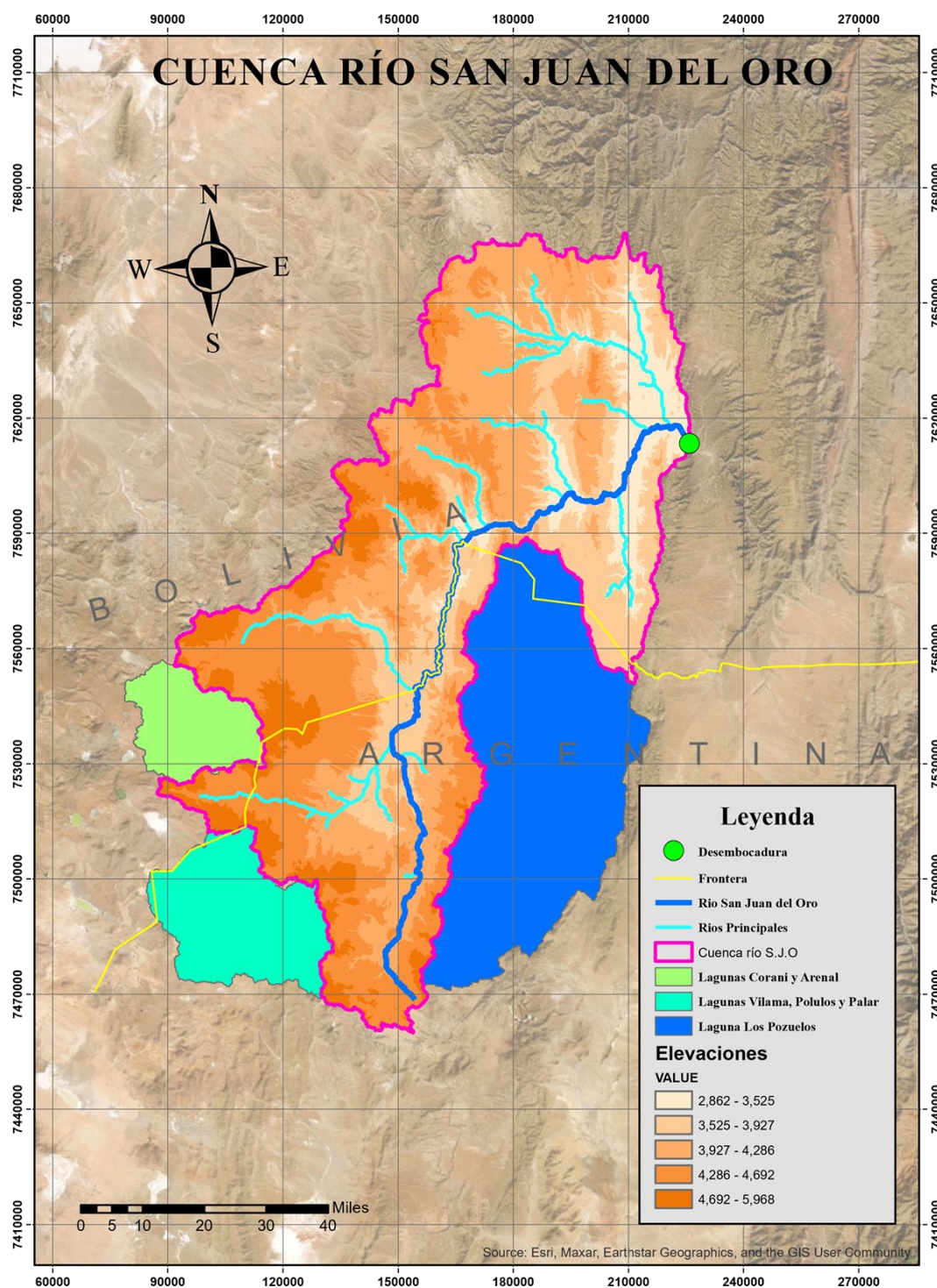


Anexos

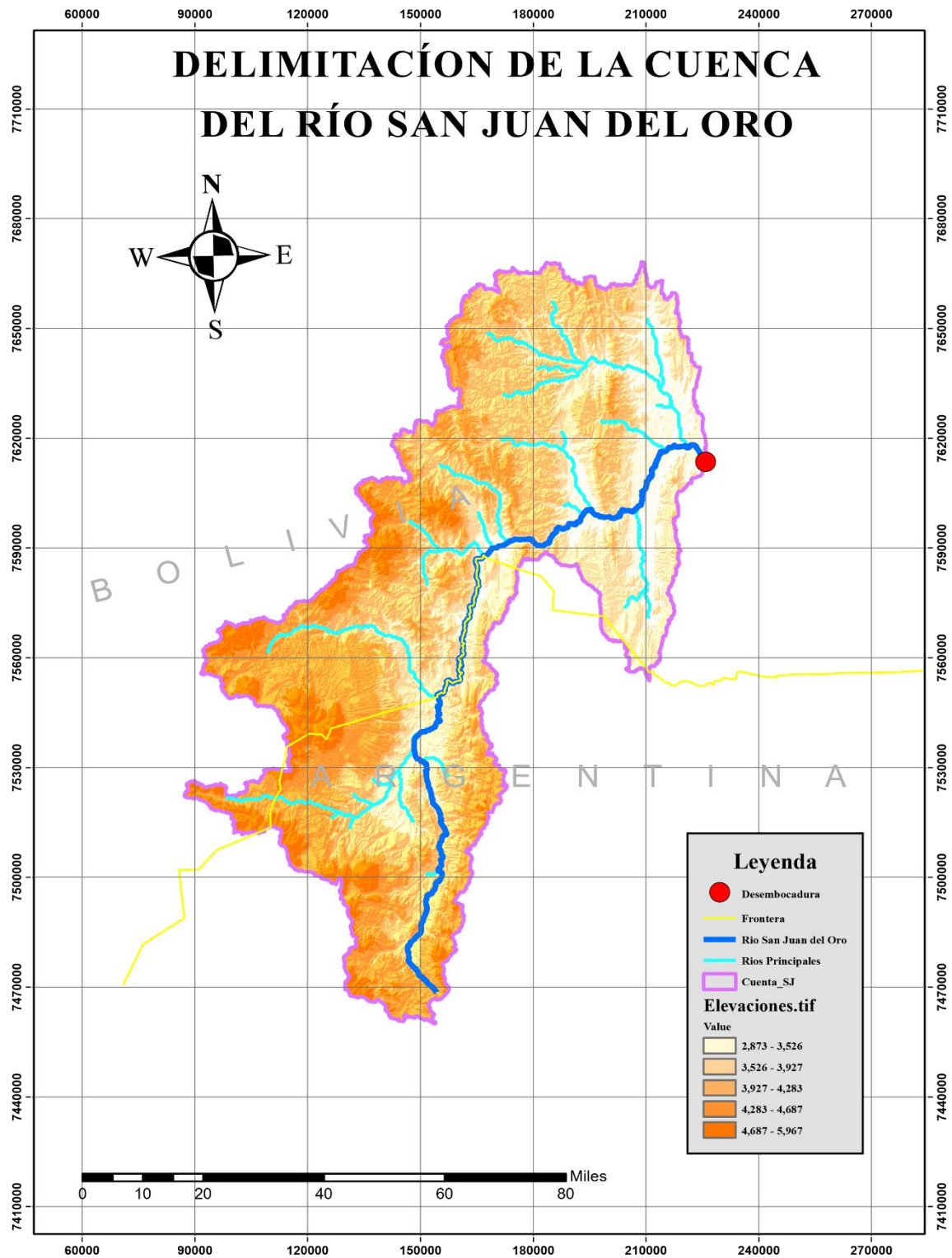
Anexo A. Caracterización de la cuenca

Anexo A. 1. Mapa de la cuenca del río San Juan del Oro.



Fuente: Elaboración propia

Anexo A. 2. Mapa de la cuenca río San Juan del Oro.



Fuente: Elaboración propia

Anexo A. 3. Parámetros generales de la cuenca.

Datos generales de la cuenca			
Perímetro	P =	1239.730	km
Área de la Cuenca	A =	12363.940	Km ²
Longitud del río o curso principal	L =	258.880	Km
Cota máxima	Hmax =	5968.000	m.s.n.m.
Cota mínima	H min =	2873.000	m.s.n.m.
Desnivel máximo del curso de agua más largo	H =	3095.000	m
Pendiente del cauce principal	S =	0.012	m/m

Fuente: Elaboración propia.

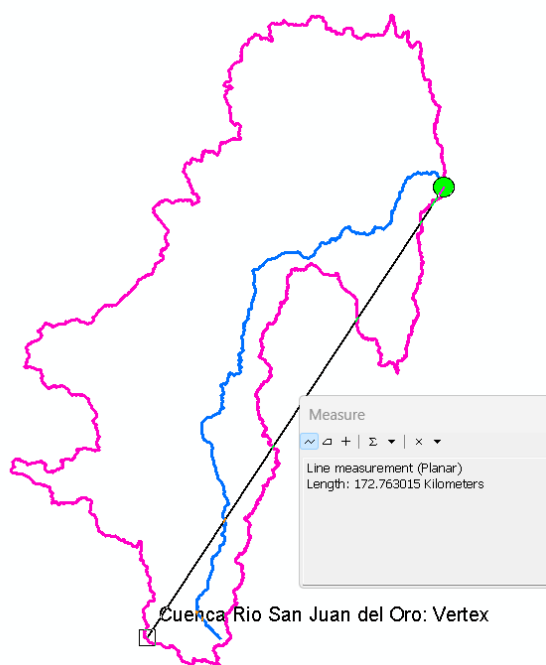
- Índice de Gravelius o coeficiente de compacidad, (Kc).

$$Kc = 0,282 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad Kc = 3.14$$

- Factor de forma (Kf).

$$Kf = \frac{A}{La^2}$$

Anexo A. 4. Determinación de la longitud axial de la cuenca.



Fuente: Elaboración propia

$$Kf == 0.41$$

- Tiempo de concentración

FÓRMULA DE GIANDOTTI

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5 * L_p}{25.3 * S_p * L_p}$$

Tc =	10.639	hrs
------	--------	-----

FÓRMULA CALIFORNIANA

$$T_c = 0.066 \left(\frac{L_p}{\sqrt{S_p}} \right)^{0.77}$$

Tc =	26.168	hrs
------	--------	-----

FÓRMULA DE VENTURA Y HERAS

$$T_c = 0.05 * \sqrt{\frac{A}{S_p}}$$

Tc =	50.847	hrs
------	--------	-----

FÓRMULA DE CHEREQUE

$$T_c = \left(0.871 * \frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Tc =	26.311	hrs
------	--------	-----

FÓRMULA DE KIRPICH

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

Tc =	26.309	hrs
------	--------	-----

ANÁLISIS:

Tomando el promedio de las fórmulas que dan resultados parecidos, anulamos el valor que se aleja de los demás.

PROMEDIO:	Tc =	26.26	Hrs.
------------------	-------------	--------------	-------------

- **Tiempo de retardo (tr).**

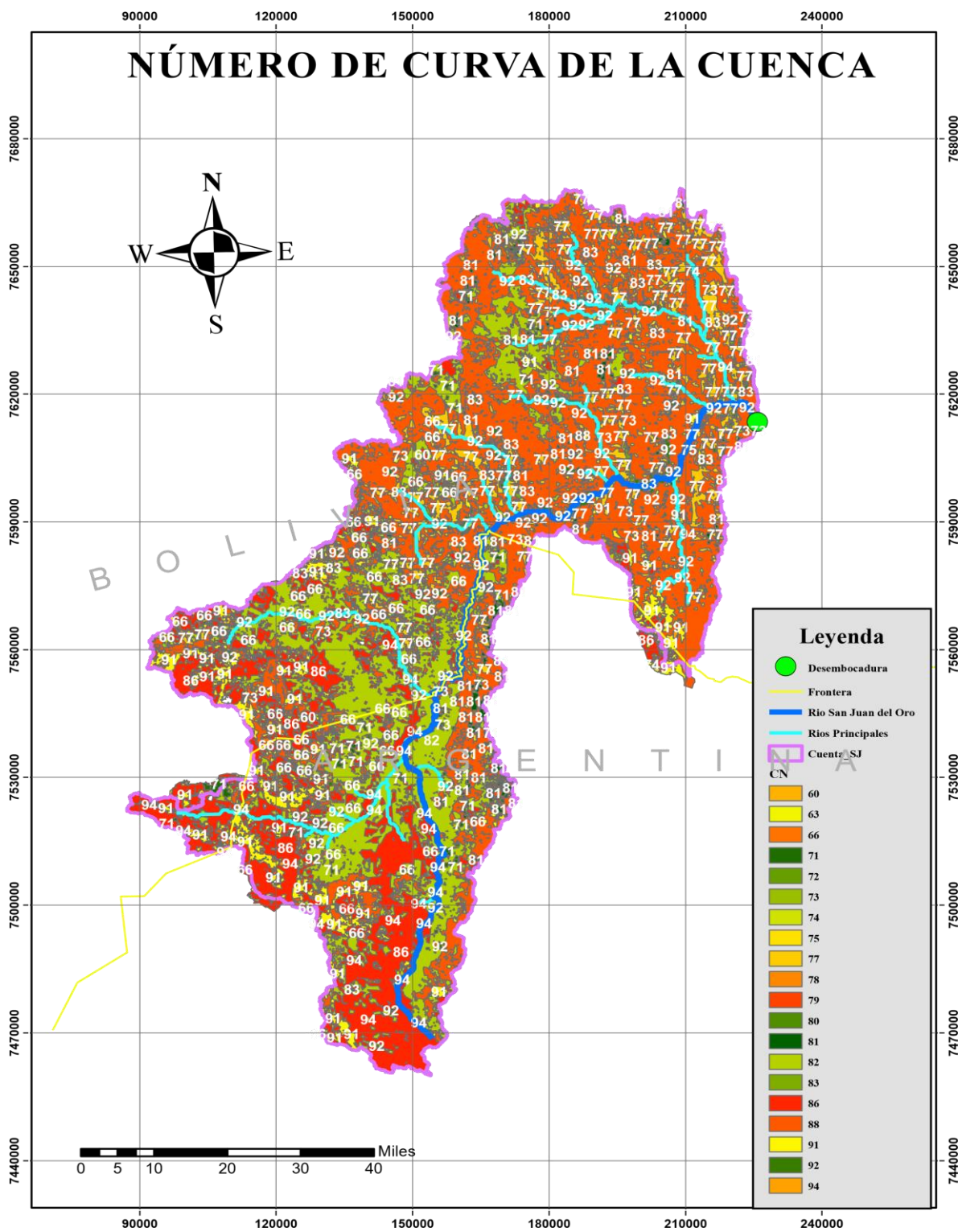
Una de las más utilizadas es la ecuación de Kirpich:

$$tr = 0.6 * tc \quad (Ec. 1)$$

$$tr = 15.76 \text{ hrs} = 945.36 \text{ min}$$

- **Número de curva.**

Anexo A. 5. Mapa del número de curva.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo A. 6. Número de curva ponderado.

CN	Área (Km2)	Área*CN
60	1.07	64.22
63	1.44	91.00
66	99.51	6567.73
71	105.14	7464.91
72	0.10	7.44
73	12.93	944.05
74	7.40	547.76
75	1.66	124.70
77	1079.72	83138.67
78	0.19	14.75
79	0.52	40.82
80	0.79	63.17
81	141.22	11438.52
82	2562.00	210084.22
83	74.31	6167.94
86	2099.88	180589.64
88	5222.32	459564.44
91	739.84	67325.49
92	173.44	15956.15
94	40.49	3805.92
Total =	12363.98	1054001.54
CN Ponderado =		85

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del tiempo de concentración

Datos generales de la cuenca			
Perimetro	P =	1239.73	km
Área de la Cuenca	A =	12363.94	Km ²
Longitud del rio o curso principal	L =	258.88	Km
Cota maxima	Hmax =	5968	m.s.n.m.
Cota minima	H min =	2873	m.s.n.m.
Desnivel Máximo del curso de agua más largo	H =	3095.000	m
pendiente del cause principal	S =	0.012	m/m

FORMULA DE GIANDOTTI

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5 * L_p}{25.3 * S_p * L_p}$$

Tc =	10.639	hrs
------	--------	-----

FORMULA CALIFORNIANA

$$T_c = 0.066 \left(\frac{L_p}{\sqrt{S_p}} \right)^{0.77}$$

Tc =	26.168	hrs
------	--------	-----

FORMULA DE VENTURA Y HEI

$$T_c = 0.05 * \sqrt{\frac{A}{S_p}}$$

Tc =	50.847	hrs
------	--------	-----

FORMULA DE CHEREQUE

$$T_c = \left(0.871 * \frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Tc =	26.311	hrs
------	--------	-----

FORMULA DE KIRPICH

$$L = 258880 \text{ m}$$

$$S = 0.01 \text{ m/m}$$

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

Tc =	26.309	hrs
------	--------	-----

ANÁLISIS:

Tomando el promedio de las formulas que dan resultados parecidos, anulamos el valor que se aleja de los demas

PROMEDIO:	$T_c =$	26.26	Hrs.
------------------	---------------------------	--------------	-------------

CÁLCULO DEL NÚMERO DE CURVA CUENCA RÍO			
FID	CN	Area	CN*Área
0	60	0.92	55.46
1	63	1.52	95.67
2	66	98.88	6526.00
3	71	103.09	7319.25
4	72	0.10	7.51
5	73	12.77	932.28
6	74	7.22	534.32
7	75	1.70	127.44
8	77	1081.92	83307.84
9	78	0.22	16.98
10	79	0.68	53.59
11	80	0.83	66.47
12	81	142.56	11547.44
13	82	2688.91	220490.62
14	83	73.51	6101.64
15	86	2100.00	180600.00
16	88	5245.42	461596.96
17	91	739.63	67305.88
18	92	171.47	15775.61
19	94	39.79	3740.50
		12511.15	1066201.46
		CN Ponderado =	85.22

Anexo B. Información meteorológica.

Anexo B. 1. Precipitación máxima en diarias estación Atocha.

Precipitaciones máximas diarias												
Estación:		Atocha						Latitud Sur:		20.9333		
Departamento:		Potosí						Longitud Oeste:		66.2167		
Provincia:		Sud Chichas						Altitud (msnm):		3700		
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1984											20	10.5
1985	8.5	21.8	6.5		0	0	0	0	0	0	15	20.2
1986	8	9.3	7.1	4	0	0	0	0	0	8.3	20.5	20.5
1987	20.5	15.5	11.3	0	0	0	0	0	0	6.5	3.5	14.5
1988	20.5	15.5	11.3	14.5	0	0	0	0	0	6.5	6.5	7.5
1989	0	2.5	6.6	6.6	0	0	0	0	0	0	0	8.5
1990	4	14.2	3	3.5	0	1.5	0	0	0	0	7.5	19.5
1991	10.8	10.5	7.5	3.5	0	0	0	0	0	13	3.5	3.5
1992	15.5	17.5	6.5	0	0	2.4	0	0	0	1.5	13.4	12.6
1993	19.5	40.6	5.6	0	1.5	0	0	10.6	5.5	3.5		20.6
1994	19.4	16.5	9.5	1.5	0	0	0	0	1	2.5	8.5	20.5
1995	16.4									0	0	16.5
1996	10.5	14.5	2.5	1.5	0	0	2.1	1.5	0	0	9.5	10.5
1997	19.5	20.5	16.5	0	0	0	0	7.2	18.5	0	4.5	2.5
1998	15.5	15.5	4.5	0	0	3.5	0	0	0	7.5	16.5	12.5
1999	10.5	19.5	14.5	0.6	0	0	1.5	0	4.5	2.5	0	8.5
2005	22.8	21.6	19.9	13.9	2.8	0.8	2.1	7.2	9.3	0	46.5	20.5
2006	15.5	13.5	22.7	7	12.5	0	0	0	0	1.5	5	11.6
2007	30.5	10.5	6.5	0	0	0	0	0	0	0	15.5	10.6
2008	11.6	12.6	3.5	13.9	2.8	0.8	2.1	7.2	9.3	8.8	23.3	26.5
2009	22.8	21.6	19.9	13.9	2.8	0.8	0	0	8.6	0	10.5	50.5
2010	45.5	20.6	6.5	6.5	10.5	0	0	0	6.5	0	0	6.5
2011	13.6	12.5	16.5	10.5	12	0	2.1	7.2	9.3	8.8	23.3	26.5
2012	22.8	21.6	19.9	13.9	2.8	0.8	0	0	0	11.5	5.6	24.6
2013	35.5	25.5	30.5	0	7.6	5.5	0	15.5	6.5	8.5	0	22.5
2014	30.5	30.6	0	20.5	0	0	0	10.5	7.5	17.5	12.5	25.5
2015	30.5	28.9	20.7	25.6	10.7	0	0	0	0	0	0	6
2016	25.6	28.7	0	0	0	0	5	0	18.6	0	0	26.5
2017	22.8	21.6	19.9	13.9	2.8	0.8	0	0	0	7.5	7.6	17.6
2018	26.5	19.6	16	0	0	7.5	10	7.2	9.3	8.8	23.3	20.7
2029	15.6	16.5	8.4	13.9	2.8	0.8	2.1	7.2	9.3	8.8	23.3	26.5

Fuente: SENAMHI Bolivia.

Anexo B. 2. Precipitaciones máximas diarias estación Chuquiago.

Precipitaciones máximas diarias												
Estación:	Chuquiago							Latitud Sur:	21.5614			
Departamento:	Potosí							Longitud Oeste:	65.6411			
Provincia:	Sud Chichas							Altitud (msnm):	2841			
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2005	27.8	27.9	21.5	16	0.4	0	0	0	2.4	4.8	5.5	46
2006	33.5	10.6	35	2	5.2	0	0	0	0	4.7	26	14
2007	26	7	19	0	0	0	0	0	0	6	25	24
2008	34	15	8	8	0.4	0	0	0	2.4	4.8	16.7	20
2009	30	15	17	32	0	0	0	0	0	0	12	17
2010	20	30.1	12	0	13.2	0	0	0	0	0	0	20
2011	10	30	3	3	3	3	0	0	0	0	5	16.4
2012	22	28.5	12	3	0	0	0	0	0	7	19.5	18.2
2013	38	16.3	11	0	0	0	0	0	0	18	0	25
2014	26	18	4	2.5	0	0	0	0	0	11	7	11.2
2015	31	48.5	8	6	0	0	0	0	0	0	0	6
2016	18	29	0	0	0	0	0	0	15.5	0	6	9
2017	20.5	15.1	11	3	0	0	0	0	0	0	7	20.7
2018	34	18	4.5	7.5	0	0	0	0	2	10	23.5	26.5
2019	12.5	14.5	15.2	10	0	0	2	0	0	2	14	4
2020	27.5	25	10.2	8.5	0	0	0	0	8.5	9.2	8	19
2021	22	17	28	2	0	0	0	0	15	4.8	16.7	31
2022	20.5	13	10	1	0	0	0		0	0	0	29
2023	45.5	29	43	7.5	0	0	0	0	0	4	15	58

Fuente: SENAMHI Bolivia

Anexo B. 3. Precipitaciones máximas diarias estación Talina.

Precipitaciones máximas diarias.												
Estación:	Talina							Latitud Sur:	21.7464			
Departamento:	Potosí							Longitud Oeste:	65.8217			
Provincia:	Sud Chichas							Altitud (msnm):	3200			
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1981	34	3.9	22.9	25.5	0	0	0	20.9	0	5.3	7.1	25.5
1982	32.5	18.6	19.5	12.3	0	0	0	0	9.6	0	0.5	22
1983	18.5	9.2	7.5	0	0	0	0	0	14	3.7	0.5	10
1984	10.4	15.9	22.3	0	0	0	0	0	0	7.5	14.2	20
1985	36	21.1	13.5	14.7	0	0.9	0	0	0	0	13.5	19.3
1988	31.1	21	20	6.8	0	0	0	8.9	0		2.5	20.8
1989	5.7	3.5	12.5	4.5		0	0	0	0	0	8.4	23
1990	15	16	5.4	0	0	0	0	0	0	0	16.6	16.4
1991	19.3	17.3	11	5.2	0.9	0	0	7.6	4.2	6.9	6.5	24
1992	45	23	24	0	0	0	0	0	0	0	1.3	15
1993	32	22	12	0	0	0	0.5	0	0	11	0.4	48.00
1994	16	27	15	0	0	0	0	0	0.4	0.2	11	22.2
1995	31.1	21	20	6.8	0	0	0	8.9	6.5	0	16	8
1996	20	14	24	0	0.3	0	0	0.6	0.6	0	16	36
1997	30	21	19	0.9	0	0	0	0	0	0.7	17	12
1998	19	24	24	0.8	0	0	0	0	0	19	20	30
1999	11	17	30	0	0	0	0	0	10	11	3	19
2005	31.1	21	20	6.8	0	0	0	0	0	3	5.5	20
2006	22	26.6	32	8	10	0	0	0	0.4	20.5	7.4	14.4
2007	30.2	12	24.6	5.3	1	0	0	0	3	28	19	28.2
2008	21	19	9	6.8	0	0	0	8.9	6.5	11	17	25
2009	31.1	21	20	3.5	0	0	0	0	0.5	7.5	15	27
2010	24	39.5	11.9	3.2	3.2	0	0	0	0	1	3	21.7
2011	9.3	12.1	2.5	11	5	0	0	8.9	6.5	15.1	12	16
2012	31.1	21	20	6.8	0	0	0	0	0	3.5	18	22
2013	51	17	8	0	0	0	0	0	0	15.5	20.5	23.4
2014	25.6	25.5	0.3	4	0	0	0	0	0	11	9	9.5
2015	20	17	10.3	2	0	0	0	0	0	0.6	4.7	18
2016	20	19.2	0	0	0	0	0	0	18.5	0	1	19
2017	31.1	21	20	6.8	0	0	0	0	1	0	9	10
2018	44.8	26.5	4	8.3	0	0	0	8.9	6.5	15	21	28
2019	34.5	12	40.1	6.8	0	0	0	8.9	6.5	15.1	11	28.2

Fuente: SENAMHI Bolivia

Anexo B. 4. Precipitaciones máximas diarias estación Tupiza

Precipitaciones máximas diarias.												
Estación:	Tupiza							Latitud Sur:	21.4383			
Departamento:	Potosí							Longitud Oeste:	65.7153			
Provincia:	Sud Chichas							Altitud (msnm):	2923			
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1950	66.4	27.5	4	1.9	1.1	0	2	0	0	17.2	0	15
1951	62.5	20	18.2	0	0		0	0	14.5	11.6	4	16
1952	24	19.5	10	0	0	2	0	0	22.5	0	14	22
1953	11	24	11	2	7	0	0	0	0	0.5	21.5	21.5
1954	7.5	37	25	8	0	0	0	0.5	0.5	0	33	21.7
1955	20.4	20.4	12.3	0	0	0	0	0	0	2.5	11.9	6.3
1956	28.4	6.1	4.5	0	0	0	0	0	0	0	26.5	18
1957	9	35	2	0	0	0	0	0	0	0	5	54
1958	40	4	13	0	0	0	0	0	0	19	8	9
1959	13	20	12	0	0	0	0	0	0	0	13	21
1960	40	27.5	13	3	0	0	0	0	0	0	0	9
1961	4	25	38	0	0	0	0	0	0	8	19	15
1962	11	20	5	14	0	0	0	0	0	0	10	50
1963	45	19	25	5	0	0	0	0	0	0	0	17
1964	20	19.5	11	0	0	0	0	0	0	5.5	7	27
1965	24	27	19	0	0	0	0	0	0	0	3	34
1966	14.5	38	8	3	0	0	0	0	0	0	41	52
1967	7	21	21	19	0	0	0	0	1	0	4	27
1968	37	25	7	1.5	0	0	0	0	0	0	0	27
1969	33	20	19	13	0	0	0	0	0	11.6	20.5	30
1974	19.6	29	12.2	8.8	0	0	0	1	2.2	0	10.5	23.4
1975	30.5	14.7	9	0.4	0	0	0	0	2.6	6	5.5	18.5
1976	17.5	16.5	12	0.1	0	0	0	0.5	4	0	7	11.5
1977	22.3	24	5.9	1.7	0	0	0	0.3	0.3	10.5	38	29.5
1978	37.5	24	15.3	2	0	0	0	1.2	0	0.8	21.2	18.5
1979	18	15.4	13.3	0	0	0	0	0	0	3.2	6.5	31.5
1980	20	33	13.5	0	0	0	0	0	0	1.9	2.5	31
1981	31	22	24.5	3.2	1	0	0	1	3.5	4.7	4	14.5
1982	19	12.8	30	26	0	0	0	0	4.5	5	4.6	8.7
1983	15	14.5	5.1	0	0	0	0	0	14.5	2.7	12	15.7
1984	26.5	16.2	9.8	8.9	0	0	0	1.3	0.7	12.8	16.7	22.2
1985	17.4	17	13	8.7	0	9.5	0	0	0	0.5	24.7	21.2
1986	8.7	13.2			0	0	0	0	0	4.5	4	19
1988	2.3	1.8	2.8	2.9	0	0	0	0	2	15	3	
1989	19	6.5	2.4	8	0	0	0	0				
1990	18.5	11	9	12	0	0	0	0	0	0	12	8
1991	20.1	13.1	5.2	2	0	0	0	0	5.4	8.2	9.5	16
1992	28.4	9.2	18.2	0	0	0	0.5	0	0	0.5	12.4	13
1993	24.4	26.2	24.5	3.2	0.1	0	0	10.5	0	8.1	4.5	38.5

Precipitaciones máximas diarias.												
Estación:	Tupiza							Latitud Sur:		21.4383		
Departamento:	Potosí							Longitud Oeste:		65.7153		
Provincia:	Sud Chichas							Altitud (msnm):		2923		
1994	12.6	4.5	8.3	0	0	0	0	0	0	4.9	8.8	25.9
1995	17.3	19.4	20.6	0	0	0	0	0	29	0	4	12.4
1996	16.4	10.3	9.4	11.4	6.6	0	0	1	0.6	0	5.7	20.5
1997	20	18.6	22.5	3.5	0	0	0	0	8.8	0	11	14.5
1998	20	13.5	5	4.2	0	1.2	0	0	0	3.5	4.7	6.5
1999	21.4	7.4	16.5	1	0	0	0	0	4.7	0.5	0	7.8
2000	25.2	20.4	11.2	3.4	0	0	0	0	0	0	2.2	36.8
2001	12.8	24.6	20.5	2	0	0	0	0.5	0	0	3	14.5
2002	6.8	19.5	17.1	0	0	0	2.4	0	0	13.5	5.7	5.5
2003	15.2	9.2	27.5	0	0	0	0	0	0	4.5	0.3	8.5
2004	19.5	8.6	20	4.4	0	0	0	2.8	2.5	2.4	0	10.5
2005	21.2	26.2	5.6	0	0	0	0	0	0	6.5	8.2	15.2
2006	15.5	13.4	24.2	0.7	0.5	0	0	0	0	1.4	16.5	20
2007	44	4	34.3	0.2	0	0	0	0	0	23.2	17.2	24.2
2008	22.5	14.4	11	2.8	0	0	0	0	0	3.6	10.5	58
2009	15.5	30	6.8	4.9	0	0	0	0	0	0	3.2	21
2010	20	49.5	10	0.5	1	0	0	0	0	0	0	13.2
2011	12.2	25.2	17.2	2.6	5.3	0	0	0	0.2	6	3.5	16
2012	54	16.2	21.4	1.7	0.1	0	0	0	0.4	6.2	29.6	28
2013	48	17.3	9.8	0	0	0	0	0	0.6	8.4	5.1	42.5
2014	31.3	48	2.4	1.5	1	0	0	0.4	0	0.8	6.7	2
2015	28.4	17.4	12.3	9	0	0	0	0	28.3	0	0	6.2
2016	23.5	24.2	0	0	0	0	0	0	8.7	0	2.4	4.6
2017	20.5	10	8.4	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	8.3	10.5
2018	58.8	15.8	5	0.2	0	0	0.1	0	0	3	11	19.5
2019	11.7	10.5	22	2.5	0	0	2.3	0	0	0.4	18	12
2020	19	20.5	16	5.5	0	0	0	0	4.5	7	1	18.5
2021	30.2	10.2	18.5	4.3	0	0	0	0	1.5	0	18.5	43.4
2022	14.2	8	19	0	0	0	0	0	0	0	3	3
2023	17.2	13.5	22.2	7	0	0	0	0	0	4.5	5	53.4

Fuente: SENAMHI Bolivia

Anexo B. 5. Precipitaciones máximas diarias estación san Antonio de Esmoruco

Precipitaciones máximas diarias.												
Estación:		San Antonio de Esmoruco						Latitud Sur:		21.9517		
Departamento:		Potosí						Longitud Oeste:		65.5194		
Provincia:		Sud Lípez						Altitud (msnm):		3701		
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1980	11	12	10	6.2	0	0	0	0	0	0	0	3
1981	26	18	20	0	0	0	0	4	5	0	0	31.4
1982	10.4	16.7	16.4	0	0	2	0	2	3.2	5.1	4.3	5.2
1983	10.3	8.3	0	0	0	3.1	2.1	0	4.1	0	0	10.3
1984	35.4	28.2	5.2	0	0	0	4.1	4.1	2.1	4.3	3.2	11.3
1985	15	29.9	30.3	0	0	0	0	0	0	0.6	8.1	15.7
1986	8.5	8.1	7.8	0	0	0	0	0	0	0	4.2	31.2
1987	11.3	6.3	4.2	0	0	0	0	0	0	2.1	0	0
1988	4.1	5.3	28.1	6.4	0	0	0	0	0	0	0	0
1989	5	15.4	13.2	5.2	0	0	0	0	0	0	4.2	10.4
1990	6.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15.1	17
1991	23	24.4	21	0	0	0	0	0	0	1.2	15.1	4.3
1992	14.9	6.4	4.3	3.4	1.2	0	0	0	0	0	5.2	10.3
2005	19.4	15	15.2	3	0	0	0	10	2	1	10.2	19.9
2006	3.4	8.3	2.5	3.5	0	0	0	0	0	0	1.2	4.9
2007	16.3	16	7.2	0	0	0	0	0	0	0	8.5	5.2
2008	12.8	4.2	2.1	0	0	0	0	0	0	0	0	20.3
2009	4.3	8.1	2.1	0	0	0	0	0	0	0	1.2	0
2010	4.9	9	0	1.2	1.8	0	4.2	0	0	0	0	0
2011	8.5	8.8	2	0	1	0	0.1	0	1	0	0	10.2
2012	10.3	6.4	4	8	0	0	0	0	0	3.4	0	12.5
2013	20.2	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.1
2014	4.8	2.4	0.9	2.5	0	0	0	0	0	0	11.8	0
2015	6.4	10.2	4.2	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0
2016	4.9	7.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2017	14.5	4.6	7.9	0	0	0	0	0	2.5	0	0	4.2
2018	17.9	5.1	2.1	0	0	0	0	0	0	0	0	8.1
2019	4.9	4.2	0	0	0	0	0	0	0	0	4.2	4.3
2020	5	4.2	7.4	0	0	0	0	0	0	0	0	10.2
2021	4	2.4	0.5	0	0	0	0	0	0	1.1	7.6	15.7

Fuente: SENAMHI Bolivia

Anexo B. 6. Precipitaciones máximas diarias estación San Pablo de Lipez.

Precipitaciones máximas diarias.												
Estación:	San Pablo de Lipez							Latitud Sur:	21.6833			
Departamento:	Potosí							Longitud Oeste:	66.6167			
Provincia:	Sud Lipez							Altitud (msnm):	4256			
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1977						0	0	0	0	0	0.5	19
1978	20	15	7	1	0	0	0	0	0	0	20	20.5
1979	30	5	9	0	0	0	0.5	0	0	0	0.9	24
1980	10	11	10	0	2	0	8.6	0	0	16.2	16.3	0
1981	30.9	31	10.8	9.1	2.5	0	0	5	0	0	5.2	14.4
1982	11	12	25	0	0	0.3	0	0	0	0		8
1983	12.6	14.6	7.8	0	2.1	10.2	5.4	0	21.6	11	2.1	13
1984	28.2	18.5	8.1	0	0	0	0	0	0	8.5	9.1	8.8
1985	25.5	20	6.2	2.7	0	12.2		0	0	0	25.5	17.5
1986	24.2	10	15.8	0	0	0	0	0	2.4	9.3	6.2	12
1987	15.2	12.4	12	2.1	0	0	0	0	0	2.1	6.1	16.3
1988	21	15	15.1	0	0	0	0	0	0.2	4.2	12.1	17.4
1989					0	0	0	0	0	0	0	16.4
1990	7.2	10	30	0	10	5	0	0	0	0	4.1	9.1
1991	24.6	20.7	10.1	0.5	0	0	0	0	0	0.4	5	8.5
1992	20	12.4	0.3	0	0	0	3	0	0	1	16.4	19.5
1993	23.3	7	16	0	0	0	0	17.3	2.3	10.5	0	5
1994	16.5	5.2	8.7	3.1	0	0	0	0	5	0	0.5	23.3
1995	23.3	16.5	15	2.9	2.9	7	7.5	8.7	0	0	0.7	18
1996	10.3	16.3	9	0	0	0	0	9	0	0	7	18.2
1997	26	27.9	18.6	2	0.1	0	0	0	4.9	5.7	5	8
1998	19	15	8	0	0	0	0	0	0	12	0	8
1999	10	20	22	0	0	0	2	0	0	0	0	2.5
2000	17.9	25.9	3	2.5	0	0	0	0	0	12	0	48.5
2001	27.5	26.5	13.5	3.2	5.8	0	0	0	0	0	3.5	35
2002	0.5	12.5	15.9	6	0	7	6	0.9	0	15.3	3.5	8.9
2003	30.8	6.5	16.4	0	4.5	0	0	0	0	0	3	13
2004	15.6	15	0	0	0	0	2	5.4	0	0	0	10.8
2005	30	20.3	7	0	0	0	0	0	6	0	5	15.5
2006	20.3	20.4	16	0	0	0	0	0	0	0	3.5	2
2007	18	15.5	6	0	0	0	0	0	5	0	5	15.5
2008	20.3	2.2	12	0	0	0	0	0	0	0	1	9
2009	10.5	8	19	3	0	0	0	0	1	0	13	20
2010	11.6	11	4	0	1.1	0	0	0	7	0	2	0
2011	15.1	20.1	24	0	0.8	0	15	0	0	0	0	15.8
2012	9.8	6.8	6.2	5	0	0	0	0	0	3	0	5.5
2013	18.5	9.5	4	0	1	0	0	0	0	0	0	14
2014	7	15	3	0	0	0	0	4	2.5	5	8	5
2015	15.1	4.1	5	4	3	0	0	0	0	0	0	0
2016	12	5	0	4	0	0	2	2.5	0	2	0	11
2017	10.3	7	10	0	4.5	14	0	0	0	0	0	6
2018	16	9	9	0	0	5.5	5.5	0	0	0	9.5	7.5
2019	10	7	4.5	10	0	2	3.5	0	0	0	4.5	5
2020	19	13.5	7	3	0	0	0	0	2.5	2.5	3.5	5
2021	10	5	5	0	0	0	7.5	8.7	10.8	8.1	12.8	24.3
2022	17	10.5	0.3	0	0	0	0		0	0	0	7.6
2023	6.2	2	9.5	0	0	0	0	0	0	0	24	8

Fuente: SENAMHI Bolivia

Anexo B. 7. Precipitación máxima en 24h. de cada estación.

AÑO	ESTACIÓN Pmax 24 hrs (mm)					
	TUPIZA	S.P. de LIPEZ	ATOCHA	S.A. de ESMORUCO	TALINA	CHUQUIAGO
1990	18.5	30.0				
1991	20.1	24.6				
1992	28.4	20.0				
1993	38.5	23.3				
1994	25.9	23.3				
1995	29	23.3				
1996	20.5	18.2				
1997	22.5	27.9				
1998	20	19.0				
1999	21.4	22.0				
2000	36.8	48.5				
2001	24.6	35.0				
2002	19.5	15.9				
2003	27.5	30.8				
2004	20	15.6				
2005	26.2	30.0	46.50	19.9	31.1	46
2006	24.2	20.4	22.70	8.3	32	35
2007	44	18.0	30.50	16.3	30.2	26
2008	58	20.3	26.50	20.3	25	34
2009	30	20.0	50.50	8.1	31.1	32
2010	49.5	11.6	45.50	9	39.5	30.1
2011	25.2	24.0	26.50	10.2	16	30
2012	54	9.8	24.60	12.5	31.1	28.5
2013	48	18.5	35.50	20.2	51	38
2014	48	15.0	30.60	11.8	25.6	26
2015	28.4	15.1	30.50	10.2	20	48.5
2016	24.2	12.0	28.70	7.9	20	29
2017	20.5	14.0	22.80	14.5	31.1	20.7
2018	58.8	16.0	26.50	17.9	44.8	34
2019	22	10.0	26.50	4.9	40.1	15.2
2020	20.5	19.0		10.2		27.5
2021	43.4	24.3		15.7		31
2022	19	17.0				29
2023	53.4	24.0				58

Fuente: Elaboración propia

Anexo B. 8. Prueba de bondad de ajuste para la estación Tupiza Método Ley Normal, Log Normal, Gumbel, Gamma de 2 Parámetros y Log Pearson de 3 Parámetros.

