste es un valor más razonable. Para calcularlo se traza una línea, tal que el área comprendida entre esa línea y los ejes coordenados sea igual a la comprendida entre la curva del perfil del río y dichos ejes.

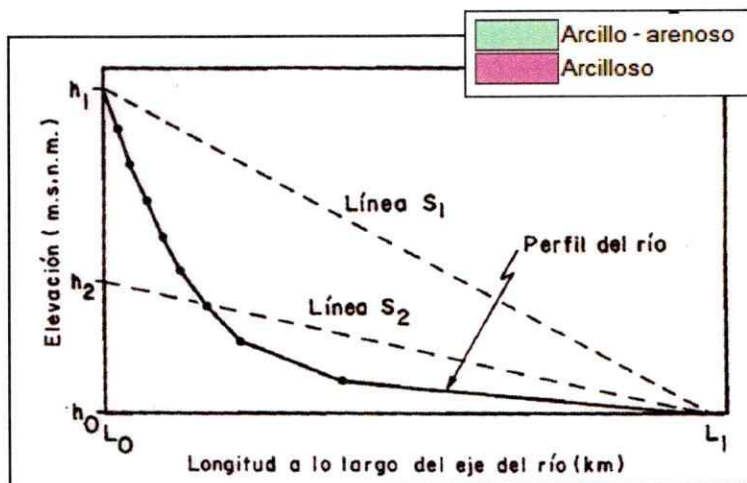


Figura 5. Pendiente de la corriente principal.
Fuente: Monsalve, 1995

- Pendiente equivalente constante (S_3).- Este índice viene a dar una idea sobre el tiempo de recorrido del agua a lo largo de la extensión del perfil longitudinal del río.

Según Monsalve (1995) La pendiente equivalente constante es igual a:

$$S_3 = \left(\frac{\sum Li}{\sum \left(\frac{Li}{S_i^{1/2}} \right)} \right)^2$$

Dónde:

Li = Distancia inclinada entre cotas (en la expresada como Li)

S_i^2 Pendiente elevada al cuadrado de cada tramo.

B) Cálculo del tiempo de concentración (t_c).

Es el tiempo que demora el agua en escurrir desde la línea de divisoria de aguas hasta el punto de interés. Es en este tiempo cuando se logra un caudal pico debido a que toda el área de la cuenca se encuentra aportando a la corriente principal.

Existen varias fórmulas empíricas para el cálculo del tiempo de concentración de una cuenca.

Fórmula de Kirpich.

$$t_c = 0.000325 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Dónde:

t_c = Tiempo de concentración, (horas)

L = Longitud del cauce principal, (metros)

S = Pendiente promedio del recorrido del cauce, (m/m).

Fórmula Californiana (del U.S.B.R).

$$t_c = 0.066 \left(\frac{L}{J^{1/2}} \right)^{0.77}$$

Dónde:

t_c = Tiempo de concentración, (horas).

L = Longitud del cauce principal, (Km).

J = Pendiente promedio del cauce, (m/m).

Fórmula de Giandotti.

$$tc = \frac{4\sqrt{A_c} + 1.5L}{25.3\sqrt{J} \times L}$$

Dónde:

tc = Tiempo de concentración, (horas)

A_c = Superficie de la cuenca, (Km²)

L = Longitud del cauce principal, (Km)

J = Pendiente promedio del cauce, (m/m)

Fórmula de Témez.

$$tc = 0.3 \left(\frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0.77}$$

Dónde:

tc = Tiempo de concentración, (horas)

L = Longitud del cauce principal, (Km)

J = Pendiente promedio del cauce, (m/m)

C) Elaboración de hidrogramas

Conocidas las características de la cuenca de estudio se ha elaborado el hidrograma unitario triangular y el hidrograma unitario de máxima crecida del S.C.S.

D) Hidrograma Unitario Triangular.

Para el cálculo del hidrograma unitario triangular se requieren de las siguientes fórmulas.

- Tiempo de retraso (tr)

$$tr = 0.6 \times tc$$

- Duración en exceso (de)

$$de = 2\sqrt{tc}$$

- Tiempo pico (tp)

$$tp = \frac{de}{2} + tr$$

- Tiempo base (tb)

$$tb = \frac{8}{3} tp$$

- Caudal pico (Qp)

$$Qp = \frac{0.208 \times Ac}{tp}$$

Dónde:

Qp = Caudal pico, (m^3/s)

Ac = Superficie de la cuenca, (Km^2)

Tp = Tiempo pico, (h)

Una vez calculado los diferentes parámetros con las fórmulas expuestas se presenta los resultados de cálculo de parámetros de hidrograma unitario triangular.

E) Hidrograma Unitario del S.C.S.

Para graficar el hidrograma unitario del S.C.S. se consideran las siguientes relaciones para el cálculo de las abscisas y coordenadas.

t/tp	q/qp
0.000	0.00000
0.100	0.01500
0.200	0.07500
0.300	0.16000
0.400	0.28000
0.500	0.43000
0.600	0.60000
0.700	0.77000
0.800	0.89000
0.900	0.97000
1.000	1.00000
1.100	0.98000
1.200	0.92000
1.300	0.84000
1.400	0.75000
1.500	0.65000
1.600	0.57000
1.800	0.43000
2.000	0.32000
2.200	0.24000
2.400	0.18000
2.600	0.13000
2.800	0.09800
3.000	0.07500
3.500	0.03600
4.000	0.01800
4.500	0.00900
5.000	0.00400

Cuadro 1.5. Valores de ordenadas y abscisas para gráfico de hidrograma unitario triangular

Fuente: Monsalve, 1995

F) Hidrograma real de la zona de estudio.

Una vez obtenido el hidrograma unitario (para 1mm de precipitación efectiva), se procede a realizar el hidrograma real de la zona, el cual servirá para obtener los caudales que se produzcan para una lluvia de determinada intensidad y duración.

G) Determinación del número de la curva del suelo.

El Soil Conservation Service de los Estados Unidos de América, (SCS), desarrolló un método, denominado número de curva de escorrentía CN, para calcular las abstracciones de una tormenta, las cuales incluyen la intercepción, la detención superficial y la infiltración propiamente dicha. En éste método, la profundidad de escorrentía (es decir, la profundidad efectiva de precipitación) es una función de la profundidad total de precipitación, y de un parámetro de abstracciones referido al número de curva de escorrentía, número de curva o CN. El número de curva varía en un rango de 1 a 100, existiendo una función de las siguientes propiedades productoras

de escorrentía de la hoya hidrográfica: (1) tipo de suelo hidrológico, (2) utilización y tratamiento del suelo, (3) condiciones de la superficie del terreno, y (4) condición de humedad antecedente del suelo (Monsalve, 1995).

Estimación del número de la curva de la cuenca:

Tipo del suelo.

El SCS considera 4 tipos de suelo, los cuales se los describe a continuación:

Tipo A	Muy permeable	Suelos arenosos
Tipo B	Permeable	Suelos arenosos
Tipo C	Impermeable	Suelos arcillosos
Tipo D	Muy impermeable	Suelos arcillosos

Tratamiento superficial.

El tratamiento superficial se refiere a las condiciones o estado de la superficie de la cuenca, por ejemplo, se puede considerar si el área es asfaltada, agrícola, etc.

Uso del suelo.

La información sobre el uso de suelo se presenta en el anexo a este informe hidrológico.

Condición hidrológica.

Se consideran 3 condiciones hidrológicas.

Mala	Poca infiltración.
Regular	Media infiltración
Buena	Buena infiltración

Humedad antecedente.

Condición de humedad antecedente	Precipitación acumulada 5 días antecedentes	
AMC I	Casi seco	$P \leq 2.5 \text{ cm}$
AMC II	Húmedo (regular)	$2.5 \leq P \leq 5 \text{ cm}$
AMC III	Húmedo (Saturado)	$P \geq 5 \text{ cm}$

Considerando la situación más crítica debido a los meses de elevada precipitación se podría considerar una condición de suelo **AMC III**, incluso para un período de retorno de 100 años.

AMC II	AMC I	AMC III	AMC II	AMCI	AMC III
100	100	100	60	40	78
99	97	100	59	39	77
98	94	99	58	38	76
97	91	99	57	37	75
96	89	99	56	36	75
95	87	98	55	35	74
94	85	98	54	34	73
93	83	98	53	33	72
92	81	97	52	32	71
91	80	97	51	31	70
90	78	96	50	31	70
89	76	96	49	30	69
88	75	95	48	29	68
87	73	95	47	28	67
86	72	94	46	27	66
85	70	94	45	26	65
84	68	93	44	25	64
83	67	93	43	25	63
82	66	92	42	24	62
81	64	92	41	23	61
80	63	91	40	22	60
79	62	91	39	21	59
78	60	90	38	21	58
77	59	89	37	20	57
76	58	89	36	19	56
75	57	88	35	18	55
74	55	88	34	18	54
73	54	87	33	17	53
72	53	86	32	16	52
71	52	86	31	16	51
70	51	85	30	15	50
69	50	84	25	12	43
68	48	84	20	9	37
67	47	83	15	6	30
66	46	82	10	4	22
65	45	82	5	2	13
64	44	81	0	0	0
63	43	80			
62	42	79			
61	41	78			

Cuadro 1.6. Números de curva de escorrentía correspondientes a tres condiciones de humedad antecedente (AMC)
Fuente: Monsalve, 1995

H) Determinación de la precipitación efectiva en la cuenca de estudio.

En base a lo expuesto en el apartado Cálculo de intensidades máximas se ha determinado la precipitación efectiva para un evento de intensidad variable según los diferentes períodos de retorno, se ha escogido como duración de la tormenta un que

corresponde al tiempo de concentración del área de estudio. La precipitación efectiva no es más que la porción de precipitación que no infiltra y escurre directamente sobre el suelo.

$$Pe = \frac{\left[P - \frac{508}{CN} + 5.08\right]^2}{P + \frac{2032}{CN} - 20.32}$$

En donde:

Pe = Precipitación efectiva (cm)

P = Precipitación total (cm)

CN = Número de la curva

1) Gráfica del Hidrograma real de la zona de estudio.

Después de obtener el hidrograma unitario, el cual corresponde al incremento de caudal producido por 1 mm de precipitación efectiva, ahora se utiliza este hidrograma para evaluar los caudales que se podrían esperar con una lluvia con un período de retorno de 100 años, conocida la intensidad del evento y su duración se calcula la cantidad de precipitación total, de esto, una porción se infiltra, otra se retiene en depresiones del terreno y otra escurre directamente (precipitación efectiva), ésta es la precipitación que producirá un aumento súbito del caudal.

Para graficar el hidrograma real ya no se considera únicamente 1 mm de precipitación efectiva como en el caso del hidrograma unitario, sino toda la precipitación efectiva correspondiente a determinado evento. De esta manera al considerar la precipitación efectiva correspondiente a un período de retorno de 100 años, el hidrograma graficado resultaría como se muestra en el anexo a estudio hidrológico.

4. RESUMEN DE PARÁMETROS FÍSICOS UTILIZADOS PARA EL CÁLCULO DE CAUDALES MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS.

El área de aporte para las diferentes cuencas fue delimitada en las cartas topográficas del IGM a escala 1:25,000. La misma información cartográfica se utilizó para la determinación de la longitud y pendiente de los cauces principales, altitud mínima y máxima de la cuenca.

Los datos físico-morfológicos empleados en los cálculos son los siguientes:

A: Área de la cuenca en km²

L: Longitud del cauce principal en km

H máx: Altitud máxima de la cuenca hidrográfica en m

H mín: Altitud mínima de la cuenca hidrográfica en m (punto de interés)

Pend: Pendiente de la cuenca aportante en m/m (i %)

Para la presente cuenca se determinaron los siguientes datos:

<i>A</i> =	2.30 km ²
<i>P</i> =	6.06 km
<i>L</i> . Cauce Principal =	1.90 km
<i>H</i> máx =	2174 msnm
<i>H</i> mín =	1724 msnm
<i>Pend</i> =	23.68% (Pendiente Equivalente Constante)

5. CÁLCULO DEL COEFICIENTE N DE MANING.

El U.S. Soil Conservation Service, propone un sencillo método para la determinación del coeficiente *n*, el mismo requiere de la aplicación del siguiente procedimiento:

1. Supóngase un valor básico para *n*.
2. Elíjase un valor que modifica el de *n* por la rugosidad o grado de irregularidad.
3. Elíjase un valor que modifica el de *n* por la derivación de la forma y tamaño de la sección transversal.
4. Elíjase un valor que modifica el de *n* por obstrucciones formadas por arrastres y depósitos, raíces expuestas, troncos caídos.
5. Elíjase un valor que modifica el de *n* por la vegetación.
6. Elíjase un valor que modifica el de *n* por la tortuosidad.
7. Súmese los valores obtenidos en los conceptos del 1 al 6

Los valores de *n* según cada caso son los siguientes:

1. Valores básicos de *n* recomendados.

- Cauces de tierra 0.010
- Cauces en grava fina 0.014
- Cauces en roca. 0.015
- Cauces en grava gruesa. 0.028

2. Aumento del coeficiente *n* que se recomienda para tomar en cuenta el grado de irregularidad.

- Cauces parejos 0.000
- Poco irregulares 0.005
- Moderados 0.010
- Muy irregulares 0.020

3. Aumento del coeficiente n que se recomienda para tomar en cuenta el cambio de dimensiones y de forma de la sección transversal.

