

ANEXO

PRECIPITACIONES PROMEDIO

Para calcular la precipitación promedio, se utilizó el método de la media aritmética, con el objetivo de determinar el nivel de lluvia que recibe el área de la cuenca. Este procedimiento se desarrolló para cada una de las estaciones con base a la guía de diseño para captación de agua lluvia, la expresión es:

$$P_{pi} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n p_i \quad (1)$$

Donde,

P_{pi} = Precipitación promedio (mm)

P_i = Altura total de precipitación en cada mes en la estación i

n = Número de años que presentan alturas de precipitación mensual en la estación i

Por otro lado, el rango de precipitaciones recomendado es de 10 a 15 años según la guía de diseño de captación de agua de CEPIS - Centro panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, con el fin de delimitar un tiempo de análisis homogéneo para cada cuenca y poder obtener datos más precisos. En este caso se tomó desde el año 2005 hasta el año 2019, fecha hasta la cual hay registro de esta información.

Algunas series de precipitación se encuentran incompletas por lo que se realizó relleno de datos mediante el método de la media aritmética, donde se parte del dato promedio de precipitación para completar los espacios siempre y cuando la cantidad de datos faltantes no supere el 10% del total.

A continuación, se muestran las tablas que contienen los valores totales mensuales de precipitación en cada estación y los resultados de precipitación promedio en la parte inferior.

C A R - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA												
SICLICA- Sistema de Información Climatológica e Hidrológica												
VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN ESTACIÓN EL BOSQUE (mm)												
Latitud	4° 28' 24,8" N	X=N=986370	Departame	BOGOTA	Corriente	R. TUNJUELO	Categoría		PG			
Longitud	74° 5'3,8" W	Y=E=999311	Municipio	SANTAFE DE BOGOTA	Cuenca	R. TUNJUELO	Fecha Instalación		#####			
Elevación	3175 m.s.n.m	Oficina Provincial	1 BOGOTÁ - LACALERA				Fecha Suspensión					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2005	37,8	48,5	91,0	106,3	112,6	21,9	64,8	9,7	16,0	15,2	15,2	1,0
2006	90,2	2,8	82,1	97,8	106,8	113,3	156,9	42,3	16,2	77,2	86,0	24,2
2007	37,8	32,7	95,4	128,2	88,3	223,7	57,9	128,2	58,5	147,8	77,3	127,2
2008	47,8	55,3	91,0	106,3	130,7	120,5	131,2	106,9	69,7	97,6	103,3	62,2
2009	37,8	38,7	56,5	96,1	52,5	113,1	147,8	87,7	66,7	106,1	40,6	28,5
2010	0,0	29,1	40,5	130,6	133,1	134,3	93,9	63,7	67,0	155,0	154,2	99,6
2011	29,3	55,9	141,0	234,5	220,2	110,8	126,1	59,2	87,4	194,8	175,0	112,3
2012	50,9	66,6	174,0	223,4	135,1	156,0	206,7	142,5	94,0	153,0	54,3	87,0
2013	24,0	108,4	57,3	126,7	174,7	83,9	196,5	87,4	45,3	73,8	102,5	65,4
2014	24,7	17,8	109,0	131,0	128,5	288,5	219,1	114,5	63,1	83,7	158,2	58,5
2015	21,6	77,8	86,9	93,9	102,3	255,8	170,3	104,7	81,4	44,2	83,5	37,3
2016	5,8	34,9	51,3	142,0	178,0	139,9	161,6	184,2	128,0	89,0	123,6	80,4
2017	119,1	57,8	210,7	66,6	170,8	189,5	190,0	132,8	52,2	140,4	92,7	102,5
2018	50,8	19,3	99,1	193,1	224,6	216,8	228,2	134,5	75,1	100,5	62,4	43,0
2019	22,2	15,2	91,3	128,3	157,5	120,5	131,2	106,9	69,7	97,6	103,3	62,2
Totales	599,8	660,8	1477,2	2004,9	2115,7	2288,5	2282,2	1505,2	990,3	1575,9	1432,1	991,2
Promedio	35,3	38,9	86,9	117,9	124,5	134,6	134,2	88,5	58,3	92,7	84,2	58,3

Figura 1. Valores totales mensuales de precipitación estación El Bosque
Fuente: CAR- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca- Información hidrometeorológica. Ajustado.

