

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

**CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DE CAUDALES MEDIOS
MENSUALES MEDIANTE EL MODELO GR2M, EN LA
CUENCA DEL RÍO SAMA**

TESIS

Presentada por:

Bach. EDUARDO ALONSO DÁVALOS CHOQUE

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

TACNA-PERÚ

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Geotecnia
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

**CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES
MEDIANTE EL MODELO GR2M, EN LA CUENCA DEL RÍO SAMA**

Tesis sustentada y aprobada el día 16 de enero de 2023, estando integrado el
Jurado Calificador por:

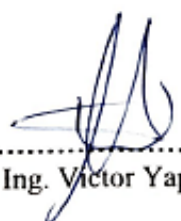
PRESIDENTE


:.....
Mgs. Ing. Mirtha Toledo Rosales


SECRETARIA

:.....
Mgr. Ing. Julia Cleila Laura Quispe

VOCAL


:.....
Mgr. Ing. Víctor Yapachura Platero

ASESOR DE TESIS


:.....
Mcs. Ing. Ana Cruz Baltuano

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Ana Gabriela Cruz Baltuano, en mi condición de asesor acreditado con Resolución de Facultad R.F. N.º 024-2021-FIAG/UNJBG de la tesis titulada: “**CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES MEDIANTE EL MODELO GR2M, EN LA CUENCA DEL RÍO SAMA**”, presentado por el Bachiller Eduardo Alonso Davalos Choque para optar por el título profesional de Ingeniero Civil, habiendo cumplido con lo establecido por el reglamento de originalidad y de similitud de trabajos de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software antiplagio **TURNITIN** cuenta con el nivel de similitud cuyo porcentaje es 9% por lo que **CERTIFICO LA SIMILARIDAD** de la tesis, la cual está de acuerdo al nivel **PERMITIDO**, para continuar los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio institucional.

Se emite el presente certificado con fines de continuar con los tramites respectivos para la obtención del título profesional



Mr. Ing. Ana Gabriela Cruz Baltuano

Asesor de tesis

DEDICATORIA

A mis padres, Fernando Davalos Choque y Elizabeth Choque Chambe, por su inmenso apoyo a lo largo de mi vida estudiantil que hicieron que sea un ciudadano de bien, ponga en práctica cada valor y conocimiento que adquirí en esta noble profesión para bien de mi país.

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a cada docente que me enseñó a lo largo de los 10 semestres que estude en la Escuela de Ingeniería Civil en mi alma mater, la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann

Al Msc. Ing. Ana Cruz Baltuano, asesora de la presente tesis, por su invaluable apoyo técnico y emocional, por su preocupación y desinteresado apoyo constante para la oobtencion de un mejor producto en el desarrollo de la presente investigación

Al Ing. Oscar Llerena Chipana, docente de la especialidad de hidrología y especialista del SENAMHI, por su acertado asesoramiento y preocupación por la gestión hidrica en la región Tacna.

A mis padres Mcs. Lic Fernando Davalos Ibañez y Msc. Lic Elizabeth Choque Chambe, grandes profesionales siempre dispuestos a servir al país por medio de la investigación que inculcaron dichos valores en mi persona.

INDICE GENERAL

HOJA DE JURADOS	i
CERTIFICADO DE SIMILITUD	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE GENERAL.....	v
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCION	1
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1. Problema principal.....	3
1.2.2. Problema secundario.....	3
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.3.1. Justificación teórica	3
1.3.2. Justificación práctica.....	3
1.3.3. Justificación metodológica	4
1.3.4. Justificación social.....	4
1.3.5. Justificación ambiental	4
1.3.6. Justificación económica	4
1.4. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.5. OBJETIVOS.....	4
1.5.1. Objetivo general	4
1.5.2. Objetivos específicos.....	5
1.6. HIPÓTESIS	5
1.6.1. Hipótesis general	5
1.6.2. Hipótesis específica	5
1.7. VARIABLES	5
1.8. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	5

1.9. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN	6
CAPITULO II.....	7
MARCO TEORICO	7
2.1 ANTECEDENTES	7
2.1.1. Antecedentes Internacionales	7
2.1.2. Antecedentes Nacionales	8
2.2 BASES TEÓRICAS	11
2.2.1. Modelos hidrológicos	11
2.2.1.1. Modelamientos hidrológicos determinísticos y estocásticos	12
2.2.1.2. Modelos hidrológicos Teóricos, Conceptuales y Empíricos.....	13
2.2.2. Análisis y tratamiento preliminar de la información.....	14
2.2.2.1. Prueba de homogeneidad de datos	14
2.2.2.2. Análisis de saltos	15
2.2.2.3. Prueba de Tendencia	16
2.2.2.4. Corrección de datos por saltos.....	18
2.2.3. Completación de datos hidrometeorológicos.....	18
2.2.4. Determinación de la precipitación media de la cuenca.....	19
2.2.5. Cálculo de la evapotranspiración por el método de FAO Penman-Monteith.....	21
2.2.6. Generación de caudales con el modelo GR2m.....	22
2.2.7. Calibración y validación de modelos hidrológicos.....	24
2.2.7.1. Indicadores estadísticos de eficiencia	25
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	27
CAPITULO III. MARCO METODOLOGICO.....	28
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	28
3.1.1. Tipo de investigación.....	28
3.1.2. Diseño de investigación.....	28
3.2. POBLACIÓN Y/O MUESTRA DE ESTUDIO	28
3.2.1. Población	28
3.2.1.1. Características geográficas de la cuenca Sama.....	29
3.2.1.2. Características hidrometeorológicas de la cuenca Sama.....	30
3.2.1.3. Parámetros geomorfológicos y físicos de la Cuenca Sama.....	31
3.2.2. Muestra	32

3.2.3. Técnicas	32
3.3. Operacionalización de variables	32
3.4. MATERIALES E INSTRUMENTOS	33
3.4.1. Información geográfica	33
3.4.2. Información meteorológica de precipitación	33
3.4.3. Información meteorológica de temperatura	35
3.4.4. Información hidrométrica	35
3.4.5. Instrumentos	37
3.5. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	38
3.5.1 Flujo de trabajo	38
3.5.2 Sintetización de métodos	38
3.5.3. Análisis de consistencia de la información	39
3.5.3.1. Análisis de doble masa	40
3.5.3.2. Prueba de homogeneidad de datos	42
3.5.3.3. Análisis de Saltos	44
3.5.3.4. Prueba de Tendencia	46
3.5.4. Completación de datos hidrometeorológicos	46
3.5.5. Homogenización de datos	47
3.6. METODOLOGÍA DE DETERMINACIÓN DE EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL	48
3.7. METODOLOGÍA DE DETERMINACIÓN DE PRECIPITACIÓN MEDIA AREAL	48
3.8. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE PARÁMETROS X_1 Y X_2	50
3.9. ANÁLISIS DE LA SERIE TEMPORAL DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES PARA CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DEL MODELO GR2M	51
CAPITULO IV. RESULTADOS	52
4.1. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POR EL MÉTODO DE FAO PENMAN-MONTEITH	52
4.2. DETERMINACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA AREAL DE LA CUENCA 52	
4.3. CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN APLICANDO EL MODELO HIDROLÓGICO GR2M ⁵³	
4.3.1. Calibración y validación de datos de la estación La Tranca en la cuenca del Rio Sama	54
4.3.2. Calibración y validación de datos de la estación Puente Talapalca en la cuenca del río Sama	58

4.4. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS PARÁMETROS X1 Y X2	61
CAPITULO V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	65
5.1. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POR EL MÉTODO DE FAO PENNMAN-MONTEITH	65
5.2. DETERMINACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA AREAL DE LA CUENCA 66	
5.3. DETERMINACIÓN DEL PARÁMETRO MÁS SENSIBLE	67
5.4. CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN APLICANDO EL MODELO HIDROLÓGICO GR2M	67
CONCLUSIONES.....	70
RECOMENDACIONES	72
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	73
ANEXOS.....	80

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ventajas y desventajas de modelos hidrológicos estocásticos y determinísticos	13
Tabla 2 Valores referenciales de coeficiente de Nash	25
Tabla 3 Parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Sama	31
Tabla 4 Métodos y técnicas usados para la generación de caudales medios mediante el modelo GR2m.....	32
Tabla 5 Operacionalización de variables	33
Tabla 6 Estaciones meteorológicas asignadas para el Grupo 1	34
Tabla 7 Estaciones meteorológicas asignadas para el Grupo 2	34
Tabla 8 Estaciones meteorológicas asignadas para el Grupo 3	34
Tabla 9 Indicador de correlación de datos de temperatura observado vs data grillada PISCO	35
Tabla 10 Datos de estación hidrométrica La Tranca	36
Tabla 11 Sinterización de métodos de la presente investigación	39
Tabla 12 Índice de correlación de estaciones respecto a la precipitación anual promedio acumulada del grupo 1	41
Tabla 13 Índice de correlación de estaciones respecto a la precipitación anual promedio acumulada del grupo 2	42
Tabla 14 Resumen de valores de pruebas de homogeneidad para los datos de precipitación y caudales observados	43
Tabla 15 Resumen de valores de pruebas de homogeneidad para los datos de precipitación y caudales divididos en el año de cambio de la data observada	43
Tabla 16 Resumen de valores de pruebas de homogeneidad para los datos de precipitación y caudales completados	44
Tabla 17 Resumen de valores de pruebas de homogeneidad para los datos de precipitación y caudales divididos en el año de cambio de la data completada	44

Tabla 18 Análisis estadístico de saltos de la serie de caudales medios históricos de las estaciones hidrométricas del río Sama.....	45
Tabla 19 Análisis estadístico de saltos de la serie de precipitación mensual histórica de las estaciones del grupo 1 en la cuenca del río Sama.....	45
Tabla 20 Análisis estadístico de saltos de la serie de precipitación mensual histórica de las estaciones del grupo 2 en la cuenca del río Sama.....	45
Tabla 21 Análisis estadístico de saltos de la serie de precipitación mensual histórica de las estaciones del grupo 3 en la cuenca del río Sama.....	46
Tabla 22 Resumen de resultados de prueba de tendencia aplicada a las estaciones en estudio en la cuenca del río Sama.....	46
Tabla 23 Coeficiente de correlación de estaciones del grupo 1 y 2 respecto a su vector regional.....	47
Tabla 24 Resumen de evaluación de registros de precipitación y caudales para la corrección de datos por saltos.....	48
Tabla 25 Precipitación total mensual promedio de las estaciones ubicadas en el ámbito de estudio.....	52
Tabla 26 Distribución de periodo de calibración y validación para las series de datos históricos.....	53
Tabla 27 Resumen de los resultados de la calibración – Estación La Tranca 1980-2005.....	54
Tabla 28 Resultados de los parámetros calculados para la estación La Tranca en la cuenca río Sama – Calibración.....	54
Tabla 29 Resumen de los resultados de la validación – Estación La Tranca 2006-2019.....	56
Tabla 30 Resumen de los resultados de la calibración – Estación Puente Talapalca 1980-2005.....	58
Tabla 31 Resultados de los parámetros calculados para la estación Puente Talapalca en la cuenca río Sama – Calibración.....	58
Tabla 32 Resumen de los resultados de la validación – Estación Puente Talapalca 2006-2019.....	59
Tabla 33 Análisis de sensibilidad de los parámetros X_1 y X_2 en el periodo de calibración.....	62
Tabla 34 Análisis de sensibilidad de los parámetros X_1 y X_2 en el periodo de validación.....	63
Tabla 35 Resumen de resultados de eficiencia de modelo GR2m en los periodos de calibración y validación de puntos de aforo en la cuenca del río Sama.....	67
Tabla 36 Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Candarave, original.....	84
Tabla 37 Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Cairani, original.....	85
Tabla 38 Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Sitajara, original.....	86
Tabla 39 Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Susapaya, original.....	87
Tabla 40 Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Talabaya, original.....	88
Tabla 41 Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Tarata, original.....	89
Tabla 42 Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Toquela, original.....	90
Tabla 43 Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Challapalca, original.....	91
Tabla 44 Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Chuapalca, original.....	92

Tabla 45	Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Sama Grande, original	93
Tabla 46	Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Paucarani, original	94
Tabla 47	Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Vilacota, original.....	95
Tabla 48	Caudales Medios Mensuales (m ³ /seg) - Estación La Tranca Original.....	96
Tabla 49	Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Candarave, completado.....	111
Tabla 50	Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Cairani, completado.....	112
Tabla 51	Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Sitajara, completado.....	113
Tabla 52	Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Susapaya, completado.....	114
Tabla 53	Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Talabaya, completado.....	115
Tabla 54	Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Tarata, completado.....	116
Tabla 55	Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Toquela, completado.....	117
Tabla 56	Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Challapalca, completado	118
Tabla 57	Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Chuapalca, completado	119
Tabla 58	Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Sama Grande, completado ...	120
Tabla 59	Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Paucarani, completado	121
Tabla 60	Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Vilacota, completado	122
Tabla 61	Temperatura máxima media mensual (°C) - Estación Cairani.....	124
Tabla 62	Temperatura máxima media mensual (°C) - Estación Candarave.....	125
Tabla 63	Temperatura máxima media mensual (°C) – Estación Sitajara	126
Tabla 64	Temperatura máxima media mensual (°C) - Estación Talabaya (Pisco)	127
Tabla 65	Temperatura máxima media mensual (°C) - Estación Susapaya	128
Tabla 66	Temperatura máxima media mensual (°C) – Estación Toquela.....	129
Tabla 67	Temperatura máxima media mensual (°C) – Estación Tarata.....	130
Tabla 68	Temperatura máxima media mensual (°C) - Estación Sama Grande	131
Tabla 69	Temperatura máxima media mensual (°C) - Estación Paucarani	132
Tabla 70	Temperatura máxima media mensual (°C) - Estación Challapalca	133
Tabla 71	Temperatura máxima media mensual (°C) - Estación Vilacota	134
Tabla 72	Temperatura mínima media mensual (°C) - Estación Cairani	135
Tabla 73	Temperatura mínima media mensual (°C) – Estación Candarave.....	136
Tabla 74	Temperatura mínima media mensual (°C) - Estación Sitajara.....	137
Tabla 75	Temperatura mínima media mensual (°C) - Estación Talabaya.....	138
Tabla 76	Temperatura mínima media mensual (°C) - Estación Susapaya	139
Tabla 77	Temperatura mínima media mensual (°C) - Estación Toquela.....	140
Tabla 78	Temperatura mínima media mensual (°C) - Estación Tarata.....	141
Tabla 79	Temperatura mínima media mensual (°C) - Estación Sama Grande	142
Tabla 80	Temperatura mínima media mensual (°C) - Estación Paucarani	143
Tabla 81	Temperatura mínima media mensual (°C) - Estación Challapalca	144
Tabla 82	Temperatura mínima media mensual (°C) - Estación Vilacota.....	145
Tabla 83	Evapotranspiración media mensual por FAO Penman Monteith – Estación Cairani.....	147
Tabla 84	Evapotranspiración media mensual por FAO Penman Monteith – Estación Candarave.....	148
Tabla 85	Evapotranspiración media mensual por FAO Penman Monteith – Estación Challapalca.....	149

Tabla 86 Evapotranspiración media mensual por FAO Penman Monteith – Estación Paucarani	150
Tabla 87 Evapotranspiración media mensual por FAO Penman Monteith – Estación Sama Grande.....	151
Tabla 88 Evapotranspiración media mensual por FAO Penman Monteith – Estación Sitajara	152
Tabla 89 Evapotranspiración media mensual por FAO Penman Monteith – Estación Susapaya.....	153
Tabla 90 Evapotranspiración media mensual por FAO Penman Monteith – Estación Talabaya	154
Tabla 91 Evapotranspiración media mensual por FAO Penman Monteith – Estación Tarata.....	155
Tabla 92 Evapotranspiración media mensual por FAO Penman Monteith – Estación Toquela	156
Tabla 93 Evapotranspiración media mensual por FAO Penman Monteith – Estación Vilacota	157
Tabla 94 Prueba de homogeneidad de los registros históricos de precipitación y descargas observadas para el grupo 1 – 1era prueba a data base	159
Tabla 95 Prueba de homogeneidad de los registros históricos de precipitación y descargas observadas para el grupo 2 – 1era prueba a data base	159
Tabla 96 Prueba de homogeneidad de los registros históricos de precipitación y descargas observadas para el grupo 3 – 1era prueba a data base.....	160
Tabla 97 Prueba de homogeneidad de los registros históricos de precipitación y descargas observadas para las estaciones hidrométricas.....	160
Tabla 98 Prueba de homogeneidad de los registros históricos de precipitación y descargas observadas para el grupo 1– prueba a data completada.....	161
Tabla 99 Prueba de homogeneidad de los registros históricos de precipitación y descargas observadas para el grupo 2 & 3– prueba a data completada.....	161
Tabla 100 Análisis de saltos de los registros históricos de precipitación y descargas observadas – 1era prueba.....	162
Tabla 101 Análisis de saltos de los registros históricos de precipitación y descargas observadas – datos corregidos (según corresponda)	162
Tabla 102 Análisis de tendencia de los registros históricos de precipitación y descargas observadas – 1era prueba.....	163
Tabla 103 Análisis de tendencia de los registros históricos de precipitación y descargas observadas – datos corregidos (según corresponda)	163
Tabla 104 Precipitación promedio de la cuenca delimitada para el punto de aforo en la estación La Tranca, en el río Sama.....	165
Tabla 105 Precipitación promedio de la cuenca delimitada para el punto de aforo en la estación Puente Talapalca, en el río Sama.....	166
Tabla 106 Evapotranspiración promedio de la cuenca delimitada para el punto de aforo en la estación La Tranca, en el río Sama.....	167
Tabla 107 Evapotranspiración promedio de la cuenca delimitada para el punto de aforo en la estación Puente Talapalca, en el río Sama.....	168
Tabla 108 Caudales Simulados por el modelo GR2M en el punto de aforo de la estación La Tranca, en la Cuenca del río Sama (mm).....	170

Tabla 109 Caudales Simulados por el modelo GR2M en el punto de aforo de la estación La Tranca, en la Cuenca del río Sama (m³/s)..... 171

Tabla 110 Caudales Simulados por el modelo GR2M en el punto de aforo de la estación Puente Talapalca, en la Cuenca del río Sama (mm)..... 172

Tabla 111 Caudales Simulados por el modelo GR2M en el punto de aforo de la estación Puente Talapalca, en la Cuenca del río Sama (m³/s)..... 173

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Plano topográfico de cuencas en la zona de estudio referenciados a su estación hidrométrica.....	10
Figura 2 Resultados de la evaluación de caudales simulados y observados según los indicadores de eficiencia de (a) KGE y (b) valores NSEsqr.....	11
Figura 3 Clasificación de modelos matemáticos en la hidrología.....	12
Figura 4 Esquema conceptual y ecuaciones del modelo GR2M.....	22
Figura 5 Ubicación geográfica de la cuenca Sama	29
Figura 6 Ubicación de la subcuenca delimitada por la estación La Tranca.....	36
Figura 7 Ubicación de la subcuenca delimitada por la estación Puente Talapalca.....	37
Figura 8 Diagrama de flujos metodológico para la investigación	38
Figura 9 Diagrama de doble masa de estaciones del Grupo 1 referenciado con la precipitación promedio acumulada.....	41
Figura 10 Diagrama de doble masa de estaciones del Grupo 2 referenciado con la precipitación promedio acumulada.....	42
Figura 11 Distribución de polígono de Thiessen para la cuenca delimitada en la estación La Tranca.....	49
Figura 12 Distribución de polígono de Thiessen para la cuenca delimitada en la estación Puente Talapalca	50
Figura 13 Diagrama de caudal total mensual promedio de las estaciones hidrométricas en estudio.....	51
Figura 14 Gráfico de precipitación total mensual promedio de las estaciones en estudio	53
Figura 15 Correlación entre los caudales observados y los caudales generados por el modelo, estación La Tranca - Calibración.....	55
Figura 16 Correlación entre los caudales observados y los caudales generados por el modelo, estación La Tranca - Validación	56
Figura 17 Caudales simulados comparados con los caudales observados cuenca del río Sama, Estación La Tranca – Periodo de Calibración.....	57
Figura 18 Caudales simulados comparados con los caudales observados cuenca del río Sama, Estación La Tranca – Periodo de Validación.....	57
Figura 19 Correlación entre los caudales observados y los caudales generados por el modelo, Estación Puente Talapalca – Periodo de calibración.....	59
Figura 20 Correlación entre los caudales observados y los caudales generados por el modelo, Estación Puente Talapalca – Periodo de validación	60
Figura 21 Comparación de caudales simulados & los caudales observados en la subcuenca del río Sama, Estación Puente Talapalca – Periodo de Calibración	60
Figura 22 Comparación de caudales simulados & los caudales observados en la subcuenca del río Sama, Estación Puente Talapalca – Periodo de Validación.....	61
Figura 23 Gráfico de análisis de sensibilidad en el parámetro X_1 en el periodo de calibración	62
Figura 24 Gráfico de análisis de sensibilidad en el parámetro X_2 en el periodo de calibración	63
Figura 25 Gráfico de análisis de sensibilidad en el parámetro X_1 en el periodo de validación.....	64

Figura 26 Gráfico de análisis de sensibilidad en el parámetro X2 en el periodo de validación.....	64
Figura 27 Gráfico comparativo de evapotranspiración de investigación vs evapotranspiración generado por el ALA-Locumba Sama.....	65
Figura 28 Relación entre precipitación promedio anual y altura geográfica de estaciones en estudio.....	66
Figura 29 Mapa de cuencas aforadas para la generación de caudales medios mensuales con el Producto	68
Figura 30 Histograma de Precipitación Media Mensual – Estación Cairani	97
Figura 31 Histograma de Precipitación Anual – Estación Cairani	97
Figura 32 Histograma de Precipitación Media Mensual – Estación Candarave	98
Figura 33 Histograma de Precipitación Anual – Estación Candarave	98
Figura 34 Histograma de Precipitación Media Mensual – Estación Sitajara	99
Figura 35 Histograma de Precipitación Anual – Estación Sitajara	99
Figura 36 Histograma de Precipitación Media Mensual – Estación Susapaya	100
Figura 37 Histograma de Precipitación Anual – Estación Susapaya.....	100
Figura 38 Histograma de Precipitación Media Mensual – Estación Talabaya	101
Figura 39 Histograma de Precipitación Anual – Estación Talabaya	101
Figura 40 Histograma de Precipitación Media Mensual – Estación Tarata	102
Figura 41 Histograma de Precipitación Anual – Estación Tarata	102
Figura 42 Histograma de Precipitación Media Mensual – Estación Toquela	103
Figura 43 Histograma de Precipitación Anual – Estación Toquela	103
Figura 44 Histograma de Precipitación Media Mensual – Estación Challapalca	104
Figura 45 Histograma de Precipitación Anual – Estación Challapalca.....	104
Figura 46 Histograma de Precipitación Media Mensual – Estación Chuapalca.....	105
Figura 47 Histograma de Precipitación Anual – Estación Chuapalca.....	105
Figura 48 Histograma de Precipitación Media Mensual – Estación Sama Grande	106
Figura 49 Histograma de Precipitación Anual – Estación Sama Grande.....	106
Figura 50 Histograma de Precipitación Media Mensual – Estación Paucarani.....	107
Figura 51 Histograma de Precipitación Anual – Estación Paucarani.....	107
Figura 52 Histograma de Precipitación Media Mensual – Estación Vilacota.....	108
Figura 53 Histograma de Precipitación Anual – Estación Vilacota	108
Figura 54 Caudales Medios Anuales (m ³ /seg), Estación "La Tranca"	109
Figura 55 Serie de caudales medios mensuales históricos de la estación "La Tranca"	109

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la cuenca del río Sama, localizada en la Región Tacna. El objetivo de la investigación fue generar y calibrar caudales medios mensuales utilizando el modelo hidrológico GR2m con la finalidad de producir información para la gestión del recurso hídrico en la región. Dicho modelo fue desarrollado a partir de la información meteorológica de las estaciones Cairani, Candarave, Sitajara, Susapaya, Talabaya, Tarata, Toquela, Sama Grande, Chuapalca, Challapalca, Paucarani, Vilacota e información hidrométrica de las estaciones La Tranca y Puente Talapalca. El registro de todas las series temporales utilizadas comprende el periodo entre los años 1980 y 2019.

Para la información de precipitación se utilizó la serie histórica observada y para la información de temperatura se utilizó la data grillada PISCO. Asimismo, para la estación hidrométrica La Tranca se utilizó la data observada proporcionada por la entidad encargada; mientras que, para la estación Puente Talapalca se utilizó la Data Interpolada Peruana (PISCO) generada por el SENAMHI. Del análisis de calidad de los datos, se concluyó que existen saltos y tendencias en las series históricas, para lo cual se homogenizó la data del primer periodo, derivado del análisis de saltos. Además, del análisis de sensibilidad de parámetros del modelo GR2M, con el objeto de conocer la influencia relativa de cada parámetro, se determinó que la variable más sensible es el parámetro X_2 (relación de intercambio de agua entre la superficie y las aguas subterráneas).

Finalmente, se evaluó el desempeño del modelo con el estadístico Nash-Sutcliffe en la estación hidrométrica La Tranca, obteniéndose una eficiencia muy buena tanto en el periodo de calibración como en el de validación. También se obtuvo un R^2 de 79,6% para el periodo de calibración, y del 83,1% para el periodo de validación.

De la misma manera, en la estación hidrométrica Puente Talapalca, se evaluó el desempeño del modelo con el estadístico Nash-Sutcliffe presentando un valor de eficiencia insatisfactorio tanto en el periodo calibración como en el de validación. Adicionalmente, se obtuvo un R^2 de 5% para el periodo de calibración y de 1,9% para el periodo de validación.

En base a los resultados se concluyó que, para la generación de caudales medios mensuales en la estación La Tranca, se puede utilizar el modelo GR2m; mientras que

en la estación Puente Talapalca, el modelo GR2m no se ajusta a las condiciones de la zona.

Palabras clave: *Modelo GR2m, Calibración, Validación, Modelo Conceptual, FAO Penmann Monteith, Data Interpolada PISCO, eficiencia Nash Sutcliffe*

ABSTRACT

This research was developed in the Sama River Basin, located in the Tacna Region. The aim was to generate and calibrate monthly mean flows using the GR2m hydrological model in order to produce information for the management of water resources in the region. This model was developed based on meteorological information from Cairani, Candarave, Sitajara, Susapaya, Talabaya, Tarata, Toquela, Sama Grande, Chuapalca, Challapalca, Paucarani, Vilacota meteorological stations, and hydrometric information from La Tranca and Puente Talapalca hydrometric stations. The time series data covers the period between 1980 and 2019.

The observed time series was used for the precipitation input and the PISCO gridded data was used for the temperature input. Additionally, for the La Tranca hydrometric station, the observed data provided by the entity in charge was used. For the Puente Talapalca hydrometric station, the Peruvian interpolated data (PISCO) generated by SENAMHI was used. From the data quality analysis, it was concluded that there are jumps and trends in the historical series, therefore, the data from the first period was homogenized, derived from the analysis of jumps. In addition, from the GR2M model parameter sensitivity analysis, in order to determine the relative influence of each parameter, it was determined that the most sensitive variable is the X2 parameter (water exchange ratio between surface and groundwater).

Finally, the performance of the model was evaluated with the Nash-Sutcliffe statistic at the La Tranca hydrometric station, obtaining a very good efficiency in both the calibration and validation periods. An R² of 79,6% was also obtained for the calibration period, and 83,1% for the validation period.

Similarly, at the Puente Talapalca hydrometric station, the performance of the model was evaluated with the Nash-Sutcliffe statistic, presenting an unsatisfactory efficiency value in both the calibration and validation periods. Additionally, an R² of 5% was obtained for the calibration period and 1.9% for the validation period.

Based on the results, it was concluded that, for the generation of monthly mean flows at La Tranca station, the GR2m model can be used; while at Puente Talapalca station, the GR2m model does not adjust to the conditions of the area.

Keywords: *GR2m Model, Calibration, Validation, Conceptual Model, FAO Penmann Monteith, PISCO Interpolated Peruvian Data, Nash Sutcliffe efficiency*

INTRODUCCION

Los modelos hidrológicos son herramientas muy usadas en el estudio hidrológico de avenidas, cuyo uso se ha extendido por el mundo. En la actualidad, con el empleo de estos modelos se realiza el análisis y la prevención de las inundaciones; además, el propósito del modelo hidrológico es que se pueden manejar hipótesis realistas o previsibles que ofrezcan un grado de confianza que nos permita tomar decisiones, ya sea para organizar el territorio donde se encuentre este recurso o para establecer criterios de diseño en obras hidráulicas (Estrada et al., 2012).

La cuenca Sama presenta una topografía muy accidentada con pendiente variable a lo largo de la toda la extensión de la cuenca. Estas características son altamente influyentes en la precipitación, temperatura, caudales y evapotranspiración (ALA Locumba-Sama, 2010). Por lo tanto, cuando se evalúa un modelo hidrológico, es necesario evaluar la metodología que presenten mejor rendimiento, puesto que, en el Perú no se encuentran muchas investigaciones que apliquen el modelo GR2m en cuencas similares a la del río Sama.

En la región de Tacna, la información meteorológica e hidrométrica es escasa a comparación de otras regiones. Las pocas series de registros históricos presentan vacíos importantes que disminuyen la calidad de la información, por lo cual se reducen las opciones de modelos aplicables; sin embargo, el modelo lluvia-escorrentía GR2m se presenta como un modelo con dos variables de entrada, manejables en la cuenca del río Sama para la generación de caudales que son. Estas dos variables son la precipitación y la evapotranspiración.

Esta investigación se realiza con el fin de poder obtener un modelo hidrológico que sea calibrado y validado, siguiendo las técnicas y métodos usados por diferentes autores, durante el análisis y tratamiento de la información para la obtención de un modelo eficiente para la generación de caudales medios mensuales.

CAPITULO I.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

A nivel internacional, la modelización hidrológica representa una de las herramientas más importantes y científicamente más usadas para la estimación de parámetros hidrológicos (Estrada et al., 2012). El uso de la tecnología ha estado siempre presente, ya que ha permitido a los hidrólogos realizar cálculos complejos y repetitivos con grandes cantidades de datos (Beven, 1989).

En el ámbito nacional, el recurso hídrico es uno de los más demandados en el sector minero, sector agropecuario, sector construcción y el sector de manufactura, que además representan estos aproximadamente el 30% del PBI del país (INEI, 2020). Considerándose muy importante el uso del recurso hídrico para el consumo humano, se hace mucho más importante la validación de un modelo que permita la planificación del recurso a un nivel óptimo.

En muchas regiones, es usual tener muy poca información acerca de los registros de caudales, por lo tanto, evaluar los caudales de los ríos a partir de la precipitación ha sido un importante tema de investigación (Xu & Singh 1998). Las relaciones lluvia - escurrimiento se utilizan principalmente para el diseño, pronósticos y evaluación de obras hidráulicas y gestión del agua; si los datos de escurrimiento no están disponibles o son insuficientes, las relaciones lluvia – escurrimiento pueden ser muy útiles para obtener el escurrimiento a partir de la precipitación (IRH-ATDRR, 2008). Muchos de estos modelos se caracterizan por utilizar como datos de ingreso la precipitación y la temperatura.

GR2M es un modelo agregado que simula caudales en intervalos mensuales (Perrin et al., 2003). Para la información disponible, la aplicación del modelo GR2M nos permitirá simular los caudales medios que se presentarán en los posteriores años; validando esta información con los datos recogidos de las estaciones de la cuenca Sama. Esta información podrá ser utilizada para la administración y organización por las autoridades zonales y regionales, para poder ser aprovechadas según la disposición que se le brinde según su jurisdicción

Con respecto a la situación local, la Administración Local del Agua Locumba-Sama (ALA Locumba Sama, 2010) afirma que:

El río Sama es el que más agua lleva en la cuenca Sama. El régimen de este río es torrencioso debido a ser el más irregular en la zona sur del país por su gran variabilidad. La falta de información hidrométrica en la zona que ayude a gestionar el recurso hídrico en la cuenca Sama (..) para lo cual es necesario calibrar y validar el modelo GR2M.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema principal

- ¿Cuál es la eficiencia del modelo GR2m en los periodos de calibración y validación para la generación de caudales medios mensuales en la cuenca del río Sama?

1.2.2. Problema secundario

- ¿Cuál es la evapotranspiración potencial mensual calculada mediante el método de la FAO Penman – Monteith en la cuenca del río Sama?
- ¿Cuál es la precipitación media mensual areal en la cuenca del río Sama?
- ¿Cuál es el parámetro más sensible que presenta el modelo GR2m en la cuenca del río Sama?

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1. Justificación teórica

La evaluación de la aplicación del modelo GR2m para la generación de caudales en la cuenca del río Sama que carece de información hidrométrica para el aprovechamiento del recurso hídrico a nivel regional.

En base al modelo, se podrían presentar opciones para la gestión de los recursos hídricos donde se responderían preguntas como: ¿Se puede elaborar un mapa de control de sequías a partir de la validación del modelo hidrológico GR2m? ¿Se podrá extender la data a 30 años a partir de la generación de caudales con el modelo hidrológico GR2m? ¿Será el modelo GR2m el más eficiente para la generación de caudales medios mensuales?

1.3.2. Justificación práctica

A partir de la aplicación del modelo GR2m se plantea la apertura de una red de caudales medios mensuales para elaboración de control de sequías, mediante la ampliación de datos se busca predecir posibles activaciones de quebradas que

puedan dañar estructuras a corto y largo plazo.

1.3.3. Justificación metodológica

Se plantea a partir de esta investigación, el desarrollo de modelos hidrológicos GR2m a partir de softwares como R Studio, Hydraces Spatial, Eto Calculator, QGis. Estos programas simplifican grandes procesamientos de información a partir de su uso para la evaluación de eficiencia de los modelos en la generación de caudales medios mensuales.

1.3.4. Justificación social

El modelamiento hidrológico mediante el modelo GR2m es una opción a validarse para poder generar descargas medias del río Sama, que servirá para poder administrar los recursos hídricos en las comunidades existentes y comunidades futuras, a beneficio de los pobladores y agricultores de la zona.

1.3.5. Justificación ambiental

La administración del agua de la cuenca Sama nos ayudará a poder distribuir el recurso hídrico sin afectar los sistemas de vida animal, vegetal ni el medio ambiente.

1.3.6. Justificación económica

La presente tesis, ayudará a ampliar el conocimiento sobre de los recursos hídricos disponibles para la extensión de la frontera agrícola de la zona. Esta actividad es una de las principales actividades económicas explotables en la localidad de Sama e Inclán.

1.4. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

La importancia de la investigación se justifica en la relevancia que tiene el recurso hídrico tanto para la población; a nivel social es un recurso necesario para la vida y sin la correcta gestión, en épocas de estiaje, este recurso sería escaso también para la misma población; a nivel económico, el sector agricultura es uno de los grandes consumidores del recurso, por lo tanto, la gestión del mismo es de importante aporte en los ingresos económicos locales.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo general

- Determinar la eficiencia del modelo GR2m en los periodos de calibración y validación para la generación de caudales medios mensuales en la cuenca del río Sama.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar la evapotranspiración potencial mensual calculada mediante el método de FAO Penman-Monteith en la cuenca del río Sama.
- Determinar la precipitación mensual media areal en la cuenca del río Sama.
- Determinar el parámetro más sensible en el modelo GR2m en la cuenca del río Sama.

1.6. HIPÓTESIS

1.6.1. Hipótesis general

- La calibración y validación con el modelo GR2m es eficiente para la generación de caudales medios mensuales en la cuenca del río Sama

1.6.2. Hipótesis específica

- La evapotranspiración potencial mensual calculada mediante el método de FAO Penman-Monteith es eficiente para su uso en el modelo GR2m en la cuenca del río Sama.
- La precipitación mensual media areal es eficiente para su uso en el modelo GR2m en la cuenca del río Sama.
- El parámetro más sensible es el que relaciona el intercambio de agua entre la superficie y las aguas subterráneas en el modelo GR2m

1.7. VARIABLES

Variable independiente: La calibración y validación de caudales medios mensuales mediante el modelo GR2m.

1.8. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- Escasa información hidrométrica en la zona para la validación de caudales observados en la entidad responsable
- Baja calidad de información debido a las pocas herramientas disponibles en los captos meteorológicos de la entidad responsable
- La falta de datos en los registros históricos de hidrometeorológicos para la aplicación del modelo GR2m en la cuenca del río Sama

1.9. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN

- a) Tipo de estudio: Aplicada o utilitaria, ya que se basa en la aplicación de un modelo hidrológico para responder una hipótesis planteada.
- b) Nivel de investigación: Descriptivo, se mostrará de manera descriptiva si los datos observados y los simulados tienen una relación eficiente para la generación de caudales medios mensuales con el modelo hidrológico GR2m

CAPITULO II.

MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES

El rio Sama es un rio de régimen tormentoso que presenta descargas totalmente irregulares y extremas, acumulándose las descargas más altas en los meses desde diciembre a marzo y las épocas de estiaje desde junio hasta septiembre (ALA Locumba Sama, 2010). A partir de esta información, se han elaborado los perfiles de proyectos hidráulicos para proyectar y evaluar las cantidades de recurso hídrico para los cálculos estructurales en reservorios y represas.

Según el *French Institute for Agricultural and Environmental Engineering Research* (CEMAGREF, 2007), el modelo hidrológico GR2m es un modelo distribuido o agrupado, a nivel de datos mensuales, que se basa en la transformación de lluvia a escorrentía, tomando como valores matemáticos la precipitación mediante la lectura en estaciones hidrometeorológicas y el cálculo de la evapotranspiración de la zona de estudio. La correcta interpretación de los resultados generados por este modelo, considerando la variabilidad climática en la zona de estudio, puede reducir o aliviar el daño extenso a vidas y propiedades humanas, y sostener el crecimiento económico. (Vaze et al, 2011)

2.1.1. Antecedentes Internacionales

El modelo GR2m tuvo su desarrollo inicial en Francia, pero fue evaluado en diferentes cuencas en el mundo. Un estudio realizado en Turquía evaluó la eficiencia de este modelo en la cuenca de la zona montañosa de Pavo, tanto para sus datos de precipitación grillada como para sus datos de precipitación observada, obteniendo eficiencias de Nash-Sutcliffe muy buenas. (Ahady et al., 2022).

Asimismo, en Tailandia se aplicó el modelo GR2m, concluyéndose este tiene un mejor desempeño que un modelo clásico, el cual tiene entre sus variables de entrada las características físicas de la cuenca. Esto, a pesar de que en el modelo GR2m los datos de entrada son grupos de variables independientes que no dependen de las características físicas de la cuenca sino más bien de las lecturas realizadas en los puntos de observación (Pakorn et al., 2021).

Además, la cuenca de Rheraya, ubicada en las montañas High Atlas en Marruecos, presenta una morfología con condiciones semejantes a las de la cuenca Sama, en

relación a la extensión de su área, forma y altura geográfica. En dicha cuenca se realizó un estudio en el que se determinó que el modelo GR2m tenía una eficiencia, en la escala de KGE, entre los rangos de 0,79 a 0,87 para el periodo de calibración, y entre 0,44 a 0,68 para la validación, siendo descritos estos valores como de ajuste “bueno a excelente”. (Ahmed et al., 2017).

Finalmente, un estudio realizado en la cuenca del río Nazas en México, vertiente de la Comarca Lagunera, presentó el modelo gr2m para la gestión del recurso hídrico en la presa Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco, mismas que tienen un gran valor para el desarrollo de la agricultura de la región. La eficiencia del modelo se evaluó mediante el coeficiente de correlación presentando un valor de 79,7% para el periodo de calibración y 74,1% para la validación, siendo estos resultados medidos como satisfactorios (Ahmed et al., 2017).

2.1.2. Antecedentes Nacionales

El modelo GR2m ha sido aplicado en las 3 regiones hidrográficas del Perú: Pacífico (vertiente occidental andina y costa peruana), Titicaca (parte endorreica del altiplano peruano) y Atlántico (cuenca amazónica) (Llauca et al., 2021). Incluso, es el método utilizado para la generación de caudales mediante la base datos grillados Pisco (Llauca et al., 2021).

Una de las aplicaciones presentada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI, es en la vertiente del Lago Titicaca con estación de aforo en el río Ramis, donde se generaron los caudales simulados con los datos de precipitación y temperatura observados por las estaciones pluviométricas y climáticas, donde presentaron valores para la calibración del modelo entre 79,7% y 86,8% con una eficiencia Nash evaluada como “muy bueno a excelente”. Para la validación del modelo se obtuvieron valores entre 64% y 81%, con una eficiencia Nash evaluada como “muy bueno a excelente”. En este caso, se trabajó en una cuenca con estaciones ubicadas a 3800 msnm en promedio, situación parecida a la cual se presenta en un grupo de estaciones la cuenca del río Sama (Metzger, 2017a).

