

Estudio de la metodología en la elaboración de hietogramas para la cuenca del río Guadarranque (Cádiz)

Autor: Rocío Arantegui Frechoso

Tutor: Carmen Zarzuelo Romero

Dpto. Ingeniería Aeroespacial y Mecánica de Fluidos
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2021



Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería Civil

Estudio de la metodología en la elaboración de hietogramas para la cuenca del río Guadarranque (Cádiz)

Autor:

Rocío Arantegui Frechoso

Tutor:

Carmen Zarzuelo Romero

Profesor Sustituta Interina

Dpto. Ingeniería Aeroespacial y Mecánica de Fluidos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2021

Trabajo Fin de Grado: Estudio de la metodología en la elaboración de hietogramas para la cuenca del río Guadarranque (Cádiz)

Autor: Rocío Arantegui Frechoso

Tutor: Carmen Zarzuelo Romero

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2021

El Secretario del Tribunal

A mis padres

Agradecimientos

Estos agradecimientos van especialmente dirigidos a mis padres, Ángel y Yolanda, que me han enseñado el valor de las cosas y a disfrutar del camino, aunque a veces, esto último no sea fácil.

Por enseñarme a callar (esto quizá haya sido lo más complicado de todo) y observar, a aprender y perdonar. Y sobre todo, por estar siempre y demostrarme que el estar solo en un determinado momento no implica soledad ya que van conmigo a todos lados al igual que aquellos que ya no están.

Como diría nuestro querido Izal: gracias por dejarme equivocarme a mi manera y no hacerme declarar como culpable de no pedir perdón. Os quiero con toda mi fe y sin medida.

A mis abuelos y mis tíos, que a pesar de la distancia siempre han sido capaces de transmitir todo su apoyo y amor.

A María, una de mis personas favoritas del mundo. Gracias, amiga, por seguir consiguiendo que no pierda el norte y encontrarnos siempre en el sur, por hacerme rica con nada y sobre todo por permitirme no solo estar, sino ser.

No querría olvidarme tampoco del resto de amigos y de todas esas personas que participan en mi día a día y que me ayudan a lograr mis objetivos y que me acompañan tanto en las penas como en las alegrías.

Por último, y no por ello menos importante, agradecer enormemente la dedicación y la paciencia de Carmen Zarzuelo en el desarrollo de este trabajo así como en otros tantos momentos a lo largo de la carrera. Gracias de corazón, Carmen

Rocío Arantegui Frechoso

Sevilla, 2021

Resumen

En este proyecto se estudia la influencia del cambio climático en la cuenca del río Guadarranque (Cádiz) donde los patrones de precipitación se han visto considerablemente alterados durante la última década.

Para conocer el comportamiento de un río lo más importante es la consistencia del estudio hidrológico, por lo que surge la necesidad de evaluar el Método de los Bloques Alternos aplicado en la elaboración de los hietogramas y que sea comparado con un método donde se tengan en cuenta ciertas características específicas de la zona como el comportamiento de las lluvias, como sucede con el elaborado a partir de la información del S.A.I.H.

También se evaluará, para el hietograma de Bloques Alternos, qué tiempo de duración de lluvia (T_d) es más adecuado escoger.

El estudio hidrológico da comienzo con la caracterización de la red hídrica y la delimitación de la cuenca hidrográfica del río Guadarranque para, a posteriori, llevar a cabo un estudio exhaustivo de las precipitaciones asociadas a dicha cuenca.

En el estudio pluviométrico se determinan las precipitaciones máximas diarias ($P_{m\acute{a}x.}$) asociadas a los períodos de retorno de 10, 100 y 500 años respectivamente para lo que se contará con los registros de las estaciones pluviométricas Castellar de la Frontera (Pueblo Nuevo), San Roque (Cortijo Villanueva) y Jimena de la Frontera (Segunda).

Para cada período de retorno y referido a cada pluviómetro se obtiene un valor de precipitación máxima diaria ($P_{m\acute{a}x.}$), para lo cual se hará uso del documento *Mapa de máximas lluvias diarias en la España Peninsular* así como del estudio estadístico de las precipitaciones escogiendo aquel método que proporcione un valor más elevado. En el estudio estadístico las distribuciones de probabilidad empleadas han sido la distribución Normal, de Gumbel, Log-Pearson Tipo III y SQRT-ET máx.

Tras obtener las precipitaciones máximas diarias ($P_{m\acute{a}x}$) se procede a la elaboración de los hietogramas pertinentes, los cuales serán introducidos en el software *HEC-HMS* que será el encargado del diseño de los hietogramas.

El software *HEC-HMS* usa como método de pérdidas de precipitación el método del Número de Curva del SCS mientras que para la transformación lluvia-caudal se escoge el método del Hidrograma Unitario SCS, sin olvidar la propagación de caudales que se llevará a cabo a través del método de Muskingum-Cunge.

Los resultados muestran que es más adecuado escoger los hietogramas obtenidos a partir de la información del S.A.I.H. ya que se ajustan más a la realidad de los sucesos provocados por ese cambio climático sobre cuyos riesgos se viene advirtiendo durante los últimos años.

Para el caso del tiempo de duración de lluvia (T_d) en los hietogramas de Bloques Alternos se ha decidido que éste se extienda hasta las 24 horas para que se produzca un completo desarrollo de los hietogramas.

Esto deja paso a futuras líneas de investigación donde se hagan estudios más exhaustivos de las precipitaciones en función de la zona que se vaya a analizar así como para continuar ajustando los diferentes parámetros y variables que intervienen en los estudios hidrológicos.

Abstract

This project studies the influence of climate change on the Guadarranque river basin (Cádiz) where rainfall patterns have been considerably disturbed during the last decade.

The most important thing in order to understand the river behaviour is the consistency of the hydrological study, therefore there is a need to evaluate the Alternating Block Method applied in the elaboration of the hyetographs and to compare it with a method that takes into account certain characteristics of the studied area such as behaviour of rainfall, as it happens with the one based on the extracted information of S.A.I.H.

It will also be evaluated, in the case of Alternating Blocks, which rainfall duration (T_d) is most appropriate to choose.

The hydrological study begins with the characterization of the water network and the delimitation of the watershed of the Guadarranque river in order to carry out an exhaustive study of the precipitation associated with this watershed.

Pluviometric study determines the maximum daily rainfall (P_{max}) associated with the return periods of 10, 100 and 500 years respectively. The records of the weather stations Castellar de la Frontera (Pueblo Nuevo), San Roque (Cortijo Villanueva) and Jimena de la Frontera (Segunda) are necessary to obtain these values.

For each return period and referred to each rain gauge a maximum daily rainfall value is obtained (P_{max}). We resort to the document *Mapa de máximas lluvias diarias en la España Peninsular* as well as to the statistical analysis of rainfall choosing that method that provides a higher value. Probability distributions which are used in the statistical analysis are Normal, Gumbel, Log-Pearson Type III and SQRT-ET max distribution.

After obtaining the maximum daily rainfall (P_{max}), we proceed to the elaboration of hyetographs, which will be introduced in the software *HEC-HMS* that will be in charge of the design of the hydrographs.

The HEC-HMS software uses the SCS Curve Number method as a precipitation loss method, while the SCS Unit Hydrograph method is chosen for the rain-flow transformation, without forgetting the flow propagation that will be carried out through the Muskingum-Cunge method.

The results show that it is more appropriate to choose the hyetograph obtained from the information of S.A.I.H. since results are more adjusted to the reality of events caused by climate change.

In the case of rainfall duration (T_d), it has been decided that this should be extended up to 24 hours in order to achieve a complete development of the hyetographs.

These conclusions can be used in the future by researchers in order to elaborate more exhaustive precipitation studies which take into consideration the area to be analyzed as well as to continue with the adjustment of different parameters and variables involved in the hydrological studies.

Agradecimientos

Resumen

Abstract

Índice

Índice de Tablas

Índice de Figuras

1	Introducción	1
1.1.	<i>Zona de Estudio</i>	2
1.1.1.	Descripción de la Zona de Estudio	2
1.1.2.	El Cambio Climático y las Precipitaciones en la Zona de Estudio	5
1.2.	<i>Objetivos y Metodología</i>	7
2	Cuenca Hidrográfica del río Guadarranque	9
2.1.	<i>Red Hídrica</i>	9
2.2.	<i>Delimitación de la Cuenca</i>	10
2.3.	<i>Forma de la Cuenca</i>	11
2.4.	<i>Características de la Red de Drenaje</i>	13
2.5.	<i>Características del Relieve</i>	17
2.6.	<i>Usos de Suelo</i>	20
2.7.	<i>Unidad Litológica y Tipos de Suelo</i>	22
2.8.	<i>Delimitación de las Subcuencas</i>	26
3	Estudio Pluviométrico	30
3.1.	<i>Estaciones Pluviométricas</i>	31
3.2.	<i>Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular</i>	34
3.3.	<i>Estudio Estadístico de las Precipitaciones</i>	36
3.3.1.	Distribución Normal (Gauss)	37
3.3.2.	Distribución de Gumbel	38
3.3.3.	Distribución Log-Pearson Tipo III	39
3.3.4.	Distribución SQRT-ETmáx.	39
3.4.	<i>Test de Bondad de Ajuste</i>	41
3.4.1.	Test de Bondad de Kolmogorov-Smirnov	42
3.4.2.	Resultados Test de Bondad de Kolmogorov-Smirnov	46
3.5.	<i>Resultados del Estudio Pluviométrico Estadístico</i>	48
3.6.	<i>Precipitaciones Máximas Diarias</i>	55
3.6.1.	Comparación de Modelos	55
3.6.2.	Método de los Polígonos de Thiessen	56
3.6.3.	Precipitaciones Máximas Diarias en las Subcuencas	58

4	Pérdidas de Precipitación	60
4.1.	<i>Intervalos Temporales</i>	61
4.2.	<i>Método de los Bloques Alternos</i>	62
4.2.1.	Intensidad de Precipitación	62
4.2.2.	Volúmenes de Precipitación	65
4.3.	<i>Red S.A.I.H.</i>	66
4.4.	<i>Método del SCS para las Abstracciones</i>	69
5	Modelo en HEC-HMS	77
5.1.	<i>Basin Model</i>	77
5.1.1.	Modelado de la Cuenca	78
5.1.2.	Método de Pérdidas de Precipitación	80
5.1.3.	Método de Transformación Lluvia-Caudal	82
5.1.4.	Método de Propagación de Caudales	84
5.2.	<i>Meteorological Model</i>	85
5.3.	<i>Control Specifications</i>	86
5.4.	<i>Simulation Run</i>	86
5.5.	<i>Análisis de los resultados</i>	86
5.5.1.	Estudio 1. Hietograma de Bloques Alternos frente a Hietograma de la Red S.A.I.H.	87
5.5.2.	Estudio 2. Elección de la Duración de Lluvia para Hietogramas de Bloques Alternos	91
6	Conclusiones	96
	Bibliografía	99
	ANEXO A. Cálculos del Estudio Pluviométrico	101
A.1.	<i>Datos de Precipitación de las Estaciones Pluviométricas</i>	101
A.1.1.	Datos de Precipitación Estación Castellar de la Frontera (Pueblo Nuevo)	101
A.1.2.	Datos de Precipitación Estación San Roque (Cortijo Villanueva)	103
A.1.3.	Datos de Precipitación Estación Jimena de la Frontera	104
A.2.	<i>Test de Bondad de Kolmogorov-Smirnov</i>	106
A.2.1.	Test de Bondad de Kolmogorov-Smirnov. Modelo 1	106
A.2.2.	Test de Bondad de Kolmogorov-Smirnov. Modelo 2	109
A.3.	<i>Estudio Estadístico</i>	113
A.3.1.	Estudio Estadístico. Modelo 1	113
A.3.2.	Estudio Estadístico. Modelo 2	119
	ANEXO B. Cálculos de Pérdidas de Precipitación	123
B.1.	<i>Método de los Bloques Alternos</i>	123
B.2.	<i>Red S.A.I.H.</i>	187
B.1.	<i>Método del SCS para las Abstracciones</i>	206
	ANEXO C. Resultados de HEC-HMS	257
C.1.	<i>Estudio 1</i>	257
C.1.1.	Período de retorno de 10 años	257
C.1.2.	Período de retorno de 100 años	259
C.1.3.	Período de retorno de 500 años	261
C.2.	<i>Estudio 2</i>	263
C.2.1.	Período de retorno de 500 años	263
C.2.2.	Período de retorno de 500 años	265
C.2.3.	Período de retorno de 500 años	267

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 - Parámetros característicos de la cuenca</i>	10
<i>Tabla 2 - Parámetros forma de la cuenca</i>	13
<i>Tabla 3 - Orden de los cauces</i>	14
<i>Tabla 4 - Leyes de Horton</i>	15
<i>Tabla 5 - Características de la red de drenaje</i>	16
<i>Tabla 6 - Intervalos de elevaciones y áreas</i>	18
<i>Tabla 7 - Alturas características</i>	19
<i>Tabla 8 - Usos de suelo de la cuenca</i>	20
<i>Tabla 9 - Unidades litológicas y tipos de suelo de la cuenca</i>	23
<i>Tabla 10 - Valores de abstracción inicial (P_{0i})</i>	25
<i>Tabla 11 - Parámetros característicos de las subcuencas</i>	27
<i>Tabla 12 - Valores de C_v y \underline{P}</i>	34
<i>Tabla 13 - Valores de Y_t y $P_{m\acute{a}x}$</i>	35
<i>Tabla 14 - Probabilidad asociada a cada T_r</i>	37
<i>Tabla 15 - Coeficiente a_i para la distribución SQRT - $ET_{m\acute{a}x}$</i>	41
<i>Tabla 16 - Coeficiente b_i para la distribución SQRT - $ET_{m\acute{a}x}$</i>	41
<i>Tabla 17 - Límite de confianza</i>	46
<i>Tabla 18 - Resultados Test de Bondad de Kolmogorov (Castellar de la Frontera)</i>	47
<i>Tabla 19 - Resultados Test de Bondad de Kolmogorov (San Roque)</i>	47
<i>Tabla 20 - Resultados Test de Bondad de Kolmogorov (Jimena de la Frontera)</i>	47
<i>Tabla 21 - Resultados Test de Bondad de Kolmogorov (Castellar de la Frontera)</i>	48
<i>Tabla 22 - Resultados Test de Bondad de Kolmogorov (Jimena de la Frontera)</i>	48
<i>Tabla 23 - Resultados Distribución Normal Estudio Pluviométrico</i>	49
<i>Tabla 24 - Resultados Distribución de Gumbel Estudio Pluviométrico</i>	49
<i>Tabla 25 - Resultados Distribución Log-Pearson Tipo III Estudio Pluviométrico</i>	49
<i>Tabla 26 - Resultados Distribución SQRT-$ET_{m\acute{a}x}$ Estudio Pluviométrico</i>	49
<i>Tabla 27 - Valores parámetro estadístico (D) para Castellar de la Frontera</i>	51
<i>Tabla 28 - Distribuciones que mejor se ajustan según el modelo y T_r (Castellar de la Frontera)</i>	51
<i>Tabla 29 - Valores parámetro estadístico (D) para Jimena de la Frontera</i>	53
<i>Tabla 30 - Distribuciones que mejor se ajustan a priori según el modelo y T_r (Jimena de la Frontera)</i>	53
<i>Tabla 31 - Distribuciones que mejor se ajustan según el modelo y T_r (Jimena de la Frontera)</i>	54
<i>Tabla 32 - Valores de $P_{m\acute{a}x}$ - Modelo 1</i>	55
<i>Tabla 33 - Valores de $P_{m\acute{a}x}$ - Modelo 2</i>	56
<i>Tabla 34 - Áreas de influencia de los pluviómetros</i>	57
<i>Tabla 35 - Valores finales de $P_{m\acute{a}x}$ para cada T_r (años)</i>	58
<i>Tabla 36 - $P_{m\acute{a}x}$ asociada a cada subcuenca para cada T_r (años)</i>	58
<i>Tabla 45 - Resumen Método del SCS para las Abstracciones (Subcuenca 7)</i>	73

<i>Tabla 46 - Resumen Método del SCS para las Abstracciones (Subcuenca 8)</i>	73
<i>Tabla 47 - Resumen Método del SCS para las Abstracciones (Subcuenca 9)</i>	73
<i>Tabla 48 - Resumen Método del SCS para las Abstracciones (Subcuenca 10)</i>	73
<i>Tabla 49 - Resumen Método del SCS para las Abstracciones (Subcuenca 11)</i>	74
<i>Tabla 50 - Resumen Método del SCS para las Abstracciones (Subcuenca 12)</i>	74
<i>Tabla 51 - Resumen Método del SCS para las Abstracciones (Subcuenca 13)</i>	74
<i>Tabla 52 - Resumen Método del SCS para las Abstracciones (Subcuenca 14)</i>	74
<i>Tabla 53 - Resumen Método del SCS para las Abstracciones (Subcuenca 15)</i>	74
<i>Tabla 54 - Elementos Modelado de la Cuenca</i>	78
<i>Tabla 55 - Puntos de confluencia y áreas de las subcuencas</i>	79
<i>Tabla 56 - Confluencias de los tramos</i>	79
<i>Tabla 57 - Valor de P0 y CN de las subcuencas</i>	81
<i>Tabla 58 - Valores del tiempo de retardo (t_{lag})</i>	83
<i>Tabla 59 - Parámetros del Método de Muskingum-Cunge</i>	85
<i>Tabla 60 - Tramos y áreas de las subcuencas anañizadas</i>	87
<i>Tabla 61 - Resultados Tramo 6 - Caso 1 (10 años)</i>	88
<i>Tabla 62 - Resultados Tramo 4 - Caso 1 (10 años)</i>	89
<i>Tabla 63 - Resultados Tramo 3 - Caso 1 (10 años)</i>	89
<i>Tabla 64 - Resultados Punto de desagüe - Caso 1 (10 años)</i>	90
<i>Tabla 65 - Resultados Tramo 6 - Caso 2 (10 años)</i>	92
<i>Tabla 66 - Resultados Tramo 4 - Caso 2 (10 años)</i>	92
<i>Tabla 67 - Resultados Tramo 3 - Caso 2 (10 años)</i>	93
<i>Tabla 68 - Resultados Punto de desagüe - Caso 2 (10 años)</i>	93

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Localización del Río Guadarranque</i>	2
<i>Figura 2. Demarcaciones Hidrográficas de la Comunidad Autónoma de Andalucía</i>	3
<i>Figura 3. Términos municipales dentro de la cuenca Guadarranque-Palmones</i>	3
<i>Figura 4. Fotografía aérea de la desembocadura del río Guadarranque</i>	4
<i>Figura 5. Cursos del río Guadarranque</i>	4
<i>Figura 6. Delimitación de la cuenca del río Guadarranque</i>	11
<i>Figura 7. Red de drenaje de la cuenca del río Guadarranque</i>	14
<i>Figura 8. Elevaciones de la cuenca del río Guadarranque</i>	17
<i>Figura 9. Histograma de frecuencias altimétricas</i>	18
<i>Figura 10. Curva hipsométrica</i>	19
<i>Figura 11. Usos de suelo de la cuenca</i>	21
<i>Figura 12. Triángulo de composición para definir los grupos hidrológicos (Fuente: Norma 5.2-. IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras)</i>	22
<i>Figura 13. Unidades litológicas de la cuenca</i>	23
<i>Figura 14. Delimitación de las subcuencas</i>	26
<i>Figura 15. Ubicación de los pluviómetros</i>	32
<i>Figura 16. Tabla para la determinación del cuantil regional (Y_t) (Fuente: Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular)</i>	35
<i>Figura 17. Tabla de probabilidad acumulada para la distribución Normal</i>	44
<i>Figura 18. Valores de $P_{máx.}$ para el modelo 1</i>	50
<i>Figura 19. Valores de $P_{máx.}$ para el modelo 2</i>	50
<i>Figura 20. Tendencia lineal distribuciones de probabilidad (Modelo 1 - Castellar de la Frontera)</i>	52
<i>Figura 21. Tendencia lineal distribuciones de probabilidad (Modelo 2 - Castellar de la Frontera)</i>	52
<i>Figura 22. Tendencia lineal distribuciones de probabilidad (Modelo 1 - Jimena de la Frontera)</i>	54
<i>Figura 23. Tendencia lineal distribuciones de probabilidad (Modelo 2 - Jimena de la Frontera)</i>	54
<i>Figura 24. Polígonos de Thiessen de la cuenca del río Guadarranque</i>	57
<i>Figura 25. Mapa del índice de torrencialidad (I_I / I_d) (Fuente: Norma 5.2.-IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras)</i>	64
<i>Figura 26. Pluviómetros RED SAIH Hidrosur Sistema II-III (Fuente: S.A.I.H. Hidrosur)</i>	66
<i>Figura 27. Datos pluviométricos del Depósito DI-1 (7). Fecha: 07/03/2021 (Fuente: S.A.I.H. Hidrosur)</i>	67
<i>Figura 28. Datos pluviométricos del Embalse de Guadarranque (8). Fecha: 07/03/2021 (Fuente: S.A.I.H. Hidrosur)</i>	68
<i>Figura 29. Datos pluviométricos del Partidor de Guadarranque (23). Fecha: 07/03/2021 (Fuente: S.A.I.H. Hidrosur)</i>	68
<i>Figura 30. Precipitación efectiva (P_e) (fuente: Manual elemental de HEC-HMS)</i>	69

<i>Figura 31. Modelado de la cuenca</i>	80
<i>Figura 35. Transformación Lluvia-caudal (Fuente: HEC-HMS. Manual elemental)</i>	82
<i>Figura 63. Tiempo de retardo (Fuente: diapositivas de la asignatura Hidrología Superficial y Subterránea del grado en Ingeniería Civil)</i>	83
<i>Figura 34. Propagación de caudales (Fuente: diapositivas de la asignatura Hidrología Superficial y Subterránea del grado en Ingeniería Civil)</i>	83
<i>Figura 35. Hidrogramas en el Tramo 6 - Caso 1 (10 años)</i>	88
<i>Figura 36. Hidrogramas en el Tramo 4 - Caso 1 (10 años)</i>	89
<i>Figura 37. Hidrogramas en el Tramo 3 - Caso 1 (10 años)</i>	89
<i>Figura 38. Hidrogramas en el Punto de desagüe - Caso 1 (10 años)</i>	90
<i>Figura 39. Hidrogramas en el Tramo 6 - Caso 2 (10 años)</i>	92
<i>Figura 40. Hidrogramas en el Tramo 4 - Caso 2 (10 años)</i>	92
<i>Figura 41. Hidrogramas en el Tramo 3 - Caso 2 (10 años)</i>	93
<i>Figura 42. Hidrogramas en el Punto de desagüe - Caso 2 (10 años)</i>	93

1 INTRODUCCIÓN

El agua es la fuerza motriz de toda la naturaleza.

- Leonardo da Vinci -

Los problemas que asolan a los ríos españoles son diversos y conllevan un deterioro progresivo de las redes fluviales. Los más destacables son la contaminación de los ríos y la ocupación de sus cauces con infraestructuras y obras hidráulicas. No se debe perder de vista otras amenazas como la sobreexplotación, el desarrollo de municipios y cultivos alrededor de los ríos o la problemática derivada del cambio climático la cual se manifiesta notablemente mediante la modificación del patrón de precipitaciones o la presencia de especies exóticas invasoras.

El 44 % de los ríos de España se encuentran en mal estado ecológico a lo que se suma la constante intervención humana lo que provoca que el 20 % de los ríos españoles se encuentren catalogados como muy intervenidos. (ATIENZA, Juan Carlos, 2018. Ríos en España: el 44 %, en mal estado. *Sociedad Española de Ornitología (SEO/ BirdLife)*. Disponible en: <https://seo.org/2018/03/16/el-44-de-los-rios-de-espana-estan-en-mal-estado-ecologico/>)

Esta constante intervención se debe principalmente a la presión histórica por el uso del agua en los países mediterráneos y, particularmente, en buena parte de España donde las sequías son frecuentes. Dicha sobreexplotación también sucede en los acuíferos, grandes reservas estratégicas de agua las cuales no son tan sensibles a las sequías como los embalses, y que en zonas costeras han visto mermada su capacidad debido a la fuerte presión que ejercen sobre ellas los regadíos, las urbanizaciones y los campos de golf.

La satisfacción de las demandas de agua ha provocado a lo largo de todos estos años que se desatiendan los objetivos medioambientales priorizando la cantidad a la calidad. Sin embargo, desde finales del siglo anterior, con la entrada en vigor de la Directiva Marco del Agua (DMA), se han fijado una serie de objetivos que responden a la necesidad de situar las presiones sobre el medio hídrico en el ámbito de la sostenibilidad.

En cuanto al cambio climático, los efectos derivados de la subida de las temperaturas, los cambios en los regímenes de precipitaciones o el aumento en la frecuencia de eventos extremos se asocian a la aparición de altas tasas de mortandad de algunas especies de invertebrados, la activación de patógenos del medio marino y la distribución de las especies exóticas invasoras como consecuencia de una tropicalización del mar Mediterráneo y de los mares europeos. (Centro de Estudios Y Experimentación de Obras Públicas, 2017. *Estudio de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos y las masas de agua*. Madrid)

Debido al cambio climático se ha observado un cambio en el patrón de comportamiento de las precipitaciones, lo que da lugar a plantearse si los estudios hidrológicos donde se ha estandarizado el uso de hietogramas configurados según el Método de los Bloques Alternos se ajustan a la realidad.

Es necesario que se haga un buen diseño del estudio hidrológico de manera que se ajuste lo máximo posible a la zona de estudio, ya que los ríos dependen de una gran cantidad de factores lo que provoca que el comportamiento de un río respecto a otro pueda variar considerablemente.

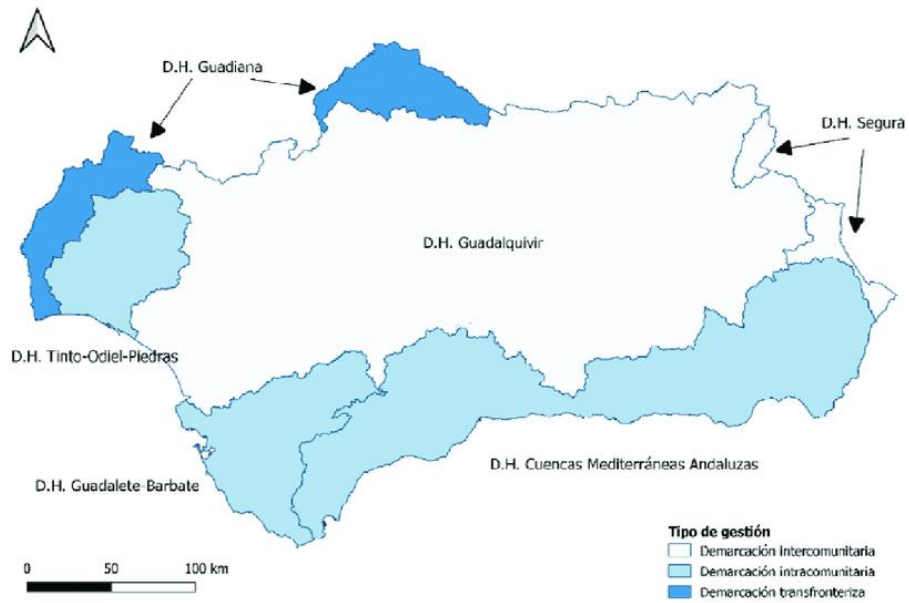


Figura 8. Demarcaciones Hidrográficas de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Se trata de un río costero cuyo nacimiento tiene lugar en la finca de Buenas Noches Reinoso (parque natural de los Alcornocales), en el término municipal de Jimena de la Frontera, atraviesa el término de Castellar de la Frontera y finalmente tiene su salida al mar en la Bahía de Algeciras entre los términos de los Barrios y San Roque tras recorrer aproximadamente 43 kilómetros.

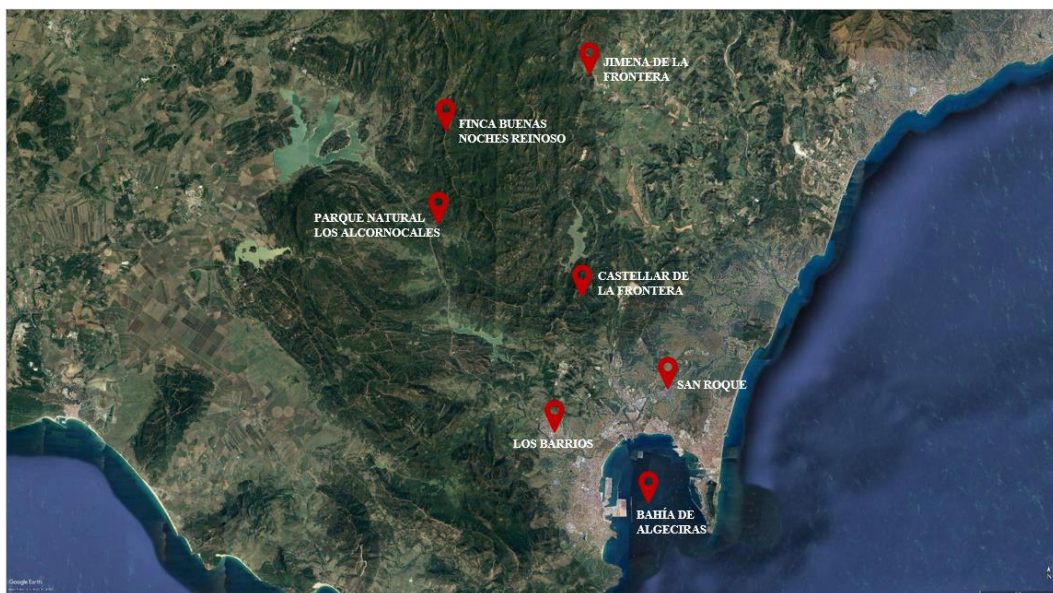


Figura 9. Términos municipales dentro de la cuenca Guadarranque-Palmones.



Figura 10. Fotografía aérea de la desembocadura del río Guadarranque.

Es un río de régimen subtropical mediterráneo donde se da una gran irregularidad interanual de caudales y fuertes crecidas durante los períodos de lluvias tormentosas. Así, suele tener aguas altas en los meses de febrero, marzo y diciembre, y un estiaje de verano muy acusado. (GÓMEZ DE AVELLANEDA, Carlos. *La paleobahía de Algeciras y sus posibles asentamientos fenicios*. Sevilla: Universidad de Sevilla)

Se pueden distinguir los tres tramos típicos del curso de un río. El curso bajo, desde la presa del Guadarranque hasta su desembocadura, comprende unos 18 km con una pendiente del 0,0011. El curso medio con aproximadamente 12 km tiene una pendiente de 0,0071. Por último, el curso alto con 13 km de longitud posee una pendiente de 0,022. Esto supone una pendiente longitudinal media de 0,0092.



Figura 11. Cursos del río Guadarranque.

Se trata de un río que confiere una gran personalidad al Campo de Gibraltar, permitiendo sus aguas el desarrollo industrial de la bahía y el riego de las zonas bajas. Como se menciona en el párrafo anterior el río Guadarranque cuenta en su cauce con una presa la cual fue construida entre los años 1962 y 1966 y que constituye una pieza clave para la supervivencia de la industria de la zona con una capacidad de 87 Hm³.

La vegetación de la cuenca está constituida por una mezcla de bosque y matorral alto, donde el acebuche y el algarrobo constituyen las especies arbóreas más representativas. El intenso desarrollo industrial al que ha sido sometida la zona ha provocado una notoria deforestación siendo el eucalipto el escogido para repoblar y sustituir a los bosques de ribera. (Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, 2015. *Valores ambientales de la zona especial de conservación. Marismas del Río Palmones*)

En cuanto a la fauna, el río Guadarranque sigue siendo refugio para numerosas especies de aves aunque en los últimos años se viene observando una ausencia cada vez más acusada de muchas de ellas. El principal motivo al que se achaca esta situación es la alteración de las aguas del río y su consecuente pobreza biótica. (Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, 2015. *Valores ambientales de la zona especial de conservación. Marismas del Río Palmones*)

También mencionar que el estuario cuenta con zonas fangosas, con arenas de grosor media y con marismas que quedan al descubierto durante las periódicas oscilaciones mareales. Hace 25 años constituía uno de los humedales más importantes del campo de Gibraltar ya que tanto la desembocadura del río Palmones como el Guadarranque se encontraban unidas. Esta disociación no solo ha afectado al número de especies de aves sino también a la fauna marina, desapareciendo especies de alto valor comercial como el lenguado, la almeja de concha fina, la jibia, la anguila o el cangrejo. (Ecologistas en Acción Cádiz, 2017. *Control de calidad y regeneración del río Guadarranque*. Disponible en: <https://www.nodo50.org/ecologistas.cadiz/EACadiz/sitioEACadiz.data/Componentes/guadarranque.pdf>)

1.1.2. El Cambio Climático y las Precipitaciones en la Zona de Estudio

La prolongada sequía estival constituye el rasgo climático más característico del espacio gaditano donde el período de lluvias abarca los meses de octubre a abril. Esto se debe a la importante influencia atlántica que sufre la provincia sin olvidar que se trata de un enclave mediterráneo.

Según lo recogido por el informe “El Clima de Andalucía en el siglo XXI. Escenarios Locales de Cambio Climático de Andalucía” a partir de los datos recogidos por el modelo CNCM3 de escenarios locales de cambio climático, Cádiz será la provincia andaluza más afectada por el descenso de las precipitaciones de aquí al año 2070.

El índice anual actual de precipitaciones es de 778 mm y se espera que en el período de 2011 a 2040 pase a 745 mm, en el período de 2041 a 2070 se reduzca a 633 mm y finalmente para el período de 2071 a 2099 descienda hasta los 596 mm. Esto implicaría que a finales de siglo nos encontraríamos con un descenso del volumen de agua precipitado del 23.55 %

Actualmente, puede considerarse que toda la provincia se encuentra en un estado de sequía pluviométrica registrando en los últimos años déficits pluviométricos extremos. Según lo recogido por los informes mensuales “Análisis de la sequía en Andalucía. Estudio comarcal” la situación de sequía pluviométrica ha sido la siguiente:

- Enero 2021: precipitación media regional de 82 litros por m², casi un 12% por encima de las habituales, el mes de Enero ha tenido un carácter muy húmedo. Sin embargo, en el sur de la provincia de Cádiz las lluvias fueron entre un 25 y un 50 % inferiores a las de la serie de referencia.
- Febrero 2021: carácter seco en el conjunto de la región con valores promedio de precipitación en torno a los 51 litros por m², siendo un 14 % inferior a los valores de referencia.
- Marzo 2021: carácter seco con precipitaciones medias regionales de 24.2 mm, un 47 % por debajo de la media de referencia. Sin embargo, en esta ocasión las áreas del Campo de Gibraltar y Costa del Sol Occidental no se han visto afectadas por dicho déficit pluviométrico.
- Abril 2021: carácter normal. En la Cuenca Mediterránea Andaluza las precipitaciones fueron superiores a las de referencia llegando a valores máximos de más de 100 litros por m².
- Mayo 2021: carácter seco con un promedio regional de 17.6 mm. Al igual que sucedió en el mes de Marzo, la Cuenca Mediterránea Andaluza ha registrado valores superiores respecto a los valores de referencia, superándolos en un 25 %.
- Junio 2021: carácter húmedo con precipitaciones de distribución desigual con valores elevados en la Sierra de Aracena, las provincias de Almería y Cádiz y puntos del interior del Valle del Guadalquivir.
- Julio 2021: carácter muy seco con precipitaciones casi inexistentes.

Tras este breve resumen mensual, se obtiene una idea del carácter del año hidro-meteorológico que se mantiene como seco sin variar la situación de sequía, la cual se mantiene en niveles de sequía moderada.

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) concluye que los trópicos se están expandiendo. La provincia de Cádiz se encuentra al límite de la zona subtropical por lo que en un futuro se verá una disminución en la llegada de borrascas desde el oeste.

Por otro lado, según las hipótesis formuladas por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) en un futuro próximo se producirá un descenso de las precipitaciones aún mayor que el que se viene observando durante la última década. Además, dichas precipitaciones se darán con menor frecuencia pero con una mayor intensidad.

Los principales efectos del cambio climático se verán reflejados en una alteración del comportamiento de las precipitaciones con su consecuente disminución al igual que mermara la cantidad de escorrentía generada, además de un aumento en la evapotranspiración, debido entre otros factores al aumento de la temperatura del agua superficial del mar.

Según el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), dentro de una o dos décadas se habrá producido una disminución de las precipitaciones del 20 % junto a un 40 % menos de escorrentía. Esto se resume en una reducción de la disponibilidad de recursos hídricos a lo que se suma la evidencia de que las sequías serán más largas e intensas.

1.2. Objetivos y Metodología

Tras la descripción breve acerca de la problemática general de los ríos españoles, se ha presentado la zona de estudio haciendo hincapié en la modificación de los patrones de precipitación debido al cambio climático, cuyos indicios cada vez más evidentes no deben ser ignorados.

Por último, se debe indicar el objetivo del estudio que será desarrollado durante los siguientes capítulos.

El objetivo reside en la evaluación de los diferentes métodos existentes para el diseño de hietogramas. A partir de estos hietogramas se pueden obtener los hidrogramas, gráficos cuya relación tiempo-caudal permite intuir la respuesta hidrológica de la cuenca del río Guadarranque ante determinados episodios de lluvias junto al comportamiento de las mismas.

Además, también se evaluará que tiempo de duración de lluvia (T_d) es más adecuado escoger, para lo que se comparan los hidrogramas para un tiempo de duración igual al tiempo de concentración (t_c) frente a una duración que se extienda hasta las 24 horas.

Para alcanzar dicho objetivo es necesario desarrollar un estudio hidrológico a partir de la siguiente metodología:

- Caracterización y delimitación de la cuenca hidrográfica del río Guadarranque.
- Delimitación de las subcuencas que conforman la cuenca del río Guadarranque.
- Estudio pluviométrico de las precipitaciones asociadas a la zona de estudio.
- Cálculo de las precipitaciones máximas diarias asociadas a cada período de retorno.
- Aplicación del Método de los Polígonos de Thiessen para evaluar la influencia de cada uno de los pluviómetros.
- Definición de la lluvia de proyecto.
- Cálculo de las pérdidas de precipitación con la consecuente obtención de la escorrentía generada.
- Generación de los hietogramas que definen la lluvia de proyecto.
- Obtención de los hidrogramas a partir de la propagación de caudales.
- Análisis de la respuesta hidrológica de la cuenca según el método escogido para la elaboración del hietograma.
- Análisis del tiempo de duración de lluvia
- Conclusiones.

2 CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO GUADARRANQUE

Se debe elaborar un estudio hidrológico el cual dará comienzo con la delimitación de la cuenca hidrográfica del río Guadarranque a partir de la red hídrica y la desembocadura (punto de desagüe). Se empleará el software *ArcGIS* y dentro de éste, la herramienta *ArcMap*. Este software fue creado por *ESRI* (*Environmental Systems Research Institute*), empresa que actualmente desarrolla y comercializa distintos softwares para *Sistemas de Información Geográfica (SIG)*

La primera información que se debe recolectar es la relacionada con el terreno y su elevación. Para ello, será de gran utilidad el Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) de cuya base de datos se descargará el Modelo Digital del Terreno (MDT) y para ser más concretos, el MDT25. Se trata de un modelo digital del terreno en formato .asc con un paso de malla de 25 metros cuyo Sistema de Referencia de Coordenadas es el sistema ETRS89 con proyección UTM y dentro de este proyecto se encontrará situado en el huso horario 30N.

La numeración de las hojas descargadas es 1063-1064-1065-1070-1071-1072-1074-1075-1077-1078, éstas abarcan la zona de estudio y después se afinará mediante la definición de la cuenca del río Guadarranque.

Lo siguiente que se debe hacer es un pequeño estudio de la cuenca hidrográfica y de la red hidrográfica. Ambos conceptos no deben confundirse, ya que el primero se entiende como el territorio cuyas aguas vierten a un río principal directamente o a través de afluentes mientras que la idea que se debe tener de una red hidrográfica es la de un sistema de circulación lineal, jerarquizado y estructurado que asegura el drenaje de una zona.

2.1. Red Hídrica

La red hídrica está formada por el conjunto de ríos y otras corrientes permanentes o intermitentes como pueden ser los arroyos, riachuelos, afluentes, etc. sin olvidar lagos y embalses. El área de drenaje que recoge el agua de todos estos elementos es lo que se conoce como cuenca.

A partir del Modelo Digital del Terreno obtenido se crean dos capas dentro de *ArcMap*. La primera se conoce como *Flow Direction* y, como su nombre indica, a partir de dicha capa se establecen las direcciones de flujo que representan los recorridos seguidos por el agua dentro de la cuenca debido a las diferentes pendientes que pueden aparecer en el terreno. La otra capa, *Flow Accumulation*, determina la acumulación de flujos en determinados enclaves.

El número de orden de las cuencas es un indicador de la extensión y ramificación de la red de drenaje. En general, se relaciona directamente con el poder erosivo, el transporte de sedimentos y la escorrentía. Este parámetro no depende de su área y un mayor número de orden no implica que el coeficiente de torrencialidad sea proporcionalmente mayor.

En los estudios hidrológicos se suele considerar la red hídrica asociada a los cauces principales y secundarios, es decir, aquellos cauces de primer y segundo orden. Esto se debe a que los cauces de primer orden son los que transportan los caudales más elevadas viéndose estos caudales disminuidos conforme aumenta el orden asignado al cauce.

2.2. Delimitación de la Cuenca

Según la Directiva Marco del Agua, una cuenca hidrográfica de un río es la superficie de terreno cuya escorrentía superficial fluye en su totalidad a través de una serie de corrientes, ríos y eventualmente lagos hacia el mar por una única desembocadura, estuario o delta.

La cuenca hidrográfica como unidad de gestión del recurso se considera indivisible. Las cuencas hidrográficas, están a su vez definidas por subcuencas, que son las superficies del terreno correspondientes a un curso de agua que vierten a un determinado punto de otro curso de agua, como en un lago o en una confluencia de ríos.

Para la definición de la cuenca hidrográfica del río Guadarranque será necesario contar con información del terreno, la red de drenaje y un punto de desagüe. No se debe confundir el término de cuenca con el de divisoria de aguas y área de drenaje. La divisoria de aguas es una línea imaginaria que recorre los puntos de mayor cota y que separa la cuenca de estudio de otras cuencas vecinas mientras que el área de drenaje es la superficie delimitada por dicha divisoria de aguas proyectada horizontalmente.

A través de la información disponible del terreno, la red de drenaje y el punto de desagüe se puede delimitar la cuenca en *ArcMap* (*Figura 6*). Tras esto, se obtienen los valores correspondientes de los parámetros más característicos de la cuenca:

- Área (A)
- Perímetro (P)
- Cota máxima ($Z_{m\acute{a}x.}$)
- Cota mínima ($Z_{m\acute{i}n}$)
- Longitud del cauce (L_c)
- Pendiente media del cauce (J_c)

La *Tabla 1* muestra los valores que toman los parámetros característicos de la cuenca del río Guadarranque.

Tabla 1 - Parámetros característicos de la cuenca

Área (km ²)	Perímetro (km)	Longitud (km)	$Z_{m\acute{a}x.}$ (m)	$Z_{m\acute{i}n}$ (m)	J_c (m/m)
266.29	102.65	46.74	607.58	0.00	0.013

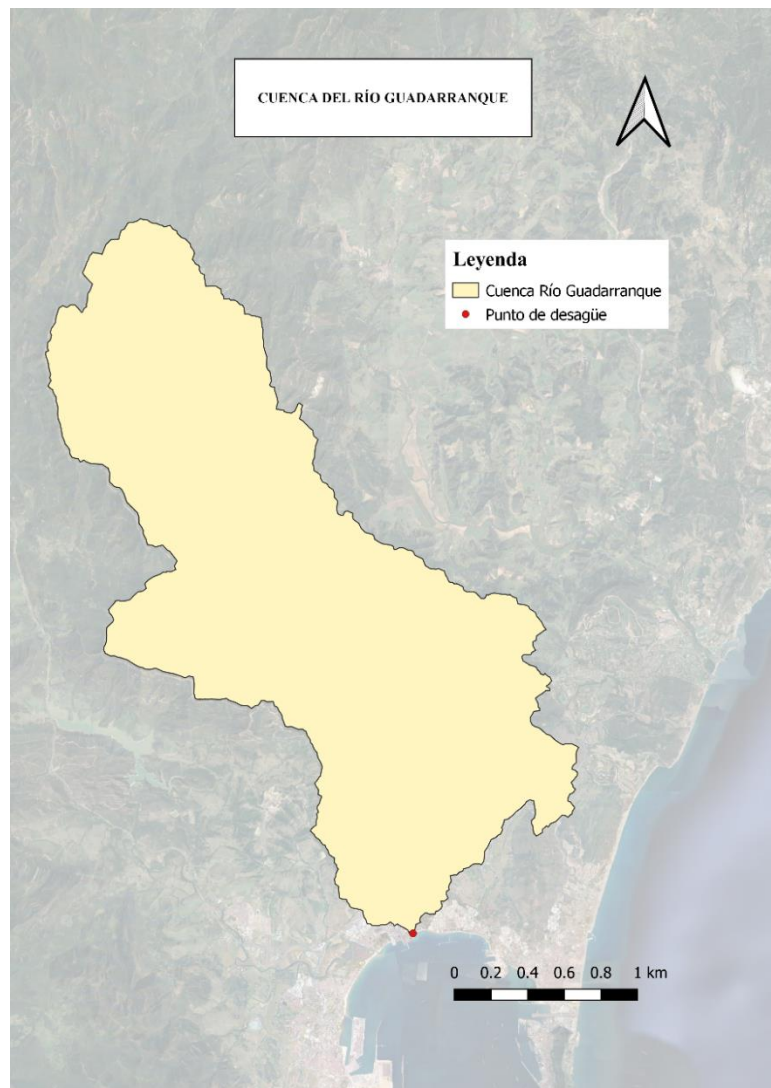


Figura 6. Delimitación de la cuenca del río Guadarranque

2.3. Forma de la Cuenca

Una de las características más importantes a tener en cuenta en una cuenca es su forma, dándose incluso el caso en el que dos cuencas de idéntica área ante unos mismos valores de precipitación posean respuestas hidrológicas diferentes.

La forma incide en el tiempo de recorrido de las aguas a través de la red de drenaje. Esta incidencia queda plasmada a su vez en los hidrogramas. Los hidrogramas constituyen una representación gráfica de la relación tiempo-caudal en un determinado punto de la cuenca, es decir, muestra el comportamiento o respuesta de la cuenca ante un determinado patrón de precipitación que cae sobre ella.

La forma de la cuenca queda definida por 3 parámetros:

- Tiempo de concentración (t_c)
- Índice de Gravellius o coeficiente de compacidad (K_c)
- Factor de forma (K_f)

El tiempo de concentración se define como el tiempo mínimo necesario para que todos los puntos ubicados dentro de la cuenca aporten agua de escorrentía de forma simultánea al punto de desagüe o lo que es lo mismo, el tiempo que tarda en llegar a la desembocadura el agua procedente del punto más alejado y que representa el instante a partir del cual el caudal de escorrentía es constante.

Este parámetro es de gran importancia en los modelos hidrológicos ya que se asume la hipótesis de que la duración de la lluvia será igual al tiempo de concentración de la cuenca de estudio en cuestión, puesto que es ese momento en el que la totalidad de la cuenca está aportando al proceso de escorrentía, por lo cual se espera que se presenten los caudales máximos.

Existen varias fórmulas obtenidas a partir de ajustes empíricos de registros hidrológicos pero, en España, es habitual usar la fórmula recogida en la *Norma 5.2-. IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras*.

$$t_c = 0.3 \cdot L_c^{0.76} \cdot J_c^{-0.19}$$

Donde:

- t_c (h): tiempo de concentración.
- L_c (km): longitud del cauce.
- J_c (m/m): pendiente media del cauce.

En cuanto al índice de Gravellius, es un parámetro adimensional que muestra la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo que encierre el mismo área que la cuenca del río.

Este parámetro da una idea sobre la forma de la cuenca y su susceptibilidad a la ocurrencia de una avenida. Si K_f es mayor que 1, la forma de la cuenca tiende a ser alargada y la probabilidad de una avenida será baja mientras que si éste es menor que 1 la cuenca tendrá una forma más redondeada con propensión a que se den sucesos de avenidas en ella.

$$K_c = 0.2 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Donde:

- P (km): perímetro de la cuenca.
- A (km²): área de la cuenca.

Por último, el factor de forma relaciona el área de la cuenca con la longitud del cauce mediante la siguiente expresión:

$$K_f = \frac{A}{L_c^2}$$

Donde:

- A (km²): área de la cuenca.
- L_c (km): longitud del cauce.

En la *Tabla 2* se muestran los valores de estos tres parámetros para la cuenca del río Guadarranque.

Tabla 2 - Parámetros forma de la cuenca

t_c (h)	K_c (-)	K_f (-)
12.72	1.76	0.12

Se ha obtenido un tiempo de concentración (t_c) medianamente elevado. Esto se debe principalmente al hecho de contar con una pendiente media que ronda el 1.3 % lo que se puede considerar como una pendiente baja. Esto generará una buena respuesta hidrológica cuando se sucedan eventos de precipitación ya que las aguas procedentes de dichas lluvias no se aglomerarán en el punto de desagüe.

El valor alcanzado para el índice de Gravellius (K_c) supera la unidad, casi duplicándolo, lo que implica que la forma de la cuenca será alargada.

Una cuenca con un factor de forma (K_f) bajo, como es el caso, se ve menos expuesta a las crecidas y por tanto, al igual que sucede con los valores altos del tiempo de concentración se tendrá una buena respuesta hidrológica ante una avenida.

2.4. Características de la Red de Drenaje

Para definir las características principales de la red de drenaje de la cuenca resulta necesario analizar la longitud y el número de cauces asociados a cada orden. El río Guadarranque conformará el cauce principal siendo el resto de cauces aquellos tributarios que vierten sus aguas en dicho cauce principal.

El orden de la cuenca de determina nuevamente a partir de la herramienta ArcMap que representa el número de ramificaciones que se dan dentro de la red de drenaje.

Aquellos cauces que no poseen tributarios son los considerados de primer orden. Para aumentar de orden es necesaria una confluencia entre dos cauces que posean el mismo orden mientras que si se da el caso de la unión entre dos cauces de orden distinto, el cauce aguas abajo de dicha confluencia será clasificado con el mismo orden que el mayor de los dos que se unen.

Se ha determinado que la cuenca del río Guadarranque es de orden 4. En la *Figura 7* se puede distinguir el recorrido y la extensión de los cauces de cada orden.

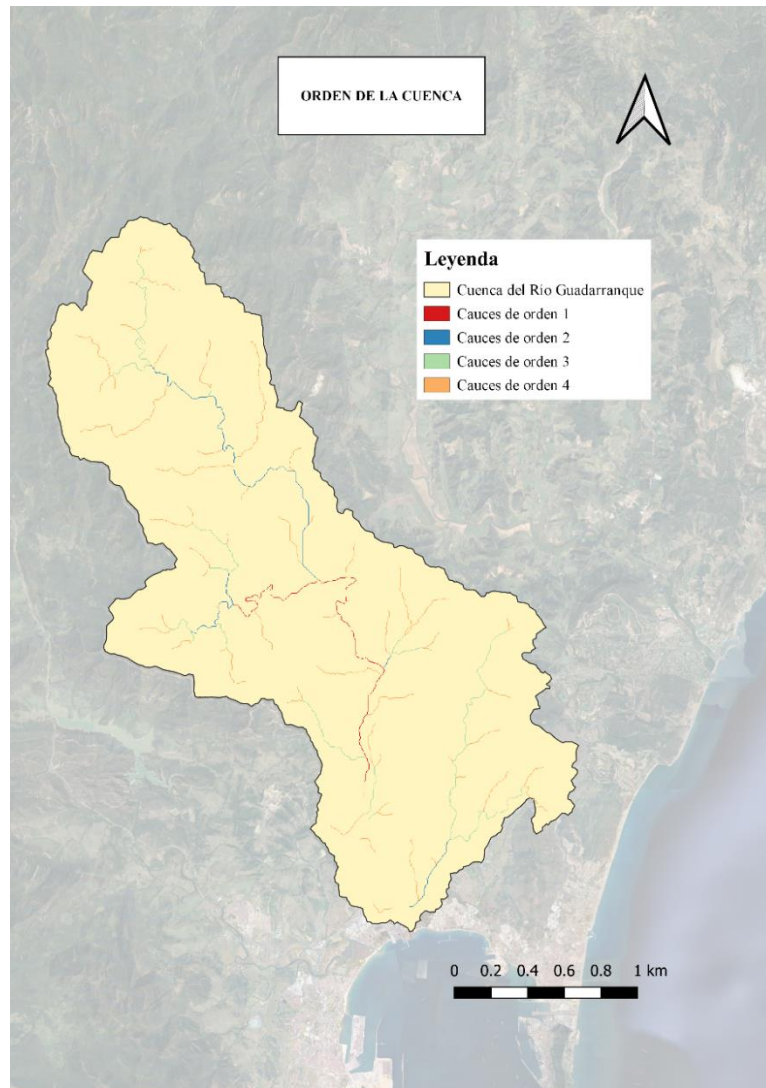


Figura 7. Red de drenaje de la cuenca del río Guadarranque

En la *Tabla 3* quedan establecidos el número de cauces y la longitud en kilómetros según el orden que se tenga.

Tabla 3 - Orden de los cauces

Orden	Nº. de cauces	Longitud (km)
1	44	46.74
2	35	17.85
3	13	6.14
4	8	1.38
Total	100	72.11

Una vez calculados el número de cauces y la longitud asociados a cada orden se pueden aplicar las Leyes de Horton para obtener las siguiente relaciones:

- Relación de bifurcación (R_B)

$$R_B = \frac{N_i}{N_{i+1}}$$

Donde:

- N_i : número de cauces de orden i .
- N_{i+1} : número de cauces de orden $i+1$.

- Relación de longitudes (R_L)

$$R_L = \frac{L_{i+1}}{L_i}$$

Donde:

- N_i : longitud total de los cauces de orden i .
- N_{i+1} : longitud total de los cauces de orden $i+1$.

La *Tabla 4* muestra los resultados para las relaciones de bifurcación y de longitudes descritas.

Tabla 4 - Leyes de Horton

	R_B		R_L
R_{B-1}	1.26	R_{L-1}	0.38
R_{B-2}	2.69	R_{L-2}	0.34
R_{B-2}	1.63	R_{L-3}	0.22

Además de las relaciones obtenidas a partir de las Leyes de Horton, se puede calcular la densidad de drenaje. Este parámetro relaciona la longitud total de los cauces y el área total de la cuenca y lo hace a través de la siguiente expresión:

$$D = \frac{\sum L_i}{A}$$

Donde:

- L_i (km): longitud del cauce i .
- A (km²): área de la cuenca del río Guadarranque.

A partir de la de densidad de drenaje (D) se pueden calcular otros dos parámetros que son:

- Frecuencia de drenaje (F)

$$F = D^2$$

- Longitud promedio del flujo superficial (L_0)

$$L_0 = \frac{1}{4 \cdot D}$$

Por último, se calcula la sinuosidad del cauce principal (S) como la relación entre la longitud real de este y la longitud que presentaría en línea recta desde su nacimiento hasta el punto de desagüe, mediante la siguiente expresión:

$$S = \frac{L_c}{L_t}$$

Donde:

- L_c (km): longitud real del cauce principal, establecida en 46.74 km.
- L_t (km): longitud del cauce principal medida en línea recta, establecida en 28.70 km.

La *Tabla 5* recogerá los valores que adopta la red de drenaje para la densidad de drenaje (D), la frecuencia de drenaje (F), la longitud promedio del flujo superficial (L_0) y la sinuosidad del cauce principal (S).

Tabla 5 - Características de la red de drenaje

D (1/km)	F (1/km ²)	L_0 (km)	S (km/km)
0.27	0.073	0.925	1.63

2.5. Características del Relieve

El relieve juega un papel fundamental dentro de la respuesta hidrológica de la cuenca frente a las avenidas al condicionar el tiempo de concentración.

El Modelo Digital del Terreno (MDT) muestra la elevación asociada a cada punto de la cuenca. Como se puede en la *Figura 8*, el punto más bajo de la cuenca se encuentra al nivel del mar, es decir, a 0 metros mientras que el punto más elevado presenta una elevación de 626 metros, coincidiendo con el curso alto del río Guadarranque.

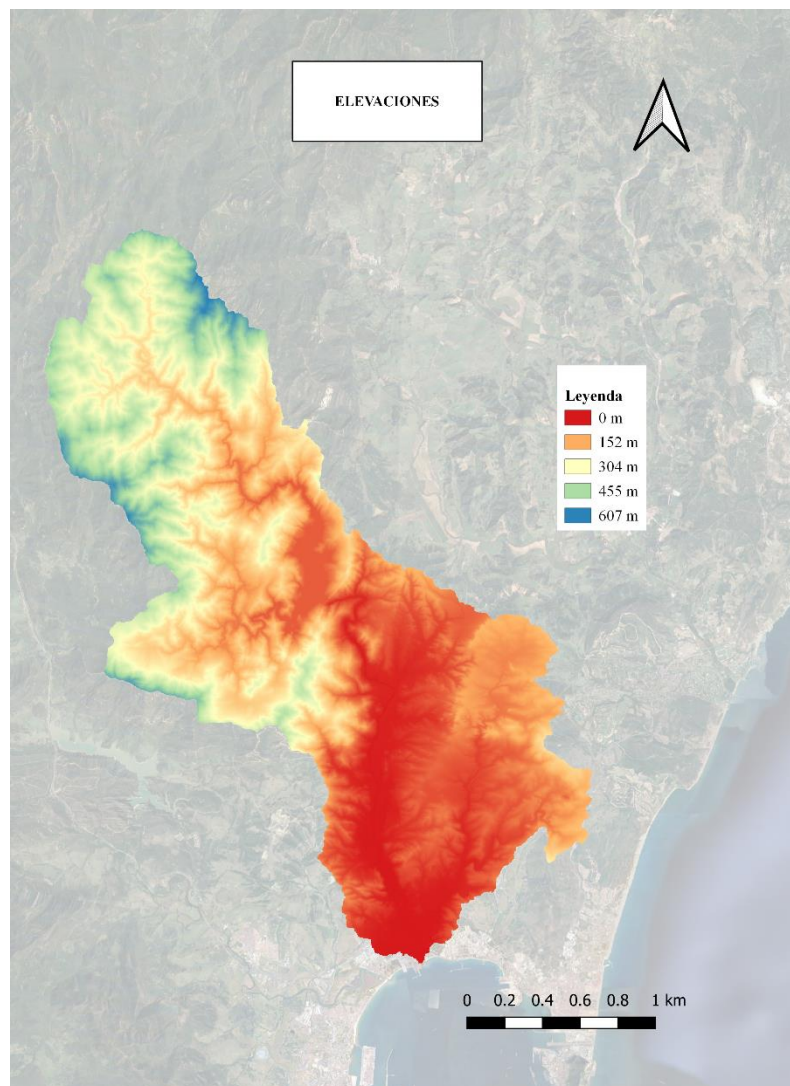


Figura 8. Elevaciones de la cuenca del río Guadarranque

Se van a representar el histograma de frecuencias altimétricas y la curva hipsométrica de la cuenca del río Guadarranque. Para ello, es necesario dividir en intervalos las alturas disponibles y obtener el área encerrada dentro de cada intervalo mediante la herramienta ArcMap. Esto permite un análisis más claro de la distribución de alturas y ayudará también en la determinación de las alturas características de la cuenca a partir de la *Tabla 6*, donde (i) indica el límite inicial del intervalo y (j) el límite final.

Tabla 6 - Intervalos de elevaciones y áreas

Intervalo	Elevación. i (m)	Elevación. j (m)	Área (m ²)	Área (%)	Área _{acum} (%)
1	496	626	5868634	2.17	2.17
2	431	496	12930136	4.79	6.96
3	378	431	18143701	6.72	13.68
4	328	378	21746768	8.05	21.73
5	277	328	22342236	8.27	30.00
6	225	277	24324265	9.01	39.01
7	172	225	26251643	9.72	48.73
8	120	172	35142233	13.01	61.74
9	67	120	43056027	15.94	77.68
10	0	67	60294662	22.32	100.00
Total			270100305	100	

El histograma de frecuencias altimétricas representa la relación entre cada intervalo de elevaciones y el porcentaje de área que delimita los mismos, mostrando por tanto la frecuencia de alturas dentro de la cuenca. En la *Figura 9* se muestra dicho histograma:

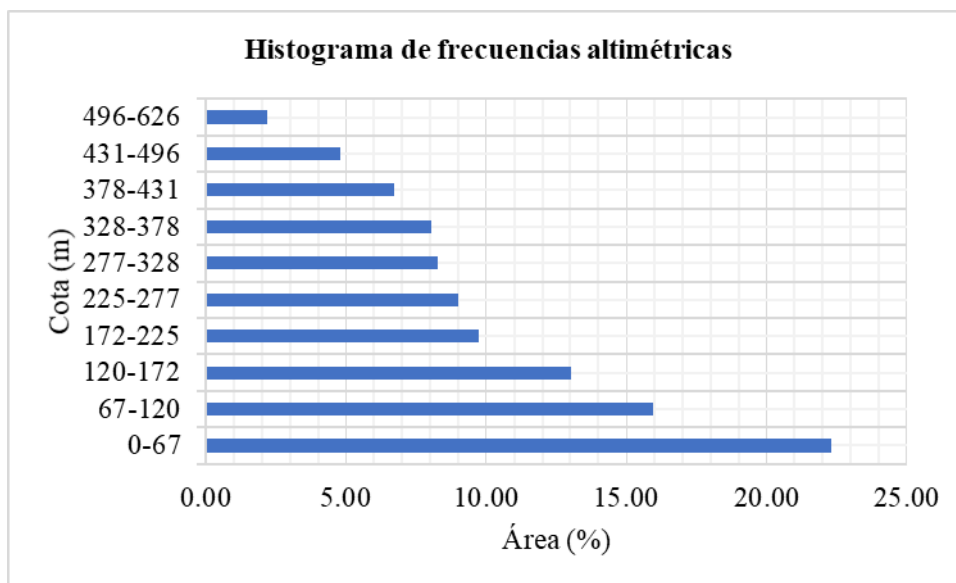


Figura 9. Histograma de frecuencias altimétricas

La relación que muestra la curva hipsométrica es la elevación media de cada intervalo y el porcentaje de área acumulado para cada una de las elevaciones medias correspondientes. Este gráfico permite visualizar el porcentaje total de superficie de la cuenca a una determinada altura o elevación. En la *Figura 10* ha quedado representada la curva hipsométrica asociada a las elevaciones de la cuenca del río Guadarranque.

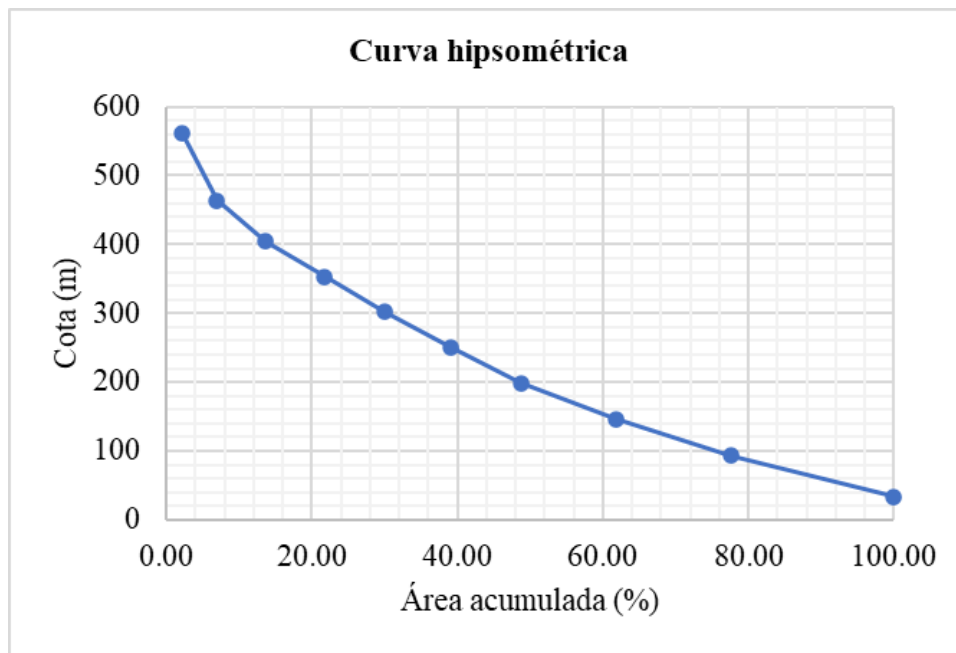


Figura 10. Curva hipsométrica

Lo siguiente será obtener las alturas características de la cuenca:

- Altura media (H_m): promedio de las alturas medias.
- Altura media ponderada (H_{mp}): altura que se obtiene a partir de un cuadrado que posee el mismo área que la encerrada por la curva hipsométrica.
- Altura más frecuente (H_f): altura asociada al mayor porcentaje representado en el histograma de frecuencias altimétricas.
- Altura mediana (H_{50}): altura asociada al 50% de la curva hipsométrica.

La *Tabla 7* recoge los valores que adoptan estas alturas características que acaban de ser descritas.

Tabla 7 - Alturas características

H_m (m)	H_{mp} (m)	H_f (m)	H_{50} (m)
280.7	103.37	33.47	193.98

2.6. Usos de Suelo

Durante un estudio hidrológico se puede observar que parte del agua precipitada se infiltrará en el terreno mientras que la otra viajará aguas debajo de manera superficial.

Es aquí, cuando aparece el término umbral de escorrentía (P_0) o abstracción inicial, que representa la cantidad de precipitación a partir de la cual el terreno no es capaz de infiltrar más agua y ésta discurre sobre la superficie.

Este umbral depende de la humedad inicial del suelo, el uso del suelo, el tipo de suelo y la pendiente.

En la *Tabla 8* se indican los usos de suelo presentes dentro de la cuenca del río Guadarranque, que son los siguientes:

Tabla 8 - Usos de suelo de la cuenca

Código	Uso de suelo
11100	Tejido urbano continuo
12100	Zonas industriales y comerciales
13300	Zonas de construcción
21100	Tierras de labor en secano (N)
21200	Terrenos regados permanentemente (R.)
22221	Cítricos
24110	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes
24200	Mosaico de cultivos
24300	Terrenos principalmente agrícolas con importante vegetación natural (R.)
24400	Sistemas agroforestales
31100	Bosques de frondosas
31200	Bosques de coníferas
31300	Bosque mixto
32110	Pastizales naturales
32300	Vegetación esclerófila
32400	Material boscoso de transición
51200	Láminas de agua
52200	Estuarios

Para poder identificar los distintos usos de suelo presentes en la cuenca de proyecto se ha acudido a la base de datos del *Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA)*, en cuestión a los *Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (DERA)*.

A cada uso de suelo se le asocia un código. Estos códigos aparecen junto al uso de suelo en cuestión en la *Tabla 2.3 - Valor inicial del umbral de escorrentía P_0 (mm)* recogida en la *Norma 5.2-. IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras*.

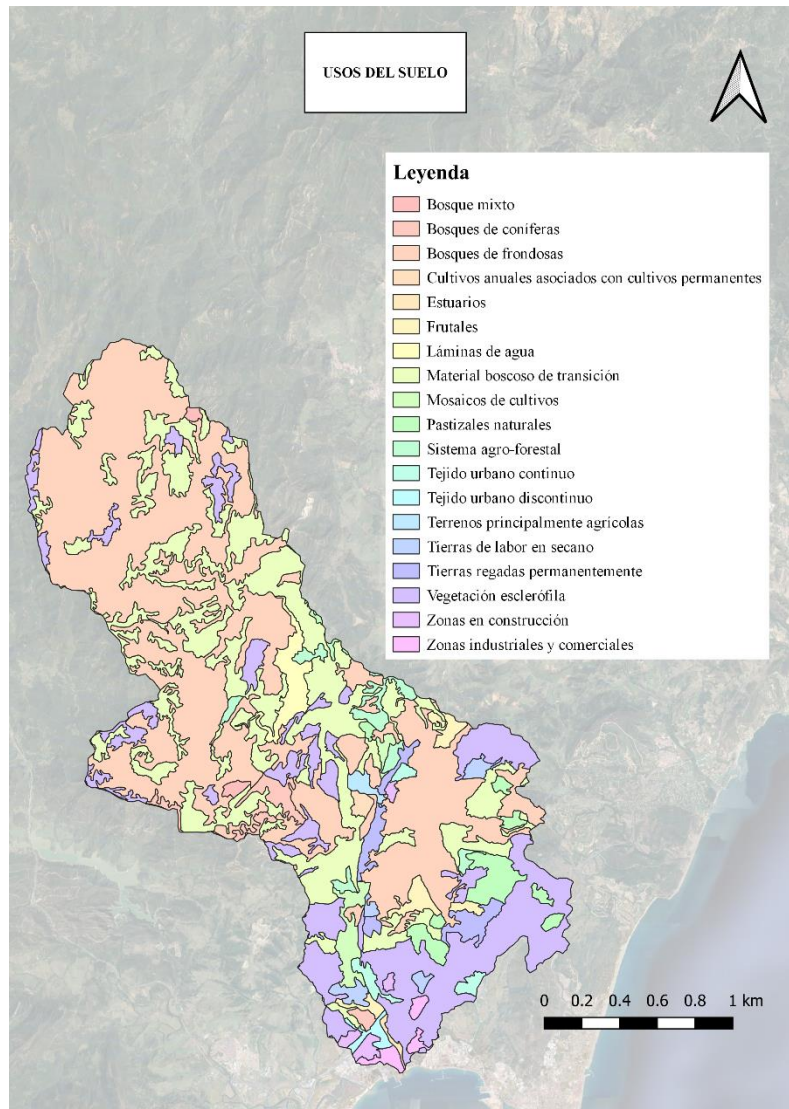


Figura 11. Usos de suelo de la cuenca.

Gracias a la *Figura 11* se puede observar el claro predominio de los bosques de frondosas seguido, aunque en menor medida, por vegetación esclerófila y material boscoso de transición. Las zonas industriales y comerciales y/o en construcción se encuentran aunadas cerca de la desembocadura del río Guadarranque donde se encuentran los municipios de San Roque y Los Barrios.

2.7. Unidad Litológica y Tipos de Suelo

Junto con la pendiente del terreno y los usos del suelo es necesario señalar los tipos de suelo para poder calcular el umbral de escorrentía. Los tipos de suelo se definen a partir de las distintas unidades litológicas que puedan aparecer en la cuenca.

Una unidad litológica es un cuerpo rocoso que se define e identifica en base a su composición química y mineralógica siendo éstas más o menos homogéneas y con límites definidos con otras unidades.

Los tipos de suelo se definen a partir de dichas unidades litológicas y se clasifican en 4 tipos (A, B, C ó D) en función del porcentaje arcilla, limo y arena que contenga el suelo

Para determinar si dicho suelo se encuentra catalogado como A, B, C ó D se recurre nuevamente al documento *Norma 5.2- IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras*, en concreto a la *Figura 2.8. - Diagrama triangular para determinación de la textura en materiales tipo suelo*.

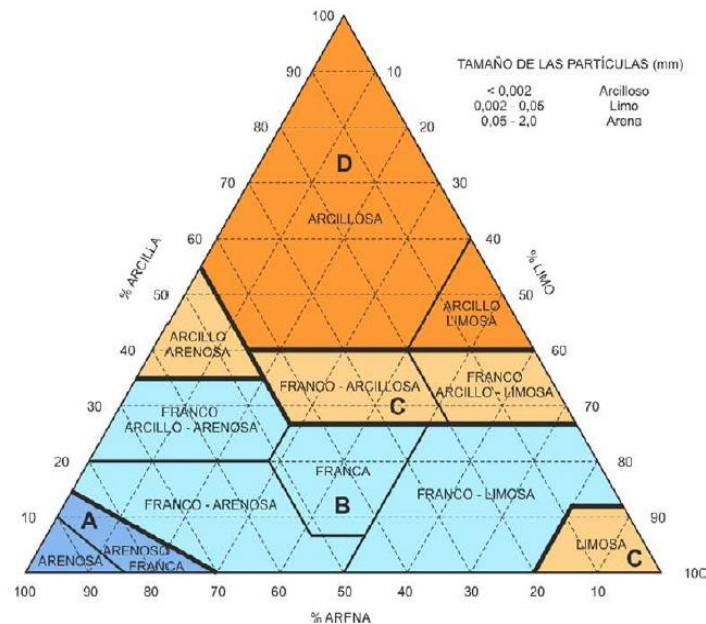


Figura 12. Triángulo de composición para definir los grupos hidrológicos (Fuente: Norma 5.2- IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras)

En la *Tabla 9* se pueden observar las distintas unidades litológicas y sus correspondientes tipos de suelo:

Tabla 9 - Unidades litológicas y tipos de suelo de la cuenca

Unidad Litológica	Tipo de suelo
Areniscas silíceas	B
Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B
Areniscas, margas y lutitas	C
Arenas y margas	C
Arcillas y margas (localmente calcarenitas)	D
Margas, areniscas y lutitas o sílexitas	C

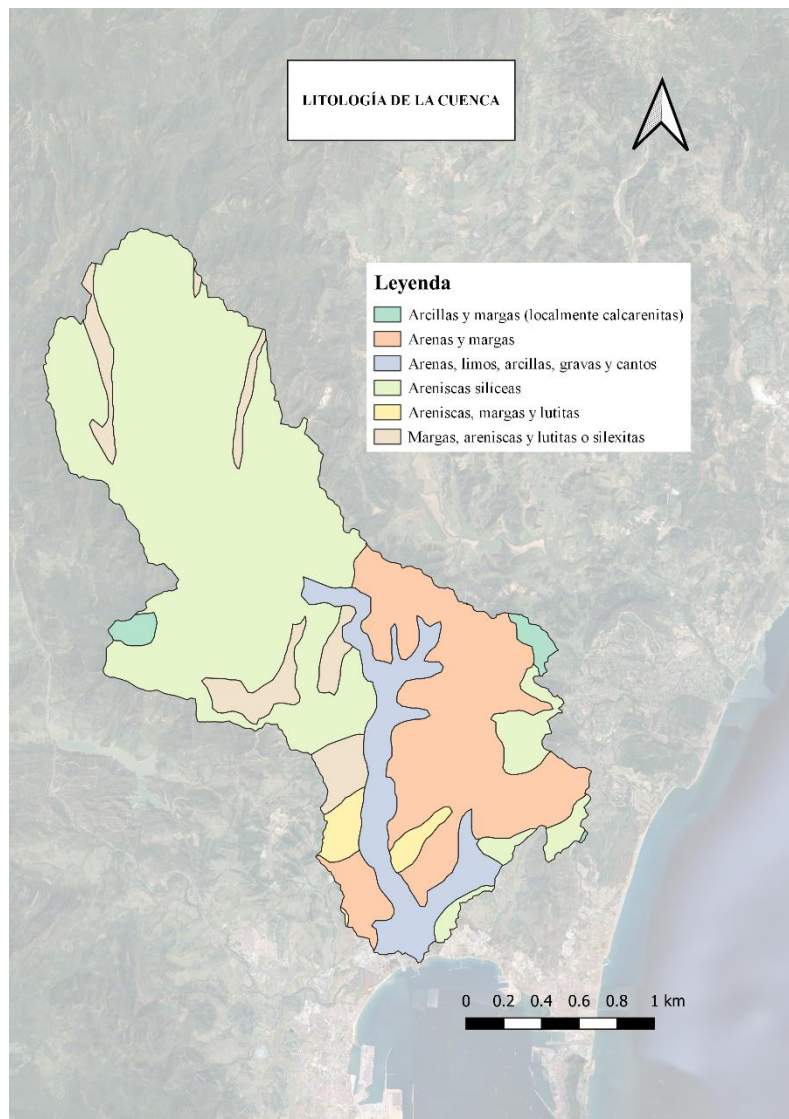


Figura 13. Unidades litológicas de la cuenca.

En la *Figura 13* se observa como las areniscas silíceas prevalecen sobre el resto de las unidades y, a continuación, en un porcentaje mucho menor arenas y margas.

Teniendo como datos la pendiente, el uso de suelo y el tipo de suelo derivado de la unidad litológica se puede calcular la abstracción inicial.

La abstracción inicial (P_0), conocida también como umbral de escorrentía, es la cantidad de precipitación a partir de la cual el terreno no es capaz de infiltrar más agua iniciándose la generación de escorrentía sobre la superficie. El umbral de escorrentía depende de la humedad ya existente en el suelo, la pendiente, uso del suelo y litología del terreno.

Como se muestra en la *Tabla 2.3. - Valor inicial del umbral de escorrentía P_0 (mm)* del documento *Norma 5.2- . IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras*, a partir del usos de suelo, la pendiente y el tipo de suelo (A, B, C ó D) se puede definir el valor de la abstracción inicial (P_0).

El valor de abstracción inicial de la cuenca del río Guadarranque se puede calcular a partir de la siguiente expresión:

$$P_0 = \frac{\sum P_{0i} \cdot A_i}{A}$$

Donde:

- P_{0i} (mm): valor inicial del umbral de escorrentía para un uso de suelo, pendiente y grupo de suelo determinado.
- A_i (m²): área que ocupa una combinación determinado de uso de suelo, pendiente y grupo de suelo.
- A (m²): área total de la cuenca.

En la *Tabla 10* se muestran los valores que se obtienen de P_{0i} para la cuenca del río Guadarranque y, tras aplicar la fórmula anterior se obtiene que la abstracción inicial (P_0) de la cuenca del río Guadarranque es de 31.91 mm.

El cálculo de la abstracción inicial (P_0) se empleará en el *capítulo 4. Pérdidas de Precipitación*.

Tabla 10 - Valores de abstracción inicial (P_{0i})

Uso del suelo	Tipo de suelo	P_{0i} (mm)
Tejido urbano continuo	B/C	1
Tejido urbano discontinuo	B	14
Tejido urbano discontinuo	C	8
Zonas industriales y comerciales	B	4
Zonas industriales y comerciales	C	3
Zonas en construcción	B	14
Zonas en construcción	C	8
Tierras de labor en secano (N)	B	19
Tierras de labor en secano (N)	C	12
Tierras regadas permanentemente (R.)	B	20
Tierras regadas permanentemente (R/N)	C	16
Cítricos (<3)	C	22
Cítricos (<3)	B	42
Cítricos (>3)	C	19
Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes	B	20
Mosaicos de cultivos (<3)	C	15
Mosaicos de cultivos (<3)	B	29
Mosaicos de cultivos (>3)	C	12
Mosaicos de cultivos (>3)	B	20
Terrenos principalmente agrícolas	C	9
Terrenos principalmente	B	15
Sistema agro-forestal	B	23
Sistema agro-forestal	C	14
Bosques de frondosas/ Bosque mixto/ Bosque de coníferas	B	47
Bosques de frondosas/ Bosque mixto/ Bosque de coníferas	C	31
Bosques de frondosas	D	23
Pastizales naturales	B	23
Pastizales naturales	C	14
Vegetación esclerófila	B	24
Vegetación esclerófila	C	14
Vegetación esclerófila	D	10
Matorral boscoso de transición	B	34
Matorral boscoso de transición	C	22
Matorral boscoso de transición	D	16
Láminas de agua	B/C	0
Estuarios	B	0

2.8. Delimitación de las Subcuencas

En los estudios hidrológicos se suele dividir la cuenca de estudio en diferentes subcuencas, lo que facilita el estudio de ésta. En el caso de la cuenca del río Guadarranque se obtienen 15 subcuencas asociadas a ella como se muestra en la *Figura 14*.

Para cada una de las subcuencas se obtendrán los hietogramas de precipitación y los hidrogramas de caudal, además de estudiar la propagación de caudales. Dicha propagación da una idea de la respuesta hidrológica de la cuenca ante los caudales que se proporcionen. Esto se desarrolla en mayor profundidad en el capítulo 5. *Modelo en HEC-HMS*.

Al igual que cuando se llevó a cabo la delimitación de la cuenca, cada subcuenca quedará definida a partir de las direcciones de flujo (*Flow Direction*) y el punto de desagüe asociado a cada una de ellas.

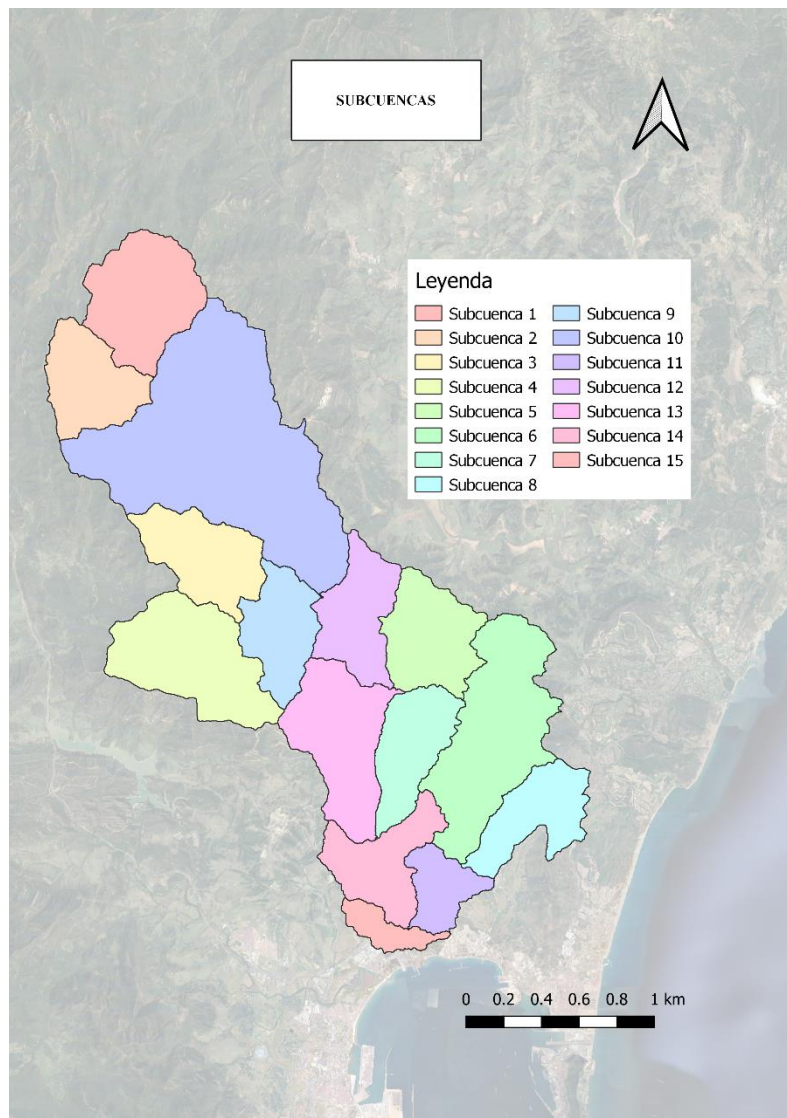


Figura 14. Delimitación de las subcuencas

Tras esto, de manera análoga se obtienen los valores correspondientes de los parámetros más característicos que definen a cada subcuenca:

- Área (A)
- Perímetro (P)
- Cota máxima ($Z_{\text{máx.}}$)
- Cota mínima ($Z_{\text{mín}}$)
- Longitud del cauce (L_c)
- Pendiente media del cauce (J_c)

La *Tabla 11* muestra los valores de los parámetros más característicos que definen a cada una de las subcuencas.

Tabla 11 - Parámetros característicos de las subcuencas

Subcuencas	Area (km ²)	Longitud (km)	$Z_{\text{máx}}$ (m)	$Z_{\text{mín}}$ (m)	J_c (m/m)	t_c (h)
1	18.80	9.87	616	196	0.043	3.11
2	13.04	6.88	473	196	0.040	2.39
3	14.44	8.72	599	97	0.058	2.67
4	22.51	8.65	531	95	0.050	2.73
5	14.51	7.65	168	5	0.021	2.93
6	28.83	13.67	177	9	0.012	5.05
7	12.38	7.24	103	4	0.014	3.05
8	11.92	9.30	180	9	0.018	3.49
9	12.05	8.66	419	70	0.040	2.85
10	61.79	21.91	567	70	0.023	6.43
11	7.09	4.28	81	2	0.018	1.93
12	12.99	8.12	226	6	0.024	2.99
13	19.32	10.92	415	2	0.038	3.44
14	12.51	7.75	100	0	0.013	3.25
15	4.10	4.73	118	0	0.025	1.97

3 ESTUDIO PLUVIOMÉTRICO

Tras el análisis llevado a cabo de la cuenca hidrográfica del río Guadarranque se debe llevar a cabo un estudio exhaustivo de las precipitaciones asociadas a dicha cuenca.

