CIUDAD DE GENERAL BRUGUEZ

HIDROLOGIA E HIDRAULICA

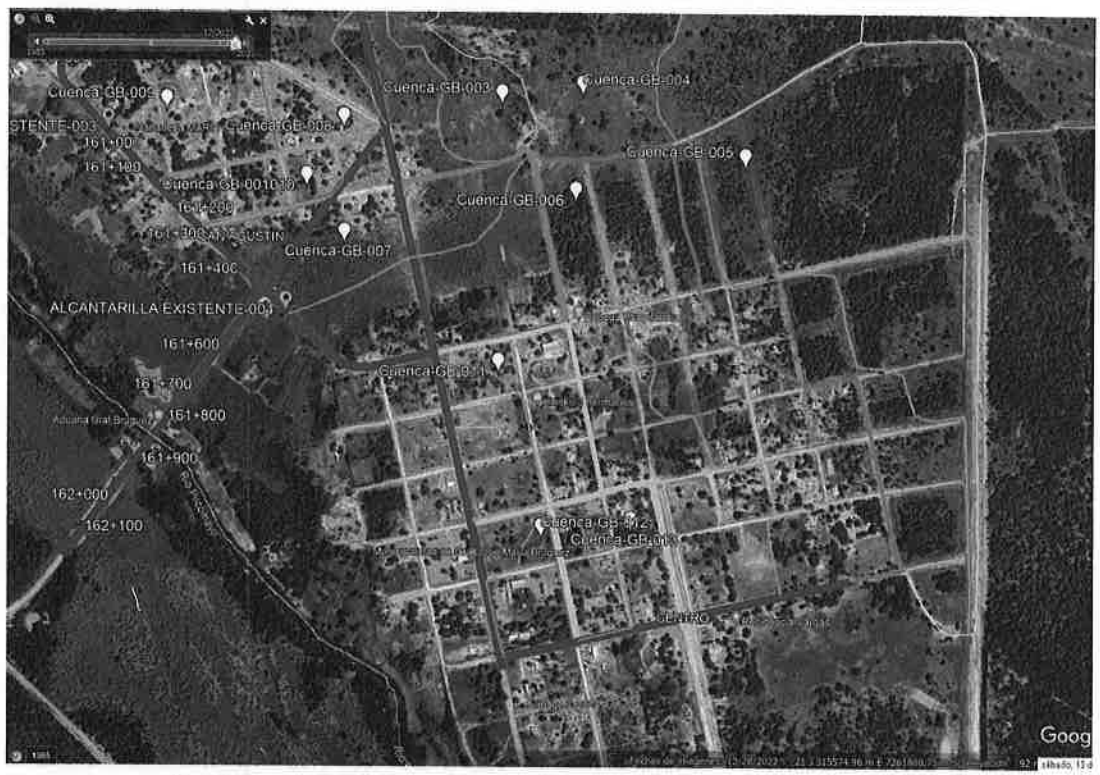
CUENCAS EN GENERAL

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR



Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

CUENCAS EN DETALLE

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

CALCULO DE CAUDALES – METODO RACIONAL

CALCULO DE CAUDALES METODO RACIONAL			K= 2467.920													
PROYECTO: LOTE 4 Ruta = PY 12			m= 0.19													
TRAMO: 160+000-ACC. GRAL BRUGUEZ			n= 0.88													
			I-D-F: I= 27.95 ESTACION -ASUNCION- 2018-PEESA										TR = 05 - 10 - 25 - 50-100 AÑOS			
CUENCA	PROG.	PUNTO	DATOS DE LA CUENCA										C*I*A/6	C*I*A/6		
		CUENCA														
		HIDROGRAFICO	AREA	COEF. RUN-OFF	LONG. CAUCE	DH	DH MAX	DH MIN	P %				Tc CLARK (MINUTOS)	Q 25	Q 50	Q 25 - S/PROYECTO
			Ha	adim.	m	m			%					m³/seg	m³/seg	m³/seg
		CUENCA-GB-001	34.70	0.71	1577.00	2.68			0.17		65.64	1.09	71.09	5.46	6.22	
		CUENCA-GB-002	14.00	0.71	864.00	1.47			0.17		41.30	0.69	41.50	3.01	3.43	
		CUENCA-GB-003	19.00	0.71	1113.00	1.89			0.17		50.20	0.84	49.74	3.70	4.22	
		CUENCA-GB-004	106.00	0.71	1485.00	2.52			0.17		62.67	1.04	137.84	10.59	12.08	
		CUENCA-GB-005	52.00	0.71	1558.00	2.65			0.17		65.03	1.08	90.36	6.99	7.98	
		CUENCA-GB-006	41.60	0.71	1202.00	2.04			0.17		53.26	0.89	79.16	6.11	6.97	
		CUENCA-GB-007	24.00	0.71	668.00	1.14			0.17		33.88	0.56	57.13	4.31	4.92	
		CUENCA-GB-008	5.76	0.71	653.00	1.11			0.17		33.29	0.55	24.51	1.58	1.81	
		CUENCA-GB-009	12.00	0.71	701.00	1.19			0.17		35.16	0.59	37.87	2.70	3.08	
		CUENCA-GB-010	4.74	0.71	520.00	0.88			0.17		27.94	0.47	21.83	1.37	1.56	
		CUENCA-GB-011	11.10	0.71	612.00	1.04			0.17		31.67	0.53	36.16	2.56	2.92	
		CUENCA-GB-012	5.22	0.71	394.00	0.67			0.17		22.56	0.38	23.12	1.47	1.68	
		CUENCA-GB-013	7.10	0.71	474.00	0.81			0.17		26.01	0.43	27.74	1.85	2.11	

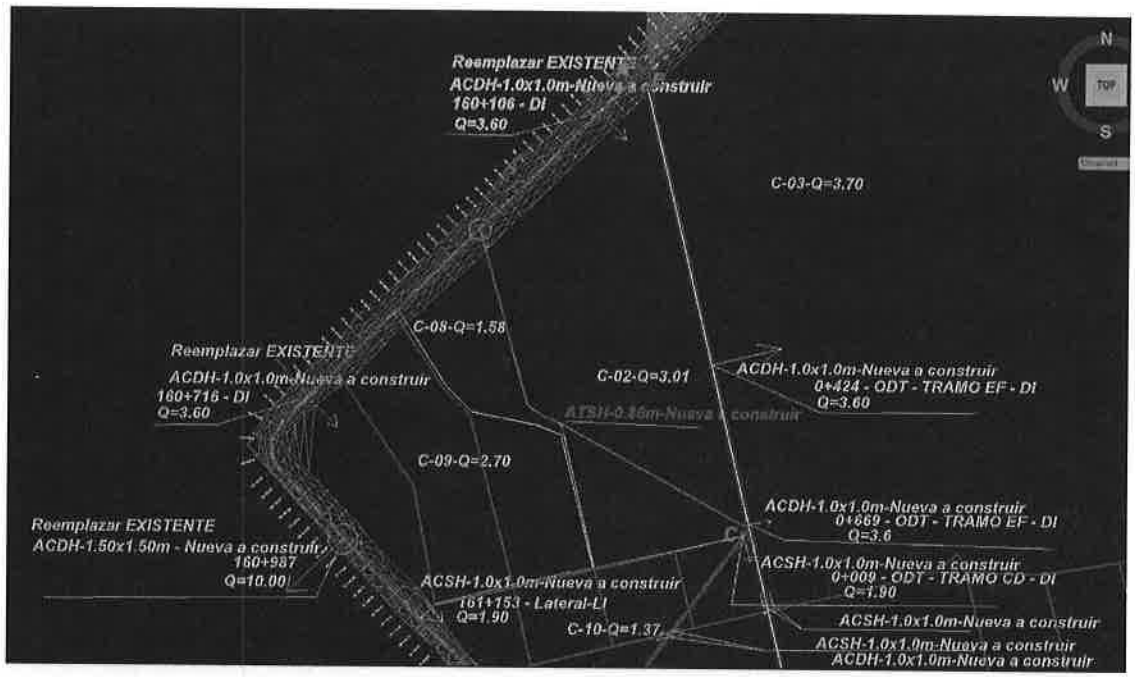
Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID - MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

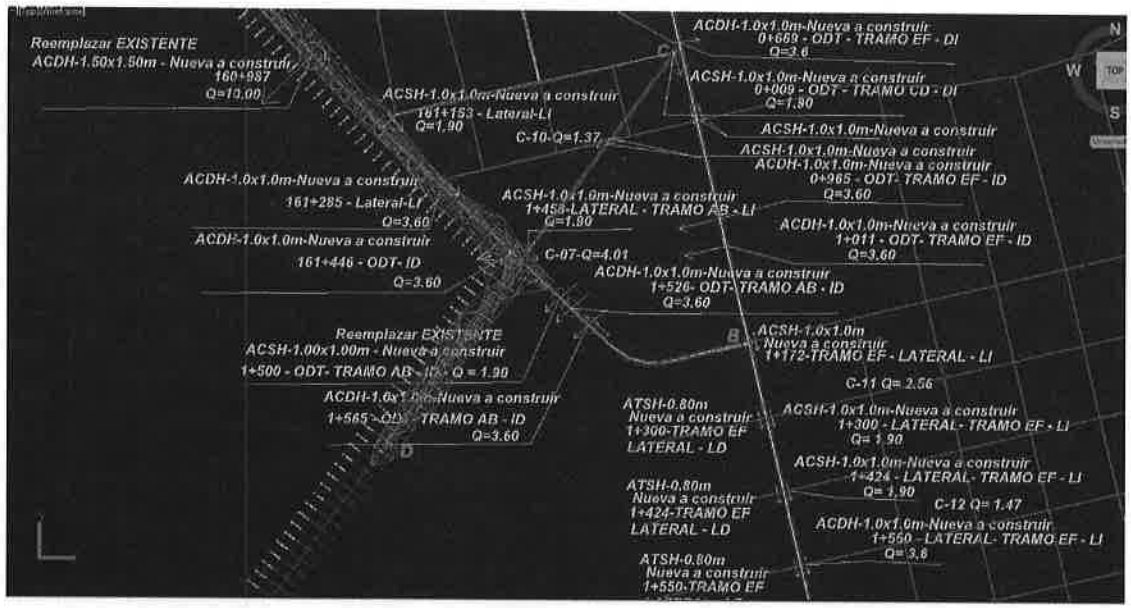
Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

OBRAS DE DESAGUE TRANSVERSAL y LATERALES, DISEÑADAS – CIUDAD DE GRAL. BRUGUEZ



Obras-ODT, eje tramo AB, parte inicial

Obras-ODT, eje tramo EF, parte inicial



Obras-ODT, eje tramo AB, parte final.

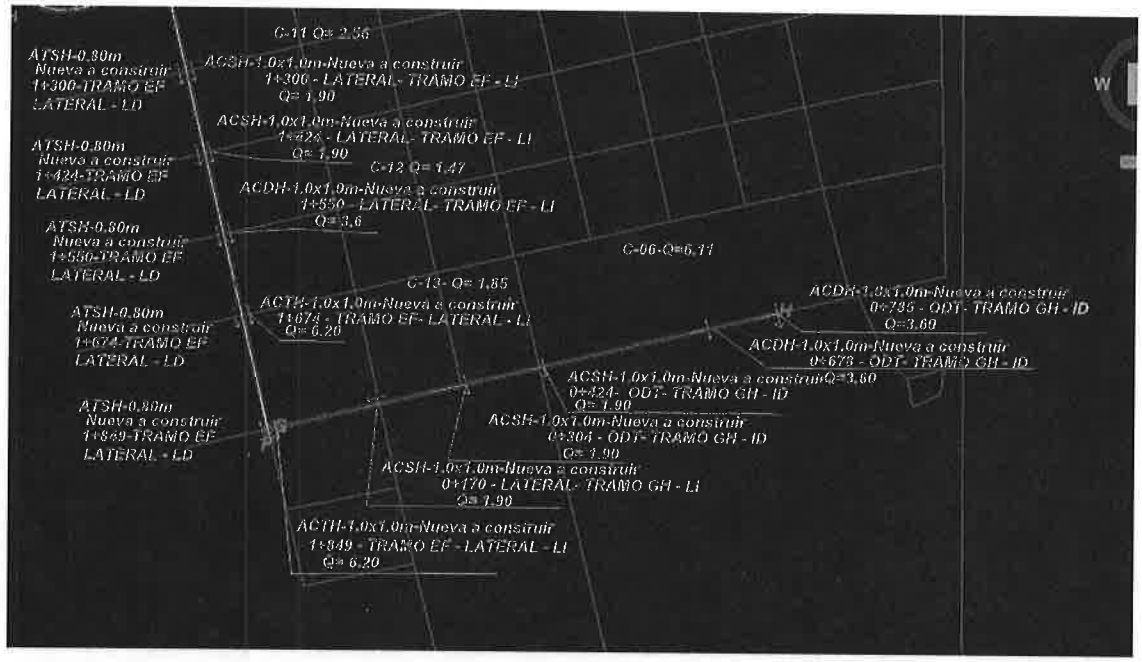
Obras-ODT, eje tramo EF, parte intermedia

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC



Obras-ODT, eje tramo EF, parte final

Obras-ODT, eje tramo FG, total del tramo

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

LOCALIDAD - GRAL GRUGUEZ - COMPUTO METRICO - OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSALES Y LATERALES

NUMERO ORDEN	TRAMO	SENTIDO	PROGRESIVA	CEUCE DESAGUE Nº	ODT - LATERAL - PROYECTO 2024	LONGITUD	ACSH-1.0x1.0	ACDH-1.0x1.0	ACTH-1.0x1.0	ASDH-1.50x1.50	ATSH-0.80
1	A-B	DI	50	160+106	ACDH-1.0x1.0	18		1			
2		DI	660	160+716	ACDH-1.0x1.0	18		1			
3		ID	932	160+987	ASDH-1.50x1.50	18				1	
4		LI	1093	8-LATERAL 161+153	ACSH-1.0x1.0	18	1				
5		LI	1231	7-LATERAL 161+285	ACDH-1.0x1.0	18		1			
6		ID	1393	5 - 161+446	ACDH-1.0x1.0	18		1			
7		ID	1458	6 - LATERAL	ACSH-1.0x1.0	18	1				
8		ID	1499	31	ACSH-1.0x1.0	18	1				
9		ID	1527	32	ACDH-1.0x1.0	18		1			
10		ID	1565	33	ACDH-1.0x1.0	18		1			
11	C-D	DI	0+007	2	ACSH-1.0x1.0	18	1				
12		ID	0+182	3	ACSH-1.0x1.0	18	1				
13		ID	0+194	4	ACSH-1.0x1.0	18	1				
14	E-F	DI	0+424	28	ACDH-1.0x1.0	18		1			
15		DI	0+669	1	ACDH-1.0x1.0	18		1			
16		LD	0+799	LATERALES	ACSH-1.0x1.0	18	1				
17		LI	0+799	LATERAL	ACSH-1.0x1.0	18	1				
18		ID	0+962	29	ACDH-1.0x1.0	18		1			
19		ID	1+009	30-LATERAL	ACDH-1.0x1.0	18		1			
20		LD	1+170	9-LATERAL	ACSH-1.0x1.0	18	1				
21		LD	1300	11-LATERAL	ATSH-0.80	18					1
22		LI	1300	12	ACSH-1.0x1.0	18	1				
23		LD	1424	13-LATERAL	ATSH-0.80	18					1
24		LI	1424	14	ACSH-1.0x1.0	18	1				
25		LD	1550	15-LATERAL	ATSH-0.80	18					1
26		LI	1550	16	ACDH-1.0x1.0	18		1			
27		LD	1674	17-LATERAL	ATSH-0.80	18					1
28		LI	1674	18	ACTH-1.0x1.0	18			1		
29		LD	1849	19-LATERAL	ATSH-0.80	18					1
30		LI	1849		ACTH-1.0x1.0	18			1		
31	G-H	LI	0+170	21-LATERAL	ACSH-1.0x1.0		1				
32		ID	0+304	23	ACSH-1.0x1.0		1				
33		ID	0+424	24	ACSH-1.0x1.0		1				
34		ID	0+678	25	ACDH-1.0x1.0			1			
35		ID	0+785	27	ACDH-1.0x1.0			1			
							14	13	2	1	5	35

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID - MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. Nº 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

ALCANTARILLA CELULAR 1.0x1.0 m - s/contrato			**149**	m
		PROYEC-2024	14	Un
			18	m/Un
ALCANTARILLAS CELULAR-PROY-2024			252	m
ALCANTARILLA TUBULAR D=0.80m- s/contrato			**248**	m
PASACUNETAS PROYECTO CONTRACTUAL			62	Un
			4	m/VIV
			248	**m**
ACCESOS A VIVIENDAS = PROY-2024			44	Un
ALCANTARILLAS LATERALES - PROY-2024			5	Un
			4	m/VIV
ACCESOS-PROY-2024			**196**	**m**
ALCANTARILLA CELULAR DOBLE -1.0x1.0 m- s/contrato			**0**	m
		PROYEC-2024	13	Un
			18	m/Un
ALCANTARILLAS CELULAR-PROY-2024			234	m
ALCANTARILLA CELULAR TRIPLE-1.0x1.0 m- s/contrato			**0**	m
		PROYEC-2024	2	Un
			18	m/Un
ALCANTARILLAS CELULAR-PROY-2024			36	m
ALCANTARILLA CELULAR 2 x 1.50x1.50 m- s/contrato			**0**	m
		PROYEC-2024	1	Un
			18	m/Un
ALCANTARILLAS CELULAR-PROY-2024			18	m
CUNETA DE HORMIGON - s/contrato			**1287**	m3
		B=1..00m-H=0.50m-T=2.0m	0.26	m2/m
LONGITUD SEGÚN CONTRATO A CONSTRUIR			**4950**	m

TRAMO	TRAMO	TRAMO	TRAMO	
AB	CD	EF	GH	
Longitud de cada tramo				
1850.65	817.03	1871.34	780.58	
Longitud de cada tramo x 2				
3701.3	1634.06	3742.68	1561.16	m
Sección de Hormigón de la cuneta - espesor 0.10 m				
0.26	0.26	0.26	0.26	m2/m
Volumen de Cuneta de un solo lado				
481.169	212.4278	486.5484	202.9508	
CUNETAS DE UN SOLO LADO			1383.096	m3
Volumen de Cuneta de ambos lados				
962.338	424.8556	973.0968	405.9016	m
CUNETAS DE LOS DOS LADOS			2766.192	m3

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID · MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Las cunetas necesarias a revestir, serán definidas en el sitio de obra, según la pendiente final de las cunetas, según la ubicación y los tramos donde se implanten.

REVISION DE PROYECTO - EXTRACCION DE DATOS DEL PROYECTO – GRAL BRUGUEZ

MEMORIA DE INGENIERIA

OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSALES

OBRAS EXISTENTES

PASACUNETAS (ACCESOS A PROPIEDADES)

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID - MOPC

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Figura 93 - Propuesta de ubicación pasacunetas y ODT zona General Bruguez, bajo Imágenes de Satélite

Fuente: Elaboración propia

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID - MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Resumen de las obras propuestas:

Ítem	Cantidad	Sección	Dimensión (m)
Pasacunetas	62	Tubular	0.80

Tabla 72 – Resumen pasacunetas/ Accesos a viviendas Gral. Bruguez

Fuente: Elaboración propia

Listado detallado de las obras propuestas en la zona urbana de General Bruguez:

ITEM	PROGRESIVA	LADO	SECCIÓN	DIMENSION (m)
1	0+250	DERECHO	TUBULAR	0.80
2	0+300	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
3	0+450	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
4	0+550	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80

ITEM	PROGRESIVA	LADO	SECCIÓN	DIMENSION (m)
5	0+750	DERECHO	TUBULAR	0.80
6	0+850	DERECHO	TUBULAR	0.80
7	0+880	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
8	1+100	DERECHO	TUBULAR	0.80
9	1+100	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
10	1+150	DERECHO	TUBULAR	0.80
11	1+170	DERECHO	TUBULAR	0.80
12	1+250	DERECHO	TUBULAR	0.80
13	1+250	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
14	1+300	DERECHO	TUBULAR	0.80
15	1+300	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
16	1+350	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
17	1+390	DERECHO	TUBULAR	0.80
18	1+410	DERECHO	TUBULAR	0.80
19	1+500	DERECHO	TUBULAR	0.80

Tabla 73 – Listado pasacunetas. Eje Urbano Gral. Bruguez 01. Eje 13

Fuente: Elaboración propia

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID - MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

ITEM	PROGRESIVA	LADO	SECCIÓN	DIMENSION (m)
1	0+400	DERECHO	TUBULAR	0.80
2	0+400	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80

Tabla 74 – Listado pasacunetas Eje Urbano Gral. Bruguez 03. Eje 2

Fuente: Elaboración propia

ITEM	PROGRESIVA	LADO	SECCIÓN	DIMENSION (m)
1	0+650	DERECHO	TUBULAR	0.80
2	0+670	DERECHO	TUBULAR	0.80
3	0+690	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
4	1+100	DERECHO	TUBULAR	0.80
5	1+140	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
6	1+180	DERECHO	TUBULAR	0.80
7	1+180	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
8	1+240	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
9	1+280	DERECHO	TUBULAR	0.80
10	1+280	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
11	1+320	DERECHO	TUBULAR	0.80
12	1+340	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
13	1+340	DERECHO	TUBULAR	0.80
14	1+400	DERECHO	TUBULAR	0.80
15	1+420	DERECHO	TUBULAR	0.80
16	1+480	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
17	1+500	DERECHO	TUBULAR	0.80
18	1+500	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP BID MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SU

ITEM	PROGRESIVA	LADO	SECCIÓN	DIMENSION (m)
19	1+570	DERECHO	TUBULAR	0.80
20	1+600	DERECHO	TUBULAR	0.80
21	1+660	DERECHO	TUBULAR	0.80
22	1+660	DERECHO	TUBULAR	0.80
23	1+680	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
24	1+700	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
25	1+720	DERECHO	TUBULAR	0.80
26	1+720	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
27	1+780	DERECHO	TUBULAR	0.80
28	1+840	DERECHO	TUBULAR	0.80
29	1+840	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80

Tabla 75 – Listado pasacunetas Eje Urbano Gral. Bruguez 02. Eje 14

ITEM	PROGRESIVA	LADO	SECCIÓN	DIMENSION (m)
1	0+060	DERECHO	TUBULAR	0.80
2	0+080	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
3	0+120	DERECHO	TUBULAR	0.80
4	0+140	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
5	0+200	DERECHO	TUBULAR	0.80
6	0+300	DERECHO	TUBULAR	0.80
7	0+340	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
8	0+360	DERECHO	TUBULAR	0.80
9	0+470	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
10	0+470	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80
11	0+650	DERECHO	TUBULAR	0.80
12	0+750	IZQUIERDO	TUBULAR	0.80

Tabla 76 – Listado pasacunetas Eje Urbano Gral. Bruguez 04. Eje 15

Fuente: Elaboración propia

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID MOPC

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

se obtiene que la capacidad para un marco de 1x1 igual a 1.78 m3/s. En base a esta situación, se podría estimar que el máximo nivel de agua Hw es igual a 1.16(m), verificando así que cumple la condición impuesta por el MCPY de Hw < H +0.30 (m).

DESCRIPCIÓN DE LA OBRA DE DRENAJE: ODT- T=50 años

Tipo de obra de drenaje: Marcos

nº de marcos en paralelo: 1

ancho en la base (m):	1.00
altura (m):	1.00
longitud del marco (m):	20.00
pendiente (m/m):	0.0002
nº de Manning del marco (m):	0.015
coeficiente Ke de pérdidas:	0.20
caudal de cálculo (m^3/s):	1.78

• **Número de Manning en la obra de drenaje:**

Terreno natural (n=0,03)

• **Coeficiente Ke de pérdidas en la embocadura:**

Con imposta, aristas redondeadas (Ke=0.2)

• **Régimen uniforme en la obra de drenaje:**

calado uniforme (m):	1.00
calado crítico (m):	0.69
velocidad (m/s):	1.78
nº de Froude:	

En régimen uniforme, la obra de drenaje entra en carga

Características del cauce aguas abajo:

☑ Existe calado impuesto aguas abajo: 0.30

ancho en la base (m):	1.00
taludes (xH:1V):	10.00
pendiente (m/m):	0.0002
nº de Manning equivalente:	0.030

• **Régimen uniforme en el cauce aguas abajo:**

calado impuesto a. abajo (m):	0.30
calado crítico (m):	
velocidad (m/s):	
nº de Froude:	

Figura 107. Parámetros de cálculo de capacidad hidráulica

Fuente: Elaboración propia

Figura 107. Parámetros de cálculo de capacidad hidráulica

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta un cuadro resumen con la capacidad hidráulica de cada tipología según los parámetros mencionados en ítems anteriores:

Tipología	Dimensiones (metros)	Q (m3/s)
ACSH	1X1	1.78
ACDH	1X1	3.74
ACTH	1X1	5.53
ACQH	1X1	8.90
ACSH	3X3	24.5

Tabla 35. Capacidad hidráulica según tipología

Fuente: Elaboración propia

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID MOPC

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Tabla 4.1_6. Manual de Carreteras del Paraguay, Unidad 4, Vol. 4.1 (Rev 2019)

7.5.1 Cálculo de Capacidad de las ODTs

La modelación de las alcantarillas transversales se realizó con el software HY-8, versión 7.5, provisto a Federal Highway Administration (FHWA) para su distribución.

A continuación, se presenta un cuadro resumen con la capacidad hidráulica de cada tipología según los parámetros mencionados en ítems anteriores:

Tipología	Dimensiones (metros)	Q (m3/s)
ACSH	1X1	1.90
ACDH	1X1	3.60
ACTH	1X1	6.20
ACCH	1X1	8.20
ACQH	1X1	9.50

Tabla 67 – Capacidad hidráulica según tipología

7.5.2 Obras de drenaje transversal propuestas

TABLAS DE CAUDALES – PARA COMPARACION

CAUDALES – ALCANTARILLAS TUBULARES - CON SECCION LLENA AL 50% Y AL 95%, DE LA ALTURA TOTAL – PEND. VARIABLE

CAUDAL EN TUBERIAS - PARCIALMENTE LLENAS - 50% Y 95% DE ALTURA DE AGUA TOTAL

D	h50	h95	h50/D	h95/D	A50%	A95%	n	Q50	Q95	I	V50	V95
m	m	m			m2	m2	coef	m3/seg	m3/seg	m/m	m/seg	m/seg
1.00	0.50	0.95	0.500	0.950	0.3927	0.7707	0.015	1.039	2.233	0.01000	2.65	2.90
0.80	0.40	0.76	0.500	0.950	0.2513	0.4933	0.015	0.573	1.231	0.01000	2.28	2.50
1.00	0.50	0.95	0.500	0.950	0.3927	0.7707	0.013	1.003	2.155	0.00700	2.55	2.80
0.80	0.16	0.76	0.200	0.950	0.0716	0.4933	0.015	0.084	1.030	0.00700	1.17	2.09
1.00	0.50	0.95	0.500	0.950	0.3927	0.7707	0.015	0.735	1.579	0.00500	1.87	2.05
0.80	0.40	0.76	0.500	0.950	0.2513	0.4933	0.015	0.405	0.871	0.00500	1.61	1.77
1.00	0.50	0.95	0.500	0.950	0.3927	0.7707	0.015	0.657	1.412	0.00400	1.67	1.83
0.80	0.40	0.76	0.500	0.950	0.2513	0.4933	0.015	0.362	0.779	0.00400	1.44	1.58
1.00	0.50	0.95	0.500	0.950	0.3927	0.7707	0.015	0.615	1.321	0.00350	1.57	1.71
0.80	0.40	0.76	0.500	0.950	0.2513	0.4933	0.015	0.339	0.729	0.00350	1.35	1.48
1.00	0.50	0.95	0.500	0.950	0.3927	0.7707	0.015	0.569	1.223	0.00300	1.45	1.59
0.80	0.40	0.76	0.500	0.950	0.2513	0.4933	0.015	0.314	0.674	0.00300	1.25	1.37
1.00	0.50	0.95	0.500	0.950	0.3927	0.7707	0.015	0.519	1.116	0.00250	1.32	1.45
0.80	0.40	0.76	0.500	0.950	0.2513	0.4933	0.015	0.287	0.616	0.00250	1.14	1.25

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID - MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

CAUDALES – ALCANTARILLAS TUBULARES – EN REGIMEN CRITICO

ALCANTARILLAS TUBULARES DE CONCRETO								
FUNCIONAMIENTO EN REGIMEN CRITICO								
		SECCION CIRCULAR - Ec = D						
N°	D	Ac	Rc	hc	Qc	Vc	Ic	Ec
	m	m2	m	m	m3/seg	m/s	m/m	m
1	0.60	0.208	0.177	0.413	0.429	1.98	0.0095	0.61
1	0.80	0.369	0.236	0.551	0.880	2.29	0.0083	0.82
1	0.90	0.467	0.265	0.620	1.182	2.43	0.0078	0.92
1	1.00	0.577	0.295	0.689	1.538	2.56	0.0074	1.02
1	1.20	0.831	0.354	0.826	2.426	2.80	0.0067	1.23
1	1.50	1.298	0.442	1.033	4.238	3.14	0.0060	1.53
1	1.80	1.869	0.530	1.240	6.686	3.43	0.0055	1.84

CAUDALES – ALCANTARILLAS CELULARES CUADRADAS – EN REGIMEN CRITICO

ALCANTARILLAS CELULARES DE CONCRETO										
FUNCIONAMIENTO EN REGIMEN CRITICO										
			SECCION CUADRADA - Ec = D							
N°	B	H	Ac	Rc	hc	Qc	Vc	Ic	n	Ec
	m	m	m2	m	m	m3/seg	m/s	m/m	Manning	m
1.00	1.00	1.00	0.67	0.22	0.67	1.71	2.56	0.0078	0.015	1.00
1.00	1.50	1.50	1.50	0.33	1.00	4.70	3.14	0.0068	0.015	1.50
1.00	2.00	2.00	2.67	0.44	1.33	9.645	3.62	0.0062	0.015	2.00
1.00	2.50	2.50	4.17	0.56	1.67	16.85	4.05	0.0058	0.015	2.50
1.00	3.00	3.00	6.00	0.67	2.00	26.58	4.43	0.0054	0.015	3.00
2.00	2.00	2.00	5.33	1.78	1.33	19.29	3.62	0.0062	0.015	2.00
2.00	2.50	2.50	8.33	2.22	1.67	33.70	4.05	0.0058	0.015	2.50
2.00	3.00	3.00	12.00	2.67	2.00	53.16	4.43	0.0054	0.015	3.00
3.00	2.00	2.00	8.00	4.00	1.33	28.93	3.62	0.0062	0.015	2.00
3.00	2.50	2.50	12.50	5.00	1.67	50.55.	4.05	0.0058	0.015	2.50
3.00	3.00	3.00	18.00	6.00	2.00	79.73	4.43	0.0054	0.015	3.00

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

HIDROGRAMAS UNITARIOS TRIANGULARES – TR = 25 AÑOS – CUENCAS GRAL. BRUGUEZ

OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL - CUENCAS CON AREAS MAYORES A 200 HECTAREAS

Cálculo de Caudal de Diseño

Q: 7.4 m3/s

Proyecto	RUTA PY 12	Tramo		Prog:	CUENCA C 229	Arroyo:	

Área (A):	398.1	ha
Área (A):	3.981	km²
Longitud (L):	3,718.6	m
Pendiente (i):	0.110	%
Desnivel (dh):	4.1	m
SCS Curve Number:	79	
Almacenam. (S):	67.5	mm
Porcentaje retenc.:	20%	
Abstracc. Inic. (Ia):	13.5	mm

276
122
154
0.041413435

Tiempo de Concentración y Factor Pico (SCS)

Fórmula:	CLARK	
K DNOS:	3.0	
Tc:	343.7	min
Tc:	5.73	hs
Δt:	28.6	min
Δt Adop.	28.6	min
tp:	206.2	min
Tp:	220.6	min
Tr:	1204.3	min
Tb:	1424.8	min

343.7308

β calculado:	0.31	
X calculado:	5.46	
X adoptado:	5.46	
1+X:	6.46	
PRF (Inglés):	199.7	
PRF (SI):	0.86	
Vol. hasta el pico:	15.5%	
qp:	0.93	m³/s/cm

IDF, TR

TR:	25	años
IDF:	Asunción	
c:	2251.92	
n:	0.19036	
d:	28.00	
m:	0.87631	

MÉTODO DE LAS ABSTRACCIONES (SCS)