Además, se desarrolló el modelo GR2m para la cuenca del río Ucayali ubicado en la región amazónica atlántica, donde se generaron los caudales con información de precipitación y temperatura observados por las estaciones convencionales. Los resultados de eficiencia, según Nash, para la calibración del modelo es de 70,1%

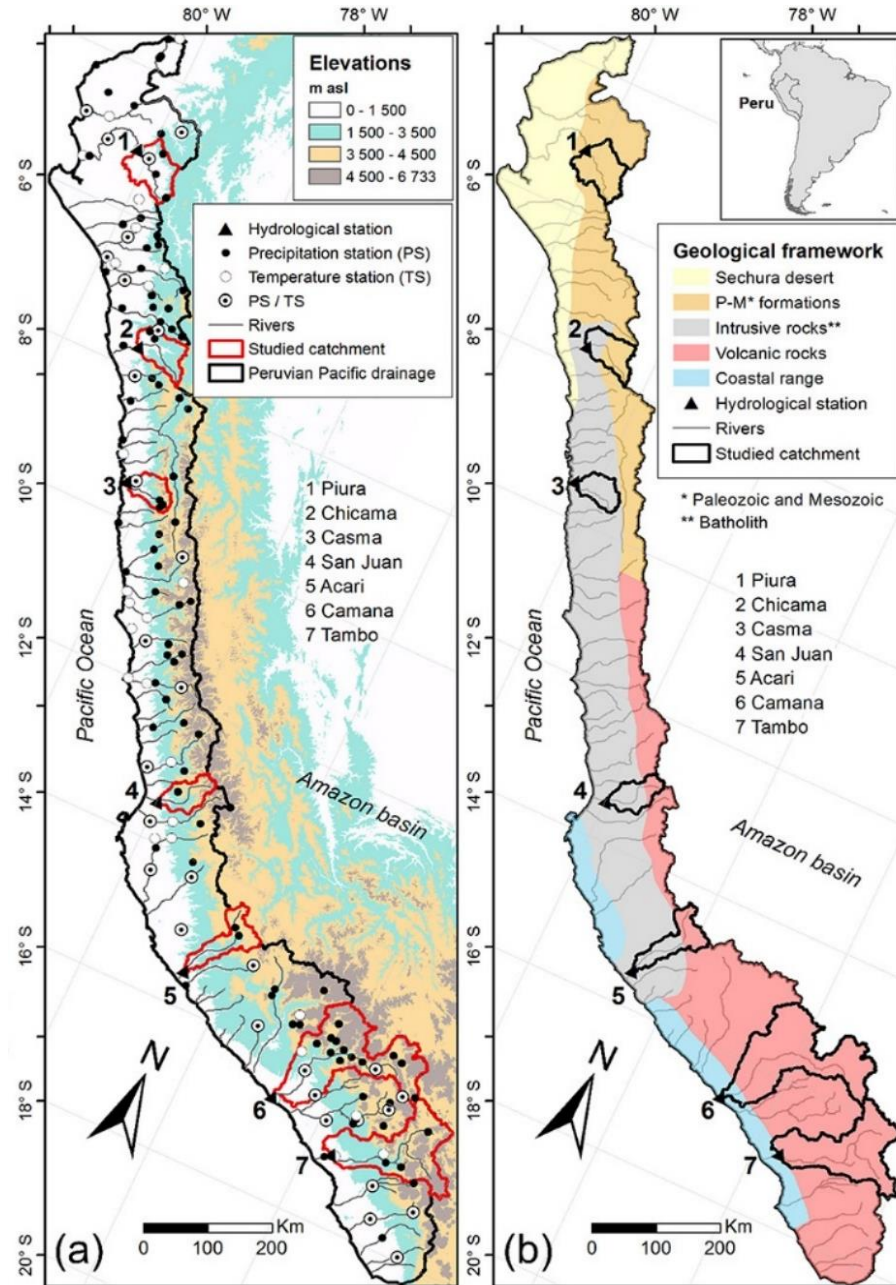
evaluada como “muy bueno”, para la validación del modelo se tiene 62,3% evaluada como “muy bueno”. (Lavado-Casimiro et al, 2011a)

Asimismo, en la vertiente del Pacífico, se desarrolló el modelo GR2m en el río Jequetepeque en la costa norte del Perú ubicada desde el Océano Pacífico hasta la cordillera central. Los resultados presentaron un porcentaje de coeficiente de Nash de 89,27% para la etapa de calibración y 86,33% para la etapa de validación teniendo como datos de entrada información de precipitación observada en estaciones convencionales; mientras que, para la validación se obtuvo un coeficiente de Nash de 87,47% para la etapa de calibración y 83,73% para la etapa de validación teniendo como datos de entrada información de precipitación proveniente de la Data Interpolada Peruana PISCO. (Metzger, 2017b)

Una investigación realizada en la vertiente del Pacífico, en cuencas que presentan zonas costeras y altoandinas como en la cuenca del río Sama, se aplicó el modelo GR2m en siete subcuencas delimitadas por estaciones hidrométricas como se observa en la Figura 1. Los resultados presentaron valores para la calibración del modelo entre 41% y 82%, con un valor promedio de 65% en la escala de eficiencia de Nash evaluada como “bueno a excelente”. Para la validación del modelo entre 64% y 73%, con un valor promedio de 71% en la escala de eficiencia de Nash evaluada como “bueno y muy bueno” (Rau et al., 2018)

Figura 1

Plano topográfico de cuencas en la zona de estudio referenciados a su estación hidrométrica



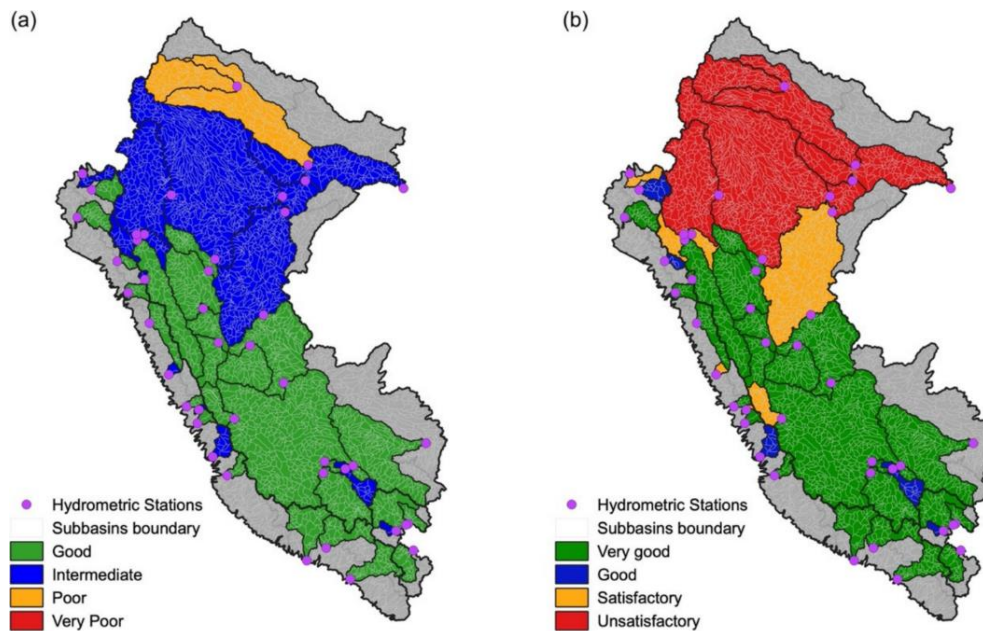
Nota: Assessing multidecadal runoff (1970–2010) using regional hydrological modelling under data and water scarcity conditions in Peruvian Pacific catchments, SENAMHI (Rau et al., 2018)

Finalmente, una de las aplicaciones realizadas con los datos observados por el SENAMHI y la data grillada PISCO de precipitación y temperatura, es la generación de

caudales simulados, donde se obtuvieron resultados representados gráficamente en el mapa de la Figura 2a con valores, de acuerdo a la escala de KGE, “bueno” en la zona costera y altoandina, y de “intermedio a pobre” para la zona de cuencas amazónicas atlánticas. En la escala de NSEsqr_t se presentan resultados representados gráficamente en el mapa de la Figura 2b, con valores “bueno y muy buenos” en la zona costera y altoandina, de “satisfactorio e insatisfactorio” para la zona de cuencas amazónicas atlánticas (Llauca et al., 2021)

Figura 2

Resultados de la evaluación de caudales simulados y observados según los indicadores de eficiencia de (a) KGE y (b) valores NSEsqr_t.



Nota: Pisco HyM GR2m: Un modelo de balance hídrico mensual en Perú _1981-2020 (Llauca et al., 2021)

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1. Modelos hidrológicos

Un modelo matemático no es un remplazo de las observaciones de campo, su valor reside en la elección y ajuste correcto de expresiones matemáticas para estimar la información hidrológica. Por lo tanto, un modelo matemático debe entenderse como una simplificación de un sistema complejo gobernado por un conjunto de ecuaciones (Clarke, 1973). Las ecuaciones presentan variables como características de un sistema al cual

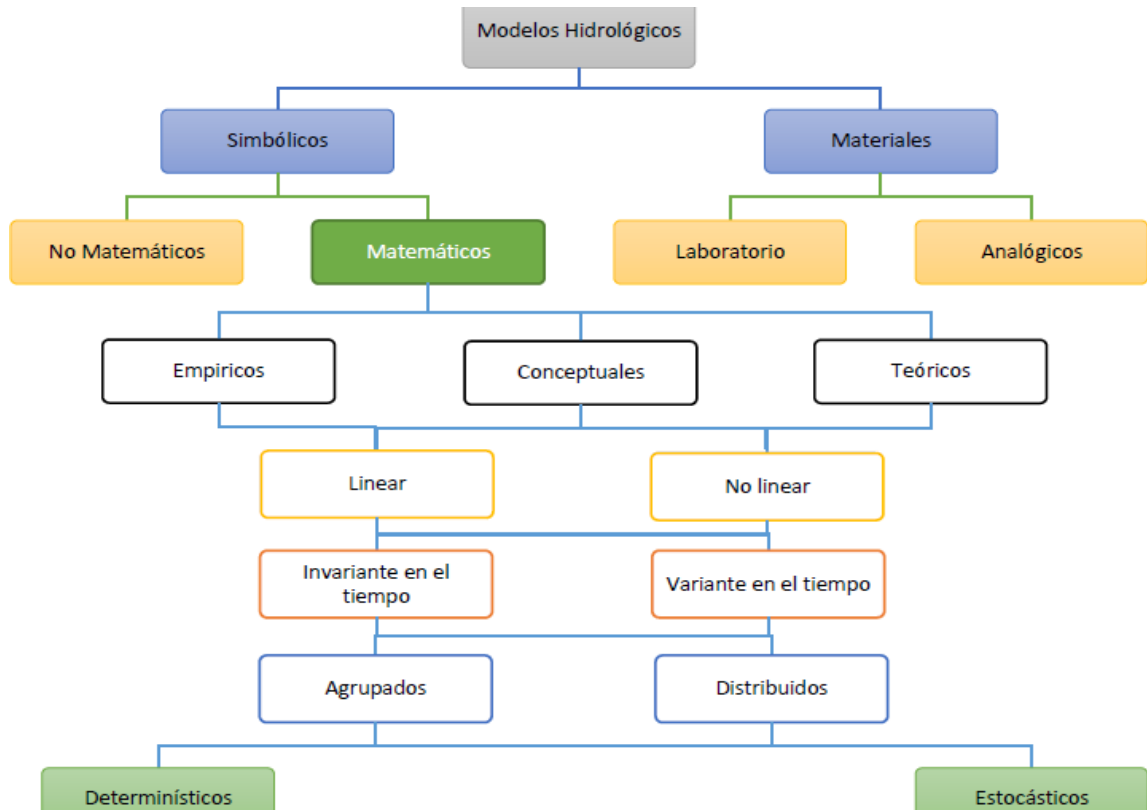
se pretende modelar (Dooge, 1973); y de parámetros: definidos como cantidades que caracterizan a un sistema.

Un modelo hidrológico es una idealización de los fenómenos físicos que relaciona las variables hidrometeorológicas como son la escorrentía, precipitación, temperatura, evapotranspiración entre otras (Chow et al., 1988).

Una clasificación más detallada de modelos en la hidrología se observa en la Figura 3.

Figura 3

Clasificación de modelos matemáticos en la hidrología



Nota: Hidrologyc Models, Xu (2002)

2.2.1.1. Modelamientos hidrológicos determinísticos y estocásticos

La diferencia fundamental entre los modelos determinísticos y estocásticos es la consideración de la oportunidad de ocurrencia de las variables y la introducción del concepto de probabilidad en la formulación del modelo (Kisiel, 1969). Como consecuencia, los modelos determinísticos puedan pronosticar la realidad sujetos a una sola respuesta, mientras que los modelos estocásticos pueden predecir la realidad generando respuestas múltiples en función de la aleatoriedad de las variables definidas para el modelo. Sin embargo, los modelos

determinísticos han dado buenos resultados, en tanto la variabilidad de la salida de un modelo sea pequeña.

En la Tabla 1, se presentan algunas ventajas y desventajas de modelos estocásticos y determinísticos.

Tabla 1

Ventajas y desventajas de modelos hidrológicos estocásticos y determinísticos

Modelamientos determinísticos	Modelamientos estocásticos
Describe el comportamiento del ciclo hidrológico, en términos de expresiones matemáticas, las cuales diseñan las relaciones e interacciones de los varios componentes del sistema hidrológico espacial y temporal.	Utiliza propiedades estadísticas de los registros existentes (muestra de datos) y leyes de probabilidad, junto con un generador de números aleatorios para generar series sintéticas, considerados como eventos posibles.
Son ejecutados fácilmente una vez establecido las variables de entrada.	Usados para generar datos de entrada de un modelo conceptual o para generar salidas directas.
Requieren de una gran cantidad de información, series largas y continuas de datos que en muchas ocasiones no se tiene o no necesariamente presentan la calidad deseada.	Se debe considerar que las variables climáticas siguen una función de distribución de probabilidad Normal
En ocasiones no se toma en cuenta la incertidumbre en la respuesta entre los subsistemas del sistema hidrológico total.	En un modelo estocástico muchas series similares pueden ser simuladas

Nota: Astorayme, 2017

2.2.1.2. Modelos hidrológicos Teóricos, Conceptuales y Empíricos

Los modelos Teóricos denominados modelos de caja blanca o modelos físicamente basados, *White-Box models* Xu (2002), presentan una estructura similar al mundo real pues toman en cuenta todos los procesos internos del sistema a considerar. Ejemplo de estos son aquellos modelos basados en la ecuación de Saint Venant o las ecuaciones basadas en transporte en agua subterránea (Freeze, 1971).

La diferencia entre modelos teóricos y empíricos puede entenderse como la manera de interpretar la realidad. Así, los modelos empíricos, denominados modelos de caja negra o *black-Box models*, (Clarke, 1973), no se fundamentan en

procesos físicos sino más bien en parámetros que pueden tener pequeñas interpretaciones físicas.

Por otro lado, los modelos conceptuales representan procesos simplificados de la realidad haciéndolos más eficaces a la hora de evaluar la variabilidad del clima, el cambio climático, los cambios y uso de la tierra, y otras actividades según la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2011). En consecuencia, los modelos conceptuales se categorizan como modelos intermedios entre los modelos teóricos y empíricos. Ellos son denominados modelos de caja gris o *grey-Box models*, (Xu, 2002).

Ejemplo de modelos empíricos son los conocidos GR (Perrin et al., 2003); del tipo conceptual (Hargreaves, 1985). Otra distinción entre modelos empíricos y conceptuales es descrita por Edijatno et al. (1999) y tomada más tarde como referencia por Perrin et al. (2003)

2.2.2. Análisis y tratamiento preliminar de la información

El análisis de la consistencia de la información hidrometeorológica es una metodología que detecta, identifica, cuantifica, corrige y elimina los errores sistemáticos de la no homogeneidad e inconsistencia de una serie hidrometeorológica. Antes de proceder a efectuar el modelamiento matemático de cualquier serie hidrometeorológica es necesario efectuar el análisis de consistencia respectivo a fin de obtener una serie homogénea, consistente y confiable; porque la inconsistencia de datos puede producir un sobre y sub diseño de estructuras y proyectos hidráulicos.

2.2.2.1. Prueba de homogeneidad de datos

a) Prueba de Pettitt:

Prueba no paramétrica, que no basa su evaluación en la normalidad de la serie. Su aplicación se realiza en el orden de sus valores y_i .

El estadístico que se emplea se define como:

$$X_d = 2 \sum_{i=1}^d r_i - d(n + 1) \text{ para } d=1, 2, \dots, n$$

y un valor en el año m que cumple la condición

$$X_m = \max_{1 \leq d \leq n} |X_d|$$

es señalada como el punto de variación fuerte o mejor llamado punto de cambio (Pettitt, 1979)

b) Prueba de Buishand:

Prueba no paramétrica de origen bayesiano, no diferencia algún tipo de distribución e identifica los puntos de cambio en series de datos (Buishand, 1982). La ecuación de prueba se define de la siguiente manera:

$$S_0 = 0 \text{ y } S_d = \sum_{i=1}^d (y_i - \bar{y}) \text{ para } d = 1, 2, \dots, n$$

La prueba se define como:

$$Q = \max_{1 \leq d \leq n} \left| \frac{S_d}{S} \right|$$

c) Prueba Homogeneidad Normal Estándar (SNHT):

Desarrollada por Alexandersson (Alexandersson, 1986) y modificada por Moberg (Alexandersson & Moeberg, 1997) que divide la serie de datos en (d) y (n-d), promedio los valores de ambas series y evaluándolas con la siguiente expresión:

$$T_d = d\bar{z}_1 + (n - d)\bar{z}_2 \text{ para } d=1, 2, \dots, n$$

Donde:

$$\bar{z}_1 = \frac{1}{d} \frac{\sum_{i=1}^d (y_i + \bar{y})}{s} \text{ y } \bar{z}_2 = \frac{1}{n-d} \frac{\sum_{i=d+1}^n (y_i + \bar{y})}{s}$$

Un valor alto de T en un año d indica una variación “brusca”. El estadístico de prueba T_0 se define como:

$$T_0 = \max_{1 \leq d \leq n} T_d$$

2.2.2.2. Análisis de saltos

Con la finalidad de encontrar y verificar si existen saltos en las series históricas teniendo como principal referencia los años de cambio encontrados en la prueba de homogeneidad (Zar Jerrold, 2010). Con esos datos se procede a analizar la consistencia de los datos en el promedio mediante la prueba T de

Student (Sealy Gosset, 1908) y desviación estándar mediante la prueba F de Fisher (Snedecor G., 1934) con las siguientes ecuaciones:

a) En el promedio y la desviación estándar

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

$$S_d = S_p * \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$$

$$T_c = \left(\frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2}{S_d} \right)$$

Si $S_1^2(x) > S_2^2(x)$

$$F_c = \frac{S_1^2(x)}{S_2^2(x)}$$

De lo contrario $S_2^2(x) > S_1^2(x)$

$$F_c = \frac{S_2^2(x)}{S_1^2(x)}$$

Donde

X_1, X_2 = media o promedio de los periodos 1 y 2 respectivamente

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

n_1, n_2 = tamaño de los periodos 1 y 2 respectivamente

n = tamaño de la muestra

T_c = indicador estadístico de inconsistencia en el promedio

F_c = indicador estadístico de inconsistencia en la desviación estándar

2.2.2.3. Prueba de Tendencia

a) Prueba T de Student: La tendencia en la media puede ser estimada por la siguiente expresión:

$$T_m = A_m + B_m t$$

Dónde:

T_m = Tendencia de la información hidrometeorológica.

t = Tiempo tomado como la variable independiente en el análisis de regresión para evaluar la tendencia.

A_m, B_m = Coeficientes de la ecuación de regresión estimados a partir de los datos.

Cálculo de los parámetros de la ecuación de regresión, según:

$$A_m = T_m - B_m * t$$

$$B_m = (R * S_{T_m} / S_t)$$

$$R = \frac{tT_m - \overline{tT_m}}{S_t - S_{T_m}}$$

Dónde:

T_m = Promedio de la tendencia, igual al promedio de los datos históricos.

t = Promedio del tiempo cronológico t .

S_{T_m} = Desviación estándar de la tendencia en la media.

S_t = Desviación estándar en el tiempo t .

R = Coeficiente de correlación lineal simple entre la tendencia en la media y el tiempo en consideración.

tT_m = Promedio del producto de la tendencia por el tiempo.

Para evaluar si la tendencia es o no significativa se realiza la prueba de hipótesis para los coeficientes de correlación R , según el estadístico T de Student, con un nivel de significancia $\alpha=0.05$. (Dawson & Trapp, 1993)

Coeficiente de condición poblacional $H_p: \rho_1 = 0$

$$H_a: \rho_a \neq 0$$

Cálculo del estadístico T_c , a través de la expresión:

$$T_c = \frac{R(n-2)^{1/2}}{(1-R^2)^{1/2}}$$

Dónde:

Tc = Valor estadístico de T calculado.

Coefficiente de correlación muestral entre los datos y el tiempo, en orden cronológico.

N = Número total de datos.

Determinación del valor de "T" de Student tabular Tt al 95% de probabilidad, $\alpha=0,05$ y (n-2) grados de libertad, para tomar la decisión:

Si $|Tc| \leq Tt$: Se acepta la hipótesis planteada. La tendencia es significativa.

Si $|Tc| > Tt$: Se rechaza la hipótesis planteada. La tendencia es significativa.

2.2.2.4. Corrección de datos por saltos

Si la media y la desviación estándar resultan tener valores significativamente inconsistentes según la prueba T de Student con un $\alpha=0,05$ (Sealy Gosset, 1908), es necesario su corrección respectiva mediante la ecuación:

$$X1't = \frac{X_t - \bar{X}_1}{S_1} * S_2 + \bar{X}_2$$

$$X2't = \frac{X_t - \bar{X}_2}{S_2} * S_1 + \bar{X}_1$$

Dónde:

X1't = Valor homogenizada (para corregir valores del primer periodo).

X2't = Valor homogenizado (para corregir valores de segundo periodo)

X_t= Valor que se va a corregir.

X₁, S₁ = Media y desviación estándar del primer periodo.

X₂, S₂ = Media y desviación estándar del segundo periodo.

2.2.3. Completación de datos hidrometeorológicos

a) Método del Vector Regional (MVR):

Consiste en la creación de una estación ficticia a partir de la lectura de 2 o más estaciones hidrometeorológicas, denominada como vector regional; con el fin de realizar

la comparación con las estaciones reales a partir de los parámetros por el método de los mínimos cuadrados para fijar los índices pluviométricos regionales anuales Z_i y la precipitación media extendida P_j (Espinoza, 2005) presentado en la siguiente ecuación:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \left(\frac{P_{ij}}{P_i} - Z_i \right)$$

Donde i es el índice de año, j el índice de estación, N el número de años y M el número de estaciones « P_{ij} » es la precipitación anual en la estación « j » el año « i », « P_j » es la precipitación media extendida al período de N años y finalmente « Z_i » es el índice pluviométrico regional del año « i » (Hiez, 1977, y Brunet Moret, 1979).

b) Regresión lineal:

Se resume en la aplicación de la siguiente ecuación considerando las “ n ” estaciones existentes:

$$y = a + b * x_1 + c * x_2 + \dots + d * x_n$$

Donde;

Y = valor de precipitación estimada para la estación con carencia de información

X_1 = valor de precipitación con información completa.

a, b, c, n = constantes de regresión.

Este método tiene la capacidad de analizar los datos de varias estaciones a la vez y someterlos a un análisis de consistencia y por tanto permite verificar su grado de correlación entre ellas

2.2.4. Determinación de la precipitación media de la cuenca

Para determinar la precipitación media en la cuenca en estudio se utilizó el promedio de los valores obtenidos por los siguientes métodos:

A) Promedio aritmético

Es el cálculo del promedio de datos pluviométricos puntuales de estaciones ubicadas en una determinada área geográfica de una cuenca (Linsley *et al.*, 1988). La principal carencia del método es no considerar características anexas que pueden influir en las precipitaciones, como podría ser la presencia de cordones montañosos, cercanía a océanos, condiciones atmosféricas predominantes u otras.

B) Método del polígono Thiessen

Calculado con la ponderación de cada valor base de cada estación en función a su área de influencia, sus resultados varían mucho por la posición en la cual se encuentra cada estación. No toma en consideración la influencia de la topografía

Se une sobre un plano las estaciones adyacentes con líneas rectas, formando triángulos y se traza luego bisectrices de los triángulos. El polígono formado por las bisectrices alrededor de una estación, incluye un área que siempre es la más cercana a la estación que cualquier otra de ellas. Se considera que en esta área la precipitación es la misma al de la estación que incluye o rodea. Como las perpendiculares bisecan los lados de los triángulos con las estaciones en cada vértice, tres bisectores deben de encontrarse en un punto. Para calcular la lluvia promedio, el área representada por cada estación se expresa como un porcentaje del área total. La lluvia promedio es la suma de los productos obtenidos de multiplicar los valores individuales de precipitación en las estaciones, por sus porcentajes del área total. (Thiessen, 1911)

C) Método de distancias inversas

En este método, los coeficientes de ponderación son sólo función de las distancias entre el punto de interés y cada una de las G estaciones con datos. Así, para un punto cualquiera de la trama $j = r$, la ponderación para el valor medido en la estación $g = s$ se calcula como:

$$W_{rs} = \frac{[d(r,s)]^b}{\sum_{i=1}^G [d(r,s)]^b}$$

Donde $d(r,s)$ la distancia entre el nodo r y la estación s , y b un exponente (usualmente 1 ó 2). Un problema con este método es el hecho que cuando hay dos estaciones cercanas, no se considera la redundancia en la información. (Schloeler et al., 2001)

D) Método de Kriging

Corresponde a una serie de técnicas, muy usadas en hidrología, minería, aguas subterráneas, geología y otras disciplinas que requieren tratar con variabilidad espacial en dos o tres dimensiones. Los valores estimados se derivan como combinaciones lineales ponderadas de los datos disponibles, intentando minimizar el sesgo y la varianza de los errores. Los coeficientes de ponderación se calculan asumiendo homogeneidad

espacial de la precipitación (es decir, que no hay tendencias espaciales). Las soluciones dependen de la función de correlación espacial que se use (Goovaerts, 1997; Armstrong, 1998).

2.2.5. Cálculo de la evapotranspiración por el método de FAO Penman-Monteith

Permite estimar la evapotranspiración de referencia, ET_o , en función de los elementos meteorológicos solamente: radiación solar neta, temperatura del aire, velocidad del viento y tensión de vapor del agua.

A continuación, la fórmula de Penman Monteith FAO98, formula e identificación de sus términos presentados por (Walter et al., 2005). Así como las distintas maneras de estimar muchos de sus datos meteorológicos cuando no se encuentran disponibles. Esto constituye una gran ventaja al poder ser utilizada en casos de imposibilidad de disponer de las observaciones meteorológicas en el sitio deseado.

Donde:

$$ET_o = \frac{0.408 \cdot \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} \mu_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 \mu_2)}$$

ET_o , evapotranspiración de referencia (mm/día): «La evapotranspiración desde la superficie de un cultivo hipotético de 0,12 m de altura, 70 s/m de resistencia y de 0,23 albedo, la cual se asemeja a la evapotranspiración de una extensa superficie de grama activa, de altura uniforme, en crecimiento y sin limitaciones de agua» (Allen et al., 2006). Los datos deben ser medidos en condiciones que correspondan a la definición de ET_o , es decir, sobre una extensión de grama con evapotranspiración activa o sobre un ambiente con vegetación sana y con agua suficiente.

Δ , pendiente de la curva de la tensión de vapor saturado (kPa/ °C)

$$\Delta = (2503,6 \times \exp(17,27 T / (T+237,3))) / \left(\frac{17,27 T}{T+237,3} \right) / (T+237,3)^2 \text{ en (kPa /}^\circ\text{C) y T en }^\circ\text{C}$$

También por: $D = (0,00587 T + 0,6414)^7$ en (kPa /°C) y T en °C

R_n , radiación neta sobre la superficie del cultivo (MJ/ m² día)

G, flujo calórico utilizado en el calentamiento del suelo (MJ/ m² día)

$(R_n - G)$, energía disponible en la superficie del suelo e igual a la energía desde la superficie hacia el aire (H + IE) por el calor sensible, H, (convección) y calor latente, IE (evaporación)

γ , Constante psicrométrica (kPa/ °C) = $0,001628 (P/l)$; P en kPa = $101,3((293 - 0,0065z)/293)^{5,26}$

u_2 , velocidad del viento a 2 m de altura, en m/s. Se estima por:

$$u_2 = 4,87 u_z / \ln (67,8z - 5,42)$$

u_z , velocidad del viento en m/s, observada a una altura, z en m

$(e_s - e_a)$, déficit de tensión de vapor (kPa); e_s y e_a tensión de vapor saturado, y actual respectivamente

λ , Calor latente de vaporización (MJ /kg). Se considera fijo a 20 °C = 2,45 MJ/ kg; (1/l) = 0,408

$$900 \gamma U_2 / (T+273) \text{ [mm/ día } ^\circ\text{C]} = 86400 \tilde{n}_a c_p / r_a \lambda \text{ [mm /día } ^\circ\text{C]}$$

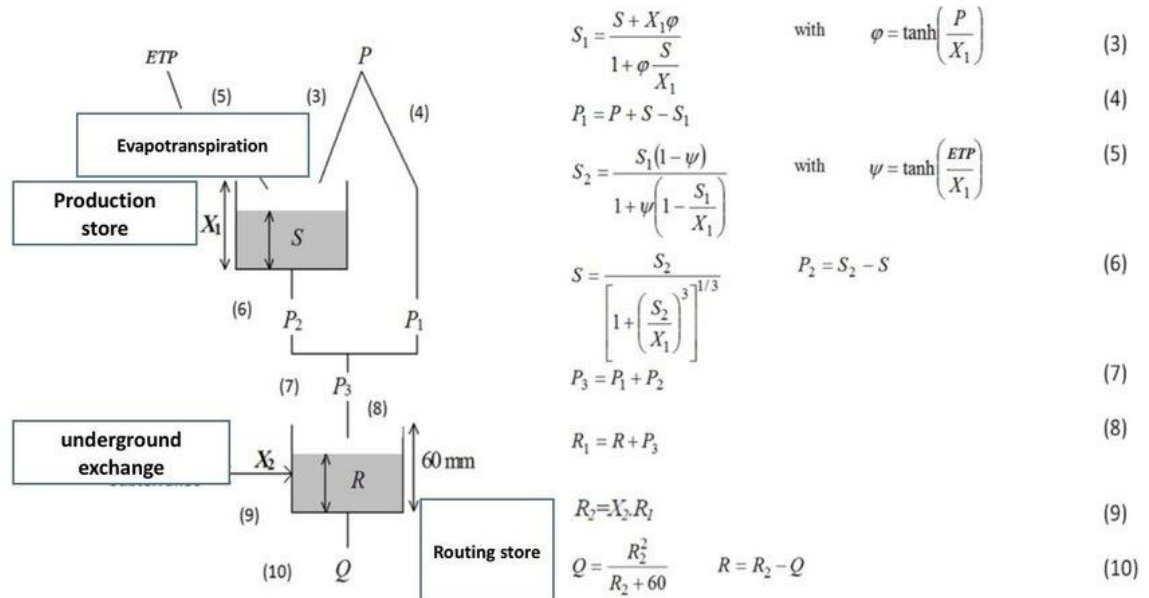
T , temperatura media del aire, en °C, calculada por: $T = (T_{\max} + T_{\min}) / 2$

2.2.6. Generación de caudales con el modelo GR2m

Es un modelo desarrollado por el CEMAGREF (Centro de Investigación Agrícola e Ingeniería Ambiental, Francia), quien propuso un modelo global, lo más simple posible, para reconstruir los caudales a partir de la precipitación y la evapotranspiración (Mouelhi, 2003). El modelo GR2M, funciona a paso de tiempo mensual, el cual está basado en la transformación de la lluvia en escorrentía, a través de la utilización de un conjunto de ecuaciones, ver Figura 4.

Figura 4

Esquema conceptual y ecuaciones del modelo GR2M.



$$S_1 = \frac{S + X_1 \phi}{1 + \phi \frac{S}{X_1}} \quad \text{with} \quad \phi = \tanh\left(\frac{P}{X_1}\right) \quad (3)$$

$$P_1 = P + S - S_1 \quad (4)$$

$$S_2 = \frac{S_1(1 - \psi)}{1 + \psi \left(1 - \frac{S_1}{X_1}\right)} \quad \text{with} \quad \psi = \tanh\left(\frac{ETP}{X_1}\right) \quad (5)$$

$$P_2 = S_2 - S \quad (6)$$

$$S = \frac{S_2}{\left[1 + \left(\frac{S_2}{X_1}\right)^3\right]^{1/3}} \quad (7)$$

$$P_3 = P_1 + P_2 \quad (7)$$

$$R_1 = R + P_3 \quad (8)$$

$$R_2 = X_2 R_1 \quad (9)$$

$$Q = \frac{R_2^2}{R_2 + 60} \quad R = R_2 - Q \quad (10)$$

Nota: Mouelli, 2003

GR2M es un modelo de balance hídrico conceptual a paso de tiempo mensual con un reducido número de parámetros (Lavado Casimiro et al., 2011b). X1 y X2 definen la máxima capacidad de almacenamiento del reservorio y la relación de intercambio de agua entre la superficie y las aguas subterráneas, respectivamente, además de los dos parámetros considera dos estados iniciales, denominados; cuantificación del almacenamiento de humedad del suelo (S) y reservorio cuadrático (R) (Rwasoka et al., 2014). El modelo será condicionado para simular caudales mensuales a partir de evapotranspiración y precipitación mensual (Mouelhi et al., 2006)

Debido a la precipitación, el almacenamiento en el tanque de producción, S, se convierte en S1, obtenido por medio de la siguiente expresión:

$$S_1 = \frac{S + X_1 \operatorname{Tanh}\left(\frac{P}{X_1}\right)}{1 + \frac{S}{X_1} \operatorname{Tanh}\left(\frac{P}{X_1}\right)}$$

Donde X1 representa la máxima capacidad del tanque de producción. El exceso de precipitación, P1, se calcula como:

$$P_1 = P + S - S_1$$

Debido a la evaporación (el cálculo de la evaporación real, depende del valor de E), S1 se convierte en S2:

$$S_2 = \frac{S_1 \left(1 - \operatorname{Tanh}\left(\frac{E}{X_1}\right)\right)}{1 + \left(1 - \frac{S_1}{X_1}\right) \operatorname{Tanh}\left(\frac{E}{X_1}\right)}$$

Posteriormente, una cantidad de agua P2 es liberada del tanque de producción como percolación. De esta manera S2, toma un nuevo valor S, el cual representa el almacenamiento inicial en el siguiente mes:

$$S = \frac{S_2}{\left[1 + \left(\frac{S_2}{X_1}\right)^3\right]^{\frac{1}{3}}}$$

$$P_2 = S_2 - S$$

La suma de P1 y P2 es la cantidad de agua que entra en el tanque de tránsito:

$$P_3 = P_1 + P_2$$

El nivel inicial en tanque de tránsito, R, se actualiza como:

$$R_1 = R + P_3$$

Luego se calcula el término de intercambio de agua F:

$$F = (X_5 - 1)R_1$$

Donde X5 es un parámetro adimensional. Si X5 es mayor que 1, F representa una ganancia de agua para la cuenca, y si es menor que 1 representa una pérdida. El nuevo nivel en el tanque de tránsito es:

$$R_2 = X_5 * R_1$$

La descarga a la salida de la cuenca de interés se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$Q = \frac{R_2^2}{R_2 + X_4}$$

Donde X4 es la máxima capacidad del tanque de tránsito y tiene un valor de 60 mm. Finalmente, el nivel en el tanque de tránsito al inicio del siguiente mes se calcula como:

$$R = R_2 - Q$$

2.2.7. Calibración y validación de modelos hidrológicos

La calibración es el proceso por el cual se identifican los valores de los parámetros del modelo para los cuales la serie de datos simulado se ajusta de manera óptima a la serie de datos observados. Para evaluar la bondad de ajuste del modelo se utiliza una “función objetivo”. La función objetivo es usualmente una medida de bondad de ajuste (error de balance de masas, coeficiente de correlación, eficiencia de Nash-Sutcliffe, etc), pero también puede ser una combinación de estas (dependiendo de la importancia que el investigador asigne a las diferentes medidas de bondad de ajuste) recibiendo entonces el nombre de función “multiobjetivo” (Cabrera, 2012).

La validación de un modelo como “el proceso de demostración que el modelo es capaz de hacer predicciones en un lugar específico determinado para períodos fuera del período de calibración”. De esta manera, se dice que un modelo ha sido validado si su precisión y capacidad predictiva en el período de validación muestran errores o límites aceptables (Cabrera, 2012).

La validación de modelos hidrológicos, es un proceso complejo de análisis y toma de decisiones. Uno de los modelos en análisis es la aplicación del modelo GR2M, lluvia escorrentía a paso mensual. El objetivo principal, es determinar la eficiencia del modelo

bajo la evaluación de procesos de calibración, validación y sensibilidad en la cuenca del río Jequetepeque. La finalidad es aplicar a aquellos espacios que no tienen data de caudales, donde sí se cuenta con información de precipitación y temperatura. (Alcántara, 2014).

2.2.7.1. Indicadores estadísticos de eficiencia

Para evaluar el desempeño de un modelo hidrológico, se describe en la literatura el uso de diferentes indicadores estadísticos de eficiencia. Siendo los más citados el coeficiente de Nash- Sutcliffe, coeficiente de correlación de Pearson (r), la raíz relativa del error cuadrático medio (RRMSE), entre otros.

Se presentarán para el siguiente proyecto de investigación 05 indicadores estadísticos de eficiencia para evaluar el comportamiento de las series simuladas por los modelos propuestos, a saber: Coeficiente de Nash-Sutcliffe, citado en numerosos artículos científicos (Astorayme et al., 2015; Garcia, 2011; Viviroli et al., 2009) el coeficiente de Nash logarítmico (Nash-In), la cual es una variante de la primera (Krause et al., 2005). Otros indicadores son el coeficiente de Pearson (r), (Aghakouchak & Habib, 2010) y la raíz del error medio cuadrático relativo (de siglas en inglés, RRMSE).

a) Coeficiente de Nash-Sutcliffe

Es el más empleado y de uso extendido (Nash & Sutcliffe, 1970) para evaluar la predicción de las series simuladas en modelos hidrológicos.

Tabla 2

Valores referenciales de coeficiente de Nash

AJUSTE	Insuficiente	Satisfactorio	Bueno	Muy Bueno	Excelente
Nash	<0.2	0.2 – 0.4	0.4 – 0.6	0.6 – 0.8	>0.8

Nota: Molnar, 2011

En la Tabla 2, se presenta un rango propuesto por Molnar (2011), el cual califica a un modelo según el coeficiente de Nash- Sutcliffe obtenido. Así, se tiene que para un coeficiente de Nash mayor a 0,6 se considera que la eficiencia de un modelo es muy buena y para valores mayores a 0,8 es excelente.

El coeficiente de Nash toma valores en un rango de $-\infty$ a 1 siendo el valor optimo la unidad, dando énfasis a la evaluación de los caudales en periodos de

avenida. En la práctica se toma el valor de 0,70 como umbral: por debajo de este valor, la simulación es mala y por encima, es buena. (Moriasi, 2007)

El cálculo de los coeficientes de Nash puede realizarse a partir de ecuaciones de caudales normales, la raíz cuadrada de caudales normales y el logaritmo de los caudales normales, estas verifican la capacidad del modelo para datos de caudales máximos, caudales mínimos y caudales promedios.

$$NashQ = 100 * \left[1 - \frac{\sum(Q_i^{obs} - Q_i^{cal})^2}{\sum(Q_i^{obs} - Q_i^{cal})^2} \right]$$

$$Nash\sqrt{Q} = 100 * \left[1 - \frac{\sum(\sqrt{Q_i^{obs}} - \sqrt{Q_i^{cal}})^2}{\sum(\sqrt{Q_i^{obs}} - \sqrt{Q_i^{cal}})^2} \right]$$

$$Nash \log Q = 100 * \left[1 - \frac{\sum(\log Q_i^{obs} - \log Q_i^{cal})^2}{\sum(\log Q_i^{obs} - \log Q_i^{cal})^2} \right]$$

b) Coeficiente de determinación:

Uno de los más utilizados es el coeficiente de determinación (R^2), que es el cuadrado del coeficiente de correlación, varía entre 0 y 1, es mejor mientras esta más cercano a 1, Se usa como una medida de dispersión del modelo (Sarria, 2008)

Este coeficiente puede interpretarse como la proporción de varianza representada por los valores calculados con el modelo respecto a los valores observados. Cov (Q_o, Q_s) es la covarianza entre los valores observados y los calculados, Sd(Q_o) es la desviación típica de valores observados y Sd(Q_s) es la desviación típica de los valores calculados.

El problema de este coeficiente es que es insensible a desviaciones constantes o proporcionales, es decir que si cumple que $Q_s = a + bQ_o$, r^2 será igual a 1 dando una falsa idea de que el modelo responde adecuadamente a la realidad. Otro problema es que es muy sensible a los valores extremos que hacen crecer el coeficiente dando una falsa apariencia de buen ajuste (Sarria, 2008). Este coeficiente no debe ser único, solo representa un valor inicial que debe ser completado con otros índices para realmente medir el grado de ajuste.

El coeficiente de determinación se obtiene a partir de la resolución de la siguiente ecuación:

$$R^2 = \frac{\sum_{t=0}^T (\hat{Y}_t - \bar{Y})^2}{\sum_{t=0}^T (Y_t - \bar{Y})^2}$$

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- a) Modelo GR2m: Modelo hidrológico lluvia-escorrentía que presenta como datos de entrada registros de precipitación y evapotranspiración para la generación de caudales medios mensuales.
- b) Modelo tipo lluvia-escorrentía: Modelos matemáticos útiles para predecir y simular los caudales con base en una conceptualización que represente en forma simplificada los procesos físicos en la cuenca: infiltración, evaporación, flujo subsuperficial y flujo subterráneo.
- c) Calibración de un modelo: es el proceso por el cual se identifican los valores de los parámetros del modelo para los cuales la serie de datos simulado se ajusta de manera óptima a la serie de datos observados.
- d) Validación de un modelo: justificación de que un modelo computarizado dentro de su dominio de aplicabilidad posee un rango de precisión satisfactorio consistente con la aplicación prevista del modelo
- e) Producto PISCO: Es el resultado de la generación mediante la combinación de datos de estaciones meteorológicas e hidrométricas más completas del Perú, con climatologías, reanálisis y productos satelitales de estimación de temperatura para obtener una base de datos grillada a nivel nacional de alta resolución espacial; los datos grillados abarcan una serie temporal completa que se inicia el 1ro de enero 1981 hasta el 31 de diciembre del 2016, utilizando como covariable, la base de datos global del proyecto CHIRPS.

CAPITULO III.

MARCO METODOLOGICO

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo de investigación

Esta investigación es definida como aplicada o tecnológica. Este tipo de investigaciones están orientadas a mejorar, perfeccionar u optimizar el funcionamiento de los sistemas, los procedimientos, normas, reglas tecnológicas actuales a la luz de los avances de la ciencia y la tecnología; por tanto, este tipo de investigación no se presta a la calificación de verdadero, falso o probable sino a la de eficiente, deficiente, ineficiente, eficaz o ineficaz (Ñaupas H. M., 2013, págs. 69- 70) .Para esta investigación, la aplicación se realiza a partir del modelo GR2m, el mejoramiento de su aplicación radica en la elección de las técnicas y métodos usados para la obtención de resultados eficientes o ineficientes.

3.1.2. Diseño de investigación

El diseño de la investigación será no experimental, puesto que podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables, para luego, observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos (Hernández et al, 2006); es del tipo transversal, debido a que se define como un estudio observacional en el que los datos se recopilan para estudiar a una población en un solo punto en el tiempo seleccionado y para examinar la relación entre variables de interés (Rodríguez & Mendivelso, 2018), que en nuestro caso están representados por los periodos de calibración y validación. En este tipo de investigación no se manipularán el entorno ni la información, por lo tanto, los resultados no serán definitivos ya que se analiza básicamente los datos ingresados en el periodo de estudio sin contar con los eventos suscitados antes o después del periodo seleccionado.

3.2. POBLACIÓN Y/O MUESTRA DE ESTUDIO

3.2.1. Población

Para el presente trabajo de investigación se consideró como población a la cuenca del río Sama.

3.2.1.1. Características geográficas de la cuenca Sama

a. Ubicación política:

La cuenca del río Sama se ubica políticamente en:

Región: Tacna

Provincia: Tacna, Candarave y Tarata

Distritos: Sama, Inclán, Chucatamani, Sitajara, Ticaco, Tarata, Tarucachi, Estique, Estique-pampa.

b. Ubicación geográfica

Geográficamente la cuenca se encuentra limitada por las siguientes coordenadas (Ver Figura 5):

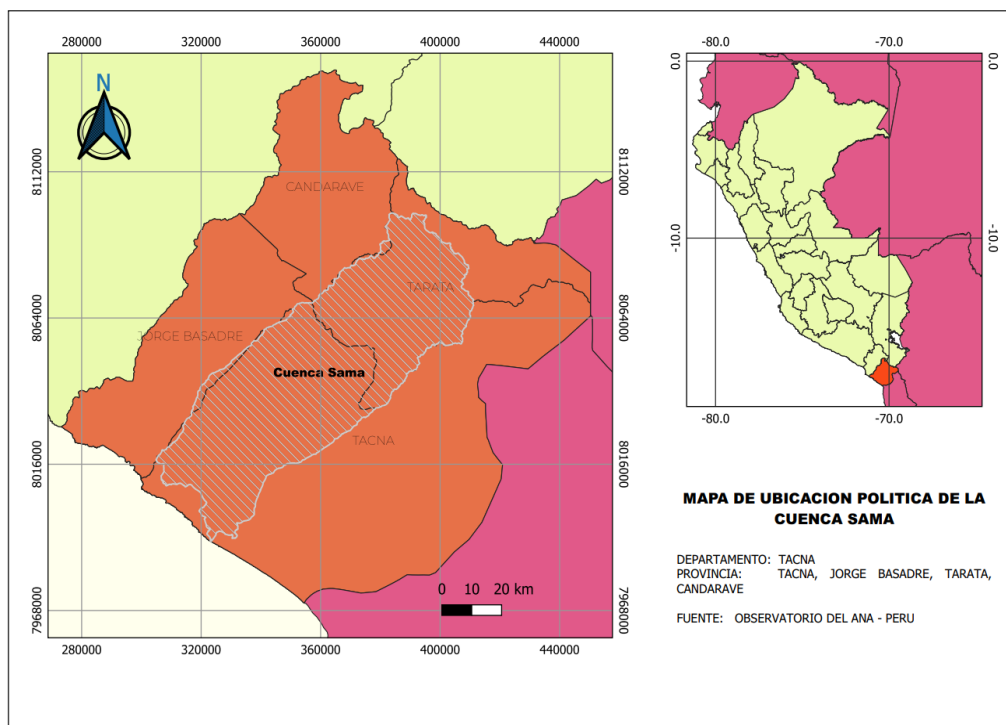
Latitud sur $17^{\circ}12' - 18^{\circ}10'$

Longitud oeste $69^{\circ}50' - 70^{\circ}51'$

La diferencia de altitud en la cuenca del río Sama varía entre los 0 – 4800 msnm

Figura 5

Ubicación geográfica de la cuenca Sama



Nota: Elaboración propia

3.2.1.2. Características hidrometeorológicas de la cuenca Sama

La cuenca Sama pertenece a la vertiente del Océano Pacífico, y sus límites hidrográficos son los siguientes:

Por el norte:	La cuenca del río Maure
Por el sur:	El Océano Pacífico
Por el este:	Las cuencas de los ríos Kallapuma, Uchusuma y Caplina
Por el oeste:	La cuenca del río Locumba.

Adicionalmente, el estudio *Evaluación de Recursos Hídricos en las cuencas de los ríos Sama y Locumba* elaborado por la Autoridad Local del Agua Locumba Sama (2010) indica:

“Este río nace en las alturas de la laguna Cotanvilque con el nombre de río Jaruma Grande; posteriormente, se conoce con los nombres de río Jaruma, Huallatire, Ticalaco, Pistala y Tala hasta la confluencia con el río Salado, donde forma el río Sama, nombre con el cual desemboca en el Océano Pacífico.