- Graduales 0.000
- Frecuentes 0.010 a 0.015
- Ocasionales 0.005

4. Aumento del coeficiente n que se recomienda para tomar en cuenta obstrucciones formadas por arrastres, raíces, etc.

- De efecto inapreciables 0.000
- De efecto apreciable 0.030
- De mucho efecto 0.060

5. Aumento del coeficiente n que se recomienda para tomar en cuenta la vegetación.

- De poco efecto 0.005 a 0.010
- De mucho efecto 0.025 a 0.050
- De efecto medio 0.010 a 0.025
- De muchísimo efecto 0.050 a 0.100

6. Aumento del coeficiente n que se recomienda según la tortuosidad del cauce.

- L_s Longitud del tramo recto.
- L_m Longitud del tramo con meandros
- L_m/L_s
- De 1.0 a 1.2: 0.000
- 1.2 a 1.5: 0.15 veces n_s
- > 1.5 : 0.30 veces n_s

7. Donde $n_s = 1+2+3+4+5$

$$(0.028 + 0.005 + 0.010 + 0.030 + 0.025) \times 1 = 0.098$$

N de maning Considerado: 0.098

6. CAUDALES DE MÁXIMA CRECIDA

Resumimos los valores obtenidos en los caudales de máxima crecida para la quebrada Gonzalo:

MÉTODO UTILIZADO PARA EL CÁLCULO	Caudal	Unidad
----------------------------------	--------	--------

FÓRMULA DE BURKLI - ZIEGER (No aplica)	31.86	m ³ /s
FÓRMULA DE KRESNIK	7.30	m ³ /s
FÓRMULA DE BAIRD Y McIlwrsith (No aplica)	85.51	m ³ /s
FÓRMULA DE CREAGER	11.71	m ³ /s
FÓRMULA DE DICKERS	12.91	m ³ /s
FÓRMULA DE GANGUILLET	16.96	m ³ /s
FÓRMULA DE HOFFMAN	4.88	m ³ /s
FÓRMULA DE KURCHLING	6.99	m ³ /s
FÓRMULA DEL INERHI	3.79	m ³ /s
FÓRMULA DE FORTI	22.38	m ³ /s
FÓRMULA DE VERNI KING	4.81	m ³ /s
MÉTODO RACIONAL	1.76	m ³ /s
CAUDAL DE DISEÑO ADOPTADO (media acotada)	9.35	m ³ /s

7. CAUDALES MEDIOS MENSUALES

Para la determinación de los caudales medios mensuales se utilizó el método racional. Luego se realizó la curva de variación estacional y se determinó el valor de los caudales y probabilidades que nos permiten determinar el caudal aproximado hidrológicamente:

CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL

SERIE	P[%]	ENE RO	FEBRE RO	MAR ZO	AB RIL	MA YO	JUN IO	JUL IO	AGOS TO	SEPTIEM BRE	OCTU BRE	NOVIEM BRE	DICIEM BRE
1	5	0.03	0.07	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
2	10	0.08	0.11	0.13	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03
3	20	0.11	0.14	0.15	0.08	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.04
4	30	0.12	0.15	0.17	0.11	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.06
5	50	0.14	0.20	0.22	0.15	0.07	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.10
6	70	0.20	0.27	0.28	0.17	0.10	0.04	0.02	0.01	0.03	0.03	0.04	0.13
7	80	0.25	0.35	0.33	0.20	0.11	0.06	0.02	0.02	0.03	0.04	0.06	0.17
8	90	0.28	0.44	0.34	0.33	0.17	0.10	0.03	0.02	0.05	0.07	0.07	0.26
9	95	0.36	0.50	0.37	0.34	0.27	0.24	0.04	0.03	0.11	0.10	0.11	0.28

Q medio al 90%	=	282.39	441.16	337.32	325.8 3	173.9 2	99.18	34.67	21.59	52.07	66.11	71.82	255.74
----------------	---	--------	--------	--------	------------	------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

Además, se utilizó la información de los aforos generada por la Unidad de Agua potable del Gobierno Municipal de Piñas del cual se obtiene un valor promedio de 21.97 l/s.

Los cálculos se los anexa a la presente memoria.

ESTUDIO DE HIDROLOGIA DE LA QUEBRADA HONDA 3

EVALUACION DEL DRENAJE SOBRE QUEBRADA HONDA 3

La descripción de la metodología fue explicada anteriormente, los parámetros de esta cuenca son los siguientes:

$A =$	3.10 km ²
$P =$	7.05 km
L. Cauce Principal =	2.79 km
$H_{\text{máx}} =$	2295 msnm
$H_{\text{mín}} =$	1571 msnm
$P_{\text{end}} =$	25.95% (Pendiente Equivalente Constante)

8. CAUDALES DE MÁXIMA CRECIDA

Resumimos los valores obtenidos en los caudales de máxima crecida para la quebrada Honda 3:

MÉTODO UTILIZADO PARA EL CÁLCULO	Caudal	Unidad
FÓRMULA DE BURKLI - ZIEGER (No aplica)	36.68	m ³ /s
FÓRMULA DE KRESNIK	8.78	m ³ /s
FÓRMULA DE BAIRD Y McIlwraith (No aplica)	115.00	m ³ /s
FÓRMULA DE CREAGER	15.28	m ³ /s
FÓRMULA DE DICKERS	16.14	m ³ /s
FÓRMULA DE GANGUILLET	19.69	m ³ /s
FÓRMULA DE HOFFMAN	6.18	m ³ /s
FÓRMULA DE KURCHLING	9.40	m ³ /s
FÓRMULA DEL INERHI	5.07	m ³ /s
FÓRMULA DE FORTI	29.98	m ³ /s
FÓRMULA DE VERNI KING	6.26	m ³ /s
MÉTODO RACIONAL MODIFICADO	1.98	m ³ /s
CAUDAL DE DISEÑO ADOPTADO (media acotada)	11.87	m ³ /s

9. CAUDALES MEDIOS MENSUALES

Para la determinación de los caudales medios mensuales se utilizó el método racional. Luego se realizó la curva de variación estacional y se determinó el valor de los caudales y probabilidades que nos permiten determinar el caudal aproximado hidrológicamente:

PROBABILIDADES EXACTAS

CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL

SERIE	P[%]	ENE RO	FEBRE RO	MAR ZO	AB RIL	MA YO	JUN IO	JUL IO	AGOS TO	SEPTIEM BRE	OCTU BRE	NOVIEM BRE	DICIEM BRE
1	5	0.04	0.09	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
2	10	0.11	0.14	0.18	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04
3	20	0.15	0.19	0.20	0.11	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.06
4	30	0.16	0.21	0.24	0.15	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.09
5	50	0.19	0.27	0.30	0.20	0.09	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.14
6	70	0.27	0.36	0.37	0.23	0.13	0.06	0.02	0.01	0.04	0.04	0.06	0.19
7	80	0.34	0.48	0.45	0.27	0.15	0.08	0.03	0.03	0.04	0.06	0.09	0.24
8	90	0.38	0.60	0.46	0.44	0.24	0.13	0.05	0.03	0.07	0.09	0.10	0.35
9	95	0.48	0.68	0.50	0.46	0.37	0.33	0.06	0.03	0.15	0.14	0.15	0.44

Q medio al 90%	=	383.17	598.62	457.72	442.1 2	235.9 9	134.5 7	47.04	29.3	70.65	89.7	97.45	348.48
----------------	---	--------	--------	--------	------------	------------	------------	-------	------	-------	------	-------	--------

Además, se utilizó la información de los aforos generada por la Unidad de Agua potable del Gobierno Municipal de Piñas del cual se obtiene un valor promedio de 60.39 l/s.

Los cálculos se los anexa a la presente memoria.

