



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**Propuesta del Diseño de un Sistema de Geobolsas
de alta Resistencia a la Erosión como Defensa
Ribereña en Lambayeque**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

Autor

Bach. Aguilar Morante, Jose Giancarlo
<https://orcid.org/0000-0003-4886-1291>

Asesor

Mag. Idrogo Pérez, Cesar Antonio
<https://orcid.org/0000-0003-4232-0144>

Línea de Investigación

**Tecnología e Innovación en el Desarrollo de la Construcción y la
Industria en un Contexto de Sostenibilidad**

Sublínea de Investigación

**Innovación y Tecnificación en Ciencia de los Materiales, Diseño e
Infraestructura**

Pimentel – Perú

2023

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien suscribe(n) la DECLARACIÓN JURADA, soy egresado (s) del Programa de Estudios de **Ingeniería civil** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

PROPUESTA DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE GEOBOLSAS DE ALTA RESISTENCIA A LA EROSIÓN COMO DEFENSA RIBEREÑA EN LAMBAYEQUE

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Aguilar Morante Jose Giancarlo	DNI: 71343592	
--------------------------------	---------------	---

Pimentel, 16 de octubre de 2023.

REPORTE DE SIMILITUD TURNITIN

Reporte de similitud	
NOMBRE DEL TRABAJO	AUTOR
Propuesta del diseño de un sistema de Geobolsas de alta resistencia a la erosión como defensa ribera	José Giancarlo Aguilar Morante
RECuento DE PALABRAS	RECuento DE CARACTERES
15392 Words	76034 Characters
RECuento DE PÁGINAS	TAMAÑO DEL ARCHIVO
95 Pages	17.2MB
FECHA DE ENTREGA	FECHA DEL INFORME
Sep 20, 2023 12:45 PM GMT-5	Sep 20, 2023 12:46 PM GMT-5
● 22% de similitud general	
El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos	
<ul style="list-style-type: none">• 18% Base de datos de Internet• Base de datos de Crossref• 16% Base de datos de trabajos entregados• 5% Base de datos de publicaciones• Base de datos de contenido publicado de Crossref	
● Excluir del Reporte de Similitud	
<ul style="list-style-type: none">• Material bibliográfico• Coincidencia baja (menos de 8 palabras)• Material citado	

**PROPUESTA DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE GEOBOLSAS DE ALTA
RESISTENCIA A LA EROSIÓN COMO DEFENSA RIBEREÑA EN LAMBAYEQUE**

Aprobación del jurado

Mag. SÁNCHEZ DÍAZ ELVER

Presidente del Jurado de Tesis

Mag. VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO

Secretario del Jurado de Tesis

Mag. SALINAS VÁSQUEZ RAUL

Vocal del Jurado de Tesis

Dedicatoria

Dedico la presente investigación a mis padres, José Aguilar y Janeth Morante, por ser los pilares principales a lo largo de este trayecto llamado vida, apoyándome incondicionalmente para llegar a convertirme en un profesional.

Agradecimientos

Agradezco a mis padres José Aguilar y Janeth Morante, por apoyarme incondicionalmente a lo largo de mi carrera universitaria, demostrándome que con esfuerzo, dedicación y perseverancia las cosas más grandes se pueden lograr.

A Yalili Fernandez, por ser mi fortaleza todo este tiempo, brindándome todo su apoyo y motivación para seguir siempre adelante y ser mejor cada día.

A Eduardo Sampén, por ser un gran apoyo a lo largo de mi carrera universitaria y a lo largo de los más de veinte años de amistad.

Al Ing. Jerry Ochoa, por brindarme todo su apoyo, inculcarme conocimientos y ser un ejemplar mentor en todo el ámbito ingenieril.

A la Universidad Señor de Sipán (USS), mi casa de estudios, por brindarme los conocimientos necesarios y experiencias idóneas a lo largo de toda la carrera.

ÍNDICE

Dedicatoria	V
Agradecimientos	VI
Índice de tablas, figuras y gráficas	VIII
Resumen	XVIII
Abstract	XIX
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática	1
1.2. Formulación del problema	6
1.3. Hipótesis	7
1.4. Objetivos	7
1.5. Teorías relacionadas al tema	7
II. MATERIALES Y MÉTODO	21
2.1. Tipo y Diseño de Investigación	21
2.2. Variables, Operacionalización	21
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección	23
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad ..	23
2.5. Procedimiento de análisis de datos	26
2.6. Criterios éticos	27
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
3.1. Resultados	28
3.2. Discusión	91
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	93
4.1. Conclusiones	93
4.2. Recomendaciones	93
REFERENCIAS	95
ANEXOS	99

Índice de tablas, figuras y gráficas

Tabla I: Control de erosión en zonas tropicales.....	12
Tabla II: Tabla de Cowan con los distintos factores que influyen en el coeficiente de n	16
Tabla III: Proceso constructivo de las Geobolsas.....	20
Tabla IV: Operacionalización de la variable.	22
Tabla V: Descripción de la excavación de las calicatas.....	33
Tabla VI: Tabla resumen de los ensayos de las muestras extraídas.....	33
Tabla VII: Cálculo de la pendiente media.	38
Tabla VIII: Cálculo de la altitud media.	38
Tabla IX: Cálculo de porcentaje de área acumulada.	39
Tabla X: Porcentaje acumulado del área y elevaciones.	40
Tabla XI: Parámetros geomorfológicos.	43
Tabla XII: Tiempo de concentración de la cuenca del río Motupe.	44
Tabla XIII: Precipitación máxima en 24 horas	45
Tabla XIV: Método de gráfica de distribución de probabilidades.	46
Tabla XV: Método de Kolmogorov-Smirnov.	47
Tabla XVI: Precipitaciones máximas anuales en 24 horas.....	47
Tabla XVII: Precipitaciones máximas anuales en 24 horas para cada periodo de retorno... 48	48
Tabla XVIII: Precipitación ponderada de cada subcuenca y periodo de retorno.....	49
Tabla XIX: Precipitaciones máximas con un tiempo de 0 a 24 horas.	50
Tabla XX: Intensidad de diseño en un tiempo de 24 horas de duración.....	51
Tabla XXI: Intensidades máximas versus su tiempo de duración de la subcuenca SB 1.....	52
Tabla XXII: Hietograma de diseño en un periodo de 5 años de la subcuenca SB-1.....	53
Tabla XXIII: Número de Curva de la subcuenca SB-1.....	56
Tabla XXIV: Número de Curva de la subcuenca SB-2.	57
Tabla XXV: Número de Curva de la subcuenca SB-3.	58
Tabla XXVI: Número de Curva de la subcuenca SB-4.	59
Tabla XXVII: Tiempo de concentración en cada subcuenca.....	59
Tabla XXVIII: Tiempo de concentración en los tramos de la cuenca del río Motupe	59
Tabla XXIX: Caudales de diseño de la cuenca del río Motupe.....	60
Tabla XXX: Caudal de la cuenca en un periodo de retorno de 5 años.	61
Tabla XXXI: Caudal de la cuenca en un periodo de retorno de 10 años.	61
Tabla XXXII: Caudal de la cuenca en un periodo de retorno de 30 años.	62
Tabla XXXIII: Caudal de la cuenca en un periodo de retorno de 50 años.....	62
Tabla XXXIV: Caudal de la cuenca en un periodo de retorno de 100 años.	63

Tabla XXXV: Resumen de los anchos estables en distintos periodos de retorno.....	67
Tabla XXXVI: Valores de cada parámetro topográfico del río Motupe.....	69
Tabla XXXVII: Coeficiente de rugosidad del cauce del río Motupe.....	69
Tabla XXXVIII: Parámetros hidráulicos para un periodo de retorno de 5 años.....	75
Tabla XXXIX: Parámetros hidráulicos para un periodo de retorno de 10 años.....	76
Tabla XL: Parámetros hidráulicos para un periodo de retorno de 30 años.....	77
Tabla XLI: Parámetros hidráulicos para un periodo de retorno de 50 años.....	78
Tabla XLII: Parámetros hidráulicos para un periodo de retorno de 100 años.....	79
Tabla XLIII: Pérdida económica por riesgo de inundación para un periodo de retorno de 5 años.....	88
Tabla XLIV: Pérdida económica por riesgo de inundación para un periodo de retorno de 10 años.....	89
Tabla XLV: Pérdida económica por riesgo de inundación para un periodo de retorno de 30 años.....	89
Tabla XLVI: Pérdida económica por riesgo de inundación para un periodo de retorno de 50 años.....	90
Tabla XLVII: Pérdida económica por riesgo de inundación para un periodo de retorno de 100 años.....	90
Tabla XLVIII: Data de precipitación máxima en 24 horas de la E1.....	99
Tabla XLIX: Método de gráfica de distribución de probabilidades de la E1.....	100
Tabla L: Método de Kolmogorov-Smirnov E1.....	103
Tabla LI: Precipitaciones máximas anuales en 24 horas E1.....	103
Tabla LII: Data de precipitación máxima en 24 horas de la E2.....	104
Tabla LIII: Método de gráfica de distribución de probabilidades de la E2.....	105
Tabla LIV: Método de Kolmogorov-Smirnov E2.....	108
Tabla LV: Precipitaciones máximas anuales en 24 horas E2.....	108
Tabla LVI: Data de precipitación máxima en 24 horas de la E3.....	109
Tabla LVII: Método de gráfica de distribución de probabilidades de la E3.....	110
Tabla LVIII: Método de Kolmogorov-Smirnov E3.....	113
Tabla LIX: Precipitaciones máximas anuales en 24 horas E3.....	113
Tabla LX: Data de precipitación máxima en 24 horas de la E4.....	114
Tabla LXI: Método de gráfica de distribución de probabilidades de la E4.....	115
Tabla LXII: Método de Kolmogorov-Smirnov E4.....	118
Tabla LXIII: Precipitaciones máximas anuales en 24 horas E4.....	118
Tabla LXIV: Data de precipitación máxima en 24 horas de la E5.....	119
Tabla LXV: Método de gráfica de distribución de probabilidades de la E5.....	120

Tabla LXVI: Método de Kolmogorov-Smirnov E5.	123
Tabla LXVII: Precipitaciones máximas anuales en 24 horas E5.	123
Tabla LXVIII: Data de precipitación máxima en 24 horas de la E6.	124
Tabla LXIX: Método de gráfica de distribución de probabilidades de la E6.	125
Tabla LXX: Método de Kolmogorov-Smirnov E6.	128
Tabla LXXI: Precipitaciones máximas anuales en 24 horas E6.	128
Tabla LXXII: Data de precipitación máxima en 24 horas de la E7.	129
Tabla LXXIII: Método de gráfica de distribución de probabilidades de la E7.	130
Tabla LXXIV: Método de Kolmogorov-Smirnov E7.	133
Tabla LXXV: Precipitaciones máximas anuales en 24 horas E7.	133
Tabla LXXVI: Data de precipitación máxima en 24 horas de la E8.	134
Tabla LXXVII: Método de gráfica de distribución de probabilidades de la E8.	135
Tabla LXXVIII: Método de Kolmogorov-Smirnov E8.	138
Tabla LXXIX: Precipitaciones máximas anuales en 24 horas E8.	138
Tabla LXXX: Data de precipitación máxima en 24 horas de la E9.	139
Tabla LXXXI: Método de gráfica de distribución de probabilidades de la E9.	140
Tabla LXXXII: Método de Kolmogorov-Smirnov E9.	143
Tabla LXXXIII: Precipitaciones máximas anuales en 24 horas E9.	143
Tabla LXXXIV: Data de precipitación máxima en 24 horas de la E10.	144
Tabla LXXXV: Método de gráfica de distribución de probabilidades de la E10.	145
Tabla LXXXVI: Método de Kolmogorov-Smirnov E10.	148
Tabla LXXXVII: Precipitaciones máximas anuales en 24 horas E10.	148
Tabla LXXXVIII: Precipitación ponderada de la subcuenca SB-1 en un periodo de retorno de 5 años.	149
Tabla LXXXIX: Precipitación ponderada de la subcuenca SB-2 en un periodo de retorno de 5 años.	150
Tabla XC: Precipitación ponderada de la subcuenca SB-3 en un periodo de retorno de 5 años.	150
Tabla XCI: Precipitación ponderada de la subcuenca SB-4 en un periodo de retorno de 5 años.	151
Tabla XCII: Precipitación ponderada de la subcuenca SB-1 en un periodo de retorno de 10 años.	152
Tabla XCIII: Precipitación ponderada de la subcuenca SB-2 en un periodo de retorno de 10 años.	152
Tabla XCIV: Precipitación ponderada de la subcuenca SB-3 en un periodo de retorno de 10 años.	153

Tabla XCV: Precipitación ponderada de la subcuenca SB-4 en un periodo de retorno de 10 años.....	154
Tabla XCVI: Precipitación ponderada de la subcuenca SB-1 en un periodo de retorno de 30 años.....	154
Tabla XCVII: Precipitación ponderada de la subcuenca SB-2 en un periodo de retorno de 30 años.....	155
Tabla XCVIII: Precipitación ponderada de la subcuenca SB-3 en un periodo de retorno de 30 años.....	156
Tabla XCIX: Precipitación ponderada de la subcuenca SB-4 en un periodo de retorno de 30 años.....	156
Tabla C: Precipitación ponderada de la subcuenca SB-1 en un periodo de retorno de 50 años.	157
Tabla CI: Precipitación ponderada de la subcuenca SB-2 en un periodo de retorno de 50 años.	158
Tabla CII: Precipitación ponderada de la subcuenca SB-3 en un periodo de retorno de 50 años.....	158
Tabla CIII: Precipitación ponderada de la subcuenca SB-4 en un periodo de retorno de 50 años.....	159
Tabla CIV: Precipitación ponderada de la subcuenca SB-1 en un periodo de retorno de 100 años.....	160
Tabla CV: Precipitación ponderada de la subcuenca SB-2 en un periodo de retorno de 100 años.....	160
Tabla CVI: Precipitación ponderada de la subcuenca SB-3 en un periodo de retorno de 100 años.....	161
Tabla CVII: Precipitación ponderada de la subcuenca SB-4 en un periodo de retorno de 100 años.....	162
Tabla CVIII: Precipitación de diseño de la subcuenca SB-1.....	162
Tabla CIX: Intensidad de diseño de la subcuenca SB-1.....	163
Tabla CX: Intensidad máxima para cada periodo de la subcuenca SB-1.....	163
Tabla CXI: Precipitación de diseño de la subcuenca SB-2.....	164
Tabla CXII: Intensidad de diseño de la subcuenca SB-2.....	165
Tabla CXIII: Intensidad máxima para cada periodo de la subcuenca SB-2.....	165
Tabla CXIV: Precipitación de diseño de la subcuenca SB-3.....	166
Tabla CXV: Intensidad de diseño de la subcuenca SB-3.....	167
Tabla CXVI: Intensidad máxima para cada periodo de la subcuenca SB-3.....	167
Tabla CXVII: Precipitación de diseño de la subcuenca SB-4.....	168

Tabla CXVIII: Intensidad de diseño de la subcuenca SB-4.	169
Tabla CXIX: Intensidad máxima para cada periodo de la subcuenca SB-4.	169
Tabla CXX: Método del Bloque Alterno en un periodo de 5 años de la subcuenca SB-1. .	170
Tabla CXXI: Método del Bloque Alterno en un periodo de 10 años de la subcuenca SB-1.	171
Tabla CXXIII: Método del Bloque Alterno en un periodo de 30 años de la subcuenca SB-1.	172
Tabla CXXIV: Método del Bloque Alterno en un periodo de 50 años de la subcuenca SB-1.	173
Tabla CXXV: Método del Bloque Alterno en un periodo de 100 años de la subcuenca SB-1.	174
Tabla CXXVI: Método del Bloque Alterno en un periodo de 5 años de la subcuenca SB-2.	175
Tabla CXXVII: Método del Bloque Alterno en un periodo de 10 años de la subcuenca SB-2.	176
Tabla CXXVIII: Método del Bloque Alterno en un periodo de 30 años de la subcuenca SB-2.	177
Tabla CXXIX: Método del Bloque Alterno en un periodo de 50 años de la subcuenca SB-2.	178
Tabla CXXX: Método del Bloque Alterno en un periodo de 100 años de la subcuenca SB-2.	179
Tabla CXXXI: Método del Bloque Alterno en un periodo de 5 años de la subcuenca SB-3.	180
Tabla CXXXII: Método del Bloque Alterno en un periodo de 10 años de la subcuenca SB-3.	181
Tabla CXXXIII: Método del Bloque Alterno en un periodo de 30 años de la subcuenca SB-3.	182
Tabla CXXXIV: Método del Bloque Alterno en un periodo de 50 años de la subcuenca SB-3.	183
Tabla CXXXV: Método del Bloque Alterno en un periodo de 100 años de la subcuenca SB-3.	184
Tabla CXXXVI: Método del Bloque Alterno en un periodo de 5 años de la subcuenca SB-4.	185
Tabla CXXXVII: Método del Bloque Alterno en un periodo de 10 años de la subcuenca SB-4.	186
Tabla CXXXVIII: Método del Bloque Alterno en un periodo de 30 años de la subcuenca SB-4.	

.....	187
Tabla CXXXIX: Método del Bloque Alterno en un periodo de 50 años de la subcuenca SB-4.	188
Tabla CXL: Método del Bloque Alterno en un periodo de 100 años de la subcuenca SB-4.	189
Tabla CXLI: Costo de pérdida por bienes de una vivienda.....	190
Tabla CXLII: Costo de pérdida de áreas agrícolas por producción afectada.	190
Tabla CXLIII: Pérdidas económicas por afectación a la red de alcantarillado.....	191
Tabla CXLIV: Costos por trabajos ejecutados en la vía de acceso.....	191
Tabla CXLV: Pérdida de terrenos agrícolas para los periodos de retorno de 5,10,30,50 y 100 años.....	191
Tabla CXLVI: Pérdida de bienes materiales de viviendas para los periodos de retorno de 5,10,30,50 y 100 años.....	191
Tabla CXLVII: Pérdida de infraestructura de viviendas para los periodos de retorno de 5,10,30,50 y 100 años.....	192
Tabla CXLVIII: Daños previsibles a la infraestructura vial para los periodos de retorno de 5,10,30,50 y 100 años.....	192
Tabla CXLIX: Daños previsibles a la red de alcantarillado para los periodos de retorno de 5,10,30,50 y 100 años.....	192
Fig. 1. Lluvias Infiltración y Escorrentía durante una tormenta. [38]	12
Fig. 2. Sección Típica de Geobolsas. [47]	20
Fig. 3. Mapa de ubicación Política de Jayanca. [49].....	28
Fig. 4. Área y tramo en estudio.	30
Fig. 5. Imágenes satelitales descargadas. [50].....	31
Fig. 6. DEM de la topografía de la zona, usado para modelamiento hidráulico.	31
Fig. 7. Colocación de las calicatas en el tramo estudiado.	32
Fig. 8. Extracción de las muestras.	32
Fig. 9. Cuenca Motupe. [51].....	34
Fig. 10. Ubicación de las estaciones.	35
Fig. 11. Curva hipsométrica, características del ciclo de erosión y el tipo de cuenca. [52] ..	40
Fig. 12. Orden de drenaje de la cuenca del río Motupe.....	43
Fig. 13. División de la cuenca del río Motupe en subcuencas.	48
Fig. 14. Número de Curva de la cuenca del río Motupe.	55
<i>Fig. 15: Número de Curva de la subcuenca SB-1.</i>	55
Fig. 16. Número de Curva de la subcuenca SB-2.	56

Fig. 17. Número de Curva de la subcuenca SB-3.	57
Fig. 18. Número de Curva de la subcuenca SB-4.	58
Fig. 19. Modelamiento de la cuenca del río Motupe.	60
Fig. 20. Topografía en formato DEM de la zona de estudio.....	64
<i>Fig. 21. Geometría del cauce del río Motupe.</i>	<i>64</i>
Fig. 22. Ancho estable con River para un periodo de 5 años.	65
Fig. 23. Ancho estable con River para un periodo de 10 años..	65
Fig. 24. Ancho estable con River para un periodo de 30 años.	66
Fig. 25. Ancho estable con River para un periodo de 50 años.	66
Fig. 26. Ancho estable con River para un periodo de 100 años.	66
<i>Fig. 27. Definición de las secciones transversales del río Motupe.</i>	<i>67</i>
Fig. 28. Geometría importada al editor de geometría.	68
Fig. 29. Caudales de diseño de cada periodo de retorno colocados en HEC-RAS.....	70
Fig. 30. Plan creado para correr el modelado hidráulico.	71
<i>Fig. 31. Sección transversal del río Motupe en la progresiva 0+040.</i>	<i>71</i>
Fig. 32. Sección transversal del río Motupe en la progresiva 0+480.....	72
Fig. 33. Sección transversal del río Motupe en la progresiva 1+000.....	72
Fig. 34. Sección transversal del río Motupe en la progresiva 1+480.....	73
Fig. 35. Sección transversal del río Motupe en la progresiva 2+000.....	73
Fig. 36. Sección transversal del río Motupe en la progresiva 2+040.....	74
Fig. 37. Datos iniciales.	80
Fig. 38. Definición del material de relleno.....	81
Fig. 39. Geometría del muro de contención de tipo Gavión.....	81
Fig. 40. Perfil del muro de contención de tipo Gavión.	82
Fig. 41. Clasificación del tipo de suelo para soporte del muro de contención de tipo Gavión.	82
Fig. 42. Clasificación del tipo de suelo para soporte del muro de contención de tipo Gavión.	83
Fig. 43. Asignación del material en el perfil.	83
Fig. 44. Tipo de Cimentación.	84
Fig. 45. Análisis con sobrecarga.	84
Fig. 46. Verificación de equilibrio del muro.	85
Fig. 47. Verificación de la capacidad portante del muro.	85
Fig. 48. Verificación de la estabilidad del muro.	86
Fig. 49. Verificación de la estabilidad de los taludes.	86
Fig. 50. Centros poblados afectados por riesgo de inundación.	88

Fig. 51: Isoyeta de la subcuenca SB-1 en un periodo de retorno de 5 años.....	149
Fig. 52: Isoyeta de la subcuenca SB-2 en un periodo de retorno de 5 años.....	149
Fig. 53: Isoyeta de la subcuenca SB-3 en un periodo de retorno de 5 años.....	150
Fig. 54: Isoyeta de la subcuenca SB-4 en un periodo de retorno de 5 años.....	151
Fig. 55: Isoyeta de la subcuenca SB-1 en un periodo de retorno de 10 años.....	151
Fig. 56: Isoyeta de la subcuenca SB-2 en un periodo de retorno de 10 años.....	152
Fig. 57: Isoyeta de la subcuenca SB-3 en un periodo de retorno de 10 años.....	153
Fig. 58: Isoyeta de la subcuenca SB-4 en un periodo de retorno de 10 años.....	153
Fig. 59: Isoyeta de la subcuenca SB-1 en un periodo de retorno de 30 años.....	154
Fig. 60: Isoyeta de la subcuenca SB-2 en un periodo de retorno de 30 años.....	155
Fig. 61: Isoyeta de la subcuenca SB-3 en un periodo de retorno de 30 años.....	155
Fig. 62: Isoyeta de la subcuenca SB-4 en un periodo de retorno de 30 años.....	156
Fig. 63: Isoyeta de la subcuenca SB-1 en un periodo de retorno de 50 años.....	157
Fig. 64: Isoyeta de la subcuenca SB-2 en un periodo de retorno de 50 años.....	157
Fig. 65: Isoyeta de la subcuenca SB-3 en un periodo de retorno de 50 años.....	158
Fig. 66: Isoyeta de la subcuenca SB-4 en un periodo de retorno de 50 años.....	159
Fig. 67: Isoyeta de la subcuenca SB-1 en un periodo de retorno de 100 años.....	159
Fig. 68: Isoyeta de la subcuenca SB-2 en un periodo de retorno de 100 años.....	160
Fig. 69: Isoyeta de la subcuenca SB-3 en un periodo de retorno de 100 años.....	161
Fig. 70: Isoyeta de la subcuenca SB-4 en un periodo de retorno de 100 años.....	161

Gráfica 1: Elevaciones versus el porcentaje de área de la cuenca.....	39
Gráfica 2: Elevaciones versus el porcentaje de área acumulada de la cuenca.....	39
Gráfica 3: Curva Hipsométrica de la cuenca del río Motupe.....	41
Gráfica 4: Perfil longitudinal del río Motupe.....	42
Gráfica 5: Curvas IDF de la subcuenca SB-1.....	52
Gráfica 6: Hietograma de diseño en un periodo de 5 años de la subcuenca SB-1.....	54
Gráfica 7: Ajuste de Distribución Normal E1.....	100
Gráfica 8: Ajuste de Distribución Long-Normal E1.....	101
Gráfica 9: Ajuste de Distribución EV1 Gumbel E1.....	101
Gráfica 10: Ajuste de Distribución Pearson III E1.....	102
Gráfica 11: Ajuste de Distribución Log - Pearson III E1.....	102
Gráfica 12: Ajuste de Distribución Normal E2.....	105
Gráfica 13: Ajuste de Distribución Long-Normal E2.....	106
Gráfica 14: Ajuste de Distribución EV1 Gumbel E2.....	106
Gráfica 15: Ajuste de Distribución Pearson III E2.....	107

Gráfica 16: Ajuste de Distribución Log - Pearson III E2.....	107
Gráfica 17: Ajuste de Distribución Normal E3.....	110
Gráfica 18: Ajuste de Distribución Long-Normal E3.	111
Gráfica 19: Ajuste de Distribución EV1 Gumbel E3.....	111
Gráfica 20: Ajuste de Distribución Pearson III E3.....	112
Gráfica 21: Ajuste de Distribución Log - Pearson III E3.....	112
Gráfica 22: Ajuste de Distribución Normal E4.....	115
Gráfica 23: Ajuste de Distribución Long-Normal E4.....	116
Gráfica 24: Ajuste de Distribución EV1 Gumbel E4.....	116
Gráfica 25: Ajuste de Distribución Pearson III E4.....	117
Gráfica 26: Ajuste de Distribución Log - Pearson III E4.....	117
Gráfica 27: Ajuste de Distribución Normal E5.....	120
Gráfica 28: Ajuste de Distribución Long-Normal E5.....	121
Gráfica 29: Ajuste de Distribución EV1 Gumbel E5.....	121
Gráfica 30: Ajuste de Distribución Pearson III E5.....	122
Gráfica 31: Ajuste de Distribución Log - Pearson III E5.....	122
Gráfica 32: Ajuste de Distribución Normal E6.....	125
Gráfica 33: Ajuste de Distribución Long-Normal E6.....	126
Gráfica 34: Ajuste de Distribución EV1 Gumbel E6.....	126
Gráfica 35: Ajuste de Distribución Pearson III E6.....	127
Gráfica 36: Ajuste de Distribución Log - Pearson III E6.....	127
Gráfica 37: Ajuste de Distribución Normal E7.....	130
Gráfica 38: Ajuste de Distribución Long-Normal E7.....	131
Gráfica 39: Ajuste de Distribución EV1 Gumbel E7.....	131
Gráfica 40: Ajuste de Distribución Pearson III E7.....	132
Gráfica 41: Ajuste de Distribución Log - Pearson III E7.....	132
Gráfica 42: Ajuste de Distribución Normal E8.....	135
Gráfica 43: Ajuste de Distribución Long-Normal E8.....	136
Gráfica 44: Ajuste de Distribución EV1 Gumbel E8.....	136
Gráfica 45: Ajuste de Distribución Pearson III E8.....	137
Gráfica 46: Ajuste de Distribución Log - Pearson III E8.....	137
Gráfica 47: Ajuste de Distribución Normal E9.....	140
Gráfica 48: Ajuste de Distribución Long-Normal E9.....	141
Gráfica 49: Ajuste de Distribución EV1 Gumbel E9.....	141
Gráfica 50: Ajuste de Distribución Pearson III E9.....	142
Gráfica 51: Ajuste de Distribución Log - Pearson III E9.....	142

Gráfica 52: Ajuste de Distribución Normal E10.....	145
Gráfica 53: Ajuste de Distribución Long-Normal E10.....	146
Gráfica 54: Ajuste de Distribución EV1 Gumbel E10.....	146
Gráfica 55: Ajuste de Distribución Pearson III E10.....	147
Gráfica 56: Ajuste de Distribución Log - Pearson III E10.....	147
Gráfica 57: Curva IDF de la subcuenca SB-1.....	164
Gráfica 58: Curva IDF de la subcuenca SB-2.....	166
Gráfica 59: Curva IDF de la subcuenca SB-3.....	168
Gráfica 60: Curva IDF de la subcuenca SB-4.....	170
Gráfica 61: Hietograma de diseño en un periodo de 5 años de la subcuenca SB-1.	171
Gráfica 62: Hietograma de diseño en un periodo de 10 años de la subcuenca SB-1.	172
Gráfica 63: Hietograma de diseño en un periodo de 30 años de la subcuenca SB-1.....	173
Fig. 1: Lluvias Infiltración y Escorrentía durante una tormenta. [38].....	12
Gráfica 64: Hietograma de diseño en un periodo de 50 años de la subcuenca SB-1.	174
Gráfica 65: Hietograma de diseño en un periodo de 100 años de la subcuenca SB-1.	175
Gráfica 66: Hietograma de diseño en un periodo de 5 años de la subcuenca SB-2.	176
Gráfica 67: Hietograma de diseño en un periodo de 10 años de la subcuenca SB-2.	177
Gráfica 68: Hietograma de diseño en un periodo de 30 años de la subcuenca SB-2.	178
Gráfica 69: Hietograma de diseño en un periodo de 50 años de la subcuenca SB-2.	179
Gráfica 70: Hietograma de diseño en un periodo de 100 años de la subcuenca SB-2.	180
Gráfica 71: Hietograma de diseño en un periodo de 5 años de la subcuenca SB-3.	181
Gráfica 72: Hietograma de diseño en un periodo de 10 años de la subcuenca SB-3.	182
Gráfica 73: Hietograma de diseño en un periodo de 30 años de la subcuenca SB-3.	183
Gráfica 74: Hietograma de diseño en un periodo de 50 años de la subcuenca SB-3.	184
Gráfica 75: Hietograma de diseño en un periodo de 100 años de la subcuenca SB-3.	185
Gráfica 76: Hietograma de diseño en un periodo de 5 años de la subcuenca SB-4.	186
Gráfica 77: Hietograma de diseño en un periodo de 10 años de la subcuenca SB-4.	187
Gráfica 78: Hietograma de diseño en un periodo de 30 años de la subcuenca SB-4.	188
Gráfica 79: Hietograma de diseño en un periodo de 50 años de la subcuenca SB-4.	189
Gráfica 80: Hietograma de diseño en un periodo de 100 años de la subcuenca SB-4.	190

PROPUESTA DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE GEOBOLSAS DE ALTA RESISTENCIA A LA EROSIÓN COMO DEFENSA RIBEREÑA EN LAMBAYEQUE

Resumen

Las inundaciones son un riesgo latente que han estado presentes a lo largo de la historia y que pueden causar muchos desastres de diferente índole, por dicho motivo, surge la necesidad de estudiarlas. En este sentido, esta investigación tiene como objetivo general diseñar el sistema de Geobolsas de alta resistencia a la erosión como una alternativa de defensa ribereña para su aplicación en el río Motupe, del distrito de Jayanca, provincia de Lambayeque.

Para alcanzar el objetivo planteado, primero se realizó un análisis hidrológico de la cuenca del río Motupe obteniendo los caudales de diseño; en base a los resultados obtenidos y del estudio de mecánica de suelos, se realizó un modelo hidráulico. Por último, se realizó el diseño de la defensa ribereña en el software GEO 5.

Del estudio hidrológico, los caudales máximos para los periodos de 5,10,30,50 y 100 años fueron 96.80 m³/s, 269.80 m³/s, 713.80 m³/s, 843.40 m³/s y 1375.00 m³/s, respectivamente. En relación con el análisis hidráulico, se obtuvo información gráfica sobre las zonas que presentan mayor susceptibilidad. En base a esta información, se realizó el diseño de la defensa ribereña con el empleo de Geobolsas, teniendo un vuelco de 46.5% y un deslizamiento de 75.1%, siendo ambos aceptables, además su capacidad portante fue de 150 kpa y una estabilidad de taludes aceptable.

Se concluye que el empleo del sistema de Geobolsas es una buena alternativa de defensa ribereña para el río Motupe debido a que los parámetros obtenidos son aceptables.

Palabras Clave: inundación, caudales de diseño, precipitaciones, diseño de defensa.

Abstract

Floods are a latent risk that have been present throughout history and can cause many disasters of different kinds, for this reason, the need to study them arises. In this sense, the general objective of this research is to design a system of Geobags with high resistance to erosion as a riparian defense alternative for its application in the Motupe river, in the district of Jayanca, province of Lambayeque.

To achieve the proposed objective, first a hydrological analysis of the Motupe river basin was carried out, obtaining the design flows; based on the results obtained and the soil mechanics study, a hydraulic model was made. Finally, the riparian defense was designed using GEO 5 software.

From the hydrological study, the maximum flows for the 5,10,30,50 and 100 year periods were 96.80 m³/s, 269.80 m³/s, 713.80 m³/s, 843.40 m³/s and 1375.00 m³/s, respectively. In relation to the hydraulic analysis, graphic information was obtained on the areas with the greatest susceptibility. Based on this information, the riparian defense was designed with the use of Geobags, with a 46.5% overturning and a 75.1% landslide, both of which were acceptable, in addition to a bearing capacity of 150 kpa and acceptable slope stability.

It is concluded that the use of the geobags system is a good alternative for riverbank defense for the Motupe river because the parameters obtained were acceptable.

Keywords: flooding, design flows, rainfall, defense design.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

En distintos lugares el evento que más notorio es el fenómeno El Niño, el cual provoca sequias en todo el mundo, tal y como se dio entre los años 1997 y 1998. Para la Organización de las Naciones Unidas (ONU) [1] los países que se ven afectados son Estados Unidos, México, África, China, Indonesia y Australia en lo que es el continente americano y Oceanía. Cabe mencionar que también este fenómeno afecta a los países latinoamericanos tales como Perú, Ecuador, Venezuela, Argentina, Bolivia y Colombia, generando impactos extremadamente negativos ya que se generan inundaciones que afectan las áreas de cultivos agrícolas.

En nuestro país Perú, se ha presentado en distintos años el fenómeno El Niño, es en el 2017 que se registra por el SENAHMI la elevación de los caudales en distintos países, generando alarmas nacionales debido a que en algunas áreas ya presentaban vulnerabilidad por registros pasados de haberse presentado situaciones similares. Según INDECI [2], el fenómeno El Niño se dio desde el año 1983 a 1984, del año 1997 a 1998 siendo este último el que más desgracias género, en este año en Perú se registraron como fallecidos 225 personas, damnificados un total de 300 mil, afectados aproximadamente más de 2 millones y de los 1850 distritos que se tiene a nivel nacional se vieron afectados 879 distritos.

Es necesario mencionar que la región Lambayeque también se vio afectada por el fenómeno, ya que hubo registros de que fue uno de los departamentos con más daños juntamente con Tumbes y Piura, es por ello, que en el año 2017 el Gobierno a través del Decreto Supremo declaro a los departamentos anteriormente mencionadas en estado de emergencia, por ende, se le proporciono toda la ayuda posible y más a las zonas aledañas a ríos o quebradas.

El Instituto Geológico [3], nos presenta unos estudios realizados de un análisis geológico, geomorfológico y peligros en los sectores de Jayanca, Pacora e Íllimo cuando se

dio el fenómeno El Niño del año 2017; aquí nos menciona que estos distritos se vieron afectados por inundaciones fluviales y se detectó socavación en el río la Leche y Motupe, todo ello conlleva a que se realizaran propuestas y trabajos de prevención y protección. En la actualidad el río Motupe se encuentra seco, que solo tiene carga fluvial en épocas lluviosas que son en los meses de enero, febrero y marzo; al generarse considerables caudales se da la inundación del distrito Jayanca.

En el distrito de Jayanca se han presentado diversos desastres naturales, en su gran mayoría debido al desborde del río Motupe el cual pasa por el distrito, es por ello, que en tiempo de lluvias el río Motupe se desborda provocando inundación de los terrenos de cultivo, centros poblados aledaños al río. Existen registros desde que años el fenómeno El Niño a estado afectado, según [3] es desde el año 1578 donde se desborda el río Motupe en el distrito de Jayanca dándose lluvias durante cincuenta días, como el río Motupe empieza desde Motupe hasta el distrito de Salas pasando por Jayanca, es por ello que en el periodo de lluvias y del fenómeno El Niño este arrasa con casas y el pueblo de Jayanca queda rodeado de agua, en esta circunstancia los pobladores se refugian en el lugar más elevado y en el año 1578 permanecieron por un mes y medio en la parte alta. En los años de 1877 y 1878 el fenómeno El Niño ocasionó daños extraordinarios en la infraestructura de transporte y en la agricultura ya que hubo pérdidas de toda la cosecha de algodón.

El río Motupe se desborda según [3] debido a los periodos lluviosos y a que el cauce del río se encuentra gran presencia de vegetación, por ser muy sinuoso o meándrica.

Para el año 2017 el fenómeno El Niño según [3] y los pobladores nos indica que el río Motupe cuenta con dos cauces, el cauce antiguo y el presente actualmente a donde se desvió el río mediante un dique colocado en el sector Pampa El Lino que está frente al distrito de Jayanca. El río al separarse en dos brazos, el izquierdo pasa por los distritos de Jayanca y Pacora hasta darse el encuentro con el río La Leche en el sector Las Juntas; el brazo derecho atraviesa terrenos de cultivo en los distritos de Santa Lucia y San Juan, dándose el encuentro con un canal artificial que se deriva del río La Leche y desembocando en la laguna La Niña.

En marzo del 2017 se presentó una gran crecida del río Motupe lo que ocasiono el colapso del dique, por lo que el caudal se desvió por el cauce antiguo trayendo como consecuencia la perdida de los terrenos agrícolas, vías de acceso y viviendas, siendo el foco de inundación la zona ubicada entre el distrito de Jayanca y Pacora.

1.1.1 Antecedentes

En la actualidad no existen proyectos con respecto a diseños de defensas ribereñas para el distrito de Jayanca, solo se encontró informes y peritajes que se realizaron por parte de las autoridades del ANA y la Municipalidad del distrito, donde se solicita con gran urgencia llevar a cabo proyectos de prevención que puedan garantizar la protección de las zonas afectadas, que son las zonas agrícolas y viviendas. Es ante ello que llevar a cabo una propuesta de diseño de una defensa ribereña es esencial para controlar las inundaciones, garantizando evitar las pérdidas económicas y ayudando al desarrollo del distrito.

Los autores de [4], nos indican que los desastres causados por la erosión fluvial pueden causar graves daños a una comunidad con consecuencias duraderas que impedirán una breve recuperación. En eventos de gran magnitud, el tiempo total de recuperación se mide en meses o años. Estas largas recuperaciones se realizan en múltiples etapas y diferentes tasas de recuperación.

La investigación [5] nos menciona que los problemas de estabilización, regularización y cuidado para proteger el elemento estructural o el elemento protector ante la erosión pueden ser solucionados mediante el uso de gaviones reforzados con geotextiles aplicándolos de una manera correcta evitando inconvenientes en el proyecto.

El estudio realizado por [6] menciona que los Geo sintéticos son parte de las nuevas contribuciones de la ingeniería hidráulica que se han incorporado y algunas que no a los modelos de simulación de áreas costeras y las líneas generales interdisciplinarias y colaborativas que desarrollarán los científicos en ingeniería costera e hidráulica.

La investigación [7] manifiesta que una obra con el uso de Geobolsas no tiene ningún riesgo de desarmarse con las crecientes. Cada Geobolsa tiene, aproximadamente, 18

toneladas de arena. Además, el sistema de costuras es de poliéster de alta resistencia. Además, agregó que la única forma como se puede destruir esto es si alguien lo corta, pero no se lo puede cortar con cualquier cosa. El corte se lo puede hacer solo si es un con cuchillas grandes y filosas. Esto no se puede destruir si troncos que bajen con la corriente le golpean.

Los autores de [8] mencionan que atreves de enrocados permeables colocados de una manera escalonada e instalando pozas de decantación para filtración y eliminación de sedimentos se puede regular las aguas en cauces aluvionales y ayudar en la recuperación de la capacidad parcial y en mejores condiciones de manera total la naturalidad de la cuenca.

El autor de [9] menciona el uso de las Geobolsas como una gran alternativa de solución para mejorar el manejo y control de la peligrosa erosión fluvial y a su vez es económicamente ventajoso para esta clase de proyectos.

El estudio [10] indica que los procesos que se dan para una erosión fluvial aparecen debido a la dinámica de los ríos. Sin embargo, la erosión lateral que se llega a producir en las riberas de los ríos amazónicos se asocia a movimientos gravitacionales y se relaciona principalmente con numerosos deslizamientos de tierra que causan un daño en las estructuras o inclusive matar a las personas que habitan en estas riberas.

Los autores de [11] realizan una investigación con la finalidad de valorar la diversidad y la calidad de los diferentes ecosistemas ribereños de los ríos del noroeste de Chubut sometidos a diferentes usos del suelo y evaluar las diferentes soluciones ante la erosión fluvial. Así mismo los sitios más impactados fueron los ríos aguas abajo de las áreas urbanas y que fluyen a través de los pastizales, mientras que el mejor estado ecológico se registró en los sitios de bosque nativo de referencia.

En la investigación [6] se realiza una revisión histórica centrada en los modelos de simulación y hace especial referencia a las modificaciones estructurales observadas en la ecuación de conservación de arena cuando se considera el efecto local de talud de fondo. La revisión cubre las contribuciones de la ingeniería hidráulica que se han incorporado y algunas que no a los modelos de simulación de áreas costeras y las líneas generales

interdisciplinarias y colaborativas que desarrollarán los científicos en ingeniería costera e hidráulica.

En el artículo [7] se realiza un análisis sobre la construcción de muros de contención con el uso de Geobolsas, llegando a la conclusión que el uso de este sistema de poliéster de alta resistencia no tiene riesgo de colapso alguno debido a las características de este mismo.

En la investigación realizada por [9] se brinda una alternativa de solución a la erosión fluvial con la finalidad de controlarla, utilizando un sistema de Geobolsas en el margen izquierdo del río Tumbes. De igual manera, el autor concluye en su investigación que el uso de estos elementos llamados Geocontenedores resulta ser una gran alternativa que brinda solución para el adecuado control de la erosión fluvial siendo económicamente beneficiosa y rentable para esta clase de proyectos en el norte del Perú.

El autor de [12] realiza una investigación para poder verificar cuál tipo de sistema de prevención y así mismo encontrar cual es el sistema de control indicado para erosión y del mismo modo emplearlo con la finalidad de no tener deterioro y fallas en las riberas de los ríos de Junín. Así mismo se llega a la conclusión que una estructura de gaviones podría controlar la posible erosión que se podría aparecer en la ribera del río de misma localidad.

El estudio realizado por [13] plantea el uso de soluciones y técnicas novedosas que se han utilizado en países desarrollados, en los cuales se tiene gran interés por la aplicación de productos innovadores. Así mismo el autor menciona que el uso de los Geo sintéticos puede suplir diferentes funciones en la ingeniería, reduciendo costos en la ejecución.

Respecto al uso de Geocontenedores, la investigación [14] plantea que el uso de estos resulta ser una opción factible con grandes ventajas ante estos sistemas ya conocidos. Así mismo el autor manifiesta que durante muchos años se han estado construyendo mecanismos tradicionales para la protección de las costas como los llamados enrocados, muros de contención, etc. las cuales en muchas ocasiones no se encuentran en la capacidad de solucionar diversos problemas de erosión en la costa y en cambio estas “soluciones” pueden ayudar a que se incremente el problema.

Los Sistemas de Geobolsas como espigones para protección Ribereña es una solución novedosa en la Ingeniería Civil que garantiza un adecuado resultado debido a los componentes de cada geotextil, que cuenta con polímeros fabricados de Poliéster o también formados por geocompuestos de gran resistencia a la erosión en este caso fluvial.

Una alternativa como el uso de Geobolsas como Defensa Ribereña, es de mucha importancia para la población de la ciudad de Jayanca, así como del centro poblado de Cahuide y Pampa de Lino, además que la municipalidad de Jayanca ha proyectado el crecimiento de desarrollo urbanístico de la ciudad de Jayanca hacia la parte noreste del centro poblado Cahuide.

Esta investigación dará una solución al problema de inseguridad y riesgo alto de salud, que perjudica a las poblaciones mencionadas, dado a que la erosión del margen izquierdo del río Motupe afectó seriamente y de gravedad la ribera del río habiendo destruido áreas agrícolas y con ello el bordo de las riberas tanto de la izquierda como de la derecha del río.

Para la construcción de los espigones con el uso de las Geobolsas, se utilizará el material propio del río para el relleno de estos, estos serán apoyados en la rasante de río previa colocación del geotextil, logrando de esta manera una notable reducción de costos al momento de realizar la estructura de la defensa ribereña.

Los sedimentos del lecho del río Motupe, inyectados dentro del sistema de las Geobolsas, a través de diversos métodos de bombeo se forman gracias al tamaño de abertura aparente, debido a una gran permeabilidad, y por la alta resistencia de los materiales que los conforman, dando, así como resultado una gran solución para reducir el impacto ambiental de la zona en beneficio de los pobladores

1.2. Formulación del problema

¿Por qué el sistema de geobolsas de alta resistencia a la erosión es una alternativa viable de defensas ribereñas en el río Motupe – Distrito de Jayanca – Provincia de Lambayeque?

1.3. Hipótesis

El uso de geocontenedores como un sistema de espigones en el río Motupe en el distrito de Jayanca, tendrá un comportamiento óptimo como alternativa de Defensa Ribereña y reducirá el costo frente a otra posible alternativa.

1.4. Objetivos

Objetivo general

Diseñar el sistema de Geobolsas de alta resistencia a la erosión como Defensa Ribereña para su aplicación en el río Motupe, del distrito de Jayanca, provincia de Lambayeque.

Objetivos específicos

- Realizar un estudio de suelos de las muestras obtenidas previo diseño del sistema para brindar una adecuada alternativa de defensa ribereña.
- Establecer la delimitación de la cuenca del río Motupe del tramo en estudio.
- Determinar los caudales de diseño del río Motupe para los distintos periodos de retorno de 5, 10, 30, 50 y 100 años.
- Realizar el cálculo de las velocidades y perfiles hidráulicos del río Motupe del tramo en estudio.
- Modelar un sistema de Geobolsas de alta resistencia a la erosión como una alternativa de defensa ribereña en el cauce del río Motupe.
- Análisis de las pérdidas económicas para la población afectada.

1.5. Teorías relacionadas al tema

➤ Erosión

La Erosión viene a ser un fenómeno de desgaste que está constituido en primer orden por el desprendimiento de partículas y materiales, luego por el transporte, y posteriormente por el depósito de diversos materiales por acción de una fuerza ejercida por el fluido que se

encuentra moviéndose constantemente [15].

Esta fuerza se puede llegar a generar por el agua y así mismo por el viento; por este motivo es conveniente proteger toda estructura dañada por esta patología [16].

Según [17], los materiales litológicos presentan una resistencia relativa a la erosión fluvial. Estos tipos de materiales mencionados afectan la movilidad y la estabilidad del cauce del río en estudio.

El cambio climático, la inestabilidad en el aumento y disminución de las temporadas de lluvia, el mal uso del suelo y demás actividades humanas, han provocado como resultado unos procesos acelerados de erosión que, sin el estudio correspondiente pueden traer problemas críticos tanto en el desarrollo económico como en el social [18].

Para el caso de ríos con lechos arenosos, como en la región Lambayeque y todo el norte del Perú, la erosión es un tema de mucha envergadura para realizar el diseño y fabricación de cruces en los ríos [19].

La erosión presenta diversos tipos, los cuales se mencionan a continuación [20]:

- La erosión que se origina por acción del viento.
- La erosión que se origina por las gotas de lluvia.
- La erosión que se produce laminarmente.
- La erosión que se origina en diferentes surcos.
- La Erosión producida por el afloramiento de fluidos, en mayor frecuencia del agua.
- La erosión que se origina en los cruces del agua en diferentes situaciones.
- Erosión debido al oleaje marítimo y fluvial.

➤ **Dinámica fluvial**

Para realizar el estudio apropiado de los procesos de dinámica fluvial se debe identificar los ríos generalmente en la zona de inundación y en la zona ubicada en la parte media para identificar el comportamiento de ellos por los diferentes sectores [21].

En los indicios de erosión, deben identificarse y señalarse los movimientos en masa,

principalmente los más grandes [22]. Se tiene siempre que tener presente que los movimientos en masa de gran envergadura son particularmente de difícil manejo, por lo cual posiblemente pueden descartarse estas zonas como alternativa para un proyecto longitudinal, ubicación de un puente, o cualquier otra obra de gran magnitud [23].

➤ **Migración lateral**

Detallar la Migración Lateral es referirse por definición al desplazamiento o movimiento del cauce del río hacia un lado, o hacia ambos lados de la orilla del río, al producirse este desplazamiento se puede apreciar la presencia de dos cauces, agregándose así el cauce nuevo que se ha formado lateralmente [24].

Según [25], el movimiento lateral que se produce en los ríos o también llamado desplazamiento del cauce del río trae como principal consecuencia que los nuevos cursos fluviales abandonen ciertas áreas y vías para que se establezcan por nuevas zonas y lugares.

➤ **Estudio hidrológico**

Hidrología

Es la ciencia encargada del estudio de toda relación del agua con el entorno y su ecosistema, que se encarga del análisis y la evaluación de las características de la atmósfera, la superficie de la corteza terrestre y las diferentes capas o estratos geológicos [26].

Los autores de [27], mencionaron que gracias a la Hidrometría tenemos la facilidad de poder conocer la disponibilidad y capacidad existente de agua, además las probabilidades con las que se va a producir las sequías y poder tener el conocimiento para poder verificar las fluctuaciones del curso de los ríos.

Análisis hidrológico

El análisis engloba la precipitación, escorrentía y aguas subterráneas; este tiene como objetivo, además del conocimiento de estos fenómenos en sí mismos, la obtención de respuestas razonables, referente a problemas esenciales o importantes para la vida humana [28].

Diferentes modelos hidráulicos en particular han hecho posible innovadores avances que ayudan a conocer con más detalle los diversos estudios y conceptos de las cuencas a lo largo de todo el País, la utilización de nuevos sistemas tecnológicos como H E C RAS y H E C HMS quienes han tenido una gran acogida a nivel de la Ingeniería mundial y sobre todo en las personas que trabajan en las diferentes áreas afines a esta como la meteorología o hidráulica [29].

Una evaluación hidráulica realizada en un río arroja resultados que se asemejan mucho más a la realidad. Por otro lado, permite definir de una manera precisa los tramos del río en estudio, que son más sensibles a erosión y que podrían poner en riesgo a las estructuras hidráulicas proyectadas en el río [29].

Precipitación

Las lluvias que duran un pequeño periodo de tiempo tienen como característica el tener una muy alta intensidad y breve tiempo de duración. En las zonas de mayor tráfico urbano de un país latinoamericano, se produce comúnmente inundaciones de manera repentina debido a una inestabilidad en el sistema pluvial de las zonas urbanas [30].

Tener la facultad para poder predecir la ocurrencia de las lluvias en el más corto plazo es un gran reto, es por eso se debe tener todos los conocimientos en todo ámbito que nos permita siempre tomar decisiones más rápidamente y que brinden soluciones a la población [31].

El estudio de [9] nos da a conocer que para poder diagnosticar de manera correcta tenemos que conocer de manera básica el sistema de lluvias de la zona a evaluar.

Por otra parte [32], nos indica que para poder conseguir una planificación que valla acorde a las necesidades del proyecto y objetivos de desarrollo endógeno del río, se tiene que prever una elevada ocurrencia de fenómenos de precipitación intensa y concentrada en reducidos periodos.

Escorrentía

La investigación [33], define como la proporción del total de la lluvia que eventualmente viaja por la capa superficial del suelo o terreno. Gracias a las características físicas de la cuenca, facilita el transcurso del agua desde que cae hasta que llega a un río o cañada al final del tramo.

El agua recorre proporcionalmente desde el inicio, empezando con concentraciones pequeñas, para que después de un tramo ladera abajo vayan aumentando de tamaño. La escorrentía como sistema depende de una diversidad de factores que tienen una gran influencia como son la misma intensidad de la lluvia y por ende la misma área que forma en la capa superficial, sin dejar de lado la pendiente de la misma naturaleza y las diferentes características de los suelos [34].

El tamaño de los caudales en el proceso de origen de la escorrentía puede ser evaluada y determinada simplemente analizando el hidrograma unitario. El rastro de los caudales reunidos los podemos hallar encontrando todas las líneas marcadas en el lodo o las líneas dejadas por los residuos que eventualmente se forman por la poca altura en las áreas de cobertura vegetal [16].

Dentro de las propiedades importantes y principales hidrológicamente detalladas que tienen los suelos conservan una gran influencia sobre la escorrentía en la capa de la superficie terrestre y el transporte de los sedimentos [35].

Es por eso, que numerosos estudios han venido demostrando que la tasa de infiltración en bosques con suelos inalterados normalmente excede la intensidad de la lluvia y, por lo tanto, predominan los flujos subsuperficiales [36].

Infiltración

La infiltración viene a ser un proceso sistemático en donde el agua ubicada desde la parte superficial del terreno se transmite hacia las profundidades de este. Este proceso depende directamente de la forma y de los compuestos encontrados en todo el terreno [28].

La infiltración se produce de manera saturada o al contrario de una manera no saturada. El primer proceso depende de la conocida ley de Darcy, el otro proceso depende

de las reacciones fisicoquímicas que se originan entre el material del terreno y el agua [37].

Iniciada la lluvia, en toda la precipitación se produce una infiltración que lleva a la posterior humedad en el suelo. Esta humedad es importante conocerla, puesto que la cantidad de humedad que contiene el suelo en los momentos antes o iniciales de la lluvia siendo ésta muy determinante por debido a la cantidad en que se da la infiltración ya que, al producirse la lluvia, se origina que una penetración del agua al suelo humedecido; esta capa no llega a un equilibrio y finalmente no se forman la conocida escorrentía [9].

El estudio realizado por [38], indica que este equilibrio logra formarse cuando todo el perfil se encuentra transmitiendo fluido, en este caso agua por la parte con una permeabilidad menor. Este periodo de infiltración varía y puede ocurrir en tiempos desde 10 minutos a varias horas luego del inicio de la lluvia. (Fig.1)

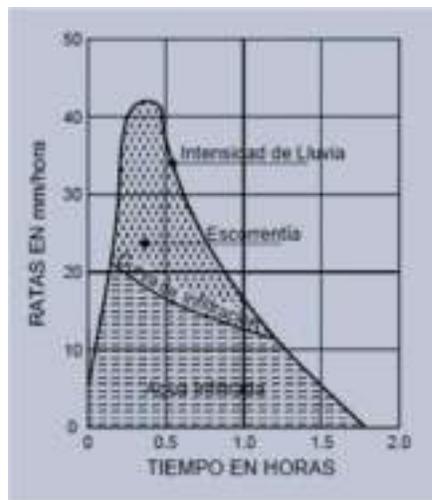


Fig. 1. Lluvias Infiltración y Escorrentía durante una tormenta. [38]

Las facultades de infiltración cambian entre dos y dos mil quinientos milímetros por cada hora transcurrida, teniendo en cuenta diferentes factores como la cobertura vegetal, el terreno y la pendiente que se forma, ubicación de cada textura del suelo, y la práctica de agricultura [38].

Por otro lado, los suelos con más permeabilidad y con mayor capacidad de infiltración (Tabla I) son las gravas y también las arenas siendo más permeables que las arcillas.

Tabla I

Control de erosión en zonas tropicales. [38]

SUELO	Permeabilidad K cm / seg	Capacidad de Infiltración mm / hora
Arcillas	$< 10 \times 10^{-9}$	0.25 a 2.5
Limos	1×10^{-8} a 1×10^{-7}	2.5 a 8
Arenas Finas	1×10^{-7} a 1×10^{-6}	8 a 13
Arenas Gruesas	1×10^{-6} a 1×10^{-2}	13 a 20
Gravas	$> 1 \times 10^{-2}$	20 a 30

Nota: Rangos de permeabilidad y capacidad de infiltración para clasificar el tipo de suelo.

Cuenca

Es la unidad hidrológica superficial más importante y utilizada. Ésta no coincide de ninguna manera con otras unidades hidrológicas subterráneas. Esta es una sección territorial, donde es posible separarla de manera que, si esta fuese impermeable, toda el agua que escurriría por ella drenaría por un mismo punto [39].

Existen dos grandes tipos de cuenca que se reconocen fácilmente, endorreicas y exorreicas. Las cuencas llamadas endorreicas, aquellas que desembocan en un lago central y las cuencas llamadas exorreicas, que son aquellas que desembocan fuera de la unidad hidrológica [37].

Elementos de una cuenca

El autor de [40] nos menciona que una cuenca cuenta con distintos elementos, tales como:

- **Cauce principal:** es considerado como la mayor longitud por donde transita el caudal o llamado también la mayor área de drenaje.
- **Divisora de agua:** es aquella línea ficticia que delimita la cuenca hidrográfica.
- **Afluentes:** se consideran a todos los ríos secundarios que desembocan en un río principal.
- **Relieve de la cuenca:** se considera a todos los valles tanto los principales y secundarios, también forman parte los relieves menores y mayores.

Partes de la cuenca

Existen tres partes de una cuenca, tales como:

- **Cuenca alta:** es la parte donde nace o se genera un río y se desplaza por la pendiente.
- **Cuenca media:** es aquella parte donde existe un equilibrio, tanto del material que trae la corriente y el material que desplaza y sale, sin existir erosión.
- **Cuenca baja:** es la parte de la cuenca donde se depositan o sedimentan todo el material desplazado por el caudal del río.

Caudal de diseño

Estos se deben calcular ya que en el diseño de una obra se relacionan con el nivel de riesgo que puede generarse si esta obra falla. Es por ello, que se usan para diseñar la dimensión de un cauce, su sistema de drenaje, defensas ribereñas, etc. Es necesario mencionar que el caudal de diseño dependerá o estará en función del periodo de retorno que se establezca, como también dependerá de cuán importante es la obra y su vida útil [40].

El estudio realizado por [41] nos dice que el período de retorno es el tiempo promedio donde el caudal pico de una creciente es igual o mayor cada cierto tiempo (T) denominado Período de Retorno. Al generarse eventos iguales o mayores al caudal, esto quiere decir que puede ocurrir una vez en cierto período de retorno, es por ello, que su probabilidad de ocurrir es de P lo que puede ser igual a la unidad en periodos de retorno distintos.

Para poder calcular la probabilidad de falla de una obra con una vida útil de n años, es porque se dan eventos anuales independientes, es por ello, que se consideran como una falla R y se determina con la siguiente fórmula:

$$R = 1 - (1 - 1/T)^n$$

Ecuación 1: Para cálculo de probabilidad de falla. [41]

➤ Parámetros hidráulicos

En el libro de “Control de erosión en zonas tropicales” de [42] nos explica que como parámetros hidráulicos tenemos a la pendiente del cauce de un río el cual juega un rol importante porque define la avenida del agua como también la magnitud de esta avenida. Existe otro parámetro muy fundamental que se tiene que calcular que es la rugosidad de Manning del cauce en estudio, que se ve afectada por varios factores tales como el tipo de material del cauce, las irregularidades del cauce, variabilidad de las secciones transversales, impedimentos u obstrucciones, la vegetación, etc.

En zonas que son más planas o rectas el canal tiende a tener una sección más trapezoidal o rectangular, es por ende que se tienen que saber los parámetros como el área, el ancho, longitud, profundidad, perímetro mojado, radio hidráulico y capacidad del cauce

Pendiente del cauce

Este parámetro es importante debido a que define la descarga de la avenida de agua y la magnitud de la avenida. Cabe mencionar que su cálculo es importante pero no solo del canal principal, sino también de las pendientes de las zonas aledañas, taludes y los cauces secundarios.

Rugosidad del cauce

En esta investigación para el cálculo de la rugosidad se utilizó el método que nos menciona el [41], que es el Método de Cowan que lo propone el maestro Ven te Chow, en este método se establecen factores que pueden influir la rugosidad tales como los que están en la siguiente tabla. Para obtener el valor de la rugosidad o coeficiente de Manning el método nos indica que es la suma de las rugosidades que se mencionan en la tabla II.

Tabla II

Tabla de Cowan con los distintos factores que influyen en el coeficiente de n. [41]

CONDICIONES DEL CANAL		VALORES	
Material Involucrado	Tierra	n_0	0.020
	Corte en Roca		0.025
	Grava Fina		0.024
	Grava Gruesa		0.028
Grado de Irregularidad	Suave	n_1	0.000
	Menor		0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones de la Sección Transversal	Gradual	n_2	0.000
	Ocasionalmente Alternante		0.050
	Frecuentemente Alternante		0.010-0.015
Efecto Relativo de las Obstrucciones	Insignificante	n_3	0.000
	Menor		0.010-0.015
	Apreciable		0.020-0.030
	Severo		0.040-0.060
Vegetación	Baja	n_4	0.005-0.010
	Media		0.010-0.025
	Alta		0.025-0.050
	Muy Alta		0.050-0.100
Grado de los Efectos por Meandro	Menor	m_5	1.000
	Apreciable		1.150
	Severo		1.300

La fórmula con la que se calcula es la siguiente:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)m_5$$

n_0 = rugosidad base para un canal recto, uniforme, prismático y con rugosidad homogénea.

n_1 = rugosidad adicional debida a irregularidades superficiales del perímetro mojado a lo largo de la sección estudiada.

n_2 = rugosidad adicional equivalente debida a cambios en la forma y tamaño del tramo en estudio.

n_3 = rugosidad equivalente debida a obstrucciones existentes en el canal.

n_4 = rugosidad adicional equivalente debida a la presencia de vegetación.

m_5 = factor de corrección por efecto de tortuosidad o meandros del cauce.

➤ **Estudio hidráulico**

Para llevar a cabo el estudio hidráulico se debe realizar un modelamiento hidráulico, es por ello, que se hace a través el software HEC – RAS que fue realizado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos en el año 1967, esta es una herramienta que es muy usada por agencias federales, organizaciones de distintos países y de los Estados Unidos.

Esta herramienta nos proporciona saber el nivel de inundación que puede generarse en la sección transversal establecida, la velocidad promedio y velocidad crítica, así como también otras variables hidráulicas que nos pueda facilitar llevar a cabo el diseño de alguna infraestructura.

Para realizar el modelamiento hidráulico se necesitan datos como los siguientes: datos de la topografía del río que se estudia, el coeficiente de Manning y los caudales de diseño.

➤ **Estudios de suelos**

El suelo es uno de los recursos naturales con mayor importancia de la tierra y así mismo, es considerado como una parte fundamental de la tierra. El suelo comprende un sistema de cuerpos naturales de la capa superficial terrestre conteniendo materia viva. Particularmente, tiene la capacidad de soportar el crecimiento de las plantas y a su vez, diversos organismos vivos. Este elemento es capaz de contener materia orgánica, agua, aire y minerales [27].

La clasificación de los suelos siempre se impone como una necesidad preliminar en todos los proyectos y trabajos a realizar, para poder llevar a cabo cualquier trabajo bajo la normativa adecuada y seguridad ante cualquier eventualidad [43].

➤ **Protección aplicando Geobolsas**

Geobolsas

Según [44], los geotextiles son básicamente mallas conformadas por fibras sintéticas compuestas por polipropileno y también por poliéster, que tienen el gran e importante deber

de evitar muy posibles erosiones, así mismo cumplir las funciones de drenaje y finalmente poder conseguir una separación de tierras de distintas granulometrías llegando a estabilizar el terreno de una manera rápida y eficaz.

La Geobolsa es un Geocontenedor fabricado partiendo de monómeros provenientes del petróleo que tras las reacciones químicas que se dan, se produce una transformación, convirtiéndose en compuestos, optando el nombre de polímeros, los cuales se han venido desarrollando, para utilizaciones en diferentes obras civiles, en este caso proyectos hidráulicos, desempeñando varias funciones, como: el refuerzo, la filtración, drenaje, separación, contención, protección, impermeabilización y control de erosión superficial.

La investigación [45], indica que el uso de las Geobolsas es una propuesta actual que evita los problemas suscitados en campo, como la erosión. Colocándose un promedio de 30 a 50 Geobolsas, teniendo como meta que el uso de unos 500 Geocontenedores de este estilo, logre alcanzar los 150 metros.

El Geotextil Tejido fabricado de Poliéster de Alta Resistencia (PET), ofrece un elevado módulo de deformación, un grado de estabilidad hidráulica perfecta y así mismo una muy elevada resistencia mecánica no solo a corto plazo, si no, también a largo plazo, produciendo que estas propiedades mencionadas sigan firmes y estables a lo largo de toda la vida útil de la estructura, obteniendo de esta manera un control sobre las deformaciones que se presenten.

Las Geobolsas son utilizados en grandes proyectos de ingeniería como:

- Defensas costeras o ribereñas.
- Restauración de terrenos e islas inundados.
- Construcción de presas para incentivar la plantación de árboles en riberas y playas.
- Contención y drenaje de materiales contaminantes.
- Diseño de espigones.

Así mismo para todos los casos mencionados anteriormente el material con el que se va a realizar el llenado es:

- El material propio que se ubicó y evaluó de la zona de trabajo
- El material con un precio moderado a bajo.
- Los materiales que cuentan con un apropiado comportamiento con el medio ambiente, con relación a los materiales tradicionales.
- De material que cuentan con sedimentos para probado uso benéfico.

El estudio [46], indica que se aprobó el reinicio de una defensa ribereña compuesta por Geocontenedores de Alta Resistencia, con el fin de proteger los cultivos de las comunidades nativas ubicadas en el distrito de Perené, provincia Chanchamayo, región Junín.

Ventajas de las Geobolsas

Las Geobolsas presentan las siguientes ventajas:

- La estructura proporciona en su masa el nivel que le brinda la estabilidad contra cualquier tipo de efectos hidrodinámicos.
- La gran área de apoyo con la que cuenta por su fabricación que produce la amplia reducción de la presión transferida al terreno, siendo perfecto para una estructura con características de una naturaleza parcial o totalmente superficial, disminuyendo de esta manera la inseguridad durante su ejecución o instalación en el lugar indicado.
- Debido a lo mencionado la ubicación y uso en el lugar a colocarse puede dar de diferentes maneras, ya sea de forma escalonada o aplicando el uso de por volteo en Geocontenedores, en este caso Geobolsas de elevada magnitud o volumen.
- La Geobolsa lo que realiza es la confinación del material existente, y así mismo lo transforma en una mejor estructura con una rigidez idónea ante futuros impactos, pero se mantiene flexible para acondicionarse a diversas configuraciones de superficie.
- Existen distintos métodos de llenado los cuales se pueden adecuar a la posibilidad de equipos y personal en el área de estudio, entre los equipos encontramos a bombas de agua y lodos, sin olvidar a la maquinaria pesada.
- A continuación, se presenta los distintos sistemas de llenado de las Geobolsas.

Tabla III

Proceso constructivo de las Geobolsas. [47]

TIPO	DIMENSIONES (M)			PESO
	L	A	H	
GB-1200	5.00	2.45	1.00	21.6 TON
GB-600	2.45	2.45	1.00	10.8 TON
GB-50	0.60	0.30	0.20	50 KG
GB-25	0.40	0.30	0.20	25 KG

Materiales de las Geobolsas

Los materiales y componentes de las Geobolsas están conformados por polímeros sintéticos en gran parte, pudiendo ser tejidos o no tejidos. Estos geotextiles tejidos podrán ser diseñados con cintas planas o fibriladas, para obtener como resultado, geotextiles de alto módulo.

Los geotextiles del tipo no tejidos, a gran diferencia del primer tipo, si podrán ser confeccionados a gran medida con fibras largas, cortas punzonadas o termo fundidas, dependiendo del uso que se le ha establecido [44].

Cada Geobolsa tiene, aproximadamente, 18 toneladas de arena. Además, el sistema de costuras es de poliéster de alta resistencia, evitando de esta manera la socavación, estabilizando el suelo gracias a este producto [45].

Sección típica de un muro con sistema conformado con Geobolsas

En la siguiente fig. 2 se puede observar su sección típica.



Fig. 2. Sección Típica de Geobolsas. [47]

II. MATERIALES Y MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo aplicada puesto que se caracteriza por una aplicación inmediata sobre un problema en concreto [48], en este caso solucionar el problema de inundaciones en las viviendas cercanas al río Motupe mediante el diseño de un sistema de defensa ribereña de Geobolsa con alta resistencia a la erosión.

Diseño de la investigación

El diseño de la presente investigación es de tipo pre-experimental, ya que consiste en aplicar un estímulo al objeto de estudio, con el fin de manifestar la influencia en la variable dependiente [48]. El diseño elegido es el siguiente:

O → X → M

O: Laderas del río Motupe.

X: Diseño de los geocontenedores.

M: Medición de la efectividad de los geocontenedores en la protección de riberas.

2.2. Variables, Operacionalización

Entre las variables encontramos a las variables independientes y dependientes.

- **Variable Independiente:** esta variable es el Diseño de los geocontenedores, este sistema consiste en una estructura de geobolsas, diseñadas sobre los principios básicos de la ingeniería. Para desarrollar y garantizar su diseño como su aplicación, se requieren de conocimientos y experiencia en las áreas especializadas.
- **Variable Dependiente:** se tiene como variable a la Protección de las riberas, ya que, tras darse el aumento del caudal, la velocidad con la que transcurre el flujo de agua aumenta, y debido a esto se produce la erosión en las riberas de los ríos, provocando el deterioro de estas.

Tabla IV
Operacionalización de la variable.

Variable de Estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Diseño de los Geocontenedores	Son mangas o bolsones de geotextil que al ser rellenado, tanto en seco como por bombeo de sólidos, permiten conformar estructuras de contención, protección o confinamiento aptas para múltiples aplicaciones tanto fluviales como marítimas.	Se realizó usando el software GEO 5, diseñando una defensa de muro de contención tipo gavión. Para ello se necesita conocer la información hidráulica y el estudio de suelo.	Inter posición de elementos entre la orilla erosionada y la corriente del flujo del río	Estudio Hidrológico	Precipitación ponderada	SENAHMI	mm	Independiente	De razón
					Delimitación de la cuenca	ArcGIS	-		
					Escorrentía Superficial	SENAHMI	mm/h		
					Tiempo de retorno	MTC	años		
				Estudio Hidráulico	Caudales máximos	HEC-HMS	m ³ /s		
					Perfil del flujo	HEC-RAS	m/m		
					Velocidad del flujo	HEC-RAS	m/s		
			Capacidad erosiva del caudal del río	Estudio de suelos	Altura de la lámina de agua	HEC-RAS	m		
					Granulometría	Ensayos en laboratorio de la USS	%		
					Límite de consistencia				
Protección de las Riberas	Cuidado de ríos, quebradas, esteros, lagos y otros cuerpos de agua, incluyendo la mantención y protección de la vegetación adyacente a estos.	Se mide a partir de la colocación de la defensa ribereña, en este caso de los Geocontenedores.	Selección del tramo más vulnerable	Estudio de Suelos	Erosión	Ensayos en laboratorio de la USS	ton/ha/año	Dependiente	De razón
					Capacidad portante		kg/cm ²		
			Caracterización de los Geocontenedores	Modelamiento Hidráulico	Altura de excavación	Software HEC-RAS y otros	h		
					Relleno con material de Préstamo		m ³		
					Número de bolsas		-		
Cálculo del Talud	α ^o								

2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección

Población de estudio

Lo conforma la cuenca del río Motupe y los pobladores que se verán afectados tras producto de una inundación en el distrito de Jayanca, teniendo en cuenta un venidero Fenómeno del Niño.

Muestra

Como la muestra de la investigación se consideró al tramo de 2 km que se está estudiando, que va desde el centro poblado de Cahuide y Pampa de Lino del distrito de Jayanca.

Muestreo

Se hace uso de la técnica de muestreo no probabilístico puesto que el tramo estudiado es por conveniencia.

Criterios de selección

Es necesario mencionar que el muestreo se especificó de acuerdo con el criterio y al conocimiento del estudio de campo realizado por parte del investigador. Como unidad a analizar se tiene a la erosión de las riberas del río Motupe.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas

➤ Estudio Topográfico

Con este estudio se tiene por finalidad determinar la posición relativa de los puntos ubicados en el tramo en estudio como el saber a qué cota se encuentran cada uno de ellos. Para esto se hizo uso de los DEM's (Modelo de elevación digital) de 5 metros los cuales se encuentran en coordenadas UTMWGS – 84, estas imágenes son procesadas y unidas en el software ArcGIS, estos DEM's son los más usados ya que tienen una buena precisión, muy parecida a la de un levantamiento topográfico realizado con teodolito o estación total.

➤ Estudio de Suelos

Se realizarán ensayos de las muestras obtenidas de las dos calicatas ubicadas en la

zona en estudio, las cuales se realizaron a una profundidad de 3 metros. Posteriormente se llevó a cabo los ensayos de laboratorio de acuerdo con lo indicado en las normas de cada ensayo, se realiza la clasificación con respecto al sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS).

Se llevaron a cabo los siguientes ensayos:

- Análisis Granulométricos; MTC E-107 / ASTM D 422 / AASHTO T 88.
- Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos; MTC E-110 / E-111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89/ T 90.
- Contenido de humedad de un suelo; MTC E-108 / ASTM D 2216.
- Corte directo (Norma: N.T.P. 339.171 - 2002 / ASTM D – 3080).
- Peso específico y absorción del agregado grueso; MTC E 113 / NTP 400.021 / ASTM C-127 / 12.
- Contenido de sales; NTP 339.152, cloruro; NTP 339.178 :2003) y sulfatos; NTP 339.177 :2002.

➤ **Estudio Hidrológico**

Se realiza el estudio hidrológico con la finalidad de delimitar la cuenca del tramo en estudio que se ubica en el río Motupe, como también el querer determinar los caudales máximos del río en distintos periodos de retorno.

Para ello se hizo uso de algunos softwares, tales como el software ArcGIS que se utilizó para la delimitación de la cuenca y el software HEC-HMS que se utilizó para el cálculo de los caudales de diseño. Cabe mencionar que para las precipitaciones se hizo uso de la data PISCO que nos facilita SENAMHI.

➤ **Estudio Hidráulico**

Se llevó a cabo con el fin de saber el nivel de altura que alcanza el agua, con qué velocidad y esfuerzos cortantes se desplaza en todo su recorrido por el tramo estudiado. Estos datos obtenidos posteriormente serán usados en el diseño del sistema de Geobolsas. Para ello se hace uso del software HEC – RAS con el cual se hace el modelamiento hidráulico,

pero se necesitan información como la topografía del lugar, luego se determina la geometría del lugar estudiado y el cálculo de la rugosidad de Manning del cauce del río Motupe.

➤ **Diseño y análisis de la Geobolsa**

En esta investigación se está usando el diseño y análisis el software GEO 5, de este software se hará el diseño de un muro de contención de tipo Gavión, el cual permite el análisis de la estructura teniendo en consideración distintos aspectos tanto geotécnicos como el verificar el material de relleno que se usará para las Geobolsas.

➤ **Análisis de las pérdidas económicas**

Para el análisis de las pérdidas económicas se consideraron las áreas afectadas por la inundación que se presente en cada periodo de retorno de 5, 10, 30, 50 y 100 años; estas áreas se calcularon a partir del modelamiento hidráulico realizado con el software HEC-RAS.

Con el modelamiento hidráulica se pudieron obtener las áreas de inundación, es por ello, que se exporto estos resultados y se abrieron en el ArcGIS. Luego en el ArcGIS se procesó y se convirtió estos datos en un archivo de formato KMZ, para luego poder abrirlo en el software Google Earth Pro, una vez allí se identifican el número y área de las viviendas afectadas y los terrenos agrícolas tanto del margen derecho e izquierdo del río Motupe del distrito de Jayanca en los centros poblados de Cahuide y Pampa de Lino.

Instrumentos

➤ **Estudio Topográfico**

- DEM's.

➤ **Estudio de Suelos**

- Tamices.
- Copa de Casagrande.
- Horno electrónico.
- Balanza electrónica.
- Máquina para realizar corte directo.

➤ **Estudio Hidrológico**

- Software ArcGIS y HEC – HMS.

➤ **Estudio Hidráulico**

- Software HEC – RAS.

➤ **Otros Programas**

- Google Earth Pro
- Microsoft Office (Word, Excel)

➤ **Equipos**

- Laptop
- Impresora a color

➤ **Validez**

Respecto a las características del suelo, son validados por el técnico del laboratorio que elabora el estudio de mecánica de suelos.

2.5. Procedimiento de análisis de datos

➤ **Etapa I: Recolección de información.**

- Recopilación de la información topográfica del tramo en estudio.
- Visitar la zona en estudio del distrito de Jayanca.
- Se lleva a cabo la recolección de información bibliográfica y antecedentes.
- Se buscó información de estudios hidrológicos y meteorológicos.
- Realizar la interpretación de los datos recolectados.

➤ **Etapa II: Desarrollo de los estudios.**

- Se realiza la descarga y procesamiento de los DEM's de 5 metros.
- Se lleva a cabo el estudio de mecánica de suelos de las muestras obtenidas de las calicatas en la zona en estudio.
- Para el diseño de la defensa ribereña de un sistema de Geobolsas se revisa las normativas vigentes.

- Se hace la delimitación de la cuenca del río Motupe con el software ArcGIS.
 - **Etapas III: Realización de los modelamientos.**
- Elaboración de las curvas IDF y hietogramas para los periodos de retorno de 5, 10, 30, 50 y 100 años.
- Procesamiento de las precipitaciones de la data PISCO en el software ArcGIS.
- Se calcula los caudales de diseño para cada periodo de retorno de 5, 10, 30, 50 y 100 años en el software HEC – HMS.
- Realización del modelamiento hidráulico en el software HEC – RAS de la cuenca del río Motupe.
- Se obtienen los tirantes máximos que alcanza el agua tras realizar el modelamiento hidráulico.
 - **Etapas IV: Evaluación del modelamiento.**
- Se realiza el prediseño de la defensa ribereña del sistema de Geobolsas de alta resistencia a la erosión.
- Hacer el informe de la discusión de los resultados obtenidos.
- Diseño final de la estructura de la defensa ribereña del sistema de Geobolsas de alta resistencia a la erosión.
- Realizar las conclusiones y recomendaciones.

Etapas V: Presentación de la tesis.

2.6. Criterios éticos

En esta investigación se da a conocer información veraz, citando las fuentes de manera correcta con el estilo establecido por esta prestigiosa universidad. A la vez, se sometió al turnitin para evaluar el porcentaje de similitud.

En relación con los resultados del estudio de mecánica de suelos, estos son verídicos y validados por el laboratorista que emite el informe.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

➤ Descripción de la zona en estudio

Ubicación Política del lugar

Este proyecto se desarrollará en los centros poblados de Cahuide y Pampa de Lino pertenecientes al distrito de Jayanca que está situada al noreste de la provincia de Lambayeque. Esta zona en estudio es atravesada por el río Motupe el cual favorece con sus aguas a la agricultura.

- **Departamento:** Lambayeque.
- **Provincia:** Lambayeque.
- **Distrito:** Jayanca.

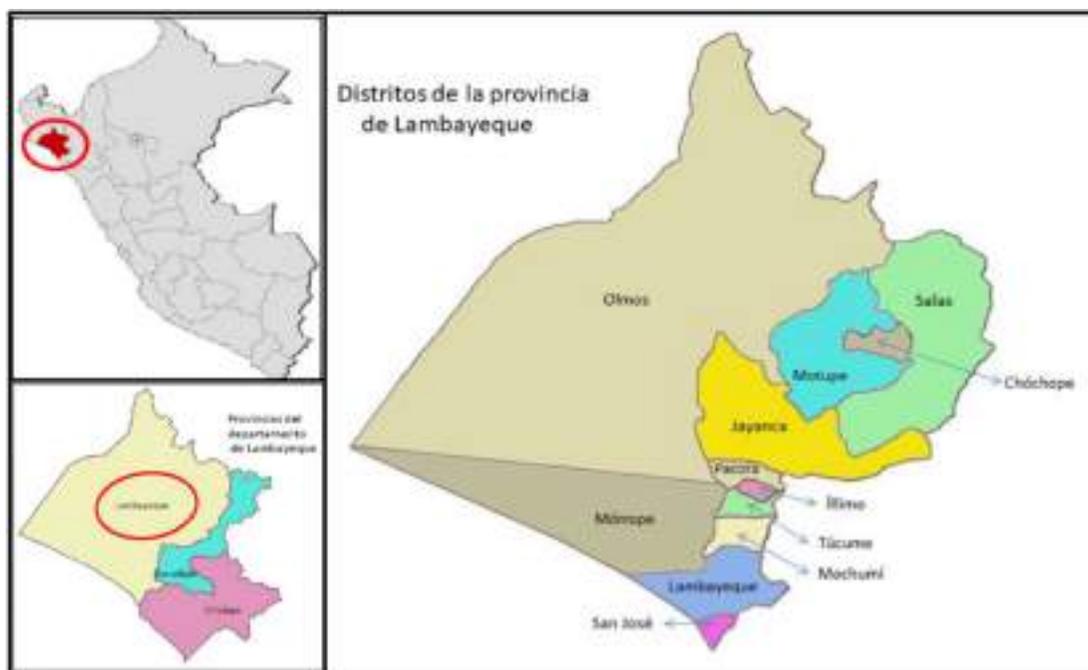


Fig. 3. Mapa de ubicación Política de Jayanca. [49]

Ubicación Geográfica del lugar

- Latitud sur: 6°22'06.00".
- Longitud: 79°50'20.07".
- Límites:
 - Por el Norte con el distrito de Salas.

- Por el Sur con el distrito de Pacora.
- Por el Este con el distrito de Pitipo.
- Por el Oeste con el distrito de Pacora.

Ubicación Hidrográfica

El río Motupe hidrográficamente está ubicada en las regiones de Lambayeque y Cajamarca, cuenta con una superficie de 3269.354 km² de área y por ende es la cuenca más grande del departamento de Lambayeque. La cuenca de Motupe hidrográficamente forma parte de la vertiente del Pacífico.

Cabe mencionar que cuenta con límites hidrográficos que se mencionan a continuación:

- Norte: Unidades Hidrográficas 137773 y la Cuenca de Olmos.
- Sur: Unidades Hidrográficas 137771 y la Cuenca Chancay.
- Este: Cuenca Hidrográfica de Chamaya.
- Oeste: Océano Pacífico.

Condiciones climáticas del lugar

En el distrito de Jayanca el clima es variado, ya que los veranos son cortos, cálidos, calurosos y algunas veces nublosos; en cambio el tiempo de invierno son mucho más largos, frescos y no tan nublados, pero es seco en todo el año. En todo el año las temperaturas varían entre 17°C hasta 34°C, son raras las veces en que la temperatura baja a un menos 16°C y llega a subir hasta 36°C.

Es necesario mencionar que en julio se presenta el clima más seco y con una lluvia de 0 mm. Las lluvias más altas se presentan en el mes de marzo con una precipitación de 80 mm.

➤ Estudio Topográfico

Reconocimiento de la zona en estudio

Para realizar el reconocimiento de la zona en estudio se lleva a cabo una actividad la cual es realizar la visita in situ del lugar en estudio, ya que se debe análisis y observar cómo es que es el estado actual del río Motupe. Este reconocimiento consistió en poder establecer

el punto de inicio y final del tramo en estudio, como también el establecer los puntos donde se realizarán las calicatas para la extracción de las muestras que se quieren analizar. Posterior al reconocimiento de la zona en estudio se procede a localizar los puntos en el programa Google Earth para poder delimitar toda la zona que puede cubrir el tramo que se está estudiando.



Fig. 4. Área y tramo en estudio.

Procesamiento de los DEM's de 5 m

Para llevar a cabo el procesamiento de los DEM's de 5 metros en el programa ArcGIS, se realizó primero la descarga de las imágenes satelitales de la página de LAND VIEWER y que es creada por EOS (Earth Observing System) como también desarrollada por EOS Processing y EOS Storage, es por ello de manera que el obtener la topografía de un lugar es una de las opciones más avanzadas tanto en búsqueda, almacenamiento y visualización de datos geoespaciales.

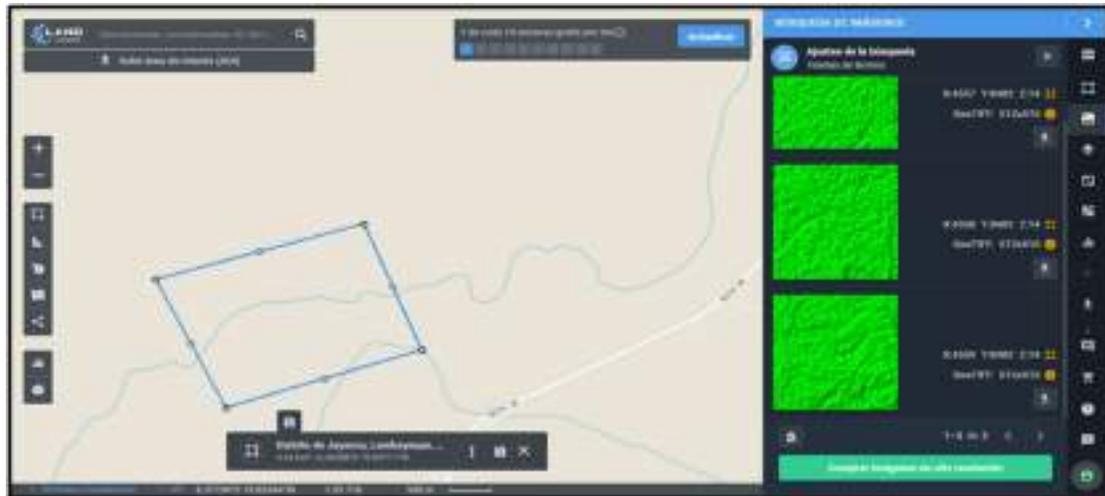


Fig. 5. Imágenes satelitales descargadas. [50]

Luego ya se lleva a cabo el procesamiento de los DEM's que consiste primero en unir las imágenes, analizar que estén en las coordenadas de UTM que con la que trabaja el software HER – RAS.