Distribución temporal de la precitación: Bloques Alternos

Cálculo de la Precipitación Efectiva

Intervalo (min)	Pinc (mm)	Pacum (mm)	S (mm)	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe Acum (mm)	Pe Inc (mm)	Pe Inc (cm)
0.0	0.00	0.00	67.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28.6	2.94	2.94	67.52	2.94	0.00	0.00	0.00	0.00
57.3	3.87	6.81	67.52	6.81	0.00	0.00	0.00	0.00
85.9	5.59	12.40	67.52	12.40	0.00	0.00	0.00	0.00
114.6	9.56	21.96	67.52	13.50	7.52	0.94	0.94	0.09
143.2	24.47	46.43	67.52	13.50	22.13	10.79	9.85	0.99
171.9	61.59	108.02	67.52	13.50	39.38	55.13	44.34	4.43
200.5	14.10	122.12	67.52	13.50	41.64	66.98	11.85	1.18
229.2	7.10	129.22	67.52	13.50	42.64	73.08	6.10	0.61
257.8	4.59	133.81	67.52	13.50	43.25	77.06	3.98	0.40
286.4	3.34	137.15	67.52	13.50	43.67	79.98	2.92	0.29
315.1	2.62	139.77	67.52	13.50	43.99	82.27	2.30	0.23
343.7	2.36	142.13	67.52	13.50	44.28	84.35	2.08	0.21

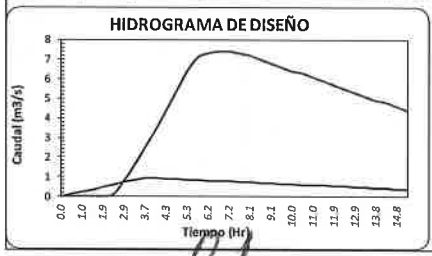
K SCS	1.00	
K Españ.	0.96	
K Fhruling	0.95	
K in.Cv.Eng	0.97	
k prom	0.97	
mod IDF	1.1	

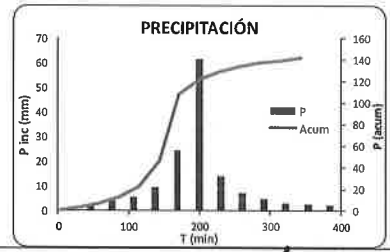
Precipitación Incremental

Intervalo (min)	Intensidad (mm/h)	P acum (mm)	P Inc (mm)
0.0	0.0	0.0	0.0
28.6	133.0	61.6	61.6
57.3	92.9	86.1	24.5
85.9	72.1	100.2	14.1
114.6	59.2	109.7	9.6
143.2	50.4	116.8	7.1
171.9	44.0	122.4	5.6
200.5	39.2	127.0	4.6
229.2	35.3	130.9	3.9
257.8	32.2	134.2	3.3
286.4	29.6	137.2	2.9
315.1	27.4	139.8	2.6
343.7	25.6	142.1	2.4

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

Intervalo (hr)	qi	P inc (cm) 0.00	0.00	0.00	0.09	0.99	4.43	1.18	0.61	0.40	0.29	0.23	0.21	Q tot (m3/s)
0.0	0.00													0.0
0.5	0.12													0.0
1.0	0.24													0.0
1.4	0.36													0.0
1.9	0.48				0.01									0.0
2.4	0.60				0.02	0.12								0.1
2.9	0.73				0.03	0.24	0.54							0.8
3.3	0.85				0.05	0.36	1.07	0.14						1.6
3.7	0.93				0.06	0.48	1.61	0.29	0.07					2.5
3.8	0.92				0.07	0.60	2.15	0.43	0.15	0.05				3.4
4.3	0.90				0.08	0.71	2.68	0.57	0.22	0.10	0.04			4.4
4.8	0.88				0.09	0.83	3.22	0.72	0.30	0.14	0.07	0.03		5.4
5.3	0.86				0.09	0.92	3.75	0.86	0.37	0.19	0.11	0.06	0.03	6.4
5.7	0.84				0.09	0.91	4.13	1.00	0.44	0.24	0.14	0.08	0.05	7.1
6.2	0.81				0.08	0.89	4.10	1.10	0.52	0.29	0.18	0.11	0.08	7.3
6.7	0.79				0.08	0.87	4.00	1.10	0.57	0.34	0.21	0.14	0.10	7.4
7.2	0.77				0.08	0.85	3.90	1.07	0.56	0.37	0.25	0.17	0.13	7.4
7.6	0.75				0.08	0.82	3.81	1.04	0.55	0.37	0.27	0.19	0.15	7.3
8.1	0.73				0.07	0.80	3.71	1.02	0.54	0.36	0.27	0.21	0.18	7.2
8.6	0.70				0.07	0.78	3.61	0.99	0.52	0.35	0.26	0.21	0.19	7.0
9.1	0.68				0.07	0.76	3.51	0.96	0.51	0.34	0.26	0.21	0.19	6.8
9.5	0.66				0.07	0.74	3.41	0.94	0.50	0.33	0.25	0.20	0.19	6.6
10.0	0.64				0.07	0.71	3.31	0.91	0.48	0.32	0.24	0.20	0.18	6.4
10.5	0.61				0.06	0.69	3.22	0.89	0.47	0.32	0.24	0.19	0.18	6.3
11.0	0.59				0.06	0.67	3.12	0.86	0.46	0.31	0.23	0.19	0.17	6.1
11.5	0.57				0.06	0.65	3.02	0.83	0.44	0.30	0.22	0.18	0.17	5.9
11.9	0.55				0.06	0.63	2.92	0.81	0.43	0.29	0.22	0.18	0.16	5.7
12.4	0.53				0.06	0.61	2.82	0.78	0.42	0.28	0.21	0.17	0.16	5.5
12.9	0.50				0.05	0.58	2.72	0.75	0.40	0.27	0.21	0.17	0.16	5.3
13.4	0.48				0.05	0.56	2.63	0.73	0.39	0.26	0.20	0.16	0.15	5.1
13.8	0.46				0.05	0.54	2.53	0.70	0.37	0.25	0.19	0.16	0.15	4.9
14.3	0.44				0.05	0.52	2.43	0.68	0.36	0.24	0.19	0.15	0.14	4.8
14.8	0.42				0.05	0.50	2.33	0.65	0.35	0.24	0.18	0.15	0.14	4.6
15.3	0.39				0.04	0.47	2.23	0.62	0.33	0.23	0.17	0.14	0.13	4.4





I max:	133	mm/hr
P acum:	142.1	mm
P max:	61.6	mm
Q Max:	7.4	m³/s
TR:	25	años

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID - MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Cálculo de Caudal de Diseño

Q: 9.3 m3/s

Proyecto	RUTA PY 12	Tramo		Prog:	CUENCA C 228	Arroyo:	

Área (A):	452.3	ha
Área (A):	4.523	km²
Longitud (L):	4,683.2	m
Pendiente (i):	0.110	%
Desnivel (dh):	5.2	m
SCS Curve Number:	79	
Almacenam. (S):	67.5	mm
Porcentaje retenc.:	20%	
Abstracc. Inic. (Ia):	13.5	mm

276
122
154
0.032883498

Tiempo de Concentración y Factor Pico (SCS)

Fórmula:	CLARK	
K DNOS:	3.0	
Tc:	370.8	min
Tc:	6.18	hs
Δt:	30.9	min
Δt Adop.	30.9	min
tp:	222.5	min
Tp:	237.9	min
Tr:	1068.2	min
Tb:	1306.1	min

370.7585

β calculado:	0.31	
X calculado:	5.46	
X adoptado:	4.49	
1+X:	5.49	
PRF (Inglés):	235.0	
PRF (SI):	1.01	
Vol. hasta el pico:	18.2%	
qp:	1.15	m³/s/cm

IDF, TR

TR:	25	años
IDF:	Asunción	
c:	2251.92	
n:	0.19036	
d:	28.00	
m:	0.87631	

MÉTODO DE LAS ABSTRACCIONES (SCS)

Distribución temporal de la precitación: Bloques Alternos

Cálculo de la Precipitación Efectiva

Intervalo (mln)	Pinc (mm)	Pacum (mm)	S (mm)	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe Acum (mm)	Pe Inc (mm)	Pe Inc (cm)
0.0	0.00	0.00	67.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30.9	2.90	2.90	67.52	2.90	0.00	0.00	0.00	0.00
61.8	3.82	6.72	67.52	6.72	0.00	0.00	0.00	0.00
92.7	5.51	12.23	67.52	12.23	0.00	0.00	0.00	0.00
123.6	9.43	21.66	67.52	13.50	7.28	0.88	0.88	0.09
154.5	24.50	46.16	67.52	13.50	22.01	10.65	9.77	0.98
185.4	64.13	110.29	67.52	13.50	39.77	57.01	46.37	4.64
216.3	13.97	124.26	67.52	13.50	41.95	68.80	11.79	1.18
247.2	7.00	131.25	67.52	13.50	42.91	74.84	6.03	0.60
278.1	4.52	135.77	67.52	13.50	43.50	78.77	3.93	0.39
309.0	3.30	139.07	67.52	13.50	43.91	81.66	2.89	0.29
339.9	2.59	141.66	67.52	13.50	44.22	83.93	2.28	0.23
370.8	2.33	143.99	67.52	13.50	44.50	85.99	2.06	0.21

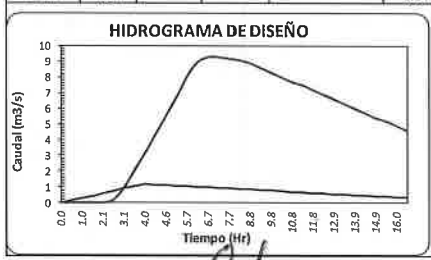
K SCS	1.00	
K Españ.	0.96	
K Fhruling	0.95	
K In.Cv.Eng	0.97	
k prom	0.97	
mod IDF	1.1	

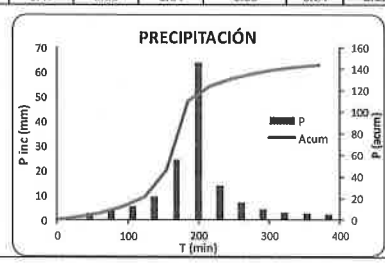
Precipitación Incremental

Intervalo (mln)	Intensidad (mm/h)	P acum (mm)	P inc (mm)
0.0	0.0	0.0	0.0
30.9	128.5	64.1	64.1
61.8	88.8	88.6	24.5
92.7	68.5	102.6	14.0
123.6	56.1	112.0	9.4
154.5	47.7	119.0	7.0
185.4	41.6	124.5	5.5
216.3	36.9	129.1	4.5
247.2	33.3	132.9	3.8
278.1	30.3	136.2	3.3
309.0	27.9	139.1	2.9
339.9	25.8	141.7	2.6
370.8	24.0	144.0	2.3

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

Intervalo (hr)	qi	P inc (cm) 0.00	0.00	0.00	0.09	0.98	4.64	1.18	0.60	0.39	0.29	0.23	0.21	Q tot (m3/s)
0.0	0.00													0.0
0.5	0.15													0.0
1.0	0.30													0.0
1.5	0.45													0.0
2.1	0.60				0.01									0.0
2.6	0.75				0.03	0.15								0.2
3.1	0.90				0.04	0.29	0.70							1.0
3.6	1.05				0.05	0.44	1.39	0.18						2.1
4.0	1.15				0.07	0.59	2.09	0.35	0.09					3.2
4.1	1.14				0.08	0.73	2.78	0.53	0.18	0.06				4.4
4.6	1.11				0.09	0.88	3.48	0.71	0.27	0.12	0.04			5.6
5.1	1.08				0.10	1.03	4.17	0.88	0.36	0.18	0.09	0.03		6.8
5.7	1.04				0.10	1.13	4.87	1.06	0.45	0.24	0.13	0.07	0.03	8.1
6.2	1.01				0.10	1.12	5.35	1.24	0.54	0.29	0.17	0.10	0.06	9.0
6.7	0.98				0.09	1.09	5.31	1.36	0.63	0.35	0.22	0.14	0.09	9.3
7.2	0.94				0.09	1.05	5.15	1.35	0.70	0.41	0.26	0.17	0.12	9.3
7.7	0.91				0.09	1.02	5.00	1.31	0.69	0.45	0.30	0.20	0.15	9.2
8.2	0.88				0.09	0.99	4.84	1.27	0.67	0.45	0.33	0.24	0.19	9.1
8.8	0.84				0.08	0.95	4.69	1.23	0.65	0.44	0.33	0.26	0.22	8.9
9.3	0.81				0.08	0.92	4.53	1.19	0.63	0.42	0.32	0.26	0.24	8.6
9.8	0.78				0.08	0.89	4.38	1.15	0.61	0.41	0.31	0.25	0.24	8.3
10.3	0.74				0.07	0.86	4.22	1.11	0.59	0.40	0.30	0.25	0.23	8.0
10.8	0.71				0.07	0.82	4.07	1.07	0.57	0.38	0.29	0.24	0.22	7.7
11.3	0.68				0.07	0.79	3.91	1.03	0.55	0.37	0.28	0.23	0.21	7.5
11.8	0.64				0.07	0.76	3.76	1.00	0.53	0.36	0.27	0.22	0.21	7.2
12.4	0.61				0.06	0.73	3.60	0.96	0.51	0.35	0.26	0.21	0.20	6.9
12.9	0.58				0.06	0.69	3.45	0.92	0.49	0.33	0.25	0.21	0.19	6.6
13.4	0.54				0.06	0.66	3.29	0.88	0.47	0.32	0.24	0.20	0.19	6.3
13.9	0.51				0.05	0.63	3.14	0.84	0.45	0.31	0.23	0.19	0.18	6.0
14.4	0.48				0.05	0.60	2.98	0.80	0.43	0.29	0.22	0.18	0.17	5.7
14.9	0.44				0.05	0.56	2.83	0.76	0.41	0.28	0.21	0.18	0.17	5.4
15.4	0.41				0.04	0.53	2.67	0.72	0.39	0.27	0.21	0.17	0.16	5.2
16.0	0.38				0.04	0.50	2.52	0.68	0.37	0.25	0.20	0.16	0.15	4.9
16.5	0.34				0.04	0.47	2.36	0.64	0.35	0.24	0.19	0.15	0.15	4.6





I max:	129	mm/hr
P acum:	144.0	mm
P max:	64.1	mm
Q Max:	9.3	m³/s
TR:	25	años

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Cálculo de Caudal de Diseño

Q: 8.2 m3/s

Proyecto	RUTA PY 12	Tramo		Prog:	CUENCA C 221	Arroyo:	

Área (A):	299.1	ha
Área (A):	2.991	km²
Longitud (L):	2,660.2	m
Pendiente (i):	0.190	%
Desnivel (dh):	5.1	m
SCS Curve Number:	79	
Almacenam. (S):	67.5	mm
Porcentaje retenc.:	20%	
Abstracc. Inic. (Ia):	13.5	mm

276
122
154
0.057890167

Tiempo de Concentración y Factor Pico (SCS)

Fórmula:	CLARK	
K DNOS:	3.0	
Tc:	246.7	min
Tc:	4.11	hs
Δt:	20.6	min
Δt Adop.	20.6	min
tp:	148.0	min
Tp:	158.3	min
Tr:	710.8	min
Tb:	869.1	min

246.7202

β calculado:	0.36	
X calculado:	4.49	
X adoptado:	4.49	
1+X:	5.49	
PRF (inglés):	235.0	
PRF (SI):	1.01	
Vol. hasta el pico:	18.2%	
qp: 1.15		m³/s/cm

IDF, TR

TR:	25	años
IDF:	Asunción	
c:	2251.92	
n:	0.19036	
d:	28.00	
m:	0.87631	

MÉTODO DE LAS ABSTRACCIONES (SCS)

Distribución temporal de la precitación: Bloques Alternos

Cálculo de la Precipitación Efectiva

Intervalo (min)	Pinc (mm)	Pacum (mm)	S (mm)	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe Acum (mm)	Pe Inc (mm)	Pe Inc (cm)
0.0	0.00	0.00	67.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20.6	3.11	3.11	67.52	3.11	0.00	0.00	0.00	0.00
41.1	4.12	7.23	67.52	7.23	0.00	0.00	0.00	0.00
61.7	5.95	13.18	67.52	13.18	0.00	0.00	0.00	0.00
82.2	10.02	23.20	67.52	13.50	8.48	1.22	1.22	0.12
102.8	23.72	46.92	67.52	13.50	22.35	11.06	9.85	0.98
123.4	50.71	97.64	67.52	13.50	37.46	46.67	35.61	3.56
143.9	14.44	112.07	67.52	13.50	40.07	58.50	11.82	1.18
164.5	7.52	119.59	67.52	13.50	41.26	64.83	6.33	0.63
185.0	4.88	124.47	67.52	13.50	41.98	68.99	4.16	0.42
205.6	3.55	128.03	67.52	13.50	42.48	72.05	3.05	0.31
226.2	2.77	130.79	67.52	13.50	42.85	74.44	2.39	0.24
246.7	2.49	133.28	67.52	13.50	43.18	76.60	2.16	0.22

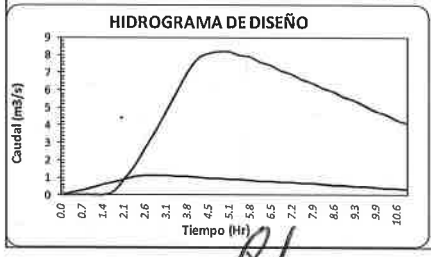
K SCS	1.00
K Españ.	0.97
K Fhruling	0.95
K In.Cv.Eng	0.97
k prom	0.97
mod IDF	1.1

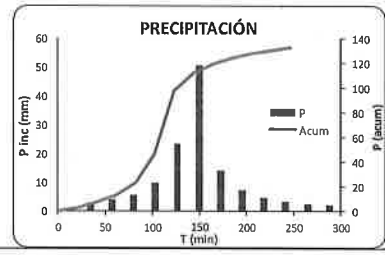
Precipitación Incremental

Intervalo (min)	Intensidad (mm/h)	P acum (mm)	P Inc (mm)
0.0	0.0	0.0	0.0
20.6	152.2	50.7	50.7
41.1	111.7	74.4	23.7
61.7	88.9	88.9	14.4
82.2	74.2	98.9	10.0
102.8	63.9	106.4	7.5
123.4	56.2	112.4	5.9
143.9	50.3	117.2	4.9
164.5	45.5	121.4	4.1
185.0	41.6	124.9	3.6
205.6	38.4	128.0	3.1
226.2	35.7	130.8	2.8
246.7	33.3	133.3	2.5

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

Intervalo (hr)	qi	P inc (cm) 0.00	0.00	0.00	0.12	0.98	3.56	1.18	0.63	0.42	0.31	0.24	0.22	Q tot (m3/s)
0.0	0.00													0.0
0.3	0.15													0.0
0.7	0.30													0.0
1.0	0.45													0.0
1.4	0.60				0.02									0.0
1.7	0.74				0.04	0.15								0.2
2.1	0.89				0.05	0.29	0.53							0.9
2.4	1.04				0.07	0.44	1.06	0.18						1.7
2.6	1.15				0.09	0.59	1.59	0.35	0.09					2.7
2.7	1.14				0.11	0.73	2.12	0.53	0.19	0.06				3.7
3.1	1.10				0.13	0.88	2.65	0.70	0.28	0.12	0.05			4.8
3.4	1.07				0.14	1.03	3.18	0.88	0.38	0.19	0.09	0.04		5.9
3.8	1.04				0.14	1.13	3.71	1.06	0.47	0.25	0.14	0.07	0.03	7.0
4.1	1.00				0.13	1.12	4.08	1.23	0.57	0.31	0.18	0.11	0.06	7.8
4.5	0.97				0.13	1.09	4.05	1.36	0.66	0.37	0.23	0.14	0.10	8.1
4.8	0.94				0.13	1.05	3.93	1.34	0.73	0.43	0.27	0.18	0.13	8.2
5.1	0.90				0.12	1.02	3.81	1.31	0.72	0.48	0.32	0.21	0.16	8.2
5.5	0.87				0.12	0.99	3.69	1.27	0.70	0.47	0.35	0.25	0.19	8.0
5.8	0.84				0.11	0.96	3.58	1.23	0.68	0.46	0.35	0.27	0.23	7.9
6.2	0.81				0.11	0.92	3.46	1.19	0.66	0.45	0.34	0.27	0.25	7.6
6.5	0.77				0.11	0.89	3.34	1.15	0.64	0.43	0.33	0.26	0.25	7.4
6.9	0.74				0.10	0.86	3.22	1.11	0.61	0.42	0.32	0.26	0.24	7.1
7.2	0.71				0.10	0.83	3.10	1.07	0.59	0.40	0.31	0.25	0.23	6.9
7.5	0.67				0.09	0.79	2.99	1.03	0.57	0.39	0.30	0.24	0.22	6.6
7.9	0.64				0.09	0.76	2.87	0.99	0.55	0.38	0.29	0.23	0.22	6.4
8.2	0.61				0.09	0.73	2.75	0.95	0.53	0.36	0.28	0.22	0.21	6.1
8.6	0.57				0.08	0.70	2.63	0.91	0.51	0.35	0.27	0.22	0.20	5.9
8.9	0.54				0.08	0.66	2.51	0.87	0.49	0.34	0.26	0.21	0.20	5.6
9.3	0.51				0.07	0.63	2.40	0.83	0.47	0.32	0.25	0.20	0.19	5.4
9.6	0.47				0.07	0.60	2.28	0.80	0.45	0.31	0.24	0.19	0.18	5.1
9.9	0.44				0.07	0.56	2.16	0.76	0.43	0.29	0.23	0.18	0.17	4.8
10.3	0.41				0.06	0.53	2.04	0.72	0.40	0.28	0.22	0.18	0.17	4.6
10.6	0.37				0.06	0.50	1.92	0.68	0.38	0.27	0.21	0.17	0.16	4.3
11.0	0.34				0.05	0.47	1.80	0.64	0.36	0.25	0.20	0.16	0.15	4.1





I max:	152	mm/hr
P acum:	133.3	mm
P max:	50.7	mm
Q Max:	8.2	m³/s
TR:	25	años

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID - MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal p.
CONSORCIO CHACO SUR

Cálculo de Caudal de Diseño

Q: 10 m3/s

Proyecto	RUTA PY 12	Tramo		Prog:	CUENCA C 220	Arroyo:	

Área (A):	418.7	ha
Área (A):	4.187	km²
Longitud (L):	4,311.2	m
Pendiente (i):	0.190	%
Desnivel (dh):	8.2	m
SCS Curve Number:	79	
Almacenam. (S):	67.5	mm
Porcentaje retenc.:	20%	
Abstracc. inic. (Ia):	13.5	mm

276
122
154
0.035720582

Tiempo de Concentración y Factor Pico (SCS)

Fórmula:	CLARK	
K DNOS:	3.0	
Tc:	301.2	min
Tc:	5.02	hs
Δt:	25.1	min
Δt Adop.	25.1	min
tp:	180.7	min
Tp:	193.3	min
Tr:	867.7	min
Tb:	1061.0	min

301.1855

β calculado:	0.36
X calculado:	4.49
X adoptado:	4.49
1+X:	5.49
PRF (Inglés):	235.0
PRF (SI):	1.01
Vol. hasta el pico:	18.2%
qp: 1.32	m³/s/cm

IDF, TR

TR:	25	años
IDF:	Asunción	
c:	2251.92	
n:	0.19036	
d:	28.00	
m:	0.87631	

MÉTODO DE LAS ABSTRACCIONES (SCS)

Distribución temporal de la precitación: Bloques Alternos

Cálculo de la Precipitación Efectiva

Intervalo (min)	Pinc (mm)	Pacum (mm)	S (mm)	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe Acum (mm)	Pe Inc (mm)	Pe Inc (cm)
0.0	0.00	0.00	67.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25.1	3.00	3.00	67.52	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50.2	3.96	6.96	67.52	6.96	0.00	0.00	0.00	0.00
75.3	5.72	12.69	67.52	12.69	0.00	0.00	0.00	0.00
100.4	9.74	22.43	67.52	13.50	7.88	1.04	1.04	0.10
125.5	24.23	46.66	67.52	13.50	22.24	10.92	9.88	0.99
150.6	57.07	103.73	67.52	13.50	38.62	51.61	40.69	4.07
175.7	14.25	117.98	67.52	13.50	41.01	63.46	11.86	1.19
200.8	7.26	125.24	67.52	13.50	42.09	69.65	6.19	0.62
225.9	4.69	129.94	67.52	13.50	42.74	73.70	4.04	0.40
251.0	3.42	133.35	67.52	13.50	43.19	76.66	2.97	0.30
276.1	2.67	136.02	67.52	13.50	43.53	78.99	2.33	0.23
301.2	2.40	138.43	67.52	13.50	43.83	81.09	2.10	0.21

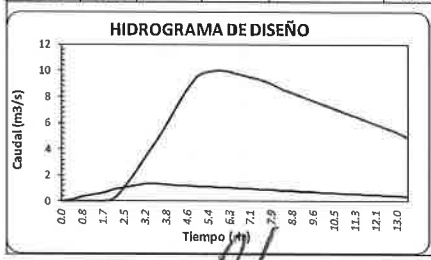
K SCS	1.00	
K Españ.	0.96	
K Fhruling	0.95	
K In.Cv.Eng	0.97	
k prom	0.97	
mod IDF	1.1	

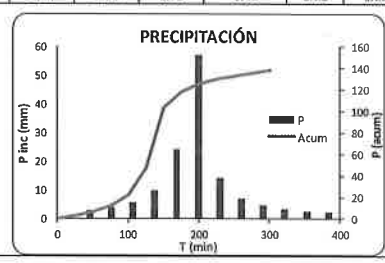
Precipitación Incremental

Intervalo (min)	Intensidad (mm/h)	P acum (mm)	P Inc (mm)
0.0	0.0	0.0	0.0
25.1	140.7	57.1	57.1
50.2	100.2	81.3	24.2
75.3	78.5	95.6	14.3
100.4	64.9	105.3	9.7
125.5	55.5	112.6	7.3
150.6	48.6	118.3	5.7
175.7	43.3	123.0	4.7
200.8	39.1	126.9	4.0
225.9	35.7	130.4	3.4
251.0	32.9	133.4	3.0
276.1	30.5	136.0	2.7
301.2	28.4	138.4	2.4

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

Intervalo (hr)	qi	P Inc (cm) 0.00	0.00	0.00	0.10	0.99	4.07	1.19	0.62	0.40	0.30	0.23	0.21	Q tot (m3/s)
0.0	0.00													0.0
0.4	0.17													0.0
0.8	0.34													0.0
1.3	0.51													0.0
1.7	0.68				0.02									0.0
2.1	0.85				0.04	0.17								0.2
2.5	1.03				0.05	0.34	0.70							1.1
2.9	1.20				0.07	0.51	1.39	0.20						2.2
3.2	1.32				0.09	0.68	2.09	0.41	0.11					3.4
3.3	1.30				0.11	0.84	2.78	0.61	0.21	0.07				4.6
3.8	1.27				0.12	1.01	3.48	0.81	0.32	0.14	0.05			5.9
4.2	1.23				0.14	1.18	4.17	1.01	0.42	0.21	0.10	0.04		7.3
4.6	1.19				0.14	1.30	4.87	1.22	0.53	0.28	0.15	0.08	0.04	8.6
5.0	1.15				0.13	1.29	5.35	1.42	0.63	0.35	0.20	0.12	0.07	9.6
5.4	1.11				0.13	1.25	5.31	1.56	0.74	0.41	0.25	0.16	0.11	9.9
5.9	1.08				0.12	1.21	5.15	1.55	0.81	0.48	0.30	0.20	0.14	10.0
6.3	1.04				0.12	1.18	5.00	1.50	0.81	0.53	0.35	0.24	0.18	9.9
6.7	1.00				0.12	1.14	4.84	1.46	0.78	0.53	0.39	0.28	0.22	9.7
7.1	0.96				0.11	1.10	4.69	1.41	0.76	0.51	0.39	0.31	0.25	9.5
7.5	0.92				0.11	1.06	4.53	1.37	0.74	0.50	0.38	0.30	0.28	9.3
7.9	0.89				0.10	1.03	4.38	1.32	0.71	0.48	0.36	0.29	0.27	9.0
8.4	0.85				0.10	0.99	4.22	1.28	0.69	0.47	0.35	0.29	0.27	8.6
8.8	0.81				0.10	0.95	4.07	1.23	0.67	0.45	0.34	0.28	0.26	8.3
9.2	0.77				0.09	0.91	3.91	1.19	0.64	0.44	0.33	0.27	0.25	8.0
9.6	0.73				0.09	0.87	3.76	1.14	0.62	0.42	0.32	0.26	0.24	7.7
10.0	0.70				0.08	0.84	3.60	1.10	0.59	0.40	0.31	0.25	0.23	7.4
10.5	0.66				0.08	0.80	3.45	1.05	0.57	0.39	0.30	0.24	0.23	7.1
10.9	0.62				0.08	0.76	3.29	1.00	0.55	0.37	0.29	0.23	0.22	6.8
11.3	0.58				0.07	0.72	3.14	0.96	0.52	0.36	0.27	0.22	0.21	6.5
11.7	0.54				0.07	0.69	2.98	0.91	0.50	0.34	0.26	0.21	0.20	6.2
12.1	0.51				0.06	0.65	2.83	0.87	0.48	0.33	0.25	0.21	0.19	5.9
12.5	0.47				0.06	0.61	2.67	0.82	0.45	0.31	0.24	0.20	0.19	5.6
13.0	0.43				0.06	0.57	2.52	0.78	0.43	0.30	0.23	0.19	0.18	5.3
13.4	0.39				0.05	0.54	2.36	0.73	0.41	0.28	0.22	0.18	0.17	4.9





I max:	141	mm/hr
P acum:	138.4	mm
P max:	57.1	mm
Q Max:	10.0	m³/s
TR:	25	años

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP-BID - MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Cálculo de Caudal de Diseño

Q: 8.9 m3/s

Proyecto	RUTA PY 12	Tramo		Prog:	CUENCA C 230	Arroyo:	

	467.3	ha
Área (A):	4.673	km²
Longitud (L):	3,340.1	m
Pendiente (i):	0.120	%
Desnivel (dh):	4.0	m
SCS Curve Number:	79	
Almacenam. (S):	67.5	mm
Porcentaje retenc.:	20%	
Abstracc. Inic. (Ia):	13.5	mm

276
122
154
0.046106956

Tiempo de Concentración y Factor Pico (SCS)

Fórmula:	CLARK	
K DNOS:	3.0	
Tc:	368.4	min
Tc:	6.14	hs
Δt:	30.7	min
Δt Adop.	30.7	min
tp:	221.0	min
Tp:	236.4	min
Tr:	1181.9	min
Tb:	1418.2	min

368.3741

β calculado:	0.32
X calculado:	5.30
X adoptado:	5.00
1+X:	6.00
PRF (inglés):	215.0
PRF (SI):	0.93
Vol. hasta el pico:	16.7%
qp: 1.10	m³/s/cm

IDF, TR

TR:	25	años
IDF:	Asunción	
c:	2251.92	
n:	0.19036	
d:	28.00	
m:	0.87631	

MÉTODO DE LAS ABSTRACCIONES (SCS)

Distribución temporal de la precitación: Bloques Alternos

Calculo de la Precipitación Efectiva

Intervalo (min)	Pinc (mm)	Pacum (mm)	S (mm)	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe Acum (mm)	Pe Inc (mm)	Pe Inc (cm)
0.0	0.00	0.00	67.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30.7	2.90	2.90	67.52	2.90	0.00	0.00	0.00	0.00
61.4	3.82	6.73	67.52	6.73	0.00	0.00	0.00	0.00
92.1	5.51	12.24	67.52	12.24	0.00	0.00	0.00	0.00
122.8	9.44	21.68	67.52	13.50	7.29	0.88	0.88	0.09
153.5	24.49	46.17	67.52	13.50	22.01	10.65	9.77	0.98
184.2	63.88	110.05	67.52	13.50	39.73	56.81	46.16	4.62
214.9	13.97	124.02	67.52	13.50	41.91	68.60	11.79	1.18
245.6	7.00	131.02	67.52	13.50	42.88	74.64	6.03	0.60
276.3	4.52	135.54	67.52	13.50	43.47	78.57	3.94	0.39
307.0	3.30	138.85	67.52	13.50	43.88	81.46	2.89	0.29
337.7	2.59	141.44	67.52	13.50	44.19	83.74	2.28	0.23
368.4	2.33	143.77	67.52	13.50	44.47	85.80	2.06	0.21

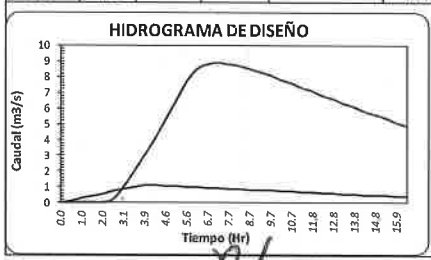
K SCS	1.00
K Españ.	0.96
K Fhruling	0.95
K In.Cv.Eng	0.97
k prom	0.97
mod IDF	1.1