El régimen del río es torrentoso, y es el más irregular de la zona Sur por su gran variabilidad y marcada diferencia entre sus descargas extremas. La cuenca es alimentada en el verano Austral por precipitaciones pluviales; en este período se concentra el 75% de las descargas, y el resto del año es alimentado por deshielos de glaciales y/o la descarga de los acuíferos de agua subterránea. La máxima descarga registrada fue de 115,4 m³/s y la descarga mínima fue de 0,01 m³/s. La media anual fue 2,27 m³/s. Entre los meses de enero a marzo se concentran mayores descargas, que disminuyen a partir de setiembre a diciembre.

En forma general, la cuenca tiene forma alargada, de ancho constante, a excepción de la zona de su desembocadura, en donde se estrecha fuertemente. Las dimensiones promedio son de 120 km de largo y 40 km de ancho.

La cuenca del río Sama, excluyendo el área de sus nacientes cuyos recursos son derivados al río Caplina, tiene una extensión total de 4 448 km², de la cual el 13,7% del área total, es decir 635 km², corresponden a la cuenca húmeda.

Algunas características propias de la cuenca se pueden describir en líneas generales:

a) Temperatura

La temperatura media mensual varía desde 15,3 °C (Julio) a 22,5 °C (febrero). La temperatura máxima varía de 25 °C en la costa a 15 °C en la zona alta. La temperatura mínima varía de 14 °C en la costa a -4 °C en la zona alta.

b) Precipitación

La precipitación total mensual promedio varía desde 0,4 mm (Abril) a 8,4 mm (Setiembre) en la Estación Sama (altitud 552 m.s.n.m.); y desde 0,25 mm (Mayo) a 61,69 mm (Enero) en la Estación Talabaya (altitud 3 400 m.s.n.m.). La precipitación total anual promedio varía desde 10 mm en la zona costera, a 340 mm en la zona alta.

3.2.1.3. Parámetros geomorfológicos y físicos de la Cuenca Sama

La cuenca del río Sama proviene de dos afluentes ubicadas en la provincia de Tarata, presenta los parámetros geomorfológicos descritos en la Tabla 3.

Tabla 3

Parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Sama

Parámetros geomorfológicos	
Área total de la cuenca	4591,00 km ²
Perímetro total de la cuenca	391,68 km
Longitud del cauce del río	171,25 km
Pendiente del cauce del río	2,98%
Ancho promedio	26,81 km
Índice de compacidad	1,63
Tiempo de concentración (Kirpich)	808 minutos
Rectángulo Equivalente, lado mayor	168,61 km
Rectángulo Equivalente, lado menor	27,23 km
Forma de la cuenca	Rectangular o alargada

Factor de forma de la cuenca	0.28
Altitud media de la cuenca	2064.88 m.s.n.m.
Densidad de drenaje	0.67 km ² /km

Nota: Observatorio del agua Autoridad Nacional del Agua (2008)

3.2.2. Muestra

Para el presente trabajo de investigación se consideró 2 muestras:

- Subcuenca delimitada por la estación hidrométrica La Tranca
- Subcuenca delimitada por la estación hidrométrica Puente Talapalca

3.2.3. Técnicas

En la Tabla 4, se puede observar las técnicas y métodos usados para la generación de caudales medios mensuales según corresponda el orden que se determine.

Tabla 4

Métodos y técnicas usados para la generación de caudales medios mediante el modelo GR2m

Técnicas	
Tratamiento	Método de aplicación
Prueba de homogeneidad	Pettit's Test, Buishand Range Test, Standard Normal Homogeneity Test
Prueba de tendencia	Student T
Prueba de saltos	Student T, F de Fischer. Schoerman
Homogenización de datos	Student T
Completación de datos	Vector Regional, Regresión Múltiple
Cálculo de la evapotranspiración	FAO Penman Monteith
Valores medios	Media Aritmética, Thiessen, Krigging, Distancias Inversas
Generación de caudales simulados	GR2m
Indicadores de eficiencia	Nash, R ²

Nota: Elaboración Propia

3.3. Operacionalización de variables

El esquema para la operacionalización de las variables se presenta en la Tabla 5.

Tabla 5*Operacionalización de variables*

Variable	Dimensión	Indicador	Nivel de medición
Calibración y Validación de caudales medios mensuales	Eficiencia de Nash - Sutcliffe	0-20%, Insuficiente 20-40%, Satisfactorio 40-60%, Bueno	>70%, modelo apto para generación de registro de caudales
	Coeficiente de Determinación R ²	60-80%, Muy bueno 80-100%, Excelente	<70%, modelo no apto para generación de registro de caudales

Nota: Elaboración Propia

3.4. MATERIALES E INSTRUMENTOS

Los materiales y softwares empleados para la realización de la investigación son:

- Información geográfica
- Información meteorológica (precipitación y temperatura)
- Información hidrométrica
- Softwares

3.4.1. Información geográfica

Para el uso de la información geográfica se agrupó y diferenció tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cantidad de información en el registro histórico de estación
- Altitud geografía
- Porcentaje de influencia de estación en el área de estudio (Polígono de Thiessen)

3.4.2. Información meteorológica de precipitación

La serie de datos históricos fue solicitada y avalada por la entidad responsable, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), el criterio realizado para la elección de las estaciones tuvo en consideración los siguientes criterios:

- Ubicación geográfica con referencia a la cuenca Sama
- Estaciones con condiciones climáticas e hidrológicas semejantes
- Estaciones con años de funcionamiento que cuenten en información disponible y confiable para su aplicación al modelo

La elección del periodo de estudio fue elegida por la cantidad de datos, cuidando que todas las estaciones tengan la mayor cantidad de datos para que el estudio tenga un grado de confianza alto. En la zona de estudio se pueden encontrar más estaciones, pero en algunos casos la serie de datos no se encuentra completa en un 50%. La Tabla 6 muestra el Grupo 1 conformado por 7 estaciones, la Tabla 7 muestra el grupo conformado por 4 estaciones y la Tabla 8 presenta el Grupo 3 conformado por la única estación ubicada en la costa. En el Anexo 2 se muestran los valores observados en la zona de estudio para el periodo de 1980-2019

Tabla 6

Estaciones meteorológicas asignadas para el Grupo 1

ID	Estación	Zona	Cuenca	Latitud	Longitud	Parámetros
117030	CAIRANI	Perú	Locumba	-17,2812	-70,3627	Precipitación
117034	SITAJARA	Perú	Sama	-17,3725	-70,1356	Precipitación
117033	SUSAPAYA	Perú	Sama	-17,3510	-70,1333	Precipitación
117039	TALABAYA	Perú	Sama	-17,5592	-69,9997	Precipitación
117020	TARATA	Perú	Sama	-17,4742	-70,0339	Precipitación
117040	TOQUELA	Perú	Sama	-17,6608	-69,9489	Precipitación
117019	CANDARAVE	Perú	Locumba	-17,2711	-70,2539	Precipitación

Nota: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

Tabla 7

Estaciones meteorológicas asignadas para el Grupo 2

ID	Estación	Zona	Cuenca	Latitud	Longitud	Parámetros
117014	VILACOTA	Perú	Maure	-17,1183	-70,0508	Precipitación
117043	PAUCARANI	Perú	Maure	-17,5250	-69,7795	Precipitación
117013	CHUAPALCA	Perú	Maure	-17,3050	-69,6436	Precipitación
117048	CHALLAPALCA	Perú	Maure	-17,2372	-69,8130	Precipitación

Nota: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

Tabla 8

Estaciones meteorológicas asignadas para el Grupo 3

ID	Estación	Zona	Cuenca	Latitud	Longitud	Parámetros
117014	SAMA GRANDE	Perú	Sama	-17,78758	-70,4896	Precipitación

Nota: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

3.4.3. Información meteorológica de temperatura

La serie de datos requerida por la ecuación de FAO Penman Monteith son los de temperatura máxima y temperatura mínima. Se recogió la serie de datos observados por la entidad encargada, la cual tiene una cantidad de datos inferior al 30% para su uso en las ecuaciones de FAO, para lo cual se ha optado por el uso de la data grillada PISCO, la cual genera, a partir de la data observada, la red completa de datos de temperatura máxima y mínima en el periodo 1981-2016.

Se puede observar la data de temperatura máxima y mínima en el Anexo 3, evaluándose el mencionado procedimiento bajo el coeficiente de relación entre la data grillada pisco y la data observada en la Tabla 9.

Tabla 9

Indicador de correlación de datos de temperatura observado vs data grillada PISCO

COEFICIENTE DE CORRELACION		
Estaciones	Temperatura máxima	Temperatura mínima
Candarave	-	-
Cairani	-	-
Sitajara	-	-
Talabaya	0,57649144	0,94138051
Susapaya	0,46323057	0,7455478
Tarata	0,81882942	0,60942396
Toquela	-	-
Vilacota	-	-
Sama Grande	0,97932971	0,97717327
Challapalca	-	-
Chuapalca	0,9629647	0,89900536
Paucarani	0,5674231	0,63651296

Nota: Elaboración propia

3.4.4. Información hidrométrica

La cuenca Sama presenta 2 estaciones aforadas presentadas en la Tabla 10, que presentan las siguientes características:

- La estación la Tranca, ubicado en el valle a 834 m.s.n.m., se presenta con una data histórica completa desde el 1964, información brindada desde el ALA Locumba – Sama
- La estación Puente Talapalca se encuentra registrado como una estación que percibe el caudal de las subcuencas ubicadas en la zona Sierra de la cuenca del

rio Sama. Su data histórica es representada a partir de 2017 como información de calidad, por tal motivo se tomó como data observada la generada por la data grillada PISCO.

Los registros históricos de las estaciones hidrométricas de la cuenca Sama están tabulados en el Anexo 2.

Tabla 10

Datos de estación hidrométrica La Tranca

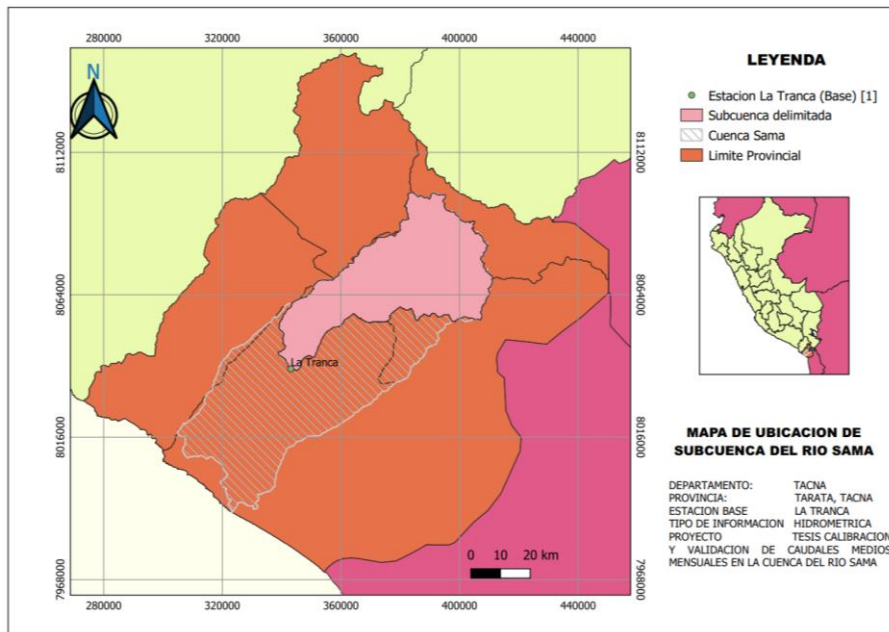
Nombre	Cuenca	Latitud	Longitud	Parámetros	Área	Perímetro
La Tranca	Sama	-17,73011	-70,47917	Caudales	1906.41 km ²	370.70 km
Puente Talapalca	Sama	-17,474866	-70,17265	Caudales	1214.2 km ²	246.9 km

Nota: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

Las subcuencas delimitadas escogidas se delimitaron a partir de Modelos Digitales de Elevación tomando como base la información brindada por el SENAMHI. Se pueden observar los mapas generados en la Figura 6 y Figura 7.

Figura 6

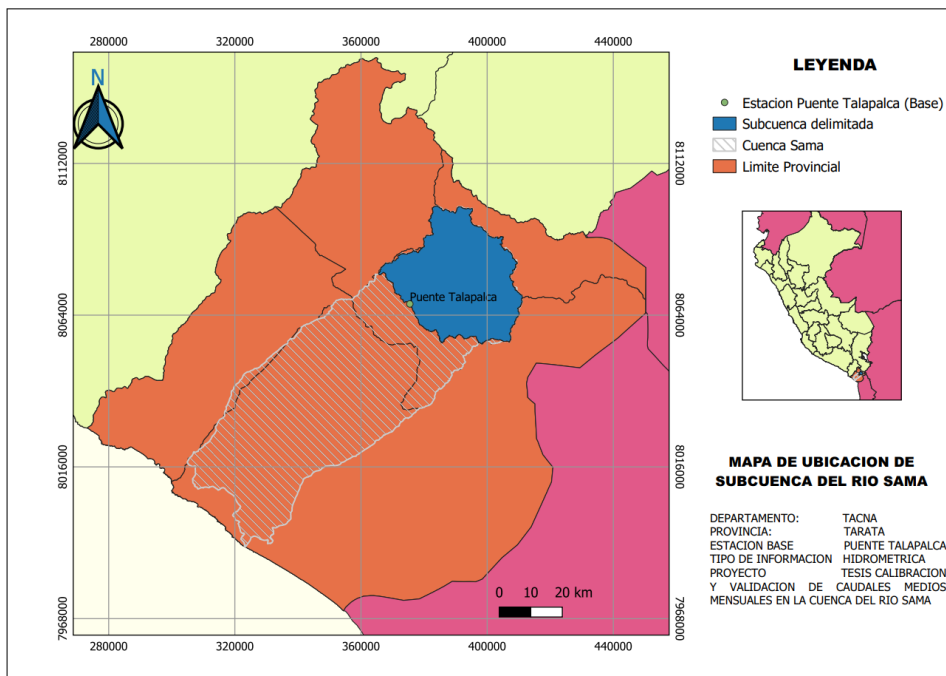
Ubicación de la subcuenca delimitada por la estación La Tranca



Nota: Elaboración propia

Figura 7

Ubicación de la subcuenca delimitada por la estación Puente Talapalca



Nota: Elaboración propia

3.4.5. Instrumentos

- Software Microsoft Office
- Software libre QGIS
- Software HYDRACCESS
- Software libre ETo Calculator

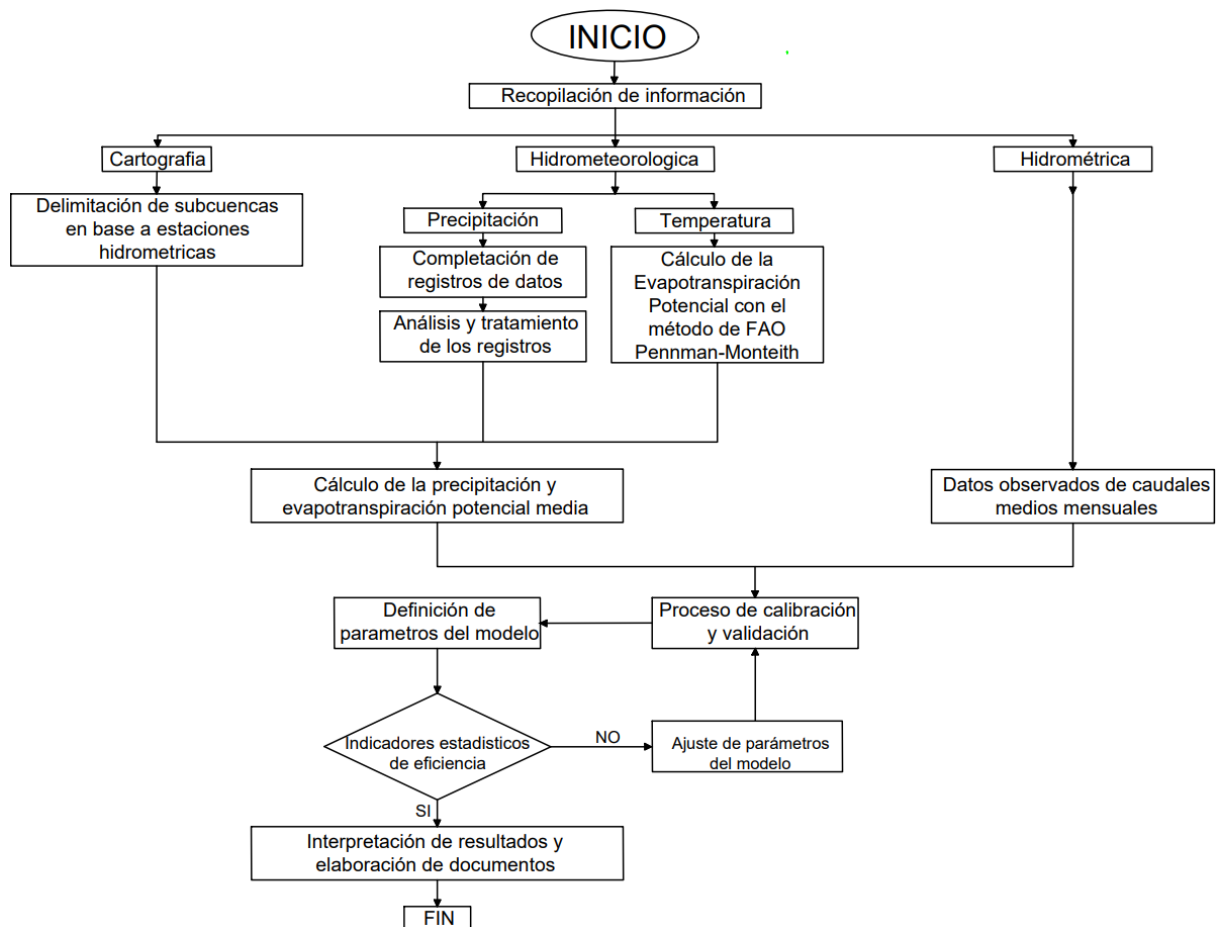
3.5. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

3.5.1 Flujo de trabajo

El flujo de trabajo presentado en esta investigación se describe en la Figura 8.

Figura 8

Diagrama de flujos metodológico para la investigación



Nota: Elaboración propia

3.5.2 Sintetización de métodos

A partir de la Tabla 11, se describe una síntesis de los pasos seguidos en la presente investigación tomando en cuenta los procesos y técnicas usadas en cada punto del flujo de trabajo

Tabla 11*Sintetización de métodos de la presente investigación*

	Sinterización de métodos	Técnica
1	Verificación de consistencia de datos de estaciones meteorológicas de estudio con análisis de doble masa	Índice de correlación
2	Aplicación de prueba de homogeneidad a datos originales de precipitación (incompleta)	Pettit's Test, Buishand Range Test, Standard Normal Homogeneity Test
3	Detección de punto no homogéneo para aplicación de prueba de saltos	-
4	Completación de datos meteorológicos por grupos asignados	Vector Regional, Regresión Múltiple
5	Aplicación de prueba de homogeneidad a datos completados de precipitación y caudales	Pettit's Test, Buishand Range Test, Standard Normal Homogeneity Test
6	Aplicación de prueba de saltos para datos completados en el punto no homogéneo	Student T, F de Fischer, Schoerman
7	Homogenización de datos en periodos que no se presentan consistentes	Student T
8	Aplicación de prueba de tendencia en datos homogenizados	Student T
9	Cálculo de la evapotranspiración potencial con el método de FAO Penmann Monteith a partir de temperatura máxima y mínima obtenida del SENAMHI	FAO Penmann Monteith
10	Cálculo de valores medios areal de precipitación y evapotranspiración para las muestras definidas (estación hidrométrica La Tranca y Puente Talapalca)	Media Aritmética, Thiessen, Krigging, Distancias Inversas
11	Definición de periodos de calibración y validación	-
12	Ingreso de datos de precipitación y evapotranspiración media areal a modelo GR2M	GR2m
13	Optimización de eficiencia ajustando parámetros x_1 y x_2	Nash, R^2

Nota: Elaboración propia

3.5.3. Análisis de consistencia de la información

Los registros de datos históricos serán evaluados en el periodo seleccionado de 1980-2019, con la finalidad de obtener una alta calidad, con datos confiables y lo más completo posible, en la evaluación y análisis simultánea de la información de precipitación, temperatura y descargas medias mensuales para las subcuencas delimitadas por los puntos de aforo de la cuenca del río Sama.

En el Anexo [2](#), se presentan las series de datos de precipitación a nivel mensual entregados por la entidad encargada, en este caso en Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)

En el mismo Anexo [2](#), se presenta la serie de datos de caudales a nivel mensual entregados por la entidad responsable, en esta ocasión Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) y la Autoridad Nacional del Agua (ANA) por medio de su sede en Tacna, el ALA Caplina – Locumba.

En el Anexo [4](#), se presenta la serie de datos de temperatura máxima y mínima recibido por la entidad responsable, en este caso en Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)

3.5.3.1. Análisis de doble masa

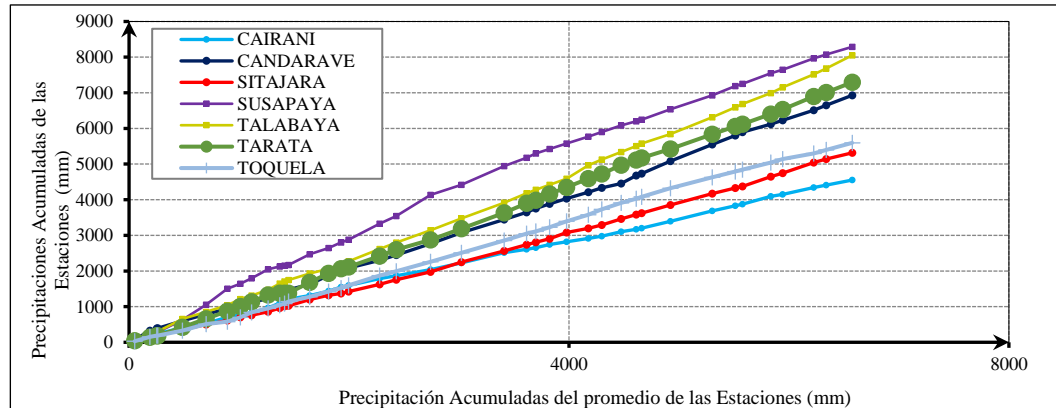
Para el análisis de doble masa se agruparon las estaciones tomando como criterio su ubicación geográfica (que sea estaciones vecinas) y el comportamiento hidrológico similar que tienen en su gráfica. El análisis se hizo usando el promedio mensual de las estaciones vecinas o hidrológicamente similares para este análisis:

Grupo 1: Para este primero grupo se agruparon las estaciones Cairani, Candarave, Sitajara, Susapaya, Tarata, Talabaya y Toquela, con altura promedio 3000 – 4000 msnm; además de estar ubicadas geográficamente en una zona en común.

Se realizó la gráfica con referencia a las ordenadas a los promedios acumulados en la Figura [9](#), se evaluó los índices de correlación con los promedios acumulados en la Tabla 12, lo cual tuvo un porcentaje superior al 95% lo cual nos indica que las estaciones tienen características hidrológicas semejantes.

Figura 9

Diagrama de doble masa de estaciones del Grupo 1 referenciado con la precipitación promedio acumulada



Nota: Elaboración propia

Tabla 12

Índice de correlación de estaciones respecto a la precipitación anual promedio acumulada del grupo 1

Estaciones	CAIRANI	CANDARAVE	SITAJARA	SUSAPAYA	TALABAYA	TARATA	TOQUELA
Coefficiente (r)	0.99872	0.99917	0.99903	0.99677	0.99948	0.99979	0.99944

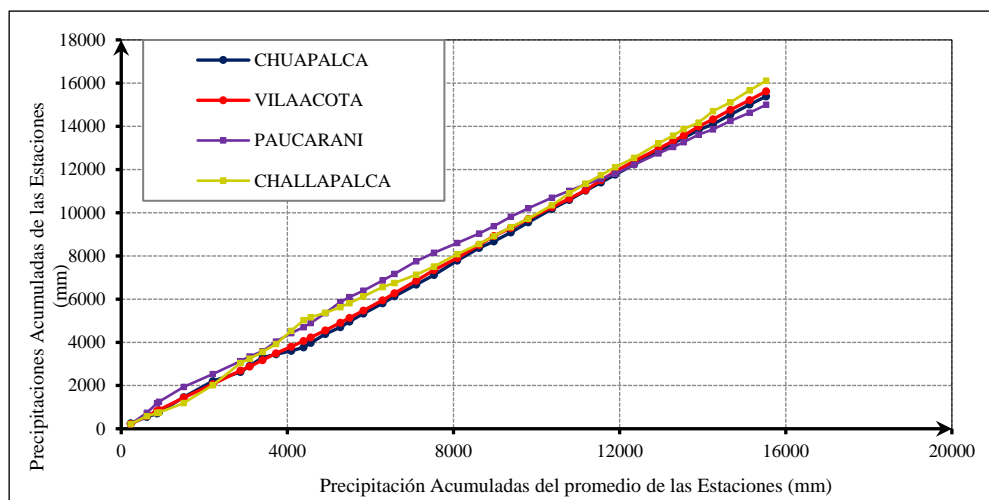
Nota: Elaboración propia

Grupo 2: Para este grupo se agruparon las estaciones Vilacota, Paucarani, Challapalca y Chuapalca, con altura promedio mayor a los 4000 msnm; además de estar ubicadas geográficamente en una zona en común.

Se realizó la gráfica con referencia a las ordenadas a los promedios acumulados en la Figura 10, se evaluó los índices de correlación con los promedios acumulados en la Tabla 13, lo cual tuvo un porcentaje superior al 95% lo cual nos indica que las estaciones tienen características hidrológicas semejantes

Figura 10

Diagrama de doble masa de estaciones del Grupo 2 referenciado con la precipitación promedio acumulada



Nota: Elaboración propia

Tabla 13

Índice de correlación de estaciones respecto a la precipitación anual promedio acumulada del grupo 2

Estaciones	CHUAPALCA	VILACOTA	PAUCARANI	CHALLAPALCA
Coefficiente (r)	0.99929	0.99965	0.99830	0.99898

Nota: Elaboración propia

3.5.3.2. Prueba de homogeneidad de datos

Se realizó la prueba de homogeneidad usando los paquetes del software R Studio (Pohlert, 2020) para la aplicación de la prueba de homogeneidad, indicándose el valor estadístico del test y el año de cambio. Se realizó la prueba en 2 ocasiones por cada serie de datos:

Se realizó la prueba de homogeneidad contemplando los 3 métodos mencionados en el capítulo anterior, en la cual según la Tabla 14 se puede observar un resumen de los resultados aplicados a la serie de datos obtenido de la entidad (serie incompleta).

Tabla 14

Resumen de valores de pruebas de homogeneidad para los datos de precipitación y caudales observados

Estación	Precipitación (Base Cruda)	
	Naturaleza de la serie	Posible punto de cambio
Est. Cairani	Data Homogénea	1996; 2010
Est. Candarave	Data No Homogénea	1996
Est. Sitajara	Data No Homogénea	1996
Est. Susapaya	Data Homogénea	1983
Est. Tarata	Data No Homogénea	1992
Est. Talabaya	Data No Homogénea	1996
Est. Sama Grande	Data No Homogénea	1998
Est. Vilacota	Data Homogénea	2012
Est. Paucarani	Data Homogénea	1986
Est. Challapalca	Data Homogénea	1983; 1998; 2000

Nota: Elaboración propia

Para las series no homogéneas se realizó el test de homogeneidad por cada periodo dividido, la cual concluyo en los resultados de la Tabla 15.

Tabla 15

Resumen de valores de pruebas de homogeneidad para los datos de precipitación y caudales divididos en el año de cambio de la data observada

Estación	Precipitación (Base Cruda)	
	Naturaleza de la serie	Periodo
Candarave	Data Homogénea	1980 - 1996
	Data Homogénea	1997 - 2019
Sitajara	Data Homogénea	1980 - 1996
	Data Homogénea	1997 - 2019
Tarata	Data Homogénea	1980 - 1992
	Data Homogénea	1993 - 2019
Talabaya	Data Homogénea	1980 - 1996
	Data Homogénea	1997 - 2019
Sama Grande	Data No Homogénea	1980 - 1998
	Data No Homogénea	1999 - 2019

Nota: Elaboración propia

En la Tabla 16 se puede observar los resultados a las pruebas de homogeneidad aplicado a la serie de datos completada, tabulados en el Anexo [3](#).

Tabla 16

Resumen de valores de pruebas de homogeneidad para los datos de precipitación y caudales completados

Estación	Precipitación (Completado)	
	Naturaleza de la serie	Posible punto de cambio
Cairani	Data Homogénea	1996. 2010
Candarave	Data Homogénea	1996
Sitajara	Data No Homogénea	1996
Susapaya	Data Homogénea	1983; 1996
Tarata	Data No Homogénea	1992
Talabaya	Data No Homogénea	1996
Sama Grande	Data No Homogénea	1998
Vilacota	Data No Homogénea	1996
Paucarani	Data Homogénea	1986
Challapalca	Data Homogénea	1983; 1998; 2000

Nota: Elaboración propia

Para las series no homogéneas se realizó el test de homogeneidad por cada periodo dividido, la cual concluyo en los resultados de la Tabla 17.

Tabla 17

Resumen de valores de pruebas de homogeneidad para los datos de precipitación y caudales divididos en el año de cambio de la data completada

Estación	Precipitación (Completado)	
	Naturaleza de la serie	Periodo
Candarave	Data Homogénea	1980 - 1996
	Data Homogénea	1997 - 2019
Sitajara	Data Homogénea	1980 - 1996
	Data Homogénea	1997 - 2019
Tarata	Data Homogénea	1980 - 1992
	Data Homogénea	1993 - 2019
Talabaya	Data Homogénea	1980 - 1996
	Data Homogénea	1997 - 2019
Sama Grande	Data No Homogénea	1980 - 1998
	Data No Homogénea	1999 - 2019

Nota: Elaboración propia

En el Anexo [6](#) se puede observar los resultados a detalle con los parámetros estadísticos fijados por cada prueba

3.5.3.3. Análisis de Saltos

Luego de haberse realizado las pruebas de homogeneidad, se tomaron los años de cambio indicados por las pruebas de homogeneidad para evaluar por

medio de la prueba T de Student los saltos que podrían presentar las series completadas. Las pruebas evaluaron si las series presentaron inconsistencia en la media y en la desviación estándar.

En la Tabla 18; 19; 20 y 21 se tendrá un resumen de las pruebas finales de saltos, valores usados para la corrección de datos en el análisis de consistencia. En el Anexo 6 se presentan los resultados a detalle de las pruebas realizadas a los registros históricos completados y corregidos.

Tabla 18

Análisis estadístico de saltos de la serie de caudales medios históricos de las estaciones hidrométricas del río Sama.

Estación	Periodo	Periodo de análisis	Nº de datos	Promedio	Desviación Estandar	Consistencia en la Media						Consistencia en la Desviación Estandar			
						Sp	Sd	Tc	Tt	Comparacion	Diferencia	Fc	Ft	Comparación	Diferencia
La Tranca	N ₁	1980 - 2001	264	2.02	3.81	3.75	0.34	-0.526	1.965	Tc < Tt	NO	1.083	1.241	Fc < Ft	NO
	N ₂	2002 - 2019	216	2.20	3.66										
Puente Talapalca	N ₁	1980 - 1998	228	3.69	4.33	4.30	0.39	-1.387	1.965	Tc < Tt	NO	1.024	1.237	Fc < Ft	NO
	N ₂	1999 - 2019	252	4.23	4.28										

Nota: Elaboración propia

Tabla 19

Análisis estadístico de saltos de la serie de precipitación mensual histórica de las estaciones del grupo 1 en la cuenca del río Sama.

Estación	Periodo	Periodo de análisis	Nº de datos	Promedio	Desviación Estandar	Consistencia en la Media						Consistencia en la Desviación Estandar			
						Sp	Sd	Tc	Tt	Comparacion	Diferencia	Fc	Ft	Comparación	Diferencia
Cairani	N ₁	1980 - 1996	204	10.07	21.34	21.47	1.98	0.242	1.965	Tc < Tt	NO	1.022	1.243	Fc < Ft	NO
	N ₂	1997 - 2019	276	9.59	21.57										
Candarave	N ₁	1980 - 1996	204	16.09	36.55	36.18	3.34	-0.438	1.965	Tc < Tt	NO	1.036	1.238	Fc < Ft	NO
	N ₂	1997 - 2019	276	17.55	35.91										
Sitajara	N ₁	1980 - 1996	204	13.05	30.01	29.75	2.75	-0.381	1.965	Tc < Tt	NO	1.031	1.238	Fc < Ft	NO
	N ₂	1997 - 2019	276	14.10	29.56										
Susapaya	N ₁	1980 - 1996	204	18.08	46.98	46.65	4.31	-0.352	1.965	Tc < Tt	NO	1.025	1.238	Fc < Ft	NO
	N ₂	1997 - 2019	276	19.60	46.40										
Talabaya	N ₁	1965 - 1996	204	19.90	43.06	42.20	3.90	-0.213	1.965	Tc < Tt	NO	1.074	1.238	Fc < Ft	NO
	N ₂	1997 - 2019	276	20.73	41.56										
Tarata	N ₁	1980 - 1992	156	15.04	39.94	39.14	3.81	-0.846	1.965	Tc < Tt	NO	1.063	1.249	Fc < Ft	NO
	N ₂	1993 - 2019	324	18.27	38.74										
Toquela	N ₁	1965 - 1996	204	13.62	29.97	29.75	2.75	-0.312	1.965	Tc < Tt	NO	1.026	1.238	Fc < Ft	NO
	N ₂	1997 - 2019	276	14.48	29.58										

Nota: Elaboración propia

Tabla 20

Análisis estadístico de saltos de la serie de precipitación mensual histórica de las estaciones del grupo 2 en la cuenca del río Sama.

Estación	Periodo	Periodo de análisis	Nº de datos	Promedio	Desviación Estandar	Consistencia en la Media						Consistencia en la Desviación Estandar			
						Sp	Sd	Tc	Tt	Comparacion	Diferencia	Fc	Ft	Comparación	Diferencia
Challapalca	N ₁	1980 - 1998	228	29.59	58.03	55.53	5.08	-1.488	1.965	Tc < Tt	NO	1.191	1.237	Fc < Ft	NO
	N ₂	1999 - 2019	252	37.14	53.17										
Paucarani	N ₁	1980 - 1986	84	30.29	45.94	46.12	5.54	0.059	1.965	Tc < Tt	NO	1.010	1.346	Fc < Ft	NO
	N ₂	1987 - 2019	396	29.96	46.16										
Vilacota	N ₁	1965 - 1996	204	36.88	59.58	59.50	5.49	-0.044	1.965	Tc < Tt	NO	1.005	1.238	Fc < Ft	NO
	N ₂	1997 - 2019	276	37.12	59.43										

Nota: Elaboración propia

Tabla 21

Análisis estadístico de saltos de la serie de precipitación mensual histórica de las estaciones del grupo 3 en la cuenca del río Sama.

Estación	Periodo	Periodo de análisis	N° de datos	Promedio	Desviación Estandar	Consistencia en la Media					Consistencia en la Desviación Estandar				
						Sp	Sd	Tc	Tt	comparación	Diferencia	Fc	Ft	comparación	Diferencia
Sama Grande	N ₁	1980 - 1998	228	1.17	2.54	2.51	0.23	-0.506	1.965	Tc < Tt	NO	1.043	1.237	Fc < Ft	NO
	N ₂	1999 - 2019	252	1.29	2.49										

Nota: Elaboración propia

3.5.3.4. Prueba de Tendencia

Luego de haberse evaluado los saltos, se realizó la prueba de tendencia con los datos completados y también con los datos corregidos de acuerdo a las ecuaciones y distribuciones establecidas en la prueba T de Student. La Tabla 22 nos muestra un resumen de los valores obtenidos en la data completada. Los principios de la evaluación por tendencia fueron la consistencia en la media o promedio y en la desviación estándar, los parámetros estadísticos están presentados a detalle en el Anexo [6](#).

Tabla 22

Resumen de resultados de prueba de tendencia aplicada a las estaciones en estudio en la cuenca del río Sama

Prueba de tendencia - Datos completada		
Estación	Media	Desviación estándar
Cairani	NO	NO
Candarave	NO	SI
Sitajara	SI	SI
Susapaya	NO	NO
Tarata	NO	SI
Talabaya	SI	SI
Sama Grande	SI	NO
Vilacota	NO	NO
Paucarani	NO	NO
Challapalca	NO	NO
La Tranca	NO	NO
Puente Talapalca	NO	NO

Nota: Elaboración propia

3.5.4. Completación de datos hidrometeorológicos

Luego de realizadas las pruebas para en análisis de consistencia se procedió a realizar la completación de datos a las series de datos siguiendo el siguiente criterio:

Paso 1: Se ingresaron los datos mensuales a una base de datos para encontrar la correlación de las estaciones agrupadas mediante la creación de un vector creado por cada grupo; el grupo 1: Cairani, Candarave, Talabaya, Sitajara, Susapaya, Tarata, Toquela Grupo 2: Chuapalca, Paucarani, Vilacota, Challapalca y el grupo 3 conformado por la estación Sama por ser la única ubicada en la zona costera. Los valores de correlación

Paso 2: Se obtuvo una correlación superior al 80% en los grupos 1 y 2, valores mostrados en la Tabla 23; para lo cual se procedió a la completación de ambos grupos con el Método del Vector Regional. Debiéndose contar con datos de al menos 3 estaciones para aplicarse la fórmula del método mencionado.

Tabla 23

Coefficiente de correlación de estaciones del grupo 1 y 2 respecto a su vector regional

GRUPO 1			GRUPO 2		
ESTACION	ID	Correl. /Vector	ESTACION	ID	Correl. /Vector
Candarave	117019	0,892	Chuapalca	117013	0,867
Tarata	117020	0,915	Vilacota	117014	0,945
Cairani	117030	0,916			
Susapaya	117033	0,844	Paucarani	117043	0,85
Sitajara	117034	0,954			
Talabaya	117039	0,952	Challapalca	117048	0,805
Toquela	117040	0,935			

Nota: Elaboración propia

Paso 3: Para el grupo 3 y los datos de las estaciones del grupo 2 que la cantidad de datos mensuales existentes es menor a tres, se aplicó el Método de Regresión para la completación.

La serie de datos completados están presentados en el Anexo [3](#).

3.5.5. Homogenización de datos

Se realizó la homogenización de los datos siguiendo según la tabla de evaluación de la prueba T de Student a la data completada, en la cual se presentan la corrección con las ecuaciones mostradas en la Tabla 24 con los parámetros estadísticos mostrados por la prueba T de Student. Los parámetros estadísticos están presentados a detalle en el Anexo [6](#).

Tabla 24

Resumen de evaluación de registros de precipitación y caudales para la corrección de datos por saltos

Estación	Periodo de análisis	Consistencia en la Media	Consistencia en la Desviación Estándar	Ecuación para corrección de data
		Diferencia significativa	Diferencia significativa	
La Tranca	1980 - 2001 2002 - 2019	NO	NO	NO NECESITA CORRECCION
Puente Talapalca	1980 - 1998 1999 - 2019	NO	NO	NO NECESITA CORRECCION
Cairani	1980 - 1996 1997 - 2019	NO	SI	$X(t) = 1,0109 \text{ xt} + -0,5902$
Candarave	1980 - 1996 1997 - 2019	SI	SI	$X(t) = 1,482 \text{ xt} + 2,40667$
Sitajara	1980 - 1996 1997 - 2019	SI	SI	$X(t) = 1,7975 \text{ xt} + 1,54907$
Susapaya	1980 - 1996 1997 - 2019	NO	SI	$X(t) = 1,2208 \text{ xt} + 2,36022$
Talabaya	1965 - 1996 1997 - 2019	SI	SI	$X(t) = 1,7309 \text{ xt} + 1,65802$
Tarata	1980 - 1992 1993 - 2019	SI	SI	$X(t) = 1,5736 \text{ xt} + 4,3803$
Toquela	1965 - 1996 1997 - 2019	SI	SI	$X(t) = 1,6809 \text{ xt} + 1,30313$
Sama Grande	1980 - 1998 1999 - 2019	SI	SI	$X(t) = 0,2604 \text{ xt} + 0,24982$
Challapalca	1980 - 1998 1999 - 2019	NO	NO	NO NECESITA CORRECCION
Paucarani	1980 - 1986 1987 - 2019	NO	SI	$X(t) = 0,831 \text{ xt} + -1,0286$
Vilacota	1965 - 1996 1997 - 2019	NO	SI	$X(t) = 0,8466 \text{ xt} + 0,89652$

Nota: Elaboración propia

3.6. METODOLOGÍA DE DETERMINACIÓN DE EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL

Los valores fueron obtenidos mediante el uso de la aplicación ETo Calculator la cual sostiene el cálculo de la evapotranspiración usando la ecuación de FAO, donde se ingresaron datos de temperatura observados por el Producto PISCO y las otras variables fueron definidas por CLIMWAT, es una base de datos creada por FAO, para asistir a CROPWAT en la búsqueda de datos climáticos que contiene información climática de estaciones distribuidas en todo el mundo. (FAO, 2009);

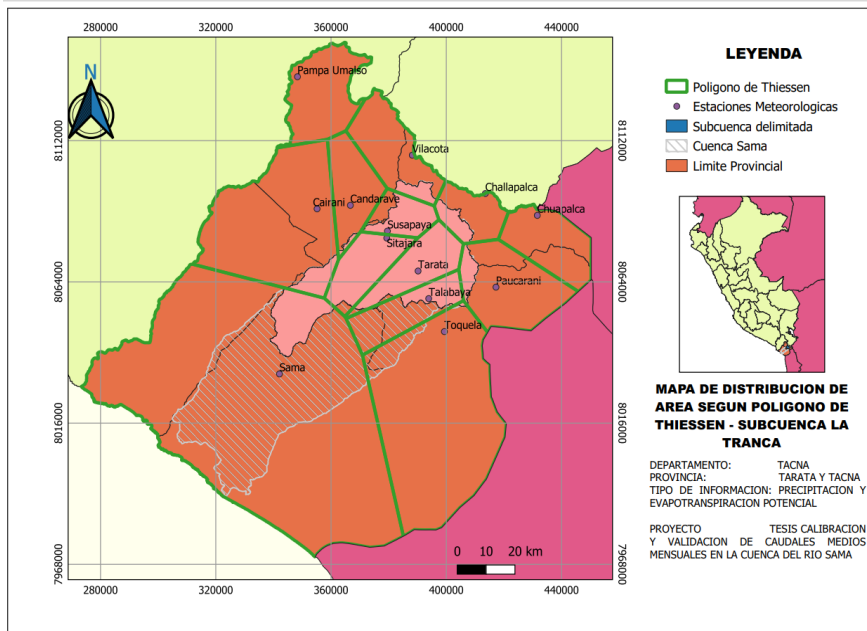
3.7. METODOLOGÍA DE DETERMINACIÓN DE PRECIPITACIÓN MEDIA AREAL

Se realizará el cálculo de la precipitación media areal tomando como referencia las cuencas delimitadas por las 2 estaciones aforadas; la estación La Tranca como la descarga aforada de la zona costera con 11 estaciones, Figura 11, y la estación Puente

Talpalca como la descarga aforada de la zona alta con 8 estaciones, Figura 12, el resultado es el promedio de los siguientes métodos: Media Aritmética, Thiessen, Distancias Inversas, Kriging.

