

Curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia (IDF) para la vertiente del Pacífico de Guatemala



Elaborado por:

Amy Molina Estrada (ICC), Juan Francisco Low (ICC), Giovanna Pérez (INSIVUMEH) y Roberto Aguilar (INSIVUMEH).

Cita bibliográfica

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) e Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático ICC (2025). *Curvas De Intensidad, Duración y Frecuencia (IDF) para la vertiente del Pacífico de Guatemala.* Pág 54.

Índice

1. Introducción	1
2. Estaciones en la vertiente del Pacífico	2
3. Modelo matemático	4
4. Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF)	4
4.1 Ocosito	5
4.1.1 Estación Xolata-Retalhuleu	5
4.2 Sis-Icán	7
4.2.1 Estación Tululá-San Andrés Villa Seca	7
4.2.2 Estación Naranjales-Santo Domingo Suchitepéquez	9
4.2.3 Estación San Nicolás-San Lorenzo	11
4.3 Nahualate	13
4.3.1 Estación Lorena-San Antonio Suchitepéquez	13
4.3.2 Estación Petén Oficina-Tiquisate	15
4.4 Madre Vieja	17
4.4.1 Estación Irlanda-Tiquisate	17
4.5 Coyolate	19
4.5.1 Estación El Platanar-Acatenango	19
4.5.2 Estación Cengicaña-Santa Lucía Cotzumalguapa	21
4.5.3 Estación Bonanza-La Gomera	23
4.5.4 Estación Puyumate-Nueva Concepción	25
4.5.5 Estación San Antonio EV-Sipacate	27
4.6 Acomé	29
4.6.1 Estación El Bálsamo-Santa Lucía Cotzumalguapa	29
4.6.2 Estación Tehuantepeq-Santa Lucía Cotzumalguapa	31
4.6.3 Estación Bouganvilia-La Democracia	33
4.7 Achiguate	35
4.7.1 Estación Costa Brava-La Democracia	35
4.7.2 Estación La Giralda-San José	37

4.8 María Linda	39
4.8.1 <i>Estación Trinidad-Masagua.....</i>	39
4.8.2 <i>Estación Amazonas-Masagua</i>	41
4.8.3 <i>Estación San Rafael-Taxisco</i>	43
4.9 Paso Hondo.....	45
4.9.1 <i>Estación La Candelaria-Taxisco.....</i>	45
4.10 Los Esclavos	47
4.10.1 <i>Estación Trinidad Magdalena-Pasaco.....</i>	47

Índice de tablas

Tabla 1 Información de estaciones meteorológicas analizadas	2
Tabla 2 Valores para ecuación de curva IDF de Xolula – Probabilidad de Gumbel	5
Tabla 3 Valores para ecuación de curva IDF de Xolula – Probabilidad Normal.....	5
Tabla 4 Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal - Xolula	5
Tabla 5 Valores para ecuación de curva IDF de Tululá – Probabilidad de Gumbel	7
Tabla 6 Valores para ecuación de curva IDF de Tululá – Probabilidad Normal.....	7
Tabla 7 Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal - Tululá.....	7
Tabla 8 Valores para ecuación de curva IDF de Naranjales – Probabilidad de Gumbel	9
Tabla 9 Valores para ecuación de curva IDF de Naranjales – Probabilidad de Normal.....	9
Tabla 10 Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal - Naranjales	9
Tabla 11 Valores para ecuación de curva IDF de San Nicolás – Probabilidad de Gumbel ..	11
Tabla 12 Valores para ecuación de curva IDF de San Nicolás – Probabilidad de Normal...	11
Tabla 13 Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal – San Nicolás.....	11
Tabla 14 Valores para ecuación de curva IDF de Lorena – Probabilidad de Gumbel	13
Tabla 15 Valores para ecuación de curva IDF de Lorena – Probabilidad de Normal.....	13
Tabla 16 Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal – Lorena	13
Tabla 17 Valores para ecuación de curva IDF de Petén Oficina – Probabilidad de Gumbel	15
Tabla 18 Valores para ecuación de curva IDF de Petén Oficina – Probabilidad de Normal	15
Tabla 19 Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal – Petén Oficina	15
Tabla 20 Valores para ecuación de curva IDF de Irlanda – Probabilidad de Gumbel.....	17
Tabla 21 Valores para ecuación de curva IDF de Irlanda – Probabilidad de Normal.....	17
Tabla 22 Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal - Irlanda.	17

Tabla 23 Valores para ecuación de curva IDF de Puyumate – Probabilidad de Gumbel	25
Tabla 24 Valores para ecuación de curva IDF de Puyumate – Probabilidad de Normal	25
Tabla 25 Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal - Puyumate	25
Tabla 26 Valores para ecuación de curva IDF de El Platanar – Probabilidad de Gumbel....	19
Tabla 27 Valores para ecuación de curva IDF de El Platanar – Probabilidad de Normal	19
Tabla 28 Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal – El Platanar	19
Tabla 29 Valores para ecuación de curva IDF de Cengicaña – Probabilidad de Gumbel	21
Tabla 30 Valores para ecuación de curva IDF de Cengicaña – Probabilidad de Normal	21
Tabla 31 Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal - Cengicaña	21
Tabla 32 Valores para ecuación de curva IDF de Bonanza – Probabilidad de Gumbel	23
Tabla 33 Valores para ecuación de curva IDF de Bonanza – Probabilidad de Normal	23
Tabla 34 Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal - Bonanza	23
Tabla 35 Valores para ecuación de curva IDF de San Antonio EV – Probabilidad de Gumbel	27
Tabla 36 Valores para ecuación de curva IDF de San Antonio EV – Probabilidad de Normal	27
Tabla 37 Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal – San Antonio EV	27
Tabla 38 Valores para ecuación de curva IDF de Tehuantepeq – Probabilidad de Gumbel..	31
Tabla 39 Valores para ecuación de curva IDF de Tehuantepeq – Probabilidad de Normal..	31
Tabla 40 Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal - Tehuantepeq	31
Tabla 41 Valores para ecuación de curva IDF de El Bálsamo – Probabilidad de Gumbel...	29
Tabla 42 Valores para ecuación de curva IDF de El Bálsamo – Probabilidad de Normal ...	29
Tabla 43 Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal – El Bálsamo	29
Tabla 44 Valores para ecuación de curva IDF de Bouganvilia – Probabilidad de Gumbel..	33
Tabla 45 Valores para ecuación de curva IDF de Bouganvilia – Probabilidad de Normal ..	33
Tabla 46 Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal - Bouganvilia.....	33
Tabla 47 Valores para ecuación de curva IDF de Costa Brava – Probabilidad de Gumbel..	35
Tabla 48 Valores para ecuación de curva IDF de Costa Brava – Probabilidad de Normal ..	35
Tabla 49 Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal – Costa Brava.....	35
Tabla 50 Valores para ecuación de curva IDF de La Giralda – Probabilidad de Gumbel	37
Tabla 51 Valores para ecuación de curva IDF de La Giralda – Probabilidad de Normal.....	37

Tabla 52 Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal – La Giralda	37
Tabla 53 Valores para ecuación de curva IDF de Trinidad – Probabilidad de Gumbel.....	39
Tabla 54 Valores para ecuación de curva IDF de Trinidad – Probabilidad de Normal	39
Tabla 55 Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal - Trinidad	39
Tabla 56 Valores para ecuación de curva IDF de Amazonas – Probabilidad de Gumbel.....	41
Tabla 57 Valores para ecuación de curva IDF de Amazonas – Probabilidad de Normal	41
Tabla 58 Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal - Amazonas	41
Tabla 59 Valores para ecuación de curva IDF de San Rafael – Probabilidad de Gumbel....	43
Tabla 60 Valores para ecuación de curva IDF de San Rafael – Probabilidad de Normal....	43
Tabla 61 Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal – San Rafael.....	43
Tabla 62 Valores para ecuación de curva IDF de La Candelaria – Probabilidad de Gumbel	45
Tabla 63 Valores para ecuación de curva IDF de La Candelaria – Probabilidad de Normal	45
Tabla 64 Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal – La Candelaria	45
Tabla 65 Valores para ecuación de curva IDF de Trinidad Magdalena – Probabilidad de Gumbel	47
Tabla 66 Valores para ecuación de curva IDF de Trinidad Magdalena – Probabilidad de Normal	47
Tabla 67 Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal – Trinidad Magdalena	47

Índice de figuras

Figura 1 Mapa de estaciones meteorológicas del ICC con más de 10 años de información..	2
Figura 2 Gráfico de número de eventos registrados en estaciones meteorológicas	3
Figura 3 Gráfico de curvas IDF para Xolula según probabilidad con Gumbel.....	6
Figura 4 Gráfico de curvas IDF para Xolula según probabilidad con Normal	6
Figura 5 Gráfico de curvas IDF para Tululá según probabilidad con Gumbel	8
Figura 6 Gráfico de curvas IDF para Tululá según probabilidad con Normal	8
Figura 7 Gráfico de curvas IDF para Naranjales según probabilidad con Gumbel.....	10
Figura 8 Gráfico de curvas IDF para Naranjales según probabilidad con Normal	10
Figura 9 Gráfico de curvas IDF para San Nicolás según probabilidad con Gumbel.....	12
Figura 10 Gráfico de curvas IDF para San Nicolás según probabilidad con Normal	12
Figura 11 Gráfico de curvas IDF para Lorena según probabilidad con Gumbel.....	14
Figura 12 Gráfico de curvas IDF para Lorena según probabilidad con Normal	14

Figura 13 Gráfico de curvas IDF para Petén Oficina según probabilidad con Gumbel.....	16
Figura 14 Gráfico de curvas IDF para Petén Oficina según probabilidad con Normal.....	16
Figura 15 Gráfico de curvas IDF para Irlanda según probabilidad con Gumbel	18
Figura 16 Gráfico de curvas IDF para Irlanda según probabilidad con Normal	18
Figura 17 Gráfico de curvas IDF para Puyumate según probabilidad con Gumbel.....	26
Figura 18 Gráfico de curvas IDF para Puyumate según probabilidad con Normal	26
Figura 19 Gráfico de curvas IDF para El Platanar según probabilidad con Gumbel	20
Figura 20 Gráfico de curvas IDF para El Platanar según probabilidad con Normal.....	20
Figura 21 Gráfico de curvas IDF para Cengicaña según probabilidad con Gumbel.....	22
Figura 22 Gráfico de curvas IDF para Cengicaña según probabilidad con Normal.....	22
Figura 23 Gráfico de curvas IDF para Bonanza según probabilidad con Gumbel.....	24
Figura 24 Gráfico de curvas IDF para Bonanza según probabilidad con Normal	24
Figura 25 Gráfico de curvas IDF para San Antonio EV según probabilidad con Gumbel...	28
Figura 26 Gráfico de curvas IDF para San Antonio EV según probabilidad con Normal ...	28
Figura 27 Gráfico de curvas IDF para Tehuantepeq según probabilidad con Gumbel	32
Figura 28 Gráfico de curvas IDF para Tehuantepeq según probabilidad con Normal	32
Figura 29 Gráfico de curvas IDF para El Bálsamo según probabilidad con Gumbel	30
Figura 30 Gráfico de curvas IDF para El Bálsamo según probabilidad con Normal	30
Figura 31 Gráfico de curvas IDF para Bouganvilia según probabilidad con Gumbel	34
Figura 32 Gráfico de curvas IDF para Bouganvilia según probabilidad con Normal.....	34
Figura 33 Gráfico de curvas IDF para Costa Brava según probabilidad con Gumbel	36
Figura 34 Gráfico de curvas IDF para Costa Brava según probabilidad con Normal.....	36
Figura 35 Gráfico de curvas IDF para La Giralda según probabilidad con Gumbel.....	38
Figura 36 Gráfico de curvas IDF para La Giralda según probabilidad con Normal	38
Figura 37 Gráfico de curvas IDF para Trinidad según probabilidad con Gumbel	40
Figura 38 Gráfico de curvas IDF para Trinidad según probabilidad con Normal.....	40
Figura 39 Gráfico de curvas IDF para Amazonas según probabilidad con Gumbel	42
Figura 40 Gráfico de curvas IDF para Amazonas según probabilidad con Normal.....	42
Figura 41 Gráfico de curvas IDF para San Rafael según probabilidad con Gumbel	44
Figura 42 Gráfico de curvas IDF para San Rafael según probabilidad con Normal	44
Figura 43 Gráfico de curvas IDF para La Candelaria según probabilidad con Gumbel	46
Figura 44 Gráfico de curvas IDF para La Candelaria según probabilidad con Normal.....	46
Figura 45 Gráfico de curvas IDF para Trinidad Magdalena según probabilidad con Gumbel	48
Figura 46 Gráfico de curvas IDF para Trinidad Magdalena según probabilidad con Normal	48
Figura 47 Isolíneas de intensidad de lluvia en 15 minutos y período de retorno de 2 años según Gumbel.....	49
Figura 48 Isolíneas de intensidad de lluvia en 15 minutos y período de retorno de 5 años según Gumbel.....	49

Figura 49 Isolíneas de intensidad de lluvia en 15 minutos y período de retorno de 10 años según Gumbel	50
Figura 50 Isolíneas de intensidad de lluvia en 15 minutos y período de retorno de 25 años según Gumbel	50
Figura 51 Isolíneas de intensidad de lluvia en 15 minutos y período de retorno de 50 años según Gumbel	51
Figura 52 Isolíneas de intensidad de lluvia en 15 minutos y período de retorno de 100 años según Gumbel	51
Figura 53 Isolíneas de intensidad de lluvia en 15 minutos y período de retorno de 2 años según Normal.....	52
Figura 54 Isolíneas de intensidad de lluvia en 15 minutos y período de retorno de 5 años según Normal.....	52
Figura 55 Isolíneas de intensidad de lluvia en 15 minutos y período de retorno de 10 años según Normal.....	53
Figura 56 Isolíneas de intensidad de lluvia en 15 minutos y período de retorno de 25 años según Normal.....	53
Figura 57 Isolíneas de intensidad de lluvia en 15 minutos y período de retorno de 50 años según Normal.....	54
Figura 58 Isolíneas de intensidad de lluvia en 15 minutos y período de retorno de 100 años según Normal.....	54

1. Introducción

Las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) son herramientas fundamentales en la hidrología para el diseño de infraestructura hidráulica y la gestión del riesgo de inundaciones. Este documento presenta el análisis de curvas IDF para 22 estaciones meteorológicas ubicadas en la costa sur de Guatemala, utilizando la metodología aplicada por el INSIVUMEH y datos de estaciones del ICC con más de 10 años de información.

El estudio se basa en el ajuste de distribuciones estadísticas a series de precipitaciones con una duración de más de 45 minutos y un acumulado de al menos 30 mm por evento, permitiendo la estimación de intensidades de lluvia para diferentes períodos de retorno y duraciones. Se incluye una tabla con información general de las estaciones utilizadas, su ubicación y los años de registro disponibles, así como una gráfica que muestra la cantidad de eventos registrados en cada estación.

Este documento también proporciona información clave para la interpretación de las curvas IDF, facilitando su aplicación en la región para estudios de drenaje, conducción, planificación territorial y prevención de desastres.

2. Estaciones en la vertiente del Pacífico

En este estudio de curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) para la costa sur de Guatemala, se identificaron 22 estaciones del ICC con más de 10 años de información, estas se pueden observar en Figura 1. En la Tabla 1 se detallan la ubicación de las estaciones y el número de años con información.

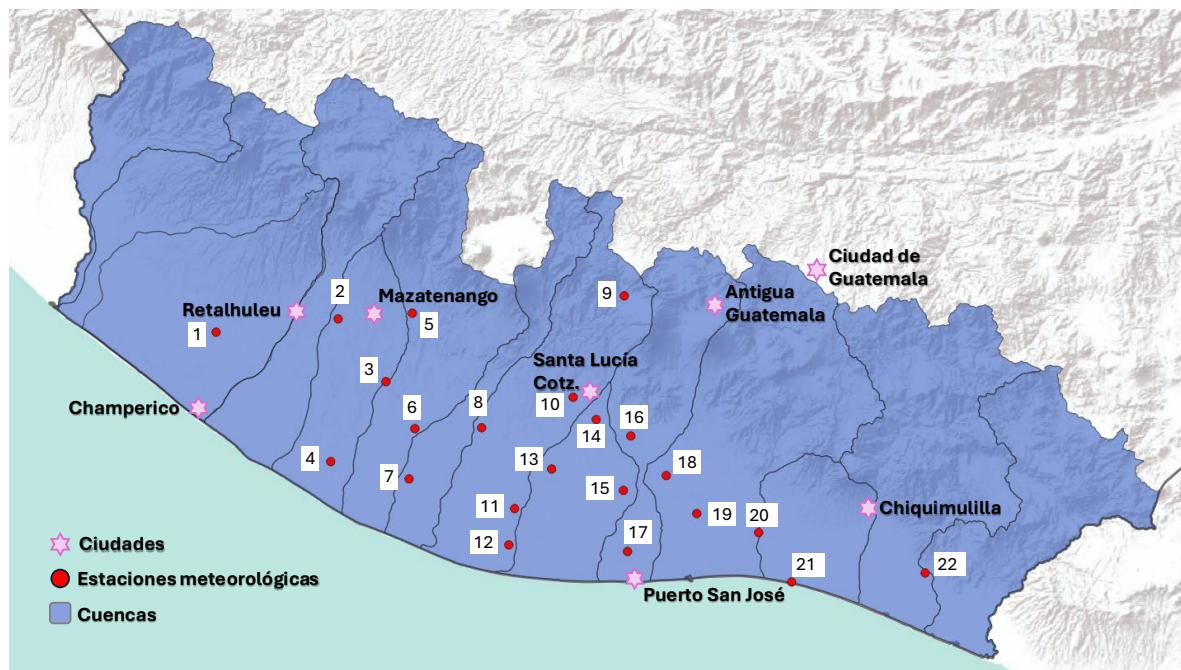


Figura 1. Mapa de estaciones meteorológicas del ICC con más de 10 años de información.

Tabla 1. Información de estaciones meteorológicas analizadas.

Estación	No.	Cuenca	Departamento	Municipio	Lat.	Lon.	Altitud (msnm)	Años de información
Xoluta	1	Ocosito	Retalhuleu	Retalhuleu	14.48	-91.86	52	13
Tululá	2	Sis-Icán	Retalhuleu	San Andrés Villa Seca	14.51	-91.59	253	14
Naranjales	3	Sis-Icán	Suchitepéquez	Santo Domingo Suchitepéquez	14.37	-91.48	91	14
San Nicolás	4	Sis-Icán	Suchitepéquez	San Lorenzo	14.18	-91.60	20	12
Lorena	5	Nahualate	Suchitepéquez	San Antonio Suchitepéquez	14.52	-91.42	340	14
Petén Oficina	6	Nahualate	Escuintla	Tiquisate	14.26	-91.41	51	17
Irlanda	7	Madre Vieja	Escuintla	Tiquisate	14.15	-91.43	20	17
Puyumate	8	Coyolate	Escuintla	Nueva Concepción	14.26	-91.26	86	17
El Platanar	9	Coyolate	Chimaltenango	Acatenango	14.56	-90.94	1578	12
Cengicaña	10	Coyolate	Escuintla	Santa Lucía Cotzumalguapa	14.33	-91.05	300	17
Bonanza	11	Coyolate	Escuintla	La Gomera	14.08	-91.19	29	17
San Antonio EV	12	Coyolate	Escuintla	Sipacate	14.00	-91.20	10	17
Tehuantepeq	13	Acomé	Escuintla	Santa Lucía Cotzumalguapa	14.17	-91.10	60	17

Estación	No.	Cuenca	Departamento	Municipio	Lat.	Lon.	Altitud (msnm)	Años de información
El Balsamo	14	Acomé	Escuintla	Santa Lucía Cotzumalguapa	14.28	-91.00	280	17
Bouganvilia	15	Acomé	Escuintla	La Democracia	14.12	-90.94	60	17
Costa Brava	16	Achiguate	Escuintla	La Democracia	14.24	-90.92	144	17
La Giralda	17	Achiguate	Escuintla	San José	13.98	-90.93	20	11
Trinidad	18	María Linda	Escuintla	Masagua	14.15	-90.84	68	17
Amazonas	19	María Linda	Escuintla	Masagua	14.07	-90.77	28	16
San Rafael	20	María Linda	Santa Rosa	Taxisco	14.02	-90.63	10	15
La Candelaria	21	Paso Hondo	Santa Rosa	Taxisco	13.91	-90.56	5	10
Trinidad Magdalena	22	Los Esclavos	Jutiapa	Pasaco	13.93	-90.26	19	12

El análisis de información de las estaciones y el número de años con información revela que la cantidad de eventos no depende únicamente de la duración del período de observación, sino principalmente de la ubicación de la estación. Factores como la influencia de microclimas, la proximidad a sistemas montañosos o cuerpos de agua, y la exposición a patrones climáticos específicos pueden influir en la frecuencia e intensidad de los eventos registrados. La estimación de intensidades de lluvia para diferentes períodos de retorno y duraciones en cada estación consideró precipitaciones con una duración de más de 45 minutos y un acumulado de al menos 30 mm. En la Figura 2 se demuestra la tendencia de los eventos por cuenca hidrográfica y según el estrato altitudinal en el que se encuentran las estaciones. Es importante mencionar que la información no es representativa para todas las cuencas por distribución de las estaciones.

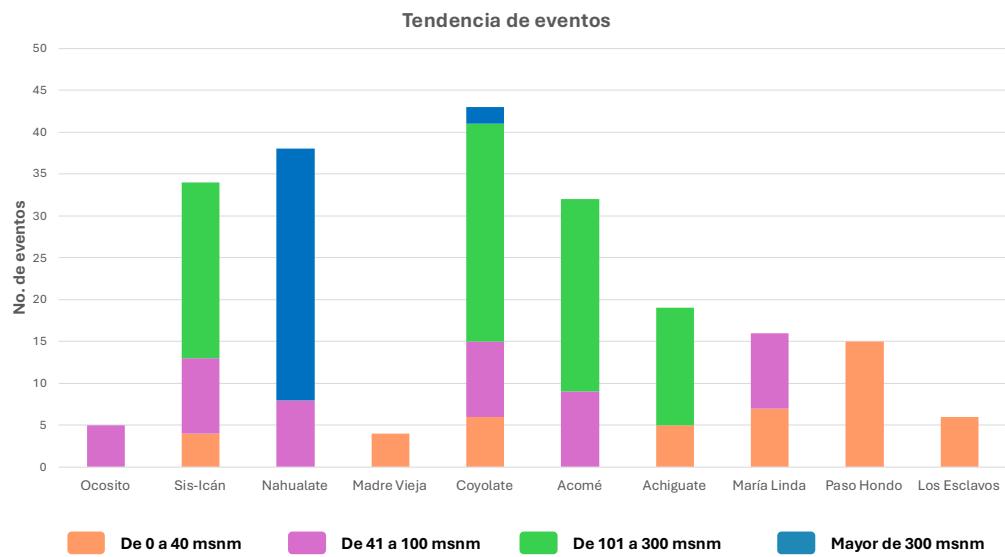


Figura 2. Gráfico de número de eventos registrados en estaciones meteorológicas por cuenca hidrográfica.

3. Modelo matemático

Evaluando las metodologías empleadas en los estudios de INSIVUMEH (INSIVUMEH, 2018) como otros estudios realizados en el país, para este estudio se determinó las curvas IDF con el siguiente modelo matemático:

Modelo estándar

$$I \left(\frac{mm}{h} \right) = \frac{A}{(D + B)^n}$$

Donde:

- I** es la intensidad de precipitación en milímetros por hora
A, B y n son parámetros adimensionales
D es la duración en minutos

4. Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF)

La presentación de las curvas IDF están agrupadas por cuencas, identificadas de occidente a oriente. En cada cuenca se ubicaron las estaciones y reportan los parámetros de las ecuaciones para los modelos con distribución de Gumbel y Normal para cada uno de los diferentes tiempos de retorno calculados (2, 5, 10, 25, 50 y 100 años). Adicionalmente, en cada caso se muestran los resultados de pruebas de confiabilidad (Error Absoluto Medio – MAE, Error Cuadrático Medio – RMSE y el Coeficiente de Determinación – R2) para determinar cuál modelo es el más confiable según la intensidad a evaluar. Los resultados en color verde indican los valores más confiables.

También se encontrará con las gráficas de ambos modelos para comprender las intensidades en función de los tiempos de retorno. Las gráficas muestran las intensidades sin ajustar (puntos) como las intensidades ajustadas (líneas).

4.1 Ocosito

4.1.1 Estación Xolata-Retalhuleu

Tabla 2. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Xolata-Retalhuleu – Probabilidad de Gumbel.

Gumbel	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	3085.29	2526.91	2339.37	2199.86	2138.40	2100.28
B	23.60	23.60	23.60	23.60	23.60	23.60
n	0.928	0.845	0.805	0.767	0.744	0.725
r	-0.995	-0.993	-0.992	-0.990	-0.989	-0.987

Tabla 3. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Xolata-Retalhuleu – Probabilidad Normal.

Normal	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	2769.37	2345.96	2222.62	2131.76	2088.86	2058.35
B	22.30	22.30	22.30	22.30	22.30	22.30
n	0.90	0.83	0.80	0.77	0.76	0.75
r	-0.994	-0.993	-0.992	-0.991	-0.990	-0.989

Tabla 4. Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal - Estación Xolata-Retalhuleu.