Estación Tupiza				LEY NORMAL			LEY LOG NORMAL		
P	m	P = X	P(x)=m/(n+1)	z = (X- $\bar{X}$)/S	F(z)	$\Delta \left \frac{F(z) - P(x)}{P(x)} \right $	z = (ln(x)- μ_y)/ $\hat{c}_y$	F(z)	$\Delta \left \frac{F(z) - P(x)}{P(x)} \right $
18.5	1	18.50	0.0286	-0.983	0.1628	0.134	-1.103	0.1351	0.1065
20.1	2	19.00	0.0571	-0.942	0.1732	0.116	-1.033	0.1508	0.0936
28.4	3	19.50	0.0857	-0.900	0.1840	0.098	-0.965	0.1672	0.0815
38.5	4	20.00	0.1143	-0.859	0.1952	0.081	-0.899	0.1842	0.0699
25.9	5	20.00	0.1429	-0.859	0.1952	0.052	-0.899	0.1842	0.0414
29	6	20.10	0.1714	-0.851	0.1974	0.026	-0.886	0.1877	0.0163
20.5	7	20.50	0.2000	-0.818	0.2068	0.007	-0.835	0.2018	0.0018
22.5	8	20.50	0.2286	-0.818	0.2068	0.022	-0.835	0.2018	0.0267
20	9	20.50	0.2571	-0.818	0.2068	0.050	-0.835	0.2018	0.0553
21.4	10	21.00	0.2857	-0.776	0.2188	0.067	-0.772	0.2200	0.0657
36.8	11	21.40	0.3143	-0.743	0.2286	0.086	-0.723	0.2348	0.0795
24.6	12	22.00	0.3429	-0.694	0.2439	0.099	-0.651	0.2575	0.0853
19.5	13	22.50	0.3714	-0.652	0.2570	0.114	-0.592	0.2768	0.0946
27.5	14	24.20	0.4000	-0.512	0.3043	0.096	-0.403	0.3437	0.0563
20	15	24.20	0.4286	-0.512	0.3043	0.124	-0.403	0.3437	0.0849
26.2	16	24.60	0.4571	-0.479	0.3160	0.141	-0.360	0.3595	0.0976
24.2	17	25.20	0.4857	-0.429	0.3338	0.152	-0.297	0.3832	0.1025
44	18	25.90	0.5143	-0.372	0.3551	0.159	-0.226	0.4108	0.1035
58	19	26.20	0.5429	-0.347	0.3644	0.178	-0.196	0.4225	0.1204
30	20	27.50	0.5714	-0.239	0.4054	0.166	-0.069	0.4724	0.0990
49.5	21	28.40	0.6000	-0.165	0.4345	0.166	0.015	0.5058	0.0942
25.2	22	28.40	0.6286	-0.165	0.4345	0.194	0.015	0.5058	0.1227
54.8	23	29.00	0.6571	-0.115	0.4541	0.203	0.069	0.5276	0.1296
48	24	30.00	0.6857	-0.033	0.4869	0.199	0.158	0.5626	0.1231
48	25	36.80	0.7143	0.529	0.7016	0.013	0.690	0.7549	0.0406
28.4	26	38.50	0.7429	0.669	0.7484	0.006	0.808	0.7904	0.0475
24.2	27	43.40	0.7714	1.074	0.8587	0.087	1.120	0.8687	0.0972
20.5	28	44.00	0.8000	1.124	0.8695	0.069	1.156	0.8761	0.0761
21	29	48.00	0.8286	1.454	0.9271	0.099	1.383	0.9166	0.0881
22	30	48.00	0.8571	1.454	0.9271	0.070	1.383	0.9166	0.0595
20.5	31	49.50	0.8857	1.578	0.9428	0.057	1.463	0.9283	0.0425
43.4	32	53.40	0.9143	1.901	0.9713	0.057	1.661	0.9516	0.0373
19	33	54.80	0.9429	2.016	0.9781	0.035	1.728	0.9580	0.0152
53.4	34	58.00	0.9714	2.281	0.9887	0.017	1.876	0.9697	0.0018
				$\Delta_{\max} =$ 0.203			$\Delta_{\max} =$ 0.130		
				$\Delta_o =$ 0.233			$\Delta_o =$ 0.233		
Cálculo de la media y desviación estándar para los datos no agrupados $\bar{X} =$ 30.40 $S =$ 12.10 $n =$ 34.00							Cálculo del coeficiente de varianza		
							$C_v =$ 0.40		
							Cálculo del parámetro de posición		
							$\mu_y =$ 3.34		
							4.3. Calculo del parámetro de escala		
							$\sigma_y =$ 0.38		

Fuente: Elaboración propia

LEY GUMBEL			LEY GAMMA DE 2 PARAMETROS				LEY LOG PEARSON DE III PARAMETROS		
$z = (x-\mu)/\alpha$	F(z)	$\Delta F(z) - P(x) $	ln(x)	Z = X/B	F(x)	$\Delta F(x) - P(x) $	ln(x)	FG(y)	$\Delta F(x) - P(x) $
-0.684	0.1379	0.1094	2.918	4.607	0.128	0.100	2.918	0.098	0.070
-0.631	0.1528	0.0956	2.944	4.732	0.142	0.085	2.944	0.118	0.061
-0.578	0.1683	0.0826	2.970	4.856	0.156	0.070	2.970	0.139	0.053
-0.525	0.1846	0.0703	2.996	4.981	0.171	0.057	2.996	0.160	0.046
-0.525	0.1846	0.0417	2.996	4.981	0.171	0.028	2.996	0.160	0.018
-0.514	0.1879	0.0164	3.001	5.005	0.174	0.003	3.001	0.165	0.006
-0.472	0.2014	0.0014	3.020	5.105	0.186	0.014	3.020	0.183	0.017
-0.472	0.2014	0.0272	3.020	5.105	0.186	0.042	3.020	0.183	0.045
-0.472	0.2014	0.0558	3.020	5.105	0.186	0.071	3.020	0.183	0.074
-0.419	0.2187	0.0670	3.045	5.230	0.202	0.083	3.045	0.207	0.079
-0.376	0.2330	0.0813	3.063	5.329	0.216	0.099	3.063	0.226	0.088
-0.313	0.2549	0.0880	3.091	5.479	0.236	0.107	3.091	0.255	0.087
-0.260	0.2735	0.0979	3.114	5.603	0.254	0.118	3.114	0.280	0.091
-0.080	0.3386	0.0614	3.186	6.026	0.316	0.084	3.186	0.363	0.037
-0.080	0.3386	0.0899	3.186	6.026	0.316	0.113	3.186	0.363	0.065
-0.037	0.3542	0.1029	3.203	6.126	0.331	0.126	3.203	0.382	0.075
0.026	0.3776	0.1081	3.227	6.276	0.353	0.132	3.227	0.410	0.075
0.101	0.4048	0.1095	3.254	6.450	0.380	0.134	3.254	0.442	0.072
0.132	0.4164	0.1264	3.266	6.525	0.392	0.151	3.266	0.456	0.087
0.270	0.4661	0.1053	3.314	6.848	0.441	0.130	3.314	0.511	0.060
0.366	0.4997	0.1003	3.346	7.072	0.475	0.125	3.346	0.547	0.053
0.366	0.4997	0.1289	3.346	7.072	0.475	0.153	3.346	0.547	0.082
0.429	0.5215	0.1357	3.367	7.222	0.498	0.159	3.367	0.569	0.088
0.535	0.5568	0.1290	3.401	7.471	0.534	0.151	3.401	0.605	0.081
1.256	0.7521	0.0378	3.605	9.164	0.747	0.032	3.605	0.782	0.068
1.436	0.7883	0.0454	3.651	9.588	0.787	0.044	3.651	0.812	0.069
1.955	0.8680	0.0966	3.770	10.808	0.877	0.106	3.770	0.876	0.105
2.019	0.8756	0.0756	3.784	10.957	0.885	0.085	3.784	0.882	0.082
2.442	0.9167	0.0882	3.871	11.953	0.930	0.102	3.871	0.915	0.087
2.442	0.9167	0.0596	3.871	11.953	0.930	0.073	3.871	0.915	0.058
2.601	0.9285	0.0428	3.902	12.327	0.943	0.057	3.902	0.925	0.039
3.015	0.9521	0.0378	3.978	13.298	0.966	0.052	3.978	0.944	0.030
3.163	0.9586	0.0157	4.004	13.647	0.972	0.029	4.004	0.950	0.007
3.502	0.9703	0.0011	4.060	14.444	0.982	0.011	4.060	0.960	0.011
$\Delta_{\max} =$ $\Delta o =$	0.136 0.233		$\Delta_{\max} =$ 0.159 $\Delta o =$ 0.233				$\Delta_{\max} =$ 0.105 $\Delta o =$ 0.233		
Cálculo del parámetro de posición $\mu =$ 24.95 Cálculo del parámetro de escala $\alpha =$ 9.44			Cálculo del promedio del logaritmo $\overline{Ln(x)} =$ 3.347 Cálculo de los parámetros de la distribución gamma $y = \ln(\bar{x}) - \overline{Ln(x)} =$ 0.067 Cálculo del parámetro de forma SI $y < 0,577$ $\gamma = \frac{0,500087 + 0,1648852y - 0,0544274y^2}{y} =$ 7.572 SI $y > 0,577$ $\gamma = \frac{8,898919 + 9,05995y - 0,9775373y^2}{y * (17,79728 + 11,968477y + y^2)} =$ 7.570 Cálculo del parámetro de de escala $\beta = \frac{x}{\gamma} =$ 4.014 SI $y < 0,577$ 4.016 SI $y > 0,577$				Cálculo del promedio del logaritmo $\overline{Ln(x)} =$ 3.347 $Sx \ln(x) =$ 0.361 $gx \ln(x) =$ 0.711 Cálculo de los parámetros método de los momentos $\beta = \left(\frac{2}{gx}\right)^2 =$ 7.91 $\alpha = \sqrt{s_x^2 / \beta} =$ 0.13 $y = \frac{2}{\sqrt{\beta}} =$ 2.33 $\xi = \bar{x} - \sqrt{s_x^2 * \beta} =$ 0.71		

Fuente: Elaboración propia

Anexo B. 9. Prueba de bondad de ajuste para la estación Chuquiago, método Ley Normal, Log Normal, Gumbel, Gamma de 2 Parámetros y Log Pearson de 3 Parámetros.

Estación Chuquiago				LEY NORMAL			LEY LOG NORMAL			LEY GUMBEL			GAMMA DE 2 PARAMETROS				LOG PEARSON DE III PARAMETROS		
P	m	P = X	P(x)=m/(n+1)	z = (X- $\bar{X}$)/S	F(z)	$\Delta F(z) - P(x) $	z = (ln(x)- μ y)/ $\hat{\sigma}$ y	F(z)	$\Delta F(z) - P(x) $	z = (x- μ)/ α	F(z)	$\Delta F(z) - P(x) $	ln(x)	Z = X/B	F(x)	$\Delta F(x) - P(x) $	ln(x)	FG(y)	$\Delta F(x) - P(x) $
46.0	1	15.20	0.0500	-1.769	0.0385	0.012	-2.435	0.0074	0.0426	-1.691	0.0044	0.0456	2.721	5.719	0.012	0.038	2.721	0.005	0.045
35.0	2	20.70	0.1000	-1.208	0.1135	0.013	-1.388	0.0826	0.0174	-0.972	0.0711	0.0289	3.030	7.788	0.085	0.015	3.030	0.079	0.021
26.0	3	26.00	0.1500	-0.668	0.2521	0.102	-0.615	0.2693	0.1193	-0.279	0.2665	0.1165	3.258	9.782	0.254	0.104	3.258	0.274	0.124
34.0	4	26.00	0.2000	-0.668	0.2521	0.052	-0.615	0.2693	0.0693	-0.279	0.2665	0.0665	3.258	9.782	0.254	0.054	3.258	0.274	0.074
32.0	5	27.50	0.2500	-0.515	0.3033	0.053	-0.425	0.3356	0.0856	-0.083	0.3372	0.0872	3.314	10.347	0.316	0.066	3.314	0.342	0.092
30.1	6	28.50	0.3000	-0.413	0.3398	0.040	-0.303	0.3808	0.0808	0.047	0.3853	0.0853	3.350	10.723	0.360	0.060	3.350	0.388	0.088
30.0	7	29.00	0.3500	-0.362	0.3586	0.009	-0.245	0.4034	0.0534	0.113	0.4093	0.0593	3.367	10.911	0.382	0.032	3.367	0.411	0.061
28.5	8	29.00	0.4000	-0.362	0.3586	0.041	-0.245	0.4034	0.0034	0.113	0.4093	0.0093	3.367	10.911	0.382	0.018	3.367	0.411	0.011
38.0	9	30.00	0.4500	-0.260	0.3974	0.053	-0.130	0.4485	0.0015	0.243	0.4566	0.0066	3.401	11.287	0.426	0.024	3.401	0.457	0.007
26.0	10	30.10	0.5000	-0.250	0.4013	0.099	-0.118	0.4529	0.0471	0.257	0.4613	0.0387	3.405	11.325	0.431	0.069	3.405	0.461	0.039
48.5	11	31.00	0.5500	-0.158	0.4371	0.113	-0.018	0.4927	0.0573	0.374	0.5027	0.0473	3.434	11.664	0.471	0.079	3.434	0.501	0.049
29.0	12	32.00	0.6000	-0.056	0.4775	0.122	0.089	0.5356	0.0644	0.505	0.5469	0.0531	3.466	12.040	0.514	0.086	3.466	0.543	0.057
20.7	13	34.00	0.6500	0.148	0.5586	0.091	0.295	0.6160	0.0340	0.766	0.6283	0.0217	3.526	12.792	0.598	0.052	3.526	0.622	0.028
34.0	14	34.00	0.7000	0.148	0.5586	0.141	0.295	0.6160	0.0840	0.766	0.6283	0.0717	3.526	12.792	0.598	0.102	3.526	0.622	0.078
15.2	15	35.00	0.7500	0.249	0.5985	0.152	0.393	0.6529	0.0971	0.897	0.6651	0.0849	3.555	13.169	0.637	0.113	3.555	0.658	0.092
27.5	16	38.00	0.8000	0.555	0.7106	0.089	0.672	0.7493	0.0507	1.289	0.7592	0.0408	3.638	14.297	0.742	0.058	3.638	0.750	0.050
31.0	17	46.00	0.8500	1.371	0.9148	0.065	1.320	0.9066	0.0566	2.335	0.9077	0.0577	3.829	17.307	0.916	0.066	3.829	0.901	0.051
29.0	18	48.50	0.9000	1.626	0.9480	0.048	1.500	0.9331	0.0331	2.662	0.9326	0.0326	3.882	18.248	0.944	0.044	3.882	0.927	0.027
58.0	19	58.00	0.9500	2.594	0.9953	0.045	2.106	0.9824	0.0324	3.904	0.9800	0.0300	4.060	21.822	0.990	0.040	4.060	0.977	0.027
				$\Delta_{max} = 0.152$ $\Delta_{\theta} = 0.312$			$\Delta_{max} = 0.119$ $\Delta_{\theta} = 0.312$			$\Delta_{max} = 0.116$ $\Delta_{\theta} = 0.312$			$\Delta_{max} = 0.113$ $\Delta_{\theta} = 0.312$				$\Delta_{max} = 0.124$ $\Delta_{\theta} = 0.312$		

Cálculo de la media y desviación estándar para los datos no agrupados

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i = 32.55$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x - \bar{x})^2} = 9.81$$

$$n = 19.00$$

Cálculo del coeficiente de varianza

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}} = 0.30$$

Cálculo del parámetro de posición

$$\mu_y = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{\bar{x}^2}{1 + Cv^2} \right) = 3.44$$

Cálculo del parámetro de escala

$$\sigma_y = \sqrt{\ln(1 + Cv^2)} = 0.29$$

Cálculo del parámetro de posición

$$\mu = \bar{x} - 0.45S_x = 28.14$$

Cálculo del parámetro de escala

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S_x = 7.65$$

Cálculo del promedio del logaritmo

$$\ln(\bar{x}) = 3.441$$

Cálculo de los parámetros de la distribución gamma

$$y = \ln(\bar{x}) - \ln(x) = 0.041$$

Cálculo del parámetro de forma

$$SI \quad y < 0.577$$

$$\gamma = \frac{0.500087 + 0.1648852y - 0.0544274y^2}{y} = 12.247$$

$$SI \quad y > 0.577$$

$$\gamma = \frac{8.898919 + 9.05995y - 0.9775373y^2}{y * (17.79728 + 11.968477y + y^2)} = 12.248$$

Cálculo del parámetro de de escala

$$\beta = \frac{x}{\gamma} = \frac{2.658}{12.247} \quad SI \quad y < 0.577$$

$$\beta = \frac{x}{\gamma} = \frac{2.658}{12.247} \quad SI \quad y > 0.577$$

Cálculo del promedio del logaritmo

$$\ln(\bar{x}) = 3.441$$

$$Sx \ln(x) = 0.297$$

$$gx \ln(x) = -0.163$$

Cálculo de los parámetros

método de los momentos

$$\beta = \left(\frac{2}{gx} \right)^2 = 151.23$$

$$\alpha = \sqrt{s_x^2 / \beta} = 0.02$$

$$\xi = \bar{x} - \sqrt{s_x^2 * \beta} = -0.21$$

$$y = \frac{2}{\sqrt{\beta}} = 0.16$$

Fuente: Elaboración propia

Anexo B. 10. Prueba de bondad de ajuste para la estación San Pablo de Lipez, método Ley Normal, Log Normal, Gumbel, Gamma de 2 Parámetros y Log Pearson de 3 Parámetros.

Estación San Pablo de Lippez				LEY NORMAL			LEY LOG NORMAL		
P	m	P = X	P(x)=m/(n+1))	z = (X- $\bar{X}$)/S	F(z)	$\Delta \mid F(z) - P(x) \mid$	z = (ln(x)- μ_y)/ δ_y	F(z)	$\Delta \mid F(z) - P(x) \mid$
30.0	1	9.8	0.0286	-1.414	0.0787	0.050	-1.905	0.0284	0.0002
24.6	2	10.0	0.0571	-1.388	0.0825	0.025	-1.849	0.0322	0.0249
20.0	3	10.0	0.0857	-1.388	0.0825	0.003	-1.849	0.0322	0.0535
23.3	4	11.6	0.1143	-1.185	0.1179	0.004	-1.442	0.0747	0.0396
23.3	5	12.0	0.1429	-1.135	0.1282	0.015	-1.349	0.0887	0.0541
23.3	6	15.0	0.1714	-0.755	0.2253	0.054	-0.736	0.2309	0.0595
18.2	7	15.1	0.2000	-0.742	0.2291	0.029	-0.718	0.2365	0.0365
27.9	8	15.6	0.2286	-0.678	0.2487	0.020	-0.628	0.2650	0.0364
19.0	9	15.9	0.2571	-0.640	0.2609	0.004	-0.576	0.2824	0.0252
22.0	10	16.0	0.2857	-0.628	0.2651	0.021	-0.559	0.2882	0.0025
48.5	11	17.0	0.3143	-0.501	0.3082	0.006	-0.392	0.3475	0.0332
35.0	12	18.0	0.3429	-0.374	0.3541	0.011	-0.235	0.4071	0.0642
15.9	13	18.2	0.3714	-0.349	0.3636	0.008	-0.205	0.4189	0.0475
30.8	14	18.5	0.4000	-0.311	0.3779	0.022	-0.160	0.4365	0.0365
15.6	15	19.0	0.4286	-0.248	0.4023	0.026	-0.087	0.4655	0.0369
30.0	16	19.0	0.4571	-0.248	0.4023	0.055	-0.087	0.4655	0.0083
20.4	17	20.0	0.4857	-0.121	0.4519	0.034	0.054	0.5216	0.0359
18.0	18	20.0	0.5143	-0.121	0.4519	0.062	0.054	0.5216	0.0073
20.3	19	20.3	0.5429	-0.083	0.4670	0.076	0.095	0.5379	0.0050
20.0	20	20.4	0.5714	-0.070	0.4721	0.099	0.109	0.5433	0.0282
11.6	21	22.0	0.6000	0.133	0.5528	0.047	0.316	0.6240	0.0240
24.0	22	23.3	0.6286	0.297	0.6169	0.012	0.474	0.6821	0.0536
9.8	23	23.3	0.6571	0.297	0.6169	0.040	0.474	0.6821	0.0250
18.5	24	23.3	0.6857	0.297	0.6169	0.069	0.474	0.6821	0.0036
15.0	25	24.0	0.7143	0.386	0.6503	0.064	0.555	0.7105	0.0038
15.1	26	24.0	0.7429	0.386	0.6503	0.093	0.555	0.7105	0.0323
12.0	27	24.3	0.7714	0.424	0.6643	0.107	0.589	0.7221	0.0493
16.0	28	24.6	0.8000	0.462	0.6780	0.122	0.623	0.7333	0.0667
10.0	29	27.9	0.8286	0.881	0.8107	0.018	0.968	0.8336	0.0050
10.0	30	30.0	0.8571	1.147	0.8742	0.017	1.168	0.8785	0.0214
19.0	31	30.0	0.8857	1.147	0.8742	0.011	1.168	0.8785	0.0072
24.3	32	30.8	0.9143	1.248	0.8940	0.020	1.240	0.8925	0.0218
17.0	33	35.0	0.9429	1.780	0.9625	0.020	1.591	0.9442	0.0013
24.0	34	48.5	0.9714	3.491	0.9998	0.028	2.487	0.9936	0.0221
Cálculo de la media y desviación estándar para				$\Delta_{\max} =$			$\Delta_{\max} =$		
				$\Delta_o =$			$\Delta_o =$		

Cálculo de la media y desviación estándar para los datos no agrupados

$$\bar{x} = \frac{1}{n} * \sum x_i = 20.95$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x - \bar{x})^2} = 7.89$$

n = 34.00

Cálculo del coeficiente de varianza

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = 0.38$$

Cálculo del parámetro de posición

$$\mu_y = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{\bar{X}^2}{1 + Cv^2} \right) = 2.98$$

Cálculo del parámetro de escala

$$\sigma_y = \sqrt{\ln(1 + Cv^2)} = 0.36$$

LEY GUMBEL			LEY GAMMA DE 2 PARAMETROS				LEY LOG PEARSON DE III PARAMETRO		
$z = (x-\mu)/\alpha$	F(z)	$\Delta F(z) - P(x) $	ln(x)	Z = X/B	F(x)	$\Delta F(x) - P(x) $	ln(x)	FG(y)	$\Delta F(x) - P(x) $
-1.236	0.0320	0.0035	2.282	3.732	0.037	0.009	2.282	0.027	0.001
-1.203	0.0358	0.0214	2.303	3.808	0.041	0.016	2.303	0.031	0.026
-1.203	0.0358	0.0500	2.303	3.808	0.041	0.044	2.303	0.031	0.055
-0.943	0.0767	0.0376	2.451	4.417	0.081	0.033	2.451	0.073	0.042
-0.878	0.0901	0.0527	2.485	4.569	0.094	0.049	2.485	0.087	0.056
-0.391	0.2281	0.0567	2.708	5.711	0.220	0.049	2.708	0.229	0.057
-0.374	0.2336	0.0336	2.715	5.750	0.225	0.025	2.715	0.234	0.034
-0.293	0.2617	0.0332	2.747	5.940	0.251	0.022	2.747	0.263	0.034
-0.244	0.2790	0.0218	2.766	6.054	0.266	0.009	2.766	0.280	0.023
-0.228	0.2848	0.0009	2.773	6.092	0.272	0.014	2.773	0.286	0.000
-0.065	0.3438	0.0295	2.833	6.473	0.326	0.012	2.833	0.346	0.031
0.097	0.4036	0.0607	2.890	6.854	0.383	0.040	2.890	0.405	0.063
0.130	0.4154	0.0440	2.901	6.930	0.394	0.023	2.901	0.417	0.046
0.178	0.4332	0.0332	2.918	7.044	0.411	0.011	2.918	0.435	0.035
0.260	0.4624	0.0338	2.944	7.235	0.440	0.011	2.944	0.464	0.035
0.260	0.4624	0.0053	2.944	7.235	0.440	0.018	2.944	0.464	0.007
0.422	0.5191	0.0334	2.996	7.615	0.496	0.010	2.996	0.520	0.035
0.422	0.5191	0.0049	2.996	7.615	0.496	0.019	2.996	0.520	0.006
0.471	0.5356	0.0073	3.011	7.730	0.512	0.031	3.011	0.537	0.006
0.487	0.5410	0.0304	3.016	7.768	0.518	0.054	3.016	0.542	0.029
0.747	0.6227	0.0227	3.091	8.377	0.602	0.002	3.091	0.623	0.023
0.959	0.6815	0.0530	3.148	8.872	0.664	0.035	3.148	0.681	0.053
0.959	0.6815	0.0244	3.148	8.872	0.664	0.007	3.148	0.681	0.024
0.959	0.6815	0.0042	3.148	8.872	0.664	0.022	3.148	0.681	0.005
1.072	0.7102	0.0041	3.178	9.138	0.695	0.019	3.178	0.710	0.005
1.072	0.7102	0.0326	3.178	9.138	0.695	0.048	3.178	0.710	0.033
1.121	0.7219	0.0495	3.190	9.253	0.708	0.064	3.190	0.721	0.050
1.170	0.7332	0.0668	3.203	9.367	0.720	0.080	3.203	0.732	0.068
1.706	0.8340	0.0054	3.329	10.623	0.833	0.004	3.329	0.833	0.004
2.048	0.8790	0.0218	3.401	11.423	0.884	0.027	3.401	0.878	0.021
2.048	0.8790	0.0068	3.401	11.423	0.884	0.002	3.401	0.878	0.008
2.178	0.8929	0.0214	3.428	11.728	0.899	0.015	3.428	0.892	0.023
2.861	0.9444	0.0015	3.555	13.327	0.955	0.012	3.555	0.943	0.001
5.055	0.9936	0.0222	3.882	18.467	0.998	0.026	3.882	0.993	0.022
$\Delta_{max} = 0.067$ $\Delta o = 0.233$			$\Delta_{max} = 0.080$ $\Delta o = 0.233$				$\Delta_{max} = 0.068$ $\Delta o = 0.233$		
Cálculo del parámetro de posición $\mu = \bar{x} - 0,45S_x = 17.40$ Cálculo del parámetro de escala $\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S_x = 6.15$			Cálculo del promedio del logaritmo $Ln(x) = 2.978$ Cálculo de los parámetros de la distribución gamma $y = \ln(\bar{x}) - Ln(x) = 0.064$ Cálculo del parámetro de forma $SI \ y < 0,577$ $\gamma = \frac{0,500087 + 0,1648852y - 0,0544274y^2}{y} = 7.980$ $SI \ y > 0,577$ $\gamma = \frac{8,898919 + 9,05995y - 0,9775373y^2}{y * (17,79728 + 11,968477y + y^2)} = 7.978$ Cálculo del parámetro de de escala $\beta = \frac{x}{\gamma} = \begin{matrix} 2.626 & SI \ y < 0,577 \\ 2.626 & SI \ y > 0,577 \end{matrix}$				Cálculo del promedio del logaritmo $Ln(x) = 2.978$ $SxLn(x) = 0.363$ $gxLn(x) = -0.018$ Cálculo de los parámetros método de los momentos $\beta = \left(\frac{2}{gx}\right)^2 = 12108.52$ $\alpha = \sqrt{s_x^2/\beta} = 0.003$ $\xi = \bar{x} - \sqrt{\frac{2}{\beta}} * \beta = -36.98$ $y = \frac{2}{\sqrt{\beta}} = 0.02$		

Fuente: Elaboración propia

Anexo B. 11. Prueba de bondad de ajuste para la estación Atocha, método Ley Normal, Log Normal, Gumbel, Gamma de 2 Parámetros y Log Pearson de 3 Parámetros

Estación Atocha				LEY NORMAL			LEY LOG NORMAL			LEY GUMBEL			LEY GAMMA DE 2 PARAMETROS				LEY LOG PEARSON DE 3 PARAMETROS		
P	m	P = X	P(x)=m/(n+1)	z = (X- $\bar{X}$)/S	F(z)	$\Delta F(z) - P(x) $	z = (ln(x)- μ)/ σ	F(z)	$\Delta F(z) - P(x) $	z = (x- μ)/ α	F(z)	$\Delta F(z) - P(x) $	ln(x)	Z = X/B	F(x)	$\Delta F(x) - P(x) $	ln(x)	FG(y)	$\Delta F(x) - P(x) $
46.5	1	21.8	0.0625	-1.104	0.1348	0.072	-1.210	0.1132	0.0507	-0.839	0.0989	0.0364	3.082	4.002	0.242	0.180	3.082	0.066	0.004
22.7	2	22.7	0.1250	-1.003	0.1580	0.033	-1.063	0.1439	0.0189	-0.709	0.1310	0.0060	3.122	4.167	0.270	0.145	3.122	0.120	0.005
30.5	3	22.8	0.1875	-0.992	0.1607	0.027	-1.047	0.1475	0.0400	-0.695	0.1349	0.0526	3.127	4.185	0.273	0.086	3.127	0.126	0.061
26.5	4	24.6	0.2500	-0.789	0.2149	0.035	-0.772	0.2201	0.0299	-0.435	0.2132	0.0368	3.203	4.516	0.331	0.081	3.203	0.260	0.010
50.5	5	26.5	0.3125	-0.576	0.2823	0.030	-0.503	0.3076	0.0049	-0.162	0.3087	0.0038	3.277	4.864	0.393	0.081	3.277	0.405	0.093
45.5	6	26.5	0.3750	-0.576	0.2823	0.093	-0.503	0.3076	0.0674	-0.162	0.3087	0.0663	3.277	4.864	0.393	0.018	3.277	0.405	0.030
26.5	7	26.5	0.4375	-0.576	0.2823	0.155	-0.503	0.3076	0.1299	-0.162	0.3087	0.1288	3.277	4.864	0.393	0.044	3.277	0.405	0.032
24.6	8	26.5	0.5000	-0.576	0.2823	0.218	-0.503	0.3076	0.1924	-0.162	0.3087	0.1913	3.277	4.864	0.393	0.107	3.277	0.405	0.095
35.5	9	28.7	0.5625	-0.329	0.3712	0.191	-0.214	0.4154	0.1471	0.155	0.4248	0.1377	3.357	5.268	0.465	0.098	3.357	0.554	0.009
30.6	10	30.5	0.6250	-0.127	0.4496	0.175	0.007	0.5027	0.1223	0.415	0.5166	0.1084	3.418	5.599	0.522	0.103	3.418	0.652	0.027
30.5	11	30.5	0.6875	-0.127	0.4496	0.238	0.007	0.5027	0.1848	0.415	0.5166	0.1709	3.418	5.599	0.522	0.166	3.418	0.652	0.035
28.7	12	30.6	0.7500	-0.115	0.4541	0.296	0.019	0.5074	0.2426	0.429	0.5215	0.2285	3.421	5.617	0.525	0.225	3.421	0.657	0.093
22.8	13	35.5	0.8125	0.435	0.6683	0.144	0.557	0.7111	0.1014	1.135	0.7252	0.0873	3.570	6.517	0.664	0.148	3.570	0.829	0.016
26.5	14	45.5	0.8750	1.559	0.9405	0.065	1.455	0.9272	0.0522	2.576	0.9268	0.0518	3.818	8.352	0.858	0.017	3.818	0.956	0.081
26.5	15	46.5	0.9375	1.671	0.9526	0.015	1.534	0.9375	0.0000	2.720	0.9363	0.0012	3.839	8.536	0.871	0.067	3.839	0.961	0.024
				$\Delta_{max} =$ 0.296 $\Delta_{\rho} =$ 0.351			$\Delta_{max} =$ 0.243 $\Delta_{\rho} =$ 0.351			$\Delta_{max} =$ 0.228 $\Delta_{\rho} =$ 0.351			$\Delta_{max} =$ 0.225 $\Delta_{\rho} =$ 0.351				$\Delta_{max} =$ 0.095 $\Delta_{\rho} =$ 0.351		
Cálculo de la media y desviación estándar para los datos no agrupados				Cálculo del coeficiente de varianza			Cálculo del parámetro de posición			Cálculo del promedio del logaritmo			Cálculo del promedio del logaritmo				Cálculo del coeficiente de forma		
$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i =$ 31.63				$Cv = \frac{S}{\bar{x}} =$ 0.28			$\mu = \bar{x} - 0.45S_x =$ 27.62			$Ln(\bar{x}) =$ 3.365			$Ln(\bar{x}) =$ 3.365				$Sxln(x) =$ 0.229		
$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x - \bar{x})^2} =$ 8.90				Cálculo del parámetro de posición			Cálculo del parámetro de escala			Cálculo de los parámetros de la distribución gamma			$y = ln(\bar{x}) - Ln(x) =$ 0.089				$gxln(x) =$ 1.031		
$n =$ 15.00				$\mu_y = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{\bar{x}^2}{1 + Cv^2} \right) =$ 3.42			$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S_x =$ 6.94			Cálculo del parámetro de forma			Cálculo del parámetro de forma				Cálculo de los parámetros		
				Cálculo del parámetro de escala						$SI \ y < 0.577$			$y = \frac{0.500087 + 0.1648852y - 0.0544274y^2}{y} =$ 5.810				método de los momentos		
				$\sigma_y = \sqrt{\ln(1 + Cv^2)} =$ 0.28						$SI \ y > 0.577$			$y = \frac{8.898919 + 9.05995y - 0.9775373y^2}{y * (17.79728 + 11.968477y + y^2)} =$ 5.806				$\beta = \left(\frac{2}{gx} \right)^2 =$ 3.76		
										Cálculo del parámetro de escala							$\alpha = \sqrt{s_x^2 / \beta} =$ 0.12		
										$\beta = \frac{x}{y} =$ 5.443 <i>SI</i> $y < 0.577$ 5.448 <i>SI</i> $y > 0.577$							$\xi = \bar{x} - \sqrt{s_x^2 * \beta} =$ 2.92		
																	$y = \frac{2}{\sqrt{\beta}} =$ 1.03		

Fuente: Elaboración propia

Anexo B. 12. Prueba de bondad de ajuste para la estación Talina, método Ley Normal, Log Normal, Gumbel, Gamma de 2 Parámetros y Log Pearson de 3 Parámetros

Estación Talina				LEY NORMAL			LEY LOG NORMAL			LEY GUMBEL			LEY GAMMA DE 2 PARAMETROS			
P	m	P = X	P(x)=m/(n+1)	z = (X- $\bar{X}$)/S	F(z)	Δ F(z) - P(x)	z = (ln(x)- μ y)/ $\hat{\sigma}$ y	F(z)	Δ F(z) - P(x)	z = (x- μ)/ α	F(z)	Δ F(z) - P(x)	ln(x)	Z = X/ β	F(x)	Δ F(x) - P(x)
31.1	1	16.0	0.0625	-1.561	0.0593	0.003	-2.015	0.0220	0.0405	-1.424	0.0157	0.0468	2.773	6.225	0.029	0.034
32	2	20.0	0.1250	-1.128	0.1296	0.005	-1.265	0.1030	0.0220	-0.870	0.0919	0.0331	2.996	7.781	0.105	0.020
30.2	3	20.0	0.1875	-1.128	0.1296	0.058	-1.265	0.1030	0.0845	-0.870	0.0919	0.0956	2.996	7.781	0.105	0.082
25	4	25.0	0.2500	-0.588	0.2781	0.028	-0.514	0.3036	0.0536	-0.177	0.3030	0.0530	3.219	9.727	0.288	0.038
31.1	5	25.6	0.3125	-0.524	0.3003	0.012	-0.434	0.3320	0.0195	-0.094	0.3332	0.0207	3.243	9.960	0.315	0.003
39.5	6	28.2	0.3750	-0.243	0.4041	0.029	-0.109	0.4566	0.0816	0.266	0.4646	0.0896	3.339	10.972	0.435	0.060
16	7	30.2	0.4375	-0.027	0.4894	0.052	0.121	0.5483	0.1108	0.543	0.5593	0.1218	3.408	11.750	0.528	0.090
31.1	8	31.1	0.5000	0.071	0.5281	0.028	0.220	0.5871	0.0871	0.668	0.5988	0.0988	3.437	12.100	0.568	0.068
51	9	31.1	0.5625	0.071	0.5281	0.034	0.220	0.5871	0.0246	0.668	0.5988	0.0363	3.437	12.100	0.568	0.005
25.6	10	31.1	0.6250	0.071	0.5281	0.097	0.220	0.5871	0.0379	0.668	0.5988	0.0262	3.437	12.100	0.568	0.057
20	11	31.1	0.6875	0.071	0.5281	0.159	0.220	0.5871	0.1004	0.668	0.5988	0.0887	3.437	12.100	0.568	0.120
20	12	32.0	0.7500	0.168	0.5666	0.183	0.316	0.6240	0.1260	0.792	0.6359	0.1141	3.466	12.450	0.606	0.144
31.1	13	39.5	0.8125	0.978	0.8360	0.023	1.024	0.8471	0.0346	1.831	0.8520	0.0395	3.676	15.368	0.849	0.036
28.2	14	44.8	0.8750	1.550	0.9395	0.064	1.448	0.9261	0.0511	2.566	0.9260	0.0510	3.802	17.431	0.935	0.060
44.8	15	51.0	0.9375	2.220	0.9868	0.049	1.883	0.9702	0.0327	3.425	0.9680	0.0305	3.932	19.843	0.979	0.042
				$\Delta_{max} =$ 0.183 $\Delta o =$ 0.351			$\Delta_{max} =$ 0.126 $\Delta o =$ 0.351			$\Delta_{max} =$ 0.122 $\Delta o =$ 0.351			$\Delta_{max} =$ 0.144 $\Delta o =$ 0.351			
Cálculo de la media y desviación estándar para los datos no agrupados				Cálculo del coeficiente de varianza				Cálculo del parámetro de posición				Cálculo del promedio del logaritmo				
$\bar{x} = \frac{1}{n} * \sum x_i =$ 30.45				$Cv = \frac{S}{\bar{x}} =$ 0.30				$\mu = \bar{x} - 0,45S_x =$ 26.28				$\overline{\ln(x)} =$ 3.373				
				Cálculo del parámetro de posición				Cálculo del parámetro de escala				Cálculo de los parámetros de la distribución gamma				
$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x - \bar{x})^2} =$ 9.26				$\mu_y = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{\bar{x}^2}{1 + Cv^2} \right) =$ 3.37				$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S_x =$ 7.22				$y = \ln(\bar{x}) - \overline{\ln(x)} =$ 0.043				
n = 15.00				Cálculo del parámetro de escala								Cálculo del parámetro de forma				
				$\sigma_y = \sqrt{\ln(1 + Cv^2)} =$ 0.30								$\gamma = \frac{SI}{y} \frac{y < 0,577}{y > 0,577} = \frac{0,500087 + 0,1648852y - 0,0544274y^2}{y} =$ 11.846				
												$\gamma = \frac{8,898919 + 9,05995y - 0,9775373y^2}{y * (17,79728 + 11,968477y + y^2)} =$ 11.846				
												Cálculo del parámetro de de escala				
												$\beta = \frac{x}{\gamma} = \frac{2.570 \text{ SI } y < 0,577}{2.570 \text{ SI } y > 0,577}$				

Fuente: Elaboración propia

Anexo B. 13. Prueba de bondad de ajuste para la estación San Antonio de Esmoruco, método Ley Normal, Log Normal, Gumbel, Gamma de 2 Parámetros y Log Pearson de 3 Parámetros

Estación San Antonio de Esmoruco				LEY NORMAL			LEY LOG NORMAL			LEY GUMBEL			LEY GAMMA DE 2 PARAMETROS				EY LOG PEARSON DE III PARAMETROS		
P	m	P = X	P(x)=m/(n+1)	z=(X- X̄)/S	F(z)	Δ F(z) - P(x)	z=(ln(x)- μ)/σ	F(z)	Δ F(z) - P(x)	z=(x-μ)/α	F(z)	Δ F(z) - P(x)	ln(x)	Z = X/R	F(x)	Δ F(x) - P(x)	ln(x)	FG(y)	Δ F(x) - P(x)
19.9	1	4.9	0.0556	-1.634	0.0511	0.004	-2.449	0.0072	0.0484	-1.519	0.0104	0.0452	1.589	2.701	0.019	0.036	1.589	0.005	0.050
8.3	2	7.9	0.1111	-1.015	0.1550	0.044	-1.142	0.1268	0.0157	-0.725	0.1269	0.0158	2.067	4.355	0.145	0.034	2.067	0.151	0.040
16.3	3	8.1	0.1667	-0.974	0.1651	0.002	-1.073	0.1416	0.0251	-0.672	0.1412	0.0255	2.092	4.465	0.158	0.009	2.092	0.168	0.002
20.3	4	8.3	0.2222	-0.932	0.1755	0.047	-1.006	0.1571	0.0651	-0.619	0.1562	0.0660	2.116	4.575	0.172	0.050	2.116	0.186	0.036
8.1	5	9.0	0.2778	-0.788	0.2153	0.062	-0.785	0.2163	0.0615	-0.433	0.2138	0.0640	2.197	4.961	0.224	0.053	2.197	0.252	0.025
9	6	10.2	0.3333	-0.540	0.2945	0.039	-0.442	0.3291	0.0042	-0.116	0.3254	0.0080	2.322	5.623	0.324	0.009	2.322	0.370	0.036
10.2	7	10.2	0.3889	-0.540	0.2945	0.094	-0.442	0.3291	0.0598	-0.116	0.3254	0.0635	2.322	5.623	0.324	0.065	2.322	0.370	0.019
12.5	8	10.2	0.4444	-0.540	0.2945	0.150	-0.442	0.3291	0.1153	-0.116	0.3254	0.1191	2.322	5.623	0.324	0.120	2.322	0.370	0.075
20.2	9	11.8	0.5000	-0.210	0.4168	0.083	-0.044	0.4826	0.0174	0.308	0.4795	0.0205	2.468	6.505	0.464	0.036	2.468	0.515	0.015
11.8	10	12.5	0.5556	-0.066	0.4739	0.082	0.114	0.5454	0.0102	0.493	0.5429	0.0126	2.526	6.890	0.524	0.031	2.526	0.572	0.016
10.2	11	14.5	0.6111	0.347	0.6358	0.025	0.520	0.6985	0.0874	1.023	0.6979	0.0868	2.674	7.993	0.677	0.066	2.674	0.704	0.093
7.9	12	15.7	0.6667	0.595	0.7241	0.057	0.738	0.7697	0.1030	1.340	0.7697	0.1030	2.754	8.654	0.753	0.086	2.754	0.764	0.097
17.9	13	16.3	0.7222	0.719	0.7639	0.042	0.840	0.7997	0.0774	1.499	0.7998	0.0776	2.791	8.985	0.785	0.063	2.791	0.789	0.067
14.5	14	17.9	0.7778	1.049	0.8529	0.075	1.097	0.8636	0.0858	1.923	0.8640	0.0862	2.885	9.867	0.856	0.078	2.885	0.845	0.067
4.9	15	19.9	0.8333	1.462	0.9281	0.095	1.386	0.9172	0.0839	2.452	0.9175	0.0842	2.991	10.970	0.917	0.083	2.991	0.893	0.060
10.2	16	20.2	0.8889	1.524	0.9362	0.047	1.427	0.9233	0.0344	2.531	0.9235	0.0347	3.006	11.135	0.924	0.035	3.006	0.899	0.010
15.7	17	20.3	0.9444	1.544	0.9388	0.006	1.441	0.9252	0.0192	2.558	0.9255	0.0190	3.011	11.190	0.926	0.019	3.011	0.901	0.044
				Δmax = 0.150 Δo = 0.330			Δmax = 0.115 Δo = 0.330			Δmax = 0.119 Δo = 0.330			Δmax = 0.120 Δo = 0.330				Δmax = 0.097 Δo = 0.330		
Cálculo de la media y desviación estándar para los datos no agrupados							Cálculo del coeficiente de varianza			Cálculo del parámetro de posición			Cálculo del promedio del logaritmo				Cálculo del promedio del logaritmo		
$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i = 12.82$							$Cv = \frac{S}{\bar{x}} = 0.38$			$\mu = \bar{x} - 0.45S_x = 10.64$			$\overline{Ln(x)} = 2.478$				$\overline{Ln(x)} = 2.478$		
$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x - \bar{x})^2} = 4.84$							Cálculo del parámetro de posición			Cálculo del parámetro de escala			Cálculo de los parámetros de la distribución gamma				$Sx \ln(x) = 0.403$		
n = 17.00							$\mu_y = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{\bar{x}^2}{1 + Cv^2} \right) = 2.48$			$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S_x = 3.78$			$y = \ln(\bar{x}) - \overline{Ln(x)} = 0.072$				$gx \ln(x) = -0.383$		
							Cálculo del parámetro de escala						$SI \ y < 0,577$				Cálculo de los parámetros método de los momentos		
													$\gamma = \frac{0,500087 + 0,1648852y - 0,0544274y^2}{y} = 7.068$						
													$SI \ y > 0,577$				$\beta = \left(\frac{2}{gx} \right)^2 = 27.20$		
													$\gamma = \frac{8,898919 + 9,05995y - 0,9775373y^2}{y * (17,79728 + 11,968477y + y^2)} = 7.066$				$\alpha = \sqrt{s_x^2 / \beta} = 0.08$		
													Cálculo del parámetro de de escala				$\xi = \bar{x} - \sqrt{s_x^2 * \beta} = 0.38$		
													$\beta = \frac{x}{\gamma} = \begin{matrix} 1.813 \ SI \ y < 0,577 \\ 1.814 \ SI \ y > 0,577 \end{matrix}$				$y = \frac{2}{\sqrt{\beta}} = 0.38$		

Fuente: Elaboración propia

Anexo B. 14. Ajuste de distribución de probabilidad de las estaciones método Gumbel.