Figura 11

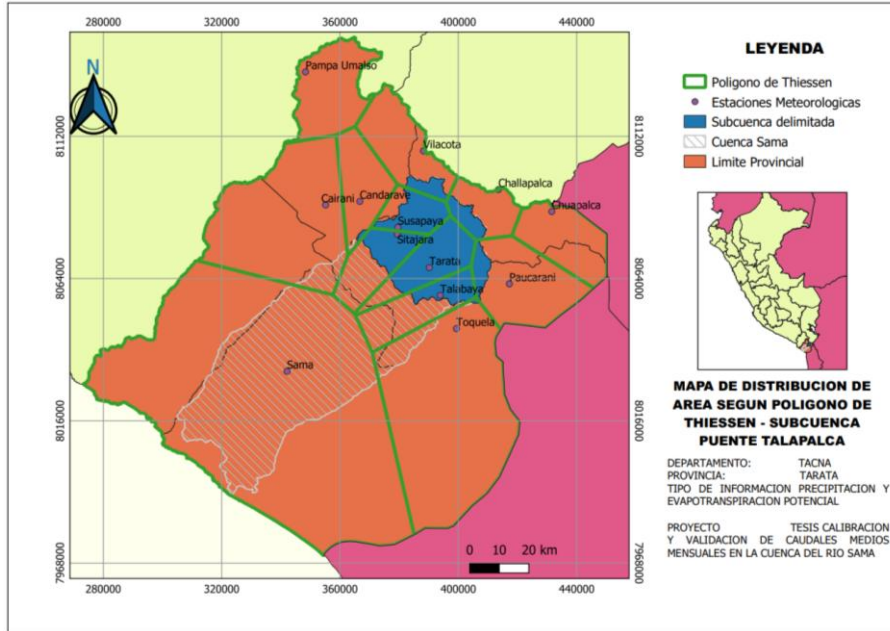
Distribución de polígono de Thiessen para la cuenca delimitada en la estación La Tranca



Nota: Elaboración propia

Figura 12

Distribución de polígono de Thiessen para la cuenca delimitada en la estación Puente Talapalca



Nota: Elaboración propia

3.8. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE PARÁMETROS X_1 Y X_2

El análisis de sensibilidad es una representación de la variedad de los valores parametrizados en el modelo para poder medir su efecto en el modelo. Este análisis permite: definir la importancia de cada parámetro, la posibilidad de entender el funcionamiento del modelo y detectar si el modelo está sobre parametrizado, es decir si existen parámetros a los que el modelo resulta insensible.

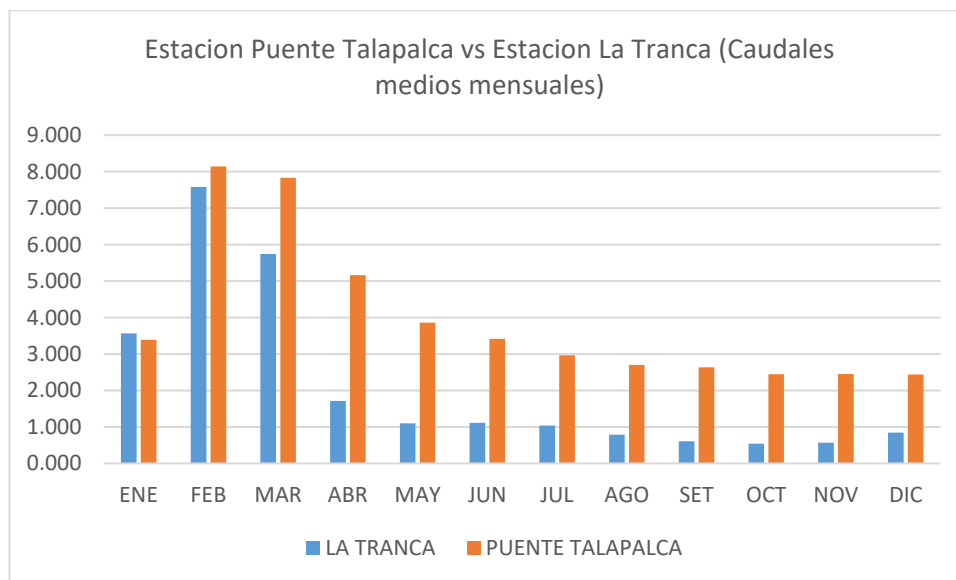
Para llevar a cabo el análisis de sensibilidad se ejecuta el modelo variando por separado cada parámetro de estudio (X_1 o X_2), mientras que el otro parámetro se mantiene fijo. Para el análisis de sensibilidad, el parámetro X_1 no debe superar los 10mm ni ser inferior a los 2mm; mientras que para el parámetro X_2 , la variación debe estar en el rango de -1 y +1. (Bachir, 2015) Para el análisis de sensibilidad de los parámetros X_1 y X_2 se utilizó los parámetros calculados en la etapa de calibración y validación del modelo para la subcuenca delimitada por la estación La Tranca para el periodo de estudio.

3.9. ANÁLISIS DE LA SERIE TEMPORAL DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES PARA CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DEL MODELO GR2M

En el Figura 13, se presentan la comparación de las series de caudales medios mensuales del río Sama con 2 estaciones hidrométricas aforadas, correspondiendo el aforo de las subcuencas principales derivadas de la zona alta (Estación Puente Talapalca) y la zona Costera (Estación la Tranca, además de acumular el caudal proveniente de la estación Puente Talapalca), para un total de 40 años de registro en las dos estaciones (1980 - 2019).

Figura 13

Diagrama de caudal total mensual promedio de las estaciones hidrométricas en estudio.



Nota: Elaboración propia

El objetivo de la calibración del modelo es obtener valores más próximos a lo real para lo cual se aplica el modelo en dos periodos que representara para la calibración, los 2/3 del periodo total. Este proceso busca que haya un buen ajuste entre los datos observados y simulados por el modelo

La validación se realiza con el objetivo de verificar la calidad de los ajustes de la etapa de calibración, la calidad y confiabilidad de la información disponible para la corrida del modelo, consiste en usar los parámetros determinados en la calibración, pero en un periodo diferente

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POR EL MÉTODO DE FAO PENNMAN-MONTEITH

Los valores fueron obtenidos mediante el uso de la aplicación ETo Calculator la cual sostiene el cálculo de la evapotranspiración usando la ecuación de FAO, donde se ingresaron datos de temperatura observados por el Producto PISCO y las otras variables fueron definidas por CLIMWAT, es una base de datos creada por FAO, para asistir a CROPWAT en la búsqueda de datos climáticos que contiene información climática de estaciones distribuidas en todo el mundo. (FAO, 2009); los valores están tabulados en el Anexo 5.

4.2. DETERMINACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA AREAL DE LA CUENCA

En la Tabla 25, la variación mensual de la precipitación media de cada estación, siendo la estación Vilacota la que tiene mayores valores respecto a las demás estaciones, y la estación Sama con valores mínimos. También se muestra un análisis de la precipitación total mensual promedio de las estaciones ubicadas en el ámbito de estudio con su gráfico, Figura 14, en el cual se puede observar la tendencia en las cantidades según cada grupo conformado.

En el Anexo 7 se presentan los resultados tabulados para los datos de precipitación y evapotranspiración media calculados para los puntos de aforo en la zona de estudio. La herramienta que se usó para el cálculo fue el software Hydracces.

Tabla 25

Precipitación total mensual promedio de las estaciones ubicadas en el ámbito de estudio

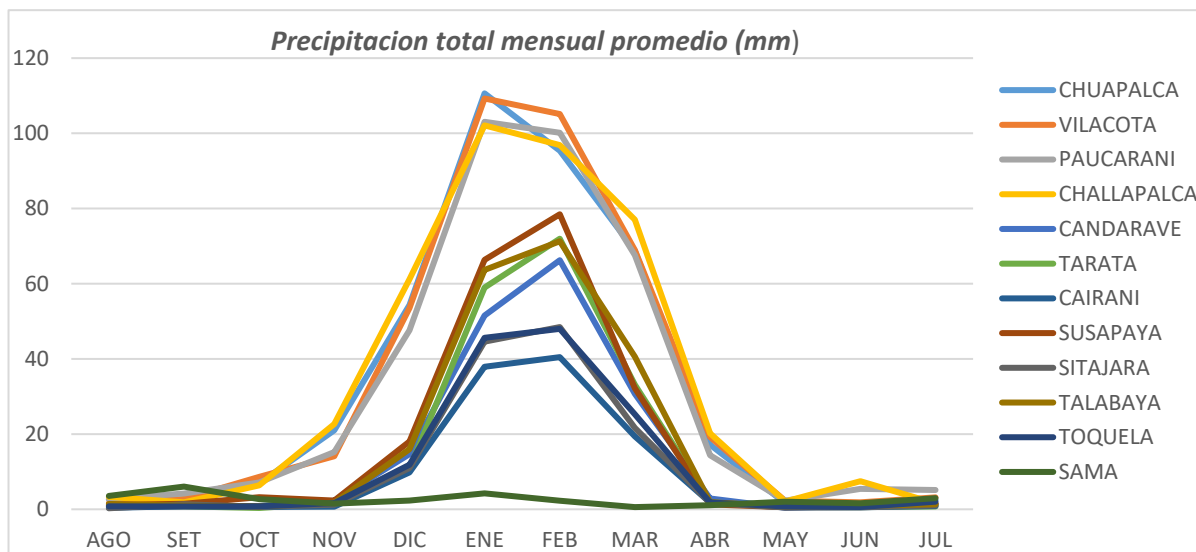
EST	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	TOTAL
Chuapalca	2,70	2,01	6,92	21,03	54,33	110,63	95,37	68,76	17,19	1,62	1,62	2,48	384,65
Vilacota	1,63	2,74	8,64	14,10	53,54	109,26	105,13	68,96	19,21	2,28	1,87	3,15	390,49
Paucarani	2,74	4,21	7,13	15,20	47,62	103,06	100,17	67,58	14,35	2,30	5,43	5,14	374,91
Challapalca	3,28	1,87	6,36	22,69	61,17	102,11	96,88	77,04	20,22	2,05	7,45	1,56	402,67
Candarave	0,56	0,87	0,89	2,28	14,67	51,51	66,24	30,72	2,86	0,40	0,89	1,38	173,25
Tarata	0,89	0,80	0,34	1,67	10,87	59,00	71,96	33,12	1,84	0,60	0,55	0,75	182,38
Cairani	0,39	0,84	0,60	0,69	9,81	37,91	40,47	19,39	1,77	0,54	0,54	0,86	113,80
Susapaya	1,15	1,47	3,21	2,30	18,03	66,36	78,46	32,21	1,28	0,56	0,74	1,48	207,22
Sitajara	0,27	1,33	0,68	1,19	10,96	44,60	48,47	21,65	1,67	0,49	0,54	1,05	132,88
Talabaya	1,42	0,94	0,78	1,77	15,97	63,66	71,29	40,57	1,91	0,74	0,92	1,35	201,30
Toquela	0,78	0,75	0,81	1,64	11,87	45,62	47,99	25,25	1,82	0,76	0,61	2,01	139,88
Sama	3,57	6,03	2,72	1,52	2,33	4,23	2,27	0,58	1,07	2,01	1,58	2,95	30,86

PROM	1,61	1,99	3,25	7,17	25,93	66,49	68,72	40,48	7,10	1,19	1,89	2,01	227,86
------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	------	--------

Nota: Elaboración propia

Figura 14

Gráfico de precipitación total mensual promedio de las estaciones en estudio



Nota: Elaboración propia

4.3. CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN APLICANDO EL MODELO HIDROLÓGICO GR2M

Los periodos de calibración y validación estarán delimitados según la Tabla 26.

Tabla 26

Distribución de periodo de calibración y validación para las series de datos históricos.

N° Años	Calibración	N° Años	Calibración	N° Años	Validación
1	1980	14	1993	27	2006
2	1981	15	1994	28	2007
3	1982	16	1995	29	2008
4	1983	17	1996	30	2009
5	1984	18	1997	31	2010
6	1985	19	1998	32	2011
7	1986	20	1999	33	2012
8	1987	21	2000	34	2013
9	1988	22	2001	35	2014
10	1989	23	2002	36	2015
11	1990	24	2003	37	2016
12	1991	25	2004	38	2017
13	1992	26	2005	39	2018
				40	2019

Nota: Elaboración propia

4.3.1. Calibración y validación de datos de la estación La Tranca en la cuenca del Rio Sama

a) Periodo de calibración

Para la calibración del modelo GR2M en la cuenca del Rio Sama, periodo 1980-2006, se consideraron las variables de entrada como los valores medios areal de precipitación, evapotranspiración y caudales observados en el punto de descarga.

Los parámetros del modelo X1 y X2 se obtuvieron por optimización, para la primera corrida X1=6 y X2=1 como recomendación del Cemagref, desarrolladores del modelo. Los resultados en la etapa de calibración se sintetizan en el Tabla 27, donde se observa los valores optimizados para los parámetros transformados y reales en la Tabla 28, así como los mejores valores encontrados para el criterio de Nash, Balance de caudales observados/simulados (BALANCE) y el coeficiente de determinación de relación (R^2)

Tabla 27

Resumen de los resultados de la calibración – Estación La Tranca 1980-2005

RESUMEN ESTADISTICO		
Nash(Q)	78,20%	Eficiencia “Muy Bueno”
BALANCE	80,9%	Relación datos simulados y observados
R2	0,796	Índice de determinación de confiabilidad de eficiencia

Nota: Elaboración propia

Tabla 28

Resultados de los parámetros calculados para la estación La Tranca en la cuenca río Sama – Calibración.

Área de subcuenca (km2)		1906,347
Configuración del modelo	Transformado	Real
x1: Capacidad Res. producción (mm)	5,61	272,40
x2: Ajuste de intercambio (mm)	0,44	0,44

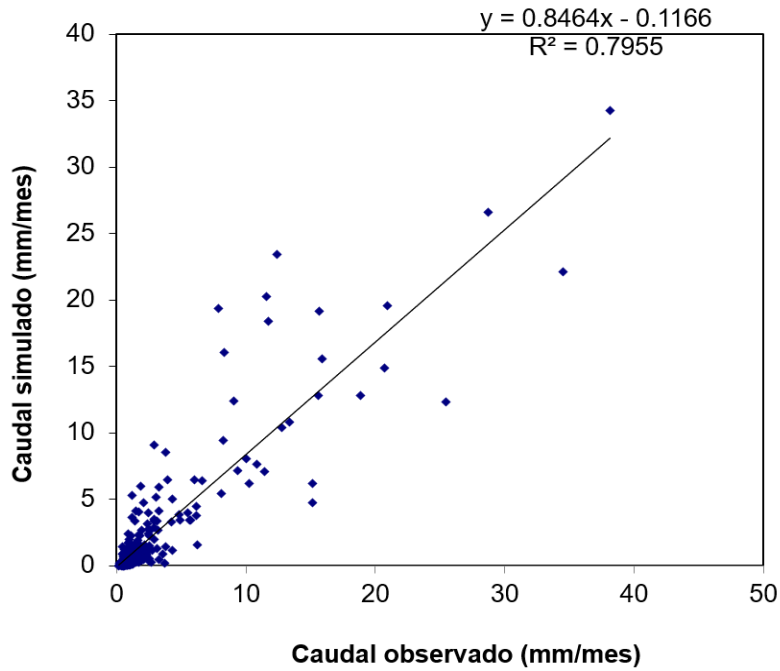
Nota: Elaboración propia

Con el criterio de Nash se obtuvo 78,20 %, el cual es un valor bueno (Nash máximo igual a 100%) y con el criterio de balance (caudal observado/caudal simulado) se obtuvo 80,9 %. Valor que indica que el modelo represento adecuadamente los caudales de esta cuenca. Como podemos observar en la Figura 15, se aprecia una correlación ($R^2 = 0,796$) entre los caudales observados con los caudales simulados que nos indica que el modelo se ajusta “muy bien”.

El gráfico de los caudales medios mensuales generados y los datos observados en la subcuenca del río Sama se muestran en la Figura 17

Figura 15

Correlación entre los caudales observados y los caudales generados por el modelo, estación La Tranca - Calibración



Nota: Elaboración propia

a) Periodo de validación

Para la validación, en el periodo 2007 – 2019, se usaron los parámetros X1 y X2 obtenidos en la calibración. Los resultados se muestran en el Tabla 29.

Tabla 29

Resumen de los resultados de la validación – Estación La Tranca 2006-2019

RESUMEN ESTADISTICO		
Nash(Q)	71,40%	Eficiencia “Muy Bueno”
BALANCE	59,6%	Relación datos simulados y observados
R2	0,831	Índice de determinación de confiabilidad de eficiencia

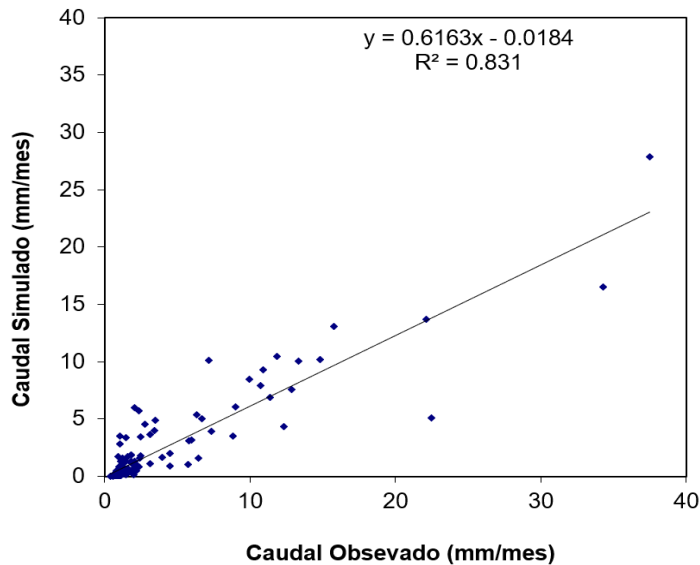
Nota: Elaboración propia

En la validación se obtuvo 71,40 % para el criterio de Nash y para el Balance 59,6 %, asimismo, en la Figura 16 se aprecia el coeficiente de correlación (R^2) es 0,831, para lo cual se describe que los valores se ajustan “muy bien”.

El grafico de los caudales medios mensuales generados y los datos observados en la cuenca del rio Sama se muestran en la Figura 18.

Figura 16

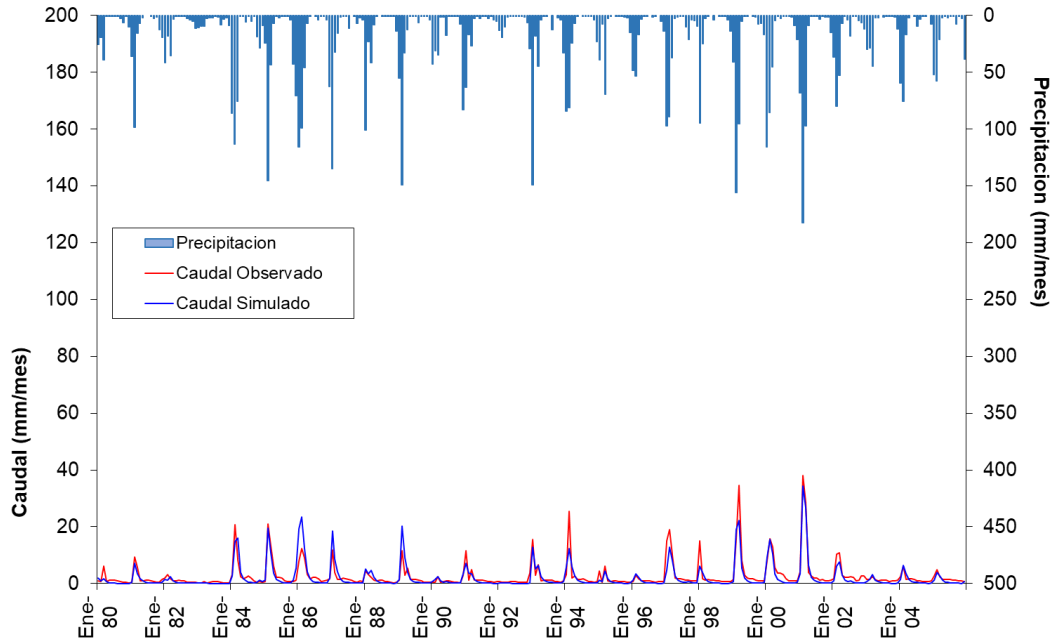
Correlación entre los caudales observados y los caudales generados por el modelo, estación La Tranca - Validación



Nota: Elaboración propia

Figura 17

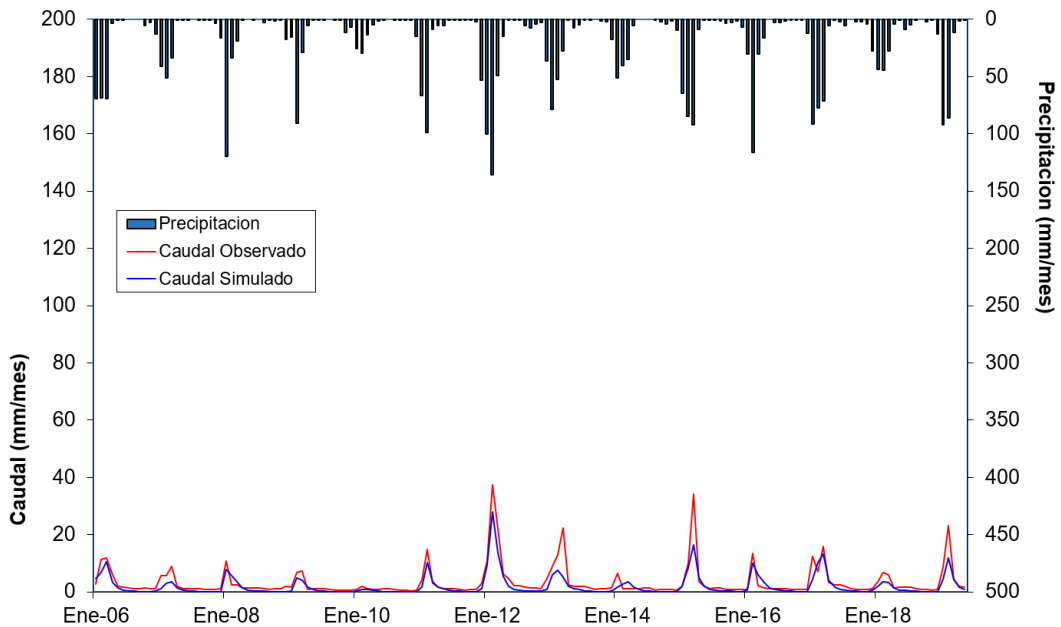
Caudales simulados comparados con los caudales observados cuenca del río Sama, Estación La Tranca – Periodo de Calibración



Nota: Elaboración propia

Figura 18

Caudales simulados comparados con los caudales observados cuenca del río Sama, Estación La Tranca – Periodo de Validación



Nota: Elaboración propia

4.3.2. Calibración y validación de datos de la estación Puente Talpalca en la cuenca del río Sama

a) Periodo de calibración

Para la calibración del modelo GR2M en la cuenca del Río Sama en el punto de aforo ubicado en el puente Talpalca, de periodo 1980-2006, se consideró las variables de entrada como los valores medios areal de precipitación, evapotranspiración y caudales observados.

Los parámetros del modelo X1 y X2 se obtuvieron por optimización, para la primera corrida $X_1=6$ y $X_2=1$ como recomendación del Cemagref, desarrolladores del modelo. Los resultados en la etapa de calibración se sintetizan en el Tabla 30, donde se observa los valores optimizados para los parámetros transformados y reales en la Tabla 31, así como los mejores valores encontrados para el criterio de Nash, Balance de caudales observados/simulados (BALANCE) y el coeficiente de determinación de relación (R2)

Tabla 30

Resumen de los resultados de la calibración – Estación Puente Talpalca 1980-2005

RESUMEN ESTADISTICO		
Nash(Q)	-1,70%	Eficiencia "Insuficiente"
BALANCE	83,9%	Relación datos simulados y observados
R2	0,05	Índice de determinación de confiabilidad de eficiencia

Nota: Elaboración propia

Tabla 31

Resultados de los parámetros calculados para la estación Puente Talpalca en la cuenca río Sama – Calibración.

Zona de cuenca (km2)		1214.169
Configuración del modelo	Transformado	Real
x1: Capacidad Res. producción (mm)	8,34	4207,47
x2: Ajuste de intercambio (mm)	0,75	0,75

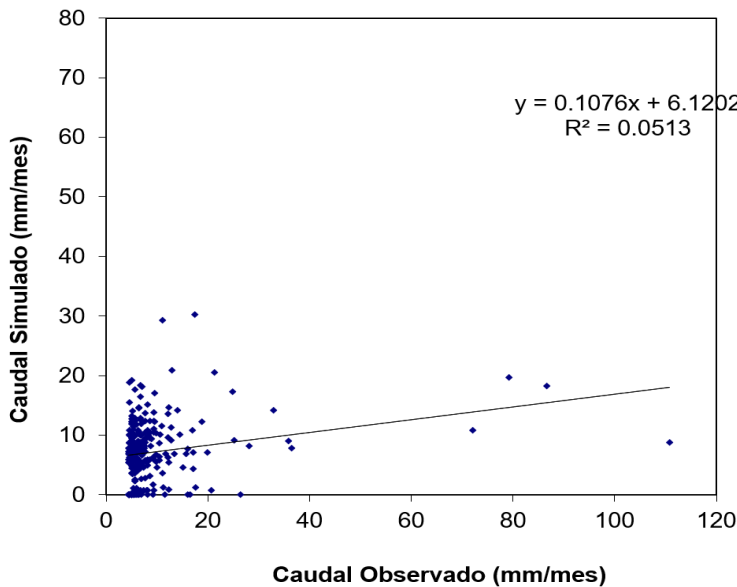
Nota: Elaboración propia

Con el criterio de Nash se obtuvo -1,7%, el cual es un valor bueno (Nash máximo igual a 100%) y con el criterio de balance (caudal observado/caudal simulado) se obtuvo 83,9%, además, se aprecia una correlación ($R^2 = 0,05$) entre los caudales observados con los simulados según la Figura 19. Valor que indica que el modelo no represento adecuadamente los caudales de esta cuenca

El grafico de los caudales medios mensuales generados y los datos observados en la subcuena del rio Sama se muestran en la Figura [21](#).

Figura 19

Correlación entre los caudales observados y los caudales generados por el modelo, Estación Puente Talpalca – Periodo de calibración



Nota: Elaboración propia

a) Periodo de validación

Para la validación, en el periodo 2007 – 2019, se usaron los parámetros X1 y X2 obtenidos en la calibración. Los resultados se muestran en el Tabla 32.

Tabla 32

Resumen de los resultados de la validación – Estación Puente Talpalca 2006-2019

RESUMEN ESTADISTICO		
Nash(Q)	-42,5%	Eficiencia "Insuficiente"
BALANCE	57,8%	Relación datos simulados y observados
R2	0,0189	Índice de determinación de confiabilidad de eficiencia

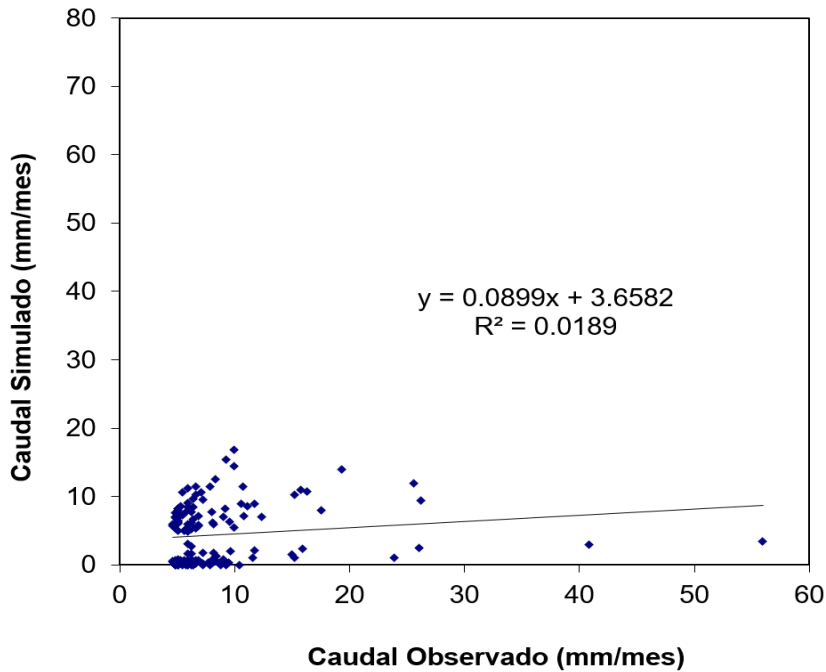
Nota: Elaboración propia

En la validación se obtuvo -42,5 % para el criterio de Nash y para el Balance 57,8 %, asimismo en la Figura 20, se aprecia el coeficiente de correlación (R2) es 0,0189, para lo cual se describe que los valores no se ajustan bien.

El grafico de los caudales medios mensuales generados y los datos observados en la subcuena del rio Sama se muestran en la Figura [22](#).

Figura 20

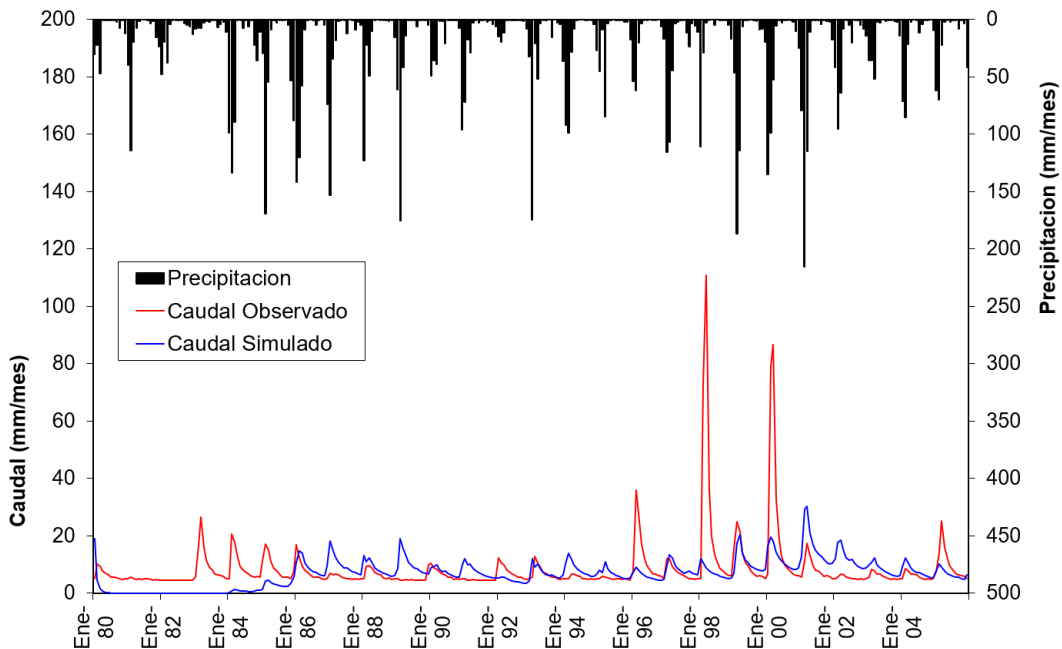
Correlación entre los caudales observados y los caudales generados por el modelo, Estación Puente Talpalca – Periodo de validación



Nota: Elaboración propia

Figura 21

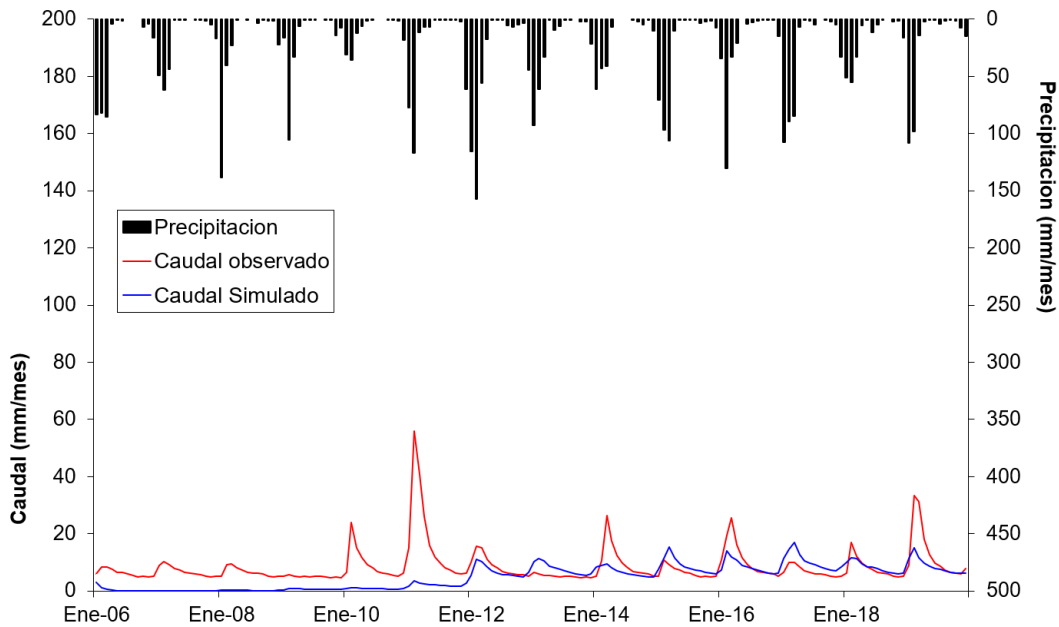
Comparación de caudales simulados & los caudales observados en la subcuenca del río Sama, Estación Puente Talpalca – Periodo de Calibración



Nota: Elaboración propia

Figura 22

Comparación de caudales simulados & los caudales observados en la subcuenca del río Sama, Estación Puente Talapalca – Periodo de Validación



Nota: Elaboración propia

4.4. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS PARÁMETROS X1 Y X2

Para el periodo de calibración se obtuvo como variable más sensible el parámetro X_2 , los valores están tabulados en la Tabla 33, que detallan una variación porcentual mayor en sus valores extremos en comparación a los valores obtenidos en el análisis de sensibilidad del parámetro X_1 . La variación de los parámetros fue gradual con incremento del $\pm 10\%$, graficados y remarcados en el eje de las abcisas en la Figura 23 y 24.

Para el periodo validación se utilizan los mismos valores del parámetro X_1 y X_2 , los valores están tabulados en la Tabla 34 y observados en la Figura 25 y 26, en la cual se pueden observar los mismo resultados obtenidos en el periodo de calibración.-

No se evalúan los parámetros X_1 y X_2 para los datos que no tienen un índice de eficiencia “bueno a excelente”, por lo tanto, la evaluación no se realizó con los datos de la estación Puente Talapalca

Tabla 33

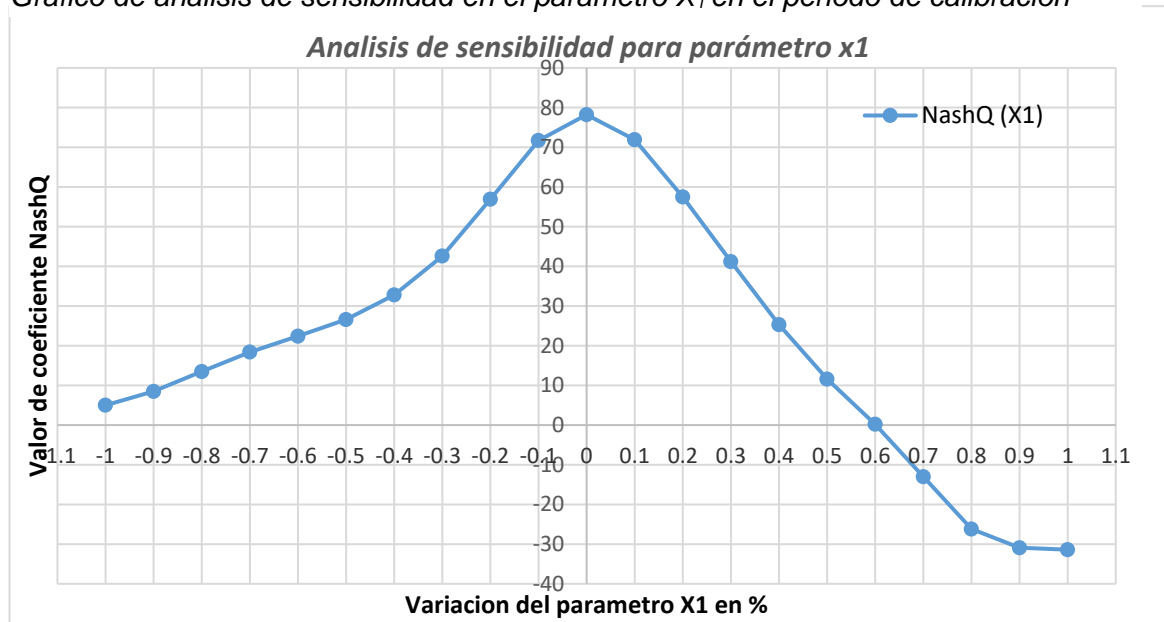
Análisis de sensibilidad de los parámetros X_1 y X_2 en el periodo de calibración

Sensibilidad en parámetro X_1				Sensibilidad en parámetro X_2			
%	Parámetros		Nash Q	%	Parámetros		Nash Q
	x1	x2			x1	x2	
1	11,215	0,44	-31,4	1	5,61	0,878	-626,3
0,9	10,654	0,44	-30,9	0,9	5,61	0,834	-461,4
0,8	10,093	0,44	-26,2	0,8	5,61	0,790	-324,4
0,7	9,532	0,44	-13	0,7	5,61	0,746	-212,4
0,6	8,972	0,44	0,2	0,6	5,61	0,702	-122,8
0,5	8,411	0,44	11,6	0,5	5,61	0,659	-52,9
0,4	7,850	0,44	25,3	0,4	5,61	0,615	-0,5
0,3	7,289	0,44	41,2	0,3	5,61	0,571	36,8
0,2	6,729	0,44	57,5	0,2	5,61	0,527	61,0
0,1	6,168	0,44	71,9	0,1	5,61	0,483	74,2
0	5,607	0,44	78,2	0	5,61	0,439	78,2
-0,1	5,047	0,44	71,7	-0,1	5,61	0,395	74,8
-0,2	4,486	0,44	56,9	-0,2	5,61	0,351	65,7
-0,3	3,925	0,44	42,6	-0,3	5,61	0,307	52,5
-0,4	3,364	0,44	32,8	-0,4	5,61	0,263	36,9
-0,5	2,804	0,44	26,6	-0,5	5,61	0,220	20,3
-0,6	2,243	0,44	22,4	-0,6	5,61	0,176	4,1
-0,7	1,682	0,44	18,4	-0,7	5,61	0,132	-10,2
-0,8	1,121	0,44	13,5	-0,8	5,61	0,088	-21,6
-0,9	0,561	0,44	8,5	-0,9	5,61	0,044	-28,9
-1	0,000	0,44	5	-1	5,61	0,000	-31,4

Nota: Elaboración propia

Figura 23

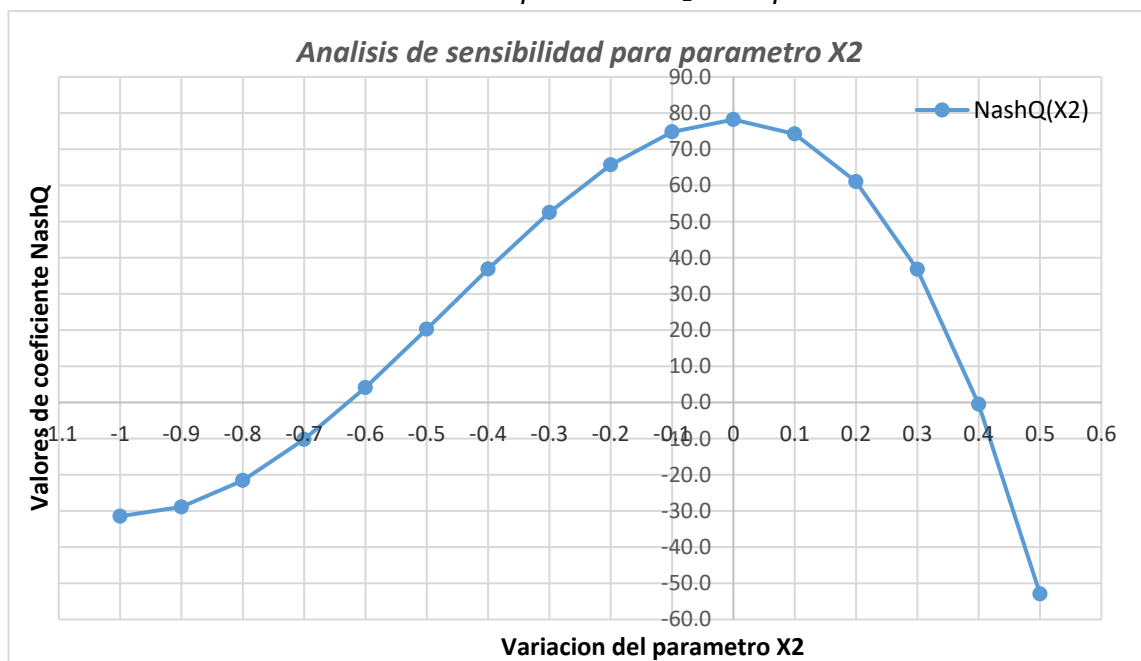
Gráfico de análisis de sensibilidad en el parámetro X_1 en el periodo de calibración



Nota: Elaboración propia

Figura 24

Gráfico de análisis de sensibilidad en el parámetro X_2 en el periodo de calibración



Nota: Elaboración propia

Tabla 34

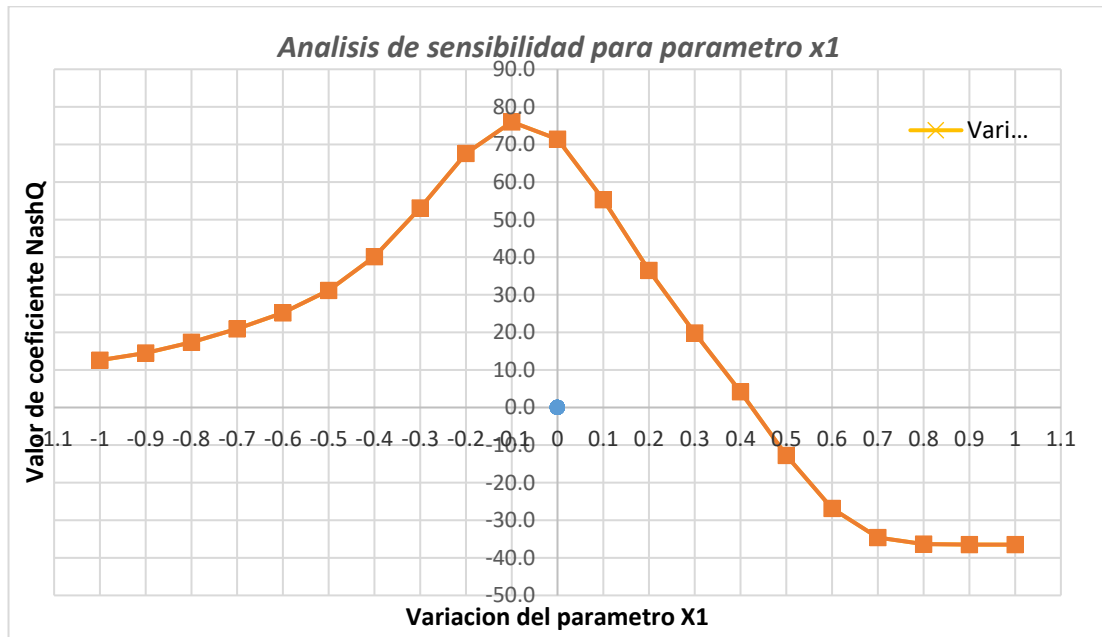
Análisis de sensibilidad de los parámetros X_1 y X_2 en el periodo de validación

Sensibilidad en parametro X_1				Sensibilidad en parametro X_2			
%	Parametros		Nash Q	%	Parametros		Nash Q
	x1	x2			x1	x2	
1	11.215	0.44	-36.5	1	5.61	0.878	-241.6
0.9	10.654	0.44	-36.5	0.9	5.61	0.834	-150.0
0.8	10.093	0.44	-36.3	0.8	5.61	0.790	-77.0
0.7	9.532	0.44	-34.6	0.7	5.61	0.746	-20.6
0.6	8.972	0.44	-26.9	0.6	5.61	0.702	21.5
0.5	8.411	0.44	-12.8	0.5	5.61	0.659	51.1
0.4	7.850	0.44	4.2	0.4	5.61	0.615	70.1
0.3	7.289	0.44	19.8	0.3	5.61	0.571	80.1
0.2	6.729	0.44	36.5	0.2	5.61	0.527	82.8
0.1	6.168	0.44	55.3	0.1	5.61	0.483	79.4
0	5.607	0.44	71.4	0	5.61	0.439	71.4
-0.1	5.047	0.44	76.0	-0.1	5.61	0.395	60.0
-0.2	4.486	0.44	67.6	-0.2	5.61	0.351	46.4
-0.3	3.925	0.44	53.1	-0.3	5.61	0.307	31.5
-0.4	3.364	0.44	40.2	-0.4	5.61	0.263	16.4
-0.5	2.804	0.44	31.1	-0.5	5.61	0.220	2.0
-0.6	2.243	0.44	25.2	-0.6	5.61	0.176	-11.0
-0.7	1.682	0.44	20.9	-0.7	5.61	0.132	-21.8
-0.8	1.121	0.44	17.4	-0.8	5.61	0.088	-29.9
-0.9	0.561	0.44	14.5	-0.9	5.61	0.044	-35.0
-1	0.000	0.44	12.6	-1	5.61	0.000	-36.7

Nota: Elaboración propia

Figura 25

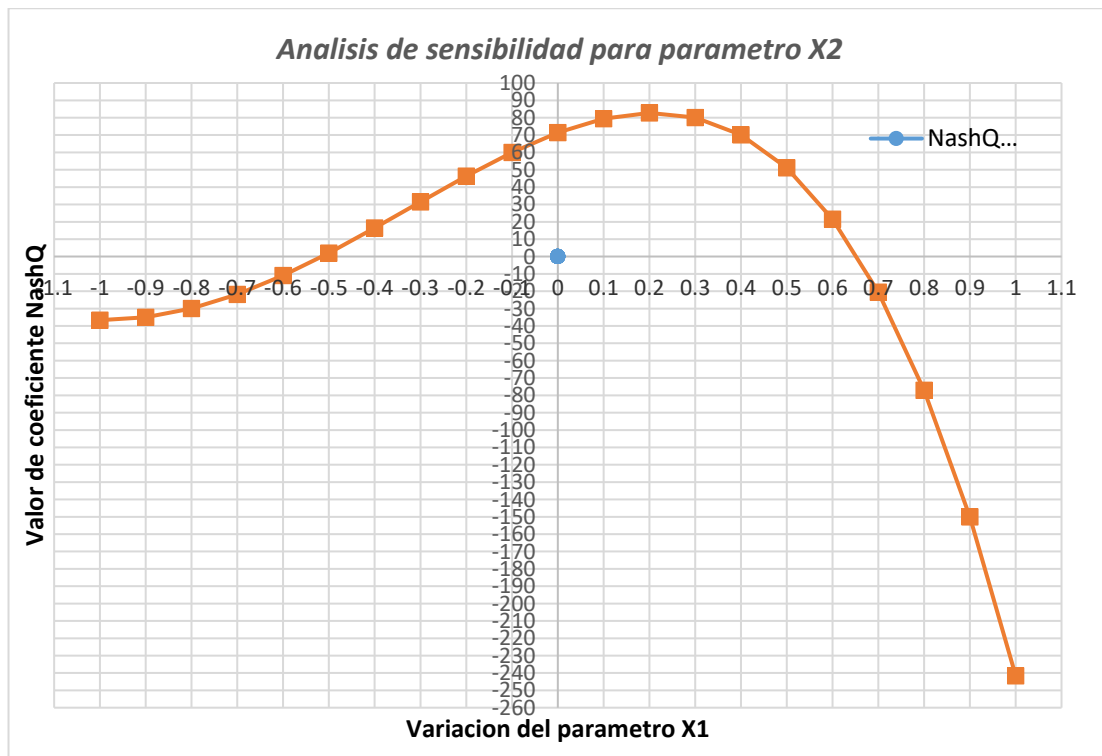
Gráfico de análisis de sensibilidad en el parámetro X1 en el periodo de validación



Nota: Elaboración propia

Figura 26

Gráfico de análisis de sensibilidad en el parámetro X2 en el periodo de validación



Nota: Elaboración propia

CAPITULO V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POR EL MÉTODO DE FAO PENNMAN-MONTEITH

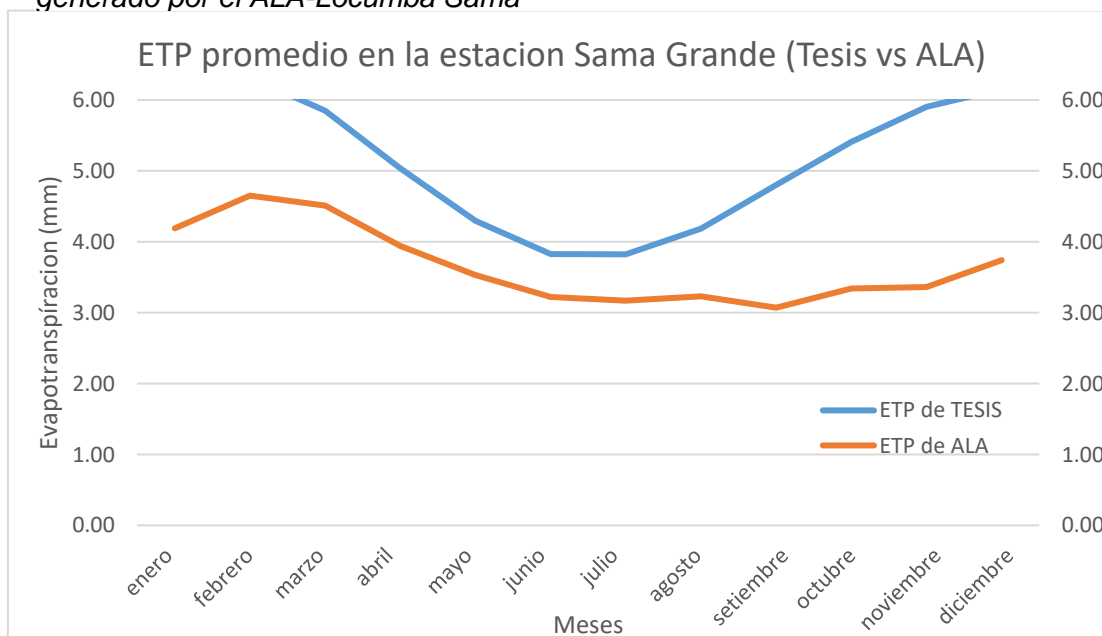
Los registros de temperatura observados para el periodo de estudio, se presenta completa solo en la estación Tarata. Por lo tanto, se tomó como registros de temperatura, los valores extraídos de la Data Interpolada PISCO.