I (mm/h)	Gumbel			Normal		
	MAE	RMSE	R2	MAE	RMSE	R2
15	18.463	18.493	1.00	18.548	18.555	1.00
30	3.295	3.946	1.00	2.261	2.556	1.00
60	2.889	3.373	1.00	1.591	2.022	1.00
90	5.776	6.007	1.00	5.215	5.295	1.00
120	5.307	5.700	1.00	4.542	4.692	1.00
180	6.103	6.846	1.00	4.880	5.201	1.00
360	0.786	0.941	1.00	0.517	0.586	1.00
720	2.416	2.674	1.00	1.986	2.093	1.00

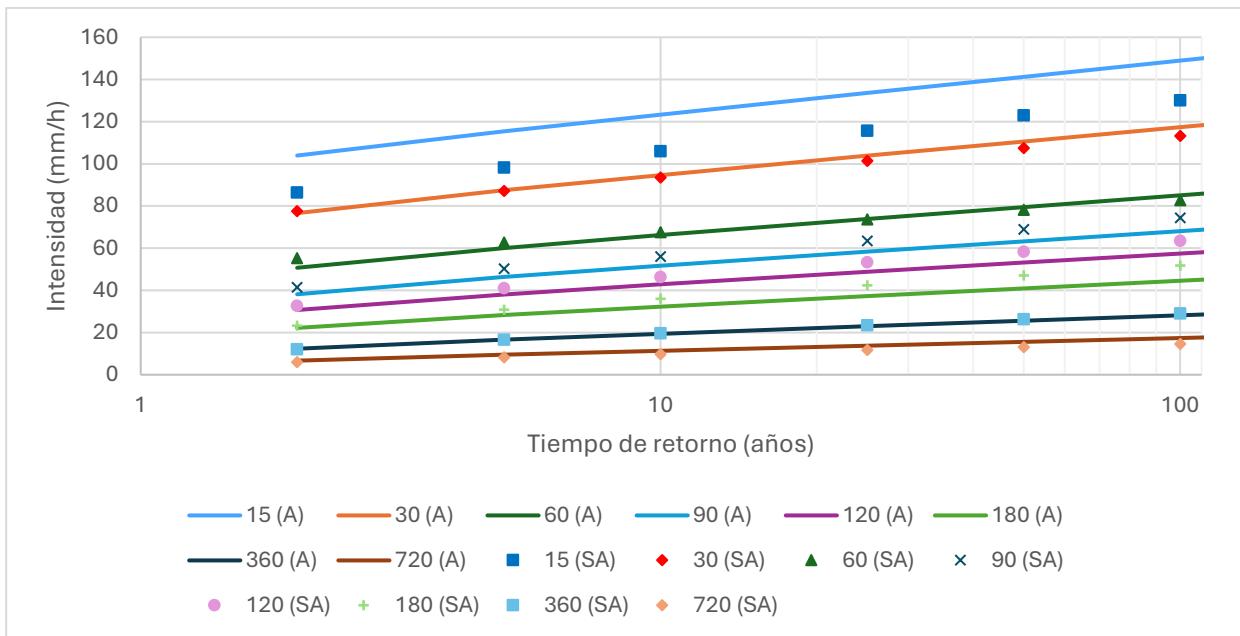


Figura 3. Gráfico de curvas IDF para Estación Xolata-Retalhuleu según probabilidad con Gumbel.

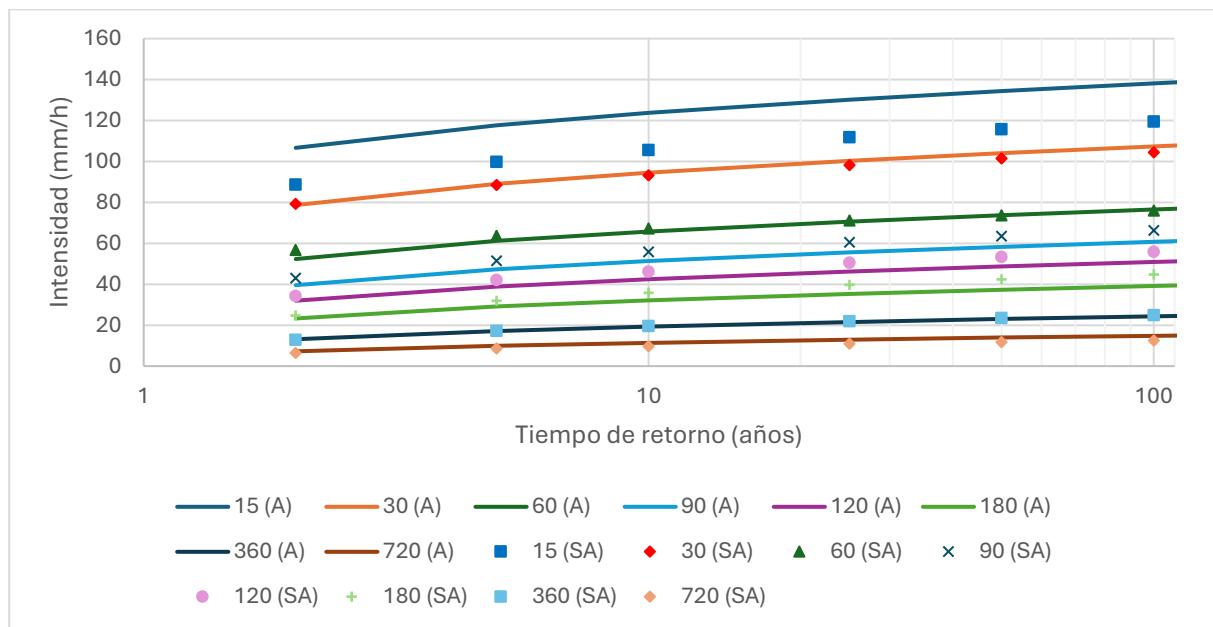


Figura 4. Gráfico de curvas IDF para Estación Xolata-Retalhuleu según probabilidad con Normal.

A: duración en minutos ajustado

SA: duración en minutos sin ajustar

4.2 Sis-Icán

4.2.1 Estación Tululá-San Andrés Villa Seca

Tabla 5. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Tululá-San Andrés Villa Seca – Probabilidad de Gumbel.

Gumbel	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	3989.11	3783.98	3736.81	3734.13	3759.42	3800.60
B	22.54	22.54	22.54	22.54	22.54	22.54
n	0.915	0.867	0.843	0.819	0.804	0.791
r	-0.995	-0.994	-0.993	-0.991	-0.989	-0.988

Tabla 6. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Tululá-San Andrés Villa Seca – Probabilidad Normal.

Normal	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	3540.59	3409.20	3386.67	3384.79	3392.82	3405.04
B	20.30	20.30	20.30	20.30	20.30	20.30
n	0.89	0.84	0.83	0.81	0.80	0.80
r	-0.994	-0.993	-0.992	-0.991	-0.990	-0.989

Tabla 7. Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal – Tululá.

I (mm/h)	Gumbel			Normal		
	MAE	RMSE	R2	MAE	RMSE	R2
15	19.401	19.484	1.00	20.506	20.536	1.00
30	13.585	14.285	1.00	11.923	12.211	1.00
60	1.801	2.225	1.00	2.224	2.521	1.00
90	3.604	3.742	1.00	4.432	4.472	1.00
120	10.399	11.143	1.00	9.110	9.414	1.00
180	9.679	10.812	1.00	7.900	8.399	1.00
360	0.136	0.166	1.00	0.210	0.217	1.00
720	2.757	2.983	1.00	2.435	2.529	1.00

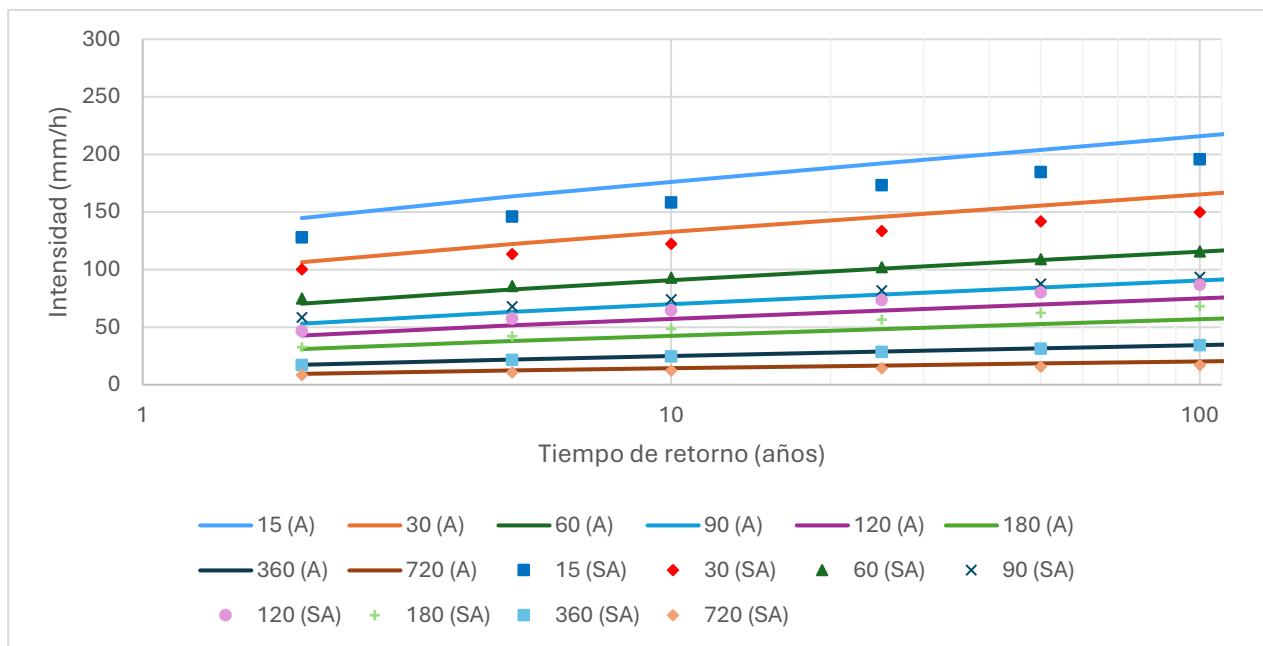


Figura 5. Gráfico de curvas IDF para Estación Tululá-San Andrés Villa Seca según probabilidad con Gumbel.

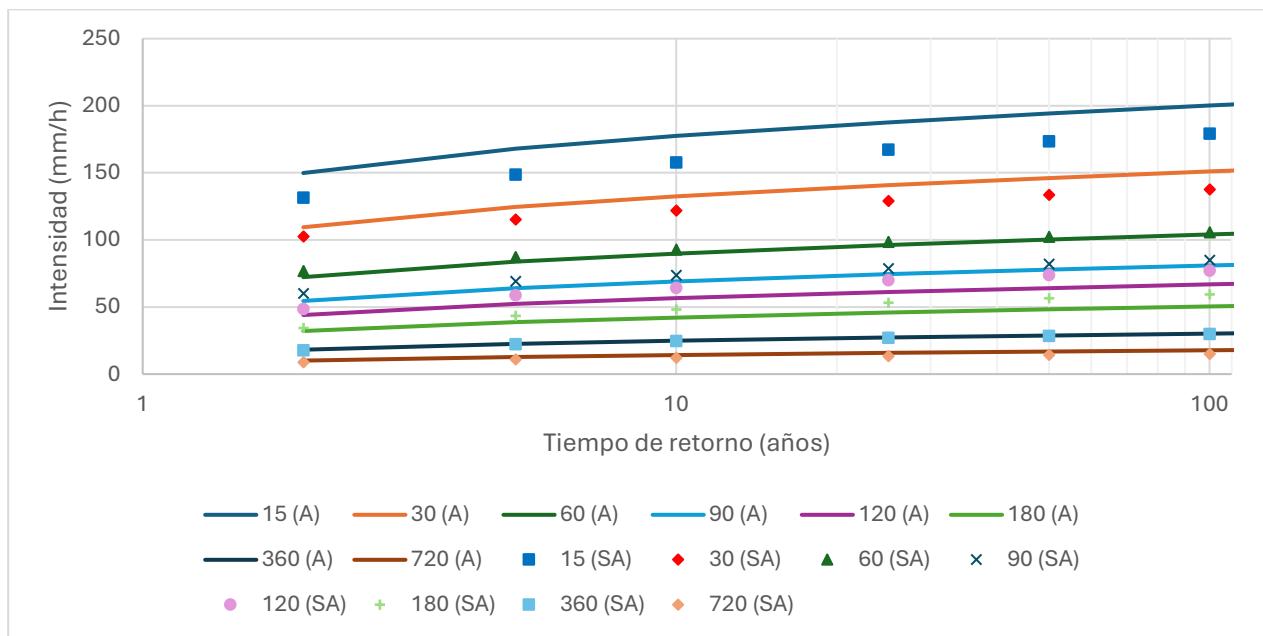


Figura 6. Gráfico de curvas IDF para Estación Tululá-San Andrés Villa Seca según probabilidad con Normal.

A: duración en minutos ajustado
 SA: duración en minutos sin ajustar

4.2.2 Estación Naranjales-Santo Domingo Suchitepéquez

Tabla 8. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Naranjales-Santo Domingo Suchitepéquez – Probabilidad de Gumbel.

Gumbel	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	2870.91	2694.38	2640.52	2613.88	2614.26	2626.64
B	18.99	18.99	18.99	18.99	18.99	18.99
n	0.904	0.856	0.832	0.807	0.792	0.779
r	-0.996	-0.995	-0.994	-0.993	-0.993	-0.992

Tabla 9. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Naranjales-Santo Domingo Suchitepéquez – Probabilidad de Normal.

Normal	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	2966.54	2807.19	2764.82	2739.57	2731.64	2729.05
B	19.99	19.99	19.99	19.99	19.99	19.99
n	0.90	0.86	0.84	0.82	0.81	0.81
r	-0.996	-0.995	-0.995	-0.994	-0.994	-0.993

Tabla 10. Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal - Estación Naranjales-Santo Domingo Suchitepéquez.

I (mm/h)	Gumbel			Normal		
	MAE	RMSE	R2	MAE	RMSE	R2
15	20.361	20.475	1.00	18.677	18.713	1.00
30	2.523	3.036	1.00	1.649	1.877	1.00
60	1.610	2.012	1.00	1.749	1.976	1.00
90	3.548	3.625	1.00	3.038	3.062	1.00
120	5.530	5.869	1.00	4.566	4.701	1.00
180	4.936	5.385	1.00	3.972	4.163	1.00
360	0.398	0.475	1.00	0.283	0.319	1.00
720	1.925	2.073	1.00	1.545	1.605	1.00

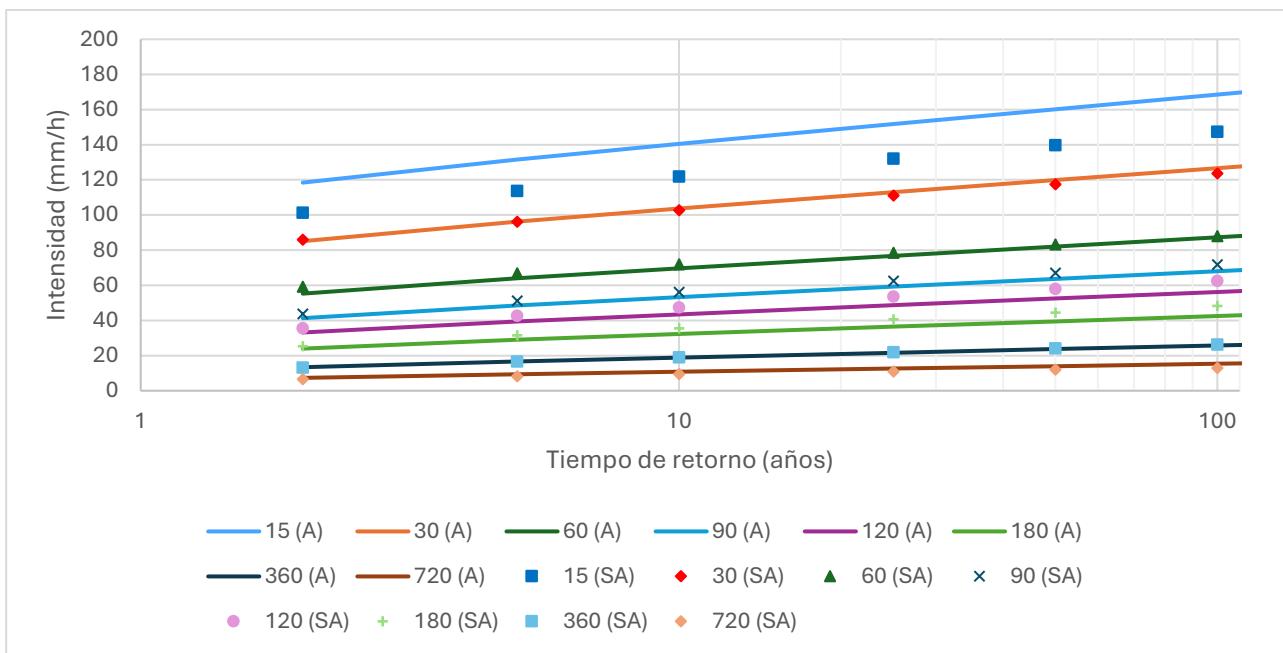


Figura 7. Gráfico de curvas IDF para Estación Naranjales-Santo Domingo Suchitepéquez según probabilidad con Gumbel.

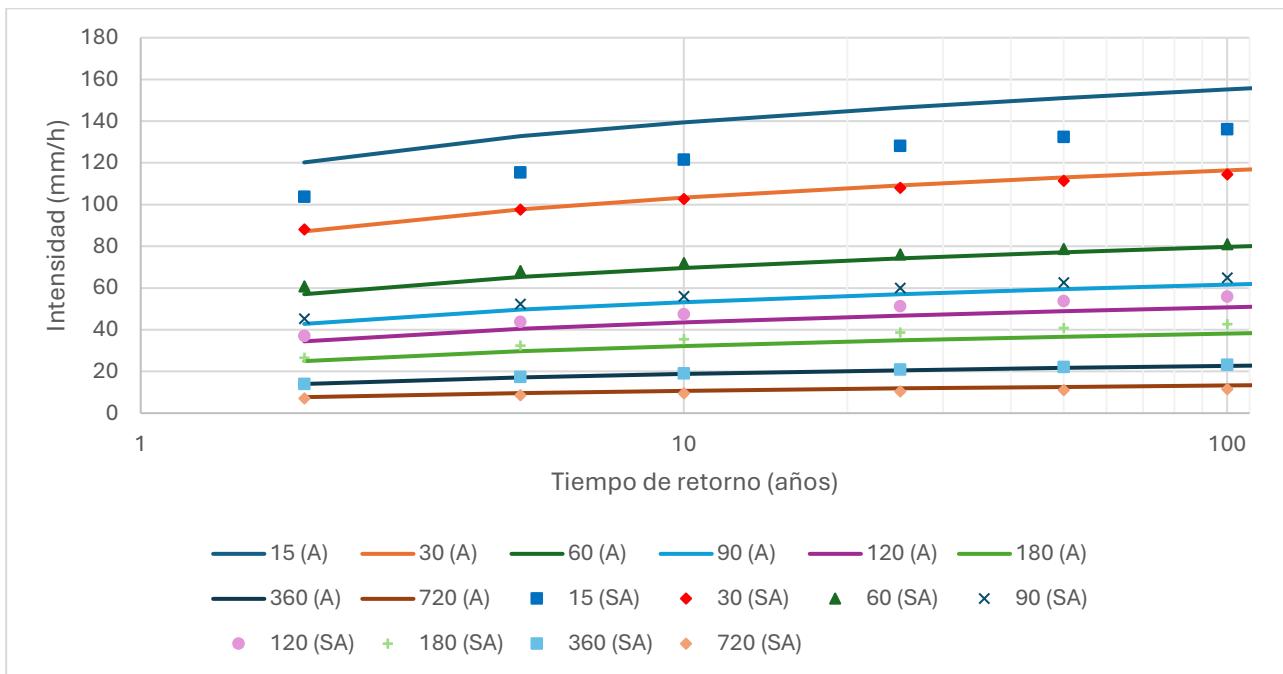


Figura 8. Gráfico de curvas IDF para Estación Naranjales-Santo Domingo Suchitepéquez según probabilidad con Normal.

A: duración en minutos ajustado

SA: duración en minutos sin ajustar

4.2.3 Estación San Nicolás-San Lorenzo

Tabla 11. Valores para ecuación de curva IDF de Estación San Nicolás-San Lorenzo – Probabilidad de Gumbel.

Gumbel	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	5446.12	6193.02	6715.91	7394.49	7906.41	8419.53
B	29.82	29.82	29.82	29.82	29.82	29.82
n	1.040	1.016	1.005	0.995	0.989	0.984
r	-0.998	-0.998	-0.997	-0.997	-0.996	-0.996

Tabla 12. Valores para ecuación de curva IDF de Estación San Nicolás-San Lorenzo – Probabilidad de Normal.

Normal	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	4731.01	5356.82	5697.62	6067.51	6309.15	6527.93
B	26.36	26.36	26.36	26.36	26.36	26.36
n	1.01	0.99	0.98	0.97	0.97	0.97
r	-0.998	-0.997	-0.996	-0.996	-0.996	-0.995

Tabla 13. Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal – Estación San Nicolás-San Lorenzo.

I (mm/h)	Gumbel			Normal		
	MAE	RMSE	R2	MAE	RMSE	R2
15	22.023	23.210	1.00	21.570	22.081	1.00
30	5.373	6.019	1.00	4.587	4.877	1.00
60	6.413	6.610	1.00	6.313	6.397	1.00
90	6.935	7.475	1.00	6.358	6.592	1.00
120	4.378	4.838	1.00	3.989	4.193	1.00
180	1.384	1.590	1.00	1.314	1.407	1.00
360	0.650	0.691	1.00	0.577	0.594	1.00
720	0.802	0.884	1.00	0.785	0.822	1.00

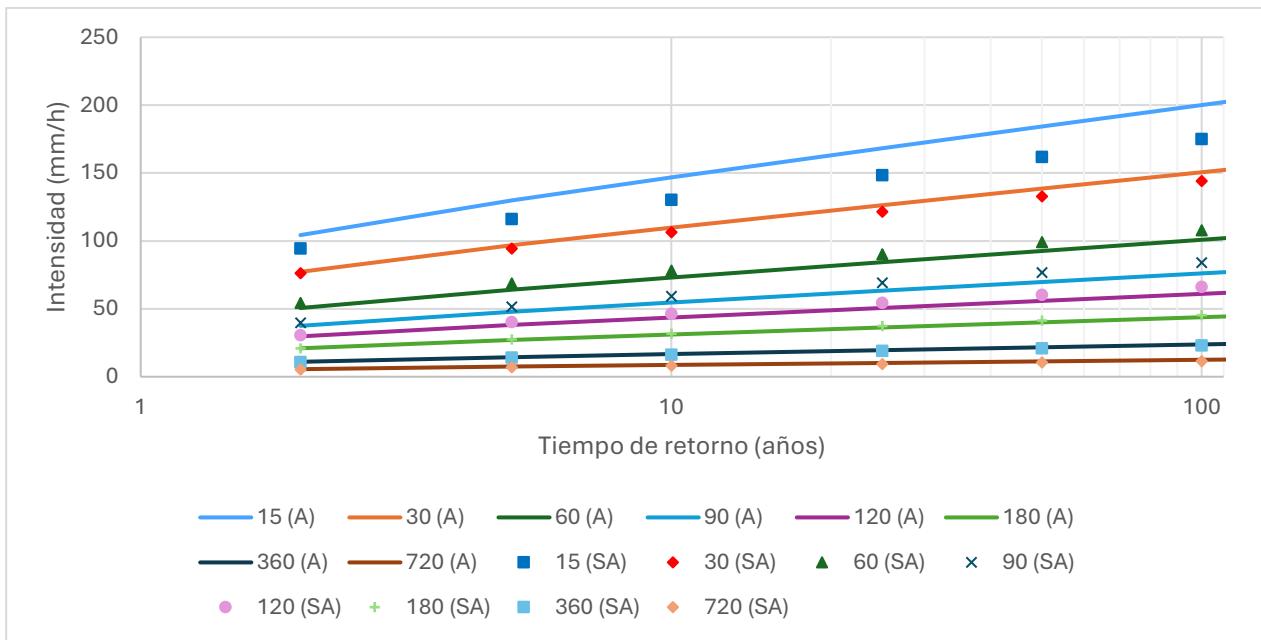


Figura 9. Gráfico de curvas IDF para Estación San Nicolás-San Lorenzo según probabilidad con Gumbel.

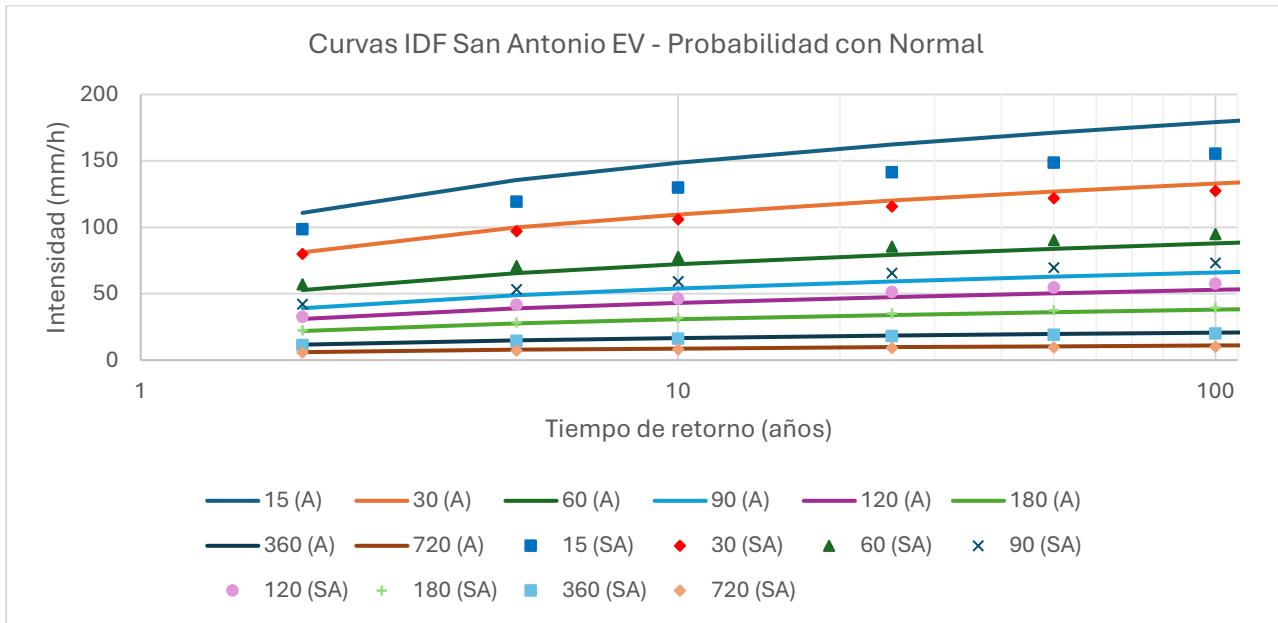


Figura 10. Gráfico de curvas IDF para Estación San Nicolás-San Lorenzo según probabilidad con Normal.

A: duración en minutos ajustado
 SA: duración en minutos sin ajustar

4.3 Nahualate

4.3.1 Estación Lorena-San Antonio Suchitepéquez

Tabla 14. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Lorena-San Antonio Suchitepéquez – Probabilidad de Gumbel.