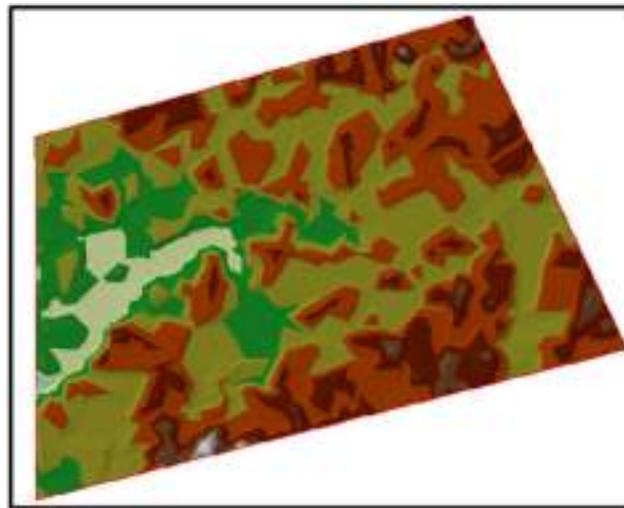


Fig. 6. DEM de la topografía de la zona, usado para modelamiento hidráulico.

➤ Estudio de Suelos

En esta investigación se realizó el estudio del suelo del área que se está estudiando, ya que llevar a cabo este estudio es muy indispensable debido a que algunos datos se usaran para determinar la ubicación de las defensas ribereñas como tener datos que se necesitan para el modelamiento hidráulico.

- **Registro de excavaciones**

La ubicación de las calicatas se realizó según lo especificado en el MTC, que indica

que cada muestra que se quiere tomar puede estar entre 200 m a 2000 m de distancia. Es por ello, que se realizaron dos calicatas en el proyecto y se ubicaron a cada 1 km de distancia entre ellas con una profundidad de 3 m. Para las calicatas se hicieron excavaciones a cielo abierto, haciendo uso de pico y palana.

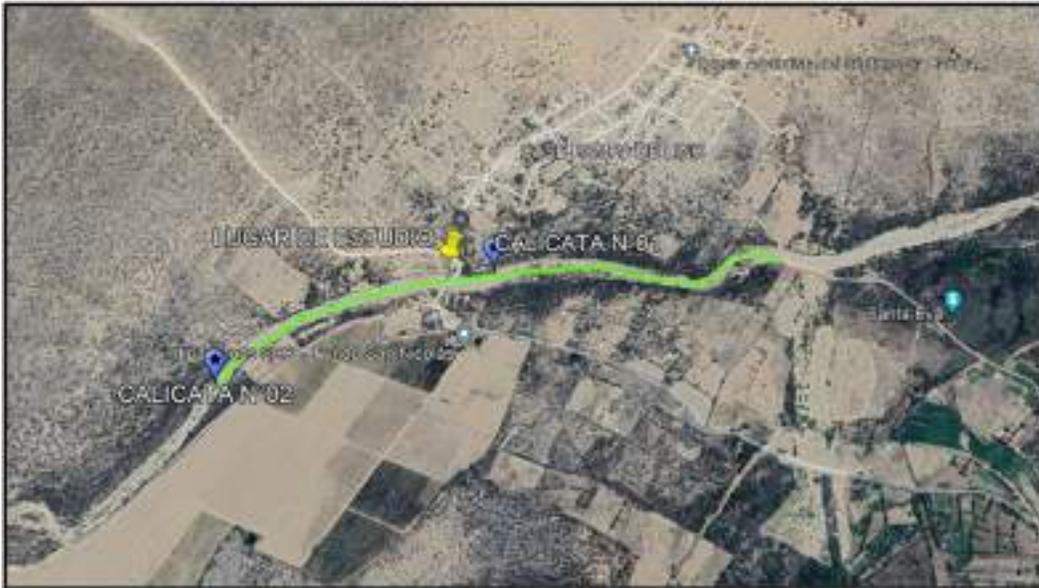


Fig. 7. Colocación de las calicatas en el tramo estudiado.

- **Ensayos realizados en Laboratorio**



Fig. 8. Extracción de las muestras.

En este proyecto se desarrollaron varios ensayos con el objetivo de determinar las propiedades físicas y mecánicas de las muestras extraídas, con esto se logró conocer los distintos parámetros que se necesitan para realizar el diseño de una defensa ribereña. Las

muestras que se extrajeron fueron a distintas profundidades, tales como se muestran en la siguiente tabla V.

Tabla V

Descripción de la excavación de las calicatas.

Calicatas	Profundidad (m)	Nivel freático (m)	Coordenadas UTM WGS84-17S	
			Este	Norte
C-01	3.00	No presenta	0628488	9295968
C-02	3.00	No presenta	0628404	9295909

Las muestras extraídas se realizaron los ensayos en el laboratorio llamado Servicios de laboratorios de suelos y pavimentos SAC (SEMP) y se realizaron los siguientes ensayos:

- Ensayo para determinar el contenido de humedad (NTP 339.127).
- Ensayo para el análisis granulométrico (NTP 339.128).
- Ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad (NTP 339.129, NTP 339.134, NTP 339.135).
- Ensayo de Corte Directo (NTP 339.171, ASTM D3080).
- Ensayo de Contenido de Sales Solubles (NTP 339.152).
- Ensayo de Contenido de Sulfatos Solubles (NTP 339.178).
- Ensayo de Contenido de Cloruros Solubles (NTP 339.177).

Tabla VI

Tabla resumen de los ensayos de las muestras extraídas.

Calicatas	Muestra	Profundidad (m)	Clasificación SUCS		Humedad natural	Capacidad adm. (kg/cm ³)	Contenido de Cloruros	Contenido de Sulfatos	Contenido de sales
			SUCS/AASHTO	Descripción					
C-01	-	0.00 - 0.30	Material orgánico (raíces)		-	0.59	-	-	-
	M-01	0.30 - 1.20	SM / A-4(1)	Arena limosa de color beige, no presenta plasticidad	4%	0.62	-	-	-
	M-02	1.20 - 2.40	SP - SM / A-3(0)	Arena mal gradada con presencia de limos de color beige, no presenta plasticidad	2%	0.70	-	-	-
	M-03	2.40 - 3.00	SM / A-2-4(0)	Arena limosa de color marrón claro, no presenta plasticidad	3%	0.85	0.0143%	0.0095%	0.00%
C-02	-	0.00 - 0.40	Material orgánico (raíces)		-	0.58	-	-	-
	M-01	0.40 - 1.40	SP - SM / A-3(0)	Arena mal gradada con presencia de limos de color beige, no presenta plasticidad	2%	0.63	-	-	-
	M-02	1.40 - 2.60	SM / A-2-4(0)	Arena limosa de color beige, no presenta plasticidad	3%	0.75	-	-	-
	M-03	2.60 - 3.00	SM / A-2-4(0)	Arena limosa de color beige, no presenta plasticidad	4%	0.89	0.014%	0.010%	0.00%

➤ **Estudio Hidrológico**

Para llevar a cabo el desarrollo del estudio hidrológico se tuvo que identificar primero en que cuenta hidrográfica se ubicaba el tramo en estudio. De esta manera se tuvo que descargar una base de datos de todas las cuencas hidrográficas en el Perú, la cual nos proporciona la página web de GEO GPS PERÚ.

Tabla VII

Data de cuencas hidrográficas en el Perú.

LÍMITE DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS		
Archivo	Formato	Link
Cuencas Hidrográficas	*.KMZ (Google Earth)	Descargar
Cuencas Hidrográficas	*.shp (ArcGis/Qgis)	Descargar
Unidades Hidrográficas Transfronterizas	*.shp (ArcGis/Qgis)	Descargar
Autoridad Administrativa del Agua (AAA)	*.shp (ArcGis/Qgis)	Descargar
Autoridad Local del Agua (ALA)	*.shp (ArcGis/Qgis)	Descargar
Cuencas Hidrográficas	*.pdf (Reader/Nitro)	Descargar

Esta data que se descargó se procesó en el programa de Google Earth, para luego identificar que el tramo en estudio del río Motupe está ubicado dentro de la cuenca Motupe.



Fig. 9. Cuenca Motupe. [51]

Luego se tuvo que descargar del SENAMHI la información hidrometeorológica del lugar de estudio, es por ello, que se necesita descargar la información pluviométrica y para ello se optó por hacer uso de la Data PISCO (Peruvian Interpolated data of the SENAMHI's Climatological and hydrological Observations).

Esta información se encuentra en la página web SENAMHI HSR PISCO, aquí se puede descargar toda la data de todos los lugares del Perú. Esta información es de mucha ayuda ya que en muchos lugares no existe información pluviométrica por la falta de estaciones meteorológicas, es por ello, que nace la Data PISCO que es una data obtenida de la interpolación espacial de toda la información meteorológica que nos ofrece las estaciones existentes en el país. Esta información es una base de datos grillada que tiene una resolución de 5 * 5 km y su registro es desde el 1/01/1981 hasta el 31/12/2016.

Con la data obtenida se llevará a procesar con el programa ArcGIS, pero para esto ya se tiene la delimitación de la cuenca del tramo que se está estudiando. Al exportar la data al ArcGIS se puede visualizar que la información está representada en celdas de 5 x 5, cada celda representa una estación y en esta investigación se establecieron 10 estaciones las cuales se distribuyeron uniformemente en toda la cuenca delimitada.

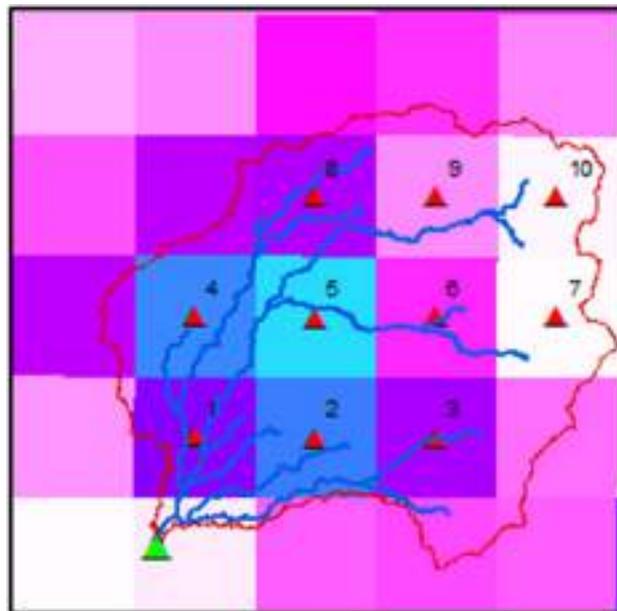


Fig. 10. Ubicación de las estaciones.

➤ **Delimitación de la Cuenca del río Motupe**

En esta investigación la delimitación de la cuenca se realizó haciendo uso de los DEM's que se descargaron del satélite de Alaska otorgado por la NASA a través de su página web. Para realizar la descarga de los DEM's en la página se tiene que hacer de primera instancia el registro, luego se importa el área de influencia del tramo en estudio y de esa forma se pueden seleccionar los DEM's que se necesitan para llevar a cabo la delimitación de la cuenca.

Los modelos de elevación digital que se utilizaron son de una celda de 12.5 x 12.5 m, el procesamiento se llevó a cabo con el programa ArcGIS y con ello se obtuvieron los cálculos de los parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Motupe.

Parámetros Geomorfológicos

Dentro de estos parámetros encontramos los parámetros generales, los de forma, los de relieve y los de red hidrográfica. Estos parámetros se determinaron con el uso del ArcGIS y el Excel, como también se aplicaron ecuaciones matemáticas.

Parámetros Generales

- **Área (A):** aquí se representa la superficie del plano horizontal, para que de este modo se pueda conocer la escurrentía que pasa por la cuenca a causa de las precipitaciones que se presenten. El área de la cuenca del río Motupe es de 1367.89 Km², deduciendo que el área es mayor y por eso el caudal medio será mayor también.
- **Perímetro (P):** este parámetro es la longitud del contorno de toda el área de la cuenca. Se obtuvo que el perímetro de la cuenca del río Motupe es de 198.80 km.
- **Centroides (X–Y):** se obtuvo que la cuenca se ubicó en las siguientes coordenadas, en X= 654246.54 m y en Y= 9319044.29 m.
- **Longitud de recorrido máximo:** este parámetro lo suelen confundir con la longitud del cauce principal, puesto que es la longitud más larga que recorre el caudal. Por ende, se obtuvo que la longitud de recorrido máximo de la cuenca es de 75.27 km.
- **Ancho promedio:** este parámetro se calculó dividiendo el área de la cuneca y la

longitud de recorrido máximo, como resultado se obtuvo que el ancho promedio es de 18.17 km.

- **Desnivel de altitud:** este parámetro se calculó al restar las altitudes, es decir la diferencia entre la cota máxima menos la mínima y se determinó que el desnivel es de 3964 m.

Parámetros de Forma

- **Índice de forma:** este parámetro es adimensional, que se calcula aplicando el método de Horton, es decir que es el dividir el área de la cuenca entre la longitud al cuadrado. Como resultado se obtuvo que el índice de forma de la cuenca del río Motupe es de 0.24, de esto se puede deducir que la cuenca es alargada, ya que según Pérez se encuentra en un rango de 0.22 a 0.3.
- **Índice de Gravelius:** este parámetro se obtiene al dividir el perímetro de la cuenca entre el perímetro de la circunferencia. El resultado que se obtuvo es que se obtiene el coeficiente de Gravelius de 1.52, indicándonos que la cuenca es de forma oval (alargada), ya que según Gaspari nos indica que el valor obtenido se encuentra en un rango de 1.50 a 1.75.
- **Longitud de rectángulo equivalente:** este parámetro es la equivalencia de la cuenca en un rectángulo y se calcula utilizando parámetros ya calculados, tales como el área de la cuenca y el coeficiente de compacidad. Lo que se obtuvo es que la cuenca del río Motupe es equivalente a un rectángulo de longitud mayor de $L_1 = 83.83$ km y una menor de $L_2 = 16.32$ km.

Parámetros de Relieve

- **Pendiente media:** este parámetro está relacionado con la conducta hidráulica que tiene el drenaje de la cuenca, para ello se usó el método de Alvord y se utilizó el programa ArcGIS y Excel para el cálculo. Como resultado se obtuvo la siguiente tabla, donde la pendiente es de 6.85%, indicando que la cuenca estudiada tiene una pendiente accidentada medio, tras variar en un intervalo de 5% a 10% según lo que nos menciona Pérez.

Tabla VIII

Cálculo de la pendiente media.

Clase	Linf	Lsup	MC (θ)	Area_km2	MC*A
1	0.0000	6.6144	3.31	47.42	156.832218
2	6.6144	15.1187	10.87	22.55	244.9968163
3	15.1187	22.3630	18.74	21.94	411.1471515
4	22.3630	29.6074	25.99	18.90	491.1991459
5	29.6074	37.4817	33.54	16.02	537.4490893
6	37.4817	48.5057	42.99	7.86	337.9611291
7	48.5057	80.3178	64.41	2.10	135.0161036
SUMA			199.85	136.788	2314.601654

θ pond	3.92
S pond	6.85%

- **Altitud Media:** para su cálculo se aplicó el método de curvas, que consiste en relacionar el área con respecto a las elevaciones. Se utilizó el software ArcGIS para determinar las elevaciones como las áreas y se las trabajo en un intervalo de 10. El resultado que se tiene es que la altitud es de 904.39 m.s.n.m.

Tabla IX

Cálculo de la altitud media.

Clase	Linf	Lsup	MC_Elev	Area_km2	Elev*Area	%Area
1	84	400	242	583.46	141196.91	42.65%
2	400	800	600	195.71	117425.73	14.31%
3	800	1200	1000	172.59	172587.36	12.62%
4	1200	1600	1400	155.69	217969.58	11.38%
5	1600	2000	1800	111.34	200419.71	8.14%
6	2000	2400	2200	69.09	152006.01	5.05%
7	2400	2800	2600	40.56	105463.47	2.97%
8	2800	3200	3000	20.85	62536.41	1.52%
9	3200	3600	3400	8.42	28631.18	0.62%
10	3600	4048	3824	10.16	38850.64	0.74%
SUMA			20066	1367.87	1237087.01	

Z pond	904.39	m.s.n.m
--------	--------	---------

- **Histograma de frecuencia altitudes:** este parámetro se calcula haciendo uso del programa ArcGIS y el Excel, del ArcGIS se obtuvo las elevaciones y las áreas para procesarlas en el Excel y hacer el cálculo del hidrograma.

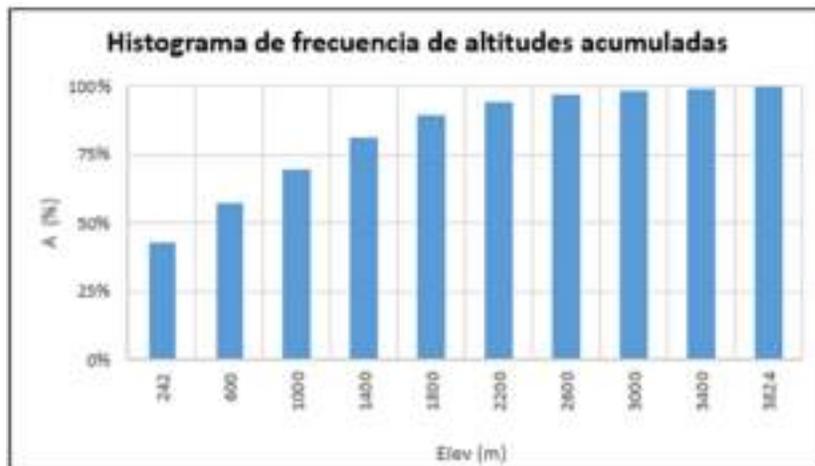
Tabla X

Cálculo de porcentaje de área acumulada.

Clase	Elev	Area (%)	Area acum
1	242.0	42.65%	42.7%
2	600.0	14.31%	57.0%
3	1000.0	12.62%	69.6%
4	1400.0	11.38%	81.0%
5	1800.0	8.14%	89.1%
6	2200.0	5.05%	94.2%
7	2600.0	2.97%	97.1%
8	3000.0	1.52%	98.6%
9	3400.0	0.62%	99.3%
10	3824.0	0.74%	100.0%



Gráfica 1: Elevaciones versus el porcentaje de área de la cuenca.



Gráfica 2: Elevaciones versus el porcentaje de área acumulada de la cuenca.

- **Curva hipsométrica:** se hizo el cálculo haciendo uso del programa ArcGIS, obteniendo las área y elevaciones de la cuenca en estudio. Este parámetro es la

relación del área acumulada que se ubican en el eje horizontal con respecto a las elevaciones acumuladas que están en el eje vertical.

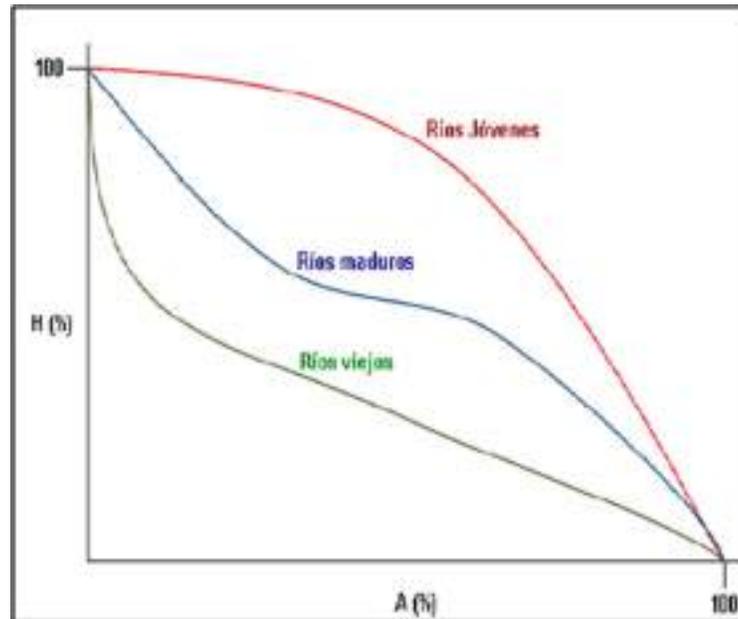
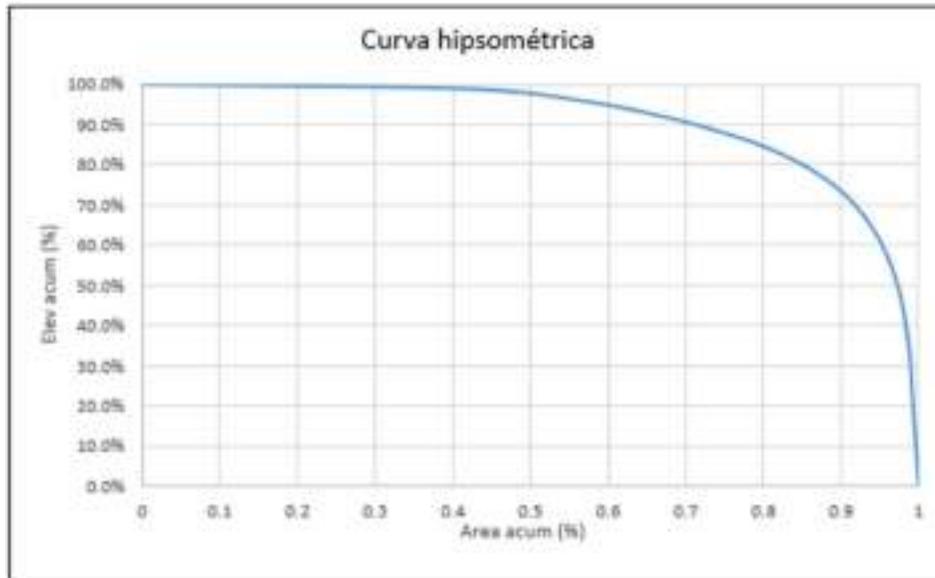


Fig. 11. Curva hipsométrica, características del ciclo de erosión y el tipo de cuenca. [52]

Tabla XI

Porcentaje acumulado del área y elevaciones.

Clase	Area cum (%)	Elev (%)	Elev acum (%)	Elev acum (%)
	0		100.0%	0
1	42.7%	1.2%	98.8%	1.2%
2	57.0%	3.0%	95.8%	4.2%
3	69.6%	5.0%	90.8%	9.2%
4	81.0%	7.0%	83.8%	16.2%
5	89.1%	9.0%	74.9%	25.1%
6	94.2%	11.0%	63.9%	36.1%
7	97.1%	13.0%	51.0%	49.0%
8	98.6%	15.0%	36.0%	64.0%
9	99.3%	16.9%	19.1%	80.9%
10	100.0%	19.1%	0.0%	100.0%



Gráfica 3: Curva Hipsométrica de la cuenca del río Motupe.

Tras realizar la curva hipsométrica se puede deducir que la cuenca del río Motupe está en la etapa de ser un río joven.

- **Coefficiente de masividad:** para su cálculo se usó el programa Excel, se necesitó datos como el área de la cuenca y la altitud media, ya que se obtiene al dividir la altitud media entre el área de la cuenca. El resultado obtenido es que la cuenca del río Motupe tiene un coeficiente de masividad de 0.66, indicar que cuando las cuencas son montañosas, este índice toma valores altos, en cambio toma valores bajos en cuencas llanas.
- ✚ **Parámetros de la red Hidrográfica**
 - **Perfil longitudinal del cauce principal:** este parámetro es representado por una serie de puntos que al unirse forman una línea, con ello se elaboró una gráfica donde se relaciona la longitud con respecto a las elevaciones.



Gráfica 4: Perfil longitudinal del río Motupe.

- **Pendiente media del cauce principal:** para el cálculo se extrajeron datos del programa ArcGIS como las pendientes y las elevaciones de la cuenca en estudio. Se procesó estos datos en el Excel y se obtuvo que la pendiente media del cauce principal es de 4.41%, con esto nos indica que es una pendiente suave ya que se encuentra dentro de los rangos de 1% a 5%.
- **Densidad de drenaje:** es el parámetro que da a conocer la capacidad que tiene la cuenca para drenar determinado volumen de agua. Esta se calcula al dividir la sumatoria de las longitudes del curso del agua entre el área de la cuenca. Como resultado se tuvo que la cuenca del río Motupe presenta una densidad de 0.30 km/km², con esto se puede deducir que se clasificaría como una densidad baja de drenaje.
- **Orden de drenaje:** este parámetro se determinó en el programa ArcGIS, utilizando el método del modelo de Stahler que empieza a enumerar cada cauce ya se secundario o tributario. Se obtuvo que el drenaje es de orden 3.

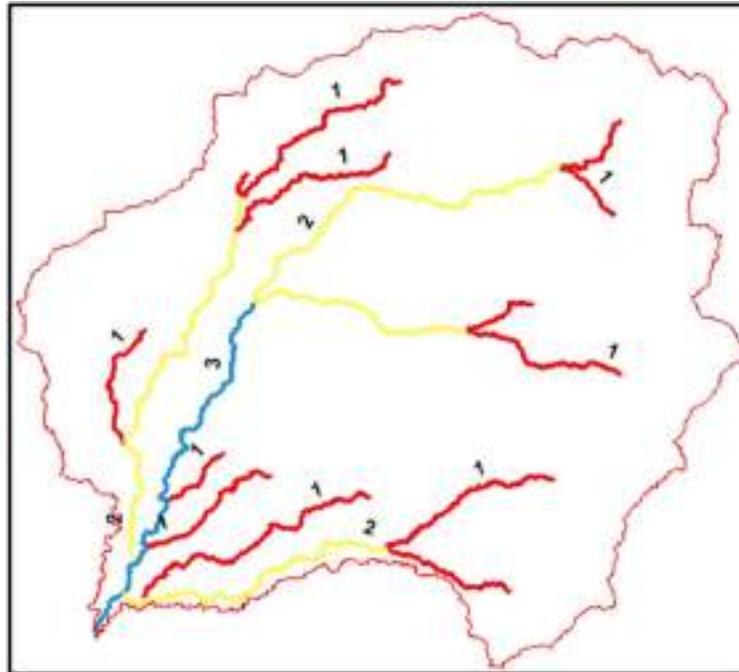


Fig. 12. Orden de drenaje de la cuenca del río Motupe.

Tabla XII

Parámetros geomorfológicos.

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS			
Área	A	1367.89	km ²
Perímetro	P	198.80	km
Centroide en X	G _x	654246.54	m E
Centroide en Y	G _y	9319044.29	m S
Longitud de Máximo Recorrido	L _{máx.}	75.27	km
Ancho Promedio de la Cuenca	W	18.17	km
Cota Máxima	Z _{mín.}	84	m.s.n.m.
Cota Mínima	Z _{máx.}	4048	m.s.n.m.
Desnivel Altitudinal	ΔZ	3964	m
Índice o Factor de Forma	F	0.24	
Índice de Gravelius o Coeficiente de Compacidad	K	1.52	
Coeficiente de Masividad	C _m	0.66	
Densidad de Drenaje	D _r	0.30	km/km ²

➤ **Tiempo de concentración**

El cálculo del tiempo de concentración de la cuenca del río Motupe, para ello se usó diferentes métodos que nos menciona el [53]; los métodos con los que se trabajó son los siguientes: método de Kirpich, método de California, método de Giandotti, método de Temez

y método del SCS. Una vez calculado el tiempo de concentración con cada uno de los métodos se obtuvo un tiempo de concentración promedio de 5.50 horas.

Tabla XIII

Tiempo de concentración de la cuenca del río Motupe.

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN			
Tc1	4.70 Hrs	282.08 min	Método de Kirpich
Tc2	5.59 Hrs	335.59 min	Método de California
Tc3	5.13 Hrs	307.69 min	Método de Giandotti
Tc4	5.25 Hrs	314.79 min	Método de Temez
Tc5	6.82 Hrs	409.20 min	Método del SCS
Tc	5.50 Hrs	329.87 min	Promedio

➤ **Modelamiento probabilístico**

✚ **Análisis de Frecuencia**

Para este análisis se usan datos de registros históricos de las precipitaciones que se dan en el área en estudio, la finalidad del análisis es de relacionar la magnitud de las precipitaciones versus la frecuencia con la que se dan estas.

En este caso los registros históricos que se usaron son las que nos ofrece el SENAHMI con su data PISCO, donde en la cuenca del río de Motupe se establecieron 10 estaciones y con ellas se trabajaron. La información extraída se procesó en el programa RStudio para luego obtener un archivo con la información de las precipitaciones máximas en 24 horas de cada año y estación.

El MTC [53] nos dice que para realizar un estudio hidrológico se necesita tener información de por lo menos 25 años y con la data PISCO si se llega a cumplir ya que nos ofrece registros de 36 años (1981-2016).

Tabla XIV

Precipitación máxima en 24 horas.

ESTACIÓN E1			
N°	Año	P24 (mm)	Log(P24)
1	1981	71.99	4.2765
2	1982	5.23	1.6535
3	1983	137.38	4.9228
4	1984	35.36	3.5655
5	1985	11.67	2.4574
6	1986	4.64	1.5339
7	1987	18.12	2.8972
8	1988	4.07	1.4043
9	1989	17.69	2.8732
10	1990	7.67	2.0374
11	1991	4.92	1.5928
12	1992	14.72	2.6895
13	1993	26.09	3.2615
14	1994	65.37	4.1801
15	1995	9.14	2.2128
16	1996	8.42	2.1312
17	1997	29.91	3.3982
18	1998	154.20	5.0382
19	1999	43.74	3.7782
20	2000	104.88	4.6528
21	2001	114.97	4.7447
22	2002	67.34	4.2098
23	2003	13.89	2.6311
24	2004	21.43	3.0649
25	2005	24.69	3.2064
26	2006	76.57	4.3382
27	2007	14.86	2.6989
28	2008	35.04	3.5565
29	2009	63.35	4.1487
30	2010	53.81	3.9854
31	2011	37.31	3.6193
32	2012	55.50	4.0163
33	2013	29.77	3.3935
34	2014	16.03	2.7742
35	2015	76.45	4.3366
36	2016	67.05	4.2054

Posterior a ello se hizo un análisis probabilístico de las precipitaciones empleando las distribuciones que nos menciona el MTC [53] tales como: Normal, Log – Normal, Gumbel I, Pearson III y Long – Pearson III. También se realiza una prueba de Bondad de ajuste haciendo uso del método Kolmogórov-Smirnov, para evaluar los datos que se ajustan a una

serie de distribución con una probabilidad de 5% a 95%.

Este análisis se realizó a cada una de las estaciones, determinando el mejor ajuste de distribución para cada uno de los periodos de retorno tales como 5, 10, 30, 50 y 100 años

Tabla XV

Método de gráfica de distribución de probabilidades.

ESTACIÓN E1														
N	T	P(X≥X _T)	VALOR OBSERVADO		NORMAL		LOGNORMAL		EVI GUMBEL		PEARSON III		LOG-PEARSON III	
			P24	log(P24)	K _T	ESPERADO	K _T	ESPERADO						
1	37.00	2.70%	154.20	5.0382	1.9264	117.25	1.9264	196.73	2.3547	133.78	2.4211	136.35	1.8138	175.40
2	18.50	5.41%	137.30	4.9228	1.6068	104.91	1.6068	142.05	1.8034	112.50	1.8509	114.33	1.5394	132.63
3	12.33	8.11%	114.97	4.7447	1.3978	96.84	1.3978	114.81	1.4761	99.86	1.5095	101.15	1.3659	110.01
4	9.25	10.81%	104.88	4.6528	1.2367	90.62	1.2367	97.43	1.2403	90.76	1.2624	91.61	1.2121	95.82
5	7.40	13.51%	76.57	4.3382	1.1024	85.43	1.1024	84.97	1.0546	83.59	1.0671	84.07	1.0508	83.97
6	6.17	16.22%	76.45	4.3366	0.9856	86.92	0.9856	75.44	0.9004	77.63	0.9047	77.80	0.9840	75.32
7	5.29	18.92%	71.99	4.2765	0.8809	76.88	0.8809	67.80	0.7678	72.51	0.7650	72.40	0.8875	68.26
8	4.63	21.62%	67.34	4.2090	0.7850	73.18	0.7850	61.49	0.6510	68.00	0.6418	67.65	0.7983	62.33
9	4.11	24.32%	67.05	4.2054	0.6959	69.74	0.6959	56.16	0.5461	63.95	0.5313	63.38	0.7148	57.24
10	3.70	27.03%	65.37	4.1801	0.6120	66.50	0.6120	51.55	0.4585	60.26	0.4308	59.50	0.6365	52.80
11	3.36	29.73%	63.36	4.1487	0.5322	63.42	0.5322	47.53	0.3622	56.85	0.3382	55.93	0.5596	48.88
12	3.08	32.43%	55.50	4.0163	0.4556	68.45	0.4556	43.96	0.2801	53.68	0.2522	52.61	0.4864	45.36
13	2.85	35.14%	53.81	3.9854	0.3817	57.61	0.3817	40.77	0.2028	50.70	0.1716	49.49	0.4152	42.19
14	2.64	37.84%	43.74	3.7782	0.3097	54.83	0.3097	37.89	0.1297	47.88	0.0956	46.56	0.3455	39.29
15	2.47	40.54%	37.31	3.6193	0.2394	52.11	0.2394	35.27	0.0600	45.19	0.0235	43.77	0.2769	36.64
16	2.31	43.24%	35.36	3.5665	0.1702	49.44	0.1702	32.87	-0.0068	42.61	-0.0454	41.12	0.2091	34.28
17	2.18	45.95%	35.04	3.5565	0.1018	46.89	0.1018	30.66	-0.0712	40.12	-0.1114	38.57	0.1417	31.93
18	2.06	48.65%	29.91	3.3982	0.0339	44.18	0.0339	28.61	-0.1337	37.71	-0.1751	36.11	0.0744	29.81
19	1.95	51.35%	29.77	3.3935	-0.0339	41.56	-0.0339	26.70	-0.1945	35.36	-0.2366	33.73	0.0068	27.83
20	1.85	54.05%	26.09	3.2615	-0.1018	38.94	-0.1018	24.91	-0.2540	33.06	-0.2964	31.42	-0.0612	25.96
21	1.76	56.76%	24.69	3.2064	-0.1702	36.30	-0.1702	23.24	-0.3125	30.80	-0.3548	29.17	-0.1381	24.20
22	1.68	59.46%	21.43	3.0649	-0.2394	33.63	-0.2394	21.65	-0.3704	28.57	-0.4120	26.96	-0.2083	22.53
23	1.61	62.16%	18.12	2.8972	-0.3097	30.91	-0.3097	20.16	-0.4278	26.35	-0.4682	24.79	-0.2720	20.95
24	1.54	64.86%	17.69	2.8732	-0.3817	28.13	-0.3817	18.73	-0.4851	24.14	-0.5237	22.65	-0.3457	19.43
25	1.48	67.57%	16.03	2.7742	-0.4556	25.28	-0.4556	17.37	-0.5426	21.92	-0.5787	20.52	-0.4220	17.98
26	1.42	70.27%	14.86	2.6989	-0.5322	22.32	-0.5322	16.07	-0.6006	19.68	-0.6335	18.41	-0.5014	16.58
27	1.37	72.97%	14.72	2.6895	-0.6120	19.24	-0.6120	14.81	-0.6596	17.40	-0.6884	16.29	-0.5847	15.23
28	1.32	75.68%	13.89	2.6311	-0.6959	16.09	-0.6959	13.60	-0.7289	15.07	-0.7437	14.15	-0.6728	13.92
29	1.28	78.38%	11.67	2.4574	-0.7850	12.56	-0.7850	12.42	-0.7824	12.66	-0.7998	11.99	-0.7671	12.65
30	1.23	81.08%	9.14	2.2128	-0.8809	8.86	-0.8809	11.26	-0.8476	10.15	-0.8571	9.78	-0.8652	11.40
31	1.19	83.78%	8.42	2.1312	-0.9856	4.81	-0.9856	10.12	-0.9166	7.48	-0.9162	7.50	-0.9817	10.16
32	1.16	86.49%	7.67	2.0374	-1.1024	0.30	-1.1024	8.99	-0.9911	4.40	-0.9780	5.11	-1.1083	8.93
33	1.12	89.19%	5.23	1.6535	-1.2367	-4.88	-1.2367	7.84	-1.0735	1.42	-1.0438	2.57	-1.2551	7.69
34	1.09	91.89%	4.92	1.5928	-1.3978	-11.90	-1.3978	6.65	-1.1683	-2.24	-1.1158	-0.21	-1.4335	6.41
35	1.06	94.59%	4.64	1.5339	-1.6068	-19.17	-1.6068	5.38	-1.2850	-6.74	-1.1982	-3.39	-1.6680	5.05
36	1.03	97.30%	4.07	1.4843	-1.9264	-31.51	-1.9264	3.88	-1.4511	-13.16	-1.3026	-7.42	-2.0342	3.48

Tabla XVI

Método de Kolmogorov-Smirnov.

n	x _n	F ₃ (x _n)	NORMAL		LOG-NORMAL			EVI-GUMBEL		PEARSON III		LOG PEARSON III	
			F(x _n) Normal	Δ _{KOLM}	y _n =log(x _n)	F(y _n) Log Normal	Δ _{LOG KOLM}	F(x _n) EVI Gumbel	Δ _{EVI-GUMBEL}	F(x _n) Pearson III	Δ _{PEARSON III}	F(y _n) LogPearson n III	Δ _{LOG-PEARSON III}
1	154.20	0.9730	0.9980	0.0251	5.0362	0.9542	0.0167	0.9862	0.0132	0.9848	0.0118	0.9478	0.0252
2	137.38	0.9459	0.9928	0.0469	4.9228	0.9423	0.0037	0.9760	0.0300	0.9737	0.0278	0.9361	0.0098
3	114.97	0.9189	0.9891	0.0502	4.7447	0.9191	0.0002	0.9501	0.0312	0.9464	0.0275	0.9141	0.0048
4	104.88	0.8919	0.9459	0.0540	4.6528	0.9047	0.0128	0.9309	0.0390	0.9268	0.0349	0.9007	0.0088
5	76.57	0.8649	0.8086	0.0562	4.3362	0.8484	0.0235	0.8325	0.0323	0.8308	0.0341	0.8420	0.0229
6	76.45	0.8378	0.8078	0.0301	4.3366	0.8480	0.0032	0.8319	0.0059	0.8302	0.0077	0.8416	0.0038
7	71.99	0.8108	0.7746	0.0362	4.2766	0.8263	0.0156	0.8078	0.0030	0.8074	0.0035	0.8280	0.0172
8	67.34	0.7838	0.7369	0.0469	4.2098	0.8090	0.0252	0.7796	0.0042	0.7808	0.0029	0.8120	0.0282
9	67.05	0.7568	0.7344	0.0223	4.2054	0.8078	0.0511	0.7776	0.0209	0.7791	0.0223	0.8109	0.0542
10	65.37	0.7297	0.7200	0.0097	4.1801	0.8080	0.0712	0.7666	0.0368	0.7687	0.0390	0.8046	0.0748
11	63.35	0.7027	0.7021	0.0006	4.1487	0.7923	0.0896	0.7525	0.0498	0.7556	0.0529	0.7965	0.0938
12	55.50	0.6757	0.6282	0.0475	4.0163	0.7531	0.0774	0.6914	0.0157	0.6988	0.0232	0.7601	0.0844
13	53.81	0.6486	0.6115	0.0371	3.9854	0.7434	0.0948	0.6768	0.0281	0.6853	0.0367	0.7511	0.1024
14	43.74	0.6216	0.5090	0.1127	3.7782	0.6739	0.0522	0.5796	0.0421	0.5949	0.0267	0.6855	0.0679
15	37.31	0.5946	0.4408	0.1518	3.6193	0.6159	0.0213	0.5090	0.0856	0.5283	0.0663	0.6300	0.0354
16	35.36	0.5676	0.4229	0.1447	3.5655	0.5996	0.0280	0.4865	0.0811	0.5068	0.0608	0.6103	0.0428
17	35.04	0.5405	0.4196	0.1209	3.5666	0.5921	0.0516	0.4828	0.0578	0.5032	0.0374	0.6070	0.0664
18	29.91	0.5135	0.3686	0.1449	3.3862	0.5310	0.0175	0.4217	0.0918	0.4437	0.0688	0.5470	0.0335
19	29.77	0.4865	0.3672	0.1193	3.3936	0.5291	0.0426	0.4200	0.0665	0.4420	0.0445	0.5452	0.0587
20	26.09	0.4595	0.3319	0.1275	3.2615	0.4775	0.0188	0.3752	0.0843	0.3972	0.0622	0.4937	0.0342
21	24.69	0.4324	0.3189	0.1135	3.2064	0.4560	0.0236	0.3581	0.0743	0.3799	0.0526	0.4720	0.0396
22	21.43	0.4054	0.2894	0.1180	3.0649	0.4085	0.0039	0.3184	0.0870	0.3388	0.0666	0.4164	0.0109
23	18.12	0.3784	0.2608	0.1176	2.8972	0.3394	0.0396	0.2788	0.0996	0.2966	0.0818	0.3519	0.0265
24	17.69	0.3514	0.2572	0.0942	2.8752	0.3308	0.0205	0.2737	0.0777	0.2910	0.0603	0.3428	0.0085
25	16.03	0.3243	0.2435	0.0809	2.7742	0.2964	0.0279	0.2542	0.0701	0.2697	0.0546	0.3065	0.0179
26	14.86	0.2973	0.2341	0.0632	2.6989	0.2714	0.0259	0.2409	0.0564	0.2549	0.0424	0.2798	0.0175
27	14.72	0.2703	0.2330	0.0373	2.6896	0.2683	0.0020	0.2393	0.0310	0.2531	0.0171	0.2785	0.0063
28	13.89	0.2432	0.2264	0.0169	2.6311	0.2498	0.0065	0.2299	0.0134	0.2425	0.0007	0.2566	0.0134
29	11.67	0.2162	0.2096	0.0067	2.4574	0.1989	0.0174	0.2065	0.0188	0.2147	0.0018	0.2017	0.0145
30	9.14	0.1892	0.1912	0.0020	2.2128	0.1388	0.0504	0.1788	0.0184	0.1834	0.0058	0.1364	0.0528
31	8.42	0.1622	0.1862	0.0240	2.1312	0.1218	0.0403	0.1715	0.0094	0.1748	0.0126	0.1180	0.0442
32	7.67	0.1351	0.1810	0.0458	2.0374	0.1042	0.0309	0.1640	0.0289	0.1658	0.0306	0.0989	0.0362
33	5.23	0.1081	0.1648	0.0567	1.8536	0.0581	0.0578	0.1408	0.0327	0.1374	0.0293	0.0430	0.0651
34	4.92	0.0811	0.1628	0.0817	1.5928	0.0451	0.0360	0.1380	0.0569	0.1339	0.0528	0.0370	0.0440
35	4.64	0.0541	0.1610	0.1070	1.5339	0.0399	0.0142	0.1354	0.0814	0.1308	0.0767	0.0319	0.0222
36	4.67	0.0270	0.1575	0.1395	1.4043	0.0301	0.0031	0.1304	0.1034	0.1245	0.0975	0.0225	0.0045

n	36	Distribución	Normal	Log-Normal	EVI-Gumbel	Pearson III	LogPearson III
Significación	0.10	Δ _{max}	0.1518	0.0948	0.1034	0.0675	0.1024
Crítico	0.2040		Si se ajusta				
		Mejor Ajuste	5	1	4	2	3

Tabla XVII

Precipitaciones máximas anuales en 24 horas.

T	P(X>XT)	NORMAL		LOGNORMAL			EVI-GUMBEL		PEARSON III		LOG-PEARSON III			Pmax (mm)
		K _T	x _T	K _T	x _T	e ^{λx_T}	K _T	x _T	K _T	x _T	K _T	x _T	e ^{λx_T}	
5	0.8000	0.8416	75.36	0.8416	4.1766	65.14	0.7195	70.65	0.7140	70.44	0.8510	4.19	65.77	65.14
10	0.9000	1.2816	92.35	1.2816	4.6248	101.99	1.3046	93.24	1.3299	94.21	1.2524	4.60	99.00	101.99
30	0.9667	1.8339	113.68	1.8339	5.1876	179.04	2.1887	127.37	2.2500	129.74	1.7352	5.09	161.91	179.04
50	0.9800	2.0537	122.16	2.0537	5.4118	223.98	2.5923	142.96	2.6649	145.76	1.9209	5.28	195.64	223.99
100	0.9900	2.3263	132.69	2.3263	5.6894	295.70	3.1367	163.97	3.2201	167.20	2.3462	5.51	246.13	295.70

Tabla XVIII

Precipitaciones máximas anuales en 24 horas para cada periodo de retorno.

Tr	5	10	30	50	100
E1	65.14	101.99	179.04	223.99	295.70
E2	51.67	77.11	127.47	155.69	199.52
E3	76.15	99.09	132.46	147.24	166.82
E4	49.48	57.91	69.37	74.22	80.46
E5	47.80	56.34	68.06	73.04	79.48
E6	52.94	68.22	90.44	100.27	113.29
E7	55.84	77.75	117.79	138.97	170.60
E8	40.32	63.04	110.51	138.17	182.27
E9	31.65	45.32	67.41	77.88	92.30
E10	62.12	86.85	132.29	156.40	192.49

✚ Precipitación media

Para realizar el cálculo de la relación de la precipitación con respecto a la escorrentía se debe tener la información de la precipitación de diseño para cada periodo de retorno establecido, esta información se encuentra en las estaciones meteorológicas o en la data PISCO dada por SENAAMI.

La precipitación media se puede calcular empleando diversos métodos, pero en la investigación se optó por usar el método de las Isoyetas haciendo uso del programa ArcGIS que nos ayuda para el procesamiento de la información y cálculo de las precipitaciones.

La cuenca del río Motupe se procedió a dividir en el programa ArcGIS en cuatro subcuencas de áreas proporcionales.

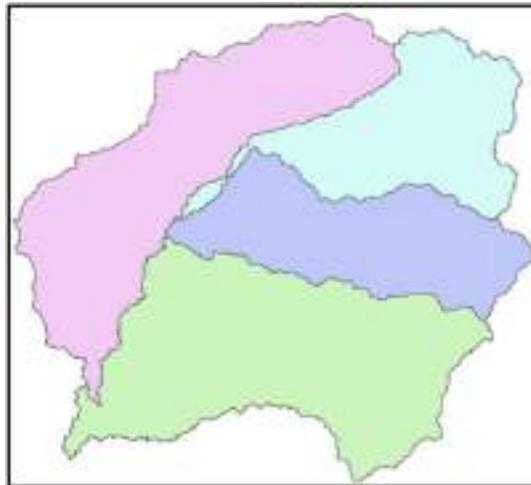


Fig. 13. División de la cuenca del río Motupe en subcuencas.

Ya trabajadas las isoyetas para cada periodo de retorno de 5, 10, 30, 50 y 100 años en el programa ArcGIS, se descarga la información y se procesa en una hoja Excel para calcular la precipitación ponderada de cada subcuenca y periodo de retorno establecido. El ArcGIS proporciona varios métodos para interpolar, pero en este caso se usó el método de Distancia Inversa Ponderada (IDW), que se basa en que la variable que se está trabajando cartográficamente tiende a disminuir su influencia al incrementar o ser mayor la distancia donde se encuentra la muestra.

Tabla XIX

Precipitación ponderada de cada subcuenca y periodo de retorno.

Cálculo Ppond Isoyetas Kriging					
Tr	P(X>x)	Ppond_SB1	Ppond_SB2	Ppond_SB3	Ppond_SB4
5	0.200	47.63	49.04	53.81	61.74
10	0.100	67.25	69.71	71.71	83.28
30	0.033	102.66	103.69	108.62	122.59
50	0.020	123.35	122.01	126.80	141.44
100	0.010	153.34	147.42	153.64	173.20

Curvas IDF

Es conocida como la relación que tiene la intensidad de la lluvia con respecto a su duración de esta, teniendo en cuenta también la frecuencia con la que se da.

Para establecer las curvas IDF es necesario conocer la información de las precipitaciones máximas en 24 horas de cada periodo de retorno establecido y analizado.

Es necesario mencionar que para el cálculo de las curvas IDF se usó la metodología de Dyck y Peschke, para ello se elaboró una tabla donde se tiene la duración, es decir el tiempo y los periodos de retorno de 5, 10, 30, 50 y 100 años, pero sin olvidar que es indispensable tener los datos de la precipitación ponderada de cada subcuenca y para cada periodo de retorno, dicha información va en la parte inferior de la tabla y el cálculo se realiza de abajo hacia arriba.

Tabla XX

Precipitaciones máximas con un tiempo de 0 a 24 horas.

SB1						
DURACIÓN		PERIODO DE RETORNO (años)				
Hr	min	5	10	30	50	100
0.17	10.00	13.75	19.41	29.64	35.61	44.27
0.33	20.00	16.35	23.09	35.24	42.35	52.64
0.50	30.00	18.09	25.55	39.00	46.86	58.26
0.67	40.00	19.44	27.45	41.91	50.36	62.60
0.83	50.00	20.56	29.03	44.32	53.25	66.19
1.00	60.00	21.52	30.38	46.38	55.73	69.28
1.50	90.00	23.81	33.62	51.33	61.67	76.67
2.00	120.00	25.59	36.13	55.16	66.27	82.39
4.00	240.00	30.43	42.97	65.59	78.81	97.98
6.00	360.00	33.68	47.55	72.59	87.22	108.43
7.00	420.00	35.00	49.42	75.44	90.65	112.69
8.00	480.00	36.19	51.10	78.00	93.72	116.52
10.00	600.00	38.27	54.03	82.48	99.10	123.20
11.00	660.00	39.19	55.33	84.47	101.49	126.17
12.00	720.00	40.05	56.55	86.33	103.72	128.95
24.00	1440.00	47.63	67.25	102.66	123.35	153.34

En la tabla se puede ver la precipitación ponderada para cada tiempo de duración, la cual va desde 0 a 24 horas y se utilizó la fórmula siguiente:

$$P_d = P_{24} \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25}$$

Este el método que se usó para analizar cada una de las subcuencas y calcular las curvas IDF, en la siguiente tabla se muestra las intensidades de diseño.

Tabla XXI

Intensidad de diseño en un tiempo de 24 horas de duración.

SB1						
DURACIÓN		PERIODO DE RETORNO (años)				
Hr	min	5	10	30	50	100
0.17	10	82.49	116.48	177.81	213.65	265.60
0.33	20	49.05	69.26	105.73	127.04	157.93
0.50	30	36.19	51.10	78.00	93.72	116.52
0.67	40	29.17	41.18	62.87	75.54	93.90
0.83	50	24.67	34.84	53.18	63.90	79.43
1.00	60	21.52	30.38	46.38	55.73	69.28
1.50	90	15.88	22.42	34.22	41.12	51.11
2.00	120	12.79	18.07	27.58	33.14	41.19
4.00	240	7.61	10.74	16.40	19.70	24.49
6.00	360	5.61	7.93	12.10	14.54	18.07
7.00	420	5.00	7.06	10.78	12.95	16.10
8.00	480	4.52	6.39	9.75	11.72	14.56
10.00	600	3.83	5.40	8.25	9.91	12.32
11.00	660	3.56	5.03	7.68	9.23	11.47
12.00	720	3.34	4.71	7.19	8.64	10.75
24.00	1440	1.98	2.80	4.28	5.14	6.39

Ya una vez que se tiene los datos necesarios, se lleva a cabo el cálculo de las intensidades máximas en un tiempo de duración de 24 horas y para cada periodo de retorno de 5, 10, 30, 50 y 100 años. Todos estos datos ya nos servirán para la elaboración de la curva IDF, donde se relaciona la intensidad de la precipitación de cada periodo de retorno con respecto al tiempo de duración de estas precipitaciones. A continuación, se muestra la fórmula que se utilizó para el cálculo de las intensidades máximas.

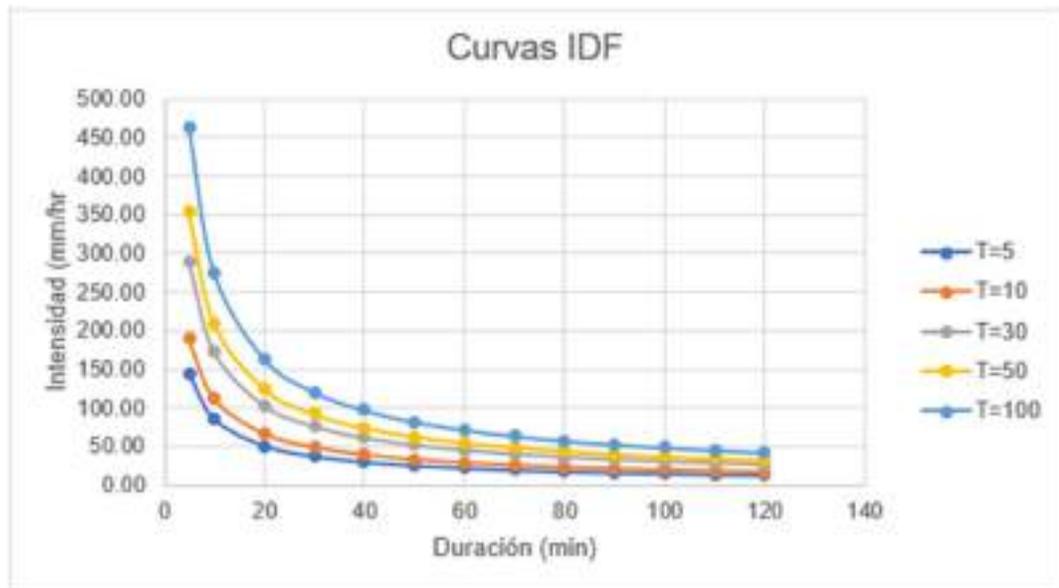
$$I = \frac{KT^m}{d^n}$$

Este cálculo se llevó a cabo para cada una de las subcuencas específicas, siendo estas 4 subcuencas analizadas y los coeficientes obtenidos de la primera subcuenca es de: K= 258.63, m=0.389 y n= 0.75, estos valores se sustituyeron y se obtuvo los datos necesarios para realizar la curva IDF.

Tabla XXII

Intensidades máximas versus su tiempo de duración de la subcuenca SB 1.

Duración (t) minutos	Periodo de Retorno (T) en años				
	5	10	30	50	100
5	144.62	189.35	290.26	354.03	463.54
10	85.99	112.59	172.59	210.51	275.63
20	51.13	66.95	102.62	125.17	163.89
30	37.72	49.39	75.71	92.35	120.91
40	30.40	39.81	61.02	74.43	97.45
50	25.72	33.67	51.62	62.96	82.43
60	22.43	29.37	45.02	54.91	71.90
70	19.98	26.16	40.10	48.92	64.05
80	18.08	23.67	36.28	44.25	57.94
90	16.55	21.67	33.21	40.51	53.04
100	15.29	20.02	30.69	37.43	49.01
110	14.24	18.64	28.57	34.85	45.63
120	13.34	17.46	26.77	32.65	42.75



Gráfica 5: Curvas IDF de la subcuenca SB-1.

✚ Hietograma de diseño

Para el cálculo del hietograma de diseño se utilizó las curvas IDF anteriormente calculadas, aplicando según [53], el método de Bloque Alterno para las precipitaciones máximas de 24 horas que se obtuvieron en los cálculos realizados anteriormente.

Según el MTC nos dice que el método del Bloque Alterno es muy simple que consiste en usar los datos de las curvas IDF, la duración y frecuencia de las precipitaciones. Todo este cálculo se realizó a las cuatro subcuencas estudiadas, obteniendo las tablas de intensidades

y duraciones de las precipitaciones durante 2 horas.

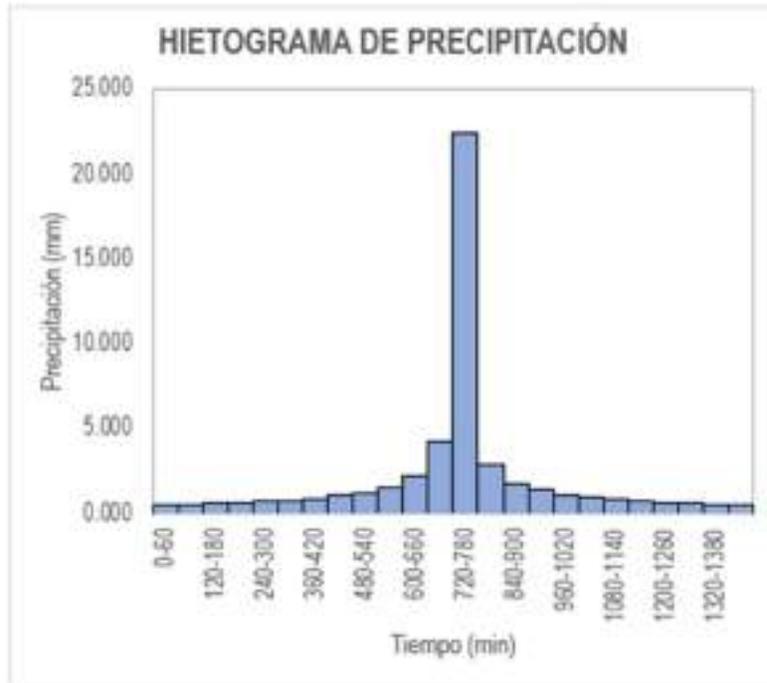
Tabla XXIII

Hietograma de diseño en un periodo de 5 años de la subcuenca SB-1.

METODO DEL BLOQUE ALTERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDA ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
60	22.43	22.43	22.43	0-60	0.525
120	13.34	26.67	4.24	60-120	0.562
180	9.84	29.52	2.85	120-180	0.604
240	7.93	31.72	2.20	180-240	0.656
300	6.71	33.54	1.82	240-300	0.718
360	5.85	35.11	1.56	300-360	0.796
420	5.21	36.48	1.38	360-420	0.898
480	4.72	37.72	1.24	420-480	1.037
540	4.32	38.85	1.13	480-540	1.239
600	3.99	39.89	1.04	540-600	1.564
660	3.71	40.85	0.96	600-660	2.201
720	3.48	41.75	0.90	660-720	4.244
780	3.28	42.59	0.84	720-780	22.430
840	3.10	43.39	0.80	780-840	2.846
900	2.94	44.14	0.75	840-900	1.820
960	2.80	44.86	0.72	900-960	1.379
1020	2.68	45.55	0.69	960-1020	1.127
1080	2.57	46.20	0.66	1020-1080	0.962
1140	2.46	46.83	0.63	1080-1140	0.844
1200	2.37	47.43	0.60	1140-1200	0.755
1260	2.29	48.02	0.58	1200-1260	0.685
1320	2.21	48.58	0.56	1260-1320	0.629
1380	2.14	49.12	0.54	1320-1380	0.582
1440	2.07	49.65	0.53	1380-1440	0.543

Con estos resultados se puede ver que la intensidad de las precipitaciones en 24 horas es de 2.07 mm/hr y con una profundidad acumulada de 49.65 mm. En el cálculo se realizó en un intervalo de duración de 60 minutos y en este caso los resultados son para un periodo de 5 años y de la subcuenca SB-1, pero es necesario mencionar que se calculó los hietogramas de diseño para las cuatro subcuencas y para los periodos de retorno de 5, 10, 30, 50 y 100 años.

Para elaborar la gráfica del hietograma de diseño se usó las dos columnas últimas que son el tiempo y la precipitación alternada, posteriormente se observará la gráfica que se obtuvo de esos datos calculados para un periodo de retorno de 5 años.



Gráfica 6: Hietograma de diseño en un periodo de 5 años de la subcuenca SB-1.

➤ **Caudales de diseño**

Para calcular los caudales de diseño de la cuenca del río Motupe se realizó uno modelado en el programa HEC – HMS, para ello anteriormente se calculó el Número de Curva (CN) como también el tiempo de concentración de las cuatro subcuencas, teniendo en cuenta las posibles crecidas por un futuro Fenómeno del Niño.

Según la Autoridad Nacional del Agua en la guía “Generación del Mapa Temático Número de Curva” se utilizó el método del SCS que es el que más se ajusta ya que este método usa los datos del Número de Curva, que es determinado a partir del tipo de suelo y cobertura vegetal que existe en la cuenca.

En esta guía se muestran mapas ráster del Número de Curvas de 3 tipos de condiciones que son: las Normales, las Secas y las Húmedas. Se procesó la data de los ráster en el programa ArcGIS para extraer los datos que se necesitan saber de la cuenca del río Huancabamba, cabe recalcar que se procesó la data de las condiciones normales.

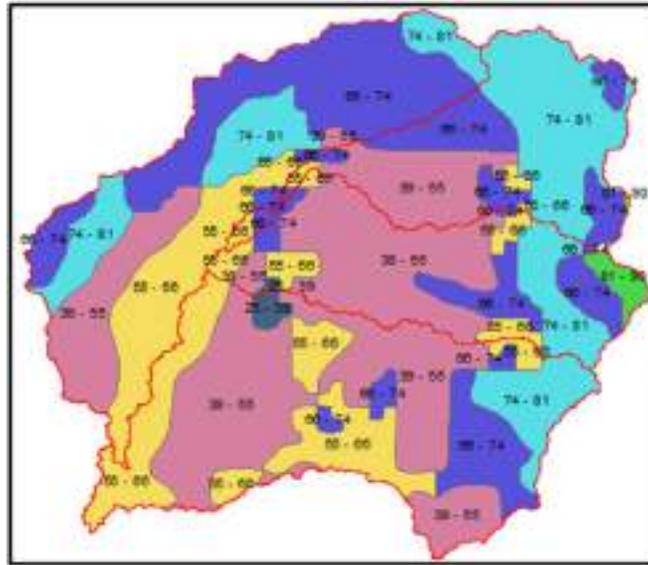


Fig. 14. Número de Curva de la cuenca del río Motupe.

Se calcularon en el programa ArcGIS el Número de Curvas ponderadas de cada una de las subcuencas establecidas.

Fig. 15: Número de Curva de la subcuenca SB-1.

Fuente: Elaboración propia.

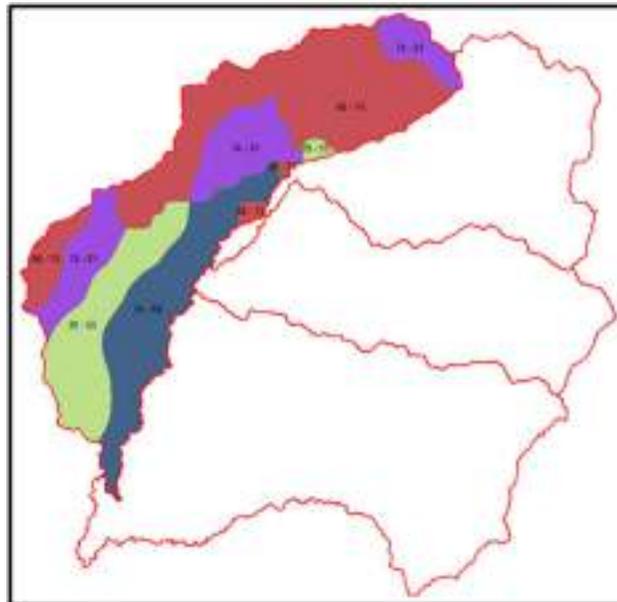


Tabla XXIV

Número de Curva de la subcuenca SB-1.

	Ncinf	Ncsup	Ncprom.	Area (km2)	Ncprom.*A
SB-1	39	55	47.00	3.22	151.372
	39	55	47.00	68.04	3197.925
	55	66	60.50	87.57	5298.126
	66	74	70.00	16.42	1149.318
	66	74	70.00	2.97	207.844
	66	74	70.00	1.25	87.831
	66	74	70.00	139.66	9776.093
	74	81	77.50	36.91	2860.545
	74	81	77.50	29.73	2304.422
	74	81	77.50	17.82	1381.149
	SUMA			403.60	26414.625

CNpond. **65.45**

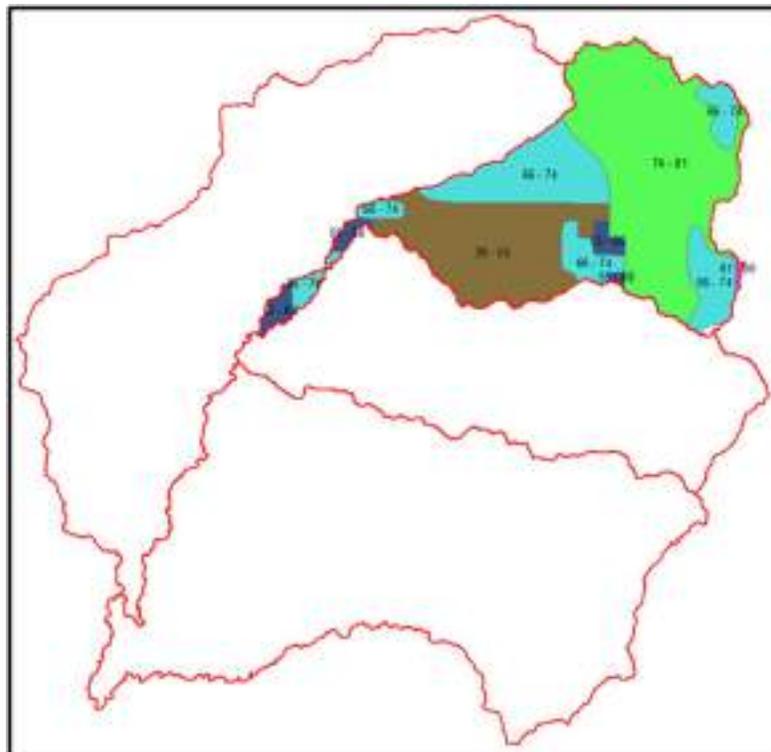


Fig. 16. Número de Curva de la subcuenca SB-2.

Tabla XXV

Número de Curva de la subcuenca SB-2.

	Ncinf	Ncsup	Ncprom.	Area (km2)	Ncprom.*A
SB-2	39	55	47.00	60.40	2838.897
	55	66	60.50	0.68	41.020
	55	66	60.50	3.01	181.883
	55	66	60.50	5.61	339.575
	66	74	70.00	3.66	256.021
	66	74	70.00	8.21	574.369
	66	74	70.00	13.03	911.843
	66	74	70.00	2.73	191.383
	66	74	70.00	6.25	437.480
	66	74	70.00	32.02	2241.665
	74	81	77.50	106.73	8271.539
	81	90	85.50	0.64	54.729
	SUMA		242.97	16340.403	

CNpond. **67.25**

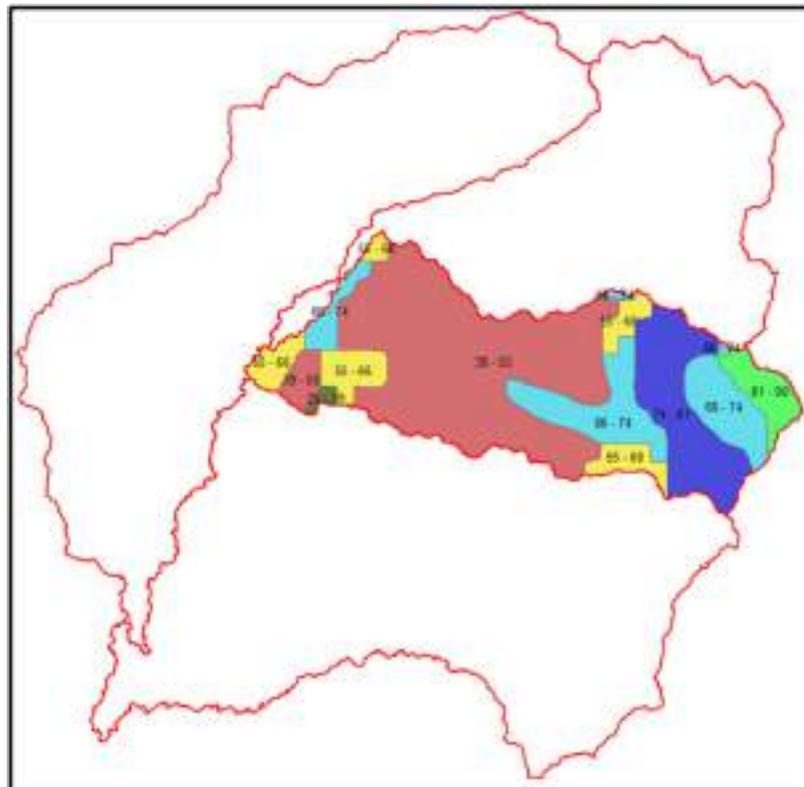


Fig. 17. Número de Curva de la subcuenca SB-3.

Tabla XXVI

Número de Curva de la subcuenca SB-3.

SB-3	Ncinf	Ncsup	Ncprom.	Area (km2)	Ncprom.*A
	25	39	32.00	1.59	50.920
	39	55	47.00	6.16	289.676
	39	55	47.00	122.71	5767.283
	55	66	60.50	6.94	419.570
	55	66	60.50	9.00	544.525
	55	66	60.50	5.34	322.934
	55	66	60.50	8.02	485.108
	66	74	70.00	17.16	1201.132
	66	74	70.00	23.63	1654.162
	66	74	70.00	6.36	445.204
	66	74	70.00	0.69	48.173
	66	74	70.00	0.44	31.091
	74	81	77.50	40.13	3110.206
81	90	85.50	11.95	1021.394	
SUMA			260.11	15391.378	

CNpond. **59.17**

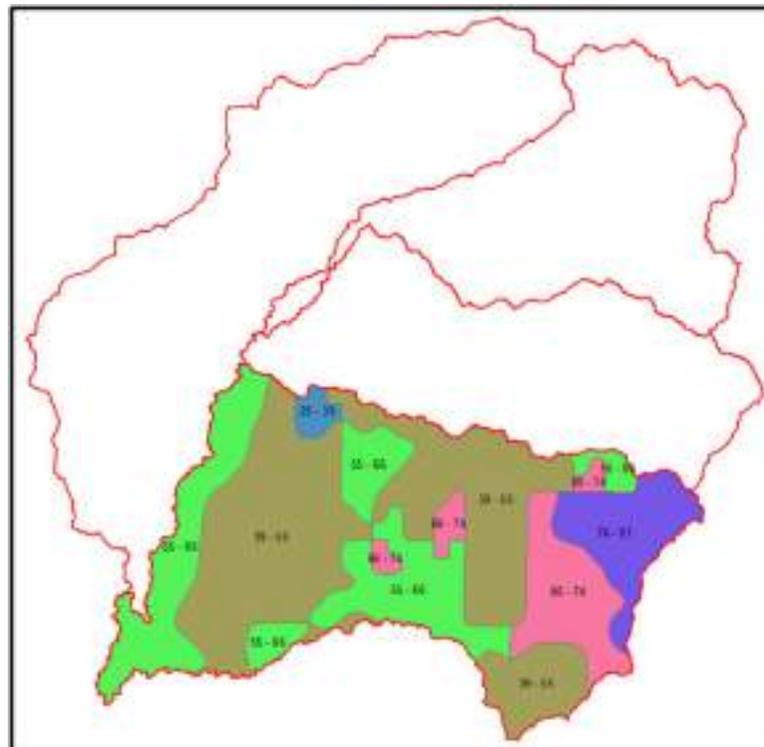


Fig. 18. Número de Curva de la subcuenca SB-4.

Tabla XXVII

Número de Curva de la subcuenca SB-4.

	Ncinf	Ncsup	Ncprom.	Area (km2)	Ncprom.*A
SB-4	25	39	32.00	6.56	209.999
	39	55	47.00	27.79	1306.196
	39	55	47.00	117.34	5515.006
	39	55	47.00	83.29	3914.522
	55	66	60.50	7.72	467.039
	55	66	60.50	46.79	2830.512
	55	66	60.50	17.07	1032.623
	55	66	60.50	6.10	368.835
	55	66	60.50	57.31	3467.051
	66	74	70.00	2.99	209.386
	66	74	70.00	5.93	414.999
	66	74	70.00	44.15	3090.652
	66	74	70.00	3.00	210.254
	74	81	77.50	43.67	3384.388
	SUMA		469.70	26421.463	

CNpond. **56.25**

Posterior a ello para la determinación de los caudales de la cuenca del río Motupe, se tuvieron que conocer los tiempos de concentración y el Lang Time y es por ende que se usó el software HEC-HMS.

Tabla XXVIII

Tiempo de concentración en cada subcuenca.

Subbasin	HEC-HMS	Kirpich	California	Giandotti	Temez	SCS	Lag-Time
SB-1	8.68	6.36	5.97	4.75	5.75	13.06	312.48
SB-2	6.46	3.66	3.33	2.69	3.88	6.47	232.56
SB-3	5.46	3.10	3.05	2.59	3.49	6.49	196.56
SB-4	7.02	4.29	4.24	3.80	4.41	10.27	252.72

Cabe mencionar que se calculó el tiempo de concentración y el tiempo de retraso de cada tramo entre las cuencas, para esto se utilizaron los métodos de Kirpich y el método de Tiempo de retraso (Lag Time) cuya fórmula es $Lag\ Time = 0.60 \times T_c$.

Tabla XXIX

Tiempo de concentración en los tramos de la cuenca del río Motupe

Reach	Tc (HRS)	Lag Time (MIN)
T-1	4.50	161.86
T-2	7.98	287.38
T-3	0.93	33.31

Con los datos obtenidos del tiempo de concentración de la cuenca, de los tramos de la cuenca y el tiempo de retraso, para procesarlo en el programa de HEC-HMS y empezar a crear un modelo de la cuenca en el programa.

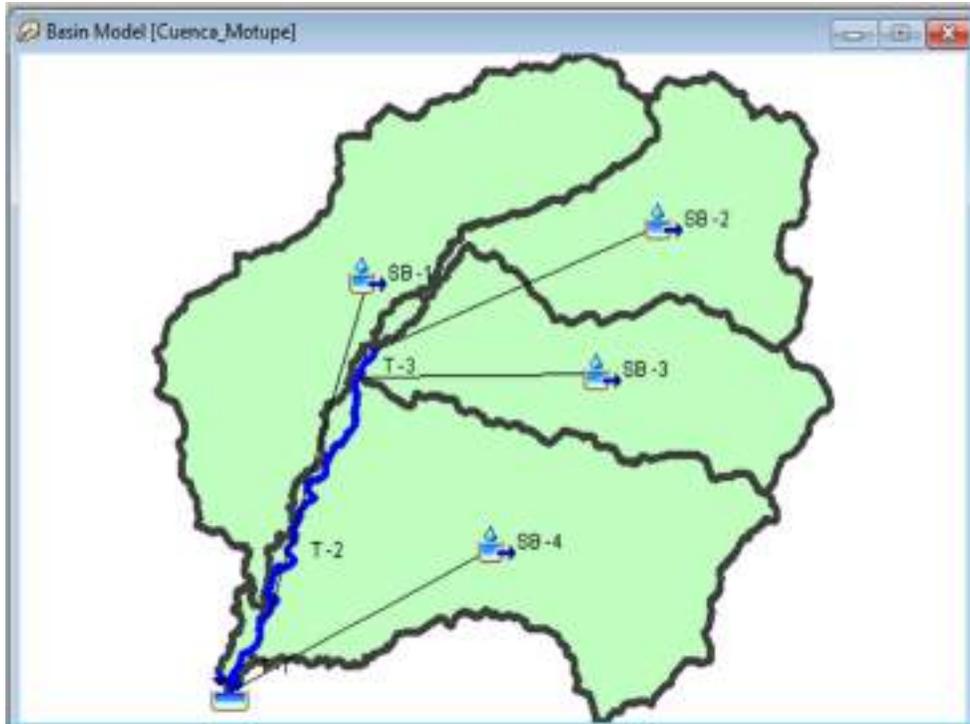


Fig. 19. Modelamiento de la cuenca del río Motupe.

Al terminar el modelado se corrió el programa y se obtuvieron los caudales para los periodos de retorno de 5, 10, 30, 50 y 100 años, que son los siguientes: 96.80 m³/s, 269.80 m³/s, 713.80 m³/s, 843.40 m³/s y 1375.00 m³/s.

Tabla XXX

Caudales de diseño de la cuenca del río Motupe.

Elemento Hidrológico	Caudal Máximo (m ³ /s)				
	5	10	30	50	100
Cuenca	96.80	269.80	713.80	843.40	1375.00

Tabla XXXI.

Caudal de la cuenca en un periodo de retorno de 5 años.

Global Summary Results for Run "Run Tr5"

Project: HEC-HMS_Jayanca Simulation Run: Run Tr5

Start of Run: 01ene.2000, 00:00 Basin Model: Cuenca_Motupe
 End of Run: 02ene.2000, 00:00 Meteorologic Model: Met 1 - Tr5
 Compute Time: 22may.2023, 00:31:13 Control Specifications: Control 1

Show Elements: All Elements Volume Units: MM 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
SB -1	401.12	29.3	01ene.2000, 20:00	2.01
SB -2	242.12	31.4	01ene.2000, 18:00	3.64
SB -3	258.65	13.2	01ene.2000, 19:00	1.53
SB -4	466.95	28.5	01ene.2000, 20:00	1.74
T -1	901.89	71.1	01ene.2000, 23:00	1.35
T -2	500.77	44.2	01ene.2000, 22:00	1.43
T -3	242.12	31.1	01ene.2000, 18:00	3.54
Sink-1	1368.84	96.8	01ene.2000, 23:00	1.48

Tabla XXXII

Caudal de la cuenca en un periodo de retorno de 10 años.

Global Summary Results for Run "Run Tr10"

Project: HEC-HMS_Jayanca Simulation Run: Run Tr10

Start of Run: 01ene.2000, 00:00 Basin Model: Cuenca_Motupe
 End of Run: 02ene.2000, 00:00 Meteorologic Model: Met 2 - Tr10
 Compute Time: 22may.2023, 00:29:37 Control Specifications: Control 1

Show Elements: All Elements Volume Units: MM 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
SB -1	401.12	81.0	01ene.2000, 19:00	5.66
SB -2	242.12	75.4	01ene.2000, 17:00	8.39
SB -3	258.65	44.5	01ene.2000, 17:00	4.79
SB -4	466.95	85.2	01ene.2000, 18:00	5.21
T -1	901.89	198.6	01ene.2000, 21:00	4.32
T -2	500.77	119.1	01ene.2000, 20:00	4.49
T -3	242.12	74.7	01ene.2000, 18:00	8.23
Sink-1	1368.84	269.8	01ene.2000, 21:00	4.63

Tabla XXXIII

Caudal de la cuenca en un periodo de retorno de 30 años.

Project: HEC-HMS_Jayanca Simulation Run: Run Tr30

Start of Run: 01ene.2000, 00:00 Basin Model: Cuenca_Motupe
 End of Run: 02ene.2000, 00:00 Meteorologic Model: Met 3 - Tr30
 Compute Time: 22may.2023, 00:41:42 Control Specifications: Control 1

Show Elements: All Elements Volume Units: MM 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
SB -1	401.12	199.9	01ene.2000, 19:00	13.86
SB -2	242.12	164.2	01ene.2000, 17:00	17.91
SB -3	258.65	119.7	01ene.2000, 17:00	12.25
SB -4	466.95	224.7	01ene.2000, 18:00	13.33
T -1	901.89	497.9	01ene.2000, 19:00	11.33
T -2	500.77	293.5	01ene.2000, 18:00	11.62
T -3	242.12	162.0	01ene.2000, 17:00	17.66
Sink-1	1368.84	713.8	01ene.2000, 19:00	12.01

Tabla XXXIV

Caudal de la cuenca en un periodo de retorno de 50 años.

Project: HEC-HMS_Jayanca Simulation Run: Run Tr50

Start of Run: 01ene.2000, 00:00 Basin Model: Cuenca_Motupe
 End of Run: 02ene.2000, 00:00 Meteorologic Model: Met 4 - Tr50
 Compute Time: 22may.2023, 00:46:56 Control Specifications: Control 1

Show Elements: All Elements Volume Units: MM 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
SB -1	401.12	235.7	01ene.2000, 19:00	16.70
SB -2	242.12	185.9	01ene.2000, 17:00	20.65
SB -3	258.65	136.7	01ene.2000, 16:00	14.58
SB -4	466.95	266.9	01ene.2000, 18:00	16.23
T -1	901.89	588.9	01ene.2000, 19:00	13.58
T -2	500.77	354.0	01ene.2000, 18:00	13.73
T -3	242.12	184.3	01ene.2000, 17:00	20.37
Sink-1	1368.84	843.4	01ene.2000, 19:00	14.49

Tabla XXXV

Caudal de la cuenca en un periodo de retorno de 100 años.

Project: HEC-HMS_Jayanca Simulation Run: Run Tr 100

Start of Run: 01ene.2000, 00:00 Basin Model: Cuenca_Motupe
 End of Run: 02ene.2000, 00:00 Meteorologic Model: Met 5 - Tr 100
 Compute Time: 22may.2023, 00:51:00 Control Specifications: Control 1

Show Elements: All Elements Volume Units: MM 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
SB -1	401.12	397.1	01ene.2000, 19:00	28.13
SB -2	242.12	294.2	01ene.2000, 17:00	32.47
SB -3	258.65	238.5	01ene.2000, 16:00	24.45
SB -4	466.95	448.2	01ene.2000, 18:00	26.91
T -1	901.89	926.8	01ene.2000, 18:00	23.46
T -2	500.77	538.7	01ene.2000, 18:00	23.34
T -3	242.12	292.7	01ene.2000, 17:00	32.10
Sink-1	1368.84	1375.0	01ene.2000, 18:00	24.63

➤ **Estudio Hidráulico**

Para llevar a cabo el modelamiento hidráulico del tramo en estudio que se ubica en el río Motupe, se hace uso del programa HEC-RAS. En el modelamiento se necesita tener la topografía, es por ello, que primero se generó un DEM en formato TIF haciendo uso del software ArcGIS para así poder exportarlo en el programa HEC-RAS, luego ya creamos un nuevo programa y procesamos los datos de la geometría en el HEC-GEORAS.

Para obtener el DEM que se utilizara en el modelamiento hidráulico, se descargaron los DEM's de 5 metros, los cuales se procesaron en el programa ArcGIS y se unieron los DEM's obteniendo un DEM en formato TIF final. Cuando se tiene el DEM's antes de usarlo se verifico que las cotas sean correctas y sobre todo que las coordenadas sean compatibles y estén en una unidad de UTM.

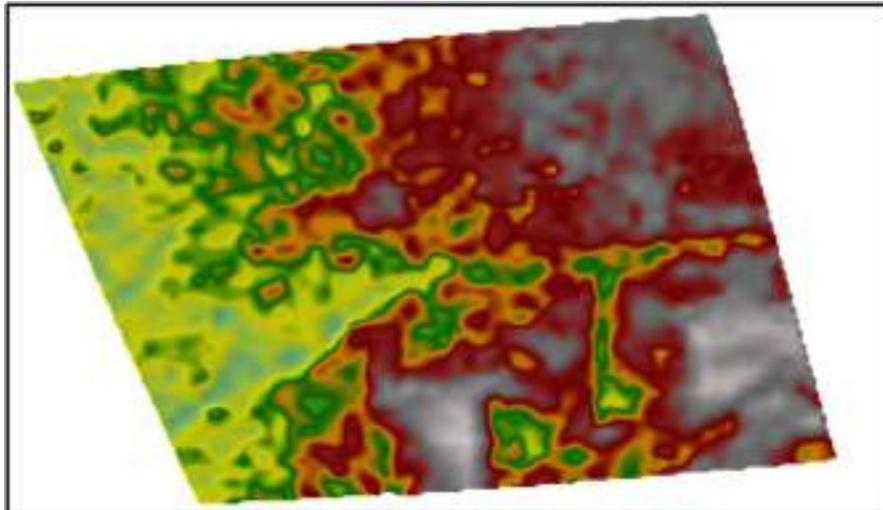


Fig. 20. Topografía en formato DEM de la zona de estudio.

Tras ya tener el DEM nos dirigimos a Ras Mapper, una vez aquí damos clic en Project y luego en Set Projection para poder importar las coordenadas adecuadas de la zona en estudio, después se exporta el DEM creado haciendo uso de la herramienta Terrains. Posterior a ello se crea la geometría del cauce del río, es decir se dibuja o importa el eje del río Motupe y los márgenes (derecho e izquierdo) del mismo con la herramienta Back Lines, pero también se *delimita la llanura de inundación con la herramienta Flow Panths*.