Ing. Paúl Torres
Consultor

DELIMITACIÓN DE LAS CUENCAS

MACHALA



Q. GONZALO



Q. HONDA TRES

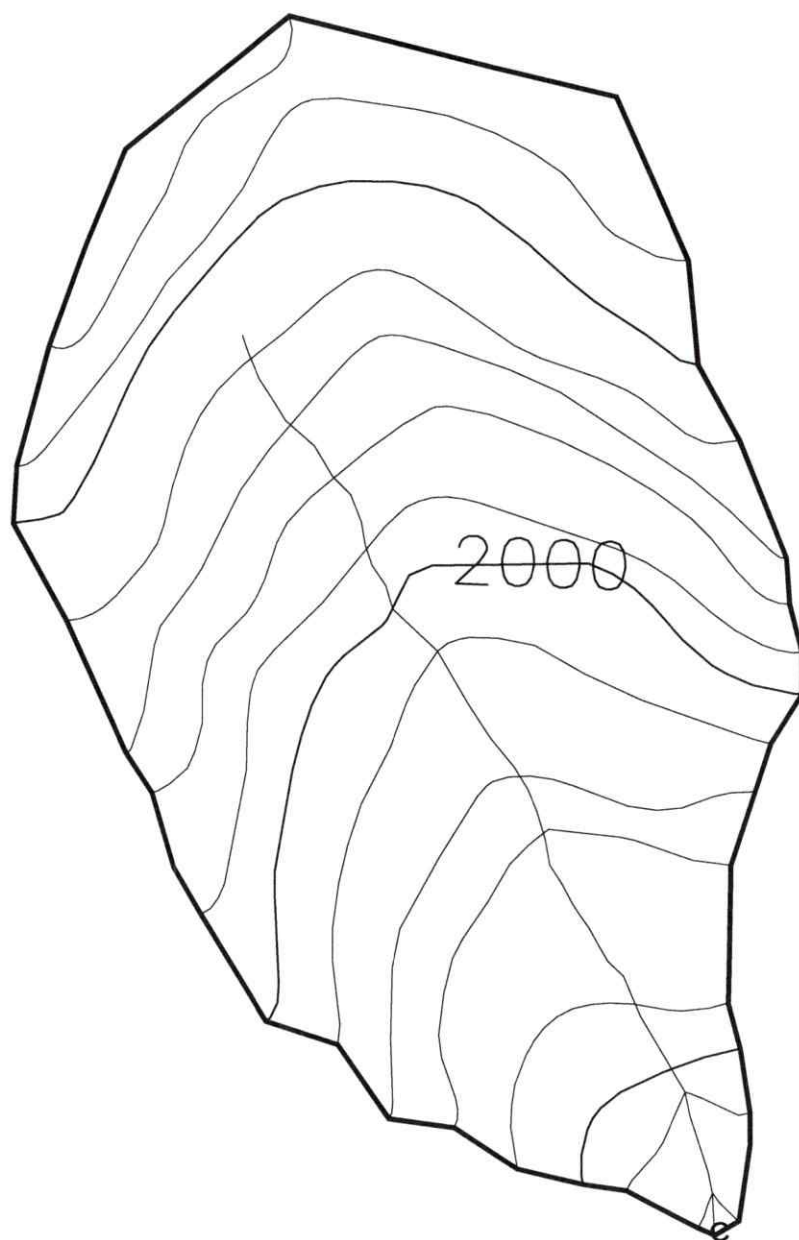


PIÑAS



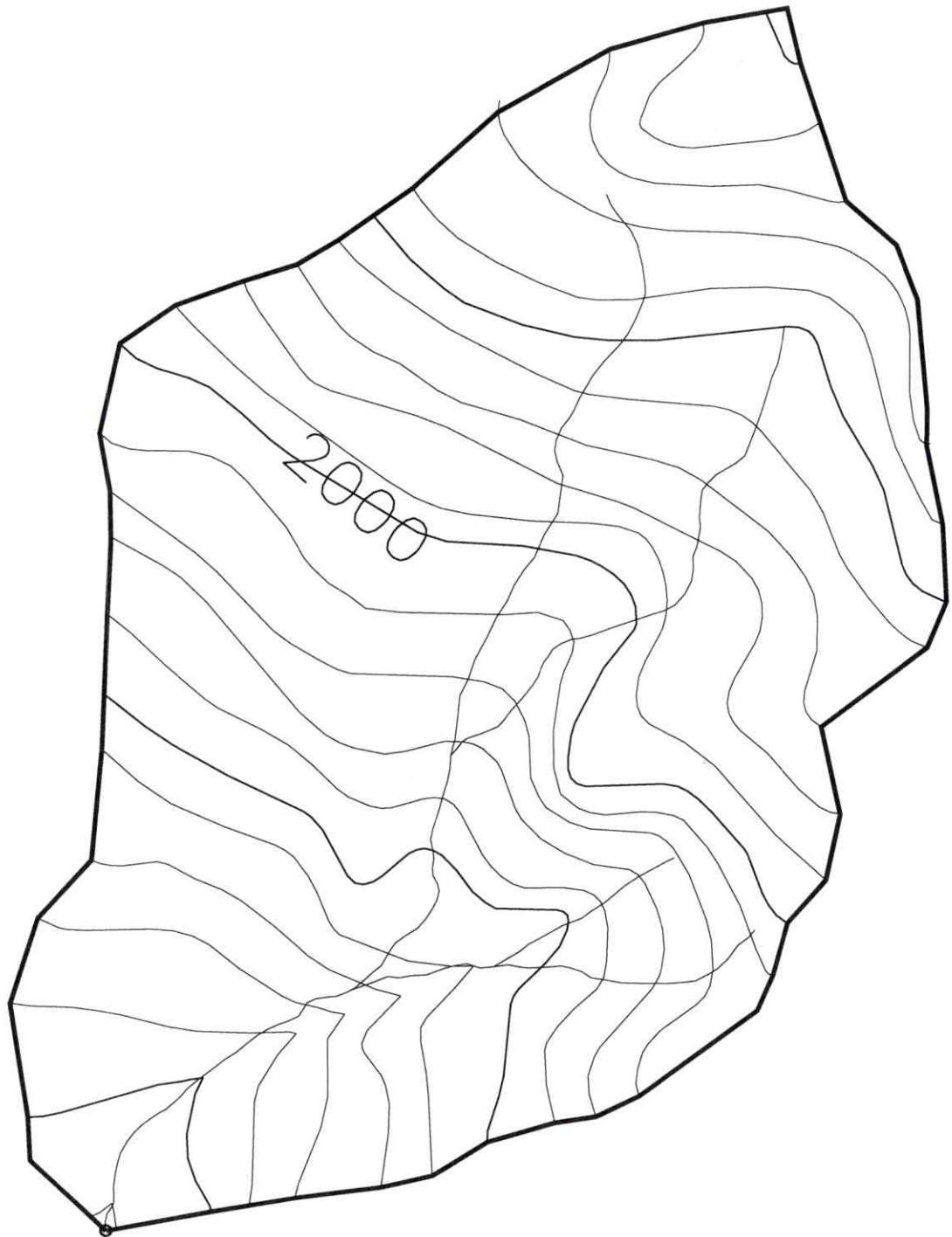
BALSAS

QUEBRADAS GONZALO



CAPTACION UNO
A: 2.30KM2

QUEBRADAS HONDA 3



CAPTACION DOS
A: 3.10KM²

CAUDALES MEDIOS MENSUALES QUEBRADA HONDA 3



**"CONSULTORIA PARA LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA NUEVA
CAPTACION-LINEA DE CONDUCCION Y NUEVA PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE PIÑAS, CANTON PIÑAS, PROVINCIA DE EL
ORO"**

Ing. Paul Torres Torres
CONSULTOR

PIÑAS – ECUADOR

AGOSTO DE 2021

CAUDALES MEDIOS MENSUALES HONDA 3

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)

PROYECTO: CAPTACION PROYECTO DE AGUA POTABLE

CANTON: PIÑAS

PROVINCIA: EL ORO

HOJA 1 DE 4

Estación :	PIÑAS	Latitud N :	9594596
Código :	M-773	Longitud E :	855484
Institución :	INAMHI	Altitud :	1300 msnm

Año	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ANUAL
1979	158.60	186.60	306.20	93.10	79.50	19.40	18.30	26.10	60.90	25.10	19.00	33.20	1026.00
1980	144.30	160.60	111.90	184.10	56.20	36.10	0.00	0.00	35.30	54.00	0.00	109.90	892.40
1981	134.90	190.30	211.30	140.70	22.80	22.40	20.60	20.50	0.00	21.00	26.70	98.80	910.00
1982	301.00	254.00	245.30	186.20	111.80	47.80	50.00	0.00	134.10	123.80	174.50	335.20	1965.70
1983	341.30	127.90	320.90	398.70	326.30	117.40	41.90	30.50	58.70	80.30	47.00	270.70	2161.60
1984	98.60	498.80	350.20	303.10	168.70	49.60	0.00	7.00	0.00	60.00	76.40	388.10	1990.50
1985	242.00	72.00	163.30	19.00	22.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.40	11.40	545.10
1986	166.00	53.00	18.00	101.40	0.00	0.00	0.00	30.90	33.80	26.00	84.00	97.30	610.40
1987	234.60	88.80	171.00	221.60	144.40	48.10	8.00	20.00	0.00	0.00	0.00	37.50	974.00
1988	147.20	233.90	239.70	173.60	75.40	41.30	15.40	5.70	17.20	21.20	28.60	89.40	1088.60
1989	280.90	454.70	222.00	57.00	0.00	8.00	0.00	1.00	130.00	79.90	162.40	162.40	1457.40
1990	905.00	1830.00	1110.00	1817.00	512.00	326.00	165.00	0.10	0.00	7.10	2.70	52.00	6726.90
1991	39.90	252.60	404.80	119.60	224.50	116.00	16.60	6.00	14.00	46.40	103.80	310.40	1654.60
1992	177.00	239.10	319.70	215.40	132.40	72.70	10.90	7.00	33.70	5.30	10.20	70.00	1293.40
1993	164.60	490.90	398.20	2.30	132.80	18.20	23.20	14.40	23.70	38.00	17.00	159.70	1483.00
1994	366.20	255.20	162.60	167.00	75.00	12.90	4.50	1.00	3.20	4.40	22.80	122.20	1197.00
1995	141.00	194.40	267.40	131.50	61.50	12.10	28.90	4.80	3.00	10.40	52.30	186.00	1093.30
1996	246.50	301.00	355.60	152.60	9.40	4.10	3.50	8.80	31.80	40.30	32.00	161.80	1347.40
1997	104.60	161.30	188.20	255.20	49.20	85.50	3.20	22.70	47.40	140.80	31.90	309.10	1399.10
1998	36.60	352.80	333.50	381.10	210.20	29.50	16.30	22.30	30.80	30.80	38.60	84.50	1567.00
1999	158.70	414.20	353.30	91.30	126.50	68.90	12.90	23.90	65.10	42.00	75.70	209.60	1644.10
2000	146.00	175.00	438.20	188.30	85.30	284.10	19.00	6.20	26.10	25.00	22.00	48.10	1463.30
2001	203.10	165.20	188.50	79.00	91.80	19.10	20.60	0.00	19.00	19.00	65.70	73.60	944.60
2002	87.70	210.10	256.90	158.00	67.90	22.10	19.30	0.00	18.80	31.10	57.20	126.80	1055.90
2003	148.60	168.50	220.80	154.30	39.40	20.70	15.50	7.20	1.50	5.00	44.70	107.70	935.90
2004	110.20	197.40	192.70	172.40	62.60	0.60	11.70	0.10	33.80	12.60	17.20	49.60	860.90
2005	167.90	114.80	447.10	113.30	32.20	23.90	0.70	0.10	1.30	6.50	19.90	77.10	1009.80
2006	266.40	384.40	407.70	174.50	35.60	16.20	3.70	0.50	5.40	7.30	125.90	175.50	1603.10
2007	210.50	117.40	277.20	200.40	117.90	14.60	7.00	8.60	0.10	29.70	77.90	29.90	1068.60
2008	308.50	305.20	405.70	398.20	119.20	41.60	12.20	29.20	11.30	55.50	53.00	29.90	1769.50
2009	341.20	334.90	287.30	135.90	117.60	41.20	11.40	3.60	6.10	2.30	24.30	201.50	1507.30
2010	133.20	220.50	267.90	231.60	73.20	56.10	9.90	6.90	9.20	8.70	9.90	129.30	1174.30
2011	231.40	204.70	111.00	215.10	89.20	49.30	35.50	0.70	8.10	19.50	20.10	172.40	1157.00
2012	429.90	566.00	179.30	59.90	51.90	14.90	15.90	1.70	0.30	13.00	76.60	138.90	1496.40
MAX	905.00	1830.00	1110.00	1817.00	512.00	326.00	165.00	30.90	134.10	140.80	174.50	388.10	6726.90
MED	216.89	293.42	292.16	225.44	103.66	51.39	20.38	9.34	25.40	31.45	41.95	138.46	1443.30
MIN	36.60	53.00	18.00	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.40	545.10
DESV	152.78	299.67	177.18	300.82	98.95	70.91	28.94	10.39	33.04	33.57	38.42	94.14	1008.32
CV (%)	0.70	1.02	0.61	1.33	0.95	1.38	1.42	1.11	1.30	1.07	0.92	0.68	0.70

GENERACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES - QUEBRADA HONDA 3