En el estudio pluviométrico se determinarán las precipitaciones máximas diarias ($P_{m\acute{a}x}$) asociadas a los períodos de retorno de 10, 100 y 500 años respectivamente. El parámetro $P_{m\acute{a}x}$ conformará una de las variables necesarias para las curvas IDF (Intensidad-Duración-Frecuencia), los hietogramas de tormenta y los hidrogramas obtenidos a través de la transformación lluvia-caudal.

En ingeniería hidráulica el período de retorno es uno de los parámetros más significativos e indica el tiempo medio entre dos sucesos improbables y con posibles efectos perjudiciales.

Los períodos de retorno escogidos son muy frecuentes en los estudios hidrológicos y se hace uso de ellos, entre otras cosas, para definir distintas zonas:

- Tr= 10 años: Período de retorno asociado a lluvias normales y frecuentes. Se emplea en el cálculo de la Máxima Crecida Ordinaria (MCO), que a su vez sirve como herramienta para establecer las fronteras del Dominio Público Hidráulico (DPH).
- Tr= 100 años: Período de retorno asociado a lluvias importantes y de menor frecuencia. Con este período de retorno quedará delimitada la Zona de Flujo Preferente (ZFP), ya que éste servirá para el cálculo de la Vía de Intenso Desagüe (VID) y la Zona de Peligrosidad.
- Tr= 500 años: Período de retorno asociado a lluvias de gran importancia e inusuales. Permite definir cuál será la Zona Inundable (ZI) a partir de la definición de las avenidas que se dan un período de retorno de 500 años.

Según establece la Norma 5.2-. *IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras* el cálculo de las precipitaciones máximas diarias ($P_{m\acute{a}x}$) se hará de manera paralela mediante:

- Mapa de máximas lluvias diarias en la España Peninsular.
- Estudio Estadístico de las Precipitaciones.

Por cada vía se obtendrá un resultado distinto para la precipitación máxima diaria ($P_{m\acute{a}x}$) asociada a cada período de retorno debiendo escoger aquel método que nos proporcione el caso más desfavorable, es decir, aquel que presente el valor más elevado para $P_{m\acute{a}x}$.

En el *ANEXO A. Cálculos del Estudio Pluviométrico* quedan recogidos todos los cálculos que han sido necesarios para el desarrollo del estudio pluviométrico de la cuenca del río Guadarranque.

3.1. Estaciones Pluviométricas

Las estaciones pluviométricas nos proporcionan datos de precipitaciones necesarios para el desarrollo del estudio pluviométrico. Por tanto, se debe averiguar qué estaciones tienen influencia sobre la cuenca del río y así poder emplear los datos que éstas nos faciliten tanto para su uso en el *Mapa de máximas lluvias en la España Peninsular*, documento creado por la *Dirección General de Carreteras de Fomento*, como para ser introducidos en las distintas distribuciones de probabilidad.

En el portal de la *Agencia Estatal de Meteorología* (AEMET) se puede acceder al conjunto de estaciones existentes dentro de la provincia de Cádiz así como a los datos registrados por ellas.

Los datos que se vuelcan en el sistema se corresponden con el valor de precipitación diario más elevado obtenido mensualmente en cada estación. Sin embargo, es bastante común que no todas las estaciones cuenten con el mismo número de datos, pudiendo faltar valores de precipitaciones en determinados meses debido a diferentes razones como puede ser una avería, trabajos de mantenimiento o la inutilización de dicha estación a partir de una fecha, etc.

Ante la ausencia del registro de dichos datos pluviométricos se pueden dar diferentes situaciones:

- Valor I_p : los datos con valor I_p son aquellos meses a los que AEMET les otorga un valor nulo al tratarse de precipitaciones inferiores a 0.1 mm.
- Verano: si no hay constancia de la existencia de un registro durante los meses de verano puede asumirse que el valor es 0 al tratarse de meses con baja incidencia en cuanto a precipitaciones se trata.
- Invierno: se obtiene un valor a partir de los datos registrados por estaciones cercanas a los cuales se les aplica una correlación lineal.

Tras depurar el listado de estaciones meteorológicas se observa la presencia de cinco pluviómetros en la cuenca y sus inmediaciones que podrían ser de interés:

- Estación San Roque (Central Eléctrica).
- Estación Jimena de la Frontera (Diego Duro).
- Estación Jimena de la Frontera (Segunda).
- Estación Castellar de la Frontera (Pueblo Nuevo).
- Estación San Roque (Cortijo Villanueva).

Para poder tener en cuenta una estación dentro de un estudio hidrológico se necesitan mínimo 10 años de registros de precipitaciones por lo que las dos primeras estaciones, estación San Roque (Central Eléctrica) y Jimena de la Frontera (Diego Duro), quedan descartadas al no alcanzar dicho mínimo.

Por otro lado, las estaciones Castellar de la Frontera (Pueblo Nuevo) y Jimena de la Frontera (Segunda) cuenta con registros desde el año 1990 hasta el 2017 mientras que en la estación San Roque (Cortijo Villanueva) el registro se interrumpe en el año 2002.

Así pues, se va a plantear el estudio de dos modelos en paralelo. El primero de ellos contará con las tres estaciones mencionadas en el párrafo anterior y se analizarán los datos registrados hasta el año 2002 y el segundo, abarcará hasta el año 2017 y contará con los datos de las estaciones de Castellar de la Frontera (Pueblo Nuevo) y Jimena de la Frontera (Segunda).

- Estudio de 1990 a 2002: Estaciones Castellar de la Fra. (Pueblo Nuevo), San Roque (Cortijo Villanueva) y Jimena de la Fra. (Segunda).
- Estudio de 1990 a 2017: Estaciones Castellar de la Fra. (Pueblo Nuevo) y Jimena de la Fra. (Segunda).



Figura 125. Ubicación de los pluviómetros.

Como se observa el pluviómetro de Jimena de la Frontera (Segunda) se encuentra ubicado al noreste de la cuenca y fuera de la delimitación de la misma, esto no impide que su área de influencia se corresponda con un 28 % del área total de la cuenca. Por otro lado, el pluviómetro de Castellar de la Frontera (Pueblo Nuevo) está situado de manera aproximada en el centro de la cuenca mientras que el pluviómetro de San Roque (Cortijo Villanueva) se sitúa en el sur de la cuenca teniendo un área de influencia del 51 % y 21 % respectivamente.

En el *Apartado A.1. Datos de Precipitación de las Estaciones Pluviométricas* del ANEXO A. *Cálculos del Estudio Pluviométrico* se encuentran todos los datos de precipitaciones registrados por las estaciones pluviométricas que van a ser empleadas para el estudio pluviométrico.

Volviendo a los dos modelos que se van a estudiar, aquel que consiga una mayor precipitación máxima diaria será el escogido para nuestro estudio al tratarse del caso más desfavorable.

Para ello, lo primero que se debe hacer es obtener para cada período de retorno y para cada modelo los valores de precipitación máxima diaria ($P_{\text{máx}}$) obtenidos mediante el MMLLP y el estudio estadístico.

El segundo paso será obtener el área de influencia de cada estación pluviométrica mediante la creación de los polígonos de Thiessen. Con el Método de los Polígonos de Thiessen se obtiene un valor medio de la precipitación máxima diaria para cada período de retorno, en el que se ha considerado la importancia o área de influencia de cada polígono asociado a cada estación.

Estos valores medios coinciden con los resultados finales del estudio pluviométrico de la cuenca del río Guadarranque.

De manera teórica, el procedimiento para la obtención de dichos polígonos sería el siguiente:

1. Se unen los pluviómetros adyacentes con líneas rectas.
2. Se trazan mediatrices a las líneas que unen los pluviómetros.
3. Se prolongan las mediatrices hasta el límite de la cuenca.
4. Se calcula el área formada por las mediatrices para cada pluviómetro

En la práctica, gracias al módulo *Create Thiessen Polygons* existente en *ArcMap* se generarán fácilmente los polígonos tras haber introducido los puntos correspondientes a la ubicación de las estaciones meteorológicas.

Una vez se tiene el área ocupada por cada polígono de Thiessen se obtiene una precipitación media asociada a cada período de retorno mediante la siguiente fórmula:

$$\bar{P} = \frac{\sum_i^j A_j P_j}{A}$$

Donde:

- A_j (m^2): área encerrada por el polígono de Thiessen del pluviómetro j.
- P_j (mm): precipitación asociada al pluviómetro j.
- A (m^2): área de la cuenca del río Guadarranque.

3.2. Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular

Como se menciona anteriormente uno de los métodos para el cálculo de la precipitación máxima diaria ($P_{m\acute{a}x.}$) es el uso del documento *Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular* publicado por la Dirección General de Carreteras, siendo el que se desarrolle a continuación en este subapartado.

Lo primero que se ha de obtener es el coeficiente de variación (C_v) y el valor medio (\underline{P}) de la máxima precipitación diaria anual para lo que se hará uso de los mapas de isolíneas disponibles en dicho documento (*Tabla 12*).

El coeficiente de variación expresa la variabilidad de las precipitaciones, tanto espacial como temporalmente y se encuentra estrechamente ligado a la dinámica atmosférica, el relieve y dependen del régimen pluviométrico anual.

Tabla 12 - Valores de C_v y \underline{P}

Pluviómetros	$C_v(-)$	$\underline{P}(\text{mm})$
Castellar de la Fra.	0.43	87
San Roque	0.41	85
Jimena de la Fra.	0.4	86

Partiendo del coeficiente de variación (C_v) y el periodo de retorno (T_r) se puede acceder a la *Tabla 7.1.* de *Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular* y a partir de ésta determinar el cuantil regional (Y_t). Cada estación pluviométrica viene referida a tres periodos de retorno de estudio por lo que se tendrán tres valores de Y_t por estación, los cuales se obtienen a partir de la correcta interpretación de la *Figura 16*.

C _v	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0.30	0.935	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	0.932	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	0.929	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	0.927	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.388	2.724
0.34	0.924	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	0.921	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	0.919	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	0.917	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953
0.38	0.914	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	2.617	3.014
0.39	0.912	1.243	1.484	1.808	2.083	2.357	2.663	3.067
0.40	0.909	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	2.708	3.128
0.41	0.906	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	2.754	3.189
0.42	0.904	1.259	1.514	1.884	2.174	2.480	2.800	3.250
0.43	0.901	1.263	1.534	1.900	2.205	2.510	2.846	3.311
0.44	0.898	1.270	1.541	1.915	2.220	2.556	2.892	3.372
0.45	0.896	1.274	1.549	1.945	2.251	2.586	2.937	3.433
0.46	0.894	1.278	1.564	1.961	2.281	2.632	2.983	3.494
0.47	0.892	1.286	1.579	1.991	2.312	2.663	3.044	3.555
0.48	0.890	1.289	1.595	2.007	2.342	2.708	3.098	3.616
0.49	0.887	1.293	1.603	2.022	2.373	2.739	3.128	3.677
0.50	0.885	1.297	1.610	2.052	2.403	2.785	3.189	3.738
0.51	0.883	1.301	1.625	2.068	2.434	2.815	3.220	3.799
0.52	0.881	1.308	1.640	2.098	2.464	2.861	3.281	3.860

Figura 16. Tabla para la determinación del cuantil regional (Y_t) (Fuente: Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular)

Una vez determinados tanto el valor medio de precipitación (P) como el cuantil regional (Y_t) se puede, finalmente, obtener los valores de precipitación máxima diaria (P_{máx}) asociados a cada período de retorno como se muestra en la Tabla 13.

$$P_{máx} = Y_t \cdot P$$

Tabla 13 - Valores de Y_t y P_{máx}.

	Período de retorno (años)					
	10		100		500	
Pluviómetros	Y _t (-)	P máx. (mm)	Y _t (-)	P máx. (mm)	Y _t (-)	P máx. (mm)
Castellar de la Fra.	1.543	134.24	2.510	218.37	3.311	288.06
San Roque	1.507	128.10	2.434	206.89	3.189	271.07
Jimena de la Fra.	1.492	128.31	2.403	206.66	3.128	269.01

3.3. Estudio Estadístico de las Precipitaciones

El objetivo de la estadística hidrológica es obtener información de los fenómenos hidrológicos pasados y hacer inferencias acerca de su comportamiento en el futuro.

El Estudio Estadístico de Precipitaciones se basa en el empleo de distintas distribuciones de probabilidad extremales para poder obtener de manera paralela al método descrito en el apartado anterior, los valores de precipitación máxima diaria ($P_{m\acute{a}x}$) asociada a cada uno de los periodos de retorno (T_r) que son sujeto de análisis en el estudio hidrológico de la cuenca del río Guadarranque.

Este procedimiento se debe emprender a partir de los datos pluviométricos registrados por las estaciones meteorológicas que tienen influencia dentro de la cuenca. Como resultará obvio, los datos a tener en cuenta se corresponderán con los valores máximos de precipitación diaria mensual asociados a cada año.

Existe un paso previo al cálculo de la precipitación máxima diaria ($P_{m\acute{a}x}$) conocido como Test de Bondad de Ajuste. Se trata de un modelo estadístico que mide la discrepancia entre los valores observados y los valores esperados en el modelo de estudio y que por tanto, nos ayudan a determinar si los datos son aptos para ser introducidos en las distintas distribuciones de probabilidad y usados en el modelo estadístico.

Tras esto, se procede al cálculo de los valores de precipitación máxima diaria ($P_{m\acute{a}x}$). Para ello, las distribuciones de probabilidad más habituales dentro de los estudios hidrológicos son las siguientes:

- Distribución Normal.
- Distribución de Gumbel.
- Distribución Log –Pearson Tipo III.
- Distribución SQRT –ET máx.

A partir de los valores máximos de precipitación diaria mensual asociados a cada año y habiendo superado el Test de Bondad se determinarán los parámetros estadísticos que son comunes a las distintas distribuciones de probabilidad y que son necesarios para el cálculo de la precipitación máxima diaria ($P_{m\acute{a}x}$). Dichos parámetros son los siguientes:

- X_{med} (mm): media de los valores máximos de precipitación diaria mensual de cada año.
- S (mm): desviación estándar de los valores máximos de precipitación diaria mensual de cada año.
- C_s (-): coeficiente de asimetría de los logaritmos de los valores máximos de precipitación diaria mensual de cada año. Dicho coeficiente solo se emplea en la distribución Log –Pearson Tipo III ya que en ésta se emplean los logaritmos de los valores máximos de precipitación diaria mensual asociados a cada año.
- CV (-): coeficiente de variación, obtenido como:

$$CV = \frac{S}{X_{med}}$$

Por último, se debe determinar la probabilidad de ocurrencia asociada a cada periodo de retorno (T_r) ya que también será empleada en alguna de las distribuciones de probabilidad. Las probabilidades se muestran en la *Tabla 14*.

$$Probabilidad = \frac{1}{T_r}$$

Tabla 14 - Probabilidad asociada a cada T_r

T_r (años)	Probabilidad
100	0.010
500	0.002
10	0.1

3.3.1. Distribución Normal (Gauss)

Para esta distribución de probabilidad, el primer paso consiste en determinar el factor de frecuencia (K_t), el cual coincide con el valor de z obtenido a partir de la siguiente expresión:

$$K_t = z = w - \frac{2.515517 + 0.802853 \cdot w + 0.010328 \cdot w^2}{1 + 1.432788 \cdot w + 0.1889269 \cdot w^2 + 0.001308 \cdot w^3}$$

Donde:

$$w = \left[\text{Ln} \left(\frac{1}{p^2} \right) \right]^{1/2}$$

A su vez, dentro de la expresión del factor de frecuencia aparece la probabilidad (p) de ocurrencia asociada a cada período de retorno y es importante tener en cuenta que si $p > 0.5$, se debe sustituir en la expresión de w el valor de p por $(1-p)$.

Una vez se tienen los valores de los factores de frecuencia (K_t) asociados a cada período de retorno se debe calcular el valor del evento extremo (X_t) que se corresponde con la precipitación máxima diaria ($P_{\text{máx.}}$) asociada también a cada uno de los períodos de retorno. La expresión a través de la cual se calcula el valor del evento extremo es la siguiente:

$$P_{\text{máx.}} = X_t = X_{\text{med}} + K_t \cdot S$$

3.3.2. Distribución de Gumbel

Para el cálculo de la precipitación máxima diaria ($P_{m\acute{a}x.}$) a partir de la distribución de Gumbel se empleará la siguiente expresión:

$$P_{m\acute{a}x} = -Ln\left(-Ln(F(x))\right) \cdot \alpha + u$$

Donde:

$$\cdot F(x) = 1 - \frac{1}{T_r}$$

A su vez la expresión cuenta con dos parámetros:

$$\alpha = \frac{s_x}{\sigma_y}$$

Donde:

- s_x (mm): desviación estándar de la muestra.
- σ_y (mm): desviación estándar de la variable reducida.

El segundo parámetro:

$$u = \bar{x} - \mu_y \cdot \alpha$$

Donde:

- \bar{x} (mm): media aritmética de la muestra.
- μ_y (mm) : media aritmética de la variable reducida.

3.3.3. Distribución Log –Pearson Tipo III

A diferencia del resto de distribuciones de probabilidad, la distribución de Log-Pearson tipo III utiliza los logaritmos de las precipitaciones diarias máximas mensuales de cada año que queda registrado en las distintas estaciones pluviométricas sujetas al estudio.

Se calcula el factor de frecuencia (K_t) a partir de la siguiente ecuación:

$$K_t = z + (z^2 - 1) \cdot k + \frac{1}{3} \cdot (z^3 - 6 \cdot z) \cdot k^2 - (z^2 - 1) \cdot k^3 + z \cdot k^4 + \frac{1}{3} \cdot k^5$$

Donde:

- $k = \frac{C_s}{6}$
- z: valor del factor de frecuencia (K_t) obtenido para la Distribución Normal.

Nuevamente, se calcula el valor de la precipitación máxima diaria ($P_{m\acute{a}x.}$) asociada a cada uno de los periodos de retorno a partir de la siguiente expresión:

$$P_{m\acute{a}x.} = X_t = 10^{(X_{med} + K_t \cdot S)}$$

3.3.4. Distribución SQRT - ETmáx.

Desde hace unos años esta distribución ha ido ganando popularidad siendo utilizada incluso en la publicación de la Dirección General de Carreteras en el ámbito de la España peninsular.

En la distribución SQRT-ETmáx. Se determina el valor de la precipitación máxima diaria ($P_{m\acute{a}x.}$) mediante un proceso iterativo.

$$F(x) = \exp[-K_t(1 + \sqrt{\alpha \cdot x}) \cdot \exp(-\sqrt{\alpha \cdot x})]$$

Donde:

- $F(x)$: probabilidad de que se presente un valor inferior a x.

Al igual que en la distribución Normal o de Log-Pearson se comienza con el cálculo del factor de frecuencia (K_t) a partir de la expresión:

$$K_t = \exp \left[\sum a_i \cdot \ln(CV)^i \right]$$

Donde:

- $a_i (-)$: parámetro obtenido a partir del valor del coeficiente de variación (CV).

A partir del factor de frecuencia (K_t) se calcula el parámetro de escala (α) mediante la expresión:

$$\alpha = \frac{K_t}{1 - e^{-k}} \cdot \frac{I_1}{2\bar{x}}$$

En el parámetro de escala se incluye a su vez otro parámetro cuya expresión es:

$$I_1 = \exp \left[\sum b_i \cdot \ln(K_t)^i \right]$$

Donde:

- $b_i (-)$: parámetro obtenido a partir del valor del coeficiente de variación (CV).

Tras todos estos cálculos se puede proceder a la obtención de la precipitación máxima diaria ($P_{\text{máx.}}$) a partir del valor extremo (x). A través del proceso iterativo se hace coincidir la expresión anterior de $F(x)$ con $1-P$, siendo P la probabilidad asociada a cada uno de los períodos de retorno.

Para la obtención de los coeficientes (a_i) y (b_i) se recurre a la *Tabla 15* y *Tabla 16*.

Tabla 15 - Coeficiente a_i para la distribución SQRT - ETmáx.

$a_i \backslash CV$	0.19 a 0.30	0.30 a 0.70	0.70 a 0.99
a0	-1765.86	1.801513	1.318615
a1	-7240.6	2.473761	-3.16463
a2	-11785.6	23.5562	-1.59552
a3	-9538	49.95727	-6.26911
a4	-3834.3	59.77564	-11.3177
a5	-612.68	35.69588	-22.6976
a6	0	8.505713	-22.0663

Tabla 16 - Coeficiente b_i para la distribución SQRT - ETmáx.

$b_i \backslash CV$	0.19 a 0.30	0.30 a 0.70	0.70 a 0.99
b0	-0.93151	2.342697	2.307319
b1	2.156709	-0.14978	-0.13667
b2	-0.77977	-0.09931	-0.07504
b3	0.112962	0.003444	-0.01346
b4	-0.00934	0.001014	0.003228
b5	0.000412	-0.00014	0.000521
b6	-0.0000075	0.00000549	-0.00014

Todos los cálculos que han sido necesarios para el estudio estadístico de las precipitaciones se encuentran en el *Apartado A.3. Estudio Estadístico del ANEXO A. Cálculos del Estudio Pluviométrico*

3.4. Test de Bondad de Ajuste

Como se menciona en el apartado 3.3. *Estudio Estadístico de Precipitaciones*, los Test de Bondad de Ajuste son modelos estadísticos que miden la discrepancia entre los valores observados y los valores esperados en el modelo de estudio y que por tanto, nos ayudan a determinar si los datos pluviométricos son aptos para ser introducidos en las distintas distribuciones de probabilidad y usados en el modelo estadístico.

De no cumplir con lo establecido por el Test de Bondad se deberán desechar los resultados obtenidos para la distribución de probabilidad en cuestión y no podrá ser tenida en cuenta en el estudio pluviométrico asociado a la cuenca del río Guadarranque.

Puede darse el caso de que los datos recogidos por las estaciones pluviométricas se ajusten bien para algunas distribuciones y para otras no. También podría ocurrir que todas las distribuciones sean consideradas válidas o que sean rechazadas en su totalidad, siendo para este último caso apropiado el cálculo de la precipitación máxima diaria exclusivamente ($P_{m\acute{a}x.}$) a través del documento *Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular*.

Dentro de la hidrología son muy frecuentes dos Test de Bondad de Ajuste en particular:

- Test de Bondad de Chi –Cuadrado.
- Test de Bondad de Kolmogorov –Smirnov.

En el siguiente subapartado se llevará a cabo una descripción del Test de Bondad de Kolmogorov-Smirnov que será el empleado en este estudio.

3.4.1. Test de Bondad de Kolmogorov-Smirnov

La ventaja del Test de Bondad de Kolmogorov-Smirnov frente al de Chi-Cuadrado y que provoca su empleo en este estudio reside en el hecho de no necesitar que los datos se encuentren agrupados en intervalos y poder trabajar con la totalidad de los datos pluviométricos disponibles. El Test de Bondad de Kolmogorov solo será aplicable cuando la muestra sea pequeña como sucede para este estudio pluviométrico.

La condición que debe cumplirse para que una distribución de probabilidad sea aceptada por el Test de Bondad de Kolmogorov es la siguiente:

$$D < D_{\alpha}$$

Donde:

- D (-): parámetro estadístico asociado a cada distribución de probabilidad.
- D_{α} (-): parámetro estadístico límite para la aceptación del Test de Bondad.

Los valores máximos de precipitación diaria mensual registrados para cada año (x_i) deben ser ordenados de mayor a menor para establecer una posición (i) para cada valor. Esto permite el cálculo del parámetro estadístico asociado a cada distribución de probabilidad (D) a partir de la siguiente expresión:

$$D = \text{máx}(|F_s(x_i) - F_x(x_i)|)$$

Donde:

- $F_s(x_i)$: probabilidad acumulada asociada a la precipitación con posición (i).

$$F_s = 1 - \frac{i}{n}$$

- $F_x(x_i)$: probabilidad acumulada asociada a la distribución de probabilidad correspondiente para la precipitación con posición (i).

El cálculo de $F_x(x_i)$ para cada distribución de probabilidad será diferente:

1. Distribución Normal

En primer lugar, es necesario calcular el factor de frecuencia (K_t) asociado a cada uno de los valores máximos de precipitación diaria mensual registrados para cada año (x_i), a partir de la expresión:

$$K_t = z = w - \frac{2.515517 + 0.802853 \cdot w + 0.010328 \cdot w^2}{1 + 1.432788 \cdot w + 0.1889269 \cdot w^2 + 0.001308 \cdot w^3}$$

Los parámetros que contiene la expresión que permite el cálculo del factor de frecuencia fueron explicados en el apartado 3.3.1. *Distribución Normal*.

Este factor de frecuencia (K_t) será el parámetro de entrada a la tabla de probabilidad acumulada para la distribución Normal a partir de la cual se puede determinar el valor de $F(x_i)$ (*Figura 18*).

z_0	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	z_0
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359	0,0
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753	0,1
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141	0,2
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517	0,3
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879	0,4
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224	0,5
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549	0,6
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852	0,7
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133	0,8
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389	0,9
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621	1,0
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830	1,1
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015	1,2
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177	1,3
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319	1,4
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441	1,5
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545	1,6
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633	1,7
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706	1,8
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767	1,9
2,0	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817	2,0
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857	2,1
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890	2,2
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916	2,3
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936	2,4
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952	2,5
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964	2,6
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974	2,7
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981	2,8
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986	2,9
3,0	0,9986	0,9986	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9989	0,9990	3,0
3,1	0,9990	0,9990	0,9991	0,9991	0,9991	0,9991	0,9992	0,9992	0,9992	0,9992	3,1
3,2	0,9993	0,9993	0,9993	0,9993	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9995	3,2
3,3	0,9995	0,9995	0,9995	0,9995	0,9995	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	3,3
3,4	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	3,4
3,5	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	3,5
3,6	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	3,6
3,7	0,9998	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	3,7
3,8	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	3,8
3,9	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	3,9

Figura 17. Tabla de probabilidad acumulada para la distribución Normal

2. Distribución de Gumbel

Para la obtención de (x_i) se deben calcular los coeficientes α y u a partir de las expresiones que fueron descritas en el apartado 3.3.2. *Distribución de Gumbel*.

$$\alpha = \frac{S_x}{\sigma_y}$$

$$u = \bar{x} - \mu_y \cdot \alpha$$

La expresión que permite el cálculo de probabilidad acumulada asociada a la distribución de probabilidad correspondiente para la precipitación (x_i) es la siguiente:

$$F(x_i) = \exp\left(-\exp\left(-\frac{x_i - u}{\alpha}\right)\right)$$

3. Distribución Log-Pearson Tipo III

Se determinan los siguientes parámetros que serán necesarios para el cálculo del factor de frecuencia (K_i)

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

$$\lambda = \frac{S}{\sqrt{\beta}}$$

$$\Phi_i = \frac{X_i - X_{med}}{\lambda} + \beta$$

Con estos parámetros obtenidos se procede al cálculo del factor de frecuencia a partir de la siguiente expresión:

$$K_t = \sqrt{4 \cdot \Phi_i - \sqrt{2 \cdot V - 1}}$$

Donde:

$$V = 2 \cdot \beta$$

De manera análoga se calculará $F(x_i)$ a partir de la misma tabla utilizada en la Distribución Normal.

4. Distribución SQRT-ETmáx.

Se calcula la probabilidad acumulada asociada a la distribución de probabilidad correspondiente para la precipitación (x_i) a partir de la siguiente expresión:

$$F(x_i) = e^{-K_t \cdot (1 + \sqrt{\alpha x_i}) \cdot e^{-\sqrt{\alpha x_i}}}$$

El factor de frecuencia (K_t) y el coeficiente α se calculan a partir de las mismas expresiones empleadas en el apartado 3.3.4. *Distribución SQRT-ETmáx.*

Una vez calculados los parámetros estadísticos (D) asociados a cada una de las distribuciones de probabilidad se procede al cálculo del parámetro estadístico límite (D_α) a partir del cual se podrá llevar a cabo la comparación anteriormente mencionada y contemplar la aceptación o no de las diferentes distribuciones de probabilidad.

$$D < D_\alpha$$

El valor del parámetro estadístico límite (D_α) se obtiene a partir de la *Tabla 17* donde los parámetros de entrada coinciden con el número total de datos considerados (n) y con el límite de confianza (α) que se desee establecer. Es habitual escoger un (α) = 0.05, lo que se puede entender también como un nivel de confianza $F(\alpha) = 0.95$.

Tabla 17 - Límite de confianza (α)

n	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$
5	0.51	0.56	0.67
10	0.37	0.41	0.49
15	0.30	0.34	0.40
20	0.26	0.29	0.35
25	0.24	0.26	0.32
30	0.22	0.24	0.29
40	0.19	0.21	0.25
>40	$1.22/\sqrt{n}$	$1.36/\sqrt{n}$	$1.63/\sqrt{n}$

3.4.2. Resultados Test de Bondad de Kolmogorov-Smirnov

Se van a analizar los resultados obtenidos para el Test de Bondad de Kolmogorov-Smirnov para los dos modelos que se están estudiando y que como se había mencionado con anterioridad son los siguientes:

- Estudio de 1990 a 2002: Estaciones Castellar de la Fra. (Pueblo Nuevo), San Roque (Cortijo Villanueva) y Jimena de la Fra. (Segunda).
- Estudio de 1990 a 2017: Estaciones Castellar de la Fra. (Pueblo Nuevo) y Jimena de la Fra. (Segunda).

En el primer modelo, al tratarse de una muestra con un registro de 13 años se llevará a cabo una interpolación entre los valores del parámetro estadístico límite para $n = 10$ y $n=15$, obteniendo un valor de (D_α) = 0.37

Las tablas siguientes (*Tablas 18-20*) muestran los resultados obtenidos del Test de Bondad de Kolmogorov para el primer modelo y si éstos son válidos o no.

Tabla 18 - Resultados Test de Bondad de Kolmogorov (Castellar de la Frontera)

Castellar de la Frontera (Pueblo Nuevo)			
Distribución	D	D_α	Resultado
Normal	0.198	0.37	✓
Gumbel	0.162	0.37	✓
Log-Pearson Tipo III	0.118	0.37	✓
SQRT-ET _{máx.}	0.095	0.37	✓

Tabla 19 - Resultados Test de Bondad de Kolmogorov (San Roque)

San Roque (Cortijo Villanueva)			
Distribución	D	D_α	Resultado
Normal	0.534	0.37	✗
Gumbel	0.543	0.37	✗
Log-Pearson Tipo III	0.595	0.37	✗
SQRT-ET _{máx.}	0.637	0.37	✗

Tabla 20 - Resultados Test de Bondad de Kolmogorov (Jimena de la Frontera)

Jimena de la Frontera (Segunda)			
Distribución	D	D_α	Resultado
Normal	0.133	0.37	✓
Gumbel	0.136	0.37	✓
Log-Pearson Tipo III	0.172	0.37	✓
SQRT-ET _{máx.}	0.214	0.37	✓

Como se puede observar para las estaciones pluviométricas de Castellar y Jimena de la Frontera, todas las distribuciones se consideran fiables y por tanto son aceptadas. No ocurre lo mismo con la estación de San Roque donde todas las distribuciones de probabilidad son rechazadas y por tanto, las precipitaciones máximas diarias coincidirán con las obtenidas mediante el documento *Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular* publicado por la Dirección General de Carreteras.

En cuanto al segundo modelo, al contar con un registro de 27 años, nuevamente hay que interpolar para poder obtener el valor del parámetro estadístico límite (D_α) que queda establecido en 0.25

Las tablas siguientes (*Tablas 21-22*) muestran los resultados obtenidos del Test de Bondad de Kolmogorov para el segundo modelo y si éstos son válidos o no.

Tabla 21 - Resultados Test de Bondad de Kolmogorov (Castellar de la Frontera)

Castellar de la Frontera (Pueblo Nuevo)			
Distribución	D	D_α	Resultado
Normal	0.117	0.25	✓
Gumbel	0.107	0.25	✓
Log-Pearson Tipo III	0.086	0.25	✓
SQRT-ET _{máx.}	0.091	0.25	✓

Tabla 22 - Resultados Test de Bondad de Kolmogorov (Jimena de la Frontera)

Jimena de la Frontera (Segunda)			
Distribución	D	D_α	Resultado
Normal	0.172	0.25	✓
Gumbel	0.115	0.25	✓
Log-Pearson Tipo III	0.110	0.25	✓
SQRT-ET _{máx.}	0.121	0.25	✓

En este caso, todas las distribuciones de probabilidad son aceptadas. Todos los cálculos que han sido necesarios para la validación de las distribuciones de probabilidad a través del Test de Bondad de Kolmogorov se encuentran en el *Apartado A.2. Test de Bondad de Kolmogorov-Smirnov del ANEXO A. Cálculos del Estudio Pluviométrico*

3.5. Resultados del Estudio Pluviométrico Estadístico

Tras comprobar que los datos recogidos por las estaciones meteorológicas son válidos para todas las distribuciones de probabilidad se lleva a cabo el cálculo de la precipitación máxima diaria ($P_{máx.}$) asociada a cada periodo de retorno y para los dos modelos que se están analizando.

Como queda descrito en el apartado 3.3. *Estudio Estadístico de Precipitaciones*, el procedimiento para el cálculo de la precipitación máxima diaria ($P_{máx.}$) se obtendrá a partir de distintas expresiones en función de la distribución de probabilidad que se esté empleando.

Por tanto, en las tablas siguientes (*Tablas 23-26*) se muestran los valores de precipitación máxima diaria obtenidos a partir de cada una de las distribuciones de probabilidad que se han estudiado. Estos valores se obtendrán para los pluviómetros participantes en cada uno de los modelos, a partir de los registros de precipitaciones de los mismos, sin olvidar los correspondientes períodos de retorno.

Tabla 23 - Resultados Distribución Normal Estudio Pluviométrico

Distribución Normal						
Pluviómetros\T _r (años)	Modelo 1			Modelo 2		
	10	100	500	10	100	500
Castellar de la Fra.	168.36	223.47	252.58	164.62	213.93	239.97
San Roque	102.55	125.50	137.62	-	-	-
Jimena de la Fra.	142.60	181.48	202.02	131.45	166.54	185.08

Tabla 24 - Resultados Distribución de Gumbel Estudio Pluviométrico

Distribución de Gumbel						
Pluviómetros\T _r (años)	Modelo 1			Modelo 2		
	10	100	500	10	100	500
Castellar de la Fra.	189.37	308.79	390.79	176.40	275.28	343.18
San Roque	111.30	161.03	195.18	-	-	-
Jimena de la Fra.	157.42	241.68	299.54	139.83	210.21	258.53

Tabla 25 - Resultados Distribución Log-Pearson Tipo III Estudio Pluviométrico

Distribución Log-Pearson Tipo III						
Pluviómetros\T _r (años)	Modelo 1			Modelo 2		
	10	100	500	10	100	500
Castellar de la Fra.	166.89	321.77	477.80	166.34	276.47	367.00
San roque	103.77	145.61	175.95	-	-	-
Jimena de la Fra.	147.98	224.84	280.10	133.66	210.21	271.82

 Tabla 26 - Resultados Distribución SQRT-ET_{máx.} Estudio Pluviométrico

Distribución SQRT-ET _{máx.}						
Pluviómetros\T _r (años)	Modelo 1			Modelo 2		
	10	100	500	10	100	500
Castellar de la Fra.	164.72	285.12	370.89	161.96	268.40	348.22
San Roque	99.16	147.45	188.88	-	-	-
Jimena de la Fra.	140.06	221.21	284.65	128.89	201.68	275.82

Se van a representar gráficamente (*Figuras 18-19*) los datos de precipitación máxima diaria ($P_{m\acute{a}x.}$) recogidos en las tablas anterior para que se pueda apreciar de forma visual y con mayor facilidad las distintas variaciones en función de la distribución de probabilidad y del período de retorno en cuestión.

Se genera un gráfico para cada modelo en el que aparecen los valores de $P_{m\acute{a}x.}$ para cada una de las distribuciones de probabilidad y agrupadas según el período de retorno correspondiente y en sentido ascendente de izquierda a derecha siendo 10, 100 y 500 años los valores correspondientes para dichos períodos.

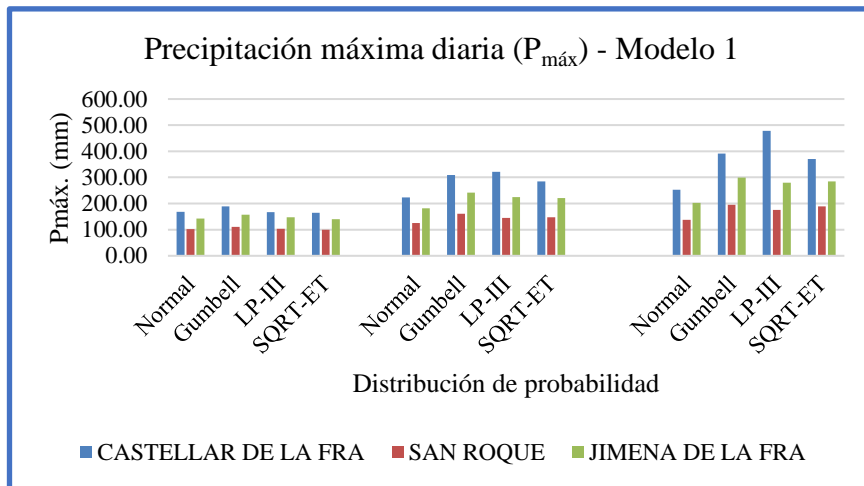


Figura 18. Valores de $P_{m\acute{a}x}$ para el modelo 1

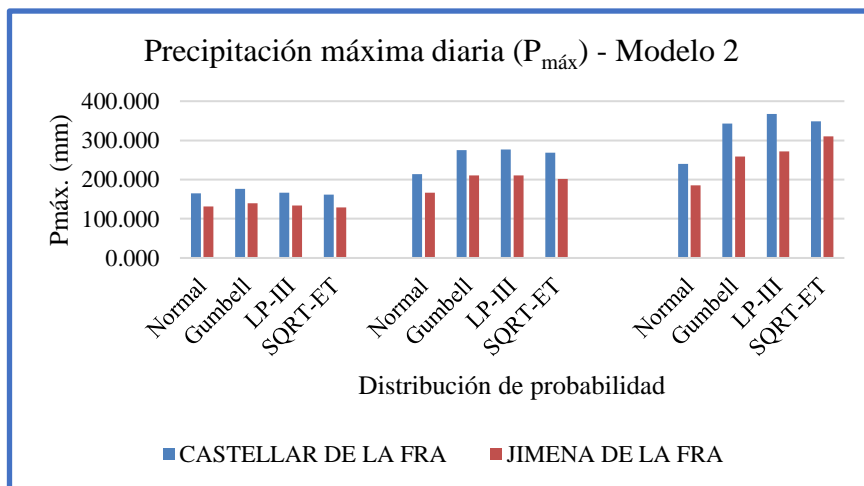


Figura 19. Valores de $P_{m\acute{a}x}$ para el modelo 2

Lo más evidente que se observa es un incremento del valor de las precipitaciones máximas diarias conforme aumenta el período de retorno. Y además, cada distribución de probabilidad simula con valores muy similares los valores de precipitación máxima diaria correspondientes a cada estación pluviométrica.

A continuación, el procedimiento a seguir debería centrarse en la elección del valor de precipitación máxima diaria ($P_{m\acute{a}x.}$) para cada estación pluviométrica y, a su vez, para cada período de retorno contemplado.

La tendencia será pensar que se debe escoger la distribución de probabilidad que nos proporcione el valor de precipitación máxima más elevado pero no tiene por qué coincidir con el valor final escogido. Se debe realizar un análisis pormenorizado de las distribuciones de probabilidad para poder acordar qué distribuciones ofrecen unos resultados más fiables.

Por norma general, la distribución de Gumbel suele ser la que mejor se ajusta y por tanto, la que ofrece unos resultados más fiables. Por otro lado, la distribución Normal funciona muy bien para períodos de retorno pequeños mientras que en distribuciones como la de Log-Pearson Tipo III o SQRT-ET_{máx.} suelen contar con una menor precisión para los valores extremales.

El Test de Bondad de Kolmogorov-Smirnov realizado con anterioridad permite identificar aquellas distribuciones de probabilidad que se ajustan mejor a los datos de precipitación de partida y por tanto, más fiables. Para ello, hay que fijarse en los valores obtenidos para cada distribución del parámetro estadístico (D) siendo los menores aquellos que representen a las distribuciones estadísticas que mejor se ajustan.

La *Tabla 27* muestra los valores obtenidos para la estación de Castellar de la Frontera (Pueblo Nuevo) del parámetro estadístico (D) según la distribución de probabilidad y según el modelo de estudio.

Tabla 27 - Valores parámetro estadístico (D) para Castellar de la Frontera

Castellar de la Frontera (Pueblo Nuevo)		
Distribución	D _{modelo1}	D _{modelo2}
Normal	0.198	0.117
Gumbel	0.162	0.107
Log-Pearson Tipo III	0.095	0.086
SQRT-ET _{máx.}	0.118	0.091

La *Tabla 28* muestra que distribuciones se ajustan mejor según el modelo y el período de retorno (T_r) en cuestión.

Tabla 28 - Distribuciones que mejor se ajustan según el modelo y T_r (Castellar de la Frontera)

Castellar de la Frontera (Pueblo Nuevo)			
Modelo\ $P_{m\acute{a}x.}$	$T_r = 10$ años	$T_r = 100$ años	$T_r = 500$ años
Modelo 1	Gumbel	Log-Pearson Tipo III	Log-Pearson Tipo III
Modelo 2	Gumbel	Log-Pearson Tipo III	Log-Pearson Tipo III

Para ambos modelos se obtiene que la distribución de Log-Pearson Tipo III es la que mejor se ajusta a los datos pluviométricos ofrecidos lo que coincide con el hecho de que para los períodos de retorno de 100 y 500 años se obtienen las precipitaciones máximas diarias a partir de dicha distribución.

Sin embargo, para el período de retorno de 10 años, será la distribución de Gumbel la que ofrezca el valor más elevado de precipitación. A pesar de no ofrecer el menor valor del parámetro estadístico (D) se va a considerar válido el aceptar la distribución de Gumbel como aquella que nos proporcione el valor de precipitación máxima diaria ya que como se ha mencionado con anterioridad es una de las distribuciones más fiables.

Además, este hecho se ratifica mediante la representación de $F_s(x_i)$ frente a $F_x(x_i)$ en las Figuras 30-31. Esto permite ver qué nube de puntos se ajusta mejor a la recta que representa la tendencia lineal respecto a cada distribución de probabilidad y valorar si una (D) mayor que otra puede ser igualmente válida aunque a priori no sea aceptable.

Para ambos modelos, tanto la distribución de Gumbel como la de Log-Pearson tipo III son las que mejor se ajustan y por tanto, podrán usarse los datos de precipitación máxima diaria ($P_{\text{máx}}$) ofrecidos para el período de retorno de 10 años por la distribución de Gumbel.

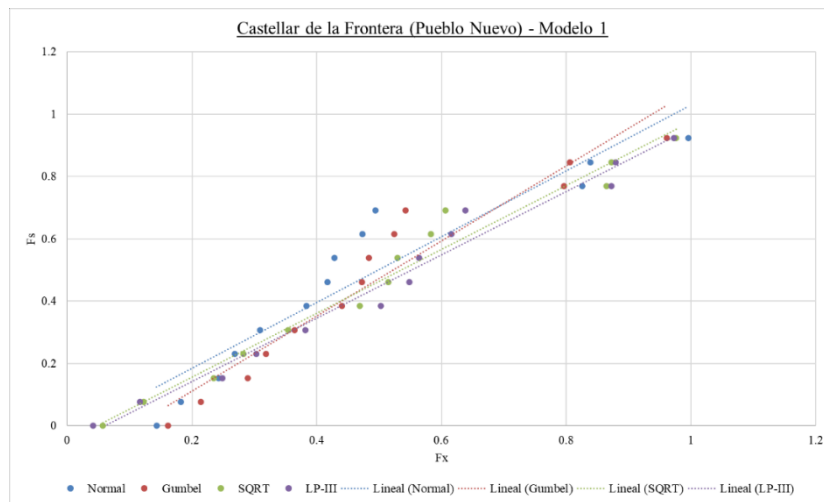


Figura 20. Tendencia lineal distribuciones de probabilidad (Modelo 1 -Castellar de la Frontera)

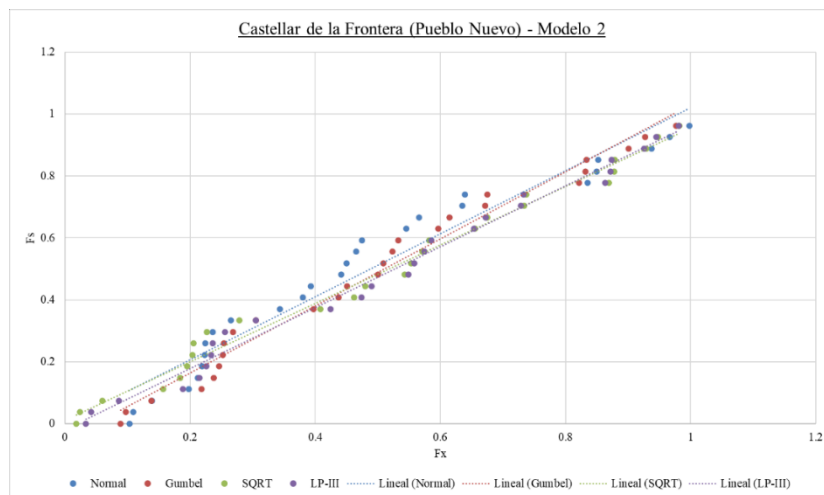


Figura 30. Tendencia lineal distribuciones de probabilidad (Modelo 2 -Castellar de la Frontera)

De manera análoga, se van a obtener los resultados (*Tablas 29-30*) del parámetro estadístico (D) así como las distribuciones que mejor se ajustan según el modelo y el período de retorno (T_r) para la estación de Jimena de la Frontera (Segunda).

Tabla 29 - Valores parámetro estadístico (D) para Jimena de la Frontera

Jimena de la Frontera (Segunda)		
Distribución	D _{modelo1}	D _{modelo2}
Normal	0.133	0.173
Gumbel	0.136	0.115
Log-Pearson Tipo III	0.214	0.110
SQRT-ET _{máx.}	0.172	0.121

Tabla 30 - Distribuciones que mejor se ajustan a priori según el modelo y T_r (Jimena de la Frontera)

Jimena de la Frontera (Segunda)			
Modelo \ P _{máx.}	$T_r = 10$ años	$T_r = 100$ años	$T_r = 500$ años
Modelo 1	Gumbel	Gumbel	Gumbel
Modelo 2	Gumbel	Gumbel	SQRT-ET_{máx.}

Exceptuando el segundo modelo donde la distribución de SQRT-ET_{máx.} es la que proporciona el valor de P_{máx.} para el período de retorno de 500 años, en el resto de situaciones será la distribución de Gumbel la que esté asociada a los valores de precipitación máxima diaria (P_{máx.})

Esto no coincide con la primera hipótesis obtenida a partir de los valores del parámetro estadístico (D) donde se asume que para el primer modelo, la distribución Normal es la más fiable mientras que para el segundo, la distribución de Log-Pearson Tipo III es la escogida.

Nuevamente, en la representación de $F_s(x_i)$ frente a $F_x(x_i)$ (*Figuras 31-32*) se observa como la distribución de Gumbel es la que mejor se ajusta a la recta de tendencia lineal por lo que se admitirán como válidos los valores de precipitación máxima diaria (P_{máx.}) ofrecidos por dicha distribución.

Respecto al valor de P_{máx} para el segundo modelo y un período de retorno de 500 años, se sustituirá el valor ofrecido por la distribución SQRT-ET_{máx} por el obtenido a partir de la distribución de Log-Pearson Tipo III (*Tabla 31*) que como se observa es la distribución para la cual se obtiene el menor valor del parámetro estadístico (D) además de ajustarse bien a la recta de tendencia lineal.

Tabla 31 - Distribuciones que mejor se ajustan según el modelo y T_r (Jimena de la Frontera)

Jimena de la Frontera (Segunda)			
Modelo \ $P_{máx.}$	$T_r = 10$ años	$T_r = 100$ años	$T_r = 500$ años
Modelo 1	Gumbel	Gumbel	Gumbel
Modelo 2	Gumbel	Gumbel	Log-Pearson Tipo III

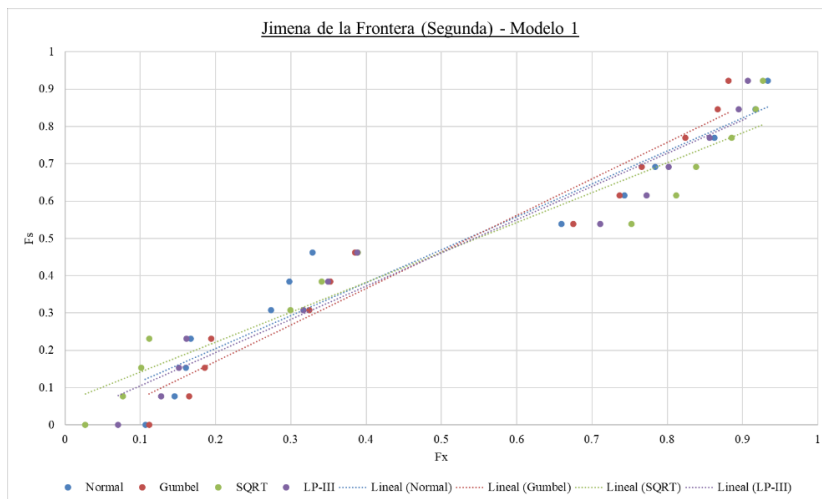


Figura 22. Tendencia lineal distribuciones de probabilidad (Modelo 1 - Jimena de la Frontera)

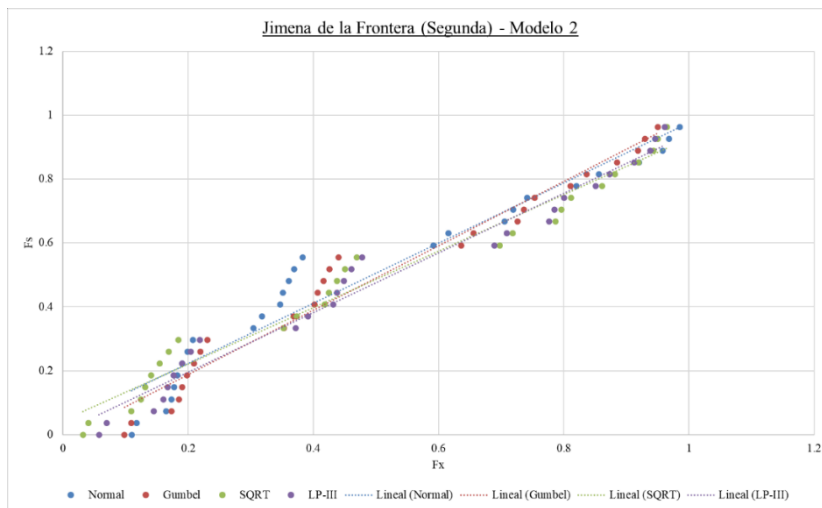


Figura 23. Tendencia lineal distribuciones de probabilidad (Modelo 2 - Jimena de la Frontera)

Este procedimiento en el que se ha comprobado el ajuste de las distribuciones estadísticas a los datos registrados por los pluviómetros no se llevará a cabo para la estación pluviométrica de San Roque, ya que como queda demostrado en el apartado 3.4.2. *Resultados Test de Bondad de Kolmogorov-Smirnov* queda descartada su participación dentro del estudio estadístico de las precipitaciones.

3.6. Precipitaciones Máximas Diarias

Los resultados obtenidos en el estudio estadístico serán comparados con los obtenidos a partir del documento *Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular* publicado por la Dirección General de Carreteras escogiendo aquel método que nos proporcione el valor más elevado para la precipitación máxima diaria ($P_{m\acute{a}x}$).

Además, este apartado se dividirá en dos subapartados. En el primero de ellos se compararán los dos modelos analizados durante todo el estudio pluviométrico y se escogerá aquel que proporcione unos valores más elevados de $P_{m\acute{a}x}$. En el segundo subapartado, una vez elegido el modelo, se aplicarán las áreas de influencia obtenidas a partir del Método de los Polígonos de Thiessen para así obtener una precipitación máxima diaria promedio para cada período de retorno y que serán las que se empleen en lo sucesivo.

3.6.1. Comparación de Modelos

En el primer modelo (*Tabla 32*), las estaciones pluviométricas de Castellar y Jimena de la Frontera obtienen resultados sustancialmente superiores a partir del Estudio Estadístico de Precipitaciones por lo que quedarán descartados los valores asociados al documento *Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular*.

Por el contrario, la estación de San Roque obtendrá los valores de precipitación máxima diaria ($P_{m\acute{a}x}$) para cada período de retorno a partir del documento mencionado con anterioridad. Esto se debe, como queda recogido en el subapartado 3.4.2. *Resultados Test de Bondad de Kolmogorov-Smirnov*, donde todas las distribuciones de probabilidad son descartadas al no cumplir con la condición:

$$D < D_{\alpha}$$

Tabla 32 - Valores de $P_{m\acute{a}x}$ - Modelo 1

Modelo 1				
T_r (años)	$P_{m\acute{a}x}$ (mm)\Pluviómetros	Castellar de la Fra.	San Roque	Jimena de la Fra.
10	Estudio Estadístico	189.37	-	157.42
	MMLLP	131.29	131.29	131.29
	$P_{m\acute{a}x}$ (mm)	189.37	131.29	157.42
100	Estudio Estadístico	321.77	-	241.68
	MMLLP	212.67	212.67	212.67
	$P_{m\acute{a}x}$ (mm)	321.77	212.67	241.68
500	Estudio Estadístico	477.80	-	299.54
	MMLLP	279.14	279.14	279.14
	$P_{m\acute{a}x}$ (mm)	477.80	279.14	299.54

Para el segundo modelo (*Tabla 33*) la mayoría de los valores de precipitación máxima diaria ($P_{m\acute{a}x.}$) quedan determinados a partir de las distribuciones de probabilidad que forman parte del Estudio Estadístico de precipitaciones, en particular de las distribuciones de Gumbel y Log-Pearson Tipo III.

Se dan dos excepciones donde los valores máximos se obtienen a partir del documento *Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular*. Ambos se dan para la estación pluviométrica de Jimena de la Frontera siendo los períodos de retorno contemplados los correspondientes a 100 y 500 años.

Tabla 33 - Valores de $P_{m\acute{a}x.}$ - Modelo 2

Modelo 2			
T_r (años)	$P_{m\acute{a}x}$ (mm)	Pluviómetros	
		Castellar de la Fra.	Jimena de la Fra.
10	Estudio Estadístico	176.40	139.83
	MMLLP	132.01	132.01
	$P_{m\acute{a}x}$ (mm)	176.40	139.83
100	Estudio Estadístico	276.47	210.21
	MMLLP	215.08	215.08
	$P_{m\acute{a}x}$ (mm)	276.47	215.08
500	Estudio Estadístico	367.00	271.82
	MMLLP	282.71	282.71
	$P_{m\acute{a}x}$ (mm)	367.00	282.71

Finalmente, se deben comparar los resultados obtenidos para ambos modelos. Durante la continuación del estudio hidrológico de la cuenca del río Guadarranque se tomarán los datos de precipitación máxima diaria ($P_{m\acute{a}x.}$) relativos al primer modelo. Éste proporciona unos valores más elevados lo que coincide con la búsqueda de la situación más desfavorable.

El segundo modelo cuenta únicamente con las estaciones de Castellar y Jimena de la Frontera pero el registro de años es superior al tener datos desde 1990 hasta 2017. El hecho de que con estos datos se obtengan valores menores implica un descenso en las precipitaciones en la última década.

3.6.2. Método de los Polígonos de Thiessen

El modelo escogido cuenta con la información de los pluviómetros Castellar de la Frontera (Pueblo Nuevo), San Roque (Cortijo Villanueva) y Jimena de la Frontera (Segunda). El registro de estos pluviómetros abarca desde el año 1990 hasta el 2002.

Como se observa en la *Tabla 34* cada estación pluviométrica tendrá mayor o menor influencia dentro de la cuenca del río Guadarranque lo que se determina a partir de la creación de los polígonos de Thiessen.

Tabla 34 - Áreas de influencia de los pluviómetros

Pluviómetros	Área influencia (m ²)	% Área
Castellar de la Frontera	137530263.6	0.51
San Roque	56718353.59	0.21
Jimena de la Fra	75861820.29	0.28

La Figura 33 muestra como queda la cuenca tras ser dividida según los polígonos de Thiessen que representan la influencia de cada estación pluviométrica dentro de la misma.

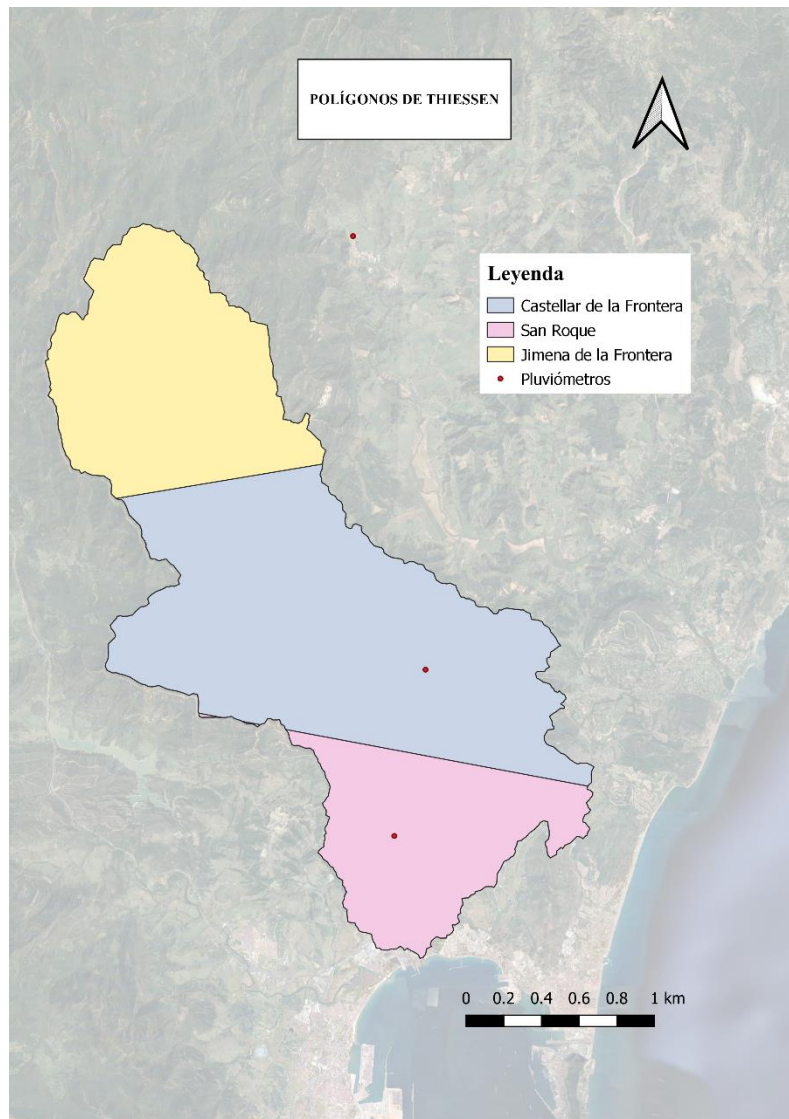


Figura 24. Polígonos de Thiessen de la cuenca del río Guadarranque

Se calcula el valor medio de la precipitación máxima diaria ($P_{\text{máx}}$) para cada período de retorno, en el que se ha considerado la importancia o área de influencia de cada polígono asociado a cada estación como se muestra en la *Tabla 35*.

Estos valores medios coinciden con los resultados finales del estudio pluviométrico de la cuenca del río Guadarranque.

Tabla 35 - Valores finales de $P_{\text{máx}}$ para cada Tr (años)

Modelo 1	Período de retorno (años)					
	10		100		500	
Pluviómetros	$P_{\text{máx}}$	$P_{\text{máx-med}}$	$P_{\text{máx}}$	$P_{\text{máx-med}}$	$P_{\text{máx}}$	$P_{\text{máx-med}}$
Castellar de la Frontera	189.37		321.769		477.80	
San Roque	131.29	168.20	212.670	276.37	279.139	386.02
Jimena de la Frontera	157.42		241.684		299.54	

3.6.3. Precipitaciones Máximas Diarias en las Subcuencas

Se calcula el valor medio de la precipitación máxima diaria ($P_{\text{máx}}$) para cada período de retorno, en el que se ha considerado área de influencia de cada pluviómetro dentro de cada subcuenca.

Los valores de precipitación máxima diaria ($P_{\text{máx}}$) asociada a cada subcuenca (*Tabla 36*) se emplearán, como se ve en los siguientes capítulos, para el cálculo de las diferentes lluvias de proyecto asociadas a cada subcuenca y referida a cada uno de los períodos de retorno de estudio (10, 100 y 500 años). A partir de la lluvia de proyecto se obtiene la respuesta hidrológica de la cuenca ante un episodio de lluvias.

Tabla 36 - $P_{\text{máx}}$ asociada a cada subcuenca para cada Tr (años)

Subcuencas	Pluviómetros			Período de retorno (años)		
	Castellar de la Fra.	San Roque	Jimena de la Fra.	10	100	500
	Áreas (%)			$P_{\text{máx}}$ (mm)		
Subcuenca 1	0.00	0.00	100.00	157.42	241.68	299.54
Subcuenca 2	0.00	0.00	100.00	157.42	241.68	299.54
Subcuenca 3	100.00	0.00	0.00	189.37	321.77	477.80
Subcuenca 4	99.55	0.45	0.00	189.11	321.28	476.91
Subcuenca 5	100.00	0.00	0.00	189.37	321.77	477.80
Subcuenca 6	68.51	31.49	0.00	171.08	287.42	415.25
Subcuenca 7	58.17	41.83	0.00	165.07	276.13	394.70
Subcuenca 8	13.18	86.82	0.00	138.94	227.05	305.32
Subcuenca 9	100.00	0.00	0.00	189.37	321.77	477.80
Subcuenca 10	32.14	0.00	67.86	167.69	267.43	356.84
Subcuenca 11	0.00	100.00	0.00	131.29	212.67	279.14
Subcuenca 12	100.00	0.00	0.00	189.37	321.77	477.80
Subcuenca 13	55.36	44.64	0.00	163.44	273.07	389.12
Subcuenca 14	0.00	100.00	0.00	131.29	212.67	279.14
Subcuenca 15	0.00	100.00	0.00	131.29	212.67	279.14

4 PÉRDIDAS DE PRECIPITACIÓN

En el capítulo anterior donde se llevó a cabo el estudio pluviométrico, se obtuvieron las precipitaciones máximas diarias ($P_{\text{máx}}$) asociadas a cada periodo de retorno, las cuáles se emplearán en la definición de la lluvia de proyecto.

A través de la lluvia de proyecto se puede obtener la respuesta hidrológica de la cuenca ya que simula las precipitaciones caídas sobre dicha cuenca.

Se va a considerar el diseño de la lluvia de proyecto a través de dos métodos distintos los cuales serán comparados en el siguiente capítulo 5. *Modelo en HEC-HMS*.

En el primero de ellos, la lluvia se obtiene a través del Método de los Bloques Alternos cuyo hietograma está asociado a la precipitación bruta (P_b) que cae sobre la cuenca. Para este método los volúmenes incrementados obtenidos sufren una reordenación de tal manera que la intensidad máxima se da en el centro de la duración de la lluvia (T_d) mientras que el resto de bloques se caracterizan por un orden descendente que se va alternando a derecha e izquierda produciéndose una no simetría. Este tipo de ordenación de los bloques es lo que nos proporciona lo que se conoce como Hietograma de Bloques Alternos.

Por el contrario, en el segundo método la ordenación de los volúmenes incrementados seguirá el patrón de lluvia que se observa en los datos recogidos por la red *S.A.I.H. (Sistema Automático de Información Hidrológica)*. Se debe tener en cuenta que el valor de los volúmenes incrementados serán los mismos que para el primer método siendo la única diferencia la ordenación escogida para dichos volúmenes.

Se debe tener en cuenta que no toda la precipitación que cae sobre la cuenca se transforma en escorrentía. Este agua no transformada engloba las pérdidas de precipitación, como son:

- Evaporación
- Evapotranspiración.
- Interceptación.
- Almacenamiento en depresiones.
- Infiltración en el terreno.

A la precipitación que sí genera escorrentía se le denomina precipitación efectiva o neta (P_e) la cual se obtiene a través del Método del SCS para las abstracciones.

Este estudio de las pérdidas de precipitación se aplicará a las 15 subcuencas en las que ha sido dividida la cuenca del río Guadarranque y se referenciará a los diferentes periodos de retorno contemplados en el estudio.

En el *ANEXO B. Cálculos de Pérdidas de Precipitaciones* quedan recogidos todos los cálculos que han sido necesarios para el desarrollo de este capítulo.

4.1. Intervalos Temporales

Lo primero es establecer cuáles serán los intervalos temporales asociados a cada subcuenca. Por norma general, se estable que dichos intervalos sean aproximadamente iguales al 20 % del tiempo de concentración de la subcuenca en cuestión.

Tabla 37 - Discretización del t_c (h)

t_c (h)	$t_c \cdot 0.2$ (min)	Δt (h)
3.11	37.37	1
2.39	28.70	0.5
2.67	32.09	1
2.73	32.73	1
2.93	35.13	1
5.05	60.60	1
3.05	36.63	1
3.49	41.90	1
2.85	34.20	1
6.43	77.21	2
1.93	23.21	0.5
3.31	39.77	1
3.44	41.25	1
3.25	38.99	1
1.97	23.65	0.5

Como se puede observar en la *Tabla 37*, los valores obtenidos al aplicar un 20 % al tiempo de concentración serán redondeados por exceso obteniendo los incrementos de tiempo (Δt) finales, cuyos valores se establecerán en 0.5, 1 ó 2 horas.

El motivo de este redondeo se debe a que en el uso del programa *HEC-HMS*, a cuya descripción se dedica el siguiente capítulo, los intervalos de tiempo solo podrán ser definidos a partir de las opciones disponibles dentro de la pestaña *Time Interval*. Para este estudio, donde los valores de $t_c \cdot 0.2$ se encuentran en el rango que va desde 23.21 minutos hasta 77.21 que es el máximo obtenido, las elecciones posibles son, como ya se comenta en el párrafo anterior, los valores 0.5, 1 ó 2 horas.

4.2. Método de los Bloques Alternos

A partir del Método de los Bloques Alternos se va a definir la lluvia de proyecto asociada a cada período de retorno.

Se calcula el volumen de precipitación que se produce en n intervalos de tiempo sucesivos de duración (Δt) para una duración de la lluvia (T_d). Con la ordenación de dichos intervalos, el hietograma obtenido a partir de esta configuración es conocido, como su propio método revela, por el nombre de Hietograma de Bloques Alternos. Este hietograma está asociado a la precipitación bruta (P_b) que cae sobre la cuenca.

Previo al cálculo de los volúmenes de precipitación es necesario determinar la intensidad de precipitación asociada a cada intervalo. Dichas intensidades definirán a su vez las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF)

De manera resumida, el procedimiento seguido por el Método de los Bloques Alternos es el siguiente:

1. Se selecciona un período de retorno.
2. Se calcula la intensidad usando las curvas IDF.
3. Se calcula el volumen de precipitación como $I \cdot D$. El volumen de precipitación que ocurre en (n) intervalos de tiempo sucesivos de duración (Δt), sobre una duración total especificada previamente.

$$T_d = n \cdot \Delta t$$

4. Se calcula la cantidad de precipitación para cada intervalo de tiempo.
5. Se reordenan los bloques de modo que:
 - La intensidad máxima ocurra en el centro de la duración de la precipitación (T_d)
 - Los demás bloques en orden descendente alternativamente hacia la derecha e izquierda del bloque central.

4.2.1. Intensidad de Precipitación

Como queda definido por la AEMET, la intensidad de precipitación es la cantidad de agua que cae en superficie durante la unidad de tiempo en un lugar determinado. Se suele medir en mm/h y se suele encontrar asociada a una duración de lluvia (T_d) y a un período de retorno (T_r).

Para el cálculo de dichas intensidades se recurre al documento *Norma 5.2-. IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras*. La intensidad de precipitación se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$I(T_d, T_r) = I_d \cdot F_{int}$$

Donde:

- I_d (mm/h): intensidad media diaria, asociada a un determinado periodo de retorno (T_r).
- F_{int} (-): factor de intensidad, asociado a una determinada duración de la lluvia (T_d).

Los dos parámetros incluidos en el cálculo de la intensidad de precipitación tienen a su vez una expresión a través de la cual son calculados.

Para la intensidad media diaria (I_d) se emplea siguiente expresión:

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

Donde:

- P_d (mm): se corresponde con el valor de precipitación máxima diaria ($P_{m\acute{a}x}$) asociada a un período de retorno.
- K_A (-): factor reductor de la precipitación por área de la cuenca. Este se obtiene en función del área A (km^2) de la subcuenca correspondiente. Todas las subcuencas tienen un área mayor a 1 km^2 por lo que el factor reductor queda determinado por la siguiente fórmula:

$$K_A = 1 - \frac{\log_{10}(A)}{15}$$

Respecto al factor de intensidad (F_{int}):

$$F_{int} = \text{máx}(F_a, F_b)$$

Donde:

- F_a (-): factor obtenido a partir de índice de torrencialidad (I_1/I_d)
- F_b (-): factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo.

En este caso al no disponer de los datos necesarios para el cálculo de F_b , se decide calcular el factor de intensidad (F_{int}) a partir del índice de torrencialidad.

$$F_{int} = F_a = \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{3.5287 - 2.5287 \cdot t^{0.1}}$$

Donde:

- $I_1/I_d(-)$: índice de torrencialidad que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida. Su valor se determina en función de la zona geográfica.
- $t(h)$: duración del incremento de tiempo escogido para el aguacero.

El índice de torrencialidad se obtiene a partir del mapa que se muestra en la *Figura 26*. En este caso, adoptará el valor de 8 al encontrarnos dentro de la provincia de Cádiz.

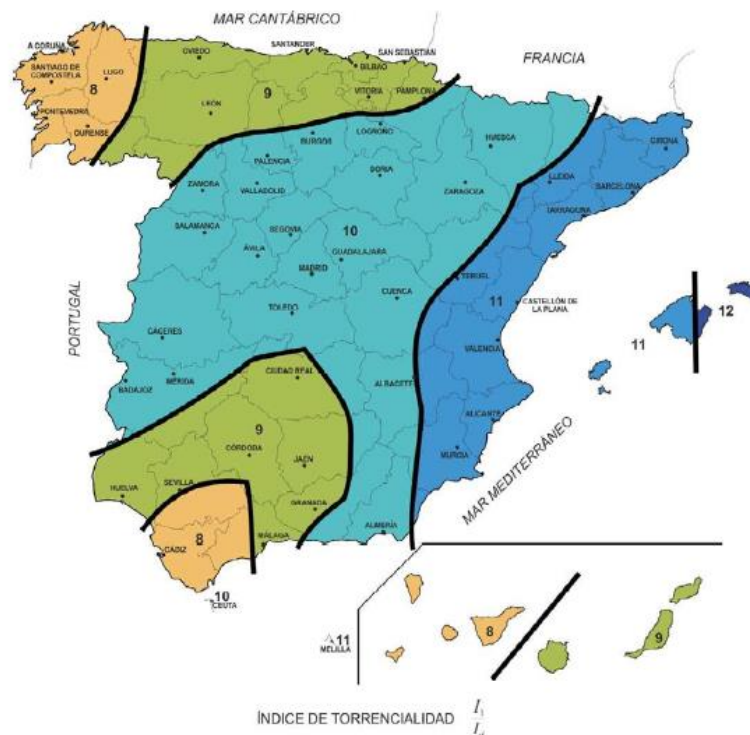


Figura 25. Mapa del índice de torrencialidad (I_1 / I_d) (Fuente: Norma 5.2.-IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras)

Tras estos cálculos, se obtienen los valores de intensidad de precipitación para cada uno de los intervalos. A partir de la relación de la intensidad de precipitación con la duración de la lluvia asociada a un período de retorno (frecuencia) se obtienen las curvas IDF.

Para cada subcuenca se obtendrán tres curvas IDF, cada una asociada a uno de los períodos de retorno de estudio (10 años, 100 años, 500 años). Estas curvas IDF quedan recogidas dentro del *ANEXO B. Cálculos de Pérdidas de Precipitaciones*, en el apartado *B.1. Método de los Bloques Alternos*.

4.2.2. Volúmenes de Precipitación

Se deben calcular los volúmenes de precipitación asociados a las intensidades obtenidas en el apartado anterior. Estos volúmenes se miden en mm.

Primero se obtiene el volumen de precipitación acumulado ($V_{acum,i}$) para cada intervalo de tiempo (Δt_i) a partir de la siguiente expresión:

$$V_{acum,i} (mm) = I(T_{d,i}, T_r) \cdot \Delta t_i$$

Donde:

- $I(T_{d,i}, T_r)$ (mm/h): intensidad de precipitación asociada al periodo de retorno T_r para el intervalo de tiempo i con una duración t_i .
- Δt_i (h): duración de la lluvia asociada al intervalo de tiempo i .

Una vez obtenidos los valores de los volúmenes de precipitación acumulados ($V_{acum,i}$) se deben calcular los volúmenes de precipitación incrementados ($V_{inc,i}$), ya que será a partir de los cuales se represente el hietograma. Estos valores incrementados muestran la precipitación correspondiente a cada uno de los intervalos en los que ha sido dividida la duración del aguacero.

$$V_{inc,i}(mm) = V_{acum,i} - V_{acum,i-1}$$

Se procede a ordenar los valores de precipitación incrementados según dispone el Método de los Bloques Alternos, que como se menciona al principio de este capítulo se hará de la siguiente manera:

- La intensidad máxima ocurra en el centro de la duración de la precipitación (T_d)
- Los demás bloques en orden descendente alternativamente hacia la derecha e izquierda del bloque central. Esto provoca que no haya una simetría.

Estos volúmenes ordenados se corresponden con los valores de precipitación bruta incrementada ($P_{b,inc}$) asociados a la lluvia de proyecto.

Para cada uno de los períodos de retorno y asociado a cada una de las subcuencas se obtiene un hietograma de Bloques Alternos. A su vez, para cada subcuenca y período de retorno se tendrán dos hietogramas cuya diferencia reside en el tiempo escogido para la duración del aguacero (T_d). En el primero de ellos el tiempo será aproximado al tiempo de concentración de la subcuenca mientras que en el segundo se adoptará una duración igual a 24 horas.

Todos las tablas que definen estos hietogramas han quedado recogidas dentro del *ANEXO B. Cálculos de Pérdidas de Precipitaciones*, en el apartado *B.1. Método de los Bloques Alternos*.

4.3. Red S.A.I.H.

Como se comentaba al comienzo de este capítulo una de las maneras escogidas para la definición de la lluvia de proyecto es observar los patrones de comportamientos de los aguaceros que se han dado en la zona de estudio.

Para ello se recurre a la red *S.A.I.H. Hidrosur (Sistema Automático de Información Hidrológica)*. La cuenca del río Guadarranque pertenece a la Demarcación hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas la cual es dividida por la red S.A.I.H. en sistemas, siendo el Sistema I1-I3 el correspondiente con la zona de estudio.

Tal como se define en la plataforma de internet del S.A.I.H.: “*El Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH) es una red de estaciones remotas distribuidas de forma estratégica para obtener, en tiempo real, la información de las incidencias hidrometeorológicas que se produzcan en cada una de ellas, con el fin de poder tomar las medidas oportunas, tanto en previsión de avenidas a efectos de prevenir y minimizar sus daños, como en explotación de los recursos hídricos.*”

Dentro del Sistema I1-I3, los pluviómetros que nos resultan de interés son:

- Depósito DI-1 (7)
- Embalse de Guadarranque (8)
- Partidor de Guadarranque (23)

En la siguiente figura se muestran todos los pluviómetros pertenecientes al Sistema I1-I3 de la Demarcación hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas, siendo los escogidos los referenciados con los números 7, 8 y 23.

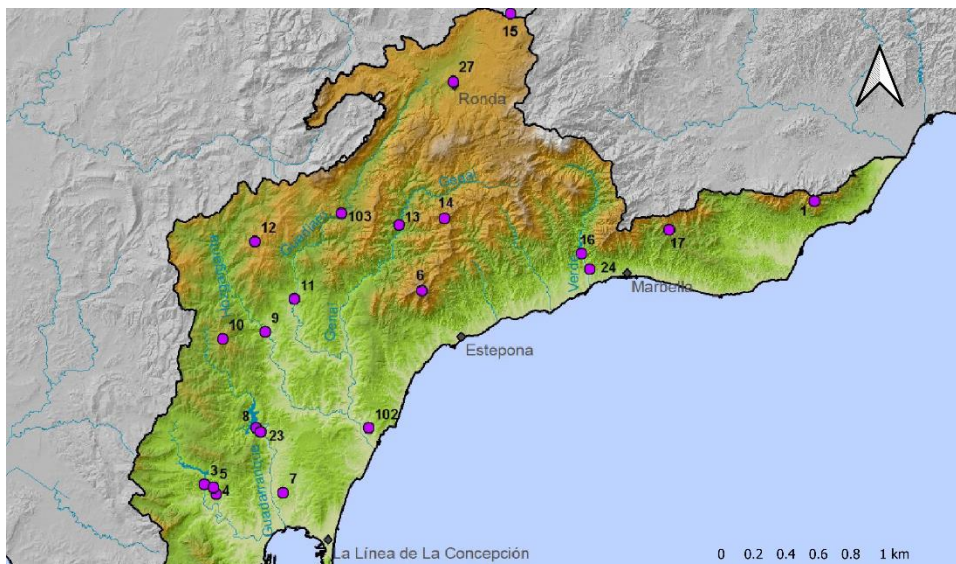


Figura 26. Pluviómetros RED SAIH Hidrosur Sistema I1-I3 (Fuente: S.A.I.H. Hidrosur)

Una vez decididos los pluviómetros de los cuáles se va a extraer la información se recurre al apartado de la plataforma *Datos a la carta*.

Dentro de este apartado se puede escoger:

- Fechas inicial y final de los datos que se desean obtener.
- Agrupación: horaria, diaria, semanal, mensual, acumulado, cincominutal.
- Provincia
- Subsistema
- Tipos de estación: aforo, distribución, embalses, meteorológica, pluviométrica.
- Tipo de sensor.
- Estación
- Sensor

En una primera criba se analizaron las precipitaciones acontecidas durante todo el año 2021. Para ello, se agruparon de manera mensual y se escogieron los pluviómetros (7), (8) y (23) que son aquellos que resultan de interés.

A partir de ahí se obtuvo que el día más lluvioso del año coincidía con la fecha Domingo, 7 de Marzo de 2021.

Una vez obtenido el día más lluvioso del año y por tanto, la situación más desfavorable, se procede a la visualización de las precipitaciones recogidas cada hora por cada uno de los tres pluviómetros.

Esta visualización se da en las tres figuras siguientes (*Figuras 28-30*) que recogen los datos pluviométricos de cada una de las tres estaciones de interés para el Domingo, 7 de Marzo de 2021.

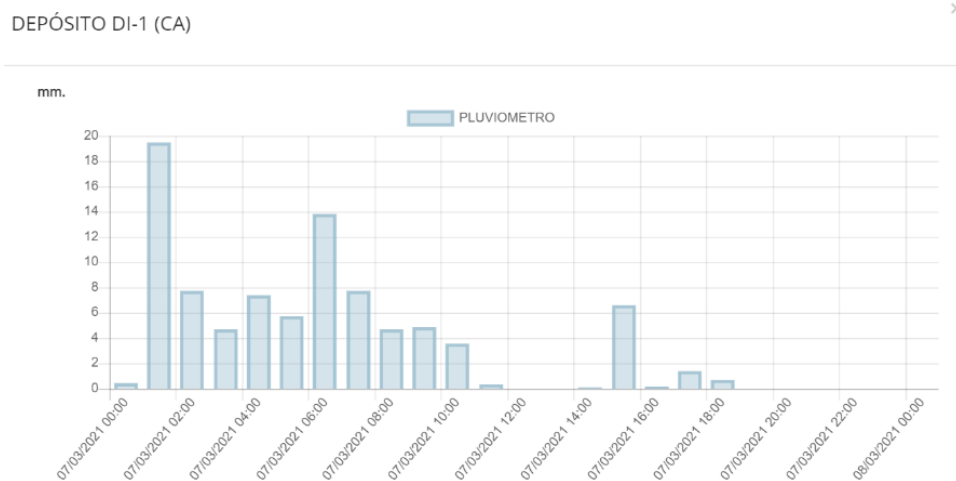


Figura 27. Datos pluviométricos del Depósito DI-1 (7). Fecha: 07/03/2021 (Fuente: S.A.I.H. Hidrosur)

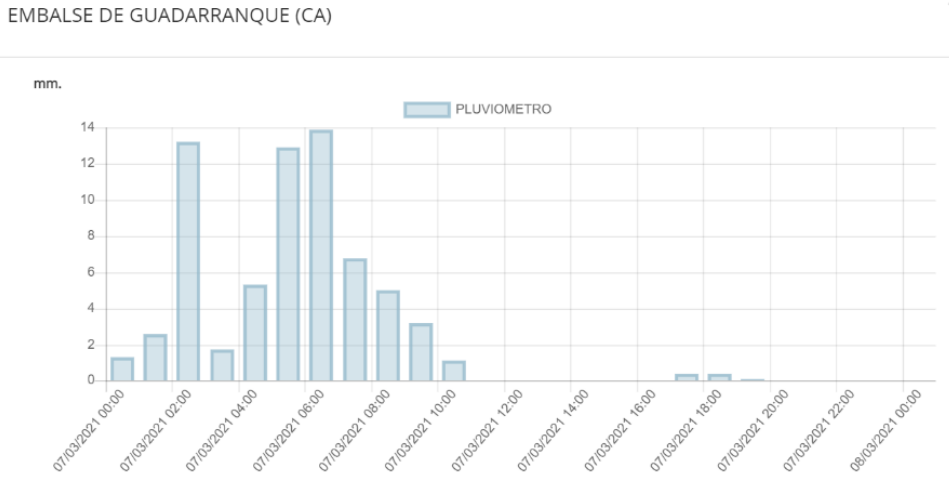


Figura 28. Datos pluviométricos del Embalse de Guadarranque (8).
 Fecha: 07/03/2021 (Fuente: S.A.I.H. Hidrosur)

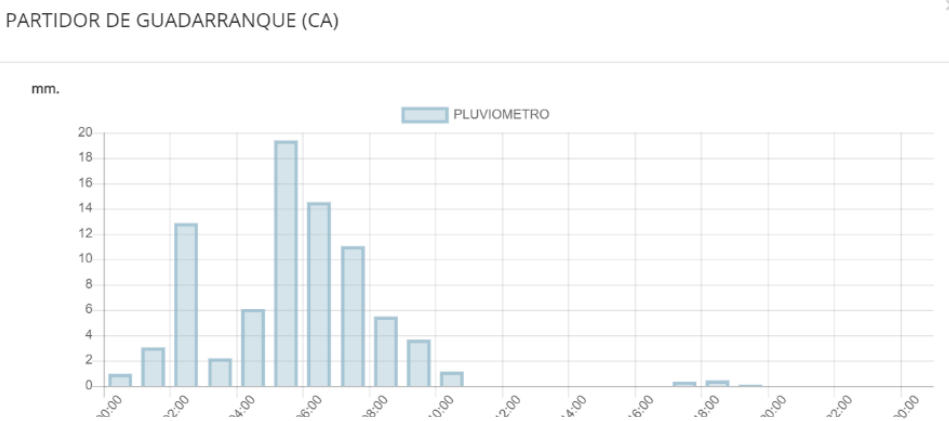


Figura 29. Datos pluviométricos del Partidor de Guadarranque (23).
 Fecha: 07/03/2021 (Fuente: S.A.I.H. Hidrosur)

Estas figuras muestran un patrón de comportamiento el cual será imitado a la hora de reordenar los bloques de volumen incrementado.

Nuevamente, se debe recalcar que el valor de los volúmenes incrementados adoptados coincidirá con los valores estimados para el Método de los Bloques Alternos siendo esto necesario para poder llevar a cabo las comparaciones pertinentes y desarrolladas en el siguiente capítulo.

Todos las tablas que definen estos hietogramas han quedado recogidas dentro del ANEXO B. Cálculos de Pérdidas de Precipitaciones, en el apartado B.2. Red S.A.I.H.

4.4. Método del SCS para las Abstracciones

El Método del SCS para las Abstracciones se emplea en el cálculo de la precipitación efectiva (P_e), es decir, aquella parte de la precipitación bruta que genera escorrentía. Para ello, se deben descontar las pérdidas de precipitación a la precipitación bruta obtenida como se refleja en la *Figura 31*.

