

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA HIDRÁULICA



TESIS

“DESEMPEÑO DE LOS PRODUCTOS PISCO Y RAIN4PE EN LA GENERACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES CON EL MODELO WEAP DE LA CUENCA DEL RÍO MOCHE PARA EL PERIODO 1981 - 2015”

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO HIDRÁULICO**

AUTOR:

Bach. CASTREJÓN CABRERA, CRISTIAN JHOEL

ASESOR:

Dr. Ing. HUAMÁN VIDAURRE, JOSÉ FRANCISCO

CAJAMARCA – PERU

2024



CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. Investigador: CRISTIAN JHOEL CASTREJÓN CABRERA
DNI: 71551015
Escuela Profesional: INGENIERÍA HIDRÁULICA
2. Asesor: Dr. Ing. JOSÉ FRANCISCO HUAMÁN VIDAURRE.
Facultad: INGENIERÍA.
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación: DESEMPEÑO DE LOS PRODUCTOS PISCO Y RAIN4PE EN LA GENERACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES CON EL MODELO WEAP DE LA CUENCA DEL RÍO MOCHE PARA EL PERÍODO 1981-2015.
6. Fecha de evaluación: 28 de Diciembre de 2024
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 19 %
9. Código Documento: oid:3117: 418965263
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 29/12/2024



Firmado digitalmente por:
BAZAN DIAZ Laura Sofia
FAU 20148258601 soft
Motivo: En señal de
conformidad
Fecha: 29/12/2024 23:16:22-0500

FIRMA DEL ASESOR

Nombres y Apellidos: JOSÉ FRANCISCO HUAMÁN VIDAURRE

DNI: 26609077

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI



ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

TITULO : "DESEMPEÑO DE LOS PRODUCTOS PISCO Y RAIN4PE EN LA GENERACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES CON EL MODELO WEAP DE LA CUENCA DEL RÍO MOCHE PARA EL PERIODO 1981 -2015"

ASESOR : Dr. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre.

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple N° 0037-2025-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 14 de enero de 2025, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los **veintidós días del mes de enero de 2025**, siendo las quince horas con treinta minutos (3:30 p.m.) en la Sala de Audiovisuales (Ambiente 1A – Segundo Piso), de la facultad de Ingeniería, se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : Dr. Ing. Luis Andrés León Chávez.
Vocal : Dr. Ing. Luis Vásquez Ramírez.
Secretario : M.Cs. Ing. José Hilario Longa Álvarez.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada "DESEMPEÑO DE LOS PRODUCTOS PISCO Y RAIN4PE EN LA GENERACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES CON EL MODELO WEAP DE LA CUENCA DEL RÍO MOCHE PARA EL PERIODO 1981 -2015" presentado por el Bachiller en Ingeniería Hidráulica **CRISTIAN JOEL CASTREJÓN CABRERA**, asesorado por el Dr. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre, para la obtención del Título Profesional

Los Señores Miembros del Jurado replicaron al sustentante debatieron entre sí en forma libre y reservada y lo evaluaron de la siguiente manera:

EVALUACIÓN PRIVADA : 07 PTS.
EVALUACIÓN PÚBLICA : 11 PTS.
EVALUACIÓN FINAL : 18 PTS. Doccedo (En letras)

En consecuencia, se lo declara Aprobado con el calificativo de Doccedo acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las 5:00 P.M. horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.

Dr. Ing. Luis Andrés León Chávez.
Presidente

Dr. Ing. Luis Vásquez Ramírez.
Vocal

M.Cs. Ing. José Hilario Longa Álvarez.
Secretario

Dr. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre.
Asesor



EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

Bachiller en Ingeniería Hidráulica: *CRISTIAN JHOEL CASTREJÓN CABRERA.*

<i>Bachiller en Ingeniería</i> RUBRO	PUNTAJE
	Máximo/Calificación
2. DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA	
2.1. Capacidad de síntesis	02
2.2. Dominio del tema	03
2.3. Consistencia de las alternativas presentadas	03
2.4. Precisión y seguridad en las respuestas	03
PUNTAJE TOTAL (MÁXIMO 12 PUNTOS)	11

Cajamarca, 22 de enero de 2025


Dr. Ing. Luis Andrés León Chávez.
Presidente


Dr. Ing. Luis Vasquez Ramirez.
Vocal


M.Cs. Ing. José Hilario Longa Álvarez.
Secretario


Dr. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre.
Asesor



EVALUACIÓN FINAL DE LA SUSTENTACIÓN DE TESIS.

Bachiller en Ingeniería Hidráulica: CRISTIAN JHOEL CASTREJÓN CABRERA.

RUBRO	PUNTAJE
A.- EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PRIVADA	07
B.- EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA	11
EVALUACIÓN FINAL	
EN NÚMEROS (A + B)	18
EN LETRAS (A + B)	Decidido
- Excelente 20 - 19	Muy Bueno
- Muy Bueno 18 - 17	
- Bueno 16 - 14	
- Regular 13 a 11	
- Desaprobado 10 a menos	

Cajamarca, 22 de enero de 2025


Dr. Ing. Luis Andrés León Chávez.
Presidente


Dr. Ing. Luis Vásquez Ramírez.
Vocal


M.Cs. Ing. José Hilario Longa Álvarez.
Secretario


Dr. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre.
Asesor

DEDICATORIA

A mis padres Ricardo Castrejón Quispe y Elisa Cabrera Quiroz, por el apoyo incondicional y la motivación constante para mi formación profesional y en cada proyecto que emprendo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a Dios por la vida y por brindarme la fortaleza e inteligencia para cumplir mis objetivos.

Agradezco también a mis padres por su esfuerzo y el apoyo a mi persona, son ejemplo de que, con dedicación y esfuerzo, se pueden cumplir las metas y objetivos en la vida.

Agradecer al Ing. Rubén León, y a todo el grupo del Proyecto PROAGUA II – Trujillo por permitirme ser parte del equipo Modelamiento WEAP, las facilidades y el apoyo para realizar este trabajo de investigación.

Al Dr. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre por la asesoría y la consideración para participar como tesista en el Proyecto PROAGUA II – Trujillo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	II
ÍNDICE DE TABLAS	VI
INDICE DE ANEXOS	XII
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
CAPÍTULO I. INTRODUCCION.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1.1. Contextualización	2
1.1.2. Descripción del problema.....	3
1.1.3. Formulación del problema.....	5
1.2. JUSTIFICACION.....	5
1.2.1. Justificación científica	5
1.2.2. Justificación técnico-practica.....	5
1.2.3. Justificación institucional y personal.....	6
1.3. DELIMITACION DE LA INVESTIGACION	6
1.4. LIMITACIONES.....	7
1.5. OBJETIVOS.....	7
1.5.1. OBJETIVO GENERAL.....	7
1.5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	8
2.1. ANTECEDENTES TEORICOS	8
2.2. BASES TEORICAS	8
2.2.1. CUENCA HIDROGRAFICA.....	8
2.2.2. CICLO HIDROLOGICO.....	9
2.2.3. PRECIPITACION	10
2.2.4. ESCORRENTIA.....	11
2.2.5. CAUDAL MEDIO MENSUAL	11
2.2.6. ESTACION HIDROMETRICA.....	11
2.2.7. ANALISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS	15

2.2.8.	DATA PISCO.....	24
2.2.9.	DATA RAIN4PE.....	25
2.2.10.	MODELO WEAP: METODO HUMEDAD DEL SUELO.....	25
2.2.11.	TEST ESTADISTICOS DE DESEMPEÑO	31
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....		35
3.1.	ENFOQUE DE INVESTIGACION	35
3.1.1.	TIPO, NIVEL, DISEÑO Y METODO DE INVESTIGACION	35
3.1.2.	POBLACION DE ESTUDIO	35
3.1.3.	MUESTRA	35
3.1.4.	DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	36
3.2.	MATERIALES Y EQUIPOS	38
3.2.1.	MATERIALES	38
3.2.2.	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	40
3.3.	METODOLOGIA.....	40
3.3.1.	PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA CUENCA.....	42
A.	Delimitación de la cuenca.....	42
B.	Área.....	42
C.	Coeficiente de Gravelius.....	42
D.	Altura media	43
E.	Pendiente media.....	43
F.	Tiempo de concentración.....	44
3.3.2.	PREPARACION Y CONTROL DE DATOS	45
A.	Análisis exploratorio de datos	48
B.	Homogenización de datos.....	48
C.	Completación y extensión de datos	49
D.	Valores medios de subcuenca.....	49
3.3.3.	COMPARACION DE LA PRECIPITACION	50
A.	Comparación estacional de la precipitación	50
b.	Comparación espacial de la precipitación	51
3.3.4.	IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO HIDROLÓGICO WEAP	52
3.3.5.	PISCO Y RAIN4PE EN EL MODELAMIENTO HIDROLOGICO WEAP.....	57

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	58
4.1. PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA CUENCA	58
4.1.1. DELIMITACIÓN DE LA CUENCA	58
4.2. PREPARACION Y CONTROL DE DATOS.....	60
4.3. COMPARACION DE LA PRECIPITACION.....	88
4.3.1. COMPARACION ESTACIONAL DE LA PRECIPITACION.....	88
4.3.2. COMPARACION ESPACIAL DE LA PRECIPITACION.....	91
4.4. IMPLEMENTACION DEL MODELO HIDROLOGICO WEAP.....	94
4.5. PISCO Y RAIN4PE EN EL MODELAMIENTO HIDROLOGICO WEAP	107
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	109
5.1. CONCLUSIONES.....	109
5.2. RECOMENDACIONES	110
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	111
6.1. BIBLIOGRAFÍA.....	111
6.2. LINKOGRAFIA.....	112
ANEXOS	113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Parámetros de cobertura vegetal.....	30
Tabla N° 2. Variables de clima y subcuencas.....	31
Tabla N° 3 Valores de coeficiente de correlación	32
Tabla N° 4. Valores de RSR	33
Tabla N° 5. Rango de valores para PBIAS	33
Tabla N° 6. Valores referenciales del Criterio de Nash-Sutcliffe.....	34
Tabla N° 7. Coordenadas geográficas para código en R	46
Tabla N° 8. Parámetros modelo WEAP, método Precipitación-Escorrentia (Humedad del Suelo)	54
Tabla N° 9. Sensibilidad reportada en la literatura para calibrar los parámetros del modelo WEAP	56
Tabla N° 10. Resultados de los parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Moche	60
Tabla N° 11. Resumen de estaciones con data histórica de precipitación	61
Tabla N° 12. Promedio de los estadísticos de eficiencia para cada producto – comparación estacional.....	88
Tabla N° 13. Métricas estadísticas por cada estación producto PISCO v2p1 – comparación estacional.....	89
Tabla N° 14. Métricas estadísticas por cada estación producto RAIN4PE v1.0 – comparación estacional.....	90
Tabla N° 15. Promedio de los estadísticos de eficiencia para cada producto – comparación espacial.....	91
Tabla N° 16. Métricas estadísticas por cada estación producto PISCO v2p1 – comparación areal	92
Tabla N° 17. Métricas estadísticas por cada estación producto RAIN4PE v1.0 – comparación areal.....	93
Tabla N° 18. Cobertura vegetal de la cuenca Moche.....	95
Tabla N° 19. Parámetro: Coeficiente de cultivo (Kc).....	98
Tabla N° 20. Parámetros para el modelo WEAP, método de Uso de Suelo.....	99
Tabla N° 21. Latitud de cada subcuenca para el modelo hidrológico en WEAP	104
Tabla N° 22. Estadísticos de eficiencia valores generados WEAP_SENAMHI	106

Tabla N° 23. Estadísticos de eficiencia valores generados WEAP_PISCO	107
Tabla N° 24. Estadísticos de eficiencia valores generados WEAP_RAIN4PE	108
Tabla N° 25. Registro Histórico – Estación Contumazá.....	113
Tabla N° 26. Registro Histórico – Estación Salpo.....	114
Tabla N° 27. Registro Histórico – Estación Huangacocha.....	115
Tabla N° 28. Registro Histórico – Estación Trujillo.....	116
Tabla N° 29. Registro Histórico – Estación Puerto Chicama	117
Tabla N° 30. Registro Histórico – Estación Casa Grande	118
Tabla N° 31. Registro Histórico – Estación Laredo	119
Tabla N° 32. Registro Histórico – Estación Callancas	120
Tabla N° 33. Registro Histórico – Estación San Benito	121
Tabla N° 34. Registro Histórico – Estación Sinsicap	122
Tabla N° 35. Registro Histórico – Estación Mollepata.....	123
Tabla N° 36. Registro Histórico – Estación Cachicadan	124
Tabla N° 37. Registro Histórico – Estación Cospán.....	125
Tabla N° 38. Registro Histórico – Estación Sayapullo.....	126
Tabla N° 39. Registro Histórico – Estación Julcán.....	127
Tabla N° 40. Registro Histórico – Estación Quiruvilca.....	128
Tabla N° 41. Registro Histórico – Estación Huacamarcanga.....	129
Tabla N° 42. Registro Histórico – Estación Capachique.....	130
Tabla N° 43. Registro Histórico – Estación Huamachuco.....	131
Tabla N° 44. Registro Histórico – Estación Cachachi.....	132
Tabla N° 45. Registro histórico complete y extendido – Estación Trujillo.....	133
Tabla N° 46. Registro histórico complete y extendido – Estación Puerto Chicama.....	134
Tabla N° 47. Registro histórico complete y extendido – Estación Casa Grande.....	135
Tabla N° 48. Registro histórico complete y extendido – Estación Laredo.....	136
Tabla N° 49. Registro histórico complete y extendido – Estación Callancas.....	137
Tabla N° 50. Registro histórico complete y extendido – Estación San Benito.....	138
Tabla N° 51. Registro histórico complete y extendido – Estación Sinsicap.....	139
Tabla N° 52. Registro histórico complete y extendido – Estación Mollepata	140
Tabla N° 53. Registro histórico complete y extendido – Estación Cachicadan.....	141

Tabla N° 54. Registro histórico complete y extendido – Estación Cospán	142
Tabla N° 55. Registro histórico complete y extendido – Estación Sayapullo	143
Tabla N° 56. Registro histórico complete y extendido – Estación Julcán	144
Tabla N° 57. Registro histórico complete y extendido – Estación Quiruvilca	145
Tabla N° 58. Registro histórico complete y extendido – Estación Huacamarca	146
Tabla N° 59. Registro histórico complete y extendido – Estación Capachique	147
Tabla N° 60. Registro histórico complete y extendido – Estación Huamachuco	148
Tabla N° 61. Registro histórico complete y extendido – Estación Cachachi	149

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo Hidrológico	10
Figura 2. Ubicación de la estación Hidrométrica Quirihuac.....	13
Figura 3. Fotografía de la estación Quirihuac.....	14
Figura 4. Ubicación de la estación Quirihuac.....	15
Figura 5. Diagrama conceptual del método humedad del suelo	28
Figura 6. Ubicación política de la cuenca del rio Moche	36
Figura 7. Ubicación Hidrográfica – Cuenca Moche	37
Figura 8. Diagrama metodológico	41
Figura 9. Subcuencas de la cuenca del Rio Moche.....	47
Figura 10. Diagrama metodológico del modelo hidrológico WEAP por el método de “Humedad del suelo”	52
Figura 11. Delimitación de la cuenca del rio Moche	58
Figura 12. Red hidrográfica, cauce principal y estación hidrométrica Quirihuac	59
Figura 13. Ubicación de las 20 estaciones pluviométricas	62
Figura 14. Disponibilidad de información anual de precipitación para cada estación en estudio	63
Figura 15. Disponibilidad de información mensual de precipitación por cada estación en estudio	63
Figura 16. Histogramas mensuales de precipitación de las estaciones en estudio.....	64
Figura 17. Análisis Doble Masa de las 20 estaciones en estudio.....	66
Figura 18. Análisis Doble Masa – Estación Trujillo.....	67
Figura 19. Análisis Doble Masa – Estación Puerto Chicama	67
Figura 20. Análisis Doble Masa – Estación Casa Grande	68
Figura 21. Análisis Doble Masa – Estación Laredo	68
Figura 22. Análisis Doble Masa – Estación Callancas	69
Figura 23. Análisis Doble Masa – Estación San Benito	69
Figura 24. Análisis Doble Masa – Estación Sinsicap	70
Figura 25. Análisis Doble Masa – Estación Mollepata.....	70
Figura 26. Análisis Doble Masa – Estación Cachicadan	71
Figura 27. Análisis Doble Masa – Estación Cospan.....	71
Figura 28. Análisis Doble Masa – Estación Sayapullo.....	72

Figura 29. Análisis Doble Masa – Estación Julcán.....	72
Figura 30. Análisis Doble Masa – Estación Quiruvilca.....	73
Figura 31. Análisis Doble Masa – Estación Huacamarcanga.....	73
Figura 32. Análisis Doble Masa – Estación Capachique.....	74
Figura 33. Análisis Doble Masa – Estación Huamachuco.....	74
Figura 34. Análisis Doble Masa – Estación Cachachi.....	75
Figura 35. Histogramas de las series de precipitación libre de saltos y tendencias (1/2).....	76
Figura 36. Histogramas de las series de precipitación libre de saltos y tendencias (2/2).....	77
Figura 37. Histograma mensual de la serie de precipitación completa y extendida.....	78
Figura 38. Histograma de precipitación media mensual para cada subcuenca (1/3).....	79
Figura 39. Histograma de precipitación media mensual para cada subcuenca (2/3).....	80
Figura 40. Histograma de precipitación media mensual para cada subcuenca (3/3).....	80
Figura 41. Histograma de precipitación mensual del producto PISCO por cada estación estudiada (1/2).....	81
Figura 42. Histograma de precipitación mensual del producto PISCO por cada estación estudiada (2/2).....	82
Figura 43. Histograma de precipitación media mensual para cada subcuenca del producto PISCO (1/3).....	83
Figura 44. Histograma de precipitación media mensual para cada subcuenca del producto PISCO (2/3).....	83
Figura 45. Histograma de precipitación media mensual para cada subcuenca del producto PISCO (3/3).....	84
Figura 46. Histograma de precipitación mensual del producto RAIN4PE por cada estación estudiada (1/2).....	85
Figura 47. Histograma de precipitación mensual del producto RAIN4PE por cada estación estudiada (2/2).....	85
Figura 48. Histograma de precipitación media mensual para cada subcuenca del producto PISCO (1/3).....	86
Figura 49. Histograma de precipitación media mensual para cada subcuenca del producto PISCO (2/3).....	87

Figura 50. Histograma de precipitación media mensual para cada subcuenca del producto PISCO (3/3).....	87
Figura 51. Subcuencas de la Cuenca Moche	94
Figura 52. Cobertura Vegetal para la Cuenca Moche.....	95
Figura 53. Precipitación media mensual areal para cada subcuenca.	100
Figura 54. Temperatura media mensual para cada subcuenca.....	101
Figura 55. Humedad relativa media mensual para cada subcuenca.....	102
Figura 56. Velocidad de viento media mensual para cada subcuenca	103
Figura 57. Hidrograma de caudales históricos – Estaciones Quirihuac.....	105
Figura 58. Hidrograma Valores observados QUIRIHUAC vs WEAP_SENAMHI.....	106
Figura 59. Hidrograma Valores observados QUIRIHUAC vs WEAP_PISCO.....	107
Figura 60. Hidrograma Valores observados QUIRIHUAC vs WEAP_RAIN4PE.....	108
Figura 61. Ubicación de la Estación Quirihuac – Puente Fierro.....	191
Figura 62. Puente Fierro – Río Moche.....	191
Figura 63. Río Moche aguas abajo del Puente Fierro.....	192
Figura 64. Río Moche aguas arriba del Puente Fierro	192

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. DATA HISTÓRICA ORIGINAL DE PRECIPITACIÓN	113
ANEXO 2. SERIES COMPLETAS Y EXTENDIDAS	133
ANEXO 3. RESULTADOS COMPARACION ESTACIONAL DE LOS PRODUCTOS PISCO v2p1 Y RAIN4PE v1.0	150
ANEXO 4. RESULTADOS COMPARACION AREAL DE LOS PRODUCTOS PISCO v2p1 Y RAIN4PE v1.0	170

PALABRAS CLAVE

A continuación, se describen las palabras claves usadas para la presente investigación.

Modelo hidrológico: un modelo hidrológico, en términos generales, busca representar los diferentes procesos involucrados en la distribución de la lluvia y la generación de caudales en una determinada cuenca (Weber, Dasso, & Jorquera, 2010).

Precipitación: la precipitación es toda forma de humedad, que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie terrestre; entonces según la definición precipitación pueden ser las lluvias, granizadas, garuas y nevadas (Chereque Morán, 2010).

Cuenca: la cuenca es el espacio del territorio en el cual naturalmente discurren todas las aguas provenientes de precipitaciones, deshielos, acuíferos, etc., por cursos superficiales o ríos hacia un único lugar o punto de descarga (Aguirre Nuñez, 2011).

Eficiencia: Diremos que un estimador es más eficiente que otro si la Varianza de la distribución muestral del estimador es menor a la del otro estimador. Cuanto menor es la eficiencia, menor es la confianza de que el producto calculado se aproxime al observado o real (UV, 2024).

Correlación: cuantifica la dependencia lineal entre dos variables, valores observados y simulados.

Métricas de desempeño: Las métricas de desempeño en hidrología son indicadores que permiten evaluar el rendimiento de los modelos hidrológicos. Un modelo hidrológico es una representación simplificada de un sistema real, ya sea de forma física o matemática.

PISCO: Peruvian Interpolated data of the SENAMHI's Climatological and Hydrological Observations, por sus siglas en inglés, es el resultado de la combinación de datos de estaciones terrenas con climatologías, reanálisis y productos satelitales de estimación de lluvias para obtener una base de datos grillada a nivel nacional de alta resolución espacial (~ 5*5 km).

RAIN4PE: Rain for Peru and Ecuador, por sus siglas en inglés, es un nuevo conjunto de datos de precipitación cuadrículada diaria de alta resolución espacial (~ 10*10 km), obtenido mediante la fusión de datos de precipitación de múltiples fuentes (Climate Hazards Group InfraRed Precipitation, CHIRP y precipitación terrestre) con la elevación del terreno utilizando el método de regresión aleatoria.

WEAP: Water Evaluation and Planning system, por sus siglas en inglés, es una herramienta de modelación para la planificación y distribución de agua que puede ser aplicada a diferentes escalas, desde pequeñas zonas de captación hasta extensas cuencas.

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo evaluar el desempeño de los productos de precipitación PISCO y RAIN4PE en el modelamiento hidrológico en WEAP para la cuenca del río Moche en el periodo de 1981 – 2015.

Para lograr el objetivo principal, se desarrolló una serie de actividades, como la recopilación de datos, tanto observados por las estaciones SENAMHI y los obtenidos de los productos PISCO y RAIN4PE, para luego ser evaluados de manera estacional, espacial y en el modelo hidrológico; los resultados fueron evaluados aplicando pruebas estadísticas de eficiencia como, coeficiente de correlación, Razón RSME, Eficiencia de Nash-Sutcliffe y Porcentaje de Sesgo PBIAS.

Los resultados fueron alentadores, mostrando que en cada evaluación realizada, los productos PISCO y RAIN4PE, mostraban tener un buen ajuste con los datos observados, por otro lado, al ser ingresados en el modelo hidrológico WEAP, los resultados comparados con los caudales generados usando data SENAMHI, resultaron ser excelentes, llegando a tener un valor de Nash de 0.77 (Muy bueno) para WEAP_PISCO y 0.78 (Muy Bueno) para WEAP_RAIN4PE además de una excelente correlación con los valores observados por la estación “Quirihuac”.

Finalmente se concluye que los productos de precipitación PISCO y RAIN4PE, desempeñan de manera correcta y pueden ser usados sin ninguna dificultad en el modelo hidrológico WEAP para la cuenca del río Moche.

Palabras clave: modelo hidrológico, precipitación, cuenca, eficiencia, correlación, métricas de desempeño, PISCO, RAIN4PE, WEAP.

ABSTRACT

The objective of this research is to evaluate the performance of the PISCO and RAIN4PE precipitation products in hydrological modeling in WEAP for the Moche River basin in the period 1981 – 2015.

To achieve the main objective, a series of activities were developed, such as the collection of data, both observed by the SENAMHI stations and those obtained from the PISCO and RAIN4PE products, to then be evaluated seasonally, spatially and in the hydrological model; The results were evaluated by applying statistical efficiency tests such as contribution coefficient, RSME Ratio, Nash-Sutcliffe Efficiency and PBIAS Bias Percentage.

The results were encouraging, showing that in each evaluation carried out, the PISCO and RAIN4PE products showed a good fit with the observed data, on the other hand, when entered into the WEAP hydrological model, the results compared with the generated flows using data. SENAMHI, turned out to be excellent, having a Nash value of 0.78 (Very Good) for WEAP_PISCO and 0.79 (Very Good) for WEAP_RAIN4PE in addition to an excellent compensation with the values observed by the “Quirihuac” station.

Finally, it is concluded that the PISCO and RAIN4PE reception products work correctly and can be used without any difficulty in the WEAP hydrological model for the Moche River basin.

Keywords: hydrological model, precipitation, basin, efficiency, correlation, performance metrics, PISCO, RAIN4PE, WEAP.

CAPÍTULO I. INTRODUCCION

La hidrología es una ciencia que trata los fenómenos naturales involucrados en el ciclo hidrológico, por lo que siempre se busca interpretar y cuantificar esos fenómenos, con el fin de proporcionar un soporte a estudios, proyectos y obras de ingeniería hidráulica, infraestructura y medio ambiente (Fattorelli & Fernández, 2011).

Determinar qué cantidad de agua escurrirá por una cuenca, es un conocimiento esencial para tratar algunos de los problemas más importantes que afectan a una determinada región, como son: la susceptibilidad a la erosión, la oferta hídrica esperada, el volumen de agua posible de ser embalsado, etc. (Céspedes Mendoza, 2020); pero como sabemos es muy difícil encontrar información hidrométrica y climática en todas las cuencas por lo que se usan diferentes métodos y procedimientos que nos permitan generar las descargas a nivel mensual, basados en información meteorológica y geográfica que si se pueden obtener.

La modelación hidrológica es la metodología más usada para comprender la interacción de las diferentes variables del ciclo hidrológico, que consiste en representar las variables del ciclo hidrológico mediante expresiones matemáticas. Es así que, una de las variables climáticas más importantes para el modelamiento hidrológico es la precipitación pluvial pues es el principal input de la mayoría de modelos hidrológicos, sin embargo, la disponibilidad de información de alta resolución y buena calidad es un problema en la mayoría de cuencas del Perú.

En las cuencas del Perú, sobre todo en regiones en desarrollo, la escasa información pluviométrica es un problema, la falta de estaciones y una mala distribución complican el monitoreo y control de los datos; además la información encontrada presenta lagunas espaciales, en su mayoría, lo cual limita mucho todo tipo de estudios hidrológicos. Esto nos lleva a trabajar con metodologías como

el análisis estadístico que convierte estos datos de inconsistentes a datos confiables pero que a la vez supone una manipulación humana aproximada a la realidad; pero también existentes metodologías que se han ido desarrollando en las últimas décadas y que en la actualidad nos ofrecen productos de precipitación desarrollados a través de la teledetección y satélites de observación. Para el Peru existen los productos PISCO (Peruvian Interpolated data of the SENAMHI's Climatological and Hydrological Observations) y RAIN4PE (Rain for Peru and Ecuador), los cuales presentan datos para el periodo 1981 – 2015 y que nos pueden permitir su uso como input de los modelos hidrológicos, por lo que, el objetivo principal es evaluar mediante métricas estadísticas los datos de precipitación de los productos PISCO y RAIN4PE de manera estacional, espacial y rendimiento en el modelamiento hidrológico WEAP ("Water Evaluation And Planning" system) siendo la cuenca del rio Moche, el área de estudio para la presente investigación.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. Contextualización

La precipitación pluvial es una variable climática de gran importancia para los sistemas hidrológico, agrícola, industrial y energético. El entendimiento de su comportamiento temporal y espacial es de sumo interés, especialmente en los estudios de riesgos climáticos, donde la disponibilidad de información de alta resolución y de buena calidad es esencial (Carrasco, Yarlequé, & Posadas, 2010). Además de lo mencionado anteriormente, es sabido que los datos de precipitación pluvial son fundamentales para el modelamiento hidrológico, siendo estos el input principal para cualquier modelo hidrológico Precipitación-Escorrentia.

Por otro lado, el modelo del Sistema de Evaluación y Planificación del Agua (WEAP por sus siglas en ingles), es una herramienta moderna para la evaluación hidrológica, planificación, y distribución del agua; fue desarrollado por el Stockholm Environment Institute (SEI) de EEUU,

funciona utilizando el principio básico del balance hídrico y puede ser aplicado a una sola cuenca o en complejos sistemas de cuencas. Dentro de sus posibilidades, existen tres métodos de modelamiento, Precipitación/escorrentía, demanda de riego y humedad del suelo. El presente estudio se realizará usando el método humedad del suelo o método de los dos baldes, representado cada microcuenca con dos capas de suelo, simulando la evapotranspiración, considerando precipitación y riego en tierras cultivadas y no cultivadas. Una de las ventajas del modelo WEAP es que nos permite calibrar y validar el modelo; además, una vez construido puede ser utilizado en futuros trabajos de investigación como el balance hídrico de la cuenca o enlazarse con un modelo hidrogeológico.

En Sudamérica el modelo WEAP ha sido aplicado en diferentes cuencas, algunas de ellas, México: Cuenca del Río San Juan. 1993-1994, Brasil: Cuenca del río San Francisco. 2004-2008, Chile: Cuenca Huasco. 2012, Ecuador: Cuenca de Paute y Cuenca (Alta y Media) del río Pastanza, Colombia: Cuenca de los Ríos Barbas, Cestillal y Consota. 2010; además en Perú también se construyó el modelo para las cuencas del río Santa, Rímac, Chicama y Chira, siendo desarrollados en los años 2008 – 2009.

1.1.2. Descripción del problema

Lamentablemente, las mediciones pluviométricas en Perú son escasas, y las pocas estaciones que permiten medir este parámetro se encuentran mal distribuidos, especialmente en la zona del océano o las regiones en desarrollo (Asurza Véliz, 2017).

En Perú, este problema es muchas veces una limitante para la evaluación hidrológica de una cuenca, pues se rige al uso de datos únicamente medidos en pluviómetros existentes; sin embargo, en las últimas décadas se han desarrollado productos de precipitación a través de la teledetección

y satélites de observación, lo que ha permitido tener un mayor alcance en cuanto a los datos que podemos usar dentro de nuestro estudio.

Si bien la cuenca del río Moche cuenta con información histórica de precipitaciones, de 20 estaciones climatológicas, solo 5 de ellas se encuentran dentro de la cuenca, además se encuentran mal distribuidas y la información presenta lagunas espaciales, por lo que, la presente investigación pretende evaluar productos de precipitación que en la actualidad se encuentran a libre disposición como son los productos PISCO (Peruvian Interpolated data of the SENAMHI's Climatological and Hydrological Observations) y RAIN4PE (Rain for Peru and Ecuador), los cuales presentan datos de precipitación para el período 1981-2015, lo que nos permitirá evaluar de manera estacional y espacial; además la cuenca del río Moche presenta una estación hidrométrica llamada Quirihuac, actualmente administrada por el Proyecto Especial CHAVIMOCHIC, la cual cuenta con información hidrométrica desde 1950 hasta 2021, y que nos va a permitir evaluar el rendimiento de los productos PISCO y RAIN4PE en el modelamiento hidrológico usando el modelo WEAP, para la generación de caudales.

Entonces según lo expuesto anteriormente el objetivo principal es evaluar mediante métricas estadísticas los datos de precipitación de los productos PISCO y RAIN4PE de manera estacional, espacial y rendimiento en el modelamiento hidrológico WEAP y así determinar el producto de precipitación que mejor se ajuste a la realidad y una data histórica de Caudales Mensuales, que podríamos utilizar en futuros trabajos o investigaciones; siendo la cuenca del río Moche, el área de estudio para la presente investigación

1.1.3. Formulación del problema

La escasa red de estaciones meteorológicas en el país y la cuenca del río Moche, y en consecuencia la falta de datos de precipitaciones para estudios hidrometeorológicos, nos lleva a formular el siguiente problema.

¿Cuál es el desempeño de los productos PISCO y RAIN4PE en la generación de caudales medios mensuales con el modelo WEAP para la cuenca del río Moche para el periodo 1981 - 2015?

1.2. JUSTIFICACION

1.2.1. Justificación científica

La escasa información pluviométrica, producto de la falta de estaciones o una mala distribución limitan el uso de los modelos hidrológicos para la evaluación de una cuenca, esto nos obliga a estudiar metodologías o productos de datos grillados que nos ayuden a construir un modelo hidrológico para la cuenca en estudio. Esto se puede lograr si utilizamos los productos grillados PISCO y RAIN4PE, que presentan información de precipitación para el periodo 1981-2015 y que se encuentran de libre acceso.

1.2.2. Justificación técnico-práctica

En la presente investigación se pretende comparar los datos grillados de los productos PISCO y RAIN4PE para el modelamiento hidrológico de la cuenca del río Moche, donde encontramos algunas estaciones que nos permitirán realizar la comparación con el objetivo de determinar cuál de los dos productos tiene un mejor desempeño en el modelamiento hidrológico de la cuenca del río Moche. Como parte del estudio se realizó la comparativa estadística a nivel estacional, espacial y la evaluación del desempeño los datos de precipitación en el modelamiento hidrológico WEAP.

Con esto determinar que producto podríamos usar en futuros trabajos de investigación y proyectos de ingeniería, y de esta manera superar la limitante que supone la falta de datos de precipitación para el modelamiento hidrológico.

1.2.3. Justificación institucional y personal

La importancia de realizar este tipo de trabajos de investigación se justifica en el compromiso y principal objetivo de la Universidad Nacional de Cajamarca y la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Hidráulica, en formar profesionales competentes y con sólidos conocimientos en las ramas de hidráulica e hidrología.

En el ámbito personal, la investigación beneficiará al aumentar el conocimiento en el campo de la hidrología, modelamiento hidrológico y demás estudios hidrometeorológicos futuros; además permitirá al tesista cumplir un objetivo más, como es el obtener el título profesional.

1.3. DELIMITACION DE LA INVESTIGACION

La investigación se llevó a cabo en la cuenca del río Moche, para el periodo 1981 - 2015, con el objetivo de evaluar el desempeño de los productos de precipitación PISCO y RAIN4PE en el modelamiento hidrológico con WEAP; los datos de precipitación serán recopiladas de las bases de datos de las estaciones meteorológicas operadas por SENAMHI, una estación hidrométrica operada por el ANA y los datos de precipitación de los productos PISCO y RAIN4PE.

Según lo mencionado anteriormente, la evaluación de los productos de precipitación nos permitirá determinar si son aptos para el uso en el modelamiento hidrológico de dicha cuenca y otras que no cuenten con información meteorológica.

1.4. LIMITACIONES

Se cuenta con datos de precipitación de los productos PISCO y RAIN4PE solo para el periodo 1981 – 2015.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el desempeño de los productos PISCO y RAIN4PE en la generación de caudales medios mensuales con el modelo WEAP de la cuenca del río Moche para el periodo 1981 – 2015

1.5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- a. Evaluar estadísticamente los datos de precipitación PISCO y RAIN4PE con los registros observados del periodo 1981 – 2015 de 20 estaciones climatológicas influyentes en la cuenca del río Moche de manera estacional.
- b. Evaluar estadísticamente los datos de precipitación PISCO y RAIN4PE con los registros observados del periodo 1981 – 2015 de manera espacial para las 21 subcuencas de la cuenca del río Moche.
- c. Generar caudales medios mensuales de la cuenca del río Moche para el periodo 1981 – 2015, utilizando el Modelo WEAP; tomando como punto de descarga la estación Quirihuac.
- d. Evaluar el desempeño de los productos PISCO y RAIN4PE en el modelamiento hidrológico de la cuenca del río Moche, comparando los caudales mensuales generados por el modelo WEAP y la información hidrométrica histórica del periodo 1981 – 2015 obtenida de la estación “Quirihuac”.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEORICOS

En el año 2020 se desarrolló la investigación: “A Novel High-Resolution Gridded Precipitation Dataset for Peruvian and Ecuadorian Watersheds: Development and Hydrological Evaluation” (“Un nuevo conjunto de datos de precipitación grillada de alta resolución para las cuencas hidrográficas peruanas y ecuatorianas: desarrollo y evaluación hidrológica”) a cargo de Carlos Antonio Fernández Palomino, donde determino que, para cuencas que desembocan en el Océano Pacífico y el río Amazonas, los datos grillados de CHIRPS, MSWEP y PISCO tuvieron un desempeño insatisfactorio en varias cuencas, indicando las limitaciones de estos productos para el modelado hidrológico sobre estos sistemas de drenaje, por el contrario, RAIN4PE fue el único producto que proporcionó un buen rendimiento constante para el día a día y en simulaciones de caudales mensuales, incluidas todas las condiciones de descargas (flujos bajos, altos y máximos) y balance de agua.

2.2. BASES TEORICAS

2.2.1. CUENCA HIDROGRAFICA

Para muchos autores, una cuenca hidrográfica es un área de terreno que drena el agua de precipitación hacia una corriente superficial.

(Villón Béjar, 2002), define a la cuenca hidrográfica como el área de terreno donde todas las aguas caídas por precipitación, se unen para formar un solo curso de agua, la cual está definida por una línea imaginaria conocida como Divortium Acurum (parteaguas).

Entonces una cuenca es una zona de la superficie terrestre en donde (su fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida, (Aparicio Mijares, 1992)

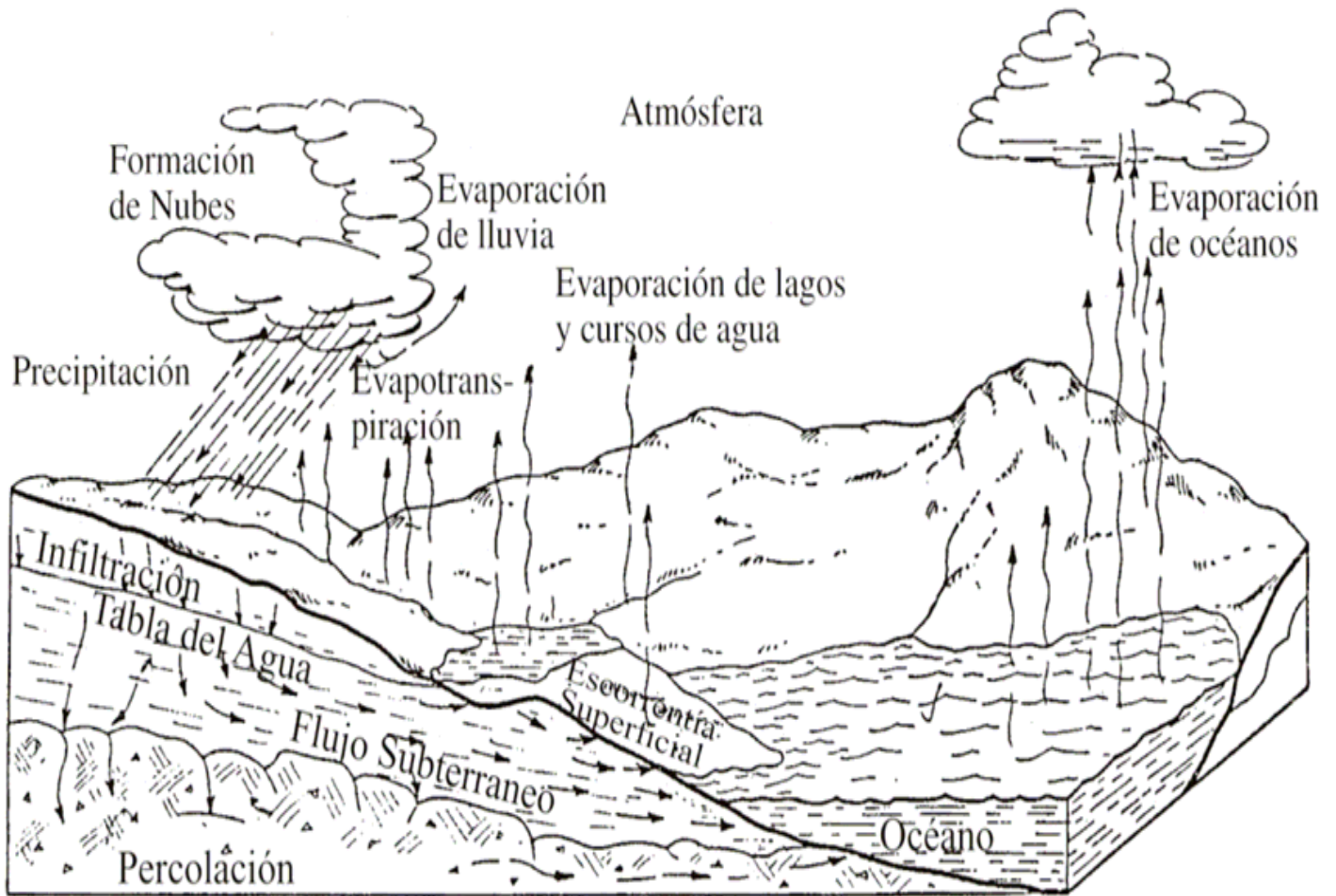
2.2.2. CICLO HIDROLOGICO

El ciclo hidrológico se define como la secuencia de fenómenos por medio de los cuales el agua pasa de la superficie terrestre, en la fase de vapor, a la atmósfera y regresa en sus fases líquida y sólida, (Fattorelli & Fernández, 2011).

El ciclo hidrológico se considera el concepto fundamental de la hidrología. Como todo ciclo, el hidrológico no tiene ni principio ni fin; y su descripción puede comenzar en cualquier punto, (Aparicio Mijares, 1992).

La transferencia de agua desde la superficie de la Tierra hacia la atmósfera, en forma de vapor de agua, se debe a la evaporación directa, a la transpiración por las plantas y animales, cuyo proceso conjunto se denomina evapotranspiración. El agua condensada da lugar a la formación de nieblas y nubes y, posteriormente, a precipitación. El agua que precipita en tierra puede tener varios destinos. Una parte es devuelta directamente a la atmósfera por evaporación; otra parte escurre por la superficie del terreno, escorrentía superficial, que se concentra en surcos y va a originar las líneas de agua. El agua restante se infiltra penetrando en el interior del suelo; esta agua infiltrada puede volver a la atmósfera por evapotranspiración o profundizarse hasta alcanzar las capas freáticas. La Figura 1, representa de manera gráfica el ciclo hidrológico.

Figura 1. Ciclo Hidrológico



Fuente: (Fattorelli & Fernández, 2011).

2.2.3. PRECIPITACION

Desde el punto de vista de la ingeniería hidrológica, la precipitación es la fuente primaria del agua de la superficie terrestre, y sus mediciones forman el punto de partida de la mayor parte de los estudios concernientes al uso y control del agua (Aparicio Mijares, 1992).

Para (Chereque Morán, 2010), la precipitación es toda forma de humedad, que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie terrestre; entonces según la definición precipitación pueden ser las lluvias, granizadas, garuas y nevadas.

2.2.4. ESCORRENTIA

Según (Aparicio Mijares, 1992), la escorrentía se define como el agua proveniente de la precipitación que circula sobre o bajo la superficie terrestre y que llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca.

La escorrentía o escurrimiento para algunos autores, tiene 4 componentes, precipitación en los cauces, escurrimiento superficial, escurrimiento subsuperficial y escurrimiento subterráneo; y se mide normalmente de las siguientes formas:

1. Unidades de gasto, m^3/s
2. Unidades de gasto unitario, $m^3/s/km^2$
3. Lamina equivalente sobre la cuenca, $mm/día$, mm/mes o $mm/año$

2.2.5. CAUDAL MEDIO MENSUAL

Para poder entender el concepto de caudal medio mensual, es importante mencionar la definición de caudal medio diario, para lo cual nos referimos a (Chereque Morán, 2010), quien menciona que para épocas de caudales estables, es necesario determinar el caudal (m^3/s) una vez al día; ese valor es considerado el caudal medio diario; mientras que en épocas de caudales variables, es necesario realizar la medición de 2 a 3 veces al día, entonces el caudal medio diario resultara del promedio de dichas mediciones. Ahora bien, entiéndase como caudal medio mensual a la media aritmética, del caudal medio diario registrado para cada mes correspondiente (Villón Béjar, Hidrología Estadística, 2016).

2.2.6. ESTACION HIDROMETRICA

Una estación hidrométrica, es aquella instalación de la cual se obtiene datos del agua, en los ríos, lagos y embalses, de uno o varios de los elementos siguientes: niveles, flujo de las corrientes,

transporte y depósito de sedimentos, temperatura del agua y otras propiedades físicas y químicas del agua (SENAMHI, 2018).

- **MÉTODO DE AFORO INDIRECTO – LIMNÍMETRO**

Los limnómetros son escalas graduadas en centímetros firmemente sujetadas en el lecho y dentro una sección de control (Cahuana Andina & Yugar Morales, 2009); se considera un método de aforo indirecto porque los resultados de su medición no resultan en caudales, por lo contrario, están destinadas a la observación directa del nivel de agua de los ríos por un operario que acude diariamente a tomar nota de la altura del agua. Finalmente, los valores de nivel de agua se usarán para determinar los caudales medios diarios a través de una ecuación calibrada con una curva-gasto para la sección de control.

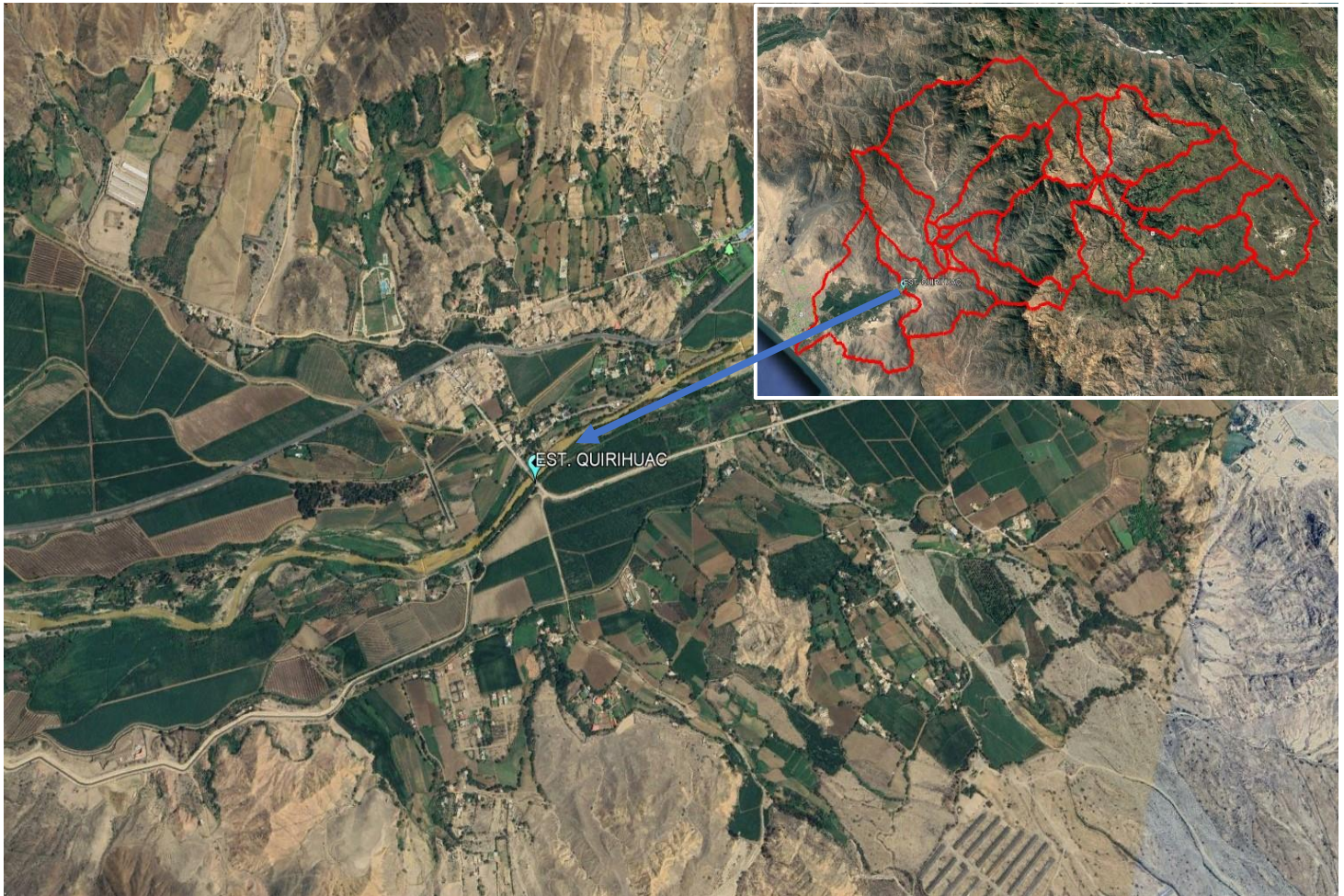
Para la presente investigación se usó la estación “Quirihuac”, ya que es la única estación de aforo sobre el río Moche, cuyas descargas son registradas por el Proyecto Especial Chavimochic, mediante una regla limnimétrica colocada en la margen izquierda del Puente denominado “Puente Fierro de Cerro Blanco”, localizada en la zona media del valle y ubicada en las coordenadas, a una altitud de 196 m.s.n.m. Dicha información era enviada diariamente a la Autoridad Nacional del Agua.

La estación Quirihuac registra información desde 1950 hasta 2021, lamentablemente, en la actualidad la estación no se encuentra, debido a la construcción de un nuevo puente, que cubrió la regla limnimétrica (revisar panel fotográfico).

La ubicación de la estación hidrométrica Quirihuac, se encontraba en la base del puente del mismo nombre, específicamente en el estribo del margen izquierdo, actualmente la estación dejó de funcionar, debido a la renovación de las estructuras del puente, esto se pudo constatar con la visita

de campo; sin embargo, se logró obtener una fotografía de los archivos de la Autoridad Nacional del Agua. A continuación, se muestra la ubicación de la estación Quirihuac georreferenciada.

Figura 2. Ubicación de la estación Hidrométrica Quirihuac



Fuente. Google Earth

Figura 3. Fotografía de la estación Quirihuac



Fuente. Autoridad Nacional del Agua

Nota: Imagen referencial, obtenida de los archivos de la Autoridad Nacional del Agua, debido a que la estación Quirihuac, actualmente no existe.

Figura 4. Ubicación de la estación Quirihuac



Nota: Situación actual, donde debería estar ubicada la estación Quirihuac, se observa presencia de vegetación que cubre la estructura.

2.2.7. ANALISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS

Según (Villón Béjar, 2002), el análisis de consistencia de una serie de datos, ya sean climáticos o hidrométricos, nos permiten identificar, evaluar y eliminar los posibles errores sistemáticos presentes en una base de datos, que han podido ocurrir, sea por causas naturales u ocasionados por la intervención humana.

Antes de utilizar la serie de datos histórica para el modelamiento, es necesario efectuar el análisis de consistencia respectivo, a fin de obtener una serie confiable, homogénea y consistente; el proceso consta de identificar saltos y tendencias en la serie histórica y se desarrolla de la siguiente manera.

A. Análisis de Saltos

El análisis de saltos es el siguiente paso después de realizar las gráficas doble masa, donde podremos identificar quiebres en la serie de datos lo que nos indicara presencia de inconsistencia, por lo que a criterio del investigador se seleccionara el periodo confiable y dudoso.

- Consistencia en la media

El análisis estadístico consiste en probar mediante la prueba T-student, si los valores medios de las submuestras, periodo dudoso y periodo confiables, son estadísticamente iguales o diferentes, con una probabilidad del 95% o 5% de nivel de significación (Villón Béjar, Hidrología Estadística, 2016).

El proceso se realiza de la siguiente manera:

a. Cálculo de la media y desviación estándar de las submuestras.

$$\bar{x}_1 = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} x_i; S_1(x) = \left[\frac{1}{n_1 - 1} \sum_{i=1}^{n_1} (x_i - \bar{x}_1)^2 \right]^{1/2} \quad (1)$$

$$\bar{x}_2 = \frac{1}{n_2} \sum_{j=1}^{n_2} x_j; S_2(x) = \left[\frac{1}{n_2 - 1} \sum_{j=1}^{n_2} (x_j - \bar{x}_2)^2 \right]^{1/2} \quad (2)$$

Donde:

x_i = valores de la serie del período 1

x_j = valores de la serie del período 2

\bar{x}_1, \bar{x}_2 = media de los períodos 1 y 2 respectivamente

$S_1(x), S_2(x)$ = desviación estándar de los períodos 1 y 2 respectivamente

n = tamaño de la muestra, $n = n_1 + n_2$

n_1, n_2 = tamaño de las submuestras

b. Cálculo del t calculado (t_c):

$$t_c = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (u_1 - u_2)}{S_{\bar{d}}} \quad (3)$$

Donde: $u_1 - u_2 = 0$, debido a que la hipótesis es que las medias son iguales

Entonces:

$$t_c = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{S_{\bar{d}}} \quad (4)$$

Donde:

$$S_{\bar{d}} = S_p \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]^{1/2} \quad (5)$$

$$S_p \left[\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right]^{1/2} \quad (6)$$

$S_{\bar{d}}$ = desviación de las diferencias de los promedios

S_p = desviación estándar ponderada

c. Cálculo del t tabular t_t :

El valor crítico de t se obtiene de la tabla T-student, con una probabilidad al 95%, o con un nivel de significancia del 5% con $\alpha/2 = 0.025$ y con grados de libertad igual a $v = n_1 + n_2 - 2$

d. Comparación del t_c con el t_t :

- Si $|t_c| \leq t_t$ (95%) entonces $\bar{x}_1 = \bar{x}_2$ (estadísticamente), se concluye que no se debe realizar el proceso de corrección.
- Si $|t_c| \geq t_t$ (95%) entonces $\bar{x}_1 \neq \bar{x}_2$ (estadísticamente), se concluye que se debe realizar el proceso de corrección de la información.

- **Consistencia en la desviación estándar**

El análisis de consistencia en la desviación estándar consiste en probar, si los valores de las desviaciones estándar, del periodo confiable y dudoso, son estadísticamente iguales o diferentes; todo esto se realiza mediante la prueba F, con una probabilidad del 95% o 5% de nivel de significación (Villón Béjar, Hidrología Estadística, 2016).

La prueba se realiza de la siguiente forma:

a. Cálculo de las varianzas de ambos periodos

$$S_1^2(x) = \left(\frac{1}{n_1 - 1}\right) \sum_{i=1}^{n_1} (x_i - \bar{x}_1)^2 \quad (7)$$

$$S_2^2(x) = \left(\frac{1}{n_2 - 1}\right) \sum_{j=1}^{n_2} (x_j - \bar{x}_2)^2 \quad (8)$$

Donde:

x_i = valores de la serie del período 1

x_j = valores de la serie del período 2

\bar{x}_1, \bar{x}_2 = media de los períodos 1 y 2 respectivamente

$S_1(x), S_2(x)$ = desviación estándar de los períodos 1 y 2 respectivamente

n = tamaño de la muestra, $n = n_1 + n_2$

n_1, n_2 = tamaño de las submuestras

b. Cálculo del F calculado (F_c)

$$F_c = \frac{S_1^2(x)}{S_2^2(x)}, \text{ si } S_1^2(x) > S_2^2(x) \quad (9)$$

$$F_c = \frac{S_2^2(x)}{S_1^2(x)}, \text{ si } S_2^2(x) > S_1^2(x) \quad (10)$$

c. Cálculo del F tabular (F_t)

Para calcular el F_t , es necesario agenciarse de las tablas F, para una probabilidad del 95% o 5% de nivel de significancia y los grados de libertad que se obtienen usando los criterios que a continuación se presentan.

$$\left. \begin{array}{l} \text{G.L.N} = n_1 - 1 \\ \text{G.L.N} = n_2 - 1 \end{array} \right\}, \text{ si } S_1^2(x) > S_2^2(x)$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{G.L.N} = n_2 - 1 \\ \text{G.L.N} = n_1 - 1 \end{array} \right\}, \text{ si } S_2^2(x) > S_1^2(x)$$

d. Comparación del F_c con el F_t

- Si $F_c \leq F_t$ (95%) entonces $S_1(x) = S_2(x)$ (estadísticamente), se concluye que no se debe realizar el proceso de corrección.
- Si $F_c \geq F_t$ (95%) entonces $S_1(x) \neq S_2(x)$ (estadísticamente), se concluye que se debe realizar el proceso de corrección de la información.

- Corrección de información

Después de realizar los análisis de consistencia en la media y desviación estándar, si resultan estadísticamente iguales, la información original no se corrige, aun cuando en la doble masa se observe pequeños quiebres, por lo contrario, si las submuestras, periodo confiable y dudoso), son desiguales estadísticamente, se corrigen los valores mediante las siguientes ecuaciones.

$$X'_{(t)} \frac{x_t - \bar{x}_1}{S_1(x)} * S_2(x) + \bar{x}_2 \tag{11}$$

$$X'_{(t)} \frac{x_t - \bar{x}_2}{S_2(x)} * S_1(x) + \bar{x}_1 \tag{12}$$

Donde:

$X'_{(t)}$ = valor corregido de saltos

x_t = valor a ser corregido

La ecuación 11 nos permite corregir la información de la submuestra n_1 y la ecuación 12 si se deben corregir la submuestra n_2 .

B. Análisis de Tendencias

Una vez realizada el análisis de saltos, se procede a analizar tendencias en la media y desviación estándar.

- Tendencia en la media

La tendencia en la media T_m , puede ser expresada en forma particular por la ecuación de regresión lineal simple.

$$T_m = A_m + B_m t \quad (13)$$

Donde:

t = tiempo en años, tomado como la variable independiente de la tendencia (1,2,3, ..., n)

T_m = tendencia en la media, para este caso, será $X'_{(t)}$ (valor corregido libre de saltos)

A_m, B_m = coeficientes del polinomio de regresión lineal, parámetros

Entonces el cálculo de la tendencia en la media se realiza mediante la prueba T-student, y se realiza mediante el siguiente proceso.

a. Cálculo de los parámetros de la ecuación de regresión lineal simple

$$A_m = \overline{T_m} - \bar{t} * B_m \quad (14)$$

$$B_m = R * \frac{S_{T_m}}{S_t} \quad (15)$$

$$R = \frac{\overline{t * T_m} - \bar{t} * \overline{T_m}}{S_t * S_{T_m}} \quad (16)$$

Donde:

- $\overline{T_m} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n T_{m_i} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X'_{(t)_i}$
- $\bar{t} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n t_i$
- $\overline{t * T_m} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n t_i * T_{m_i}$
- $S_{T_m} = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (T_{m_i} - \overline{T_m})^2}{n-1} \right]^{1/2}$
- $S_t = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}{n-1} \right]^{1/2}$

b. Cálculo del estadístico t calculado (t_c)

Para averiguar si la tendencia es significativa, se analiza el coeficiente de correlación R. Entonces el valor de t_c se calcula con la siguiente ecuación:

$$t_c = \frac{R\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-R^2}} \quad (17)$$

Donde:

t_c = valor del estadístico t calculado

n = número total de datos

R = coeficiente de correlación

c. Cálculo de t tabular (t_t)

El valor crítico de t se obtiene de la tabla t-student, con una probabilidad al 95%, o con un nivel de significancia del 5% con $\alpha/2 = 0.025$ y con grados de libertad igual a G.L. = n - 2

d. Comparación del t_c con el t_t

- Si $|t_c| \leq t_t$ (95%) entonces R no es significativo, se concluye que, la tendencia no es significativa por lo que no se debe realizar el proceso de corrección.

- Si $|t_c| \geq t_t(95\%)$ entonces R si es significativo, se concluye que, la tendencia es significativa y se debe realizar el proceso de corrección de la información.

e. Corrección de información

A continuación, se presentan las ecuaciones para eliminar la tendencia en la media de la serie de datos a trabajar.

$$Y_t = X'_{(t)} - T_m \text{ ó } Y_t = X'_{(t)}(A_m + B_mt) \quad (18)$$

Para que el proceso preserve la media constante, se devuelve el promedio $\overline{T_m}$, entonces la ecuación (18) quedaría de la siguiente forma.

$$Y_t = X'_{(t)} - T_m + \overline{T_m} \text{ ó } Y_t = X'_{(t)}(A_m + B_mt) + \overline{T_m} \quad (19)$$

Donde:

$\overline{T_m}$ = promedio de la tendencia en la media o promedio de los valores corregidos de saltos

- Tendencia en la desviación estándar

Según Salas, como es citado en (Villón Béjar, Hidrología Estadística, 2016), la tendencia en la desviación estándar, por lo general se presentan en serie de datos semanales o mensuales, mas no en datos anuales. Por lo que la información ya sin tendencia en la media Y_t , se tiene que trabajar por periodos anuales.

La tendencia en la desviación estándar T_s , se expresa en forma particular, por la ecuación de regresión lineal simple.

$$T_s = A_s + B_s t \quad (20)$$

Donde:

T_s = tendencia en la desviación estándar, valor corregido de tendencia en la media, datos a usarse para el cálculo de parámetros.

t = tiempo en años (1, 2, 3 ..., n)

As, Bs = coeficientes de los polinomios de regresión

El procedimiento es similar a los cálculos que se realizan en el análisis de tendencia en la media, los pasos se presentan a continuación:

a. Cálculo de desviaciones estándar para cada periodo de toda la información.

$$S_p = \left[\frac{1}{11} \sum_{p=1}^{12} (Y_p - \bar{Y}_p)^2 \right]^{1/2} \quad (21)$$

Donde:

Sp = desviación estándar del año p, e decir de los datos mensuales del año p

Yp = serie sin tendencia en la media

\bar{Y}_p = promedio de datos mensuales del año p

p = 1, 2, 3, ..., 12

b. Cálculo de parámetros

Los parámetros se calculan con las ecuaciones (14), (15) y (16) a partir de las desviaciones estándar anuales y el t (en años).

c. Evaluación de la tendencia en la desviación estándar (Ts)

El proceso es similar a la evaluación de la tendencia en la media, el valor de t_c , se determina con la ecuación (17), a partir de las desviaciones estándar anuales, y el t_t haciendo uso de la tabla T-student al 95% de probabilidad o 5% de nivel de significación.

Finalmente, se compara el t_c y t_t y se interpreta de la siguiente manera:

- Si $|t_c| \leq t_t$ (95%) entonces R no es significativo, se concluye que, la tendencia no es significativa por lo que no se debe realizar el proceso de corrección.

- Si $|t_c| \geq t_t(95\%)$ entonces R si es significativo, se concluye que, la tendencia es significativa y se debe realizar el proceso de corrección de la información.

d. Corrección de datos con tendencia en la desviación estándar

En caso la tendencia sea significativa, se deberá eliminarla de la serie, aplicando la siguiente ecuación.

$$Z_t = \frac{Y(t) - T_m}{T_s} \quad (22)$$

Donde:

Z_t = serie sin tendencia en la media ni en la desviación estándar

$Y(t)$ = serie sin tendencia en la media

Para que el proceso preserve la media y desviación estándar constante, la ecuación queda tal como se muestra a continuación.

$$Z_t = \frac{Y(t) - T_m}{T_s} * \bar{T}_s + \bar{T}_m \quad (23)$$

Donde:

$\bar{T}_s + \bar{T}_m$ = promedios de la tendencia en la desviación estándar y media respectivamente.

2.2.8. DATA PISCO

SENAMHI ha generado la base de datos PISCO (Peruvian Interpolated data of the SENAMHI's Climatological and Hydrological Observations) por sus siglas en ingles. El producto PISCO de precipitación (PISCOp) en su versión diaria y mensual es el resultado de la combinación de datos de estaciones terrenas con climatologías, reanálisis y productos satelitales de estimación de lluvias para obtener una base de datos grillada a nivel nacional de alta resolución espacial (~ 5*5 km); los datos grillados abarcan una serie temporal que se inicia el 1ro de enero 1981 hasta el 31 de

diciembre del 2016, facilitando de este modo mayor disponibilidad de los datos de precipitación para su uso en diferentes actividades ligadas al análisis hidrológico.

2.2.9. DATA RAIN4PE

RAIN4PE es un nuevo conjunto de datos de precipitación cuadrículada diaria obtenido mediante la fusión de datos de precipitación de múltiples fuentes (Climate Hazards Group InfraRed Precipitation, CHIRP (Funk et al. 2015), reanálisis ERA5 (Hersbach et al. 2020) y precipitación terrestre) con la elevación del terreno utilizando el método de regresión aleatoria del bosque. Además, RAIN4PE se corrige hidrológicamente utilizando datos de flujo de corriente en cuencas con subestimación de precipitaciones a través de hidrología inversa. Por lo tanto, RAIN4PE es el único producto de precipitación cuadrículada para Perú y Ecuador, que se beneficia de las máximas observaciones in situ disponibles, múltiples fuentes de precipitación, datos de elevación, y se complementa con datos de flujo de corriente para corregir la subestimación de la precipitación sobre páramos y cuencas montañas.

Los datos de RAIN4PE están disponibles para la superficie terrestre entre 19°S-2°N y 82-67°W, a 0,1° de resolución espacial y temporal diaria desde 1981 hasta 2015. El conjunto de datos de precipitación se proporciona en formato netCDF.

2.2.10. MODELO WEAP: METODO HUMEDAD DEL SUELO

Water Evaluation And Planning (WEAP), es una herramienta de modelación para la planificación y distribución de agua que puede ser aplicada a diferentes escalas, desde pequeñas zonas de captación hasta extensas cuencas. WEAP es un instrumento computacional para la planificación integrada de recursos hídricos, cuyo objetivo es la asistencia para el planificador experimentado, proporcionando un marco comprensivo, flexible y fácil de usar para el análisis de políticas

El Centro de Cambio Global-Universidad Católica de Chile y Stockholm Environment Institute en su Guía Metodológica – Modelación Hidrológica y de Recursos Hídricos con el Modelo WEAP indica que para el desarrollo de un modelamiento WEAP incluye generalmente las siguientes etapas: Definición del estudio, búsqueda de información, desarrollo del modelo, calibración y uso del modelo, generación de escenarios, que se sustentan a continuación.

Definición del estudio: (Centro de Cambio Global-Universidad Católica de Chile & Stockholm Environment Institute, 2009), afirma que “en esta etapa se establece el marco temporal, los límites espaciales, los componentes del sistema y la configuración del problema”

Búsqueda de información: en esta etapa se hace una recolección de dato de acuerdo con el tipo de estudio definido. Esta etapa puede ser iterativa, y generalmente se realiza en dos partes: una etapa de recolección de datos generales, y una etapa de recolección de datos específicos una vez se ha montado el modelo y se han identificado necesidades adicionales de información.

Desarrollo del modelo: (Centro de Cambio Global-Universidad Católica de Chile & Stockholm Environment Institute, 2009), afirma que “en esta etapa se constituye el esquema, se realiza la entrada de datos y se realizan corridas iniciales de modelo para observar su comportamiento preliminar y para eliminar posibles inconsistencias y errores”.

Calibración del modelo: En esta etapa se desarrolla una caracterización de la oferta y demanda actual del agua, las cargas de contaminantes, los recursos y las fuentes para el sistema (Centro de Cambio Global-Universidad Católica de Chile & Stockholm Environment Institute, 2009).

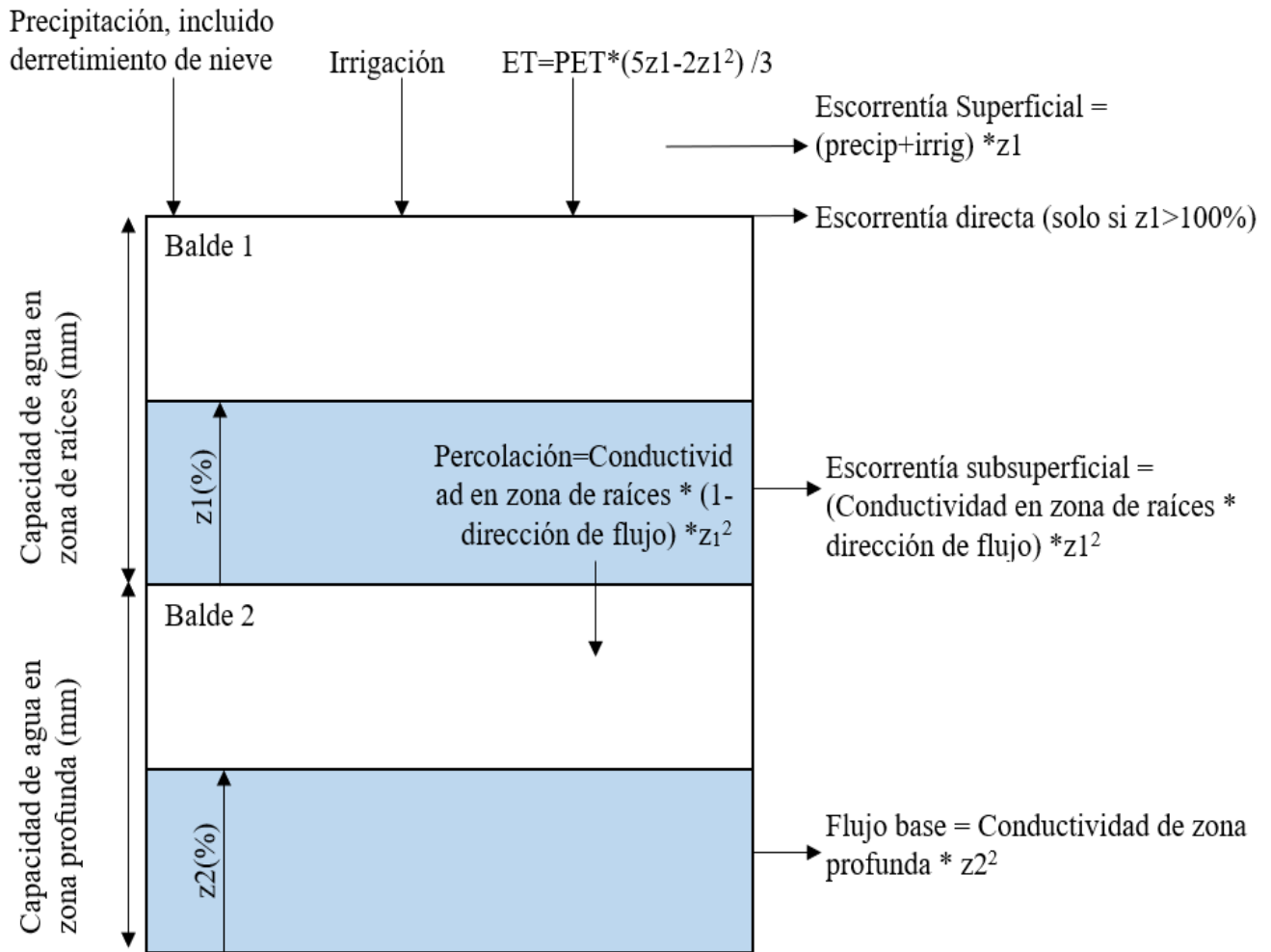
Uso del modelo, generación de escenarios: una vez que el modelo esta calibrado, se pueden explorar los impactos que tendría una serie de supuestos alternativos sobre las políticas futuras, costos y clima, por ejemplo, en la demanda de agua, oferta de agua, hidrología y contaminación

(Centro de Cambio Global-Universidad Católica de Chile & Stockholm Environment Institute, 2009).

Métodos de simulación. existen tres métodos para simular la escorrentía de una cuenca a partir de datos meteorológicos, estos métodos son: Precipitación/escorrentía, demanda de riego y humedad del suelo (Centro de Cambio Global-Universidad Católica de Chile & Stockholm Environment Institute, 2009).

El método humedad del suelo o método de los dos baldes es el más complejo de los tres métodos, representado cada microcuenca con dos capas de suelo, en la capa superior del suelo, simula la evapotranspiración, considerando precipitación y riego en tierras cultivadas y no cultivadas, escurrimiento de caudales poco profundos y cambios en la humedad del suelo. En la capa inferior del suelo se simula el enrutamiento del caudal base al río y cambio en la humedad del suelo (Centro de Cambio Global-Universidad Católica de Chile & Stockholm Environment Institute, 2009).

Figura 5. Diagrama conceptual del método humedad del suelo



Fuente. Adaptado de Manual usuario WEAP

Observando el diagrama anterior, podemos inferir que para el balde 1 y balde 2 del modelo hidrológico representan cada término de la ecuación que corresponde a un elemento del balance hidrológico que son afectados de forma diferente por los parámetros. La ecuación es no lineal y por lo tanto al afectar un término, se afectan los otros de forma indirecta, los caudales modelados por la ecuación nos dan en unidades de (l/s) o (m³/s).

Balde1: Cambio en la humedad del suelo = precipitación efectiva - evapotranspiración - escorrentía superficial- escorrentía subsuperficial- percolación.

$$S_w \frac{dz_1}{dt} = P_e(t) - PET(t) \cdot k_c(t) \cdot \left(\frac{5z_1 - 2z_1^2}{3} \right) - P_e \cdot z_1^{\frac{RRF}{2}} - DPF \cdot k_s \cdot z_1^2 - (1 - DPF) \cdot k_s \cdot z_1^2 \quad (24)$$

Dónde:

S_w = Capacidad de almacenamiento agua en la zona de raíz (mm).

P_e = Precipitación efectiva (mm/mes).

t = Temperatura CC).

PET = Evapotranspiración.

k_c = Coeficiente de cultivo.

Z_1 = Nivel de humedad inicial en la zona de las raíces (%).

Z_2 = Nivel de humedad inicial en la zona profunda (%).

RRF = Factor de resistencia a la escorrentía (-).

DPF = Dirección preferencial del flujo.

K_s = Conductividad de la zona de las raíces (mm/mes).

Balde2: Cambio en la humedad del suelo = - percolación + flujo base.

$$D_w \frac{dz_2}{dt} = -k_d z_1^2 + (1 - DPF) k_s z_2^2 \quad (25)$$

Dónde:

D_w = Capacidad de almacenamiento agua en la zona profunda (mm).

K_d = Conductividad de la zona profunda (mm/mes).

Z_1 = Nivel de humedad inicial en la zona de las raíces (%).

Z_2 = Nivel de humedad inicial en la zona profunda (%).

DPF = Dirección preferencial del flujo.

K_s = Conductividad de la zona de las raíces (mm/mes).

El método de humedad del suelo requiere los siguientes parámetros de ingreso y clima para simular los procesos.

Tabla N° 1. Parámetros de cobertura vegetal

PARAMETROS DE INGRESO (INPUTS)	
Parámetros	Descripción
Área	Área de tierra para el tipo de cobertura vegetal dentro de la microcuenca.
Kc	Coefficiente de cultivo, relativo al cultivo referencial, para un tipo de tierra.
Capacidad de agua en la zona de raíz (Sw)	El agua efectiva manteniendo la capacidad de la capa superficial de suelo, representado en (mm).
Conductividad en la zona de raíces (Ks)	Tasa de conductividad en la zona de raíz a la saturación (cuando hay un almacenaje relativo $Z1=1$), que será repartida, de acuerdo con la preferencia de la dirección del flujo, entre el caudal poco profundo y caudal hacia la capa profunda de suelo. Esta tasa puede variar entre los tipos de cobertura vegetal.
Factor de resistencia al escurrimiento (RRF)	Usado para controlar la respuesta del escurrimiento superficial. El Escurrimiento tendera a decrecer con altos valores de este índice (rango 0.1 a 10). Este parámetro puede variar entre los tipos de cobertura vegetal.
Dirección de flujo preferente (DPF)	1 = 100% horizontal, 0 = 100% vertical caudal. Usado para repartir el caudal fuera de la capa de la zona de raíz entre el caudal poco profundo y caudal hacia la capa profunda de suelo o agua subterránea. Este valor puede variar entre los tipos de cobertura vegetal.
Z1 inicial	El valor inicial Z1 al inicio de la simulación. Es el almacenaje relativo dado como porcentaje del almacenamiento total efectivo de la capacidad de agua en la zona de raíz.
Conductividad profunda (Kd)	La tasa de conductividad (longitud/tiempo) de la capa profunda saturada (cuando hay un almacenaje relativo, $Z2 = 1$), que controla la transformación del caudal base. Es un valor singular para el catchments y no varía según los tipos de cobertura vegetal. El caudal base se incrementa si este parámetro incrementa.
Capacidad de agua profunda (Dw)	Agua efectiva manteniendo la capacidad de la capa profunda del suelo (fondo del balde) es un valor singular para la microcuenca y no varía según los tipos de cobertura vegetal, es ignorado si el sitio de demanda tiene un vínculo de caudal hacia un nudo de agua subterránea.
Z2 inicial	El valor inicial Z2 al inicio de la simulación. Es el almacenaje relativo dado como porcentaje del almacenamiento total efectivo de la capacidad de agua profunda. Este parámetro es ignorado si el sitio de la demanda tiene un vínculo de escurrimiento/infiltración al nudo de agua subterránea.

Fuente. Adaptada de (Lema Changoluisa & Plaza Quezada, 2009).

Tabla N° 2. Variables de clima y subcuencas

VARIABLES DE INGRESO (IMPUTS)	
Variable	Descripción
Precipitación	Serie de precipitación media mensual areal, que puede ser leída de un archivo o ingresados manualmente.
Temperatura	Serie de temperatura media mensual areal calculada de la media de los valores máximos y mínimos de temperatura a nivel mensual.
Humedad relativa	Serie de Humedad relativa media areal calculada del promedio mensual de la humedad relativa.
Velocidad de viento	Serie de Velocidad de viento media areal calculada del promedio mensual de velocidad de viento.
Latitud de subcuenca	Valor de Latitud del centroide de cada subcuenca a modelar.

Fuente. Adaptada de (Lema Changoluisa & Plaza Quezada, 2009).

2.2.11. TEST ESTADISTICOS DE DESEMPEÑO

a. COEFICIENTE DE CORRELACION (R)

Para (Burguña, 2019), el coeficiente de correlación cuantifica la dependencia lineal entre dos variables, valores observados y simulados. Se formula de la siguiente manera.

$$r = \frac{S_{(obs,sim)}}{\sqrt{S_{obs}S_{sim}}} \quad (26)$$

Donde, $S_{(obs, sim)}$: es la covarianza sin sesgo entre los valores observados y simulados; se calcula como:

$$S_{obs,sim} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(X_{sim,i} - \bar{X}_{sim}) \quad (27)$$

y, S_{obs} y S_{sim} son las varianzas sin sesgo de los valores observados y simulados, se formulan como;

$$S_{obs} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \quad (28)$$

$$S_{sim} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_{sim,i} - \bar{X}_{sim})^2 \quad (29)$$

Donde: \bar{X} : Valor medio observado, \bar{X}_{sim} : valor medio simulado.

El rango de valores que puede tomar el coeficiente de correlación, $0 < r < 1$ representará mayor o menor ajuste, mientras se acerca más a 1 el ajuste será mejor.

En la siguiente tabla se muestra los valores de correlación y su interpretación.

Tabla N° 3 Valores de coeficiente de correlación

Valor de r	Magnitud de correlación
0.0 – 0.2	Mínima
0.2 – 0.4	Baja
0.4 – 0.6	Moderada
0.6 – 0.8	Buena
0.8 – 1.0	Muy buena

Fuente: (Mendoza, 2015) como se citó en (Burguña, 2019)

b. RAZON RMSE – DESVIACION ESTANDAR DE LAS OBSERVACIONES (RSR)

RSR es una versión de la raíz del error cuadrático medio (RSME), que se calcula como el coeficiente entre el RMSE y la desviación estándar de los datos observados. El 0 corresponde a un ajuste perfecto mientras que valores más grandes indican un menor ajuste, (Burguña, 2019).

$$RSR = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{sim} - X_i)^2}{n}}}{DES.V.EST (Valores observados)} \quad (30)$$

Donde: Xsim: Valores Simulados, Xi: valores observados, n: número de datos

La siguiente tabla muestra el rango de valores e interpretación a considerar.

Tabla N° 4. Valores de RSR

Valores de RSR	Interpretación
0.00 < RSR ≤ 0.50	Muy bueno
0.50 < RSR ≤ 0.60	Bueno
0.60 < RSR ≤ 0.70	Satisfactorio
RSR > 0.70	No satisfactorio

Fuente: (Moriassi, et al., 2007)

c. PORCENTAJE DE SESGO BIAS (PBIAS)

El porcentaje de sesgo BIAS (PBIAS), mide la tendencia promedio de los valores simulados a ser mayores o menores que los valores observados; el valor optimo es 0.00; valores positivos indican sesgo de los valores simulados hacia la subestimación, mientras que los valores negativos indican un sesgo hacia la sobreestimación (Gupta, Sorooshian, & Yapo, 1999).

$$BIAS(\%) = 100 * \frac{\sum_{i=1}^N (S_i - O_i)}{(\sum_{i=1}^N O_i)} \quad (31)$$

Tabla N° 5. Rango de valores para PBIAS

Valores de RBIAS	Interpretación
PBIAS < ±10	Muy bueno
±10 ≤ PBIAS < ±15	Bueno
±15 ≤ PBIAS < ±25	Satisfactorio
PBIAS ≥ ± 25	No satisfactorio

Fuente: (Moriassi, et al., 2007)

d. COEFICIENTE DE EFICIENCIA NASH-SUTCLIFFE (NSE)

El criterio de Nash-Sutcliffe es uno de los más usados en Hidrología. Se define como:

$$E = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{sim,i} - Q_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^2} \quad (32)$$

y mide cuánto de la variabilidad de las observaciones es explicada por la simulación. Si la simulación es perfecta, E=1; si se intentase ajustar las observaciones con el valor promedio, entonces E=0. (Cabrera, 2013).

Algunos valores sugeridos para la toma de decisiones son resumidos en la siguiente tabla.

Tabla N° 6. Valores referenciales del Criterio de Nash-Sutcliffe

NSE	Interpretación
0.75 < NSE ≤ 1.00	Muy bueno
0.65 < NSE ≤ 0.75	Bueno
0.50 < NSE ≤ 0.65	Satisfactorio
NSE ≤ 0.50	No satisfactorio

Fuente: (Moriassi, et al., 2007)

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ENFOQUE DE INVESTIGACION

3.1.1. TIPO, NIVEL, DISEÑO Y METODO DE INVESTIGACION

La presente investigación tiene la siguiente tipificación según las características del estudio:

- a. Según la fuente de información: Investigación documental.
- b. Según la variable a estudiar: Investigación no experimental.
- c. Según el nivel de medición y análisis de información: Investigación descriptiva
- d. Según el tipo de inferencia: Investigación deductiva – inductiva
- e. Según la ubicación temporal: Investigación transversal.

3.1.2. POBLACION DE ESTUDIO

La población de estudio en esta investigación está conformada por los datos de precipitación y caudales mensuales calculados y medidos de la cuenca del río Moche. En este caso contamos con 20 estaciones pluviométricas administradas por SENAMHI y una estación hidrométrica administrada por ANA/PECHAVIMOCHIC.

3.1.3. MUESTRA

Para el presente estudio, seleccionaremos precipitaciones y caudales medios mensuales registrados en el periodo 1981-2015,

Precipitaciones: Productos PISCO, RAIN4P y registros de las estaciones climáticas SENAMHI de la cuenca moche para el periodo 1981 - 2015

Caudales: Generados por el modelo WEAP y los medidos en la estación “Quirihuac”, obtenidos de ANA/PECHAVIMOCHIC para el periodo 1981 – 2015.

3.1.4. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

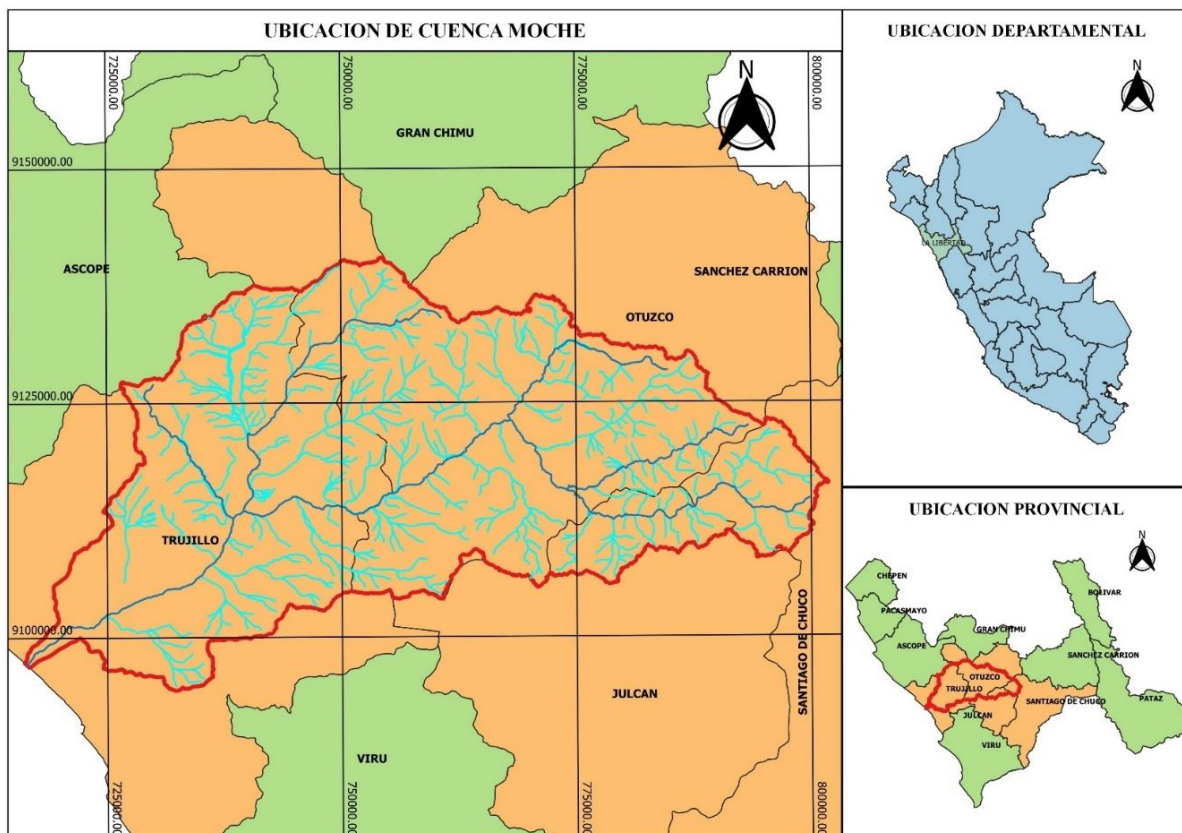
a. Ubicación Política

El área de estudio se encuentra ubicado políticamente en la región de La Libertad, y abarca las provincias de Trujillo, Otuzco, Julcán y Santiago de Chuco.

b. Ubicación Geográfica

La cuenca del río Moche, abarca las regiones costa y sierra del departamento de La Libertad, al norte del Perú; tiene una extensión total de 2 122.668 Km², la cuenca húmeda, fijada por encima de los 1 500 msnm representa un área de 1 418 km² abarcando el 52% del área total de la cuenca y es la que contribuye sensiblemente al escurrimiento superficial (EPS Sedalib S.A., 2018). La cuenca de río Moche se ubica en las siguientes coordenadas UTM (WGS-84) Zona 17S, 705613.00 Oeste, 801490.00 Este, 9087583.35 Sur y 9140524.00 Norte.

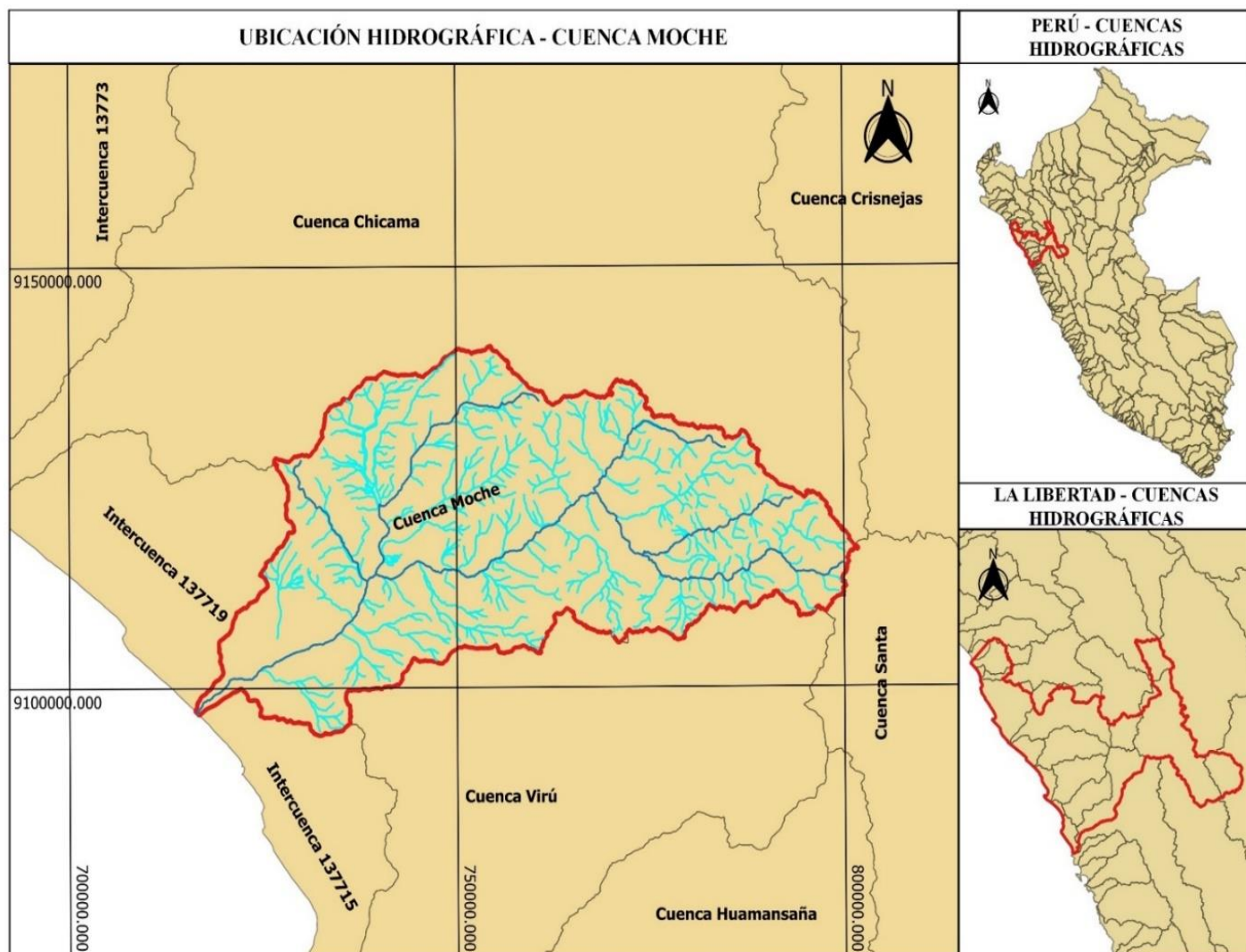
Figura 6. Ubicación política de la cuenca del río Moche



c. Ubicación Hidrográfica

La cuenca del río Moche cubre un total de 2122.668 Km², la cual limita por el Norte con la Cuenca Chicama, por el sur con la Cuenca Viru, por el este con la Cuenca Santa y Oeste con el océano pacífico. Su río principal, el río Moche, posee una forma sinuosa, tiene una longitud de 102 km y una pendiente promedio de 4%, cuya naciente es la laguna Grande, la cual se halla ubicada cerca de la localidad de Quiruvilca.

Figura 7. Ubicación Hidrográfica – Cuenca Moche



3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1. MATERIALES

a. Material Cartográfico

Como material cartográfico para la delimitación de la cuenca y la red de drenaje se utilizó un Modelo Digital de Elevaciones (DEM), el cual fue descargado de la página oficial de EARTHDATA, administrada por la NASA. El DEM descargado tiene una resolución de 30m y pertenece al satélite ASTER GDEM (Aster Global Digital Elevation Model). En el siguiente link se puede encontrar dicha información: <https://earthdata.nasa.gov/>.

b. Información Pluviométrica

- **Información observada**

Los datos de información pluviométrica utilizados en la presente investigación fueron obtenidos de las 20 estaciones meteorológicas que se encuentran dentro o cerca de la delimitación de la cuenca del río Moche que cuentan con información para el periodo 1981 – 2015 y que son administradas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). Esta información fue obtenida de la página oficial de SENAMHI y el ANA.