PROYECTO: CAPTACION PROYECTO DE AGUA POTABLE
 CANTON: PIÑAS
 PROVINCIA: EL ORO
 METODO: RACIONAL
 ESTACION: PIÑAS

HOJA 2 DE 4

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MAXIMA	MINIMA	MEDIA
1979	0.1781	0.2319	0.3438	0.1080	0.0893	0.0225	0.0205	0.0293	0.0707	0.0282	0.0220	0.0373	1.1815	0.3438	0.0205	0.0985
1980	0.1620	0.1927	0.1256	0.2136	0.0631	0.0419	0.0000	0.0000	0.0410	0.0606	0.0000	0.1234	1.0239	0.2136	0.0000	0.0853
1981	0.1515	0.2365	0.2372	0.1632	0.0256	0.0260	0.0231	0.0230	0.0000	0.0236	0.0310	0.1109	1.0516	0.2372	0.0000	0.0876
1982	0.3379	0.3157	0.2754	0.2183	0.1255	0.0555	0.0561	0.0000	0.1556	0.1390	0.2024	0.2578	2.2578	0.3763	0.0000	0.1881
1983	0.3832	0.1590	0.3603	0.4625	0.3653	0.1362	0.0470	0.0342	0.0681	0.0902	0.0545	0.3039	2.4655	0.4625	0.0342	0.2055
1984	0.1107	0.5986	0.3932	0.3516	0.1782	0.0575	0.0000	0.0079	0.0000	0.0674	0.0886	0.4357	2.2894	0.5986	0.0000	0.1908
1985	0.2717	0.0895	0.1833	0.0220	0.0247	0.0081	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0097	0.0128	0.6219	0.2717	0.0000	0.0518
1986	0.1864	0.0659	0.0202	0.1176	0.0000	0.0000	0.0000	0.0347	0.0392	0.0292	0.0974	0.1092	0.6999	0.1864	0.0000	0.0563
1987	0.2634	0.1104	0.1920	0.1621	0.1621	0.0558	0.0090	0.0225	0.0000	0.0000	0.0000	0.0421	1.1143	0.2634	0.0000	0.0929
1988	0.1653	0.2807	0.2691	0.2014	0.0847	0.0479	0.0173	0.0064	0.0200	0.0238	0.0332	0.1004	1.2500	0.2807	0.0064	0.1042
1989	0.3154	0.5652	0.2492	0.0681	0.0000	0.0093	0.0595	0.0011	0.1508	0.0897	0.0099	0.1823	1.6985	0.5652	0.0000	0.1415
1990	0.0448	0.3140	0.4545	0.1387	0.2520	0.1346	0.0186	0.0067	0.0162	0.0521	0.1204	0.3485	1.9012	0.4545	0.0067	0.1584
1991	0.1987	0.2869	0.3589	0.2499	0.1486	0.0843	0.0122	0.0079	0.0391	0.0060	0.0118	0.0786	1.4830	0.3589	0.0060	0.1236
1993	0.1848	0.6102	0.4471	0.0027	0.1491	0.0211	0.0260	0.0162	0.0275	0.0427	0.0197	0.1793	1.7263	0.6102	0.0027	0.1439
1994	0.4111	0.3172	0.1825	0.1937	0.0842	0.0150	0.0051	0.0011	0.0037	0.0049	0.0265	0.1372	1.3823	0.4111	0.0011	0.1152
1995	0.1583	0.2416	0.3002	0.1526	0.0690	0.0140	0.0324	0.0054	0.0035	0.0117	0.0607	0.2088	1.2583	0.3002	0.0035	0.1049
1996	0.2767	0.3612	0.3992	0.1770	0.0106	0.0048	0.0039	0.0099	0.0369	0.0452	0.0371	0.1817	1.5443	0.3992	0.0039	0.1287
1997	0.1174	0.2005	0.2113	0.2961	0.0552	0.0992	0.0036	0.0255	0.0550	0.1581	0.0370	0.3470	1.6059	0.3470	0.0036	0.1338
1998	0.0411	0.4385	0.3744	0.4421	0.2360	0.0342	0.0183	0.0250	0.0357	0.0346	0.0448	0.0949	1.8196	0.4421	0.0183	0.1516
1999	0.1782	0.5148	0.3966	0.1059	0.1443	0.0799	0.0145	0.0268	0.0755	0.0472	0.0878	0.2353	1.9069	0.5148	0.0145	0.1589
2000	0.1639	0.2100	0.4920	0.2184	0.0958	0.3296	0.0213	0.0070	0.0303	0.0281	0.0255	0.0540	1.6759	0.4920	0.0070	0.1397
2001	0.2280	0.2053	0.2116	0.0916	0.1031	0.0222	0.0231	0.0000	0.0220	0.0213	0.0762	0.0826	1.0872	0.2280	0.0000	0.0906
2002	0.0985	0.2811	0.2884	0.1833	0.0762	0.0256	0.0217	0.0000	0.0218	0.0349	0.0664	0.1424	1.2203	0.2884	0.0000	0.1017
2003	0.1668	0.2094	0.2479	0.1790	0.0442	0.0240	0.0174	0.0081	0.0017	0.0056	0.0519	0.1209	1.0770	0.2479	0.0017	0.0898
2004	0.1237	0.2369	0.2163	0.2000	0.0703	0.0007	0.0131	0.0001	0.0392	0.0141	0.0200	0.0557	0.9902	0.2369	0.0001	0.0825
2005	0.1885	0.1427	0.5020	0.1372	0.0362	0.0277	0.0008	0.0001	0.0015	0.0073	0.0231	0.0866	1.1536	0.5020	0.0001	0.0961
2006	0.2991	0.4778	0.4577	0.2024	0.0400	0.0188	0.0042	0.0006	0.0063	0.0082	0.1461	0.1970	1.8581	0.4778	0.0006	0.1548
2007	0.2363	0.1459	0.3112	0.2325	0.1324	0.0169	0.0082	0.0097	0.0001	0.0079	0.0345	0.0875	1.2230	0.3112	0.0001	0.1019
2008	0.3463	0.3663	0.4555	0.4620	0.1338	0.0483	0.0137	0.0328	0.0131	0.0623	0.0615	0.0336	2.0291	0.4620	0.0131	0.1691
2009	0.3831	0.4163	0.3225	0.1577	0.1320	0.0478	0.0128	0.0040	0.0071	0.0026	0.0282	0.2262	1.7403	0.4163	0.0026	0.1450
2010	0.1495	0.2741	0.3008	0.2887	0.0822	0.0651	0.0312	0.0077	0.0107	0.0098	0.0115	0.1452	1.3564	0.3008	0.0077	0.1130
2011	0.2548	0.2544	0.1246	0.2495	0.1001	0.0572	0.0399	0.0008	0.0094	0.0219	0.0233	0.1936	1.3345	0.2548	0.0008	0.1112
2012	0.4826	0.6793	0.2013	0.0000	0.0672	0.0173	0.0179	0.0019	0.0003	0.0146	0.0889	0.1559	1.7272	0.6793	0.0000	0.1439

PROMEDIO	2.2745	0.0000	0.1572
----------	--------	--------	--------

ORDENACION DE CAUDALES PARA GENERACION DE CURVA DE VARIACION ESTACIONAL (MENOR A MAYOR)
QUEBRADA HONDA 3

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA
1	0.04	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
2	0.04	0.09	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	
3	0.10	0.11	0.13	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	
4	0.11	0.14	0.18	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	
5	0.12	0.15	0.18	0.09	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.05	
6	0.12	0.16	0.19	0.11	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.06	
7	0.15	0.19	0.20	0.11	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.06	
8	0.15	0.20	0.21	0.12	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.08	
9	0.16	0.21	0.21	0.14	0.06	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.08	
10	0.16	0.21	0.22	0.14	0.06	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.09	
11	0.16	0.21	0.24	0.15	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.09	
12	0.17	0.23	0.25	0.16	0.07	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.09	
13	0.17	0.24	0.25	0.16	0.07	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.03	0.10	
14	0.18	0.24	0.27	0.18	0.08	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.03	0.11	
15	0.18	0.24	0.28	0.18	0.08	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.11	
16	0.18	0.25	0.29	0.18	0.08	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.12	
17	0.19	0.26	0.30	0.19	0.08	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.12	
18	0.19	0.27	0.30	0.20	0.09	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.14	
19	0.20	0.28	0.31	0.20	0.10	0.04	0.02	0.01	0.02	0.03	0.04	0.14	
20	0.23	0.29	0.32	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.02	0.03	0.04	0.15	
21	0.24	0.31	0.34	0.21	0.10	0.05	0.02	0.01	0.03	0.03	0.04	0.18	
22	0.26	0.32	0.36	0.22	0.13	0.05	0.02	0.01	0.03	0.03	0.05	0.18	
23	0.26	0.32	0.36	0.22	0.13	0.06	0.02	0.01	0.04	0.03	0.05	0.18	
24	0.27	0.36	0.37	0.23	0.13	0.06	0.02	0.01	0.04	0.04	0.06	0.19	
25	0.28	0.37	0.39	0.25	0.13	0.06	0.02	0.02	0.04	0.05	0.06	0.20	
26	0.30	0.42	0.40	0.25	0.14	0.06	0.02	0.02	0.04	0.05	0.07	0.21	
27	0.32	0.44	0.40	0.26	0.15	0.07	0.03	0.02	0.04	0.05	0.08	0.23	
28	0.34	0.48	0.45	0.27	0.15	0.08	0.03	0.03	0.04	0.06	0.09	0.24	
29	0.35	0.51	0.45	0.30	0.16	0.08	0.03	0.03	0.05	0.06	0.09	0.30	
30	0.38	0.57	0.46	0.35	0.18	0.10	0.04	0.03	0.07	0.07	0.09	0.35	
31	0.38	0.60	0.46	0.44	0.24	0.13	0.05	0.03	0.07	0.09	0.10	0.35	
32	0.41	0.61	0.49	0.46	0.25	0.14	0.06	0.03	0.08	0.09	0.12	0.38	
33	0.48	0.68	0.50	0.46	0.37	0.33	0.06	0.03	0.15	0.14	0.15	0.44	
34	1.02	2.27	1.25	2.11	0.57	0.38	0.19	0.03	0.16	0.16	0.20	0.16	

CAUDALES MEDIOS MENSUALES - QUEBRADA HONDA 3

PROYECTO: CAPTACION PROYECTO DE AGUA POTABLE
CANTON: PINAS
PROVINCIA: EL ORO
METODO: RACIONAL
ESTACION: PINAS

HOJA 3 DE 4

ORDEN	P(%)	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1	1.47	0.04	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
2	4.41	0.04	0.09	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
3	7.35	0.10	0.11	0.13	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
4	10.29	0.11	0.14	0.18	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04
5	13.24	0.12	0.15	0.18	0.09	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.05
6	16.18	0.12	0.16	0.19	0.11	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.06
7	19.12	0.15	0.19	0.20	0.11	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.06
8	22.06	0.15	0.20	0.21	0.12	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.08
9	25.00	0.16	0.21	0.21	0.14	0.06	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.08
10	27.94	0.16	0.21	0.22	0.14	0.06	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.09
11	30.88	0.16	0.21	0.24	0.15	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.09
12	33.82	0.17	0.23	0.25	0.16	0.07	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.09
13	36.76	0.17	0.24	0.25	0.16	0.07	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.03	0.10
14	39.71	0.18	0.24	0.27	0.18	0.08	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.03	0.11
15	42.65	0.18	0.24	0.28	0.18	0.08	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.11
16	45.59	0.18	0.25	0.29	0.18	0.08	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.12
17	48.53	0.19	0.26	0.30	0.19	0.08	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.12
18	51.47	0.19	0.27	0.30	0.20	0.09	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.14
19	54.41	0.20	0.28	0.31	0.20	0.10	0.04	0.02	0.01	0.02	0.03	0.04	0.14
20	57.35	0.23	0.29	0.32	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.02	0.03	0.04	0.15
21	60.29	0.24	0.31	0.34	0.21	0.10	0.05	0.02	0.01	0.03	0.03	0.04	0.18
22	63.24	0.26	0.32	0.36	0.22	0.13	0.05	0.02	0.01	0.03	0.03	0.05	0.18
23	66.18	0.26	0.32	0.36	0.22	0.13	0.06	0.02	0.01	0.04	0.03	0.05	0.18
24	69.12	0.27	0.36	0.37	0.23	0.13	0.06	0.02	0.01	0.04	0.04	0.06	0.19
25	72.06	0.28	0.37	0.39	0.25	0.13	0.06	0.02	0.02	0.04	0.05	0.06	0.20
26	75.00	0.30	0.42	0.40	0.25	0.14	0.06	0.02	0.02	0.04	0.05	0.07	0.21
27	77.94	0.32	0.44	0.40	0.26	0.15	0.07	0.03	0.02	0.04	0.05	0.08	0.23
28	80.88	0.34	0.48	0.45	0.27	0.15	0.08	0.03	0.03	0.04	0.06	0.09	0.24
29	83.82	0.35	0.51	0.45	0.30	0.16	0.08	0.03	0.03	0.05	0.06	0.09	0.30
30	86.76	0.38	0.57	0.46	0.35	0.18	0.10	0.04	0.04	0.07	0.07	0.09	0.35
31	89.71	0.38	0.60	0.46	0.44	0.24	0.13	0.05	0.03	0.07	0.09	0.10	0.35
32	92.65	0.41	0.61	0.49	0.46	0.25	0.14	0.06	0.03	0.08	0.09	0.12	0.38
33	95.59	0.48	0.68	0.50	0.46	0.37	0.33	0.06	0.03	0.15	0.14	0.15	0.44
34	98.53	1.02	2.27	1.25	2.11	0.57	0.38	0.19	0.19	0.16	0.16	0.20	0.16

8.28	12.29	11.15	8.63	3.96	2.03	0.78	0.36	1.00	1.20	1.65	5.29
------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

METODO:
ESTACION:

RACIONAL
PIÑAS

CURVA DE VARIACION ESTACIONAL QUEBRADA HONDA 3

PROYECTO: CAPTACION PROYECTO DE AGUA POTABLE

CANTON: PIÑAS

PROVINCIA: EL ORO

METODO: RACIONAL

ESTACION: PIÑAS

HOJA 4 DE 4

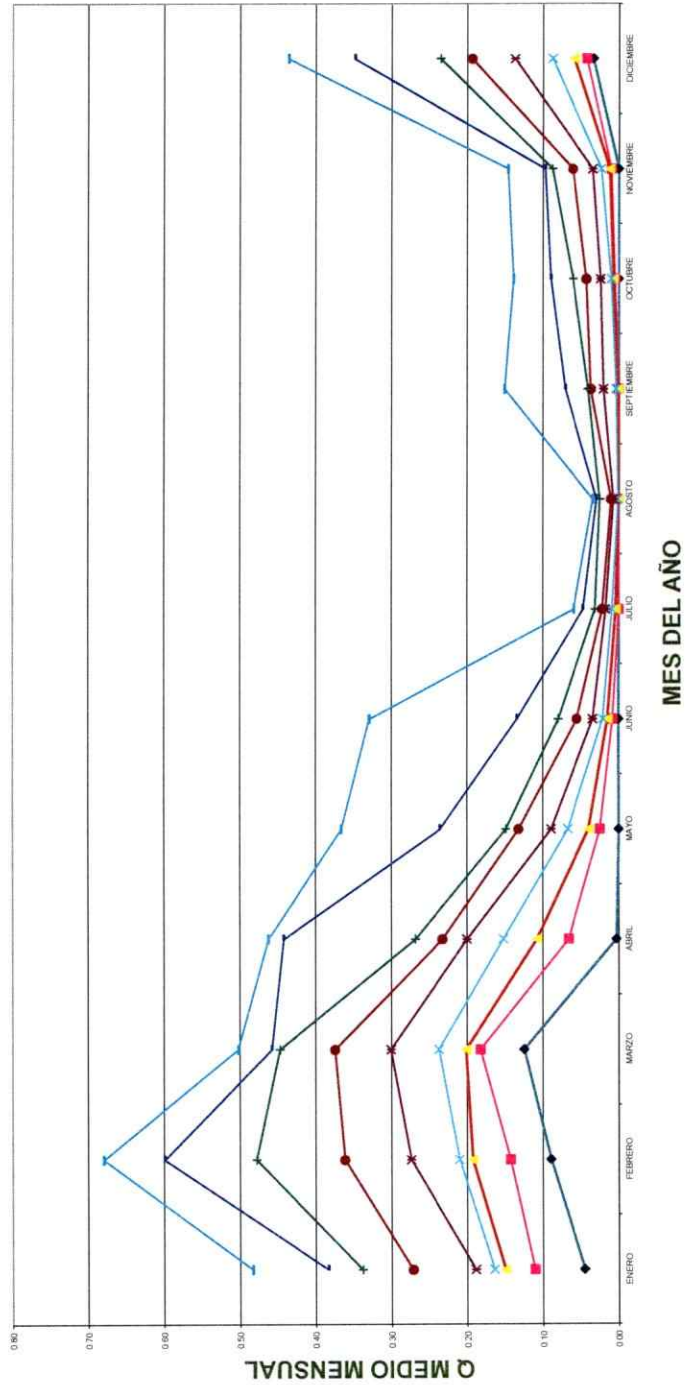
PROBABILIDADES EXACTAS

CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL

SERIE	PI[4]	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1	5	0.04	0.09	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
2	10	0.11	0.14	0.18	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04
3	20	0.15	0.19	0.20	0.11	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.06
4	30	0.16	0.21	0.24	0.15	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.09
5	50	0.19	0.27	0.30	0.20	0.09	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.14
6	70	0.27	0.36	0.37	0.23	0.13	0.06	0.02	0.01	0.04	0.04	0.06	0.19
7	80	0.34	0.48	0.45	0.27	0.15	0.08	0.03	0.03	0.04	0.06	0.09	0.24
8	90	0.38	0.60	0.46	0.44	0.24	0.13	0.05	0.03	0.07	0.09	0.10	0.35
9	95	0.48	0.68	0.50	0.46	0.37	0.33	0.06	0.03	0.15	0.14	0.15	0.44

Q medio al 90%	=	383.17	598.62	457.72	442.12	235.99	134.57	47.04	29.3	70.65	89.7	97.45	348.48
----------------	---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-------	------	-------	------	-------	--------

CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL



CAUDALES MEDIOS MENSUALES QUEBRADA GONZALO



**“CONSULTORIA PARA LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA NUEVA
CAPTACION-LINEA DE CONDUCCION Y NUEVA PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE PIÑAS, CANTON PIÑAS, PROVINCIA DE EL
ORO”**

Ing. Paul Torres Torres
CONSULTOR

PIÑAS – ECUADOR

AGOSTO DE 2021

CAUDALES MEDIOS MENSUALES Q. GONZALO

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)

PROYECTO: CAPTACION PROYECTO DE AGUA POTABLE

CANTON: PIÑAS

PROVINCIA: EL ORO

HOJA 1 DE 4

Estación :	PIÑAS	Latitud N :	9594596
Código :	M-773	Longitud E :	855484
Institución :	INAMHI	Altitud :	1300 msnm

Año	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ANUAL
1979	158.60	186.60	306.20	93.10	79.50	19.40	18.30	26.10	60.90	25.10	19.00	33.20	1026.00
1980	144.30	160.60	111.90	184.10	56.20	36.10	0.00	0.00	35.30	54.00	0.00	109.90	892.40
1981	134.90	190.30	211.30	140.70	22.80	22.40	20.60	20.50	0.00	21.00	26.70	98.80	910.00
1982	301.00	254.00	245.30	188.20	111.80	47.80	50.00	0.00	134.10	123.80	174.50	335.20	1965.70
1983	341.30	127.90	320.90	388.70	326.30	117.40	41.90	30.50	58.70	80.30	47.00	270.70	2161.60
1984	98.60	498.80	350.20	303.10	158.70	49.60	0.00	7.00	0.00	60.00	76.40	388.10	1990.50
1985	242.00	72.00	163.30	19.00	22.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.40	11.40	545.10
1986	166.00	53.00	18.00	101.40	0.00	0.00	0.00	30.90	33.80	26.00	84.00	97.30	610.40
1987	234.60	88.80	171.00	221.60	144.40	48.10	8.00	20.00	0.00	0.00	0.00	37.50	974.00
1988	147.20	233.90	239.70	173.60	75.40	41.30	15.40	5.70	17.20	21.20	28.60	89.40	1088.60
1989	290.90	454.70	222.00	57.00	0.00	8.00	53.00	1.00	130.00	79.90	8.50	162.40	1457.40
1990	905.00	1830.00	1110.00	1817.00	512.00	326.00	165.00	0.10	0.00	0.00	2.70	52.00	6726.90
1991	39.90	252.60	404.80	119.60	224.50	116.00	16.60	6.00	14.00	46.40	103.80	310.40	1654.60
1992	177.00	239.10	319.70	215.40	132.40	72.70	10.90	7.00	33.70	5.30	10.20	70.00	1293.40
1993	164.60	490.90	398.20	2.30	132.80	19.20	23.20	14.40	23.70	38.00	17.00	159.70	1483.00
1994	366.20	255.20	162.60	167.00	75.00	12.90	4.50	1.00	3.20	4.40	22.80	122.20	1197.00
1995	141.00	194.40	267.40	131.50	61.50	12.10	28.90	4.80	3.00	10.40	52.30	186.00	1093.30
1996	246.50	301.00	355.60	152.60	9.40	4.10	3.50	8.80	31.80	40.30	32.00	161.80	1347.40
1997	104.60	161.30	188.20	255.20	49.20	85.50	3.20	22.70	47.40	140.80	31.90	309.10	1399.10
1998	36.60	352.80	333.50	381.10	210.20	29.50	16.30	22.30	30.80	30.80	38.60	84.50	1567.00
1999	158.70	414.20	353.30	91.30	128.50	68.90	12.90	23.90	65.10	42.00	75.70	209.60	1644.10
2000	146.00	175.00	438.20	188.30	85.30	284.10	19.00	6.20	26.10	25.00	22.00	48.10	1463.30
2001	203.10	165.20	188.50	79.00	91.80	19.10	20.60	0.00	19.00	19.00	65.70	73.60	944.60
2002	87.70	210.10	256.90	158.00	67.90	22.10	19.30	0.00	18.80	31.10	57.20	128.80	1055.90
2003	148.60	168.50	220.80	154.30	39.40	20.70	15.50	7.20	1.50	5.00	44.70	107.70	933.90
2004	110.20	197.40	192.70	110.20	62.60	0.60	17.40	0.10	33.80	12.60	17.20	49.60	860.90
2005	167.90	114.80	447.10	118.30	32.20	23.90	0.70	0.10	1.30	6.50	19.90	77.10	1009.80
2006	266.40	384.40	407.70	174.50	35.60	16.20	7.30	0.50	5.40	7.30	125.90	175.50	1603.10
2007	210.50	117.40	277.20	200.40	117.90	14.60	7.30	8.60	0.10	7.00	29.70	77.90	1068.60
2008	308.50	305.20	405.70	398.20	119.20	41.60	12.20	29.20	11.30	55.50	53.00	29.90	1769.50
2009	341.20	334.90	287.30	135.90	117.60	41.20	11.40	3.60	6.10	2.30	24.30	201.50	1507.30
2010	133.20	220.50	267.90	231.60	73.20	56.10	27.80	6.90	9.20	8.70	9.90	129.30	1174.30
2011	231.40	204.70	111.00	215.10	89.20	49.30	35.50	0.70	8.10	19.50	20.10	172.40	1157.00
2012	429.90	566.00	179.30	1817.00	59.90	14.90	15.90	1.70	0.30	13.00	76.60	138.90	1496.40
MAX	905.00	1830.00	1110.00	1817.00	512.00	326.00	165.00	30.90	134.10	140.80	174.50	388.10	6726.90
MED	216.88	293.42	292.16	225.44	103.66	51.39	20.38	9.34	25.40	31.45	41.95	138.46	1443.30
MIN	36.60	53.00	18.00	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	545.10
DESV	152.78	299.67	177.18	300.82	98.95	70.91	28.94	10.39	33.04	33.57	38.42	94.14	1008.32
CV (%)	0.70	1.02	0.61	1.33	0.95	1.38	1.42	1.11	1.30	1.07	0.92	0.68	0.70

465

GENERACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES QUEBRADA GONZALO

PROYECTO: CAPTACION PROYECTO DE AGUA POTABLE
CANTON: PINAS
PROVINCIA: EL ORO
METODO: RACIONAL
ESTACION: PINAS

HOJA 2 DE 4

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MAXIMA	MINIMA	MEDIA
1979	0.1312	0.1709	0.2533	0.0796	0.0658	0.0166	0.0151	0.0216	0.0521	0.0208	0.0162	0.0275	0.8707	0.2533	0.0151	0.0726
1980	0.1194	0.1420	0.0926	0.1574	0.0465	0.0309	0.0000	0.0000	0.0302	0.0447	0.0000	0.0809	0.7546	0.1574	0.0000	0.0629
1981	0.1116	0.1743	0.1748	0.1203	0.0189	0.0192	0.0170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0817	0.1748	0.0000	0.0646
1982	0.2490	0.2327	0.2030	0.1609	0.0925	0.0409	0.0414	0.0000	0.1147	0.1024	0.1492	0.2773	1.6639	0.2773	0.0000	0.1387
1983	0.2824	0.1172	0.2865	0.3409	0.2700	0.1004	0.0347	0.0252	0.0502	0.0864	0.0402	0.2240	1.8170	0.3409	0.0252	0.1514
1984	0.0816	0.4412	0.2897	0.2591	0.1313	0.0000	0.0000	0.0058	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.8872	0.4412	0.0000	0.1406
1985	0.2002	0.0660	0.1351	0.0162	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4583	0.2002	0.0000	0.0382
1986	0.1373	0.0485	0.0149	0.0867	0.0000	0.0000	0.0000	0.0256	0.0289	0.0215	0.0718	0.0805	0.5158	0.1373	0.0000	0.0430
1987	0.1941	0.0813	0.1415	0.1895	0.1195	0.0411	0.0066	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9212	0.1941	0.0000	0.0684
1988	0.1218	0.2069	0.1983	0.1484	0.0624	0.0353	0.0127	0.0047	0.0147	0.0175	0.0245	0.0740	0.9212	0.2069	0.0000	0.0768
1989	0.2324	0.4165	0.1837	0.0487	0.0000	0.0068	0.0439	0.0008	0.1111	0.0661	0.0073	0.1344	1.2517	0.4165	0.0000	0.1043
1990	0.7488	1.6763	0.9184	1.5535	0.4236	0.2787	0.1365	0.0001	0.0000	0.0059	0.0023	0.0310	5.7871	1.6763	0.0000	0.4823
1991	0.0330	0.2314	0.3349	0.1023	0.1857	0.0992	0.0137	0.0050	0.0120	0.0384	0.0887	0.2568	1.4011	0.3349	0.0050	0.1168
1992	0.1464	0.2115	0.2645	0.1842	0.1095	0.0622	0.0090	0.0058	0.0288	0.0044	0.0087	0.0579	1.0929	0.2645	0.0044	0.0911
1993	0.1362	0.4497	0.3295	0.0020	0.1099	0.0156	0.0192	0.0119	0.0203	0.0314	0.0145	0.1321	1.2722	0.4497	0.0020	0.1060
1994	0.3030	0.2338	0.1345	0.1428	0.0621	0.0110	0.0037	0.0008	0.0027	0.0036	0.0195	0.1011	1.0187	0.3030	0.0008	0.0849
1995	0.1167	0.1781	0.2212	0.1124	0.0509	0.0103	0.0239	0.0040	0.0026	0.0086	0.0447	0.1539	0.9273	0.2212	0.0026	0.0773
1996	0.2039	0.2662	0.2942	0.1305	0.0078	0.0035	0.0029	0.0073	0.0272	0.0333	0.0274	0.1339	1.1381	0.2942	0.0029	0.0948
1997	0.0865	0.1478	0.1557	0.2182	0.0407	0.0731	0.0026	0.0188	0.0405	0.1165	0.0273	0.2557	1.1835	0.2557	0.0026	0.0986
1998	0.0303	0.3232	0.2759	0.3258	0.1739	0.0252	0.0135	0.0185	0.0263	0.0255	0.0330	0.0699	1.3410	0.3258	0.0135	0.1118
1999	0.1313	0.3794	0.2923	0.0781	0.1063	0.0589	0.0107	0.0198	0.0557	0.0348	0.0647	0.1734	1.4053	0.3794	0.0107	0.1171
2000	0.1208	0.1548	0.3626	0.1610	0.0706	0.2429	0.0157	0.0051	0.0223	0.0207	0.0188	0.0398	1.2350	0.3626	0.0051	0.1029
2001	0.1680	0.1513	0.1560	0.0675	0.0760	0.0163	0.0170	0.0000	0.0162	0.0562	0.0462	0.0609	0.8012	0.1680	0.0000	0.0668
2002	0.0726	0.1925	0.2126	0.1351	0.0562	0.0189	0.0160	0.0000	0.0161	0.0257	0.0489	0.1049	0.9993	0.2126	0.0000	0.0749
2003	0.1229	0.1544	0.1827	0.1319	0.0326	0.0177	0.0128	0.0060	0.0013	0.0041	0.0382	0.0891	0.7937	0.1827	0.0013	0.0661
2004	0.0912	0.1746	0.1594	0.1474	0.0518	0.0005	0.0097	0.0001	0.0289	0.0104	0.0147	0.0410	0.7297	0.1746	0.0001	0.0608
2005	0.1389	0.1052	0.3699	0.1011	0.0266	0.0204	0.0006	0.0000	0.0011	0.0054	0.0170	0.0638	0.8502	0.3699	0.0001	0.0708
2006	0.2204	0.3521	0.3373	0.1492	0.0295	0.0139	0.0031	0.0004	0.0046	0.0060	0.1076	0.1452	1.3693	0.3521	0.0004	0.1141
2007	0.1742	0.1075	0.2294	0.1713	0.0975	0.0125	0.0060	0.0071	0.0001	0.0058	0.0254	0.0645	0.9013	0.2294	0.0001	0.0751
2008	0.2552	0.2699	0.3357	0.3404	0.0986	0.0356	0.0101	0.0242	0.0097	0.0459	0.0453	0.0247	1.4954	0.3404	0.0097	0.1246
2009	0.2823	0.3068	0.2377	0.1162	0.0973	0.0352	0.0094	0.0030	0.0052	0.0019	0.0208	0.1667	1.2825	0.3068	0.0019	0.1069
2010	0.1102	0.2020	0.2217	0.1980	0.0606	0.0480	0.0230	0.0057	0.0079	0.0072	0.0085	0.1070	0.9935	0.2217	0.0057	0.0833
2011	0.1915	0.1875	0.0918	0.1839	0.0738	0.0421	0.0294	0.0006	0.0069	0.0161	0.0172	0.1426	0.9835	0.1915	0.0006	0.0820
2012	0.3557	0.5006	0.1483	0.0000	0.0496	0.0127	0.0132	0.0014	0.0003	0.0108	0.0655	0.1149	1.2729	0.5006	0.0000	0.1061