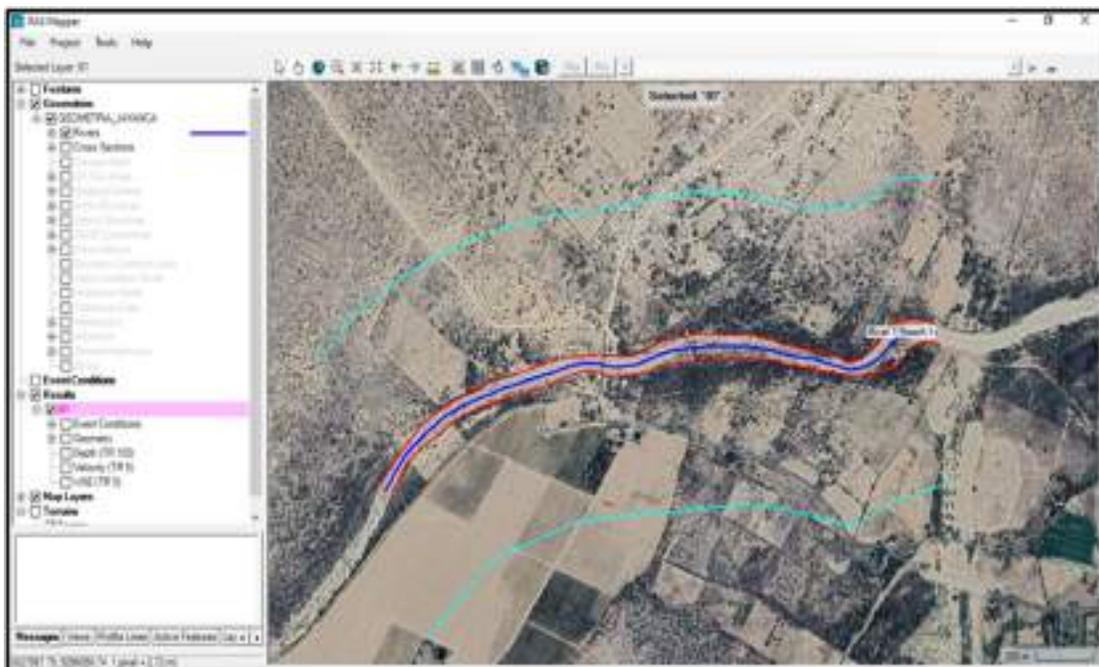


Fig. 21. Geometría del cauce del río Motupe.

Ya con la geometría definida, se tiene que crear las secciones transversales y es por ello, que se realiza un análisis para saber el Ancho Estable y por ello se hace uso del programa River. Se hice el análisis del ancho estable con cinco métodos tales como Recomendación Practico, Método de Petis, Método de Simons y Henderson, Método de Blench y Altunin y el Método de Manning.

Este análisis se realizó para los periodos de retorno de 5, 10, 30, 50 y 100 años, obteniendo los anchos estables de cada método y tomando el ancho estable máximo para cada periodo, es por ello, que el ancho estable es de 61.69 m, 102.99 m, 167.52 m, 182.09 m y 232.5 m respectivamente.

Información Inicial		
Caudal (Q)	P. Retorno	Pendiente
96.80	5.00	0.00150
Ancho Estable del Cauce (B)		
Recomendación Practica	24.56	
Método de Petis	43.68	
Método de Simons y Henderson	56.08	
Método de Blench y Altunin	61.69	
Método de Manning y Strickler	48.42	

Fig. 22. Ancho estable con River para un periodo de 5 años.

Información Inicial		
Caudal (Q)	P. Retorno	Pendiente
269.80	10.00	0.00150
Ancho Estable del Cauce (B)		
Recomendación Practica	45.95	
Método de Petis	72.93	
Método de Simons y Henderson	93.63	
Método de Blench y Altunin	102.99	
Método de Manning y Strickler	80.83	

Fig. 23. Ancho estable con River para un periodo de 10 años..

Información Inicial		
Caudal (Q)	P. Retorno	Pendiente
713.80	30.00	0.00150
Ancho Estable del Cauce (B)		
Recomendación Práctica	83.27	
Método de Potts	118.62	
Método de Strickler y Henderson	152.29	
Método de Blench y Atun	167.52	
Método de Manning y Strickler	131.47	

Fig. 24. Ancho estable con River para un periodo de 30 años.

Información Inicial		
Caudal (Q)	P. Retorno	Pendiente
843.40	50.00	0.00150
Ancho Estable del Cauce (B)		
Recomendación Práctica	92.20	
Método de Potts	128.94	
Método de Strickler y Henderson	165.54	
Método de Blench y Atun	182.09	
Método de Manning y Strickler	142.91	

Fig. 25. Ancho estable con River para un periodo de 50 años.

Información Inicial		
Caudal (Q)	P. Retorno	Pendiente
1375.00	100.00	0.00150
Ancho Estable del Cauce (B)		
Recomendación Práctica	124.29	
Método de Potts	164.64	
Método de Strickler y Henderson	211.36	
Método de Blench y Atun	232.50	
Método de Manning y Strickler	182.48	

Fig. 26. Ancho estable con River para un periodo de 100 años.

Una vez que se decidió elegir el ancho estable máximo para cada periodo de retorno, para el modelamiento hidráulico se decide elegir el ancho estable máximo de todos los periodos de retorno que es de 232.50 m.

Tabla XXXVI

Resumen de los anchos estables en distintos periodos de retorno.

Periodos de Retorno	Caudal (m^3/s)	Ancho Estable
Tr 5	96.80	61.69
Tr 10	269.80	102.99
Tr 30	713.80	167.52
Tr 50	843.40	182.09
Tr 100	1375.00	232.50
El Mayor		232.50

Posterior a ello en el HEC-RAS dentro de la pantalla de Ras Mapper se crearán las secciones transversales del río Motupe, estas secciones se crearon con un ancho de 1000 m y con una separación de 20 metros entre cada sección transversal para de esta manera tener un buen perfil de inundación, cabe mencionar que se usó la herramienta de Cross Sections.

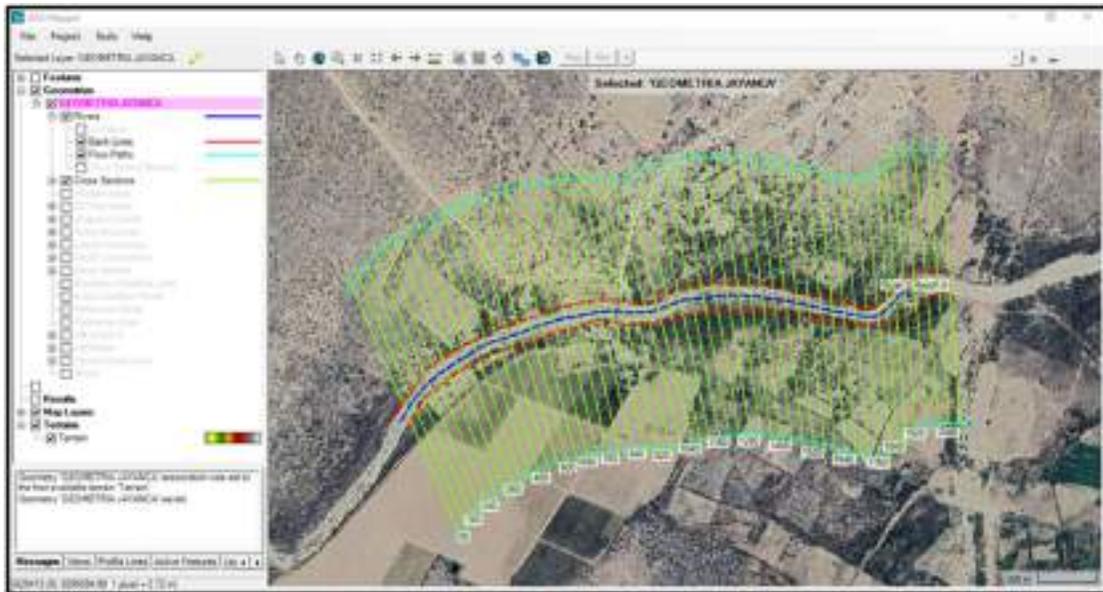


Fig. 27. Definición de las secciones transversales del río Motupe.

Terminando la definición de las secciones transversales se guardó la geometría del área en estudio y nos dirigimos a la ventana del editor de geometría (Edit Geometric data), una vez en esta ventana se importa la geometría guardada, es decir que se importa el eje ya definido, el margen izquierdo y derecho, la zona de inundación y las secciones transversales para ver los perfiles de inundación.

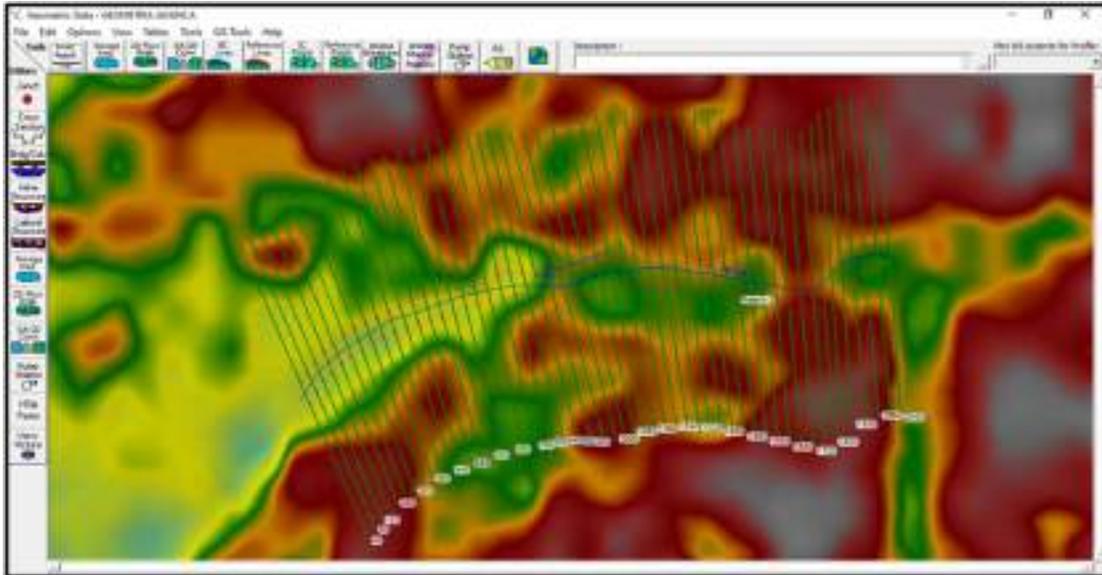


Fig. 28. Geometría importada al editor de geometría.

Tras realizar la importación de la geometría del área en estudio, se procede a calcular el coeficiente de Manning, el cual va a depender de distintos factores que inciden en el comportamiento del flujo del cauce del río Motupe.

Para el cálculo del coeficiente de rugosidad se utilizó el método de Cowan, donde se mencionan distintos parámetros de la topografía del terreno que se analice, es por ello, que se visitó el tramo en estudio para identificar las características del cauce del río Motupe y también se realizó el estudio de suelo para saber el tipo de material que puede presentarse en el cauce del río que es el de Arena Limosa. Este método usa la siguiente fórmula para el cálculo del coeficiente de Manning.

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)m_5$$

En la tabla 37 se verán los parámetros que evalúa el método de Cowan y a la vez se verá el valor que tiene cada parámetro para el área de estudio del río Motupe.

Tabla XXXVII

Valores de cada parámetro topográfico del río Motupe.

Condiciones del Canal			Valores	
Tipo de material en el perímetro del canal	Tierra	Arena, limo y arcilla.	n_0	0.020
	Corte de roca	Afloramiento de la roca.		0.025
	Grava fina	Grava de hasta 8 mm de diámetro.		0.024
	Grava gruesa	Grava de más de 8 mm de diámetro.		0.028
Grado de irregularidades en la superficie	Liso	La mejor condición.	n_1	0.000
	Menor	Canales bien dragados, con pendientes laterales poco erosionadas.		0.005
	Moderado	Canales poco dragados, con pendientes laterales moderadamente erosionadas.		0.010
	Severo	Canales muy erosionados, con superficies altamente irregulares y/o excavadas en roca gruesa.		0.020
Variaciones en la forma y tamaño de la sección transversal	Gradual	Variaciones suaves o pequeñas.	n_2	0.00
	Alternadas ocasionalmente	Secciones grandes y pequeñas alternadas ocasionalmente, con desplazamiento lateral frecuente del flujo.		0.005
	Alternadas con frecuencia	Secciones grandes y pequeñas alternadas con frecuencia, con desplazamiento lateral frecuente del flujo.		0.010 - 0.015
Efecto de obstrucciones	Despreciable	(a) La medida en que las obstrucciones ocupan o reducen el área de flujo.	n_3	0.000
	Menor	(b) El carácter de las obstrucciones (bordes agudos u objetos angulares, los objetos de superficie curva o lisa).		0.010 - 0.015
	Apreciable			0.020 - 0.030
	Mayor	(c) El lugar y espaciamiento de las obstrucciones, transversales y longitudinales, a lo largo del canal.		0.040 - 0.060
Efecto de la vegetación	Bajo	Césped o maleza, en la cual la profundidad de flujo es de 2 a 3 veces la altura de la vegetación.	n_4	0.005 - 0.010
	Medio	Césped o maleza, en la cual la profundidad de flujo es de 1 a 2 veces la altura de la vegetación.		0.010 - 0.025
	Alto	Césped o maleza, en la cual la profundidad de flujo es casi igual a la altura de la vegetación.		0.025 - 0.050
	Muy Alto	Césped o maleza, en la cual la profundidad de flujo es menos de la mitad (1/2) de la altura de la vegetación.		0.050 - 0.100
Sinuosidad del canal	Baja	Sinuosidad menor a 1.2.	m_5	1.00
	Media	Sinuosidad entre 1.2 y 1.5.		1.15
	Alta	Sinuosidad mayor a 1.5.		1.30

Con estos parámetros determinados y utilizando la fórmula que es la suma de los coeficientes de rugosidad, se obtuvo que la rugosidad Manning es $n=0.030$ en el cauce del río Motupe en el distrito de Jayanca.

Tabla XXXVIII

Coefficiente de rugosidad del cauce del río Motupe

Rugosidad de Manning (n)	
$n_0 =$	0.020
$n_1 =$	0.005
$n_2 =$	0.000
$n_3 =$	0.000
$n_4 =$	0.005
$m_5 =$	1.000
n =	0.030

Ya determinado el coeficiente de Manning, nos dirigimos a la opción de Tables y se da clic en la opción Manning, se agrega el coeficiente de Manning en la tabla y se guarda toda la data de la geometría.

Posteriormente se creará la condición de flujo que será la de un flujo permanente, se agregaron cinco perfiles colocando en cada uno de ellos los caudales anteriormente cálculos para los periodos de retorno de 5, 10, 30, 50 y 100 años, tales como 96.80 m³/s, 269.80 m³/s, 713.80 m³/s, 843.40 m³/s y 1375.00 m³/s respectivamente.

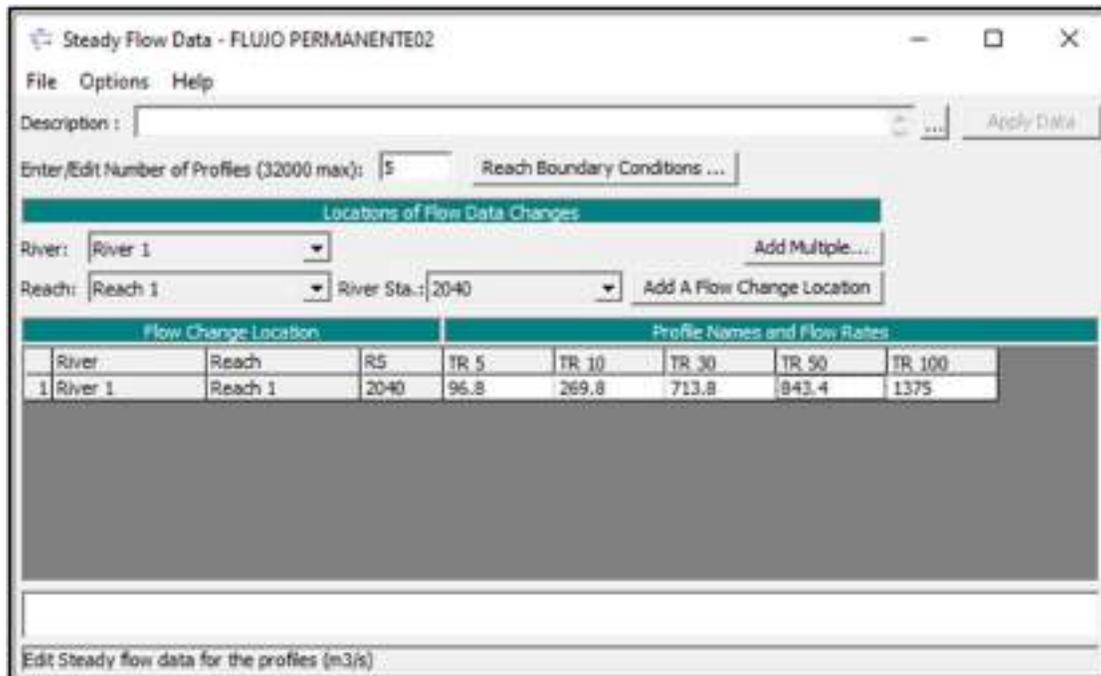


Fig. 29. Caudales de diseño de cada periodo de retorno colocados en HEC-RAS.

Por último, se crea un Plan para poder correr el modelado hidráulico, en este plan se selecciona la Geometría y el flujo creados, se selecciona como régimen del flujo al tipo Mixto y se corre el modelo.

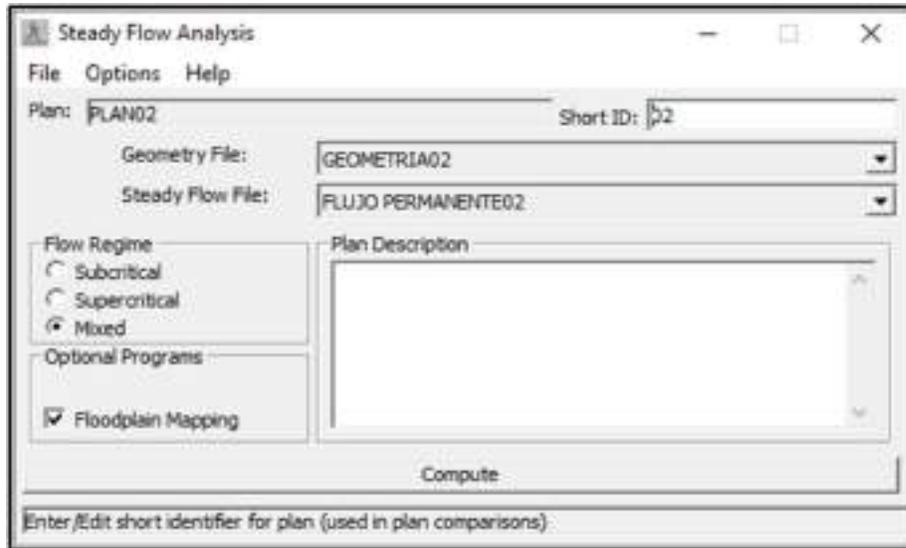


Fig. 30. Plan creado para correr el modelado hidráulico.

Luego de crear el Plan para correr el modelamiento hidráulico, se pueden visualizar las áreas de inundación, los perfiles y los parámetros hidráulicos se pueden extraer del programa HEC-RAS para los distintos periodos de retorno de 5, 10, 30, 50 y 100 años.

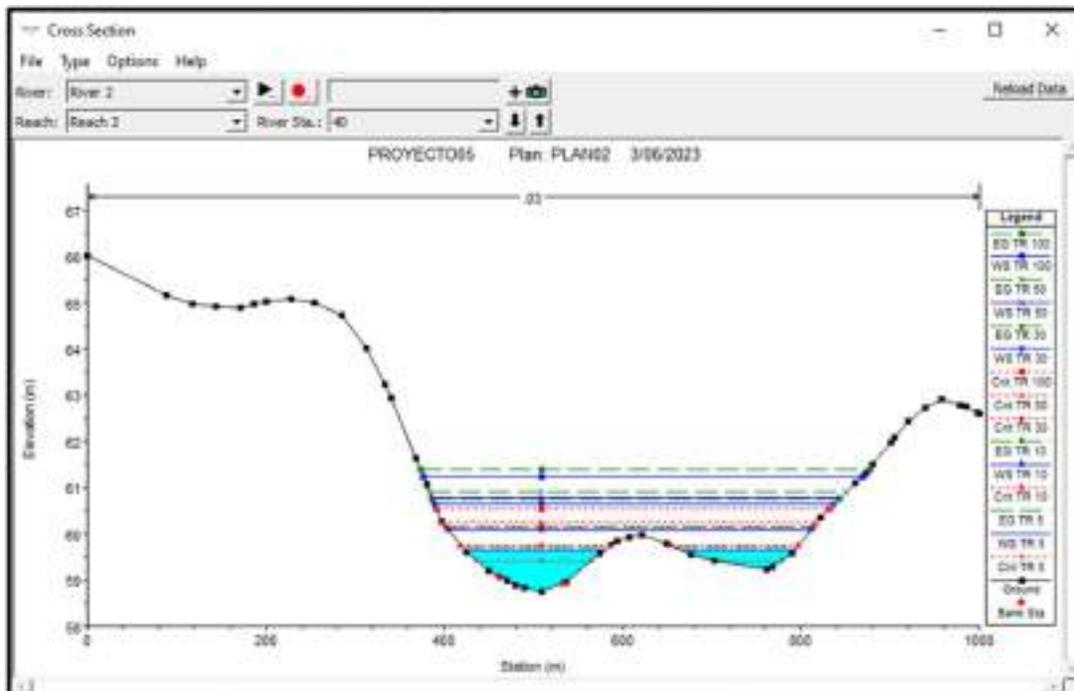


Fig. 31. Sección transversal del río Motupe en la progresiva 0+040.

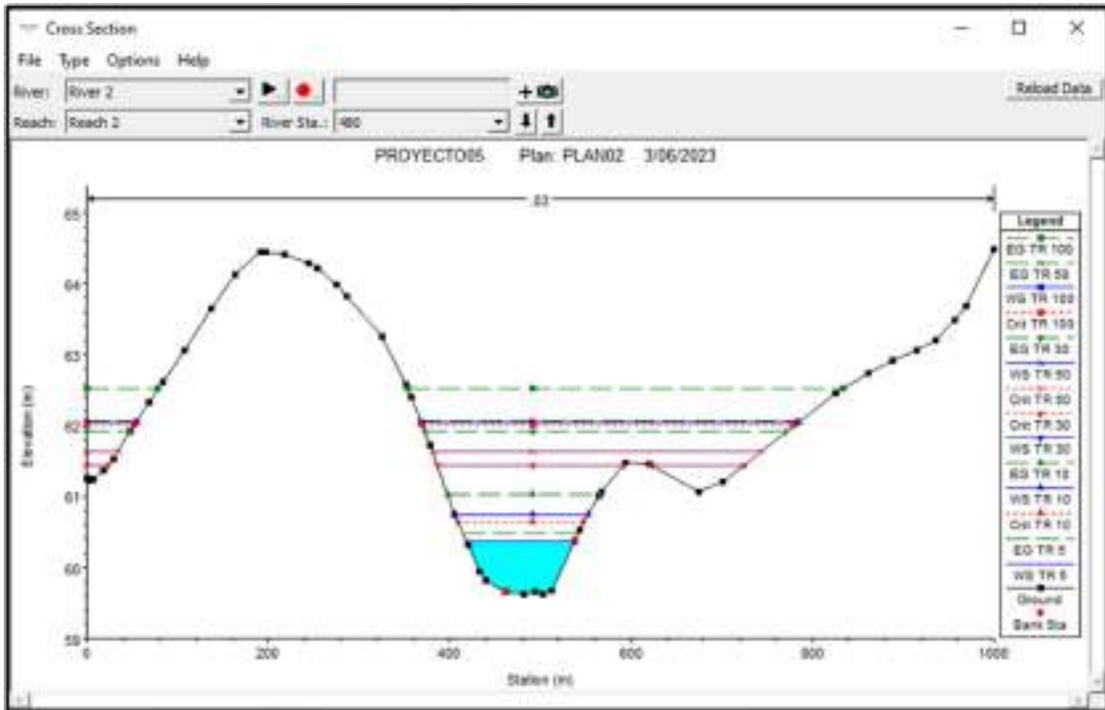


Fig. 32. Sección transversal del río Motupe en la progresiva 0+480.

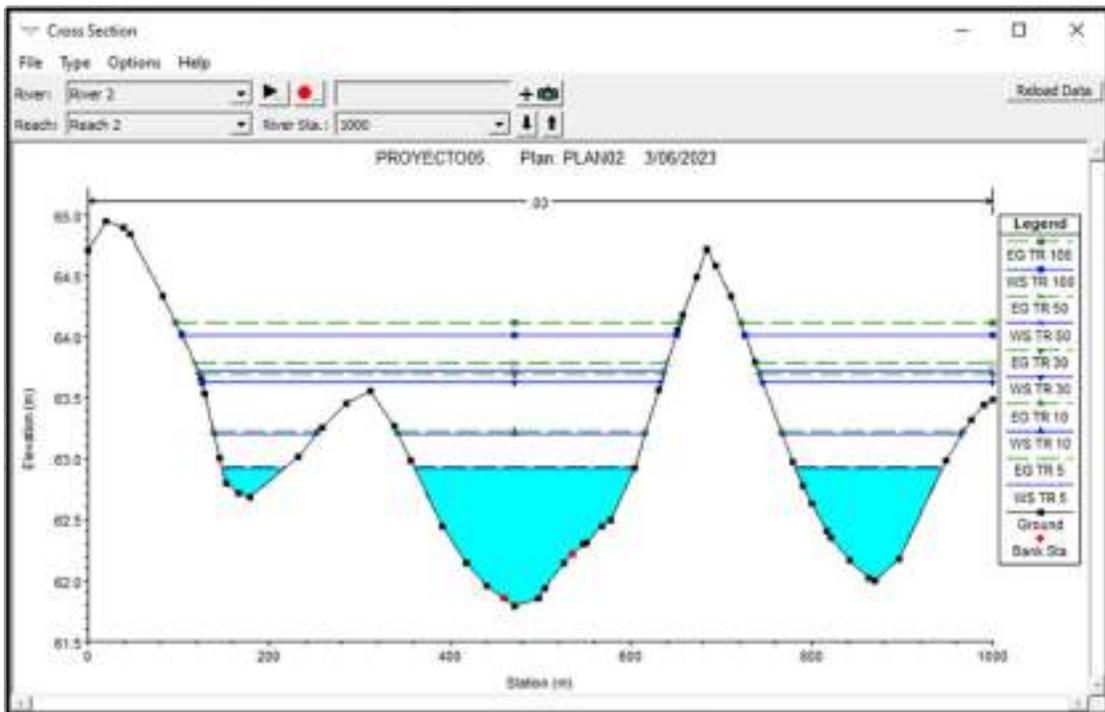


Fig. 33. Sección transversal del río Motupe en la progresiva 1+000.

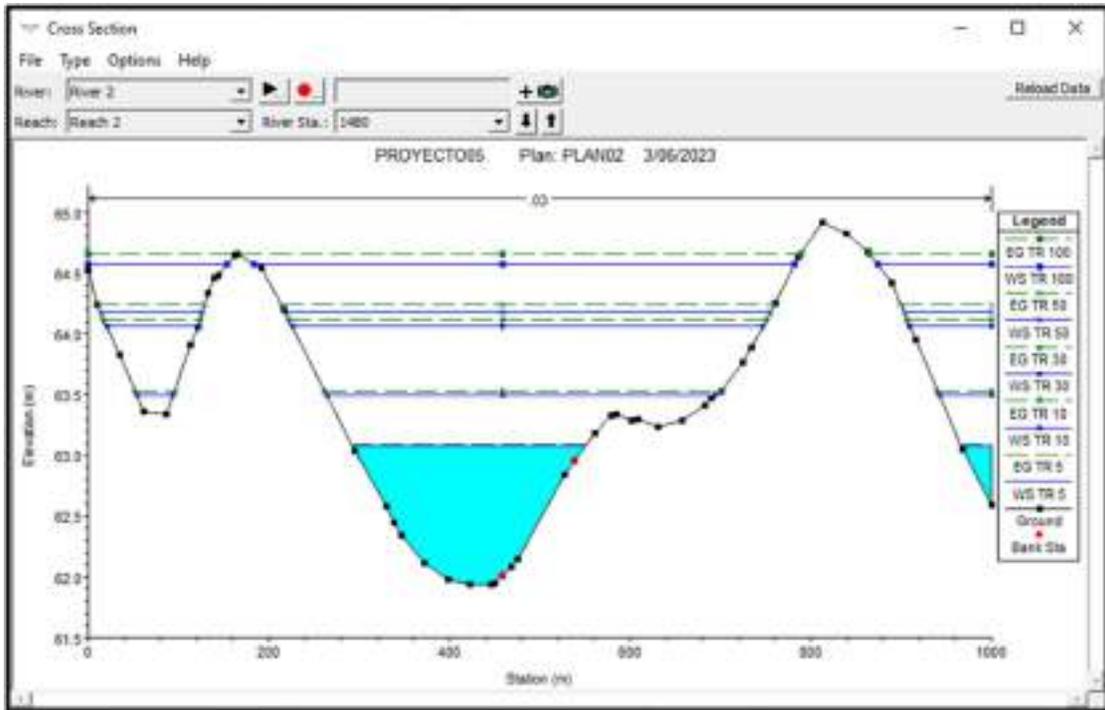


Fig. 34. Sección transversal del río Motupe en la progresiva 1+480.

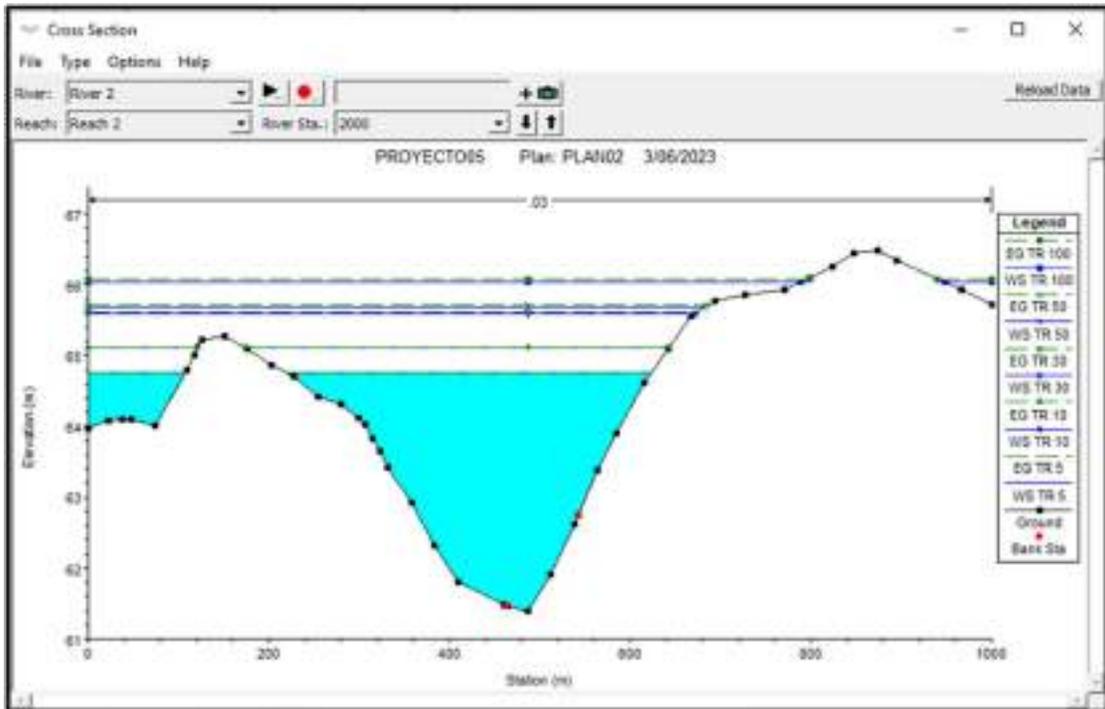


Fig. 35. Sección transversal del río Motupe en la progresiva 2+000.

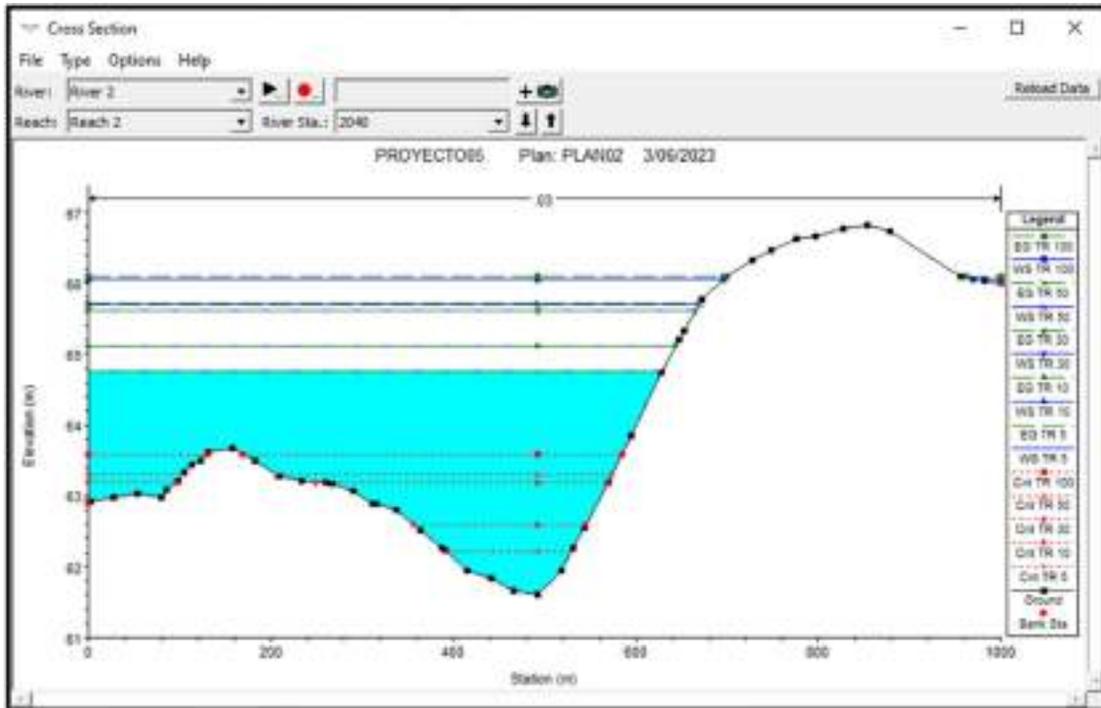


Fig. 36. Sección transversal del río Motupe en la progresiva 2+040.

En los perfiles mostrados en las Figuras 32, 33, 34, 35, 36 y 37, se puede visualizar el nivel del agua alcanzada en cada sección transversal y en los distintos periodos de retorno de 5, 10, 30, 50 y 100 años del río Motupe del distrito de Jayanca, en los cuales se ve que se produce inundación en cada sección del tramo analizado, es decir que el tirante de agua supera la cota superior del margen derecho e izquierdo de las riberas del río Motupe.

A continuación, se mostrarán los resultados obtenidos del modelamiento hidráulico mediante las tablas 39, 40, 41, 42 y 43, estas tablas contienen los parámetros hidráulicos del tramo en estudio que es de 2 km.

Los parámetros hidráulicos que se muestran son los caudales totales, el área hidráulica, el radio hidráulico, la cota mínima de la sección, la velocidad del flujo, los tirantes máximos, etc.

Tabla XXXIX

Parámetros hidráulicos para un periodo de retorno de 5 años.

TR-5												
N°	Tramo m	Q total m³/s	Q del canal principal m³/s	Cota Mínima de la sección m	Cota de la superficie del agua m	Radio Hidráulico m	Área Hidráulica m²	Pendiente m/m	Velocidad m/s	N° de Froude	Profundidad máxima m	
1	2040	96.80	96.80	61.60	64.76	1.87	1180.96	0.000003	0.08	0.02	3.16	
2	2000	96.80	59.69	61.39	64.76	1.49	763.55	0.000007	0.18	0.03	3.37	
3	1960	96.80	44.01	61.32	64.76	1.81	656.42	0.000008	0.18	0.03	3.24	
4	1920	96.80	59.45	61.74	64.76	1.38	658.44	0.000009	0.19	0.04	3.02	
5	1880	96.80	62.25	62.17	64.76	1.02	608.84	0.000014	0.21	0.05	2.59	
6	1840	96.80	50.55	62.71	64.75	0.86	497.08	0.000029	0.26	0.06	2.05	
7	1800	96.80	38.15	63.26	64.75	0.74	355.05	0.000074	0.34	0.1	1.49	
8	1760	96.80	33.43	63.71	64.74	0.56	213.61	0.000336	0.55	0.19	1.03	
9	1720	96.80	50.28	63.96	64.62	0.29	84.90	0.004878	1.56	0.67	0.66	
10	1680	96.80	70.03	63.66	64.22	0.36	51.81	0.010661	2.15	0.98	0.56	
11	1640	96.80	82.96	62.56	63.06	0.28	30.34	0.045385	3.44	1.89	0.5	
12	1600	96.80	63.22	61.95	63.11	0.81	152.36	0.000434	0.74	0.22	1.16	
13	1560	96.80	57.27	61.82	63.10	0.87	192.92	0.000244	0.6	0.17	1.28	
14	1520	96.80	45.23	61.93	63.09	0.65	189.62	0.000371	0.62	0.2	1.16	
15	1480	96.80	21.85	62.01	63.08	0.67	196.20	0.000329	0.44	0.18	1.14	
16	1440	96.80	8.93	62.13	63.07	0.59	221.02	0.000214	0.31	0.14	1.37	
17	1400	96.80	5.83	62.24	63.06	0.79	240.26	0.000174	0.25	0.12	1.45	
18	1360	96.80	9.76	62.22	63.05	0.63	204.06	0.00034	0.33	0.17	1.1	
19	1320	96.80	19.65	62.21	63.03	0.50	166.17	0.000733	0.52	0.25	0.89	
20	1280	96.80	17.59	62.37	62.98	0.44	137.55	0.00113	0.59	0.3	0.76	
21	1240	96.80	14.21	62.27	62.95	0.53	154.86	0.000703	0.48	0.24	0.89	
22	1200	96.80	22.96	61.98	62.94	0.60	212.97	0.000302	0.41	0.17	1.08	
23	1160	96.80	32.47	61.52	62.94	0.73	307.29	0.000096	0.34	0.11	1.47	
24	1120	96.80	34.79	61.24	62.93	0.90	368.25	0.000056	0.3	0.08	1.72	
25	1080	96.80	33.56	61.14	62.93	0.95	387.35	0.000051	0.28	0.08	1.81	
26	1040	96.80	31.06	61.19	62.93	0.86	416.64	0.000049	0.28	0.08	1.74	
27	1000	96.80	36.12	61.79	62.92	0.56	265.82	0.000212	0.48	0.15	1.13	
28	960	96.80	19.83	62.38	62.80	0.21	74.80	0.007166	1.1	0.71	0.6	
29	920	96.80	1.27	61.75	61.92	0.35	33.89	0.026556	1.11	1.17	0.57	
30	880	96.80	6.40	60.69	61.02	0.38	36.67	0.020826	1.52	1.15	0.58	
31	840	96.80	32.84	59.91	61.03	0.80	123.42	0.000725	0.69	0.27	1.21	
32	800	96.80	40.28	59.41	61.03	1.12	201.83	0.000164	0.48	0.14	1.68	
33	760	96.80	56.37	59.47	61.02	1.00	179.61	0.000234	0.61	0.17	1.55	
34	720	96.80	72.61	60.05	60.93	0.57	82.75	0.002296	1.31	0.48	0.88	
35	680	96.80	38.67	59.96	60.89	0.43	55.71	0.008348	1.7	0.84	0.77	
36	640	96.80	22.36	59.65	60.70	0.72	126.78	0.000807	0.67	0.28	1.1	
37	600	96.80	41.19	59.49	60.67	0.80	128.40	0.000693	0.74	0.27	1.18	
38	560	96.80	62.15	59.45	60.62	0.77	105.13	0.001066	0.96	0.34	1.17	
39	520	96.80	76.49	59.47	60.52	0.65	78.72	0.002278	1.31	0.48	1.05	
40	480	96.80	69.17	59.63	60.37	0.55	66.14	0.00421	1.54	0.63	0.74	
41	440	96.80	51.50	59.41	60.00	0.41	48.24	0.011931	1.95	0.99	0.6	
42	400	96.80	31.32	58.88	59.93	0.66	85.66	0.001892	0.94	0.42	1.07	
43	360	96.80	34.99	58.26	59.94	1.10	152.71	0.00031	0.56	0.19	1.83	
44	320	96.80	51.39	57.97	59.93	1.13	165.56	0.000253	0.6	0.17	1.96	
45	280	96.80	67.93	58.37	59.90	0.87	133.11	0.000501	0.83	0.24	1.53	
46	240	96.80	68.26	58.65	59.88	0.74	127.92	0.000649	0.89	0.27	1.23	
47	200	96.80	59.08	58.73	59.85	0.57	127.21	0.000757	0.87	0.29	1.12	
48	160	96.80	43.30	58.74	59.80	0.54	109.69	0.001112	0.87	0.33	1.09	
49	120	96.80	45.04	58.62	59.76	0.51	116.25	0.000959	0.88	0.32	1.17	
50	80	96.80	66.08	58.66	59.71	0.45	115.16	0.001158	1.07	0.36	1.05	
51	40	96.80	61.84	58.75	59.66	0.42	120.12	0.001411	1.08	0.38	0.91	
									V.máx=	3.44	H.máx=	3.37

Tabla XL

Parámetros hidráulicos para un periodo de retorno de 10 años.

TR-10											
N°	Tramo m	Q total m ³ /s	Q del canal principal m ³ /s	Cota Mínima de la sección m	Cota de la superficie del agua m	Radio Hidráulico m	Área Hidráulica m ²	Pendiente m/m	Velocidad m/s	N° de Froude	Profundida d máxima m
1	2040	269.80	269.80	61.60	65.12	2.18	1408.56	0.000012	0.19	0.04	3.52
2	2020	269.80	102.66	61.39	65.11	1.63	959.09	0.000003	0.40	0.07	3.72
3	2000	269.80	119.93	61.52	65.11	1.58	805.45	0.000038	0.43	0.08	3.59
4	1980	269.80	156.92	61.74	65.11	1.32	856.14	0.000004	0.44	0.08	3.37
5	1960	269.80	155.98	62.17	65.11	1.14	837.88	0.000054	0.47	0.09	2.94
6	1940	269.80	122.45	62.71	65.10	1.06	713.55	0.000093	0.53	0.12	2.39
7	1920	269.80	93.24	63.26	65.09	0.84	549.52	0.000202	0.65	0.16	1.83
8	1900	269.80	77.06	63.71	65.06	0.61	378.36	0.000624	0.93	0.27	1.35
9	1880	269.80	83.73	63.96	64.96	0.42	244.32	0.002734	1.6	0.55	1
10	1860	269.80	150.91	63.66	64.61	0.41	140.02	0.007167	2.6	0.88	0.95
11	1840	269.80	206.32	62.56	63.35	0.47	66.96	0.035527	4.47	1.84	0.79
12	1820	269.80	156.31	61.95	63.55	0.86	254.88	0.000871	1.31	0.34	1.6
13	1800	269.80	146.35	61.82	63.53	0.79	309.70	0.000589	1.13	0.28	1.71
14	1780	269.80	107.93	61.93	63.51	0.89	328.58	0.000619	1.02	0.28	1.58
15	1760	269.80	67.17	62.01	63.49	0.68	361.48	0.000568	0.81	0.26	1.55
16	1740	269.80	33.13	62.13	63.48	0.70	421.43	0.000415	0.55	0.21	1.78
17	1720	269.80	23.88	62.24	63.46	0.80	408.85	0.000392	0.47	0.19	1.85
18	1700	269.80	40.57	62.22	63.44	0.76	350.97	0.000621	0.65	0.25	1.49
19	1680	269.80	63.65	62.21	63.40	0.72	307.46	0.000981	0.87	0.32	1.26
20	1660	269.80	62.20	62.37	63.34	0.55	286.60	0.001546	0.99	0.39	1.12
21	1640	269.80	52.10	62.27	63.27	0.55	271.38	0.001382	0.9	0.37	1.21
22	1620	269.80	70.29	61.98	63.25	0.75	336.13	0.000705	0.83	0.28	1.39
23	1600	269.80	86.60	61.52	63.24	0.87	450.69	0.000294	0.7	0.19	1.77
24	1580	269.80	92.43	61.24	63.23	1.05	501.52	0.000196	0.64	0.16	2.02
25	1560	269.80	88.94	61.14	63.23	1.00	526.73	0.000182	0.62	0.16	2.11
26	1540	269.80	80.29	61.19	63.22	0.98	573.48	0.000169	0.59	0.15	2.03
27	1520	269.80	85.83	61.79	63.20	0.71	412.48	0.000524	0.89	0.25	1.41
28	1500	269.80	59.92	62.38	63.00	0.34	161.19	0.008436	1.79	0.85	0.8
29	1480	269.80	34.60	61.75	62.54	0.54	121.57	0.006971	1.5	0.76	1.19
30	1460	269.80	34.03	60.69	61.28	0.53	64.20	0.033361	2.79	1.6	0.84
31	1440	269.80	106.85	59.91	61.59	1.16	217.82	0.001064	1.19	0.35	1.77
32	1420	269.80	113.65	59.41	61.59	1.47	310.86	0.000371	0.94	0.23	2.24
33	1400	269.80	143.25	59.47	61.56	0.91	300.62	0.000476	1.09	0.26	2.09
34	1380	269.80	174.20	60.05	61.43	0.58	183.40	0.00238	1.87	0.54	1.38
35	1360	269.80	113.39	59.96	61.32	0.59	168.25	0.003234	1.71	0.59	1.4
36	1340	269.80	74.52	59.65	61.31	1.10	250.51	0.000898	0.99	0.32	1.71
37	1320	269.80	120.89	59.49	61.27	1.14	238.80	0.000888	1.2	0.33	1.78
38	1300	269.80	167.20	59.45	61.18	1.02	194.33	0.001382	1.54	0.42	1.73
39	1280	269.80	198.84	59.47	61.01	0.95	145.59	0.002877	2.06	0.59	1.54
40	1260	269.80	185.55	59.63	60.74	0.79	116.06	0.003996	2.53	0.82	1.11
41	1240	269.80	151.02	59.41	60.49	0.75	114.84	0.00671	2.47	0.85	1.09
42	1220	269.80	109.67	58.88	60.44	0.94	162.87	0.002336	1.58	0.51	1.58
43	1200	269.80	110.73	58.26	60.45	1.31	232.55	0.000733	1.14	0.31	2.34
44	1180	269.80	144.09	57.97	60.42	1.39	245.01	0.000631	1.19	0.29	2.45
45	1160	269.80	171.47	58.37	60.36	1.11	211.40	0.001072	1.51	0.38	1.99
46	1140	269.80	156.67	58.65	60.33	0.70	255.68	0.001061	1.44	0.37	1.68
47	1120	269.80	130.50	58.73	60.30	0.78	270.94	0.000985	1.29	0.35	1.57
48	1100	269.80	108.71	58.74	60.24	0.71	241.72	0.001377	1.34	0.4	1.53
49	1080	269.80	107.28	58.62	60.18	0.69	247.93	0.001321	1.38	0.4	1.59
50	1060	269.80	136.03	58.66	60.12	0.64	250.19	0.001435	1.53	0.42	1.46
51	1040	269.80	123.74	58.75	60.08	0.65	264.56	0.00141	1.42	0.41	1.33
								V.máx=	4.47	H.máx=	3.72

Tabla XLI

Parámetros hidráulicos para un periodo de retorno de 30 años.

TR-30												
N°	Tramo m	Q total m ³ /s	Q del canal principal m ³ /s	Cota Mínima de la sección m	Cota de la superficie del agua m	Radio Hidráulico m	Área Hidráulica m ²	Pendiente m/m	Velocidad m/s	N° de Froude	Profundida d máxima m	
1	2040	713.80	713.80	61.60	65.60	2.59	1726.21	0.000043	0.41	0.08	4	
2	2020	713.80	242.26	61.39	65.59	1.88	1264.86	0.000108	0.83	0.14	4.2	
3	2000	713.80	294.50	61.52	65.57	1.49	1101.13	0.000142	0.92	0.16	4.05	
4	1980	713.80	360.43	61.74	65.57	1.47	1210.44	0.00013	0.87	0.15	3.83	
5	1960	713.80	341.43	62.17	65.57	1.46	1206.35	0.000151	0.87	0.16	3.4	
6	1940	713.80	276.11	62.71	65.55	1.33	1041.37	0.000247	0.98	0.2	2.84	
7	1920	713.80	206.61	63.26	65.53	1.16	851.47	0.000448	1.14	0.25	2.27	
8	1900	713.80	162.04	63.71	65.47	0.93	650.58	0.001023	1.46	0.37	1.76	
9	1880	713.80	150.24	63.96	65.35	0.70	487.74	0.0026	2	0.57	1.39	
10	1860	713.80	270.08	63.66	64.98	0.56	329.28	0.00708	3.27	0.93	1.32	
11	1840	713.80	438.21	62.56	63.97	0.70	188.72	0.014715	4.64	1.34	1.41	
12	1820	713.80	348.83	61.95	64.12	1.00	471.53	0.001507	2.12	0.47	2.17	
13	1800	713.80	308.67	61.82	64.11	1.13	582.57	0.000964	1.77	0.38	2.29	
14	1780	713.80	246.20	61.93	64.08	0.94	595.82	0.001019	1.65	0.38	2.15	
15	1760	713.80	158.22	62.01	64.06	1.00	717.13	0.000729	1.24	0.31	2.12	
16	1740	713.80	99.78	62.13	64.05	1.09	799.34	0.00056	0.94	0.26	2.35	
17	1720	713.80	90.13	62.24	64.01	1.12	719.73	0.000636	0.92	0.27	2.4	
18	1700	713.80	130.85	62.22	63.96	1.06	627.71	0.000972	1.19	0.34	2.01	
19	1680	713.80	177.96	62.21	63.90	0.94	575.98	0.001407	1.47	0.42	1.76	
20	1660	713.80	150.51	62.37	63.85	0.95	579.75	0.001347	1.36	0.4	1.63	
21	1640	713.80	145.22	62.27	63.80	0.89	598.83	0.001397	1.36	0.41	1.74	
22	1620	713.80	202.54	61.98	63.75	0.80	646.88	0.001357	1.54	0.42	1.89	
23	1600	713.80	205.93	61.52	63.72	0.98	736.76	0.000602	1.23	0.29	2.25	
24	1580	713.80	224.43	61.24	63.70	1.15	756.10	0.000489	1.19	0.27	2.49	
25	1560	713.80	213.69	61.14	63.69	1.15	809.33	0.000451	1.15	0.25	2.57	
26	1540	713.80	195.57	61.19	63.68	1.17	877.48	0.000437	1.13	0.25	2.49	
27	1520	713.80	187.62	61.79	63.63	0.92	703.80	0.000943	1.45	0.36	1.84	
28	1500	713.80	139.30	62.38	63.45	0.62	416.46	0.004475	2.07	0.7	1.25	
29	1480	713.80	141.83	61.75	63.15	0.56	334.65	0.004814	2.1	0.72	1.8	
30	1460	713.80	174.23	60.69	61.93	0.94	160.72	0.018343	3.51	1.35	1.49	
31	1440	713.80	296.77	59.91	62.33	1.21	389.48	0.001552	2	0.47	2.51	
32	1420	713.80	271.51	59.41	62.35	1.36	581.16	0.000637	1.56	0.31	3	
33	1400	713.80	299.43	59.47	62.33	1.33	606.44	0.000654	1.62	0.32	2.86	
34	1380	713.80	308.17	60.05	62.26	1.00	515.55	0.001353	1.99	0.44	2.21	
35	1360	713.80	242.52	59.96	62.22	1.00	543.79	0.001358	1.78	0.43	2.3	
36	1340	713.80	219.84	59.65	62.19	1.08	583.70	0.000935	1.54	0.36	2.59	
37	1320	713.80	310.04	59.49	62.09	1.29	471.20	0.001166	1.89	0.41	2.6	
38	1300	713.80	391.14	59.45	61.95	1.20	383.85	0.001755	2.33	0.51	2.5	
39	1280	713.80	421.69	59.47	61.81	0.90	366.15	0.002488	2.67	0.6	2.34	
40	1260	713.80	428.87	59.63	61.44	0.79	262.20	0.005238	3.4	0.84	1.81	
41	1240	713.80	376.13	59.41	61.14	0.91	234.44	0.006404	3.5	0.91	1.74	
42	1220	713.80	300.17	58.88	61.13	0.99	318.23	0.002948	2.54	0.63	2.27	
43	1200	713.80	296.88	58.26	61.12	1.20	398.47	0.001429	2.06	0.46	3.01	
44	1180	713.80	367.69	57.97	61.05	1.61	371.83	0.001439	2.22	0.46	3.08	
45	1160	713.80	407.27	58.37	60.90	0.90	355.24	0.00232	2.69	0.58	2.53	
46	1140	713.80	302.40	58.65	60.94	1.19	494.84	0.001286	1.98	0.43	2.29	
47	1120	713.80	271.80	58.73	60.89	1.25	490.95	0.001288	1.88	0.43	2.16	
48	1100	713.80	239.43	58.74	60.81	1.17	449.96	0.001685	1.95	0.48	2.1	
49	1080	713.80	224.38	58.62	60.75	1.15	464.63	0.001611	1.96	0.47	2.16	
50	1060	713.80	254.10	58.66	60.69	1.12	484.56	0.001527	2	0.46	2.03	
51	1040	713.80	235.49	58.75	60.64	1.13	507.73	0.001411	1.84	0.44	1.89	
V.máx=									4.64	H.máx=		4.2

Tabla XLII

Parámetros hidráulicos para un periodo de retorno de 50 años.

TR-50												
N°	Tramo m	Q total m³/s	Q del canal principal m³/s	Cota Mínima de la sección m	Cota de la superficie del agua m	Radio Hidráulico m	Área Hidráulica m²	Pendiente m/m	Velocidad m/s	N° de Froude	Profundida d máxima m	
1	2040	843.40	843.40	61.60	65.70	2.67	1793.95	0.000054	0.47	0.09	4.1	
2	2020	843.40	777.65	61.39	65.69	1.95	1331.38	0.00013	0.93	0.15	4.3	
3	2000	843.40	339.88	61.52	65.67	1.53	1172.94	0.000173	1.04	0.17	4.15	
4	1980	843.40	411.02	61.74	65.67	1.55	1289.18	0.000155	0.96	0.16	3.93	
5	1960	843.40	388.00	62.17	65.66	1.54	1284.66	0.000177	0.96	0.17	3.49	
6	1940	843.40	319.66	62.71	65.64	1.37	1114.26	0.000295	1.1	0.21	2.93	
7	1920	843.40	237.37	63.26	65.61	1.21	916.46	0.000514	1.26	0.27	2.35	
8	1900	843.40	184.96	63.71	65.55	0.99	707.28	0.00133	1.58	0.39	1.84	
9	1880	843.40	169.43	63.96	65.42	0.74	536.01	0.002781	2.14	0.59	1.46	
10	1860	843.40	289.06	63.66	65.12	0.62	415.39	0.005784	3.16	0.86	1.46	
11	1840	843.40	493.61	62.56	64.09	0.74	222.17	0.013741	4.75	1.31	1.53	
12	1820	843.40	387.81	61.95	64.24	1.10	531.94	0.001533	2.22	0.48	2.29	
13	1800	843.40	344.92	61.82	64.23	1.22	648.31	0.001004	1.87	0.39	2.41	
14	1780	843.40	304.19	61.93	64.19	0.92	674.12	0.001279	1.92	0.43	2.26	
15	1760	843.40	181.63	62.01	64.18	1.07	802.38	0.000761	1.82	0.32	2.24	
16	1740	843.40	118.47	62.13	64.16	1.17	885.48	0.000594	1.03	0.28	2.46	
17	1720	843.40	109.53	62.24	64.12	1.18	792.68	0.00069	1.02	0.29	2.51	
18	1700	843.40	157.22	62.22	64.07	1.11	692.22	0.001062	1.31	0.36	2.12	
19	1680	843.40	202.92	62.21	64.01	1.03	639.84	0.00141	1.55	0.42	1.87	
20	1660	843.40	174.05	62.37	63.95	1.03	643.31	0.001361	1.45	0.41	1.73	
21	1640	843.40	166.90	62.27	63.90	0.97	669.42	0.00138	1.44	0.41	1.84	
22	1620	843.40	222.77	61.98	63.86	0.98	737.24	0.001278	1.57	0.41	2	
23	1600	843.40	240.59	61.52	63.83	0.93	824.16	0.000681	1.36	0.31	2.36	
24	1580	843.40	259.17	61.24	63.81	1.10	828.28	0.000554	1.31	0.29	2.6	
25	1560	843.40	265.71	61.14	63.79	1.18	879.73	0.000598	1.36	0.3	2.67	
26	1540	843.40	221.88	61.19	63.77	1.25	949.82	0.000484	1.22	0.27	2.58	
27	1520	843.40	210.09	61.79	63.72	1.00	774.72	0.000991	1.54	0.37	1.93	
28	1500	843.40	161.64	62.38	63.54	0.66	479.85	0.004374	2.19	0.7	1.34	
29	1480	843.40	168.21	61.75	63.22	0.60	373.64	0.00533	2.31	0.77	1.87	
30	1460	843.40	227.71	60.69	62.15	1.07	199.18	0.014098	3.45	1.22	1.71	
31	1440	843.40	346.47	59.91	62.48	1.11	442.78	0.001632	2.16	0.48	2.66	
32	1420	843.40	311.69	59.41	62.51	1.44	650.26	0.000686	1.69	0.33	3.16	
33	1400	843.40	338.42	59.47	62.49	1.41	679.65	0.000688	1.72	0.33	3.02	
34	1380	843.40	354.36	60.05	62.41	1.04	593.45	0.001411	2.13	0.46	2.36	
35	1360	843.40	271.56	59.96	62.38	1.10	634.78	0.001272	1.83	0.42	2.46	
36	1340	843.40	267.49	59.65	62.34	1.15	670.03	0.001064	1.73	0.39	2.74	
37	1320	843.40	361.90	59.49	62.23	1.31	523.00	0.001295	2.08	0.44	2.74	
38	1300	843.40	452.54	59.45	62.06	1.20	419.88	0.001998	2.57	0.55	2.61	
39	1280	843.40	472.85	59.47	61.92	0.97	415.38	0.002592	2.83	0.62	2.45	
40	1260	843.40	472.44	59.63	61.64	0.84	334.25	0.004433	3.36	0.79	2.01	
41	1240	843.40	432.51	59.41	61.28	0.81	275.23	0.006291	3.69	0.92	1.88	
42	1220	843.40	350.70	58.88	61.27	0.95	367.82	0.003066	2.74	0.65	2.41	
43	1200	843.40	345.82	58.26	61.27	1.21	447.78	0.001561	2.25	0.48	3.16	
44	1180	843.40	432.42	57.97	61.16	1.62	397.79	0.001708	2.49	0.51	3.19	
45	1160	843.40	456.51	58.37	61.03	0.98	409.61	0.002388	2.84	0.6	2.66	
46	1140	843.40	338.95	58.65	61.07	1.29	552.56	0.001314	2.09	0.44	2.42	
47	1120	843.40	308.75	58.73	61.02	1.35	544.02	0.001335	2	0.44	2.29	
48	1100	843.40	273.78	58.74	60.94	1.27	500.78	0.001721	2.07	0.49	2.23	
49	1080	843.40	254.65	58.62	60.88	1.25	518.09	0.001639	2.08	0.48	2.29	
50	1060	843.40	284.42	58.66	60.82	1.22	542.09	0.001531	2.09	0.47	2.16	
51	1040	843.40	265.19	58.75	60.78	1.24	567.31	0.00141	1.93	0.45	2.03	
									V.máx=	4.75	H.máx=	4.3

Tabla XLIII

Parámetros hidráulicos para un periodo de retorno de 100 años.

TR-100											
N°	Tramo	Q total	Q del canal principal	Cota Mínima de la sección	Cota de la superficie del agua	Radio Hidráulico	Área Hidráulica	Pendiente	Velocidad	N° de Froude	Profundidad máxima
	m	m³/s	m³/s	m	m	m	m²	m/m	m/s		m
1	2040	1375.00	1375.00	61.60	66.06	2.80	2040.68	0.000104	0.67	0.13	4.46
2	2020	1375.00	415.10	61.39	66.03	1.89	1593.04	0.000217	1.28	0.2	4.64
3	2000	1375.00	511.14	61.52	66.01	1.53	1456.90	0.000291	1.43	0.23	4.49
4	1980	1375.00	598.16	61.74	66.00	1.85	1572.73	0.000242	1.28	0.21	4.26
5	1960	1375.00	560.99	62.17	66.00	1.85	1565.12	0.000264	1.25	0.21	3.83
6	1940	1375.00	456.40	62.71	65.97	1.67	1382.76	0.000407	1.39	0.26	3.26
7	1920	1375.00	350.70	63.26	65.93	1.44	1162.98	0.000713	1.62	0.33	2.67
8	1900	1375.00	277.96	63.71	65.84	1.14	926.87	0.001504	2.03	0.46	2.13
9	1880	1375.00	237.55	63.96	65.69	0.92	739.89	0.002968	2.5	0.63	1.73
10	1860	1375.00	382.31	63.66	65.34	0.79	572.70	0.006131	3.59	0.9	1.68
11	1840	1375.00	684.29	62.56	64.57	0.87	404.39	0.009141	4.77	1.12	2.01
12	1820	1375.00	540.20	61.95	64.63	1.42	724.64	0.00174	2.64	0.52	2.68
13	1800	1375.00	507.52	61.82	64.61	1.25	873.21	0.001327	2.37	0.46	2.79
14	1780	1375.00	392.65	61.93	64.59	1.24	977.99	0.001175	2.07	0.42	2.66
15	1760	1375.00	272.57	62.01	64.58	1.27	1122.18	0.00086	1.61	0.35	2.64
16	1740	1375.00	194.03	62.13	64.56	1.36	1205.22	0.000708	1.32	0.31	2.86
17	1720	1375.00	190.67	62.24	64.50	1.33	1067.92	0.000872	1.37	0.34	2.89
18	1700	1375.00	254.71	62.22	64.43	1.28	942.74	0.001244	1.67	0.41	2.48
19	1680	1375.00	301.43	62.21	64.36	1.27	867.80	0.001464	1.84	0.45	2.22
20	1660	1375.00	267.44	62.37	64.30	1.28	868.50	0.001443	1.75	0.44	2.08
21	1640	1375.00	252.94	62.27	64.25	1.23	918.88	0.001394	1.7	0.43	2.19
22	1620	1375.00	304.25	61.98	64.22	1.16	1052.71	0.001167	1.73	0.4	2.36
23	1600	1375.00	367.72	61.52	64.19	1.17	1175.70	0.000905	1.75	0.37	2.72
24	1580	1375.00	439.04	61.24	64.13	1.12	1124.23	0.000996	1.93	0.39	2.92
25	1560	1375.00	384.36	61.14	64.11	1.37	1127.61	0.000792	1.72	0.35	2.98
26	1540	1375.00	325.42	61.19	64.08	1.47	1195.35	0.000663	1.57	0.32	2.89
27	1520	1375.00	297.98	61.79	64.02	1.23	1013.66	0.001191	1.87	0.41	2.23
28	1500	1375.00	235.75	62.38	63.83	0.85	702.00	0.004008	2.48	0.7	1.63
29	1480	1375.00	267.27	61.75	63.45	0.72	531.85	0.006392	2.94	0.87	2.1
30	1460	1375.00	436.34	60.69	62.75	0.90	381.84	0.008208	3.79	1.02	2.31
31	1440	1375.00	523.66	59.91	62.95	1.12	687.22	0.001851	2.65	0.53	3.13
32	1420	1375.00	482.11	59.41	62.98	1.42	891.97	0.000885	2.13	0.38	3.63
33	1400	1375.00	492.93	59.47	62.94	1.61	918.00	0.000878	2.16	0.38	3.47
34	1380	1375.00	452.95	60.05	62.90	1.41	905.48	0.001175	2.22	0.43	2.86
35	1360	1375.00	359.75	59.96	62.87	1.56	924.87	0.001034	1.92	0.4	2.95
36	1340	1375.00	356.63	59.65	62.84	1.61	966.90	0.000898	1.85	0.37	3.24
37	1320	1375.00	541.50	59.49	62.69	1.28	758.09	0.001562	2.58	0.5	3.2
38	1300	1375.00	680.05	59.45	62.40	1.31	552.40	0.002813	3.35	0.66	2.95
39	1280	1375.00	659.12	59.47	62.31	1.18	592.78	0.00292	3.35	0.67	2.84
40	1260	1375.00	645.92	59.63	62.04	1.09	510.98	0.004284	3.77	0.8	2.41
41	1240	1375.00	591.40	59.41	61.84	1.03	500.29	0.004432	3.76	0.81	2.44
42	1220	1375.00	468.95	58.88	61.88	1.25	678.44	0.002073	2.73	0.56	3.02
43	1200	1375.00	513.21	58.26	61.81	1.20	708.92	0.001657	2.68	0.51	3.7
44	1180	1375.00	680.99	57.97	61.54	0.89	535.21	0.002607	3.39	0.65	3.57
45	1160	1375.00	614.23	58.37	61.52	1.21	632.96	0.002276	3.16	0.6	3.15
46	1140	1375.00	475.07	58.65	61.55	1.56	770.82	0.001366	2.42	0.47	2.9
47	1120	1375.00	449.62	58.73	61.49	1.64	739.50	0.001457	2.38	0.48	2.76
48	1100	1375.00	406.25	58.74	61.40	1.57	687.30	0.001807	2.46	0.52	2.69
49	1080	1375.00	369.61	58.62	61.34	1.60	714.53	0.001692	2.43	0.51	2.75
50	1060	1375.00	399.08	58.66	61.28	1.59	753.03	0.001525	2.39	0.48	2.62
51	1040	1375.00	380.59	58.75	61.24	1.60	786.55	0.001411	2.23	0.46	2.49
								V.máx=	4.77	H.máx=	4.64

➤ Diseño de la defensa ribereña con un sistema de Geobolsas

Para realizar el diseño y análisis de las Geobolsas como un sistema de defensa ribereña, su empotramiento se la considero a un 1.5 m y se usó el software GEO 5 para su diseño como un muro de contención de tipo Gaviones, este programa nos facilita el análisis de la estructura a partir de distintos aspectos tales como los geotécnicos y el verificar el material que se usara para el muro.

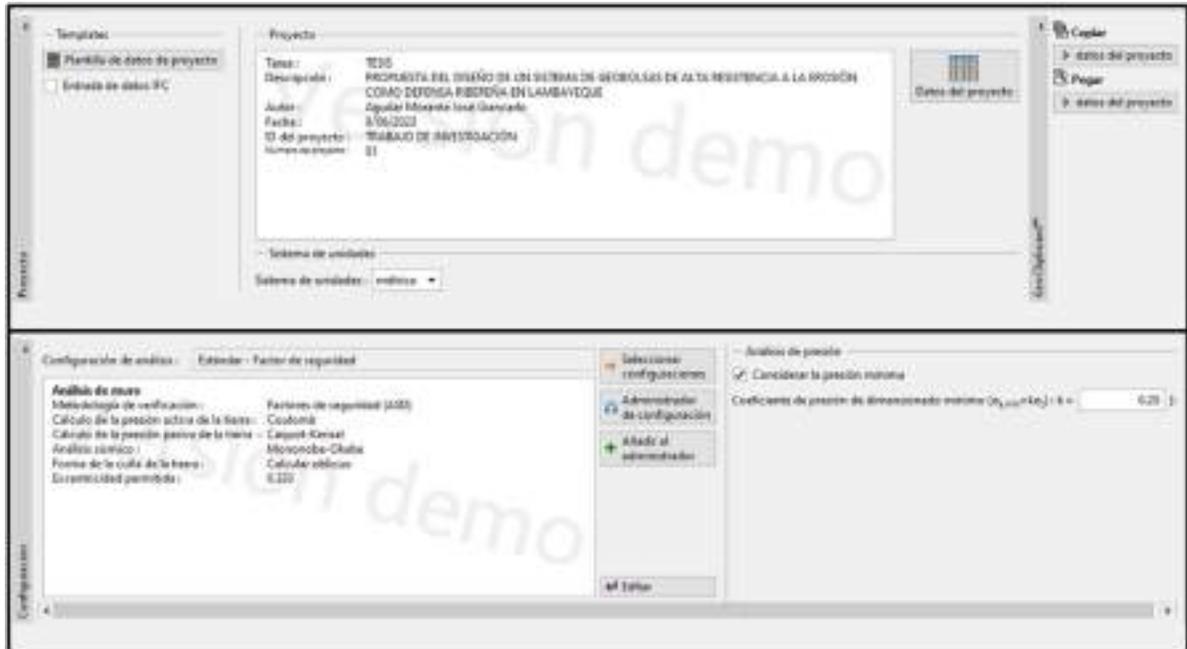


Fig. 37. Datos iniciales.

Posterior a la colocación de la creación del proyecto y configurar el análisis del diseño, se procede a configurar el material de relleno que se usara en las Geobolsas, del cual se sabe de qué tipo es a partir del estudio de suelo que se realizó debido a que considera usar el mismo material del río Motupe como relleno de las Geobolsas.

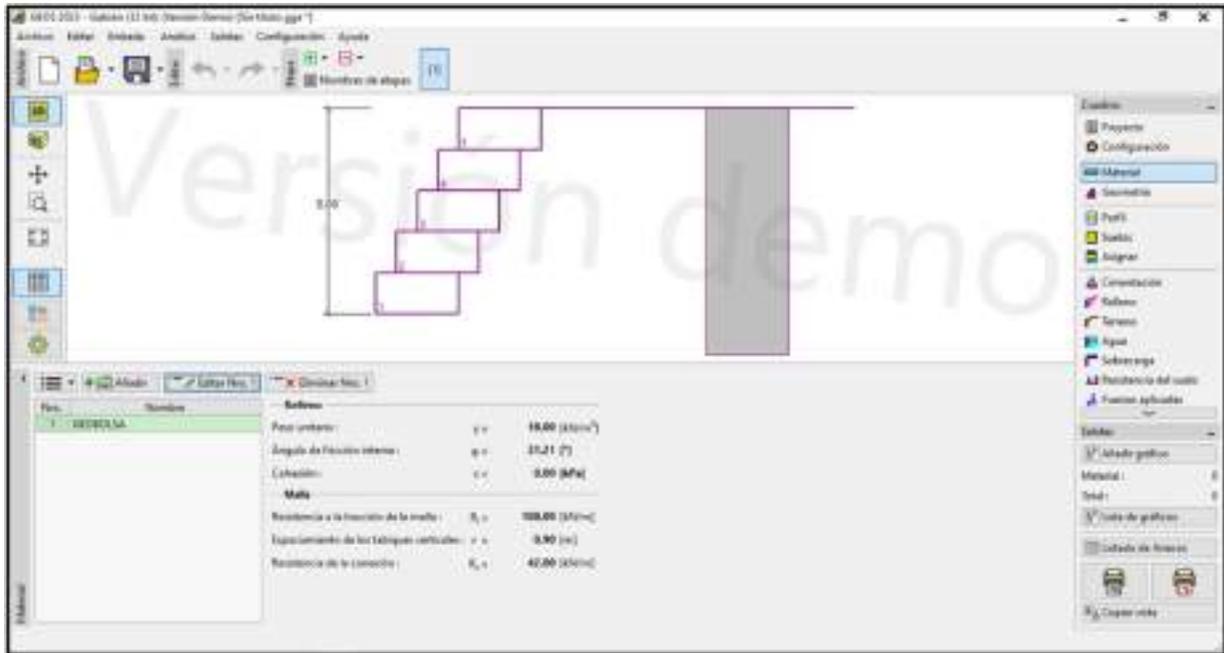
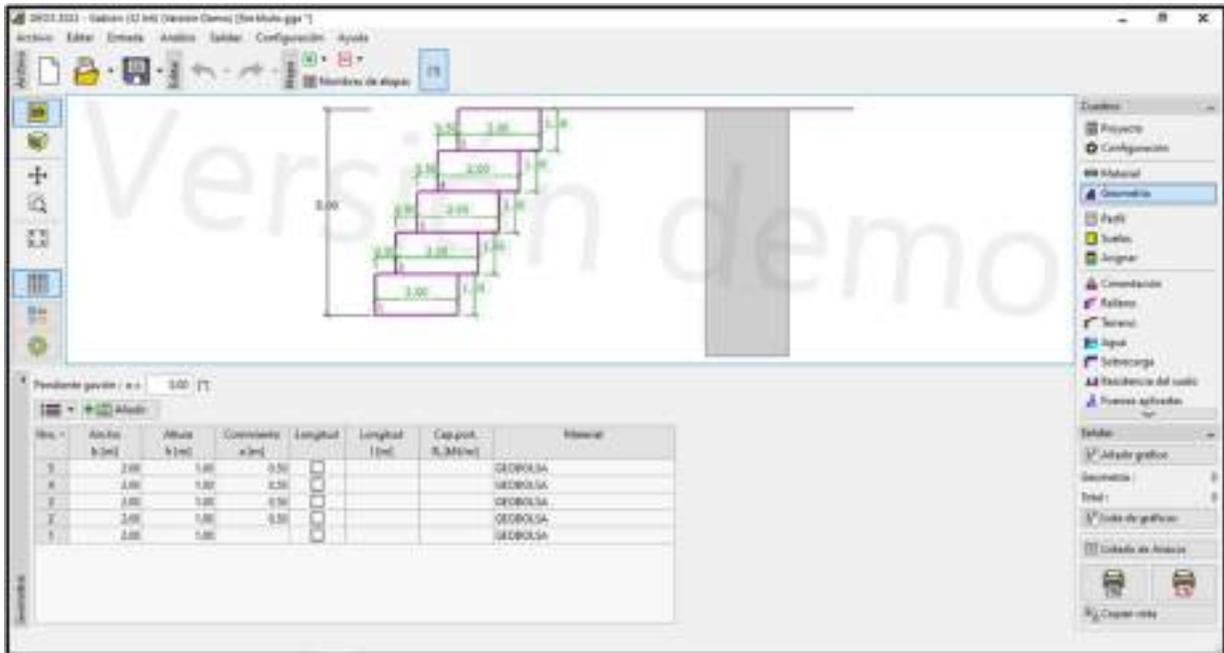


Fig. 38. Definición del material de relleno.

Luego se define la geometría del muro de contención de tipo Gavión.



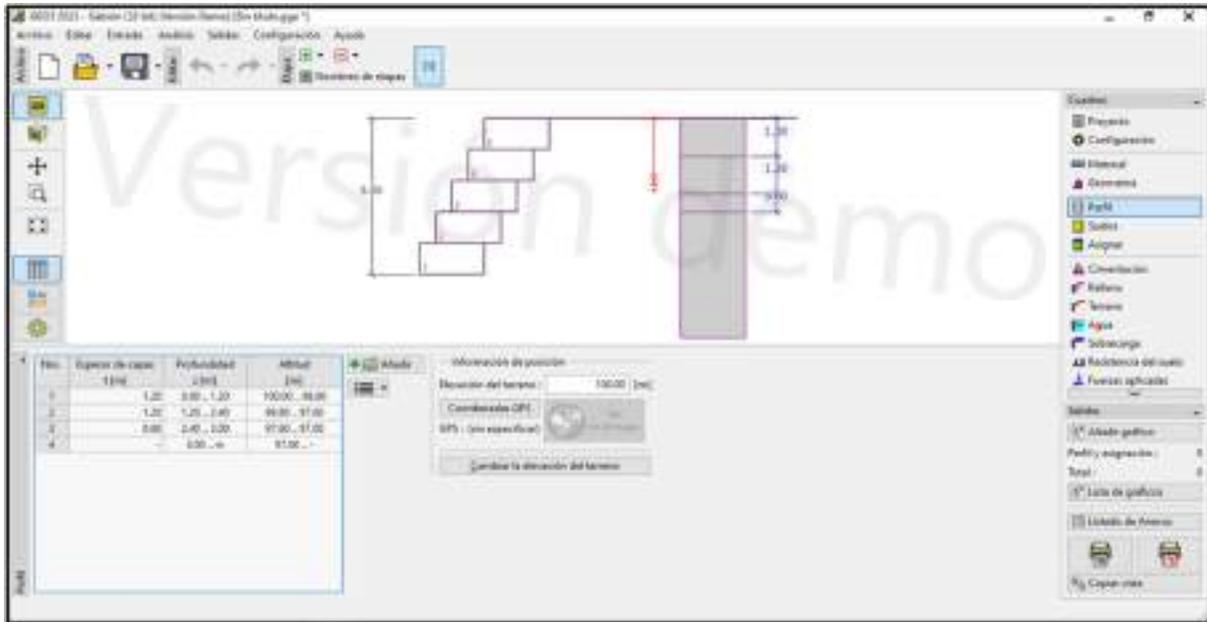


Fig. 40. Perfil del muro de contención de tipo Gavión.

Definición del tipo de suelo según el estudio de mecánica de suelos realizado en el río Motupe.

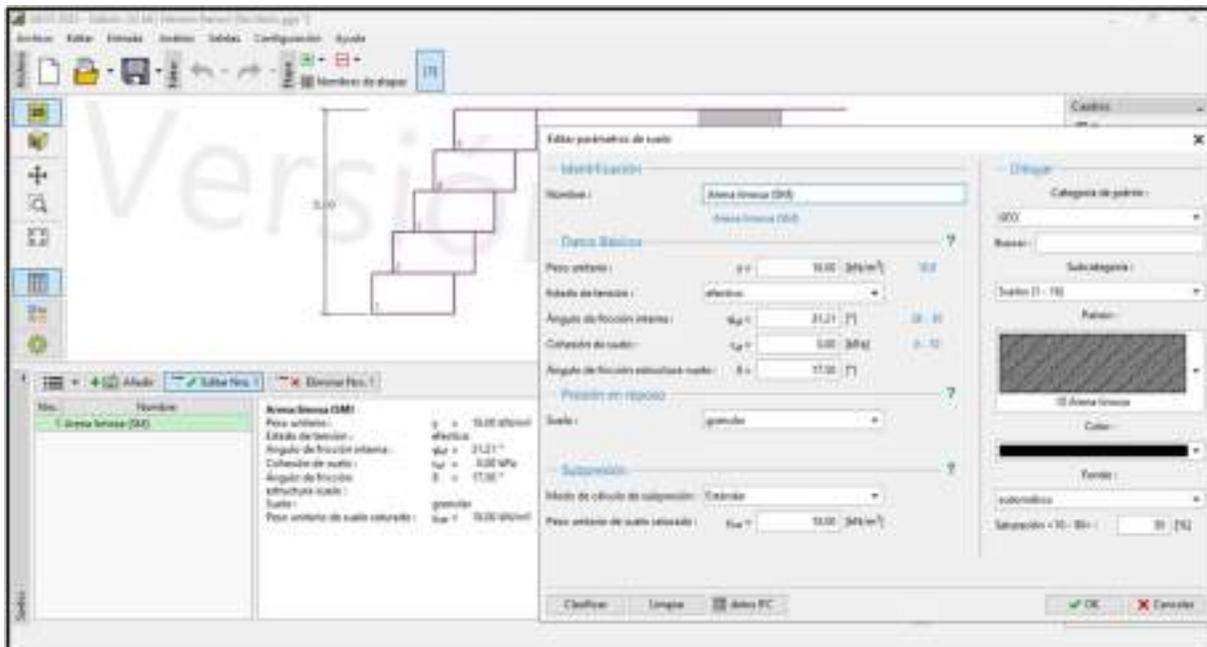


Fig. 41. Clasificación del tipo de suelo para soporte del muro de contención de tipo Gavión.

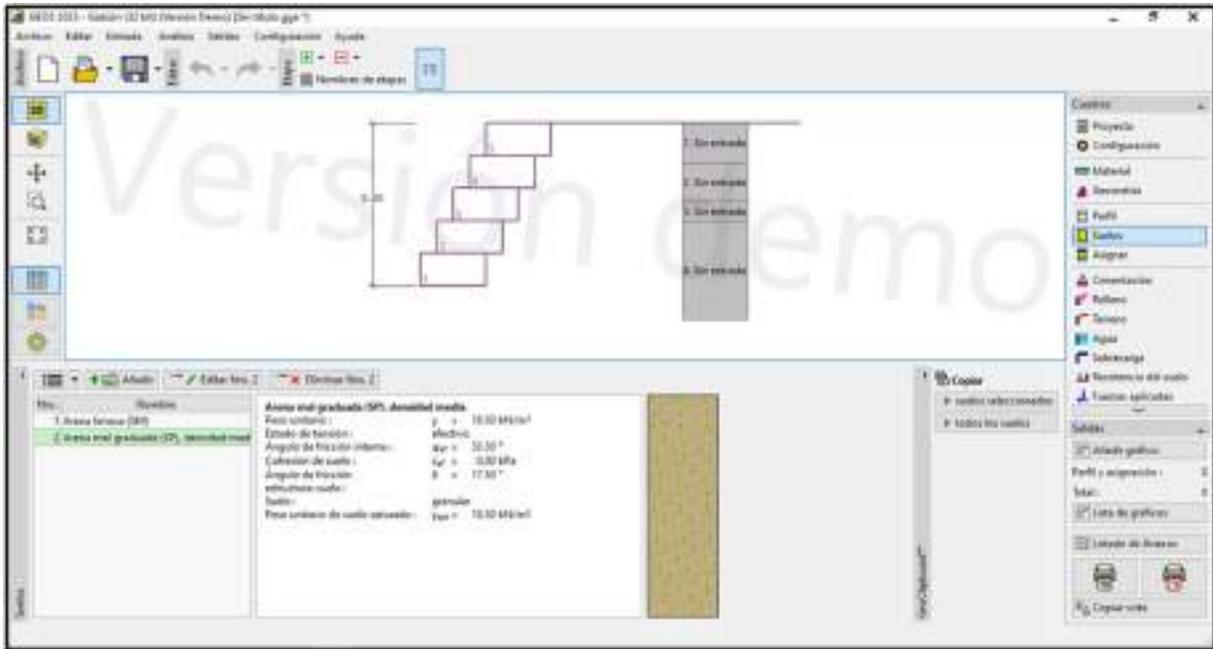


Fig. 42. Clasificación del tipo de suelo para soporte del muro de contención de tipo Gavión.

Aquí se realiza la asignación de cada tipo de material en el perfil.

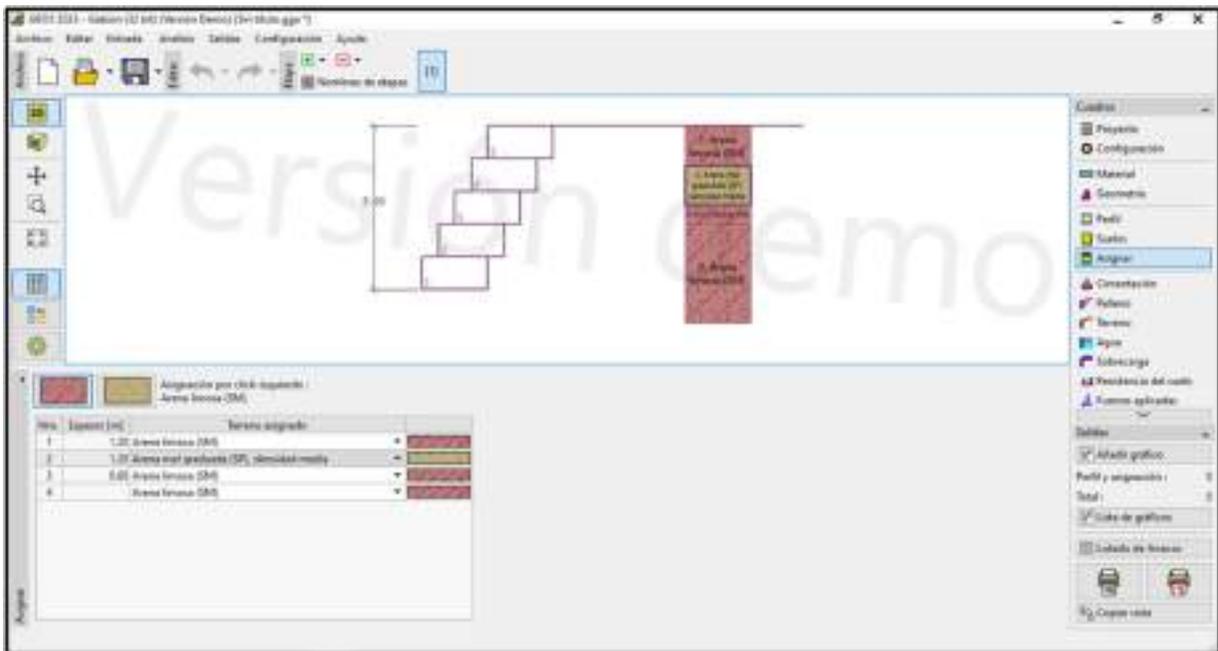


Fig. 43. Asignación del material en el perfil.

Para la cimentación en el diseño del muro se consideró que sería en el suelo desde el perfil geológico.

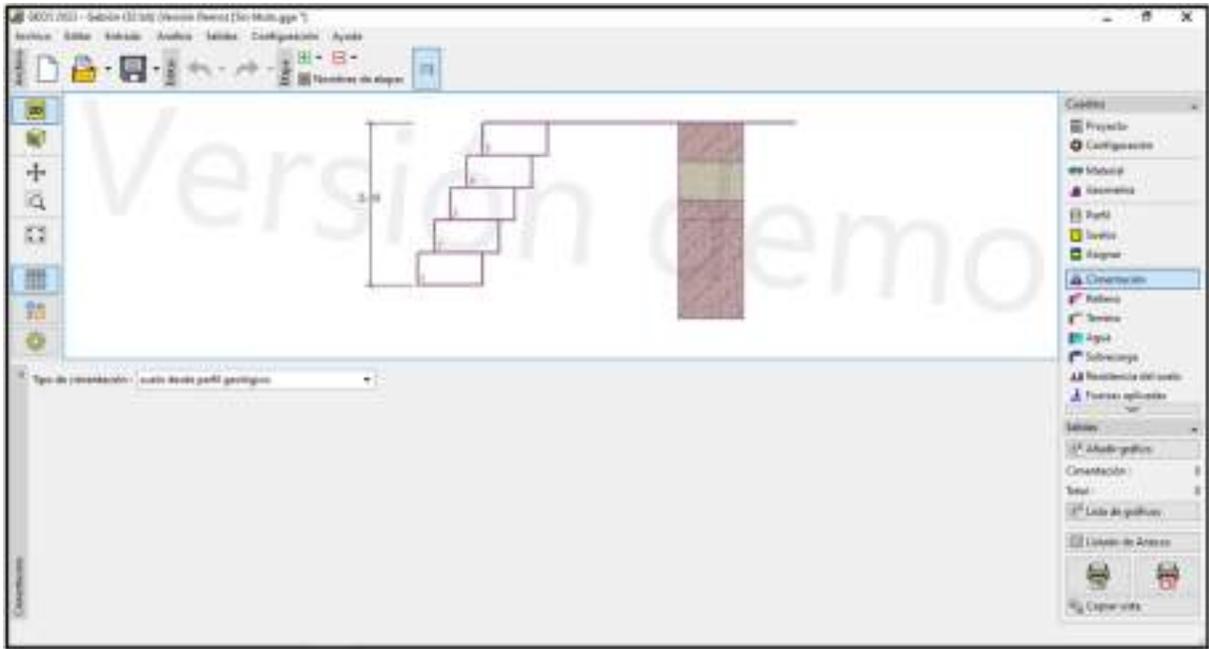


Fig. 44. Tipo de Cimentación.