- **Información Grillada PISCO**

La información grillada a evaluar fue la data de precipitación mensual del producto PISCO (Peruvian Interpolated Data of the SENAMHI's Climatological and Hydrological Observations), la cual fue generada por el SENAMHI. La información utilizada comprende el mismo periodo que la observada, 1981-2015, y pertenecen a la versión v2.1. Esta información se puede obtener del siguiente enlace: <https://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.SENAMHI/.HSR/.PISCO/index.html?SetLanguage=es>. El formato de descarga es netCDF (*.nc) y para la exploración

se utilizó el software R y Rstudio, además para la extracción de los datos pluviométricos se ingresó las coordenadas de los puntos de interés, que fueron las 20 estaciones, y los shapefile de las 21 subcuencas en estudio.

- **Información Grillada RAIN4PE**

La información grillada de precipitación mensual del producto RAIN4PE (Rain for Peru and Ecuador), utilizada comprende el mismo periodo que la observada, 1981-2015. Esta información está disponible a una resolución de 10 km y se puede obtener del siguiente enlace: <https://datapub.gfz-potsdam.de/download/10.5880.PIK.2020.010enouiv/>. El formato de descarga es netCDF (*.nc) y para la exploración se utilizó el software R y Rstudio, además para la extracción de los datos pluviométricos, se ingresó las coordenadas de los puntos de interés, que fueron las 20 estaciones, y los shapefile de las 21 subcuencas en estudio.

c. Información Hidrométrica

- **Información observada**

La información hidrométrica mensual observada, se obtuvo de la estación Quirihuac (ver Figura 4), administrada por el Proyecto Especial CHAVIMOCHIC. Cuenta con información diaria de 73 años (1950 – 2023), sin embargo, solo usaremos la data del periodo 1981 – 2015, para concordar con los periodos de precipitación mensual estudiadas. La información se puede descargar de la plataforma principal del ANA (Autoridad Nacional del Agua), a continuación, se presenta el enlace directo: <https://snirh.ana.gob.pe/observatorioSNIRH/>.

- **Información calculada**

La información hidrométrica calculada será el producto del modelamiento hidrológico en WEAP, el cual será construido con la información pluviométrica de las 20 estaciones y los productos PISCO y RAIN4PE para el periodo 1981 – 2015.

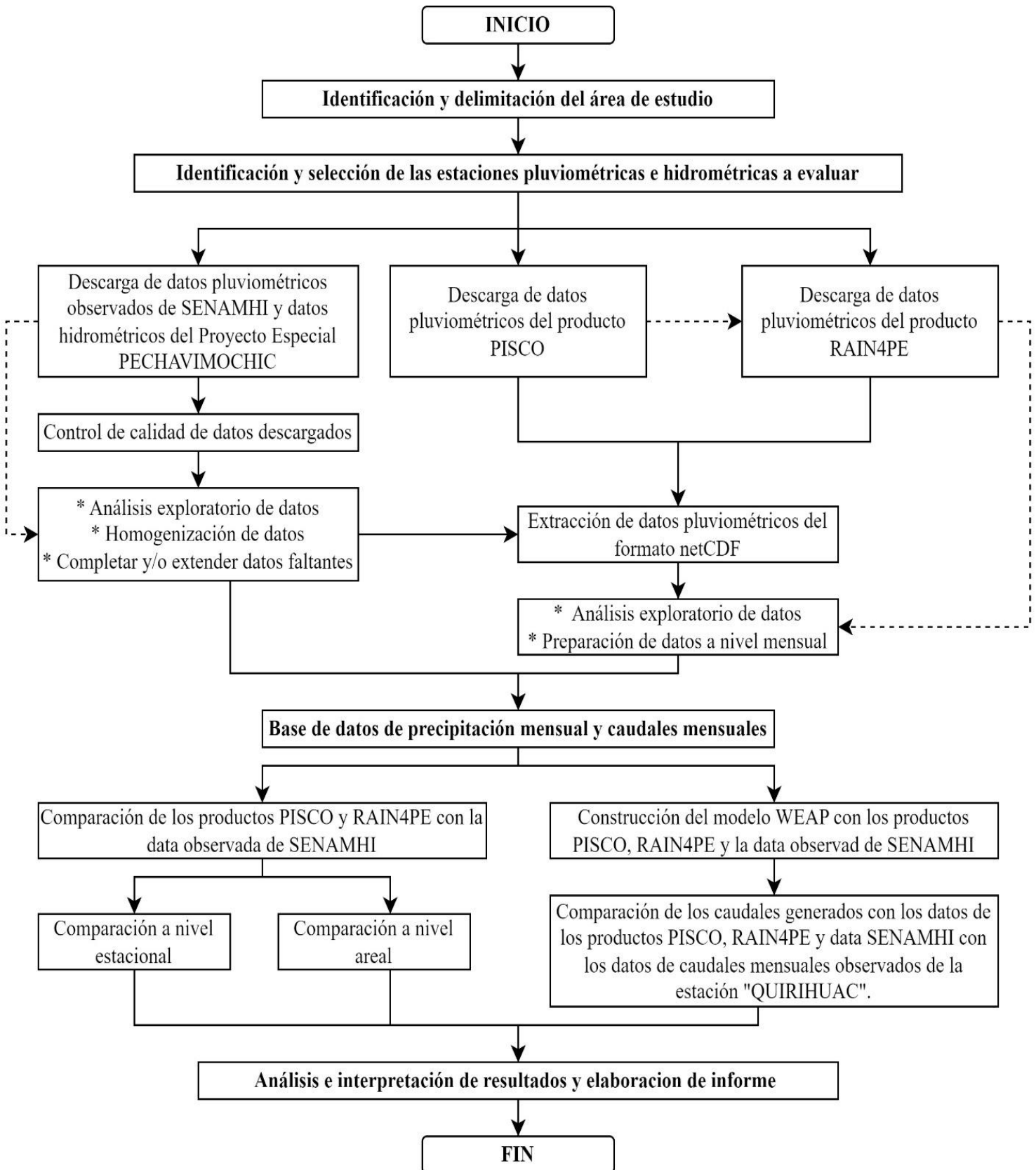
3.2.2. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Los equipos y herramientas usados para el desarrollo de la investigación son, una laptop Dell G5 15, memoria USB 64 GB, disco duro 1TB, agenda de apuntes; además se usó software para el procesamiento de información y la ejecución del modelo hidrológico, estos fueron; Qgis, Interfaz Modelo WEAP, Lenguaje de programación R, Rstudio, Hydracces, Excel y Word.

3.3. METODOLOGIA

Se presenta el siguiente diagrama, que muestra la metodología a seguir para cumplir los objetivos de la presente investigación.

Figura 8. Diagrama metodológico



3.3.1. PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA CUENCA

El análisis cuantitativo de la forma y tamaño de la cuenca en estudio, están dados por los parámetros geomorfológicos, que a su vez tienen influencia en los diferentes procesos que ocurren dentro ella y que condicionan, por ejemplo, la velocidad del escurrimiento. A continuación, se explica la metodología a usar para obtener los parámetros geomorfológicos de la cuenca.

A. Delimitación de la cuenca

La delimitación de la cuenca del río Moche, se realizó usando software de Sistema de Información Geográfica (GIS), que nos ayudó a simplificar el proceso de trazar la divisoria de aguas; para el proceso fue necesario obtener el Modelo Digital de Elevaciones de la zona de estudio, por lo que, nos apoyamos en las imágenes satelitales de la NASA que encontramos en el portal EARTHDATA, de libre acceso en el siguiente URL: <https://www.earthdata.nasa.gov/>.

Una vez obtenido el Modelo Digital de Elevaciones, se procede a extraer las curvas a nivel, la red hidrográfica y por último delimitar la cuenca.

B. Área

El área de la cuenca, se considera a la superficie cuyas precipitaciones son evacuadas por un sistema común de cauces, denominada red hidrográfica.

El proceso se realizó usando software de Sistema de Información Geográfica (GIS), en este caso Qgis versión 3.16.8; la herramienta “Calculadora de campos” nos permite utilizar la función “Geometría”, por lo que el cálculo del área es prácticamente automático.

C. Coeficiente de Gravelius

Este parámetro se define como la relación entre el perímetro de la cuenca y el área de la cuenca en estudio.

La ecuación que permite determinar el coeficiente de Gravelius (K_c) es la siguiente.

$$K_c = 0.28\left(\frac{P}{A^{1/2}}\right) \quad (33)$$

Donde:

K_c : Coeficiente de Gravelius

P: Perímetro de la cuenca

A: Área de la cuenca

Si, $K_c = 1$, la cuenca es de forma circular. Este parámetro nos permite inferir sobre la escorrentía y la forma del hidrograma resultante.

D. Altura media

El parámetro de Altura media, se determinó con la siguiente ecuación:

$$Em = \frac{\sum a * e}{A} \quad (34)$$

Donde:

Em: Elevación media o altura media

a: Área entre dos contornos

e: Elevación media entre dos contornos

A: Área total de la cuenca.

E. Pendiente media

Para determinar la pendiente media de la cuenca en estudio, usamos el Criterio de Alvord, este criterio está basado, en la obtención previa de las pendientes existentes entre las curvas de nivel (Villón Béjar, Hidrología Estadística, 2016).

Entonces, según Alvord, la pendiente de la cuenca se calcula de la siguiente manera.

$$S_c = \frac{e * L}{A} \quad (35)$$

Donde:

e: equidistancia entre curvas de nivel (Km)

L: Suma de las longitudes de las curvas de nivel entre los límites de la cuenca (Km)

A: Área de la cuenca (Km²)

F. Tiempo de concentración

El tiempo de concentración, se entiende como el tiempo en que una partícula demora en recorrer desde el punto más lejano hasta el punto emisor.

Para determinar este parámetro, fue necesario, primero calcular la longitud del cauce principal, para ello nos apoyamos nuevamente del software GIS, y la pendiente media del cauce principal; para este último aplicamos el método de Taylor-Schwarz, que considera al cauce como una serie de canales con pendiente uniforme, por lo que se deberá dividir en “n” tramos, según la longitud y los desniveles presentes en el cauce.

Entonces la ecuación para determinar la pendiente media del cauce principal quedaría de la siguiente manera.

$$S = \left[\frac{n}{\frac{1}{\sqrt{S_1}} + \frac{1}{\sqrt{S_2}} + \frac{1}{\sqrt{S_3}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{S_n}}} \right]^2 \quad (36)$$

Donde:

n: número de tramos, en los que fue dividido el perfil del cauce principal

S1, S2, S3, ..., Sn: pendiente de cada tramo

S: Pendiente media del cauce

Finalmente, y una vez obtenido los valores de longitud del cauce principal y la pendiente media, procedemos a calcular el tiempo de concentración, el método que usamos en la presente investigación fue el de Kirpich, para lo cual usamos la siguiente ecuación, que fue modificada para unidades métricas.

$$t_c = 3.98 \left(\frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.77} \quad (37)$$

Donde:

t_c : tiempo de concentración (min)

L: longitud del cauce principal (Km)

S: pendiente media del cauce principal (m/m)

3.3.2. PREPARACION Y CONTROL DE DATOS

Para el control de datos, se realizará en dos procesos, uno para la data de precipitaciones observadas y otro para los datos grillados de los productos PISCO y RAIN4PE.

a. Datos de precipitaciones observadas

Los datos de precipitaciones mensuales observados fueron obtenidos del SNIRH (Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos), se realizó la búsqueda de las estaciones de interés y se descargó los datos requeridos en formato texto (.txt), los cuales fueron procesados y ordenados en una hoja de cálculo Excel.

b. Datos de precipitaciones PISCO

El proceso para obtener los datos PISCO v2.1 se desarrolló de la siguiente manera, primero descargando el producto en formato netCDF (*.nc), segundo, se extrae los datos de precipitación

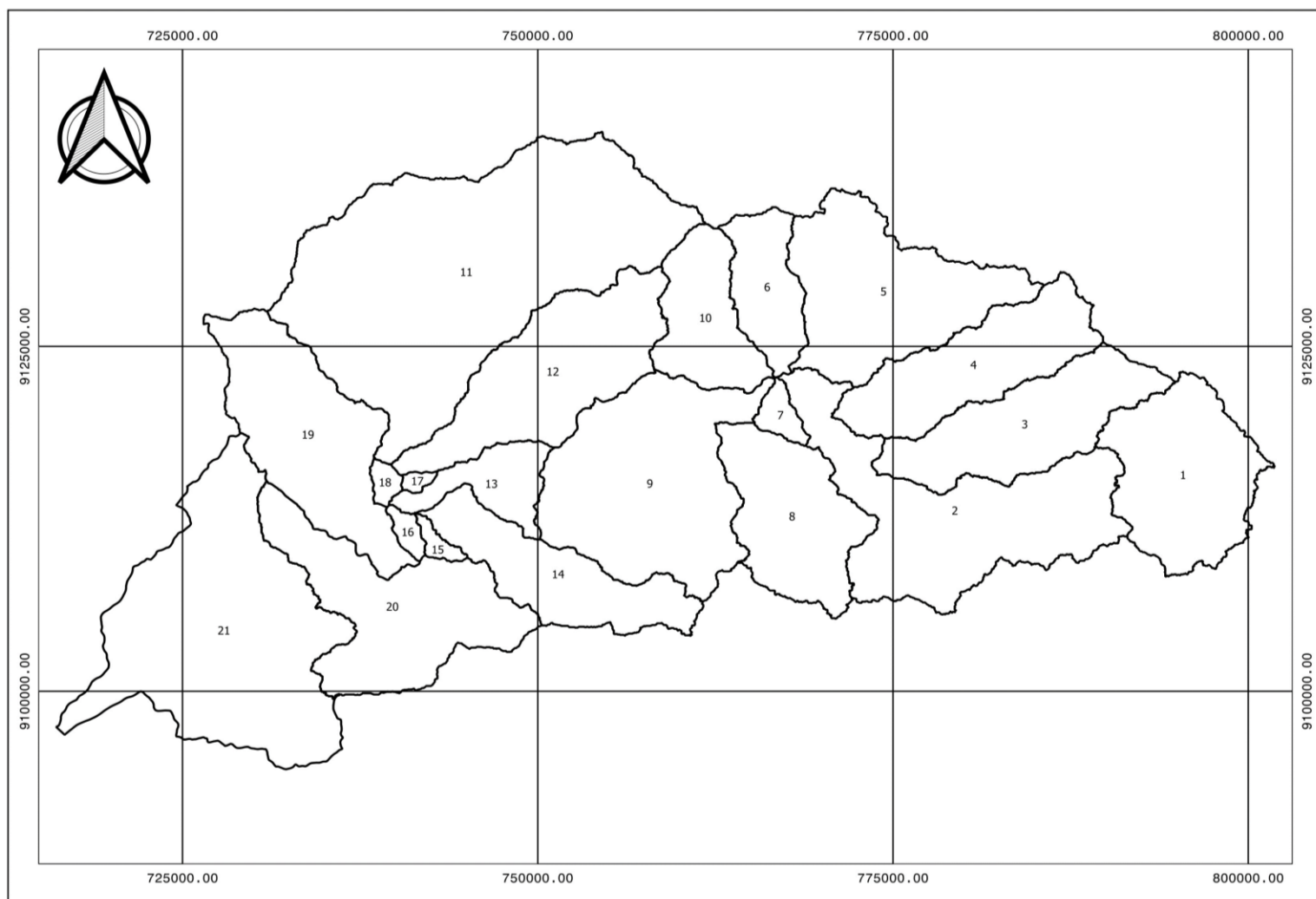
mensual escribiendo un código de programación en R, además se debe ingresar como datos de entrada las coordenadas geográficas WGS 84 de las 20 estaciones a evaluar.

Se programo el código de lenguaje de programación R y se utilizó como plataforma de lectura Rstudio (ver ANEXO 3), las coordenadas geográficas de las 20 estaciones, para obtener los datos puntuales, con el formato que se presentan en la Tabla N°7 y las 21 subcuencas en formato Shapefile (.shp) para los datos de precipitación media areal, se presentan en la Figura 6.

Tabla N° 7. Coordenadas geográficas para código en R

NN	XX	YY	NN	XX	YY
X1	-78.850	-8.080	X11	-78.540	-7.440
X2	-78.760	-7.850	X12	-78.290	-8.120
X3	-78.610	-8.010	X13	-78.040	-7.820
X4	-78.500	-8.050	X14	-78.450	-7.420
X5	-78.310	-8.000	X15	-78.070	-7.940
X6	-78.930	-7.430	X16	-77.950	-8.190
X7	-78.270	-7.450	X17	-79.100	-8.080
X8	-78.150	-8.100	X18	-79.440	-7.700
X9	-78.480	-7.770	X19	-79.180	-7.750
X10	-78.820	-7.350	X20	-78.320	-7.850

Figura 9. Subcuencas de la cuenca del Rio Moche



c. Datos de precipitaciones RAIN4PE

El proceso para obtener los datos de precipitaciones del producto RAIN4PE, es similar a la obtención del producto PISCO v2.1, se extrae los datos con el código de programación R del formato netCDF (*.nc), para lo cual se usó como software de lectura Rstudio. Se ingresa como datos de entrada las coordenadas geográficas de las 20 estaciones, para los datos estacionales (ver Tabla N°7), además se ingresan las 21 subcuencas de la cuenca del rio Moche, para los datos de precipitación media areal. (ver Figura N°6)

A. ANALISIS EXPLORATORIO DE DATOS

El análisis exploratorio de datos (AED), consiste en la generación de una serie de graficas de control previo a la homogenización de datos, para conocer la distribución temporal y verificar la cantidad y calidad de la información obtenida. Esta etapa es importante pues nos ayudara a verificar y detectar posibles errores típicos en la base de datos climatológica e hidrométrica; pues según (Obervatorio del Agua Chillón Rímac & GIZ, 2019), existen dos tipos de errores:

- 1). Primer error: los datos pueden ser incorrectos, debido a posibles fallos en la grabación o transcripción, que conducen a valores incorrectos y ponen en duda la serie de datos a trabajar.
- 2). Segundo error: la circunstancia en que se recogieron los datos pudo cambiar con el tiempo, como el cambio de los equipos de medición o traslados a una ubicación diferente, lo que conlleva a series no homogéneas o constantes en el tiempo.

Entonces para la presente investigación se desarrollaron los siguientes pasos del AED, con la ayuda del lenguaje de programación R, gráfico de disponibilidad de la información anual por cada estación, gráfico de la serie de datos mensual por cada estación y curvas doble masa como método para evaluar la consistencia de los registros.

B. HOMOGENIZACION DE DATOS

La homogenización de datos consiste en realizar un análisis de consistencia para corregir los errores encontrados en el análisis exploratorio de datos, realizado previo a este paso.

Entonces el análisis de consistencia de la información obtenida, consiste en la identificación o detección y remoción de la no homogeneidad e inconsistencia de una serie de tiempo hidrológica (Villón Béjar, Hidrología Estadística, 2016).

El análisis de consistencia aplicado a la información del presente trabajo de investigación consiste en un análisis estadístico para identificar saltos y tendencia dentro de la serie de tiempo, el proceso se realizó usando una hoja de cálculo Excel, donde determinamos las estaciones base y realizamos el análisis estadístico correspondiente.

C. COMPLETACION Y EXTENSION DE DATOS

Teniendo la información libre de saltos y tendencias, se procede a completar o extender la información de ser necesario; en nuestro caso el periodo a completar o extender fue 1981 a 2015.

En el presente estudio solo 3 estaciones pluviométricas tuvieron la serie completa, por lo que fue necesario completar y extender la información de las 17 estaciones restantes.

El proceso fue realizado con el software Hec-4, el cual usa la metodología de regresión múltiple para completar y extender los datos faltantes.

D. VALORES MEDIOS DE SUBCUENCA

Uno de los objetivos de la presente investigación fue comparar la serie de precipitación media sobre las subcuencas, por lo que fue necesario procesar dicha información, a la vez los valores medios sobre la cuenca son necesaria para alimentar el modelo hidrológico WEAP.

El proceso se llevó a cabo usando el software Hydracces, la metodología usada para el cálculo de los valores medios sobre las subcuencas fue Kriging; usamos esta metodología porque nos permite trabajar con estaciones que no se encuentren bien distribuidas sobre la cuenca en estudio pues considera una gradiente espacial y la interpolación es de mejor calidad que otras metodologías al tener el menor sesgo posible (Vauchel, 2001).

3.3.3. COMPARACION DE LA PRECIPITACION

La comparación de la precipitación medida por las 20 estaciones en estudio y la de los productos PISCO y RAIN4PE se desarrolló de manera estacional o punto grilla y de manera espacial o valores medios sobre la cuenca.

A continuación, se describe la metodología usada para la comparación estacional y espacial de la precipitación.

A. COMPARACION ESTACIONAL DE LA PRECIPITACION

La comparación estacional se desarrolló primero extrayendo la información PISCO y RAIN4PE usando lenguaje de programación R para cada producto (ver Anexo 3 y 5), el código es alimentado por los archivos PISCO v2p1 y RAIN4PE v1.0 contenidos en formato netCDF y con extensión .nc, además un archivo donde asignamos las coordenadas de las 20 estaciones a evaluar, este archivo debería tener una extensión .csv (delimitado por comas). El formato para cargar las coordenadas deberá ser el que se presenta en la Tabla N° 9.

Finalmente, habiendo obtenido la información PISCO y RAIN4PE, se procedió a evaluar estadísticamente la información en una hoja de Excel, donde se aplicaron los test estadísticos de desempeño, coeficiente de correlación (r), desviación estándar de las observaciones (RSR), porcentaje de sesgo BIAS (PBIAS) y el coeficiente de eficiencia Nash-Sutcliffe (NSE).

Los pares a comparar son los siguientes.

- Precipitación mensual (Estaciones SENAMHI) vs precipitación mensual PISCO
- Precipitación mensual (Estaciones SENAMHI) vs precipitación mensual RAIN4PE

B. COMPARACION ESPACIAL DE LA PRECIPITACION

El proceso de comparación espacial tuvo inicio, primero, en el cálculo de los valores medios mensuales con la información obtenida de las 20 estaciones climatológicas, el proceso se llevó a cabo con la metodología de Kriging.

Para la información de los productos PISCO y RAIN4PE, se utilizó un lenguaje de programación en R para cada producto (ver Anexo 4 y 6) que nos permitió extraer la información media mensual sobre cada subcuenca de los archivos PISCO v2p1 y RAIN4PE v1.0 en formato netCDF, el proceso desarrolla una interpolación con la data grillada y que se delimita con una superficie, en este caso se alimentó el código R con un archivo de las subcuencas en formato shapefile (.shp) y que deberá estar referenciado en coordenadas geográficas.

Finalmente, una vez obtenida la información correspondiente se procede con la evaluación estadística, aplicando los test estadísticos de desempeño, coeficiente de correlación (r), desviación estándar de las observaciones (RSR), porcentaje de sesgo BIAS (PBIAS) y el coeficiente de eficiencia Nash-Sutcliffe (NSE).

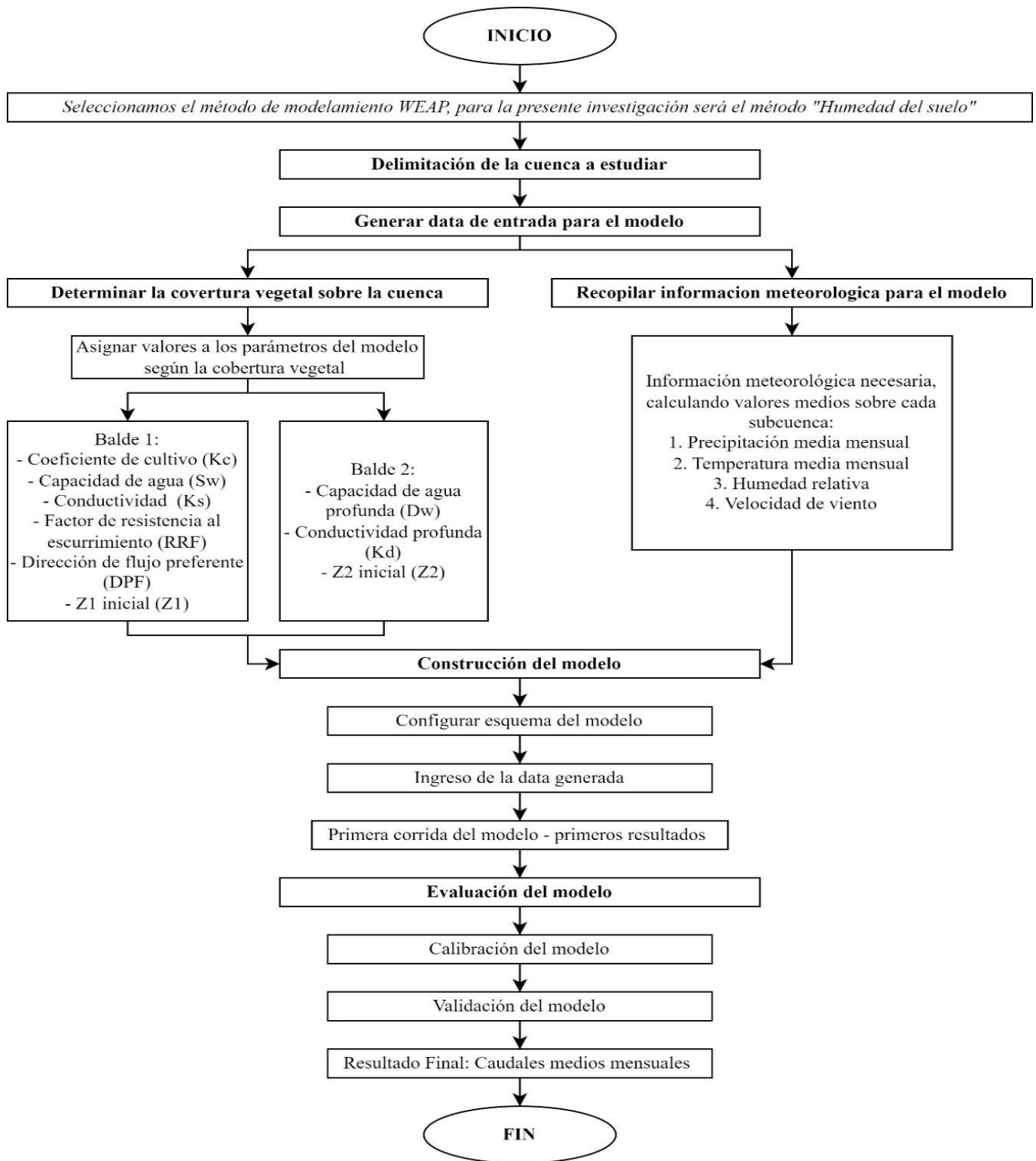
Los pares a comparar son los siguientes.

- Precipitación media mensual (calculada para cada subcuenca con Kriging) vs precipitación media mensual PISCO (extraída con lenguaje R)
- Precipitación media mensual (calculada para cada subcuenca con Kriging) vs precipitación media mensual RAIN4PE (extraída con lenguaje R)

3.3.4. IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO HIDROLÓGICO WEAP

La implementación del modelo hidrológico WEAP se desarrolló de la siguiente manera:

Figura 10. Diagrama metodológico del modelo hidrológico WEAP por el método de “Humedad del suelo”



El modelo WEAP, dentro de sus posibilidades, cuenta con cinco metodologías, de las cuales se ha seleccionado el método “Rainfall Runoff Method (Soil Moisture Method)” o “Método de Precipitación-Escorrentía (Método de Humedad del Suelo)” para realizar el modelamiento de caudales medios mensuales para la cuenca del río Moche; este método es el más completo de todos y representa la cuenca en dos capas de suelo, la capa superior o balde uno simula la evapotranspiración considerando la lluvia, la escorrentía, el interflujo superficial y los cambios en la humedad del suelo; mientras que la capa inferior o balde dos, simula el recorrido del flujo base hacia el río y los cambios de humedad del suelo. En consecuencia, este método requiere una parametrización más extensa del suelo y del clima para simular estos procesos.

Entonces, el procedimiento para la implementación del modelo hidrológico WEAP, se realizará siguiendo el proceso de la metodología presentada en la Figura 7.

Primero, delimitaremos el área a estudiar, en este caso la cuenca del río Moche, para lo cual será necesario hacer uso de un software de Sistema de Información Geográfica (SIG), en nuestro caso se trabajó con Qgis versión 3.16.8. La delimitación se llevó a cabo usando las herramientas de este software y siguiendo las indicaciones del ANA en la ubicación de futuras estaciones hidrométricas en la cuenca en estudio al momento de delimitar las subcuencas.

Seguidamente, procedemos a preparar la información que alimentará al modelo, este paso se divide en dos, el primer paso será definir la cobertura vegetal distribuida sobre la cuenca, pues los parámetros del modelo por el método de Humedad del suelo dependen de la cobertura vegetal. El proceso se llevará a cabo descargando el mapa de cobertura vegetal para la zona en estudio que brinda el Ministerio del Ambiente y que será verificada a través de imágenes satelitales de la cuenca, de igual forma seguiremos haciendo de uso del software Qgis.

Los parámetros a definir son nueve, seis que pertenecen a la capa superior o balde uno y tres para la capa inferior o balde dos; de todos los parámetros a definir solo seis dependerán del tipo de cobertura vegetal presente, sin embargo, el método para definir todos los parámetros fue usar las referencias de diferentes estudios que se realizaron en nuestro país como en el extranjero. A continuación, se muestra los parámetros a definir.

Tabla N° 8. Parámetros modelo WEAP, método Precipitación-Escorrentia (Humedad del Suelo)

PARÁMETRO	SIMBOLOGÍA	OBSERVACIONES
Coefficiente de cultivo	Kc	Varía mensualmente en caso de cultivos e invariable en el caso de otra cobertura vegetal
Capacidad de agua	Sw	Varía según la cobertura vegetal
Conductividad de la capa superior	Ks	Varía según la cobertura vegetal
Factor de resistencia al escurrimiento	RRF	Varía según la cobertura vegetal
Dirección de flujo preferente	DPF	Varía según la cobertura vegetal
Z1 inicial	Z1	Varía según la cobertura vegetal
Capacidad de agua profunda	Dw	Único valor para toda la cuenca
Conductividad profunda	Kd	Único valor para toda la cuenca
Z2 inicial	Z2	Único valor para toda la cuenca

El paso dos será preparar la información climática que alimentara al modelo, esta data consta de cuatro variables, las cuales son, precipitación mensual, temperatura promedio mensual, humedad relativa promedio mensual y velocidad de viento promedio mensual; estas variables deberán ser procesadas de tal forma que se trabaje con data confiable y consistente, además que deberá calcular los valores medios para cada subcuenca. El proceso de verificar la data y obtener información consistente se realizó en una hoja de cálculo Excel y se aplicó la metodología de Análisis de

consistencia, acto seguido calculamos los valores medios mensuales para cada subcuenca usando el software Hydracces versión 7.1 que nos permitió realizar el cálculo aplicando la metodología de Kriging.

El siguiente paso para la implementación del modelo será la construcción de tal, este proceso se llevó a cabo en la interfaz del software WEAP, que nos permitió configurar el esquema hidrológico, adicionando la cuenca en estudio, los ríos principales, definiendo los catchments (subcuencas), definiendo el drenado de cada subcuenca a los ríos principales y la ubicación de la estación hidrométrica. Además, en este paso alimentamos con la información del paso anterior, definiendo la metodología del modelo (Humedad del suelo), adicionando los valores a cada parámetro e integrando la información climática; en este paso también, una vez alimentado el modelo con la información necesaria, procedimos a generar una primera corrida.

Como último paso, finalmente, se procedió a evaluar el modelo y los resultados obtenidos, esto consiste en calibrar y validar el modelo, este proceso consiste en comparar los caudales calculados por el modelo WEAP y los caudales observados de la estación “Quirihuac” y modificar los parámetros según sea necesario y si las pruebas de bondad de ajuste lo indican, para este proceso utilizamos una hoja de cálculo Excel y como prueba de bondad de ajuste aplicamos el criterio de Nash-Sutcliffe, Porcentaje de Sesgo BIAS (PBIAS) y desviación estándar de las observación (RSR); además nos guiamos en algunos criterios de sensibilidad encontradas en la bibliografía.

Como resultado obtenemos un modelo calibrado y validado, listo para ser modificado con la data de precipitaciones medias mensuales de los productos PISCO y RAIN4PE y desarrollar el objetivo principal de la investigación, que fue evaluar dichos productos en el modelamiento hidrológico con WEAP.

Tabla N° 9. Sensibilidad reportada en la literatura para calibrar los parámetros del modelo WEAP

PARÁMETRO		SENSIBILIDAD REPORTADA EN LA LITERATURA		
Descripción	Abreviatura	(Amato, McKinney, Ingol-Blanco, & Teasley, 2006; CCGUC-SEI, 2009; Ingol-Blanco, 2009)		
		(González, 2016)	(Soria, 2016)	
Capacidad de Contenido de Agua / Capacidad de agua de la zona radicular	Sw (mm)	Media	Media	Media
Capacidad de Contenido de Agua / Capacidad de aguas profundas	Dw (mm)	Alta	Media	Alta
Coefficiente de Cultivo	Kc	Alta	Media	Media
Factor de Resistencia a la Escorrentía / Factor de resistencia al escurrimiento	RRF	Alta	Media	Media-Baja
Conductividad Zona de Raíz	ks (mm/mes)	Media	Media	Media
Conductividad	ks2 (mm/mes)	Media	Media	Media
Dirección Preferente del Flujo	f	Media	Media	Baja
Contenido Inicial de agua / Z1 inicial	h1	Baja	Media	Baja
Contenido de humedad inicial / Z2 inicial	h2	Baja	Media	Baja

Fuente. (Ministerio De Medio Ambiente Y Agua - Viceministerio De Recursos Hídricos Y Riego, 2016)

3.3.5. PISCO Y RAIN4PE EN EL MODELAMIENTO HIDROLOGICO WEAP

La evaluación de los productos PISCO y RAIN4PE en el modelamiento hidrológico, se desarrolló de la siguiente manera; primero, se ingresó como data de alimentación los datos de precipitación media mensual del producto PISCO y RAIN4PE, al modelo WEAP calibrado y validado.

Finalmente, se compara los caudales calculados con modelo hidrológico WEAP, alimentada por los datos de precipitación media mensual de los productos PISCO y RAIN4PE, con la información de caudales mensuales medidos en la estación “Quirihuac”; para el proceso de comparación utilizamos una hoja de cálculo Excel, que nos permitió evaluar estadísticamente los resultados obtenidos, aplicando los test estadísticos de desempeño, coeficiente de correlación (r), desviación estándar de las observaciones (RSR), porcentaje de sesgo BIAS (PBIAS) y el coeficiente de eficiencia Nash-Sutcliffe (NSE).

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA CUENCA

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de la delimitación de cuenca y los parámetros geomorfológicos de la cuenca. Además, se presenta una imagen satelital georreferenciada, donde podemos diferenciar la red hidrográfica, el cauce principal y la ubicación de la estación hidrométrica “Quirihuac”.

4.1.1. Delimitación de la cuenca

La delimitación de la cuenca de río Moche, se muestra a continuación (Figura 9.), se determinaron 21 subcuencas para el modelamiento hidrológico en WEAP y fue el inicio para determinar los parámetros geomorfológicos de la cuenca.

Figura 11. Delimitación de la cuenca del río Moche

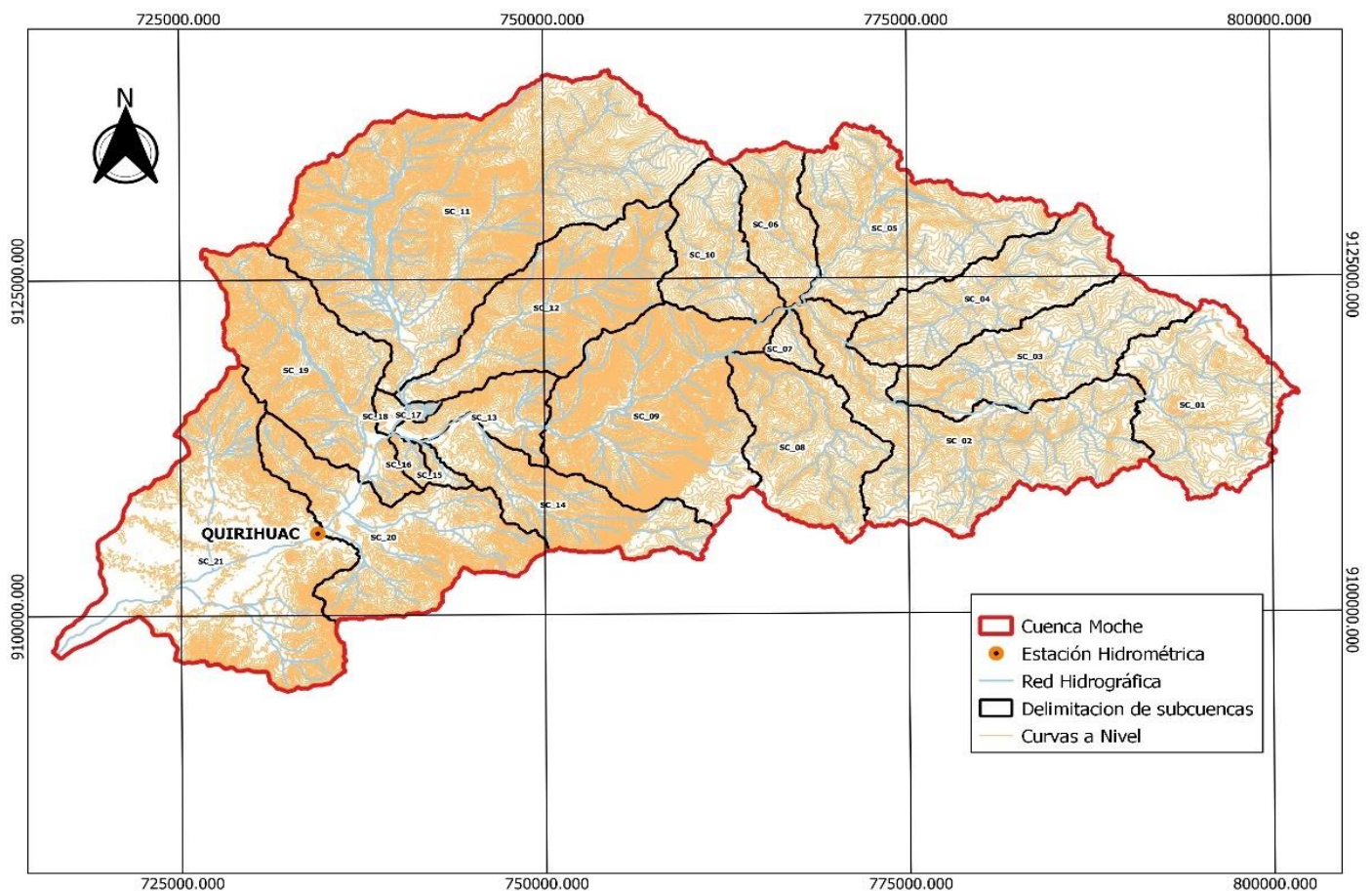


Figura 12. Red hidrográfica, cauce principal y estación hidrométrica Quirihuac

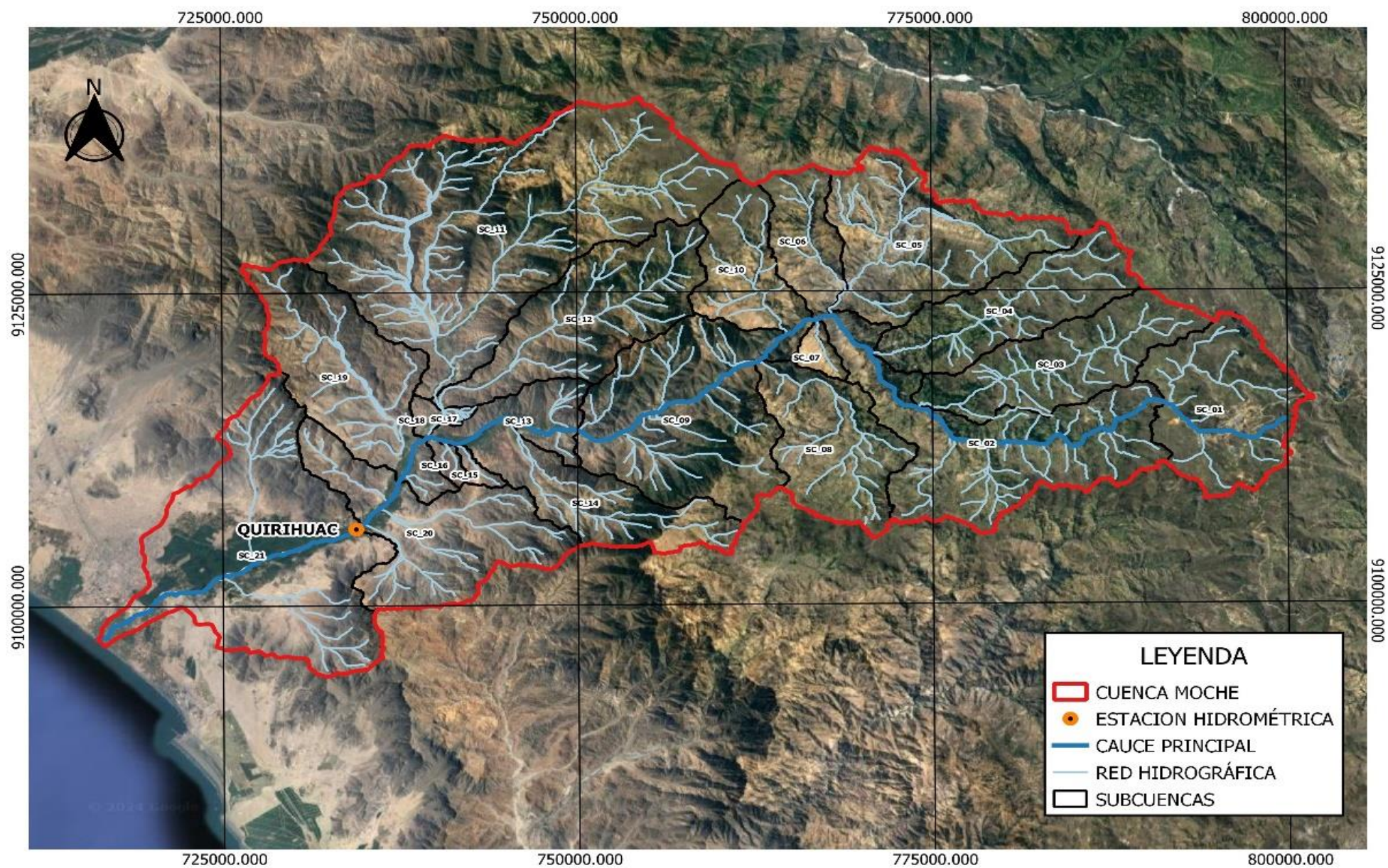


Tabla N° 10. Resultados de los parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Moche

PARAMETRO	METODO	VALOR	UND	DISCUSIÓN
Área	Qgis	2122.668	Km ²	
Perímetro	Qgis	340.428	Km	
Coefficiente De Gravelius	Gravelius	2.069	Adimensional	El coeficiente de Gravelius, nos indica que la cuenca del río Moche, tiene una forma Oval-oblonga a rectangular – oblonga
Altitud Media	Curva de frecuencia de altitudes	2314.882	m	
Pendiente Media	Alvord	0.400	m/m	La pendiente media de la cuenca del río Moche, se caracteriza por ser muy accidentado, lo que nos permite inferir una mayor frecuencia de erosión.
Longitud Cauce Principal	Qgis	110.962	Km	
Pendiente Media Del Cauce Principal	Tylor Y Schwarz	0.045	m/m	La pendiente media del cauce principal resultado ser del 4%, por lo que podemos inferir en que nos encontramos con una pendiente suave y una velocidad baja de escurrimiento.
Tiempo De Concentración	Kirpich	493.998	min	

4.2. PREPARACION Y CONTROL DE DATOS

4.2.1. DATOS DE PRECIPITACION OBSERVADA

En el presente estudio se dispuso de 20 estaciones meteorológicas que presenta la variable de precipitación mensual, de las cuales solo tres estaciones, Huangacocha, Salpo y Contumazá, presentan información completa para el periodo 1981 – 2015, el resto de estaciones fue necesario completar y extender la base de datos.

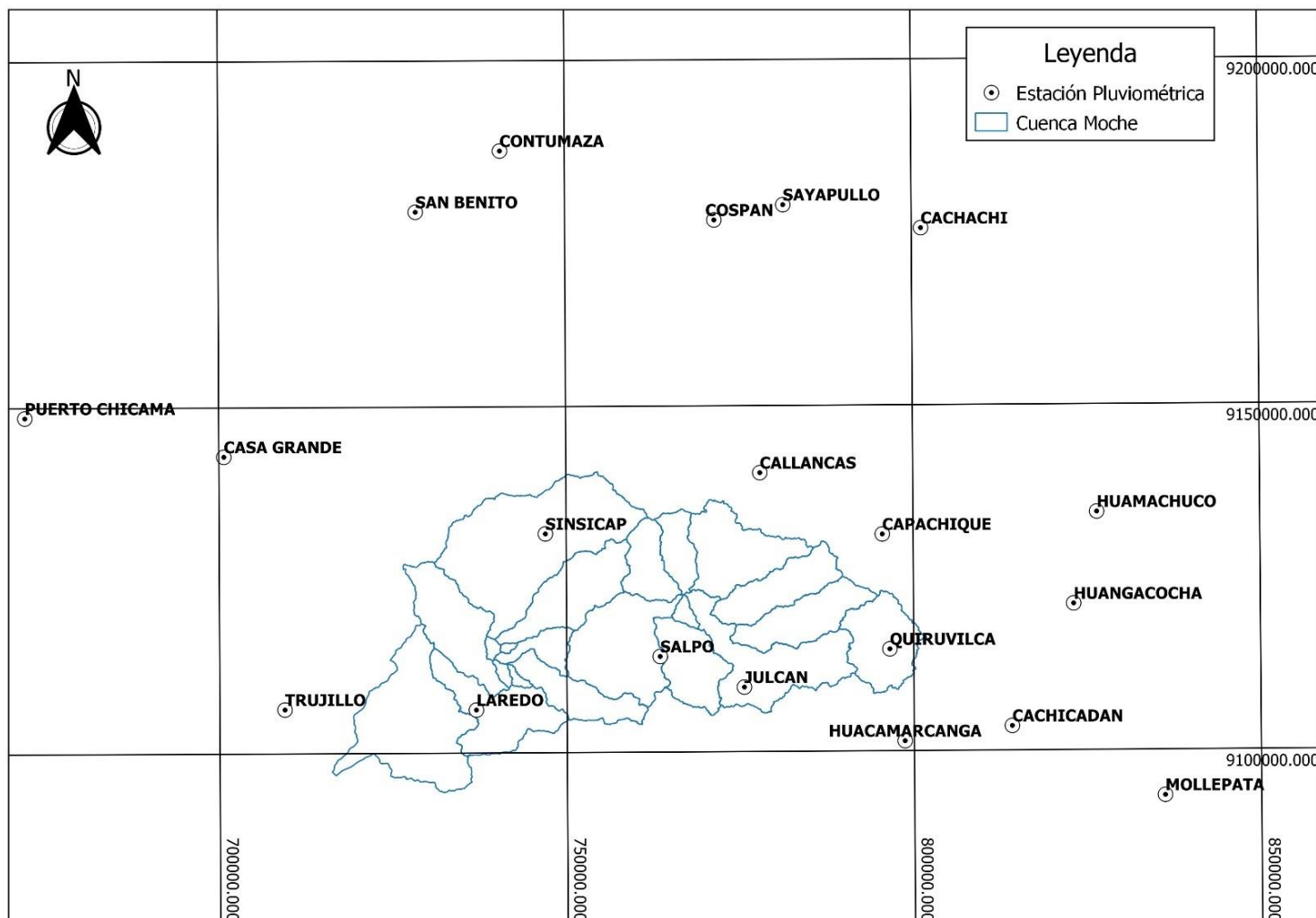
A continuación, se muestra una tabla resumen de las 20 estaciones meteorológicas usadas en la investigación, la información original por cada estación se presenta en el Anexo 1; además un mapa, Figura 8, donde se muestra la ubicación respecto a la cuenca del río Moche.

Tabla N° 11. Resumen de estaciones con data histórica de precipitación

ESTACIÓN	CÓDIGO	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD
Laredo	000410	-78.85	-8.08	100.00
Sinsicap	153206	-78.76	-7.85	2307.00
Salpo	000398	-78.61	-8.01	3458.00
Julcán	154101	-78.50	-8.05	3500.00
Quiruvilca	154102	-78.31	-8.00	3950.00
San Benito	153201	-78.93	-7.43	1200.00
Cachachi	153223	-78.27	-7.45	3140.00
Cachicadan	154103	-78.15	-8.10	2892.00
Callancas	153101	-78.48	-7.77	1593.00
Contumazá	000354	-78.82	-7.35	2452.00
Cospan	153216	-78.54	-7.44	2450.00
Huacamarcanga	154112	-78.29	-8.12	4123.00
Huamachuco	000374	-78.04	-7.82	3030.00
Sayapullo	150700	-78.45	-7.42	2350.00
Huangacocha	153327	-78.07	-7.94	3763.00
Mollepata	154106	-77.95	-8.19	2726.00
Trujillo	000406	-79.10	-8.08	35.00
Puerto Chicama	000329	-79.44	-7.70	0.50
Casa Grande	000344	-79.18	-7.75	240.00
Capachique	153221	-78.32	-7.85	3341.00

Fuente. SENAMHI

Figura 13. Ubicación de las 20 estaciones pluviométricas



A. Análisis exploratorio de datos

El análisis exploratorio nos permitió identificar la disponibilidad de datos por cada estación meteorológica, además visualizar los histogramas mensuales e identificar la distribución de datos para el periodo 1981 – 2015.

Figura 14. Disponibilidad de información anual de precipitación para cada estación en estudio

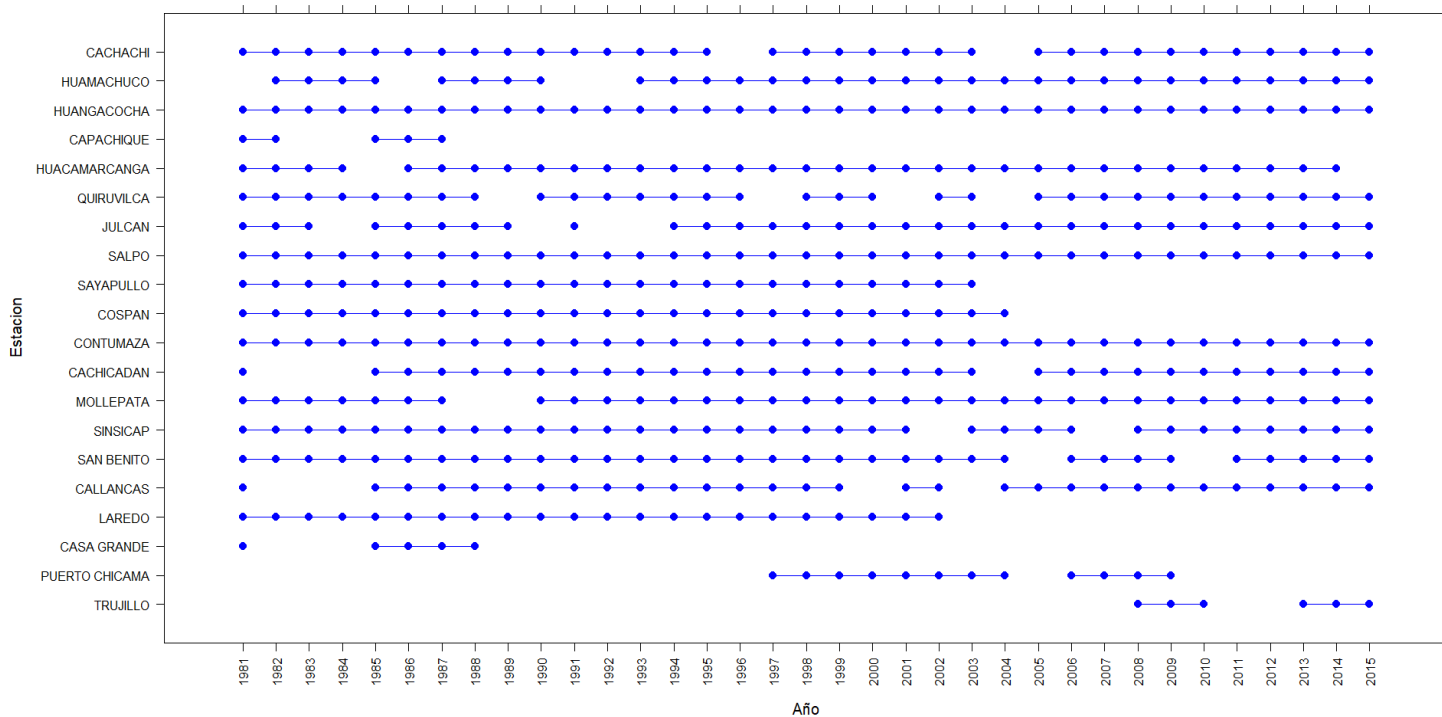
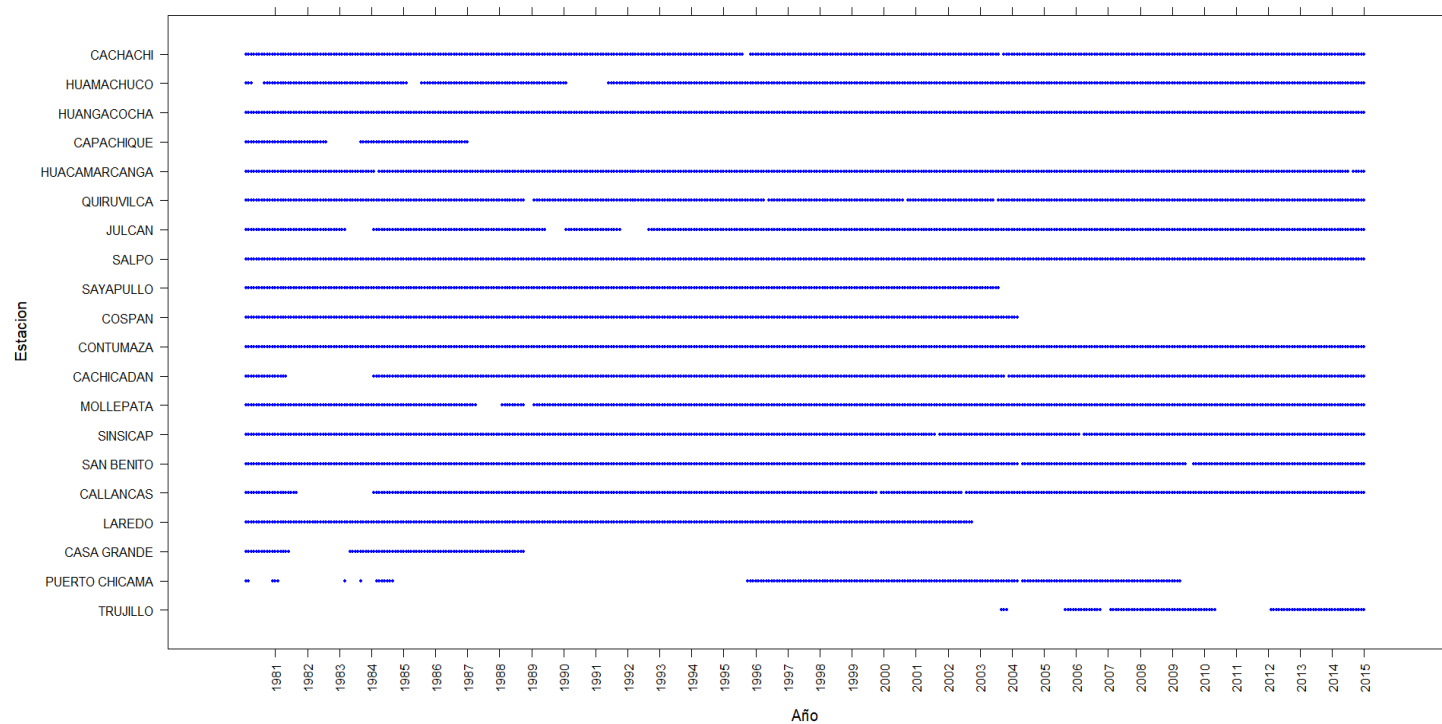


Figura 15. Disponibilidad de información mensual de precipitación por cada estación en estudio



Dentro del proceso de análisis exploratorio también obtuvimos los histogramas mensuales de la precipitación de las 20 estaciones en estudio, este paso nos ayudó a identificar de forma visual posibles inconsistencias en la información, así como la distribución temporal de los datos de precipitación mensual.

Figura 16. Histogramas mensuales de precipitación de las estaciones en estudio (1/2)

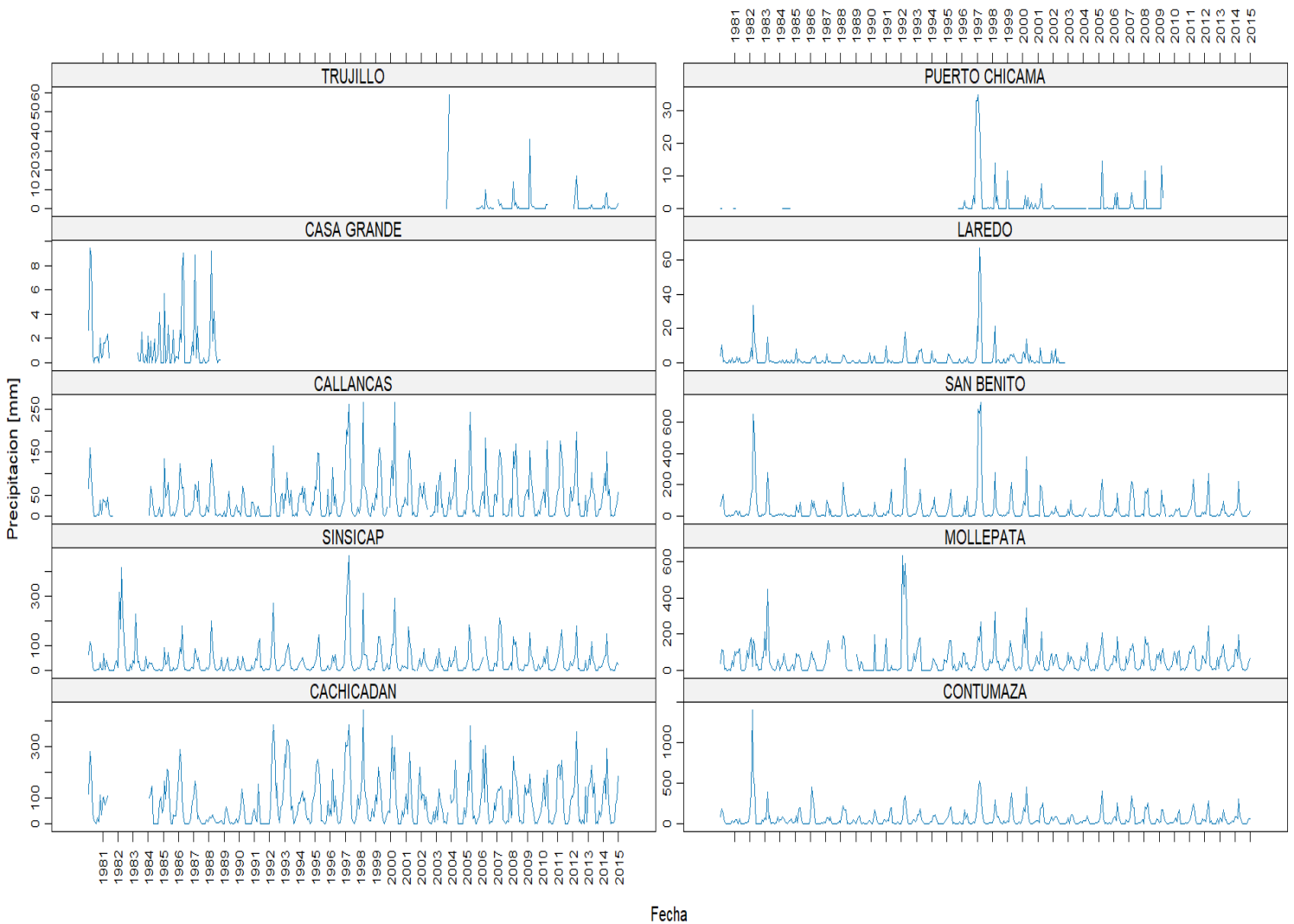
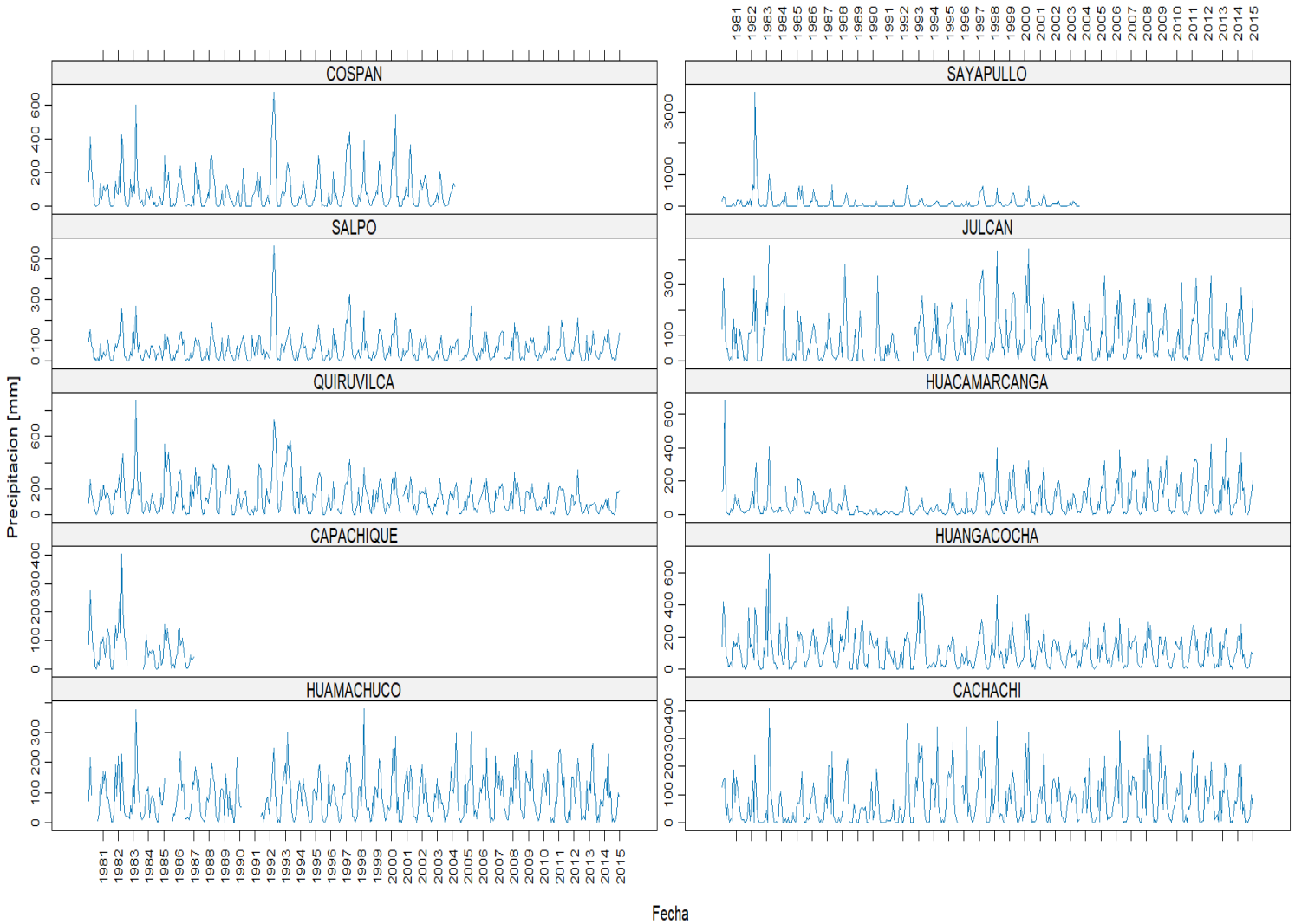


Figura 17. Histogramas mensuales de precipitación de las estaciones en estudio (2/2)



B. Homogenización de datos

Para realizar el proceso de homogenización de datos, nos ayudamos del análisis doble masa, que nos permitió identificar las inconsistencias en la información en estudio, además se consideró a las tres estaciones completas, Huangacocha, Salpo y Contumazá, como estaciones base para realizar el análisis de consistencia, según como se explicó en la metodología.