Gumbel	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	3228.23	3298.40	3365.44	3465.66	3548.23	3635.44
B	19.55	19.55	19.55	19.55	19.55	19.55
n	0.855	0.830	0.816	0.802	0.793	0.785
r	-0.993	-0.992	-0.991	-0.990	-0.989	-0.988

Tabla 15. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Lorena-San Antonio Suchitepéquez – Probabilidad de Normal.

Normal	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	3304.13	3377.68	3429.26	3491.41	3534.74	3575.53
B	19.99	19.99	19.99	19.99	19.99	19.99
n	0.85	0.83	0.82	0.81	0.81	0.80
r	-0.993	-0.992	-0.991	-0.990	-0.990	-0.989

Tabla 16. Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal – Estación Lorena-San Antonio Suchitepéquez.

I (mm/h)	Gumbel			Normal		
	MAE	RMSE	R2	MAE	RMSE	R2
15	33.836	34.621	1.00	30.451	30.754	1.00
30	7.768	8.052	1.00	6.909	7.024	1.00
60	4.861	4.891	1.00	4.512	4.521	1.00
90	9.371	9.775	1.00	8.126	8.286	1.00
120	10.124	10.568	1.00	8.804	8.981	1.00
180	6.509	6.743	1.00	5.747	5.838	1.00
360	0.260	0.262	1.00	0.239	0.239	1.00
720	2.873	3.007	1.00	2.471	2.524	1.00

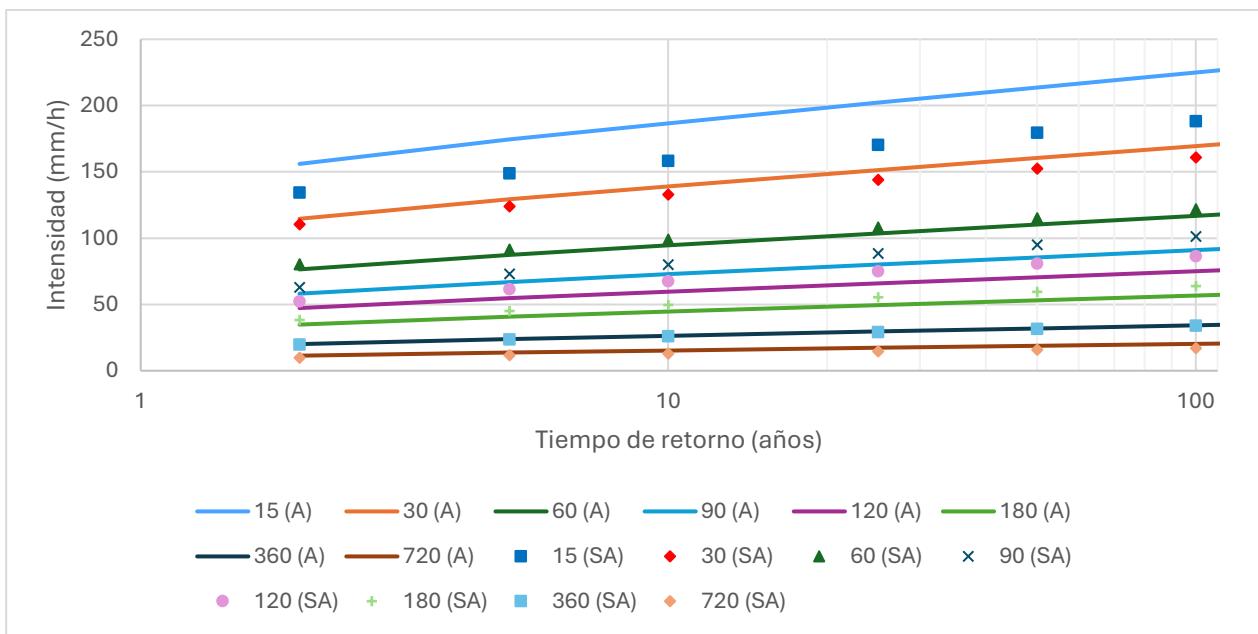


Figura 11. Gráfico de curvas IDF para Estación Lorena-San Antonio Suchitepéquez según probabilidad con Gumbel.

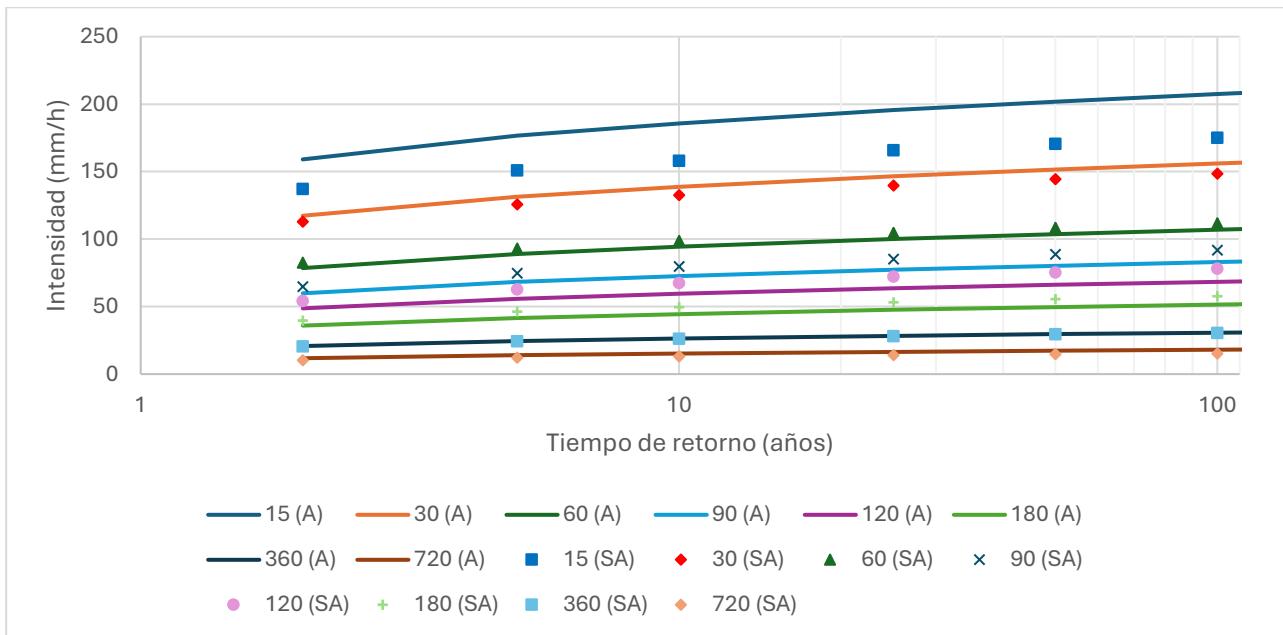


Figura 12. Gráfico de curvas IDF para Estación Lorena-San Antonio Suchitepéquez según probabilidad con Normal.

A: duración en minutos ajustado
SA: duración en minutos sin ajustar

4.3.2 Estación Petén Oficina-Tiquisate

Tabla 17. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Petén Oficina-Tiquisate – Probabilidad de Gumbel.

Gumbel	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	3182.59	3241.23	3331.02	3475.78	3597.82	3727.45
B	17.99	17.99	17.99	17.99	17.99	17.99
n	0.919	0.878	0.859	0.840	0.829	0.819
r	-0.999	-0.998	-0.998	-0.998	-0.998	-0.997

Tabla 18. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Petén Oficina-Tiquisate – Probabilidad de Normal.

Normal	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	3140.51	3215.50	3284.65	3372.23	3434.49	3493.51
B	17.72	17.72	17.72	17.72	17.72	17.72
n	0.91	0.87	0.86	0.84	0.84	0.83
r	-0.998	-0.998	-0.998	-0.998	-0.998	-0.998

Tabla 19. Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal – Estación Petén Oficina-Tiquisate.

I (mm/h)	Gumbel			Normal		
	MAE	RMSE	R2	MAE	RMSE	R2
15	16.006	16.175	1.00	15.274	15.334	1.00
30	4.997	6.035	1.00	3.231	3.702	1.00
60	4.507	4.693	1.00	4.017	4.088	1.00
90	6.581	7.097	1.00	5.539	5.754	1.00
120	3.129	3.390	1.00	2.625	2.733	1.00
180	0.127	0.142	1.00	0.114	0.117	1.00
360	0.235	0.280	1.00	0.163	0.184	1.00
720	0.872	0.927	1.00	0.753	0.774	1.00

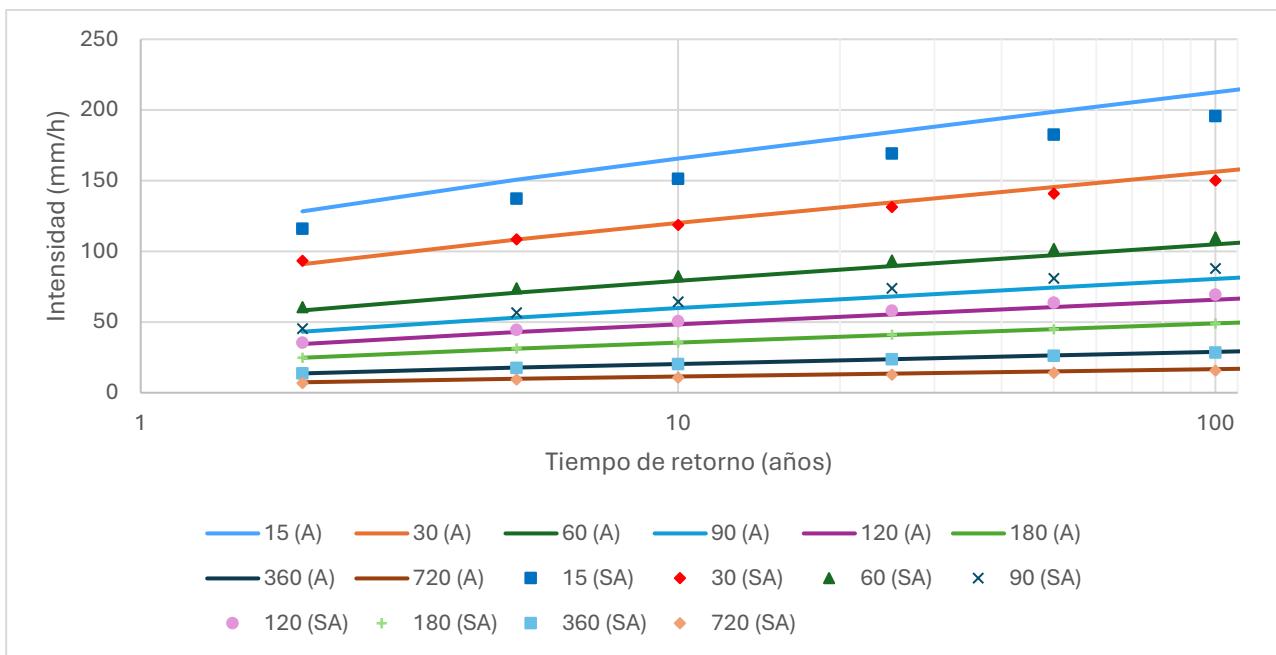


Figura 13. Gráfico de curvas IDF para Estación Petén Oficina-Tiquisate según probabilidad con Gumbel.

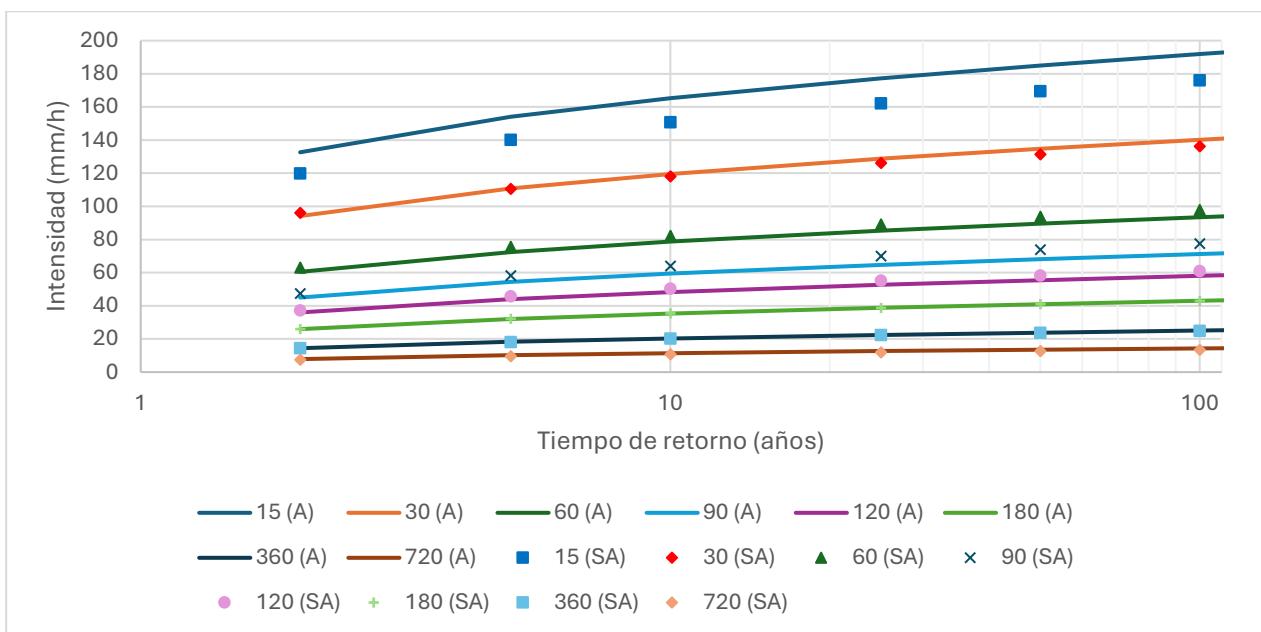


Figura 14. Gráfico de curvas IDF para Estación Petén Oficina-Tiquisate según probabilidad con Normal.

A: duración en minutos ajustado

SA: duración en minutos sin ajustar

4.4 Madre Vieja

4.4.1 Estación Irlanda-Tiquisate

Tabla 20. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Irlanda-Tiquisate – Probabilidad de Gumbel.

Gumbel	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	3081.21	3381.69	3629.14	3967.97	4230.75	4497.87
B	18.55	18.55	18.55	18.55	18.55	18.55
n	0.962	0.921	0.905	0.889	0.880	0.873
r	-0.998	-0.998	-0.998	-0.997	-0.997	-0.997

Tabla 21. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Irlanda-Tiquisate – Probabilidad de Normal.

Normal	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	3165.38	3472.29	3661.60	3875.53	4018.42	4149.37
B	18.79	18.79	18.79	18.79	18.79	18.79
n	0.95	0.92	0.91	0.90	0.89	0.89
r	-0.998	-0.998	-0.998	-0.997	-0.997	-0.997

Tabla 22. Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal - Estación Irlanda-Tiquisate.

I (mm/h)	Gumbel			Normal		
	MAE	RMSE	R2	MAE	RMSE	R2
15	19.376	19.889	1.00	17.282	17.474	1.00
30	7.915	8.944	1.00	6.243	6.714	1.00
60	2.541	2.704	1.00	2.845	2.902	1.00
90	3.235	3.889	1.00	2.130	2.433	1.00
120	2.319	2.536	1.00	1.851	1.942	1.00
180	3.798	4.337	1.00	2.920	3.167	1.00
360	0.415	0.495	1.00	0.287	0.324	1.00
720	0.991	1.077	1.00	0.806	0.842	1.00

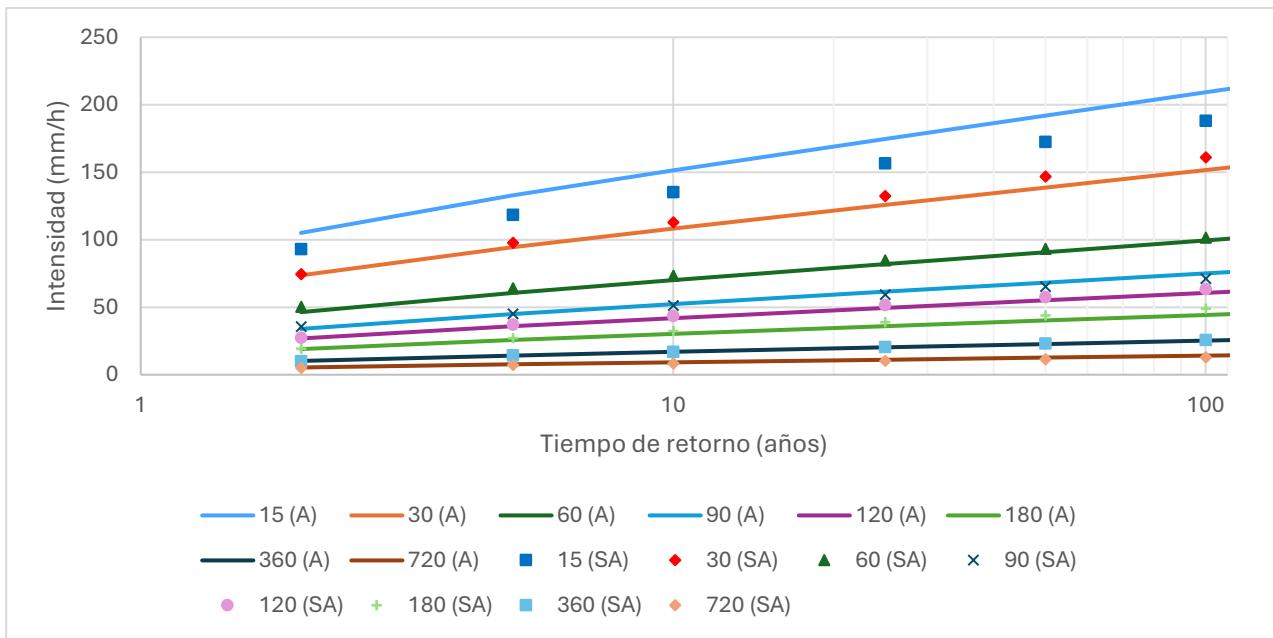


Figura 15. Gráfico de curvas IDF para Estación Irlanda-Tiquisate según probabilidad con Gumbel.

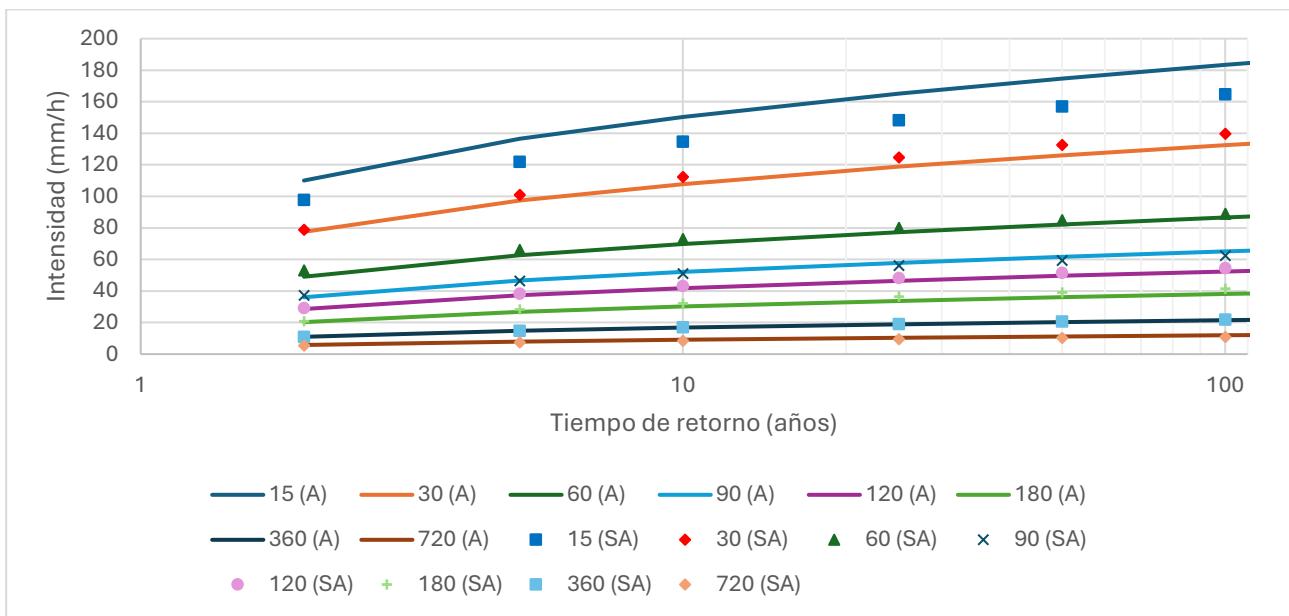


Figura 16. Gráfico de curvas IDF para Estación Irlanda-Tiquisate según probabilidad con Normal.

A: duración en minutos ajustado
 SA: duración en minutos sin ajustar

4.5 Coyolate

4.5.1 Estación El Platanar-Acatenango

Tabla 23. Valores para ecuación de curva IDF de Estación El Platanar-Acatenango – Probabilidad de Gumbel.

Gumbel	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	2252.19	2495.72	2659.75	2869.08	3025.47	3181.40
B	18.55	18.55	18.55	18.55	18.55	18.55
n	0.975	0.961	0.954	0.946	0.941	0.937
r	-0.999	-0.998	-0.998	-0.998	-0.997	-0.997

Tabla 24. Valores para ecuación de curva IDF de Estación El Platanar-Acatenango – Probabilidad de Normal.

Normal	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	2326.17	2561.49	2686.26	2820.26	2907.25	2985.73
B	18.79	18.79	18.79	18.79	18.79	18.79
n	0.97	0.96	0.96	0.95	0.95	0.95
r	-0.999	-0.998	-0.998	-0.998	-0.998	-0.997

Tabla 25. Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal – Estación El Platanar-Acatenango.

I (mm/h)	Gumbel			Normal		
	MAE	RMSE	R2	MAE	RMSE	R2
15	4.655	4.836	1.00	5.059	5.118	1.00
30	7.259	8.433	1.00	5.529	6.093	1.00
60	0.859	0.899	1.00	0.925	0.941	1.00
90	3.616	3.889	1.00	3.002	3.117	1.00
120	2.250	2.397	1.00	1.890	1.950	1.00
180	1.100	1.166	1.00	0.930	0.957	1.00
360	0.150	0.150	1.00	0.148	0.148	1.00
720	0.474	0.504	1.00	0.398	0.410	1.00

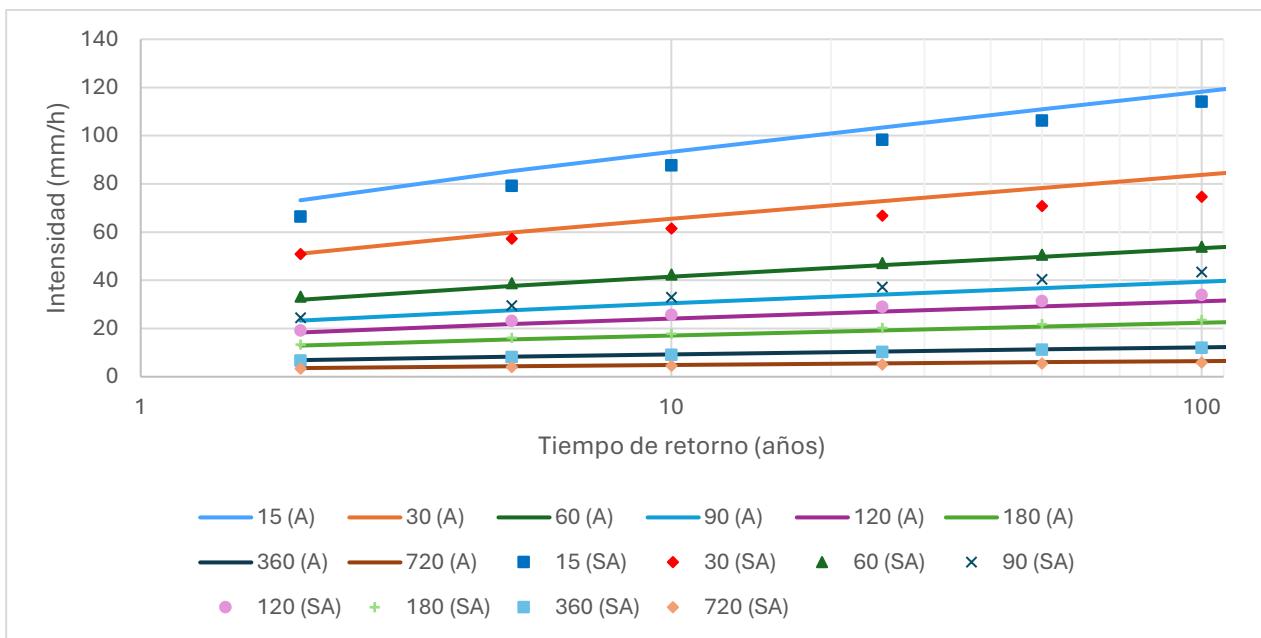


Figura 17. Gráfico de curvas IDF para Estación El Platanar-Acatenango según probabilidad con Gumbel.