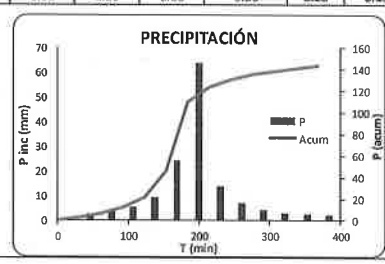
Precipitación Incremental

Intervalo (min)	Intensidad (mm/h)	P acum (mm)	P inc (mm)
0.0	0.0	0.0	0.0
30.7	128.9	63.9	63.9
61.4	89.1	88.4	24.5
92.1	68.8	102.3	14.0
122.8	56.4	111.8	9.4
153.5	47.9	118.8	7.0
184.2	41.8	124.3	5.5
214.9	37.1	128.8	4.5
245.6	33.5	132.6	3.8
276.3	30.5	135.9	3.3
307.0	28.0	138.8	2.9
337.7	25.9	141.4	2.6
368.4	24.2	143.8	2.3

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

Intervalo (hr)	qi	P inc (cm) 0.00	0.00	0.00	0.09	0.98	4.62	1.18	0.60	0.39	0.29	0.23	0.21	Q tot (m3/s)
0.0	0.00													0.0
0.5	0.14													0.0
1.0	0.29													0.0
1.5	0.43													0.0
2.0	0.57				0.01									0.0
2.6	0.71				0.03	0.14								0.2
3.1	0.86				0.04	0.28	0.66							1.0
3.6	1.00				0.05	0.42	1.32	0.17						2.0
3.9	1.10				0.06	0.56	1.98	0.34	0.09					3.0
4.1	1.09				0.08	0.70	2.63	0.50	0.17	0.06				4.1
4.6	1.06				0.09	0.84	3.29	0.67	0.26	0.11	0.04			5.3
5.1	1.03				0.10	0.98	3.95	0.84	0.34	0.17	0.08	0.03		6.5
5.6	1.00				0.10	1.07	4.61	1.01	0.43	0.22	0.12	0.06	0.03	7.7
6.1	0.98				0.09	1.06	5.07	1.18	0.52	0.28	0.16	0.10	0.06	8.5
6.7	0.95				0.09	1.04	5.03	1.29	0.60	0.34	0.21	0.13	0.09	8.8
7.2	0.92				0.09	1.01	4.90	1.28	0.66	0.39	0.25	0.16	0.12	8.9
7.7	0.89				0.09	0.98	4.77	1.25	0.66	0.43	0.29	0.19	0.15	8.8
8.2	0.86				0.08	0.95	4.64	1.22	0.64	0.43	0.32	0.23	0.18	8.7
8.7	0.83				0.08	0.92	4.50	1.18	0.62	0.42	0.31	0.25	0.21	8.5
9.2	0.80				0.08	0.90	4.37	1.15	0.61	0.41	0.31	0.25	0.23	8.3
9.7	0.78				0.08	0.87	4.24	1.12	0.59	0.40	0.30	0.24	0.22	8.1
10.2	0.75				0.07	0.84	4.11	1.08	0.57	0.38	0.29	0.24	0.22	7.8
10.7	0.72				0.07	0.81	3.98	1.05	0.55	0.37	0.28	0.23	0.21	7.6
11.3	0.69				0.07	0.79	3.85	1.02	0.54	0.36	0.27	0.22	0.21	7.3
11.8	0.66				0.07	0.76	3.71	0.98	0.52	0.35	0.27	0.22	0.20	7.1
12.3	0.63				0.06	0.73	3.58	0.95	0.50	0.34	0.26	0.21	0.20	6.8
12.8	0.60				0.06	0.70	3.45	0.91	0.49	0.33	0.25	0.20	0.19	6.6
13.3	0.58				0.06	0.67	3.32	0.88	0.47	0.32	0.24	0.20	0.18	6.3
13.8	0.55				0.06	0.65	3.19	0.85	0.45	0.31	0.23	0.19	0.18	6.1
14.3	0.52				0.05	0.62	3.06	0.81	0.43	0.29	0.22	0.18	0.17	5.8
14.8	0.49				0.05	0.59	2.92	0.78	0.42	0.28	0.22	0.18	0.17	5.6
15.3	0.46				0.05	0.56	2.79	0.75	0.40	0.27	0.21	0.17	0.16	5.4
15.9	0.43				0.05	0.53	2.66	0.71	0.38	0.26	0.20	0.16	0.15	5.1
16.4	0.41				0.04	0.51	2.53	0.68	0.36	0.25	0.19	0.16	0.15	4.9





I max:	129	mm/hr
P acum:	143.8	mm
P max:	63.9	mm
Q Max:	8.9	m³/s
TR:	25	años

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP BID MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Cálculo de Caudal de Diseño

Q: 9.7 m3/s

Proyecto	RUTA PY 12	Tramo		Prog:	CUENCA C 272	Arroyo:	

	438.8	ha
Área (A):	4.388	km²
Longitud (L):	3,373.2	m
Pendiente (I):	0.150	%
Desnivel (dh):	5.1	m
SCS Curve Number:	79	
Almacenam. (S):	67.5	mm
Porcentaje retenc.:	20%	
Abstracc. Inic. (Ia):	13.5	mm

276
122
154
0.04565452

Tiempo de Concentración y Factor Pico (SCS)

Fórmula:	CLARK	
K DNOS:	3.0	
Tc:	332.2	min
Tc:	5.54	hs
Δt:	27.7	min
Δt Adop.	27.7	min
tp:	199.3	min
Tp:	213.1	min
Tr:	959.1	min
Tb:	1172.3	min

332.1614

β calculado:	0.34
X calculado:	4.89
X adoptado:	4.50
1+X:	5.50
PRF (Inglés):	234.5
PRF (SI):	1.01
Vol. hasta el pico:	18.2%
qp: 1.25	m³/s/cm

IDF, TR

TR:	25	años
IDF:	Asunción	
c:	2251.92	
n:	0.19036	
d:	28.00	
m:	0.87631	

MÉTODO DE LAS ABSTRACCIONES (SCS)

Distribución temporal de la precitación: Bloques Alternos

Cálculo de la Precipitación Efectiva

Intervalo (mln)	Pinc (mm)	Pacum (mm)	S (mm)	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe Acum (mm)	Pe Inc (mm)	Pe Inc (cm)
0.0	0.00	0.00	67.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27.7	2.95	2.95	67.52	2.95	0.00	0.00	0.00	0.00
55.4	3.89	6.84	67.52	6.84	0.00	0.00	0.00	0.00
83.0	5.62	12.47	67.52	12.47	0.00	0.00	0.00	0.00
110.7	9.60	22.06	67.52	13.50	7.60	0.96	0.96	0.10
138.4	24.40	46.46	67.52	13.50	22.15	10.81	9.85	0.98
166.1	60.35	106.82	67.52	13.50	39.17	54.14	43.33	4.33
193.8	14.13	120.95	67.52	13.50	41.46	65.98	11.84	1.18
221.4	7.14	128.09	67.52	13.50	42.48	72.10	6.12	0.61
249.1	4.61	132.70	67.52	13.50	43.10	76.09	3.99	0.40
276.8	3.36	136.06	67.52	13.50	43.53	79.02	2.93	0.29
304.5	2.63	138.69	67.52	13.50	43.86	81.32	2.30	0.23
332.2	2.37	141.05	67.52	13.50	44.15	83.40	2.08	0.21

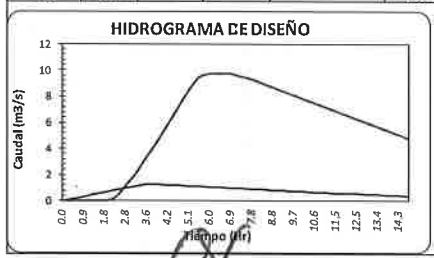
K SCS	1.00
K Españ.	0.96
K Fhruling	0.95
K In.Cv.Eng	0.97
k prom	0.97
mod IDF	1.1

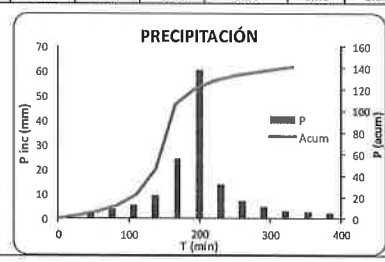
Precipitación Incremental

Intervalo (mln)	Intensidad (mm/h)	P acum (mm)	P inc (mm)
0.0	0.0	0.0	0.0
27.7	135.0	60.4	60.4
55.4	94.8	84.8	24.4
83.0	73.7	98.9	14.1
110.7	60.7	108.5	9.6
138.4	51.7	115.6	7.1
166.1	45.2	121.2	5.6
193.8	40.2	125.9	4.6
221.4	36.3	129.7	3.9
249.1	33.1	133.1	3.4
276.8	30.4	136.1	3.0
304.5	28.2	138.7	2.6
332.2	26.3	141.1	2.4

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

		P inc (cm)												
Intervalo (hr)	qi	0.00	0.00	0.00	0.10	0.98	4.33	1.18	0.61	0.40	0.29	0.23	0.21	Q tot (m3/s)
0.0	0.00													0.0
0.5	0.16													0.0
0.9	0.32													0.0
1.4	0.49													0.0
1.8	0.65				0.02									0.0
2.3	0.81				0.03	0.16								0.2
2.8	0.97				0.05	0.32	0.70							1.1
3.2	1.13				0.06	0.48	1.40	0.19						2.1
3.6	1.25				0.08	0.64	2.11	0.38	0.10					3.3
3.7	1.24				0.09	0.80	2.81	0.58	0.20	0.06				4.5
4.2	1.20				0.11	0.96	3.51	0.77	0.30	0.13	0.05			5.8
4.6	1.16				0.12	1.12	4.21	0.96	0.40	0.19	0.09	0.04		7.1
5.1	1.13				0.12	1.23	4.91	1.15	0.50	0.26	0.14	0.07	0.03	8.4
5.5	1.09				0.12	1.22	5.41	1.34	0.59	0.32	0.19	0.11	0.07	9.4
6.0	1.06				0.11	1.18	5.36	1.48	0.69	0.39	0.24	0.15	0.10	9.7
6.5	1.02				0.11	1.15	5.20	1.46	0.76	0.45	0.28	0.19	0.13	9.7
6.9	0.98				0.11	1.11	5.05	1.42	0.76	0.50	0.33	0.22	0.17	9.7
7.4	0.95				0.10	1.08	4.89	1.38	0.73	0.49	0.37	0.26	0.20	9.5
7.8	0.91				0.10	1.04	4.74	1.34	0.71	0.48	0.36	0.29	0.24	9.3
8.3	0.88				0.09	1.01	4.58	1.29	0.69	0.47	0.35	0.28	0.26	9.0
8.8	0.84				0.09	0.97	4.42	1.25	0.67	0.45	0.34	0.28	0.26	8.7
9.2	0.80				0.09	0.93	4.27	1.21	0.65	0.44	0.33	0.27	0.25	8.4
9.7	0.77				0.08	0.90	4.11	1.17	0.62	0.42	0.32	0.26	0.24	8.1
10.1	0.73				0.08	0.86	3.96	1.12	0.60	0.41	0.31	0.25	0.23	7.8
10.6	0.70				0.08	0.83	3.80	1.08	0.58	0.39	0.30	0.24	0.23	7.5
11.1	0.66				0.07	0.79	3.64	1.04	0.56	0.38	0.29	0.23	0.22	7.2
11.5	0.62				0.07	0.76	3.49	1.00	0.54	0.36	0.28	0.23	0.21	6.9
12.0	0.59				0.07	0.72	3.33	0.95	0.51	0.35	0.27	0.22	0.20	6.6
12.5	0.55				0.06	0.69	3.18	0.91	0.49	0.34	0.26	0.21	0.20	6.3
12.9	0.52				0.06	0.65	3.02	0.87	0.47	0.32	0.25	0.20	0.19	6.0
13.4	0.48				0.06	0.62	2.86	0.83	0.45	0.31	0.24	0.19	0.18	5.7
13.8	0.44				0.05	0.58	2.71	0.78	0.43	0.29	0.23	0.19	0.17	5.4
14.3	0.41				0.05	0.54	2.55	0.74	0.40	0.28	0.21	0.18	0.17	5.1
14.8	0.37				0.05	0.51	2.40	0.70	0.38	0.26	0.20	0.17	0.16	4.8





I max:	135	mm/hr
P acum:	141.1	mm
P max:	60.4	mm
Q Max:	9.7	m³/s
TR:	25	años

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP BID MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOFC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Cálculo de Caudal de Diseño

Q: 8.5 m3/s

Proyecto	RUTA PY 12	Tramo		Prog:	CUENCA C 271	Arroyo:	

	282.3	ha
Área (A):	2.823	km²
Longitud (L):	3,256.2	m
Pendiente (i):	0.280	%
Desnivel (dh):	9.1	m
SCS Curve Number:	79	
Almacenam. (S):	67.5	mm
Porcentaje retenc.:	20%	
Abstracc. inic. (Ia):	13.5	mm

276
122
154
0.047293811

Tiempo de Concentración y Factor Pico (SCS)

Fórmula:	CLARK		
K DNOS:	3.0		
Tc:	212.5	min	212.5129
Tc:	3.54	hs	
Δt:	17.7	min	
Δt Adop.	17.7	min	
tp:	127.5	min	
Tp:	136.4	min	
Tr:	613.6	min	
Tb:	750.0	min	

β calculado:	0.41	
X calculado:	3.88	
X adoptado:	4.50	
1+X:	5.50	
PRF (Inglés):	234.5	
PRF (SI):	1.01	
Vol. hasta el pico:	18.2%	
qp: 1.25		m³/s/cm

IDF, TR

TR:	25	años
IDF:	Asunción	
c:	2251.92	
n:	0.19036	
d:	28.00	
m:	0.87631	

MÉTODO DE LAS ABSTRACCIONES (SCS)

Distribución temporal de la precipitación: Bloques Alternos

Cálculo de la Precipitación Efectiva

Intervalo (min)	Pinc (mm)	Pacum (mm)	S (mm)	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe Acum (mm)	Pe Inc (mm)	Pe Inc (cm)
0.0	0.00	0.00	67.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17.7	3.20	3.20	67.52	3.20	0.00	0.00	0.00	0.00
35.4	4.23	7.43	67.52	7.43	0.00	0.00	0.00	0.00
53.1	6.10	13.53	67.52	13.50	0.03	0.00	0.00	0.00
70.8	10.16	23.69	67.52	13.50	8.85	1.33	1.33	0.13
88.5	23.09	46.78	67.52	13.50	22.29	10.98	9.65	0.96
106.3	46.07	92.85	67.52	13.50	36.48	42.87	31.88	3.19
124.0	14.44	107.29	67.52	13.50	39.26	54.53	11.66	1.17
141.7	7.68	114.97	67.52	13.50	40.54	60.92	6.39	0.64
159.4	5.01	119.98	67.52	13.50	41.32	65.16	4.24	0.42
177.1	3.65	123.64	67.52	13.50	41.86	68.27	3.11	0.31
194.8	2.84	126.48	67.52	13.50	42.26	70.71	2.44	0.24
212.5	2.55	129.03	67.52	13.50	42.61	72.91	2.20	0.22

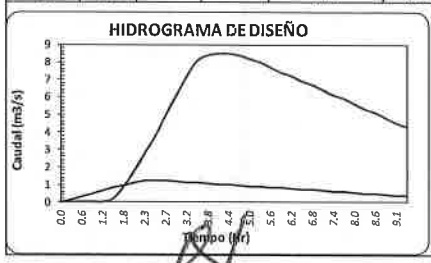
K SCS	1.00
K Espań.	0.97
K Fhrulìng	0.95
K In.Cv.Eng	0.97
k prom	0.97
mod IDF	1.1

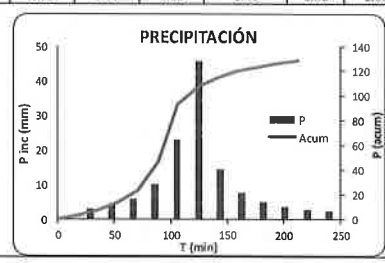
Precipitación Incremental

Intervalo (min)	Intensidad (mm/h)	P acum (mm)	P Inc (mm)
0.0	0.0	0.0	0.0
17.7	160.5	46.1	46.1
35.4	120.4	69.2	23.1
53.1	97.1	83.6	14.4
70.8	81.6	93.8	10.2
88.5	70.7	101.4	7.7
106.3	62.4	107.5	6.1
124.0	56.0	112.5	5.0
141.7	50.8	116.8	4.2
159.4	46.6	120.4	3.7
177.1	43.1	123.6	3.2
194.8	40.0	126.5	2.8
212.5	37.4	129.0	2.6

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

Intervalo (hr)	qi	P inc (cm) 0.00	0.00	0.00	0.13	0.96	3.19	1.17	0.64	0.42	0.31	0.24	0.22	Q tot (m3/s)
0.0	0.00													0.0
0.3	0.16													0.0
0.6	0.33													0.0
0.9	0.49			0.00										0.0
1.2	0.65			0.00	0.02									0.0
1.5	0.81			0.00	0.04	0.16								0.2
1.8	0.98			0.00	0.07	0.31	0.52							0.9
2.1	1.14			0.00	0.09	0.47	1.04	0.19						1.8
2.3	1.25			0.00	0.11	0.63	1.56	0.38	0.10					2.8
2.4	1.24			0.00	0.13	0.79	2.08	0.57	0.21	0.07				3.8
2.7	1.21			0.00	0.15	0.94	2.60	0.76	0.31	0.14	0.05			5.0
3.0	1.17			0.00	0.17	1.10	3.12	0.95	0.42	0.21	0.10	0.04		6.1
3.2	1.14			0.00	0.17	1.21	3.64	1.14	0.52	0.28	0.15	0.08	0.04	7.2
3.5	1.10			0.00	0.16	1.20	4.00	1.33	0.63	0.35	0.20	0.12	0.07	8.1
3.8	1.06			0.00	0.16	1.17	3.97	1.46	0.73	0.41	0.25	0.16	0.11	8.4
4.1	1.03			0.00	0.15	1.13	3.85	1.45	0.80	0.48	0.30	0.20	0.14	8.5
4.4	0.99			0.00	0.15	1.10	3.73	1.41	0.80	0.53	0.36	0.24	0.18	8.5
4.7	0.95			0.00	0.14	1.06	3.62	1.37	0.77	0.53	0.39	0.28	0.22	8.4
5.0	0.92			0.00	0.14	1.03	3.50	1.32	0.75	0.51	0.39	0.31	0.25	8.2
5.3	0.88			0.00	0.13	0.99	3.39	1.28	0.73	0.50	0.38	0.30	0.28	8.0
5.6	0.85			0.00	0.13	0.96	3.27	1.24	0.70	0.48	0.36	0.29	0.27	7.7
5.9	0.81			0.00	0.12	0.92	3.16	1.20	0.68	0.47	0.35	0.29	0.27	7.4
6.2	0.77			0.00	0.12	0.89	3.04	1.16	0.66	0.45	0.34	0.28	0.26	7.2
6.5	0.74			0.00	0.11	0.85	2.93	1.11	0.63	0.43	0.33	0.27	0.25	6.9
6.8	0.70			0.00	0.11	0.82	2.81	1.07	0.61	0.42	0.32	0.26	0.24	6.7
7.1	0.66			0.00	0.10	0.78	2.70	1.03	0.59	0.40	0.31	0.25	0.23	6.4
7.4	0.63			0.00	0.10	0.75	2.58	0.99	0.56	0.39	0.30	0.24	0.23	6.1
7.7	0.59			0.00	0.09	0.71	2.46	0.94	0.54	0.37	0.29	0.23	0.22	5.9
8.0	0.56			0.00	0.09	0.68	2.35	0.90	0.52	0.36	0.27	0.22	0.21	5.6
8.3	0.52			0.00	0.08	0.64	2.23	0.86	0.49	0.34	0.26	0.22	0.20	5.3
8.6	0.48			0.00	0.08	0.61	2.12	0.82	0.47	0.33	0.25	0.21	0.19	5.1
8.9	0.45			0.00	0.07	0.57	2.00	0.77	0.45	0.31	0.24	0.20	0.19	4.8
9.1	0.41			0.00	0.07	0.54	1.89	0.73	0.42	0.30	0.23	0.19	0.18	4.5
9.4	0.37			0.00	0.06	0.50	1.77	0.69	0.40	0.28	0.22	0.18	0.17	4.3





I max:	160	mm/hr
P acum:	129.0	mm
P max:	46.1	mm
Q Max:	8.5	m³/s
TR:	25	años

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID - MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Cálculo de Caudal de Diseño

Q: 9.8 m3/s

Proyecto	RUTA PY 12	Tramo		Prog:	CUENCA C 237	Arroyo:	

	467.7	ha
Área (A):	4.677	km²
Longitud (L):	3,002.8	m
Pendiente (i):	0.130	%
Desnivel (dh):	3.9	m
SCS Curve Number:	79	
Almacenam. (S):	67.5	mm
Porcentaje retenc.:	20%	
Abstracc. inic. (Ia):	13.5	mm

276
122
154
0.051284955

Tiempo de Concentración y Factor Pico (SCS)

Fórmula:	CLARK	
K DNOS:	3.0	
Tc:	359.9	min
Tc:	6.00	hs
Δt:	30.0	min
Δt Adop.	30.0	min
tp:	216.0	min
Tp:	230.9	min
Tr:	1039.3	min
Tb:	1270.2	min

359.9171

β calculado:	0.33	
X calculado:	5.15	
X adoptado:	4.50	
1+X:	5.50	
PRF (inglés):	234.5	
PRF (SI):	1.01	
Vol. hasta el pico:	18.2%	
qp:	1.23	m³/s/cm

IDF, TR

TR:	25	años
IDF:	Asunción	
c:	2251.92	
n:	0.19036	
d:	28.00	
m:	0.87631	

MÉTODO DE LAS ABSTRACCIONES (SCS)

Distribución temporal de la precipitación: Bloques Alternos

Calculo de la Precipitación Efectiva

Intervalo (min)	Pinc (mm)	Pacum (mm)	S (mm)	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe Acum (mm)	Pe Inc (mm)	Pe Inc (cm)
0.0	0.00	0.00	67.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30.0	2.91	2.91	67.52	2.91	0.00	0.00	0.00	0.00
60.0	3.84	6.75	67.52	6.75	0.00	0.00	0.00	0.00
90.0	5.54	12.29	67.52	12.29	0.00	0.00	0.00	0.00
120.0	9.47	21.76	67.52	13.50	7.36	0.90	0.90	0.09
150.0	24.47	46.23	67.52	13.50	22.04	10.69	9.79	0.98
180.0	63.07	109.31	67.52	13.50	39.61	56.20	45.51	4.55
210.0	14.01	123.31	67.52	13.50	41.81	68.00	11.80	1.18
239.9	7.03	130.35	67.52	13.50	42.79	74.05	6.05	0.61
269.9	4.54	134.89	67.52	13.50	43.39	78.00	3.95	0.39
299.9	3.31	138.20	67.52	13.50	43.80	80.90	2.90	0.29
329.9	2.60	140.80	67.52	13.50	44.12	83.18	2.28	0.23
359.9	2.34	143.14	67.52	13.50	44.40	85.24	2.06	0.21

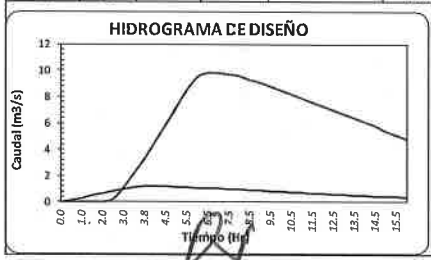
K SCS	1.00	
K Españ.	0.96	
K Fhruling	0.95	
K In.Cv.Eng	0.97	
k prom	0.97	
mod IDF	1.1	

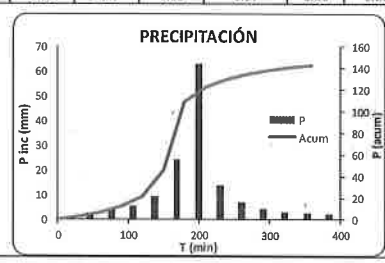
Precipitación Incremental

Intervalo (min)	Intensidad (mm/h)	P acum (mm)	P inc (mm)
0.0	0.0	0.0	0.0
30.0	130.3	63.1	63.1
60.0	90.4	87.5	24.5
90.0	69.9	101.6	14.0
120.0	57.3	111.0	9.5
150.0	48.8	118.1	7.0
180.0	42.5	123.6	5.5
210.0	37.8	128.1	4.5
239.9	34.1	132.0	3.8
269.9	31.0	135.3	3.3
299.9	28.5	138.2	2.9
329.9	26.4	140.8	2.6
359.9	24.6	143.1	2.3

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

Intervalo (hr)	qi	P inc (cm) 0.00	0.00	0.00	0.09	0.98	4.55	1.18	0.61	0.39	0.29	0.23	0.21	Q tot (m3/s)
0.0	0.00													0.0
0.5	0.16													0.0
1.0	0.32													0.0
1.5	0.48													0.0
2.0	0.64				0.01									0.0
2.5	0.80				0.03	0.16								0.2
3.0	0.96				0.04	0.31	0.73							1.1
3.5	1.12				0.06	0.47	1.45	0.19						2.2
3.8	1.23				0.07	0.62	2.18	0.38	0.10					3.3
4.0	1.22				0.09	0.78	2.90	0.56	0.19	0.06				4.6
4.5	1.18				0.10	0.94	3.63	0.75	0.29	0.13	0.05			5.9
5.0	1.15				0.11	1.09	4.35	0.94	0.39	0.19	0.09	0.04		7.2
5.5	1.11				0.11	1.20	5.08	1.13	0.48	0.25	0.14	0.07	0.03	8.5
6.0	1.08				0.11	1.19	5.59	1.32	0.58	0.31	0.18	0.11	0.07	9.5
6.5	1.04				0.10	1.16	5.54	1.45	0.68	0.38	0.23	0.15	0.10	9.8
7.0	1.00				0.10	1.12	5.38	1.44	0.74	0.44	0.28	0.18	0.13	9.8
7.5	0.97				0.10	1.09	5.22	1.39	0.74	0.48	0.32	0.22	0.16	9.7
8.0	0.93				0.09	1.05	5.05	1.35	0.71	0.48	0.36	0.25	0.20	9.6
8.5	0.90				0.09	1.02	4.89	1.31	0.69	0.47	0.35	0.28	0.23	9.3
9.0	0.86				0.09	0.98	4.73	1.27	0.67	0.45	0.34	0.28	0.25	9.1
9.5	0.83				0.08	0.95	4.57	1.23	0.65	0.44	0.33	0.27	0.25	8.8
10.0	0.79				0.08	0.91	4.41	1.19	0.63	0.42	0.32	0.26	0.24	8.5
10.5	0.76				0.08	0.88	4.25	1.14	0.61	0.41	0.31	0.25	0.24	8.2
11.0	0.72				0.07	0.84	4.09	1.10	0.59	0.40	0.30	0.25	0.23	7.9
11.5	0.69				0.07	0.81	3.93	1.06	0.56	0.38	0.29	0.24	0.22	7.6
12.0	0.65				0.07	0.77	3.76	1.02	0.54	0.37	0.28	0.23	0.21	7.3
12.5	0.61				0.06	0.74	3.60	0.98	0.52	0.35	0.27	0.22	0.21	7.0
13.0	0.58				0.06	0.71	3.44	0.93	0.50	0.34	0.26	0.21	0.20	6.7
13.5	0.54				0.06	0.67	3.28	0.89	0.48	0.33	0.25	0.20	0.19	6.4
14.0	0.51				0.06	0.64	3.12	0.85	0.46	0.31	0.24	0.20	0.19	6.1
14.5	0.47				0.05	0.60	2.96	0.81	0.44	0.30	0.23	0.19	0.18	5.8
15.0	0.44				0.05	0.57	2.80	0.77	0.41	0.28	0.22	0.18	0.17	5.4
15.5	0.40				0.05	0.53	2.64	0.73	0.39	0.27	0.21	0.17	0.16	5.1
16.0	0.37				0.04	0.50	2.47	0.68	0.37	0.26	0.20	0.16	0.16	4.8





I max:	130	mm/hr
P acum:	143.1	mm
P max:	63.1	mm
Q Max:	9.8	m³/s
TR:	25	años

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Cálculo de Caudal de Diseño

Q: 9.4 m3/s

Proyecto	RUTA PY 12	Tramo		Prog:	CUENCA C 236	Arroyo:	

	498.6	ha
Área (A):	4.986	km²
Longitud (L):	3,240.8	m
Pendiente (i):	0.090	%
Desnivel (dh):	2.9	m
SCS Curve Number:	79	
Almacenam. (S):	67.5	mm
Porcentaje retenc.:	20%	
Abstracc. Inic. (Ia):	13.5	mm

276
122
154
0.047519424

Tiempo de Concentración y Factor Pico (SCS)

Fórmula:	CLARK	
K DNOS:	3.0	
Tc:	416.9	min
Tc:	6.95	hs
Δt:	34.7	min
Δt Adop.	34.7	min
tp:	250.1	min
Tp:	267.5	min
Tr:	1203.8	min
Tb:	1471.3	min

416.8984

β calculado:	0.29	
X calculado:	5.86	
X adoptado:	4.50	
1+X:	5.50	
PRF (Inglés):	234.5	
PRF (SI):	1.01	
Vol. hasta el pico:	18.2%	
qp: 1.13	m³/s/cm	

IDF, TR

TR:	25	años
IDF:	Asunción	
c:	2251.92	
n:	0.19036	
d:	28.00	
m:	0.87631	

MÉTODO DE LAS ABSTRACCIONES (SCS)

Distribución temporal de la precitación: Bloques Alternos

Cálculo de la Precipitación Efectiva

Intervalo (min)	Pinc (mm)	Pacum (mm)	S (mm)	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe Acum (mm)	Pe Inc (mm)	Pe Inc (cm)
0.0	0.00	0.00	67.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
34.7	2.85	2.85	67.52	2.85	0.00	0.00	0.00	0.00
69.5	3.74	6.59	67.52	6.59	0.00	0.00	0.00	0.00
104.2	5.39	11.98	67.52	11.98	0.00	0.00	0.00	0.00
139.0	9.24	21.22	67.52	13.50	6.93	0.79	0.79	0.08
173.7	24.49	45.72	67.52	13.50	21.81	10.40	9.61	0.96
208.4	68.17	113.88	67.52	13.50	40.37	60.01	49.61	4.96
243.2	13.75	127.63	67.52	13.50	42.42	71.71	11.69	1.17
277.9	6.84	134.48	67.52	13.50	43.33	77.64	5.93	0.59
312.7	4.43	138.90	67.52	13.50	43.89	81.51	3.87	0.39
347.4	3.24	142.14	67.52	13.50	44.28	84.36	2.85	0.28
382.2	2.55	144.69	67.52	13.50	44.58	86.61	2.25	0.22
416.9	2.30	146.98	67.52	13.50	44.84	88.64	2.04	0.20

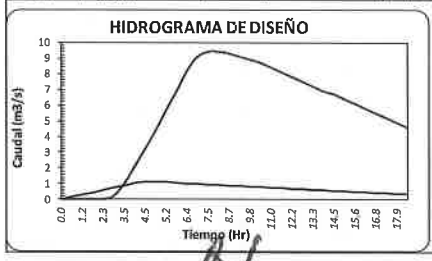
K SCS	1.00	
K Espań.	0.95	
K Fhruling	0.95	
K In.Cv.Eng	0.97	
k prom	0.97	
mod IDF	1.1	

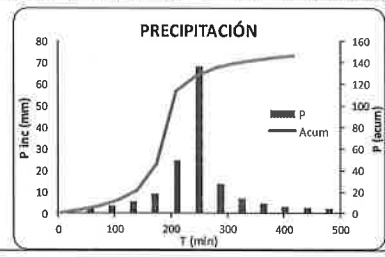
Precipitación Incremental

Intervalo (mln)	Intensida d (mm/h)	P acum (mm)	P Inc (mm)
0.0	0.0	0.0	0.0
34.7	121.6	68.2	68.2
69.5	82.6	92.7	24.5
104.2	63.3	106.4	13.7
139.0	51.6	115.6	9.2
173.7	43.7	122.5	6.8
208.4	38.0	127.9	5.4
243.2	33.7	132.3	4.4
277.9	30.3	136.0	3.7
312.7	27.6	139.3	3.2
347.4	25.4	142.1	2.9
382.2	23.5	144.7	2.5
416.9	21.8	147.0	2.3