De todo aquello que se puede entender como pérdidas de precipitación (evaporación, evapotranspiración, interceptación, almacenamiento en depresiones, infiltración en el terreno), el Método del SCS para las Abstracciones se basa en las pérdidas por infiltraciones en el terreno ya que es la mayor causante en cuanto a pérdidas de precipitación se refiere.

Los cálculos de este método se llevan a cabo con los valores acumulados de las distintas variables, a diferencia de su representación gráfica, la cual toma para ello los valores incrementados.

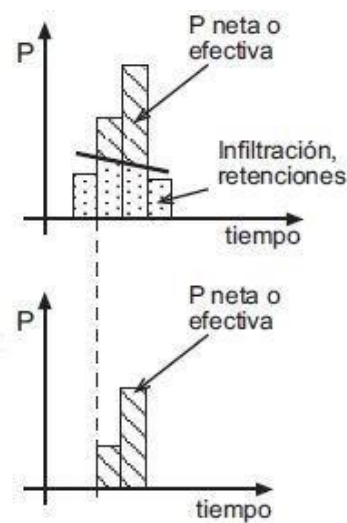


Figura 30. Precipitación efectiva (P_e) (fuente: Manual elemental de HEC-HMS)

Durante la aplicación de este método aparecen los siguientes parámetros:

- P_b (mm): precipitación bruta. Precipitación total que cae sobre la superficie de la cuenca asociada a un determinado periodo de retorno.
- P_e (mm): precipitación efectiva o neta. Precipitación caída que genera escorrentía.
- I_a (mm): abstracción inicial. Cantidad de precipitación a partir de la cual el terreno no es capaz de infiltrar más agua dando comienzo a la generación de escorrentía.
- F_a (mm): frecuencia acumulada. Precipitación caída que se queda retenida en el suelo sin llegar a infiltrarse en él.
- S (mm): retención potencial máxima. Máxima cantidad de agua que el suelo puede abstraer por infiltración.

Para dar comienzo al cálculo de las pérdidas que se producen resulta necesario obtener la abstracción inicial (I_a) de cada subcuenca, partiendo de la hipótesis de que el valor del umbral de escorrentía correspondiente a cada subcuenca (P_0) coincide con el valor escogido para la abstracción inicial (I_a).

El valor del umbral de escorrentía (P_0) de cada una de las subcuencas se ha calculado mediante el proceso explicado en el apartado 2.7. *Unidad Litológica y Tipos de Suelo* del capítulo 2. *Cuenca Hidrográfica del río Guadarranque*. Estos valores se recogen en la *Tabla 38* que muestra los valores del umbral de escorrentía asociado a cada subcuenca.

Tabla 38 - Valor de P_0 asociado a cada subcuenca

Subcuencas	P_0 (mm)
Subcuenca 1	43.42
Subcuenca 2	42.15
Subcuenca 3	41.95
Subcuenca 4	37.97
Subcuenca 5	26.05
Subcuenca 6	22.82
Subcuenca 7	29.08
Subcuenca 8	16.74
Subcuenca 9	32.73
Subcuenca 10	38.66
Subcuenca 11	17.34
Subcuenca 12	27.02
Subcuenca 13	30.56
Subcuenca 14	17.59
Subcuenca 15	12.73

El objetivo es obtener el valor de la precipitación efectiva para cada uno de los intervalos de tiempo y para ello, el paso siguiente a haber obtenido la abstracción inicial (I_a) de cada subcuenca es determinar para que intervalo de tiempo se da el caso en el que la precipitación bruta (P_b) es igual o mayor a la abstracción inicial (I_a)

$$P_b \geq I_a$$

Esto es importante ya que no comienza a generarse escorrentía hasta que la precipitación acumulada ($P_{b,acum}$) no supera el valor correspondiente a la abstracción inicial (I_a).

Cobra sentido que los valores de precipitación efectiva acumulada ($P_{e,acum}$) sean cero hasta alcanzar dicho intervalo de tiempo en el que se cumple la condición $P_b \geq I_a$. En el intervalo inmediatamente posterior a éste comienzan a obtenerse los valores de precipitación efectiva acumulada ($P_{e,acum}$) a partir de la siguiente expresión:

$$P_e = \frac{(P_b - 0.2 \cdot S)^2}{P_b + 0.8 \cdot S}$$

Como se menciona anteriormente, la precipitación efectiva se calcula a partir de la precipitación bruta y del valor del umbral de escorrentía. Por ello, se ha decidido expresar la retención potencial máxima (S) en función de la

abstracción inicial (I_a) cuya relación es:

$$I_a = 0.2 \cdot S$$

Por tanto, la expresión anterior usada para calcular la precipitación efectiva queda de la siguiente manera:

$$P_e = \frac{(P_b - I_a)^2}{P_b + 4 \cdot I_a}$$

Finalmente, se pueden calcular los valores de precipitación efectiva acumulada a lo largo de la duración estimada para la lluvia de proyecto y posteriormente obtener los incrementados para poder ser representados y visualizados.

También se hace un cálculo de la precipitación caída y que queda retenida en el suelo sin llegar a infiltrarse en él. La frecuencia acumulada queda determinada por los valores obtenidos previamente para la precipitación bruta (P_b), la abstracción inicial (I_a) y la precipitación efectiva (P_e):

$$F_a = P_b - P_e - I_a$$

El Método del SCS para Abstracciones que se ha descrito será aplicado de manera análoga a todas las subcuencas teniendo en cuenta la lluvia de proyecto definida, según el Método de los Bloques Alternos, para cada una de ellas así como el período de retorno que corresponda.

En el apartado *B.2. Método del SCS para las Abstracciones del ANEXO B*, se recogen los cálculos y resultados obtenidos para cada una de las subcuencas.

Las tablas siguientes (*Tablas 39 - 53*) muestran los valores totales de los parámetros usados por este método (P_b , I_a , P_e , F_a) y también los porcentajes de I_a , P_e y F_a al ser comparados con la precipitación bruta (P_b) asociada a cada período de retorno.

Tabla 39 - Resumen Método del SCS para las Abstracciones (Subcuenca 1)

Subcuenca 1 - Método del SCS para las Abstracciones							
T _r (años)	P _b (mm)	I _a (mm)	I _a (%)	P _e (mm)	P _e (%)	F _a (mm)	F _a (%)
10.00	87.88	43.42	49.42	7.55	8.60	36.90	41.99
100	134.91	43.42	32.18	27.12	20.10	64.37	47.71
500	167.21	43.42	25.97	44.95	26.88	78.84	47.15

Tabla 40 - Resumen Método del SCS para las Abstracciones (Subcuenca 2)

Subcuenca 2 - Método del SCS para las Abstracciones							
T _r (años)	P _b (mm)	I _a (mm)	I _a (%)	P _e (mm)	P _e (%)	F _a (mm)	F _a (%)
10	79.13	42.15	53.27	5.52	6.98	31.46	39.76
100	121.48	42.15	34.70	21.70	17.86	57.64	47.44
500	150.56	42.15	27.99	36.83	24.46	71.59	47.55

Tabla 41 - Resumen Método del SCS para las Abstracciones (Subcuenca 3)

Subcuenca 3 - Método del SCS para las Abstracciones							
T _r (años)	P _b (mm)	I _a (mm)	I _a (%)	P _e (mm)	P _e (%)	F _a (mm)	F _a (%)
10	94.88	41.95	44.22	10.66	11.24	42.27	44.54
100	161.22	41.95	26.02	43.23	26.81	76.04	47.16
500	239.40	41.95	17.52	95.73	39.99	101.71	42.49

Tabla 42 - Resumen Método del SCS para las Abstracciones (Subcuenca 4)

Subcuenca 4 - Método del SCS para las Abstracciones							
T _r (años)	P _b (mm)	I _a (mm)	I _a (%)	P _e (mm)	P _e (%)	F _a (mm)	F _a (%)
10	93.57	37.97	40.58	12.60	13.46	43.00	45.96
100	158.96	37.97	23.88	47.10	29.63	73.90	46.49
500	235.96	37.97	16.09	101.08	42.84	96.91	41.07

Tabla 43 - Resumen Método del SCS para las Abstracciones (Subcuenca 5)

Subcuenca 5 - Método del SCS para las Abstracciones							
T _r (años)	P _b (mm)	I _a (mm)	I _a (%)	P _e (mm)	P _e (%)	F _a (mm)	F _a (%)
10	94.87	26.05	27.46	23.79	25.07	45.03	47.46
100	161.20	26.05	16.16	68.81	42.69	66.33	41.15
500	239.36	26.05	10.88	132.43	55.33	80.88	33.79

Tabla 44 - Resumen Método del SCS para las Abstracciones (Subcuenca 6)

Subcuenca 6 - Método del SCS para las Abstracciones							
T _r (años)	P _b (mm)	I _a (mm)	I _a (%)	P _e (mm)	P _e (%)	F _a (mm)	F _a (%)
10	110.07	22.82	20.73	37.81	34.35	49.44	44.92
100	184.92	22.82	12.34	95.14	51.45	66.96	36.21
500	270.18	22.82	8.44	169.29	62.66	78.08	28.90

Tabla 45 - Resumen Método del SCS para las Abstracciones (Subcuenca 7)

Subcuenca 7 - Método del SCS para las Abstracciones							
T _r (años)	P _b (mm)	I _a (mm)	I _a (%)	P _e (mm)	P _e (%)	F _a (mm)	F _a (%)
10	93.37	29.08	31.15	19.70	21.10	44.58	47.74
100	156.18	29.08	18.62	59.28	37.95	67.82	43.42
500	223.24	29.08	13.03	111.01	49.73	83.15	37.24

Tabla 46 - Resumen Método del SCS para las Abstracciones (Subcuenca 8)

Subcuenca 8 - Método del SCS para las Abstracciones							
T _r (años)	P _b (mm)	I _a (mm)	I _a (%)	P _e (mm)	P _e (%)	F _a (mm)	F _a (%)
10	78.72	16.74	21.26	26.37	33.50	35.61	45.24
100	128.64	16.74	13.01	64.02	49.77	47.88	37.22
500	172.99	16.74	9.68	101.75	58.82	54.50	31.51

Tabla 47 - Resumen Método del SCS para las Abstracciones (Subcuenca 9)

Subcuenca 9 - Método del SCS para las Abstracciones							
T _r (años)	P _b (mm)	I _a (mm)	I _a (%)	P _e (mm)	P _e (%)	F _a (mm)	F _a (%)
10	95.42	32.73	34.30	17.36	18.20	45.33	47.50
100	162.14	32.73	20.19	57.14	35.24	72.26	44.57
500	240.76	32.73	13.59	116.43	48.36	91.59	38.04

Tabla 48 - Resumen Método del SCS para las Abstracciones (Subcuenca 10)

Subcuenca 10 - Método del SCS para las Abstracciones							
T _r (años)	P _b (mm)	I _a (mm)	I _a (%)	P _e (mm)	P _e (%)	F _a (mm)	F _a (%)
10	116.82	38.66	33.10	22.50	19.26	55.66	47.64
100	167.88	38.66	23.03	63.93	38.08	83.71	49.86
500	248.59	38.66	15.55	109.29	43.96	100.64	40.48

Tabla 49 - Resumen Método del SCS para las Abstracciones (Subcuenca 11)

Subcuenca 11 - Método del SCS para las Abstracciones							
T _r (años)	P _b (mm)	I _a (mm)	I _a (%)	P _e (mm)	P _e (%)	F _a (mm)	F _a (%)
10	56.61	17.34	30.64	12.24	21.62	27.03	47.74
100	91.70	17.34	18.91	34.32	37.43	40.03	43.66
500	120.36	17.34	14.41	55.93	46.47	47.08	39.12

Tabla 50 - Resumen Método del SCS para las Abstracciones (Subcuenca 12)

Subcuenca 12 - Método del SCS para las Abstracciones							
T _r (años)	P _b (mm)	I _a (mm)	I _a (%)	P _e (mm)	P _e (%)	F _a (mm)	F _a (%)
10	95.20	27.02	28.38	22.87	24.02	45.31	47.60
100	161.76	27.02	16.70	67.28	41.59	67.46	41.70
500	240.20	27.02	11.25	130.49	54.32	82.69	34.43

Tabla 51 - Resumen Método del SCS para las Abstracciones (Subcuenca 13)

Subcuenca 13 - Método del SCS para las Abstracciones							
T _r (años)	P _b (mm)	I _a (mm)	I _a (%)	P _e (mm)	P _e (%)	F _a (mm)	F _a (%)
10	91.23	30.56	33.50	17.24	18.90	43.43	47.60
100	152.42	30.56	20.05	54.07	35.47	67.80	44.48
500	217.20	30.56	14.07	102.62	47.25	84.02	38.68

Tabla 52 - Resumen Método del SCS para las Abstracciones (Subcuenca 14)

Subcuenca 14 - Método del SCS para las Abstracciones							
T _r (años)	P _b (mm)	I _a (mm)	I _a (%)	P _e (mm)	P _e (%)	F _a (mm)	F _a (%)
10	74.23	17.59	23.69	22.19	29.89	34.45	46.41
100	120.25	17.59	14.63	55.29	45.98	47.37	39.39
500	157.83	17.59	11.14	86.19	54.61	54.05	34.25

Tabla 53 - Resumen Método del SCS para las Abstracciones (Subcuenca 15)

Subcuenca 15 - Método del SCS para las Abstracciones							
T _r (años)	P _b (mm)	I _a (mm)	I _a (%)	P _e (mm)	P _e (%)	F _a (mm)	F _a (%)
10	57.56	12.73	22.12	18.52	32.17	26.30	45.70
100	93.24	12.73	13.66	44.95	48.21	35.55	38.13
500	122.38	12.73	10.41	69.36	56.68	40.28	32.91

Las subcuencas 4, 6 y 10 son las que poseen una mayor extensión con un área de 22.51, 28.83 y 61.79 km² respectivamente y es por ello, que cobra sentido que las subcuencas 6 y 10 sean las que más precipitación bruta (P_b) recojan.

Sin embargo, para la subcuenca 4 no sucede lo mismo ya que es superada en cuanto a los valores de precipitación bruta (P_b) se refiere por otras subcuencas, en cuestión las subcuencas 3, 5, 9 y 12.

Estas cuatro subcuencas ocupan una cantidad de área muy parecida entre ellas teniendo una extensión la más pequeña de 12.05 km² (subcuenca 9) y la más grande de 14.51 km² (subcuenca 5).

Lo que provoca esta diferencia y que la subcuenca 4 se vea superada reside en los pluviómetros que influyen en las subcuencas. Las subcuencas 3, 5, 9 y 12 se ven influidas en su totalidad por la estación de Castellar de la Frontera (Pueblo Nuevo) que es la que posee una precipitación máxima diaria ($P_{máx.}$) asociada más elevada con un valor de 189.37 mm.

La estación Castellar de la Frontera (Pueblo Nuevo) también tendrá influencia sobre la subcuenca 4 pero entra en juego también la estación pluviométrica de San Roque (Cortijo Villanueva) cuyo valor de precipitación máxima diaria es el menor de las tres estaciones con 131.29 mm.

A pesar de que la subcuenca 4 casi duplica la extensión de las otras subcuencas y que las diferencias entre las precipitaciones brutas no son muy elevadas esto sirve para recalcar la importancia de la aplicación del Método de los Polígonos de Thiessen con la consecuente obtención de la influencia de cada pluviómetro.

En cuanto a la abstracción inicial, para el período de retorno de 10 años, hay subcuencas donde sus valores se corresponden con aproximadamente un 50 % de la precipitación bruta (P_b) como sucede con las tres primeras subcuencas mientras que en otras como las subcuencas 6, 8 y 15 rondan el 20 % de la precipitación bruta total (P_b).

Esto concuerda con el hecho de que las tres primeras subcuencas cuenten con los valores de umbral de escorrentía (P_0) más elevados los cuales son 43.42, 42.15 y 41.95 mm respectivamente. De manera análoga se constata que las subcuencas 6, 8 y 15 con valores de umbral de escorrentía (P_0) de 22.82, 16.74 y 12.73 mm constituyen las subcuencas con valores más bajos. Esto se debe a la combinación presente en cada subcuenca de usos de suelo, pendiente y unidades litológicas.

En las tres primeras subcuencas hay un predominio claro de bosques de frondosas, vegetación esclerófila y matorral boscoso de transición con presencia en el terreno de areniscas silíceas principalmente, acompañadas también por margas, lutitas y silexitas aunque en menor medida.

Las subcuencas 6, 8 y 15 tienen en común la abundante presencia de pastizales naturales y vegetación esclerófila con algo de tejido urbano e industrial. Las unidades litológicas con mayor presencia son las areniscas silíceas, las arenas y las margas.

La subcuenca 6, al ser una de las subcuencas que más precipitación bruta (P_b) percibe junto con el hecho de tener un umbral de escorrentía de los más bajos provoca que sea la subcuenca que más precipitación efectiva genere. Y sin embargo, la subcuenca 4 aunque posee también uno de los valores de precipitación bruta (P_b) más elevados, el porcentaje de precipitación efectiva (P_e) es considerablemente inferior al contar con umbral de escorrentía (P_0) de 37.97 mm frente a los 22.82 mm de la subcuenca 6.

También se puede comparar la subcuenca 4 con la subcuenca 8 donde la primera a pesar de contar con una mayor precipitación bruta (P_b) ha generado menos escorrentía que la segunda. Lo que se pretende mostrar es como subcuencas que a priori reciben una precipitación bruta (P_b) inferior después son capaces de generar una mayor escorrentía que otras subcuencas que contaban con un mayor volumen de precipitación debido al uso del suelo y su composición así como su pendiente, que definen el valor de abstracción inicial (I_a).

En ingeniería hidráulica el período de retorno es uno de los parámetros más significativos e indica el tiempo medio entre dos sucesos improbables y con posibles efectos perjudiciales. Los períodos de retorno de 10, 100 y 500 años tienen unas probabilidades asociadas de 0.1, 0.1 y 0.02 respectivamente.

Por tanto, tiene sentido que cuanto mayor sea el período de retorno (T_r), mayor sea la precipitación máxima diaria ($P_{máx.}$) asociada a éste ya que la probabilidad de que suceda disminuye a razón de ($1/T_r$).

En todos los casos se observa que conforme aumenta el período de retorno (T_r), disminuye el porcentaje referido a la abstracción inicial (I_a) sucediendo al contrario con el porcentaje precipitación efectiva (P_e) que también aumenta.

Cuanto mayor sea el período de retorno (T_r) más elevado será el valor de precipitación bruta que le corresponde (P_b). Sin embargo, las características del terreno (pendiente, usos del suelo y unidades litológicas) se mantienen invariables lo que provoca esta disminución en términos de porcentaje de la abstracción inicial (I_a) conforme se produce el aumento del período de retorno (T_r).

La expresión utilizada para obtener la precipitación efectiva (P_e) depende tanto de la precipitación bruta como de la abstracción inicial (P_0):

$$P_e = \frac{(P_b - I_a)^2}{P_b + 4 \cdot I_a}$$

Como se observa, en la expresión del numerador elevada al cuadrado, al valor de la precipitación bruta (P_b) se le resta el de la abstracción inicial (I_a).

El hecho de tener un valor cada vez más elevado de precipitación bruta más elevado y que la abstracción inicial no aumente de manera proporcional sino que se mantiene invariable hace que resulte sensato asumir que la precipitación efectiva (P_e) aumentará conforme lo hace el período de retorno (T_r).

5 MODELO EN HEC-HMS

Con este apartado se da fin al estudio hidrológico de la cuenca del río Guadarranque, para el cual si se recapitula se han contemplado los siguientes aspectos :

- Caracterización de la Cuenca Hidrográfica del Río Guadarranque.
- Obtención de las lluvias de proyecto a partir del Estudio Pluviométrico para cada subcuenca y asociado a un período de retorno.
- Pérdidas de precipitación asociadas a las diferentes subcuencas.

El último paso que permite conocer la respuesta hidrológica de la cuenca es la transformación lluvia-caudal. A partir de dicha transformación se obtienen los hidrogramas de caudal junto a la propagación de estos caudales a lo largo del cauce del río Guadarranque hasta llegar al punto de desagüe del río.

Para dicha transformación se hace uso del software *HEC-HMS (Hydrologic Modeling System)* desarrollado por la *USACE (U.S. Army Corps of Engineers)*. Este software está capacitado con las herramientas necesarias para simular la respuesta hidrológica de la cuenca siendo necesario aportar determinada información a los bloques que permiten que se pueda configurar dicha simulación. Los bloques que componen el modelo necesario para obtener la respuesta hidrológica de la cuenca son los siguientes:

- Basin Model.
- Meteorological Model
- Control Specifications.
- Simulation Run.

En los siguientes apartados se detallará la información que requiere cada bloque y sus distintas partes así como los resultados obtenidos.

5.1. Basin Model

En el bloque correspondiente a *Basin Model* o *Modelo de Cuenca* se almacena toda la información necesaria para el cálculo de las pérdidas de precipitación así como para la propagación de caudales a partir de la transformación lluvia-caudal. Los datos de precipitación serán introducidos en el bloque *Meteorological Model*.

Primeramente, se deben definir las subcuencas y los tramos a través de los cuales se propagarán los caudales indicando a posteriori el método que se ha de emplear para el cálculo de las pérdidas de precipitación así como para la transformación lluvia-caudal y la propagación de caudales.

Para poder realizar todo este proceso incluido dentro de *Basin Model* es necesario el uso de cuatro herramientas:





- Modelado de la cuenca.
- Método de pérdidas de precipitación.
- Método de transformación lluvia – caudal.
- Método de propagación de caudales.

5.1.1. Modelado de la Cuenca

El modelado de la cuenca se realiza a partir de la herramienta *Basin Model*. A partir de esta herramienta se definen las características de las distintas subcuencas y del cauce de estudio y para ello existen una serie de elementos:

- Subbasin: subcuencas en que se divide la cuenca principal del río Guadarranque.
- Reach: parte del cauce principal del río Guadarranque que queda comprendido dentro de una subcuenca. A través de los diferentes tramos se propagan los caudales resultantes de las subcuencas.
- Junction: punto de unión entre las subcuencas y tramos. En estos puntos de unión o confluencias se suman los caudales de los elementos que llegan hasta dichas confluencias, obteniendo el caudal que discurre aguas debajo de la confluencia.
- Sink: el sumidero representa el punto de desagüe de la cuenca del río Guadarranque.

Tabla 54 - Elementos Modelado de la Cuenca

Elemento	Símbolo
Subcuenca	
Tramo	
Confluencia	
Sumidero	

A partir de estos cuatro elementos quedan definidas dentro de HEC-HMS las subcuencas descritas en el apartado 2.8. Delimitación de las Subcuencas del capítulo 2. Cuenca Hidrográfica del Río Guadarranque. También quedan definidos los tramos por donde discurrirá la escorrentía generada junto con los puntos de confluencia y el punto de desagüe de la cuenca.

Los tramos requieren que se les asignen los puntos de confluencia inicial y final para así determinar el sentido del flujo mientras que en las subcuencas será suficiente con asignar la confluencia donde sus aguas son vertidas y su área correspondiente. En las *Tablas 55 y 56* se recoge esta información.

Tabla 55 - Puntos de confluencia y áreas de las subcuencas

Subcuencas	Confluencias	Área (km ²)
1	5	18.8
2	5	13.04
3	6	14.44
4	6	22.51
5	2	14.51
6	4	28.83
7	1	12.38
8	4	11.92
9	3	12.05
10	3	61.79
11	7	7.09
12	2	12.99
13	1	19.32
14	7	12.51
15	Pto. de desagüe	4.1

Tabla 56 - Confluencias de los tramos

Tramos	Confluencia A.Arriba	Confluencia A.Abajo
1	1	7
2	2	1
3	3	2
4	4	7
5	5	3
6	6	3
7	7	Pto. de desagüe

La *Figura 31* muestra el modelado de la cuenca del río Guadarranque en el software *HEC-HMS*.

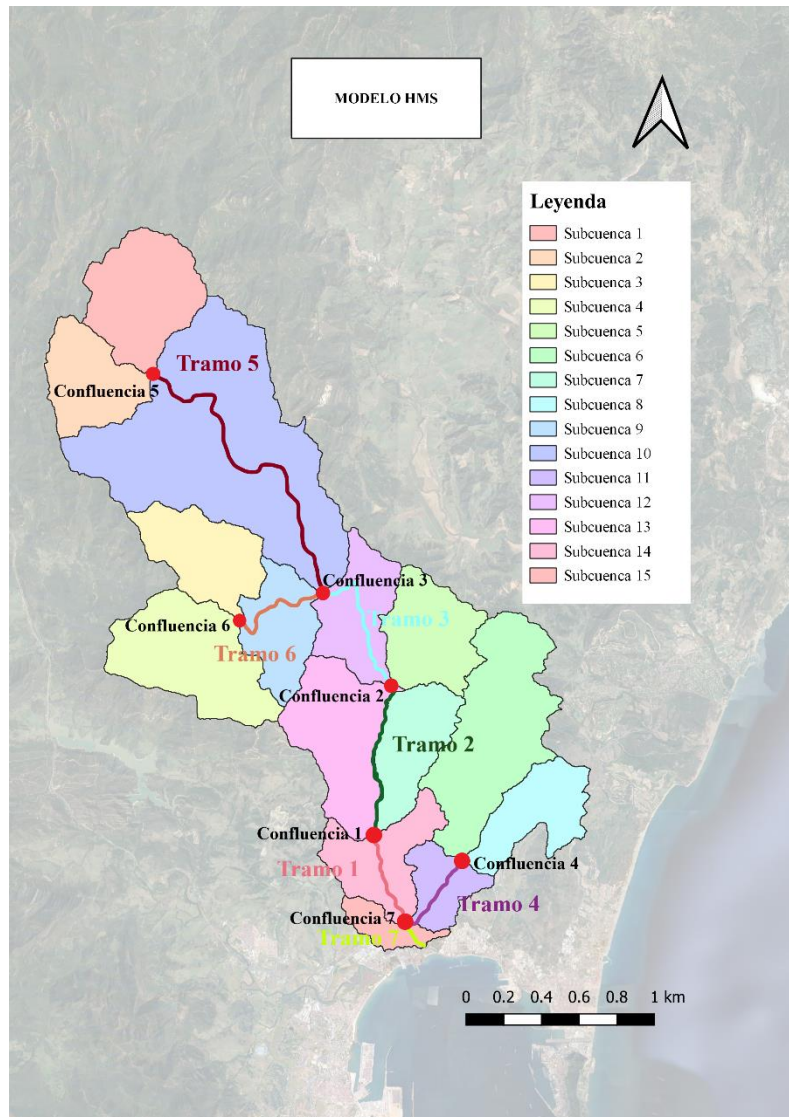


Figura 31. Modelado de la cuenca

5.1.2. Método de Pérdidas de Precipitación

Para el cálculo de la precipitación que genera escorrentía en cada una de las subcuencas existen diferentes métodos de cálculo. Se escoge el Método del Número de Curva del SCS (*SCS Curve Number*) ya que es análogo al método descrito en el apartado 5.3. *Método del SCS para las Abstracciones*.

La única diferencia con el método ofrecido por HEC-HMS es que la abstracción inicial del suelo (I_a) queda definida a través del parámetro número de curva (CN). Este parámetro como se verá a partir de su expresión está asociado al umbral de escorrentía (P_0) y por tanto definido por el tipo de suelo, su uso y la pendiente del terreno.

Se ha partido de la hipótesis de que las condiciones de humedad en el suelo son normales no habiéndose producido con anterioridad períodos de fuertes sequías o intensas precipitaciones.

El número de curva (CN) se relaciona con la retención potencial máxima (S) a través de la siguiente expresión:

$$CN = \frac{25400}{S + 254}$$

Se mantiene la hipótesis de que la abstracción inicial del suelo (I_a) coincide con el valor del umbral de escorrentía, sin olvidar la relación existente entre la retención potencial máxima (S) y la abstracción inicial del suelo (I_a):

$$I_a = 0.2 \cdot S$$

Esto permite la obtención de la retención potencial máxima (S) a partir del umbral de escorrentía (P_0):

$$S = \frac{P_0}{0.2}$$

Por lo que finalmente, la expresión para el cálculo del número de curva (CN) queda así:

$$CN = \frac{25400}{\left(\frac{P_0}{0.2}\right) + 254}$$

Tabla 57 - Valor de P_0 y CN de las subcuencas

Subcuencas	P_0 (mm)	CN
Subcuenca 1	43.42	53.91
Subcuenca 2	42.15	54.65
Subcuenca 3	41.95	54.77
Subcuenca 4	37.97	57.23
Subcuenca 5	26.05	66.10
Subcuenca 6	22.82	69.01
Subcuenca 7	29.08	63.59
Subcuenca 8	16.74	75.21
Subcuenca 9	32.73	60.82
Subcuenca 10	38.66	56.78
Subcuenca 11	17.34	74.55
Subcuenca 12	27.02	65.28
Subcuenca 13	30.56	62.44
Subcuenca 14	17.59	74.28
Subcuenca 15	12.73	79.96

5.1.3. Método de Transformación Lluvia-Caudal

Para el cálculo de la esorrentía que se genera a partir de la precipitación efectiva (P_e) caída sobre la cuenca en términos de caudal es necesario llevar a cabo un proceso de transformación lluvia-caudal.

Para ello dentro de cada subcuenca en el apartado *Transform Method* se escoge el Método del Hidrograma Unitario del SCS (SCS Unit Hydrograph) como método de transformación. Con este método se pueden determinar los hidrogramas de cada subcuenca, los cuales muestran la variación de caudal a lo largo del tiempo.

Al tratarse de un hidrograma unitario considera el caudal asociado a una lluvia de 1 mm de precipitación, lo que implica que para obtener el caudal real generado por cada subcuenca se debe multiplicar el caudal unitario por el valor de precipitación efectiva (P_e) correspondiente.

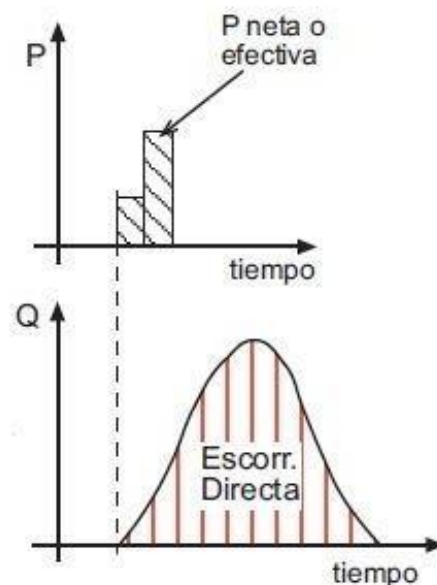


Figura 32. Transformación Lluvia-caudal (Fuente: HEC-HMS. Manual elemental)

El único parámetro requerido para aplicar el Método del Hidrograma Unitario es el tiempo de retardo o *lag time* (t_{lag}), el cual debe expresarse en minutos. Se recomienda que el tiempo de retardo sea aproximadamente igual al 35-60 % del tiempo de concentración de cada subcuenca, partiendo primeramente de la siguiente hipótesis:

$$t_{lag} = 0.6 \cdot t_c$$

El tiempo de retardo (t_{lag}) equivale a la distancia medida en tiempo desde el centro de gravedad de la precipitación efectiva (P_e) hasta la punta del hidrograma, lo cual se puede apreciar en la *Figura 33*.

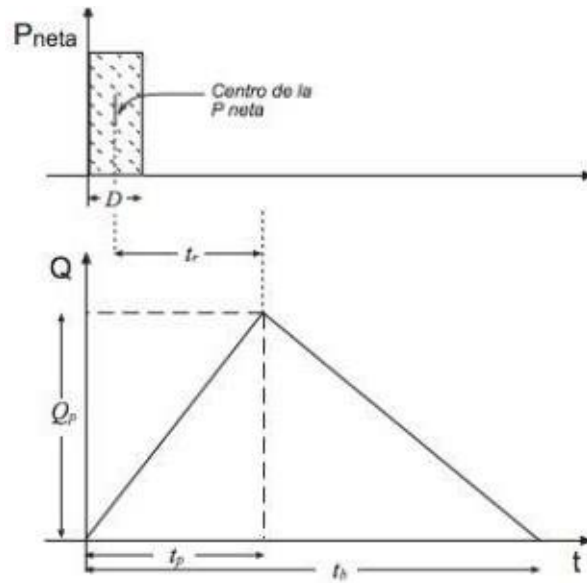


Figura 33. Tiempo de retardo (Fuente: diapositivas de la asignatura de Hidrología Superficial y Subterránea del Grado en Ingeniería Civil)

En la *Tabla 58* se recogen los valores del tiempo de retardo o time lag (t_{lag}) correspondientes a cada subcuenca.

Tabla 58 - Valores del tiempo de retardo (t_{lag})

Subcuencas	t_c (h)	Lag time (min)
1	3.11	112.12
2	2.39	86.11
3	2.67	96.28
4	2.73	98.18
5	2.93	105.39
6	5.05	181.81
7	3.05	109.88
8	3.49	125.69
9	2.85	102.60
10	6.43	231.63
11	1.93	69.64
12	3.31	119.31
13	3.44	123.76
14	3.25	116.98
15	1.97	70.95

5.1.4. Método de Propagación de Caudales

Tras obtener los hidrogramas de caudal aplicando el Método del Hidrograma Unitario, se procede a la propagación de dichos caudales a lo largo del cauce principal hasta llegar al punto de desagüe de la cuenca del río Guadarranque. Esto permite obtener la respuesta hidrológica de la cuenca ante la lluvia de proyecto.

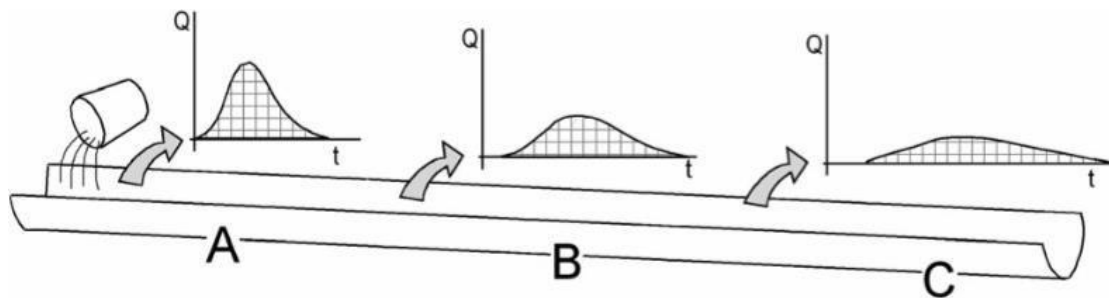


Figura 34. Propagación de caudales (Fuente: diapositivas de la asignatura de Hidrología Superficial y Subterránea del Grado en Ingeniería Civil)

Para la propagación de caudales se recurre al método de Muskingum-Cunge. Este método cuenta con tres parámetros los cuales están asociados a los distintos tramos considerados dentro de la cuenca del río Guadarranque y que deben ser introducidos en el software HEC-HMS.

- Δt
- X
- K

Para el intervalo de tiempo (Δt) se ha determinado que su valor sea igual a 20 minutos. Esto se explica con mayor profundidad en el subapartado 6.3. *Control Specifications*.

El valor del factor de ponderación K se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$K = 0.18 \cdot \left(\frac{\Delta x}{S_0^{0.25}} \right)^{0.76}$$

Donde:

- Δx (km): longitud del tramo (subreach), expresado en km.
- S_0 (m/m): pendiente del tramo.

Una vez definido el intervalo de tiempo (Δt) y el factor de ponderación (K) se despeja el valor del otro factor de ponderación (X) debiendo cumplir la condición de Courant que garantiza la estabilidad del modelo:

$$\Delta t > \frac{2kx}{n}$$

Donde (n) representa el número de subdivisiones dentro de cada tramo. Se observó que en España, el valor del factor de ponderación (X) toma valores en torno a 0.2-0.6, por lo que en caso de obtener valores inferiores o superiores a este intervalo, se recomienda fijar el valor de $X = 0.25$ y ver en cuantos subtramos (subreaches) hay que dividir cada tramo para poder cumplir con la condición de Courant.

La *Tabla 59* recoge los valores de K y X así como la cantidad de subtramos (n) en los que se divide cada tramo, así como el incremento de tiempo (Δt) que es universal para todas las subcuencas.

Tabla 59 - Parámetros del Método de Muskingum-Cunge

Tramos	Δt (min)	K (h)	X (-)	n
1	20	2.44	0.20	3
2	20	2.11	0.39	5
3	20	2.11	0.39	5
4	20	1.57	0.42	4
5	20	3.96	0.21	5
6	20	1.93	0.43	5
7	20	0.34	0.49	1

5.2. Meteorological Model

El modelo meteorológico es la herramienta empleada en *HEC-HMS* para introducir los datos de precipitación necesarios para la obtención de la respuesta hidrológica de la cuenca del río Guadarranque.

Dentro de la herramienta *Meteorological Models* se asocia a cada subcuenca su hietograma correspondiente asociado al período de retorno que se haya seleccionado.

Para poder definir los hietogramas que posteriormente se atribuirán a sus subcuencas correspondientes, es necesario a su vez el uso de otra herramienta dentro de *HEC-HMS* conocida como *Time-Series Data*.

Dentro de ella, se asigna a cada una de las subcuencas los datos de precipitación que les corresponden en forma de series temporales de datos. Estos valores de precipitación coinciden con los obtenidos para la precipitación bruta (P_b) a través del Hietograma de Bloques Alternos y que definían la lluvia de proyecto.

No es necesario introducir directamente los datos de precipitación efectiva (P_e), ya que como se ha comentado en el subapartado 6.1.3. *Método de transformación lluvia-caudal*, *HEC-HMS* tiene implementado dentro de él una función que permite obtener dicha precipitación efectiva de una manera fiable.

5.3. Control Specifications

Esta herramienta sirve para indicarle al programa la duración de la simulación y el intervalo de tiempo que se desea establecer para la muestra de resultados, es decir, discretizar el tiempo de simulación a la hora de realizar los cálculos pertinentes.

En cuanto a la duración de la simulación se va a establecer en tres días completos:

- Start Date: 1 de enero de 2000.
- Start Time: 00:00 h.
- End Date: 3 de enero de 2000.
- End Time: 00:00 h.

El incremento de tiempo (Δt) se ha establecido en base a las recomendaciones dadas en el documento *HEC-HMS. Manual Elemental* proporcionado por el Departamento de Geología de la Universidad de Salamanca.

En dicho manual se recomienda que el valor del incremento de tiempo (Δt) no sea inferior al 29 % del time lag, para ello se comparan los tiempos de retardo obtenidos para cada una de las subcuencas, escogiendo aquel que sea menor y multiplicándolo por 0.29 obteniendo así el incremento de tiempo.

En este caso, el incremento de tiempo (Δt) empleado es de 20 minutos.

5.4. Simulation Run

Una vez introducidos todos los datos necesarios y haber realizado las especificaciones pertinentes, se puede proceder a la ejecución del modelo que permitirá la obtención de los resultados que permitan analizar la respuesta hidrológica de la cuenca de estudio.

Para esto se recurre a la herramienta *Compute*, y dentro de ésta *Simulation Run*. Para que se pueda llevar a cabo la simulación es necesario especificar el modelo de cuenca (*Basin Model*), el modelo meteorológico (*Meteorologic Model*) y las especificaciones de control (*Control Specifications*).

5.5. Análisis de los resultados

En este apartado se van a analizar dos estudios por separado. En el primero de ellos se compara el hietograma de Bloques Alternos con el hietograma obtenido a partir del comportamiento que se ha observado de las precipitaciones registrado por la Red S.A.I.H., donde se evalúa cual de ellos se ajusta más a la respuesta hidrológica de la cuenca del río Guadarranque ante episodios de lluvias.

El segundo estudio se centra nuevamente en el hietograma de Bloques Alternos, cuyo uso está muy extendido. En este caso lo que se pretende analizar es uno de los parámetros de entrada en la elaboración de los hietogramas, como lo es la duración del aguacero (T_d). Se pretende analizar si es más conveniente usar una duración de lluvia (T_d) igual al tiempo de concentración (t_c) o si, por el contrario, es mejor que se extienda hasta las 24 horas de duración.

Tanto el modelo de cuenca como las especificaciones de control son comunes a ambos estudios, siendo el modelo meteorológico el que permita diferenciar dentro de cada estudio y realizar las comparaciones pertinentes.

Para ambos estudios se tomarán de referencia los hidrogramas obtenidos en el punto de desagüe donde confluyen todas las aguas y además, en los tramos 3, 4 y 6.

Los tramos 3,4 y 6 han sido escogidos al ser los encargados de recoger las aguas de las subcuencas 10, 6 y 4 respectivamente, siendo éstas las subcuencas de mayor extensión recogiendo por tanto una mayor cantidad de precipitación que otras de las subcuencas que conforman la totalidad de la cuenca del río Guadarranque.

De manera análoga a los estudios realizados en los capítulos anteriores se obtendrán los resultados para los periodos de retorno de 10, 100 y 500 años.

Tabla 60 - Tramos y áreas de las subcuencas analizadas

Subcuenca	Área (km ²)	Tramo
4	22.51	6
6	28.83	4
10	61.79	3

5.5.1. Estudio 1. Hietograma de Bloques Alternos frente a Hietograma de la Red S.A.I.H.

Como se adelantaba en la *Introducción* de este proyecto, el cambio climático ha provocado cambios significativos en los patrones de comportamiento de las precipitaciones y es por ello, que surge la necesidad de analizar si realmente el Método de los Bloques Alternos sigue siendo un método eficaz para la elaboración de los hietogramas que posteriormente servirán para el análisis de la respuesta hidrológica de la cuenca.

Frente a esto se plantea la posibilidad de realizar estudios más específicos dejando a un lado métodos más estandarizados como lo son el anterior. Para la cuenca del río Guadarranque se ha tomado información recogida por la Red S.A.I.H. que muestra el actual comportamiento de las lluvias.

Para poder llevar a cabo esta comparación de manera más fiable se escogen los mismos volúmenes de precipitaciones que fueron calculados en una primera instancia para el diseño del hietograma de Bloques Alternos.

Estos volúmenes fueron calculados a partir de las intensidades de precipitación, las cuales se obtenían a partir de las expresiones establecidas por la *Norma 5.2.- IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras*. Todo esto queda recogido dentro del *subcapítulo 4.2. Método de los Bloques Alternos del Capítulo 4. Pérdidas de Precipitación*.

La diferencia en el diseño de los hietogramas reside en la ordenación de sus bloques. El hietograma de Bloques Alternos contará con un bloque principal en el centro de la duración de la precipitación (T_d) mientras que el resto de bloques se encuentran en orden descendente alternativamente hacia la derecha e izquierda del bloque central.

En cambio, los bloques del hietograma de la Red S.A.I.H. se ordenan según el patrón de comportamiento de las precipitaciones como se puede visualizar en el *subcapítulo 4.3. Red S.A.I.H. del Capítulo 4. Pérdidas de Precipitación*.

En estos hietogramas no se guarda ningún tipo de simetría y ya no habrá un único bloque principal, sino dos. Ambos bloques principales se encontrarán desplazados a la izquierda contando el primero con un volumen bastante superior al segundo.

Tanto los hietogramas de Bloques Alternos como los hietogramas obtenidos a partir de la información de la Red S.A.I.H. pueden ser visualizados en el ANEXO B. *Cálculos de Pérdidas de Precipitaciones.*

A continuación, las Figuras 35-38 muestran los hidrogramas resultantes mientras que las Tablas 61-64 muestran los caudales punta, los tiempo pico y los volúmenes encerrados por los hidrogramas así como los incrementos que se dan entre los valores de estos entre los hidrogramas de Bloques Alternos y de la Red S.A.I.H.

A partir del análisis de estos hidrogramas y los valores recogidos en las tablas se llevará a cabo el primer estudio determinando qué método para el diseño de hietogramas es más adecuado. Como se observa los hidrogramas escogidos para realizar dicho análisis se corresponden al período de retorno de 10 años pudiendo encontrar los hidrogramas y tablas referidos a los períodos de retorno de 100 y 500 años en el ANEXO C. *Resultados de HEC-HMS.*

Se ha decidido analizar únicamente el período de retorno de 10 años porque los hidrogramas resultantes siguen un patrón muy similar en los tres períodos de retorno describiendo las mismas tendencias. Además se decide escoger este período de retorno ya que muestra la situación con mayor probabilidad de ocurrencia.

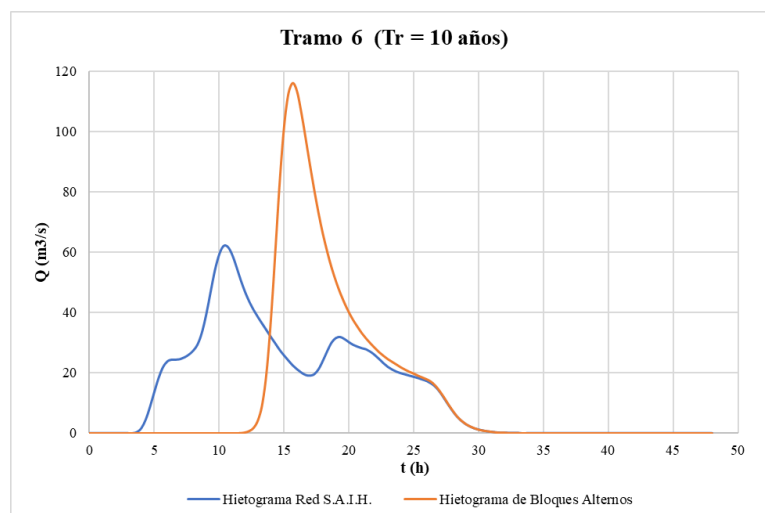


Figura 35. Hidrogramas en el Tramo 6 - Caso 1 (10 años)

Tabla 61 - Resultados Tramo 6 - Caso 1 (10 años)

Hietograma	Q_p (m^3/s)	ΔQ_p (%)	T_p (h)	ΔT_p (h)	Volumen (m^3)
Red S.A.I.H.	62.1	87.12	10:20	5:20	2434
Bloques Alternos	116.2		15:40		

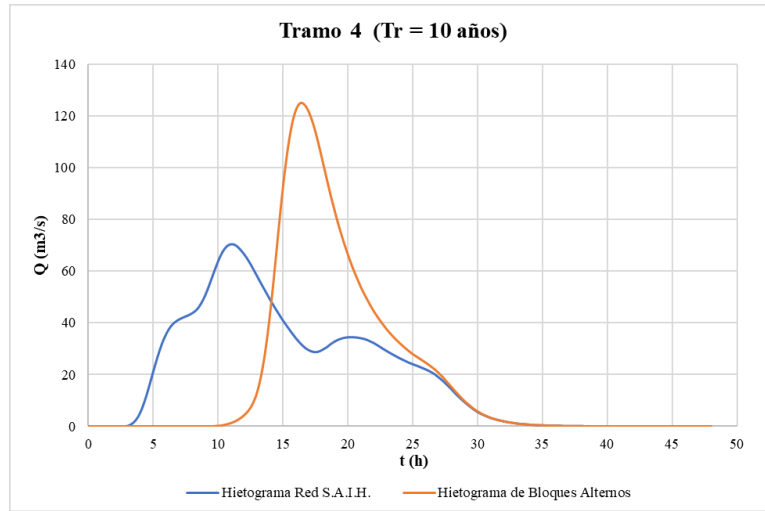


Figura 36. Hidrogramas en el Tramo 4 - Caso 1 (10 años)

Tabla 62 - Resultados Tramo 4 - Caso 1 (10 años)

Hietograma	Q_p (m ³ /s)	ΔQ_p (%)	T_p (h)	ΔT_p (h)	Volumen (m ³)
Red S.A.I.H.	70.5	77.16	11:00	5:20	3352.3
Bloques Alternos	124.9		16:20		

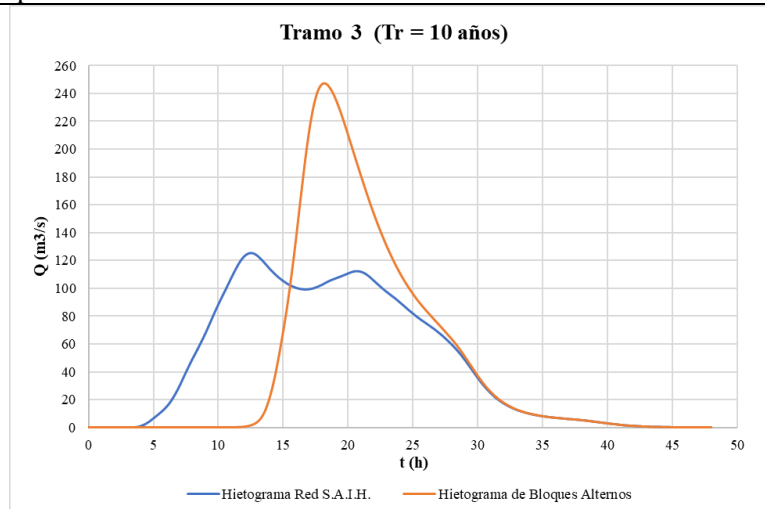


Figura 37. Hidrogramas en el Tramo 3 - Caso 1 (10 años)

Tabla 63 - Resultados Tramo 3 - Caso 1 (10 años)

Hietograma	Q_p (m ³ /s)	ΔQ_p (%)	T_p (h)	ΔT_p (h)	Volumen (m ³)
Red S.A.I.H.	125.1	97.20	12:40	5:40	7994.1
Bloques Alternos	246.7		18:20		

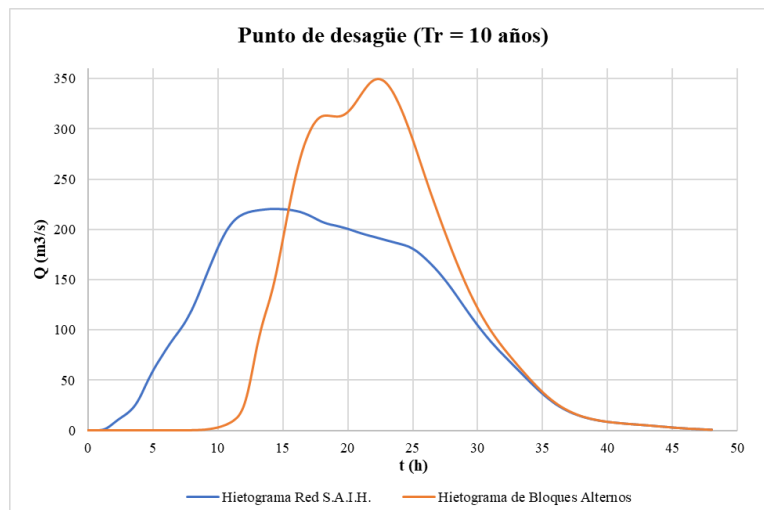


Tabla 64 - Resultados Punto de desagüe - Caso 1 (10 años)

Hietograma	Q _p (m ³ /s)	ΔQ _p (%)	T _p (h)	ΔT _p (h)	Volumen (m ³)
Red S.A.I.H.	220.5	58.64	14:20	8:00	17736.3
Bloques Alternos	349.8		22:20		

En todos los casos, el caudal punta del hidrograma obtenido a partir del método de los Bloques Alternos se encuentra más desplazado a la derecha y alcanza un valor más elevado.

Para los hidrogramas de la red S.A.I.H., su caudal punta se encuentra más desplazado a la izquierda ya que como

Figura 38. Hidrogramas en el punto de desagüe - Caso 1 (10 años)

se puede observar en los hietogramas, la intensidad de lluvia es mucho más elevada al comienzo del aguacero.

Para los tres tramos se observa que las diferencias porcentuales entre los caudales punta de los dos hidrogramas se encuentran en torno al 80-100 % mientras que para el tiempo pico suelen estar separados por un incremento de tiempo de entre 5-6 horas.

Sin embargo, en el punto de desagüe las diferencias porcentuales entre caudales disminuyen situándose en torno al 50-60 % y la diferencia horaria entre tiempos punta aumentará a 7-8 horas.

Estas diferencias se han analizado para el caudal punta más elevado de cada hidrograma. El hidrograma de Bloques Alternos referido a los tres primeros tramos cuenta únicamente con un caudal punta mientras que en el desagüe se dan dos, siendo el segundo caudal punta que aparece el más elevado mientras que el primero se encuentra en el mismo tramo horario donde se produce el caudal punta para los tramos.

Para los hidrogramas obtenidos a partir de la información de la red S.A.I.H. sucede al contrario, dándose dos caudales punta en los tramos mientras que el desagüe contará únicamente con un caudal punta el cual describe una curva muy suavizada.

Como los volúmenes de precipitación se obtuvieron de la misma manera tiene sentido que el volumen encerrado por ambos hidrogramas sea el mismo.

Tras este breve análisis se puede concluir que los hidrogramas obtenidos a partir del patrón de comportamiento observado por la red S.A.I.H. son más adecuados a la hora de realizar un estudio hidrológico para la cuenca del río Guadarranque.

En los hidrogramas de la red S.A.I.H. se pueden intuir comportamientos sobre los que determinadas organizaciones como el IPCC, la AEMET o el CEDEX vienen advirtiendo como consecuencia del cambio climático.

Las precipitaciones serán de gran intensidad en las primeras horas de duración de la lluvia, lo que coincide con el hecho de tener dos avenidas desplazadas a la izquierda como muestran los hidrogramas de la cuenca.

El hecho de contar con dos avenidas puede aumentar el riesgo de peligrosidad ya que tras la llegada del primer caudal punta tiene sentido que el suelo pueda alcanzar cierto grado de saturación y se puede encontrar ante una falta de tiempo de reacción ante la llegada de un segundo caudal punta. Esto nuevamente se contrasta con los sucesos acontecidos en los últimos años en el campo de Gibraltar donde son frecuentes las inundaciones.

5.5.2. Estudio 2. Elección de la Duración de Lluvia para Hietogramas de Bloques Alternos

Este segundo estudio centra su atención en el valor que se le otorga a la duración de la lluvia de proyecto (T_d). Para ello, se van a comparar los hidrogramas obtenidos de la aplicación del método de los Bloques Alternos, donde la diferencia se encontrará en el valor escogido para el parámetro duración de la lluvia (T_d) igualándolo al tiempo de concentración (t_c) de cada subcuenca o bien, asumiendo una duración del aguacero igual a 24 horas.

En la *Tabla 37 - Discretización del $t_c(h)$ del subcapítulo 4.1. Intervalos Temporales del Capítulo 4. Pérdidas de Precipitación* se pueden recordar cuáles son los tiempos de concentración de cada subcuenca así como la discretización temporal escogida según los mismos.

Los intervalos temporales escogidos para cada subcuenca se aplicarán tanto si la duración de lluvia se establece igual al tiempo de concentración (t_c) como si extiende a 24 horas.

Seguidos por la misma motivación se analizarán nuevamente, para el período de retorno de 10 años, los hidrogramas correspondientes con los tramos 3,4 y 6 así como el resultante en el punto de desagüe como se muestra en las *Figuras 39-42*.

Al igual que en el estudio anterior, las *Tablas 65-68* muestran los caudales punta, los tiempo pico y los volúmenes encerrados por los hidrogramas así como los incrementos que se dan entre los valores de estos según el tiempo de duración escogido.

Los hidrogramas y tablas referidos a los períodos de retorno de 100 y 500 años se pueden encontrar en el *ANEXO C. Resultados de HEC-HMS*.

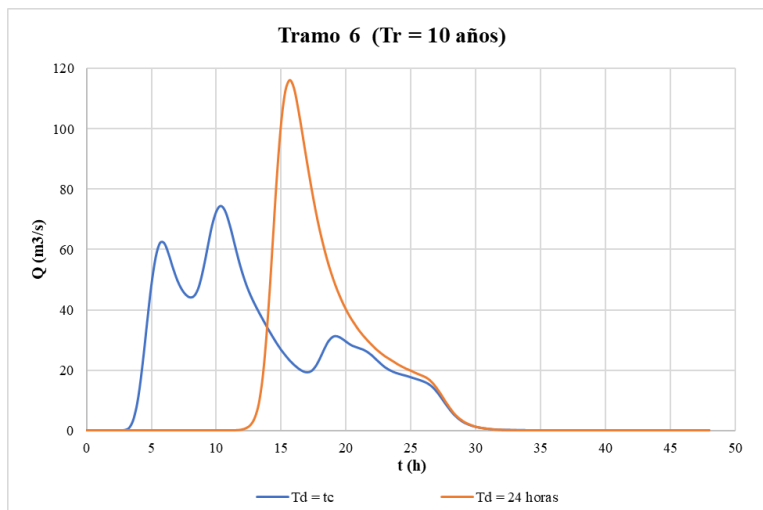


Figura 39. Hidrogramas en el Tramo 6 - Caso 2 (10 años)

Tabla 65 - Resultados Tramo 6 - Caso 2 (10 años)

Duración de Lluvia (T_d)	Q_p (m^3/s)	ΔQ_p (%)	T_p (h)	ΔT_p (h)	Vol. (m^3)	$\Delta Vol.$ (%)
t_c	74.48	56.02	10:20	5:20	2254.9	7.94
24 horas	116.2		15:40		2434	

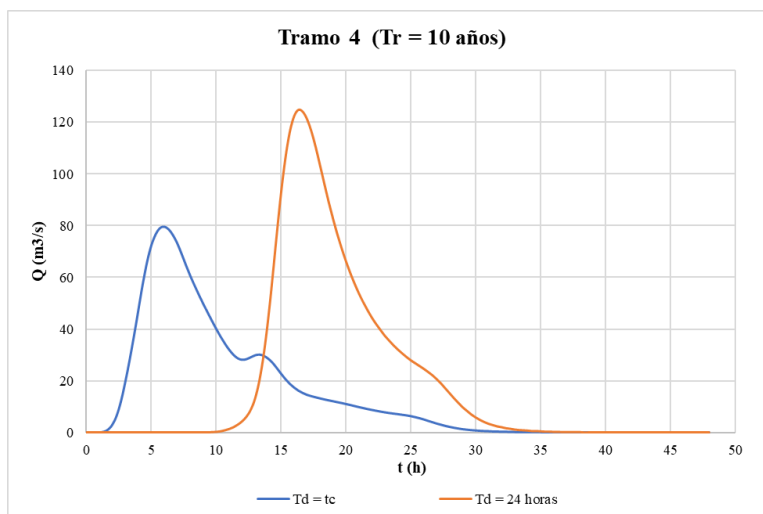


Figura 40. Hidrogramas en el Tramo 4 - Caso 2 (10 años)

Tabla 66 - Resultados Tramo 4 - Caso 2 (10 años)

Duración de Lluvia (T_d)	Q_p (m^3/s)	ΔQ_p (%)	T_p (h)	ΔT_p (h)	Vol. (m^3)	$\Delta Vol.$ (%)
t_c	79.46	57.19	6:00	10:20	2943	13.91
24 horas	124.9		16:20		3352.3	

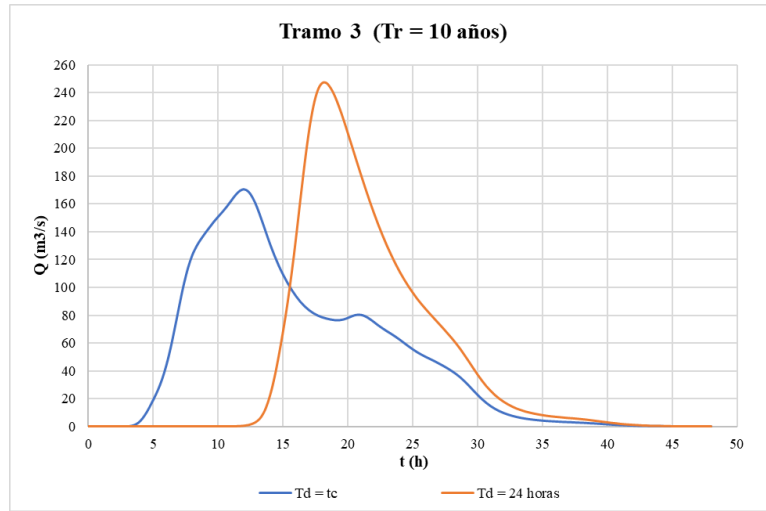


Figura 41. Hidrogramas en el Tramo 3 - Caso 2 (10 años)

Tabla 67 - Resultados Tramo 3 - Caso 2 (10 años)

Duración de Lluvia (T _d)	Q _p (m ³ /s)	ΔQ _p (%)	T _p (h)	ΔT _p (h)	Vol. (m ³)	ΔVol. (%)
t _c	170.59		12:00		6959.2	
24 horas	246.7	44.62	18:20	6:20	7994.0	14.87

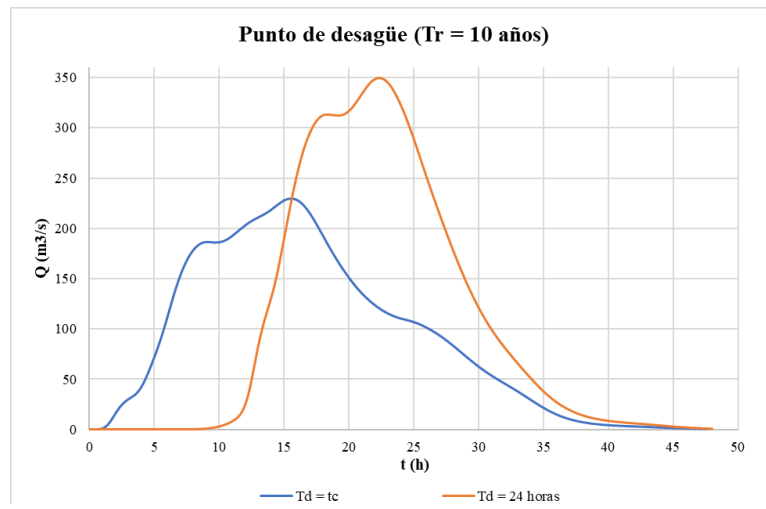


Figura 42. Hidrogramas en el punto de desagüe - Caso 2 (10 años)

Tabla 68 - Resultados Punto de desagüe - Caso 2 (10 años)

Duración de Lluvia (T _d)	Q _p (m ³ /s)	ΔQ _p (%)	T _p (h)	ΔT _p (h)	Vol. (m ³)	ΔVol. (%)
t _c	229.5		15:40		14772.4	
24 horas	349.8	52.42	22:20	6:40	17732.7	20.04

En todos los casos, el caudal punta del hidrograma obtenido para una duración del aguacero de 24 horas se encuentra más desplazado a la derecha y alcanza un valor más elevado, observándose diferencias porcentuales entre caudales punta que rondan desde el 45% hasta el 60% aproximadamente.

Teóricamente resultaría aceptable asumir una duración de lluvia igual al tiempo de concentración (t_c) de cada subcuenca, ya que es el tiempo mínimo necesario para que todos los puntos de cada subcuenca estén aportando agua de escorrentía a sus puntos de desagüe correspondientes.

Esto se contradice con los últimos estudios, basados en datos reales, que indican que se debe alargar dicha duración hasta las 24 horas para que se desarrolle de manera completa el hietograma, ya que se vio una minoración de los cálculos.

Esta minoración se puede contrastar con las diferencias porcentuales de volumen obtenidas, siendo siempre menor el volumen encerrado por el hidrograma para el cual se ha asociado una duración de lluvia igual al tiempo de concentración.

Estas diferencias de volumen alcanzan el 20 % en el punto de desagüe de la cuenca, encontrándose en los tramos en valores en torno a 10-15 %. Es por tanto, que se decide escoger los hidrogramas basados en una duración de lluvia igual a 24 horas ya que los resultados serán más conservadores.

6 CONCLUSIONES

Este último capítulo sirve para aunar las conclusiones que se han ido alcanzado a lo largo de los capítulos desarrollados y que describen los pasos a seguir en el estudio hidrológico de la cuenca del río Guadarranque.

El comienzo de cualquier estudio hidrológico se da con la delimitación de la cuenca hidrográfica a partir de la red hídrica y el punto de desagüe del río en cuestión. La cuenca del río Guadarranque cuenta con una extensión de 266.29 km², con una longitud del cauce principal de 46.74 km y un terreno de orografía suave con una pendiente media del 1.3 %, siendo estos dos últimos parámetros los que establezcan el tiempo de concentración en 12.72 horas.

Cuánto más elevado sea el tiempo de concentración de la cuenca mejor será la respuesta hidrológica de la misma ante episodios de lluvias ya que éstas no se concentrarán con tanta rapidez en el punto de desagüe.

Existe un predominio de los bosques de frondosas seguido por vegetación esclerófila y material boscoso de transición. Las zonas industriales y comerciales se encuentran concentradas en torno a la desembocadura del río Guadarranque. En cuanto a las unidades litológicas son las areniscas silíceas las que prevalecen sobre el resto.

Esta información acerca del uso y tipos de suelo así como la pendiente son necesarios para el cálculo del umbral de escorrentía (P_0). Este parámetro resulta de gran importancia ya que a la hora de calcular las pérdidas de precipitación, la abstracción inicial (I_a) adoptará este valor.

Para facilitar el estudio de la cuenca del río Guadarranque, ésta será dividida en un total de quince subcuencas.

Lo siguiente que se lleva a cabo es un estudio exhaustivo de las precipitaciones asociadas a la cuenca. Para ello, se cuenta con los datos registrados por las estaciones pluviométricas de Castellar de la Frontera (Pueblo Nuevo), San Roque (Cortijo Villanueva) y Jimena de la Frontera (Segunda).

Al contar con la participación de tres estaciones será necesario la aplicación del Método de los Polígonos de Thiessen para determinar el área de influencia de cada pluviómetro. El pluviómetro de Castellar de la Frontera tendrá un área de influencia que ocupa el 51 % de extensión de la cuenca mientras que las estaciones de San Roque y Jimena de la Frontera ocupan un 21% y un 28% respectivamente.

Las estaciones Castellar de la Frontera (Pueblo Nuevo) y Jimena de la Frontera (Segunda) cuenta con registros desde el año 1990 hasta el 2017 mientras que en la estación San Roque (Cortijo Villanueva) el registro se interrumpe en el año 2002. Así pues, se va a plantear el estudio de dos modelos en paralelo.

- Estudio de 1990 a 2002: Estaciones Castellar de la Fra. (Pueblo Nuevo), San Roque (Cortijo Villanueva) y Jimena de la Fra. (Segunda).
- Estudio de 1990 a 2017: Estaciones Castellar de la Fra. (Pueblo Nuevo) y Jimena de la Fra. (Segunda).

Según establece la Norma 5.2-. *IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras* el cálculo de las precipitaciones máximas diarias ($P_{máx}$) se hará de manera paralela mediante:

- Mapa de máximas lluvias diarias en la España Peninsular.
- Estudio Estadístico de las Precipitaciones.

En el estudio estadístico se aplican distintas distribuciones de probabilidad como son la distribución Normal, de Gumbel, Log-Pearson y SQRT-ET máx, donde se deben tener en cuenta las particularidades que presentan cada una de ellas.

Por norma general, la distribución de Gumbel suele ser la que mejor se ajusta y por tanto, la que ofrece unos resultados más fiables. Por otro lado, la distribución Normal funciona muy bien para períodos de retorno pequeños mientras que en distribuciones como la de Log-Pearson Tipo III o SQRT-ET_{máx.} suelen contar con una menor precisión para los valores extremos.

Tras analizar de manera análoga ambos modelos se determina que el primero proporciona unos valores de precipitación más elevados.

El segundo modelo cuenta únicamente con las estaciones de Castellar y Jimena de la Frontera pero el registro de años es superior al tener datos desde 1990 hasta 2017. El hecho de que con estos datos se obtengan valores menores coincide con el descenso de precipitaciones observado en la última década.

Tras la obtención de los valores de precipitación máxima ($P_{máx.}$) se procede a la elaboración de los hietogramas a partir de los volúmenes de precipitación. Estos volúmenes son calculados a partir de las intensidades de precipitación, que a su vez son obtenidas a partir de las expresiones establecidas por la *Norma 5.2-. IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras*.

Estos volúmenes se ordenarán según el método de los Bloques Alternos o por el contrario, según los patrones de precipitación que proporciona la red S.A.I.H., lo que da lugar al primer caso de estudio debiendo escoger cual se ajusta mejor a la situación actual.

El segundo estudio se centra únicamente en los hietogramas de Bloques Alternos donde la cuestión que se plantea es el valor que ha de adoptar el parámetro duración de lluvia (T_d), teniendo como opciones que éste se iguale al tiempo de concentración (t_c) o por el contrario, se extienda hasta llegar a las 24 horas de duración.

Una vez calculados los hietogramas se hace un estudio de las pérdidas de precipitación a través del método del SCS para las Abstracciones. Los resultados obtenidos no deberán ser introducidos a posteriori en el software HEC-HMS, ya que éste calcula de manera interna dichas pérdidas de precipitación a partir del método del Número de Curva del SCS (*SCS Curve Number*), el cual es análogo al método del SCS para las abstracciones.

Aun así, la aplicación del método del SCS para las Abstracciones permite obtener una idea generalizada de cómo responde la cuenca ante la precipitación bruta (P_b) y que parte de esta se transforma en escorrentía y que porcentaje se asume como pérdidas de precipitación.

La conclusión principal que se obtiene es que en el cálculo de las pérdidas de precipitación es fundamental tener en cuenta qué pluviómetros influyen en cada subcuenca y en qué proporción al determinar las precipitaciones que recibe cada una de ellas. También es importante conocer el tipo de suelo, usos de suelo y pendiente de cada subcuenca ya que determinarán los valores de abstracción inicial (I_a)

De esta manera, subcuencas que a priori reciben una precipitación bruta (P_b) inferior después son capaces de generar una mayor escorrentía que otras debido a los valores que alcanzan su abstracción inicial (I_a).

También se observa como subcuencas de mayor extensión que deben recoger una mayor cantidad de precipitación bruta (P_b) se encuentran superadas por otras subcuencas que albergan pluviómetros con valores de precipitación más elevados.

Es importante destacar como en todos los casos se observa que conforme aumenta el período de retorno (T_r), disminuye el porcentaje referido a la abstracción inicial (I_a) sucediendo al contrario con el porcentaje precipitación efectiva (P_e) que también aumenta.

Para finalizar con el estudio hidrológico se debe proceder a la transformación lluvia-caudal para la posterior propagación de caudales que permite simular la respuesta hidrológica de la cuenca del río Guadarranque.

Para ello se hace uso del software *HEC-HMS (Hydrologic Modeling System)*. Éste como método de pérdidas de precipitación el método del Número de Curva del SCS mientras que para la transformación lluvia-caudal se escoge el método del Hidrograma Unitario SCS, sin olvidar la propagación de caudales que se llevará a cabo a través del método de Muskingum-Cunge.

Tanto el modelo de cuenca como las especificaciones de control son comunes a ambos estudios, siendo el modelo meteorológico el que permita diferenciar dentro de cada estudio y realizar las comparaciones pertinentes.

Para ambos estudios se tomarán de referencia los hidrogramas obtenidos en el punto de desagüe donde confluyen todas las aguas y además, en los tramos 3, 4 y 6.

Los tramos 3,4 y 6 han sido escogidos al ser los encargados de recoger las aguas de las subcuencas 10, 6 y 4 respectivamente, siendo éstas las subcuencas de mayor extensión recogiendo por tanto una mayor cantidad de precipitación que otras de las subcuencas que conforman la totalidad de la cuenca del río Guadarranque

Para el primer estudio se concluye que los hietogramas obtenidos a partir de la información del S.A.I.H. se ajustan más a la situación actual, donde el cambio climático está influyendo significativamente en las precipitaciones.

Para el caso del tiempo de duración de lluvia (T_d) en los hietogramas de Bloques Alternos se ha decidido que éste se extienda hasta las 24 horas para que se produzca un completo desarrollo de los hietogramas.

Como consideraciones generales se debe concluir que los efectos del cambio climático están produciendo un descenso de las precipitaciones así como un cambio en su patrón de comportamiento como por ejemplo, en su intensidad, siendo ésta mucho más elevada al inicio del aguacero.

Esto provoca una necesidad de estudios más exhaustivos dónde se comiencen a desechar métodos tan estandarizados como el método de los Bloques Alternos, dando paso a métodos donde se tenga en cuenta el área de estudio y todas estas nuevas variaciones provocadas por el calentamiento global.

Los estudios hidrológicos deberán adaptarse a estos nuevos tiempos de manera que estudios tan importantes como los son los relativos a las inundaciones (Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI)), *Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular*, dominio público hidráulico (Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH)), actualicen su metodología.

Tampoco se deben olvidar los estudios realizados para el dimensionamiento de infraestructuras hidráulicas. Las futuras obras hidráulicas deberían encontrarse dimensionadas para caudales obtenidos a partir de datos de precipitación actualizados ya que seguramente estas sufran un sobredimensionamiento si se comparan con antiguas infraestructuras de características similares.

Al tener ante nosotros un panorama tan cambiante se debería llevar a cabo una revisión periódica de los métodos aplicados y de los datos que se emplean para ello con el fin de ofrecer resultados que se ajusten en la medida de lo posible a la realidad.