Figura 18. Análisis Doble Masa de las 20 estaciones en estudio

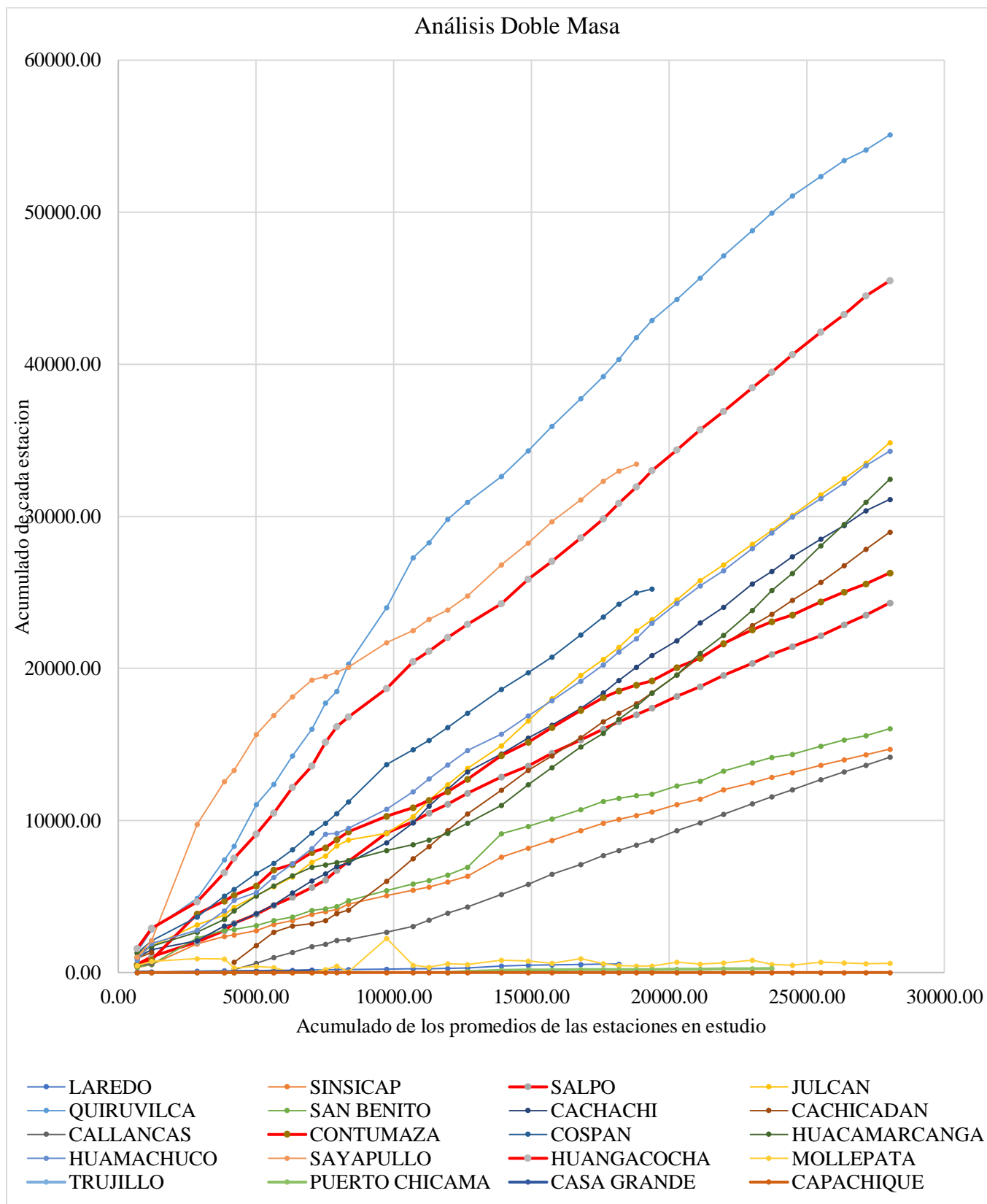


Figura 19. Análisis Doble Masa – Estación Trujillo

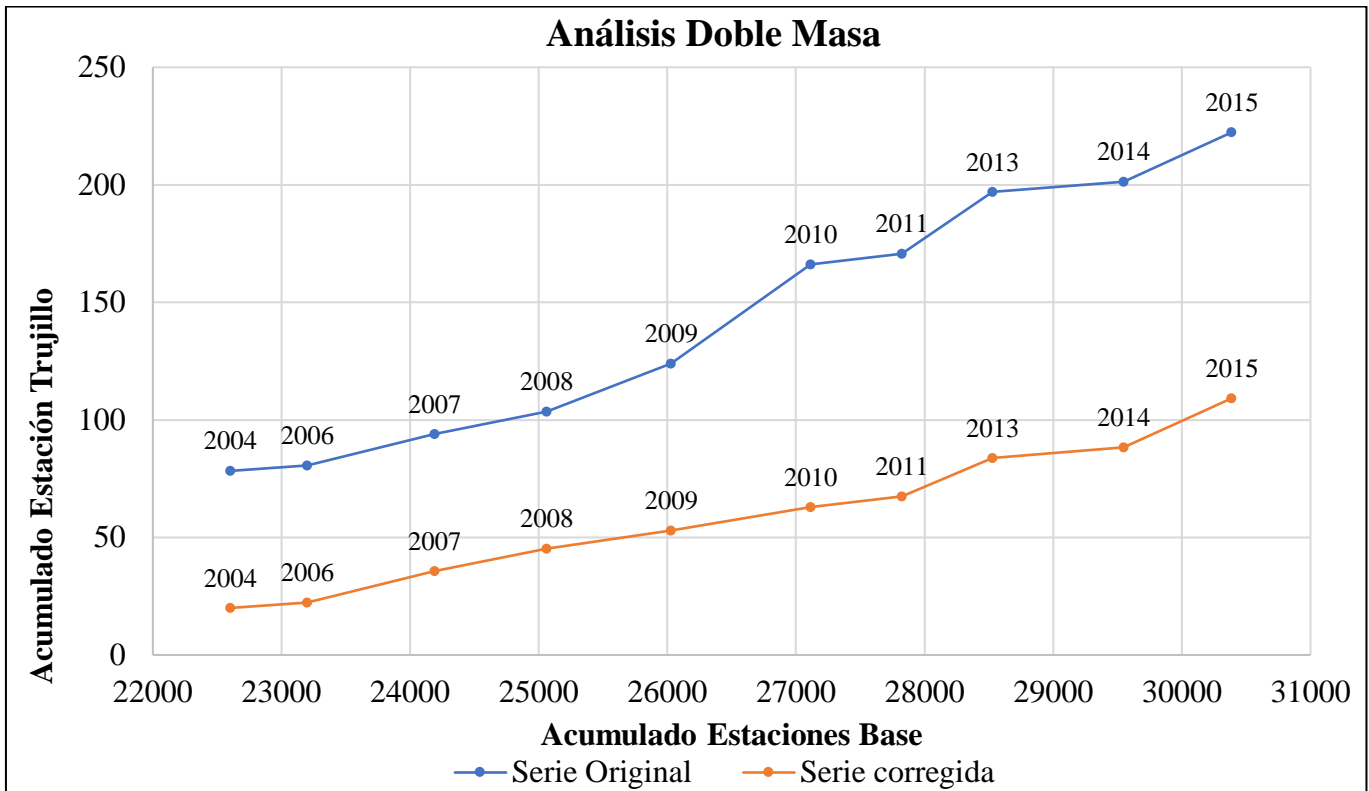


Figura 20. Análisis Doble Masa – Estación Puerto Chicama

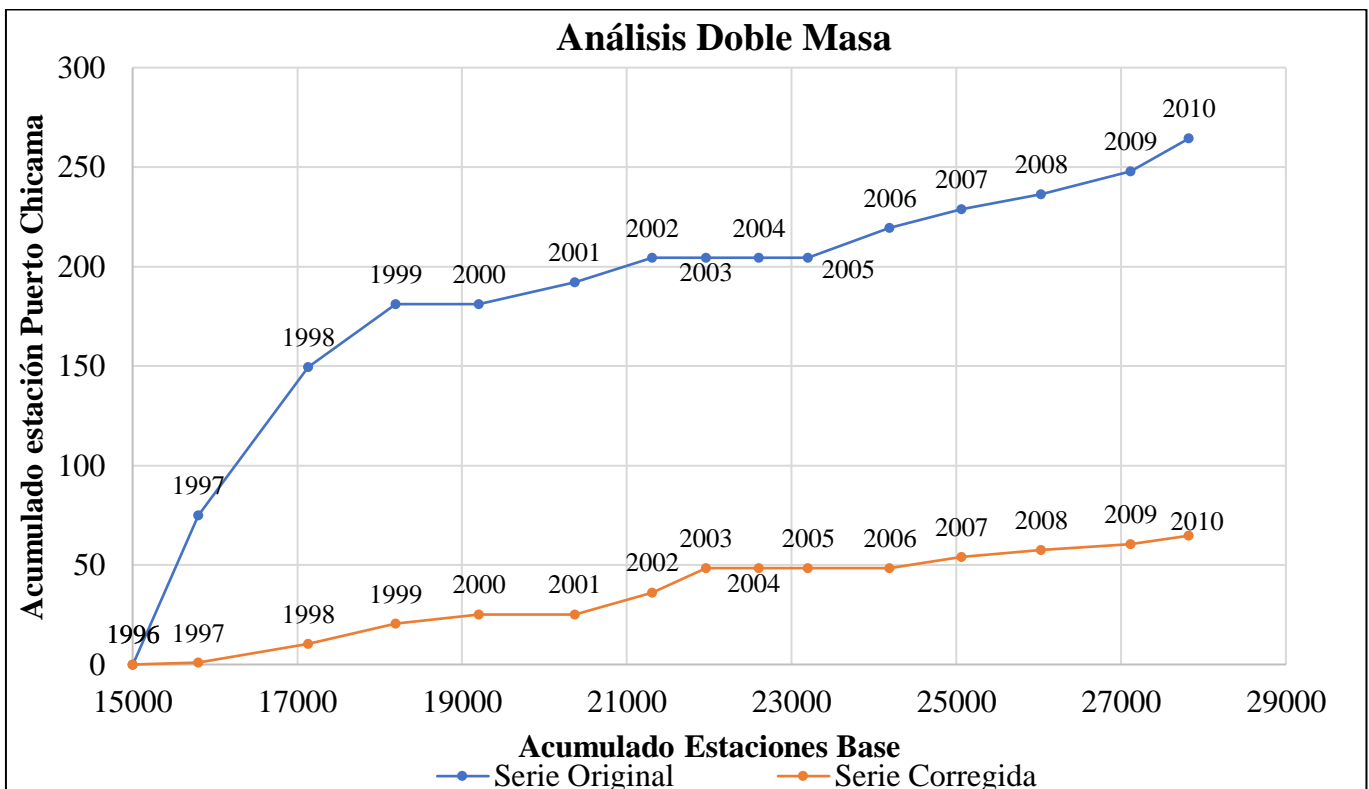


Figura 21. Análisis Doble Masa – Estación Casa Grande

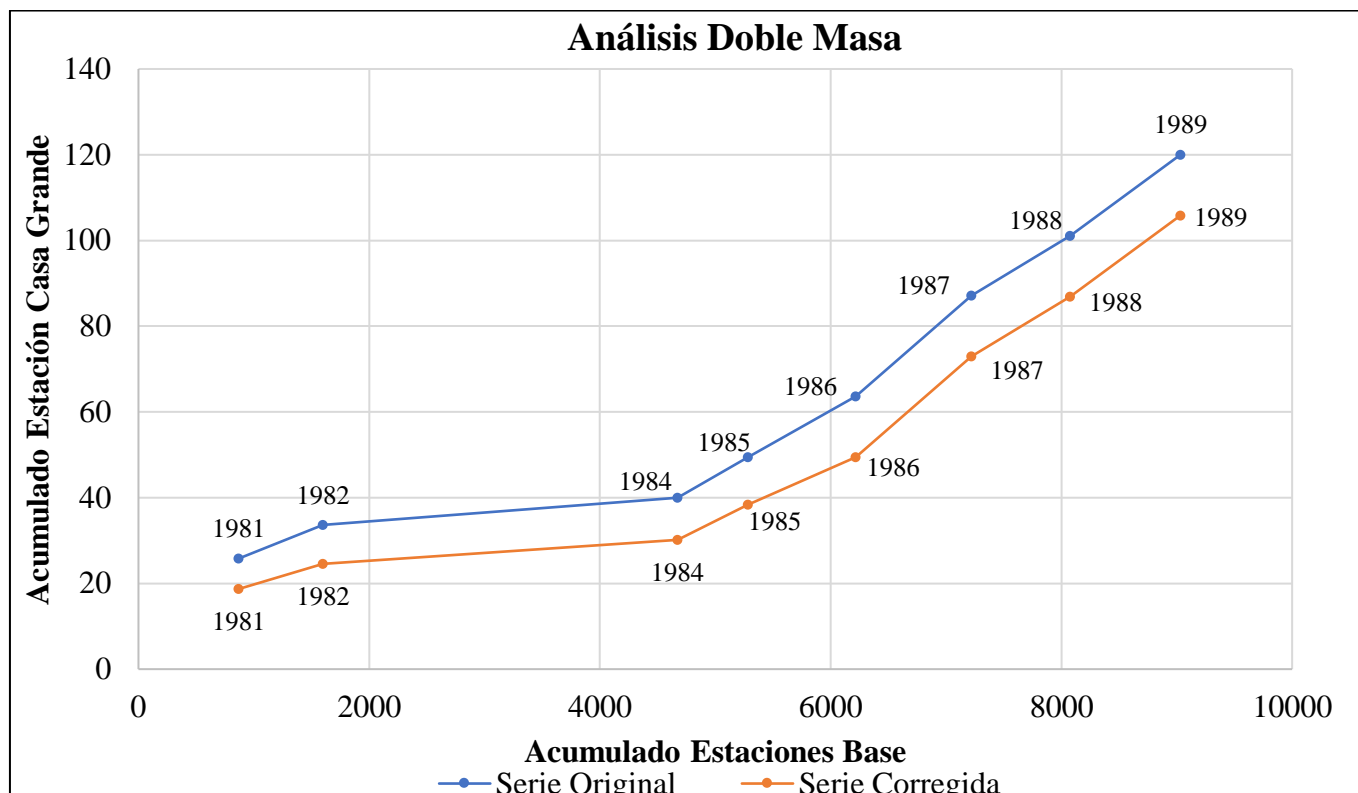


Figura 22. Análisis Doble Masa – Estación Laredo

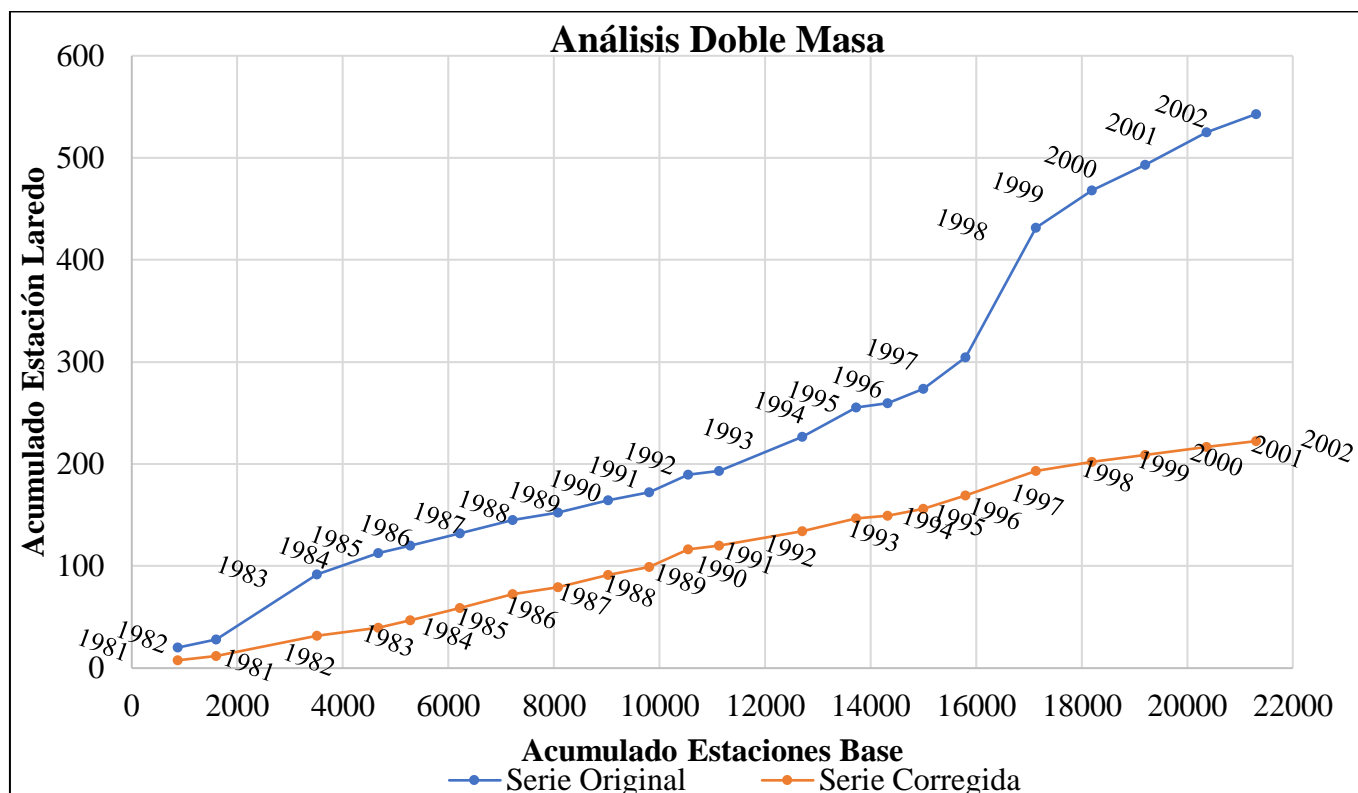


Figura 23. Análisis Doble Masa – Estación Callancas

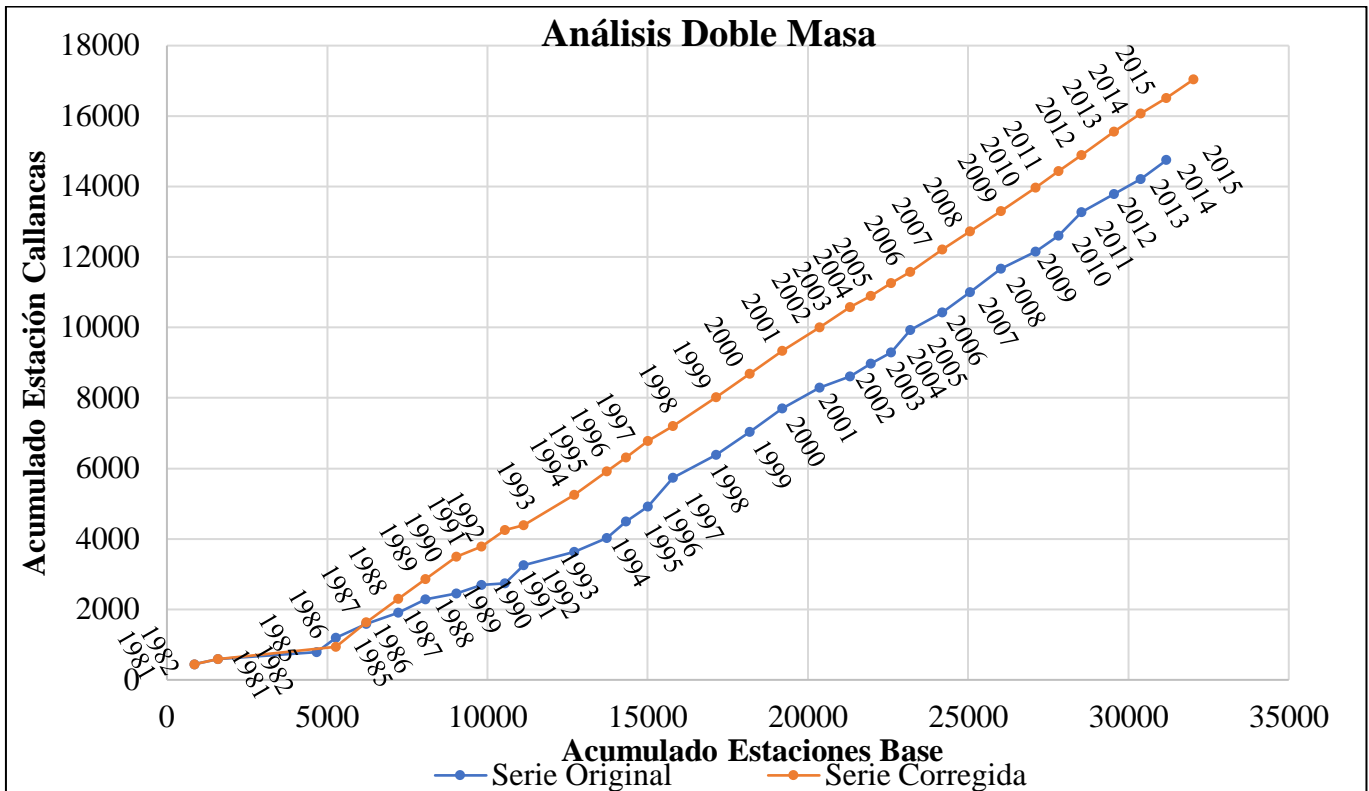


Figura 24. Análisis Doble Masa – Estación San Benito

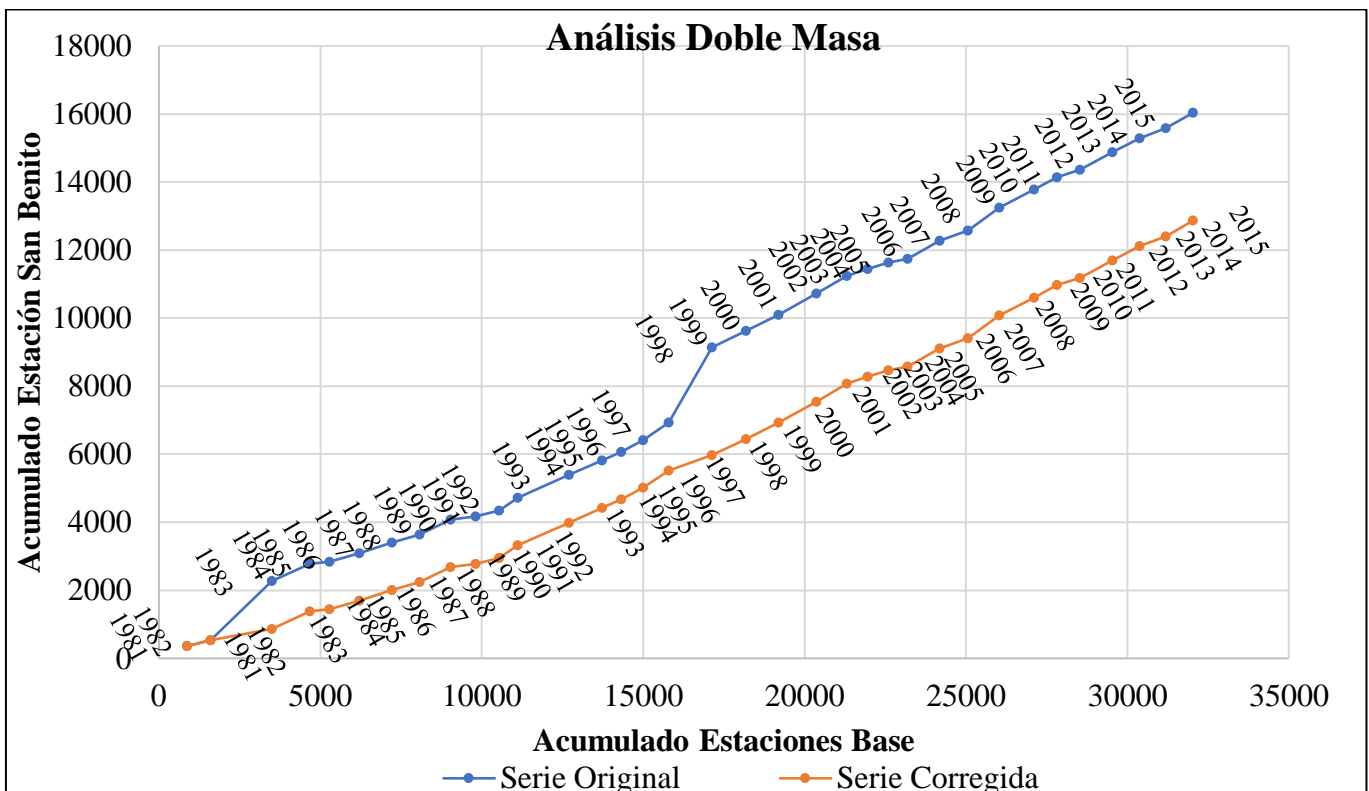


Figura 25. Análisis Doble Masa – Estación Sinsicap

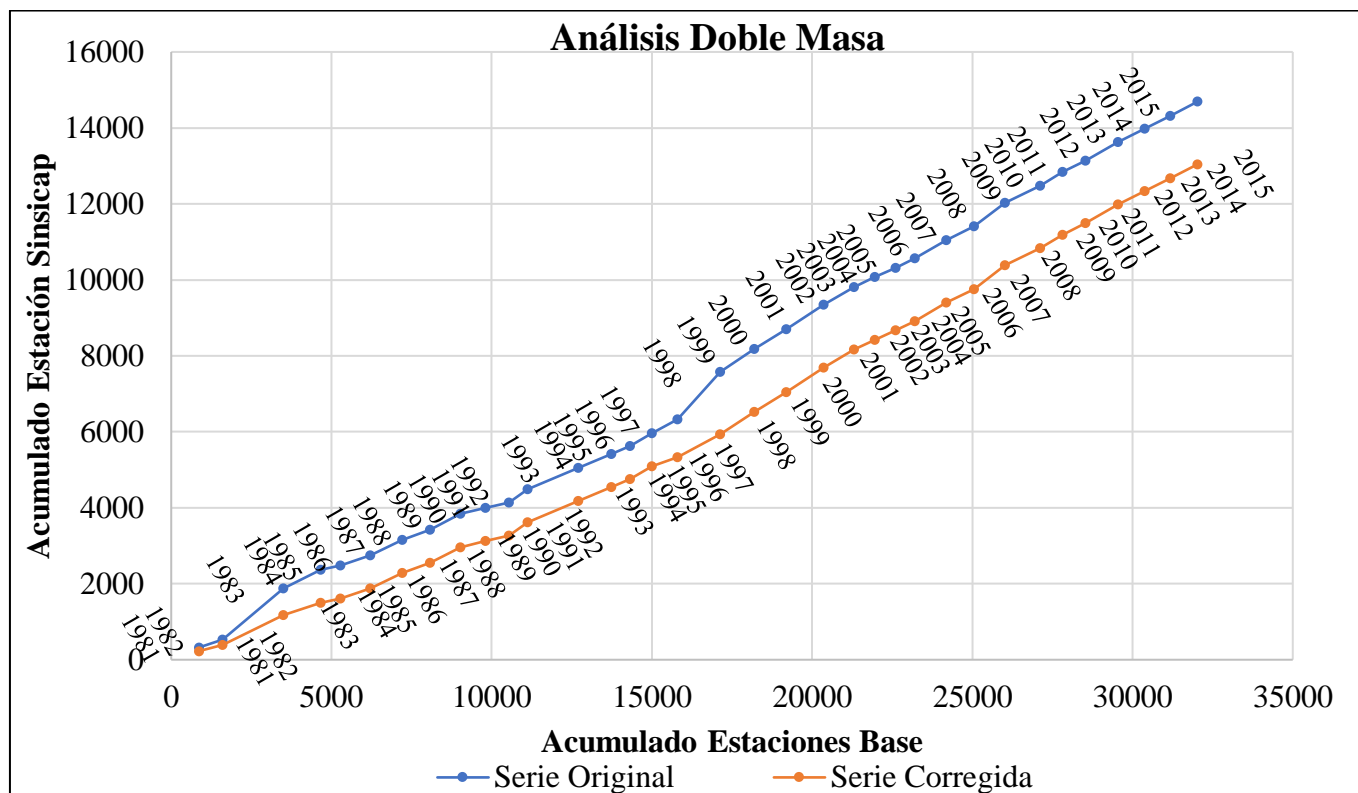


Figura 26. Análisis Doble Masa – Estación Mollepata

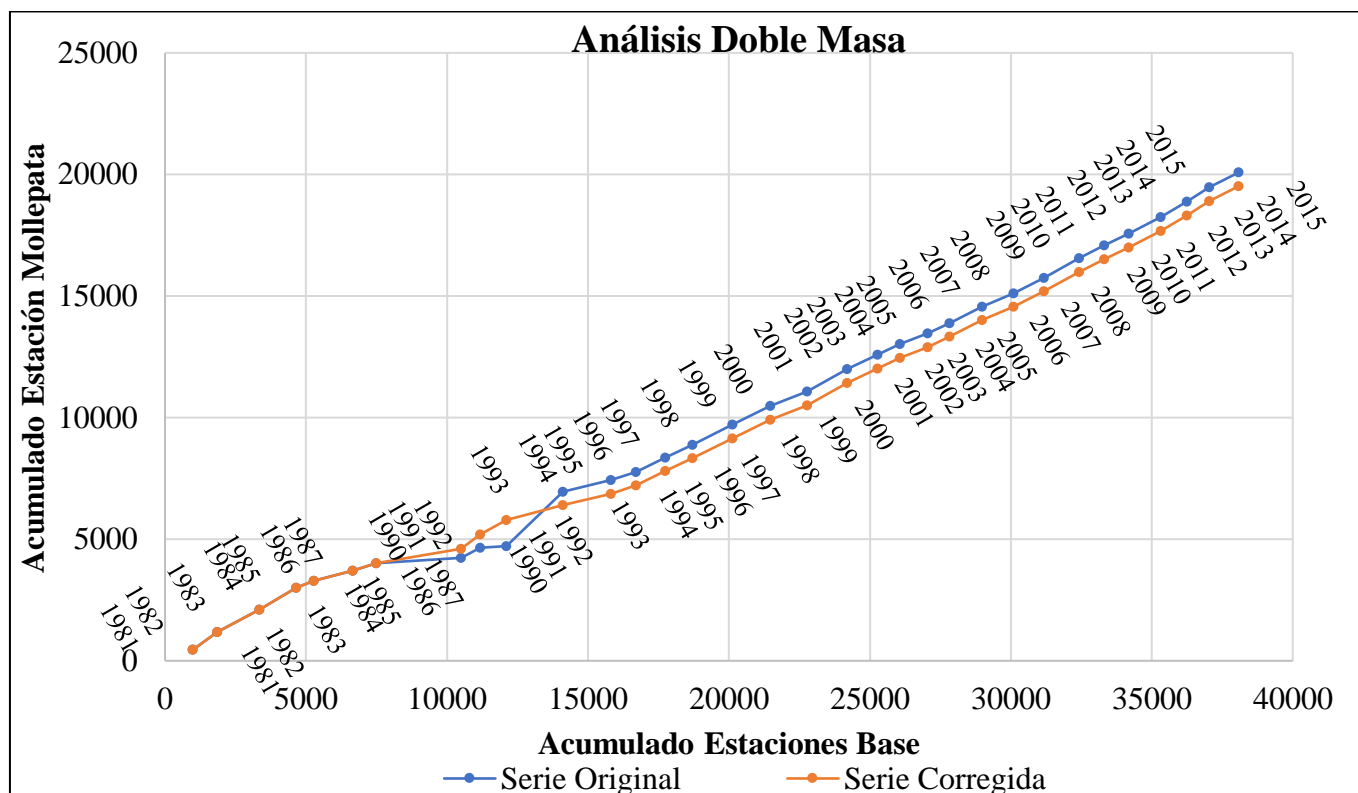


Figura 27. Análisis Doble Masa – Estación Cachicadan

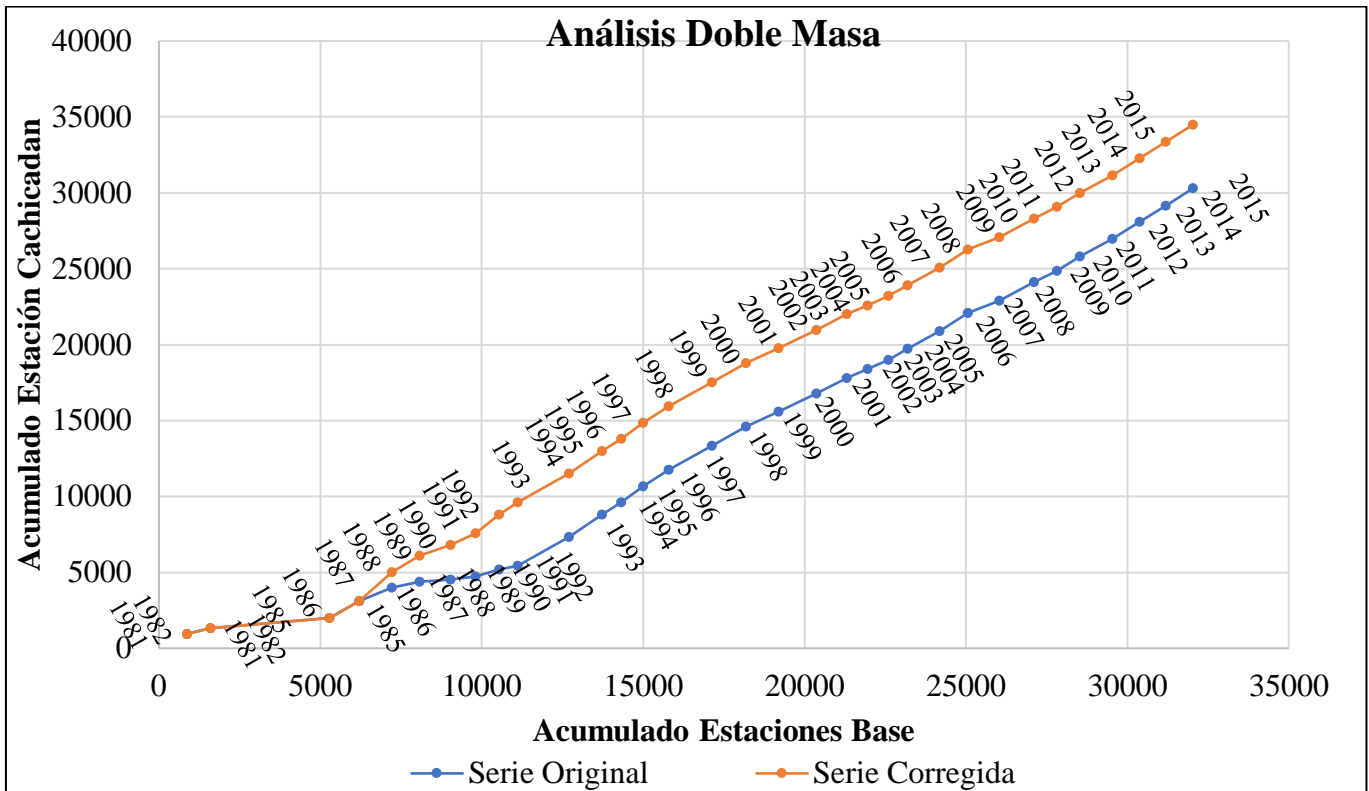


Figura 28. Análisis Doble Masa – Estación Cospan

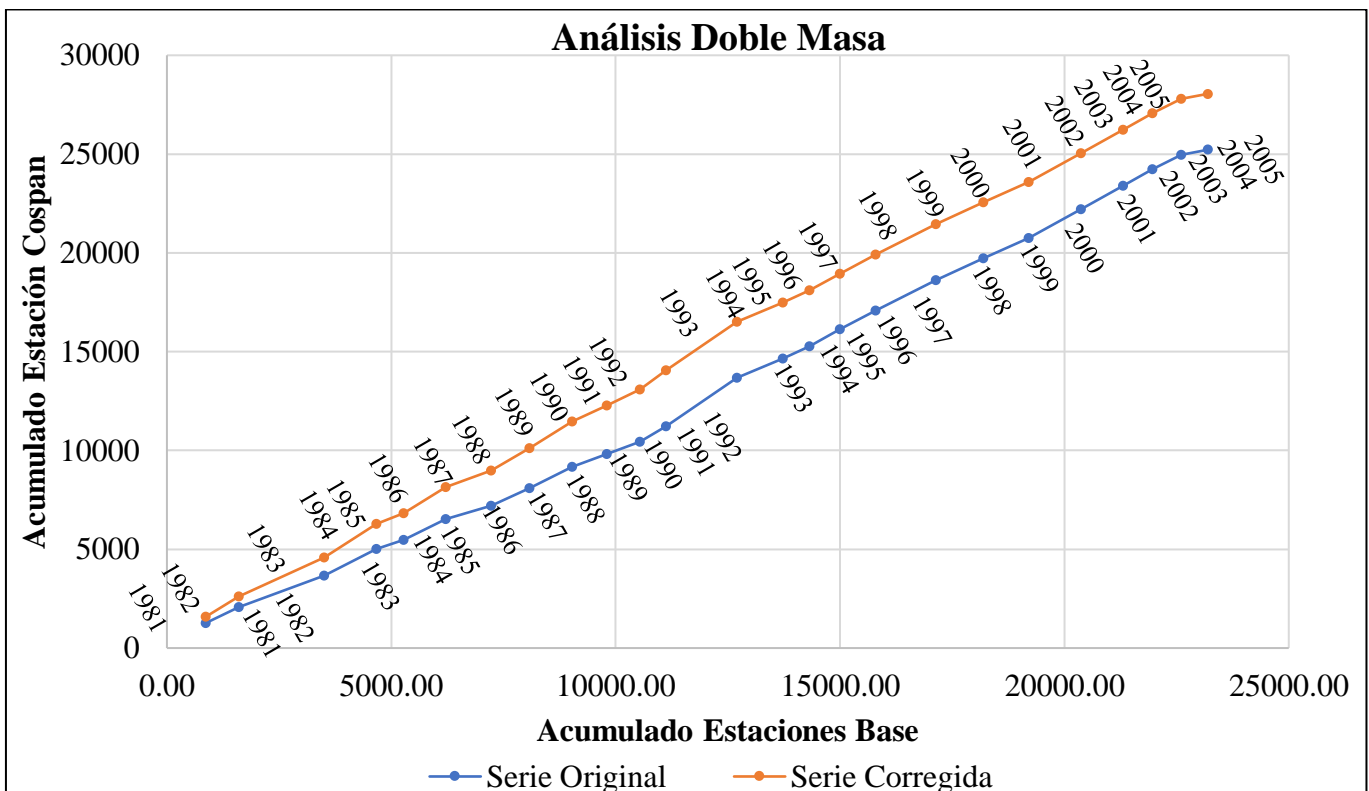


Figura 29. Análisis Doble Masa – Estación Sayapullo

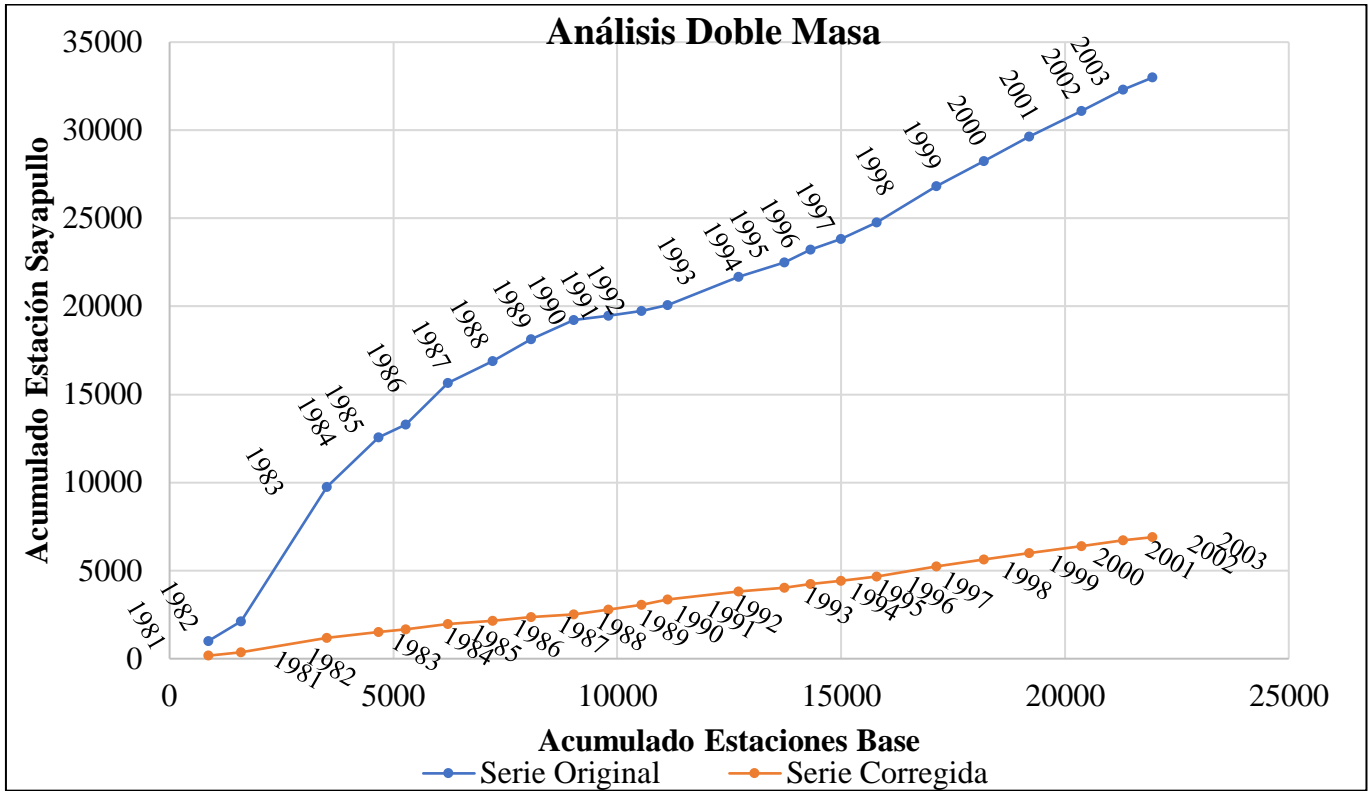


Figura 30. Análisis Doble Masa – Estación Julcán

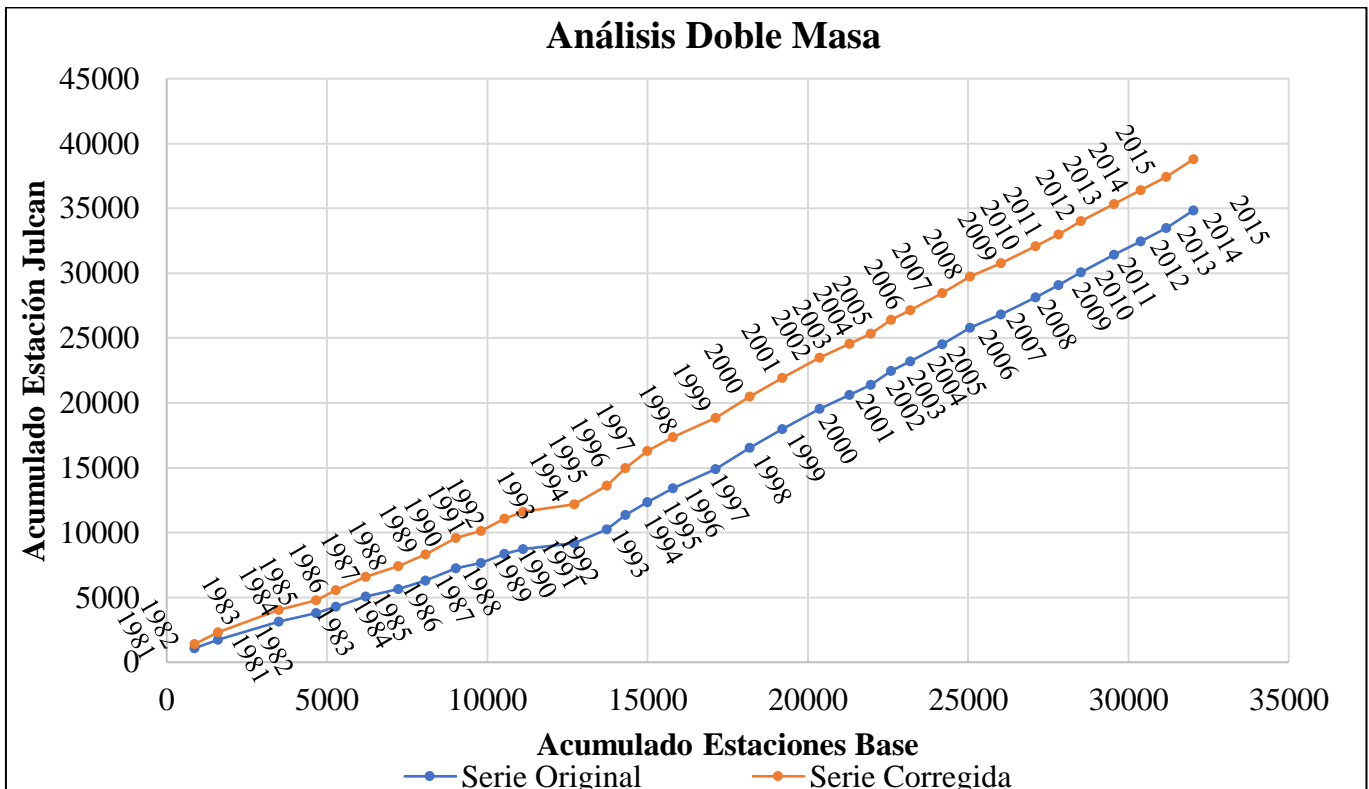


Figura 31. Análisis Doble Masa – Estación Quiruvilca

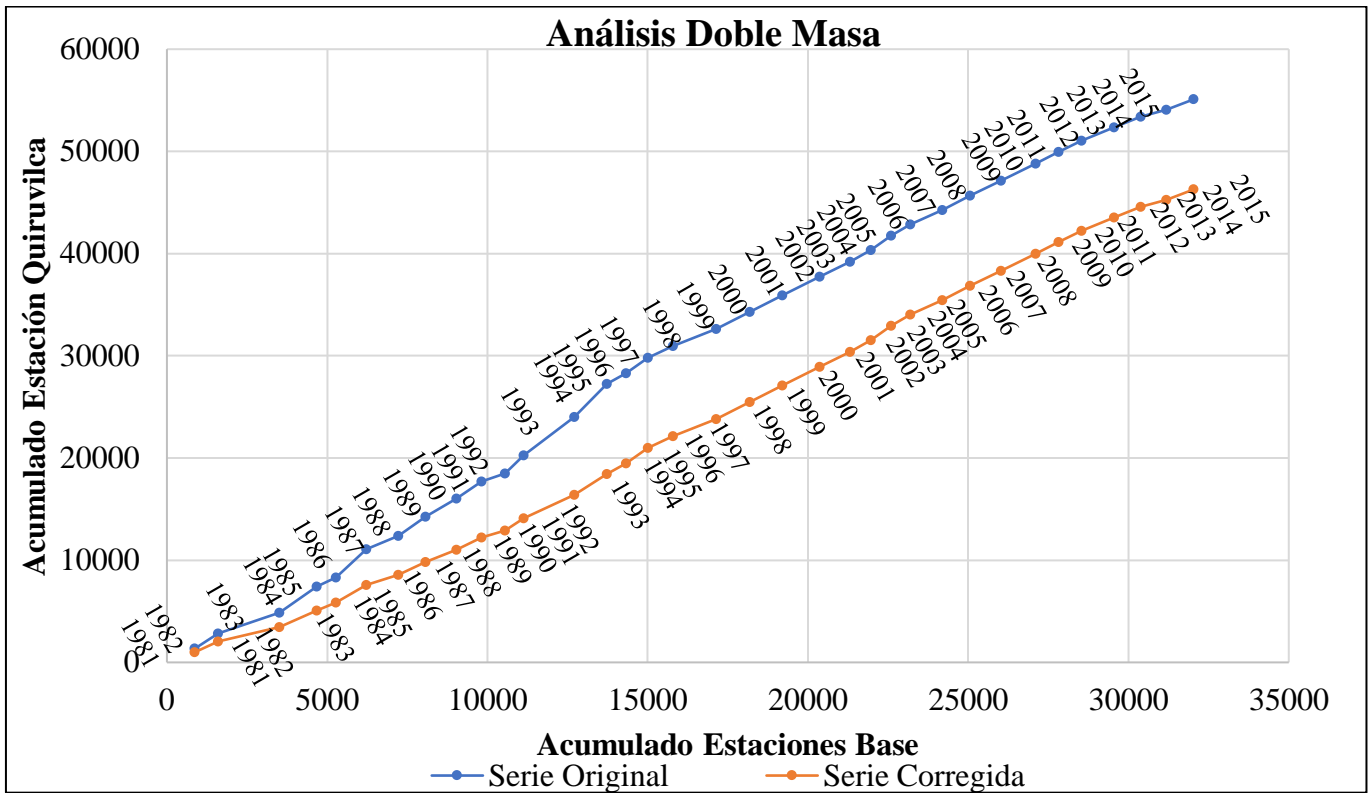


Figura 32. Análisis Doble Masa – Estación Huacamarca

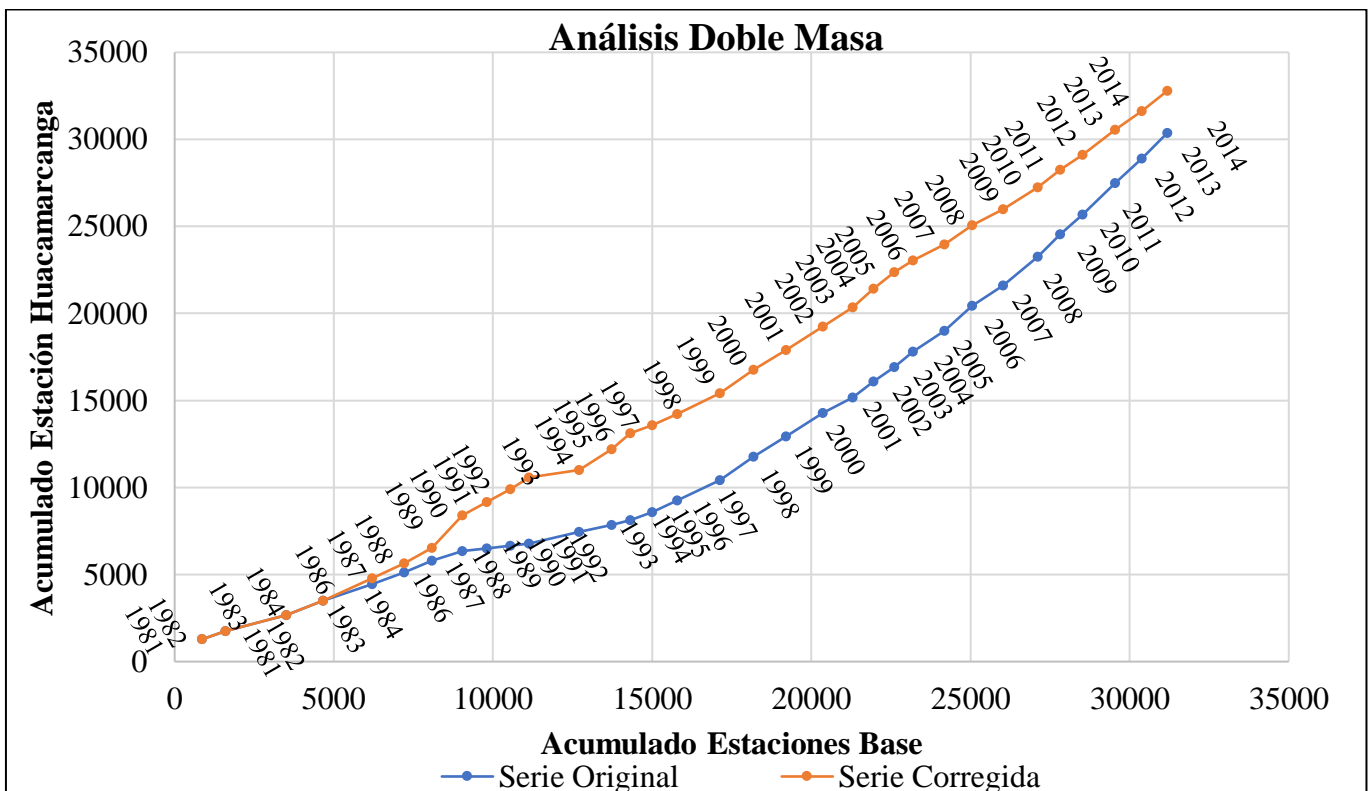


Figura 33. Análisis Doble Masa – Estación Capachique

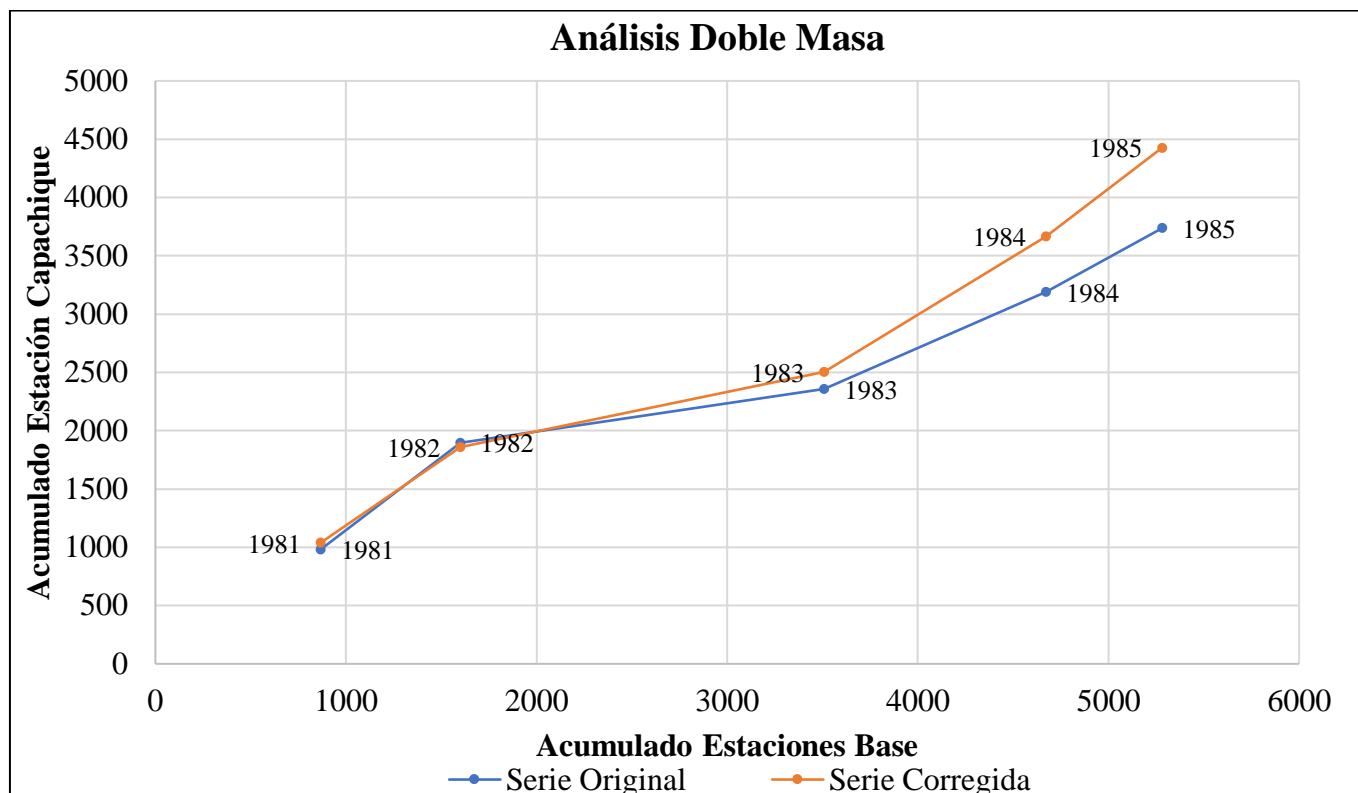


Figura 34. Análisis Doble Masa – Estación Huamachuco

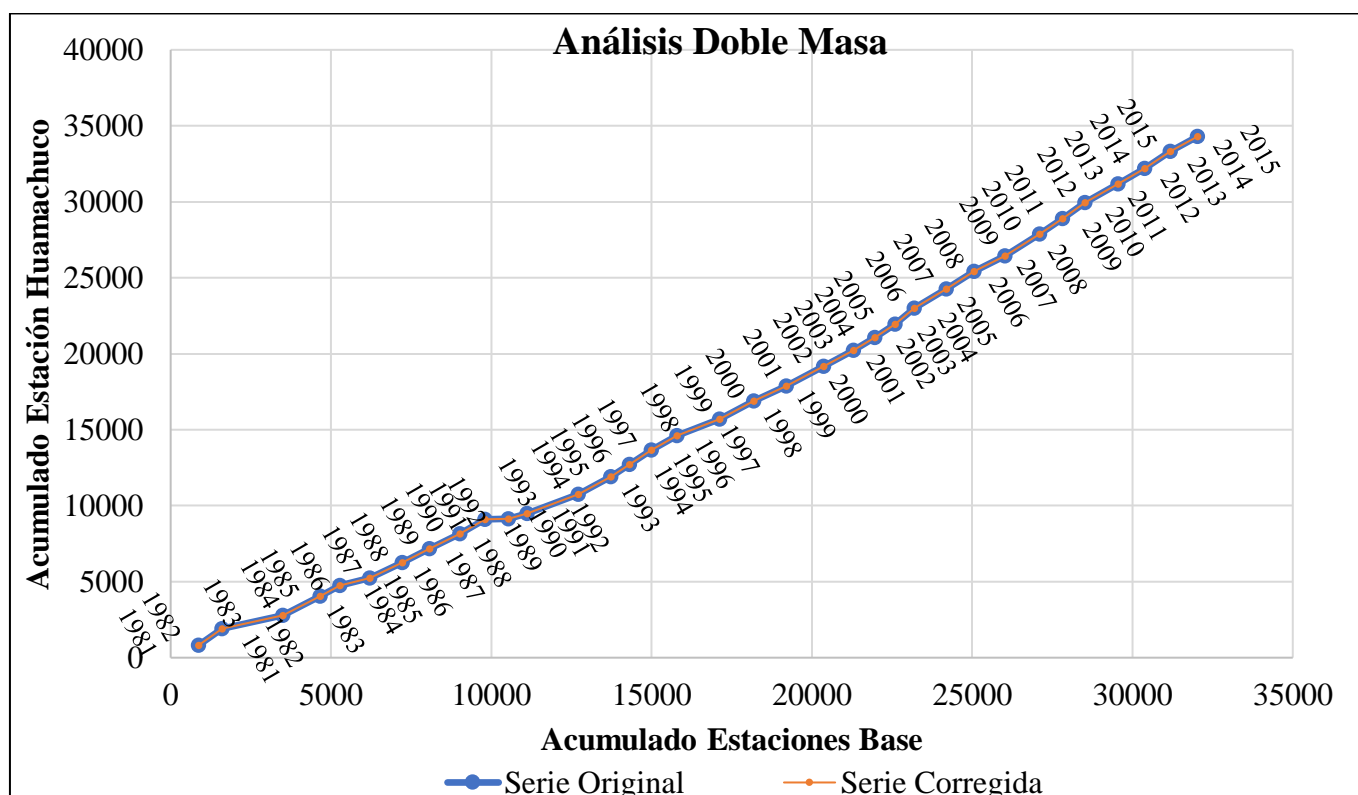
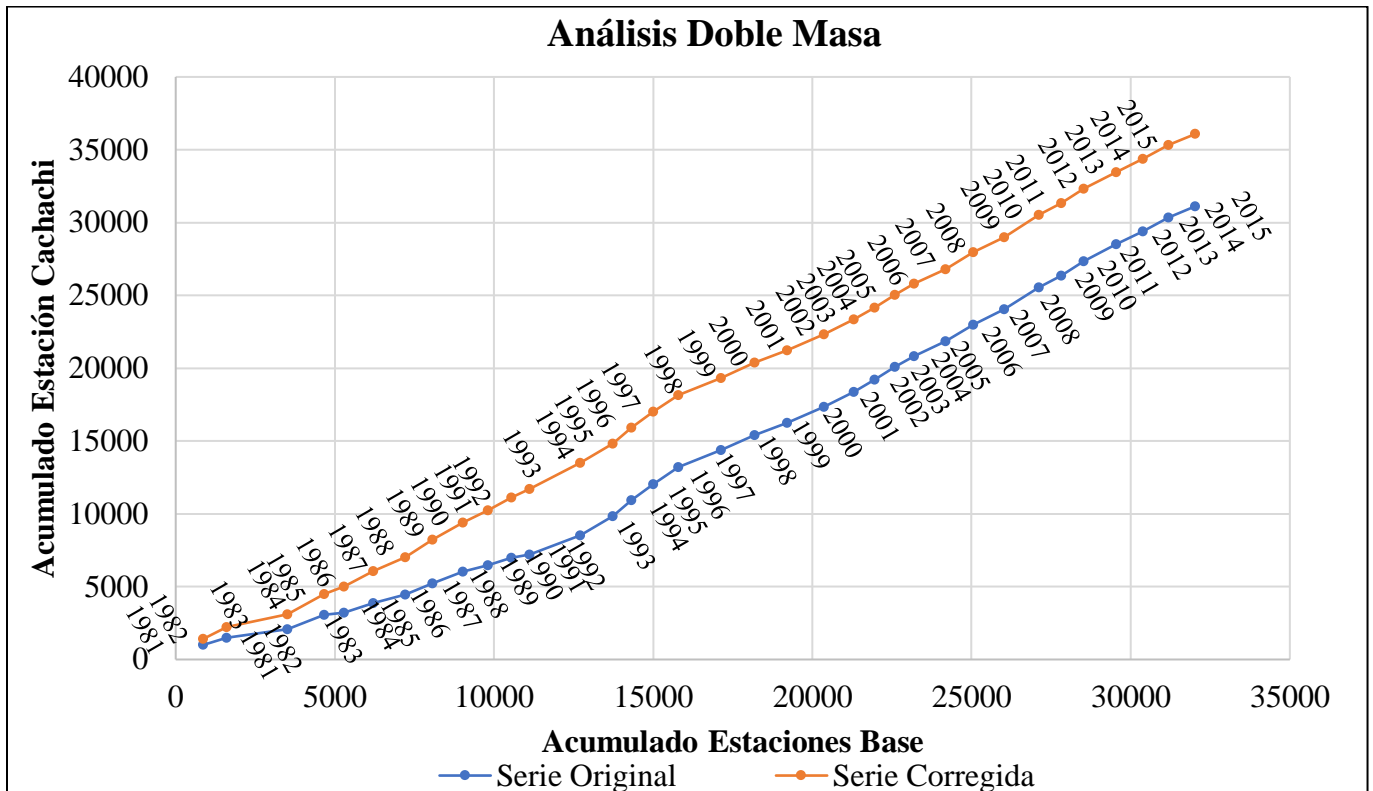


Figura 35. Análisis Doble Masa – Estación Cachachi



Después del análisis de doble masa y una vez identificado los saltos, se procedió a realizar el análisis de consistencia; el proceso se realizó en las 17 estaciones que se muestran en la Figura 11, donde solo la data histórica de la estación Huamachuco presento una serie confiable después de realizar los test estadísticos. El proceso resultó en la corrección de las series de 16 estaciones, 1 resultado confiable y 3 se consideraron estaciones base.

A continuación, se presenta los resultados de las series corregidas en forma de histogramas por cada estación.

Figura 36. Histogramas de las series de precipitación libre de saltos y tendencias (1/2)

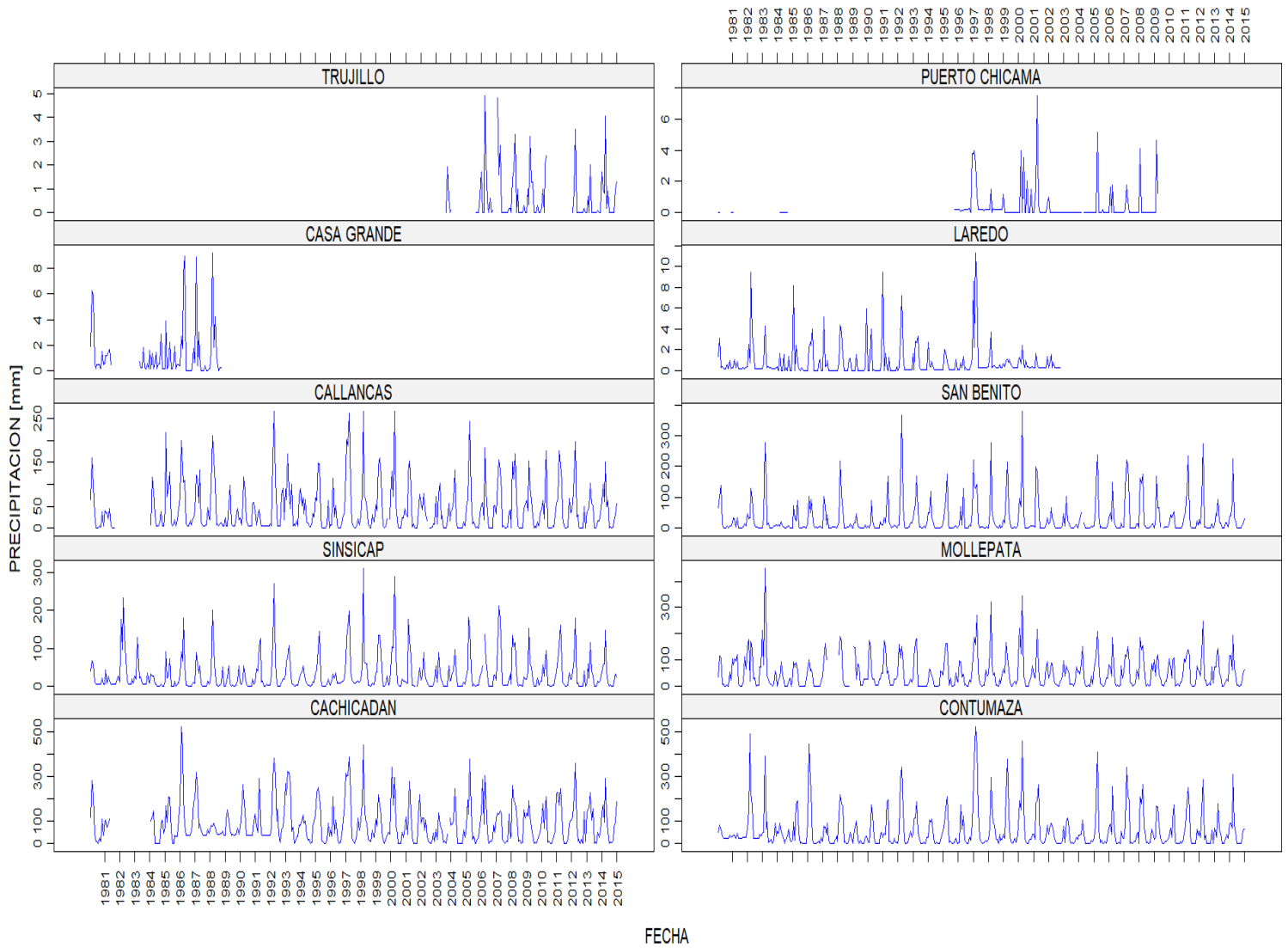
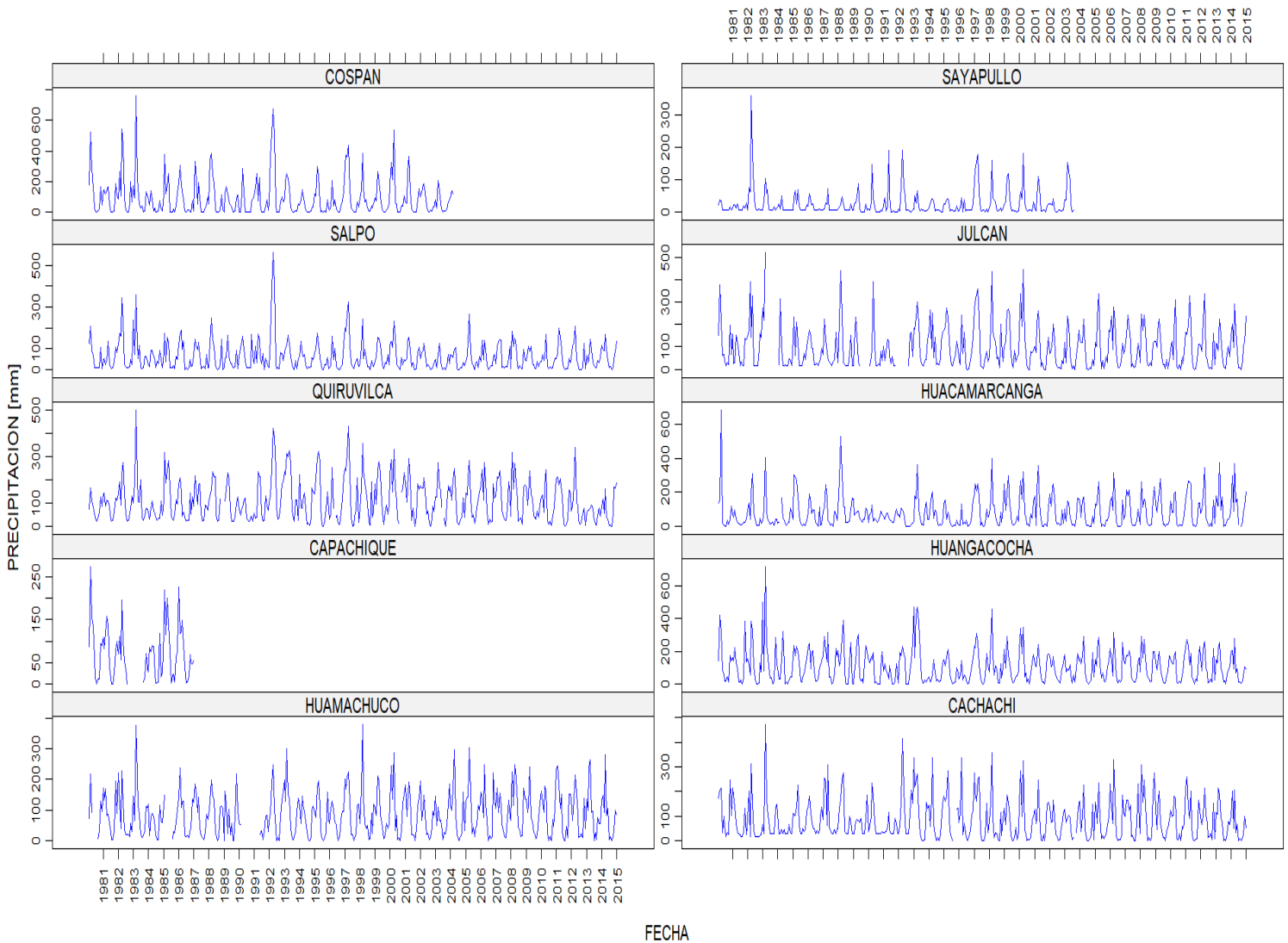


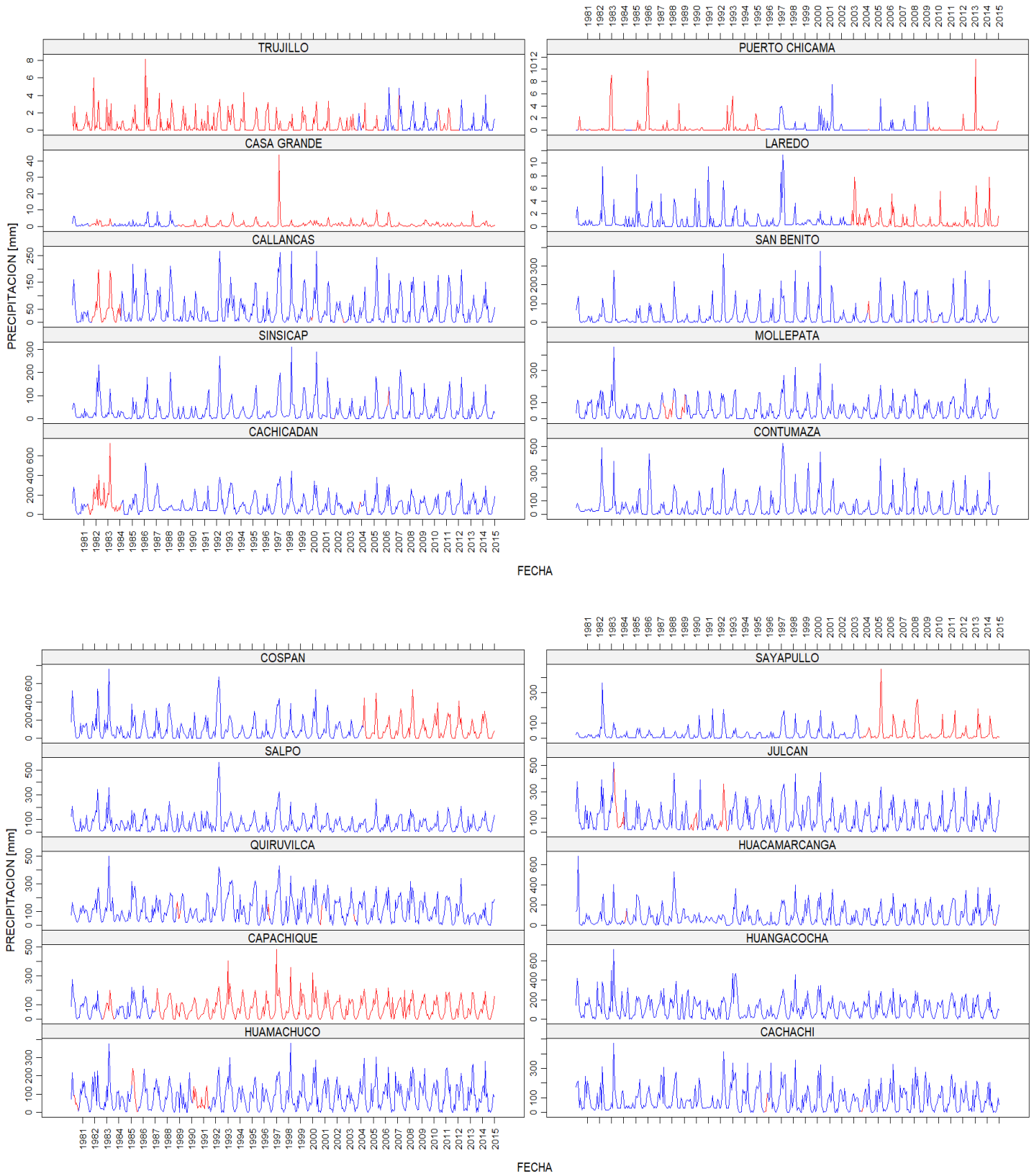
Figura 37. Histogramas de las series de precipitación libre de saltos y tendencias (2/2)



C. Datos completados y extendidos

Una vez realizada el proceso de análisis de consistencia, se procedió a completar y extender las series correspondientes, para el proceso se utilizó el software Hec4, la metodología se explicó en el apartado C del Ítem 3.3.1. A continuación se presentan los resultados obtenidos de los histogramas mensuales de cada serie completa y extendida. Sin embargo, los datos completos se presentan en tablas en el Anexo 2.

Figura 38. Histograma mensual de la serie de precipitación completa y extendida



D. Valores medios de cada subcuenca

Los valores medios de precipitación calculadas sobre cada subcuenca, se realizó con la metodología de Kriging, explicada líneas arriba, debido a la mala distribución espacial de las estaciones usadas para el estudio. El proceso, como se mencionó, fue desarrollado usando el software Hydracces, que nos permitió aplicar la metodología Kriging de manera rápida y obtener los resultados que necesitamos.

Los resultados se muestran a continuación de manera gráfica para las 21 subcuencas.

Figura 39. Histograma de precipitación media mensual para cada subcuenca (1/3)

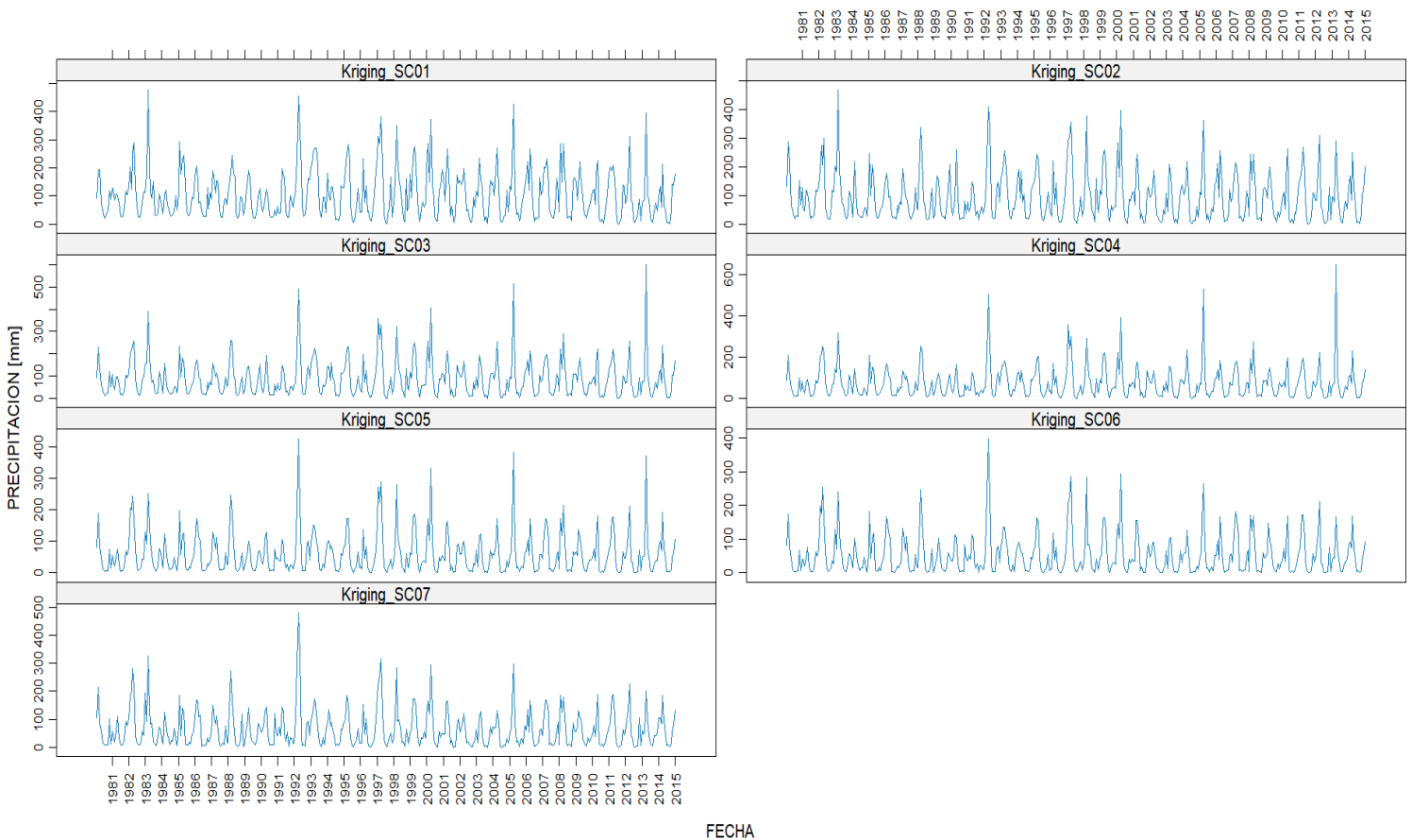


Figura 40. Histograma de precipitación media mensual para cada subcuena (2/3)

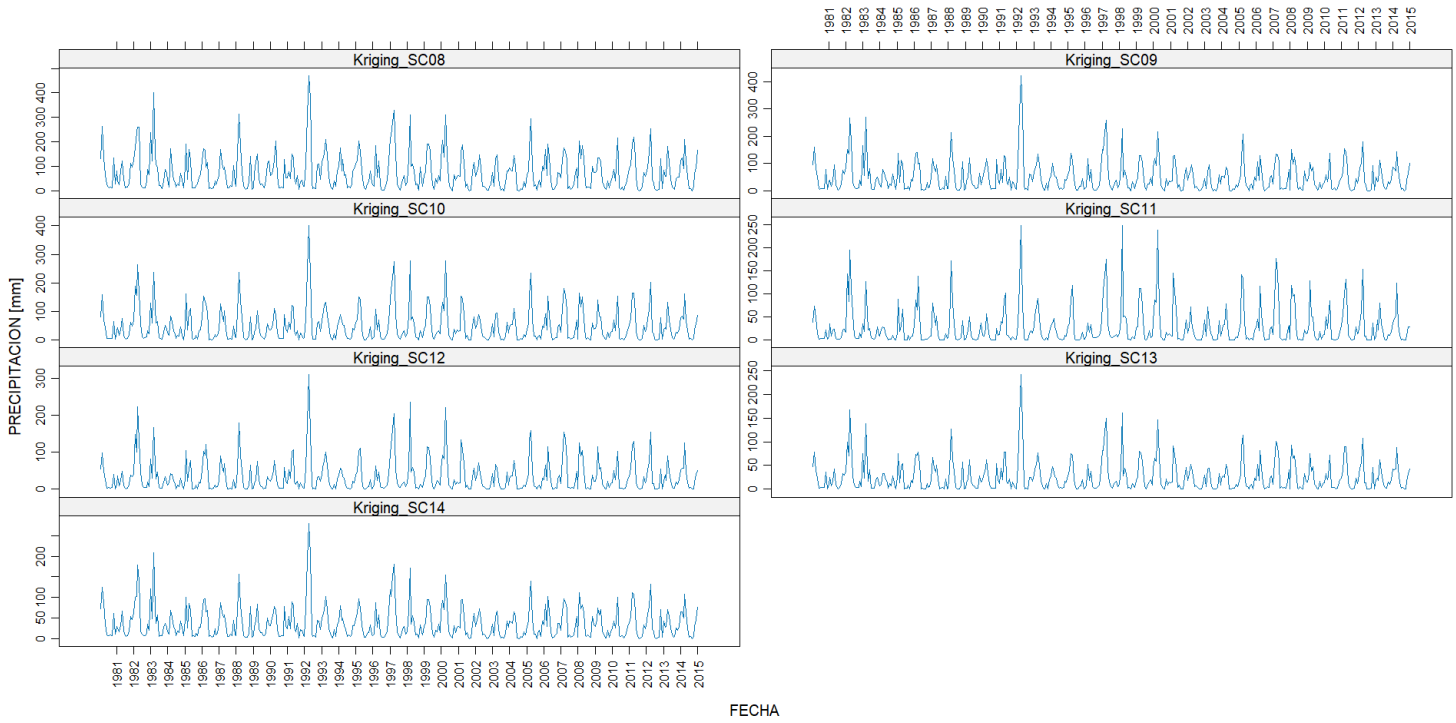
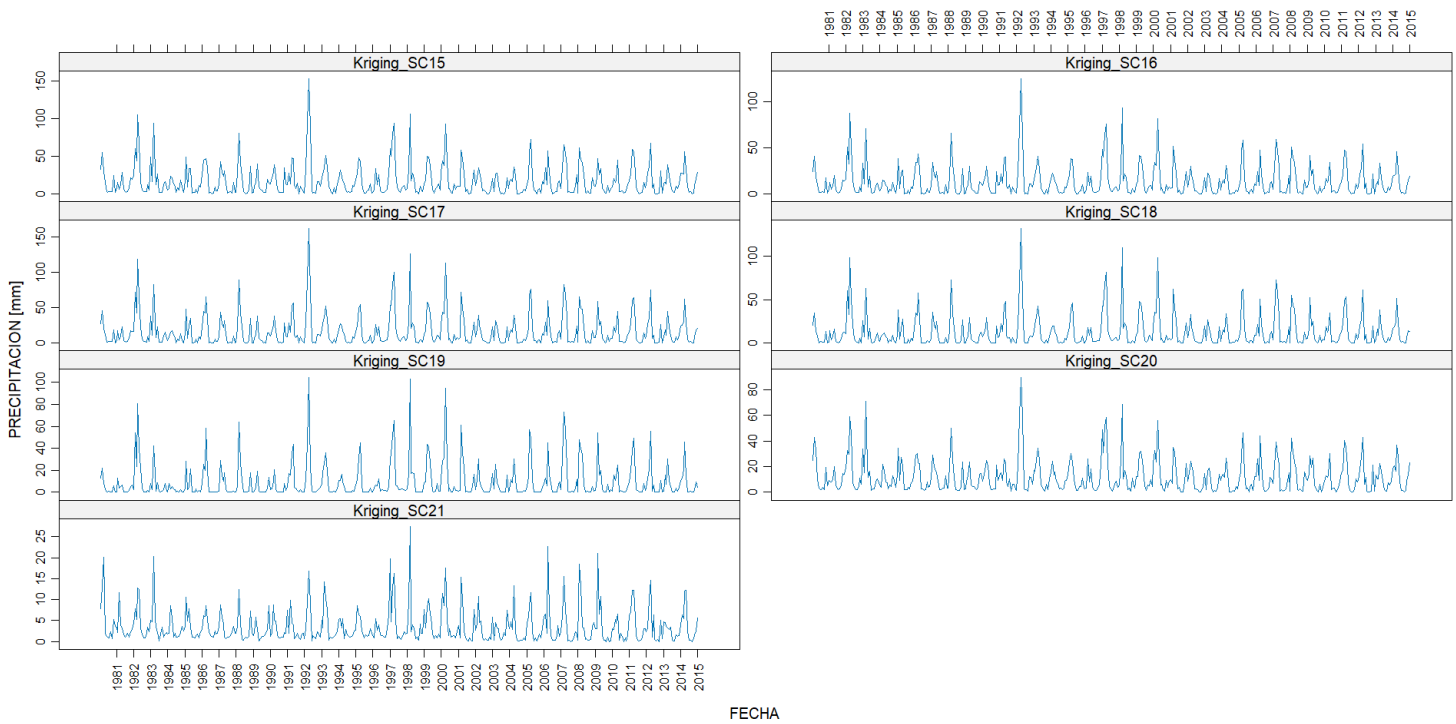


Figura 41. Histograma de precipitación media mensual para cada subcuena (3/3)



4.2.2. DATOS DE PRECIPITACION DEL PRODUCTO PISCO v2p1

A. PRECIPITACION ESTACIONAL PISCO

Los datos de precipitación del producto PISCO, fueron obtenidos según como se explica en la metodología, el proceso se llevó a cabo utilizando un código de programación, ver Anexo 3, los resultados son valores mensuales de precipitación, los cuales se usarán para la comparación estacional con los valores observados por las estaciones climáticas seleccionadas.

Los valores fueron extraídos usando las coordenadas geográficas de las 20 estaciones seleccionadas anteriormente; a continuación, se presentan los resultados de manera gráfica.

Figura 42. Histograma de precipitación mensual del producto PISCO por cada estación estudiada (1/2)

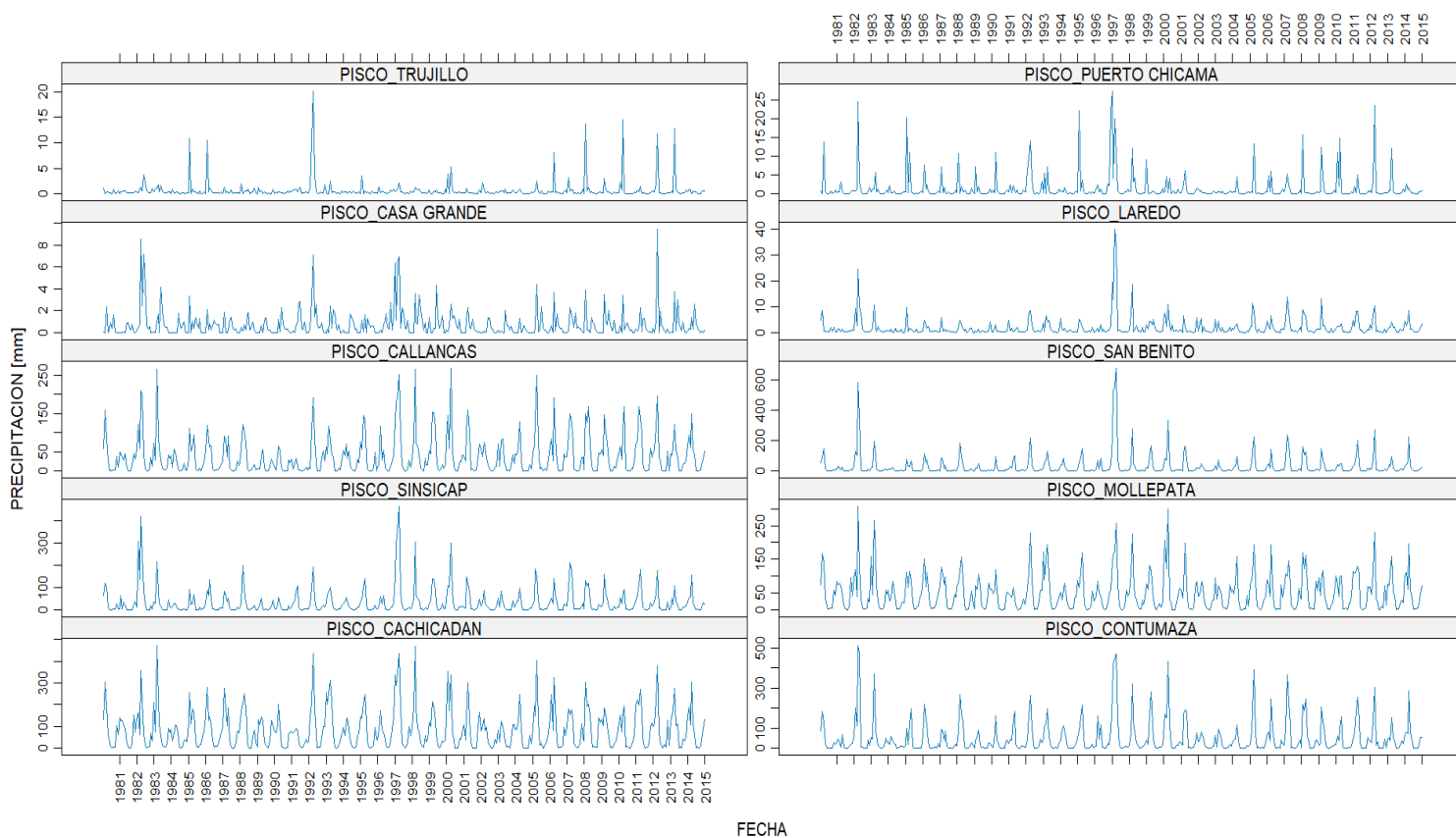
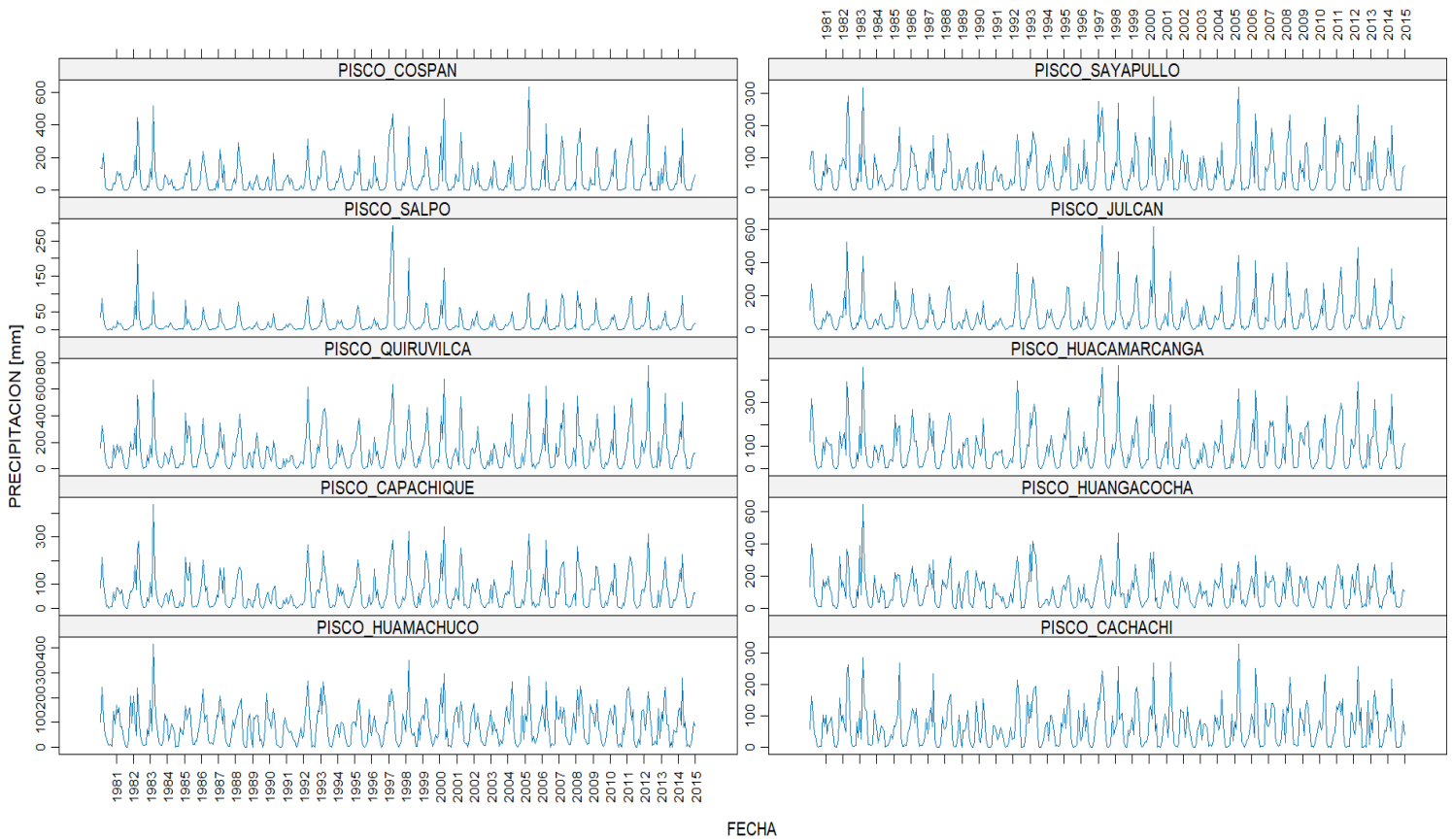


Figura 43. Histograma de precipitación mensual del producto PISCO por cada estación estudiada (2/2)



B. PRECIPITACION AREAL PISCO

El proceso para obtener los datos de precipitación media mensual por cada subcuenca se desarrolló usando el lenguaje de programación en R, el código de extracción se presenta en el Anexo 4.

El proceso se llevó a cabo usando la delimitación de las 21 subcuencas en estudio, y las series presentan información para el periodo 1981 – 2015. El código realiza una interpolación por lo que encontramos que para las series de la Subcuenca 15,16,17 y 18 los valores son los mismos, esto debido a la resolución del producto PISCO y la superficie de las subcuencas.

Los resultados serán utilizados para la comparación areal de la precipitación y se muestran a través de histogramas, donde podremos observar la distribución temporal de cada serie.

Figura 44. Histograma de precipitación media mensual para cada subcuena del producto PISCO (1/3)

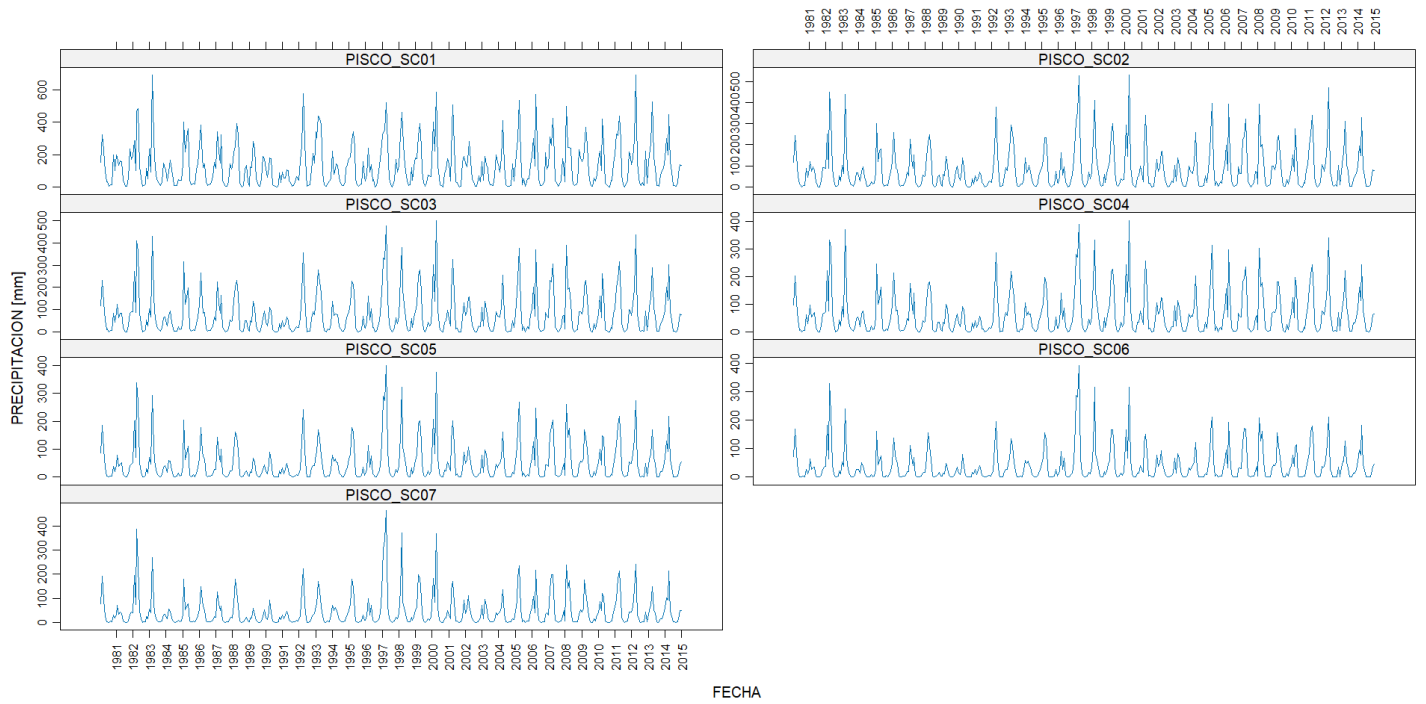


Figura 45. Histograma de precipitación media mensual para cada subcuena del producto PISCO (2/3)

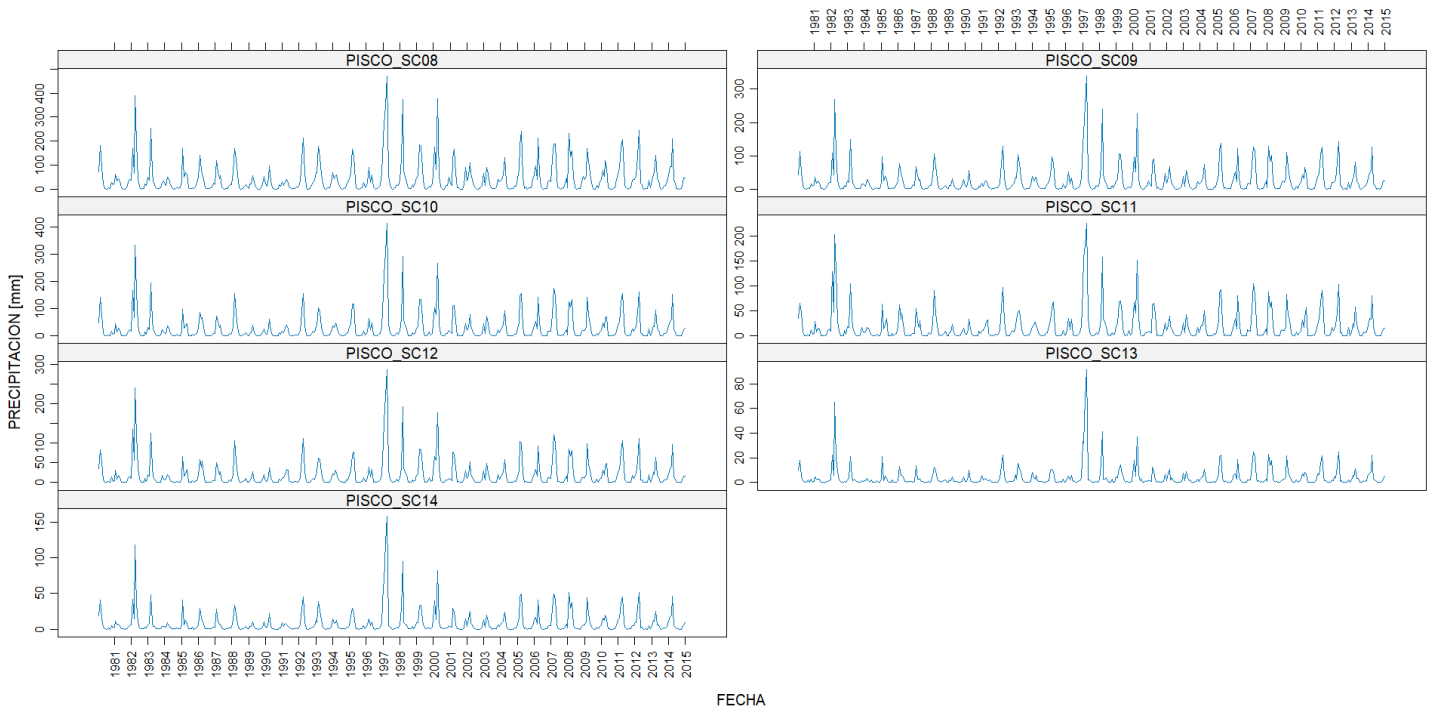
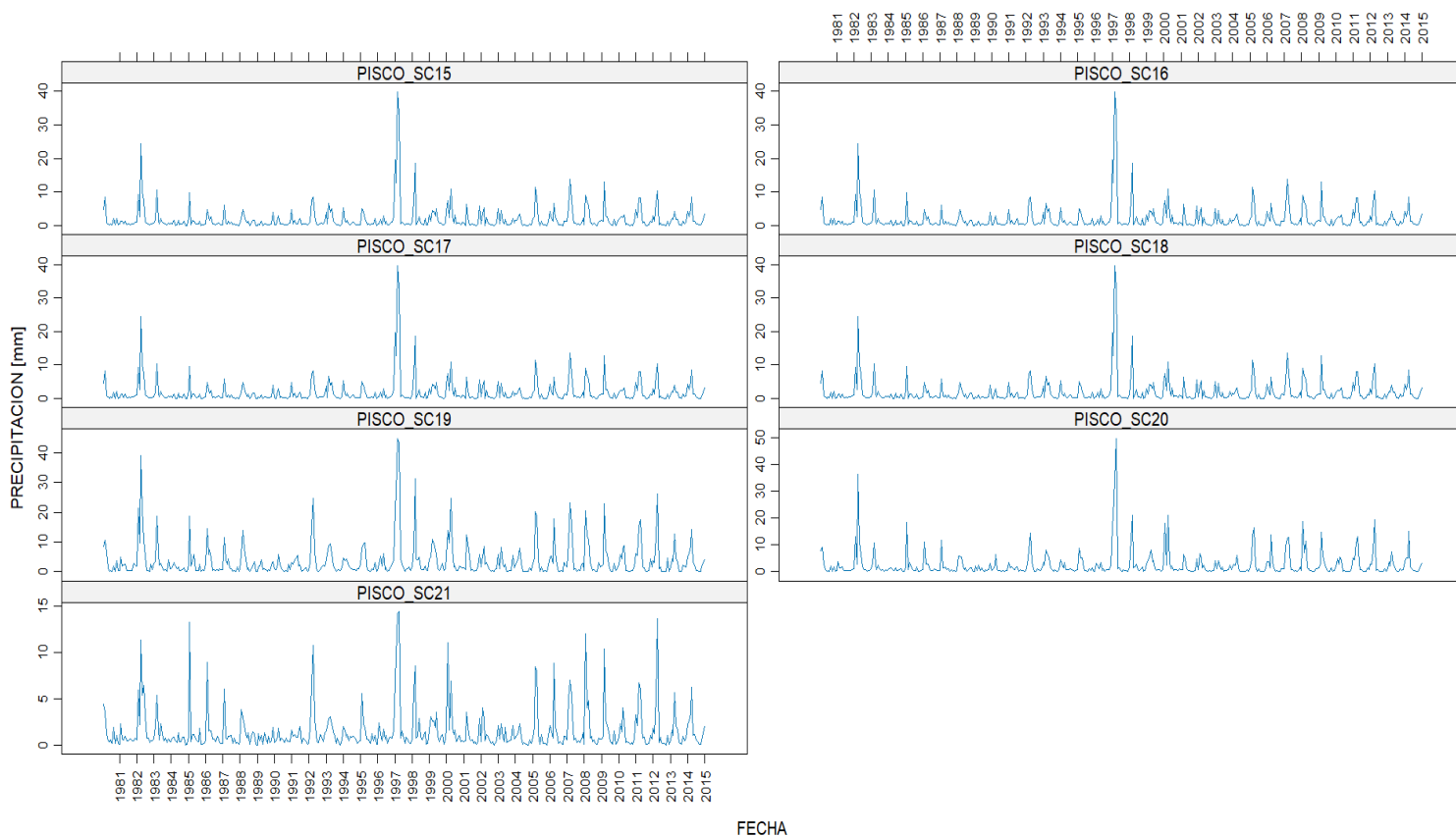


Figura 46. Histograma de precipitación media mensual para cada subcuena del producto PISCO (3/3)



4.2.3. DATOS DE PRECIPITACION DEL PRODUCTO RAIN4PE v1.0

A. PRECIPITACION ESTACIONAL RAIN4PE

El proceso de extracción de los datos de precipitación del producto RAIN4PE, es similar al proceso con el producto PISCO, fueron obtenidos utilizando un código de programación, ver Anexo 5, los resultados son valores mensuales de precipitación, los cuales se usarán para la comparación estacional con los valores observados por las estaciones climáticas seleccionadas.

Los valores fueron extraídos usando las coordenadas geográficas de las 20 estaciones seleccionadas anteriormente; a continuación, se presentan los resultados de manera gráfica.

Figura 47. Histograma de precipitación mensual del producto RAIN4PE por cada estación estudiada (1/2)

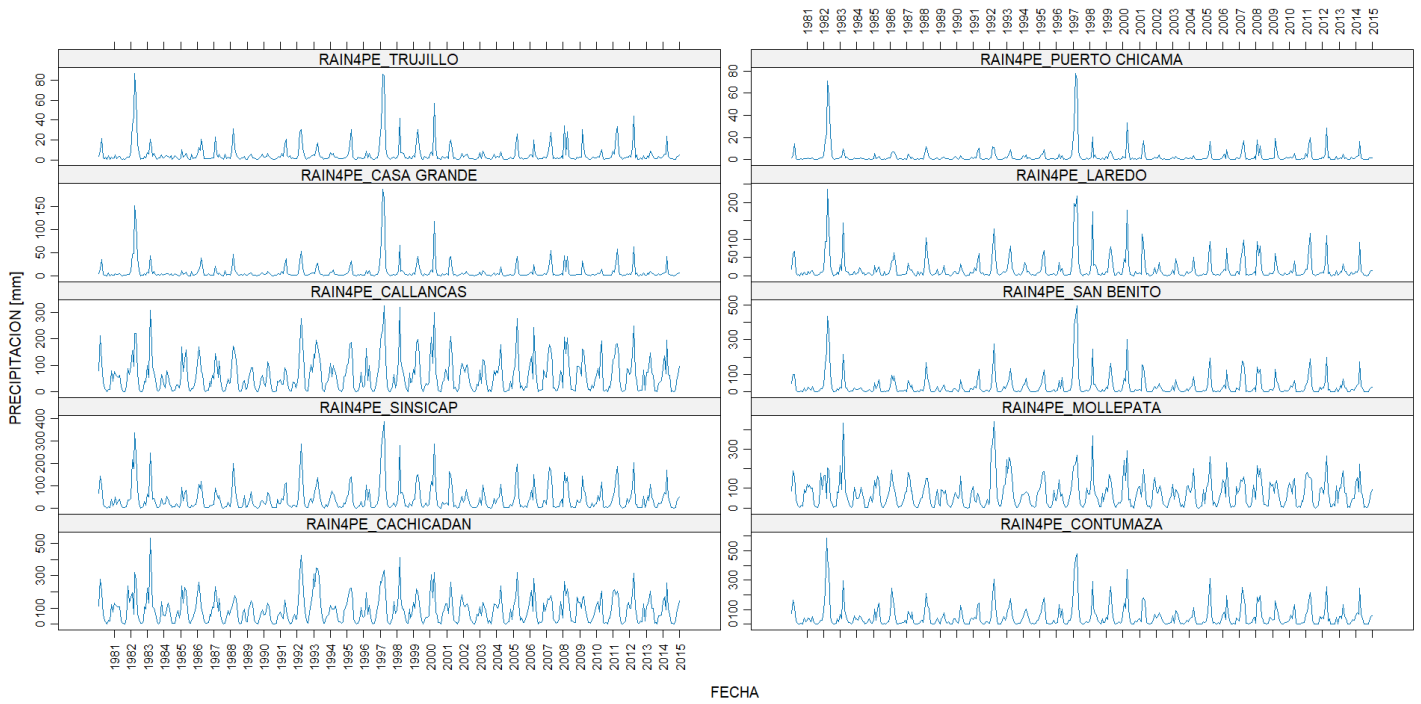
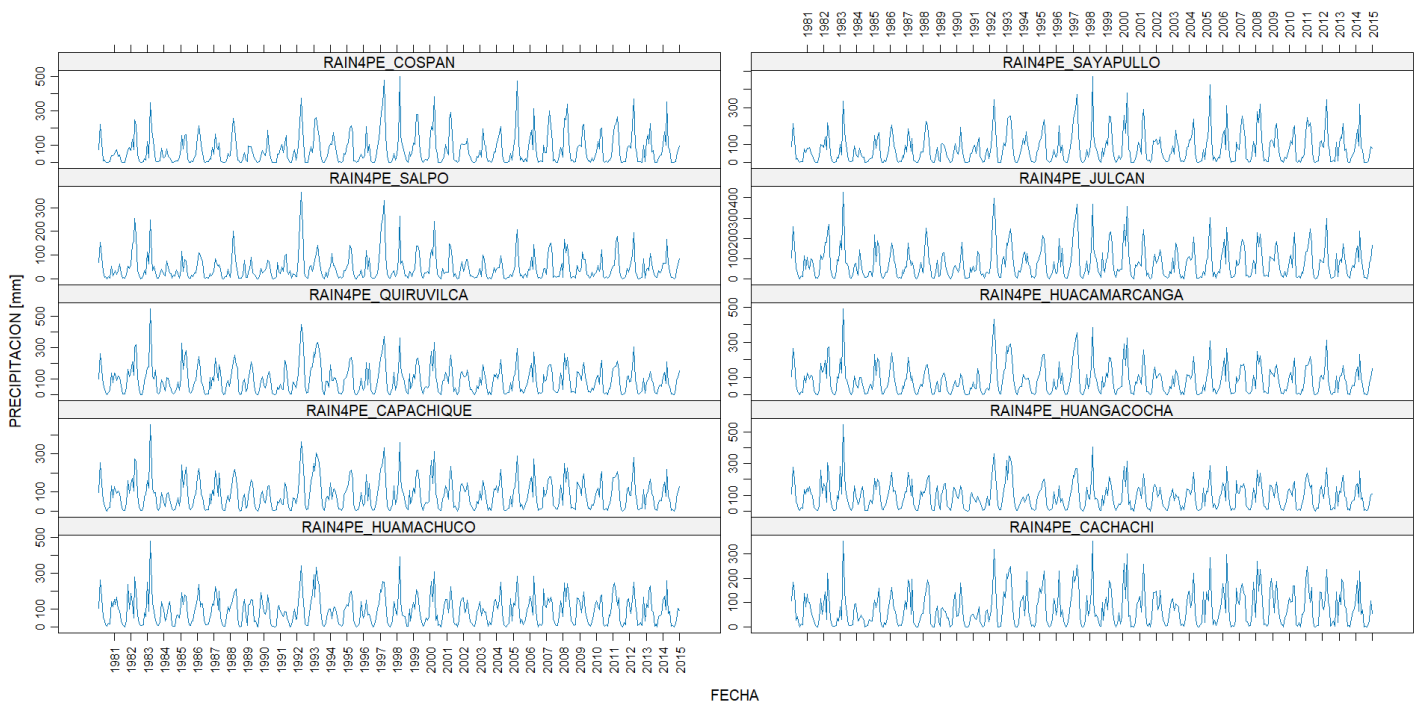


Figura 48. Histograma de precipitación mensual del producto RAIN4PE por cada estación estudiada (2/2)



B. PRECIPITACION MEDIA AREAL RAIN4PE

Los datos de precipitación media areal, se obtuvieron usando el código de lenguaje de programación R, ver Anexo 6; el proceso se llevó a cabo según la metodología explicada, además al igual que los resultados obtenidos del producto PISCO, notamos que para las subcuencas 15, 16, 17 y 18 los resultados son los mismos, esto como ya lo mencionábamos es debido a la resolución del producto y la superficie pequeña de las subcuencas para las cuales se realizó la interpolación. Estos datos resultantes se usarán para la comparación areal con los valores obtenidos por el método Kriging, usando las estaciones en estudio.

Los resultados se muestran como histogramas para cada subcuenca, donde observamos la distribución temporal de cada serie generada.

Figura 49. Histograma de precipitación media mensual para cada subcuenca del producto PISCO (1/3)

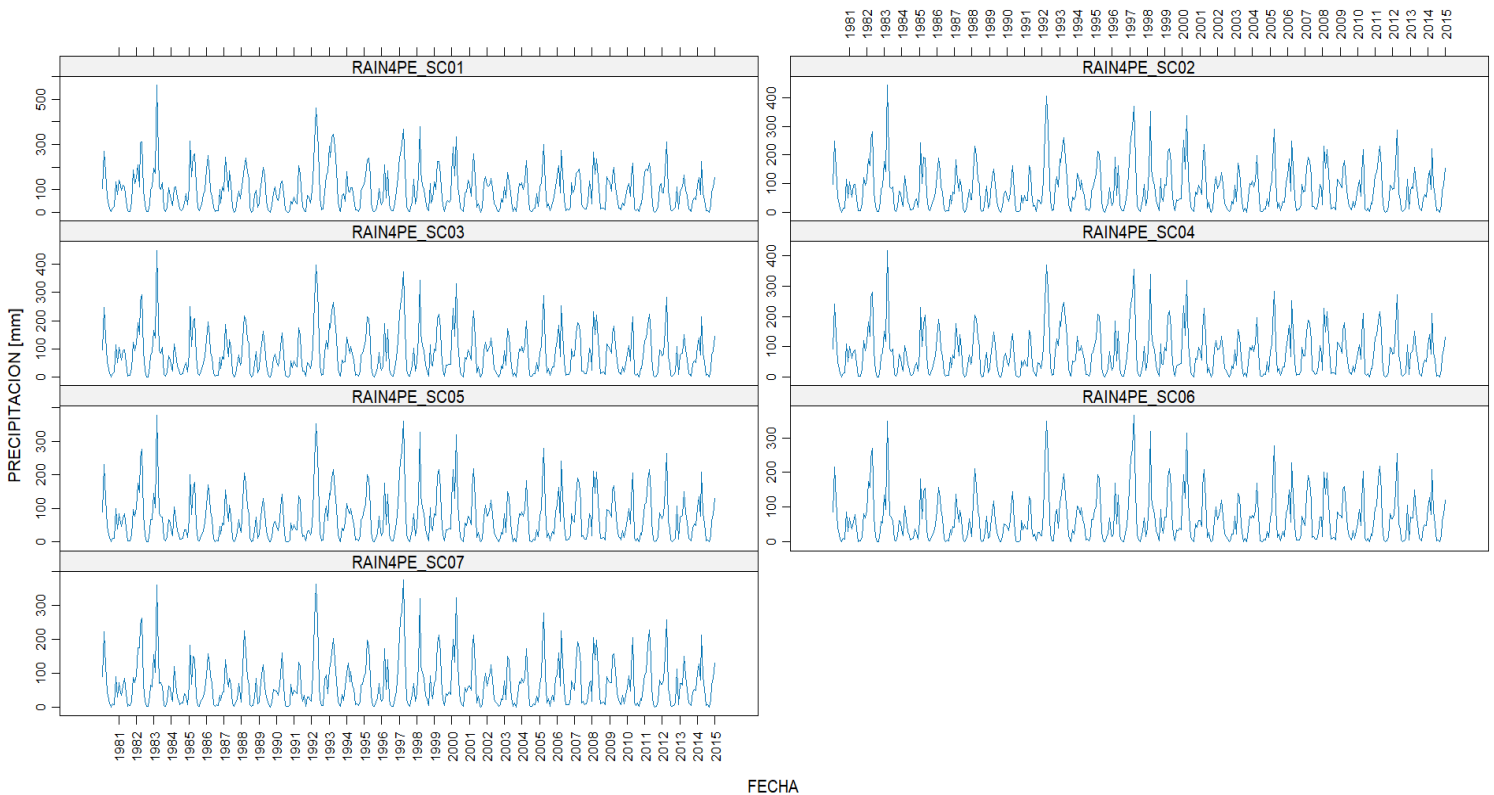


Figura 50. Histograma de precipitación media mensual para cada subcuena del producto PISCO (2/3)

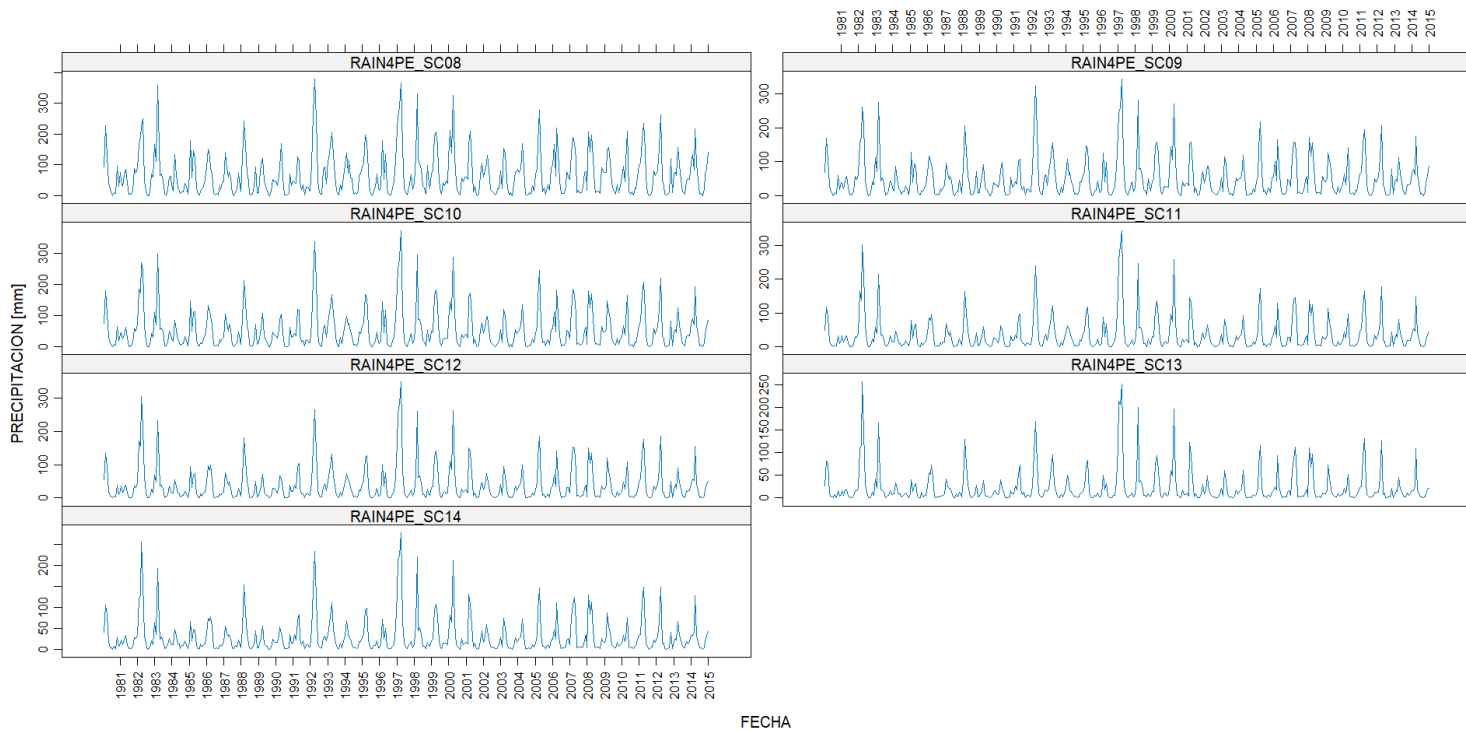
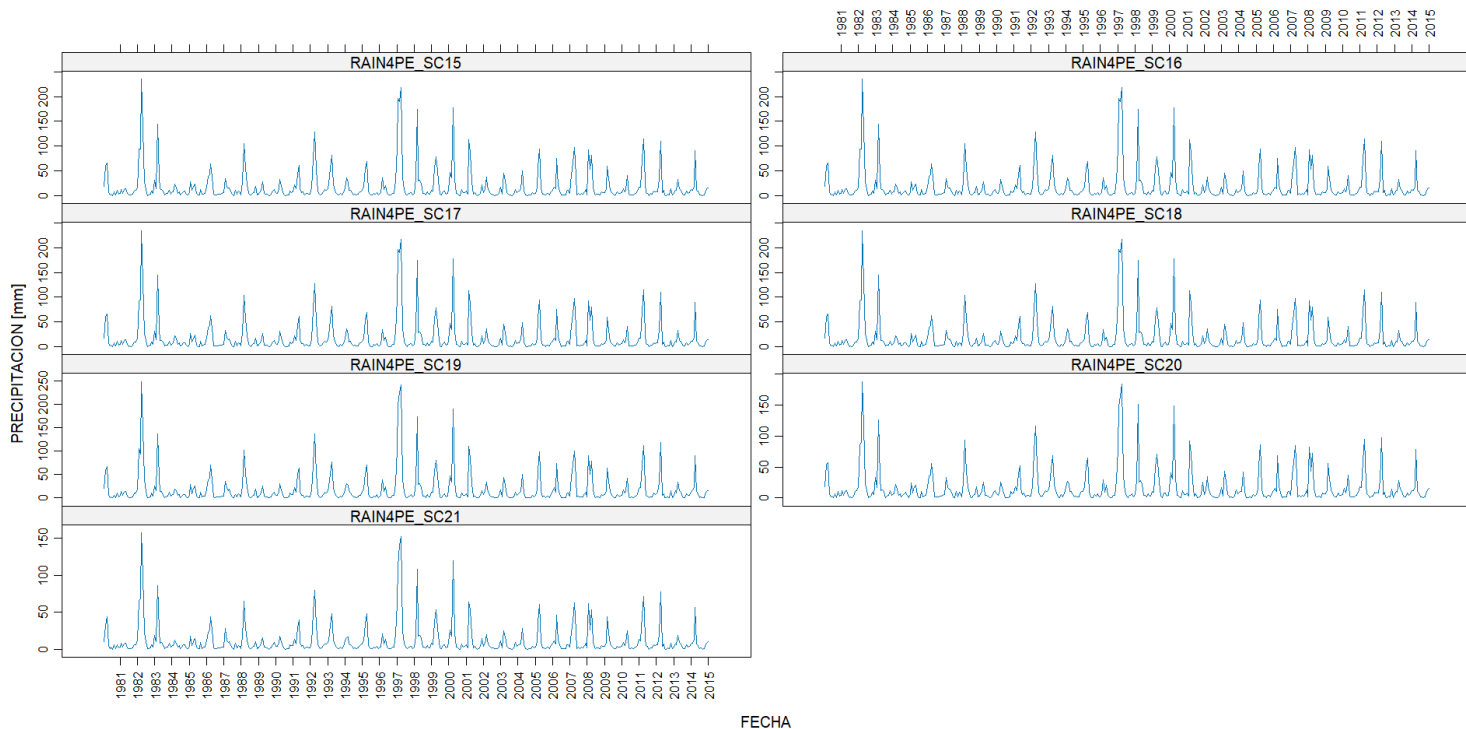


Figura 51. Histograma de precipitación media mensual para cada subcuena del producto PISCO (3/3)



4.3. COMPARACION DE LA PRECIPITACION

4.3.1. COMPARACION ESTACIONAL DE LA PRECIPITACION

La primera comparación realizada es de manera estacional, el proceso fue comparar los valores observados con los valores de los productos PISCO y RAIN4PE. Los resultados muestran que 11 series de datos del producto PISCO se ajustan a los valores observados, mientras que para el producto RAIN4PE, 14 son las series que se ajustan (ver Tabla N°12 y N°13).