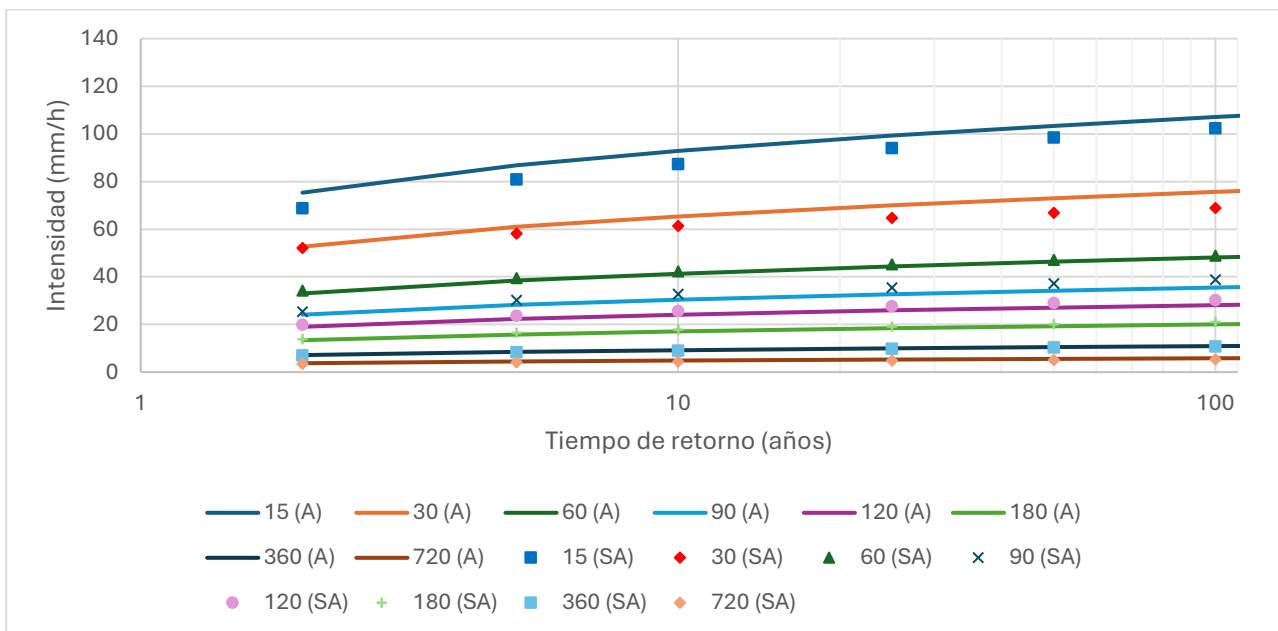


Figura 18. Gráfico de curvas IDF para Estación El Platanar-Acatenango según probabilidad con Normal.

A: duración en minutos ajustado
SA: duración en minutos sin ajustar

4.5.2 Estación Cengicaña-Santa Lucía Cotzumalguapa

Tabla 26. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Cengicaña-Santa Lucía Cotzumalguapa – Probabilidad de Gumbel.

Gumbel	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	2887.92	3264.13	3513.38	3828.46	4062.30	4294.48
B	18.81	18.81	18.81	18.81	18.81	18.81
n	0.846	0.849	0.850	0.851	0.852	0.853
r	-0.992	-0.992	-0.992	-0.992	-0.992	-0.992

Tabla 27. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Cengicaña-Santa Lucía Cotzumalguapa – Probabilidad de Normal.

Normal	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	2984.20	3345.68	3534.75	3736.44	3866.76	3984.00
B	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00
n	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
r	-0.992	-0.992	-0.992	-0.992	-0.992	-0.992

Tabla 28. Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal - Estación Cengicaña-Santa Lucía Cotzumalguapa.

I (mm/h)	Gumbel			Normal		
	MAE	RMSE	R2	MAE	RMSE	R2
15	35.261	35.810	1.00	32.551	32.758	1.00
30	4.062	4.156	1.00	3.701	3.738	1.00
60	12.832	13.191	1.00	11.549	11.689	1.00
90	7.877	7.993	1.00	7.285	7.329	1.00
120	5.467	5.526	1.00	5.110	5.132	1.00
180	2.256	2.262	1.00	2.171	2.173	1.00
360	0.307	0.325	1.00	0.260	0.268	1.00
720	1.736	1.753	1.00	1.624	1.631	1.00

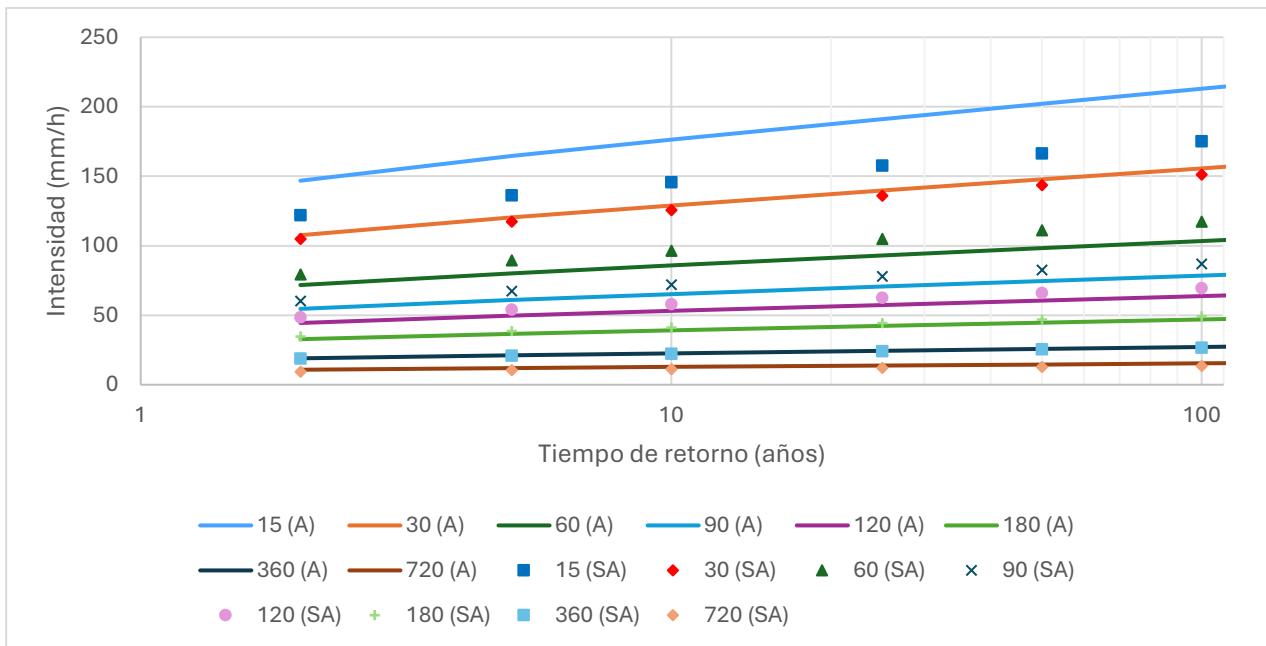


Figura 19. Gráfico de curvas IDF para Estación Cengicaña-Santa Lucía Cotzumalguapa según probabilidad con Gumbel.

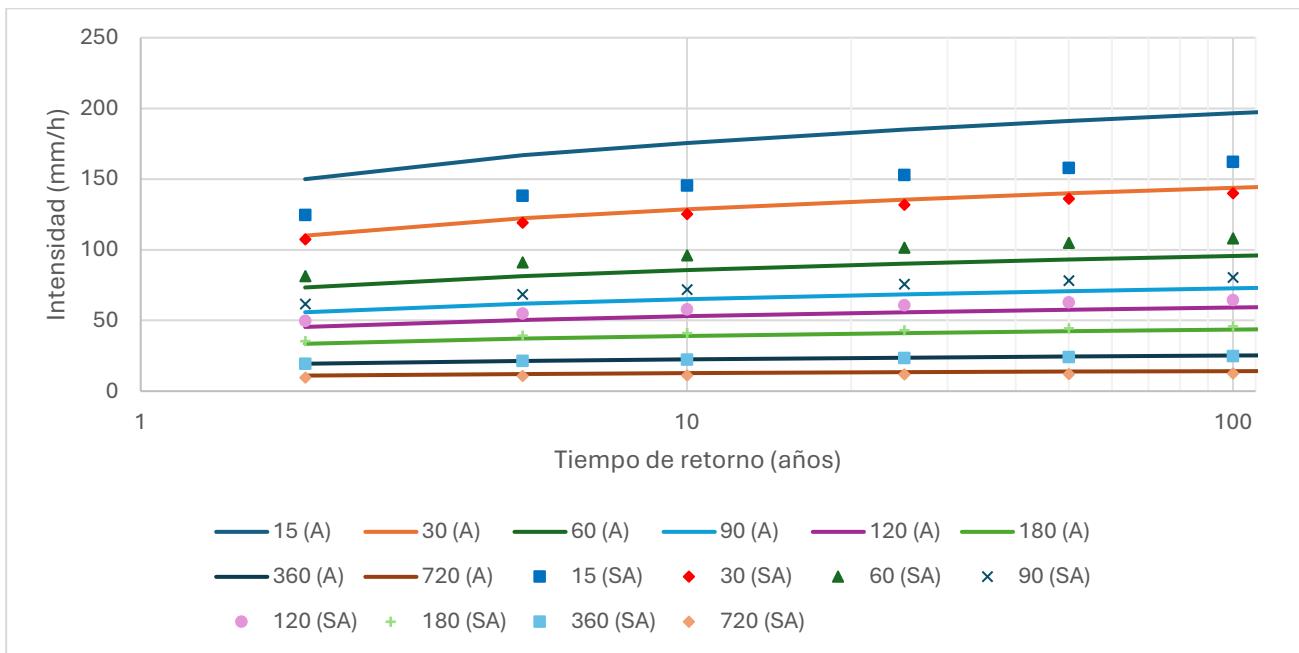


Figura 20. Gráfico de curvas IDF para Estación Cengicaña-Santa Lucía Cotzumalguapa según probabilidad con Normal.

A: duración en minutos ajustado

SA: duración en minutos sin ajustar

4.5.3 Estación Bonanza-La Gomera

Tabla 29. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Bonanza-La Gomera – Probabilidad de Gumbel.

Gumbel	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	2631.96	2934.51	3168.92	3483.74	3725.49	3970.00
B	15.23	15.23	15.23	15.23	15.23	15.23
n	0.906	0.873	0.859	0.847	0.840	0.834
r	-0.996	-0.997	-0.997	-0.998	-0.998	-0.998

Tabla 30. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Bonanza-La Gomera – Probabilidad de Normal.

Normal	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	2616.29	2912.79	3087.06	3281.04	3409.55	3526.79
B	14.77	14.77	14.77	14.77	14.77	14.77
n	0.89	0.87	0.86	0.85	0.84	0.84
r	-0.996	-0.997	-0.997	-0.998	-0.998	-0.998

Tabla 31. Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal - Estación Bonanza-La Gomera.

I (mm/h)	Gumbel			Normal		
	MAE	RMSE	R2	MAE	RMSE	R2
15	23.437	23.681	1.00	22.527	22.617	1.00
30	11.163	12.818	1.00	8.626	9.406	1.00
60	3.024	3.144	1.00	3.492	3.526	1.00
90	2.445	2.523	1.00	2.794	2.817	1.00
120	2.717	2.726	1.00	2.695	2.698	1.00
180	0.678	0.808	1.00	0.377	0.430	1.00
360	0.668	0.693	1.00	0.611	0.622	1.00
720	0.324	0.357	1.00	0.417	0.425	1.00

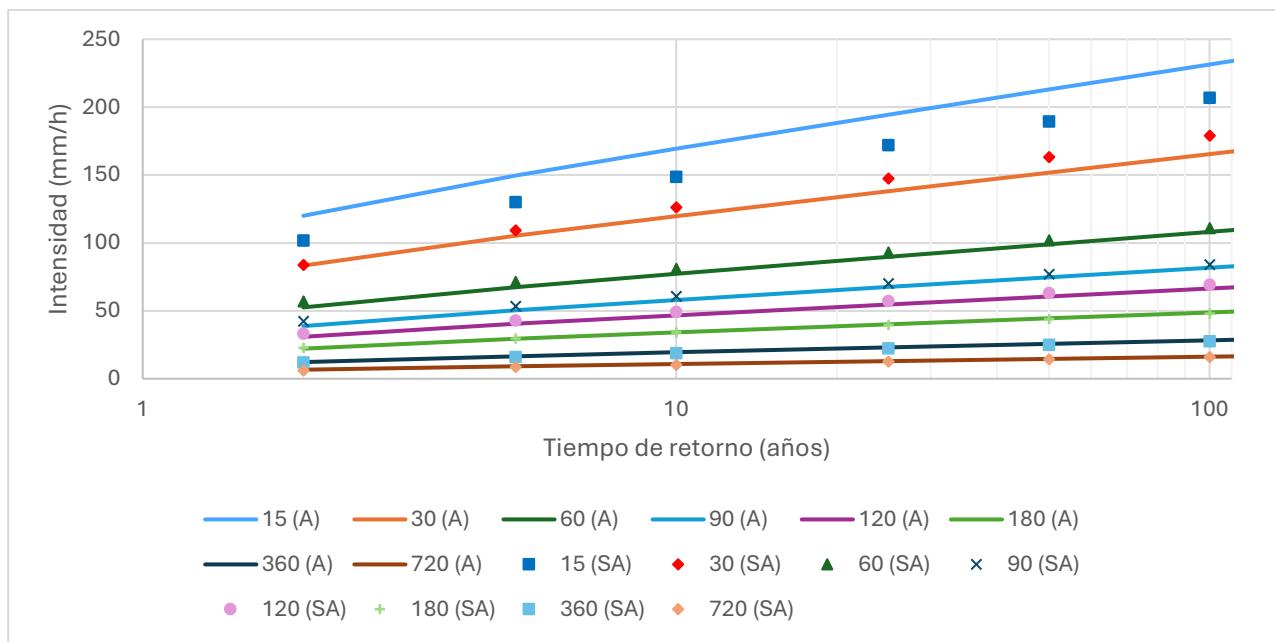


Figura 21. Gráfico de curvas IDF para Estación Bonanza-La Gomera según probabilidad con Gumbel.

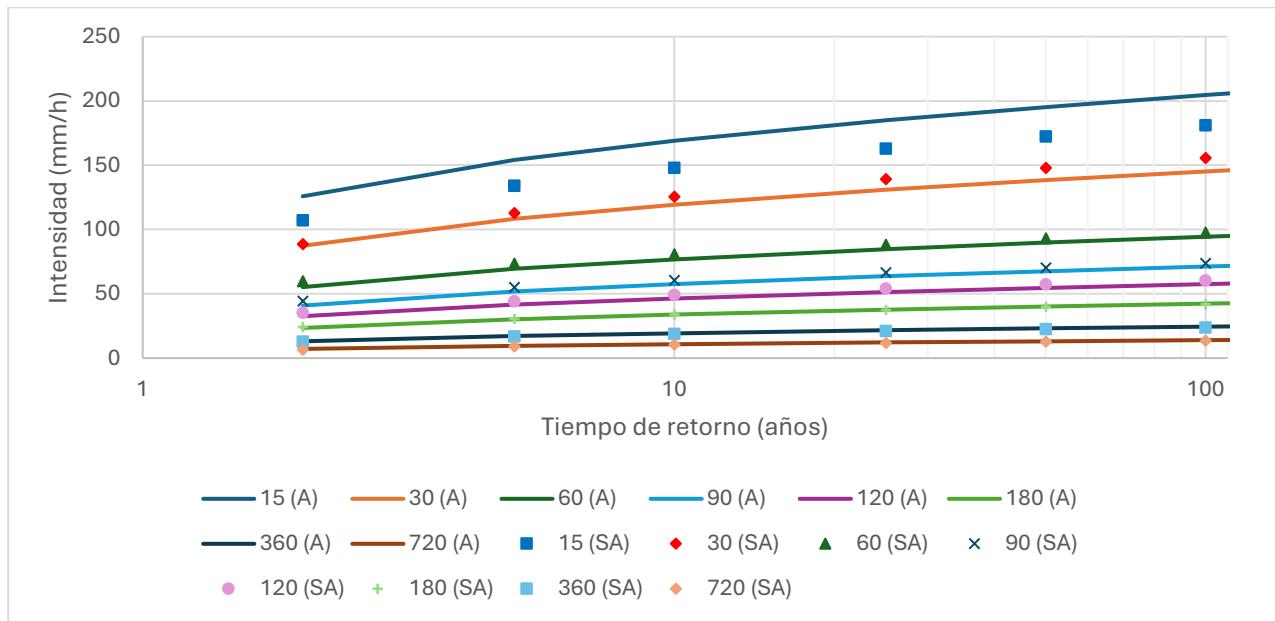


Figura 22. Gráfico de curvas IDF para Estación Bonanza-La Gomera según probabilidad con Normal.

A: duración en minutos ajustado

SA: duración en minutos sin ajustar

4.5.4 Estación Puyumate-Nueva Concepción

Tabla 32. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Puyumate-Nueva Concepción – Probabilidad de Gumbel.

Gumbel	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	3557.01	3731.29	3882.60	4097.17	4267.68	4443.67
B	19.79	19.79	19.79	19.79	19.79	19.79
n	0.925	0.891	0.874	0.858	0.849	0.840
r	-0.997	-0.996	-0.995	-0.994	-0.993	-0.992

Tabla 33. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Puyumate-Nueva Concepción – Probabilidad de Normal.

Normal	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	3296.39	3468.59	3577.93	3703.92	3789.24	3868.12
B	18.11	18.11	18.11	18.11	18.11	18.11
n	0.90	0.87	0.86	0.85	0.85	0.84
r	-0.997	-0.995	-0.994	-0.994	-0.993	-0.993

Tabla 34. Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal - Estación Puyumate-Nueva Concepción.

I (mm/h)	Gumbel			Normal		
	MAE	RMSE	R2	MAE	RMSE	R2
15	30.838	32.221	1.00	28.731	29.293	1.00
30	5.831	6.423	1.00	4.837	5.102	1.00
60	7.560	7.663	1.00	7.441	7.481	1.00
90	9.483	10.219	1.00	8.295	8.605	1.00
120	7.383	8.099	1.00	6.307	6.616	1.00
180	1.832	2.117	1.00	1.543	1.671	1.00
360	0.381	0.430	1.00	0.328	0.350	1.00
720	1.737	1.890	1.00	1.536	1.601	1.00

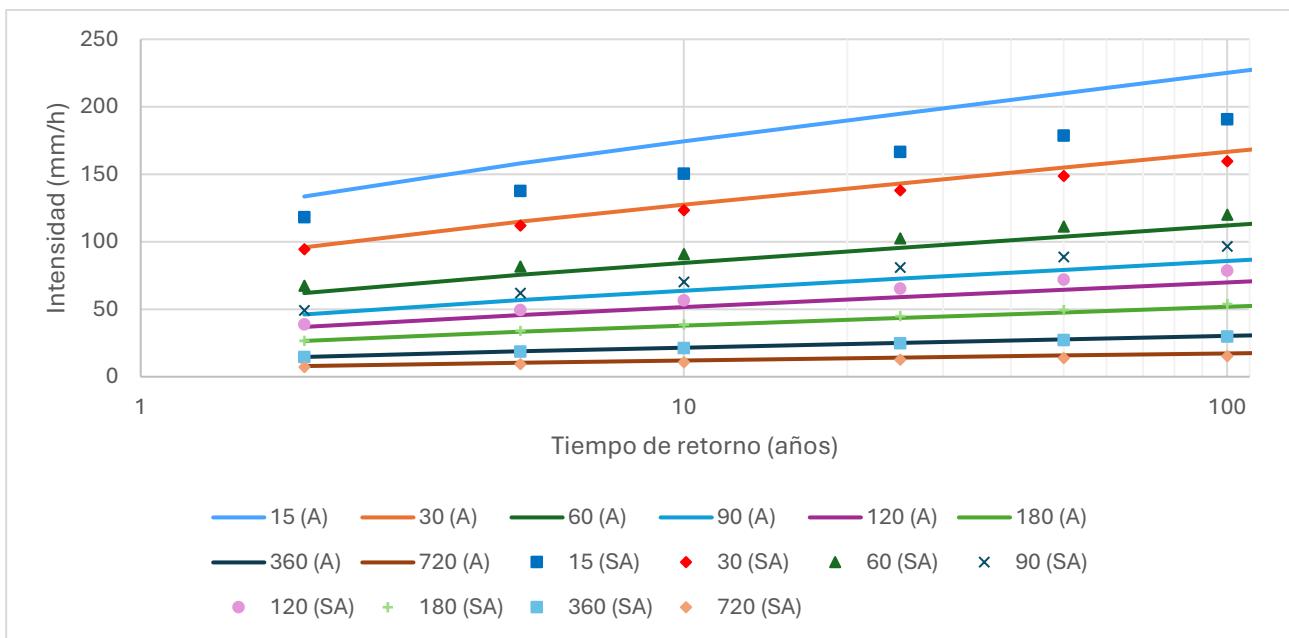


Figura 23. Gráfico de curvas IDF para Estación Puyumate-Nueva Concepción según probabilidad con Gumbel

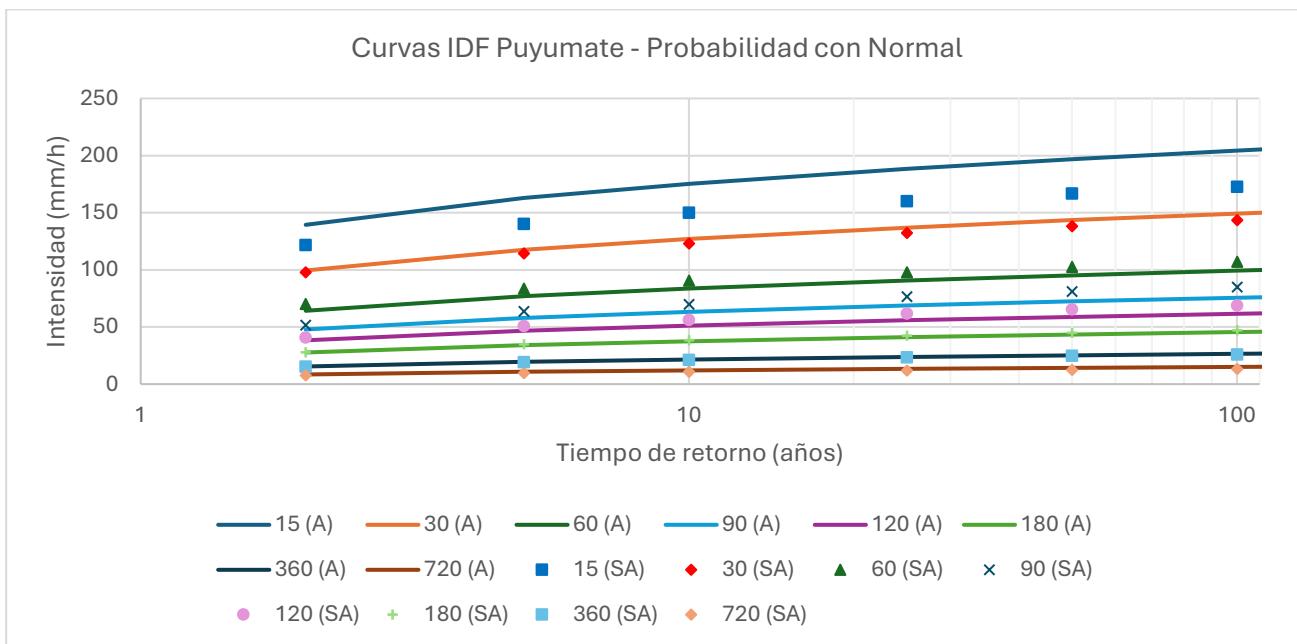


Figura 24. Gráfico de curvas IDF para Estación Puyumate-Nueva Concepción según probabilidad con Normal

A: duración en minutos ajustado
 SA: duración en minutos sin ajustar

4.5.5 Estación San Antonio EV-Sipacate

Tabla 35. Valores para ecuación de curva IDF de Estación San Antonio EV-Sipacate – Probabilidad de Gumbel.

Gumbel	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	2296.68	2488.84	2639.01	2842.75	3000.43	3160.72
B	18.46	18.46	18.46	18.46	18.46	18.46
n	0.878	0.849	0.836	0.823	0.816	0.810
r	-0.996	-0.996	-0.996	-0.996	-0.995	-0.995

Tabla 36. Valores para ecuación de curva IDF de Estación San Antonio EV-Sipacate – Probabilidad de Normal.

Normal	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	2244.93	2432.08	2542.93	2667.13	2749.81	2825.49
B	17.71	17.71	17.71	17.71	17.71	17.71
n	0.87	0.84	0.83	0.82	0.82	0.81
r	-0.995	-0.996	-0.995	-0.995	-0.995	-0.995

Tabla 37. Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal – Estación San Antonio EV-Sipacate.

I (mm/h)	Gumbel			Normal		
	MAE	RMSE	R2	MAE	RMSE	R2
15	22.316	22.968	1.00	20.669	20.923	1.00
30	1.061	1.261	1.00	0.722	0.967	1.00
60	7.474	7.843	1.00	6.659	6.810	1.00
90	5.585	5.728	1.00	5.200	5.256	1.00
120	3.457	3.515	1.00	3.297	3.320	1.00
180	0.935	0.944	1.00	1.036	1.039	1.00
360	1.583	1.751	1.00	1.296	1.371	1.00
720	0.549	0.551	1.00	0.609	0.610	1.00

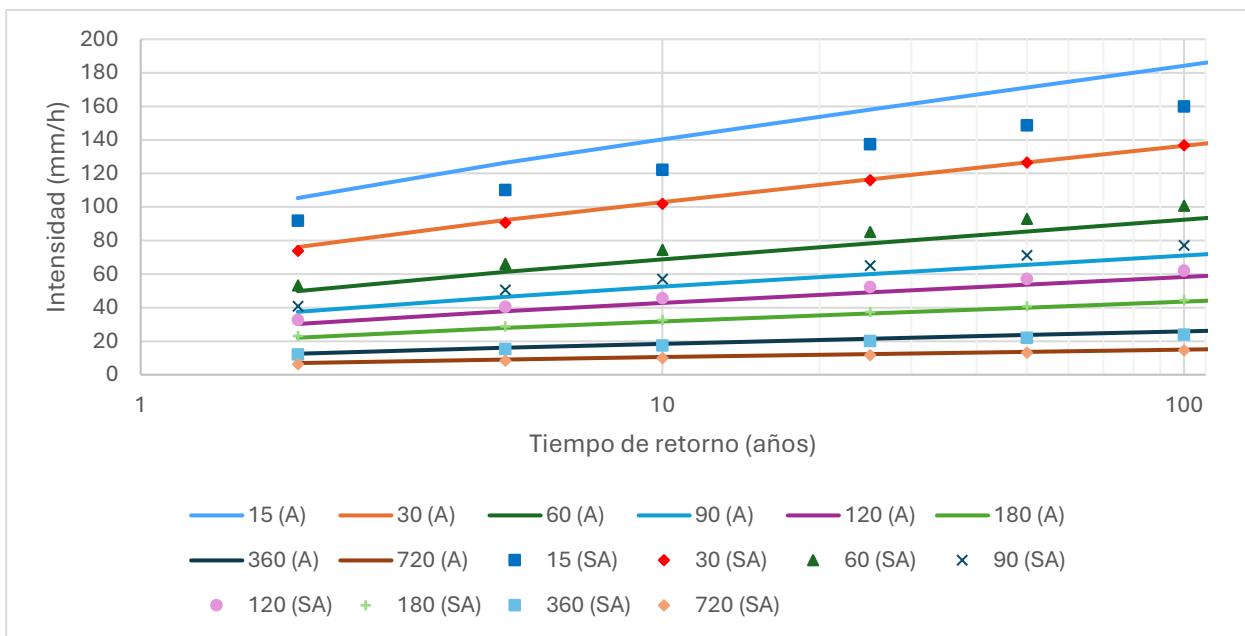


Figura 25. Gráfico de curvas IDF para Estación San Antonio EV-Sipacate según probabilidad con Gumbel.