Periodo de retorno (T) años	Probabilidad de Precipitación (mm), método Gumbel.					
	Estaciones					
	TUPIZA	S.P. LIPEZ	ATOCHA	S.A. ESMORUCO	TALINA	CHUQUIAGO
2	28.41	19.66	30.16	12.02	28.93	30.94
5	39.10	26.63	38.03	16.30	37.11	39.61
10	46.19	31.25	43.24	19.14	42.52	45.35
25	55.13	37.08	49.82	22.72	49.37	52.60
50	61.77	41.41	54.70	25.38	54.44	57.98
75	65.65	43.94	57.56	26.93	57.41	61.13
100	68.36	45.70	59.55	28.01	59.48	63.33
200	74.93	49.98	64.37	30.64	64.51	68.65

Fuente: Elaboración propia

Latitud	-20.933300		ESTACIÓN ATOCHA							altura (msnm			
longitud	-66.216667									3700			
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Pmax24hrs
1984											20	10.5	20.00
1985	8.5	21.8	6.5		0	0	0	0	0	0	15	20.2	21.80
1986	8	9.3	7.1	4	0	0	0	0	0	8.3	20.5	20.5	20.50
1987	20.5	15.5	11.3	0	0	0	0	0	0	6.5	3.5	14.5	20.50
1988	20.5	15.5	11.3	14.5	0	0	0	0	0	6.5	6.5	7.5	20.50
1989	0	2.5	6.6	6.6	0	0	0	0	0	0	0	8.5	8.50
1990	4	14.2	3	3.5	0	1.5	0	0	0	0	7.5	19.5	19.50
1991	10.8	10.5	7.5	3.5	0	0	0	0	0	13	3.5	3.5	13.00
1992	15.5	17.5	6.5	0	0	2.4	0	0	0	1.5	13.4	12.6	17.50
1993	19.5	40.6	5.6	0	1.5	0	0	10.6	5.5	3.5		20.6	40.60
1994	19.4	16.5	9.5	1.5	0	0	0	0	1	2.5	8.5	20.5	20.50
1995	16.4									0	0	16.5	16.50
1996	10.5	14.5	2.5	1.5	0	0	2.1	1.5	0	0	9.5	10.5	14.50
1997	19.5	20.5	16.5	0	0	0	0	7.2	18.5	0	4.5	2.5	20.50
1998	15.5	15.5	4.5	0	0	3.5	0	0	0	7.5	16.5	12.5	16.50
1999	10.5	19.5	14.5	0.6	0	0	1.5	0	4.5	2.5	0	8.5	19.50
2005	22.8	21.6	19.9	13.9	2.8	0.8	2.1	7.2	9.3	0	46.5	20.5	46.50
2006	15.5	13.5	22.7	7	12.5	0	0	0	0	1.5	5	11.6	22.70
2007	30.5	10.5	6.5	0	0	0	0	0	0	0	15.5	10.6	30.50
2008	11.6	12.6	3.5	13.9	2.8	0.8	2.1	7.2	9.3	8.8	23.3	26.5	26.50
2009	22.8	21.6	19.9	13.9	2.8	0.8	0	0	8.6	0	10.5	50.5	50.50
2010	45.5	20.6	6.5	6.5	10.5	0	0	0	6.5	0	0	6.5	45.50
2011	13.6	12.5	16.5	10.5	12	0	2.1	7.2	9.3	8.8	23.3	26.5	26.50
2012	22.8	21.6	19.9	13.9	2.8	0.8	0	0	0	11.5	5.6	24.6	24.60
2013	35.5	25.5	30.5	0	7.6	5.5	0	15.5	6.5	8.5	0	22.5	35.50
2014	30.5	30.6	0	20.5	0	0	0	10.5	7.5	17.5	12.5	25.5	30.60
2015	30.5	28.9	20.7	25.6	10.7	0	0	0	0	0	0	6	30.50
2016	25.6	28.7	0	0	0	0	5	0	18.6	0	0	26.5	28.70
2017	22.8	21.6	19.9	13.9	2.8	0.8	0	0	0	7.5	7.6	17.6	22.80
2018	26.5	19.6	16	0	0	7.5	10	7.2	9.3	8.8	23.3	20.7	26.50
2019	15.6	16.5	8.4	13.9	2.8	0.8	2.1	7.2	9.3	8.8	23.3	26.5	26.50

precipitacion maxima en 24hrs													
Estacion:		Chuquiago						Latitud Sur:		21.5614			
Departamento:		Potosi						longitud Oeste:		65.6411			
Provincia:		Sud Chichas						Altitud (msnm):		2841			
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Pmax24hrs
2005	27.8	27.9	21.5	16	0.4	0	0	0	2.4	4.8	5.5	46	46.0
2006	33.5	10.6	35	2	5.2	0	0	0	0	4.7	26	14	35.0
2007	26	7	19	0	0	0	0	0	0	6	25	24	26.0
2008	34	15	8	8	0.4	0	0	0	2.4	4.8	16.7	20	34.0
2009	30	15	17	32	0	0	0	0	0	0	12	17	32.0
2010	20	30.1	12	0	13.2	0	0	0	0	0	0	20	30.1
2011	10	30	3	3	3	3	0	0	0	0	5	16.4	30.0
2012	22	28.5	12	3	0	0	0	0	0	7	19.5	18.2	28.5
2013	38	16.3	11	0	0	0	0	0	0	18	0	25	38.0
2014	26	18	4	2.5	0	0	0	0	0	11	7	11.2	26.0
2015	31	48.5	8	6	0	0	0	0	0	0	0	6	48.5
2016	18	29	0	0	0	0	0	0	15.5	0	6	9	29.0
2017	20.5	15.1	11	3	0	0	0	0	0	0	7	20.7	20.7
2018	34	18	4.5	7.5	0	0	0	0	2	10	23.5	26.5	34.0
2019	12.5	14.5	15.2	10	0	0	2	0	0	2	14	4	15.2
2020	27.5	25	10.2	8.5	0	0	0	0	8.5	9.2	8	19	27.5
2021	22	17	28	2	0	0	0	0	15	4.8	16.7	31	31.0
2022	20.5	13	10	1	0	0	0		0	0	0	29	29.0
2023	45.5	29	43	7.5	0	0	0	0	0	4	15	58	58.0

Precipitaciones maximas diarias.													
Estacion:		Talina						Latitud Sur:			21.7464		
Departamento:		Potosi						longitud Oeste:			65.8217		
Provincia:		Sud Chichas						Altitud (msnm):			3200		
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Pmax 24hrs
1981	34	3.9	22.9	25.5	0	0	0	20.9	0	5.3	7.1	25.5	34
1982	32.5	18.6	19.5	12.3	0	0	0	0	9.6	0	0.5	22	32.5
1983	18.5	9.2	7.5	0	0	0	0	0	14	3.7	0.5	10	18.5
1984	10.4	15.9	22.3	0	0	0	0	0	0	7.5	14.2	20	22.3
1985	36	21.1	13.5	14.7	0	0.9	0	0	0	0	13.5	19.3	36
1988	31.1	21	20	6.8	0	0	0	8.9	0		2.5	20.8	31.1
1989	5.7	3.5	12.5	4.5		0	0	0	0	0	8.4	23	23
1990	15	16	5.4	0	0	0	0	0	0	0	16.6	16.4	16.6
1991	19.3	17.3	11	5.2	0.9	0	0	7.6	4.2	6.9	6.5	24	24
1992	45	23	24	0	0	0	0	0	0	0	1.3	15	45
1993	32	22	12	0	0	0	0.5	0	0	11	0.4	48.00	48
1994	16	27	15	0	0	0	0	0	0.4	0.2	11	22.2	27
1995	31.1	21	20	6.8	0	0	0	8.9	6.5	0	16	8	31.1
1996	20	14	24	0	0.3	0	0	0.6	0.6	0	16	36	36
1997	30	21	19	0.9	0	0	0	0	0	0.7	17	12	30
1998	19	24	24	0.8	0	0	0	0	0	19	20	30	30
1999	11	17	30	0	0	0	0	0	10	11	3	19	30
2005	31.1	21	20	6.8	0	0	0	0	0	3	5.5	20	31.1
2006	22	26.6	32	8	10	0	0	0	0.4	20.5	7.4	14.4	32
2007	30.2	12	24.6	5.3	1	0	0	0	3	28	19	28.2	30.2
2008	21	19	9	6.8	0	0	0	8.9	6.5	11	17	25	25
2009	31.1	21	20	3.5	0	0	0	0	0.5	7.5	15	27	31.1
2010	24	39.5	11.9	3.2	3.2	0	0	0	0	1	3	21.7	39.5
2011	9.3	12.1	2.5	11	5	0	0	8.9	6.5	15.1	12	16	16
2012	31.1	21	20	6.8	0	0	0	0	0	3.5	18	22	31.1
2013	51	17	8	0	0	0	0	0	0	15.5	20.5	23.4	51
2014	25.6	25.5	0.3	4	0	0	0	0	0	11	9	9.5	25.6
2015	20	17	10.3	2	0	0	0	0	0	0.6	4.7	18	20
2016	20	19.2	0	0	0	0	0	0	18.5	0	1	19	20
2017	31.1	21	20	6.8	0	0	0	0	1	0	9	10	31.1
2018	44.8	26.5	4	8.3	0	0	0	8.9	6.5	15	21	28	44.8
2019	34.5	12	40.1	6.8	0	0	0	8.9	6.5	15.1	11	28.2	40.1

Precipitaciones maximas diarias.													
Estacion:		San Antonio de Esmoruco						Latitud Sur:			21.9517		
Departamento:		Potosi						longitud Oeste:			65.5194		
Provincia:		Sud Lipez						Altitud (msnm):			3701		
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Pmax24hrs
1980	11	12	10	6.2	0	0	0	0	0	0	0	3	12
1981	26	18	20	0	0	0	0	4	5	0	0	31.4	31.4
1982	10.4	16.7	16.4	0	0	2	0	2	3.2	5.1	4.3	5.2	16.7
1983	10.3	8.3	0	0	0	3.1	2.1	0	4.1	0	0	10.3	10.3
1984	35.4	28.2	5.2	0	0	0	4.1	4.1	2.1	4.3	3.2	11.3	35.4
1985	15	29.9	30.3	0	0	0	0	0	0	0.6	8.1	15.7	30.3
1986	8.5	8.1	7.8	0	0	0	0	0	0	0	4.2	31.2	31.2
1987	11.3	6.3	4.2	0	0	0	0	0	0	2.1	0	0	11.3
1988	4.1	5.3	28.1	6.4	0	0	0	0	0	0	0	0	28.1
1989	5	15.4	13.2	5.2	0	0	0	0	0	0	4.2	10.4	15.4
1990	6.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15.1	17	17
1991	23	24.4	21	0	0	0	0	0	0	1.2	15.1	4.3	24.4
1992	14.9	6.4	4.3	3.4	1.2	0	0	0	0	0	5.2	10.3	14.9
2005	19.4	15	15.2	3	0	0	0	10	2	1	10.2	19.9	19.9
2006	3.4	8.3	2.5	3.5	0	0	0	0	0	0	1.2	4.9	8.3
2007	16.3	16	7.2	0	0	0	0	0	0	0	8.5	5.2	16.3
2008	12.8	4.2	2.1	0	0	0	0	0	0	0	0	20.3	20.3
2009	4.3	8.1	2.1	0	0	0	0	0	0	0	1.2	0	8.1
2010	4.9	9	0	1.2	1.8	0	4.2	0	0	0	0	0	9
2011	8.5	8.8	2	0	1	0	0.1	0	1	0	0	10.2	10.2
2012	10.3	6.4	4	8	0	0	0	0	0	3.4	0	12.5	12.5
2013	20.2	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.1	20.2
2014	4.8	2.4	0.9	2.5	0	0	0	0	0	0	11.8	0	11.8
2015	6.4	10.2	4.2	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	10.2
2016	4.9	7.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.9
2017	14.5	4.6	7.9	0	0	0	0	0	2.5	0	0	4.2	14.5
2018	17.9	5.1	2.1	0	0	0	0	0	0	0	0	8.1	17.9
2019	4.9	4.2	0	0	0	0	0	0	0	0	4.2	4.3	4.9
2020	5	4.2	7.4	0	0	0	0	0	0	0	0	10.2	10.2
2021	4	2.4	0.5	0	0	0	0	0	0	1.1	7.6	15.7	15.7

Precipitaciones maximas diarias.													
Estacion:		Tupiza						Latitud Sur:			21.4383		
Departamento:		Potosi						longitud Oeste:			65.7153		
Provincia:		Sud Chichas						Altitud (msnm):			2923		
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Pmax24hrs
1950	66.4	27.5	4	1.9	1.1	0	2	0	0	17.2	0	15	66.4
1951	62.5	20	18.2	0	0		0	0	14.5	11.6	4	16	62.5
1952	24	19.5	10	0	0	2	0	0	22.5	0	14	22	24
1953	11	24	11	2	7	0	0	0	0	0.5	21.5	21.5	24
1954	7.5	37	25	8	0	0	0	0.5	0.5	0	33	21.7	37
1955	20.4	20.4	12.3	0	0	0	0	0	0	2.5	11.9	6.3	20.4
1956	28.4	6.1	4.5	0	0	0	0	0	0	0	26.5	18	28.4
1957	9	35	2	0	0	0	0	0	0	0	5	54	54
1958	40	4	13	0	0	0	0	0	0	19	8	9	40
1959	13	20	12	0	0	0	0	0	0	0	13	21	21
1960	40	27.5	13	3	0	0	0	0	0	0	0	9	40
1961	4	25	38	0	0	0	0	0	0	8	19	15	38
1962	11	20	5	14	0	0	0	0	0	0	10	50	50
1963	45	19	25	5	0	0	0	0	0	0	0	17	45
1964	20	19.5	11	0	0	0	0	0	0	5.5	7	27	27
1965	24	27	19	0	0	0	0	0	0	0	3	34	34
1966	14.5	38	8	3	0	0	0	0	0	0	41	52	52
1967	7	21	21	19	0	0	0	0	1	0	4	27	27
1968	37	25	7	1.5	0	0	0	0	0	0	0	27	37
1969	33	20	19	13	0	0	0	0	0	11.6	20.5	30	33
1974	19.6	29	12.2	8.8	0	0	0	1	2.2	0	10.5	23.4	29
1975	30.5	14.7	9	0.4	0	0	0	0	2.6	6	5.5	18.5	30.5
1976	17.5	16.5	12	0.1	0	0	0	0.5	4	0	7	11.5	17.5
1977	22.3	24	5.9	1.7	0	0	0	0.3	0.3	10.5	38	29.5	38
1978	37.5	24	15.3	2	0	0	0	1.2	0	0.8	21.2	18.5	37.5
1979	18	15.4	13.3	0	0	0	0	0	0	3.2	6.5	31.5	31.5
1980	20	33	13.5	0	0	0	0	0	0	1.9	2.5	31	33
1981	31	22	24.5	3.2	1	0	0	1	3.5	4.7	4	14.5	31
1982	19	12.8	30	26	0	0	0	0	4.5	5	4.6	8.7	30
1983	15	14.5	5.1	0	0	0	0	0	14.5	2.7	12	15.7	15.7
1984	26.5	16.2	9.8	8.9	0	0	0	1.3	0.7	12.8	16.7	22.2	26.5
1985	17.4	17	13	8.7	0	9.5	0	0	0	0.5	24.7	21.2	24.7
1986	8.7	13.2			0	0	0	0	0	4.5	4	19	19
1988	2.3	1.8	2.8	2.9	0	0	0	0	2	15	3		15
1989	19	6.5	2.4	8	0	0	0	0					19
1990	18.5	11	9	12	0	0	0	0	0	0	12	8	18.5
1991	20.1	13.1	5.2	2	0	0	0	0	5.4	8.2	9.5	16	20.1
1992	28.4	9.2	18.2	0	0	0	0.5	0	0	0.5	12.4	13	28.4
1993	24.4	26.2	24.5	3.2	0.1	0	0	10.5	0	8.1	4.5	38.5	38.5
1994	12.6	4.5	8.3	0	0	0	0	0	0	4.9	8.8	25.9	25.9
1995	17.3	19.4	20.6	0	0	0	0	0	29	0	4	12.4	29
1996	16.4	10.3	9.4	11.4	6.6	0	0	1	0.6	0	5.7	20.5	20.5

1997	20	18.6	22.5	3.5	0	0	0	0	8.8	0	11	14.5	22.5
1998	20	13.5	5	4.2	0	1.2	0	0	0	3.5	4.7	6.5	20
1999	21.4	7.4	16.5	1	0	0	0	0	4.7	0.5	0	7.8	21.4
2000	25.2	20.4	11.2	3.4	0	0	0	0	0	0	2.2	36.8	36.8
2001	12.8	24.6	20.5	2	0	0	0	0.5	0	0	3	14.5	24.6
2002	6.8	19.5	17.1	0	0	0	2.4	0	0	13.5	5.7	5.5	19.5
2003	15.2	9.2	27.5	0	0	0	0	0	0	4.5	0.3	8.5	27.5
2004	19.5	8.6	20	4.4	0	0	0	2.8	2.5	2.4	0	10.5	20
2005	21.2	26.2	5.6	0	0	0	0	0	0	6.5	8.2	15.2	26.2
2006	15.5	13.4	24.2	0.7	0.5	0	0	0	0	1.4	16.5	20	24.2
2007	44	4	34.3	0.2	0	0	0	0	0	23.2	17.2	24.2	44
2008	22.5	14.4	11	2.8	0	0	0	0	0	3.6	10.5	58	58
2009	15.5	30	6.8	4.9	0	0	0	0	0	0	3.2	21	30
2010	20	49.5	10	0.5	1	0	0	0	0	0	0	13.2	49.5
2011	12.2	25.2	17.2	2.6	5.3	0	0	0	0.2	6	3.5	16	25.2
2012	54	16.2	21.4	1.7	0.1	0	0	0	0.4	6.2	29.6	28	54
2013	48	17.3	9.8	0	0	0	0	0	0.6	8.4	5.1	42.5	48
2014	31.3	48	2.4	1.5	1	0	0	0.4	0	0.8	6.7	2	48
2015	28.4	17.4	12.3	9	0	0	0	0	28.3	0	0	6.2	28.4
2016	23.5	24.2	0	0	0	0	0	0	8.7	0	2.4	4.6	24.2
2017	20.5	10	8.4	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	8.3	10.5	20.5
2018	58.8	15.8	5	0.2	0	0	0.1	0	0	3	11	19.5	58.8
2019	11.7	10.5	22	2.5	0	0	2.3	0	0	0.4	18	12	22
2020	19	20.5	16	5.5	0	0	0	0	4.5	7	1	18.5	20.5
2021	30.2	10.2	18.5	4.3	0	0	0	0	1.5	0	18.5	43.4	43.4
2022	14.2	8	19	0	0	0	0	0	0	0	3	3	19
2023	17.2	13.5	22.2	7	0	0	0	0	0	4.5	5	53.4	53.4

Precipitaciones máximas diarias.													
Estación:		San Pablo de Lipez						Latitud Sur:		21.6833			
Departamento:		Potosi						longitud Oeste:		66.6167			
Provincia:		Sud Lipez						Altitud (msnm):		4256			
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Pmax24hrs
1977						0	0	0	0	0	0.5	19	19.0
1978	20	15	7	1	0	0	0	0	0	0	20	20.5	20.5
1979	30	5	9	0	0	0	0.5	0	0	0	0.9	24	30.0
1980	10	11	10	0	2	0	8.6	0	0	16.2	16.3	0	16.3
1981	30.9	31	10.8	9.1	2.5	0	0	5	0	0	5.2	14.4	31.0
1982	11	12	25	0	0	0.3	0	0	0	0		8	25.0
1983	12.6	14.6	7.8	0	2.1	10.2	5.4	0	21.6	11	2.1	13	21.6
1984	28.2	18.5	8.1	0	0	0	0	0	0	8.5	9.1	8.8	28.2
1985	25.5	20	6.2	2.7	0	12.2		0	0	0	25.5	17.5	25.5
1986	24.2	10	15.8	0	0	0	0	0	2.4	9.3	6.2	12	24.2
1987	15.2	12.4	12	2.1	0	0	0	0	0	2.1	6.1	16.3	16.3
1988	21	15	15.1	0	0	0	0	0	0.2	4.2	12.1	17.4	21.0
1989					0	0	0	0	0	0	0	16.4	16.4
1990	7.2	10	30	0	10	5	0	0	0	0	4.1	9.1	30.0
1991	24.6	20.7	10.1	0.5	0	0	0	0	0	0.4	5	8.5	24.6
1992	20	12.4	0.3	0	0	0	3	0	0	1	16.4	19.5	20.0
1993	23.3	7	16	0	0	0	0	17.3	2.3	10.5	0	5	23.3
1994	16.5	5.2	8.7	3.1	0	0	0	0	5	0	0.5	23.3	23.3
1995	23.3	16.5	15	2.9	2.9	7	7.5	8.7	0	0	0.7	18	23.3
1996	10.3	16.3	9	0	0	0	0	9	0	0	7	18.2	18.2
1997	26	27.9	18.6	2	0.1	0	0	0	4.9	5.7	5	8	27.9
1998	19	15	8	0	0	0	0	0	0	12	0	8	19.0
1999	10	20	22	0	0	0	2	0	0	0	0	2.5	22.0
2000	17.9	25.9	3	2.5	0	0	0	0	0	12	0	48.5	48.5
2001	27.5	26.5	13.5	3.2	5.8	0	0	0	0	0	3.5	35	35.0
2002	0.5	12.5	15.9	6	0	7	6	0.9	0	15.3	3.5	8.9	15.9
2003	30.8	6.5	16.4	0	4.5	0	0	0	0	0	3	13	30.8
2004	15.6	15	0	0	0	0	2	5.4	0	0	0	10.8	15.6
2005	30	20.3	7	0	0	0	0	0	6	0	5	15.5	30.0
2006	20.3	20.4	16	0	0	0	0	0	0	0	3.5	2	20.4
2007	18	15.5	6	0	0	0	0	0	5	0	5	15.5	18.0
2008	20.3	2.2	12	0	0	0	0	0	0	0	1	9	20.3
2009	10.5	8	19	3	0	0	0	0	1	0	13	20	20.0
2010	11.6	11	4	0	1.1	0	0	0	7	0	2	0	11.6
2011	15.1	20.1	24	0	0.8	0	15	0	0	0	0	15.8	24.0
2012	9.8	6.8	6.2	5	0	0	0	0	0	3	0	5.5	9.8
2013	18.5	9.5	4	0	1	0	0	0	0	0	0	14	18.5
2014	7	15	3	0	0	0	0	4	2.5	5	8	5	15.0
2015	15.1	4.1	5	4	3	0	0	0	0	0	0	0	15.1
2016	12	5	0	4	0	0	2	2.5	0	2	0	11	12.0
2017	10.3	7	10	0	4.5	14	0	0	0	0	0	6	14.0
2018	16	9	9	0	0	5.5	5.5	0	0	0	9.5	7.5	16.0

2019	10	7	4.5	10	0	2	3.5	0	0	0	4.5	5	10.0
2020	19	13.5	7	3	0	0	0	0	2.5	2.5	3.5	5	19.0
2021	10	5	5	0	0	0	7.5	8.7	10.8	8.1	12.8	24.3	24.3
2022	17	10.5	0.3	0	0	0	0		0	0	0	7.6	17.0
2023	6.2	2	9.5	0	0	0	0	0	0	0	24	8	24.0

Estación Tupiza				LEY NORMAL			LEY LOG NORMAL			LEY GUMBEL			LEY GAMMA DE 2 PARAMETROS				LEY LOG PEARSON DE III PARAMETROS		
P	m	P = X	P(x)=m/(n+1)	z = (X - X̄)/S	F(z)	A F(z) - P(x)	z = ln(x)-μ)/σ	F(z)	A F(z) - P(x)	z = (x-u)/a	F(z)	A F(z) - P(x)	ln(x)	Z = X/B	F(x)	A F(x) - P(x)	ln(x)	FCQ)	A F(x) - P(x)
18.5	1	18.50	0.0286	-1.008	0.1567	0.128	-1.155	0.1240	0.0954	-0.716	0.1292	0.1007	2.918	2.952	0.174	0.146	2.918	0.098	0.070
20.1	2	19.00	0.0571	-0.969	0.1662	0.109	-1.087	0.1384	0.0813	-0.666	0.1427	0.0856	2.944	3.032	0.188	0.130	2.944	0.118	0.061
28.4	3	19.50	0.0857	-0.931	0.1760	0.090	-1.021	0.1535	0.0678	-0.616	0.1569	0.0712	2.970	3.112	0.201	0.115	2.970	0.139	0.053
38.5	4	20.00	0.1143	-0.892	0.1863	0.072	-0.957	0.1693	0.0550	-0.567	0.1717	0.0574	2.996	3.192	0.215	0.101	2.996	0.160	0.046
25.9	5	20.00	0.1429	-0.892	0.1863	0.043	-0.957	0.1693	0.0264	-0.567	0.1717	0.0288	2.996	3.192	0.215	0.072	2.996	0.160	0.018
29	6	20.10	0.1714	-0.884	0.1883	0.017	-0.944	0.1725	0.0011	-0.557	0.1747	0.0033	3.001	3.208	0.218	0.046	3.001	0.165	0.006
20.5	7	20.50	0.2000	-0.853	0.1968	0.003	-0.894	0.1856	0.0144	-0.517	0.1870	0.0130	3.020	3.271	0.229	0.029	3.020	0.183	0.017
22.5	8	20.50	0.2286	-0.853	0.1968	0.032	-0.894	0.1856	0.0430	-0.517	0.1870	0.0416	3.020	3.271	0.229	0.001	3.020	0.183	0.045
20	9	20.50	0.2571	-0.853	0.1968	0.060	-0.894	0.1856	0.0715	-0.517	0.1870	0.0701	3.020	3.271	0.229	0.028	3.020	0.183	0.074
21.4	10	21.00	0.2857	-0.814	0.2078	0.078	-0.833	0.2024	0.0833	-0.467	0.2029	0.0828	3.045	3.351	0.244	0.042	3.045	0.207	0.079
36.8	11	21.40	0.3143	-0.783	0.2168	0.097	-0.785	0.2162	0.0981	-0.427	0.2159	0.0984	3.063	3.415	0.256	0.059	3.063	0.226	0.088
24.6	12	22.00	0.3429	-0.736	0.2307	0.112	-0.715	0.2374	0.1055	-0.367	0.2360	0.1069	3.091	3.511	0.273	0.069	3.091	0.255	0.087
19.5	13	22.50	0.3714	-0.698	0.2427	0.129	-0.658	0.2554	0.1160	-0.318	0.2531	0.1183	3.114	3.591	0.289	0.083	3.114	0.280	0.091
27.5	14	24.20	0.4000	-0.566	0.2858	0.114	-0.472	0.3183	0.0817	-0.148	0.3135	0.0865	3.186	3.862	0.341	0.059	3.186	0.363	0.037
20	15	24.20	0.4286	-0.566	0.2858	0.143	-0.472	0.3183	0.1102	-0.148	0.3135	0.1151	3.186	3.862	0.341	0.088	3.186	0.363	0.065
26.2	16	24.60	0.4571	-0.535	0.2965	0.161	-0.431	0.3333	0.1238	-0.109	0.3289	0.1291	3.203	3.926	0.353	0.104	3.203	0.382	0.075
24.2	17	25.20	0.4857	-0.488	0.3128	0.173	-0.369	0.3559	0.1298	-0.049	0.3499	0.1358	3.227	4.021	0.372	0.114	3.227	0.410	0.075
44	18	25.90	0.5143	-0.434	0.3323	0.182	-0.300	0.3822	0.1321	0.021	0.3756	0.1387	3.254	4.133	0.394	0.121	3.254	0.442	0.072
58	19	26.20	0.5429	-0.410	0.3408	0.202	-0.271	0.3934	0.1495	0.051	0.3866	0.1563	3.266	4.181	0.403	0.140	3.266	0.456	0.087
30	20	27.50	0.5714	-0.309	0.3785	0.193	-0.147	0.4414	0.1300	0.180	0.4339	0.1376	3.314	4.388	0.443	0.128	3.314	0.511	0.060
40.5	21	28.40	0.6000	-0.240	0.4053	0.195	-0.066	0.4739	0.1261	0.270	0.4661	0.1339	3.346	4.532	0.471	0.129	3.346	0.547	0.053
25.2	22	28.40	0.6286	-0.240	0.4053	0.223	-0.066	0.4739	0.1547	0.270	0.4661	0.1625	3.346	4.532	0.471	0.158	3.346	0.547	0.082
54	23	29.00	0.6571	-0.193	0.4235	0.234	-0.012	0.4951	0.1621	0.330	0.4872	0.1700	3.367	4.628	0.489	0.169	3.367	0.569	0.088
48	24	30.00	0.6857	-0.115	0.4541	0.232	0.074	0.5294	0.1563	0.429	0.5215	0.1642	3.401	4.787	0.518	0.168	3.401	0.605	0.081
48	25	36.80	0.7143	0.413	0.6601	0.054	0.593	0.7235	0.0092	1.106	0.7184	0.0041	3.605	5.873	0.695	0.020	3.605	0.782	0.068
28.4	26	38.50	0.7429	0.545	0.7070	0.036	0.708	0.7605	0.0177	1.276	0.7564	0.0135	3.651	6.144	0.731	0.012	3.651	0.812	0.069
24.2	27	43.40	0.7714	0.925	0.8225	0.051	1.013	0.8444	0.0729	1.764	0.8425	0.0710	3.770	6.905	0.818	0.047	3.770	0.876	0.105
20.5	28	44.00	0.8000	0.972	0.8344	0.034	1.048	0.8526	0.0526	1.823	0.8509	0.0509	3.784	7.022	0.827	0.027	3.784	0.882	0.082
58.8	29	48.00	0.8286	1.282	0.9001	0.072	1.269	0.8977	0.0892	2.222	0.8972	0.0887	3.871	7.660	0.878	0.049	3.871	0.915	0.087
22	30	48.00	0.8571	1.282	0.9001	0.043	1.269	0.8977	0.0406	2.222	0.8972	0.0401	3.871	7.660	0.878	0.021	3.871	0.915	0.058
20.5	31	49.50	0.8857	1.399	0.9191	0.033	1.347	0.9110	0.0253	2.371	0.9108	0.0251	3.902	7.899	0.893	0.007	3.902	0.925	0.039
43.4	32	53.40	0.9143	1.702	0.9556	0.041	1.540	0.9382	0.0239	2.759	0.9386	0.0244	3.978	8.522	0.926	0.011	3.978	0.944	0.030
19	33	54.80	0.9429	1.810	0.9649	0.022	1.606	0.9458	0.0030	2.899	0.9464	0.0035	4.004	8.745	0.935	0.008	4.004	0.950	0.007
53.4	34	58.00	0.9714	2.059	0.9802	0.009	1.750	0.9599	0.0115	3.218	0.9607	0.0107	4.060	9.256	0.952	0.019	4.060	0.960	0.011
				Δ _{max} = 0.234 Δ ₀ = 0.233			Δ _{max} = 0.162 Δ ₀ = 0.170			Δ _{max} = 0.170 Δ ₀ = 0.233			Δ _{max} = 0.169 Δ ₀ = 0.233				Δ _{max} = 0.105 Δ ₀ = 0.233		

Cálculo de la media y desviación estándar para los datos no agrupados

$$\bar{X} = 31.49$$
$$S = 12.88$$
$$n = 34.00$$

Cálculo del coeficiente de varianza

$$C_v = \mu = 0.41$$

Cálculo del parámetro de posición

$$\mu_y = 3.37$$

4.3. Cálculo del parámetro de escala

$$\sigma_y = 0.39$$

Cálculo del parámetro de posición

$$\mu = 25.69$$

Cálculo del parámetro de escala

$$\alpha = 10.04$$

Cálculo del promedio del logaritmo

$$\overline{Ln(x)} = 3.347$$

Cálculo de los parámetros de la distribución gamma

$$y = \ln(x) - \overline{Ln(x)} = 0.103$$

Cálculo del parámetro de forma

$$SI \ y < 0,577$$
$$y = \frac{0.500087 + 0.1648852y - 0.0544274y^2}{y} = 5.031$$
$$SI \ y > 0,577$$
$$y = \frac{8.898919 + 9.05995y - 0.9775373y^2}{y * (17.79728 + 11.968477y + y^2)} = 5.024$$

Cálculo del parámetro de de escala

$$\beta = \frac{x}{y} = \begin{matrix} 6.258 & SI \ y < 0,577 \\ 6.266 & SI \ y > 0,577 \end{matrix}$$

Cálculo del promedio del logaritmo

$$\overline{Ln(x)} = 3.347$$
$$Sxln(x) = 0.361$$
$$gxln(x) = 0.711$$

Cálculo de los parámetros método de los momentos

$$\beta = \left(\frac{2}{gx}\right)^2 = 7.91$$
$$\alpha = \sqrt{s_x^2/\beta} = 0.13$$
$$y = \frac{2}{\sqrt{\beta}} = 2.33$$
$$\xi = \bar{x} - \sqrt{s_x^2 * \beta} = 0.71$$

α * Z + u = P					
T (años)		LEY LOG NORMAL		LEY GUMBELL	
		Z	Pmax (mm)	Z	Pmax (mm)
2	0.500	0	29.14	0.3665	29.37
5	0.800	0.85	40.71	1.4999	40.75
10	0.900	1.29	48.40	2.2504	48.29
25	0.960	1.75	58.00	3.1985	57.81
50	0.980	2.06	65.53	3.9019	64.87
75	0.98667	2.22	69.78	4.3133	69.00
100	0.990	2.33	72.87	4.6001	71.88
200	0.9950	2.58	80.40	5.2958	78.87

LEY LOG PEARSON DE III PARAMETROS	
T (años)	Pmax (mm)
2	27.23
5	37.77
10	45.97
25	57.84
50	67.85
75	74.20
100	78.94
200	91.25

Periodo de retorno (Años)	LEY LOG NORMAL	LEY GUMBEL	LEY LOG PEARSON DE III PARAMETROS
	Precipitación (mm)		
2	29.14	29.37	27.23
5	40.71	40.75	37.77
10	48.40	48.29	45.97
25	58.00	57.81	57.84
50	65.53	64.87	67.85
75	69.78	69.00	74.20
100	72.87	71.88	78.94
200	80.40	78.87	91.25

Estación Chuquiago				LEY NORMAL			LEY LOG NORMAL			LEY GUMBEL			GAMMA DE 2 PARAMETROS				LOG PEARSON DE III PARAMETROS		
P	m	P = X	P(x)=m/(n+1)	z = (X- X̄)/S	F(z)	Δ F(z) - P(x)	z = (ln(x)- μy)/δy	F(z)	Δ F(z) - P(x)	z = (x-μ)/α	F(z)	Δ F(z) - P(x)	ln(x)	Z = X/β	F(x)	Δ F(x) - P(x)	ln(x)	FG(y)	Δ F(x) - P(x)
46.0	1	15.20	0.0500	-1.769	0.0385	0.012	-2.435	0.0074	0.0426	-1.691	0.0044	0.0456	2.721	5.719	0.012	0.038	2.721	0.005	0.045
35.0	2	20.70	0.1000	-1.208	0.1135	0.013	-1.388	0.0826	0.0174	-0.972	0.0711	0.0289	3.030	7.788	0.085	0.015	3.030	0.079	0.021
26.0	3	26.00	0.1500	-0.668	0.2521	0.102	-0.615	0.2693	0.1193	-0.279	0.2665	0.1165	3.258	9.782	0.254	0.104	3.258	0.274	0.124
34.0	4	26.00	0.2000	-0.668	0.2521	0.052	-0.615	0.2693	0.0693	-0.279	0.2665	0.0665	3.258	9.782	0.254	0.054	3.258	0.274	0.074
32.0	5	27.50	0.2500	-0.515	0.3033	0.053	-0.425	0.3356	0.0856	-0.083	0.3372	0.0872	3.314	10.347	0.316	0.066	3.314	0.342	0.092
30.1	6	28.50	0.3000	-0.413	0.3398	0.040	-0.303	0.3808	0.0808	0.047	0.3853	0.0853	3.350	10.723	0.360	0.060	3.350	0.388	0.088
30.0	7	29.00	0.3500	-0.362	0.3586	0.009	-0.245	0.4034	0.0534	0.113	0.4093	0.0593	3.367	10.911	0.382	0.032	3.367	0.411	0.061
28.5	8	29.00	0.4000	-0.362	0.3586	0.041	-0.245	0.4034	0.0034	0.113	0.4093	0.0093	3.367	10.911	0.382	0.018	3.367	0.411	0.011
38.0	9	30.00	0.4500	-0.260	0.3974	0.053	-0.130	0.4485	0.0015	0.243	0.4566	0.0066	3.401	11.287	0.426	0.024	3.401	0.457	0.007
26.0	10	30.10	0.5000	-0.250	0.4013	0.099	-0.118	0.4529	0.0471	0.257	0.4613	0.0387	3.405	11.325	0.431	0.069	3.405	0.461	0.039
48.5	11	31.00	0.5500	-0.158	0.4371	0.113	-0.018	0.4927	0.0573	0.374	0.5027	0.0473	3.434	11.664	0.471	0.079	3.434	0.501	0.049
29.0	12	32.00	0.6000	-0.056	0.4775	0.122	0.089	0.5356	0.0644	0.505	0.5469	0.0531	3.466	12.040	0.514	0.086	3.466	0.543	0.057
20.7	13	34.00	0.6500	0.148	0.5586	0.091	0.295	0.6160	0.0340	0.766	0.6283	0.0217	3.526	12.792	0.598	0.052	3.526	0.622	0.028
34.0	14	34.00	0.7000	0.148	0.5586	0.141	0.295	0.6160	0.0840	0.766	0.6283	0.0717	3.526	12.792	0.598	0.102	3.526	0.622	0.078
15.2	15	35.00	0.7500	0.249	0.5985	0.152	0.393	0.6529	0.0971	0.897	0.6651	0.0849	3.555	13.169	0.637	0.113	3.555	0.658	0.092
27.5	16	38.00	0.8000	0.555	0.7106	0.089	0.672	0.7493	0.0507	1.289	0.7592	0.0408	3.638	14.297	0.742	0.058	3.638	0.750	0.050
31.0	17	46.00	0.8500	1.371	0.9148	0.065	1.320	0.9066	0.0566	2.335	0.9077	0.0577	3.829	17.307	0.916	0.066	3.829	0.901	0.051
29.0	18	48.50	0.9000	1.626	0.9480	0.048	1.500	0.9331	0.0331	2.662	0.9326	0.0326	3.882	18.248	0.944	0.044	3.882	0.927	0.027
58.0	19	58.00	0.9500	2.594	0.9953	0.045	2.106	0.9824	0.0324	3.904	0.9800	0.0300	4.060	21.822	0.990	0.040	4.060	0.977	0.027
				Δmax = 0.152 Δσ = 0.312			Δmax = 0.119 Δσ = 0.312			Δmax = 0.116 Δσ = 0.312			Δmax = 0.113 Δσ = 0.312				Δmax = 0.124 Δσ = 0.312		