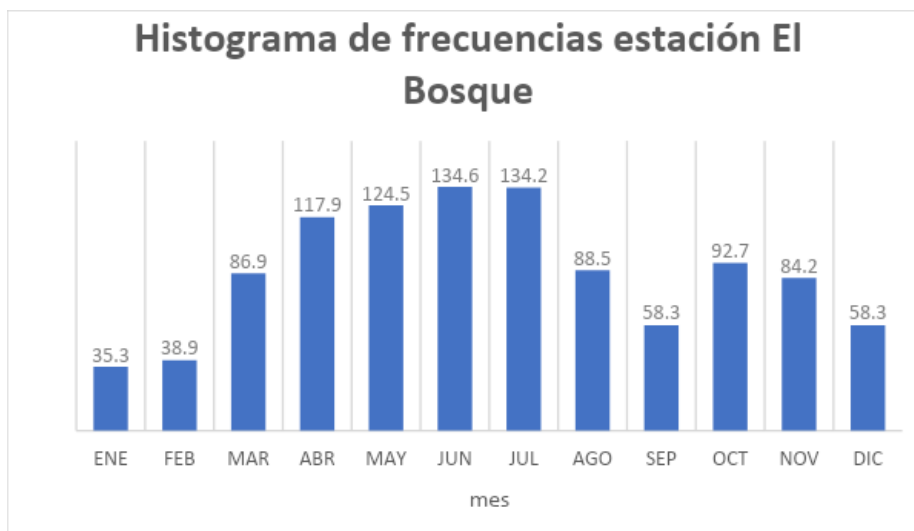


Figura 2. Precipitación mensual promedio estación El Bosque
Fuente: Autor

En la figura 2, se muestra la gráfica con los resultados de precipitación media mensual en [mm] de la estación El Bosque, donde podemos ver que entre los meses de abril y julio se presentan mayores intensidades de lluvia, su época más alta es en Julio con 134,2 mm. Por otro lado, se evidencia que los meses de enero y febrero tienen los menores niveles de precipitación con 35,3 mm y 38,9 mm respectivamente.

C A R - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA												
SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica												
VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN ESTACIÓN DOÑA JUANA (mm)												
Latitud	4° 30' 3" N	X=N=989457	Departamento		BOGOTA		Corriente		R. TUNJUELO		Categoría	CP
Longitud	74° 8' 14,4" W	Y=E=993358	Municipio	SANTAFE DE BOGOT		Cuenca	R. TUNJUELO		Fecha Instalación	3/01/1989		
Elevación	2800 m.s.n.m		Oficina Provincial	1 BOGOTÁ - LA CALERA					Fecha Suspensión			
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2005	14,3	39,3	35,7	84,8	119,1	53,2	37,0	22,0	59,0	91,4	63,8	27,4
2006	53,7	4,8	90,8	141,3	80,5	102,9	45,1	35,7	22,8	156,3	84,0	9,5
2007	0,0	11,1	34,4	85,5	35,1	85,0	41,9	61,5	15,9	155,6	31,5	95,1
2008	4,6	22,8	36,8	74,3	152,9	90,3	64,5	79,2	36,7	77,6	124,3	80,7
2009	28,4	59,8	58,0	77,7	24,2	40,7	46,4	35,9	26,5	83,1	47,1	4,2
2010	0,3	27,1	25,8	193,1	144,3	91,6	104,1	40,8	42,9	95,6	158,7	72,8
2011	27,4	61,1	116,6	203,7	140,5	38,1	88,2	16,0	44,2	120,5	197,7	95,2
2012	45,5	55,7	98,1	152,7	48,1	41,9	81,7	61,3	23,4	137,3	65,7	64,9
2013	2,4	34,3	64,2	93,0	120,8	39,7	77,5	41,9	39,2	42,8	103,8	26,5
2014	10,3	23,6	28,1	58,3	64,5	97,7	81,1	31,0	28,6	56,0	90,8	35,6
2015	19,2	39,9	62,7	27,1	38,8	137,6	65,6	43,4	35,5	21,1	22,2	4,2
2016	3,9	18,5	60,0	74,7	96,0	37,9	54,2	66,0	49,4	53,3	103,5	24,4
2017	18,1	50,5	146,8	48,3	107,2	120,7	53,2	74,6	25,0	50,8	82,1	48,4
2018	19,5	16,2	58,0	129,3	80,9	58,4	86,9	78,9	46,9	53,2	57,1	13,2
2019	6,1	13,5	52,9	100,1	73,7	60,9	54,6	40,5	29,2	70,3	72,5	35,4
Total	253,7	478,2	968,9	1543,9	1326,6	1096,6	982,0	728,7	525,2	1264,9	1304,8	637,5
Promedio	14,9	28,1	57,0	90,8	78,0	64,5	57,8	42,9	30,9	74,4	76,8	37,5