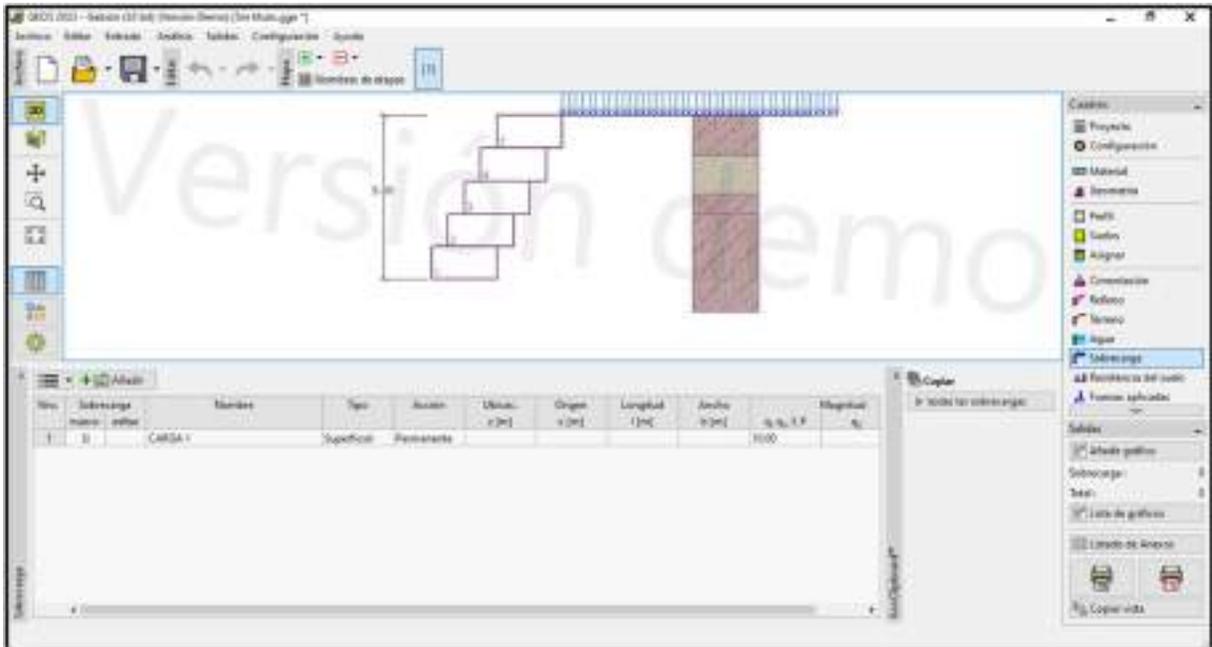


Fig. 45. Análisis con sobrecarga.

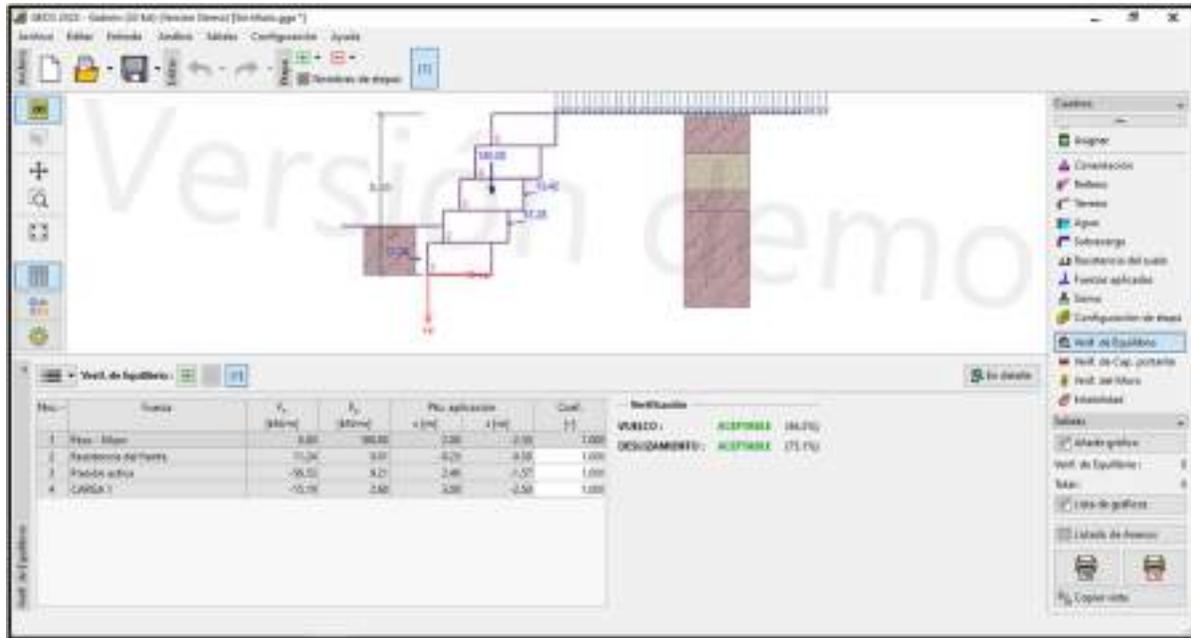


Fig. 46. Verificación de equilibrio del muro.

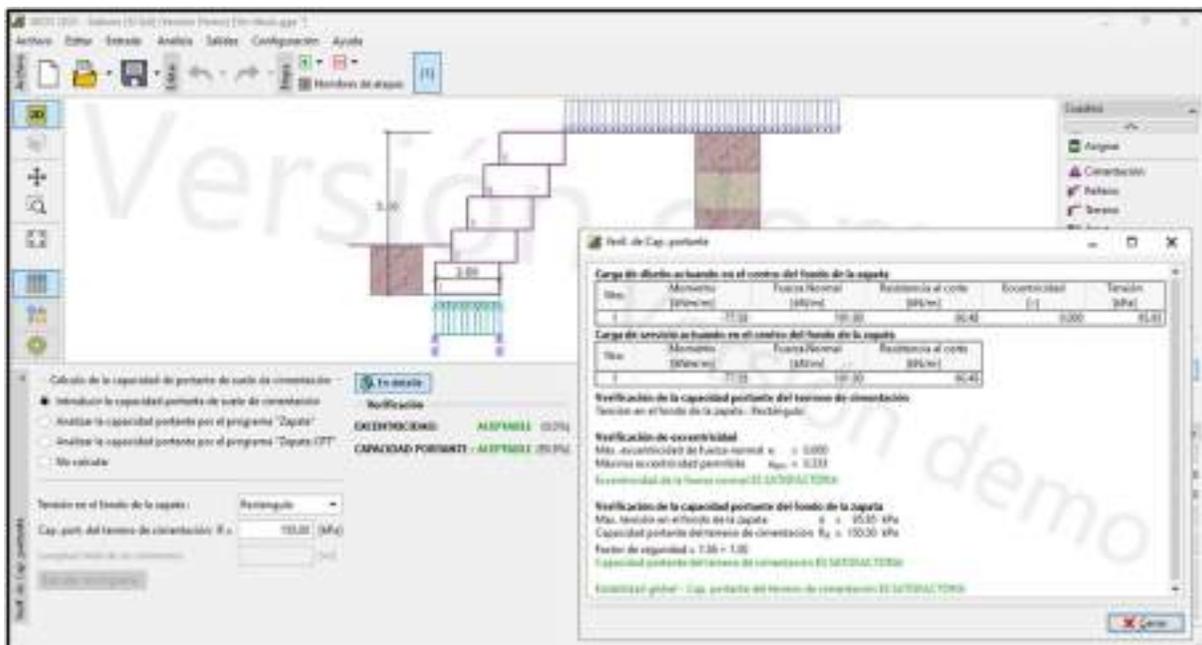


Fig. 47. Verificación de la capacidad portante del muro.

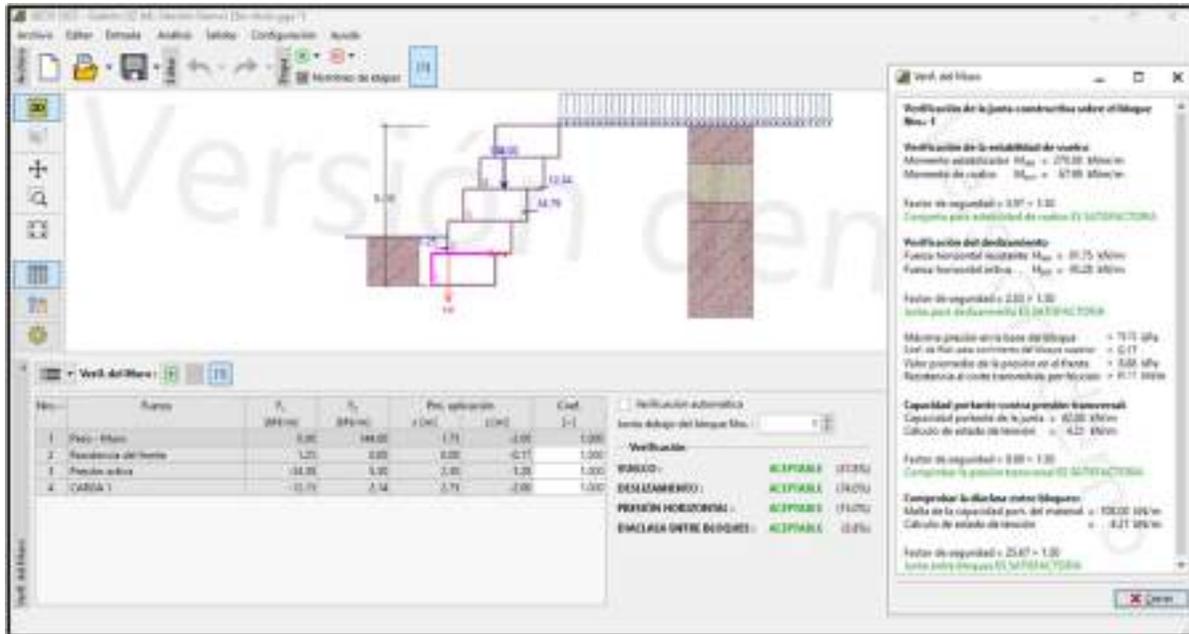


Fig. 48. Verificación de la estabilidad del muro.

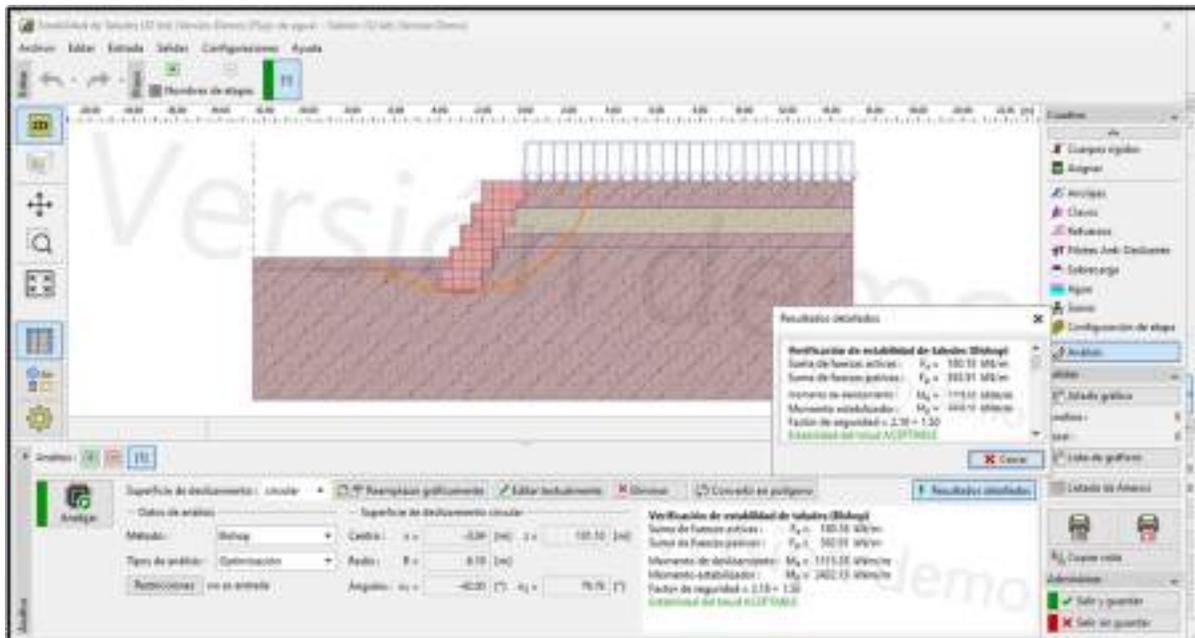


Fig. 49. Verificación de la estabilidad de los taludes.

Tras realizar el diseño y análisis del muro de contención que está conformado por Geobolsas se usó el software GEO 5, para este análisis primero se realiza el ingreso de los datos iniciales que es crear el proyecto con los datos del autor y nombre del proyecto a realizar, también el ingresar la clase de material a usar para el relleno de las Geobolsas y las

propiedades de la Geobolsa, tales como el peso específico de la arena limosa (SM) 18.00 KN/m³, arena mal gradada (SP) 18.50 KN/m³, con un ángulo de fricción del material de 31.21°, la cohesión del material estudiado es de 0 Kg/cm², la Geobolsa presenta una resistencia a tracción de 108 KN/m según lo especificado en la ficha técnica de ANDEX (Geobolsas GB 1200). Con respecto a la geometría de las Geobolsa, se consideró que tendría una altura de 1 m, con una fuerza de conexión entre Geobolsas de 42 KN/m como se muestra anteriormente.

➤ **Análisis de pérdidas económicas**

Las obras que contemplan la construcción de defensas ribereñas, con cualquier sistema establecido, tienen por finalidad prevenir la erosión y las pérdidas económicas asociadas a esta. En este sentido, se analizaron las posibles pérdidas económicas que conllevaría la no ejecución del sistema planteado.

Para este análisis se consideraron 5 periodos de retorno, siendo estos de 5, 10, 30, 50 y 100 años, asociados a los caudales del Río Motupe de 96.80 m³/s, 269.80 m³/s, 713.80 m³/s, 843.40 m³/s y 1375 m³/s, respectivamente.

Las pérdidas analizadas corresponden a terrenos agrícolas, bienes materiales de viviendas, infraestructura de viviendas y vial, red de alcantarillado y otros. Respecto a la cantidad de viviendas y área de su área, así como la extensión de los terrenos agrícolas fueron extraídos del análisis efectuado por el programa HEC-RAS. Para un mayor entendimiento, los parámetros mencionados se encuentran en el anexo 5. Además, los centros poblados considerados en la pérdida económica son C.P. Cahuide, C.P. Pampa de Lino y C.P. Jayanca, tal y como se visualiza en la figura siguiente:

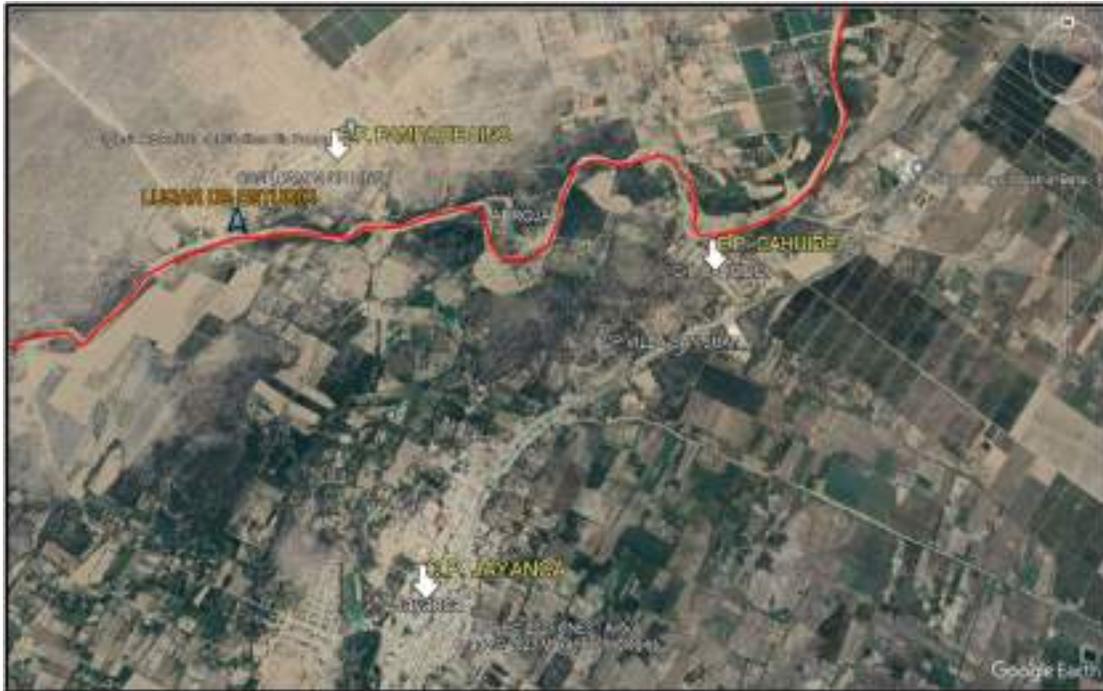


Fig. 50. Centros poblados afectados por riesgo de inundación.

Tabla XLIV

Pérdida económica por riesgo de inundación para un periodo de retorno de 5 años.

TESIS: PROPUESTA DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE GEOBOLSAS DE ALTA RESISTENCIA A LA EROSIÓN COMO DEFENSA RIBEREÑA EN LAMBAYEQUE
LUGAR: JAYANCA - LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE
PÉRDIDA ECONÓMICA POR RIESGO DE INUNDACIÓN PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 5 AÑOS

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Precio S/	Parcial S/
1	Pérdida de terrenos agrícolas	Glb	1	95,966.21	95,966.21
2	Pérdida de bienes materiales de viviendas	Glb	1	2,462,688.00	2,462,688.00
3	Pérdida de infraestructura de viviendas	Glb	1	9,631,029.24	9,631,029.24
4	Daños previsibles a la infraestructura vial	Glb	1	129,850.00	129,850.00
5	Daños previsibles a la red de alcantarillado	Glb	1	30,273.60	30,273.60
6	Otros (5%)	Glb	1	617,490.35	617,490.35
COSTO TOTAL					12,967,297.40

Tabla XLV

Pérdida económica por riesgo de inundación para un periodo de retorno de 10 años.

**TESIS: PROPUESTA DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE GEOBOLSAS DE ALTA RESISTENCIA A LA EROSIÓN COMO DEFENSA RIBEREÑA EN LAMBAYEQUE
LUG. JAYANCA - LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE
PÉRDIDA ECONÓMICA POR RIESGO DE INUNDACIÓN PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS**

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Precio S/	Parcial S/
1	Pérdida de terrenos agrícolas	Glb	1	263,496.96	263,496.96
2	Pérdida de bienes materiales de viviendas	Glb	1	2,517,012.00	2,517,012.00
3	Pérdida de infraestructura de viviendas	Glb	1	9,897,066.44	9,897,066.44
4	Daños previsible a la infraestructura vial	Glb	1	129,850.00	129,850.00
5	Daños previsible a la red de alcantarillado	Glb	1	30,941.40	30,941.40
6	Otros (5%)	Glb	1	641,918.34	641,918.34
COSTO TOTAL					13,480,285.14

Tabla XLVI

Pérdida económica por riesgo de inundación para un periodo de retorno de 30 años.

**TESIS: PROPUESTA DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE GEOBOLSAS DE ALTA RESISTENCIA A LA EROSIÓN COMO DEFENSA RIBEREÑA EN LAMBAYEQUE
LUGAR: JAYANCA - LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE
PÉRDIDA ECONÓMICA POR RIESGO DE INUNDACIÓN PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 30 AÑOS**

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Precio S/	Parcial S/
1	Pérdida de terrenos agrícolas	Glb	1	454,301.57	454,301.57
2	Pérdida de bienes materiales de viviendas	Glb	1	2,788,632.00	2,788,632.00
3	Pérdida de infraestructura de viviendas	Glb	1	10,581,946.33	10,581,946.33
4	Daños previsible a la infraestructura vial	Glb	1	129,850.00	129,850.00
5	Daños previsible a la red de alcantarillado	Glb	1	34,280.40	34,280.40
6	Otros (5%)	Glb	1	699,450.51	699,450.51
COSTO TOTAL					14,688,460.81

Tabla XLVII

Pérdida económica por riesgo de inundación para un periodo de retorno de 50 años.

**TESIS: PROPUESTA DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE GEOBOLSAS DE ALTA RESISTENCIA A LA EROSIÓN COMO DEFENSA RIBEREÑA EN LAMBAYEQUE
LUGAR: JAYANCA - LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE
PÉRDIDA ECONÓMICA POR RIESGO DE INUNDACIÓN PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 50 AÑOS**

Item	Descripción	Und	Metrado	Precio S/	Parcial S/
1	Pérdida de terrenos agrícolas	Glb	1	535,401.22	535,401.22
2	Pérdida de bienes materiales de viviendas	Glb	1	2,915,388.00	2,915,388.00
3	Pérdida de infraestructura de viviendas	Glb	1	10,780,418.53	10,780,418.53
4	Daños previsible a la infraestructura vial	Glb	1	129,850.00	129,850.00
5	Daños previsible a la red de alcantarillado	Glb	1	35,838.60	35,838.60
6	Otros (5%)	Glb	1	719,844.82	719,844.82
COSTO TOTAL					15,116,741.16

Tabla XLVIII

Pérdida económica por riesgo de inundación para un periodo de retorno de 100 años.

**TESIS: PROPUESTA DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE GEOBOLSAS DE ALTA RESISTENCIA A LA EROSIÓN COMO DEFENSA RIBEREÑA EN LAMBAYEQUE
LUGAR: JAYANCA - LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE
PÉRDIDA ECONÓMICA POR RIESGO DE INUNDACIÓN PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS**

Item	Descripción	Und	Metrado	Precio S/	Parcial S/
1	Pérdida de terrenos agrícolas	Glb	1	682,733.95	682,733.95
2	Pérdida de bienes materiales de viviendas	Glb	1	2,969,712.00	2,969,712.00
3	Pérdida de infraestructura de viviendas	Glb	1	10,818,122.21	10,818,122.21
4	Daños previsible a la infraestructura vial	Glb	1	129,850.00	129,850.00
5	Daños previsible a la red de alcantarillado	Glb	1	36,506.40	36,506.40
6	Otros (5%)	Glb	1	731,846.23	731,846.23
COSTO TOTAL					15,368,770.79

Del anterior análisis, se tiene que las pérdidas económicas son S/12,967,297.40, S/13,480,285.14, S/14,688,460.81, S/15,116,741.16 y S/15,368,770.79 para los periodos de retorno de 5, 10, 30, 50 y 100 años. Como es lógico, a medida que crece el periodo de retorno, la pérdida económica aumenta.

3.2. Discusión

En esta investigación se tiene como objetivo realizar un estudio de suelos de las muestras obtenidas de las riberas del río. De los resultados del estudio de mecánica de suelos se determinó que a lo largo del tramo estudiado el suelo está compuesto por arena limosa de color beige y arena mal gradada con presencia de limos de color beige, cada una de las excavaciones se realizaron a cielo abierto a una profundidad de 3 m en 3 puntos de exploración que se ubicaron de manera estratégica. CENEPRED [54] en su informe de evaluación de riesgo por inundación Pluvial en el centro poblado de Pampa de Lino, nos indica que el río Motupe en su lecho este compuesto por arenas y limos poco compactados y sin estratificación, es por ello, que se puede observar que se obtuvo los mismos resultados en lo referido al tipo de suelo.

Para la delimitación de la cuenca del río Motupe se utilizó DEM's, los cuales se procesaron en el software ArcGIS, posteriormente se compararon con la información de las cuencas existente en el Perú que es otorgada por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), donde en la comparación se vio que estas delimitaciones coinciden, lo que nos garantiza obtener información de los parámetros geomorfológicos confiables.

En lo referido a los caudales de diseño que se obtuvieron para distintos periodos de retorno a partir de un estudio hidrológico haciendo uso del software HEC-HMS, obteniendo que los caudales de diseño son de 96.80 m³/s, 269.80 m³/s, 713.80 m³/s, 843.40 m³/s y 1375 m³/s; para periodos de retorno de 5, 10, 30, 50 y 100 años. Los reportes históricos disponibles hacen referencia al problema que se está resolviendo en este estudio, donde se estima que se encuentran 600 m³/s para el año 1998 y 500 m³/s para el 2017, por lo que se puede comparar que el caudal obtenido en esta investigación para un periodo de retorno de 30 años que es de 713.80 m³/s es muy cercana a los caudales que se registraron en el fenómeno El Niño del año 1998 y 2017.

Con lo referido al modelamiento hidráulico, se realizó a partir del software HEC-RAS, donde se muestra que la llanura de inundación es extensa y se llega a obtener tirantes de 3.37 m, 3.72 m, 4.20 m, 4.30 m y 4.64 m para periodos de retorno de 5, 10, 30, 50 y 100 años.

Con esto se identificó que el centro poblado Pampa de Lino es afectada por inundación por lo que sería una zona a proteger, esta información obtenida es muy similar a la que obtuvo el PSI y MINAGRI cuando realizaron un estudio en el Control de inundaciones y movimientos de masas que se llevó a cabo en todo el cauce del río Motupe, en el caso del PSI realizó su estudio haciendo uso de modelos de elevación digital (DEM's) para su topografía y en un periodo de retorno de 100 años, logrando determinar de esta manera una inundación muy extensa, esto es muy similar a lo que se realizó en esta investigación ya que también se utilizó DEM's y se analizó para un periodo de 100 años.

En cuanto al plan de protección del río, el consorcio hidráulico TAS nos informa que en esta zona se pueden construir estructuras de protección del río tipo presa o roca; para CENEPRED en su plan de prevención y reducción de riesgos de desastres en Lambayeque nos indica que en el río Motupe se puede colocar una defensa ribereña de tipo espigón. Pero en este trabajo de investigación se realizó el diseño de una defensa ribereña de tipo gavión, pero cuyo material será las Geobolsas y su material de relleno será el mismo que se encuentra en el río que es la arena limosa, que puede usarse ya que se encuentra en buenas condiciones según el estudio de suelos realizado.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- En el estudio de mecánica de suelos se muestra que los márgenes izquierdo y derecho del río Motupe están conformados por arena mal gradada con presencia de limos (SP-SM) y arena limosa (SM) con presencia insignificante de cloruros y sulfatos.
- La cuenca del río Motupe queda delimitada por el área de 1367.89 km² siendo una cuenca grande, índice de compacidad de 1.52 definiendo una cuenca alargada e irregular y la densidad de drenaje de 0.30 km/km² siendo pobremente drenada.
- Los caudales de diseño obtenidos para los periodos de retorno de 5, 10, 30, 50 y 100 años son de 96.80 m³/s, 269.80 m³/s, 713.80 m³/s, 843.40 m³/s y 1375.00 m³/s años respectivamente, teniendo en cuenta un venidero Fenómeno del Niño.
- Para los periodos de retorno de 5, 10, 30, 50 y 100 años las velocidades máximas son 3.44 m/s, 4.47 m/s, 4.64 m/s, 4.75 m/s y 4.77 m/s, los perfiles hidráulicos y tirantes máximos de agua son de 3.37 m, 3.72 m, 4.20 m, 4.30 y 4.64 m.
- En el diseño y análisis del muro con Geobolsas se realizó la verificación de equilibrio teniendo un vuelco de 46.5% y deslizamiento de 75.1% siendo ambos aceptables, con una capacidad portante de 150 kpa y con una estabilidad de taludes aceptables.
- Con respecto a las pérdidas económicas se tienen las cantidades de S/12,967,297.40, S/13,480,285.14, S/14,688,460.81, S/15,116,741.16 y S/15,368,770.79 para los periodos de retorno de 5, 10, 30, 50 y 100 años.

4.2. Recomendaciones

- Con lo referido a la construcción del muro de contención con Geobolsa se recomienda que, durante su construcción se desvíe el cauce del río Motupe para que de este modo se tenga un área seca de trabajo.
- Al estar a una exposición constante las Geobolsas tienden a la degradación por la intemperie y por el ser humano, por lo que se recomienda un recubrimiento con

vegetación.

- En el análisis de las pérdidas económicas es elevado, por lo que se recomienda realizar la ejecución de una defensa ribereña en el tramo estudiado, a la vez también limpiar la zona de estudio y descolmatar el cauce del río Motupe.
- Se recomienda realizar el análisis de riesgo y vulnerabilidad de las zonas afectadas por inundación para así tener conocimiento que tan alta o baja es la vulnerabilidad y sobre todo ver si se considera la reubicación de las viviendas más afectadas.
- Se recomienda realizar un diseño en función a un abrupto cambio de caudal teniendo en cuenta lo que pueda generar un posible cambio climático global, generando un fenómeno del niño en los futuros años.
- Se recomienda realizar la construcción de esta defensa ribereña utilizando el mismo material existente en el tramo estudiado debido a las propiedades arrojadas en los estudios de mecánica de suelo.

REFERENCIAS

- [1] O. d. I. N. U. p. I. A. y. I. Agricultura, «Obtenido de entendiendo el impacto de sequía provocada por El Niño en el área,» 01 enero 2015. [En línea]. Available: <http://www.fao.org>. [Último acceso: 10 abril 2023].
- [2] I. N. d. D. Civil, «El niño costero, el fenómeno mas brutal que golpeó Lima,» 24 Octubre 2019. [En línea]. Available: <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/nino-costero-fenomeno-brutal-golpeo-lima-noticia-482836-noticia/>. [Último acceso: 27 Marzo 2023].
- [3] M. y. M. I. Geológico, «Evaluación geológica de las zonas afectadas por El Niño Costero 2017 en las regiones Lambayeque – Cajamarca,» Lima, 2017.
- [4] J.-M. Daza-Escorcía, A. Sierra-Altamiranda, A. Savachkin y D. Romero-Rodríguez, «Resiliencia de recuperación en múltiples etapas: un estudio de caso del diquecanal,» *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 11756, pp. 428-442, 2019.
- [5] G. Fracassi, «Defensas ribereñas con gaviones y geosintéticos,» *Ediciones de la U*, 2019.
- [6] I. Azuz Adeath, «Contribuciones de la ingeniería hidráulica e hidráulica fluvial a la modelización morfodinámica costera,» *Ingeniería Hidráulica en México*, vol. 17, nº 1, pp. 49-60, 2012.
- [7] R. Schmalbach, «CONSTRUCCIÓN DE MUELLE PROVISIONAL EN MEGABAG CON ESTRUCTURA VIAL PARA TRÁFICO PESADO CON GEOWEB EN EL PROYECTO PUERTO INDUSTRIAL AGUADULCE,» de *1er CONGRESO PIANC*, 2015.
- [8] D. B. Weiss, A. P. Wellmann y F. Q. Ferreira., «CONTROL DE ALUVIONES PARA PREVENCIÓN DE INUNDACIONES MEDIANTE ENROCADOS, FORESTACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL EN UNA CUENCA SEMIÁRIDA: LA QUEBRADA DE CANSAS EN ICA, PERÚ,» de *Diálogo Andino; Arica N.º 22*, 2013.
- [9] O. P. T. Prado, *CONTROL DE LA EROSIÓN FLUVIAL UTILIZANDO GEOBOLSAS EN EL SECTOR OIDOR – MARGEN IZQUIERDA DEL RIO TUMBES, LAMBAYEQUE*, 2019.
- [10] I. C. N. Bandeira, A. Adamy, . R. Andretta, . A. C. d. Conceição y . M. N. d. Andrade., «Terras caídas: Fluvial erosion or distinct phenomenon in the Amazon?,» *Environmental Earth Sciences*, vol. 77, nº 6, 2018.
- [11] A. Kutschker, C. Brand y M. Miserendino, «Evaluación de la calidad de corredores ribereños en arroyos del noroeste de Chubut afectados por diferentes usos del suelo,» *Ecología Austral*, vol. 19, nº 1, pp. 19-34, 2019.
- [12] E. E. A. BARZOLA, *SISTEMA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE EROSIÓN EN LA RIBERA DEL RIO SAN FERNANDO TRAMO CHAYHUAMAYO – SHUCUSMA, HUANCAYO - JUNÍN*, JUNIN, 2017.
- [13] E. R. C. PÉREZ, *ESTUDIOS PARA EL DISEÑO DE GEOCONTENEDORES DE GEOTEXTIL TEJIDO COMO APLICACIÓN DE ROMPEOLAS PARA LA FORMACIÓN DE PLAYA*, LIMA, 2013.

- [14] A. R. Chumacero, *PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO UTILIZANDO LA TECNOLOGÍA DE GEOTEXTILES PARA PROTECCIÓN COSTERA EN COLÁN-PIURA*, PIURA, 2017.
- [15] C. D. Mendoza, «Alternativas para el control de la erosión mediante el uso de coberturas convencionales, no convencionales y revegetalización,» vol. 31, nº 3, 2011.
- [16] P. Coras, R. Ontiveros y L. Diakite, «Movimiento del agua freática y concentración de sales en suelos agrícolas,» *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 5, nº 4, 2014.
- [17] C. Vargas, «Geología, Geomorfología y Dinámica Fluvial Aplicada a Hidráulica de Ríos,» 2012.
- [18] F. Sandoval y J. Cruz, «Resistencia relativa a la erosión fluvial de los suelos,» *Universidad de La Salle Ciencia Unisalle*, 2019.
- [19] H. D. Farias, M. T. Pilán, L. A. Olmos y F. J. Pece, «Erosión general en ríos aluviales,» *Universidad Politécnica de Valencia*, 2008.
- [20] J. P. Martín-Vide, «Erosión, sedimentación y restauración de ríos. Ejemplos de ingeniería e investigación,» *Universidad Politécnica de Cataluña*, vol. 4, nº 5, 2013.
- [21] T. R. Ochoa, *Hidráulica de ríos y procesos morfológicos*, Ecoe Ediciones, 2016.
- [22] S. D. G. Varón y G. C. Vargas, «Análisis de la susceptibilidad por inundaciones asociadas a la dinámica fluvial del río Guatiquía en la ciudad de Villavicencio, Colombia,» *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, vol. 28, nº 1, 2019.
- [23] H. A. D. Rodríguez, *Hidráulica fluvial. Fundamentos y aplicaciones*. Socavación, R-2013 ed., Escuela Colombiana de Ingeniería, 2013, p. 126.
- [24] J. A. Aguilar, *Hidráulica fluvial, Hidráulica, Hydraulics* - Instituto Politécnico Nacional, 2015.
- [25] F. A. Rocha, «Introducción a la Hidraulica Fluvial,» de *Universidad Nacional de Ingeniería.*, Lima, 1998.
- [26] S. Schnabel, «La precipitación como factor en los procesos hidrológicos y erosivos (Análisis de Datos de Cáceres Capital),» *Departamento de Geografía y O.T Universidad de Extremadura*, 2015.
- [27] M. A. Rocha, J. Sanchez y M. Azero, «Estudio del mejoramiento de la calidad del suelo por el uso de diferentes enmiendas orgánicas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* ssp. *Andigenavar. Waycha*) en la Granja Modelo Pairumani,» *Revista Acta Nova*, vol. 5, nº 4, 2012.
- [28] R. D. Chavez, *Hidrología para ingenieros*, PUCP Fondo Editorial., 1994.
- [29] A. Ramos y J. A. Pacheco, «Análisis hidrológico e hidráulico de la,» *Revista LOGOS CIENCIA & TECNOLOGÍA*, 2017.

- [30] E. Ramírez-Cerpa, M. Acosta-Coll y J. Vélez-Zapata, «Análisis de condiciones climatológicas de precipitaciones de corto plazo en zonas urbanas: caso de estudio Barranquilla, Colombia,» *Idesia (Arica)*, vol. 35, nº 2, pp. 87-94, 2017.
- [31] P. H. Fernández y O. L. Figueroa, «Erosión hídrica en la cuenca alta del río Moche,» *Ecología Aplicada Vol.13 no.13 Lima*, 2014.
- [32] M. Meza, A. Rodríguez, O. Corvacho y A. Tapia, «ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DE MICROCUENCAS AFECTADAS POR FLUJOS DE DETRITOS BAJO PRECIPITACIÓN INTENSA EN LA QUEBRADA DE CAMIÑA, NORTE GRANDE DE CHILE,» *Diálogo Andino*, nº 44, 2014.
- [33] T. Siqueira, J. Louzada, O. Pedrollo, N. Dos Castro y M. De Oliveira, «Propiedades físicas e hidráulicas del suelo en la cuenca del arroyo Donato, RS, Brasil,» *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 23, nº 9, pp. 675-680, 2017.
- [34] M. Soares y B. Pizzolatti, «Estudio sobre el efecto de la obstrucción en la conductividad hidráulica, la porosidad total y la remoción de turbidez mediante el uso de diferentes medios de filtración, como apoyo a la implementación de la técnica de filtración de bancos,» *Anuario del Instituto de Geociencias*, vol. 43, nº 1, pp. 130-137, 2016.
- [35] S. Benoit, G. Ghysels, K. Gommers, F. Nguyen y M. Huysmans, «Characterization of spatially variable riverbed hydraulic conductivity using electrical resistivity tomography and induced polarization,» *Revista de hidrogeología*, vol. 27, nº 1, pp. 395-407, 2019.
- [36] C. Oyarzún, C. Frêne, G. Lacrampe, A. Huber y P. Hervé, «Propiedades hidrológicas del suelo y exportación de sedimentos en dos microcuencas de la Cordillera de la Costa en el sur de Chile con diferente cobertura vegetal,» *Bosque (Valdivia)*, vol. 32, nº 1, 2011.
- [37] A. Bateman, «Hidrología Basica y Aplicada,» *GITS - Grupo de Investigación en Transporte de Sedimentos*, 2007.
- [38] J. D. Suárez, *Control de Erosión en Zonas Tropicales*, 2012.
- [39] M. C. Abella, «Recursos de las regalías directas asignadas en el municipio de Neiva para la cuenca del río Las Ceibas,» *Revista Jurídica Piélagus*, vol. 7, pp. 63-73, 2008.
- [40] E. E. A. Barzola, *Sistema de prevención y control de erosión en la ribera del río San Fernando tramo Chayhuamayo – Shucusma, Huancayo - Junín, Huancayo: Universidad Peruana los Andes*, 2017.
- [41] M. d. T. y. C. MTC, *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje*, Lima: MTC, 2022.
- [42] J. Suárez Díaz, *Control de erosión en zonas tropicales*, Colombia: División Editorial y de Publicaciones de la Universidad Industrial de Santander, 2001.
- [43] A. d. e. J. Gonzalez, «Importancia del Estudio de los Suelos,» *REVISTA DE AGRICULTURA*, 2017.
- [44] M. d. T. y. C. MTC, *Separación de Suelos de Subrasante y capas granulares con Geotextil*, 2015.

- [45] E. Comercio, «Tres espigones se construyen en el río Coca,» *El Comercio Quito*, 17 Abril 2007.
- [46] P. D. U. d. Estado, «Minagri reinicia ejecución de defensa ribereña de río Perené,» *C.E Noticias Financieras*, 17 Julio 2020.
- [47] A. d. N. S.A., «Andex Ingeniería en Geosintéticos,» 12 Noviembre 2000. [En línea]. Available: <https://www.datosperu.org/marca-andex-ingenieria-en-geosinteticos-17880.php>. [Último acceso: 12 Enero 2023].
- [48] M. Borja Suárez, *Metodología de la investigación científica para ingenieros*, Chiclayo, 2012.
- [49] P. y. R. d. R. d. d. Centro Nacional de Estimación, «Informe de evaluación de riesgo por inundación pluvial en el sector B nor noreste del distrito de Jayanca, Provincia y Departamento de Lambayeque,» Lambayeque, 2018.
- [50] E. O. S. (EOS), «Land Viewer,» [En línea]. Available: <https://eos.com/landviewer/>.
- [51] G. G. Perú, «Geo GPS Perú,» [En línea]. Available: <https://www.geogpsperu.com/>.
- [52] A. Bateman, «Hidrología básica y aplicada,» Grupo de Investigación en Transporte de Sedimentos, 2007.
- [53] M. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje,» Laboratorio DEE, Lima, 2011.
- [54] Cenepred, «Informe de evaluación de riesgos por Inundación pluvial en el centro poblado Pampa de Lino,» Lambayeque, 2019.
- [55] E. E. A. Barzola, «Sistema de Prevención y Control de Erosión en la ribera del río San Fernando tramo Chayhuamayo - Shucusma, Huancayo - Junín,» Universidad Peruana los Andes, Huancayo, 2017.
- [56] E. E. A. Barzola, «Sistema de Prevención y Control de erosión en la ribera del río San Fernando tramo Chayhuamayo - Shucusma, Huancayo - Junín,» Universidad Peruana Los Andes, Huancayo, 2017.
- [57] R. Teran Adriaola, *Manual de Diseño y Construcción de Defensas Ribereñas*, Lima: Escuela de administración de aguas, 1998.

ANEXOS

a. Anexo 1: Análisis de Frecuencia

Tabla XLIX

Data de precipitación máxima en 24 horas de la E1.

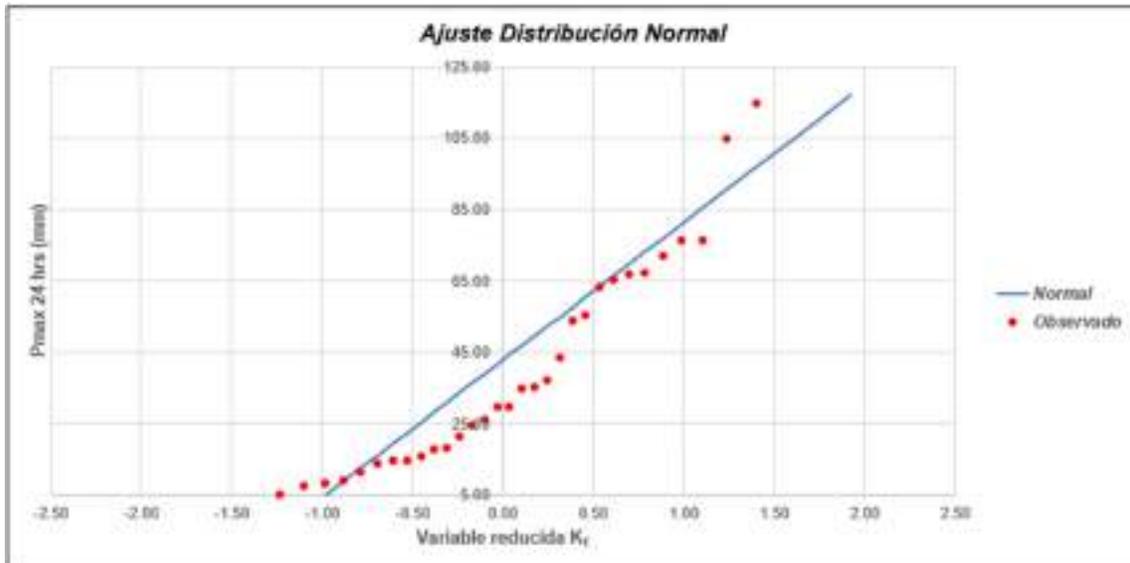
ESTACION E1				
N°	Año	P24 (mm)	Log(P24)	Ordenar de Mayor a Menor
1	1981	71.99	4.2765	154.20
2	1982	5.23	1.6535	137.38
3	1983	137.38	4.9228	114.97
4	1984	35.36	3.5655	104.88
5	1985	11.67	2.4574	76.57
6	1986	4.64	1.5339	76.45
7	1987	18.12	2.8972	71.99
8	1988	4.07	1.4043	67.34
9	1989	17.69	2.8732	67.05
10	1990	7.67	2.0374	65.37
11	1991	4.92	1.5928	63.35
12	1992	14.72	2.6895	55.50
13	1993	26.09	3.2615	53.81
14	1994	65.37	4.1801	43.74
15	1995	9.14	2.2128	37.31
16	1996	8.42	2.1312	35.36
17	1997	29.91	3.3982	35.04
18	1998	154.20	5.0382	29.91
19	1999	43.74	3.7782	29.77
20	2000	104.88	4.6528	26.09
21	2001	114.97	4.7447	24.69
22	2002	67.34	4.2098	21.43
23	2003	13.89	2.6311	18.12
24	2004	21.43	3.0649	17.69
25	2005	24.69	3.2064	16.03
26	2006	76.57	4.3382	14.86
27	2007	14.86	2.6989	14.72
28	2008	35.04	3.5565	13.89
29	2009	63.35	4.1487	11.67
30	2010	53.81	3.9854	9.14
31	2011	37.31	3.6193	8.42
32	2012	55.50	4.0183	7.67
33	2013	29.77	3.3935	5.23
34	2014	16.03	2.7742	4.92
35	2015	76.45	4.3368	4.64
36	2016	67.05	4.2054	4.07

Cantidad de datos n	36	36
Máximo	154.20	5.04
Mínimo	4.07	1.40
Promedio \bar{x}	42.87	3.32
Desviación Estandar S	38.61	1.02
Coefficiente de Asimetría Cs	1.2981	-0.2443

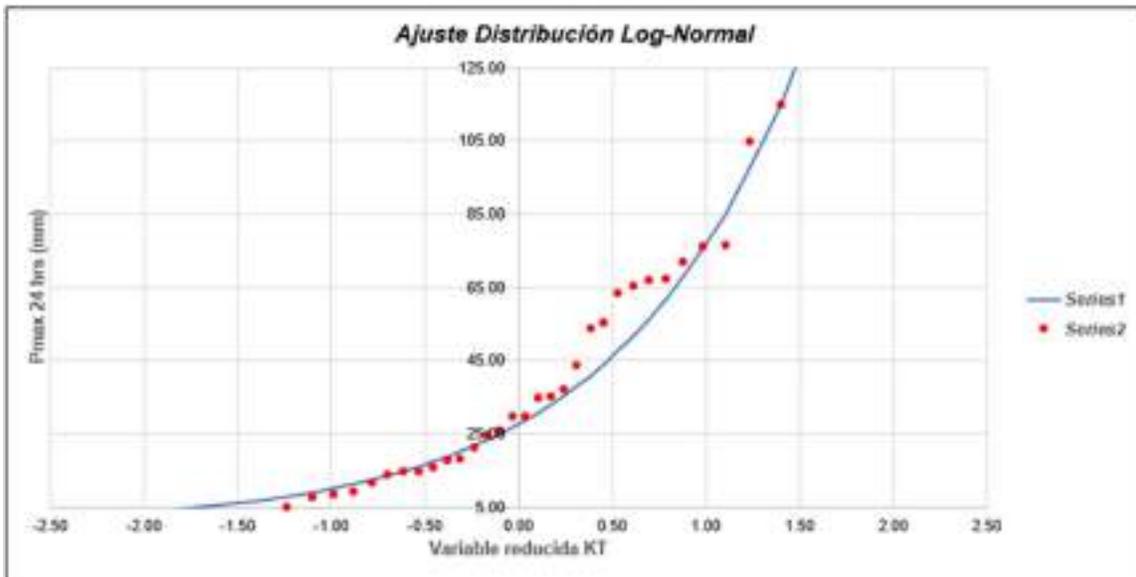
Tabla L

Método de gráfica de distribución de probabilidades de la E1.

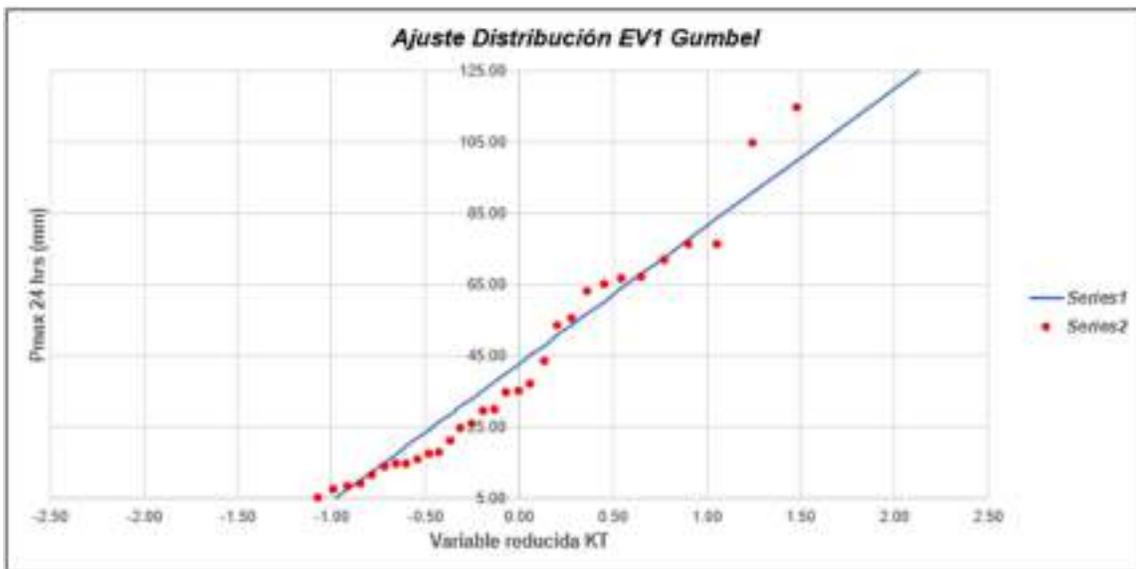
ESTACIÓN E1														
N	T	P(X<X _i)	VALOR OBSERVADO		NORMAL		LOGNORMAL		EVI GUMBEL		PEARSON III		LOG-PEARSON III	
			P24	log(P24)	K _r	ESPERADO	K _r	ESPERADO						
1	37.00	2.70%	164.20	5.9382	1.9264	117.25	1.9264	196.73	2.3547	133.78	2.4211	136.35	1.8138	175.49
2	18.50	5.41%	137.38	4.9228	1.8068	104.91	1.8068	142.05	1.8934	112.58	1.8509	114.23	1.5394	132.83
3	12.33	8.11%	114.97	4.7447	1.7378	96.84	1.7378	114.81	1.4761	99.86	1.5095	101.15	1.3559	119.01
4	9.25	10.81%	104.88	4.6528	1.2367	90.62	1.2367	97.43	1.2403	90.76	1.2624	91.61	1.2121	95.62
5	7.48	13.51%	76.57	4.3362	1.1024	85.43	1.1024	84.97	1.0546	83.58	1.0671	84.07	1.0903	83.97
6	6.17	16.22%	76.45	4.3366	0.9856	80.92	0.9856	75.44	0.9004	77.63	0.9047	77.80	0.9840	75.32
7	5.29	18.92%	71.99	4.2765	0.8809	76.88	0.8809	67.80	0.7578	72.51	0.7650	72.40	0.8875	68.26
8	4.63	21.62%	67.34	4.2058	0.7850	73.18	0.7850	61.49	0.6510	68.00	0.6418	67.65	0.7983	62.33
9	4.11	24.32%	67.05	4.2064	0.6959	69.74	0.6959	56.16	0.5461	63.95	0.5313	63.38	0.7148	57.24
10	3.70	27.03%	66.37	4.1801	0.6120	66.50	0.6120	51.55	0.4505	60.26	0.4308	59.50	0.6355	52.80
11	3.36	29.73%	63.35	4.1487	0.5322	63.42	0.5322	47.53	0.3622	56.85	0.3382	55.93	0.5596	48.88
12	3.08	32.43%	55.50	4.0163	0.4558	60.46	0.4558	43.96	0.2801	53.68	0.2522	52.61	0.4884	45.36
13	2.85	35.14%	53.81	3.9854	0.3817	57.81	0.3817	40.77	0.2028	50.70	0.1716	49.49	0.4152	42.19
14	2.64	37.84%	43.74	3.7782	0.3097	54.83	0.3097	37.89	0.1297	47.88	0.0956	46.56	0.3455	39.29
15	2.47	40.54%	37.31	3.5193	0.2394	52.11	0.2394	35.27	0.0600	45.19	0.0235	43.77	0.2769	36.64
16	2.31	43.24%	35.36	3.5655	0.1702	49.44	0.1702	32.87	-0.0068	42.61	-0.0454	41.12	0.2091	34.20
17	2.18	45.95%	35.04	3.5665	0.1018	46.80	0.1018	30.66	-0.0712	40.12	-0.1114	38.57	0.1417	31.93
18	2.06	48.65%	29.91	3.3882	0.0339	44.18	0.0339	28.61	-0.1337	37.71	-0.1751	36.11	0.0744	29.81
19	1.95	51.35%	29.77	3.3930	-0.0339	41.54	-0.0339	26.70	-0.1945	35.36	-0.2366	33.73	0.0068	27.83
20	1.85	54.05%	26.09	3.2616	-0.1018	38.94	-0.1018	24.91	-0.2540	33.06	-0.2964	31.42	-0.0612	25.96
21	1.76	56.76%	24.69	3.2064	-0.1702	36.30	-0.1702	23.24	-0.3125	30.80	-0.3548	29.17	-0.1301	24.20
22	1.68	59.46%	21.43	3.0649	-0.2394	33.63	-0.2394	21.65	-0.3704	28.57	-0.4120	26.96	-0.2003	22.53
23	1.61	62.16%	18.12	2.8972	-0.3097	30.91	-0.3097	20.16	-0.4278	26.35	-0.4682	24.79	-0.2720	20.95
24	1.54	64.86%	17.69	2.8732	-0.3817	28.13	-0.3817	18.73	-0.4851	24.14	-0.5237	22.65	-0.3457	19.43
25	1.48	67.57%	16.03	2.7742	-0.4556	25.28	-0.4556	17.37	-0.5426	21.92	-0.5787	20.52	-0.4220	17.98
26	1.42	70.27%	14.86	2.6989	-0.5322	22.32	-0.5322	16.07	-0.6006	19.68	-0.6335	18.41	-0.5014	16.58
27	1.37	72.97%	14.72	2.6896	-0.6120	19.24	-0.6120	14.81	-0.6596	17.40	-0.6884	16.29	-0.5847	15.23
28	1.32	75.68%	13.89	2.6311	-0.6909	16.80	-0.6909	13.60	-0.7200	15.87	-0.7437	14.15	-0.6728	13.92
29	1.28	78.38%	11.67	2.4674	-0.7850	12.56	-0.7850	12.42	-0.7824	12.66	-0.7990	11.99	-0.7671	12.65
30	1.23	81.08%	9.14	2.2128	-0.8809	8.86	-0.8809	11.26	-0.8476	10.15	-0.8571	8.78	-0.8092	11.40
31	1.19	83.78%	8.42	2.1312	-0.9856	4.81	-0.9856	10.12	-0.9166	7.48	-0.9162	7.56	-0.8817	10.16
32	1.16	86.48%	7.67	2.0374	-1.1024	9.30	-1.1024	8.99	-0.9911	4.60	-0.9780	5.11	-1.1083	8.93
33	1.12	89.18%	5.23	1.8536	-1.2367	-4.88	-1.2367	7.84	-1.0735	1.42	-1.0438	2.57	-1.2651	7.69
34	1.09	91.88%	4.92	1.8928	-1.3978	-11.10	-1.3978	6.65	-1.1683	-2.24	-1.1158	-0.21	-1.4335	6.41
35	1.06	94.58%	4.64	1.9339	-1.6068	-19.17	-1.6068	5.38	-1.2850	-6.74	-1.1982	-3.39	-1.6880	5.05
36	1.03	97.28%	4.07	1.4043	-1.9264	-31.51	-1.9264	3.88	-1.4511	-13.16	-1.3026	-7.42	-2.0342	3.48



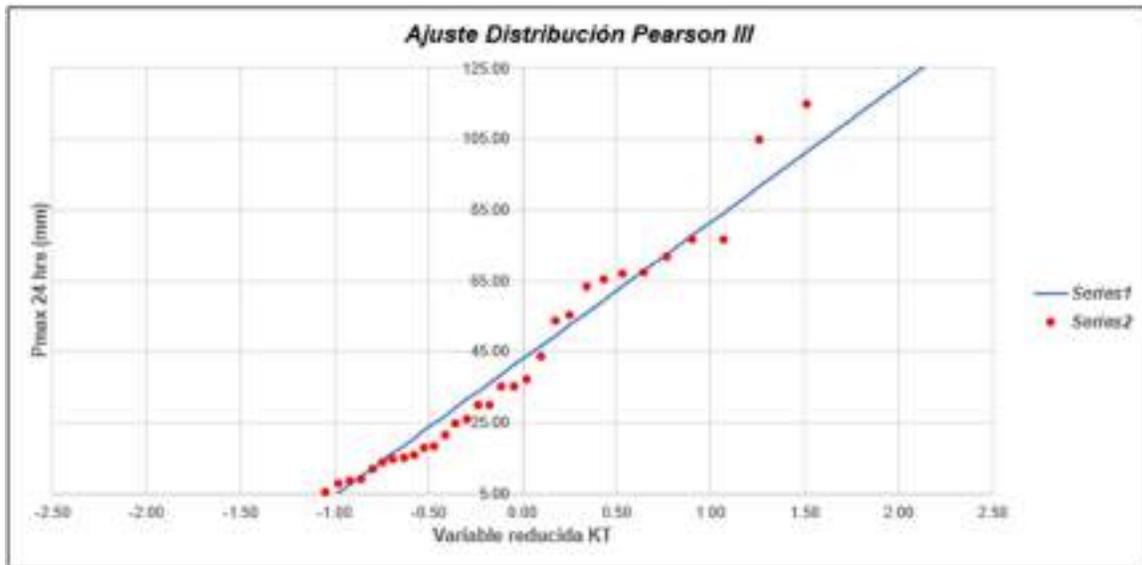
Gráfica 7: Ajuste de Distribución Normal E1.



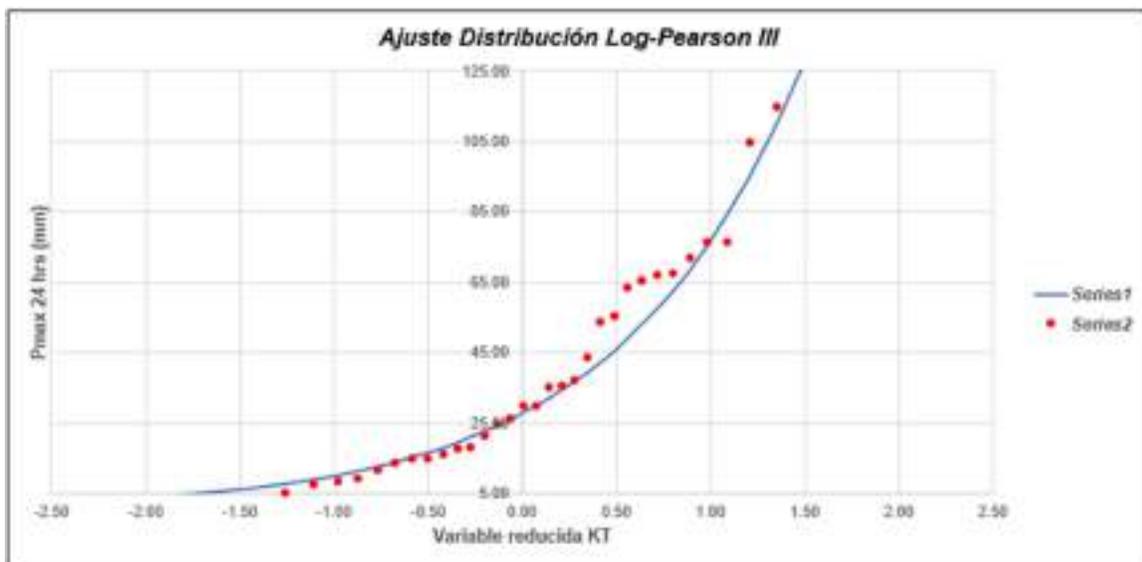
Gráfica 8: Ajuste de Distribución Long-Normal E1.



Gráfica 9: Ajuste de Distribución EV1 Gumbel E1.



Gráfica 10: Ajuste de Distribución Pearson III E1.



Gráfica 11: Ajuste de Distribución Log - Pearson III E1.

Tabla LI

Método de Kolmogorov-Smirnov E1.

n	x _n	F _n (x _n)	NORMAL		LOG-NORMAL		EV1-GUMBEL		PEARSON III		LOG PEARSON III		
			F(x _n) Normal	Δ _{KS-NORM}	F _n (y _n) Log-Normal	Δ _{LOG-NORM}	F(x _n) EV1-Gumbel	Δ _{EV1-GUMBEL}	F(x _n) Pearson III	Δ _{PEARSON III}	F(x _n) LogPearson III	Δ _{LOG-PEARSON III}	
1	154.20	0.9738	0.9988	0.0251	5.6382	0.9542	0.0187	0.9862	0.0132	0.9848	0.0118	0.9478	0.0252
2	137.38	0.9459	0.9928	0.0469	4.5228	0.9423	0.0637	0.9760	0.0360	0.9737	0.0278	0.9061	0.0098
3	114.97	0.9189	0.9691	0.0502	4.7447	0.9191	0.0602	0.9501	0.0312	0.9484	0.0275	0.9141	0.0088
4	104.68	0.8919	0.9459	0.0540	4.6528	0.9047	0.0128	0.9309	0.0390	0.9268	0.0349	0.9007	0.0080
5	78.57	0.8649	0.8881	0.0562	4.3382	0.8814	0.0235	0.8325	0.0503	0.8308	0.0341	0.8620	0.0229
6	76.46	0.8378	0.8878	0.0301	4.3388	0.8810	0.0632	0.8319	0.0669	0.8302	0.0077	0.8416	0.0038
7	71.99	0.8108	0.7746	0.0362	4.2785	0.8263	0.0156	0.8078	0.0030	0.8074	0.0035	0.8280	0.0172
8	67.34	0.7838	0.7369	0.0469	4.2698	0.8090	0.0252	0.7796	0.0042	0.7808	0.0029	0.8120	0.0282
9	67.05	0.7568	0.7344	0.0223	4.2654	0.8078	0.0611	0.7776	0.0209	0.7791	0.0223	0.8109	0.0542
10	66.37	0.7297	0.7290	0.0097	4.1881	0.8010	0.0712	0.7666	0.0588	0.7687	0.0390	0.8046	0.0748
11	63.35	0.7027	0.7021	0.0005	4.1487	0.7923	0.0896	0.7525	0.0488	0.7556	0.0529	0.7965	0.0938
12	61.60	0.6757	0.6282	0.0475	4.6163	0.7531	0.0774	0.6914	0.0157	0.6988	0.0232	0.7601	0.0844
13	63.81	0.6486	0.6115	0.0371	3.9854	0.7434	0.0548	0.6768	0.0281	0.6853	0.0367	0.7511	0.1024
14	43.74	0.6216	0.5890	0.1127	3.7782	0.6739	0.0522	0.5796	0.0421	0.5949	0.0267	0.6855	0.0539
15	37.31	0.5946	0.4428	0.1618	3.6193	0.6159	0.0213	0.5090	0.0656	0.5283	0.0663	0.6300	0.1354
16	35.36	0.5676	0.4229	0.1447	3.5655	0.5996	0.0280	0.4865	0.0811	0.5068	0.0608	0.6103	0.0428
17	35.04	0.5405	0.4196	0.1209	3.5655	0.5921	0.0616	0.4828	0.0678	0.5032	0.0774	0.6010	0.0964
18	29.91	0.5135	0.3886	0.1440	3.3982	0.5310	0.0175	0.4217	0.0918	0.4437	0.0698	0.5670	0.1335
19	29.77	0.4865	0.3672	0.1193	3.3935	0.5291	0.0426	0.4200	0.0665	0.4420	0.0445	0.5452	0.0587
20	28.09	0.4595	0.3399	0.1275	3.2816	0.4775	0.0180	0.3752	0.0843	0.3972	0.0622	0.4937	0.1342
21	24.69	0.4324	0.3189	0.1135	3.2964	0.4560	0.0236	0.3581	0.0743	0.3799	0.0526	0.4720	0.1290
22	21.43	0.4054	0.2894	0.1160	3.6645	0.4015	0.0039	0.3184	0.0870	0.3388	0.0666	0.4164	0.1009
23	18.12	0.3784	0.2688	0.1176	2.8972	0.3394	0.0390	0.2788	0.0596	0.2966	0.0818	0.3519	0.1265
24	17.69	0.3514	0.2572	0.0942	2.8732	0.3308	0.0205	0.2737	0.0777	0.2950	0.0603	0.3428	0.0885
25	16.03	0.3243	0.2435	0.0809	2.7742	0.2964	0.0279	0.2542	0.0701	0.2897	0.0546	0.3065	0.1179
26	14.96	0.2973	0.2341	0.0632	2.6989	0.2714	0.0255	0.2409	0.0564	0.2549	0.0424	0.2798	0.1175
27	14.72	0.2703	0.2338	0.0373	2.6896	0.2683	0.0620	0.2393	0.0310	0.2531	0.0171	0.2765	0.0963
28	13.09	0.2433	0.2264	0.0166	2.6311	0.2490	0.0666	0.2299	0.0134	0.2425	0.0007	0.2566	0.1134
29	11.67	0.2162	0.2096	0.0067	2.4574	0.1989	0.0174	0.2055	0.0108	0.2147	0.0018	0.2017	0.1345
30	9.14	0.1892	0.1912	0.0020	2.2128	0.1388	0.0564	0.1788	0.0104	0.1834	0.0058	0.1364	0.0528
31	8.42	0.1622	0.1862	0.0240	2.1312	0.1218	0.0403	0.1715	0.0094	0.1748	0.0126	0.1180	0.0442
32	7.67	0.1351	0.1810	0.0458	2.0374	0.1042	0.0369	0.1640	0.0289	0.1658	0.0395	0.0989	0.1362
33	6.23	0.1081	0.1648	0.0567	1.6635	0.0311	0.0670	0.1490	0.0327	0.1374	0.0293	0.0430	0.0651
34	4.50	0.0811	0.1628	0.0017	1.5928	0.0451	0.0360	0.1380	0.0545	0.1329	0.0529	0.0370	0.0460
35	4.64	0.0541	0.1610	0.1070	1.5339	0.0399	0.0142	0.1354	0.0814	0.1308	0.0767	0.0319	0.0222
36	4.07	0.0279	0.1575	0.1305	1.4843	0.0301	0.0021	0.1304	0.1034	0.1245	0.0975	0.0225	0.0245

n	36	Distribución	Normal	Log-Normal	EV1-Gumbel	Pearson III	LogPearson III
Significación	0.10	Δ _{KS}	0.1518	0.0948	0.1034	0.0975	0.1024
Δ _{crítico}	0.2040		Si se ajusta				
		Mejor Ajuste	1	1	4	2	3

Tabla LII

Precipitaciones máximas anuales en 24 horas E1.

T	P(X≤x _T)	NORMAL		LOGNORMAL			EV1-GUMBEL		PEARSON III		LOG-PEARSON III			P _{max} (mm)
		K _T	x _T	K _T	x _c	e ^h x _T	K _T	x _T	K _T	x _T	K _T	x _T	e ^h x _T	
5	0.8000	0.8416	75.36	0.8416	4.1766	65.14	0.7195	70.65	0.7140	70.44	0.8510	4.19	65.77	65.14
10	0.9000	1.2816	92.35	1.2816	4.6248	101.99	1.3046	93.24	1.3299	94.21	1.2524	4.60	99.00	101.99
30	0.9667	1.8339	113.68	1.8339	5.1876	179.04	2.1887	127.37	2.2500	129.74	1.7352	5.09	161.91	179.04
50	0.9800	2.0537	122.16	2.0537	5.4116	223.99	2.5023	142.96	2.6649	145.76	1.9209	5.28	195.64	223.99
100	0.9900	2.3263	132.69	2.3263	5.6894	295.70	3.1367	163.97	3.2201	167.20	2.1462	5.51	246.13	295.70

Tabla LIII

Data de precipitación máxima en 24 horas de la E2.

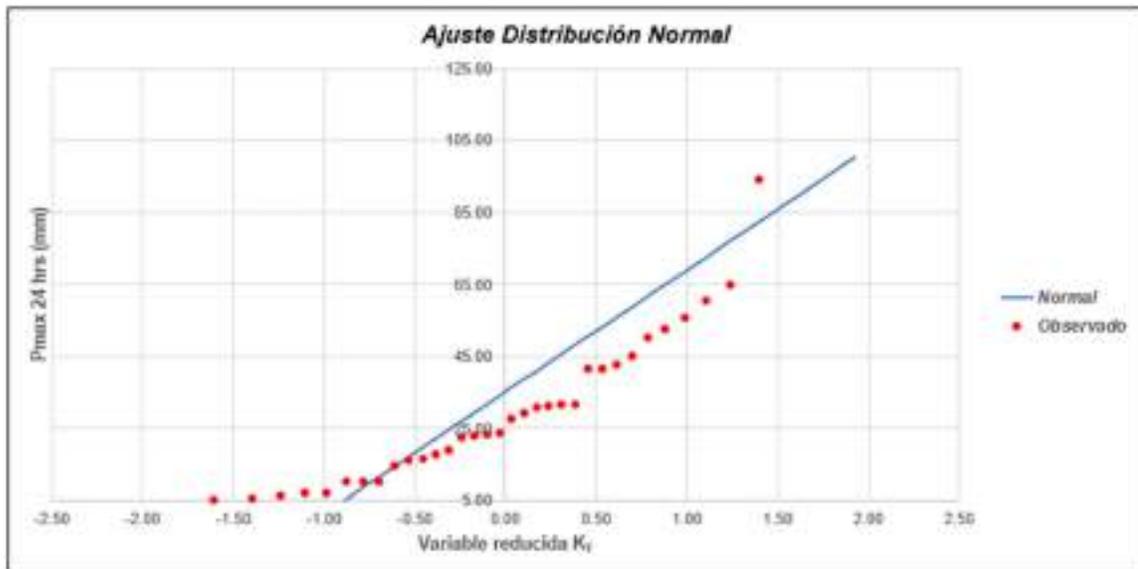
ESTACIÓN E2				
N°	Año	P24 (mm)	Log(P24)	<i>Ordenar de Mayor a Menor</i>
1	1981	55.84	4.0225	149.10
2	1982	10.29	2.3307	142.87
3	1983	149.10	5.0046	94.05
4	1984	14.51	2.6750	64.84
5	1985	22.96	3.1336	60.52
6	1986	5.37	1.6799	55.84
7	1987	19.20	2.9549	52.55
8	1988	6.97	1.9418	50.45
9	1989	10.36	2.3379	45.24
10	1990	6.35	1.8479	42.58
11	1991	3.91	1.3641	41.73
12	1992	16.80	2.8213	41.41
13	1993	23.45	3.1549	31.60
14	1994	42.58	3.7515	31.60
15	1995	10.48	2.3498	31.33
16	1996	5.50	1.7054	30.92
17	1997	30.92	3.4313	29.34
18	1998	142.87	4.9619	27.87
19	1999	31.60	3.4532	23.82
20	2000	50.45	3.9209	23.45
21	2001	94.05	4.5438	22.96
22	2002	60.52	4.1030	22.51
23	2003	22.51	3.1138	19.20
24	2004	23.82	3.1704	18.00
25	2005	18.00	2.8904	16.80
26	2006	31.60	3.4531	16.23
27	2007	7.33	1.9924	14.51
28	2008	31.33	3.4447	10.48
29	2009	41.73	3.7312	10.36
30	2010	29.34	3.3788	10.29
31	2011	27.87	3.3275	7.33
32	2012	64.84	4.1719	6.97
33	2013	41.41	3.7236	6.35
34	2014	16.23	2.7870	5.50
35	2015	52.55	3.9618	5.37
36	2016	45.24	3.8120	3.91

Cantidad de datos n	36	36
Máximo	149.10	5.00
Minimo	3.91	1.36
Promedio \bar{x}	35.22	3.18
Desviación Estandar S	33.87	0.91
Coficiente de Asimetría Cs	2.1431	-0.0850

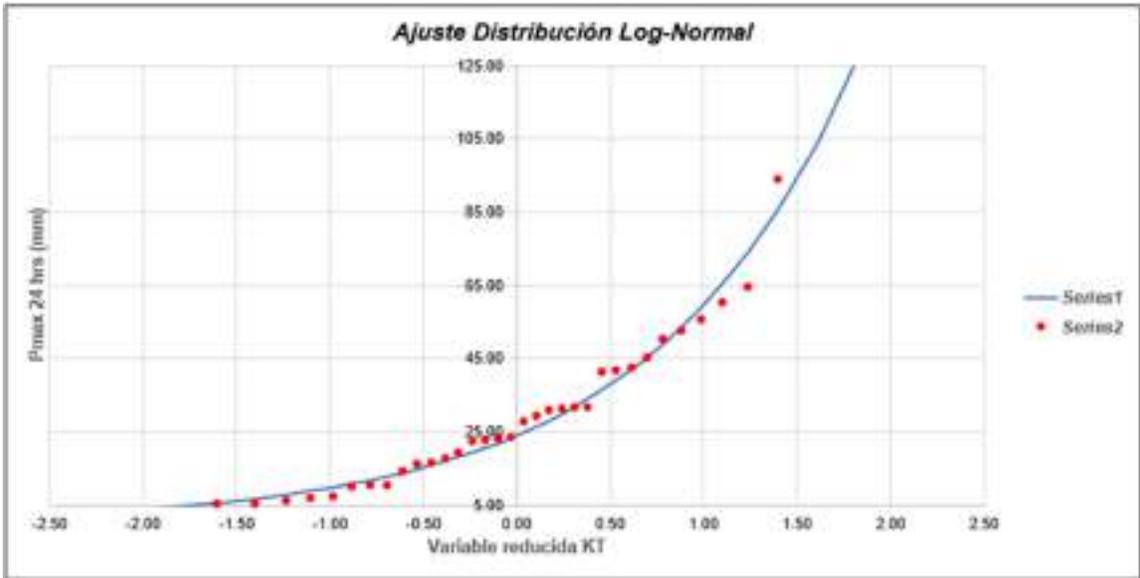
Tabla LIV

Método de gráfica de distribución de probabilidades de la E2.

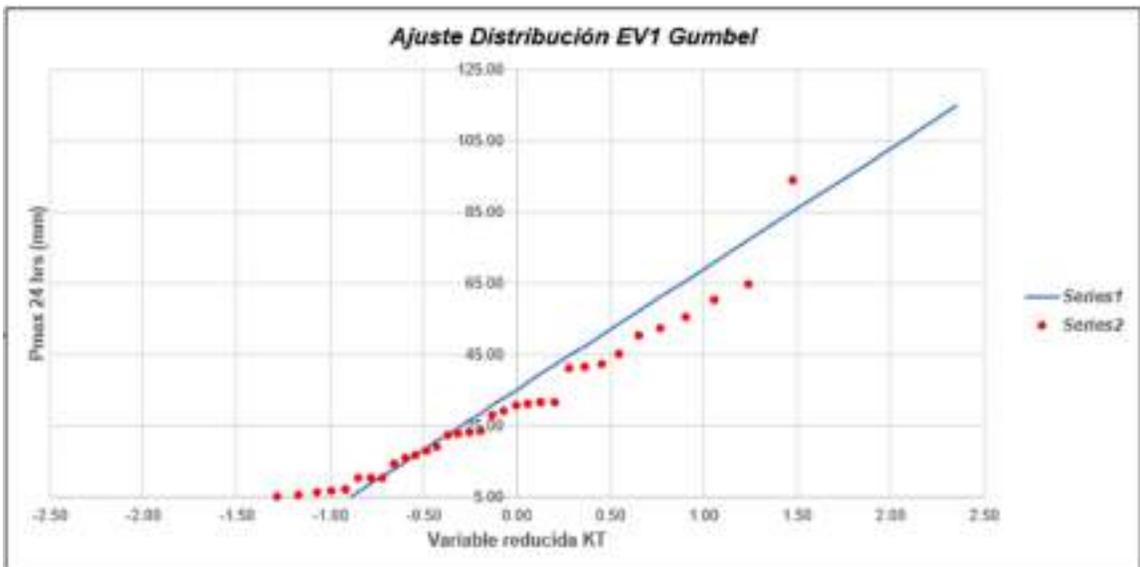
ESTACIÓN E2														
N	T	P(K<X _t)	VALOR OBSERVADO		NORMAL		LOGNORMAL		EVT GUMBEL		PEARSON III		LOG-PEARSON III	
			P24	log(P24)	K _t	ESPERADO	K _t	ESPERADO						
1	37.09	2.70%	149.78	5.0046	1.9264	108.47	1.9264	138.66	2.3547	114.98	2.6170	123.86	1.8877	133.86
2	18.50	5.41%	142.87	4.9619	1.6068	89.64	1.6068	103.66	1.9334	96.30	1.8941	99.38	1.5840	101.54
3	12.33	8.11%	94.95	4.5438	1.3978	82.56	1.3978	85.72	1.4761	85.21	1.4793	85.32	1.2829	84.64
4	9.26	10.81%	64.84	4.1719	1.2367	77.11	1.2367	74.82	1.2493	77.23	1.1885	75.48	1.2288	73.58
5	7.40	13.51%	60.52	4.1030	1.1024	72.56	1.1024	65.51	1.0546	70.94	0.9651	67.91	1.0990	65.31
6	6.17	16.22%	55.84	4.0225	0.9856	68.60	0.9856	58.91	0.9004	65.72	0.7839	61.77	0.9857	58.91
7	5.29	18.92%	52.55	3.9518	0.8809	65.06	0.8809	53.55	0.7678	61.23	0.6317	56.61	0.8808	53.69
8	4.63	21.62%	50.45	3.9209	0.7860	61.81	0.7860	49.08	0.6510	57.27	0.5095	52.17	0.7902	49.31
9	4.11	24.32%	45.34	3.8120	0.6959	58.79	0.6959	45.26	0.5461	53.71	0.3852	48.27	0.7030	45.55
10	3.70	27.03%	42.58	3.7515	0.6120	55.95	0.6120	41.93	0.4505	50.48	0.2826	44.79	0.6206	42.26
11	3.36	29.73%	41.73	3.7312	0.5322	53.24	0.5322	38.99	0.3622	47.49	0.1991	41.66	0.5421	39.35
12	3.08	32.43%	41.41	3.7236	0.4554	50.65	0.4554	36.37	0.2801	44.70	0.1058	38.80	0.4667	36.74
13	2.85	35.14%	31.60	3.4532	0.3817	48.15	0.3817	34.00	0.2026	42.09	0.0286	36.19	0.3936	34.37
14	2.64	37.84%	31.80	3.4531	0.3097	45.71	0.3097	31.85	0.1297	39.61	-0.0428	33.77	0.3224	32.22
15	2.47	40.54%	31.33	3.4447	0.2394	43.33	0.2394	29.87	0.0600	37.25	-0.1090	31.53	0.2526	30.24
16	2.31	43.24%	30.92	3.4313	0.1702	40.98	0.1702	28.05	-0.0368	34.99	-0.1709	29.43	0.1839	28.40
17	2.18	45.95%	29.34	3.3788	0.1018	38.67	0.1018	26.36	-0.0712	32.81	-0.2289	27.46	0.1158	26.69
18	2.06	48.65%	27.87	3.3275	0.0339	36.37	0.0339	24.78	-0.1337	30.69	-0.2835	25.62	0.0480	25.18
19	1.95	51.35%	27.82	3.1704	-0.0339	34.07	-0.0339	23.30	-0.1945	28.63	-0.3361	23.87	-0.0197	23.68
20	1.85	54.05%	27.46	3.1549	-0.1018	31.77	-0.1018	21.90	-0.2540	26.81	-0.3880	22.21	-0.0877	22.18
21	1.76	56.76%	22.96	3.1336	-0.1702	29.45	-0.1702	20.58	-0.3125	24.63	-0.4304	20.64	-0.1564	20.84
22	1.68	59.46%	22.51	3.1138	-0.2394	27.11	-0.2394	19.32	-0.3704	22.67	-0.4746	19.54	-0.2259	19.56
23	1.61	62.16%	19.20	2.9549	-0.3097	24.73	-0.3097	18.12	-0.4278	20.73	-0.5168	17.71	-0.2940	18.34
24	1.54	64.86%	18.80	2.8904	-0.3817	22.29	-0.3817	16.98	-0.4851	18.79	-0.5571	16.35	-0.3694	17.17
25	1.48	67.57%	18.80	2.8213	-0.4556	19.79	-0.4556	15.87	-0.5426	16.84	-0.5958	15.04	-0.4442	16.04
26	1.42	70.27%	18.23	2.7870	-0.5322	17.19	-0.5322	14.80	-0.6006	14.88	-0.6329	13.78	-0.5218	14.94
27	1.37	72.97%	14.51	2.6760	-0.6120	14.49	-0.6120	13.77	-0.6596	12.88	-0.6895	12.58	-0.6029	13.88
28	1.32	75.68%	10.48	2.3488	-0.6959	11.65	-0.6959	12.75	-0.7200	10.83	-0.7028	11.41	-0.6883	12.84
29	1.28	78.38%	10.36	2.3379	-0.7850	8.63	-0.7850	11.76	-0.7824	8.72	-0.7357	10.30	-0.7793	11.82
30	1.23	81.08%	10.29	2.3307	-0.8809	5.38	-0.8809	10.78	-0.8476	6.51	-0.7674	9.23	-0.8774	10.81
31	1.19	83.78%	7.33	1.9504	-0.9856	1.83	-0.9856	9.80	-0.9166	4.17	-0.7979	8.19	-0.9849	9.81
32	1.16	86.49%	6.97	1.9418	-1.1024	-2.12	-1.1024	8.81	-0.9911	1.65	-0.8270	7.21	-1.1051	8.79
33	1.12	89.19%	6.35	1.8479	-1.2367	-6.67	-1.2367	7.80	-1.0736	-1.14	-0.8548	6.27	-1.2438	7.75
34	1.09	91.89%	5.60	1.7654	-1.3978	-12.13	-1.3978	6.73	-1.1683	-4.35	-0.8809	5.38	-1.4110	6.65
35	1.06	94.59%	5.37	1.6799	-1.6068	-19.20	-1.6068	5.57	-1.2850	-8.30	-0.9045	4.58	-1.6288	5.46
36	1.03	97.30%	3.81	1.3641	-1.9264	-38.83	-1.9264	4.16	-1.4511	-13.93	-0.9235	3.94	-1.9645	4.02



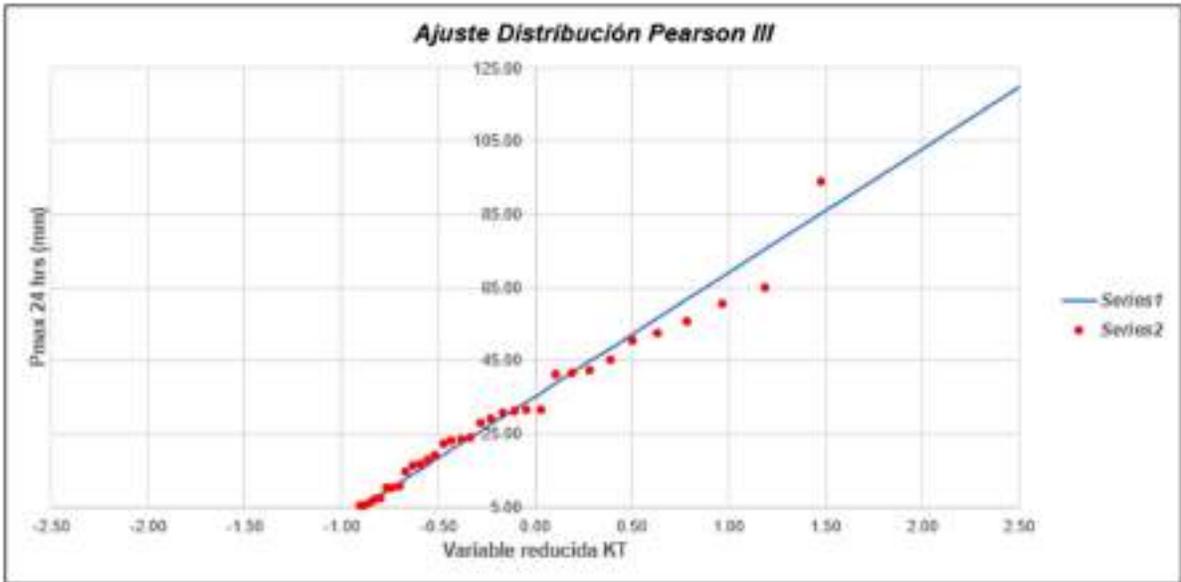
Gráfica 12: Ajuste de Distribución Normal E2.