Cálculo de la media y desviación estándar para los datos no agrupados

$$\bar{x} = \frac{1}{n} * \sum x_i = 32.55$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x - \bar{x})^2} = 19.00$$

Cálculo del coeficiente de varianza

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}} = 0.30$$

Cálculo del parámetro de posición

$$\mu_y = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{x^2}{1 + Cv^2} \right) = 3.44$$

Cálculo del parámetro de escala

$$\sigma_y = \sqrt{\ln(1 + Cv^2)} = 0.29$$

Cálculo del parámetro de posición

$$\mu = \bar{x} - 0.45S_x = 28.14$$

Cálculo del parámetro de escala

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S_x = 7.65$$

Cálculo del promedio del logaritmo

$$\overline{\ln(x)} = 3.441$$

Cálculo de los parámetros de la distribución gamma

$$y = \ln(\bar{x}) - \overline{\ln(x)} = 0.041$$

Cálculo del parámetro de forma

$$SI \ y < 0.577$$

$$y = \frac{0.500087 + 0.1648852y - 0.0544274y^2}{y} = 12.247$$

$$SI \ y > 0.577$$

$$y = \frac{8.898919 + 9.05995y - 0.9775373y^2}{y * (17.79728 + 11.968477y + y^2)} = 12.248$$

Cálculo del parámetro de de escala

$$\beta = \frac{x}{y} = \begin{matrix} 2.658 \ SI \ y < 0.577 \\ 2.658 \ SI \ y > 0.577 \end{matrix}$$

Cálculo del promedio del logaritmo

$$\overline{\ln(x)} = 3.441$$

$$Sx \ln(x) = 0.297$$

$$gx \ln(x) = -0.163$$

Cálculo de los parámetros

método de los momentos

$$\beta = \left(\frac{2}{gx} \right)^2 = 151.23$$

$$\alpha = \sqrt{s_x^2 / \beta} = 0.02$$

$$\xi = \bar{x} - \sqrt{s_x^2 * \beta} = -0.21$$

$$y = \frac{2}{\sqrt{\beta}} = 0.16$$

T (años)	P(x) =1-1/T	LEY LOG NORMAL		LEY GUMBELL	
		Z	Pmax (mm)	Z	Pmax (mm)
2	0.500	0	31.17	0.3665	30.94
5	0.800	0.85	40.05	1.4999	39.61
10	0.900	1.29	45.59	2.2504	45.35
25	0.960	1.75	52.22	3.1985	52.60
50	0.980	2.06	57.21	3.9019	57.98
75	0.98667	2.22	59.98	4.3133	61.13
100	0.990	2.33	61.95	4.6001	63.33
200	0.9950	2.58	66.69	5.2958	68.65

LEY LOG PEARSON DE III PARAMETROS	
T (años)	Pmax (mm)
2	30.98
5	39.99
10	45.91
25	53.38
50	58.96
75	62.23
100	64.55
200	70.21

Estación San Pablo de Lipez				LEY NORMAL			LEY LOG NORMAL			LEY GUMBEL			LEY GAMMA DE 2 PARAMETROS				EY LOG PEARSON DE III PARAMETRO		
P	m	P = X	P(x)=m/(n+1)	z = (X- X)/S	F(z)	Δ F(z) - P(x)	z = (ln(x)- μ)/σ	F(z)	Δ F(z) - P(x)	z = (x-μ)/α	F(z)	Δ F(z) - P(x)	ln(x)	Z = X/ß	F(x)	Δ F(x) - P(x)	ln(x)	FG(y)	Δ F(x) - P(x)
30.0	1	9.8	0.0286	-1.454	0.0729	0.044	-1.971	0.0244	0.0042	-1.288	0.0266	0.0019	2.282	3.418	0.044	0.015	2.282	0.027	0.001
24.6	2	10.0	0.0571	-1.428	0.0766	0.019	-1.914	0.0278	0.0293	-1.255	0.0300	0.0272	2.303	3.487	0.048	0.009	2.303	0.031	0.026
20.0	3	10.0	0.0857	-1.428	0.0766	0.009	-1.914	0.0278	0.0579	-1.255	0.0300	0.0557	2.303	3.487	0.048	0.038	2.303	0.031	0.055
23.3	4	11.6	0.1143	-1.222	0.1109	0.003	-1.497	0.0671	0.0472	-0.990	0.0678	0.0465	2.451	4.045	0.090	0.025	2.451	0.073	0.042
23.3	5	12.0	0.1429	-1.170	0.1209	0.022	-1.402	0.0804	0.0624	-0.924	0.0805	0.0623	2.485	4.185	0.103	0.040	2.485	0.087	0.056
23.3	6	15.0	0.1714	-0.783	0.2167	0.045	-0.776	0.2189	0.0475	-0.427	0.2158	0.0444	2.708	5.231	0.228	0.057	2.708	0.229	0.057
18.2	7	15.1	0.2000	-0.770	0.2205	0.021	-0.757	0.2245	0.0245	-0.411	0.2213	0.0213	2.715	5.266	0.233	0.033	2.715	0.234	0.034
27.9	8	15.6	0.2286	-0.706	0.2401	0.012	-0.666	0.2528	0.0242	-0.328	0.2495	0.0209	2.747	5.440	0.258	0.030	2.747	0.263	0.034
19.0	9	15.9	0.2571	-0.667	0.2523	0.005	-0.612	0.2702	0.0130	-0.279	0.2668	0.0097	2.766	5.545	0.274	0.016	2.766	0.280	0.023
22.0	10	16.0	0.2857	-0.654	0.2565	0.029	-0.595	0.2760	0.0097	-0.262	0.2727	0.0130	2.773	5.580	0.279	0.007	2.773	0.286	0.000
48.5	11	17.0	0.3143	-0.525	0.2997	0.015	-0.425	0.3356	0.0213	-0.096	0.3324	0.0182	2.833	5.928	0.332	0.017	2.833	0.346	0.031
35.0	12	18.0	0.3429	-0.396	0.3460	0.003	-0.264	0.3959	0.0530	0.069	0.3932	0.0504	2.890	6.277	0.386	0.043	2.890	0.405	0.063
15.9	13	18.2	0.3714	-0.370	0.3555	0.016	-0.233	0.4079	0.0364	0.102	0.4054	0.0339	2.901	6.347	0.397	0.025	2.901	0.417	0.046
30.8	14	18.5	0.4000	-0.332	0.3701	0.030	-0.187	0.4258	0.0258	0.152	0.4235	0.0235	2.918	6.451	0.413	0.013	2.918	0.435	0.035
15.6	15	19.0	0.4286	-0.267	0.3947	0.034	-0.112	0.4553	0.0267	0.234	0.4534	0.0248	2.944	6.626	0.440	0.012	2.944	0.464	0.035
30.0	16	19.0	0.4571	-0.267	0.3947	0.062	-0.112	0.4553	0.0018	0.234	0.4534	0.0037	2.944	6.626	0.440	0.017	2.944	0.464	0.007
20.4	17	20.0	0.4857	-0.138	0.4451	0.041	0.032	0.5127	0.0269	0.400	0.5115	0.0258	2.996	6.975	0.494	0.008	2.996	0.520	0.035
18.0	18	20.0	0.5143	-0.138	0.4451	0.069	0.032	0.5127	0.0016	0.400	0.5115	0.0027	2.996	6.975	0.494	0.020	2.996	0.520	0.006
20.3	19	20.3	0.5429	-0.099	0.4604	0.082	0.074	0.5293	0.0136	0.450	0.5284	0.0144	3.011	7.079	0.510	0.033	3.011	0.537	0.006
20.0	20	20.4	0.5714	-0.087	0.4655	0.106	0.087	0.5348	0.0366	0.466	0.5340	0.0374	3.016	7.114	0.515	0.057	3.016	0.542	0.029
11.6	21	22.0	0.6000	0.120	0.5477	0.052	0.299	0.6176	0.0176	0.731	0.6179	0.0179	3.091	7.672	0.596	0.004	3.091	0.623	0.023
24.0	22	23.3	0.6286	0.288	0.6132	0.015	0.460	0.6774	0.0488	0.946	0.6782	0.0497	3.148	8.125	0.656	0.027	3.148	0.681	0.053
9.8	23	23.3	0.6571	0.288	0.6132	0.044	0.460	0.6774	0.0203	0.946	0.6782	0.0211	3.148	8.125	0.656	0.002	3.148	0.681	0.024
18.5	24	23.3	0.6857	0.288	0.6132	0.073	0.460	0.6774	0.0083	0.946	0.6782	0.0075	3.148	8.125	0.656	0.030	3.148	0.681	0.005
15.0	25	24.0	0.7143	0.378	0.6473	0.067	0.544	0.7066	0.0077	1.062	0.7077	0.0066	3.178	8.369	0.686	0.029	3.178	0.710	0.005
15.1	26	24.0	0.7429	0.378	0.6473	0.096	0.544	0.7066	0.0362	1.062	0.7077	0.0352	3.178	8.369	0.686	0.057	3.178	0.710	0.033
12.0	27	24.3	0.7714	0.417	0.6615	0.110	0.578	0.7185	0.0529	1.112	0.7196	0.0518	3.190	8.474	0.698	0.073	3.190	0.721	0.050
14.0	28	24.6	0.8000	0.455	0.6756	0.124	0.613	0.7300	0.0700	1.161	0.7312	0.0688	3.203	8.579	0.710	0.090	3.203	0.732	0.068
16.0	29	27.9	0.8286	0.881	0.8109	0.018	0.966	0.8330	0.0045	1.707	0.8341	0.0056	3.329	9.729	0.821	0.007	3.329	0.833	0.004
10.0	30	30.0	0.8571	1.152	0.8754	0.018	1.170	0.8790	0.0219	2.055	0.8798	0.0226	3.401	10.462	0.872	0.015	3.401	0.878	0.021
19.0	31	30.0	0.8857	1.152	0.8754	0.010	1.170	0.8790	0.0067	2.055	0.8798	0.0060	3.401	10.462	0.872	0.013	3.401	0.878	0.008
24.3	32	30.8	0.9143	1.255	0.8953	0.019	1.244	0.8932	0.0211	2.187	0.8938	0.0204	3.428	10.741	0.889	0.026	3.428	0.892	0.023
17.0	33	35.0	0.9429	1.797	0.9639	0.021	1.603	0.9455	0.0026	2.882	0.9455	0.0027	3.555	12.205	0.948	0.005	3.555	0.943	0.001
24.0	34	48.5	0.9714	3.539	0.9998	0.028	2.518	0.9941	0.0227	5.116	0.9940	0.0226	3.882	16.913	0.997	0.025	3.882	0.993	0.022

Cálculo de la media y desviación estándar para los datos no agrupados

$$\bar{x} = \frac{1}{n} * \sum x_i = 21.07$$
$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x - \bar{x})^2} = 7.75$$

n = 34.00

Cálculo del coeficiente de varianza

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}} = 0.37$$

Cálculo del parámetro de posición

$$\mu_y = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{\bar{x}^2}{1 + Cv^2} \right) = 2.98$$

Cálculo del parámetro de escala

$$\sigma_y = \sqrt{\ln(1 + Cv^2)} = 0.36$$

Cálculo del parámetro de posición

$$\mu = \bar{x} - 0.45S_x = 17.58$$

Cálculo del parámetro de escala

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S_x = 6.04$$

Cálculo del promedio del logaritmo

$$\overline{Ln(x)} = 2.978$$

Cálculo de los parámetros de la distribución gamma

$$y = \ln(\bar{x}) - \overline{Ln(x)} = 0.070$$

Cálculo del parámetro de forma

$$SI \ y < 0,577$$

$$\gamma = \frac{0,500087 + 0,1648852y - 0,0544274y^2}{y} = 7.350$$

$$SI \ y > 0,577$$

$$\gamma = \frac{8,898919 + 9,05995y - 0,9775373y^2}{y * (17,79728 + 11,968477y + y^2)} = 7.348$$

Cálculo del parámetro de de escala

$$\beta = \frac{x}{\gamma} = \begin{matrix} 2.867 & SI \ y < 0,577 \\ 2.868 & SI \ y > 0,577 \end{matrix}$$

Calculo del promedio del logaritmo

$$\overline{Ln(x)} = 2.978$$

$$Sx \ln(x) = 0.363$$

$$gx \ln(x) = -0.018$$

Calculo de los parámetros

método de los momentos

$$\beta = \left(\frac{2}{gx} \right)^2 = 12108.52$$

$$\alpha = \sqrt{s_x^2 / \beta} = 0.003$$

$$\xi = \bar{x} - \sqrt{s_x^2 * \beta} = -36.98$$

$$y = \frac{2}{\sqrt{\beta}} = 0.02$$

T (años)	P(x) = 1-1/T	LEY LOG NORMAL		LEY GUMBELL	
		Z	Pmax (mm)	Z	Pmax (mm)
2	0.500	0	19.78	0.3665	19.80
5	0.800	0.85	26.77	1.4999	26.65
10	0.900	1.29	31.31	2.2504	31.18
25	0.960	1.75	36.89	3.1985	36.91
50	0.980	2.06	41.19	3.9019	41.16
75	0.98667	2.22	43.61	4.3133	43.65
100	0.990	2.33	45.35	4.6001	45.38
200	0.9950	2.58	49.57	5.2958	49.58

LEY LOG PEARSON DE III PARAMETROS	
T (años)	Pmax (mm)
2	19.63
5	26.67
10	31.32
25	37.20
50	41.58
75	44.14
100	45.97
200	50.40

Estación Atocha				LEY NORMAL			LEY LOG NORMAL			LEY GUMBEL			LEY GAMMA DE 2 PARAMETROS				LEY LOG PEARSON DE III PARAMETRO		
P	m	P = X	P(x)=m/(n+1)	z = (X- $\bar{X}$)/S	F(z)	$\Delta \left \frac{F(z) - P(x)}{P(x)} \right $	z = (ln(x)- μ_y)/ $\hat{\sigma}_y$	F(z)	$\Delta \left \frac{F(z) - P(x)}{P(x)} \right $	z = (x- μ)/ α	F(z)	$\Delta \left \frac{F(z) - P(x)}{P(x)} \right $	ln(x)	Z = X/ β	F(x)	$\Delta \left \frac{F(x) - P(x)}{P(x)} \right $	ln(x)	FG(y)	$\Delta \left \frac{F(x) - P(x)}{P(x)} \right $
46.5	1	21.8	0.0625	-1.104	0.1348	0.072	-1.210	0.1132	0.0507	-0.839	0.0989	0.0364	3.082	4.002	0.242	0.180	3.082	0.066	0.004
22.7	2	22.7	0.1250	-1.003	0.1580	0.033	-1.063	0.1439	0.0189	-0.709	0.1310	0.0060	3.122	4.167	0.270	0.145	3.122	0.120	0.005
30.5	3	22.8	0.1875	-0.992	0.1607	0.027	-1.047	0.1475	0.0400	-0.695	0.1349	0.0526	3.127	4.185	0.273	0.086	3.127	0.126	0.061
26.5	4	24.6	0.2500	-0.789	0.2149	0.035	-0.772	0.2201	0.0299	-0.435	0.2132	0.0368	3.203	4.516	0.331	0.081	3.203	0.260	0.010
50.5	5	26.5	0.3125	-0.576	0.2823	0.030	-0.503	0.3076	0.0049	-0.162	0.3087	0.0038	3.277	4.864	0.393	0.081	3.277	0.405	0.093
45.5	6	26.5	0.3750	-0.576	0.2823	0.093	-0.503	0.3076	0.0674	-0.162	0.3087	0.0663	3.277	4.864	0.393	0.018	3.277	0.405	0.030
26.5	7	26.5	0.4375	-0.576	0.2823	0.155	-0.503	0.3076	0.1299	-0.162	0.3087	0.1288	3.277	4.864	0.393	0.044	3.277	0.405	0.032
24.6	8	26.5	0.5000	-0.576	0.2823	0.218	-0.503	0.3076	0.1924	-0.162	0.3087	0.1913	3.277	4.864	0.393	0.107	3.277	0.405	0.095
35.5	9	28.7	0.5625	-0.329	0.3712	0.191	-0.214	0.4154	0.1471	0.155	0.4248	0.1377	3.357	5.268	0.465	0.098	3.357	0.554	0.009
30.6	10	30.5	0.6250	-0.127	0.4496	0.175	0.007	0.5027	0.1223	0.415	0.5166	0.1084	3.418	5.599	0.522	0.103	3.418	0.652	0.027
30.5	11	30.5	0.6875	-0.127	0.4496	0.238	0.007	0.5027	0.1848	0.415	0.5166	0.1709	3.418	5.599	0.522	0.166	3.418	0.652	0.035
28.7	12	30.6	0.7500	-0.115	0.4541	0.296	0.019	0.5074	0.2426	0.429	0.5215	0.2285	3.421	5.617	0.525	0.225	3.421	0.657	0.093
22.8	13	35.5	0.8125	0.435	0.6683	0.144	0.557	0.7111	0.1014	1.135	0.7252	0.0873	3.570	6.517	0.664	0.148	3.570	0.829	0.016
26.5	14	45.5	0.8750	1.559	0.9405	0.065	1.455	0.9272	0.0522	2.576	0.9268	0.0518	3.818	8.352	0.858	0.017	3.818	0.956	0.081
26.5	15	46.5	0.9375	1.671	0.9526	0.015	1.534	0.9375	0.0000	2.720	0.9363	0.0012	3.839	8.536	0.871	0.067	3.839	0.961	0.024
				$\Delta_{max} = 0.296$ $\Delta_o = 0.351$			$\Delta_{max} = 0.243$ $\Delta_o = 0.351$			$\Delta_{max} = 0.228$ $\Delta_o = 0.351$			$\Delta_{max} = 0.225$ $\Delta_o = 0.351$				$\Delta_{max} = 0.095$ $\Delta_o = 0.351$		

Cálculo de la media y desviacion estandar para los datos no agrupados

$$\bar{x} = \frac{1}{n} * \sum x_i = 31.63$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x - \bar{x})^2} = 8.90$$

$$n = 15.00$$

Cálculo del coeficiente de varianza

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}} = 0.28$$

Cálculo del parámetro de posición

$$\mu_y = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{x^2}{1 + Cv^2} \right) = 3.42$$

Cálculo del parámetro de escala

$$\sigma_y = \sqrt{\ln(1 + Cv^2)} = 0.28$$

Cálculo del parámetro de posición

$$\mu = \bar{x} - 0.45S_x = 27.62$$

Cálculo del parámetro de escala

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S_x = 6.94$$

Cálculo del promedio del logaritmo

$$Ln(\bar{x}) = 3.365$$

Cálculo de los parámetros de la distribución gamma

$$y = \ln(\bar{x}) - Ln(\bar{x}) = 0.089$$

Cálculo del parámetro de forma

$$SI \quad y < 0,577$$

$$y = \frac{0,500087 + 0,1648852y - 0,0544274y^2}{y} = 5.810$$

$$y = \frac{8,898919 + 9,05995y - 0,9775373y^2}{y * (17,79728 + 11,968477y + y^2)} = 5.806$$

Cálculo del parámetro de de escala

$$\beta = \frac{x}{y} = \begin{matrix} 5.443 \text{ SI } y < 0,577 \\ 5.448 \text{ SI } y > 0,577 \end{matrix}$$

Cálculo del promedio del logaritmo

$$Ln(\bar{x}) = 3.365$$

$$Sxln(x) = 0.229$$

$$gxln(x) = 1.031$$

Cálculo de los parámetros método de los momentos

$$\beta = \left(\frac{2}{gx} \right)^2 = 3.76$$

$$\alpha = \sqrt{s_x^2 / \beta} = 0.12$$

$$\xi = \bar{x} - \sqrt{s_x^2 * \beta} = 2.92$$

$$y = \frac{2}{\sqrt{\beta}} = 1.03$$

T (años)	P(x) = 1-1/T	LEY LOG NORMAL		LEY GUMBELL	
		Z	Pmax (mm)	Z	Pmax (mm)
2	0.500	0	30.44	0.3665	30.16
5	0.800	0.85	38.50	1.4999	38.03
10	0.900	1.29	43.47	2.2504	43.24
25	0.960	1.75	49.36	3.1985	49.82
50	0.980	2.06	53.77	3.9019	54.70
75	0.98667	2.22	56.19	4.3133	57.56
100	0.990	2.33	57.93	4.6001	59.55
200	0.9950	2.58	62.07	5.2958	64.37

LEY LOG PEARSON DE III PARAMETROS	
T (años)	Pmax (mm)
2	27.85
5	34.40
10	39.35
25	46.28
50	51.96
75	55.49
100	58.09
200	64.73

Estación Talina				LEY NORMAL			LEY LOG NORMAL			LEY GUMBEL			LEY GAMMA DE 2 PARAMETROS				LEY LOG PEARSON DE III PARAMETROS		
P	m	P = X	P(x)=m/(n+1)	z = (X- X)/S	F(z)	$\Delta \left \frac{F(z)}{P(x)} \right $	$z = \frac{(\ln(x)-\mu y)/\sigma y}{\sigma y}$	F(z)	$\Delta \left \frac{F(z)}{P(x)} \right $	$z = (x-\mu)/\alpha$	F(z)	$\Delta \left \frac{F(z)}{P(x)} \right $	ln(x)	Z = X/ß	F(x)	$\Delta \left \frac{F(x)}{P(x)} \right $	ln(x)	FG(y)	$\Delta \left F(x) - P(x) \right $
31.1	1	16.0	0.0625	-1.595	0.0554	0.007	-2.088	0.0184	0.0441	-1.468	0.0130	0.0495	2.773	3.819	0.065	0.002	2.773	0.021	0.042
32	2	20.0	0.1250	-1.176	0.1198	0.005	-1.342	0.0899	0.0351	-0.931	0.0790	0.0460	2.996	4.774	0.157	0.032	2.996	0.105	0.020
30.2	3	20.0	0.1875	-1.176	0.1198	0.068	-1.342	0.0899	0.0976	-0.931	0.0790	0.1085	2.996	4.774	0.157	0.030	2.996	0.105	0.082
25	4	25.0	0.2500	-0.653	0.2569	0.007	-0.595	0.2758	0.0258	-0.260	0.2733	0.0233	3.219	5.967	0.322	0.072	3.219	0.312	0.062
31.1	5	25.6	0.3125	-0.590	0.2775	0.035	-0.516	0.3029	0.0096	-0.180	0.3021	0.0104	3.243	6.110	0.344	0.032	3.243	0.341	0.029
39.5	6	28.2	0.3750	-0.318	0.3752	0.000	-0.193	0.4236	0.0486	0.169	0.4298	0.0548	3.339	6.731	0.440	0.065	3.339	0.465	0.090
16	7	30.2	0.4375	-0.109	0.4567	0.019	0.036	0.5145	0.0770	0.438	0.5243	0.0868	3.408	7.208	0.513	0.075	3.408	0.554	0.117
31.1	8	31.1	0.5000	-0.015	0.4942	0.006	0.135	0.5535	0.0535	0.558	0.5643	0.0643	3.437	7.423	0.544	0.044	3.437	0.592	0.092
51	9	31.1	0.5625	-0.015	0.4942	0.068	0.135	0.5535	0.0090	0.558	0.5643	0.0018	3.437	7.423	0.544	0.018	3.437	0.592	0.029
25.6	10	31.1	0.6250	-0.015	0.4942	0.131	0.135	0.5535	0.0715	0.558	0.5643	0.0607	3.437	7.423	0.544	0.081	3.437	0.592	0.033
20	11	31.1	0.6875	-0.015	0.4942	0.193	0.135	0.5535	0.1340	0.558	0.5643	0.1232	3.437	7.423	0.544	0.143	3.437	0.592	0.096
20	12	32.0	0.7500	0.080	0.5317	0.218	0.230	0.5909	0.1591	0.679	0.6023	0.1477	3.466	7.638	0.575	0.175	3.466	0.627	0.123
31.1	13	39.5	0.8125	0.864	0.8063	0.006	0.934	0.8248	0.0123	1.686	0.8308	0.0183	3.676	9.428	0.785	0.028	3.676	0.840	0.028
44.8	14	44.8	0.8750	1.419	0.9220	0.047	1.355	0.9123	0.0373	2.397	0.9130	0.0380	3.802	10.693	0.878	0.003	3.802	0.917	0.042
40.1	15	51.0	0.9375	2.068	0.9807	0.043	1.788	0.9631	0.0256	3.229	0.9612	0.0237	3.932	12.173	0.942	0.005	3.932	0.963	0.025
				$\Delta_{max} =$	0.218		$\Delta_{max} =$	0.159		$\Delta_{max} =$	0.148		$\Delta_{max} =$	0.175		$\Delta_{max} =$	0.123		
				$\Delta_0 =$	0.351		$\Delta_0 =$	0.351		$\Delta_0 =$	0.351		$\Delta_0 =$	0.351		$\Delta_0 =$	0.351		

Cálculo de la media y desviación estándar para los datos no agrupados

$$\bar{x} = \frac{1}{n} * \sum x_i = 31.24$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x - \bar{x})^2} = 9.56$$

n = 15.00

Cálculo del coeficiente de varianza

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} = 0.31$$

Cálculo del parámetro de posición

$$\mu_y = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{\bar{x}^2}{1 + C_v^2} \right) = 3.40$$

Cálculo del parámetro de escala

$$\sigma_y = \sqrt{\ln(1 + C_v^2)} = 0.30$$

Cálculo del parámetro de posición

$$\mu = \bar{x} - 0.45S_x = 26.94$$

Cálculo del parámetro de escala

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S_x = 7.45$$

Cálculo del promedio del logaritmo

$$\ln(\bar{x}) = 3.373$$

Cálculo de los parámetros de la distribución gamma

$$y = \ln(\bar{x}) - \ln(\bar{x}) = 0.069$$

Cálculo del parámetro de forma

$$SI \quad y < 0.577$$

$$\gamma = \frac{0.500087 + 0.1648852y - 0.0544274y^2}{y} = 7.459$$

$$SI \quad y > 0.577 \quad y$$

$$\gamma = \frac{8.898919 + 9.05995y - 0.9775373y^2}{y * (17.79728 + 11.968477y + y^2)} = 7.456$$

Cálculo del parámetro de de escala

$$\beta = \frac{x}{\gamma} = \begin{matrix} 4.188 & SI & y < 0.577 \\ 4.190 & SI & y > 0.577 \end{matrix}$$

Cálculo del promedio del logaritmo

$$\ln(\bar{x}) = 3.373$$

$$Sx \ln(x) = 0.305$$

$$gx \ln(x) = -0.137$$

Cálculo de los parámetros método de los momentos

$$\beta = \left(\frac{2}{gx} \right)^2 = 213.92$$

$$\alpha = \sqrt{s_x^2 / \beta} = 0.02$$

$$\xi = \bar{x} - \sqrt{s_x^2 * \beta} = -1.09$$

$$y = \frac{2}{\sqrt{\beta}} = 0.14$$

T (años)	P(x) =1-1/T	LEY LOG NORMAL		LEY GUMBELL	
		Z	Pmax (mm)	Z	Pmax (mm)
2	0.500	0	29.87	0.3665	29.67
5	0.800	0.85	38.52	1.4999	38.12
10	0.900	1.29	43.94	2.2504	43.71
25	0.960	1.75	50.42	3.1985	50.77
50	0.980	2.06	55.32	3.9019	56.01
75	0.98667	2.22	58.03	4.3133	59.08
100	0.990	2.33	59.97	4.6001	61.21
200	0.9950	2.58	64.62	5.2958	66.40

LEY LOG PEARSON DE III PARAMETROS	
T (años)	Pmax (mm)
2	28.97
5	37.62
10	43.30
25	50.46
50	55.79
75	58.91
100	61.13
200	66.54

Estación San Antonio de Esmeruoco				LEY NORMAL			LEY LOG NORMAL			LEY GUMBEL			LEY GAMMA DE 2 PARAMETROS				LEY LOG PEARSON DE III PARAMETROS		
P	m	P = X	P(x)=m/(n+1)	z = (X - X)/S	F(z)	Δ F(z) - P(x)	z = (ln(x)-μy)/σy	F(z)	Δ F(z) - P(x)	z = (x-μ)/α	F(z)	Δ F(z) - P(x)	ln(x)	Z = X/ß	F(x)	Δ F(x) - P(x)	ln(x)	FG(y)	Δ F(x) - P(x)
19.9	1	4.9	0.0556	-1.634	0.0511	0.004	-2.449	0.0072	0.0484	-1.519	0.0104	0.0452	1.589	2.701	0.019	0.036	1.589	0.005	0.050
8.3	2	7.9	0.1111	-1.015	0.1550	0.044	-1.142	0.1268	0.0157	-0.725	0.1269	0.0158	2.067	4.355	0.145	0.034	2.067	0.151	0.040
16.3	3	8.1	0.1667	-0.974	0.1651	0.002	-1.073	0.1416	0.0251	-0.672	0.1412	0.0255	2.092	4.465	0.158	0.009	2.092	0.168	0.002
20.3	4	8.3	0.2222	-0.932	0.1755	0.047	-1.006	0.1571	0.0651	-0.619	0.1562	0.0660	2.116	4.575	0.172	0.050	2.116	0.186	0.036
8.1	5	9.0	0.2778	-0.788	0.2153	0.062	-0.785	0.2163	0.0615	-0.433	0.2138	0.0640	2.197	4.961	0.224	0.053	2.197	0.252	0.025
9	6	10.2	0.3333	-0.540	0.2945	0.039	-0.442	0.3291	0.0042	-0.116	0.3254	0.0080	2.322	5.623	0.324	0.009	2.322	0.370	0.036
10.2	7	10.2	0.3889	-0.540	0.2945	0.094	-0.442	0.3291	0.0598	-0.116	0.3254	0.0635	2.322	5.623	0.324	0.065	2.322	0.370	0.019
12.5	8	10.2	0.4444	-0.540	0.2945	0.150	-0.442	0.3291	0.1153	-0.116	0.3254	0.1191	2.322	5.623	0.324	0.120	2.322	0.370	0.075
20.2	9	11.8	0.5000	-0.210	0.4168	0.083	-0.044	0.4826	0.0174	0.308	0.4795	0.0205	2.468	6.505	0.464	0.036	2.468	0.515	0.015
11.8	10	12.5	0.5556	-0.066	0.4739	0.082	0.114	0.5454	0.0102	0.493	0.5429	0.0126	2.526	6.890	0.524	0.031	2.526	0.572	0.016
10.2	11	14.5	0.6111	0.347	0.6358	0.025	0.520	0.6985	0.0874	1.023	0.6979	0.0868	2.674	7.993	0.677	0.066	2.674	0.704	0.093
7.9	12	15.7	0.6667	0.595	0.7241	0.057	0.738	0.7697	0.1030	1.340	0.7697	0.1030	2.754	8.654	0.753	0.086	2.754	0.764	0.097
14.5	13	16.3	0.7222	0.719	0.7639	0.042	0.840	0.7997	0.0774	1.499	0.7990	0.0776	2.791	8.985	0.785	0.063	2.791	0.789	0.067
17.9	14	17.9	0.7778	1.049	0.8529	0.075	1.097	0.8636	0.0858	1.923	0.8640	0.0862	2.885	9.867	0.856	0.078	2.885	0.845	0.067
4.9	15	19.9	0.8333	1.462	0.9281	0.095	1.386	0.9172	0.0839	2.452	0.9175	0.0842	2.991	10.970	0.917	0.083	2.991	0.893	0.060
10.2	16	20.2	0.8889	1.524	0.9362	0.047	1.427	0.9233	0.0344	2.531	0.9235	0.0347	3.006	11.135	0.924	0.035	3.006	0.899	0.010
15.7	17	20.3	0.9444	1.544	0.9388	0.006	1.441	0.9252	0.0192	2.558	0.9255	0.0190	3.011	11.190	0.926	0.019	3.011	0.901	0.044
				Δmax = 0.150 Δo = 0.330			Δmax = 0.115 Δo = 0.330			Δmax = 0.119 Δo = 0.330			Δmax = 0.120 Δo = 0.330				Δmax = 0.097 Δo = 0.330		

Calculo de la media y desviación estándar para los datos no agrupados

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i = 12.82$$
$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x - \bar{x})^2} = 4.84$$

n = 17.00

Cálculo del coeficiente de varianza

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}} = 0.38$$

Cálculo del parámetro de posición

$$\mu_y = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{x^2}{1 + Cv^2} \right) = 2.48$$

Cálculo del parámetro de escala

$$\sigma_y = \sqrt{\ln(1 + Cv^2)} = 0.37$$

Cálculo del parámetro de posición

$$\mu = \bar{x} - 0.45S_x = 10.64$$

Cálculo del parámetro de escala

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S_x = 3.78$$

Cálculo del promedio del logaritmo

$$\overline{\ln(x)} = 2.478$$

Cálculo de los parámetros de la distribución gamma

$$y = \ln(\bar{x}) - \overline{\ln(x)} = 0.072$$

Cálculo del parámetro de forma

$$SI \ y < 0.577$$
$$\gamma = \frac{0.500087 + 0.1648852y - 0.0544274y^2}{y} = 7.068$$

$$SI \ y > 0.577$$
$$\gamma = \frac{8.898919 + 9.05995y - 0.9775373y^2}{y * (17.79728 + 11.968477y + y^2)} = 7.066$$

Cálculo del parámetro de de escala

$$\beta = \frac{x}{\gamma} = \begin{matrix} 1.813 & SI \ y < 0.577 \\ 1.814 & SI \ y > 0.577 \end{matrix}$$

Cálculo del promedio del logaritmo

$$\overline{\ln(x)} = 2.478$$

$$Sx \ln(x) = 0.403$$

$$gx \ln(x) = -0.383$$

Cálculo de los parámetros método de los momentos

$$\beta = \left(\frac{2}{gx} \right)^2 = 27.20$$

$$\alpha = \sqrt{s_x^2 / \beta} = 0.08$$

$$\xi = \bar{x} - \sqrt{s_x^2 * \beta} = 0.38$$

$$y = \frac{2}{\sqrt{\beta}} = 0.38$$

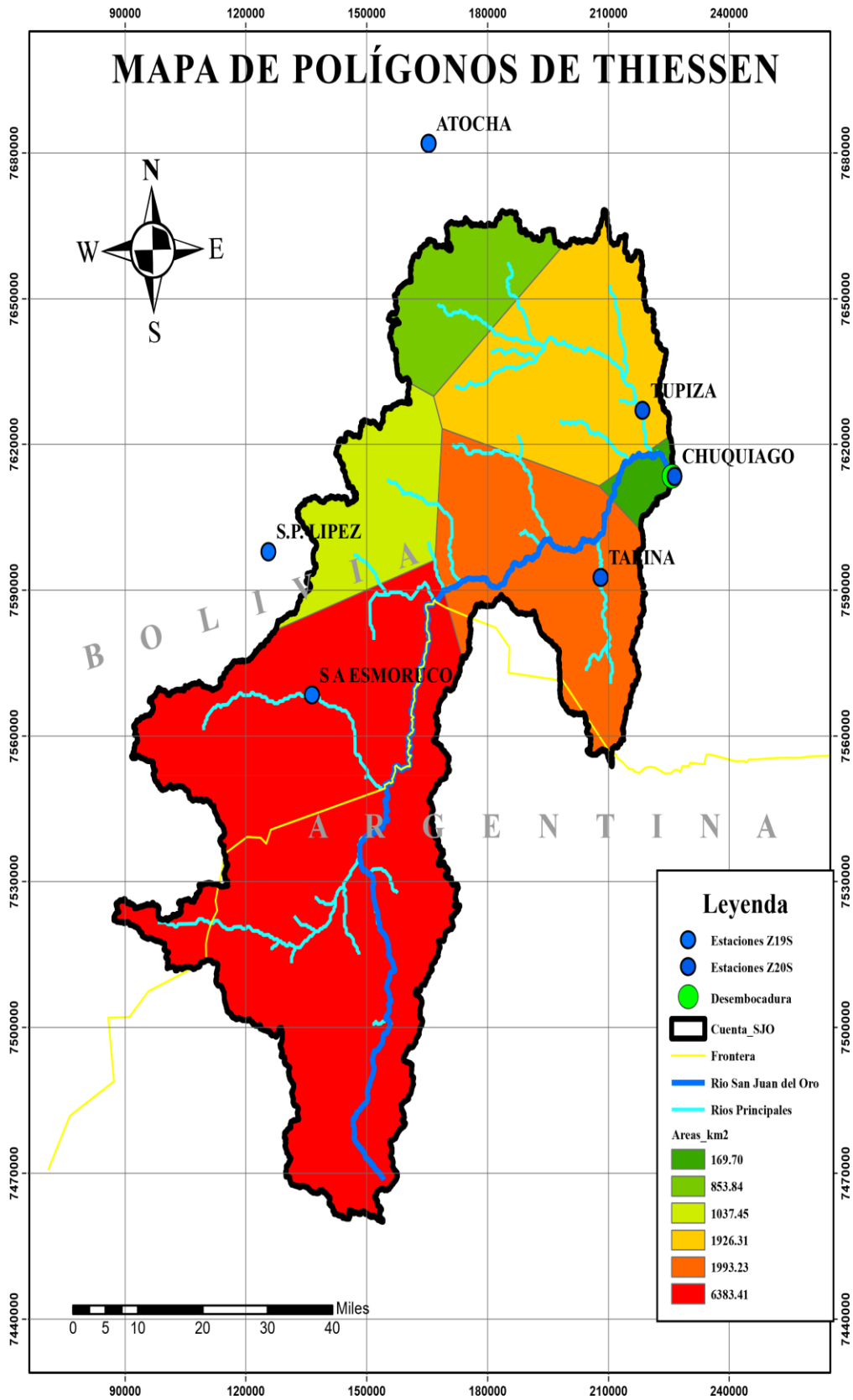
T (años)	P(x) =1-1/T	LEY LOG NORMAL		LEY GUMBELL	
		Z	Pmax (mm)	Z	Pmax (mm)
2	0.500	0	11.99	0.3665	12.02
5	0.800	0.85	16.36	1.4999	16.30
10	0.900	1.29	19.21	2.2504	19.14
25	0.960	1.75	22.73	3.1985	22.72
50	0.980	2.06	25.45	3.9019	25.38
75	0.98667	2.22	26.99	4.3133	26.93
100	0.990	2.33	28.09	4.6001	28.01
200	0.9950	2.58	30.78	5.2958	30.64

LEY LOG PEARSON DE III PARAMETROS	
T (años)	Pmax (mm)
2	11.62
5	16.57
10	20.25
25	25.38
75	29.55
50	32.13
100	34.03
200	38.86

Periodo de Retorno (T) AÑOS	ESTACIONES					
	TUPIZA	S.P. LIPEZ	ATOCHA	S.A. ESMORUCO	TALINA	CHUQUIAGO
2	28.41	19.66	30.16	12.02	28.93	30.94
5	39.10	26.63	38.03	16.30	37.11	39.61
10	46.19	31.25	43.24	19.14	42.52	45.35
25	55.13	37.08	49.82	22.72	49.37	52.60
50	61.77	41.41	54.70	25.38	54.44	57.98
75	65.65	43.94	57.56	26.93	57.41	61.13
100	68.36	45.70	59.55	28.01	59.48	63.33
200	74.93	49.98	64.37	30.64	64.51	68.65

Anexo C. Estimación de la precipitación máxima de la cuenca río San Juan del Oro.

Anexo C 1. Áreas de influencia de las estaciones en la cuenca (Polígonos de Thiessen).



Fuente: Elaboración propia

Anexo C 2. Precipitaciones máximas de la cuenca para distintos periodos de retorno.