Los valores de evapotranspiración potencial media anual generados con la aplicación de la formula FAO Penmann Monteith contienen una curva grafica similar a la desarrollada por los datos generados en la evaluación de recursos hídricos realizado por el ALA Locumba-Sama (2010). Se presenta la gráfica en la Figura 27

En contraste con la hipótesis, se obtuvo de manera eficiente la evapotranspiración potencial media mensual para el desarrollo del modelo GR2m. Los resultados son presentados en el Anexo 5

Figura 27

Gráfico comparativo de evapotranspiración de investigación vs evapotranspiración generado por el ALA-Locumba Sama



Nota: Elaboración propia con información de ALA Locumba-Sama (2010).

5.2. DETERMINACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA AREAL DE LA CUENCA

La Región Tacna cuenta con una extensa red de estaciones meteorológicas, de las cuales se tuvo que utilizar las series de datos más completas y confiables en el periodo de estudio. En la data de precipitación, se tuvo que eliminar la data de estaciones que no estaban completas.

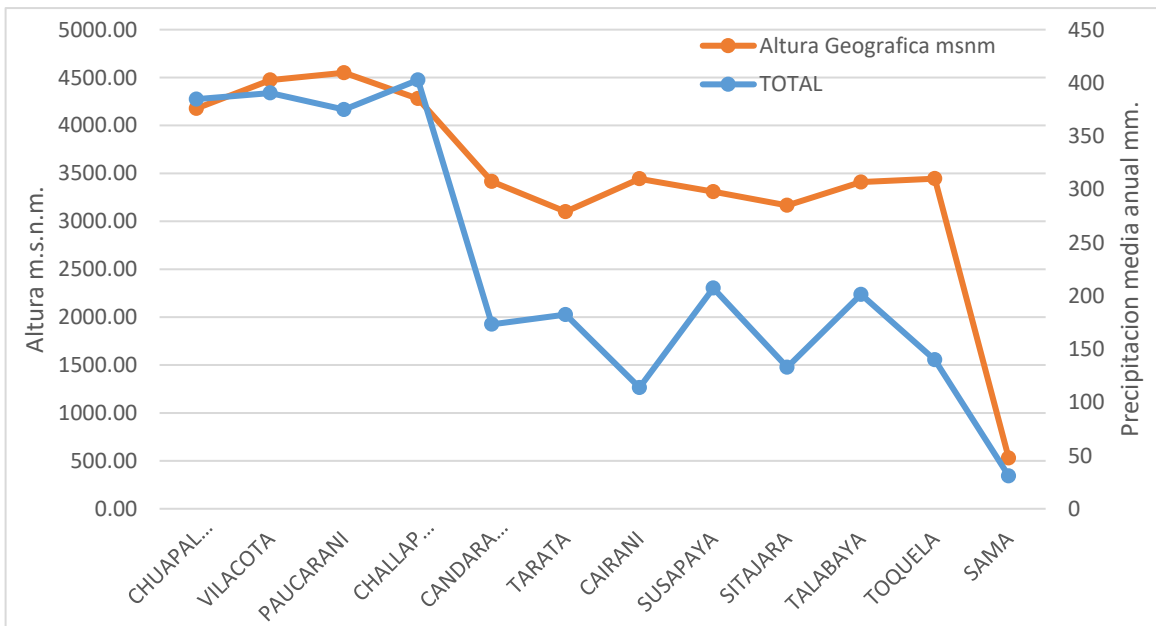
Para los valores medios de las subcuencas delimitadas por los puntos de aforo en la cuenca del río da como análisis lo siguiente:

- La evidente proporción directa entre la data de precipitación con respecto a su piso altitudinal sobre el nivel del mar. En zonas más altas se presenta mayor precipitación que en zonas más próximas al Océano Pacífico, resultado común entre investigación realizadas por otros autores. (Guevara et al., 2008; Tabio & Salas, 1985). Estos resultados se pueden visualizar en la Figura 28 según los resultados obtenidos en esta investigación

En contraste con la hipótesis, se obtuvo de manera eficiente los valores medios areales para el desarrollo del modelo GR2m. Los resultados son presentados en el Anexo 7

Figura 28

Relación entre precipitación promedio anual y altura geográfica de estaciones en estudio



Nota: Elaboración propia

5.3. DETERMINACIÓN DEL PARÁMETRO MÁS SENSIBLE

En la presente investigación, el parámetro más sensible del modelo GR2m en la Estación La Tranca fue el X2, correspondiente a la relación de intercambio de agua entre la superficie y las aguas subterráneas. Este parámetro suele ser un resultado común y adecuado entre cuencas ubicadas en la costa peruana, donde hay un significativo aporte subterráneo a la escorrentía superficial (Llauca, 2019)

En contraste con la hipótesis, se comprobó que el parámetro X₂ como el valor mas sensible en el desarrollo del modelo GR2m.

5.4. CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN APLICANDO EL MODELO HIDROLÓGICO GR2M

Esta investigación, en el marco de su metodología, definió los procesos y técnicas con resultados resumidos en la Tabla 35.

Tabla 35

Resumen de resultados de eficiencia de modelo GR2m en los periodos de calibración y validación de puntos de aforo en la cuenca del rio Sama

Estación	Modelo GR2m					
	Calibración			Validación		
	NashQ	R2	BALANCE	NashQ	R2	BALANCE
La Tranca	78,20%	0,796	80,90%	71,40%	0,831	59,60%
Puente Talapalca	-1,70%	0,05	83,90%	-42,50%	0,0189	57,80%

Nota: Elaboración propia

La aplicación de métodos de tratamiento de datos es variada debido a la amplia investigación que se tiene en la actualidad sobre modelos hidrológicos y tratamiento de información. Hay modelos que pueden tener mejores rendimientos con algún método de cálculo de evapotranspiración dependiendo de su ubicación geográfica (Huaccoto & Calderon, 2020), pruebas de homogeneidad, tendencia y saltos (Iral et al., 2006), métodos y aplicación de extensión y completación de datos utilizando las características físicas de la cuenca o sin tomarlas en cuenta (Pizarro et al, 2009; Luna & Lavado, 2015).

En la Estación La Tranca, la serie de datos hidrométricos utilizados como entrada del modelo fueron entregados por la entidad a cargo de su administración, Autoridad Local del Agua. Los datos mensuales de caudal estaban completos en el periodo de

1965-2021. La eficiencia del modelo dio como resultados valores “muy buenos” en la escala de eficiencia de Nash.

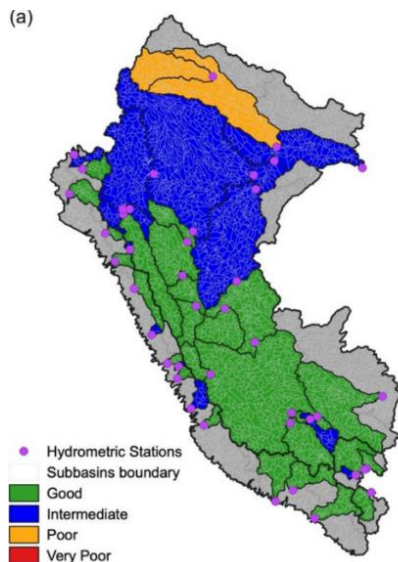
En la Estación Puente Talpalca, la información entregada por el SENAMHI tenía datos del periodo 2017-2021, por lo cual se hizo la evaluación del uso del Producto PISCO_HyM_GR2M. Habiéndose evaluado la correlación entre los datos observados y PISCO_HyM_GR2M en los periodos comunes, se obtuvo un valor del 69%. Por lo tanto, se utilizaron, en su totalidad, los datos generados por el Producto PISCO_HyM_GR2M. Los indicadores estadísticos de eficiencia del modelo en La Estación Puente Talpalca fueron bajos (negativos, comportamiento malo) los cuales descalifican el uso del modelo GR2m para la generación de caudales medios mensuales en ese punto.

Debido a la contrariedad de los resultados en ambas estaciones se pueden plantear dos escenarios:

- a) La base de datos del Producto PISCO_HyM_GR2M son generados a partir 43 estaciones hidrométricas como se describe en la Figura 29. La ubicación de la cuenca Sama se encuentra en una zona en la cual no se puede calificar la eficiencia, puesto que el estudio no consideró las estaciones hidrométricas de la cuenca del río Sama para el armado del registro histórico, por lo tanto, el autor no puede asegurar la eficiencia del mismo (Llauca et al., 2021)

Figura 29

Mapa de cuencas aforadas para la generación de caudales medios mensuales con el Producto



Nota: Pisco HyM GR2m: Un modelo de balance hídrico mensual en Perú (Llauca et al., 2021)

b) Se podría presentar la situación en la cual el modelo en aplicación no sea compatible para cuencas que presenten características como la que presenta la cuenca en estudio, por lo tanto, se podría regionalizar los resultados considerando que:

- La estación Puente Talpalca está ubicada en una zona de la cuenca donde solo se puede encontrar la incidencia de datos de estaciones provenientes desde la zona alta (piso altitudinal superior a los 2000 m.s.n.m.) e incluso su delimitación encierra alturas altoandinas; por lo tanto, en estas condiciones se presenta el modelo GR2m como incompatible
- Mientras que para la estación La Tranca ubicada en una zona variada de la cuenca, donde los pisos altitudinales varían desde 500m.s.n.m. hasta los 4500m.s.n.m., (prototipo de cuencas hidrográficas del Perú en la vertiente del Pacífico), en estas condiciones se presentan resultados óptimos que aprueban la utilización del modelo GR2m para la generación de caudales medios mensuales.

La sectorización se presenta en varias investigaciones realizadas para el desarrollo del modelo GR2m, en la cual según autores se pueden trazar 3 zonas marcadas en todo el Perú (Llauca, 2021; Rau et al., 2018)

Finalmente, de acuerdo a lo planteado en la hipótesis general, se tuvo una eficiencia muy buena para los datos usados en la estación hidrométrica La Tranca calificados como "buena" en la escala de Nash-Sutcliffe; mientras que, para la estación hidrométrica Puente Talpalca, se obtuvo una eficiencia "insatisfactoria" en la escala de Nash-Sutcliffe

CONCLUSIONES

- **Calibración y validación aplicando el modelo hidrológico GR2m**

Para la subcuenca del río Sama, con aforo en la estación hidrométrica La Tranca, el modelo GR2M evaluado con el estadístico Nash Sutcliffe presenta una eficiencia en el periodo de calibración de 78,20%, y en el de validación de 71,40%. De igual manera, se obtuvo un R^2 de 79,6% para el periodo de calibración y 83,10% para el de validación. Ambos resultados nos indican, según los indicadores estadísticos de eficiencia, que el modelo tiene un ajuste MUY BUENO para ambos periodos.

Para la subcuenca del río Sama, con aforo en la estación hidrométrica Puente Talapalca, el modelo GR2M evaluado con el estadístico Nash Sutcliffe presenta una eficiencia en el periodo de calibración de -1,7%, y en el de validación de -42,8%. De igual manera, se obtuvo un R^2 de 5% para el periodo de calibración y 1,89% para el de validación. Ambos resultados nos indican, según los indicadores estadísticos de eficiencia, que el modelo no se ajusta a datos observados en ningún periodo.

Entonces, se puede concluir que el modelo es útil para la generación de caudales medios mensuales en la Estación La Tranca.

- **Evapotranspiración potencial media con el método de FAO Penman Monteith**

Se obtuvieron registros históricos de evapotranspiración potencial media mediante la aplicación de la ecuación de FAO Penman-Monteith, con datos de temperatura extraídos de la Data Interpolada PISCO. Los valores obtenidos se encuentran dentro de los límites investigados por la entidad encargada de la administración de la información. Los resultados son presentados en el Anexo 5

- **Precipitación mensual media areal**

Según el análisis de consistencia de la información meteorológica, se puede concluir que la serie histórica de la precipitación media mensual y anual registradas en las 12 estaciones Candarave, Cairani, Tarata, Talabaya, Sitajara, Susapaya, Toquela, Paucarani, Challapalca, Chuapalca, Vilacota, Sama Grande, no son homogéneas por lo cual fue necesario la homogenización de sus valores en los primeros periodos mediante la prueba T de Student.

Se obtuvo, del promedio de los métodos de Media Aritmética, Thiessen, Distancias Inversas y Kriging, la precipitación media areal anual para ambas subcuencas.

Para la subcuenca delimitada por la estación hidrométrica Puente Talapalca, se usaron 8 estaciones: Tarata, Talabaya, Sitajara, Susapaya, Paucarani, Challapalca, Chuapalca, Vilacota. Para la subcuenca de delimitada por la estación hidrométrica La Tranca, se usaron 10 estaciones: Candarave, Cairani, Tarata, Talabaya, Sitajara, Susapaya, Paucarani, Challapalca, Vilacota, Sama Grande.

Se aplicó el mismo cálculo para la evapotranspiración potencial media areal. Los resultados son presentados en el Anexo 7

- **Parámetro más sensible del modelo**

De los resultados del análisis de sensibilidad de parámetros X_1 y X_2 realizados en el modelo GR2M para la cuenca del río Sama; para cuando el parámetro X_1 mantenga su valor, el valor X_2 es el parámetro que más varía la eficiencia del modelo cuando haya un incremento gradual de $\pm 10\%$ del valor en cuestión.

Se concluye que el parámetro X_2 es el más sensible, correspondiente a la relación de intercambio de agua entre la superficie y las aguas subterráneas.

RECOMENDACIONES

A partir del estudio realizado es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Evaluar el uso de otros métodos para el cálculo de la evapotranspiración potencial en cuencas similares a la del río Sama con la finalidad de comparar resultados con los obtenidos en la presente investigación.
- Evaluar el uso de otra metodología que ofrezca mejores resultados para el cálculo de la evapotranspiración y precipitación media mensual en cuencas similares a la del río Sama.
- Aplicar el modelo GR2M en otras cuencas ubicadas en la vertiente del Pacífico, para evaluar por medio de sus resultados la eficiencia en otras cuencas con características similares y obtener conclusiones más claras respecto al uso de este modelo.
- Utilizar los productos grillados en cuencas no aforadas para que sus resultados puedan ser comparados con los obtenidos en esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Administración Local del Agua Locumba-Sama (2010) Evaluación de recursos hídricos cuencas de los ríos Locumba y Sama. Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos Área de Aguas Superficiales (Vol.1) ALA Locumba – Sama
- Aghakouchak, A. & Habib, E. (2010). Application of a Conceptual Hydrologic Model in Teaching Hydrologic Processes. *Hydrology and Earth System Sciences*.
- Ahady, A. B., Pekkan, E., Sorman, A. A., & Deliry, S. I. (2022). Evaluating the hydrological performance of gridded precipitation datasets using GR2M for a mountainous watershed in Turkey. *Arabian Journal of Geosciences*, 15(8), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s12517-022-10031-7>
- Ahmed Marchane, Yves Trambly, Lahoucine Hanich, Denis Ruelland & Lionel Jarlan (2017) Climate change impacts on surface water resources in the Rheraya catchment (High Atlas, Morocco), *Hydrological Sciences Journal*, 62:6, 979-995, DOI: 10.1080/02626667.2017.1283042
- Alcántara, A.; Montalvo, N.; Mejía, A.; Ingol, E., (2014) Validación de modelos hidrológicos Lluvia-escorrentía para su aplicación a la cabecera de cuenca del río Jequetepeque
- Alexandersson, H. (1986). A homogeneity test applied to precipitation data. *Journal of Climate*, 6, 661-675.
- Alexandersson, H., & Moeberg, A. (1997). Homogeneization of Swedish temperature data. Part I: Homogeneity test for linear trends. *International Journal of Climatology*, 17, 25-34.
- Allen, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D. y Smith, M. (2006). Evapotranspiración del cultivo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma, Italia. 56:1-79.
- Armstrong, M. (1998). *Basic Linear Geostatistics*. Berlin, Germany: Springer-Verlag.
- Astorayme, M. A. (2017) Análisis y evaluación comparativa de modelos hidrológicos agrupados y semidistribuidos aplicados al pronóstico de caudales diarios del río Chillón (Tesis de grado)

- Astorayme, M. A., Garcia, J., Suarez, W., Felipe, O., Huggel, C., and Molina, W. (2015). Modelización hidrológica con un enfoque semidistribuido en la cuenca del río Chillón, Perú. *Revista Peruana Geo-Atmosférica –RPGA*.
- Autoridad Nacional del Agua (2008) Observatorio del Agua. Características Generales de la Cuenca Sama. Datos extraídos del estudio de “Codificación de Recursos de Agua Superficial del Perú”. Obtenido de:
<https://snirh.ana.gob.pe/observatorioSNIRH/>
- Bachir, S.; Nouar, B.; Hicham, C.; Azzedine, H.; Larbi, D. Application of GR2M for rainfall-runoff modeling in Kébir Rhumel Watershed, north east of Algeria. *World Appl. Sci. J.* 2015, 33, 1623–1630.
- Beven, K (1989) Changing ideas in hydrology – The case of physically-based models. *Journal of hydrology*, 105(1), 157-172
- Brunet-Moret (1979) Homogénéisation des précipitations. *Cahiers ORSTOM, Série Hydrologie*, Vol XVI, n° 3 et 4
- Buishand, T. A. (1982). Some methods for testing the homogeneity of rainfall records. *Journal of Hydrology*, 58, 11-27.
- Cabrera, J. (2012). *Calibración y validación de modelos hidrológicos*. Lima.
- CEMAGREF. (2007). IRSTEA. Obtenido de Instituto Nacional de Investigación en Ciencia y Tecnología para el Medio Ambiente y la Agricultura:
<https://webgr.irstea.fr/modeles/mensuel-gr2m/>
- Chow, V. T., Maidment, D. R., and Mays, L. W. (1988). *Applied Hydrology*. MC Graw Hill, London, United States, international edition.
- Clarke, R. T. (1973). *Mathematical models in hydrology*. Rome: Food & Agriculture daily watershed model with three free parameters. *Hydrological Sciences Journal*,
- Dawson-Saunders B, Trapp Robert G. (1993). *Bioestadística Médica*. México, Editorial Manual Moderno.
- Dooge, J. C. I. (1973). *Linear Theory of Hydrologic Systems*. Technical Bulletins 160041, United States Department of Agriculture, Economic Research Service.

- Edijatno, N. d. O. N., Yang, X., Makhlof, Z., and Michel, C. (1999). GR3J: a daily watershed model with three free parameters. *Hydrological Sciences Journal*, 44(2):263–277.
- Espinoza, J. (2005). Manual escrito con motivo del curso taller. Utilización del Método del Vector Regional con Hydracces. Senamhi-Perú. Colaboración de Philippe Vaulchel (IRD Perú) y Josyane Ronchail (UP7-Locean, Paris). 9 p.
- Estrada Sifontes, V., Moya, P. & Miguel, R. (2012) Modelación hidrológica con HEC-HCM en cuencas montañosas de la región oriental de Cuba. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental* 33(1), 71-80.
- FAO (2009). ETo Calculator. Land and Water Digital Media Series, N° 36. FAO, Rome, Italy.
- Freeze, R. A. (1971). Three-Dimensional, Transient, Saturated-Unsaturated Flow in a Groundwater Basin. *Water Resources Research*, 7(2):347–366.
- Garcia, J. (2011). Flood management in a complex river basin with a real-time decision support system based on hydrological forecasts. PhD thesis, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, EPFL, Switzerland.
- Goovaerts, P. (1997). *Geostatistics for Natural Resources Evaluation*. New York, United States of America: Oxford University Press.
- Guevara E., Guevara J., García E. (2008): Régimen climático y patrón espacial de las lluvias en la cuenca del Lago de Valencia, Venezuela. Programa de Maestría en Ingeniería Ambiental, Universidad de Carabobo. *Revista de Climatología*, publicado: 7-Jul-2008
- Hargreaves, G.H.; Samani, Z.A. Reference crop evapotranspiration from ambient air temperature. In *Proceedings of the American Society of Agricultural Engineers Meeting*, Chicago, IL, USA, 17 December 1985; pp. 85–2517.
- Hernández S.R., Fernández-Collado C., Baptista L.P. (2006). *Metodología de la Investigación*. Cuarta Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana, México.
- Hiez C. (1977) L'homogénéité des données pluviométriques. *Cahiers ORSTOM, Série Hydrologie*, Vol XIV, n°2
- Huaccoto Garcia, P., & Calderon Montalico, A. (2020). Determinación del método eficiente para calcular la evapotranspiración potencial para un modelo Lluvia -

- escorrentía en la cuenca Huancané – Puno. Aporte Santiaguino, 13(2), Pág. 170-184. <https://doi.org/10.32911/as.2020.v13.n2.690>
- INEI (2021) Comportamiento de la Economía Peruana en el Primer Trimestre de 2021. Informe Técnico PBI Trimestral de Instituto Nacional de Estadística e Informática, Cuentas en base al año 2007, Mayo de 2021
- Iral, René, & Correa, Juan Carlos, & Rojas, Lucinia (2006). Estudio de potencia de pruebas de homogeneidad de varianza. *Revista Colombiana de Estadística*, 29(1),57-76.[fecha de Consulta 22 de Agosto de 2022]. ISSN: 0120-1751. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=89929104>
- IRH-ATDRR (2008). Actualización del Balance Hídrico de la cuenca del río Ramis. Intendencia Recursos Hídricos, Administración Técnica del Distrito de Riego Ramis. Ministerio de Agricultura del Perú, INRENA.
- Kisiel, C. C. (1969). Time series analysis of hydrologic data. *Advances in hydroscience*, l' evaluation de l'impact du changement climatique dans le bassin Amazonien du Perou.
- Krause, P., Boyle, D. P., and Base, F. (2005). Comparison of different efficiency criteria
- Lavado Casimiro, W.S., Labat, D., Guyot, J.L., Ardoin-Bardin, S.,(2011a). Assessment of climate change impacts on the hydrology of the Peruvian Amazon-Andes basin.
- Lavado Casimiro, W.S., Labat, D., Guyot, J.L., Ardoin-Bardin, S., Ordoñez J. (2011b). Monthly water balance models in the Amazon drainage basin of Peru: Ucayali river basin. Editada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. *REVISTA PERUANA GEO-ATMOSFÉRICA RPGA* (3), 82-94, 2011
- Linsley R., Kohler M., Paulhus J. (1988). *Hidrología para Ingenieros*. 2ª Ed. Editorial Mc Graw-Hill Latinoamericana, D. F. México. 386 p.
- Llauca, H. (2019). Modelamiento hidrológico a paso mensual para el monitoreo de sequías hidrológicas en cuencas de la vertiente del Pacífico y del Titicaca. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú –SENAMHI. Dirección de hidrología -DHI. Diciembre 2019.
- Llauca, H.; Lavado-Casimiro, W.; Montesinos, C.; Santini, W.; Rau, P. (2021). PISCO_HyM_GR2M: A Model of Monthly Water Balance in Peru (1981–2020). *Water* 2021, 13, 1048. <https://doi.org/10.3390/w13081048>

- Luna Romero E., Lavado Casimiro W. (2015) Evaluación de métodos hidrológicos para la completación de datos faltantes de precipitación en estaciones de la cuenca Jequetepeque, Perú. Revista Tecnológica ESPOL – RTE, Vol. 28, N. 3, 42-52, (noviembre, 2015)
- Metzger, J. (2017a) Modelamiento Hidrológico para Pronóstico estacional de caudales del río Ramis. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, SENAMHI Dirección de Hidrología.
- Metzger, J. (2017b) Modelamiento Hidrológico para Pronóstico estacional de caudales del río Jequetepeque. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Dirección de Hidrología. Junio, 2017.
- Molnar, P. (2011). Calibration. Technical report, Watershed Modelling, SS 011. Institute of Environmental Engineering, Chair of Hydrology and Water Resources Management, ETH Zurich, Switzerland.
- Moriasi, D.N., Arnold, J.G., Van Liew, M.W., Bingner, R.L., Harmel, R.D., Veith, T.L., (2007) « Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations ». Transactions of the ASABE. Vol: 50(3), pp. 885-900
- Mouelhi, S. (2003). Vers une chaîne cohérente de modèles pluie-débit conceptuels globaux aux pas de temps pluriannuel, annuel, mensuel et journalier. (Tesis de doctorado), NGREF, Cemagref Antony, France, 323 pp.
- Mouelhi, S., Michel, C., Perrin, C., Andréassian, V., (2006). Stepwise development of a two-parameter monthly water balance model. J. Hydrol. 318, 200–214. doi: 10.1016/j.jhydrol.2005.06.014
- Nash, J. & Sutcliffe, J. (1970). River flow forecasting through conceptual models' part I — A discussion of principles. Journal of Hydrology.
- Ñaupas, H. M. (2013). Metodología de la investigación científica y elaboración de tesis. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. pg. 69-70
- OMM (2011). International Glossary of Hydrology. Organización Meteorológica Mundial. Organization of the United Nations, Wallingford.
- Pakorn Ditthakit, Sirimon Pinthong, Nureehan Salaeh, Fadilah Binnui, Laksanara Khwanchum, & Quoc Bao Pham. (2021). Using machine learning methods for

- supporting GR2M model in runoff estimation in an ungauged basin. *Scientific Reports*, 11(1), 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-99164-5>
- Perrin, C., Michel, C., & Andreassian, V. (2003). Improvement of a parsimonious model for streamflow simulation. *Journal of Hydrology*, 279(1-4):275–289.
- Pettitt, A. N. (1979). A nonparametric approach to the change point detection. *Applied Statistics*, 28, 126-135.
- Pizarro R., Ausensi P., Aravena D., Sangüesa C., León L., Balocchi F. (2009) Evaluación de métodos hidrológicos para la completación de datos faltantes de precipitación en estaciones de la región del Maule, Chile. *Aqua-LAC - Vol. 1 - Nº 2 - Sep. 2009. pp. 172-185*
- Rau P., Bourrel R., Labat D., Ruelland D., Frappart F., Lavado W., Dewitte B., Felipe O., (2018). Assessing multidecadal runoff (1970–2010) using regional hydrological modelling under data and water scarcity conditions in Peruvian Pacific catchments. Universidad de Ingeniería y Tecnología UTEC, Departamento de Ingeniería Ambiental, Centro de Investigación y Tecnología del Agua (CITA)
- DOI: <https://doi.org/10.1002/hyp.13318>
- Rodriguez M., Mendivelso F. (2018). Diseño de investigación de corte transversal. *Tópicos en investigación clínica. Rev.Medica.Sanitas 21 (3): 141-146, 2018.*
- Aceptado: 14 de septiembre de 2018
- DOI: <https://doi.org/10.1002/hyp.13318>
- Rwasoka, D.T., Madamombe, C.E., Gumindoga, W., Kabobah, A.T., (2014). Calibration, validation, parameter indentifiability and uncertainty analysis of a 2 – parameter parsimonious monthly rainfall-runoff model in two catchments in Zimbabwe. support system based on hydrological forecasts. PhD thesis, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, EPFL, Switzerland.
- Sarria F. y J. Palazón. (2008). “Modelación de Sistemas Ambientales Modelos y Modelización”. Universidad de Murcia. España: ocw-publicaciones.
- Schloeder C., Zimmerman N., Jacobs, M. (2001). Comparison of methods for interpolating soil properties using limited data. *Soil Science Society of American Journal* 65:470-479.

- Sealy Gosset W. (1908). The probable error of a mean. By Student. *Biometrika*. 1908; 6: 1-25.
- Snedecor, G. W. (1934). Calculation and interpretation of analysis of variance and covariance. Monograph n.1, Iowa State College, Division of Industrial Science. Ames, IW: Collegiate Press.
- Tabios G. & Salas J. (1985): A comparative analysis of techniques for spatial interpolation of precipitation. *Water Resource Bull.*, 21:365-380.
- Thiessen, A. H. (1911). Climatological Data for July 1911. Great Basin: National Weather Service.
- Vaze, J. et al. (2011) Modelado de lluvia y escorrentía en el sureste de Australia: conjuntos de datos, modelos y resultados. agosto *J. Recursos Hídricos*. 14 , 101–116.
- Viviroli, D., Mittelbach, H., Gurtz, J., and Weingartner, R. (2009). Continuous simulation for flood estimation in ungauged mesoscale catchments of Switzerland – Part II: Parameter regionalisation and flood estimation results. *Journal of Hydrology*.
- Walter, I. A.; Allen, R. G.; Elliot, R.; Itenfisu, D.; Brown, P.; Jensen, M. E.; Mecham, B.; Howell, T. A.; Snyder, R.; Eching, S.; Spofford, T.; Hattendorf, M.; Martin, D.; Cuenca, R. H. and Wright, J. L. (2005). The ASCE standardized reference evapotranspiration equation. ASCE and EWRI. 70 p.
- Xu, C. Y. & Singh, P. (1998). A review on monthly water balance models for water resource investigations. *Water Resources Management*, 31:31-50
- Xu, C.-y. (2002). Hydrologic models. Department of Earth Sciences, Uppsala University.
- Zar Jerrold H. (2010). Biostatistical analysis. Prentice Hall. Inc. Fifth edition. New York, USA, Prentice Hall.

ANEXOS

ANEXO 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

DESCRIPCION DEL PROBLEMA	PREGUNTAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSION	MUESTRA	PRUEBAS ESTADISTICAS	METODOLOGIA
<p>En el ámbito nacional, el recurso hídrico es uno de los más demandados en el sector minero, sector agropecuario, sector construcción y el sector de manufactura, que además representan estos aproximadamente el 30% del PIB del país.</p> <p>En muchas regiones, es usual tener muy poca información acerca de los registros de caudales, por lo tanto, el modelo GR2M, del tipo lluvia – escorrentía, es un modelo agregado que simula caudales en intervalos mensuales a partir de datos de precipitación y evapotranspiración potencial.</p> <p>Para la información disponible, la aplicación del modelo GR2M nos permitirá simular los caudales medios que se presentarán en los posteriores años; validando esta información con los datos recogidos de las estaciones de la cuenca Sama. Esta información podrá ser utilizada para la administración y organización por las autoridades zonales y regionales, para poder ser aprovechadas según la disposición que se le brinde según su jurisdicción</p>	<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cuál es la eficiencia del modelo GR2m en los periodos de calibración y validación para la generación de caudales medios mensuales en la cuenca del río Sama?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar la eficiencia del modelo GR2m en los periodos de calibración y validación para la generación de caudales medios mensuales en la cuenca del río Sama.</p>	<p>HIPOTESIS GENERAL</p> <p>La calibración y validación de caudales medios mensuales mediante el modelo GR2m en la cuenca del río Sama tiene una eficiencia muy buena</p>	<p>VARIABLES:</p>	<p>Eficiencia de Nash – Sutcliffe</p> <p>Coefficiente de determinación R²</p>	<p>Muestras:</p>	<p>Indicadores estadísticos de eficiencia:</p>	<p>Tipo de investigación: Aplicativo</p>
	<p>PROBLEMAS ESPECIFICOS</p> <p>¿Cuál es la evapotranspiración potencial mensual calculada mediante el método de la FAO Penman – Monteith en la cuenca del río Sama?</p>	<p>OBJETIVOS ESPECIFICOS</p> <p>Determinar la evapotranspiración potencial mensual calculada mediante el método de Penman-Monteith en la cuenca del río Sama.</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECIFICOS</p> <p>La evapotranspiración potencial mensual calculada mediante el método de FAO Penman-Monteith es eficiente para su uso en el modelo GR2m en La cuenca del río Sama.</p>	<p>Calibración y validación de los caudales mensuales</p>	<p>0-20%, Insuficiente 20-40%, Satisfactorio 40-60%, Bueno 60-80%, Muy bueno 80-100%, Excelente</p>	<p>Subcuenca delimitada en la estación hidrométrica a la Tranca</p>	<p>- Nash Sutcliffe - Coeficiente de determinación R²</p>	<p>Técnicas de análisis de datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prueba de homogeneidad - Prueba de tendencia - Prueba de saltos - Homogenización de datos - Completación de datos
<p>PROBLEMAS ESPECIFICOS</p> <p>¿Cuál es la precipitación media mensual areal en la cuenca del río Sama?</p> <p>¿Cuál es el parámetro más sensible que presenta el modelo GR2m en la cuenca del río Sama?</p>	<p>Determinar la precipitación media mensual areal en la cuenca del río Sama.</p> <p>Determinar el parámetro más sensible en el modelo GR2m en la cuenca del río Sama.</p>	<p>La precipitación mensual media areal es eficiente para su uso en el modelo GR2m en La cuenca del río Sama.</p> <p>El parámetro más sensible en el modelo GR2m es el parámetro X2, correspondiente a la relación de intercambio de agua entre La superficie y las aguas subterráneas.</p>	<p>NIVEL DE MEDICION</p> <p>>70%, modelo apto para generación de registro de caudales <70%, modelo no apto para generación de registro de caudales</p>	<p>estación hidrométrica a Puente Talpalca</p>	<p>Técnicas de procesamiento de información:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cálculo de la evapotranspiración - Valores medios areales - Generación de caudales medios mensuales simulados con el modelo GR2m - Indicadores de eficiencia 			

ANEXO 2

**SERIES HISTORICAS DE INFORMACION DE PRECIPITACION Y CAUDALES OBSERVADOS
DE LAS ESTACIONES EN ESTUDIO**

Tabla 36

Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Candarave, original

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm.) - REGISTRO HISTORICO													
ESTACION CANDARAVE		LATITUD		17° 17' 26,2"				DEPARTAMENTO			TACNA		
		LONGITUD		70° 16' 02,18"				PROVINCIA			CANDARAVE		
		ALTITUD		3415 msnm				DISTRITO			CANDARAVE		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	8,7	18,1	34	0	0	0	0	0	0	11,1	0	2,5	74,4
1981	60,8	132,8	23,6	11,2	0	0	0	1,6	0	0	1,5	22,3	253,8
1982							0	0	0	0		3,1	3,1
1983		0	0	0	0	0	0	0		0	0	7,5	7,5
1984				0	0	2,5	0	0	0	0	11,1	0	13,6
1985	7,4	127,7	9,8	0	0	0	0	0		0	17,7	25,6	188,2
1986	22,1							0	0	0	1	37,1	60,2
1987	102,8	5,4	4,6			0	0	0	0	0	0	0	112,8
1988	52,9	0	18,1	1,1	0	0	0	0			0	3,7	75,8
1989	7,5	82	1,3	2,8	0	0	0	0	0	0	0	0	93,6
1990	15,1	7,6	15,2	0	0	20,3	0	0	0	0	26,8		85
1991		1,5	51,7	1,1	0		0	0	0	0	0	0	54,3
1992	8,2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	72,3	82,5
1993	108,8	9,2	20	0	0	0	0	0,6	0	0,2	0	10	148,8
1994	75	134,7	2,1	17,6	0	0	0	0	0	0	1,3	17,5	248,2
1995	43,5	0	73,9	2,8	0,1	0	0	0	0	0	0,6	12,3	133,2
1996	44	25,5	1,3	0	0	0	0	0,2	0	0	1,7	3,4	76,1
1997	60,7	70,3	39,6	0	0,2	0	0	9,5	23,6	0	0	12	215,9
1998	92,5	32,7	1,6	2	0	4,2	0	0	0	0	6,7	8,4	148,1
1999	22,1	146,4	120,6	4,1	0	0	0	0	0	8,6	0	17,2	319
2000	119,5	75,2	104,2	0,6	0	0	0	0	0	0	0	10,4	309,9
2001	53,7	228,2	63,4	9,7	0	0	0	3	0	0	0	8,8	366,8
2002	16,6	91,7	34,5	3,5	0	0	29,3	0	0	6,4	6,2	15	203,2
2003	28,5	13,3	57,5	0,4	2,1	0	0	0,9	0	0	0	3,2	105,9
2004	63,8	51,5	1,3	0	0	0	12,4	0,5		0		1	130,5
2005	52,8	46,5	14,5	2,4	0	0	0	0	10,9	0	1,1	20,1	148,3
2006	58,7	72,2	40,7	0,7	0	0	0	0	0	0,1	0	5,9	178,3
2007			4,3	0,4	0	0	0	0	0	0	3,5	9,9	18,1
2008	61,6	34,8	18,1	0	0	0	0	3,9	0	0	0	6	124,4
2009	8,9	164,1	39,2	3,1	0	0	0,5	0	0	0	4,1	1,5	221,4
2010	4,8	34,6	1,7	0	3,1	0	0	0	0	1	0	9,6	54,8
2011	92,1	146,6	4,9	9,3	0	0	0	0	0	0	2,2	94,5	349,6
2012	121,9	196,7	80,4	19,7	0	0	0	0	0	4,7	0	44,1	467,5
2013	93,1	60,4	63,6	0	10,3	3	0	2,1	0	0	0	19	251,5
2014	83,5	2,1	3,9	0	0	0	0	0	0	0	5,7	1,2	96,4
2015	39,3	86,9	81,2	12	0	0	2	0	0	0	0	0	221,4
2016	2,3	89,2	0	9,9	0	0	5,5	0	0	0	0	3,3	110,2
2017	113,9	68,1	71,8	0	0		0	0	0	0	0	29,3	283,1
2018	61,8	38,5							0	0	0	11,1	111,4
2019	115,9	143,8	4,9	0	0	0	0,1	0	0,1	1,3	0	11,7	277,8

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 37*Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Cairani, original*

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm.) - REGISTRO HISTORICO													
ESTACION CAIRANI		LATITUD		17° 17' 24,5"		DEPARTAMENTO		TACNA					
		LONGITUD		70° 20' 17,8"		PROVINCIA		CANDARAVE					
		ALTITUD		3443,00 msnm		DISTRITO		CAIRANI					
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	5,9	2,1	1,4	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,9	10,5
1981	35,3	50,5	13,5	8,3	0	0	0	0	0	0	0,3	8,2	116,1
1982	57	16,3	20,7	0	0	0	0	0	0	7,6	0	0	101,6
1983	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,4	8,4
1984	76,6	51,8	33,7	0	0	0	0	0	0	7,3	6,1	0	175,5
1985	4,3	82	2,1	0	0	0	0	0			9,7	20,2	118,3
1986	38,2	56,1	55,4	0	0	0	0	0	0	0	2,3	20,2	172,2
1987	55,6	0	4,7	0	0	0	0	0	0	8,1	0	0	68,4
1988	25,3	0	17,9	0	0	0	0	0	0	0	0	10,7	53,9
1989	34,5	100,9	5,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141
1990	9	6,3	18,6	0	0	8,5	0	0	0	0	0	91	133,4
1991	41,9	1,9	23,2	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	67,2
1992	1,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38,9	40,7
1993	74,3	13,8	9,4	0	0	0	0	1,9	0	0	0	5,3	104,7
1994	47,9	55,9	0	12,3	0	0	0	0	0	0	0	6,6	122,7
1995	32,4	0	76	0	0	0	0	0	0	0	0	4,3	112,7
1996	29,4	9,7	0	0	0	0	0	0	0	0	1,8	5,8	46,7
1997	58,6	54,8	43,1	0	0	0	0	7,6	25,5	0	0	4,3	193,9
1998	57,6	10	0	0	0	3,1	0	0	0	0	5,3	5,2	81,2
1999	7,6	105	39,4	0,5	0	0	0	0	0	0,3	0	16,6	169,4
2000	98	42,4	40,2	2,9	0	1,6	0	0	0	0	0	5,3	190,4
2001	49,5	154,9	66,9	4,3	0	0	0	2,1	2,1	0	0	5,3	285,1
2002	5,9	54,9	7,6	1,9	1,9	5,3	18,5	0	0	0	0	0	96
2003	14,5	5,3	18,5	0	0,9	0	0	0	0	0	0	4,7	43,9
2004	30,2	44,3	7,7	0	0	0	9,5	0	0	0	0	0	91,7
2005	32,5	22,6	3,2	0,6	0	0	0	0	5,8	0	0	11	75,7
2006	30,3	38,5	23,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	92,7
2007	29,3	32,5	2,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	64,9
2008	84,8	22,3	8,6	0	0	0	0	3,2	0	0	0	2,6	121,5
2009	2,1	41,3	23	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0	67,9
2010	3,6	13,2	0	0	6,8	0	0	0	0	0,3	0	7	30,9
2011	65,5	86,2	0	1,9	3,5	0	0	0	0	0	0	40,3	197,4
2012	101,8	102	21,4	25,6	0	0	0	0	0	0	0	39,4	290,2
2013	36,9	65,5	25,7	0	8,4	0	0	0	0	0	0	8,4	144,9
2014	30,9	0,2	2,6	6	0	0	0	0,8	0,3	0	0,5	0	41,3
2015	32,2	78,4	108,5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	222,1
2016	1,3	43,1	0,7	3	0	0,6	3,6	0	0	0	0	1,8	54,1
2017	88,5	48,4	40,5	0	0	0	0	0	0	0	0	15,2	192,6
2018	33,1	19	8,4	0,2	0	2,3	2,6	0	0	0	0	3,6	69,2
2019	52,1	79,7	1,8	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0,1	6,8	140,8