Las estaciones más cercanas al litoral, como Laredo, Trujillo, Puerto Chicama y Casa Grande, resultaron muy diferentes a las series obtenidas por los productos PISCO y RAIN4PE; se entiende entonces una subestimación por parte de estos productos. Las métricas estadísticas se presentan a continuación, donde observamos que la correlación es muy buena para el producto PISCO con 17 estaciones lo que representa el 85% del total de estaciones analizadas, mientras que para el producto RAIN4PE 16 estaciones presentan una correlación muy buena, 2 una correlación buena, lo que significa el 90% de estaciones estudiadas.

A continuación, se presenta el resumen de los resultados (para mayor detalle revisar ANEXO 7.)

Tabla N° 12. Promedio de los estadísticos de eficiencia para cada producto – comparación estacional

PROMEDIO EFICIENCIA - PISCO v2p1			PROMEDIO EFICIENCIA - RAIN4PE v1.0		
RSR =	0.611	Satisfactorio	RSR =	0.560	Bueno
PBIAS =	19.929	Satisfactorio	PBIAS =	28.044	No satisfactorio
NASH =	0.564	Satisfactorio	NASH =	0.601	Satisfactorio
R =	0.847	Muy bueno	R =	0.888	Muy bueno

Nota. Los valores e interpretación de las pruebas se presentan en el Capítulo II. Test Estadísticos de Desempeño (Pág. 30)

Tabla N° 13. Métricas estadísticas por cada estación producto PISCO v2p1 – comparación estacional

Estación	Métrica de eficiencia PISCO v2p1 – Comparación Estacional			
	RSR	PBIAS	NASH	r
Laredo	1.96	135.44	-2.82	0.70
Sinsicap	0.50	6.19	0.75	0.92
Salpo	0.97	71.99	0.05	0.73
Julcán	0.68	21.99	0.54	0.81
Quiruvilca	0.97	13.38	0.05	0.82
San Benito	0.85	2.60	0.27	0.76
Cachachi	0.62	26.17	0.61	0.83
Cachicadan	0.45	6.88	0.80	0.90
Callancas	0.35	11.41	0.88	0.94
Contumazá	0.42	12.58	0.83	0.91
Cospan	0.58	27.80	0.66	0.84
Huacamarcanga	0.65	5.16	0.57	0.79
Huamachuco	0.24	1.33	0.94	0.97
Sayapullo	1.06	89.97	-0.12	0.71
Huangacocha	0.22	5.34	0.95	0.98
Mollepata	0.46	1.39	0.79	0.89
Trujillo	1.63	13.88	-1.67	0.39
Puerto Chicama	2.96	273.52	-7.77	0.25
Casa grande	0.99	40.70	0.02	0.30
Capachique	0.74	14.68	0.45	0.74

Leyenda	No Satisfactorio	Satisfactorio	Bueno	Muy bueno
---------	------------------	---------------	-------	-----------

Tabla N° 14. Métricas estadísticas por cada estación producto RAIN4PE v1.0 – comparación estacional

Estación	Métrica de eficiencia RAIN4PE v1.0 – Comparación Estacional			
	RSR	PBIAS	NASH	r
Laredo	22.78	2130.73	-517.91	0.60
Sinsicap	0.49	33.80	0.76	0.94
Salpo	0.44	26.94	0.81	0.95
Julcán	0.43	20.96	0.82	0.94
Quiruvilca	0.35	13.56	0.88	0.95
San Benito	0.66	6.13	0.56	0.81
Cachachi	0.33	12.74	0.89	0.96
Cachicadan	0.42	0.10	0.82	0.91
Callancas	0.55	41.87	0.70	0.93
Contumazá	0.34	12.89	0.88	0.95
Cospan	0.56	22.80	0.68	0.86
Huacamarcanga	0.70	0.38	0.52	0.73
Huamachuco	0.36	6.29	0.87	0.95
Sayapullo	1.57	172.09	-1.45	0.72
Huangacocha	0.38	13.93	0.86	0.95
Mollepata	0.70	47.70	0.51	0.87
Trujillo	10.42	817.81	-107.49	0.36
Puerto Chicama	6.44	679.01	-40.43	0.18
Casa grande	7.22	578.19	-51.12	0.58
Capachique	0.71	16.52	0.49	0.79

Leyenda	No Satisfactorio	Satisfactorio	Bueno	Muy bueno
---------	------------------	---------------	-------	-----------

4.3.2. COMPARACION ESPACIAL DE LA PRECIPITACION

La comparación espacial de las series generadas por los productos PISCO, RAIN4PE y la serie generada por el método Kriging con datos de las estaciones en estudio, tuvo como resultado un mejor ajuste para el producto RAIN4PE, esto se evidencia en la Tabla N°14, donde podemos apreciar los mejores resultados que presenta este producto; además se tiene que el producto PISCO generó solamente 10 series que se ajustan de un total de 21 subcuencas, lo que representa el 47.62%, mientras que el producto RAIN4PE generó 14 series de precipitación media mensual que se ajustan a los obtenidos por el método Kriging, lo que significa un 66.67% del total.

Es importante mencionar que las series generadas para las subcuencas SC_15, SC_16, SC_17 y SC_18, por el producto PISCO, son iguales, esto debido a la resolución del producto y la superficie de estas subcuencas; lo mismo sucedió para las series generadas por el producto RAIN4PE, para dichas subcuencas, las series son iguales.

A continuación, se presentan el promedio de eficiencia del ajuste de las series generadas y tablas resumen de la comparación por cada estación en las Tablas N°15 y N°16. Los resultados a mayor detalle se muestran en el ANEXO 8.

Tabla N° 15. Promedio de los estadísticos de eficiencia para cada producto – comparación espacial

PROMEDIO EFICIENCIA - PISCO v2p1			PROMEDIO EFICIENCIA - RAIN4PE v1.0		
RSR =	0.765	Bajo	RSR =	0.586	Bueno
PBIAS =	-47.381	Bajo	PBIAS =	13.598	Bueno
NASH =	0.354	Bajo	NASH =	0.516	Satisfactorio
R2 =	0.837	Muy bueno	R2 =	0.928	Muy bueno

Nota. Los valores e interpretación de las pruebas se presentan en el Capítulo II. Test

Estadísticos de Desempeño (Pág. 30)

Tabla N° 16. Métricas estadísticas por cada estación producto PISCO v2p1 – comparación areal

Estación	Métrica de eficiencia PISCO v2p1 – Comparación Areal			
	RSR	PBIAS	NASH	R2
SC_01	0.85	22.01	0.29	0.90
SC_02	0.55	-15.50	0.69	0.89
SC_03	0.54	-11.40	0.70	0.88
SC_04	0.52	-16.08	0.73	0.87
SC_05	0.45	-15.86	0.80	0.91
SC_06	0.46	-23.86	0.79	0.92
SC_07	0.59	-29.34	0.66	0.87
SC_08	0.70	-42.23	0.51	0.84
SC_09	0.74	-49.83	0.46	0.81
SC_10	0.59	-41.17	0.65	0.88
SC_11	0.49	-35.55	0.76	0.92
SC_12	0.56	-42.03	0.69	0.90
SC_13	1.07	-84.32	-0.14	0.77
SC_14	1.03	-76.73	-0.06	0.76
SC_15	1.14	-88.69	-0.31	0.73
SC_16	1.07	-85.27	-0.15	0.74
SC_17	1.10	-88.29	-0.20	0.74
SC_18	1.04	-84.95	-0.08	0.75
SC_19	0.77	-60.25	0.40	0.89
SC_20	1.05	-78.26	-0.10	0.76
SC_21	0.86	-57.68	0.26	0.74

Leyenda	No Satisfactorio	Satisfactorio	Bueno	Muy bueno
---------	------------------	---------------	-------	-----------

Tabla N° 17. Métricas estadísticas por cada estación producto RAIN4PE v1.0 – comparación areal

Estación	Métrica de eficiencia RAIN4PE v1.0 – Comparación Areal			
	RSR	PBIAS	NASH	R2
SC_01	0.32	-9.17	0.90	0.96
SC_02	0.30	-14.98	0.91	0.97
SC_03	0.38	-8.00	0.85	0.93
SC_04	0.45	3.51	0.80	0.90
SC_05	0.39	18.47	0.85	0.95
SC_06	0.37	25.63	0.86	0.97
SC_07	0.26	5.36	0.93	0.97
SC_08	0.23	-8.25	0.95	0.98
SC_09	0.32	0.08	0.90	0.95
SC_10	0.25	9.37	0.94	0.98
SC_11	0.49	28.14	0.76	0.94
SC_12	0.39	14.64	0.85	0.96
SC_13	0.51	-12.19	0.74	0.90
SC_14	0.45	-17.22	0.80	0.92
SC_15	0.87	7.13	0.25	0.87
SC_16	1.18	39.61	-0.40	0.88
SC_17	0.73	10.92	0.47	0.89
SC_18	1.01	42.59	-0.03	0.90
SC_19	1.45	99.20	-1.10	0.88
SC_20	1.38	37.11	-0.89	0.87
SC_21	4.83	227.41	-22.32	0.75

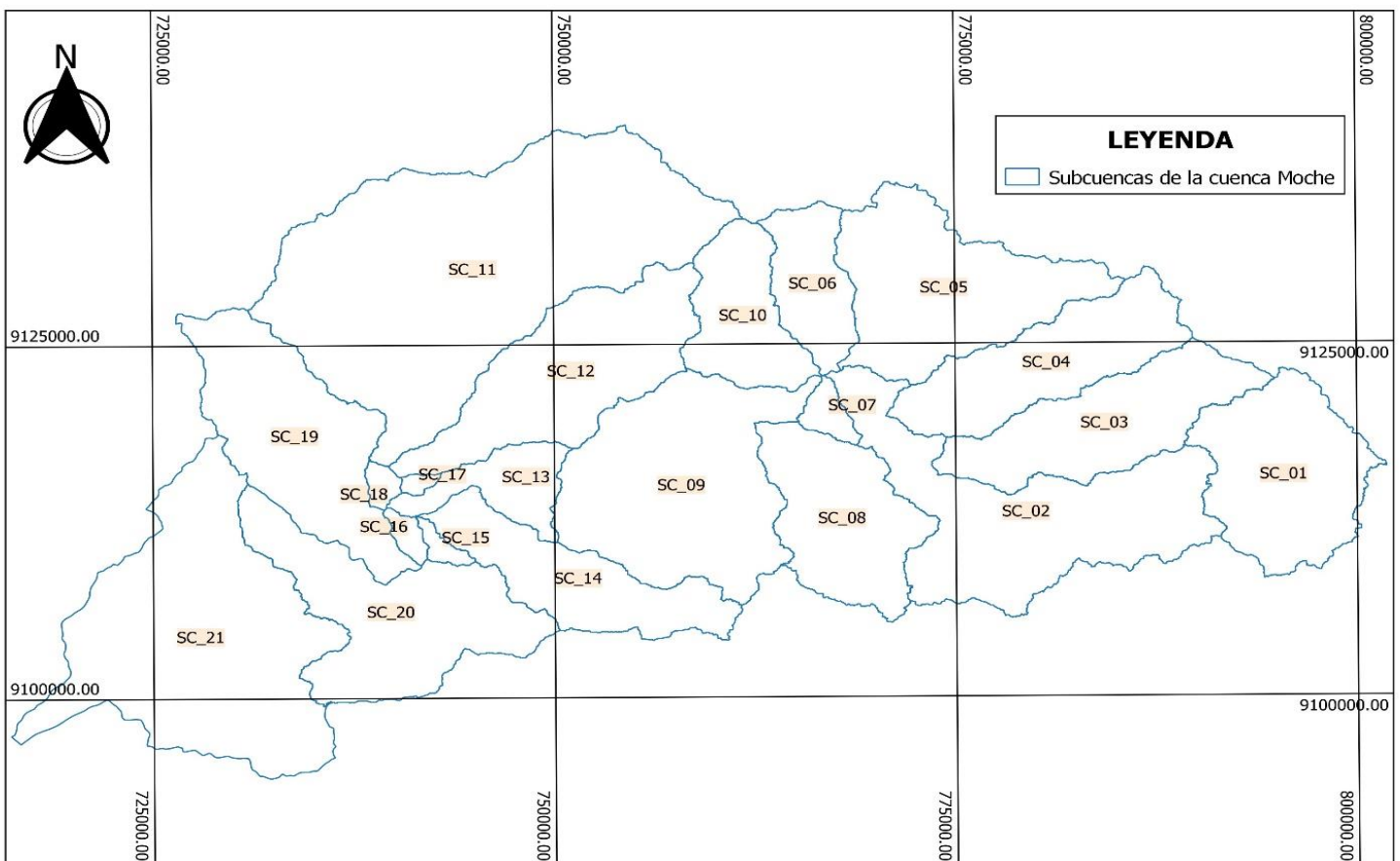
Leyenda	No Satisfactorio	Satisfactorio	Bueno	Muy bueno
---------	------------------	---------------	-------	-----------

4.4. IMPLEMENTACION DEL MODELO HIDROLOGICO WEAP

A. DELIMITACION DE LAS SUBCUENCAS

Las subcuencas fueron delimitadas teniendo en cuenta la ubicación de nuevas estaciones hidrométricas, lo que resulto en la delimitación de 21 subcuencas, que serán trabajadas según como se muestra en la siguiente figura.

Figura 52. Subcuencas de la Cuenca Moche



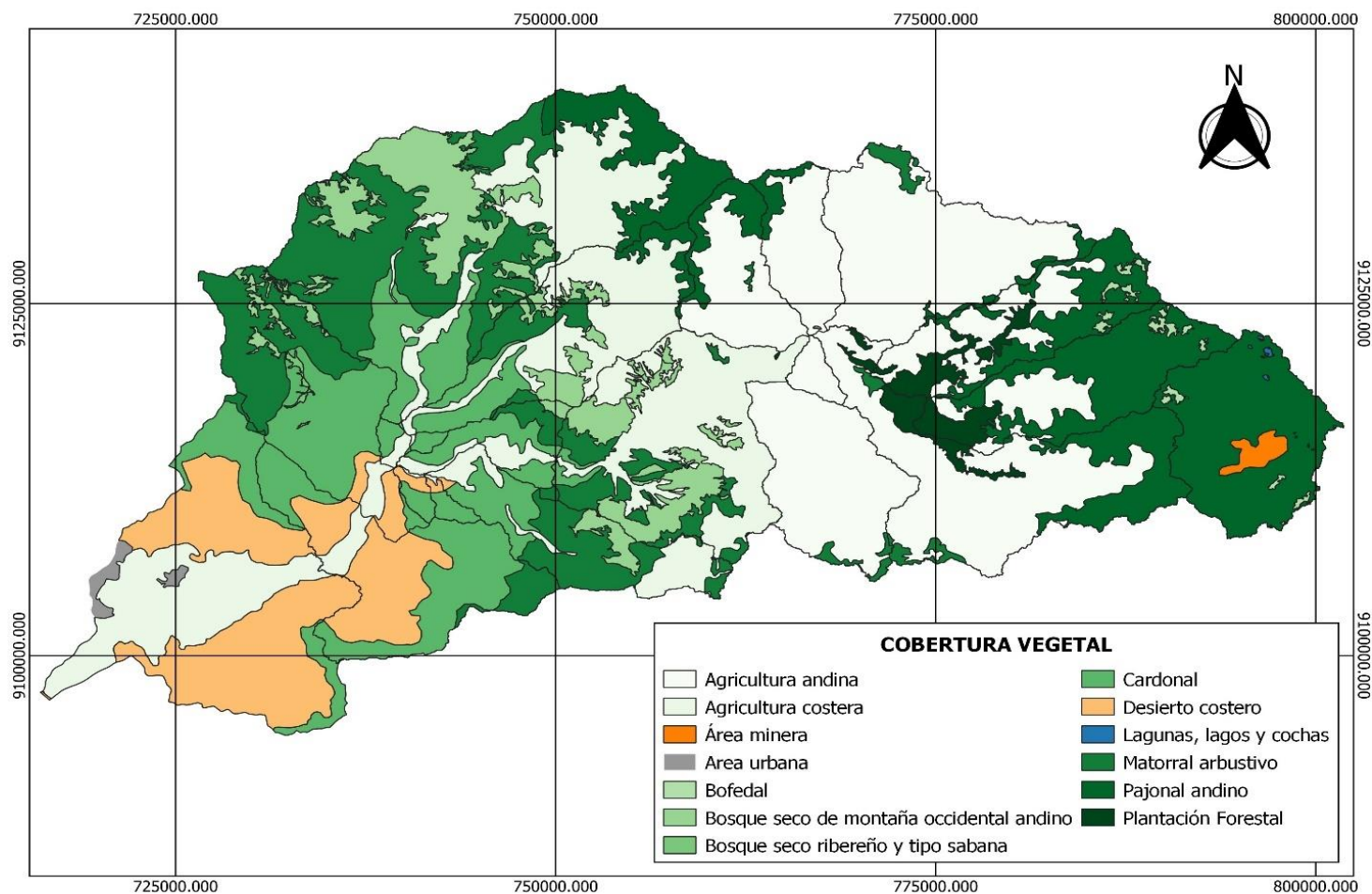
B. COBERTURA VEGETAL

Para la cobertura vegetal, usamos mapas temáticos creados por el MIMAN (Ministerio del Ambiente), realizamos la superposición de la cuenca en estudio y obtuvimos trece tipos de cobertura vegetal, las cuales están distribuidos de la siguiente manera.

Tabla N° 18. Cobertura vegetal de la cuenca Moche

DESCRIPCION	NOMBRE WEAP	AREA (Km ²)	PORCENTAJE
Agricultura andina	Agricultura andina	492.747	23.214%
Agricultura costera	Agricultura costera	378.268	17.820%
Área minera	Área minera	6.949	0.327%
Área urbana	Área urbana	6.955	0.328%
Bofedal	Bofedal	7.370	0.347%
Bosque seco de montaña occidental andino	BS montano	139.693	6.581%
Bosque seco ribereño y tipo sabana	BS ribereño	1.813	0.085%
Cardonal	Cardonal	252.892	11.914%
Desierto costero	Desierto costero	192.854	9.085%
Lagunas, lagos y cochas	Agua	0.681	0.032%
Matorral arbustivo	Matorral arbustivo	279.827	13.183%
Pajonal andino	Pajonal andino	325.537	15.336%
Plantación Forestal	Plantación Forestal	37.079	1.747%
TOTAL		2122.668	100.000%

Figura 53. Cobertura Vegetal para la Cuenca Moche



Fuente. Adaptado de MINAM (2015)

- **Agricultura Andina y Costera:** Esta cobertura corresponde a todas las zonas dedicadas a la actividad agrícola, incluidos los cultivos anuales y perennes de regadío y los cultivos de secano.
- **Área minera:** El área geográfica en la que se planifican las actividades de exploración, prospección y minería.
- **Área urbana:** Expansión geográfica que crea una gran ciudad caracterizada por una alta densidad de población y un alto grado de industrialización.
- **Bofedal:** El bofedal forma un ecosistema hidromórfico común en las zonas de alta montaña de los andes, a partir de los 3.800 metros de altitud. La vegetación herbácea hidrófila, verde y compacta se forman durante todo el año.
- **Bosque seco de montaña occidental andino:** Este bosque se ubica en el norte del país, en la vertiente occidental de los Andes, y comprende las provincias de Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Cajamarca y una zona más pequeña al norte de Ancash, cubriendo una altitud de 400 a 2000 m.s.n.m., la vegetación se caracteriza por aquellas especies arbóreas, especialmente las dominantes, que resisten largos períodos de sequía a lo largo del año mudando sus hojas.
- **Bosque seco ribereño y tipo sabana:** Este tipo de cobertura se encuentra en largas franjas a lo largo de algunos arroyos y ríos en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad e Ica. Este bosque se caracteriza por una flora homogénea formada únicamente por "algarrobos", densa y bien desarrollada.
- **Cardonal:** Este tipo de cubierta vegetal se extiende a lo largo de una estrecha franja de las vertientes occidentales inferiores de los Andes desde La Libertad hasta Tacna en el norte de Perú, en altitudes entre 1.800 y 2.700 metros sobre el nivel del mar, esta unidad de cobertura

vegetal se ve afectada por condiciones de sequía y está dominada por comunidades de plantas de la familia de los cactus esparcidas en las laderas montañosas.

- **Desierto costero:** Zona descubierta, en su mayoría de extensión sin vegetación, se extiende en la mayor parte de la costa del Perú, desde Piura hasta Tacna.
- **Lagunas, lagos y cochas:** Cuerpos de agua, ubicados en depresiones geográficas, en su mayoría creados por almacenamiento de precipitaciones, escorrentía y derretimiento de glaciares.
- **Matorral arbustivo:** Este tipo de vegetación está muy extendida en la región andina, a una altitud de 1000 a 3000 metros en la zona norte del país. Debido a la humedad del suelo seco y semiárido, la vegetación es arbustiva.
- **Pajonal andino:** Este tipo de vegetación se compone principalmente de herbazales ubicados en las zonas altas de la cordillera de los Andes a una altitud de aproximadamente 3800 a 4800 m.s.n.m., el terreno en el que se desarrolla varía desde mesetas casi planas hasta depresiones escarpadas y fondos de valles glaciares.
- **Plantación Forestal:** Esta cobertura corresponde a todas las áreas de replantación en terrenos aptos para el desarrollo forestal en la región andina de aprox. 3000 a 3800 m sobre el nivel del mar, superficie sobre la cual se plantan árboles que forman el cuerpo de un bosque y que tienen una determinada forma, tamaño y variedad para lograr fines específicos, tales como plantaciones productivas, energía, protección de áreas agrícolas, protección de laderas, cuerpos de agua, suelos que bloquean la erosión y regulan el flujo de agua.

C. PARAMETROS DEL MODELO WEAP

Como se describe en la metodología, los parámetros del modelo WEAP dependerán de la cobertura vegetal de la cuenca en estudio, los cuales fueron asignados usando bibliografía de otras investigaciones, donde encontramos parámetros calibrados para la cobertura similar a la cuenca en estudio.

El parámetro de coeficiente de cultivo (K_c), se asignó según la cobertura vegetal presente en la cuenca en estudio; los valores para el tipo de cobertura, “Agricultura andina” y “Agricultura costera”, fueron asignados valores mensuales, como se muestra en la Tabla N°, sin embargo, para el resto de coberturas los valores asignados son únicos durante todo el año.

El resultado se muestra a continuación, donde podemos visualizar los parámetros asignados por el tipo de cobertura vegetal presente en la cuenca del río Moche, cabe mencionar que los parámetros son valores calibrados.

Tabla N° 19. Parámetro: Coeficiente de cultivo (K_c)

Cobertura Vegetal	Kc											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Agricultura andina	0.45	0.54	0.54	0.54	0.72	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	0.72
Agricultura costera	0.45	0.54	0.54	0.54	0.72	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	0.72
Área minera	0.90											
Área urbana	0.65											
Bofedal	0.86											
BS montano	1.08											
BS ribereño	1.08											
Cardonal	0.85											
Desierto costero	0.88											
Agua	0.95											
Matorral arbustivo	0.81											
Pajonal andino	1.08											
Plantación Forestal	0.72											

Fuente. PROAGUA II-Trujillo

Los parámetros del valle 1° o primera capa, Sw, Ks, RRF, f y Z1 fueron asignados por cada tipo de cobertura vegetal, único valor para todo el año, por otro lado, los valores de los parámetros del valle 2 o segunda capa, Dw, Kd y Z2 fueron asignados como único valor para todas las coberturas vegetales y usadas para todo el año.

Tabla N° 20. Parámetros para el modelo WEAP, método de Uso de Suelo

Cobertura Vegetal	Sw (mm)	Ks (mm/mes)	RRF	f	Z1 (%)	Dw (mm)	Kd (mm/mes)	Z2 (%)
Agricultura andina	600	38.5	3	0.1	15			
Agricultura costera	600	38.5	3	0.1	15			
Área minera	300	42	1	0.6	10			
Área urbana	300	42	2	0.6	10			
Bofedal	800	49	2.5	0.7	15			
BS montano	700	52.5	3.8	0.1	10			
BS ribereño	700	52.5	3.8	0.1	20	1440	54	1
Cardonal	250	56	3	0.5	15			
Desierto costero	300	40	2	0.7	10			
Agua	1000	90	7	0.5	90			
Matorral arbustivo	420	55	3.3	0.1	15			
Pajonal andino	420	55	1.9	0.9	15			
Plantación Forestal	800	10	4	0.1	15			

Fuente. PROAGUA II-Trujillo

D. VARIABLE CLIMATICAS Y SUBCUENCAS

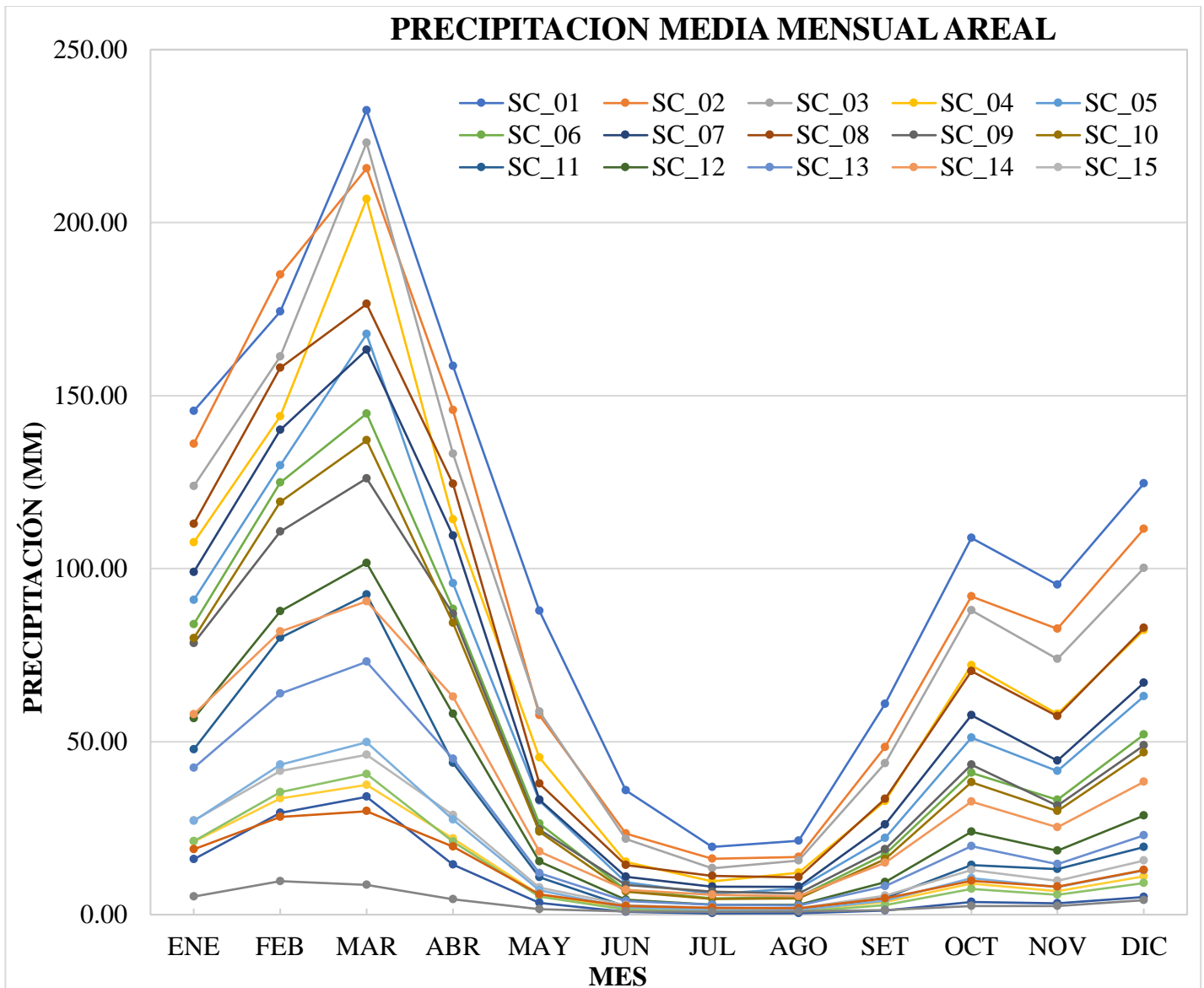
Las variables climáticas, como se menciona en la metodología, se calculan los valores medios sobre las subcuencas, por lo que se obtuvo lo siguiente para cada variable a ingresar.

A continuación, se presentan los valores medios mensuales para cada subcuenca, tanto para la precipitación media mensual, temperatura media mensual, humedad relativa y velocidad de viento.

- **Precipitación**

La precipitación media mensual areal, fue calculada con el método de Kriging para las 21 subcuencas del estudio, los resultados se muestran como promedio mensual para cada subcuenca; es notorio la época de estiaje y lluviosa para las subcuencas ubicadas en la zona media y alta, mientras que para las subcuencas de la baja de la cuenca del rio Moche, la presencia de lluvia es mínima.

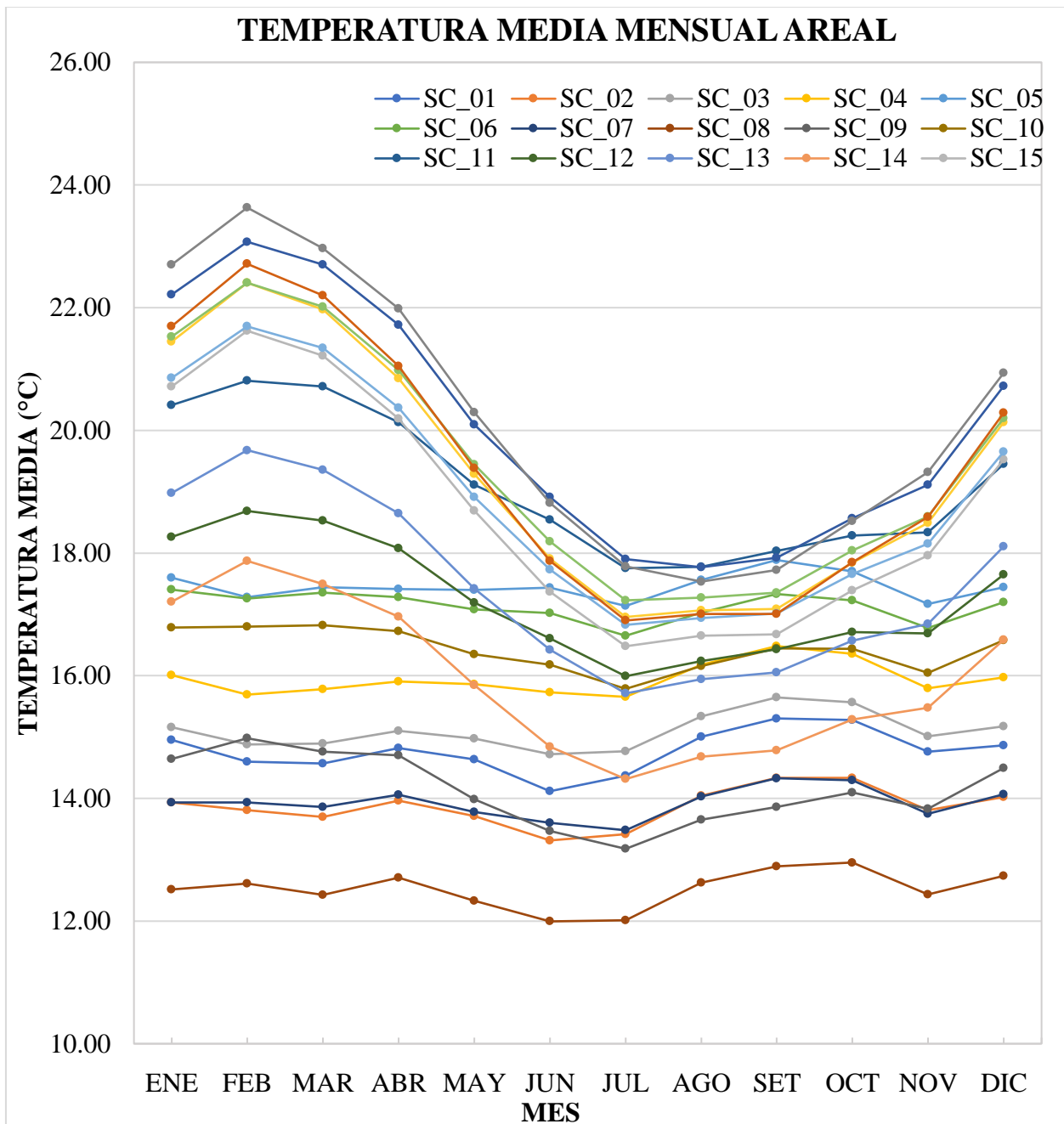
Figura 54. Precipitación media mensual areal para cada subcuenca.



- **Temperatura media**

La temperatura media mensual por subcuencas, fue determinada por el método de Kriging, los resultados se muestran a continuación. Las temperaturas promedio varían entre 11.99 °C hasta 23.3°C.

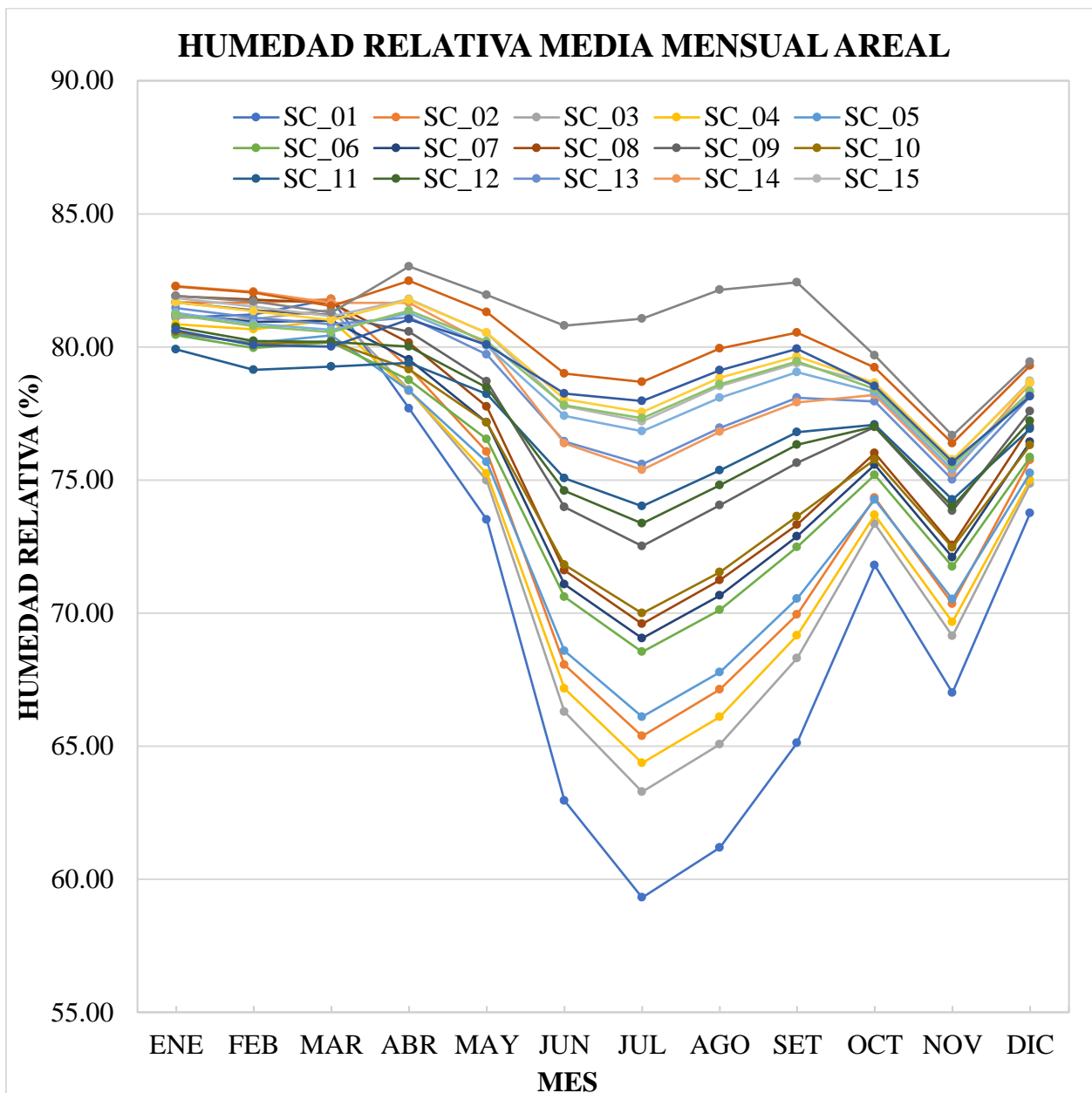
Figura 55. Temperatura media mensual para cada subcuenca



- **Humedad relativa**

La humedad relativa es otra de las variables climáticas a ingresar para el modelo hidrológico en WEAP, los valores medios mensuales, al igual que el resto, fueron determinadas por el método de Kriging, en la siguiente figura se muestran los promedios mensuales de las series generadas para cada subcuenca.

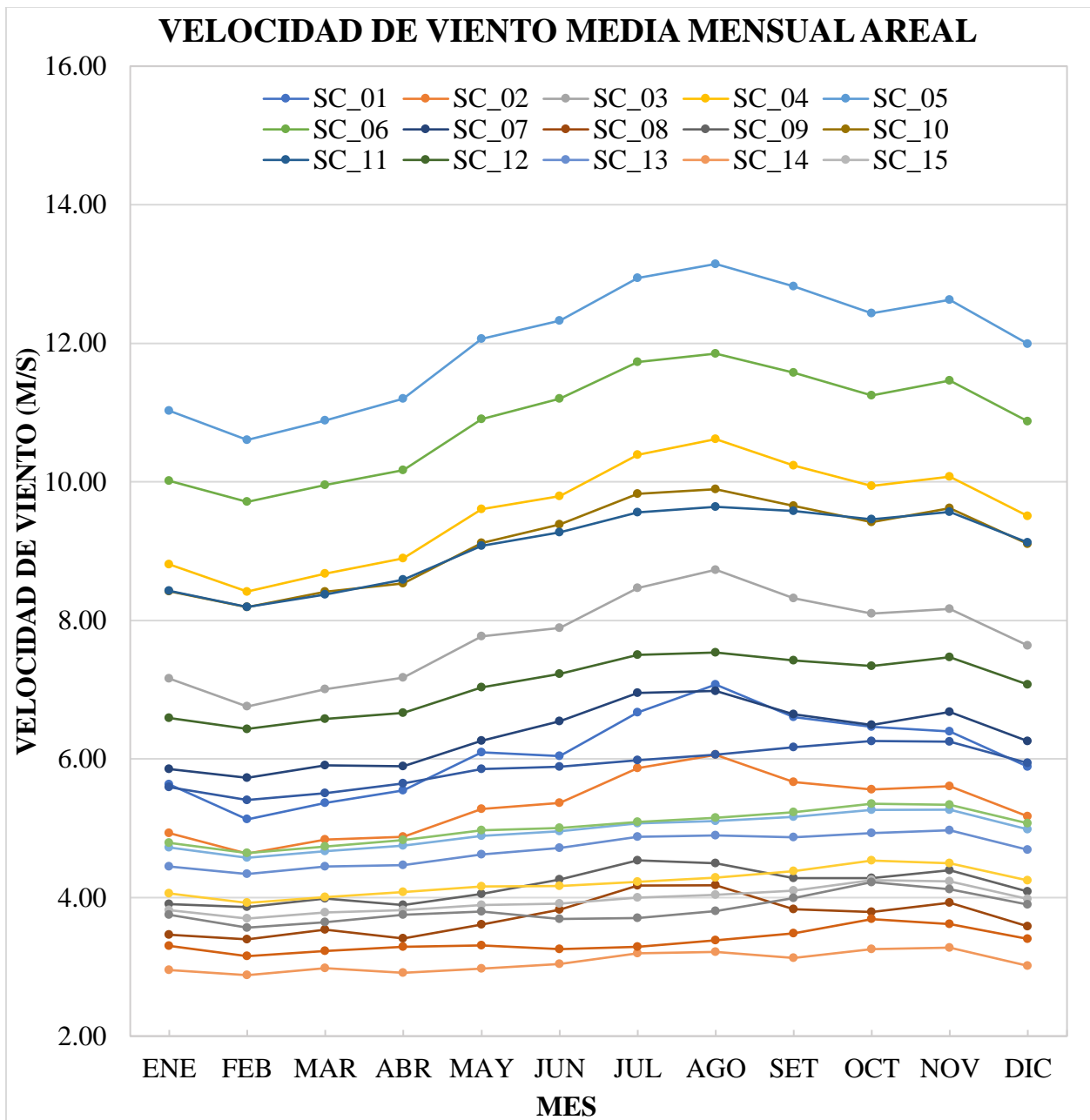
Figura 56. Humedad relativa media mensual para cada subcuenca.



- **Velocidad de viento**

Por último, la velocidad de viento media mensual, fue calculada con la misma metodología, a continuación, se muestran los promedios mensuales de cada serie, obteniendo valores promedio de velocidad de viento que van desde 2.88 m/s hasta los 13.15 m/s

Figura 57. Velocidad de viento media mensual para cada subcuena



- **Latitud de subcuena**

La latitud del centroide de cada subcuena, fue determinado usando software de sistema de información geográfica (GIS), los resultados se muestran en la siguiente tabla, los cuales deberán ser ingresados de manera manual al modelo.

Tabla N° 21. Latitud de cada subcuena para el modelo hidrológico en WEAP

Ítem	Subcuena	Latitud	Ítem	Subcuena	Latitud
1	SC_01	-8.032	12	SC_12	-7.857
2	SC_02	-7.953	13	SC_13	-7.971
3	SC_03	-7.931	14	SC_14	-8.001
4	SC_04	-7.905	15	SC_15	-8.02
5	SC_05	-7.857	16	SC_16	-8.021
6	SC_06	-7.818	17	SC_17	-8.005
7	SC_07	-7.935	18	SC_18	-8.015
8	SC_08	-7.973	19	SC_19	-7.903
9	SC_09	-7.924	20	SC_20	-8.086
10	SC_10	-7.829	21	SC_21	-7.968
11	SC_11	-7.829			

E. CAUDALES MEDIOS MENSUALES

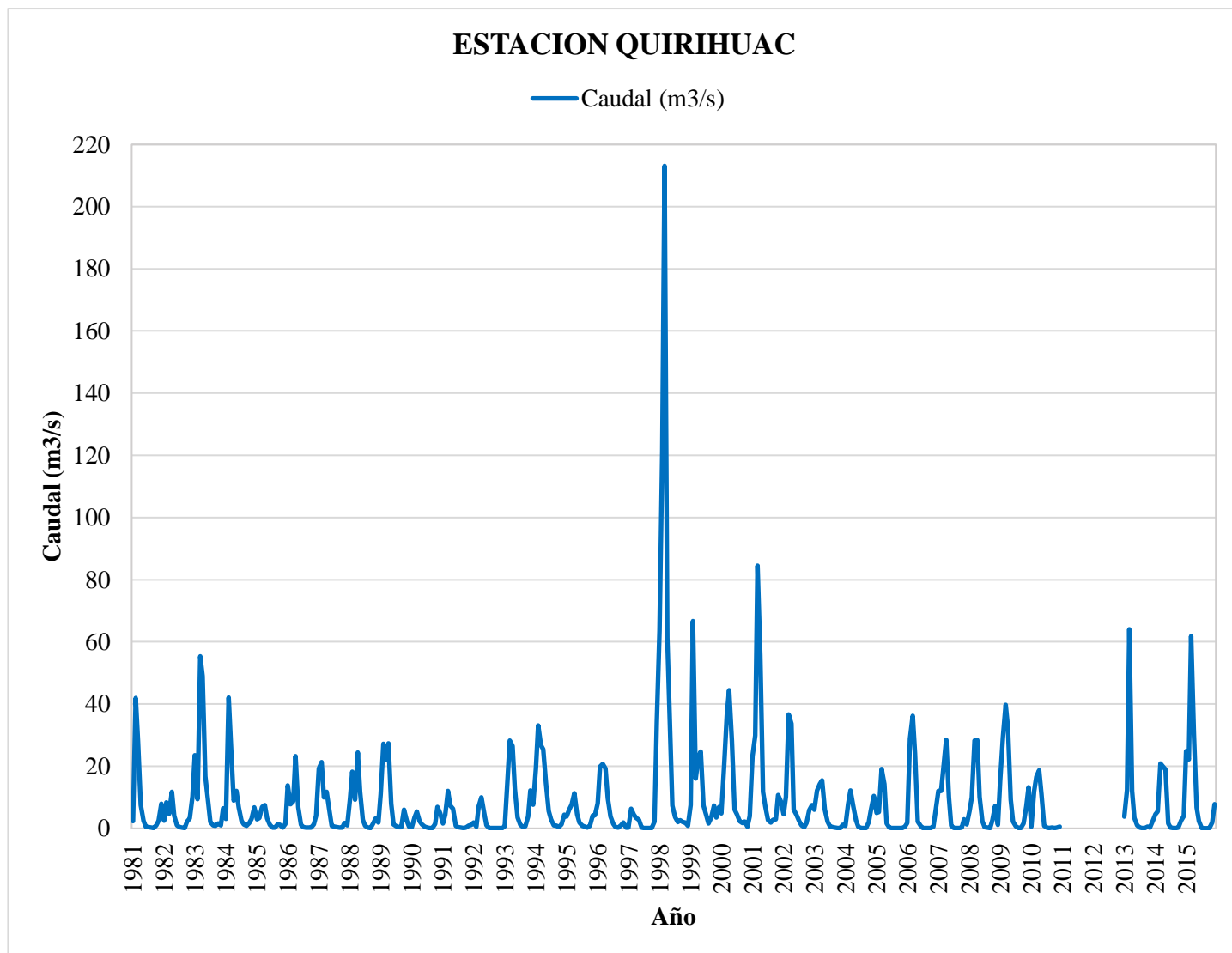
En este apartado se muestran los resultados de los caudales medios mensuales generados por el modelo hidrológico WEAP usando data histórica de precipitaciones medidas por las estaciones de SENAMHI, además de la serie histórica de caudales registrados por la estación “Quirihuac” para el periodo 1981 - 2015.

- **Caudales históricos registrados por la estación “Quirihuac”**

La estación de Quirihuac presenta una serie histórica que nos permitió calibrar el modelo hidrológico, la serie presenta un periodo de 2 años sin información, por lo que, para el proceso de calibración se utilizó el periodo de 1981 – 2010.

A continuación, se muestra la serie histórico obtenida de la estación Quirihuac para el periodo 1981 – 2015.

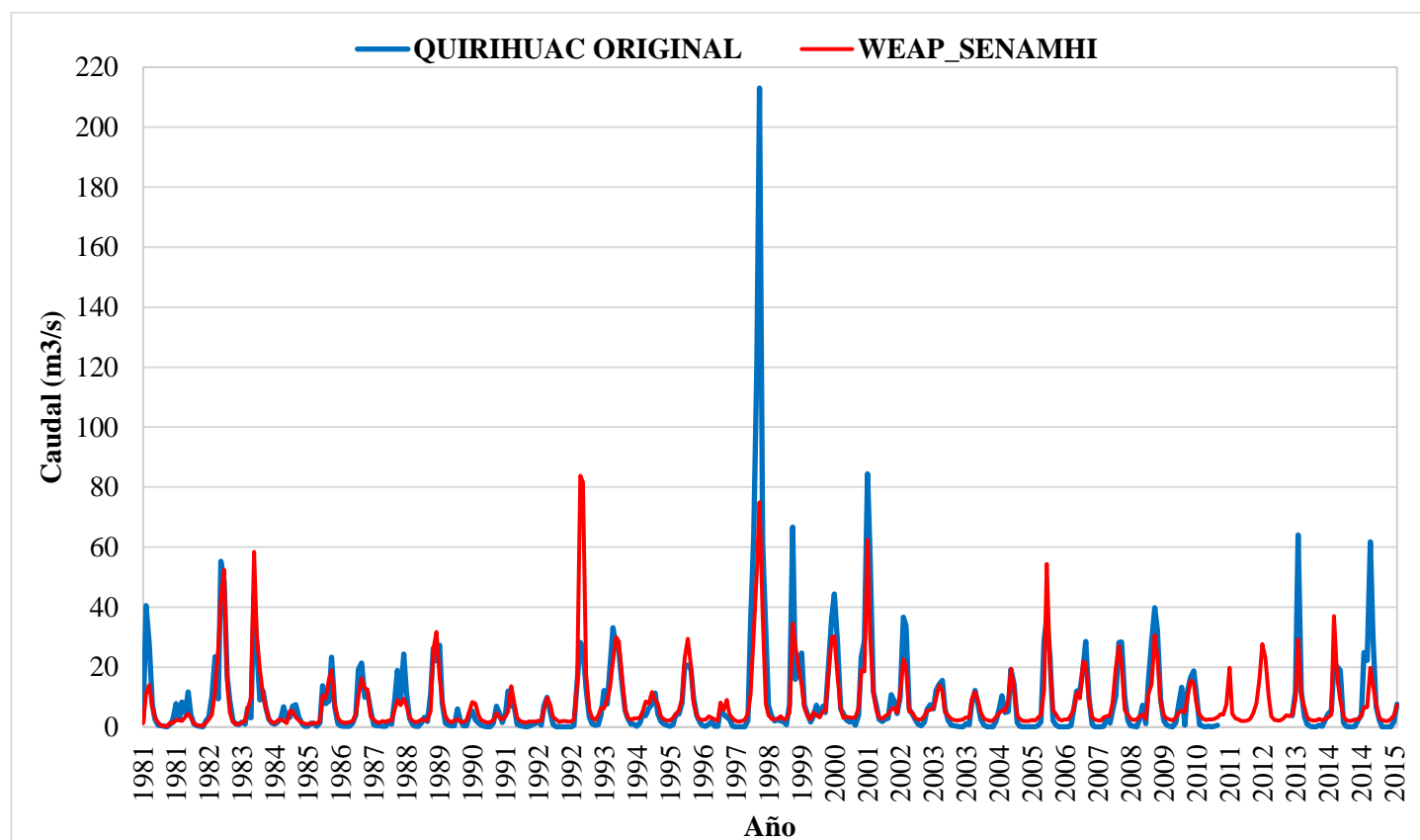
Figura 58. Hidrograma de caudales históricos – Estaciones Quirihuac



- **Caudales generados por el modelo hidrológico WEAP – Data SENAMHI**

Los resultados obtenidos del modelo hidrológico usando las series de precipitación histórica de las estaciones SENAMHI, se muestran a continuación. En adelante llamaremos WEAP_SENAMHI para mencionar a los valores generados por el modelo hidrológico WEAP usando data SENAMHI.

Figura 59. Hidrograma Valores observados QUIRIHUAC vs WEAP_SENAMHI



Además, los resultados de las pruebas estadísticas de eficiencia Nash-Sutcliffe y RSR resultan ser solo SATISFACTORIO y según el valor obtenido de la prueba PBIAS, el modelo tiende a sobreestimar los caudales generados, lo que se puede verificar visualmente (Figura N°40) en los caudales base durante todo el periodo en estudio.

Los valores obtenidos en las pruebas estadísticas de eficiencia, se presentan a continuación.

Tabla N° 22. Estadísticos de eficiencia valores generados WEAP_SENAMHI

WEAP_SENAMHI		
ESTADISTICOS DE EFICIENCIA	VALOR	INTERPRETACION
RSR	0.63	SATISFACTORIO
PBIAS	-8.22	MUY BUENO
NASH	0.61	SATISFACTORIO
r	0.79	BUENA

Nota. Los valores e interpretación de las pruebas se presentan en el Capítulo II. Test Estadísticos de Desempeño (Pág. 30)

4.5. PISCO Y RAIN4PE EN EL MODELAMIENTO HIDROLOGICO WEAP

A. PISCO EN EL MODELAMIENTO HIDROLOGICO WEAP

Los resultados del modelamiento hidrológico usando data de precipitaciones del producto PISCO, son muy buenos, los resultados de las pruebas estadísticas resultan en “MUY BUENO”, además, la prueba PBIAS resulto -7.31, “MUY BUENO”, el valor negativo indica una sobreestimación de los valores calculados, esto es notorio sobre todo en el caudal base. Los resultados de las pruebas estadísticas se muestran en la Tabla N° 22.

Figura 60. Hidrograma Valores observados QUIRIHUAC vs WEAP_PISCO

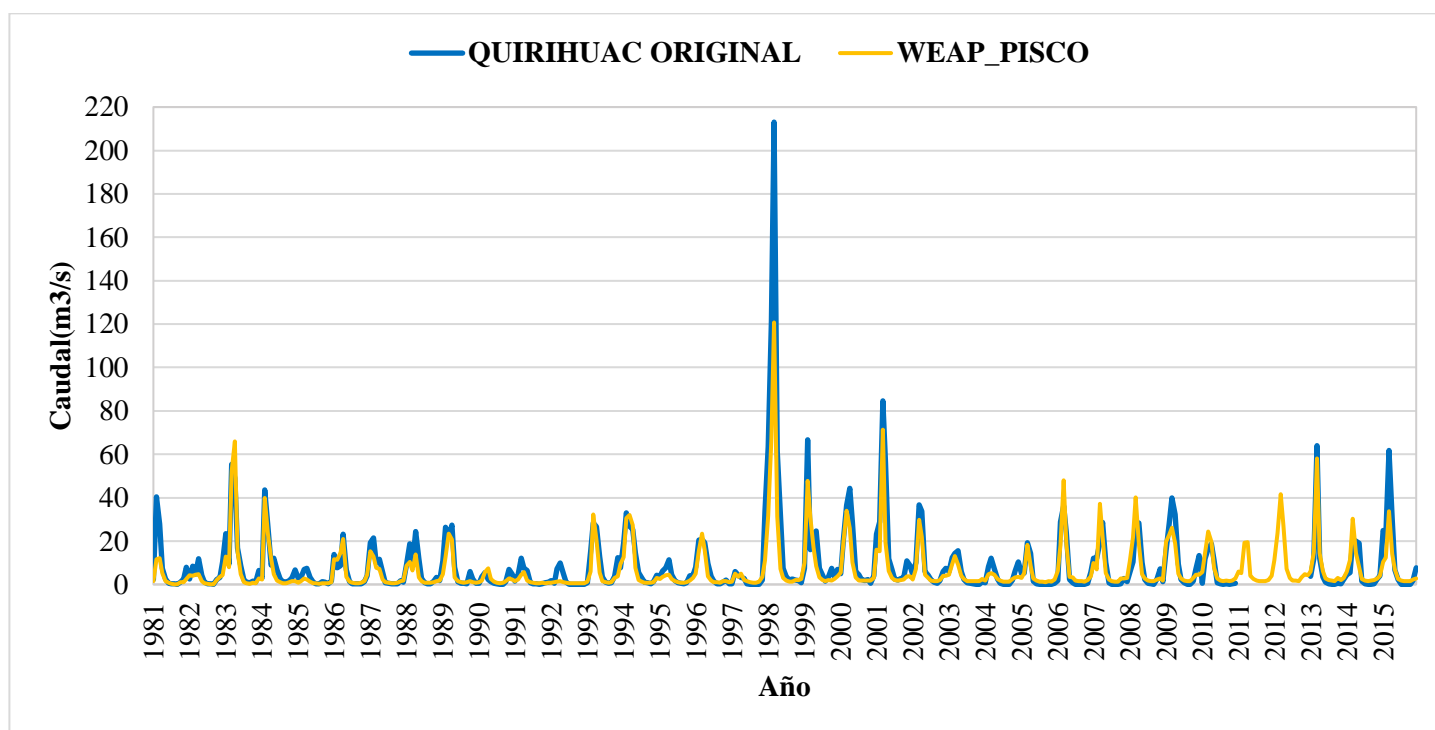


Tabla N° 23. Estadísticos de eficiencia valores generados WEAP_PISCO

WEAP_PISCO		
ESTADISTICOS DE EFICIENCIA	VALOR	INTERPRETACION
RSR	0.47	MUY BUENO
PBIAS	-7.31	MUY BUENO
NASH	0.77	MUY BUENO
r	0.92	MUY BUENA

Nota. Los valores e interpretación de las pruebas se presentan en el Capítulo II. Test Estadísticos de Desempeño (Pág. 30)

B. RAIN4PE EN EL MODELAMIENTO HIDROLOGICO WEAP

Los resultados del producto RAIN4PE, son igual de buenos que los obtenidos con el producto PISCO, las pruebas estadísticas de eficiencia resultaron en “MUY BUENO”, y la correlación obtenida termino siendo 0.89; por otro lado, la prueba PBIAS resulto en -7,32, “Muy Bueno”, sin embargo, aun indica sobreestimación de los caudales generados. Los resultados de las pruebas estadísticas se muestran en la Tabla N° 23.

Figura 61. Hidrograma Valores observados QUIRIHUAC vs WEAP_RAIN4PE

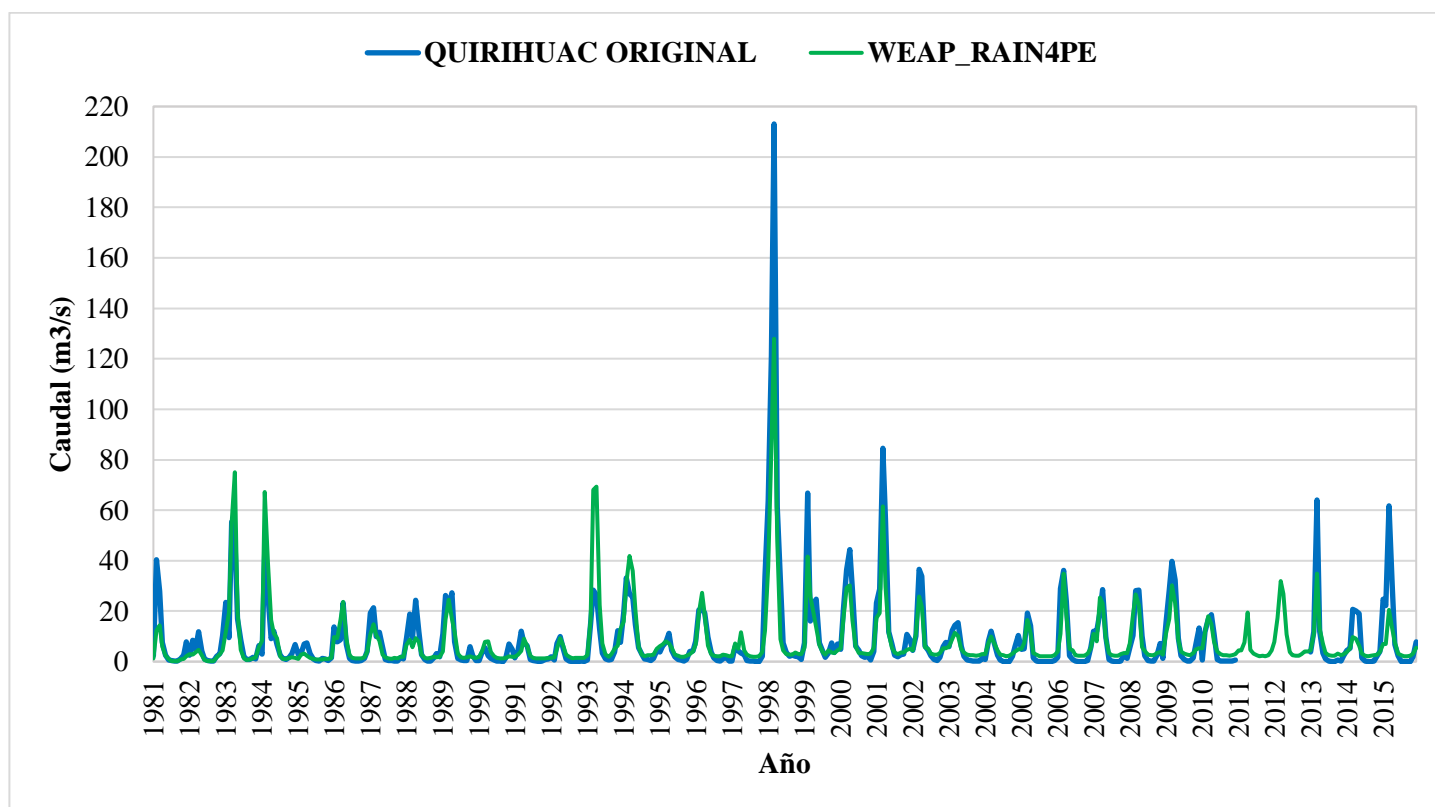


Tabla N° 24. Estadísticos de eficiencia valores generados WEAP_RAIN4PE

ESTADISTICOS DE EFICIENCIA	WEAP RAIN4PE	
	VALOR	INTERPRETACION
RSR	0.47	MUY BUENO
PBIAS	-7.32	MUY BUENO
NASH	0.78	MUY BUENO
r	0.89	MUY BUENA

Nota. Los valores e interpretación de las pruebas se presentan en el Capítulo II. Test Estadísticos de Desempeño (Pág. 30)

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La primera comparación realizada fue de manera estacional, el producto RAIN4PE, fue el que mejores resultados proporciono, llegando a tener, de 20 estaciones evaluadas, 14 series que se ajustan a las observadas, sin embargo el producto PISCO solo 11 series se ajustan; en ambos productos las series que se compararon con las observadas por las estaciones Laredo, Trujillo, Puerto Chicama y Casa grande, cercanas al litoral, mostraron un ajuste “No satisfactorio”, y la prueba PBIAS indica una subestimación por parte de los productos evaluados.
- La evaluación estadística de manera espacial de las series de los productos PISCO y RAIN4PE con las series generadas para las 21 subcuencas, se desarrolló de manera exitosa, cabe mencionar que, las series generadas para las subcuencas SC_15, SC_16, SC_17 y SC_18, en ambos productos, PISCO y RAIN4PE, son iguales, esto debido a la resolución del producto y la superficie de estas, entonces se concluye lo siguiente.

De los valores medios mensuales de precipitación para cada subcuenca obtenidos del producto PISCO, solo se ajustan 10 series de 21 obtenidas, teniendo una sobreestimación, por otra parte, de las series obtenidas del producto RAIN4PE, solo se ajustaron 14 series, teniendo una subestimación en las series obtenidas, lo que indica que el producto RAIN4PE nuevamente muestra mejores resultados.
- Los caudales generados por el modelo WEAP, para el periodo 1981-2015, usando información histórica de las estaciones SENAMHI, se ajustan a los caudales observados por la estación “Quirihuac”, teniendo una evaluación “SATISFACTORIA” y una sobreestimación de los caudales generados, según la prueba de PBIAS.

- La evaluación de los productos de precipitación PISCO y RAIN4PE resultó ser exitoso, las métricas de eficiencia corroboran la conclusión, para WEAP_PISCO se obtuvo un NASH de 0.77 (Muy bueno) y RSR de 0.47 (Muy bueno), mientras que para WEAP_RAIN4PE, un NASH de 0.78 (Muy bueno) y RSR de 0.47 (Muy bueno), superando a los valores generados usando data histórica SENAMHI, donde se obtuvo NASH de 0.61 (Satisfactorio) y RSR de 0.63 (Satisfactorio), llegando a la conclusión final de que los productos de precipitación PISCO y RAIN4PE pueden usarse como input del modelo hidrológico WEAP.

5.2. RECOMENDACIONES

- Debido que la resolución de los productos PISCO (~ 5*5) y RAIN4PE (~ 10*10), se recomienda usar los productos en cuencas y subcuencas con una superficie mayor a la que pueden cubrir, así se obtendrán resultados más óptimos.
- Se recomienda evaluar los productos PISCO y RAIN4PE con el modelo hidrológico en WEAP en otras cuencas para poder tener un campo mayor de aplicación, ya que el modelo permite ingresar diferentes componentes de una cuenca, reservorios, presas, demandas, trasvases, centrales hidroeléctricas, etc.

CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

6.1. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre Nuñez, M. (2011). *La cuenca hidrográfica en la gestión integrada de los recursos hídricos*. Centro Boliviano de Estudios Multidisciplinarios - Red de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. La Paz: Revista Virtual REDESMA.
- Aparicio Mijares, F. J. (1992). *Fundamentos de Hidrología de Superficie* (Primera Edición ed.). México: Editorial LIMUSA.
- Asurza Véliz, F. A. (2017). *Comparación de los productos TRMM y GPM para el modelamiento hidrológico en la cuenca del Río Huancané*. Tesis para Optar el Título de Ingeniero Agrícola, Lima.
- Burguña, N. (2019). *Aplicación de modelo hidrológicos para la estimación de caudales mensuales en la subcuenca del río Bigote*. Universidad de Piura, Piura.
- Cabrera, J. (2013). *Calibración de Modelos Hidrológicos*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- Cahuana Andina, A., & Yugar Morales, W. (2009). *Material de apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de hidrología CIV-233*. Cochabamba, Bolivia: Universidad Mayor de San Simón.
- Centro de Cambio Global-Universidad Católica de Chile, & Stockholm Environment Institute. (2009). *Guía Metodológica – Modelación Hidrológica y de Recursos Hídricos con el Modelo WEAP*. Universidad de Cuenca. Ecuador: Desarrollada con contribuciones del PACC (Proyecto de Adaptación al Cambio Climático a través de una efectiva gobernabilidad del agua en Ecuador), Ministerio del Ambiente de Ecuador, y PROMAS (Programa para el Manejo del Agua y del Suelo).
- Céspedes Mendoza, A. (2020). *Comparación de los Modelos Hidrológicos Lutz Scholz y Similitud Hidráulica de Sistemas Hidrológicos Altoandinos, en las cuencas de los ríos Cajamarquino y Namora para el periodo: 1973-2015*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Peru.
- Chereque Morán, W. (2010). *Hidrología para estudiantes de Ingeniería Civil* (Segunda Edición ed.). Lima, Perú: CONCYTEC.
- Fattorelli, S., & Fernández, P. C. (2011). *Diseño Hidrológico* (Segunda ed.). Zaragoza: WASA-GN.
- Gupta, H., Sorooshian, S., & Yapo, P. (1999). *Status of Automatic Calibration for Hydrologic Models: Comparison With Multilevel Expert Calibration*. Journal of Hydrologic Engineering.
- Lema Changoluisa, M. A., & Plaza Quezada, V. C. (2009). *Modelación Hidrológica del río Pastaza Aplicando el Modelo de Simulación WEAP*. Escuela Politécnica Nacional de Ingeniería, Quito.

- Ministerio De Medio Ambiente Y Agua - Viceministerio De Recursos Hídricos Y Riego. (2016). *Guía metodológica para la elaboración de balances hídricos superficiales - Análisis de variabilidad climática de oferta y demanda hídrica*. La Paz, Bolivia.
- Moriassi, D., Arnol, J., Van Liew, M., Bingner, R., Harmel, R., & Veith, T. (2007). *Model Evaluation Guidelines for Systematic Quantification of Accuracy in Watershed Simulations*. Transactions of the ASABE.
- SENAMHI. (2018). *Manual de Hidrometria, Documento Técnico 001*. Lima, Perú.
- Soria, F. (2016). *Guía metodológica para la elaboración de balances hídricos superficiales (versión resumida)*.
- Vauchel, P. (2001). *Hydracces Manual de Usuario*. Institut de Recherches pour le Développement. Versión 7.1.
- Villón Béjar, M. (2002). *Hidrología* (Segunda Edición ed.). Lima, Perú: Editorial Villón.
- Villón Béjar, M. (2016). *Hidrología Estadística* (Primera Edición ed.). Lima, Perú: Ediciones Villón.
- Weber, J. F., Dasso, C. M., & Jorquera, E. (2010). *Desarrollo y Calibración de un Modelo Hidrológico de Simulación Mixta*. Buenos Aires: Asociación Argentina de Mecánica Computacional.

6.2. LINKOGRAFIA

- Carrasco, M., Yarlequé, C., & Posadas, A. (2010). *Reconstrucción de datos faltantes de precipitación pluvial diaria mediante la Transformada Wavelet*. Revista Peruana Geo-Atmosférica. Retrieved from <https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/1069>
- EPS Sedalib S.A. (2018). *Diagnóstico Hídrico Rápido De La Cuenca Del Río Moche Como Fuente De Agua Y Servicios Ecosistémicos Hídricos Para La EPS Sedalib S.A.* Trujillo. Retrieved Octubre 10, 2023, from <http://sedalib.com.pe/upload/drive/32019/20190305-5683862528.pdf>
- Obervatorio del Agua Chillón Rímac, & GIZ. (2019). *Modelo WEAP para las cuencas Chillón, Rímac, Lurín, Chilca y Alto Mantaro*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.12543/4121>
- Sieber, J., & Purkey, D. (2015). *User Guide for WEAP 2015*. Retrieved from https://www.weap21.org/downloads/WEAP_User_Guide.pdf
- UV. (12 de Noviembre de 2024). Obtenido de Estadística Inferencial: https://www.uv.es/webgid/Inferencial/42_caractersticas_estimadores.html

ANEXOS
ANEXO 1. DATA HISTÓRICA ORIGINAL DE PRECIPITACIÓN
 Tabla N° 25. Registro Histórico – Estación Contumazá



Estación: Contumazá		Longitud: -78.820		Altitud: 2452.00 m.s.n.m.									
Parámetro: Precipitación mensual (mm)		Latitud: -7.350		Código: 354									
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	82.30	182.90	123.50	22.70	0.00	0.00	0.00	4.10	0.00	39.50	16.10	28.20	499.30
1982	46.30	48.90	3.20	66.50	5.30	0.00	0.00	0.00	8.80	17.70	20.60	130.60	347.90
1983	383.20	1406.50	616.80	456.20	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	55.20	24.00	73.00	3017.90
1984	52.00	389.50	65.00	96.20	5.00	8.40	18.00	0.00	16.20	90.10	30.90	55.10	826.40
1985	43.80	91.40	56.20	31.20	18.60	0.00	20.00	31.80	62.10	16.20	8.60	20.40	400.30
1986	93.80	12.60	179.30	191.00	45.00	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	91.80	619.50
1987	448.00	284.30	240.10	15.60	0.00	0.00	1.00	4.00	7.70	1.60	29.80	7.70	1039.80
1988	79.60	74.60	41.60	89.00	14.90	0.00	0.00	0.00	1.90	18.00	32.40	9.00	361.00
1989	123.30	219.30	176.80	168.40	6.80	7.80	0.00	0.00	14.60	49.10	22.40	0.00	788.50
1990	41.10	72.10	100.10	19.20	0.50	14.90	0.00	0.00	0.00	28.40	34.40	7.60	318.30
1991	4.60	89.20	173.20	125.80	26.20	0.00	0.00	0.00	1.50	34.80	48.80	27.80	531.90
1992	46.70	42.40	186.90	193.70	11.40	8.60	0.00	0.00	21.40	3.20	3.60	0.00	517.90
1993	51.60	286.30	342.10	144.70	19.50	0.00	0.00	3.20	33.00	55.50	29.90	50.30	1016.10
1994	110.20	115.00	188.10	52.60	22.10	0.00	1.00	0.00	5.80	0.00	27.00	29.50	551.30
1995	104.40	96.20	107.30	59.80	5.50	2.30	5.00	0.00	0.00	15.70	35.80	58.80	490.80
1996	90.20	161.10	209.60	66.30	5.80	8.10	0.00	0.90	5.90	23.10	0.60	2.50	574.10
1997	6.60	172.10	64.40	125.30	14.00	7.40	0.00	0.00	28.60	15.70	86.20	284.00	804.30
1998	373.10	524.10	438.00	145.90	22.50	10.30	0.00	1.80	5.00	14.60	7.60	17.80	1560.70
1999	69.90	296.20	175.70	90.80	83.00	24.20	18.50	0.00	41.70	14.10	19.10	41.40	874.60
2000	23.80	215.90	378.30	146.20	65.00	7.80	0.30	5.70	23.80	6.70	34.70	78.80	987.00
2001	191.80	152.50	457.30	157.50	23.90	8.70	0.00	0.00	18.10	19.70	41.70	43.00	1114.20
2002	18.00	183.30	192.10	262.80	20.40	9.10	0.70	0.00	4.70	33.40	80.70	42.70	847.90
2003	76.80	91.40	80.70	54.50	18.30	6.50	0.00	0.70	1.20	1.90	9.20	79.80	421.00
2004	2.70	100.20	116.20	69.10	20.80	0.00	3.10	0.00	10.60	27.70	18.80	36.70	405.90
2005	35.90	40.80	103.90	42.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	15.40	11.10	21.10	271.80
2006	77.20	189.80	408.20	63.00	3.60	14.60	0.00	0.60	8.60	0.00	30.90	68.10	864.60
2007	85.20	40.50	256.50	104.80	33.90	0.00	0.00	4.10	0.00	54.60	29.30	22.30	631.20
2008	84.20	343.10	213.00	194.40	2.10	4.90	0.00	9.70	9.10	42.90	48.70	2.60	954.70
2009	208.90	178.30	262.40	72.90	30.40	2.90	5.20	0.00	5.60	64.50	47.60	19.20	897.90
2010	25.50	169.60	165.70	78.70	25.60	4.80	0.00	0.00	10.10	11.20	16.80	34.00	542.00
2011	68.70	25.80	108.40	171.60	4.70	0.60	0.30	0.00	8.30	2.50	9.70	40.30	440.90
2012	77.10	183.40	248.90	151.60	36.70	0.00	0.00	0.00	0.50	64.10	36.60	53.30	852.20
2013	27.80	149.90	286.40	17.80	35.30	2.50	0.00	0.50	0.00	57.30	0.60	69.40	647.50
2014	47.20	28.30	175.80	62.40	44.60	0.60	0.00	0.00	16.80	41.20	24.70	88.40	530.00
2015	91.10	67.70	310.00	81.90	48.80	0.00	2.50	0.00	0.30	9.80	59.40	65.50	737.00
<i>N°</i>	<i>35.00</i>	<i>35.00</i>	<i>35.00</i>	<i>35.00</i>	<i>35.00</i>	<i>35.00</i>	<i>35.00</i>	<i>35.00</i>	<i>35.00</i>	<i>35.00</i>	<i>35.00</i>	<i>35.00</i>	<i>35.00</i>
<i>\bar{x}</i>	<i>96.93</i>	<i>192.15</i>	<i>207.19</i>	<i>111.20</i>	<i>20.58</i>	<i>4.51</i>	<i>2.33</i>	<i>1.92</i>	<i>10.67</i>	<i>27.01</i>	<i>27.95</i>	<i>48.59</i>	<i>751.04</i>
<i>σ</i>	<i>105.14</i>	<i>239.83</i>	<i>133.93</i>	<i>85.14</i>	<i>19.50</i>	<i>5.63</i>	<i>5.38</i>	<i>5.62</i>	<i>13.68</i>	<i>22.95</i>	<i>20.32</i>	<i>51.17</i>	<i>481.26</i>
<i>Max.</i>	<i>448.00</i>	<i>1406.50</i>	<i>616.80</i>	<i>456.20</i>	<i>83.00</i>	<i>24.20</i>	<i>20.00</i>	<i>31.80</i>	<i>62.10</i>	<i>90.10</i>	<i>86.20</i>	<i>284.00</i>	<i>3017.90</i>
<i>Min.</i>	<i>2.70</i>	<i>12.60</i>	<i>3.20</i>	<i>15.60</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>271.80</i>

Fuente. SENAMHI

Tabla N° 26. Registro Histórico – Estación Salpo



Estación: Salpo		Longitud: -78.607		Altitud: 3458.00 m.s.n.m.									
Parámetro: Precipitación mensual (mm)		Latitud: -8.005		Código: 398									
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
981	95.90	155.80	73.40	58.20	0.00	11.20	0.00	11.30	0.00	81.70	9.40	36.10	533.00
1982	42.50	22.60	35.90	102.70	27.80	0.00	4.70	0.00	33.80	81.30	63.70	91.80	506.80
1983	131.10	119.80	254.80	174.20	24.20	17.60	0.00	0.00	15.20	41.70	21.80	175.80	976.20
1984	56.40	263.70	95.20	43.30	90.60	11.90	3.20	1.50	49.50	51.10	37.70	24.10	728.20
1985	14.70	73.20	72.10	52.10	39.50	0.00	33.90	26.20	71.40	40.50	1.60	60.30	485.50
1986	130.30	33.60	117.30	99.10	12.30	0.00	0.00	20.50	5.70	49.30	41.90	91.10	601.10
1987	132.50	140.50	75.90	101.60	6.10	1.50	6.20	1.60	39.40	14.90	18.10	53.50	591.80
1988	111.60	82.60	74.90	99.00	59.00	2.40	1.20	16.70	10.10	56.90	11.80	0.00	526.20
1989	94.90	184.80	110.70	84.10	21.30	12.40	6.70	5.70	20.70	111.80	7.00	0.00	660.10
1990	42.40	46.80	125.80	49.80	30.00	25.10	0.00	0.00	14.20	70.70	10.40	51.20	466.40
1991	84.00	102.40	122.20	79.30	32.60	0.50	0.00	0.00	13.90	126.50	53.60	25.20	640.20
1992	84.20	30.40	126.30	114.60	47.60	26.00	59.70	6.10	43.40	31.40	14.50	12.60	596.80
1993	152.00	393.20	560.40	413.20	34.10	5.60	9.00	2.00	80.00	78.00	44.30	85.40	1857.20
1994	96.40	113.10	165.80	124.10	56.00	20.80	3.50	0.00	41.40	2.10	54.20	64.00	741.40
1995	132.30	77.20	61.70	70.40	22.60	4.00	13.80	6.50	14.40	56.80	47.80	74.10	581.60
1996	94.10	171.80	119.00	56.40	35.00	3.20	0.40	21.00	21.50	54.50	2.70	7.60	587.20
1997	16.80	158.10	48.90	101.80	17.40	7.10	2.90	0.00	12.00	23.10	118.00	198.40	704.50
1998	182.90	267.00	325.30	117.20	34.00	10.90	2.20	17.10	39.10	52.10	13.60	26.40	1087.80
1999	108.10	240.90	54.40	93.60	57.50	13.50	13.30	0.50	40.10	32.50	11.10	37.00	702.50
2000	56.80	152.00	147.50	122.10	85.10	22.70	3.60	31.10	30.10	69.50	24.70	112.80	858.00
2001	134.20	107.60	233.20	151.90	29.40	19.10	9.10	0.30	58.10	23.90	46.70	43.40	856.90
2002	51.40	135.10	152.30	89.80	14.50	30.30	0.30	0.00	2.90	79.80	107.70	53.50	717.60
2003	82.50	88.80	124.20	76.10	12.70	23.40	13.20	0.00	2.20	6.00	26.30	46.80	502.20
2004	10.00	73.50	123.60	43.40	15.50	0.20	5.90	0.00	18.50	69.60	27.80	71.30	459.30
2005	65.30	58.10	95.50	104.60	1.90	0.90	0.00	9.80	7.70	31.50	17.30	39.50	432.10
2006	65.60	132.80	267.50	80.90	27.70	19.20	0.00	26.20	36.30	7.80	63.90	36.10	764.00
2007	138.00	49.30	141.80	97.40	20.40	0.00	6.10	16.30	15.80	55.60	73.70	27.30	641.70
2008	109.30	134.70	145.50	138.10	5.90	14.90	7.40	10.80	11.60	52.10	109.50	2.00	741.80
2009	184.90	112.50	149.40	113.20	17.70	5.40	17.40	6.00	1.90	98.10	47.50	43.60	797.60
2010	80.50	109.60	84.40	111.60	27.60	23.10	2.00	5.40	37.90	15.10	34.30	39.70	571.20
2011	71.40	41.50	55.80	167.80	12.60	5.40	12.90	2.00	8.40	29.90	51.80	52.70	512.20
2012	77.40	196.80	159.70	100.70	40.40	7.80	0.00	2.40	4.40	53.40	32.10	50.40	725.50
2013	114.50	124.40	209.80	42.00	28.40	3.70	0.00	0.00	6.80	123.30	2.50	68.60	724.00
2014	32.00	47.50	144.00	95.00	38.90	17.50	8.80	10.20	42.50	32.00	57.90	116.50	642.80
2015	95.70	89.20	168.60	95.20	43.50	7.40	11.10	0.00	6.20	54.00	85.60	134.80	791.30
<i>N°</i>	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
<i>x̄</i>	90.65	123.74	143.51	104.70	30.57	10.71	7.39	7.35	24.49	53.10	39.79	58.67	694.65
<i>σ</i>	43.89	78.47	97.48	62.88	20.72	9.14	11.46	9.06	20.44	31.53	31.16	45.67	250.27
<i>Max.</i>	184.90	393.20	560.40	413.20	90.60	30.30	59.70	31.10	80.00	126.50	118.00	198.40	1857.20
<i>Min.</i>	10.00	22.60	35.90	42.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	1.60	0.00	432.10

Fuente. SENAMHI

Tabla N° 27. Registro Histórico – Estación Huangacocha



Estación: Huangacocha						Longitud: -78.070				Altitud: 3763.00 m.s.n.m.			
Parámetro: Precipitación mensual (mm)						Latitud: -7.940				Código: 153327			
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	142.90	419.70	322.30	78.20	62.60	16.70	13.40	38.90	8.20	170.70	140.40	159.10	1573.10
1982	141.10	222.70	127.90	89.20	7.10	12.10	24.30	0.00	37.60	385.50	137.20	154.10	1338.80
1983	116.40	53.40	384.70	336.70	110.20	30.80	0.00	0.00	5.00	125.60	69.50	501.70	1734.00
1984	79.60	718.40	227.50	208.60	108.40	34.40	32.70	0.00	18.30	283.00	116.80	106.30	1934.00
1985	31.60	26.80	157.60	321.10	124.70	0.00	8.20	0.00	22.10	43.80	42.70	166.20	944.80
1986	235.40	171.90	227.00	198.50	125.60	18.30	11.60	41.50	62.10	106.60	160.40	219.80	1578.70
1987	249.80	91.20	184.00	201.50	79.50	14.40	17.50	27.80	104.00	110.90	142.70	162.80	1386.10
1988	291.30	203.90	134.50	317.40	41.70	38.70	0.00	7.50	59.30	217.40	167.70	201.80	1681.20
1989	107.60	151.30	280.30	391.50	92.90	4.10	0.00	0.00	132.50	253.30	2.10	0.00	1415.60
1990	63.70	135.40	265.50	300.50	35.90	17.20	26.00	5.80	122.60	232.00	197.70	149.00	1551.30
1991	128.00	165.80	146.60	187.70	2.60	11.40	0.00	0.00	0.00	106.00	197.50	79.30	1024.90
1992	120.90	76.60	57.10	26.10	111.30	53.70	0.00	0.00	10.40	120.20	54.40	6.60	637.30
1993	192.50	174.30	228.30	185.40	153.10	0.00	0.00	0.00	78.90	142.20	252.00	470.00	1876.70
1994	159.90	427.30	471.00	379.90	194.20	33.10	3.30	1.70	19.60	11.80	29.00	39.40	1770.20
1995	9.00	31.50	62.80	147.10	73.00	15.00	20.80	7.80	14.00	36.70	130.10	145.90	693.70
1996	111.20	161.80	208.20	131.90	52.40	18.00	0.00	2.90	7.80	100.30	69.20	27.20	890.90
1997	49.40	141.90	20.00	53.00	40.40	20.50	0.00	4.80	50.80	104.70	159.20	230.50	875.20
1998	219.20	307.80	253.70	114.00	35.60	6.60	0.00	6.10	47.00	185.90	109.90	72.70	1358.50
1999	245.90	457.60	170.10	56.50	108.30	94.00	3.60	2.30	122.10	32.60	95.30	209.30	1597.60
2000	96.00	289.50	176.10	128.10	88.00	24.90	1.80	16.20	41.20	47.90	72.70	211.50	1193.90
2001	339.30	183.10	348.00	39.70	64.30	7.60	31.30	0.00	64.30	126.00	179.20	131.50	1514.30
2002	101.60	145.50	239.50	125.50	44.00	13.20	13.00	0.00	39.70	171.50	187.00	172.40	1252.90
2003	103.60	115.80	166.20	93.20	48.60	25.80	13.40	5.40	64.90	92.20	129.90	176.90	1035.90
2004	70.90	88.50	86.10	114.50	52.40	6.10	53.80	8.20	98.60	183.10	138.90	161.90	1063.00
2005	125.20	167.30	287.60	74.80	19.10	7.80	0.00	8.60	24.30	188.10	42.60	144.60	1090.00
2006	108.50	210.40	286.20	114.70	32.60	67.50	23.40	11.80	30.00	102.90	140.50	214.60	1343.10
2007	143.90	49.70	313.90	193.00	47.40	1.40	21.50	12.70	30.30	254.20	148.20	123.70	1339.90
2008	172.50	170.00	200.90	161.40	50.20	22.30	8.50	9.30	41.60	140.30	158.50	70.90	1206.40
2009	289.00	160.00	273.30	150.30	61.40	41.10	31.20	7.30	14.00	199.20	195.50	131.80	1554.10
2010	86.00	129.00	194.90	93.40	48.90	10.00	6.50	3.30	46.00	75.20	169.40	153.30	1015.90
2011	129.00	122.10	168.20	197.70	12.90	3.00	17.50	6.30	48.80	71.20	168.60	220.40	1165.70
2012	274.40	237.00	118.00	187.30	41.90	26.80	0.00	26.90	18.60	151.90	230.80	160.70	1474.30
2013	76.70	215.70	261.80	95.10	69.10	6.20	10.50	27.20	9.70	213.10	21.10	145.10	1151.30
2014	125.90	214.20	254.50	98.60	71.30	13.10	18.70	0.00	55.00	78.60	106.60	194.60	1231.10
2015	200.50	91.10	277.00	67.90	92.10	9.00	10.10	2.60	17.60	44.50	105.10	93.10	1010.60
<i>Nº</i>	<i>35.00</i>	<i>35.00</i>	<i>35.00</i>	<i>35.00</i>	<i>35.00</i>	<i>35.00</i>	<i>35.00</i>	<i>35.00</i>	<i>35.00</i>	<i>35.00</i>	<i>35.00</i>	<i>35.00</i>	<i>35.00</i>
<i>x̄</i>	<i>146.81</i>	<i>192.23</i>	<i>216.61</i>	<i>161.71</i>	<i>68.68</i>	<i>20.71</i>	<i>12.07</i>	<i>8.37</i>	<i>44.77</i>	<i>140.26</i>	<i>127.67</i>	<i>160.25</i>	<i>1300.14</i>
<i>σ</i>	<i>79.57</i>	<i>138.04</i>	<i>95.15</i>	<i>97.34</i>	<i>41.97</i>	<i>19.81</i>	<i>12.80</i>	<i>11.09</i>	<i>35.80</i>	<i>81.68</i>	<i>60.59</i>	<i>101.62</i>	<i>321.82</i>
<i>Max.</i>	<i>339.30</i>	<i>718.40</i>	<i>471.00</i>	<i>391.50</i>	<i>194.20</i>	<i>94.00</i>	<i>53.80</i>	<i>41.50</i>	<i>132.50</i>	<i>385.50</i>	<i>252.00</i>	<i>501.70</i>	<i>1934.00</i>
<i>Min.</i>	<i>9.00</i>	<i>26.80</i>	<i>20.00</i>	<i>26.10</i>	<i>2.60</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>11.80</i>	<i>2.10</i>	<i>0.00</i>	<i>637.30</i>

Fuente. SENAMHI

Tabla N° 28. Registro Histórico – Estación Trujillo



Estación: Trujillo		Longitud: -79.100		Altitud: 35.00 m.s.n.m.									
Parámetro: Precipitación mensual (mm)		Latitud: -8.083		Código: 406									
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1982	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1983	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1984	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1985	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1986	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1987	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1988	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1989	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1995	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1999	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2004	-	-	-	-	-	-	-	0.00	19.40	58.90	-	-	-
2005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2006	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	0.00	0.70	1.70	-
2007	0.00	0.00	9.80	2.20	0.50	0.00	0.60	0.00	0.10	-	-	-	-
2008	4.80	1.60	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	9.6
2009	14.10	1.80	3.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	20.5
2010	0.10	35.70	3.20	1.30	1.30	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.20	42.1
2011	0.10	0.00	2.00	2.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2013	0.00	9.10	17.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	26.3
2014	0.70	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	1.70	4.5
2015	0.10	8.00	8.10	0.20	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2.60	20.9
<i>Nº</i>	8.00	8.00	8.00	8.00	7.00	7.00	7.00	9.00	9.00	8.00	7.00	7.00	6.00
\bar{x}	2.49	7.03	6.03	0.76	0.53	0.00	0.09	0.00	2.21	7.45	0.27	0.89	20.65
σ	4.97	12.14	5.31	1.05	0.55	0.00	0.23	0.00	6.45	20.79	0.41	1.09	13.23
<i>Max.</i>	14.10	35.70	17.00	2.40	1.30	0.00	0.60	0.00	19.40	58.90	1.00	2.60	42.10
<i>Min.</i>	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50