Precipitación máxima de la cuenca en 24hr					T =	2 años
Estación	X	Y	Z	pmax24hr	Área Thie_km2	Pmax*Área
Tupiza	218558	7626900	2923	28.41	1,926.31	20393.25
S. P. de Lipez	746604	7600327	4256	19.66	1,037.45	5250.74
Atocha	789482	7682717	3700	30.16	853.84	25755.90
S.A. de Esmoruco	756189	7570448	3701	12.02	6,383.41	76740.98
Talina	208143	7592579	3200	28.93	1,993.23	54724.95
Chuquiago	226480	7613401	2841	30.94	169.70	57656.63
total =					12,194.24	240,522.45
Pmax (2 años) =						19.72 (mm)
Precipitación máxima de la cuenca en 24hr					T =	5 años
Estación	X	Y	Z	Pmax_24hrs	Área Thie_km2	Pmax*Área
Tupiza	218558	7626900	2923	39.10	1,926.31	75,328.23
S. P. de Lipez	746604	7600327	4256	26.63	1,037.45	27,626.74
Atocha	789482	7682717	3700	38.03	853.84	32,471.99
S.A. de Esmoruco	756189	7570448	3701	16.30	6,383.41	104,070.53
Talina	208143	7592579	3200	37.11	1,993.23	73,962.83
Chuquiago	226480	7613401	2841	39.61	169.70	6,722.00
total =					12,363.94	320,182.31
Pmax (5 años) =						25.90 (mm)
Precipitación máxima de la cuenca en 24hr					T =	10 años
Estación	X	Y	Z	Pmax_24hrs	Área Thie_km2	Pmax*Área
Tupiza	218558	7626900	2923	46.19	1,926.31	88,971.04
S.P. de Lipez	746604	7600327	4256	31.25	1,037.45	32,416.51
atocha	789482	7682717	3700	43.24	853.84	36,919.16
S.A. de Esmoruco	756189	7570448	3701	19.14	6,383.41	122,167.26
Talina	208143	7592579	3200	42.52	1,993.23	84,760.25
Chuquiago	226480	7613401	2841	45.35	169.70	7,696.22
total =					12,363.94	372,930.44
Pmax (10 años) =						30.16 (mm)
Precipitación máxima de la cuenca en 24hr					T =	25 años
Estación	X	Y	Z	Pmax_24hrs	Área Thie_km2	Pmax*Área
Tupiza	218558	7626900	2923	55.13	1926.31	106205.89
S.P. de Lipez	746604	7600327	4256	37.08	1037.45	38467.38
Atocha	789482	7682717	3700	49.82	853.84	42537.23
S.A. de Esmoruco	756189	7570448	3701	22.72	6383.41	145028.69
Talina	208143	7592579	3200	49.37	1993.23	98400.54
Chuquiago	226480	7613401	2841	52.60	169.70	8926.95
total =					12,363.94	439,566.68
Pmax (25 años) =						35.55 (mm)
Precipitación máxima de la cuenca en 24hr					T =	50 años
Estación	X	Y	Z	Pmax_24hrs	Área Thie_km2	Pmax*área
Tupiza	218558	7626900	2923	61.77	1,926.31	118,992.50
S.P. de Lipez	746604	7600327	4256	41.41	1,037.45	42,956.56
Atocha	789482	7682717	3700	54.70	853.84	46,705.31
S.A. de Esmoruco	756189	7570448	3701	25.38	6,383.41	161,989.70
Talina	208143	7592579	3200	54.44	1,993.23	108,520.34
Chuquiago	226480	7613401	2841	57.98	169.70	9,840.03
total =					12,363.94	489,004.43
Pmax (50 años) =						39.55
Precipitación máxima de la cuenca en 24hr					T =	75 años

Estación	X	Y	Z	pmax_24hrs	Área Thie_km2	Pmax*área
Tupiza	218558	7626900	2923	65.65	1,926.31	126,471.05
S.P. de Lipez	746604	7600327	4256	43.94	1,037.45	45,582.16
Atocha	789482	7682717	3700	57.56	853.84	49,143.11
S.A. de Esmoruco	756189	7570448	3701	26.93	6,383.41	171,909.74
Talina	208143	7592579	3200	57.41	1,993.23	114,439.14
Chuquiago	226480	7613401	2841	61.13	169.70	10,374.06
total =					12,363.94	517,919.26
Pmax (75 años) =						41.89
Precipitación máxima de la cuenca en 24hr					T =	100 años
Estación	X	Y	Z	Pmax_24hrs	Área Thie_km2	Pmax*área
Tupiza	218558	7626900	2923	45.70	1,926.31	88,034.38
S.P. de Lipez	746604	7600327	4256	63.33	1,037.45	65,697.15
Atocha	789482	7682717	3700	59.06	853.84	50,431.27
S.A. de Esmoruco	756189	7570448	3701	28.01	6,383.41	178,825.32
Talina	208143	7592579	3200	68.36	1,993.23	136,259.31
Chuquiago	226480	7613401	2841	59.48	169.70	10,094.44
total =					12,363.94	529,341.87
Pmax (100 años) =						42.81
Precipitación máxima de la cuenca en 24hr					T =	200 años
Estación	X	Y	Z	Pmax_24hrs	Área Thie_km2	Pmax*área
Tupiza	218558	7626900	2923	74.93	1926.31	144331.23
S.P. de Lipez	746604	7600327	4256	49.98	1037.45	51852.58
Atocha	789482	7682717	3700	64.37	853.84	54965.02
S.A. de Esmoruco	756189	7570448	3701	30.64	6383.41	195600.66
Talina	208143	7592579	3200	64.51	1993.23	128574.34
Chuquiago	226480	7613401	2841	68.65	169.70	11649.44
total =					12,363.94	586,973.27
Pmax (200 años) =						47.47
Periodo de retorno (T) años	Pmax (24hr) (mm)					
2	19.72					
5	25.90					
10	30.16					
25	35.55					
50	39.55					
75	41.89					
100	42.81					
200	47.47					

Fuente: Elaboración propia

Anexo C 3. Desagregación de la lluvia en intervalos de 60 min (método Dick y Peschke).

Modelo de Dick Peschke								
Duración (Minutos)	Precipitación en 24 horas (mm)							
	19.72	25.90	30.16	35.55	39.55	41.89	42.81	47.47
	Periodo de Retorno (Años)							
	2	5	10	25	50	75	100	200
Precipitación (mm)								
60	8.91	11.70	13.63	16.06	17.87	18.93	19.34	21.45
120	10.60	13.91	16.21	19.10	21.25	22.51	23.00	25.51
180	11.73	15.40	17.93	21.14	23.52	24.91	25.46	28.23
240	12.60	16.55	19.27	22.72	25.27	26.77	27.36	30.33
300	13.33	17.50	20.38	24.02	26.72	28.30	28.92	32.07
360	13.95	18.31	21.33	25.14	27.97	29.62	30.27	33.57
420	14.50	19.03	22.17	26.13	29.07	30.78	31.46	34.89
480	14.99	19.68	22.92	27.01	30.05	31.83	32.53	36.07
540	15.44	20.27	23.60	27.82	30.95	32.78	33.50	37.15
600	15.85	20.81	24.23	28.56	31.78	33.66	34.40	38.14
660	16.23	21.31	24.82	29.25	32.54	34.47	35.23	39.06
720	16.59	21.78	25.36	29.90	33.26	35.22	36.00	39.92
780	16.92	22.22	25.88	30.50	33.93	35.94	36.73	40.73
840	17.24	22.63	26.36	31.07	34.56	36.61	37.42	41.49
900	17.54	23.03	26.82	31.61	35.17	37.25	38.07	42.21
960	17.82	23.40	27.26	32.13	35.74	37.85	38.69	42.90
1020	18.10	23.76	27.67	32.62	36.28	38.43	39.28	43.55
1080	18.36	24.10	28.07	33.09	36.81	38.98	39.84	44.18
1140	18.61	24.43	28.45	33.54	37.31	39.51	40.38	44.78
1200	18.85	24.74	28.82	33.97	37.79	40.02	40.91	45.36
1260	19.08	25.05	29.17	34.39	38.25	40.51	41.41	45.92
1320	19.30	25.34	29.51	34.79	38.70	40.99	41.89	46.45
1380	19.52	25.62	29.84	35.18	39.13	41.45	42.36	46.97
1440	19.72	25.90	30.16	35.55	39.55	41.89	42.81	47.47

Fuente: Elaboración propia

$$P_D = P_{24h} \times \left(\frac{D}{1440}\right)^{0.25}$$

Donde:

P_D = precipitación máxima de duración D , en (mm)

P_{24h} = precipitación máxima de 24 horas, en (mm)

D = duración de la precipitación, en (horas)

Anexo C 4. Intensidad de precipitación.

Intensidad de Precipitación									
Duración (Horas)	Duración (min)	Periodo de retorno (años)							
		2.00	5.00	10.00	25.00	50.00	75.00	100.00	200.00
		Intensidad (mm/hr)							
1.00	60	8.91	11.70	13.63	16.06	17.87	18.93	19.34	21.45
2.00	120	5.30	6.96	8.10	9.55	10.63	11.25	11.50	12.75
3.00	180	3.91	5.13	5.98	7.05	7.84	8.30	8.49	9.41
4.00	240	3.15	4.14	4.82	5.68	6.32	6.69	6.84	7.58
5.00	300	2.67	3.50	4.08	4.80	5.34	5.66	5.78	6.41
6.00	360	2.32	3.05	3.55	4.19	4.66	4.94	5.05	5.59
7.00	420	2.07	2.72	3.17	3.73	4.15	4.40	4.49	4.98
8.00	480	1.87	2.46	2.86	3.38	3.76	3.98	4.07	4.51
9.00	540	1.72	2.25	2.62	3.09	3.44	3.64	3.72	4.13
10.00	600	1.58	2.08	2.42	2.86	3.18	3.37	3.44	3.81
11.00	660	1.48	1.94	2.26	2.66	2.96	3.13	3.20	3.55
12.00	720	1.38	1.81	2.11	2.49	2.77	2.94	3.00	3.33
13.00	780	1.30	1.71	1.99	2.35	2.61	2.76	2.83	3.13
14.00	840	1.23	1.62	1.88	2.22	2.47	2.61	2.67	2.96
15.00	900	1.17	1.54	1.79	2.11	2.34	2.48	2.54	2.81
16.00	960	1.11	1.46	1.70	2.01	2.23	2.37	2.42	2.68
17.00	1020	1.06	1.40	1.63	1.92	2.13	2.26	2.31	2.56
18.00	1080	1.02	1.34	1.56	1.84	2.04	2.17	2.21	2.45
19.00	1140	0.98	1.29	1.50	1.77	1.96	2.08	2.13	2.36
20.00	1200	0.94	1.24	1.44	1.70	1.89	2.00	2.05	2.27
21.00	1260	0.91	1.19	1.39	1.64	1.82	1.93	1.97	2.19
22.00	1320	0.88	1.15	1.34	1.58	1.76	1.86	1.90	2.11
23.00	1380	0.85	1.11	1.30	1.53	1.70	1.80	1.84	2.04
24.00	1440	0.82	1.08	1.26	1.48	1.65	1.75	1.78	1.98

Fuente: Elaboración propia

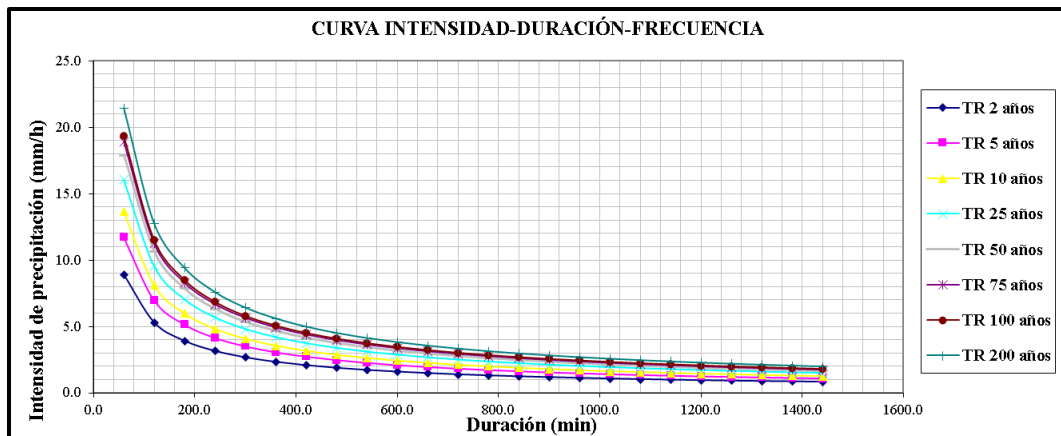
$$I = \frac{P_D}{D}$$

Donde:

P_D = precipitación máxima de duración D , (mm)

D = duración de la precipitación, (hr)

Anexo C 5. Curvas I-D-F.



Fuente: Elaboración propia

Anexo C 6. Análisis de regresión múltiple (ecuación de intensidad máxima).

Análisis de regresión múltiple					
Duración (min)	Tiempo de retorno(años)	Intensidad (mm/hr)	m	n	k
			0.1844	0.7500	182.8099
d	T	I	x3=Log(d)	x2=Log(T)	y=Log(I)
60	2.0	8.91	1.78	0.30	0.95
120	2.0	5.30	2.08	0.30	0.72
180	2.0	3.91	2.26	0.30	0.59
240	2.0	3.15	2.38	0.30	0.50
300	2.0	2.67	2.48	0.30	0.43
360	2.0	2.32	2.56	0.30	0.37
420	2.0	2.07	2.62	0.30	0.32
480	2.0	1.87	2.68	0.30	0.27
540	2.0	1.72	2.73	0.30	0.23
600	2.0	1.58	2.78	0.30	0.20
660	2.0	1.48	2.82	0.30	0.17
720	2.0	1.38	2.86	0.30	0.14
780	2.0	1.30	2.89	0.30	0.11
840	2.0	1.23	2.92	0.30	0.09
900	2.0	1.17	2.95	0.30	0.07
960	2.0	1.11	2.98	0.30	0.05
1020	2.0	1.06	3.01	0.30	0.03
1080	2.0	1.02	3.03	0.30	0.01
1140	2.0	0.98	3.06	0.30	-0.01
1200	2.0	0.94	3.08	0.30	-0.03
1260	2.0	0.91	3.10	0.30	-0.04
1320	2.0	0.88	3.12	0.30	-0.06
1380	2.0	0.85	3.14	0.30	-0.07
1440	2.0	0.82	3.16	0.30	-0.09

Fuente: Elaboración propia

$$I_{max} = \frac{K \times T^m}{D^n}$$

$$\log I_{max} = \log K \times T^m \times D^{-n}$$

$$\log I_{max} = \log K + \log T^m + \log D^{-n}$$

$$y = X_1 + mX_2 - nX_3$$

$$I_{max} = \frac{182.8099 \times T^{0.1844}}{D^{0.7500}}$$

Donde:

I_{max} = intensidad máxima de lluvia (mm/hr)

T = periodo de retorno (años)

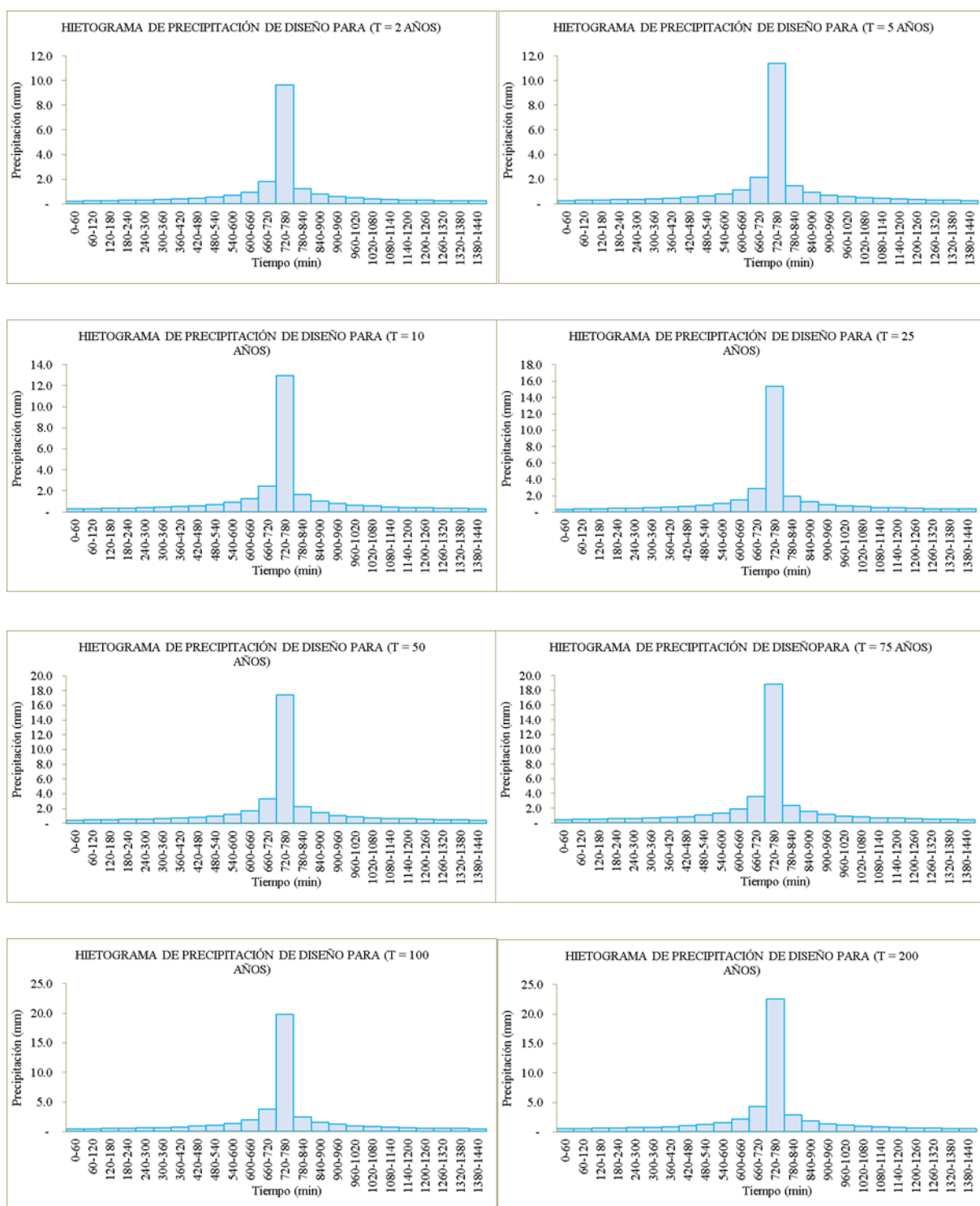
D = duración (min)

Anexo C 7. Cálculo de Hietograma de precipitación de diseño para (T años).

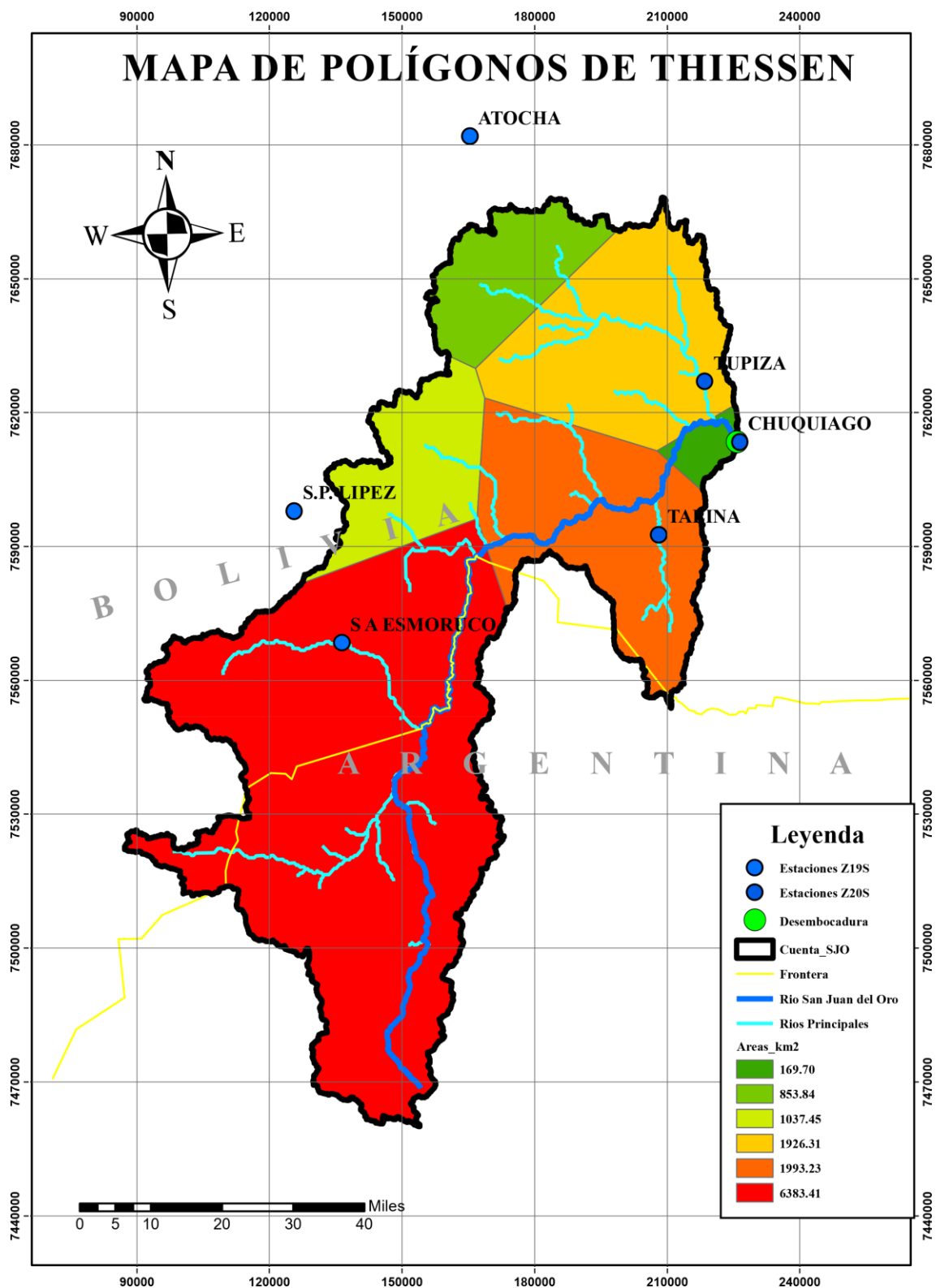
Hietograma de precipitación de diseño					
K =	182.810	$I = \frac{182.8099 \times T^{0.1844}}{D^{0.750}}$			
T =	2				
m =	0.1844				
n =	0.750				
Método del bloque alterno					
Duración	Intensidad	Profundidad acumulada	Profundidad incremental	Tiempo	Precipitación
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
60	9.636	9.636	9.636	0-60	0.226
120	5.729	11.459	1.823	60-120	0.241
180	4.227	12.681	1.222	120-180	0.260
240	3.407	13.627	0.946	180-240	0.282
300	2.882	14.409	0.782	240-300	0.308
360	2.513	15.081	0.672	300-360	0.342
420	2.239	15.673	0.593	360-420	0.386
480	2.026	16.205	0.532	420-480	0.445
540	1.854	16.690	0.484	480-540	0.532
600	1.714	17.135	0.445	540-600	0.672
660	1.595	17.548	0.413	600-660	0.946
720	1.495	17.934	0.386	660-720	1.823
780	1.407	18.297	0.362	720-780	9.636
840	1.331	18.639	0.342	780-840	1.222
900	1.264	18.963	0.324	840-900	0.782
960	1.204	19.272	0.308	900-960	0.593
1020	1.151	19.566	0.294	960-1020	0.484
1080	1.103	19.847	0.282	1020-1080	0.413
1140	1.059	20.118	0.270	1080-1140	0.362
1200	1.019	20.377	0.260	1140-1200	0.324
1260	0.982	20.627	0.250	1200-1260	0.294
1320	0.949	20.869	0.241	1260-1320	0.270
1380	0.917	21.102	0.233	1320-1380	0.250
1440	0.889	21.327	0.226	1380-1440	0.233

Fuente: Elaboración propia

Anexo C 8. Histogramas de precipitación de diseño para distintos periodos de retorno.



Fuente: Elaboración propia



Periodo de Retorno (T) AÑOS	ESTACIONES					
	TUPIZA	S.P. LIPEZ	ATOCHA	S.A. ESMORUCO	TALINA	CHUQUIAGO
2	28.41	19.66	30.16	12.02	28.93	30.94
5	39.10	26.63	38.03	16.30	37.11	39.61
10	46.19	31.25	43.24	19.14	42.52	45.35
25	55.13	37.08	49.82	22.72	49.37	52.60
50	61.77	41.41	54.70	25.38	54.44	57.98
75	65.65	43.94	57.56	26.93	57.41	61.13
100	68.36	45.70	59.55	28.01	59.48	63.33
200	74.93	49.98	64.37	30.64	64.51	68.65

PRECIPITACION MAXIMA DE LA CUENCA EN 24Hr						T = 2 años
ESTACION	X	Y	Z	Pmax_24hrs	AreasThie_km2	Pmax*Área
TUPIZA	218558	7626900	2923	28.41	1,926.31	20393.25
S. P. de LIPEZ	746604	7600327	4256	19.66	1,037.45	5250.74
ATOCHA	789482	7682717	3700	30.16	853.84	25755.90
S.A. de ESMORUCO	756189	7570448	3701	12.02	6,383.41	76740.98
TALINA	208143	7592579	3200	28.93	1,993.23	54724.95
CHUQUIAGO	226480	7613401	2841	30.94	169.70	57656.63
TOTAL =				12,194.24		240522.45
Pmax (2 años) =						19.72

PRECIPITACION MAXIMA DE LA CUENCA EN 24Hr						T = 5 años
ESTACION	X	Y	Z	Pmax_24hrs	ÁreasThie_km2	Pmax*Área
TUPIZA	218558	7626900	2923	39.10	1,926.31	75,328.23
S. P. de LIPEZ	746604	7600327	4256	26.63	1,037.45	27,626.74
ATOCHA	789482	7682717	3700	38.03	853.84	32,471.99
S.A. de ESMORUCO	756189	7570448	3701	16.30	6,383.41	104,070.53
TALINA	208143	7592579	3200	37.11	1,993.23	73,962.83
CHUQUIAGO	226480	7613401	2841	39.61	169.70	6,722.00
TOTAL =				12,363.94		320182.31
Pmax (2 años) =						25.90

PRECIPITACION MAXIMA DE LA CUENCA EN 24Hr						T = 10 años
ESTACION	X	Y	Z	Pmax_24hrs	AreasThie_km2	Pmax*Área
TUPIZA	218558	7626900	2923	46.19	1,926.31	88,971.04
S. P. de LIPEZ	746604	7600327	4256	31.25	1,037.45	32,416.51
ATOCHA	789482	7682717	3700	43.24	853.84	36,919.16
S.A. de ESMORUCO	756189	7570448	3701	19.14	6,383.41	122,167.26
TALINA	208143	7592579	3200	42.52	1,993.23	84,760.25
CHUQUIAGO	226480	7613401	2841	45.35	169.70	7,696.22
TOTAL =				12,363.94		372930.44
Pmax (2 años) =						30.16

PRECIPITACION MAXIMA DE LA CUENCA EN 24Hr					T = 25 años	
ESTACION	X	Y	Z	Pmax_24hrs	AreasThie_km2	Pmax*Área
TUPIZA	218558	7626900	2923	55.13	1926.31	106205.89
S. P. de LIPEZ	746604	7600327	4256	37.08	1037.45	38467.38
ATOCHA	789482	7682717	3700	49.82	853.84	42537.23
S.A. de ESMOF	756189	7570448	3701	22.72	6383.41	145028.69
TALINA	208143	7592579	3200	49.37	1993.23	98400.54
CHUQUIAGO	226480	7613401	2841	52.60	169.70	8926.95
TOTAL =					12,363.94	439566.68
Pmax (2 años) =						35.55

PRECIPITACION MAXIMA DE LA CUENCA EN 24Hr					T = 50 años	
ESTACION	X	Y	Z	Pmax_24hrs	AreasThie_km2	Pmax*Área
TUPIZA	218558	7626900	2923	0.00	1,926.31	0.00
S. P. de LIPEZ	746604	7600327	4256	0.00	1,037.45	0.00
ATOCHA	789482	7682717	3700	0.00	853.84	0.00
S.A. de ESMOF	756189	7570448	3701	0.00	6,383.41	0.00
TALINA	208143	7592579	3200	0.00	1,993.23	0.00
CHUQUIAGO	226480	7613401	2841	0.00	169.70	0.00
TOTAL =					12,363.94	0.00
Pmax (2 años) =						0.00

PRECIPITACION MAXIMA DE LA CUENCA EN 24Hr					T = 75 años	
ESTACION	X	Y	Z	Pmax_24hrs	AreasThie_km2	Pmax*Área
TUPIZA	218558	7626900	2923	65.65	1,926.31	126,471.05
S. P. de LIPEZ	746604	7600327	4256	43.94	1,037.45	45,582.16
ATOCHA	789482	7682717	3700	57.56	853.84	49,143.11
S.A. de ESMOF	756189	7570448	3701	26.93	6,383.41	171,909.74
TALINA	208143	7592579	3200	57.41	1,993.23	114,439.14
CHUQUIAGO	226480	7613401	2841	61.13	169.70	10,374.06
TOTAL =					12,363.94	517,919.26
Pmax (2 años) =						41.89

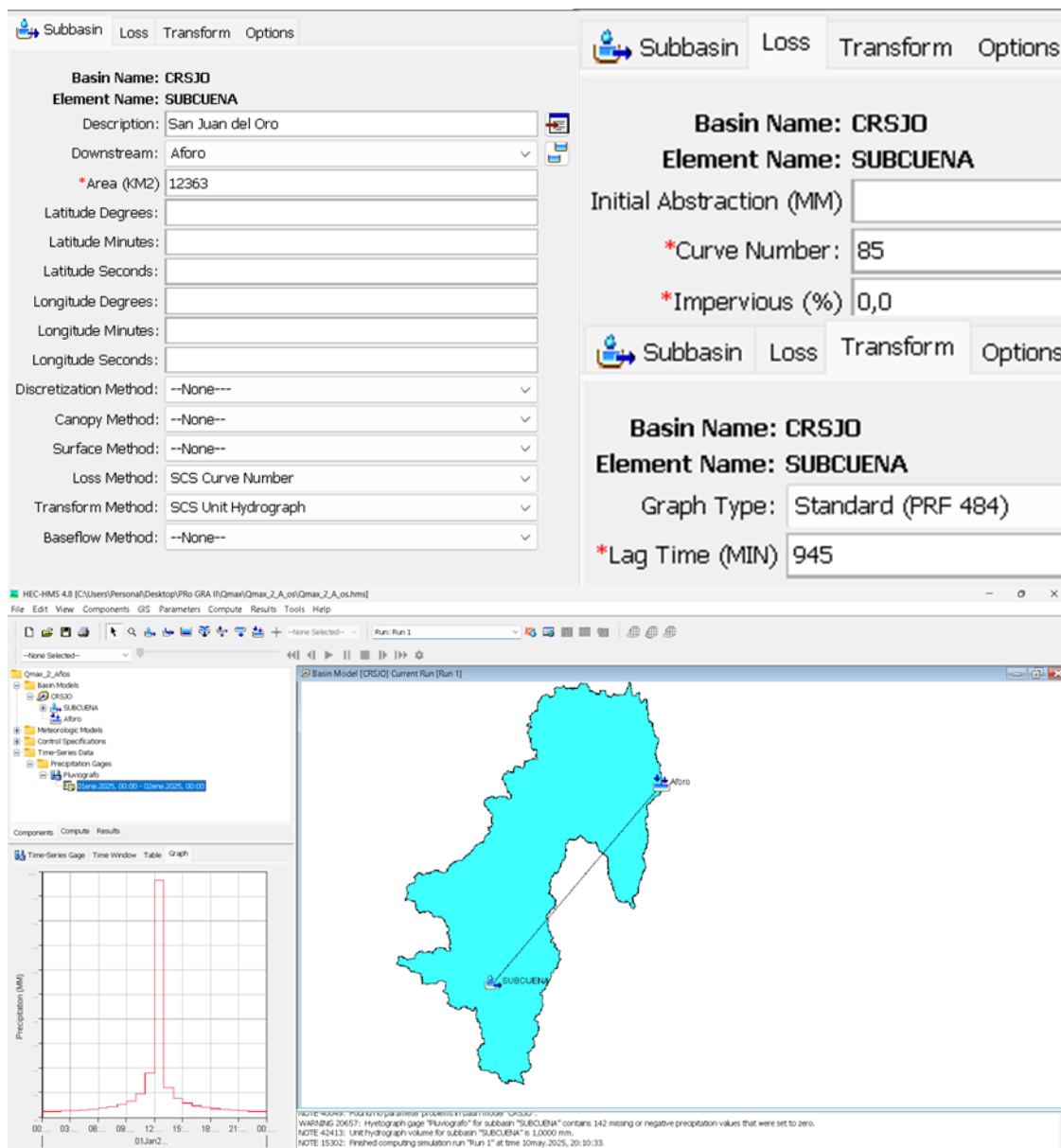
PRECIPITACION MAXIMA DE LA CUENCA EN 24Hr					T = 100 años	
ESTACION	X	Y	Z	Pmax_24hrs	AreasThie_km2	Pmax*Área
TUPIZA	218558	7626900	2923	45.70	1,926.31	88,034.38
S. P. de LIPEZ	746604	7600327	4256	63.33	1,037.45	65,697.15
ATOCHA	789482	7682717	3700	59.06	853.84	50,431.27
S.A. de ESMOF	756189	7570448	3701	28.01	6,383.41	178,825.32
TALINA	208143	7592579	3200	68.36	1,993.23	136,259.31
CHUQUIAGO	226480	7613401	2841	59.48	169.70	10,094.44
TOTAL =					12,363.94	529,341.87
Pmax (2 años) =						42.81

PRECIPITACION MAXIMA DE LA CUENCA EN 24Hr					T =	200 años
ESTACION	X	Y	Z	Pmax_24hrs	AreasThie_km2	Pmax*Área
TUPIZA	218558	7626900	2923	74.93	1926.31	144331.23
S. P. de LIPEZ	746604	7600327	4256	49.98	1037.45	51852.58
ATOCHA	789482	7682717	3700	64.37	853.84	54965.02
S.A. de ESMO	756189	7570448	3701	30.64	6383.41	195600.66
TALINA	208143	7592579	3200	64.51	1993.23	128574.34
CHUQUIAGO	226480	7613401	2841	68.65	169.70	11649.44
TOTAL =					12,363.94	586973.27
Pmax (2 años) =						47.47

Periodo de Retorno (T) AÑOS	Pmax (24hr) (mm)
2	19.72
5	25.90
10	30.16
25	35.55
50	0.00
75	41.89
100	42.81
200	47.47

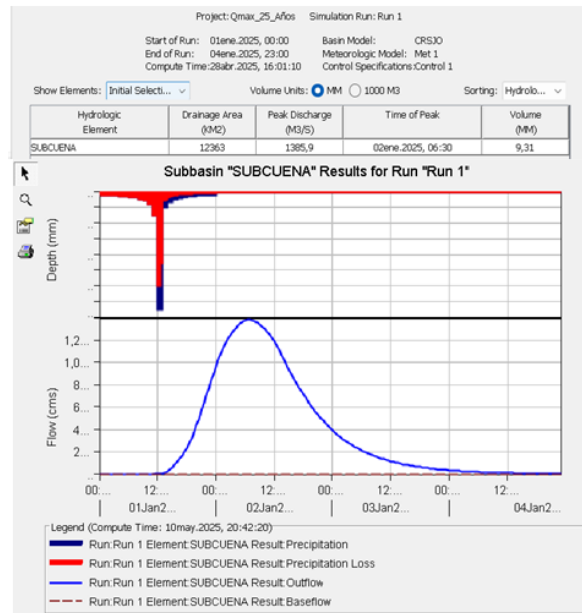
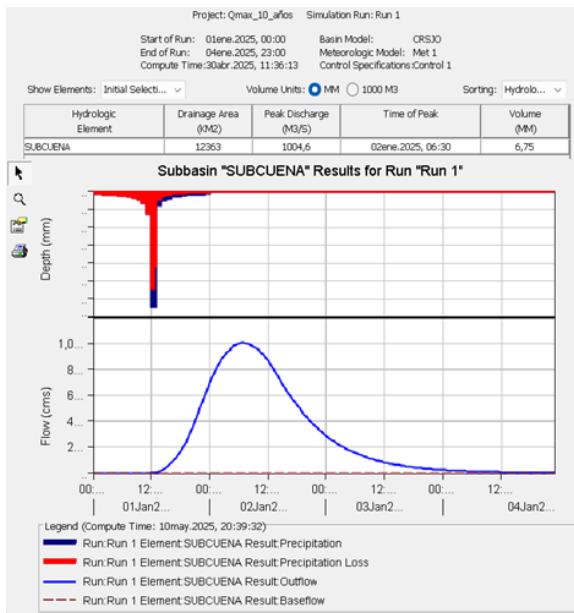
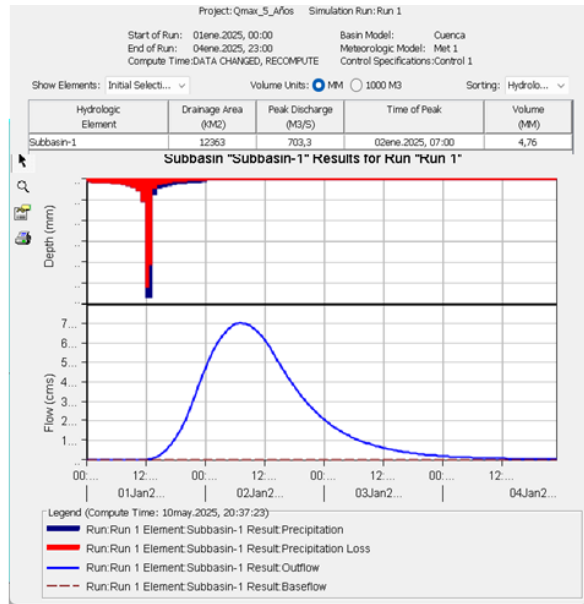
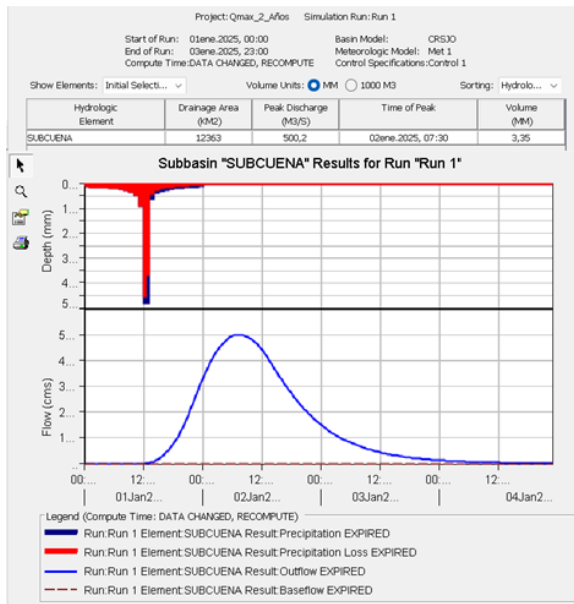
Anexo D. Estimación de caudales máximos en el modelo hidrológico HEC-HMS.

Anexo D 1. Ingreso de datos al modelo HEC-HMS.