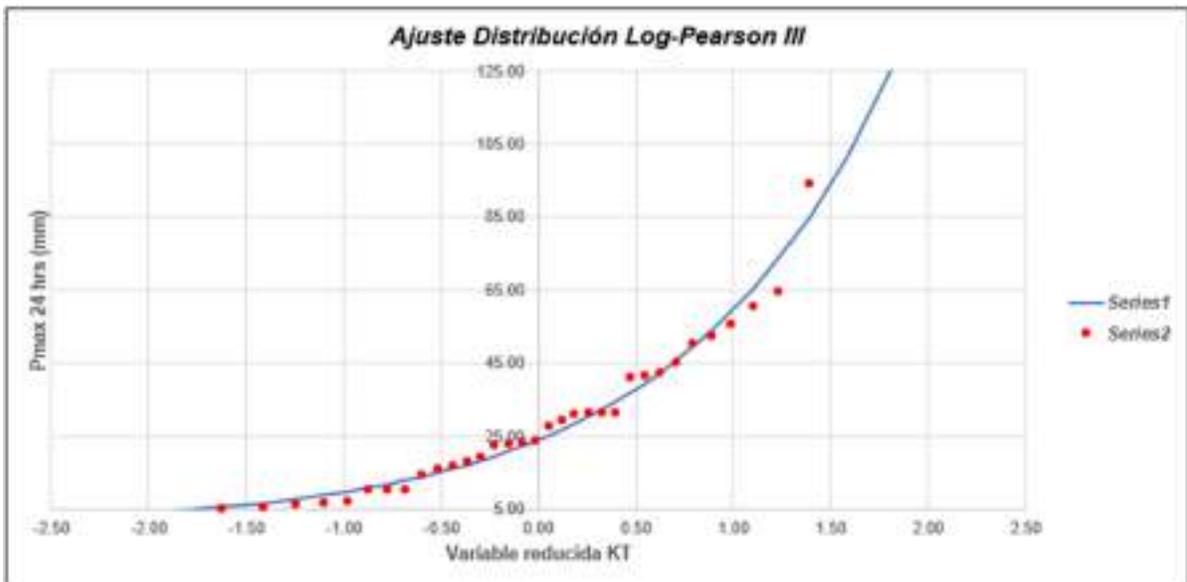
Gráfica 13: Ajuste de Distribución Log-Normal E2.



Gráfica 14: Ajuste de Distribución EV1 Gumbel E2.



Gráfica 15: Ajuste de Distribución Pearson III E2.



Gráfica 16: Ajuste de Distribución Log - Pearson III E2.

Tabla LV

Método de Kolmogorov-Smirnov E2.

m	x _m	F _e (x _m)	NORMAL		LOG-NORMAL			EVI-GUMBEL		PEARSON III		LOG PEARSON III	
			F(x _m) Normal	Δ _{KS-NORM}	y _m =log(x _m)	F(y _m) Log Normal	Δ _{KS-NORM}	F(x _m) EVI Gumbel	Δ _{KS-GUMBEL}	F(x _m) Pearson III	Δ _{KS-PEARSON III}	F(y _m) LogPearson III	Δ _{KS-PEARSON III}
1	145.10	0.9730	0.9996	0.0266	5.0046	0.9775	0.0046	0.9925	0.0195	0.9865	0.0135	0.9753	0.0224
2	142.87	0.9458	0.9993	0.0533	4.9619	0.9758	0.0290	0.9905	0.0446	0.9839	0.0379	0.9727	0.0267
3	94.65	0.9189	0.9988	0.0399	4.6438	0.9332	0.0142	0.9413	0.0224	0.9353	0.0164	0.9310	0.0121
4	64.84	0.8919	0.8991	0.0329	4.1719	0.8624	0.0295	0.8329	0.0590	0.8498	0.0421	0.8619	0.0300
5	60.52	0.8649	0.7725	0.0924	4.1030	0.8450	0.0198	0.8862	0.0586	0.8297	0.0351	0.8450	0.0199
6	55.84	0.8378	0.7287	0.1092	4.0225	0.8238	0.0148	0.7732	0.0646	0.8048	0.0338	0.8236	0.0143
7	52.55	0.8108	0.6896	0.1152	3.9618	0.8051	0.0067	0.7473	0.0635	0.7851	0.0257	0.8062	0.0046
8	50.45	0.7836	0.6735	0.1303	3.9209	0.7925	0.0087	0.7295	0.0543	0.7714	0.0124	0.7939	0.0101
9	48.24	0.7568	0.6163	0.1404	3.8120	0.7566	0.0001	0.6880	0.0758	0.7336	0.0232	0.7589	0.0022
10	42.68	0.7297	0.5861	0.1438	3.7515	0.7353	0.0056	0.6539	0.0758	0.7118	0.0179	0.7301	0.0084
11	41.73	0.7027	0.5762	0.1295	3.7312	0.7289	0.0253	0.6448	0.0579	0.7044	0.0017	0.7310	0.0203
12	41.41	0.6757	0.5726	0.1031	3.7236	0.7252	0.0495	0.6414	0.0343	0.7016	0.0268	0.7282	0.0526
13	31.68	0.6486	0.4575	0.1912	3.4532	0.6184	0.0303	0.5252	0.1234	0.6089	0.0486	0.6233	0.0254
14	31.68	0.6216	0.4874	0.1542	3.4531	0.6183	0.0033	0.5252	0.0964	0.6089	0.0216	0.6232	0.0016
15	31.33	0.5946	0.4544	0.1402	3.4447	0.6148	0.0202	0.5218	0.0728	0.5968	0.0022	0.6198	0.0252
16	30.92	0.5676	0.4495	0.1191	3.4313	0.6092	0.0416	0.5164	0.0511	0.5917	0.0241	0.6142	0.0466
17	29.34	0.5405	0.4311	0.1095	3.3788	0.5869	0.0463	0.4958	0.0447	0.5717	0.0312	0.5901	0.0516
18	27.87	0.5135	0.4141	0.0994	3.3275	0.5648	0.0613	0.4763	0.0372	0.5522	0.0387	0.5702	0.0667
19	23.82	0.4865	0.3682	0.1183	3.1704	0.4962	0.0097	0.4212	0.0653	0.4932	0.0067	0.5018	0.0154
20	23.45	0.4595	0.3641	0.0953	3.1549	0.4894	0.0299	0.4161	0.0433	0.4874	0.0280	0.4950	0.0355
21	22.96	0.4324	0.3587	0.0738	3.1336	0.4800	0.0476	0.4093	0.0231	0.4796	0.0472	0.4857	0.0532
22	22.51	0.4054	0.3537	0.0517	3.1158	0.4714	0.0660	0.4031	0.0023	0.4723	0.0669	0.4770	0.0716
23	19.29	0.3784	0.3181	0.0802	2.9649	0.4027	0.0243	0.3571	0.0213	0.4153	0.0369	0.4079	0.0295
24	18.88	0.3514	0.3056	0.0457	2.8904	0.3755	0.0241	0.3484	0.0110	0.3928	0.0415	0.3803	0.0290
25	16.88	0.3243	0.2933	0.0319	2.8213	0.3471	0.0227	0.3237	0.0006	0.3694	0.0459	0.3515	0.0272
26	16.23	0.2973	0.2876	0.0097	2.7870	0.3333	0.0360	0.3158	0.0186	0.3579	0.0686	0.3375	0.0402
27	14.51	0.2703	0.2705	0.0002	2.6750	0.2898	0.0195	0.2924	0.0221	0.3217	0.0514	0.2931	0.0229
28	10.48	0.2432	0.2326	0.0106	2.3458	0.1819	0.0622	0.2387	0.0045	0.2261	0.0171	0.1816	0.0916
29	10.36	0.2162	0.2315	0.0153	2.3379	0.1776	0.0386	0.2371	0.0209	0.2229	0.0067	0.1781	0.0381
30	10.29	0.1892	0.2308	0.0415	2.3307	0.1756	0.0136	0.2362	0.0470	0.2210	0.0318	0.1760	0.0132
31	7.33	0.1622	0.2052	0.0430	1.9924	0.0961	0.0661	0.1991	0.0369	0.1379	0.0242	0.0943	0.0979
32	5.97	0.1351	0.2022	0.0570	1.9418	0.0869	0.0482	0.1947	0.0596	0.1268	0.0084	0.0849	0.0502
33	6.35	0.1081	0.1970	0.0889	1.8479	0.0757	0.0364	0.1872	0.0791	0.1068	0.0013	0.0694	0.0387
34	5.50	0.0811	0.1960	0.1091	1.7054	0.0527	0.0264	0.1773	0.0963	0.0784	0.0027	0.0501	0.0310
35	5.37	0.0541	0.1891	0.1350	1.6799	0.0497	0.0043	0.1757	0.1217	0.0735	0.0194	0.0471	0.0099
36	3.91	0.0270	0.1777	0.1506	1.3641	0.0230	0.0040	0.1593	0.1322	0.0662	0.0108	0.0207	0.0063

Tabla LVI

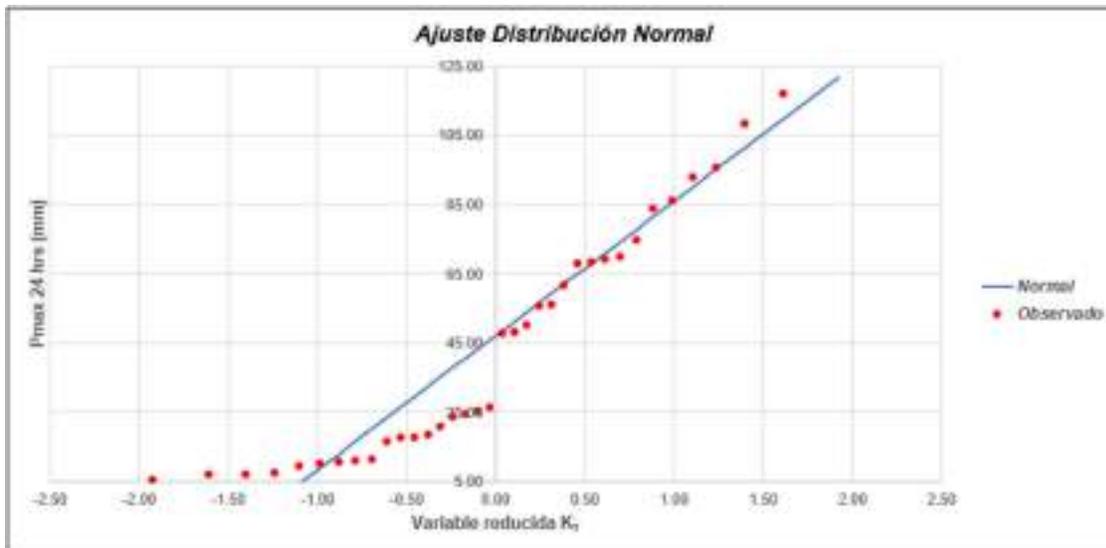
Precipitaciones máximas anuales en 24 horas E2.

T	P(X≤XT)	NORMAL		LOGNORMAL			EVI-GUMBEL		PEARSON III		LOG-PEARSON III			Pmax (mm)
		K _T	x _T	K _T	x _T	e ^λ x _T	K _T	x _T	K _T	x _T	K _T	x _T	e ^λ x _T	
5	0.8000	0.8416	63.73	0.8416	3.9449	51.67	0.7195	59.59	0.5770	54.76	0.8455	3.95	51.85	51.67
10	0.9000	1.2816	78.63	1.2816	4.3452	77.11	1.3046	79.41	1.2678	78.13	1.2721	4.34	76.45	77.11
30	0.9667	1.8309	97.34	1.8309	4.8479	127.47	2.1887	109.35	2.3965	116.39	1.8091	4.82	123.61	127.47
50	0.9900	2.6537	104.78	2.6537	5.0479	155.69	2.5923	123.02	2.9362	134.67	2.0079	5.01	149.33	155.69
100	0.9900	2.3263	114.01	2.3263	5.2959	199.52	3.1367	141.46	3.6828	169.96	2.2638	5.24	188.48	199.52

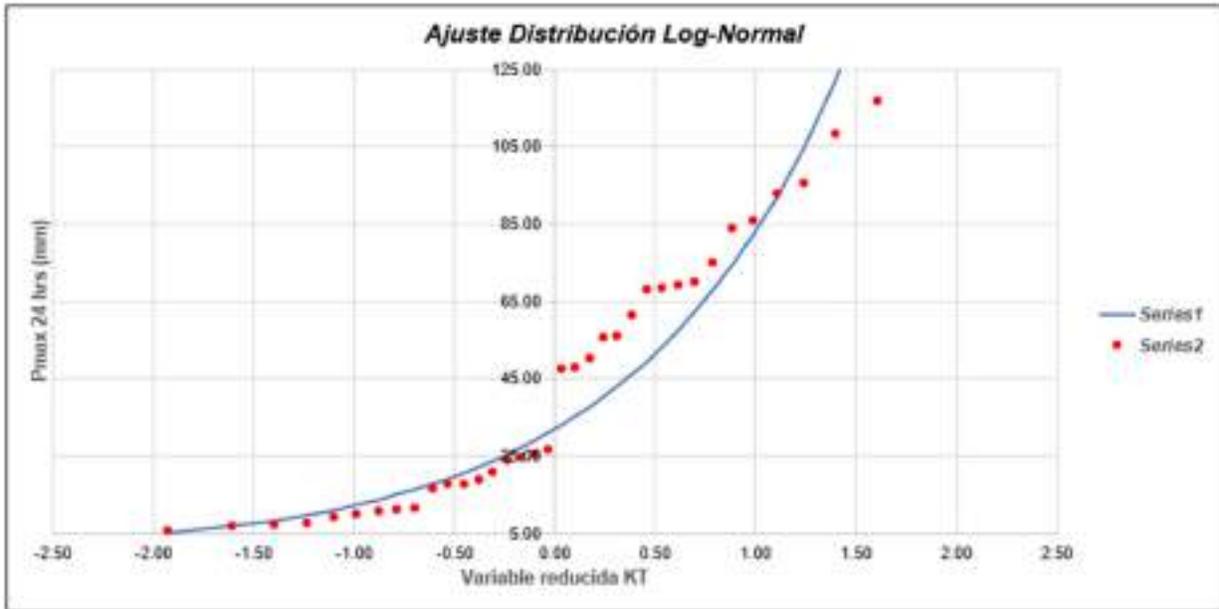
Tabla LVIII

Método de gráfica de distribución de probabilidades de la E3.

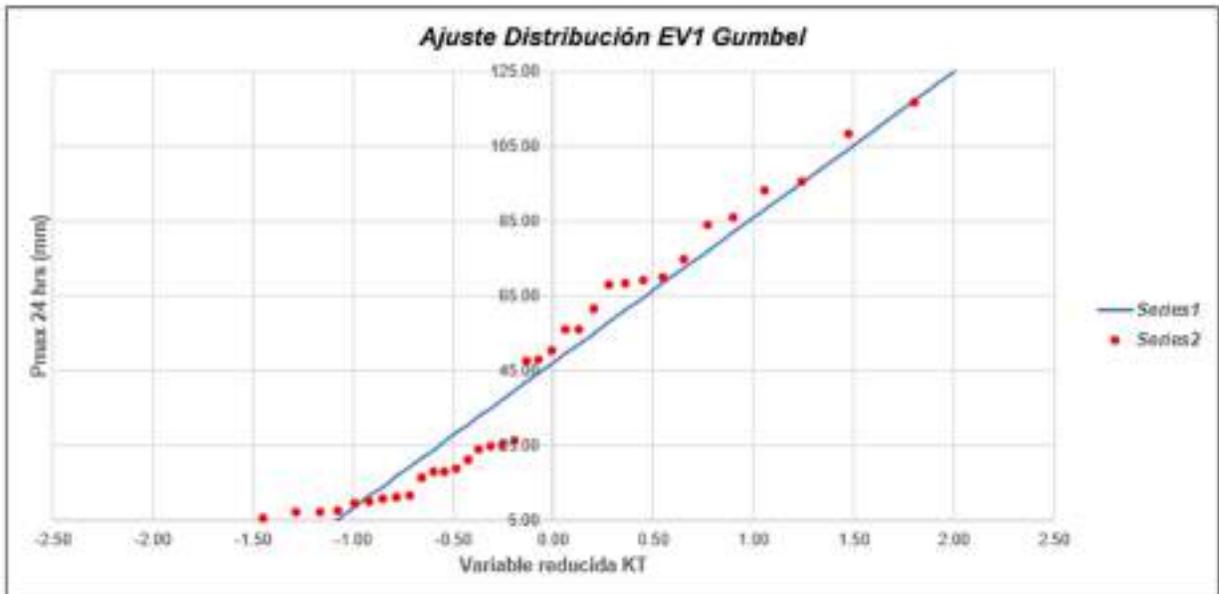
ESTACIÓN E1														
N	T	P(X<=x _T)	VALOR OBSERVADO		NORMAL		LOGNORMAL		EVI GUMBEL		PEARSON III		LOG-PEARSON III	
			P24	log[P24]	K _T	ESPERADO	K _T	ESPERADO						
1	37.00	2.71%	169.57	5.1274	1.9264	122.11	1.9264	202.42	2.3547	139.77	2.3496	139.57	1.8352	185.48
2	18.50	5.41%	117.04	4.7525	1.6068	109.67	1.6068	148.98	1.8034	117.32	1.8232	118.10	1.5525	141.43
3	12.33	8.11%	108.34	4.6853	1.3978	101.55	1.3978	121.93	1.4761	104.59	1.5040	105.48	1.3643	118.07
4	9.25	10.81%	95.68	4.5610	1.2367	95.28	1.2367	104.47	1.2403	95.42	1.2708	96.60	1.2172	102.53
5	7.40	13.51%	93.12	4.5338	1.1024	90.06	1.1024	91.85	1.0546	88.19	1.0849	89.37	1.0534	91.06
6	6.17	16.22%	86.13	4.4558	0.9856	85.51	0.9856	82.11	0.9004	82.20	0.9292	83.32	0.9647	82.05
7	5.29	18.92%	84.02	4.4311	0.8809	81.44	0.8809	74.27	0.7678	77.04	0.7944	78.07	0.8866	74.68
8	4.63	21.62%	75.00	4.3175	0.7850	77.71	0.7850	67.74	0.6510	72.49	0.6749	73.42	0.7962	68.47
9	4.11	24.32%	70.07	4.2495	0.6959	74.24	0.6959	62.19	0.5461	68.41	0.5670	69.23	0.7115	63.13
10	3.70	27.03%	69.15	4.2163	0.6120	70.98	0.6120	57.39	0.4505	64.69	0.4693	65.39	0.6314	58.46
11	3.36	29.73%	68.38	4.2250	0.5322	67.87	0.5322	53.16	0.3622	61.26	0.3759	61.83	0.5548	54.32
12	3.08	32.43%	69.18	4.2222	0.4556	64.89	0.4556	49.39	0.2801	58.06	0.2915	58.51	0.4809	50.60
13	2.85	35.14%	61.75	4.1231	0.3817	62.02	0.3817	44.01	0.2028	55.06	0.2110	55.38	0.4091	47.24
14	2.64	37.84%	56.26	4.0300	0.3097	59.22	0.3097	42.95	0.1297	52.21	0.1347	52.41	0.3389	44.16
15	2.47	40.54%	55.96	4.0246	0.2394	56.48	0.2394	48.14	0.0600	49.50	0.0619	49.58	0.2700	41.34
16	2.31	43.24%	50.37	3.9194	0.1702	53.79	0.1702	37.57	-0.0068	46.90	-0.0079	46.86	0.2019	38.73
17	2.18	45.96%	49.17	3.8748	0.1018	51.13	0.1018	35.18	-0.0712	44.40	-0.0753	44.24	0.1343	36.29
18	2.06	48.65%	47.73	3.8656	0.0339	48.49	0.0339	32.96	-0.1337	41.97	-0.1406	41.70	0.0668	34.02
19	1.95	51.35%	26.57	3.2799	-0.0339	45.85	-0.0339	30.89	-0.1945	39.60	-0.2041	39.23	-0.0008	31.88
20	1.85	54.05%	25.41	3.2352	-0.1018	43.21	-0.1018	28.94	-0.2540	37.29	-0.2662	36.81	-0.0689	29.87
21	1.76	56.76%	24.70	3.2066	-0.1702	40.55	-0.1702	27.10	-0.3125	35.01	-0.3271	34.44	-0.1377	27.96
22	1.68	59.46%	23.97	3.1766	-0.2394	37.86	-0.2394	25.36	-0.3704	32.76	-0.3872	32.11	-0.2077	26.15
23	1.61	62.16%	21.10	3.0492	-0.3097	35.12	-0.3097	23.71	-0.4278	30.53	-0.4467	29.79	-0.2792	24.41
24	1.54	64.86%	19.83	2.9353	-0.3817	32.32	-0.3817	22.13	-0.4851	28.30	-0.5058	27.49	-0.3520	22.75
25	1.48	67.57%	18.01	2.8308	-0.4556	29.44	-0.4556	20.61	-0.5426	26.06	-0.5648	25.20	-0.4285	21.16
26	1.42	70.27%	17.94	2.8068	-0.5322	26.47	-0.5322	19.15	-0.6006	23.80	-0.6241	22.89	-0.5074	19.61
27	1.37	72.97%	16.61	2.8101	-0.6120	23.36	-0.6120	17.74	-0.6596	21.51	-0.6840	20.56	-0.5901	18.12
28	1.32	75.68%	11.52	2.4439	-0.6959	20.10	-0.6959	16.37	-0.7200	19.16	-0.7449	18.19	-0.6775	16.66
29	1.28	78.38%	11.14	2.4107	-0.7850	16.63	-0.7850	15.03	-0.7824	16.73	-0.8072	15.77	-0.7708	15.24
30	1.23	81.08%	10.85	2.3841	-0.8809	12.90	-0.8809	13.71	-0.8476	14.20	-0.8716	13.26	-0.8718	13.83
31	1.19	83.78%	10.20	2.3221	-0.9856	8.83	-0.9856	12.40	-0.9166	11.51	-0.9390	10.64	-0.9629	12.43
32	1.16	86.49%	9.49	2.2498	-1.1024	4.28	-1.1024	11.09	-0.9911	8.61	-1.0105	7.86	-1.1076	11.03
33	1.12	89.19%	7.66	2.0361	-1.2367	-0.94	-1.2367	9.75	-1.0735	5.41	-1.0879	4.85	-1.2521	5.60
34	1.09	91.89%	7.30	1.9873	-1.3978	-7.21	-1.3978	8.35	-1.1683	1.72	-1.1747	1.47	-1.4273	8.12
35	1.06	94.59%	7.13	1.9638	-1.6068	-15.34	-1.6068	6.83	-1.2850	-2.82	-1.2772	-2.52	-1.6570	6.51
36	1.03	97.30%	5.76	1.7503	-1.9264	-27.77	-1.9264	5.03	-1.4511	-9.28	-1.4137	-7.83	-2.0143	4.62



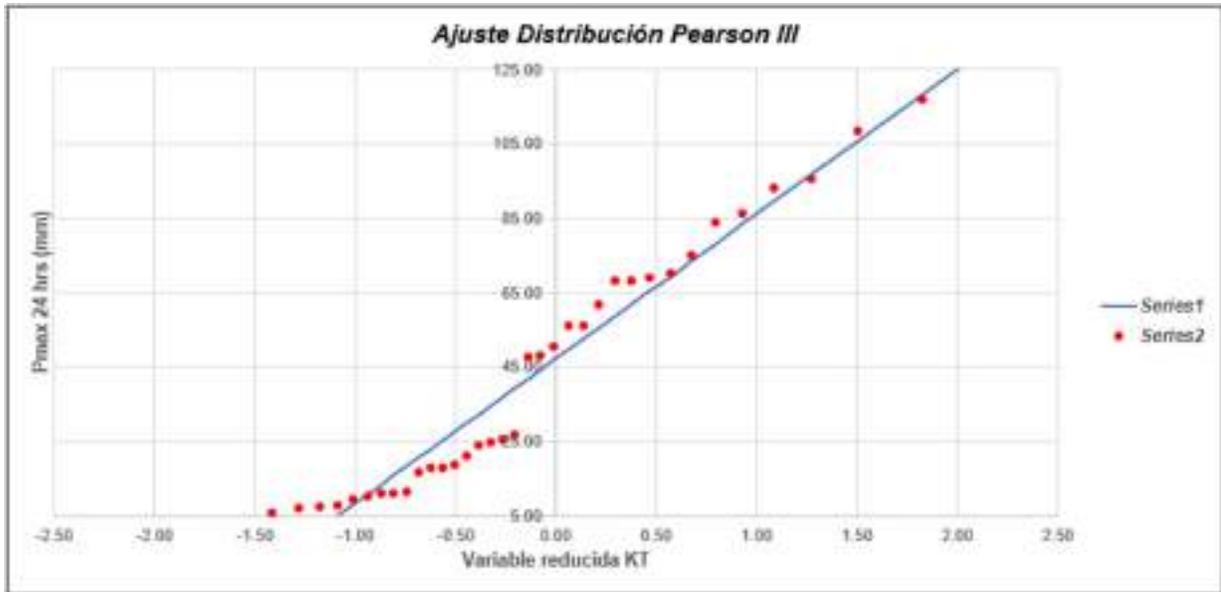
Gráfica 17: Ajuste de Distribución Normal E3.



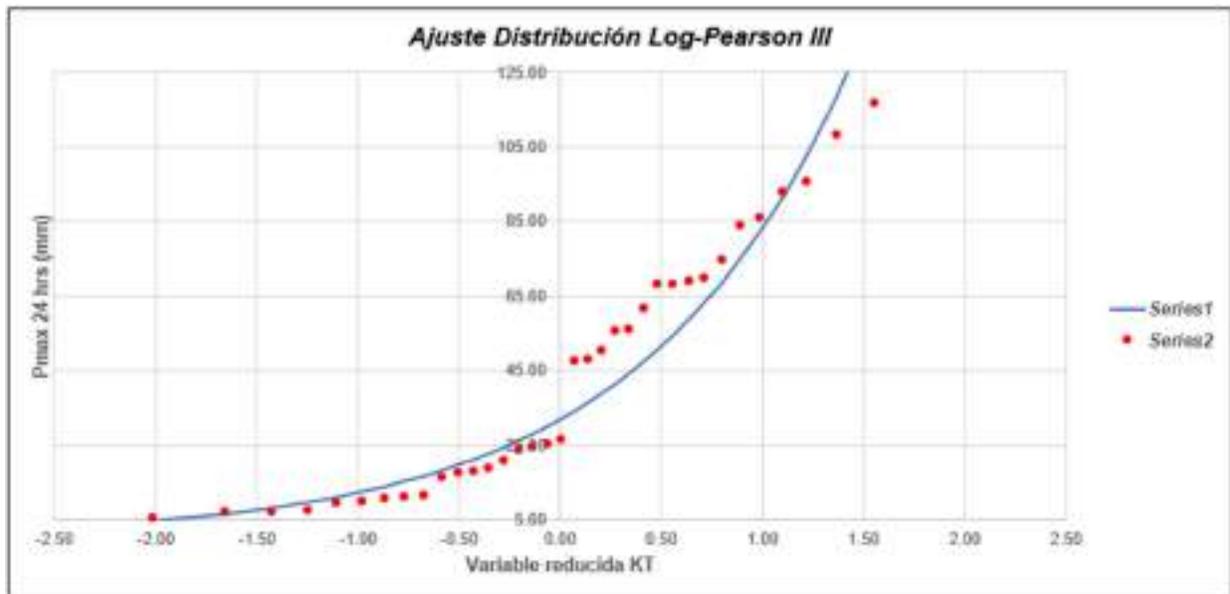
Gráfica 18: Ajuste de Distribución Long-Normal E3.



Gráfica 19: Ajuste de Distribución EV1 Gumbel E3.



Gráfica 20: Ajuste de Distribución Pearson III E3.



Gráfica 21: Ajuste de Distribución Log - Pearson III E3.

Tabla LIX

Método de Kolmogorov-Smirnov E3.

n	x ₀	F _i (x ₀)	NORMAL		LOG-NORMAL			EVI-GUMBEL		PEARSON III		LOG PEARSON III	
			F(x ₀) Normal	Δ _{KOLMOV}	y ₀ =log(x ₀)	F(y ₀) Log Normal	Δ _{LOG-NORMAL}	F(x ₀) EVI Gumbel	Δ _{EVI-GUMBEL}	F(x ₀) Pearson III	Δ _{PEARSON III}	F(y ₀) LogPearson III	Δ _{LOG-PEARSON III}
1	158.57	0.9730	0.9991	1.0261	5.1274	0.9587	0.0143	0.9898	0.0168	0.9907	0.0178	0.9533	1.0197
2	117.04	0.9459	0.9638	1.0178	4.7625	0.9121	0.0336	0.9455	0.0605	0.9436	0.0223	0.9085	1.0375
3	108.34	0.9189	0.9421	1.0232	4.6953	0.8888	0.0201	0.9289	0.0491	0.9258	0.0361	0.8957	1.0232
4	105.88	0.8919	0.8928	1.0079	4.5610	0.8739	0.0180	0.8928	0.0109	0.8878	0.0040	0.8722	1.0196
5	103.12	0.8649	0.8812	1.0164	4.5338	0.8679	0.0831	0.8839	0.0190	0.8787	0.0138	0.8667	1.0018
6	101.13	0.8378	0.8417	1.0039	4.4558	0.8498	0.0119	0.8561	0.0182	0.8508	0.0121	0.8406	1.0118
7	84.02	0.8108	0.8283	1.0175	4.4311	0.8435	0.0328	0.8463	0.0357	0.8403	0.0254	0.8439	1.0331
8	75.06	0.7838	0.7629	1.0209	4.3175	0.8135	0.0298	0.7991	0.0153	0.7924	0.0086	0.8157	1.0319
9	70.07	0.7568	0.7219	1.0348	4.2456	0.7939	0.0372	0.7689	0.0113	0.7616	0.0048	0.7972	1.0405
10	69.15	0.7297	0.7140	1.0157	4.2363	0.7900	0.0503	0.7619	0.0321	0.7555	0.0257	0.7935	1.0538
11	68.38	0.7027	0.7072	1.0045	4.2250	0.7866	0.0839	0.7565	0.0538	0.7502	0.0475	0.7903	1.0876
12	68.18	0.6757	0.7055	1.0298	4.2222	0.7857	0.1101	0.7552	0.0795	0.7489	0.0732	0.7895	1.1139
13	61.75	0.6486	0.6461	1.0025	4.1251	0.7544	0.1058	0.7067	0.0581	0.7016	0.0530	0.7600	1.1113
14	56.20	0.6216	0.5924	1.0292	4.0300	0.7229	0.1112	0.6594	0.0380	0.6562	0.0346	0.7301	1.1085
15	55.96	0.5946	0.5884	1.0052	4.0246	0.7210	0.1264	0.6593	0.0423	0.6536	0.0590	0.7283	1.1337
16	50.37	0.5676	0.5328	1.0398	3.9794	0.6830	0.1154	0.6034	0.0168	0.6025	0.0349	0.6921	1.1245
17	48.17	0.5405	0.5183	1.0303	3.8748	0.6682	0.1267	0.5809	0.0403	0.5811	0.0406	0.6760	1.1354
18	47.73	0.5135	0.5058	1.0078	3.8656	0.6627	0.1492	0.5763	0.0428	0.5767	0.0832	0.6726	1.1591
19	36.57	0.4865	0.2962	1.1883	3.7799	0.4043	0.0822	0.3305	0.1560	0.3424	0.1441	0.4369	1.0496
20	25.41	0.4595	0.2880	1.1715	3.7052	0.4062	0.0539	0.3165	0.1430	0.3287	0.1307	0.4183	1.0411
21	24.70	0.4324	0.2817	1.1507	3.2066	0.3947	0.0378	0.3079	0.1245	0.3203	0.1121	0.4065	1.0259
22	23.97	0.4054	0.2754	1.1300	3.1766	0.3827	0.0227	0.2992	0.1062	0.3118	0.0936	0.3942	1.0112
23	21.10	0.3784	0.2514	1.1270	3.0452	0.3331	0.0453	0.2655	0.1129	0.2784	0.1000	0.3430	1.0354
24	18.83	0.3514	0.2331	1.1182	2.9353	0.2911	0.0602	0.2395	0.1119	0.2523	0.0991	0.2990	1.0523
25	18.01	0.3243	0.2267	1.0976	2.8908	0.2754	0.0489	0.2303	0.0940	0.2438	0.0914	0.2825	1.0418
26	17.94	0.2973	0.2262	1.0711	2.8968	0.2740	0.0239	0.2295	0.0678	0.2422	0.0551	0.2810	1.0163
27	16.61	0.2703	0.2161	1.0542	2.8101	0.2481	0.0222	0.2149	0.0554	0.2273	0.0430	0.2536	1.0167
28	11.52	0.2432	0.1797	1.0635	2.4439	0.1440	0.0192	0.1622	0.0810	0.1723	0.0709	0.1425	1.0007
29	11.14	0.2162	0.1772	1.0390	2.4107	0.1363	0.0709	0.1588	0.0576	0.1685	0.0478	0.1343	1.0618
30	10.85	0.1892	0.1753	1.0139	2.3841	0.1303	0.0589	0.1558	0.0334	0.1655	0.0237	0.1279	1.0613
31	10.20	0.1622	0.1710	1.0088	2.3221	0.1171	0.0451	0.1496	0.0126	0.1589	0.0033	0.1138	1.0483
32	9.49	0.1351	0.1664	1.0312	2.2458	0.1030	0.0322	0.1439	0.0079	0.1518	0.0168	0.0988	1.0364
33	7.86	0.1081	0.1549	1.0468	2.0361	0.0684	0.0397	0.1268	0.0187	0.1341	0.0260	0.0625	1.0457
34	7.30	0.0811	0.1527	1.0716	1.9873	0.0619	0.0191	0.1236	0.0426	0.1306	0.0496	0.0558	1.0253
35	7.13	0.0541	0.1517	1.0976	1.9638	0.0590	0.0050	0.1222	0.0681	0.1291	0.0750	0.0528	1.0013
36	5.76	0.0270	0.1425	1.1165	1.7503	0.0371	0.0100	0.1109	0.0839	0.1165	0.0895	0.0307	1.0037

n	36	Distribución	Normal	Log-Normal	EVI-Gumbel	Pearson III	LogPearson III
Significación	0.10	Δ _{KOL}	1.1882	0.1492	0.1560	0.1441	1.1591
Crítico	0.2040		Si se ajusta				
		Mejor Ajuste	5	2	3	1	4

Tabla LX

Precipitaciones máximas anuales en 24 horas E3.

T	P(XsXT)	NORMAL		LOGNORMAL			EVI-GUMBEL		PEARSON III		LOG-PEARSON III			Pmax (mm)
		K _T	x _T	K _T	x _T	e ^A x _T	K _T	x _T	K _T	x _T	K _T	x _T	e ^A x _T	
5	0.8000	0.8416	79.9093	0.8416	4.27	71.5228	0.7195	75.16	0.7450	76.1517	0.8496	4.28	72.07	76.15
10	0.9000	1.2816	97.0233	1.2816	4.69	109.0629	1.3046	97.92	1.3346	99.0880	1.2583	4.67	106.66	99.09
30	0.9667	1.8339	118.5112	1.8339	5.22	185.2415	2.1887	132.31	2.1925	132.4594	1.7541	5.15	171.59	132.46
50	0.9800	2.0537	127.0632	2.0537	5.43	228.7179	2.5923	148.01	2.5725	147.2421	1.9451	5.33	206.29	147.24
100	0.9900	2.3263	137.6677	2.3263	5.69	297.0662	3.1367	169.19	3.0757	166.8178	2.1801	5.55	258.19	166.82

Tabla LXI

Data de precipitación máxima en 24 horas de la E4.

ESTACIÓN E4			
N°	Año	P24 (mm)	Log(P24)
1	1981	44.71	3.8003
2	1982	40.66	3.7053
3	1983	38.94	3.6620
4	1984	21.49	3.0677
5	1985	13.55	2.6063
6	1986	12.41	2.5185
7	1987	27.89	3.3281
8	1988	23.15	3.1419
9	1989	17.30	2.8506
10	1990	27.26	3.3053
11	1991	18.71	2.9291
12	1992	17.84	2.8814
13	1993	37.29	3.6188
14	1994	57.66	4.0546
15	1995	38.62	3.6537
16	1996	27.17	3.3019
17	1997	30.72	3.4249
18	1998	53.21	3.9742
19	1999	36.74	3.6038
20	2000	55.22	4.0114
21	2001	35.63	3.5731
22	2002	60.88	4.1089
23	2003	19.30	2.9603
24	2004	20.24	3.0076
25	2005	36.35	3.5931
26	2006	51.25	3.9368
27	2007	35.39	3.5666
28	2008	39.45	3.6750
29	2009	53.76	3.9846
30	2010	73.42	4.2962
31	2011	43.86	3.7811
32	2012	43.64	3.7761
33	2013	21.10	3.0491
34	2014	18.65	2.9261
35	2015	46.06	3.8299
36	2016	73.61	4.2988

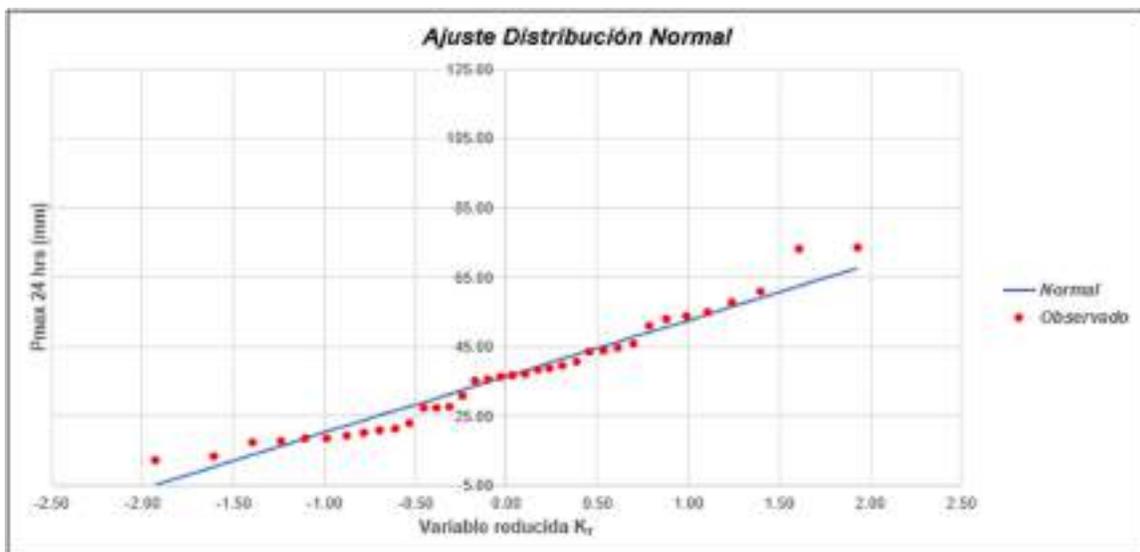
Ordenar de Mayor a Menor		
73.61		
73.42		
60.88		
57.66		
55.22		
53.76		
53.21		
51.25		
46.06		
44.71		
43.86		
43.64		
40.66		
39.45		
38.94		
38.62		
37.29		
36.74		
36.35		
35.63		
35.39		
30.72		
27.89		
27.26		
27.17		
23.15		
21.49		
21.10		
20.24		
19.30		
18.71		
18.65		
17.84		
17.30		
13.55		
12.41		

Cantidad de datos n	36	36
Máximo	73.61	4.30
Mínimo	12.41	2.52
Promedio \bar{x}	36.48	3.49
Desviación Estandar S	16.19	0.47
Coefficiente de Asimetría Cs	0.5405	-0.2755

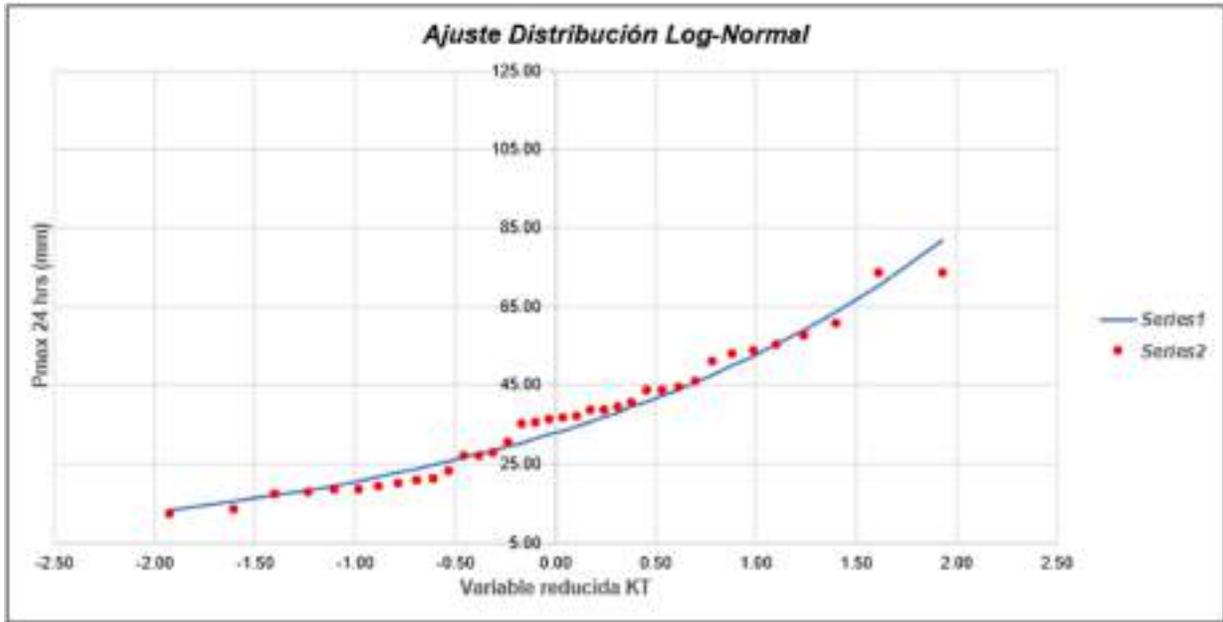
Tabla LXII

Método de gráfica de distribución de probabilidades de la E4.

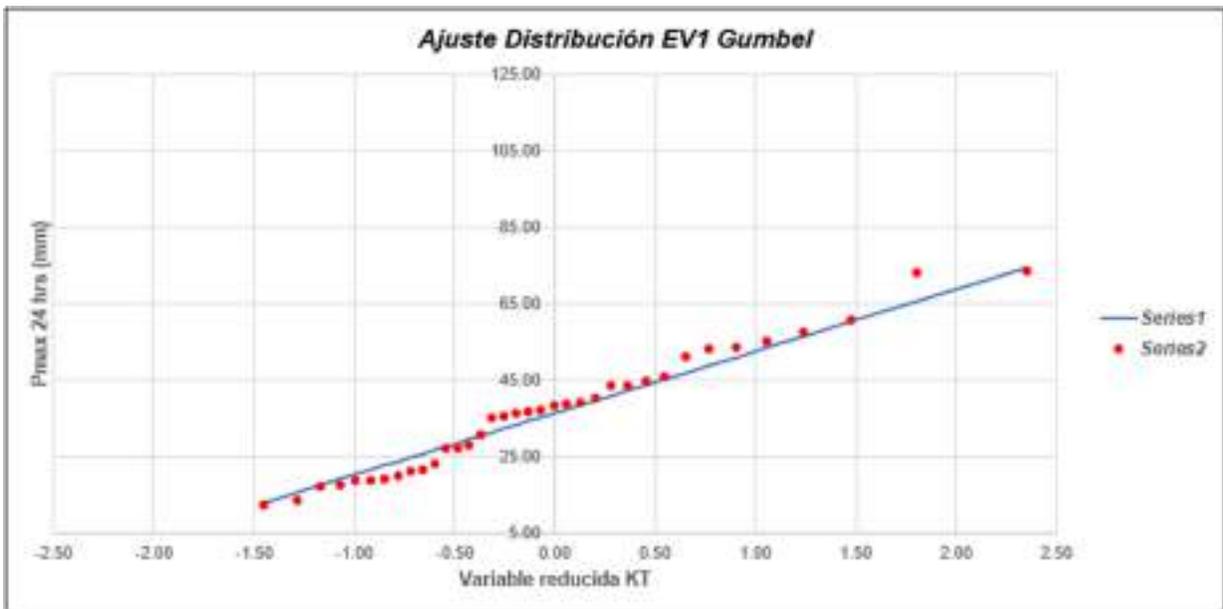
ESTACION E4														
N	T	P(x<X _i)	VALOR OBSERVADO		NORMAL		LOGNORMAL		EV1 GUMBEL		PEARSON III		LOG-PEARSON III	
			P24	log(P24)	K _T	ESPERADO	K _T	ESPERADO						
1	37.00	2.70%	73.61	4.2988	1.3264	67.66	1.9264	81.62	2.3547	74.59	2.1568	71.39	1.7991	76.87
2	18.50	5.41%	73.42	4.2962	1.6068	62.49	1.6068	70.21	1.8034	65.67	1.7333	64.53	1.5304	67.73
3	12.33	8.11%	60.88	4.1089	1.3978	59.10	1.3978	63.63	1.4761	60.37	1.4679	60.24	1.3602	62.21
4	9.25	10.81%	57.66	4.0546	1.2367	56.49	1.2367	58.98	1.2403	56.55	1.2691	57.02	1.2085	58.20
5	7.40	13.51%	55.22	4.0114	1.1024	54.32	1.1024	55.36	1.0546	53.55	1.1075	54.40	1.0889	55.01
6	6.17	16.22%	53.76	3.9848	0.9856	52.43	0.9856	52.40	0.9004	51.05	0.9697	52.17	0.9834	52.34
7	5.29	18.92%	53.21	3.9742	0.8809	50.74	0.8809	49.87	0.7678	48.91	0.8485	50.21	0.8879	50.04
8	4.63	21.62%	51.25	3.9368	0.7850	49.18	0.7850	47.67	0.6510	47.01	0.7394	48.44	0.7997	48.00
9	4.11	24.32%	48.06	3.8299	0.6959	47.74	0.6959	45.71	0.5461	45.32	0.6395	46.83	0.7168	46.17
10	3.70	27.03%	44.71	3.8003	0.6120	46.38	0.6120	43.94	0.4505	43.77	0.5468	45.33	0.6382	44.49
11	3.36	29.73%	43.86	3.7811	0.5322	45.09	0.5322	42.32	0.3622	42.34	0.4600	43.92	0.5629	42.94
12	3.08	32.43%	43.64	3.7761	0.4556	43.85	0.4556	40.82	0.2801	41.01	0.3777	42.99	0.4901	41.49
13	2.85	35.14%	40.66	3.7053	0.3817	42.65	0.3817	39.42	0.2028	39.76	0.2993	41.32	0.4193	40.13
14	2.64	37.84%	39.45	3.6750	0.3097	41.49	0.3097	38.11	0.1297	38.58	0.2240	40.10	0.3499	38.84
15	2.47	40.54%	38.94	3.6620	0.2394	40.35	0.2394	36.87	0.0600	37.45	0.1513	38.93	0.2816	37.61
16	2.31	43.24%	38.62	3.6537	0.1702	39.23	0.1702	35.68	-0.0068	36.37	0.0807	37.78	0.2140	36.43
17	2.18	45.95%	37.29	3.6188	0.1018	38.12	0.1018	34.55	-0.0712	35.32	0.0117	36.67	0.1467	35.29
18	2.06	48.65%	36.74	3.6038	0.0339	37.02	0.0339	33.46	-0.1337	34.31	-0.0559	35.57	0.0795	34.19
19	1.95	51.35%	36.35	3.5931	-0.0339	35.93	-0.0339	32.41	-0.1945	33.33	-0.1226	34.49	0.0120	33.12
20	1.85	54.05%	35.63	3.5731	-0.1018	34.83	-0.1018	31.39	-0.2540	32.36	-0.1886	33.42	-0.0560	32.08
21	1.76	56.76%	35.39	3.5666	-0.1702	33.72	-0.1702	30.40	-0.3125	31.42	-0.2542	32.36	-0.1250	31.05
22	1.68	59.46%	30.72	3.4249	-0.2394	32.60	-0.2394	29.42	-0.3704	30.48	-0.3198	31.30	-0.1952	30.04
23	1.61	62.16%	27.89	3.3281	-0.3097	31.46	-0.3097	28.46	-0.4278	29.55	-0.3856	30.23	-0.2670	29.04
24	1.54	64.86%	27.26	3.3053	-0.3817	30.30	-0.3817	27.51	-0.4851	28.62	-0.4520	29.16	-0.3410	28.05
25	1.48	67.57%	27.17	3.3019	-0.4556	29.10	-0.4556	26.57	-0.5426	27.69	-0.5193	28.07	-0.4175	27.05
26	1.42	70.27%	23.15	3.1419	-0.5322	27.86	-0.5322	25.63	-0.6006	26.75	-0.5880	26.96	-0.4972	26.06
27	1.37	72.97%	21.49	3.0677	-0.6120	26.57	-0.6120	24.69	-0.6596	25.80	-0.6586	25.81	-0.5809	25.05
28	1.32	75.68%	21.10	3.0491	-0.6959	25.21	-0.6959	23.73	-0.7200	24.82	-0.7316	24.63	-0.6696	24.02
29	1.28	78.38%	20.24	3.0076	-0.7850	23.77	-0.7850	22.75	-0.7824	23.81	-0.8079	23.40	-0.7645	22.97
30	1.23	81.08%	19.30	2.9603	-0.8809	22.22	-0.8809	21.75	-0.8476	22.76	-0.8885	22.09	-0.8674	21.89
31	1.19	83.78%	18.71	2.9291	-0.9856	20.52	-0.9856	20.70	-0.9168	21.64	-0.9748	20.70	-0.9808	20.75
32	1.16	86.49%	18.65	2.9261	-1.1024	18.63	-1.1024	19.59	-0.9911	20.43	-1.0690	19.17	-1.1086	19.54
33	1.12	89.19%	17.84	2.8814	-1.2367	16.46	-1.2367	18.39	-1.0735	19.10	-1.1745	17.46	-1.2570	18.22
34	1.09	91.89%	17.30	2.8506	-1.3978	13.85	-1.3978	17.05	-1.1693	17.56	-1.2974	15.47	-1.4376	16.73
35	1.06	94.59%	13.55	2.6083	-1.6068	10.47	-1.6068	15.45	-1.2850	15.88	-1.4507	12.99	-1.6754	14.96
36	1.03	97.30%	12.41	2.5185	-1.9264	5.29	-1.9264	13.29	-1.4511	12.99	-1.6724	9.40	-2.0475	12.55



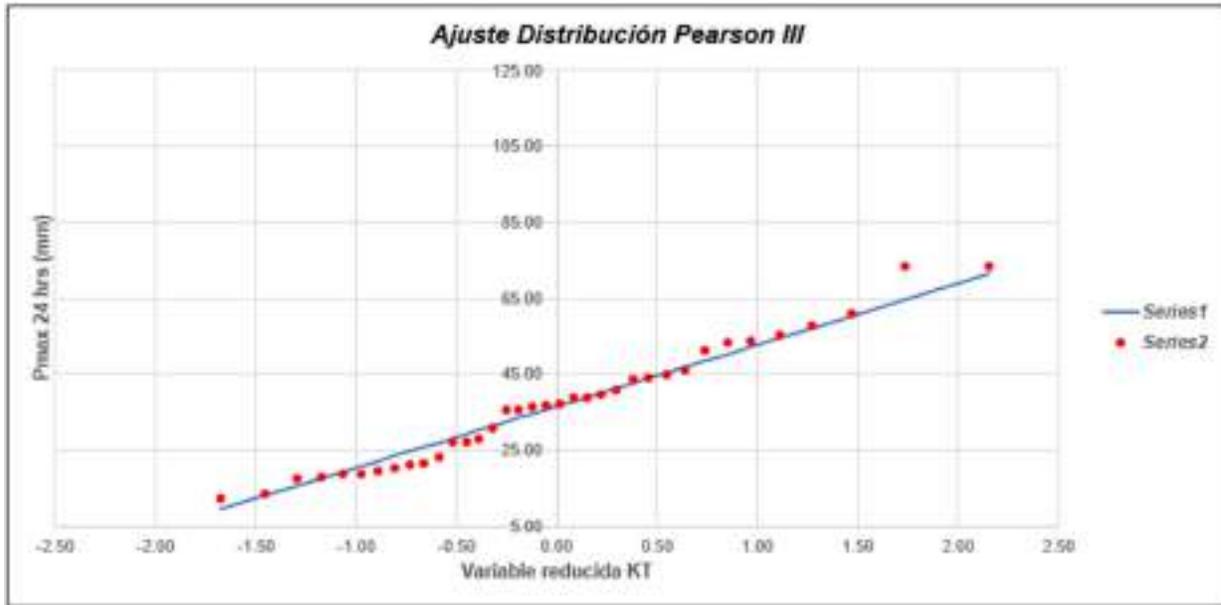
Gráfica 22: Ajuste de Distribución Normal E4.



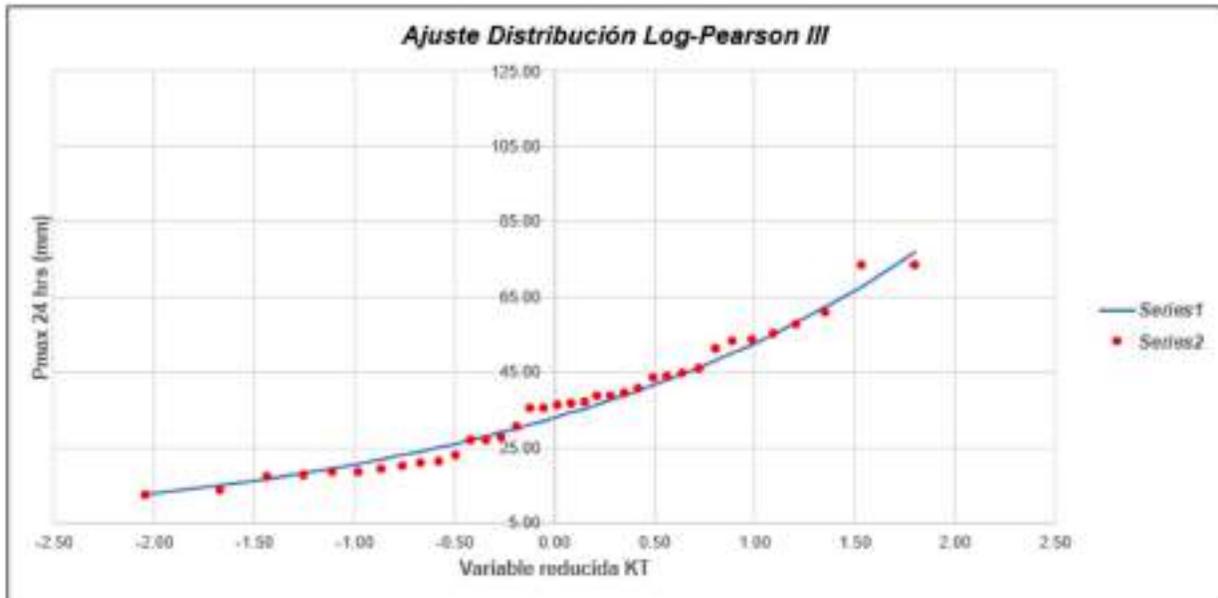
Gráfica 23: Ajuste de Distribución Long-Normal E4.



Gráfica 24: Ajuste de Distribución EV1 Gumbel E4.



Gráfica 25: Ajuste de Distribución Pearson III E4.



Gráfica 26: Ajuste de Distribución Log - Pearson III E4.

Tabla LXIII

Método de Kolmogorov-Smirnov E4.

m	x _m	F ₀ (x _m)	NORMAL		LOG-NORMAL			EVI-GUMBEL		PEARSON III		LOG PEARSON III	
			F(x _m) Normal	Δ _{Normal}	Y _m =log(x _m)	F(Y _m) Log Normal	Δ _{Log Normal}	F(x _m) EVI Gumbel	Δ _{EVI-Gumbel}	F(x _m) Pearson III	Δ _{Pearson III}	F(x _m) LogPearson III	Δ _{LogPearson III}
1	73.61	0.9730	0.9891	0.0161	4.2688	0.9561	0.0159	6.9708	0.0621	0.9787	0.0067	0.9489	0.0241
2	73.42	0.9459	0.9888	0.0428	4.2062	0.9556	0.0097	6.9704	0.0244	0.9782	0.0323	0.9484	0.0026
3	60.88	0.9189	0.9342	0.0152	4.1089	0.9639	0.0150	6.9220	0.0631	0.9234	0.0045	0.8995	0.0194
4	57.66	0.8919	0.9647	0.0128	4.0546	0.8827	0.0091	6.9005	0.0066	0.8976	0.0067	0.8800	0.0119
5	55.22	0.8649	0.8766	0.0117	4.0134	0.8637	0.0011	6.8806	0.0158	0.8736	0.0087	0.8625	0.0023
6	53.76	0.8378	0.8572	0.0194	3.9846	0.8509	0.0131	6.8670	0.0292	0.8572	0.0194	0.8508	0.0129
7	53.21	0.8108	0.8494	0.0386	3.9742	0.8457	0.0349	6.8615	0.0507	0.8596	0.0396	0.8461	0.0352
8	51.25	0.7838	0.8194	0.0356	3.9368	0.8261	0.0423	6.8402	0.0564	0.8253	0.0415	0.8281	0.0443
9	48.06	0.7568	0.7230	0.0337	3.8299	0.7617	0.0050	6.7689	0.0121	0.7428	0.0140	0.7489	0.0122
10	44.71	0.7297	0.6946	0.0352	3.8003	0.7418	0.0121	6.7465	0.0168	0.7179	0.0119	0.7505	0.0208
11	43.68	0.7027	0.6760	0.0287	3.7811	0.7285	0.0258	6.7315	0.0288	0.7013	0.0074	0.7382	0.0355
12	43.64	0.6757	0.6710	0.0046	3.7761	0.7249	0.0433	6.7275	0.0518	0.6959	0.0213	0.7249	0.0592
13	40.66	0.6486	0.6621	0.0466	3.7053	0.6727	0.0241	6.6683	0.0197	0.6340	0.0146	0.6858	0.0373
14	39.45	0.6216	0.5728	0.0488	3.6790	0.6492	0.0275	6.6417	0.0201	0.6096	0.0150	0.6436	0.0420
15	38.94	0.5946	0.5604	0.0342	3.6620	0.6389	0.0443	6.6300	0.0356	0.5948	0.0002	0.6538	0.0592
16	38.62	0.5676	0.5526	0.0150	3.6537	0.6322	0.0647	6.6226	0.0550	0.5873	0.0197	0.6475	0.0799
17	37.29	0.5405	0.5201	0.0295	3.6188	0.6040	0.0635	6.5908	0.0602	0.5558	0.0152	0.6203	0.0798
18	36.74	0.5135	0.5065	0.0070	3.6038	0.5917	0.0792	6.5770	0.0636	0.5424	0.0283	0.6085	0.0950
19	36.36	0.4865	0.4968	0.0183	3.6031	0.5829	0.0904	6.5671	0.0806	0.5328	0.0463	0.5999	0.1134
20	35.63	0.4595	0.4790	0.0196	3.5731	0.5662	0.1057	6.5485	0.0890	0.5150	0.0566	0.5837	0.1242
21	35.39	0.4324	0.4734	0.0439	3.5666	0.5606	0.1283	6.5424	0.1100	0.5092	0.0788	0.5786	0.1459
22	30.72	0.4054	0.3611	0.0443	3.4249	0.4413	0.0359	6.4124	0.0670	0.3910	0.0144	0.4591	0.0537
23	27.89	0.3784	0.2978	0.0886	3.3291	0.3619	0.0184	6.3299	0.0485	0.3202	0.0581	0.3771	0.0012
24	27.26	0.3514	0.2845	0.0669	3.3063	0.3439	0.0074	6.3157	0.0396	0.3049	0.0464	0.3582	0.0069
25	27.17	0.3243	0.2826	0.0417	3.3019	0.3413	0.0170	6.3091	0.0152	0.3027	0.0216	0.3555	0.0312
26	23.16	0.2973	0.2852	0.0921	3.1479	0.2271	0.0702	6.1991	0.0862	0.2113	0.0660	0.2128	0.0045
27	21.49	0.2703	0.1773	0.0930	3.0677	0.1624	0.0878	6.1588	0.1115	0.1777	0.0526	0.1840	0.0863
28	21.10	0.2432	0.1710	0.0722	3.0491	0.1722	0.0710	6.1497	0.0936	0.1701	0.0732	0.1727	0.0705
29	20.24	0.2162	0.1579	0.0583	3.0076	0.1567	0.0656	6.1390	0.0852	0.1541	0.0621	0.1490	0.0672
30	19.30	0.1892	0.1444	0.0448	2.9603	0.1284	0.0608	6.1120	0.0771	0.1377	0.0515	0.1245	0.0546
31	18.71	0.1622	0.1362	0.0259	2.9291	0.1150	0.0471	6.1009	0.0613	0.1278	0.0344	0.1099	0.0522
32	18.66	0.1351	0.1355	0.0083	2.9061	0.1138	0.0214	6.0998	0.0353	0.1258	0.0083	0.1086	0.0266
33	17.84	0.1081	0.1248	0.0167	2.8874	0.0965	0.0176	6.0856	0.0226	0.1140	0.0059	0.0998	0.0183
34	17.30	0.0811	0.1181	0.0370	2.8506	0.0859	0.0048	6.0769	0.0042	0.1059	0.0248	0.0783	0.0028
35	13.56	0.0541	0.0783	0.0243	2.8063	0.0297	0.0244	6.0316	0.0224	0.0595	0.0054	0.0211	0.0330
36	12.41	0.0270	0.0686	0.0415	2.5195	0.0191	0.0079	6.0228	0.0042	0.0487	0.0217	0.0118	0.0152

n	36	Distribución	Normal	Log-Normal	EVI-Gumbel	Pearson III	LogPearson III
Significación	0.10	Δ _{max}	0.0930	0.1283	0.1115	0.0526	0.1459
Δ _{crítico}	0.2040		Si se ajusta				
		Mejor Ajuste	2	4	3	1	5

Tabla LXIV

Precipitaciones máximas anuales en 24 horas E4.

T	P(X<XT)	NORMAL		LOGNORMAL			EVI-GUMBEL		PEARSON III		LOG-PEARSON III			Pmax (mm)
		K _T	x _T	K _T	x _T	e ^λ x _T	K _T	x _T	K _T	x _T	K _T	x _T	e ^λ x _T	
5	0.8000	0.8416	50.10	0.8416	3.89	48.9607	0.7195	48.12	0.8036	49.48	0.8519	3.90	49.20	49.48
10	0.9000	1.2816	57.22	1.2816	4.10	60.2360	1.3046	57.59	1.3239	57.91	1.2482	4.08	59.30	57.91
30	0.9667	1.8339	66.16	1.8339	4.36	78.1390	2.1887	71.91	2.0321	69.37	1.7222	4.31	74.13	69.37
50	0.9800	2.0537	69.72	2.0537	4.46	86.6653	2.5923	78.44	2.3315	74.22	1.9037	4.39	80.75	74.22
100	0.9900	2.3263	74.13	2.3263	4.59	98.5413	3.1367	87.25	2.7170	80.46	2.1232	4.49	89.55	80.46

Tabla LXV

Data de precipitación máxima en 24 horas de la E5.

ESTACIÓN E5			
N°	Año	P24 (mm)	Log(P24)
1	1981	34.95	3.5540
2	1982	40.06	3.6904
3	1983	36.45	3.5961
4	1984	22.86	3.1296
5	1985	7.47	2.0103
6	1986	18.10	2.8958
7	1987	11.88	2.4747
8	1988	15.24	2.7238
9	1989	14.61	2.6817
10	1990	18.76	2.9316
11	1991	17.57	2.8661
12	1992	23.06	3.1380
13	1993	38.13	3.6409
14	1994	39.52	3.6768
15	1995	33.37	3.5077
16	1996	32.57	3.4833
17	1997	53.57	3.9809
18	1998	51.62	3.9439
19	1999	31.12	3.4380
20	2000	40.13	3.6920
21	2001	29.91	3.3981
22	2002	57.79	4.0568
23	2003	23.83	3.1710
24	2004	24.10	3.1820
25	2005	19.37	2.9635
26	2006	48.53	3.8822
27	2007	27.73	3.3225
28	2008	47.06	3.8514
29	2009	37.09	3.6133
30	2010	64.15	4.1612
31	2011	32.54	3.4824
32	2012	40.37	3.6982
33	2013	34.23	3.5332
34	2014	44.88	3.8039
35	2015	71.92	4.2755
36	2016	72.35	4.2816

Ordenar de Mayor a Menor

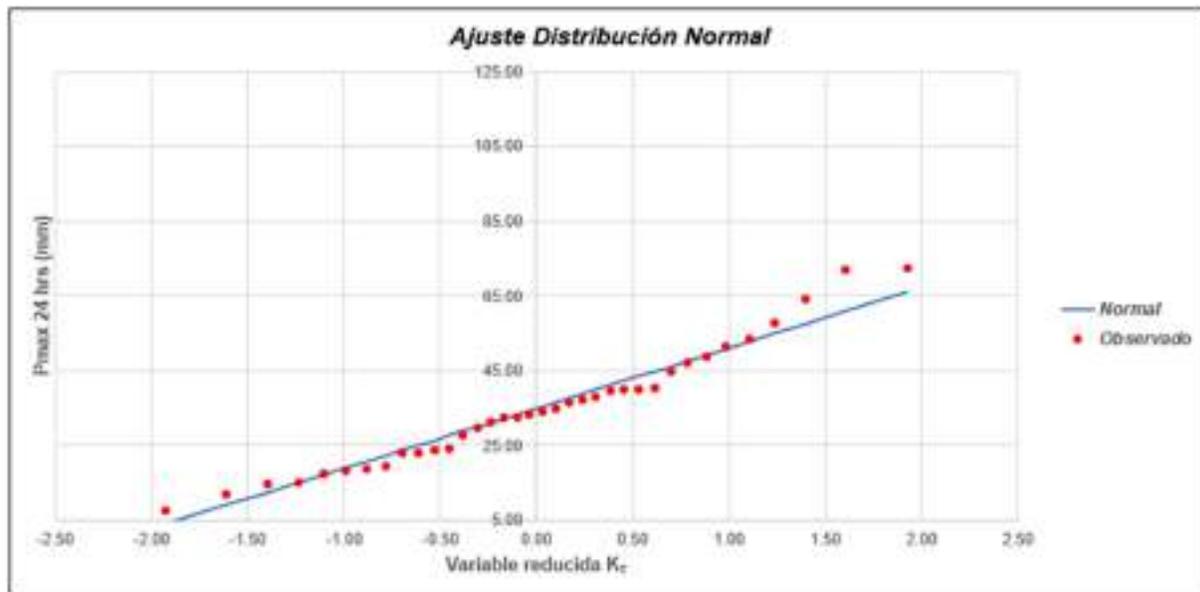
72.35
71.92
64.15
57.79
53.57
51.62
48.53
47.06
44.88
40.37
40.13
40.06
39.52
38.13
37.09
36.45
34.95
34.23
33.37
32.57
32.54
31.12
29.91
27.73
24.10
23.83
23.06
22.86
19.37
18.76
18.10
17.57
15.24
14.61
11.88
7.47

Cantidad de datos n	36	36
Máximo	72.35	4.28
Mínimo	7.47	2.01
Promedio \bar{x}	34.91	3.44
Desviación Estandar S	16.15	0.51
Coefficiente de Asimetría Cs	0.6009	-0.6392

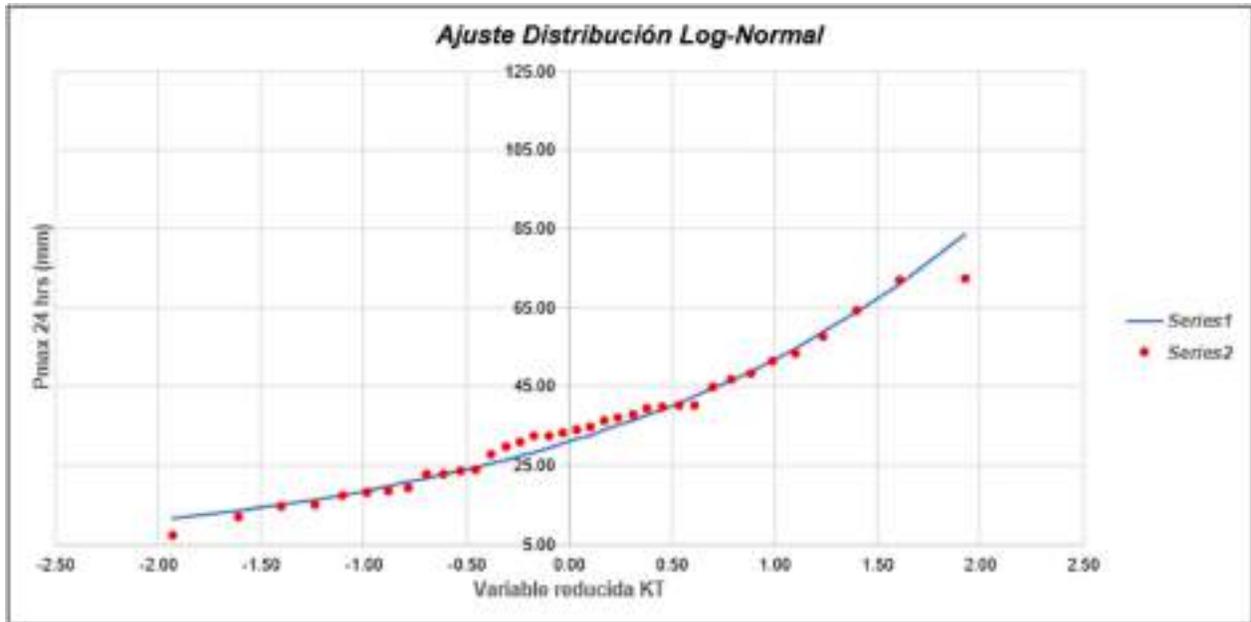
Tabla LXVI

Método de gráfica de distribución de probabilidades de la E5.

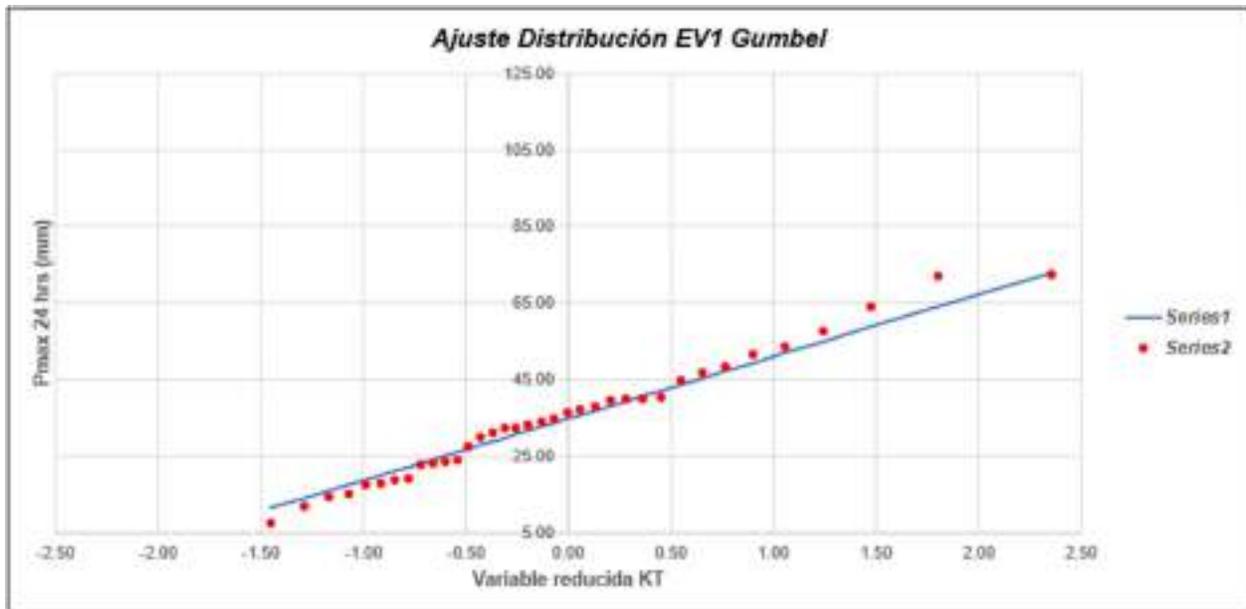
ESTACIÓN E5														
N	T	P(X<=X _i)	VALOR OBSERVADO		NORMAL		LOGNORMAL		EVI GUMBEL		PEARSON III		LOG-PEARSON III	
			P24	log(P24)	K _T	ESPERADO	K _T	ESPERADO						
1	37.00	2.70%	72.35	4.2816	1.3294	66.83	1.3264	83.67	2.3547	72.94	2.1807	70.13	1.6244	71.64
2	18.50	5.41%	71.92	4.2755	1.6058	60.86	1.6058	70.99	1.8034	64.04	1.7454	63.10	1.4195	64.48
3	12.33	8.11%	64.15	4.1612	1.3978	57.49	1.3978	63.77	1.4761	58.75	1.4737	58.71	1.2761	59.90
4	9.25	10.81%	57.79	4.0568	1.2367	54.89	1.2367	58.70	1.2403	54.95	1.2708	55.44	1.1601	56.44
5	7.40	13.51%	53.57	3.9809	1.1024	52.72	1.1024	54.79	1.0545	51.95	1.1063	52.78	1.0589	53.60
6	6.17	16.22%	51.62	3.9439	0.9856	50.83	0.9856	51.60	0.9004	49.46	0.9663	50.52	0.9700	51.18
7	5.29	18.92%	48.53	3.8822	0.8809	49.14	0.8809	48.89	0.7678	47.31	0.8434	48.53	0.8872	49.05
8	4.63	21.62%	47.06	3.8514	0.7850	47.59	0.7850	46.54	0.6518	45.43	0.7329	46.75	0.8096	47.13
9	4.11	24.32%	44.88	3.8039	0.6959	46.15	0.6959	44.46	0.5401	43.73	0.6320	45.12	0.7358	45.38
10	3.70	27.03%	40.37	3.6582	0.5120	44.80	0.5120	42.58	0.4505	42.19	0.5385	43.61	0.6649	43.76
11	3.36	29.73%	40.13	3.6520	0.5322	43.51	0.5322	40.87	0.3622	40.76	0.4510	42.20	0.5862	42.24
12	3.88	32.43%	40.06	3.6904	0.4556	42.27	0.4556	39.30	0.2801	39.44	0.3683	40.86	0.5292	40.81
13	2.85	35.14%	39.52	3.6768	0.3817	41.88	0.3817	37.83	0.2028	38.19	0.2895	38.59	0.4632	38.45
14	2.64	37.84%	38.13	3.6409	0.3097	39.52	0.3097	36.46	0.1297	37.01	0.2140	38.37	0.3981	38.15
15	2.47	40.54%	37.09	3.6133	0.2394	38.78	0.2394	35.16	0.0608	35.88	0.1412	37.19	0.3333	36.90
16	2.31	43.24%	36.45	3.5951	0.1702	37.66	0.1702	33.94	-0.0068	34.80	0.0705	36.05	0.2686	35.70
17	2.16	45.95%	34.95	3.5540	0.1018	36.56	0.1018	32.76	-0.0712	33.76	0.0016	34.94	0.2037	34.53
18	2.86	48.65%	34.23	3.5332	0.0339	35.46	0.0339	31.54	-0.1337	32.75	-0.0658	33.85	0.1383	33.38
19	1.95	51.35%	33.37	3.5077	-0.0339	34.37	-0.0339	30.95	-0.1945	31.77	-0.1322	32.78	0.0721	32.27
20	1.85	54.05%	32.57	3.4833	-0.1018	33.27	-0.1018	29.51	-0.2540	30.81	-0.1979	31.72	0.0047	31.17
21	1.76	56.76%	32.54	3.4824	-0.1702	32.16	-0.1702	28.49	-0.3125	29.86	-0.2631	30.66	-0.0641	30.09
22	1.88	59.46%	31.12	3.4380	-0.2394	31.05	-0.2394	27.50	-0.3704	28.93	-0.3281	29.61	-0.1347	29.01
23	1.81	62.16%	29.91	3.3981	-0.3097	29.91	-0.3097	26.52	-0.4273	28.00	-0.3913	28.56	-0.2077	27.95
24	1.54	64.86%	27.73	3.3225	-0.3817	28.75	-0.3817	25.56	-0.4851	27.08	-0.4589	27.50	-0.2833	26.88
25	1.48	67.57%	24.10	3.1820	-0.4556	27.55	-0.4556	24.60	-0.5426	26.15	-0.5254	26.43	-0.3623	25.81
26	1.42	70.27%	23.83	3.1710	-0.5322	26.32	-0.5322	23.85	-0.6006	25.21	-0.5911	25.33	-0.4453	24.74
27	1.37	72.97%	23.06	3.1380	-0.6120	25.13	-0.6120	22.70	-0.6596	24.26	-0.6626	24.21	-0.5332	23.64
28	1.32	75.68%	22.86	3.1296	-0.6959	23.47	-0.6959	21.75	-0.7200	23.28	-0.7343	23.05	-0.6272	22.53
29	1.28	78.38%	19.37	2.9635	-0.7850	22.23	-0.7850	20.77	-0.7834	22.28	-0.8090	21.85	-0.7387	21.38
30	1.23	81.08%	18.76	2.9316	-0.8809	20.69	-0.8809	19.77	-0.8476	21.22	-0.8878	20.57	-0.8400	20.19
31	1.19	83.78%	18.10	2.8958	-0.9856	18.99	-0.9856	18.74	-0.9169	20.11	-0.9720	19.21	-0.9440	18.95
32	1.15	86.49%	17.57	2.8551	-1.1024	17.11	-1.1024	17.55	-0.9911	18.91	-1.0636	17.73	-1.1653	17.62
33	1.12	89.19%	15.24	2.7298	-1.2367	14.54	-1.2367	16.47	-1.0735	17.57	-1.1658	16.88	-1.2716	16.18
34	1.09	91.89%	14.61	2.6817	-1.3978	12.34	-1.3978	15.16	-1.1683	16.04	-1.2845	14.17	-1.4771	14.56
35	1.86	94.59%	11.88	2.4747	-1.6058	8.96	-1.6058	13.62	-1.2850	14.16	-1.4317	11.79	-1.7528	12.63
36	1.83	97.30%	7.47	2.0103	-1.9264	3.80	-1.9264	11.56	-1.4511	11.47	-1.6430	8.38	-2.1955	10.06



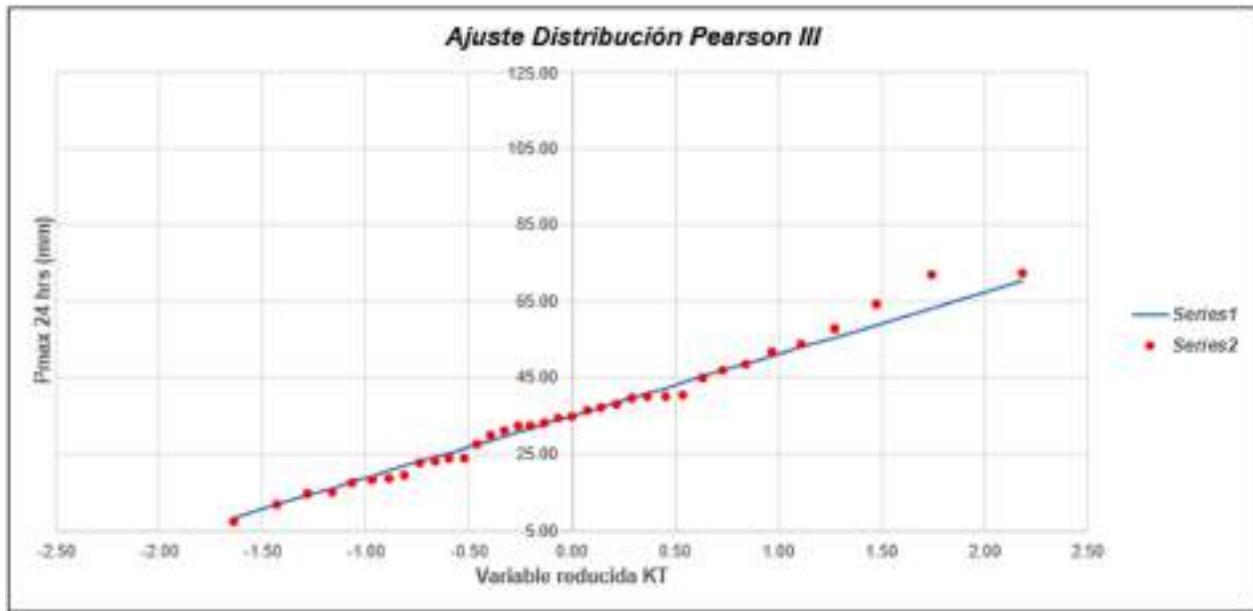
Gráfica 27: Ajuste de Distribución Normal E5.



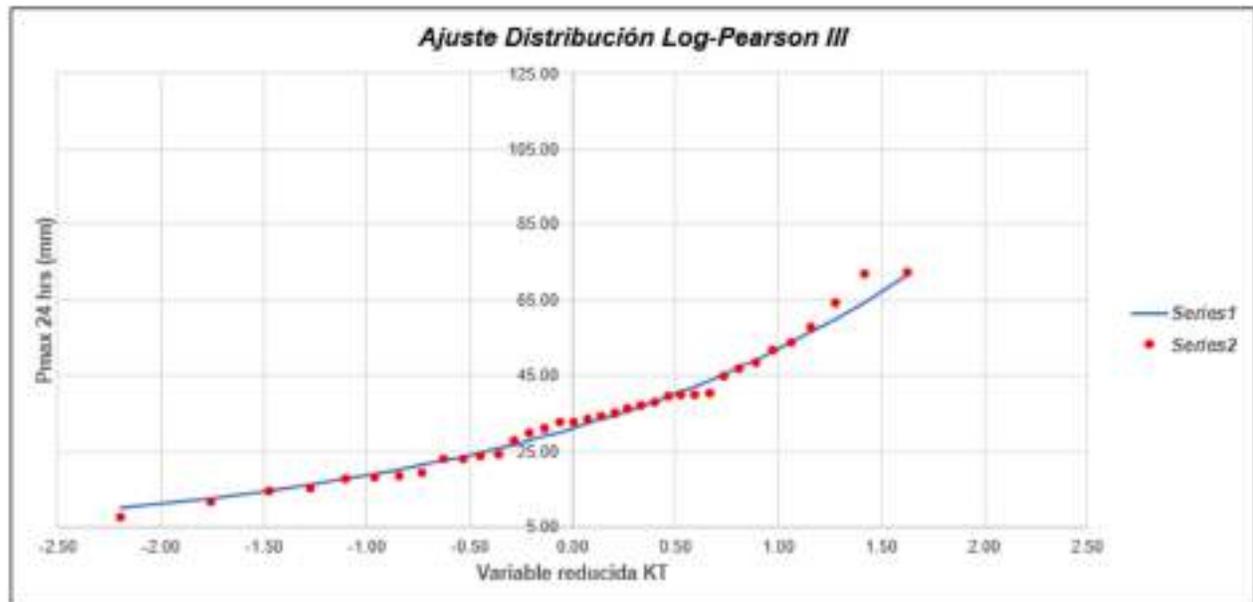
Gráfica 28: Ajuste de Distribución Long-Normal E5.



Gráfica 29: Ajuste de Distribución EV1 Gumbel E5.



Gráfica 30: Ajuste de Distribución Pearson III E5.



Gráfica 31: Ajuste de Distribución Log - Pearson III E5.