Fuente. SENAMHI

Tabla N° 29. Registro Histórico – Estación Puerto Chicama



Estación: Puerto Chicama		Longitud: -79.440		Altitud: 0.50 m.s.n.m.									
Parámetro: Precipitación mensual (mm)		Latitud: -7.700		Código: 329									
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	-
1982	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1983	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1984	-	0.00	-	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-	-
1985	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-
1986	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1987	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1988	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1989	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1995	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-
1997	0.00	2.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	4.10	1.50	33.00	32.90	75.00
1998	34.70	27.60	11.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.40	0.10	74.60
1999	0.00	14.00	2.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.60	31.60
2000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2001	0.00	4.00	0.00	3.50	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	11.00
2002	1.00	1.60	7.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	1.00	12.20
2003	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2004	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2005	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-
2006	0.00	0.00	14.50	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.00
2007	4.50	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.50
2008	0.50	5.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.50
2009	11.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.50
2010	0.00	13.00	3.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nº</i>	16.00	17.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	15.00	14.00	14.00	15.00	15.00	12.00
\bar{x}	3.26	3.98	3.31	0.61	0.00	0.00	0.18	0.00	0.33	0.21	2.27	3.04	20.66
σ	8.90	7.53	4.70	1.35	0.00	0.00	0.54	0.00	1.09	0.54	8.50	8.78	26.70
<i>Max.</i>	34.70	27.60	14.50	4.00	0.00	0.00	2.00	0.00	4.10	1.50	33.00	32.90	75.00
<i>Min.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente. SENAMHI

Tabla N° 30. Registro Histórico – Estación Casa Grande



Estación: Casa Grande		Longitud: -79.18		Altitud: 240.00 m.s.n.m.									
Parámetro: Precipitación mensual (mm)		Latitud: -7.75		Código: 344									
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	2.70	9.40	8.80	0.60	0.00	0.40	0.40	0.50	0.00	2.00	0.40	0.60	25.8
1982	1.60	1.60	1.90	2.30	0.40	-	-	-	-	-	-	-	-
1983	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1984	-	-	-	0.80	0.10	0.10	2.50	0.10	0.00	0.60	0.00	2.20	-
1985	0.00	1.80	0.00	0.70	1.90	0.00	0.40	0.60	4.10	0.00	0.00	0.00	9.5
1986	5.70	0.00	0.30	3.10	0.00	0.00	1.00	2.70	0.00	0.50	0.50	0.30	14.1
1987	2.70	1.70	7.60	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	1.70	0.60	23.5
1988	8.90	0.40	3.00	1.10	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.10	0.10	14
1989	1.50	9.20	1.80	4.20	1.10	0.70	0.00	0.20	0.20	-	-	-	-
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1995	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1999	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>N°</i>	7.00	7.00	7.00	8.00	8.00	7.00	7.00	7.00	7.00	6.00	6.00	6.00	5.00
<i>̄x</i>	3.30	3.44	3.34	2.73	0.44	0.17	0.61	0.64	0.61	0.55	0.45	0.63	17.38
<i>σ</i>	3.02	4.06	3.49	2.85	0.70	0.28	0.91	0.93	1.54	0.75	0.65	0.81	6.94
<i>Max.</i>	8.90	9.40	8.80	9.00	1.90	0.70	2.50	2.70	4.10	2.00	1.70	2.20	25.80
<i>Min.</i>	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.50

Fuente. SENAMHI

Tabla N° 31. Registro Histórico – Estación Laredo



Estación: Laredo		Longitud: -78.850							Altitud: 100.00 m.s.n.m.				
Parámetro: Precipitación mensual (mm)		Latitud: -8.080							Código: 410				
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	4.10	10.40	0.50	0.70	0.00	0.00	0.00	1.30	0.00	2.90	0.00	0.20	20.10
1982	0.30	3.10	0.40	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.40	0.70	7.90
1983	8.40	2.00	33.60	11.90	7.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	63.60
1984	1.40	14.60	2.30	0.40	0.70	0.20	0.40	0.00	0.00	0.10	0.40	0.70	21.20
1985	0.00	1.60	0.00	0.00	1.50	0.00	0.30	0.00	1.30	0.00	0.00	2.50	7.20
1986	8.20	0.00	2.40	0.90	0.20	0.00	0.30	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	12.20
1987	2.20	2.70	2.40	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	1.00	0.00	0.00	13.20
1988	5.10	0.40	0.50	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.90
1989	0.70	4.40	3.70	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.10	0.00	0.00	12.30
1990	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	5.90	0.00	7.70
1991	0.00	2.80	4.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	9.40	17.20
1992	0.00	1.60	0.30	0.00	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	3.50
1993	0.40	7.60	18.00	3.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.80	33.60
1994	0.00	6.80	6.50	8.10	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.50	28.70
1995	1.00	0.60	2.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.20
1996	5.00	4.20	2.00	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	0.00	0.00	14.40
1997	0.00	1.70	0.40	3.20	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.90	2.70	21.40	30.70
1998	12.30	66.80	47.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	127.20
1999	7.90	21.10	0.00	0.90	1.50	0.00	0.00	0.00	1.90	0.00	0.00	2.80	36.10
2000	0.90	4.20	4.70	3.10	5.00	2.20	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	4.40	25.20
2001	6.20	2.40	13.50	2.80	0.00	4.20	0.60	1.00	0.00	0.00	1.00	0.50	32.20
2002	0.00	8.60	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.70	0.00	17.70
2003	3.60	7.70	0.00	2.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-
2004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>N°</i>	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	22.00	22.00	22.00	22.00
<i>x̄</i>	2.94	7.62	6.46	2.13	0.81	0.30	0.10	0.11	0.24	0.39	0.84	2.43	24.68
<i>σ</i>	3.57	13.86	11.79	2.87	1.86	0.97	0.21	0.33	0.52	0.80	1.88	4.92	26.80
<i>Max.</i>	12.30	66.80	47.50	11.90	7.70	4.20	0.70	1.30	1.90	2.90	6.70	21.40	127.20
<i>Min.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50

Fuente. SENAMHI

Tabla N° 32. Registro Histórico – Estación Callancas



Estación: Callancas		Longitud: -78.480		Altitud: 1593.00 m.s.n.m.									
Parámetro: Precipitación Mensual (mm)		Latitud: -7.770		Código: 153101									
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	64.50	160.90	97.90	33.30	0.00	1.30	0.00	4.00	1.80	38.00	4.70	40.30	446.70
1982	37.00	35.60	20.40	44.60	4.40	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-
1983	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1984	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1985	1.80	70.80	51.00	17.60	0.00	0.00	0.00	5.10	21.80	0.00	0.00	23.50	191.60
1986	135.70	43.60	55.00	79.50	6.20	0.00	3.00	9.80	0.00	10.20	25.30	41.70	410.00
1987	123.90	85.20	64.10	67.70	3.80	0.30	0.00	8.30	2.50	10.00	12.00	23.40	401.20
1988	74.70	69.70	34.60	81.60	6.60	2.50	0.20	0.00	1.60	26.50	11.30	8.90	318.20
1989	59.40	132.10	98.00	62.30	2.00	4.10	0.00	3.00	4.50	0.00	1.10	12.40	378.90
1990	1.10	0.00	30.70	59.40	4.00	0.00	0.00	0.00	14.60	25.00	9.70	12.10	156.60
1991	1.10	32.80	69.70	52.90	9.10	1.10	0.00	0.00	0.00	31.80	32.80	22.30	253.60
1992	1.30	15.40	22.70	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.20	46.60
1993	0.00	96.20	164.10	65.30	20.60	0.00	0.00	0.00	45.10	53.40	8.30	52.10	505.10
1994	37.70	103.00	50.00	25.40	59.90	0.00	3.00	0.00	7.50	0.00	42.00	54.40	382.90
1995	50.90	70.20	31.80	64.50	15.10	12.20	4.60	1.70	10.90	33.40	25.30	69.30	389.90
1996	62.20	147.50	147.00	29.20	3.20	0.00	0.00	0.00	7.20	62.40	0.00	6.50	465.20
1997	8.10	114.90	24.90	52.30	12.90	3.40	0.00	0.00	11.40	28.70	34.60	133.40	424.60
1998	201.10	187.00	262.00	92.80	11.10	4.40	0.00	0.00	5.20	22.10	6.90	27.30	819.90
1999	77.20	265.80	71.90	67.10	48.20	9.00	2.90	0.00	30.70	18.10	14.60	52.70	658.20
2000	38.60	144.60	159.70	123.60	62.50	4.60	0.00	4.30	20.10	-	20.40	74.50	-
2001	129.10	71.20	267.10	51.70	18.10	3.10	0.00	0.00	23.00	23.20	44.80	31.00	662.30
2002	26.40	127.50	152.10	97.40	2.40	8.70	0.00	0.00	1.50	34.10	77.60	55.00	582.70
2003	41.60	78.30	55.50	31.20	17.00	-	1.50	0.20	3.60	8.80	10.60	71.50	-
2004	8.80	78.20	103.00	21.60	28.30	0.00	1.20	0.00	17.10	55.90	15.60	38.30	368.00
2005	42.30	62.20	132.70	17.40	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	13.40	3.90	45.70	317.70
2006	64.40	125.90	243.00	76.40	9.10	15.40	3.60	1.10	3.10	1.30	32.10	52.90	628.30
2007	57.80	19.50	182.90	82.70	34.80	0.00	0.00	0.10	1.00	49.60	51.20	32.80	512.40
2008	102.90	154.80	132.40	87.10	3.50	3.90	0.70	1.10	3.20	37.50	42.90	0.50	570.50
2009	151.30	111.20	168.50	66.30	7.00	2.70	0.70	0.00	0.10	47.70	53.20	62.10	670.80
2010	40.40	154.30	93.80	62.50	27.20	0.60	4.70	0.00	13.60	5.70	33.30	41.90	478.00
2011	62.40	20.80	93.10	176.20	2.60	0.00	1.10	0.00	4.50	2.70	27.80	58.60	449.80
2012	65.00	175.80	143.80	109.60	26.00	5.70	0.00	0.50	2.70	66.60	35.30	36.90	667.90
2013	57.00	116.10	196.80	26.10	30.60	2.60	0.00	0.00	0.10	48.90	0.40	37.50	516.10
2014	41.70	48.60	102.10	55.20	52.40	0.00	0.10	1.80	16.90	17.60	33.10	60.70	430.20
2015	99.80	59.70	150.50	49.60	62.20	1.50	2.50	0.00	2.00	17.60	30.60	56.70	532.70
<i>N°</i>	33.00	33.00	33.00	33.00	33.00	32.00	33.00	33.00	32.00	31.00	32.00	32.00	30.00
<i>̄x</i>	59.61	96.35	111.30	61.67	17.90	2.73	0.90	1.24	8.67	25.49	23.17	41.85	454.55
<i>σ</i>	47.96	58.49	69.42	34.67	19.50	3.84	1.46	2.45	10.54	20.05	18.97	26.60	167.94
<i>Max.</i>	201.10	265.80	267.10	176.20	62.50	15.40	4.70	9.80	45.10	66.60	77.60	133.40	819.90
<i>Min.</i>	0.00	0.00	20.40	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	46.60

Fuente. SENAMHI

Tabla N° 33. Registro Histórico – Estación San Benito



Estación: San Benito		Longitud: -78.930							Altitud: 1200.00 m.s.n.m.				
Parámetro: Precipitación mensual (mm)		Latitud: -7.430							Código: 153201				
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	65.50	101.60	138.00	15.30	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	6.10	8.20	17.50	358.20
1982	33.40	31.60	4.20	34.70	0.80	0.00	0.00	0.00	4.20	12.80	6.20	47.10	175.00
1983	141.70	179.70	652.50	493.90	182.70	41.00	1.90	0.00	3.80	13.20	10.20	16.20	1736.80
1984	33.50	275.90	141.30	11.20	15.40	0.00	1.10	2.00	6.60	8.20	11.40	5.50	512.10
1985	11.70	6.90	19.50	7.50	5.30	0.80	0.00	2.50	6.90	0.00	0.00	2.10	63.20
1986	72.20	32.10	23.60	89.10	2.90	0.00	0.00	2.00	2.80	3.40	0.00	15.30	243.40
1987	102.30	48.90	93.90	47.00	8.00	0.00	3.30	1.30	4.70	6.30	5.00	0.00	320.70
1988	101.90	68.90	10.10	42.40	0.00	0.00	0.00	5.30	2.60	3.50	0.00	4.00	238.70
1989	16.20	216.60	110.70	59.50	0.00	0.00	0.00	4.30	5.20	13.60	3.40	0.00	429.50
1990	13.00	16.70	45.50	7.00	4.10	0.00	0.00	0.00	0.00	10.70	0.00	6.00	103.00
1991	0.00	14.60	88.40	23.10	5.30	0.00	0.00	0.00	1.40	19.60	10.40	9.20	172.00
1992	32.60	17.80	92.60	168.80	20.50	10.80	0.00	2.40	9.90	8.70	0.00	8.30	372.40
1993	11.90	136.90	366.60	72.80	8.20	0.00	1.50	0.00	4.30	15.90	15.60	31.40	665.10
1994	50.80	77.80	168.80	58.10	2.70	2.50	0.00	0.00	7.50	0.00	14.50	49.10	431.80
1995	51.00	117.80	32.70	23.20	2.70	0.00	0.00	1.10	0.80	0.00	2.20	14.30	245.80
1996	53.60	91.60	173.80	12.30	2.10	0.00	0.50	1.00	2.50	5.50	0.00	3.70	346.60
1997	9.00	70.30	10.80	128.20	0.70	2.10	0.00	0.00	10.30	6.10	54.80	221.10	513.40
1998	683.30	656.60	726.90	106.20	13.50	1.80	0.00	0.00	4.40	5.20	2.20	10.40	2210.50
1999	49.90	276.20	61.90	31.70	13.70	5.90	4.40	0.00	9.00	2.00	4.40	25.70	484.80
2000	17.10	111.40	215.80	60.20	32.90	3.40	0.00	0.30	2.70	0.60	7.30	29.90	481.60
2001	94.50	71.20	379.70	45.30	1.90	0.00	0.00	0.00	3.00	6.40	6.90	7.30	616.20
2002	2.20	196.50	184.80	87.10	0.30	0.00	0.00	0.00	0.40	11.80	31.90	13.00	528.00
2003	20.70	65.90	32.10	23.50	2.20	1.50	0.00	0.20	0.00	1.40	6.60	45.70	199.80
2004	8.30	101.60	22.00	15.70	7.10	0.20	0.30	0.00	7.50	9.60	1.40	8.80	182.50
2005	29.50	48.60	-	15.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	5.60	2.20	8.50	-
2006	62.90	145.30	237.00	43.50	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.20	33.60	536.50
2007	48.60	24.50	148.90	37.70	11.40	0.00	0.00	1.40	0.00	16.50	4.60	2.40	296.00
2008	125.60	222.30	203.90	88.20	0.00	1.10	0.00	0.00	1.90	14.00	14.90	0.50	672.40
2009	161.50	147.00	174.40	10.80	7.90	0.00	0.00	0.00	2.30	10.80	14.20	1.60	530.50
2010	34.40	167.40	66.50	67.20	3.20	-	-	0.00	3.80	4.80	3.20	13.80	-
2011	43.30	34.00	40.00	51.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	10.50	36.30	216.20
2012	54.40	117.70	235.80	43.10	6.70	0.00	0.00	0.00	0.00	23.50	11.10	26.10	518.40
2013	12.60	90.40	275.10	5.00	4.80	0.00	0.00	0.00	0.00	14.00	0.00	10.40	412.30
2014	47.50	39.20	93.10	21.60	18.40	0.00	0.00	0.00	16.50	16.40	4.90	35.60	293.20
2015	40.80	80.20	224.30	37.20	23.40	1.70	0.00	0.00	0.00	6.10	13.00	30.10	456.80
<i>N°</i>	35.00	35.00	34.00	35.00	35.00	34.00	34.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	33.00
<i>x̄</i>	66.78	117.19	161.62	59.58	11.68	2.29	0.38	0.85	3.59	8.07	8.30	22.59	471.62
<i>σ</i>	114.37	118.75	166.67	84.09	30.76	7.20	1.00	1.56	3.81	6.20	10.43	37.43	423.20
<i>Max.</i>	683.30	656.60	726.90	493.90	182.70	41.00	4.40	6.00	16.50	23.50	54.80	221.10	2210.50
<i>Min.</i>	0.00	6.90	4.20	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	63.20

Fuente. SENAMHI

Tabla N° 34. Registro Histórico – Estación Sinsicap



Estación: Sinsicap		Longitud: -78.760								Altitud: 2307.00 m.s.n.m.			
Parámetro: Precipitación mensual (mm)		Latitud: -7.850								Código: 153206			
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	63.10	115.00	100.60	8.80	0.00	0.00	0.00	0.90	0.80	29.70	2.10	2.30	323.30
1982	68.60	2.80	40.60	20.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.00	39.50	9.00	205.80
1983	314.60	169.10	418.40	240.50	123.50	21.70	0.00	0.00	0.00	22.50	4.10	38.60	1353.00
1984	25.70	226.70	95.00	30.90	34.60	4.30	0.00	0.00	0.00	53.80	12.40	6.60	490.00
1985	30.20	26.90	27.20	8.40	3.80	0.00	0.00	0.00	3.40	0.00	0.00	13.30	113.20
1986	89.90	21.50	25.30	71.80	0.00	0.00	0.00	11.70	0.00	3.80	6.40	31.20	261.60
1987	91.10	67.00	178.60	52.20	1.20	2.10	0.00	0.00	0.00	5.10	8.80	6.50	412.60
1988	88.00	59.10	35.10	52.30	8.10	0.00	0.00	0.00	0.00	11.50	3.60	7.70	265.40
1989	28.00	200.30	92.60	30.30	1.60	1.40	0.00	2.70	6.60	49.40	0.00	0.00	412.90
1990	5.70	24.00	52.30	3.30	0.00	1.20	0.00	0.00	0.90	14.40	53.70	8.40	163.90
1991	3.40	16.90	53.20	27.80	4.40	0.00	0.00	0.00	0.00	17.00	4.50	10.60	137.80
1992	44.80	40.20	107.10	126.30	10.90	13.70	0.00	0.00	5.30	1.20	1.30	1.30	352.10
1993	28.20	117.60	271.40	60.60	6.90	0.00	0.00	0.00	10.50	17.80	18.30	30.50	561.80
1994	62.80	77.30	106.30	51.00	6.20	4.70	0.00	0.00	2.50	2.80	19.10	30.70	363.40
1995	38.00	52.60	38.40	16.20	6.20	2.80	0.80	0.00	1.40	9.00	10.60	32.30	208.30
1996	43.20	97.70	144.40	24.50	1.20	0.00	0.00	0.00	3.60	16.60	3.60	2.50	337.30
1997	12.70	58.00	29.80	63.20	1.30	1.90	0.00	0.00	6.00	10.20	31.50	152.80	367.40
1998	286.40	365.40	464.10	74.90	21.40	3.10	0.00	0.00	3.90	12.30	4.70	17.00	1253.20
1999	48.20	310.80	63.90	61.70	58.90	0.60	1.80	0.00	6.80	4.80	4.00	33.30	594.80
2000	35.90	134.20	133.30	89.20	43.80	0.00	0.00	4.90	26.50	2.10	8.50	41.50	519.90
2001	104.50	101.20	290.40	80.40	9.10	4.90	0.00	0.00	18.60	11.50	13.50	10.90	645.00
2002	5.90	177.10	120.70	80.10	0.90	2.50	0.00	-	0.30	17.70	47.70	16.00	-
2003	29.60	87.30	42.20	21.00	10.70	1.10	0.10	0.00	0.00	1.80	16.30	54.00	264.10
2004	10.10	88.20	35.70	15.50	13.50	0.00	0.00	0.00	0.00	52.40	12.80	16.00	244.20
2005	33.80	40.40	95.00	33.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.70	5.30	25.40	242.20
2006	44.90	181.70	152.10	43.90	0.00	3.80	0.00	0.00	1.40	0.80	23.90	34.10	486.60
2007	52.30	-	135.40	66.30	31.50	0.00	0.00	0.30	0.30	26.20	28.40	16.20	-
2008	100.90	213.20	179.50	68.10	5.20	2.30	0.60	2.00	0.90	17.70	30.60	4.30	625.30
2009	134.70	104.60	115.50	31.70	2.00	0.00	1.80	0.40	0.00	22.60	17.40	17.90	448.60
2010	38.00	153.40	59.90	50.80	14.50	0.20	0.00	0.00	21.80	2.10	10.00	12.80	363.50
2011	55.60	26.60	58.10	94.60	0.80	1.10	0.00	0.00	2.60	2.60	19.80	37.40	299.20
2012	69.80	108.70	161.50	67.60	10.00	5.50	0.00	0.00	2.60	33.40	17.50	17.00	493.60
2013	37.10	68.80	179.10	7.70	8.10	0.00	0.00	0.00	0.00	40.00	0.00	7.70	348.50
2014	57.60	21.70	116.10	40.60	26.00	0.00	0.00	0.00	12.90	9.10	15.20	36.20	335.40
2015	56.40	59.10	147.90	35.70	9.20	0.00	2.10	0.00	0.00	10.60	31.50	22.90	375.40
<i>N°</i>	35.00	34.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	34.00	35.00	35.00	35.00	35.00	33.00
\bar{x}	63.99	106.33	124.76	52.91	13.59	2.25	0.21	0.67	3.99	16.18	15.05	23.00	420.28
σ	66.46	84.75	102.19	43.35	23.47	4.32	0.55	2.19	6.56	14.88	13.65	26.37	265.66
<i>Max.</i>	314.60	365.40	464.10	240.50	123.50	21.70	2.10	11.70	26.50	53.80	53.70	152.80	1353.00
<i>Min.</i>	3.40	2.80	25.30	3.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	113.20

Fuente. SENAMHI

Tabla N° 35. Registro Histórico – Estación Mollepata



Estación: Mollepata		Longitud: -77.954		Altitud: 2726.00 m.s.n.m.									
Parámetro: Precipitación mensual (mm)		Latitud: -8.192		Código: 154106									
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	34.90	114.00	107.10	5.60	6.20	0.00	0.00	3.30	0.00	53.80	22.40	104.50	451.80
1982	79.50	103.00	96.70	117.10	5.60	0.00	0.00	0.00	14.30	109.70	62.90	147.30	736.10
1983	178.40	19.50	170.10	140.90	26.20	30.70	0.00	3.70	1.20	72.10	71.90	210.90	925.60
1984	80.80	447.50	173.90	40.60	27.20	10.30	4.50	0.00	6.80	57.10	37.60	0.00	886.30
1985	25.60	32.60	92.40	40.20	16.20	0.00	0.00	0.00	19.00	30.00	0.00	43.10	299.10
1986	92.10	73.40	87.30	59.10	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.00	64.00	406.40
1987	101.00	57.30	63.80	44.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	36.50	319.00
1988	100.60	161.50	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1989	117.50	187.90	175.00	27.60	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-
1990	86.70	36.70	0.00	45.30	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	206.70
1991	0.00	0.00	196.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	57.90	174.40	428.40
1992	0.00	0.00	0.00	25.30	3.80	1.50	1.20	0.80	0.00	1.00	7.10	15.00	55.70
1993	633.90	422.00	592.30	330.60	0.00	0.00	0.00	0.00	22.80	89.30	48.30	104.60	2243.80
1994	110.90	166.90	180.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.10	475.50
1995	64.60	54.60	35.80	30.80	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	56.40	53.60	41.40	339.00
1996	102.60	161.50	161.70	48.20	4.00	31.40	0.00	0.00	3.10	47.80	18.20	12.50	591.00
1997	94.70	90.50	31.60	44.50	3.90	7.00	0.00	0.00	21.70	15.00	66.50	146.90	522.30
1998	186.20	156.10	268.90	52.80	9.70	3.60	0.00	1.20	1.50	59.60	38.50	44.00	822.10
1999	123.20	321.80	88.80	40.40	50.00	2.30	2.80	0.00	27.10	10.90	39.90	63.70	770.90
2000	47.80	164.40	112.50	62.70	31.70	4.10	0.00	9.00	19.60	5.00	20.70	116.80	594.30
2001	220.80	123.00	342.10	36.40	19.80	0.00	0.00	0.00	22.50	33.80	78.00	43.40	919.80
2002	30.20	72.10	214.60	69.20	5.70	3.40	0.60	0.00	4.70	68.30	92.20	27.80	588.80
2003	48.00	86.70	85.10	41.20	10.20	7.40	1.80	0.00	13.00	19.90	33.40	94.70	441.40
2004	36.10	76.80	59.20	48.00	7.90	6.30	5.50	0.00	13.20	73.50	54.50	57.00	438.00
2005	46.40	85.00	151.20	29.00	4.20	0.00	0.00	1.70	0.40	38.00	6.20	69.10	431.20
2006	95.26	115.70	207.20	93.10	8.50	6.10	0.00	0.00	8.20	30.40	28.70	80.90	674.06
2007	72.40	39.20	183.60	84.50	12.80	0.00	0.90	0.00	0.90	74.80	31.20	52.20	552.50
2008	118.90	112.80	148.00	85.80	12.80	11.40	0.00	1.20	10.80	60.90	43.60	26.10	632.30
2009	186.50	140.10	152.80	73.30	9.50	0.00	4.60	0.00	1.10	83.80	56.60	97.60	805.90
2010	39.10	86.70	119.70	46.60	28.20	1.10	1.60	0.00	14.70	17.50	58.10	105.10	518.40
2011	73.50	29.90	98.40	108.70	0.00	3.90	7.00	0.00	13.40	13.70	37.40	103.90	489.80
2012	90.00	121.90	136.50	115.80	11.10	3.10	0.00	0.00	7.10	77.70	61.70	56.30	681.20
2013	38.70	128.00	247.70	27.60	22.50	2.70	2.30	9.20	4.20	70.60	10.30	73.70	637.50
2014	72.80	114.80	142.70	49.00	35.40	0.00	0.00	2.00	15.00	27.50	19.10	115.00	593.30
2015	113.50	61.60	193.90	66.70	44.30	2.60	1.90	0.20	2.10	11.00	47.90	62.00	607.70
<i>N°</i>	35.00	35.00	35.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	33.00	33.00	33.00	33.00
<i>x̄</i>	101.23	119.01	149.07	62.68	13.57	4.09	1.02	0.95	7.95	39.67	37.80	72.95	608.66
<i>σ</i>	105.90	100.58	106.67	57.64	13.86	7.52	1.83	2.27	8.42	31.83	24.17	50.11	355.50
<i>Max.</i>	633.90	447.50	592.30	330.60	50.00	31.40	7.00	9.20	27.10	109.70	92.20	210.90	2243.80
<i>Min.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	55.70

Fuente. SENAMHI

Tabla N° 36. Registro Histórico – Estación Cachicadan



Estación: Cachicadan		Longitud: -78.150							Altitud: 2892.00 m.s.n.m.				
Parámetro: Precipitación mensual (mm)		Latitud: -8.100							Código: 154103				
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	116.80	280.00	212.10	43.10	10.40	9.90	0.20	21.90	9.50	111.00	36.40	100.20	951.50
1982	103.50	74.40	88.00	108.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1983	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1984	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1985	101.20	119.00	144.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	85.60	104.80	44.00	71.20	670.50
1986	167.10	95.00	211.40	204.10	61.00	0.00	0.00	35.50	31.10	31.00	107.40	181.10	1124.70
1987	289.20	228.60	98.50	27.80	0.00	0.00	0.00	0.00	13.40	23.50	90.50	97.00	868.50
1988	166.40	122.20	19.00	29.30	16.00	4.40	0.00	0.00	0.00	17.00	7.00	13.50	394.80
1989	26.30	24.40	34.00	20.70	6.90	4.40	4.10	4.40	7.10	11.90	1.30	0.00	145.50
1990	43.10	67.20	40.30	13.80	0.00	4.20	0.00	0.00	3.60	18.40	2.80	22.00	215.40
1991	62.50	134.50	107.30	64.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	0.00	39.30	56.50	466.10
1992	24.60	7.50	152.00	43.60	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	229.80
1993	68.00	289.90	383.30	300.10	99.50	156.00	38.00	3.00	65.60	72.30	139.00	269.00	1883.70
1994	219.00	325.00	320.00	266.90	53.60	71.30	0.00	4.90	26.10	33.60	80.60	82.60	1483.60
1995	107.00	128.20	90.00	101.80	39.00	16.10	20.40	0.00	6.90	76.50	99.60	127.80	813.30
1996	226.30	248.30	210.60	137.40	13.50	11.40	2.40	0.00	13.00	90.00	31.90	59.60	1044.40
1997	32.60	210.80	45.60	106.60	54.50	17.10	0.00	4.60	40.60	102.70	170.20	314.30	1099.60
1998	299.30	303.90	385.30	223.60	21.70	8.20	0.00	9.90	34.60	113.50	59.50	106.60	1566.10
1999	178.10	442.60	190.40	105.60	91.60	19.00	12.20	10.00	58.30	40.20	27.30	110.40	1285.70
2000	75.80	218.70	171.80	125.90	55.40	12.40	0.00	20.40	36.90	48.90	41.70	153.60	961.50
2001	340.40	173.40	296.20	81.00	47.70	0.00	0.00	0.00	48.50	27.10	70.70	117.20	1202.20
2002	39.30	119.70	275.90	140.60	27.90	0.00	0.00	0.00	0.00	125.10	220.70	91.40	1040.60
2003	114.50	112.30	59.80	103.10	32.80	9.30	2.80	0.00	19.00	48.10	9.40	65.00	576.10
2004	17.20	136.10	88.60	66.70	58.30	4.20	8.00	0.00	43.10	-	112.00	80.00	-
2005	88.90	98.30	246.90	108.90	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	61.00	25.50	76.60	708.20
2006	197.20	130.60	379.70	153.80	19.80	32.90	1.00	0.50	17.60	26.00	84.20	134.90	1178.20
2007	286.70	86.30	304.40	186.70	48.70	0.00	8.20	9.90	24.10	81.40	50.10	115.10	1201.60
2008	135.50	130.90	147.40	130.30	16.50	7.80	1.20	11.00	8.10	132.70	24.30	37.00	782.70
2009	259.90	191.00	182.60	135.60	55.40	9.30	13.10	2.00	5.50	150.10	112.50	136.00	1253.00
2010	120.90	192.60	118.90	73.70	36.80	1.20	3.20	0.00	16.00	30.90	50.30	99.00	743.50
2011	176.50	69.40	142.00	207.60	5.70	10.60	0.00	0.00	20.50	30.10	51.00	224.00	937.40
2012	229.40	174.80	244.90	140.60	55.80	1.20	0.00	1.70	18.10	87.00	106.20	103.80	1163.50
2013	119.80	209.00	359.10	87.80	8.30	17.50	0.00	16.60	1.80	140.90	7.90	138.70	1107.40
2014	155.20	161.20	225.70	104.90	155.90	1.60	6.40	0.00	50.10	28.80	53.10	136.90	1079.80
2015	175.20	97.40	293.50	135.10	50.20	1.20	4.40	3.00	14.90	74.60	96.40	185.40	1131.30
<i>N°</i>	<i>33.00</i>	<i>33.00</i>	<i>33.00</i>	<i>33.00</i>	<i>32.00</i>	<i>32.00</i>	<i>32.00</i>	<i>32.00</i>	<i>32.00</i>	<i>31.00</i>	<i>32.00</i>	<i>32.00</i>	<i>31.00</i>
<i>̄x</i>	<i>144.35</i>	<i>163.73</i>	<i>190.00</i>	<i>114.53</i>	<i>35.85</i>	<i>13.48</i>	<i>3.93</i>	<i>4.98</i>	<i>22.54</i>	<i>62.55</i>	<i>64.15</i>	<i>109.58</i>	<i>945.49</i>
<i>σ</i>	<i>88.38</i>	<i>92.89</i>	<i>109.13</i>	<i>71.15</i>	<i>34.75</i>	<i>29.40</i>	<i>7.87</i>	<i>8.32</i>	<i>21.61</i>	<i>43.81</i>	<i>51.77</i>	<i>70.70</i>	<i>397.06</i>
<i>Max.</i>	<i>340.40</i>	<i>442.60</i>	<i>385.30</i>	<i>300.10</i>	<i>155.90</i>	<i>156.00</i>	<i>38.00</i>	<i>35.50</i>	<i>85.60</i>	<i>150.10</i>	<i>220.70</i>	<i>314.30</i>	<i>1883.70</i>
<i>Min.</i>	<i>17.20</i>	<i>7.50</i>	<i>19.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>145.50</i>

Fuente. SENAMHI

Tabla N° 37. Registro Histórico – Estación Cospán



Estación: Cospán		Longitud: -78.540		Altitud: 2450.00		m.s.n.m.							
Parámetro: Precipitación mensual (mm)		Latitud: -7.440		Código: 153216									
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	145.80	410.50	227.30	127.80	30.90	7.80	0.00	9.20	19.70	134.80	42.70	113.00	1269.50
1982	118.50	95.90	113.90	130.70	38.50	0.00	0.00	0.00	12.00	147.20	85.70	73.60	816.00
1983	212.30	84.40	423.90	350.60	77.30	14.60	3.90	0.00	53.10	157.10	58.20	136.10	1571.50
1984	75.00	595.70	175.80	128.00	43.60	24.00	35.80	2.40	11.80	106.90	89.20	76.50	1364.70
1985	42.50	110.20	64.40	10.60	27.60	0.00	0.00	7.50	60.10	19.40	10.80	99.10	452.20
1986	297.10	98.30	141.50	197.50	0.00	0.00	0.00	18.90	0.00	33.00	100.40	155.10	1041.80
1987	240.20	139.40	111.90	66.10	10.90	0.00	13.20	15.80	6.10	0.00	61.70	10.10	675.40
1988	259.60	163.40	47.30	152.70	77.10	0.00	0.00	0.00	24.80	40.90	82.90	48.20	896.90
1989	274.10	301.90	193.90	154.60	25.60	6.20	0.00	0.00	17.00	93.00	13.70	0.00	1080.00
1990	103.30	132.10	96.20	61.80	38.70	28.30	0.00	0.00	10.20	77.40	93.30	1.00	642.30
1991	0.00	97.00	224.60	105.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	52.00	70.00	88.10	637.90
1992	130.50	199.70	59.60	177.40	47.50	0.00	3.00	2.00	35.00	68.00	17.00	45.50	785.20
1993	367.00	519.50	673.50	501.80	57.00	0.00	0.00	0.00	66.50	100.00	65.00	90.00	2440.30
1994	198.00	255.50	220.00	162.00	25.00	5.00	0.00	0.00	9.00	10.00	57.50	45.00	987.00
1995	79.00	148.00	122.00	62.40	12.80	1.80	0.00	0.00	8.90	29.10	36.30	119.00	619.30
1996	107.40	301.10	237.50	62.20	0.00	11.30	1.30	5.70	1.50	78.90	25.40	14.70	847.00
1997	33.10	204.40	41.30	78.90	22.00	13.80	0.00	0.20	41.10	72.60	136.50	303.40	947.30
1998	371.70	362.80	440.70	146.40	28.40	13.10	0.00	0.00	2.00	64.50	33.40	96.10	1559.10
1999	141.30	387.30	160.10	69.60	80.00	24.90	5.40	5.00	40.00	27.90	54.40	97.20	1093.10
2000	71.20	265.70	202.40	113.80	63.00	15.00	1.40	3.20	13.10	30.50	53.70	185.50	1018.50
2001	324.30	215.80	539.40	60.90	57.50	0.50	4.00	0.00	41.00	42.00	110.20	69.10	1464.70
2002	57.90	257.00	362.30	137.20	24.00	7.80	1.10	0.30	4.10	79.60	154.40	102.40	1188.10
2003	127.70	183.20	184.00	125.00	38.50	9.60	0.00	14.00	11.00	26.00	32.80	77.70	829.50
2004	25.60	203.40	140.30	55.30	28.30	3.10	6.60	6.20	20.90	70.50	81.30	95.40	736.90
2005	137.10	119.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>N°</i>	25.00	25.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
<i>̄x</i>	157.61	234.07	216.83	134.94	35.59	7.78	3.15	3.77	21.25	65.05	65.27	89.24	1040.18
<i>σ</i>	108.63	135.30	161.28	103.27	23.78	8.75	7.62	5.59	19.61	42.50	37.29	65.14	425.99
<i>Max.</i>	371.70	595.70	673.50	501.80	80.00	28.30	35.80	18.90	66.50	157.10	154.40	303.40	2440.30
<i>Min.</i>	0.00	84.40	41.30	10.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.80	0.00	452.20

Fuente. SENAMHI

Tabla N° 38. Registro Histórico – Estación Sayapullo



Estación: Sayapullo		Longitud: -78.450		Altitud: 2350.00		m.s.n.m.							
Parámetro: Precipitación mensual (mm)		Latitud: -7.420		Código: 150700									
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	176.40	335.30	288.70	13.80	22.60	2.20	0.00	0.00	0.00	92.90	7.50	70.50	1009.90
1982	185.50	181.50	87.10	205.70	0.00	0.00	0.00	0.00	152.30	81.40	220.50	0.00	1114.00
1983	710.80	583.60	3618.40	1793.60	710.10	106.50	15.90	0.00	57.80	16.70	5.00	3.10	7621.50
1984	253.40	1010.70	554.90	649.50	44.40	1.50	0.00	0.00	100.20	0.00	89.30	119.80	2823.70
1985	194.90	45.90	448.20	15.10	0.00	0.00	0.00	2.90	0.00	0.00	5.60	8.30	720.90
1986	417.70	621.80	214.00	640.90	134.10	0.00	0.00	11.20	1.30	0.00	170.40	151.80	2363.20
1987	527.30	290.50	155.20	213.40	1.70	0.00	0.00	8.30	41.50	0.60	16.90	1.50	1256.90
1988	47.50	226.90	214.00	687.10	1.00	0.00	0.00	0.80	1.70	8.60	2.20	29.50	1219.30
1989	92.10	162.10	415.80	212.40	1.10	0.00	0.00	1.40	3.90	211.10	0.00	0.00	1099.90
1990	26.40	28.20	46.60	89.80	10.60	0.00	0.00	0.00	0.10	25.00	6.40	10.70	243.80
1991	7.30	27.40	149.40	43.60	16.30	0.00	0.00	0.00	0.00	7.70	3.70	18.60	274.00
1992	43.70	5.30	19.70	192.30	48.90	0.00	0.00	5.10	0.00	0.70	0.00	9.20	324.90
1993	33.50	299.50	663.80	289.30	205.70	0.30	0.00	0.00	3.60	20.60	46.90	55.20	1618.40
1994	193.90	118.20	244.80	64.20	7.30	56.30	0.00	0.00	7.00	3.90	42.40	68.00	806.00
1995	110.70	162.20	158.20	134.10	10.30	0.00	0.00	0.10	9.70	17.40	14.10	109.50	726.30
1996	102.00	152.70	160.80	90.70	9.20	0.00	0.00	5.20	4.00	87.20	4.20	1.60	617.60
1997	59.30	167.00	11.90	144.10	4.20	0.00	0.00	0.00	45.50	38.10	110.10	341.00	921.20
1998	468.00	540.30	629.10	220.20	45.10	6.00	0.00	0.00	14.80	55.10	21.90	59.00	2059.50
1999	125.40	563.40	174.30	143.50	131.90	41.20	0.80	0.00	61.80	32.60	53.90	102.70	1431.50
2000	131.40	390.30	422.70	180.30	98.80	4.90	0.00	4.80	10.10	12.40	36.70	105.00	1397.40
2001	233.70	159.80	633.70	116.40	50.60	0.00	0.50	0.00	39.60	28.60	128.00	48.00	1438.90
2002	35.50	189.50	395.20	279.10	10.30	3.40	0.20	0.00	16.80	86.90	109.90	106.70	1233.50
2003	105.50	97.60	155.50	42.90	22.70	22.60	0.10	0.10	4.10	28.30	44.00	147.10	670.50
2004	37.60	155.70	125.50	98.00	22.10	0.00	5.80	-	-	-	-	-	-
2005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>N°</i>	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00
<i>̄x</i>	179.98	271.48	416.15	273.33	67.04	10.20	0.97	1.73	25.03	37.21	49.55	68.12	1434.47
<i>σ</i>	180.19	240.40	710.29	375.80	146.71	24.93	3.39	3.11	38.23	48.73	60.71	77.89	1491.28
<i>Max.</i>	710.80	1010.70	3618.40	1793.60	710.10	106.50	15.90	11.20	152.30	211.10	220.50	341.00	7621.50
<i>Min.</i>	7.30	5.30	11.90	13.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	243.80

Fuente. SENAMHI

Tabla N° 39. Registro Histórico – Estación Julcán



Estación: Julcán		Longitud: -78.500							Altitud: 3500.00		m.s.n.m.		
Parámetro: Precipitación mensual (mm)		Latitud: -8.050							Código:		154101		
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	123.20	324.30	173.10	41.20	44.30	22.50	0.00	12.70	3.50	162.90	46.10	126.80	1080.60
1982	8.80	12.40	123.50	92.50	53.60	0.00	16.90	7.00	0.00	109.90	107.80	116.90	649.30
1983	142.80	337.80	114.60	278.70	0.00	0.00	0.00	0.00	64.60	132.20	112.90	230.00	1413.60
1984	181.20	452.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1985	4.30	266.40	69.60	0.00	0.00	6.80	0.00	0.50	30.30	21.80	0.00	111.60	511.30
1986	193.40	40.60	173.60	98.50	2.10	0.00	0.00	9.30	48.90	25.50	79.70	110.30	781.90
1987	142.30	117.70	73.40	67.80	5.30	4.00	9.30	0.00	18.30	26.20	68.10	45.20	577.60
1988	187.00	100.90	58.60	29.20	15.70	9.50	0.00	17.90	25.00	135.40	55.40	14.00	648.60
1989	179.90	380.20	207.50	11.90	5.20	0.00	0.00	1.50	43.90	124.20	0.00	0.00	954.30
1990	85.00	196.80	117.10	17.80	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	0.00	37.60	60.80	338.00	78.70	0.00	0.00	7.10	0.00	56.70	19.60	79.00	677.50
1992	21.50	60.90	107.50	98.00	38.70	10.60	36.40	0.00	0.00	-	-	-	-
1993	-	-	-	-	-	-	-	1.00	126.40	132.80	35.60	150.70	-
1994	148.20	189.80	256.80	164.90	40.60	9.60	1.90	0.80	21.50	23.80	106.20	134.40	1098.50
1995	225.00	71.10	212.80	33.70	114.20	6.40	7.70	3.30	27.90	97.80	135.80	143.60	1079.30
1996	153.70	231.20	193.20	103.70	49.10	5.70	0.60	25.10	44.30	99.90	62.80	34.70	1004.00
1997	20.90	243.50	69.20	164.90	49.70	2.50	0.00	5.20	38.30	78.70	141.70	268.00	1082.60
1998	295.90	333.30	360.60	227.10	15.50	11.50	0.90	16.70	51.20	81.10	34.40	56.30	1484.50
1999	183.10	434.80	175.10	136.60	125.40	48.40	51.90	9.30	200.90	124.30	34.00	102.80	1626.60
2000	120.00	260.80	270.70	240.60	107.40	30.90	8.10	82.00	35.00	56.60	67.10	180.50	1459.70
2001	335.40	192.60	443.10	139.90	74.60	22.50	5.30	0.00	78.40	76.50	83.40	100.70	1552.40
2002	75.90	209.30	261.00	156.60	14.10	28.60	2.30	0.00	0.00	85.40	140.50	71.20	1044.90
2003	86.30	131.80	201.50	133.20	25.50	9.90	7.40	5.50	5.00	37.70	25.50	121.50	790.80
2004	28.90	235.10	191.50	70.50	36.70	4.20	16.10	0.00	63.20	106.90	173.50	137.80	1064.40
2005	118.60	119.30	222.70	104.00	5.30	3.20	0.00	9.70	4.20	44.40	14.70	118.20	764.30
2006	104.20	229.80	336.50	126.70	3.80	37.80	2.60	20.20	55.80	30.10	172.50	168.50	1288.50
2007	238.60	89.20	276.60	216.70	76.80	11.40	6.20	14.60	61.70	115.80	71.70	95.70	1275.00
2008	156.60	243.00	188.70	123.90	9.90	27.30	6.00	10.10	53.50	115.70	79.40	32.20	1046.30
2009	245.90	172.40	242.50	174.50	49.50	19.80	14.90	28.40	16.40	117.10	126.60	125.00	1333.00
2010	99.40	175.80	221.70	140.80	52.00	19.90	21.40	3.60	44.30	3.30	39.70	86.70	908.60
2011	124.30	44.90	171.30	310.00	14.10	5.30	19.40	0.00	52.10	25.30	77.20	163.80	1007.70
2012	158.00	190.70	324.80	206.70	84.60	6.10	0.00	2.30	37.50	110.10	109.50	105.40	1335.70
2013	79.60	217.50	336.60	60.40	38.10	20.50	2.10	6.60	3.60	159.50	20.50	115.20	1060.20
2014	104.30	85.30	224.60	156.40	60.40	14.10	5.50	1.70	70.80	100.30	58.10	152.60	1034.10
2015	202.60	99.20	290.50	172.90	81.30	7.50	8.60	0.00	35.20	100.10	118.80	237.50	1354.20
<i>N°</i>	<i>34.00</i>	<i>34.00</i>	<i>33.00</i>	<i>33.00</i>	<i>33.00</i>	<i>32.00</i>	<i>32.00</i>	<i>33.00</i>	<i>33.00</i>	<i>32.00</i>	<i>32.00</i>	<i>32.00</i>	<i>31.00</i>
<i>̄x</i>	<i>134.55</i>	<i>192.01</i>	<i>204.58</i>	<i>134.49</i>	<i>41.58</i>	<i>12.70</i>	<i>7.86</i>	<i>9.15</i>	<i>41.26</i>	<i>84.94</i>	<i>75.59</i>	<i>116.78</i>	<i>1064.19</i>
<i>σ</i>	<i>81.59</i>	<i>113.98</i>	<i>94.85</i>	<i>84.40</i>	<i>35.74</i>	<i>12.04</i>	<i>11.55</i>	<i>15.19</i>	<i>40.17</i>	<i>44.31</i>	<i>48.29</i>	<i>61.09</i>	<i>297.91</i>
<i>Max.</i>	<i>335.40</i>	<i>452.50</i>	<i>443.10</i>	<i>338.00</i>	<i>125.40</i>	<i>48.40</i>	<i>51.90</i>	<i>82.00</i>	<i>200.90</i>	<i>162.90</i>	<i>173.50</i>	<i>268.00</i>	<i>1626.60</i>
<i>Min.</i>	<i>0.00</i>	<i>12.40</i>	<i>58.60</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>3.30</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>511.30</i>

Fuente. SENAMHI

Tabla N° 40. Registro Histórico – Estación Quiruvilca



Estación: Quiruvilca		Longitud: -78.310							Altitud: 3950.00 m.s.n.m.				
Parámetro: Precipitación mensual (mm)		Latitud: -8.000							Código: 154102				
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	94.10	266.40	163.70	110.30	54.60	31.60	0.50	24.90	69.20	195.30	117.10	218.60	1346.30
1982	224.20	122.90	171.20	157.70	112.30	12.50	0.00	10.50	83.60	188.50	167.60	213.50	1464.50
1983	308.80	128.10	369.00	463.30	222.80	64.40	4.20	5.50	64.50	96.10	201.80	148.40	2076.90
1984	315.10	878.60	348.40	161.80	150.30	330.20	25.10	5.70	37.80	104.90	94.20	80.20	2532.30
1985	14.20	103.40	164.50	82.90	66.80	33.10	11.10	28.60	23.70	158.60	45.80	159.80	892.50
1986	544.60	307.90	397.80	481.60	272.60	46.70	19.60	10.00	58.00	167.90	137.00	296.60	2740.30
1987	341.70	233.60	38.90	70.60	34.30	0.00	6.70	9.30	227.80	59.10	191.40	121.00	1334.40
1988	360.40	222.10	135.40	287.70	293.50	56.20	0.00	5.70	131.50	121.10	88.00	151.70	1853.30
1989	198.00	246.50	392.50	352.60	355.30	49.50	0.00	8.50	177.90	-	-	-	-
1990	163.80	245.30	383.80	335.30	98.10	4.80	0.00	0.00	38.10	142.40	196.00	99.40	1707.00
1991	45.40	101.30	114.20	168.70	181.90	26.70	11.10	0.00	23.50	42.30	0.00	61.50	776.60
1992	26.70	31.70	392.30	350.90	353.30	53.40	0.00	8.40	200.80	121.10	88.00	152.70	1779.30
1993	203.30	413.90	730.40	659.70	411.80	113.50	13.90	32.10	136.90	293.20	311.70	395.40	3715.80
1994	366.80	534.40	507.80	561.80	459.30	83.80	24.20	5.30	172.30	170.30	12.10	365.60	3263.70
1995	84.40	79.40	115.30	145.20	79.00	9.00	13.20	6.90	37.40	163.60	148.60	139.40	1021.40
1996	204.00	296.80	320.40	280.60	76.90	3.80	1.10	23.30	76.40	150.20	69.10	29.10	1531.70
1997	51.00	251.80	78.70	-	37.80	48.40	15.00	7.70	55.30	120.00	212.40	247.70	-
1998	241.10	312.10	431.00	232.90	39.80	2.50	4.10	44.70	69.50	207.70	16.50	78.50	1680.40
1999	161.80	356.10	242.40	185.40	151.90	96.80	22.20	6.40	191.90	41.30	60.20	182.50	1698.90
2000	97.10	245.20	277.30	230.90	157.60	61.10	7.90	59.70	93.50	51.50	86.80	225.20	1593.80
2001	286.60	150.00	331.90	161.60	114.10	33.40	14.10	-	147.00	162.00	232.00	187.60	-
2002	102.80	162.90	290.10	206.00	27.90	80.30	24.90	0.00	45.20	183.20	159.80	173.00	1456.10
2003	165.30	164.00	210.10	154.40	51.80	65.70	16.10	0.00	30.80	86.30	64.60	128.00	1137.10
2004	126.00	273.70	164.00	156.20	81.20	-	34.60	0.00	99.80	173.50	147.60	168.50	-
2005	113.60	201.50	247.30	143.10	17.70	11.70	9.20	32.80	40.20	124.10	41.50	144.40	1127.10
2006	134.90	210.30	284.20	116.50	40.30	47.00	13.50	21.30	83.20	112.30	150.20	173.90	1387.60
2007	244.40	113.00	273.50	197.00	65.60	9.40	32.80	18.20	23.80	182.60	122.80	130.80	1413.90
2008	214.00	210.30	240.50	151.60	72.30	45.00	32.10	28.20	75.50	190.30	137.80	45.40	1443.00
2009	318.50	159.80	268.40	189.60	112.00	21.90	29.90	34.50	10.00	171.80	179.10	168.70	1664.20
2010	93.60	137.00	240.60	141.70	117.10	42.60	39.70	29.10	65.10	38.30	96.90	126.10	1167.80
2011	136.10	61.10	176.50	243.80	22.70	10.00	23.00	3.50	49.30	59.10	120.60	204.73	1110.43
2012	215.40	180.30	204.90	154.20	131.10	10.00	0.00	7.80	29.00	157.10	144.30	67.70	1301.80
2013	88.70	168.00	340.40	102.10	92.40	20.50	9.10	19.50	52.30	77.10	7.00	61.20	1038.30
2014	68.10	71.20	76.80	93.30	77.50	26.30	12.50	6.10	48.30	77.90	44.00	87.40	689.40
2015	117.50	55.80	161.70	40.60	32.10	5.50	7.20	0.00	58.40	169.20	165.50	185.80	999.30
N°	35.00	35.00	35.00	34.00	35.00	34.00	35.00	34.00	35.00	34.00	34.00	34.00	31.00
\bar{x}	184.91	219.90	265.31	222.69	133.31	45.80	13.67	14.83	80.79	134.11	119.35	159.41	1578.88
σ	116.84	156.45	138.19	142.68	116.75	57.97	11.46	14.55	57.04	58.13	71.57	82.52	683.40
Max.	544.60	878.60	730.40	659.70	459.30	330.20	39.70	59.70	227.80	293.20	311.70	395.40	3715.80
Min.	14.20	31.70	38.90	40.60	17.70	0.00	0.00	0.00	10.00	38.30	0.00	29.10	689.40

Fuente. SENAMHI

Tabla N° 41. Registro Histórico – Estación Huacamarcanga



Estación: Huacamarcanga		Longitud: -78.290		Altitud: 4123.00 m.s.n.m.									
Parámetro: Precipitación mensual (mm)		Latitud: -8.120		Código: 154112									
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	140.10	153.90	682.90	17.20	7.70	6.70	0.00	33.60	10.30	39.70	118.20	74.40	1284.70
1982	53.20	93.20	46.90	25.20	19.90	12.70	9.40	13.50	23.80	23.80	43.10	89.70	454.40
1983	139.80	41.60	194.70	308.40	75.90	42.60	8.60	4.90	8.00	51.00	20.50	28.20	924.20
1984	98.40	405.40	90.50	52.70	28.40	11.30	17.70	25.70	9.00	42.80	39.50	21.40	842.80
1985	23.80	-	164.00	50.90	34.90	16.90	9.50	18.60	22.70	107.10	79.10	39.60	-
1986	212.40	206.30	193.80	128.20	53.40	19.90	9.50	12.10	14.60	9.80	32.30	58.70	951.00
1987	137.00	104.70	58.80	70.60	71.00	21.90	13.50	8.70	84.40	12.70	13.90	68.40	665.60
1988	79.30	173.50	123.00	31.30	21.70	11.90	13.20	7.10	66.00	54.90	29.90	74.90	686.70
1989	83.70	175.60	100.20	32.60	30.10	0.00	0.00	0.00	1.40	26.00	49.80	47.70	547.10
1990	13.90	18.60	21.20	21.60	8.20	4.00	0.00	6.30	5.00	28.90	24.90	0.00	152.60
1991	15.80	20.10	35.70	2.60	7.70	3.20	0.00	4.30	11.20	21.90	17.10	12.60	152.20
1992	6.50	16.40	19.10	7.60	5.10	3.10	0.00	0.00	13.40	27.00	14.10	16.00	128.30
1993	87.30	167.70	148.30	118.10	30.70	5.80	4.60	3.00	4.50	22.10	30.20	45.80	668.10
1994	52.20	47.30	100.70	32.10	18.30	8.80	9.20	3.30	32.50	43.60	16.60	16.70	381.30
1995	38.10	54.60	58.60	18.10	30.80	28.10	8.50	7.50	1.60	3.90	10.70	40.70	301.20
1996	154.50	41.60	83.30	54.50	30.00	4.20	3.30	4.60	9.60	33.80	15.20	11.30	445.90
1997	5.20	128.70	13.40	23.90	21.60	38.40	0.10	6.30	19.50	59.70	155.10	190.20	662.10
1998	247.80	210.70	251.60	177.80	7.50	26.80	0.00	1.70	21.10	101.60	52.50	71.60	1170.70
1999	153.70	399.20	130.20	123.00	59.40	23.60	6.00	7.90	85.30	24.80	104.20	246.80	1364.10
2000	97.30	196.70	299.80	118.10	113.70	21.10	5.90	13.90	23.50	59.60	33.10	158.70	1141.40
2001	267.90	160.00	318.50	75.20	52.60	10.30	15.00	0.00	72.30	50.70	148.10	175.80	1346.40
2002	14.10	179.10	280.90	107.70	43.00	11.00	11.00	0.00	0.00	5.60	97.60	155.10	905.10
2003	98.60	182.40	199.80	136.90	35.60	17.60	20.90	3.60	17.10	81.10	22.20	87.70	903.50
2004	33.80	124.50	116.10	46.40	42.50	12.60	19.00	10.20	48.00	138.30	134.20	127.80	853.40
2005	71.80	195.20	219.00	65.60	19.40	3.20	4.00	7.30	12.00	78.00	31.50	166.40	873.40
2006	158.70	201.10	323.30	107.70	4.60	21.10	0.40	9.90	55.70	54.90	88.60	181.50	1207.50
2007	213.20	126.60	387.00	242.30	47.30	8.90	10.80	6.70	27.10	193.00	59.10	95.90	1417.90
2008	263.90	223.20	268.70	111.20	36.30	20.10	1.90	4.00	49.30	131.70	57.30	22.10	1189.70
2009	325.90	143.50	202.50	183.80	41.90	32.90	14.20	16.10	25.00	193.80	285.10	164.50	1629.20
2010	106.70	164.10	242.60	348.30	119.20	26.10	24.40	6.40	23.80	21.10	45.00	185.80	1313.50
2011	112.70	111.60	237.10	249.30	26.60	6.30	21.20	1.40	19.30	30.60	98.40	196.90	1111.40
2012	260.00	330.40	326.90	307.60	86.20	15.80	2.50	12.80	30.00	171.90	174.90	103.40	1822.40
2013	123.10	231.70	422.60	70.30	47.50	21.50	7.30	28.30	12.00	192.11	28.90	225.70	1411.01
2014	163.80	149.70	456.90	127.10	219.10	8.50	2.00	4.00	50.60	63.40	72.50	151.90	1469.50
2015	299.00	89.80	369.00	142.40	159.60	14.80	-	1.40	31.68	82.60	119.10	203.70	-
N°	35.00	34.00	35.00	35.00	35.00	35.00	34.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	33.00
\bar{x}	124.38	154.96	205.36	106.75	47.35	15.48	8.05	8.43	26.89	65.24	67.50	101.65	920.55
σ	90.13	94.66	147.65	91.47	45.62	10.37	7.09	8.03	23.18	55.54	59.42	72.48	447.25
Max.	325.90	405.40	682.90	348.30	219.10	42.60	24.40	33.60	85.30	193.80	285.10	246.80	1822.40
Min.	5.20	16.40	13.40	2.60	4.60	0.00	0.00	0.00	0.00	3.90	10.70	0.00	128.30

Fuente. SENAMHI

Tabla N° 42. Registro Histórico – Estación Capachique



Estación: Capachique		Longitud: -78.317		Altitud: 3341.00 m.s.n.m.									
Parámetro: Precipitación mensual (mm)		Latitud: -7.850		Código: 153221									
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	87.2	274	155.5	68.9	57.7	12.4	0.00	23.1	12.1	94.3	88.9	108.8	982.9
1982	83	39.2	98.6	137.3	111.5	12.9	0.00	0	45.6	152.7	99.9	134.6	915.3
1983	235.3	127.2	401.9	216.1	116.5	84.4	14.20	-	-	-	-	-	-
1984	-	-	-	-	-	-	-	0	21.3	118.3	59.8	39.6	-
1985	60.9	54.5	63.9	61.6	16.9	1.1	0.00	3.2	83.3	11.3	18.1	86.8	461.6
1986	155.8	82.3	142.5	99.3	55.1	2.1	13.90	16	3.7	45.4	54.4	161.5	832
1987	83.7	87.8	105.3	66.1	29.1	2.3	2.40	12.8	48.4	34.6	34.2	39	545.7
1988	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1989	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1995	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1999	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N°	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00
\bar{x}	117.65	110.83	161.28	108.22	64.47	19.20	5.08	9.18	35.73	76.10	59.22	95.05	747.50
σ	66.03	85.49	122.34	60.09	41.39	32.38	7.01	9.57	29.37	54.49	31.23	49.91	230.85
Max.	235.30	274.00	401.90	216.10	116.50	84.40	14.20	23.10	83.30	152.70	99.90	161.50	982.90
Min.	60.90	39.20	63.90	61.60	16.90	1.10	0.00	0.00	3.70	11.30	18.10	39.00	461.60

Fuente. SENAMHI

Tabla N° 43. Registro Histórico – Estación Huamachuco



Estación: Huamachuco		Longitud: -78.040		Altitud: 3030.00		m.s.n.m.							
Parámetro: Precipitación mensual (mm)		Latitud: -7.820		Código: 374									
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	73.90	217.10	91.70	-	-	-	-	8.30	28.70	129.50	96.60	172.80	-
1982	131.80	170.00	82.00	86.50	55.80	29.20	3.60	3.40	29.40	194.90	89.40	222.80	1098.80
1983	122.20	39.70	226.30	129.60	35.50	21.10	19.00	19.70	13.60	56.60	28.60	145.60	857.50
1984	66.70	377.70	214.30	115.00	87.10	21.00	10.30	15.20	34.10	111.60	109.10	117.90	1280.00
1985	15.40	79.10	90.60	80.90	48.00	18.50	2.30	4.00	114.80	62.60	59.00	111.80	687.00
1986	149.90	-	-	-	-	-	8.40	28.90	27.10	58.00	99.70	141.80	-
1987	237.30	109.40	127.20	128.10	17.20	15.10	15.80	11.70	35.90	39.80	136.70	124.30	998.50
1988	186.00	148.60	93.40	141.20	44.70	15.20	9.30	3.60	25.70	86.10	69.40	83.30	906.50
1989	129.30	198.50	149.80	135.40	26.80	19.20	0.00	10.90	108.50	113.70	107.10	0.00	999.20
1990	163.10	119.30	22.00	102.30	18.80	55.00	1.20	0.00	78.70	216.40	100.10	57.70	934.60
1991	53.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1992	-	-	-	-	19.10	32.90	2.10	29.30	79.10	81.60	31.60	67.30	-
1993	89.70	186.70	246.70	106.20	41.30	0.00	11.50	1.20	82.50	133.00	159.60	197.30	1255.70
1994	129.70	300.50	150.70	138.90	38.80	5.50	2.50	12.60	26.90	96.70	138.40	116.90	1158.10
1995	55.30	144.70	114.10	96.80	61.50	29.50	4.10	1.40	11.30	103.60	112.00	94.20	828.50
1996	77.40	174.70	196.40	117.00	32.90	6.40	1.90	10.60	26.60	157.70	67.90	56.70	926.20
1997	107.40	128.30	100.20	59.20	52.80	26.10	0.00	13.60	68.50	95.10	95.30	200.40	946.90
1998	168.80	207.10	224.70	130.30	21.00	18.80	0.80	6.20	20.00	115.00	119.90	55.20	1087.80
1999	172.50	380.40	141.80	55.50	39.00	50.10	2.20	7.00	90.50	25.00	118.40	107.80	1190.20
2000	82.80	212.60	194.70	90.70	69.20	45.00	5.90	18.40	55.10	40.90	54.20	128.00	997.50
2001	245.80	136.90	288.50	32.70	81.60	4.30	9.50	0.60	32.60	122.40	151.20	181.50	1287.60
2002	79.90	117.80	193.20	140.60	19.10	19.80	17.60	0.00	37.60	112.90	137.50	194.00	1070.00
2003	65.90	105.70	150.30	85.50	19.40	21.80	5.10	8.70	44.80	96.20	84.30	146.70	834.40
2004	50.70	110.60	65.00	67.60	53.60	2.80	26.50	22.90	54.50	122.70	184.50	116.70	878.10
2005	99.20	165.20	297.80	82.00	21.90	11.10	0.00	14.30	24.00	158.30	32.90	128.60	1035.30
2006	142.30	143.50	303.90	160.10	22.30	42.90	14.70	35.00	51.60	116.30	99.50	157.90	1290.00
2007	135.00	76.00	248.90	123.20	66.40	0.00	17.10	5.60	12.60	220.10	142.20	104.80	1151.90
2008	173.10	93.80	156.60	115.90	53.00	33.90	12.30	11.50	74.40	133.70	74.70	64.70	997.60
2009	223.10	117.10	249.10	205.70	120.00	43.70	35.20	12.20	15.30	170.40	137.20	134.70	1463.70
2010	92.40	115.60	241.40	72.60	61.40	25.30	21.20	7.70	18.00	75.40	123.40	162.00	1016.40
2011	126.90	91.50	178.60	166.20	24.60	0.60	15.00	1.00	68.50	45.30	99.50	230.30	1048.00
2012	244.10	186.30	105.50	150.70	28.00	5.00	0.00	46.00	9.10	152.40	150.60	134.40	1212.10
2013	67.70	136.20	214.60	156.80	87.70	8.80	12.00	22.90	9.20	138.20	40.50	135.00	1029.60
2014	98.20	237.10	265.60	93.20	95.80	1.20	26.70	2.50	77.40	55.50	55.20	132.90	1141.30
2015	148.10	93.40	279.40	82.70	106.90	4.20	13.90	0.40	12.90	36.10	99.00	86.50	963.50
N°	34.00	32.00	32.00	31.00	32.00	32.00	33.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	31.00
\bar{x}	123.66	160.03	178.28	111.26	49.10	19.81	9.93	11.69	44.10	108.05	100.15	126.84	1050.73
σ	58.96	78.83	75.74	37.67	28.28	15.70	9.00	10.97	29.97	50.39	39.48	51.51	166.80
Max.	245.80	380.40	303.90	205.70	120.00	55.00	35.20	46.00	114.80	220.10	184.50	230.30	1463.70
Min.	15.40	39.70	22.00	32.70	17.20	0.00	0.00	0.00	9.10	25.00	28.60	0.00	687.00

Fuente. SENAMHI

Tabla N° 44. Registro Histórico – Estación Cachachi



Estación: Cachachi		Longitud: -78.270		Altitud: 3140.00 m.s.n.m.									
Parámetro: Precipitación mensual (mm)		Latitud: -7.450		Código: 153223									
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	127.60	153.80	160.20	13.30	66.80	35.20	0.00	15.80	6.40	187.60	72.70	161.20	1000.60
1982	139.30	102.30	46.10	14.10	10.90	9.50	0.00	0.00	18.90	93.30	7.30	58.80	500.50
1983	149.60	2.00	240.50	112.30	20.90	2.50	0.00	0.00	0.00	4.20	9.00	42.20	583.20
1984	0.00	407.30	131.80	95.70	49.40	2.50	0.00	2.50	2.00	93.50	111.50	77.80	974.00
1985	2.00	0.00	15.40	2.00	16.50	0.00	0.00	0.00	37.00	7.00	2.50	78.00	160.40
1986	71.40	67.10	99.50	181.20	26.70	0.00	0.00	19.00	9.50	16.00	84.60	97.40	672.40
1987	140.80	79.90	57.00	25.00	20.30	0.00	11.30	0.00	11.00	63.50	100.00	52.20	561.00
1988	206.30	197.20	31.80	254.90	27.90	11.50	0.00	0.00	17.50	0.00	20.90	20.00	788.00
1989	95.30	129.60	203.90	227.70	10.50	4.50	0.00	0.00	66.40	43.80	2.40	0.00	784.10
1990	0.00	47.00	52.50	51.60	44.30	57.60	0.00	0.00	0.00	53.20	144.60	9.50	460.30
1991	32.50	66.50	190.10	139.10	42.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.30	6.00	486.70
1992	6.50	7.50	22.40	80.80	12.50	0.00	0.00	0.00	58.20	38.10	0.00	0.00	226.00
1993	26.70	122.00	352.60	165.40	43.30	0.00	0.00	0.00	70.80	163.40	113.40	283.30	1340.90
1994	217.30	248.20	271.60	106.80	29.10	2.50	0.00	0.00	4.10	158.00	133.10	145.90	1316.60
1995	57.10	173.50	338.90	65.10	25.80	0.00	12.20	0.00	23.80	68.40	148.30	181.10	1094.20
1996	159.50	180.40	285.90	90.00	35.50	13.00	0.00	-	-	127.50	132.30	72.50	-
1997	108.50	338.00	24.00	69.40	35.10	12.30	0.00	15.60	41.30	104.20	124.60	276.60	1149.60
1998	199.60	160.00	249.80	257.50	29.90	0.00	0.00	1.20	25.50	150.40	34.90	76.90	1185.70
1999	152.90	359.00	95.10	13.30	31.60	27.40	2.40	1.20	114.70	20.30	90.60	133.70	1042.20
2000	66.20	187.20	155.60	102.30	52.40	5.20	0.00	13.50	54.10	6.10	34.80	157.60	835.00
2001	282.80	98.00	323.10	41.50	28.30	0.00	2.90	3.00	12.60	84.10	97.40	128.60	1102.30
2002	70.50	91.90	245.30	99.90	6.30	2.00	23.70	0.00	43.10	150.00	155.00	140.80	1028.50
2003	74.10	79.10	162.90	93.60	25.20	18.80	0.40	5.40	53.60	67.70	109.50	126.30	816.60
2004	73.50	94.20	104.20	93.40	43.10	4.70	12.00	-	34.80	104.40	154.70	161.60	-
2005	36.50	100.30	228.20	47.10	8.10	0.60	0.00	9.20	20.10	148.30	3.40	155.10	756.90
2006	121.50	69.80	235.60	93.30	9.50	20.50	9.50	17.00	24.30	66.30	96.80	229.80	993.90
2007	130.30	70.50	329.50	175.40	21.70	0.00	4.70	2.40	26.40	186.40	114.70	98.50	1160.50
2008	165.90	164.00	122.10	143.40	18.40	21.40	0.00	1.60	68.10	229.50	74.80	28.90	1038.10
2009	309.50	157.30	245.10	145.50	44.20	1.40	13.50	1.90	14.40	190.20	274.10	122.30	1519.40
2010	46.80	137.30	202.20	74.80	38.40	14.10	11.10	0.00	38.30	53.10	80.50	124.90	821.50
2011	100.40	102.10	179.40	173.20	8.10	4.10	27.70	0.00	58.10	51.30	67.70	214.40	986.50
2012	259.80	137.20	90.60	202.20	52.30	3.10	0.00	3.00	7.70	166.70	123.40	98.10	1144.10
2013	68.00	98.00	215.60	107.80	75.40	11.90	16.40	27.50	4.60	153.30	6.60	117.20	902.30
2014	108.00	213.30	190.80	94.90	74.20	0.00	4.20	0.00	27.00	78.20	68.10	98.00	956.70
2015	202.40	51.30	207.60	32.00	64.50	1.10	6.60	0.00	14.00	25.60	98.10	54.90	758.10
<i>N°</i>	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	33.00	34.00	35.00	35.00	35.00	33.00
<i>̄x</i>	114.55	134.08	174.48	105.30	32.84	8.21	4.53	4.24	29.66	90.10	82.93	109.43	883.24
<i>σ</i>	80.76	93.54	97.63	67.84	19.02	12.35	7.26	7.16	26.23	65.11	60.70	72.77	309.20
<i>Max.</i>	309.50	407.30	352.60	257.50	75.40	57.60	27.70	27.50	114.70	229.50	274.10	283.30	1519.40
<i>Min.</i>	0.00	0.00	15.40	2.00	6.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	160.40

Fuente. SENAMHI

ANEXO 2. SERIES COMPLETAS Y EXTENDIDAS

Tabla N° 45. Registro histórico completo y extendido – Estación Trujillo

Estación: Trujillo													Parámetro: Precipitación mensual(mm)	
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	
1981	1.95	0.00	2.74	0.07	0.90	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.13	0.22	6.03	
1982	0.68	0.97	2.04	0.44	1.06	0.00	0.00	0.00	1.43	5.99	0.01	0.55	13.18	
1983	0.30	3.03	3.38	0.13	0.33	0.00	0.00	0.00	0.04	0.05	3.55	0.03	10.84	
1984	2.00	0.03	3.07	0.02	0.13	0.00	0.00	0.00	1.01	0.19	0.28	0.41	7.13	
1985	0.00	1.02	1.11	0.23	0.01	0.00	0.00	0.00	0.21	0.03	0.04	1.02	3.67	
1986	1.51	0.72	2.91	0.04	0.66	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.05	0.02	5.93	
1987	8.14	0.67	4.91	0.34	1.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	15.55	
1988	1.72	1.83	4.27	0.01	1.29	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	1.37	0.00	10.66	
1989	0.83	0.00	3.49	2.28	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	7.97	
1990	0.00	1.47	2.78	0.06	1.89	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.07	0.00	6.87	
1991	0.30	0.16	3.06	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00	1.32	0.00	0.00	1.05	6.11	
1992	0.00	0.00	2.81	0.00	0.01	0.00	0.50	0.00	1.96	0.00	0.00	0.00	5.28	
1993	1.90	2.28	3.52	0.22	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	2.80	1.01	11.79	
1994	2.00	0.67	2.86	2.96	0.99	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	1.38	10.91	
1995	1.10	0.96	4.29	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	6.46	
1996	0.47	0.82	2.64	2.10	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.05	6.70	
1997	2.10	2.49	3.18	0.01	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.62	1.04	11.55	
1998	0.40	0.00	1.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.16	1.02	2.71	
1999	0.94	0.33	1.85	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.23	3.39	
2000	2.70	0.90	1.77	1.66	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	1.45	8.61	
2001	0.70	1.84	3.25	0.01	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00	0.04	6.31	
2002	1.00	0.38	3.33	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.04	0.09	4.97	
2003	0.68	1.49	1.35	0.70	0.04	0.00	0.00	0.00	1.45	0.02	0.00	0.07	5.80	
2004	1.59	0.04	1.84	0.10	0.22	0.00	0.01	0.00	1.94	0.59	0.00	0.10	6.43	
2005	0.62	0.23	3.14	0.04	0.06	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.43	4.56	
2006	0.40	0.22	1.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	1.70	4.70	
2007	0.00	0.00	4.90	2.20	0.50	0.00	0.60	0.00	0.10	0.00	0.01	0.00	8.31	
2008	4.80	1.60	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	9.60	
2009	1.41	1.80	3.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	7.81	
2010	1.00	0.36	3.20	1.30	1.30	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.20	7.66	
2011	1.00	0.00	2.00	2.40	1.59	0.00	0.00	0.00	0.32	0.79	0.17	0.00	8.27	
2012	0.19	2.56	1.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05	0.00	4.80	
2013	0.00	0.91	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	4.61	
2014	0.70	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	1.70	4.50	
2015	1.00	0.80	4.05	0.20	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.30	9.25	
<i>N°</i>	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	
\bar{x}	1.26	0.87	2.86	0.50	0.48	0.00	0.03	0.00	0.31	0.26	0.38	0.43	7.40	
σ	1.54	0.86	0.98	0.87	0.58	0.00	0.13	0.00	0.59	1.01	0.87	0.57	2.95	
<i>Max.</i>	8.14	3.03	4.91	2.96	1.89	0.00	0.60	0.00	1.96	5.99	3.55	1.70	15.55	
<i>Min.</i>	0.00	0.00	1.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.71	

Tabla N° 46. Registro histórico complete y extendido – Estación Puerto Chicama

Estación: Puerto Chicama				Parámetro: Precipitación mensual(mm)									
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	0.00	0.00	0.08	2.21	0.00	0.00	0.11	0.07	0.19	0.16	0.00	0.00	2.82
1982	0.00	0.21	0.11	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.08	0.11	0.54
1983	0.01	0.31	0.05	0.31	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.81	7.34	9.05	17.91
1984	0.00	0.00	0.21	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.23
1985	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	0.01	0.29
1986	0.00	1.62	0.00	1.00	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.29	5.05	9.75	17.81
1987	0.08	0.27	0.34	0.03	0.01	0.01	0.20	0.04	0.07	0.00	0.00	0.00	1.05
1988	0.00	0.06	0.92	0.00	0.06	0.06	1.65	0.00	0.01	0.01	0.10	0.11	2.98
1989	0.33	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	4.39	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	4.83
1990	0.62	0.05	0.00	0.00	0.24	0.24	0.02	0.00	0.01	0.00	0.11	0.11	1.40
1991	0.23	0.00	0.00	0.04	0.42	0.42	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	1.12
1992	0.00	0.00	0.05	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.04	0.00	0.01	0.01	0.19
1993	0.04	0.02	0.45	0.15	0.02	0.02	4.07	0.00	0.00	2.14	3.43	5.59	15.93
1994	0.00	0.00	0.64	0.03	0.00	0.00	0.36	0.02	0.03	0.01	0.01	0.02	1.12
1995	0.06	0.72	1.04	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.02	0.07	2.79	2.22	6.96
1996	0.27	0.34	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.22	0.22	0.22	1.83
1997	0.22	0.08	0.16	0.16	0.22	0.22	0.22	0.22	0.27	0.04	3.79	3.78	9.38
1998	4.00	3.13	1.15	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.16	0.22	0.18	0.21	10.15
1999	0.22	1.48	0.02	0.26	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	1.19	4.71
2000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2001	0.00	4.00	0.00	3.50	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	11.00
2002	1.00	1.60	7.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	1.00	12.20
2003	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2004	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2005	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26
2006	0.02	0.02	5.17	0.02	0.02	0.02	0.20	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	5.57
2007	1.62	0.02	1.79	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	3.61
2008	0.20	1.80	0.73	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	2.91
2009	4.11	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	4.33
2010	0.02	4.64	1.26	0.01	0.00	0.00	0.51	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00	6.49
2011	0.52	0.01	0.16	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.76
2012	0.00	0.07	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.04	0.00	0.00	0.17
2013	2.67	0.15	0.07	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	2.93
2014	11.67	0.27	0.00	0.33	0.04	0.04	0.04	0.73	0.31	0.00	0.00	0.00	13.43
2015	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.05	0.00	0.01	0.03	1.14	1.52	2.79
<i>N°</i>	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
\bar{x}	0.80	0.60	0.65	0.25	0.05	0.05	0.41	0.05	0.05	0.17	0.72	1.00	4.79
σ	2.16	1.17	1.51	0.70	0.10	0.10	1.05	0.13	0.09	0.45	1.69	2.41	5.37
<i>Max.</i>	11.67	4.64	7.50	3.50	0.42	0.42	4.39	0.73	0.31	2.14	7.34	9.75	17.91
<i>Min.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla N° 47. Registro histórico complete y extendido – Estación Casa Grande

Estación: Casa Grande				Parámetro: Precipitación mensual(mm)									
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	1.91	6.26	5.87	0.55	0.16	0.42	0.42	0.49	0.16	1.46	0.42	0.55	18.67
1982	1.20	1.20	1.40	1.66	0.42	0.08	0.27	1.09	1.38	1.55	1.95	0.64	12.84
1983	4.48	0.79	1.59	3.81	3.21	0.02	0.28	0.10	0.73	0.90	0.19	0.88	16.98
1984	0.58	4.98	2.08	0.68	0.23	0.23	1.78	0.23	0.16	0.55	0.16	1.59	13.25
1985	0.16	1.33	0.16	0.62	1.40	0.16	0.42	0.55	2.82	0.16	0.16	0.16	8.10
1986	3.86	0.16	0.36	2.17	0.16	0.16	0.81	1.91	0.16	0.49	0.49	0.36	11.09
1987	2.70	1.70	7.60	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	1.70	0.60	23.50
1988	8.90	0.40	3.00	1.10	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.10	0.10	14.00
1989	1.50	9.20	1.80	4.20	1.10	0.70	0.00	0.20	0.20	0.94	0.59	0.43	20.86
1990	0.04	0.87	0.94	0.45	0.03	0.00	0.00	0.05	0.00	0.10	0.28	0.58	3.34
1991	0.30	3.94	2.79	0.38	0.02	0.00	0.00	0.15	0.00	0.39	0.91	1.58	10.46
1992	0.19	6.58	1.23	0.26	0.13	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.22	8.85
1993	1.71	0.97	3.17	3.50	0.35	0.52	0.11	0.36	0.07	0.07	0.04	0.11	10.98
1994	1.05	2.14	4.51	8.57	1.41	0.78	0.14	0.39	0.06	0.27	0.24	1.45	21.01
1995	1.33	1.29	3.66	0.74	0.07	0.02	0.31	0.08	0.02	0.05	0.22	0.20	7.99
1996	1.55	4.92	6.09	1.49	3.05	0.39	0.27	0.06	0.01	0.16	0.45	0.15	18.59
1997	0.43	2.04	2.99	1.57	0.05	0.01	0.09	0.10	0.02	0.07	0.26	0.97	8.60
1998	1.37	43.59	5.63	0.56	0.03	0.00	0.36	0.32	0.14	0.50	0.19	0.23	52.92
1999	1.75	4.20	0.63	1.07	0.00	0.00	0.16	0.06	0.07	0.47	0.40	0.78	9.59
2000	1.19	2.32	0.14	1.42	0.69	1.53	1.99	1.98	3.49	1.97	0.91	0.82	18.45
2001	3.57	1.00	3.58	1.30	1.79	0.11	0.35	1.80	0.33	0.13	0.50	0.24	14.70
2002	0.58	3.14	5.57	0.74	0.29	0.01	1.20	1.32	1.14	1.74	0.46	0.67	16.86
2003	2.15	0.60	0.24	2.41	2.09	0.27	0.82	0.58	0.13	0.44	1.03	0.38	11.14
2004	5.00	2.15	0.27	1.24	0.81	0.31	1.39	0.95	0.25	0.40	1.33	1.74	15.84
2005	5.10	1.01	1.32	2.56	0.78	0.11	0.02	1.00	0.04	1.02	0.32	0.84	14.12
2006	2.84	3.72	10.27	0.93	0.24	0.11	0.08	0.03	0.00	0.18	0.34	1.93	20.67
2007	0.77	7.78	8.47	4.76	0.04	0.02	0.06	0.54	0.04	0.03	0.15	0.13	22.79
2008	2.62	1.15	1.13	0.54	0.15	0.34	0.28	0.39	0.06	0.15	0.22	0.39	7.42
2009	1.57	1.41	0.46	0.76	0.07	0.00	0.07	0.11	0.82	0.31	0.51	1.28	7.37
2010	2.22	1.10	4.07	3.67	2.01	1.60	0.43	0.57	0.20	1.63	1.33	0.48	19.31
2011	1.15	2.85	1.38	2.55	0.40	0.01	0.12	0.94	1.24	0.46	0.22	0.37	11.69
2012	2.06	0.23	0.28	0.68	2.10	1.51	0.64	0.24	0.06	0.61	0.43	0.46	9.30
2013	0.18	0.62	2.72	0.74	0.13	0.16	0.26	0.71	0.20	0.32	0.21	0.15	6.40
2014	1.24	9.19	0.57	0.35	0.02	0.00	0.00	0.10	0.01	0.48	1.33	1.79	15.08
2015	2.06	0.71	2.79	3.16	0.15	0.33	0.86	0.05	0.02	0.23	0.10	0.71	11.17
N°	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
\bar{x}	1.98	3.87	2.82	2.01	0.67	0.28	0.40	0.51	0.40	0.53	0.52	0.68	14.68
σ	1.80	7.35	2.57	2.09	0.90	0.44	0.51	0.55	0.78	0.54	0.48	0.54	8.40
Max.	8.90	43.59	10.27	9.00	3.21	1.60	1.99	1.98	3.49	1.97	1.95	1.93	52.92
Min.	0.04	0.16	0.14	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.10	3.34

Tabla N° 48. Registro histórico complete y extendido – Estación Laredo

Estación: Laredo				Parámetro: Precipitación mensual(mm)									
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	1.31	3.06	0.31	0.37	0.18	0.18	0.18	0.54	0.18	0.98	0.18	0.23	7.70
1982	0.26	1.03	0.29	0.87	0.18	0.18	0.18	0.18	0.31	0.18	0.29	0.37	4.32
1983	2.50	0.73	9.48	3.47	2.31	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	19.75
1984	0.56	4.22	0.81	0.29	0.37	0.23	0.29	0.18	0.18	0.20	0.29	0.37	7.99
1985	0.00	1.60	0.00	0.00	1.50	0.00	0.30	0.00	1.30	0.00	0.00	2.50	7.20
1986	8.20	0.00	2.40	0.90	0.20	0.00	0.30	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	12.20
1987	2.20	2.70	2.40	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	1.00	0.00	0.00	13.20
1988	5.10	0.40	0.50	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.90
1989	0.70	4.40	3.70	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.10	0.00	0.00	12.30
1990	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	5.90	0.00	7.70
1991	0.00	2.80	4.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	9.40	17.20
1992	0.00	1.60	0.30	0.00	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	3.50
1993	0.25	3.09	7.19	1.59	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	1.59	14.34
1994	0.09	2.77	2.66	3.29	0.41	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	2.66	12.42
1995	0.49	0.33	0.88	0.33	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	2.75
1996	2.06	1.75	0.88	0.45	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	1.00	0.09	0.09	6.77
1997	0.09	0.76	0.25	1.35	0.09	0.25	0.09	0.09	0.09	0.45	1.16	8.53	13.20
1998	2.26	11.26	8.07	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.33	23.76
1999	1.53	3.71	0.23	0.38	0.48	0.23	0.23	0.23	0.54	0.23	0.23	0.69	8.71
2000	0.38	0.92	1.00	0.74	1.05	0.59	0.34	0.23	0.23	0.23	0.23	0.95	6.89
2001	1.25	0.62	2.46	0.69	0.23	0.92	0.33	0.39	0.23	0.23	0.39	0.31	8.05
2002	0.23	1.65	0.62	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	1.33	0.23	5.67
2003	0.82	1.50	0.23	0.71	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.24	2.48	0.25	7.38
2004	7.83	5.33	0.24	0.54	0.11	1.93	0.38	0.40	0.51	0.14	1.75	0.24	19.40
2005	2.72	2.79	1.02	1.82	0.11	0.00	0.00	0.00	0.10	0.20	0.67	0.42	9.85
2006	0.29	2.71	3.01	0.88	0.24	0.01	0.07	0.05	0.01	0.00	0.16	1.10	8.53
2007	0.17	5.18	1.83	3.14	0.01	0.01	0.02	0.09	0.01	0.00	0.00	0.01	10.47
2008	1.93	0.20	0.42	0.29	1.54	0.16	0.09	0.03	0.01	0.06	0.11	0.00	4.84
2009	3.47	2.05	0.50	0.27	0.17	0.05	0.04	0.04	0.38	0.24	0.09	0.01	7.31
2010	0.18	0.22	0.30	1.56	0.04	0.08	0.30	0.34	0.11	0.06	0.09	0.23	3.51
2011	0.38	5.50	0.59	0.57	0.08	0.18	0.04	0.02	0.63	0.00	0.04	0.00	8.03
2012	0.06	0.00	0.58	0.15	0.65	0.04	0.20	0.03	0.51	0.13	0.03	0.00	2.38
2013	0.01	0.16	3.05	0.36	1.09	1.01	0.16	0.04	0.32	0.47	0.05	0.01	6.73
2014	2.49	6.43	2.39	0.00	0.17	0.00	0.00	0.01	0.09	0.28	2.84	1.84	16.54
2015	0.28	0.03	7.83	1.18	0.10	0.09	0.19	0.01	0.06	0.03	0.19	1.65	11.64
N°	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
\bar{x}	1.43	2.33	2.05	0.94	0.39	0.21	0.14	0.12	0.26	0.25	0.59	0.98	9.69
σ	2.03	2.38	2.49	1.05	0.54	0.38	0.12	0.14	0.31	0.31	1.15	2.12	5.10
Max.	8.20	11.26	9.48	4.00	2.31	1.93	0.38	0.54	1.30	1.10	5.90	9.40	23.76
Min.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.38

Tabla N° 49. Registro histórico completo y extendido – Estación Callancas

Estación: Callancas				Parámetro: Precipitación mensual(mm)									
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	64.50	160.90	97.90	33.30	0.00	1.30	0.00	4.00	1.80	38.00	4.70	40.30	446.70
1982	37.00	35.60	20.40	44.60	4.40	0.00	0.00	0.00	20.12	20.93	27.66	77.60	288.31
1983	46.44	175.94	197.24	65.76	23.10	1.10	3.24	17.60	13.05	18.26	47.32	53.59	662.64
1984	53.09	192.92	163.27	54.16	54.14	13.89	1.90	0.39	23.28	53.75	31.04	67.59	709.42
1985	6.78	115.21	84.09	31.61	3.95	3.96	3.95	11.97	38.21	3.95	3.95	40.88	348.51
1986	217.19	72.47	90.38	128.88	13.70	3.96	8.67	19.35	3.95	19.98	43.71	69.48	691.72
1987	198.65	137.83	104.68	110.34	9.93	4.43	3.95	17.00	7.88	19.67	22.81	40.72	677.89
1988	121.34	113.48	58.32	132.18	14.33	7.88	4.27	3.96	6.47	45.60	21.71	17.94	547.48
1989	97.29	211.53	157.95	101.85	7.10	10.40	3.95	8.67	11.03	3.95	5.68	23.44	642.84
1990	5.68	3.95	52.20	97.29	10.24	3.96	3.95	3.96	26.90	43.24	19.20	22.97	293.54
1991	6.75	57.30	116.14	89.35	19.51	6.75	5.00	5.00	5.00	55.71	57.30	40.56	464.37
1992	7.07	29.55	41.20	12.97	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	8.50	134.29
1993	5.00	158.40	266.68	109.13	37.85	5.00	5.00	5.00	76.92	90.15	18.23	88.08	865.44
1994	65.12	169.25	84.73	45.50	100.52	5.00	9.78	5.00	16.96	5.00	71.97	91.75	670.58
1995	50.90	70.20	31.80	64.50	15.10	12.20	4.60	1.70	10.90	33.40	25.30	69.30	389.90
1996	62.20	147.50	147.00	29.20	3.20	0.00	0.00	0.00	7.20	62.40	0.00	6.50	465.20
1997	8.10	114.90	24.90	52.30	12.90	3.40	0.00	0.00	11.40	28.70	34.60	133.40	424.60
1998	201.10	187.00	262.00	92.80	11.10	4.40	0.00	0.00	5.20	22.10	6.90	27.30	819.90
1999	77.20	265.80	71.90	67.10	48.20	9.00	2.90	0.00	30.70	18.10	14.60	52.70	658.20
2000	38.60	144.60	159.70	123.60	62.50	4.60	0.00	4.30	20.10	7.23	20.40	74.50	660.13
2001	129.10	71.20	267.10	51.70	18.10	3.10	0.00	0.00	23.00	23.20	44.80	31.00	662.30
2002	26.40	127.50	152.10	97.40	2.40	8.70	0.00	0.00	1.50	34.10	77.60	55.00	582.70
2003	41.60	78.30	55.50	31.20	17.00	0.29	1.50	0.20	3.60	8.80	10.60	71.50	320.09
2004	8.80	78.20	103.00	21.60	28.30	0.00	1.20	0.00	17.10	55.90	15.60	38.30	368.00
2005	42.30	62.20	132.70	17.40	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	13.40	3.90	45.70	317.70
2006	64.40	125.90	243.00	76.40	9.10	15.40	3.60	1.10	3.10	1.30	32.10	52.90	628.30
2007	57.80	19.50	182.90	82.70	34.80	0.00	0.00	0.10	1.00	49.60	51.20	32.80	512.40
2008	102.90	154.80	132.40	87.10	3.50	3.90	0.70	1.10	3.20	37.50	42.90	0.50	570.50
2009	151.30	111.20	168.50	66.30	7.00	2.70	0.70	0.00	0.10	47.70	53.20	62.10	670.80
2010	40.40	154.30	93.80	62.50	27.20	0.60	4.70	0.00	13.60	5.70	33.30	41.90	478.00
2011	62.40	20.80	93.10	176.20	2.60	0.00	1.10	0.00	4.50	2.70	27.80	58.60	449.80
2012	65.00	175.80	143.80	109.60	26.00	5.70	0.00	0.50	2.70	66.60	35.30	36.90	667.90
2013	57.00	116.10	196.80	26.10	30.60	2.60	0.00	0.00	0.10	48.90	0.40	37.50	516.10
2014	41.70	48.60	102.10	55.20	52.40	0.00	0.10	1.80	16.90	17.60	33.10	60.70	430.20
2015	99.80	59.70	150.50	49.60	62.20	1.50	2.50	0.00	2.00	17.60	30.60	56.70	532.70
N°	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
\bar{x}	67.45	113.38	127.14	71.35	22.23	4.31	2.35	3.36	12.41	29.31	27.84	49.41	530.55
σ	56.24	61.69	68.02	38.05	22.56	4.10	2.57	5.34	14.79	22.03	19.85	26.60	164.14
Max.	217.19	265.80	267.10	176.20	100.52	15.40	9.78	19.35	76.92	90.15	77.60	133.40	865.44
Min.	5.00	3.95	20.40	12.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	0.00	0.50	134.29