Figura 3. Valores totales mensuales de precipitación estación Doña Juana
Fuente: CAR- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca- Información hidrometeorológica. Ajustado.

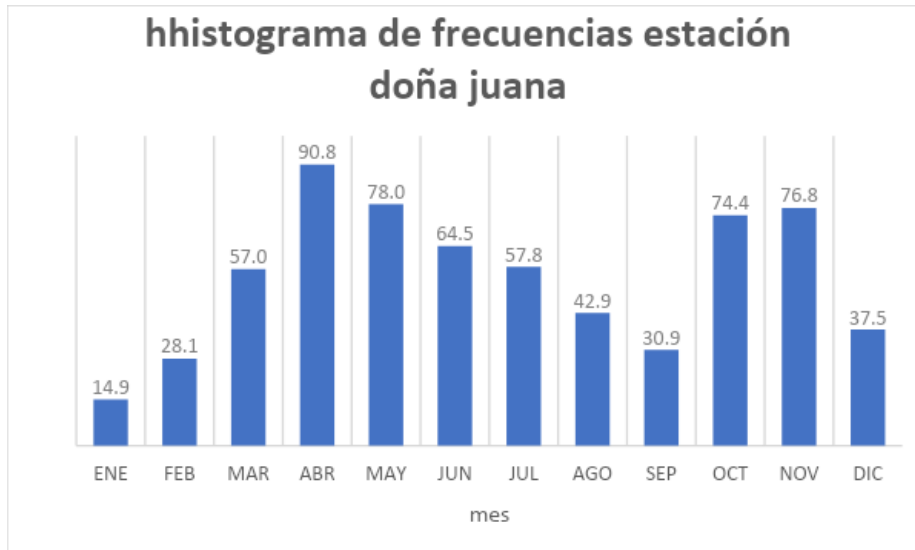


Figura 4. Precipitación mensual promedio estación Doña Juana
Fuente: Autor

En la figura 4, se muestra la gráfica con los resultados de precipitación media mensual en [mm] de la estación Doña Juana, donde podemos ver existen dos periodos durante el año en los que los niveles de lluvia son mayores respecto a los otros meses. Los dos picos de precipitación son en abril y noviembre con 90,8 mm y 76,8 mm respectivamente. Por otro lado, se evidencia que el mes de enero tiene el menor nivel de precipitación con 14,9 mm.