PROMEDIO	1.6763	0.6000	0.1159
----------	--------	--------	--------

ORDENACION DE CAUDALES PARA GENERACION DE CURVA DE VARIACION ESTACIONAL (MENOR A MAYOR) - QUEBRADA
GONZALO

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA
1	0.03	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
2	0.03	0.07	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	
3	0.07	0.08	0.09	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	
4	0.08	0.11	0.13	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	
5	0.09	0.11	0.14	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	
6	0.09	0.12	0.14	0.08	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	
7	0.11	0.14	0.15	0.08	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.04	
8	0.11	0.15	0.16	0.09	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.06	
9	0.12	0.15	0.16	0.10	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.06	
10	0.12	0.15	0.16	0.10	0.05	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.06	
11	0.12	0.15	0.17	0.11	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.06	
12	0.12	0.17	0.18	0.12	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.07	
13	0.12	0.17	0.18	0.12	0.05	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.07	
14	0.13	0.17	0.20	0.13	0.06	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.08	
15	0.13	0.18	0.20	0.13	0.06	0.02	0.01	0.00	0.01	0.02	0.02	0.08	
16	0.14	0.19	0.21	0.14	0.06	0.02	0.01	0.00	0.01	0.02	0.02	0.09	
17	0.14	0.19	0.22	0.14	0.06	0.02	0.01	0.00	0.01	0.02	0.02	0.09	
18	0.14	0.20	0.22	0.15	0.07	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.10	
19	0.15	0.21	0.23	0.15	0.07	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.10	
20	0.17	0.21	0.24	0.15	0.07	0.04	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.11	
21	0.17	0.23	0.25	0.16	0.08	0.04	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.11	
22	0.19	0.23	0.26	0.16	0.09	0.04	0.02	0.01	0.02	0.03	0.04	0.13	
23	0.19	0.23	0.27	0.16	0.10	0.04	0.02	0.01	0.03	0.03	0.04	0.13	
24	0.20	0.27	0.28	0.17	0.10	0.04	0.02	0.01	0.03	0.03	0.04	0.13	
25	0.20	0.27	0.29	0.18	0.10	0.04	0.02	0.01	0.03	0.03	0.05	0.14	
26	0.22	0.31	0.29	0.18	0.11	0.04	0.02	0.02	0.03	0.03	0.05	0.15	
27	0.23	0.32	0.29	0.19	0.11	0.05	0.02	0.02	0.03	0.02	0.06	0.15	
28	0.25	0.35	0.33	0.20	0.11	0.06	0.02	0.02	0.03	0.04	0.06	0.17	
29	0.26	0.38	0.33	0.22	0.12	0.06	0.02	0.02	0.04	0.05	0.07	0.17	
30	0.28	0.42	0.34	0.26	0.13	0.07	0.03	0.02	0.05	0.05	0.07	0.22	
31	0.28	0.44	0.34	0.28	0.17	0.10	0.03	0.02	0.05	0.07	0.07	0.26	
32	0.30	0.45	0.36	0.34	0.19	0.10	0.04	0.02	0.06	0.07	0.09	0.26	
33	0.36	0.50	0.37	0.34	0.27	0.24	0.04	0.03	0.11	0.10	0.11	0.28	
34	0.75	1.68	0.92	1.55	0.42	0.28	0.14	0.03	0.11	0.12	0.15	0.32	

CAUDALES MEDIOS MENSUALES - QUEBRADA GONZALO

PROYECTO: CAPTACION PROYECTO DE AGUA POTABLE
CANTON: PIÑAS
PROVINCIA: EL ORO
METODO: RACIONAL
ESTACION: PIÑAS

HOJA 3 DE 4

ORDEN	PIÑAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1	1.47	0.03	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
2	4.41	0.03	0.07	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	7.35	0.07	0.09	0.09	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
4	10.29	0.08	0.11	0.13	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03
5	13.24	0.09	0.11	0.14	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04
6	16.18	0.09	0.12	0.14	0.08	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04
7	19.12	0.11	0.14	0.15	0.08	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.04
8	22.06	0.11	0.15	0.16	0.09	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.06
9	25.00	0.12	0.15	0.16	0.10	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.06
10	27.94	0.12	0.15	0.16	0.10	0.05	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.06
11	30.88	0.12	0.15	0.17	0.11	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.06
12	33.82	0.12	0.17	0.18	0.12	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.07
13	36.76	0.12	0.17	0.18	0.12	0.05	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.07
14	39.71	0.13	0.17	0.20	0.13	0.06	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.08
15	42.65	0.13	0.18	0.20	0.13	0.06	0.02	0.01	0.00	0.01	0.02	0.02	0.08
16	45.59	0.14	0.19	0.21	0.14	0.06	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.09
17	48.53	0.14	0.19	0.22	0.14	0.06	0.02	0.01	0.00	0.01	0.02	0.02	0.09
18	51.47	0.20	0.20	0.22	0.15	0.07	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.10
19	54.41	0.15	0.21	0.23	0.15	0.07	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.10
20	57.35	0.17	0.21	0.24	0.15	0.07	0.04	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.11
21	60.29	0.17	0.23	0.25	0.16	0.08	0.04	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.11
22	63.24	0.19	0.23	0.26	0.16	0.09	0.04	0.02	0.01	0.02	0.03	0.04	0.13
23	66.18	0.19	0.23	0.27	0.16	0.10	0.04	0.02	0.01	0.03	0.03	0.04	0.13
24	69.12	0.20	0.27	0.28	0.17	0.10	0.04	0.02	0.01	0.03	0.03	0.04	0.13
25	72.06	0.20	0.27	0.29	0.18	0.10	0.04	0.02	0.01	0.03	0.03	0.05	0.14
26	75.00	0.22	0.31	0.29	0.18	0.11	0.04	0.02	0.02	0.03	0.03	0.05	0.15
27	77.94	0.23	0.32	0.29	0.19	0.11	0.05	0.02	0.02	0.03	0.04	0.06	0.15
28	80.88	0.25	0.35	0.33	0.20	0.11	0.06	0.02	0.02	0.03	0.04	0.06	0.17
29	83.82	0.26	0.38	0.33	0.22	0.12	0.06	0.02	0.02	0.04	0.05	0.07	0.17
30	86.76	0.28	0.42	0.34	0.26	0.13	0.07	0.03	0.02	0.05	0.05	0.07	0.22
31	89.71	0.28	0.44	0.34	0.33	0.17	0.10	0.03	0.02	0.05	0.07	0.07	0.26
32	92.65	0.30	0.45	0.36	0.34	0.19	0.10	0.04	0.02	0.06	0.07	0.09	0.26
33	95.59	0.36	0.50	0.37	0.34	0.27	0.24	0.04	0.03	0.11	0.10	0.11	0.28
34	98.53	0.75	1.68	0.92	1.55	0.42	0.28	0.14	0.03	0.11	0.12	0.15	0.32

6.10	9.05	8.22	6.36	2.92	1.49	0.57	0.26	0.74	0.88	1.22	3.89
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

METODO:
ESTACION:

RACIONAL
PIÑAS

CURVA DE VARIACION ESTACIONAL - QUEBRADA GONZALO

PROYECTO: CAPTACION PROYECTO DE AGUA POTABLE

CANTON: PIÑAS

PROVINCIA: EL ORO

METODO: RACIONAL

ESTACION: PIÑAS

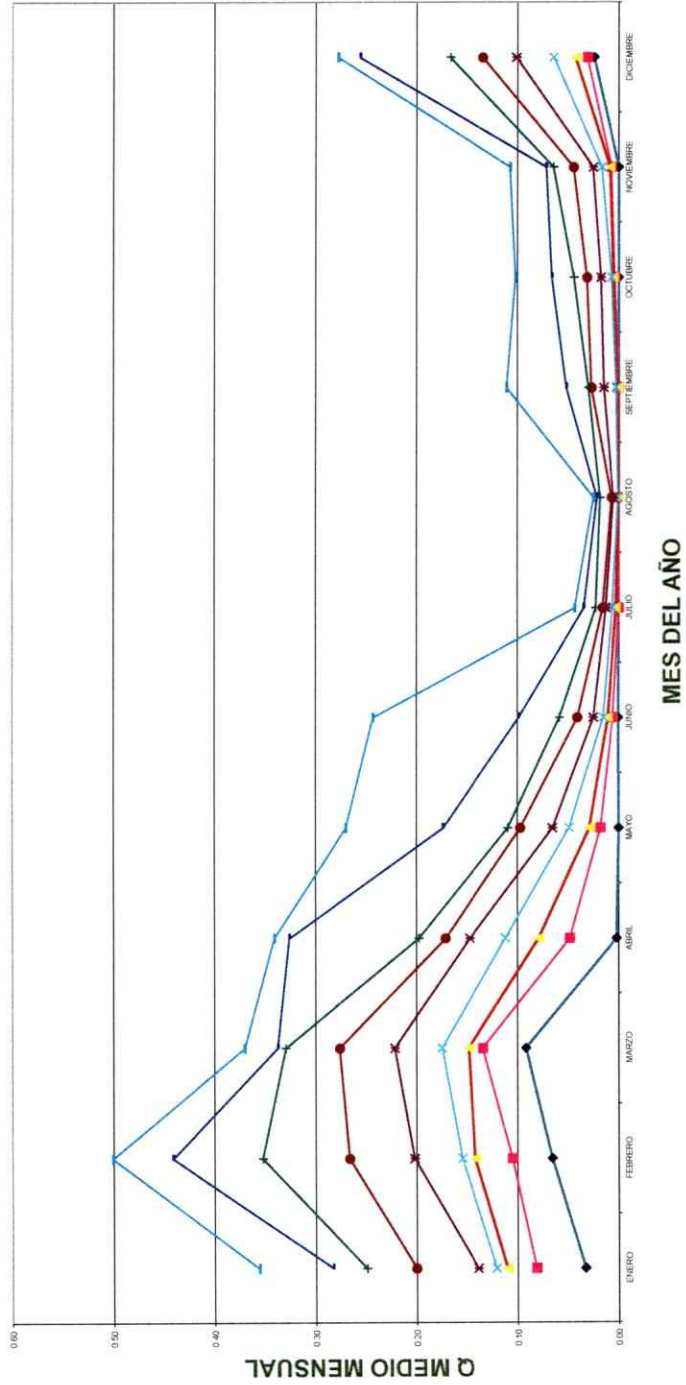
HOJA 4 DE 4

PROBABILIDADES EXACTAS
CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL

SERIE	PI%	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1	5	0.03	0.07	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
2	10	0.08	0.11	0.13	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03
3	20	0.11	0.14	0.15	0.08	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.04
4	30	0.12	0.15	0.17	0.11	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.06
5	50	0.14	0.20	0.22	0.15	0.07	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.10
6	70	0.20	0.27	0.28	0.17	0.10	0.04	0.02	0.01	0.03	0.03	0.04	0.13
7	80	0.25	0.35	0.33	0.20	0.11	0.06	0.02	0.02	0.03	0.04	0.06	0.17
8	90	0.28	0.44	0.34	0.33	0.17	0.10	0.03	0.02	0.05	0.07	0.07	0.26
9	95	0.36	0.50	0.37	0.34	0.27	0.24	0.04	0.03	0.11	0.10	0.11	0.28