Tabla N° 50. Registro histórico complete y extendido – Estación San Benito

Estación: San Benito				Parámetro: Precipitación mensual(mm)									
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	65.50	101.60	138.00	15.30	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	6.10	8.20	17.50	358.20
1982	33.40	31.60	4.20	34.70	0.80	0.00	0.00	0.00	4.20	12.80	6.20	47.10	175.00
1983	30.67	33.42	128.56	96.65	34.02	5.51	2.36	2.74	1.98	0.09	0.69	0.52	337.21
1984	33.50	275.90	141.30	11.20	15.40	0.00	1.10	2.00	6.60	8.20	11.40	5.50	512.10
1985	11.70	6.90	19.50	7.50	5.30	0.80	0.00	2.50	6.90	0.00	0.00	2.10	63.20
1986	72.20	32.10	23.60	89.10	2.90	0.00	0.00	2.00	2.80	3.40	0.00	15.30	243.40
1987	102.30	48.90	93.90	47.00	8.00	0.00	3.30	1.30	4.70	6.30	5.00	0.00	320.70
1988	101.90	68.90	10.10	42.40	0.00	0.00	0.00	5.30	2.60	3.50	0.00	4.00	238.70
1989	16.20	216.60	110.70	59.50	0.00	0.00	0.00	4.30	5.20	13.60	3.40	0.00	429.50
1990	13.00	16.70	45.50	7.00	4.10	0.00	0.00	0.00	0.00	10.70	0.00	6.00	103.00
1991	0.00	14.60	88.40	23.10	5.30	0.00	0.00	0.00	1.40	19.60	10.40	9.20	172.00
1992	32.60	17.80	92.60	168.80	20.50	10.80	0.00	2.40	9.90	8.70	0.00	8.30	372.40
1993	11.90	136.90	366.60	72.80	8.20	0.00	1.50	0.00	4.30	15.90	15.60	31.40	665.10
1994	50.80	77.80	168.80	58.10	2.70	2.50	0.00	0.00	7.50	0.00	14.50	49.10	431.80
1995	51.00	117.80	32.70	23.20	2.70	0.00	0.00	1.10	0.80	0.00	2.20	14.30	245.80
1996	53.60	91.60	173.80	12.30	2.10	0.00	0.50	1.00	2.50	5.50	0.00	3.70	346.60
1997	9.00	70.30	10.80	128.20	0.70	2.10	0.00	0.00	10.30	6.10	54.80	221.10	513.40
1998	134.76	129.39	143.54	18.63	0.03	2.38	2.74	2.74	1.86	1.70	2.30	0.65	440.72
1999	49.90	276.20	61.90	31.70	13.70	5.90	4.40	0.00	9.00	2.00	4.40	25.70	484.80
2000	17.10	111.40	215.80	60.20	32.90	3.40	0.00	0.30	2.70	0.60	7.30	29.90	481.60
2001	94.50	71.20	379.70	45.30	1.90	0.00	0.00	0.00	3.00	6.40	6.90	7.30	616.20
2002	2.20	196.50	184.80	87.10	0.30	0.00	0.00	0.00	0.40	11.80	31.90	13.00	528.00
2003	20.70	65.90	32.10	23.50	2.20	1.50	0.00	0.20	0.00	1.40	6.60	45.70	199.80
2004	8.30	101.60	22.00	15.70	7.10	0.20	0.30	0.00	7.50	9.60	1.40	8.80	182.50
2005	29.50	48.60	113.63	15.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	5.60	2.20	8.50	223.63
2006	62.90	145.30	237.00	43.50	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.20	33.60	536.50
2007	48.60	24.50	148.90	37.70	11.40	0.00	0.00	1.40	0.00	16.50	4.60	2.40	296.00
2008	125.60	222.30	203.90	88.20	0.00	1.10	0.00	0.00	1.90	14.00	14.90	0.50	672.40
2009	161.50	147.00	174.40	10.80	7.90	0.00	0.00	0.00	2.30	10.80	14.20	1.60	530.50
2010	34.40	167.40	66.50	67.20	3.20	0.00	0.00	0.00	3.80	4.80	3.20	13.80	364.30
2011	43.30	34.00	40.00	51.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	10.50	36.30	216.20
2012	54.40	117.70	235.80	43.10	6.70	0.00	0.00	0.00	0.00	23.50	11.10	26.10	518.40
2013	12.60	90.40	275.10	5.00	4.80	0.00	0.00	0.00	0.00	14.00	0.00	10.40	412.30
2014	47.50	39.20	93.10	21.60	18.40	0.00	0.00	0.00	16.50	16.40	4.90	35.60	293.20
2015	40.80	80.20	224.30	37.20	23.40	1.70	0.00	0.00	0.00	6.10	13.00	30.10	456.80
<i>N°</i>	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
\bar{x}	47.94	97.95	128.62	45.73	7.05	1.23	0.46	1.01	3.46	7.59	8.03	21.86	370.91
σ	39.30	72.51	97.29	36.75	9.07	2.36	1.08	1.61	3.82	6.35	10.50	37.73	157.54
<i>Max.</i>	161.50	276.20	379.70	168.80	34.02	10.80	4.40	6.00	16.50	23.50	54.80	221.10	672.40
<i>Min.</i>	0.00	6.90	4.20	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	63.20

Tabla N° 51. Registro histórico complete y extendido – Estación Sinsicap

Estación: Sinsicap				Parámetro: Precipitación mensual(mm)									
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	38.68	67.02	59.16	9.03	4.22	4.22	4.22	4.71	4.66	20.44	5.37	5.48	227.21
1982	41.68	5.75	26.39	15.31	4.22	4.22	4.22	4.22	4.22	17.87	25.79	9.14	163.03
1983	176.02	96.56	232.70	135.55	71.66	16.07	4.22	4.22	4.22	16.51	6.46	25.30	789.49
1984	18.26	128.02	56.10	21.10	23.12	6.57	4.22	4.22	4.22	33.60	10.99	7.83	318.25
1985	30.20	26.90	27.20	8.40	3.80	0.00	0.00	0.00	3.40	0.00	0.00	13.30	113.20
1986	89.90	21.50	25.30	71.80	0.00	0.00	0.00	11.70	0.00	3.80	6.40	31.20	261.60
1987	91.10	67.00	178.60	52.20	1.20	2.10	0.00	0.00	0.00	5.10	8.80	6.50	412.60
1988	88.00	59.10	35.10	52.30	8.10	0.00	0.00	0.00	0.00	11.50	3.60	7.70	265.40
1989	28.00	200.30	92.60	30.30	1.60	1.40	0.00	2.70	6.60	49.40	0.00	0.00	412.90
1990	5.70	24.00	52.30	3.30	0.00	1.20	0.00	0.00	0.90	14.40	53.70	8.40	163.90
1991	3.40	16.90	53.20	27.80	4.40	0.00	0.00	0.00	0.00	17.00	4.50	10.60	137.80
1992	44.80	40.20	107.10	126.30	10.90	13.70	0.00	0.00	5.30	1.20	1.30	1.30	352.10
1993	28.20	117.60	271.40	60.60	6.90	0.00	0.00	0.00	10.50	17.80	18.30	30.50	561.80
1994	62.80	77.30	106.30	51.00	6.20	4.70	0.00	0.00	2.50	2.80	19.10	30.70	363.40
1995	38.00	52.60	38.40	16.20	6.20	2.80	0.80	0.00	1.40	9.00	10.60	32.30	208.30
1996	43.20	97.70	144.40	24.50	1.20	0.00	0.00	0.00	3.60	16.60	3.60	2.50	337.30
1997	12.59	31.28	19.65	33.42	7.89	8.14	7.36	7.36	9.83	11.56	20.35	70.38	239.81
1998	125.49	158.08	198.79	38.25	16.18	8.63	7.36	7.36	8.96	12.43	9.29	14.37	605.19
1999	48.20	310.80	63.90	61.70	58.90	0.60	1.80	0.00	6.80	4.80	4.00	33.30	594.80
2000	35.90	134.20	133.30	89.20	43.80	0.00	0.00	4.90	26.50	2.10	8.50	41.50	519.90
2001	104.50	101.20	290.40	80.40	9.10	4.90	0.00	0.00	18.60	11.50	13.50	10.90	645.00
2002	5.90	177.10	120.70	80.10	0.90	2.50	0.00	0.00	0.30	17.70	47.70	16.00	468.90
2003	29.60	87.30	42.20	21.00	10.70	1.10	0.10	0.00	0.00	1.80	16.30	54.00	264.10
2004	10.10	88.20	35.70	15.50	13.50	0.00	0.00	0.00	0.00	52.40	12.80	16.00	244.20
2005	33.80	40.40	95.00	33.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.70	5.30	25.40	242.20
2006	44.90	181.70	152.10	43.90	0.00	3.80	0.00	0.00	1.40	0.80	23.90	34.10	486.60
2007	52.30	62.97	135.40	66.30	31.50	0.00	0.00	0.30	0.30	26.20	28.40	16.20	419.87
2008	100.90	213.20	179.50	68.10	5.20	2.30	0.60	2.00	0.90	17.70	30.60	4.30	625.30
2009	134.70	104.60	115.50	31.70	2.00	0.00	1.80	0.40	0.00	22.60	17.40	17.90	448.60
2010	38.00	153.40	59.90	50.80	14.50	0.20	0.00	0.00	21.80	2.10	10.00	12.80	363.50
2011	55.60	26.60	58.10	94.60	0.80	1.10	0.00	0.00	2.60	2.60	19.80	37.40	299.20
2012	69.80	108.70	161.50	67.60	10.00	5.50	0.00	0.00	2.60	33.40	17.50	17.00	493.60
2013	37.10	68.80	179.10	7.70	8.10	0.00	0.00	0.00	0.00	40.00	0.00	7.70	348.50
2014	57.60	21.70	116.10	40.60	26.00	0.00	0.00	0.00	12.90	9.10	15.20	36.20	335.40
2015	56.40	59.10	147.90	35.70	9.20	0.00	2.10	0.00	0.00	10.60	31.50	22.90	375.40
<i>N°</i>	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
\bar{x}	53.75	92.22	108.89	47.60	12.06	2.74	1.11	1.55	4.71	15.00	14.59	20.32	374.52
σ	39.22	67.25	71.57	32.27	16.47	3.93	2.09	2.83	6.51	13.36	12.62	15.74	160.67
<i>Max.</i>	176.02	310.80	290.40	135.55	71.66	16.07	7.36	11.70	26.50	52.40	53.70	70.38	789.49
<i>Min.</i>	3.40	5.75	19.65	3.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	113.20

Tabla N° 52. Registro histórico complete y extendido – Estación Mollepatá

Estación: Mollepatá				Parámetro: Precipitación mensual(mm)									
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	34.90	114.00	107.10	5.60	6.20	0.00	0.00	3.30	0.00	53.80	22.40	104.50	451.80
1982	79.50	103.00	96.70	117.10	5.60	0.00	0.00	0.00	14.30	109.70	62.90	147.30	736.10
1983	178.40	19.50	170.10	140.90	26.20	30.70	0.00	3.70	1.20	72.10	71.90	210.90	925.60
1984	80.80	447.50	173.90	40.60	27.20	10.30	4.50	0.00	6.80	57.10	37.60	0.00	886.30
1985	25.60	32.60	92.40	40.20	16.20	0.00	0.00	0.00	19.00	30.00	0.00	43.10	299.10
1986	92.10	73.40	87.30	59.10	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.00	64.00	406.40
1987	101.00	57.30	63.80	44.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	36.50	319.00
1988	100.60	161.50	100.00	77.48	73.21	2.13	3.06	0.00	37.41	61.75	9.73	34.11	660.98
1989	117.50	187.90	175.00	27.60	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	70.32	44.33	36.30	661.45
1990	151.23	144.97	24.78	83.66	74.18	3.54	3.54	3.54	24.78	24.78	24.78	24.78	588.56
1991	173.46	148.68	55.94	24.78	24.78	3.54	3.54	3.54	24.78	24.78	50.02	50.30	588.14
1992	173.46	148.68	49.56	57.67	29.72	3.82	3.76	3.69	24.78	26.08	34.01	44.28	599.51
1993	159.16	107.27	148.98	84.89	3.93	3.93	3.93	3.93	9.52	25.80	15.76	29.55	596.65
1994	110.90	166.90	180.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.10	475.50
1995	64.60	54.60	35.80	30.80	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	56.40	53.60	41.40	339.00
1996	102.60	161.50	161.70	48.20	4.00	31.40	0.00	0.00	3.10	47.80	18.20	12.50	591.00
1997	94.70	90.50	31.60	44.50	3.90	7.00	0.00	0.00	21.70	15.00	66.50	146.90	522.30
1998	186.20	156.10	268.90	52.80	9.70	3.60	0.00	1.20	1.50	59.60	38.50	44.00	822.10
1999	123.20	321.80	88.80	40.40	50.00	2.30	2.80	0.00	27.10	10.90	39.90	63.70	770.90
2000	47.80	164.40	112.50	62.70	31.70	4.10	0.00	9.00	19.60	5.00	20.70	116.80	594.30
2001	220.80	123.00	342.10	36.40	19.80	0.00	0.00	0.00	22.50	33.80	78.00	43.40	919.80
2002	30.20	72.10	214.60	69.20	5.70	3.40	0.60	0.00	4.70	68.30	92.20	27.80	588.80
2003	48.00	86.70	85.10	41.20	10.20	7.40	1.80	0.00	13.00	19.90	33.40	94.70	441.40
2004	36.10	76.80	59.20	48.00	7.90	6.30	5.50	0.00	13.20	73.50	54.50	57.00	438.00
2005	46.40	85.00	151.20	29.00	4.20	0.00	0.00	1.70	0.40	38.00	6.20	69.10	431.20
2006	95.26	115.70	207.20	93.10	8.50	6.10	0.00	0.00	8.20	30.40	28.70	80.90	674.06
2007	72.40	39.20	183.60	84.50	12.80	0.00	0.90	0.00	0.90	74.80	31.20	52.20	552.50
2008	118.90	112.80	148.00	85.80	12.80	11.40	0.00	1.20	10.80	60.90	43.60	26.10	632.30
2009	186.50	140.10	152.80	73.30	9.50	0.00	4.60	0.00	1.10	83.80	56.60	97.60	805.90
2010	39.10	86.70	119.70	46.60	28.20	1.10	1.60	0.00	14.70	17.50	58.10	105.10	518.40
2011	73.50	29.90	98.40	108.70	0.00	3.90	7.00	0.00	13.40	13.70	37.40	103.90	489.80
2012	90.00	121.90	136.50	115.80	11.10	3.10	0.00	0.00	7.10	77.70	61.70	56.30	681.20
2013	38.70	128.00	247.70	27.60	22.50	2.70	2.30	9.20	4.20	70.60	10.30	73.70	637.50
2014	72.80	114.80	142.70	49.00	35.40	0.00	0.00	2.00	15.00	27.50	19.10	115.00	593.30
2015	113.50	61.60	193.90	66.70	44.30	2.60	1.90	0.20	2.10	11.00	47.90	62.00	607.70
N°	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
\bar{x}	99.42	121.61	134.52	58.81	17.87	4.41	1.47	1.32	10.53	41.49	37.51	66.65	595.62
σ	52.31	80.33	70.78	31.76	19.06	7.30	1.98	2.38	10.03	28.41	22.66	44.51	160.08
Max.	220.80	447.50	342.10	140.90	74.18	31.40	7.00	9.20	37.41	109.70	92.20	210.90	925.60
Min.	25.60	19.50	24.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	299.10

Tabla N° 53. Registro histórico complete y extendido – Estación Cachicadan

Estación: Cachicadan				Parámetro: Precipitación mensual(mm)									
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	116.80	280.00	212.10	43.10	10.40	9.90	0.20	21.90	9.50	111.00	36.40	100.20	951.50
1982	103.50	74.40	88.00	108.40	66.25	2.28	0.89	50.14	46.14	257.06	156.58	175.74	1129.38
1983	314.76	97.49	406.01	189.14	91.26	130.35	97.01	322.41	61.70	78.61	118.29	216.76	2123.79
1984	203.38	730.38	165.01	87.59	66.81	70.41	34.85	91.71	29.98	46.03	78.50	47.59	1652.24
1985	101.20	119.00	144.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	85.60	104.80	44.00	71.20	670.50
1986	167.10	95.00	211.40	204.10	61.00	0.00	0.00	35.50	31.10	31.00	107.40	181.10	1124.70
1987	524.31	421.99	202.30	82.92	35.98	35.98	35.98	35.98	58.61	75.66	188.80	199.77	1898.28
1988	316.96	242.32	68.06	85.45	63.00	43.41	35.98	35.98	35.98	64.69	47.80	58.78	1098.41
1989	80.39	77.18	93.39	70.93	47.63	43.41	42.90	43.41	47.97	56.07	38.17	35.98	677.43
1990	108.76	149.45	104.03	59.28	35.98	43.07	35.98	35.98	42.06	67.05	40.71	73.13	795.48
1991	141.52	263.09	217.16	144.72	35.98	35.98	35.98	35.98	38.68	35.98	102.34	131.38	1218.79
1992	77.52	48.64	292.64	109.60	39.53	35.98	35.98	35.98	35.98	35.98	35.98	35.98	819.79
1993	68.00	289.90	383.30	300.10	99.50	156.00	38.00	3.00	65.60	72.30	139.00	269.00	1883.70
1994	219.00	325.00	320.00	266.90	53.60	71.30	0.00	4.90	26.10	33.60	80.60	82.60	1483.60
1995	107.00	128.20	90.00	101.80	39.00	16.10	20.40	0.00	6.90	76.50	99.60	127.80	813.30
1996	226.30	248.30	210.60	137.40	13.50	11.40	2.40	0.00	13.00	90.00	31.90	59.60	1044.40
1997	32.60	210.80	45.60	106.60	54.50	17.10	0.00	4.60	40.60	102.70	170.20	314.30	1099.60
1998	299.30	303.90	385.30	223.60	21.70	8.20	0.00	9.90	34.60	113.50	59.50	106.60	1566.10
1999	178.10	442.60	190.40	105.60	91.60	19.00	12.20	10.00	58.30	40.20	27.30	110.40	1285.70
2000	75.80	218.70	171.80	125.90	55.40	12.40	0.00	20.40	36.90	48.90	41.70	153.60	961.50
2001	340.40	173.40	296.20	81.00	47.70	0.00	0.00	0.00	48.50	27.10	70.70	117.20	1202.20
2002	39.30	119.70	275.90	140.60	27.90	0.00	0.00	0.00	0.00	125.10	220.70	91.40	1040.60
2003	114.50	112.30	59.80	103.10	32.80	9.30	2.80	0.00	19.00	48.10	9.40	65.00	576.10
2004	17.20	136.10	88.60	66.70	58.30	4.20	8.00	0.00	43.10	126.14	112.00	80.00	740.34
2005	88.90	98.30	246.90	108.90	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	61.00	25.50	76.60	708.20
2006	197.20	130.60	379.70	153.80	19.80	32.90	1.00	0.50	17.60	26.00	84.20	134.90	1178.20
2007	286.70	86.30	304.40	186.70	48.70	0.00	8.20	9.90	24.10	81.40	50.10	115.10	1201.60
2008	135.50	130.90	147.40	130.30	16.50	7.80	1.20	11.00	8.10	132.70	24.30	37.00	782.70
2009	259.90	191.00	182.60	135.60	55.40	9.30	13.10	2.00	5.50	150.10	112.50	136.00	1253.00
2010	120.90	192.60	118.90	73.70	36.80	1.20	3.20	0.00	16.00	30.90	50.30	99.00	743.50
2011	176.50	69.40	142.00	207.60	5.70	10.60	0.00	0.00	20.50	30.10	51.00	224.00	937.40
2012	229.40	174.80	244.90	140.60	55.80	1.20	0.00	1.70	18.10	87.00	106.20	103.80	1163.50
2013	119.80	209.00	359.10	87.80	8.30	17.50	0.00	16.60	1.80	140.90	7.90	138.70	1107.40
2014	155.20	161.20	225.70	104.90	155.90	1.60	6.40	0.00	50.10	28.80	53.10	136.90	1079.80
2015	175.20	97.40	293.50	135.10	50.20	1.20	4.40	3.00	14.90	74.60	96.40	185.40	1131.30
N°	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
\bar{x}	169.11	195.70	210.50	125.99	45.84	24.54	13.63	24.07	31.22	77.47	77.69	122.64	1118.40
σ	105.48	133.90	103.48	61.87	31.41	35.53	20.89	55.80	20.87	47.87	51.79	66.01	365.37
Max.	524.31	730.38	406.01	300.10	155.90	156.00	97.01	322.41	85.60	257.06	220.70	314.30	2123.79
Min.	17.20	48.64	45.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.00	7.90	35.98	576.10

Tabla N° 54. Registro histórico complete y extendido – Estación Cospán

Estación: Cospán			Parámetro: Precipitación mensual(mm)										
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	116.80	280.00	212.10	43.10	10.40	9.90	0.20	21.90	9.50	111.00	36.40	100.20	951.50
1982	103.50	74.40	88.00	108.40	66.25	2.28	0.89	50.14	46.14	257.06	156.58	175.74	1129.38
1983	314.76	97.49	406.01	189.14	91.26	130.35	97.01	322.41	61.70	78.61	118.29	216.76	2123.79
1984	203.38	730.38	165.01	87.59	66.81	70.41	34.85	91.71	29.98	46.03	78.50	47.59	1652.24
1985	101.20	119.00	144.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	85.60	104.80	44.00	71.20	670.50
1986	167.10	95.00	211.40	204.10	61.00	0.00	0.00	35.50	31.10	31.00	107.40	181.10	1124.70
1987	524.31	421.99	202.30	82.92	35.98	35.98	35.98	35.98	58.61	75.66	188.80	199.77	1898.28
1988	316.96	242.32	68.06	85.45	63.00	43.41	35.98	35.98	35.98	64.69	47.80	58.78	1098.41
1989	80.39	77.18	93.39	70.93	47.63	43.41	42.90	43.41	47.97	56.07	38.17	35.98	677.43
1990	108.76	149.45	104.03	59.28	35.98	43.07	35.98	35.98	42.06	67.05	40.71	73.13	795.48
1991	141.52	263.09	217.16	144.72	35.98	35.98	35.98	35.98	38.68	35.98	102.34	131.38	1218.79
1992	77.52	48.64	292.64	109.60	39.53	35.98	35.98	35.98	35.98	35.98	35.98	35.98	819.79
1993	68.00	289.90	383.30	300.10	99.50	156.00	38.00	3.00	65.60	72.30	139.00	269.00	1883.70
1994	219.00	325.00	320.00	266.90	53.60	71.30	0.00	4.90	26.10	33.60	80.60	82.60	1483.60
1995	107.00	128.20	90.00	101.80	39.00	16.10	20.40	0.00	6.90	76.50	99.60	127.80	813.30
1996	226.30	248.30	210.60	137.40	13.50	11.40	2.40	0.00	13.00	90.00	31.90	59.60	1044.40
1997	32.60	210.80	45.60	106.60	54.50	17.10	0.00	4.60	40.60	102.70	170.20	314.30	1099.60
1998	299.30	303.90	385.30	223.60	21.70	8.20	0.00	9.90	34.60	113.50	59.50	106.60	1566.10
1999	178.10	442.60	190.40	105.60	91.60	19.00	12.20	10.00	58.30	40.20	27.30	110.40	1285.70
2000	75.80	218.70	171.80	125.90	55.40	12.40	0.00	20.40	36.90	48.90	41.70	153.60	961.50
2001	340.40	173.40	296.20	81.00	47.70	0.00	0.00	0.00	48.50	27.10	70.70	117.20	1202.20
2002	39.30	119.70	275.90	140.60	27.90	0.00	0.00	0.00	0.00	125.10	220.70	91.40	1040.60
2003	114.50	112.30	59.80	103.10	32.80	9.30	2.80	0.00	19.00	48.10	9.40	65.00	576.10
2004	17.20	136.10	88.60	66.70	58.30	4.20	8.00	0.00	43.10	126.14	112.00	80.00	740.34
2005	88.90	98.30	246.90	108.90	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	61.00	25.50	76.60	708.20
2006	197.20	130.60	379.70	153.80	19.80	32.90	1.00	0.50	17.60	26.00	84.20	134.90	1178.20
2007	286.70	86.30	304.40	186.70	48.70	0.00	8.20	9.90	24.10	81.40	50.10	115.10	1201.60
2008	135.50	130.90	147.40	130.30	16.50	7.80	1.20	11.00	8.10	132.70	24.30	37.00	782.70
2009	259.90	191.00	182.60	135.60	55.40	9.30	13.10	2.00	5.50	150.10	112.50	136.00	1253.00
2010	120.90	192.60	118.90	73.70	36.80	1.20	3.20	0.00	16.00	30.90	50.30	99.00	743.50
2011	176.50	69.40	142.00	207.60	5.70	10.60	0.00	0.00	20.50	30.10	51.00	224.00	937.40
2012	229.40	174.80	244.90	140.60	55.80	1.20	0.00	1.70	18.10	87.00	106.20	103.80	1163.50
2013	119.80	209.00	359.10	87.80	8.30	17.50	0.00	16.60	1.80	140.90	7.90	138.70	1107.40
2014	155.20	161.20	225.70	104.90	155.90	1.60	6.40	0.00	50.10	28.80	53.10	136.90	1079.80
2015	175.20	97.40	293.50	135.10	50.20	1.20	4.40	3.00	14.90	74.60	96.40	185.40	1131.30
<i>N°</i>	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
\bar{x}	169.11	195.70	210.50	125.99	45.84	24.54	13.63	24.07	31.22	77.47	77.69	122.64	1118.40
σ	105.48	133.90	103.48	61.87	31.41	35.53	20.89	55.80	20.87	47.87	51.79	66.01	365.37
<i>Max.</i>	524.31	730.38	406.01	300.10	155.90	156.00	97.01	322.41	85.60	257.06	220.70	314.30	2123.79
<i>Min.</i>	17.20	48.64	45.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.00	7.90	35.98	576.10

Tabla N° 55. Registro histórico complete y extendido – Estación Sayapullo

Estación: Sayapullo				Parámetro: Precipitación mensual(mm)									
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	23.25	38.84	34.27	7.29	8.15	6.15	5.93	5.93	5.93	15.05	6.67	12.85	170.31
1982	24.14	23.75	14.48	26.12	5.93	5.93	5.93	5.93	20.88	13.92	27.57	5.93	180.51
1983	75.70	63.21	361.08	181.98	75.63	16.39	7.49	5.93	11.61	7.57	6.42	6.24	819.25
1984	30.80	105.13	60.40	69.68	10.29	6.08	5.93	5.93	15.77	5.93	14.70	17.69	348.33
1985	25.06	10.44	49.92	7.41	5.93	5.93	5.93	6.22	5.93	5.93	6.48	6.75	141.93
1986	46.93	66.96	26.94	68.84	19.09	5.93	5.93	7.03	6.06	5.93	22.66	20.83	303.13
1987	57.69	34.45	21.17	26.88	6.10	5.93	5.93	6.75	10.01	5.99	7.59	6.08	194.57
1988	10.59	28.20	26.94	73.37	6.03	5.93	5.93	6.01	6.10	6.78	6.15	8.83	190.86
1989	14.97	21.84	46.74	26.78	6.04	5.93	5.93	6.07	6.32	26.65	5.93	5.93	179.13
1990	26.40	28.20	46.60	89.80	10.60	0.00	0.00	0.00	0.10	25.00	6.40	10.70	243.80
1991	7.30	27.40	149.40	43.60	16.30	0.00	0.00	0.00	0.00	7.70	3.70	18.60	274.00
1992	43.70	5.30	19.70	192.30	48.90	0.00	0.00	5.10	0.00	0.70	0.00	9.20	324.90
1993	4.34	83.11	190.98	80.09	55.33	5.49	5.58	5.58	4.51	0.52	8.31	10.77	454.61
1994	51.84	29.42	66.91	13.43	3.41	11.09	5.58	5.58	3.50	4.42	6.98	14.56	216.72
1995	27.20	42.45	41.27	34.13	2.53	5.58	5.58	5.55	2.70	0.42	1.40	26.85	195.66
1996	24.63	39.64	42.04	21.28	2.85	5.58	5.58	4.04	4.39	20.24	4.33	5.10	179.70
1997	11.98	43.87	2.05	37.09	4.33	5.58	5.58	5.58	7.90	5.71	27.03	95.40	252.10
1998	133.00	154.41	180.71	59.63	7.78	3.80	5.58	5.58	1.19	10.74	0.91	11.89	575.22
1999	31.56	161.25	46.04	36.92	33.48	6.62	5.34	5.58	12.72	4.08	10.38	24.83	378.80
2000	33.33	110.00	119.59	47.81	23.68	4.13	5.58	4.15	2.59	1.90	5.29	25.52	383.57
2001	63.63	41.74	182.07	28.89	9.41	5.58	5.43	5.58	6.15	2.89	32.33	8.64	392.34
2002	4.93	50.54	111.45	77.07	2.53	4.57	5.52	5.58	0.60	20.16	26.97	26.02	335.94
2003	25.66	23.32	40.47	7.13	1.14	1.12	5.55	5.55	4.36	2.80	7.45	37.98	162.53
2004	37.60	155.70	125.50	98.00	22.10	0.00	5.80	8.45	5.77	16.20	9.62	18.15	502.89
2005	23.23	39.87	70.06	49.95	2.79	11.16	9.61	8.80	16.37	1.56	2.90	14.50	250.80
2006	44.23	115.22	453.85	129.98	4.94	0.20	1.44	2.97	8.34	3.00	4.32	22.56	791.05
2007	22.03	14.14	157.54	123.97	85.54	8.14	5.14	3.55	7.55	11.05	10.47	11.56	460.68
2008	86.05	124.26	49.61	43.07	14.28	1.13	8.40	8.80	1.37	2.72	18.37	7.88	365.94
2009	136.61	224.27	257.53	119.13	28.96	0.16	0.40	1.04	0.02	11.57	18.52	11.67	809.88
2010	9.18	12.00	22.64	28.48	2.74	7.76	1.85	6.60	0.21	6.51	8.34	12.49	118.80
2011	22.79	28.47	28.56	159.55	7.59	7.53	5.21	6.57	12.09	14.88	4.72	12.29	310.25
2012	29.23	44.61	75.86	180.38	7.58	0.12	1.48	5.23	5.53	4.93	27.16	34.74	416.85
2013	17.31	29.13	85.12	16.73	4.74	2.36	2.74	3.78	2.01	4.81	18.16	7.55	194.44
2014	12.39	13.44	194.08	59.85	100.29	5.55	3.91	3.61	6.31	5.97	11.55	14.49	431.44
2015	24.64	26.81	145.78	80.33	30.61	1.66	6.44	5.25	1.47	6.96	11.30	8.50	349.75
N°	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
\bar{x}	36.11	58.90	101.35	67.06	19.36	4.83	4.81	5.25	5.90	8.32	11.17	16.96	340.02
σ	31.16	52.56	100.23	52.31	24.88	3.68	2.35	2.01	5.11	6.84	8.74	15.97	183.32
Max.	136.61	224.27	453.85	192.30	100.29	16.39	9.61	8.80	20.88	26.65	32.33	95.40	819.25
Min.	4.34	5.30	2.05	7.13	1.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.00	5.10	118.80

Tabla N° 56. Registro histórico complete y extendido – Estación Julcán

Estación: Julcán			Parámetro: Precipitación mensual(mm)										
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	152.52	376.09	208.00	61.35	64.80	40.56	15.55	29.67	19.44	196.66	66.80	156.52	1387.96
1982	25.33	29.34	152.85	118.39	75.14	15.55	34.34	23.33	15.55	137.73	135.40	145.51	908.46
1983	174.31	391.10	142.96	325.40	15.55	15.55	15.55	15.55	87.37	162.52	141.07	271.25	1758.18
1984	217.00	518.62	326.16	226.46	181.69	38.17	31.03	38.08	41.13	71.46	60.53	149.10	1899.43
1985	20.33	311.72	92.93	15.55	15.55	23.11	15.55	16.11	49.24	39.79	15.55	139.62	755.05
1986	230.56	60.69	208.55	125.06	17.89	15.55	15.55	25.89	69.92	43.90	104.16	138.18	1055.90
1987	173.75	146.40	97.15	90.93	21.44	20.00	25.89	15.55	35.90	44.68	91.26	65.80	828.75
1988	223.45	127.73	80.70	48.01	33.00	26.11	15.55	35.45	43.34	166.08	77.14	31.11	907.67
1989	215.56	438.24	246.24	28.78	21.33	15.55	15.55	17.22	64.36	153.63	15.55	15.55	1247.56
1990	110.05	234.34	145.74	35.34	15.55	28.42	57.29	22.55	10.63	97.68	100.05	140.71	998.35
1991	15.55	57.35	83.15	391.32	103.05	15.55	15.55	23.44	15.55	78.59	37.34	103.38	939.82
1992	39.45	83.26	135.06	124.50	58.58	27.34	56.02	15.55	15.55	33.64	51.50	82.71	723.16
1993	39.86	99.32	357.48	191.73	147.82	24.29	6.89	16.66	156.08	163.19	55.13	183.09	1441.54
1994	180.31	226.56	301.05	198.88	60.69	26.22	17.66	16.44	39.45	42.01	133.62	164.97	1407.86
1995	265.70	94.60	252.13	53.02	142.51	22.67	24.11	19.22	46.57	124.28	166.53	175.20	1386.54
1996	186.43	272.59	230.34	130.84	70.14	21.89	16.22	43.46	64.80	126.61	85.37	54.13	1302.82
1997	20.90	243.50	69.20	164.90	49.70	2.50	0.00	5.20	38.30	78.70	141.70	268.00	1082.60
1998	295.90	333.30	360.60	227.10	15.50	11.50	0.90	16.70	51.20	81.10	34.40	56.30	1484.50
1999	183.10	434.80	175.10	136.60	125.40	48.40	51.90	9.30	200.90	124.30	34.00	102.80	1626.60
2000	120.00	260.80	270.70	240.60	107.40	30.90	8.10	82.00	35.00	56.60	67.10	180.50	1459.70
2001	335.40	192.60	443.10	139.90	74.60	22.50	5.30	0.00	78.40	76.50	83.40	100.70	1552.40
2002	75.90	209.30	261.00	156.60	14.10	28.60	2.30	0.00	0.00	85.40	140.50	71.20	1044.90
2003	86.30	131.80	201.50	133.20	25.50	9.90	7.40	5.50	5.00	37.70	25.50	121.50	790.80
2004	28.90	235.10	191.50	70.50	36.70	4.20	16.10	0.00	63.20	106.90	173.50	137.80	1064.40
2005	118.60	119.30	222.70	104.00	5.30	3.20	0.00	9.70	4.20	44.40	14.70	118.20	764.30
2006	104.20	229.80	336.50	126.70	3.80	37.80	2.60	20.20	55.80	30.10	172.50	168.50	1288.50
2007	238.60	89.20	276.60	216.70	76.80	11.40	6.20	14.60	61.70	115.80	71.70	95.70	1275.00
2008	156.60	243.00	188.70	123.90	9.90	27.30	6.00	10.10	53.50	115.70	79.40	32.20	1046.30
2009	245.90	172.40	242.50	174.50	49.50	19.80	14.90	28.40	16.40	117.10	126.60	125.00	1333.00
2010	99.40	175.80	221.70	140.80	52.00	19.90	21.40	3.60	44.30	3.30	39.70	86.70	908.60
2011	124.30	44.90	171.30	310.00	14.10	5.30	19.40	0.00	52.10	25.30	77.20	163.80	1007.70
2012	158.00	190.70	324.80	206.70	84.60	6.10	0.00	2.30	37.50	110.10	109.50	105.40	1335.70
2013	79.60	217.50	336.60	60.40	38.10	20.50	2.10	6.60	3.60	159.50	20.50	115.20	1060.20
2014	104.30	85.30	224.60	156.40	60.40	14.10	5.50	1.70	70.80	100.30	58.10	152.60	1034.10
2015	202.60	99.20	290.50	172.90	81.30	7.50	8.60	0.00	35.20	100.10	118.80	237.50	1354.20
<i>N°</i>	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
\bar{x}	144.25	205.04	224.85	149.37	56.27	20.23	15.91	16.86	48.06	92.90	83.59	127.33	1184.64
σ	84.80	122.66	90.83	85.04	44.69	11.05	14.97	16.12	40.17	48.40	47.47	60.29	295.74
<i>Max.</i>	335.40	518.62	443.10	391.32	181.69	48.40	57.29	82.00	200.90	196.66	173.50	271.25	1899.43
<i>Min.</i>	15.55	29.34	69.20	15.55	3.80	2.50	0.00	0.00	0.00	3.30	14.70	15.55	723.16

Tabla N° 57. Registro histórico complete y extendido – Estación Quiruvilca

Estación: Quiruvilca				Parámetro: Precipitación mensual(mm)									
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	72.98	166.96	110.94	81.82	51.44	38.90	21.93	35.24	59.40	128.18	85.53	140.89	994.21
1982	143.94	88.69	115.03	107.67	82.91	28.48	21.66	27.39	67.26	124.47	113.07	138.11	1058.68
1983	190.08	91.53	222.92	274.35	143.18	56.78	23.95	24.66	56.84	74.07	131.72	102.60	1392.68
1984	193.52	500.86	211.68	109.91	103.64	201.75	35.35	24.77	42.28	78.87	73.04	65.40	1641.07
1985	29.40	78.06	111.38	66.87	58.09	39.71	27.71	37.26	34.59	108.16	46.64	108.82	746.69
1986	318.69	189.59	238.62	284.33	170.34	47.13	32.35	27.11	53.29	113.23	96.38	183.43	1754.49
1987	208.03	149.07	42.88	60.17	40.37	21.66	25.31	26.73	145.90	53.89	126.05	87.65	987.71
1988	218.23	142.80	95.51	178.57	181.74	52.31	21.66	24.77	93.38	87.71	69.66	104.40	1270.74
1989	129.65	156.10	235.73	213.97	215.44	48.66	21.66	26.30	118.69	168.85	48.42	56.20	1439.67
1990	111.00	155.45	230.99	204.54	75.16	24.28	21.66	21.66	42.44	99.33	128.56	75.87	1190.94
1991	46.42	76.91	83.95	113.67	120.87	36.22	27.71	21.66	34.48	44.73	21.66	55.20	683.48
1992	36.22	38.95	235.62	213.04	214.35	50.79	21.66	26.24	131.18	87.71	69.66	104.94	1230.36
1993	132.54	247.41	420.03	381.47	246.26	83.56	29.24	39.17	96.33	181.57	191.66	237.32	2286.56
1994	221.72	313.13	298.62	328.07	272.17	67.37	34.86	24.55	115.63	114.54	28.26	221.06	2039.98
1995	84.40	79.40	115.30	145.20	79.00	9.00	13.20	6.90	37.40	163.60	148.60	139.40	1021.40
1996	204.00	296.80	320.40	280.60	76.90	3.80	1.10	23.30	76.40	150.20	69.10	29.10	1531.70
1997	51.00	251.80	78.70	153.70	37.80	48.40	15.00	7.70	55.30	120.00	212.40	247.70	1279.50
1998	241.10	312.10	431.00	232.90	39.80	2.50	4.10	44.70	69.50	207.70	16.50	78.50	1680.40
1999	161.80	356.10	242.40	185.40	151.90	96.80	22.20	6.40	191.90	41.30	60.20	182.50	1698.90
2000	97.10	245.20	277.30	230.90	157.60	61.10	7.90	59.70	93.50	51.50	86.80	225.20	1593.80
2001	286.60	150.00	331.90	161.60	114.10	33.40	14.10	6.99	147.00	162.00	232.00	187.60	1827.29
2002	102.80	162.90	290.10	206.00	27.90	80.30	24.90	0.00	45.20	183.20	159.80	173.00	1456.10
2003	165.30	164.00	210.10	154.40	51.80	65.70	16.10	0.00	30.80	86.30	64.60	128.00	1137.10
2004	126.00	273.70	164.00	156.20	81.20	32.86	34.60	0.00	99.80	173.50	147.60	168.50	1457.96
2005	113.60	201.50	247.30	143.10	17.70	11.70	9.20	32.80	40.20	124.10	41.50	144.40	1127.10
2006	134.90	210.30	284.20	116.50	40.30	47.00	13.50	21.30	83.20	112.30	150.20	173.90	1387.60
2007	244.40	113.00	273.50	197.00	65.60	9.40	32.80	18.20	23.80	182.60	122.80	130.80	1413.90
2008	214.00	210.30	240.50	151.60	72.30	45.00	32.10	28.20	75.50	190.30	137.80	45.40	1443.00
2009	318.50	159.80	268.40	189.60	112.00	21.90	29.90	34.50	10.00	171.80	179.10	168.70	1664.20
2010	93.60	137.00	240.60	141.70	117.10	42.60	39.70	29.10	65.10	38.30	96.90	126.10	1167.80
2011	136.10	61.10	176.50	243.80	22.70	10.00	23.00	3.50	49.30	59.10	120.60	204.73	1110.43
2012	215.40	180.30	204.90	154.20	131.10	10.00	0.00	7.80	29.00	157.10	144.30	67.70	1301.80
2013	88.70	168.00	340.40	102.10	92.40	20.50	9.10	19.50	52.30	77.10	7.00	61.20	1038.30
2014	68.10	71.20	76.80	93.30	77.50	26.30	12.50	6.10	48.30	77.90	44.00	87.40	689.40
2015	117.50	55.80	161.70	40.60	32.10	5.50	7.20	0.00	58.40	169.20	165.50	185.80	999.30
<i>N°</i>	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
\bar{x}	151.92	178.74	218.00	174.25	102.14	42.32	20.83	21.26	70.67	118.98	103.93	132.50	1335.55
σ	77.37	98.29	95.27	76.85	65.80	36.59	10.39	14.12	40.36	49.51	57.38	59.47	361.59
<i>Max.</i>	318.69	500.86	431.00	381.47	272.17	201.75	39.70	59.70	191.90	207.70	232.00	247.70	2286.56
<i>Min.</i>	29.40	38.95	42.88	40.60	17.70	2.50	0.00	0.00	10.00	38.30	7.00	29.10	683.48

Tabla N° 58. Registro histórico complete y extendido – Estación Huacamarçanga

Estación: Huacamarçanga				Parámetro: Precipitación mensual(mm)									
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	140.10	153.90	682.90	17.20	7.70	6.70	0.00	33.60	10.30	39.70	118.20	74.40	1284.70
1982	53.20	93.20	46.90	25.20	19.90	12.70	9.40	13.50	23.80	23.80	43.10	89.70	454.40
1983	139.80	41.60	194.70	308.40	75.90	42.60	8.60	4.90	8.00	51.00	20.50	28.20	924.20
1984	98.40	405.40	90.50	52.70	28.40	11.30	17.70	25.70	9.00	42.80	39.50	21.40	842.80
1985	23.80	57.90	164.00	50.90	34.90	16.90	9.50	18.60	22.70	107.10	79.10	39.60	625.00
1986	300.33	291.45	273.24	177.70	68.75	19.96	4.81	8.60	12.24	5.25	38.02	76.47	1276.82
1987	190.51	143.47	76.62	93.80	94.39	22.87	10.64	3.65	113.90	9.47	11.22	90.60	861.14
1988	106.47	243.67	170.12	36.56	22.58	8.31	10.20	1.32	87.10	70.94	34.53	100.07	891.87
1989	266.08	530.27	313.51	119.17	111.99	25.46	25.46	25.46	29.48	100.20	168.62	162.58	1878.28
1990	65.42	78.93	86.40	87.55	49.03	36.96	25.46	43.57	39.83	108.54	97.04	25.46	744.19
1991	70.88	83.24	128.09	32.93	47.59	34.66	25.46	37.82	57.65	88.41	74.62	61.68	743.03
1992	44.14	72.60	80.37	47.31	40.12	34.37	25.46	25.46	63.98	103.08	65.99	71.45	674.33
1993	56.21	110.32	97.26	76.94	18.12	1.36	0.55	0.52	0.49	12.33	17.78	28.28	420.16
1994	176.54	157.92	360.83	100.17	47.73	11.63	13.15	9.27	101.69	143.86	41.27	41.65	1205.71
1995	122.96	185.66	200.86	46.97	95.23	84.97	10.49	6.69	15.73	6.99	18.85	132.84	928.24
1996	154.50	41.60	83.30	54.50	30.00	4.20	3.30	4.60	9.60	33.80	15.20	11.30	445.90
1997	5.20	128.70	13.40	23.90	21.60	38.40	0.10	6.30	19.50	59.70	155.10	190.20	662.10
1998	247.80	210.70	251.60	177.80	7.50	26.80	0.00	1.70	21.10	101.60	52.50	71.60	1170.70
1999	153.70	399.20	130.20	123.00	59.40	23.60	6.00	7.90	85.30	24.80	104.20	246.80	1364.10
2000	97.30	196.70	299.80	118.10	113.70	21.10	5.90	13.90	23.50	59.60	33.10	158.70	1141.40
2001	267.90	160.00	318.50	75.20	52.60	10.30	15.00	0.00	72.30	50.70	148.10	175.80	1346.40
2002	7.55	221.50	353.51	128.92	45.02	3.53	3.53	10.74	10.74	3.48	115.82	190.38	1094.72
2003	117.12	225.78	248.34	166.78	35.43	12.09	16.36	6.07	11.44	94.43	18.05	102.98	1054.87
2004	33.09	150.70	139.81	49.43	44.37	5.60	13.90	2.49	51.51	168.60	163.28	154.98	977.76
2005	52.27	154.85	174.63	47.11	8.71	4.76	4.09	1.35	2.56	57.42	18.77	130.90	657.42
2006	124.50	159.75	261.33	82.11	3.60	10.12	7.09	0.81	38.88	38.22	66.23	143.46	936.10
2007	169.81	97.82	314.28	194.00	31.90	0.02	1.56	1.85	15.11	153.02	41.71	72.30	1093.38
2008	211.95	178.12	215.94	85.02	22.76	9.29	5.84	4.09	33.56	102.06	40.21	10.95	919.79
2009	263.49	111.87	160.91	145.37	27.41	19.93	4.39	5.96	13.36	153.68	229.58	129.33	1265.28
2010	81.28	128.99	194.25	282.11	91.67	14.28	12.86	2.10	12.37	10.12	29.99	147.03	1007.05
2011	86.27	85.35	189.68	199.82	14.69	2.18	10.20	6.26	8.62	18.02	74.38	156.26	851.73
2012	208.71	267.23	264.32	248.28	64.24	5.71	5.34	3.22	17.52	135.48	137.97	78.53	1436.55
2013	94.91	185.19	343.88	51.02	32.07	10.45	1.35	16.11	2.56	152.28	16.60	180.20	1086.62
2014	128.74	117.02	372.39	98.24	174.71	0.35	5.76	4.09	34.64	45.28	52.85	118.85	1152.92
2015	299.00	89.80	369.00	142.40	159.60	14.80	3.97	1.40	31.68	82.60	119.10	203.70	1517.05
N°	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
\bar{x}	133.14	170.30	219.01	107.62	51.52	17.38	9.24	10.27	31.76	70.24	71.46	106.25	998.19
σ	84.05	106.64	129.76	74.07	41.31	16.53	7.56	11.32	29.63	49.66	55.07	62.06	320.99
Max.	300.33	530.27	682.90	308.40	174.71	84.97	25.46	43.57	113.90	168.60	229.58	246.80	1878.28
Min.	5.20	41.60	13.40	17.20	3.60	0.02	0.00	0.00	0.49	3.48	11.22	10.95	420.16

Tabla N° 59. Registro histórico complete y extendido – Estación Capachique

Estación: Capachique			Parámetro: Precipitación mensual(mm)										
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	87.20	274.00	155.50	137.80	57.70	12.40	0.00	11.55	12.10	94.30	88.90	108.80	1040.25
1982	83.00	117.60	157.76	137.30	37.17	12.90	0.00	0.00	25.33	76.35	99.90	70.84	818.15
1983	111.76	57.01	196.13	102.03	51.59	35.33	0.22	0.23	12.29	39.20	66.36	110.74	782.89
1984	105.25	56.92	198.14	161.26	70.73	32.21	0.00	4.52	16.36	70.31	37.78	26.54	780.02
1985	85.16	76.14	89.39	86.14	23.14	0.87	0.68	3.83	116.73	15.25	24.83	121.66	643.82
1986	218.92	115.32	200.17	139.28	76.98	2.28	18.91	21.87	4.53	63.31	76.00	226.96	1164.53
1987	117.30	123.07	147.74	92.49	40.34	2.56	2.70	17.36	67.54	48.09	47.52	54.29	761.00
1988	96.99	210.45	113.39	113.50	32.34	4.96	0.00	0.00	60.30	67.36	77.13	82.72	859.14
1989	147.44	176.08	178.46	120.58	48.60	3.37	0.00	0.00	107.12	44.69	41.13	14.45	881.92
1990	87.47	110.88	110.88	89.65	42.70	0.98	0.00	0.00	31.33	44.86	58.54	58.45	635.74
1991	100.27	106.74	150.38	132.80	51.60	4.24	0.00	10.64	24.30	25.81	32.78	36.72	676.28
1992	75.11	93.25	142.04	119.65	54.72	2.57	0.00	6.75	69.07	39.65	47.72	114.65	765.18
1993	94.56	173.85	224.77	144.64	49.60	8.04	0.00	0.00	26.42	95.49	101.44	403.86	1322.67
1994	104.47	243.99	168.51	105.04	52.10	28.55	0.00	0.00	45.25	74.58	71.03	36.46	929.98
1995	102.60	168.75	202.14	137.72	64.78	5.71	0.00	0.00	4.81	63.50	88.43	72.73	911.17
1996	96.53	162.69	199.58	126.43	58.40	0.63	0.00	0.00	6.44	57.79	85.93	20.33	814.75
1997	71.75	196.25	107.11	122.14	35.04	4.91	0.00	2.17	15.47	28.18	65.94	482.67	1131.63
1998	164.37	162.16	214.33	128.24	56.71	1.26	0.00	0.00	10.22	58.35	40.82	45.28	881.74
1999	93.37	358.82	153.01	86.07	45.59	11.58	0.00	0.00	4.50	49.28	28.85	250.76	1081.83
2000	95.72	173.50	165.01	97.18	40.58	7.79	0.00	0.00	31.31	9.46	39.33	321.34	981.22
2001	133.61	113.80	226.46	123.14	39.57	10.38	0.00	0.00	20.34	56.59	67.91	183.97	975.77
2002	77.94	129.18	200.97	121.70	66.46	7.42	0.00	0.00	83.18	93.70	104.67	125.96	1011.18
2003	119.35	118.05	164.46	87.16	36.95	9.78	0.00	0.00	90.27	25.65	32.99	140.07	824.73
2004	103.11	124.64	137.36	106.93	26.08	3.84	0.00	11.65	26.13	70.08	71.90	162.91	844.63
2005	93.28	140.09	206.00	136.82	50.40	0.69	0.00	0.19	35.66	56.42	59.30	139.21	918.06
2006	97.62	110.65	211.62	156.56	53.43	5.73	0.00	9.39	28.45	47.31	90.58	97.50	908.84
2007	121.61	85.52	217.31	131.20	43.23	1.49	149.59	0.00	6.60	60.97	65.86	87.64	971.02
2008	123.86	130.74	150.29	105.70	60.64	4.76	199.11	0.00	54.00	76.21	97.89	32.41	1035.61
2009	137.96	125.29	200.37	116.87	27.06	5.05	0.00	0.00	15.10	67.21	72.72	129.37	897.00
2010	103.61	144.58	176.29	77.30	24.57	32.55	0.00	0.00	17.99	42.67	30.06	129.62	779.24
2011	97.87	98.38	167.00	111.19	44.51	9.70	0.00	0.00	7.45	27.01	42.07	187.81	792.99
2012	119.95	164.92	186.33	100.20	60.51	4.33	0.00	0.46	4.61	65.72	67.65	12.66	787.34
2013	81.55	140.12	182.77	121.41	38.86	12.51	0.00	10.63	12.31	73.81	62.21	27.31	763.49
2014	88.09	182.70	184.48	125.44	42.96	14.40	0.00	0.00	26.55	58.44	70.41	38.46	831.93
2015	129.76	98.36	188.86	103.20	43.12	1.85	0.00	0.00	37.45	47.05	75.79	157.49	882.93
N°	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
\bar{x}	107.67	144.70	173.57	117.28	47.11	8.79	10.61	3.18	33.07	55.28	63.78	123.22	888.25
σ	28.51	60.49	34.83	20.68	13.06	9.40	41.46	5.68	30.11	21.24	22.95	107.57	147.35
Max.	218.92	358.82	226.46	161.26	76.98	35.33	199.11	21.87	116.73	95.49	104.67	482.67	1322.67
Min.	71.75	56.92	89.39	77.30	23.14	0.63	0.00	0.00	4.50	9.46	24.83	12.66	635.74

Tabla N° 60. Registro histórico complete y extendido – Estación Huamachuco

Estación: Huamachuco				Parámetro: Precipitación mensual(mm)									
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	73.90	217.10	91.70	92.90	42.37	54.39	40.95	8.30	28.70	129.50	96.60	172.80	1049.21
1982	131.80	170.00	82.00	86.50	55.80	29.20	3.60	3.40	29.40	194.90	89.40	222.80	1098.80
1983	122.20	39.70	226.30	129.60	35.50	21.10	19.00	19.70	13.60	56.60	28.60	145.60	857.50
1984	66.70	377.70	214.30	115.00	87.10	21.00	10.30	15.20	34.10	111.60	109.10	117.90	1280.00
1985	15.40	79.10	90.60	80.90	48.00	18.50	2.30	4.00	114.80	62.60	59.00	111.80	687.00
1986	149.90	239.77	190.91	90.15	37.95	4.54	8.40	28.90	27.10	58.00	99.70	141.80	1077.12
1987	237.30	109.40	127.20	128.10	17.20	15.10	15.80	11.70	35.90	39.80	136.70	124.30	998.50
1988	186.00	148.60	93.40	141.20	44.70	15.20	9.30	3.60	25.70	86.10	69.40	83.30	906.50
1989	129.30	198.50	149.80	135.40	26.80	19.20	0.00	10.90	108.50	113.70	107.10	0.00	999.20
1990	163.10	119.30	22.00	102.30	18.80	55.00	1.20	0.00	78.70	216.40	100.10	57.70	934.60
1991	53.00	141.54	68.37	129.15	76.53	22.74	34.69	37.74	27.42	81.75	36.29	35.53	744.75
1992	18.48	108.01	146.28	35.79	19.10	32.90	2.10	29.30	79.10	81.60	31.60	67.30	651.56
1993	89.70	186.70	246.70	106.20	41.30	0.00	11.50	1.20	82.50	133.00	159.60	197.30	1255.70
1994	129.70	300.50	150.70	138.90	38.80	5.50	2.50	12.60	26.90	96.70	138.40	116.90	1158.10
1995	55.30	144.70	114.10	96.80	61.50	29.50	4.10	1.40	11.30	103.60	112.00	94.20	828.50
1996	77.40	174.70	196.40	117.00	32.90	6.40	1.90	10.60	26.60	157.70	67.90	56.70	926.20
1997	107.40	128.30	100.20	59.20	52.80	26.10	0.00	13.60	68.50	95.10	95.30	200.40	946.90
1998	168.80	207.10	224.70	130.30	21.00	18.80	0.80	6.20	20.00	115.00	119.90	55.20	1087.80
1999	172.50	380.40	141.80	55.50	39.00	50.10	2.20	7.00	90.50	25.00	118.40	107.80	1190.20
2000	82.80	212.60	194.70	90.70	69.20	45.00	5.90	18.40	55.10	40.90	54.20	128.00	997.50
2001	245.80	136.90	288.50	32.70	81.60	4.30	9.50	0.60	32.60	122.40	151.20	181.50	1287.60
2002	79.90	117.80	193.20	140.60	19.10	19.80	17.60	0.00	37.60	112.90	137.50	194.00	1070.00
2003	65.90	105.70	150.30	85.50	19.40	21.80	5.10	8.70	44.80	96.20	84.30	146.70	834.40
2004	50.70	110.60	65.00	67.60	53.60	2.80	26.50	22.90	54.50	122.70	184.50	116.70	878.10
2005	99.20	165.20	297.80	82.00	21.90	11.10	0.00	14.30	24.00	158.30	32.90	128.60	1035.30
2006	142.30	143.50	303.90	160.10	22.30	42.90	14.70	35.00	51.60	116.30	99.50	157.90	1290.00
2007	135.00	76.00	248.90	123.20	66.40	0.00	17.10	5.60	12.60	220.10	142.20	104.80	1151.90
2008	173.10	93.80	156.60	115.90	53.00	33.90	12.30	11.50	74.40	133.70	74.70	64.70	997.60
2009	223.10	117.10	249.10	205.70	120.00	43.70	35.20	12.20	15.30	170.40	137.20	134.70	1463.70
2010	92.40	115.60	241.40	72.60	61.40	25.30	21.20	7.70	18.00	75.40	123.40	162.00	1016.40
2011	126.90	91.50	178.60	166.20	24.60	0.60	15.00	1.00	68.50	45.30	99.50	230.30	1048.00
2012	244.10	186.30	105.50	150.70	28.00	5.00	0.00	46.00	9.10	152.40	150.60	134.40	1212.10
2013	67.70	136.20	214.60	156.80	87.70	8.80	12.00	22.90	9.20	138.20	40.50	135.00	1029.60
2014	98.20	237.10	265.60	93.20	95.80	1.20	26.70	2.50	77.40	55.50	55.20	132.90	1141.30
2015	148.10	93.40	279.40	82.70	106.90	4.20	13.90	0.40	12.90	36.10	99.00	86.50	963.50
N°	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
\bar{x}	120.66	160.30	174.59	108.49	49.37	20.45	11.52	12.43	43.63	107.30	98.33	124.23	1031.29
σ	60.74	77.09	74.87	38.00	27.50	16.33	10.96	11.67	29.66	49.84	40.36	53.05	177.83
Max.	245.80	380.40	303.90	205.70	120.00	55.00	40.95	46.00	114.80	220.10	184.50	230.30	1463.70
Min.	15.40	39.70	22.00	32.70	17.20	0.00	0.00	0.00	9.10	25.00	28.60	0.00	651.56

Tabla N° 61. Registro histórico complete y extendido – Estación Cachachi

Estación: Cachachi				Parámetro: Precipitación mensual(mm)									
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	172.59	204.93	212.83	31.48	97.53	58.52	15.06	34.57	22.96	246.66	104.81	214.07	1416.01
1982	187.03	141.35	71.97	32.47	28.52	26.79	15.06	15.06	38.39	130.24	24.07	87.65	798.60
1983	199.75	17.53	311.97	153.70	40.86	18.15	15.06	15.06	15.06	20.24	26.17	67.16	900.71
1984	27.59	474.02	172.05	132.48	81.73	30.33	27.59	30.33	29.78	130.07	149.80	112.86	1398.63
1985	29.78	27.59	44.47	29.78	45.67	27.59	27.59	27.59	68.14	35.26	30.33	113.08	506.87
1986	105.85	101.13	136.65	226.20	56.85	27.59	27.59	48.41	38.00	45.12	120.32	134.35	1068.06
1987	181.92	115.16	90.06	54.99	49.84	27.59	39.97	27.59	39.64	97.19	137.20	84.80	945.95
1988	253.71	243.73	62.44	306.98	58.17	40.19	27.59	27.59	46.77	27.59	50.49	49.51	1194.76
1989	132.04	169.64	251.08	277.16	39.10	32.52	27.59	27.59	100.37	75.60	30.22	27.59	1190.50
1990	27.59	79.10	85.13	84.14	76.14	90.72	27.59	27.59	27.59	85.90	186.08	38.00	835.57
1991	63.21	100.48	235.95	180.05	73.84	27.59	27.59	27.59	27.59	27.59	38.88	34.16	864.52
1992	34.71	35.81	52.14	116.15	41.29	27.59	27.59	27.59	91.38	69.35	27.59	27.59	578.78
1993	56.85	161.31	414.07	208.88	75.05	27.59	27.59	27.59	105.19	206.69	151.88	338.11	1800.80
1994	217.30	248.20	271.60	106.80	29.10	2.50	0.00	0.00	4.10	158.00	133.10	145.90	1316.60
1995	57.10	173.50	338.90	65.10	25.80	0.00	12.20	0.00	23.80	68.40	148.30	181.10	1094.20
1996	159.50	180.40	285.90	90.00	35.50	13.00	0.00	3.47	8.66	127.50	132.30	72.50	1108.73
1997	108.50	338.00	24.00	69.40	35.10	12.30	0.00	15.60	41.30	104.20	124.60	276.60	1149.60
1998	199.60	160.00	249.80	257.50	29.90	0.00	0.00	1.20	25.50	150.40	34.90	76.90	1185.70
1999	152.90	359.00	95.10	13.30	31.60	27.40	2.40	1.20	114.70	20.30	90.60	133.70	1042.20
2000	66.20	187.20	155.60	102.30	52.40	5.20	0.00	13.50	54.10	6.10	34.80	157.60	835.00
2001	282.80	98.00	323.10	41.50	28.30	0.00	2.90	3.00	12.60	84.10	97.40	128.60	1102.30
2002	70.50	91.90	245.30	99.90	6.30	2.00	23.70	0.00	43.10	150.00	155.00	140.80	1028.50
2003	74.10	79.10	162.90	93.60	25.20	18.80	0.40	5.40	53.60	67.70	109.50	126.30	816.60
2004	73.50	94.20	104.20	93.40	43.10	4.70	12.00	5.80	34.80	104.40	154.70	161.60	886.40
2005	36.50	100.30	228.20	47.10	8.10	0.60	0.00	9.20	20.10	148.30	3.40	155.10	756.90
2006	121.50	69.80	235.60	93.30	9.50	20.50	9.50	17.00	24.30	66.30	96.80	229.80	993.90
2007	130.30	70.50	329.50	175.40	21.70	0.00	4.70	2.40	26.40	186.40	114.70	98.50	1160.50
2008	165.90	164.00	122.10	143.40	18.40	21.40	0.00	1.60	68.10	229.50	74.80	28.90	1038.10
2009	309.50	157.30	245.10	145.50	44.20	1.40	13.50	1.90	14.40	190.20	274.10	122.30	1519.40
2010	46.80	137.30	202.20	74.80	38.40	14.10	11.10	0.00	38.30	53.10	80.50	124.90	821.50
2011	100.40	102.10	179.40	173.20	8.10	4.10	27.70	0.00	58.10	51.30	67.70	214.40	986.50
2012	259.80	137.20	90.60	202.20	52.30	3.10	0.00	3.00	7.70	166.70	123.40	98.10	1144.10
2013	68.00	98.00	215.60	107.80	75.40	11.90	16.40	27.50	4.60	153.30	6.60	117.20	902.30
2014	108.00	213.30	190.80	94.90	74.20	0.00	4.20	0.00	27.00	78.20	68.10	98.00	956.70
2015	202.40	51.30	207.60	32.00	64.50	1.10	6.60	0.00	14.00	25.60	98.10	54.90	758.10
N°	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
\bar{x}	128.11	148.07	189.83	118.77	43.48	17.91	13.74	13.60	39.15	102.50	94.32	122.08	1031.53
σ	78.92	96.15	96.40	74.46	23.22	19.07	12.02	13.50	28.66	64.32	58.82	70.90	258.96
Max.	309.50	474.02	414.07	306.98	97.53	90.72	39.97	48.41	114.70	246.66	274.10	338.11	1800.80
Min.	27.59	17.53	24.00	13.30	6.30	0.00	0.00	0.00	4.10	6.10	3.40	27.59	506.87

ANEXO 3. RESULTADOS COMPARACION ESTACIONAL DE LOS PRODUCTOS PISCO v2p1 Y RAIN4PE v1.0

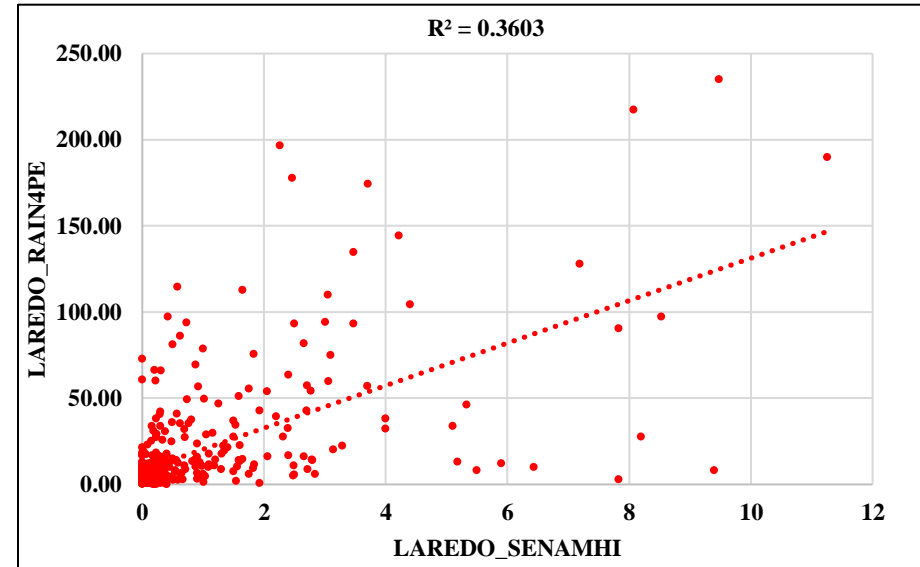
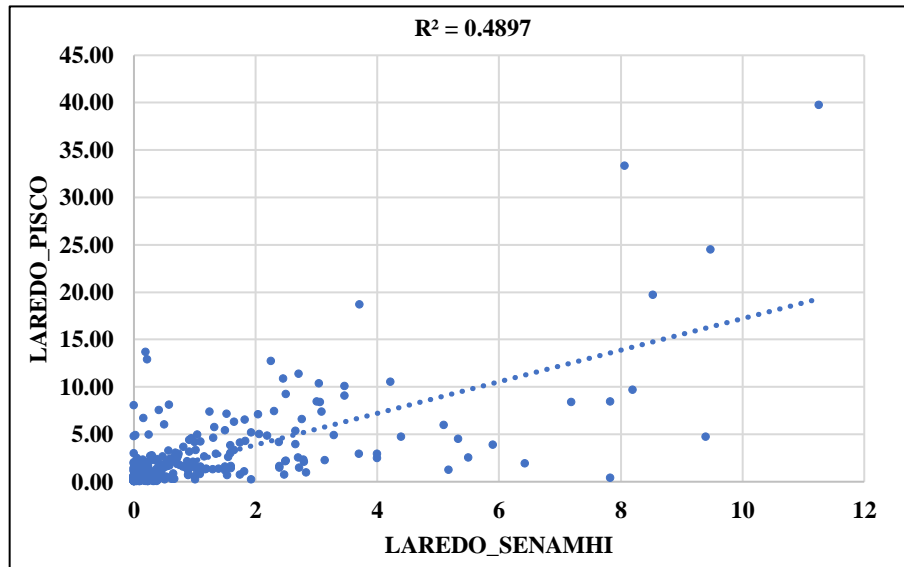
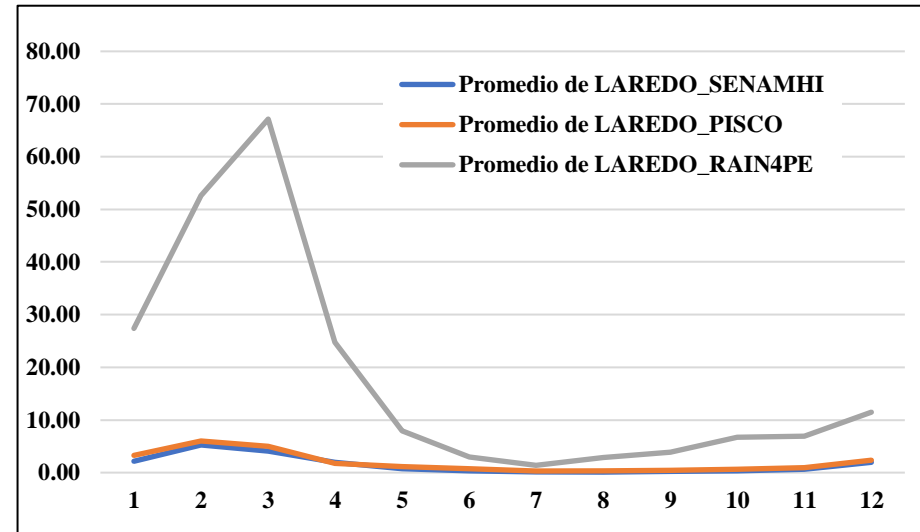
1. ESTACION LAREDO

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	1.96	No satisfactorio
PBIAS =	135.44	No satisfactorio
NASH =	-2.82	No satisfactorio
r =	0.70	Buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	22.78	No satisfactorio
PBIAS =	2130.73	No satisfactorio
NASH =	-517.91	No satisfactorio
r =	0.60	Buena



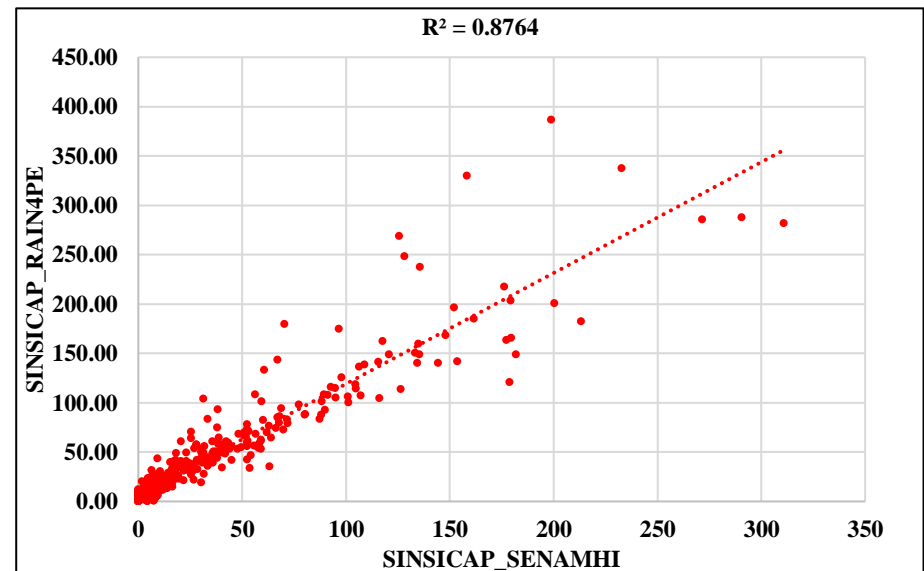
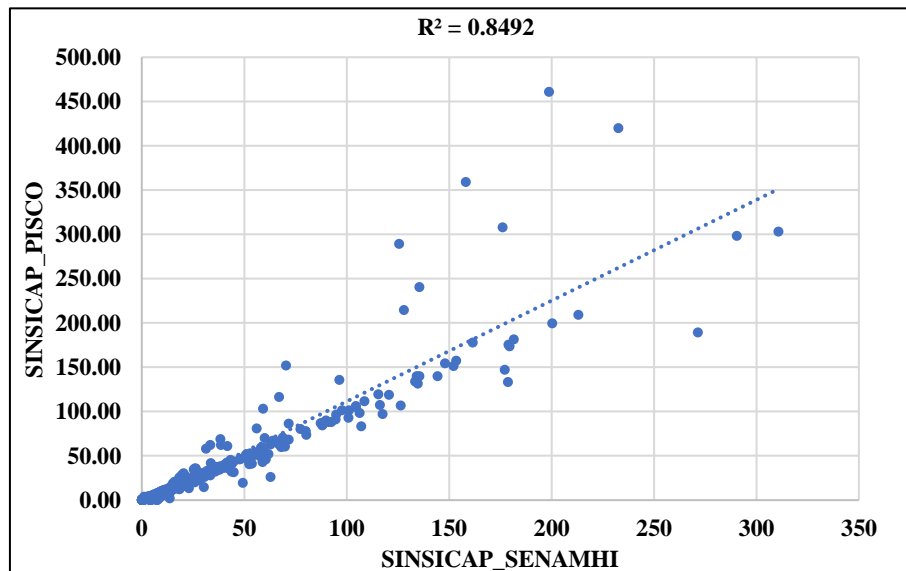
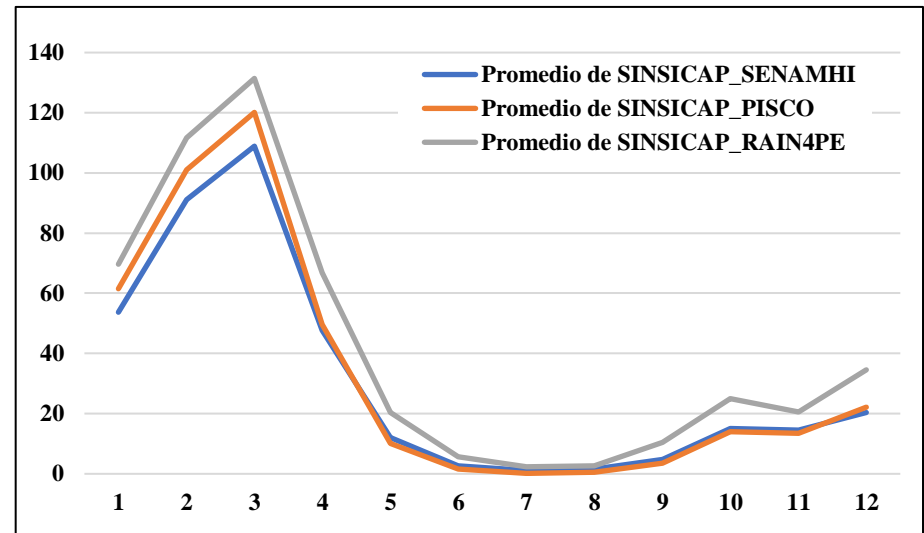
2. ESTACION SINSICAP

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	0.50	Bueno
PBIAS =	6.19	Muy bueno
NASH =	0.75	Bueno
r =	0.92	Muy buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	0.49	Muy bueno
PBIAS =	33.80	No satisfactorio
NASH =	0.76	Muy bueno
r =	0.94	Muy buena



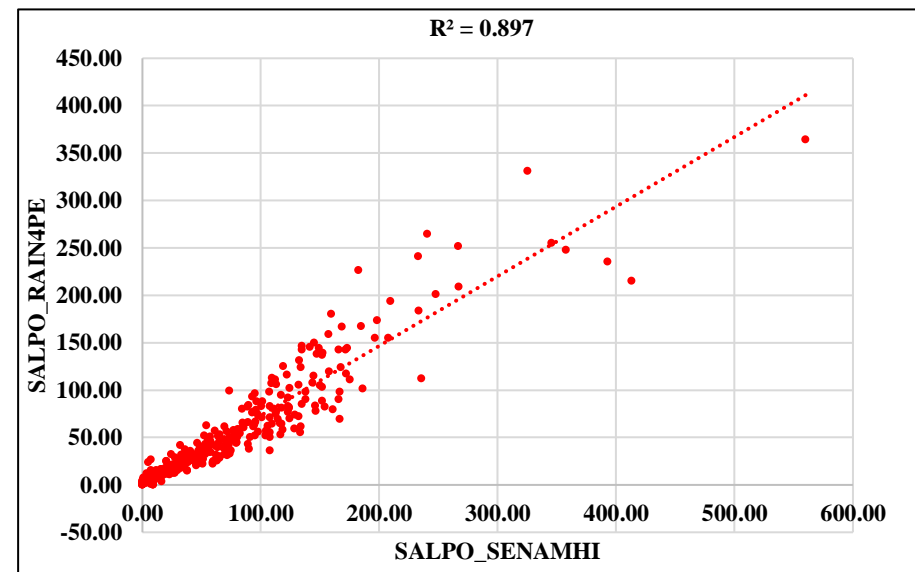
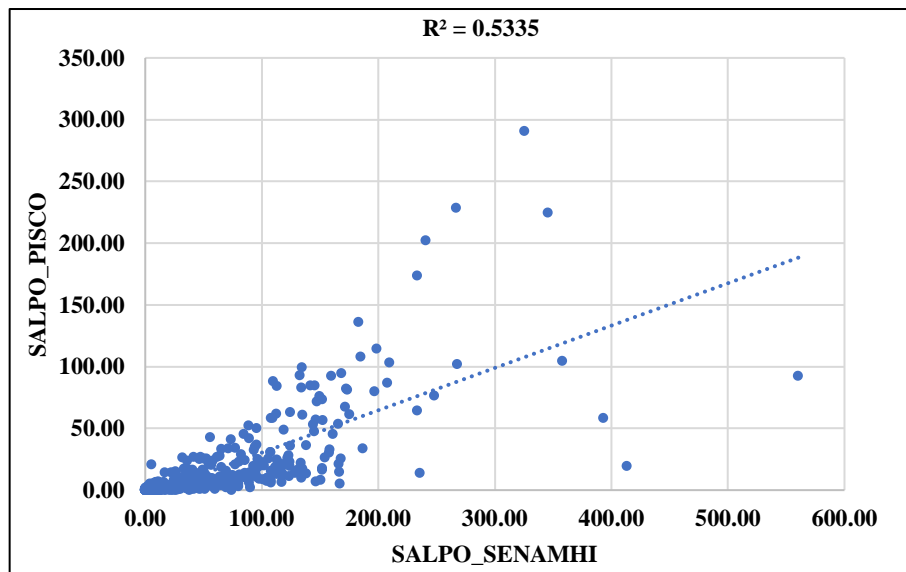
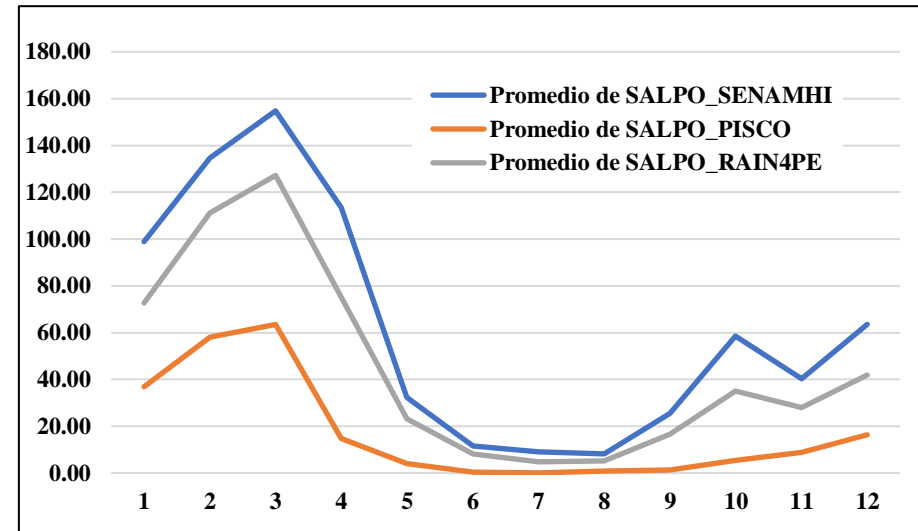
3. ESTACION SALPO

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	0.97	No satisfactorio
PBIAS =	-71.99	No satisfactorio
NASH =	0.05	No satisfactorio
r =	0.73	Buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	0.44	Muy bueno
PBIAS =	-26.94	No satisfactorio
NASH =	0.81	Muy bueno
r =	0.95	Muy buena



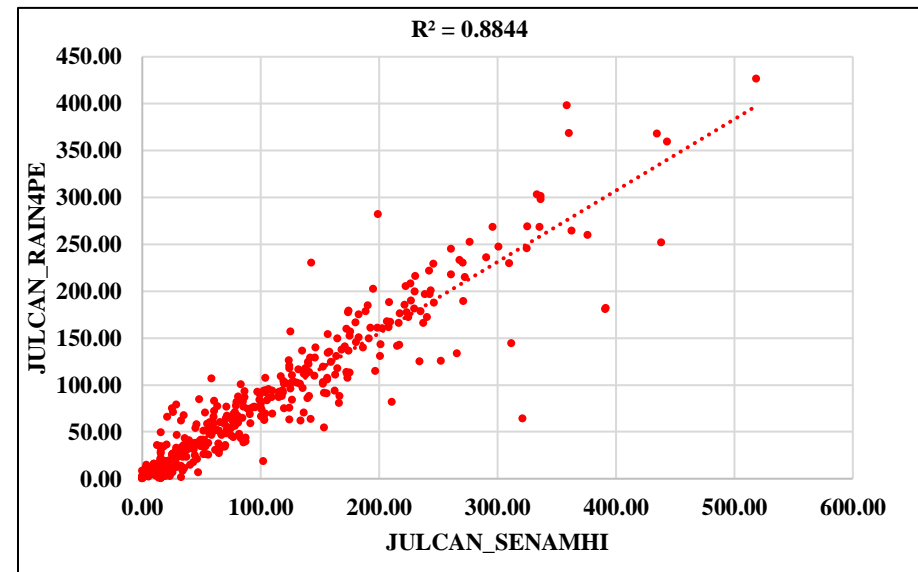
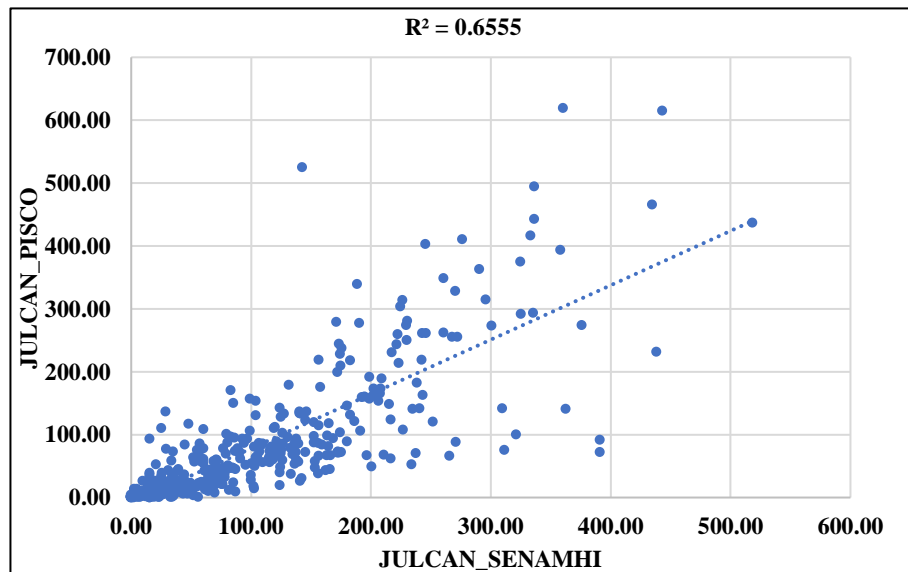
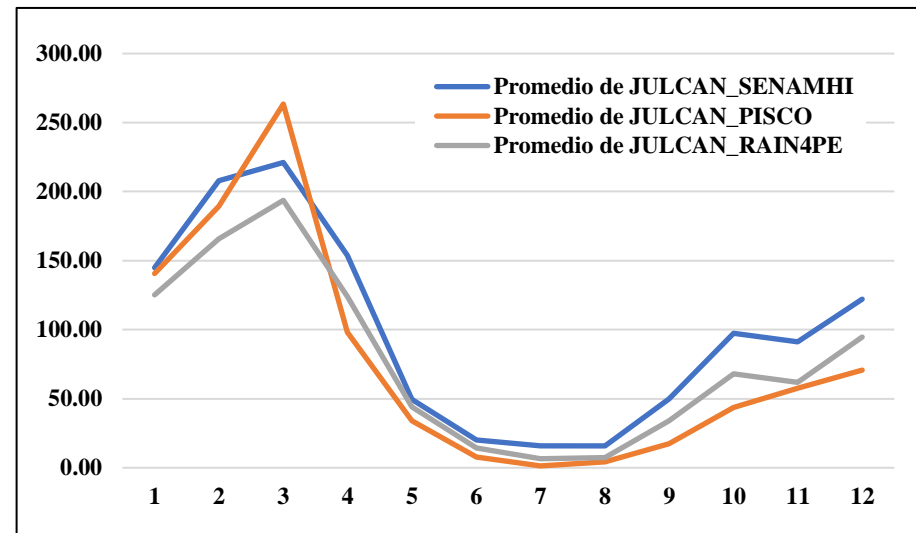
4. ESTACION JULCAN

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	0.68	Satisfactorio
PBIAS =	-21.99	Satisfactorio
NASH =	0.54	Satisfactorio
r =	0.81	Muy buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	0.43	Muy bueno
PBIAS =	-20.96	Satisfactorio
NASH =	0.82	Muy bueno
r =	0.94	Muy buena



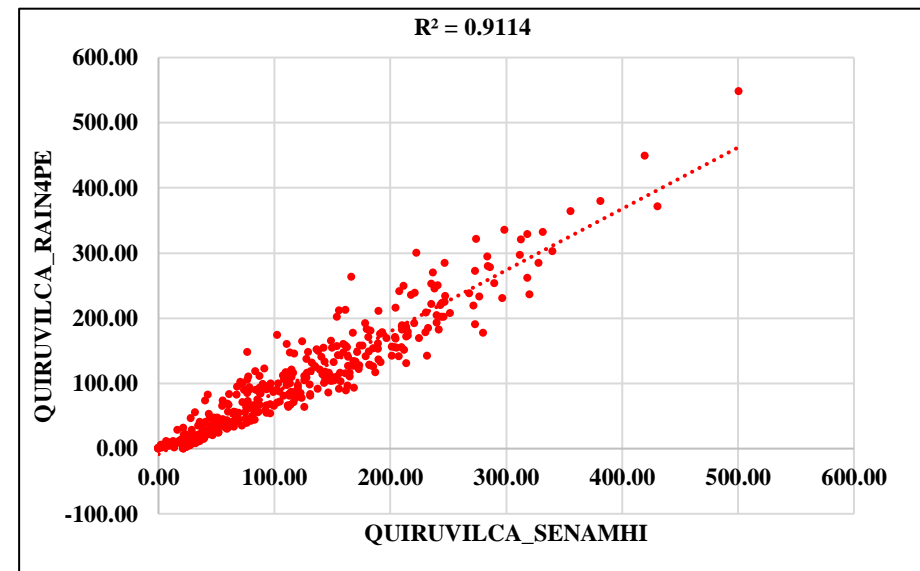
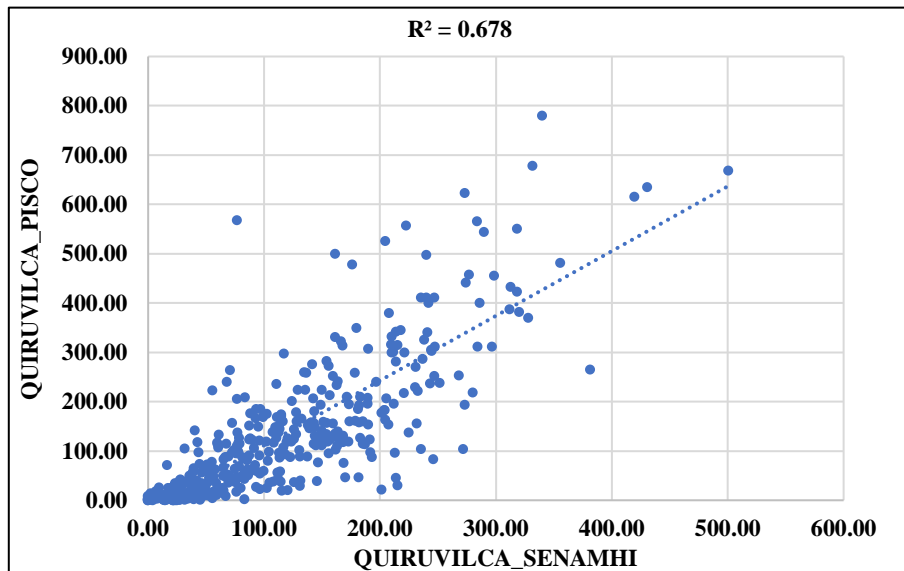
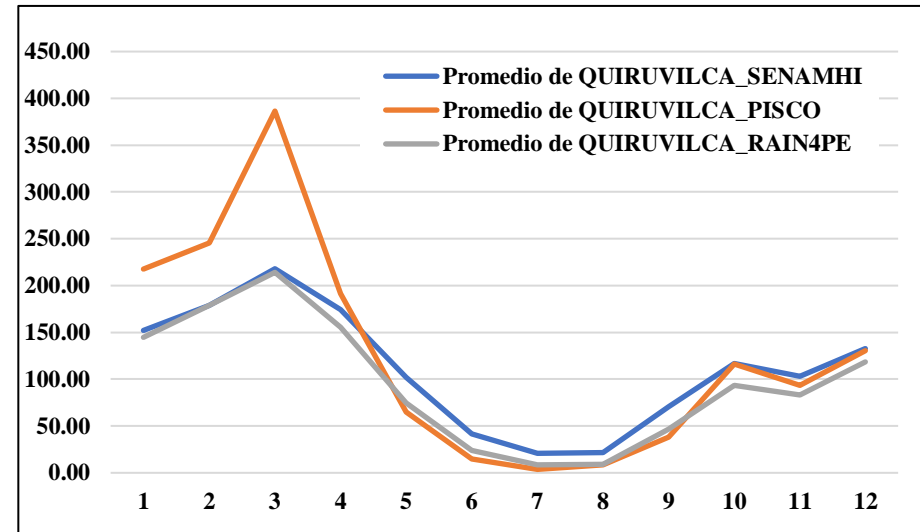
5. ESTACION QUIRUVILCA

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	0.97	No satisfactorio
PBIAS =	13.38	Bueno
NASH =	0.05	No satisfactorio
r =	0.82	Muy buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	0.35	Muy bueno
PBIAS =	-13.56	Bueno
NASH =	0.88	Muy bueno
r =	0.95	Muy buena



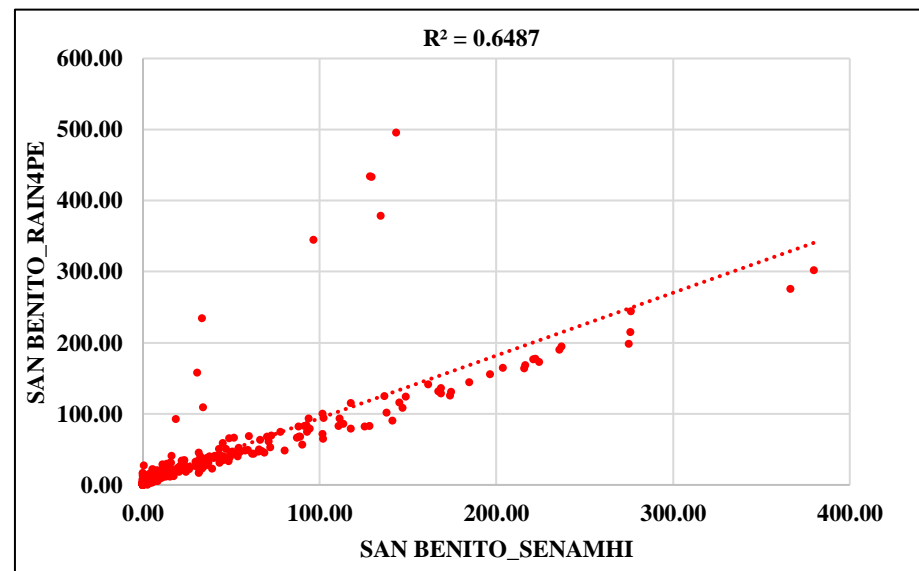
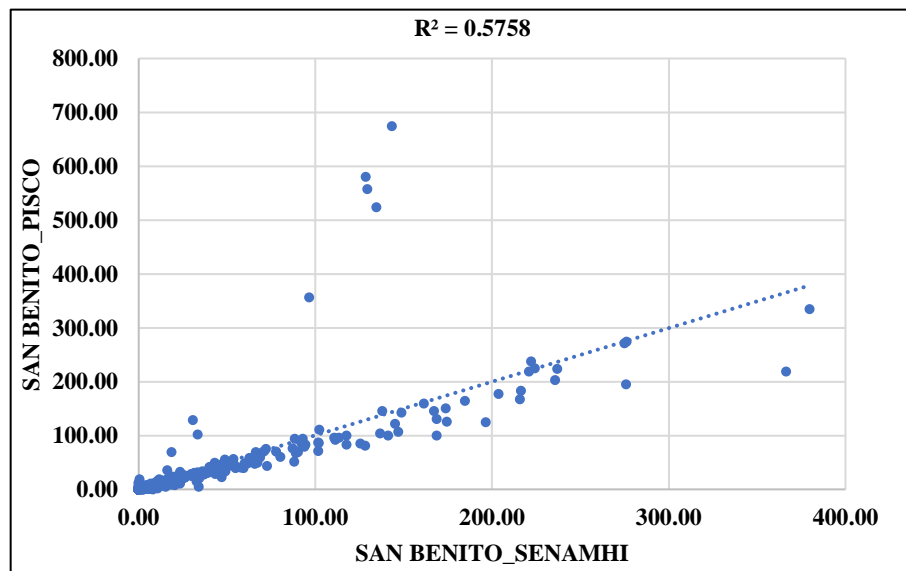
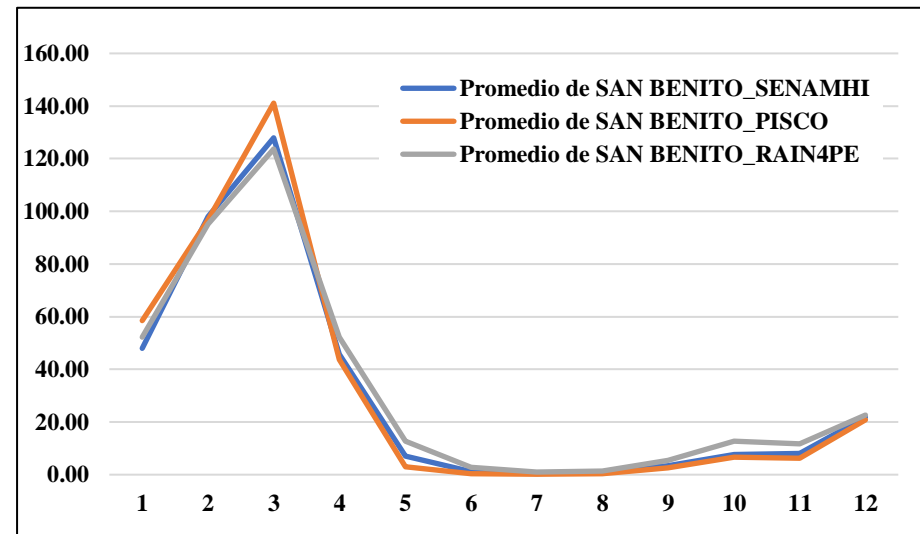
6. ESTACION SAN BENITO