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

		P inc (cm)											
Intervalo (hr)	qi	0.00	0.00	0.00	0.08	0.96	4.96	1.17	0.59	0.39	0.28	0.22	0.20	Q tot (m3/s)
0.0	0.00													0.0
0.6	0.15													0.0
1.2	0.29													0.0
1.7	0.44													0.0
2.3	0.59				0.01									0.0
2.9	0.73				0.02	0.14								0.2
3.5	0.88				0.03	0.28	0.73							1.0
4.1	1.03				0.05	0.42	1.46	0.17						2.1
4.5	1.13				0.06	0.56	2.18	0.34	0.09					3.2
4.6	1.12				0.07	0.71	2.91	0.51	0.17	0.06				4.4
5.2	1.09				0.08	0.85	3.64	0.69	0.26	0.11	0.04			5.7
5.8	1.05				0.09	0.99	4.37	0.86	0.35	0.17	0.08	0.03		6.9
6.4	1.02				0.09	1.09	5.09	1.03	0.44	0.23	0.13	0.07	0.03	8.2
6.9	0.99				0.09	1.08	5.60	1.20	0.52	0.28	0.17	0.10	0.06	9.1
7.5	0.96				0.08	1.05	5.56	1.32	0.61	0.34	0.21	0.13	0.09	9.4
8.1	0.92				0.08	1.01	5.39	1.31	0.67	0.40	0.25	0.16	0.12	9.4
8.7	0.89				0.08	0.98	5.23	1.27	0.66	0.44	0.29	0.20	0.15	9.3
9.3	0.86				0.08	0.95	5.07	1.23	0.65	0.43	0.32	0.23	0.18	9.1
9.8	0.83				0.07	0.92	4.91	1.20	0.63	0.42	0.32	0.25	0.21	8.9
10.4	0.79				0.07	0.89	4.75	1.16	0.61	0.41	0.31	0.25	0.23	8.7
11.0	0.76				0.07	0.86	4.58	1.12	0.59	0.40	0.30	0.24	0.23	8.4
11.6	0.73				0.07	0.83	4.42	1.08	0.57	0.38	0.29	0.24	0.22	8.1
12.2	0.70				0.06	0.79	4.26	1.04	0.55	0.37	0.28	0.23	0.21	7.8
12.7	0.66				0.06	0.76	4.10	1.00	0.53	0.36	0.27	0.22	0.21	7.5
13.3	0.63				0.06	0.73	3.94	0.97	0.51	0.35	0.26	0.22	0.20	7.2
13.9	0.60				0.06	0.70	3.78	0.93	0.49	0.33	0.25	0.21	0.19	6.9
14.5	0.57				0.05	0.67	3.61	0.89	0.47	0.32	0.24	0.20	0.19	6.7
15.1	0.53				0.05	0.64	3.45	0.85	0.45	0.31	0.24	0.19	0.18	6.4
15.6	0.50				0.05	0.61	3.29	0.81	0.43	0.29	0.23	0.19	0.17	6.1
16.2	0.47				0.04	0.58	3.13	0.78	0.41	0.28	0.22	0.18	0.17	5.8
16.8	0.44				0.04	0.54	2.97	0.74	0.39	0.27	0.21	0.17	0.16	5.5
17.4	0.40				0.04	0.51	2.81	0.70	0.37	0.26	0.20	0.16	0.16	5.2
17.9	0.37				0.04	0.48	2.64	0.66	0.35	0.24	0.19	0.16	0.15	4.9
18.5	0.34				0.03	0.45	2.48	0.62	0.34	0.23	0.18	0.15	0.14	4.6





I max:	122	mm/hr
P acum:	147.0	mm
P max:	68.2	mm
Q Max:	9.4	m³/s
TR:	25	años

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Cálculo de Caudal de Diseño

Q: 6.1 m3/s

Proyecto	RUTA PY 12	Tramo		Prog:	CUENCA C 235	Arroyo:	

	318.9	ha		Fórmula:	CLARK					IDF, TR	TR:	25	años
Área (A):	3.189	km²		K DNOS:	3.0			β calculado:	0.28	IDF:	Asunción		
				Tc:	331.2	min		X calculado:	6.11		c:	2251.92	
Longitud (L):	3,562.3	m	276	Tc:	5.52	hs	331.2051	X adoptado:	5.50		n:	0.19036	
Pendiente (i):	0.080	%	122					1+X:	6.50		d:	28.00	
Desnivel (dh):	2.8	m	154	Δt:	27.6	min					m:	0.87631	
			0.043230012	Δt Adop.	27.6	min		PRF (Inglés):	198.5				
SCS Curve Number:	79			tp:	198.7	min		PRF (SI):	0.85				
Almacenam. (S):	67.5	mm		Tp:	212.5	min							
Porcentaje retenc.:	20%			Tr:	1168.9	min		Vol. hasta el pico:	15.4%				
Abstracc. Inic. (Ia):	13.5	mm		Tb:	1381.4	min		qp:	0.77	m³/s/cm			

MÉTODO DE LAS ABSTRACCIONES (SCS)

Distribución temporal de la precitación: Bloques Alternos

Cálculo de la Precipitación Efectiva

Intervalo (min)	Pinc (mm)	Pacum (mm)	S (mm)	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe Acum (mm)	Pe Inc (mm)	Pe Inc (cm)
0.0	0.00	0.00	67.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27.6	2.96	2.96	67.52	2.96	0.00	0.00	0.00	0.00
55.2	3.91	6.87	67.52	6.87	0.00	0.00	0.00	0.00
82.8	5.64	12.51	67.52	12.51	0.00	0.00	0.00	0.00
110.4	9.63	22.15	67.52	13.50	7.66	0.98	0.98	0.10
138.0	24.48	46.62	67.52	13.50	22.22	10.90	9.92	0.99
165.6	60.45	107.08	67.52	13.50	39.22	54.35	43.46	4.35
193.2	14.18	121.26	67.52	13.50	41.51	66.25	11.89	1.19
220.8	7.16	128.42	67.52	13.50	42.53	72.39	6.14	0.61
248.4	4.63	133.05	67.52	13.50	43.15	76.40	4.01	0.40
276.0	3.37	136.42	67.52	13.50	43.58	79.34	2.94	0.29
303.6	2.64	139.06	67.52	13.50	43.91	81.65	2.31	0.23
331.2	2.38	141.44	67.52	13.50	44.19	83.74	2.09	0.21

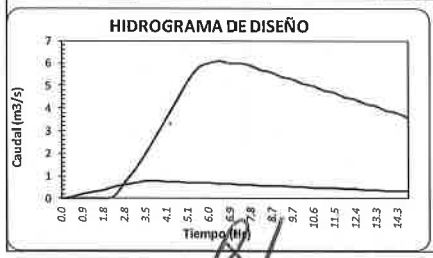
K SCS	1.00	
K Espan.	0.97	
K Fhruling	0.95	
K In.Cv.Eng	0.97	
k prom	0.97	
mod IDF	1.1	

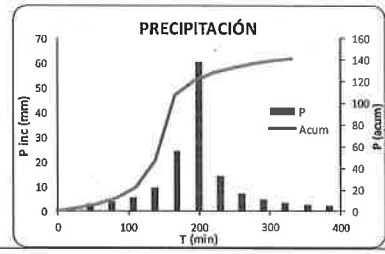
Precipitación Incremental

Intervalo (min)	Intensidad (mm/h)	P acum (mm)	P inc (mm)
0.0	0.0	0.0	0.0
27.6	135.2	60.5	60.5
55.2	94.9	84.9	24.5
82.8	73.9	99.1	14.2
110.4	60.8	108.7	9.6
138.0	51.8	115.9	7.2
165.6	45.3	121.6	5.6
193.2	40.3	126.2	4.6
220.8	36.4	130.1	3.9
248.4	33.2	133.5	3.4
276.0	30.5	136.4	3.0
303.6	28.3	139.1	2.6
331.2	26.4	141.4	2.4

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

		P inc (cm)											
Intervalo (hr)	qi	0.00	0.00	0.00	0.10	0.99	4.35	1.19	0.61	0.40	0.29	0.23	0.21	Q tot (m3/s)
0.0	0.00													0.0
0.5	0.10													0.0
0.9	0.20													0.0
1.4	0.30													0.0
1.8	0.40				0.01									0.0
2.3	0.50				0.02	0.10								0.1
2.8	0.60				0.03	0.20	0.43							0.7
3.2	0.70				0.04	0.30	0.87	0.12						1.3
3.5	0.77				0.05	0.40	1.30	0.24	0.06					2.0
3.7	0.76				0.06	0.50	1.74	0.36	0.12	0.04				2.8
4.1	0.75				0.07	0.59	2.17	0.48	0.18	0.08	0.03			3.6
4.6	0.73				0.08	0.69	2.61	0.59	0.25	0.12	0.06	0.02		4.4
5.1	0.71				0.07	0.76	3.04	0.71	0.31	0.16	0.09	0.05	0.02	5.2
5.5	0.69				0.07	0.76	3.34	0.83	0.37	0.20	0.12	0.07	0.04	5.8
6.0	0.67				0.07	0.74	3.32	0.92	0.43	0.24	0.15	0.09	0.06	6.0
6.4	0.66				0.07	0.72	3.24	0.91	0.47	0.28	0.18	0.12	0.08	6.1
6.9	0.64				0.07	0.70	3.16	0.89	0.47	0.31	0.21	0.14	0.10	6.0
7.4	0.62				0.07	0.69	3.08	0.87	0.46	0.31	0.23	0.16	0.13	6.0
7.8	0.60				0.06	0.67	3.00	0.84	0.45	0.30	0.22	0.18	0.15	5.9
8.3	0.58				0.06	0.65	2.93	0.82	0.44	0.29	0.22	0.18	0.16	5.7
8.7	0.56				0.06	0.63	2.85	0.80	0.42	0.28	0.21	0.17	0.16	5.6
9.2	0.55				0.06	0.61	2.77	0.78	0.41	0.28	0.21	0.17	0.16	5.4
9.7	0.53				0.06	0.60	2.69	0.76	0.40	0.27	0.20	0.16	0.15	5.3
10.1	0.51				0.06	0.58	2.61	0.74	0.39	0.26	0.20	0.16	0.15	5.1
10.6	0.49				0.05	0.56	2.53	0.71	0.38	0.26	0.19	0.16	0.14	5.0
11.0	0.47				0.05	0.54	2.45	0.69	0.37	0.25	0.19	0.15	0.14	4.8
11.5	0.46				0.05	0.52	2.37	0.67	0.36	0.24	0.18	0.15	0.14	4.7
12.0	0.44				0.05	0.51	2.29	0.65	0.35	0.23	0.18	0.14	0.13	4.5
12.4	0.42				0.05	0.49	2.21	0.63	0.34	0.23	0.17	0.14	0.13	4.4
12.9	0.40				0.04	0.47	2.14	0.61	0.32	0.22	0.17	0.13	0.13	4.2
13.3	0.38				0.04	0.45	2.06	0.58	0.31	0.21	0.16	0.13	0.12	4.1
13.8	0.36				0.04	0.43	1.98	0.56	0.30	0.20	0.16	0.13	0.12	3.9
14.3	0.35				0.04	0.42	1.90	0.54	0.29	0.20	0.15	0.12	0.11	3.8
14.7	0.33				0.04	0.40	1.82	0.52	0.28	0.19	0.14	0.12	0.11	3.6





I max:	135	mm/hr
P acum:	141.4	mm
P max:	60.5	mm
Q Max:	6.1	m³/s
TR:	25	años

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID - MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

HIDROGRAMAS UNITARIOS TRIANGULARES – TR = 50 AÑOS – CUENCAS GRAL. BRUGUEZ

Cálculo de Caudal de Diseño

Q: 11.8 m3/s

Proyecto	RUTA PY 12	Tramo		Prog:	CUENCA C 272	Arroyo:	

Área (A):	438.8	ha	
	4.388	km²	
Longitud (L):	3,373.2	m	276
Pendiente (I):	0.150	%	122
Desnivel (dh):	5.1	m	154
			0.04565452
SCS Curve Number:	79		
Almacenam. (S):	67.5	mm	
Porcentaje retenc.:	20%		
Abstracc. Inic. (Ia):	13.5	mm	

Tiempo de Concentración y Factor Pico (SCS)

Fórmula:	CLARK		
K DNOS:	3.0		
Tc:	332.2	min	
Tc:	5.54	hs	332.1614
Δt:	27.7	min	
Δt Adop.	27.7	min	
tp:	199.3	min	
Tp:	213.1	min	
Tr:	959.1	min	
Tb:	1172.3	min	

β calculado:	0.34	
X calculado:	4.89	
X adoptado:	4.50	
1+X:	5.50	
PRF (Inglés):	234.5	
PRF (SI):	1.01	
Vol. hasta el pico:	18.2%	
qp:	1.25	m³/s/cm

IDF, TR

TR:	50	años
IDF:	Asunción	
c:	2251.92	
n:	0.19036	
d:	28.00	
m:	0.87631	

MÉTODO DE LAS ABSTRACCIONES (SCS)

Distribución temporal de la precitación: Bloques Alternos

Cálculo de la Precipitación Efectiva

Intervalo (min)	Pinc (mm)	Pacum (mm)	S (mm)	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe Acum (mm)	Pe Inc (mm)	Pe Inc (cm)
0.0	0.00	0.00	57.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27.7	3.37	3.37	57.52	3.37	0.00	0.00	0.00	0.00
55.4	4.44	7.81	57.52	7.81	0.00	0.00	0.00	0.00
83.0	6.41	14.22	57.52	13.50	0.71	0.01	0.01	0.00
110.7	10.95	25.18	57.52	13.50	9.95	1.72	1.71	0.17
138.4	27.84	53.02	57.52	13.50	24.93	14.59	12.87	1.29
166.1	68.87	121.89	57.52	13.50	41.60	66.78	52.19	5.22
193.8	16.12	138.01	57.52	13.50	43.78	80.73	13.95	1.39
221.4	8.14	146.15	57.52	13.50	44.74	87.90	7.18	0.72
249.1	5.26	151.41	57.52	13.50	45.33	92.58	4.68	0.47
276.8	3.83	155.25	57.52	13.50	45.73	96.01	3.43	0.34
304.5	3.00	158.25	57.52	13.50	46.04	98.70	2.69	0.27
332.2	2.70	160.95	57.52	13.50	46.31	101.13	2.43	0.24

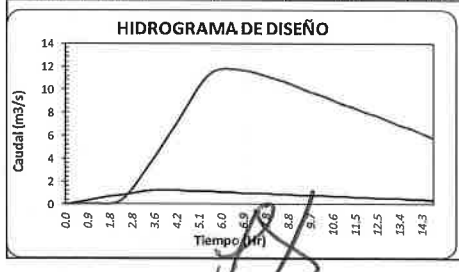
K SCS	1.00	
K Españ.	0.96	
K Fhruling	0.95	
K In.Cv.Eng	0.97	
k prom	0.97	
mod IDF	1.1	

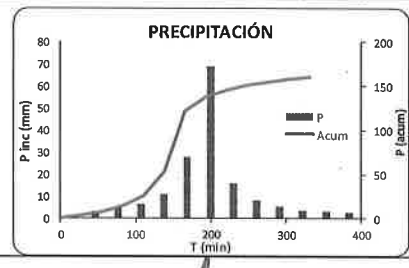
Precipitación Incremental

Intervalo (min)	Intensidad (mm/h)	P acum (mm)	P inc (mm)
0.0	0.0	0.0	0.0
27.7	154.0	68.9	68.9
55.4	108.1	96.7	27.8
83.0	84.1	112.8	16.1
110.7	69.2	123.8	11.0
138.4	59.0	131.9	8.1
166.1	51.6	138.3	6.4
193.8	45.9	143.6	5.3
221.4	41.4	148.0	4.4
249.1	37.7	151.9	3.8
276.8	34.7	155.2	3.4
304.5	32.2	158.2	3.0
332.2	30.0	160.9	2.7

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

Intervalo (hr)	qi	P inc (cm) 0.00	0.00	0.00	0.17	1.29	5.22	1.39	0.72	0.47	0.34	0.27	0.24	Q tot (m3/s)
0.0	0.00													0.0
0.5	0.16													0.0
0.9	0.32													0.0
1.4	0.49			0.00										0.0
1.8	0.65			0.00	0.03									0.0
2.3	0.81			0.00	0.06	0.21								0.3
2.8	0.97			0.00	0.08	0.42	0.85							1.3
3.2	1.13			0.00	0.11	0.63	1.69	0.23						2.7
3.6	1.25			0.00	0.14	0.83	2.54	0.45	0.12					4.1
3.7	1.24			0.00	0.17	1.04	3.38	0.68	0.23	0.08				5.6
4.2	1.20			0.00	0.19	1.25	4.23	0.90	0.35	0.15	0.06			7.1
4.6	1.16			0.00	0.21	1.46	5.07	1.13	0.47	0.23	0.11	0.04		8.7
5.1	1.13			0.00	0.21	1.61	5.92	1.36	0.58	0.30	0.17	0.09	0.04	10.3
5.5	1.09			0.00	0.21	1.59	6.51	1.58	0.70	0.38	0.22	0.13	0.08	11.4
6.0	1.06			0.00	0.20	1.55	6.46	1.74	0.81	0.45	0.28	0.17	0.12	11.8
6.5	1.02			0.00	0.19	1.50	6.27	1.73	0.90	0.53	0.33	0.22	0.16	11.8
6.9	0.98			0.00	0.19	1.45	6.08	1.68	0.89	0.58	0.39	0.26	0.20	11.7
7.4	0.95			0.00	0.18	1.41	5.89	1.62	0.86	0.58	0.43	0.31	0.24	11.5
7.8	0.91			0.00	0.17	1.36	5.70	1.57	0.84	0.56	0.42	0.34	0.28	11.2
8.3	0.88			0.00	0.17	1.31	5.52	1.52	0.81	0.54	0.41	0.33	0.30	10.9
8.8	0.84			0.00	0.16	1.27	5.33	1.47	0.78	0.53	0.40	0.32	0.30	10.6
9.2	0.80			0.00	0.16	1.22	5.14	1.42	0.76	0.51	0.39	0.31	0.29	10.2
9.7	0.77			0.00	0.15	1.17	4.95	1.37	0.73	0.49	0.37	0.30	0.28	9.8
10.1	0.73			0.00	0.14	1.13	4.76	1.32	0.71	0.48	0.36	0.29	0.27	9.5
10.6	0.70			0.00	0.14	1.08	4.58	1.27	0.68	0.46	0.35	0.28	0.27	9.1
11.1	0.66			0.00	0.13	1.04	4.39	1.22	0.66	0.44	0.34	0.27	0.26	8.7
11.5	0.62			0.00	0.13	0.99	4.20	1.17	0.63	0.43	0.33	0.27	0.25	8.4
12.0	0.59			0.00	0.12	0.94	4.01	1.12	0.60	0.41	0.31	0.26	0.24	8.0
12.5	0.55			0.00	0.11	0.90	3.82	1.07	0.58	0.39	0.30	0.25	0.23	7.7
12.9	0.52			0.00	0.11	0.85	3.64	1.02	0.55	0.38	0.29	0.24	0.22	7.3
13.4	0.48			0.00	0.10	0.80	3.45	0.97	0.53	0.36	0.28	0.23	0.21	6.9
13.8	0.44			0.00	0.09	0.76	3.26	0.92	0.50	0.34	0.26	0.22	0.20	6.6
14.3	0.41			0.00	0.09	0.71	3.07	0.87	0.47	0.33	0.25	0.21	0.20	6.2
14.8	0.37			0.00	0.08	0.66	2.88	0.82	0.45	0.31	0.24	0.20	0.19	5.8





I max:	154	mm/hr
P acum:	160.9	mm
P max:	68.9	mm
Q Max:	11.8	m³/s
TR:	50	años

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID - MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Cálculo de Caudal de Diseño

Q: 10.4 m3/s

Proyecto	RUTA PY 12	Tramo		Prog:	CUENCA C 271	Arroyo:	

	282.3	ha
Área (A):	2.823	km²
Longitud (L):	3,256.2	m
Pendiente (i):	0.280	%
Desnivel (dh):	9.1	m
SCS Curve Number:	79	
Almacenam. (S):	67.5	mm
Porcentaje retenc.:	20%	
Abstracc. Inic. (Ia):	13.5	mm

276	
122	
154	
0.047293811	

Tiempo de Concentración y Factor Pico (SCS)

Fórmula:	CLARK				
K DNOS:	3.0			β calculado:	0.41
Tc:	212.5	min		X calculado:	3.88
Tc:	3.54	hs	212.5129	X adoptado:	4.50
				1+X:	5.50
Δt:	17.7	min			
Δt Adop.	17.7	min		PRF (Inglés):	234.5
tp:	127.5	min		PRF (SI):	1.01
Tp:	136.4	min			
Tr:	613.6	min		Vol. hasta el pico:	18.2%
Tb:	750.0	min		qp: 1.25	m³/s/cm

IDF, TR

TR:	50	años
IDF:	Asunción	
c:	2251.92	
n:	0.19036	
d:	28.00	
m:	0.87631	

MÉTODO DE LAS ABSTRACCIONES (SCS)

Distribución temporal de la precitación: Bloques Alternos

Cálculo de la Precipitación Efectiva

Intervalo (mln)	Pinc (mm)	Pacum (mm)	S (mm)	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe Acum (mm)	Pe Inc (mm)	Pe Inc (cm)
0.0	0.00	0.00	67.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17.7	3.65	3.65	67.52	3.65	0.00	0.00	0.00	0.00
35.4	4.83	8.48	67.52	8.48	0.00	0.00	0.00	0.00
53.1	6.96	15.44	67.52	13.50	1.88	0.05	0.05	0.01
70.8	11.59	27.03	67.52	13.50	11.27	2.26	2.20	0.22
88.5	26.34	53.37	67.52	13.50	25.07	14.80	12.54	1.25
106.3	52.57	105.94	67.52	13.50	39.02	53.42	38.62	3.86
124.0	16.48	122.42	67.52	13.50	41.68	67.24	13.82	1.38
141.7	8.76	131.19	67.52	13.50	42.90	74.78	7.54	0.75
159.4	5.72	136.91	67.52	13.50	43.64	79.76	4.98	0.50
177.1	4.17	141.07	67.52	13.50	44.15	83.42	3.66	0.37
194.8	3.24	144.32	67.52	13.50	44.53	86.28	2.86	0.29
212.5	2.91	147.23	67.52	13.50	44.87	88.86	2.58	0.26

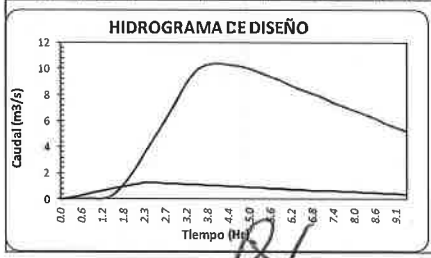
K SCS	1.00	
K Españ.	0.97	
K Fhruling	0.95	
K In.Cv.Eng	0.97	
k prom	0.97	
mod IDF	1.1	

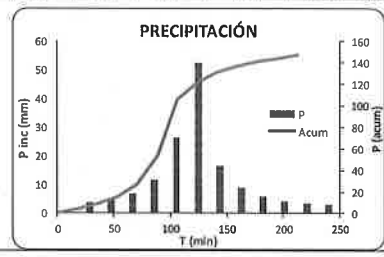
Precipitación Incremental

Intervalo (mln)	Intensida d (mm/h)	P acum (mm)	P inc (mm)
0.0	0.0	0.0	0.0
17.7	183.1	52.6	52.6
35.4	137.4	78.9	26.3
53.1	110.7	95.4	16.5
70.8	93.2	107.0	11.6
88.5	80.6	115.7	8.8
106.3	71.2	122.7	7.0
124.0	63.9	128.4	5.7
141.7	58.0	133.3	4.8
159.4	53.2	137.4	4.2
177.1	49.1	141.1	3.7
194.8	45.7	144.3	3.2
212.5	42.7	147.2	2.9

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

Intervalo (hr)	qi	P inc (cm) 0.00	0.00	0.01	0.22	1.25	3.86	1.38	0.75	0.50	0.37	0.29	0.26	Q tot (m3/s)
0.0	0.00													0.0
0.3	0.16													0.0
0.6	0.33													0.0
0.9	0.49			0.00										0.0
1.2	0.65			0.00	0.04									0.0
1.5	0.81			0.00	0.07	0.20								0.3
1.8	0.98			0.00	0.11	0.41	0.63							1.1
2.1	1.14			0.00	0.14	0.61	1.26	0.23						2.2
2.3	1.25			0.01	0.18	0.82	1.89	0.45	0.12					3.5
2.4	1.24			0.01	0.22	1.02	2.52	0.68	0.25	0.08				4.8
2.7	1.21			0.01	0.25	1.23	3.15	0.90	0.37	0.16	0.06			6.1
3.0	1.17			0.01	0.28	1.43	3.78	1.13	0.49	0.24	0.12	0.05		7.5
3.2	1.14			0.01	0.27	1.57	4.41	1.35	0.61	0.32	0.18	0.09	0.04	8.9
3.5	1.10			0.01	0.27	1.56	4.85	1.58	0.74	0.41	0.24	0.14	0.08	9.9
3.8	1.06			0.01	0.26	1.51	4.80	1.73	0.86	0.49	0.30	0.19	0.13	10.3
4.1	1.03			0.01	0.25	1.47	4.66	1.72	0.95	0.57	0.36	0.23	0.17	10.4
4.4	0.99			0.01	0.24	1.42	4.52	1.67	0.94	0.63	0.42	0.28	0.21	10.3
4.7	0.95			0.01	0.23	1.38	4.38	1.62	0.91	0.62	0.46	0.33	0.25	10.2
5.0	0.92			0.01	0.23	1.33	4.24	1.57	0.88	0.60	0.45	0.36	0.29	10.0
5.3	0.88			0.01	0.22	1.29	4.10	1.52	0.86	0.58	0.44	0.36	0.32	9.7
5.6	0.85			0.00	0.21	1.24	3.96	1.47	0.83	0.57	0.43	0.35	0.32	9.4
5.9	0.81			0.00	0.20	1.20	3.82	1.42	0.80	0.55	0.42	0.34	0.31	9.1
6.2	0.77			0.00	0.19	1.15	3.68	1.37	0.77	0.53	0.40	0.32	0.30	8.7
6.5	0.74			0.00	0.19	1.11	3.55	1.32	0.75	0.51	0.39	0.31	0.29	8.4
6.8	0.70			0.00	0.18	1.06	3.41	1.27	0.72	0.49	0.38	0.30	0.28	8.1
7.1	0.66			0.00	0.17	1.02	3.27	1.22	0.69	0.48	0.36	0.29	0.27	7.8
7.4	0.63			0.00	0.16	0.97	3.13	1.17	0.66	0.46	0.35	0.28	0.26	7.4
7.7	0.59			0.00	0.15	0.92	2.99	1.12	0.64	0.44	0.34	0.27	0.26	7.1
8.0	0.56			0.00	0.15	0.88	2.85	1.07	0.61	0.42	0.32	0.26	0.25	6.8
8.3	0.52			0.00	0.14	0.83	2.71	1.02	0.58	0.40	0.31	0.25	0.24	6.5
8.6	0.48			0.00	0.13	0.79	2.57	0.97	0.56	0.39	0.30	0.24	0.23	6.2
8.9	0.45			0.00	0.12	0.74	2.43	0.92	0.53	0.37	0.28	0.23	0.22	5.8
9.1	0.41			0.00	0.11	0.70	2.29	0.87	0.50	0.35	0.27	0.22	0.21	5.5
9.4	0.37			0.00	0.11	0.65	2.15	0.82	0.47	0.33	0.26	0.21	0.20	5.2





I max:	183	mm/hr
P acum:	147.2	mm
P max:	52.6	mm
Q Max:	10.4	m³/s
TR:	50	años

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID - MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Cálculo de Caudal de Diseño

Q: 11.9 m3/s

Proyecto	RUTA PY 12	Tramo		Prog:	CUENCA C 237	Arroyo:	

	467.7	ha
Área (A):	4.677	km²
Longitud (L):	3,002.8	m
Pendiente (i):	0.130	%
Desnivel (dh):	3.9	m
SCS Curve Number:	79	
Almacenam. (S):	67.5	mm
Porcentaje retenc.:	20%	
Abstracc. Inic. (Ia):	13.5	mm

276
122
154
0.051284955

Tiempo de Concentración y Factor Pico (SCS)

Fórmula:	CLARK	
K DNOS:	*3.0	
Tc:	359.9	min
Tc:	6.00	hs
Δt:	30.0	min
Δt Adop.	30.0	min
tp:	216.0	min
Tp:	230.9	min
Tr:	1039.3	min
Tb:	1270.2	min

359.9171

β calculado:	0.33	
X calculado:	5.15	
X adoptado:	4.50	
1+X:	5.50	
PRF (Inglés):	234.5	
PRF (SI):	1.01	
Vol. hasta el pico:	18.2%	
qp:	1.23	m³/s/cm

IDF, TR

TR:	50	años
IDF:	Asunción	
c:	2251.92	
n:	0.19036	
d:	28.00	
m:	0.87631	

MÉTODO DE LAS ABSTRACCIONES (SCS)

Distribución temporal de la precitación: Bloques Alternos

Cálculo de la Precipitación Efectiva

Intervalo (min)	Pinc (mm)	Pacum (mm)	S (mm)	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe Acum (mm)	Pe Inc (mm)	Pe Inc (cm)
0.0	0.00	0.00	67.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30.0	3.32	3.32	67.52	3.32	0.00	0.00	0.00	0.00
60.0	4.38	7.70	67.52	7.70	0.00	0.00	0.00	0.00
90.0	6.32	14.02	67.52	13.50	0.51	0.00	0.00	0.00
120.0	10.81	24.83	67.52	13.50	9.70	1.63	1.62	0.16
150.0	27.92	52.75	67.52	13.50	24.82	14.43	12.80	1.28
180.0	71.97	124.73	67.52	13.50	42.01	69.21	54.78	5.48
210.0	15.98	140.71	67.52	13.50	44.11	83.10	13.89	1.39
239.9	8.02	148.73	67.52	13.50	45.03	90.19	7.10	0.71
269.9	5.18	153.91	67.52	13.50	45.59	94.82	4.62	0.46
299.9	3.78	157.70	67.52	13.50	45.99	98.21	3.39	0.34
329.9	2.96	160.66	67.52	13.50	46.28	100.87	2.67	0.27
359.9	2.67	163.33	67.52	13.50	46.54	103.28	2.41	0.24

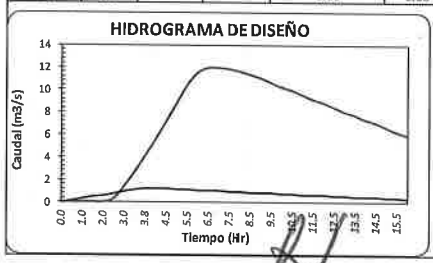
K SCS	1.00
K Españ.	0.96
K Fhruling	0.95
K In.Cv.Eng	0.97
k prom	0.97
mod IDF	1.1

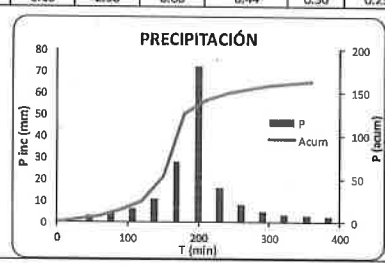
Precipitación Incremental

Intervalo (min)	Intensidad (mm/h)	P acum (mm)	P inc (mm)
0.0	0.0	0.0	0.0
30.0	148.6	72.0	72.0
60.0	103.1	99.9	27.9
90.0	79.8	115.9	16.0
120.0	65.4	126.7	10.8
150.0	55.6	134.7	8.0
180.0	48.5	141.0	6.3
210.0	43.1	146.2	5.2
239.9	38.9	150.6	4.4
269.9	35.4	154.4	3.8
299.9	32.6	157.7	3.3
329.9	30.2	160.7	3.0
359.9	28.1	163.3	2.7