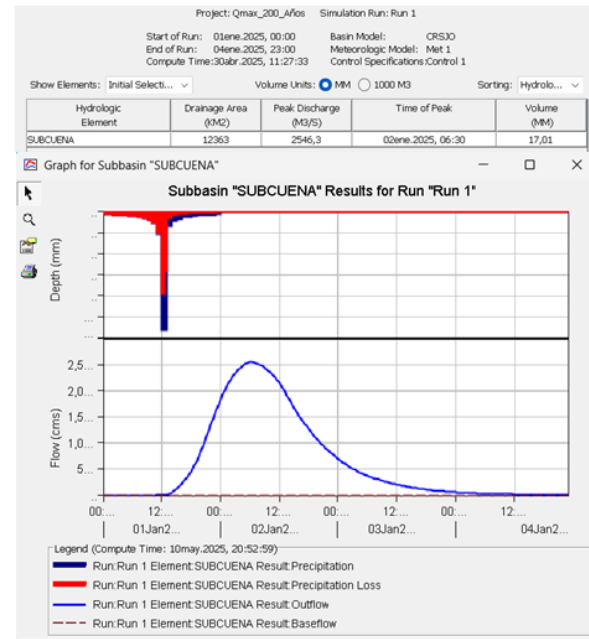
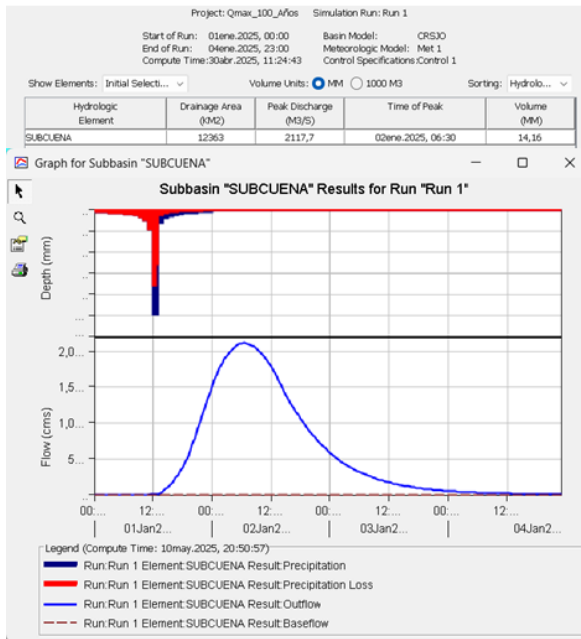
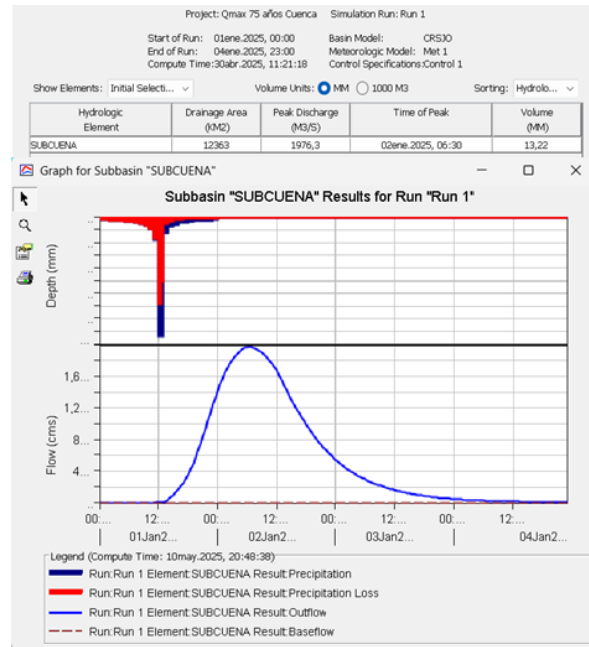
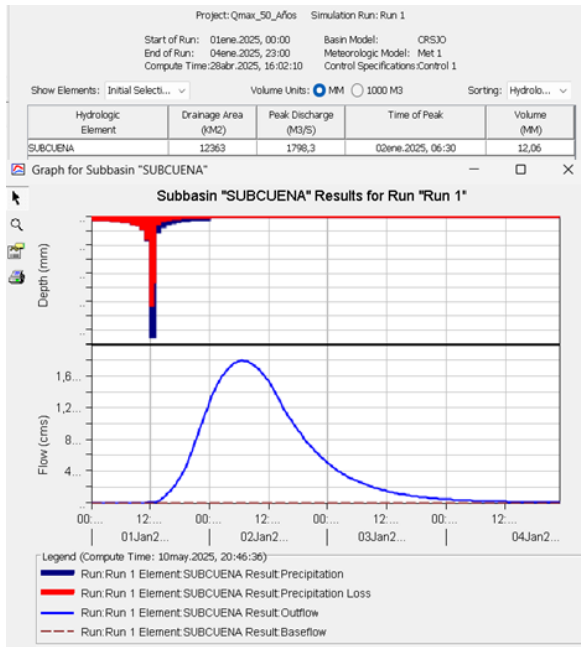
Fuente: Elaboración propia

Anexo D 2. Caudales máximos e Hidrogramas de crecidas para periodos de 2, 5, 10 y 25 años.



Fuente: Elaboración propia

Anexo D 3.Caudales máximos e Hidrogramas de crecidas para periodos de 50, 75 100 y 200.



Fuente: Elaboración propia

Anexo D 4. Caudales máximos instantáneos registrados en la estación hidrométrica Chuquiago.

Q =	28,698	H^	2,5337
Fecha	Hora	H (m)	Q (m3/s)
27/12/2005	8:00	2,0	166
01/2/2006	12:00	3,2	547
07/1/2007	12:00	4,1	1024
25/1/2008	18:00	3,6	737
17/12/2009	12:00	2,3	237
25/2/2010	8:00	4,0	962
11/2/2011	12:00	3,0	464
14/12/2012	8:00	1,8	127
21/1/2013	6:00	4,8	1527
27/1/2014	8:00	3,4	637
20/1/2015	8:00	2,6	308
13/1/2016	8:00	2,9	408
24/1/2017	6:00	2,4	269
31/1/2018	10:00	5,0	1694
5/1/2019	8:00	3,9	914
22/1/2020	8:00	2,7	362
25/1/2021	6:00	3,1	504
10/1/2022	8:00	3,5	686
30/12/2023	8:00	3,2	547
15/3/2024	8:00	3,0	445

Fuente: Elaboración propia (Oficina Técnica Nacional de los ríos Pilcomayo y Bermejo (OTN))

Anexo D 5. Caudales máximos instantáneos para diferente (T) método Gumbel.

T (Años)	F(z)	z	Q (m3/s)
2	0,500	0,350	553,75
5	0,800	1,380	891,81
10	0,900	2,100	1128,13
25	0,960	3,090	1453,07
50	0,980	4,000	1751,75
75	0,987	4,500	1915,86
100	0,990	5,000	2079,97
200	0,995	5,500	2244,08

Fuente: Elaboración propia

$\mu =$
 $\alpha =$

438,87
328,22

$Q = x = Z * \alpha + \mu$

Anexo D 6. Periodos de retorno de 3 eventos máximos de crecida instantánea (Gumbel).

Periodo de retorno para cada evento					
Evento 3	31/1/2018	Evento 2	21/1/2013	Evento 1	7/1/2007
Q m ³ /s =	1,693.68	Q m ³ /s =	1,527.26	Q m ³ /s =	1,024.38
z =	3.82	z =	3.32	z =	1.78
Fz =	0.98	Fz =	0.96	Fz =	0.85
T (años) =	46.24	T (años) =	28.17	T (años) =	6.47
T (años) =	47	T (años) =	29	T (años) =	7

Fuente: Elaboración propia

Anexo D 7. Pmax. de cada estación el día del evento.

ESTACIÓN	Precipitación Max 24 hr (mm)		
	ene-2007	ene-2013	ene-2018
TUPIZA	44,0	48,0	54,8
S. P. de LIPEZ	18,0	18,5	16,0
ATOCHA	30,5	35,5	26,5
S.A. de ESMORUCO	16,3	20,2	17,9
TALINA	30,2	51,0	44,8
CHUQUIAGO	26,0	38,0	34,0

Fuente: Elaboración propia

Anexo D 8. Precipitaciones máximas diaria en la cuenca para cada evento.

EVENTO 1						
PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE LA CUENCA EN 24Hr					T =	7 años
ESTACIÓN	X	Y	Z	Pmax24hr	ÁreasThie_km2	Pmax*Área
TUPIZA	218558	7626900	2923	44.00	1926.31	84757.64
S. P. de LIPEZ	746604	7600327	4256	18.00	1037.45	18674.10
ATOCHA	789482	7682717	3700	30.50	853.84	26042.12
S.A. de ESMORUCO	756189	7570448	3701	16.30	6383.41	104049.58
TALINA	208143	7592579	3200	30.20	1993.23	60195.55
CHUQUIAGO	226480	7613401	2841	26.00	169.70	4412.20
TOTAL =					12,363.94	298131.19
Pmax (7 años) =						24.11 (mm)
EVENTO 2						
PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE LA CUENCA EN 24Hr					T =	29 años
ESTACIÓN	X	Y	Z	Pmax_24hrs	ÁreasThie_km2	Pmax*Área
TUPIZA	218558	7626900	2923	48	1926.31	92462.88
S. P. de LIPEZ	746604	7600327	4256	18.5	1037.45	19192.83
ATOCHA	789482	7682717	3700	35.5	853.84	30311.32
S.A. de ESMORUCO	756189	7570448	3701	20.2	6383.41	128944.88
TALINA	208143	7592579	3200	51	1993.23	101654.73
CHUQUIAGO	226480	7613401	2841	38	169.70	6448.60
TOTAL =					12,363.94	379015.24
Pmax (29 años) =						30.65 (mm)

EVENTO 3						
PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE LA CUENCA EN 24Hr					T =	47 años
ESTACIÓN	X	Y	Z	Pmax_24hrs	ÁreasThie_km2	Pmax*Área
TUPIZA	218558	7626900	2923	54.80	1926.31	105561.79
S. P. de LIPEZ	746604	7600327	4256	16.00	1037.45	16599.20
ATOCHA	789482	7682717	3700	26.50	853.84	22626.76
S.A. de ESMORUCO	756189	7570448	3701	17.90	6383.41	114263.04
TALINA	208143	7592579	3200	44.80	1993.23	89296.70
CHUQUIAGO	226480	7613401	2841	34.00	169.70	5769.80
TOTAL =					12,363.94	354117.29
Pmax (47 años) =						28.64 (mm)
		Periodo de retorno (T) años	Pmax (24hr) (mm)			
		7	24.11			
		29	28.64			
		47	30.65			

Fuente: Elaboración propia

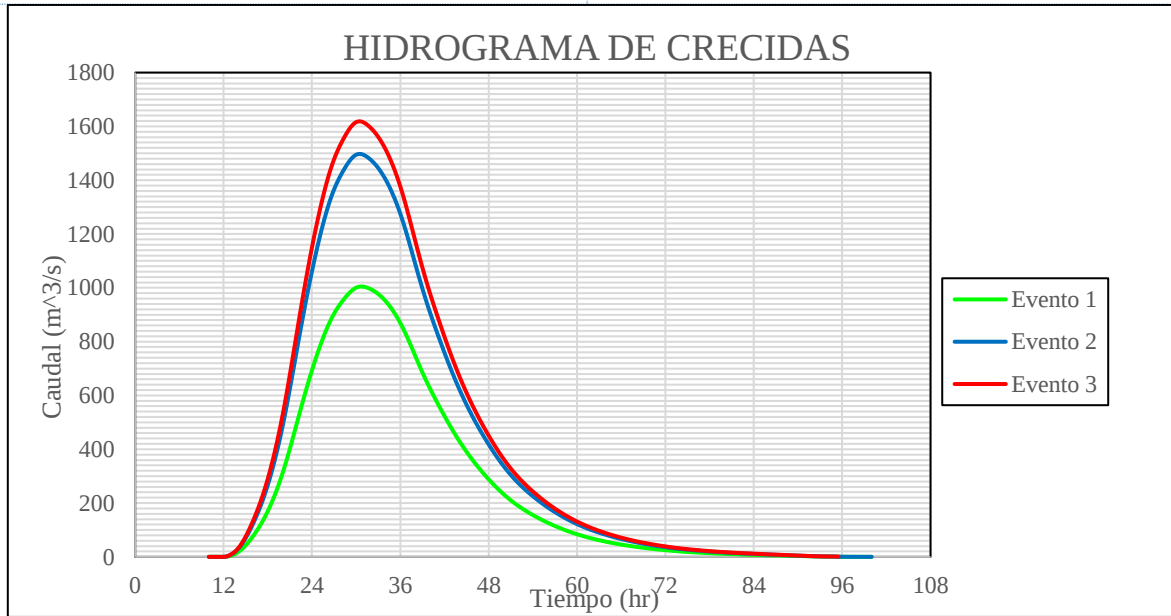
Anexo D 9. Hietogramas de precipitación de diseño para cada evento.

Hietogramas - Modelo Dyck -Peschke			
Duración (min)	Evento 1	Evento 2	Evento 3
60	0.31	0.37	0.39
120	0.34	0.40	0.42
180	0.36	0.43	0.45
240	0.39	0.46	0.49
300	0.43	0.51	0.54
360	0.48	0.56	0.59
420	0.54	0.63	0.67
480	0.62	0.73	0.77
540	0.74	0.87	0.93
600	0.93	1.10	1.17
660	1.32	1.55	1.64
720	2.54	3.00	3.17
780	13.40	15.83	16.76
840	1.70	2.01	2.13
900	1.09	1.28	1.36
960	0.82	0.97	1.03
1020	0.67	0.80	0.84
1080	0.57	0.68	0.72
1140	0.50	0.60	0.63
1200	0.45	0.53	0.56
1260	0.41	0.48	0.51
1320	0.38	0.44	0.47
1380	0.35	0.41	0.43
1440	0.32	0.38	0.41

Fuente: Elaboración propia

Anexo D 10. Caudales máximos para cada evento.

Evento	Q (m ³ /s)
1	1004.5
2	1497.7
3	1618.8



Fuente: Elaboración propia

Anexo D 11. Comparación de caudales estimados vs caudales instantáneos registrados.

T (Años)	Qmax (m ³ /s) Estimado con Hec-Hms	Qmax (m ³ /s) En la estación Chuquiago	Diferencia absoluta (m ³ /s)	Error relativo (%)
2	500.2	553.7	54	9.67
5	703.3	891.8	189	21.14
10	1004.6	1128.1	124	10.95
25	1385.9	1453.1	67	4.62
50	1798.3	1751.7	47	2.59
75	1976.3	1915.9	60	3.06
100	2117.7	2079.9	38	1.78
200	2546.3	2244.1	302	11.87

Evento	Fecha	Qmax (m ³ /s) registrado	Qmax (m ³ /s) modelado con HEC- HMS	Diferencia absoluta (m ³ /s)	Error relativo (%)
1	07/01/2007	1024	1005.0	19	1.89
2	21/01/2013	1527	1498.0	29	1.92
3	31/01/2018	1694	1618.0	76	4.47

Fuente: Elaboración propia

Lecturas Hidrométricas (m)					
Máx. de max	Trimestres				
Años	Trim.1	Trim.2	Trim.3	Trim.4	Total general
2005				2	2
2006	3.2	1.6	0.98	2.3	3.2
2007	4.1	0.5	0.3	3	4.1
2008	3.4				3.4
2009		1.3	0.68	2.3	2.3
2010	4	0.68	0.42	2.1	4
2011	3	2.3			3
2012			1.2	1.8	1.8
2013	4.8	0.74	0.82	2.05	4.8
2014	3.4	0.9	0.68	1.2	3.4
2015	2.55	1.51	1.15	1.38	2.55
2016	2.85	1.11	1	1.64	2.85
2017	2.42	1.67	1.03	1.53	2.42
2018	5	1.16	0.86	2.8	5
2019	3.92	1.17	0.82	1.26	3.92
2020	2.72	1.1	0.69	1.72	2.72
2021	3.1	1.18	0.83	2.95	3.1
2022	3.4	1.41	1.34	1.8	3.4
2023	2.4	1.32	1.18	3.2	3.2
2024	2.95	1.64	1		2.95
Total general	5	2.3	1.34	3.2	5

Q =	28.698	H ^{2.5337}
-----	--------	---------------------

Fecha	Hora	H (m)	Q (m3/s)
27/12/2005	8:00	2.0	166
1/2/2006	12:00	3.2	547
7/1/2007	12:00	4.1	1024
25/1/2008	18:00	3.6	737
17/12/2009	12:00	2.3	237
25/2/2010	8:00	4.0	962
11/2/2011	12:00	3.0	464
14/12/2012	8:00	1.8	127
21/1/2013	6:00	4.8	1527
27/1/2014	8:00	3.4	637
20/1/2015	8:00	2.6	308
13/1/2016	8:00	2.9	408
24/1/2017	6:00	2.4	269
31/1/2018	10:00	5.0	1694
5/1/2019	8:00	3.9	914
22/1/2020	8:00	2.7	362
25/1/2021	6:00	3.1	504
10/1/2022	8:00	3.5	686
30/12/2023	8:00	3.2	547
15/3/2024	8:00	3.0	445

datos

caudales registro

ORDENADO DE MENOR A MAYOR

166		127
547		166
1024		237
737		269
237		308
962		362
464		408
127		445
1527		464
637		504
308		547
408		547
269		637
1694		686
914		737
362		914
504		962
686		1024
547		1527
445		1694
n	20	20

$$P(x) = \frac{m}{n + 1}$$

2. Calculo de la media y desviacion estandar para los datos no agrupados

$$\bar{x} = \frac{1}{n} * \sum x_i = 628.30$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x - \bar{x})^2} = 420.96$$

3. Calculo de la variable estandarizada Z:

Usando la ecuacion:

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Se obtine la columna (4) de la tabla 2.1

4. Estimacion de parametros metodo de momentos

4.1. Calculo del coeficiente de varianza

$$cv = \frac{S}{\bar{X}} = 0.67$$

4.2. Calculo del parametro de posicion

$$\mu = \bar{x} - 0,45S_x = 438.87$$

4.3. Calculo del parametro de escala

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S_x = 328.22$$

5. Calculo de F(Z)=F(X)

$$F(z) = e^{-e^{-z}}$$

Usando la tabla de funcion de distribucion acumulada se obtiene la columna (5) de la la tabla 2.1

6. Calculo de $\Delta = \max |F(x) - P(x)|$

A partir de la las columnas (3) y (5) se obtiene los $\Delta = \max |F(x) - P(x)|$, la misma que se muestra en la columna (6).

Tabla 2.1

1	2	3	4		5	6
m	P = X	P(x)=m/(n+1)	z = (x-μ)/α		F(z)	Δ F(z) - P(x)
1	127.24	0.0476	-0.949	-0.950	0.0755	0.0278
2	166.18	0.0952	-0.831	-0.830	0.1007	0.0055
3	236.79	0.1429	-0.616	-0.620	0.1571	0.0142
4	269.35	0.1905	-0.516	-0.520	0.1871	0.0034
5	307.54	0.2381	-0.400	-0.400	0.2249	0.0132
6	362.18	0.2857	-0.234	-0.230	0.2827	0.0030
7	407.65	0.3333	-0.095	-0.100	0.3329	0.0004
8	444.88	0.3810	0.018	0.020	0.3746	0.0063
9	464.23	0.4286	0.077	0.080	0.3963	0.0323
10	504.45	0.4762	0.200	0.200	0.4409	0.0353
11	546.70	0.5238	0.329	0.330	0.4868	0.0370
12	546.70	0.5714	0.329	0.330	0.4868	0.0847
13	637.47	0.6190	0.605	0.610	0.5792	0.0398
14	686.05	0.6667	0.753	0.750	0.6244	0.0422
15	736.81	0.7143	0.908	0.910	0.6680	0.0463
16	914.24	0.7619	1.448	1.450	0.7906	0.0287
17	962.26	0.8095	1.595	1.590	0.8163	0.0068
18	1,024.38	0.8571	1.784	1.780	0.8454	0.0118
19	1,527.26	0.9048	3.316	3.320	0.9644	0.0596
20	1,693.68	0.9524	3.823	3.820	0.9784	0.0260

max

n = 20

7. Calculo de $\Delta = \Delta_{\max}$

$$\Delta = \max |F(x) - P(x)| = 0.0847$$

7. Calculo del Δo critico

$$\Delta o = 0.2940 \quad (\text{Tablas})$$

$$\text{formula } > 35 \\ 0.3041$$

8. Criterio de decision

como:

$$\Delta = 0.0847 < \Delta o = 0.2940$$

Se concluye que los datos de caudales se ajustan a la distribucion normal, con un nivel de significancia del 5%, o un

a) Caudal de diseno para un periodo de retorno de T años

$$T = 2 \text{ Años} \\ T = \frac{1}{1 - P(X \leq x)} = 0.36$$

$$P(X \leq x) = F(z) = 1 - \frac{1}{T} = 0.5000 \quad \text{igualar}$$

$$F(z) = e^{-e^{-z}} = 0.4943 \quad \text{ecuacion}$$

$$z = 0.350$$

$$Z = \frac{x - \mu}{\alpha} = \text{despejando el caudal}$$

$$\mu = 438.87$$

$$\alpha = 328.22$$

$$x = 553.75 \text{ m}^3/\text{s}$$

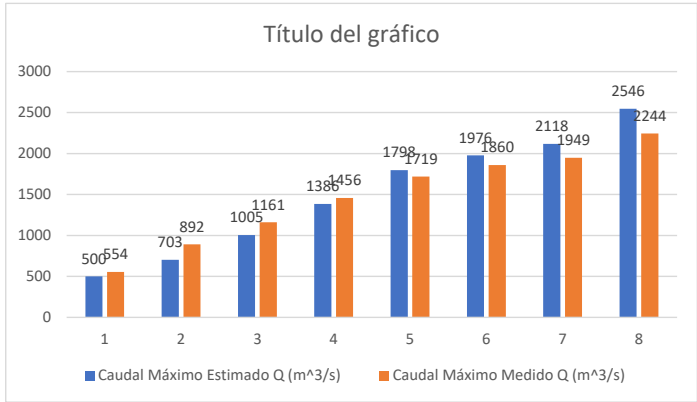
T (Años)	F(z)	z	Q (m3/s)
2	0.500	0.350	553.75
5	0.800	1.380	891.81
10	0.900	2.200	1160.95
25	0.960	3.100	1456.35
50	0.980	3.900	1718.93
75	0.987	4.330	1860.06
100	0.990	4.600	1948.68
200	0.995	5.500	2244.08

Periodo de retorno para cada evento					
Evento 3	2018	Evento 2	2013	Evento 1	2007
Q =	1,693.68	Q =	1,527.26	Q =	1,024.38
Z =	3.82	Z =	3.32	Z =	1.78
Fz =	0.98	Fz =	0.96	Fz =	0.84
T =	46.08	T =	28.16	T =	6.44
	47		29		7

Periodo de Retorno (Años)	Caudal Máximo Estimado Q (m ³ /s)	Caudal Máximo Medido Q (m ³ /s)	Diferencia absoluta (m ³ /s)	Error relativo (%)
2	500	554	54	9.67
5	703	892	189	21.14
10	1005	1161	156	13.47
25	1386	1456	70	4.84
50	1798	1719	79	4.62
75	1976	1860	116	6.25
100	2118	1949	169	8.67
200	2546	2244	302	13.47

100

100



Periodo de Retorno (Años)	Caudal Máximo Estimado Q (m ³ /s)	Caudal Máximo Medido Q (m ³ /s)	Diferencia absoluta (m ³ /s)	Error relativo (%)
7	1005	1024	20	1.94
29	1498	1527	30	1.94
47	1619	1694	75	4.42

Global Summary Results for Run "Run 1"

Project: Qmax_2_Años

Simulation Run: Run 1

Start of Run: 01ene.2025, 00:00

End of Run: 04ene.2025, 23:00

Compute Time: DATA CHANGED, RECOMPUTE

Basin Model: CRS30

Meteorologic Model: Met 1

Control Specifications: Control 1

Show Elements: Initial Select...

Volume Units: ☒ MM ☐ 1000 M3

Sorting: Hydrolo...

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
SUBCUENA	12363	500,2	02ene.2025, 07:30	3,35

Global Summary Results for Run "Run 1"

Project: Qmax_5_Años

Simulation Run: Run 1

Start of Run: 01ene.2025, 00:00

End of Run: 04ene.2025, 23:00

Compute Time: DATA CHANGED, RECOMPUTE

Basin Model: Cuenca

Meteorologic Model: Met 1

Control Specifications: Control 1

Show Elements: Initial Select...

Volume Units: ☒ MM ☐ 1000 M3

Sorting: Hydrolo...

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subbasin-1	12363	703,3	02ene.2025, 07:00	4,76

Global Summary Results for Run "Run 1"

Project: Qmax_25_Años

Simulation Run: Run 1

Start of Run: 01ene.2025, 00:00

End of Run: 04ene.2025, 23:00

Compute Time: 28abr.2025, 16:01:10

Basin Model: CRS30

Meteorologic Model: Met 1

Control Specifications: Control 1

Show Elements: Initial Select...

Volume Units: ☒ MM ☐ 1000 M3

Sorting: Hydrolo...

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
SUBCUENA	12363	1385,9	02ene.2025, 06:30	9,31

Global Summary Results for Run "Run 1"

Project: Qmax_100_Años

Simulation Run: Run 1

Start of Run: 01ene.2025, 00:00

End of Run: 04ene.2025, 23:00

Compute Time: 30abr.2025, 11:24:43

Basin Model: CRS30

Meteorologic Model: Met 1

Control Specifications: Control 1

Show Elements: Initial Select...

Volume Units: ☒ MM ☐ 1000 M3

Sorting: Hydrolo...

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
SUBCUENA	12363	2117,7	02ene.2025, 06:30	14,16

Global Summary Results for Run "Run 1"

Project: Qmax Evento 1

Simulation Run: Run 1

Start of Run: 01ene.2025, 00:00

End of Run: 04ene.2025, 23:00

Compute Time: 01may.2025, 14:03:34

Basin Model: CRS30

Meteorologic Model: Met 1

Control Specifications: Control 1

Show Elements: Initial Select...

Volume Units: ☒ MM ☐ 1000 M3

Sorting: Hydrolo...

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
SUBCUENA	12363	1004,5	02ene.2025, 06:30	6,76

Global Summary Results for Run "Run 1"

Project: Qmax 75 años Cuenca

Simulation Run: Run 1

Start of Run: 01ene.2025, 00:00

End of Run: 04ene.2025, 23:00

Compute Time: 30abr.2025, 11:21:18

Basin Model: CRS30

Meteorologic Model: Met 1

Control Specifications: Control 1

Show Elements: Initial Select...

Volume Units: ☒ MM ☐ 1000 M3

Sorting: Hydrolo...

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
SUBCUENA	12363	1976,3	02ene.2025, 06:30	13,22

Global Summary Results for Run "Run 1"

Project: Qmax Evento 2

Simulation Run: Run 1

Start of Run: 01ene.2025, 00:00

End of Run: 04ene.2025, 23:00

Compute Time: 01may.2025, 14:07:18

Basin Model: CRS30

Meteorologic Model: Met 1

Control Specifications: Control 1

Show Elements: Initial Select...

Volume Units: ☒ MM ☐ 1000 M3

Sorting: Hydrolo...

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
SUBCUENA	12363	1497,7	02ene.2025, 06:30	10,03

Global Summary Results for Run "Run 1"

Project: Qmax 10 años

Simulation Run: Run 1

Start of Run: 01ene.2025, 00:00

End of Run: 04ene.2025, 23:00

Compute Time: 30abr.2025, 11:36:13

Basin Model: CRS30

Meteorologic Model: Met 1

Control Specifications: Control 1

Show Elements: Initial Select...

Volume Units: ☒ MM ☐ 1000 M3

Sorting: Hydrolo...

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
SUBCUENA	12363	1004,6	02ene.2025, 06:30	6,75

Global Summary Results for Run "Run 1"

Project: Qmax Evento 3

Simulation Run: Run 1

Start of Run: 01ene.2025, 00:00

End of Run: 04ene.2025, 23:00

Compute Time: 01may.2025, 14:08:46

Basin Model: CRS30

Meteorologic Model: Met 1

Control Specifications: Control 1

Show Elements: Initial Select...

Volume Units: ☒ MM ☐ 1000 M3

Sorting: Hydrolo...

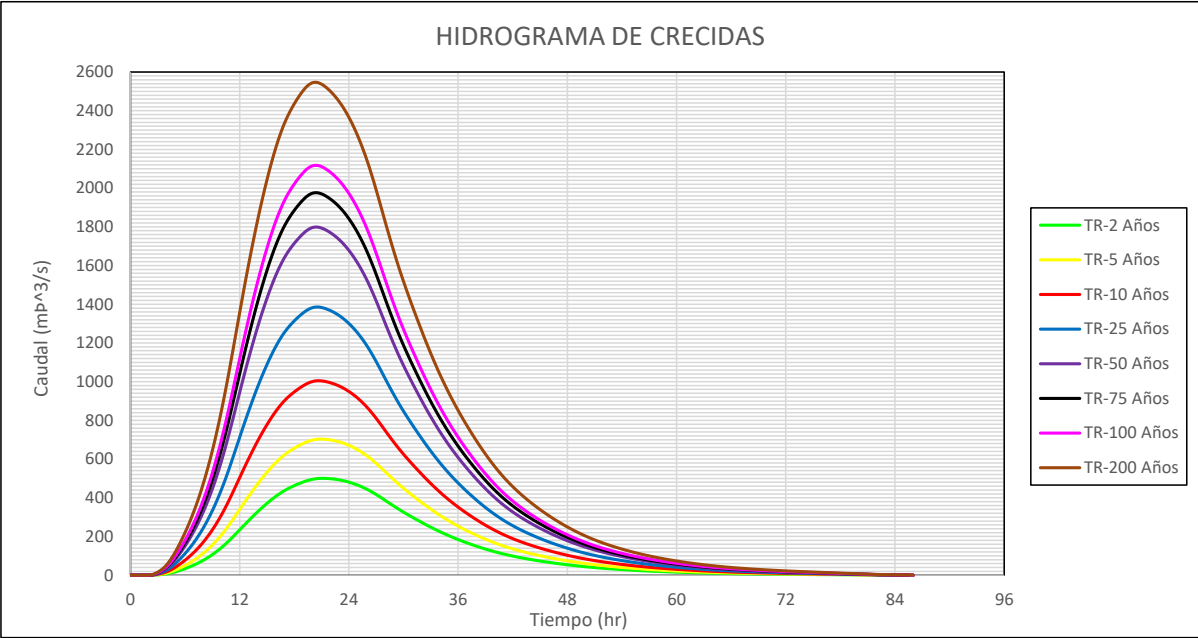
Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
SUBCUENA	12363	1618,8	02ene.2025, 06:30	10,84

Tiempo (hr)	Hidrograma de crecidas (HEC-HMS)							
	Periodo de retorno (años)							
	2	5	10	25	50	75	100	200
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1
2	0	0	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6
2.5	0.3	0.5	1.1	1.8	2.9	3.3	3.6	4.8
3	1.8	2.9	4.8	7.4	10.6	11.8	12.8	16.2
3.5	4.1	6.3	10.2	15.3	21.5	23.9	25.8	32.2
4	7.5	11.5	18.2	27	37.4	41.5	44.9	55.6
4.5	12.3	18.7	29.3	43.1	59.2	65.6	70.8	87.4
5	18.5	27.9	43.4	63.3	86.4	95.6	103.1	126.7
5.5	25.8	38.7	59.7	86.6	117.5	129.9	140	171.7
6	34.1	50.7	77.8	112.3	151.7	167.7	180.6	221.1
6.5	43.1	64	97.6	140.4	189.1	208.9	224.9	274.9
7	53.2	78.6	119.5	171.4	230.4	254.4	273.8	334.3
7.5	64.5	95	143.9	206	276.3	305	328.2	400.4
8	77.1	113.3	171	244.4	327.3	361.3	388.6	473.8
8.5	91.1	133.6	201.2	287.1	384	423.7	455.7	555.2
9	106.7	156.2	234.7	334.4	446.6	492.7	529.8	645.1
9.5	123.9	181.1	271.6	386.4	515.5	568.6	611.4	744.1
10	142.9	208.5	312.1	443.6	591.1	651.9	700.8	852.5
10.5	163.7	238.6	356.4	505.9	673.4	742.6	798.2	970.4
11	186.2	271	404.1	572.9	761.6	839.6	902.4	1096.4
11.5	210	305.1	454.1	642.7	853.2	940.5	1010.6	1227.1
12	234.5	340	504.7	713.3	945.6	1042	1119.5	1358.4
12.5	258.9	374.7	554.9	782.9	1036.3	1141.7	1226.4	1487.1
13	283	408.7	603.8	850.4	1124	1238.1	1329.7	1611.3
13.5	306.5	441.7	650.9	915.3	1208	1330.3	1428.4	1729.9
14	329.1	473.5	695.9	976.9	1287.5	1417.6	1521.9	1841.9
14.5	350.8	503.6	738.3	1034.9	1362.1	1499.4	1609.5	1946.7
15	371.3	532.1	778.2	1089.1	1431.5	1575.6	1690.9	2044.1
15.5	390.7	558.7	815.3	1139.3	1495.6	1645.7	1765.9	2133.5
16	408.6	583.3	849.2	1185	1553.5	1709.1	1833.7	2214.1
16.5	424.9	605.4	879.5	1225.4	1604.4	1764.8	1893.1	2284.7
17	439.3	624.9	905.7	1260	1647.7	1812.2	1943.6	2344.3
17.5	451.9	641.6	927.9	1289.2	1684	1851.7	1985.8	2394
18	463	656.3	947.2	1314.3	1714.9	1885.5	2021.7	2436.2
18.5	472.9	669.4	964.3	1336.6	1742.3	1915.3	2053.4	2473.4
19	481.9	681.2	979.7	1356.4	1766.3	1941.5	2081.2	2505.9
19.5	489.7	691.2	992.3	1372.3	1785.2	1961.9	2102.9	2530.8
20	495.5	698.5	1000.9	1382.4	1796.5	1974	2115.5	2544.8
20.5	499.1	702.4	1004.6	1385.8	1798.9	1976.3	2117.7	2546.3
21	500.5	703.3	1003.9	1383.2	1793.6	1970.2	2111	2537.1
21.5	500.1	701.8	1000	1376.2	1783	1958.2	2097.9	2520.4
22	498.5	698.7	993.9	1366.5	1768.7	1942.4	2080.7	2498.8
22.5	495.8	694.1	985.9	1354.2	1751.5	1923.2	2059.9	2473
23	492	688	975.9	1339.3	1730.8	1900.3	2035.2	2442.5
23.5	487	680.3	963.7	1321.4	1706.4	1873.3	2006.1	2406.8
24	480.8	670.9	949.2	1300.4	1678.1	1842	1972.4	2365.6
24.5	473.3	659.9	932.4	1276.3	1645.7	1806.3	1934	2318.8
25	464.7	647.1	913.2	1248.9	1609.2	1766	1890.7	2266

25.5	454.7	632.6	891.5	1218.1	1568.2	1720.8	1842.1	2207
26	443.4	616.2	867.1	1183.6	1522.5	1670.4	1787.9	2141.3
26.5	430.7	597.9	839.9	1145.3	1471.7	1614.5	1727.9	2068.6
27	416.7	577.6	810.2	1103.4	1416.6	1553.8	1662.7	1989.7
27.5	401.7	556.1	778.6	1059.3	1358.6	1490	1594.3	1907
28	386.1	533.9	746.3	1014.4	1299.9	1425.4	1525	1823.5
28.5	370.5	511.7	714.3	970	1242.1	1362	1457	1741.7
29	355.1	490	683.2	927.1	1186.4	1300.7	1391.4	1662.8
29.5	340.1	469	653.4	886	1133.3	1242.5	1329	1587.9
30	325.8	448.9	625	847.2	1083.2	1187.5	1270.1	1517.4
30.5	312	429.7	597.9	810.2	1035.7	1135.3	1214.3	1450.5
31	298.6	411.2	571.8	774.6	989.9	1085.1	1160.5	1386.1
31.5	285.5	393	546.3	739.8	945.2	1036	1108	1323.3
32	272.6	375.1	521.3	705.7	901.5	988.1	1056.7	1261.9
32.5	260	357.8	496.9	672.6	859	941.5	1006.9	1202.2
33	247.9	340.9	473.4	640.7	818.1	896.6	958.8	1144.8
33.5	236.1	324.7	450.8	610	778.8	853.5	912.8	1089.8
34	224.8	309.1	429.1	580.6	741.2	812.4	868.8	1037.2
34.5	214	294.2	408.4	552.6	705.5	773.2	826.8	987.2
35	203.6	280	388.6	525.9	671.4	735.9	786.9	939.6
35.5	193.7	266.4	369.8	500.5	639	700.4	749	894.3
36	184.2	253.4	351.8	476.2	608.1	666.5	712.8	851.1
36.5	175.1	240.9	334.6	453	578.6	634.1	678.2	809.8
37	166.4	229	318.2	430.8	550.2	603.1	645	770.2
37.5	158.1	217.6	302.3	409.4	522.9	573.2	613	732
38	150.1	206.6	287.1	388.7	496.6	544.3	582.1	695.2
38.5	142.4	196	272.4	368.9	471.3	516.5	552.4	659.7
39	135.1	186	258.4	349.9	447	490	524	625.8
39.5	128.2	176.4	245.1	331.9	423.9	464.6	496.9	593.4
40	121.6	167.3	232.5	314.8	402	440.6	471.3	562.7
40.5	115.4	158.8	220.6	298.6	381.4	418	447.1	533.8
41	109.5	150.7	209.4	283.4	362	396.8	424.3	506.7
41.5	104	143.2	198.9	269.2	343.9	376.9	403.1	481.3
42	98.9	136.1	189	255.9	326.9	358.3	383.1	457.5
42.5	94	129.4	179.7	243.3	310.8	340.7	364.4	435.1
43	89.4	123	171	231.5	295.7	324.1	346.6	414
43.5	85.1	117.1	162.7	220.3	281.4	308.4	329.9	393.9
44	80.9	111.4	154.8	209.6	267.8	293.5	313.9	374.8
44.5	77	106	147.3	199.4	254.7	279.2	298.6	356.6
45	73.2	100.8	140.1	189.7	242.3	265.6	284	339.2
45.5	69.6	95.8	133.2	180.3	230.4	252.5	270	322.5
46	66.2	91.1	126.6	171.4	218.9	240	256.6	306.5
46.5	62.9	86.6	120.3	162.9	208	228	243.8	291.2
47	59.8	82.3	114.3	154.7	197.6	216.6	231.6	276.6
47.5	56.8	78.1	108.5	146.9	187.6	205.6	219.9	262.6
48	53.9	74.2	103	139.5	178.1	195.2	208.8	249.3
48.5	51.2	70.4	97.8	132.4	169.1	185.3	198.2	236.7
49	48.6	66.9	92.9	125.7	160.5	175.9	188.1	224.6
49.5	46.1	63.5	88.1	119.3	152.4	167	178.6	213.2
50	43.8	60.3	83.7	113.3	144.6	158.5	169.5	202.4
50.5	41.6	57.2	79.5	107.6	137.4	150.5	161	192.2
51	39.5	54.3	75.5	102.2	130.5	143	152.9	182.6
51.5	37.5	51.6	71.7	97.1	124	135.9	145.3	173.6
52	35.7	49.1	68.2	92.3	117.9	129.2	138.2	165
52.5	33.9	46.7	64.8	87.8	112.1	122.9	131.4	156.9

53	32.3	44.4	61.7	83.5	106.6	116.9	125	149.2
53.5	30.7	42.2	58.6	79.4	101.4	111.1	118.9	141.9
54	29.2	40.1	55.8	75.5	96.4	105.7	113	135
54.5	27.7	38.2	53	71.8	91.7	100.5	107.5	128.4
55	26.4	36.3	50.4	68.2	87.2	95.5	102.2	122
55.5	25.1	34.5	47.9	64.9	82.9	90.8	97.1	116
56	23.8	32.8	45.5	61.7	78.8	86.3	92.3	110.2
56.5	22.6	31.1	43.3	58.6	74.8	82	87.7	104.8
57	21.5	29.6	41.1	55.7	71.1	78	83.4	99.6
57.5	20.4	28.1	39.1	52.9	67.6	74.1	79.3	94.7
58	19.4	26.7	37.2	50.3	64.3	70.5	75.4	90
58.5	18.5	25.4	35.3	47.8	61.1	67	71.6	85.6
59	17.6	24.2	33.6	45.5	58.1	63.7	68.1	81.3
59.5	16.7	23	31.9	43.2	55.2	60.5	64.7	77.3
60	15.9	21.8	30.3	41.1	52.5	57.5	61.5	73.5
60.5	15.1	20.8	28.8	39	49.9	54.7	58.5	69.8
61	14.3	19.7	27.4	37.1	47.4	51.9	55.5	66.3
61.5	13.6	18.7	26	35.2	45	49.3	52.8	63
62	12.9	17.8	24.7	33.5	42.7	46.9	50.1	59.8
62.5	12.3	16.9	23.5	31.8	40.6	44.5	47.6	56.8
63	11.7	16.1	22.3	30.2	38.6	42.3	45.2	54
63.5	11.1	15.3	21.2	28.7	36.6	40.2	43	51.3
64	10.5	14.5	20.1	27.3	34.8	38.2	40.8	48.8
64.5	10	13.8	19.2	25.9	33.1	36.3	38.8	46.4
65	9.5	13.1	18.2	24.7	31.5	34.5	36.9	44.1
65.5	9.1	12.5	17.3	23.5	30	32.9	35.2	42
66	8.6	11.9	16.5	22.4	28.6	31.3	33.5	40
66.5	8.2	11.3	15.7	21.3	27.2	29.8	31.9	38.1
67	7.8	10.8	15	20.3	25.9	28.4	30.4	36.3
67.5	7.4	10.3	14.3	19.3	24.7	27.1	28.9	34.6
68	7.1	9.8	13.6	18.4	23.5	25.8	27.6	32.9
68.5	6.8	9.3	12.9	17.5	22.4	24.6	26.3	31.4
69	6.4	8.9	12.3	16.7	21.4	23.4	25.1	29.9
69.5	6.1	8.5	11.8	15.9	20.4	22.3	23.9	28.5
70	5.8	8.1	11.2	15.2	19.4	21.3	22.8	27.2
70.5	5.6	7.7	10.7	14.5	18.5	20.3	21.7	25.9
71	5.3	7.3	10.2	13.8	17.6	19.3	20.7	24.7
71.5	5.1	7	9.7	13.1	16.8	18.4	19.7	23.5
72	4.8	6.6	9.2	12.5	16	17.5	18.8	22.4
72.5	4.6	6.3	8.8	11.9	15.2	16.7	17.8	21.3
73	4.4	6	8.4	11.3	14.5	15.9	17	20.3
73.5	4.1	5.7	7.9	10.8	13.7	15.1	16.1	19.2
74	3.9	5.4	7.5	10.2	13	14.3	15.3	18.3
74.5	3.7	5.1	7.1	9.7	12.4	13.5	14.5	17.3
75	3.5	4.9	6.8	9.1	11.7	12.8	13.7	16.3
75.5	3.3	4.6	6.4	8.6	11	12.1	12.9	15.4
76	3.2	4.3	6	8.1	10.4	11.3	12.1	14.5
76.5	3	4.1	5.6	7.6	9.7	10.6	11.4	13.6
77	2.8	3.8	5.3	7.1	9.1	9.9	10.6	12.7
77.5	2.6	3.6	4.9	6.6	8.4	9.2	9.9	11.8
78	2.4	3.3	4.6	6.2	7.8	8.6	9.1	10.9
78.5	2.3	3.1	4.2	5.7	7.2	7.9	8.4	10
79	2.1	2.8	3.9	5.2	6.6	7.2	7.7	9.1
79.5	1.9	2.6	3.5	4.7	5.9	6.5	7	8.3
80	1.7	2.3	3.2	4.2	5.3	5.8	6.2	7.4

80.5	1.6	2.1	2.8	3.8	4.7	5.2	5.5	6.5
81	1.4	1.9	2.5	3.3	4.1	4.5	4.8	5.7
81.5	1.2	1.6	2.2	2.8	3.5	3.8	4.1	4.8
82	1	1.4	1.8	2.4	2.9	3.2	3.4	4
82.5	0.9	1.2	1.5	2	2.4	2.6	2.8	3.3
83	0.8	1	1.3	1.7	2.1	2.3	2.5	2.9
83.5	0.7	0.9	1.2	1.5	1.9	2.1	2.2	2.6
84	0.6	0.8	1	1.4	1.7	1.8	1.9	2.3
84.5	0.5	0.7	0.9	1.2	1.5	1.6	1.7	2
85	0.5	0.6	0.8	1.1	1.3	1.4	1.5	1.7
85.5	0.2	0.5	0.7	1	1	1.2	1.3	1.4
86	0	0	0	0	0	0	0	0



Anexo E. Estimación de la profundidad de socavación.

