

Estación:	Este
Departamento:	Norte
Provincia:	Altura m/s/n/m:

DATOS DE : PRECIPITACIÓN TOTAL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2001	10.8	26.9	18.8	47.1	133.5	111	108.3	136.8	120	70	85.3	65.8	934.3
2002	2	32	106.6	156	170.2	196.4	91.8	139.1	88.03	53.1	55.3	22.5	1113.0
2003	7.2	16.1	97.7	102.4	133.6	115.9	174.5	81	113.4	146.2	115.9	58.2	1161.0
2004	9.5	25.3	21.1	131.7	210.7	132.1	127	140.1	98.7	77.1	81.2	41.5	1096.0
2005	23	35.2	38.8	86.9	116.9	107.1	66.4	131.3	103	152.2			860.8
2006		146.5	136.2	115.4	223	121.9	87.9	78.1	145.8	128.2	36.3		1229.3
2007	8.7	11.4	46.3	105.1	135.1	126.4	117.2	183.2	73.8	147.5	69.7	47.7	1073.1
2008	22.5	10.5	143	69	169.2	159.7	152.7	166.7	69.2	132.2	203.9	59.5	1358.1
2009	44	45.2	100.4	86.2	79.4	100.4	118	125.3	85.5	38.6	9.5		832.5
2010	4.5	3.3	53.2	172.1	221.7	115.8	278.5	52.6	49.5	149.3	168.3	61.1	1335.9
2011	22.1	91.2	85.3	214.9	211.4								625.9
SUMA	154.3	449.6	848.4	1287.8	1804.7	1286.7	1332.3	1234.2	946.9	1093.4	825.3	356.3	11619.9
MEDIA	7.5	20.8	49.5	99.0	149.1	124.1	116.1	107.7	86.9	87.5	43.1	45.1	936.3

DATOS DE : PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hrs. (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2001	...	19.4	46.1	30.4	85.1	87.6	57.6	138.7	103.2		46.9	38.9	138.7
2002	2.5	19.7	102.6	121.4	104.5	163	74.5	131.5	86.2	44.2	57.2	19.3	163.0
2003	...	20.5	112.1	47.7	91.8	97.8	141.1	53.5	72.2	155.5	83.8	64.9	155.5
2004	32.2	10.3	24.8	136.9	166.7	135.2	98.1	114	97.6	141.6	75.1	37.1	165.7
2005	11	16.7	35.4	68.9	137.5	76.1	85.6	105	91.3	182.1	105.2	11.6	182.1
2006	49.5	20.5	92.6	133.2	76.8	176.3	100.6	87.7	67.7	159.9	125.2	52.7	176.3
2007	2	29.5	45.5	86.5	92.1	118.5	89.5	143.9	73.8	183.7	35.3	96	183.7
2008	40.8	16.8	70.8	47	116.7	103	97.5	107	70.5	72.5	233.2	39.4	233.2
2009	64.1	34.5	89.1	89.2	58.2	94.8	87.2	91.1	33.8	82.9	62.3	6	94.8
2010	2	22.1	26	131.2	145.2	75.83	139.2	49.2	47.4	113.6	126.1	77.7	145.2
2011	14.1	53.4	116.8	204.2	231.2	231.2
MAX	64.1	53.4	116.8	204.2	231.2	176.3	141.1	143.9	103.2	183.7	233.2	96.0	233.2

HIDROLOGÍA

MEMORIA DE CALCULO

En este acápite se determinan los caudales de las cuencas y subcuencas por el método racional.

Debido a la falta de pluviógrafos en las estaciones próximas al sitio de proyecto, que permitan una determinación directa de las curvas de intensidad - duración - frecuencia, se trabajó sobre la base de registros de máximas precipitaciones diarias.

ESTIMACION DE LA PRECIPITACION MAXIMA PROBABLE

La precipitación máxima probable es aquella magnitud de lluvia que ocurre sobre una cuenca particular, en la cual generará un gasto de avenida, para el que virtualmente no existe riesgo de ser excedido.

Los diversos procedimientos de estimación de la precipitación máxima probable no están normalizados, ya que varían principalmente con la cantidad y calidad de los datos disponibles; además, cambian con el tamaño de la cuenca, su emplazamiento y su topografía, con los tipos de temporales que producen las precipitaciones extremas y con el clima. Los métodos de estimación de fácil y rápida aplicación son los empíricos y el estadístico.