Q medio al 90%	=	282.39	441.16	337.32	325.83	173.92	99.18	34.67	21.59	52.07	66.11	71.82	255.74
----------------	---	--------	--------	--------	--------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL



4619

CAUDAL MAXIMA CRECIDA QUEBRADA GONZALO



**"CONSULTORIA PARA LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA NUEVA
CAPTACION-LINEA DE CONDUCCION Y NUEVA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
POTABLE PARA LA CIUDAD DE PIÑAS, CANTON PIÑAS, PROVINCIA DE EL ORO"**

Ing. Paul Torres Torres
CONSULTOR

PIÑAS – ECUADOR

AGOSTO DE 2021

**GEOMORFOLOGÍA Y GENERACIÓN DE CAUDALES DE MAXIMA CRECIDA Q.
GONZALO**

TABLAS UTILIZADAS

TABLA No.1: CLASIFICACIÓN AREAS

AREA (km ²)		NOMBRE
<	5	UNIDAD
5.00	20	SECTOR
20.00	100	MICROCUENCA
100.00	300	SUBCUENCA
>	300	CUENCA

TABLA No.2: DETERMINACION DE LA FORMA DE LA CUENCA Y SU TENDENCIA A LAS CRECIDAS

Kc		FORMA DE LA CUENCA	TENDENCIA A CRECIDAS
1.00	1.25	REDONDA A OVAL REDONDA	ALTA
1.25	1.50	OVAL REDONDA A OVAL OBLONGA	MEDIA
1.50	1.75	OVAL OBLONGA A RECTANGULAR OBLONGA	BAJA

TABLA No.3: DETERMINACION DEL FACTOR DE FORMA DE LA CUENCA

Kf		CLASES DE FORMA	TENDENCIA A CRECIDAS
0.01	0.18	MUY POCO ACHATADA	BAJA
0.18	0.36	LIGERAMENTE ACHATADA	MEDIA
0.36	0.54	MODERADAMENTE ACHATADA	ALTA

TABLA No.4: DETERMINACION DEL TIPO DE RELIEVE EN FUNCION DE LA PENDIENTE MEDIA DEL RIO

PENDIENTE MEDIA DEL RIO (%)	RELIEVE
2	LLANO
5	SUAVE
10	ACCIDENTADO MEDIO
15	ACCIDENTADO
25	FUERTE ACCIDENTADO
50	ESCARPADO
> 50	MUY ESCARPADO

TABLA No.5: CARACTERISTICAS DE LA CUENCA EN FUNCION DE LA DENSIDAD DE DRENAJE

DENISDAD DE DRENAJE (Km/Km ²)	CARACTERISTICAS DE LA CUENCA
0.10	REGULARMENTE DRENADA
1.00	NORMALMENTE DRENADA
>	BIEN DRENADA

TABLA No.6: CARACTERISTICAS DE LA LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

RANGOS DE LONGITUD (Km)	CLASE DE LONGITUD DEL CAUCE
6.90	CORTO
11.00	MEDIANO
15.1	LARGO

GEOMORFOLOGÍA - QUEBRADA GONZALO

PARÁMETROS	INTERPRETACIÓN
1.- Clasificación según el área de la cuenca Area de la cuenca = 2.30 Km ²	CLASIFICACION DE AREA DE APOORTE SEGÚN EL TAMAÑO DEL ÁREA: UNIDAD
2.- Coeficiente de forma $K_f = \frac{A}{L_c^2}$ A (area de la cuenca) = 2.30 Km ² Lc (Longitud mayor del cauce) = 1.90 Km Kf = 0.64 Adimensional	LONGITUD DEL CAUCE: MUY CORTO CLASE DE FORMA: MODERADAMENTE ACHATADA TENDENCIA A CRECIDAS: ALTA
3.- Coeficiente de compacidad de toda la cuenca $K_c = 0.28 * \left(\frac{P}{\sqrt{A}} \right)$ A (area de la cuenca) = 2.30 Km ² Perímetro de la cuenca = 6.06 Km Kc = 1.12 Adimensional	FORMA DE LA CUENCA: REDONDA A OVAL REDONDA TENDENCIA A CRECIDAS: ALTA
4.- Pendiente longitudinal del cauce $PI = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{L}$ H.máx (Altura máxima donde se forma el cauce) = 2174.00 m.s.n.m. H.min (Altura al final del proyecto) = 1724.00 m.s.n.m. L (Longitud del cauce) = 1900.00 m PI = 23.68 %	TIPO DE RELIEVE DEL CAUCE: FUERTE ACCIDENTADO
5.- Desnivel del cauce principal $Dr = H_{\max} - H_{\min}$ H.máx (Altura máxima donde se forma el cauce) = 2174.00 m.s.n.m. H.min (Altura al final del proyecto) = 1724.00 m.s.n.m. Dr = 450.00 m.s.n.m.	

6.- Densidad de drenaje

$$Dd = \frac{Sum . Lt}{A}$$

Sum. Lt (Longitud total de los cauces de la cuenca) =

0.25 Km

A (Area de la cuenca) =

2.30 Km²

Dd = 0.11 Km / Km²

CARACTERISTICA DEL DRENAJE:
REGULARMENTE DRENADA

DETERMINACIÓN DE CAUDAL DE MÁXIMA CRECIENTE MÉTODO RACIONAL

Este curso de agua cae dentro de la zona 54, para la cual se tiene las siguientes ecuaciones:

a) Para duración de 5 a 72.71 min:

$$I_{TR} = 71.544 \times t^{-0.406} I_{d_{TR}}$$

b) Para duración de 72.71 a 1440 min:

$$I_{TR} = 448.05 \times t^{-0.834} I_{d_{TR}}$$

En donde:

I_{TR} Intensidad de precipitación cualquier período retorno (mm/hora)

t Tiempo de concentración o duración de la lluvia (min)

$I_{d_{TR}}$ Intensidad diaria para un período de retorno dado (mm/hora)

TR Período de retorno

El tiempo de concentración se determina promediando los valores obtenidos de los diferentes criterios existentes:

Para este curso de agua tendremos entonces:

$L = 1,900$ m

$H = 450$ m

$t_c = 11.36$ min

$TR = 25$ años

$I_{d_{TR}} = 4.9$ mm/hora Precipitación Máxima en 24 horas para $TR=25$ años. INAMHI

$I_{TR} = 132$ mm/hora

La determinación del caudal se lo hará con el Método Racional Modificado:

Condiciones:

1. El área de aportación debe ser menor a 770 km^2
2. El tiempo de concentración debe estar entre 15 min y 24 horas

$A = 2.30 < 770 \text{ km}^2$ Ok
 $T_c = 0.64$ horas Ok

$$Q = \frac{C * I * A * k}{360}$$

En donde:

$Q =$ Descarga máxima de diseño (m^3/s)

$C =$ Coeficiente de escorrentía

$I =$ Intensidad de la precipitación máxima horaria (mm/hora)

$A =$ Area de la cuenca de drenaje (ha)

$K =$ Coeficiente de uniformidad

Para este curso de agua tendremos entonces:

A) Tiempo de concentración (t_c):

$t_c =$ 0.64 horas

$$t_c = 0.3 \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76}$$

B) Coeficiente de uniformidad (K):

$$K = 1 + \frac{t_c^{1.25}}{t_c^{1.25} + 14}$$

K= 1.04

C) Coeficiente de simultaneidad o Factor reductor (K_A):

$$K_A = 1 - \log \left(\frac{A}{15} \right)$$

En donde:

A= Area de la cuenca de drenaje = 2.30 km²

$K_A =$ 0.976

D) Precipitación máxima corregida sobre la cuenca (P):

$$P = K_A * P_d$$

En donde:

$K_A =$ factor reductor

$P_d =$ precipitación máxima diaria (mm) = 118.56 mm

$P_d^* =$ precipitación diaria corregida (mm) = 115.70 mm

$I_{tc} =$ Intensidad para t_c (mm/hora) = 184.55 mm/hora

E) Intensidad de la Precipitación (I):

$$I_{Tc} = \frac{P_d^*}{24} \cdot \left(\frac{I_l}{I_d} \right)^{\frac{28^{0.1} - T_c^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$$

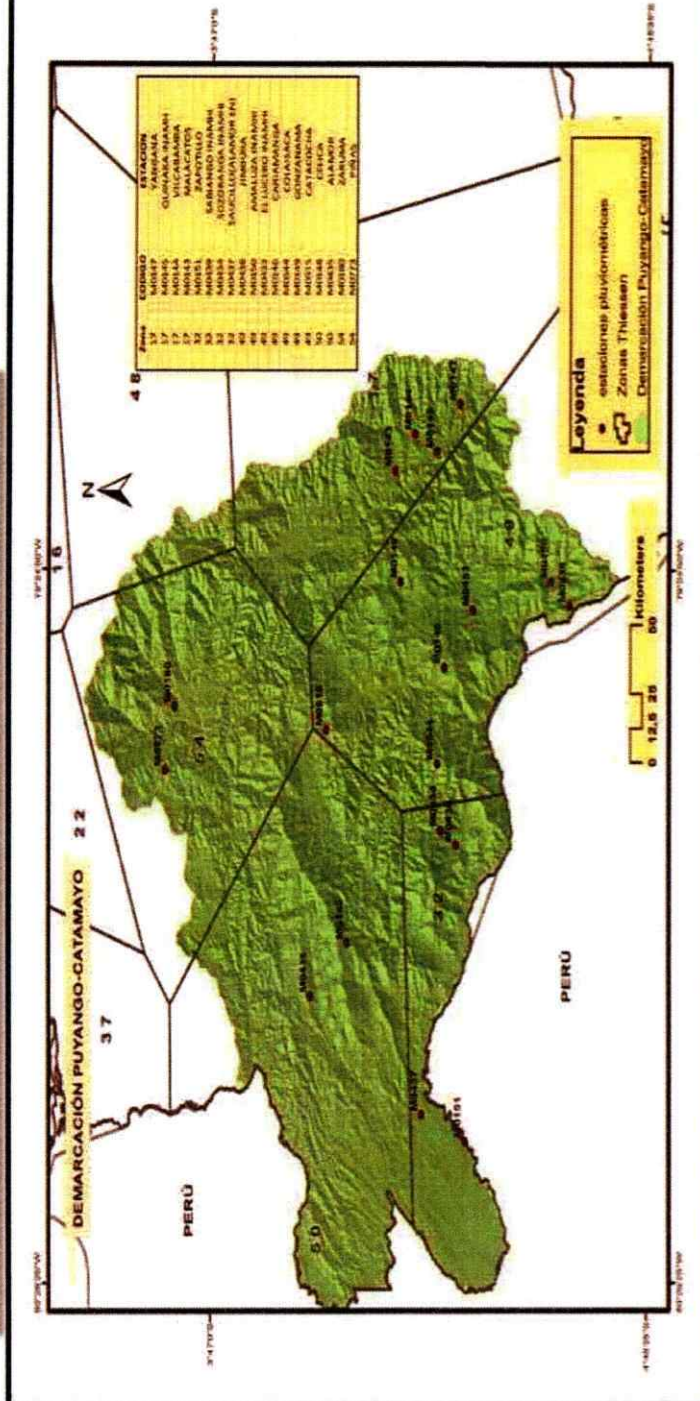
I= 3.32

F) Coeficiente de escorrentía:

C= 0.80

Entonces Caudal (Q) = 1.76 m³/s

54	M0180	ZARUMA	5 Min < 72.71 Min	$I_{TR} = 71.544 \cdot d_{TR}^t - 0.306$ $R^2 = 0.9685$
			72.71 Min < 1440 Min	$I_{TR} = 448.057 \cdot d_{TR}^t - 0.833$ $R^2 = 0.9945$



CODIGO	ESTACION	X	Y	Z	SERIE DATOS	N° DE AÑOS	TR2	TR5	TR10	TR25	TR50	TR100	PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE	
													A ²	Chi ²
M0506	PAQUISHA	767717.56163	9598598.29451	650	1982-2011	30	2.20	3.13	3.77	4.59	5.22	5.85	*	*
M0508	LA SOLEDAD	-454865.73232	9903123.45130	300	1982-2011	30	2.94	4.82	6.06	7.64	8.80	9.96	*	*
M0515	CATACUCHA	650478.14372	9551575.12317	1808	1982-2011	30	2.55	3.52	4.16	4.96	5.56	6.16	*	*
M0544	COLAISACA	645032.91919	9522745.05828	2410	1982-2011	30	2.48	3.71	4.51	5.54	6.30	7.05	*	*
M0697	PUERTO LIBRE (SP. DE LOS CFNES.)	889699.88320	10036912.66530	680	1982-2011	16	5.05	6.31	7.15	7.83	9.00	9.78	*	*
M0698	LA BONITA	914235.90000	9996677.05000	1900	1982-2011	27	2.47	3.28	3.82	4.50	5.00	5.50	*	*
M0710	CHONTA PUNTA	906376.75454	9896627.46909	500	1982-2011	27	4.79	5.73	6.35	7.05	7.72	8.30	*	*
M0773	PIRNAS	644065.53176	9593507.67193	1126	1982-2011	27	2.80	3.83	4.37	4.94	5.31	5.65	*	*

DATOS PARA CÁLCULO DE tc (tiempo de concentración)		
Longitud cauce (L)	1900.00	m
Pendiente (S)	0.23684	m/m
Area Cuenca (Ac)	2300000	m ²
Desnivel cota máxima y mínima.	450	m
Método utilizado	tc	tc
	horas	minutos
Fórmula de Kirpich	0.189	11.363
Fórmula Californiana (del U.S.B.R)	0.188	11.302
Fórmula de Giandotti	0.525	31.522
Fórmula de Témez	0.649	38.934
Fórmula de Rowe Kirpich	0.189	11.363
Valor adoptado	0.189	11.363

CAUDAL EN LA SECCIÓN		
Área sección	6.00	m ²
Perímetro mojado	11	m
Radio hidráulico.	0.55	m
Coeficiente de maning cauce	0.06	
Pendiente 200 m aguas arriba.	0.048	m/m
Caudal que admite la sección	14.63	m ³ /s
Caudal máximo calculado	6.24	m ³ /s
Admite la sección el caudal máximo?	SI	

RESULTADOS DE CAUDALES OBTENIDOS QUEBRADA GONZALO

FÓRMULA DE BURKLI - ZIEGER (No aplica)	31.86 m ³ /s
--	-------------------------

Tipo de superficie:	C
Calles pavimentadas y barrios bastante edificados	0.750
Calles comunes de ciudades	0.625
Poblados con plazas y calles en grava	0.300
Campos deportivos	0.250
Valor escogido (matorrales):	0.150

FÓRMULA DE KRESNIK	7.30 m ³ /s
--------------------	------------------------

Coeficiente alfa del método de KRESNIK	alfa
Variable entre 0.03 y 1.61 según el tipo de suelo.	0.03-1.61
Valor escogido:	0.2

FÓRMULA DE BAIRD Y McIlwraith (No aplica)	85.51 m ³ /s
---	-------------------------

Método elaborado en base a máximas crecidas en todo el mundo.

FÓRMULA DE CREAGER	11.71 m ³ /s
--------------------	-------------------------

FÓRMULA DE DICKERS	12.91 m ³ /s
--------------------	-------------------------

FÓRMULA DE GANGUILLET	16.96 m ³ /s
-----------------------	-------------------------

FÓRMULA DE HOFFMAN	4.88 m ³ /s
--------------------	------------------------

FÓRMULA DE KURCHLING	6.99 m ³ /s
----------------------	------------------------

FÓRMULA DEL INERHI	3.79 m ³ /s
--------------------	------------------------

Período Retorno (años)	Coeficiente (K)	Caudal (m ³ /s)
1000	1.000	7.47
500	0.856	6.39
100	0.646	4.82
50	0.574	4.29
25	0.507	3.79
5	0.361	2.70
1	0.139	1.04

FÓRMULA DE FORTI	22.38 m ³ /s
------------------	-------------------------

FÓRMULA DE VERNI KING	4.81 m ³ /s
-----------------------	------------------------

MÉTODO RACIONAL	1.76 m ³ /s
-----------------	------------------------

MÉTODO UTILIZADO PARA EL CÁLCULO	Caudal	Unidad
FÓRMULA DE BURKLI - ZIEGER (No aplica)	31.86	m ³ /s
FÓRMULA DE KRESNIK	7.30	m ³ /s
FÓRMULA DE BAIRD Y McIlwrsith (No aplica)	85.51	m ³ /s
FÓRMULA DE CREAGER	11.71	m ³ /s
FÓRMULA DE DICKERS	12.91	m ³ /s
FÓRMULA DE GANGUILLET	16.96	m ³ /s
FÓRMULA DE HOFFMAN	4.88	m ³ /s
FÓRMULA DE KURCHLING	6.99	m ³ /s
FÓRMULA DEL INERHI	3.79	m ³ /s
FÓRMULA DE FORTI	22.38	m ³ /s
FÓRMULA DE VERNI KING	4.81	m ³ /s
MÉTODO RACIONAL	1.76	m ³ /s
CAUDAL DE DISEÑO ADOPTADO (media acotada)	9.35	m ³ /s

CAUDAL MAXIMA CRECIDA QUEBRADA HONDA 3



**“CONSULTORIA PARA LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA NUEVA
CAPTACION-LINEA DE CONDUCCION Y NUEVA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
POTABLE PARA LA CIUDAD DE PIÑAS, CANTON PIÑAS, PROVINCIA DE EL ORO”**

Ing. Paul Torres Torres
CONSULTOR

PIÑAS – ECUADOR

AGOSTO DE 2021

GEOMORFOLOGÍA Y GENERACIÓN DE CAUDALES DE MAXIMA CRECIDA Q. HONDA 3

TABLAS UTILIZADAS

TABLA No.1: CLASIFICACIÓN AREAS

AREA (km ²)		NOMBRE
<	5	UNIDAD
5.00	20	SECTOR
20.00	100	MICROCUEENCA
100.00	300	SUBCUEENCA
>	300	CUEENCA

TABLA No.2: DETERMINACION DE LA FORMA DE LA CUEENCA Y SU TENDENCIA A LAS CRECIDAS

Kc		FORMA DE LA CUEENCA	TENDENCIA A CRECIDAS
1.00	1.25	REDONDA A OVAL REDONDA	ALTA
1.25	1.50	OVAL REDONDA A OVAL OBLONGA	MEDIA
1.50	1.75	OVAL OBLONGA A RECTANGULAR OBLONGA	BAJA

TABLA No.3: DETERMINACION DEL FACTOR DE FORMA DE LA CUEENCA

Kf		CLASES DE FORMA	TENDENCIA A CRECIDAS
0.01	0.18	MUY POCO ACHATADA	BAJA
0.18	0.36	LIGERAMENTE ACHATADA	MEDIA
0.36	0.54	MODERADAMENTE ACHATADA	ALTA

TABLA No.4: DETERMINACION DEL TIPO DE RELIEVE EN FUNCION DE LA PENDIENTE MEDIA DEL RIO

PENDIENTE MEDIA DEL RIO (%)	RELIEVE
2	LLANO
5	SUAVE
10	ACCIDENTADO MEDIO
15	ACCIDENTADO
25	FUERTE ACCIDENTADO
50	ESCARPADO
> 50	MUY ESCARPADO

TABLA No.5: CARACTERISTICAS DE LA CUEENCA EN FUNCION DE LA DENSIDAD DE DRENAJE

DENISDAD DE DRENAJE (Km/Km ²)		CARACTERISTICAS DE LA CUEENCA
0.10	1.00	REGULARMENTE DRENADA
1.00	1.50	NORMALMENTE DRENADA
>	1.50	BIEN DRENADA

TABLA No.6: CARACTERISTICAS DE LA LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

GEOMORFOLOGÍA-QUEBRADA HONDA 3

PARÁMETROS	INTERPRETACIÓN
1.- Clasificación según el área de la cuenca Área de la cuenca = 3.10 Km ²	CLASIFICACION DE AREA DE APOORTE SEGÚN EL TAMAÑO DEL ÁREA: UNIDAD
2.- Coeficiente de forma $K_f = \frac{A}{Lc^2}$ A (area de la cuenca) = 3.10 Km ² Lc (Longitud mayor del cauce) = 2.79 Km Kf = 0.40 Adimensional	LONGITUD DEL CAUCE: MUY CORTO CLASE DE FORMA: MODERADAMENTE ACHATADA TENDENCIA A CRECIDAS: ALTA
3.- Coeficiente de compacidad de toda la cuenca $K_c = 0.28 * \left(\frac{P}{\sqrt{A}} \right)$ A (area de la cuenca) = 3.10 Km ² Perímetro de la cuenca = 7.05 Km Kc = 1.12 Adimensional	FORMA DE LA CUENCA: REDONDA A OVAL REDONDA TENDENCIA A CRECIDAS: ALTA
4.- Pendiente longitudinal del cauce $Pl = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{L}$ H.máx (Altura máxima donde se forma el cauce) = 2295.00 m.s.n.m. H.mín (Altura al final del proyecto) = 1571.00 m.s.n.m. L (Longitud del cauce) = 2790.00 m Pl = 25.95 %	TIPO DE RELIEVE DEL CAUCE: ESCARPADO
5.- Desnivel del cauce principal $Dr = H_{\max} - H_{\min}$ H.máx (Altura máxima donde se forma el cauce) = 2295.00 m.s.n.m. H.mín (Altura al final del proyecto) = 1571.00 m.s.n.m. Dr = 724.00 m.s.n.m.	

6.- Densidad de drenaje

$$Dd = \frac{Sum . Lt}{A}$$

Sum. Lt (Longitud total de los cauces de la cuenca) =

0.35 Km

A (Area de la cuenca) =

3.10 Km²

Dd = 0.11 Km / Km²

CARACTERISTICA DEL DRENAJE:
REGULARMENTE DRENADA

DETERMINACIÓN DE CAUDAL DE MÁXIMA CRECIENTE MÉTODO RACIONAL MODIFICADO

Este curso de agua cae dentro de la zona 54, para la cual se tiene las siguientes ecuaciones:

a) Para duración de 5 a 72.71 min:

$$I_{TR} = 71.544 \times t^{-0.406} I_{dTR}$$

b) Para duración de 72.71 a 1440 min:

$$I_{TR} = 448.05 \times t^{-0.834} I_{dTR}$$

En donde:

I_{TR} Intensidad de precipitación cualquier período retorno (mm/hora)

t Tiempo de concentración o duración de la lluvia (min)

I_{dTR} Intensidad diaria para un período de retorno dado (mm/hora)

TR Período de retorno

El tiempo de concentración se determina promediando los valores obtenidos de los diferentes criterios existentes:

Para este curso de agua tendremos entonces:

$L = 2,790$ m

$H = 724$ m

$t_c = 14.75$ min

$TR = 25$ años

$I_{dTR} = 4.9$ mm/hora

Mapa 6: Isolíneas de Intensidad de Precipitación
Máxima en 24 horas para $TR=100$ años. INAMHI

$I_{TR} = 119$ mm/hora

La determinación del caudal se lo hará con el Método Racional Modificado:

Condiciones:

1. El área de aportación debe ser menor a 770 km^2
2. El tiempo de concentración debe estar entre 15 min y 24 horas

$A = 3.10 < 770 \text{ km}^2$ Ok
 $T_c = 0.85$ horas Ok

$$Q = \frac{C * I * A * K}{360}$$

En donde:

$Q =$ Descarga máxima de diseño (m^3/s)

$C =$ Coeficiente de escorrentía

$I =$ Intensidad de la precipitación máxima horaria (mm/hora)

$A =$ Area de la cuenca de drenaje (ha)

$K =$ Coeficiente de uniformidad