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 38*Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Sitajara, original*

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm.) - REGISTRO HISTORICO													
ESTACION SITAJARA			LATITUD		17° 21' 15,9"			DEPARTAMENTO			TACNA		
			LONGITUD		70° 07' 56,2"			PROVINCIA			TARATA		
			ALTITUD		3166,00 msnm			DISTRITO			SITAJARA		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	9,3	2,9	17,7	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	31,5
1981	32,4	66	0	9,8	0	0	0	0	0	0	1,3	0	109,5
1982	26,4	11,3	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63,7
1983	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	18
1984	48,6	29,1	25,8	0	0	0	0	0	0	15,6	11,7	0	130,8
1985	4,3	100,1	11,1	0	0	0	0	0	0	0	11,5	19	146
1986	37,4	36,1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	29,5	112
1987	60,7	18	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	86,7
1988	25	0	17,5	2,2	0	0	0	0	0	0	0	14,2	58,9
1989	7,3	86,2	0,7	7,7	0	0	0	0	0	0	0	0	101,9
1990	8,1	6,6	14,9	0	0	7,8	0	0	0	0	9	56,4	102,8
1991	28,5	2,3	19,4										50,2
1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,5	12,5
1993	83,4	13,8	26,6	8	0	0	0	0,4	0	0	0	39,9	172,1
1994	92	14,7	8,1	0	0	0	0	0	0	0	0	9	123,8
1995	25,6	4,2	8,4	0	0	0	0	0	0	0	0	8,7	46,9
1996	35,7	18,5	0,4	0	0	0	0	0	0	0	1,1	1,1	56,8
1997	64,3	75,5	21,5	0	0	0	0	5,6	27,6	0	0	7,1	201,6
1998	97,1	20,9	0	0	0	1,5	0	0	0	0	1,8	7,7	129
1999	8,6	135,1	55,8	1,1	0	0	0	0	0	0,8	0	17,3	218,7
2000	142,8	61,4	52,7	3	1,6	1,5	0	0	0	0	0	12,4	275,4
2001	63,6	162,1	77,7	1,1	0	0	0	2,8	0	0	0	7,4	314,7
2002	22,3	65,8	41,6	0,2	0	5,3	20,6	0	0	4,2	5,7	8,7	174,4
2003	8	7,5	47,9	0	0,1	0	0	0,8	0	0	0	3,9	68,2
2004	36,5	55	1,6	0	0	0	5,4	0	0	0	0	0	98,5
2005	49,7	57,3	43,3	0,6	0	0	0	0	7,6	0	0,7	17,2	176,4
2006	36,1	62,4	7,4	1,6	0	0	0	0	0	3,5	0	3	114
2007	31,4	49,9	2,5	0	0	0	0	0	0	0	2,2	10,2	96,2
2008	132,3	20,3	10,2	0	0	0	0	1,1	0	0	0	7,4	171,3
2009	2,7	73,1	43,8	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	120,3
2010	5,8	23	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	8,5	38,8
2011	65,5	90,5	0	6	6,4	0	0,3	0	0	0	0,5	60,6	229,8
2012	99,8	130,2	44,1	15,7	0	0	0	0	0	2,7	0	29	321,5
2013	43,5	70,8	22	0	9,9	2,1	0	0	0	0	0	6,9	155,2
2014	40,3	0,6	1,5	3	0	0	0	0	0	0	1,5	0	46,9
2015	49,4	110,6	108,5	3,9	0	0	0,3	0	0	0	0	0	272,7
2016	7,5	82,6	0	2,7	0	1	3,4	0	0	0	0	1,9	99,1
2017	118,3	66,6	82,4	0	0	0	0	0	0	0	0	26,2	293,5
2018	44,8	28,1	15,8	0	0	2,4	3,9	0	0	0,3	0	4	99,3
2019	89	79,5	0										168,5

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 39

Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Susapaya, original

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm.) - REGISTRO HISTORICO													
ESTACION SUSAPAYA		LATITUD		17° 21' 13"				DEPARTAMENTO			TACNA		
		LONGITUD		70° 01' 53"				PROVINCIA			TARATA		
		ALTITUD		3309,00 msnm				DISTRITO			SUSAPAYA		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	46,9	4,8	18,6	0	0	0	0	0	0	8,7	0	5,5	84,5
1981	18,2	73,3	11,9	0	0	0	0	0	0	0	2,9	14,2	120,5
1982	29,9	7	29,9	0	0	0	0	0	7	0	0	7,9	81,7
1983	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,8
1984	34,7	129	52,7	0	0	8,1	0	6,2	0	51	54,6	3,1	339,4
1985	14,8	174,4		0	0	0	0	0	0	21,4	0	192,3	402,9
1986	223	92,9	25,5	0	0	0	0	0	0	0	12,1	95,4	448,9
1987	100,4	9,7	0	0	0	0	5,3	0	0	21,8	0	0	137,2
1988	100,4	0,2	46,6	1,1	0	0	0	0	0	0	0	7,9	156,2
1989	19,4	216,4	12,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	248
1990	18,2	3,6	2,5	0	0	0							24,3
1991								0	0	0	0	0	0
1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,8	13,8	16,6
1993	232,6	1,8	26	0	0	0	0	18,8	0	0	0	22,9	302,1
1994	71,1	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,3	175,4
1995	30	3,7	111,7	0	0	0	0	0	0	0	0	9,9	155,3
1996	28,2	22,6	17,6	0	0	0	0	0	0	0	0	10,4	78,8
1997	167,4	130,2	82,8	0	0	0	0	14,9	42,4	0	0	7,8	445,5
1998	146,2	39	0	0	0	8,4	0	0	0	0	7,5	16,5	217,6
1999	36,4	393,7	134,4	1,3	0	0	0	0	2,1	6,2	0	18,9	593
2000	184	76,4	9,3	0	0	0	0	0	0	0	0	13	282,7
2001	37,2	342,6	129,2	0	0	0	0	3,7	0	0	0	12	524,7
2002	27,4	95,6	46	0	0	5,2	44,2	0	0	8,7	2,5	5,7	235,3
2003	26,2	36,6	49,7	0	2,6	0	0		0	0	0	3,9	119
2004	56	65,1	0	0	0	0,5	2,3	0	0			0,6	124,5
2005	42,8	69,7	7	0	0	0	0	0	7,1	0	2,1	22,9	151,6
2006	55	70,2	52,9	0	0	0	0	0	0	3,5	0		181,6
2007	41,4	54		0	0	0	0	0	0	0	2,6	8,6	106,6
2008	131,5	35,9	9,1	0	0	0	0	1,6	0	0	0	8,5	186,6
2009	8,1	99,2	8,4	0	0	0	0,2	0	0	0	1,5	0	117,4
2010	8	27	0	4,6	0	0	0	0	0	0	0	4,8	44,4
2011	83,6	134,5	0	10,1	7	0	0	0	0	0	2	52,9	290,1
2012	115,9	160,4	67	17,8	0	0	0	0	0	6,6	0	25,1	392,8
2013	112,3	85,8	34,5	0	12,6	2,8	0	0	0	0	0	8,9	256,9
2014	55,9	0,4	0	6,1	0	0	0	0	0	0	0	0,2	62,6
2015	48,2	102,4	143	2,6	0	0	0,3	0	0	0	0	0	296,5
2016	4,5	80,4	0	7,4	0	1,8	3,2	0	0	0	0	1,5	98,8
2017	129,2	81,6	80,8	0	0	0	0	0	0	0	0	31,3	322,9
2018	48,7	30,6	15,9	0	0	2,8	3,8	0	0	0	0	5,8	107,6
2019	108,8	89,6	1,4	0	0				0	0,4	0,6	12,7	213,5

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 40

Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Talabaya, original

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm.) - REGISTRO HISTORICO													
ESTACION TALABAYA		LATITUD		17° 33' 4,5"				DEPARTAMENTO			TACNA		
		LONGITUD		69° 59' 15,6"				PROVINCIA			TARATA		
		ALTITUD		3409,00 msnm				DISTRITO			ESTIQUE PUEBLO		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	12,8	21	40,8	0	0	0	0	0	0	4,2	0	0	78,8
1981	47,4	53,2	19,3	5,3	0	0	0	0	0	0	13	15,7	153,9
1982	25,7	3,5	11,5	0	0	0	0	0	0	0	5	12	57,7
1983	0	0	0,6	0	0	0	0	0	4	0	0	11	15,6
1984	99,5	143,6	90,1	0	0		0	2	0	6	7	0	348,2
1985	0	126	27,3	0	0	0	0	0	0	0	23,9	20,4	197,6
1986	61,8	50,6	14,1	0	0	0	0	15,8	0	0	0	48,5	190,8
1987	111,5	28,5	10	0	0	0	12,5	0	0	6,5	0	0	169
1988	81	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101
1989	38,5	85	17,5	19	0	0	0	0	0	0	0	0	160
1990	19	24	24	0	0	14	0	0	0	0	6	89	176
1991	27,7	0	27	0		2	0	0	0	0	0	0	56,7
1992	4,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,1	33,9	42,1
1993	119,6	4,2	36,7	0	0	0	0	7,8	0	0	0	16,7	185
1994	27	62,1	5,3	11,9	0	0	0	0	0	0	0	20,2	126,5
1995	21,8	0	81,2	3	0	0	0	0	0	0	0	19,8	125,8
1996	28,4	38,6	10,6	0	0	0	0	0	0	0	4	6,1	87,7
1997	116,2	136,4	45,6	0	2,4	0	0	21,3	19,3	0	1	4,5	346,7
1998	131,1	22	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	20,6	176,2
1999	30,2	156	145,4	2	0	0	0	0	0	0	0	12,6	346,2
2000	163,9	80,7	60,5	2	0	1,5	0	0	0	0	0	25,2	333,8
2001	85,1	210,8	117,3	3,1	0	0	0	6	0	0,1	0	19,5	441,9
2002	18,9	118	76,2	1,4	0	8,5	23,9	0	0	2,6	0	15,7	265,2
2003	12,2	26,8	54,6	0	0	0	0,8	0,7	0	0	0	0	95,1
2004	47,9	69,3	16,6	0	0	0	7,2	0	0	0	0	0	141
2005	67,1	54,8	12,9	0	0	0	0	0	14,4	0	0	22,4	171,6
2006	73,8	111,5	171,6	4,2	0	0	0	0	0	9	0	7,4	377,5
2007	55	50,7	50,2	0	0	0	0	0	0	0	0	6,4	162,3
2008	136,4	44,4	15,8	0	0	0	0	1,3	0	0	0	12,8	210,7
2009	11,5	87,4	60,6	0	0	0	0	0	0	0	3,2	0,4	163,1
2010	19,8	40,9	1,4	0	1,7	0	0	0	0	0	0	9,6	73,4
2011	70,9	114	2,6	0,6	7,8	0	0,8	0	0	0	0	69,2	265,9
2012	141,5	190,4	54,5	15,3	0	0	0	0	0	2,6	0	65,6	469,9
2013	88,3	102,6	56,8	0	17,6	0	0	1,4	0	0	0	12,9	279,6
2014	85,4	0	0,6	1,8	0	0	0	0	0	0	3,5	0	91,3
2015	38,6	147,2	115,3	4,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0	305,7
2016	15,9	127,8	6,6	1,1	0	1,5	2,9	0	0	0	0	7	162,8
2017	171,9	90,5	90,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	13,5	366,3
2018	48,8	67	25,9	1,2	0	6,7	5,9	0	0	0	0	7,9	163,4
2019	190	162	5,7	0	0	0	0,1	0	0	0	0	12,1	369,9

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 41*Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Tarata, original*

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm,) - REGISTRO HISTORICO													
ESTACION TARATA			LATITUD		17° 28' 07,6"			DEPARTAMENTO			TACNA		
			LONGITUD		70° 02' 01,8"			PROVINCIA			TARATA		
			ALTITUD		3100,00 msnm			DISTRITO			TARATA		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980					0		0		0	0	0	2,1	2,1
1981	0		2,3	0	0	0	0	0	0		4	5,4	11,7
1982	15,4	0											15,4
1983								0	0	0,9	0	0	0,9
1984	68,2	80,6		0	0	6		7	0	0	23,1	0	184,9
1985	7,9	117,1	53	5,1	0	0	0						183,1
1986		85,6		0	0	0	0	0	0		0		85,6
1987		16	1	0	0	0	0	0	0		0	0	17
1988	90,8	1,9	25,3	10,5	0	0	0	0	0	0	0	0	128,5
1989	24,5	163,9	7,1	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0	196,7
1990	14,5			0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,5
1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1993	144,4	38,8	73,9	0	0	0	0	21,8	0	0	0	30,1	309
1994	93,4	115,4	18,3	0,6	0	0	0		0	0	0	21,2	248,9
1995	44,2	0	75,8	3,3	0	0	0	0	0	0	0	6,7	130
1996	15,2	25,9	2	0	0	0	0	0	0	0	2,6	3	48,7
1997	132,8	104	39,1	2,8	0	0	0	0	18	0	0	9,2	305,9
1998	140,3	28,2	0,2	0	0	3,1	0	0	0	0	0,2	9,1	181,1
1999	16	147,6	93,8	1,7	0	0	0	0	0	0	0	13,8	272,9
2000	141,9	104,3	51,9	3,7	0	3	0,5	0	0	0	0	8,9	314,2
2001	68,7	237,6	111,6	12,4	0	0	0	4,1	2,2	2,4	0	4,3	443,3
2002	29,1	141,4	60,4	0,8	0	3,8	19	0	0	0,7	0,7	13,2	269,1
2003	11,9	22,2	48,1	0	0	0	0	0,4	0	0	0	3,5	86,1
2004	63,4	102,2	5,5	0	0	0	4,5	0	0	0	0	1,5	177,1
2005	84,4	49,5	11,2	0,1	0	0	0	0	11,6	0	0,2	28,3	185,3
2006	56,7	94,1	80	0	0	0	0	0	0	6,3	0	7,6	244,7
2007	36,3	47,4	39	0	0	0	0	0	0	0	0	9,5	132,2
2008	169	38,8	18	0	0	0,4	0	1,8	0	0	0	15,3	243,3
2009	8,5	117,6	17,8	1	0	0	0	0	0	0	2,2	0,4	147,5
2010	7,4	34,2	1,3	0,2	1,5	0	0	0	0	0	0	10,1	54,7
2011	74,1	110,6	2	1,7	7,1	0	0,3	0	0	0	1,1	54,3	251,2
2012	94,1	202,9	41,3	14,2	0	0	0	0	0	2,4	0	59,9	414,8
2013	50,4	77,9	58,2	0	15,2	1,5	0	0,5	0	0,3	0	14,5	218,5
2014	62	0	1,1	1,6	0	0	0	0	0	0,7	1,6	0	67
2015	32	100	140,8	8,9	0	0	0	0,1	0	0	0	0	281,8
2016	7,4	103,1	1,8	3,1	0	1,4	2,4	0	0	0	0	9,8	129
2017	171	94,4	72,6	0	0	0	0	0	0	0	0,1	24	362,1
2018	43	43,9	18,9	0,6	0	2,9	3,1	0	0	0	0	2,4	114,8
2019	141,7	130,1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	11,5	285,3

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 42*Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Toquela, original*

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm.) - REGISTRO HISTORICO													
ESTACION TOQUELA		LATITUD		17° 38' 40,7"		DEPARTAMENTO		TACNA					
		LONGITUD		69° 56' 20,8"		PROVINCIA		TACNA					
		ALTITUD		3445,00 msnm		DISTRITO		PACHIA					
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	7,2	0	23,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30,5
1981	49,3	41	21	0	0	0	0	0	0	0	0	12,1	123,4
1982	7,6	1,5	14,3	0	0	0	0	0	0	5,2	6,5	0	35,1
1983	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	1,1
1984	43,8	25,3	46	0	0	2,6	0	3,3	0	10,5	3,9	0	135,4
1985	7,3	92,6	24,9	0	0	0	0	0	0	0	46,6	15,4	186,8
1986	18,1	16,6	6,3	0	0	0	0	2,2	0	0	0	21,4	64,6
1987	82,1	0	0	0	0	0	40,3	0	0	0	0	0	122,4
1988	92,4	0	29,6	0	0	0	0	0	0	0	0	16,9	138,9
1989	23,7	68,6	9,6	11,4	0	0	0	0	0	0	0	0	113,3
1990	3,1	16	15,6	0	0	7,5	0	0	0	0	1,2	45,1	88,5
1991	25,8	1,3	17,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	45,8
1992	5,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,4	53,8	60,6
1993	73,2	2,1	22,4	0	0	0	0	7,7	0	0	0	22,3	127,7
1994		64	5,4	5,7	0	0	0	0	0	0	0	13,4	88,5
1995	29,8	0	62	0	0	0	0	0	0	0	0	4,1	95,9
1996	46,2	24,2	0	0	0	0	0	0,4	0	0	3,8	3,6	78,2
1997	100,4	110	28,3	0	0	0	0	11,1	15,2	0	0	7,3	272,3
1998	87,4	11,5	0	0	0	3,3	0	0	0	0	0	21,8	124
1999	18,1	142,2	84,1	3,8	0	0	0	0	0	2,6	0	13,3	264,1
2000	136,5	58	41,3	0	0	0,8	0	0	0	0	0	15,3	251,9
2001	66	187,6	71,9	9,6	0	0	0	3,7	0	0	0	5	343,8
2002	20,5	72,6	55	3,1	0	6	22	0	0	1,4	0	11	191,6
2003	10,9	13,8	39,1	0	0,2	0	0	0,5	0	0	0	0,4	64,9
2004	43,3	47,9	17	0	0	0	3,9	0,1	0	0	0	3	115,2
2005	43,1	67,1	18,1	0	0	0	0	0	14,6	0	0	24,8	167,7
2006	47,3	56,9	69,8	0	0	0	0	0	0	7,7	0	2	183,7
2007	52,6	73,7	21,5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	152,8
2008	113,1	22,9	23,6	0	0	0	0	2,2	0	0	0	18,5	180,3
2009	30,1	68,6	18,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117,5
2010	4,8	28,7	3	0	4,9	0	0	0	0	0	0	11,1	52,5
2011	74,8	103,7	0	11,2	6	0	0	0	0	0	0,9	47,2	243,8
2012	101,9	125,2	24	13,3	0	0	0	0	0	4,8	0	34,9	304,1
2013	63,1	37,2	27	0	19,1	0,9	0	0	0	0	0	14,2	161,5
2014	45,6	0	0	5,9	0	0	0	0	0	0	1,1	0	52,6
2015	33,2	63,9	98,1	5,8	0	0	0	0	0	0	0	0	201
2016	8	77,8	0	3,1	0	1,1	3,4	0	0	0	0	4,5	97,9
2017	9	74,2	57,8	0									141
2018													
2019													

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 43*Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Challapalca, original*

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm.) - REGISTRO HISTORICO													
ESTACION CHALLAPALCA			LATITUD		17° 14' 14"			DEPARTAMENTO			TACNA		
			LONGITUD		69° 48' 47"			PROVINCIA			TARATA		
			ALTITUD		4280,00 msnm			DISTRITO			TICACO		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	18,6	26,4	94	0	0	0	0	6,6	3,4	8,8	5,8	56,3	219,9
1981	74	153,3	35,3	3,5	0	0	0	0,7	0,1	0	52,2	45,3	364,4
1982	82,3	24,9	2,9	0	0	0	0	1,6	1,9	23,5	4,4	0,6	142,1
1983	0	5,7	1,5	0,5	0	0,1	0	0	1	0	0	19,8	28,6
1984	66	73,6	149,5	3,2	2,7	3,7	1	2	0	32,6	57	40,7	432
1985	57,7	100,9	106,8	49,1	5,8	17,9	0	0	0	0	267,5	228,1	833,8
1986	276,2	295	287,5	79,6	1,1	0	0	0	0	0	0	78,1	1017,5
1987	125,3	25,6	15,2	0	0	0	8,1	0	0	4,8	15,4	5,8	200,2
1988	134,1	42,6	31,2	30,1	1	0	0	0	0	13,4	0	63,9	316,3
1989	98,1	79,2	169,5	11,6	0	0	0	0	0	1,2	2,6	5	367,2
1990	69,3	32,1	36	2,3	4,1	103,8	0	2	0	3,1	4,8	353	610,5
1991	334,5	44,2	36	8,5	2,1	1,8	0	0	0	0,6	15,4	49,2	492,3
1992	40,9	18,3	0	0	0	2	0	1	0	13,1	14,4	45,7	135,4
1993	97,5	1,4	4,9	0	0	1,2	0	33,9	0	16,1	4,5	46,7	206,2
1994	43,9	91,7	20,8	12,6	4,3	0	0		0	0	22,9	60,2	256,4
1995	81,5	23,3	44,1	6,5	0	0	0	0	0	0,4	12,6	16,9	185,3
1996	71	113,2	54,8	15,4	2,4	0	0	1	0	0	7,4	52,4	317,6
1997	91,4	139,7	52,9	11,2	7	0	0	38,6	31,2	0	29,4	30,5	431,9
1998	76,3	59,4	6,2	1,2	0	13,5	0	0	0	3,2	11,1	18,4	189,3
1999	42,7	124,9	135,8	24,1	0	0	0	0	0,6	24,7	0	32,1	384,9
2000	109,5	112,1	90,6	4,3	3,5	0	0	0	0	10,7	0	43,2	373,9
2001	183,1	156,4	160,2	30,3	0	2,2	0	0,8	0	3	13,3	23,2	572,5
2002	72,9	78,4	134,2	74,6	11	0	6,3	0	0	5	48,7	46,8	477,9
2003	76,5	110,2	77,7	4	10	0	2	0	0	2,3	15	61,8	359,5
2004	123,7	98,4	64,1	7,7	0	0,8	21,9	26,7	1,6	5,5	0	61,4	411,8
2005	68,6	150,7	48	10,4	0	0	0	0	1,7	1,5	19,5	99,2	399,6
2006	211,1	105,6	202,3	8,5	0	0	0	0	0	5,5	22,6	64,3	619,9
2007	93,5	181,1	208,5	0	3,8	0,1	0	0	0	3,1	12	45,8	547,9
2008	175,4	128,7	54,7	0	0	0	0	6,5	0	0	0	83,8	449,1
2009	10,3	152,4	55,3	32,4	0	0	8	0	0	0	114,1	23,2	395,7
2010	159	55,6	31,2	42,7	0	0	0	0	0	0	0	80,3	368,8
2011	88,4	221,8	58,3	0	0	0	0	0	4,1	0	0	60,8	433,4
2012	195	122,5	137	48,4	0	0	0	0	3	17,9	23	119	665,8
2013	128,9	55	38,7	0	16	27,7	8,4	2,4	0	12,6	11,9	61,9	363,5
2014	111,6	24,8	75,7	18,5	0	0	0	4,4	4,7	21,3	0	42,2	303,2
2015	53,8	91,6	87	27,8	0	0	0	2,8	14,6		14,4	0	292
2016	20,9	218,5	29	164,1	0	30,2	0	0	0	0	0	69,2	531,9
2017	69,2												69,2
2018													0
2019													0

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 44*Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Chuapalca, original*

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm.) - REGISTRO HISTORICO													
ESTACION CHUAPALCA	LATITUD		17° 18' 18"		DEPARTAMENTO		TACNA						
	LONGITUD		69° 38' 37"		PROVINCIA		TARATA						
	ALTITUD		4177,00 msnm		DISTRITO		TARATA						
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	34,6	23,1	173,7	0	0	0	0,2	0,5	0	3,3	5,3	12,3	253
1981	75,1	144,8	58	4,7	0	0	0	1,5	0	0	1,3	8,7	294,1
1982	81	24,9	18,3	13,1	0	0	0	0	1,3	10,8	2	10,5	161,9
1983	2,6	22,5	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	28	53,3
1984	166,6	148,7	155,3	0	0	1,3	0	0,2	0	53,3	133,8	39,1	698,3
1985	96,8	204,7	81,9	50,3	0	6,5	0	0	2,7	1,4	203,3	99	746,6
1986	111,9	60,2	78,7	35,5	0,2		0,5	1,4	0	0	14,1	116,9	419,4
1987	180,4	28,8	21,7	1,6	0	0	21,6	0	0	16,6	10,4	3	284,1
1988	264,7	19,9	29	23,8	0	0	0	0	0	0	0	41,4	378,8
1989	82,7	9,5	57,4	9,8	0	0,3	0	0	0	0	0,7	0,4	160,8
1990	8,7	25,9	3,1	2,2	1	4,4	0	0,5	0	0	12,7	97,1	155,6
1991	59,4	16,8	42,3	0,6	0	12,4	0	0	0	0,2	0,7	25,7	158,1
1992	70,8	12,2	4,8	1	0	0,4	0	0,2	0	2,5	35,5	85,2	212,6
1993	169,6	1,8	75,6	8,2	0	0,3	0	48,5	0	13,3	10	76,5	403,8
1994	59,3	132,1	46,8	4,9	3,9	0	0	0	0,2	0	20,9		268,1
1995	72,2	20	95,8	7,1	0	0	0	0	0,4	0	22,7	40,5	258,7
1996	132,9	97,6	40,8	15,5	6,7	0	0	1,9	0	0	15,1	62	372,5
1997	150,6	161,6	37,9	2	10,8	0	0	18,2	29	0,1	20,5	38,3	469
1998	177,9	70,7	21,2	6,6	0	7,7	0	0,4	0	4,9	19,6	21	330
1999	57,3	192,9	150,8	69,8	0,1	0	0,7	0	9,9	13,8	0	47	542,3
2000	158,8	109,1	90,8	1,8	0	0	0	0	1,3	14,6	0	66,2	442,6
2001	207,6	264,8	136,9	18,6	0,2	0	0	0	1,6	4,7	2,8	28,7	665,9
2002	78,2	187,8	150,8	55,3	1,3	0	9,5	1,8	0,2	10,9	31,2	55,7	582,7
2003	83,2	68,1	88	5,2	9	0	5,2	2,2	0	1,4	10,1	33,5	305,9
2004	159	94,6	68,9	5,4	0	0,6	22,6	21,4	0,6	2,8	0	37,9	413,8
2005	96,8	160,1	89,6	18,1	0	0	0	0	2,6	1,8	18,3	81,4	468,7
2006	177,2	125,2	170,1	36,4	0	0	0	0	0	21	30	64,9	624,8
2007	97,9	83,7	123,6	9,2	2	0	0	0	3,8	2	17,2	71	410,4
2008	173,6	73,8	58,8	0	0	0	0	6,6	0	3,6	1,4	112	429,8
2009	24,4	137,4	54,3	35,5	0	0	1	0	2,1	2,4	85,5	37,9	380,5
2010	106,1	69,3	34	20,4	3	0	0	0	0	9,3	4,2	112,6	358,9
2011	113,6	130,9	39,4	24,1	10,5	0	2,2	0	2	0	19	136,1	477,8
2012	144	186,8	72	31,4	0	0	0	0,7	2	5,9	14,8	134,4	592
2013	145,6	101,6	27,2	1,3	9,5	12,4	0	0	0	22,7	3,1	69,8	393,2
2014	124	6,1	19,8	14,5	0	0	0	1	0,6	23,6	27,4	28,4	245,4
2015	87,5	94	110,3	57,8	0	0	0,5	1	4,3	3,5	0	3,5	362,4
2016	31,1	154,7	9,3	28,2	0	4	4,8	0	0	6,4	1,2	27,9	267,6
2017	130,6	87,1	105,3	22,4	3	0,3	0	0	4,3	2	14,4	74,6	444
2018	108,2	138	74,7	28,6	0,5	13,4	30	0	0	8,1	8,4	59,2	469,1
2019	122,6	122,9	33,4	16,5	3,2	0,7	0,5	0	11,6	10	23,4	32	376,8

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 45*Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Sama Grande, original*

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm.) - REGISTRO HISTORICO													
ESTACION SAMA GRANDE		LATITUD		17° 47' 15,3"		DEPARTAMENTO		TACNA					
		LONGITUD		70° 29' 22,6"		PROVINCIA		TACNA					
		ALTITUD		529,00 msnm		DISTRITO		SAMA INCLAN					
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	0	2,5	0	0,5	0	0	8,3	2,5	3	2	0	0	18,8
1981	2	0	0	0	0	0	0	1,5	7	0	1,5	3,3	15,3
1982	0	0	1	0	0	0	0	8,5	11,5	8,7	8,5	19,9	58,1
1983	84,2	56	1,5	3	28,5	15	16,5	32,5	16,5	4,5	3	6,5	267,7
1984	2	6	0	0	2,8	8,5	0	7,5	5,5	12,5	0,5	0	45,3
1985	0	0	0	0	0,5	0	0	0	11,5	8,8	1	2	23,8
1986	2,5	3,5	0	0	0	0,01	0	0	11	0,5	0	0	17,51
1987	3,5	0,5	4	0	0	0	12	0	1,7	7,5	2	0,5	31,7
1988	3	0	0,5	0	0	0	0	0,5	22,5	1	0	0	27,5
1989	0	0	0	0	0	0	0	1,5	12	0	0	0	13,5
1990	0,5	0	1,5	4	0	0	3,5	0	0	2	0	8	19,5
1991	0	0	0	0	1,5	0	0	1,5	0	1,5	0	0	4,5
1992	0,5	0	0	24,9	22,5	5	4,5	2	0	2,5	4	0	65,9
1993	0	0	0	0	19,5	7	0	8	0	0	0	0	34,5
1994	0	0	0	0	0	0	0,5	5,5	1,7	0	3,1	1,5	12,3
1995	0,5	0	4,1	0	1,5	0	3,1	2,6	8,8	0	0	0	20,6
1996	0	0	0	0	0	2,7	0	4	2,7	0	1,7	0,7	11,8
1997	1	1,6	1,7	0	2,1	1,6	14,7	14,9	49,3	14	15	32,8	148,7
1998	49,3	5,1	0,9	6,2	0	0	0,3	4,9	3,1	1,2	0,5	1,3	72,8
1999	0	0	0	0	0	0	0	1	2,7	2	2,5	4,3	12,5
2000	9,5	0	0	0,5	0	3,9	0	0	0	0,02	0	0	13,92
2001	0	0,05	0,01	0,01	0,02	0,05	0	0,51	1,12	0	0,01	0,01	1,79
2002	0	0	0,04	1,05	0	0,02	3,62	4,11	1,03	1,03	0	2,12	13,02
2003	2,1	0	0	0	0	0	2,81	3	3,1	0	0	0	11,01
2004	0	0	0	0,01	0	0	1	4	1	0	0	0	6,01
2005	0,03	0	0	0	0	0	0	1,01	2,8	0	0	0	3,84
2006	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4
2007	0	0	0	0	0	2	0	5,5	4,4	0	1	0	12,9
2008	1	0	0	0	0	0	0	0	2,7	0	0	0	3,7
2009	0	0	0	0	0	2,11	2	0	3,45	2,52	2,02	4,04	16,14
2010	0	0	0	2	0	1	0	0,41	0	0	0	0	3,41
2011	1	1,02	0	0	0,02	7,03	4,51	5,6	3,3	2,02	1,02	0	25,52
2012	0	1	0	0	0	1	2,2	5,2	4,3	2,8	0	1,6	18,1
2013	0	0	0	0	0	0	2,6	3,6	0	0	0	0	6,2
2014	0	0	0	0	0	0	0	0	9,8	0	4,5	3,1	17,4
2015	0	0,2	7,3	0	0	0	6,5	7,72	7,2	13,5			42,42
2016										0	0	0	0
2017	0	0	0	0	0	2	10,7	0,3	15,4	2	5,4	0	35,8
2018	0	0	0	0	0	3	6,2	0,4	0	8,5			18,1
2019	6,4	11,5	0	0,3	1,3	0,5	9,4	1	7,4	5,6	1,2	0,7	45,3

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 46*Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Paucarani, original*

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm.) - REGISTRO HISTORICO													
ESTACION PAUCARANI	LATITUD		17° 32' 3,71"		DEPARTAMENTO		TACNA						
	LONGITUD		69° 45' 53,97"		PROVINCIA		TACNA						
	ALTITUD		4550,00 msnm		DISTRITO		PALCA						
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	30,85	34,21	80,36	1,2	0	0	1,21	0	0	41,73	0	23,82	213,38
1981	87,74	165,43	52,56	34,82	0	0	0	5,74	50,43	2,3	28,92	93,02	520,96
1982	137,06	59,03	35,99	40,42	1,21	4,1	0	0	20,91	39,73	63,68	46,61	448,74
1983	5,61	16,23	0	0	0	0	0	3,7	10,33	0	0,01	30,15	66,03
1984	161,34	257,43	137,67	3,61	0	19,2	0,1	0,21	0	45,94	50,72	11,64	687,86
1985	65,22	220,64	49,46	18,85	0	16,2	0	2,01	2,3	0	109,43	104,93	589,04
1986	140,67	133,72	99,21	23,92	3,61	0	2,21	9,1	0	0	14,2	179,82	606,46
1987	126,04	4,85	0	0	5	9,31	64,72	0	0	0	0	0	209,92
1988	115,42	8,02	63,29	5	0	0	0	0	2	0	0	55,41	249,14
1989	87,32	123,54	179,5	39,53	0	3	3,52	0	0	0,51	0	5,7	442,62
1990	114,01	16,82	62,34	7,5	13,5	61,8	0	0	0	0	6,21	111,11	393,29
1991	99,08	54,07	49,07	11,04	0	27,01	0	0	0	0	34,73	0	275
1992	63,57	0	0	0	0	9,5	0	11	0	0	31,52	74,12	189,71
1993	225,5	24,83	113,01	0	0	7,91	0	13,01	0	10,5	16,02	45,8	456,58
1994	116,62	200,81	85,01	36,51	0	0	0		3,11	0	25,01	45,41	512,48
1995	51,52	33,71	86,52	8,2	3,4	0	0	0	0	1,82	10,51	34,31	229,99
1996	120,02	68,72	35,3	12,32	5,01	0,01	0	1,55	0,02	0,05	23,93	31,72	298,65
1997	153,62	179,41	52,1	6,11	11,1	0	0,01	22	17,4	0,6	15,5	18,67	476,52
1998	157,34	34,92	27,04	3,6	0	9,22	0	0	0,1	0,02	26	42,75	300,99
1999	92,01	217,9	191,12	37	0	0	0,01	0,01	8,3	4,8	0	35	586,15
2000	125,1	110,22	67,91	10,8	0	0	1	0	0	9,5	0	69,6	394,13
2001	92,9	160,4	123,1	26,6	0	0,2	0	10,6	0	6,3	0	28,5	448,6
2002	57,4	129,6	163,4	17,9	0	10,1	4,7	0	0	8,3	21,7	24,4	437,5
2003													
2004													
2005													
2006	125,9	110	142,9	22,5	0	0	0	0	0	30,5	19,8	33,6	485,2
2007	97,5	101,4	72,2	4,5	0	0	0	0	0	1,4	13,1	35,1	325,2
2008	137	38,5	58,4	0	0	0	0	4,8	0	2,3	0	59,9	300,9
2009	24,4	103,1	45,7	18,4	0	0	0,6	0	0	1,7	24,2	26,7	244,8
2010	65,7	82,2	31,5	7,1	2,8	0	0	0	0,7	5,8	0,4	45,3	241,5
2011	90,6	115,4	21,4	32,5	21,3	0	1,7	0	1,2	0	9,3	125,6	419
2012	165	169,9	31,4	49,6	0	0	0	0	1,3	15,2	0	89,1	521,5
2013	114,5	58,6	44,6	0	3,7	13,2	1,1	3,5	0	4,4	0	55,4	299
2014	121	1,6	17,1										139,7
2015												0	0
2016	27,8	168,1	1,7	9,8	0	4,9	8,7	0	0	2,5	1,6	21,3	246,4
2017	143,5	81	92	4,5	2,3	0	0	0	2	1,1	12,1	53,6	392,1
2018	97,3	143,3	38,1	13,2	0,4	19,3	19,3	0	0	10,2	2	35,3	378,4
2019	138,9	110,3	40,2	1,8	3,9	0,4	0	0	3	5,2	26,1	36,5	366,3

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 47*Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Vilacota, original*

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm.) - REGISTRO HISTORICO													
ESTACION VILACOTA	LATITUD		17° 4' 44,6"		DEPARTAMENTO					TACNA			
	LONGITUD		70° 2' 34,9"		PROVINCIA					TARATA			
	ALTITUD		4474,00 msnm		DISTRITO					SUSAPAYA			
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980													
1981													
1982													
1983													
1984													
1985													
1986													
1987													
1988													
1989													
1990													
1991													
1992													
1993													
1994													
1995													
1996													
1997									45,8	0	18,4	39,8	104
1998	206,3	42,8	11,7	0,9	0,9	7	0	0	0	1,7	17,2	36,3	324,8
1999	75,6	236,3	170,4	32,2	1,2	0	0	0	12,8	18,2	0	33,8	580,5
2000	164	105,4	99,1	28,5	6,3	2,7	2,2	2,2	2,2	15,7	5,1	62,7	496,1
2001	172	165,1	142,9	42,6	2,2	2,6	0	0	3,6	10,3	9,7	1,3	552,3
2002	63	191	123,3	60,8	2,3	0	31,3	0	0	24,3	31,6	81,8	609,4
2003	47,6	157,8	103,7	9,7	12,6	0	3,6	4,4	0	3,2	7,1	59,9	409,6
2004	143,3	97,2	63,1	4,2	0	0,5	21,1	15,7	1,8	0	0	29,3	376,2
2005	83,6	154,1	58	6,1	0	0	0	0	8,4	0,9	22,9	80,6	414,6
2006	115	126,1	176,6	25,2	0	0	0	0	0,7	28,3	20,4	57,7	550
2007	92,5	87,9	84,3	6,6	3,2	0,5	0	0	3,9	3,8	31,2	74,3	388,2
2008	142,5	63,4	64,5	0	0	1	0	4,2	0	8,1	0	110,9	394,6
2009	84,6	164,3	75	46,3	0	0	3,9	0	2,7	0	43,9	34,7	455,4
2010	113,2	99,7	53	31,7	5,9	0	0	0	0,9	4,6	2,4	90	401,4
2011	130,4	141,3	35,5	46,4	13,3	0	1	0	0,8	0	19,2	101,2	489,1
2012	150,6	175,1	32,1	58,8	0	0	0	0	3,4	21,5	2,3	125,5	569,3
2013	121,2	98,1	55,1	0	11,4	10,6	6,9	6,1	0	14	1,8	32,3	357,5
2014	111,2	11,8	11	42,8	0	0	0	1,7	1,4	15,5	20,5	38,4	254,3
2015	118,3	133,8	106,5	52,6	0,3	0	1,4	0,5	2,3	3,9	4,5	0	424,1
2016	33,8	184,6	13,2	30	0	7,5	15	0	0	7,8	0,2	41,1	333,2
2017	152,6	95,2	95,8	7,7	4,8	0	0	0	6,3	9,3	7,7	58	437,4
2018	109,5	124,5	82,5	27,3	0	16,8	13,1	0	0	18,2	0,3	55,7	447,9
2019	145,6	124,1	40,2	3,1	5	0	1,5	0	6,6	12,1	36,7	31,8	406,7

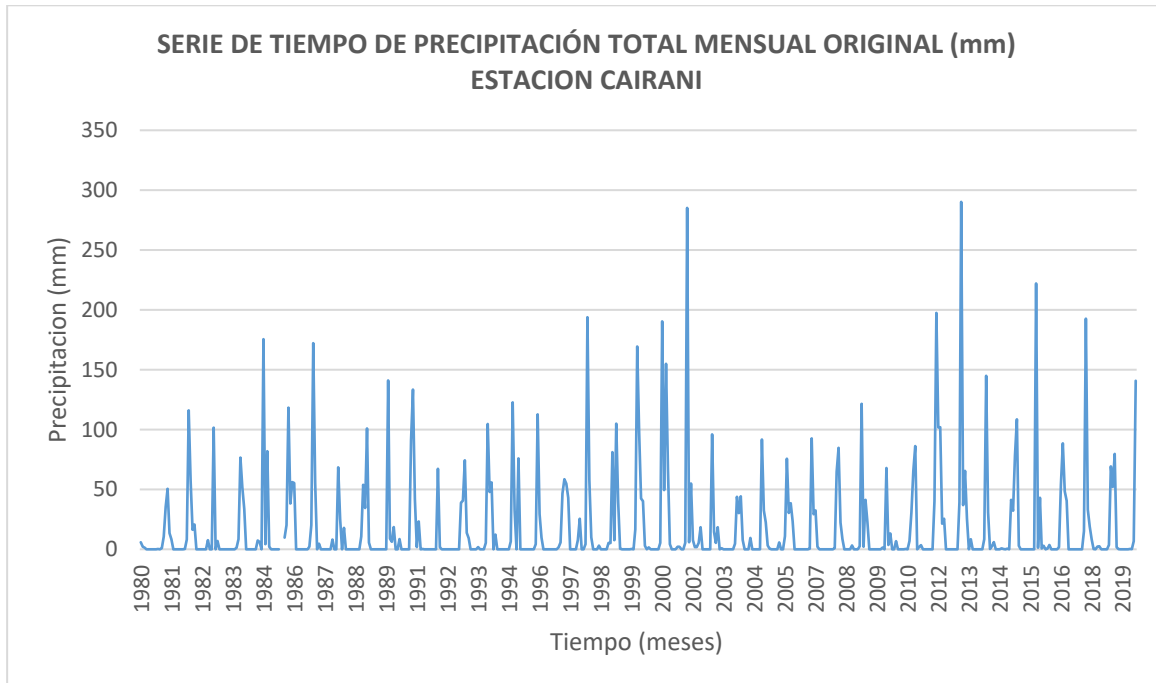
Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 48*Caudales Medios Mensuales (m3/seg) - Estación La Tranca Original*