Anexo E 1. Muestras del lecho del río para la determinación del diámetro medio.

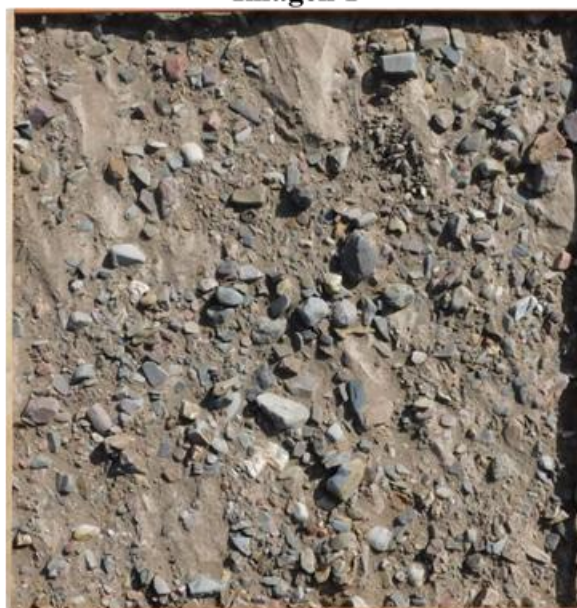
Imagen 1



Imagen 2

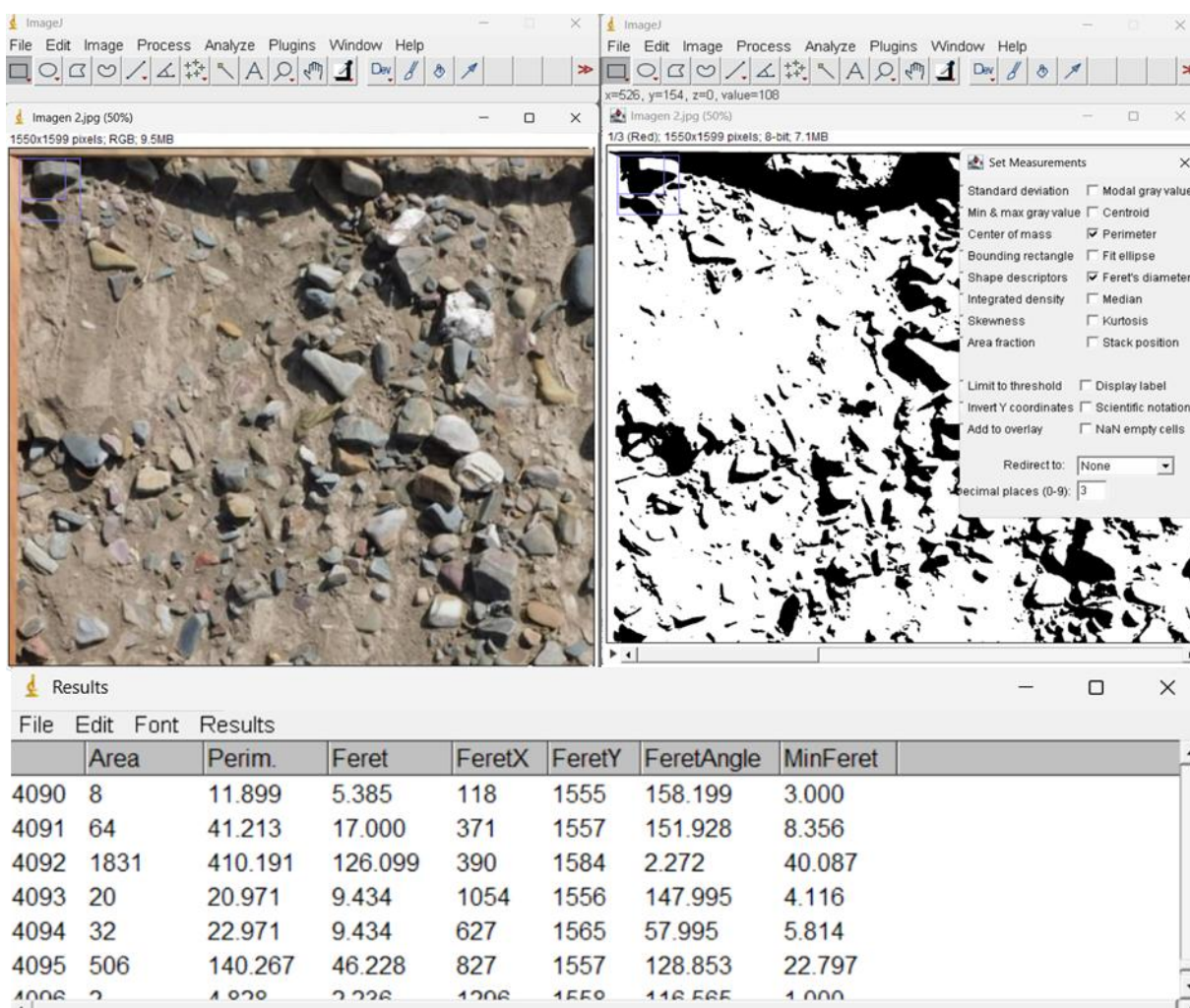


Imagen 1



Fuente: Elaboración propia

Anexo E 2. Proceso de determinación del diámetro medio con el software ImageJ.



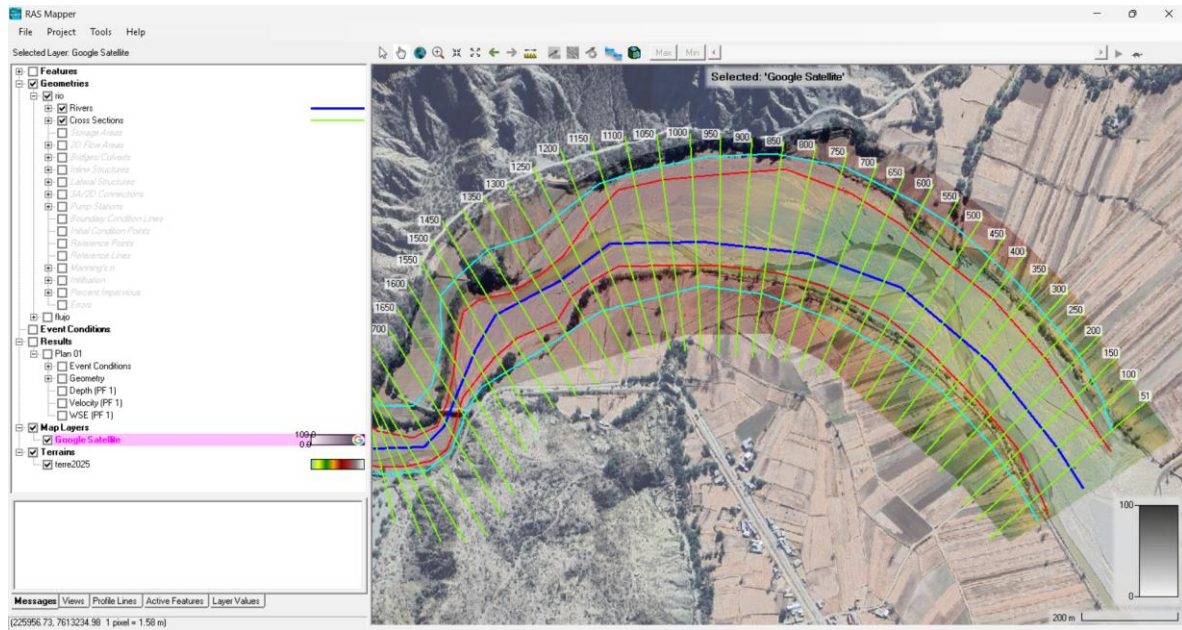
Fuente: Elaboración propia

Anexo E 3. Diámetro medio de las partículas del río San Juan del Oro.

Diámetro medio de las partículas (mm)			
Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
23.73	22.36	21.54	22.54

Fuente: Elaboración propia

Anexo E 4. Determinación de variables hidráulicas en cada sección transversal en el modelo HEC-RAS.



Fuente: Elaboración propia

Anexo E 5. Estimación de la profundidad de socavación.

				m = 1		$\Psi = 2$						
				$\beta = 0.795$		dm						
						z = 0.35						
Progresiva	Q Total	Cota Lecho	h max	V	A	Be	(Hm)	$\alpha =$	ys	hs	Ve	Cota socavación
(m)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m ²)	(m)	m		m	(m)	(m/s)	m
1866	1976	2829.53	6.53	1.52	1385.73	325.43	4.26	0.38	2.47	0.10	0.58	2829.43
1843	1976	2828.98	7.03	1.47	1372.88	305.29	4.50	0.37	2.65	0.10	0.58	2828.88
1824	1976	2828.88	5.84		384.26	157.7	2.44	2.01	7.34	1.50	1.49	2827.38
1800	1976	2827.81	3.25	8.91	227.66	94.83	2.40	3.43	5.28	2.03	1.65	2825.78
1750	1976	2826.72	5.89	5.72	354.99	81.72	4.34	1.48	5.91	0.02	0.34	2826.70
1700	1976	2826.06	5.65	5.93	293.51	70.19	4.18	1.84	6.59	0.94	1.26	2825.12
1650	1976	2825.84	4	7.19	214.87	67.28	3.19	3.00	6.19	2.19	1.69	2823.65
1600	1976	2825.38	3.6	7.51	252.69	101.52	2.49	3.02	5.45	1.85	1.60	2823.53
1550	1976	2825.02	3.43	6.55	262.55	139.81	1.88	3.50	5.74	2.31	1.72	2822.71
1500	1976	2825.02	3.93	5.26	303.56	155.93	1.95	2.96	5.99	2.06	1.66	2822.96
1450	1976	2824.44	3.86	4.43	383.98	150.55	2.55	1.95	4.30	0.44	0.98	2824.00
1400	1976	2824.04	3.66	5.21	349.56	163.54	2.14	2.41	4.72	1.06	1.32	2822.98
1350	1976	2824.03	3.36	5.34	326.67	173.91	1.88	2.82	4.76	1.40	1.45	2822.63
1300	1976	2823.26	3.26	5.7	316.72	164.56	1.92	2.86	4.63	1.37	1.44	2821.89
1250	1976	2823.27	3.74	4.64	352.17	175.78	2.00	2.50	4.97	1.23	1.39	2822.04
1200	1976	2822.66	3.42	4.97	343.8	190.91	1.80	2.75	4.78	1.36	1.44	2821.30
1150	1976	2821.47	3.52	5.17	392.65	226.22	1.74	2.47	4.57	1.05	1.31	2820.42
1100	1976	2821.3	3.96	3.64	562.99	228.58	2.46	1.36	3.40	0.10	0.00	2821.20
1050	1976	2820.94	4.17	3.72	550.1	266.89	2.06	1.57	4.03	0.10	0.00	2820.84
1000	1976	2820.71	4.49	2.99	696.83	292.15	2.39	1.13	3.45	0.10	0.58	2820.61
950	1976	2820.55	3.94	4.44	450.42	246.28	1.83	2.08	4.62	0.68	1.13	2819.87

900	1976	2820.34	2.79	5.95	321.77	216.44	1.49	3.34	4.29	1.50	1.49	2818.84
850	1976	2819.63	2.86	5.44	344.61	228.76	1.51	3.09	4.18	1.32	1.42	2818.31
800	1976	2819.01	3.94	4.25	450.32	247.61	1.82	2.09	4.64	0.70	1.14	2818.31
750	1976	2818.49	2.83	6.39	315.03	194.18	1.62	3.22	4.25	1.42	1.46	2817.07
700	1976	2817.89	3.02	5.92	338.35	211.31	1.60	3.02	4.39	1.37	1.44	2816.52
650	1976	2817.78	3.49	4.45	443.62	237.97	1.86	2.08	3.99	0.50	1.02	2817.28
600	1976	2817.21	3	5.44	361.57	220.44	1.64	2.78	4.10	1.10	1.34	2816.11
550	1976	2816.87	2.5	5.78	343.72	212.73	1.62	2.96	3.42	0.92	1.26	2815.95
500	1976	2816.68	3.06	5.02	395.73	211.11	1.87	2.33	3.68	0.62	1.10	2816.06
450	1976	2816.02	2.5	5.75	352.9	234.9	1.50	3.02	3.48	0.98	1.28	2815.04
400	1976	2815.33	2.1	6.25	332.15	274.45	1.21	3.71	3.27	1.17	1.36	2814.16
350	1976	2814.84	2	6.09	338.96	291.56	1.16	3.74	3.09	1.09	1.33	2813.75
300	1976	2814.79	2.85	3.4	421.23	338.09	1.25	2.87	3.94	1.09	1.33	2813.70
250	1976	2814.09	2.9	4.41	455.02	267.92	1.70	2.16	3.26	0.36	0.91	2813.73
200	1976	2813.49	2.8	2.87	484.77	277.1	1.75	1.99	2.94	0.53	1.04	2812.96
150	1976	2813.27	2.69	4.36	451.92	258.48	1.75	2.13	2.94	0.25	0.81	2813.02
100	1976	2812.86	2.5	5.49	360.04	244.69	1.47	3.01	3.47	0.97	1.28	2811.89
51	1976	2812.52	2.71	5.45	358.88	252.18	1.42	3.08	3.90	1.19	1.37	2811.33

Fuente: Elaboración propia

TABLA 4.1 Valores del coeficiente de contracción del cauce μ (Maza, 1967).

Velocidad media en mts/seg	Luz libre entre dos pilas, en metros												
	10	13	16	18	21	25	30	42	52	63	106	124	200
	Coeficiente μ												
Menor de 1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.50	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00
2.00	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00
2.50	0.90	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00
3.00	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
3.50	0.87	0.90	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
4.00 o Mayor	0.85	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99

TABLA 4.2 Valores de x y z (Maza, 1967).

Suelos cohesivos						Suelos granulares					
γ_d	x	1	γ_d	x	1	d (mm)	z	1	d (mm)	z	1
		1+x			1+x			1+z			1+z
0.80	0.52	0.66	1.20	0.39	0.72	0.05	0.43	0.70	40.000	0.30	0.77
0.83	0.51	0.66	1.20	0.38	0.72	0.15	0.42	0.70	60.000	0.29	0.78
0.86	0.50	0.67	1.28	0.37	0.73	0.50	0.41	0.71	90.000	0.28	0.78
0.88	0.49	0.67	1.34	0.36	0.74	1.00	0.40	0.71	140.000	0.27	0.79
0.90	0.48	0.67	1.40	0.35	0.74	1.50	0.39	0.72	190.000	0.26	0.79
0.93	0.47	0.68	1.46	0.34	0.75	2.50	0.38	0.72	250.000	0.25	0.80
0.96	0.46	0.68	1.52	0.33	0.75	4.00	0.37	0.73	310.000	0.24	0.81
0.98	0.45	0.69	1.64	0.31	0.76	6.00	0.35	0.74	370.000	0.23	0.81
1.00	0.44	0.69	1.64	0.31	0.76	8.00	0.35	0.74	450.000	0.22	0.83
1.04	0.43	0.70	1.71	0.30	0.77	10.00	0.34	0.75	570.000	0.21	0.83
1.08	0.42	0.70	1.80	0.29	0.74	15.00	0.33	0.75	750.000	0.20	0.83
1.12	0.41	0.71	1.89	0.28	0.78	20.00	0.32	0.76	1.000.000	0.19	0.84
1.16	0.40	0.71	2.00	0.27	0.79	25.00	0.31	0.76			

TABLA 4.3 Valores de β (Maza, 1967).

Probabilidad (en % de que se presente el caudal de diseño)	Coeficiente β
100	0.77
50	0.82
20	0.86
10	0.90
5	0.94
2	0.97
1	1.00
0.3	1.03
0.2	1.05
0.1	1.07

Cuadro 1. Dimensiones del gavión tipo caja⁴

Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Nº Diafragmas	Volumen (m³)
1.5	1.0	1.0	-	1.5
2.0	1.0	0.5	1	1.0
2.0	1.0	1.0	-	2.0
2.0	1.0	1.0	1	2.0
3.0	1.0	0.5	2	1.5
3.0	1.0	1.0	2	3.0
4.0	1.0	0.5	3	2.0
4.0	1.0	1.0	3	4.0
4.0	1.5	1.0	3	6.0
5.0	1.0	0.5	4	2.5
5.0	1.0	1.0	4	5.0
5.0	1.5	1.0	4	7.5
6.0	2.0	0.5	5	6.0

TABLA 4.4 Valores de ψ (Maza, 1967).

γ mezcla agua – sedimento	Coeficiente ψ
1.05	1.06
1.10	1.13
1.15	1.20
1.20	1.27
1.25	1.34
1.30	1.42
1.35	1.50
1.40	1.60

muestra 3	muestra 2	muestra 1
6.00	5.00	3.41
6.41	5.41	3.79
6.79	5.79	3.90
6.90	5.90	4.00
7.00	6.00	4.16
7.73	6.16	4.21
7.75	6.21	4.50
7.83	6.50	4.53
7.85	6.53	4.79
7.91	6.79	4.85
7.94	6.85	4.91
8.00	6.91	5.00
8.05	7.00	5.15
8.13	7.15	5.61
8.26	7.26	5.80
8.68	7.48	5.80
8.77	7.60	5.97
8.80	7.61	6.00
8.80	7.80	6.16
8.84	7.80	6.20
8.88	7.97	6.37
8.88	8.00	6.40
8.90	8.16	6.47
8.92	8.20	6.60
8.98	8.37	6.67
9.00	8.40	6.77
9.03	8.47	6.80
9.12	8.51	6.85
9.16	8.51	6.90
9.23	8.52	6.95
9.24	8.52	7.01
9.32	8.53	7.15
9.67	8.56	7.20
9.72	8.60	7.27
9.74	8.60	7.31
9.80	8.66	7.35
9.80	8.67	7.40
9.83	8.71	7.46
9.85	8.76	7.51
9.92	8.77	7.57
9.93	8.80	7.60
9.95	8.80	7.69

10.00	8.85	7.70
10.09	8.86	7.75
10.66	8.90	7.81
10.69	8.94	7.85
10.69	8.95	7.91
10.78	8.98	7.94
10.78	9.00	7.96
10.80	9.01	8.00
10.81	9.12	8.26
10.87	9.15	8.31
10.88	9.16	8.36
10.92	9.20	8.41
10.93	9.25	8.43
10.94	9.27	8.49
10.97	9.28	8.51
11.00	9.31	8.52
11.07	9.31	8.52
11.08	9.35	8.53
11.50	9.40	8.60
11.51	9.46	8.66
11.57	9.49	8.71
11.58	9.51	8.76
11.64	9.51	8.80
11.66	9.56	8.86
11.71	9.57	8.94
11.79	9.59	8.98
11.79	9.60	9.00
11.81	9.60	9.12
11.83	9.65	9.16
11.85	9.69	9.25
11.86	9.70	9.28
11.92	9.72	9.31
11.95	9.75	9.49
11.96	9.76	9.51
12.00	9.81	9.56
12.03	9.81	9.59
12.07	9.85	9.60
12.20	9.86	9.65
12.60	9.91	9.72
12.60	9.92	9.76
12.65	9.94	9.81
12.67	9.95	9.86
12.68	9.96	9.92

12.72	10.00	9.95
12.75	10.00	10.00
12.76	10.06	10.06
12.77	10.14	10.14
12.78	10.20	10.20
12.80	10.26	10.26
12.97	10.26	10.30
13.00	10.30	10.31
13.05	10.31	10.36
13.13	10.31	10.42
13.22	10.36	10.45
13.28	10.36	10.50
13.32	10.41	10.58
13.37	10.42	10.63
13.43	10.43	10.66
13.49	10.45	10.73
13.49	10.49	10.75
13.94	10.50	10.83
14.00	10.58	10.85
14.33	10.63	10.90
14.39	10.66	10.95
14.40	10.73	11.00
14.41	10.75	11.05
14.47	10.83	11.10
14.47	10.85	11.15
14.59	10.90	11.20
14.73	10.95	11.26
14.76	11.00	11.34
14.80	11.05	11.40
14.82	11.10	11.48
14.86	11.15	11.50
14.89	11.20	11.55
14.91	11.26	11.60
14.93	11.34	11.66
14.93	11.40	11.70
14.96	11.48	11.71
15.00	11.50	11.75
15.12	11.55	11.80
15.13	11.60	11.82
15.17	11.66	11.85
15.20	11.70	12.00
15.26	11.71	12.25
15.32	11.75	12.31

15.40	11.80	12.36
15.73	11.82	12.99
15.80	11.85	13.24
15.80	12.00	13.24
16.00	12.25	13.25
16.21	12.31	13.25
16.28	12.36	13.41
16.54	12.99	13.46
16.61	13.24	13.59
16.84	13.24	13.99
16.86	13.25	14.15
16.93	13.25	14.41
17.00	13.41	14.46
17.26	13.46	14.50
17.47	13.59	14.69
17.52	13.99	14.97
17.59	14.15	15.00
17.72	14.41	15.11
17.76	14.46	15.20
17.78	14.50	15.94
17.80	14.69	16.00
17.87	14.97	16.42
17.92	15.00	16.47
17.94	15.11	16.93
17.94	15.20	16.98
18.00	15.94	17.00
18.00	16.00	17.93
18.10	16.42	18.00
18.19	16.47	18.59
18.30	16.93	18.67
18.40	16.98	19.00
18.75	17.00	19.02
18.76	17.93	19.03
18.80	18.00	19.05
18.81	18.59	19.45
18.88	18.67	19.59
19.00	19.00	19.60
19.06	19.02	19.68
19.13	19.03	19.68
19.25	19.05	19.70
19.60	19.45	19.96
19.67	19.59	20.04
19.76	19.60	20.90

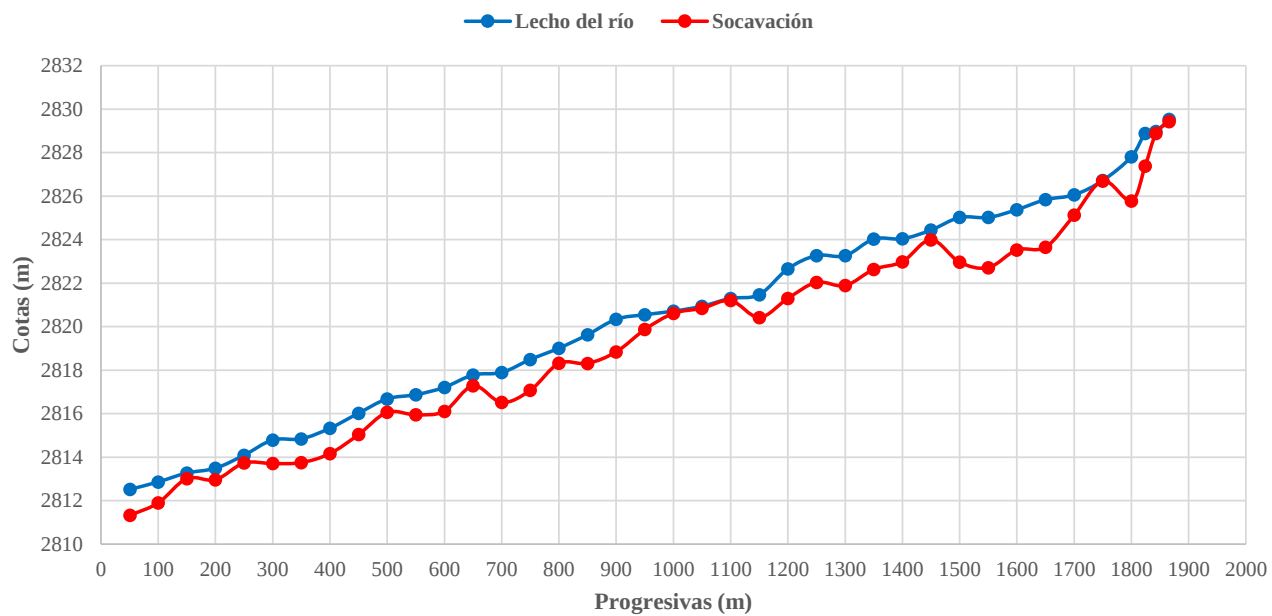
19.80	19.68	21.00
19.84	19.68	21.09
19.91	19.70	21.90
20.00	19.96	22.05
20.06	20.04	22.90
20.48	20.90	23.00
21.00	21.00	23.92
21.12	21.09	24.97
22.00	21.90	25.26
22.06	22.05	26.00
22.09	22.90	27.00
22.25	23.00	28.00
22.82	23.92	29.00
22.82	24.97	29.08
22.97	25.26	30.68
23.15	25.86	31.00
23.20	26.10	32.17
25.00	27.80	33.00
25.15	28.40	34.83
25.23	29.08	35.13
26.23	29.50	36.33
26.62	30.68	37.44
27.97	31.00	38.10
29.49	32.17	39.64
30.50	33.00	41.49
31.59	34.83	42.04
35.52	35.13	43.83
38.72	36.33	44.52
42.50	37.44	45.98
43.39	38.10	47.52
66.13	39.64	49.41
67.79	42.04	52.23
72.19	45.98	54.98
74.80	54.98	55.03
135.40	56.69	56.00
135.90	60.09	56.13
143.50	67.56	56.23
148.70	71.43	56.69
164.30	74.87	59.75
174.46	76.66	59.75
19.82	80.34	60.09
	83.19	60.09
	88.49	60.88

104.88	63.96
106.55	67.56
111.97	69.64
115.56	71.43
124.94	74.87
133.98	76.66
141.68	80.34
152.33	83.19
161.68	88.49
185.17	104.88
224.69	106.55
261.60	115.56
23.55	133.98
	152.33
	161.68
	185.17
	224.69
	261.60
	24.29

Diametro medio de las particulas (mm)			
muestra 1	muestra 2	muestra 3	promedio
24.29	23.55	19.82	22.55

$m = 1$ $\beta = 0.795$ $\Psi = 2$ $dm = 22.5$ mm $z = 0.35$												
Progresiva	Q Total	Cota Lecho	h max	Velocidad	A	Be	(Hm)	$\alpha =$	ys	hs	Ve	Cota socavacion
(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	m		m	(m)	(m/s)	m
1866	1976	2829.53	6.53	1.52	1385.73	325.43	4.26	0.38	2.47	0.10	0.58	2829.43
1843	1976	2828.98	7.03	1.47	1372.88	305.29	4.50	0.37	2.65	0.10	0.58	2828.88
1824	1976	2828.88	5.84		384.26	157.7	2.44	2.01	7.34	1.50	1.49	2827.38
1800	1976	2827.81	3.25	8.91	227.66	94.83	2.40	3.43	5.28	2.03	1.65	2825.78
1750	1976	2826.72	5.89	5.72	354.99	81.72	4.34	1.48	5.91	0.02	0.34	2826.70
1700	1976	2826.06	5.65	5.93	293.51	70.19	4.18	1.84	6.59	0.94	1.26	2825.12
1650	1976	2825.84	4	7.19	214.87	67.28	3.19	3.00	6.19	2.19	1.69	2823.65
1600	1976	2825.38	3.6	7.51	252.69	101.52	2.49	3.02	5.45	1.85	1.60	2823.53
1550	1976	2825.02	3.43	6.55	262.55	139.81	1.88	3.50	5.74	2.31	1.72	2822.71
1500	1976	2825.02	3.93	5.26	303.56	155.93	1.95	2.96	5.99	2.06	1.66	2822.96
1450	1976	2824.44	3.86	4.43	383.98	150.55	2.55	1.95	4.30	0.44	0.98	2824.00
1400	1976	2824.04	3.66	5.21	349.56	163.54	2.14	2.41	4.72	1.06	1.32	2822.98
1350	1976	2824.03	3.36	5.34	326.67	173.91	1.88	2.82	4.76	1.40	1.45	2822.63
1300	1976	2823.26	3.26	5.7	316.72	164.56	1.92	2.86	4.63	1.37	1.44	2821.89
1250	1976	2823.27	3.74	4.64	352.17	175.78	2.00	2.50	4.97	1.23	1.39	2822.04
1200	1976	2822.66	3.42	4.97	343.8	190.91	1.80	2.75	4.78	1.36	1.44	2821.30
1150	1976	2821.47	3.52	5.17	392.65	226.22	1.74	2.47	4.57	1.05	1.31	2820.42
1100	1976	2821.3	3.96	3.64	562.99	228.58	2.46	1.36	3.40	0.10	0.00	2821.20
1050	1976	2820.94	4.17	3.72	550.1	266.89	2.06	1.57	4.03	0.10	0.00	2820.84
1000	1976	2820.71	4.49	2.99	696.83	292.15	2.39	1.13	3.45	0.10	0.58	2820.61
950	1976	2820.55	3.94	4.44	450.42	246.28	1.83	2.08	4.62	0.68	1.13	2819.87
900	1976	2820.34	2.79	5.95	321.77	216.44	1.49	3.34	4.29	1.50	1.49	2818.84
850	1976	2819.63	2.86	5.44	344.61	228.76	1.51	3.09	4.18	1.32	1.42	2818.31
800	1976	2819.01	3.94	4.25	450.32	247.61	1.82	2.09	4.64	0.70	1.14	2818.31
750	1976	2818.49	2.83	6.39	315.03	194.18	1.62	3.22	4.25	1.42	1.46	2817.07
700	1976	2817.89	3.02	5.92	338.35	211.31	1.60	3.02	4.39	1.37	1.44	2816.52
650	1976	2817.78	3.49	4.45	443.62	237.97	1.86	2.08	3.99	0.50	1.02	2817.28
600	1976	2817.21	3	5.44	361.57	220.44	1.64	2.78	4.10	1.10	1.34	2816.11
550	1976	2816.87	2.5	5.78	343.72	212.73	1.62	2.96	3.42	0.92	1.26	2815.95
500	1976	2816.68	3.06	5.02	395.73	211.11	1.87	2.33	3.68	0.62	1.10	2816.06
450	1976	2816.02	2.5	5.75	352.9	234.9	1.50	3.02	3.48	0.98	1.28	2815.04
400	1976	2815.33	2.1	6.25	332.15	274.45	1.21	3.71	3.27	1.17	1.36	2814.16
350	1976	2814.84	2	6.09	338.96	291.56	1.16	3.74	3.09	1.09	1.33	2813.75
300	1976	2814.79	2.85	3.4	421.23	338.09	1.25	2.87	3.94	1.09	1.33	2813.70
250	1976	2814.09	2.9	4.41	455.02	267.92	1.70	2.16	3.26	0.36	0.91	2813.73
200	1976	2813.49	2.8	2.87	484.77	277.1	1.75	1.99	2.94	0.53	1.04	2812.96
150	1976	2813.27	2.69	4.36	451.92	258.48	1.75	2.13	2.94	0.25	0.81	2813.02
100	1976	2812.86	2.5	5.49	360.04	244.69	1.47	3.01	3.47	0.97	1.28	2811.89
51	1976	2812.52	2.71	5.45	358.88	252.18	1.42	3.08	3.90	1.19	1.37	2811.33

Lecho del río Vs Profundidad de socavación



Soc. max	Soc. min	vel eros
m		m/s
2.03	0.10	1.65
2.19	0.02	1.69

$$y_s = \left[\frac{\alpha \cdot y_o^{5/3}}{0.68 D_m^{0.28} \cdot \beta \cdot \psi} \right]^{1/1+z}$$

$$\alpha = \frac{Q_d}{(H_m)^{5/3} B_e \cdot \mu}$$

$$U_e = 0,68 * \beta * D_m^{0,28} * h_s^x$$

y_s = Desnivel entre la superficie del agua, al pasar la avenida y el fondo erosionado.
 H_s = Desnivel entre la superficie del agua, al pasar la avenida, y el nivel del fondo original (medido antes de la avenida).
 $y_s \cdot y_o$ = Se miden en cada sección vertical donde se desea hacer el cálculo.
 y_m = Tirante medio medido entre la superficie del agua al pasar la avenida y el fondo original. Se obtiene de dividir el área hidráulica entre el ancho de la superficie libre B_e .
 W_s = Ancho libre de la superficie al presentarse la avenida.
 Q_d = Gasto del diseño.
 D_m = Diámetro medio; si el material del fondo es friccionante.
 γ_s = Peso volumétrico seco; si el material es cohesivo.
 x, y = Exponentes en función de D_m o γ_s según el tipo de material del fondo (Tabla 4.2).
 ψ = Coeficiente que depende de la concentración del material transportado en suspensión (Tabla 4.4).
 β = Coeficiente, depende del período de retorno del gasto de diseño (Tabla 4.3).
 μ = Coeficiente que depende de la contracción del cauce (Tabla 4.1).

TABLA 4.1 Valores del coeficiente de contracción del cauce μ (Maza, 1967).

Velocidad media en mts/seg	Luz libre entre dos pilas, en metros												
	10	13	16	18	21	25	30	42	52	63	106	124	200
	Coeficiente μ												
Menor de 1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.50	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00
2.00	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00
2.50	0.90	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00
3.00	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
3.50	0.87	0.90	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
4.00 o Mayor	0.85	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99

TABLA 4.2 Valores de x y z (Maza, 1967).

Suelos cohesivos						Suelos granulares					
γ_s	x	$1+x$	γ_s	x	$1+x$	d (mm)	z	$1+z$	d (mm)	z	$1+z$
0.80	0.52	0.66	1.20	0.39	0.72	0.05	0.43	0.70	40.000	0.30	0.77
0.83	0.51	0.66	1.20	0.38	0.72	0.15	0.42	0.70	60.000	0.29	0.78
0.86	0.50	0.67	1.28	0.37	0.73	0.50	0.41	0.71	90.000	0.28	0.78
0.88	0.49	0.67	1.34	0.36	0.74	1.00	0.40	0.71	140.000	0.27	0.79
0.90	0.48	0.67	1.40	0.35	0.74	1.50	0.39	0.72	190.000	0.26	0.79
0.93	0.47	0.68	1.46	0.34	0.75	2.50	0.38	0.72	250.000	0.25	0.80
0.96	0.46	0.68	1.52	0.33	0.75	4.00	0.37	0.73	310.000	0.24	0.81
0.98	0.45	0.69	1.64	0.31	0.76	6.00	0.35	0.74	370.000	0.23	0.81
1.00	0.44	0.69	1.64	0.31	0.76	8.00	0.35	0.74	450.000	0.22	0.83
1.04	0.43	0.70	1.71	0.30	0.77	10.00	0.34	0.75	570.000	0.21	0.83
1.08	0.42	0.70	1.80	0.29	0.74	15.00	0.33	0.75	750.000	0.20	0.83
1.12	0.41	0.71	1.89	0.28	0.78	20.00	0.32	0.76	1.000.000	0.19	0.84
1.16	0.40	0.71	2.00	0.27	0.79	25.00	0.31	0.76			

1.42	1.37	1.46
------	------	------

TABLA 4.3 Valores de β (Maza, 1967).

Probabilidad (en % de que se presente el caudal de diseño)	Coeficiente β
100	0.77
50	0.82
20	0.86
10	0.90
5	0.94
2	0.97
1	1.00
0.3	1.03
0.2	1.05
0.1	1.07

1.09	0.36	1.33
0.97	0.25	1.28
1.19	0.25	1.37

1.09	0.36	1.33
1.19	0.25	1.37

TABLA 4.4 Valores de ψ (Maza, 1967).

γ mezcla agua - sedimento	Coeficiente ψ
1.05	1.06
1.10	1.13
1.15	1.20
1.20	1.27
1.25	1.34
1.30	1.42
1.35	1.50
1.40	1.60

Anexo F. Planos de los muros de contención.

Anexo F 1. Plano Tramo 1 (1-B)

TRAMO 1B

Esc: 1:50

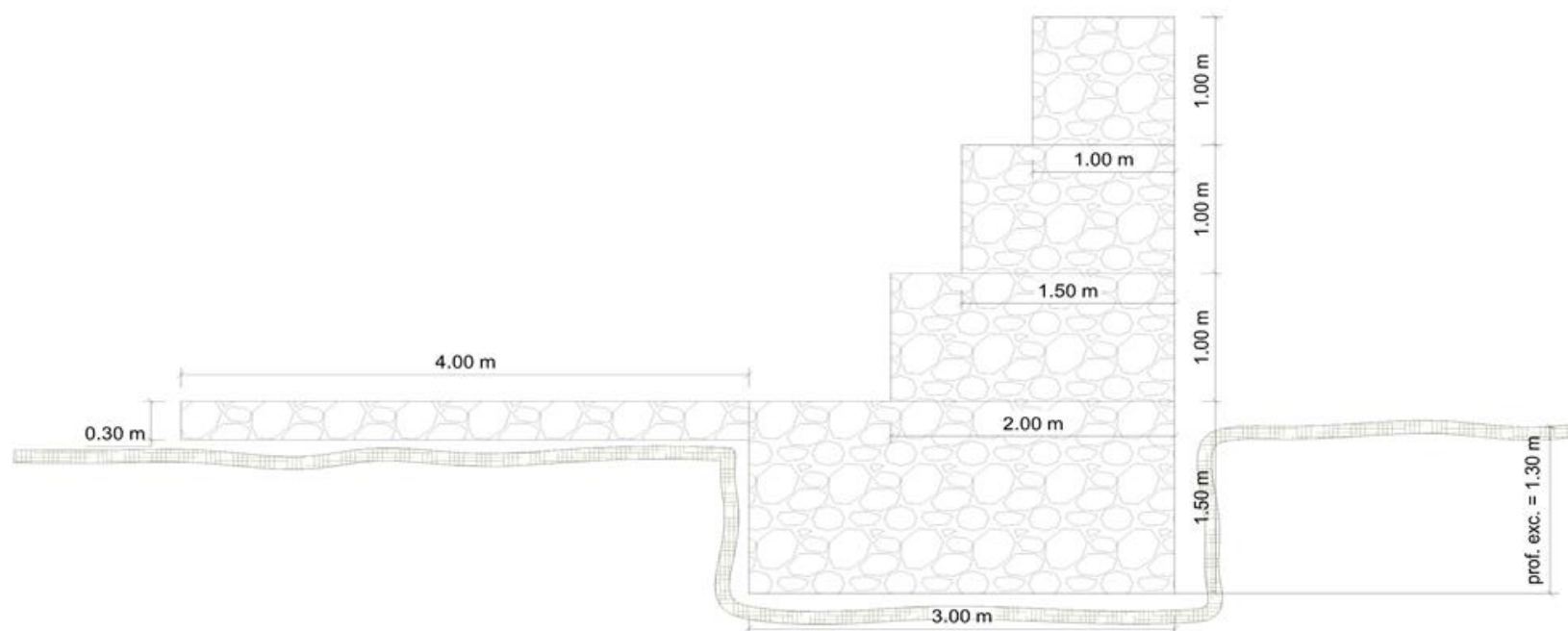


Fuente: Elaboración propia

Anexo F 2. Plano muro de gaviones tramos 1 (1A), 2, 3 y 4.