Todo esto deja paso a futuras líneas de investigación donde se hagan estudios más exhaustivos de las precipitaciones en función de la zona que se vaya a analizar así como para continuar ajustando los diferentes parámetros y variables que intervienen en los estudios hidrológicos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA). Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/>
- [2] Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), Instituto Geográfico Nacional. *Modelo Digital del Terreno – MDT25*. Ministerio de Fomento. Disponible en: <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>
- [3] Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (DERA), Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA). Disponible en: <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/DERA/>
- [4] Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). *Datos Meteorológicos de la provincia de Cádiz*.
- [5] Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. *El clima de Andalucía en el siglo XXI. Escenarios Locales de Cambio Climático de Andalucía*. 2014. Disponible en: [El Clima de Andalucía en el siglo XXI. Escenarios Locales de Cambio Climático de Andalucía. Actualización al 4º Informe del IPCC, 2014 \(juntadeandalucia.es\)](http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/DERA/)
- [6] Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. *Análisis de la sequía en Andalucía. Estudio Comarcal*. Enero 2021-Julio 2021. Disponible en: [Análisis de la sequía en Andalucía. Estudio comarcal \(juntadeandalucia.es\)](http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/DERA/)
- [7] Boletín Oficial del Estado (BOE). *Norma 5.2.- IC Drenaje Superficial de la Instrucción de Carreteras*. Ministerio de Fomento, 10 de marzo de 2016.
- [8] Dirección General de Carreteras. *Máximas lluvias diarias en la España Peninsular*. Ministerio de Fomento, 1999.
- [9] Zarzuelo Romero, Carmen. *Diapositivas de la asignatura de Hidrología Superficial y Subterránea del Grado en Ingeniería Civil*. Universidad de Sevilla, 2019.
- [10] Sánchez San Román, F. Javier. *Correlación lineal y regresión*. Departamento de Geología, Universidad de Salamanca.
- [11] Sánchez San Román, F. Javier. *HEC-HMS. Manual Elemental*. Departamento de Geología, Universidad de Salamanca, marzo de 2015.
- [12] Gómez Valentín, Manuel. *Hidrología Urbana*. Barcelona, noviembre de 2007.
- [13] Río Guadarranque. Wikipedia: la enciclopedia libre. Disponible en: [Río Guadarranque \(Cádiz\) - Wikipedia, la enciclopedia libre](https://es.wikipedia.org/wiki/R%C3%ADo_Guadarranque)
- [14] Atienza, Juan Carlos, *Ríos en España: el 44 % en mal estado*. Sociedad Española de Ornitología (SEO/Birdlife). 2018. Disponible en: <https://seo.org/2018/03/16/el-44-de-los-rios-de-espana-estan-en-mal-estado-ecologico/>
- [15] Centro de Estudios Y Experimentación de Obras Públicas. *Estudio de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos y las masas de agua*. Madrid, 2017.
- [16] Gómez de Avellaneda, Carlos. *La paleobahía de Algeciras y sus posibles asentamientos fenicios*. Universidad de Sevilla. Sevilla.
- [17] Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, 2015. *Valores ambientales de la zona especial de conservación. Marismas del Río Palmones*.
- [18] Ecologistas en Acción Cádiz, 2017. *Control de calidad y regeneración del río Guadarranque*. Disponible en: [guadarranque.pdf \(nodo50.org\)](http://www.nodo50.org/guadarranque.pdf)

ANEXO A. CÁLCULOS DEL ESTUDIO PLUVIOMÉTRICO

A.1. Datos de Precipitación de las Estaciones Pluviométricas

A.1.1. Datos de Precipitación Estación Castellar de la Frontera (Pueblo Nuevo)

Castellar de la Frontera (Pueblo Nuevo)													
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Noviembre	Diciembre	Octubre	P _{máx} (mm)
1990	28.5	0	57.9	29	8.5	0	0	0	2.2	24	26.6	100	100
1991	12.8	39.6	68.2	33.5	5	0	0	0	28.5	40	53.5	40	68.2
1992	10.1	27.6	36.4	14.3	7	76.5	0	0	13.7	91.3	10.2		91.3
1993	64	40.1	63.4	24.7	29.5	2.6	0	4	6	30	30	3.7	64
1994	33	53	3.5	19	8	0	0	0	19.6	35.2	39.6	13.5	53
1995	23	33.2	8.5	29	0.5	20.3	1.5	0	7	1	28.3	97.2	97.2
1996	113.1	32.3	239.3	16	50	4.6	0	0	6.6	50.5	61.2	109	239.3
1997	100.3	0	0	25.2	30	5.6	0	0	32	14.6	153	55.7	153
1998	31	74.5	19.5	12.9	17.8	0	0	0	22.5	0	7.3	21.5	74.5
1999	26	20	44.5	23.7	20.9	2.7	6.5	0	28	37.5	15.4	18	44.5
2000	70.2	0	15.2	48	27.2	0	0	0	6.7	23.2	27.2	150.2	150.2
2001	35.5	25.3	57.5	3.5	18.7	0	0	0	24.8	29.8	89.7	62.8	89.7
2002	38.2	15.8	30.8	15.7	9.5	17.9	0	0	24.8	85.1	44.2	20.9	85.1

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Noviembre	Diciembre	Octubre	P _{máx} (mm)
2004	11	36.3	23.8	41.1	67.5	0	0	0	0	32.5	21.2	33.8	67.5
2005	0	98.2	34.4	8.1	4	0	0	0	Ip	40.7	27.4	31.4	98.2
2006	101.2	80.5	43	36.8	3.3	18.4	1	13.6	4	82.9	82	8.9	101.2
2007	87.6	75.6	25.1	28.3	35.2	0	0	1.9	51	16.2	24.3	109.5	109.5
2008	26.8	121	82	47.4	10.5	0	0	0	50.3	56.5	59.4	77.5	121
2009	64	88.2	28.4	38.5	34.2	17.3	0	0	76.6	18.5	10.1	176.7	176.7
2010	118	105.8	137.7	37.1	24.8	13	Ip	13.9	10.3	65.1	31.5	153.5	153.5
2011	62.7	45.7	43.4	35.2	33.4	12.5	0	4.1	8.5	28	70.2	10.2	70.2
2012	13.5	5.1	6.4	36.2	7.1	0	0	0	49.2	66.5	55.9	33.8	66.5
2013	27.6	77.8	112	56	8.3	0	0	0	12.3	19.6	6.4	65.6	112
2014	55.2	29.7	20.4	46.1	10.1	0	0	0	26.9	25.6	24.6	18.6	46.1
2015	32.7	25.5	36.7	11.1	0	2.8	0	0	0	68.4	60.7	3.8	68.4
2016	23.4	17.8	13.2	25.7	25.4	0.1	0	0	1.4	32.8	190.4	185.6	190.4
2017	19.7	39.6	26.2	120.4	5.7	0	1.2	4.6	11.6	24.2	57.4	13.5	120.4

Leyenda	
	Correlación Lineal
	Ip

A.1.2. Datos de Precipitación Estación San Roque (Cortijo Villanueva)

San Roque (Cortijo Villanueva)													
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Noviembre	Diciembre	Octubre	P _{máx} (mm)
1990	27.9	0.3	41	33.5	0	1.7	0	Ip	2.3	20.4	22.2	65	65
1991	19.3	30.4	53.4	20.6	Ip	0.5	0	3.2	26.4	43	36.5	45	53.4
1992	6.8	25.5	32.4	15.2	6.2	78.7	1.6	0	12.2	120	13.5	64.5	120
1993	24.9	42	85.2	32.7	34.1	4.9	0	1	7.4	30.6	33	7.9	85.2
1994	39	42.3	3.9	41.7	7.2	0	0.5	0.7	16.6	27.4	37	5	42.3
1995	15.6	41.6	8.1	18.1	3.8	22.3	1.9	Ip	5.2	0.9	39	63.1	63.1
1996	112	24.9	82	42	25.3	3.4	1.1	1.5	14.8	51.1	61.2	72.2	112
1997	43.7	0.5	0	27.4	13	2.1	0.1	0.5	26.5	12.9	76	43	76
1998	29.7	67.4	19.8	13.4	9	0.7	0	0	34.4	3	2.1	23.8	67.4
1999	20.7	11.7	40.9	21	5.9	1.1	0	0	14.9	58	9.1	13.9	58
2000	69	0	18.7	40.8	24.2	0.1	0	0	1.9	30	24.5	63.5	69
2001	38.1	85.6	26.5	1.5	12.6	0.4	0	0.2	33	26	48.8	62	85.6
2002	32.8	23.5	26	15.5	10.2	0	0	0	22	70.2	61.7	22.7	70.2

Leyenda	
	Correlación Lineal
	Ip

A.1.3. Datos de Precipitación Estación Jimena de la Frontera (Segunda)

Jimena de la Frontera (Segunda)													
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	P _{máx} (mm)
1990	19.4	0	27.3	33.5	0.9	0	0	0	2.3	18.6	22.5	59	59
1991	20.3	14.9	64	41	5.5	0	0	0	30.5	124.1	44.3	17.1	124.1
1992	12.4	21.4	38.4	24.5	72.5	0	0	0	32.8	41.9	13.9	26.3	72.5
1993	78.4	21	78.4	16.4	14.5	0	0	0	24.1	34.3	5.1	1.8	78.4
1994	36.8	37.7	1.1	20.8	10.3	0	0	0	26.4	13.3	39	46	58
1995	29	27.8	8.1	22.1	0	15.2	1.2	0	3.3	0	28.3	150.8	150.8
1996	57.1	19	73.5	68.8	68.9	8.5	0	8	23.7	73	58.1	110.2	110.2
1997	53.7	0	1.3	34.8	23.7	29.6	0	0.4	64.3	13.2	135.6	85.2	135.6
1998	39.5	75.2	27.3	10	15.5	0	0	0	33.2	2	5.3	41.3	75.2
1999	22.2	20	48.6	17	23.6	4.2	14.4	0	31.2	43.7	5.1	25.5	48.6
2000	54.1	0	13.6	44.5	33.3	0	0	0	4.6	39	15.9	146.5	146.5
2001	38.4	15.1	39.1	3.3	21.1	2.2	0	0	38.3	32.1	119.2	21.7	119.2
2002	35.2	12.3	27.4	16.5	13.1	5.1	0	0	11.2	29.3	55.6	32.6	55.6
2004	14.5	55.1	29.5	21.3	71.2	0	0	0.4	0.6	62.5	14.2	21.3	71.2
2005	0	57.3	29.5	17.2	14.7	0	0	0	6.6	36.7	20.4	25.5	57.3
2006	60.5	36.9	46.4	34.1	1.8	4	0	13.6	7.9	77.2	43.6	12.4	77.2
2007	70.80	47.30	20.70	21.40	37.90	2.10	0.00	15.70	26.10	25.10	28.50	96.20	96.2
2008	35.2	40.1	26.5	27.1	11.8	0	0	0	44.2	76.4	40.1	59.4	76.4
2009	47.2	73.7	26.8	12.3	5.5	2.2	0	0	27.1	12.4	20.3	98.3	98.3
2010	64.5	104.6	56.8	37.7	15.4	14.5	0	13.9	44.5	30.3	35.5	107.9	107.9
2011	37	39.1	60.7	26.6	13.4	7.4	0	1.4	8.2	28	61	5.6	61
2012	12.2	0.5	4.8	15.1	18.1	0	0	0	51.6	106.6	83.1	25.8	106.6

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	P _{máx} (mm)
2013	36.2	75.6	54.2	31.7	8.2	0	0	0	26.7	22.8	1.5	60.3	75.6
2014	26.3	37.8	25.5	56.8	4.7	20	0	0	16.6	18.4	49.4	36.7	56.8
2015	40.8	10.2	46.5	21.7	4.5	1.3	0	0	1.3	46.5	60	11.2	60
2016	13.1	23.1	15.2	43.8	26.1	0.8	0.6	0	3	56.1	90.2	161.5	161.5
2017	22.1	47.2	24.3	42.8	7.3	0.3	0	8.5	3.5	29.1	37.6	24.3	47.2

Leyenda	
	Correlación Lineal
	Ip

A.2. Test de Bondad de Kolmogorov-Smirnov

A.2.1. Test de Bondad de Kolmogorov-Smirnov. Modelo 1

A.2.1.1. Test de Bondad de Kolmogorov. Estación Castellar de La Frontera (Pueblo Nuevo)

Test de Bondad de Kolmogorov (Castellar de la Frontera)											
Año	P _{máx} (mm)	Posición	Normal			Gumbel		SQRT		LP-III	
			F _s (x _i)	F _x (x _i)	D	F _x (x _i)	D	F _x (x _i)	D	F _x (x _i)	D
1990	100	1	0.923	0.996	0.073	0.961	0.038	0.976	0.053	0.973	0.050
1991	68.2	2	0.846	0.839	0.007	0.806	0.040	0.872	0.026	0.880	0.033
1992	91.3	3	0.769	0.826	0.056	0.796	0.027	0.865	0.095	0.873	0.104
1993	64	4	0.692	0.494	0.198	0.543	0.150	0.606	0.086	0.638	0.054
1994	53	5	0.615	0.473	0.142	0.524	0.091	0.583	0.032	0.616	0.000
1995	97.2	6	0.538	0.429	0.110	0.484	0.054	0.530	0.009	0.564	0.025
1996	239.3	7	0.462	0.417	0.045	0.473	0.011	0.514	0.053	0.548	0.087
1997	153	8	0.385	0.383	0.001	0.440	0.056	0.469	0.084	0.502	0.118
1998	74.5	9	0.308	0.309	0.002	0.364	0.057	0.354	0.046	0.382	0.074
1999	44.5	10	0.231	0.268	0.038	0.319	0.088	0.282	0.052	0.303	0.072
2000	150.2	11	0.154	0.243	0.089	0.289	0.135	0.235	0.081	0.249	0.095
2001	89.7	12	0.077	0.183	0.106	0.214	0.137	0.122	0.045	0.116	0.039
2002	85.1	13	0.000	0.143	0.143	0.162	0.162	0.057	0.057	0.041	0.041

Castellar de la Frontera (Pueblo Nuevo)			
Distribución	D _{máx}	D _α	Resultado
Normal	0.198	0.37	✓
Gumbel	0.162	0.37	✓
LP Tipo III	0.118	0.37	✓
SQRT-ET _{máx.}	0.095	0.37	✓

A.2.1.2. Test de Bondad de Kolmogorov. Estación San Roque (Cortijo Villanueva)

Test de Bondad de Kolmogorov (San Roque)											
Año	P _{máx} (mm)	Posición	Normal			Gumbel		SQRT		LP-III	
			F _s (x _i)	F _x (x _i)	D	F _x (x _i)	D	F _x (x _i)	D	F _x (x _i)	D
1990	65	1	0.923	0.957	0.033	0.903	0.020	0.949	0.026	0.941	0.018
1991	53.4	2	0.846	0.529	0.317	0.572	0.274	0.663	0.183	0.611	0.235
1992	120	3	0.769	0.403	0.366	0.460	0.310	0.525	0.244	0.478	0.292
1993	85.2	4	0.692	0.334	0.358	0.391	0.301	0.432	0.261	0.394	0.299
1994	42.3	5	0.615	0.303	0.312	0.358	0.257	0.385	0.231	0.353	0.262
1995	63.1	6	0.538	0.981	0.443	0.933	0.394	0.966	0.427	0.962	0.424
1996	112	7	0.462	0.695	0.233	0.701	0.240	0.795	0.334	0.754	0.292
1997	76	8	0.385	0.424	0.040	0.480	0.095	0.551	0.167	0.502	0.117
1998	67.4	9	0.308	0.375	0.067	0.432	0.125	0.489	0.181	0.444	0.137
1999	58	10	0.231	0.170	0.061	0.197	0.034	0.150	0.081	0.159	0.072
2000	69	11	0.154	0.689	0.535	0.697	0.543	0.791	0.637	0.749	0.595
2001	85.6	12	0.077	0.072	0.005	0.064	0.013	0.011	0.066	0.027	0.050
2002	70.2	13	0.000	0.228	0.228	0.271	0.271	0.256	0.256	0.246	0.246

San Roque (Cortijo Villanueva)			
Distribución	D _{máx.}	D _α	Resultado
Normal	0.535	0.37	X
Gumbel	0.543	0.37	X
LP Tipo III	0.595	0.37	X
SQRT-ET _{máx.}	0.637	0.37	X

A.2.1.2. Test de Bondad de Kolmogorov. Estación Jimena de La Frontera (Segunda)

Test de Bondad de Kolmogorov (Jimena de la Frontera)											
Año	P _{máx} (mm)	Posición	Normal			Gumbel		SQRT		LP-III	
			F _s (x _i)	F _x (x _i)	D	F _x (x _i)	D	F _x (x _i)	D	F _x (x _i)	D
1990	59	1	0.923	0.933	0.010	0.881	0.042	0.927	0.004	0.907	0.016
1991	124.1	2	0.846	0.917	0.071	0.867	0.021	0.917	0.071	0.895	0.049
1992	72.5	3	0.769	0.863	0.094	0.824	0.055	0.886	0.116	0.856	0.087
1993	78.4	4	0.692	0.784	0.091	0.766	0.074	0.838	0.146	0.801	0.109
1994	58	5	0.615	0.743	0.128	0.736	0.121	0.812	0.197	0.773	0.157
1995	150.8	6	0.538	0.659	0.121	0.675	0.136	0.753	0.214	0.711	0.172
1996	110.2	7	0.462	0.329	0.133	0.385	0.076	0.389	0.072	0.388	0.073
1997	135.6	8	0.385	0.298	0.086	0.352	0.032	0.341	0.044	0.349	0.035
1998	75.2	9	0.308	0.274	0.034	0.325	0.017	0.299	0.008	0.316	0.009
1999	48.6	10	0.231	0.167	0.063	0.194	0.037	0.112	0.119	0.161	0.069
2000	146.5	11	0.154	0.161	0.007	0.185	0.032	0.101	0.053	0.151	0.003
2001	119.2	12	0.077	0.145	0.069	0.165	0.088	0.077	0.000	0.128	0.051
2002	55.6	13	0.000	0.107	0.107	0.112	0.112	0.027	0.027	0.071	0.071

Jimena de la Frontera (Segunda)			
Distribución	D _{máx.}	D _α	Resultado
Normal	0.133	0.37	✓
Gumbel	0.136	0.37	✓
LP Tipo III	0.172	0.37	✓
SQRT-ET _{máx.}	0.214	0.37	✓

A.2.2. Test de Bondad de Kolmogorov-Smirnov. Modelo 2

A.2.2.1. Test de Bondad de Kolmogorov. Estación Castellar de La Frontera (Pueblo Nuevo)

Test de Bondad de Kolmogorov (Castellar de la Frontera)											
Año	P _{máx} (mm)	Posición	Normal			Gumbel		SQRT		LP-III	
			F _s (x _i)	F _x (x _i)	D	F _x (x _i)	D	F _x (x _i)	D	F _x (x _i)	D
1990	100	1	0.963	0.998	0.035	0.977	0.014	0.982	0.019	0.981	0.018
1991	68.2	2	0.926	0.966	0.040	0.927	0.001	0.948	0.022	0.945	0.019
1992	91.3	3	0.889	0.938	0.049	0.901	0.012	0.929	0.040	0.926	0.037
1993	64	4	0.852	0.852	0.000	0.834	0.018	0.879	0.027	0.874	0.022
1994	53	5	0.815	0.850	0.035	0.832	0.017	0.878	0.063	0.872	0.057
1995	97.2	6	0.778	0.835	0.058	0.822	0.044	0.869	0.091	0.864	0.086
1996	239.3	7	0.741	0.640	0.101	0.675	0.066	0.738	0.003	0.733	0.008
1997	153	8	0.704	0.635	0.069	0.671	0.032	0.734	0.030	0.729	0.025
1998	74.5	9	0.667	0.566	0.100	0.615	0.052	0.675	0.008	0.673	0.006
1999	44.5	10	0.630	0.545	0.084	0.597	0.033	0.655	0.026	0.654	0.024
2000	150.2	11	0.593	0.475	0.117	0.533	0.060	0.582	0.010	0.585	0.007
2001	89.7	12	0.556	0.465	0.090	0.523	0.032	0.571	0.015	0.575	0.019
2002	85.1	13	0.519	0.450	0.069	0.509	0.010	0.553	0.035	0.558	0.039
2004	67.5	14	0.481	0.442	0.040	0.501	0.019	0.543	0.062	0.549	0.067
2005	98.2	15	0.444	0.393	0.052	0.451	0.007	0.480	0.036	0.490	0.046
2006	101.2	16	0.407	0.380	0.028	0.437	0.030	0.462	0.055	0.474	0.066
2007	109.5	17	0.370	0.343	0.027	0.398	0.027	0.409	0.038	0.425	0.054
2008	121	18	0.333	0.265	0.068	0.305	0.028	0.279	0.054	0.305	0.028

Castellar de la Frontera (Pueblo Nuevo)			
Distribución	D	D _α	Resultado
Normal	0.117	0.25	✓
Gumbel	0.107	0.25	✓
Log-Pearson Tipo III	0.086	0.25	✓
SQRT-ET _{máx.}	0.091	0.25	✓

Año	$P_{\text{máx}}$ (mm)	Posición	$F_s(x_i)$	$F_x(x_i)$	D	$F_x(x_i)$	D	$F_x(x_i)$	D	$F_x(x_i)$	D
2009	176.7	19	0.296	0.236	0.060	0.269	0.028	0.227	0.069	0.256	0.040
2010	153.5	20	0.259	0.224	0.035	0.254	0.006	0.206	0.053	0.236	0.023
2011	70.2	21	0.222	0.223	0.001	0.252	0.030	0.204	0.019	0.234	0.012
2012	66.5	22	0.185	0.219	0.034	0.246	0.061	0.195	0.010	0.226	0.041
2013	112	23	0.148	0.213	0.064	0.238	0.090	0.184	0.036	0.215	0.067
2014	46.1	24	0.111	0.198	0.086	0.218	0.107	0.157	0.046	0.188	0.077
2015	68.4	25	0.074	0.139	0.065	0.138	0.064	0.059	0.015	0.086	0.012
2016	190.4	26	0.037	0.109	0.072	0.097	0.060	0.024	0.013	0.042	0.005
2017	120.4	27	0.000	0.103	0.103	0.089	0.089	0.018	0.018	0.034	0.034

A.2.2.2. Test de Bondad de Kolmogorov. Estación Jimena de La Frontera (Segunda)

Test de Bondad de Kolmogorov (Jimena de la Frontera)											
		Normal		Gumbel		SQRT		LP-III		Normal	
Año	P _{máx} (mm)	Posición	F _s (x _i)	F _x (x _i)	D	F _x (x _i)	D	F _x (x _i)	D	F _x (x _i)	D
1990	59	1	0.963	0.985	0.022	0.950	0.013	0.965	0.002	0.962	0.001
1991	124.1	2	0.926	0.968	0.042	0.930	0.004	0.951	0.025	0.946	0.020
1992	72.5	3	0.889	0.958	0.069	0.919	0.030	0.943	0.055	0.939	0.050
1993	78.4	4	0.852	0.920	0.068	0.886	0.034	0.919	0.068	0.913	0.061
1994	58	5	0.815	0.856	0.041	0.837	0.022	0.882	0.067	0.873	0.058
1995	150.8	6	0.778	0.820	0.043	0.811	0.033	0.861	0.083	0.851	0.073
1996	110.2	7	0.741	0.742	0.001	0.753	0.012	0.812	0.071	0.801	0.060
1997	135.6	8	0.704	0.719	0.015	0.736	0.033	0.796	0.093	0.786	0.082
1998	75.2	9	0.667	0.706	0.039	0.726	0.060	0.787	0.121	0.776	0.110
1999	48.6	10	0.630	0.616	0.014	0.656	0.026	0.719	0.089	0.709	0.080
2000	146.5	11	0.593	0.592	0.001	0.636	0.044	0.698	0.106	0.690	0.097
2001	119.2	12	0.556	0.383	0.173	0.441	0.115	0.469	0.086	0.478	0.078
2002	55.6	13	0.519	0.369	0.149	0.426	0.092	0.451	0.068	0.461	0.058
2004	71.2	14	0.481	0.360	0.121	0.416	0.065	0.438	0.044	0.449	0.032
2005	57.3	15	0.444	0.352	0.093	0.407	0.038	0.425	0.020	0.438	0.007
2006	77.2	16	0.407	0.347	0.060	0.402	0.006	0.418	0.011	0.432	0.024
2007	96.2	17	0.370	0.318	0.052	0.369	0.002	0.374	0.004	0.392	0.021
2008	76.4	18	0.333	0.304	0.029	0.353	0.019	0.352	0.019	0.372	0.039
2009	98.3	19	0.296	0.207	0.089	0.231	0.065	0.184	0.112	0.219	0.078
2010	107.9	20	0.259	0.199	0.060	0.220	0.039	0.169	0.090	0.204	0.055
2011	61	21	0.222	0.191	0.032	0.209	0.013	0.155	0.067	0.190	0.032

Jimena de la Frontera (Segunda)			
Distribución	D	D _α	Resultado
Normal	0.172	0.25	✓
Gumbel	0.115	0.25	✓
Log-Pearson Tipo III	0.110	0.25	✓
SQRT-ET _{máx.}	0.121	0.25	✓

Año	$P_{\text{máx}}$ (mm)	Posición	$F_s(x_i)$	$F_x(x_i)$	D	$F_x(x_i)$	D	$F_x(x_i)$	D	$F_x(x_i)$	D
2012	106.6	22	0.185	0.183	0.002	0.198	0.013	0.141	0.044	0.177	0.009
2013	75.6	23	0.148	0.177	0.029	0.191	0.042	0.131	0.017	0.167	0.019
2014	56.8	24	0.111	0.173	0.062	0.185	0.074	0.125	0.013	0.161	0.050
2015	60	25	0.074	0.164	0.090	0.173	0.099	0.109	0.035	0.145	0.071
2016	161.5	26	0.037	0.118	0.081	0.109	0.072	0.041	0.004	0.069	0.032
2017	47.2	27	0.000	0.110	0.110	0.098	0.098	0.032	0.032	0.058	0.058

A.3. Estudio Estadístico

A.3.1. Estudio Estadístico. Modelo 1

A.3.1.1. Estudio Estadístico. Estación Castellar de La Frontera (Pueblo Nuevo)

Distribución Normal				
T_r (años)	$P = 1/T_r$	$F(x) = 1-1/T_r$	$K_t = z$	$X_t = P_{m\acute{a}x}$
10	0.1	0.900	1.28	168.36
100	0.010	0.990	2.33	223.47
500	0.002	0.998	2.88	252.58

X_{med}	σ^2	S	CV	C_s
100.77	2782.02	52.74	0.52	1.70

Distribución de Gumbel			
T_r (años)	$P = 1/T_r$	$F(x) = 1-1/T_r$	$P_{m\acute{a}x}$
10	0.1	0.9	189.37
100	0.010	0.990	308.79
500	0.002	0.998	390.79

Distribución de Gumbel									
Año	$P_{m\acute{a}x}$ (mm)	Posición	Prob. Weibull	T	Var red y	μ_y	σ_y	α	u
1990	100	1	0.071	14	2.60				
1991	68.2	2	0.143	7	1.87				
1992	91.3	3	0.214	5	1.42				
1993	64	4	0.286	4	1.09				
1994	53	5	0.357	3	0.82				
1995	97.2	6	0.429	2	0.58				
1996	239.3	7	0.500	2	0.37	0.51	1.04	50.82	75.01
1997	153	8	0.571	2	0.17				
1998	74.5	9	0.643	2	-0.03				
1999	44.5	10	0.714	1	-0.23				
2000	150.2	11	0.786	1	-0.43				
2001	89.7	12	0.857	1	-0.67				
2002	85.1	13	0.929	1	-0.97				

Distribución de Log-Pearson Tipo III				
T_r (años)	z	K_t	Log (P)	P (mm)
10	1.28	1.33	2.22	166.89
100	2.33	2.76	2.51	321.77
500	2.88	3.62	2.68	477.80

Distribución SQRT-ETmáx		
T_r (años)	P (mm)	F (x)
10	164.72	0.900
100	285.12	0.989
500	370.89	0.997

Distribución de Log-Pearson Tipo III							
Año	$P_{máx}$ (mm)	$P_{máx,ordenados}$ (mm)	log(P)	X_{med}	S	C_s	K
1990	100	239.3	2.379				
1991	68.2	153	2.185				
1992	91.3	150.2	2.177				
1993	64	100	2.000				
1994	53	97.2	1.988				
1995	97.2	91.3	1.960				
1996	239.3	89.7	1.953	1.96	0.20	0.60	0.10
1997	153	85.1	1.930				
1998	74.5	74.5	1.872				
1999	44.5	68.2	1.834				
2000	150.2	64	1.806				
2001	89.7	53	1.724				
2002	85.1	44.5	1.648				

Distribución SQRT-ETmáx				
$a_i \setminus CV$	0.19 a 0.30	0.30 a 0.70	0.70 a 0.99	K_t
a0	-1765.86	1.801513	1.318615	
a1	-7240.6	2.473761	-3.16463	
a2	-11785.6	23.5562	-1.59552	
a3	-9538	49.95727	-6.26911	36.04
a4	-3834.3	59.77564	-11.3177	
a5	-612.68	35.69588	-22.6976	
a6	0	8.505713	-22.0663	

Distribución SQRT-ETmáx				
$b_i \setminus CV$	0.19 a 0.30	0.30 a 0.70	0.70 a 0.99	α
b0	-0.93151	2.342697	2.307319	
b1	2.156709	-0.14978	-0.13667	
b2	-0.77977	-0.09931	-0.07504	
b3	0.112962	0.003444	-0.01346	0.39
b4	-0.00934	0.001014	0.003228	
b5	0.000412	-0.00014	0.000521	
b6	-0.0000075	0.00000549	-0.00014	

A.3.1.2. Estudio Estadístico. Estación San Roque (Cortijo Villanueva)

Distribución Normal				
T_r (años)	$P = 1/T_r$	$F(x) = 1-1/T_r$	$K_t = z$	$X_t = P_{m\acute{a}x}$
10	0.1	0.900	1.28	102.55
100	0.010	0.990	2.33	125.50
500	0.002	0.998	2.88	137.62

X_{med}	σ^2	S	CV	C_s
74.40	482.50	21.97	0.30	0.94

Distribución de Gumbel			
T_r (años)	$P = 1/T_r$	$F(x) = 1-1/T_r$	$P_{m\acute{a}x}$
10	0.1	0.9	111.299
100	0.010	0.990	161.032
500	0.002	0.998	195.181

Distribución de Gumbel										
Año	$P_{m\acute{a}x}$ (mm)	Posición	Prob. Weibull	T	Var red y	μ_y	σ_y	α	u	
1990	65	1	0.071	14	2.60					
1991	53.4	2	0.143	7	1.87					
1992	120	3	0.214	5	1.42					
1993	85.2	4	0.286	4	1.09					
1994	42.3	5	0.357	3	0.82					
1995	63.1	6	0.429	2	0.58					
1996	112	7	0.500	2	0.37	0.51	1.04	21.16	63.67	
1997	76	8	0.571	2	0.17					
1998	67.4	9	0.643	2	-0.03					
1999	58	10	0.714	1	-0.23					
2000	69	11	0.786	1	-0.43					
2001	85.6	12	0.857	1	-0.67					
2002	70.2	13	0.929	1	-0.97					

Distribución de Log-Pearson Tipo III				
T_r (años)	z	K_t	Log (P)	P (mm)
10	1.28	1.30	2.02	103.77
100	2.33	2.49	2.16	145.61
500	2.88	3.16	2.25	175.95

Distribución SQRT-ETmáx		
T_r (años)	P (mm)	F (x)
10	99.16	0.900
100	147.45	0.990
500	188.88	0.998

Distribución de Log-Pearson Tipo III							
Año	$P_{máx}$ (mm)	$P_{máx,ordenados}$ (mm)	log(P)	Xmed	S	C_s	K
1990	65	112.0	2.049				
1991	53.4	76.0	1.881				
1992	120	69.0	1.839				
1993	85.2	65.0	1.813				
1994	42.3	63.1	1.800				
1995	63.1	120.0	2.079				
1996	112	85.6	1.932	1.86	0.12	0.23	0.04
1997	76	70.2	1.846				
1998	67.4	67.4	1.829				
1999	58	53.4	1.728				
2000	69	85.2	1.930				
2001	85.6	42.3	1.626				
2002	70.2	58.0	1.763				

Distribución SQRT-ETmáx				
$a_i \setminus CV$	0.19 a 0.30	0.30 a 0.70	0.70 a 0.99	K_t
a0	-1765.86	1.801513	1.318615	
a1	-7240.6	2.473761	-3.16463	
a2	-11785.6	23.5562	-1.59552	
a3	-9538	49.95727	-6.26911	1240.04
a4	-3834.3	59.77564	-11.3177	
a5	-612.68	35.69588	-22.6976	
a6	0	8.505713	-22.0663	

Distribución SQRT-ETmáx				
$b_i \setminus CV$	0.19 a 0.30	0.30 a 0.70	0.70 a 0.99	α
b0	-0.93151	2.342697	2.307319	
b1	2.156709	-0.14978	-0.13667	
b2	-0.77977	-0.09931	-0.07504	
b3	0.112962	0.003444	-0.01346	1.44
b4	-0.00934	0.001014	0.003228	
b5	0.000412	-0.00014	0.000521	
b6	-0.0000075	0.00000549	-0.00014	

A.3.1.3. Estudio Estadístico. Estación Jimena de La Frontera (Segunda)

Distribución Normal				
T_r (años)	$P = 1/T_r$	$F(x) = 1-1/T_r$	$K_t = z$	$X_t = P_{m\acute{a}x}$
10	0.1	0.900	1.28	142.60
100	0.010	0.990	2.33	181.48
500	0.002	0.998	2.88	202.02

X_{med}	σ^2	S	CV	C_s
94.90	1385.15	37.22	0.39	0.27

Distribución de Gumbel			
T_r (años)	$P = 1/T_r$	$F(x) = 1-1/T_r$	$P_{m\acute{a}x}$
10	0.1	0.9	157.42
100	0.010	0.990	241.68
500	0.002	0.998	299.54

Distribución de Gumbel										
Año	$P_{m\acute{a}x}$ (mm)	Posición	Prob. Weibull	T	Var red y	μ_y	σ_y	α	u	
1990	59	1	0.071	14	2.60					
1991	124.1	2	0.143	7	1.87					
1992	72.5	3	0.214	5	1.42					
1993	78.4	4	0.286	4	1.09					
1994	58	5	0.357	3	0.82					
1995	150.8	6	0.429	2	0.58					
1996	110.2	7	0.500	2	0.37	0.51	1.04	35.86	76.72	
1997	135.6	8	0.571	2	0.17					
1998	75.2	9	0.643	2	-0.03					
1999	48.6	10	0.714	1	-0.23					
2000	146.5	11	0.786	1	-0.43					
2001	119.2	12	0.857	1	-0.67					
2002	55.6	13	0.929	1	-0.97					

Distribución de Log-Pearson Tipo III				
T_r (años)	z	K_t	Log (P)	P (mm)
10	1.28	1.28	2.17	147.98
100	2.33	2.31	2.35	224.84
500	2.88	2.85	2.45	280.10

Distribución SQRT-ETmáx		
T_r (años)	P (mm)	F (x)
10	140.06	0.900
100	221.21	0.989
500	284.65	0.998

Distribución de Log-Pearson Tipo III							
Año	$P_{máx}$ (mm)	$P_{máx,ordenados}$ (mm)	log(P)	X_{med}	S	C_s	K
1990	59	150.8	2.379				
1991	124.1	146.5	2.185				
1992	72.5	135.6	2.177				
1993	78.4	124.1	2.000				
1994	58	119.2	1.988				
1995	150.8	110.2	1.960				
1996	110.2	78.4	1.953	1.95	0.18	-0.02	-0.003
1997	135.6	75.2	1.930				
1998	75.2	72.5	1.872				
1999	48.6	59.0	1.834				
2000	146.5	58.0	1.806				
2001	119.2	55.6	1.724				
2002	55.6	48.6	1.648				

Distribución SQRT-ETmáx				
$a_i \setminus CV$	0.19 a 0.30	0.30 a 0.70	0.70 a 0.99	K_t
a0	-1765.86	1.801513	1.318615	
a1	-7240.6	2.473761	-3.16463	
a2	-11785.6	23.5562	-1.59552	
a3	-9538	49.95727	-6.26911	166.16
a4	-3834.3	59.77564	-11.3177	
a5	-612.68	35.69588	-22.6976	
a6	0	8.505713	-22.0663	

Distribución SQRT-ETmáx				
$b_i \setminus CV$	0.19 a 0.30	0.30 a 0.70	0.70 a 0.99	α
b0	-0.93151	2.342697	2.307319	
b1	2.156709	-0.14978	-0.13667	
b2	-0.77977	-0.09931	-0.07504	
b3	0.112962	0.003444	-0.01346	0.68
b4	-0.00934	0.001014	0.003228	
b5	0.000412	-0.00014	0.000521	
b6	-0.0000075	0.00000549	-0.00014	

A.3.2. Estudio Estadístico. Modelo 2

A.3.2.1. Estudio Estadístico. Estación Castellar de La Frontera (Pueblo Nuevo)

Distribución Normal				
T_r (años)	$P = 1/T_r$	$F(x) = 1-1/T_r$	$K_t = z$	$X_t = P_{m\acute{a}x}$
10	0.1	0.900	1.28	164.62
100	0.010	0.990	2.33	213.93
500	0.002	0.998	2.88	239.97

X_{med}	σ^2	S	CV	C_s
104.13	2227.47	47.20	0.45	1.17

Distribución de Gumbel			
T_r (años)	$P = 1/T_r$	$F(x) = 1-1/T_r$	$P_{m\acute{a}x}$
10	0.1	0.9	176.40
100	0.010	0.990	275.28
500	0.002	0.998	343.18

Distribución de Gumbel									
Año	$P_{m\acute{a}x}$ (mm)	Posición	Prob. Weibull	T	Var red y	μ_y	σ_y	α	u
1990	100	1	0.036	28	3.31				
1991	68.2	2	0.071	14	2.60				
1992	91.3	3	0.107	9	2.18				
1993	64	4	0.143	7	1.87				
1994	53	5	0.179	6	1.63				
1995	97.2	6	0.214	5	1.42				
1996	239.3	7	0.250	4	1.25				
1997	153	8	0.286	4	1.09				
1998	74.5	9	0.321	3	0.95				
1999	44.5	10	0.357	3	0.82				
2000	150.2	11	0.393	3	0.70				
2001	89.7	12	0.429	2	0.58				
2002	85.1	13	0.464	2	0.47				
2004	67.5	14	0.500	2	0.37	0.53	1.12	42.08	81.70
2005	98.2	15	0.536	2	0.26				
2006	101.2	16	0.571	2	0.17				
2007	109.5	17	0.607	2	0.07				
2008	121	18	0.643	2	-0.03				
2009	176.7	19	0.679	1	-0.13				
2010	153.5	20	0.714	1	-0.23				
2011	70.2	21	0.750	1	-0.33				
2012	66.5	22	0.786	1	-0.43				
2013	112	23	0.821	1	-0.54				
2014	46.1	24	0.857	1	-0.67				
2015	68.4	25	0.893	1	-0.80				
2016	190.4	26	0.929	1	-0.97				
2017	120.4	27	0.964	1	-1.20				

Distribución de Log-Pearson Tipo III							
Año	P _{máx} (mm)	P _{máx,ordenados} (mm)	log(P)	X _{med}	S	C _s	K
1990	100	239.3	2.379				
1991	68.2	190.4	2.280				
1992	91.3	176.7	2.247				
1993	64	153.5	2.186				
1994	53	153.0	2.185				
1995	97.2	150.2	2.177				
1996	239.3	121.0	2.083				
1997	153	120.4	2.081				
1998	74.5	112.0	2.049				
1999	44.5	109.5	2.039				
2000	150.2	101.2	2.005				
2001	89.7	100.0	2.000				
2002	85.1	98.2	1.992				
2004	67.5	97.2	1.988	1.98	0.19	0.22	0.04
2005	98.2	91.3	1.960				
2006	101.2	89.7	1.953				
2007	109.5	85.1	1.930				
2008	121	74.5	1.872				
2009	176.7	70.2	1.846				
2010	153.5	68.4	1.835				
2011	70.2	68.2	1.834				
2012	66.5	67.5	1.829				
2013	112	66.5	1.823				
2014	46.1	64.0	1.806				
2015	68.4	53.0	1.724				
2016	190.4	46.1	1.664				
2017	120.4	44.5	1.648				

Distribución de Log-Pearson Tipo III				
T _r (años)	z	K _t	Log (P)	P (mm)
10	1.28	1.28	1.30	166.34
100	2.33	2.31	2.48	276.47
500	2.88	2.85	3.15	367.00

Distribución SQRT-ETmáx		
T _r (años)	P (mm)	F (x)
10	161.96	0.901
100	268.40	0.989
500	348.22	0.998

Distribución SQRT-ETmáx				
a _i \CV	0.19 a 0.30	0.30 a 0.70	0.70 a 0.99	K _t
a0	-1765.86	1.801513	1.318615	
a1	-7240.6	2.473761	-3.16463	
a2	-11785.6	23.5562	-1.59552	
a3	-9538	49.95727	-6.26911	73.07
a4	-3834.3	59.77564	-11.3177	
a5	-612.68	35.69588	-22.6976	
a6	0	8.505713	-22.0663	

Distribución SQRT-ETmáx				
b _i \CV	0.19 a 0.30	0.30 a 0.70	0.70 a 0.99	α
b0	-0.93151	2.342697	2.307319	
b1	2.156709	-0.14978	-0.13667	
b2	-0.77977	-0.09931	-0.07504	
b3	0.112962	0.003444	-0.01346	0.48
b4	-0.00934	0.001014	0.003228	
b5	0.000412	-0.00014	0.000521	
b6	-0.0000075	0.00000549	-0.00014	

A.3.2. Estudio Estadístico. Modelo 2

A.3.2.1. Estudio Estadístico. Estación Jimena de La Frontera (Segunda)

Distribución Normal				
T_r (años)	$P = 1/T_r$	$F(x) = 1-1/T_r$	$K_t = z$	$X_t = P_{m\acute{a}x}$
10	0.1	0.900	1.28	131.45
100	0.010	0.990	2.33	166.54
500	0.002	0.998	2.88	185.08

X_{med}	σ^2	S	CV	C_s
88.40	1128.25	33.59	0.38	0.76

Distribución de Gumbel			
T_r (años)	$P = 1/T_r$	$F(x) = 1-1/T_r$	$P_{m\acute{a}x}$
10	0.1	0.9	139.83
100	0.010	0.990	210.21
500	0.002	0.998	258.54

Distribución de Gumbel									
Año	$P_{m\acute{a}x}$ (mm)	Posición	Prob. Weibull	T	Var red y	μ_y	σ_y	α	u
1990	59	1	0.036	28	3.31				
1991	124.1	2	0.071	14	2.60				
1992	72.5	3	0.107	9	2.18				
1993	78.4	4	0.143	7	1.87				
1994	58	5	0.179	6	1.63				
1995	150.8	6	0.214	5	1.42				
1996	110.2	7	0.250	4	1.25				
1997	135.6	8	0.286	4	1.09				
1998	75.2	9	0.321	3	0.95				
1999	48.6	10	0.357	3	0.82				
2000	146.5	11	0.393	3	0.70				
2001	119.2	12	0.429	2	0.58				
2002	55.6	13	0.464	2	0.47				
2004	71.2	14	0.500	2	0.37	0.53	1.12	29.95	72.43
2005	57.3	15	0.536	2	0.26				
2006	77.2	16	0.571	2	0.17				
2007	96.2	17	0.607	2	0.07				
2008	76.4	18	0.643	2	-0.03				
2009	98.3	19	0.679	1	-0.13				
2010	107.9	20	0.714	1	-0.23				
2011	61	21	0.750	1	-0.33				
2012	106.6	22	0.786	1	-0.43				
2013	75.6	23	0.821	1	-0.54				
2014	56.8	24	0.857	1	-0.67				
2015	60	25	0.893	1	-0.80				
2016	161.5	26	0.929	1	-0.97				
2017	47.2	27	0.964	1	-1.20				

Distribución de Log-Pearson Tipo III							
Año	P _{máx} (mm)	P _{máx,ordenados} (mm)	log(P)	X _{med}	S	C _s	K
1990	59	161.5	2.208				
1991	124.1	150.8	2.178				
1992	72.5	146.5	2.166				
1993	78.4	135.6	2.132				
1994	58	124.1	2.094				
1995	150.8	119.2	2.076				
1996	110.2	110.2	2.042				
1997	135.6	107.9	2.033				
1998	75.2	106.6	2.028				
1999	48.6	98.3	1.993				
2000	146.5	96.2	1.983				
2001	119.2	78.4	1.894				
2002	55.6	77.2	1.888				
2004	71.2	76.4	1.883	1.92	0.16	0.30	0.05
2005	57.3	75.6	1.879				
2006	77.2	75.2	1.876				
2007	96.2	72.5	1.860				
2008	76.4	71.2	1.852				
2009	98.3	61.0	1.785				
2010	107.9	60.0	1.778				
2011	61	59.0	1.771				
2012	106.6	58.0	1.763				
2013	75.6	57.3	1.758				
2014	56.8	56.8	1.754				
2015	60	55.6	1.745				
2016	161.5	48.6	1.687				
2017	47.2	47.2	1.674				

Distribución de Log-Pearson Tipo III				
T _r (años)	z	K _t	Log (P)	P (mm)
10	1.28	1.28	2.13	133.66
100	2.33	2.31	2.32	210.21
500	2.88	2.85	2.43	271.82

Distribución SQRT-ETmáx		
T _r (años)	P (mm)	F (x)
10	128.89	0.890
100	201.68	0.989
500	275.82	0.998

Distribución SQRT-ETmáx				
a _i \CV	0.19 a 0.30	0.30 a 0.70	0.70 a 0.99	K _t
a0	-1765.86	1.801513	1.318615	
a1	-7240.6	2.473761	-3.16463	
a2	-11785.6	23.5562	-1.59552	
a3	-9538	49.95727	-6.26911	201.88
a4	-3834.3	59.77564	-11.3177	
a5	-612.68	35.69588	-22.6976	
a6	0	8.505713	-22.0663	

Distribución SQRT-ETmáx				
b _i \CV	0.19 a 0.30	0.30 a 0.70	0.70 a 0.99	α
b0	-0.93151	2.342697	2.307319	
b1	2.156709	-0.14978	-0.13667	
b2	-0.77977	-0.09931	-0.07504	
b3	0.112962	0.003444	-0.01346	0.77
b4	-0.00934	0.001014	0.003228	
b5	0.000412	-0.00014	0.000521	
b6	-0.0000075	0.00000549	-0.00014	

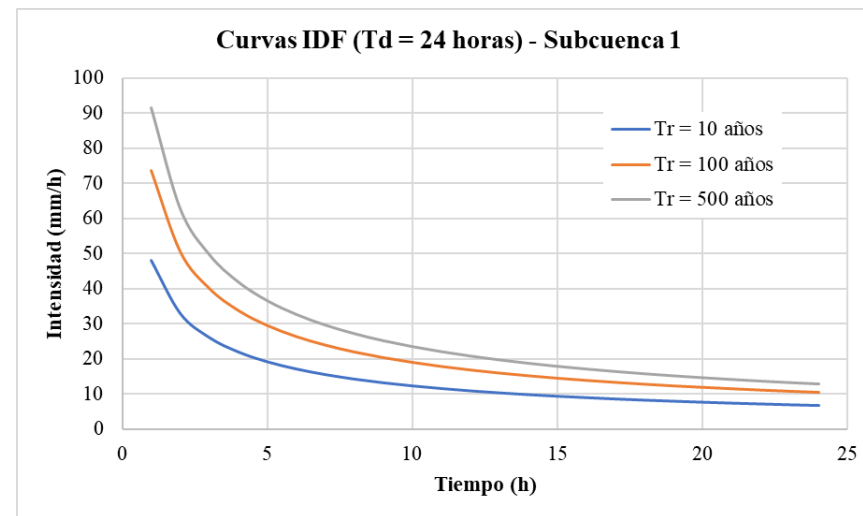
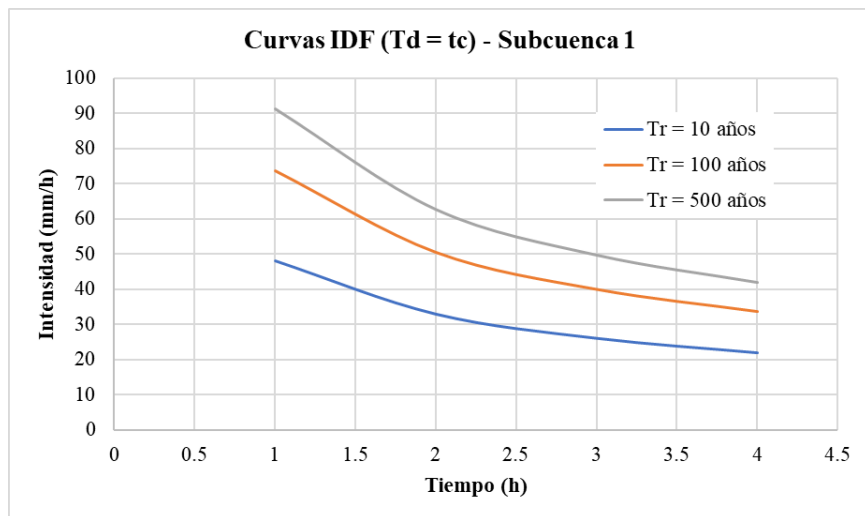
ANEXO B. CÁLCULOS DE PÉRDIDAS DE PRECIPITACIÓN

B.1. Método de los Bloques Alternos

B.1.1. Subcuenca 1

Características Subcuenca 1	
Área (km ²)	18.80
L _c (km)	9.87
Z _{máx} (m)	616
Z _{mín} (m)	196
J _c (m/m)	0.043
t _c (h)	3.11
Δt (h)	1
Lag time (min)	112
I ₁ /I _d	8

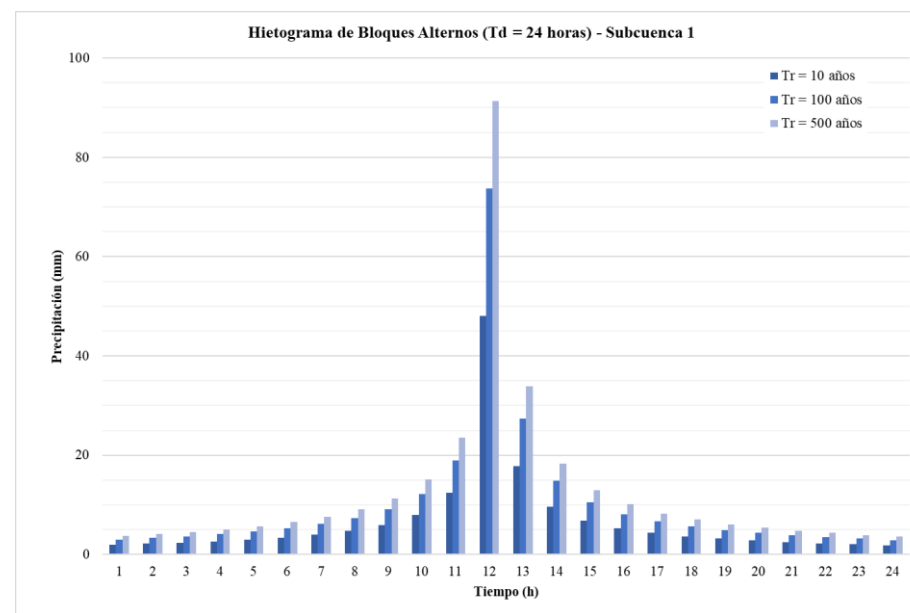
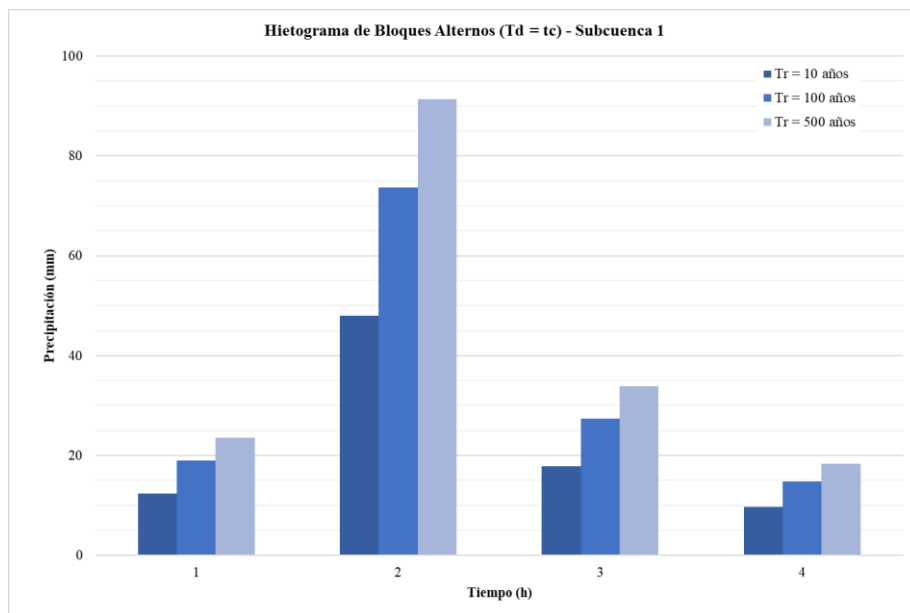
Parámetros Intensidad de Precipitación - Subcuenca 1			
T _r (años)	P24 (mm)	kA	Id
10	157.42	0.915	6.002
100	241.68	0.915	9.215
500	299.54	0.915	11.421



Hietograma de Bloques Alternos Subcuenca 1 (Td = tc)

t (h)	Período de retorno (años)											
	10				100				500			
	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
1	48.02	48.02	48.02	12.38	73.72	73.72	73.72	19.00	91.37	91.37	91.37	23.55
2	32.92	65.84	17.83	48.02	50.54	101.09	27.37	73.72	62.64	125.29	33.92	91.37
3	26.07	78.22	12.38	17.83	40.03	120.09	19.00	27.37	49.61	148.84	23.55	33.92
4	21.97	87.88	9.66	9.66	33.73	134.91	14.82	14.82	41.80	167.21	18.37	18.37

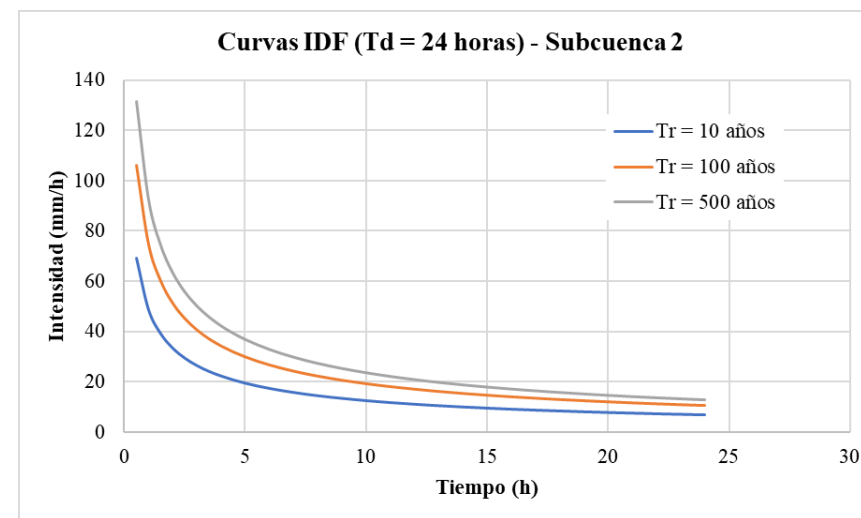
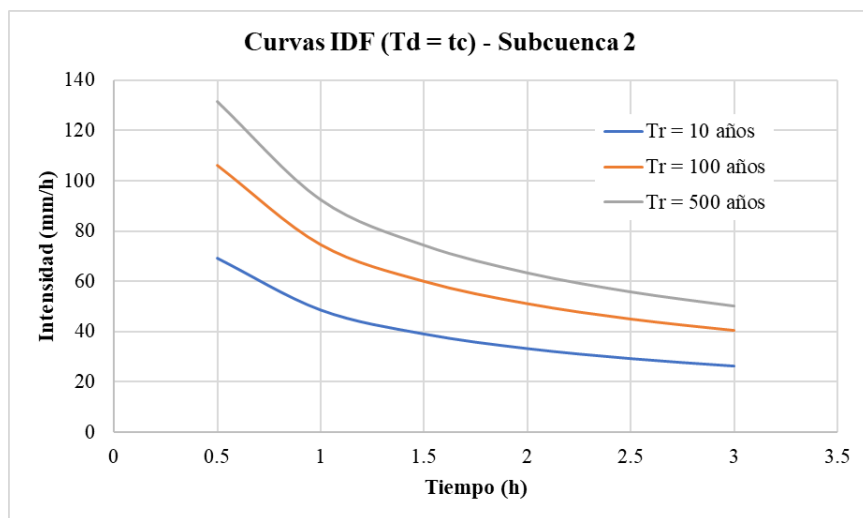
Hietograma de Bloques Alternos Subcuenca 1 (T _d = 24 horas)												
Período de retorno (años)												
10												
100												
500												
t (h)	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
1	48.02	48.02	48.02	1.98	73.72	73.72	73.72	3.05	91.37	91.37	91.37	3.78
2	32.92	65.84	17.83	2.17	50.54	101.09	27.37	3.33	62.64	125.29	33.92	4.13
3	26.07	78.22	12.38	2.39	40.03	120.09	19.00	3.68	49.61	148.84	23.55	4.55
4	21.97	87.88	9.66	2.66	33.73	134.91	14.82	4.09	41.80	167.21	18.37	5.07
5	19.17	95.85	7.97	3.00	29.43	147.16	12.24	4.60	36.48	182.38	15.17	5.71
6	17.11	102.66	6.81	3.43	26.27	157.62	10.46	5.26	32.56	195.35	12.97	6.52
7	15.52	108.62	5.96	3.99	23.82	166.77	9.15	6.13	29.53	206.69	11.34	7.59
8	14.24	113.93	5.30	4.78	21.86	174.91	8.14	7.34	27.10	216.78	10.09	9.09
9	13.19	118.70	4.78	5.96	20.25	182.24	7.34	9.15	25.10	225.87	9.09	11.34
10	12.31	123.05	4.35	7.97	18.89	188.92	6.68	12.24	23.41	234.15	8.27	15.17
11	11.55	127.04	3.99	12.38	17.73	195.05	6.13	19.00	21.98	241.74	7.59	23.55
12	10.89	130.73	3.69	48.02	16.73	200.71	5.66	73.72	20.73	248.76	7.02	91.37
13	10.32	134.16	3.43	17.83	15.84	205.97	5.26	27.37	19.64	255.28	6.52	33.92
14	9.81	137.35	3.20	9.66	15.06	210.88	4.91	14.82	18.67	261.36	6.09	18.37
15	9.36	140.35	3.00	6.81	14.37	215.48	4.60	10.46	17.80	267.07	5.71	12.97
16	8.95	143.17	2.82	5.30	13.74	219.81	4.33	8.14	17.03	272.44	5.37	10.09
17	8.58	145.84	2.66	4.35	13.17	223.90	4.09	6.68	16.32	277.50	5.07	8.27
18	8.24	148.36	2.52	3.69	12.65	227.77	3.87	5.66	15.68	282.30	4.80	7.02
19	7.93	150.75	2.39	3.20	12.18	231.45	3.68	4.91	15.10	286.86	4.55	6.09
20	7.65	153.03	2.28	2.82	11.75	234.95	3.50	4.33	14.56	291.19	4.33	5.37
21	7.39	155.20	2.17	2.52	11.35	238.28	3.33	3.87	14.06	295.32	4.13	4.80
22	7.15	157.28	2.07	2.28	10.98	241.46	3.18	3.50	13.60	299.27	3.95	4.33
23	6.92	159.26	1.98	2.07	10.63	244.51	3.05	3.18	13.18	303.05	3.78	3.95
24	6.72	161.16	1.90	1.90	10.31	247.43	2.92	2.92	12.78	306.67	3.62	3.62



B.1.2. Subcuenca 2

Características Subcuenca 2	
Área (km ²)	13.04
L _c (km)	6.88
Z _{máx} (m)	473
Z _{mín} (m)	196
J _c (m/m)	0.043
t _c (h)	2.39
Δt (h)	0.5
Lag time (min)	86.11
I _l /I _d	8

Parámetros Intensidad de Precipitación - Subcuenca 2			
T _r (años)	P24 (mm)	kA	Id
10	157.42	0.926	6.071
100	241.68	0.926	9.321
500	299.54	0.926	11.553

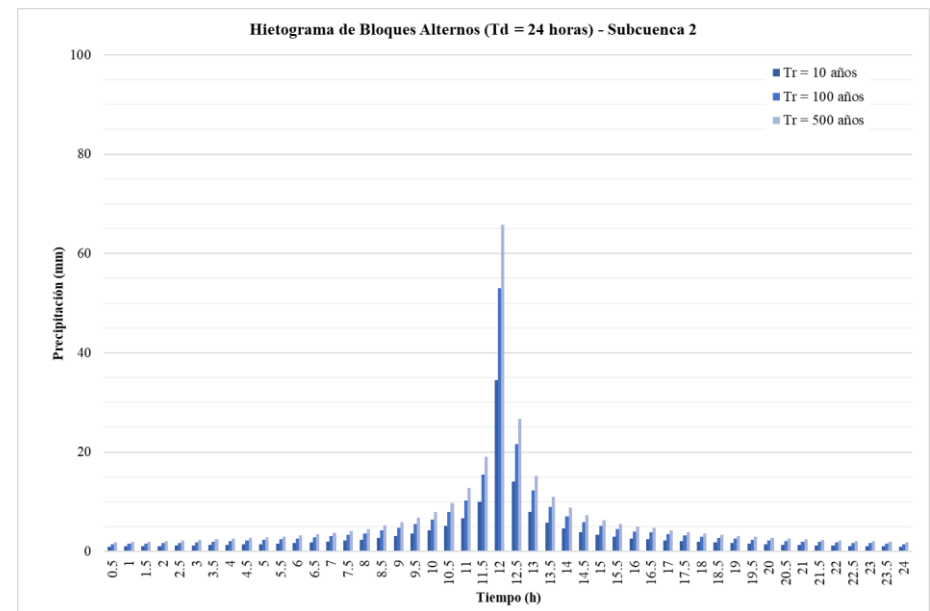
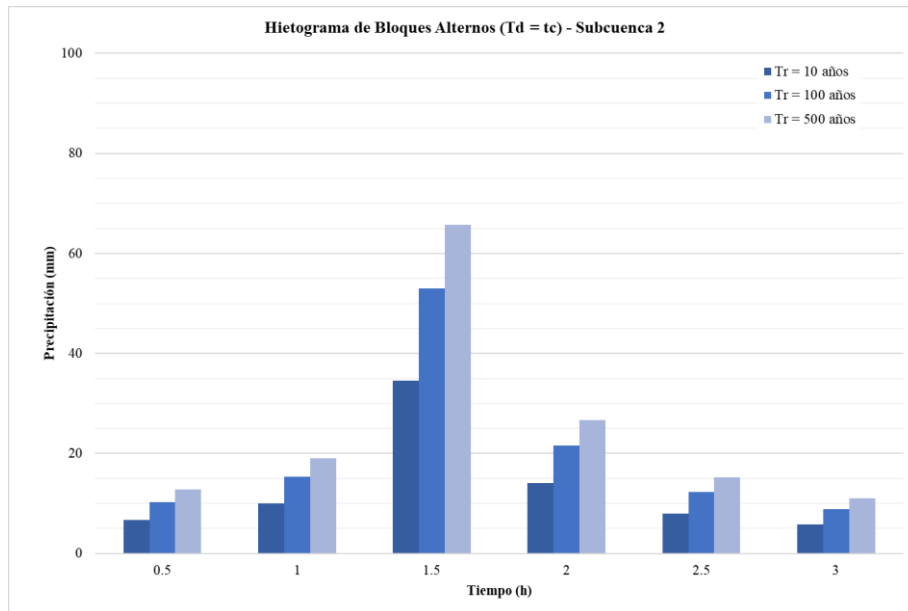


Hietograma de Bloques Alternos Subcuenca 2 ($T_d = t_c$)

t (h)	Período de retorno (años)											
	10				100				500			
	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
0.5	69.07	34.54	34.54	6.71	106.05	53.02	53.02	10.30	131.44	65.72	65.72	12.77
1	48.57	48.57	14.03	10.04	74.57	74.57	21.55	15.41	92.42	92.42	26.71	19.10
1.5	39.07	58.61	10.04	34.54	59.99	89.98	15.41	53.02	74.35	111.53	19.10	65.72
2	33.30	66.61	7.99	14.03	51.13	102.26	12.27	21.55	63.37	126.74	15.21	26.71
2.5	29.33	73.31	6.71	7.99	45.02	112.56	10.30	12.27	55.80	139.51	12.77	15.21
3	26.38	79.13	5.81	5.81	40.49	121.48	8.92	8.92	50.19	150.56	11.06	11.06

Hietograma de Bloques Alternos Subcuenca 2 ($T_d = 24$ horas)												
Período de retorno (años)												
t (h)	10				100				500			
	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
0.5	69.07	34.54	34.54	0.95	106.05	53.02	53.02	1.46	131.44	65.72	65.72	1.81
1	48.57	48.57	14.03	0.99	74.57	74.57	21.55	1.52	92.42	92.42	26.71	1.89
1.5	39.07	58.61	10.04	1.04	59.99	89.98	15.41	1.59	74.35	111.53	19.10	1.97
2	33.30	66.61	7.99	1.09	51.13	102.26	12.27	1.67	63.37	126.74	15.21	2.07
2.5	29.33	73.31	6.71	1.14	45.02	112.56	10.30	1.75	55.80	139.51	12.77	2.17
3	26.38	79.13	5.81	1.20	40.49	121.48	8.92	1.84	50.19	150.56	11.06	2.27
3.5	24.08	84.27	5.14	1.26	36.97	129.38	7.90	1.93	45.81	160.35	9.79	2.39
4	22.22	88.89	4.62	1.33	34.12	136.48	7.10	2.04	42.29	169.15	8.80	2.53
4.5	20.69	93.10	4.21	1.41	31.76	142.93	6.46	2.16	39.37	177.15	8.00	2.68
5	19.39	96.96	3.86	1.49	29.77	148.86	5.93	2.29	36.90	184.50	7.35	2.84
5.5	18.28	100.53	3.57	1.59	28.06	154.34	5.48	2.44	34.78	191.29	6.79	3.03
6	17.31	103.85	3.32	1.70	26.57	159.44	5.10	2.61	32.94	197.61	6.32	3.24
6.5	16.46	106.96	3.11	1.83	25.26	164.21	4.77	2.81	31.31	203.53	5.91	3.48
7	15.70	109.88	2.92	1.98	24.10	168.70	4.48	3.04	29.87	209.09	5.56	3.76
7.5	15.02	112.64	2.76	2.15	23.06	172.93	4.23	3.30	28.58	214.33	5.24	4.09
8	14.41	115.25	2.61	2.36	22.12	176.93	4.00	3.62	27.41	219.29	4.96	4.49
8.5	13.85	117.72	2.48	2.76	21.26	180.74	3.80	4.23	26.35	224.00	4.71	5.24
9	13.34	120.08	2.36	3.11	20.48	184.35	3.62	4.77	25.39	228.49	4.49	5.91
9.5	12.88	122.33	2.25	3.57	19.77	187.81	3.45	5.48	24.50	232.77	4.28	6.79
10	12.45	124.48	2.15	4.21	19.11	191.11	3.30	6.46	23.69	236.86	4.09	8.00
10.5	12.05	126.54	2.06	5.14	18.50	194.27	3.16	7.90	22.93	240.78	3.92	9.79
11	11.68	128.51	1.98	6.71	17.94	197.31	3.04	10.30	22.23	244.54	3.76	12.77
11.5	11.34	130.41	1.90	10.04	17.41	200.22	2.92	15.41	21.58	248.16	3.62	19.10
12	11.02	132.24	1.83	34.54	16.92	203.03	2.81	53.02	20.97	251.64	3.48	65.72
12.5	10.72	134.01	1.76	14.03	16.46	205.74	2.71	21.55	20.40	254.99	3.36	26.71

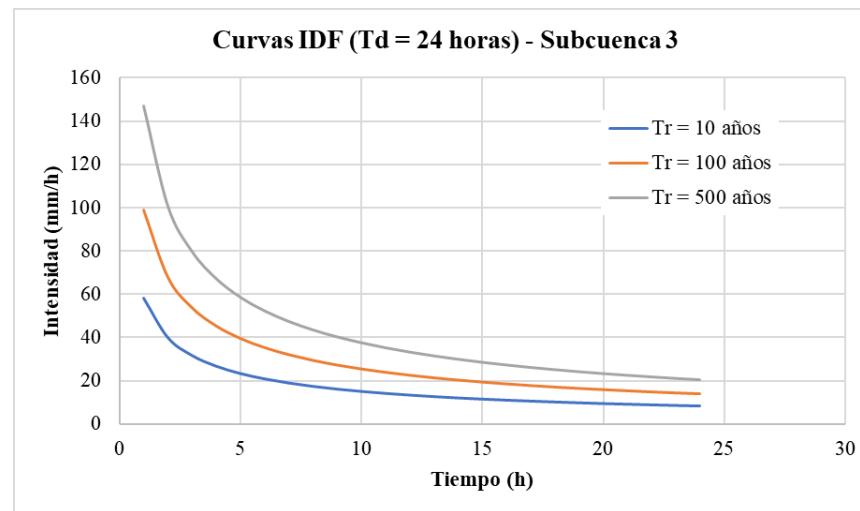
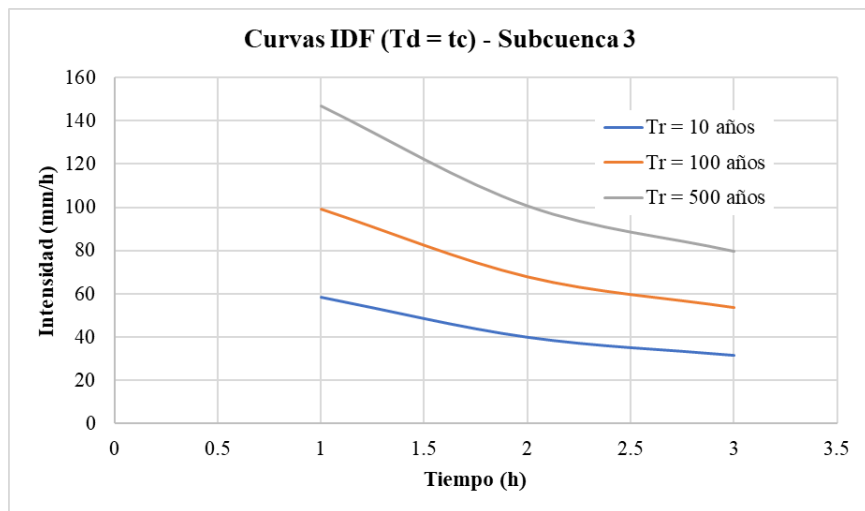
t (h)	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
13	10.44	135.71	1.70	7.99	16.03	208.35	2.61	12.27	19.86	258.23	3.24	15.21
13.5	10.17	137.35	1.64	5.81	15.62	210.88	2.52	8.92	19.36	261.36	3.13	11.06
14	9.92	138.94	1.59	4.62	15.24	213.32	2.44	7.10	18.88	264.39	3.03	8.80
14.5	9.69	140.48	1.54	3.86	14.87	215.68	2.36	5.93	18.44	267.32	2.93	7.35
15	9.47	141.98	1.49	3.32	14.53	217.98	2.29	5.10	18.01	270.16	2.84	6.32
15.5	9.25	143.43	1.45	2.92	14.21	220.20	2.22	4.48	17.61	272.91	2.76	5.56
16	9.05	144.83	1.41	2.61	13.90	222.36	2.16	4.00	17.22	275.59	2.68	4.96
16.5	8.86	146.20	1.37	2.48	13.60	224.45	2.10	3.80	16.86	278.19	2.60	4.71
17	8.68	147.53	1.33	2.25	13.32	226.49	2.04	3.45	16.51	280.72	2.53	4.28
17.5	8.50	148.82	1.29	2.06	13.06	228.48	1.98	3.16	16.18	283.18	2.46	3.92
18	8.34	150.08	1.26	1.90	12.80	230.41	1.93	2.92	15.87	285.57	2.39	3.62
18.5	8.18	151.30	1.23	1.76	12.56	232.29	1.88	2.71	15.56	287.90	2.33	3.36
19	8.03	152.50	1.20	1.64	12.32	234.13	1.84	2.52	15.27	290.18	2.27	3.13
19.5	7.88	153.66	1.17	1.54	12.10	235.92	1.79	2.36	14.99	292.40	2.22	2.93
20	7.74	154.80	1.14	1.45	11.88	237.67	1.75	2.22	14.73	294.56	2.17	2.76
20.5	7.61	155.91	1.11	1.37	11.68	239.37	1.71	2.10	14.47	296.68	2.11	2.60
21	7.48	157.00	1.09	1.29	11.48	241.04	1.67	1.98	14.23	298.74	2.07	2.46
21.5	7.35	158.06	1.06	1.23	11.29	242.67	1.63	1.88	13.99	300.76	2.02	2.33
22	7.23	159.10	1.04	1.17	11.10	244.26	1.59	1.79	13.76	302.74	1.97	2.22
22.5	7.12	160.11	1.01	1.11	10.93	245.82	1.56	1.71	13.54	304.67	1.93	2.11
23	7.00	161.10	0.99	1.06	10.75	247.34	1.52	1.63	13.33	306.56	1.89	2.02
23.5	6.90	162.08	0.97	1.01	10.59	248.83	1.49	1.56	13.12	308.41	1.85	1.93
24	6.79	163.03	0.95	0.97	10.43	250.30	1.46	1.49	12.93	310.22	1.81	1.85



B.1.3. Subcuenca 3

Características Subcuenca 3	
Área (km ²)	22.93
L _c (km)	8.72
Z _{máx} (m)	599
Z _{mín} (m)	97
J _c (m/m)	0.058
t _c (h)	2.67
Δt (h)	1
Lag time (min)	96.28
I _l /I _d	8

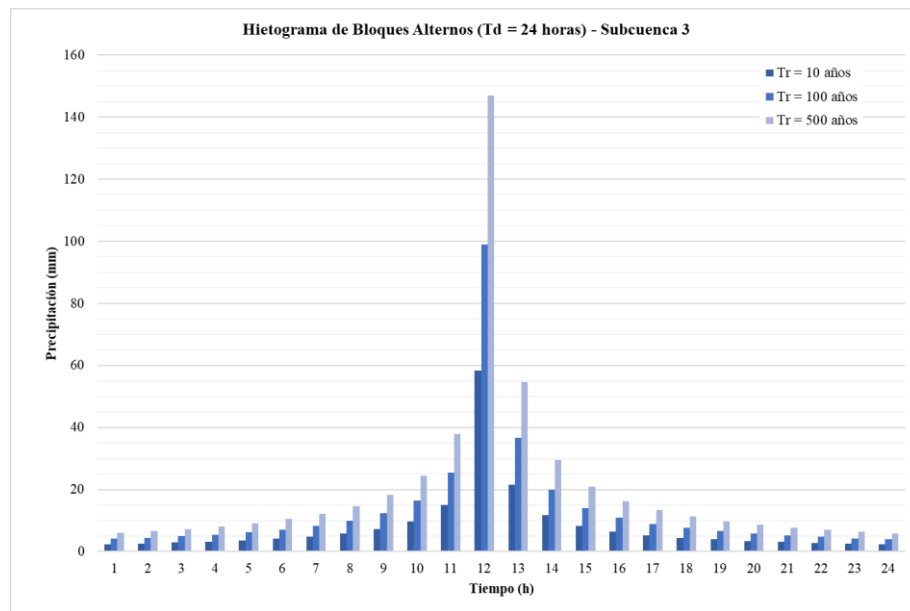
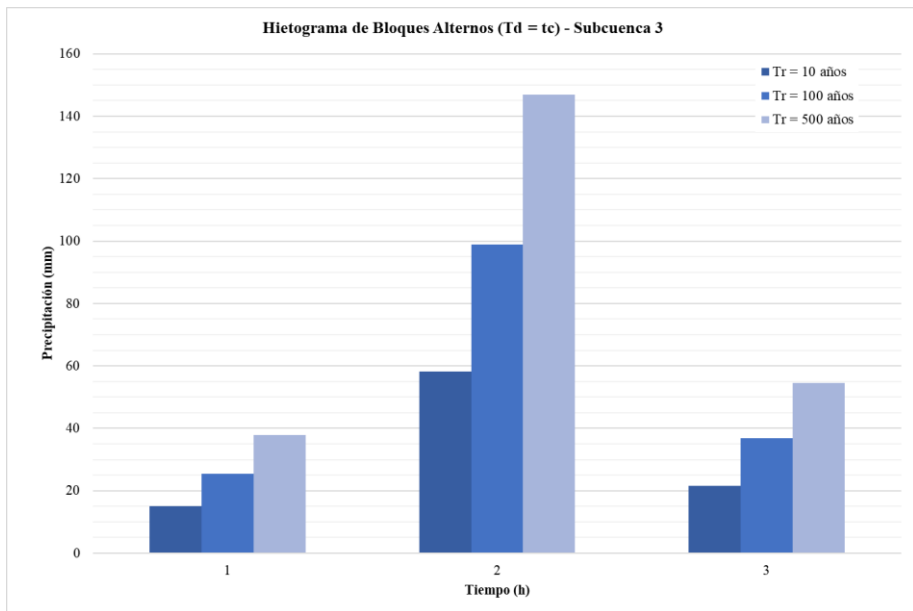
Parámetros Intensidad de Precipitación - Subcuenca 3			
T _r (años)	P24 (mm)	kA	Id
10	189.37	0.923	7.281
100	321.77	0.923	12.371
500	477.80	0.923	18.369



Hietograma de Bloques Alternos Subcuenca 3 ($T_d = t_c$)

t (h)	Período de retorno (años)											
	10				100				500			
	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
1	58.24	58.24	58.24	15.01	98.96	98.96	98.96	25.51	146.95	146.95	146.95	37.88
2	39.93	79.87	21.62	58.24	67.85	135.71	36.74	98.96	100.76	201.52	54.56	146.95
3	31.63	94.88	15.01	21.62	53.74	161.22	25.51	36.74	79.80	239.40	37.88	54.56

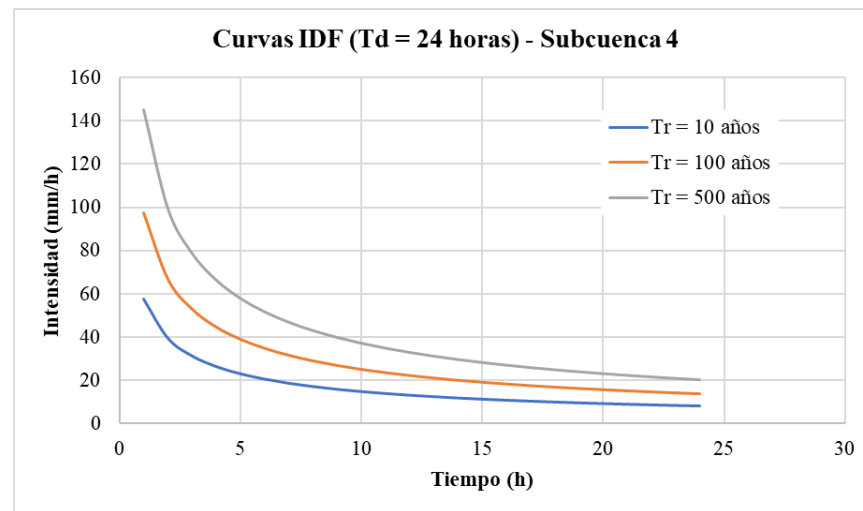
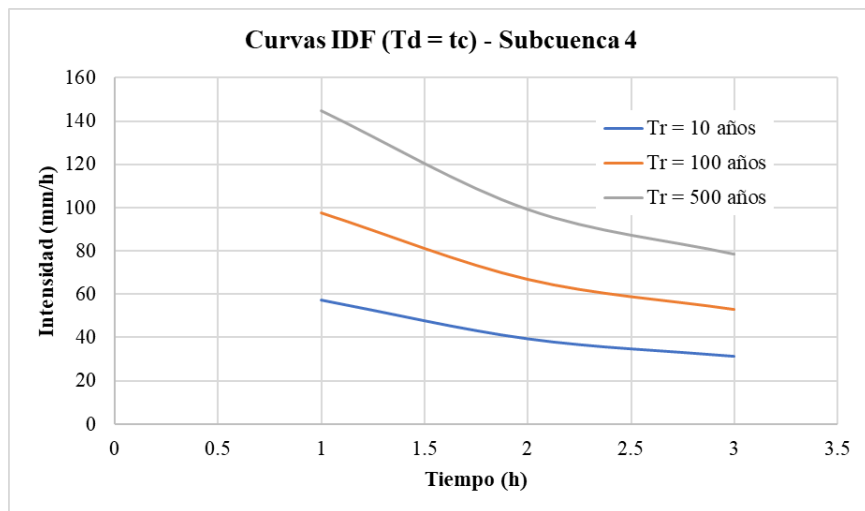
Hietograma de Bloques Alternos Subcuenca 3 ($T_d = 24$ horas)												
Período de retorno (años)												
t (h)	10				100				500			
	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
1	58.24	58.24	58.24	2.41	98.96	98.96	98.96	4.09	146.95	146.95	146.95	6.07
2	39.93	79.87	21.62	2.63	67.85	135.71	36.74	4.48	100.76	201.52	54.56	6.65
3	31.63	94.88	15.01	2.90	53.74	161.22	25.51	4.93	79.80	239.40	37.88	7.33
4	26.65	106.60	11.71	3.23	45.28	181.12	19.90	5.49	67.24	268.95	29.55	8.15
5	23.25	116.27	9.67	3.64	39.51	197.55	16.43	6.18	58.67	293.35	24.40	9.18
6	20.76	124.53	8.27	4.16	35.27	211.60	14.04	7.06	52.37	314.21	20.85	10.48
7	18.82	131.76	7.23	4.84	31.98	223.88	12.29	8.22	47.49	332.45	18.24	12.21
8	17.27	138.19	6.43	5.80	29.35	234.81	10.93	9.85	43.58	348.68	16.23	14.62
9	16.00	143.99	5.80	7.23	27.18	244.66	9.85	12.29	40.37	363.30	14.62	18.24
10	14.93	149.27	5.28	9.67	25.36	253.62	8.96	16.43	37.66	376.61	13.31	24.40
11	14.01	154.11	4.84	15.01	23.80	261.85	8.22	25.51	35.35	388.82	12.21	37.88
12	13.21	158.58	4.47	58.24	22.45	269.44	7.60	98.96	33.34	400.11	11.28	146.95
13	12.52	162.73	4.16	21.62	21.27	276.50	7.06	36.74	31.58	410.59	10.48	54.56
14	11.90	166.61	3.88	11.71	20.22	283.10	6.59	19.90	30.03	420.38	9.79	29.55
15	11.35	170.25	3.64	8.27	19.29	289.28	6.18	14.04	28.64	429.55	9.18	20.85
16	10.85	173.67	3.42	6.43	18.44	295.09	5.82	10.93	27.39	438.19	8.64	16.23
17	10.41	176.90	3.23	5.28	17.68	300.58	5.49	8.96	26.26	446.34	8.15	13.31
18	10.00	179.96	3.06	4.47	16.99	305.78	5.20	7.60	25.23	454.06	7.72	11.28
19	9.62	182.87	2.90	3.88	16.35	310.71	4.93	6.59	24.28	461.39	7.33	9.79
20	9.28	185.63	2.76	3.42	15.77	315.41	4.69	5.82	23.42	468.36	6.97	8.64
21	8.96	188.26	2.63	3.06	15.23	319.88	4.48	5.20	22.62	475.00	6.65	7.72
22	8.67	190.78	2.52	2.76	14.73	324.16	4.28	4.69	21.88	481.35	6.35	6.97
23	8.40	193.19	2.41	2.52	14.27	328.25	4.09	4.28	21.19	487.42	6.07	6.35
24	8.15	195.49	2.31	2.31	13.84	332.17	3.92	3.92	20.55	493.25	5.82	5.82



B.1.4. Subcuenca 4

Características Subcuenca 4	
Área (km ²)	21.52
L _c (km)	8.65
Z _{máx} (m)	531
Z _{mín} (m)	95
J _c (m/m)	0.050
t _c (h)	2.73
Δt (h)	1
Lag time (min)	98.18
I ₁ /I _d	8

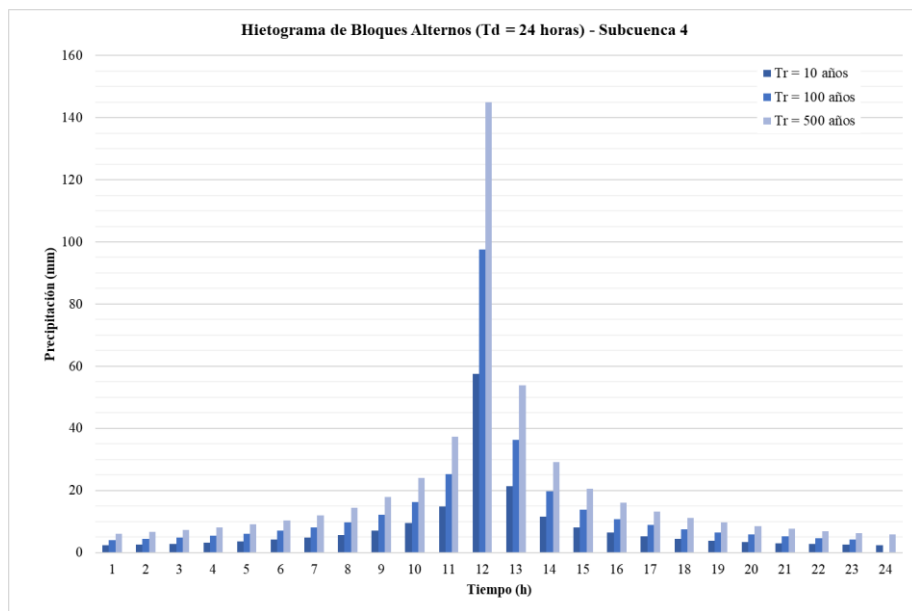
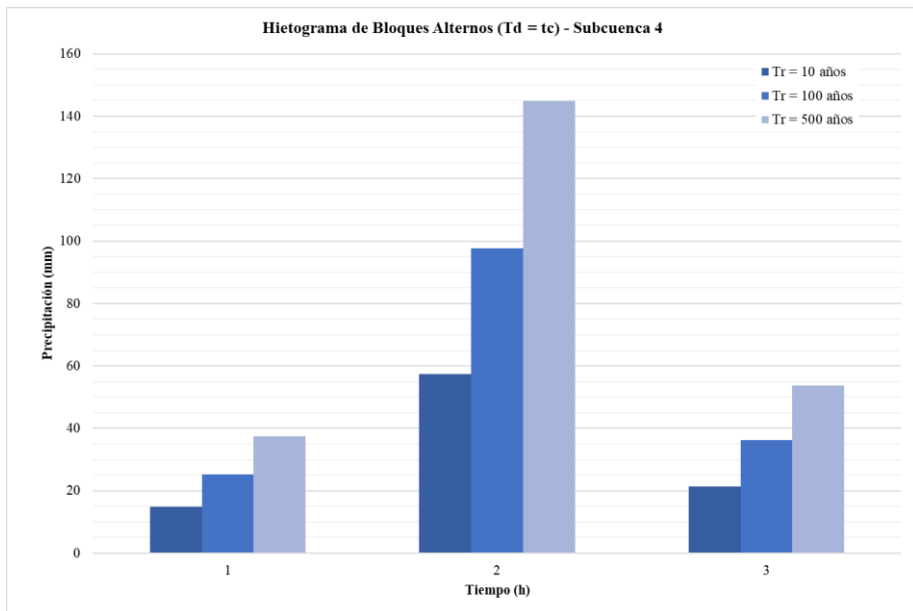
Parámetros Intensidad de Precipitación - Subcuenca 4			
T _r (años)	P24 (mm)	kA	Id
10	189.11	0.911	7.180
100	321.28	0.911	12.197
500	476.91	0.911	18.106



Hietograma de Bloques Alternos Subcuenca 4 ($T_d = t_c$)

t (h)	Período de retorno (años)											
	10				100				500			
$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	
1	57.44	57.44	57.44	14.81	97.58	97.58	97.58	25.15	144.85	144.85	144.85	37.34
2	39.38	78.76	21.32	57.44	66.90	133.81	36.23	97.58	99.31	198.62	53.78	144.85
3	31.19	93.57	14.81	21.32	52.99	158.96	25.15	36.23	78.65	235.96	37.34	53.78

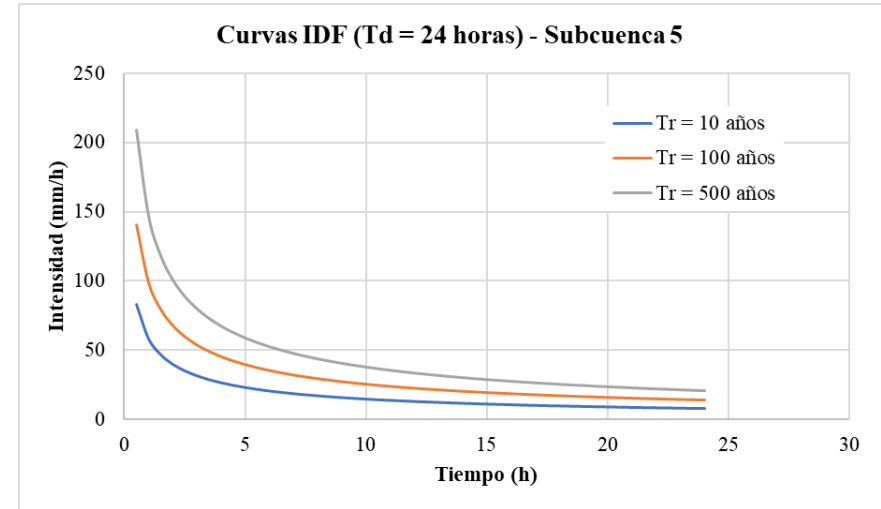
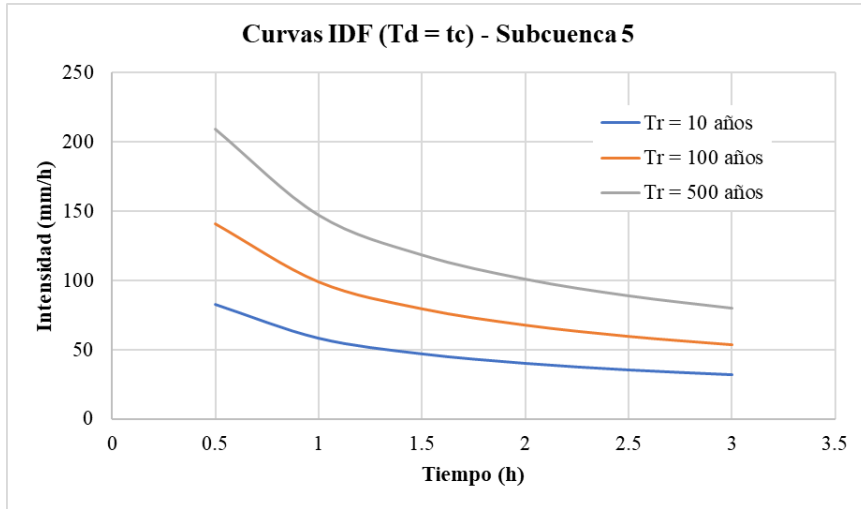
Hietograma de Bloques Alternos Subcuenca 4 ($T_d = 24$ horas)												
Período de retorno (años)												
t (h)	10				100				500			
	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
1	57.44	57.44	57.44	2.37	97.58	97.58	97.58	4.03	144.85	144.85	144.85	5.99
2	39.38	78.76	21.32	2.60	66.90	133.81	36.23	4.41	99.31	198.62	53.78	6.55
3	31.19	93.57	14.81	2.86	52.99	158.96	25.15	4.86	78.65	235.96	37.34	7.22
4	26.28	105.12	11.55	3.19	44.65	178.58	19.62	5.41	66.27	265.09	29.13	8.04
5	22.93	114.65	9.54	3.59	38.96	194.78	16.20	6.09	57.83	289.14	24.05	9.04
6	20.47	122.80	8.15	4.10	34.77	208.63	13.85	6.96	51.62	309.69	20.56	10.33
7	18.56	129.93	7.13	4.77	31.53	220.74	12.11	8.11	46.81	327.68	17.98	12.04
8	17.03	136.28	6.34	5.72	28.94	231.52	10.78	9.71	42.96	343.67	16.00	14.41
9	15.78	141.99	5.72	7.13	26.80	241.23	9.71	12.11	39.79	358.08	14.41	17.98
10	14.72	147.19	5.20	9.54	25.01	250.07	8.84	16.20	37.12	371.20	13.12	24.05
11	13.82	151.97	4.77	14.81	23.47	258.18	8.11	25.15	34.84	383.24	12.04	37.34
12	13.03	156.38	4.41	57.44	22.14	265.67	7.49	97.58	32.86	394.36	11.12	144.85
13	12.34	160.48	4.10	21.32	20.97	272.63	6.96	36.23	31.13	404.70	10.33	53.78
14	11.74	164.30	3.83	11.55	19.94	279.13	6.50	19.62	29.60	414.34	9.65	29.13
15	11.19	167.89	3.59	8.15	19.01	285.22	6.09	13.85	28.23	423.39	9.04	20.56
16	10.70	171.26	3.38	6.34	18.18	290.96	5.73	10.78	26.99	431.90	8.51	16.00
17	10.26	174.45	3.19	5.20	17.43	296.37	5.41	8.84	25.88	439.93	8.04	13.12
18	9.86	177.47	3.02	4.41	16.75	301.49	5.12	7.49	24.86	447.54	7.61	11.12
19	9.49	180.33	2.86	3.83	16.12	306.36	4.86	6.50	23.93	454.76	7.22	9.65
20	9.15	183.05	2.72	3.38	15.55	310.99	4.63	5.73	23.08	461.63	6.87	8.51
21	8.84	185.65	2.60	3.02	15.02	315.40	4.41	5.12	22.29	468.18	6.55	7.61
22	8.55	188.13	2.48	2.72	14.53	319.61	4.22	4.63	21.57	474.44	6.26	6.87
23	8.28	190.51	2.37	2.48	14.07	323.65	4.03	4.22	20.89	480.43	5.99	6.26
24	8.03	192.78	2.28	2.28	13.65	327.51	3.87	3.87	20.26	486.17	5.74	5.74



B.1.5. Subcuenca 5

Características Subcuenca 5	
Área (km ²)	14.51
L _c (km)	7.65
Z _{máx} (m)	168
Z _{mín} (m)	5
J _c (m/m)	0.021
t _c (h)	2.93
Δt (h)	0.5
Lag time (min)	105.39
I _l /I _d	8

Parámetros Intensidad de Precipitación - Subcuenca 5			
T _r (años)	P24 (mm)	kA	Id
10	189.37	0.923	7.279
100	321.77	0.923	12.369
500	477.80	0.923	18.367