Tabla LXVII

Método de Kolmogorov-Smirnov E5.

m	x _m	F ₀ (x _m)	NORMAL		LOG-NORMAL			EV1-GUMBEL		PEARSON III		LOG PEARSON III	
			F(x _m) Normal	Δ _{LOG-NORMAL}	y _m =log(x _m)	F(y _m) Log Normal	Δ _{LOG-NORMAL}	F(x _m) EV1 Gumbel	Δ _{EV1-GUMBEL}	F(x _m) Pearson III	Δ _{PEARSON III}	F(y _m) LogPearson III	Δ _{LOGPEARSON III}
1	72.35	0.9730	0.9808	0.0168	4.2816	0.9499	0.0231	0.9717	0.0013	0.9795	0.0050	0.9362	0.0388
2	71.92	0.9450	0.9800	0.0431	4.2755	0.9486	0.0327	0.9767	0.0248	0.9775	0.0315	0.9351	0.0129
3	64.15	0.9185	0.9648	0.0459	4.1612	0.9206	0.0317	0.9464	0.0275	0.9510	0.0321	0.9105	0.0035
4	57.79	0.8919	0.9217	0.0288	4.0568	0.8961	0.0318	0.9127	0.0269	0.9417	0.0198	0.8915	0.0134
5	53.57	0.8649	0.8759	0.0111	3.9809	0.8551	0.0318	0.8862	0.0153	0.8730	0.0092	0.8568	0.0035
6	51.62	0.8378	0.8495	0.0117	3.9439	0.8381	0.0302	0.8616	0.0237	0.8511	0.0133	0.8429	0.0042
7	48.53	0.8108	0.8004	0.0104	3.8922	0.8069	0.0319	0.8266	0.0158	0.8104	0.0064	0.8164	0.0056
8	47.06	0.7838	0.7740	0.0098	3.8514	0.7900	0.0363	0.8034	0.0236	0.7883	0.0045	0.8026	0.0138
9	44.89	0.7568	0.7714	0.0254	3.8139	0.7524	0.0367	0.7753	0.0185	0.7522	0.0045	0.7796	0.0225
10	40.37	0.7297	0.6323	0.0974	3.6162	0.6944	0.0354	0.6949	0.0348	0.6652	0.0645	0.7219	0.0078
11	40.13	0.7027	0.6266	0.0761	3.6320	0.6902	0.0125	0.6899	0.0128	0.6680	0.0427	0.7183	0.0156
12	40.06	0.6757	0.6250	0.0506	3.6904	0.6890	0.0134	0.6886	0.0129	0.6586	0.0171	0.7173	0.0416
13	39.52	0.6486	0.6123	0.0364	3.6768	0.6796	0.0310	0.6774	0.0288	0.6478	0.0017	0.7094	0.0605
14	38.13	0.6216	0.5788	0.0428	3.6409	0.6342	0.0326	0.6472	0.0256	0.6150	0.0055	0.6868	0.0652
15	37.09	0.5946	0.5836	0.0410	3.6133	0.6342	0.0396	0.6235	0.0289	0.5921	0.0025	0.6899	0.0744
16	36.45	0.5676	0.5380	0.0295	3.5961	0.6215	0.0540	0.6045	0.0489	0.5772	0.0090	0.6574	0.0906
17	34.95	0.5405	0.5610	0.0195	3.5540	0.5901	0.0485	0.5714	0.0319	0.5410	0.0004	0.6289	0.0932
18	34.23	0.5135	0.4833	0.0303	3.5332	0.5743	0.0618	0.5539	0.0394	0.5233	0.0097	0.6141	0.1036
19	30.37	0.4865	0.4620	0.0245	3.5177	0.5547	0.0562	0.5381	0.0436	0.5017	0.0152	0.5956	0.1091
20	32.57	0.4595	0.4422	0.0172	3.4833	0.5359	0.0764	0.5084	0.0489	0.4814	0.0219	0.5776	0.1181
21	32.54	0.4324	0.4415	0.0091	3.4824	0.5352	0.1027	0.5076	0.0752	0.4896	0.0482	0.5769	0.1445
22	31.12	0.4054	0.4073	0.0019	3.4380	0.5008	0.0964	0.4684	0.0530	0.4446	0.0392	0.5433	0.1379
23	29.91	0.3784	0.3783	0.0001	3.3981	0.4686	0.0914	0.4336	0.0553	0.4133	0.0350	0.5122	0.1338
24	27.73	0.3514	0.3283	0.0231	3.3225	0.4116	0.0605	0.3744	0.0190	0.3577	0.0063	0.4519	0.1035
25	24.10	0.3243	0.2515	0.0728	3.1820	0.3899	0.0145	0.2657	0.0586	0.2681	0.0663	0.3284	0.0146
26	23.83	0.2973	0.2463	0.0510	3.1710	0.3824	0.0351	0.2583	0.0350	0.2619	0.0354	0.3296	0.0323
27	23.06	0.2703	0.2315	0.0388	3.1380	0.2803	0.0180	0.2371	0.0332	0.2439	0.0264	0.3036	0.0333
28	22.85	0.2432	0.2278	0.0154	3.1256	0.2748	0.0316	0.2319	0.0114	0.2395	0.0038	0.2971	0.0538
29	19.37	0.2162	0.1679	0.0483	2.9635	0.1784	0.0378	0.1452	0.0710	0.1655	0.0507	0.1783	0.0379
30	18.76	0.1892	0.1586	0.0306	2.9316	0.1627	0.0265	0.1320	0.0572	0.1539	0.0352	0.1584	0.0304
31	18.10	0.1622	0.1489	0.0132	2.8958	0.1461	0.0180	0.1184	0.0418	0.1419	0.0203	0.1374	0.0247
32	17.57	0.1351	0.1414	0.0063	2.8661	0.1333	0.0019	0.1080	0.0271	0.1326	0.0025	0.1252	0.0135
33	15.34	0.1081	0.1116	0.0035	2.7238	0.0826	0.0255	0.0687	0.0394	0.0958	0.0123	0.0994	0.0487
34	14.61	0.0811	0.1044	0.0233	2.6817	0.0708	0.0183	0.0599	0.0212	0.0870	0.0069	0.0461	0.0358
35	11.88	0.0541	0.0769	0.0229	2.4747	0.0305	0.0215	0.0343	0.0238	0.0549	0.0098	0.0099	0.0451
36	7.47	0.0270	0.0446	0.0176	2.0103	0.0427	0.0243	0.0070	0.0260	0.0217	0.0054	0.0009	0.0276

n	36	Distribución	Normal	Log-Normal	EV1-Gumbel	Pearson III	LogPearson III
Significación	0.10	Δ _{max}	0.0674	0.1027	0.0752	0.0645	0.1445
Alférico	0.2040		Si se ajusta				
		Mejor Ajuste	3	4	2	1	5

Tabla LXVIII

Precipitaciones máximas anuales en 24 horas E5.

T	P(X<XT)	NORMAL		LOGNORMAL			EV1-GUMBEL		PEARSON III		LOG-PEARSON III			Pmax (mm)
		K _T	x _T	K _T	x _T	e ^λ x _T	K _T	x _T	K _T	x _T	K _T	x _T	e ^λ x _T	
5	0.8000	0.8416	48.51	0.8416	3.87	47.9161	0.7195	46.53	0.7979	47.80	0.8556	3.88	48.26	47.80
10	0.9000	1.2816	55.61	1.2816	4.10	60.0693	1.3046	55.98	1.3267	56.34	1.1929	4.05	57.40	56.34
30	0.9667	1.8339	64.53	1.8339	4.38	79.7834	2.1887	70.26	2.0523	68.06	1.5669	4.24	69.56	68.06
50	0.9800	2.0537	68.08	2.0537	4.49	89.3241	2.5923	76.78	2.3608	73.04	1.7012	4.31	74.53	73.04
100	0.9900	2.3263	72.49	2.3263	4.63	102.7542	3.1367	85.57	2.7595	79.48	1.8568	4.39	80.73	79.48

Tabla LXIX

Data de precipitación máxima en 24 horas de la E6.

ESTACIÓN E6			
N°	Año	P24 (mm)	Log(P24)
1	1981	43.17	3.7651
2	1982	12.33	2.5118
3	1983	102.81	4.6329
4	1984	34.19	3.5319
5	1985	1.89	0.6366
6	1986	9.35	2.2355
7	1987	17.55	2.8649
8	1988	3.73	1.3162
9	1989	22.30	3.1045
10	1990	5.50	1.7051
11	1991	3.34	1.2073
12	1992	12.03	2.4875
13	1993	33.23	3.5034
14	1994	25.41	3.2351
15	1995	18.91	2.9399
16	1996	16.23	2.7871
17	1997	22.62	3.1190
18	1998	90.17	4.5017
19	1999	21.42	3.0645
20	2000	40.39	3.6985
21	2001	79.48	4.3755
22	2002	65.86	4.1876
23	2003	19.90	2.9906
24	2004	30.59	3.4207
25	2005	21.20	3.0539
26	2006	70.33	4.2532
27	2007	27.68	3.3207
28	2008	40.53	3.7021
29	2009	34.11	3.5297
30	2010	41.07	3.7153
31	2011	13.03	2.5669
32	2012	52.91	3.9686
33	2013	27.45	3.3123
34	2014	8.34	2.1208
35	2015	75.04	4.3181
36	2016	64.38	4.1648

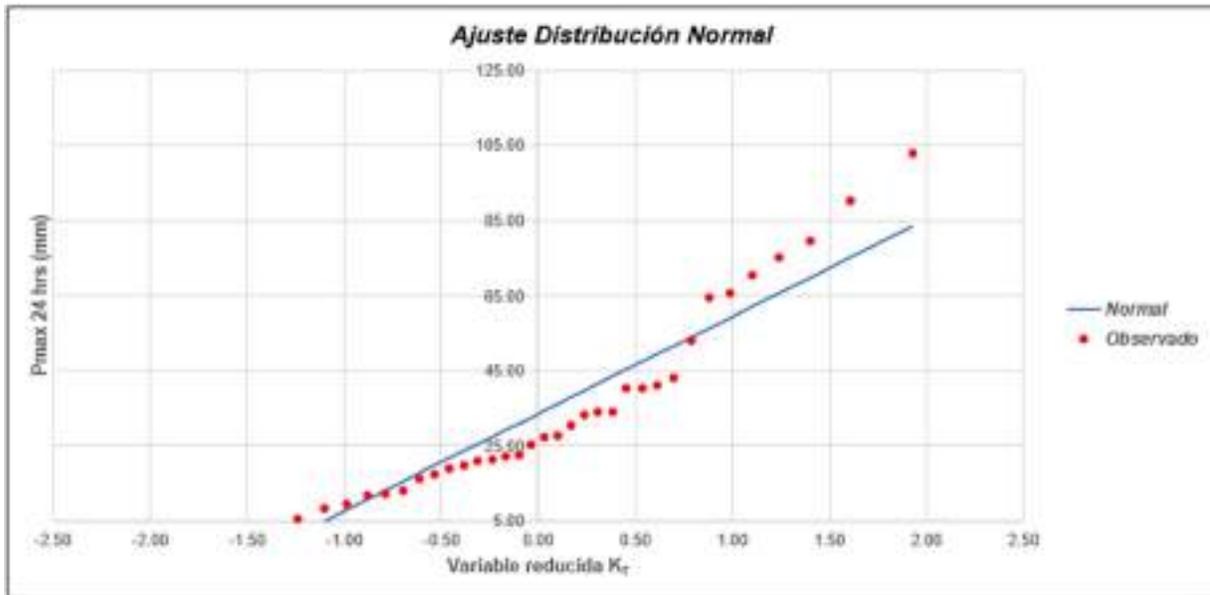
	<i>Ordenar de Mayor a Menor</i>	
	102.81	
	90.17	
	79.48	
	75.04	
	70.33	
	65.86	
	64.38	
	52.91	
	43.17	
	41.07	
	40.53	
	40.39	
	34.19	
	34.11	
	33.23	
	30.59	
	27.68	
	27.45	
	25.41	
	22.62	
	22.30	
	21.42	
	21.20	
	19.90	
	18.91	
	17.55	
	16.23	
	13.03	
	12.33	
	12.03	
	9.35	
	8.34	
	5.50	
	3.73	
	3.34	
	1.89	

Cantidad de datos n	36	36
Máximo	102.81	4.63
Mínimo	1.89	0.64
Promedio \bar{x}	33.57	3.16
Desviación Estandar S	25.97	0.95
Coefficiente de Asimetría Cs	1.0614	-0.7778

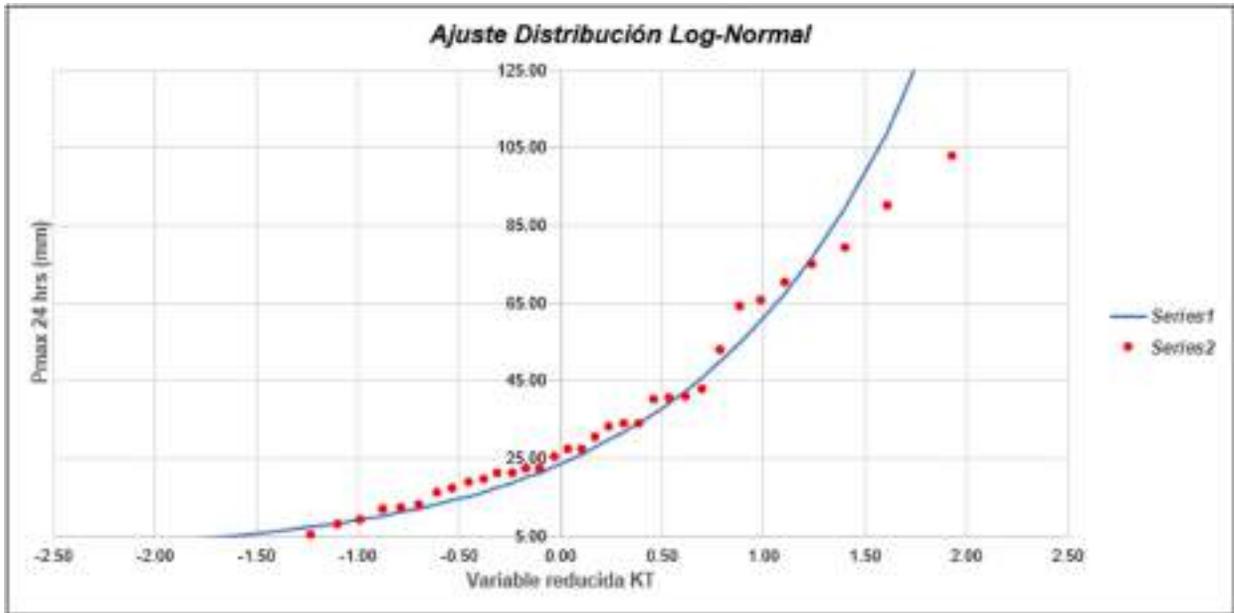
Tabla LXX

Método de gráfica de distribución de probabilidades de la E6.

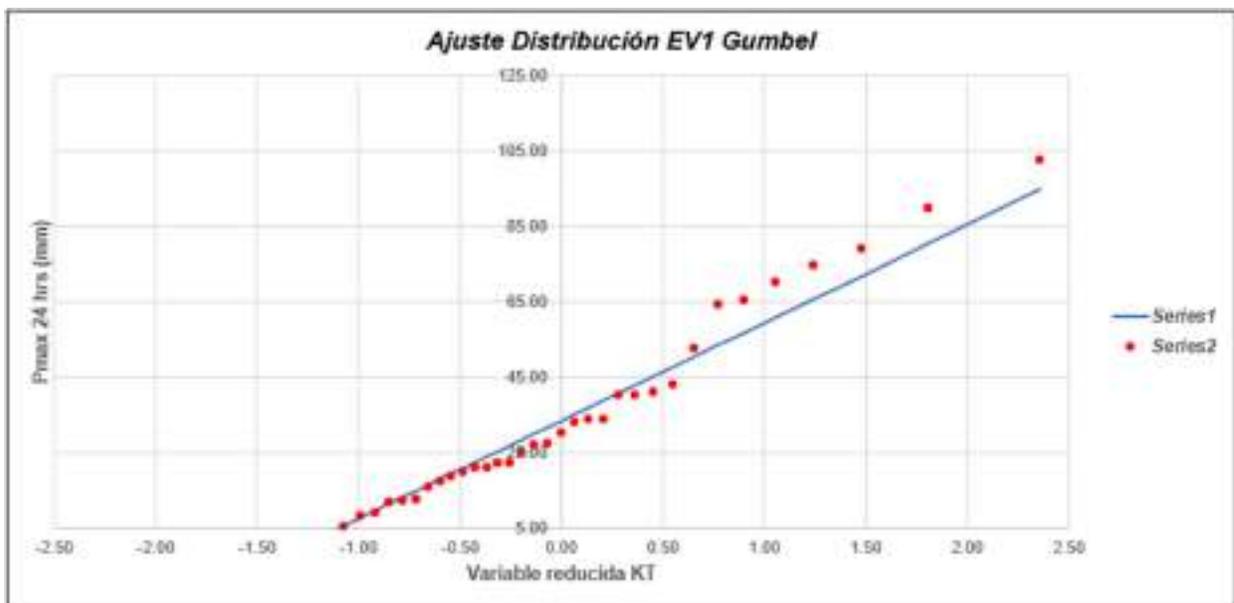
ESTACIÓN E6															
N	T	P(X>X _e)	VALOR OBSERVADO		NORMAL		LOGNORMAL		EVI GUMBEL		PEARSON III		LOG-PEARSON III		
			P24	log(P24)	K _T	ESPERADO	K _T	ESPERADO							
1	37.00	2.70%	162.01	4.6329	1.9264	63.39	1.9264	147.62	2.3547	94.71	2.3469	94.51	1.5567	163.06	
2	18.50	5.41%	90.17	4.5017	1.6068	75.29	1.6068	108.50	1.6034	80.39	1.8221	80.88	1.3748	87.36	
3	12.33	8.11%	79.48	4.3755	1.3978	89.86	1.3978	89.30	1.4761	71.90	1.5037	72.61	1.2450	77.21	
4	9.25	10.81%	75.04	4.3181	1.2367	85.88	1.2367	76.80	1.2403	65.77	1.2710	66.57	1.1386	69.78	
5	7.40	13.61%	70.33	4.2532	1.1024	82.19	1.1024	67.42	1.0546	60.95	1.0856	61.75	1.0457	63.88	
6	6.17	16.22%	65.86	4.1876	0.9856	59.16	0.9856	60.33	0.9004	56.95	0.9300	57.72	0.9619	58.98	
7	5.29	18.92%	64.36	4.1646	0.8919	56.44	0.8919	54.61	0.7676	53.51	0.7864	54.22	0.8633	54.77	
8	4.63	21.62%	52.91	3.9686	0.7850	53.95	0.7850	49.86	0.6510	50.47	0.6760	51.12	0.8105	51.08	
9	4.11	24.32%	43.17	3.7651	0.6959	51.64	0.6959	45.80	0.5461	47.75	0.5682	48.32	0.7403	47.78	
10	3.70	27.03%	41.07	3.7153	0.6120	49.46	0.6120	42.29	0.4505	45.26	0.4696	45.76	0.6726	44.80	
11	3.36	29.73%	40.53	3.7021	0.5322	47.31	0.5322	39.20	0.3822	42.97	0.3762	43.39	0.6066	42.07	
12	3.08	32.43%	40.39	3.6905	0.4556	45.48	0.4556	36.45	0.2801	40.84	0.2929	41.17	0.5420	39.56	
13	2.85	35.14%	34.19	3.5519	0.3817	43.48	0.3817	33.97	0.2020	36.84	0.2124	36.86	0.4701	37.23	
14	2.64	37.84%	34.11	3.5297	0.3097	41.61	0.3097	31.72	0.1297	36.94	0.1261	37.10	0.4148	35.06	
15	2.47	40.54%	33.23	3.5034	0.2394	39.78	0.2394	29.67	0.0600	35.13	0.0633	35.21	0.3516	33.01	
16	2.31	43.24%	30.59	3.4207	0.1762	37.99	0.1762	27.78	-0.0668	33.39	-0.0666	33.40	0.2883	31.08	
17	2.18	45.95%	27.88	3.3207	0.1018	36.21	0.1018	26.03	-0.1712	31.72	-0.0740	31.65	0.2295	29.25	
18	2.06	48.65%	27.45	3.3123	0.0339	34.45	0.0339	24.40	-0.1337	30.10	-0.1193	29.65	0.1600	27.51	
19	1.95	51.35%	25.41	3.2351	-0.0339	32.69	-0.0339	22.86	-0.1945	28.52	-0.2029	28.30	0.0945	25.85	
20	1.85	54.05%	22.62	3.1190	-0.1018	30.93	-0.1018	21.45	-0.2540	26.97	-0.2651	26.69	0.0277	24.26	
21	1.76	56.76%	22.30	3.1045	-0.1762	29.15	-0.1762	20.10	-0.3125	25.45	-0.3261	25.10	-0.0408	22.73	
22	1.68	59.46%	21.42	3.0845	-0.2394	27.35	-0.2394	18.82	-0.3704	23.95	-0.3863	23.54	-0.1113	21.25	
23	1.61	62.16%	21.20	3.0539	-0.3097	25.53	-0.3097	17.60	-0.4278	22.46	-0.4458	21.99	-0.1844	19.83	
24	1.54	64.86%	19.90	2.9906	-0.3817	23.66	-0.3817	16.44	-0.4851	20.97	-0.5051	20.45	-0.2604	18.45	
25	1.48	67.57%	18.91	2.9399	-0.4556	21.74	-0.4556	15.32	-0.5426	19.48	-0.5643	18.92	-0.3400	17.10	
26	1.42	70.27%	17.55	2.8649	-0.5322	19.75	-0.5322	14.24	-0.6006	17.97	-0.6237	17.37	-0.4240	15.79	
27	1.37	72.97%	16.23	2.7871	-0.6120	17.68	-0.6120	13.20	-0.6596	16.44	-0.6838	15.81	-0.5132	14.50	
28	1.32	75.68%	13.03	2.5669	-0.6959	15.58	-0.6959	12.19	-0.7200	14.87	-0.7449	14.23	-0.6089	13.24	
29	1.28	78.38%	12.33	2.5118	-0.7850	13.18	-0.7850	11.20	-0.7824	13.25	-0.8074	12.60	-0.7127	12.00	
30	1.23	81.08%	12.03	2.4875	-0.8819	10.78	-0.8819	10.22	-0.8476	11.56	-0.8721	10.82	-0.8268	10.76	
31	1.19	83.78%	9.30	2.2355	-0.9856	7.98	-0.9856	9.25	-0.9166	9.17	-0.9397	9.17	-0.9545	9.53	
32	1.16	86.49%	8.34	2.1208	-1.1024	4.94	-1.1024	8.28	-0.9911	7.84	-1.0115	7.38	-1.1007	8.29	
33	1.12	89.19%	5.50	1.7051	-1.2367	1.46	-1.2367	7.29	-1.0735	5.70	-1.0894	5.21	-1.2735	7.04	
34	1.09	91.89%	3.73	1.3162	-1.3978	-2.73	-1.3978	6.25	-1.1683	3.23	-1.1767	3.02	-1.4881	5.74	
35	1.06	94.59%	3.34	1.2073	-1.6068	8.15	-1.6068	5.13	-1.2850	0.20	-1.2800	0.31	-1.7780	4.36	
36	1.03	97.30%	1.89	0.6366	-1.9264	-16.45	-1.9264	3.78	-1.4511	-4.11	-1.4177	-3.24	-2.2478	2.79	



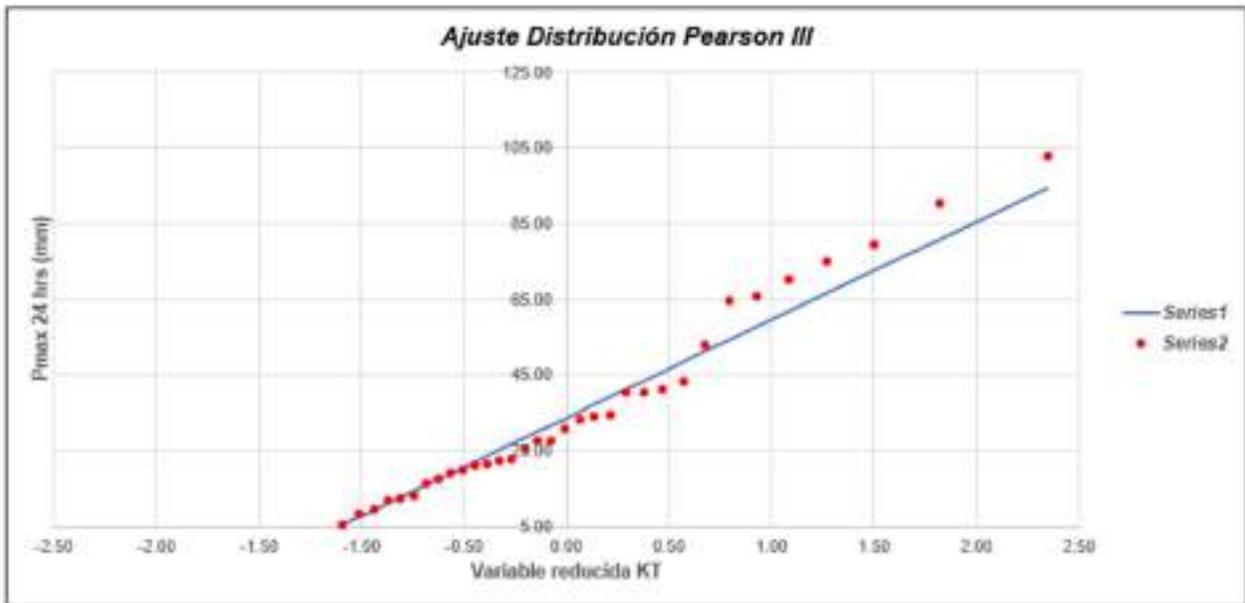
Gráfica 32: Ajuste de Distribución Normal E6.



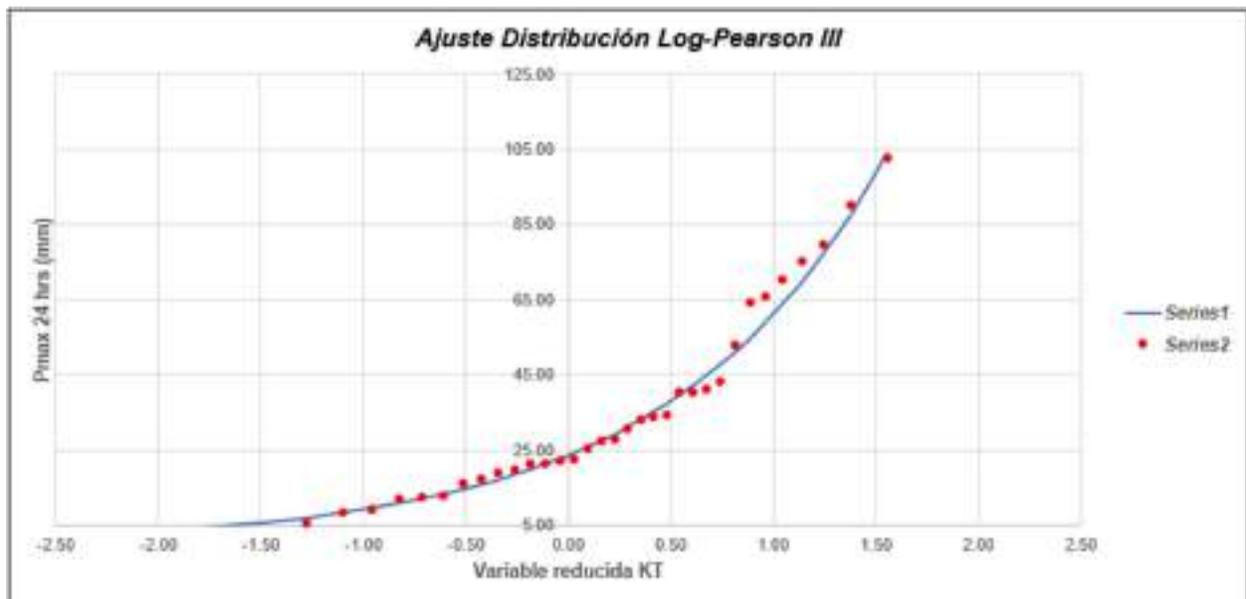
Gráfica 33: Ajuste de Distribución Long-Normal E6.



Gráfica 34: Ajuste de Distribución EV1 Gumbel E6.



Gráfica 35: Ajuste de Distribución Pearson III E6.



Gráfica 36: Ajuste de Distribución Log - Pearson III E6.

Tabla LXXI

Método de Kolmogorov-Smirnov E6.

m	x _m	F _c (x _m)	NORMAL		LOG-NORMAL			EVI-GUMBEL		PEARSON III		LOG PEARSON III	
			F(x _m) Normal	Δ _{normal}	y _m =log(x _m)	F(y _m) Log Normal	Δ _{LOG-NORMAL}	F(x _m) EVI Gumbel	Δ _{EVI-GUMBEL}	F(x _m) Pearson III	Δ _{PEARSON III}	F(y _m) LogPearson n III	Δ _{LOG-PEARSON III}
1	102.81	0.9730	0.9962	0.0232	4.6323	0.9389	0.0340	0.9819	0.0188	0.9825	0.0196	0.9248	0.0482
2	90.17	0.9459	0.9854	0.0394	4.5017	0.9205	0.0255	0.9663	0.0204	0.9661	0.0201	0.9092	0.0367
3	79.48	0.9189	0.9615	0.0426	4.3755	0.8989	0.0210	0.9435	0.0246	0.9416	0.0227	0.8917	0.0272
4	75.04	0.8919	0.9449	0.0430	4.3191	0.8878	0.0141	0.9302	0.0383	0.9274	0.0255	0.8828	0.0091
5	70.33	0.8649	0.9216	0.0467	4.2532	0.8743	0.0194	0.9127	0.0478	0.9088	0.0440	0.8721	0.0072
6	66.06	0.8379	0.8932	0.0554	4.1876	0.8594	0.0216	0.8923	0.0545	0.8874	0.0496	0.8664	0.0225
7	64.38	0.8108	0.8623	0.0715	4.1644	0.8540	0.0432	0.8846	0.0738	0.8794	0.0686	0.8511	0.0453
8	52.91	0.7838	0.7718	0.1120	3.9695	0.8017	0.0179	0.8057	0.0220	0.7988	0.0150	0.8145	0.0311
9	43.17	0.7568	0.6442	0.1126	3.7651	0.7368	0.0189	0.7051	0.0517	0.6996	0.0572	0.7629	0.0061
10	41.07	0.7297	0.6137	0.1161	3.7453	0.7195	0.0183	0.6787	0.0511	0.6741	0.0557	0.7487	0.0189
11	40.53	0.7027	0.6057	0.0970	3.7021	0.7148	0.0121	0.6795	0.0311	0.6673	0.0354	0.7448	0.0421
12	40.39	0.6757	0.6036	0.0721	3.6985	0.7135	0.0378	0.6697	0.0660	0.6654	0.0103	0.7437	0.0681
13	34.19	0.6486	0.5095	0.1391	3.5319	0.6511	0.0325	0.5801	0.0685	0.5798	0.0688	0.6911	0.0424
14	34.11	0.6216	0.5084	0.1132	3.5297	0.6503	0.0287	0.5790	0.0427	0.5788	0.0420	0.6904	0.0687
15	33.23	0.5946	0.4948	0.0998	3.5034	0.6400	0.0454	0.5650	0.0296	0.5655	0.0291	0.6814	0.0669
16	30.59	0.5676	0.4543	0.1132	3.4207	0.6070	0.0384	0.5218	0.0458	0.5246	0.0430	0.6523	0.0847
17	27.68	0.5405	0.4103	0.1302	3.3297	0.5661	0.0255	0.4719	0.0686	0.4773	0.0632	0.6350	0.0744
18	27.45	0.5135	0.4068	0.0667	3.3123	0.5626	0.0451	0.4678	0.0457	0.4735	0.0400	0.6117	0.0982
19	25.41	0.4865	0.3767	0.1098	3.2351	0.5304	0.0440	0.4316	0.0548	0.4391	0.0474	0.5814	0.0949
20	22.62	0.4595	0.3567	0.1529	3.1198	0.4818	0.0223	0.3813	0.0791	0.3911	0.0684	0.5336	0.0741
21	22.30	0.4324	0.3321	0.1603	3.1045	0.4757	0.0433	0.3754	0.0570	0.3854	0.0470	0.5275	0.0950
22	21.42	0.4054	0.3200	0.0854	3.0645	0.4590	0.0536	0.3595	0.0459	0.3781	0.0353	0.5164	0.1050
23	21.20	0.3784	0.3169	0.0615	3.0539	0.4545	0.0762	0.3594	0.0230	0.3662	0.0122	0.5098	0.1275
24	19.90	0.3514	0.2993	0.0521	2.9938	0.4283	0.0769	0.3319	0.0195	0.3434	0.0180	0.4783	0.1270
25	18.91	0.3243	0.2862	0.0381	2.9399	0.4075	0.0831	0.3141	0.0102	0.3261	0.0118	0.4560	0.1317
26	17.55	0.2973	0.2686	0.0287	2.8649	0.3772	0.0799	0.2897	0.0076	0.3022	0.0049	0.4227	0.1264
27	16.23	0.2703	0.2522	0.0181	2.7871	0.3486	0.0763	0.2665	0.0038	0.2794	0.0091	0.3878	0.1175
28	13.03	0.2432	0.2144	0.0288	2.5659	0.2696	0.0223	0.2125	0.0308	0.2248	0.0184	0.2962	0.0469
29	12.33	0.2162	0.2067	0.0096	2.5119	0.2469	0.0367	0.2012	0.0150	0.2113	0.0029	0.2666	0.0603
30	12.03	0.1892	0.2034	0.0142	2.4875	0.2389	0.0498	0.1965	0.0074	0.2084	0.0193	0.2563	0.0671
31	8.35	0.1622	0.1755	0.0133	2.2355	0.1649	0.0327	0.1561	0.0060	0.1661	0.0030	0.1585	0.0036
32	8.34	0.1351	0.1696	0.0305	2.1208	0.1367	0.0116	0.1419	0.0068	0.1509	0.0158	0.1288	0.0144
33	5.50	0.1081	0.1399	0.0318	1.7051	0.0627	0.0454	0.1058	0.0023	0.1114	0.0033	0.0296	0.0785
34	3.73	0.0811	0.1252	0.0442	1.3192	0.0261	0.0550	0.0992	0.0051	0.0893	0.0082	0.0026	0.0785
35	3.34	0.0541	0.1222	0.0682	1.2073	0.0199	0.0341	0.0822	0.0082	0.0847	0.0107	0.0069	0.0632
36	1.89	0.0270	0.1152	0.0842	0.6356	0.0040	0.0271	0.0682	0.0412	0.0687	0.0417	0.0060	0.0270

n	36	Distribución	Normal	Log Normal	EVI-Gumbel	Pearson III	LogPearson III
Significación	0.10	Δ _{max}	0.1391	0.0831	0.0781	0.0688	0.1317
Δ _{crítico}	0.2040		Si se ajusta				
		Mejor Ajuste	5	3	2	1	4

Tabla LXXII

Precipitaciones máximas anuales en 24 horas E6.

T	P(X<=T)	NORMAL		LOGNORMAL			EVI-GUMBEL		PEARSON III		LOG-PEARSON III			P _{max} (mm)
		K _T	x _T	K _T	x _T	e ^λ x _T	K _T	x _T	K _T	x _T	K _T	x _T	e ^λ x _T	
5	0.8000	0.8416	55.42	0.8416	3.96	52.6117	0.7195	52.25	0.7461	52.94	0.8541	3.97	53.24	52.94
10	0.9000	1.2816	66.84	1.2816	4.38	79.9464	1.3046	67.44	1.3347	68.22	1.1687	4.27	71.81	68.22
30	0.9667	1.8339	81.19	1.8339	4.91	135.1937	2.1887	90.40	2.1903	90.44	1.5061	4.59	98.98	90.44
50	0.9800	2.0537	86.89	2.0537	5.12	166.6328	2.5923	100.88	2.5690	100.27	1.6237	4.71	110.69	100.27
100	0.9900	2.3263	93.97	2.3263	5.38	215.9532	3.1367	115.01	3.0704	113.29	1.7570	4.83	125.66	113.29

Tabla LXXIII

Data de precipitación máxima en 24 horas de la E7.

ESTACIÓN E7			
N°	Año	P24 (mm)	Log(P24)
1	1981	72.06	4.2774
2	1982	13.83	2.6266
3	1983	64.76	4.1707
4	1984	33.10	3.4997
5	1985	8.12	2.0949
6	1986	10.47	2.3488
7	1987	17.31	2.8510
8	1988	9.28	2.2276
9	1989	23.60	3.1610
10	1990	10.14	2.3164
11	1991	5.22	1.6521
12	1992	15.18	2.7198
13	1993	27.69	3.3210
14	1994	51.82	3.9477
15	1995	20.88	3.0388
16	1996	30.01	3.4016
17	1997	45.95	3.8276
18	1998	75.85	4.3287
19	1999	36.04	3.5846
20	2000	86.76	4.4632
21	2001	84.78	4.4401
22	2002	70.69	4.2583
23	2003	26.34	3.2712
24	2004	17.85	2.8823
25	2005	18.71	2.9293
26	2006	74.44	4.3100
27	2007	29.45	3.3827
28	2008	34.43	3.5390
29	2009	43.12	3.7640
30	2010	39.26	3.6703
31	2011	33.78	3.5199
32	2012	49.02	3.8923
33	2013	25.20	3.2268
34	2014	12.57	2.5313
35	2015	77.67	4.3525
36	2016	66.17	4.1922

Ordenar de Mayor a Menor

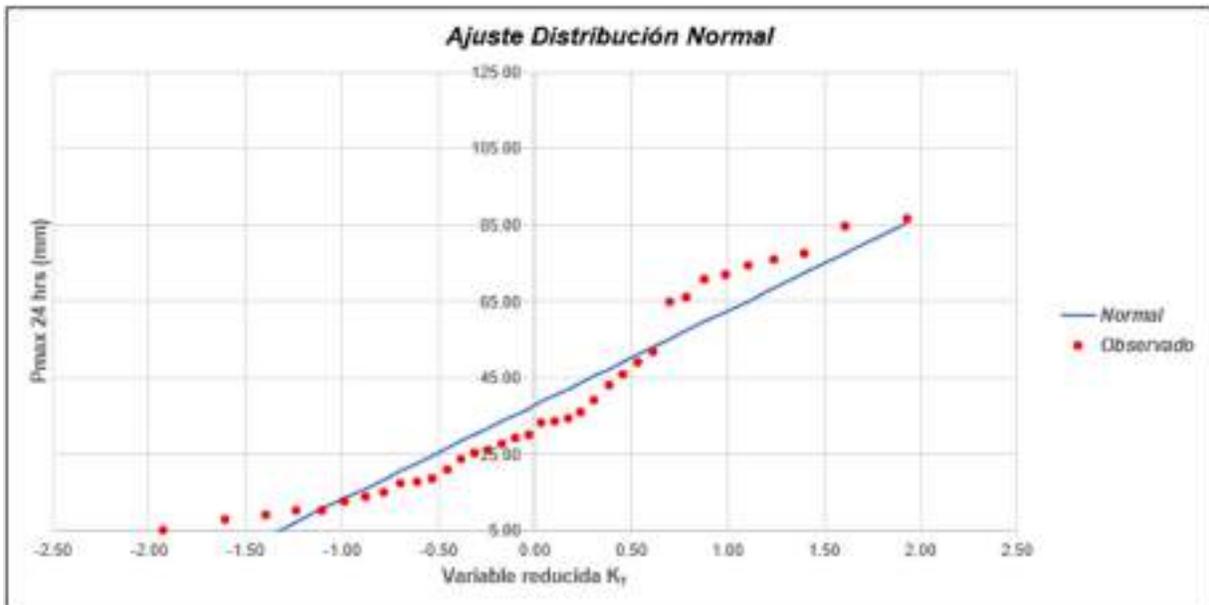
86.76
84.78
77.67
75.85
74.44
72.06
70.69
66.17
64.76
51.82
49.02
45.95
43.12
39.26
36.04
34.43
33.78
33.10
30.01
29.45
27.69
26.34
25.20
23.60
20.88
18.71
17.85
17.31
15.18
13.83
12.57
10.47
10.14
9.28
8.12
5.22

Cantidad de datos n	36	36
Máximo	86.76	4.46
Mínimo	5.22	1.65
Promedio \bar{x}	37.82	3.39
Desviación Estandar S	24.74	0.75
Coefficiente de Asimetría Cs	0.6122	-0.3870

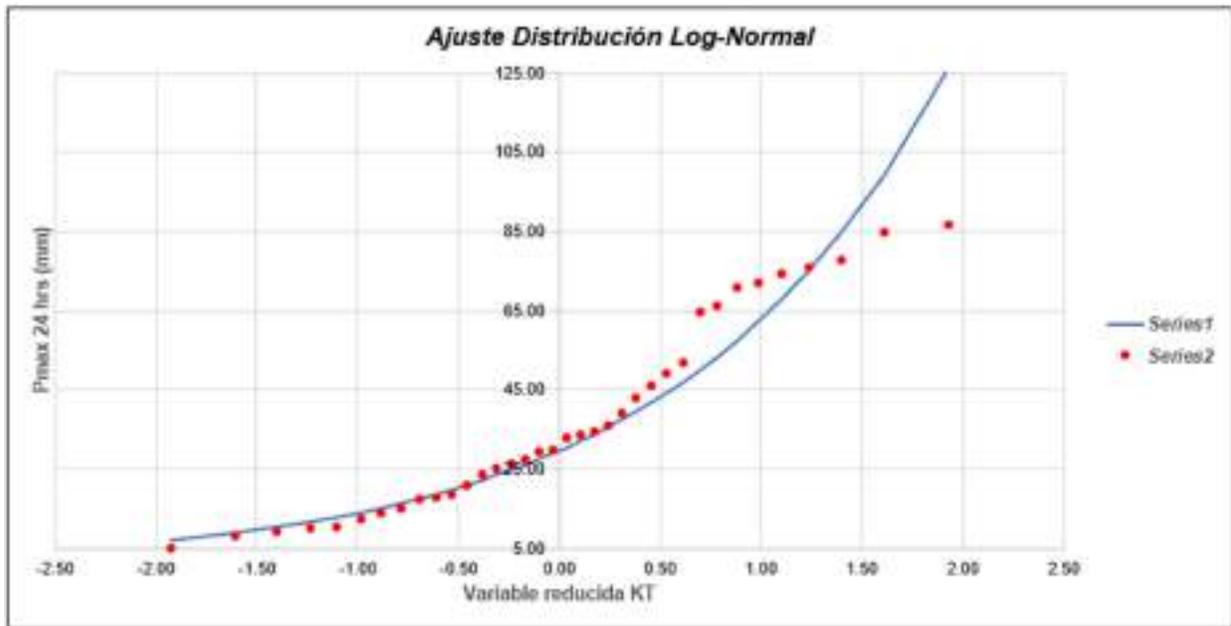
Tabla LXXIV

Método de gráfica de distribución de probabilidades de la E7.

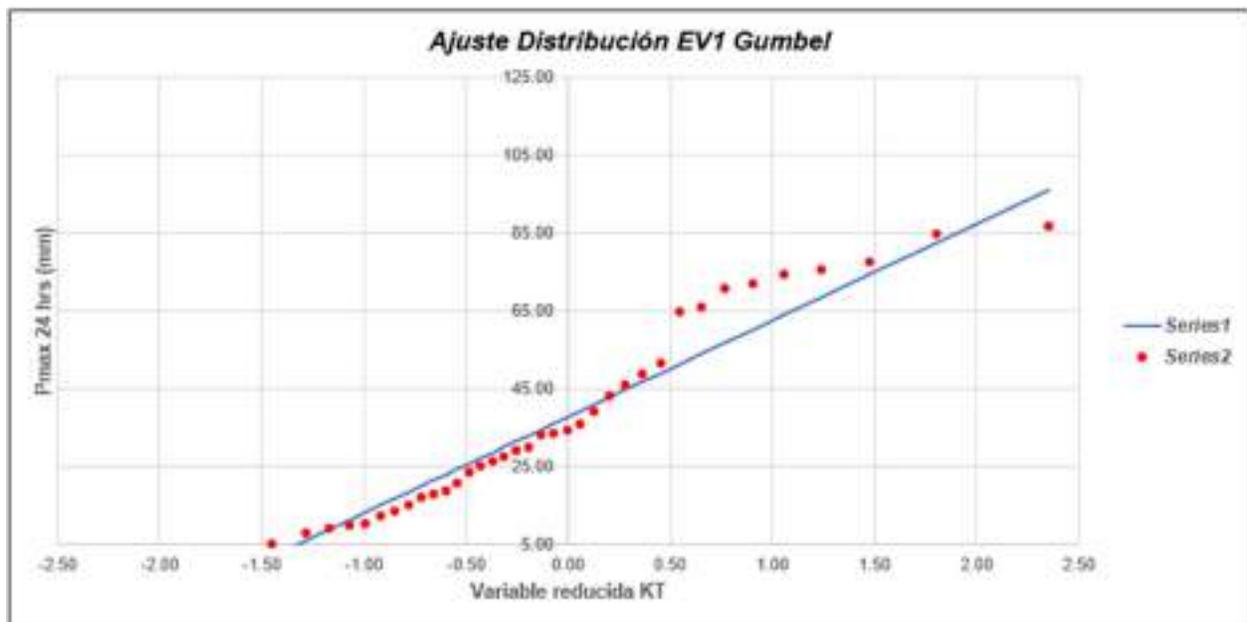
ESTACIÓN E7														
N	T	P(X<X _i)	VALOR OBSERVADO		NORMAL		LOGNORMAL		EVI GUMBEL		PEARSON III		LOG-PEARSON III	
			P24	log(P24)	K _T	ESPERADO	K _T	ESPERADO						
1	37.00	2.70%	86.76	4.4632	1.5264	85.49	1.3264	126.28	2.3547	96.08	2.1850	91.89	1.7462	118.27
2	18.50	5.41%	84.78	4.4401	1.6068	77.58	1.6068	99.29	1.8034	82.44	1.7476	81.86	1.4576	91.46
3	12.30	8.11%	77.87	4.3525	1.3978	72.41	1.3978	84.85	1.4701	74.34	1.4747	74.11	1.3287	80.55
4	9.25	10.81%	76.85	4.3297	1.2967	68.42	1.2967	75.16	1.2403	68.51	1.2710	69.27	1.1950	72.85
5	7.40	13.51%	74.44	4.3100	1.1024	65.10	1.1024	67.95	1.0548	63.91	1.1000	65.19	1.0813	66.87
6	6.17	16.22%	72.06	4.2774	0.9856	62.21	0.9856	62.23	0.9004	60.18	0.9656	61.71	0.9806	62.00
7	5.29	18.92%	70.69	4.2583	0.8809	59.62	0.8809	57.52	0.7679	56.82	0.8424	58.66	0.8889	57.86
8	4.63	21.62%	66.17	4.1922	0.7850	57.25	0.7850	53.52	0.6510	53.93	0.7317	55.93	0.8038	54.28
9	4.11	24.32%	64.76	4.1707	0.6959	55.04	0.6959	50.05	0.5461	51.33	0.6306	53.42	0.7237	51.10
10	3.70	27.03%	61.82	3.9477	0.6120	52.96	0.6120	46.96	0.4505	48.97	0.5370	51.11	0.6474	48.25
11	3.36	29.73%	49.02	3.8823	0.5322	50.99	0.5322	44.25	0.3622	46.78	0.4493	48.94	0.5740	45.66
12	3.08	32.43%	46.95	3.8276	0.4556	49.10	0.4556	41.77	0.2801	44.75	0.3666	46.89	0.5029	43.28
13	2.86	35.14%	43.12	3.7640	0.3817	47.26	0.3817	39.51	0.2028	42.84	0.2877	44.94	0.4395	41.08
14	2.64	37.84%	39.26	3.6703	0.3097	45.49	0.3097	37.43	0.1297	41.03	0.2121	43.87	0.3653	39.03
15	2.47	40.54%	36.04	3.5846	0.2394	43.74	0.2394	35.50	0.0603	39.31	0.1393	41.27	0.2980	37.10
16	2.31	43.24%	34.43	3.5390	0.1702	42.03	0.1702	33.70	-0.0068	37.65	0.0686	39.52	0.2311	35.28
17	2.18	45.95%	31.78	3.5199	0.1018	40.34	0.1018	32.01	-0.0732	36.06	-0.0002	37.82	0.1645	33.56
18	2.06	48.65%	31.10	3.4997	0.0339	38.66	0.0339	30.42	-0.1337	34.51	-0.0677	36.15	0.0978	31.91
19	1.96	51.35%	30.01	3.4016	-0.0339	36.98	-0.0339	28.90	-0.1945	33.01	-0.1340	34.50	0.0306	30.34
20	1.86	54.05%	29.46	3.3827	-0.1018	35.30	-0.1018	27.47	-0.2540	31.54	-0.1995	32.88	-0.0174	28.83
21	1.76	56.76%	27.69	3.3210	-0.1702	33.61	-0.1702	26.09	-0.3125	30.09	-0.2647	31.27	-0.1164	27.37
22	1.68	59.46%	26.34	3.2712	-0.2394	31.90	-0.2394	24.77	-0.3704	28.66	-0.3297	29.66	-0.1769	25.96
23	1.61	62.16%	25.20	3.2268	-0.3097	30.16	-0.3097	23.45	-0.4278	27.24	-0.3947	28.66	-0.2491	24.58
24	1.54	64.86%	23.60	3.1610	-0.3817	28.38	-0.3817	22.25	-0.4851	25.82	-0.4602	26.43	-0.3337	23.24
25	1.48	67.57%	20.88	3.0388	-0.4556	26.55	-0.4556	21.05	-0.5426	24.40	-0.5265	24.79	-0.4111	21.93
26	1.42	70.27%	18.71	2.9293	-0.5322	24.85	-0.5322	19.87	-0.6006	22.96	-0.5941	23.12	-0.4819	20.63
27	1.37	72.97%	17.85	2.8823	-0.6120	22.68	-0.6120	18.71	-0.6596	21.58	-0.6633	21.41	-0.5671	19.36
28	1.32	75.68%	17.31	2.8510	-0.6959	20.60	-0.6959	17.57	-0.7200	20.01	-0.7347	19.64	-0.6575	18.08
29	1.28	78.38%	15.18	2.7198	-0.7850	18.40	-0.7850	16.43	-0.7824	18.46	-0.8092	17.80	-0.7545	16.81
30	1.23	81.08%	13.83	2.6266	-0.8809	16.03	-0.8809	15.29	-0.8476	16.85	-0.8876	15.86	-0.8601	15.53
31	1.19	83.78%	12.57	2.5313	-0.9856	13.43	-0.9856	14.13	-0.9166	15.14	-0.9714	13.79	-0.9769	14.22
32	1.16	86.49%	10.47	2.3488	-1.1024	10.54	-1.1024	12.94	-0.9911	13.38	-1.0625	11.53	-1.1190	12.88
33	1.12	89.19%	10.14	2.3164	-1.2367	7.22	-1.2367	11.70	-1.0735	11.26	-1.1642	9.02	-1.2630	11.47
34	1.09	91.89%	9.20	2.2276	-1.3978	3.24	-1.3978	10.36	-1.1603	8.91	-1.2620	6.90	-1.4513	9.95
35	1.06	94.59%	8.12	2.0949	-1.6068	-1.93	-1.6068	8.85	-1.2850	6.03	-1.4282	2.48	-1.7108	8.25
36	1.03	97.30%	5.22	1.6521	-1.9264	-9.84	-1.9264	6.96	-1.4511	1.92	-1.6376	-2.70	-2.0344	6.14



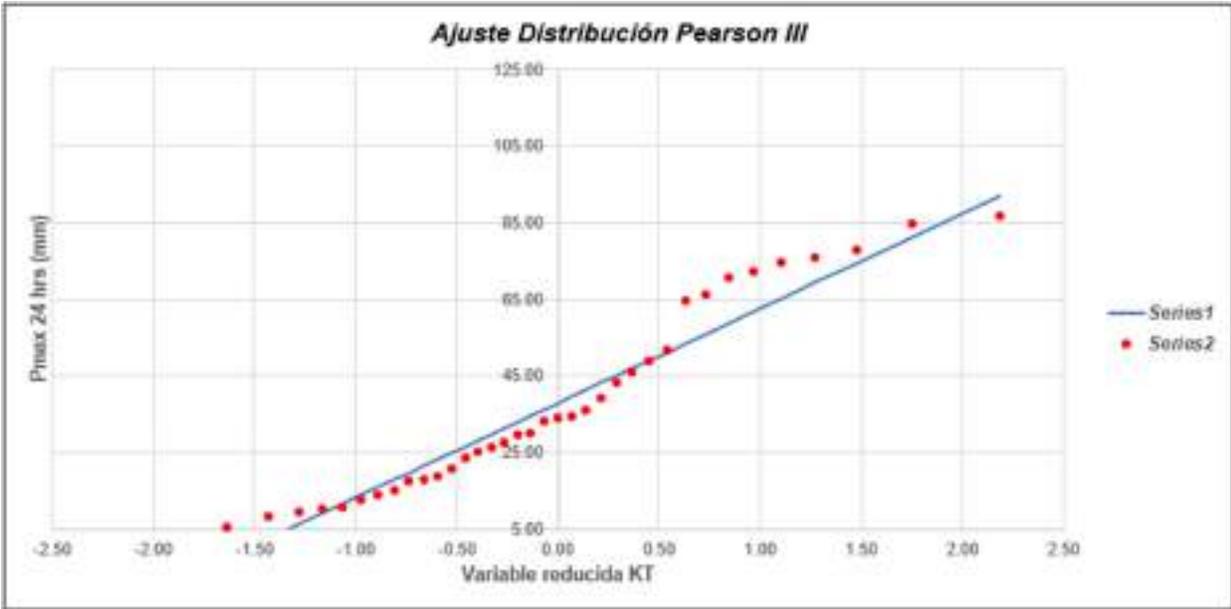
Gráfica 37: Ajuste de Distribución Normal E7.



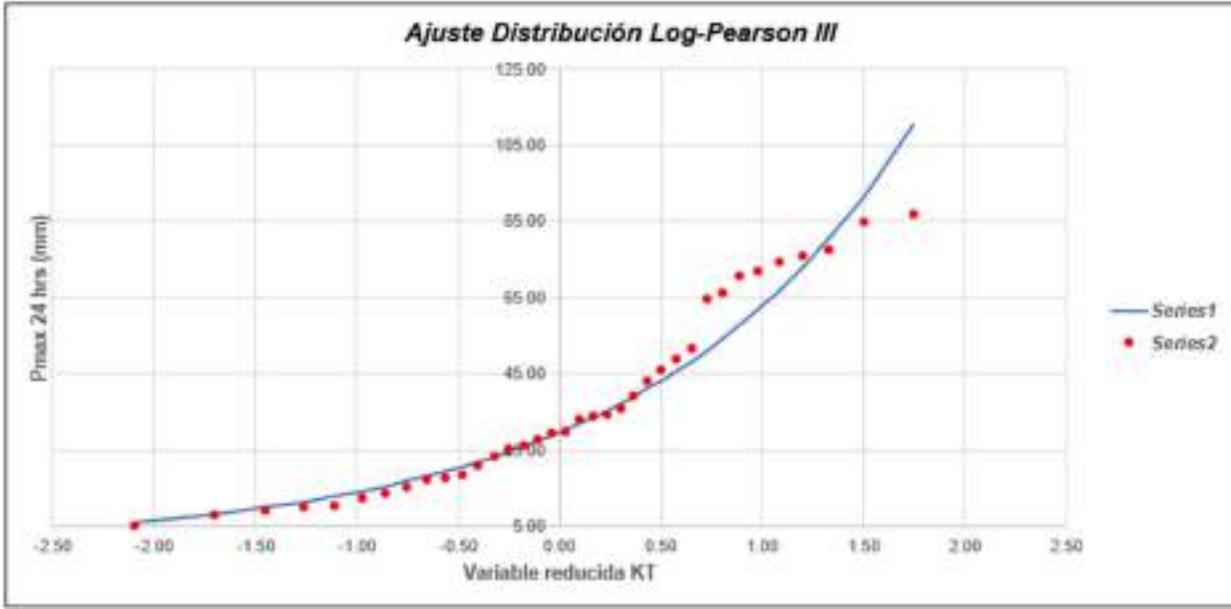
Gráfica 38: Ajuste de Distribución Long-Normal E7.



Gráfica 39: Ajuste de Distribución EV1 Gumbel E7.



Gráfica 40: Ajuste de Distribución Pearson III E7.



Gráfica 41: Ajuste de Distribución Log - Pearson III E7.

Tabla LXXV

Método de Kolmogorov-Smirnov E7.

m	x _m	F ₁ (x _m)	NORMAL		LOG-NORMAL			EV1-GUMBEL		PEARSON III		LOG PEARSON III	
			F(x _m) Normal	Δ _{NORMAL}	y _m =log(x _m)	F(y _m) Log Normal	Δ _{LOG NORMAL}	F(x _m) EV1 Gumbel	Δ _{EV1-GUMBEL}	F(x _m) Pearson III	Δ _{PEARSON III}	F(x _m) LogPearson III	Δ _{LOG-PEARSON III}
1	85.75	0.9730	0.9760	0.0031	4.4632	0.9233	0.0437	0.9666	0.1164	0.9622	0.1100	0.9157	0.0512
2	84.78	0.9459	0.9712	0.0252	4.4401	0.9168	0.0272	0.9520	0.1060	0.9571	0.1112	0.9116	0.0343
3	77.67	0.9189	0.9464	0.0274	4.3525	0.8958	0.0191	0.9313	0.1124	0.9334	0.1145	0.8945	0.0244
4	75.95	0.8919	0.9378	0.0459	4.3287	0.8941	0.0022	0.9248	0.1329	0.9257	0.1338	0.8895	0.0024
5	74.44	0.8649	0.9386	0.0657	4.3100	0.8855	0.0246	0.9193	0.1544	0.9193	0.1545	0.8853	0.0285
6	72.05	0.8378	0.9168	0.0789	4.2774	0.8811	0.0433	0.9092	0.1714	0.9074	0.1636	0.8779	0.0480
7	70.69	0.8168	0.9080	0.0972	4.2583	0.8760	0.0652	0.9029	0.1821	0.8990	0.1891	0.8733	0.0025
8	66.17	0.7938	0.8740	0.0902	4.1922	0.8571	0.0733	0.8788	0.1950	0.8715	0.1877	0.8566	0.0728
9	64.76	0.7568	0.8619	0.1051	4.1707	0.8565	0.0937	0.8703	0.1135	0.8614	0.1047	0.8500	0.0340
10	51.82	0.7287	0.7942	0.0955	3.9477	0.7710	0.0413	0.7620	0.1223	0.7379	0.1082	0.7803	0.0586
11	49.02	0.7027	0.6746	0.0281	3.8923	0.7481	0.0454	0.7304	0.1277	0.7035	0.1000	0.7597	0.0570
12	45.95	0.6757	0.6288	0.0469	3.8276	0.7199	0.0442	0.6919	0.1162	0.6627	0.1130	0.7343	0.0586
13	43.12	0.6486	0.5848	0.0538	3.7640	0.6907	0.0421	0.6527	0.1041	0.6223	0.1264	0.7078	0.0591
14	39.25	0.6216	0.5253	0.0594	3.6703	0.6456	0.0219	0.5939	0.1277	0.5636	0.1580	0.6660	0.0444
15	35.04	0.5946	0.4713	0.1233	3.5846	0.6025	0.0077	0.5402	0.1544	0.5119	0.1627	0.6253	0.0387
16	34.43	0.5676	0.4455	0.1220	3.5390	0.5788	0.0112	0.5121	0.1655	0.4855	0.1620	0.6028	0.0352
17	33.79	0.5405	0.4352	0.1054	3.5199	0.5688	0.0293	0.5005	0.1401	0.4747	0.1668	0.5932	0.0527
18	33.19	0.5135	0.4244	0.0891	3.4997	0.5582	0.0447	0.4882	0.1253	0.4635	0.1501	0.5830	0.0595
19	30.01	0.4865	0.3762	0.1103	3.4016	0.5064	0.0199	0.4310	0.1555	0.4117	0.1748	0.5321	0.0456
20	29.45	0.4595	0.3675	0.0919	3.3827	0.4964	0.0369	0.4204	0.1391	0.4022	0.1573	0.5221	0.0527
21	27.69	0.4324	0.3411	0.0913	3.3210	0.4637	0.0313	0.3870	0.1454	0.3727	0.1597	0.4893	0.0568
22	25.34	0.4054	0.3213	0.0841	3.2712	0.4375	0.0321	0.3613	0.1441	0.3583	0.1551	0.4625	0.0571
23	25.29	0.3784	0.3050	0.0734	3.2298	0.4144	0.0369	0.3395	0.1389	0.3315	0.1469	0.4386	0.0682
24	23.89	0.3514	0.2827	0.0687	3.1610	0.3887	0.0293	0.3092	0.1421	0.3054	0.1459	0.4032	0.0519
25	20.88	0.3243	0.2468	0.0776	3.0388	0.3265	0.0038	0.2589	0.1654	0.2626	0.1617	0.3387	0.0144
26	18.71	0.2973	0.2260	0.0773	2.9293	0.2703	0.0279	0.2205	0.1768	0.2390	0.1673	0.2835	0.0138
27	17.85	0.2783	0.2098	0.0694	2.8823	0.2500	0.0202	0.2059	0.1644	0.2175	0.1527	0.2608	0.0395
28	17.31	0.2432	0.2035	0.0397	2.8510	0.2370	0.0052	0.1967	0.1466	0.2097	0.1335	0.2462	0.0029
29	15.18	0.2162	0.1881	0.0362	2.7198	0.1866	0.0296	0.1627	0.1535	0.1886	0.1357	0.1890	0.0273
30	13.83	0.1892	0.1661	0.0231	2.6266	0.1552	0.0340	0.1426	0.1466	0.1631	0.1261	0.1530	0.0362
31	12.57	0.1622	0.1512	0.0084	2.5313	0.1270	0.0352	0.1251	0.1371	0.1477	0.1145	0.1206	0.0415
32	10.47	0.1351	0.1345	0.0006	2.3488	0.0833	0.0519	0.0685	0.1366	0.1237	0.1115	0.0715	0.0636
33	10.14	0.1081	0.1316	0.0235	2.3164	0.0768	0.0313	0.0986	0.1135	0.1280	0.1119	0.0645	0.0436
34	9.28	0.0811	0.1243	0.0433	2.2276	0.0612	0.0199	0.0890	0.1039	0.1110	0.1299	0.0478	0.0333
35	8.12	0.0541	0.1150	0.0610	2.0849	0.0426	0.0114	0.0730	0.1189	0.0995	0.1455	0.0291	0.0250
36	5.22	0.0270	0.0938	0.0668	1.6521	0.0004	0.0166	0.0477	0.1207	0.0738	0.1489	0.0033	0.0238

Área del gráfico

n	36	Distribución	Normal	Log-Normal	EV1-Gumbel	Pearson III	LogPearson III
Significación	0.10	Δ _{adj}	0.1233	0.0937	0.1135	0.1047	0.0940
Ácritico	0.2040		Si se ajusta				
		Mejor Ajuste	5	1	4	3	2

Tabla LXXVI

Precipitaciones máximas anuales en 24 horas E7.

T	P(X<=T)	NORMAL		LOGNORMAL			EV1-GUMBEL		PEARSON III		LOG-PEARSON III			Pmax (mm)
		K _T	x _T	K _T	x _T	e ^λ x _T	K _T	x _T	K _T	x _T	K _T	x _T	e ^λ x _T	
5	0.8000	0.8416	58.65	0.8416	4.02	55.8424	0.7195	55.62	0.7968	57.54	0.8542	4.03	56.37	55.84
10	0.9000	1.2816	69.53	1.2816	4.35	77.7451	1.3046	70.10	1.3272	70.66	1.2326	4.32	74.93	77.75
30	0.9667	1.8339	83.20	1.8339	4.77	117.7904	2.1887	91.98	2.0560	88.69	1.6755	4.65	104.56	117.79
50	0.9800	2.0537	88.64	2.0537	4.93	138.9702	2.5923	101.96	2.3662	96.37	1.8420	4.78	118.51	138.97
100	0.9900	2.3263	95.38	2.3263	5.14	170.5964	3.1367	115.43	2.7673	106.29	2.0411	4.92	137.66	170.60

Tabla LXXVII

Data de precipitación máxima en 24 horas de la E8.

ESTACIÓN E8			
N°	Año	P24 (mm)	Log(P24)
1	1981	38.32	3.6460
2	1982	5.77	1.7528
3	1983	94.03	4.5436
4	1984	29.17	3.3731
5	1985	4.52	1.5086
6	1986	2.38	0.8684
7	1987	8.16	2.0998
8	1988	2.22	0.7974
9	1989	9.06	2.2037
10	1990	2.81	1.0321
11	1991	4.50	1.5042
12	1992	15.74	2.7564
13	1993	24.82	3.2116
14	1994	20.80	3.0352
15	1995	8.66	2.1590
16	1996	6.39	1.8543
17	1997	21.10	3.0493
18	1998	85.74	4.4513
19	1999	20.10	3.0006
20	2000	33.12	3.5001
21	2001	87.72	4.4742
22	2002	60.35	4.1002
23	2003	10.80	2.3796
24	2004	12.71	2.5428
25	2005	16.26	2.7888
26	2006	53.58	3.9813
27	2007	14.05	2.6428
28	2008	32.52	3.4818
29	2009	22.22	3.1010
30	2010	21.03	3.0459
31	2011	17.83	2.8806
32	2012	46.99	3.8500
33	2013	16.99	2.8326
34	2014	7.27	1.9842
35	2015	53.33	3.9765
36	2016	48.69	3.8855

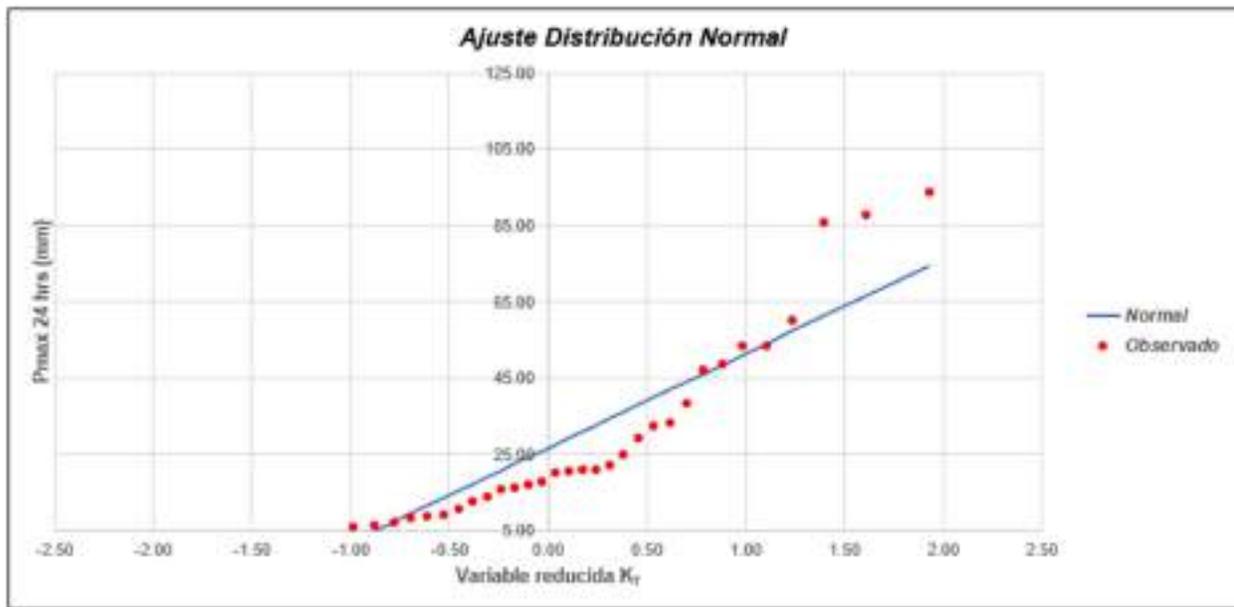
	Ordenar de Mayor a Menor	
	94.03	
	87.72	
	85.74	
	60.35	
	53.58	
	53.33	
	48.69	
	46.99	
	38.32	
	33.12	
	32.52	
	29.17	
	24.82	
	22.22	
	21.10	
	21.03	
	20.80	
	20.10	
	17.83	
	16.99	
	16.26	
	15.74	
	14.05	
	12.71	
	10.80	
	9.06	
	8.66	
	8.16	
	7.27	
	6.39	
	5.77	
	4.52	
	4.50	
	2.81	
	2.38	
	2.22	

Cantidad de datos n	36	36
Máximo	94.03	4.54
Mínimo	2.22	0.80
Promedio \bar{x}	26.66	2.84
Desviación Estandar S	24.81	1.02
Coefficiente de Asimetría Cs	1.4204	-0.2606

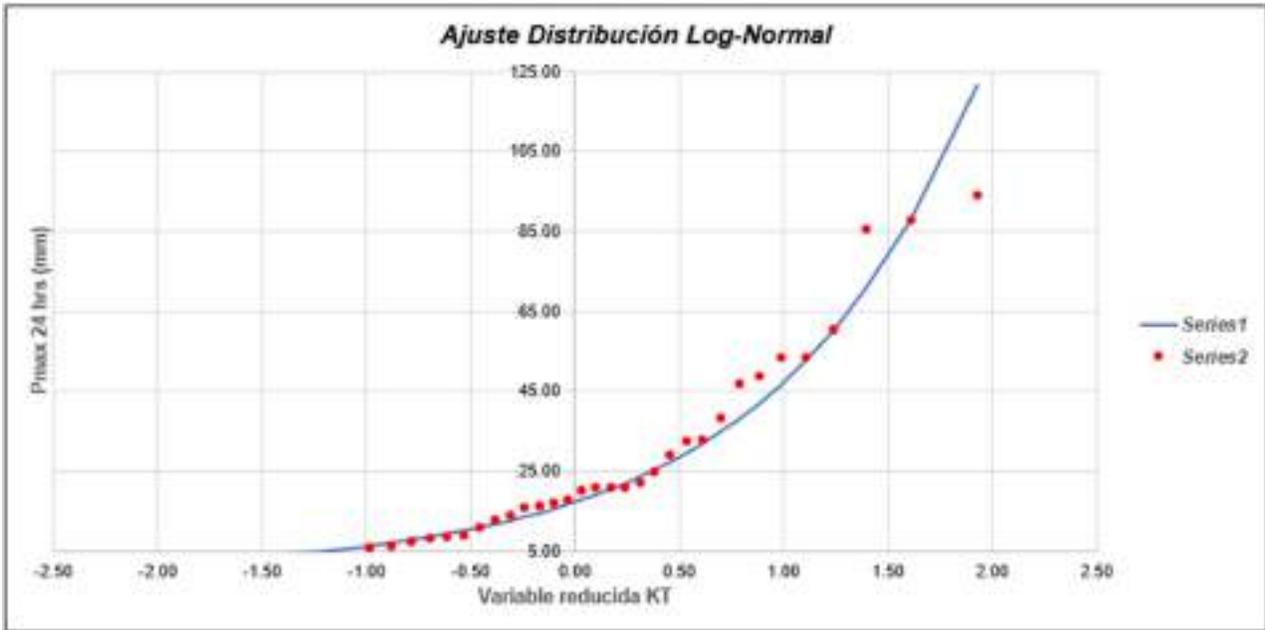
Tabla LXXVIII

Método de gráfica de distribución de probabilidades de la E8.

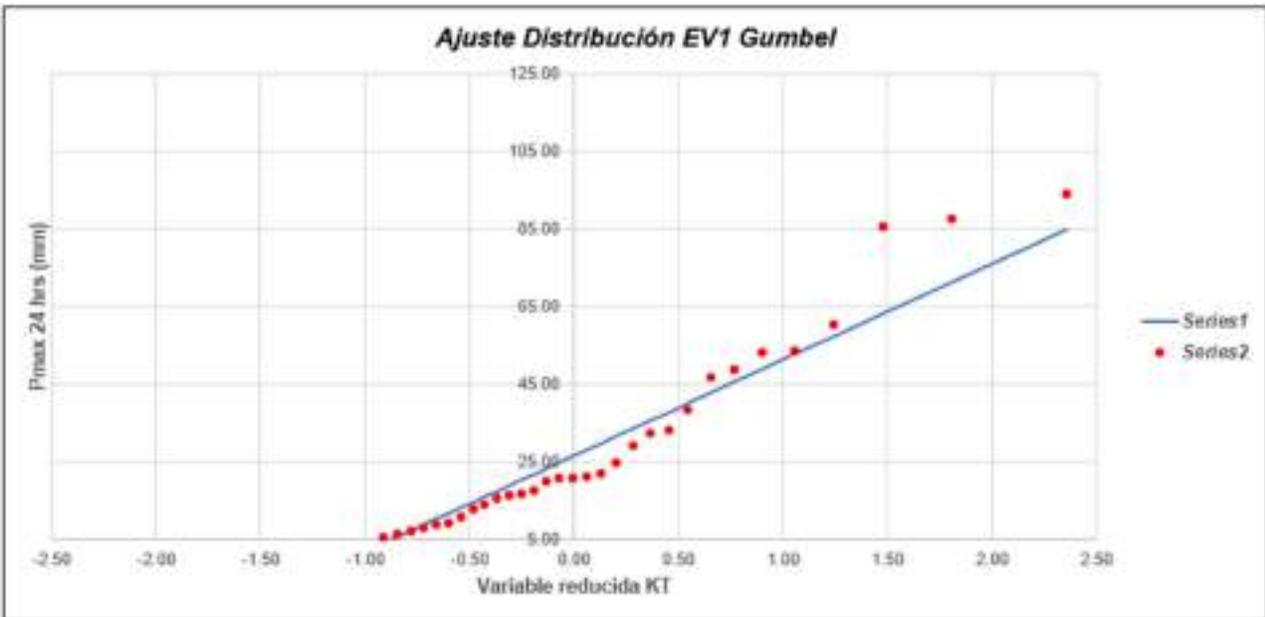
ESTACIÓN E8														
N	T	P(X<X ₀)	VALOR OBSERVADO		NORMAL		LOGNORMAL		EV1 GUMBEL		PEARSON III		LOG-PEARSON III	
			P24	log(P24)	K _T	ESPERADO	K _T	ESPERADO						
1	37.00	2.71%	34.03	4.5436	1.9264	74.46	1.9264	121.40	2.3547	85.09	2.4562	87.60	1.8061	107.43
2	16.50	6.41%	37.72	4.4742	1.6960	66.53	1.6960	87.73	1.9034	71.41	1.8629	72.00	1.0347	81.54
3	12.33	8.11%	35.74	4.4513	1.3978	61.34	1.3978	70.95	1.4761	63.29	1.5100	64.13	1.3529	67.78
4	9.25	10.61%	30.35	4.1002	1.2367	57.34	1.2367	60.23	1.2483	57.44	1.2558	57.82	1.2102	58.63
5	7.40	13.51%	53.58	3.9813	1.1824	54.01	1.1824	52.55	1.0546	52.83	1.0557	52.86	1.0398	51.88
6	6.17	16.22%	53.33	3.9705	0.9856	51.12	0.9856	46.67	0.9084	49.00	0.8900	48.74	0.9937	46.58
7	5.29	18.92%	48.69	3.8855	0.8809	48.52	0.8809	41.96	0.7678	45.71	0.7479	45.22	0.8877	42.25
8	4.63	21.62%	46.99	3.8500	0.7850	46.14	0.7850	38.06	0.6510	42.81	0.6230	42.12	0.7990	38.61
9	4.11	24.32%	38.32	3.6480	0.6899	43.93	0.6899	34.77	0.5481	40.21	0.5114	39.35	0.7159	35.46
10	3.70	27.03%	33.12	3.5001	0.6120	41.85	0.6120	31.93	0.4515	37.84	0.4101	36.84	0.6370	32.75
11	3.36	29.73%	32.52	3.4818	0.5322	39.87	0.5322	29.44	0.3622	35.65	0.3171	34.53	0.5514	30.32
12	3.08	32.43%	29.17	3.3731	0.4556	37.97	0.4556	27.24	0.2811	33.61	0.2309	32.39	0.4883	28.16
13	2.85	35.14%	24.82	3.2116	0.3817	36.13	0.3817	25.26	0.2028	31.69	0.1505	30.39	0.4173	26.20
14	2.64	37.84%	22.22	3.1010	0.3197	34.35	0.3197	23.48	0.1297	29.88	0.0748	28.52	0.3478	24.41
15	2.47	40.54%	21.10	3.0493	0.2394	32.60	0.2394	21.86	0.0680	28.15	0.0031	26.74	0.2794	22.77
16	2.31	43.24%	21.03	3.0409	0.1702	30.68	0.1702	20.38	-0.0086	26.49	-0.0050	25.05	0.2116	21.26
17	2.16	45.96%	20.80	3.0352	0.1118	28.19	0.1118	19.01	-0.0712	24.89	-0.1302	23.43	0.1443	19.85
18	2.06	48.68%	20.10	3.0006	0.0339	27.50	0.0339	17.74	-0.1337	23.34	-0.1928	21.88	0.0771	18.54
19	1.95	51.35%	17.83	2.8806	-0.0339	25.82	-0.0339	16.56	-0.1945	21.83	-0.2532	20.38	0.0096	17.31
20	1.85	54.05%	16.99	2.8326	-0.1018	24.13	-0.1018	15.46	-0.2540	20.36	-0.3116	18.93	-0.0585	16.15
21	1.76	56.76%	16.26	2.7888	-0.1702	22.44	-0.1702	14.42	-0.3125	18.91	-0.3685	17.52	-0.1274	15.06
22	1.68	59.46%	15.74	2.7564	-0.2394	20.77	-0.2394	13.44	-0.3734	17.47	-0.4240	16.14	-0.1976	14.02
23	1.61	62.16%	14.95	2.6228	-0.3097	18.97	-0.3097	12.51	-0.4278	16.05	-0.4783	14.79	-0.2694	13.04
24	1.54	64.86%	12.71	2.5428	-0.3817	17.19	-0.3817	11.63	-0.4851	14.62	-0.5318	13.46	-0.3432	12.09
25	1.48	67.57%	10.90	2.3796	-0.4556	15.35	-0.4556	10.79	-0.5426	13.20	-0.5846	12.15	-0.4196	11.19
26	1.42	70.27%	9.46	2.2037	-0.5322	13.46	-0.5322	9.98	-0.6016	11.76	-0.6370	10.86	-0.4992	10.32
27	1.37	72.97%	8.66	2.1590	-0.6120	11.48	-0.6120	9.20	-0.6596	10.29	-0.6891	9.56	-0.5827	9.48
28	1.32	75.68%	8.16	2.0998	-0.6959	9.39	-0.6959	8.45	-0.7280	8.80	-0.7414	8.26	-0.6711	8.67
29	1.28	78.38%	7.37	1.9842	-0.7850	7.18	-0.7850	7.72	-0.7924	7.25	-0.7940	6.96	-0.7657	7.87
30	1.23	81.08%	6.39	1.8543	-0.8809	4.80	-0.8809	7.00	-0.8476	5.63	-0.8475	5.63	-0.8683	7.09
31	1.19	83.78%	5.77	1.7528	-0.9856	2.20	-0.9856	6.30	-0.9166	3.52	-0.9023	4.27	-0.9813	6.32
32	1.16	86.48%	4.52	1.5896	-1.1024	-0.69	-1.1024	5.59	-0.9911	2.87	-0.9550	2.87	-1.1085	5.56
33	1.12	89.19%	4.50	1.5042	-1.2367	-4.02	-1.2367	4.88	-1.0735	0.82	-1.0187	1.38	-1.2561	4.78
34	1.09	91.89%	2.81	1.0321	-1.3978	-8.02	-1.3978	4.34	-1.1683	-2.33	-1.0831	-0.22	-1.4356	3.99
35	1.06	94.59%	2.18	0.8684	-1.6068	-11.21	-1.6068	3.35	-1.2850	5.22	-1.1565	2.01	-1.6719	3.14
36	1.03	97.30%	2.22	0.7974	-1.9264	-21.14	-1.9264	2.42	-1.4511	-9.35	-1.2440	-4.21	-2.0412	2.15



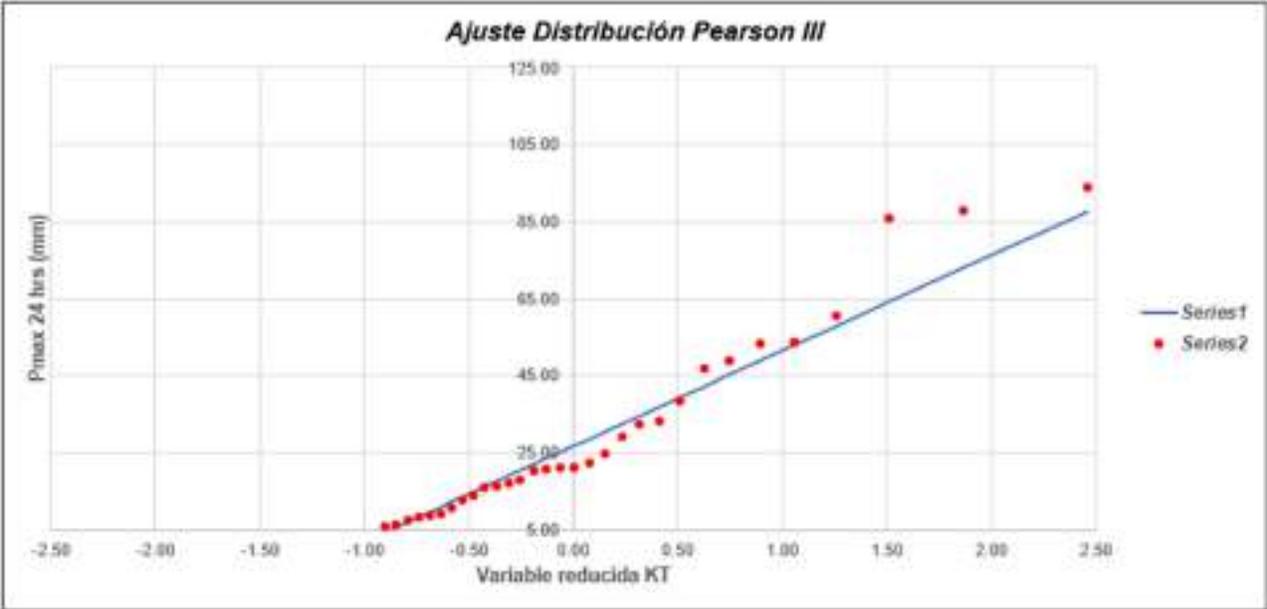
Gráfica 42: Ajuste de Distribución Normal E8.



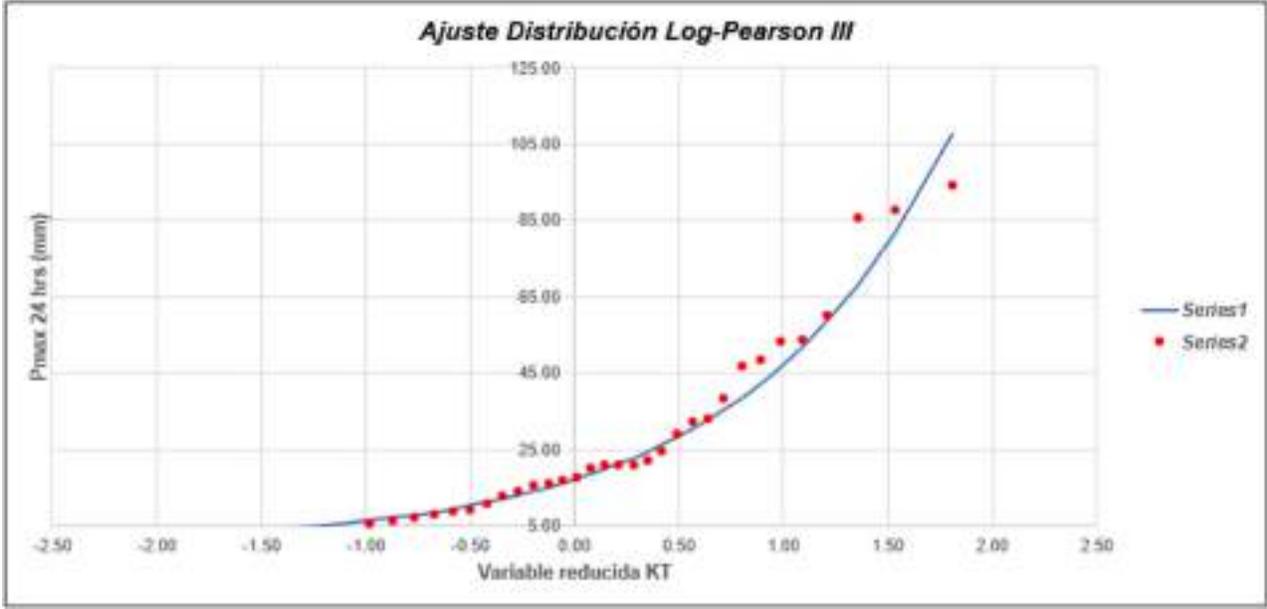
Gráfica 43: Ajuste de Distribución Long-Normal E8.



Gráfica 44: Ajuste de Distribución EV1 Gumbel E8.



Gráfica 45: Ajuste de Distribución Pearson III E8.



Gráfica 46: Ajuste de Distribución Log - Pearson III E8.