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

Intervalo (hr)	qi	P inc (cm) 0.00	0.00	0.00	0.16	1.28	5.48	1.39	0.71	0.46	0.34	0.27	0.24	Q tot (m3/s)
0.0	0.00													0.0
0.5	0.16													0.0
1.0	0.32													0.0
1.5	0.48			0.00										0.0
2.0	0.64			0.00	0.03									0.0
2.5	0.80			0.00	0.05	0.20								0.3
3.0	0.96			0.00	0.08	0.41	0.87							1.4
3.5	1.12			0.00	0.10	0.61	1.75	0.22						2.7
3.8	1.23			0.00	0.13	0.82	2.62	0.44	0.11					4.1
4.0	1.22			0.00	0.16	1.02	3.49	0.66	0.23	0.07				5.6
4.5	1.18			0.00	0.18	1.22	4.37	0.89	0.34	0.15	0.05			7.2
5.0	1.15			0.00	0.20	1.43	5.24	1.11	0.45	0.22	0.11	0.04		8.8
5.5	1.11			0.00	0.20	1.57	6.11	1.33	0.57	0.29	0.16	0.08	0.04	10.4
6.0	1.08			0.00	0.19	1.56	6.72	1.55	0.68	0.37	0.22	0.13	0.08	11.5
6.5	1.04			0.00	0.19	1.51	6.67	1.70	0.79	0.44	0.27	0.17	0.12	11.9
7.0	1.00			0.00	0.18	1.47	6.47	1.69	0.87	0.52	0.32	0.21	0.15	11.9
7.5	0.97			0.00	0.17	1.42	6.28	1.64	0.86	0.57	0.38	0.25	0.19	11.8
8.0	0.93			0.00	0.17	1.38	6.08	1.59	0.84	0.56	0.42	0.30	0.23	11.6
8.5	0.90			0.00	0.16	1.33	5.89	1.54	0.81	0.55	0.41	0.33	0.27	11.3
9.0	0.86			0.00	0.16	1.29	5.69	1.49	0.79	0.53	0.40	0.32	0.30	11.0
9.5	0.83			0.00	0.15	1.24	5.50	1.44	0.76	0.51	0.39	0.31	0.29	10.6
10.0	0.79			0.00	0.15	1.19	5.31	1.39	0.74	0.50	0.38	0.31	0.28	10.2
10.5	0.76			0.00	0.14	1.15	5.11	1.35	0.71	0.48	0.36	0.30	0.28	9.9
11.0	0.72			0.00	0.13	1.10	4.92	1.30	0.69	0.46	0.35	0.29	0.27	9.5
11.5	0.69			0.00	0.13	1.06	4.72	1.25	0.66	0.45	0.34	0.28	0.26	9.1
12.0	0.65			0.00	0.12	1.01	4.53	1.20	0.64	0.43	0.33	0.27	0.25	8.8
12.5	0.61			0.00	0.12	0.97	4.34	1.15	0.61	0.42	0.32	0.26	0.24	8.4
13.0	0.58			0.00	0.11	0.92	4.14	1.10	0.59	0.40	0.30	0.25	0.23	8.0
13.5	0.54			0.00	0.11	0.88	3.95	1.05	0.56	0.38	0.29	0.24	0.23	7.7
14.0	0.51			0.00	0.10	0.83	3.75	1.00	0.54	0.37	0.28	0.23	0.22	7.3
14.5	0.47			0.00	0.09	0.79	3.56	0.95	0.51	0.35	0.27	0.22	0.21	7.0
15.0	0.44			0.00	0.09	0.74	3.37	0.90	0.49	0.33	0.26	0.21	0.20	6.6
15.5	0.40			0.00	0.08	0.70	3.17	0.85	0.46	0.32	0.24	0.20	0.19	6.2
16.0	0.37			0.00	0.08	0.65	2.98	0.80	0.44	0.30	0.23	0.19	0.18	5.9





I max:	149	mm/hr
P acum:	163.3	mm
P max:	72.0	mm
Q Max:	11.9	m³/s
TR:	50	años

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID - MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Cálculo de Caudal de Diseño

Q: 11.4 m3/s

Proyecto	RUTA PY 12	Tramo		Prog:	CUENCA C 236	Arroyo:	

	498.6	ha
Área (A):	4.986	km²
Longitud (L):	3,240.8	m
Pendiente (i):	0.090	%
Desnivel (dh):	2.9	m
SCS Curve Number:	79	
Almacenam. (S):	67.5	mm
Porcentaje retenc.:	20%	
Abstracc. Inic. (Ia):	13.5	mm

276
122
154
0.047519424

Tiempo de Concentración y Factor Pico (SCS)

Fórmula:	CLARK	
K DNOS:	3.0	
Tc:	416.9	min
Tc:	6.95	hs
Δt:	34.7	min
Δt Adop.	34.7	min
tp:	250.1	min
Tp:	267.5	min
Tr:	1203.8	min
Tb:	1471.3	min

416.8984

β calculado:	0.29	
X calculado:	5.86	
X adoptado:	4.50	
1+X:	5.50	
PRF (Inglés):	234.5	
PRF (SI):	1.01	
Vol. hasta el pico:	18.2%	
qp: 1.13	m³/s/cm	

IDF, TR

TR:	50	años
IDF:	Asunción	
c:	2251.92	
n:	0.19036	
d:	28.00	
m:	0.87631	

MÉTODO DE LAS ABSTRACCIONES (SCS)

Distribución temporal de la precitación: Bloques Alternos

Cálculo de la Precipitación Efectiva

Intervalo (min)	Pinc (mm)	Pacum (mm)	S (mm)	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe Acum (mm)	Pe Inc (mm)	Pe Inc (cm)
0.0	0.00	0.00	67.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
34.7	3.25	3.25	67.52	3.25	0.00	0.00	0.00	0.00
69.5	4.27	7.52	67.52	7.52	0.00	0.00	0.00	0.00
104.2	6.15	13.68	67.52	13.50	0.17	0.00	0.00	0.00
139.0	10.54	24.22	67.52	13.50	9.25	1.47	1.47	0.15
173.7	27.95	52.17	67.52	13.50	24.58	14.08	12.61	1.26
208.4	77.78	129.95	67.52	13.50	42.74	73.71	59.63	5.96
243.2	15.69	145.63	67.52	13.50	44.68	87.45	13.74	1.37
277.9	7.81	153.44	67.52	13.50	45.54	94.40	6.95	0.69
312.7	5.05	158.49	67.52	13.50	46.07	98.92	4.53	0.45
347.4	3.70	162.19	67.52	13.50	46.43	102.25	3.33	0.33
382.2	2.90	165.09	67.52	13.50	46.71	104.88	2.63	0.26
416.9	2.62	167.72	67.52	13.50	46.96	107.25	2.38	0.24

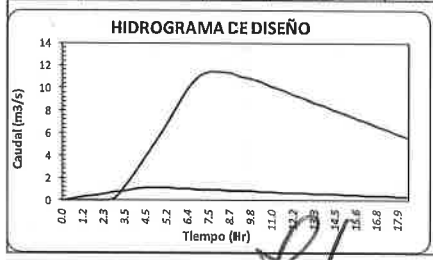
K SCS	1.00
K Españ.	0.95
K Fhruling	0.95
K In.Cv.Eng	0.97
k prom	0.97
mod IDF	1.1

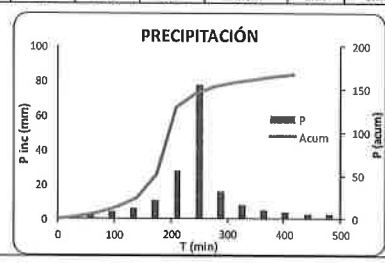
Precipitación Incremental

Intervalo (min)	Intensidad (mm/h)	P acum (mm)	P inc (mm)
0.0	0.0	0.0	0.0
34.7	138.7	77.8	77.8
69.5	94.3	105.7	27.9
104.2	72.2	121.4	15.7
139.0	58.8	132.0	10.5
173.7	49.9	139.8	7.8
208.4	43.4	145.9	6.2
243.2	38.5	151.0	5.0
277.9	34.6	155.2	4.3
312.7	31.5	158.9	3.7
347.4	28.9	162.2	3.3
382.2	26.8	165.1	2.9
416.9	24.9	167.7	2.6

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

Intervalo (hr)	qi	P inc (cm) 0.00	0.00	0.00	0.15	1.26	5.96	1.37	0.69	0.45	0.33	0.26	0.24	Q tot (m3/s)
0.0	0.00													0.0
0.6	0.15													0.0
1.2	0.29													0.0
1.7	0.44			0.00										0.0
2.3	0.59			0.00	0.02									0.0
2.9	0.73			0.00	0.04	0.18								0.2
3.5	0.88			0.00	0.06	0.37	0.87							1.3
4.1	1.03			0.00	0.09	0.55	1.75	0.20						2.6
4.5	1.13			0.00	0.11	0.74	2.62	0.40	0.10					4.0
4.6	1.12			0.00	0.13	0.92	3.50	0.60	0.20	0.07				5.4
5.2	1.09			0.00	0.15	1.11	4.37	0.81	0.31	0.13	0.05			6.9
5.8	1.05			0.00	0.17	1.29	5.25	1.01	0.41	0.20	0.10	0.04		8.5
6.4	1.02			0.00	0.16	1.42	6.12	1.21	0.51	0.27	0.15	0.08	0.03	10.0
6.9	0.99			0.00	0.16	1.41	6.74	1.41	0.61	0.33	0.20	0.12	0.07	11.0
7.5	0.96			0.00	0.15	1.37	6.68	1.55	0.71	0.40	0.24	0.15	0.10	11.4
8.1	0.92			0.00	0.15	1.33	6.48	1.54	0.79	0.46	0.29	0.19	0.14	11.4
8.7	0.89			0.00	0.15	1.29	6.29	1.49	0.78	0.51	0.34	0.23	0.17	11.3
9.3	0.86			0.00	0.14	1.25	6.09	1.45	0.76	0.51	0.38	0.27	0.21	11.0
9.8	0.83			0.00	0.14	1.21	5.90	1.40	0.73	0.49	0.37	0.30	0.24	10.8
10.4	0.79			0.00	0.13	1.17	5.71	1.36	0.71	0.48	0.36	0.29	0.27	10.5
11.0	0.76			0.00	0.13	1.12	5.51	1.31	0.69	0.46	0.35	0.29	0.27	10.1
11.6	0.73			0.00	0.12	1.08	5.32	1.27	0.66	0.45	0.34	0.28	0.26	9.8
12.2	0.70			0.00	0.12	1.04	5.12	1.23	0.64	0.43	0.33	0.27	0.25	9.4
12.7	0.66			0.00	0.11	1.00	4.93	1.18	0.62	0.42	0.32	0.26	0.24	9.1
13.3	0.63			0.00	0.11	0.96	4.73	1.14	0.60	0.40	0.31	0.25	0.24	8.7
13.9	0.60			0.00	0.10	0.92	4.54	1.09	0.57	0.39	0.30	0.24	0.23	8.4
14.5	0.57			0.00	0.10	0.88	4.34	1.05	0.55	0.37	0.29	0.23	0.22	8.0
15.1	0.53			0.00	0.09	0.84	4.15	1.00	0.53	0.36	0.28	0.23	0.21	7.7
15.6	0.50			0.00	0.09	0.80	3.96	0.96	0.51	0.34	0.26	0.22	0.20	7.3
16.2	0.47			0.00	0.08	0.75	3.76	0.91	0.48	0.33	0.25	0.21	0.20	7.0
16.8	0.44			0.00	0.08	0.71	3.57	0.87	0.46	0.32	0.24	0.20	0.19	6.6
17.4	0.40			0.00	0.07	0.67	3.37	0.82	0.44	0.30	0.23	0.19	0.18	6.3
17.9	0.37			0.00	0.07	0.63	3.18	0.78	0.42	0.29	0.22	0.18	0.17	5.9
18.5	0.34			0.00	0.06	0.59	2.98	0.73	0.39	0.27	0.21	0.17	0.17	5.6





I max:	139	mm/hr
P acum:	167.7	mm
P max:	77.8	mm
Q Max:	11.4	m³/s
TR:	50	años

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Cálculo de Caudal de Diseño

Q: 7.4 m3/s

Proyecto	RUTA PY 12	Tramo		Prog:	CUENCA C 235	Arroyo:	

	318.9	ha		Tiempo de Concentración y Factor Pico (SCS)						IDF, TR			
Área (A):	3.189	km²		Fórmula:	CLARK					TR:	50	años	
				K DNOS:	3.0			β calculado:	0.28	IDF:	Asunción		
Longitud (L):	3,562.3	m	276	Tc:	331.2	min		X calculado:	6.11		c:	2251.92	
Pendiente (i):	0.080	%	122	Tc:	5.52	hs	331.2051	X adoptado:	6.50		n:	0.19036	
Desnivel (dh):	2.8	m	154					1+X:	6.50		d:	28.00	
			0.043230012	Δt:	27.6	min					m:	0.87631	
SCS Curve Number:	79			Δt Adop.	27.6	min		PRF (Inglés):	198.5				
Almacenam. (S):	67.5	mm		tp:	198.7	min		PRF (SI):	0.85				
Porcentaje retenc.:	20%			Tp:	212.5	min							
Abstracc. Inic. (Ia):	13.5	mm		Tr:	1168.9	min		Vol. hasta el pico:	15.4%				
				Tb:	1381.4	min		qp:	0.77	m³/s/cm			

MÉTODO DE LAS ABSTRACCIONES (SCS)

Distribución temporal de la precitación: Bloques Alternos

Cálculo de la Precipitación Efectiva

Intervalo (mln)	Pinc (mm)	Pacum (mm)	S (mm)	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe Acum (mm)	Pe Inc (mm)	Pe Inc (cm)
0.0	0.00	0.00	67.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27.6	3.38	3.38	67.52	3.38	0.00	0.00	0.00	0.00
55.2	4.46	7.84	67.52	7.84	0.00	0.00	0.00	0.00
82.8	6.44	14.28	67.52	13.50	0.77	0.01	0.01	0.00
110.4	10.99	25.27	67.52	13.50	10.02	1.75	1.74	0.17
138.0	27.93	53.20	67.52	13.50	25.00	14.70	12.95	1.30
165.6	68.98	122.18	67.52	13.50	41.65	67.03	52.33	5.23
193.2	16.18	138.36	67.52	13.50	43.82	81.04	14.01	1.40
220.8	8.17	146.54	67.52	13.50	44.79	88.25	7.21	0.72
248.4	5.28	151.82	67.52	13.50	45.37	92.94	4.70	0.47
276.0	3.85	155.67	67.52	13.50	45.78	96.38	3.44	0.34
303.6	3.01	158.68	67.52	13.50	46.09	99.09	2.70	0.27
331.2	2.71	161.39	67.52	13.50	46.35	101.53	2.44	0.24

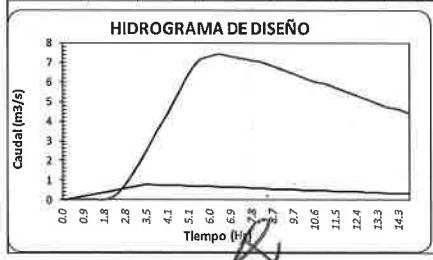
K SCS	1.00	
K Espań.	0.97	
K Fhruling	0.95	
K In.Cv.Eng	0.97	
k prom	0.97	
mod IDF	1.1	

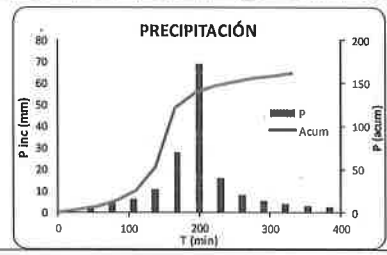
Precipitación Incremental

Intervalo (mln)	Intensidad (mm/h)	P acum (mm)	P Inc (mm)
0.0	0.0	0.0	0.0
27.6	154.2	69.0	69.0
55.2	108.3	96.9	27.9
82.8	84.3	113.1	16.2
110.4	69.4	124.1	11.0
138.0	59.1	132.3	8.2
165.6	51.7	138.7	6.4
193.2	46.0	144.0	5.3
220.8	41.5	148.4	4.5
248.4	37.8	152.3	3.8
276.0	34.8	155.7	3.4
303.6	32.2	158.7	3.0
331.2	30.1	161.4	2.7

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

		P inc (cm)												
Intervalo (hr)	qi	0.00	0.00	0.00	0.17	1.30	5.23	1.40	0.72	0.47	0.34	0.27	0.24	Q tot (m3/s)
0.0	0.00													0.0
0.5	0.10													0.0
0.9	0.20													0.0
1.4	0.30			0.00										0.0
1.8	0.40			0.00	0.02									0.0
2.3	0.50			0.00	0.03	0.13								0.2
2.8	0.60			0.00	0.05	0.26	0.52							0.8
3.2	0.70			0.00	0.07	0.39	1.05	0.14						1.6
3.5	0.77			0.00	0.09	0.52	1.57	0.28	0.07					2.5
3.7	0.76			0.00	0.10	0.65	2.09	0.42	0.14	0.05				3.5
4.1	0.75			0.00	0.12	0.78	2.62	0.56	0.22	0.09	0.03			4.4
4.6	0.73			0.00	0.13	0.91	3.14	0.70	0.29	0.14	0.07	0.03		5.4
5.1	0.71			0.00	0.13	1.00	3.66	0.84	0.36	0.19	0.10	0.05	0.02	6.4
5.5	0.69			0.00	0.13	0.99	4.03	0.98	0.43	0.23	0.14	0.08	0.05	7.1
6.0	0.67			0.00	0.13	0.97	4.00	1.08	0.50	0.28	0.17	0.11	0.07	7.3
6.4	0.66			0.00	0.12	0.94	3.90	1.07	0.55	0.33	0.21	0.14	0.10	7.4
6.9	0.64			0.00	0.12	0.92	3.81	1.04	0.55	0.36	0.24	0.16	0.12	7.3
7.4	0.62			0.00	0.12	0.90	3.71	1.02	0.54	0.36	0.26	0.19	0.15	7.2
7.8	0.60			0.00	0.11	0.87	3.62	0.99	0.52	0.35	0.26	0.21	0.17	7.1
8.3	0.58			0.00	0.11	0.85	3.52	0.97	0.51	0.34	0.26	0.21	0.19	7.0
8.7	0.56			0.00	0.11	0.82	3.43	0.94	0.50	0.33	0.25	0.20	0.19	6.8
9.2	0.55			0.00	0.10	0.80	3.33	0.92	0.49	0.32	0.24	0.20	0.18	6.6
9.7	0.53			0.00	0.10	0.78	3.24	0.89	0.47	0.32	0.24	0.19	0.18	6.4
10.1	0.51			0.00	0.10	0.75	3.14	0.87	0.46	0.31	0.23	0.19	0.17	6.2
10.6	0.49			0.00	0.09	0.73	3.05	0.84	0.45	0.30	0.23	0.18	0.17	6.0
11.0	0.47			0.00	0.09	0.71	2.95	0.82	0.43	0.29	0.22	0.18	0.16	5.9
11.5	0.46			0.00	0.09	0.68	2.86	0.79	0.42	0.28	0.21	0.17	0.16	5.7
12.0	0.44			0.00	0.09	0.66	2.76	0.76	0.41	0.27	0.21	0.17	0.16	5.5
12.4	0.42			0.00	0.08	0.64	2.67	0.74	0.39	0.26	0.20	0.16	0.15	5.3
12.9	0.40			0.00	0.08	0.61	2.57	0.71	0.38	0.26	0.19	0.16	0.15	5.1
13.3	0.38			0.00	0.08	0.59	2.48	0.69	0.37	0.25	0.19	0.15	0.14	4.9
13.8	0.36			0.00	0.07	0.57	2.38	0.66	0.35	0.24	0.18	0.15	0.14	4.7
14.3	0.35			0.00	0.07	0.54	2.29	0.64	0.34	0.23	0.18	0.14	0.13	4.6
14.7	0.33			0.00	0.07	0.52	2.19	0.61	0.33	0.22	0.17	0.14	0.13	4.4





I max:	154	mm/hr
P acum:	161.4	mm
P max:	69.0	mm

Q Max:	7.4	m³/s
TR:	50	años

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID - MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Cálculo de Caudal de Diseño

Q: 10.7 m3/s

Proyecto	RUTA PY 12	Tramo		Prog:	CUENCA C 230	Arroyo:	

	467.3	ha		Tiempo de Concentración y Factor Pico (SCS)							IDF, TR		
Área (A):	4.673	km²		Fórmula:	CLARK						TR:	50	años
				K DNOS:	3.0			β calculado:	0.32		IDF:	Asunción	
				Tc:	368.4	min		X calculado:	5.30			c:	2251.92
Longitud (L):	3,340.1	m	276	Tc:	6.14	hs	368.3741	X adoptado:	5.00			n:	0.19036
Pendiente (i):	0.120	%	122					1+X:	6.00			d:	28.00
Desnivel (dh):	4.0	m	154	Δt:	30.7	min						m:	0.87631
			0.046106956	Δt Adop.	30.7	min		PRF (Ingiés):	215.0				
SCS Curve Number:	79			tp:	221.0	min		PRF (SI):	0.93				
Almacenam. (S):	67.5	mm		Tp:	236.4	min							
Porcentaje retenc.:	20%			Tr:	1181.9	min		Vol. hasta el pico:	16.7%				
Abstracc. Inic. (Ia):	13.5	mm		Tb:	1418.2	min		qp:	1.10	m³/s/cm			

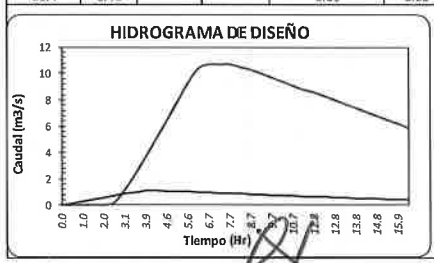
MÉTODO DE LAS ABSTRACCIONES (SCS)

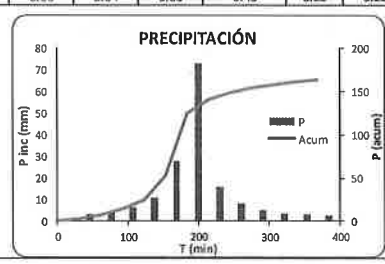
Distribución temporal de la precitación: Bloques Alternos

Cálculo de la Precipitación Efectiva											Precipitación Incremental			
Intervalo (min)	Pinc (mm)	Pacum (mm)	S (mm)	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe Acum (mm)	Pe Inc (mm)	Pe Inc (cm)			Intervalo (min)	Intensida d (mm/h)	P acum (mm)	P Inc (mm)
0.0	0.00	0.00	67.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	K SCS	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0
30.7	3.31	3.31	67.52	3.31	0.00	0.00	0.00	0.00	K Españ.	0.96	30.7	147.1	72.9	72.9
61.4	4.36	7.67	67.52	7.67	0.00	0.00	0.00	0.00	K Fhruling	0.95	61.4	101.7	100.8	27.9
92.1	6.29	13.97	67.52	13.50	0.46	0.00	0.00	0.00	K In.Cv.Eng	0.97	92.1	78.5	116.8	15.9
122.8	10.77	24.73	67.52	13.50	9.63	1.60	1.60	0.16			122.8	64.3	127.5	10.8
153.5	27.94	52.68	67.52	13.50	24.79	14.38	12.78	1.28	k prom	0.97	153.5	54.7	135.5	8.0
184.2	72.89	125.57	67.52	13.50	42.13	69.93	55.55	5.55			184.2	47.7	141.8	6.3
214.9	15.94	141.51	67.52	13.50	44.20	83.80	13.87	1.39	mod IDF	1.1	214.9	42.4	147.0	5.2
245.6	7.99	149.50	67.52	13.50	45.12	90.88	7.08	0.71			245.6	38.2	151.3	4.4
276.3	5.16	154.66	67.52	13.50	45.67	95.49	4.61	0.46			276.3	34.8	155.1	3.8
307.0	3.77	158.43	67.52	13.50	46.06	98.87	3.38	0.34			307.0	32.0	158.4	3.3
337.7	2.95	161.38	67.52	13.50	46.35	101.53	2.66	0.27			337.7	29.6	161.4	3.0
368.4	2.66	164.05	67.52	13.50	46.61	103.93	2.41	0.24			368.4	27.6	164.0	2.7

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

		P inc (cm)												
Intervalo (hr)	ql	0.00	0.00	0.00	0.16	1.28	5.55	1.39	0.71	0.46	0.34	0.27	0.24	Q tot (m3/s)
0.0	0.00													0.0
0.5	0.14													0.0
1.0	0.29													0.0
1.5	0.43			0.00										0.0
2.0	0.57			0.00	0.02									0.0
2.6	0.71			0.00	0.05	0.18								0.2
3.1	0.86			0.00	0.07	0.36	0.79							1.2
3.6	1.00			0.00	0.09	0.55	1.58	0.20						2.4
3.9	1.10			0.00	0.11	0.73	2.38	0.40	0.10					3.7
4.1	1.09			0.00	0.14	0.91	3.17	0.59	0.20	0.07				5.1
4.6	1.06			0.00	0.16	1.09	3.96	0.79	0.30	0.13	0.05			6.5
5.1	1.03			0.00	0.18	1.28	4.75	0.99	0.40	0.20	0.10	0.04		7.9
5.6	1.00			0.00	0.17	1.40	5.55	1.19	0.50	0.26	0.14	0.08	0.03	9.3
6.1	0.98			0.00	0.17	1.39	6.10	1.39	0.61	0.33	0.19	0.11	0.07	10.4
6.7	0.95			0.00	0.17	1.36	6.05	1.52	0.71	0.39	0.24	0.15	0.10	10.7
7.2	0.92			0.00	0.16	1.32	5.89	1.51	0.78	0.46	0.29	0.19	0.14	10.7
7.7	0.89			0.00	0.16	1.28	5.74	1.47	0.77	0.51	0.34	0.23	0.17	10.7
8.2	0.86			0.00	0.15	1.25	5.58	1.43	0.75	0.50	0.37	0.27	0.21	10.5
8.7	0.83			0.00	0.15	1.21	5.42	1.39	0.73	0.49	0.37	0.29	0.24	10.3
9.2	0.80			0.00	0.14	1.17	5.26	1.35	0.71	0.48	0.36	0.29	0.26	10.0
9.7	0.78			0.00	0.14	1.14	5.10	1.31	0.69	0.46	0.35	0.28	0.26	9.7
10.2	0.75			0.00	0.13	1.10	4.94	1.27	0.67	0.45	0.34	0.27	0.26	9.4
10.7	0.72			0.00	0.13	1.06	4.79	1.23	0.65	0.44	0.33	0.27	0.25	9.1
11.3	0.69			0.00	0.12	1.03	4.63	1.20	0.63	0.42	0.32	0.26	0.24	8.8
11.8	0.66			0.00	0.12	0.99	4.47	1.16	0.61	0.41	0.31	0.25	0.23	8.6
12.3	0.63			0.00	0.11	0.96	4.31	1.12	0.59	0.40	0.30	0.24	0.23	8.3
12.8	0.60			0.00	0.11	0.92	4.15	1.08	0.57	0.38	0.29	0.24	0.22	8.0
13.3	0.58			0.00	0.11	0.88	3.99	1.04	0.55	0.37	0.28	0.23	0.21	7.7
13.8	0.55			0.00	0.10	0.85	3.83	1.00	0.53	0.36	0.27	0.22	0.21	7.4
14.3	0.52			0.00	0.10	0.81	3.68	0.96	0.51	0.34	0.26	0.21	0.20	7.1
14.8	0.49			0.00	0.09	0.77	3.52	0.92	0.49	0.33	0.25	0.21	0.19	6.8
15.3	0.46			0.00	0.09	0.74	3.36	0.88	0.47	0.32	0.24	0.20	0.19	6.5
15.9	0.43			0.00	0.08	0.70	3.20	0.84	0.45	0.30	0.23	0.19	0.18	6.2
16.4	0.41			0.00	0.08	0.66	3.04	0.80	0.43	0.29	0.22	0.18	0.17	5.9





I max:	147	mm/hr
P acum:	164.0	mm
P max:	72.9	mm

Q Max:	10.7	m³/s
TR:	50	años

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID - MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Cálculo de Caudal de Diseño

Q: 9 m3/s

Proyecto	RUTA PY 12	Tramo		Prog:	CUENCA C 229	Arroyo:	

Área (A):	398.1	ha
Área (A):	3.981	km²
Longitud (L):	3,718.6	m
Pendiente (i):	0.110	%
Desnivel (dh):	4.1	m
SCS Curve Number:	79	
Almacenam. (S):	67.5	mm
Porcentaje retenc.:	20%	
Abstracc. Inic. (Ia):	13.5	mm

	276	
	122	
	154	
	0.041413435	

Tiempo de Concentración y Factor Pico (SCS)

Fórmula:	CLARK	
K DNOS:	3.0	
Tc:	343.7	min
Tc:	5.73	hs
Δt:	28.6	min
Δt Adop.	28.6	min
tp:	206.2	min
Tp:	220.6	min
Tr:	1204.3	min
Tb:	1424.8	min

343.7308

β calculado:	0.31	
X calculado:	5.46	
X adoptado:	5.46	
1+X:	6.46	
PRF (Inglés):	199.7	
PRF (SI):	0.86	
Vol. hasta el pico:	15.5%	
qp:	0.93	m³/s/cm

IDF, TR

TR:	50	años
IDF:	Asunción	
c:	2251.92	
n:	0.19036	
d:	28.00	
m:	0.87631	

MÉTODO DE LAS ABSTRACCIONES (SCS)

Distribución temporal de la precitación: Bloques Alternos

Cálculo de la Precipitación Efectiva

Intervalo (mln)	Pinc (mm)	Pacum (mm)	S (mm)	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe Acum (mm)	Pe Inc (mm)	Pe Inc (cm)
0.0	0.00	0.00	67.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28.6	3.35	3.35	67.52	3.35	0.00	0.00	0.00	0.00
57.3	4.42	7.77	67.52	7.77	0.00	0.00	0.00	0.00
85.9	6.38	14.15	67.52	13.50	0.64	0.01	0.01	0.00
114.6	10.91	25.06	67.52	13.50	9.87	1.69	1.68	0.17
143.2	27.92	52.98	67.52	13.50	24.91	14.57	12.88	1.29
171.9	70.28	123.26	67.52	13.50	41.80	67.95	53.39	5.34
200.5	16.09	139.35	67.52	13.50	43.94	81.90	13.95	1.39
229.2	8.10	147.45	67.52	13.50	44.89	89.05	7.15	0.72
257.8	5.23	152.68	67.52	13.50	45.46	93.72	4.66	0.47
286.4	3.82	156.50	67.52	13.50	45.86	97.13	3.42	0.34
315.1	2.99	159.49	67.52	13.50	46.17	99.82	2.68	0.27
343.7	2.69	162.18	67.52	13.50	46.43	102.24	2.43	0.24

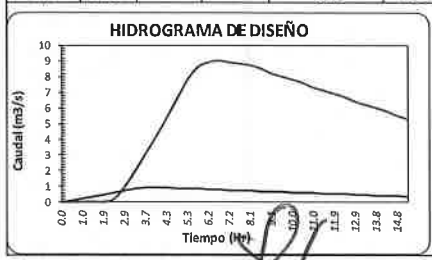
K SCS	1.00	
K Espań.	0.96	
K Fhrulng	0.95	
K In.Cv.Eng	0.97	
k prom	0.97	
mod IDF	1.1	

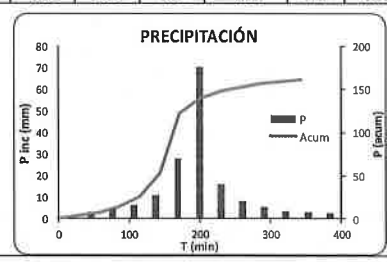
Precipitación Incremental

Intervalo (mln)	Intensidad (mm/h)	P acum (mm)	P inc (mm)
0.0	0.0	0.0	0.0
28.6	151.7	70.3	70.3
57.3	106.0	98.2	27.9
85.9	82.2	114.3	16.1
114.6	67.6	125.2	10.9
143.2	57.6	133.3	8.1
171.9	50.3	139.7	6.4
200.5	44.7	144.9	5.2
229.2	40.3	149.3	4.4
257.8	36.7	153.1	3.8
286.4	33.8	156.5	3.4
315.1	31.3	159.5	3.0
343.7	29.2	162.2	2.7