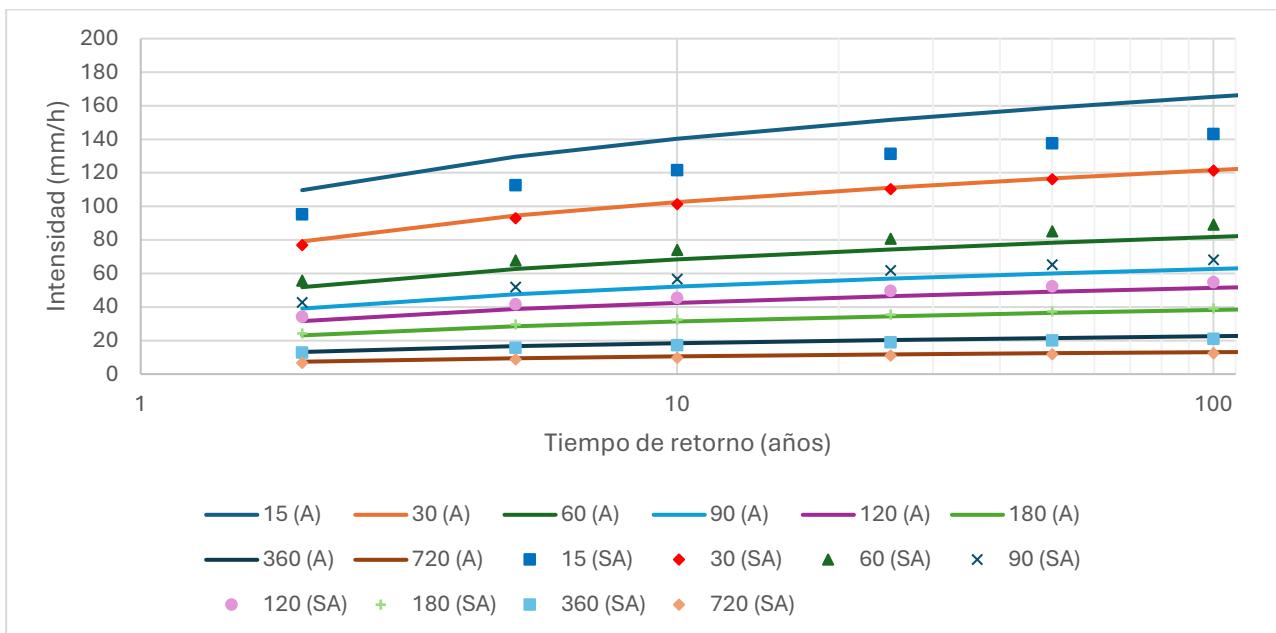


Figura 26. Gráfico de curvas IDF para Estación San Antonio EV-Sipacate según probabilidad con Normal.

A: duración en minutos ajustado

SA: duración en minutos sin ajustar

4.6 Acomé

4.6.1 Estación El Balsamo-Santa Lucía Cotzumalguapa

Tabla 38. Valores para ecuación de curva IDF de Estación El Balsamo-Santa Lucía Cotzumalguapa – Probabilidad de Gumbel.

Gumbel	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	3407.58	3543.70	3657.01	3816.69	3943.60	4074.82
B	18.72	18.72	18.72	18.72	18.72	18.72
n	0.873	0.847	0.834	0.820	0.812	0.804
r	-0.995	-0.994	-0.993	-0.993	-0.992	-0.991

Tabla 39. Valores para ecuación de curva IDF de Estación El Balsamo-Santa Lucía Cotzumalguapa – Probabilidad de Normal.

Normal	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	3443.35	3581.03	3667.33	3766.81	3834.32	3896.86
B	18.81	18.81	18.81	18.81	18.81	18.81
n	0.87	0.84	0.83	0.83	0.82	0.82
r	-0.995	-0.994	-0.993	-0.993	-0.993	-0.992

Tabla 40. Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal – Estación El Balsamo-Santa Lucía Cotzumalguapa.

I (mm/h)	Gumbel			Normal		
	MAE	RMSE	R2	MAE	RMSE	R2
15	41.453	42.867	1.00	36.916	37.474	1.00
30	7.013	8.218	1.00	5.091	5.716	1.00
60	9.202	9.454	1.00	8.280	8.376	1.00
90	7.129	7.258	1.00	6.540	6.587	1.00
120	5.213	5.287	1.00	4.824	4.850	1.00
180	4.393	4.663	1.00	3.741	3.852	1.00
360	1.310	1.412	1.00	1.093	1.137	1.00
720	1.761	1.821	1.00	1.560	1.582	1.00

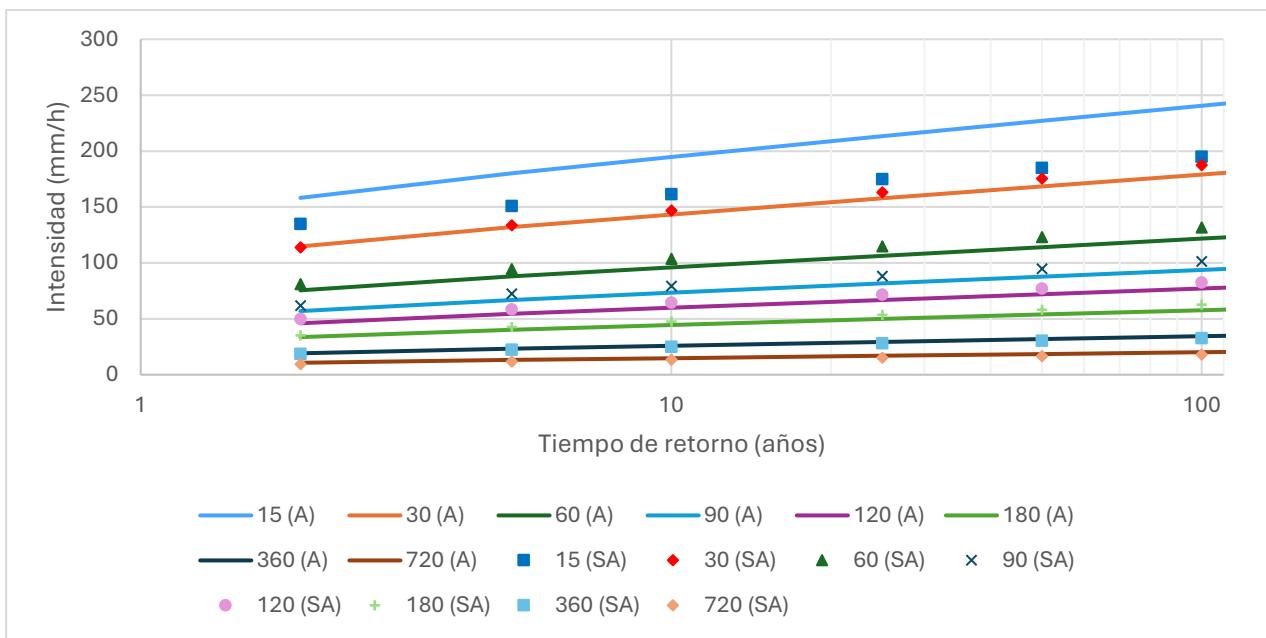


Figura 27. Gráfico de curvas IDF para Estación El Balsamo-Santa Lucía Cotzumalguapa según probabilidad con Gumbel.

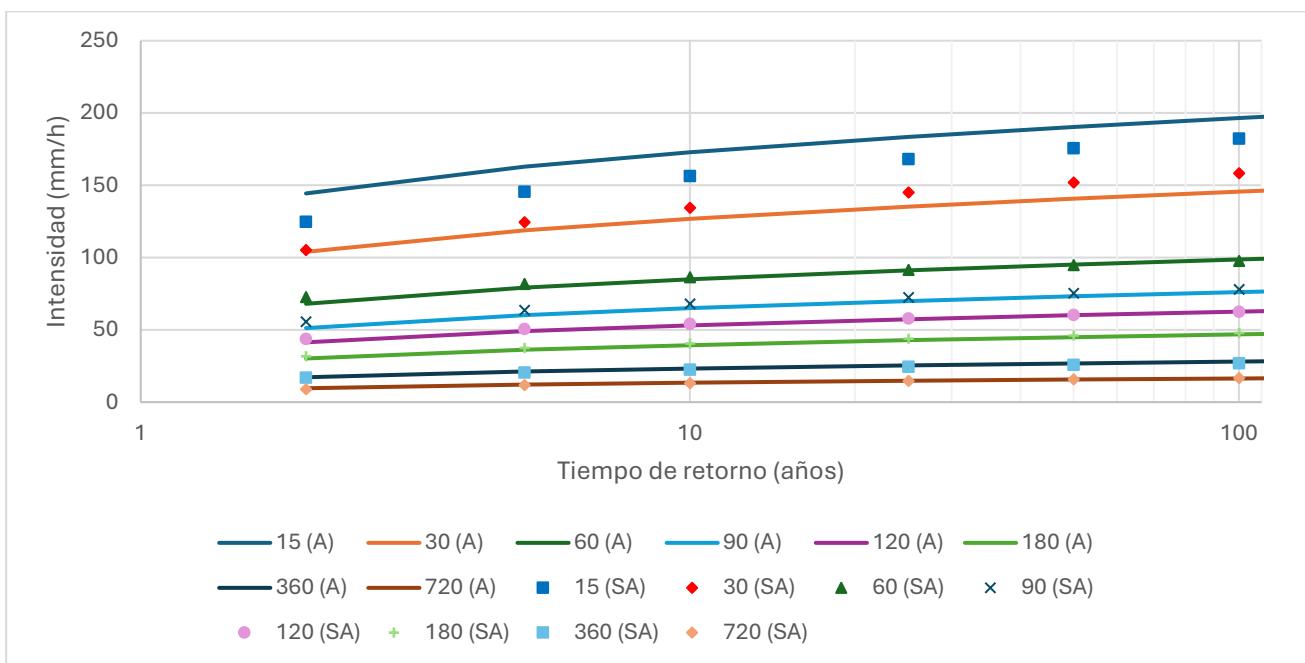


Figura 28. Gráfico de curvas IDF para Estación El Balsamo-Santa Lucía Cotzumalguapa según probabilidad con Normal.

A: duración en minutos ajustado

SA: duración en minutos sin ajustar

4.6.2 Estación Tehuantepeq-Santa Lucía Cotzumalguapa

Tabla 41. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Tehuantepeq-Santa Lucía Cotzumalguapa – Probabilidad de Gumbel.

Gumbel	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	2857.85	3200.60	3434.98	3736.38	3962.64	4188.89
B	16.54	16.54	16.54	16.54	16.54	16.54
n	0.911	0.892	0.883	0.873	0.868	0.863
r	-0.999	-0.997	-0.997	-0.996	-0.995	-0.994

Tabla 42. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Tehuantepeq-Santa Lucía Cotzumalguapa – Probabilidad de Normal.

Normal	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	3052.52	3394.33	3577.85	3776.07	3905.21	4021.97
B	17.41	17.41	17.41	17.41	17.41	17.41
n	0.91	0.90	0.89	0.88	0.88	0.88
r	-0.999	-0.997	-0.997	-0.996	-0.996	-0.996

Tabla 43. Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal - Estación Tehuantepeq-Santa Lucía Cotzumalguapa.

I (mm/h)	Gumbel			Normal		
	MAE	RMSE	R2	MAE	RMSE	R2
15	23.676	25.000	1.00	19.540	20.090	1.00
30	3.821	4.453	1.00	2.774	3.102	1.00
60	1.521	1.538	1.00	1.194	1.197	1.00
90	6.495	7.067	1.00	5.166	5.412	1.00
120	6.226	6.886	1.00	4.884	5.176	1.00
180	2.989	3.250	1.00	2.396	2.509	1.00
360	0.233	0.280	1.00	0.142	0.162	1.00
720	1.449	1.567	1.00	1.154	1.203	1.00

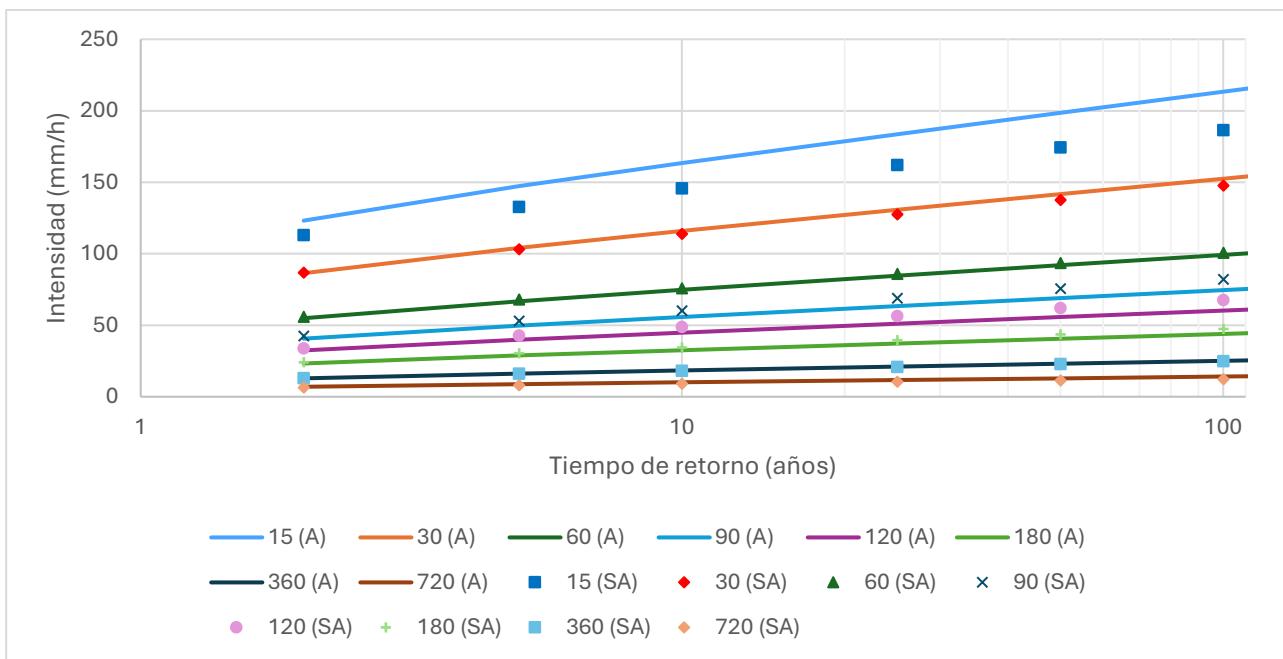


Figura 29. Gráfico de curvas IDF para Estación Tehuantepeq-Santa Lucía Cotzumalguapa según probabilidad con Gumbel.

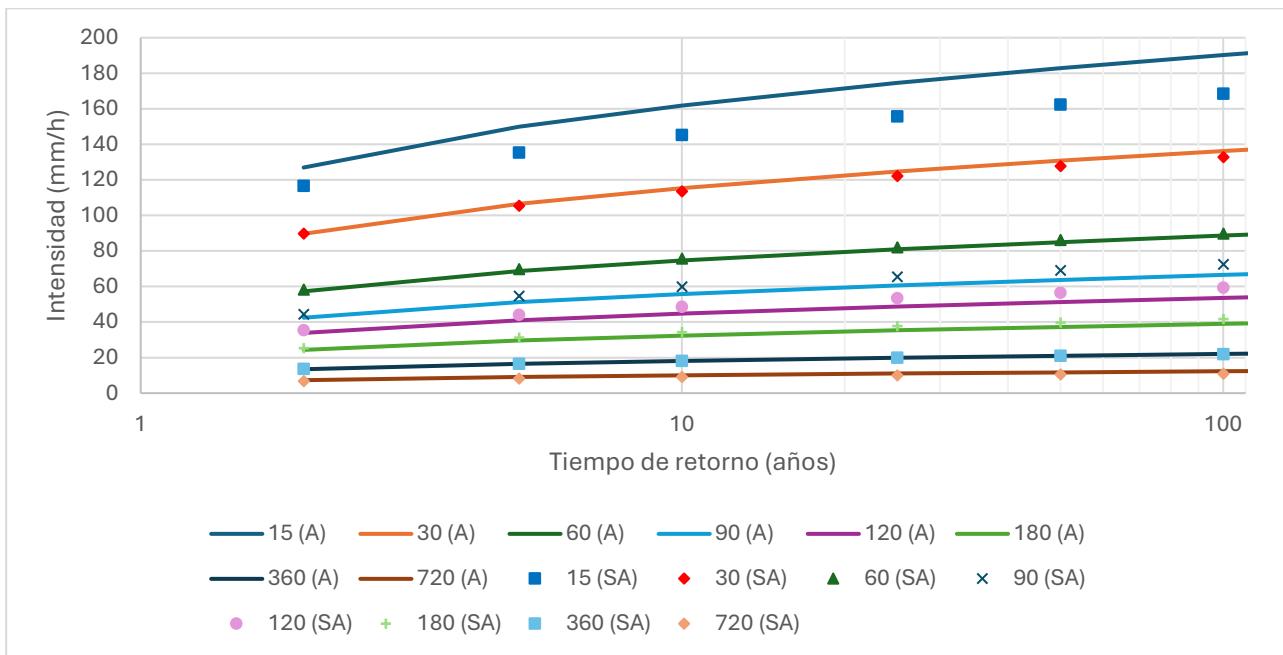


Figura 30. Gráfico de curvas IDF para Estación Tehuantepeq-Santa Lucía Cotzumalguapa según probabilidad con Normal.

A: duración en minutos ajustado
 SA: duración en minutos sin ajustar

4.6.3 Estación Bouganvilia-La Democracia

Tabla 44. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Bouganvilia-La Democracia – Probabilidad de Gumbel.

Gumbel	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	2460.14	2480.83	2532.80	2622.65	2700.81	2785.14
B	16.20	16.20	16.20	16.20	16.20	16.20
n	0.876	0.838	0.820	0.802	0.791	0.782
r	-0.997	-0.998	-0.998	-0.999	-0.999	-0.998

Tabla 45. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Bouganvilia-La Democracia – Probabilidad de Normal.

Normal	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	2365.06	2401.24	2441.92	2495.60	2534.56	2571.89
B	15.44	15.44	15.44	15.44	15.44	15.44
n	0.86	0.83	0.81	0.80	0.80	0.79
r	-0.997	-0.998	-0.998	-0.998	-0.998	-0.998

Tabla 46. Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal - Estación Bouganvilia-La Democracia.

I (mm/h)	Gumbel			Normal		
	MAE	RMSE	R2	MAE	RMSE	R2
15	6.247	7.665	1.00	8.605	9.040	1.00
30	1.764	2.135	1.00	1.185	1.349	1.00
60	3.150	3.742	1.00	1.716	1.959	1.00
90	0.685	0.867	1.00	0.922	1.014	1.00
120	2.732	2.762	1.00	2.664	2.674	1.00
180	3.414	3.657	1.00	2.929	3.028	1.00
360	0.069	0.080	1.00	0.075	0.084	1.00
720	0.863	0.876	1.00	0.844	0.849	1.00

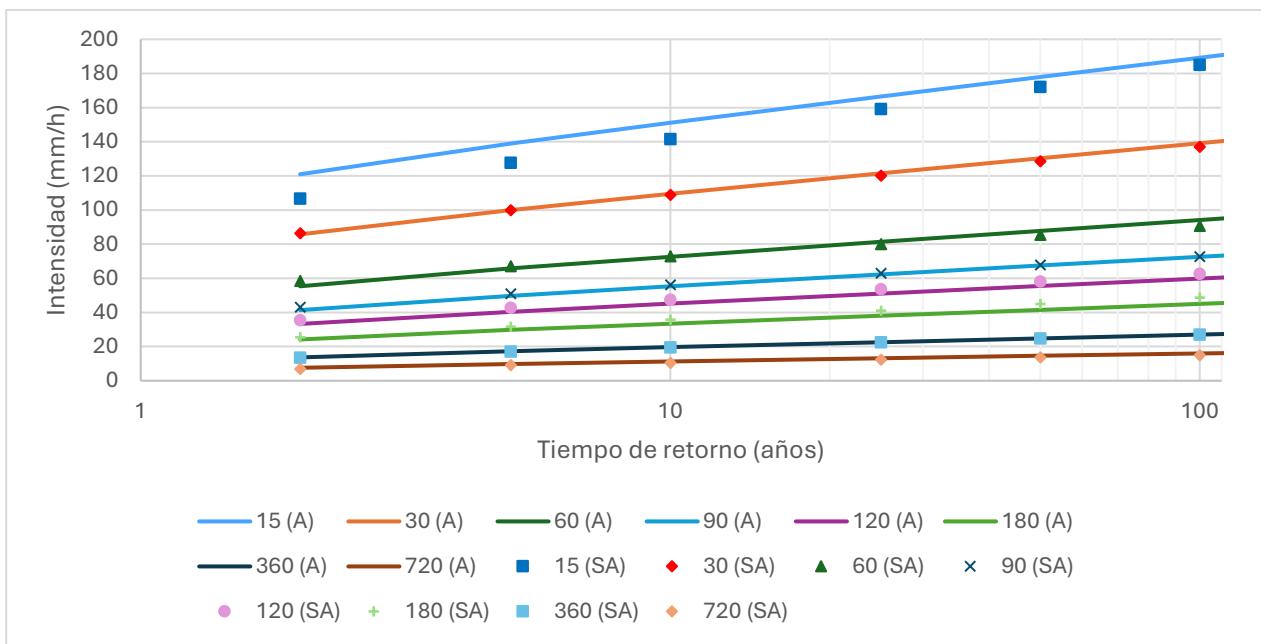


Figura 31. Gráfico de curvas IDF para Estación Bouganvilia-La Democracia según probabilidad con Gumbel.

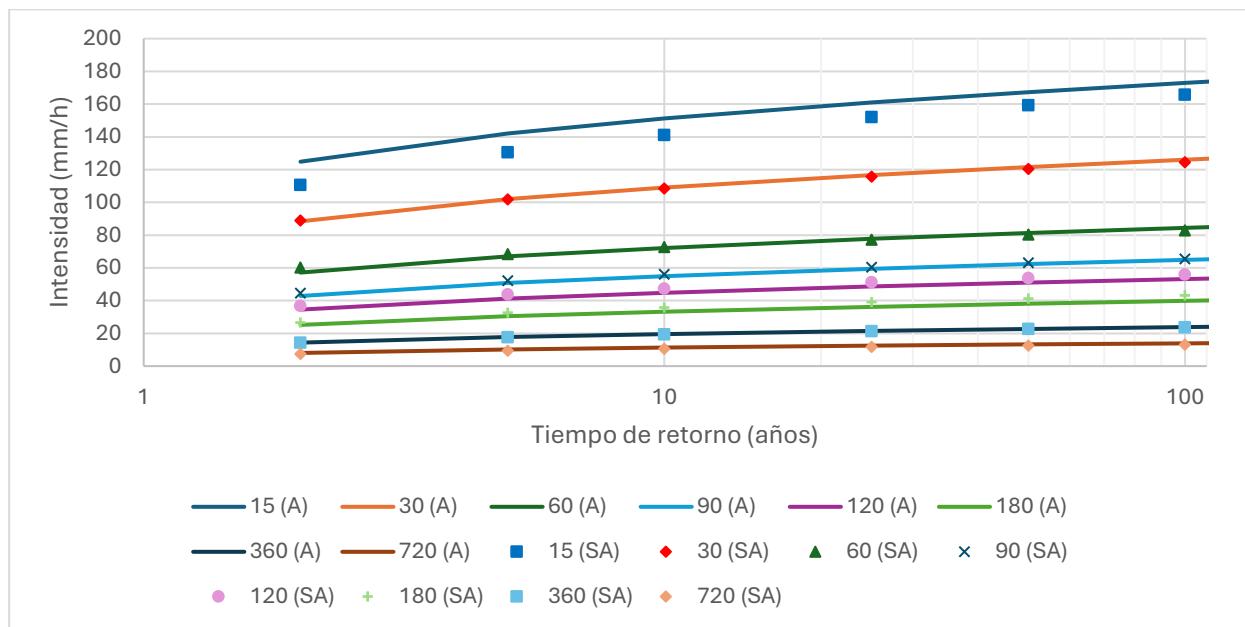


Figura 32. Gráfico de curvas IDF para Estación Bouganvilia-La Democracia según probabilidad con Normal.

A: duración en minutos ajustado

SA: duración en minutos sin ajustar

4.7 Achiguate

4.7.1 Estación Costa Brava-La Democracia

Tabla 47. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Costa Brava-La Democracia – Probabilidad de Gumbel.

Gumbel	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	3023.72	2999.72	3043.16	3133.88	3217.78	3310.63
B	17.81	17.81	17.81	17.81	17.81	17.81
n	0.879	0.839	0.821	0.803	0.792	0.783
r	-0.996	-0.998	-0.998	-0.998	-0.998	-0.998

Tabla 48. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Costa Brava-La Democracia – Probabilidad de Normal.

Normal	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	2992.55	2992.15	3027.12	3080.45	3121.43	3161.76
B	17.71	17.71	17.71	17.71	17.71	17.71
n	0.87	0.83	0.82	0.81	0.80	0.80
r	-0.996	-0.998	-0.998	-0.998	-0.998	-0.998

Tabla 49. Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal – Estación Costa Brava-La Democracia.