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	0.85	No satisfactorio
PBIAS =	2.60	Muy bueno
NASH =	0.27	No satisfactorio
r =	0.76	Buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	0.66	Satisfactorio
PBIAS =	6.13	Muy bueno
NASH =	0.56	Satisfactorio
r =	0.81	Muy buena



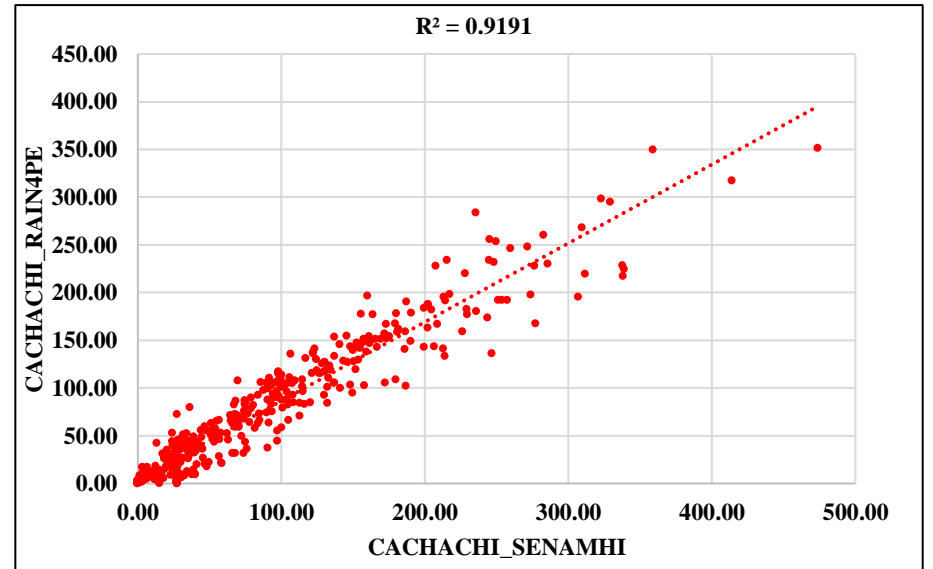
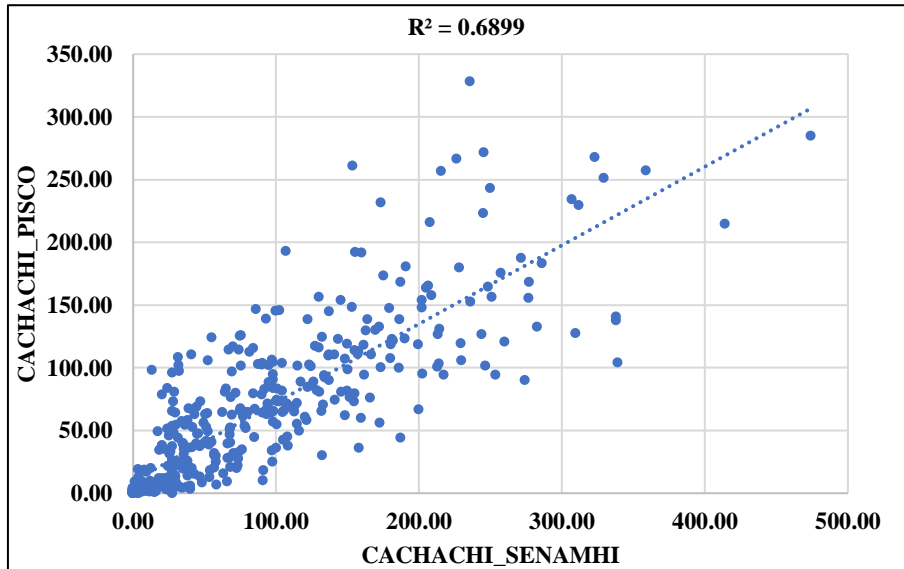
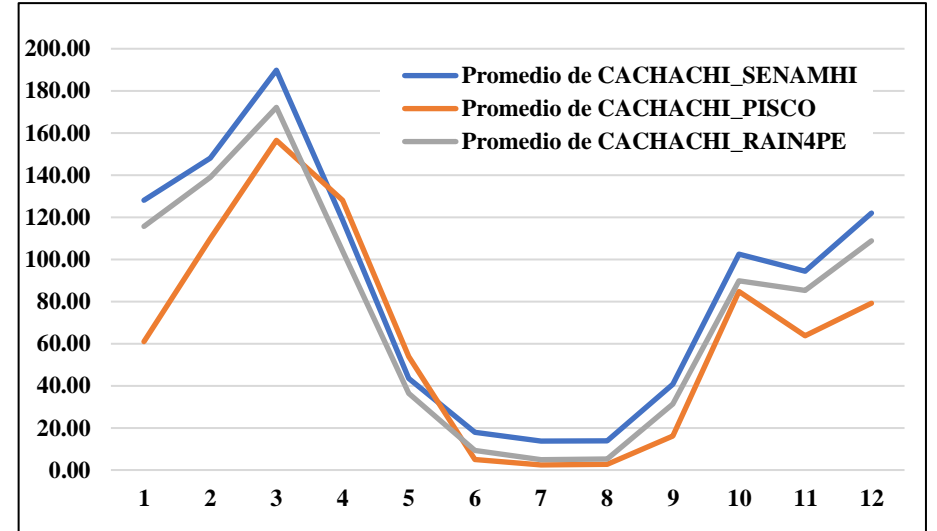
7. ESTACION CACHACHI

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	0.62	Satisfactorio
PBIAS =	-26.17	No satisfactorio
NASH =	0.61	Satisfactorio
r =	0.83	Muy buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	0.33	Muy bueno
PBIAS =	-12.74	Bueno
NASH =	0.89	Muy bueno
r =	0.96	Muy buena



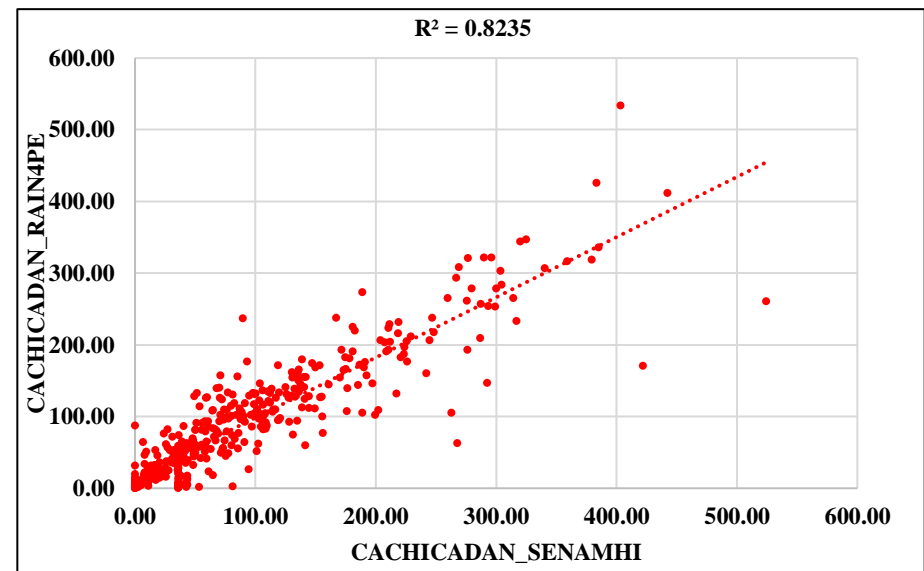
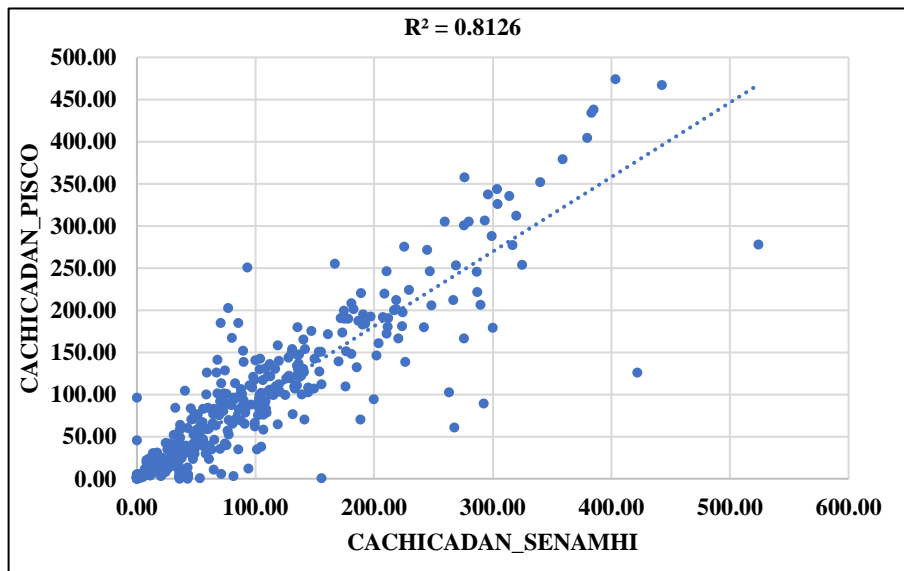
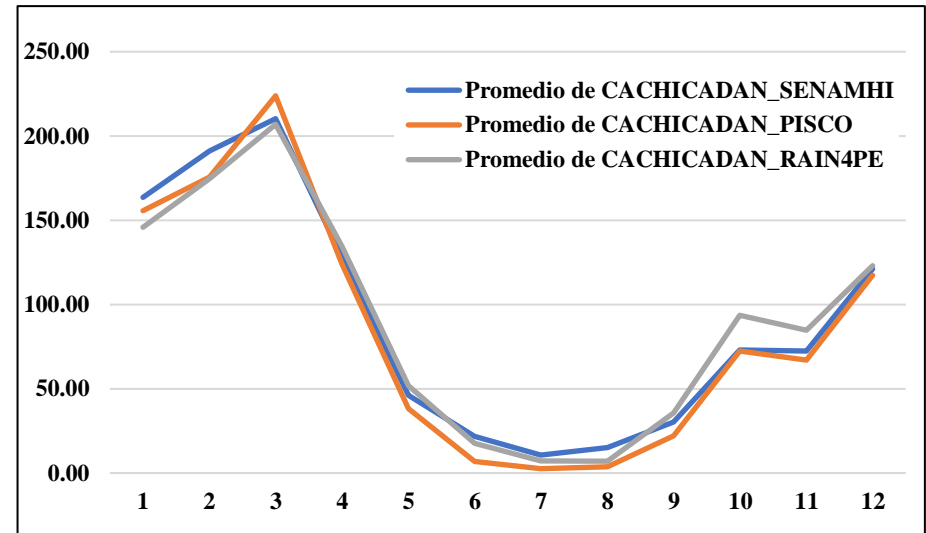
8. ESTACION CACHICADAN

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	0.45	Muy bueno
PBIAS =	-6.88	Muy bueno
NASH =	0.80	Muy bueno
r =	0.90	Muy buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	0.42	Muy bueno
PBIAS =	-0.10	Muy bueno
NASH =	0.82	Muy bueno
r =	0.91	Muy buena



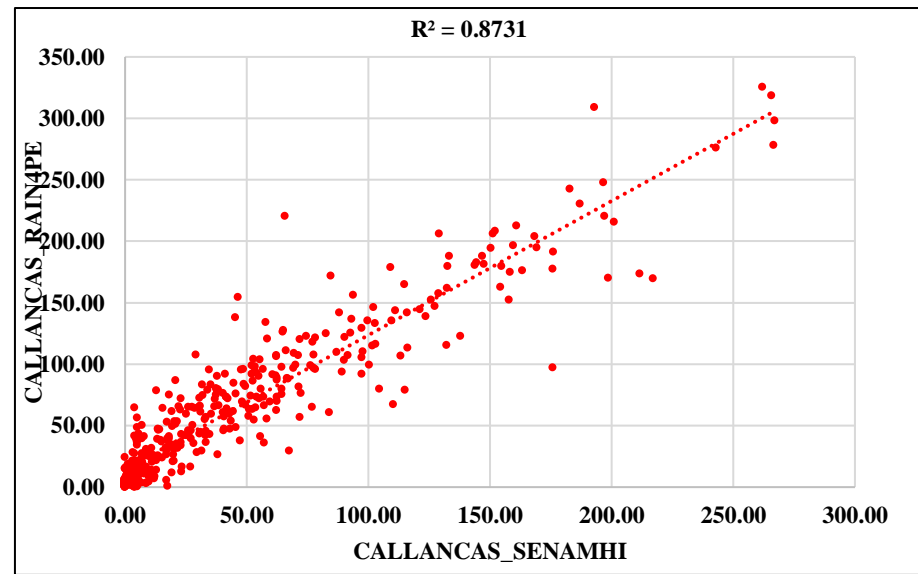
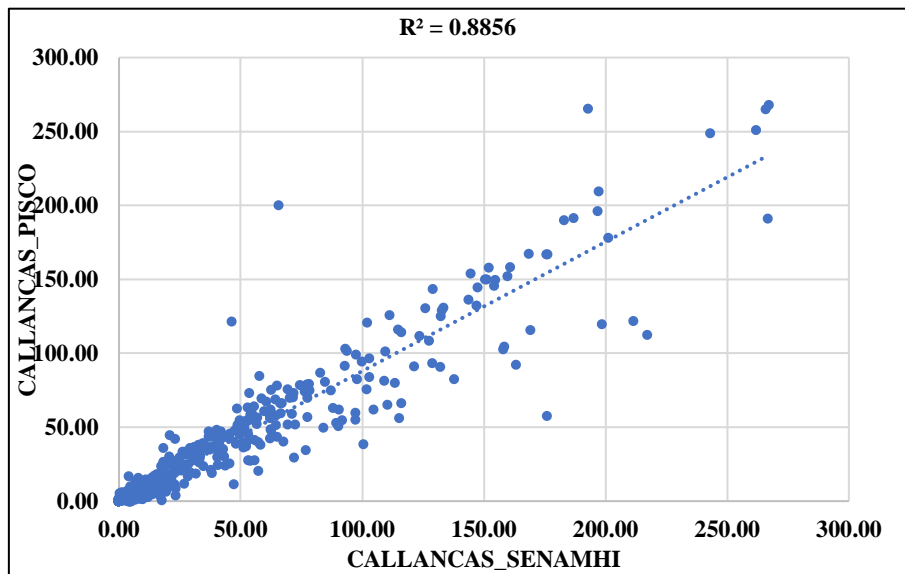
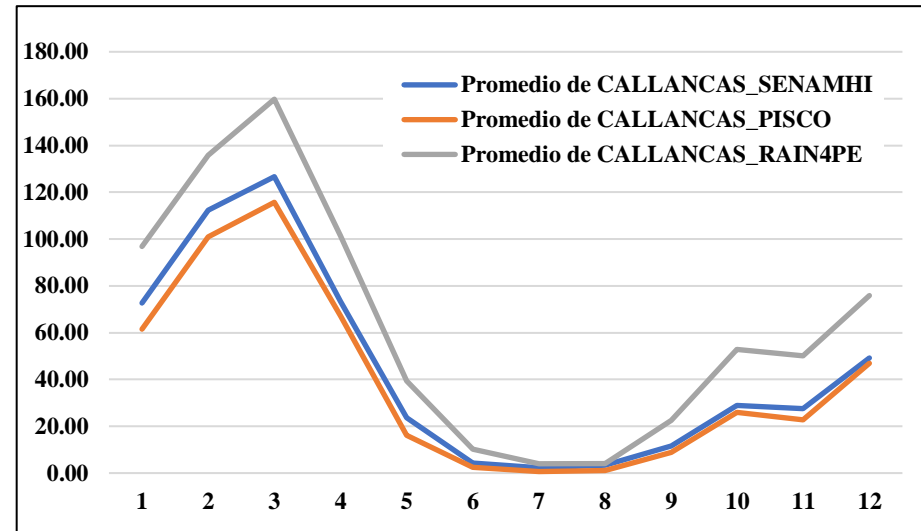
9. ESTACION CALLANCAS

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	0.35	Muy bueno
PBIAS =	-11.41	Bueno
NASH =	0.88	Muy bueno
r =	0.94	Muy buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	0.55	Bueno
PBIAS =	41.87	No satisfactorio
NASH =	0.70	Bueno
r =	0.93	Muy buena



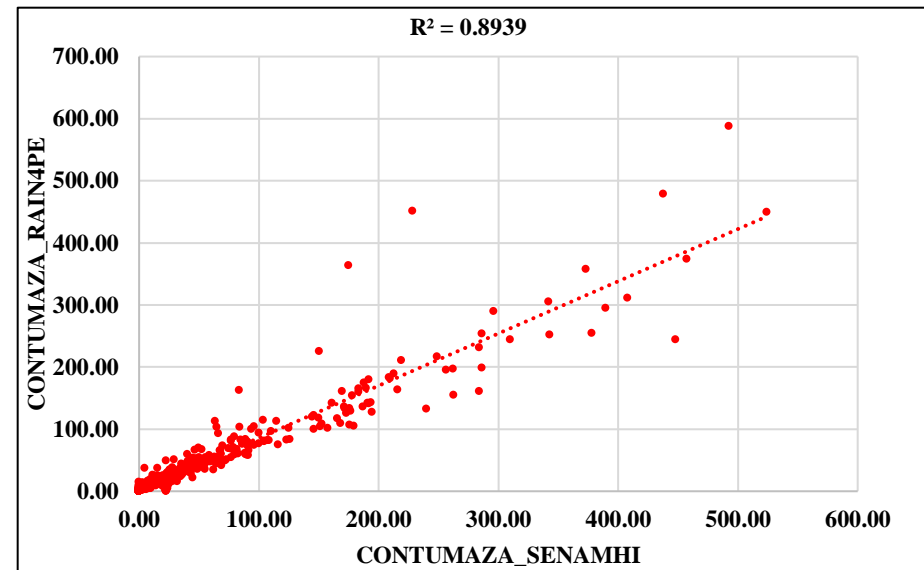
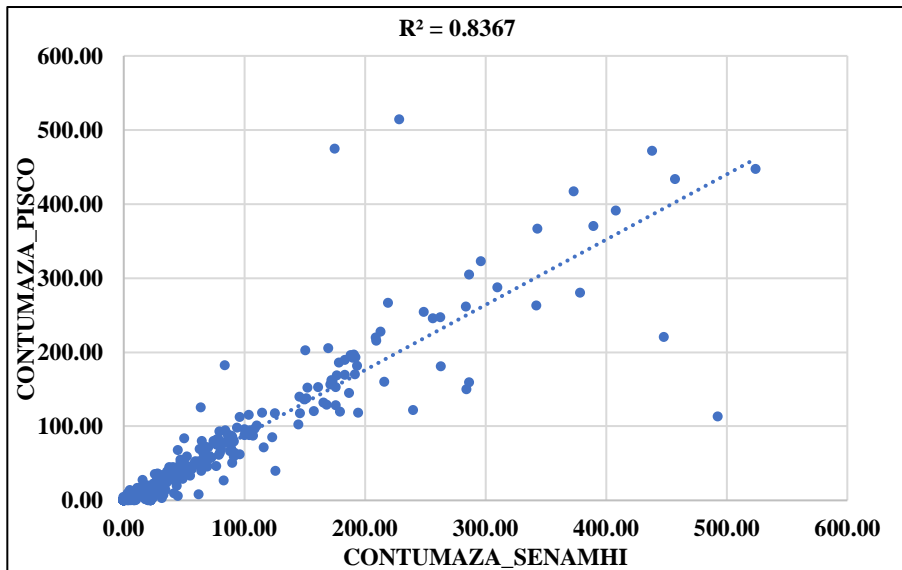
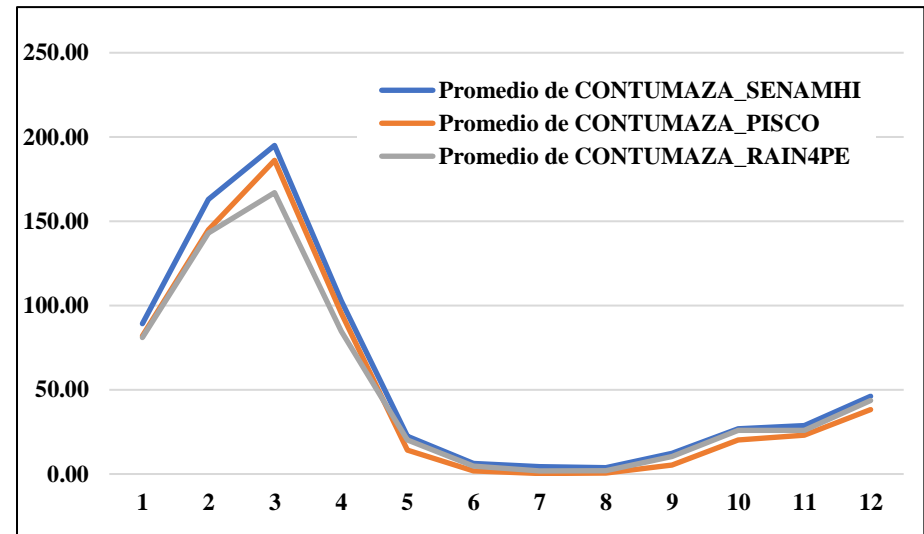
10. ESTACION CONTUMAZÁ

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR = 0.42 Muy bueno
 PBIAS = -12.58 Bueno
 NASH = 0.83 Muy bueno
 r = 0.91 Muy buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR = 0.34 Muy bueno
 PBIAS = -12.89 Bueno
 NASH = 0.88 Muy bueno
 r = 0.95 Muy buena



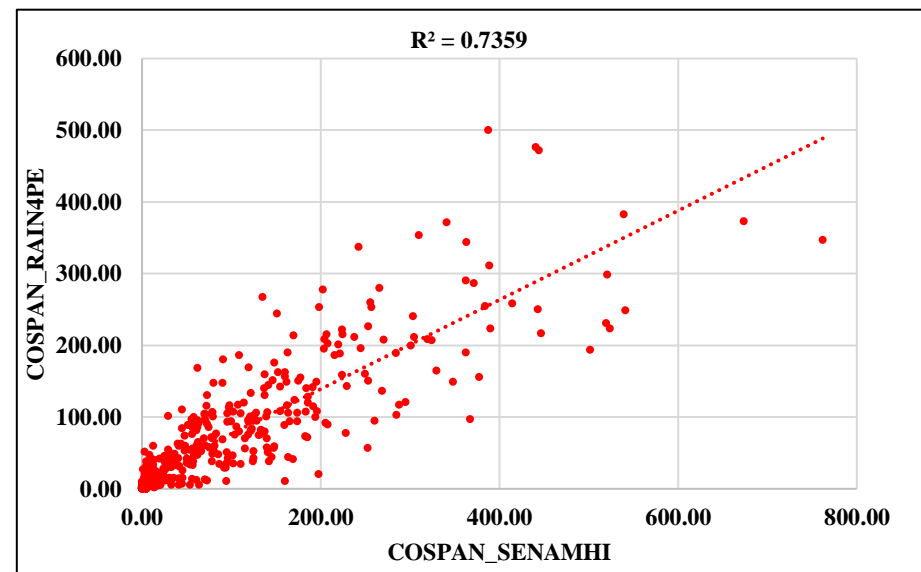
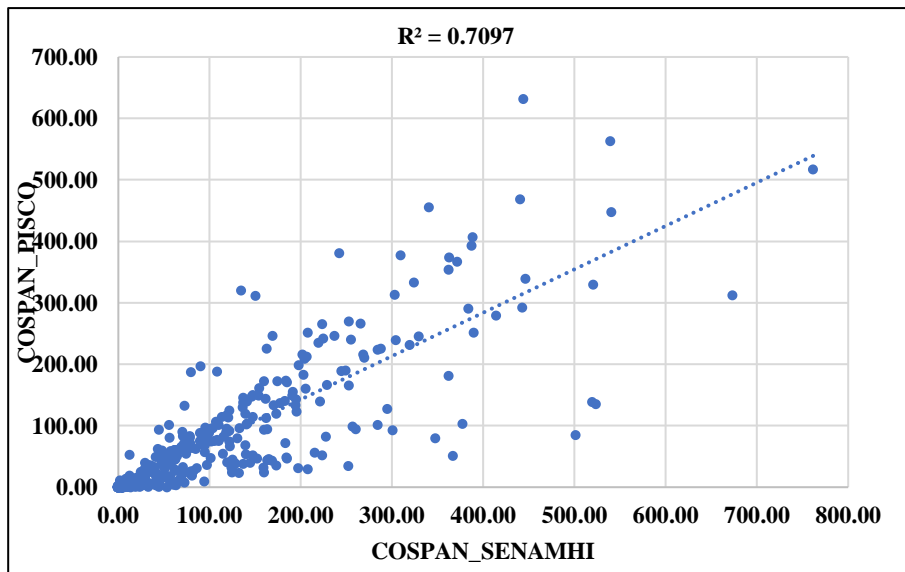
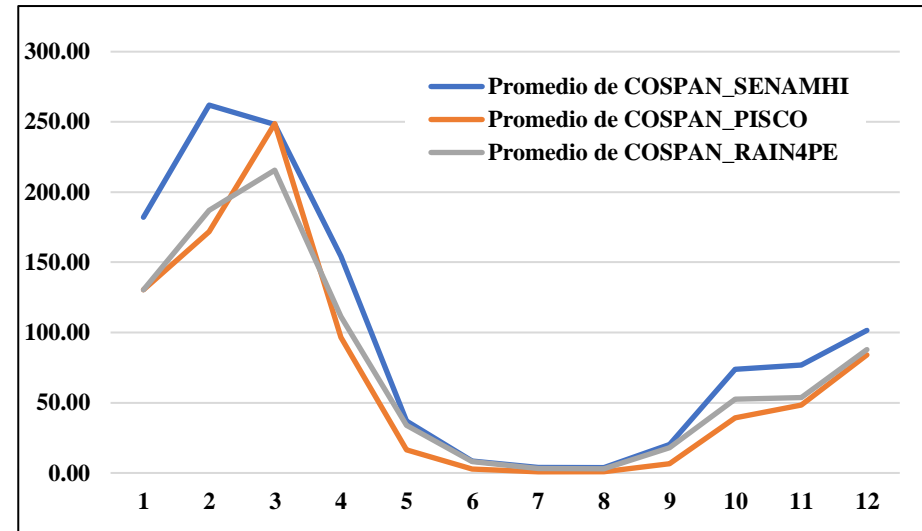
11. ESTACION COSPAN

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	0.58	Bueno
PBIAS =	-27.80	No satisfactorio
NASH =	0.66	Bueno
r =	0.84	Muy buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	0.56	Bueno
PBIAS =	-22.80	Satisfactorio
NASH =	0.68	Bueno
r =	0.86	Muy buena



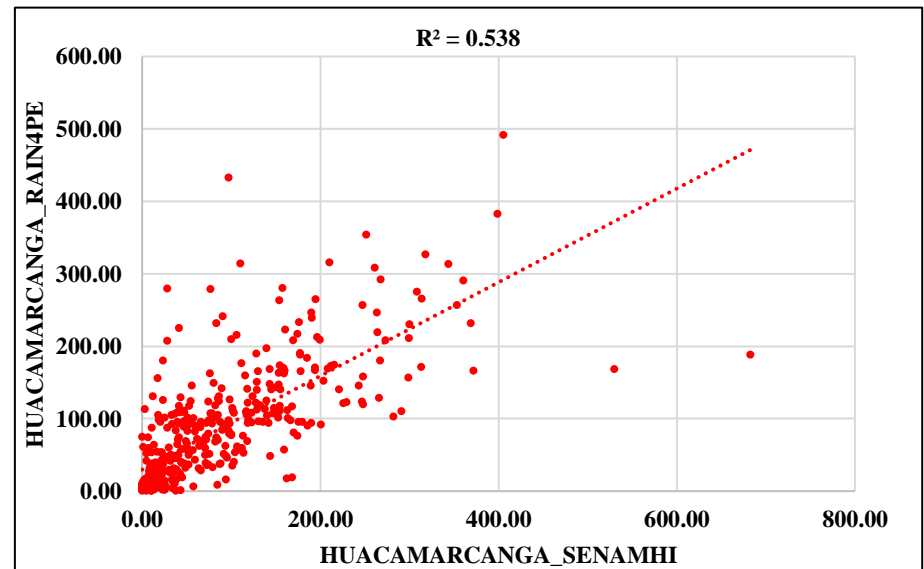
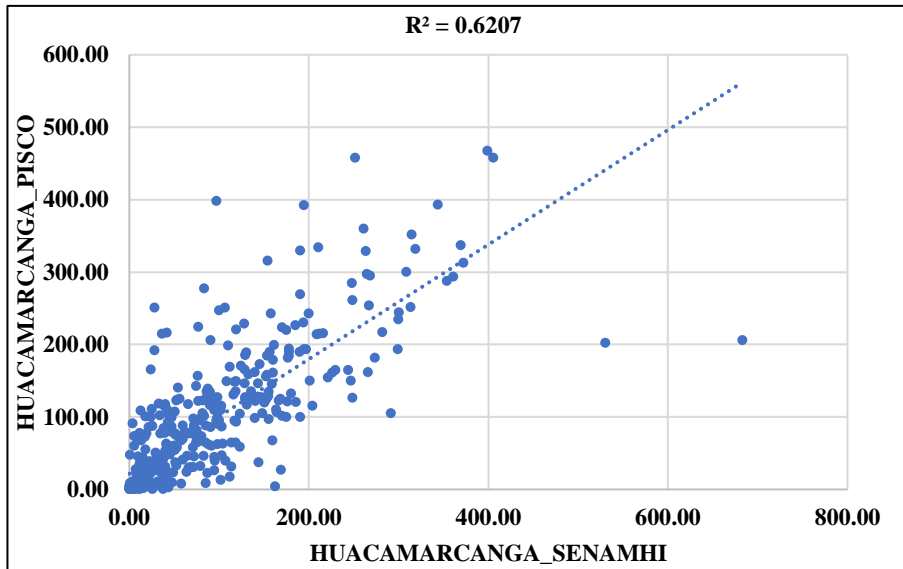
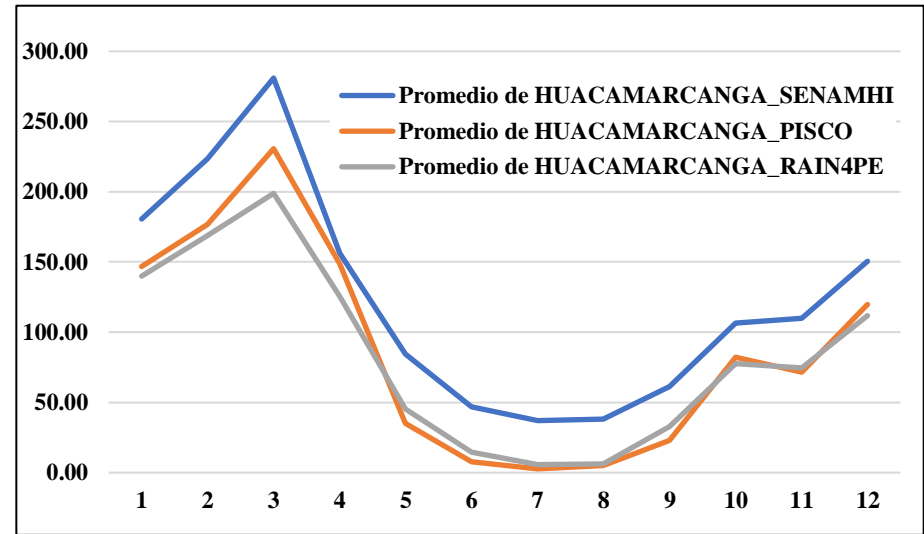
12. ESTACION HUACAMARCANGA

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	0.65	Satisfactorio
PBIAS =	5.16	Muy bueno
NASH =	0.57	Satisfactorio
r =	0.79	Buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	0.70	Satisfactorio
PBIAS =	0.38	Muy bueno
NASH =	0.52	Satisfactorio
r =	0.73	Buena



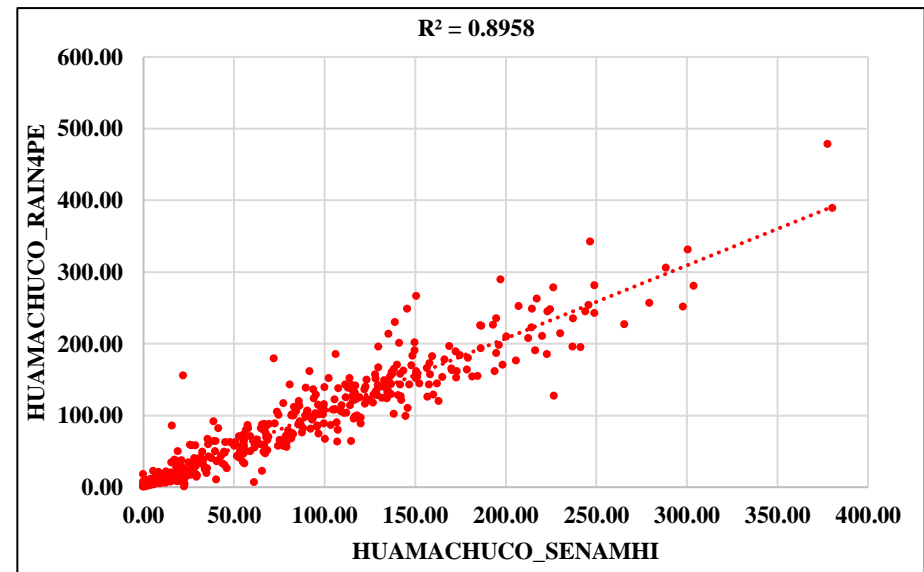
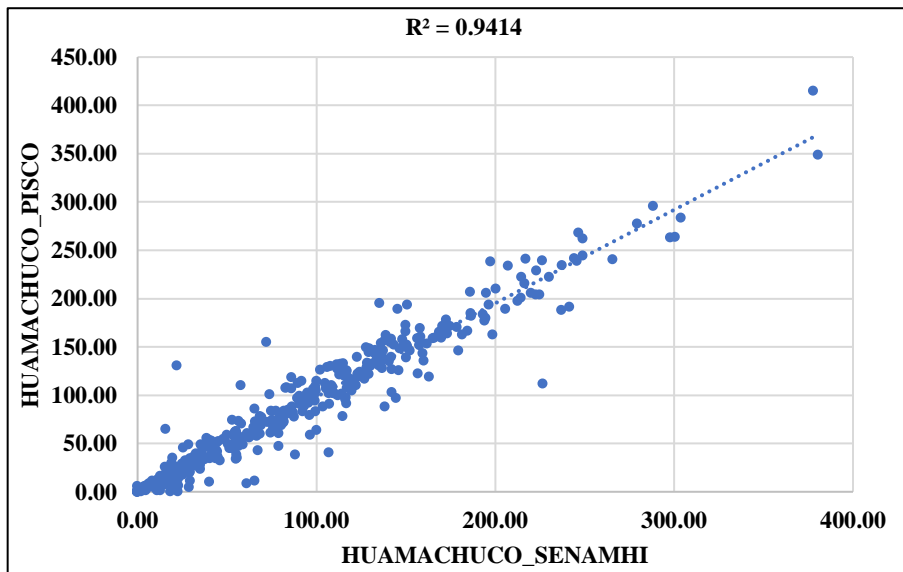
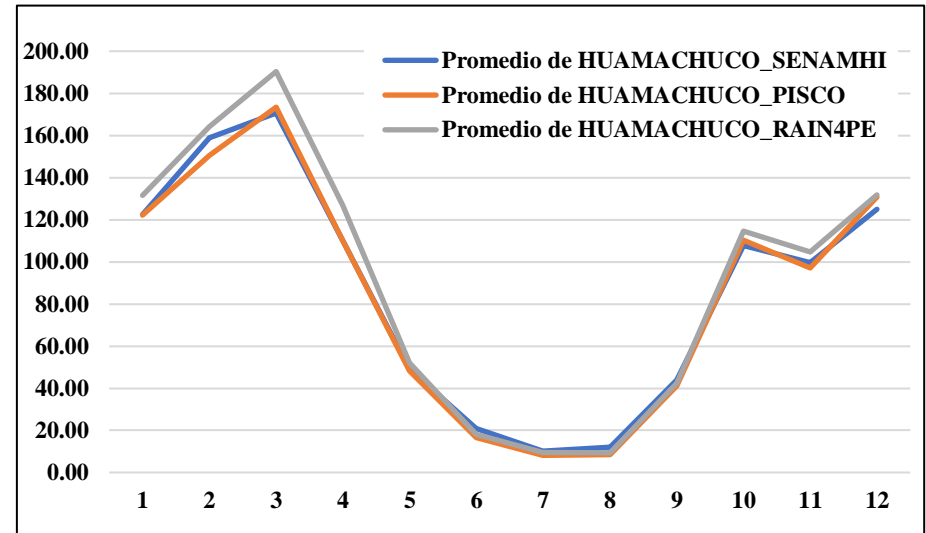
13. ESTACION HUAMACHUCO

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	0.24	Muy bueno
PBIAS =	-1.33	Muy bueno
NASH =	0.94	Muy bueno
r =	0.97	Muy buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	0.36	Muy bueno
PBIAS =	6.29	Muy bueno
NASH =	0.87	Muy bueno
r =	0.95	Muy buena



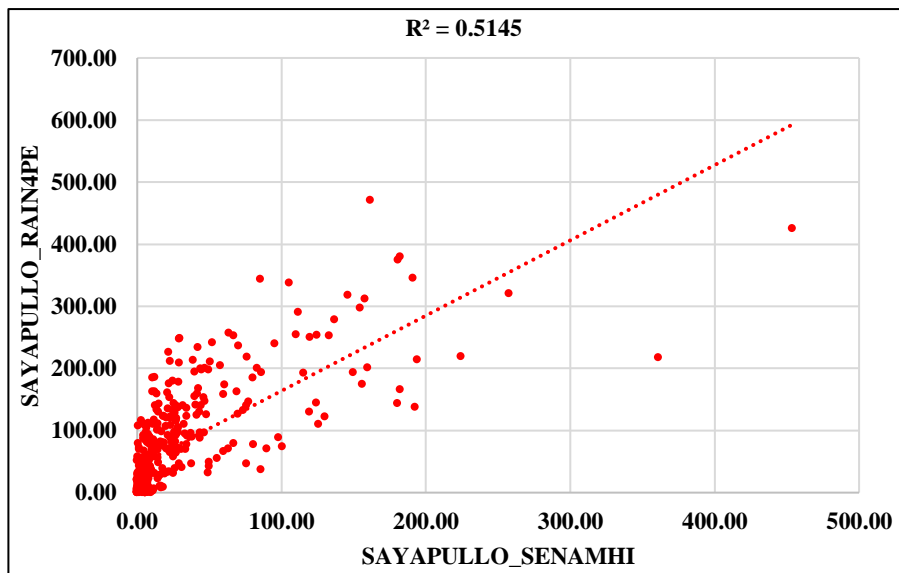
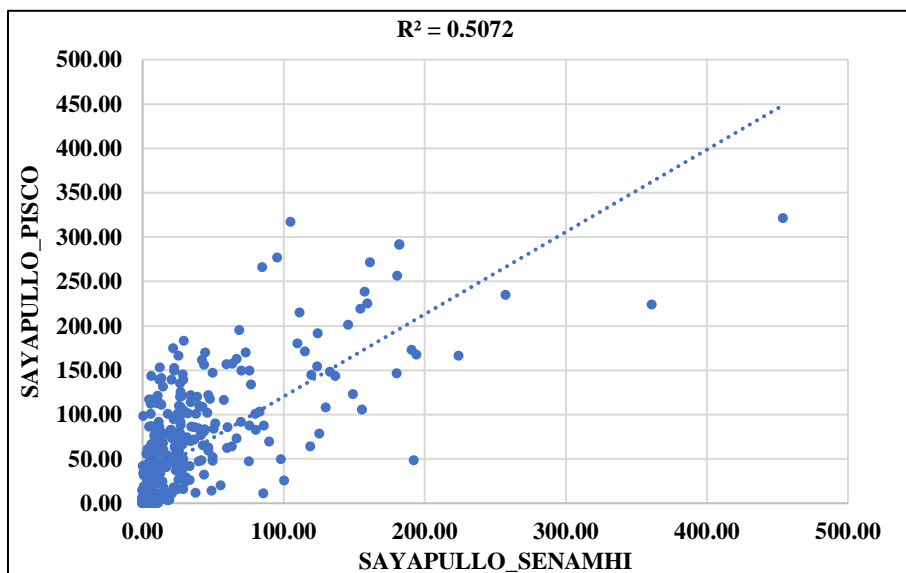
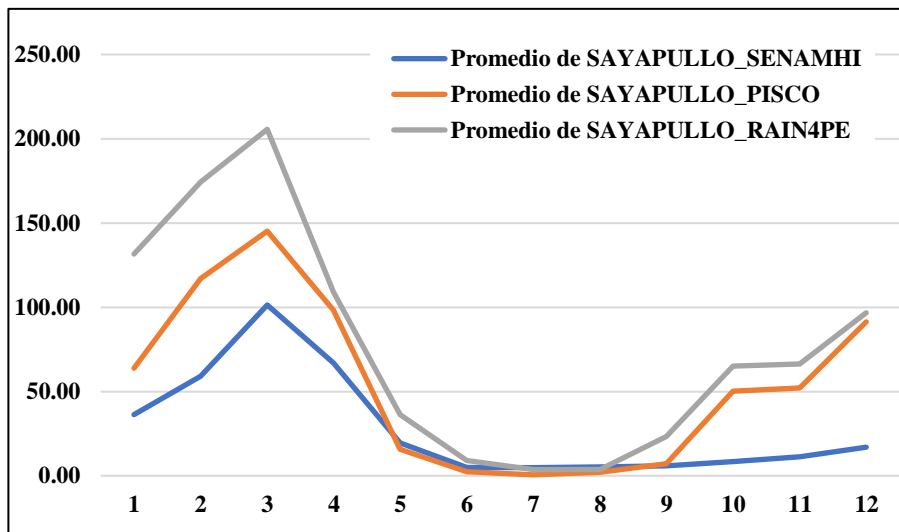
14. ESTACION SAYAPULLO

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR = 1.06 No satisfactorio
 PBIAS = 89.97 No satisfactorio
 NASH = -0.12 No satisfactorio
 r = 0.71 Buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR = 1.57 No satisfactorio
 PBIAS = 172.09 No satisfactorio
 NASH = -1.45 No satisfactorio
 r = 0.72 Buena



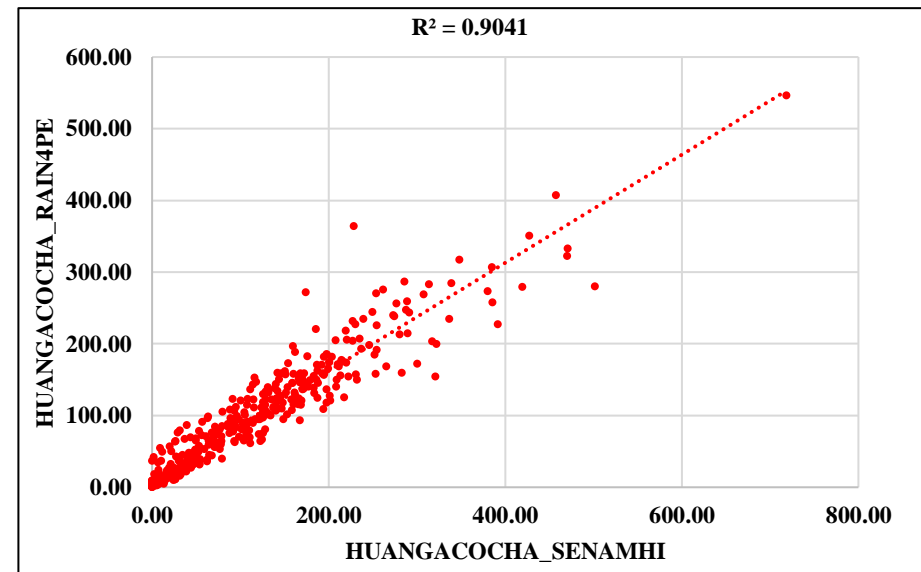
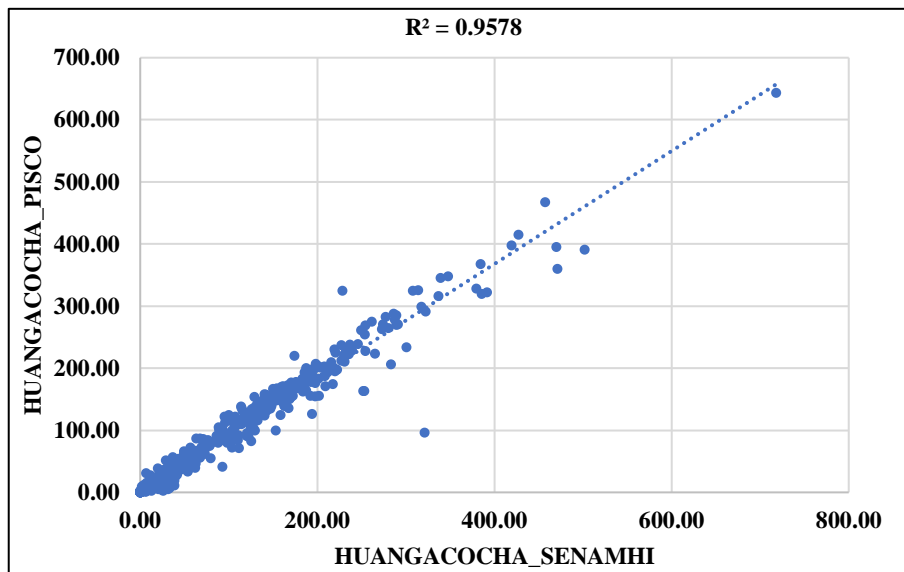
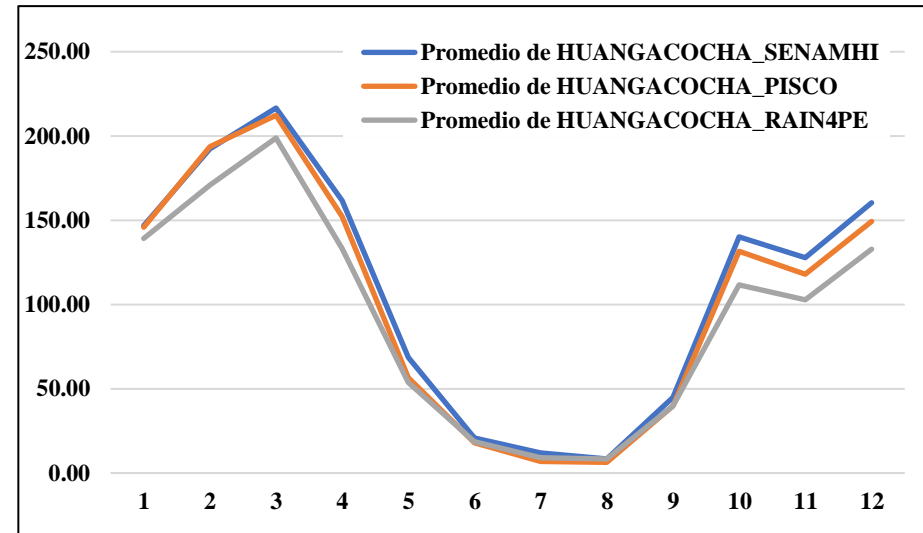
15. ESTACION HUANGACOCHA

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	0.22	Muy bueno
PBIAS =	-5.34	Muy bueno
NASH =	0.95	Muy bueno
r =	0.98	Muy buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	0.38	Muy bueno
PBIAS =	-13.93	Bueno
NASH =	0.86	Muy bueno
r =	0.95	Muy buena



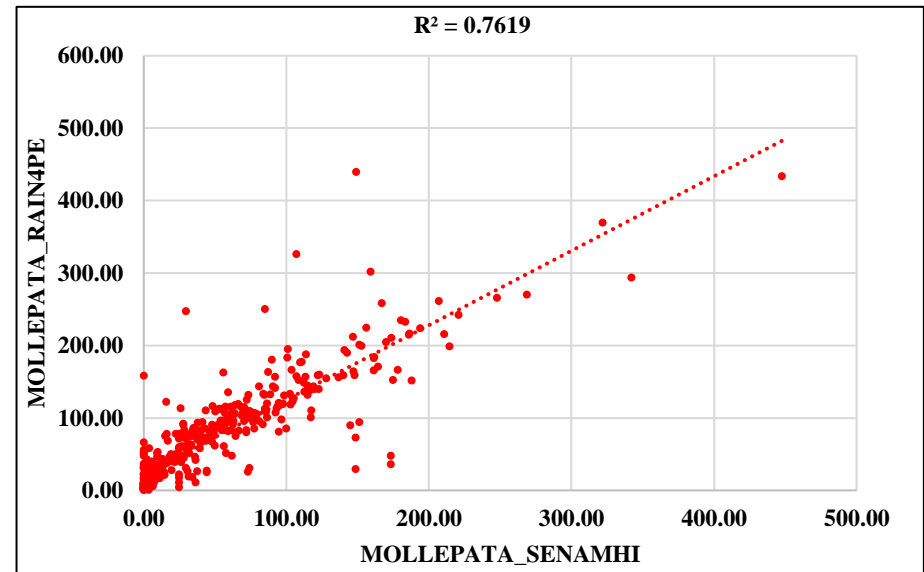
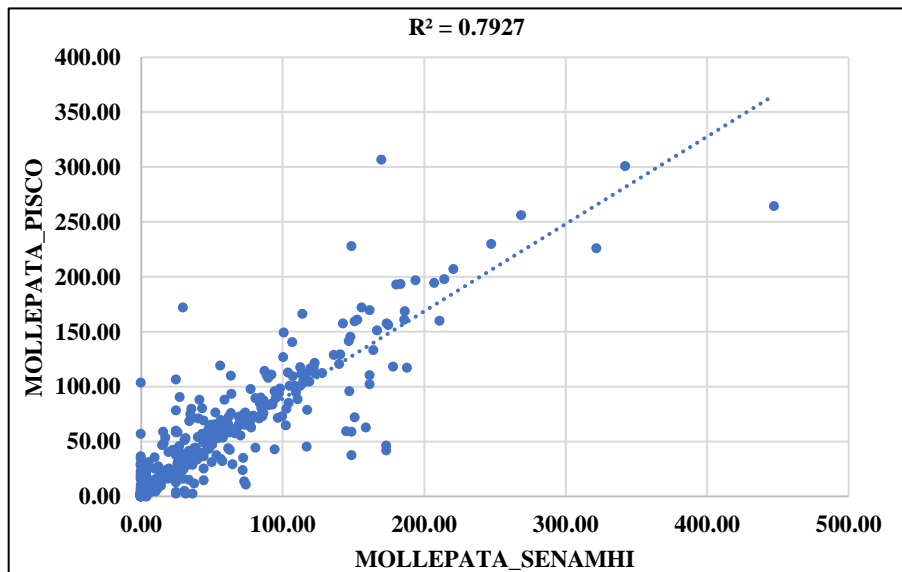
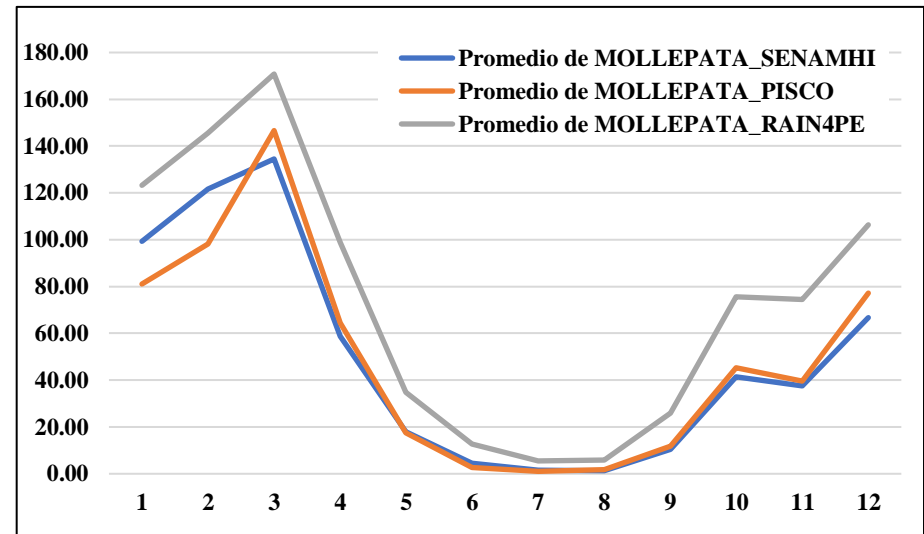
16. ESTACION MOLLEPATA

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	0.46	Muy bueno
PBIAS =	-1.39	Muy bueno
NASH =	0.79	Muy bueno
r =	0.89	Muy buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	0.70	Satisfactorio
PBIAS =	47.70	No satisfactorio
NASH =	0.51	Satisfactorio
r =	0.87	Muy buena



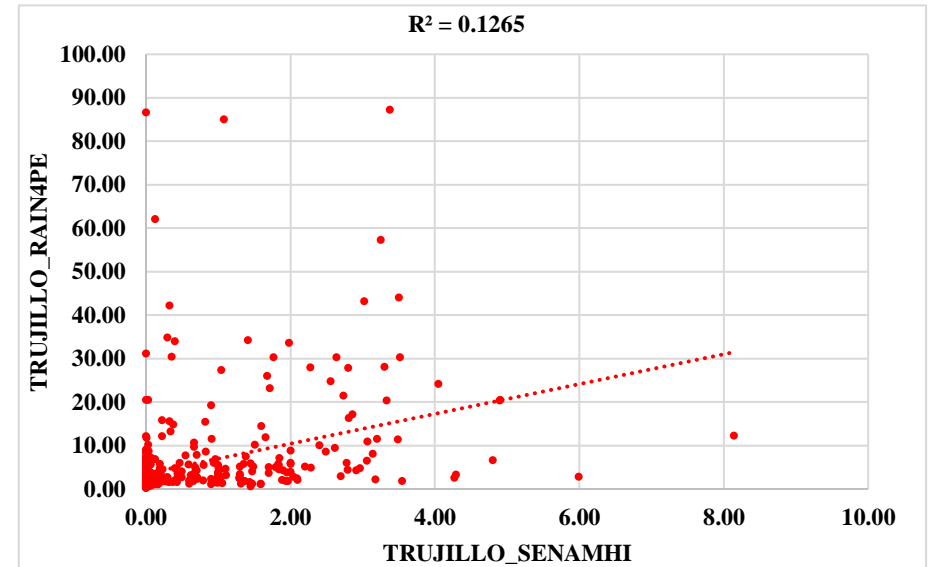
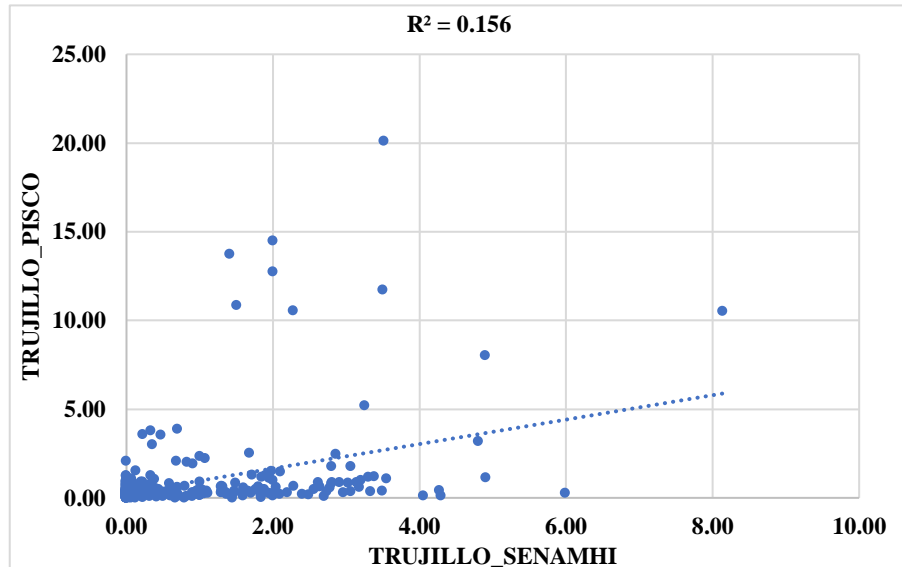
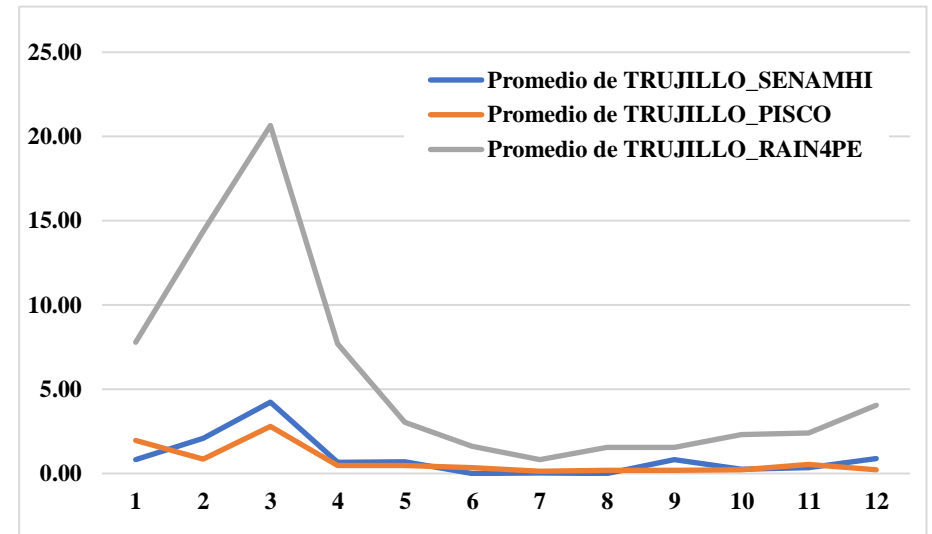
17. ESTACION TRUJILLO

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	1.63	No satisfactorio
PBIAS =	13.88	Bueno
NASH =	-1.67	No satisfactorio
r =	0.39	Baja

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	10.42	No satisfactorio
PBIAS =	817.81	No satisfactorio
NASH =	-107.49	No satisfactorio
r =	0.36	Baja



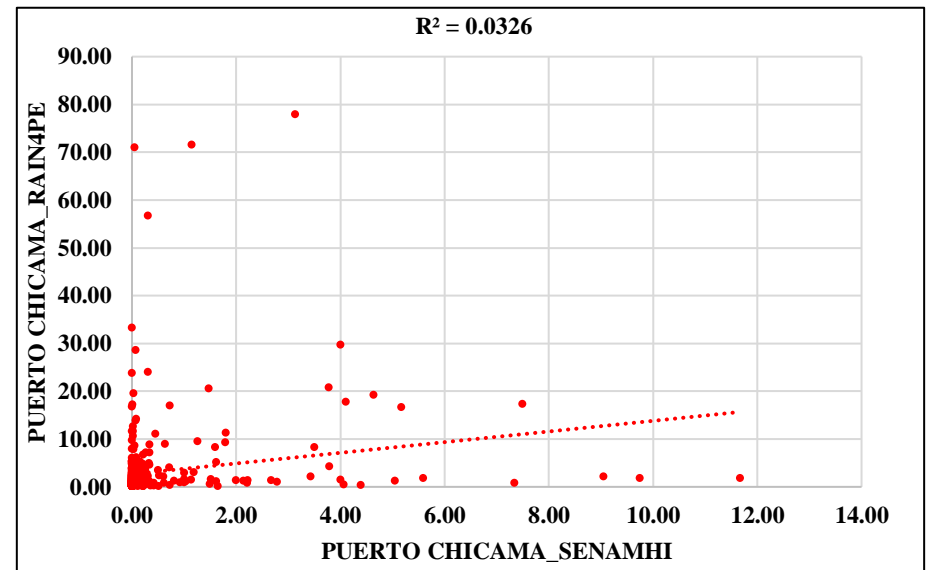
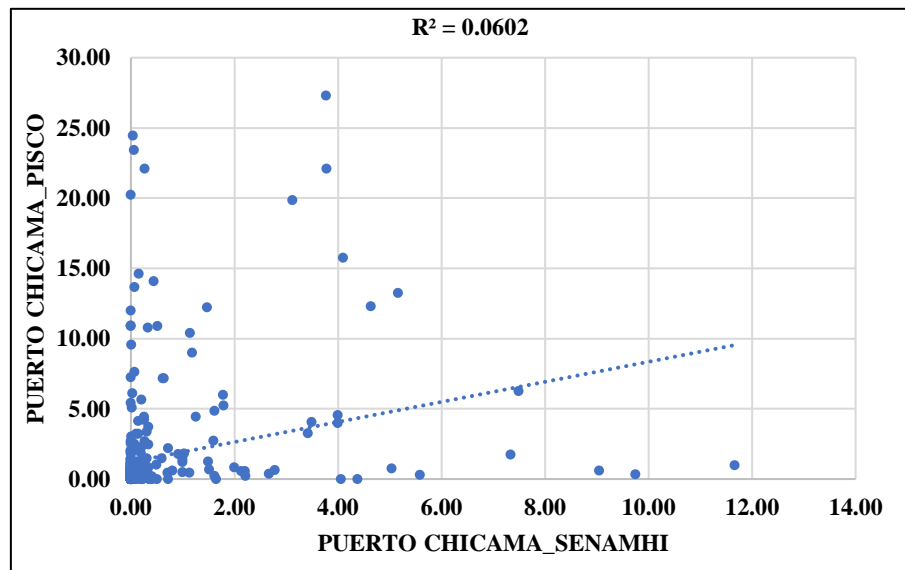
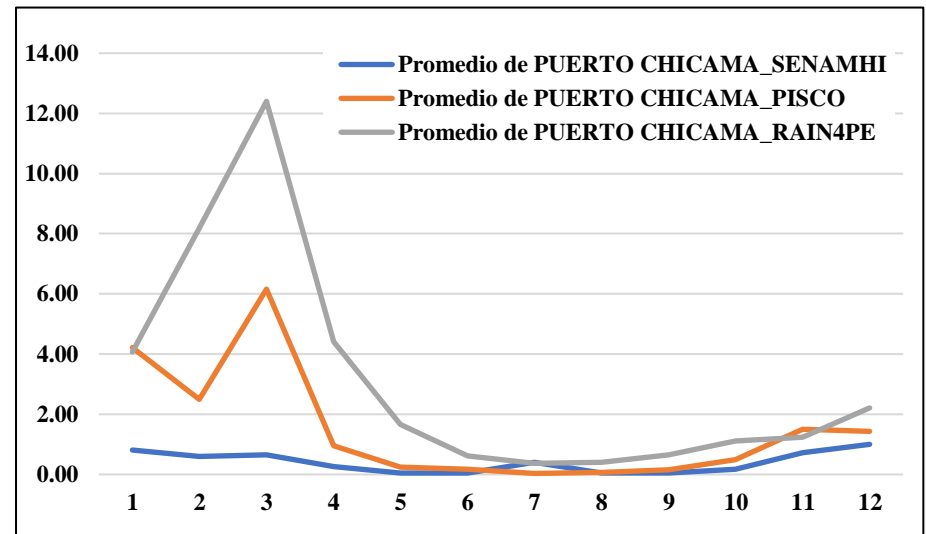
18. ESTACION PUERTO CHICAMA

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	2.96	No satisfactorio
PBIAS =	273.52	No satisfactorio
NASH =	-7.77	No satisfactorio
r =	0.25	Baja

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	6.44	No satisfactorio
PBIAS =	679.01	No satisfactorio
NASH =	-40.43	No satisfactorio
r =	0.18	Mínima



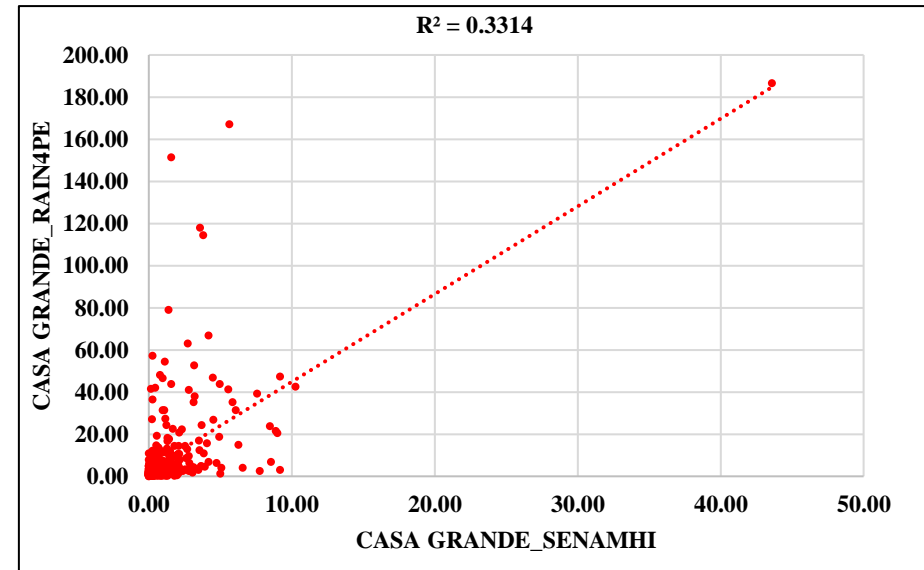
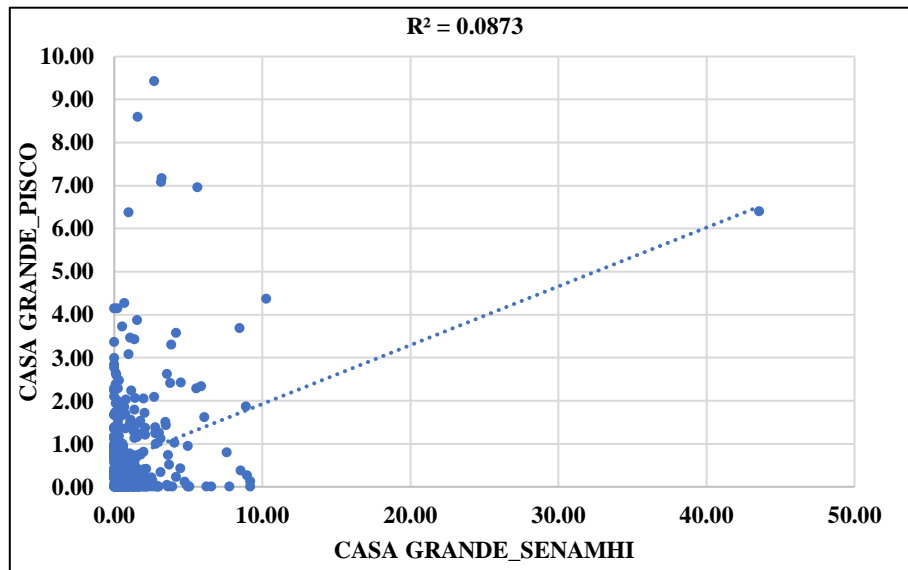
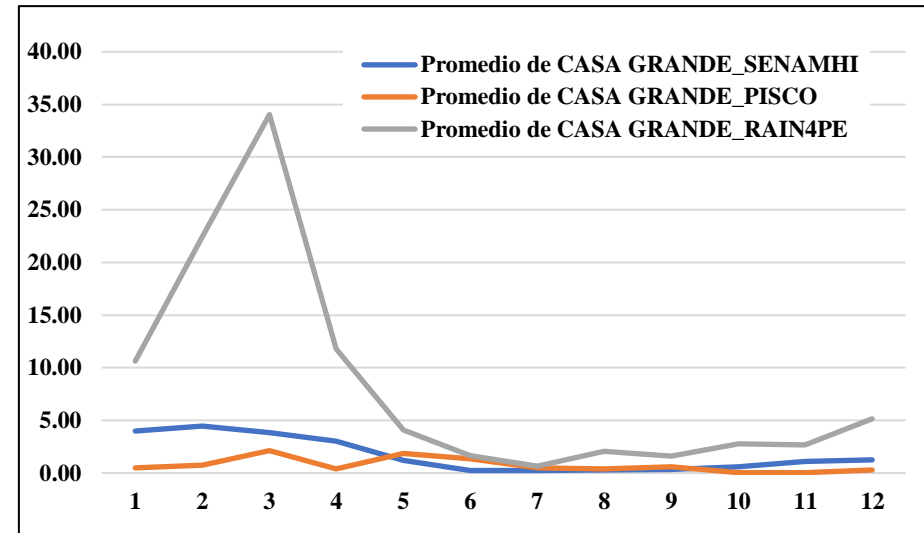
19. CASA GRANDE

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	0.99	No satisfactorio
PBIAS =	-40.70	No satisfactorio
NASH =	0.02	No satisfactorio
r =	0.30	Baja

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	7.22	No satisfactorio
PBIAS =	578.19	No satisfactorio
NASH =	-51.12	No satisfactorio
r =	0.58	Moderada



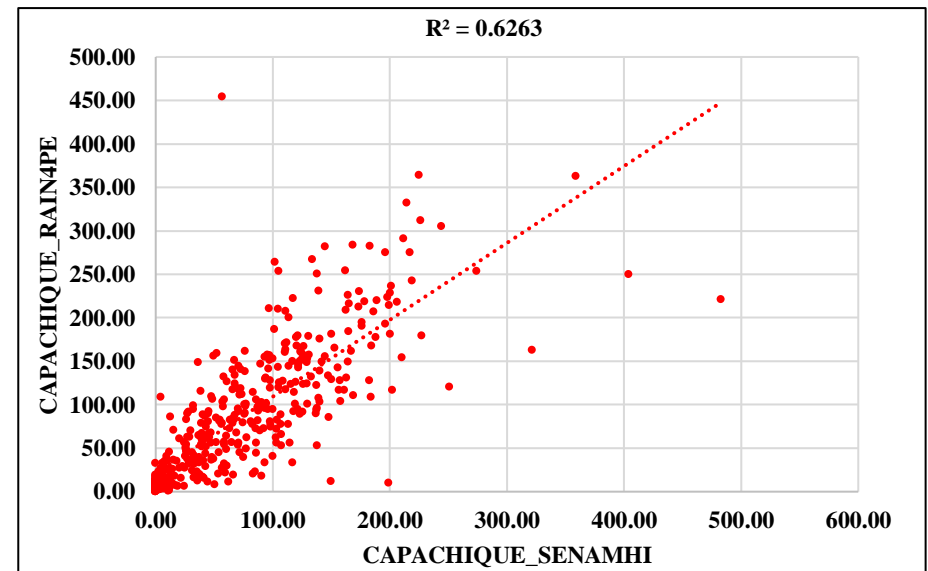
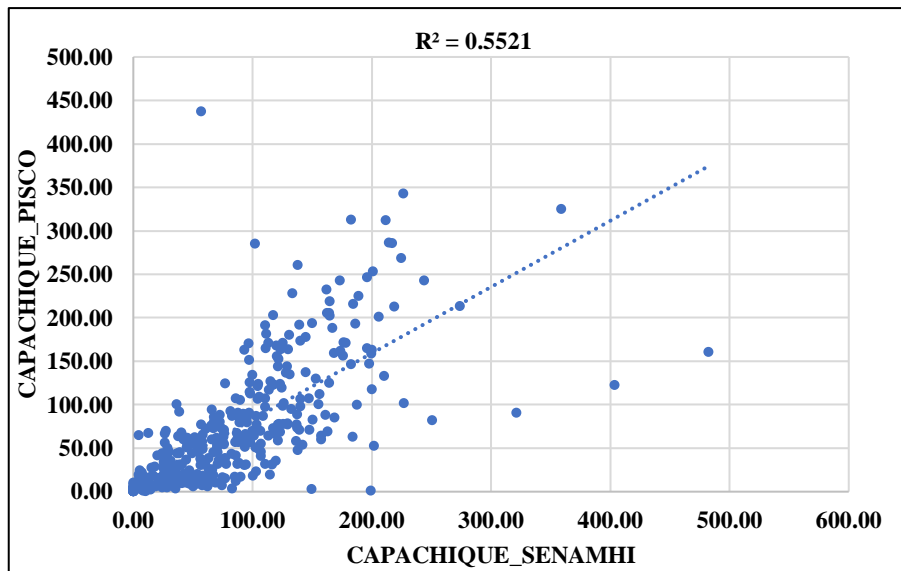
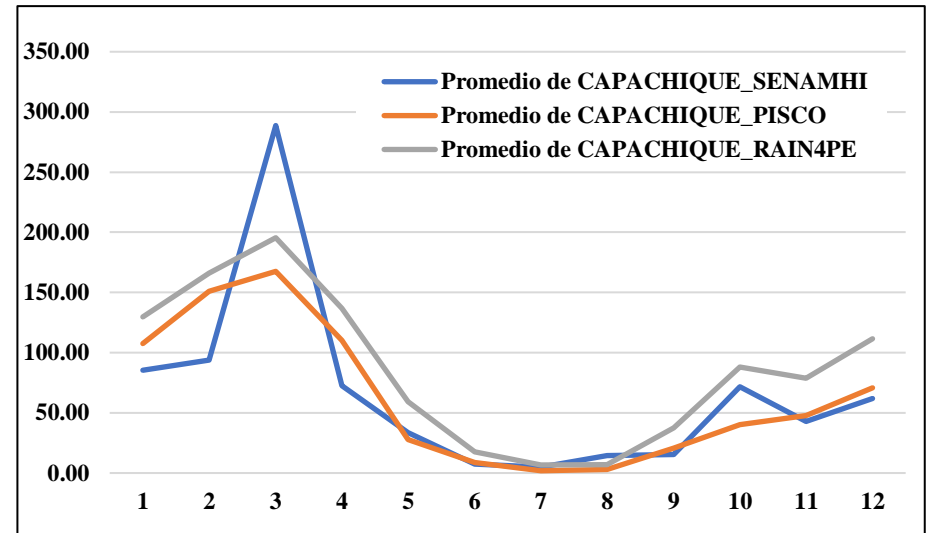
20. ESTACION CAPACHIQUE

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	0.74	No satisfactorio
PBIAS =	-14.68	Bueno
NASH =	0.45	No satisfactorio
r =	0.74	Buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	0.71	No satisfactorio
PBIAS =	16.52	Satisfactorio
NASH =	0.49	No satisfactorio
r =	0.79	Buena



ANEXO 4. RESULTADOS COMPARACION AREAL DE LOS PRODUCTOS PISCO v2p1 Y RAIN4PE v1.0

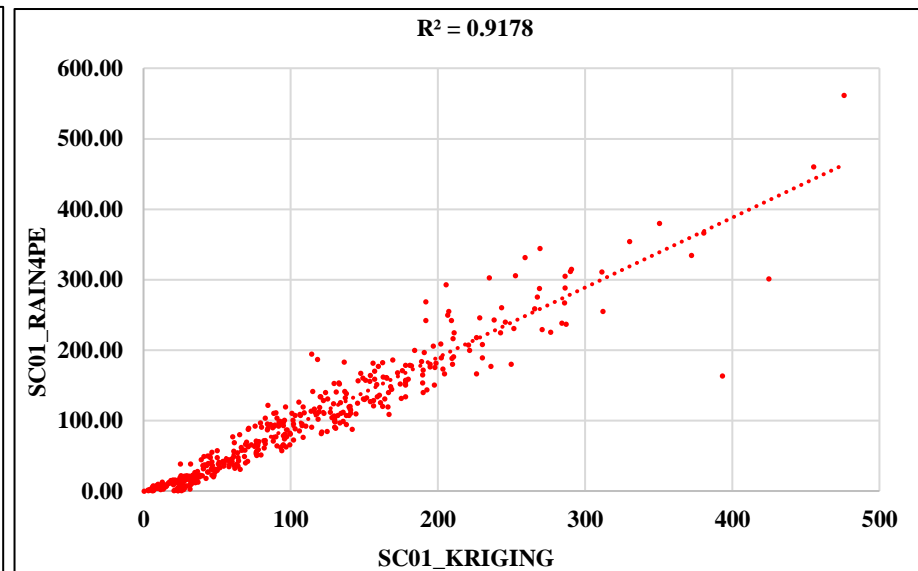
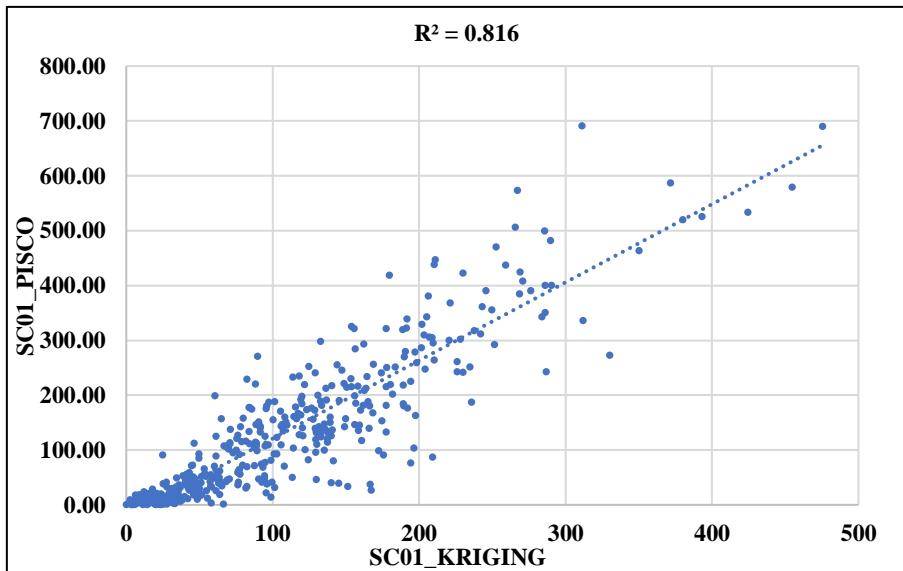
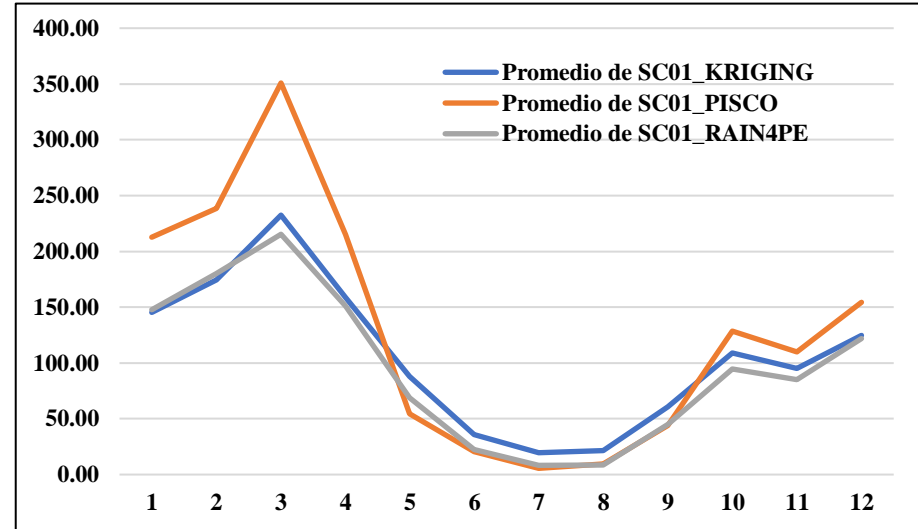
1. SC_01

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	0.85	No satisfactorio
PBIAS =	22.01	Satisfactorio
NASH =	0.29	No satisfactorio
r =	0.90	Muy buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	0.32	Muy bueno
PBIAS =	-9.17	Muy bueno
NASH =	0.90	Muy bueno
r =	0.96	Muy buena

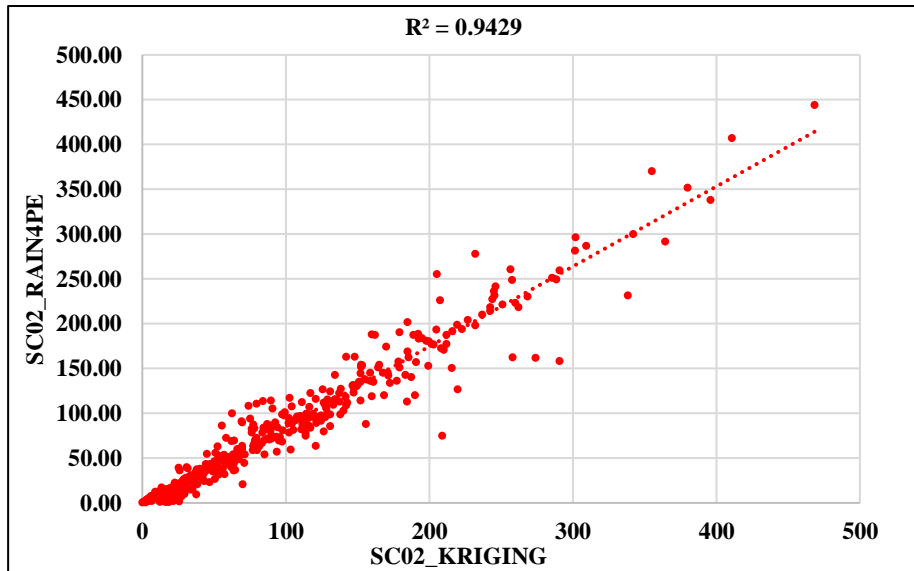
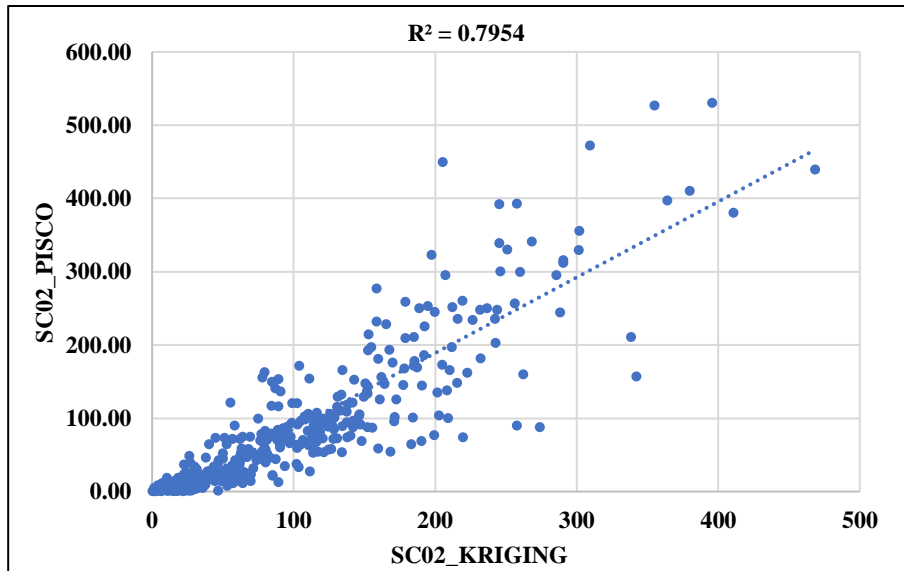
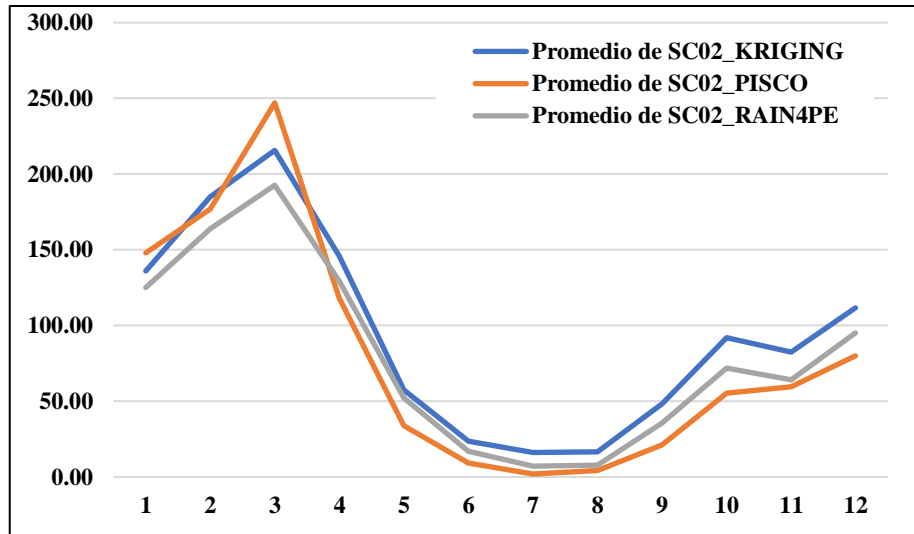


Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR = 0.55 Bueno
 PBIAS = -15.50 Satisfactorio
 NASH = 0.69 Bueno
 r = 0.89 Muy buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR = 0.30 Muy bueno
 PBIAS = -14.98 Bueno
 NASH = 0.91 Muy bueno
 r = 0.97 Muy buena



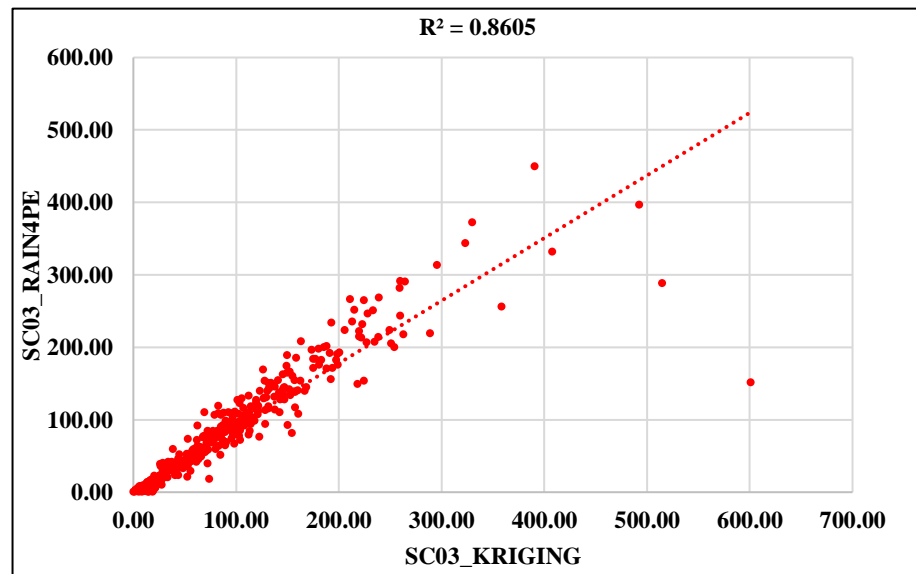
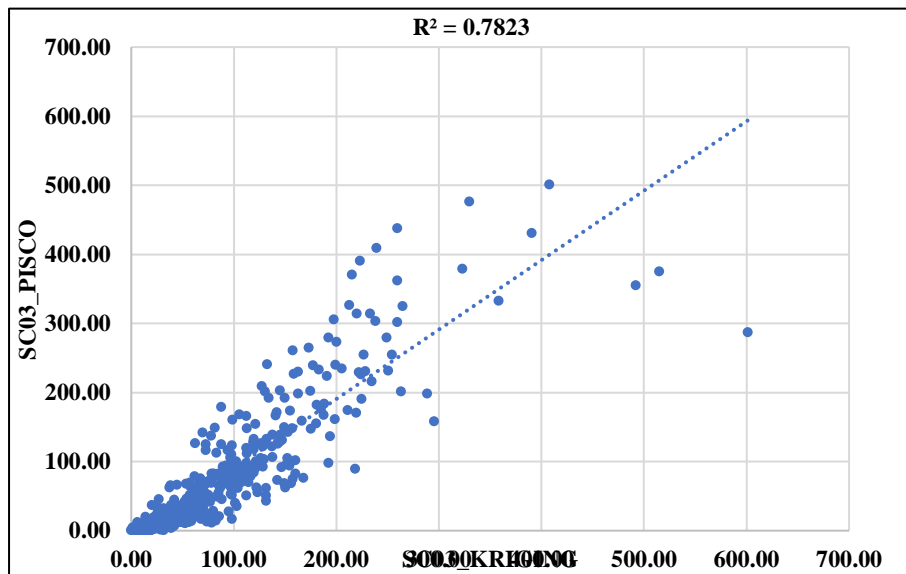
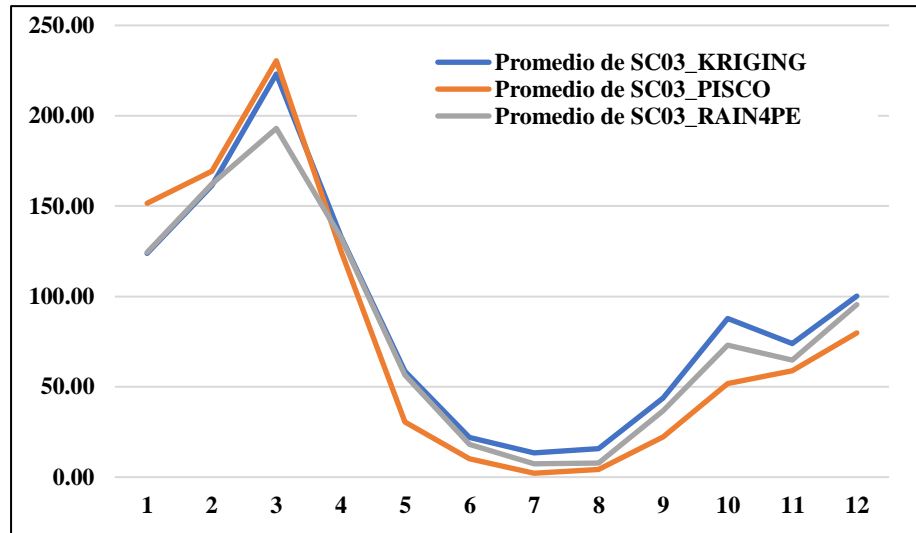
3. SC_03

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR = 0.54 Bueno
 PBIAS = -11.40 Bueno
 NASH = 0.70 Bueno
 r = 0.88 Muy buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR = 0.38 Muy bueno
 PBIAS = -8.00 Muy bueno
 NASH = 0.85 Muy bueno
 r = 0.93 Muy buena