Aunque existe un número importante de distribuciones de probabilidad empleadas en hidrología, son sólo unas cuantas las comúnmente utilizadas, debido a que los datos hidrológicos de diversos tipos han probado en repetidas ocasiones ajustarse satisfactoriamente a un cierto modelo teórico. Las lluvias máximas horarias o diarias por lo común se ajustan bien a la distribución de valores extremos tipo I o Gumbel, a la Log-Pearson tipo III y a la gamma incompleta. En este proyecto se empleó la distribución Gumbel.

Se trabajará con la serie anual de máximos correspondiente a la estación Bolívar.

Registros pluviométricos Estación Bolívar - Método Gumbel

No	Año	Mes	Precipitación (mm)	
			Max. Precip.	$(x_i - \bar{x})^2$
1	2001	DIC	138,7	981,97
2	2002	ENE	163,0	49,51
3	2003	FEB	155,5	211,31
4	2004	FEB	166,7	11,13
5	2005	DIC	182,1	145,53
6	2006	MAR	176,3	39,23
7	2007	FEB	183,7	186,69
8	2008	DIC	233,2	3989,64
9	2009	FEB	94,8	5660,51
10	2010	DIC	145,2	616,84
11	2011	ENE	231,2	3740,99
Suma			1870,4	15633,37

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 170,04 \text{ mm}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 39,54 \text{ mm}$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S = 30,83 \text{ mm}$$

$$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha = 152,24 \text{ mm}$$

Para el modelo de probabilidad:

$$F(x) = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$$

Según el estudio de miles de estaciones - año de datos de lluvia, realizado por L. L. Weiss, los resultados de un análisis probabilístico llevado a cabo con lluvias máximas anuales tomadas en un único y fijo intervalo de observación, al ser incrementados en un 13% conducían a magnitudes más aproximadas a las obtenidas en el análisis basado en lluvias máximas verdaderas. Por tanto el valor representativo adoptado para la cuenca será multiplicado por 1.13 para ajustarlo por intervalo fijo y único de observación.

Cálculo de las láminas para distintas frecuencias

Fuente: Elaboración propia

Periodo Retorno	Variable Reducida	Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección Intervalo fijo
Años	YT	XT(mm)	F(xT)	XT (mm)
2	0,3665	163,5412	0,5000	184,8016
5	1,4999	198,4830	0,8000	224,2858
10	2,2504	221,6176	0,9000	250,4278
25	3,1985	250,8481	0,9600	283,4583
50	3,9019	272,5330	0,9800	307,9623
75	4,3108	285,1371	0,9867	322,2049
100	4,6001	294,0577	0,9900	332,2852
500	6,2136	343,7982	0,9980	388,4919

REGRESION DE POTENCIAS

Las relaciones existentes en la vida de los objetos se describen por ecuaciones de varias formas. D. E. Campbell A. propone las siguientes ecuaciones:

Modelo matemático de las relaciones de potencia de duración de los objetos

Forma	Descripción
1	Y = a + bX
2	Y = a + bX ^c
3	Y = aX ^b
4	Y = aX ^b + c
5	Y = aX ^b + cX ^d
6	Y = aX ^b + cX ^d + e
7	Y = aX ^b + cX ^d + eX ^f
8	Y = aX ^b + cX ^d + eX ^f + gX ^h
9	Y = aX ^b + cX ^d + eX ^f + gX ^h + iX ^j
10	Y = aX ^b + cX ^d + eX ^f + gX ^h + iX ^j + kX ^l

Señale cómo están representados en el gráfico de la duración de los objetos en el tiempo para 20 años, para cada período de tiempo, diferentes porcentajes de este valor según los tiempos de duración de los objetos.