I (mm/h)	Gumbel			Normal		
	MAE	RMSE	R2	MAE	RMSE	R2
15	14.209	14.581	1.00	15.447	15.587	1.00
30	13.417	15.503	1.00	10.325	11.323	1.00
60	3.458	4.043	1.00	1.872	2.248	1.00
90	1.851	2.304	1.00	2.271	2.481	1.00
120	1.426	1.672	1.00	0.806	1.025	1.00
180	0.912	0.949	1.00	0.990	1.007	1.00
360	1.243	1.340	1.00	1.066	1.112	1.00
720	0.608	0.715	1.00	0.321	0.384	1.00

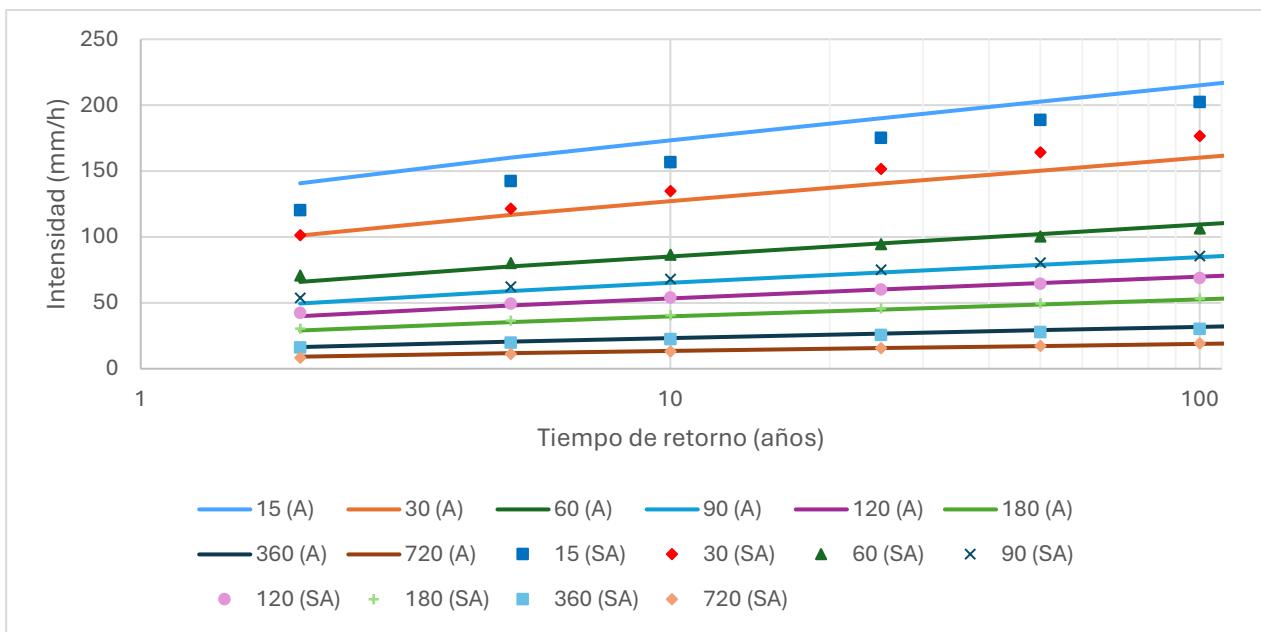


Figura 33. Gráfico de curvas IDF para Estación Costa Brava-La Democracia según probabilidad con Gumbel.

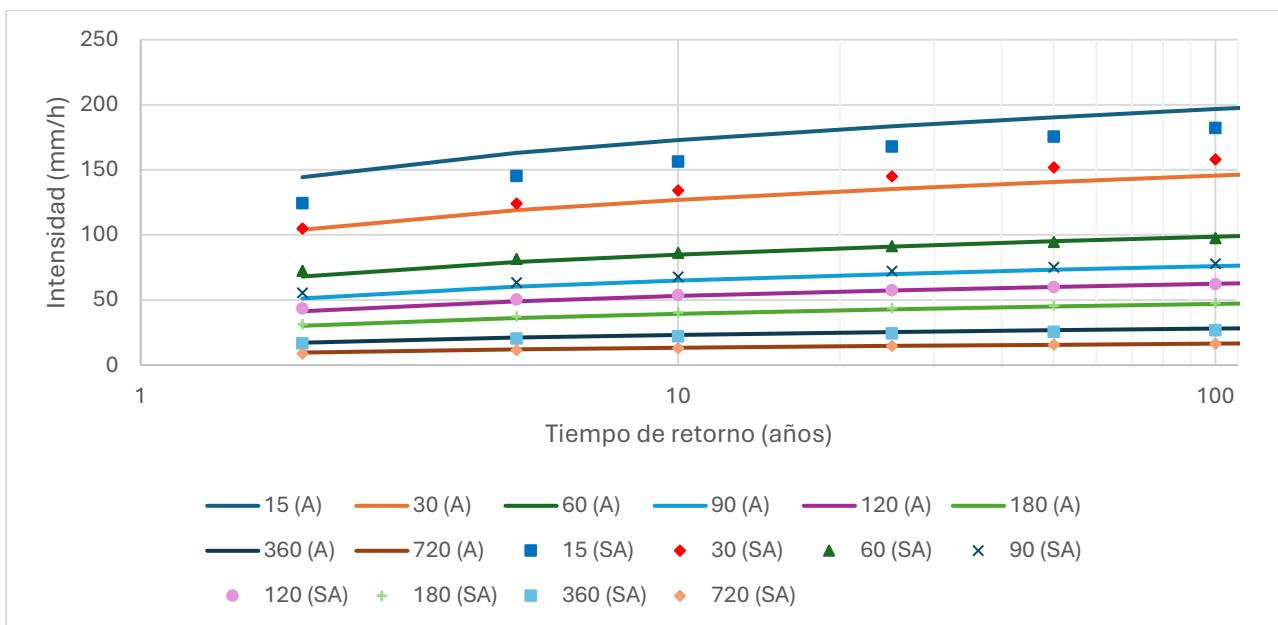


Figura 34. Gráfico de curvas IDF para Estación Costa Brava-La Democracia según probabilidad con Normal.

A: duración en minutos ajustado
SA: duración en minutos sin ajustar

4.7.2 Estación La Giralda-San José

Tabla 50. Valores para ecuación de curva IDF de Estación La Giralda-San José – Probabilidad de Gumbel.

Gumbel	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	3128.63	2759.59	2638.14	2555.87	2527.00	2516.47
B	19.55	19.55	19.55	19.55	19.55	19.55
n	0.956	0.888	0.856	0.823	0.804	0.787
r	-0.999	-0.998	-0.997	-0.996	-0.996	-0.995

Tabla 51. Valores para ecuación de curva IDF de Estación La Giralda-San José – Probabilidad de Normal.

Normal	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	2920.57	2632.39	2550.87	2494.47	2470.25	2454.87
B	18.79	18.79	18.79	18.79	18.79	18.79
n	0.93	0.88	0.85	0.83	0.82	0.81
r	-0.999	-0.998	-0.997	-0.997	-0.996	-0.996

Tabla 52. Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal – Estación La Giralda-San José.

I (mm/h)	Gumbel			Normal		
	MAE	RMSE	R2	MAE	RMSE	R2
15	16.002	16.668	1.00	14.538	14.785	1.00
30	2.199	2.627	1.00	1.512	1.706	1.00
60	3.005	3.117	1.00	2.743	2.779	1.00
90	5.482	5.987	1.00	4.572	4.778	1.00
120	2.343	2.552	1.00	1.982	2.061	1.00
180	1.338	1.554	1.00	1.043	1.135	1.00
360	0.693	0.788	1.00	0.538	0.583	1.00
720	1.320	1.483	1.00	1.057	1.124	1.00

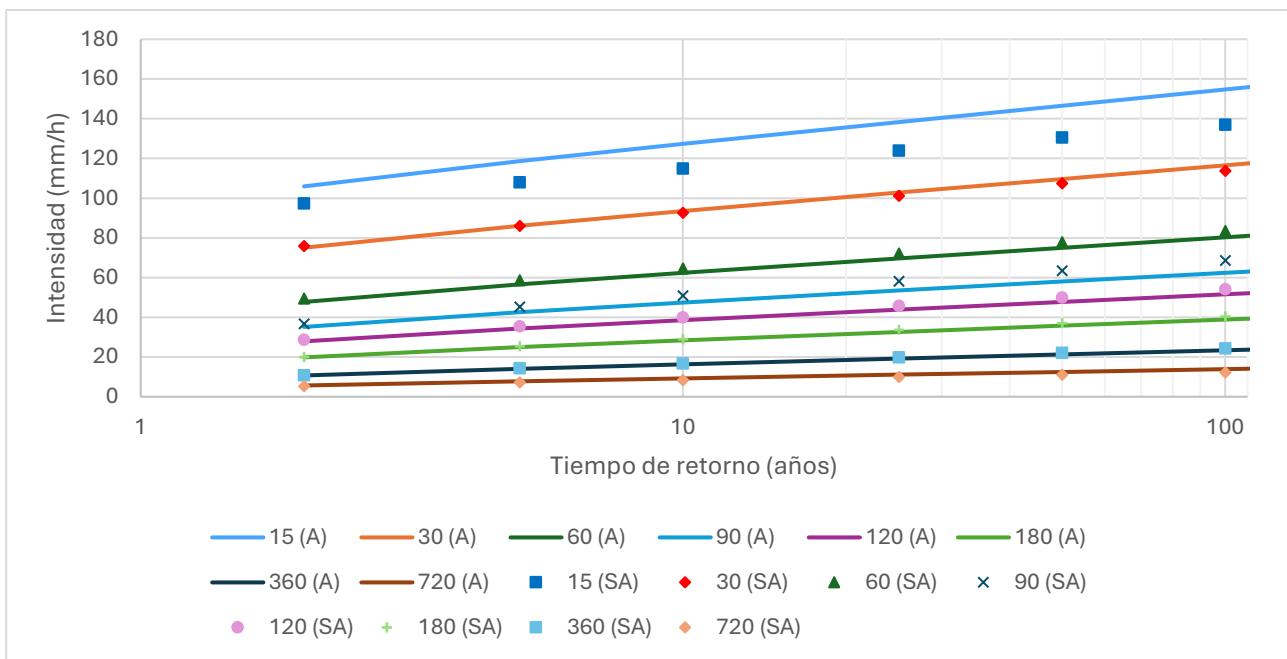


Figura 35. Gráfico de curvas IDF para Estación La Giralda-San José según probabilidad con Gumbel.

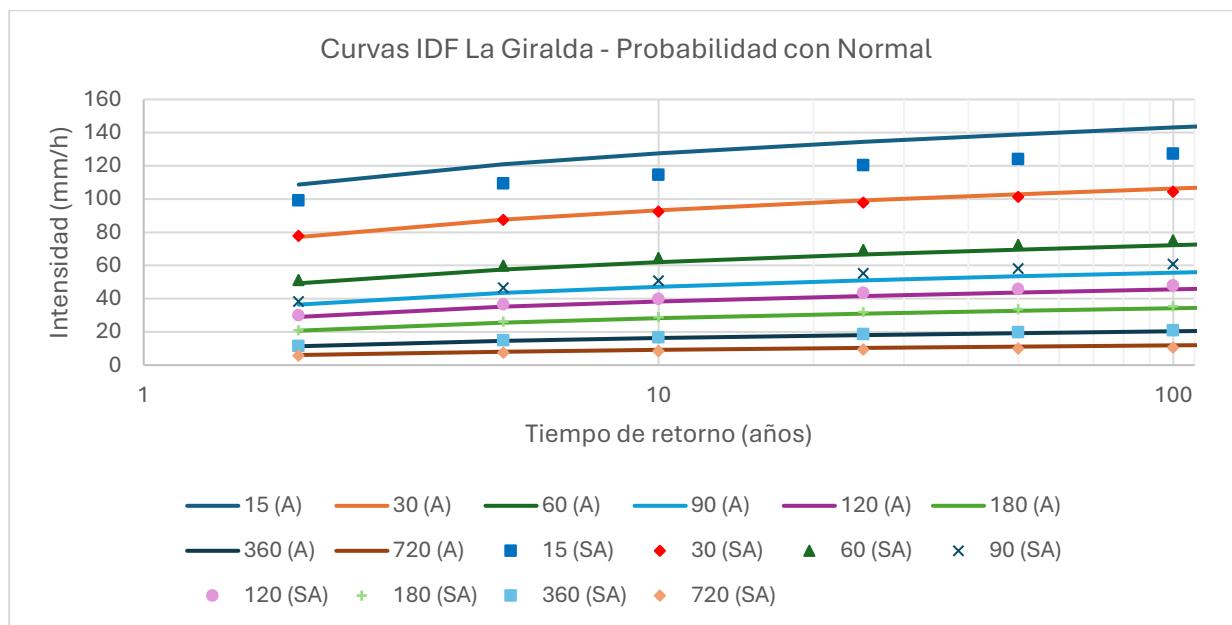


Figura 36. Gráfico de curvas IDF para Estación La Giralda-San José según probabilidad con Normal.

A: duración en minutos ajustado
 SA: duración en minutos sin ajustar

4.8 María Linda

4.8.1 Estación Trinidad-Masagua

Tabla 53. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Trinidad-Masagua – Probabilidad de Gumbel.

Gumbel	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	2305.60	2403.06	2506.72	2660.33	2784.53	2913.60
B	16.54	16.54	16.54	16.54	16.54	16.54
n	0.859	0.817	0.798	0.781	0.770	0.762
r	-0.997	-0.997	-0.997	-0.996	-0.996	-0.996

Tabla 54. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Trinidad-Masagua – Probabilidad de Normal.

Normal	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	2414.30	2521.89	2602.77	2699.86	2766.93	2829.53
B	17.41	17.41	17.41	17.41	17.41	17.41
n	0.86	0.82	0.81	0.79	0.79	0.78
r	-0.998	-0.997	-0.997	-0.997	-0.996	-0.996

Tabla 55. Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal - Estación Trinidad-Masagua.

I (mm/h)	Gumbel			Normal		
	MAE	RMSE	R2	MAE	RMSE	R2
15	19.795	20.416	1.00	16.886	17.117	1.00
30	2.833	3.056	1.00	2.329	2.423	1.00
60	2.323	2.364	1.00	1.924	1.935	1.00
90	5.077	5.322	1.00	4.225	4.319	1.00
120	5.336	5.665	1.00	4.404	4.537	1.00
180	3.861	4.140	1.00	3.168	3.283	1.00
360	1.061	1.227	1.00	0.795	0.874	1.00
720	1.363	1.428	1.00	1.123	1.147	1.00

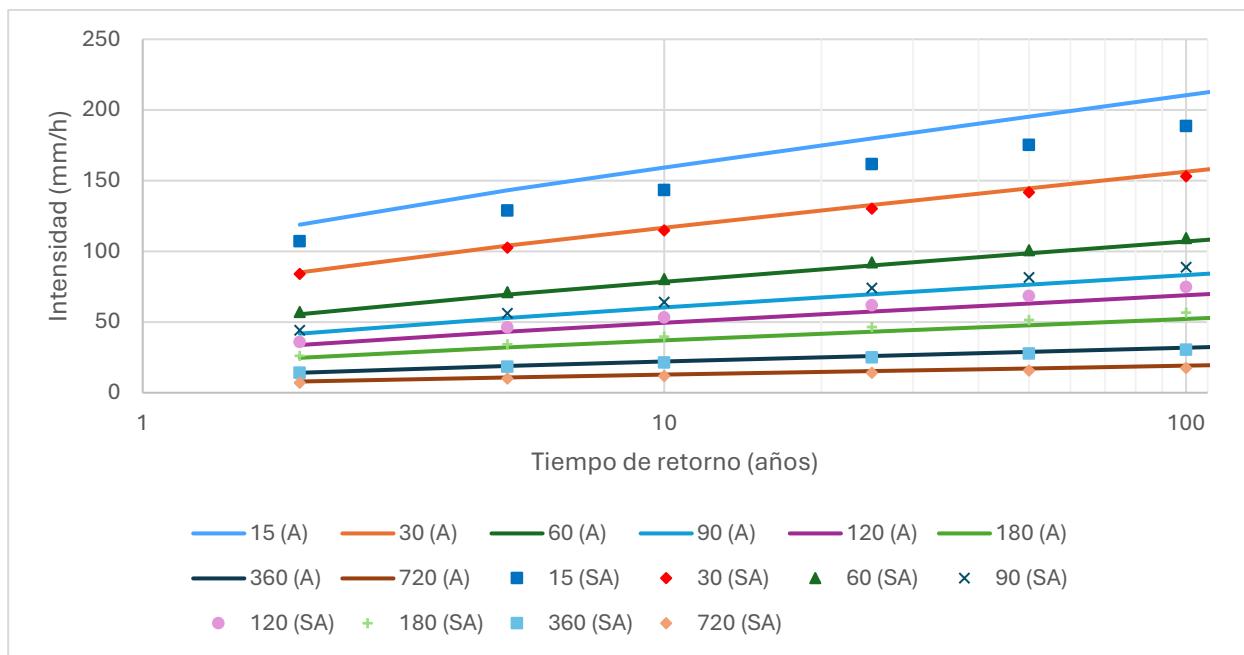


Figura 37. Gráfico de curvas IDF para Estación Trinidad-Masagua según probabilidad con Gumbel.

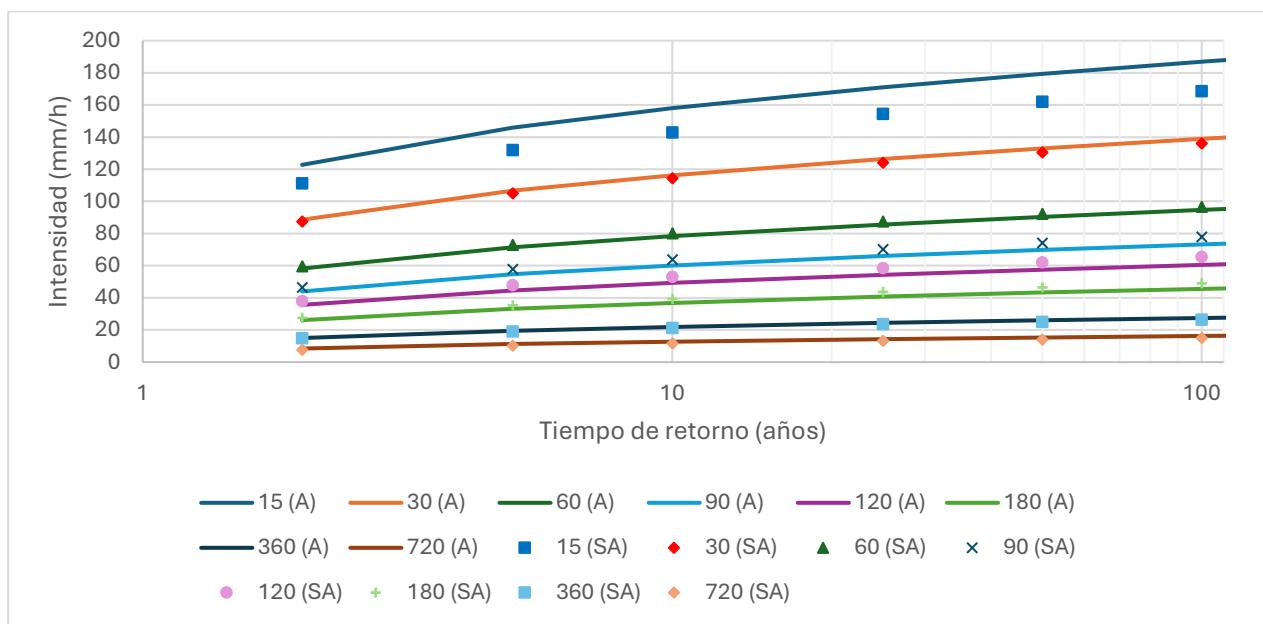


Figura 38. Gráfico de curvas IDF para Estación Trinidad-Masagua según probabilidad con Normal.

A: duración en minutos ajustado

SA: duración en minutos sin ajustar

4.8.2 Estación Amazonas-Masagua

Tabla 56. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Amazonas-Masagua – Probabilidad de Gumbel.

Gumbel	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	2415.89	2259.34	2344.50	2517.72	2669.65	2831.67
B	18.83	18.83	18.83	18.83	18.83	18.83
n	0.866	0.763	0.728	0.700	0.685	0.673
r	-0.999	-0.997	-0.996	-0.994	-0.993	-0.993

Tabla 57. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Amazonas-Masagua – Probabilidad de Normal.

Normal	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	2320.78	2261.72	2330.68	2433.86	2510.56	2584.24
B	18.725	18.725	18.725	18.725	18.725	18.725
n	0.838	0.754	0.729	0.709	0.699	0.691
r	-0.999	-0.997	-0.996	-0.995	-0.994	-0.994

Tabla 58. Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal - Estación Amazonas-Masagua.

I (mm/h)	Gumbel			Normal		
	MAE	RMSE	R2	MAE	RMSE	R2
15	16.173	17.069	1.00	13.798	14.134	1.00
30	1.217	1.267	1.00	1.035	1.051	1.00
60	15.178	16.853	1.00	12.173	12.909	1.00
90	0.645	0.746	1.00	0.375	0.478	1.00
120	7.512	8.711	1.00	5.548	6.193	1.00
180	4.292	4.878	1.00	3.310	3.569	1.00
360	4.482	5.223	1.00	3.386	3.738	1.00
720	2.640	2.989	1.00	2.052	2.206	1.00

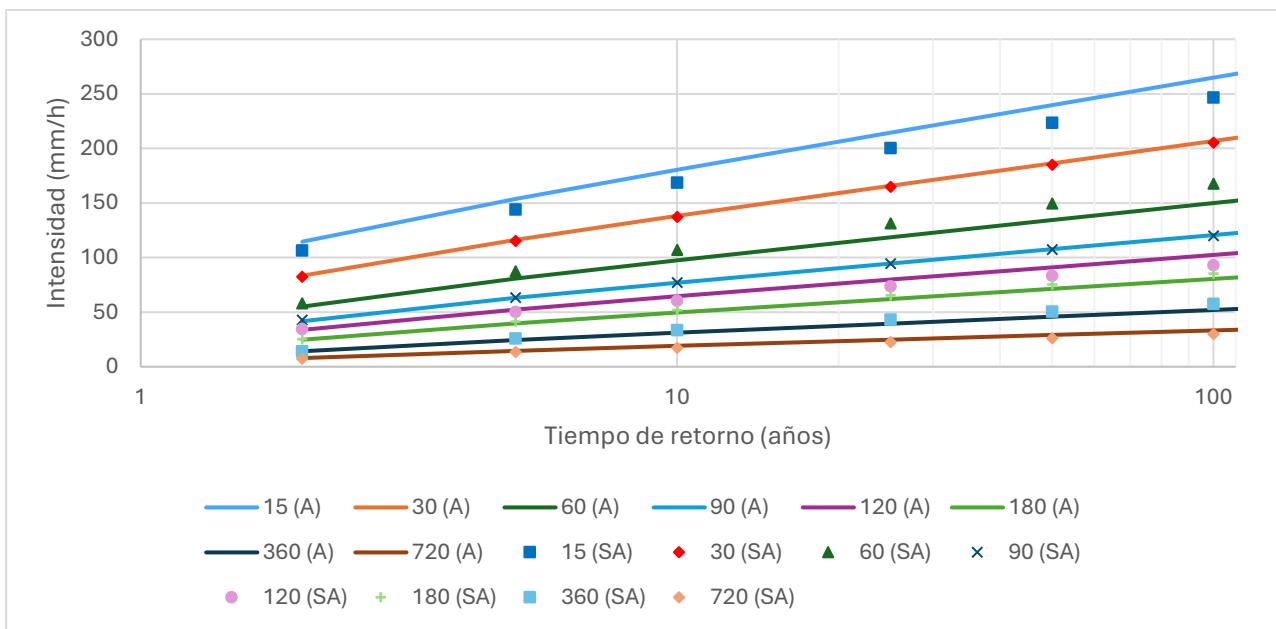


Figura 39. Gráfico de curvas IDF para Estación Amazonas-Masagua según probabilidad con Gumbel.

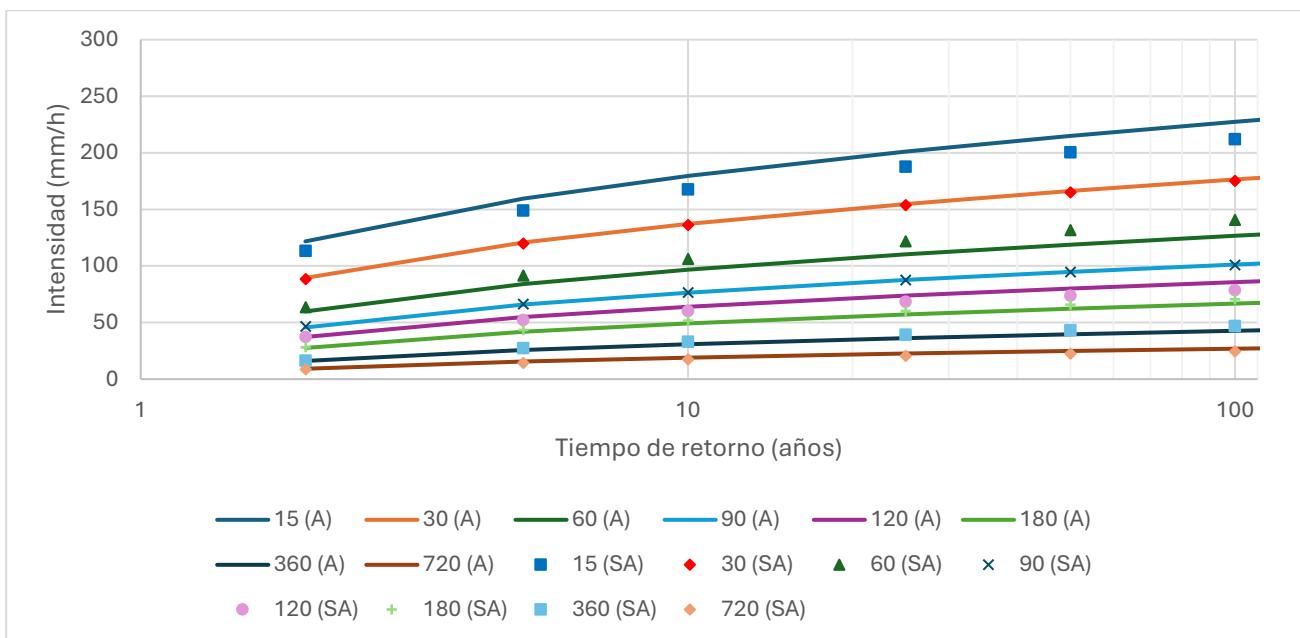


Figura 40. Gráfico de curvas IDF para Estación Amazonas-Masagua según probabilidad con Normal.

*A: duración en minutos ajustado
SA: duración en minutos sin ajustar*

4.8.3 Estación San Rafael-Taxisco

Tabla 59. Valores para ecuación de curva IDF de Estación San Rafael-Taxisco – Probabilidad de Gumbel.