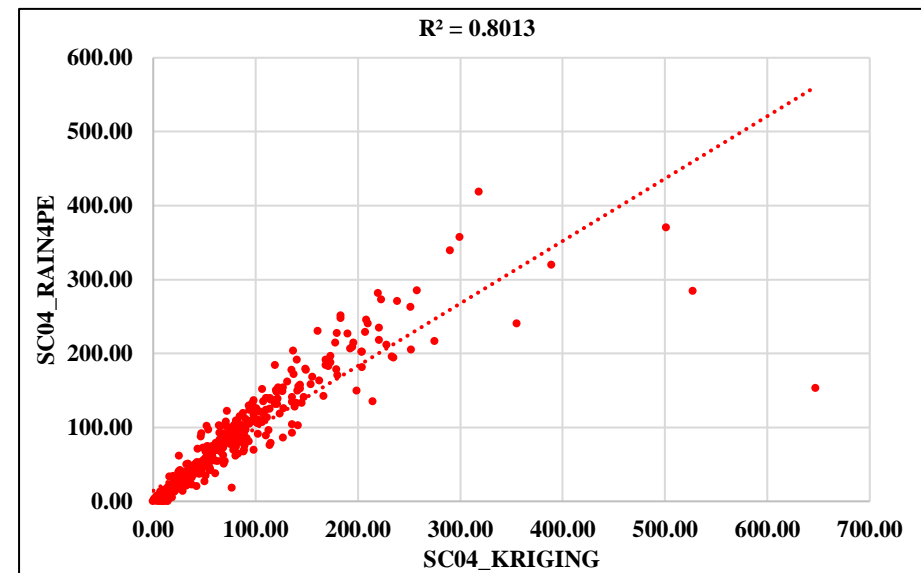
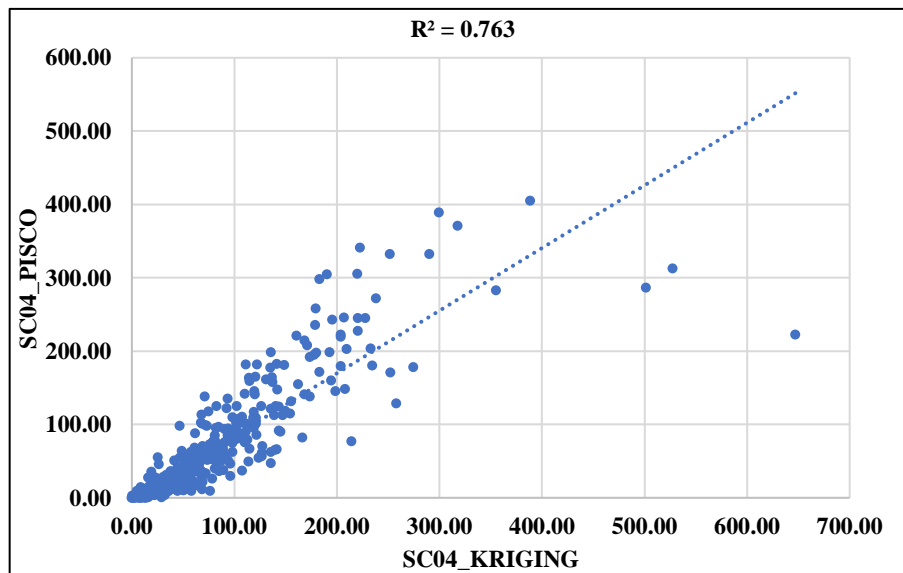
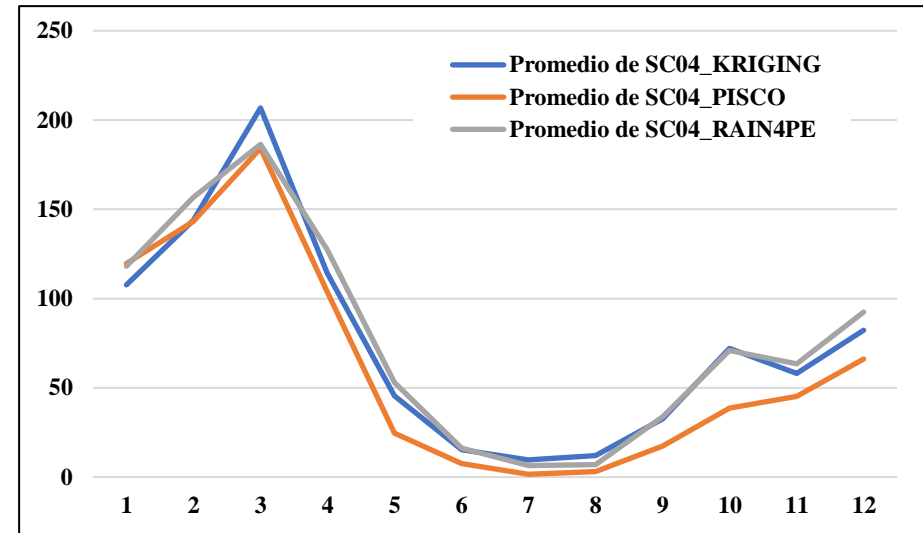
4. SC_04

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	0.52	Bueno
PBIAS =	-16.08	Satisfactorio
NASH =	0.73	Bueno
r =	0.87	Muy buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	0.45	Muy bueno
PBIAS =	3.51	Muy bueno
NASH =	0.80	Muy bueno
r =	0.90	Muy buena



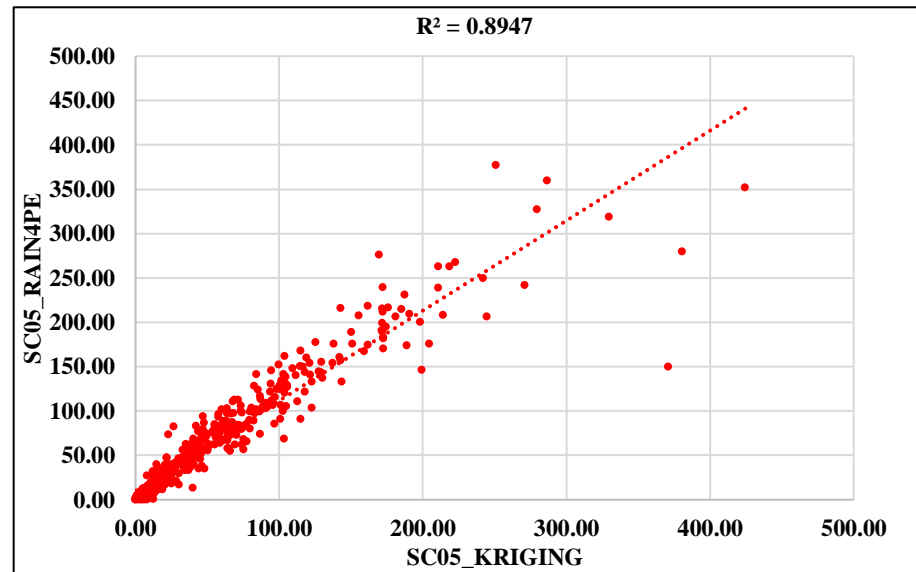
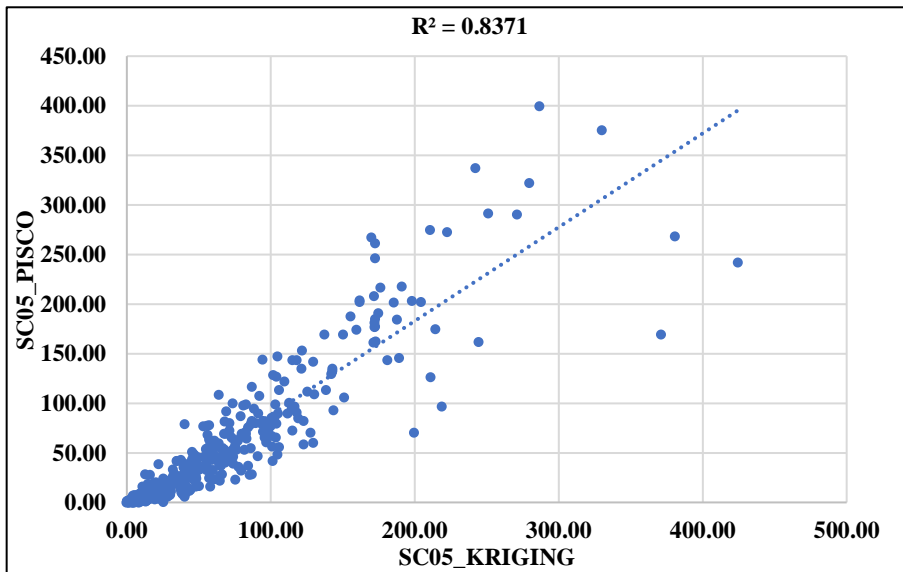
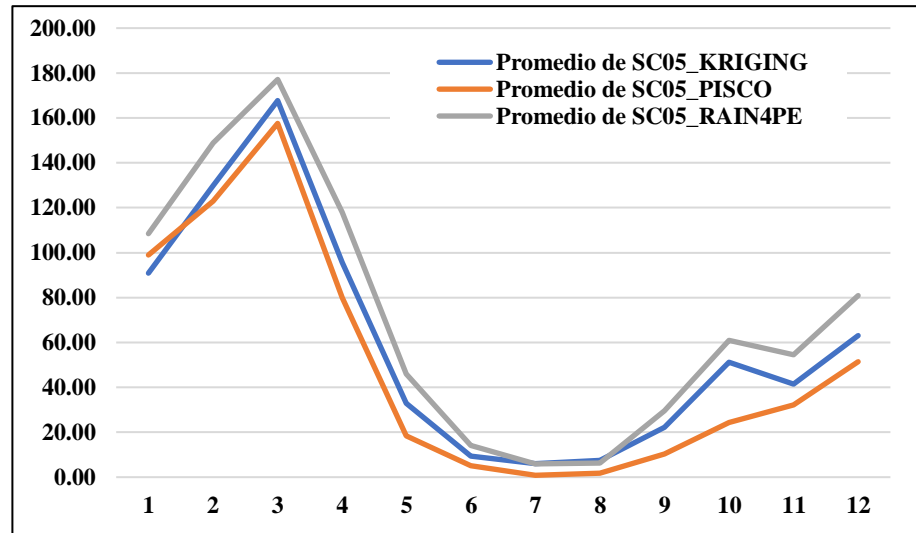
5. SC_05

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	0.45	Muy bueno
PBIAS =	-15.86	Satisfactorio
NASH =	0.80	Muy bueno
r =	0.91	Muy buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	0.39	Muy bueno
PBIAS =	18.47	Satisfactorio
NASH =	0.85	Muy bueno
r =	0.95	Muy buena



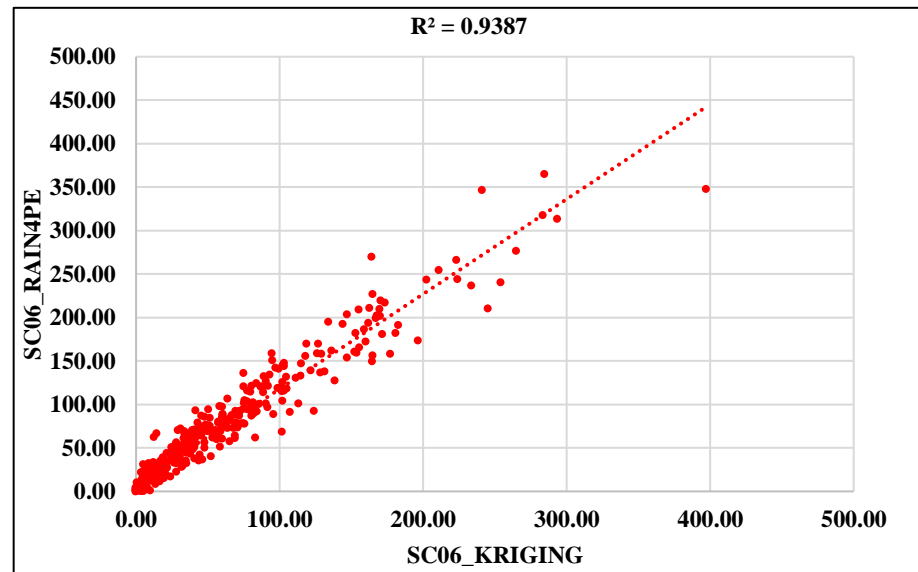
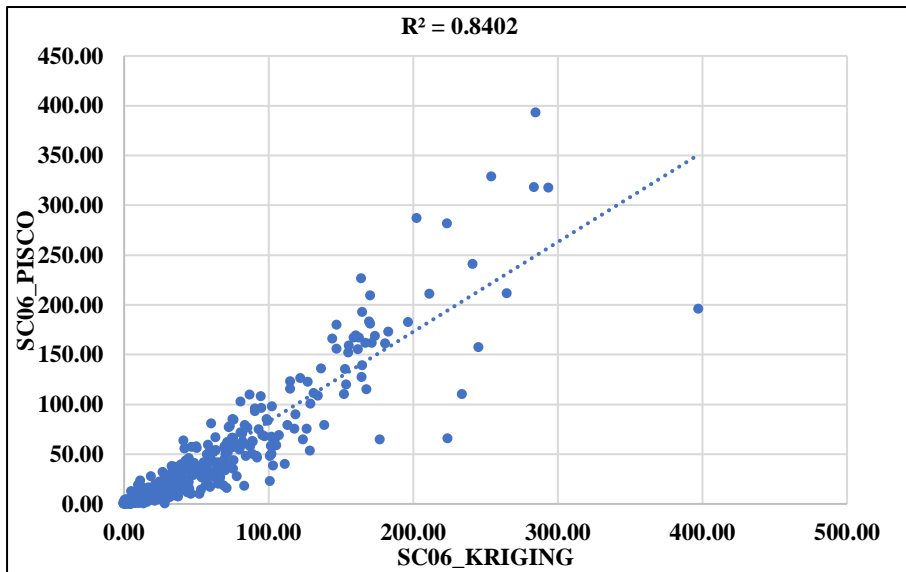
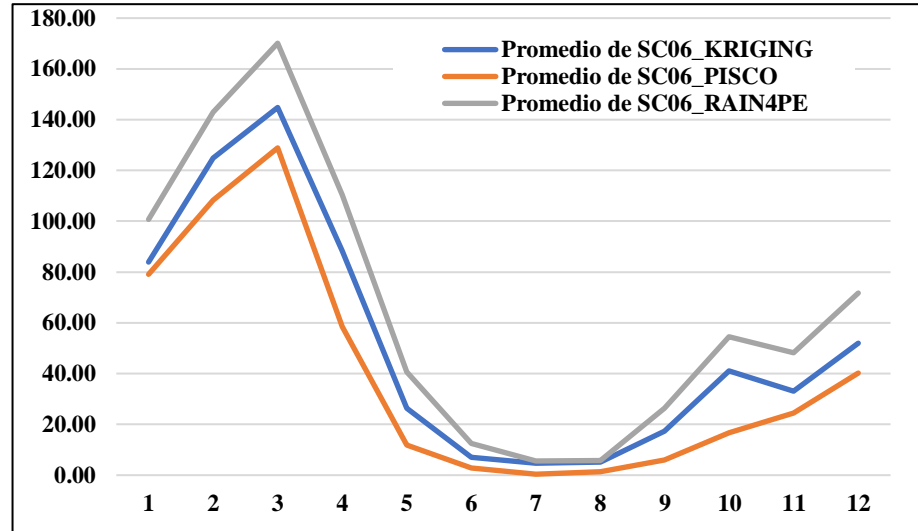
6. SC_06

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	0.46	Muy bueno
PBIAS =	-23.86	Satisfactorio
NASH =	0.79	Muy bueno
r =	0.92	Muy buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	0.37	Muy bueno
PBIAS =	25.63	No satisfactorio
NASH =	0.86	Muy bueno
r =	0.97	Muy buena



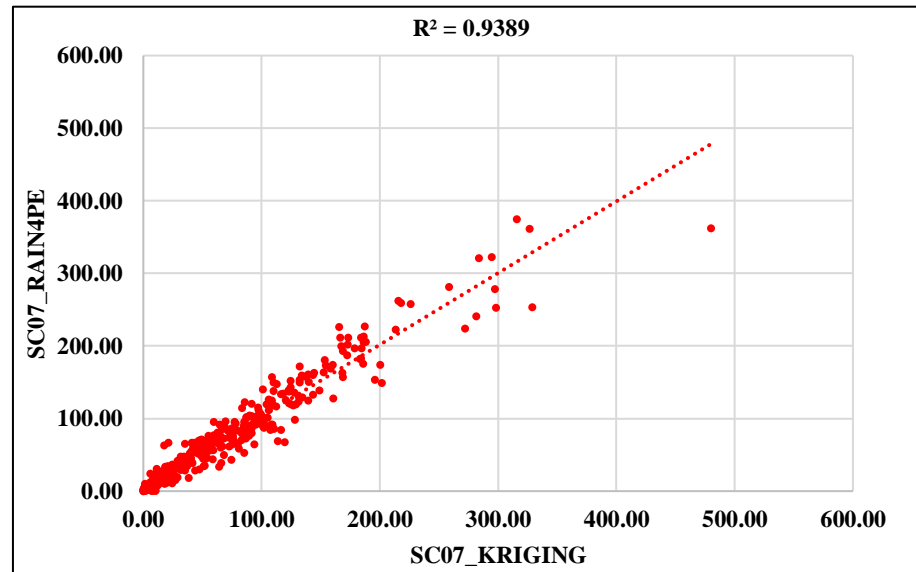
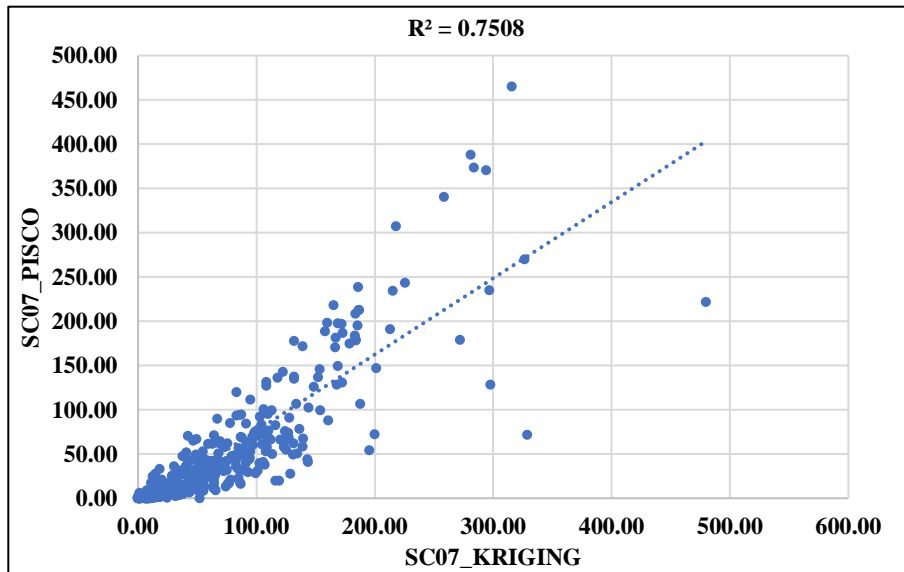
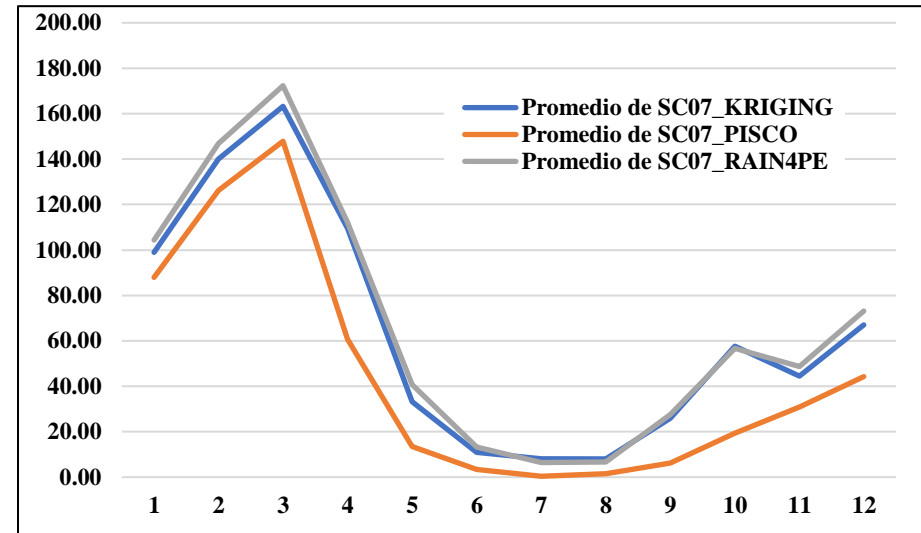
7. SC_07

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	0.59	Bueno
PBIAS =	-29.34	No satisfactorio
NASH =	0.66	Bueno
r =	0.87	Muy buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	0.26	Muy bueno
PBIAS =	5.36	Muy bueno
NASH =	0.93	Muy bueno
r =	0.97	Muy buena



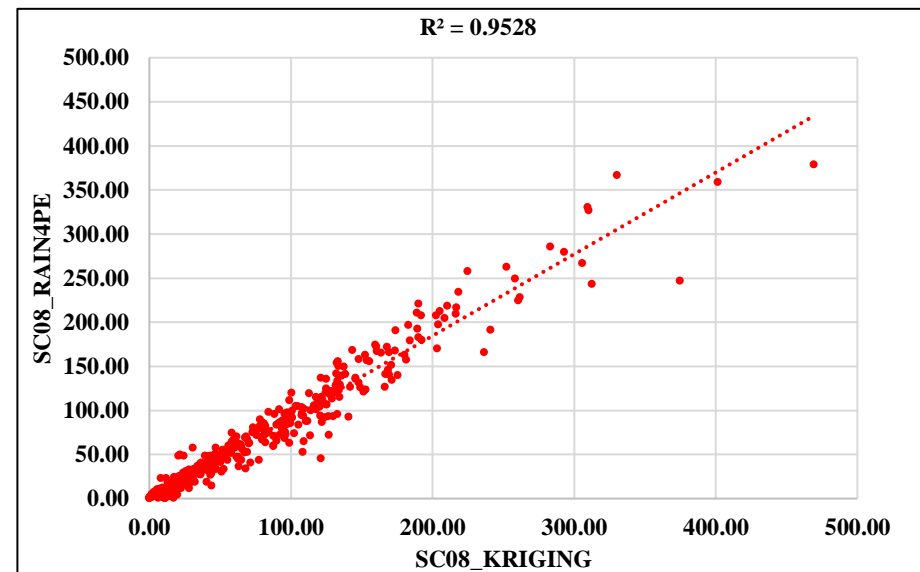
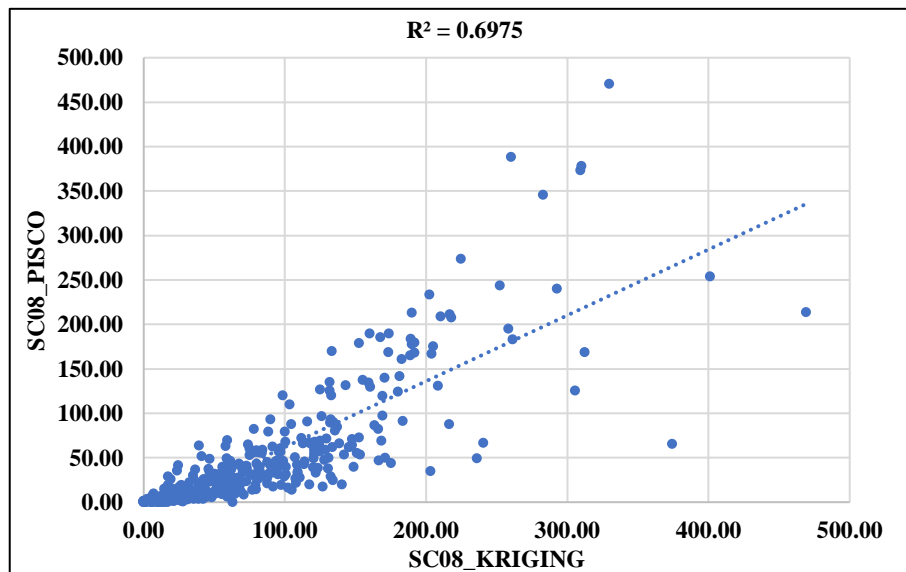
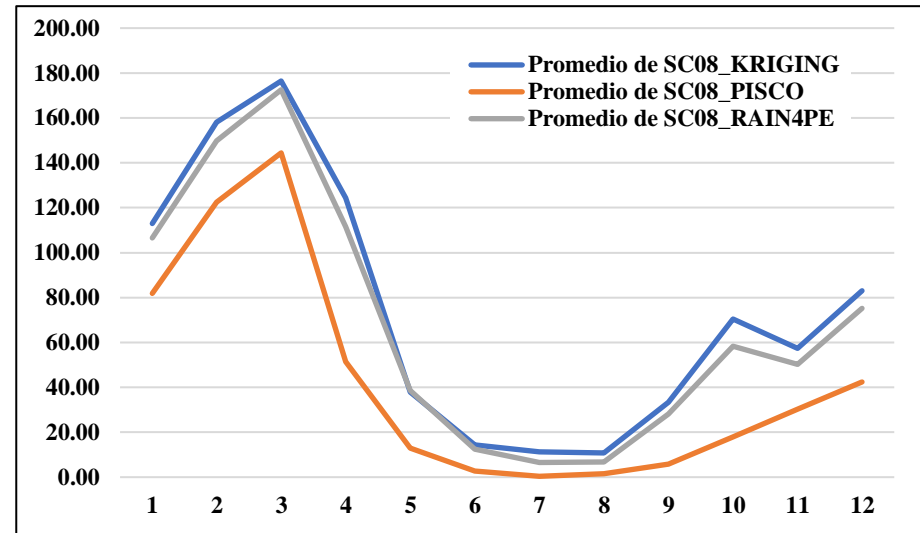
8. SC_08

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	0.70	Satisfactorio
PBIAS =	-42.23	No satisfactorio
NASH =	0.51	Satisfactorio
r =	0.84	Muy buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	0.23	Muy bueno
PBIAS =	-8.25	Muy bueno
NASH =	0.95	Muy bueno
r =	0.98	Muy buena



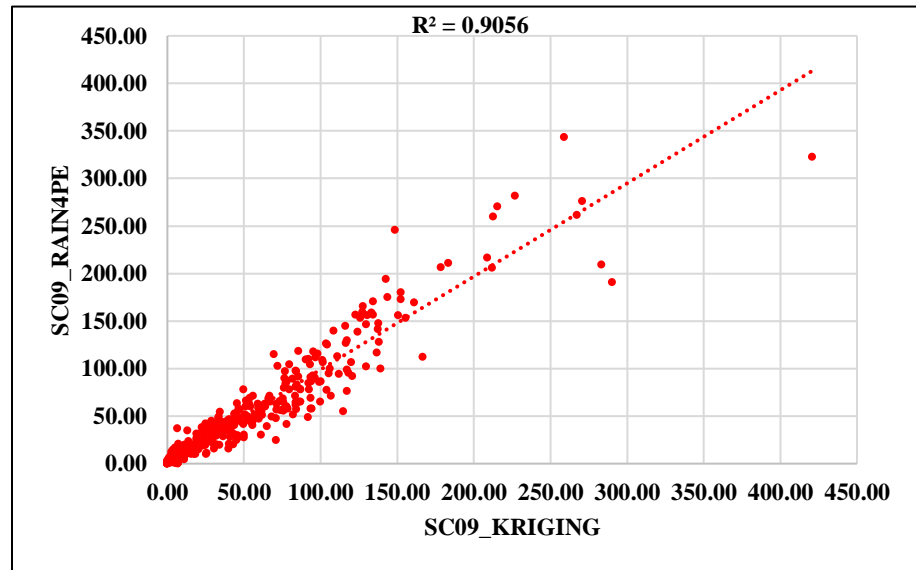
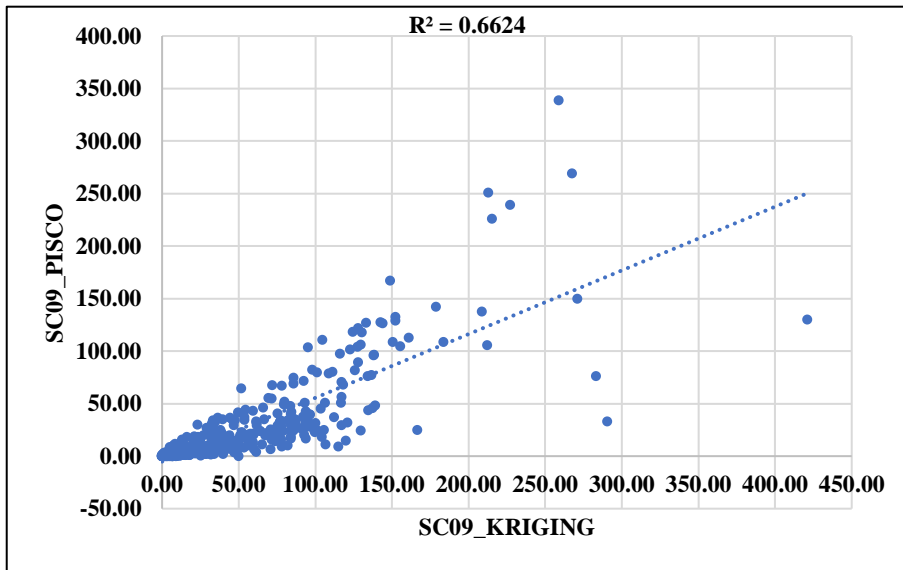
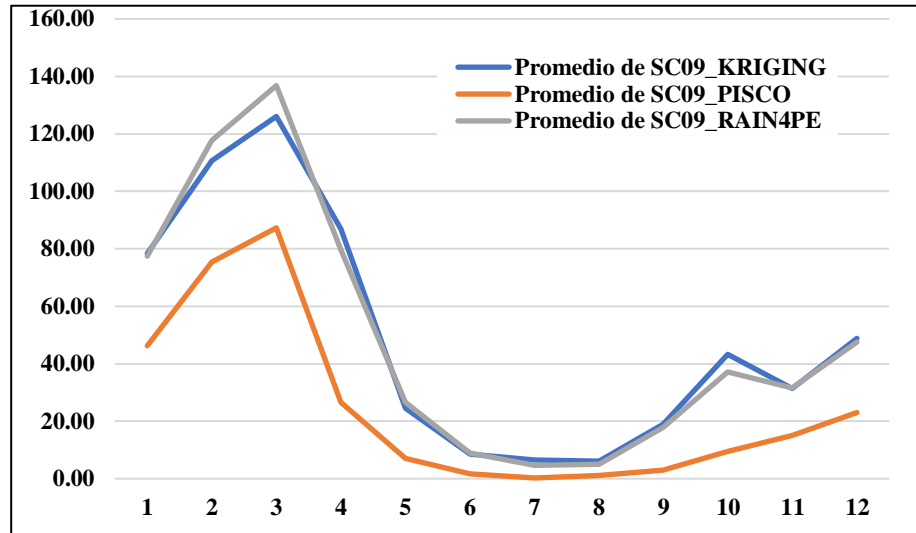
9. SC_09

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	0.74	No satisfactorio
PBIAS =	-49.83	No satisfactorio
NASH =	0.46	No satisfactorio
r =	0.81	Muy buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	0.32	Muy bueno
PBIAS =	0.08	Muy bueno
NASH =	0.90	Muy bueno
r =	0.95	Muy buena



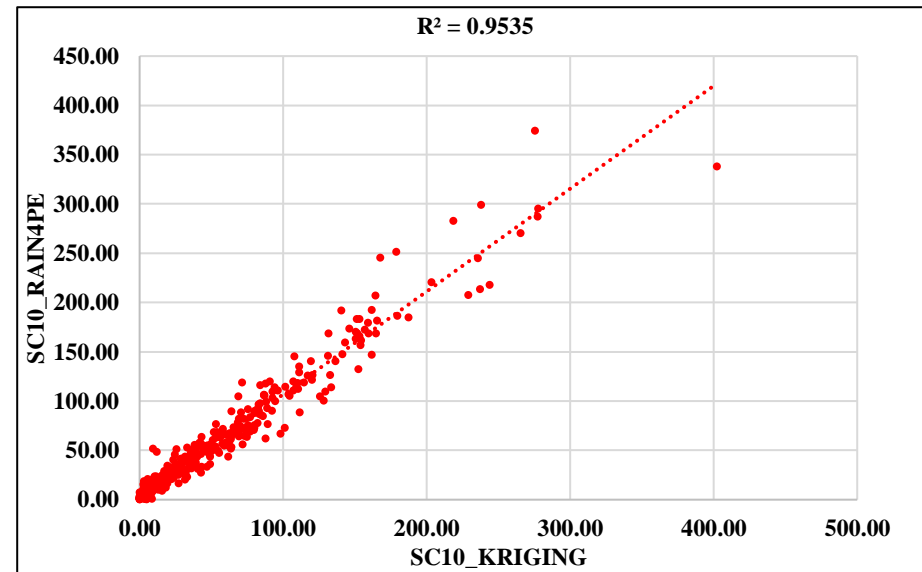
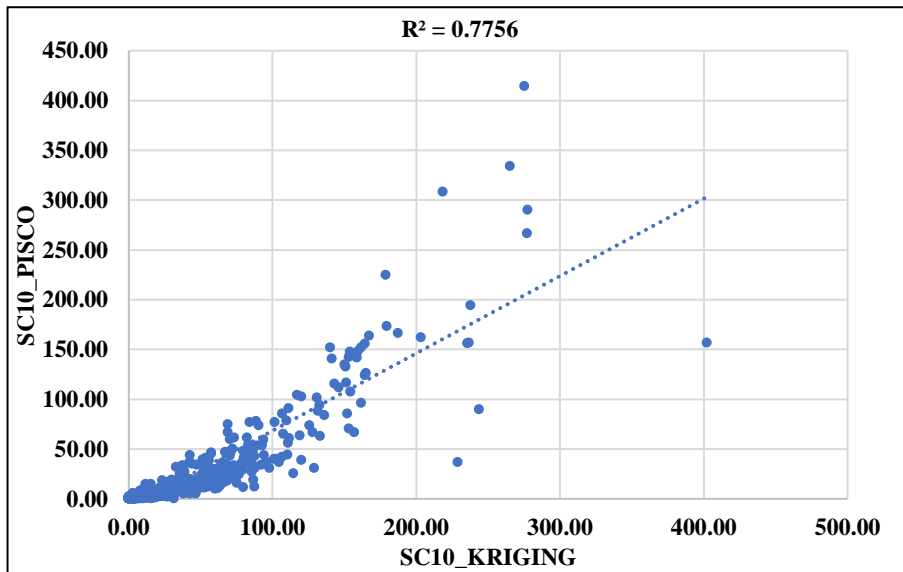
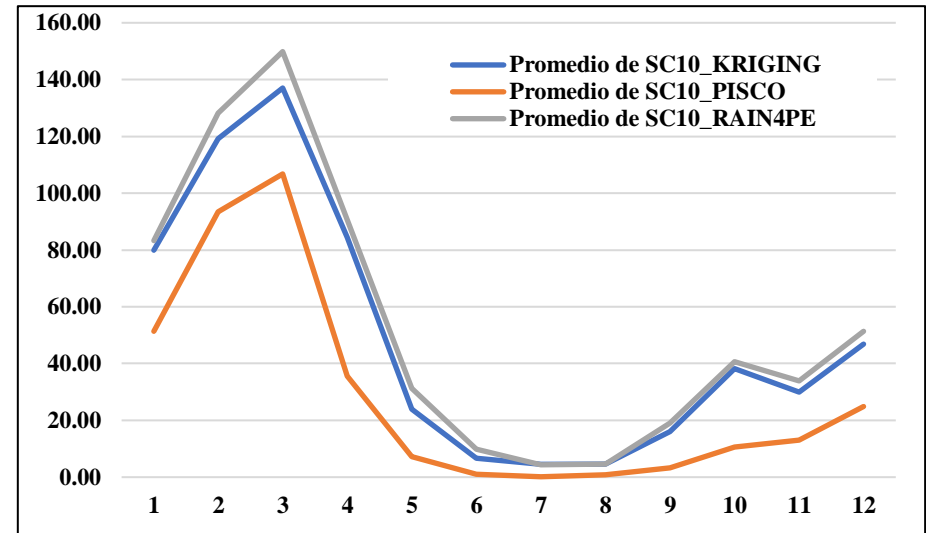
10. SC_10

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	0.59	Bueno
PBIAS =	-41.17	No satisfactorio
NASH =	0.65	Bueno
r =	0.88	Muy buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	0.25	Muy bueno
PBIAS =	9.37	Muy bueno
NASH =	0.94	Muy bueno
r =	0.98	Muy buena



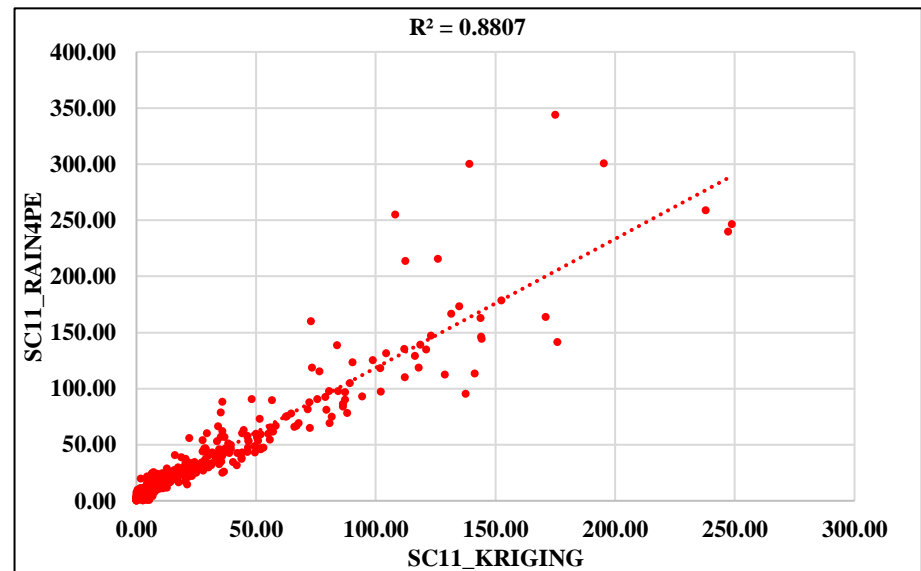
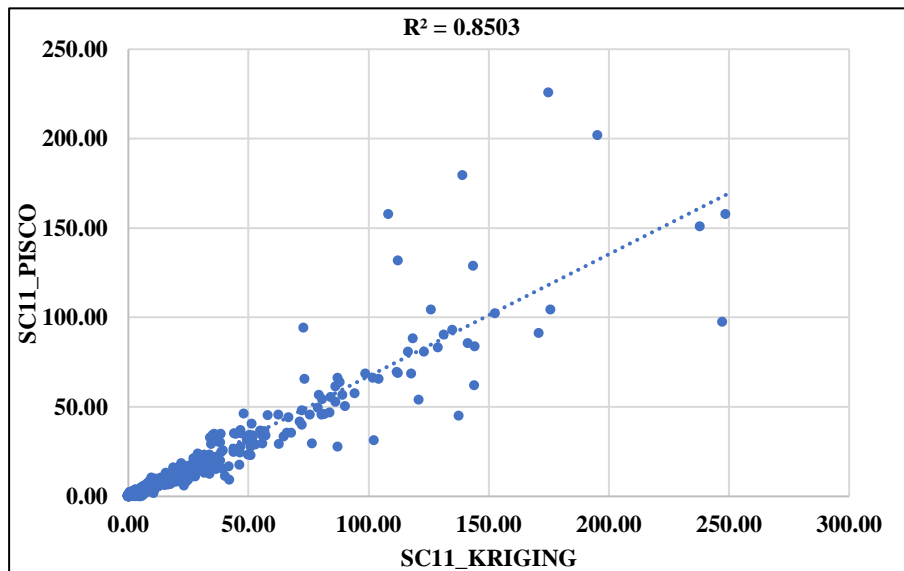
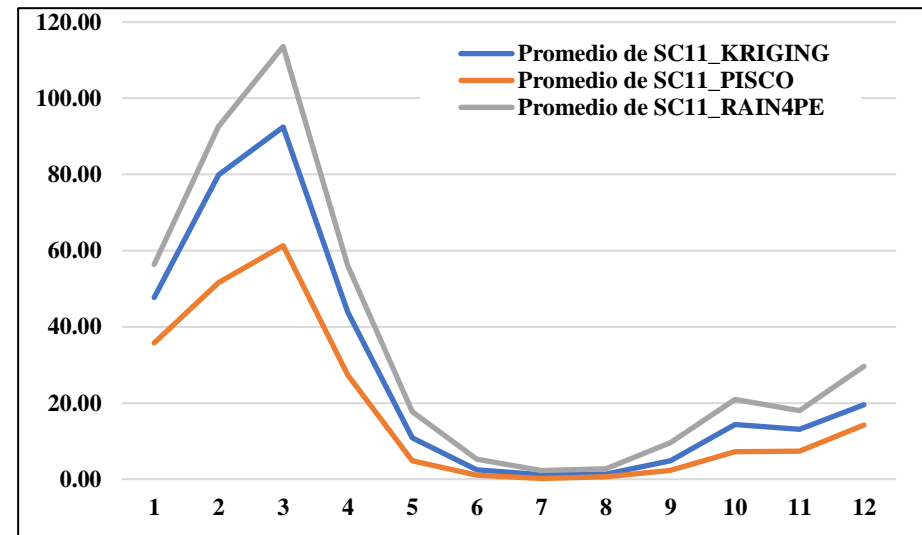
11. SC_11

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	0.49	Muy bueno
PBIAS =	-35.55	No satisfactorio
NASH =	0.76	Muy bueno
r =	0.92	Muy buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	0.49	Muy bueno
PBIAS =	28.14	No satisfactorio
NASH =	0.76	Muy bueno
r =	0.94	Muy buena



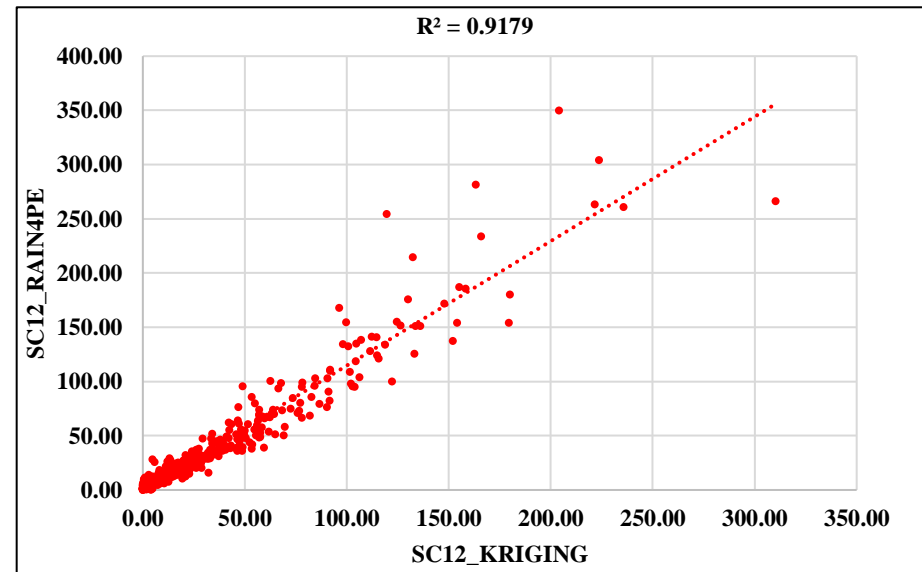
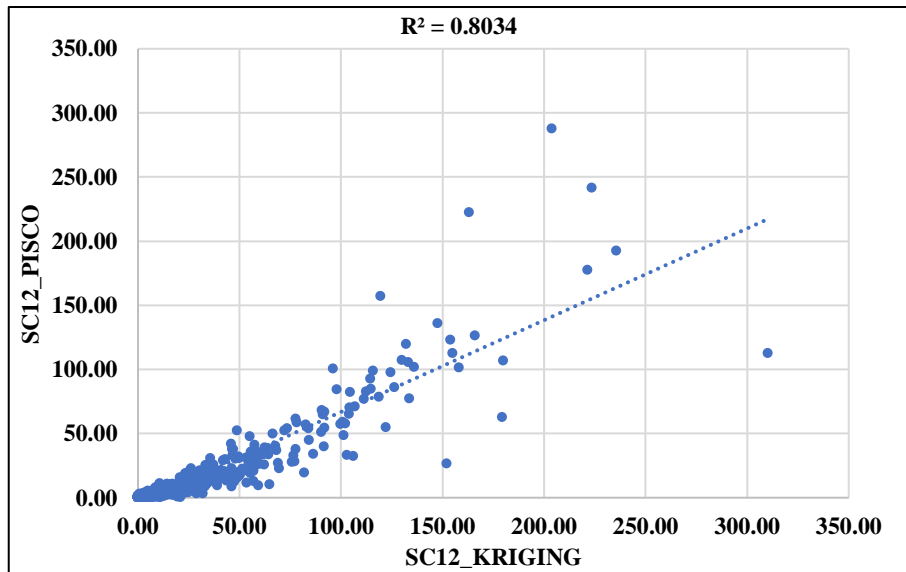
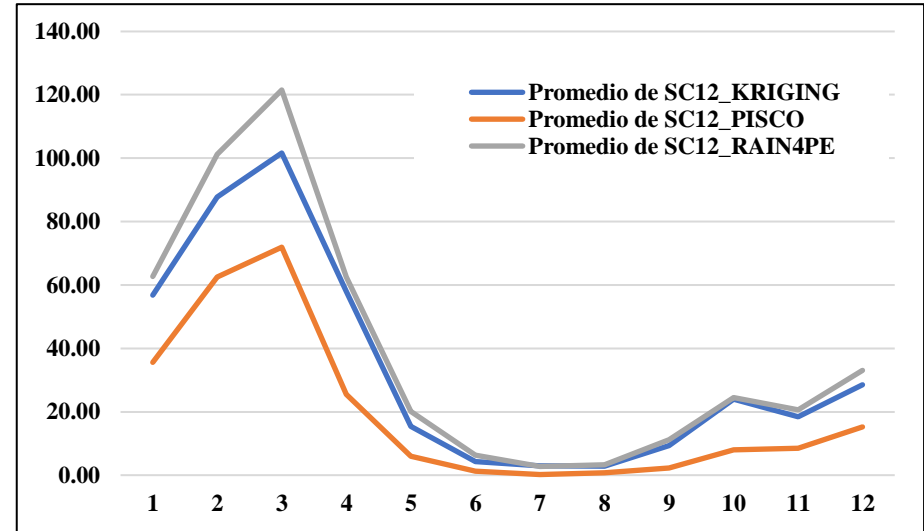
12. SC_12

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR = 0.56 Bueno
 PBIAS = -42.03 No satisfactorio
 NASH = 0.69 Bueno
 r = 0.90 Muy buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR = 0.39 Muy bueno
 PBIAS = 14.64 Bueno
 NASH = 0.85 Muy bueno
 r = 0.96 Muy buena



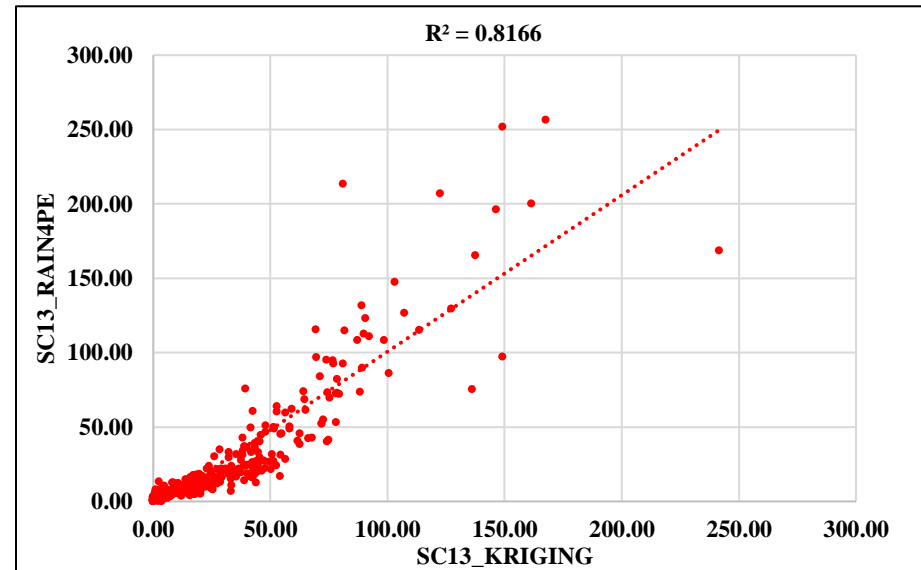
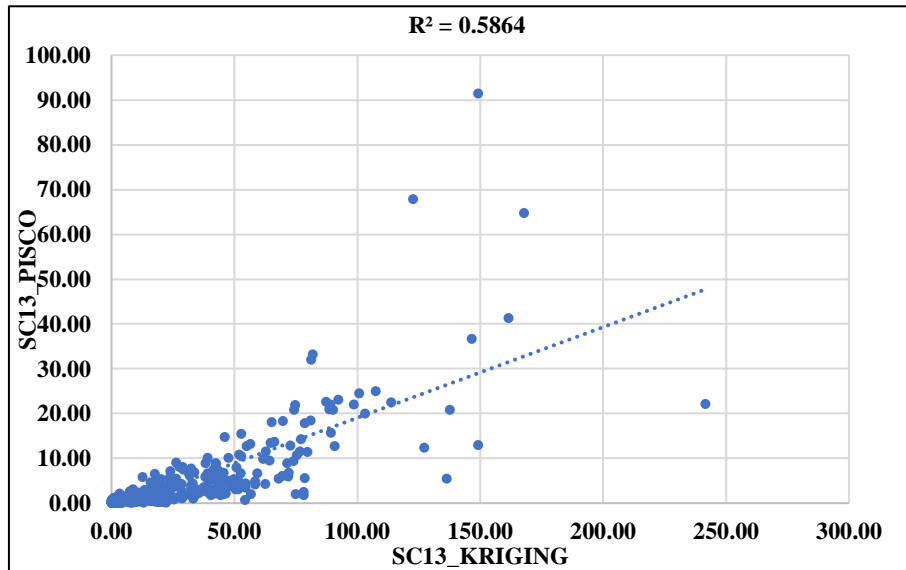
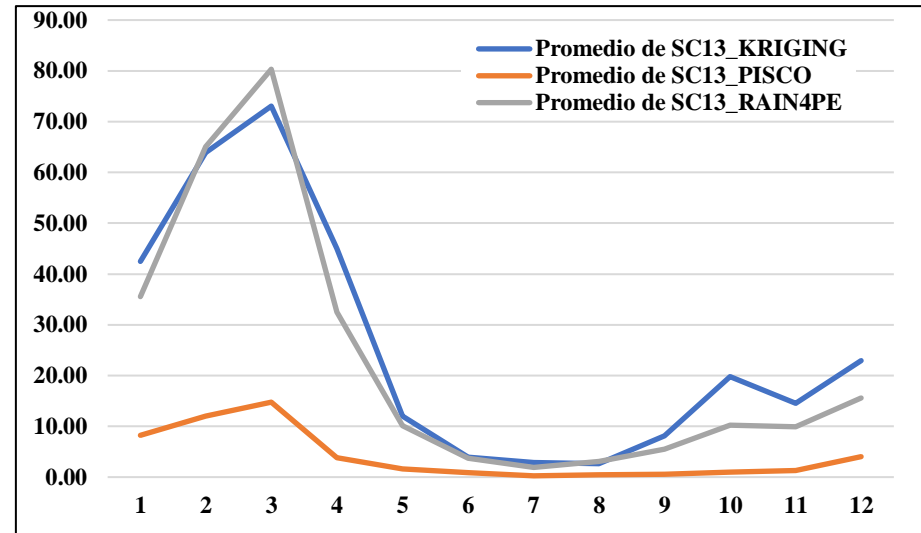
13. SC_13

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	1.07	No satisfactorio
PBIAS =	-84.32	No satisfactorio
NASH =	-0.14	No satisfactorio
r =	0.77	Buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	0.51	Bueno
PBIAS =	-12.19	Bueno
NASH =	0.74	Bueno
r =	0.90	Muy buena



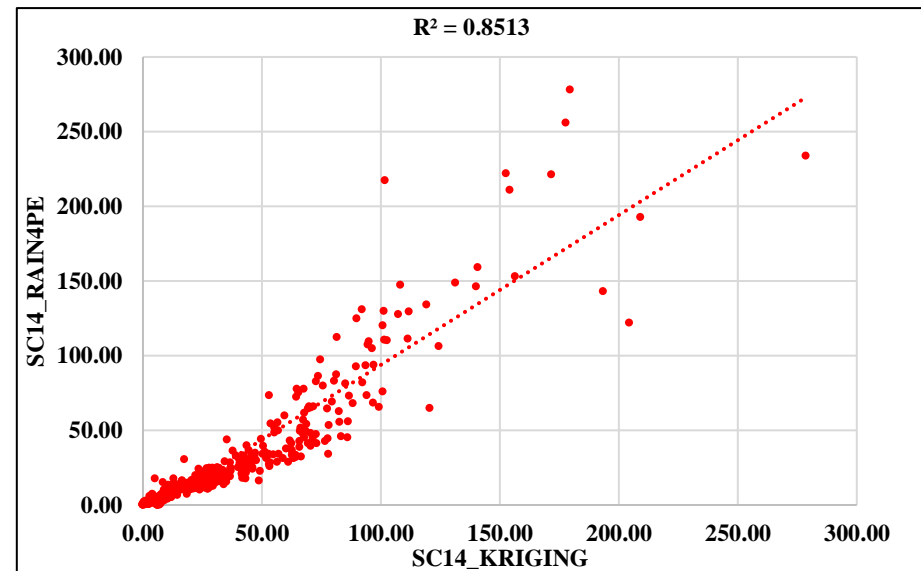
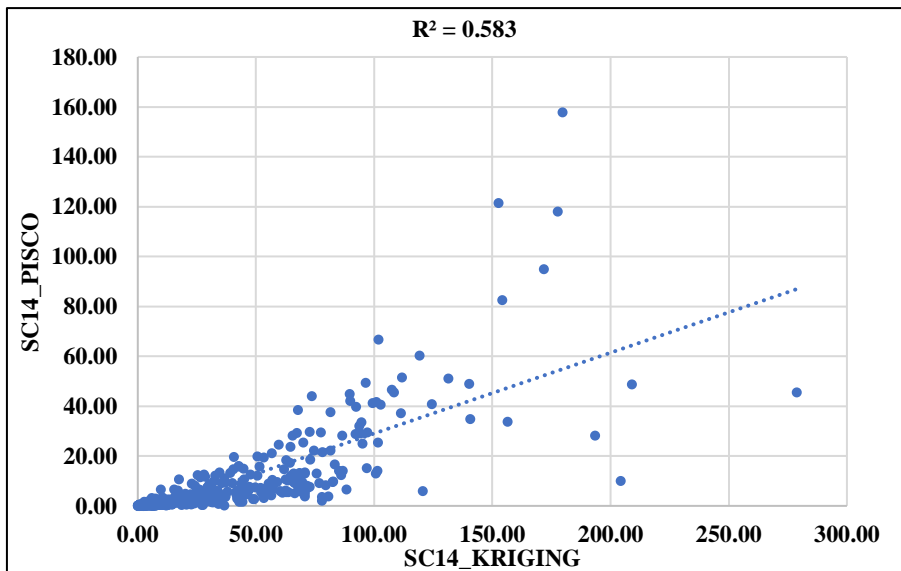
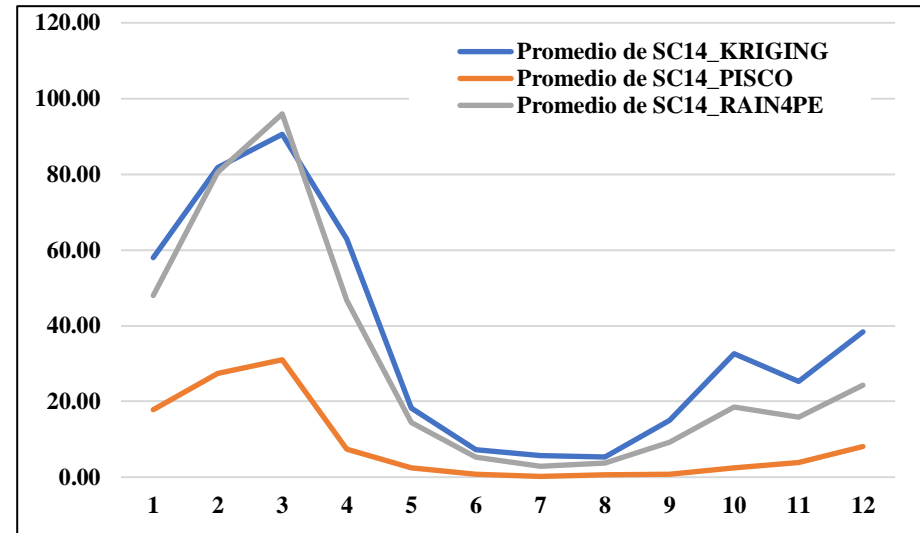
14. SC_14

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	1.03	No satisfactorio
PBIAS =	-76.73	No satisfactorio
NASH =	-0.06	No satisfactorio
r =	0.76	Buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	0.45	Muy bueno
PBIAS =	-17.22	Satisfactorio
NASH =	0.80	Muy bueno
r =	0.92	Muy buena



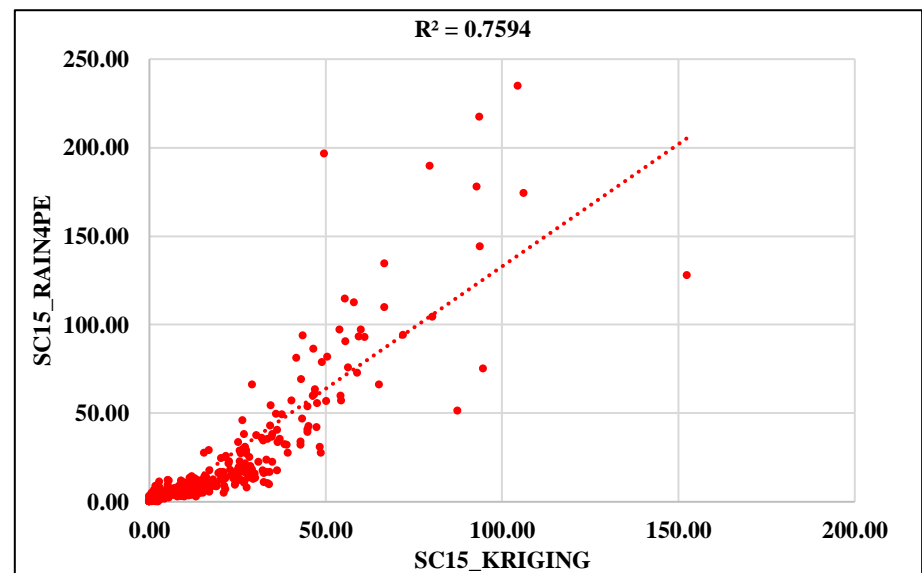
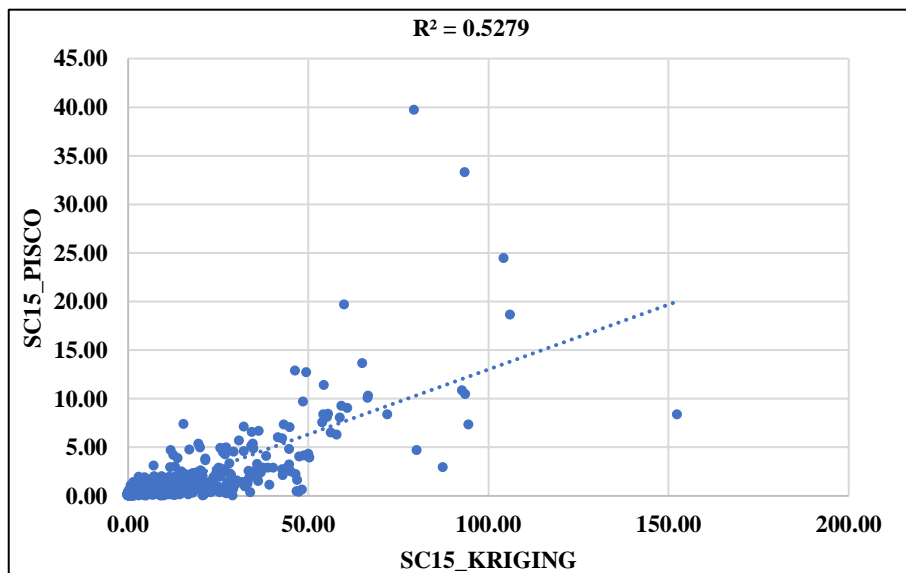
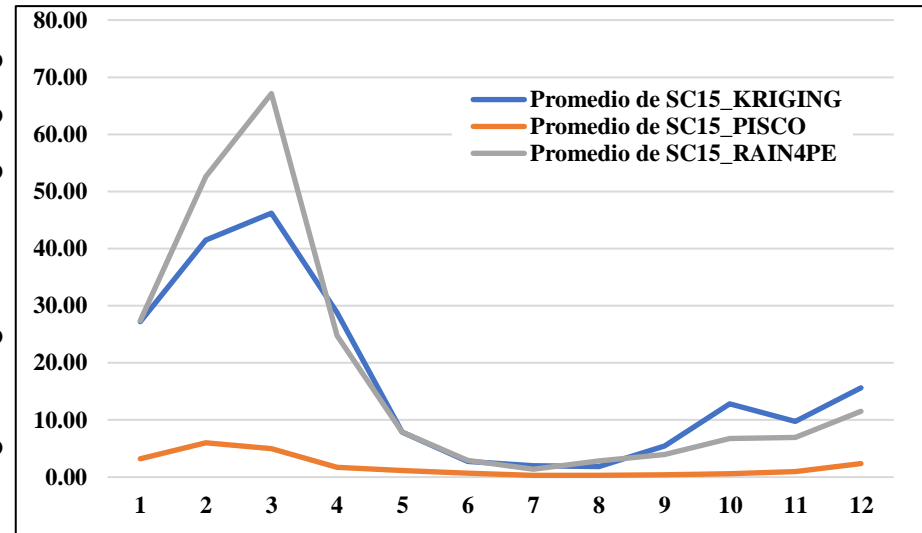
15. SC15

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	1.14	No satisfactorio
PBIAS =	-88.69	No satisfactorio
NASH =	-0.31	No satisfactorio
r =	0.73	Buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	0.87	No satisfactorio
PBIAS =	7.13	Muy bueno
NASH =	0.25	No satisfactorio
r =	0.87	Muy buena



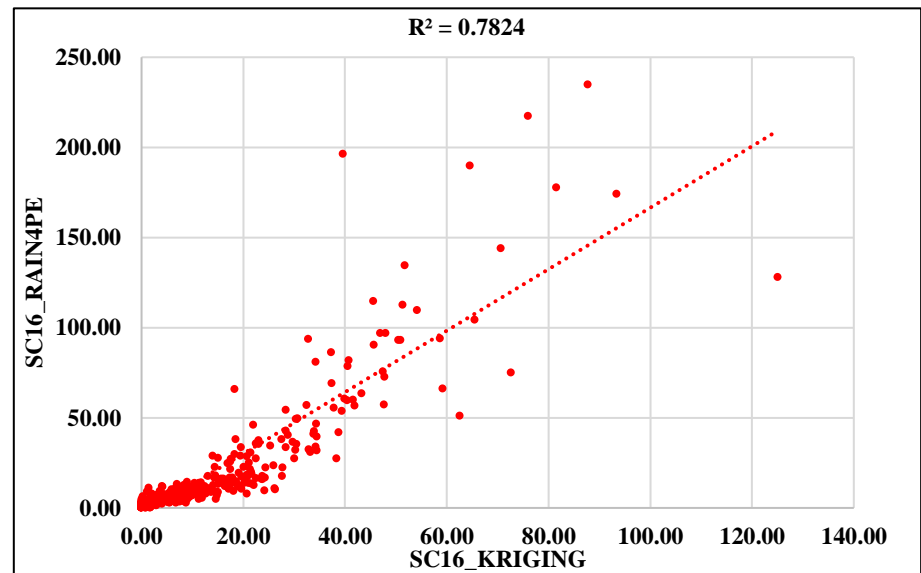
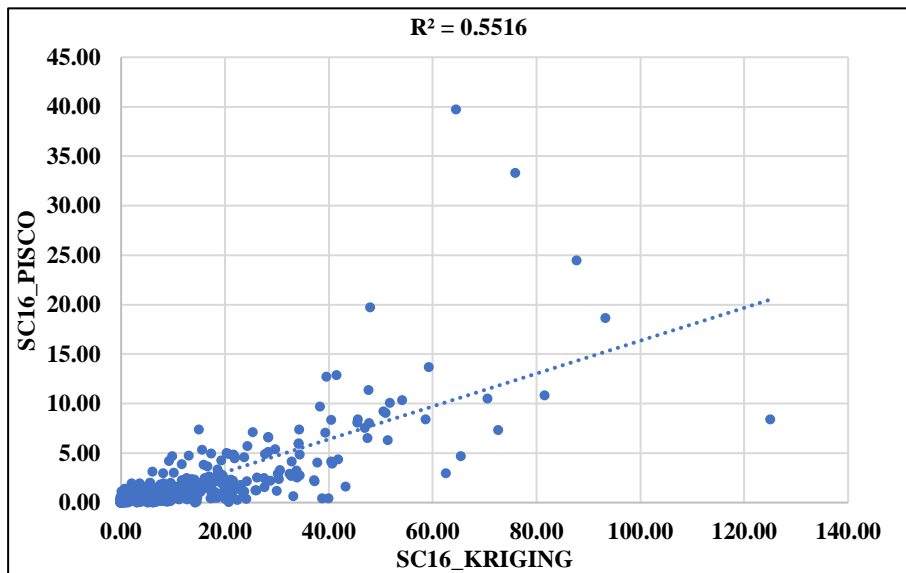
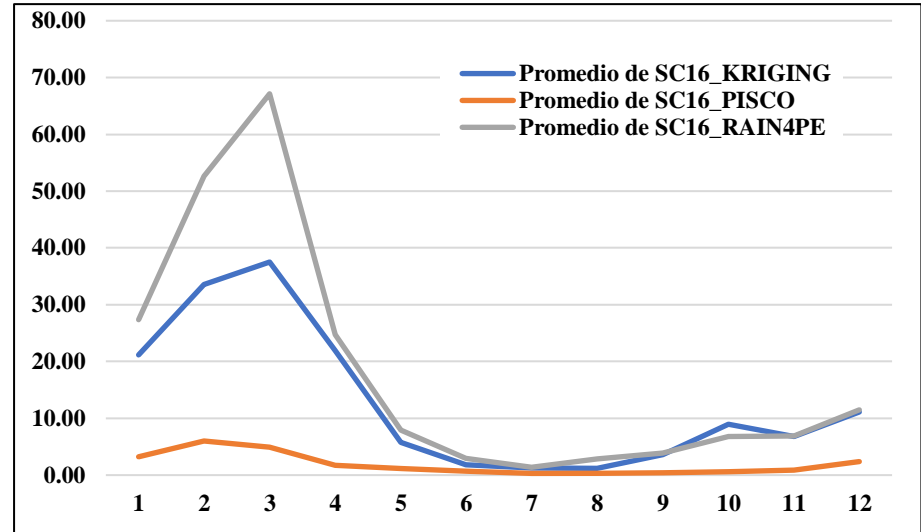
16. SC16

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR = 1.07 No satisfactorio
 PBIAS = -85.27 No satisfactorio
 NASH = -0.15 No satisfactorio
 r = 0.74 Buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR = 1.18 No satisfactorio
 PBIAS = 39.61 No satisfactorio
 NASH = -0.40 No satisfactorio
 r = 0.88 Muy buena



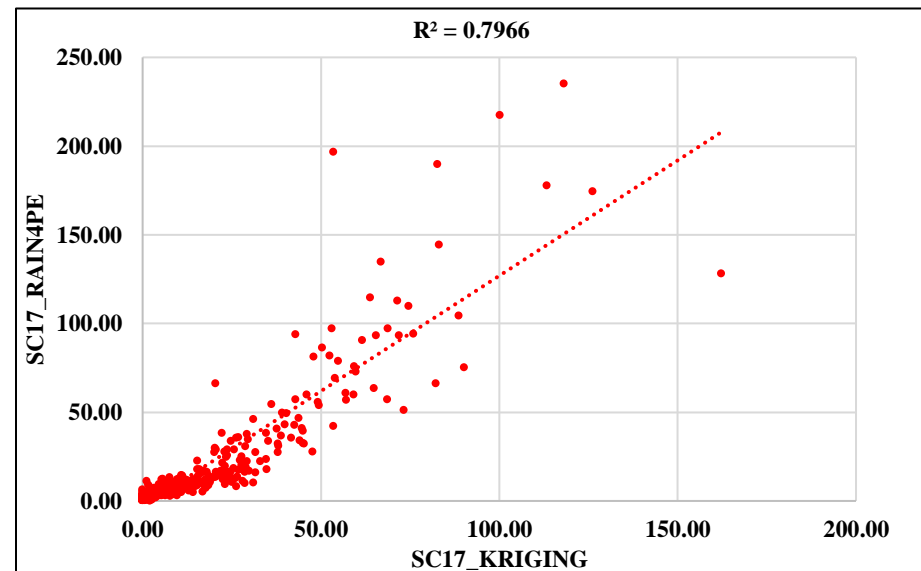
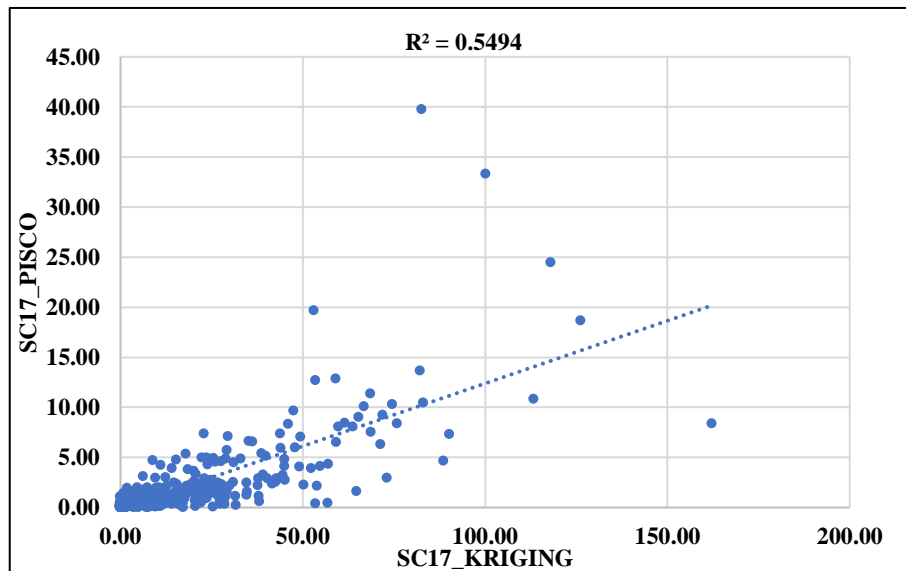
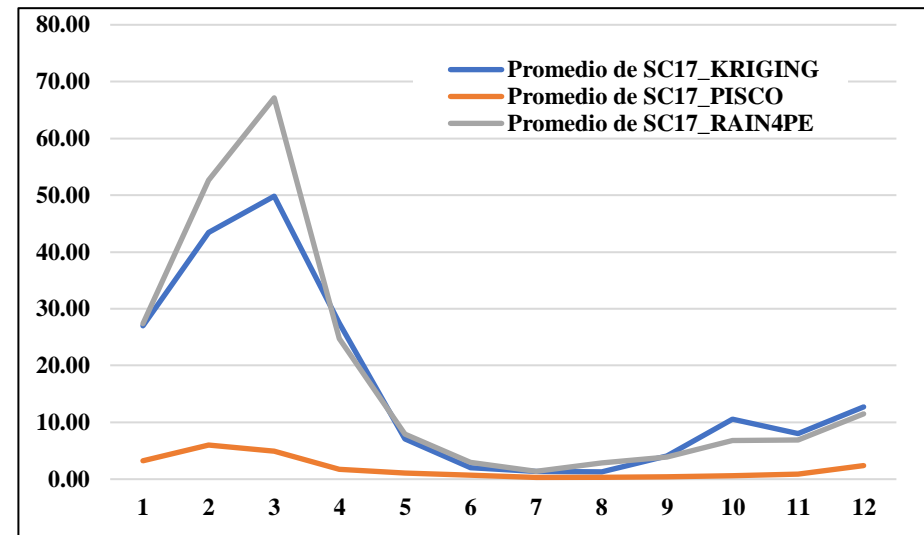
17. SC_17

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR = 1.10 No satisfactorio
 PBIAS = -88.29 No satisfactorio
 NASH = -0.20 No satisfactorio
 r = 0.74 Buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR = 0.73 No satisfactorio
 PBIAS = 10.92 Bueno
 NASH = 0.47 No satisfactorio
 r = 0.89 Muy buena



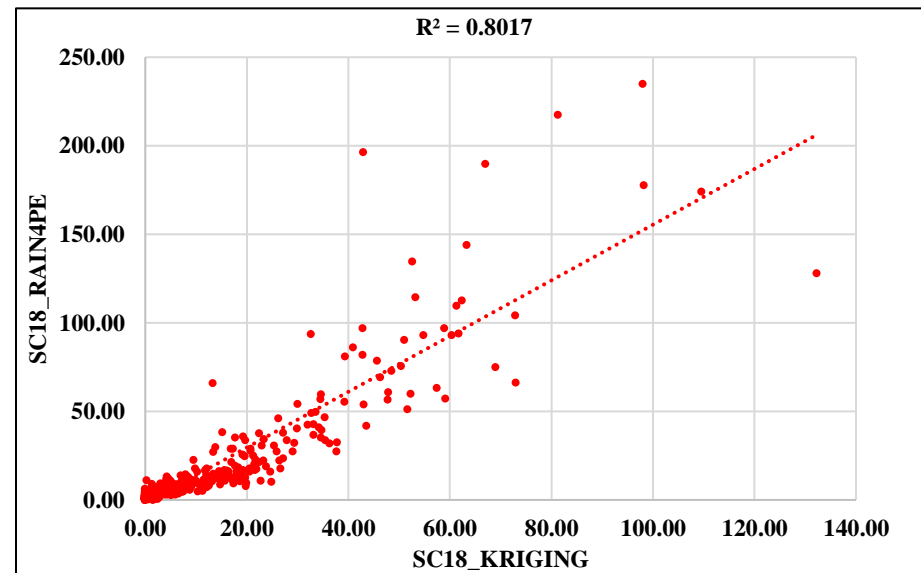
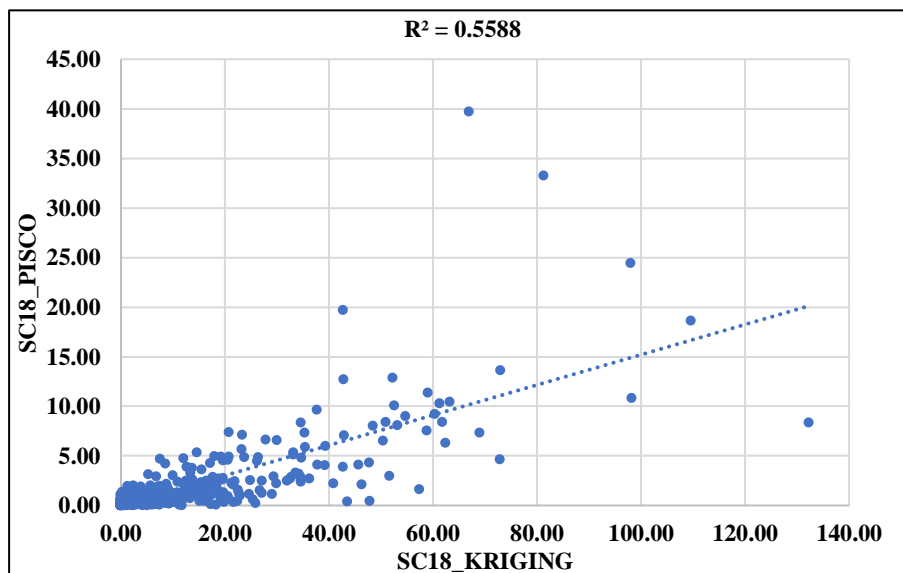
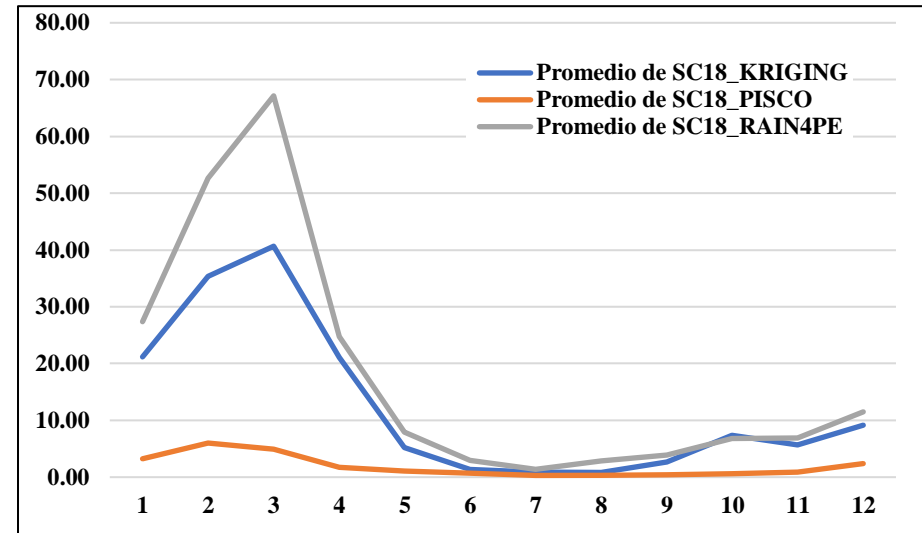
18. SC_18

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	1.04	No satisfactorio
PBIAS =	-84.95	No satisfactorio
NASH =	-0.08	No satisfactorio
r =	0.75	Buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	1.01	No satisfactorio
PBIAS =	42.59	No satisfactorio
NASH =	-0.03	No satisfactorio
r =	0.90	Muy buena



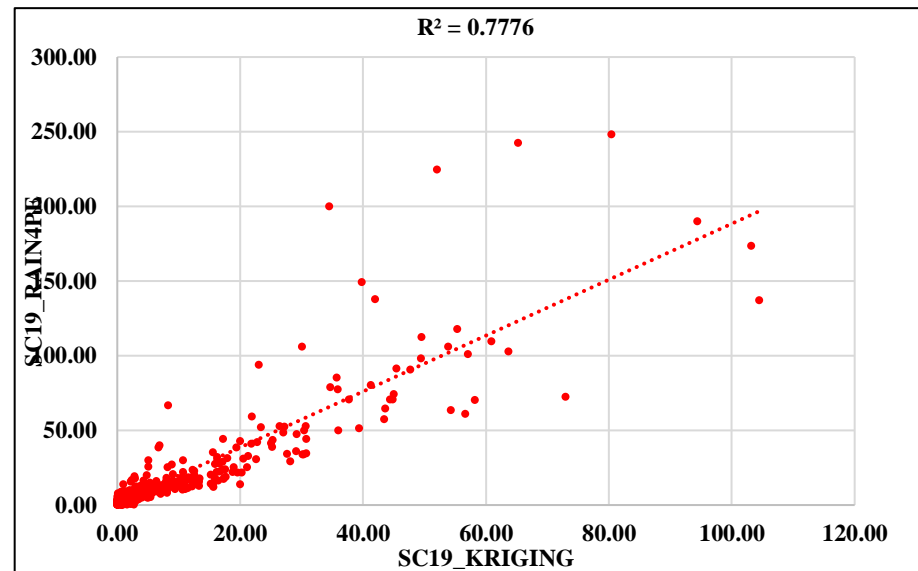
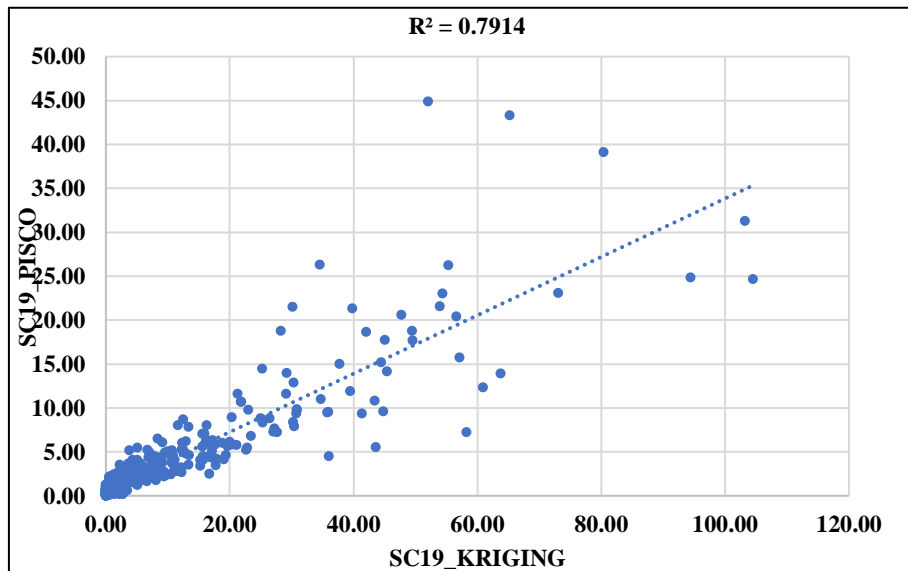
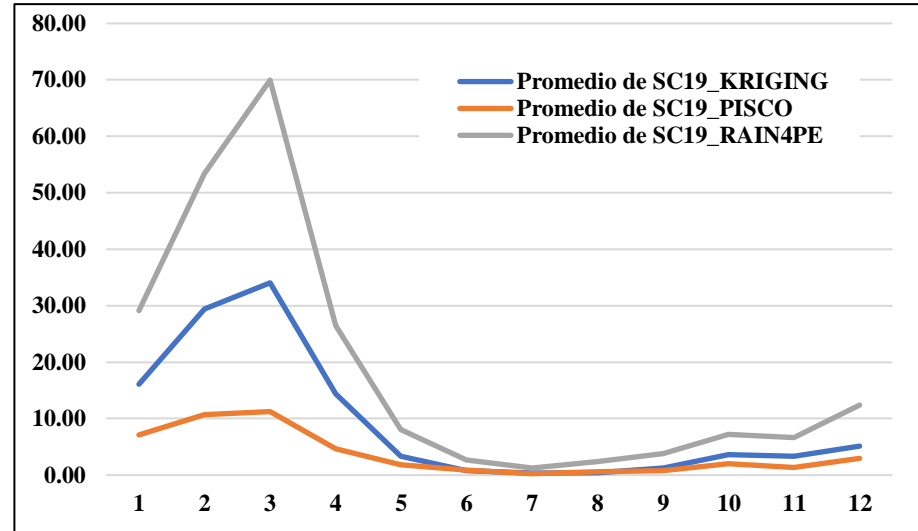
19. SC_19

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR = 0.77 No satisfactorio
 PBIAS = -60.25 No satisfactorio
 NASH = 0.40 No satisfactorio
 r = 0.89 Muy buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR = 1.45 No satisfactorio
 PBIAS = 99.20 No satisfactorio
 NASH = -1.10 No satisfactorio
 r = 0.88 Muy buena



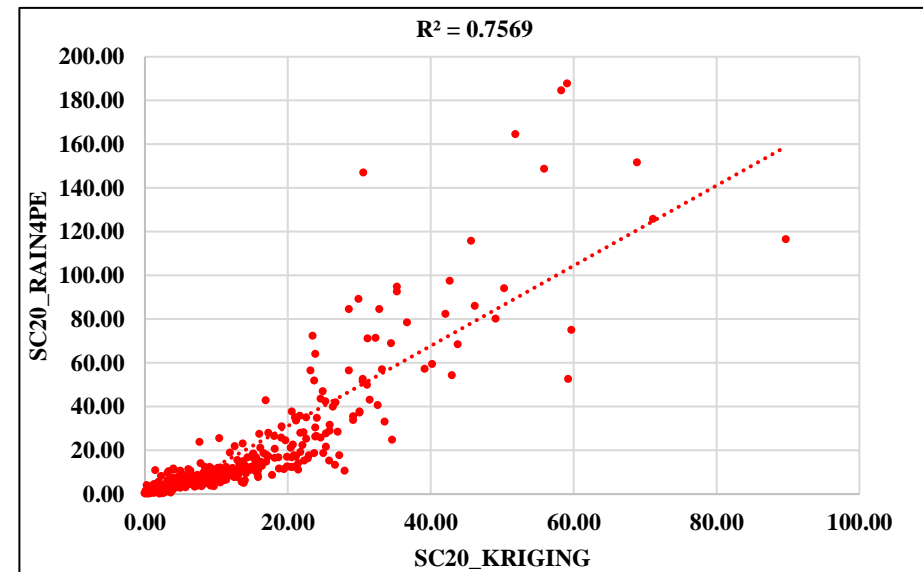
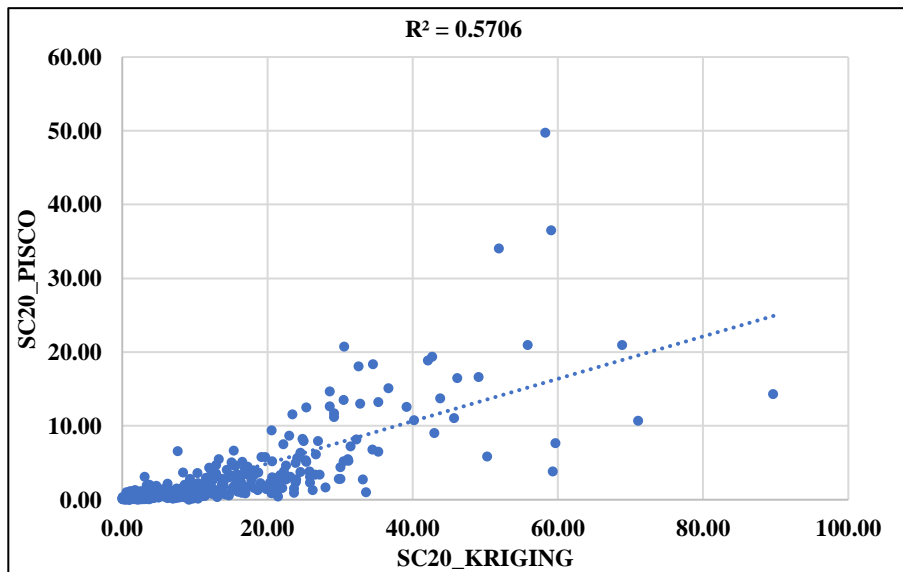
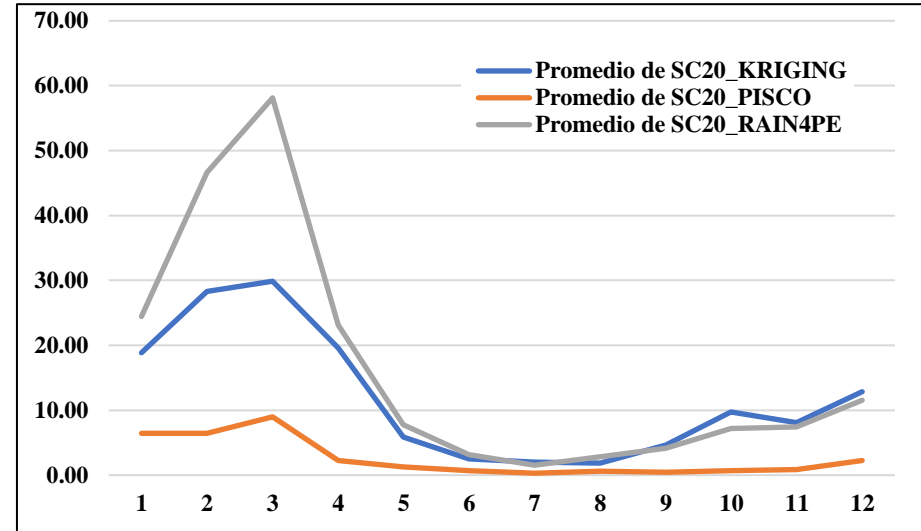
20. SC_20

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR = 1.05 No satisfactorio
 PBIAS = -78.26 No satisfactorio
 NASH = -0.10 No satisfactorio
 r = 0.76 Buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR = 1.38 No satisfactorio
 PBIAS = 37.11 No satisfactorio
 NASH = -0.89 No satisfactorio
 r = 0.87 Muy buena



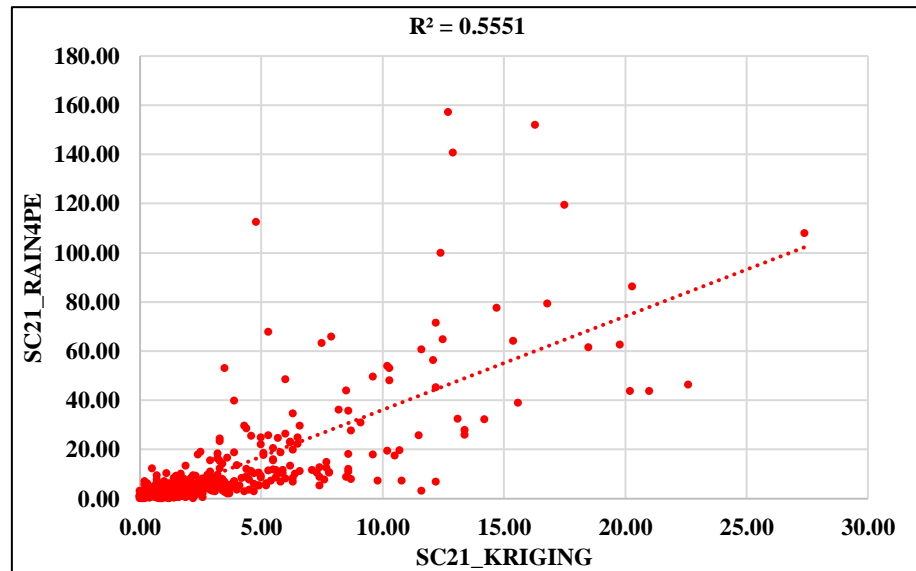
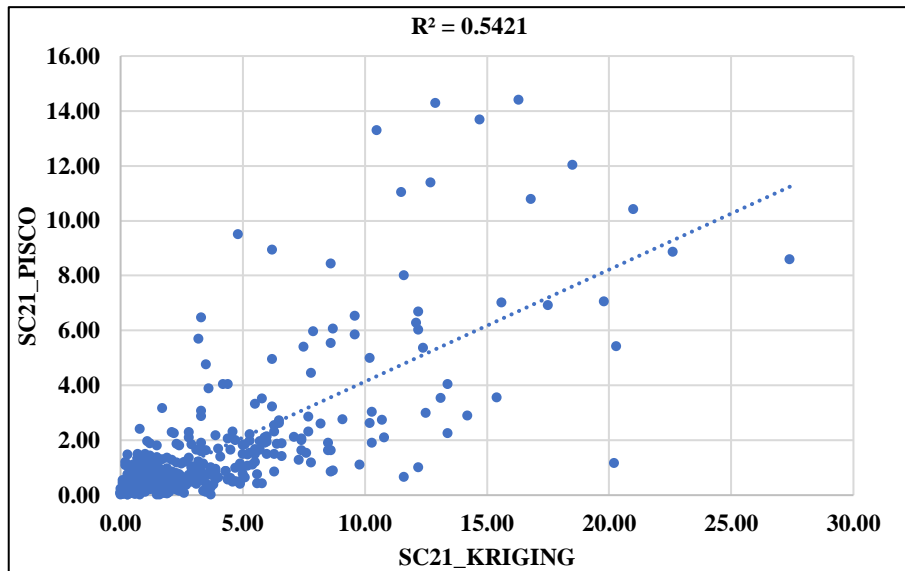
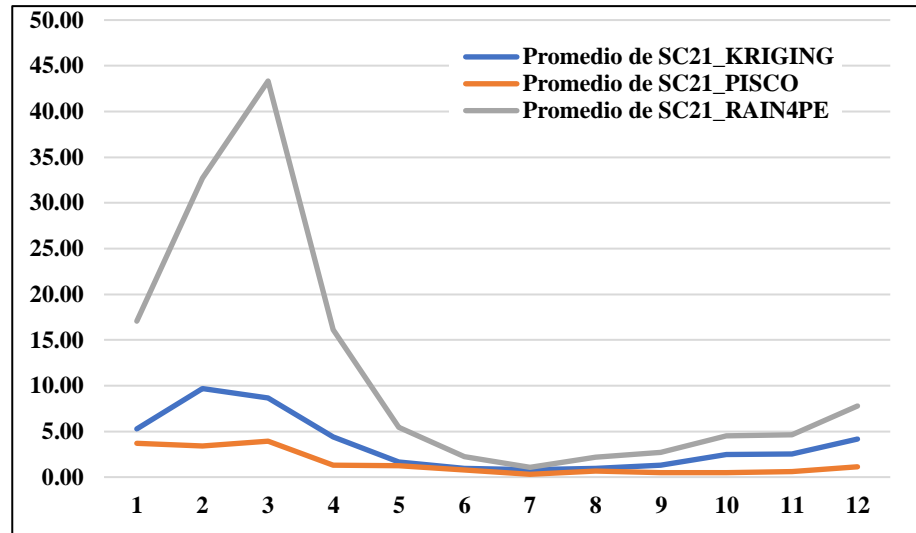
21. SC_21

Estadísticos de eficiencia - PISCO v2p1

RSR =	0.86	No satisfactorio
PBIAS =	-57.68	No satisfactorio
NASH =	0.26	No satisfactorio
r =	0.74	Buena

Estadísticos de eficiencia - RAIN4PE v1.0

RSR =	4.83	No satisfactorio
PBIAS =	227.41	No satisfactorio
NASH =	-22.32	No satisfactorio
r =	0.75	Buena



PANEL FOTOGRAFICO

Figura 62. Ubicación de la Estación Quirihuac – Puente Fierro



Figura 63. Puente Fierro – Río Moche



Figura 64. Río Moche aguas abajo del Puente Fierro



Figura 65. Río Moche aguas arriba del Puente Fierro