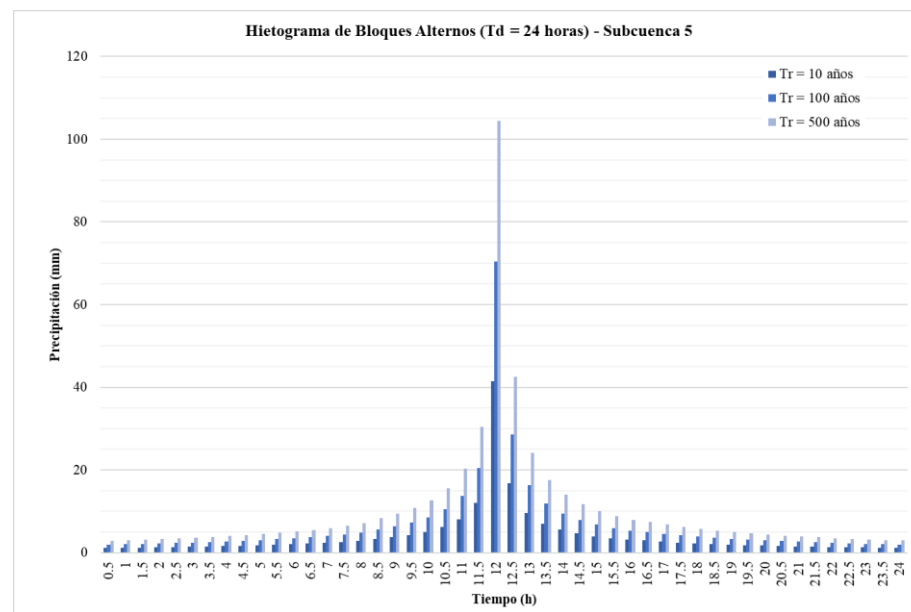
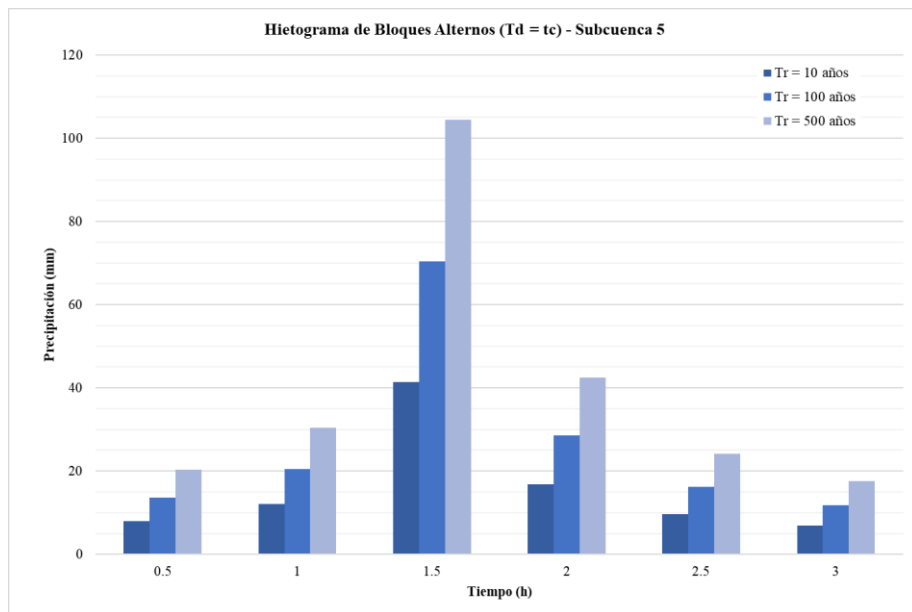


Hietograma de Bloques Alternos Subcuenca 5 (Td = tc)

t (h)	Período de retorno (años)											
	10				100				500			
	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
0.5	82.82	41.41	41.41	8.04	140.72	70.36	70.36	13.67	208.95	104.48	104.48	20.30
1	58.24	58.24	16.83	12.04	98.95	98.95	28.59	20.45	146.93	146.93	42.46	30.37
1.5	46.85	70.27	12.04	41.41	79.60	119.40	20.45	70.36	118.20	177.30	30.37	104.48
2	39.93	79.86	9.58	16.83	67.84	135.69	16.29	28.59	100.74	201.49	24.18	42.46
2.5	35.16	87.90	8.04	9.58	59.74	149.36	13.67	16.29	88.71	221.78	20.30	24.18
3	31.62	94.87	6.97	6.97	53.73	161.20	11.84	11.84	79.79	239.36	17.58	17.58

Hietograma de Bloques Alternos Subcuenca 5 ($T_d = 24$ horas)												
Período de retorno (años)												
t (h)	10				100				500			
	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
0.5	82.82	41.41	41.41	1.14	140.72	70.36	70.36	1.94	208.95	104.48	104.48	2.88
1	58.24	58.24	16.83	1.19	98.95	98.95	28.59	2.02	146.93	146.93	42.46	3.00
1.5	46.85	70.27	12.04	1.24	79.60	119.40	20.45	2.11	118.20	177.30	30.37	3.14
2	39.93	79.86	9.58	1.30	67.84	135.69	16.29	2.21	100.74	201.49	24.18	3.28
2.5	35.16	87.90	8.04	1.36	59.74	149.36	13.67	2.32	88.71	221.78	20.30	3.44
3	31.62	94.87	6.97	1.43	53.73	161.20	11.84	2.44	79.79	239.36	17.58	3.62
3.5	28.87	101.04	6.17	1.51	49.05	171.67	10.48	2.56	72.84	254.92	15.56	3.81
4	26.64	106.58	5.54	1.59	45.27	181.09	9.42	2.71	67.23	268.91	13.99	4.02
4.5	24.80	111.62	5.04	1.69	42.15	189.66	8.57	2.86	62.58	281.63	12.72	4.25
5	23.25	116.25	4.63	1.79	39.50	197.52	7.86	3.04	58.66	293.31	11.68	4.52
5.5	21.91	120.53	4.28	1.91	37.24	204.80	7.27	3.24	55.29	304.11	10.80	4.81
6	20.75	124.51	3.98	2.04	35.26	211.56	6.77	3.47	52.36	314.16	10.05	5.15
6.5	19.73	128.24	3.73	2.19	33.52	217.90	6.33	3.73	49.78	323.56	9.40	5.53
7	18.82	131.74	3.50	2.37	31.98	223.85	5.95	4.03	47.49	332.40	8.84	5.98
7.5	18.01	135.05	3.30	2.58	30.59	229.46	5.61	4.38	45.43	340.73	8.34	6.50
8	17.27	138.17	3.13	2.83	29.35	234.78	5.31	4.80	43.58	348.62	7.89	7.13
8.5	16.61	141.14	2.97	3.30	28.21	239.82	5.04	5.61	41.90	356.12	7.49	8.34
9	16.00	143.97	2.83	3.73	27.18	244.62	4.80	6.33	40.36	363.25	7.13	9.40
9.5	15.44	146.66	2.70	4.28	26.23	249.20	4.58	7.27	38.95	370.05	6.80	10.80
10	14.92	149.24	2.58	5.04	25.36	253.58	4.38	8.57	37.66	376.55	6.50	12.72
10.5	14.45	151.71	2.47	6.17	24.55	257.78	4.20	10.48	36.46	382.78	6.23	15.56
11	14.01	154.08	2.37	8.04	23.80	261.81	4.03	13.67	35.34	388.76	5.98	20.30
11.5	13.60	156.36	2.28	12.04	23.10	265.68	3.87	20.45	34.31	394.51	5.75	30.37
12	13.21	158.55	2.19	41.41	22.45	269.40	3.73	70.36	33.34	400.05	5.53	104.48
12.5	12.85	160.67	2.11	16.83	21.84	273.00	3.59	28.59	32.43	405.38	5.33	42.46

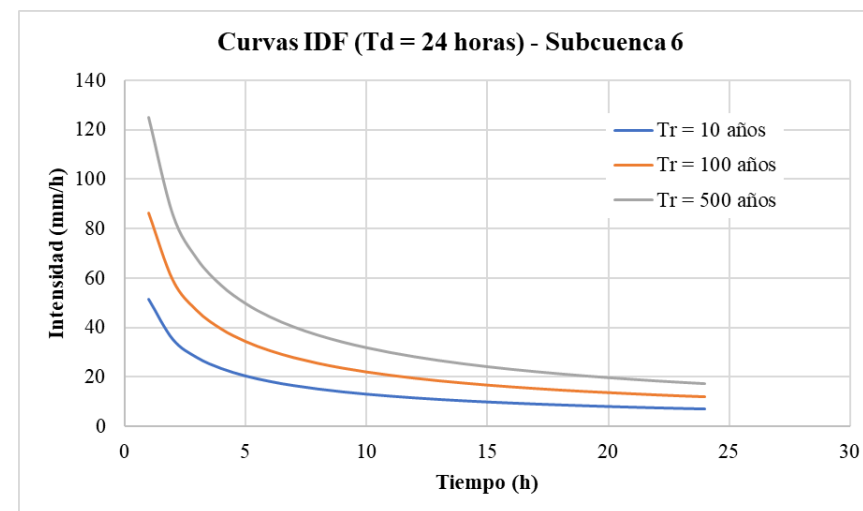
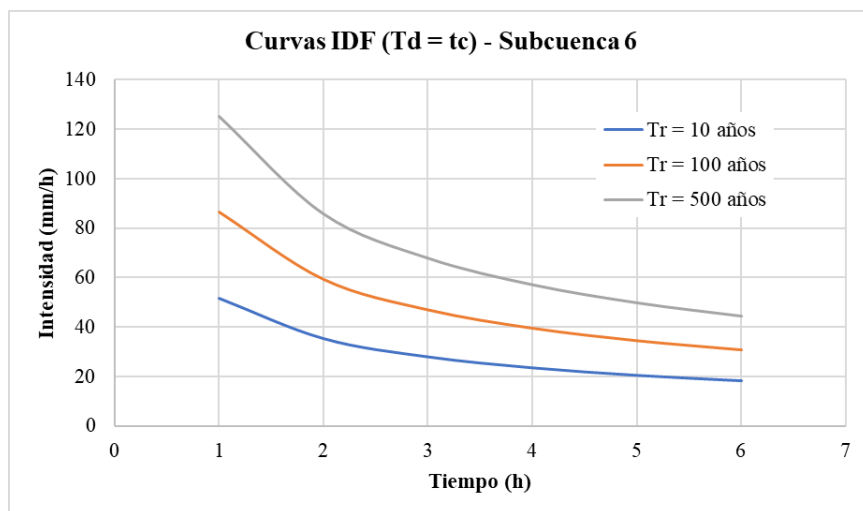
t (h)	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
13	12.52	162.71	2.04	9.58	21.27	276.46	3.47	16.29	31.58	410.53	5.15	24.18
13.5	12.20	164.68	1.97	6.97	20.73	279.81	3.35	11.84	30.78	415.50	4.97	17.58
14	11.90	166.59	1.91	5.54	20.22	283.05	3.24	9.42	30.02	420.31	4.81	13.99
14.5	11.62	168.43	1.85	4.63	19.74	286.19	3.14	7.86	29.31	424.97	4.66	11.68
15	11.35	170.22	1.79	3.98	19.28	289.23	3.04	6.77	28.63	429.49	4.52	10.05
15.5	11.09	171.96	1.74	3.50	18.85	292.18	2.95	5.95	27.99	433.87	4.38	8.84
16	10.85	173.65	1.69	3.13	18.44	295.05	2.86	5.31	27.38	438.12	4.25	7.89
16.5	10.62	175.28	1.64	2.97	18.05	297.83	2.78	5.04	26.80	442.26	4.13	7.49
17	10.40	176.88	1.59	2.70	17.68	300.54	2.71	4.58	26.25	446.28	4.02	6.80
17.5	10.20	178.43	1.55	2.47	17.32	303.17	2.63	4.20	25.72	450.19	3.91	6.23
18	10.00	179.94	1.51	2.28	16.99	305.73	2.56	3.87	25.22	453.99	3.81	5.75
18.5	9.81	181.41	1.47	2.11	16.66	308.23	2.50	3.59	24.74	457.70	3.71	5.33
19	9.62	182.84	1.43	1.97	16.35	310.67	2.44	3.35	24.28	461.32	3.62	4.97
19.5	9.45	184.24	1.40	1.85	16.05	313.04	2.38	3.14	23.84	464.84	3.53	4.66
20	9.28	185.60	1.36	1.74	15.77	315.36	2.32	2.95	23.41	468.29	3.44	4.38
20.5	9.12	186.93	1.33	1.64	15.49	317.62	2.26	2.78	23.01	471.65	3.36	4.13
21	8.96	188.23	1.30	1.55	15.23	319.83	2.21	2.63	22.62	474.93	3.28	3.91
21.5	8.81	189.51	1.27	1.47	14.98	322.00	2.16	2.50	22.24	478.14	3.21	3.71
22	8.67	190.75	1.24	1.40	14.73	324.11	2.11	2.38	21.88	481.28	3.14	3.53
22.5	8.53	191.97	1.22	1.33	14.50	326.18	2.07	2.26	21.53	484.35	3.07	3.36
23	8.40	193.16	1.19	1.27	14.27	328.20	2.02	2.16	21.19	487.35	3.00	3.21
23.5	8.27	194.32	1.17	1.22	14.05	330.18	1.98	2.07	20.86	490.29	2.94	3.07
24	8.14	195.46	1.14	1.17	13.84	332.12	1.94	1.98	20.55	493.17	2.88	2.94



B.1.6. Subcuenca 6

Características Subcuenca 6	
Área (km ²)	28.76
L _c (km)	13.67
Z _{máx} (m)	177
Z _{mín} (m)	9
J _c (m/m)	0.012
t _c (h)	5.05
Δt (h)	1
Lag time (min)	181.81
I _l /I _d	8

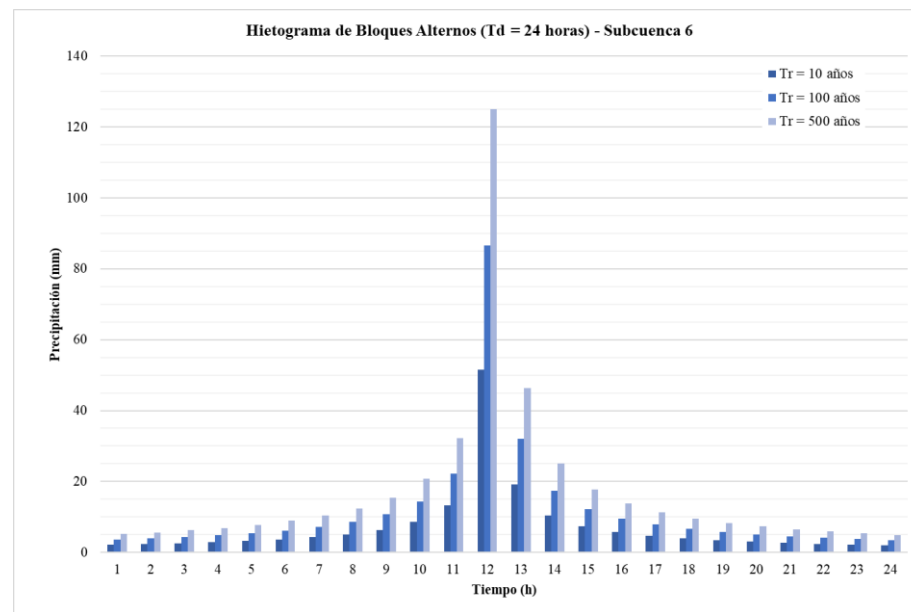
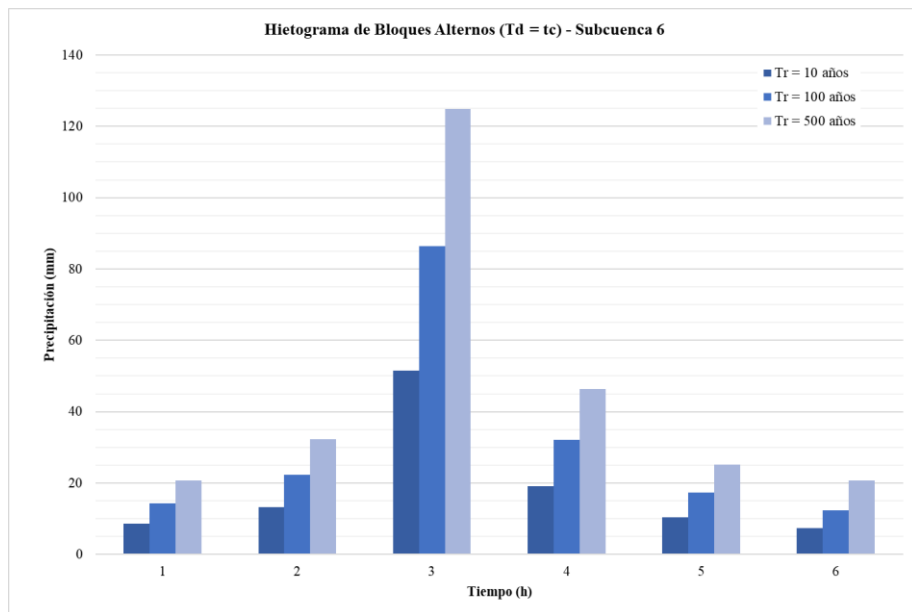
Parámetros Intensidad de Precipitación - Subcuenca 6			
T _r (años)	P24 (mm)	kA	Id
10	171.08	0.903	6.435
100	287.42	0.903	10.811
500	415.25	0.903	15.619



Hietograma de Bloques Alternos Subcuenca 6 ($T_d = t_c$)

t (h)	Período de retorno (años)											
	10				100				500			
	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	$P_{b,incr.}$ (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	$P_{b,incr.}$ (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	$P_{b,incr.}$ (mm)
1	51.48	51.48	51.48	8.55	86.49	86.49	86.49	14.36	124.95	124.95	124.95	20.75
2	35.30	70.59	19.11	13.27	59.30	118.60	32.11	22.30	85.67	171.35	46.39	32.21
3	27.96	83.87	13.27	51.48	46.96	140.89	22.30	86.49	67.85	203.56	32.21	124.95
4	23.55	94.22	10.35	19.11	39.57	158.29	17.39	32.11	57.17	228.69	25.13	46.39
5	20.55	102.77	8.55	10.35	34.53	172.65	14.36	17.39	49.89	249.43	20.75	25.13
6	18.35	110.07	7.31	7.31	30.82	184.92	12.27	12.27	44.53	267.17	17.73	20.75

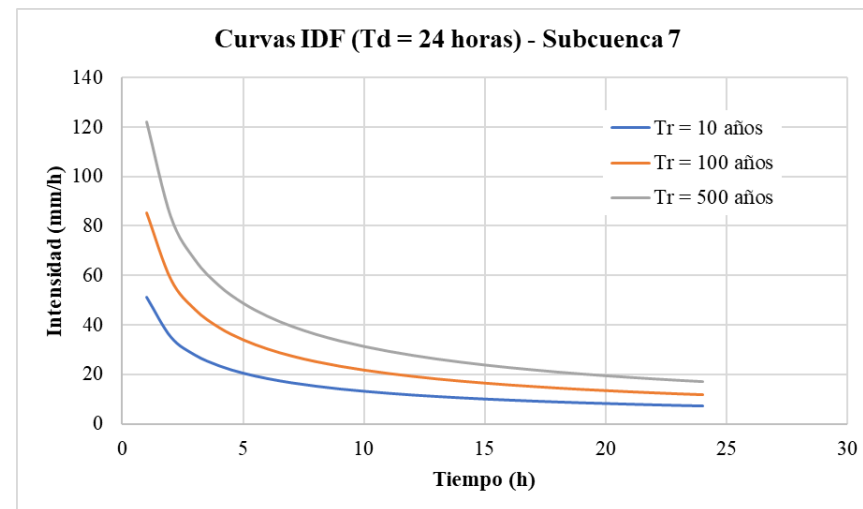
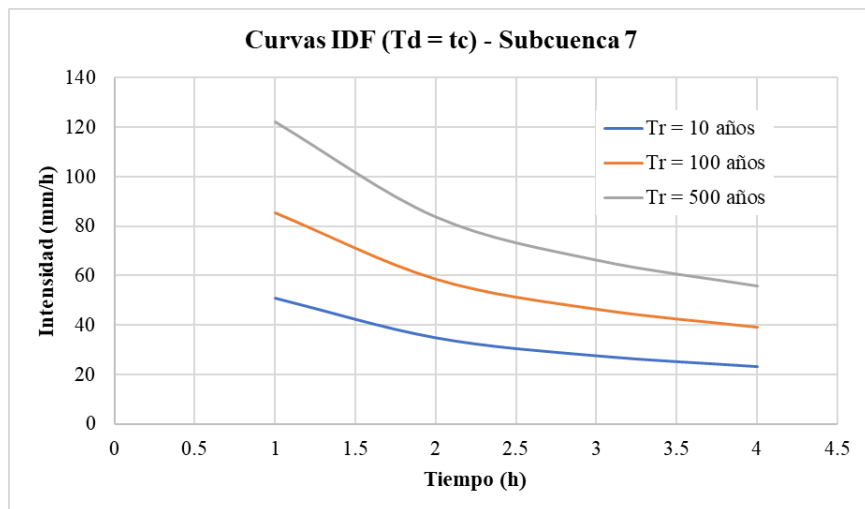
Hietograma de Bloques Alternos Subcuenca 6 ($T_d = 24$ horas)												
Período de retorno (años)												
t (h)	10				100				500			
	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	$P_{b,incr.}$ (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	$P_{b,incr.}$ (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	$P_{b,incr.}$ (mm)
1	51.48	51.48	51.48	2.13	86.49	86.49	86.49	3.58	124.95	124.95	124.95	5.17
2	35.30	70.59	19.11	2.33	59.30	118.60	32.11	3.91	85.67	171.35	46.39	5.65
3	27.96	83.87	13.27	2.57	46.96	140.89	22.30	4.31	67.85	203.56	32.21	6.23
4	23.55	94.22	10.35	2.86	39.57	158.29	17.39	4.80	57.17	228.69	25.13	6.93
5	20.55	102.77	8.55	3.21	34.53	172.65	14.36	5.40	49.89	249.43	20.75	7.80
6	18.35	110.07	7.31	3.67	30.82	184.92	12.27	6.17	44.53	267.17	17.73	8.91
7	16.64	116.46	6.39	4.28	27.95	195.66	10.74	7.19	40.38	282.68	15.51	10.38
8	15.27	122.15	5.69	5.12	25.65	205.21	9.55	8.61	37.06	296.48	13.80	12.43
9	14.14	127.27	5.12	6.39	23.76	213.81	8.61	10.74	34.32	308.91	12.43	15.51
10	13.19	131.93	4.66	8.55	22.16	221.65	7.83	14.36	32.02	320.23	11.32	20.75
11	12.38	136.21	4.28	13.27	20.80	228.83	7.19	22.30	30.06	330.61	10.38	32.21
12	11.68	140.16	3.95	51.48	19.62	235.48	6.64	86.49	28.35	340.21	9.59	124.95
13	11.06	143.84	3.67	19.11	18.59	241.65	6.17	32.11	26.86	349.12	8.91	46.39
14	10.52	147.27	3.43	10.35	17.67	247.41	5.76	17.39	25.53	357.44	8.32	25.13
15	10.03	150.48	3.21	7.31	16.85	252.81	5.40	12.27	24.35	365.25	7.80	17.73
16	9.59	153.51	3.03	5.69	16.12	257.89	5.08	9.55	23.29	372.59	7.34	13.80
17	9.20	156.36	2.86	4.66	15.45	262.69	4.80	7.83	22.32	379.52	6.93	11.32
18	8.84	159.07	2.70	3.95	14.85	267.23	4.54	6.64	21.45	386.08	6.56	9.59
19	8.51	161.63	2.57	3.43	14.29	271.54	4.31	5.76	20.65	392.31	6.23	8.32
20	8.20	164.07	2.44	3.03	13.78	275.64	4.10	5.08	19.91	398.24	5.93	7.34
21	7.92	166.40	2.33	2.70	13.31	279.55	3.91	4.54	19.23	403.89	5.65	6.56
22	7.66	168.63	2.22	2.44	12.88	283.29	3.74	4.10	18.60	409.29	5.40	5.93
23	7.42	170.75	2.13	2.22	12.47	286.87	3.58	3.74	18.02	414.45	5.17	5.40
24	7.20	172.79	2.04	2.04	12.10	290.29	3.43	3.43	17.48	419.40	4.95	4.95



B.1.7. Subcuenca 7

Características Subcuenca 7	
Área (km ²)	12.38
L _c (km)	7.24
Z _{máx} (m)	103
Z _{mín} (m)	4
J _c (m/m)	0.014
t _c (h)	3.05
Δt (h)	1
Lag time (min)	109.88
I _l /I _d	8

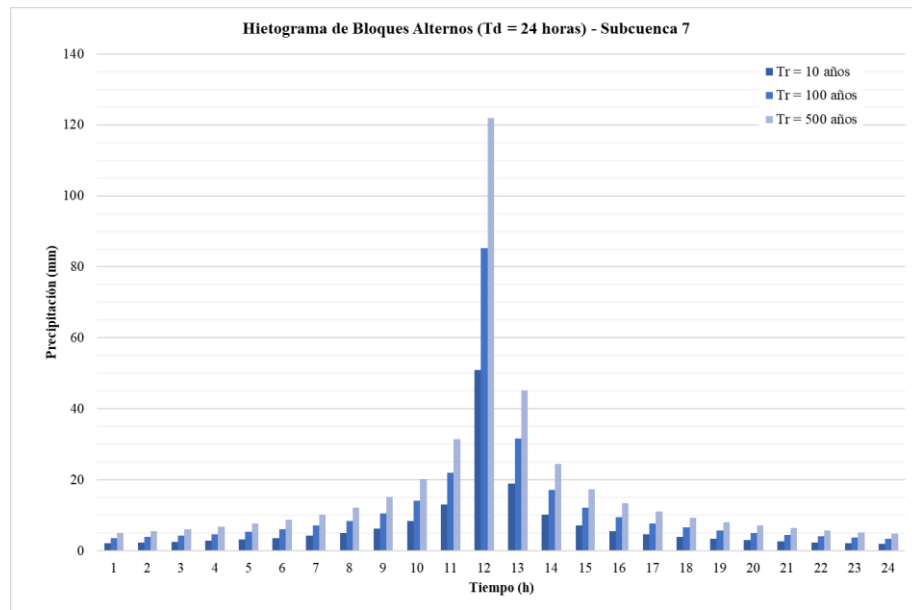
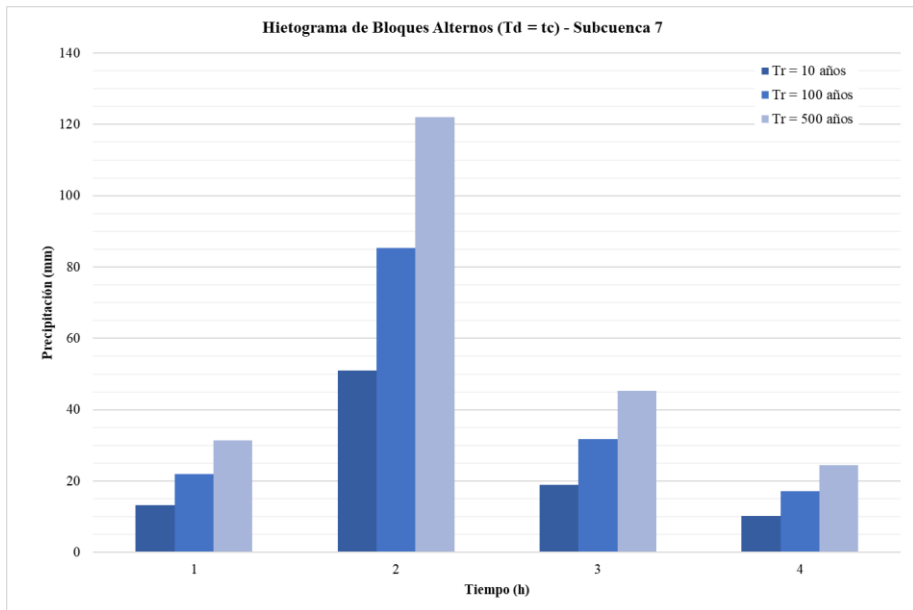
Parámetros Intensidad de Precipitación - Subcuenca 7			
T _r (años)	P24 (mm)	kA	Id
10	165.07	0.927	6.377
100	276.13	0.927	10.667
500	394.70	0.927	15.245



Hietograma de Bloques Alternos Subcuenca 7 ($T_d = t_c$)

t (h)	Período de retorno (años)											
	10				100				500			
	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	$P_{b,incr.}$ (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	$P_{b,incr.}$ (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	$P_{b,incr.}$ (mm)
1	51.02	51.02	51.02	13.15	85.34	85.34	85.34	22.00	121.98	121.98	121.98	31.44
2	34.98	69.96	18.94	51.02	58.51	117.02	31.68	85.34	83.64	167.27	45.29	121.98
3	27.70	83.11	13.15	18.94	46.34	139.02	22.00	31.68	66.24	198.71	31.44	45.29
4	23.34	93.37	10.26	10.26	39.05	156.18	17.16	17.16	55.81	223.24	24.53	24.53

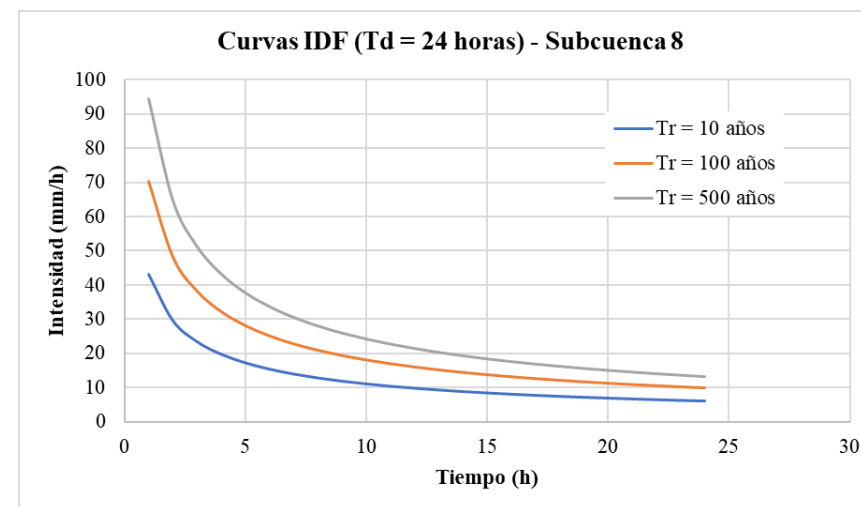
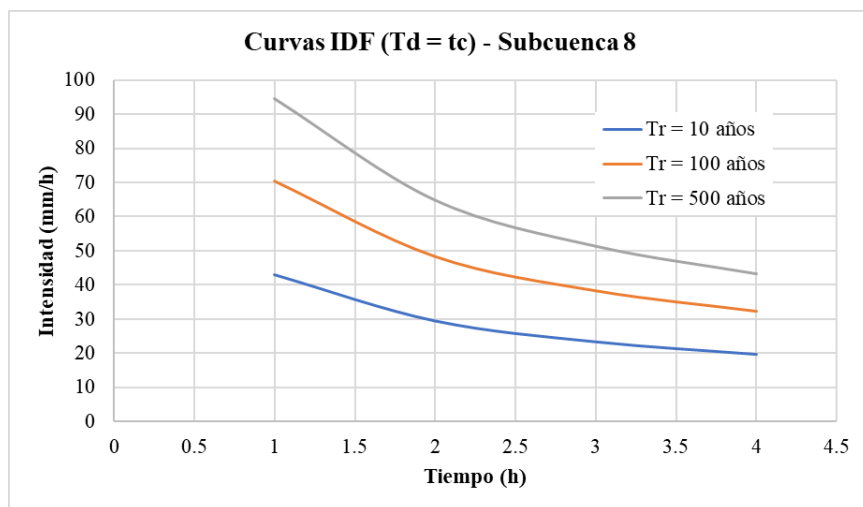
Hietograma de Bloques Alternos Subcuenca 7 ($T_d = 24$ horas)												
Período de retorno (años)												
t (h)	10				100				500			
	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
1	51.02	51.02	51.02	2.11	85.34	85.34	85.34	3.53	121.98	121.98	121.98	5.04
2	34.98	69.96	18.94	2.31	58.51	117.02	31.68	3.86	83.64	167.27	45.29	5.52
3	27.70	83.11	13.15	2.54	46.34	139.02	22.00	4.25	66.24	198.71	31.44	6.08
4	23.34	93.37	10.26	2.83	39.05	156.18	17.16	4.73	55.81	223.24	24.53	6.77
5	20.37	101.84	8.47	3.19	34.07	170.35	14.17	5.33	48.70	243.50	20.25	7.62
6	18.18	109.08	7.24	3.64	30.41	182.46	12.11	6.09	43.47	260.81	17.31	8.70
7	16.49	115.41	6.33	4.24	27.58	193.06	10.59	7.09	39.42	275.95	15.14	10.14
8	15.13	121.04	5.63	5.08	25.31	202.48	9.42	8.49	36.18	289.42	13.47	12.14
9	14.01	126.12	5.08	6.33	23.44	210.97	8.49	10.59	33.51	301.56	12.14	15.14
10	13.07	130.74	4.62	8.47	21.87	218.70	7.73	14.17	31.26	312.61	11.05	20.25
11	12.27	134.98	4.24	13.15	20.53	225.79	7.09	22.00	29.34	322.75	10.14	31.44
12	11.57	138.90	3.92	51.02	19.36	232.35	6.55	85.34	27.68	332.11	9.37	121.98
13	10.96	142.54	3.64	18.94	18.34	238.43	6.09	31.68	26.22	340.81	8.70	45.29
14	10.42	145.94	3.40	10.26	17.44	244.12	5.68	17.16	24.92	348.94	8.12	24.53
15	9.94	149.12	3.19	7.24	16.63	249.45	5.33	12.11	23.77	356.56	7.62	17.31
16	9.51	152.12	3.00	5.63	15.90	254.46	5.01	9.42	22.73	363.72	7.17	13.47
17	9.11	154.95	2.83	4.62	15.25	259.19	4.73	7.73	21.79	370.49	6.77	11.05
18	8.76	157.63	2.68	3.92	14.65	263.68	4.48	6.55	20.94	376.90	6.41	9.37
19	8.43	160.17	2.54	3.40	14.10	267.93	4.25	5.68	20.16	382.98	6.08	8.12
20	8.13	162.59	2.42	3.00	13.60	271.98	4.05	5.01	19.44	388.76	5.79	7.17
21	7.85	164.90	2.31	2.68	13.14	275.84	3.86	4.48	18.78	394.28	5.52	6.41
22	7.60	167.10	2.20	2.42	12.71	279.52	3.69	4.05	18.16	399.55	5.27	5.79
23	7.36	169.21	2.11	2.20	12.31	283.05	3.53	3.69	17.59	404.59	5.04	5.27
24	7.13	171.23	2.02	2.02	11.93	286.43	3.38	3.38	17.06	409.42	4.83	4.83



B.1.8. Subcuenca 8

Características Subcuenca 8	
Área (km ²)	11.70
L _c (km)	9.30
Z _{máx} (m)	180
Z _{mín} (m)	9
J _c (m/m)	0.018
t _c (h)	3.49
Δt (h)	1
Lag time (min)	125.69
I _l /I _d	8

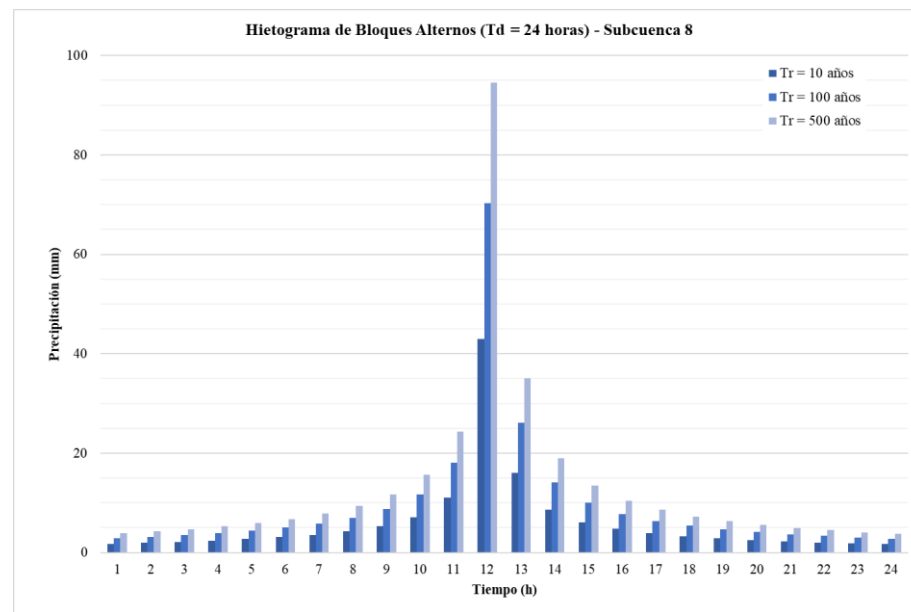
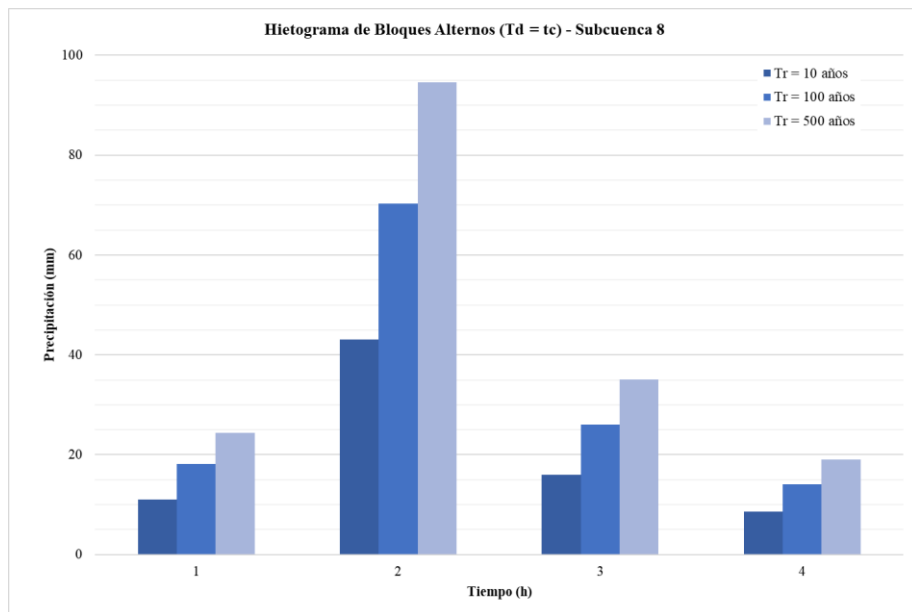
Parámetros Intensidad de Precipitación - Subcuenca 8			
T _r (años)	P24 (mm)	kA	Id
10	138.94	0.929	5.377
100	277.05	0.929	8.786
500	305.32	0.929	11.816



Hietograma de Bloques Alternos Subcuenca 8 ($T_d = t_c$)

t (h)	Período de retorno (años)											
	10				100				500			
	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
1	43.01	43.01	43.01	11.09	70.29	70.29	70.29	18.12	94.52	94.52	94.52	24.37
2	29.49	58.99	15.97	43.01	48.19	96.39	26.10	70.29	64.81	129.62	35.09	94.52
3	23.36	70.07	11.09	15.97	38.17	114.51	18.12	26.10	51.33	153.99	24.37	35.09
4	19.68	78.72	8.65	8.65	32.16	128.64	14.13	14.13	43.25	172.99	19.01	19.01

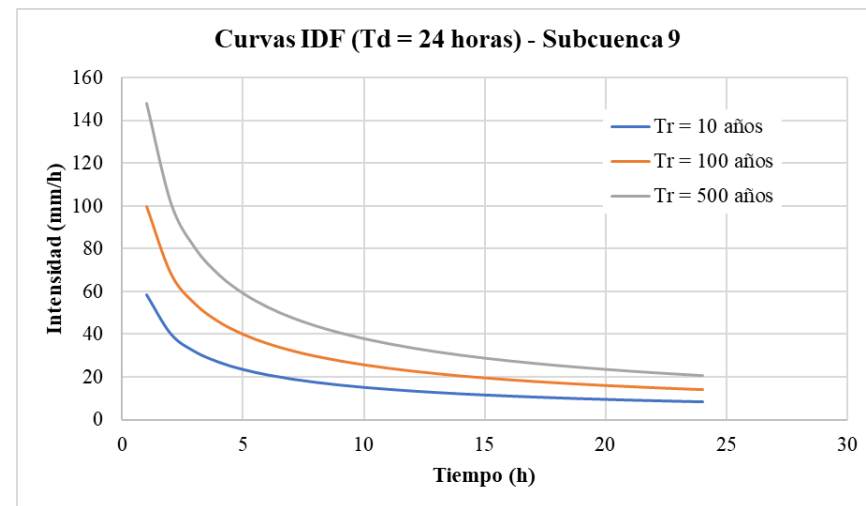
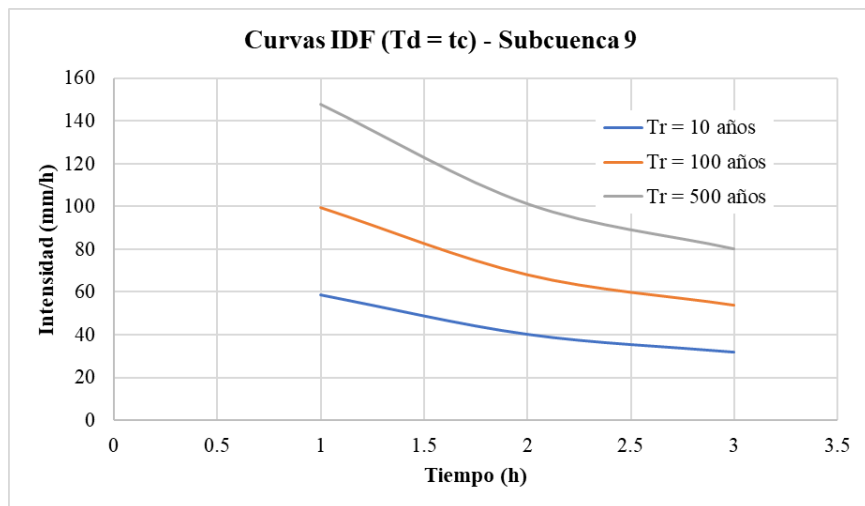
Hietograma de Bloques Alternos Subcuenca 8 ($T_d = 24$ horas)												
Período de retorno (años)												
t (h)	10				100				500			
	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
1	43.01	43.01	43.01	1.78	70.29	70.29	70.29	2.91	94.52	94.52	94.52	3.91
2	29.49	58.99	15.97	1.95	48.19	96.39	26.10	3.18	64.81	129.62	35.09	4.27
3	23.36	70.07	11.09	2.14	38.17	114.51	18.12	3.50	51.33	153.99	24.37	4.71
4	19.68	78.72	8.65	2.39	32.16	128.64	14.13	3.90	43.25	172.99	19.01	5.24
5	17.17	85.87	7.14	2.69	28.06	140.32	11.67	4.39	37.74	188.69	15.70	5.90
6	15.33	91.97	6.10	3.07	25.05	150.29	9.98	5.01	33.68	202.10	13.41	6.74
7	13.90	97.31	5.34	3.57	22.72	159.02	8.73	5.84	30.55	213.84	11.73	7.86
8	12.76	102.06	4.75	4.28	20.85	166.78	7.76	6.99	28.03	224.28	10.44	9.41
9	11.82	106.34	4.28	5.34	19.31	173.77	6.99	8.73	25.96	233.68	9.41	11.73
10	11.02	110.24	3.90	7.14	18.01	180.14	6.37	11.67	24.22	242.24	8.56	15.70
11	10.35	113.81	3.57	11.09	16.91	185.98	5.84	18.12	22.74	250.10	7.86	24.37
12	9.76	117.11	3.30	43.01	15.95	191.38	5.40	70.29	21.45	257.36	7.26	94.52
13	9.24	120.18	3.07	15.97	15.11	196.39	5.01	26.10	20.32	264.10	6.74	35.09
14	8.79	123.05	2.86	8.65	14.36	201.08	4.68	14.13	19.31	270.39	6.30	19.01
15	8.38	125.73	2.69	6.10	13.70	205.47	4.39	9.98	18.42	276.30	5.90	13.41
16	8.02	128.26	2.53	4.75	13.10	209.60	4.13	7.76	17.62	281.85	5.55	10.44
17	7.69	130.65	2.39	3.90	12.56	213.50	3.90	6.37	16.89	287.10	5.24	8.56
18	7.38	132.91	2.26	3.30	12.07	217.19	3.69	5.40	16.23	292.06	4.96	7.26
19	7.11	135.05	2.14	2.86	11.62	220.69	3.50	4.68	15.62	296.77	4.71	6.30
20	6.85	137.09	2.04	2.53	11.20	224.03	3.33	4.13	15.06	301.26	4.48	5.55
21	6.62	139.04	1.95	2.26	10.82	227.20	3.18	3.69	14.55	305.53	4.27	4.96
22	6.40	140.89	1.86	2.04	10.47	230.24	3.04	3.33	14.07	309.61	4.08	4.48
23	6.20	142.67	1.78	1.86	10.14	233.15	2.91	3.04	13.63	313.52	3.91	4.08
24	6.02	144.38	1.70	1.70	9.83	235.93	2.78	2.78	13.22	317.27	3.74	3.74



B.1.9. Subcuenca 9

Características Subcuenca 9	
Área (km ²)	12.05
L _c (km)	8.66
Z _{máx} (m)	419
Z _{mín} (m)	70
J _c (m/m)	0.040
t _c (h)	2.85
Δt (h)	1
Lag time (min)	102.60
I _l /I _d	8

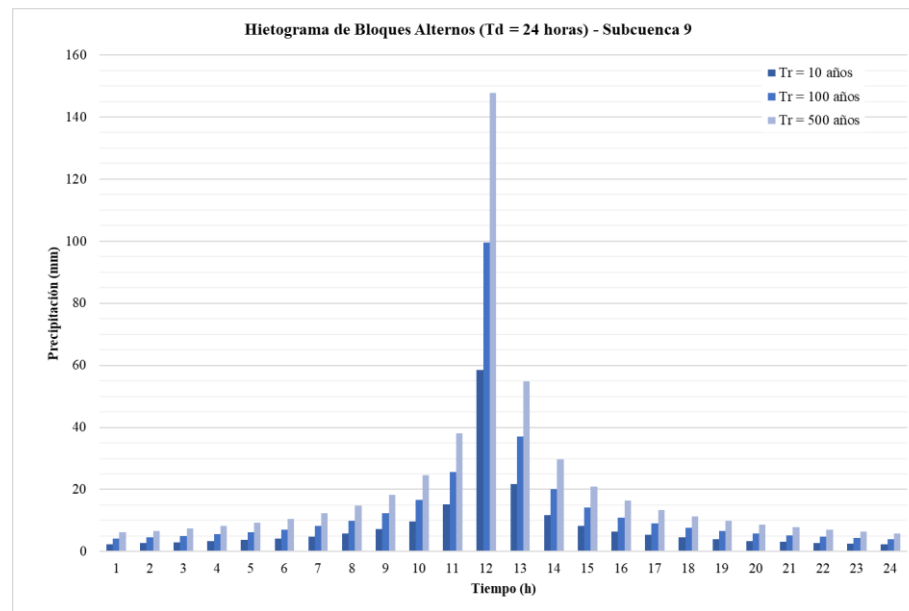
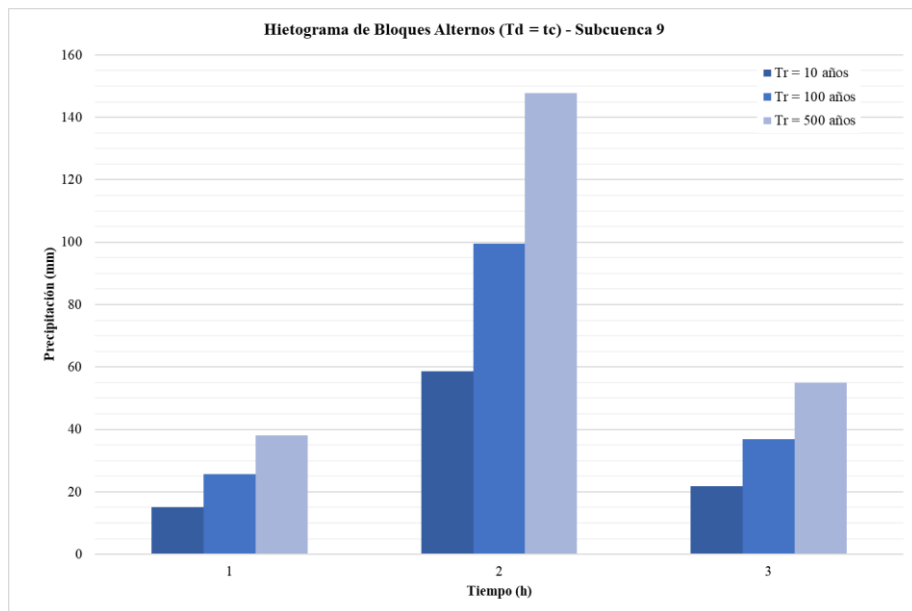
Parámetros Intensidad de Precipitación - Subcuenca 9			
T _r (años)	P24 (mm)	kA	Id
10	189.37	0.928	7.322
100	321.77	0.928	12.441
500	477.80	0.928	18.474



Hietograma de Bloques Alternos Subcuenca 9 ($T_d = t_c$)

t (h)	Período de retorno (años)											
	10				100				500			
	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
1	58.58	58.58	58.58	15.10	99.53	99.53	99.53	25.66	147.79	147.79	147.79	38.10
2	40.16	80.32	21.75	58.58	68.24	136.48	36.95	99.53	101.33	202.66	54.87	147.79
3	31.81	95.42	15.10	21.75	54.05	162.14	25.66	36.95	80.25	240.76	38.10	54.87

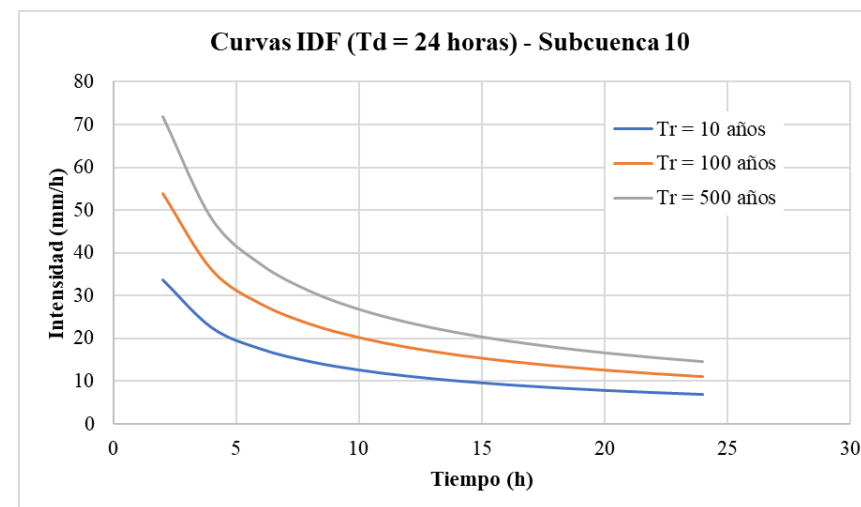
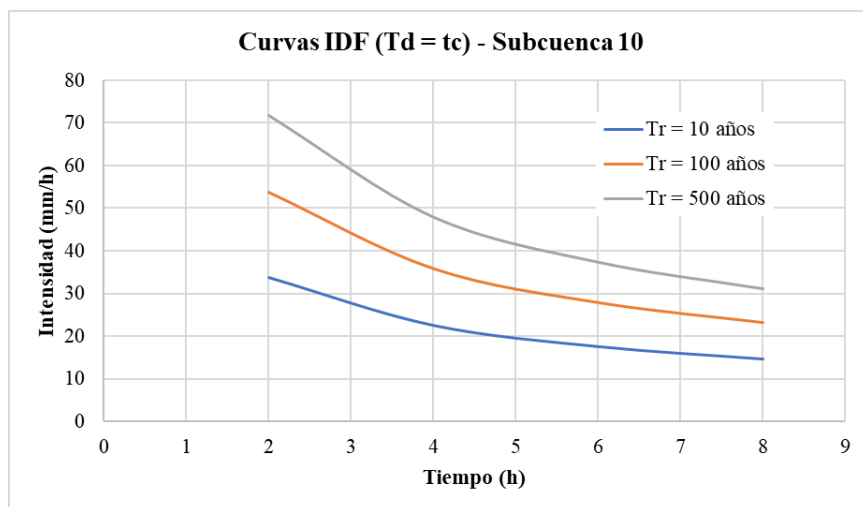
Hietograma de Bloques Alternos Subcuenca 9 ($T_d = 24$ horas)												
Período de retorno (años)												
t (h)	10				100				500			
	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
1	58.58	58.58	58.58	2.42	99.53	99.53	99.53	4.11	147.79	147.79	147.79	6.11
2	40.16	80.32	21.75	2.65	68.24	136.48	36.95	4.50	101.33	202.66	54.87	6.68
3	31.81	95.42	15.10	2.92	54.05	162.14	25.66	4.96	80.25	240.76	38.10	7.37
4	26.80	107.20	11.78	3.25	45.54	182.15	20.01	5.52	67.62	270.48	29.72	8.20
5	23.39	116.93	9.73	3.66	39.73	198.67	16.53	6.22	59.00	295.02	24.54	9.23
6	20.87	125.24	8.31	4.18	35.47	212.80	14.12	7.10	52.67	315.99	20.97	10.54
7	18.93	132.51	7.27	4.87	32.16	225.15	12.36	8.27	47.76	334.34	18.35	12.28
8	17.37	138.98	6.47	5.83	29.52	236.14	10.99	9.90	43.83	350.66	16.32	14.71
9	16.09	144.81	5.83	7.27	27.34	246.05	9.90	12.36	40.60	365.36	14.71	18.35
10	15.01	150.11	5.31	9.73	25.51	255.06	9.01	16.53	37.87	378.75	13.39	24.54
11	14.09	154.98	4.87	15.10	23.94	263.33	8.27	25.66	35.55	391.03	12.28	38.10
12	13.29	159.48	4.50	58.58	22.58	270.98	7.64	99.53	33.53	402.38	11.35	147.79
13	12.59	163.66	4.18	21.75	21.39	278.08	7.10	36.95	31.76	412.92	10.54	54.87
14	11.97	167.56	3.90	11.78	20.34	284.70	6.63	20.01	30.20	422.77	9.84	29.72
15	11.41	171.22	3.66	8.31	19.39	290.92	6.22	14.12	28.80	431.99	9.23	20.97
16	10.92	174.66	3.44	6.47	18.55	296.77	5.85	10.99	27.54	440.68	8.68	16.32
17	10.47	177.91	3.25	5.31	17.78	302.29	5.52	9.01	26.40	448.88	8.20	13.39
18	10.05	180.98	3.08	4.50	17.08	307.52	5.23	7.64	25.37	456.64	7.76	11.35
19	9.68	183.90	2.92	3.90	16.45	312.48	4.96	6.63	24.42	464.01	7.37	9.84
20	9.33	186.68	2.78	3.44	15.86	317.20	4.72	5.85	23.55	471.02	7.01	8.68
21	9.02	189.33	2.65	3.08	15.32	321.70	4.50	5.23	22.75	477.70	6.68	7.76
22	8.72	191.86	2.53	2.78	14.82	326.00	4.30	4.72	22.00	484.08	6.38	7.01
23	8.45	194.28	2.42	2.53	14.35	330.11	4.11	4.30	21.31	490.19	6.11	6.38
24	8.19	196.60	2.32	2.32	13.92	334.06	3.94	3.94	20.67	496.05	5.86	5.86



B.1.10. Subcuenca 10

Características Subcuenca 10	
Área (km ²)	61.79
L _c (km)	21.91
Z _{máx} (m)	567
Z _{mín} (m)	70
J _c (m/m)	0.023
t _c (h)	6.43
Δt (h)	2
Lag time (min)	231.63
I _l /I _d	8

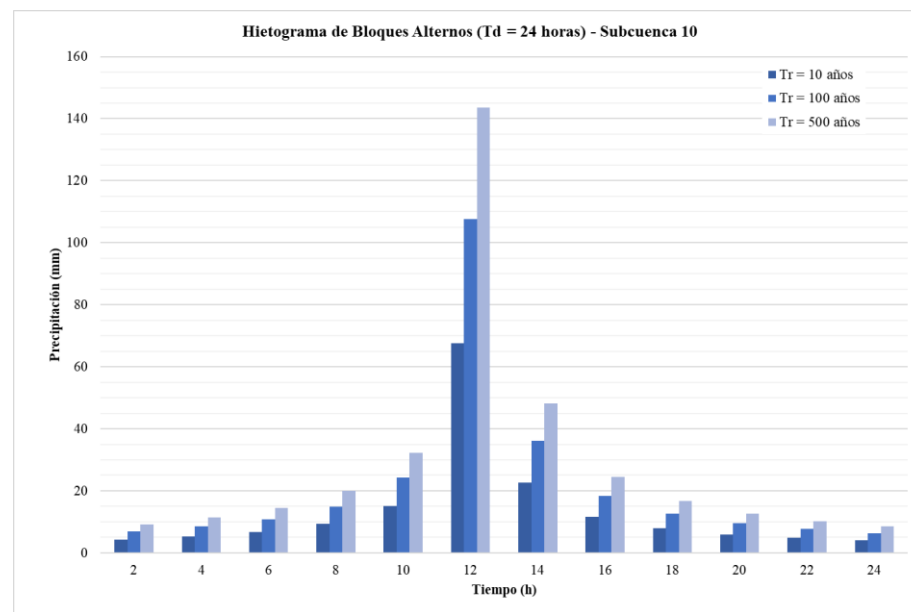
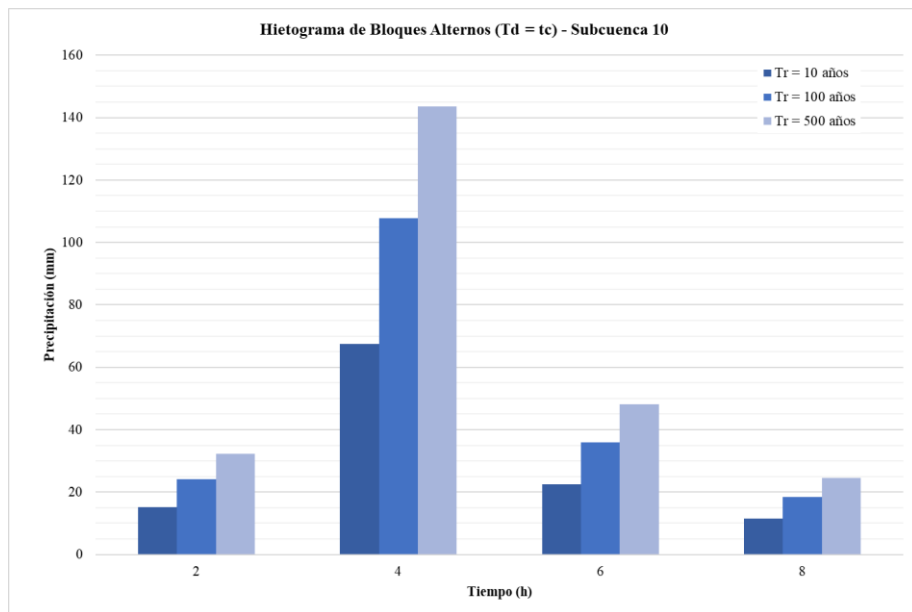
Parámetros Intensidad de Precipitación - Subcuenca 10			
T _r (años)	P24 (mm)	kA	Id
10	167.69	0.881	6.155
100	267.43	0.881	9.815
500	356.84	0.881	13.097



Hietograma de Bloques Alternos Subcuenca 10 ($T_d = t_c$)

t (h)	Período de retorno (años)											
	10				100				500			
	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
2	33.76	67.52	67.52	15.16	53.84	107.67	107.67	24.18	71.84	143.67	143.67	32.27
4	22.53	90.11	22.59	67.52	35.93	143.70	36.03	107.67	47.94	191.75	48.08	143.67
6	17.55	105.27	15.16	22.59	27.98	167.88	24.18	36.03	37.34	224.02	32.27	48.08
8	14.60	116.82	11.55	11.55	23.29	186.30	18.42	18.42	31.07	248.59	24.58	24.58

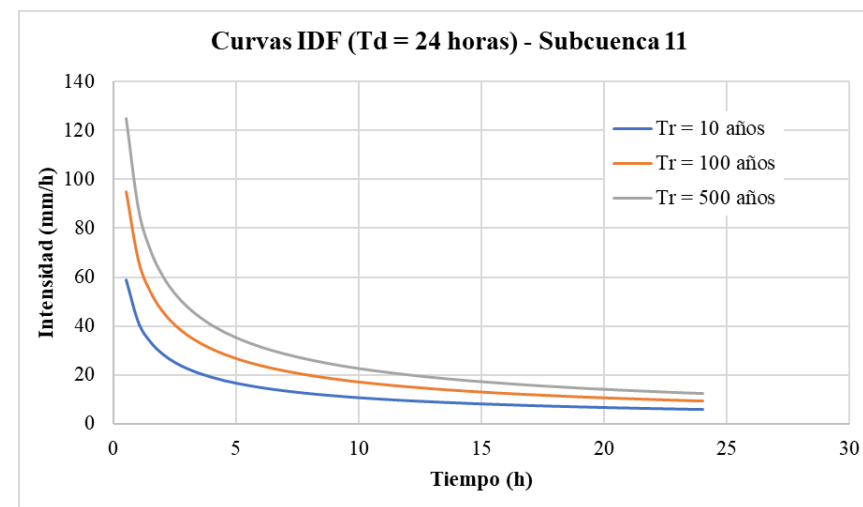
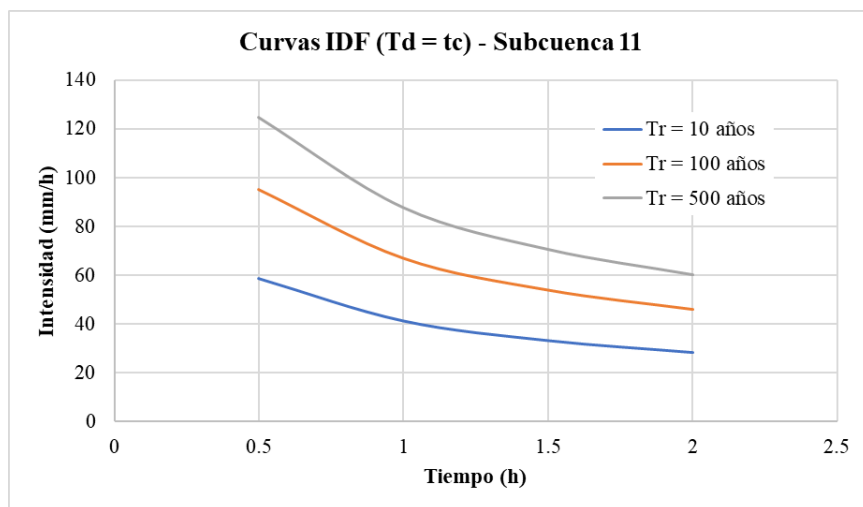
Hietograma de Bloques Alternos Subcuenca 10 ($T_d = 24$ horas)												
Período de retorno (años)												
	10				100				500			
t (h)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
2	33.76	67.52	67.52	4.35	53.84	107.67	107.67	6.94	71.84	143.67	143.67	9.26
4	22.53	90.11	22.59	5.32	35.93	143.70	36.03	8.48	47.94	191.75	48.08	11.32
6	17.55	105.27	15.16	6.79	27.98	167.88	24.18	10.83	37.34	224.02	32.27	14.45
8	14.60	116.82	11.55	9.36	23.29	186.30	18.42	14.92	31.07	248.59	24.58	19.91
10	12.62	126.18	9.36	15.16	20.12	201.23	14.92	24.18	26.85	268.51	19.91	32.27
12	11.17	134.05	7.87	67.52	17.82	213.78	12.55	107.67	23.77	285.26	16.75	143.67
14	10.06	140.84	6.79	22.59	16.04	224.61	10.83	36.03	21.41	299.71	14.45	48.08
16	9.18	146.81	5.97	11.55	14.63	234.13	9.52	18.42	19.53	312.41	12.70	24.58
18	8.45	152.13	5.32	7.87	13.48	242.61	8.48	12.55	17.98	323.73	11.32	16.75
20	7.85	156.92	4.79	5.97	12.51	250.25	7.64	9.52	16.70	333.92	10.19	12.70
22	7.33	161.27	4.35	4.79	11.69	257.19	6.94	7.64	15.60	343.18	9.26	10.19
24	6.89	165.26	3.99	3.99	10.98	263.55	6.36	6.36	14.65	351.67	8.48	8.48



B.1.11. Subcuenca 11

Características Subcuenca 11	
Área (km ²)	7.09
L _c (km)	4.28
Z _{máx} (m)	81
Z _{mín} (m)	2
J _c (m/m)	0.019
t _c (h)	1.93
Δt (h)	0.5
Lag time (min)	69.64
I _l /I _d	8

Parámetros Intensidad de Precipitación - Subcuenca 11			
T _r (años)	P24 (mm)	kA	Id
10	131.29	0.943	5.160
100	212.67	0.943	8.359
500	279.14	0.943	10.971

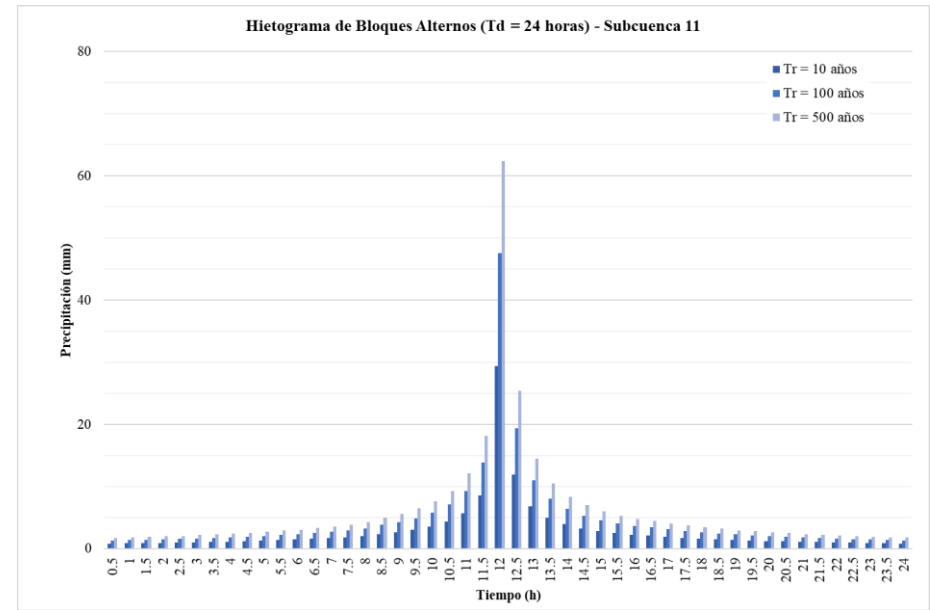
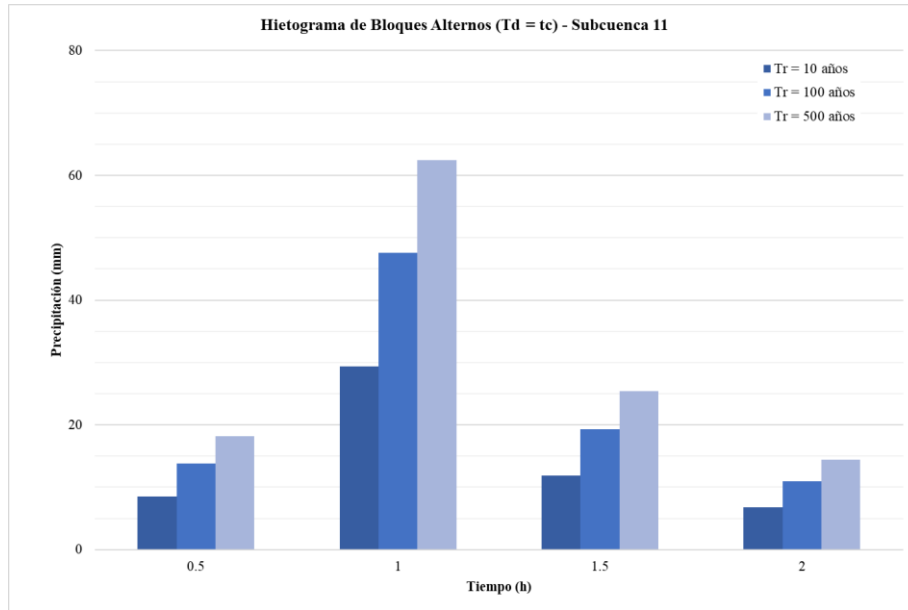


Hietograma de Bloques Alternos Subcuenca 11 ($T_d = t_c$)

t (h)	Período de retorno (años)											
	10				100				500			
	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
0.5	58.70	29.35	29.35	8.53	95.10	47.55	47.55	13.82	124.82	62.41	62.41	18.14
1	41.28	41.28	11.93	29.35	66.87	66.87	19.32	47.55	87.77	87.77	25.36	62.41
1.5	33.21	49.81	8.53	11.93	53.79	80.69	13.82	19.32	70.61	105.91	18.14	25.36
2	28.30	56.61	6.79	6.79	45.85	91.70	11.01	11.01	60.18	120.36	14.45	14.45

Hietograma de Bloques Alternos Subcuenca 11 ($T_d = 24$ horas)												
Período de retorno (años)												
t (h)	10				100				500			
	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
0.5	58.70	29.35	29.35	0.81	95.10	47.55	47.55	1.31	124.82	62.41	62.41	1.72
1	41.28	41.28	11.93	0.84	66.87	66.87	19.32	1.37	87.77	87.77	25.36	1.79
1.5	33.21	49.81	8.53	0.88	53.79	80.69	13.82	1.43	70.61	105.91	18.14	1.87
2	28.30	56.61	6.79	0.92	45.85	91.70	11.01	1.49	60.18	120.36	14.45	1.96
2.5	24.92	62.31	5.70	0.97	40.37	100.94	9.24	1.57	52.99	132.48	12.12	2.06
3	22.42	67.25	4.94	1.02	36.31	108.94	8.00	1.65	47.66	142.98	10.50	2.16
3.5	20.46	71.62	4.37	1.07	33.15	116.02	7.08	1.73	43.51	152.28	9.29	2.27
4	18.89	75.55	3.93	1.13	30.60	122.38	6.37	1.83	40.16	160.63	8.35	2.40
4.5	17.58	79.12	3.57	1.19	28.48	128.17	5.79	1.94	37.38	168.23	7.60	2.54
5	16.48	82.40	3.28	1.27	26.70	133.49	5.31	2.06	35.04	175.21	6.98	2.70
5.5	15.53	85.44	3.03	1.35	25.16	138.40	4.92	2.19	33.03	181.66	6.45	2.87
6	14.71	88.26	2.82	1.45	23.83	142.98	4.57	2.34	31.28	187.66	6.00	3.08
6.5	13.99	90.90	2.64	1.55	22.65	147.26	4.28	2.52	29.74	193.28	5.62	3.31
7	13.34	93.39	2.48	1.68	21.61	151.28	4.02	2.72	28.37	198.56	5.28	3.57
7.5	12.76	95.73	2.34	1.83	20.68	155.07	3.79	2.96	27.14	203.54	4.98	3.89
8	12.24	97.95	2.22	2.00	19.83	158.66	3.59	3.24	26.03	208.25	4.71	4.26
8.5	11.77	100.05	2.10	2.34	19.07	162.07	3.41	3.79	25.03	212.73	4.47	4.98
9	11.34	102.05	2.00	2.64	18.37	165.32	3.24	4.28	24.11	216.99	4.26	5.62
9.5	10.94	103.96	1.91	3.03	17.73	168.41	3.10	4.92	23.27	221.05	4.06	6.45
10	10.58	105.79	1.83	3.57	17.14	171.37	2.96	5.79	22.49	224.94	3.89	7.60
10.5	10.24	107.54	1.75	4.37	16.59	174.21	2.84	7.08	21.78	228.66	3.72	9.29
11	9.93	109.22	1.68	5.70	16.08	176.93	2.72	9.24	21.11	232.23	3.57	12.12
11.5	9.64	110.84	1.61	8.53	15.61	179.55	2.62	13.82	20.49	235.66	3.43	18.14
12	9.37	112.39	1.55	29.35	15.17	182.07	2.52	47.55	19.91	238.97	3.31	62.41
12.5	9.11	113.89	1.50	11.93	14.76	184.49	2.43	19.32	19.37	242.16	3.19	25.36

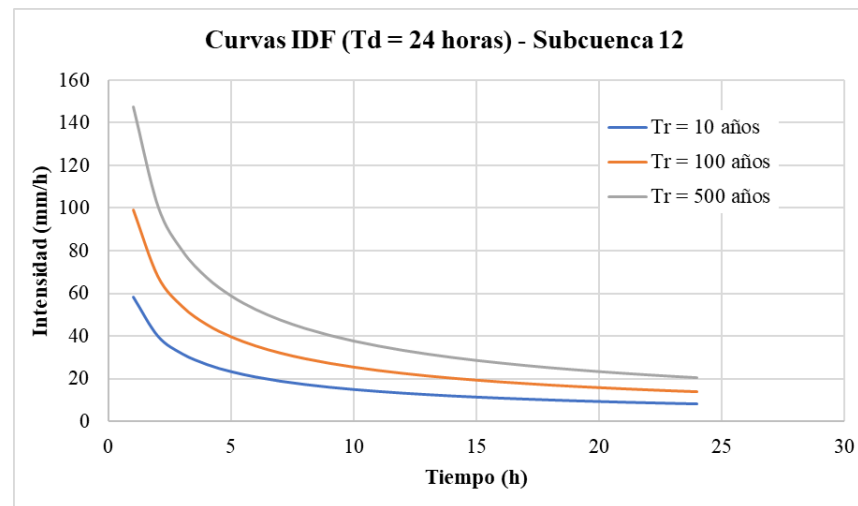
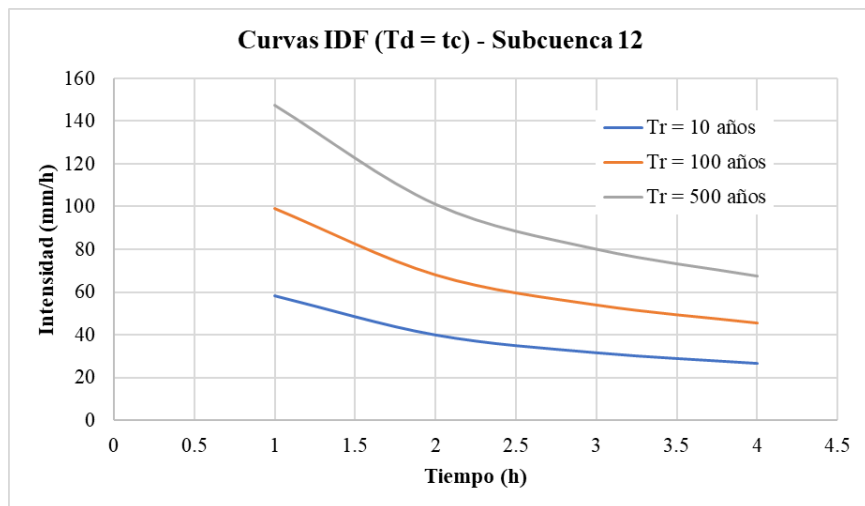
t (h)	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
13	8.87	115.34	1.45	6.79	14.37	186.84	2.34	11.01	18.86	245.23	3.08	14.45
13.5	8.65	116.73	1.40	4.94	14.01	189.10	2.26	8.00	18.39	248.20	2.97	10.50
14	8.43	118.09	1.35	3.93	13.66	191.29	2.19	6.37	17.93	251.08	2.87	8.35
14.5	8.23	119.40	1.31	3.28	13.34	193.41	2.12	5.31	17.51	253.86	2.78	6.98
15	8.04	120.66	1.27	2.82	13.03	195.47	2.06	4.57	17.10	256.56	2.70	6.00
15.5	7.86	121.90	1.23	2.48	12.74	197.46	1.99	4.02	16.72	259.17	2.62	5.28
16	7.69	123.09	1.19	2.22	12.46	199.39	1.94	3.59	16.36	261.71	2.54	4.71
16.5	7.53	124.25	1.16	2.10	12.20	201.28	1.88	3.41	16.01	264.18	2.47	4.47
17	7.38	125.38	1.13	1.91	11.95	203.10	1.83	3.10	15.68	266.58	2.40	4.06
17.5	7.23	126.48	1.10	1.75	11.71	204.88	1.78	2.84	15.37	268.92	2.34	3.72
18	7.09	127.55	1.07	1.61	11.48	206.62	1.73	2.62	15.07	271.19	2.27	3.43
18.5	6.95	128.59	1.04	1.50	11.26	208.30	1.69	2.43	14.78	273.41	2.22	3.19
19	6.82	129.61	1.02	1.40	11.05	209.95	1.65	2.26	14.50	275.57	2.16	2.97
19.5	6.70	130.60	0.99	1.31	10.85	211.56	1.61	2.12	14.24	277.68	2.11	2.78
20	6.58	131.56	0.97	1.23	10.66	213.12	1.57	1.99	13.99	279.73	2.06	2.62
20.5	6.46	132.51	0.94	1.16	10.47	214.65	1.53	1.88	13.74	281.74	2.01	2.47
21	6.35	133.43	0.92	1.10	10.29	216.15	1.49	1.78	13.51	283.70	1.96	2.34
21.5	6.25	134.33	0.90	1.04	10.12	217.61	1.46	1.69	13.28	285.62	1.92	2.22
22	6.15	135.21	0.88	0.99	9.96	219.03	1.43	1.61	13.07	287.49	1.87	2.11
22.5	6.05	136.08	0.86	0.94	9.80	220.43	1.40	1.53	12.86	289.33	1.83	2.01
23	5.95	136.92	0.84	0.90	9.64	221.80	1.37	1.46	12.66	291.12	1.79	1.92
23.5	5.86	137.75	0.83	0.86	9.50	223.14	1.34	1.40	12.46	292.88	1.76	1.83
24	5.77	138.56	0.81	0.83	9.35	224.45	1.31	1.34	12.27	294.60	1.72	1.76



B.1.12. Subcuenca 12

Características Subcuenca 12	
Área (km ²)	12.99
L _c (km)	9.26
Z _{máx} (m)	226
Z _{mín} (m)	6
J _c (m/m)	0.024
t _c (h)	3.31
Δt (h)	1
Lag time (min)	119.31
I _l /I _d	8

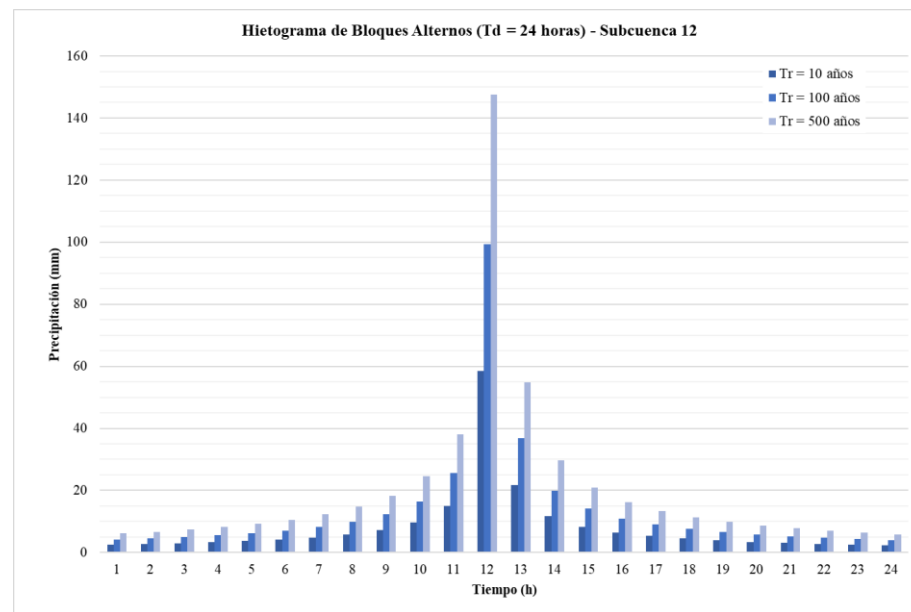
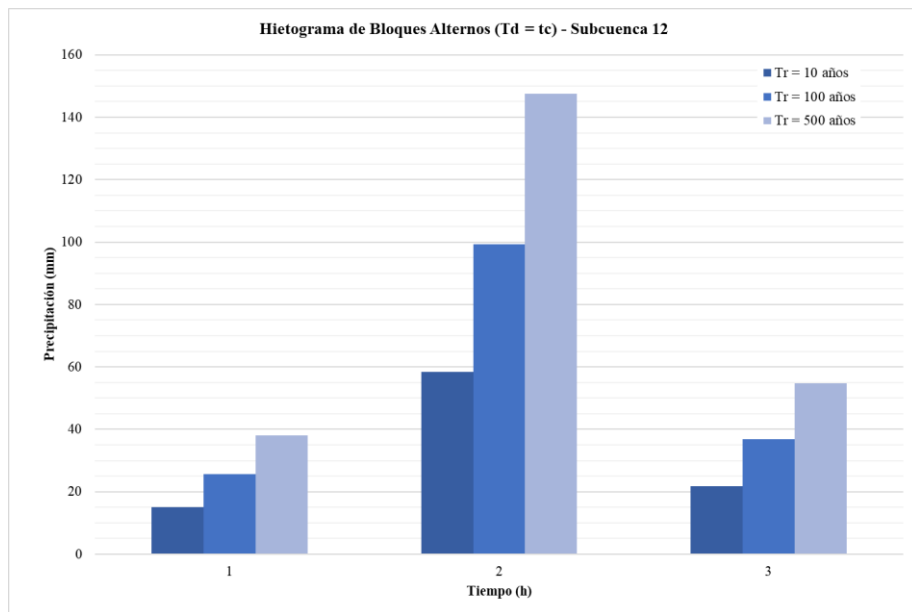
Parámetros Intensidad de Precipitación - Subcuenca 12			
T _r (años)	P24 (mm)	kA	Id
10	189.37	0.926	7.305
100	321.77	0.926	12.412
500	477.80	0.926	18.431



Hietograma de Bloques Alternos Subcuenca 12 ($T_d = t_c$)

t (h)	Período de retorno (años)											
	10				100				500			
	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
1	58.44	58.44	58.44	15.06	99.29	99.29	99.29	25.60	147.45	147.45	147.45	38.01
2	40.07	80.14	21.70	58.44	68.08	136.16	36.87	99.29	101.09	202.19	54.74	147.45
3	31.73	95.20	15.06	21.70	53.92	161.76	25.60	36.87	80.07	240.20	38.01	54.74