Tabla 7.7 - Regresiones potenciales para diferentes tiempos de duración de los objetos

Tiempo de duración (años)	Y	X	Y ²	X ²	XY	Y ³	X ³	XY ²	X ² Y
1	10000	1	100000000	1	10000	10000000000	1	10000000000	10000
2	10000	2	100000000	4	20000	10000000000	8	20000000000	40000
3	10000	3	100000000	9	30000	10000000000	27	30000000000	90000
4	10000	4	100000000	16	40000	10000000000	64	40000000000	160000
5	10000	5	100000000	25	50000	10000000000	125	50000000000	250000
6	10000	6	100000000	36	60000	10000000000	216	60000000000	360000
7	10000	7	100000000	49	70000	10000000000	343	70000000000	490000
8	10000	8	100000000	64	80000	10000000000	512	80000000000	640000
9	10000	9	100000000	81	90000	10000000000	729	90000000000	810000
10	10000	10	100000000	100	100000	10000000000	1000	100000000000	1000000

$$Y = a + bX^c$$

Probabilidad de los objetos para diferentes tiempos de duración

Tiempo de duración (años)	Y	X	Y ²	X ²	XY	Y ³	X ³	XY ²	X ² Y
1	10000	1	100000000	1	10000	10000000000	1	10000000000	10000
2	10000	2	100000000	4	20000	10000000000	8	20000000000	40000
3	10000	3	100000000	9	30000	10000000000	27	30000000000	90000
4	10000	4	100000000	16	40000	10000000000	64	40000000000	160000
5	10000	5	100000000	25	50000	10000000000	125	50000000000	250000
6	10000	6	100000000	36	60000	10000000000	216	60000000000	360000
7	10000	7	100000000	49	70000	10000000000	343	70000000000	490000
8	10000	8	100000000	64	80000	10000000000	512	80000000000	640000
9	10000	9	100000000	81	90000	10000000000	729	90000000000	810000
10	10000	10	100000000	100	100000	10000000000	1000	100000000000	1000000

La regresión de potencia de los datos de duración de los objetos se muestra en el gráfico de la duración de los objetos.

- Y: Intensidad de los objetos
- X: Tiempo de duración de los objetos
- a: Constante de proporcionalidad
- b: Coeficiente de proporcionalidad
- c: Exponente de potencia

$$Y = a + bX^c$$

De donde:

$$Y = a + bX^c$$

Tabla 7.7 - Regresiones potenciales para diferentes tiempos de duración de los objetos

Tiempo de duración (años)	Y	X	Y ²	X ²	XY	Y ³	X ³	XY ²	X ² Y
1	10000	1	100000000	1	10000	10000000000	1	10000000000	10000
2	10000	2	100000000	4	20000	10000000000	8	20000000000	40000
3	10000	3	100000000	9	30000	10000000000	27	30000000000	90000
4	10000	4	100000000	16	40000	10000000000	64	40000000000	160000
5	10000	5	100000000	25	50000	10000000000	125	50000000000	250000
6	10000	6	100000000	36	60000	10000000000	216	60000000000	360000
7	10000	7	100000000	49	70000	10000000000	343	70000000000	490000
8	10000	8	100000000	64	80000	10000000000	512	80000000000	640000
9	10000	9	100000000	81	90000	10000000000	729	90000000000	810000
10	10000	10	100000000	100	100000	10000000000	1000	100000000000	1000000

Tabla 7.7 - Regresiones potenciales para diferentes tiempos de duración de los objetos

Tiempo de duración (años)	Y	X	Y ²	X ²	XY	Y ³	X ³	XY ²	X ² Y
1	10000	1	100000000	1	10000	10000000000	1	10000000000	10000
2	10000	2	100000000	4	20000	10000000000	8	20000000000	40000
3	10000	3	100000000	9	30000	10000000000	27	30000000000	90000
4	10000	4	100000000	16	40000	10000000000	64	40000000000	160000
5	10000	5	100000000	25	50000	10000000000	125	50000000000	250000
6	10000	6	100000000	36	60000	10000000000	216	60000000000	360000
7	10000	7	100000000	49	70000	10000000000	343	70000000000	490000
8	10000	8	100000000	64	80000	10000000000	512	80000000000	640000
9	10000	9	100000000	81	90000	10000000000	729	90000000000	810000
10	10000	10	100000000	100	100000	10000000000	1000	100000000000	1000000

Tabla 7.7 - Regresiones potenciales para diferentes tiempos de duración de los objetos