C A R - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA												
SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica												
VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN ESTACIÓN LA CASITA (mm)												
Latitud	4° 38' 9,8" N		Departamento	CUNDINAMARCA		Corriente	R. TEUSACÁ		Categoría	PM		
Longitud	74° 1' 12,2" W		Municipio	LA CALERA		Cuenca	R. TEUSACÁ		Fecha Instalación	3/01/1973		
Elevación	3100 m. s.n.m		Oficina Provincial	1 BOGOTÁ - LA CALERA					Fecha Suspensión			
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2005	77,0	62,9	41,6	124,3	300,8	65,2	58,1	48,6	35,9	234,0	286,9	44,6
2006	54,6	49,3	197,7	254,8	93,6	109,1	84,9	59,5	17,0	140,0	125,1	142,0
2007	4,5	51,9	51,4	181,0	68,8	119,1	63,2	75,9	16,7	236,0	80,8	181,0
2008	27,6	94,5	194,5	41,9	256,8	64,0	108,5	90,5	96,2	146,5	265,7	141,1
2009	78,0	47,4	85,3	129,6	31,1	146,7	51,3	59,6	70,8	136,9	119,4	12,1
2010	1,2	14,2	22,5	282,0	194,0	110,3	118,8	82,5	73,2	230,8	221,9	74,2
2011	40,2	134,9	223,2	251,5	195,4	95,4	90,1	49,7	45,1	180,7	322,6	117,3
2012	83,0	37,4	138,7	184,7	65,5	69,0	103,1	40,3	21,5	218,7	84,0	187,8
2013	23,5	129,3	68,0	78,2	166,8	24,4	127,2	76,5	43,9	59,7	246,1	75,5
2014	15,8	3,3	82,6	39,0	20,2	99,1	38,0	33,4	38,9	64,8	11,9	73,8
2015	60,2	40,3	56,2	43,3	45,8	112,7	71,2	69,3	56,8	10,6	64,8	7,2
2016	10,3	31,8	47,5	137,4	82,6	39,2	65,4	62,8	24,5	80,9	263,3	26,0
2017	101,3	54,2	243,2	46,6	239,1	268,4	212,1	61,0	29,9	30,8	123,9	176,4
2018	20,5	34,0	180,6	306,1	139,3	114,3	82,5	84,3	47,2	64,1	31,3	17,0
2019	31,6	15,3	68,0	204,0	126,7	95,8	79,3	59,6	41,2	122,3	149,8	85,1
Total	629,3	800,7	1701,0	2304,4	2026,5	1532,7	1353,7	953,5	658,8	1956,8	2397,5	1361,1
Promedio	42,0	53,4	113,4	153,6	135,1	102,2	90,2	63,6	43,9	130,5	159,8	90,7

Figura 5. Valores totales mensuales de precipitación estación La Casita
Fuente: CAR- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca- Información hidrometeorológica. Ajustado.

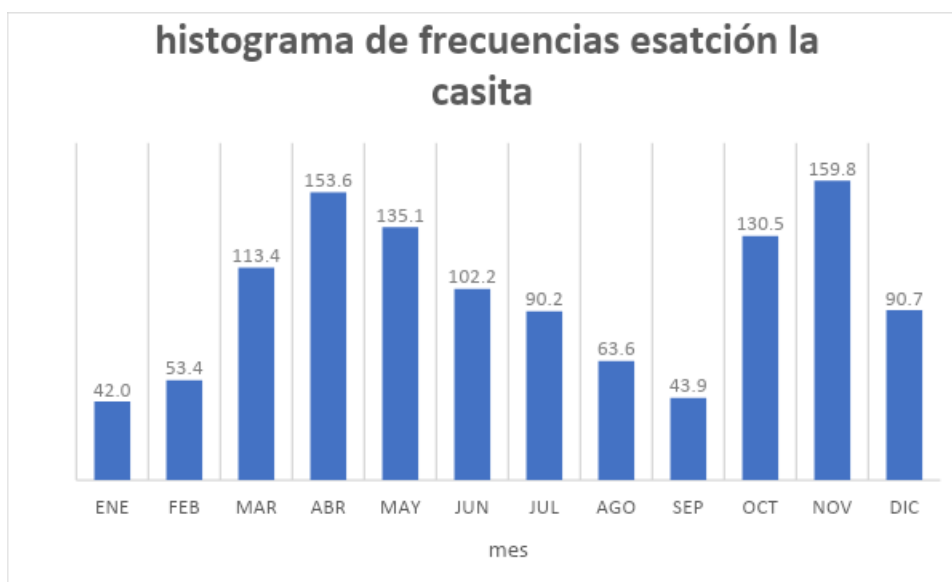


Figura 6. Precipitación mensual promedio estación La Casita.
Fuente: Autor

En la figura 6, se muestra la gráfica con los resultados de precipitación media mensual en [mm] de la estación La Casita, acá se ve que en los meses de abril y noviembre hay periodos lluviosos altos como en la estación Doña Juana (cercana), sin embargo, el mes con mayor precipitación es noviembre con 159,8 mm.