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/seg.) - REGISTRO HISTORICO												
ESTACION: LA TRANCA		LATITUD		-17,73011		DEPARTAMENTO				TACNA		
		LONGITUD		-70,47917		PROVINCIA				TACNA		
		ALTITUD		620,00 msnm		DISTRITO				SAMA		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1980	0,67	0,46	4,44	0,55	0,77	0,82	0,84	0,60	0,49	0,37	0,30	0,22
1981	0,39	7,36	4,08	0,69	0,68	0,83	0,79	0,67	0,56	0,33	0,31	1,05
1982	1,41	2,46	1,23	0,75	0,61	0,86	0,74	0,59	0,42	0,29	0,34	0,28
1983	0,22	0,20	0,49	0,21	0,29	0,51	0,59	0,43	0,35	0,17	0,12	0,19
1984	2,29	15,72	5,90	1,79	1,20	1,59	1,84	1,35	0,75	0,38	0,59	0,41
1985	0,42	16,51	9,51	4,52	1,54	1,67	1,29	0,71	0,48	0,45	0,56	0,84
1986	5,59	9,75	6,44	2,39	1,20	1,60	1,48	1,29	0,59	0,63	0,83	1,19
1987	8,35	3,01	1,04	1,08	1,34	1,34	1,02	0,86	0,52	0,40	0,65	0,59
1988	3,07	2,41	1,51	0,86	0,73	0,82	0,78	0,56	0,45	0,30	0,24	0,40
1989	0,82	9,15	2,03	4,01	1,06	1,15	0,98	0,82	0,67	0,37	0,31	0,33
1990	0,30	0,31	1,72	0,38	0,46	0,67	0,64	0,44	0,28	0,28	0,23	2,03
1991	8,18	0,95	3,49	0,81	0,85	0,97	0,89	0,76	0,57	0,45	0,39	0,43
1992	0,46	0,32	0,27	0,35	0,45	0,55	0,54	0,38	0,33	0,28	0,36	2,67
1993	11,10	2,35	4,74	0,67	0,81	0,92	0,85	0,81	0,43	0,42	0,40	0,69
1994	2,33	20,09	1,32	1,94	0,99	1,07	1,13	0,78	0,59	0,46	0,42	0,55
1995	3,06	0,37	4,40	0,65	0,58	0,69	0,63	0,56	0,51	0,45	0,39	0,30
1996	0,51	2,17	1,29	0,68	0,70	0,61	0,64	0,50	0,38	0,43	0,47	0,43
1997	10,76	14,90	7,16	1,39	1,17	1,28	1,12	0,86	0,89	0,65	0,69	0,62
1998	10,77	1,35	0,93	0,98	0,79	0,88	0,75	0,61	0,54	0,50	0,44	0,57
1999	0,96	12,35	24,55	5,98	2,06	1,36	1,26	1,12	0,87	0,74	0,65	0,66
2000	5,84	12,09	9,08	4,17	2,68	2,62	2,31	1,21	0,66	0,68	0,62	0,73
2001	3,01	30,06	20,43	2,85	1,82	1,43	1,39	0,82	1,06	0,62	0,71	0,91
2002	1,13	8,08	7,72	2,12	1,62	1,70	1,65	1,51	0,77	0,86	1,99	1,83
2003	1,09	1,11	1,70	1,07	0,74	0,87	0,93	0,84	0,60	0,68	0,77	0,89
2004	1,82	4,60	0,99	1,23	1,15	1,09	0,76	0,70	0,58	0,54	0,60	0,59
2005	1,95	3,78	1,71	1,10	0,96	1,07	0,99	0,87	0,94	0,73	0,64	0,55
2006	1,96	8,67	8,42	4,41	1,28	1,14	0,89	0,76	0,78	1,06	0,76	0,78
2007	4,08	4,55	6,27	1,51	0,84	0,86	0,80	0,78	0,70	0,61	0,58	0,72
2008	7,62	1,86	1,77	1,08	0,93	0,99	1,04	0,73	0,64	0,76	0,73	1,44
2009	1,14	5,27	5,24	0,70	0,71	0,78	0,88	0,60	0,51	0,47	0,45	0,46
2010	0,58	1,56	0,83	0,60	0,69	0,78	0,78	0,62	0,49	0,40	0,31	0,47
2011	2,82	11,68	2,21	1,15	0,85	0,90	0,86	0,65	0,46	0,62	0,59	2,23
2012	7,74	29,52	15,73	4,66	3,19	1,62	1,55	1,18	0,95	0,91	0,90	3,20
2013	6,40	10,11	15,98	1,82	1,28	1,50	1,33	0,94	0,69	0,71	0,83	1,03
2014	4,57	0,78	0,75	0,88	0,88	0,95	0,92	0,43	0,59	0,54	0,58	0,45
2015	1,30	7,83	24,41	2,57	1,31	0,91	1,00	1,00	0,63	0,64	0,63	0,56
2016	0,66	10,53	1,47	1,07	0,77	0,90	0,82	0,83	0,54	0,56	0,58	0,58
2017	8,78	5,62	11,22	2,50	1,72	1,71	1,45	0,83	0,68	0,58	0,58	0,70
2018	2,54	5,04	4,18	1,06	1,12	1,30	1,19	0,86	0,60	0,60	0,39	0,60
2019	5,95	18,24	3,11	1,35	1,14	1,17	1,12	0,75	0,81	0,78	0,73	0,62

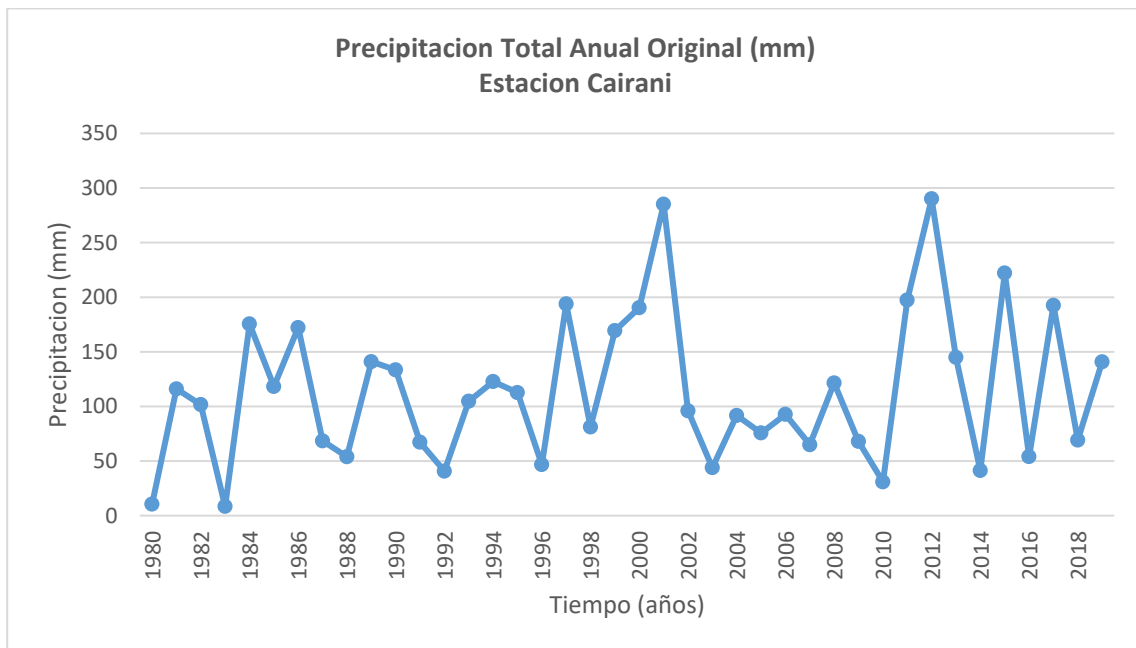
Nota: ALA CAPLINA LOCUMBA – TACNA

Figura 30
Histograma de Precipitación Media Mensual – Estación Cairani



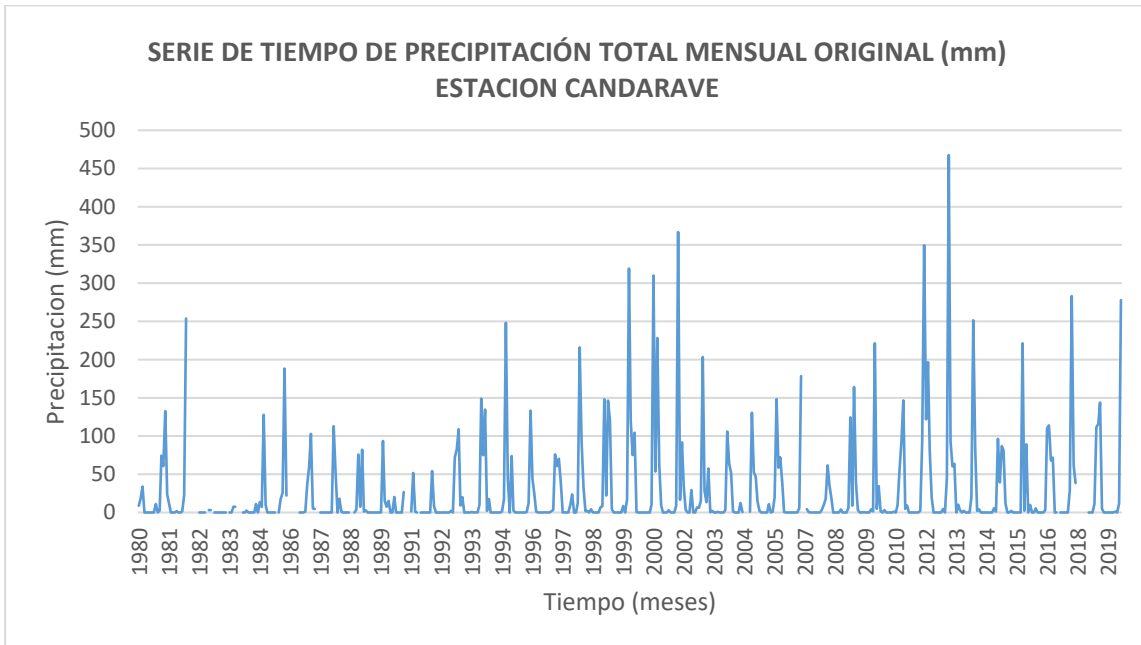
Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Figura 31
Histograma de Precipitación Anual – Estación Cairani



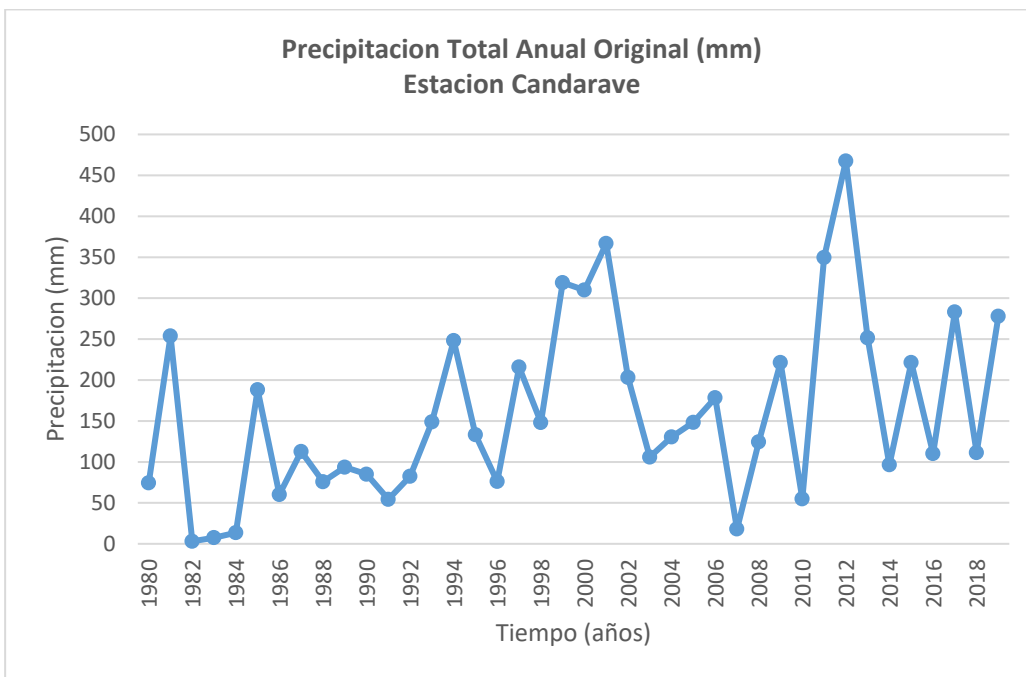
Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Figura 32
Histograma de Precipitación Media Mensual – Estación Candarave



Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

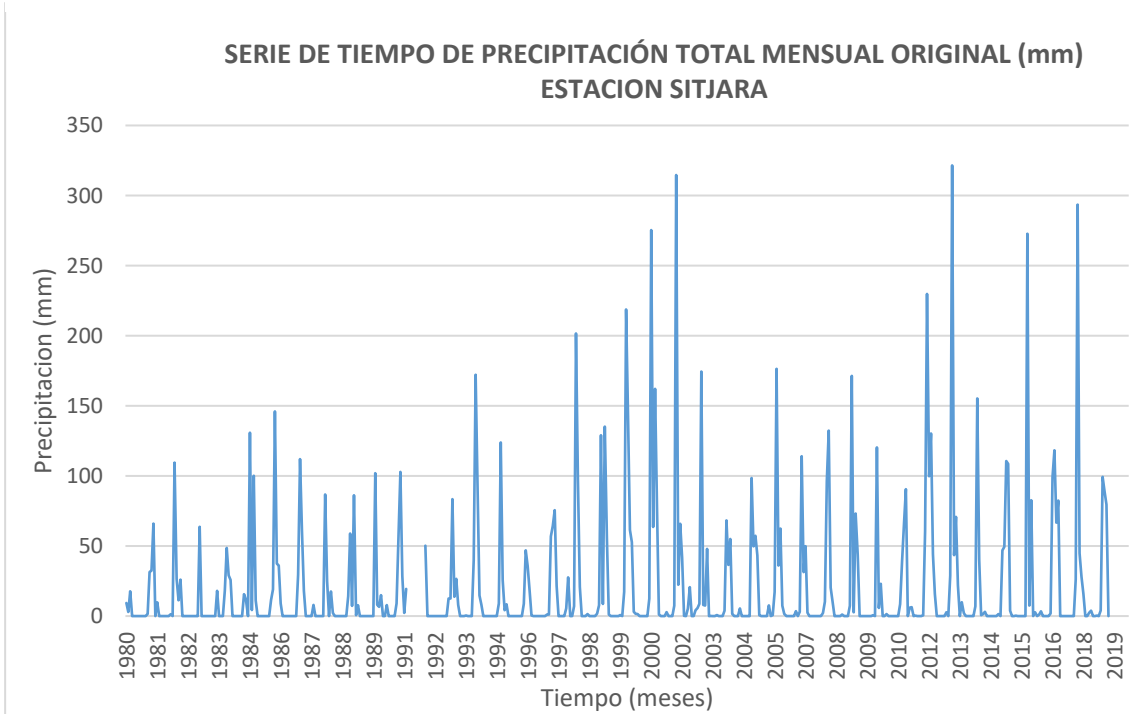
Figura 33
Histograma de Precipitación Anual – Estación Candarave



Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Figura 34

Histograma de Precipitación Media Mensual – Estación Sitajara

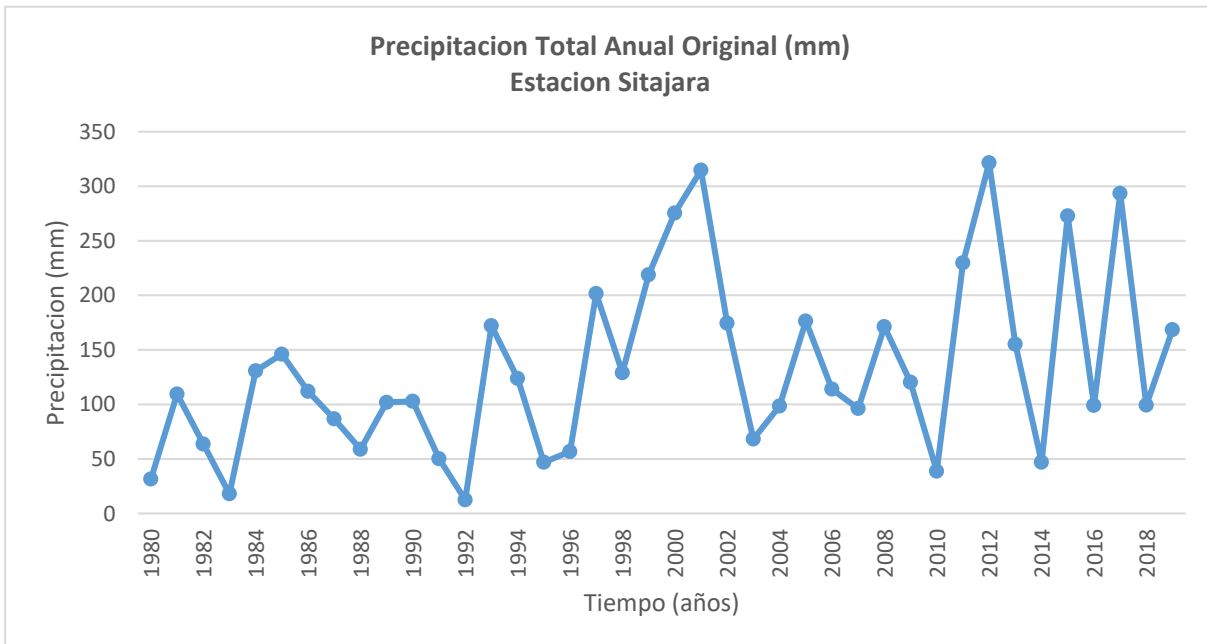


Nota:

Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

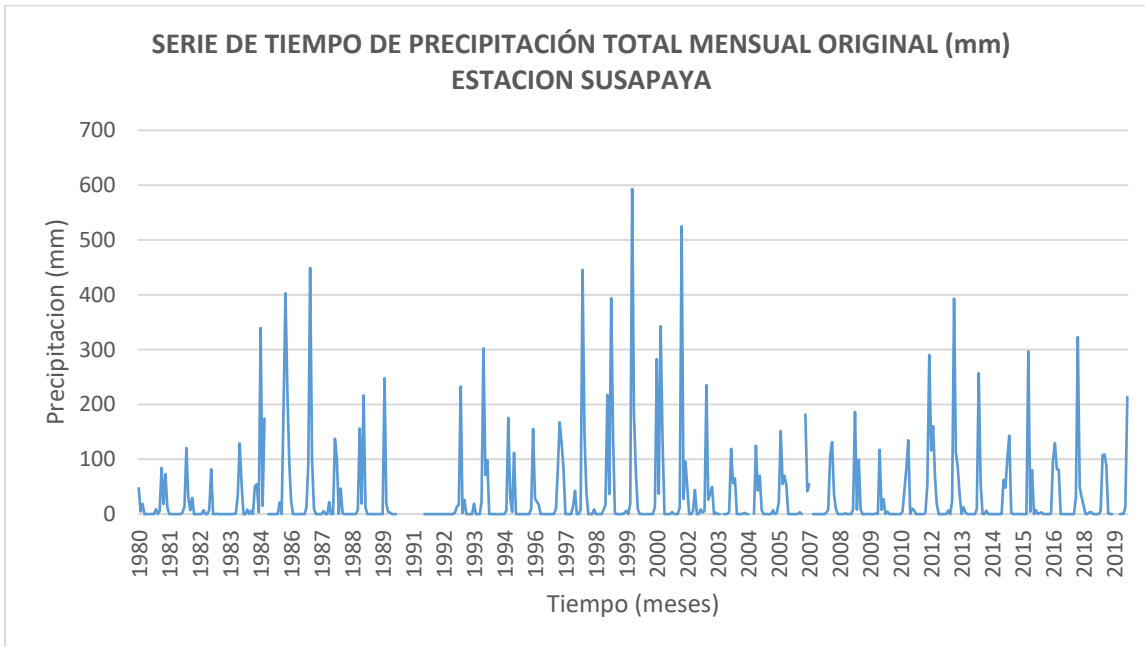
Figura 35

Histograma de Precipitación Anual – Estación Sitajara



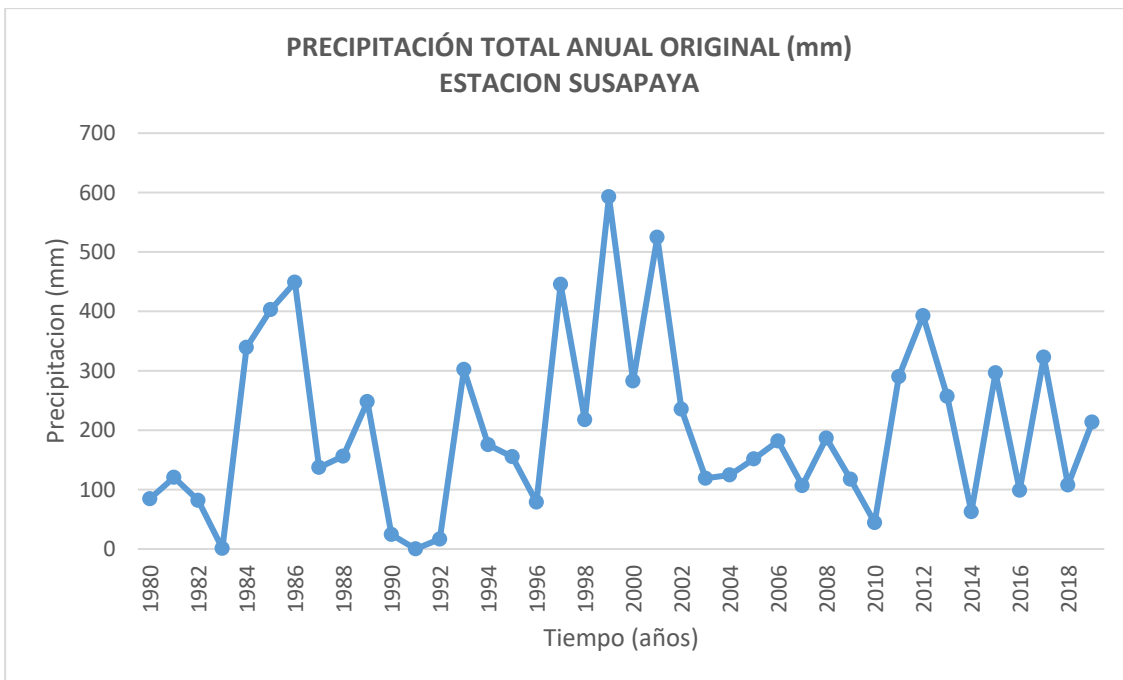
Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Figura 36
Histograma de Precipitación Media Mensual – Estación Susapaya



Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

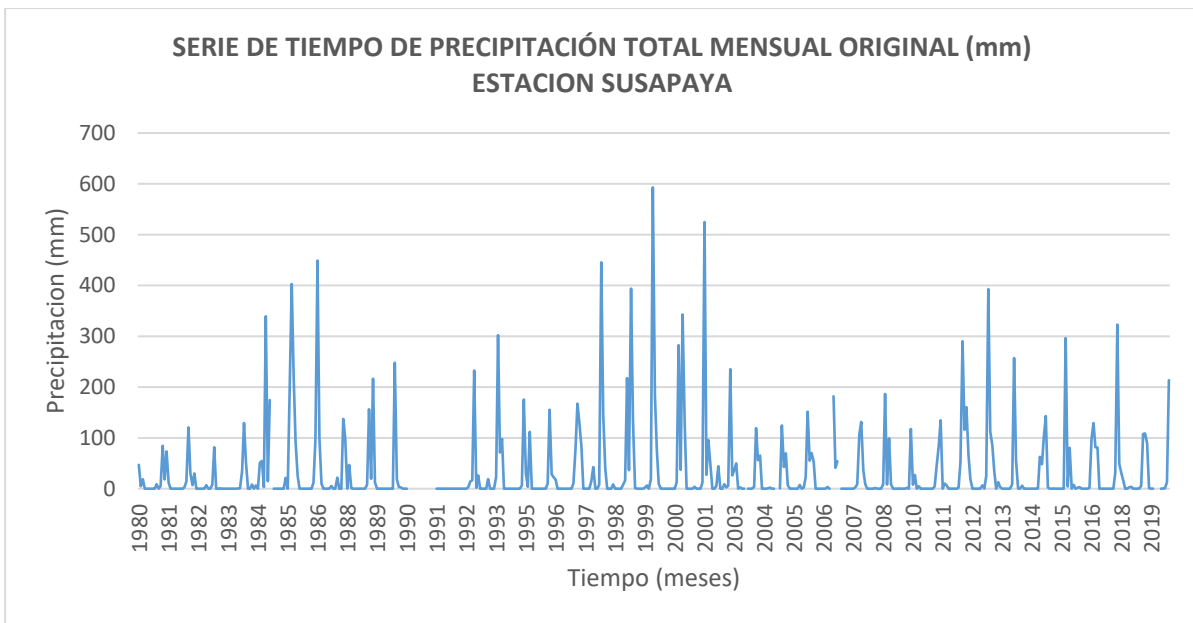
Figura 37
Histograma de Precipitación Anual – Estación Susapaya



Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Figura 38

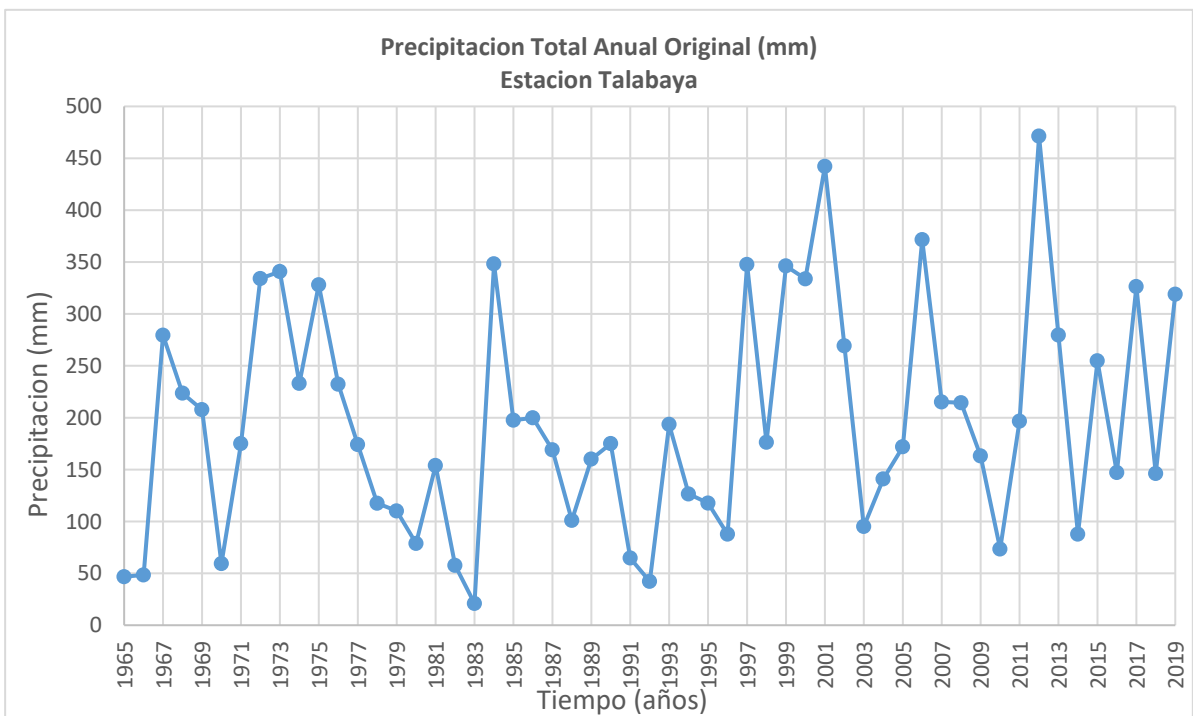
Histograma de Precipitación Media Mensual – Estación Talabaya



Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

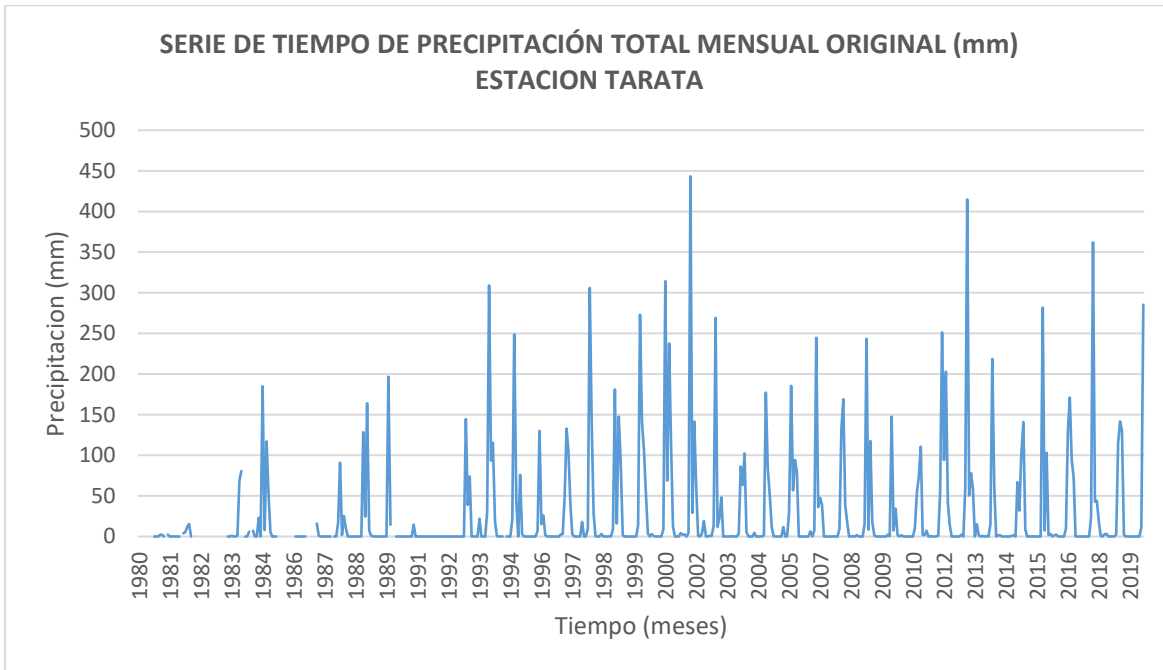
Figura 39

Histograma de Precipitación Anual – Estación Talabaya



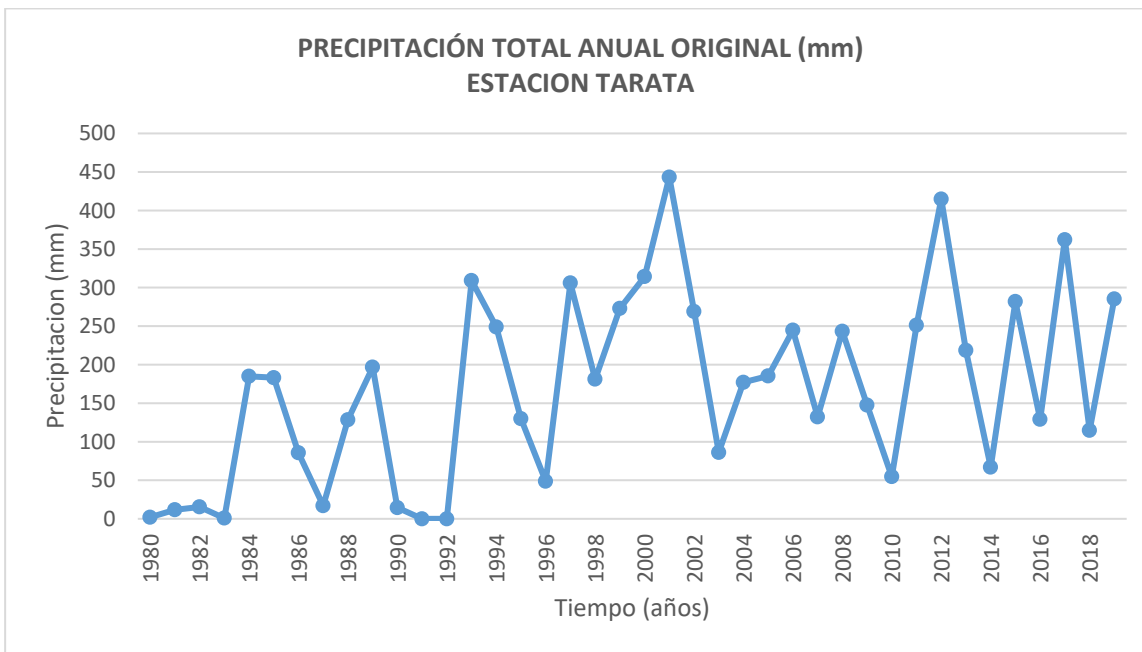
Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Figura 40
Histograma de Precipitación Media Mensual – Estación Tarata



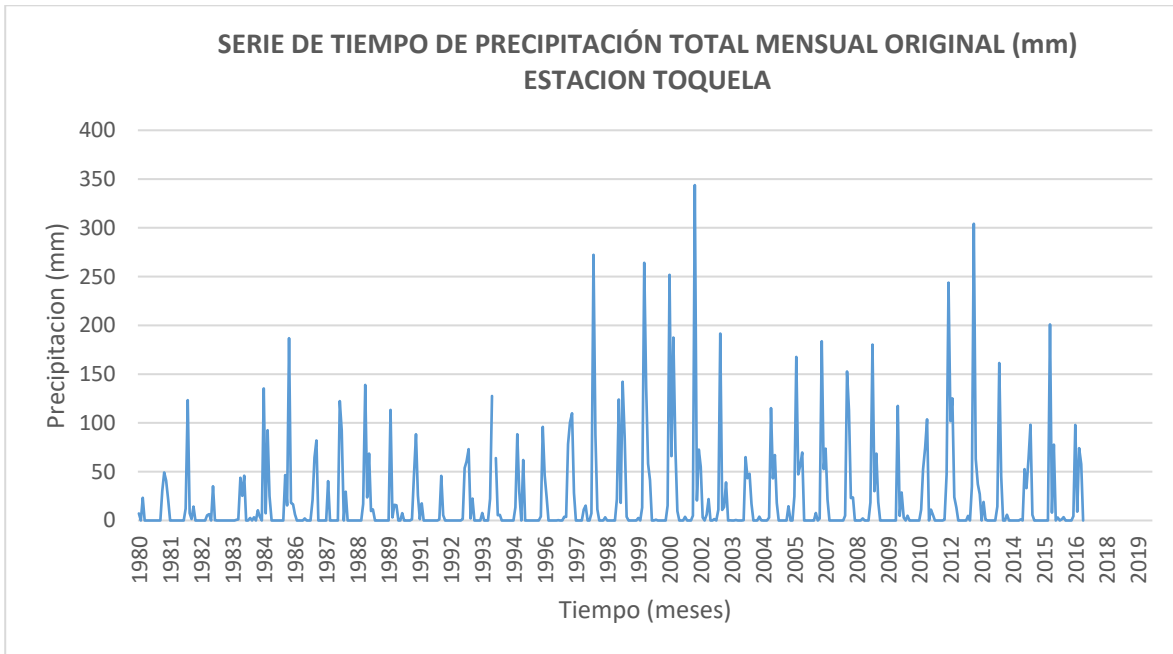
Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Figura 41
Histograma de Precipitación Anual – Estación Tarata



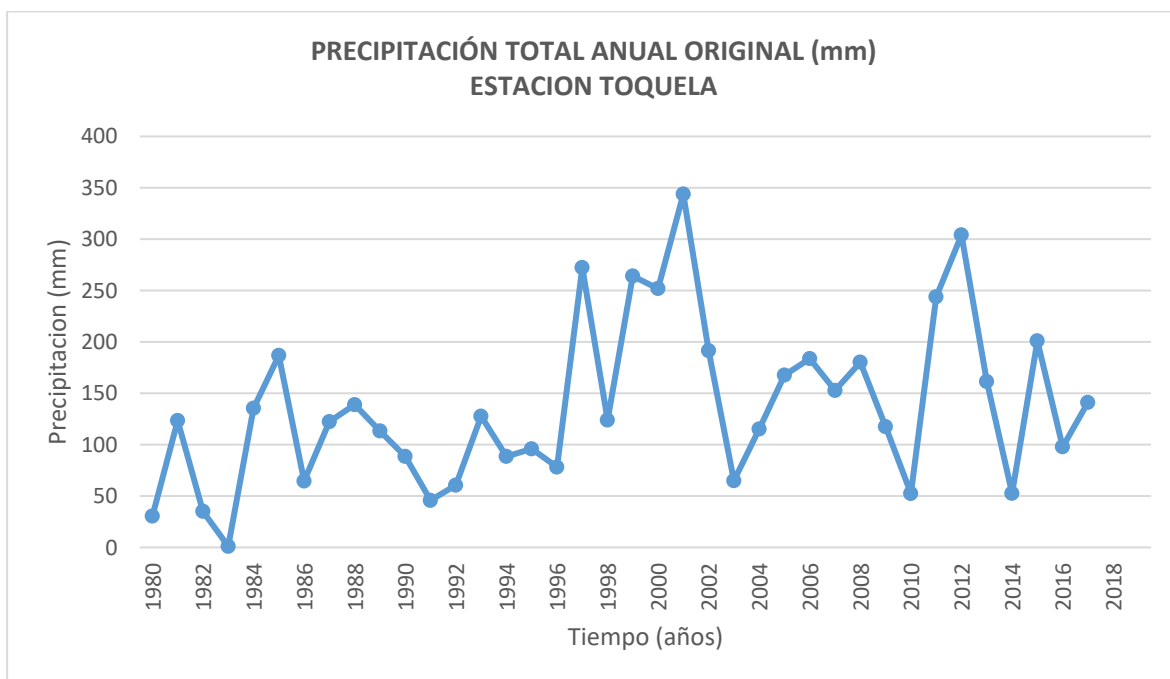
Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Figura 42
Histograma de Precipitación Media Mensual – Estación Toquela



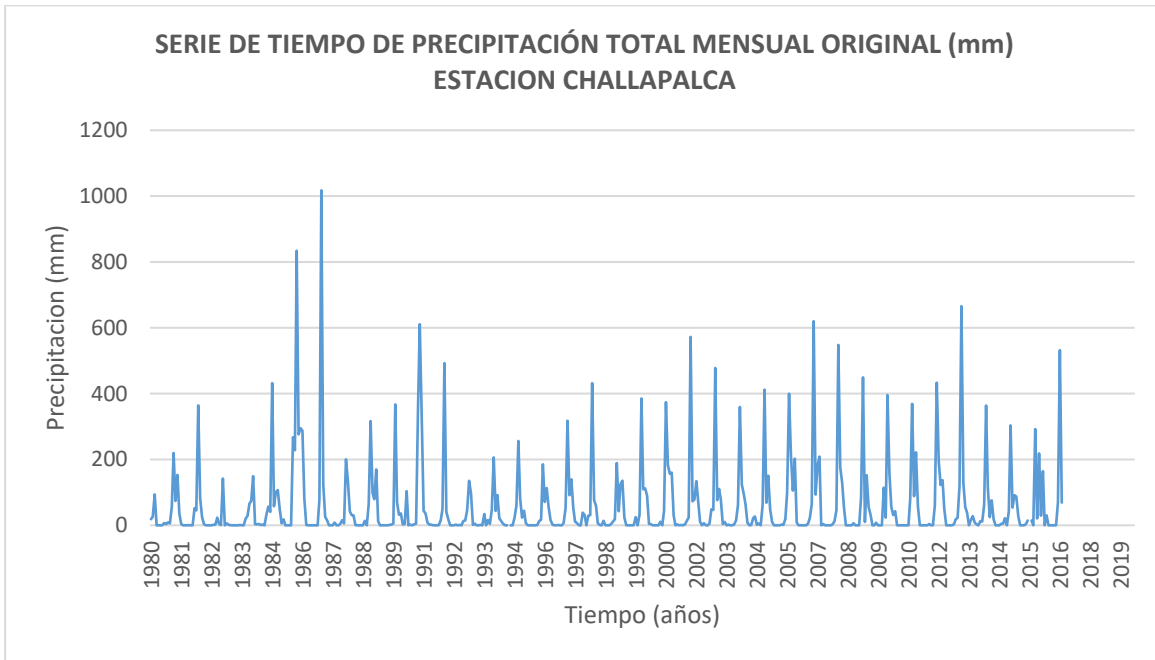
Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Figura 43
Histograma de Precipitación Anual – Estación Toquela



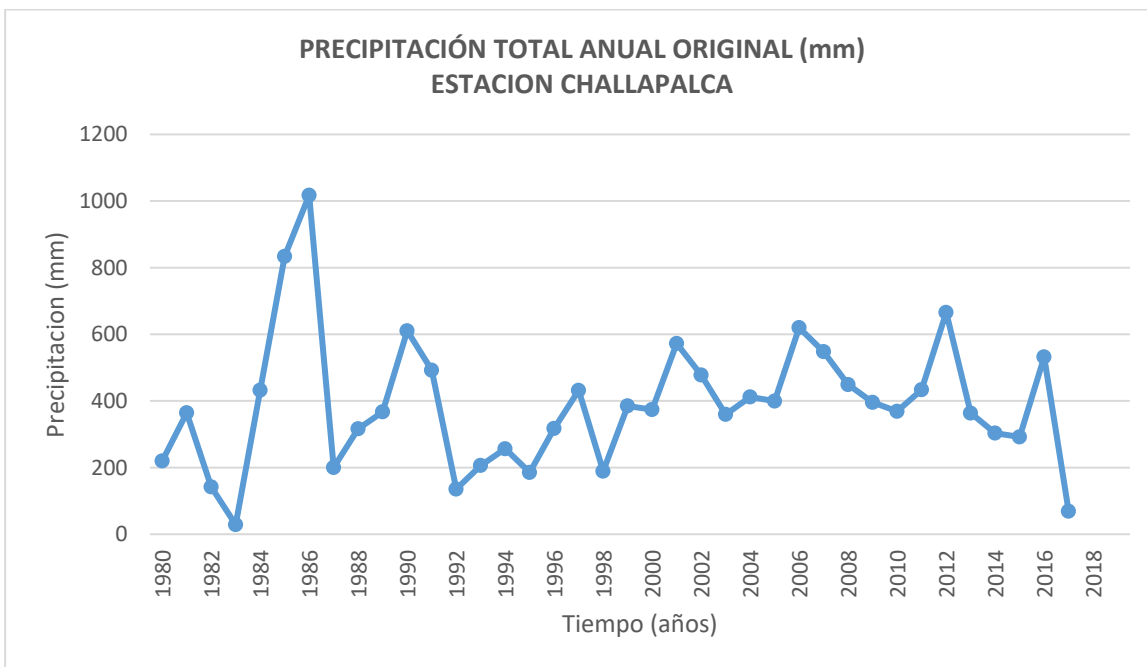
Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Figura 44
Histograma de Precipitación Media Mensual – Estación Challapalca



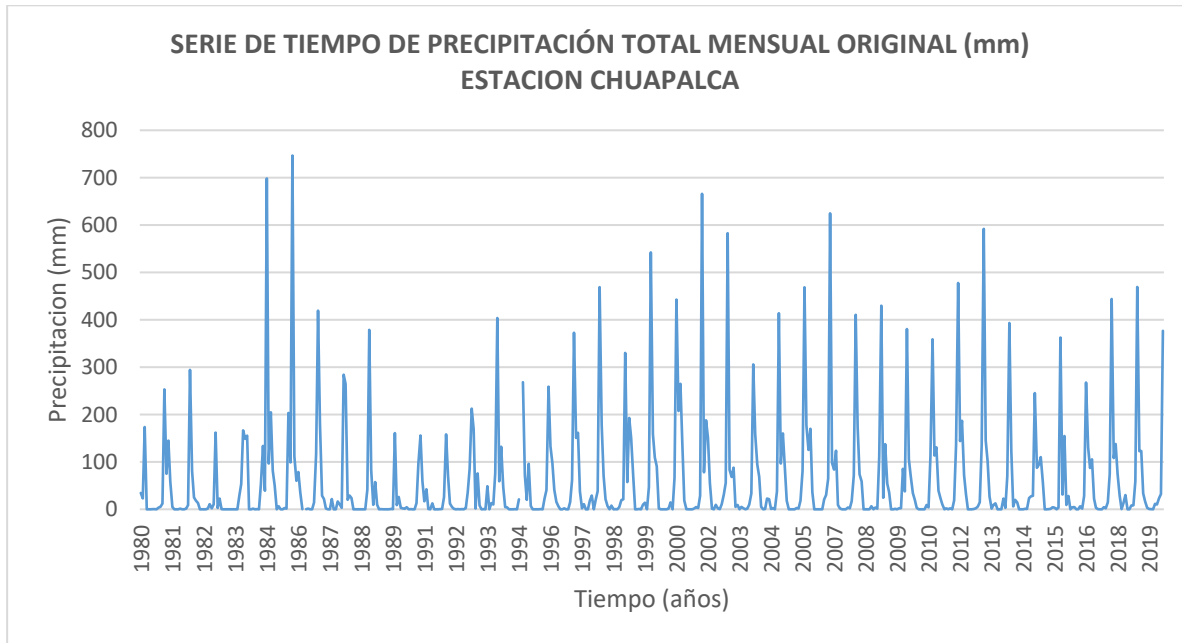
Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Figura 45
Histograma de Precipitación Anual – Estación Challapalca