Tiempo de duración (años)	Y	X	Y ²	X ²	XY	Y ³	X ³	XY ²	X ² Y
1	10000	1	100000000	1	10000	10000000000	1	10000000000	10000
2	10000	2	100000000	4	20000	10000000000	8	20000000000	40000
3	10000	3	100000000	9	30000	10000000000	27	30000000000	90000
4	10000	4	100000000	16	40000	10000000000	64	40000000000	160000
5	10000	5	100000000	25	50000	10000000000	125	50000000000	250000
6	10000	6	100000000	36	60000	10000000000	216	60000000000	360000
7	10000	7	100000000	49	70000	10000000000	343	70000000000	490000
8	10000	8	100000000	64	80000	10000000000	512	80000000000	640000
9	10000	9	100000000	81	90000	10000000000	729	90000000000	810000
10	10000	10	100000000	100	100000	10000000000	1000	100000000000	1000000

Tabla 7.7 - Regresiones potenciales para diferentes tiempos de duración de los objetos

Tiempo de duración (años)	Y	X	Y ²	X ²	XY	Y ³	X ³	XY ²	X ² Y
1	10000	1	100000000	1	10000	10000000000	1	10000000000	10000
2	10000	2	100000000	4	20000	10000000000	8	20000000000	40000
3	10000	3	100000000	9	30000	10000000000	27	30000000000	90000
4	10000	4	100000000	16	40000	10000000000	64	40000000000	160000
5	10000	5	100000000	25	50000	10000000000	125	50000000000	250000
6	10000	6	100000000	36	60000	10000000000	216	60000000000	360000
7	10000	7	100000000	49	70000	10000000000	343	70000000000	490000
8	10000	8	100000000	64	80000	10000000000	512	80000000000	640000
9	10000	9	100000000	81	90000	10000000000	729	90000000000	810000
10	10000	10	100000000	100	100000	10000000000	1000	100000000000	1000000

Tabla 7.7 - Regresiones potenciales para diferentes tiempos de duración de los objetos

Tiempo de duración (años)	Y	X	Y ²	X ²	XY	Y ³	X ³	XY ²	X ² Y
1	10000	1	100000000	1	10000	10000000000	1	10000000000	10000
2	10000	2	100000000	4	20000	10000000000	8	20000000000	40000
3	10000	3	100000000	9	30000	10000000000	27	30000000000	90000
4	10000	4	100000000	16	40000	10000000000	64	40000000000	160000
5	10000	5	100000000	25	50000	10000000000	125	50000000000	250000
6	10000	6	100000000	36	60000	10000000000	216	60000000000	360000
7	10000	7	100000000	49	70000	10000000000	343	70000000000	490000
8	10000	8	100000000	64	80000	10000000000	512	80000000000	640000
9	10000	9	100000000	81	90000	10000000000	729	90000000000	810000
10	10000	10	100000000	100	100000	10000000000	1000	100000000000	1000000

Tabla 7.7 - Regresiones potenciales para diferentes tiempos de duración de los objetos

Tiempo de duración (años)	Y	X	Y ²	X ²	XY	Y ³	X ³	XY ²	X ² Y
1	10000	1	100000000	1	10000	10000000000	1	10000000000	10000
2	10000	2	100000000	4	20000	10000000000	8	20000000000	40000
3	10000	3	100000000	9	30000	10000000000	27	30000000000	90000
4	10000	4	100000000	16	40000	10000000000	64	40000000000	160000
5	10000	5	100000000	25	50000	10000000000	125	50000000000	250000
6	10000	6	100000000	36	60000	10000000000	216	60000000000	360000
7	10000	7	100000000	49	70000	10000000000	343	70000000000	490000
8	10000	8	100000000	64	80000	10000000000	512	80000000000	640000
9	10000	9	100000000	81	90000	10000000000	729	90000000000	810000
10	10000	10	100000000	100	100000	10000000000	1000	100000000000	1000000

Tabla 7.7 - Regresiones potenciales para diferentes tiempos de duración de los objetos

Tiempo de duración (años)	Y	X	Y ²	X ²	XY	Y ³	X ³	XY ²	X ² Y
1	10000	1	100000000	1	10000	10000000000	1	10000000000	10000
2	10000	2	100000000	4	20000	10000000000	8	20000000000	40000
3	10000	3	100000000	9	30000	10000000000	27	30000000000	90000
4	10000	4	100000000	16	40000	10000000000	64	40000000000	160000
5	10000	5	100000000	25	50000	10000000000	125	50000000000	250000