EAAB - EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ													
SIH - Sistema de Información Hidrológica													
VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN ESTACIÓN JUAN REY (mm)													
Latitud	0431 N		Departamento		BOGOTA		Corriente		R. BOGOTÁ		Categoría		PG
Longitud	7405 W		Municipio		SANTAFE DE BOGOT		Cuenca		R. BOGOTÁ		Fecha Instalación		1/01/1990
Elevación	2985 m. s.n.m		Oficina Provincial								Fecha Suspensión		
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
2005	40,6	62,5	45,3	111,3	214,4	192,8	103,8	112,8	123,1	136,1	121,0	69,4	
2006	81,0	14,5	168,1	174,4	131,2	171,9	132,0	103,4	39,8	102,2	170,2	53,3	
2007	5,9	33,8	28,1	1473,1	62,0	174,0	77,1	113,4	32,2	135,1	49,3	111,0	
2008	13,7	55,1	65,3	78,8	180,0	113,3	124,0	118,0	83,3	104,4	259,9	94,2	
2009	103,0	48,7	83,2	110,5	34,1	99,4	141,0	74,9	49,0	77,9	57,4	4,9	
2010	24,8	45,5	39,7	211,9	196,4	136,2	116,4	67,9	49,6	181,0	210,1	150,6	
2011	42,0	136,7	187,0	230,9	219,1	113,1	129,6	83,4	64,6	172,1	235,0	156,6	
2012	62,6	63,5	145,1	164,2	82,7	121,9	167,8	134,8	90,4	251,5	109,2	96,3	
2013	4,1	115,8	57,9	161,0	166,4	66,1	195,2	99,0	35,9	93,3	206,9	53,6	
2014	30,3	31,9	91,8	94,4	104,6	289,8	227,3	132,8	68,2	86,5	138,9	91,0	
2015	36,0	33,5	105,3	19,6	82,0	299,7	146,9	136,2	79,3	21,8	78,4	20,5	
2016	7,2	53,8	96,1	166,2	130,1	121,3	142,5	155,0	80,9	102,8	210,7	28,9	
2017	93,1	39,6	165,7	37,6	168,2	150,2	191,1	105,9	36,4	85,7	94,5	127,7	
2018	44,8	28,6	78,4	228,3	130,7	244,6	168,2	143,6	73,5	75,4	76,7	3,5	
2019	24,1	15,2	72,2	84,4	129,0	232,2	155,6	143,6	75,0	78,0	222,1	54,9	
Total	613,2	778,7	1429,2	3346,6	2030,9	2526,5	2218,5	1724,7	981,2	1703,8	2240,3	1116,4	
Promedio	36,1	45,8	84,1	196,9	119,5	148,6	130,5	101,5	57,7	100,2	131,8	65,7	

Figura 7. Valores totales mensuales de precipitación estación Juan Rey

Fuente: EAAB- Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá- Información hidrometeorológica. Ajustado.