Gumbel	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	2407.82	2395.90	2448.48	2548.35	2637.22	2733.64
B	16.54	16.54	16.54	16.54	16.54	16.54
n	0.892	0.841	0.818	0.796	0.784	0.773
r	-0.997	-0.996	-0.996	-0.995	-0.995	-0.994

Tabla 60. Valores para ecuación de curva IDF de Estación San Rafael-Taxisco – Probabilidad de Normal.

Normal	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	2498.66	2505.45	2546.83	2607.01	2652.21	2696.13
B	17.41	17.41	17.41	17.41	17.41	17.41
n	0.89	0.84	0.83	0.81	0.80	0.80
r	-0.997	-0.996	-0.996	-0.996	-0.995	-0.995

Tabla 61. Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal – Estación San Rafael-Taxisco.

I (mm/h)	Gumbel			Normal		
	MAE	RMSE	R2	MAE	RMSE	R2
15	23.679	24.487	1.00	20.291	20.594	1.00
30	1.578	1.636	1.00	1.357	1.378	1.00
60	9.391	9.977	1.00	7.819	8.058	1.00
90	6.810	7.199	1.00	5.670	5.825	1.00
120	3.153	3.257	1.00	2.666	2.703	1.00
180	0.951	0.956	1.00	0.828	0.829	1.00
360	1.767	1.951	1.00	1.420	1.502	1.00
720	0.657	0.669	1.00	0.545	0.548	1.00

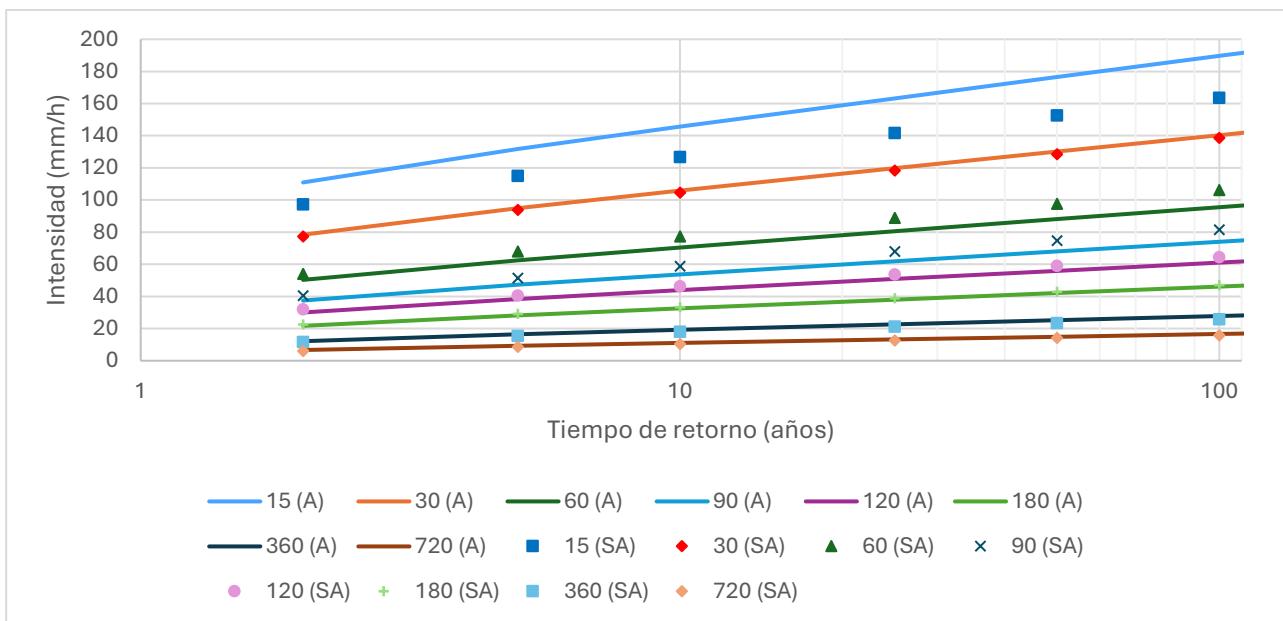


Figura 41. Gráfico de curvas IDF para Estación San Rafael-Taxisco según probabilidad con Gumbel.

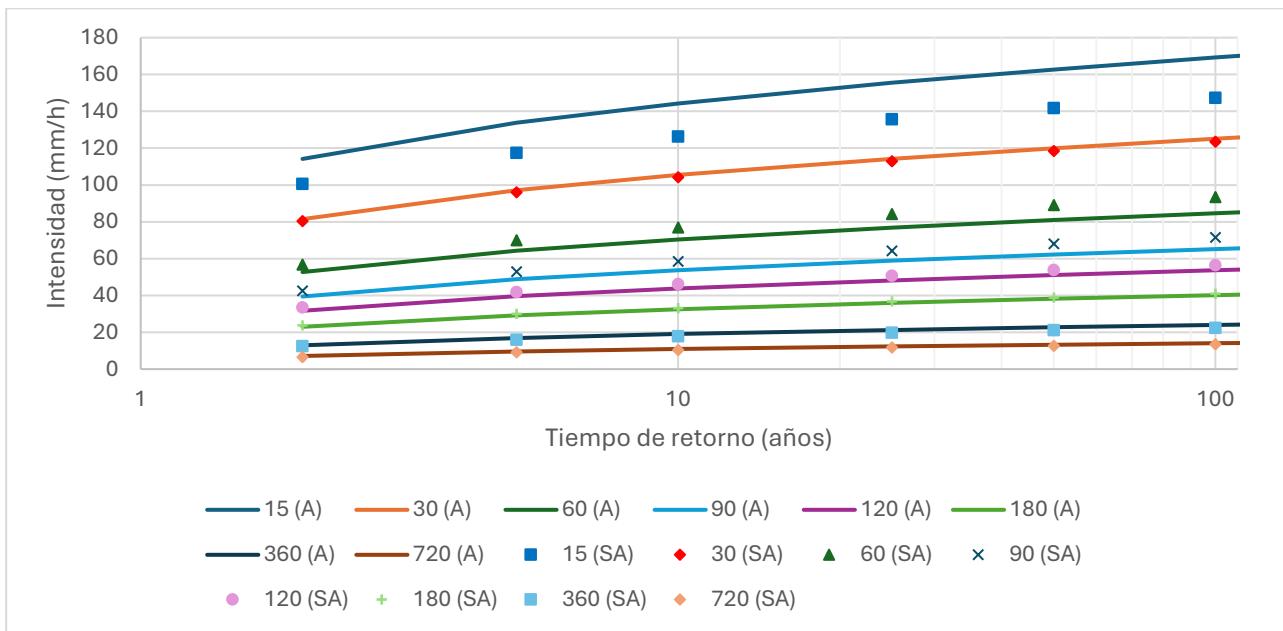


Figura 42. Gráfico de curvas IDF para Estación San Rafael-Taxisco según probabilidad con Normal.

A: duración en minutos ajustado
 SA: duración en minutos sin ajustar

4.9 Paso Hondo

4.9.1 Estación La Candelaria-Taxisco

Tabla 62. Valores para ecuación de curva IDF de Estación La Candelaria-Taxisco – Probabilidad de Gumbel.

Gumbel	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	2050.88	3058.92	3749.46	4638.95	5307.68	5977.06
B	12.90	12.90	12.90	12.90	12.90	12.90
n	0.855	0.887	0.901	0.914	0.922	0.928
r	-0.997	-0.998	-0.998	-0.998	-0.999	-0.999

Tabla 63. Valores para ecuación de curva IDF de Estación La Candelaria-Taxisco – Probabilidad de Normal.

Normal	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	2622.59	3775.53	4396.33	5068.03	5506.23	5902.81
B	15.995	15.995	15.995	15.995	15.995	15.995
n	0.889	0.917	0.927	0.937	0.942	0.946
r	-0.998	-0.999	-0.999	-0.999	-0.999	-0.999

Tabla 64. Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal – Estación La Candelaria-Taxisco.

I (mm/h)	Gumbel			Normal		
	MAE	RMSE	R2	MAE	RMSE	R2
15	17.408	17.881	1.00	11.012	11.091	1.00
30	5.997	6.303	1.00	5.101	5.223	1.00
60	5.577	5.894	1.00	3.810	3.918	1.00
90	5.816	6.153	1.00	4.163	4.283	1.00
120	1.995	1.996	1.00	1.345	1.348	1.00
180	0.683	0.745	1.00	0.496	0.552	1.00
360	0.197	0.238	1.00	0.087	0.099	1.00
720	0.719	0.719	1.00	0.513	0.513	1.00

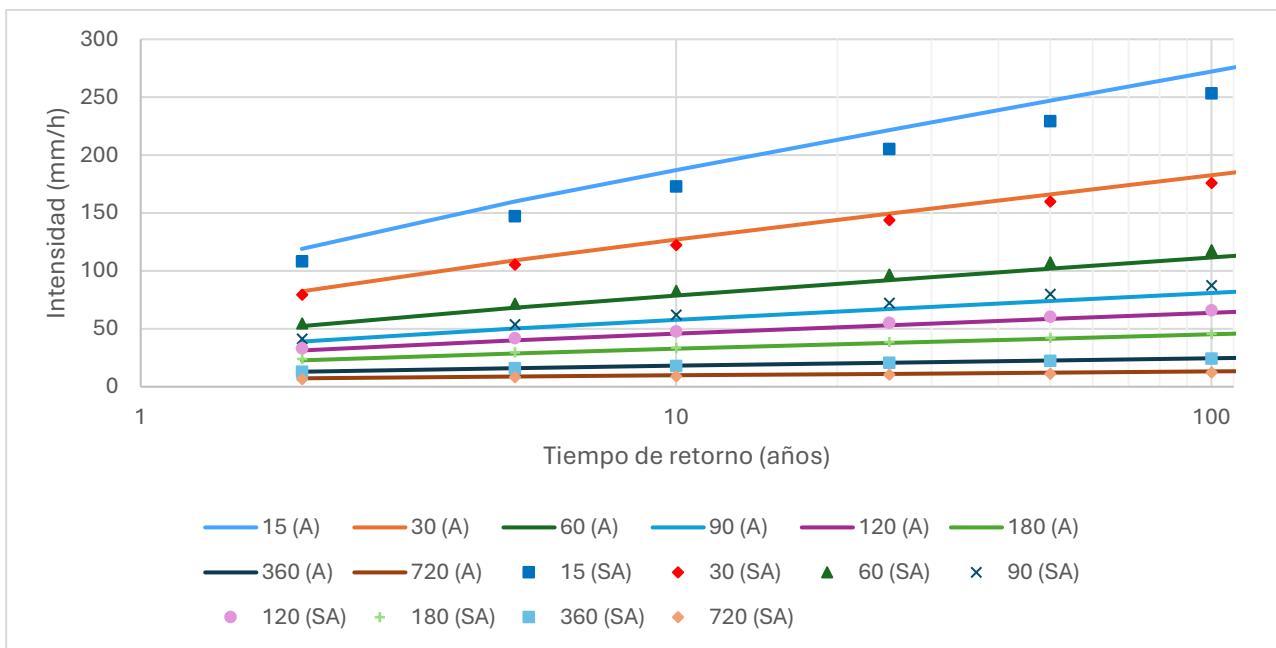


Figura 43. Gráfico de curvas IDF para Estación La Candelaria-Taxisco según probabilidad con Gumbel.

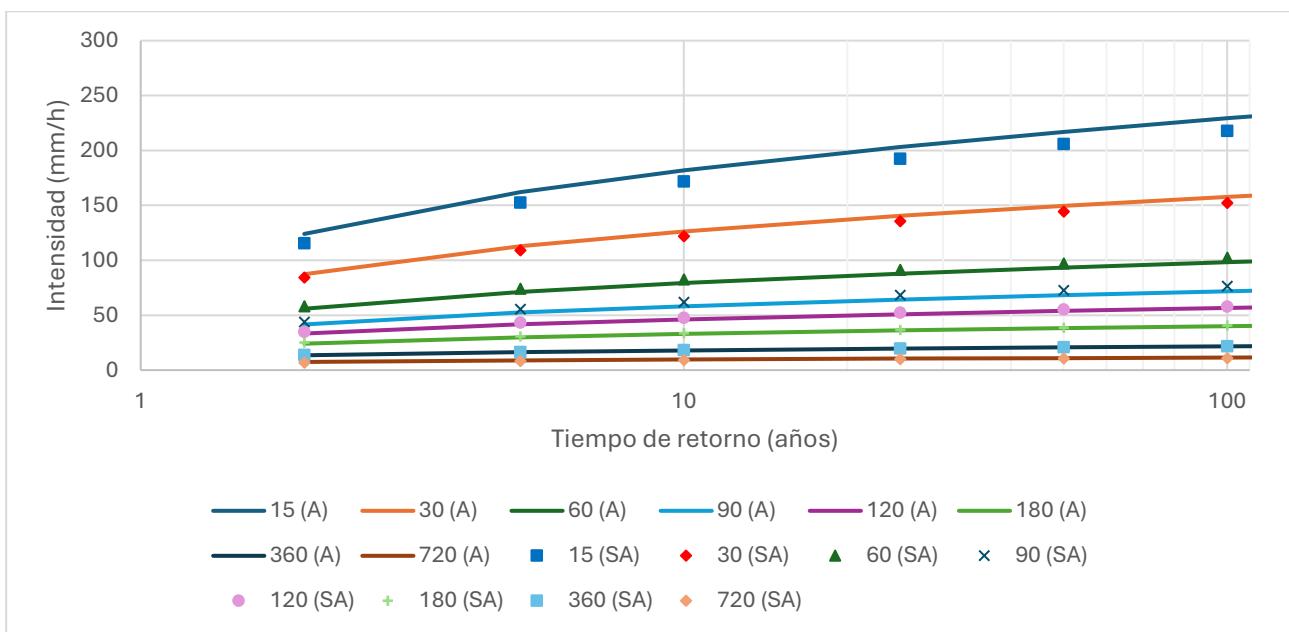


Figura 44. Gráfico de curvas IDF para Estación La Candelaria-Taxisco según probabilidad con Normal.

A: duración en minutos ajustado
 SA: duración en minutos sin ajustar

4.10 Los Esclavos

4.10.1 Estación Trinidad Magdalena-Pasaco

Tabla 65. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Trinidad Magdalena-Pasaco – Probabilidad de Gumbel.

Gumbel	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	2433.29	2515.25	2592.22	2704.89	2796.13	2891.33
B	18.54	18.54	18.54	18.54	18.54	18.54
n	0.889	0.860	0.846	0.831	0.822	0.815
r	-0.998	-0.999	-0.999	-0.999	-0.999	-0.999

Tabla 66. Valores para ecuación de curva IDF de Estación Trinidad Magdalena-Pasaco – Probabilidad de Normal.

Normal	Tiempo de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
A	2314.44	2400.26	2457.86	2525.66	2572.18	2615.53
B	17.41	17.41	17.41	17.41	17.41	17.41
n	0.87	0.85	0.84	0.83	0.82	0.82
r	-0.998	-0.999	-0.999	-0.999	-0.999	-0.999

Tabla 67. Métricas para evaluar confiabilidad de los modelos Gumbel y Normal – Estación Trinidad Magdalena-Pasaco.

I (mm/h)	Gumbel			Normal		
	MAE	RMSE	R2	MAE	RMSE	R2
15	5.234	6.100	1.00	3.139	4.159	1.00
30	8.279	9.153	1.00	6.756	7.143	1.00
60	1.681	2.089	1.00	2.089	2.317	1.00
90	2.870	2.933	1.00	2.801	2.825	1.00
120	0.928	0.949	1.00	0.984	0.992	1.00
180	0.390	0.393	1.00	0.480	0.480	1.00
360	0.426	0.489	1.00	0.315	0.343	1.00
720	0.515	0.518	1.00	0.542	0.544	1.00

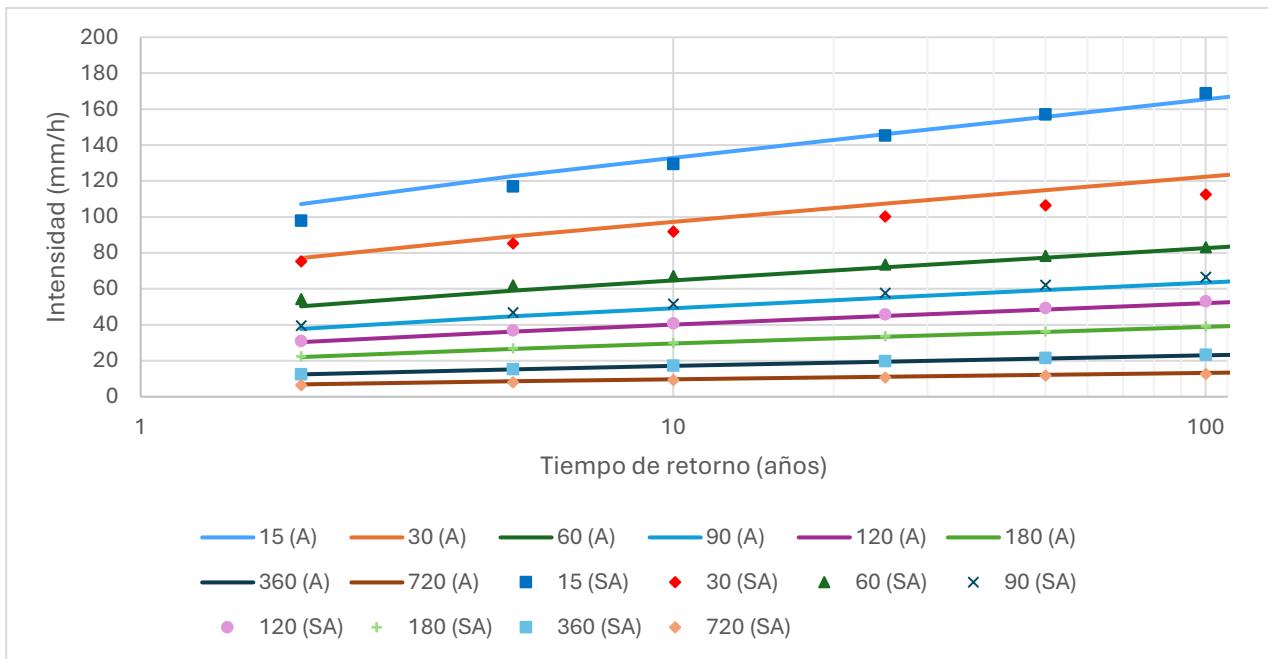


Figura 45. Gráfico de curvas IDF para Estación Trinidad Magdalena-Pasaco según probabilidad con Gumbel.

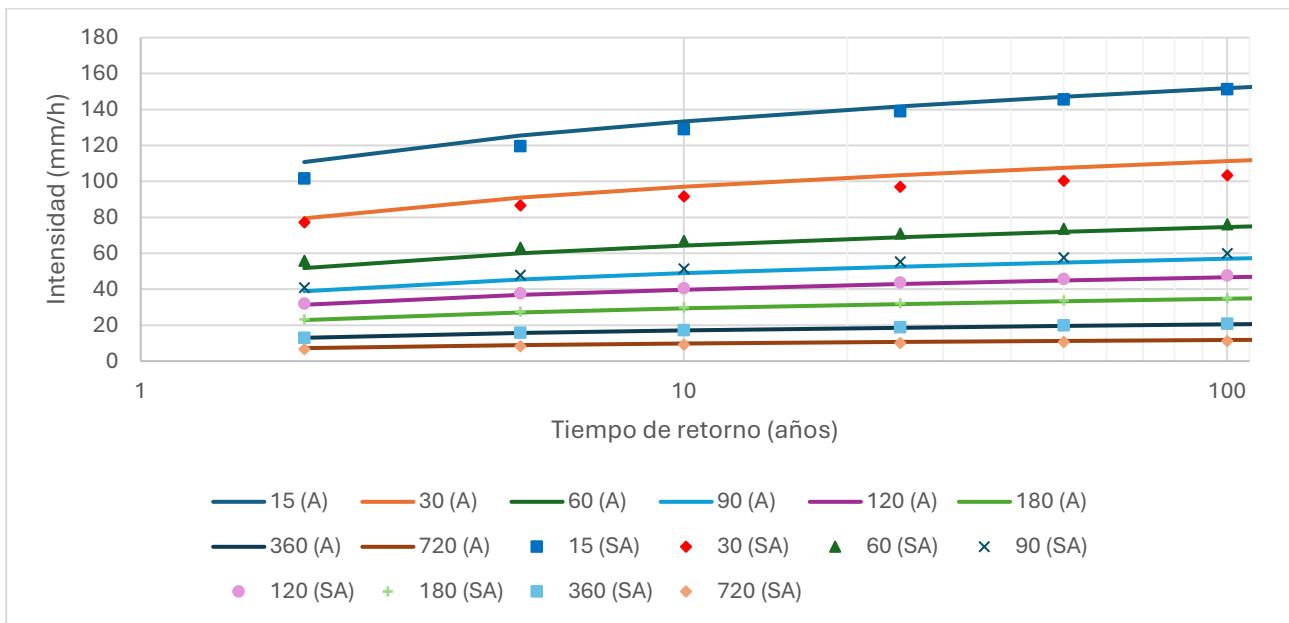


Figura 46. Gráfico de curvas IDF para Estación Trinidad Magdalena-Pasaco según probabilidad con Normal.

A: duración en minutos ajustado
 SA: duración en minutos sin ajustar

5. Anexos

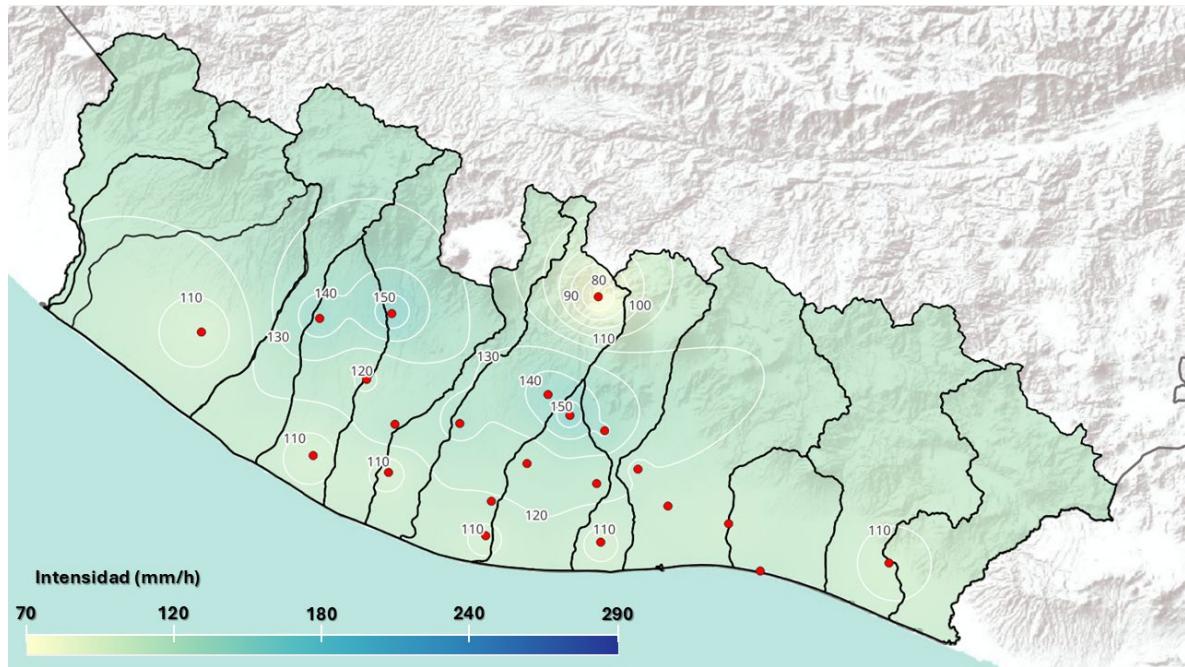


Figura 47. Isolíneas de intensidad de lluvia en 15 minutos y período de retorno de 2 años según Gumbel.

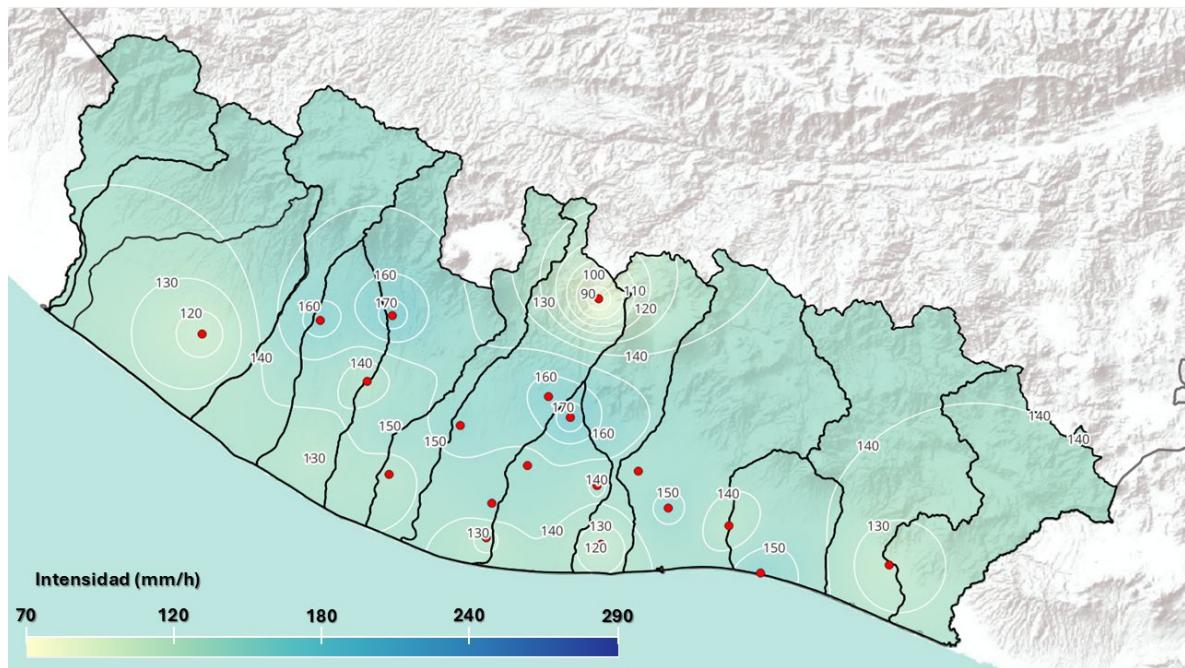


Figura 48. Isolíneas de intensidad de lluvia en 15 minutos y período de retorno de 5 años según Gumbel.