TRAMO 1A - 2 - 3 - 4

Esc: 1:50

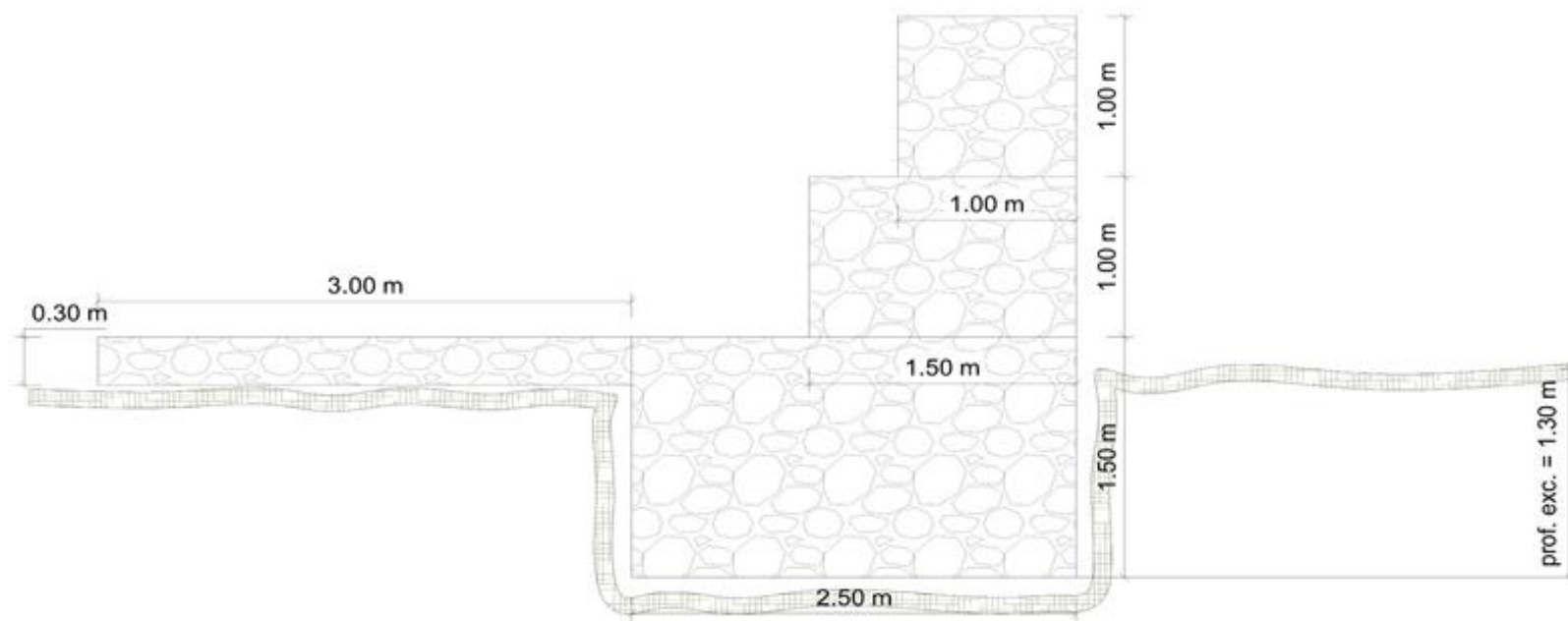


Fuente: Elaboración propia

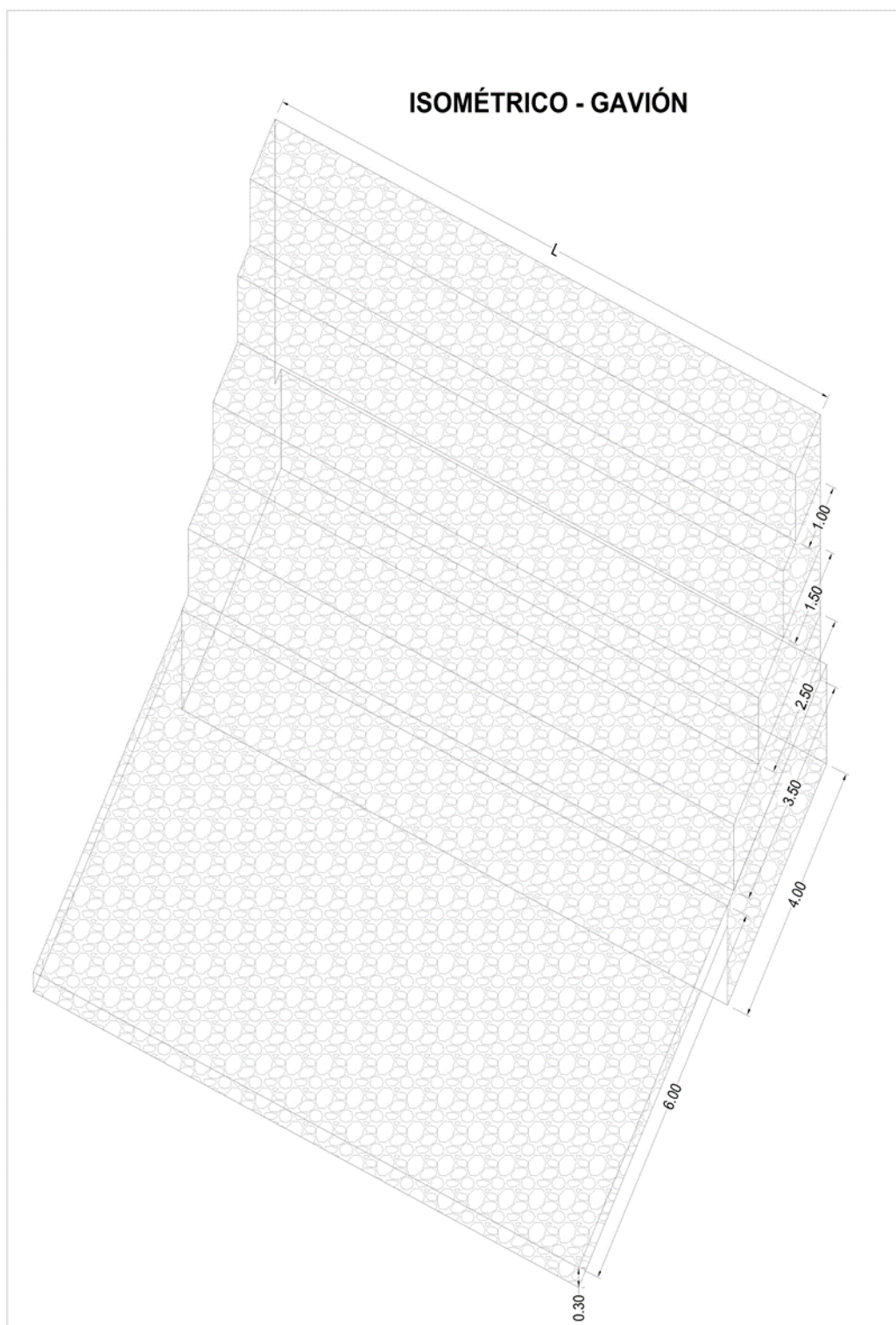
Anexo F 3. Plano muro de gavión tramo 5.

TRAMO 5

Esc: 1:50



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Anexo F 5. Valores de ángulo de fricción interna y peso específico de suelos naturales.

Ángulos de fricción interna y peso específico de suelos

Tipo de suelo	Consistencia	Angulo de fricción interna ϕ en grados	Peso específico en kg/cm ³
Arena gruesa o arena con grava	Compacta	40	2250
	suelta	35	1450
Arena media	Compacta	40	2080
	suelta	30	1450
Arena limosa fina o limo arenoso	Compacta	30	2080
	suelta	25	1365
Limo uniforme	Compacta	30	2160
	suelta	25	1365
Arcilla – limo	Suave a mediana	20	1440 – 1920
Arcilla limosa	Suave a mediana	15	1440 – 1920
Arcilla	Suave a mediana	0.1	1440 – 1920

<http://civilgeeks.com/2011/11/30/valores-referenciales-sobre-diferentes-propiedades-de-los-suelos/>

Anexo F 6. Capacidad admisible de suelos naturales.

Tipo de suelo	
Rocas macizas: granito, diorita, gneis.	100
Rocas laminadas: esquistos, pizarra.	40
Rocas sedimentarias: caliza, arenisca.	15
Cascajo, gravas o gravas arenosas (GWO GP)	
Compactas	5
Medianamente compactas	4
Sueltas	3
Arenas o arenas con grava bien graduadas (SW)	
Compactas	3.75
Medianamente compactas	3
Sueltas	2.25
Arenas o arenas con grava mal graduadas (SP)	
Compactas	3
Medianamente compactas	2.5
Sueltas	1.75
Grava sienosas o grava-arena-sieno (GM)	
Compactas	2.5
Medianamente compactas	5
Sueltas	1.5
Arenas sienosas o arena-sieno (SM)	2
Gravas arcillosas o arenas arcillosas (GC-SC)	2

Fuente: Diseño de estructuras de concreto armado - Teodoro E. Harmsen

Parámetros		Unidad	Descripción del tipo de suelo
Angulo de fricción interna ϕ	38	°	Arena con grava semicompacta
Peso específico de la roca γ	2.9	ton/m ³	Canto rodado
Peso específico del suelo γ	1.8	ton/m ³	Arena con grava semicompacta
Ancho de la base	3	m	
Capacidad admisible del suelo	2	kg/cm ²	Grava, arena limosa medianamente compacta
Cohesión C	0	ton/m ²	Grava, arena limosa medianamente compacta
Altura total de muro H	4.5	m	

$$K_a = 0.2379$$

Empuje activo

KN/m

$$E_a = E_h = 4.34 \text{ tn/m}$$

$$6.503128643 \text{ tn/m}$$

Factor de seguridad al deslizamiento: 0.8

Área	Peso	centro de gravedad	momento
	W (ton)	Xi	Mr
1	2.32	2.5	5.8
2	3.48	2.25	7.83
3	4.64	2	9.28
4	10.44	1.5	15.66
W total	20.88		38.57

DESPLAZAMIENTO

$$FS_d = \frac{[(w + Ev)] \tan \Phi}{E_h \cdot \cos(\alpha)}$$

$$F_d = 2.5085$$

>

$$1.5$$

cumple!

VUELCO

$$FS_v = \frac{M_r}{M_v} > 2$$

$$Y_s = 1.5$$

$$M_v = 9.75$$

$$M_r = 38.57$$

$$F_v = 3.95$$

>

$$2$$

cumple!

VERIFICACIÓN

$$e = B / 2 - ((M_r - M_v) / N) < B / 6$$

$$N = (W + Ev)$$

$$N = 20.88$$

$$e = 0.12$$

<

$$0.5$$

cae dentro el nucleo central

esfuerzos permisibles

$$\sigma_p = 8.63 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_T = 5.29 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_p = 0.88 \text{ kg/cm}^2 <$$

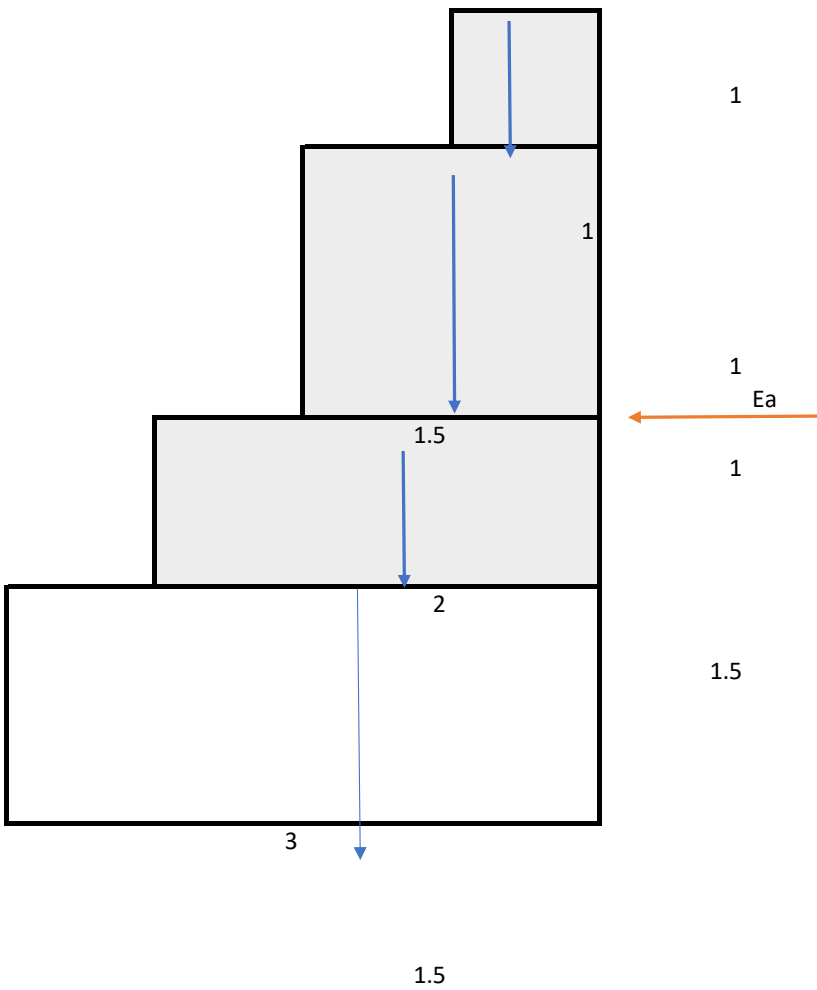
$$2$$

kg/cm²

$$\sigma_T = 0.54 \text{ kg/cm}^2 <$$

$$2$$

kg/cm²



Tramo 1					
Tramo 1-A	Coordenadas		Cotas (msnm)	Altura del muro (m)	Logitud (m)
	X	Y	terreno		
Inicio	225596	7613410	2832.9	3	90
Fin	257440	7613360	2832.35	3	
Tramo 1-B					
Inicio	257440	7613360	2832.35	4	40
Fin	225759	7613390	2831.8	4	
Tramo 2					
Tramo 2-A					
Inicio	225913	7613500	2826.53	3	230
Fin	226073	7613640	2823.88	3	
Tramo 2-B					
Inicio	226073	7613640	2823.88	3	170
Fin	226288	7613690	2821.33	3	
Tramo 3					
Inicio	226513	7613650	2820.70	3	96
Fin	226633	7613600	2818.90	3	
Tramo 4					
Tramo 4-A					
Inicio	226745	7613520	2818.20	3	150
Fin	226873	7613400	2816.70	3	
Tramo 4-B					
Inicio	226873	7613400	2816.70	3	70
Fin	226929	7613340	2814.95	3	
Tramo 4-C					
Inicio	226929	7613340	2814.95	3	130
Fin	227013	7613190	2814.16	3	
Tramo 5					
Tramo 5-A					
Inicio	226913	7613660	2819.50	2	190
Fin	227061	7613480	2817.16	2	
Tramo 5-B					
Inicio	227061	7613480	2817.16	2	160
Fin	227213	7613300	2815.10	2	

tramo 1

Sub tramos	Socavacion max (m)	Socavacion min (m)	velocidad erosiva (m/s)	Profundidad de fundacion del muro (m)
Tramo 1-A	2.03	0.10	1.65	1.22
Tramo 1-B	2.19	0.02	1.69	1.29
tramo 2				
Tramo 2-A	1.40	1.06	1.45	1.60
Tramo 2-B	1.36	1.05	1.44	1.56
Tramo 3				
Tramo 3-A	1.42	1.37	1.46	1.62
Tramo 4				
Tramo 4-A	1.09	0.36	1.33	1.29
Tramo 4-B	0.97	0.25	1.28	1.17
Tramo 4-C	1.19	0.25	1.37	1.39
Tramo 5				
Tramo 5-A	1.09	0.36	1.33	1.29
Tramo 5-B	1.19	0.25	1.37	1.39

Anexo G. Presupuesto general de las obras de protección.

Anexo G. 1. Cómputos métricos.

CÓMPUTOS MÉTRICOS			
Act.	Descripción	Und.	Cantidad
>	M01 - M01 TRABAJOS PRELIMINARES		
1	INSTALACIÓN DE FAENAS	Glb	1.00
2	REPLANTEO Y TRAZADO DE SUPERFICIE	m ²	4279.00
>	M02 - M02 Construcción Muro de Gavión en el río San Juan del Oro		
3	EXCAVACIÓN COMUN CON MAQUINARIA (RETROEXCADORA)	m ³	6,987.50
4	PROVISIÓN Y ARMADO MURO DE MALLA DE GAVION	m ³	9,286.50
5	PROVISIÓN Y ARMADO DE COLCHONETA TIPO RENO	m ³	1,252.20
6	PROVISIÓN Y COLOCADO DE GEOTEXTIL	m ²	11,302.60
7	RELLENO Y COMPACTADO DE TIERRA	m ³	1,424.80

Fuente: Elaboración propia

Anexo G. 2. Materiales y mano de obra.

MATERIALES Y MANO DE OBRA			
1. MATERIALES			
Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (bs)
1	CEMENTO PORTLAND	Kg	1.04
2	ARENA	m ³	136.5
3	GRAVA	m ³	80
4	ESTUCO	Kg	0.68
5	MADERA DE CONSTRUCCIÓN	pie ²	8
6	MADERA MAPAJÓ	pie ²	7.5
7	CALAMINA GALVANIZADA	m ²	22.92
8	LADRILLO 6H	Pza.	0.9
9	PINTURA LATEX	Gal	100
10	CLAVOS	m ³	12.5
11	ALAMBRE DE AMARRE	Kg	12
12	PIEDRA BRUTA	m ³	80
13	GAVIÓN 2x1x1 C/D	Pza.	261.73
14	ALAMBRE GALVANIZADO N°10	Kg	15
15	COLCHONETA TIPO RENO 4x2x0.30 Galfan	Pza.	490
16	GEOTEXTIL 178 gr/m ²	m ²	9.42
2. MANO DE OBRA			
Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO
1	ALBAÑIL	Hr	18
2	AYUDANTE	Hr	14
3	PEÓN	Hr	12
4	TOPÓGRAFO	Hr	22
5	ALARIFE	Hr	12
7	MAQUINISTA	Hr	17
6	CHOFER	Hr	13
3. MAQUINARIA Y EQUIPO			
Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO
1	CAMIONETA 4x4	Hr	70
2	CAMIÓN VOLQUETA >= 12 m ³	Hr	200
3	RETROEXCAVADORA >= 100 HP	Hr	300

Fuente: Elaboración propia

Anexo G. 3. Análisis precio unitario actividad 1.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
		Proyecto:	Construcción Muro de Gavión en el rio San Juan del Oro		
		Actividad:	INSTALACIÓN DE FAENAS		
		Cantidad:	1.00		
		Unida:	Glb		
		Moneda:	Bolivianos		
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Madera Mapajo	pie ²	150.000	7.500	1125.000
2	Grava	m ³	0.600	80.000	48.000
3	Cemento	Kg	80.000	1.040	83.200
4	Ladrillo 6H	Pza.	300.000	0.900	270.000
5	Estuco	Kg	50.000	0.680	34.000
6	Calamina Galvanizada	m ²	7.000	22.920	160.440
TOTAL, MATERIALES					1720.640
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Albañil	Hr	15.000	18.000	270.000
2	Ayudante	Hr	15.000	14.000	210.000
3	Peón	Hr	15.000	12.000	180.000
4	Chofer	Hr	10.000	13.000	130.000
SUBTOTAL MANO DE OBRA					790.000
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71,18%)			57.00%	790.000	450.300
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES) (14,94%)			14.94%	1240.300	185.301
TOTAL, MANO DE OBRA					1425.601
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	CAMIONETA 4x4	Hr	6	70	420.000
2	CAMION VOLQUETA	Hr	2	200	400.000
3	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)		5.00%	1425.601	71.280
TOTAL, EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					891.280
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO TOTAL
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			3.00%	4037.521
TOTAL, GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					121.126
5. UTILIDAD					
					COSTO TOTAL
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			7.00%	4158.646
TOTAL, UTILIDAD					291.105
6. IMPUESTOS					
					COSTO TOTAL
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.00%	4449.752
TOTAL, IMPUESTOS					133.493
TOTAL, PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					4583.244
TOTAL, PRECIO UNITARIO ADOPTADO (Con dos (2) decimales)					4583.24

Fuente: Elaboración propia

Anexo G. 4. Análisis precio unitario actividad 2.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
		Proyecto:	Construcción Muro de Gavión en el río Sn Juan del Oro		
		Actividad:	REPLANTEO Y TRAZADO DE SUPERFICIE		
		Cantidad:	4279.00		
		Unidad:	m2		
		Moneda:	Bolivianos		
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Madera de Construcción	Pie²	0.250	8.000	2.000
2	Clavos	Kg	0.010	12.500	0.125
3	Estuco	Kg	0.110	0.680	0.075
4	Alambre de Amarre	Kg	0.020	12.000	0.240
TOTAL, MATERIALES					2.440
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Topógrafo	Hr	0.015	22.000	0.330
2	Alarife	Hr	0.020	12.000	0.240
3	Albañil	Hr	0.020	18.000	0.360
SUBTOTAL MANO DE OBRA					0.930
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71,18%)			57.00%	0.930	0.530
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES) (14,94%)			14.94%	1.460	0.218
TOTAL, MANO DE OBRA					1.678
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)		6.00%	1.678	0.101
TOTAL, EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					0.101
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO TOTAL
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			5.00%	4.219
TOTAL, GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					0.211
5. UTILIDAD					
					COSTO TOTAL
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			7.00%	4.430
TOTAL, UTILIDAD					0.310
6. IMPUESTOS					
					COSTO TOTAL
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.00%	4.740
TOTAL, IMPUESTOS					0.142
TOTAL, PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					4.882
TOTAL, PRECIO UNITARIO ADOPTADO (Con dos (2) decimales)					4.88

Fuente: Elaboración propia

Anexo G. 5. Análisis precio unitario actividad 3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
		Proyecto:	Construcción Muro de Gavión en el río Sn Juan del Oro		
		Actividad:	EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA (RETROEXCADORA)		
		Cantidad:	6987.5		
		Unidad:	m³		
		Moneda:	Bolivianos		
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Ayudante	Hr	0.050	14.000	0.700
2	Especialista Calificado	Hr	0.070	17.000	1.190
SUBTOTAL MANO DE OBRA					1.890
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71,18%)			57.00%	1.890	1.077
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES) (14,94%)			14.94%	2.967	0.443
TOTAL, MANO DE OBRA					3.411
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Retroexcavadora	Hr.	0.06	300	18.000
2	Volqueta 12 m3	Hr.	0.08	200	16.000
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)		5.00%	3.411	0.171
TOTAL, EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					34.171
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO TOTAL
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			5.00%	37.581
TOTAL, GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					1.879
5. UTILIDAD					
					COSTO TOTAL
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			7.00%	39.460
TOTAL, UTILIDAD					2.762
6. IMPUESTOS					
					COSTO TOTAL
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.00%	42.222
TOTAL, IMPUESTOS					1.267
TOTAL, PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					43.489
TOTAL, PRECIO UNITARIO ADOPTADO (Con dos (2) decimales)					43.49

Fuente: Elaboración propia

Anexo G. 6. Precio unitario actividad 4.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
		Proyecto:	Construcción Muro de Gavión en el rio Sn Juan del Oro		
		Actividad:	PROVISIÓN Y ARMADO MURO DE MALLA DE GAVION		
		Cantidad:	9286.5		
		Unidad:	m3		
		Moneda:	Bolivianos		
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Malla para Gavión (2x1x1) con diafragma	Pza.	1.000	130.865	130.865
2	Piedra bruta	m3	1.050	75.000	78.750
3	Alambre galvanizado N°10	Kg	1.200	15.000	18.000
TOTAL, MATERIALES					227.615
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Albañil	Hr	1.000	18.000	18.000
2	Ayudante	Hr	4.000	12.000	48.000
SUBTOTAL MANO DE OBRA					66.000
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71,18%)			57.00%	66.000	37.620
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES) (14,94%)			14.94%	103.620	15.481
TOTAL, MANO DE OBRA					119.101
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)		5.00%	119.101	5.955
TOTAL, EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					5.955
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO TOTAL
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			5.00%	352.671
TOTAL, GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					17.634
5. UTILIDAD					
					COSTO TOTAL
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			7.00%	370.304
TOTAL, UTILIDAD					25.921
6. IMPUESTOS					
					COSTO TOTAL
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.00%	396.226
TOTAL, IMPUESTOS					11.887
TOTAL, PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					408.112
TOTAL, PRECIO UNITARIO ADOPTADO (Con dos (2) decimales)					408.11

Fuente: Elaboración propia

Anexo G. 7. Análisis precio unitario actividad 5.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
		Proyecto:	Construcción Muro de Gavión en el rio Sn Juan del Oro		
		Actividad:	PROVISIÓN Y ARMADO DE COLCHONETA TIPO		
		Cantidad:	1252.2		
		Unidad:	m3		
		Moneda:	Bolivianos		
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Malla colchoneta tipo reno 4x2x0.23 Galfan	Pza.	1.000	266.304	266.304
2	Piedra bruta	m3	1.050	80.000	84.000
3	Alambre galvanizado N°10	kg	2.500	15.000	37.500
TOTAL, MATERIALES					387.804
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Albañil	Hr	1.000	18.000	18.000
2	Ayudante	Hr	4.000	14.000	56.000
SUBTOTAL MANO DE OBRA					74.000
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71,18%)			57.00%	74.000	42.180
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES) (14,94%)			14.94%	116.180	17.357
TOTAL, MANO DE OBRA					133.537
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)		5.00%	133.537	6.677
TOTAL, EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					6.677
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO TOTAL
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			5.00%	528.019
TOTAL, GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					26.401
5. UTILIDAD					
					COSTO TOTAL
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			7.00%	554.419
TOTAL, UTILIDAD					38.809
6. IMPUESTOS					
					COSTO TOTAL
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.00%	593.229
TOTAL, IMPUESTOS					17.797
TOTAL, PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					611.026
TOTAL, PRECIO UNITARIO ADOPTADO (Con dos (2) decimales)					611.03

Fuente: Elaboración propia

Anexo G. 8. Análisis precio unitario actividad 6.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
		Proyecto:	Construcción Muro de Gavión en el rio Sn Juan del Oro		
		Actividad:	PROVISIÓN Y COLOCADO DE GEOTEXTIL		
		Cantidad:	11302.6		
		Unidad:	m2		
		Moneda:	Bolivianos		
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	GEOTEXTIL	m2	1.100	9.420	10.362
TOTAL, MATERIALES					10.362
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	AYUDANTE	Hr	0.350	14.000	4.900
SUBTOTAL MANO DE OBRA					4.900
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71,18%)			57.00%	4.900	2.793
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES) (14,94%)			14.94%	7.693	1.149
TOTAL, MANO DE OBRA					8.842
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)		5.00%	8.842	0.442
TOTAL, EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					0.442
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO TOTAL
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			3.00%	19.646
TOTAL, GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					0.589
5. UTILIDAD					
					COSTO TOTAL
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			7.00%	20.236
TOTAL, UTILIDAD					1.417
6. IMPUESTOS					
					COSTO TOTAL
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.00%	21.652
TOTAL, IMPUESTOS					0.650
TOTAL, PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					22.302
TOTAL, PRECIO UNITARIO ADOPTADO (Con dos (2) decimales)					22.30

Fuente: Elaboración propia

Anexo G. 9. Análisis precio unitario actividad 7.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
		Proyecto:	Construcción Muro de Gavión en el rio Sn Juan del Oro		
		Actividad:	RELLENO Y COMPACTADO DE TIERRA		
		Cantidad:	1424.8		
		Unidad:	m³		
		Moneda:	Bolivianos		
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	ALBAÑIL	Hr	0.5	18	9.000
2	AYUDANTE	Hr	2.000	14.000	28.000
			SUBTOTAL MANO DE OBRA		37.000
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71,18%)			57.00%	37.000	21.090
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES) (14,94%)			14.94%	58.090	8.679
TOTAL, MANO DE OBRA					66.769
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)		5.00%	5.250	0.263
TOTAL, EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					0.263
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO TOTAL
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			5.00%	67.031
TOTAL, GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					3.352
5. UTILIDAD					
					COSTO TOTAL
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			7.00%	70.383
TOTAL, UTILIDAD					4.927
6. IMPUESTOS					
					COSTO TOTAL
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.00%	75.309
TOTAL, IMPUESTOS					2.259
TOTAL, PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					77.569
TOTAL, PRECIO UNITARIO ADOPTADO (Con dos (2) decimales)					77.57

Fuente: Elaboración propia

Anexo G. 10. Presupuesto por ítems y general de las obras de protección

PRESUPUESTO POR ÍTEMS Y GENERAL DE LA OBRA (En Bolivianos)

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (Numeral)	Precio Total (Numeral)
1	INSTALACIÓN DE FAENAS	Glb	1.00	4583.24	4,583.24
2	REPLANTEO Y TRAZADO DE SUPERFICIE	m2	4279.00	4.88	20,889.82
3	EXCAVACIÓN COMÚN CON MAQUINARIA (RETROEXCADORA)	m³	6987.50	43.49	303,880.01
4	PROVISIÓN Y ARMADO MURO DE MALLA DE GAVIÓN	m³	9286.50	408.11	3,789,936.67
5	PROVISIÓN Y ARMADO DE COLCHONETA TIPO RENO	m³	1252.20	611.03	765,126.32
6	PROVISIÓN Y COLOCADO DE GEOTEXTIL	m2	11302.6	22.30	252,069.73
7	RELLENO Y COMPACTADO DE TIERRA	m³	1424.80	77.57	110,519.99
PRECIO TOTAL (Numeral)					5,247,005.79

Fuente: Elaboración propia

cálculos métricos			
Nº	Descripción	Und.	Cantidad
>	M01 - M01 TRABAJOS PRELIMINARES		
2	INSTALACION DE FAENAS	Glb	1.00
3	REPLANTEO Y TRAZADO DE SUPERFICIE	m2	4279.00
>	M02 - M02 Construcción Muro de Gavión en el río San Juan del Oro		
4	EXCAVACION COMUN CON MAQUINARIA (RETROEXCADORA)	m³	6,987.50
5	PROVISION Y ARMADO MURO DE MALLA DE GAVION	m³	9,286.50
6	PROVISION Y ARMADO DE COLCHONETA TIPO RENO	m³	1,252.20
7	PROVISION Y COLOCADO DE GEOTEXTIL	m2	11,302.60
8	RELLENO Y COMPACTADO DE TIERRA	m³	1,424.80

PRESUPUESTO POR ÍTEMS Y GENERAL DE LA OBRA
(En Bolivianos)

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (Numeral)	Precio Total (Numeral)
1	INSTALACION DE FAENAS	Glb	1.00	4583.24	4,583.24
2	REPLANTEO Y TRAZADO DE SUPERFICIE	m2	4279.00	4.88	20,889.82
3	EXCAVACION COMUN CON MAQUINARIA (RETROEXCADORA)	m³	6987.50	43.49	303,880.01
4	PROVISION Y ARMADO MURO DE MALLA DE GAVION	m³	9286.50	408.11	3,789,936.67
5	PROVISION Y ARMADO DE COLCHONETA TIPO RENO	m³	1252.20	611.03	765,126.32
6	PROVISION Y COLOCADO DE GEOTEXTIL	m2	11302.6	22.30	252,069.73
7	RELLENO Y COMPACTADO DE TIERRA	m³	1424.80	77.57	110,519.99
PRECIO TOTAL (Numeral)					5,247,005.79

MATERIALES Y MANO DE OBRA

1. MATERIALES

N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO
1	CEMENTO PORTLAND	Kg	1.04
2	ARENA	m3	136.5
3	GRAVA	m3	80
4	ESTUCO	Kg	0.68
5	MADERA DE CONSTRUCCION	pie²	8
6	MADERA MAPAJO	pie²	7.5
7	CALAMINA GALVANIZADA	m2	22.92
8	LADRILLO 6H	Pza	0.9
9	PINTURA LATEX	Gal	100
10	CLAVOS	m³	12.5
11	ALAMBRE DE AMARRE	Kg	12
12	PIEDRA BRUTA	m3	80
13	GAVION 2x1x1 C/D	Pza	261.73
14	ALAMBRE GALVANIZADO N°10	Kg	15
15	COLCHONETA TIPO RENO 4x2x0.30 Galfan	Pza	490
16	GEOTEXTIL 178 gr/m²	m2	9.42

2. MANO DE OBRA

N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO
1	ALBAÑIL	Hr	18
2	AYUDANTE	Hr	14
3	PEON	Hr	12
4	TOPOGRAFO	Hr	22
5	ALARIFE	Hr	12
7	MAQUINISTA	Hr	17
6	CHOFER	Hr	13

3. MAQUINARIA Y EQUIPO (*)

N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO
1	CAMIONETA 4x4	Hr	70
2	CAMION VOLQUETA >= 12 m3	Hr	200
3	RETROEXCAVADORA >= 100 HP	Hr	300

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
		Proyecto :	Construccion Muro de Gavion en el rio Salinas		
		Actividad :	INSTALACION DE FAENAS		
		Cantidad :	1.00		
		Unidad :	glb		
		Moneda :	Bolivianos		
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Madera Mapajo	pie²	150.000	7.500	1125.000
2	Grava	m³	0.600	80.000	48.000
3	Cemento	Kg	80.000	1.040	83.200
4	Ladrillo 6H	Pza	300.000	0.900	270.000
5	Estuco	Kg	50.000	0.680	34.000
6	Calamina Galvanizada	m²	7.000	22.920	160.440
TOTAL MATERIALES					1720.640
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Albañil	Hr	15.000	18.000	270.000
2	Ayudante	Hr	15.000	14.000	210.000
3	Peon	Hr	15.000	12.000	180.000
4	Chofer	Hr	10.000	13.000	130.000
SUBTOTAL MANO DE OBRA					790.000
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71,18%)			57.00%	790.000	450.300
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES) (14,94%)			14.94%	1240.300	185.301
TOTAL MANO DE OBRA					1425.601
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	CAMIONETA 4x4	Hr	6	70	420.000
2	CAMION VOLQUETA	Hr	2	200	400.000
3	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)		5.00%	1425.601	71.280
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					891.280
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO TOTAL
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			3.00%	4037.521
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					121.126
5. UTILIDAD					
					COSTO TOTAL
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			7.00%	4158.646
TOTAL UTILIDAD					291.105
6. IMPUESTOS					
					COSTO TOTAL
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.00%	4449.752
TOTAL IMPUESTOS					133.493
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					4583.244
TOTAL PRECIO UNITARIO ADOPTADO (Con dos (2) decimales)					4583.24

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
		Proyecto :	Construccion Muro de Gavion en el rio Salinas		
		Actividad :	REPLANTEO Y TRAZADO DE SUPERFICIE		
		Cantidad :	4279.00		
		Unidad :	m2		
		Moneda :	Bolivianos		
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Madera de Construccion	Pie²	0.250	8.000	2.000
2	Clavos	Kg	0.010	12.500	0.125
3	Estuco	Kg	0.110	0.680	0.075
4	Alambre de Amarre	Kg	0.020	12.000	0.240
TOTAL MATERIALES					2.440
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Topografo	Hr	0.015	22.000	0.330
2	Alarife	Hr	0.020	12.000	0.240
3	Albañil	Hr	0.020	18.000	0.360
SUBTOTAL MANO DE OBRA					0.930
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al			57.00%	0.930	0.530
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES) (14,94%)			14.94%	1.460	0.218
TOTAL MANO DE OBRA					1.678
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)		6.00%	1.678	0.101
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					0.101
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO TOTAL
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			5.00%	4.219
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					0.211
5. UTILIDAD					
					COSTO TOTAL
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			7.00%	4.430
TOTAL UTILIDAD					0.310
6. IMPUESTOS					
					COSTO TOTAL
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.00%	4.740
TOTAL IMPUESTOS					0.142
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					4.882
TOTAL PRECIO UNITARIO ADOPTADO (Con dos (2) decimales)					4.88

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES

Proyecto : Construccion Muro de Gavion en el rio Salinas
 Actividad : EXCAVACION CON MAQUINARIA (RETROEXCADORA)
 Cantidad : 6987.5
 Unidad : m³
 Moneda : Bolivianos

2. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1 Ayudante	Hr	0.050	14.000	0.700
2 Especialista Calificado	Hr	0.070	17.000	1.190
SUBTOTAL MANO DE OBRA				1.890
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71,18%)		57.00%	1.890	1.077
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES) (14,94%)		14.94%	2.967	0.443
TOTAL MANO DE OBRA				3.411

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1 Retroexcavadora	Hr.	0.06	300	18.000
2 Volqueta 12 m3	Hr.	0.08	200	16.000
* HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)		5.00%	3.411	0.171
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				34.171

4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS

			COSTO TOTAL
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3	5.00%	37.581
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS			1.879

5. UTILIDAD

			COSTO TOTAL
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4	7.00%	39.460
TOTAL UTILIDAD			2.762

6. IMPUESTOS

			COSTO TOTAL
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5	3.00%	42.222
TOTAL IMPUESTOS			1.267
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)			43.489
TOTAL PRECIO UNITARIO ADOPTADO (Con dos (2) decimales)			43.49

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES

Proyecto : Construccion Muro de Gavion en el rio Salinas
 Actividad : PROVISION Y ARMADO MURO DE MALLA DE GAVION
 Cantidad : 9286.5
 Unidad : m3
 Moneda : Bolivianos

1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Malla para Gavion (2x1x1) con diafragma	Pza	1.000	130.865	130.865
2	Piedra bruta	m3	1.050	75.000	78.750
3	Alambre galvanizado N°10	Kg	1.200	15.000	18.000
TOTAL MATERIALES					227.615
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Albañil	Hr	1.000	18.000	18.000
2	Ayudante	Hr	4.000	12.000	48.000
SUBTOTAL MANO DE OBRA					66.000
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71,18%)			57.00%	66.000	37.620
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES) (14,94%)			14.94%	103.620	15.481
TOTAL MANO DE OBRA					119.101
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)		5.00%	119.101	5.955
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					5.955
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					COSTO TOTAL
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			5.00%	352.671
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					17.634
5. UTILIDAD					
					COSTO TOTAL
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			7.00%	370.304
TOTAL UTILIDAD					25.921
6. IMPUESTOS					
					COSTO TOTAL
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.00%	396.226
TOTAL IMPUESTOS					11.887
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					408.112
TOTAL PRECIO UNITARIO ADOPTADO (Con dos (2) decimales)					408.11

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES						
		Proyecto	:	Construccion Muro de Gavion en el rio Salinas		
		Actividad	:	PROVISION Y ARMADO DE COLCHONETA TIPO		
		Cantidad	:	1252.2		
		Unidad	:	m3		
		Moneda	:	Bolivianos		
1. MATERIALES						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL	
1	Malla colchoneta tipo reno 4x2x0.23 Galfan	Pza	1.000	266.304	266.304	
2	Piedra bruta	m3	1.050	80.000	84.000	
3	Alambre galvanizado N°10	kg	2.500	15.000	37.500	
TOTAL MATERIALES					387.804	
2. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL	
1	Albañil	Hr	1.000	18.000	18.000	
2	Ayudante	Hr	4.000	14.000	56.000	
SUBTOTAL MANO DE OBRA					74.000	
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71,18%)			57.00%	74.000	42.180	
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES) (14,94%)			14.94%	116.180	17.357	
TOTAL MANO DE OBRA					133.537	
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL	
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)		5.00%	133.537	6.677	
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					6.677	
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS						
					COSTO TOTAL	
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3			5.00%	528.019	
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					26.401	
5. UTILIDAD						
					COSTO TOTAL	
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4			7.00%	554.419	
TOTAL UTILIDAD					38.809	
6. IMPUESTOS						
					COSTO TOTAL	
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3.00%	593.229	
TOTAL IMPUESTOS					17.797	
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					611.026	
TOTAL PRECIO UNITARIO ADOPTADO (Con dos (2) decimales)					611.03	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES

Proyecto : Construccion Muro de Gavion en el rio Salinas

Actividad : PROVISION Y COLOCADO DE GEOTEXTIL

Cantidad : 11302.6

Unidad : m2

Moneda : Bolivianos

1. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1 GEOTEXTIL	m2	1.100	9.420	10.362
TOTAL MATERIALES				10.362
2. MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1 AYUDANTE	Hr	0.350	14.000	4.900
SUBTOTAL MANO DE OBRA				4.900
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71,18%)		57.00%	4.900	2.793
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES) (14,94%)		14.94%	7.693	1.149
TOTAL MANO DE OBRA				8.842
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
* HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)		5.00%	8.842	0.442
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				0.442
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				
				COSTO TOTAL
* GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3		3.00%		19.646
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				0.589
5. UTILIDAD				
				COSTO TOTAL
* UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4		7.00%		20.236
TOTAL UTILIDAD				1.417
6. IMPUESTOS				
				COSTO TOTAL
* IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5		3.00%		21.652
TOTAL IMPUESTOS				0.650
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)				22.302
TOTAL PRECIO UNITARIO ADOPTADO (Con dos (2) decimales)				22.30

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES

Proyecto : Construccion Muro de Gavion en el rio Salinas
 Actividad : RELLENO Y COMPACTADO DE TIERRA
 Cantidad : 1424.8
 Unidad : m3
 Moneda : Bolivianos

2. MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO
1	ALBAÑIL	Hr	0.5	18
2	AYUDANTE	Hr	2.000	14.000
SUBTOTAL MANO DE OBRA				37.000
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71,18%)			57.00%	37.000
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES) (14,94%)			14.94%	58.090
TOTAL MANO DE OBRA				66.769
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)		5.00%	5.250
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				0.263

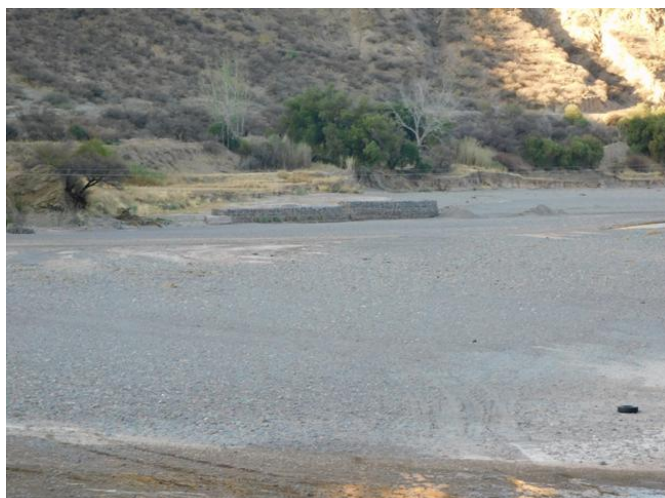
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS			
			COSTO TOTAL
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3	5.00%	67.031
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS			3.352
5. UTILIDAD			
			COSTO TOTAL
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4	7.00%	70.383
TOTAL UTILIDAD			4.927
6. IMPUESTOS			
			COSTO TOTAL
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5	3.00%	75.309
TOTAL IMPUESTOS			2.259
TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)			77.569
TOTAL PRECIO UNITARIO ADOPTADO (Con dos (2) decimales)			77.57

Anexo A. Reporte fotográfico del levantamiento topográfico en la zona de estudio.



Fuente: Elaboración propia

Anexo A. Obras de protección existentes en la zona evaluada.



Fuente: Elaboración propia