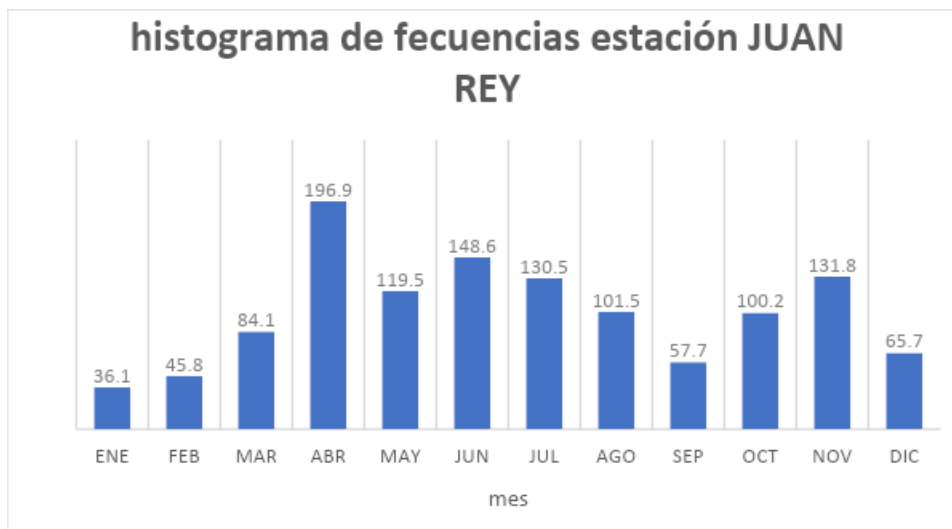


Figura 8. Precipitación mensual promedio estación Juan Rey.
Fuente: Autor

En la figura 8, se muestra la gráfica con los resultados de precipitación media mensual en [mm] de la Juan Rey, los datos máximos de precipitación se dan en abril y junio con 196,9 mm y 148,6 respectivamente al igual que las otras estaciones enero es el mes con menores niveles con 36,1 mm.

PROMEDIO MENSUAL DE PRECIPITACIONES												
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
EL BOSQUE	35,3	38,9	86,9	117,9	124,5	134,6	134,2	88,5	58,3	92,7	84,2	58,3
DOÑA JUANA	14,9	28,1	57,0	90,8	78,0	64,5	57,8	42,9	30,9	74,4	76,8	37,5
CASITA LA	42,0	53,4	113,4	153,6	135,1	102,2	90,2	63,6	43,9	130,5	159,8	90,7
JUAN REY	36,1	45,8	84,1	196,9	119,5	148,6	130,5	101,5	57,7	100,2	131,8	65,7
Total	128,2	166,2	341,4	559,2	457,0	449,9	412,8	296,4	190,8	397,8	452,6	252,2
Promedio	25,6	33,2	68,3	111,8	91,4	90,0	82,6	59,3	38,2	79,6	90,5	50,4

Figura 9. Precipitación mensual promedio de las estaciones
Fuente: Autor

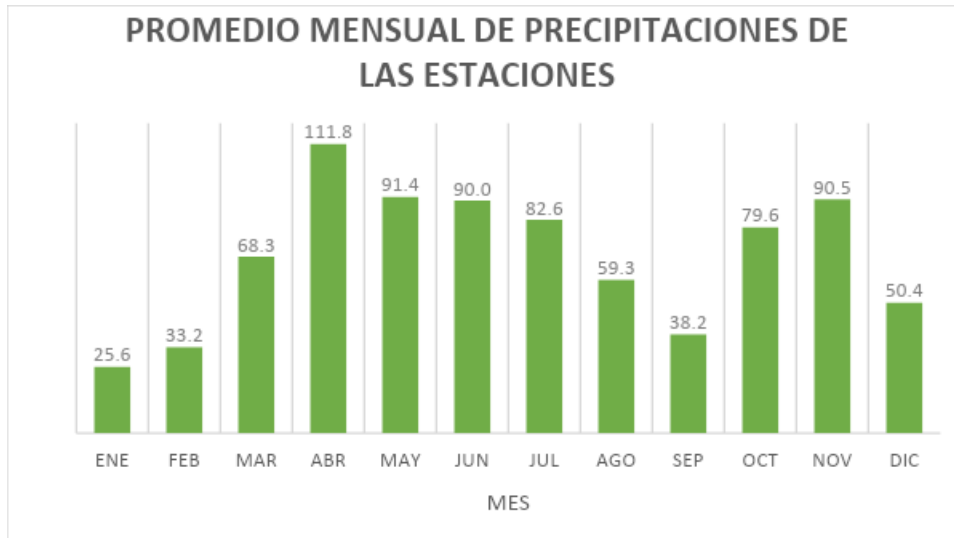


Figura 10. Grafica de precipitación mensual promedio de las estaciones.
Fuente: Autor

En la figura 10, se muestra el promedio final de precipitaciones mensuales de las 5 estaciones seleccionadas. El gráfico indica que el periodo del año donde se presenta la mayor intensidad de lluvia es abril con un valor estimado de 111,8 mm seguido de mayo y noviembre con 94,4 y 90,5 mm. Adicional a esto se conoce que los meses con menores niveles de precipitación son enero y febrero con 25,6 mm y 33,2mm cada uno. A partir de esta información es posible establecer el diseño del sistema de recolección con base a la capacidad de almacenamiento máxima que pueda soportar.