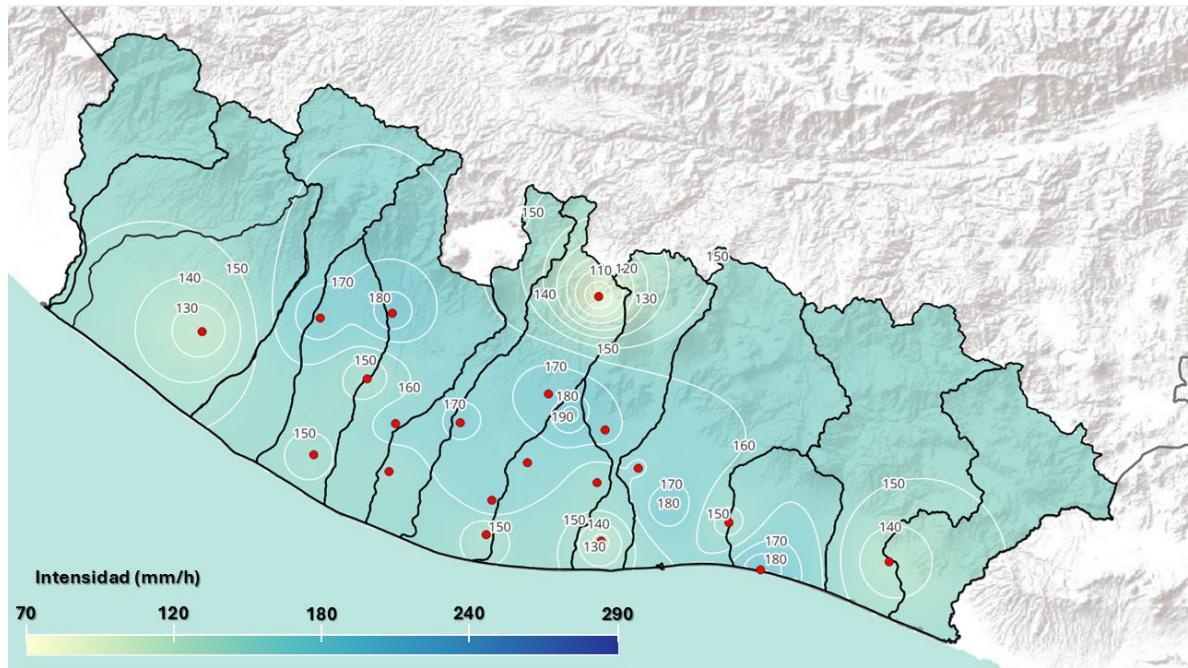


Figura 49. Isolíneas de intensidad de lluvia en 15 minutos y período de retorno de 10 años según Gumbel.

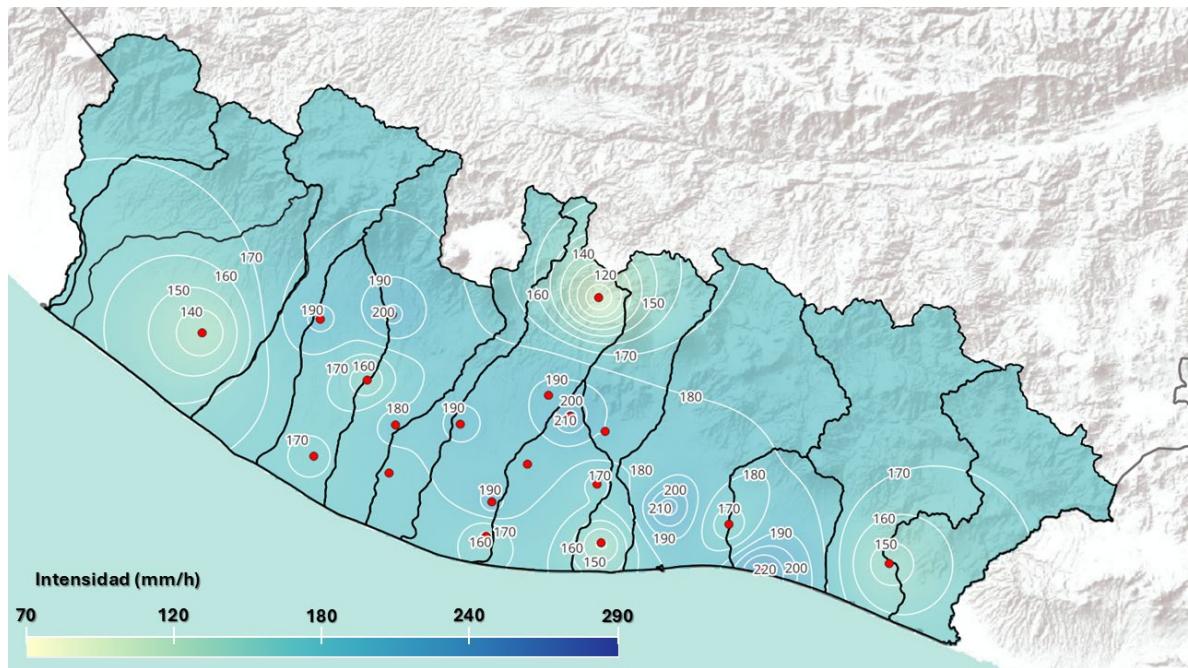


Figura 50. Isolíneas de intensidad de lluvia en 15 minutos y período de retorno de 25 años según Gumbel.

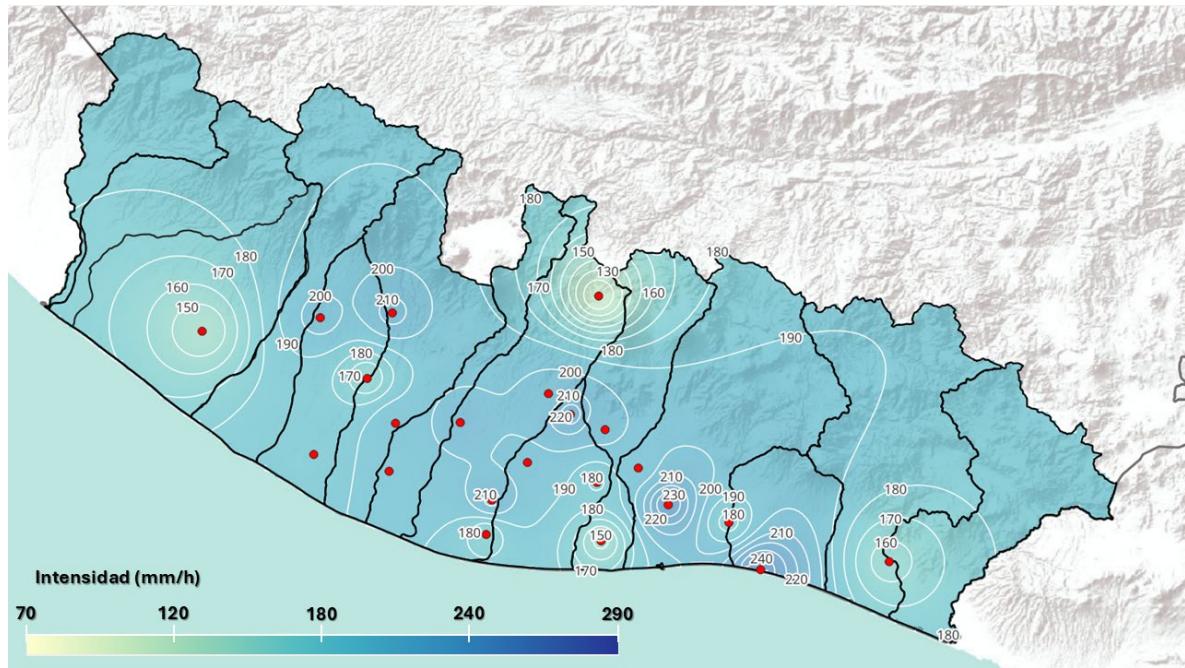


Figura 51. Isolíneas de intensidad de lluvia en 15 minutos y período de retorno de 50 años según Gumbel.

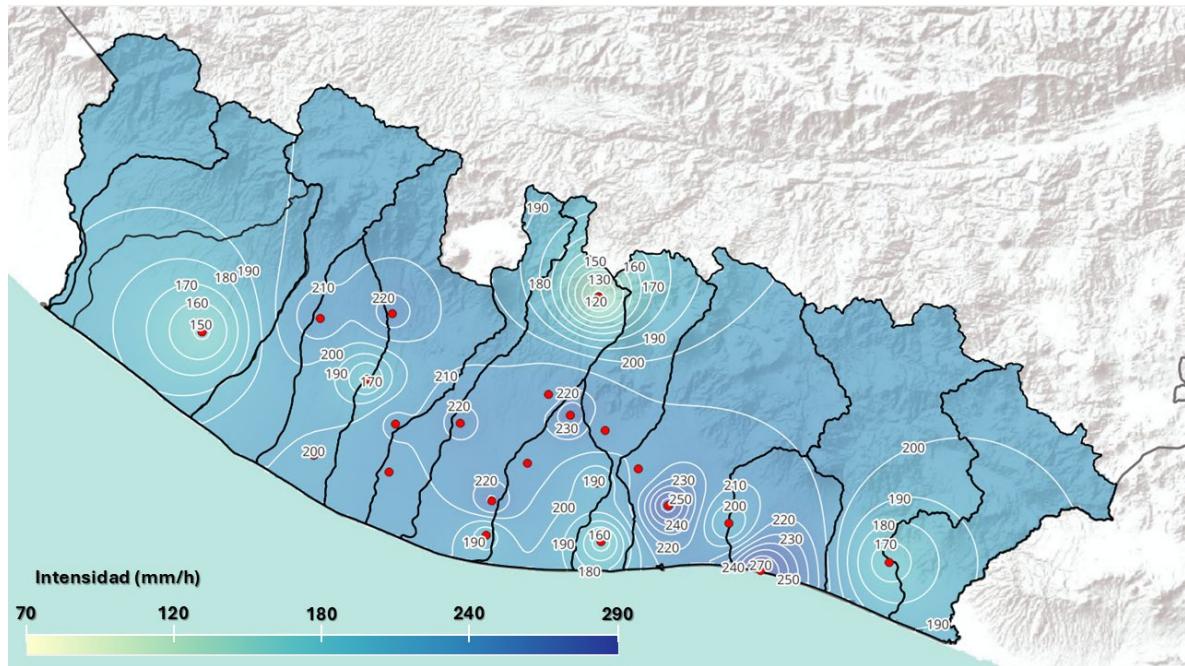


Figura 52. Isolíneas de intensidad de lluvia en 15 minutos y período de retorno de 100 años según Gumbel.

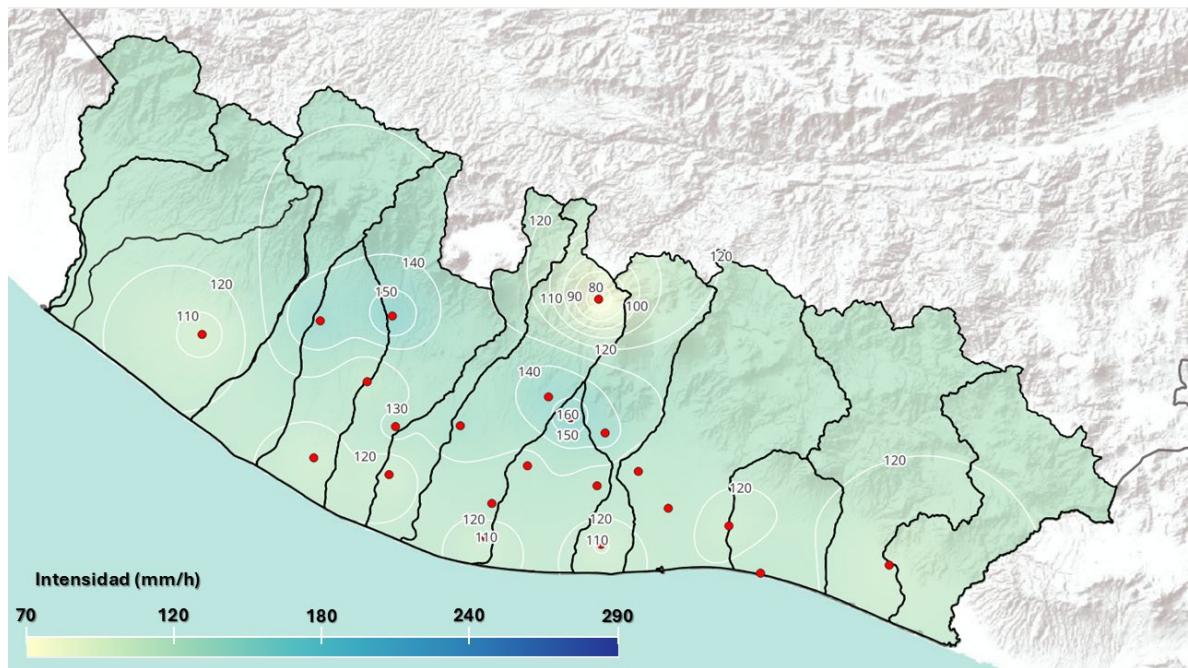


Figura 53. Isolíneas de intensidad de lluvia en 15 minutos y período de retorno de 2 años según Normal.

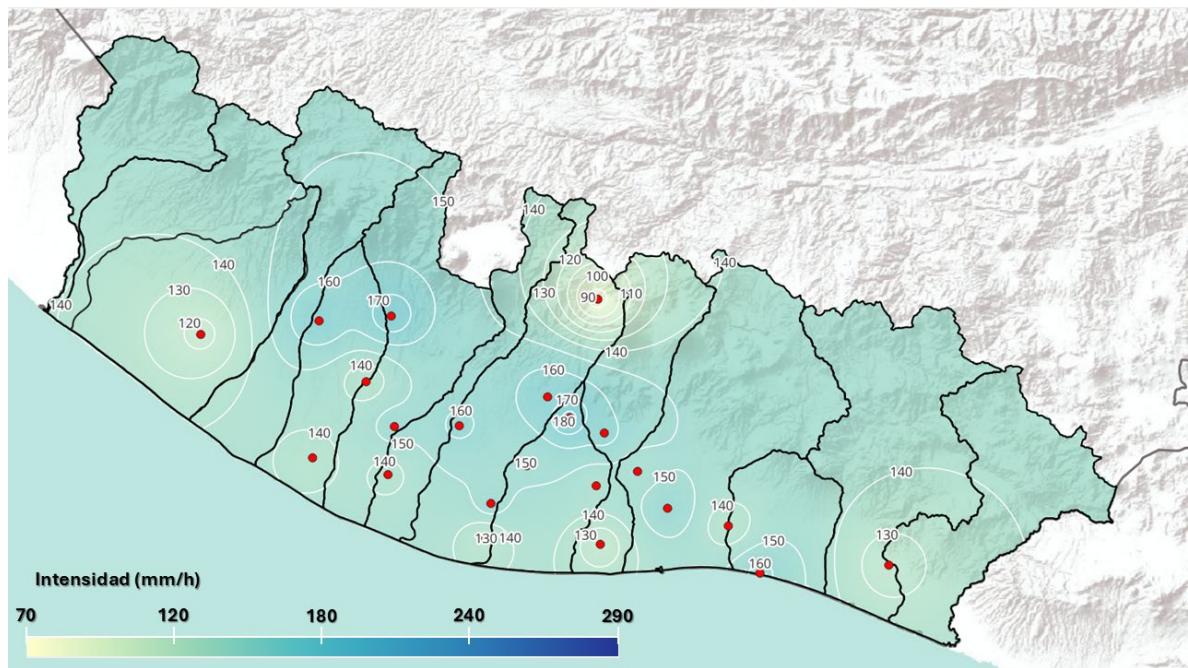


Figura 54. Isolíneas de intensidad de lluvia en 15 minutos y período de retorno de 5 años según Normal.

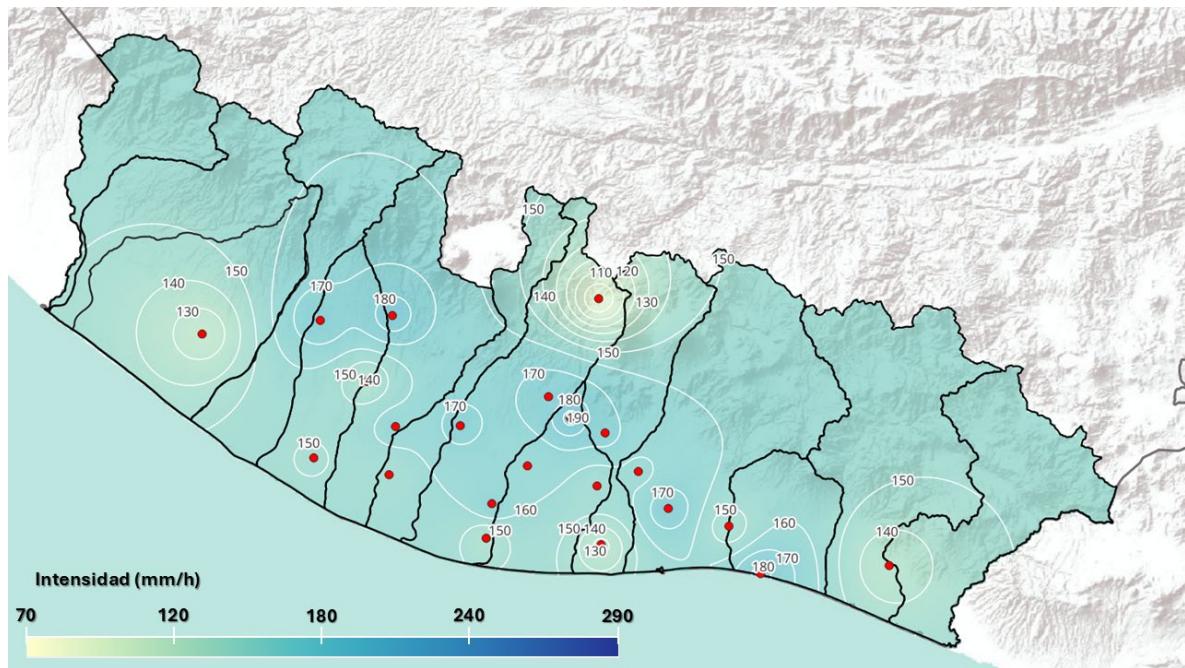


Figura 55. Isolíneas de intensidad de lluvia en 15 minutos y período de retorno de 10 años según Normal.

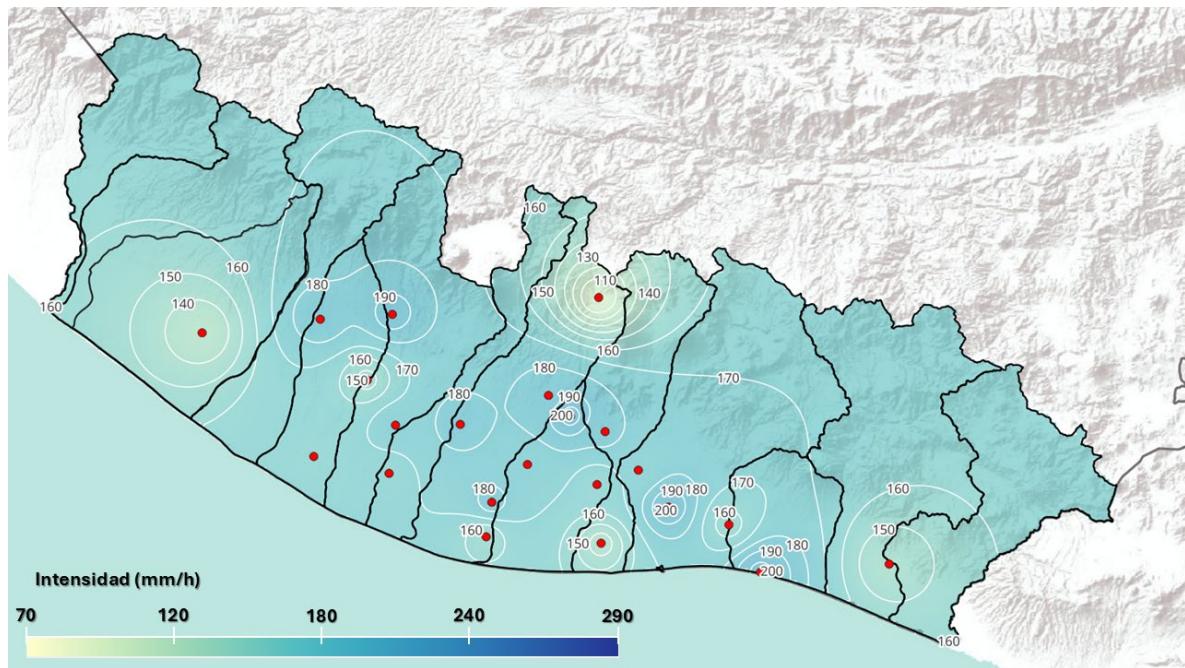


Figura 56. Isolíneas de intensidad de lluvia en 15 minutos y período de retorno de 25 años según Normal.

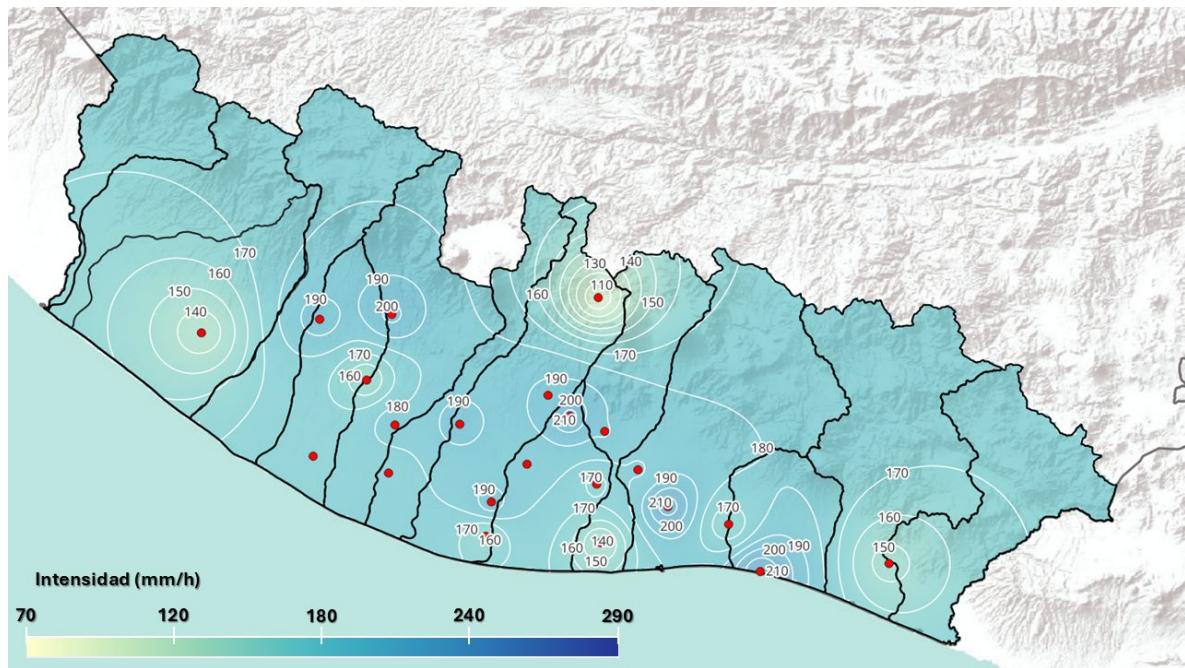


Figura 57. Isolíneas de intensidad de lluvia en 15 minutos y período de retorno de 50 años según Normal.

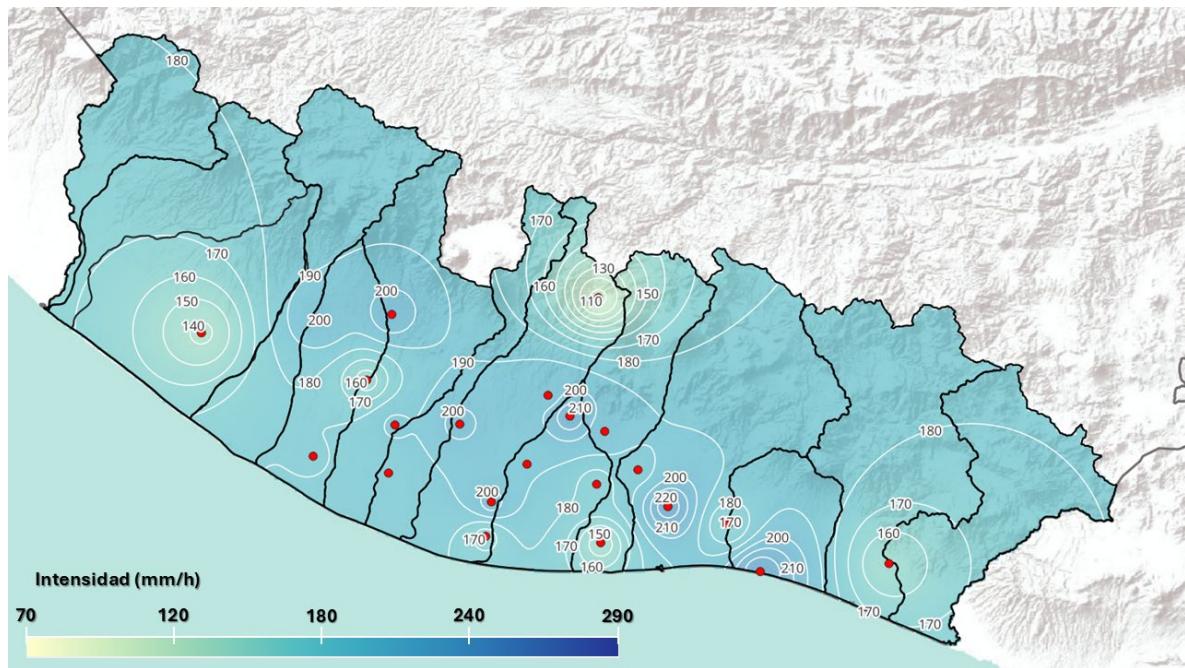


Figura 58. Isolíneas de intensidad de lluvia en 15 minutos y período de retorno de 100 años según Normal.



www.icc.org.gt