Tabla LXXIX

Método de Kolmogorov-Smirnov E8.

m	x _m	F ₀ (x _m)	NORMAL		LOG-NORMAL			EV1-GUMBEL		PEARSON III		LOG PEARSON III	
			F(x _m) Normal	Δ _{Normal}	y _m =log(x _m)	F(y _m) Log Normal	Δ _{Log Normal}	F(x _m) EV1 Gumbel	Δ _{EV1-GUMBEL}	F(x _m) Pearson III	Δ _{PEARSON III}	F(x _m) LogPearson III	Δ _{LOG PEARSON III}
1	94.03	0.9738	0.9957	0.0237	4.5436	0.9530	0.0199	0.9829	1.1099	0.9800	0.0071	0.9462	0.0257
2	87.72	0.9459	0.9931	0.0471	4.4742	0.9439	0.0000	0.9754	1.1304	0.9729	0.0278	0.9393	0.0056
3	85.74	0.9189	0.9914	0.0724	4.4513	0.9434	0.0245	0.9739	1.1549	0.9702	0.0512	0.9369	0.0188
4	80.35	0.8919	0.9127	0.0208	4.1002	0.8923	0.0004	0.9063	1.1144	0.9624	0.0105	0.8889	0.0038
5	53.58	0.8549	0.8511	0.0038	3.9813	0.8590	0.0041	0.8697	1.1048	0.8678	0.0029	0.8674	0.0025
6	53.33	0.8378	0.8588	0.0209	3.9765	0.8680	0.0302	0.8681	1.1303	0.8663	0.0285	0.8665	0.0288
7	48.69	0.8108	0.8127	0.0019	3.8855	0.8479	0.0371	0.8355	1.1246	0.8361	0.0252	0.8488	0.0372
8	46.99	0.7838	0.7937	0.0099	3.8501	0.8395	0.0557	0.8218	1.1380	0.8235	0.0357	0.8403	0.0555
9	38.32	0.7568	0.6886	0.0758	3.8468	0.7857	0.0290	0.7355	1.1213	0.7451	0.0116	0.7908	0.0348
10	33.12	0.7297	0.6027	0.1278	3.5001	0.7415	0.0148	0.6689	1.1608	0.6849	0.0448	0.7488	0.0201
11	32.52	0.7027	0.5933	0.1094	3.4818	0.7357	0.0330	0.6605	1.1422	0.6772	0.0255	0.7444	0.0416
12	29.17	0.6757	0.5493	0.1354	3.3731	0.6995	0.0239	0.6107	1.1650	0.6317	0.0446	0.7105	0.0348
13	24.82	0.6486	0.4784	0.1782	3.2115	0.6421	0.0065	0.5393	1.1094	0.5652	0.0834	0.6561	0.0074
14	22.22	0.6216	0.4290	0.1926	3.1018	0.6008	0.0208	0.4935	1.1281	0.5216	0.1008	0.6164	0.0053
15	21.10	0.5946	0.4113	0.1833	3.0493	0.5810	0.0136	0.4731	1.1215	0.5619	0.0927	0.5972	0.0028
16	21.03	0.5676	0.4102	0.1573	3.0459	0.5797	0.0121	0.4718	1.1557	0.5806	0.0689	0.5959	0.0283
17	20.80	0.5405	0.4067	0.1338	3.0352	0.5795	0.0360	0.4677	1.1728	0.4966	0.0439	0.5949	0.0513
18	20.10	0.5135	0.3957	0.1178	3.0008	0.5622	0.0487	0.4547	1.1589	0.4838	0.0297	0.5788	0.0653
19	17.83	0.4865	0.3689	0.1256	2.8808	0.5153	0.0288	0.4121	1.1744	0.4413	0.0451	0.5326	0.0461
20	16.99	0.4595	0.3484	0.1111	2.8326	0.4965	0.0370	0.3963	1.1632	0.4252	0.0342	0.5138	0.0544
21	16.26	0.4324	0.3376	0.0948	2.7888	0.4793	0.0469	0.3825	1.1499	0.4110	0.0214	0.4966	0.0642
22	15.74	0.4054	0.3380	0.0754	2.7564	0.4666	0.0512	0.3726	1.1528	0.4608	0.0046	0.4838	0.0784
23	14.05	0.3784	0.3057	0.0727	2.6428	0.4225	0.0441	0.3405	1.1379	0.3668	0.0116	0.4389	0.0605
24	12.71	0.3514	0.2870	0.0643	2.5428	0.3844	0.0330	0.3152	1.1361	0.3394	0.0119	0.3996	0.0483
25	10.80	0.3243	0.2614	0.0638	2.3796	0.3247	0.0004	0.2796	1.1448	0.2996	0.0247	0.3372	0.0128
26	9.05	0.2973	0.2390	0.0593	2.2037	0.2651	0.0322	0.2479	1.1404	0.2631	0.0342	0.2736	0.0237
27	8.66	0.2703	0.2341	0.0362	2.1598	0.2509	0.0194	0.2409	1.1294	0.2547	0.0155	0.2583	0.0128
28	8.16	0.2432	0.2280	0.0152	2.0998	0.2327	0.0105	0.2321	1.1111	0.2443	0.0018	0.2386	0.0046
29	7.27	0.2162	0.2173	0.0011	1.9842	0.1994	0.0168	0.2167	1.1004	0.2256	0.0094	0.2024	0.0138
30	6.39	0.1892	0.2070	0.0178	1.8543	0.1656	0.0235	0.2017	1.1125	0.2071	0.0179	0.1655	0.0236
31	5.77	0.1622	0.1999	0.0378	1.7528	0.1420	0.0202	0.1915	1.1293	0.1943	0.0322	0.1397	0.0225
32	4.52	0.1351	0.1861	0.0518	1.5088	0.0948	0.0403	0.1715	1.1363	0.1688	0.0337	0.0894	0.0458
33	4.50	0.1081	0.1859	0.0778	1.5042	0.0941	0.0140	0.1712	1.1631	0.1684	0.0603	0.0876	0.0205
34	2.81	0.0811	0.1682	0.0871	1.0321	0.0375	0.0436	0.1406	1.1646	0.1349	0.0538	0.0296	0.0521
35	2.38	0.0541	0.1639	0.1099	0.8684	0.0261	0.0290	0.1306	1.1655	0.1268	0.0727	0.0183	0.0358
36	2.22	0.0279	0.1625	0.1353	0.7974	0.0221	0.0049	0.1302	1.1102	0.1237	0.0966	0.0148	0.0122

m	36	Distribución	Normal	Log Normal	EV1-Gumbel	Pearson III	LogPearson III
Significación	0.10	Δ _{max}	0.1926	0.0612	1.1281	0.1006	0.0784
Ácritico	1.2040		Si se ajusta				
		Mejor Ajuste	5	1	4	3	2

Tabla LXXX

Precipitaciones máximas anuales en 24 horas E8.

T	P(X≤XT)	NORMAL		LOGNORMAL			EV1-GUMBEL		PEARSON III		LOG-PEARSON III			Pmax (mm)
		K _T	x _T	K _T	x _T	e ^λ x _T	K _T	x _T	K _T	x _T	K _T	x _T	e ^λ x _T	
5	0.8000	0.8416	47.54	0.8416	3.70	40.3161	0.7195	44.51	0.6961	43.93	0.8515	3.71	40.72	40.32
10	0.9000	1.2816	58.46	1.2816	4.14	63.0412	1.3046	59.03	1.3250	59.54	1.2502	4.11	61.06	63.04
30	0.9667	1.8339	72.16	1.8339	4.71	110.5066	2.1887	80.97	2.2777	83.18	1.7284	4.60	99.27	110.51
50	0.9800	2.0537	77.62	2.0537	4.93	138.1667	2.5923	90.98	2.7112	93.93	1.9119	4.78	119.62	138.17
100	0.9900	2.3263	84.38	2.3263	5.21	182.2654	3.1367	104.49	3.2943	108.40	2.1342	5.01	149.94	182.27

Tabla LXXXI

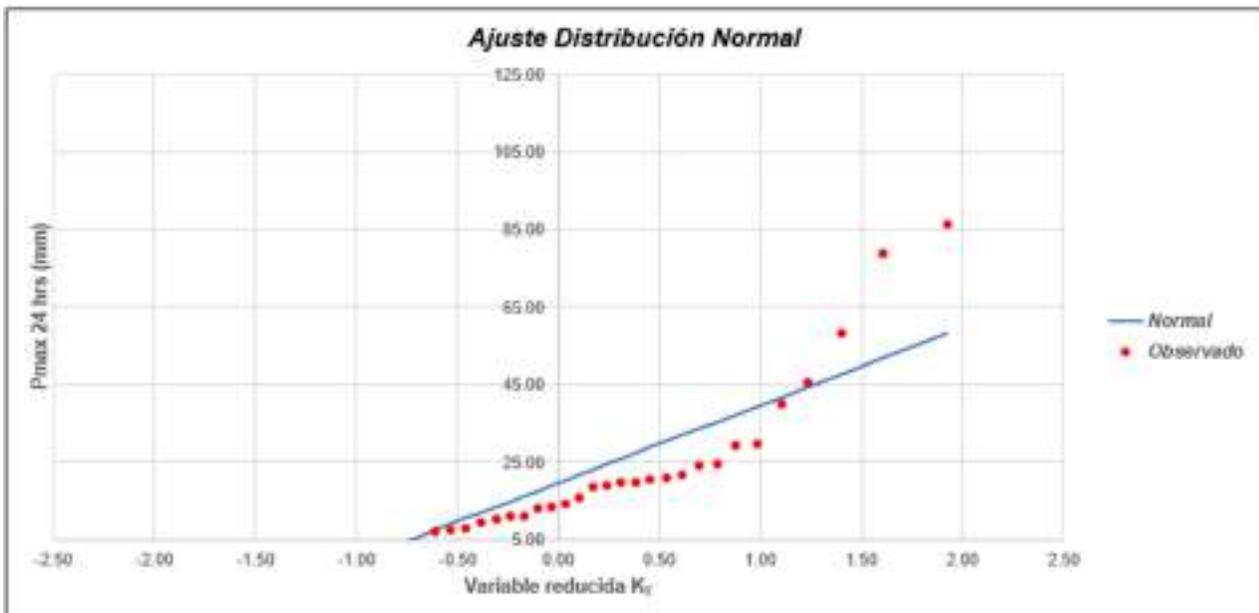
Data de precipitación máxima en 24 horas de la E9.

ESTACIÓN E9				
N°	Año	P24 (mm)	Log(P24)	Ordenar de Mayor a Menor
1	1981	39.92	3.6869	86.28
2	1982	2.98	1.0915	78.81
3	1983	78.81	4.3670	58.22
4	1984	14.31	2.6610	45.43
5	1985	7.45	2.0079	39.92
6	1986	1.75	0.5614	29.58
7	1987	8.04	2.0850	29.32
8	1988	1.72	0.5403	24.39
9	1989	3.99	1.3826	23.99
10	1990	2.95	1.0833	21.84
11	1991	3.75	1.3218	20.95
12	1992	11.19	2.4147	20.61
13	1993	15.73	2.7557	20.01
14	1994	29.58	3.3872	19.88
15	1995	4.72	1.5521	18.84
16	1996	3.86	1.3506	18.82
17	1997	21.84	3.0836	15.73
18	1998	86.28	4.4577	14.31
19	1999	18.82	2.9349	13.53
20	2000	19.88	2.9896	12.95
21	2001	58.22	4.0642	11.24
22	2002	24.39	3.1940	11.19
23	2003	9.58	2.2598	10.33
24	2004	13.53	2.6045	9.58
25	2005	10.33	2.3346	8.04
26	2006	29.32	3.3783	7.45
27	2007	3.87	1.3520	7.24
28	2008	20.61	3.0258	4.72
29	2009	11.24	2.4192	3.99
30	2010	18.84	2.9360	3.87
31	2011	12.95	2.5608	3.86
32	2012	45.43	3.8161	3.75
33	2013	20.01	2.9961	2.98
34	2014	7.24	1.9798	2.95
35	2015	20.95	3.0421	1.75
36	2016	23.99	3.1776	1.72
Cantidad de datos n		36	36	
Máximo		86.28	4.46	
Mínimo		1.72	0.54	
Promedio \bar{x}		19.67	2.52	
Desviación Estandar S		20.04	1.01	
Coefficiente de Asimetría Cs		2.0225	-0.1615	

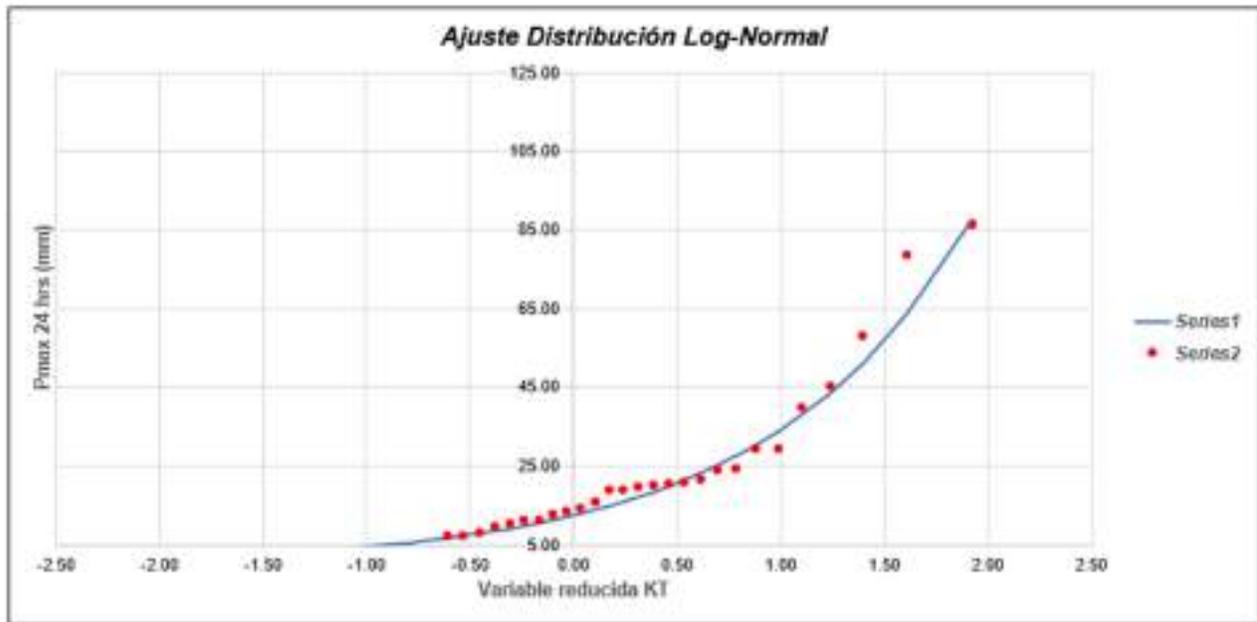
Tabla LXXXII

Método de gráfica de distribución de probabilidades de la E9.

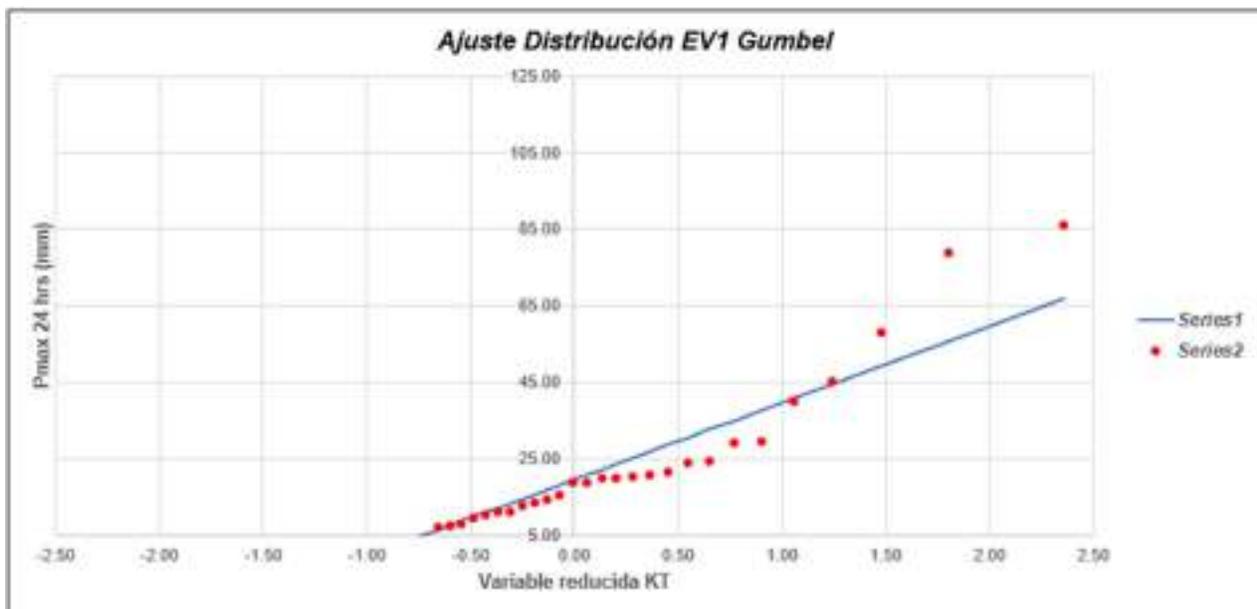
ESTACIÓN E9														
N	T	P(≥X _T)	VALOR OBSERVADO		NORMAL		LOGNORMAL		EV1 GUMBEL		PEARSON III		LOG-PEARSON III	
			P24	log[P24]	K _T	ESPERADO	K _T	ESPERADO	K _c	ESPERADO	K _T	ESPERADO	K _T	ESPERADO
1	37.00	2.70%	66.28	4.4577	1.9264	58.28	1.9264	87.57	2.3547	66.86	2.5957	73.69	1.9524	61.25
2	16.50	6.41%	78.81	4.3670	1.6088	51.67	1.6088	63.38	1.8834	55.81	1.8935	57.62	1.9629	60.63
3	12.33	8.11%	58.22	4.0642	1.3976	47.68	1.3976	51.30	1.4761	49.25	1.4081	49.49	1.3708	49.92
4	9.25	10.81%	45.43	3.8161	1.2367	44.45	1.2367	43.59	1.2403	44.53	1.2028	43.77	1.2211	42.90
5	7.40	13.61%	39.92	3.6099	1.1024	41.76	1.1024	38.85	1.0546	40.80	1.0827	39.36	1.0564	37.78
6	6.17	16.22%	29.58	3.3872	0.9856	39.42	0.9856	33.81	0.9804	37.71	1.0035	35.77	0.9852	33.80
7	5.29	18.92%	29.32	3.3783	0.8889	37.32	0.8889	30.41	0.7678	35.06	1.0525	32.74	0.8858	30.56
8	4.63	21.62%	24.39	3.1940	0.7850	35.40	0.7850	27.60	0.6510	32.71	1.0219	30.13	0.7943	27.86
9	4.11	24.32%	23.99	3.1776	0.6959	33.61	0.6959	25.22	0.5461	30.61	1.0069	27.82	0.7089	25.55
10	3.70	27.03%	21.84	3.0836	0.6120	31.93	0.6120	23.17	0.4505	28.70	1.0041	25.76	0.6280	23.55
11	3.36	29.73%	20.95	3.0421	0.5322	30.33	0.5322	21.37	0.3622	26.93	1.0111	23.90	0.5507	21.78
12	3.08	32.43%	20.61	3.0258	0.4556	28.80	0.4556	19.78	0.2801	25.28	1.0263	22.20	0.4763	20.20
13	2.85	35.14%	20.01	2.9961	0.3817	27.32	0.3817	18.35	0.2028	23.73	1.0482	20.63	0.4041	18.78
14	2.64	37.84%	19.88	2.9896	0.3057	25.88	0.3057	17.87	0.1297	22.27	-0.0242	19.18	0.3336	17.48
15	2.47	40.54%	18.84	2.9360	0.2354	24.47	0.2354	15.89	0.0600	20.87	-0.0916	17.83	0.2644	16.30
16	2.31	43.24%	18.82	2.9349	0.1762	23.08	0.1762	14.82	-0.0868	19.53	-0.1548	16.57	0.1901	15.21
17	2.18	45.95%	15.73	2.7557	0.1018	21.71	0.1018	13.83	-0.0712	18.24	-0.2142	15.37	0.1283	14.20
18	2.06	48.65%	14.31	2.6610	0.0330	20.35	0.0330	12.81	-0.1337	16.99	-0.2704	14.25	0.0607	13.27
19	1.95	51.35%	13.53	2.6045	-0.0319	18.99	-0.0319	12.86	-0.1945	15.77	-0.3238	13.18	-0.0070	12.30
20	1.85	54.05%	12.95	2.5608	-0.1018	17.63	-0.1018	11.25	-0.2540	14.58	-0.3743	12.17	-0.0760	11.56
21	1.76	56.76%	11.24	2.4192	-0.1782	16.26	-0.1782	10.50	-0.3125	13.40	-0.4226	11.20	-0.1438	10.79
22	1.68	59.46%	11.19	2.4147	-0.2384	14.87	-0.2384	9.79	-0.3704	12.25	-0.4688	10.27	-0.2137	10.05
23	1.61	62.16%	10.33	2.3346	-0.3087	13.46	-0.3087	9.12	-0.4278	11.09	-0.5131	9.38	-0.2860	9.35
24	1.54	64.86%	9.68	2.2598	-0.3817	12.02	-0.3817	8.48	-0.4851	9.95	-0.5554	8.53	-0.3582	8.68
25	1.48	67.57%	8.04	2.0850	-0.4556	10.54	-0.4556	7.87	-0.5426	8.79	-0.5969	7.71	-0.4337	8.05
26	1.42	70.27%	7.45	2.0079	-0.5322	9.09	-0.5322	7.28	-0.6006	7.63	-0.6365	6.91	-0.5122	7.43
27	1.37	72.97%	7.24	1.9798	-0.6120	7.49	-0.6120	6.72	-0.6598	6.45	-0.6749	6.14	-0.5943	6.84
28	1.32	75.68%	4.72	1.5521	-0.6919	5.72	-0.6919	6.17	-0.7200	5.24	-0.7121	5.40	-0.6611	6.26
29	1.28	78.38%	3.99	1.3026	-0.7850	3.93	-0.7850	5.64	-0.7824	3.99	-0.7403	4.67	-0.7737	5.79
30	1.23	81.08%	3.87	1.3520	-0.8889	2.01	-0.8889	5.52	-0.8476	2.68	-0.7935	3.07	-0.8737	5.15
31	1.19	83.78%	3.85	1.3595	-0.9856	-0.09	-0.9856	4.60	-0.9166	1.30	-0.8177	3.28	-0.9036	4.61
32	1.16	86.48%	3.75	1.3218	-1.1024	-2.43	-1.1024	4.09	-0.9911	-0.19	-0.8511	2.61	-1.1070	4.07
33	1.12	89.18%	2.98	1.0915	-1.2367	-5.52	-1.2367	3.57	-1.0735	-1.85	-0.8836	1.96	-1.2496	3.52
34	1.09	91.88%	2.95	1.0833	-1.3978	-8.35	-1.3978	3.03	-1.1683	-3.75	-0.9152	1.33	-1.4221	2.96
35	1.06	94.58%	1.75	0.5614	-1.6068	-12.53	-1.6068	2.46	-1.2850	-6.08	-0.9455	0.72	-1.6480	2.36
36	1.03	97.30%	1.72	0.5403	-1.9264	-18.94	-1.9264	1.78	-1.4511	-8.41	-0.9728	0.17	-1.9583	1.63



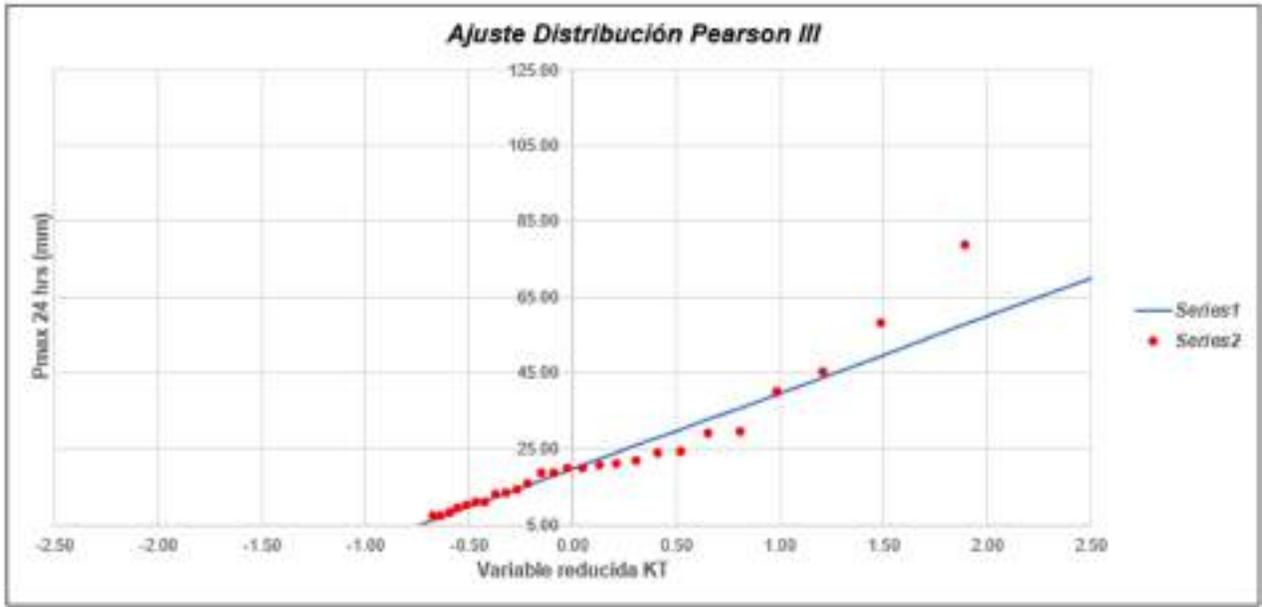
Gráfica 47: Ajuste de Distribución Normal E9.



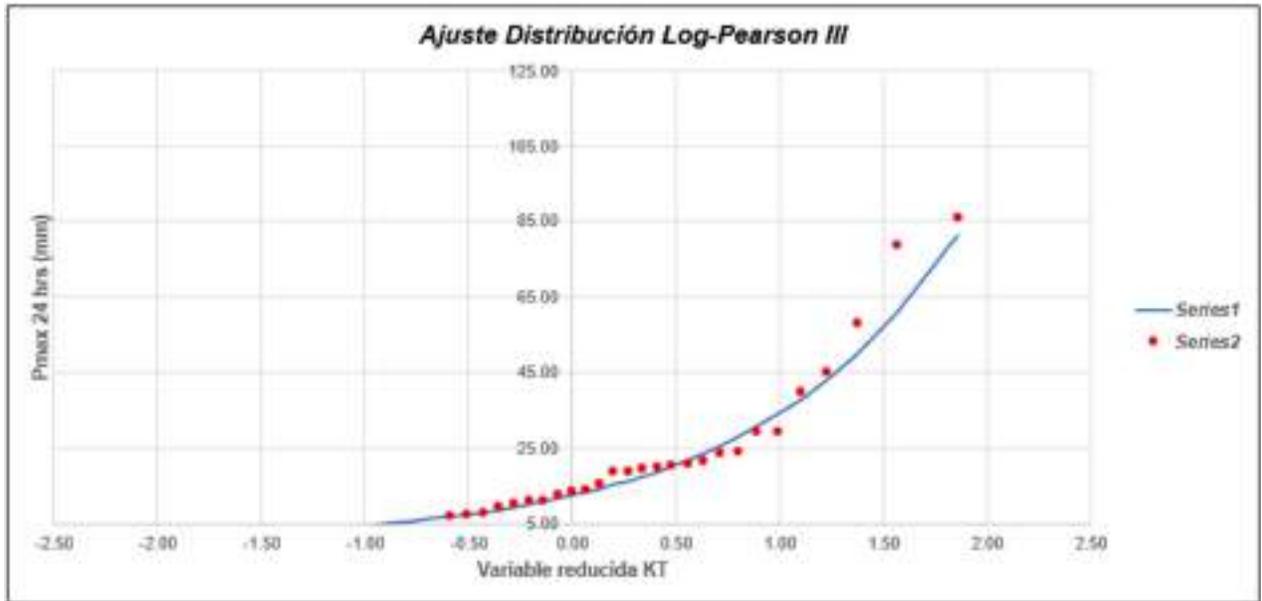
Gráfica 48: Ajuste de Distribución Long-Normal E9.



Gráfica 49: Ajuste de Distribución EV1 Gumbel E9.



Gráfica 50: Ajuste de Distribución Pearson III E9.



Gráfica 51: Ajuste de Distribución Log - Pearson III E9.

Tabla LXXXIII

Método de Kolmogorov-Smirnov E9.

m	x _m	F _i (x _m)	NORMAL		LOG-NORMAL			EVI-GUMBEL		PEARSON III		LOG PEARSON III	
			F(x _m) Normal	Δ _{NORMAL}	y _m =log(x _m)	F(y _m) Log Normal	Δ _{LOG NORMAL}	F(x _m) EVI Gumbel	Δ _{EVI-GUMBEL}	F(x _m) Pearson III	Δ _{PEARSON III}	F(y _m) LogPearso n III	Δ _{LOG-PEARSON III}
1	95.28	0.9730	0.9996	0.0266	4.4577	0.9720	0.0009	0.9921	0.0152	0.9866	0.0137	0.9677	0.0053
2	79.81	0.9459	0.9884	0.0525	4.3678	0.9658	0.0198	0.9873	0.0414	0.9886	0.0347	0.9613	0.0154
3	59.22	0.9189	0.9728	0.0539	4.0642	0.9361	0.0172	0.9535	0.0346	0.9462	0.0273	0.9320	0.0131
4	45.43	0.8919	0.9607	0.0388	3.8161	0.8993	0.0074	0.8876	0.0158	0.8985	0.0066	0.8967	0.0048
5	39.92	0.8649	0.8439	0.0210	3.6883	0.8749	0.0100	0.8576	0.0073	0.8665	0.0016	0.8734	0.0086
6	29.58	0.8378	0.8096	0.1482	3.3872	0.8033	0.0345	0.7425	0.0953	0.7766	0.0612	0.8055	0.0323
7	29.32	0.8108	0.8050	0.1258	3.3793	0.8009	0.0099	0.7388	0.0720	0.7737	0.0371	0.8032	0.0076
8	24.39	0.7838	0.8531	0.1917	3.1948	0.7462	0.0376	0.6603	0.1235	0.7185	0.0733	0.7511	0.0327
9	23.99	0.7568	0.8584	0.1714	3.1776	0.7410	0.0158	0.6532	0.1035	0.7047	0.0520	0.7461	0.0107
10	21.84	0.7297	0.8431	0.1968	3.0836	0.7100	0.0197	0.6134	0.1163	0.6712	0.0685	0.7164	0.0133
11	20.96	0.7027	0.8256	0.1772	3.0421	0.6958	0.0069	0.5961	0.1066	0.6563	0.0464	0.7027	0.0000
12	20.61	0.6757	0.8187	0.1569	3.0258	0.6901	0.0146	0.5894	0.0863	0.6504	0.0293	0.6973	0.0216
13	20.01	0.6486	0.8068	0.1419	2.9951	0.6797	0.0311	0.5773	0.0713	0.6397	0.0089	0.6872	0.0386
14	19.88	0.6216	0.8042	0.1174	2.9896	0.6774	0.0558	0.5747	0.0460	0.6374	0.0158	0.6858	0.0634
15	19.94	0.5946	0.8035	0.1111	2.9358	0.6582	0.0636	0.5532	0.0414	0.6181	0.0235	0.6664	0.0718
16	18.82	0.5676	0.8031	0.0845	2.9349	0.6578	0.0902	0.5528	0.0148	0.6177	0.0501	0.6660	0.0884
17	15.73	0.5405	0.8222	0.1184	2.7557	0.5907	0.0502	0.4857	0.0549	0.5538	0.0132	0.6006	0.0600
18	14.31	0.5135	0.8346	0.1189	2.6610	0.5640	0.0495	0.4534	0.0601	0.5286	0.0073	0.5644	0.0509
19	13.53	0.4865	0.8396	0.1069	2.6041	0.5318	0.0453	0.4352	0.0512	0.5015	0.0151	0.5424	0.0560
20	12.95	0.4595	0.8487	0.0918	2.5608	0.5146	0.0551	0.4218	0.0377	0.4868	0.0274	0.5253	0.0658
21	11.24	0.4324	0.8370	0.0954	2.4192	0.4588	0.0264	0.3811	0.0507	0.4488	0.0084	0.4654	0.0370
22	11.19	0.4054	0.8361	0.0983	2.4147	0.4571	0.0517	0.3805	0.0249	0.4394	0.0340	0.4676	0.0622
23	10.33	0.3784	0.8306	0.0578	2.3346	0.4258	0.0475	0.3603	0.0181	0.4146	0.0362	0.4381	0.0577
24	9.58	0.3514	0.8074	0.0440	2.2598	0.3971	0.0457	0.3428	0.0166	0.3922	0.0409	0.4068	0.0564
25	8.04	0.3243	0.8010	0.0434	2.0858	0.3522	0.0079	0.3069	0.0174	0.3433	0.0189	0.3402	0.0159
26	7.45	0.2973	0.8210	0.0263	2.0075	0.3059	0.0077	0.2931	0.0142	0.3231	0.0258	0.3129	0.0147
27	7.24	0.2703	0.8270	0.0227	1.9798	0.2954	0.0251	0.2883	0.0161	0.3160	0.0458	0.3020	0.0317
28	4.72	0.2432	0.8279	0.0153	1.5521	0.1684	0.0749	0.2319	0.0113	0.2229	0.0204	0.1686	0.0746
29	3.99	0.2162	0.8270	0.0167	1.3828	0.1296	0.0866	0.2162	0.0101	0.1932	0.0230	0.1277	0.0886
30	3.87	0.1892	0.8252	0.0260	1.3521	0.1234	0.0658	0.2136	0.0244	0.1882	0.0099	0.1211	0.0681
31	3.86	0.1622	0.8251	0.0530	1.3606	0.1231	0.0391	0.2135	0.0513	0.1880	0.0258	0.1208	0.0414
32	3.75	0.1351	0.8236	0.0784	1.3218	0.1174	0.0178	0.2112	0.0761	0.1835	0.0483	0.1148	0.0203
33	2.98	0.1081	0.8025	0.0944	1.0915	0.0784	0.0297	0.1952	0.0171	0.1566	0.0425	0.0740	0.0341
34	2.95	0.0811	0.8022	0.1211	1.0833	0.0772	0.0039	0.1947	0.1136	0.1496	0.0685	0.0728	0.0083
35	1.75	0.0541	0.8057	0.1316	0.6014	0.0262	0.0279	0.1700	0.1168	0.0954	0.0413	0.0215	0.0320
36	1.72	0.0270	0.8052	0.1582	0.5403	0.0250	0.0021	0.1701	0.1431	0.0937	0.0667	0.0203	0.0067

m	36	Distribución	Normal	Log Normal	EVI-Gumbel	Pearson III	Log Pearson III
Significación	0.10	Δ _{max}	0.1967	0.0902	0.1431	0.0733	0.0984
Zórcifio	0.2040		Si se ajusta				
		Mejor Ajuste	5	2	4	1	3

Tabla LXXXIV

Precipitaciones máximas anuales en 24 horas E9.

T	P(X<XT)	NORMAL		LOGNORMAL			EVI-GUMBEL		PEARSON III		LOG-PEARSON III			Pmax (mm)
		K _T	x _T	K _T	x _T	e ^Λ x _T	K _T	x _T	K _T	x _T	K _T	x _T	e ^Λ x _T	
5	0.8000	0.8416	36.53	0.8416	3.38	29.2278	0.7196	34.09	0.5981	31.65	0.8484	3.38	29.43	31.65
10	0.9000	1.2816	45.35	1.2816	3.82	45.6104	1.3046	45.81	1.2800	45.32	1.2629	3.80	44.76	45.32
30	0.9667	1.8339	56.42	1.8339	4.38	79.7492	2.1887	63.53	2.3820	67.41	1.7692	4.31	74.69	67.41
50	0.9800	2.0537	60.83	2.0537	4.60	99.6100	2.5923	71.62	2.9045	77.88	1.9663	4.51	91.18	77.88
100	0.9900	2.3263	66.29	2.3263	4.88	131.2382	3.1367	82.53	3.6242	92.30	2.2073	4.76	116.35	92.30

Tabla LXXXV

Data de precipitación máxima en 24 horas de la E10.

ESTACIÓN E10			
N°	Año	P24 (mm)	Log(P24)
1	1981	84.61	4.4380
2	1982	14.54	2.6772
3	1983	56.09	4.0270
4	1984	22.64	3.1199
5	1985	11.77	2.4654
6	1986	7.63	2.0325
7	1987	23.39	3.1522
8	1988	14.49	2.6737
9	1989	19.95	2.9932
10	1990	13.56	2.6068
11	1991	8.28	2.1142
12	1992	14.72	2.6890
13	1993	42.75	3.7553
14	1994	73.70	4.3000
15	1995	28.45	3.3480
16	1996	15.93	2.7683
17	1997	30.70	3.4242
18	1998	87.67	4.4736
19	1999	26.78	3.2875
20	2000	81.21	4.3971
21	2001	92.48	4.5270
22	2002	53.68	3.9830
23	2003	29.74	3.3923
24	2004	12.81	2.5500
25	2005	48.03	3.8719
26	2006	87.36	4.4700
27	2007	50.48	3.9215
28	2008	34.99	3.5549
29	2009	66.68	4.1999
30	2010	95.11	4.5550
31	2011	32.78	3.4898
32	2012	76.28	4.3344
33	2013	20.34	3.0123
34	2014	14.14	2.6493
35	2015	58.17	4.0634
36	2016	70.23	4.2517

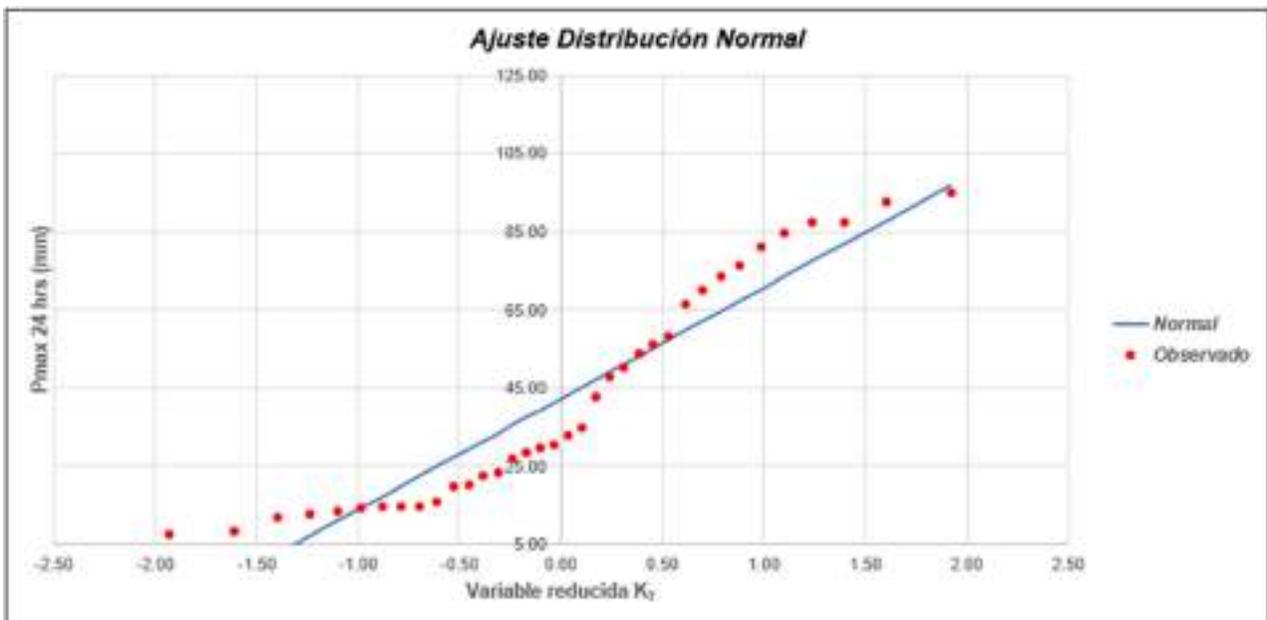
Ordenar de Mayor a Menor		
95.11		
92.48		
87.67		
87.36		
84.61		
81.21		
76.28		
73.70		
70.23		
66.68		
58.17		
56.09		
53.68		
50.48		
48.03		
42.75		
34.99		
32.78		
30.70		
29.74		
28.45		
26.78		
23.39		
22.64		
20.34		
19.95		
15.93		
14.72		
14.54		
14.49		
14.14		
11.77		
8.28		
7.63		

Cantidad de datos n	36	36
Máximo	95.11	4.56
Mínimo	7.63	2.03
Promedio \bar{x}	42.28	3.49
Desviación Estandar S	28.42	0.76
Coefficiente de Asimetría Cs	0.5264	-0.1855

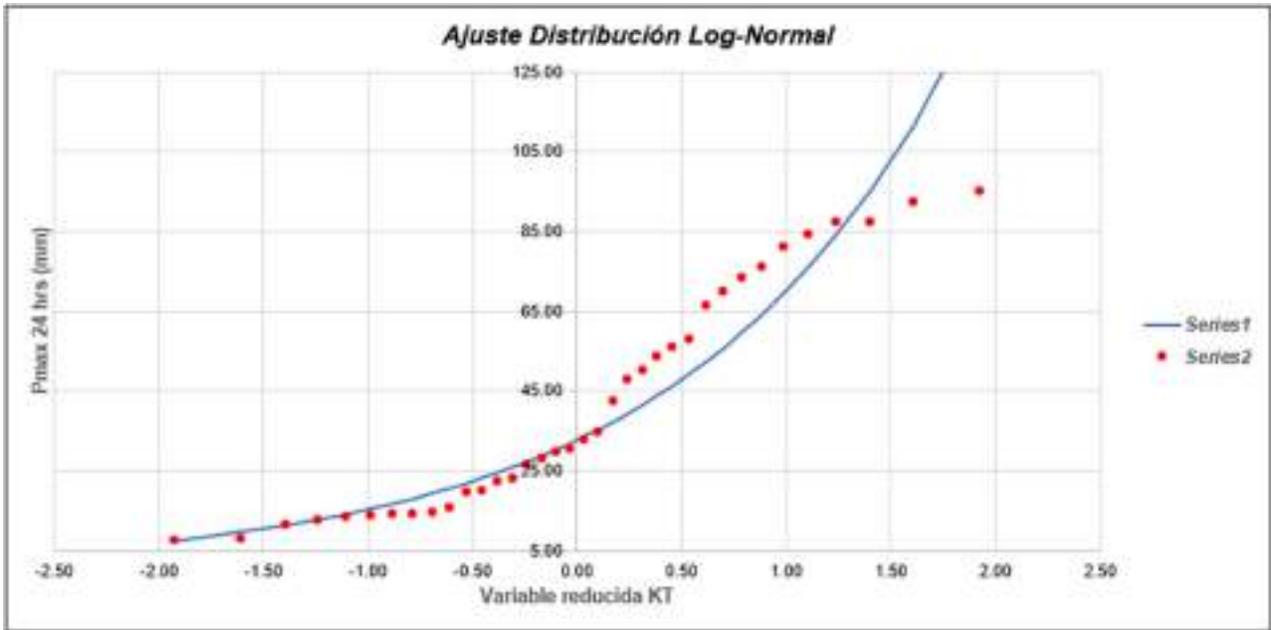
Tabla LXXXVI

Método de gráfica de distribución de probabilidades de la E10.

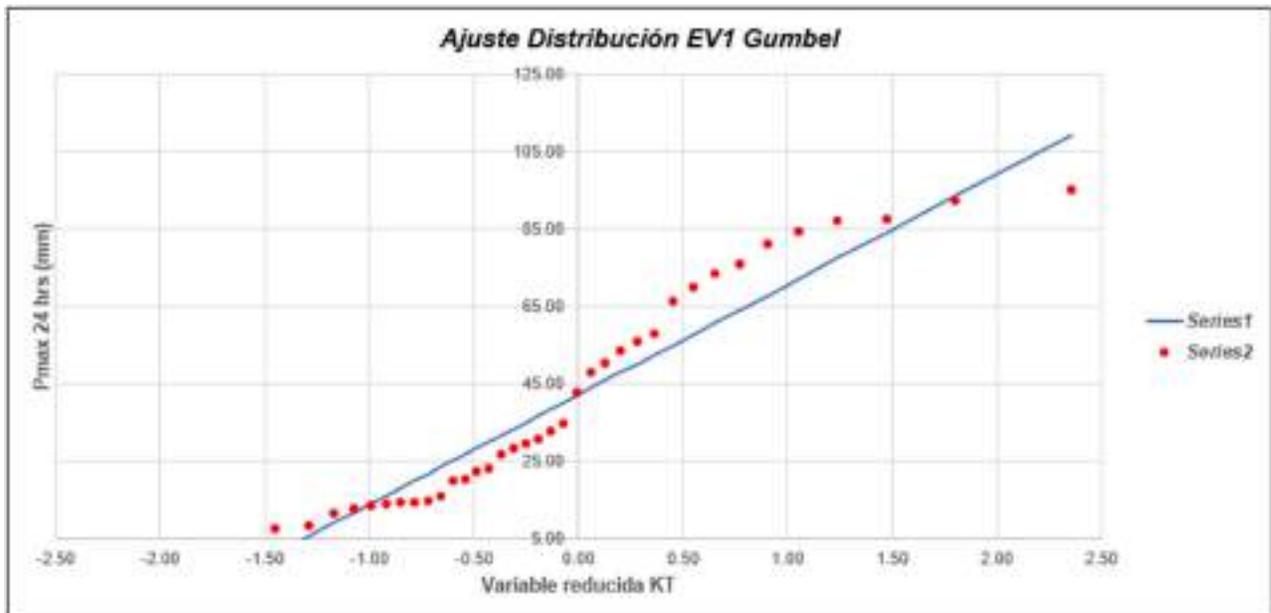
ESTACIÓN E10														
N	T	F(X _i K _r)	VALOR OBSERVADO		NORMAL		LOGNORMAL		EV1 GUMBEL		PEARSON III		LOG-PEARSON III	
			P24	log(P24)	K _r	ESPERADO	K _r	ESPERADO						
1	37.00	2.70%	95.11	4.5550	1.9264	37.02	1.9264	941.94	2.3547	109.19	2.1512	103.41	1.8413	133.03
2	18.50	5.41%	92.48	4.5270	1.6068	37.94	1.6068	911.27	1.8134	93.51	1.7305	91.45	1.5562	107.06
3	12.33	8.11%	87.67	4.4736	1.3978	32.00	1.3978	84.98	1.4761	84.23	1.4665	83.95	1.3666	92.66
4	9.25	10.81%	87.36	4.4700	1.2367	77.42	1.2367	83.93	1.2403	77.53	1.2686	78.33	1.2186	82.78
5	7.40	13.51%	84.61	4.4300	1.1024	73.61	1.1024	75.78	1.0546	72.25	1.1077	73.76	1.0941	75.30
6	6.17	16.22%	81.21	4.3971	0.9856	70.20	0.9856	69.32	0.9804	67.87	0.9706	69.86	0.9849	69.29
7	5.28	18.92%	76.28	4.3344	0.8809	67.31	0.8809	64.01	0.7978	64.10	0.8096	66.42	0.8163	64.28
8	4.63	21.62%	73.70	4.3000	0.7850	64.59	0.7850	59.58	0.6510	60.78	0.7406	63.33	0.7155	59.98
9	4.11	24.32%	70.23	4.2517	0.6959	62.06	0.6959	55.68	0.5461	57.80	0.6412	60.50	0.7106	56.22
10	3.70	27.03%	66.60	4.1999	0.6120	59.67	0.6120	52.35	0.4500	55.08	0.5487	57.87	0.6302	52.68
11	3.36	29.73%	68.17	4.0534	0.5322	57.40	0.5322	49.08	0.3622	52.58	0.4620	55.41	0.5534	49.88
12	3.08	32.43%	66.09	4.0270	0.4556	55.23	0.4556	46.30	0.2801	50.24	0.3799	53.08	0.4793	47.14
13	2.85	35.14%	63.68	3.9930	0.3817	53.13	0.3817	43.76	0.2028	48.05	0.3016	50.85	0.4073	44.63
14	2.64	37.84%	60.48	3.9215	0.3097	51.08	0.3097	41.43	0.1297	45.97	0.2264	48.71	0.3371	42.30
15	2.47	40.54%	48.03	3.8719	0.2394	49.08	0.2394	39.27	0.0600	43.99	0.1537	46.65	0.2680	40.13
16	2.31	43.24%	42.75	3.7553	0.1702	47.12	0.1702	37.25	-0.0068	42.09	0.0831	44.04	0.1998	38.10
17	2.18	45.95%	34.99	3.5540	0.1018	45.17	0.1018	35.34	-0.0712	40.26	0.0141	42.68	0.1322	36.19
18	2.06	48.65%	32.78	3.4908	0.0339	43.24	0.0339	33.58	-0.1337	38.48	-0.0536	40.76	0.0647	34.37
19	1.95	51.35%	30.70	3.4242	-0.0339	41.32	-0.0339	31.89	-0.1945	36.75	-0.1203	38.86	-0.0930	32.65
20	1.85	54.05%	29.74	3.3923	-0.1018	39.39	-0.1018	30.28	-0.2540	35.04	-0.1864	36.99	-0.0710	31.00
21	1.76	56.75%	28.40	3.3480	-0.1702	37.45	-0.1702	28.74	-0.3125	33.40	-0.2621	35.12	-0.1399	29.42
22	1.68	59.45%	26.78	3.2975	-0.2394	35.48	-0.2394	27.27	-0.3704	31.76	-0.3178	33.25	-0.2090	27.89
23	1.61	62.15%	23.39	3.1522	-0.3097	33.48	-0.3097	25.85	-0.4278	30.13	-0.3838	31.38	-0.2812	26.41
24	1.54	64.86%	22.64	3.1199	-0.3817	31.44	-0.3817	24.47	-0.4851	28.58	-0.4603	29.49	-0.3546	24.98
25	1.48	67.57%	20.34	3.0123	-0.4556	29.33	-0.4556	23.13	-0.5426	26.86	-0.5179	27.57	-0.4303	23.58
26	1.42	70.27%	19.96	2.9932	-0.5322	27.16	-0.5322	21.82	-0.6006	25.21	-0.5868	25.61	-0.5091	22.20
27	1.37	72.97%	15.93	2.7683	-0.6120	24.89	-0.6120	20.53	-0.6586	23.54	-0.6676	23.59	-0.5916	20.85
28	1.32	75.68%	14.72	2.6890	-0.6959	22.51	-0.6959	19.26	-0.7200	21.82	-0.7310	21.51	-0.6768	19.51
29	1.28	78.38%	14.54	2.6772	-0.7850	19.97	-0.7850	17.99	-0.7824	20.05	-0.8076	19.33	-0.7718	18.18
30	1.23	81.08%	14.49	2.6737	-0.8809	17.25	-0.8809	16.73	-0.8476	18.20	-0.8886	17.03	-0.8725	16.83
31	1.19	83.78%	14.14	2.6493	-0.9856	14.27	-0.9856	15.45	-0.9160	16.24	-0.9764	14.56	-0.9832	15.47
32	1.16	86.49%	13.56	2.6068	-1.1024	10.95	-1.1024	14.13	-0.9911	14.12	-1.0702	11.87	-1.1374	14.00
33	1.12	89.19%	12.81	2.5500	-1.2367	7.14	-1.2367	12.76	-1.0730	11.78	-1.1705	8.85	-1.2512	12.62
34	1.09	91.89%	11.77	2.4654	-1.3978	2.96	-1.3978	11.28	-1.1683	9.08	-1.3004	5.33	-1.4256	11.05
35	1.06	94.59%	8.28	2.1142	-1.6068	-3.38	-1.6068	9.62	-1.2850	5.77	-1.4651	6.93	-1.6538	9.28
36	1.03	97.30%	7.63	2.0325	-1.9264	-12.46	-1.9264	7.54	-1.4511	1.05	-1.6792	-5.43	-2.0167	7.09



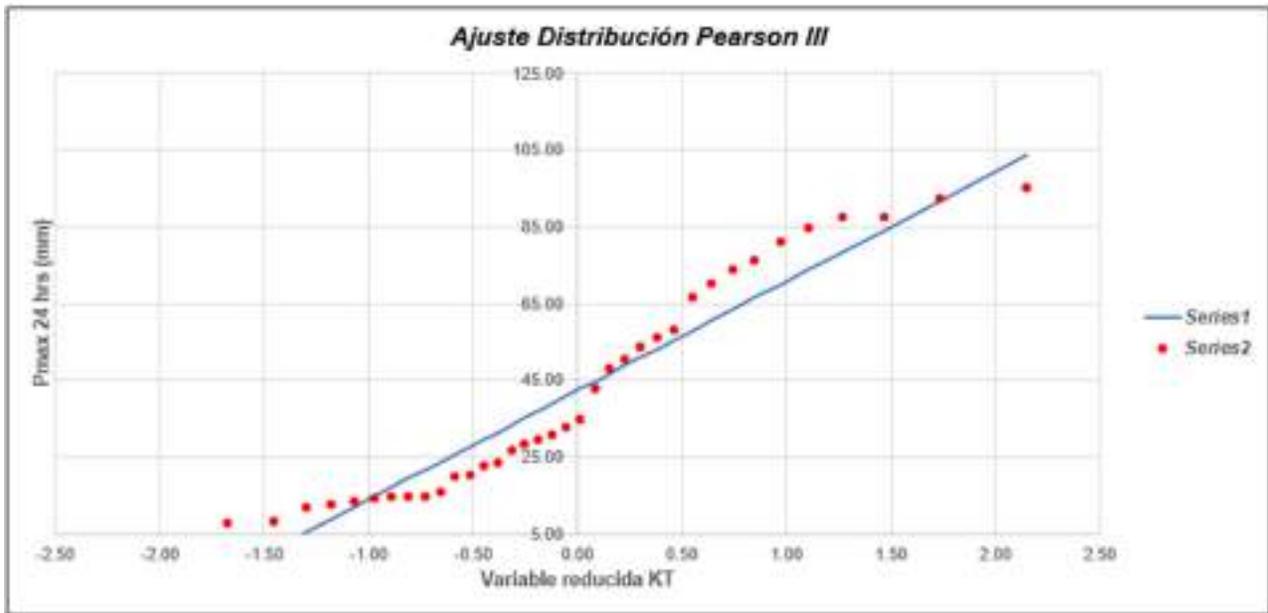
Gráfica 52: Ajuste de Distribución Normal E10.



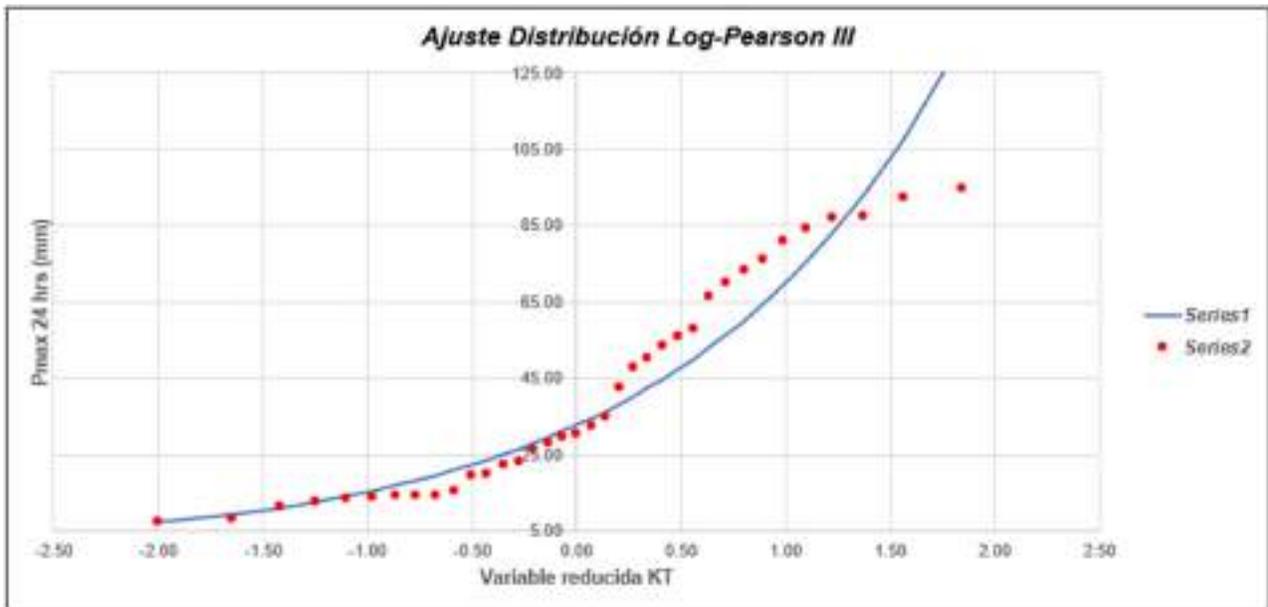
Gráfica 53: Ajuste de Distribución Long-Normal E10.



Gráfica 54: Ajuste de Distribución EV1 Gumbel E10.



Gráfica 55: Ajuste de Distribución Pearson III E10.



Gráfica 56: Ajuste de Distribución Log - Pearson III E10.

Tabla LXXXVII

Método de Kolmogorov-Smirnov E10.

m	x _m	F _c (x _m)	NORMAL		LOG-NORMAL			EV1-GUMBEL		PEARSON III		LOG PEARSON III	
			F(x _m) Normal	Δ _{KOLMO}	y _m =log(x _m)	F(y _m) Log Normal	Δ _{LOG-NORMAL}	F(x _m) EV1 Gumbel	Δ _{EV1-GUMBEL}	F(x _m) Pearson III	Δ _{PEARSON III}	F(y _m) LogPearson n III	Δ _{LOG-PEARSON III}
1	95.11	0.9730	0.9685	0.0045	4.5550	0.9154	0.0536	0.9496	0.0234	0.9560	0.0173	0.9154	0.0576
2	92.48	0.9459	0.9614	0.0154	4.5270	0.9137	0.0322	0.9434	0.0025	0.9489	0.0023	0.9100	0.0369
3	87.67	0.9189	0.9449	0.0260	4.4736	0.9021	0.0168	0.9302	0.0113	0.9334	0.0144	0.8990	0.0199
4	87.36	0.8919	0.9437	0.0518	4.4700	0.9015	0.0034	0.9292	0.0373	0.9322	0.0403	0.8983	0.0064
5	84.61	0.8649	0.9318	0.0670	4.4360	0.8936	0.0291	0.9202	0.0564	0.9215	0.0561	0.8912	0.0263
6	81.21	0.8379	0.9147	0.0769	4.3971	0.8837	0.0451	0.9077	0.0698	0.9064	0.0685	0.8815	0.0437
7	76.28	0.8108	0.8842	0.0734	4.3344	0.8667	0.0539	0.8860	0.0752	0.8801	0.0693	0.8656	0.0548
8	73.70	0.7838	0.8656	0.0818	4.3000	0.8568	0.0731	0.8729	0.0891	0.8642	0.0805	0.8562	0.0724
9	70.23	0.7568	0.8373	0.0806	4.2517	0.8420	0.0852	0.8530	0.0862	0.8403	0.0835	0.8423	0.0865
10	66.68	0.7297	0.8047	0.0750	4.1999	0.8250	0.0952	0.8297	0.1000	0.8126	0.0823	0.8263	0.0965
11	58.17	0.7027	0.7128	0.0893	4.6634	0.7750	0.0723	0.7603	0.0676	0.7326	0.0299	0.7791	0.0764
12	56.09	0.6757	0.6895	0.0109	4.6270	0.7904	0.0847	0.7401	0.0644	0.7101	0.0344	0.7653	0.0896
13	53.68	0.6486	0.6558	0.0071	3.9830	0.7421	0.0934	0.7148	0.0662	0.6826	0.0339	0.7479	0.0893
14	50.48	0.6216	0.6135	0.0081	3.5215	0.7154	0.0937	0.6785	0.0569	0.6438	0.0222	0.7225	0.1008
15	48.03	0.5946	0.5802	0.0144	3.8719	0.6929	0.0983	0.6485	0.0539	0.6127	0.0181	0.7099	0.1063
16	42.75	0.5675	0.5066	0.0610	3.7553	0.6372	0.0696	0.5771	0.0095	0.5415	0.0261	0.6473	0.0797
17	34.99	0.5405	0.3987	0.1419	3.5549	0.5350	0.0551	0.4882	0.0823	0.4308	0.1031	0.5472	0.0665
18	32.78	0.5135	0.3698	0.1445	3.4898	0.5009	0.0126	0.4223	0.0913	0.3989	0.1146	0.5133	0.0003
19	30.70	0.4865	0.3411	0.1447	3.4242	0.4566	0.0199	0.3879	0.0896	0.3600	0.1175	0.4788	0.0077
20	29.74	0.4595	0.3294	0.1300	3.3923	0.4500	0.0395	0.3799	0.0876	0.3553	0.1042	0.4621	0.0026
21	28.45	0.4324	0.3132	0.1193	3.3480	0.4270	0.0054	0.3595	0.0819	0.3370	0.0954	0.4388	0.0064
22	26.78	0.4054	0.2927	0.1127	3.2675	0.3962	0.0032	0.3229	0.0825	0.3138	0.0916	0.4073	0.0079
23	23.39	0.3784	0.2531	0.1253	3.1522	0.3296	0.0487	0.2679	0.1105	0.2680	0.1104	0.3387	0.0397
24	22.64	0.3514	0.2448	0.1066	3.1199	0.3144	0.0365	0.2561	0.0953	0.2582	0.0931	0.3229	0.0285
25	20.34	0.3243	0.2208	0.1044	3.0123	0.2661	0.0582	0.2205	0.1038	0.2289	0.0954	0.2723	0.0520
26	19.96	0.2973	0.2168	0.0813	2.9932	0.2580	0.0393	0.2147	0.0826	0.2241	0.0731	0.2637	0.0336
27	15.93	0.2703	0.1769	0.0934	2.7683	0.1723	0.0975	0.1581	0.1121	0.1772	0.0931	0.1729	0.0974
28	14.72	0.2432	0.1668	0.0772	2.6890	0.1471	0.0961	0.1425	0.1007	0.1641	0.0791	0.1460	0.0973
29	14.54	0.2162	0.1645	0.0517	2.6772	0.1435	0.0727	0.1404	0.0769	0.1623	0.0539	0.1422	0.0740
30	14.49	0.1892	0.1641	0.0251	2.6737	0.1425	0.0467	0.1397	0.0495	0.1617	0.0274	0.1411	0.0481
31	14.14	0.1622	0.1619	0.0011	2.6493	0.1354	0.0267	0.1354	0.0267	0.1581	0.0041	0.1335	0.0286
32	13.56	0.1351	0.1568	0.0009	2.6068	0.1236	0.0115	0.1283	0.0068	0.1520	0.0169	0.1289	0.0141
33	12.81	0.1081	0.1498	0.0417	2.5500	0.1091	0.0016	0.1196	0.0115	0.1445	0.0364	0.1055	0.0026
34	11.77	0.0811	0.1415	0.0604	2.4654	0.0897	0.0086	0.1080	0.0269	0.1344	0.0533	0.0891	0.0040
35	8.28	0.0541	0.1158	0.0617	2.1142	0.0356	0.0184	0.0739	0.0199	0.1036	0.0495	0.0298	0.0243
36	7.63	0.0271	0.1114	0.0843	2.6325	0.0280	0.0018	0.0684	0.0414	0.0584	0.0713	0.0224	0.0046

n	36	Distribución	Normal	Log-Normal	EV1-Gumbel	Pearson III	Log-Pearson III
Significación	0.10	Δ _{max}	0.1447	0.0983	0.1121	0.1175	0.1063
Δ _{crítico}	0.2640		Si se ajusta				
		Mejor Ajuste	1	1	3	4	2

Tabla LXXXVIII

Precipitaciones máximas anuales en 24 horas E10.

T	P(XsXT)	NORMAL		LOGNORMAL			EV1-GUMBEL		PEARSON III		LOG-PEARSON III			Pmax (mm)
		K _T	x _T	K _T	x _T	e ^λ x _T	K _T	x _T	K _T	x _T	K _T	x _T	e ^λ x _T	
5	0.8000	0.8416	66.20	0.8416	4.13	62.1234	0.7195	62.73	0.8049	65.15	0.8492	4.13	62.48	62.12
10	0.9000	1.2816	78.70	1.2816	4.46	86.8533	1.3046	79.35	1.3232	79.88	1.2599	4.45	85.44	86.85
30	0.9667	1.8339	94.39	1.8339	4.88	132.2851	2.1887	104.48	2.0274	99.89	1.7594	4.83	124.99	132.29
50	0.9800	2.0537	100.64	2.0537	5.05	156.3988	2.5923	115.94	2.3246	108.34	1.9532	4.98	144.87	156.40
100	0.9900	2.3263	108.39	2.3263	5.26	192.4911	3.1367	131.41	2.7071	119.21	2.1897	5.16	173.46	192.49

b. Anexo 2: Precipitación Media



Fig. 51: Isoyeta de la subcuenca SB-1 en un periodo de retorno de 5 años.

Tabla LXXXIX

Precipitación ponderada de la subcuenca SB-1 en un periodo de retorno de 5 años.

	P _{inf}	P _{sup}	P _{prom.}	Area (km ²)	P _{prom.*A}
SB-1	33.715	39.387	36.55	74.52	2723.610
	39.387	45.059	42.22	84.01	3547.028
	45.059	50.730	47.89	112.25	5376.300
	50.730	56.402	53.57	68.20	3653.277
	56.402	62.074	59.24	40.41	2393.926
	62.074	67.745	64.91	21.73	1410.318
	67.745	73.417	70.58	0.00	0.000
		SUMA	401.12	19104.458	

Pp pond. **47.63**

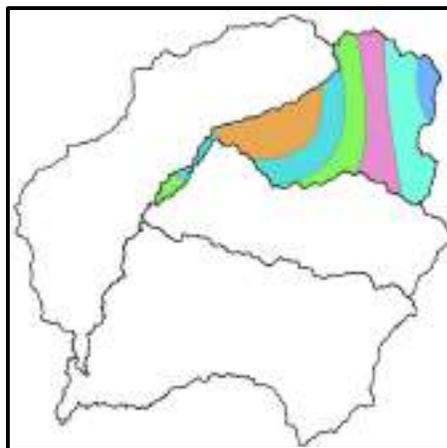


Fig. 52: Isoyeta de la subcuenca SB-2 en un periodo de retorno de 5 años.

Tabla XC

Precipitación ponderada de la subcuenca SB-2 en un periodo de retorno de 5 años.

	P _{inf}	P _{sup}	P _{prom.}	Area (km ²)	P _{prom.*A}
SB-2	33.715	39.387	36.55	45.12	1649.273
	39.387	45.059	42.22	44.16	1864.374
	45.059	50.730	47.89	44.77	2144.183
	50.730	56.402	53.57	44.01	2357.392
	56.402	62.074	59.24	53.12	3146.671
	62.074	67.745	64.91	11.01	714.380
	67.745	73.417	70.58	0.00	0.000
	SUMA			242.18	11876.273

Pp pond. **49.04**

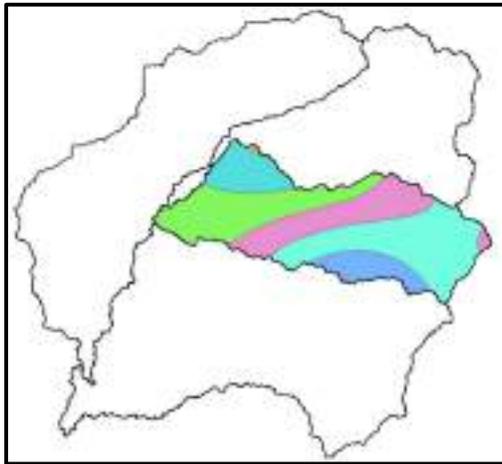


Fig. 53: Isoyeta de la subcuenca SB-3 en un periodo de retorno de 5 años.

Tabla XCI

Precipitación ponderada de la subcuenca SB-3 en un periodo de retorno de 5 años.

	P _{inf}	P _{sup}	P _{prom.}	Area (km ²)	P _{prom.*A}
SB-3	33.715	39.387	36.55	0.82	30.045
	39.387	45.059	42.22	27.44	1158.439
	45.059	50.730	47.89	65.69	3145.988
	50.730	56.402	53.57	55.63	2979.731
	56.402	62.074	59.24	84.49	5004.750
	62.074	67.745	64.91	24.25	1574.362
	67.745	73.417	70.58	0.34	24.089
	SUMA			258.65	13917.404

Pp pond. **53.81**

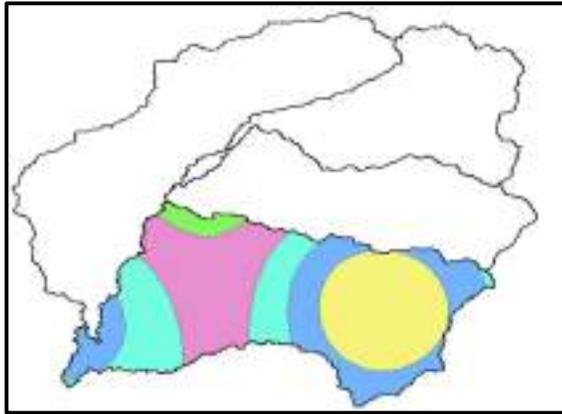


Fig. 54: Isoyeta de la subcuenca SB-4 en un periodo de retorno de 5 años.

Tabla XCII

Precipitación ponderada de la subcuenca SB-4 en un periodo de retorno de 5 años.

	P _{inf}	P _{sup}	P _{prom.}	Area (km ²)	P _{prom.*A}
SB-4	33.715	39.387	36.55	0.00	0.000
	39.387	45.059	42.22	0.00	0.000
	45.059	50.730	47.89	14.81	709.087
	50.730	56.402	53.57	118.73	6359.684
	56.402	62.074	59.24	98.91	5859.253
	62.074	67.745	64.91	114.85	7455.082
	67.745	73.417	70.58	119.66	8445.561
			SUMA	466.95	28828.667

P_p pond. **61.74**

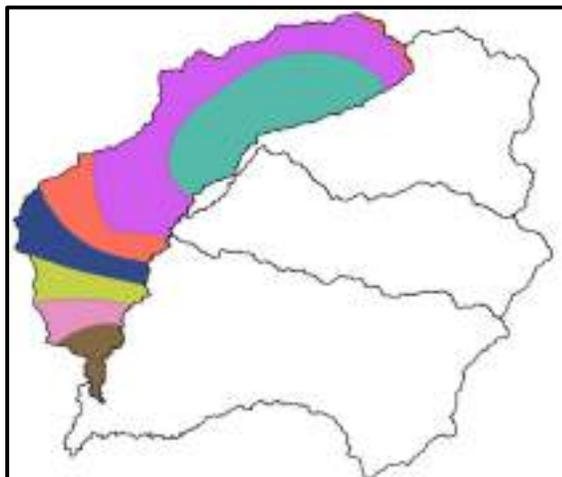


Fig. 55: Isoyeta de la subcuenca SB-1 en un periodo de retorno de 10 años.

Tabla XCIII

Precipitación ponderada de la subcuenca SB-1 en un periodo de retorno de 10 años.

	P _{inf}	P _{sup}	P _{prom.}	Area (km ²)	P _{prom.*A}
SB-1	57.299	61.965	59.63	116.43	6943.236
	61.965	66.631	64.30	138.80	8924.344
	66.631	71.297	68.96	43.92	3029.082
	71.297	75.963	73.63	38.31	2820.478
	75.963	80.629	78.30	25.60	2004.342
	80.629	85.295	82.96	17.54	1455.501
	85.295	89.961	87.63	20.51	1797.661
	SUMA			401.12	26974.644

Pp pond. **67.25**

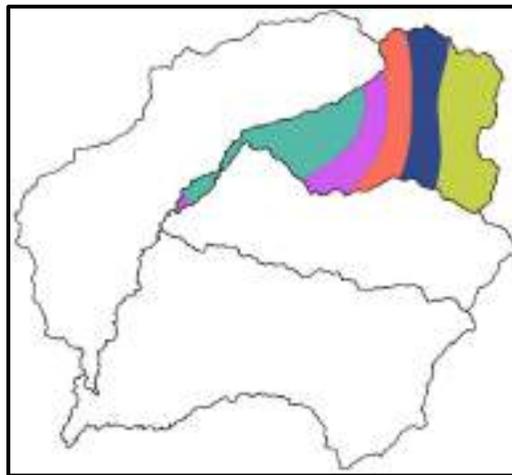


Fig. 56: Isoyeta de la subcuenca SB-2 en un periodo de retorno de 10 años.

Tabla XCIV

Precipitación ponderada de la subcuenca SB-2 en un periodo de retorno de 10 años.

	P _{inf}	P _{sup}	P _{prom.}	Area (km ²)	P _{prom.*A}
SB-2	57.299	61.965	59.63	55.37	3301.829
	61.965	66.631	64.30	35.13	2258.818
	66.631	71.297	68.96	37.65	2596.552
	71.297	75.963	73.63	43.64	3213.091
	75.963	80.629	78.30	70.38	5510.608
	80.629	85.295	82.96	0.00	0.000
	85.295	89.961	87.63	0.00	0.000
	SUMA			242.17	16880.899

Pp pond. **69.71**

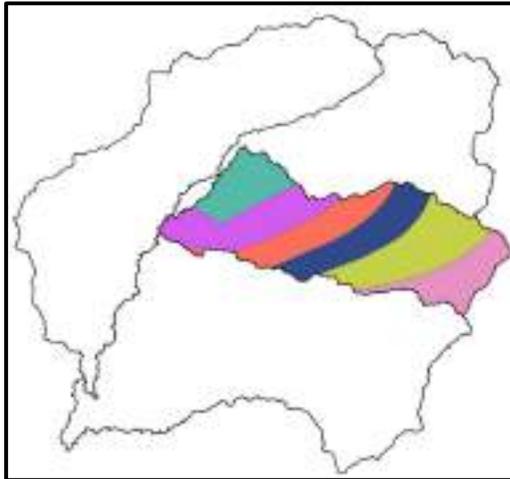


Fig. 57: Isoyeta de la subcuenca SB-3 en un periodo de retorno de 10 años.

Tabla XCV

Precipitación ponderada de la subcuenca SB-3 en un periodo de retorno de 10 años.

	P _{inf}	P _{sup}	P _{prom.}	Area (km ²)	P _{prom.*A}
SB-3	57.299	61.965	59.63	33.63	2005.219
	61.965	66.631	64.30	49.24	3166.005
	66.631	71.297	68.96	38.60	2662.183
	71.297	75.963	73.63	42.79	3150.745
	75.963	80.629	78.30	57.17	4475.914
	80.629	85.295	82.96	37.23	3088.448
	85.295	89.961	87.63	0.00	0.000
			SUMA	258.65	18548.514

P_p pond. **71.71**



Fig. 58: Isoyeta de la subcuenca SB-4 en un periodo de retorno de 10 años.

Tabla XCVI

Precipitación ponderada de la subcuenca SB-4 en un periodo de retorno de 10 años.

	P _{inf}	P _{sup}	P _{prom.}	Area (km ²)	P _{prom.*A}
SB-4	57.299	61.965	59.63	0.00	0.000
	61.965	66.631	64.30	0.81	51.818
	66.631	71.297	68.96	23.38	1612.621
	71.297	75.963	73.63	37.08	2730.248
	75.963	80.629	78.30	55.60	4353.379
	80.629	85.295	82.96	115.02	9542.193
	85.295	89.961	87.63	235.06	20598.085
		SUMA	466.95	38888.344	

Pp pond. **83.28**



Fig. 59: Isoyeta de la subcuenca SB-1 en un periodo de retorno de 30 años.

Tabla XCVII

Precipitación ponderada de la subcuenca SB-1 en un periodo de retorno de 30 años.

	P _{inf}	P _{sup}	P _{prom.}	Area (km ²)	P _{prom.*A}
SB-1	90.117	98.277	94.20	200.75	18909.886
	98.277	106.436	102.36	71.87	7356.553
	106.436	114.596	110.52	63.76	7046.837
	114.596	122.756	118.68	43.62	5176.207
	122.756	130.915	126.84	19.81	2512.838
	130.915	139.075	135.00	1.31	176.236
	139.075	147.235	143.15	0.00	0.000
		SUMA	401.12	41178.558	

Pp pond. **102.66**

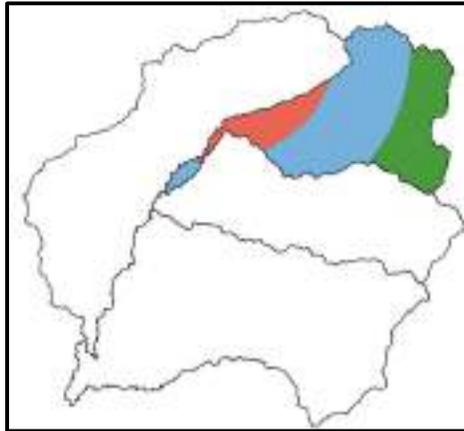


Fig. 60: Isoyeta de la subcuenca SB-2 en un periodo de retorno de 30 años.

Tabla XCVIII

Precipitación ponderada de la subcuenca SB-2 en un periodo de retorno de 30 años.

	P_{inf}	P_{sup}	$P_{prom.}$	Area (km ²)	$P_{prom.} \cdot A$
SB-2	90.117	98.277	94.20	34.35	3235.627
	98.277	106.436	102.36	134.12	13727.665
	106.436	114.596	110.52	73.47	8119.208
	114.596	122.756	118.68	0.25	29.874
	122.756	130.915	126.84	0.00	0.000
	130.915	139.075	135.00	0.00	0.000
	139.075	147.235	143.15	0.00	0.000
		SUMA	242.18	25112.375	

P_p pond. **103.69**

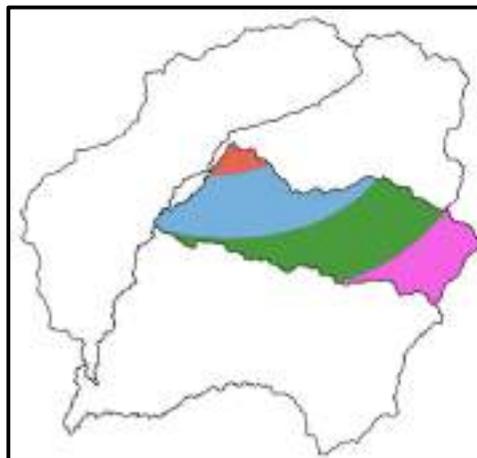


Fig. 61: Isoyeta de la subcuenca SB-3 en un periodo de retorno de 30 años.

Tabla XCIX

Precipitación ponderada de la subcuenca SB-3 en un periodo de retorno de 30 años.

	Pinf	Psup	Pprom.	Area (km2)	Pprom.*A
SB-3	90.117	98.277	94.20	10.07	948.197
	98.277	106.436	102.36	90.76	9289.414
	106.436	114.596	110.52	107.17	11844.533
	114.596	122.756	118.68	50.66	6011.769
	122.756	130.915	126.84	0.00	0.000
	130.915	139.075	135.00	0.00	0.000
	139.075	147.235	143.15	0.00	0.000
	SUMA			258.65	28093.913

Pp pond. **108.62**

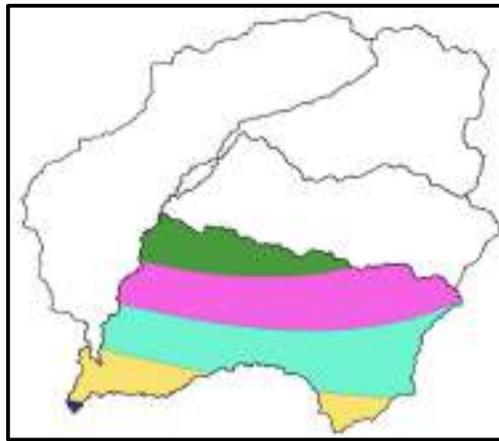


Fig. 62: Isoyeta de la subcuenca SB-4 en un periodo de retorno de 30 años.

Tabla C

Precipitación ponderada de la subcuenca SB-4 en un periodo de retorno de 30 años.

	Pinf	Psup	Pprom.	Area (km2)	Pprom.*A
SB-4	90.117	98.277	94.20	0.00	0.000
	98.277	106.436	102.36	0.12	12.149
	106.436	114.596	110.52	69.97	7732.882
	114.596	122.756	118.68	164.95	19575.590
	122.756	130.915	126.84	170.58	21636.156
	130.915	139.075	135.00	60.21	8128.474
	139.075	147.235	143.15	1.12	159.750
	SUMA			466.95	57245.001

Pp pond. **122.59**



Fig. 63: Isoyeta de la subcuenca SB-1 en un periodo de retorno de 50 años.

Tabla CI

Precipitación ponderada de la subcuenca SB-1 en un periodo de retorno de 50 años.

	P _{inf}	P _{sup}	P _{prom.}	Area (km ²)	P _{prom.*A}
SB-1	110.574	118.695	114.63	202.00	23156.705
	118.695	126.816	122.76	64.25	7886.663
	126.816	134.937	130.88	64.32	8418.540
	134.937	143.057	139.00	46.22	6424.791
	143.057	151.178	147.12	22.73	3343.759
	151.178	159.299	155.24	1.59	246.917
	159.299	167.420	163.36	0.00	0.000
	SUMA		401.12	49477.375	

P_{p pond.} **123.35**

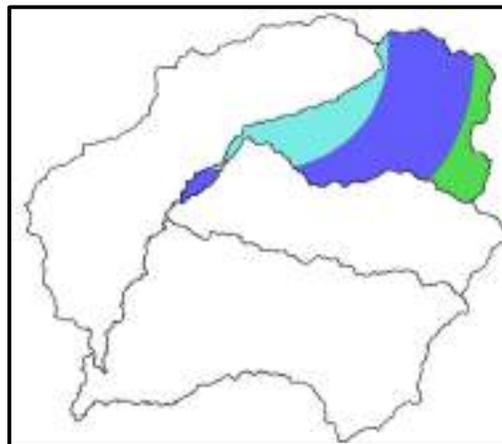


Fig. 64: Isoyeta de la subcuenca SB-2 en un periodo de retorno de 50 años.

Tabla CII

Precipitación ponderada de la subcuenca SB-2 en un periodo de retorno de 50 años.

	Pinf	Psup	Pprom.	Area (km2)	Pprom.*A
SB-2	110.574	118.695	114.63	60.19	6899.302
	118.695	126.816	122.76	144.18	17698.618
	126.816	134.937	130.88	37.82	4949.296
	134.937	143.057	139.00	0.00	0.000
	143.057	151.178	147.12	0.00	0.000
	151.178	159.299	155.24	0.00	0.000
	159.299	167.420	163.36	0.00	0.000
	SUMA			242.18	29547.216

Pp pond. **122.01**

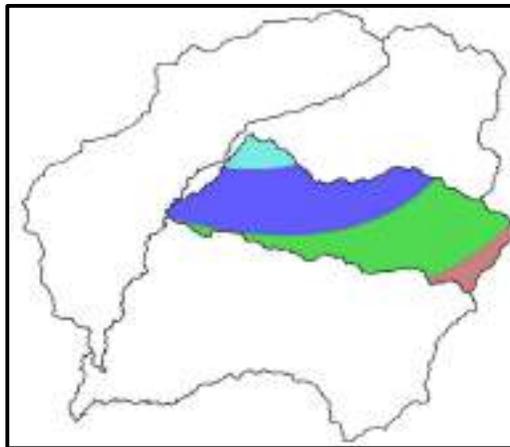


Fig. 65: Isoyeta de la subcuenca SB-3 en un periodo de retorno de 50 años.

Tabla CIII

Precipitación ponderada de la subcuenca SB-3 en un periodo de retorno de 50 años.

	Pinf	Psup	Pprom.	Area (km2)	Pprom.*A
SB-3	110.574	118.695	114.63	14.44	1654.994
	118.695	126.816	122.76	117.33	14403.283
	126.816	134.937	130.88	110.56	14470.327
	134.937	143.057	139.00	16.32	2268.182
	143.057	151.178	147.12	0.00	0.000
	151.178	159.299	155.24	0.00	0.000
	159.299	167.420	163.36	0.00	0.000
	SUMA			258.65	32796.785

Pp pond. **126.80**



Fig. 66: Isoyeta de la subcuena SB-4 en un periodo de retorno de 50 años.

Tabla CIV

Precipitación ponderada de la subcuena SB-4 en un periodo de retorno de 50 años.

	Pinf	Psup	Pprom.	Area (km2)	Pprom.*A
SB-4	110.574	118.695	114.63	0.00	0.000
	118.695	126.816	122.76	0.02	2.325
	126.816	134.937	130.88	94.81	12409.035
	134.937	143.057	139.00	181.79	25268.752
	143.057	151.178	147.12	146.69	21580.759
	151.178	159.299	155.24	42.21	6553.261
	159.299	167.420	163.36	1.42	232.126
	SUMA			466.95	66046.257

Pp pond. 141.44



Fig. 67: Isoyeta de la subcuena SB-1 en un periodo de retorno de 100 años.

Tabla CV

Precipitación ponderada de la subcuenca SB-1 en un periodo de retorno de 100 años.

	Pinf	Psup	Pprom.	Area (km2)	Pprom.*A
SB-1	136.522	147.346	141.93	205.28	29135.575
	147.346	158.169	152.76	62.17	9496.830
	158.169	168.992	163.58	64.35	10525.981
	168.992	179.815	174.40	46.44	8099.054
	179.815	190.638	185.23	21.77	4032.896
	190.638	201.461	196.05	1.11	218.208
	201.461	212.284	206.87	0.00	0.000
			SUMA	401.12	61508.545

Pp pond. **153.34**

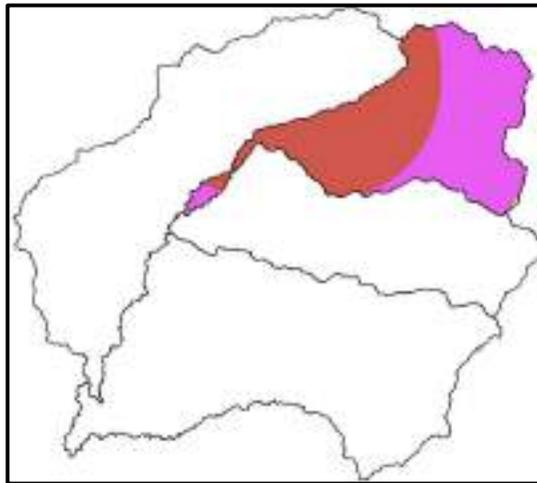


Fig. 68: Isoyeta de la subcuenca SB-2 en un periodo de retorno de 100 años.

Tabla CVI

Precipitación ponderada de la subcuenca SB-2 en un periodo de retorno de 100 años.

	Pinf	Psup	Pprom.	Area (km2)	Pprom.*A
SB-2	136.522	147.346	141.93	119.93	17022.595
	147.346	158.169	152.76	121.71	18591.947
	158.169	168.992	163.58	0.54	87.758
	168.992	179.815	174.40	0.00	0.000
	179.815	190.638	185.23	0.00	0.000
	190.638	201.461	196.05	0.00	0.000
	201.461	212.284	206.87	0.00	0.000
			SUMA	242.18	35702.300

Pp pond. **147.42**

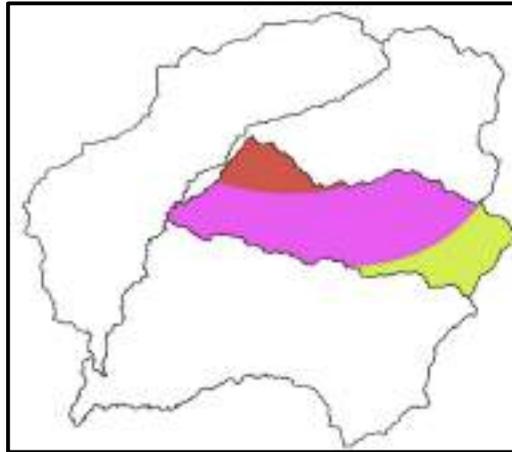


Fig. 69: Isoyeta de la subcuena SB-3 en un periodo de retorno de 100 años.