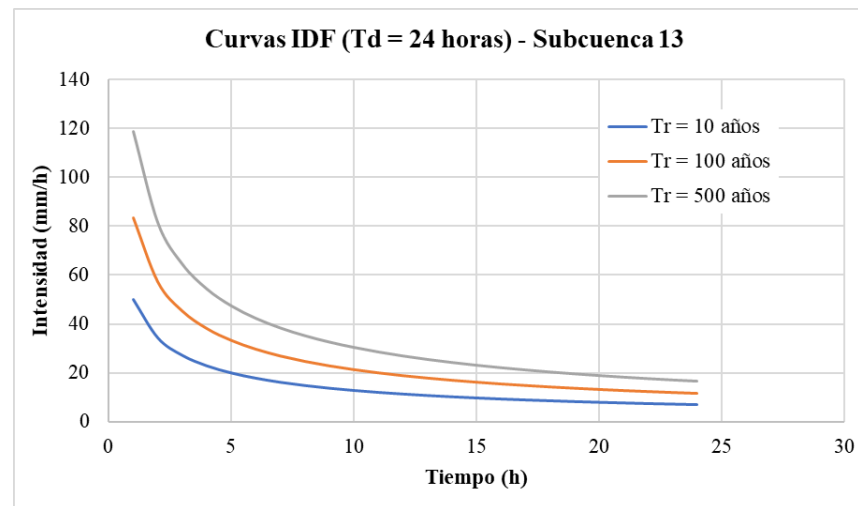
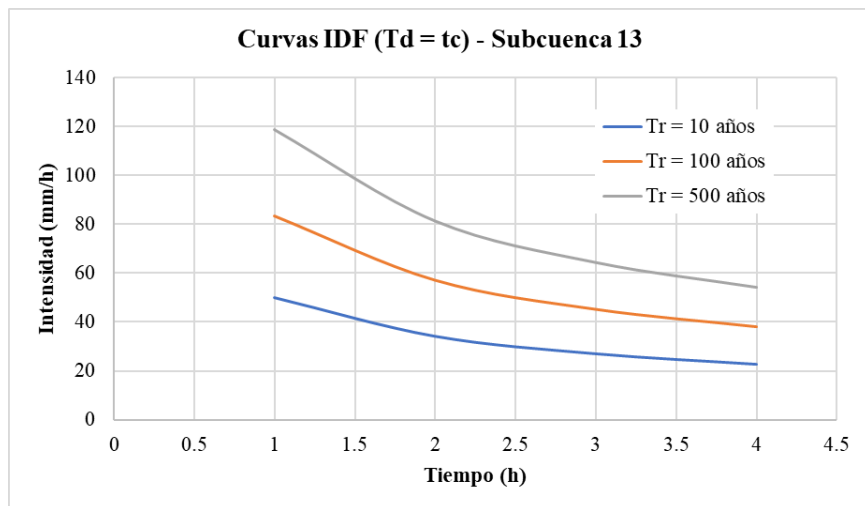
Hietograma de Bloques Alternos Subcuenca 12 ($T_d = 24$ horas)												
Período de retorno (años)												
t (h)	10				100				500			
	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
1	58.44	58.44	58.44	2.42	99.29	99.29	99.29	4.10	147.45	147.45	147.45	6.09
2	40.07	80.14	21.70	2.64	68.08	136.16	36.87	4.49	101.09	202.19	54.74	6.67
3	31.73	95.20	15.06	2.91	53.92	161.76	25.60	4.95	80.07	240.20	38.01	7.35
4	26.74	106.95	11.75	3.24	45.43	181.72	19.97	5.51	67.46	269.85	29.65	8.18
5	23.33	116.65	9.70	3.65	39.64	198.21	16.49	6.20	58.87	294.33	24.48	9.21
6	20.82	124.95	8.29	4.17	35.38	212.30	14.09	7.08	52.54	315.25	20.92	10.52
7	18.89	132.20	7.25	4.86	32.09	224.63	12.33	8.25	47.65	333.56	18.30	12.25
8	17.33	138.66	6.45	5.82	29.45	235.59	10.97	9.88	43.73	349.84	16.28	14.67
9	16.05	144.47	5.82	7.25	27.27	245.47	9.88	12.33	40.50	364.51	14.67	18.30
10	14.98	149.76	5.29	9.70	25.45	254.47	8.99	16.49	37.79	377.87	13.35	24.48
11	14.06	154.62	4.86	15.06	23.88	262.72	8.25	25.60	35.47	390.12	12.25	38.01
12	13.26	159.11	4.49	58.44	22.53	270.34	7.62	99.29	33.45	401.44	11.32	147.45
13	12.56	163.28	4.17	21.70	21.34	277.43	7.08	36.87	31.69	411.96	10.52	54.74
14	11.94	167.17	3.89	11.75	20.29	284.04	6.61	19.97	30.13	421.78	9.82	29.65
15	11.39	170.82	3.65	8.29	19.35	290.24	6.20	14.09	28.73	430.99	9.21	20.92
16	10.89	174.25	3.43	6.45	18.50	296.08	5.83	10.97	27.48	439.65	8.66	16.28
17	10.44	177.49	3.24	5.29	17.74	301.58	5.51	8.99	26.34	447.83	8.18	13.35
18	10.03	180.56	3.07	4.49	17.04	306.80	5.22	7.62	25.31	455.57	7.74	11.32
19	9.66	183.48	2.91	3.89	16.41	311.75	4.95	6.61	24.36	462.93	7.35	9.82
20	9.31	186.25	2.77	3.43	15.82	316.46	4.71	5.83	23.50	469.92	6.99	8.66
21	8.99	188.89	2.64	3.07	15.28	320.95	4.49	5.22	22.69	476.59	6.67	7.74
22	8.70	191.41	2.52	2.77	14.78	325.24	4.29	4.71	21.95	482.96	6.37	6.99
23	8.43	193.83	2.42	2.52	14.32	329.34	4.10	4.29	21.26	489.05	6.09	6.37
24	8.17	196.15	2.32	2.32	13.89	333.28	3.93	3.93	20.62	494.89	5.84	5.84



B.1.13. Subcuenca 13

Características Subcuenca 13	
Área (km ²)	19.32
L _c (km)	10.92
Z _{máx} (m)	415
Z _{mín} (m)	2
J _c (m/m)	0.038
t _c (h)	3.44
Δt (h)	1
Lag time (min)	123.76
I _l /I _d	8

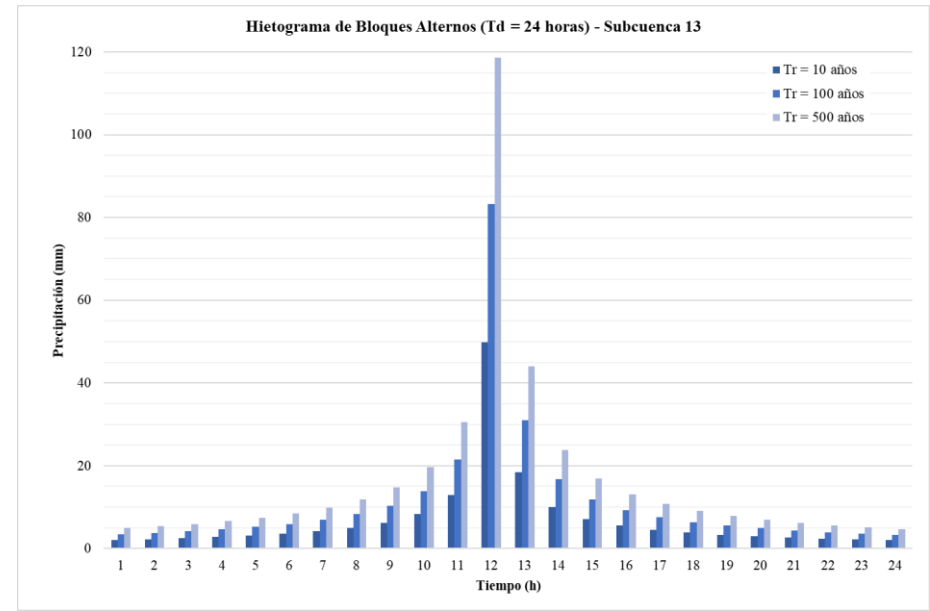
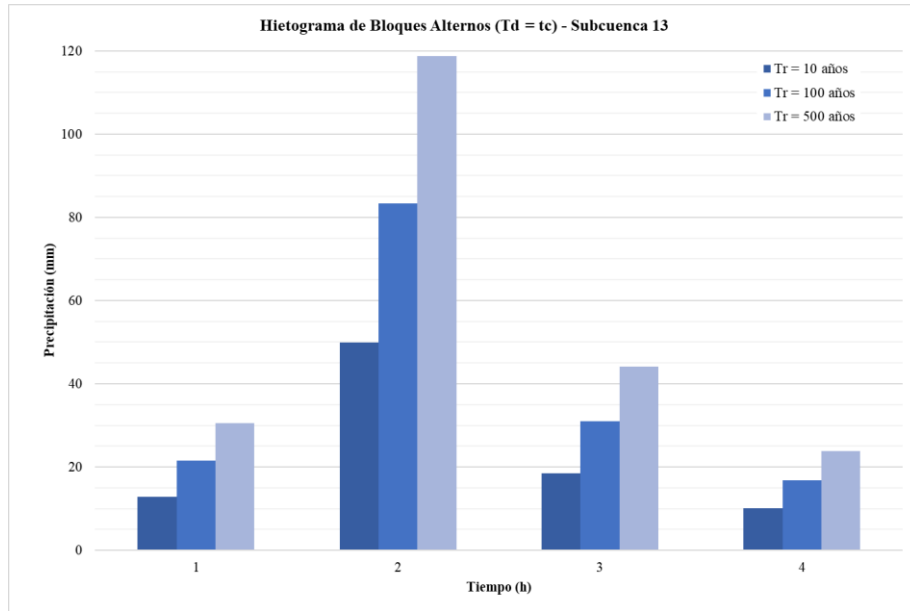
Parámetros Intensidad de Precipitación - Subcuenca 13			
T _r (años)	P24 (mm)	kA	Id
10	163.44	0.915	6.231
100	273.07	0.915	10.411
500	389.12	0.915	14.835



Hietograma de Bloques Alternos Subcuenca 13 (Td = tc)

t (h)	Período de retorno (años)											
	10				100				500			
	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
1	49.85	49.85	49.85	12.85	83.28	83.28	83.28	21.47	118.68	118.68	118.68	30.59
2	34.18	68.36	18.51	49.85	57.10	114.21	30.92	83.28	81.37	162.74	44.06	118.68
3	27.07	81.21	12.85	18.51	45.23	135.68	21.47	30.92	64.45	193.34	30.59	44.06
4	22.81	91.23	10.02	10.02	38.11	152.42	16.75	16.75	54.30	217.20	23.86	23.86

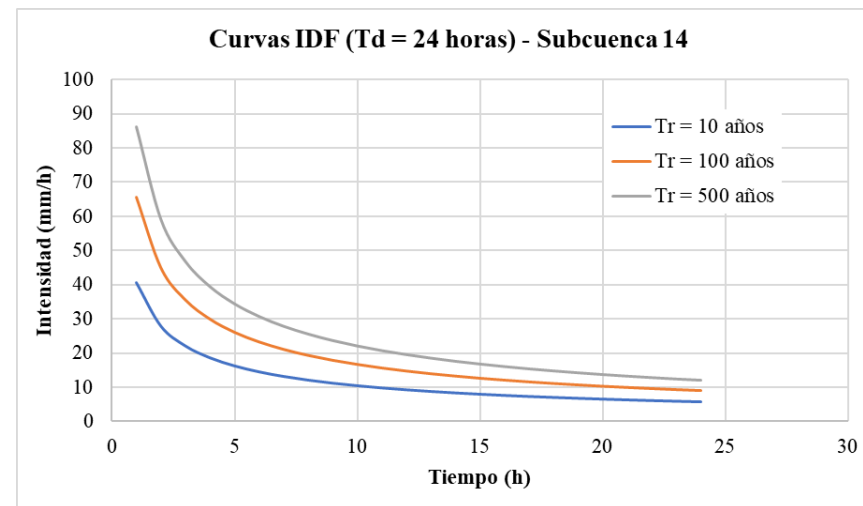
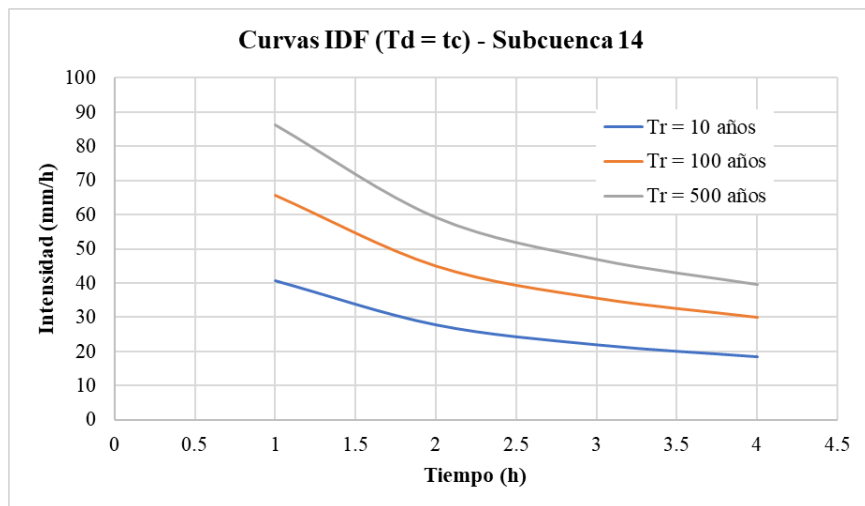
Hietograma de Bloques Alternos Subcuenca 13 ($T_d = 24$ horas)												
Período de retorno (años)												
t (h)	10				100				500			
	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
1	49.85	49.85	49.85	2.06	83.28	83.28	83.28	3.44	118.68	118.68	118.68	4.91
2	34.18	68.36	18.51	2.25	57.10	114.21	30.92	3.77	81.37	162.74	44.06	5.37
3	27.07	81.21	12.85	2.49	45.23	135.68	21.47	4.15	64.45	193.34	30.59	5.92
4	22.81	91.23	10.02	2.77	38.11	152.42	16.75	4.62	54.30	217.20	23.86	6.58
5	19.90	99.51	8.28	3.11	33.25	166.25	13.83	5.20	47.38	236.91	19.71	7.41
6	17.76	106.58	7.07	3.56	29.68	178.07	11.82	5.94	42.29	253.75	16.84	8.47
7	16.11	112.77	6.19	4.14	26.92	188.41	10.34	6.92	38.35	268.48	14.73	9.86
8	14.78	118.28	5.51	4.96	24.70	197.61	9.20	8.29	35.20	281.59	13.11	11.81
9	13.69	123.24	4.96	6.19	22.88	205.89	8.29	10.34	32.60	293.40	11.81	14.73
10	12.78	127.75	4.51	8.28	21.34	213.44	7.54	13.83	30.41	304.15	10.75	19.71
11	11.99	131.89	4.14	12.85	20.03	220.36	6.92	21.47	28.55	314.01	9.86	30.59
12	11.31	135.72	3.83	49.85	18.90	226.75	6.39	83.28	26.93	323.12	9.11	118.68
13	10.71	139.28	3.56	18.51	17.90	232.70	5.94	30.92	25.51	331.59	8.47	44.06
14	10.19	142.60	3.32	10.02	17.02	238.24	5.55	16.75	24.25	339.50	7.90	23.86
15	9.71	145.71	3.11	7.07	16.23	243.44	5.20	11.82	23.13	346.91	7.41	16.84
16	9.29	148.64	2.93	5.51	15.52	248.34	4.89	9.20	22.12	353.88	6.97	13.11
17	8.91	151.41	2.77	4.51	14.88	252.96	4.62	7.54	21.20	360.46	6.58	10.75
18	8.56	154.02	2.62	3.83	14.30	257.33	4.37	6.39	20.37	366.70	6.23	9.11
19	8.24	156.51	2.49	3.32	13.76	261.48	4.15	5.55	19.61	372.61	5.92	7.90
20	7.94	158.87	2.36	2.93	13.27	265.43	3.95	4.89	18.91	378.24	5.63	6.97
21	7.67	161.13	2.25	2.62	12.82	269.20	3.77	4.37	18.27	383.61	5.37	6.23
22	7.42	163.28	2.15	2.36	12.40	272.80	3.60	3.95	17.67	388.74	5.13	5.63
23	7.19	165.34	2.06	2.15	12.01	276.24	3.44	3.60	17.11	393.64	4.91	5.13
24	6.97	167.32	1.97	1.97	11.65	279.54	3.30	3.30	16.60	398.34	4.70	4.70



B.1.14. Subcuenca 14

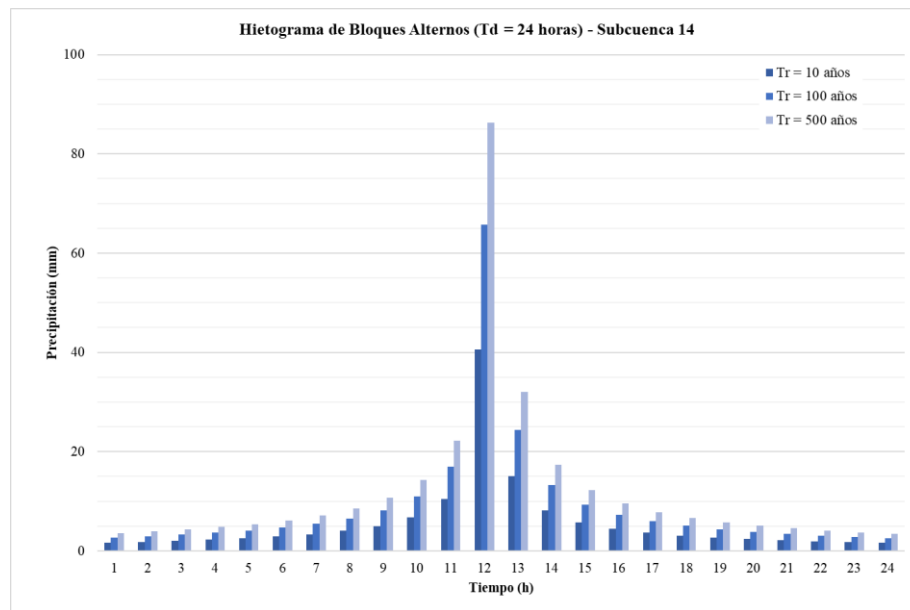
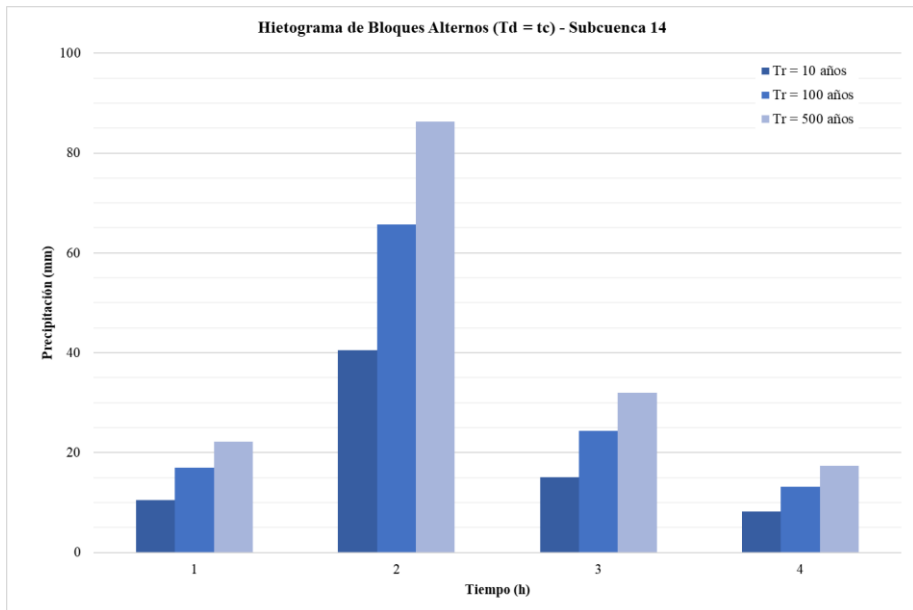
Características Subcuenca 14	
Área (km ²)	12.51
L _c (km)	7.75
Z _{máx} (m)	100
Z _{mín} (m)	0
J _c (m/m)	0.013
t _c (h)	3.25
Δt (h)	1
Lag time (min)	116.98
I _l /I _d	8

Parámetros Intensidad de Precipitación - Subcuenca 14			
T _r (años)	P24 (mm)	kA	Id
10	131.29	0.927	5.070
100	212.67	0.927	8.213
500	279.14	0.927	10.780



Hietograma de Bloques Alternos Subcuenca 14 (Td = tc)

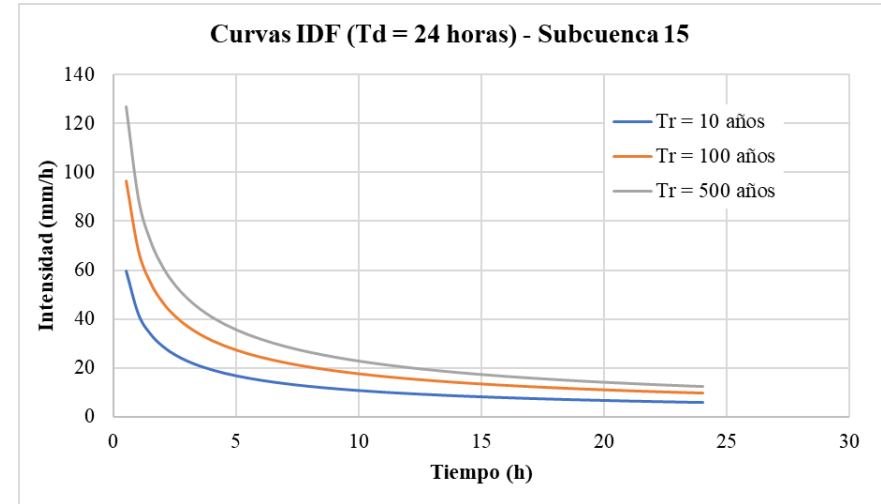
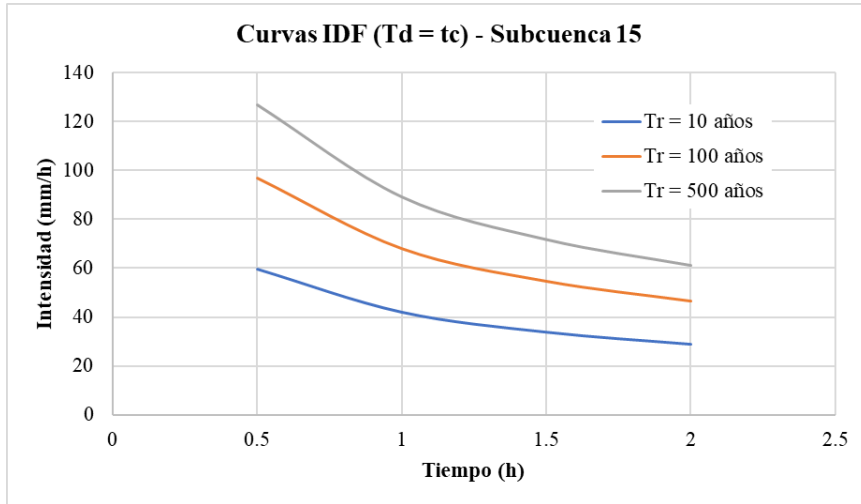
t (h)	Período de retorno (años)											
	10				100				500			
	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
1	40.56	40.56	40.56	10.46	65.71	65.71	65.71	16.94	86.24	86.24	86.24	22.23
2	27.81	55.62	15.06	40.56	45.05	90.10	24.39	65.71	59.13	118.26	32.02	86.24
3	22.03	66.08	10.46	15.06	35.68	107.04	16.94	24.39	46.83	140.49	22.23	32.02
4	18.56	74.23	8.16	8.16	30.06	120.25	13.21	13.21	39.46	157.83	17.34	17.34



B.1.15. Subcuenca 15

Características Subcuenca 15	
Área (km ²)	4.10
L _c (km)	4.73
Z _{máx} (m)	118
Z _{mín} (m)	0
J _c (m/m)	0.025
t _c (h)	1.97
Δt (h)	0.5
Lag time (min)	70.95
I _l /I _d	8

Parámetros Intensidad de Precipitación - Subcuenca 15			
T _r (años)	P24 (mm)	kA	Id
10	131.29	0.959	5.247
100	212.67	0.959	8.499
500	279.14	0.959	11.155

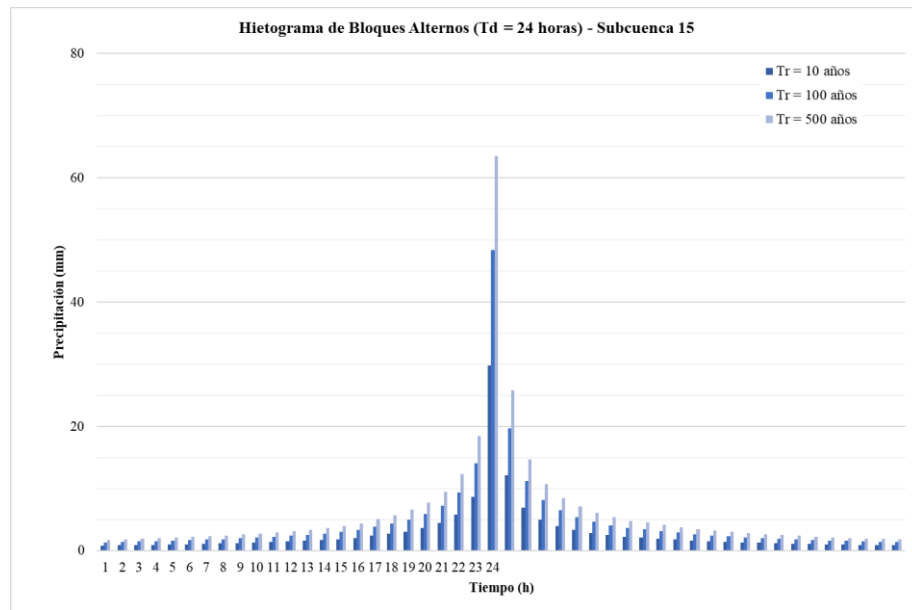
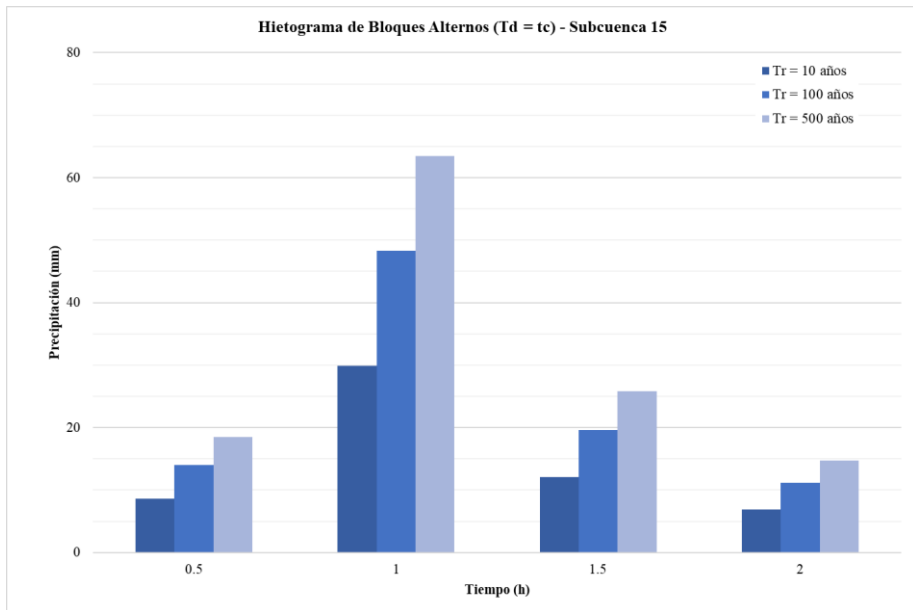


Hietograma de Bloques Alternos Subcuenca 15 (Td = tc)

t (h)	Período de retorno (años)											
	10				100				500			
	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
0.5	59.69	29.84	29.84	8.68	96.69	48.35	48.35	14.05	126.91	63.46	63.46	18.45
1	41.97	41.97	12.13	29.84	67.99	67.99	19.65	48.35	89.24	89.24	25.79	63.46
1.5	33.77	50.65	8.68	12.13	54.70	82.05	14.05	19.65	71.79	107.69	18.45	25.79
2	28.78	57.56	6.91	6.91	46.62	93.24	11.19	11.19	61.19	122.38	14.69	14.69

Hietograma de Bloques Alternos Subcuenca 15 ($T_d = 24$ horas)												
Período de retorno (años)												
t (h)	10				100				500			
	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	$I_{t,d}$ (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
0.5	59.69	29.84	29.84	0.82	96.69	48.35	48.35	1.33	126.91	63.46	63.46	1.75
1	41.97	41.97	12.13	0.86	67.99	67.99	19.65	1.39	89.24	89.24	25.79	1.82
1.5	33.77	50.65	8.68	0.90	54.70	82.05	14.05	1.45	71.79	107.69	18.45	1.91
2	28.78	57.56	6.91	0.94	46.62	93.24	11.19	1.52	61.19	122.38	14.69	1.99
2.5	25.34	63.35	5.80	0.98	41.05	102.63	9.39	1.59	53.88	134.70	12.33	2.09
3	22.79	68.38	5.02	1.03	36.92	110.76	8.14	1.67	48.46	145.38	10.68	2.20
3.5	20.81	72.82	4.44	1.09	33.70	117.96	7.20	1.76	44.24	154.83	9.45	2.31
4	19.20	76.82	4.00	1.15	31.11	124.44	6.47	1.86	40.83	163.33	8.49	2.44
4.5	17.88	80.45	3.63	1.21	28.96	130.32	5.89	1.97	38.01	171.05	7.73	2.58
5	16.76	83.79	3.34	1.29	27.15	135.73	5.40	2.09	35.63	178.15	7.09	2.74
5.5	15.79	86.87	3.09	1.37	25.59	140.72	5.00	2.23	33.58	184.71	6.56	2.92
6	14.96	89.74	2.87	1.47	24.23	145.37	4.65	2.38	31.80	190.81	6.10	3.13
6.5	14.22	92.43	2.69	1.58	23.03	149.73	4.35	2.56	30.23	196.52	5.71	3.36
7	13.56	94.95	2.52	1.71	21.97	153.81	4.09	2.77	28.84	201.89	5.37	3.63
7.5	12.98	97.33	2.38	1.86	21.02	157.67	3.86	3.01	27.59	206.95	5.06	3.95
8	12.45	99.59	2.25	2.04	20.17	161.32	3.65	3.30	26.47	211.74	4.79	4.33
8.5	11.97	101.73	2.14	2.38	19.39	164.79	3.47	3.86	25.45	216.29	4.55	5.06
9	11.53	103.76	2.04	2.69	18.68	168.09	3.30	4.35	24.51	220.62	4.33	5.71
9.5	11.13	105.71	1.94	3.09	18.02	171.24	3.15	5.00	23.66	224.76	4.13	6.56
10	10.76	107.57	1.86	3.63	17.42	174.25	3.01	5.89	22.87	228.71	3.95	7.73
10.5	10.41	109.35	1.78	4.44	16.87	177.13	2.88	7.20	22.14	232.49	3.78	9.45
11	10.10	111.05	1.71	5.80	16.35	179.90	2.77	9.39	21.47	236.12	3.63	12.33
11.5	9.80	112.70	1.64	8.68	15.87	182.56	2.66	14.05	20.84	239.62	3.49	18.45
12	9.52	114.28	1.58	29.84	15.43	185.12	2.56	48.35	20.25	242.98	3.36	63.46
12.5	9.26	115.80	1.52	12.13	15.01	187.59	2.47	19.65	19.70	246.22	3.24	25.79

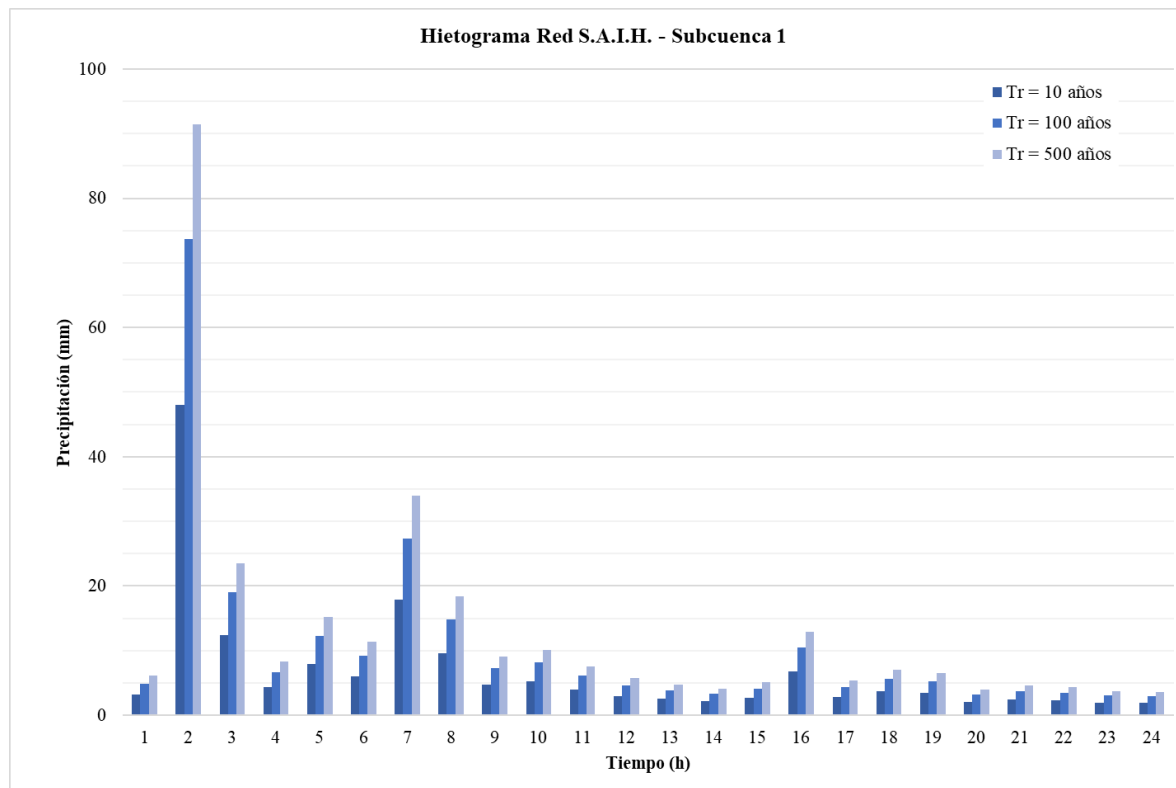
t (h)	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	I _{t,d} (mm/h)	Vol (mm)	Vol _{incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
13	9.02	117.27	1.47	6.91	14.61	189.97	2.38	11.19	19.18	249.34	3.13	14.69
13.5	8.79	118.69	1.42	5.02	14.24	192.27	2.30	8.14	18.69	252.36	3.02	10.68
14	8.58	120.07	1.37	4.00	13.89	194.50	2.23	6.47	18.23	255.29	2.92	8.49
14.5	8.37	121.40	1.33	3.34	13.56	196.65	2.16	5.40	17.80	258.12	2.83	7.09
15	8.18	122.69	1.29	2.87	13.25	198.74	2.09	4.65	17.39	260.86	2.74	6.10
15.5	8.00	123.94	1.25	2.52	12.95	200.77	2.03	4.09	17.00	263.52	2.66	5.37
16	7.82	125.15	1.21	2.25	12.67	202.74	1.97	3.65	16.63	266.10	2.58	4.79
16.5	7.66	126.33	1.18	2.14	12.40	204.65	1.91	3.47	16.28	268.61	2.51	4.55
17	7.50	127.48	1.15	1.94	12.15	206.51	1.86	3.15	15.94	271.05	2.44	4.13
17.5	7.35	128.60	1.12	1.78	11.90	208.32	1.81	2.88	15.62	273.43	2.37	3.78
18	7.20	129.69	1.09	1.64	11.67	210.08	1.76	2.66	15.32	275.74	2.31	3.49
18.5	7.07	130.75	1.06	1.52	11.45	211.80	1.72	2.47	15.03	277.99	2.25	3.24
19	6.94	131.78	1.03	1.42	11.24	213.47	1.67	2.30	14.75	280.19	2.20	3.02
19.5	6.81	132.79	1.01	1.33	11.03	215.10	1.63	2.16	14.48	282.33	2.14	2.83
20	6.69	133.77	0.98	1.25	10.83	216.70	1.59	2.03	14.22	284.42	2.09	2.66
20.5	6.57	134.73	0.96	1.18	10.65	218.25	1.56	1.91	13.97	286.46	2.04	2.51
21	6.46	135.67	0.94	1.12	10.47	219.77	1.52	1.81	13.74	288.46	1.99	2.37
21.5	6.35	136.59	0.92	1.06	10.29	221.26	1.49	1.72	13.51	290.41	1.95	2.25
22	6.25	137.48	0.90	1.01	10.12	222.71	1.45	1.63	13.29	292.31	1.91	2.14
22.5	6.15	138.36	0.88	0.96	9.96	224.13	1.42	1.56	13.07	294.18	1.86	2.04
23	6.05	139.22	0.86	0.92	9.81	225.52	1.39	1.49	12.87	296.00	1.82	1.95
23.5	5.96	140.06	0.84	0.88	9.65	226.88	1.36	1.42	12.67	297.79	1.79	1.86
24	5.87	140.88	0.82	0.84	9.51	228.21	1.33	1.36	12.48	299.54	1.75	1.79



B.3. Red S.A.I.H.

B.3.1. Subcuenca 1

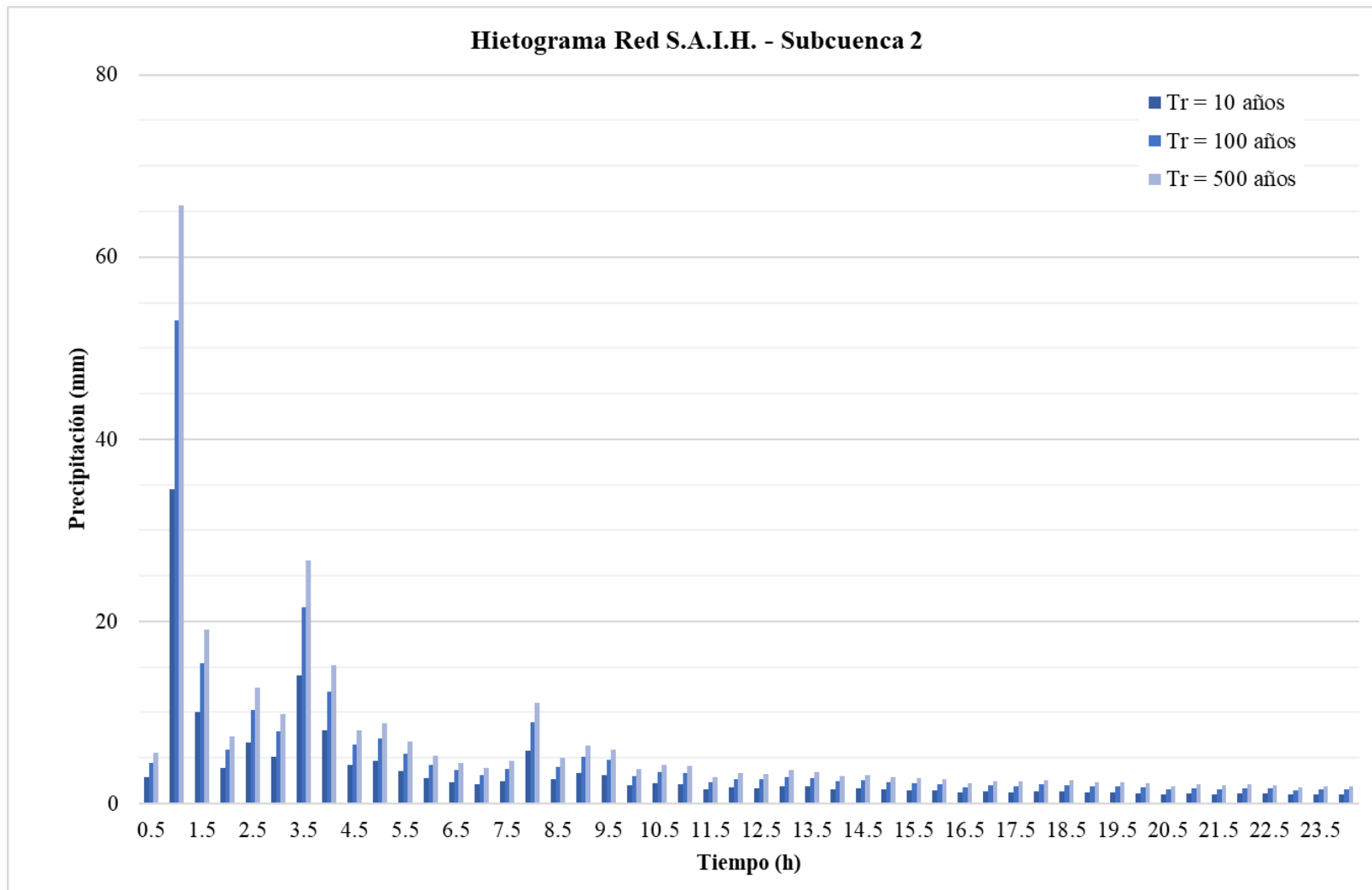
Hietograma Red S.A.I.H. Subcuenca 1			
Período de retorno (años)			
	10	100	500
t (h)	$P_{b,incr.}$ (mm)	$P_{b,incr.}$ (mm)	$P_{b,incr.}$ (mm)
1	3.20	4.91	6.09
2	48.02	73.72	91.37
3	12.38	19.00	23.55
4	4.35	6.68	8.27
5	7.97	12.24	15.17
6	5.96	9.15	11.34
7	17.83	27.37	33.92
8	9.66	14.82	18.37
9	4.78	7.34	9.09
10	5.30	8.14	10.09
11	3.99	6.13	7.59
12	3.00	4.60	5.71
13	2.52	3.87	4.80
14	2.17	3.33	4.13
15	2.66	4.09	5.07
16	6.81	10.46	12.97
17	2.82	4.33	5.37
18	3.69	5.66	7.02
19	3.43	5.26	6.52
20	2.07	3.18	3.95
21	2.39	3.68	4.55
22	2.28	3.50	4.33
23	1.98	3.05	3.78
24	1.90	2.60	3.42



B.3.2. Subcuenca 2

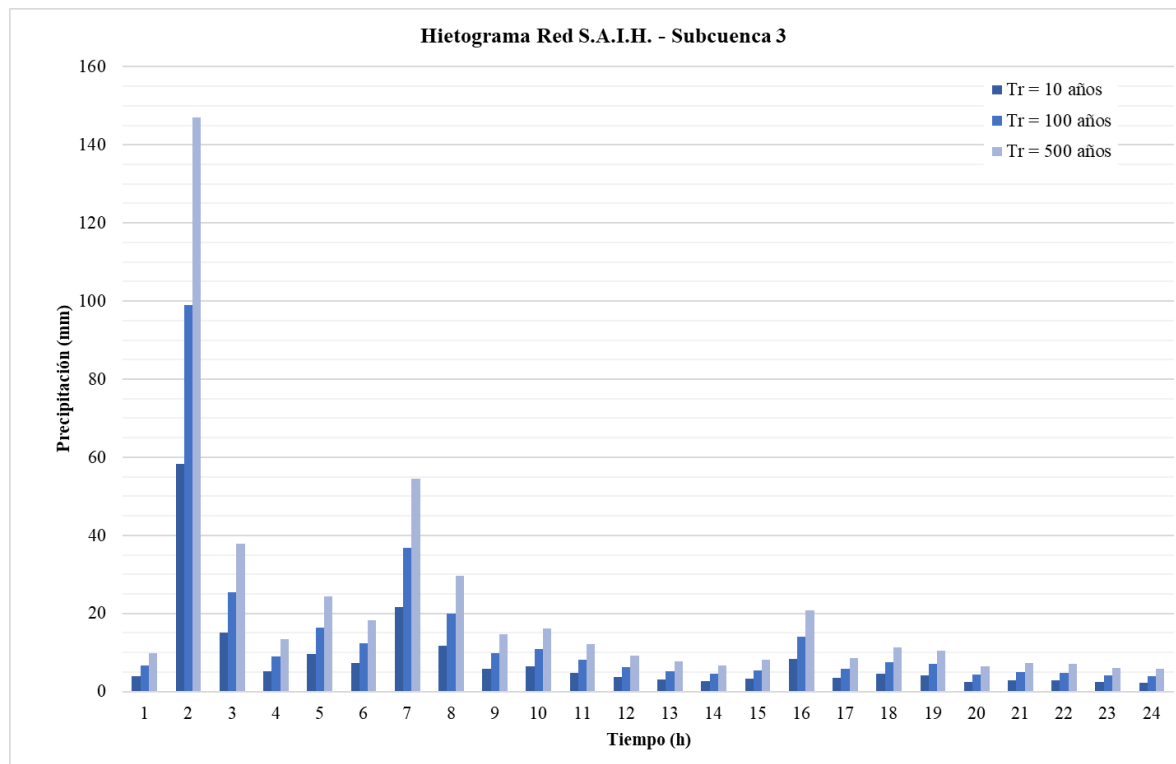
Hietograma Red S.A.I.H. Subcuenca 2			
Período de retorno (años)			
	10	100	500
t (h)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
0.5	2.92	4.48	5.56
1	34.54	53.02	65.72
1.5	10.04	15.41	19.10
2	3.86	5.93	7.35
2.5	6.71	10.30	12.77
3	5.14	7.90	9.79
3.5	14.03	21.55	26.71
4	7.99	12.27	15.21
4.5	4.21	6.46	8.00
5	4.62	7.10	8.80
5.5	3.57	5.48	6.79
6	2.76	4.23	5.24
6.5	2.36	3.62	4.49
7	2.06	3.16	3.92
7.5	2.48	3.80	4.71
8	5.81	8.92	11.06
8.5	2.61	4.00	4.96
9	3.32	5.10	6.32
9.5	3.11	4.77	5.91
10	1.98	3.04	3.76
10.5	2.25	3.45	4.28
11	2.15	3.30	4.09
11.5	1.54	2.36	2.93
12	1.76	2.71	3.36

t (h)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
12.5	1.70	2.61	3.24
13	1.90	2.92	3.62
13.5	1.83	2.81	3.48
14	1.59	2.44	3.03
14.5	1.64	2.52	3.13
15	1.49	2.29	2.84
15.5	1.45	2.22	2.76
16	1.41	2.16	2.68
16.5	1.17	1.79	2.22
17	1.29	1.98	2.46
17.5	1.26	1.93	2.39
18	1.37	2.10	2.60
18.5	1.33	2.04	2.53
19	1.20	1.84	2.27
19.5	1.23	1.88	2.33
20	1.14	1.75	2.17
20.5	1.01	1.56	1.93
21	1.11	1.71	2.11
21.5	1.04	1.59	1.97
22	1.09	1.67	2.07
22.5	1.06	1.63	2.02
23	0.95	1.46	1.81
23.5	0.99	1.52	1.89
24	0.97	1.49	1.85



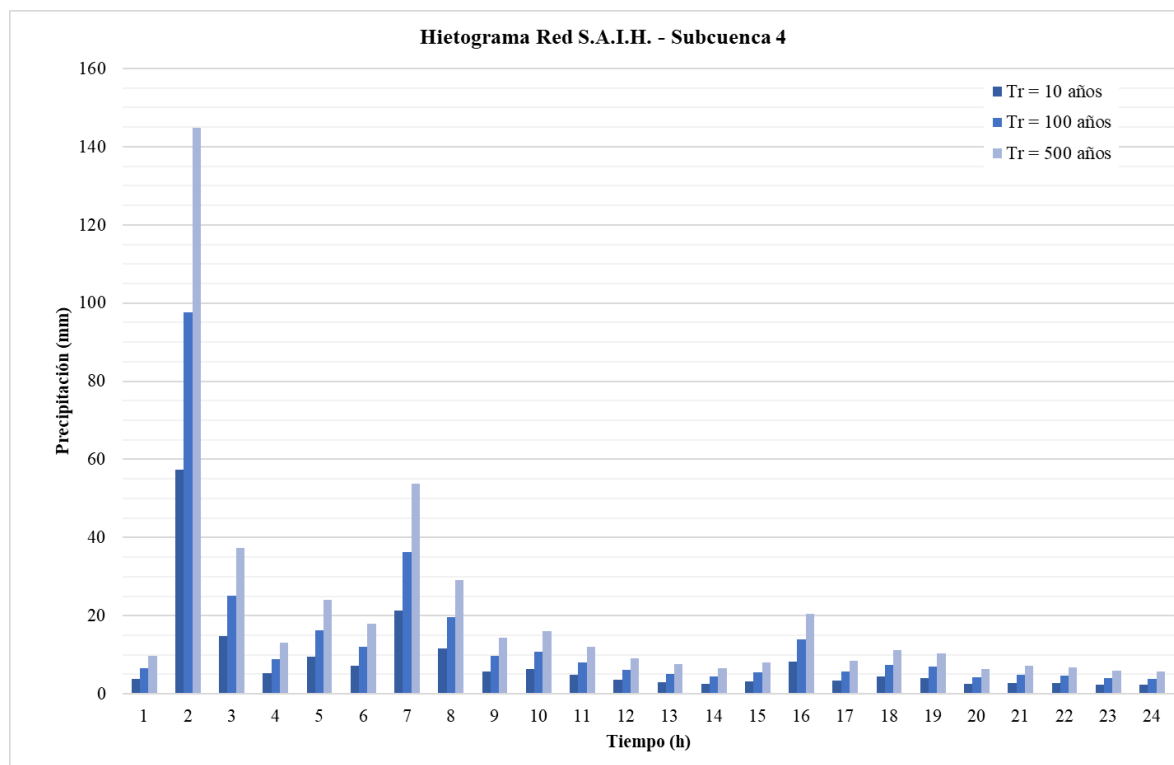
B.3.3. Subcuenca 3

Hietograma Red S.A.I.H. Subcuenca 3			
Período de retorno (años)			
	10	100	500
t (h)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
1	3.88	6.59	9.79
2	58.24	98.96	146.95
3	15.01	25.51	37.88
4	5.28	8.96	13.31
5	9.67	16.43	24.40
6	7.23	12.29	18.24
7	21.62	36.74	54.56
8	11.71	19.90	29.55
9	5.80	9.85	14.62
10	6.43	10.93	16.23
11	4.84	8.22	12.21
12	3.64	6.18	9.18
13	3.06	5.20	7.72
14	2.63	4.48	6.65
15	3.23	5.49	8.15
16	8.27	14.04	20.85
17	3.42	5.82	8.64
18	4.47	7.60	11.28
19	4.16	7.06	10.48
20	2.52	4.28	6.35
21	2.90	4.93	7.33
22	2.76	4.69	6.97
23	2.41	4.09	6.07
24	2.31	2.60	3.42



B.3.4. Subcuenca 4

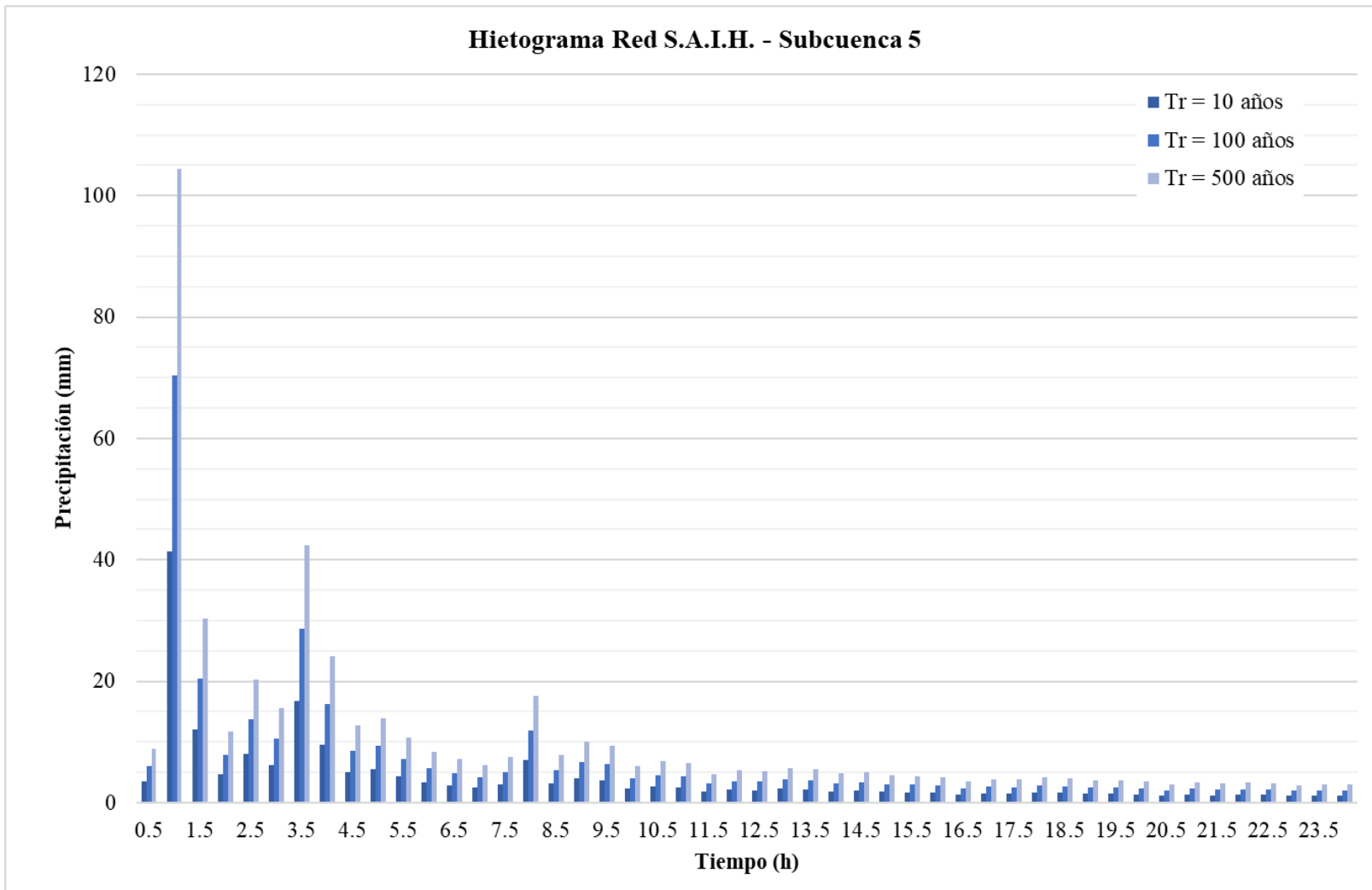
Hietograma Red S.A.I.H. Subcuenca 4			
Período de retorno (años)			
	10	100	500
t (h)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
1	3.83	6.50	9.65
2	57.44	97.58	144.85
3	14.81	25.15	37.34
4	5.20	8.84	13.12
5	9.54	16.20	24.05
6	7.13	12.11	17.98
7	21.32	36.23	53.78
8	11.55	19.62	29.13
9	5.72	9.71	14.41
10	6.34	10.78	16.00
11	4.77	8.11	12.04
12	3.59	6.09	9.04
13	3.02	5.12	7.61
14	2.60	4.41	6.55
15	3.19	5.41	8.04
16	8.15	13.85	20.56
17	3.38	5.73	8.51
18	4.41	7.49	11.12
19	4.10	6.96	10.33
20	2.48	4.22	6.26
21	2.86	4.86	7.22
22	2.72	4.63	6.87
23	2.37	4.03	5.99
24	2.28	2.60	3.42



B.3.5. Subcuenca 5

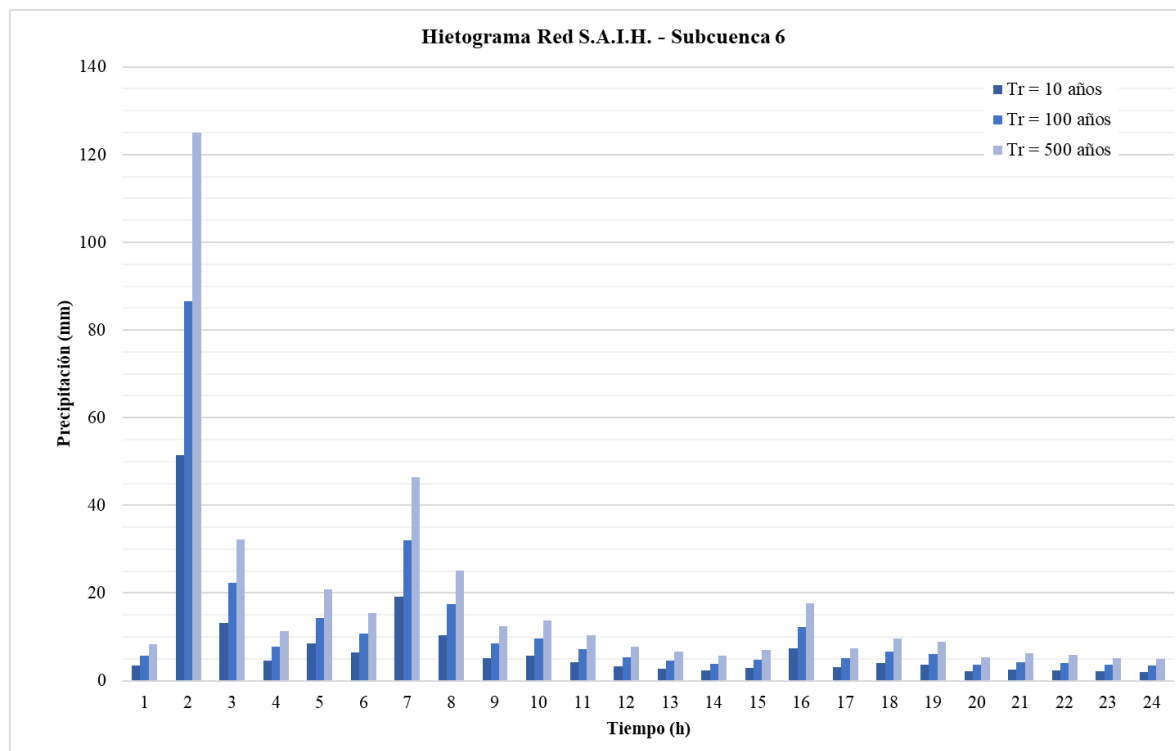
Hietograma Red S.A.I.H. Subcuenca 5			
Período de retorno (años)			
	10	100	500
t (h)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
0.5	3.50	5.95	8.84
1	41.41	70.36	104.48
1.5	12.04	20.45	30.37
2	4.63	7.86	11.68
2.5	8.04	13.67	20.30
3	6.17	10.48	15.56
3.5	16.83	28.59	42.46
4	9.58	16.29	24.18
4.5	5.04	8.57	12.72
5	5.54	9.42	13.99
5.5	4.28	7.27	10.80
6	3.30	5.61	8.34
6.5	2.83	4.80	7.13
7	2.47	4.20	6.23
7.5	2.97	5.04	7.49
8	6.97	11.84	17.58
8.5	3.13	5.31	7.89
9	3.98	6.77	10.05
9.5	3.73	6.33	9.40
10	2.37	4.03	5.98
10.5	2.70	4.58	6.80
11	2.58	4.38	6.50
11.5	1.85	3.14	4.66
12	2.11	2.71	3.36

t (h)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
12.5	2.11	3.59	5.33
13	2.04	3.47	5.15
13.5	1.97	3.35	4.97
14	1.91	3.24	4.81
14.5	1.85	3.14	4.66
15	1.79	3.04	4.52
15.5	1.74	2.95	4.38
16	1.69	2.86	4.25
16.5	1.64	2.78	4.13
17	1.59	2.71	4.02
17.5	1.55	2.63	3.91
18	1.51	2.56	3.81
18.5	1.47	2.50	3.71
19	1.43	2.44	3.62
19.5	1.40	2.38	3.53
20	1.36	2.32	3.44
20.5	1.33	2.26	3.36
21	1.30	2.21	3.28
21.5	1.27	2.16	3.21
22	1.24	2.11	3.14
22.5	1.22	2.07	3.07
23	1.19	2.02	3.00
23.5	1.17	1.98	2.94
24	1.14	1.49	1.85



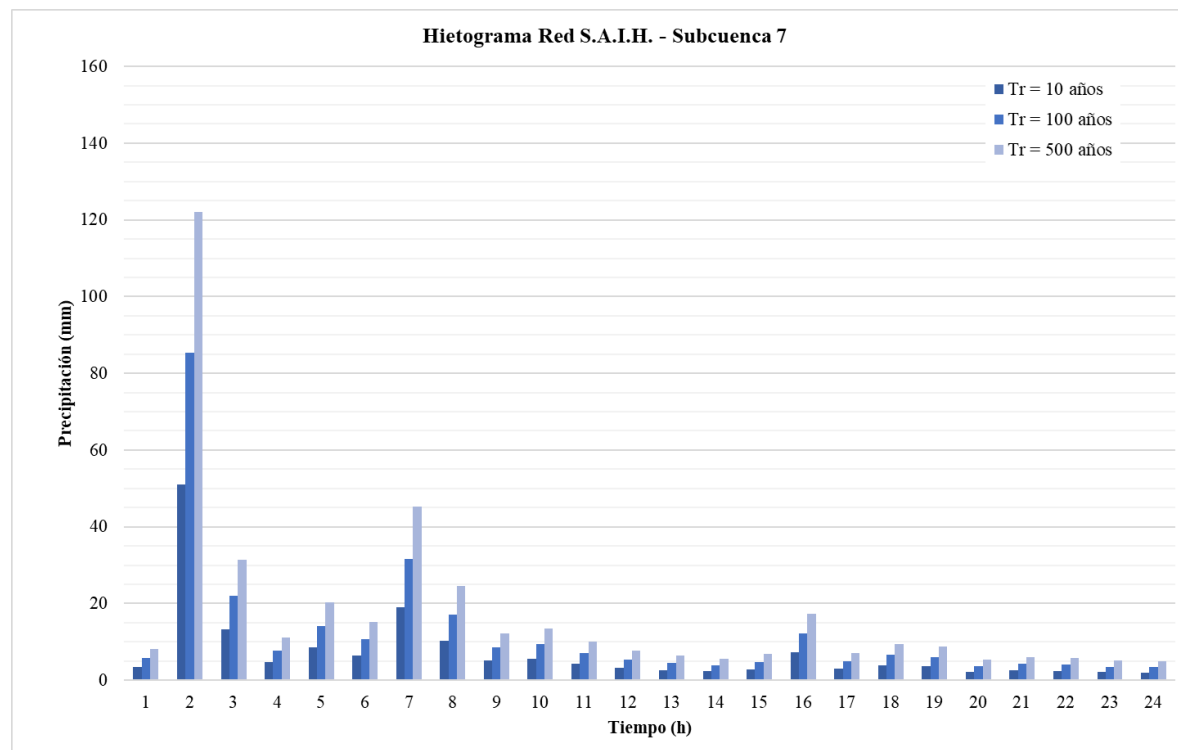
B.3.6. Subcuenca 6

Hietograma Red S.A.I.H. Subcuenca 6			
Período de retorno (años)			
	10	100	500
t (h)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
1	3.43	5.76	8.32
2	51.48	86.49	124.95
3	13.27	22.30	32.21
4	4.66	7.83	11.32
5	8.55	14.36	20.75
6	6.39	10.74	15.51
7	19.11	32.11	46.39
8	10.35	17.39	25.13
9	5.12	8.61	12.43
10	5.69	9.55	13.80
11	4.28	7.19	10.38
12	3.21	5.40	7.80
13	2.70	4.54	6.56
14	2.33	3.91	5.65
15	2.86	4.80	6.93
16	7.31	12.27	17.73
17	3.03	5.08	7.34
18	3.95	6.64	9.59
19	3.67	6.17	8.91
20	2.22	3.74	5.40
21	2.57	4.31	6.23
22	2.44	4.10	5.93
23	2.13	3.58	5.17
24	2.04	3.43	4.95



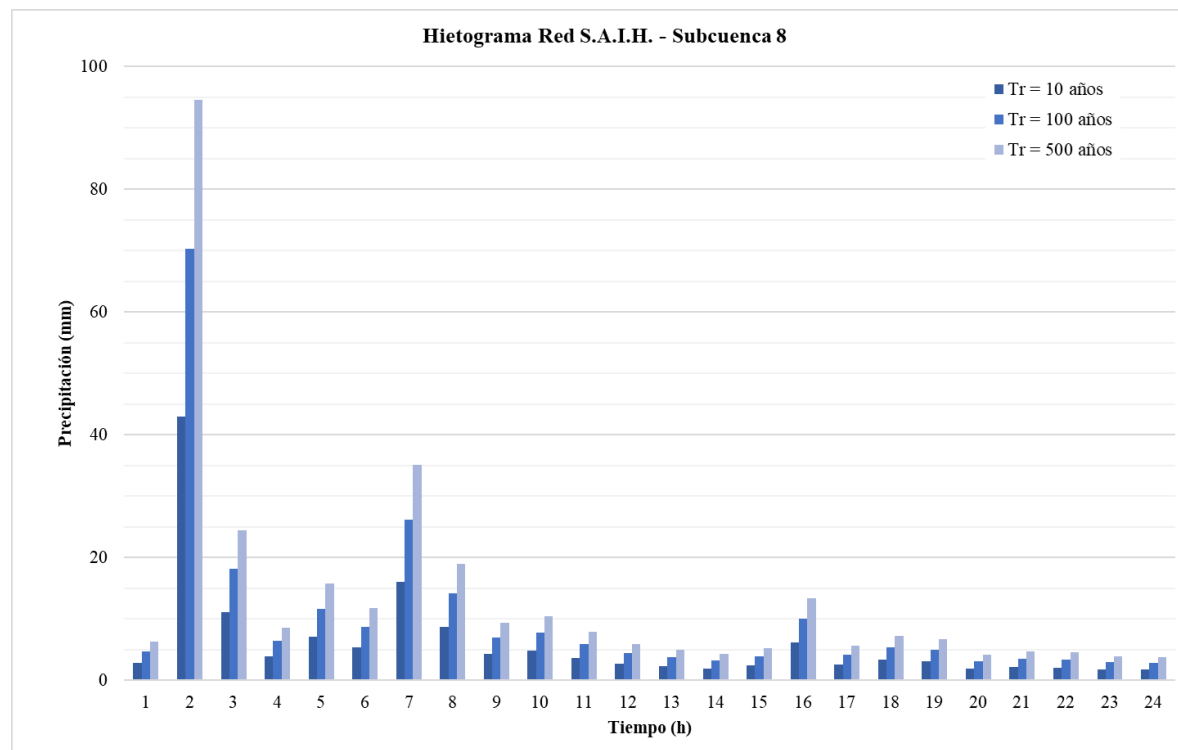
B.3.7. Subcuenca 7

Hietograma Red S.A.I.H. Subcuenca 7			
Período de retorno (años)			
	10	100	500
t (h)	$P_{b.incr.}$ (mm)	$P_{b.incr.}$ (mm)	$P_{b.incr.}$ (mm)
1	3.40	5.68	8.12
2	51.02	85.34	121.98
3	13.15	22.00	31.44
4	4.62	7.73	11.05
5	8.47	14.17	20.25
6	6.33	10.59	15.14
7	18.94	31.68	45.29
8	10.26	17.16	24.53
9	5.08	8.49	12.14
10	5.63	9.42	13.47
11	4.24	7.09	10.14
12	3.19	5.33	7.62
13	2.68	4.48	6.41
14	2.31	3.86	5.52
15	2.83	4.73	6.77
16	7.24	12.11	17.31
17	3.00	5.01	7.17
18	3.92	6.55	9.37
19	3.64	6.09	8.70
20	2.20	3.69	5.27
21	2.54	4.25	6.08
22	2.42	4.05	5.79
23	2.11	3.53	5.04
24	2.02	3.38	4.83



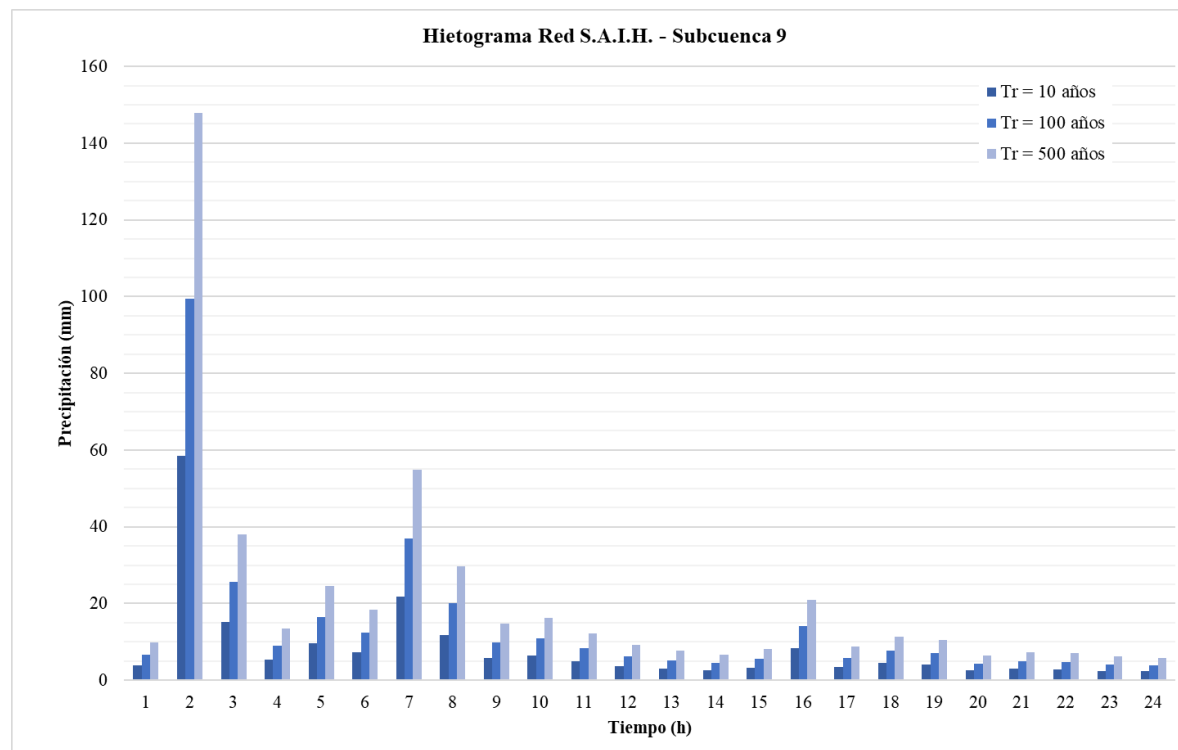
B.3.8. Subcuenca 8

Hietograma Red S.A.I.H. Subcuenca 8			
Período de retorno (años)			
	10	100	500
t (h)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
1	2.86	4.68	6.30
2	43.01	70.29	94.52
3	11.09	18.12	24.37
4	3.90	6.37	8.56
5	7.14	11.67	15.70
6	5.34	8.73	11.73
7	15.97	26.10	35.09
8	8.65	14.13	19.01
9	4.28	6.99	9.41
10	4.75	7.76	10.44
11	3.57	5.84	7.86
12	2.69	4.39	5.90
13	2.26	3.69	4.96
14	1.95	3.18	4.27
15	2.39	3.90	5.24
16	6.10	9.98	13.41
17	2.53	4.13	5.55
18	3.30	5.40	7.26
19	3.07	5.01	6.74
20	1.86	3.04	4.08
21	2.14	3.50	4.71
22	2.04	3.33	4.48
23	1.78	2.91	3.91
24	1.70	2.78	3.74



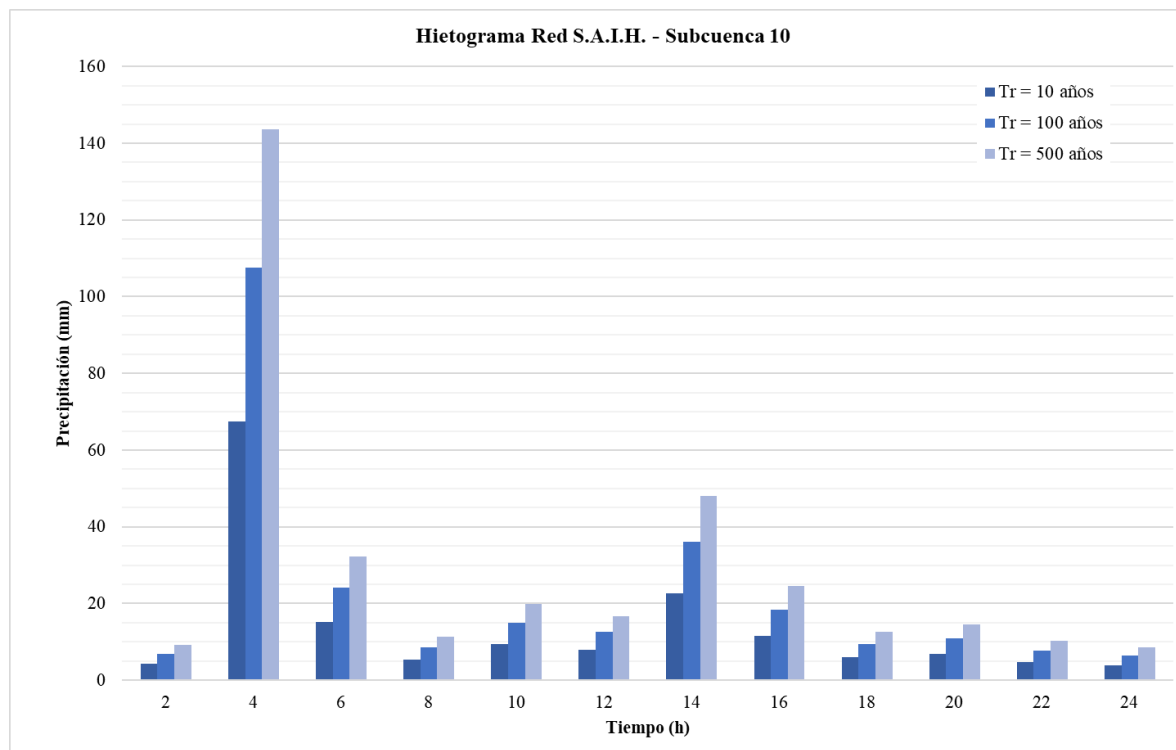
B.3.9. Subcuenca 9

Hietograma Red S.A.I.H. Subcuenca 9			
Período de retorno (años)			
	10	100	500
t (h)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
1	3.90	6.63	9.84
2	58.58	99.53	147.79
3	15.10	25.66	38.10
4	5.31	9.01	13.39
5	9.73	16.53	24.54
6	7.27	12.36	18.35
7	21.75	36.95	54.87
8	11.78	20.01	29.72
9	5.83	9.90	14.71
10	6.47	10.99	16.32
11	4.87	8.27	12.28
12	3.66	6.22	9.23
13	3.08	5.23	7.76
14	2.65	4.50	6.68
15	3.25	5.52	8.20
16	8.31	14.12	20.97
17	3.44	5.85	8.68
18	4.50	7.64	11.35
19	4.18	7.10	10.54
20	2.53	4.30	6.38
21	2.92	4.96	7.37
22	2.78	4.72	7.01
23	2.42	4.11	6.11
24	2.32	3.94	5.86



B.3.10. Subcuenca 10

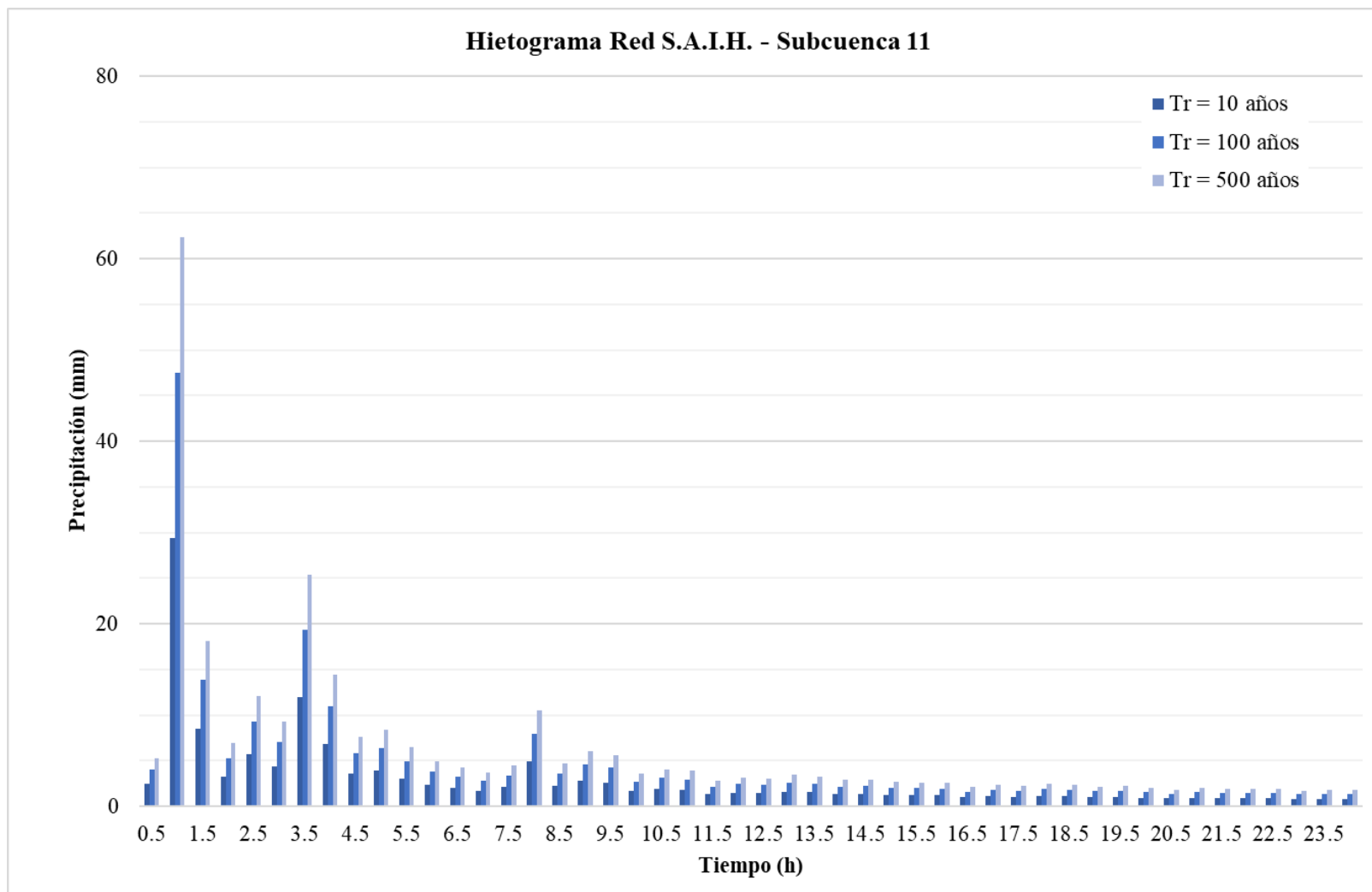
Hietograma Red S.A.I.H. Subcuenca 10			
Período de retorno (años)			
	10	100	500
t (h)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
2	4.35	6.94	9.26
4	67.52	107.67	143.67
6	15.16	24.18	32.27
8	5.32	8.48	11.32
10	9.36	14.92	19.91
12	7.87	12.55	16.75
14	22.59	36.03	48.08
16	11.55	18.42	24.58
18	5.97	9.52	12.70
20	6.79	10.83	14.45
22	4.79	7.64	10.19
24	3.99	6.36	8.48



B.3.11. Subcuenca 11

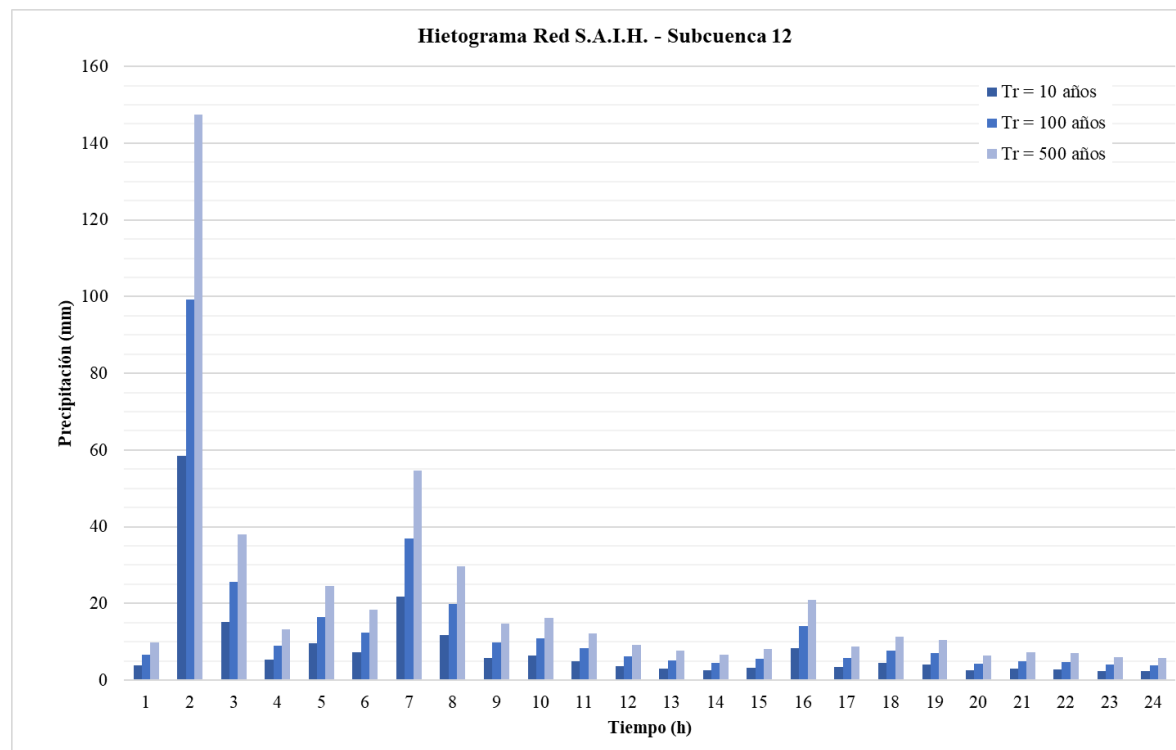
Hietograma Red S.A.I.H. Subcuenca 11			
Período de retorno (años)			
	10	100	500
t (h)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
0.5	2.48	4.02	5.28
1	29.35	47.55	62.41
1.5	8.53	13.82	18.14
2	3.28	5.31	6.98
2.5	5.70	9.24	12.12
3	4.37	7.08	9.29
3.5	11.93	19.32	25.36
4	6.79	11.01	14.45
4.5	3.57	5.79	7.60
5	3.93	6.37	8.35
5.5	3.03	4.92	6.45
6	2.34	3.79	4.98
6.5	2.00	3.24	4.26
7	1.75	2.84	3.72
7.5	2.10	3.41	4.47
8	4.94	8.00	10.50
8.5	2.22	3.59	4.71
9	2.82	4.57	6.00
9.5	2.64	4.28	5.62
10	1.68	2.72	3.57
10.5	1.91	3.10	4.06
11	1.83	2.96	3.89
11.5	1.31	2.12	2.78
12	1.50	2.43	3.19

t (h)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
12.5	1.45	2.34	3.08
13	1.61	2.62	3.43
13.5	1.55	2.52	3.31
14	1.35	2.19	2.87
14.5	1.40	2.26	2.97
15	1.27	2.06	2.70
15.5	1.23	1.99	2.62
16	1.19	1.94	2.54
16.5	0.99	1.61	2.11
17	1.10	1.78	2.34
17.5	1.07	1.73	2.27
18	1.16	1.88	2.47
18.5	1.13	1.83	2.40
19	1.02	1.65	2.16
19.5	1.04	1.69	2.22
20	0.97	1.57	2.06
20.5	0.86	1.40	1.83
21	0.94	1.53	2.01
21.5	0.88	1.43	1.87
22	0.92	1.49	1.96
22.5	0.90	1.46	1.92
23	0.81	1.31	1.72
23.5	0.84	1.37	1.79
24	0.83	1.34	1.76



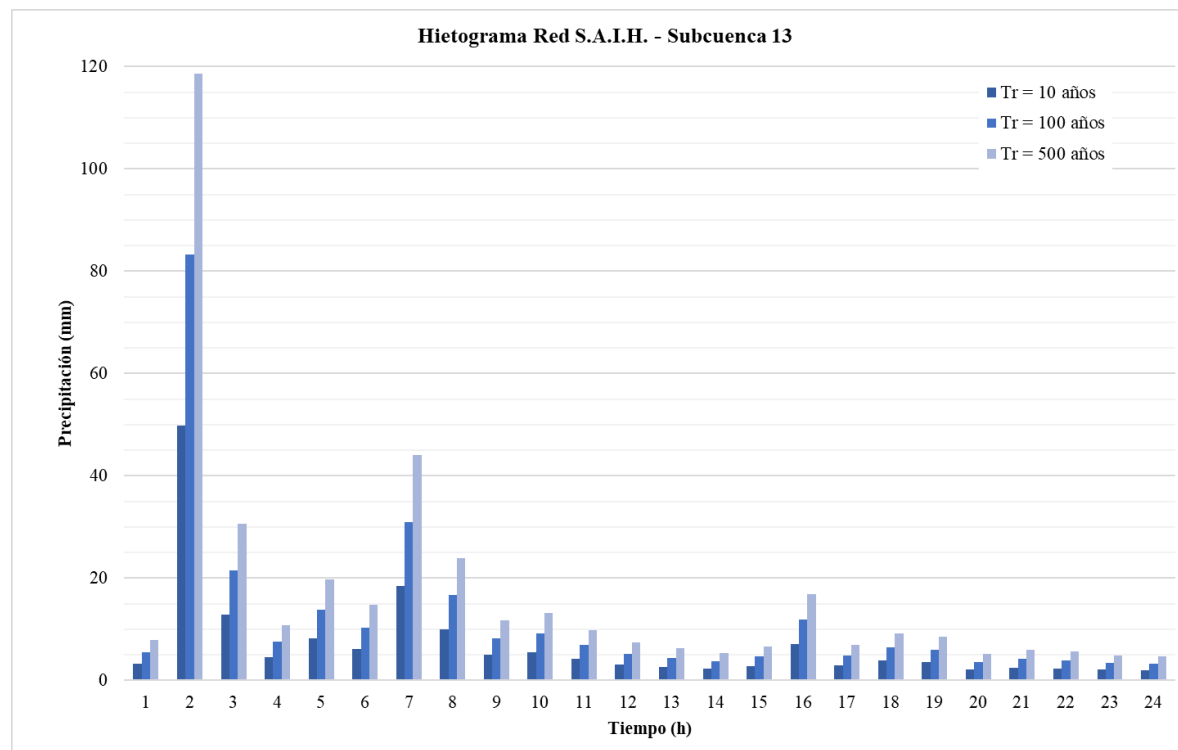
B.3.12. Subcuenca 12

Hietograma Red S.A.I.H. Subcuenca 12			
Período de retorno (años)			
	10	100	500
t (h)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
1	3.89	6.61	9.82
2	58.44	99.29	147.45
3	15.06	25.60	38.01
4	5.29	8.99	13.35
5	9.70	16.49	24.48
6	7.25	12.33	18.30
7	21.70	36.87	54.74
8	11.75	19.97	29.65
9	5.82	9.88	14.67
10	6.45	10.97	16.28
11	4.86	8.25	12.25
12	3.65	6.20	9.21
13	3.07	5.22	7.74
14	2.64	4.49	6.67
15	3.24	5.51	8.18
16	8.29	14.09	20.92
17	3.43	5.83	8.66
18	4.49	7.62	11.32
19	4.17	7.08	10.52
20	2.52	4.29	6.37
21	2.91	4.95	7.35
22	2.77	4.71	6.99
23	2.42	4.10	6.09
24	2.32	3.93	5.84