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

		P inc (cm)												
Intervalo (hr)	qi	0.00	0.00	0.00	0.17	1.29	5.34	1.39	0.72	0.47	0.34	0.27	0.24	Q tot (m3/s)
0.0	0.00													0.0
0.5	0.12													0.0
1.0	0.24													0.0
1.4	0.36			0.00										0.0
1.9	0.48			0.00	0.02									0.0
2.4	0.60			0.00	0.04	0.16								0.2
2.9	0.73			0.00	0.06	0.31	0.65							1.0
3.3	0.85			0.00	0.08	0.47	1.29	0.17						2.0
3.7	0.93			0.00	0.10	0.62	1.94	0.34	0.09					3.1
3.8	0.92			0.00	0.12	0.78	2.58	0.51	0.17	0.06				4.2
4.3	0.90			0.00	0.14	0.93	3.23	0.67	0.26	0.11	0.04			5.4
4.8	0.88			0.00	0.16	1.09	3.87	0.84	0.35	0.17	0.08	0.03		6.6
5.3	0.86			0.00	0.16	1.20	4.52	1.01	0.43	0.23	0.12	0.06	0.03	7.8
5.7	0.84			0.00	0.15	1.19	4.97	1.18	0.52	0.28	0.17	0.10	0.06	8.6
6.2	0.81			0.00	0.15	1.16	4.94	1.30	0.61	0.34	0.21	0.13	0.09	8.9
6.7	0.79			0.00	0.14	1.13	4.82	1.29	0.67	0.39	0.25	0.16	0.12	9.0
7.2	0.77			0.00	0.14	1.11	4.70	1.26	0.66	0.43	0.29	0.19	0.15	8.9
7.6	0.75			0.00	0.14	1.08	4.58	1.23	0.65	0.43	0.32	0.23	0.18	8.8
8.1	0.73			0.00	0.13	1.05	4.46	1.20	0.63	0.42	0.32	0.25	0.21	8.7
8.6	0.70			0.00	0.13	1.02	4.35	1.17	0.61	0.41	0.31	0.25	0.23	8.5
9.1	0.68			0.00	0.13	0.99	4.23	1.14	0.60	0.40	0.30	0.24	0.22	8.2
9.5	0.66			0.00	0.12	0.96	4.11	1.10	0.58	0.39	0.29	0.24	0.22	8.0
10.0	0.64			0.00	0.12	0.93	3.99	1.07	0.57	0.38	0.29	0.23	0.21	7.8
10.5	0.61			0.00	0.11	0.91	3.87	1.04	0.55	0.37	0.28	0.22	0.21	7.6
11.0	0.59			0.00	0.11	0.88	3.75	1.01	0.53	0.36	0.27	0.22	0.20	7.3
11.5	0.57			0.00	0.11	0.85	3.64	0.98	0.52	0.35	0.26	0.21	0.20	7.1
11.9	0.55			0.00	0.10	0.82	3.52	0.95	0.50	0.34	0.26	0.21	0.19	6.9
12.4	0.53			0.00	0.10	0.79	3.40	0.92	0.49	0.33	0.25	0.20	0.19	6.7
12.9	0.50			0.00	0.10	0.76	3.28	0.89	0.47	0.32	0.24	0.19	0.18	6.4
13.4	0.48			0.00	0.09	0.73	3.16	0.86	0.46	0.31	0.23	0.19	0.18	6.2
13.8	0.46			0.00	0.09	0.71	3.04	0.83	0.44	0.30	0.23	0.18	0.17	6.0
14.3	0.44			0.00	0.08	0.68	2.93	0.80	0.42	0.29	0.22	0.18	0.17	5.8
14.8	0.42			0.00	0.08	0.65	2.81	0.76	0.41	0.28	0.21	0.17	0.16	5.5
15.3	0.39			0.00	0.08	0.62	2.69	0.73	0.39	0.27	0.20	0.16	0.15	5.3





I max:	152	mm/hr
P acum:	162.2	mm
P max:	70.3	mm
Q Max:	9.0	m³/s
TR:	50	años

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID - MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Cálculo de Caudal de Diseño

Q: 11.3 m3/s

Proyecto	RUTA PY 12	Tramo		Prog:	CUENCA C 228	Arroyo:	

Área (A):	452.3	ha
Área (A):	4.523	km²
Longitud (L):	4,683.2	m
Pendiente (I):	0.110	%
Desnivel (dh):	5.2	m
SCS Curve Number:	79	
Almacenam. (S):	67.5	mm
Porcentaje retenc.:	20%	
Abstracc. Inic. (Ia):	13.5	mm

276
122
154
0.032883498

Tiempo de Concentración y Factor Pico (SCS)

Fórmula:	CLARK	
K DNOS:	3.0	
Tc:	370.8	min
Tc:	6.18	hs
Δt:	30.9	min
Δt Adop.	30.9	min
tp:	222.5	min
Tp:	237.9	min
Tr:	1068.2	min
Tb:	1306.1	min

370.7585

β calculado:	0.31	
X calculado:	5.46	
X adoptado:	4.49	
1+X:	5.49	
PRF (Inglés):	235.0	
PRF (SI):	1.01	
Vol. hasta el pico:	18.2%	
qp:	1.15	m³/s/cm

IDF, TR

TR:	50	años
IDF:	Asunción	
c:	2251.92	
n:	0.19036	
d:	28.00	
m:	0.87631	

MÉTODO DE LAS ABSTRACCIONES (SCS)

Distribución temporal de la precitación: Bloques Alternos

Cálculo de la Precipitación Efectiva

Intervalo (mln)	Pinc (mm)	Pacum (mm)	S (mm)	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe Acum (mm)	Pe Inc (mm)	Pe Inc (cm)
0.0	0.00	0.00	67.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30.9	3.31	3.31	67.52	3.31	0.00	0.00	0.00	0.00
61.8	4.36	7.67	67.52	7.67	0.00	0.00	0.00	0.00
92.7	6.29	13.96	67.52	13.50	0.45	0.00	0.00	0.00
123.6	10.76	24.72	67.52	13.50	9.62	1.60	1.59	0.16
154.5	27.96	52.67	67.52	13.50	24.79	14.38	12.78	1.28
185.4	73.17	125.85	67.52	13.50	42.17	70.17	55.79	5.58
216.3	15.94	141.78	67.52	13.50	44.24	84.04	13.87	1.39
247.2	7.98	149.77	67.52	13.50	45.15	91.11	7.07	0.71
278.1	5.16	154.92	67.52	13.50	45.70	95.72	4.60	0.46
309.0	3.77	158.69	67.52	13.50	46.09	99.10	3.38	0.34
339.9	2.95	161.64	67.52	13.50	46.38	101.76	2.66	0.27
370.8	2.66	164.30	67.52	13.50	46.64	104.16	2.40	0.24

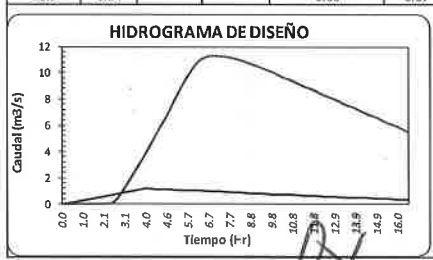
K SCS	1.00	
K Españ.	0.96	
K Fhruling	0.95	
K In.Cv.Eng	0.97	
k prom	0.97	
mod IDF	1.1	

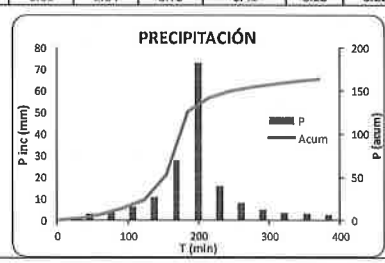
Precipitación Incremental

Intervalo (mln)	Intensida d (mm/h)	P acum (mm)	P Inc (mm)
0.0	0.0	0.0	0.0
30.9	146.6	73.2	73.2
61.8	101.3	101.1	28.0
92.7	78.2	117.1	15.9
123.6	64.0	127.8	10.8
154.5	54.4	135.8	8.0
185.4	47.5	142.1	6.3
216.3	42.2	147.3	5.2
247.2	38.0	151.6	4.4
278.1	34.6	155.4	3.8
309.0	31.8	158.7	3.3
339.9	29.4	161.6	3.0
370.8	27.4	164.3	2.7

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

Intervalo (hr)	qi	P inc (cm) 0.00	0.00	0.00	0.16	1.28	5.58	1.39	0.71	0.46	0.34	0.27	0.24	Q tot (m3/s)
0.0	0.00													0.0
0.5	0.15													0.0
1.0	0.30													0.0
1.5	0.45			0.00										0.0
2.1	0.60			0.00	0.02									0.0
2.6	0.75			0.00	0.05	0.19								0.2
3.1	0.90			0.00	0.07	0.38	0.84							1.3
3.6	1.05			0.00	0.10	0.57	1.67	0.21						2.6
4.0	1.15			0.00	0.12	0.77	2.51	0.42	0.11					3.9
4.1	1.14			0.00	0.14	0.96	3.35	0.62	0.21	0.07				5.4
4.6	1.11			0.00	0.17	1.15	4.18	0.83	0.32	0.14	0.05			6.8
5.1	1.08			0.00	0.18	1.34	5.02	1.04	0.42	0.21	0.10	0.04		8.4
5.7	1.04			0.00	0.18	1.48	5.85	1.25	0.53	0.28	0.15	0.08	0.04	9.8
6.2	1.01			0.00	0.18	1.46	6.44	1.46	0.64	0.35	0.20	0.12	0.07	10.9
6.7	0.98			0.00	0.17	1.42	6.38	1.60	0.74	0.41	0.25	0.16	0.11	11.3
7.2	0.94			0.00	0.17	1.38	6.20	1.59	0.82	0.48	0.30	0.20	0.14	11.3
7.7	0.91			0.00	0.16	1.33	6.01	1.54	0.81	0.53	0.35	0.24	0.18	11.2
8.2	0.88			0.00	0.16	1.29	5.83	1.49	0.79	0.53	0.39	0.28	0.22	11.0
8.8	0.84			0.00	0.15	1.25	5.64	1.45	0.76	0.51	0.39	0.31	0.25	10.7
9.3	0.81			0.00	0.15	1.21	5.45	1.40	0.74	0.50	0.38	0.30	0.28	10.4
9.8	0.78			0.00	0.14	1.16	5.27	1.36	0.71	0.48	0.36	0.30	0.28	10.1
10.3	0.74			0.00	0.13	1.12	5.08	1.31	0.69	0.47	0.35	0.29	0.27	9.7
10.8	0.71			0.00	0.13	1.08	4.89	1.26	0.67	0.45	0.34	0.28	0.26	9.4
11.3	0.68			0.00	0.12	1.04	4.71	1.22	0.64	0.43	0.33	0.27	0.25	9.0
11.8	0.64			0.00	0.12	0.99	4.52	1.17	0.62	0.42	0.32	0.26	0.24	8.7
12.4	0.61			0.00	0.11	0.95	4.34	1.12	0.60	0.40	0.31	0.25	0.24	8.3
12.9	0.58			0.00	0.11	0.91	4.15	1.08	0.57	0.39	0.30	0.24	0.23	8.0
13.4	0.54			0.00	0.10	0.87	3.96	1.03	0.55	0.37	0.29	0.23	0.22	7.6
13.9	0.51			0.00	0.10	0.82	3.78	0.99	0.53	0.36	0.27	0.22	0.21	7.3
14.4	0.48			0.00	0.09	0.78	3.59	0.94	0.50	0.34	0.26	0.22	0.20	6.9
14.9	0.44			0.00	0.09	0.74	3.40	0.89	0.48	0.33	0.25	0.21	0.19	6.6
15.4	0.41			0.00	0.08	0.69	3.22	0.85	0.46	0.31	0.24	0.20	0.19	6.2
16.0	0.38			0.00	0.08	0.65	3.03	0.80	0.43	0.30	0.23	0.19	0.18	5.9
16.5	0.34			0.00	0.07	0.61	2.84	0.75	0.41	0.28	0.22	0.18	0.17	5.5





I max:	147	mm/hr
P acum:	164.3	mm
P max:	73.2	mm
Q Max:	11.3	m³/s
TR:	50	años

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Cálculo de Caudal de Diseño

Q: 10 m3/s

Proyecto	RUTA PY 12	Tramo		Prog:	CUENCA C 221	Arroyo:	

Área (A):	299.1	ha
Área (A):	2.991	km²
Longitud (L):	2,660.2	m
Pendiente (i):	0.190	%
Desnivel (dh):	5.1	m
SCS Curve Number:	79	
Almacenam. (S):	67.5	mm
Porcentaje retenc.:	20%	
Abstracc. Inic. (Ia):	13.5	mm

276
122
154
0.057890167

Tiempo de Concentración y Factor Pico (SCS)

Fórmula:	CLARK	
K DNOS:	3.0	
Tc:	246.7	min
Tc:	4.11	hs
Δt:	20.6	min
Δt Adop.	20.6	min
tp:	148.0	min
Tp:	158.3	min
Tr:	710.8	min
Tb:	869.1	min

246.7202

β calculado:	0.36	
X calculado:	4.49	
X adoptado:	4.49	
1+X:	5.49	
PRF (Inglés):	235.0	
PRF (SI):	1.01	
Vol. hasta el pico:	18.2%	
qp:	1.15	m³/s/cm

IDF, TR

TR:	50	años
IDF:	Asunción	
c:	2251.92	
n:	0.19036	
d:	28.00	
m:	0.87631	

MÉTODO DE LAS ABSTRACCIONES (SCS)

Distribución temporal de la precitación: Bloques Alternos

Cálculo de la Precipitación Efectiva

Intervalo (mln)	Pinc (mm)	Pacum (mm)	S (mm)	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe Acum (mm)	Pe Inc (mm)	Pe Inc (cm)
0.0	0.00	0.00	67.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20.6	3.55	3.55	67.52	3.55	0.00	0.00	0.00	0.00
41.1	4.70	8.25	67.52	8.25	0.00	0.00	0.00	0.00
61.7	6.79	15.04	67.52	13.50	1.50	0.03	0.03	0.00
82.2	11.43	26.47	67.52	13.50	10.88	2.09	2.06	0.21
102.8	27.07	53.54	67.52	13.50	25.13	14.90	12.81	1.28
123.4	57.87	111.41	67.52	13.50	39.96	57.94	43.04	4.30
143.9	16.47	127.88	67.52	13.50	42.46	71.92	13.98	1.40
164.5	8.58	136.46	67.52	13.50	43.59	79.37	7.45	0.75
185.0	5.57	142.03	67.52	13.50	44.27	84.26	4.89	0.49
205.6	4.05	146.08	67.52	13.50	44.74	87.84	3.58	0.36
226.2	3.16	149.24	67.52	13.50	45.09	90.65	2.80	0.28
246.7	2.84	152.08	67.52	13.50	45.40	93.18	2.53	0.25

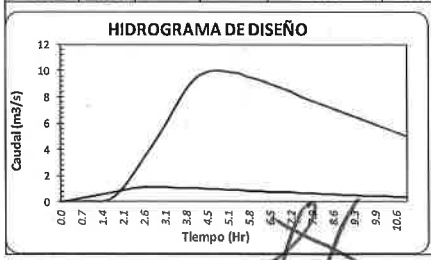
K SCS	1.00	
K Españ.	0.97	
K Fhruling	0.95	
K In.Cv.Eng	0.97	
k prom	0.97	
mod IDF	1.1	

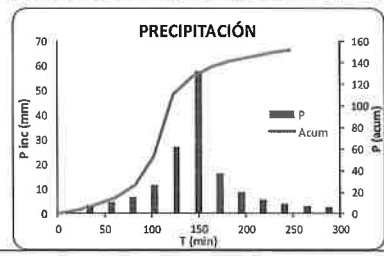
Precipitación Incremental

Intervalo (mln)	Intensidad (mm/h)	P acum (mm)	P Inc (mm)
0.0	0.0	0.0	0.0
20.6	173.6	57.9	57.9
41.1	127.4	84.9	27.1
61.7	101.4	101.4	16.5
82.2	84.7	112.8	11.4
102.8	72.9	121.4	8.6
123.4	64.1	128.2	6.8
143.9	57.3	133.8	5.6
164.5	51.9	138.5	4.7
185.0	47.5	142.5	4.1
205.6	43.8	146.1	3.6
226.2	40.7	149.2	3.2
246.7	38.0	152.1	2.8

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

		P Inc (cm)												
Intervalo (hr)	ql	0.00	0.00	0.00	0.21	1.28	4.30	1.40	0.75	0.49	0.36	0.28	0.25	Q tot (m3/s)
0.0	0.00													0.0
0.3	0.15													0.0
0.7	0.30													0.0
1.0	0.45			0.00										0.0
1.4	0.60			0.00	0.03									0.0
1.7	0.74			0.00	0.06	0.19								0.3
2.1	0.89			0.00	0.09	0.38	0.64							1.1
2.4	1.04			0.00	0.12	0.57	1.28	0.21						2.2
2.6	1.15			0.00	0.15	0.76	1.92	0.42	0.11					3.4
2.7	1.14			0.00	0.18	0.95	2.56	0.62	0.22	0.07				4.6
3.1	1.10			0.00	0.21	1.15	3.21	0.83	0.33	0.15	0.05			5.9
3.4	1.07			0.00	0.24	1.34	3.85	1.04	0.44	0.22	0.11	0.04		7.3
3.8	1.04			0.00	0.23	1.47	4.49	1.25	0.56	0.29	0.16	0.08	0.04	8.6
4.1	1.00			0.00	0.23	1.46	4.94	1.46	0.67	0.36	0.21	0.13	0.08	9.5
4.5	0.97			0.00	0.22	1.41	4.89	1.60	0.78	0.44	0.27	0.17	0.11	9.9
4.8	0.94			0.00	0.21	1.37	4.75	1.59	0.85	0.51	0.32	0.21	0.15	10.0
5.1	0.90			0.00	0.21	1.33	4.61	1.54	0.85	0.56	0.37	0.25	0.19	9.9
5.5	0.87			0.00	0.20	1.29	4.47	1.50	0.82	0.56	0.41	0.29	0.23	9.8
5.8	0.84			0.00	0.19	1.24	4.32	1.45	0.80	0.54	0.41	0.32	0.26	9.5
6.2	0.81			0.00	0.19	1.20	4.18	1.40	0.77	0.52	0.40	0.32	0.29	9.3
6.5	0.77			0.00	0.18	1.16	4.04	1.36	0.75	0.51	0.38	0.31	0.29	9.0
6.9	0.74			0.00	0.17	1.12	3.89	1.31	0.72	0.49	0.37	0.30	0.28	8.7
7.2	0.71			0.00	0.17	1.07	3.75	1.26	0.70	0.48	0.36	0.29	0.27	8.4
7.5	0.67			0.00	0.16	1.03	3.61	1.22	0.67	0.46	0.35	0.28	0.26	8.0
7.9	0.64			0.00	0.15	0.99	3.47	1.17	0.65	0.44	0.34	0.27	0.25	7.7
8.2	0.61			0.00	0.15	0.95	3.32	1.13	0.62	0.43	0.32	0.26	0.25	7.4
8.6	0.57			0.00	0.14	0.90	3.18	1.08	0.60	0.41	0.31	0.25	0.24	7.1
8.9	0.54			0.00	0.13	0.86	3.04	1.03	0.58	0.39	0.30	0.24	0.23	6.8
9.3	0.51			0.00	0.12	0.82	2.89	0.99	0.55	0.38	0.29	0.24	0.22	6.5
9.6	0.47			0.00	0.12	0.78	2.75	0.94	0.53	0.36	0.28	0.23	0.21	6.2
9.9	0.44			0.00	0.11	0.73	2.61	0.89	0.50	0.35	0.26	0.22	0.20	5.9
10.3	0.41			0.00	0.10	0.69	2.47	0.85	0.48	0.33	0.25	0.21	0.20	5.6
10.6	0.37			0.00	0.10	0.65	2.32	0.80	0.45	0.31	0.24	0.20	0.19	5.3
11.0	0.34			0.00	0.09	0.61	2.18	0.75	0.43	0.30	0.23	0.19	0.18	5.0





I max:	174	mm/hr
P acum:	152.1	mm
P max:	57.9	mm
Q Max:	10.0	m³/s
TR:	50	años

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID - MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Cálculo de Caudal de Diseño

Q: 12.1 m3/s

Proyecto	RUTA PY 12	Tramo		Prog:	CUENCA C 220	Arroyo:	

Área (A):	418.7	ha
Área (A):	4.187	km²
Longitud (L):	4,311.2	m
Pendiente (i):	0.190	%
Desnivel (dh):	8.2	m
SCS Curve Number:	79	
Almacenam. (S):	67.5	mm
Porcentaje retenc.:	20%	
Abstracc. Inic. (Ia):	13.5	mm

276	
122	
154	
0.035720582	

Tiempo de Concentración y Factor Pico (SCS)

Fórmula:	CLARK				
K DNOS:	3.0			β calculado:	0.36
Tc:	301.2	min		X calculado:	4.49
Tc:	5.02	hs	301.1855	X adoptado:	4.49
				1+X:	5.49
Δt:	25.1	min			
Δt Adop.	25.1	min		PRF (Inglés):	235.0
tp:	180.7	min		PRF (SI):	1.01
Tp:	193.3	min			
Tr:	867.7	min		Vol. hasta el pico:	18.2%
Tb:	1061.0	min		qp: 1.32	m³/s/cm

IDF, TR

TR:	50	años
IDF:	Asunción	
c:	2251.92	
n:	0.19036	
d:	28.00	
m:	0.87631	

MÉTODO DE LAS ABSTRACCIONES (SCS)

Distribución temporal de la precitación: Bloques Alternos

Cálculo de la Precipitación Efectiva

Intervalo (min)	Pinc (mm)	Pacum (mm)	S (mm)	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe Acum (mm)	Pe Inc (mm)	Pe Inc (cm)
0.0	0.00	0.00	67.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25.1	3.42	3.42	67.52	3.42	0.00	0.00	0.00	0.00
50.2	4.52	7.94	67.52	7.94	0.00	0.00	0.00	0.00
75.3	6.53	14.47	67.52	13.50	0.96	0.01	0.01	0.00
100.4	11.12	25.59	67.52	13.50	10.25	1.84	1.82	0.18
125.5	27.65	53.24	67.52	13.50	25.02	14.72	12.89	1.29
150.6	65.12	118.36	67.52	13.50	41.07	63.78	49.06	4.91
175.7	16.26	134.62	67.52	13.50	43.35	77.77	13.98	1.40
200.8	8.28	142.91	67.52	13.50	44.37	85.04	7.27	0.73
225.9	5.36	148.26	67.52	13.50	44.98	89.78	4.74	0.47
251.0	3.90	152.16	67.52	13.50	45.41	93.25	3.47	0.35
276.1	3.05	155.21	67.52	13.50	45.73	95.98	2.72	0.27
301.2	2.74	157.95	67.52	13.50	46.01	98.44	2.46	0.25

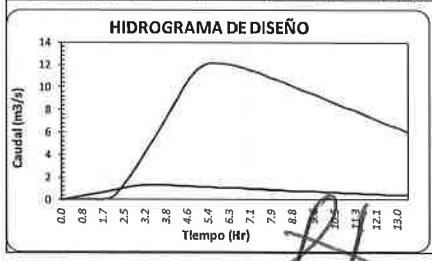
K SCS	1.00	
K Españ.	0.96	
K Fhrulng	0.95	
K In.Cv.Eng	0.97	
k prom	0.97	
mod IDF	1.1	

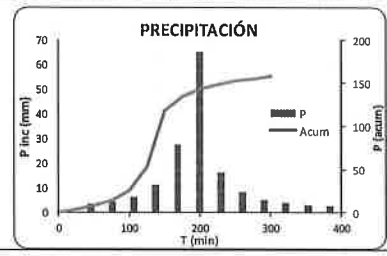
Precipitación Incremental

Intervalo (min)	Intensida d (mm/h)	P acum (mm)	P Inc (mm)
0.0	0.0	0.0	0.0
25.1	160.6	65.1	65.1
50.2	114.4	92.8	27.7
75.3	89.6	109.0	16.3
100.4	74.1	120.1	11.1
125.5	63.3	128.4	8.3
150.6	55.5	135.0	6.5
175.7	49.4	140.3	5.4
200.8	44.6	144.8	4.5
225.9	40.8	148.7	3.9
251.0	37.5	152.2	3.4
276.1	34.8	155.2	3.0
301.2	32.5	158.0	2.7

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

Intervalo (hr)	qi	P Inc (cm) 0.00	0.00	0.00	0.18	1.29	4.91	1.40	0.73	0.47	0.35	0.27	0.25	Q tot (m3/s)
0.0	0.00													0.0
0.4	0.17													0.0
0.8	0.34													0.0
1.3	0.51			0.00										0.0
1.7	0.68			0.00	0.03									0.0
2.1	0.85			0.00	0.06	0.22								0.3
2.5	1.03			0.00	0.09	0.44	0.84							1.4
2.9	1.20			0.00	0.12	0.66	1.68	0.24						2.7
3.2	1.32			0.00	0.16	0.88	2.51	0.48	0.12					4.2
3.3	1.30			0.00	0.19	1.10	3.35	0.72	0.25	0.08				5.7
3.8	1.27			0.00	0.22	1.32	4.19	0.96	0.37	0.16	0.06			7.3
4.2	1.23			0.00	0.24	1.54	5.03	1.19	0.50	0.24	0.12	0.05		8.9
4.6	1.19			0.00	0.24	1.70	5.87	1.43	0.62	0.32	0.18	0.09	0.04	10.5
5.0	1.15			0.00	0.23	1.68	6.45	1.67	0.74	0.41	0.24	0.14	0.08	11.6
5.4	1.11			0.00	0.22	1.63	6.40	1.84	0.87	0.49	0.30	0.19	0.13	12.1
5.9	1.08			0.00	0.22	1.58	6.21	1.82	0.96	0.57	0.36	0.23	0.17	12.1
6.3	1.04			0.00	0.21	1.53	6.02	1.77	0.95	0.62	0.42	0.28	0.21	12.0
6.7	1.00			0.00	0.20	1.48	5.84	1.72	0.92	0.62	0.46	0.33	0.25	11.8
7.1	0.96			0.00	0.20	1.44	5.65	1.66	0.89	0.60	0.45	0.36	0.29	11.5
7.5	0.92			0.00	0.19	1.39	5.46	1.61	0.86	0.58	0.44	0.36	0.32	11.2
7.9	0.89			0.00	0.18	1.34	5.28	1.56	0.84	0.56	0.43	0.34	0.32	10.8
8.4	0.85			0.00	0.18	1.29	5.09	1.50	0.81	0.55	0.41	0.33	0.31	10.5
8.8	0.81			0.00	0.17	1.24	4.90	1.45	0.78	0.53	0.40	0.32	0.30	10.1
9.2	0.77			0.00	0.16	1.19	4.72	1.40	0.75	0.51	0.39	0.31	0.29	9.7
9.6	0.73			0.00	0.15	1.14	4.53	1.34	0.73	0.49	0.37	0.30	0.28	9.4
10.0	0.70			0.00	0.15	1.09	4.34	1.29	0.70	0.47	0.36	0.29	0.27	9.0
10.5	0.66			0.00	0.14	1.04	4.16	1.24	0.67	0.46	0.35	0.28	0.26	8.6
10.9	0.62			0.00	0.13	0.99	3.97	1.19	0.64	0.44	0.33	0.27	0.26	8.2
11.3	0.58			0.00	0.13	0.95	3.78	1.13	0.62	0.42	0.32	0.26	0.25	7.9
11.7	0.54			0.00	0.12	0.90	3.60	1.08	0.59	0.40	0.31	0.25	0.24	7.5
12.1	0.51			0.00	0.11	0.85	3.41	1.03	0.56	0.38	0.29	0.24	0.23	7.1
12.5	0.47			0.00	0.11	0.80	3.22	0.97	0.53	0.37	0.28	0.23	0.22	6.7
13.0	0.43			0.00	0.10	0.75	3.04	0.92	0.51	0.35	0.27	0.22	0.21	6.4
13.4	0.39			0.00	0.09	0.70	2.85	0.87	0.48	0.33	0.25	0.21	0.20	6.0





I max:	161	mm/hr
P acum:	158.0	mm
P max:	65.1	mm
Q Max:	12.1	m³/s
TR:	50	años

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID - MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

PUENTE SOBRE EL PILCOMAYO NORTE

ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRAULICO

VERIFICACIÓN DE ABERTURA DE PROYECTO de L = 120 metros

1. INTRODUCCIÓN

Este informe presenta el cálculo hidrológico e hidráulico realizado para determinar la cota de fondo de viga de un puente ubicado en el Chaco Paraguayo. El estudio se enfocó en el análisis de los caudales máximos para un tiempo de retorno de diseño de 100 años, y un tiempo de retorno de verificación de 150 años siguiendo los criterios y normativas vigentes. El análisis realizado incluye tanto la determinación del caudal máximo esperable como la verificación hidráulica del puente, asegurando su capacidad de tránsito seguro bajo las condiciones más extremas de flujo. Este informe documenta el proceso de cálculo y las conclusiones alcanzadas, proponiendo una solución que garantice la estabilidad y durabilidad de la infraestructura en el mediano y largo plazo.

El puente en estudio se encuentra sobre un brazo del Río Pilcomayo, cruce cercano a la ciudad de Gral. Bruguez, departamento de Presidente Hayes, sobre el proyecto de ruta 12 en estado de ejecución.

2. MODELO HIDROLÓGICO

2.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO

La cuenca hidrográfica considerada en este estudio comprende toda el área de captación que contribuye al caudal afluente hacia el punto de control ubicado en el puente en análisis. Esta cuenca se encuentra en el departamento de Presidente Hayes, dentro de la región del Chaco Paraguayo, y se extiende de manera paralela al Río Pilcomayo. A continuación, se presentan los datos geoespaciales correspondientes a la ubicación del proyecto, con especial referencia a las coordenadas y características físicas del sitio de interés. En la Figura 6 se puede observar la ubicación de la cuenca de estudio.

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID - MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Departamento: Presidente Hayes

Coordenadas:

Latitud = -24.651202°

Longitud= -58.778140°

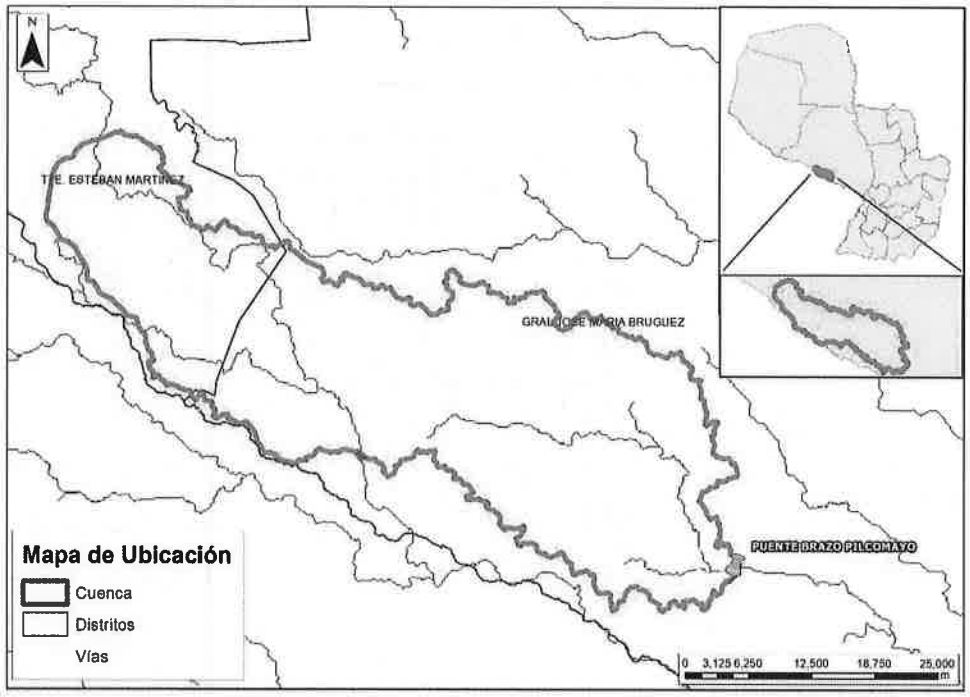


Figura 6. Ubicación del proyecto

2.2. DELIMITACIÓN DE LA CUENCA

La delimitación de la cuenca hidrográfica se realizó utilizando técnicas de análisis geoespacial y herramientas SIG (Sistema de Información Geográfica), basadas en el modelo digital de elevación de la región. La cuenca se delimitó tomando como punto de salida el sitio del puente en análisis, identificando todas las áreas de captación que contribuyen al escurrimiento superficial hacia dicho punto. Los límites de la cuenca se determinaron por las divisorias de agua naturales, siguiendo las elevaciones más altas que separan esta cuenca de las circundantes. Para complementar este proceso también se analizó el mapa satelital, verificando las zonas húmedas, otros cauces cercanos. Esto para garantizar la correcta cuantificación de los caudales para el diseño hidráulico del puente.

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

En la Figura 7 se presenta la cuenca delimitada a partir del Modelo Digital de Elevación utilizado, mientras que en la Figura 8, se representa en contraste a una imagen satelital. A partir de un geoprocesamiento, se determinan los parámetros de la misma para el cálculo hidrológico.4

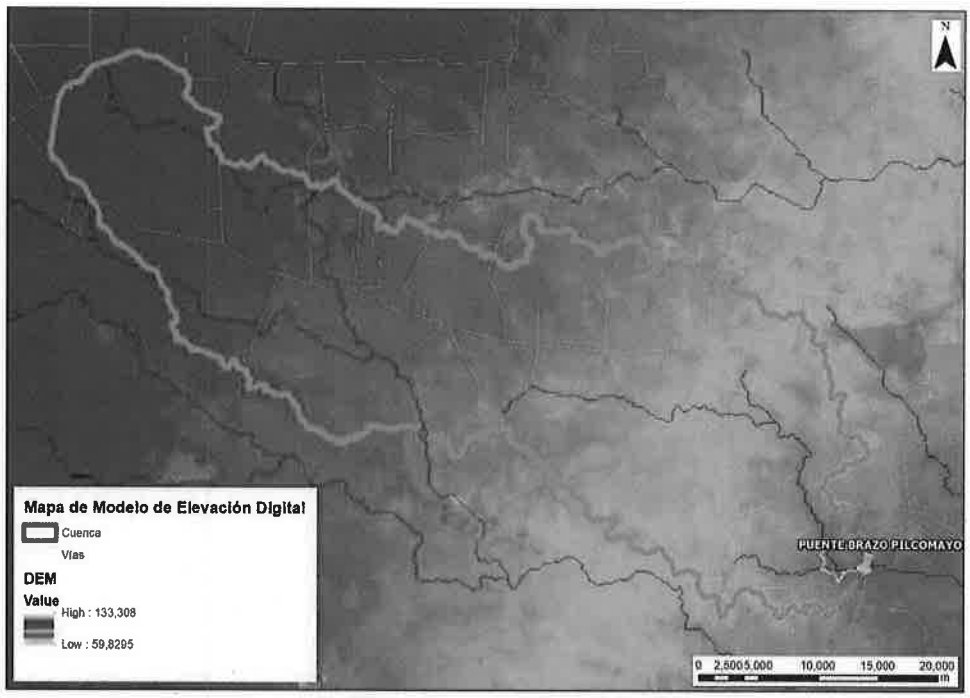


Figura 7. Cuenca delimitada en contraste con el modelo de elevación digital.