Tabla CVII

Precipitación ponderada de la subcuena SB-3 en un periodo de retorno de 100 años.

	P _{inf}	P _{sup}	P _{prom.}	Area (km ²)	P _{prom.*A}
SB-3	136.522	147.346	141.93	32.54	4618.023
	147.346	158.169	152.76	172.57	26361.654
	158.169	168.992	163.58	53.54	8758.817
	168.992	179.815	174.40	0.00	0.000
	179.815	190.638	185.23	0.00	0.000
	190.638	201.461	196.05	0.00	0.000
	201.461	212.284	206.87	0.00	0.000
	SUMA		258.65	39738.494	

P_{p pond.} **153.64**



Fig. 70: Isoyeta de la subcuena SB-4 en un periodo de retorno de 100 años.

Tabla CVIII

Precipitación ponderada de la subcuenca SB-4 en un periodo de retorno de 100 años.

	P _{inf}	P _{sup}	P _{prom.}	Area (km ²)	P _{prom.*A}
SB-4	136.522	147.346	141.93	0.00	0.000
	147.346	158.169	152.76	12.60	1924.887
	158.169	168.992	163.58	170.68	27919.887
	168.992	179.815	174.40	172.59	30099.951
	179.815	190.638	185.23	78.92	14618.594
	190.638	201.461	196.05	31.35	6146.636
	201.461	212.284	206.87	0.81	167.165
	SUMA		466.95	80877.120	

Pp pond. **173.20**

c. Anexo 3: Curvas IDF

Tabla CIX

Precipitación de diseño de la subcuenca SB-1.

SB1						
DURACIÓN		PERIODO DE RETORNO (años)				
Hr	min	5	10	30	50	100
0.17	10.00	13.75	19.41	29.64	35.61	44.27
0.33	20.00	16.35	23.09	35.24	42.35	52.64
0.50	30.00	18.09	25.55	39.00	46.86	58.26
0.67	40.00	19.44	27.45	41.91	50.36	62.60
0.83	50.00	20.56	29.03	44.32	53.25	66.19
1.00	60.00	21.52	30.38	46.38	55.73	69.28
1.50	90.00	23.81	33.62	51.33	61.67	76.67
2.00	120.00	25.59	36.13	55.16	66.27	82.39
4.00	240.00	30.43	42.97	65.59	78.81	97.98
6.00	360.00	33.68	47.55	72.59	87.22	108.43
7.00	420.00	35.00	49.42	75.44	90.65	112.69
8.00	480.00	36.19	51.10	78.00	93.72	116.52
10.00	600.00	38.27	54.03	82.48	99.10	123.20
11.00	660.00	39.19	55.33	84.47	101.49	126.17
12.00	720.00	40.05	56.55	86.33	103.72	128.95
24.00	1440.00	47.63	67.25	102.66	123.35	153.34

Tabla CX

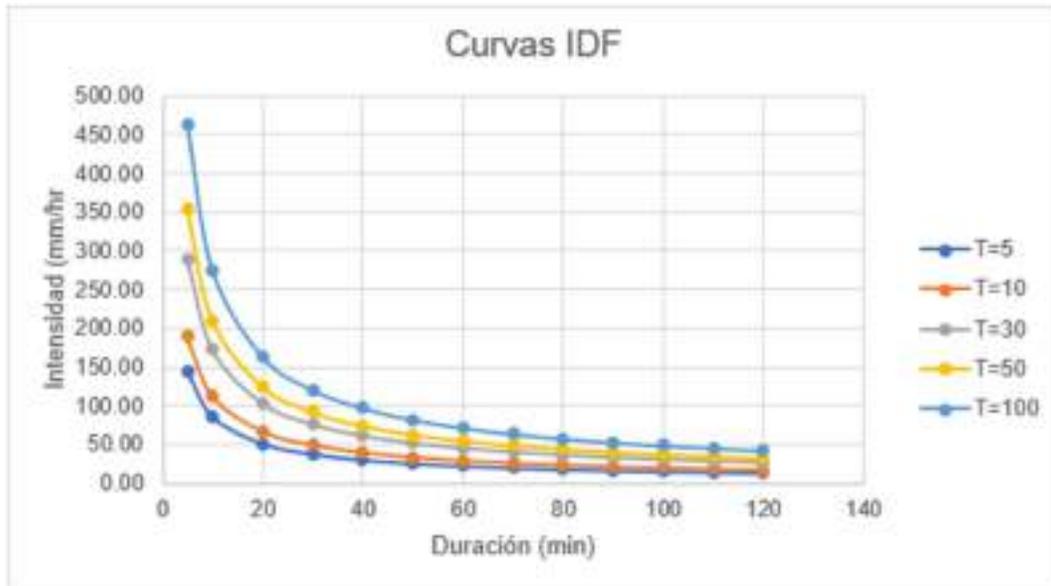
Intensidad de diseño de la subcuenca SB-1.

SB1						
DURACIÓN		PERIODO DE RETORNO (años)				
Hr	min	5	10	30	50	100
0.17	10	82.49	116.48	177.81	213.65	265.60
0.33	20	49.05	69.26	105.73	127.04	157.93
0.50	30	36.19	51.10	78.00	93.72	116.52
0.67	40	29.17	41.18	62.87	75.54	93.90
0.83	50	24.67	34.84	53.18	63.90	79.43
1.00	60	21.52	30.38	46.38	55.73	69.28
1.50	90	15.88	22.42	34.22	41.12	51.11
2.00	120	12.79	18.07	27.58	33.14	41.19
4.00	240	7.61	10.74	16.40	19.70	24.49
6.00	360	5.61	7.93	12.10	14.54	18.07
7.00	420	5.00	7.06	10.78	12.95	16.10
8.00	480	4.52	6.39	9.75	11.72	14.56
10.00	600	3.83	5.40	8.25	9.91	12.32
11.00	660	3.56	5.03	7.68	9.23	11.47
12.00	720	3.34	4.71	7.19	8.64	10.75
24.00	1440	1.98	2.80	4.28	5.14	6.39

Tabla CXI

Intensidad máxima para cada periodo de la subcuenca SB-1.

Duración (t) minutos	Periodo de Retorno (T) en años				
	5	10	30	50	100
5	144.62	189.35	290.26	354.03	463.54
10	85.99	112.59	172.59	210.51	275.63
20	51.13	66.95	102.62	125.17	163.89
30	37.72	49.39	75.71	92.35	120.91
40	30.40	39.81	61.02	74.43	97.45
50	25.72	33.67	51.62	62.96	82.43
60	22.43	29.37	45.02	54.91	71.90
70	19.98	26.16	40.10	48.92	64.05
80	18.08	23.67	36.28	44.25	57.94
90	16.55	21.67	33.21	40.51	53.04
100	15.29	20.02	30.69	37.43	49.01
110	14.24	18.64	28.57	34.85	45.63
120	13.34	17.46	26.77	32.65	42.75



Gráfica 57: Curva IDF de la subcuenca SB-1.

Tabla CXII

Precipitación de diseño de la subcuenca SB-2.

SB2						
DURACIÓN		PERIODO DE RETORNO (años)				
Hr	min	5	10	30	50	100
0.17	10.00	14.16	20.12	29.93	35.22	42.56
0.33	20.00	16.83	23.93	35.60	41.88	50.61
0.50	30.00	18.63	26.48	39.39	46.35	56.01
0.67	40.00	20.02	28.46	42.33	49.81	60.18
0.83	50.00	21.17	30.09	44.76	52.67	63.64
1.00	60.00	22.16	31.49	46.85	55.12	66.61
1.50	90.00	24.52	34.85	51.85	61.00	73.71
2.00	120.00	26.35	37.45	55.71	65.55	79.21
4.00	240.00	31.33	44.54	66.25	77.95	94.19
6.00	360.00	34.68	49.29	73.32	86.27	104.24
7.00	420.00	36.04	51.23	76.20	89.66	108.34
8.00	480.00	37.26	52.97	78.79	92.70	112.02
10.00	600.00	39.40	56.00	83.31	98.02	118.44
11.00	660.00	40.35	57.35	85.32	100.39	121.30
12.00	720.00	41.24	58.62	87.19	102.59	123.97
24.00	1440.00	49.04	69.71	103.69	122.01	147.42

Tabla CXIII

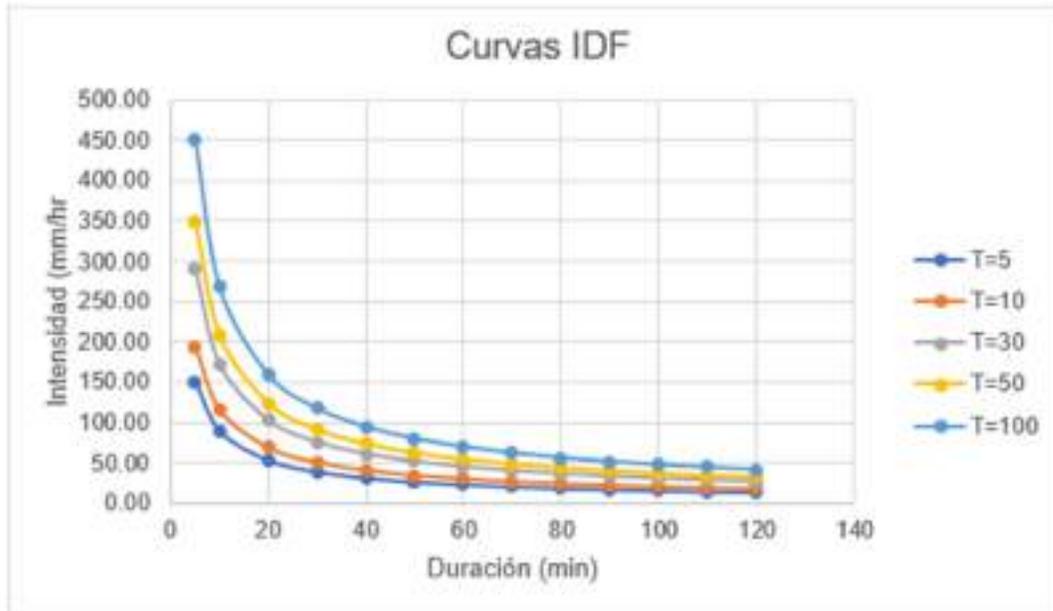
Intensidad de diseño de la subcuenca SB-2.

SB2						
DURACIÓN		PERIODO DE RETORNO (años)				
Hr	min	5	10	30	50	100
0.17	10	84.94	120.74	179.60	211.32	255.34
0.33	20	50.50	71.79	106.79	125.65	151.83
0.50	30	37.26	52.97	78.79	92.70	112.02
0.67	40	30.03	42.69	63.50	74.71	90.28
0.83	50	25.40	36.11	53.71	63.20	76.36
1.00	60	22.16	31.49	46.85	55.12	66.61
1.50	90	16.35	23.24	34.56	40.67	49.14
2.00	120	13.17	18.73	27.86	32.78	39.60
4.00	240	7.83	11.13	16.56	19.49	23.55
6.00	360	5.78	8.22	12.22	14.38	17.37
7.00	420	5.15	7.32	10.89	12.81	15.48
8.00	480	4.66	6.62	9.85	11.59	14.00
10.00	600	3.94	5.60	8.33	9.80	11.84
11.00	660	3.67	5.21	7.76	9.13	11.03
12.00	720	3.44	4.88	7.27	8.55	10.33
24.00	1440	2.04	2.90	4.32	5.08	6.14

Tabla CXIV

Intensidad máxima para cada periodo de la subcuenca SB-2.

Duración (t) minutos	Periodo de Retorno (T) en años				
	5	10	30	50	100
5	150.81	194.23	290.07	349.54	450.20
10	89.67	115.49	172.48	207.84	267.69
20	53.32	68.67	102.56	123.58	159.17
30	39.34	50.67	75.67	91.18	117.43
40	31.70	40.83	60.98	73.48	94.64
50	26.82	34.54	51.58	62.16	80.06
60	23.39	30.13	44.99	54.21	69.83
70	20.84	26.84	40.08	48.30	62.20
80	18.85	24.28	36.26	43.69	56.27
90	17.26	22.23	33.19	40.00	51.52
100	15.95	20.54	30.67	36.96	47.60
110	14.85	19.12	28.56	34.41	44.32
120	13.91	17.91	26.75	32.24	41.52



Gráfica 58: Curva IDF de la subcuenca SB-2.

Tabla CXV

Precipitación de diseño de la subcuenca SB-3.

SB3						
DURACIÓN		PERIODO DE RETORNO (años)				
Hr	min	5	10	30	50	100
0.17	10.00	15.53	20.70	31.35	36.60	44.35
0.33	20.00	18.47	24.62	37.29	43.53	52.74
0.50	30.00	20.44	27.24	41.27	48.17	58.37
0.67	40.00	21.97	29.28	44.34	51.77	62.72
0.83	50.00	23.23	30.96	46.89	54.74	66.32
1.00	60.00	24.31	32.40	49.07	57.29	69.41
1.50	90.00	26.90	35.86	54.31	63.40	76.82
2.00	120.00	28.91	38.53	58.36	68.13	82.55
4.00	240.00	34.38	45.82	69.40	81.02	98.16
6.00	360.00	38.05	50.71	76.80	89.66	108.64
7.00	420.00	39.54	52.70	79.82	93.18	112.91
8.00	480.00	40.88	54.49	82.53	96.35	116.74
10.00	600.00	43.23	57.62	87.27	101.87	123.44
11.00	660.00	44.27	59.00	89.37	104.33	126.41
12.00	720.00	45.25	60.30	91.33	106.62	129.19
24.00	1440.00	53.81	71.71	108.62	126.80	153.64

Tabla CXVI

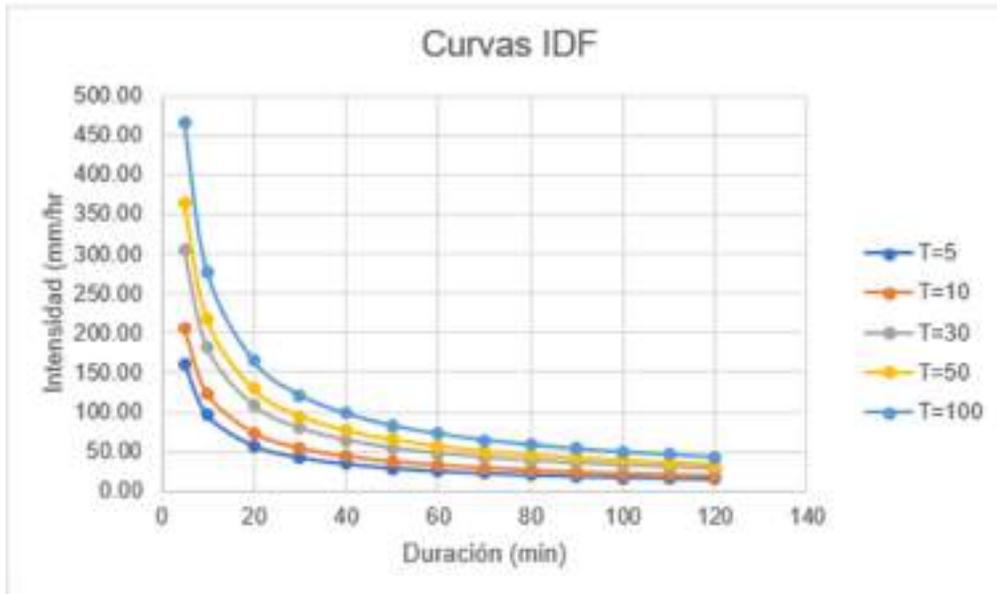
Intensidad de diseño de la subcuenca SB-3.

SB3						
DURACIÓN		PERIODO DE RETORNO (años)				
Hr	min	5	10	30	50	100
0.17	10	93.20	124.21	188.13	219.62	266.11
0.33	20	55.42	73.85	111.86	130.59	158.23
0.50	30	40.88	54.49	82.53	96.35	116.74
0.67	40	32.95	43.91	66.51	77.65	94.08
0.83	50	27.87	37.15	56.26	65.68	79.58
1.00	60	24.31	32.40	49.07	57.29	69.41
1.50	90	17.94	23.90	36.21	42.27	51.21
2.00	120	14.45	19.26	29.18	34.06	41.27
4.00	240	8.59	11.45	17.35	20.25	24.54
6.00	360	6.34	8.45	12.80	14.94	18.11
7.00	420	5.65	7.53	11.40	13.31	16.13
8.00	480	5.11	6.81	10.32	12.04	14.59
10.00	600	4.32	5.76	8.73	10.19	12.34
11.00	660	4.02	5.36	8.12	9.48	11.49
12.00	720	3.77	5.03	7.61	8.89	10.77
24.00	1440	2.24	2.99	4.53	5.28	6.40

Tabla CXVII

Intensidad máxima para cada periodo de la subcuenca SB-3.

Duración (t) minutos	Periodo de Retorno (T) en años				
	5	10	30	50	100
5	161.43	206.20	303.93	364.02	464.97
10	95.99	122.61	180.72	216.45	276.47
20	57.07	72.90	107.46	128.70	164.39
30	42.11	53.79	79.28	94.95	121.29
40	33.94	43.35	63.89	76.53	97.75
50	28.71	36.67	54.05	64.73	82.69
60	25.04	31.98	47.14	56.46	72.12
70	22.30	28.49	41.99	50.30	64.24
80	20.18	25.77	37.99	45.50	58.12
90	18.47	23.60	34.78	41.66	53.21
100	17.07	21.80	32.14	38.49	49.16
110	15.89	20.30	29.92	35.83	45.77
120	14.89	19.02	28.03	33.57	42.88



Gráfica 59: Curva IDF de la subcuenca SB-3.

Tabla CXVIII

Precipitación de diseño de la subcuenca SB-4.

SB4						
DURACIÓN		PERIODO DE RETORNO (años)				
Hr	min	5	10	30	50	100
0.17	10.00	17.82	24.04	35.39	40.83	50.00
0.33	20.00	21.19	28.59	42.09	48.56	59.46
0.50	30.00	23.46	31.64	46.58	53.74	65.80
0.67	40.00	25.20	34.00	50.05	57.74	70.71
0.83	50.00	26.65	35.95	52.92	61.06	74.77
1.00	60.00	27.89	37.63	55.39	63.90	78.25
1.50	90.00	30.87	41.64	61.30	70.72	86.60
2.00	120.00	33.17	44.75	65.87	75.99	93.06
4.00	240.00	39.45	53.21	78.33	90.37	110.67
6.00	360.00	43.66	58.89	86.69	100.01	122.47
7.00	420.00	45.37	61.20	90.09	103.94	127.28
8.00	480.00	46.91	63.28	93.15	107.47	131.61
10.00	600.00	49.60	66.91	98.49	113.64	139.16
11.00	660.00	50.80	68.52	100.87	116.38	142.51
12.00	720.00	51.92	70.03	103.09	118.94	145.64
24.00	1440.00	61.74	83.28	122.59	141.44	173.20

Tabla CXIX

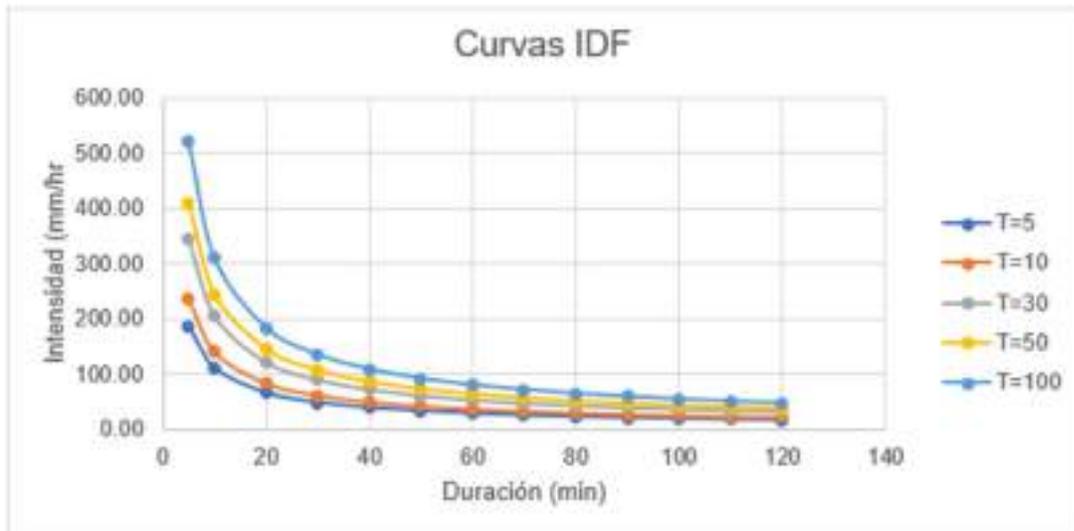
Intensidad de diseño de la subcuenca SB-4.

SB4						
DURACIÓN		PERIODO DE RETORNO (años)				
Hr	min	5	10	30	50	100
0.17	10	106.93	144.25	212.34	244.98	299.99
0.33	20	63.58	85.77	126.26	145.67	178.38
0.50	30	46.91	63.28	93.15	107.47	131.61
0.67	40	37.81	51.00	75.07	86.61	106.06
0.83	50	31.98	43.14	63.50	73.27	89.72
1.00	60	27.89	37.63	55.39	63.90	78.25
1.50	90	20.58	27.76	40.86	47.15	57.73
2.00	120	16.59	22.37	32.93	38.00	46.53
4.00	240	9.86	13.30	19.58	22.59	27.67
6.00	360	7.28	9.81	14.45	16.67	20.41
7.00	420	6.48	8.74	12.87	14.85	18.18
8.00	480	5.86	7.91	11.64	13.43	16.45
10.00	600	4.96	6.69	9.85	11.36	13.92
11.00	660	4.62	6.23	9.17	10.58	12.96
12.00	720	4.33	5.84	8.59	9.91	12.14
24.00	1440	2.57	3.47	5.11	5.89	7.22

Tabla CXX

Intensidad máxima para cada periodo de la subcuenca SB-4.

Duración (t) minutos	Periodo de Retorno (T) en años				
	5	10	30	50	100
5	186.36	236.34	344.41	410.31	520.35
10	110.81	140.53	204.79	243.97	309.40
20	65.89	83.56	121.77	145.07	183.97
30	48.61	61.65	89.84	107.03	135.73
40	39.18	49.68	72.40	86.26	109.39
50	33.14	42.03	61.25	72.96	92.53
60	28.90	36.66	53.42	63.64	80.71
70	25.75	32.65	47.59	56.69	71.90
80	23.29	29.54	43.05	51.29	65.04
90	21.33	27.04	39.41	46.95	59.54
100	19.70	24.99	36.42	43.39	55.02
110	18.35	23.27	33.90	40.39	51.22
120	17.19	21.80	31.76	37.84	47.99



Gráfica 60: Curva IDF de la subcuenca SB-4.

d. Anexo 4: Hidrograma de diseño

Tabla CXXI

Método del Bloque Alterno en un periodo de 5 años de la subcuenca SB-1.

METODO DEL BLOQUE ALTERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDA ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
60	22.43	22.43	22.43	0-60	0.525
120	13.34	26.67	4.24	60-120	0.562
180	9.84	29.52	2.85	120-180	0.604
240	7.93	31.72	2.20	180-240	0.650
300	6.71	33.54	1.82	240-300	0.718
360	5.85	35.11	1.56	300-360	0.790
420	5.21	36.48	1.38	360-420	0.890
480	4.72	37.72	1.24	420-480	1.037
540	4.32	38.85	1.13	480-540	1.239
600	3.99	39.89	1.04	540-600	1.564
660	3.71	40.85	0.96	600-660	2.201
720	3.48	41.75	0.90	660-720	4.244
780	3.28	42.59	0.84	720-780	22.430
840	3.10	43.39	0.80	780-840	2.840
900	2.94	44.14	0.75	840-900	1.820
960	2.80	44.86	0.72	900-960	1.379
1020	2.68	45.55	0.69	960-1020	1.127
1080	2.57	46.20	0.66	1020-1080	0.962
1140	2.46	46.83	0.63	1080-1140	0.844
1200	2.37	47.43	0.60	1140-1200	0.755
1260	2.29	48.02	0.58	1200-1260	0.685
1320	2.21	48.58	0.56	1260-1320	0.629
1380	2.14	49.12	0.54	1320-1380	0.582
1440	2.07	49.65	0.53	1380-1440	0.543

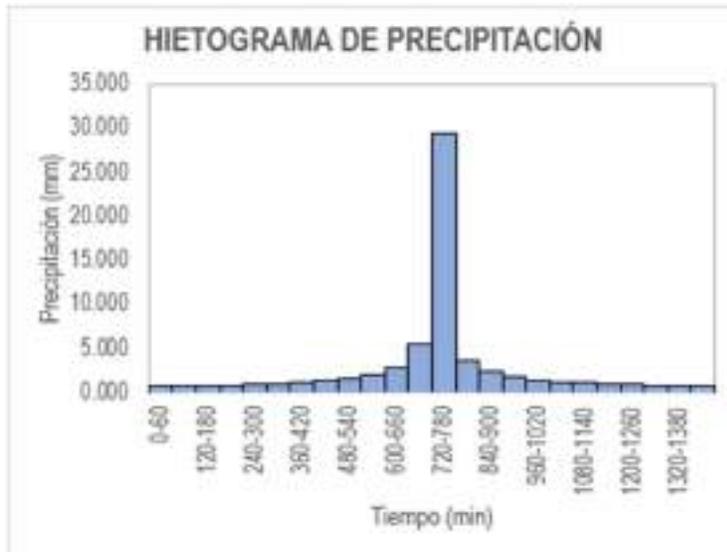


Gráfica 61: Hietograma de diseño en un periodo de 5 años de la subcuenca SB-1.

Tabla CXXII

Método del Bloque Alterno en un periodo de 10 años de la subcuenca SB-1.

MÉTODO DEL BLOQUE AL TERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDA ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
60	29.37	29.37	29.37	0-60	0.688
120	17.46	34.93	5.56	60-120	0.735
180	12.68	38.65	3.73	120-180	0.791
240	10.38	41.53	2.88	180-240	0.858
300	8.78	43.92	2.38	240-300	0.940
360	7.86	45.98	2.05	300-360	1.043
420	6.82	47.77	1.81	360-420	1.176
480	6.17	49.39	1.62	420-480	1.358
540	5.65	50.87	1.48	480-540	1.622
600	5.22	52.23	1.36	540-600	2.048
660	4.86	53.48	1.25	600-660	2.882
720	4.56	54.66	1.18	660-720	5.557
780	4.29	55.77	1.10	720-780	22.369
840	4.06	56.81	1.04	780-840	3.726
900	3.85	57.80	0.99	840-900	2.383
960	3.67	58.74	0.94	900-960	1.806
1020	3.51	59.63	0.90	960-1020	1.476
1080	3.36	60.49	0.85	1020-1080	1.259
1140	3.23	61.32	0.82	1080-1140	1.105
1200	3.11	62.11	0.79	1140-1200	0.988
1260	2.99	62.87	0.76	1200-1260	0.897
1320	2.89	63.60	0.74	1260-1320	0.823
1380	2.80	64.32	0.71	1320-1380	0.792
1440	2.71	65.00	0.69	1380-1440	0.711

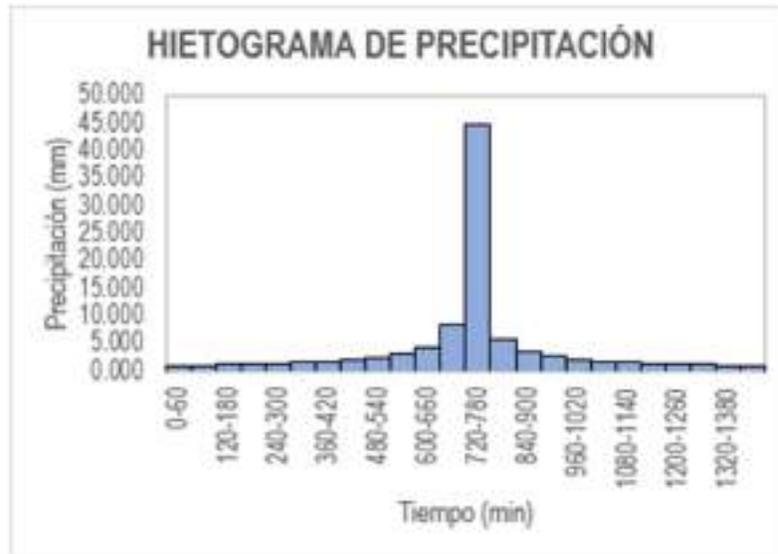


Gráfica 62: Hietograma de diseño en un periodo de 10 años de la subcuenca SB-1.

Tabla CXXIII

Método del Bloque Alterno en un periodo de 30 años de la subcuenca SB-1.

METODO DEL BLOQUE AL TERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDA ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
60	45.02	45.02	45.02	0-60	1.055
120	26.77	53.54	8.52	60-120	1.127
180	19.75	59.25	5.71	120-180	1.213
240	15.92	63.67	4.42	180-240	1.316
300	13.46	67.32	3.65	240-300	1.441
360	11.74	70.46	3.14	300-360	1.599
420	10.46	73.23	2.77	360-420	1.803
480	9.46	75.71	2.49	420-480	2.081
540	8.66	77.98	2.26	480-540	2.486
600	8.01	80.06	2.08	540-600	3.139
660	7.45	81.99	1.93	600-660	4.418
720	6.98	83.79	1.80	660-720	8.518
780	6.58	85.48	1.69	720-780	45.019
840	6.22	87.08	1.60	780-840	5.711
900	5.91	88.60	1.52	840-900	3.653
960	5.63	90.04	1.44	900-960	2.768
1020	5.38	91.41	1.38	960-1020	2.263
1080	5.15	92.73	1.32	1020-1080	1.930
1140	4.95	93.99	1.26	1080-1140	1.694
1200	4.76	95.20	1.21	1140-1200	1.515
1260	4.59	96.37	1.17	1200-1260	1.375
1320	4.43	97.50	1.13	1260-1320	1.262
1380	4.29	98.59	1.09	1320-1380	1.168
1440	4.15	99.64	1.05	1380-1440	1.090

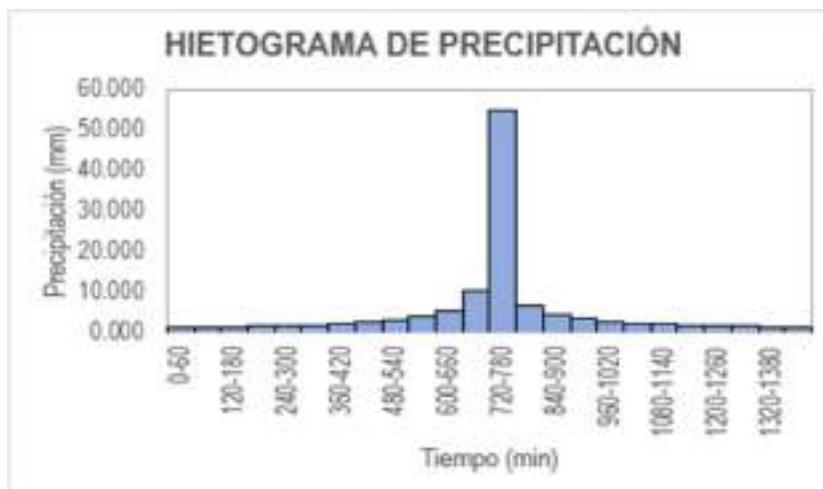


Gráfica 63: Hietograma de diseño en un periodo de 30 años de la subcuenca SB-1.

Tabla CXXIV

Método del Bloque Alterno en un periodo de 50 años de la subcuenca SB-1.

METODO DEL BLOQUE AL TERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDA ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
60	54.91	54.91	54.91	0.60	1.286
120	32.65	65.30	10.39	60-120	1.375
180	24.09	72.27	6.97	120-180	1.480
240	19.41	77.66	5.39	180-240	1.605
300	16.42	82.11	4.46	240-300	1.758
360	14.32	85.94	3.83	300-360	1.950
420	12.76	89.32	3.38	360-420	2.199
480	11.54	92.35	3.03	420-480	2.538
540	10.57	95.11	2.78	480-540	3.032
600	9.76	97.65	2.54	540-600	3.829
660	9.09	100.00	2.35	600-660	5.389
720	8.52	102.20	2.20	660-720	10.390
780	8.02	104.27	2.07	720-780	54.911
840	7.59	106.22	1.95	780-840	8.968
900	7.20	108.06	1.85	840-900	4.455
960	6.86	109.82	1.76	900-960	3.377
1020	6.56	111.50	1.68	960-1020	2.760
1080	6.28	113.10	1.60	1020-1080	2.355
1140	6.03	114.64	1.54	1080-1140	2.066
1200	5.81	116.12	1.48	1140-1200	1.848
1260	5.60	117.55	1.43	1200-1260	1.677
1320	5.41	118.92	1.38	1260-1320	1.539
1380	5.23	120.25	1.33	1320-1380	1.425
1440	5.06	121.54	1.29	1380-1440	1.329

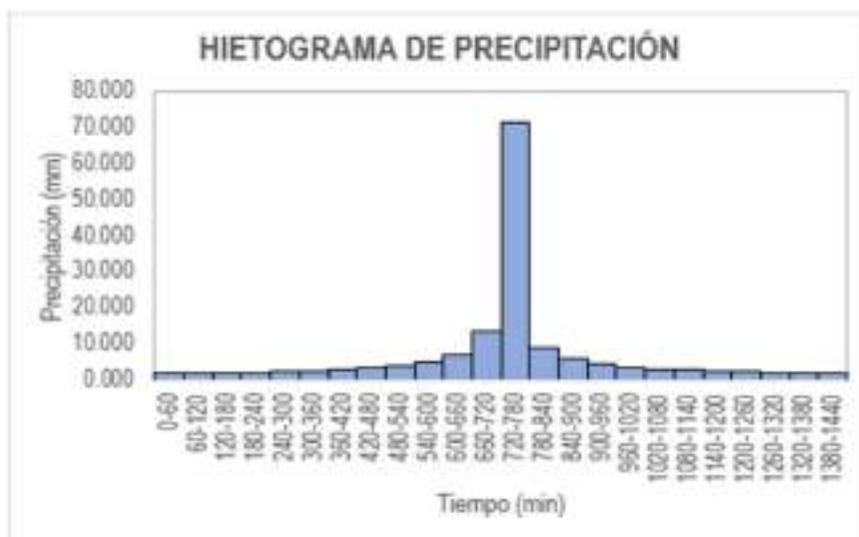


Gráfica 64: Hietograma de diseño en un periodo de 50 años de la subcuenca SB-1.

Tabla CXXV

Método del Bloque Alterno en un periodo de 100 años de la subcuenca SB-1.

METODO DEL BLOQUE ALTERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDA ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
60	71.90	71.90	71.90	0-60	1.684
120	42.75	85.50	13.60	60-120	1.800
180	31.54	94.62	9.12	120-180	1.937
240	25.42	101.68	7.06	180-240	2.101
300	21.50	107.51	5.83	240-300	2.301
360	18.75	112.52	5.01	300-360	2.553
420	16.71	116.94	4.42	360-420	2.879
480	15.11	120.91	3.97	420-480	3.324
540	13.84	124.53	3.61	480-540	3.970
600	12.79	127.85	3.32	540-600	5.014
660	11.90	130.93	3.08	600-660	7.056
720	11.15	133.81	2.88	660-720	13.603
780	10.50	136.52	2.70	720-780	71.896
840	9.93	139.07	2.55	780-840	9.121
900	9.43	141.49	2.42	840-900	5.833
960	8.99	143.79	2.30	900-960	4.421
1020	8.59	145.99	2.20	960-1020	3.613
1080	8.23	148.09	2.10	1020-1080	3.083
1140	7.90	150.10	2.02	1080-1140	2.705
1200	7.60	152.04	1.94	1140-1200	2.420
1260	7.33	153.91	1.87	1200-1260	2.196
1320	7.08	155.71	1.80	1260-1320	2.015
1380	6.85	157.45	1.74	1320-1380	1.866
1440	6.63	159.13	1.68	1380-1440	1.740

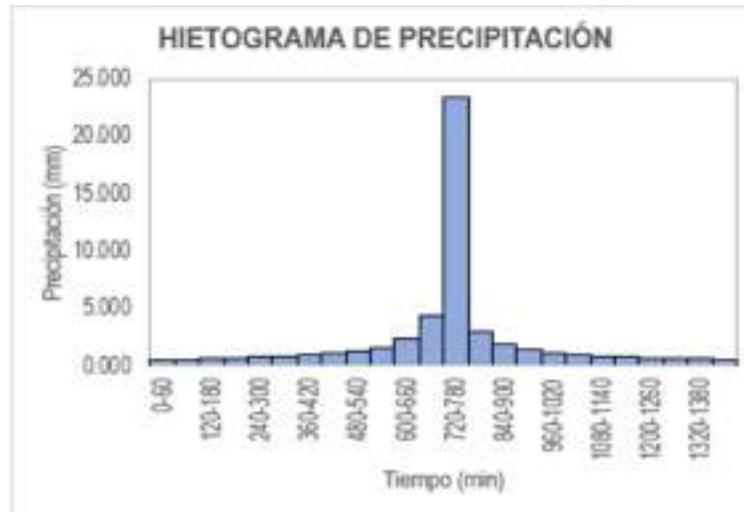


Gráfica 65: Hietograma de diseño en un periodo de 100 años de la subcuenca SB-1.

Tabla CXXVI

Método del Bloque Alterno en un periodo de 5 años de la subcuenca SB-2.

METODO DEL BLOQUE ALTERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDA ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
60	23.39	23.39	23.39	0-60	0.548
120	13.91	27.82	4.43	60-120	0.586
180	10.26	30.78	2.97	120-180	0.630
240	8.27	33.08	2.30	180-240	0.684
300	7.00	34.98	1.90	240-300	0.749
360	6.10	36.61	1.63	300-360	0.831
420	5.44	38.05	1.44	360-420	0.937
480	4.92	39.34	1.29	420-480	1.081
540	4.50	40.51	1.18	480-540	1.292
600	4.16	41.59	1.08	540-600	1.631
660	3.87	42.60	1.00	600-660	2.296
720	3.63	43.53	0.94	660-720	4.426
780	3.42	44.41	0.88	720-780	23.390
840	3.23	45.24	0.83	780-840	2.967
900	3.07	46.03	0.79	840-900	1.898
960	2.92	46.78	0.75	900-960	1.438
1020	2.79	47.50	0.71	960-1020	1.176
1080	2.68	48.18	0.68	1020-1080	1.003
1140	2.57	48.83	0.66	1080-1140	0.880
1200	2.47	49.46	0.63	1140-1200	0.787
1260	2.38	50.07	0.61	1200-1260	0.714
1320	2.30	50.66	0.59	1260-1320	0.656
1380	2.23	51.22	0.57	1320-1380	0.607
1440	2.16	51.77	0.55	1380-1440	0.566

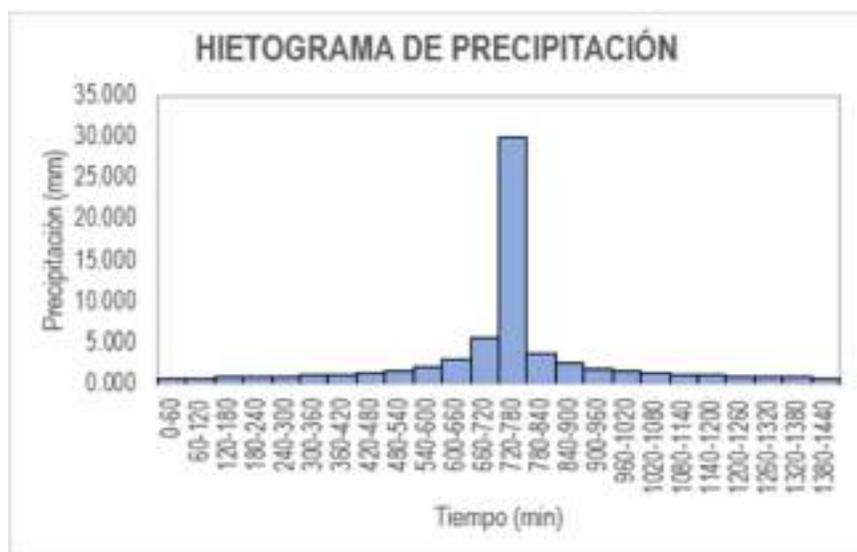


Gráfica 66: Hietograma de diseño en un periodo de 5 años de la subcuenca SB-2.

Tabla CXXVII

Método del Bloque Alterno en un periodo de 10 años de la subcuenca SB-2.

METODO DEL BLOQUE ALTERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDA ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
60	30.13	30.13	30.13	0-60	0.706
120	17.91	35.83	5.70	60-120	0.754
180	13.22	39.65	3.82	120-180	0.812
240	10.65	42.60	2.96	180-240	0.880
300	9.01	45.05	2.44	240-300	0.964
360	7.86	47.15	2.10	300-360	1.070
420	7.00	49.00	1.85	360-420	1.207
480	6.33	50.67	1.66	420-480	1.393
540	5.80	52.18	1.51	480-540	1.663
600	5.38	53.57	1.39	540-600	2.101
660	4.99	54.86	1.29	600-660	2.957
720	4.67	56.07	1.21	660-720	5.700
780	4.40	57.20	1.13	720-780	30.126
840	4.16	58.27	1.07	780-840	3.822
900	3.95	59.29	1.01	840-900	2.444
960	3.77	60.25	0.96	900-960	1.852
1020	3.60	61.17	0.92	960-1020	1.514
1080	3.45	62.05	0.88	1020-1080	1.292
1140	3.31	62.90	0.84	1080-1140	1.133
1200	3.19	63.71	0.81	1140-1200	1.014
1260	3.07	64.49	0.78	1200-1260	0.920
1320	2.97	65.24	0.75	1260-1320	0.844
1380	2.87	65.97	0.73	1320-1380	0.782
1440	2.78	66.68	0.71	1380-1440	0.729



Gráfica 67: Hietograma de diseño en un periodo de 10 años de la subcuenca SB-2.

Tabla CXXVIII

Método del Bloque Alterno en un periodo de 30 años de la subcuenca SB-2.

METODO DEL BLOQUE AL TERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDA ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
60	44.99	44.99	44.99	0-60	1.054
120	26.75	53.50	8.51	60-120	1.127
180	19.74	59.21	5.71	120-180	1.212
240	15.91	63.63	4.42	180-240	1.315
300	13.46	67.28	3.65	240-300	1.440
360	11.74	70.41	3.14	300-360	1.598
420	10.45	73.18	2.77	360-420	1.802
480	9.46	75.67	2.48	420-480	2.080
540	8.66	77.93	2.26	480-540	2.484
600	8.00	80.01	2.08	540-600	3.137
660	7.45	81.94	1.93	600-660	4.415
720	6.98	83.74	1.80	660-720	8.513
780	6.57	85.43	1.69	720-780	44.991
840	6.22	87.03	1.60	780-840	5.708
900	5.90	88.54	1.51	840-900	3.650
960	5.62	89.98	1.44	900-960	2.757
1020	5.37	91.36	1.37	960-1020	2.261
1080	5.15	92.67	1.31	1020-1080	1.929
1140	4.94	93.93	1.26	1080-1140	1.693
1200	4.76	95.14	1.21	1140-1200	1.514
1260	4.59	96.31	1.17	1200-1260	1.374
1320	4.43	97.44	1.13	1260-1320	1.261
1380	4.28	98.53	1.09	1320-1380	1.168
1440	4.15	99.58	1.05	1380-1440	1.089

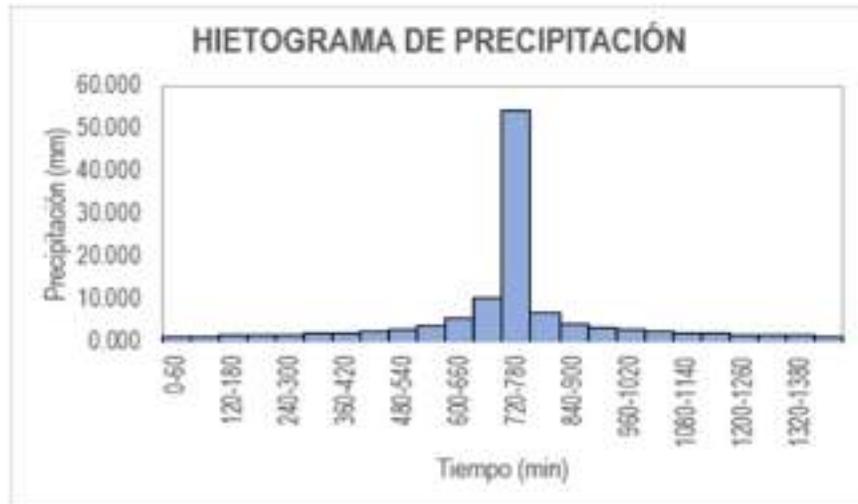


Gráfica 68: Hietograma de diseño en un periodo de 30 años de la subcuenca SB-2.

Tabla CXXIX

Método del Bloque Alterno en un periodo de 50 años de la subcuenca SB-2.

METODO DEL BLOQUE ALTERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDA ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
60	54.21	54.21	54.21	0-60	1.270
120	32.24	84.47	10.26	60-120	1.358
180	23.78	71.35	6.88	120-180	1.461
240	19.17	76.67	5.32	180-240	1.584
300	16.21	81.07	4.40	240-300	1.735
360	14.14	84.85	3.78	300-360	1.925
420	12.60	88.18	3.33	360-420	2.171
480	11.40	91.18	2.99	420-480	2.506
540	10.43	93.90	2.72	480-540	2.994
600	9.64	96.41	2.51	540-600	3.781
660	8.98	98.73	2.32	600-660	5.321
720	8.41	100.90	2.17	660-720	10.258
780	7.92	102.94	2.04	720-780	54.215
840	7.49	104.87	1.93	780-840	6.878
900	7.11	106.69	1.82	840-900	4.399
960	6.78	108.43	1.74	900-960	3.334
1020	6.48	110.09	1.66	960-1020	2.725
1080	6.20	111.67	1.58	1020-1080	2.325
1140	5.96	113.19	1.52	1080-1140	2.040
1200	5.73	114.65	1.46	1140-1200	1.824
1260	5.53	116.06	1.41	1200-1260	1.656
1320	5.34	117.41	1.36	1260-1320	1.520
1380	5.16	118.73	1.31	1320-1380	1.407
1440	5.00	120.00	1.27	1380-1440	1.312

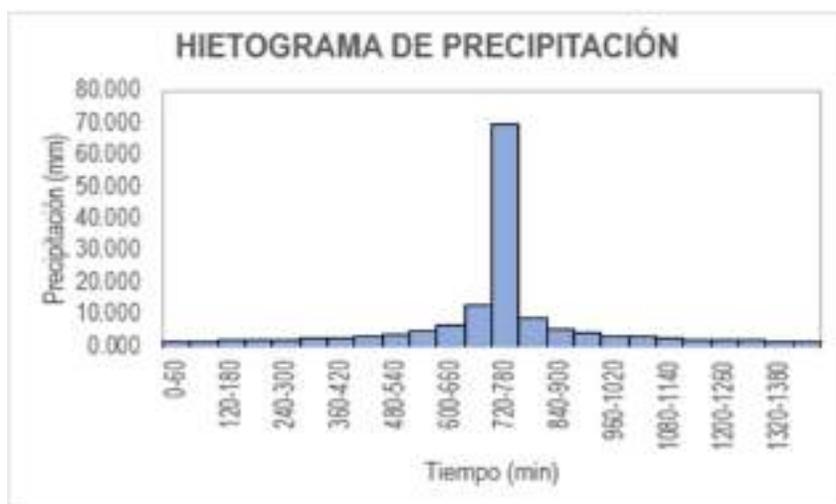


Gráfica 69: Hietograma de diseño en un periodo de 50 años de la subcuenca SB-2.

Tabla CXXX

Método del Bloque Alterno en un periodo de 100 años de la subcuenca SB-2.

METODO DEL BLOQUE ALTERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDA ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
60	69.83	69.83	69.83	0-60	1.636
120	41.52	83.04	13.21	60-120	1.749
180	30.63	91.90	8.86	120-180	1.881
240	24.69	98.75	6.85	180-240	2.041
300	20.88	104.41	5.67	240-300	2.235
360	18.21	109.28	4.87	300-360	2.479
420	16.23	113.58	4.29	360-420	2.796
480	14.68	117.43	3.86	420-480	3.228
540	13.44	120.94	3.51	480-540	3.856
600	12.42	124.17	3.23	540-600	4.869
660	11.56	127.16	2.99	600-660	6.853
720	10.83	129.96	2.80	660-720	13.212
780	10.20	132.59	2.63	720-780	69.826
840	9.65	135.07	2.48	780-840	8.859
900	9.16	137.42	2.35	840-900	5.665
960	8.73	139.65	2.24	900-960	4.294
1020	8.34	141.78	2.13	960-1020	3.509
1080	7.99	143.83	2.04	1020-1080	2.994
1140	7.67	145.78	1.96	1080-1140	2.627
1200	7.38	147.66	1.88	1140-1200	2.350
1260	7.12	149.48	1.81	1200-1260	2.133
1320	6.87	151.22	1.75	1260-1320	1.957
1380	6.65	152.91	1.69	1320-1380	1.812
1440	6.44	154.55	1.64	1380-1440	1.690

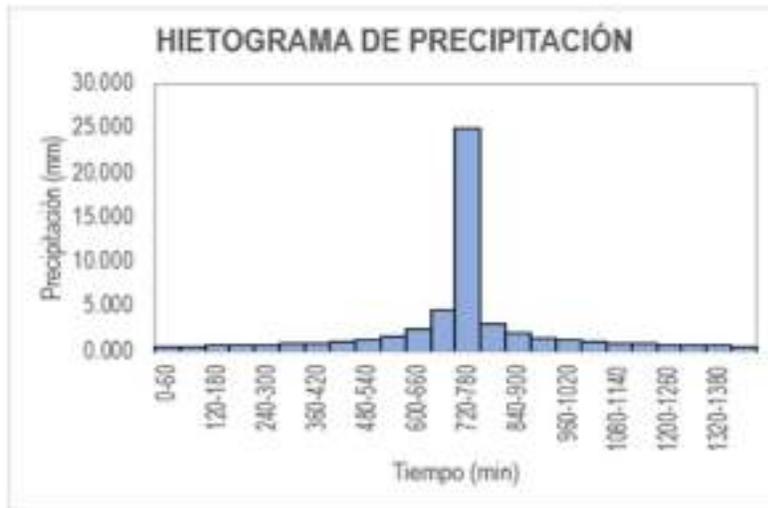


Gráfica 70: Hietograma de diseño en un periodo de 100 años de la subcuenca SB-2.

Tabla CXXXI

Método del Bloque Alterno en un periodo de 5 años de la subcuenca SB-3.

METODO DEL BLOQUE AL TERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDA ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
60	25.04	25.04	25.04	0-60	0.587
120	14.89	29.78	4.74	60-120	0.627
180	10.98	32.95	3.18	120-180	0.675
240	8.85	35.41	2.46	180-240	0.732
300	7.49	37.44	2.03	240-300	0.801
360	6.53	39.19	1.75	300-360	0.889
420	5.82	40.73	1.54	360-420	1.003
480	5.26	42.11	1.38	420-480	1.157
540	4.82	43.37	1.26	480-540	1.382
600	4.45	44.52	1.16	540-600	1.746
660	4.15	45.60	1.07	600-660	2.457
720	3.88	46.60	1.00	660-720	4.737
780	3.66	47.54	0.94	720-780	25.038
840	3.46	48.43	0.89	780-840	3.176
900	3.28	49.27	0.84	840-900	2.031
960	3.13	50.08	0.80	900-960	1.540
1020	2.99	50.84	0.76	960-1020	1.258
1080	2.87	51.57	0.73	1020-1080	1.074
1140	2.75	52.27	0.70	1080-1140	0.942
1200	2.65	52.95	0.67	1140-1200	0.843
1260	2.55	53.60	0.65	1200-1260	0.765
1320	2.46	54.23	0.63	1260-1320	0.702
1380	2.38	54.83	0.61	1320-1380	0.650
1440	2.31	55.42	0.59	1380-1440	0.606

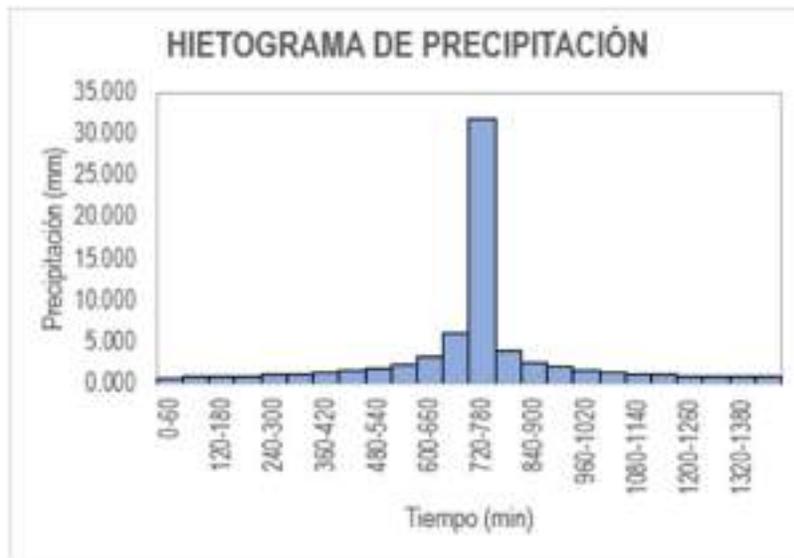


Gráfica 71: Hietograma de diseño en un periodo de 5 años de la subcuenca SB-3.

Tabla CXXXII

Método del Bloque Alterno en un periodo de 10 años de la subcuenca SB-3.

METODO DEL BLOQUE ALTERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDA ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
60	31.98	31.98	31.98	0-60	0.749
120	19.02	38.03	6.05	60-120	0.801
180	14.03	42.09	4.06	120-180	0.862
240	11.31	45.23	3.14	180-240	0.935
300	9.56	47.82	2.59	240-300	1.024
360	8.34	50.05	2.23	300-360	1.136
420	7.43	52.02	1.97	360-420	1.281
480	6.72	53.79	1.77	420-480	1.478
540	6.15	55.39	1.61	480-540	1.768
600	5.69	56.87	1.48	540-600	2.230
660	5.29	58.24	1.37	600-660	3.139
720	4.96	59.52	1.28	660-720	6.051
780	4.67	60.73	1.20	720-780	31.982
840	4.42	61.86	1.14	780-840	4.057
900	4.20	62.94	1.08	840-900	2.595
960	4.00	63.96	1.02	900-960	1.967
1020	3.82	64.94	0.96	960-1020	1.607
1080	3.66	65.87	0.93	1020-1080	1.371
1140	3.51	66.77	0.90	1080-1140	1.203
1200	3.38	67.63	0.86	1140-1200	1.076
1260	3.26	68.46	0.83	1200-1260	0.977
1320	3.15	69.26	0.80	1260-1320	0.896
1380	3.05	70.04	0.77	1320-1380	0.830
1440	2.95	70.79	0.75	1380-1440	0.774

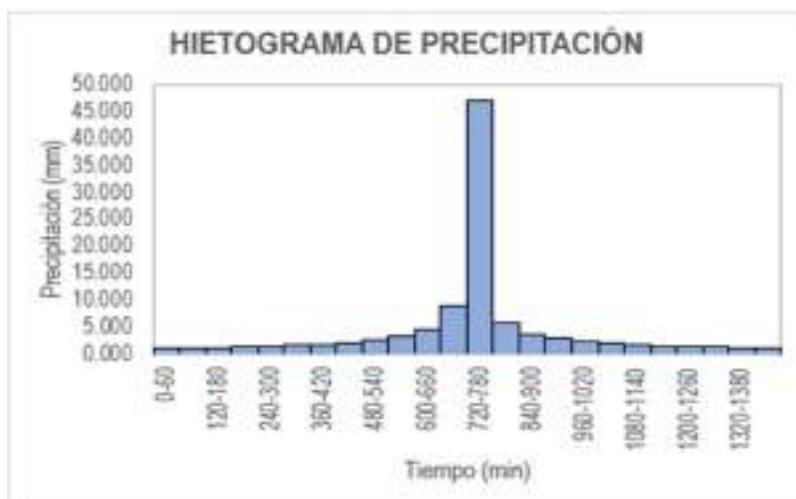


Gráfica 72: Hietograma de diseño en un periodo de 10 años de la subcuenca SB-3.

Tabla CXXXIII

Método del Bloque Alterno en un periodo de 30 años de la subcuenca SB-3.

METODO DEL BLOQUE ALTERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDA ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
60	47.14	47.14	47.14	0-60	1.104
120	28.03	56.06	8.92	60-120	1.180
180	20.68	62.04	5.98	120-180	1.270
240	16.67	66.67	4.63	180-240	1.378
300	14.10	70.49	3.82	240-300	1.509
360	12.30	73.78	3.29	300-360	1.674
420	10.95	76.68	2.90	360-420	1.888
480	9.91	79.28	2.60	420-480	2.179
540	9.07	81.65	2.37	480-540	2.603
600	8.38	83.83	2.18	540-600	3.287
660	7.80	85.85	2.02	600-660	4.626
720	7.31	87.74	1.89	660-720	8.919
780	6.89	89.51	1.77	720-780	47.140
840	6.51	91.19	1.67	780-840	5.981
900	6.18	92.77	1.59	840-900	3.825
960	5.89	94.28	1.51	900-960	2.899
1020	5.63	95.72	1.44	960-1020	2.369
1080	5.39	97.10	1.38	1020-1080	2.021
1140	5.18	98.42	1.32	1080-1140	1.773
1200	4.98	99.69	1.27	1140-1200	1.586
1260	4.81	100.91	1.22	1200-1260	1.440
1320	4.64	102.09	1.18	1260-1320	1.321
1380	4.49	103.23	1.14	1320-1380	1.223
1440	4.35	104.34	1.10	1380-1440	1.141

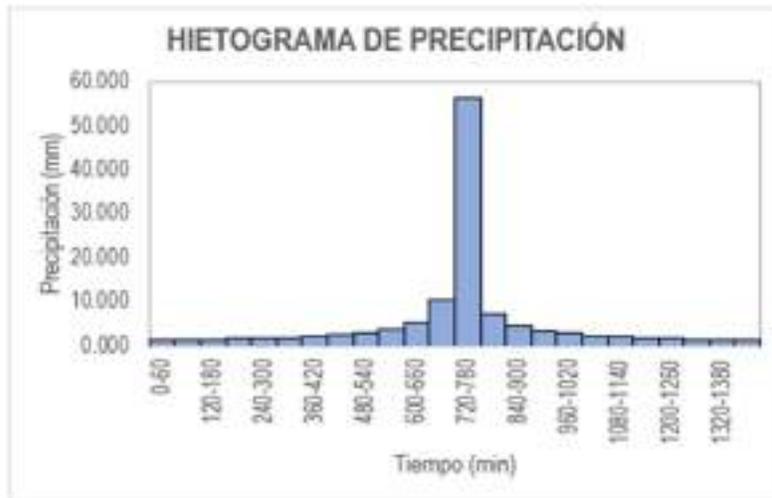


Gráfica 73: Hietograma de diseño en un periodo de 30 años de la subcuenca SB-3.

Tabla CXXXIV

Método del Bloque Alterno en un periodo de 50 años de la subcuenca SB-3.

METODO DEL BLOQUE ALTERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDA ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
60	56.46	56.46	56.46	0-60	1.323
120	33.57	67.14	10.68	60-120	1.414
180	24.77	74.30	7.16	120-180	1.521
240	19.96	79.85	5.54	180-240	1.650
300	16.89	84.43	4.58	240-300	1.807
360	14.73	88.36	3.94	300-360	2.005
420	13.12	91.84	3.47	360-420	2.261
480	11.87	94.95	3.12	420-480	2.610
540	10.87	97.79	2.84	480-540	3.117
600	10.04	100.40	2.61	540-600	3.937
660	9.35	102.82	2.42	600-660	5.541
720	8.76	105.08	2.26	660-720	10.683
780	8.25	107.21	2.12	720-780	56.459
840	7.80	109.21	2.00	780-840	7.163
900	7.41	111.11	1.90	840-900	4.581
960	7.06	112.92	1.81	900-960	3.472
1020	6.74	114.64	1.72	960-1020	2.838
1080	6.46	116.29	1.65	1020-1080	2.421
1140	6.20	117.88	1.58	1080-1140	2.124
1200	5.97	119.40	1.52	1140-1200	1.900
1260	5.76	120.86	1.47	1200-1260	1.724
1320	5.56	122.28	1.41	1260-1320	1.583
1380	5.38	123.64	1.37	1320-1380	1.465
1440	5.21	124.97	1.32	1380-1440	1.366

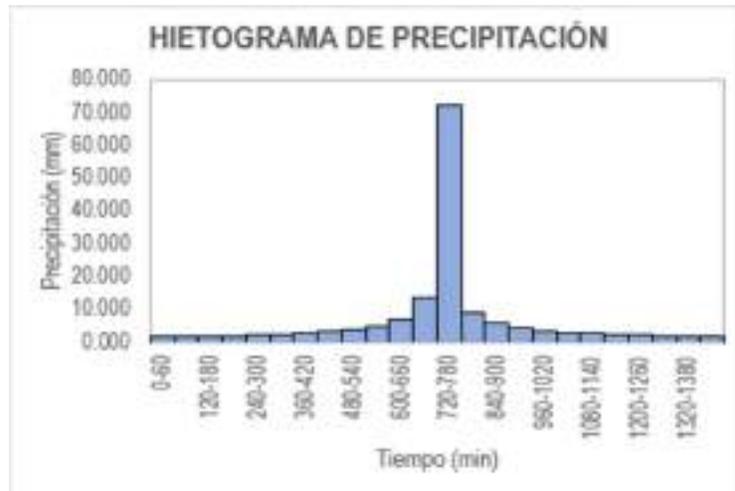


Gráfica 74: Hietograma de diseño en un periodo de 50 años de la subcuenca SB-3.

Tabla CXXXV

Método del Bloque Alterno en un periodo de 100 años de la subcuenca SB-3.

METODO DEL BLOQUE AL TERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDA ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
60	72.12	72.12	72.12	0-60	1.689
120	42.88	85.76	13.65	60-120	1.806
180	31.64	94.91	9.15	120-180	1.943
240	25.50	101.99	7.08	180-240	2.108
300	21.57	107.84	5.85	240-300	2.309
360	18.81	112.87	5.03	300-360	2.561
420	16.76	117.31	4.43	360-420	2.888
480	15.16	121.29	3.98	420-480	3.334
540	13.88	124.91	3.62	480-540	3.982
600	12.82	128.25	3.33	540-600	5.029
660	11.94	131.34	3.09	600-660	7.078
720	11.19	134.23	2.89	660-720	13.645
780	10.53	136.94	2.71	720-780	72.118
840	9.96	139.50	2.56	780-840	9.149
900	9.46	141.93	2.43	840-900	5.851
960	9.01	144.24	2.31	900-960	4.435
1020	8.61	146.44	2.20	960-1020	3.624
1080	8.25	148.55	2.11	1020-1080	3.092
1140	7.92	150.57	2.02	1080-1140	2.713
1200	7.63	152.51	1.94	1140-1200	2.427
1260	7.35	154.38	1.87	1200-1260	2.203
1320	7.10	156.19	1.81	1260-1320	2.021
1380	6.87	157.93	1.75	1320-1380	1.872
1440	6.65	159.62	1.69	1380-1440	1.745

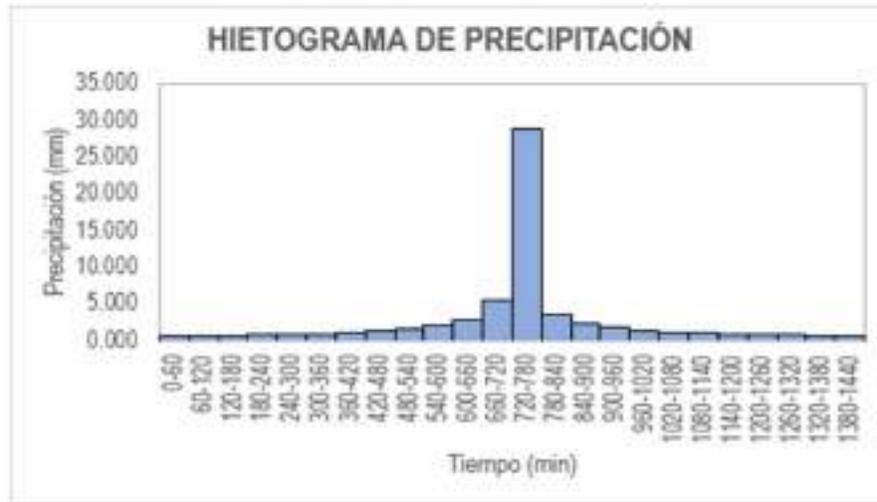


Gráfica 75: Hietograma de diseño en un periodo de 100 años de la subcuenca SB-3.

Tabla CXXXVI

Método del Bloque Alterno en un periodo de 5 años de la subcuenca SB-4.

METODO DEL BLOQUE AL TERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDA ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
60	28.90	28.90	28.90	0-60	0.677
120	17.19	34.37	5.47	60-120	0.724
180	12.68	38.04	3.67	120-180	0.779
240	10.22	40.88	2.84	180-240	0.845
300	8.64	43.22	2.35	240-300	0.925
360	7.54	45.24	2.02	300-360	1.026
420	6.72	47.01	1.78	360-420	1.158
480	6.08	48.61	1.60	420-480	1.336
540	5.56	50.06	1.45	480-540	1.596
600	5.14	51.40	1.34	540-600	2.016
660	4.79	52.64	1.24	600-660	2.837
720	4.48	53.80	1.16	660-720	5.469
780	4.22	54.88	1.09	720-780	28.904
840	3.99	55.91	1.03	780-840	3.667
900	3.79	56.88	0.97	840-900	2.345
960	3.61	57.81	0.93	900-960	1.777
1020	3.45	58.69	0.88	960-1020	1.453
1080	3.31	59.54	0.84	1020-1080	1.239
1140	3.18	60.35	0.81	1080-1140	1.087
1200	3.06	61.12	0.78	1140-1200	0.973
1260	2.95	61.87	0.75	1200-1260	0.883
1320	2.85	62.60	0.72	1260-1320	0.810
1380	2.75	63.30	0.70	1320-1380	0.750
1440	2.67	63.98	0.68	1380-1440	0.700

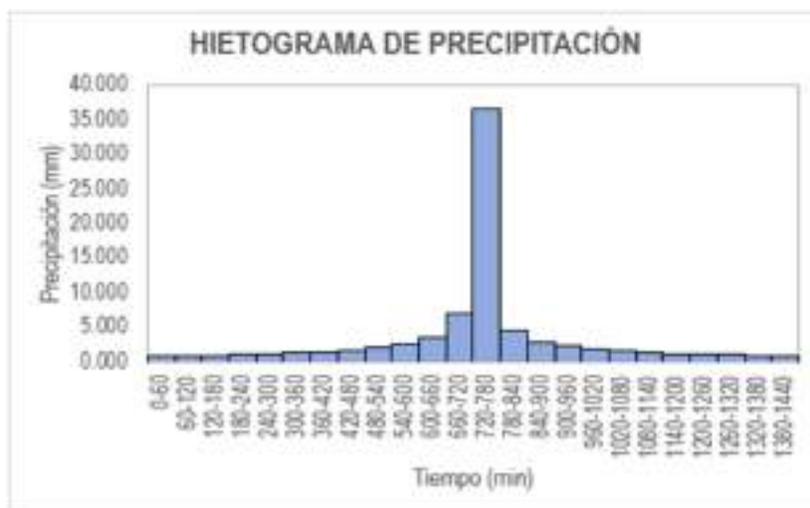


Gráfica 76: Hietograma de diseño en un periodo de 5 años de la subcuenca SB-4.

Tabla CXXXVII

Método del Bloque Alterno en un periodo de 10 años de la subcuenca SB-4.

METODO DEL BLOQUE ALTERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDA ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
60	36.66	36.66	36.66	0-60	0.859
120	21.80	43.59	6.94	60-120	0.918
180	16.08	48.24	4.65	120-180	0.988
240	12.96	51.84	3.60	180-240	1.071
300	10.96	54.81	2.97	240-300	1.173
360	9.56	57.37	2.56	300-360	1.302
420	8.52	59.62	2.25	360-420	1.468
480	7.71	61.65	2.02	420-480	1.695
540	7.05	63.49	1.84	480-540	2.024
600	6.52	65.18	1.69	540-600	2.556
660	6.07	66.76	1.57	600-660	3.597
720	5.69	68.22	1.47	660-720	6.936
780	5.35	69.60	1.38	720-780	28.656
840	5.06	70.90	1.30	780-840	4.650
900	4.81	72.14	1.23	840-900	2.974
960	4.58	73.31	1.17	900-960	2.254
1020	4.38	74.43	1.12	960-1020	1.842
1080	4.19	75.50	1.07	1020-1080	1.572
1140	4.03	76.53	1.03	1080-1140	1.379
1200	3.88	77.52	0.99	1140-1200	1.234
1260	3.74	78.47	0.95	1200-1260	1.120
1320	3.61	79.39	0.92	1260-1320	1.027
1380	3.49	80.27	0.89	1320-1380	0.951
1440	3.38	81.13	0.86	1380-1440	0.887

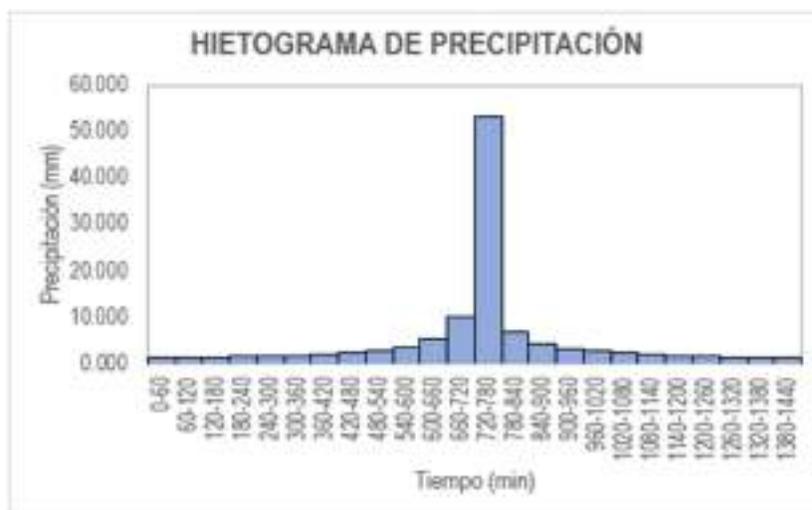


Gráfica 77: Hietograma de diseño en un periodo de 10 años de la subcuenca SB-4.

Tabla CXXXVIII

Método del Bloque Alterno en un periodo de 30 años de la subcuenca SB-4.

METODO DEL BLOQUE ALTERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDA ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
00	53.42	53.42	53.42	0-00	1.251
120	31.76	63.52	10.11	60-120	1.338
180	23.43	70.30	6.78	120-180	1.439
240	18.89	75.54	5.24	180-240	1.561
300	15.98	79.88	4.33	240-300	1.710
360	13.93	83.60	3.73	300-360	1.897
420	12.41	86.89	3.28	360-420	2.139
480	11.23	89.84	2.95	420-480	2.469
540	10.28	92.52	2.68	480-540	2.950
600	9.50	94.99	2.47	540-600	3.725
660	8.84	97.28	2.29	600-660	5.242
720	8.29	99.42	2.14	660-720	10.107
780	7.80	101.43	2.01	720-780	53.418
840	7.38	103.33	1.90	780-840	6.777
900	7.01	105.13	1.80	840-900	4.334
960	6.68	106.84	1.71	900-960	3.285
1020	6.38	108.47	1.63	960-1020	2.685
1080	6.11	110.03	1.56	1020-1080	2.291
1140	5.87	111.53	1.50	1080-1140	2.010
1200	5.65	112.98	1.44	1140-1200	1.798
1260	5.45	114.35	1.39	1200-1260	1.632
1320	5.28	115.69	1.34	1260-1320	1.497
1380	5.09	116.98	1.29	1320-1380	1.386
1440	4.93	118.23	1.25	1380-1440	1.293

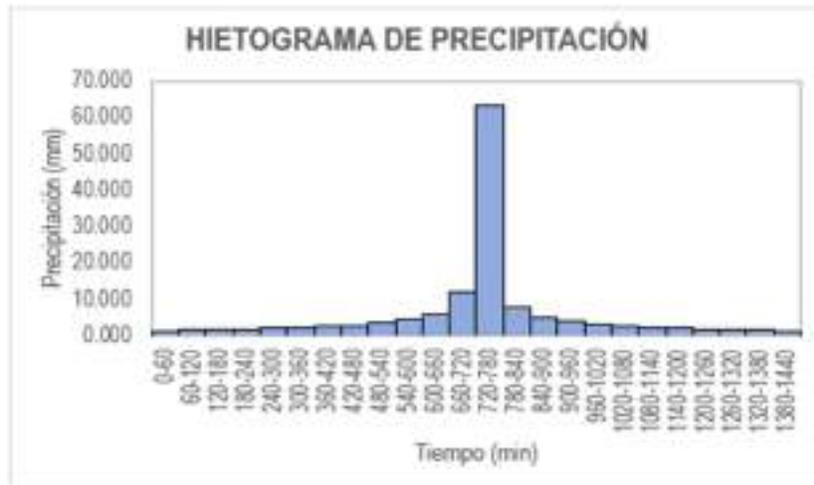


Gráfica 78: Hietograma de diseño en un periodo de 30 años de la subcuenca SB-4.

Tabla CXXXIX

Método del Bloque Alterno en un periodo de 50 años de la subcuenca SB-4.

METODO DEL BLOQUE ALTERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDA ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
60	63.64	63.64	63.64	0-60	1.491
120	37.84	75.68	12.04	60-120	1.594
180	27.92	83.75	8.07	120-180	1.715
240	22.50	90.00	6.25	180-240	1.860
300	19.03	95.16	5.16	240-300	2.037
360	16.60	99.60	4.44	300-360	2.260
420	14.79	103.51	3.91	360-420	2.549
480	13.38	107.03	3.51	420-480	2.942
540	12.25	110.23	3.20	480-540	3.514
600	11.32	113.17	2.94	540-600	4.438
660	10.54	115.90	2.73	600-660	6.246
720	9.87	118.45	2.55	660-720	12.041
780	9.30	120.84	2.39	720-780	63.640
840	8.79	123.10	2.26	780-840	8.074
900	8.35	125.24	2.14	840-900	5.163
960	7.95	127.28	2.04	900-960	3.913
1020	7.60	129.22	1.94	960-1020	3.198
1080	7.28	131.08	1.86	1020-1080	2.729
1140	6.99	132.87	1.78	1080-1140	2.394
1200	6.73	134.58	1.71	1140-1200	2.142
1260	6.49	136.23	1.65	1200-1260	1.944
1320	6.26	137.83	1.59	1260-1320	1.784
1380	6.06	139.37	1.54	1320-1380	1.652
1440	5.87	140.88	1.49	1380-1440	1.540

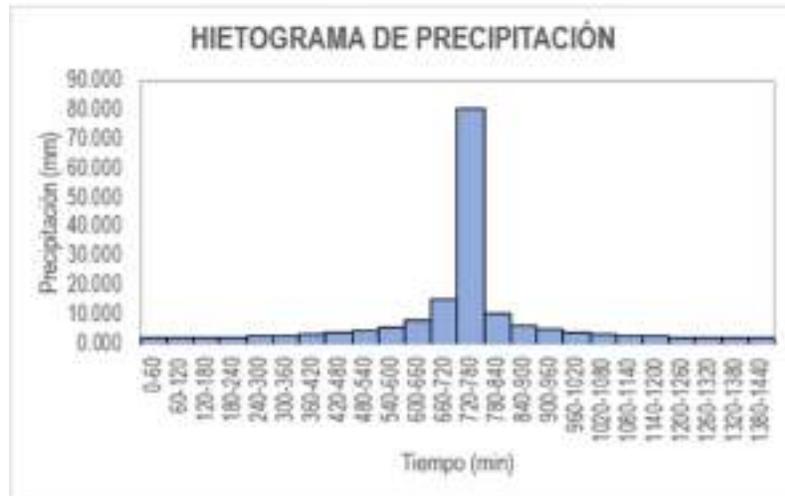


Gráfica 79: Hietograma de diseño en un periodo de 50 años de la subcuenca SB-4.

Tabla CXL

Método del Bloque Alterno en un periodo de 100 años de la subcuenca SB-4.

MÉTODO DEL BLOQUE ALTERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDA ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
60	80.71	80.71	80.71	0-60	1.891
120	47.99	95.98	15.27	60-120	2.021
180	35.41	106.22	10.24	120-180	2.175
240	28.53	114.14	7.92	180-240	2.359
300	24.14	120.69	6.55	240-300	2.583
360	21.05	126.31	5.63	300-360	2.866
420	18.75	131.28	4.96	360-420	3.232
480	16.97	135.73	4.46	420-480	3.731
540	15.53	139.79	4.06	480-540	4.456
600	14.35	143.52	3.73	540-600	5.628
660	13.30	146.98	3.46	600-660	7.921
720	12.52	150.21	3.23	660-720	15.270
780	11.79	153.25	3.04	720-780	80.707
840	11.15	156.11	2.87	780-840	10.239
900	10.59	158.83	2.72	840-900	6.548
960	10.09	161.41	2.58	900-960	4.963
1020	9.64	163.88	2.47	960-1020	4.058
1080	9.24	166.24	2.36	1020-1080	3.461
1140	8.87	168.50	2.26	1080-1140	3.036
1200	8.53	170.67	2.17	1140-1200	2.716
1260	8.23	172.77	2.09	1200-1260	2.465
1320	7.95	174.79	2.02	1260-1320	2.262
1380	7.68	176.74	1.95	1320-1380	2.085
1440	7.44	178.63	1.89	1380-1440	1.953



Gráfica 80: Hietograma de diseño en un periodo de 100 años de la subcuenca SB-4.

e. Anexo 5: Tablas para cálculo de pérdidas económicas

Tabla CXLI

Costo de pérdida por bienes de una vivienda.

Bienes en una vivienda	N°	Costo Unitario	Costo Total
Equipo de sonido	1	S/829.00	S/829.00
Televisor a color	1	S/999.00	S/999.00
Cocina a gas	1	S/799.00	S/799.00
Refrigeradora	1	S/899.00	S/899.00
Licadora	1	S/95.00	S/95.00
Plancha eléctrica	1	S/89.00	S/89.00
Celular	2	S/599.00	S/1,198.00
Ropa	5	S/2,500.00	S/12,500.00
Utensilios de cocina	1	S/350.00	S/350.00
Colchón	1	S/350.00	S/350.00
Total		S/7,509.00	S/18,108.00

Tabla CXLII

Costo de pérdida de áreas agrícolas por producción afectada.

Región	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Precio en chacra (S/x Kg)
San Martín	710,287	7.01	S/1.03
Piura	589,687	8.75	S/1.24
Lambayeque	399,038	8.01	S/1.28
La Libertad	334,920	10.19	S/1.29
Amazonas	307,947	7.41	S/1.03
Arequipa	250,051	12.54	S/1.22
Cajamarca	195,641	7.86	S/1.13
Nacional	3,165,749	7.55	S/1.15

Tabla CXLIII

Pérdidas económicas por afectación a la red de alcantarillado.

Componente	Costo per cápita (US\$/Hab.)
Ampliación del servicio de agua potable (costo total)	297
Ampliación de redes y conexiones de agua potable, sin incluir obras primarias	183
Ampliación del servicio de alcantarillado (costo total)	282
Ampliación de redes y conexiones alcantarillado, sin incluir obras primarias	224
Rehabilitación sistema agua potable	38
Rehabilitación sistema alcantarillado	15
Rehabilitación de los servicios de tratamiento de aguas servidas	17

Tabla CXLIV

Costos por trabajos ejecutados en la vía de acceso.

Índice Medio Diario (IMD)	Ancho de Calzada (m)	Costo Máximo Referencial de Inversión (US\$/Km)		Descripción
		Costa Sierra	Selva	
< 20 veh./día	3.50 - 4.00	15,000.00	20,000.00	Comprende trabajos de recuperación de transitabilidad a nivel de afirmado, rehabilitación de los sistemas de drenaje, señalización y obras de arte menores, sin intervención en la geometría de la vía. Rehabilitación a nivel de afirmado de 0,20 - 0,30 m, para carretas de tercer orden (IMD <200), obras de arte significativas, y ampliación de plataforma en zonas críticas.
20 < veh./día < 40	3.50 - 4.00	20,000.00	25,000.00	
40 < veh./día < 60	3.50 - 5.50	25,000.00	35,000.00	
60 < veh./día < 80	3.50 - 5.50	35,000.00	50,000.00	
80 < veh./día < 100	3.50 - 5.50	50,000.00	65,000.00	
100 < veh./día < 150	3.50 - 5.50	65,000.00	100,000.00	
150 < veh./día < 200	3.50 - 5.50	100,000.00	125,000.00	

Tabla CXLV

Pérdida de terrenos agrícolas para los periodos de retorno de 5,10,30,50 y 100 años.

PERIODO DE RETORNO	ZONA EN RIESGO DE INUNDACIÓN	ÁREAS AFECTADAS (ha)	RENDIMIENTO (tn/ha)	PRODUCCIÓN AFECTADA (tn)	COSTO PRODUCTO (S/.kg)	TOTAL (S/.)
5 AÑOS	Áreas agrícolas	9.36	8.01	74.97	1.28	S/95.966.21
10 AÑOS	Áreas agrícolas	25.70	8.01	205.86	1.28	S/263.496.96
30 AÑOS	Áreas agrícolas	44.31	8.01	354.92	1.28	S/454.301.57
50 AÑOS	Áreas agrícolas	52.22	8.01	418.28	1.28	S/535.401.22
100 AÑOS	Áreas agrícolas	66.59	8.01	533.39	1.28	S/682.733.95

Tabla CXLVI

Pérdida de bienes materiales de viviendas para los periodos de retorno de 5,10,30,50 y 100 años.

PERIODO DE RETORNO	ZONA EN RIESGO DE INUNDACIÓN	N° ELEMENTOS AFECTADOS	COSTO POR VIVIENDA (S/./m2)	TOTAL (S/.)
5 AÑOS	Viviendas	136	S/18.108.00	S/2.462.688.00
10 AÑOS	Viviendas	139	S/18.108.00	S/2.517.012.00
30 AÑOS	Viviendas	154	S/18.108.00	S/2.788.632.00
50 AÑOS	Viviendas	161	S/18.108.00	S/2.915.388.00
100 AÑOS	Viviendas	164	S/18.108.00	S/2.969.712.00

Tabla CXLVII

Pérdida de infraestructura de viviendas para los periodos de retorno de 5,10,30,50 y 100 años.

PERIODO DE RETORNO	ZONA EN RIESGO DE INUNDACIÓN	N° ELEMENTOS AFECTADOS	ÁREAS AFECTADAS (m ²)	COSTO (S/./m ²)	TOTAL (S/.)
5 AÑOS	Viviendas	136	31930.00	301.63	S/9,631,029.24
10 AÑOS	Viviendas	139	32812.00	301.63	S/9,897,066.44
30 AÑOS	Viviendas	154	35082.60	301.63	S/10,581,946.33
50 AÑOS	Viviendas	161	35740.60	301.63	S/10,780,418.53
100 AÑOS	Viviendas	164	35865.60	301.63	S/10,818,122.21

Tabla CXLVIII

Daños previsible a la infraestructura vial para los periodos de retorno de 5,10,30,50 y 100 años.

PERIODO DE RETORNO	ZONA EN RIESGO DE INUNDACIÓN	N° HABITANTES	COSTO (US\$/Hab.)	Tasa de cambio (S/.)	TOTAL (S/.)
5 AÑOS	Red de alcantarillado	544	15.00	S/3.71	S/30,273.60
10 AÑOS	Red de alcantarillado	556	15.00	S/3.71	S/30,941.40
30 AÑOS	Red de alcantarillado	616	15.00	S/3.71	S/34,280.40
50 AÑOS	Red de alcantarillado	644	15.00	S/3.71	S/35,838.60
100 AÑOS	Red de alcantarillado	656	15.00	S/3.71	S/36,506.40

Tabla CXLIX

Daños previsible a la red de alcantarillado para los periodos de retorno de 5,10,30,50 y 100 años.

PERIODO DE RETORNO	ZONA EN RIESGO DE INUNDACIÓN	Long. De acceso (km)	COSTO (US\$/Hab.)	Tasa de cambio (S/.)	TOTAL (S/.)
5 AÑOS	Vías de acceso	0.70	50,000.00	S/3.71	S/129,850.00
10 AÑOS	Vías de acceso	0.70	50,000.00	S/3.71	S/129,850.00
30 AÑOS	Vías de acceso	0.70	50,000.00	S/3.71	S/129,850.00
50 AÑOS	Vías de acceso	0.70	50,000.00	S/3.71	S/129,850.00
100 AÑOS	Vías de acceso	0.70	50,000.00	S/3.71	S/129,850.00



Fotografía 1: Vista de la zona del proyecto.



Fotografía 2: Extracción de calicata 1.



Fotografía 3: Extracción de calicata 2.



Fotografía 4: Toma de medidas de altura de tierra de cultivo.