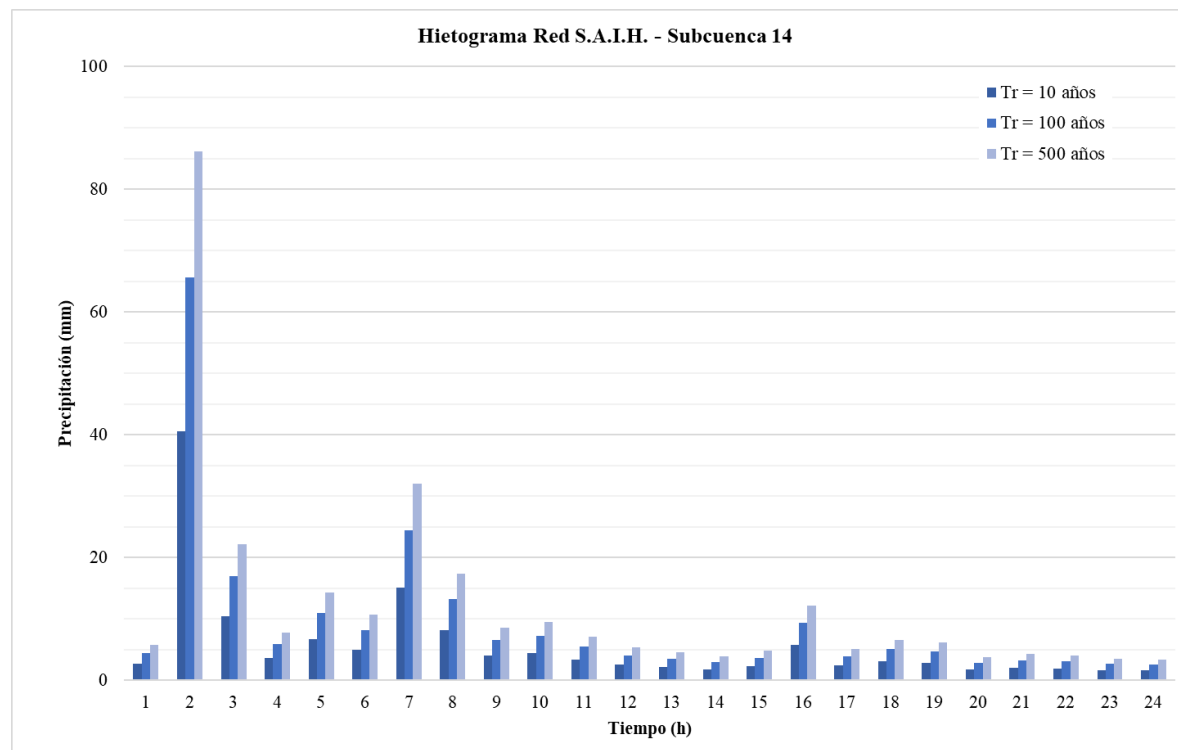
B.3.13. Subcuenca 13

Hietograma Red S.A.I.H. Subcuenca 13			
Período de retorno (años)			
	10	100	500
t (h)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
1	3.32	5.55	7.90
2	49.85	83.28	118.68
3	12.85	21.47	30.59
4	4.51	7.54	10.75
5	8.28	13.83	19.71
6	6.19	10.34	14.73
7	18.51	30.92	44.06
8	10.02	16.75	23.86
9	4.96	8.29	11.81
10	5.51	9.20	13.11
11	4.14	6.92	9.86
12	3.11	5.20	7.41
13	2.62	4.37	6.23
14	2.25	3.77	5.37
15	2.77	4.62	6.58
16	7.07	11.82	16.84
17	2.93	4.89	6.97
18	3.83	6.39	9.11
19	3.56	5.94	8.47
20	2.15	3.60	5.13
21	2.49	4.15	5.92
22	2.36	3.95	5.63
23	2.06	3.44	4.91
24	1.97	3.30	4.70



B.3.14. Subcuenca 14

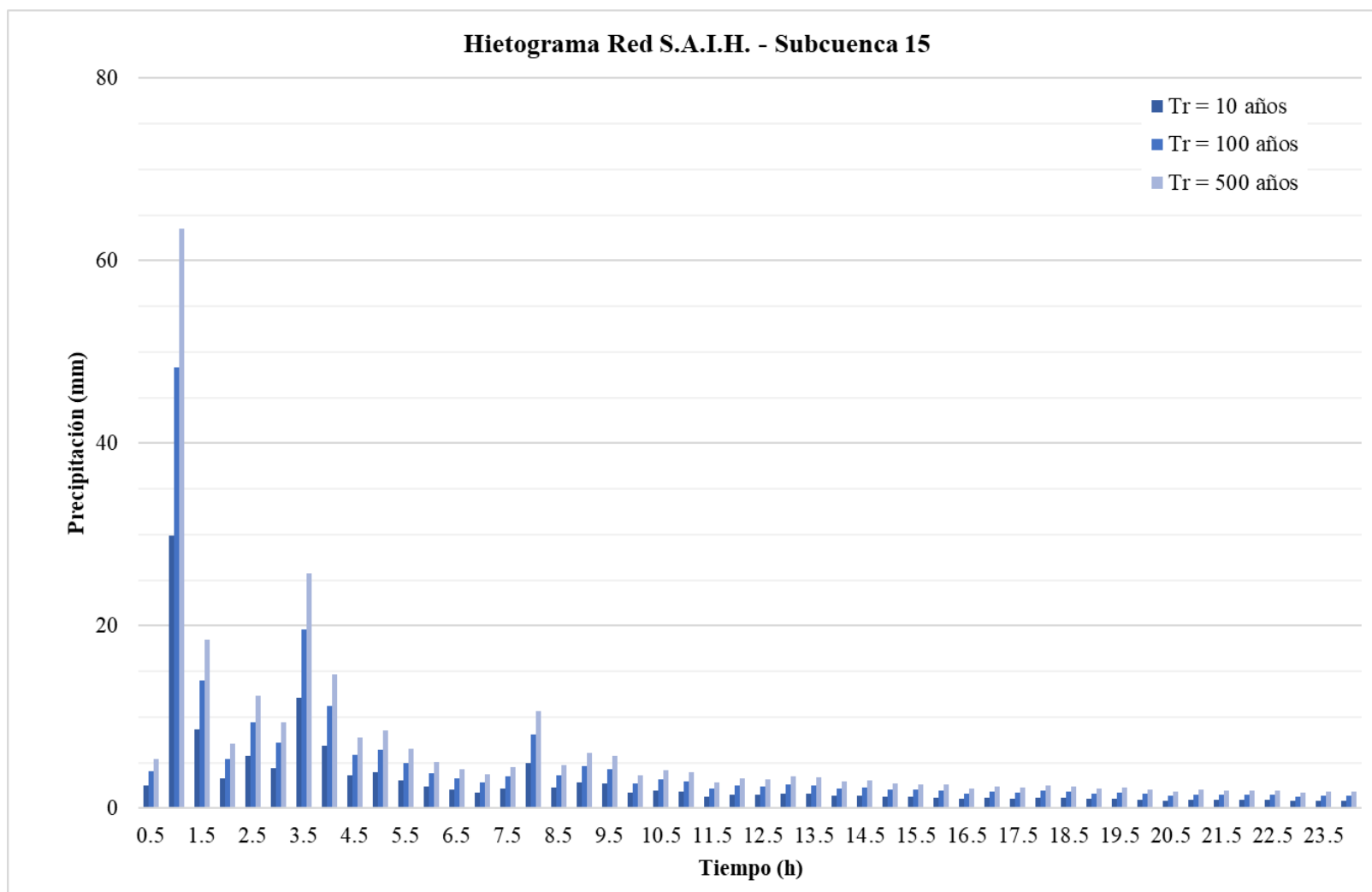
Hietograma Red S.A.I.H. Subcuenca 14			
Período de retorno (años)			
	10	100	500
t (h)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
1	3.32	5.55	7.90
2	49.85	83.28	118.68
3	12.85	21.47	30.59
4	4.51	7.54	10.75
5	8.28	13.83	19.71
6	6.19	10.34	14.73
7	18.51	30.92	44.06
8	10.02	16.75	23.86
9	4.96	8.29	11.81
10	5.51	9.20	13.11
11	4.14	6.92	9.86
12	3.11	5.20	7.41
13	2.62	4.37	6.23
14	2.25	3.77	5.37
15	2.77	4.62	6.58
16	7.07	11.82	16.84
17	2.93	4.89	6.97
18	3.83	6.39	9.11
19	3.56	5.94	8.47
20	2.15	3.60	5.13
21	2.49	4.15	5.92
22	2.36	3.95	5.63
23	2.06	3.44	4.91
24	1.97	3.30	4.70



B.3.15. Subcuenca 15

Hietograma Red S.A.I.H. Subcuenca 15			
Período de retorno (años)			
	10	100	500
t (h)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
0.5	2.52	4.09	5.37
1	29.84	48.35	63.46
1.5	8.68	14.05	18.45
2	3.34	5.40	7.09
2.5	5.80	9.39	12.33
3	4.44	7.20	9.45
3.5	12.13	19.65	25.79
4	6.91	11.19	14.69
4.5	3.63	5.89	7.73
5	4.00	6.47	8.49
5.5	3.09	5.00	6.56
6	2.38	3.86	5.06
6.5	2.04	3.30	4.33
7	1.78	2.88	3.78
7.5	2.14	3.47	4.55
8	5.02	8.14	10.68
8.5	2.25	3.65	4.79
9	2.87	4.65	6.10
9.5	2.69	4.35	5.71
10	1.71	2.77	3.63
10.5	1.94	3.15	4.13
11	1.86	3.01	3.95
11.5	1.33	2.16	2.83
12	1.52	2.47	3.24

t (h)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)	P _{b,incr.} (mm)
12.5	1.52	2.47	3.24
13	1.47	2.38	3.13
13.5	1.42	2.30	3.02
14	1.37	2.23	2.92
14.5	1.33	2.16	2.83
15	1.29	2.09	2.74
15.5	1.25	2.03	2.66
16	1.21	1.97	2.58
16.5	1.18	1.91	2.51
17	1.15	1.86	2.44
17.5	1.12	1.81	2.37
18	1.09	1.76	2.31
18.5	1.06	1.72	2.25
19	1.03	1.67	2.20
19.5	1.01	1.63	2.14
20	0.98	1.59	2.09
20.5	0.96	1.56	2.04
21	0.94	1.52	1.99
21.5	0.92	1.49	1.95
22	0.90	1.45	1.91
22.5	0.88	1.42	1.86
23	0.86	1.39	1.82
23.5	0.84	1.36	1.79
24	0.82	1.33	1.75



B.4. Método del SCS para las Abstracciones

B.4.1. Subcuenca 1

Umbral de escorrentía (P_0) Subcuenca 1						
Usos del Suelo	Pte. (%)	Unidad Litológica	Grupo	P_0 (mm)	Área (m ²)	$P_0 \cdot \text{Área}$ (m ²)
Bosques de frondosas	1.70	Areniscas silíceas	B	47	14471716.92	680170695.28
Bosques de frondosas	1.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	31	80515.34	2495975.68
Bosques de frondosas	1.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	31	802887.10	24889500.13
Bosque mixto	12.70	Areniscas silíceas	B	47	37006.32	1739296.98
Vegetación esclerófila	12.70	Areniscas silíceas	B	24	129662.93	3111910.36
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	228639.62	7773747.14
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	237761.78	8083900.57
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	947461.66	32213696.54
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	388304.74	13202361.07
Matorral boscoso de transición	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	22	469440.75	10327696.40
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	210925.70	7171473.93
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	275841.99	9378627.70
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	366095.57	12447249.32
Matorral boscoso de transición	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	22	154032.31	3388710.89
					$P_{0,med}$	43.42

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 1 (Tr = 10 años)

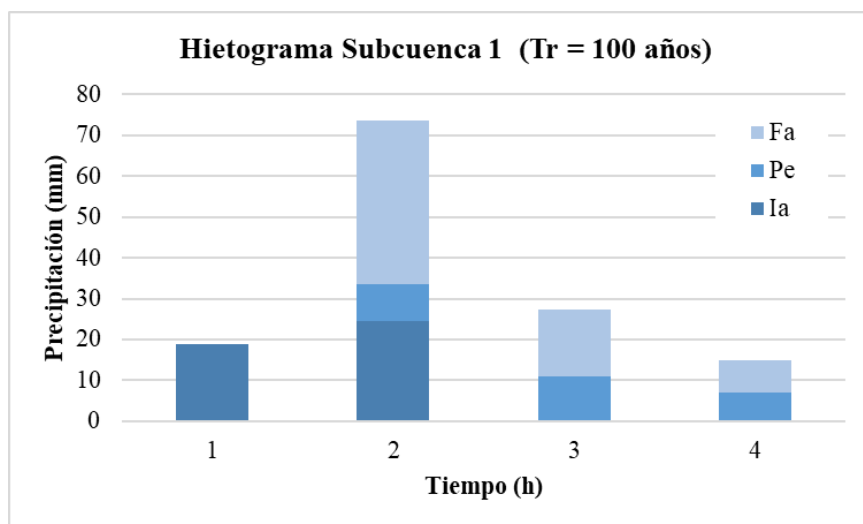
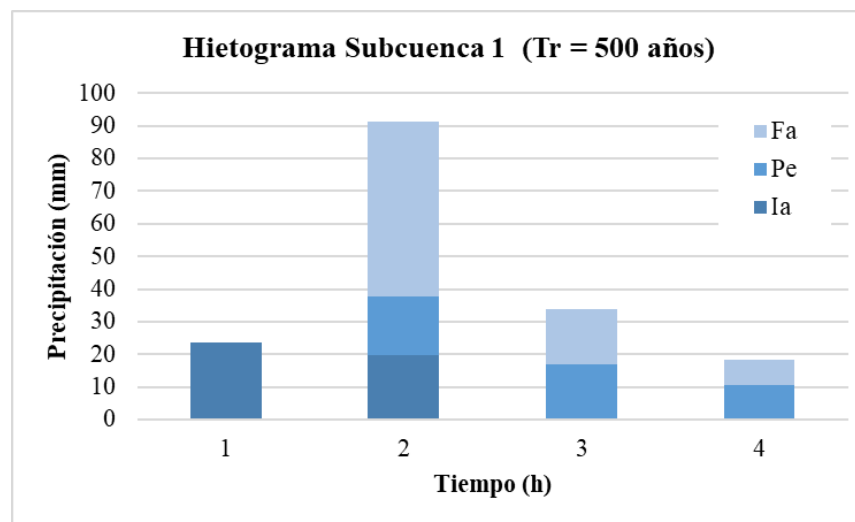
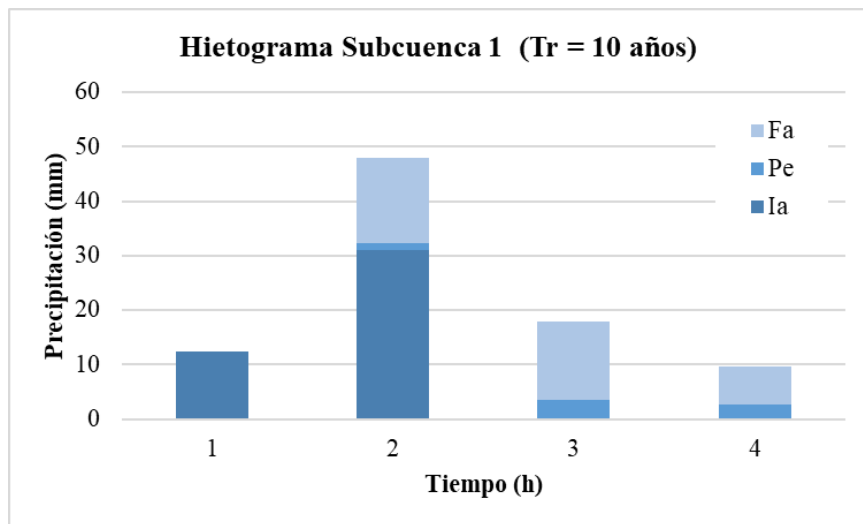
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	12.38	12.38	12.38	12.38	0.00	0.00	0.00	0.00
2	48.02	60.39	43.42	31.05	1.23	1.23	15.74	15.74
3	17.83	78.22	43.42	0.00	4.81	3.58	29.99	14.25
4	9.66	87.88	43.42	0.00	7.55	2.75	36.90	6.91

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 1 (Tr = 100 años)

t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	19.00	19.00	19.00	19.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	73.72	92.72	43.42	24.42	9.12	9.12	40.18	40.18
3	27.37	120.09	43.42	0.00	20.01	10.89	56.66	16.48
4	14.82	134.91	43.42	0.00	27.12	7.12	64.37	7.71

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 1 (Tr = 500 años)

t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	23.55	23.55	23.55	23.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	91.37	114.92	43.42	19.87	17.71	17.71	53.78	53.78
3	33.92	148.84	43.42	0.00	34.45	16.74	70.96	17.18
4	18.37	167.21	43.42	0.00	44.95	10.50	78.84	7.88



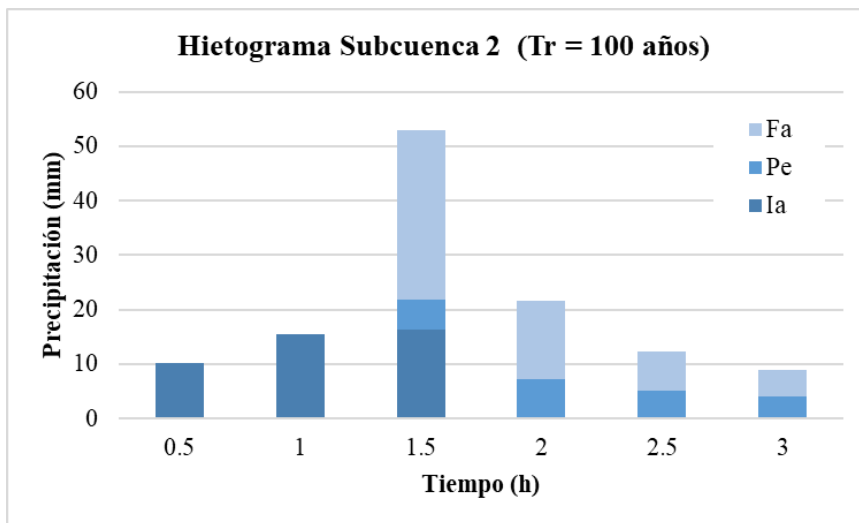
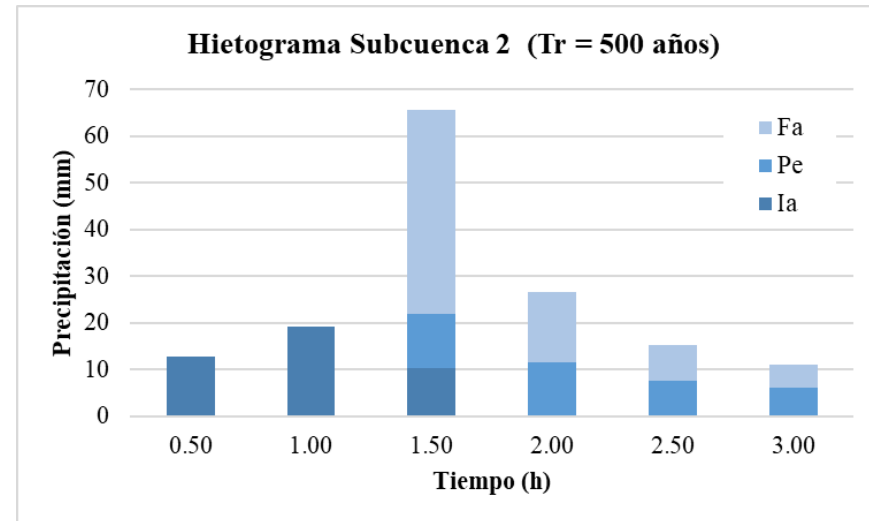
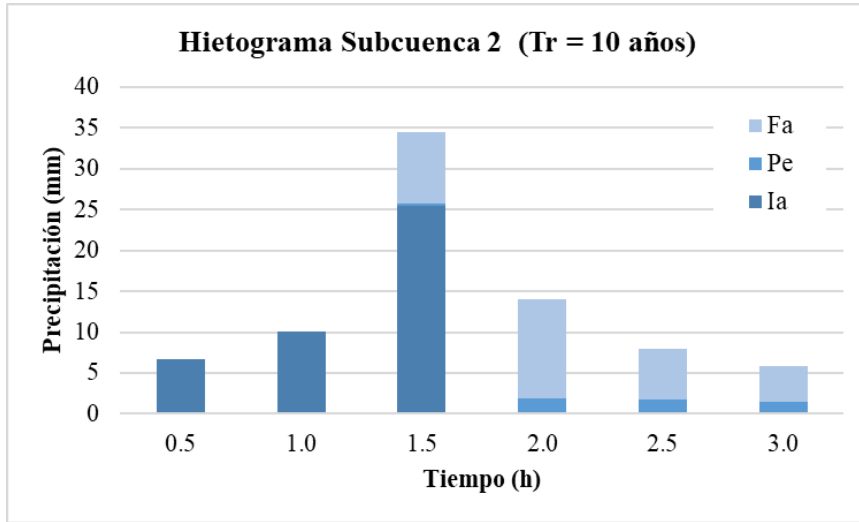
B.4.2. Subcuenca 2

Umbral de escorrentía (P_0) Subcuenca 2						
Usos del Suelo	Pte. (%)	Unidad Litológica	Grupo	P_0 (mm)	Área (m ²)	$P_0 \cdot \text{Área}$ (m ²)
Bosques de frondosas	1.70	Areniscas silíceas	B	47	9586886.85	450583682.13
Bosques de frondosas	1.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	31	1571039.04	48702210.23
Vegetación esclerófila	12.70	Areniscas silíceas	B	24	227618.45	5462842.71
Vegetación esclerófila	12.70	Areniscas silíceas	B	24	260181.44	6244354.54
Vegetación esclerófila	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	14	25063.63	350890.76
Vegetación esclerófila	12.70	Areniscas silíceas	B	24	795178.66	19084287.73
Matorral boscoso de transición	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	22	21501.87	473041.06
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	401556.02	13652904.80
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	124629.51	4237403.37
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	20240.34	688171.57
Matorral boscoso de transición	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	22	4809.47	105808.39
					$P_{0,med}$	42.15

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 2 (Tr = 10 años)								
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
0.5	6.71	6.71	6.71	6.71	0.00	0.00	0.00	0.00
1	10.04	16.75	16.75	10.04	0.00	0.00	0.00	0.00
1.5	34.54	51.29	42.15	25.40	0.38	0.38	8.76	8.76
2	14.03	65.32	42.15	0.00	2.29	1.92	20.87	12.12
2.5	7.99	73.31	42.15	0.00	4.01	1.72	27.15	6.27
3	5.81	79.13	42.15	0.00	5.52	1.50	31.46	4.31

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 2 (Tr = 100 años)								
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
0.5	10.30	10.30	10.30	10.30	0.00	0.00	0.00	0.00
1	15.41	25.71	25.71	15.41	0.00	0.00	0.00	0.00
1.5	53.02	78.74	42.15	16.44	5.41	5.41	31.18	31.18
2	21.55	100.29	42.15	0.00	12.57	7.16	45.57	14.39
2.5	12.27	112.56	42.15	0.00	17.63	5.06	52.78	7.21
3	8.92	121.48	42.15	0.00	21.70	4.06	57.64	4.86

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 2 (Tr = 100 años)								
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
0.5	12.77	12.77	12.77	12.77	0.00	0.00	0.00	0.00
1	19.10	31.87	31.87	19.10	0.00	0.00	0.00	0.00
1.5	65.72	97.59	42.15	10.28	11.55	11.55	43.89	43.89
2	26.71	124.29	42.15	0.00	23.04	11.49	59.11	15.21
2.5	15.21	139.51	42.15	0.00	30.76	7.72	66.59	7.49
3	11.06	150.56	42.15	0.00	36.83	6.06	71.59	5.00



B.4.3. Subcuenca 3

Umbral de escorrentía (P_0) Subcuenca 3						
Usos del Suelo	Pte. (%)	Unidad Litológica	Grupo	P_0 (mm)	Área (m ²)	$P_0 \cdot \text{Área}$ (m ²)
Sistema agro-forestal	5.42	Areniscas silíceas	B	23	252238.89	5801494.46
Bosques de frondosas	1.70	Areniscas silíceas	B	47	9081625.99	426836421.32
Vegetación esclerófila	12.70	Areniscas silíceas	B	24	42123.96	1010975.03
Matorral boscoso de transición	6.65	Areniscas silíceas	B	34	48625.75	1653275.55
Matorral boscoso de transición	1.70	Areniscas silíceas	B	34	7824.15	266020.99
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	491785.26	16720698.70
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	421111.90	14317804.58
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	321166.47	10919659.96
Matorral boscoso de transición	1.70	Areniscas silíceas	B	34	1554051.68	52837757.01
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	2221314.58	75524695.59
					$P_{0,med}$	41.95

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 3 (Tr = 10 años)

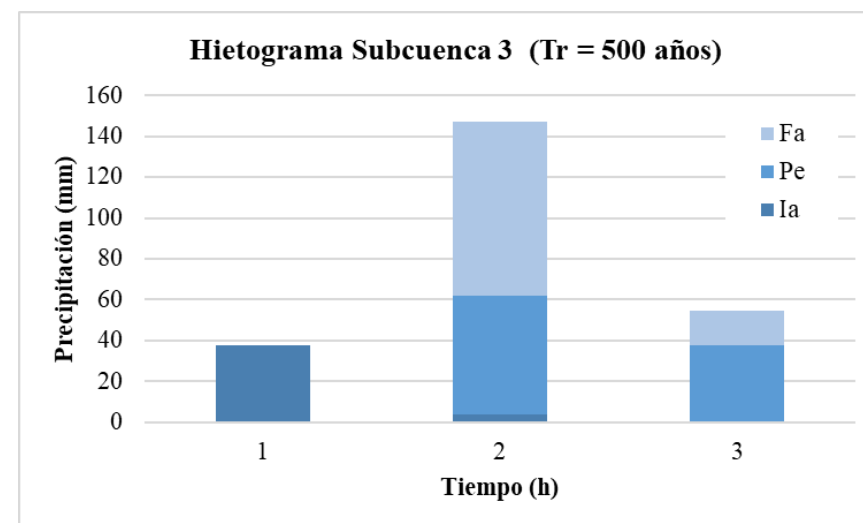
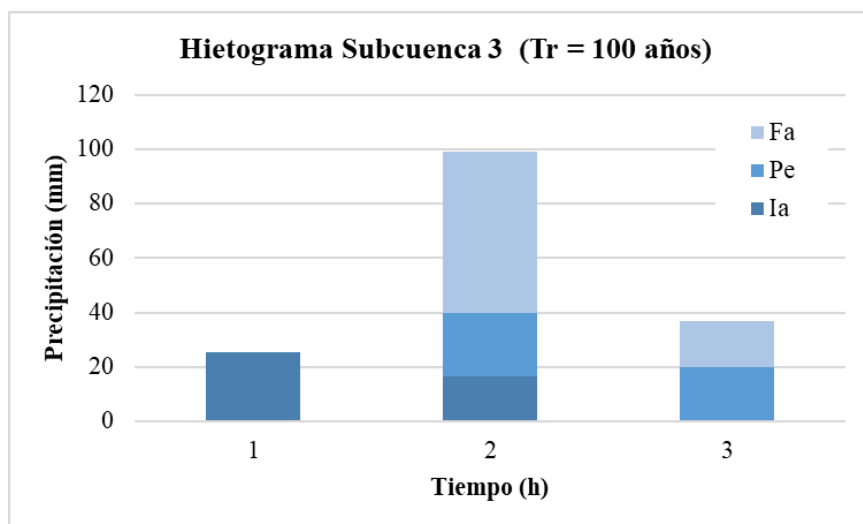
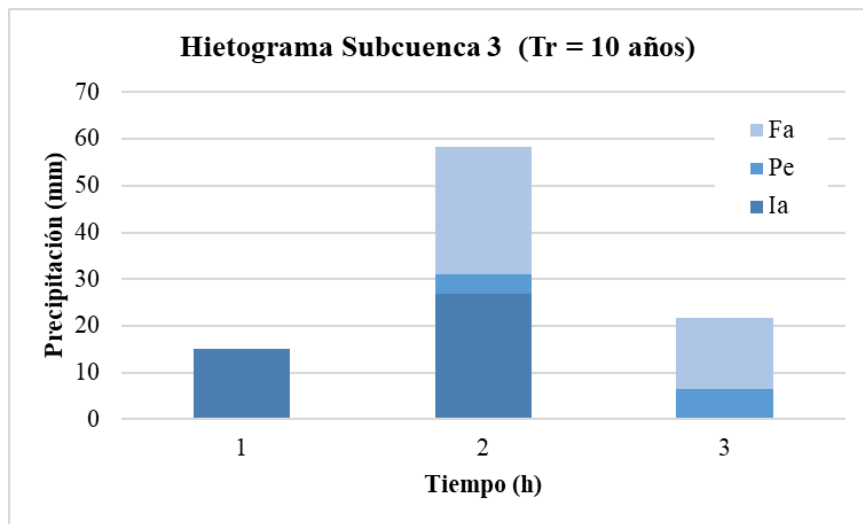
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	15.01	15.01	15.01	15.01	0.00	0.00	0.00	0.00
2	58.24	73.26	41.95	26.94	4.07	4.07	27.24	27.24
3	21.62	94.88	41.95	0.00	10.66	6.60	42.27	15.03

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 3 (Tr = 100 años)

t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	25.51	25.51	25.51	25.51	0.00	0.00	0.00	0.00
2	98.96	124.48	41.95	16.44	23.30	23.30	59.22	59.22
3	36.74	161.22	41.95	0.00	43.23	19.93	76.04	16.81

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 3 (Tr = 500 años)

t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	37.88	37.88	37.88	37.88	0.00	0.00	0.00	0.00
2	146.95	184.84	41.95	4.07	57.89	57.89	84.99	84.99
3	54.56	239.40	41.95	0.00	95.73	37.84	101.71	16.72



B.4.4. Subcuenca 4

Umbral de escorrentía (P ₀) Subcuenca 4						
Usos del Suelo	Pte. (%)	Unidad Litológica	Grupo	P ₀ (mm)	Área (m ²)	P ₀ ·Área (m ²)
Bosques de frondosas	12.70	Areniscas silíceas	B	47	391623.25	18406292.88
Bosques de frondosas	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	31	265684.13	8236208.12
Bosques de frondosas	1.70	Areniscas silíceas	B	47	11048408.43	519275196.06
Bosques de frondosas	1.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	31	1035739.28	32107917.72
Bosques de frondosas	1.70	Arcillas y margas (localmente calcarenitas)	D	23	476224.74	10953169.03
Bosques de coníferas	12.70	Areniscas silíceas	B	47	329690.59	15495457.88
Bosques de coníferas	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	31	73003.13	2263097.15
Bosques de coníferas	12.70	Areniscas silíceas	B	47	382331.02	17969557.84
Bosques de coníferas	12.70	Areniscas silíceas	B	47	77.37	3636.32
Bosques de coníferas	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	31	46066.27	1428054.49
Bosque mixto	12.70	Areniscas silíceas	B	47	408040.95	19177924.82
Bosque mixto	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	31	13990.70	433711.57
Vegetación esclerófila	12.70	Areniscas silíceas	B	24	3448.70	82768.73
Vegetación esclerófila	12.70	Areniscas silíceas	B	24	41703.96	1000894.99
Vegetación esclerófila	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	14	241049.03	3374686.35
Vegetación esclerófila	12.70	Areniscas silíceas	B	24	405587.65	9734103.49
Vegetación esclerófila	12.70	Areniscas silíceas	B	24	746248.35	17909960.35
Vegetación esclerófila	12.70	Arcillas y margas (localmente calcarenitas)	D	10	719253.92	7192539.15
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	21724.71	738640.16
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	1133722.22	38546555.48
Matorral boscoso de transición	12.70	Arcillas y margas (localmente calcarenitas)	D	16	28781.74	460507.84
Matorral boscoso de transición	12.70	Arcillas y margas (localmente calcarenitas)	D	16	561889.48	8990231.68
Matorral boscoso de transición	6.65	Areniscas silíceas	B	34	355476.85	12086212.86
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	706050.09	24005702.97
Matorral boscoso de transición	1.70	Areniscas silíceas	B	34	1211407.50	41187855.07
Matorral boscoso de transición	1.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	22	1390937.90	30600633.74
					P _{0,med}	37.97

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 4 (Tr = 10 años)

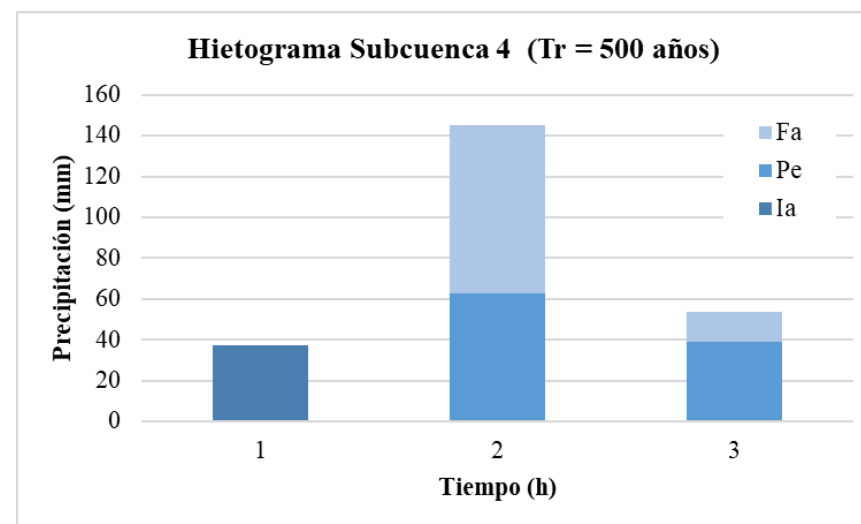
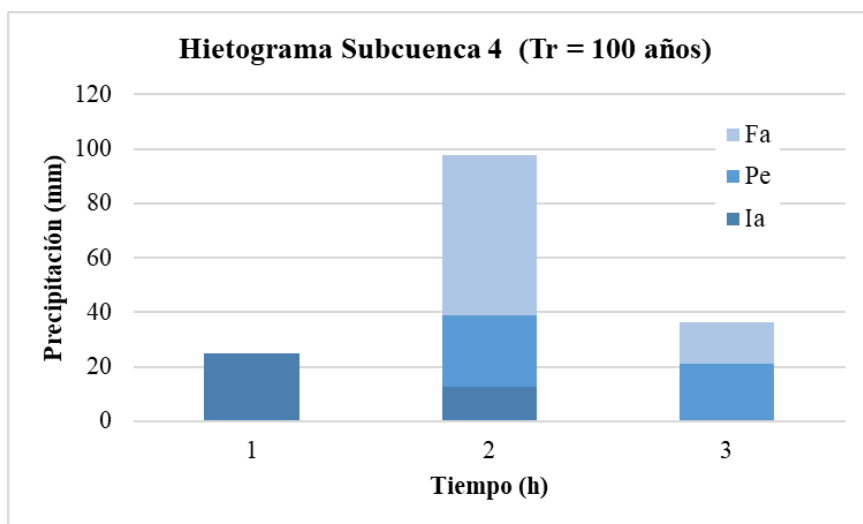
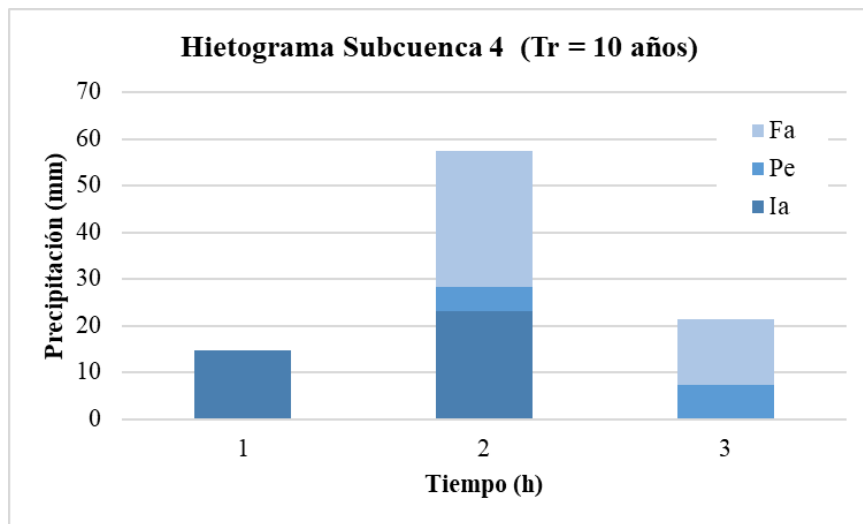
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	14.81	14.81	14.81	14.81	0.00	0.00	0.00	0.00
2	57.44	72.24	37.97	23.16	5.24	5.24	29.03	29.03
3	21.32	93.57	37.97	0.00	12.60	7.35	43.00	13.97

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 4 (Tr = 100 años)

t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	25.15	25.15	25.15	25.15	0.00	0.00	0.00	0.00
2	97.58	122.73	37.97	12.81	26.17	26.17	58.60	58.60
3	36.23	158.96	37.97	0.00	47.10	20.93	73.90	15.30

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 4 (Tr = 500 años)

t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	37.34	37.34	37.34	37.34	0.00	0.00	0.00	0.00
2	144.85	182.18	37.97	0.63	62.26	62.26	81.96	81.96
3	53.78	235.96	37.97	0.00	101.08	38.82	96.91	14.96



B.4.5. Subcuenca 5

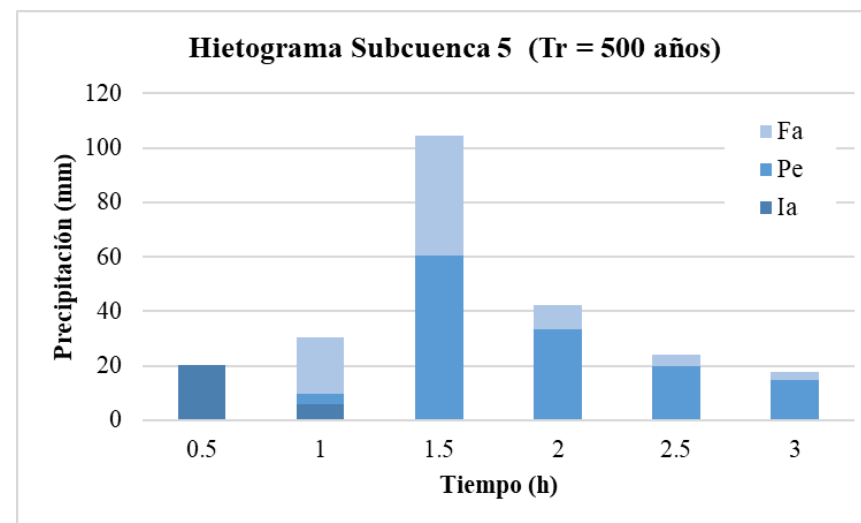
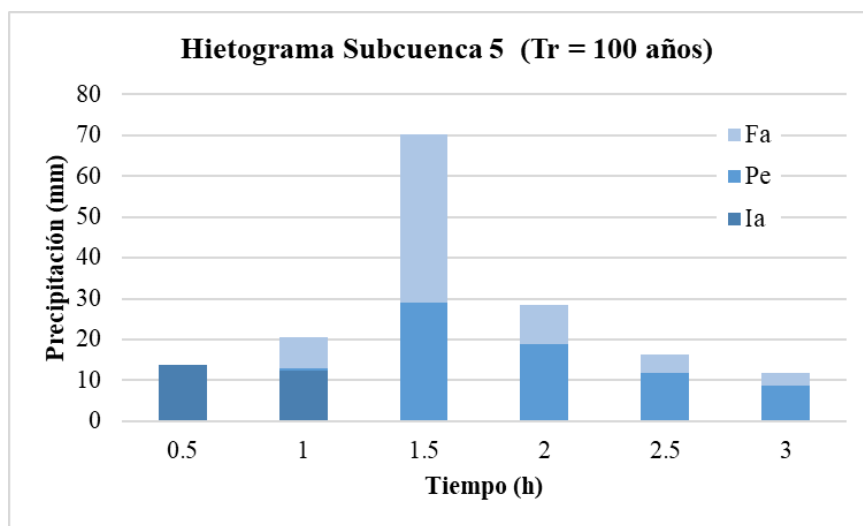
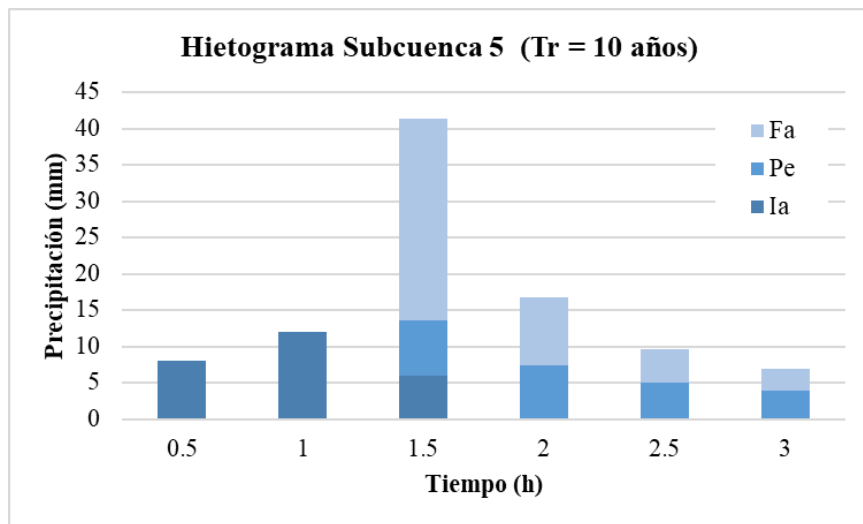
Umbral de escorrentía (P ₀) Subcuenca 5						
Usos del Suelo	Pte. (%)	Unidad Litológica	Grupo	P ₀ (mm)	Área (m ²)	P ₀ ·Área (m ²)
Tejido urbano continuo	2.55	Arenas y margas	C	1	65436.95	65436.95
Tejido urbano continuo	2.55	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	1	368408.43	368408.43
Zonas en construcción	2.55	Arenas y margas	C	8	143156.86	1145254.91
Zonas en construcción	2.55	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	14	140742.13	1970389.88
Tierras de labor en secano (N)	4.90	Arenas y margas	C	12	24284.22	291410.64
Tierras regadas permanentemente (R/N)	2.73	Arenas y margas	C	16	27419.55	438712.77
Tierras regadas permanentemente (R/N)	2.73	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	25	727959.26	18198981.46
Cítricos	4.90	Arenas y margas	C	19	252551.67	4798481.77
Cítricos	4.90	Areniscas, margas y lutitas	C	19	174.98	3324.58
Cítricos	4.90	Arenas y margas	C	19	840918.24	15977446.62
Mosaicos de cultivos (>3)	4.90	Arenas y margas	C	15	479391.47	7190871.99
Mosaicos de cultivos (>3)	4.90	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	29	93643.93	2715673.98
Terrenos principalmente agrícolas	4.90	Arenas y margas	C	9	17630.99	158678.94
Terrenos principalmente agrícolas	4.90	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	15	118960.72	1784410.84
Sistema agro-forestal	4.90	Arenas y margas	C	14	432701.37	6057819.18
Sistema agro-forestal	4.90	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	23	117584.33	2704439.61
Sistema agro-forestal	4.90	Arenas y margas	C	14	927153.98	12980155.68
Bosques de frondosas	4.99	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	47	8969.68	421574.80
Bosques de frondosas	5.18	Arenas y margas	C	31	149428.48	4632282.79
Bosques de frondosas	5.18	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	47	281623.78	13236317.75
Bosques de frondosas	5.76	Arenas y margas	C	31	39772.69	1232953.38
Bosques de frondosas	4.90	Arenas y margas	C	31	377952.20	11716518.34
Bosques de frondosas	4.90	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	47	21972.72	1032718.06

Usos del Suelo	Pte. (%)	Unidad Litológica	Grupo	P ₀ (mm)	Área (m ²)	P ₀ ·Área (m ²)
Bosques de frondosas	4.90	Arenas y margas	C	31	6592.66	204372.31
Bosques de frondosas	2.55	Arenas y margas	C	31	5477222.88	169793909.32
Bosques de frondosas	2.55	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	47	969639.75	45573068.07
Bosques de frondosas	6.35	Arenas y margas	C	31	3782.65	117262.25
Bosques de frondosas	4.90	Arenas y margas	C	31	2368.69	73429.50
Pastizales naturales	5.43	Arenas y margas	C	14	203353.46	2846948.39
Vegetación esclerófila	4.90	Arenas y margas	C	14	132509.31	1855130.31
Matorral boscoso de transición	4.90	Arenas y margas	C	22	1026854.59	22590800.95
Matorral boscoso de transición	4.90	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	34	25170.39	855793.12
Matorral boscoso de transición	4.90	Arenas y margas	C	22	579367.23	12746079.02
Matorral boscoso de transición	1.70	Arenas y margas	C	22	183612.11	4039466.45
Matorral boscoso de transición	1.70	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	34	242114.58	8231895.59
					P _{0,med}	26.05

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 5 (Tr = 10 años)								
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
0.5	8.04	8.04	8.04	8.04	0.00	0.00	0.00	0.00
1	12.04	20.08	20.08	12.04	0.00	0.00	0.00	0.00
1.5	41.41	61.49	26.05	5.97	7.58	7.58	27.86	27.86
2	16.83	78.32	26.05	0.00	14.96	7.39	37.30	9.44
2.5	9.58	87.90	26.05	0.00	19.91	4.95	41.94	4.64
3	6.97	94.87	26.05	0.00	23.79	3.88	45.03	3.09

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 5 (Tr = 100 años)								
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
0.5	13.67	13.67	13.67	13.67	0.00	0.00	0.00	0.00
1	20.45	34.12	26.05	12.39	0.47	0.47	7.60	7.60
1.5	70.36	104.48	26.05	0.00	29.47	29.00	48.95	41.36
2	28.59	133.07	26.05	0.00	48.26	18.79	58.75	9.80
2.5	16.29	149.36	26.05	0.00	59.96	11.69	63.34	4.59
3	11.84	161.20	26.05	0.00	68.81	8.85	66.33	2.99

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 5 (Tr = 500 años)								
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
0.5	20.30	20.30	20.30	20.30	0.00	0.00	0.00	0.00
1	30.37	50.66	26.05	5.76	3.91	3.91	20.70	20.70
1.5	104.48	155.14	26.05	0.00	64.25	60.34	64.84	44.14
2	42.46	197.60	26.05	0.00	97.50	33.25	74.04	9.20
2.5	24.18	221.78	26.05	0.00	117.51	20.01	78.21	4.17
3	17.58	239.36	26.05	0.00	132.43	14.92	80.88	2.66



B.4.6. Subcuenca 6

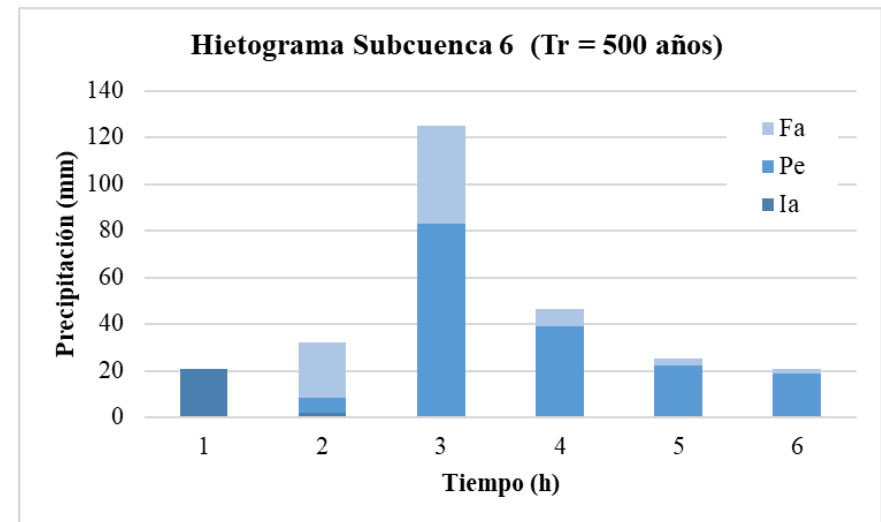
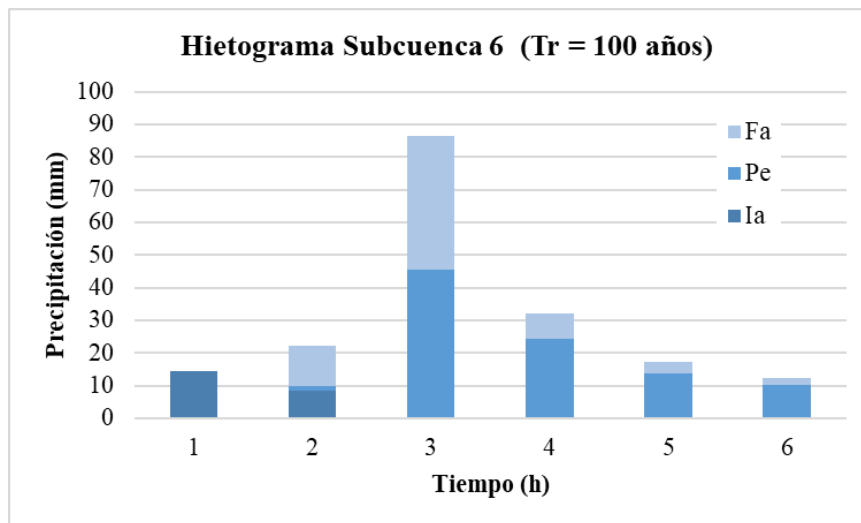
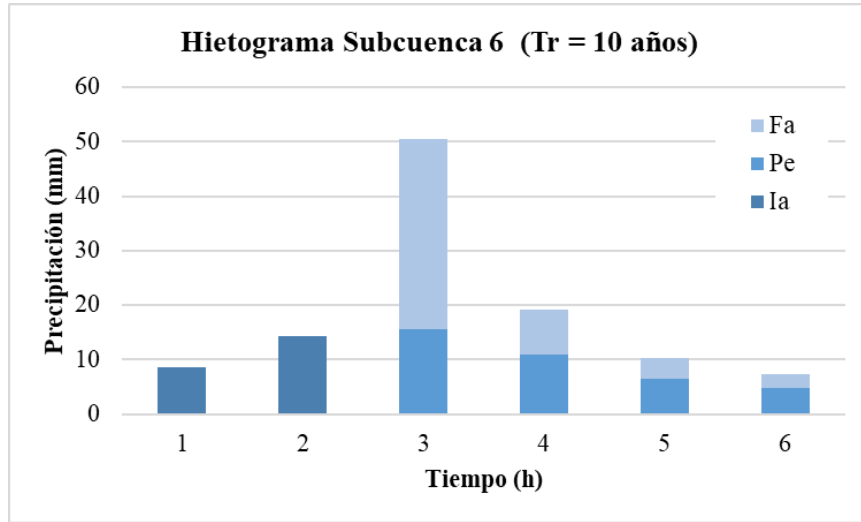
Umbral de escorrentía (P ₀) Subcuenca 6						
Usos del Suelo	Pte. (%)	Unidad Litológica	Grupo	P ₀ (mm)	Área (m ²)	P ₀ ·Área (m ²)
Tierras de labor en secano (N)	4.90	Arenas y margas	C	12	689750.72	8277008.68
Tierras regadas permanentemente (R.)	4.90	Arenas y margas	C	12	957720.38	11492644.55
Tierras regadas permanentemente (R.)	4.90	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	20	201339.43	4026788.69
Cítricos	4.90	Arenas y margas	C	19	477723.86	9076753.41
Cítricos	4.90	Arenas y margas	C	19	989964.81	18809331.34
Sistema agro-forestal	5.13	Areniscas silíceas	B	23	10383.29	238815.63
Sistema agro-forestal	5.13	Arenas y margas	C	14	416845.74	5835840.41
Bosques de frondosas	5.59	Arenas y margas	C	31	8483.01	262973.29
Bosques de frondosas	12.70	Areniscas silíceas	B	47	994809.65	46756053.54
Bosques de frondosas	12.70	Arenas y margas	C	31	613512.69	19018893.45
Bosques de frondosas	12.70	Arcillas y margas	D	23	218667.34	5029348.86
Bosques de frondosas	2.55	Areniscas silíceas	B	47	1085071.29	50998350.81
Bosques de frondosas	2.55	Arenas y margas	C	31	5422614.35	168101044.85
Bosques de frondosas	2.55	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	47	41450.05	1948152.30
Pastizales naturales	6.44	Areniscas, margas y lutitas	C	14	6034.16	84478.21
Pastizales naturales	6.44	Arenas y margas	C	14	544320.23	7620483.21
Pastizales naturales	6.44	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	23	242652.20	5581000.57
Pastizales naturales	6.54	Areniscas, margas y lutitas	C	14	34152.20	478130.86
Pastizales naturales	6.54	Arenas y margas	C	14	241223.36	3377127.05
Pastizales naturales	4.90	Areniscas silíceas	B	23	1253791.44	28837203.18
Pastizales naturales	4.90	Arenas y margas	C	14	1503406.40	21047689.54
Pastizales naturales	12.70	Areniscas silíceas	B	23	159533.00	3669258.98
Pastizales naturales	12.70	Arenas y margas	C	14	276885.55	3876397.70

Usos del Suelo	Pte. (%)	Unidad Litológica	Grupo	P ₀ (mm)	Área (m ²)	P ₀ ·Área (m ²)
Pastizales naturales	12.70	Areniscas silíceas	B	23	97789.27	2249153.25
Pastizales naturales	12.70	Arenas y margas	C	14	274915.14	3848811.93
Vegetación esclerófila	5.70	Areniscas silíceas	B	24	19480.52	467532.57
Vegetación esclerófila	5.70	Arenas y margas	C	14	1035403.50	14495649.03
Vegetación esclerófila	1.70	Areniscas silíceas	B	24	974124.17	23378980.08
Vegetación esclerófila	1.70	Arenas y margas	C	14	798151.99	11174127.83
Vegetación esclerófila	1.70	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	24	592923.33	14230159.91
Vegetación esclerófila	4.90	Arenas y margas	C	14	2332904.76	32660666.69
Vegetación esclerófila	4.90	Arcillas y margas	D	10	1513877.26	15138772.62
Matorral boscoso de transición	5.45	Areniscas, margas y lutitas	C	22	107331.75	2361298.59
Matorral boscoso de transición	5.45	Arenas y margas	C	22	377155.88	8297429.46
Matorral boscoso de transición	5.45	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	34	1727.58	58737.55
Matorral boscoso de transición	5.41	Areniscas silíceas	B	34	645150.52	21935117.57
Matorral boscoso de transición	5.41	Arenas y margas	C	22	1367990.32	30095786.95
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	186870.35	6353592.03
Matorral boscoso de transición	12.70	Arenas y margas	C	22	81358.24	1789881.35
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	1813.20	61648.76
Matorral boscoso de transición	12.70	Arcillas y margas	D	16	39612.42	633798.67
Matorral boscoso de transición	6.30	Areniscas silíceas	B	34	28122.74	956173.00
Matorral boscoso de transición	6.30	Arenas y margas	C	22	1964042.10	43208926.28
Matorral boscoso de transición	6.30	Arcillas y margas	D	16	1928.60	30857.57
					P _{0,med}	22.82

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 6 (Tr = 10 años)								
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	8.55	8.55	8.55	8.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	13.27	21.82	22.82	14.27	0.00	0.00	0.00	0.00
3	51.48	73.30	22.82	0.00	15.49	15.49	35.00	35.00
4	19.11	92.41	22.82	0.00	26.37	10.88	43.23	8.23
5	10.35	102.77	22.82	0.00	32.94	6.57	47.01	3.78
6	7.31	110.07	22.82	0.00	37.81	4.87	49.44	2.43

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 6 (Tr = 100 años)								
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	14.36	14.36	14.36	14.36	0.00	0.00	0.00	0.00
2	22.30	36.66	22.82	8.46	1.50	1.50	12.34	12.34
3	86.49	123.14	22.82	0.00	46.95	45.45	53.38	41.04
4	32.11	155.25	22.82	0.00	71.15	24.20	61.29	7.91
5	17.39	172.65	22.82	0.00	85.06	13.91	64.77	3.48
6	12.27	184.92	22.82	0.00	95.14	10.08	66.96	2.19

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 6 (Tr = 500 años)								
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	20.75	20.75	20.75	20.75	0.00	0.00	0.00	0.00
2	32.21	52.96	22.82	2.07	6.30	6.30	23.84	23.84
3	124.95	177.91	22.82	0.00	89.36	83.06	65.73	41.89
4	46.39	224.31	22.82	0.00	128.65	39.28	72.84	7.11
5	25.13	249.43	22.82	0.00	150.73	22.08	75.88	3.04
6	20.75	270.18	22.82	0.00	169.29	18.56	78.08	2.19



B.4.7. Subcuenca 7

Umbral de escorrentía (P ₀) Subcuenca 7						
Usos del Suelo	Pte. (%)	Unidad Litológica	Grupo	P ₀ (mm)	Área (m ²)	P ₀ ·Área (m ²)
Zonas en construcción	2.55	Arenas y margas	C	8	5698.47	45587.75
Tierras de labor en secano (N)	4.90	Arenas y margas	C	12	3280.98	39371.70
Tierras de labor en secano (N)	4.90	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	19	339116.26	6443208.98
Tierras regadas permanentemente (R.)	4.90	Arenas y margas	C	12	134243.12	1610917.39
Tierras regadas permanentemente (R.)	4.90	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	20	327150.02	6543000.30
Tierras regadas permanentemente (R.)	4.90	Arenas y margas	C	12	282140.30	3385683.65
Tierras regadas permanentemente (R.)	4.90	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	20	1149608.12	22992162.33
Frutales (>3) - CÍTRICOS	4.90	Arenas y margas	C	19	137676.20	2615847.71
Mosaicos de cultivos (<3)	2.83	Arenas y margas	C	15	17795.17	266927.52
Mosaicos de cultivos (<3)	2.83	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	29	262480.04	7611921.20
Terrenos principalmente agrícolas	4.90	Arenas y margas	C	9	11437.37	102936.31
Terrenos principalmente agrícolas	4.90	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	15	940.90	14113.47
Bosques de frondosas	5.46	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	47	39473.42	1855250.91
Bosques de frondosas	4.99	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	47	167155.93	7856328.78
Bosques de frondosas	2.55	Arenas y margas	C	31	7269857.70	225365588.76
Bosques de frondosas	2.55	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	47	891896.35	41919128.22
Vegetación esclerófila	1.70	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	24	265169.06	6364057.34
Matorral boscoso de transición	4.98	Arenas y margas	C	22	275544.64	6061982.00
Matorral boscoso de transición	4.98	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	34	66573.97	2263515.01
Matorral boscoso de transición	4.90	Arenas y margas	C	22	678364.65	14924022.25
Matorral boscoso de transición	4.90	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	34	6679.39	227099.27
Matorral boscoso de transición	5.41	Arenas y margas	C	22	6877.82	151312.11
Matorral boscoso de transición	1.70	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	34	43965.15	1494814.94
					P _{0,med}	29.08

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 7 (Tr = 10 años)

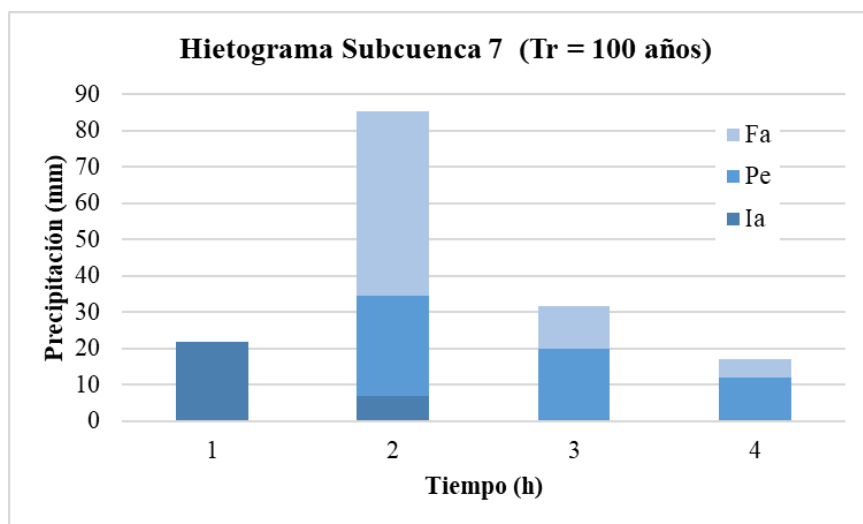
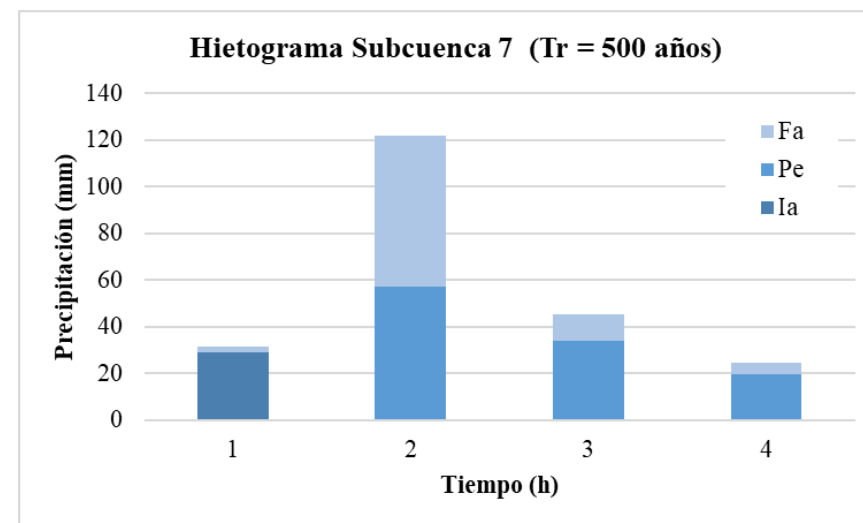
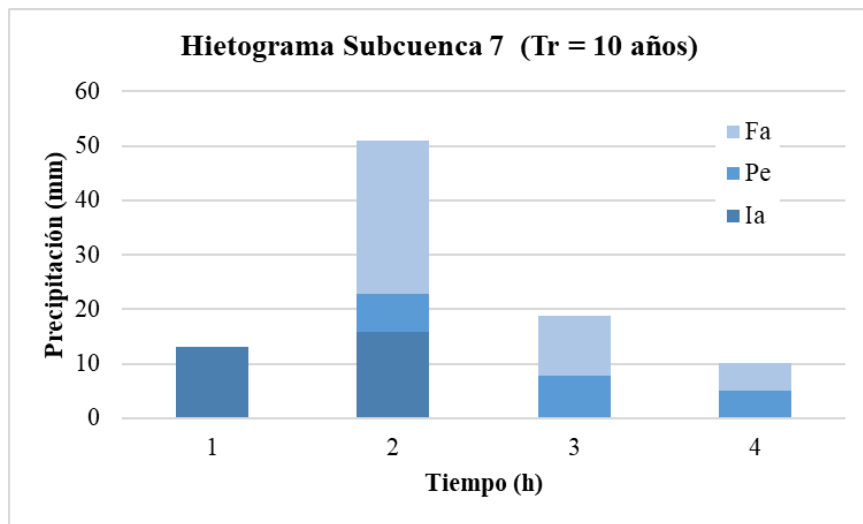
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	13.15	13.15	13.15	13.15	0.00	0.00	0.00	0.00
2	51.02	64.17	29.08	15.93	6.82	6.82	28.26	28.26
3	18.94	83.11	29.08	0.00	14.63	7.81	39.39	11.13
4	10.26	93.37	29.08	0.00	19.70	5.07	44.58	5.19

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 7 (Tr = 100 años)

t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	22.00	22.00	22.00	22.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	85.34	107.34	29.08	7.09	27.38	27.38	50.88	50.88
3	31.68	139.02	29.08	0.00	47.33	19.95	62.61	11.73
4	17.16	156.18	29.08	0.00	59.28	11.95	67.82	5.21

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 7 (Tr = 500 años)

t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	31.44	31.44	29.08	29.08	0.04	0.04	2.32	2.32
2	121.98	153.43	29.08	0.00	57.31	57.28	67.03	64.71
3	45.29	198.71	29.08	0.00	91.33	34.02	78.30	11.27
4	24.53	223.24	29.08	0.00	111.01	19.68	83.15	4.85



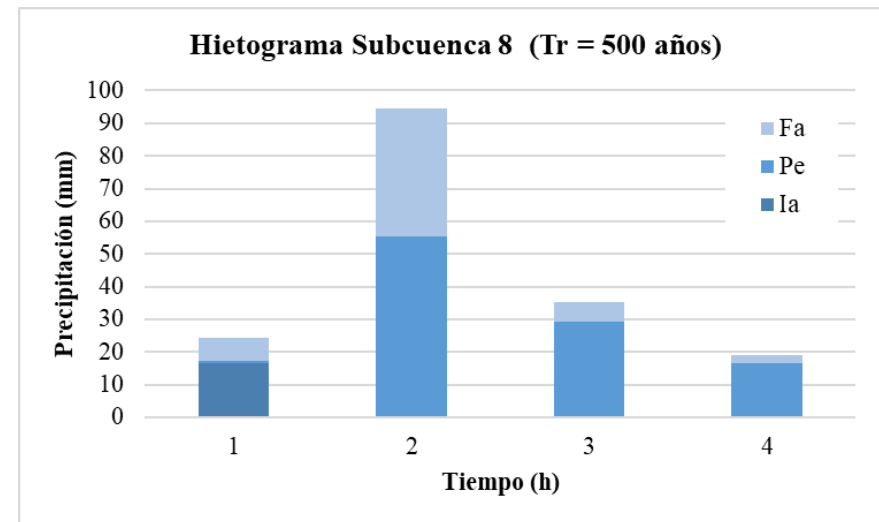
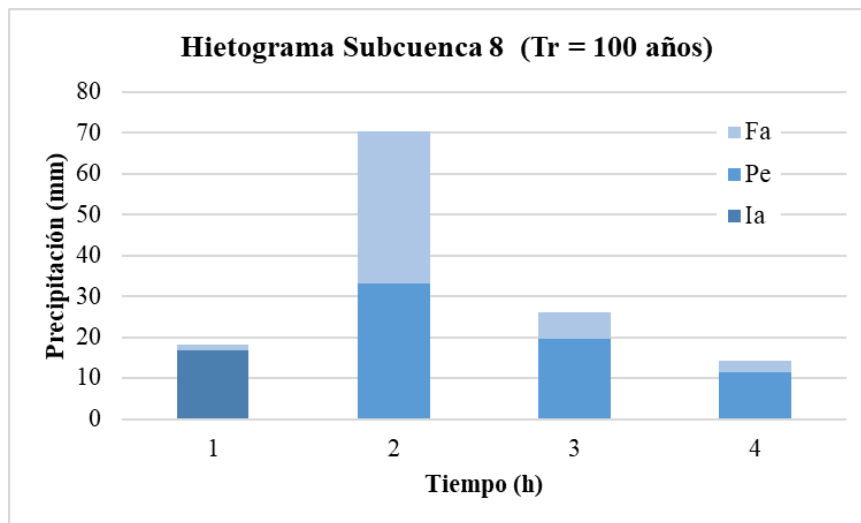
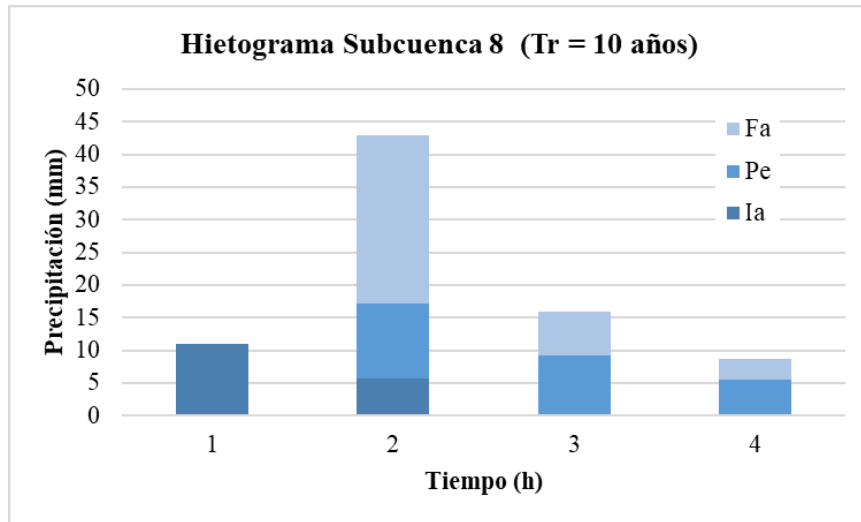
B.4.8. Subcuenca 8

Umbral de escorrentía (P_0) Subcuenca 8						
Usos del Suelo	Pte. (%)	Unidad Litológica	Grupo	P_0 (mm)	Área (m ²)	$P_0 \cdot \text{Área}$ (m ²)
Tejido urbano continuo	2.55	Areniscas silíceas	B	1	14881.18	14881.18
Tejido urbano continuo	2.55	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	1	364637.70	364637.70
Tierras regadas permanentemente (R.)	4.90	Arenas y margas	C	12	896085.32	10753023.82
Pastizales naturales	12.70	Areniscas silíceas	B	23	174504.85	4013611.49
Pastizales naturales	12.70	Arenas y margas	C	14	220557.00	3087798.04
Pastizales naturales	12.70	Arenas y margas	C	14	386269.56	5407773.90
Pastizales naturales	4.90	Areniscas silíceas	B	23	20262.25	466031.73
Pastizales naturales	4.90	Arenas y margas	C	14	260688.36	3649637.06
Vegetación esclerófila	1.70	Areniscas silíceas	B	24	3105986.89	74543685.28
Vegetación esclerófila	1.70	Arcillas y margas (localmente calcarenitas)	D	10	44702.23	447022.30
Vegetación esclerófila	1.70	Arenas y margas	C	14	5758903.60	80624650.46
Vegetación esclerófila	1.70	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	24	676135.69	16227256.55
					$P_{0,med}$	16.74

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 8 (Tr = 10 años)								
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	11.09	11.09	11.09	11.09	0.00	0.00	0.00	0.00
2	43.01	54.10	16.74	5.65	11.53	11.53	25.83	25.83
3	15.97	70.07	16.74	0.00	20.76	9.23	32.58	6.74
4	8.65	78.72	16.74	0.00	26.37	5.61	35.61	3.04

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 8 (Tr = 100 años)								
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	18.12	18.12	16.74	16.74	0.02	0.02	1.36	1.36
2	70.29	88.41	16.74	0.00	33.06	33.04	38.61	37.25
3	26.10	114.51	16.74	0.00	52.68	19.61	45.09	6.48
4	14.13	128.64	16.74	0.00	64.02	11.35	47.88	2.79

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 8 (Tr = 500 años)								
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	24.37	24.37	16.74	16.74	0.64	0.64	6.99	6.99
2	94.52	118.89	16.74	0.00	56.15	55.51	46.00	39.01
3	35.09	153.99	16.74	0.00	85.25	29.11	51.99	5.99
4	19.01	172.99	16.74	0.00	101.75	16.50	54.50	2.51



B.4.9. Subcuenca 9

Umbral de escorrentía (P ₀) Subcuenca 9						
Usos del Suelo	Pte. (%)	Unidad Litológica	Grupo	P ₀ (mm)	Área (m ²)	P ₀ ·Área (m ²)
Sistema agro-forestal	5.42	Areniscas silíceas	B	23	142836.29	3285234.68
Bosques de frondosas	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	31	165434.79	5128478.39
Bosques de frondosas	1.70	Areniscas silíceas	B	47	765223.68	35965512.84
Bosques de frondosas	1.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	31	286276.76	8874579.66
Bosques de frondosas	1.70	Areniscas silíceas	B	47	3035335.68	142660777.10
Bosques de coníferas	12.70	Areniscas silíceas	B	47	62406.58	2933109.46
Bosques de coníferas	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	31	19642.85	608928.34
Bosques de coníferas	12.70	Areniscas silíceas	B	47	285213.49	13405034.12
Bosques de coníferas	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	31	672972.77	20862155.75
Bosque mixto	12.70	Areniscas silíceas	B	47	56085.00	2635994.87
Vegetación esclerófila	12.70	Areniscas silíceas	B	24	499859.91	11996637.84
Vegetación esclerófila	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	14	173926.22	2434967.02
Vegetación esclerófila	12.70	Areniscas silíceas	B	24	18541.88	445005.05
Vegetación esclerófila	2.20	Areniscas silíceas	B	24	97519.05	2340457.24
Vegetación esclerófila	2.20	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	14	82371.02	1153194.33
Vegetación esclerófila	12.70	Areniscas silíceas	B	24	328193.67	7876648.03
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	3774.50	128332.84
Matorral boscoso de transición	6.65	Areniscas silíceas	B	34	123919.60	4213266.53
Matorral boscoso de transición	2.99	Areniscas silíceas	B	34	1074567.11	36535281.90
Matorral boscoso de transición	2.99	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	22	138113.10	3038488.18
Matorral boscoso de transición	1.70	Areniscas silíceas	B	34	412618.18	14029018.22
Matorral boscoso de transición	1.70	Areniscas silíceas	B	34	1459130.12	49610424.07
Matorral boscoso de transición	1.70	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	34	3612.49	122824.78

Usos del Suelo	Pte. (%)	Unidad Litológica	Grupo	P ₀ (mm)	Área (m ²)	P ₀ ·Área (m ²)
Matorral boscoso de transición	1.70	Areniscas silíceas	B	34	388382.25	13204996.44
Matorral boscoso de transición	1.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	22	495663.41	10904595.10
Láminas de agua	1.70	Areniscas silíceas	B	0	819951.86	0.00
Láminas de agua	1.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	0	59212.33	0.00
Láminas de agua	1.70	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	0	379215.40	0.00
					P _{0,med}	32.73

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 9 (Tr = 10 años)

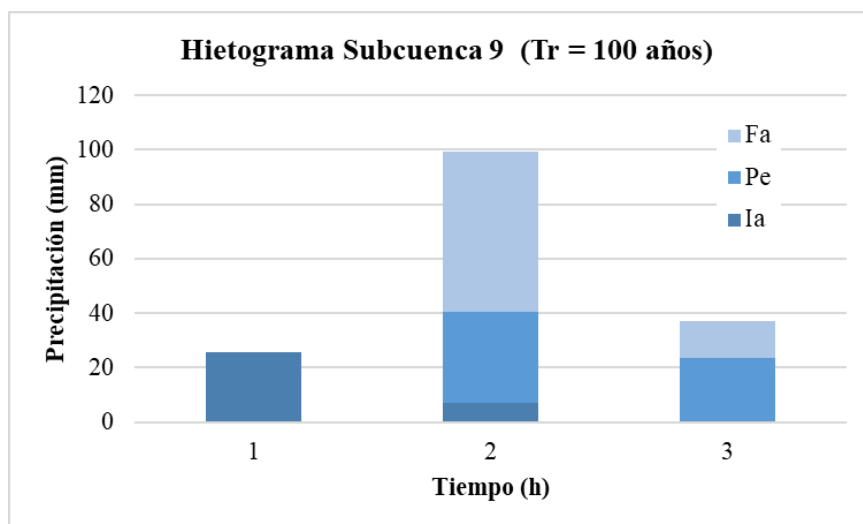
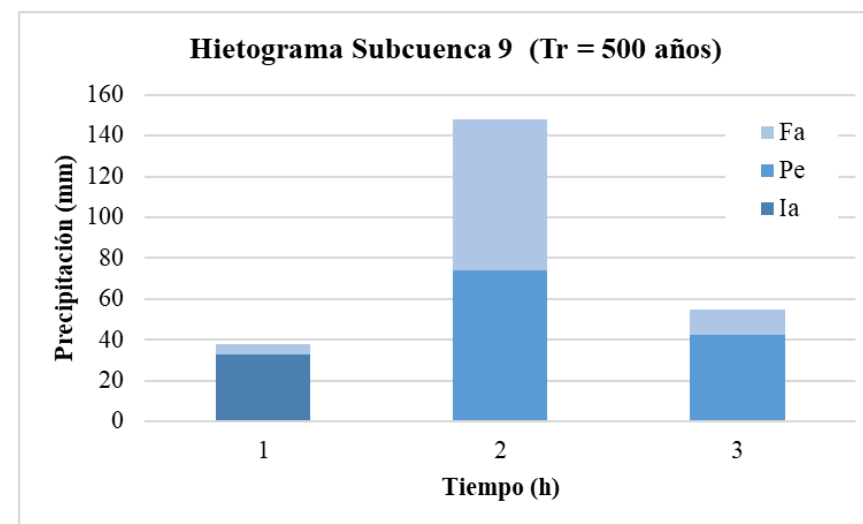
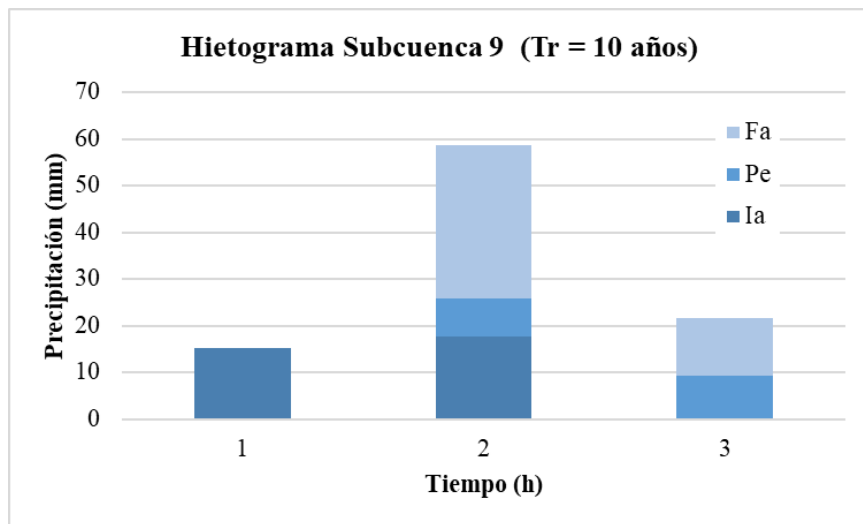
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	14.81	14.81	14.81	14.81	0.00	0.00	0.00	0.00
2	57.44	72.24	37.97	23.16	5.24	5.24	29.03	29.03
3	21.32	93.57	37.97	0.00	12.60	7.35	43.00	13.97

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 9 (Tr = 100 años)

t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	25.15	25.15	25.15	25.15	0.00	0.00	0.00	0.00
2	97.58	122.73	37.97	12.81	26.17	26.17	58.60	58.60
3	36.23	158.96	37.97	0.00	47.10	20.93	73.90	15.30

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 9 (Tr = 500 años)

t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	37.34	37.34	37.34	37.34	0.00	0.00	0.00	0.00
2	144.85	182.18	37.97	0.63	62.26	62.26	81.96	81.96
3	53.78	235.96	37.97	0.00	101.08	38.82	96.91	14.96



B.4.10. Subcuenca 10

Umbral de escorrentía (P ₀) Subcuenca 10						
Usos del Suelo	Pte. (%)	Unidad Litológica	Grupo	P ₀ (mm)	Área (m ²)	P ₀ ·Área (m ²)
Sistema agro-forestal	1.81	Areniscas silíceas	B	15	553455.82	8301837.32
Bosques de frondosas	12.70	Areniscas silíceas	B	47	294130.23	13824120.63
Bosques de frondosas	1.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	31	962957.38	29851678.67
Bosques de frondosas	1.70	Areniscas silíceas	B	47	32932261.34	1547816282.95
Bosques de frondosas	1.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	31	515988.47	15995642.63
Bosque mixto	12.70	Areniscas silíceas	B	47	254547.70	11963741.79
Pastizales naturales	12.70	Areniscas silíceas	B	23	17456.68	401503.61
Pastizales naturales	12.70	Areniscas silíceas	B	23	106492.55	2449328.55
Vegetación esclerófila	3.31	Areniscas silíceas	B	24	2150.09	51602.07
Vegetación esclerófila	12.70	Areniscas silíceas	B	24	853379.84	20481116.27
Vegetación esclerófila	12.70	Areniscas silíceas	B	24	147961.44	3551074.50
Vegetación esclerófila	12.70	Areniscas silíceas	B	24	268166.76	6436002.21
Vegetación esclerófila	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	14	47411.25	663757.43
Vegetación esclerófila	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	14	371673.90	5203434.61
Vegetación esclerófila	12.70	Areniscas silíceas	B	24	1139437.30	27346495.13
Vegetación esclerófila	12.70	Areniscas silíceas	B	24	345021.09	8280506.18
Vegetación esclerófila	12.70	Areniscas silíceas	B	24	119433.99	2866415.68
Matorral boscoso de transición	1.70	Areniscas silíceas	B	34	542006.55	18428222.67
Matorral boscoso de transición	1.70	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	34	16222.62	551569.23
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	2209638.74	75127717.26
Matorral boscoso de transición	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	22	102630.29	2257866.42
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	566804.72	19271360.64
Matorral boscoso de transición	1.70	Areniscas silíceas	B	34	6556837.10	222932461.51

Usos del Suelo	Pte. (%)	Unidad Litológica	Grupo	P ₀ (mm)	Área (m ²)	P ₀ ·Área (m ²)
Matorral boscoso de transición	1.70	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	34	28079.41	954700.00
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	199152.01	6771168.25
Matorral boscoso de transición	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	22	244673.98	5382827.49
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	2750416.64	93514165.66
Matorral boscoso de transición	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	22	338328.78	7443233.14
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	424094.55	14419214.70
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	41362.21	1406315.26
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	1153622.44	39223162.92
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	1620726.30	55104694.11
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	652483.54	22184440.25
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	303549.44	10320680.98
Matorral boscoso de transición	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	34	15616.40	530957.52
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	2577044.35	87619507.91
Láminas de agua	1.70	Areniscas silíceas	B	0	2239185.709	0
Láminas de agua	1.70	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	0	271469.0691	0
					P _{0,med}	38.66

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 10 (Tr = 10 años)