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID - MOPC

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

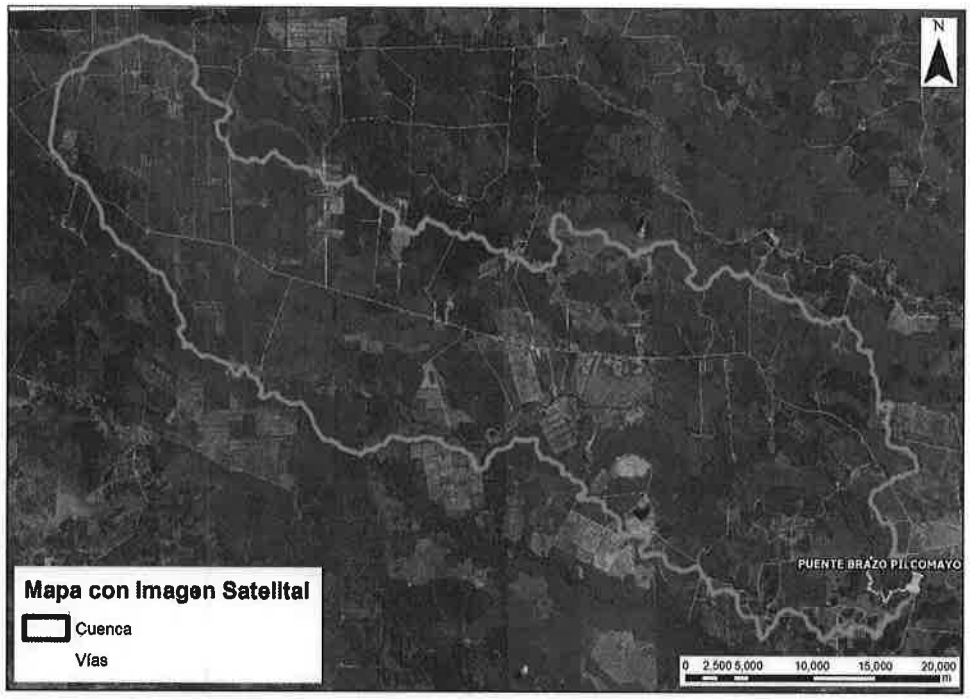


Figura 8. Cuenca delimitada en contraste con la imagen satelital.

Las características de la cuenca de estudio son las siguientes:

Superficie: 1297 km2

Longitud Talweg: 154 km

Pendiente del cauce: 0.02 %

Sentido de la pendiente: Noroeste a Sureste

2.3. INFILTRACIÓN

En el cálculo hidrológico, la infiltración es un proceso clave que determina la proporción de la precipitación que se filtra en el suelo, reduciendo el volumen de escorrentía directa. Para modelar este proceso, se utilizó el método del Curve Number (CN), desarrollado por el Servicio de Conservación de Recursos Naturales de los EE. UU. (NRCS). El CN es un parámetro empírico que depende de las características del suelo, el uso del suelo, el estado de la vegetación y las condiciones de humedad inicial. En este estudio, el CN fue determinado a partir de la clasificación de suelos y coberturas terrestres de la cuenca en análisis, ajustado según el tipo de

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID - MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

evento pluvial. Con el valor de CN obtenido, se estimó el volumen de escorrentía y se procedió a la construcción del hidrograma de lluvia. Este hidrograma permitió simular la respuesta de la cuenca ante eventos de precipitación, proporcionando un insumo fundamental para el diseño hidráulico del puente.

Con respecto al tipo de suelo, en el marco del PRUT (Programa de Racionalización y Uso de la Tierra) se desarrollaron mapas de orden y taxonomía de suelos, indicando los grupos hidrológicos de la Región Oriental, representando la capacidad de drenaje e infiltración

Los principales tipos se detallan a continuación.

Grupo A: Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento y limos agregados.

Grupo B: Suelos poco profundos depositados por el viento y 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.

La metodología utilizada para la clasificación del uso de suelo ha sido mediante la utilización de herramientas SIG, a través del programa Arcgis. Dentro de la interfaz se utiliza la herramienta, "Iso Cluster Unsupervised Classification", que realiza una clasificación por colores a partir de una imagen satelital.

El proceso, en resumen, se basa en la creación de un ráster simplificado que se observa en la Figura 9 que contiene únicamente cuatro tipos de valores, cada uno representando uno de los cuatro usos del suelo adoptados en este estudio. Este ráster es manejable y adecuado para el posterior análisis de parámetros de infiltración o escorrentía del suelo.

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID MOPC

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

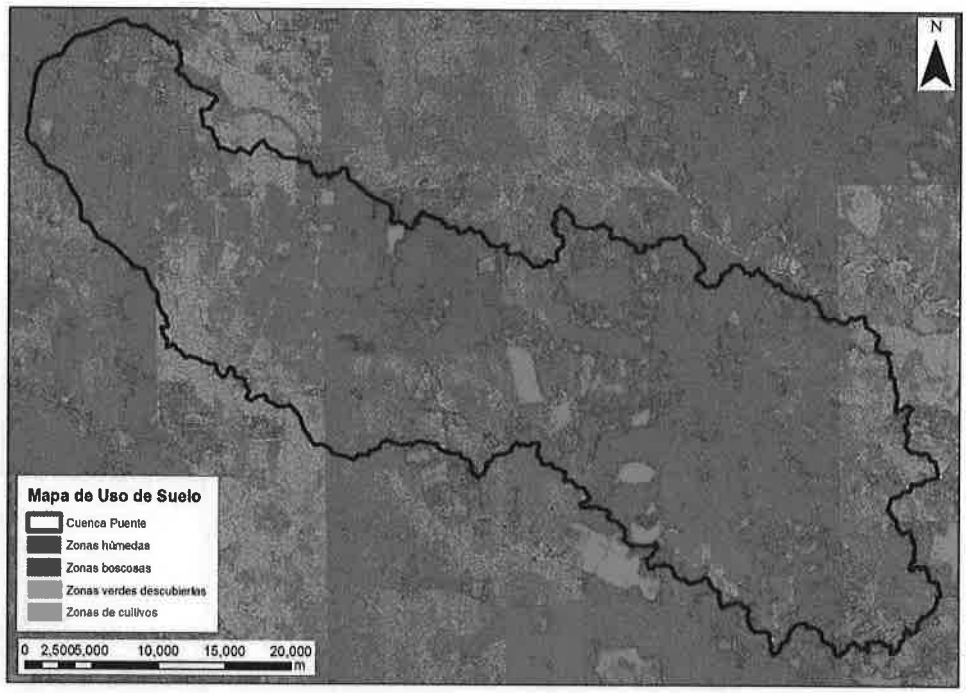


Figura 9. Uso de suelo

La cuenca de estudio se encuentra en una zona donde el suelo en su gran mayoría es del tipo C. Cada uso de suelo posee un valor diferente de CN, dependiendo del tipo de suelo. Los valores utilizados en este estudio son mostrados en la tabla que sigue.

Uso de Suelo	A	B	C	D
Zonas húmedas	98	98	98	98
Áreas Boscosas	45	65	67	70
Áreas verdes descubiertas	49	55	71	73
Áreas de cultivos	60	66	72	75

Estos valores han sido estimados a partir de los valores presentados en el libro de Hidrología Aplicada (Ven te Chow, 1994). Con estos datos definidos, se realiza un cruzamiento digital del uso y tipo de suelo, de forma a ponderar el valor del CN a utilizar en la cuenca, resultando en un valor de CN de 81.

2.4. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

El tiempo de concentración es un parámetro hidrológico crucial que representa el tiempo que tarda una gota de agua en viajar desde el punto más alejado de la cuenca hasta el punto de salida, en este caso, el puente en estudio. Para determinarlo, se aplicó el método KDNOS, el cual permite una estimación precisa en cuencas con características geográficas similares a las de la

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

región del Chaco Paraguayo. Este método combina factores como la longitud del cauce principal, la pendiente media de la cuenca y las condiciones de rugosidad del terreno. El cálculo del tiempo de concentración resultante se utilizó posteriormente para definir la distribución temporal del caudal en el hidrograma, permitiendo así una correcta simulación de los eventos de lluvia-drenaje en la cuenca.

Para calcular el tiempo de concentración se utilizó la fórmula del DNOS (Departamento Nacional de Obras y Saneamiento del Brasil), expresada a continuación.

$$Tc = \frac{10}{k} \qquad \frac{A^{0.3} L^{0.2}}{I^{0.4}}$$

Siendo Tc el tiempo de concentración (min), A el área de la cuenca (has), L la longitud del curso de agua (m), I la pendiente en %.

El coeficiente "K" depende de las características geológicas de la cuenca, conforme lo descrito a continuación. (Extraído del Manual de Hidrologia Básica para Estructuras de Drenagem, DNIT).

- Terreno areno-arcilloso, cubierto de vegetación intensa, elevada absorción K=2.0
- Terreno común, cubierto de vegetación, absorción apreciable K=3.0
- Terreno arcilloso, cubierto de vegetación, absorción media K=4.0
- Terreno arcilloso de vegetación media, poca absorción K=4.5
- Terreno con roca, escasa vegetación, baja absorción K=5.0
- Terreno rocoso, vegetación pobre, reducida absorción K=5.5

El valor calculado para la cuenca se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Tiempo de concentración de la cuenca

Cuenca	Longitud (m)	Área (ha)	Pendiente (%)	Tc (min)
Puente	153,986	129,670	0.02	4455.3

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID - MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

2.5. TIEMPO DE RETORNO

El tiempo de retorno es un concepto hidrológico que describe la frecuencia con la cual se espera que ocurra un evento de magnitud específica, como una tormenta o una inundación, dentro de un período de tiempo determinado. Se expresa en años y se calcula a partir de datos históricos de precipitaciones o caudales, permitiendo estimar la probabilidad de ocurrencia de eventos extremos. En términos simples, un tiempo de retorno de n años indica que existe una probabilidad del 1/n de que ocurra un evento de esa magnitud en cualquier año. Este parámetro es crucial para el diseño de infraestructuras hidráulicas, ya que define los niveles de seguridad necesarios para soportar las crecidas que podrían presentarse durante la vida útil de la estructura. En el presente estudio, se utilizaron tiempos de retorno tanto para el diseño como para la verificación de las condiciones hidrológicas extremas que afectan el puente en cuestión.

En el presente estudio, se emplearon dos tiempos de retorno (TR) clave para el dimensionamiento hidráulico del puente: un tiempo de retorno de diseño de 100 años y un tiempo de retorno de verificación de 150 años. El TR de diseño de 100 años se seleccionó según el Manual de Carreteras del Paraguay y representa la frecuencia de los eventos extremos de precipitación que el puente debe soportar en condiciones normales. Adicionalmente, se utilizó un TR de verificación de 150 años para asegurar la resistencia de la infraestructura ante eventos de mayor magnitud, que, aunque menos probables, podrían tener consecuencias catastróficas si no se consideran. Estos tiempos de retorno fueron fundamentales en la determinación del caudal máximo esperado y la consecuente validación de la capacidad hidráulica del puente bajo diferentes escenarios de crecida.

2.6. PRECIPITACIÓN DE DISEÑO

Las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) son herramientas fundamentales en la ingeniería hidrológica utilizadas para estimar la intensidad de la lluvia asociada a diferentes duraciones y frecuencias de eventos. Estas curvas se construyen a partir de análisis estadísticos de datos históricos de precipitaciones y permiten definir la relación entre la intensidad de la lluvia, su duración, y la probabilidad de ocurrencia o frecuencia, usualmente expresada en términos de tiempo de retorno. La expresión para calcular las intensidades en cada estación responde a la fórmula siguiente:

$$I = \frac{c\,Tr^{n}}{(tc + d)^{m}}$$

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

En donde I es la intensidad expresada en mm/h; tc es el tiempo de concentración en minutos; Tr es el tiempo de retorno en años; c, d, m, n son coeficientes determinados empíricamente.

Utilizando polígonos de Thiessen, se determina que la cuenca es afectada por las curvas IDF de Asunción, por lo que se asigna la intensidad respectiva a cada cuenca de acuerdo con su ubicación dentro del área de cobertura de las curvas

Tabla 8. Parámetros para la Curva IDF de Asunción

Parámetros IDF Asunción	
c	2467.92
n	0.19
d	27.95
m	0.88

La precipitación incremental se construye en base al método de bloques alternos (Ven Te Chow, 1994), de manera a ubicar la mayor intensidad de lluvia luego de una saturación inicial del suelo, representando así la situación más desfavorable. La precipitación de mayor intensidad de sitúa en el centro del hietograma. La duración total de la precipitación sintética: 4455 minutos (74 horas).

Mediante este proceso, se obtienen los siguientes valores para la precipitación de diseño, en cada caso:

- Precipitación Acumulada (TR 100): 178.5 mm
- Precipitación Acumulada (TR 150): 192.8 mm

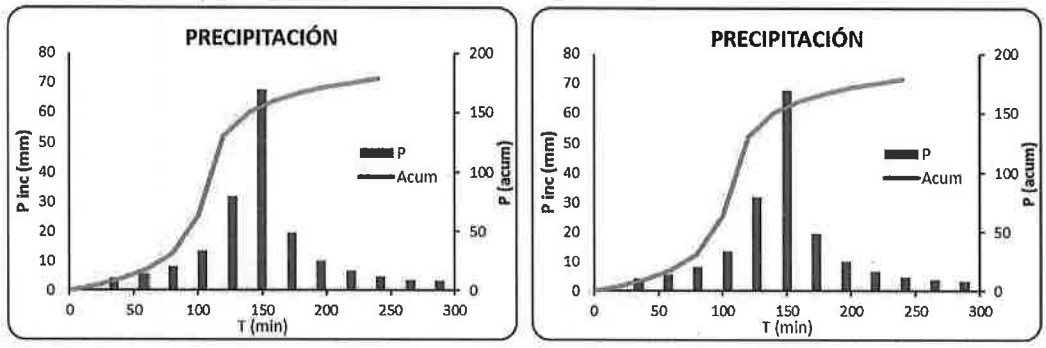


Figura 10. Hidrograma de precipitación de diseño y verificación

2.7. CAUDALES DE DISEÑO

En este apartado se presentan los caudales resultantes del modelo hidrológico desarrollado para la cuenca en estudio. Estos caudales, obtenidos a partir de la simulación de eventos pluviales y

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

de las características hidrológicas específicas de la cuenca, son fundamentales para el diseño y verificación del modelo hidráulico.

Los caudales calculados para diferentes tiempos de retorno reflejan las condiciones máximas de flujo que se espera que el puente deba soportar durante su vida útil. Estos resultados servirán como insumo clave para la siguiente fase del estudio, en la cual se evaluará el comportamiento hidráulico de la estructura. A continuación, se detallan los caudales de diseño y de verificación, los cuales guiarán la evaluación de la capacidad de la infraestructura bajo distintas condiciones de crecida.

Para el cálculo de caudales, se utiliza el método de Hidrograma Unitario Triangular (HUT). El método fue desarrollado por el U.S. Soil Conservation Service (S.C.S.), y es utilizado para el estudio de las cuencas hidrográficas con áreas mayores a 2 km2. Representa la comparación gráfica de los gastos de escurrimiento contra el tiempo necesario para que estos se presenten.

La teoría del Hidrograma Unitario Triangular se sustenta en las siguientes propiedades:

- La precipitación efectiva se distribuye uniformemente en el tiempo o periodo de duración específica.
- La precipitación efectiva se distribuye uniformemente en toda el área de la cuenca de drenaje.

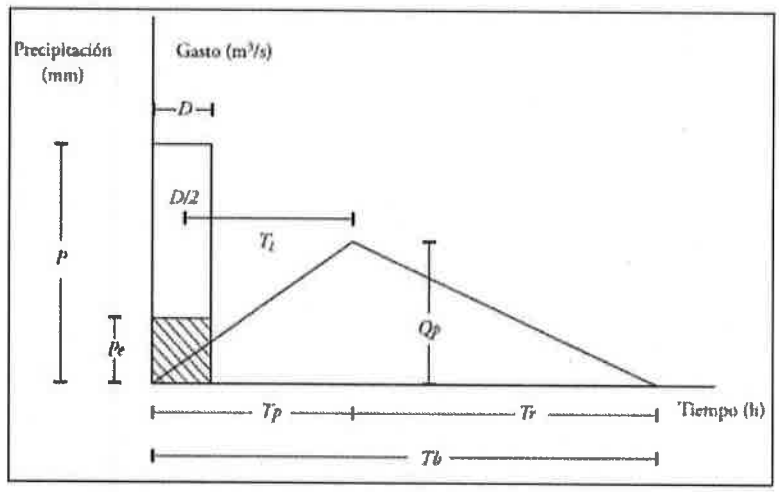


Figura 11. Esquema de cálculo

Procedimiento de cálculo para la determinación del caudal máximo

$$Q_p = PRF\frac{A}{T_p}$$

- Qp: caudal pico del hidrograma unitario, en m3/s/mm.
- A: área de la cuenca, en Km2.
- Tp: tiempo de ocurrencia del caudal pico, en horas.

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

En donde se cumple lo siguiente,

$$T_p = \frac{D}{2} + T_l$$

$$T_l = 0.6t_c \qquad T_r = XT_p \qquad D = \frac{t_c}{12} \qquad T_b = T_p + T_r$$

Siendo

- D: tiempo de duración de la precipitación efectiva, en horas.
- tc: tiempo de concentración, en horas.
- Tl: tiempo de retardo, medido desde el centro de gravedad del hietograma de precipitación efectiva hasta el pico del hidrograma de escurrimiento, en horas.
- Tr: tiempo de recesión, medido desde el pico del hidrograma hasta su finalización, en horas.
- Tp: tiempo al pico, en horas.
- Tb: tiempo base del hidrograma triangular, en horas

Factor Pico del Hidrograma (PRF)

El Factor pico del hidrograma representa el efecto amortiguador de la ola de inundación y el almacenamiento en la cuenca. Silveira (2015) en su artículo Fator de Pico para Hidrogramas Unitarios Sintéticos Triangulares, estableció parámetros y valores para calcular el PRF en cuencas donde no se cuentan con datos, dado la morfología de la cuenca. Donde:

$$PRF = f\beta$$

f es un factor de conversión donde f = 645 es el factor para el PRF en unidades inglesas y f = 2,78 es para el PRF en unidades métricas. El coeficiente β se encuentra en función de x, conocido como el factor de recesión del hidrograma y representa la relación entre la recesión y la hora pico. La relación entre los mismos es dada por la siguiente fórmula:

$$\beta = \frac{2}{(1+x)}$$

En la siguiente tabla se encuentran los valores de factores de recesión sugeridos por Wanielista, Kersten e Eaglin (1997) utilizados en este estudio.

Tabla 9. Factores pico y de recesión

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Tabela 2 - Fatores de pico e de recessão sugeridos por Wanielista, Kersten e Eaglin (1997) e β respectivo

Bacia	PRF "inglês"	x	β
Urbana	575	1,25	0,89
Típicas do SCS	484	1,67	0,75
Mesclada urbano/rural	400	2,25	0,62
Rural de alta declividade	300	3,33	0,46
Rural de média declividade	200	5,5	0,31
Rural de baixa declividade	100	12,0	0,15

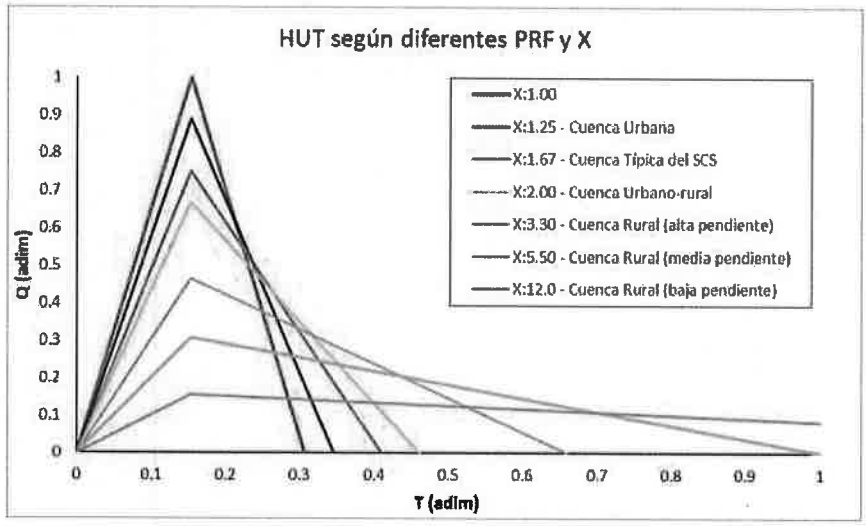


Figura 12. SCS HUT para cada PRF

Es la parte de la lluvia total resultante de descontar las pérdidas por escorrentía superficial, percolación profunda y evaporación de la lluvia interceptada por el follaje o que puede aprovechar la vegetación para suplir sus demandas. La lluvia neta o precipitación efectiva a partir de:

$$P_e = \frac{(P-0.2S)^2}{P+0.8S} \qquad CN = \frac{25400}{254+S}$$

P: precipitación real total, en cm. Obtenida de las curvas IDF.

S: máxima retención potencial.

CN: Número de Curva

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

El valor de S se deduce del número de la curva de escurrimiento (CN – Curve Number), calculado en función del manejo del cultivo, de las propiedades y condiciones hidrológicas de infiltración del suelo. El valor de CN puede variar entre 0 y 100, siendo CN = 0 cuando no hay escurrimiento (S adopta valores muy grandes o infinito), y CN = 100 (cuando el volumen del escurrimiento es igual al de la precipitación, luego S toma el valor cero).

Conocidas las precipitaciones efectivas para cada intervalo Δt definido, se procede al cálculo de los caudales de proyecto mediante el "álgebra de los Hidrogramas", o sea, multiplicando las precipitaciones efectivas por las ordenadas del Hidrograma unitario, reiteradas a intervalos de tiempo iguales al intervalo unitario considerado.

Los valores de las descargas del Hidrograma de proyecto, por tanto, serán dados por:

$$Q_i = \Delta Pe_{1-0} * q_1 + \Delta Pe_{2-1} * q_2 + \Delta Pe_{3-2} * q_3 + \cdots + \Delta Pe_{i-n} * q_i$$

El caudal de proyecto de la cuenca corresponderá al valor máximo de las combinaciones obtenidas en las descargas del Hidrograma de proyecto.

Tabla 10. Resultado de Caudal para TR 100

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR — Q: 197.3 m3/s

Proyecto	Puente		Tramo	Lote 4	Puente	1		Arroyo:	Brazo Pilcomayo		
Características de la Cuenca			Tiempo de Concentración y Factor Pico (SCS)						IDF, TR		
Área (A):	129,670.4	ha	Fórmula:	DNOS					TR:	100	años
Área (A):	1296.704	km²	K DNOS:	4.00		β calculado:	0.19		IDF:	Asunción	
			Tc:	4455.3	min	X calculado:	9.78			c:	2467.92
Longitud (L):	153,986	m	Tc:	74.25	hs	X adoptado:	7.80			n:	0.19
Pendiente (i):	0.02	%				1+X:	8.80			d:	27.95
Desnivel (dh):	30.8	m	Δt:	371.3	min					m:	0.88
			Δt Adop.	20.0	min	PRF (Inglés):	146.6				
SCS Curve Number:	81.0		tp:	2673.2	min	PRF (SI):	0.63				
Almacenam. (S):	59.5	mm	Tp:	2858.8	min						
Porcentaje retenc.:	20%		Tr:	22298.8	min	Vol. hasta el pico:	11.4%				
Abstracc. Inic. (Ia):	11.9	mm	Tb:	25157.6	min	qp:	17.18	m³/s/cm			

Finalmente, el caudal de diseño a ser introducido en el HEC-RAS es el siguiente:

- Caudal de Diseño (TR 100): 197.3 m3/s
- Caudal Verificación (TR 150): 218.8 m3/s

En los anexos, se presenta la planilla de cálculo completa.

3. MODELO HIDRÁULICO

En este capítulo se describe la implementación del modelo hidráulico utilizado para verificar el comportamiento del puente bajo los caudales previamente obtenidos en el análisis hidrológico. Para ello, se empleó el software HECRAS, una herramienta ampliamente reconocida en la

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

ingeniería hidráulica para la simulación de flujos en ríos y canales. Este modelo permitió evaluar el desempeño de la infraestructura frente a diversos escenarios de caudales, verificando su capacidad para soportar las condiciones extremas definidas por los tiempos de retorno de diseño y verificación. A continuación, se detallan los pasos seguidos en la construcción del modelo, incluyendo la parametrización del puente, las condiciones de contorno, y los resultados obtenidos, que permitirán validar la estabilidad y seguridad de la estructura frente a eventos hidrológicos extremos.

3.1. PARÁMETROS DEL CÁLCULO

- Secciones topográficas de perfiles de terreno en la zona de estudio.
- Caudales máximos para TR 100 y 150 años obtenidos en el capítulo anterior
- Como condición de borde hacia aguas abajo se utiliza el concepto de "Normal Depth", en el cual se presume que la pendiente longitudinal del cauce se mantiene constante y paralela al nivel del agua hacia aguas abajo una distancia lo suficientemente larga como para que no afecte al puente. Se adopta esta condición de borde ante la falta de otros datos.
- Como condición de borde hacia aguas arriba, se tienen los caudales generados.
- Como criterio de cálculo, se simula el flujo de agua en un régimen subcrítico, situación en la cual se tienen los niveles de agua más elevados.
- Coeficientes de rugosidad de Manning calculados por el método de Cowan.

3.2. MÉTODO DE COWAN

El método de Cowan es un procedimiento utilizado en ingeniería hidráulica y fluvial para estimar el coeficiente de rugosidad de Manning (n), que es un parámetro clave en la modelación del flujo de agua en canales abiertos y cauces naturales. Este coeficiente de rugosidad representa la resistencia del canal al flujo de agua, influenciado por factores como la textura y vegetación del lecho del río, las irregularidades en las paredes del canal, y las obstrucciones.

El método de Cowan descompone el cálculo del coeficiente de rugosidad en varios componentes que se suman para obtener el valor total del n. La fórmula es la siguiente:

$$n = (nb + n1 + n2 + n3 + n4) \times m$$

- n_b: Coeficiente básico de rugosidad del lecho, basado en la textura y tipo de suelo o material del cauce.
- n_1: Incremento por las irregularidades superficiales del lecho (como ondulaciones, formaciones naturales, etc.).
- n_2: Incremento por la variación en la forma de la sección transversal del canal.
- n_3: Incremento por obstrucciones presentes en el cauce (como vegetación, rocas, etc.).
- n_4: Incremento debido a la presencia de meandros o curvaturas pronunciadas en el canal.

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID - MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

- m: Factor de corrección por las condiciones de alineación del flujo, como la longitud de los meandros o la cantidad de curvas en el tramo estudiado.

Este método es útil porque permite ajustar el coeficiente de rugosidad de acuerdo a las características específicas del cauce, en lugar de usar un valor único generalizado. La ventaja principal es que tiene en cuenta las variaciones físicas y geométricas del canal, lo cual mejora la precisión en la estimación de la resistencia hidráulica

Tabla 11. Cálculo del coeficiente de rugosidad por el método de Cowan para el canal

Canal Principal						
Material del cauce:	n_0	A	Arena	0.020		
		B	Roca	0.025		
		C	Grava fina	0.024		
		D	Grava gruesa	0.028		
Material del cauce adoptado:				**B**	=	0.025
Grado de irregularidad:	n_1	A	Ninguna	0.000		
		B	Menor	0.005		
		C	Moderado	0.010		
		D	Severo	0.020		
Grado de irregularidad adoptado:				**C**	=	0.010
Variabilidad de la sección transversal:	n_2	A	Gradual	0.000		
		B	Ocasional	0.005		
		C	Frecuente	0.015		
Variación de la sección adoptada:				**C**	=	0.015
Efecto relativo de las obstrucciones:	n_3	A	Despreciable	0.000		
		B	Menor	0.005		
		C	Apreciable	0.020		
		D	Severo	0.040		
Efecto de las obstrucciones adoptado:				**B**	=	0.005
Vegetación:	n_4	A	Baja	0.005		
		B	Media	0.013		
		C	Alta	0.025		
		D	Muy alta	0.050		
Vegetación adoptada:				**A**	=	0.005
Grado de sinuosidad:	n_5	A	Menor	1.00		
		B	Apreciable	1.15		
		C	Severo	1.30		
Grado de sinuosidad adoptado:				**B**	=	1.15
Valor de " n " adoptado según COWAN n =				0.069		

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID - MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Tabla 12. Cálculo del coeficiente de rugosidad por el método de Cowan en las planicies de inundación.

Planicies de Inundación						
Material del cauce:	n_0	A	Arena	0.020		
		B	Roca	0.025		
		C	Grava fina	0.024		
		D	Grava gruesa	0.028		
Material del cauce adoptado:				**A**	=	0.020
Grado de irregularidad:	n_1	A	Ninguna	0.000		
		B	Menor	0.005		
		C	Moderado	0.010		
		D	Severo	0.020		
Grado de irregularidad adoptado:				**C**	=	0.010
Variabilidad de la sección transversal:	n_2	A	Gradual	0.000		
		B	Ocasional	0.005		
		C	Frecuente	0.015		
Variación de la sección adoptada:				**C**	=	0.015
Efecto relativo de las obstrucciones:	n_3	A	Despreciable	0.000		
		B	Menor	0.010		
		C	Apreciable	0.020		
		D	Severo	0.040		
Efecto de las obstrucciones adoptado:				**C**	=	0.020
Vegetación:	n_4	A	Baja	0.005		
		B	Media	0.015		
		C	Alta	0.025		
		D	Muy alta	0.050		
Vegetación adoptada:				**C**	=	0.025
Grado de sinuosidad:	n_5	A	Menor	1.00		
		B	Apreciable	1.15		
		C	Severo	1.30		
Grado de sinuosidad adoptado:				**C**	=	1.30
Valor de " n " adoptado según COWAN n =				0.12		

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID - MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

3.3. GEOMETRÍA DEL MODELO HIDRÁULICO

3.3.1. Secciones transversales

Las secciones son cortes perpendiculares al flujo principal que describen la geometría del cauce, incluyendo las formas del lecho, las márgenes y la planicie de inundación. Son esenciales para calcular parámetros como el área de flujo, el perímetro mojado, el tirante de agua y el ancho superficial, los cuales afectan directamente las ecuaciones de flujo y resistencia utilizadas en la modelación. En la Figura 13 muestra en planta el cauce con las secciones transversales en la interfaz de HEC-RAS.

Finalmente se interpolan las secciones trazadas entre las que se han introducido explícitamente en el modelo, mejorando la representación de la geometría del río o canal a lo largo del tramo y evitando saltos bruscos en los resultados del flujo.

Figura 13. Secciones en la interfaz del HECRAS

Para este estudio se analizaron 10 secciones transversales bien representativas del cauce con su planicie de inundación hacia aguas arriba y abajo del puente. En la siguiente figura se ve un ejemplo de sección transversal.