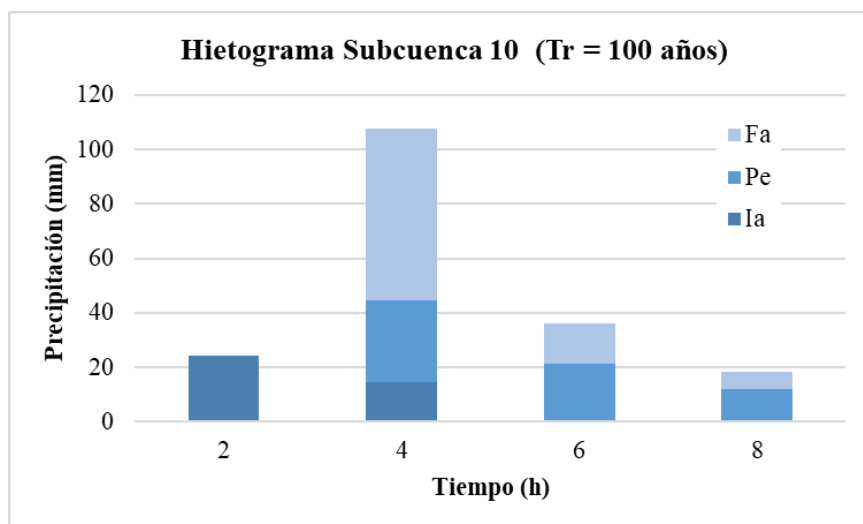
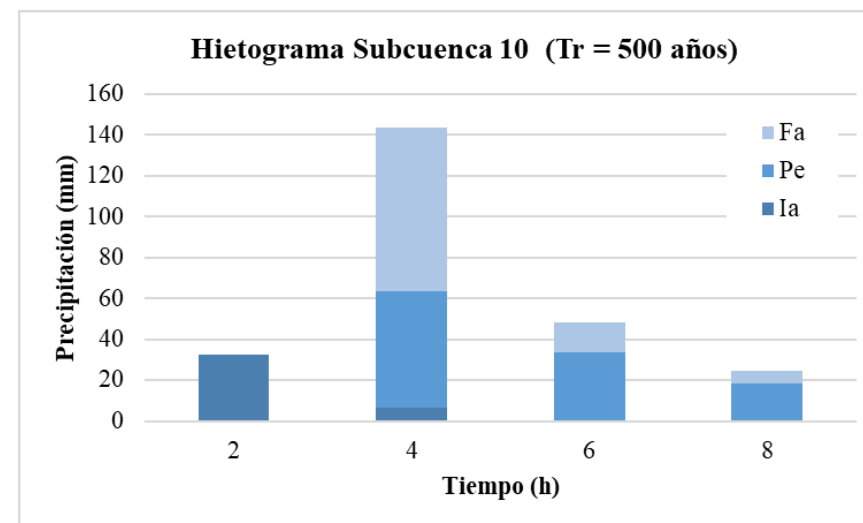
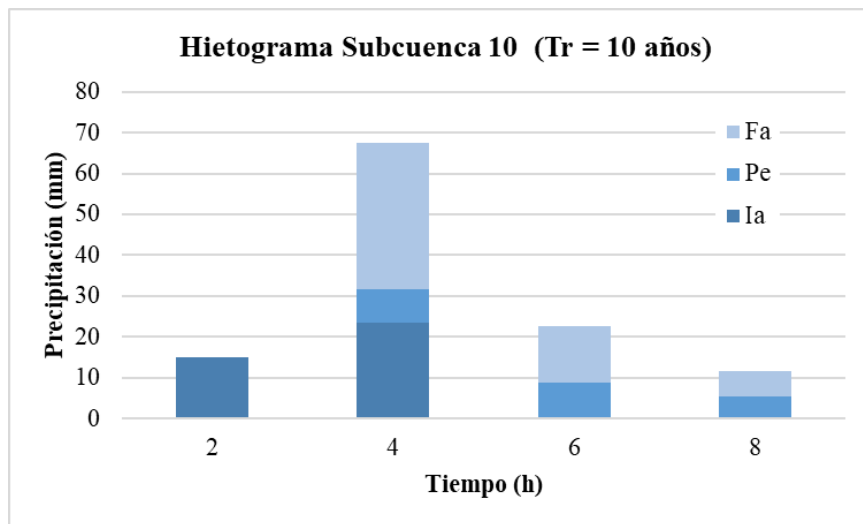
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
2	15.16	15.16	15.16	15.16	0.00	0.00	0.00	0.00
4	67.52	82.68	38.66	23.50	8.16	8.16	35.85	35.85
6	22.59	105.27	38.66	0.00	17.07	8.91	49.54	13.69
8	11.55	116.82	38.66	0.00	22.50	5.43	55.66	6.12

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 10 (Tr = 100 años)

t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
2	24.18	24.18	24.18	24.18	0.00	0.00	0.00	0.00
4	107.67	131.85	38.66	14.48	30.31	30.31	62.88	62.88
6	36.03	167.88	38.66	0.00	51.77	21.46	77.45	14.57
8	18.42	186.30	38.66	0.00	63.93	12.16	83.71	6.26

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 10 (Tr = 500 años)

t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
2	32.27	32.27	32.27	32.27	0.00	0.00	0.00	0.00
4	143.67	175.94	38.66	6.40	57.00	57.00	80.27	80.27
6	48.08	224.02	38.66	0.00	90.73	33.72	94.63	14.35
8	24.58	248.59	38.66	0.00	109.29	18.56	100.64	6.02



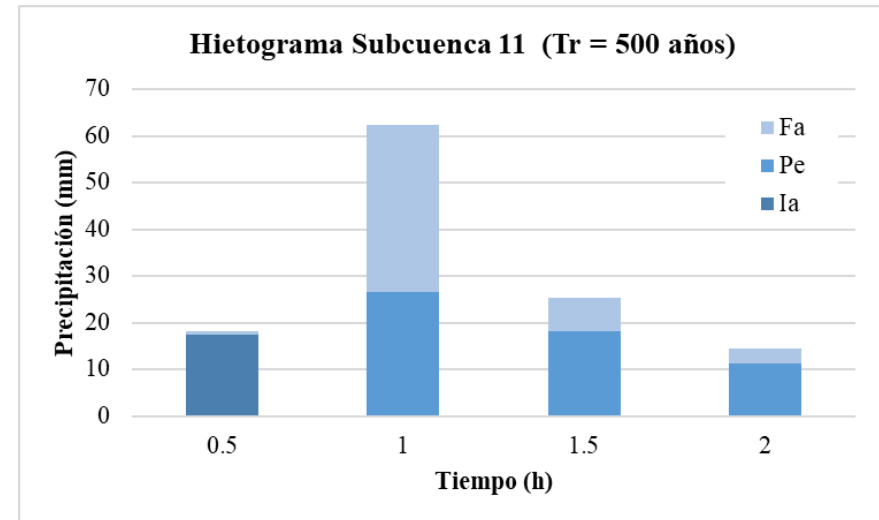
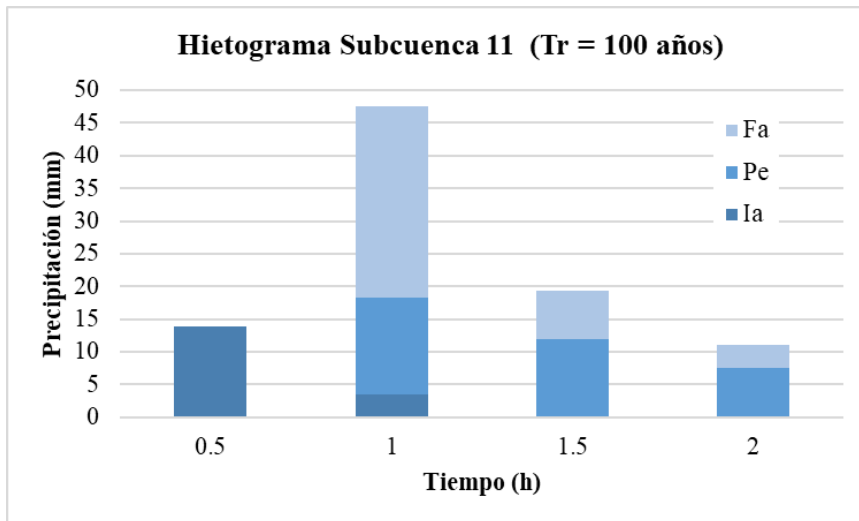
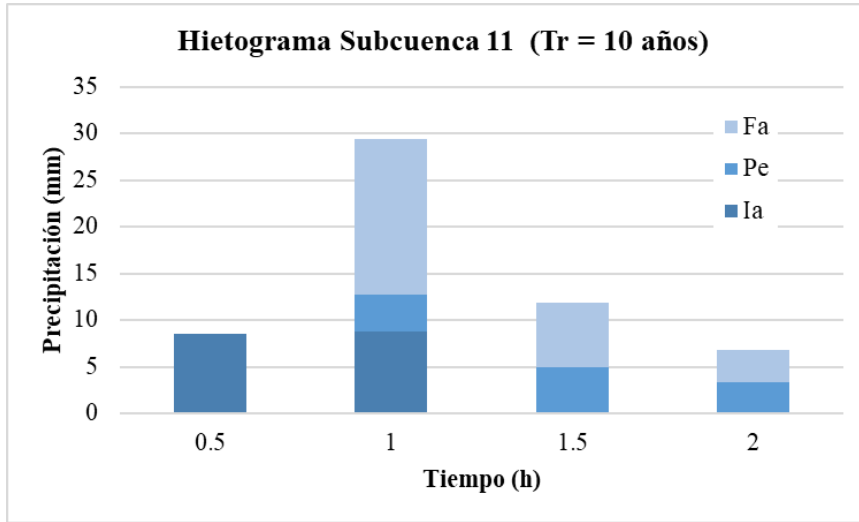
B.4.11. Subcuenca 11

Umbral de escorrentía (P_0) Subcuenca 11						
Usos del Suelo	Pte. (%)	Unidad Litológica	Grupo	P_0 (mm)	Área (m ²)	$P_0 \cdot \text{Área}$ (m ²)
Tejido urbano continuo	2.55	Areniscas silíceas	B	1	467.15	467.15
Tejido urbano continuo	2.55	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	1	244505.50	244505.50
Tejido urbano continuo	2.55	Arenas y margas	C	1	28198.72	28198.72
Zonas industriales y comerciales	2.55	Areniscas silíceas	B	4	106920.55	427682.21
Zonas industriales y comerciales	2.55	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	4	69685.30	278741.21
Zonas industriales y comerciales	3.05	Arenas y margas	C	3	2917.22	8751.67
Zonas industriales y comerciales	3.05	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	4	441032.67	1764130.68
Zonas en construcción	2.69	Areniscas, margas y lutitas	C	8	32163.72	257309.73
Zonas en construcción	2.69	Arenas y margas	C	8	17106.84	136854.69
Tierras de labor en secano (N)	4.90	Arenas y margas	C	12	393513.01	4722156.12
Tierras de labor en secano (N)	4.90	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	19	229.00	4351.07
Vegetación esclerófila	1.70	Areniscas silíceas	B	24	968380.01	23241120.35
Vegetación esclerófila	1.70	Areniscas, margas y lutitas	C	14	245100.13	3431401.76
Vegetación esclerófila	1.70	Arenas y margas	C	14	2034726.06	28486164.80
Vegetación esclerófila	1.70	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	24	2494898.42	59877562.08
Estuarios	1.70	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	0	6660.11	0.00
					$P_{0,med}$	17.34

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 11 (Tr = 10 años)								
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
0.5	8.53	8.53	8.53	8.53	0.00	0.00	0.00	0.00
1	29.35	37.88	17.34	8.81	3.93	3.93	16.61	16.61
1.5	11.93	49.81	17.34	0.00	8.84	4.91	23.62	7.02
2	6.79	56.61	17.34	0.00	12.24	3.39	27.03	3.40

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 11 (Tr = 100 años)								
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
0.5	13.82	13.82	13.82	13.82	0.00	0.00	0.00	0.00
1	47.55	61.37	17.34	3.52	14.82	14.82	29.20	29.20
1.5	19.32	80.69	17.34	0.00	26.74	11.92	36.61	7.41
2	11.01	91.70	17.34	0.00	34.32	7.58	40.03	3.42

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 11 (Tr = 500 años)								
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
0.5	18.14	18.14	17.34	17.34	0.01	0.01	0.79	0.79
1	62.41	80.55	17.34	0.00	26.65	26.64	36.56	35.77
1.5	25.36	105.91	17.34	0.00	44.75	18.10	43.82	7.26
2	14.45	120.36	17.34	0.00	55.93	11.18	47.08	3.27



B.4.12. Subcuenca 12

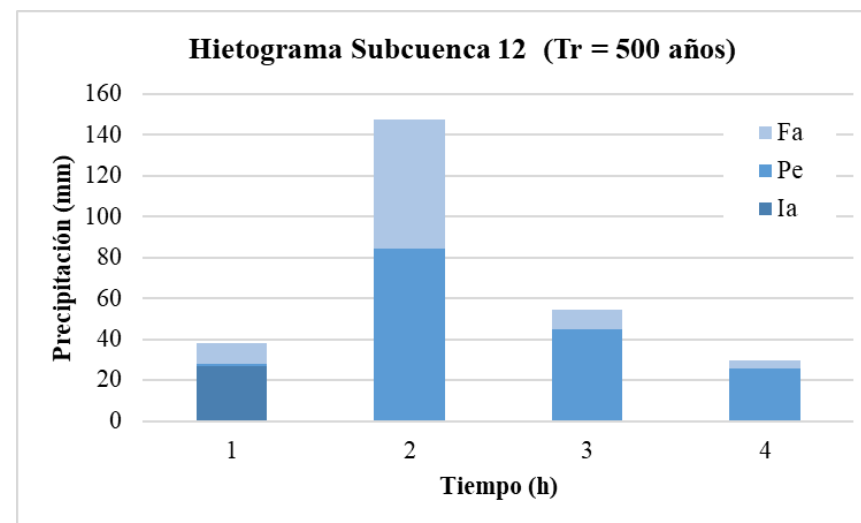
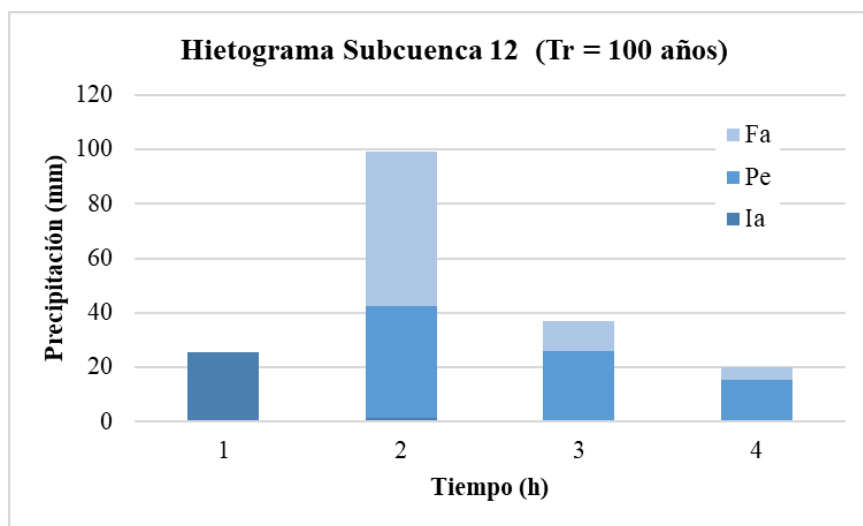
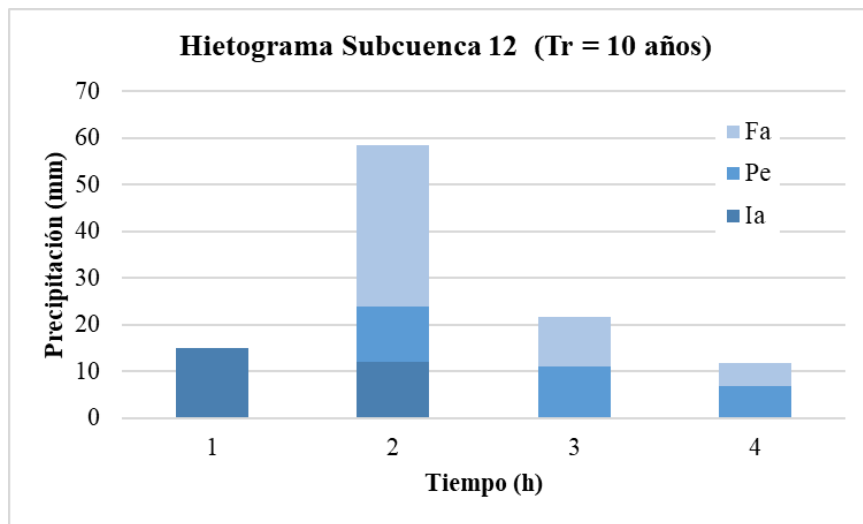
Umbral de escorrentía (P ₀) Subcuenca 12						
Usos del Suelo	Pte. (%)	Unidad Litológica	Grupo	P ₀ (mm)	Área (m ²)	P ₀ ·Área (m ²)
Cultivos anuales con cultivos permanentes	4.90	Areniscas silíceas	B	20	27552.05	551041.02
Cultivos anuales con cultivos permanentes	4.90	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	20	67845.39	1356907.71
Terrenos principalmente agrícolas	4.90	Arenas y margas	C	9	5159.99	46439.93
Terrenos principalmente agrícolas	4.90	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	15	685194.02	10277910.27
Sistema agro-forestal	4.90	Arenas y margas	C	14	767559.31	10745830.27
Sistema agro-forestal	4.90	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	23	13099.20	301281.53
Bosques de frondosas	4.99	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	47	38686.91	1818284.71
Bosques de frondosas	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	31	44663.32	1384562.82
Bosques de frondosas	5.18	Arenas y margas	C	31	64105.65	1987275.15
Bosques de frondosas	5.18	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	47	11348.60	533384.22
Bosques de frondosas	5.76	Arenas y margas	C	31	623715.36	19335176.25
Bosques de frondosas	5.76	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	47	514605.68	24186466.81
Bosques de frondosas	1.70	Areniscas silíceas	B	47	345691.29	16247490.71
Bosques de frondosas	4.90	Arenas y margas	C	31	299694.86	9290540.75
Bosques de frondosas	4.90	Areniscas silíceas	B	47	21468.75	1009031.24
Bosques de frondosas	4.90	Arenas y margas	C	31	1053097.37	32646018.45
Pastizales naturales	5.43	Arenas y margas	C	14	88717.84	1242049.74
Pastizales naturales	12.70	Areniscas silíceas	B	23	17326.36	398506.25
Pastizales naturales	12.70	Arenas y margas	C	14	217.55	3045.66
Pastizales naturales	12.70	Areniscas silíceas	B	23	126540.23	2910425.33
Vegetación esclerófila	12.70	Areniscas silíceas	B	24	354697.23	8512733.49
Vegetación esclerófila	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	14	23461.35	328458.85
Vegetación esclerófila	12.70	Areniscas silíceas	B	24	255383.19	6129196.68

Usos del Suelo	Pte. (%)	Unidad Litológica	Grupo	P ₀ (mm)	Área (m ²)	P ₀ ·Área (m ²)
Vegetación esclerófila	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	14	478224.51	6695143.17
Vegetación esclerófila	12.70	Areniscas silíceas	B	24	983.89	23613.26
Vegetación esclerófila	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	14	17949.30	251290.22
Vegetación esclerófila	12.70	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	24	320397.03	7689528.65
Vegetación esclerófila	12.70	Areniscas silíceas	B	24	305669.84	7336076.11
Vegetación esclerófila	2.20	Areniscas silíceas	B	24	74881.33	1797151.85
Vegetación esclerófila	2.20	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	24	22326.41	535833.87
Vegetación esclerófila	3.31	Areniscas silíceas	B	24	27782.59	666782.23
Vegetación esclerófila	3.31	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	24	251741.22	6041789.24
Vegetación esclerófila	12.70	Arenas y margas	C	14	239046.03	3346644.40
Vegetación esclerófila	12.70	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	24	11854.24	284501.71
Matorral boscoso de transición	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	22	75803.02	1667666.40
Matorral boscoso de transición	1.70	Areniscas silíceas	B	34	1669403.51	56759719.39
Matorral boscoso de transición	1.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	22	766181.48	16855992.48
Matorral boscoso de transición	1.70	Arenas y margas	C	22	1512956.14	33285035.13
Matorral boscoso de transición	1.70	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	34	1657691.23	56361501.76
Láminas de agua	1.70	Areniscas silíceas	B	0	7724.78	0.00
Láminas de agua	1.70	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	0	94392.24	0.00
					P _{0,med}	27.02

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 12 (Tr = 10 años)								
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	15.06	15.06	15.06	15.06	0.00	0.00	0.00	0.00
2	58.44	73.50	27.02	11.95	11.90	11.90	34.58	34.58
3	21.70	95.20	27.02	0.00	22.87	10.97	45.31	10.73
4	11.75	106.95	27.02	0.00	29.71	6.84	50.22	4.91

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 12 (Tr = 100 años)								
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	25.60	25.60	25.60	25.60	0.00	0.00	0.00	0.00
2	99.29	124.89	27.02	1.42	41.12	41.12	56.76	56.76
3	36.87	161.76	27.02	0.00	67.28	26.16	67.46	10.70
4	19.97	181.72	27.02	0.00	82.59	15.31	72.12	4.66

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 12 (Tr = 500 años)								
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	38.01	38.01	27.02	27.02	0.83	0.83	10.16	10.16
2	147.45	185.45	27.02	0.00	85.52	84.69	72.92	62.76
3	54.74	240.20	27.02	0.00	130.49	44.97	82.69	9.77
4	29.65	269.85	27.02	0.00	156.02	25.54	86.80	4.11



B.4.13. Subcuenca 13

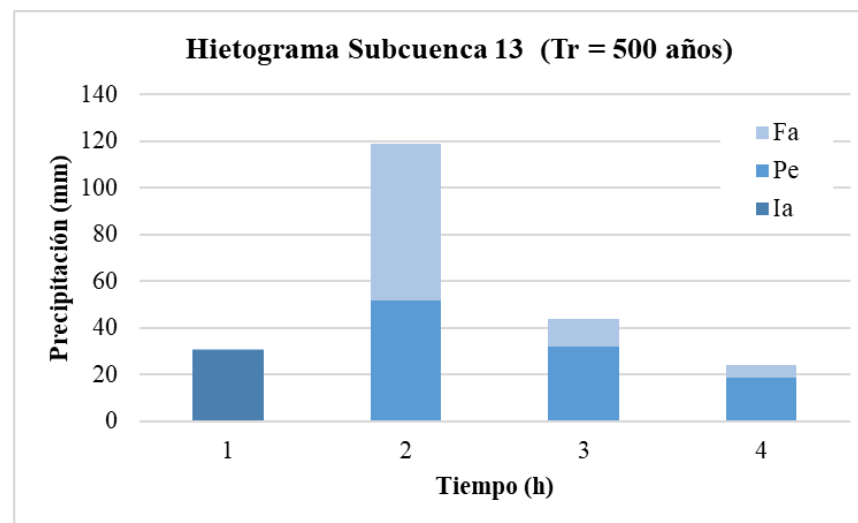
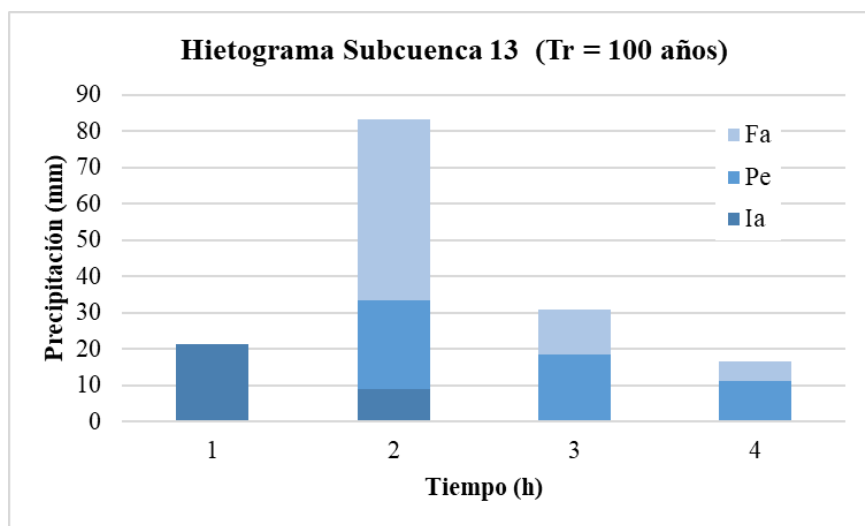
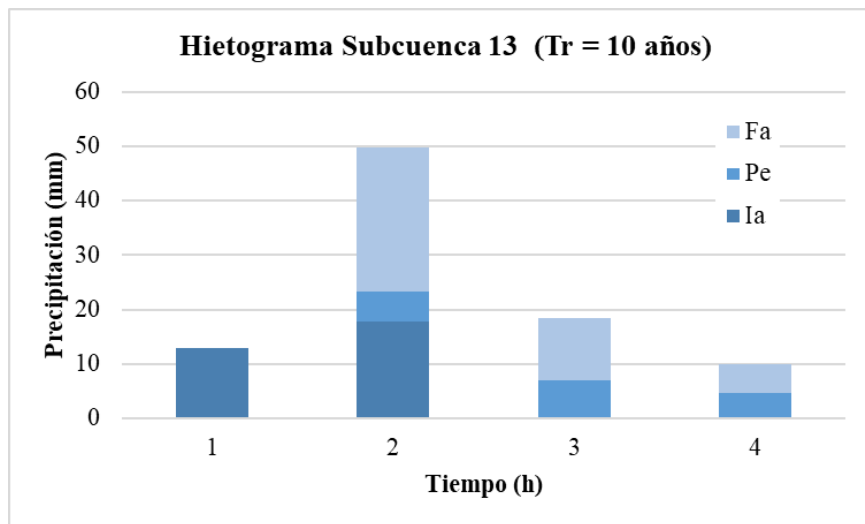
Umbral de escorrentía (P ₀) Subcuenca 13						
Usos del Suelo	Pte. (%)	Unidad Litológica	Grupo	P ₀ (mm)	Área (m ²)	P ₀ ·Área (m ²)
Tierras regadas permanentemente (R.)	4.90	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	20	16132.92	322658.44
Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes	4.90	Areniscas silíceas	B	20	156814.78	3136295.65
Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes	4.90	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	20	445161.32	8903226.48
Mosaicos de cultivos (<3)	2.83	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	15	139483.75	2092256.26
Mosaicos de cultivos (<3)	2.83	Areniscas, margas y lutitas	C	15	289809.60	4347143.98
Mosaicos de cultivos (<3)	2.83	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	29	1110626.04	32208155.26
Terrenos principalmente agrícolas	4.90	Arenas y margas	C	9	14347.51	129127.60
Terrenos principalmente agrícolas	4.90	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	15	18930.47	283957.10
Sistema agro-forestal	4.90	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	14	294141.16	4117976.18
Sistema agro-forestal	4.90	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	23	140098.56	3222266.78
Bosques de frondosas	5.46	Areniscas, margas y lutitas	C	31	5143.14	159437.26
Bosques de frondosas	5.46	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	47	318723.80	14980018.47
Bosques de frondosas	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	31	16649.68	516140.23
Bosques de frondosas	4.99	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	47	261458.40	12288544.90
Bosques de frondosas	12.70	Areniscas silíceas	B	47	3975626.23	186854432.90
Bosques de frondosas	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	31	732910.62	22720229.33
Bosques de frondosas	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	31	163059.57	5054846.78
Bosques de frondosas	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	31	1252.93	38840.94
Bosques de frondosas	12.70	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	47	84999.93	3994996.71
Bosques de frondosas	2.55	Arenas y margas	C	31	19987.67	619617.89
Bosques de frondosas	2.55	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	47	0.32	15.14
Bosques de coníferas	12.70	Areniscas silíceas	B	47	90566.41	4256621.47

Usos del Suelo	Pte. (%)	Unidad Litológica	Grupo	P ₀ (mm)	Área (m ²)	P ₀ ·Área (m ²)
Bosques de coníferas	12.70	Areniscas silíceas	B	47	754930.20	35481719.44
Bosques de coníferas	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	31	8343.50	258648.62
Vegetación esclerófila	3.30	Areniscas, margas y lutitas	C	14	8186.84	114615.70
Vegetación esclerófila	4.90	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	14	538036.64	7532512.98
Vegetación esclerófila	4.90	Areniscas, margas y lutitas	C	14	1274735.05	17846290.70
Vegetación esclerófila	4.90	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	24	49620.58	1190893.93
Vegetación esclerófila	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	14	93964.01	1315496.15
Vegetación esclerófila	1.70	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	24	302.90	7269.68
Vegetación esclerófila	12.70	Areniscas silíceas	B	24	491299.12	11791178.77
Vegetación esclerófila	12.70	Areniscas silíceas	B	24	969595.22	23270285.30
Vegetación esclerófila	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	14	12351.92	172926.88
Vegetación esclerófila	12.70	Areniscas silíceas	B	24	401057.73	9625385.47
Vegetación esclerófila	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	14	73933.98	1035075.73
Vegetación esclerófila	12.70	Areniscas silíceas	B	24	152446.48	3658715.60
Vegetación esclerófila	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	14	103309.61	1446334.49
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	273269.93	9291177.63
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas silíceas	B	34	63373.76	2154707.86
Matorral boscoso de transición	12.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	22	173443.33	3815753.23
Matorral boscoso de transición	1.70	Areniscas silíceas	B	34	1246897.14	42394502.61
Matorral boscoso de transición	1.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	22	9769.72	214933.85
Matorral boscoso de transición	1.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	22	2998867.02	65975074.49
Matorral boscoso de transición	1.70	Areniscas, margas y lutitas	C	22	185892.92	4089644.25
Matorral boscoso de transición	1.70	Margas, areniscas y lutitas o silexitas	C	22	104630.73	2301876.08
Matorral boscoso de transición	1.70	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	34	1037066.83	35260272.16
					P _{0,med}	30.56

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 13 (Tr = 10 años)								
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	12.85	12.85	12.85	12.85	0.00	0.00	0.00	0.00
2	49.85	62.70	30.56	17.71	5.58	5.58	26.55	26.55
3	18.51	81.21	30.56	0.00	12.61	7.02	38.04	11.49
4	10.02	91.23	30.56	0.00	17.24	4.63	43.43	5.39

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 13 (Tr = 100 años)								
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	21.47	21.4694728	21.47	21.47	0.00	0.00	0.00	0.00
2	83.28	104.754048	30.56	9.09	24.25	24.25	49.94	49.94
3	30.92	135.67564	30.56	0.00	42.84	18.59	62.28	12.33
4	16.75	152.423002	30.56	0.00	54.07	11.23	67.80	5.52

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 13 (Tr = 500 años)								
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	30.59	30.59	30.56	30.56	0.00001	0.00001	0.03	0.03
2	118.68	149.27	30.56	0.00	51.90	51.90	66.81	66.78
3	44.06	193.34	30.56	0.00	83.96	32.06	78.82	12.01
4	23.86	217.20	30.56	0.00	102.62	18.66	84.02	5.20



B.4.14. Subcuenca 14

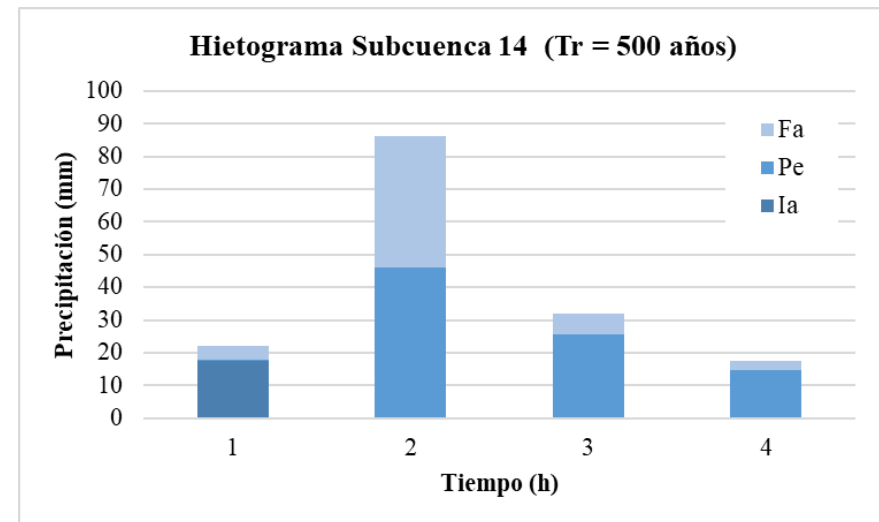
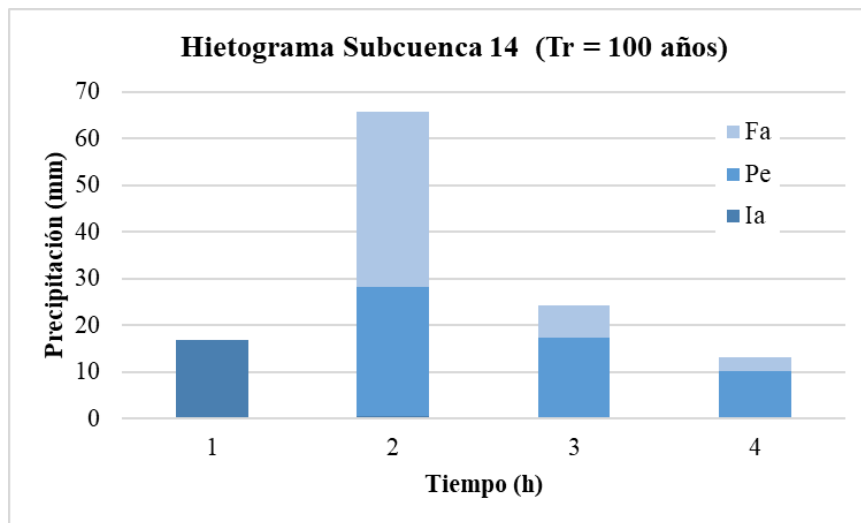
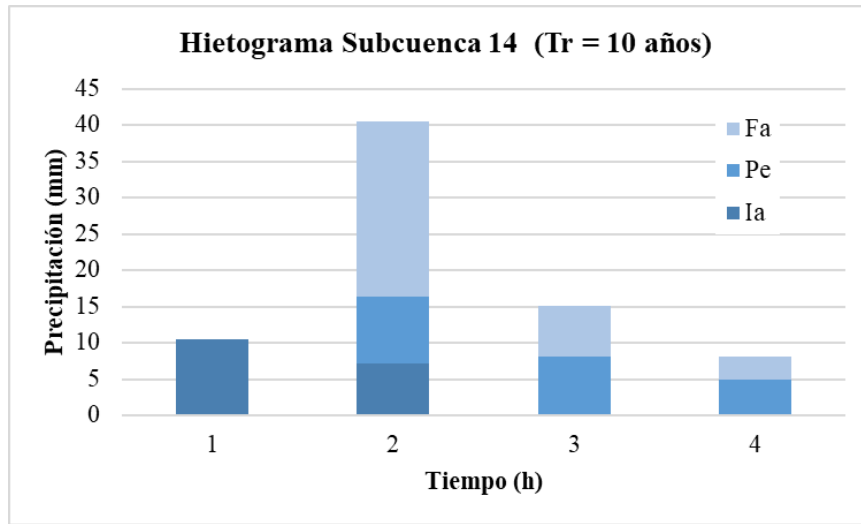
Umbral de escorrentía (P0) Subcuenca 14						
Usos del Suelo	Pte. (%)	Unidad Litológica	Grupo	P ₀ (mm)	Área (m ²)	P ₀ ·Área (m ²)
Tejido urbano continuo	2.55	Areniscas, margas y lutitas	C	1	22063.49	22063.49
Tejido urbano continuo	2.55	Arenas y margas	C	1	50741.94	50741.94
Tejido urbano continuo	2.55	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	1	848837.31	848837.31
Tejido urbano discontinuo	1.86	Arenas y margas	C	8	34729.32	277834.59
Tejido urbano discontinuo	1.86	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	14	334460.48	4682446.68
Zonas en construcción	2.55	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	14	1926.84	26975.76
Zonas en construcción	2.69	Areniscas, margas y lutitas	C	8	11834.62	94676.94
Zonas en construcción	2.69	Arenas y margas	C	8	186558.49	1492467.91
Zonas en construcción	2.69	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	14	4581.97	64147.58
Tierras de labor en secano (N)	3.02	Arenas y margas	C	12	703111.09	8437333.14
Tierras de labor en secano (N)	3.02	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	19	236771.43	4498657.21
Tierras regadas permanentemente (R.)	4.90	Arenas y margas	C	12	81.00	972.05
Cítricos	2.76	Arenas y margas	C	22	250186.17	5504095.64
Cítricos	2.76	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	42	359723.88	15108402.99
Cítricos	4.90	Arenas y margas	C	19	258095.96	4903823.30
Mosaicos de cultivos (<3)	2.83	Arenas y margas	C	15	325388.36	4880825.38
Mosaicos de cultivos (<3)	2.83	Areniscas, margas y lutitas	C	15	10622.76	159341.33
Mosaicos de cultivos (<3)	2.83	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	29	572320.51	16597294.90
Bosques de frondosas	5.59	Arenas y margas	C	31	365556.06	11332237.71
Bosques de frondosas	2.55	Arenas y margas	C	31	34580.57	1071997.76
Bosques de coníferas	2.55	Arenas y margas	C	31	386220.76	11972843.41
Bosques de coníferas	2.55	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	47	1802.09	84698.06
Pastizales naturales	12.70	Arenas y margas	C	14	3332.69	46657.61

Usos del Suelo	Pte. (%)	Unidad Litológica	Grupo	P ₀ (mm)	Área (m ²)	P ₀ ·Área (m ²)
Pastizales naturales	6.44	Areniscas, margas y lutitas	C	14	364992.79	5109899.08
Pastizales naturales	6.44	Arenas y margas	C	14	170269.81	2383777.40
Vegetación esclerófila	3.30	Arenas y margas	C	14	1310819.73	18351476.20
Vegetación esclerófila	3.30	Areniscas, margas y lutitas	C	14	1168730.48	16362226.67
Vegetación esclerófila	3.30	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	24	1727.50	41459.98
Vegetación esclerófila	4.90	Areniscas, margas y lutitas	C	14	90660.30	1269244.19
Vegetación esclerófila	1.70	Areniscas, margas y lutitas	C	14	1186797.86	16615170.07
Vegetación esclerófila	1.70	Arenas y margas	C	14	342675.70	4797459.73
Vegetación esclerófila	1.70	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	24	971952.54	23326860.98
Matorral boscoso de transición	3.25	Arenas y margas	C	22	193469.80	4256335.50
Matorral boscoso de transición	12.70	Arenas y margas	C	22	1.62	35.66
Matorral boscoso de transición	12.70	Areniscas, margas y lutitas	C	22	13.34	293.52
Matorral boscoso de transición	4.98	Areniscas, margas y lutitas	C	22	246400.16	5420803.55
Matorral boscoso de transición	4.98	Arenas y margas	C	22	673827.44	14824203.62
Matorral boscoso de transición	4.98	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	34	109960.72	3738664.55
Matorral boscoso de transición	5.45	Areniscas, margas y lutitas	C	22	27521.57	605474.55
Matorral boscoso de transición	5.45	Arenas y margas	C	22	175556.79	3862249.28
Matorral boscoso de transición	1.70	Areniscas, margas y lutitas	C	22	310789.88	6837377.38
Estuarios	1.70	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	0	155929.19	0.00
					P _{0,med}	17.59

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 14 (Tr = 10 años)								
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	10.46	10.46	10.46	10.46	0.00	0.00	0.00	0.00
2	40.56	51.02	17.59	7.13	9.21	9.21	24.22	24.22
3	15.06	66.08	17.59	0.00	17.23	8.03	31.26	7.03
4	8.16	74.23	17.59	0.00	22.19	4.96	34.45	3.20

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 14 (Tr = 100 años)								
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	16.94	16.94	16.94	16.94	0.00	0.00	0.00	0.00
2	65.71	82.64	17.59	0.65	27.66	27.66	37.39	37.39
3	24.39	107.04	17.59	0.00	45.10	17.44	44.35	6.95
4	13.21	120.25	17.59	0.00	55.29	10.19	47.37	3.02

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 14 (Tr = 500 años)								
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
1	22.23	22.23	17.59	17.59	0.23	0.23	4.41	4.41
2	86.24	108.47	17.59	0.00	46.19	45.96	44.70	40.29
3	32.02	140.49	17.59	0.00	71.64	25.45	51.26	6.57
4	17.34	157.83	17.59	0.00	86.19	14.55	54.05	2.79



B.4.15. Subcuenca 15

Umbral de escorrentía (P0) Subcuenca 15						
Usos del Suelo	Pte. (%)	Unidad Litológica	Grupo	P ₀ (mm)	Área (m ²)	P ₀ ·Área (m ²)
Tejido urbano discontinuo	1.86	Arenas y margas	C	8	220909.38	1767275.05
Tejido urbano discontinuo	1.86	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	14	370083.49	5181168.92
Zonas industriales y comerciales	1.87	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	4	486060.89	1944243.56
Zonas industriales y comerciales	2.55	Areniscas silíceas	B	4	84143.72	336574.89
Zonas industriales y comerciales	2.55	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	4	133574.37	534297.49
Zonas en construcción	2.55	Arenas y margas	C	8	65683.88	525471.02
Zonas en construcción	2.55	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	14	615910.99	8622753.92
Zonas en construcción	2.55	Arenas y margas	C	8	301951.66	2415613.31
Zonas en construcción	2.55	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	14	62015.27	868213.83
Bosques de coníferas	2.55	Arenas y margas	C	31	139665.78	4329639.10
Bosques de coníferas	2.55	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	47	789.81	37121.26
Pastizales naturales	12.70	Arenas y margas	C	14	4738.06	66332.90
Vegetación esclerófila	3.30	Arenas y margas	C	14	823500.94	11529013.14
Vegetación esclerófila	3.30	Areniscas, margas y lutitas	C	14	68345.48	956836.68
Vegetación esclerófila	1.70	Areniscas silíceas	B	24	72687.29	1744494.91
Vegetación esclerófila	1.70	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	24	249194.68	5980672.34
Matorral boscoso de transición	3.25	Arenas y margas	C	22	245913.52	5410097.47
Matorral boscoso de transición	3.25	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	34	147.71	5022.14
Estuarios	1.70	Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos	B	0	158375.55	0.00
					P _{0,med}	12.73

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 15 (Tr = 10 años)

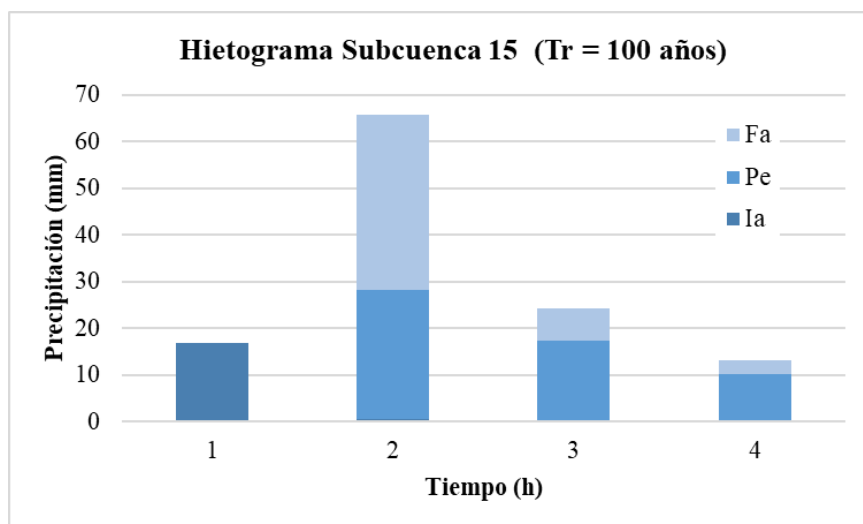
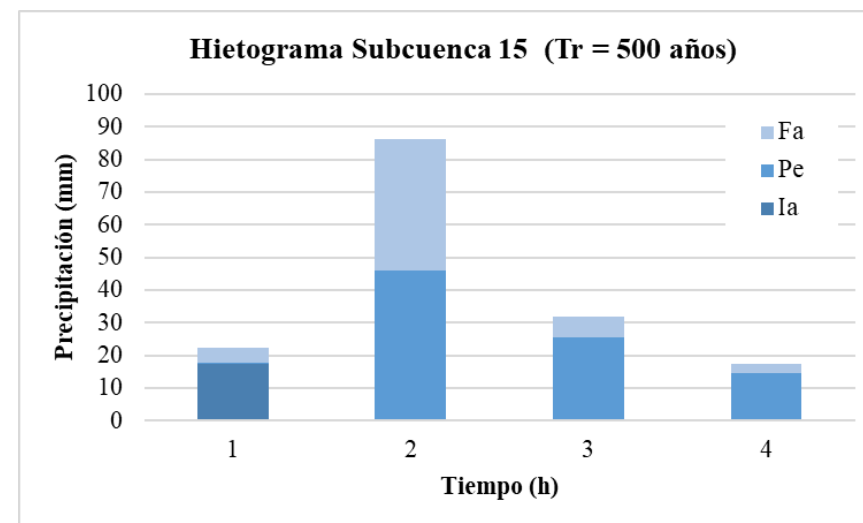
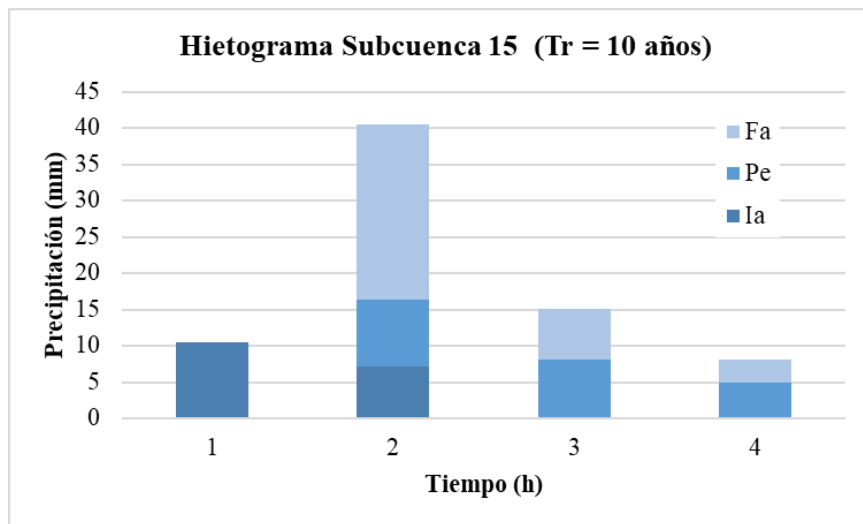
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
0.5	8.68	8.68	8.68	8.68	0.00	0.00	0.00	0.00
1	29.84	38.52	12.73	4.06	7.43	7.43	18.35	18.35
1.5	12.13	50.65	12.73	0.00	14.15	6.72	23.76	5.41
2	6.91	57.56	12.73	0.00	18.52	4.37	26.30	2.54

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 15 (Tr = 100 años)

t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
0.5	14.05	14.05	12.73	12.73	0.03	0.03	1.29	1.29
1	48.35	62.40	12.73	0.00	21.76	21.74	27.90	26.61
1.5	19.65	82.05	12.73	0.00	36.13	14.36	33.19	5.28
2	11.19	93.24	12.73	0.00	44.95	8.82	35.55	2.37

Método del SCS para Abstracciones Subcuenca 15 (Tr = 500 años)

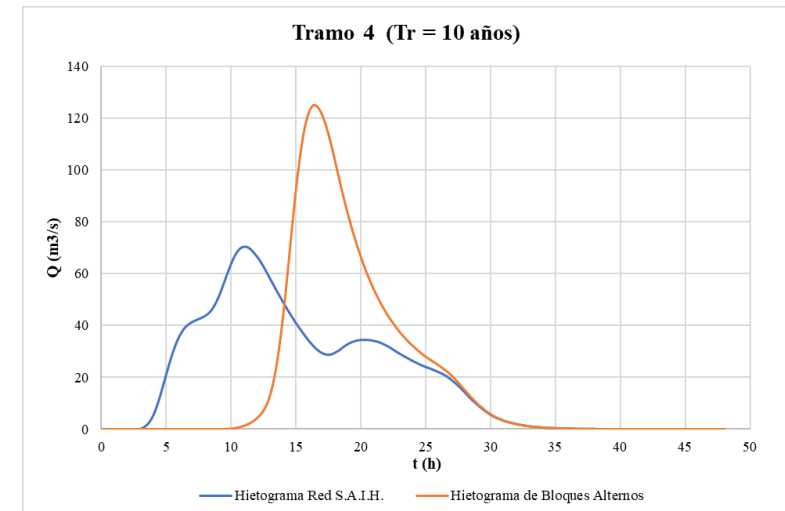
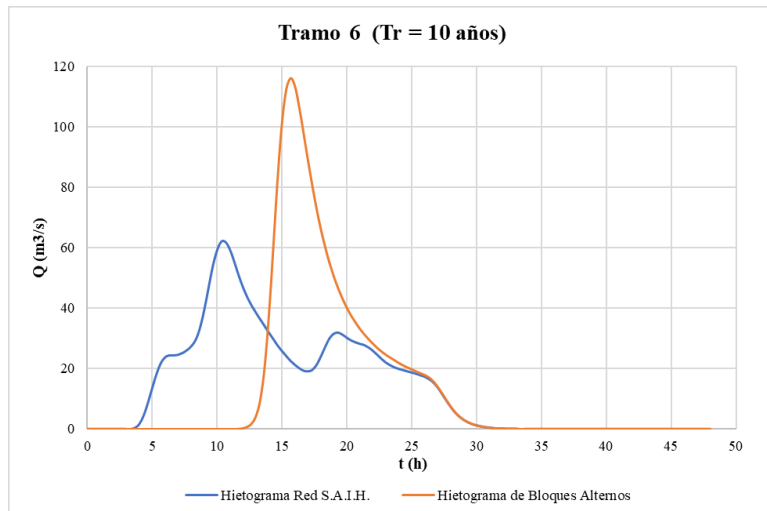
t (h)	P _{b,incr} (mm)	P _{b,acum} (mm)	I _{a,acum} (mm)	I _{a,incr} (mm)	P _{e,acum} (mm)	P _{e,incr} (mm)	F _{a,acum} (mm)	F _{a,incr} (mm)
0.5	18.45	18.45	12.73	12.73	0.47	0.47	5.24	5.24
1	63.46	81.90	12.73	0.00	36.02	35.55	33.15	27.91
1.5	25.79	107.69	12.73	0.00	56.84	20.83	38.11	4.96
2	14.69	122.38	12.73	0.00	69.36	12.52	40.28	2.17



ANEXO C. RESULTADOS DE HEC-HMS

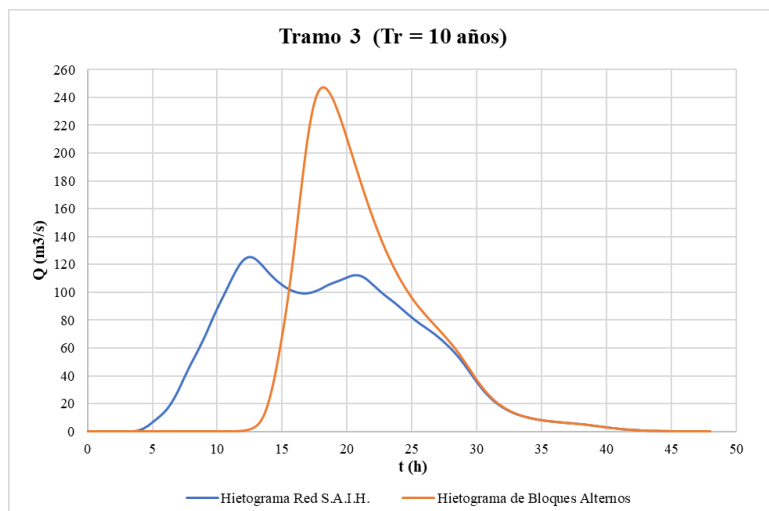
C.1. Estudio 1

C.1.1. Período de retorno de 10 años

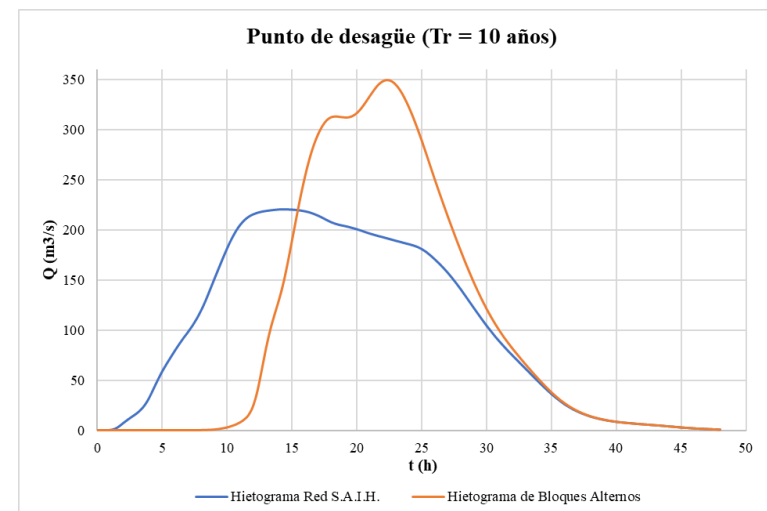


Hietograma	Q _p (m ³ /s)	ΔQ _p (%)	T _p (h)	ΔT _p (h)	Volumen (m ³)
Red S.A.I.H.	62.1	87.12	10:20	5:20	2434
Bloques Alternos	116.2		15:40		2434

Hietograma	Q _p (m ³ /s)	ΔQ _p (%)	T _p (h)	ΔT _p (h)	Volumen (m ³)
Red S.A.I.H.	70.5	77.16	11:00	5:20	3352.3
Bloques Alternos	124.9		16:20		3352.3

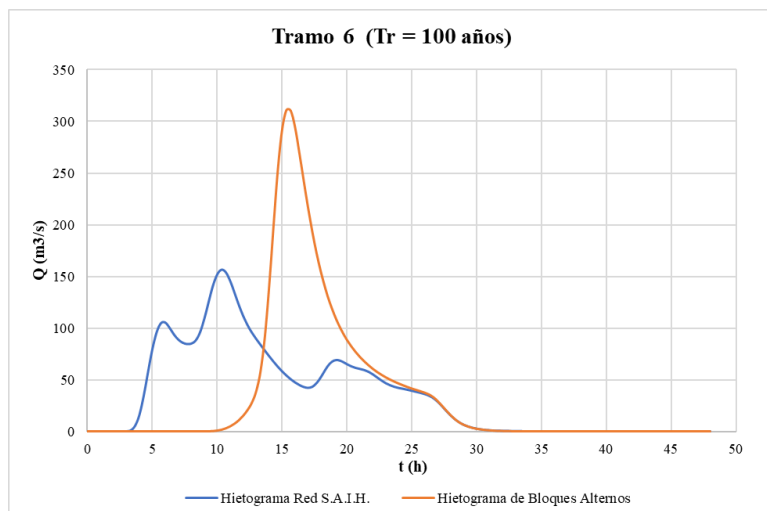


Hietograma	Q_p (m ³ /s)	ΔQ_p (%)	T_p (h)	ΔT_p (h)	Volumen (m ³)
Red S.A.I.H.	125.1	97.20	12:40	5:40	7994.1
Bloques Alternos	246.7		18:20		7994.1

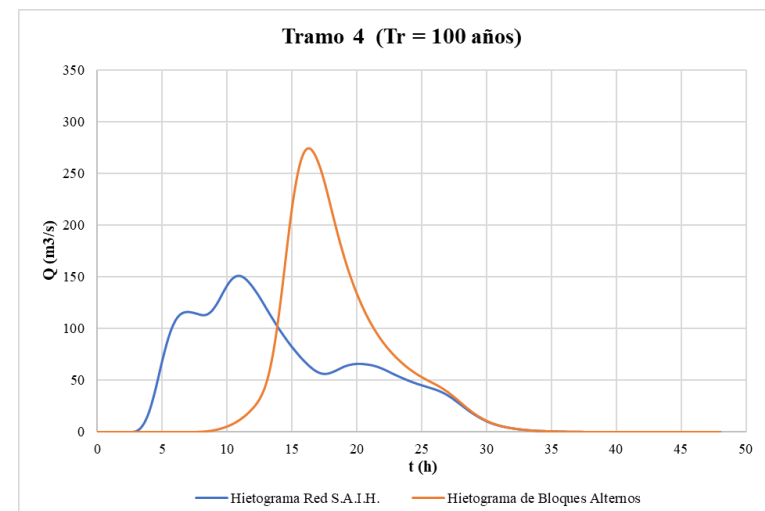


Hietograma	Q_p (m ³ /s)	ΔQ_p (%)	T_p (h)	ΔT_p (h)	Volumen (m ³)
Red S.A.I.H.	220.5	58.64	14:20	8:00	17736.3
Bloques Alternos	349.8		22:20		17736.3

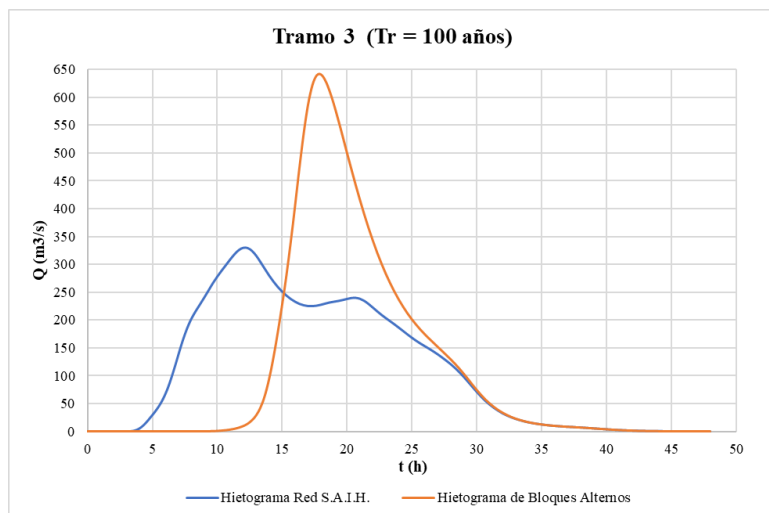
C.1.2. Período de retorno de 100 años



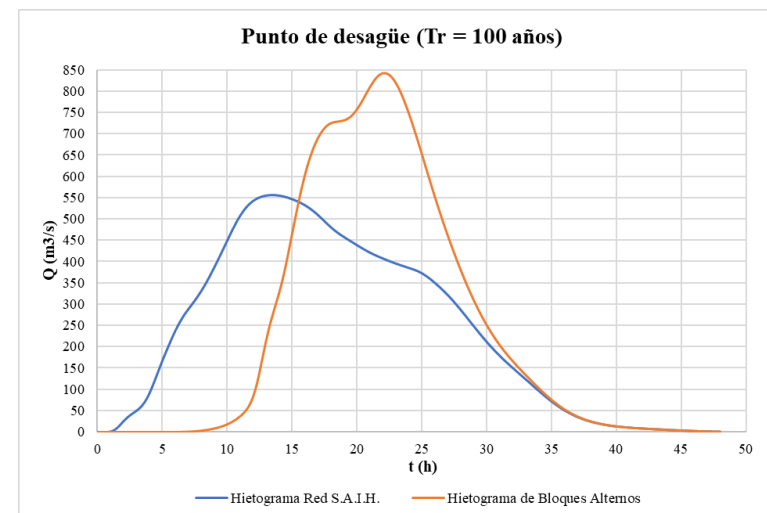
Hietograma	Q_p (m ³ /s)	ΔQ_p (%)	T_p (h)	ΔT_p (h)	Volumen (m ³)
Red S.A.I.H.	156.5	98.47	10:20	5:00	6196.2
Bloques Alternos	310.6		15:20		6196.2



Hietograma	Q_p (m ³ /s)	ΔQ_p (%)	T_p (h)	ΔT_p (h)	Volumen (m ³)
Red S.A.I.H.	150.8	81.76	11:00	5:20	7249.9
Bloques Alternos	274.1		16:20		7249.9

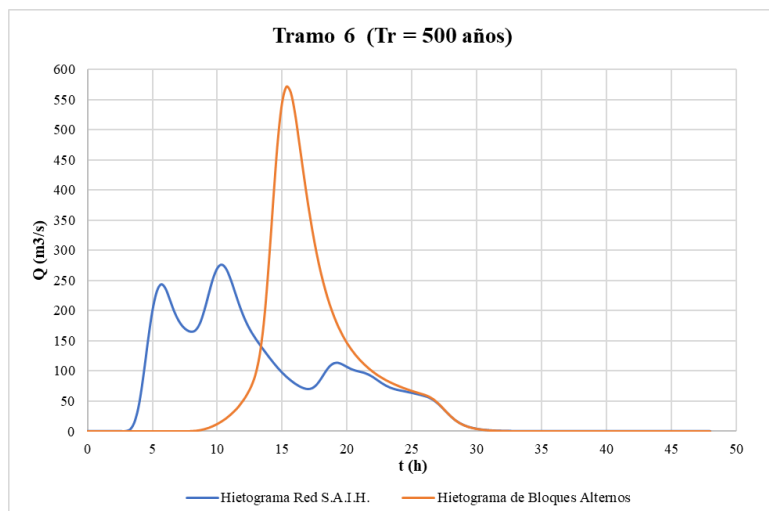


Hietograma	Q_p (m ³ /s)	ΔQ_p (%)	T_p (h)	ΔT_p (h)	Volumen (m ³)
Red S.A.I.H.	330	94.39	12:00	6:00	19352.3
Bloques Alternos	641.5		18:00		19352.3

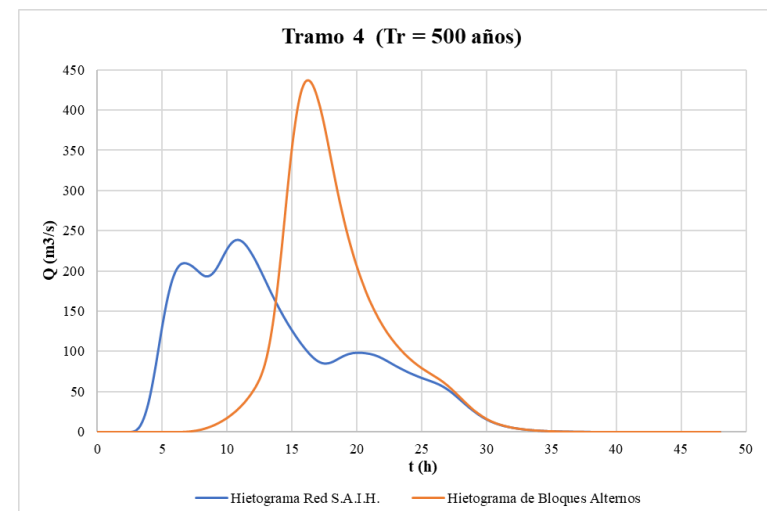


Hietograma	Q_p (m ³ /s)	ΔQ_p (%)	T_p (h)	ΔT_p (h)	Volumen (m ³)
Red S.A.I.H.	556.2	51.33	13:20	8:40	40890.1
Bloques Alternos	841.7		22:00		40890.1

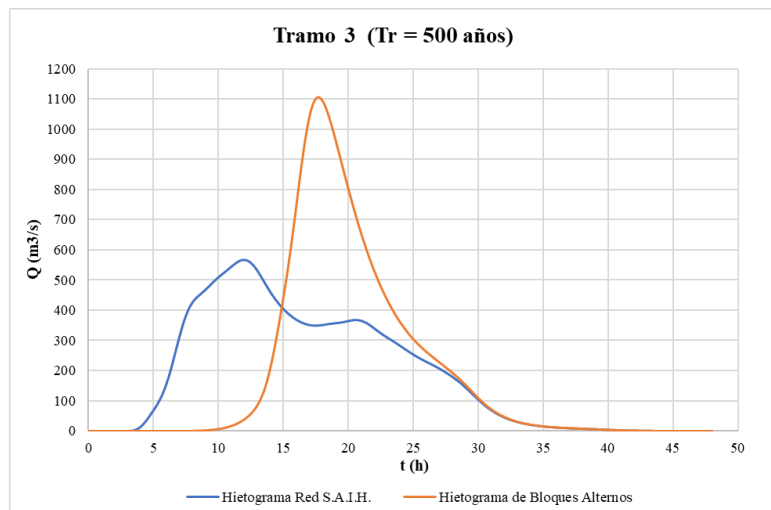
C.1.3. Período de retorno de 500 años



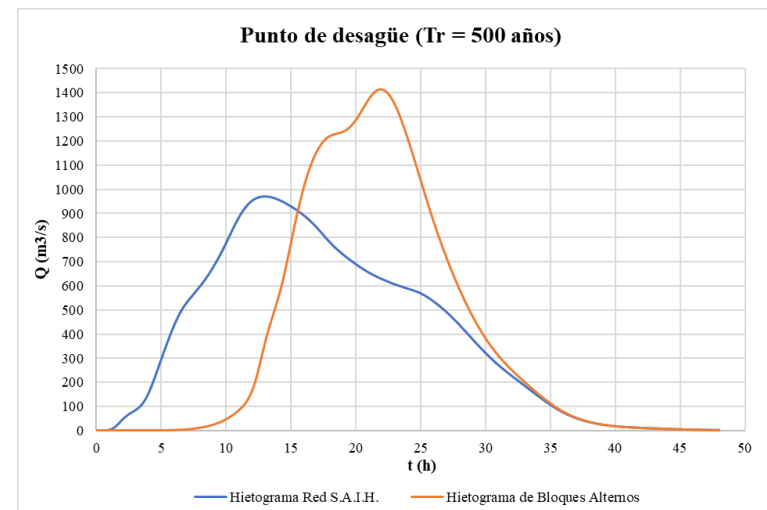
Hietograma	Q_p (m ³ /s)	ΔQ_p (%)	T_p (h)	ΔT_p (h)	Volumen (m ³)
Red S.A.I.H.	276.2	106.77	10:20	5:00	11225.4
Bloques Alternos	571.1		15:20		11225.4



Hietograma	Q_p (m ³ /s)	ΔQ_p (%)	T_p (h)	ΔT_p (h)	Volumen (m ³)
Red S.A.I.H.	238.2	83.42	10:40	5:40	11609.2
Bloques Alternos	436.9		16:20		11609.2



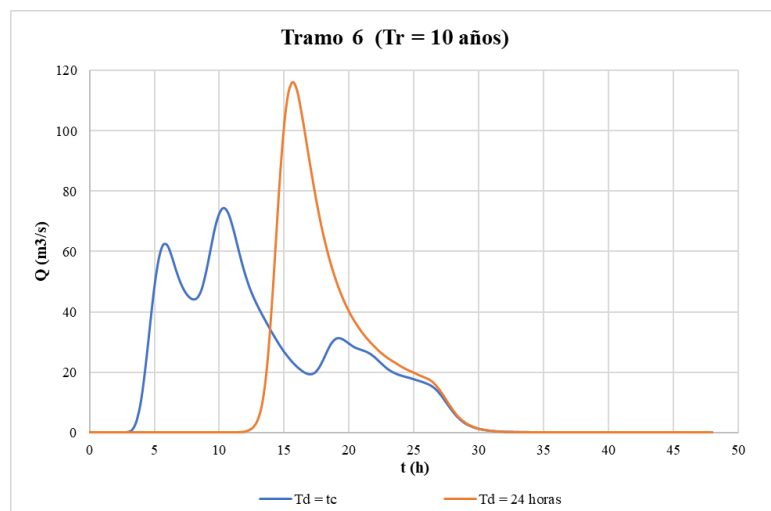
Hietograma	Q_p (m ³ /s)	ΔQ_p (%)	T_p (h)	ΔT_p (h)	Volumen (m ³)
Red S.A.I.H.	567.7	94.63	12:00	5:40	32079.8
Bloques Alternos	1104.9		17:40		32079.8



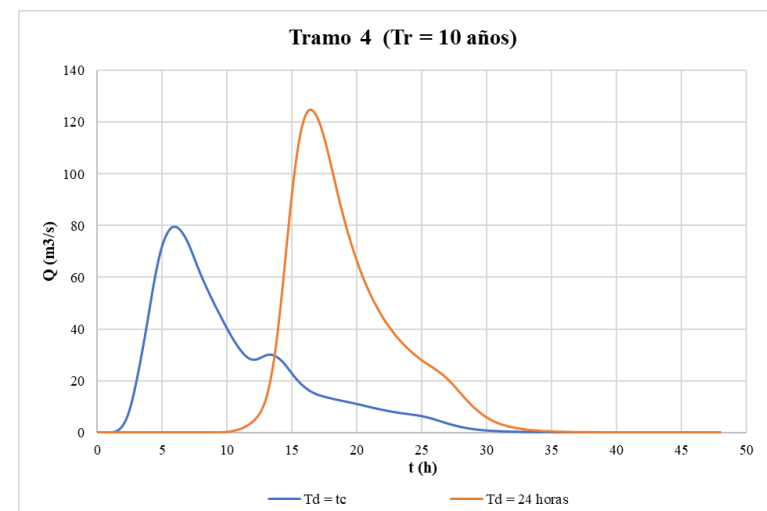
Hietograma	Q_p (m ³ /s)	ΔQ_p (%)	T_p (h)	ΔT_p (h)	Volumen (m ³)
Red S.A.I.H.	971.1	45.58	13:00	9:00	67015.1
Bloques Alternos	1413.7		22:00		67015.1

C.2. Estudio 2

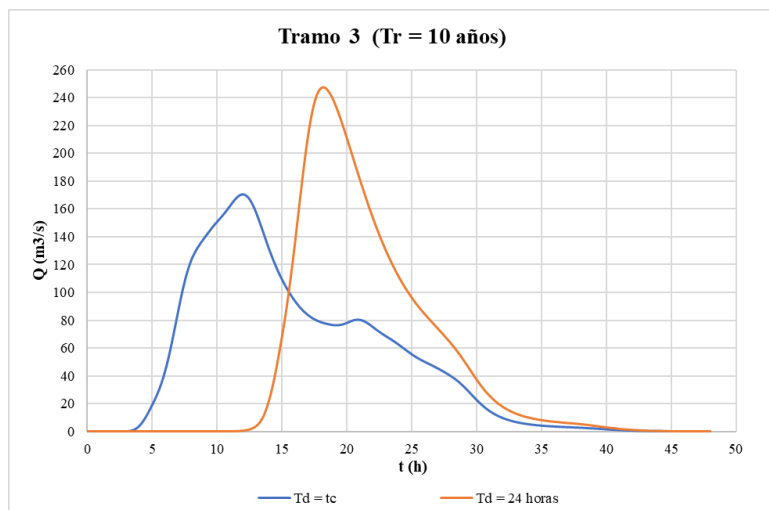
C.2.1. Período de retorno de 10 años



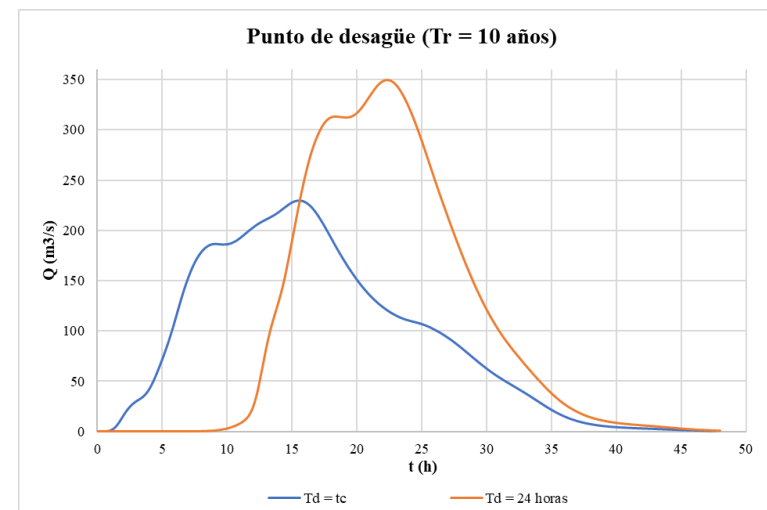
Duración (T_d)	Q_p (m^3/s)	ΔQ_p (%)	T_p (h)	ΔT_p (h)	Vol. (m^3)	$\Delta Vol.$ (%)
t_c	74.48		10:20		2254.9	
24 horas	116.2	56.02	15:40	5:20	2434	7.94



Duración (T_d)	Q_p (m^3/s)	ΔQ_p (%)	T_p (h)	ΔT_p (h)	Vol. (m^3)	$\Delta Vol.$ (%)
t_c	79.46		6:00		2493	
24 horas	124.9	57.19	16:20	10:20	3352.3	13.91

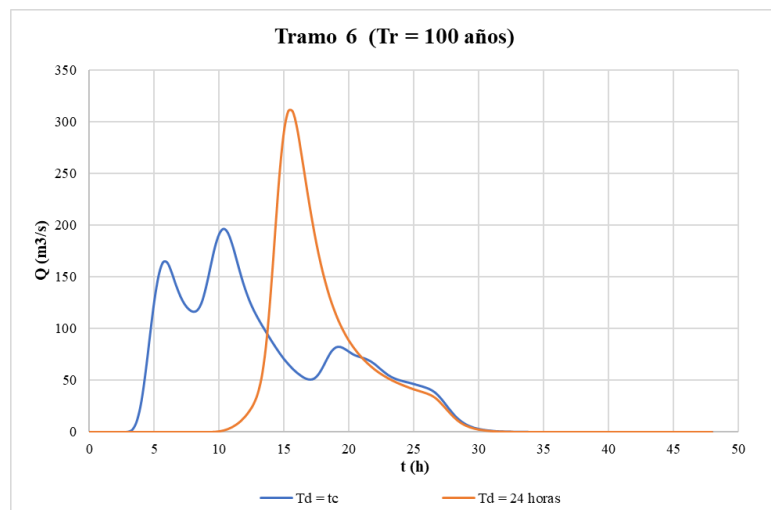


Duración (T_d)	Q_p (m^3/s)	ΔQ_p (%)	T_p (h)	ΔT_p (h)	Vol. (m^3)	$\Delta Vol.$ (%)
t_c	170.59		12:00		6959.2	
24 horas	246.7	44.62	18:20	6:20	7994.0	1.77

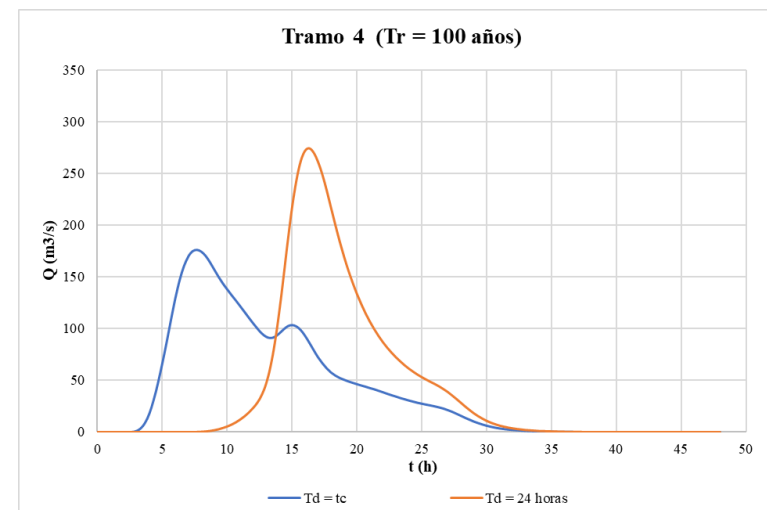


Duración (T_d)	Q_p (m^3/s)	ΔQ_p (%)	T_p (h)	ΔT_p (h)	Vol. (m^3)	$\Delta Vol.$ (%)
t_c	229.5		15:40		14772.4	
24 horas	349.8	52.42	22:20	6:40	17732.7	20.04

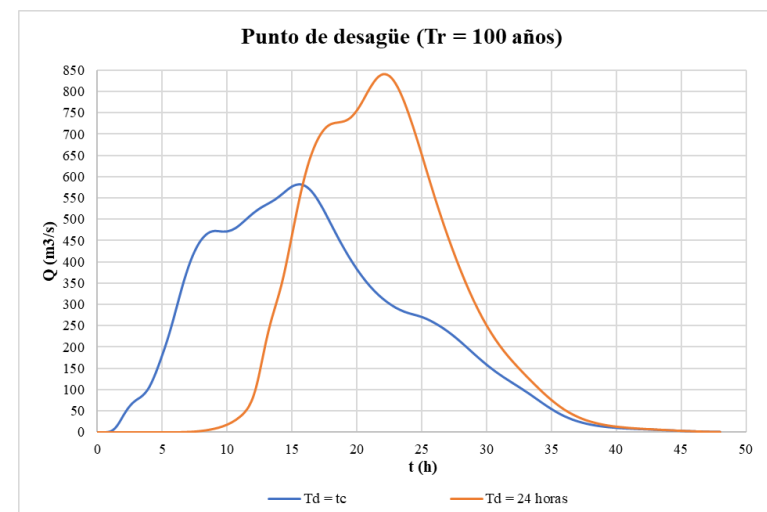
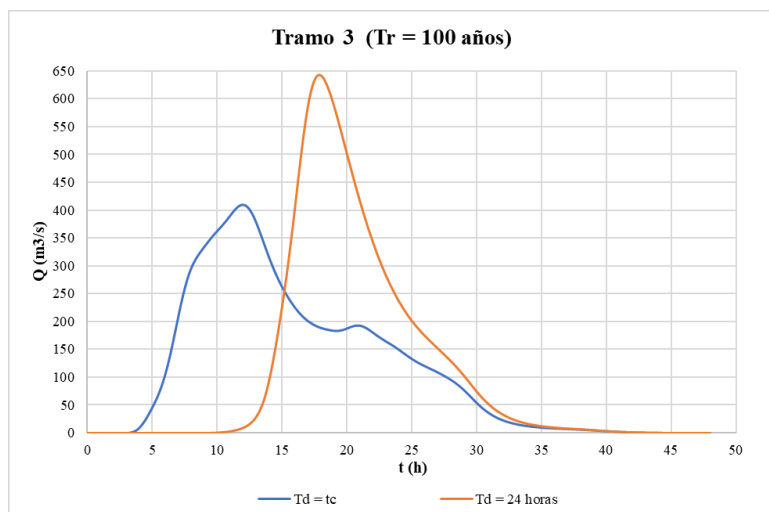
C.2.2. Período de retorno de 100 años



Duración (T _d)	Q _p (m ³ /s)	ΔQ _p (%)	T _p (h)	ΔT _p (h)	Vol. (m ³)	ΔVol. (%)
t _c	196	58.47	10:20	5:20	5743.9	7.87
24 horas	310.6		15:40		6196.2	



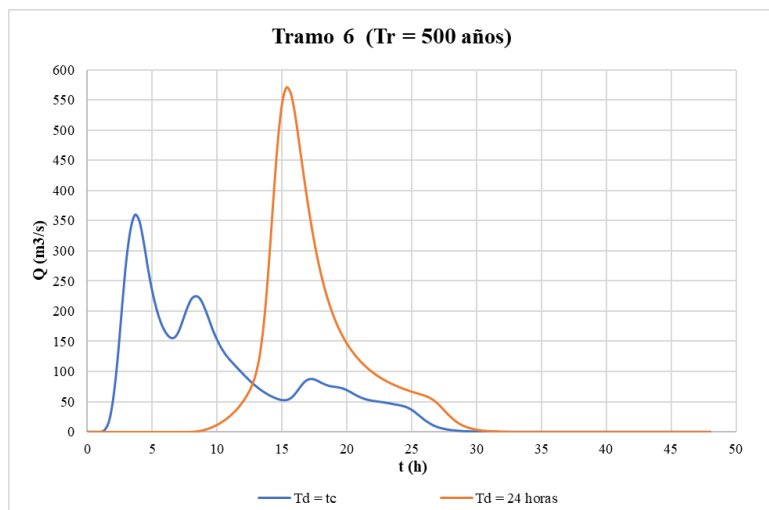
Duración (T _d)	Q _p (m ³ /s)	ΔQ _p (%)	T _p (h)	ΔT _p (h)	Vol. (m ³)	ΔVol. (%)
t _c	176.2	55.56	7:40	9:00	7033.2	3.08
24 horas	274.1		16:40		7249.9	



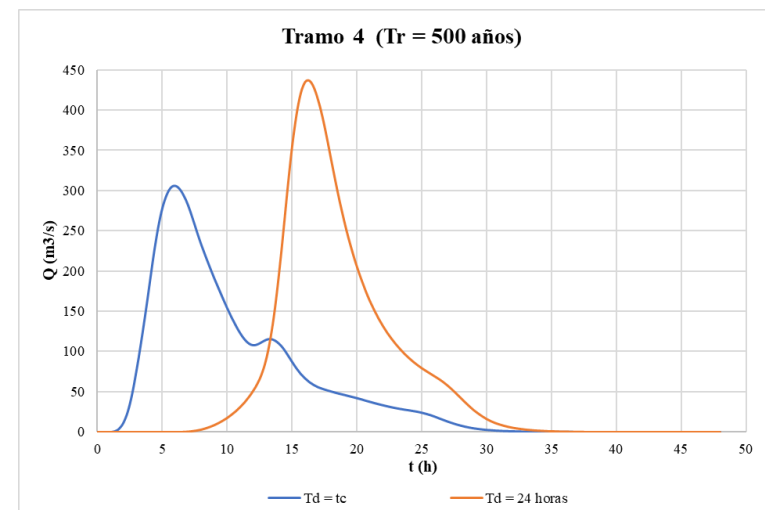
Duración (T_d)	Q_p (m^3/s)	ΔQ_p (%)	T_p (h)	ΔT_p (h)	Vol. (m^3)	$\Delta Vol.$ (%)
t_c	409.1		12:00		18765.9	
24 horas	641.5	56.81	18:00	6:00	19352.2	3.12

Duración (T_d)	Q_p (m^3/s)	ΔQ_p (%)	T_p (h)	ΔT_p (h)	Vol. (m^3)	$\Delta Vol.$ (%)
t_c	581		15:40		38577.8	
24 horas	841.7	44.87	22:00	6:20	40890.1	5.99

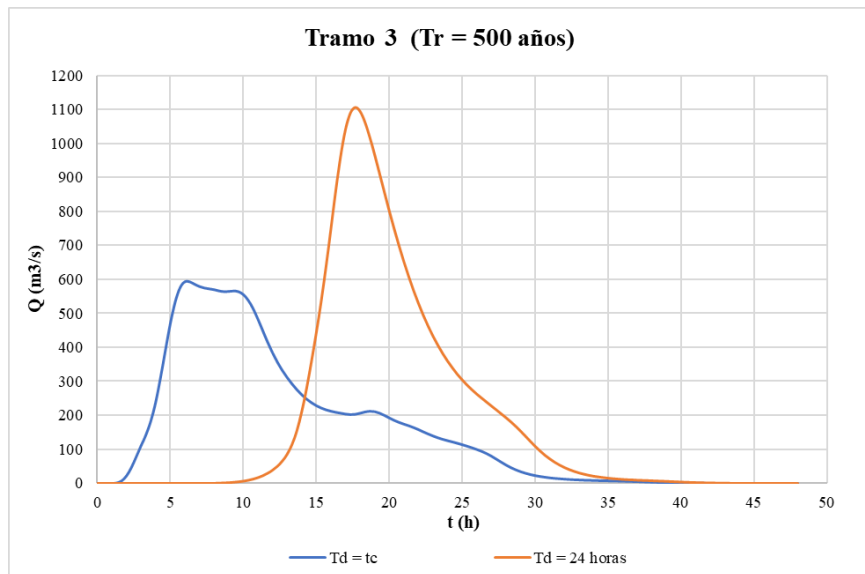
C.2.3. Período de retorno de 500 años



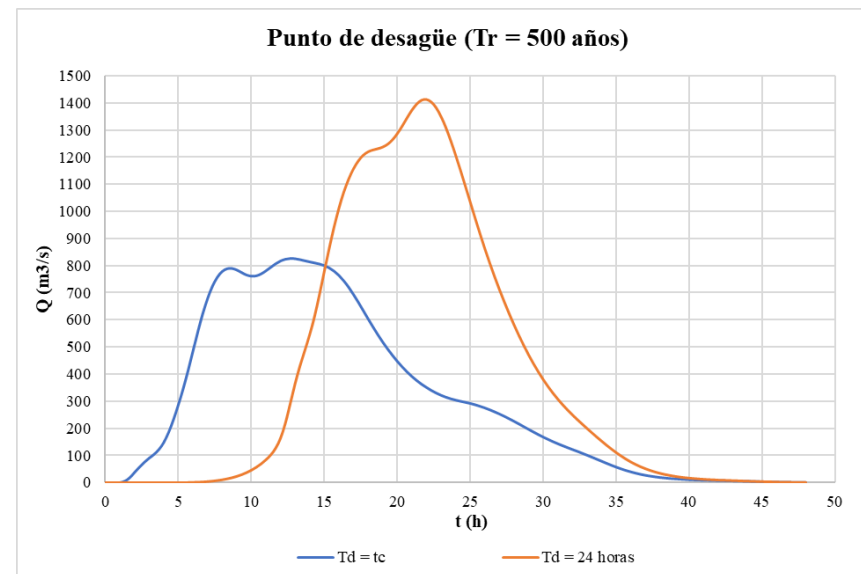
Duración (T _d)	Q _p (m ³ /s)	ΔQ _p (%)	T _p (h)	ΔT _p (h)	Vol. (m ³)	ΔVol. (%)
t _c	360.3	58.51	3:40	11:40	10387.7	8.06
24 horas	571.1		15:20		11225.4	



Duración (T _d)	Q _p (m ³ /s)	ΔQ _p (%)	T _p (h)	ΔT _p (h)	Vol. (m ³)	ΔVol. (%)
t _c	305.6	42.96	6:00	10:20	9777.6	18.73
24 horas	436.9		16:20		11609.2	



Duración (T _d)	Q _p (m ³ /s)	ΔQ _p (%)	T _p (h)	ΔT _p (h)	Vol. (m ³)	ΔVol. (%)
t _c	592.3	86.54	6:00	11:40	26890.3	19.30
24 horas	1104.9		17:40		32079.8	



Duración (T _d)	Q _p (m ³ /s)	ΔQ _p (%)	T _p (h)	ΔT _p (h)	Vol. (m ³)	ΔVol. (%)
t _c	825.2	71.32	12:40	9:20	52950.4	26.56
24 horas	1413.7		22:00		67015.1	