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP BID MOPC

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

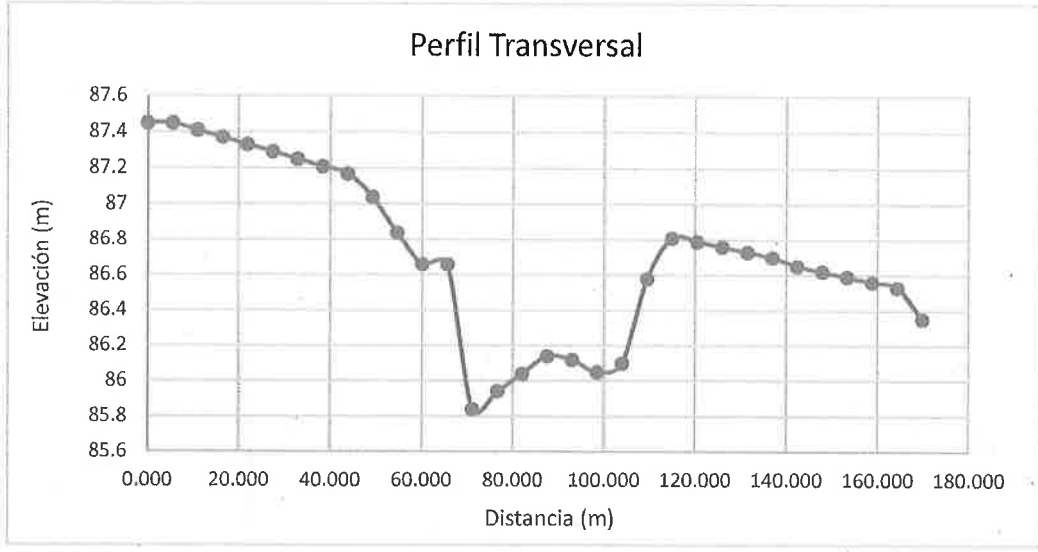


Figura 14. Sección Transversal del canal en el puente

3.3.2. Capacidad Hidráulica del Puente

3.3.3. Se comienza por definir el puente en el modelo, especificando sus dimensiones, altura de vigas, **una longitud de 80 metros de abertura y la geometría de los pilares, como se puede observar en la Figura 15.** Además de la estructura misma del puente se incorpora un aliviadero a la izquierda del puente, debido a la presencia de una zona baja en la posición proyectada, buscando reducir la presión sobre la estructura principal del puente, distribuyendo el flujo a través de esta apertura adicional.

3.3.4. Una vez definido el puente, se ejecuta el modelo hidráulico utilizando caudales provenientes del análisis hidrológico para tiempos de retorno de diseño (por ejemplo, 100 años) y tiempos de retorno de verificación (por ejemplo, 150 años). Durante la simulación, HECRAS calcula los perfiles de nivel del agua para los caudales definidos. El objetivo es verificar si el flujo bajo esos caudales puede pasar por

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID MOPC

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

debajo del puente sin tocar las vigas, y, en caso contrario, determinar si la cota de fondo de viga es adecuada o si debe ser ajustada.

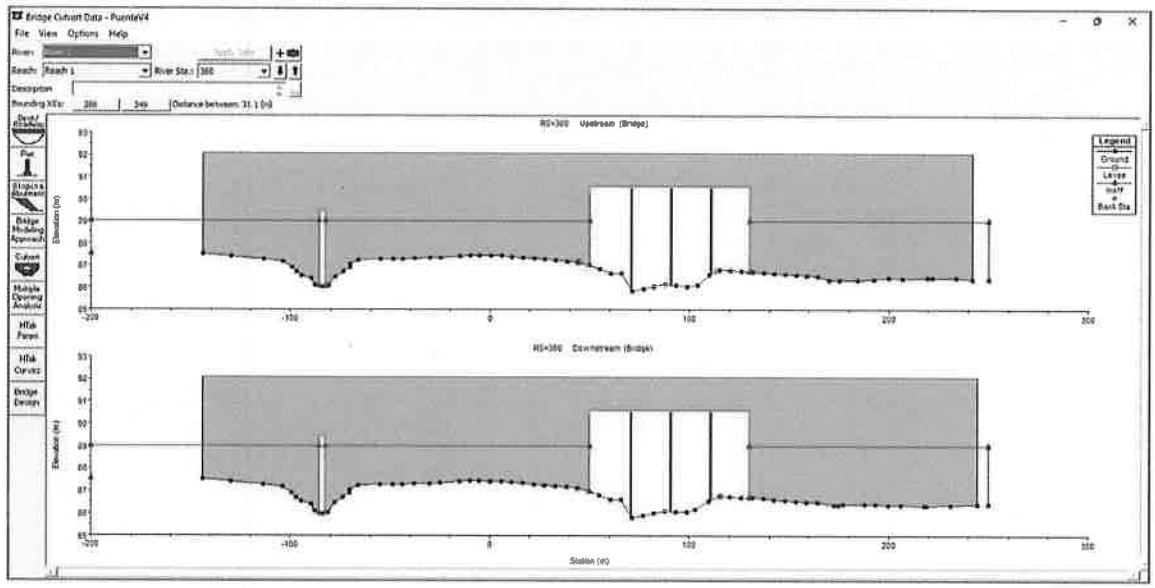


Figura 15. Incorporación de puente en el modelo

3.3.5. Resultados de la modelación

El presente capítulo presenta los resultados obtenidos a partir de la simulación hidráulica realizada con el modelo HECRAS. Aquí se analizan los perfiles de nivel de agua, velocidades y niveles de agua la sección del puente bajo los escenarios de caudales de diseño y verificación. Estos resultados permiten evaluar el comportamiento del flujo y las condiciones hidráulicas críticas para el puente, determinando si las características estructurales, como la cota de fondo de viga, son adecuadas para soportar los eventos hidrológicos simulados. Las conclusiones derivadas de estos análisis aportan información clave para la verificación de la capacidad del puente frente a eventos extremos.

A continuación, se muestra los niveles de agua, para TR 100 y TR 150, obtenidos a partir del programa HEC-RAS. En las siguientes figuras se puede ver que el nivel de agua bajo el puente alcanza las siguientes cotas.

Tabla 13. Tabla de resultados del modelo hidráulico

Cota de Rasante	92.10 metros
Cota de Fondo de Viga	90.60 metros
Cota del Nivel Máximo de Agua p/TR150	88.89 metros
Cota del Nivel Máximo de Agua p/TR100	88.76 metros
Cota de Fondo del Canal	85.83 metros
Cota de Fondo de Aliviadero	85.98 metros
Abertura del puente simulado L =	80.00 metros

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

Para el caudal de diseño podemos calcular que la revancha obtenida por debajo de la cota de fondo de viga es de 1.84 metros y para el caudal de verificación es de 1.71 metros. Cumpliéndose lo especificado en el Manual de Carreteras del Paraguay.

La cota del fondo de viga recomendado para el puente estudiado en este informe es 90.60 m, tal como se muestran en las siguientes figuras. Si el puente tiene un espesor de 1.50 m, la cota de rasante será 92.10 m

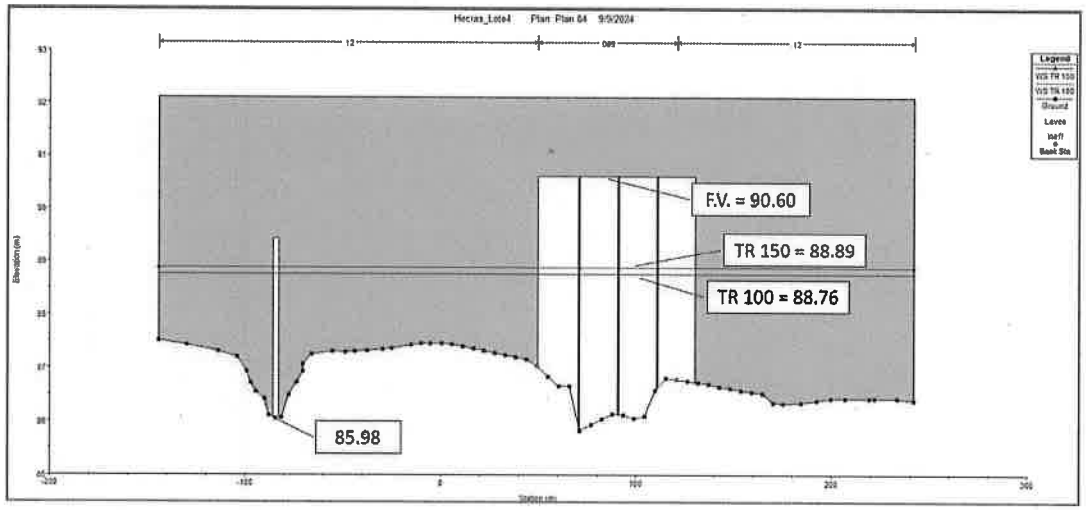


Figura 16. Puente L=80 m en el programa HEC-RAS.

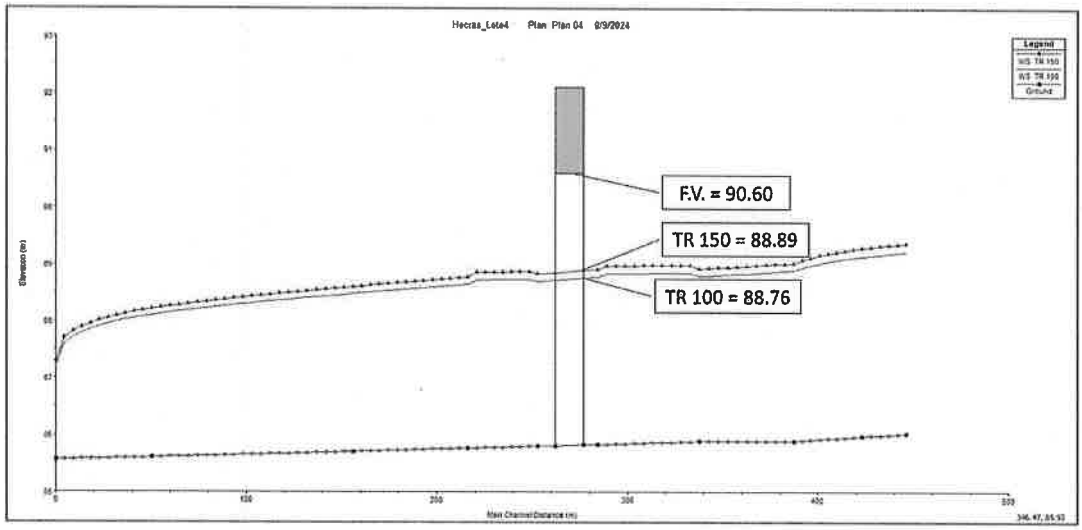


Figura 17. Perfil longitudinal del puente L=80 m

La selección de las cotas de implantación del puente no se basa únicamente en las alturas derivadas de los caudales obtenidos mediante el presente modelo, sino también en la estimación de un caudal adicional proveniente de aguas abajo de la obra, generado por los

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID - MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

efectos de remanso causados por el canal de descarga. Esta influencia ha sido verificada a partir de la última medición del nivel de agua en la zona, que registró una cota de 90.00 metros, reflejando claramente el remanso mencionado.

Para garantizar la seguridad estructural del puente, se ha decidido elevar la cota de la superestructura a 90.60 metros. Esta elevación busca proteger la obra no solo de los caudales aportados desde aguas arriba, sino también de la influencia de los caudales generados aguas abajo, que actúan como una barrera y afectan el comportamiento hidráulico del flujo, comprometiendo su movimiento eficiente.

A continuación, en la Figura 18 y Figura 19 se presenta un gráfico con la distribución de las magnitudes de velocidades del flujo en la sección aguas arriba del puente, para TR 100 años y para TR 150 años.

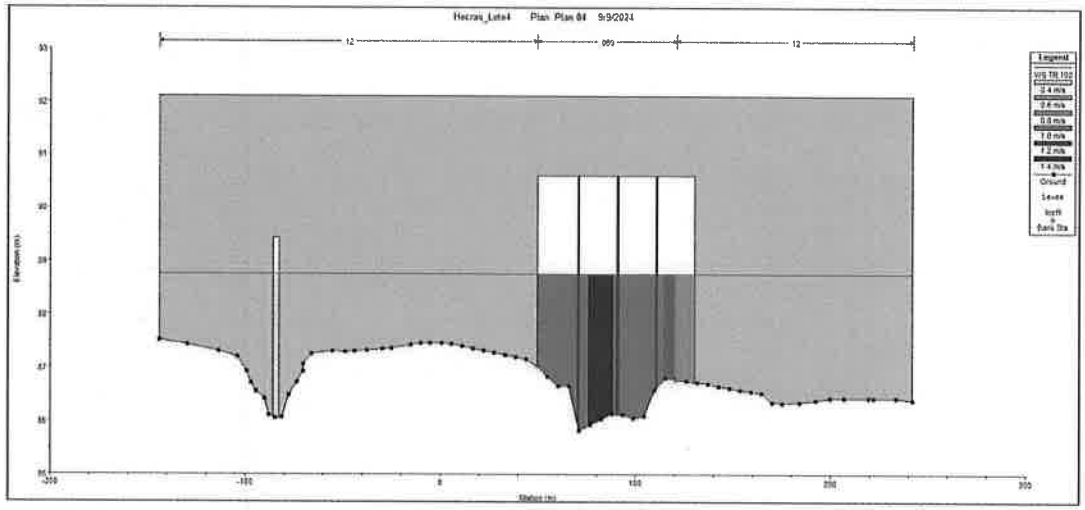
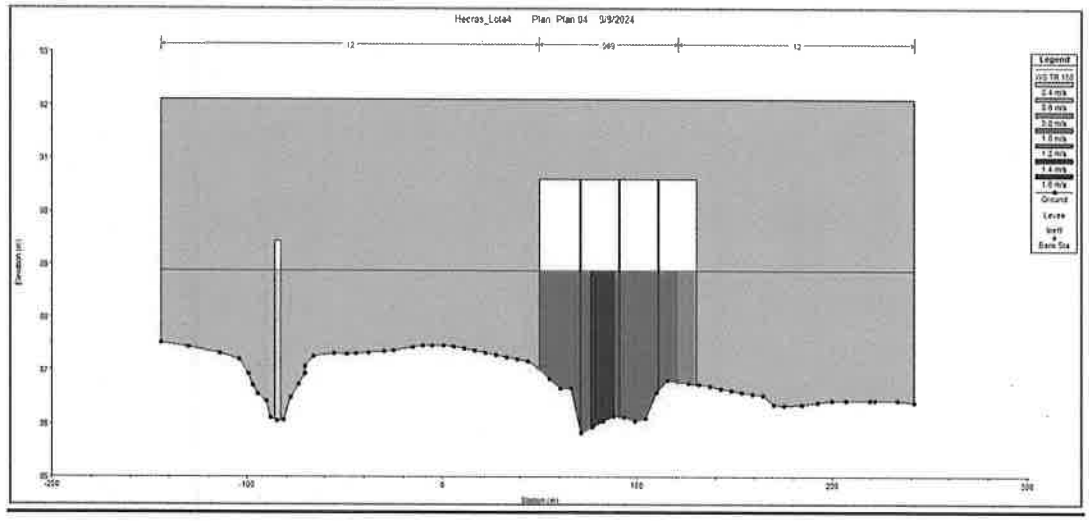


Figura 18. Velocidades en la sección transversal del canal en el puente para TR 100



4.

Figura 19. Velocidades en la sección transversal del canal en el puente para TR 150

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID - MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

5. CONCLUSIONES

En conclusión, el **análisis hidráulico del puente de longitud de 80 metros** realizado mediante el modelo HECRAS ha demostrado que la cota de fondo de viga establecida en 90.60 metros es adecuada para los caudales proyectados y para absorber los efectos de remanso que puedan producirse.

Las cotas de agua obtenidas para los tiempos de retorno de 100 años (88.76 metros) y de 150 años (88.89 metros) se encuentran dentro de los márgenes de seguridad, cumpliendo con la revancha mínima de 1 metro.

Estos resultados verifican que el diseño del puente sigue las normativas establecidas en el Manual de Carreteras del Paraguay, asegurando su capacidad para soportar eventos hidrológicos extremos sin comprometer su estabilidad estructural ni su funcionalidad hidráulica.

Para el caudal de TR 100, la revancha es de 1.84 m, la cota de rasante para un espesor viga + tablero de 1.50 m, será de 92.10 m.

La altura total con respecto al fondo del cauce será de 90.60 – 85.83 = 4.77 m.

Para el caudal de TR 150, la revancha es de 1.71 m, y la carga hidráulica total (nivel de agua + carga de velocidad) aguas arriba del puente para caudales TR 150 se aproxima levemente a la cota de fondo de viga.

Además de la estructura misma del puente se recomienda la incorporación de un aliviadero a 130 metros aproximadamente del estribo izquierdo del puente.

Esta obra va a permitir el flujo de agua adicional en situaciones en las que el cauce principal bajo el puente no es suficiente para transportar el caudal excedente, especialmente durante eventos extremos como lluvias intensas o crecidas.

La cota de fondo de la alcantarilla es de 85.98 metros, y según los resultados del modelo estará trabajando al 80% de su capacidad en crecidas de TR 100 y 150 años.

En el caso de que exista obstrucciones en el canal, la velocidad podría disminuir, aumentando en consecuencia el nivel del agua, pudiendo alcanzar la viga y generar un efecto remanso hacia atrás.

Por evitar esto, se recomienda ensanchar la sección del canal bajo del puente y remover constantemente las posibles obstrucciones.

Director de Fiscalización
UEP - BID - MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Corderb
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

6. ANEXOS

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

Q: 197.3 m3/s

Proyecto: *Puente* | Tramo: *Lote 4* | Puente: *1* | Arroyo: *Brazo Pilcomayo*

Características de la Cuenca

Área (A):	129,670.4	ha
Área (A):	1296.701	km²
Longitud (L):	153,986	m
Pendiente (i):	0.02	%
Desnivel (dh):	30.8	m
SCS Curve Number:	81.0	
Almacenam. (S):	59.6	mm
Porcentaje retenc.:	20%	
Abstracc. Inic. (Ia):	11.9	mm

Tiempo de Concentración y Factor Pico (SCS)

Fórmula:	DNOS	
K DNOS:	4.00	
Tc:	4455.3	min
Tc:	74.25	hs
Δt:	371.3	min
Δt Adop.	20.0	min
tp:	2673.2	min
Tp:	2858.8	min
Tr:	22298.8	min
Tb:	25157.6	min

β calculado:	0.19	
X calculado:	9.78	
X adoptado:	7.80	
1+X:	8.80	
PRF (Inglés):	146.6	
PRF (SI):	0.63	
Vol. hasta el pico:	11.4%	
qp:	17.18	m³/s/cm

IDF, TR

TR:	100	años
IDF:	Asunción	
c:	2467.92	
n:	0.19	
d:	27.95	
m:	0.88	

MÉTODO DE LAS ABSTRACCIONES (SCS)

Distribución temporal de la precitación: Bloques Alternos

Cálculo de la Precipitación Efectiva

Intervalo (min)	Pinc (mm)	Pacum (mm)	S (mm)	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe Acum (mm)	Pe Inc (mm)	Pe Inc (cm)
0.0	0.00	0.00	59.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20.0	4.16	4.16	59.58	4.16	0.00	0.00	0.00	0.00
40.0	5.52	9.67	59.58	9.67	0.00	0.00	0.00	0.00
60.0	7.98	17.66	59.58	11.92	5.24	0.50	0.50	0.05
80.0	13.48	31.14	59.58	11.92	14.53	4.69	4.18	0.42
100.0	31.88	63.02	59.58	11.92	27.51	23.60	18.91	1.89
120.0	67.61	130.63	59.58	11.92	39.67	79.04	55.45	5.54
140.0	19.43	150.06	59.58	11.92	41.63	96.52	17.48	1.75
160.0	10.11	160.17	59.58	11.92	42.50	105.76	9.23	0.92
180.0	6.55	166.72	59.58	11.92	43.02	111.78	6.02	0.60
200.0	4.75	171.47	59.58	11.92	43.38	116.17	4.39	0.44
220.0	3.69	175.16	59.58	11.92	43.65	119.59	3.42	0.34
240.0	3.31	178.47	59.58	11.92	43.88	122.67	3.08	0.31

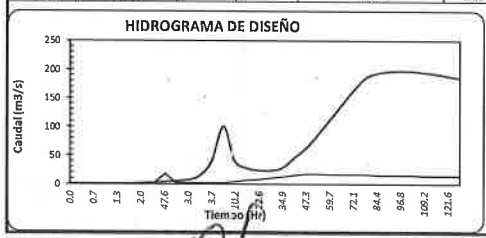
K SCS	0.83	
K Españ.	0.79	
K Fhruling	0.96	
K in.Cv.Eng	0.86	
k prom	0.86	
mod IDF	1.2	

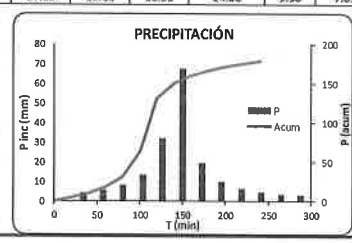
Precipitación Incremental

Intervalo (min)	Intensidad (mm/h)	P acum (mm)	P Inc (mm)
0.0	0.0	0.0	0.0
20.0	235.7	67.6	67.6
40.0	173.5	99.5	31.9
60.0	138.2	118.9	19.4
80.0	115.4	132.4	13.5
100.0	99.4	142.5	10.1
120.0	87.5	150.5	8.0
140.0	78.2	157.0	6.5
160.0	70.9	162.6	5.5
180.0	64.8	167.3	4.7
200.0	59.8	171.5	4.2
220.0	55.5	175.2	3.7
240.0	51.9	178.5	3.3

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

Intervalo (hr)	qi	P inc (cm) 0.00	0.00	0.05	0.42	1.89	5.54	1.75	0.92	0.60	0.44	0.34	0.31	Q tot (m3/s)
0.0	0.00													0.0
0.3	0.12													0.0
0.7	0.24													0.0
1.0	0.36			0.01										0.0
1.3	0.48			0.01	0.05									0.1
1.7	0.60			0.02	0.10	0.23								0.3
2.0	0.72			0.02	0.15	0.45	0.67							1.3
2.3	0.84			0.03	0.20	0.68	1.33	0.21						2.5
47.6	17.18			0.04	0.25	0.91	2.00	0.42	0.11					3.7
2.7	0.96			0.04	0.30	1.14	2.67	0.63	0.22	0.07				5.1
3.0	1.08			0.87	0.35	1.36	3.33	0.84	0.33	0.14	0.05			7.3
3.3	1.20			0.05	7.19	1.59	4.00	1.05	0.44	0.22	0.11	0.04		14.7
3.7	1.32			0.05	0.40	32.49	4.67	1.26	0.56	0.29	0.16	0.08	0.04	40.0
4.0	1.44			0.06	0.45	1.82	95.26	1.47	0.67	0.36	0.21	0.12	0.07	100.5
10.2	3.67			0.07	0.50	2.05	5.33	30.03	0.78	0.43	0.26	0.16	0.11	39.7
16.4	5.90			0.09	0.55	2.27	6.00	1.68	15.87	0.51	0.32	0.21	0.15	27.6
22.6	8.14			0.19	0.60	2.50	6.66	1.89	0.89	10.35	0.37	0.25	0.19	23.9
28.8	10.37			0.30	1.54	2.73	7.33	2.10	1.00	0.58	7.54	0.29	0.22	23.6
34.9	12.60			0.41	2.47	6.95	8.00	2.31	1.11	0.65	0.42	5.88	0.26	28.5
41.1	14.83			0.52	3.40	11.17	20.37	2.52	1.22	0.72	0.47	0.33	5.29	46.0
47.3	17.06			0.64	4.34	15.38	32.74	6.42	1.33	0.80	0.53	0.37	0.30	62.8
53.5	16.91			0.75	5.27	19.60	45.11	10.32	3.39	0.87	0.58	0.41	0.33	86.6
59.7	16.62			0.86	6.21	23.82	57.48	14.22	5.45	2.21	0.63	0.45	0.37	111.7
65.9	16.34			0.85	7.14	28.04	69.86	18.12	7.51	3.56	1.61	0.49	0.41	137.6
72.1	16.05			0.84	7.08	32.26	82.23	22.02	9.57	4.90	2.59	1.26	0.44	163.2
78.3	15.77			0.83	6.96	31.98	94.60	25.92	11.64	6.25	3.57	2.02	1.13	184.9
84.4	15.48			0.81	6.84	31.43	93.76	29.82	13.70	7.59	4.55	2.79	1.82	193.1
90.6	15.19			0.80	6.72	30.89	92.17	29.55	15.76	8.93	5.53	3.55	2.51	196.4
96.8	14.91			0.78	6.60	30.35	90.59	29.05	15.62	10.28	6.51	4.31	3.19	197.3
103.0	14.62			0.77	6.48	29.81	89.00	28.55	15.35	10.19	7.49	5.08	3.88	196.6
109.2	14.34			0.75	6.36	29.27	87.42	28.05	15.09	10.01	7.42	5.84	4.57	194.8
115.4	14.05			0.74	6.24	28.73	85.83	27.55	14.82	9.84	7.30	5.79	5.26	192.1
121.6	13.76			0.72	6.12	28.19	84.24	27.05	14.56	9.67	7.17	5.69	5.21	188.6
127.8	13.48			0.71	6.00	27.65	82.66	26.55	14.30	9.50	7.05	5.59	5.12	185.1





I max:	236	mm/hr
P acum:	178.5	mm
P max:	67.6	mm
Q Max:	197.3	m³/s
TR:	100	años

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP RIII MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

Q: 218.8 m3/s

Proyecto: *Puente* | Tramo: *Lote 4* | *Puente* | *1* | Arroyo: *Brazo Pilcomayo*

Características de la Cuenca

Área (A):	129,670.4	ha
Área (A):	1296.704	km²
Longitud (L):	153,986	m
Pendiente (i):	0.02	%
Desnivel (dh):	30.8	m
SCS Curve Number:	81.0	
Almacenam. (S):	59.6	mm
Porcentaje retenc.:	20%	
Abstracc. Inic. (Ia):	11.9	mm

Tiempo de Concentración y Factor Pico (SCS)

Fórmula:	DNOS	
K DNOS:	4.00	
Tc:	4455.3	min
Tc:	74.25	hs
Δt:	371.3	min
Δt Adop.	20.0	min
tp:	2673.2	min
Tp:	2858.8	min
Tr:	22298.8	min
Tb:	25157.6	min

β calculado:	0.19	
X calculado:	9.78	
X adoptado:	7.80	
1+X:	8.80	
PRF (Inglés):	146.6	
PRF (SI):	0.63	
Vol. hasta el pico:	11.4%	
qp:	17.18	m³/s/cm

IDF, TR

TR:	150	años
IDF:	Asunción	
c:	2467.92	
n:	0.19	
d:	27.95	
m:	0.88	

MÉTODO DE LAS ABSTRACCIONES (SCS)

Distribución temporal de la precitación: **Bloques Alternos**

Cálculo de la Precipitación Efectiva

Intervalo (min)	Pinc (mm)	Pacum (mm)	S (mm)	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe Acum (mm)	Pe Inc (mm)	Pe Inc (cm)
0.0	0.00	0.00	59.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20.0	4.49	4.49	59.58	4.49	0.00	0.00	0.00	0.00
40.0	5.96	10.45	59.58	10.45	0.00	0.00	0.00	0.00
60.0	8.62	19.07	59.58	11.92	6.39	0.77	0.77	0.08
80.0	14.56	33.63	59.58	11.92	15.92	5.80	5.03	0.50
100.0	34.44	68.07	59.58	11.92	28.91	27.25	21.45	2.14
120.0	73.02	141.09	59.58	11.92	40.77	88.40	61.15	6.12
140.0	20.99	162.08	59.58	11.92	42.66	107.51	19.11	1.91
160.0	10.92	173.00	59.58	11.92	43.49	117.59	10.08	1.01
180.0	7.07	180.07	59.58	11.92	43.99	124.16	6.57	0.66
200.0	5.13	185.20	59.58	11.92	44.34	128.95	4.79	0.48
220.0	3.99	189.19	59.58	11.92	44.59	132.68	3.73	0.37
240.0	3.58	192.77	59.58	11.92	44.82	136.03	3.36	0.34

K SCS	0.83	
K Españ.	0.79	
K Ehruling	0.96	
K In.Cv.Eng	0.86	
k prom	0.86	
mod IDF	1.2	

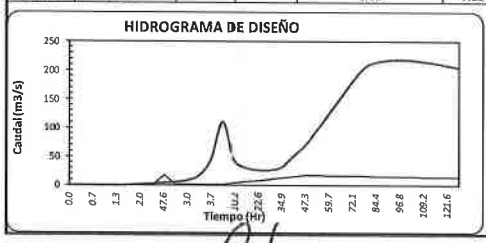
Precipitación Incremental

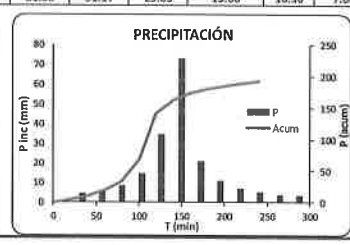
Intervalo (min)	Intensidad (mm/h)	P acum (mm)	P Inc (mm)
0.0	0.0	0.0	0.0
20.0	254.6	73.0	73.0
40.0	187.3	107.5	34.4
60.0	149.3	128.4	21.0
80.0	124.7	143.0	14.6
100.0	107.3	153.9	10.9
120.0	94.5	162.5	8.6
140.0	84.5	169.6	7.1
160.0	76.5	175.6	6.0
180.0	70.0	180.7	5.1
200.0	64.6	185.2	4.5
220.0	60.0	189.2	4.0
240.0	56.0	192.8	3.6

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

P inc (cm)

Intervalo (hr)	qi	0.00	0.00	0.08	0.50	2.14	6.12	1.91	1.01	0.66	0.48	0.37	0.34	Q tot (m3/s)
0.0	0.00													0.0
0.3	0.12													0.0
0.7	0.24													0.0
1.0	0.36			0.01										0.0
1.3	0.48			0.02	0.06									0.1
1.7	0.60			0.03	0.12	0.26								0.4
2.0	0.72			0.04	0.18	0.52	0.74							1.5
2.3	0.84			0.05	0.24	0.77	1.47	0.23						2.8
47.6	17.18			0.06	0.30	1.03	2.21	0.46	0.12					4.2
2.7	0.96			0.06	0.36	1.29	2.94	0.69	0.24	0.08				5.7
3.0	1.08			1.32	0.42	1.55	3.68	0.92	0.36	0.16	0.06			8.5
3.3	1.20			0.07	8.65	1.80	4.41	1.15	0.48	0.24	0.12	0.04		17.0
3.7	1.32			0.08	0.48	36.85	5.15	1.38	0.61	0.32	0.17	0.09	0.04	45.2
4.0	1.44			0.09	0.54	2.06	105.07	1.61	0.73	0.39	0.23	0.13	0.08	110.9
10.2	3.67			0.10	0.61	2.32	5.88	32.83	0.85	0.47	0.29	0.18	0.12	43.6
16.4	5.90			0.11	0.67	2.58	6.62	1.84	17.32	0.55	0.35	0.22	0.16	30.4
22.6	8.14			0.28	0.73	2.84	7.35	2.07	0.97	11.29	0.40	0.27	0.20	26.4
28.8	10.37			0.45	1.85	3.09	8.09	2.30	1.09	0.63	8.22	0.31	0.24	26.3
34.9	12.60			0.62	2.97	7.88	8.82	2.53	1.21	0.71	0.46	6.41	0.28	31.9
41.1	14.83			0.80	4.10	12.66	22.47	2.76	1.33	0.79	0.52	0.36	5.77	51.5
47.3	17.06			0.97	5.22	17.45	36.11	7.02	1.45	0.87	0.58	0.40	0.32	70.4
53.5	16.91			1.14	6.34	22.23	49.76	11.28	3.70	0.95	0.63	0.45	0.36	96.8
59.7	16.62			1.31	7.46	27.02	63.40	15.55	5.95	2.41	0.69	0.49	0.40	124.7
65.9	16.34			1.30	8.59	31.80	77.05	19.81	8.20	3.88	1.76	0.54	0.44	153.4
72.1	16.05			1.28	8.51	36.59	90.69	24.07	10.45	5.35	2.83	1.37	0.48	181.6
78.3	15.77			1.25	8.37	36.26	104.34	28.34	12.70	6.81	3.89	2.20	1.23	205.4
84.4	15.48			1.23	8.22	35.65	103.41	32.60	14.95	8.28	4.96	3.04	1.98	214.3
90.6	15.19			1.21	8.08	35.04	101.67	32.31	17.20	9.74	6.03	3.87	2.73	217.9
96.8	14.91			1.19	7.94	34.42	99.92	31.77	17.05	11.21	7.10	4.70	3.48	218.8
103.0	14.62			1.17	7.79	33.81	98.17	31.22	16.76	11.11	8.17	5.53	4.23	218.0
109.2	14.34			1.14	7.65	33.20	96.42	30.67	16.47	10.92	8.09	6.37	4.98	215.9
115.4	14.05			1.12	7.50	32.58	94.67	30.13	16.18	10.73	7.96	6.31	5.73	212.9
121.6	13.76			1.10	7.36	31.97	92.92	29.58	15.89	10.55	7.82	6.20	5.68	209.1
127.8	13.48			1.08	7.22	31.36	91.17	29.03	15.60	10.36	7.68	6.10	5.58	205.2





I max:	255	mm/hr
P acum:	192.8	mm
P max:	73.0	mm
Q Max:	218.8	m³/s
TR:	150	años

Ing. Oscar Samaniego
Director de Fiscalización
UEP - BID MOPC

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. N° 2224

Ing. Enrique Lezcano
Supervisor de Obra - MOPC

Ing. Mauricio Cordero
Representante Legal
CONSORCIO CHACO SUR