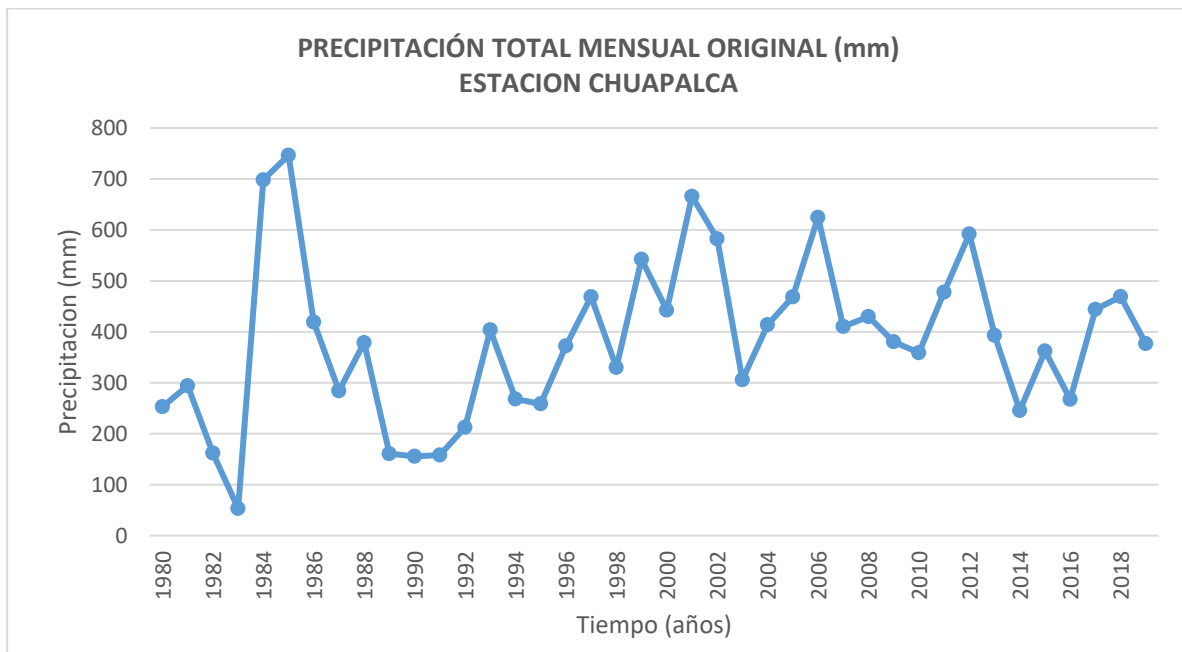
Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Figura 46
 Histograma de Precipitación Media Mensual – Estación Chuapalca



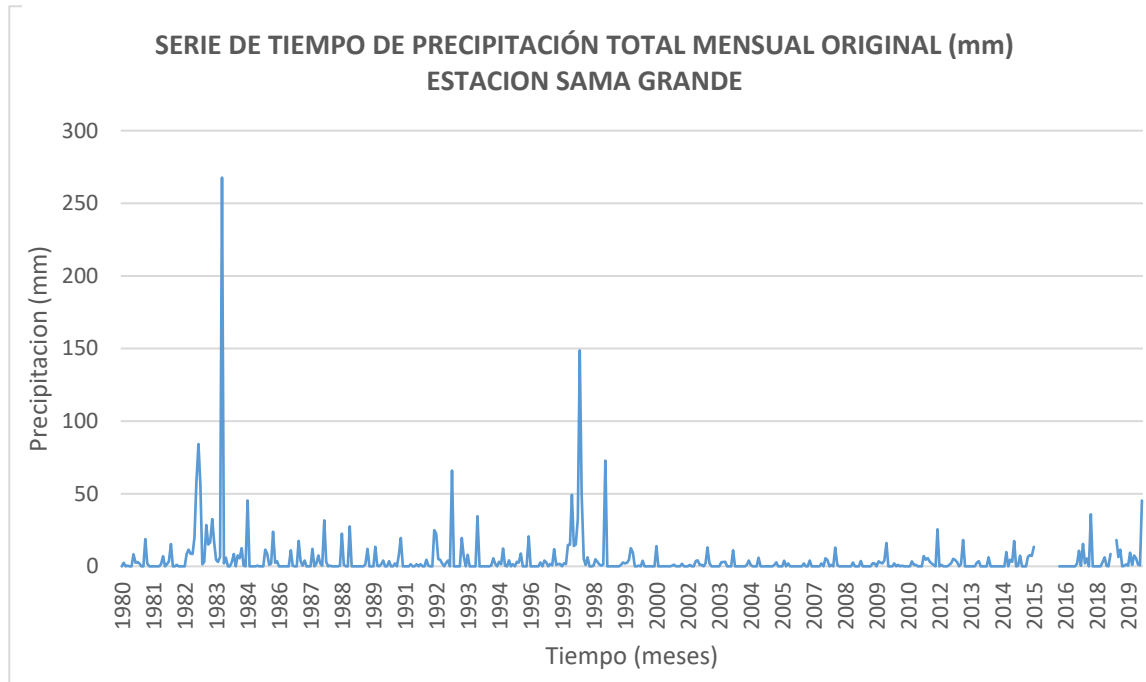
Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Figura 47
 Histograma de Precipitación Anual – Estación Chuapalca



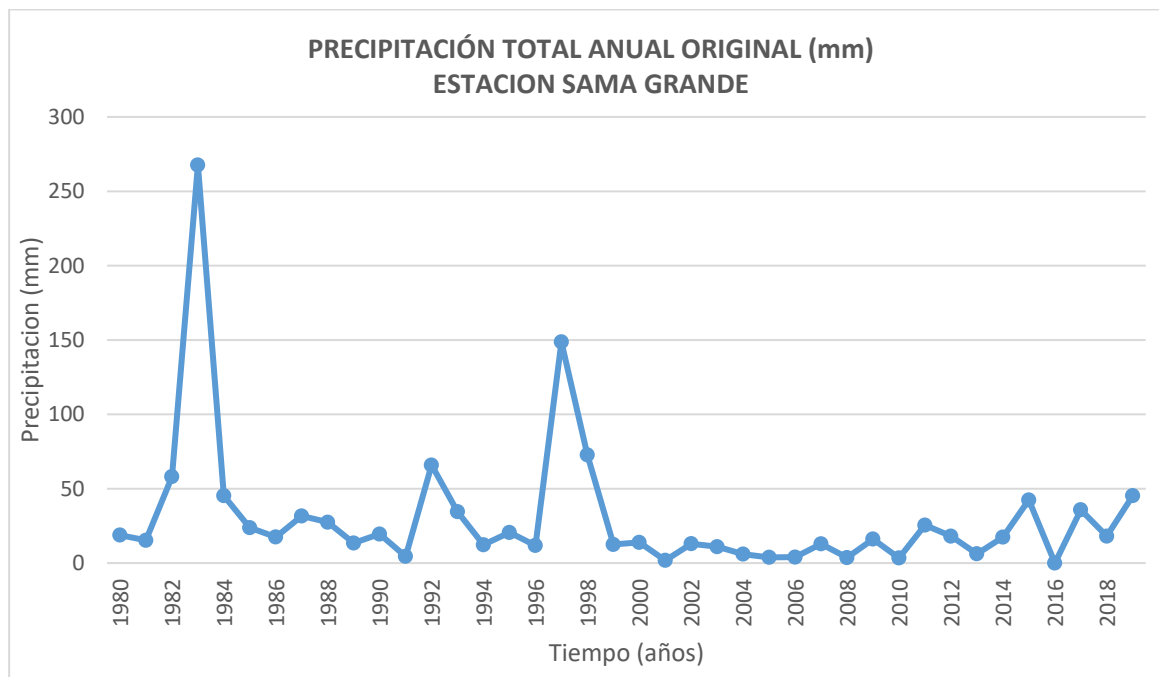
Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Figura 48
Histograma de Precipitación Media Mensual – Estación Sama Grande



Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

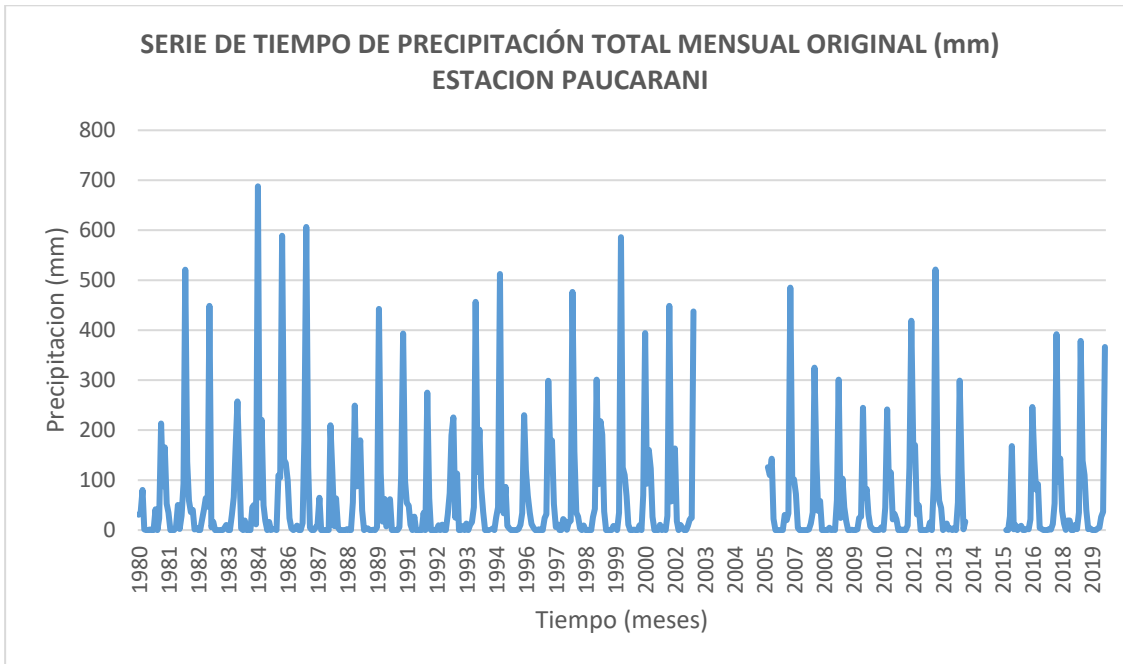
Figura 49
Histograma de Precipitación Anual – Estación Sama Grande



Nota:

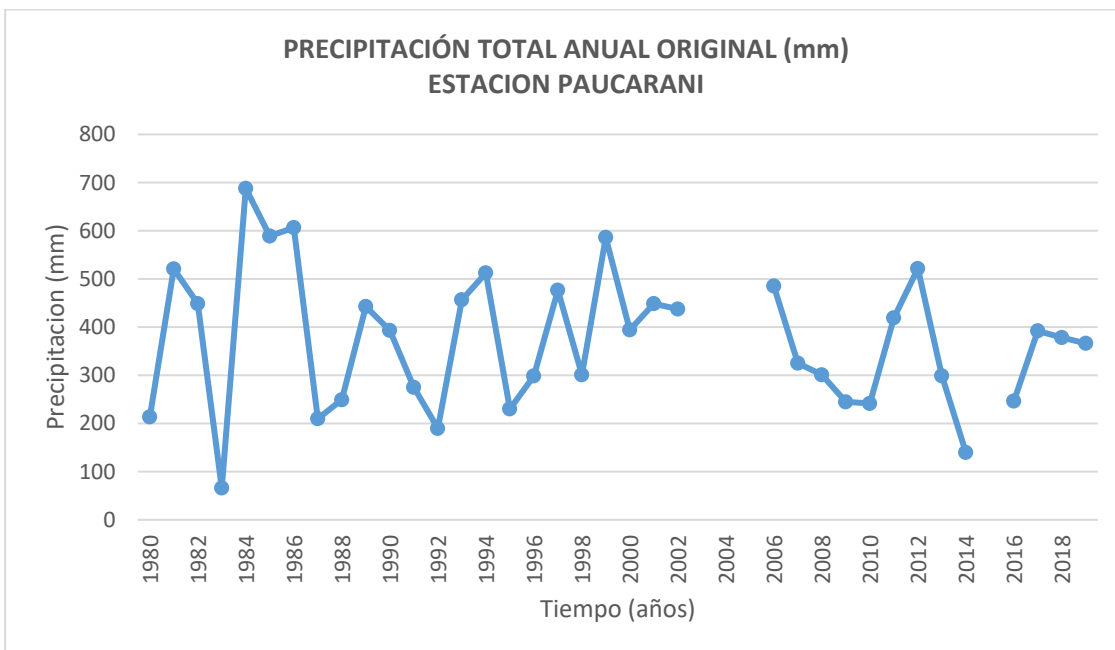
Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Figura 50
Histograma de Precipitación Media Mensual – Estación Paucarani



Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

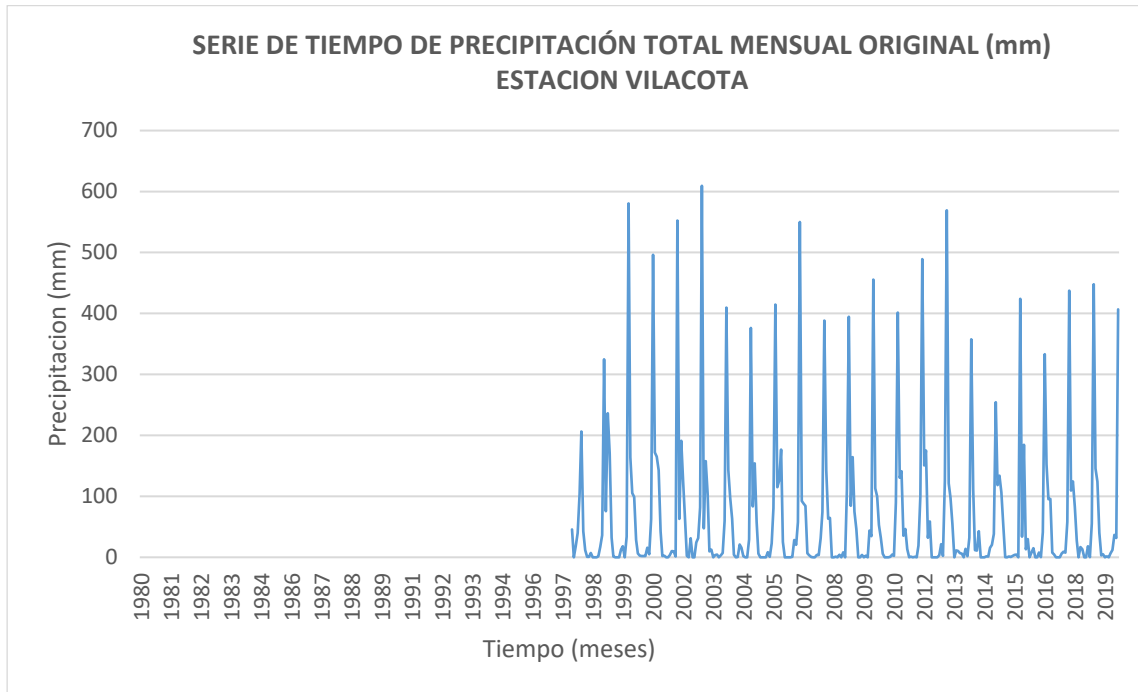
Figura 51
Histograma de Precipitación Anual – Estación Paucarani



Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

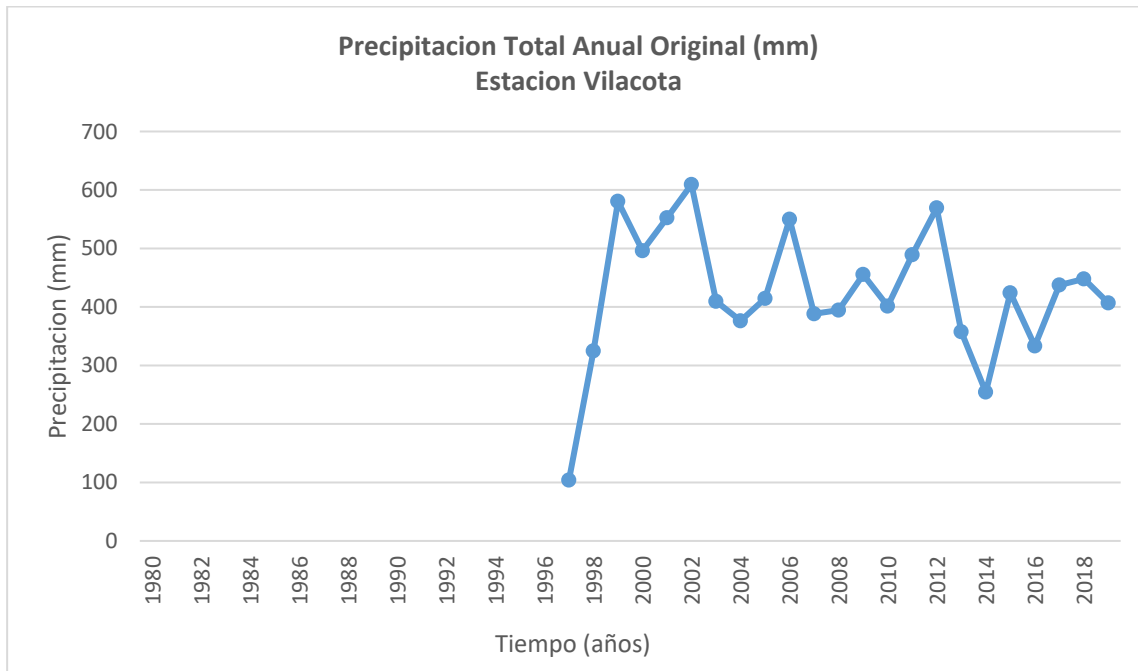
Figura 52
Histograma de Precipitación Media Mensual – Estación Vilacota

Nota:



Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

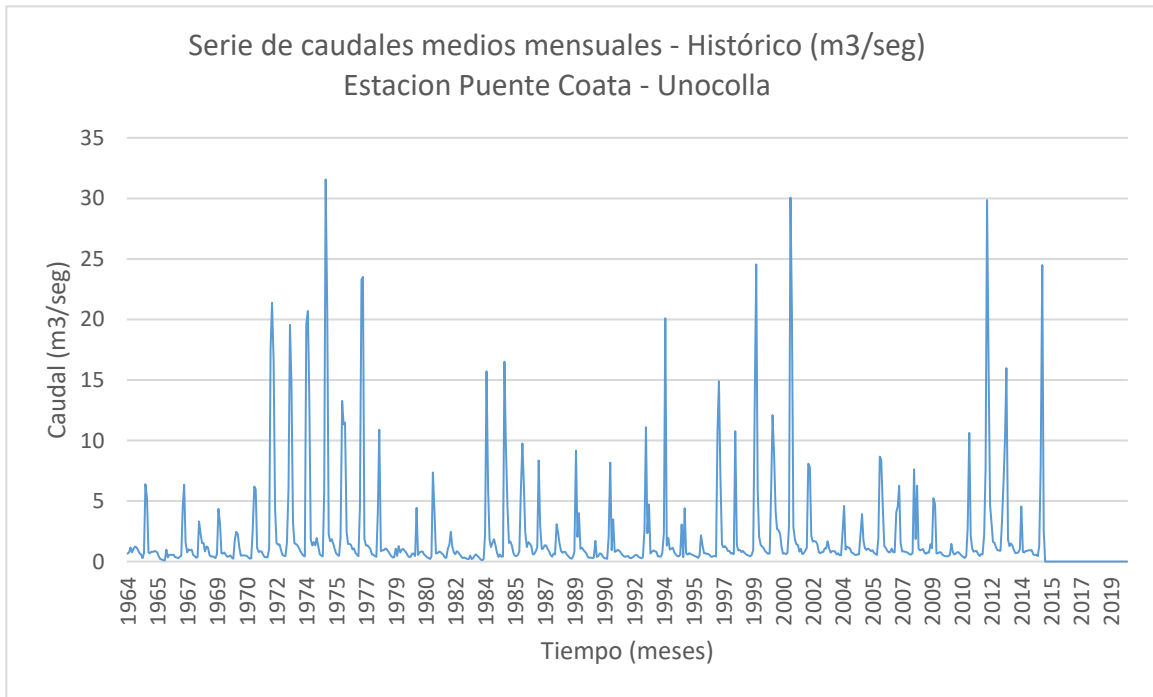
Figura 53
Histograma de Precipitación Anual – Estación Vilacota



Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Figura 55

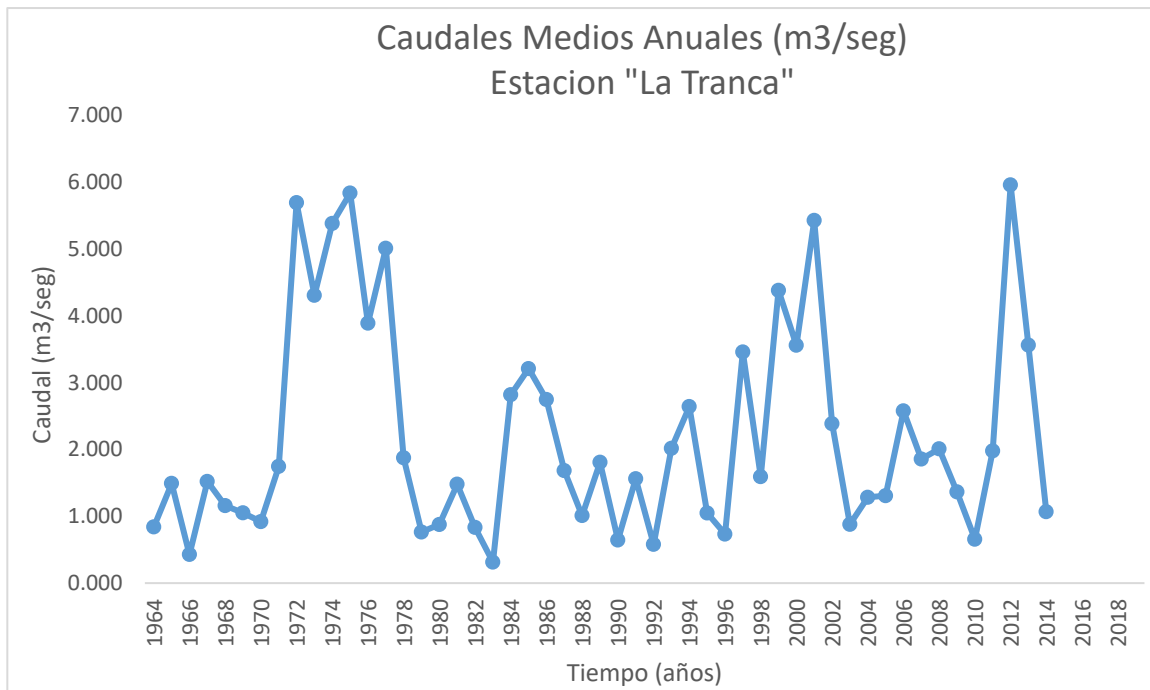
Serie de caudales medios mensuales históricos de la estación "La Tranca"



Nota: ALA CAPLINA LOCUMBA – TACNA

Figura 54

Caudales Medios Anuales (m3/seg), Estación "La Tranca"



Nota: ALA Caplina Locumba – Tacna

ANEXO 3

**SERIES HISTORICAS DE INFORMACION DE PRECIPITACION Y CAUDALES
COMPLETADOS DE LAS ESTACIONES EN ESTUDIO**

Tabla 49*Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Candarave, completado*

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm.) - REGISTRO HISTORICO													
ESTACION CANDARAVE			LATITUD		17° 17' 26,2"			DEPARTAMENTO			TACNA		
			LONGITUD		70° 16' 02,18"			PROVINCIA			CANDARAVE		
			ALTITUD		3415 msnm			DISTRITO			CANDARAVE		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	8,7	18,1	34	0	0	0	0	0	0	11,1	0	2,5	74,4
1981	60,8	132,8	23,6	11,2	0	0	0	1,6	0	0	1,5	22,3	253,8
1982	29,3	4,2	24,1	0	0	0	0	0	0	0	0	3,1	60,7
1983	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,5	7,5
1984	58	83,5	51,4	0	0	2,5	0	0	0	0	11,1	0	206,5
1985	7,4	127,7	9,8	0	0	0	0	0	0	0	17,7	25,6	188,2
1986	22,1	61,5	27,7	0	0	0	0	0	0	0	1	37,1	149,4
1987	102,8	5,4	4,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112,8
1988	52,9	0	18,1	1,1	0	0	0	0	0	0	0	3,7	75,8
1989	7,5	82	1,3	2,8	0	0	0	0	0	0	0	0	93,6
1990	15,1	7,6	15,2	0	0	20,3	0	0	0	0	26,8	26,1	111,1
1991	8,1	1,5	51,7	1,1	0	0	0	0	0	0	0	0	62,4
1992	8,2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	72,3	82,5
1993	108,8	9,2	20	0	0	0	0	0,6	0	0,2	0	10	148,8
1994	75	134,7	2,1	17,6	0	0	0	0	0	0	1,3	17,5	248,2
1995	43,5	0	73,9	2,8	0,1	0	0	0	0	0	0,6	12,3	133,2
1996	44	25,5	1,3	0	0	0	0	0,2	0	0	1,7	3,4	76,1
1997	60,7	70,3	39,6	0	0,2	0	0	9,5	23,6	0	0	12	215,9
1998	92,5	32,7	1,6	2	0	4,2	0	0	0	0	6,7	8,4	148,1
1999	22,1	146,4	120,6	4,1	0	0	0	0	0	8,6	0	17,2	319
2000	119,5	75,2	104,2	0,6	0	0	0	0	0	0	0	10,4	309,9
2001	53,7	228,2	63,4	9,7	0	0	0	3	0	0	0	8,8	366,8
2002	16,6	91,7	34,5	3,5	0	0	29,3	0	0	6,4	6,2	15	203,2
2003	28,5	13,3	57,5	0,4	2,1	0	0	0,9	0	0	0	3,2	105,9
2004	63,8	51,5	1,3	0	0	0	12,4	0,5	0	0	0	1	130,5
2005	52,8	46,5	14,5	2,4	0	0	0	0	10,9	0	1,1	20,1	148,3
2006	58,7	72,2	40,7	0,7	0	0	0	0	0	0,1	0	5,9	178,3
2007	40,3	62,2	4,3	0,4	0	0	0	0	0	0	3,5	9,9	120,6
2008	61,6	34,8	18,1	0	0	0	0	3,9	0	0	0	6	124,4
2009	8,9	164,1	39,2	3,1	0	0	0,5	0	0	0	4,1	1,5	221,4
2010	4,8	34,6	1,7	0	3,1	0	0	0	0	1	0	9,6	54,8
2011	92,1	146,6	4,9	9,3	0	0	0	0	0	0	2,2	94,5	349,6
2012	121,9	196,7	80,4	19,7	0	0	0	0	0	4,7	0	44,1	467,5
2013	93,1	60,4	63,6	0	10,3	3	0	2,1	0	0	0	19	251,5
2014	83,5	2,1	3,9	0	0	0	0	0	0	0	5,7	1,2	96,4
2015	39,3	86,9	81,2	12	0	0	2	0	0	0	0	0	221,4
2016	2,3	89,2	0	9,9	0	0	5,5	0	0	0	0	3,3	110,2
2017	113,9	68,1	71,8	0	0	0	0	0	0	0	0	29,3	283,1
2018	61,8	38,5	17,9	0	0	5,7	5,2	0	0	0	0	11,1	140,2
2019	115,9	143,8	4,9	0	0	0	0,1	0	0,1	1,3	0	11,7	277,8

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 50

Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Cairani, completado

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm.) - REGISTRO HISTORICO													
ESTACION CAIRANI			LATITUD		17° 17' 24,5"			DEPARTAMENTO			TACNA		
			LONGITUD		70° 20' 17,8"			PROVINCIA			CANDARAVE		
			ALTITUD		3443,00 msnm			DISTRITO			CAIRANI		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	5,9	2,1	1,4	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,9	10,5
1981	35,3	50,5	13,5	8,3	0	0	0	0	0	0	0,3	8,2	116,1
1982	57	16,3	20,7	0	0	0	0	0	0	7,6	0	0	101,6
1983	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,4	8,4
1984	76,6	51,8	33,7	0	0	0	0	0	0	7,3	6,1	0	175,5
1985	4,3	82	2,1	0	0	0	0	0	0	0	9,7	20,2	118,3
1986	38,2	56,1	55,4	0	0	0	0	0	0	0	2,3	20,2	172,2
1987	55,6	0	4,7	0	0	0	0	0	0	8,1	0	0	68,4
1988	25,3	0	17,9	0	0	0	0	0	0	0	0	10,7	53,9
1989	34,5	100,9	5,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141
1990	9	6,3	18,6	0	0	8,5	0	0	0	0	0	91	133,4
1991	41,9	1,9	23,2	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	67,2
1992	1,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38,9	40,7
1993	74,3	13,8	9,4	0	0	0	0	1,9	0	0	0	5,3	104,7
1994	47,9	55,9	0	12,3	0	0	0	0	0	0	0	6,6	122,7
1995	32,4	0	76	0	0	0	0	0	0	0	0	4,3	112,7
1996	29,4	9,7	0	0	0	0	0	0	0	0	1,8	5,8	46,7
1997	58,6	54,8	43,1	0	0	0	0	7,6	25,5	0	0	4,3	193,9
1998	57,6	10	0	0	0	3,1	0	0	0	0	5,3	5,2	81,2
1999	7,6	105	39,4	0,5	0	0	0	0	0	0,3	0	16,6	169,4
2000	98	42,4	40,2	2,9	0	1,6	0	0	0	0	0	5,3	190,4
2001	49,5	154,9	66,9	4,3	0	0	0	2,1	2,1	0	0	5,3	285,1
2002	5,9	54,9	7,6	1,9	1,9	5,3	18,5	0	0	0	0	0	96
2003	14,5	5,3	18,5	0	0,9	0	0	0	0	0	0	4,7	43,9
2004	30,2	44,3	7,7	0	0	0	9,5	0	0	0	0	0	91,7
2005	32,5	22,6	3,2	0,6	0	0	0	0	5,8	0	0	11	75,7
2006	30,3	38,5	23,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	92,7
2007	29,3	32,5	2,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	64,9
2008	84,8	22,3	8,6	0	0	0	0	3,2	0	0	0	2,6	121,5
2009	2,1	41,3	23	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0	67,9
2010	3,6	13,2	0	0	6,8	0	0	0	0	0,3	0	7	30,9
2011	65,5	86,2	0	1,9	3,5	0	0	0	0	0	0	40,3	197,4
2012	101,8	102	21,4	25,6	0	0	0	0	0	0	0	39,4	290,2
2013	36,9	65,5	25,7	0	8,4	0	0	0	0	0	0	8,4	144,9
2014	30,9	0,2	2,6	6	0	0	0	0,8	0,3	0	0,5	0	41,3
2015	32,2	78,4	108,5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	222,1
2016	1,3	43,1	0,7	3	0	0,6	3,6	0	0	0	0	1,8	54,1
2017	88,5	48,4	40,5	0	0	0	0	0	0	0	0	15,2	192,6
2018	33,1	19	8,4	0,2	0	2,3	2,6	0	0	0	0	3,6	69,2
2019	52,1	79,7	1,8	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0,1	6,8	140,8

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 51

Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Sitajara, completado

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm.) - REGISTRO HISTORICO													
ESTACION SITAJARA			LATITUD		17° 21' 15,9"			DEPARTAMENTO			TACNA		
			LONGITUD		70° 07' 56,2"			PROVINCIA			TARATA		
			ALTITUD		3166,00 msnm			DISTRITO			SITAJARA		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	9,3	2,9	17,7	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	31,5
1981	32,4	66	0	9,8	0	0	0	0	0	0	1,3	0	109,5
1982	26,4	11,3	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63,7
1983	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	18
1984	48,6	29,1	25,8	0	0	0	0	0	0	15,6	11,7	0	130,8
1985	4,3	100,1	11,1	0	0	0	0	0	0	0	11,5	19	146
1986	37,4	36,1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	29,5	112
1987	60,7	18	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	86,7
1988	25	0	17,5	2,2	0	0	0	0	0	0	0	14,2	58,9
1989	7,3	86,2	0,7	7,7	0	0	0	0	0	0	0	0	101,9
1990	8,1	6,6	14,9	0	0	7,8	0	0	0	0	9	56,4	102,8
1991	28,5	2,3	19,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50,2
1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,5	12,5
1993	83,4	13,8	26,6	8	0	0	0	0,4	0	0	0	39,9	172,1
1994	92	14,7	8,1	0	0	0	0	0	0	0	0	9	123,8
1995	25,6	4,2	8,4	0	0	0	0	0	0	0	0	8,7	46,9
1996	35,7	18,5	0,4	0	0	0	0	0	0	0	1,1	1,1	56,8
1997	64,3	75,5	21,5	0	0	0	0	5,6	27,6	0	0	7,1	201,6
1998	97,1	20,9	0	0	0	1,5	0	0	0	0	1,8	7,7	129
1999	8,6	135,1	55,8	1,1	0	0	0	0	0	0,8	0	17,3	218,7
2000	142,8	61,4	52,7	3	1,6	1,5	0	0	0	0	0	12,4	275,4
2001	63,6	162,1	77,7	1,1	0	0	0	2,8	0	0	0	7,4	314,7
2002	22,3	65,8	41,6	0,2	0	5,3	20,6	0	0	4,2	5,7	8,7	174,4
2003	8	7,5	47,9	0	0,1	0	0	0,8	0	0	0	3,9	68,2
2004	36,5	55	1,6	0	0	0	5,4	0	0	0	0	0	98,5
2005	49,7	57,3	43,3	0,6	0	0	0	0	7,6	0	0,7	17,2	176,4
2006	36,1	62,4	7,4	1,6	0	0	0	0	0	3,5	0	3	114
2007	31,4	49,9	2,5	0	0	0	0	0	0	0	2,2	10,2	96,2
2008	132,3	20,3	10,2	0	0	0	0	1,1	0	0	0	7,4	171,3
2009	2,7	73,1	43,8	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	120,3
2010	5,8	23	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	8,5	38,8
2011	65,5	90,5	0	6	6,4	0	0,3	0	0	0	0,5	60,6	229,8
2012	99,8	130,2	44,1	15,7	0	0	0	0	0	2,7	0	29	321,5
2013	43,5	70,8	22	0	9,9	2,1	0	0	0	0	0	6,9	155,2
2014	40,3	0,6	1,5	3	0	0	0	0	0	0	1,5	0	46,9
2015	49,4	110,6	108,5	3,9	0	0	0,3	0	0	0	0	0	272,7
2016	7,5	82,6	0	2,7	0	1	3,4	0	0	0	0	1,9	99,1
2017	118,3	66,6	82,4	0	0	0	0	0	0	0	0	26,2	293,5
2018	44,8	28,1	15,8	0	0	2,4	3,9	0	0	0,3	0	4	99,3
2019	89	79,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,9	175,4

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 52*Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Susapaya, completado*

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm.) - REGISTRO HISTORICO													
ESTACION SUSAPAYA		LATITUD		17° 21' 13"				DEPARTAMENTO			TACNA		
		LONGITUD		70° 01' 53"				PROVINCIA			TARATA		
		ALTITUD		3309,00 msnm				DISTRITO			SUSAPAYA		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	46,9	4,8	18,6	0	0	0	0	0	0	8,7	0	5,5	84,5
1981	18,2	73,3	11,9	0	0	0	0	0	0	0	2,9	14,2	120,5
1982	29,9	7	29,9	0	0	0	0	0	7	0	0	7,9	81,7
1983	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,8
1984	34,7	129	52,7	0	0	8,1	0	6,2	0	51	54,6	3,1	339,4
1985	14,8	174,4	25,9	0	0	0	0	0	0	21,4	0	192,3	428,8
1986	223	92,9	25,5	0	0	0	0	0	0	0	12,1	95,4	448,9
1987	100,4	9,7	0	0	0	0	5,3	0	0	21,8	0	0	137,2
1988	100,4	0,2	46,6	1,1	0	0	0	0	0	0	0	7,9	156,2
1989	19,4	216,4	12,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	248
1990	18,2	3,6	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0,8	56,5	81,6
1991	11,9	0,1	12,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,4
1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,8	13,8	16,6
1993	232,6	1,8	26	0	0	0	0	18,8	0	0	0	22,9	302,1
1994	71,1	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,3	175,4
1995	30	3,7	111,7	0	0	0	0	0	0	0	0	9,9	155,3
1996	28,2	22,6	17,6	0	0	0	0	0	0	0	0	10,4	78,8
1997	167,4	130,2	82,8	0	0	0	0	14,9	42,4	0	0	7,8	445,5
1998	146,2	39	0	0	0	8,4	0	0	0	0	7,5	16,5	217,6
1999	36,4	393,7	134,4	1,3	0	0	0	0	2,1	6,2	0	18,9	593
2000	184	76,4	9,3	0	0	0	0	0	0	0	0	13	282,7
2001	37,2	342,6	129,2	0	0	0	0	3,7	0	0	0	12	524,7
2002	27,4	95,6	46	0	0	5,2	44,2	0	0	8,7	2,5	5,7	235,3
2003	26,2	36,6	49,7	0	2,6	0	0	0,6	0	0	0	3,9	119,6
2004	56	65,1	0	0	0	0,5	2,3	0	0	0	0	0,6	124,5
2005	42,8	69,7	7	0	0	0	0	0	7,1	0	2,1	22,9	151,6
2006	55	70,2	52,9	0	0	0	0	0	0	3,5	0	13,1	194,7
2007	41,4	54	22,8	0	0	0	0	0	0	0	2,6	8,6	129,4
2008	131,5	35,9	9,1	0	0	0	0	1,6	0	0	0	8,5	186,6
2009	8,1	99,2	8,4	0	0	0	0,2	0	0	0	1,5	0	117,4
2010	8	27	0	4,6	0	0	0	0	0	0	0	4,8	44,4
2011	83,6	134,5	0	10,1	7	0	0	0	0	0	2	52,9	290,1
2012	115,9	160,4	67	17,8	0	0	0	0	0	6,6	0	25,1	392,8
2013	112,3	85,8	34,5	0	12,6	2,8	0	0	0	0	0	8,9	256,9
2014	55,9	0,4	0	6,1	0	0	0	0	0	0	0	0,2	62,6
2015	48,2	102,4	143	2,6	0	0	0,3	0	0	0	0	0	296,5
2016	4,5	80,4	0	7,4	0	1,8	3,2	0	0	0	0	1,5	98,8
2017	129,2	81,6	80,8	0	0	0	0	0	0	0	0	31,3	322,9
2018	48,7	30,6	15,9	0	0	2,8	3,8	0	0	0	0	5,8	107,6
2019	108,8	89,6	1,4	0	0	0	0	0	0	0,4	0,6	12,7	213,5

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 53*Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Talabaya, completado*

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm.) - REGISTRO HISTORICO													
ESTACION TALABAYA		LATITUD		17° 33' 4,5"				DEPARTAMENTO			TACNA		
		LONGITUD		69° 59' 15,6"				PROVINCIA			TARATA		
		ALTITUD		3409,00 msnm				DISTRITO			ESTIQUE PUEBLO		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	12,8	21	40,8	0	0	0	0	0	0	4,2	0	0	78,8
1981	47,4	53,2	19,3	5,3	0	0	0	0	0	0	13	15,7	153,9
1982	25,7	3,5	11,5	0	0	0	0	0	0	0	5	12	57,7
1983	0	0	0,6	0	0	0	0	0	4	0	0	11	15,6
1984	99,5	143,6	90,1	0	0	0,1	0	2	0	6	7	0	348,3
1985	0	126	27,3	0	0	0	0	0	0	0	23,9	20,4	197,6
1986	61,8	50,6	14,1	0	0	0	0	15,8	0	0	0	48,5	190,8
1987	111,5	28,5	10	0	0	0	12,5	0	0	6,5	0	0	169
1988	81	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101
1989	38,5	85	17,5	19	0	0	0	0	0	0	0	0	160
1990	19	24	24	0	0	14	0	0	0	0	6	89	176
1991	27,7	0	27	0	0	2	0	0	0	0	0	0	56,7
1992	4,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,1	33,9	42,1
1993	119,6	4,2	36,7	0	0	0	0	7,8	0	0	0	16,7	185
1994	27	62,1	5,3	11,9	0	0	0	0	0	0	0	20,2	126,5
1995	21,8	0	81,2	3	0	0	0	0	0	0	0	19,8	125,8
1996	28,4	38,6	10,6	0	0	0	0	0	0	0	4	6,1	87,7
1997	116,2	136,4	45,6	0	2,4	0	0	21,3	19,3	0	1	4,5	346,7
1998	131,1	22	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	20,6	176,2
1999	30,2	156	145,4	2	0	0	0	0	0	0	0	12,6	346,2
2000	163,9	80,7	60,5	2	0	1,5	0	0	0	0	0	25,2	333,8
2001	85,1	210,8	117,3	3,1	0	0	0	6	0	0,1	0	19,5	441,9
2002	18,9	118	76,2	1,4	0	8,5	23,9	0	0	2,6	0	15,7	265,2
2003	12,2	26,8	54,6	0	0	0	0,8	0,7	0	0	0	0	95,1
2004	47,9	69,3	16,6	0	0	0	7,2	0	0	0	0	0	141
2005	67,1	54,8	12,9	0	0	0	0	0	14,4	0	0	22,4	171,6
2006	73,8	111,5	171,6	4,2	0	0	0	0	0	9	0	7,4	377,5
2007	55	50,7	50,2	0	0	0	0	0	0	0	0	6,4	162,3
2008	136,4	44,4	15,8	0	0	0	0	1,3	0	0	0	12,8	210,7
2009	11,5	87,4	60,6	0	0	0	0	0	0	0	3,2	0,4	163,1
2010	19,8	40,9	1,4	0	1,7	0	0	0	0	0	0	9,6	73,4
2011	70,9	114	2,6	0,6	7,8	0	0,8	0	0	0	0	69,2	265,9
2012	141,5	190,4	54,5	15,3	0	0	0	0	0	2,6	0	65,6	469,9
2013	88,3	102,6	56,8	0	17,6	0	0	1,4	0	0	0	12,9	279,6
2014	85,4	0	0,6	1,8	0	0	0	0	0	0	3,5	0	91,3
2015	38,6	147,2	115,3	4,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0	305,7
2016	15,9	127,8	6,6	1,1	0	1,5	2,9	0	0	0	0	7	162,8
2017	171,9	90,5	90,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	13,5	366,3
2018	48,8	67	25,9	1,2	0	6,7	5,9	0	0	0	0	7,9	163,4
2019	190	162	5,7	0	0	0	0,1	0	0	0	0	12,1	369,9

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 54*Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Tarata, completado*

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm,) - REGISTRO HISTORICO													
ESTACION TARATA			LATITUD		17° 28' 07,6"			DEPARTAMENTO			TACNA		
			LONGITUD		70° 02' 01,8"			PROVINCIA			TARATA		
			ALTITUD		3100,00 msnm			DISTRITO			TARATA		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	15,9	3,6	24,4	0	0	0	0	0	0	0	0	2,1	46
1981	0	85	2,3	0	0	0	0	0	0	0	4	5,4	96,7
1982	15,4	0	24,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40,3
1983	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0,9
1984	68,2	80,6	53,2	0	0	6	0	7	0	0	23,1	0	238,1
1985	7,9	117,1	53	5,1	0	0	0	0	0	0	31,1	24,6	238,8
1986	69,5	85,6	28,7	0	0	0	0	0	0	0	0	30,5	214,3
1987	113,8	16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130,8
1988	90,8	1,9	25,3	10,5	0	0	0	0	0	0	0	0	128,5
1989	24,5	163,9	7,1	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0	196,7
1990	14,5	12,7	18,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45,6
1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1993	144,4	38,8	73,9	0	0	0	0	21,8	0	0	0	30,1	309
1994	93,4	115,4	18,3	0,6	0	0	0	0	0	0	0	21,2	248,9
1995	44,2	0	75,8	3,3	0	0	0	0	0	0	0	6,7	130
1996	15,2	25,9	2	0	0	0	0	0	0	0	2,6	3	48,7
1997	132,8	104	39,1	2,8	0	0	0	0	18	0	0	9,2	305,9
1998	140,3	28,2	0,2	0	0	3,1	0	0	0	0	0,2	9,1	181,1
1999	16	147,6	93,8	1,7	0	0	0	0	0	0	0	13,8	272,9
2000	141,9	104,3	51,9	3,7	0	3	0,5	0	0	0	0	8,9	314,2
2001	68,7	237,6	111,6	12,4	0	0	0	4,1	2,2	2,4	0	4,3	443,3
2002	29,1	141,4	60,4	0,8	0	3,8	19	0	0	0,7	0,7	13,2	269,1
2003	11,9	22,2	48,1	0	0	0	0	0,4	0	0	0	3,5	86,1
2004	63,4	102,2	5,5	0	0	0	4,5	0	0	0	0	1,5	177,1
2005	84,4	49,5	11,2	0,1	0	0	0	0	11,6	0	0,2	28,3	185,3
2006	56,7	94,1	80	0	0	0	0	0	0	6,3	0	7,6	244,7
2007	36,3	47,4	39	0	0	0	0	0	0	0	0	9,5	132,2
2008	169	38,8	18	0	0	0,4	0	1,8	0	0	0	15,3	243,3
2009	8,5	117,6	17,8	1	0	0	0	0	0	0	2,2	0,4	147,5
2010	7,4	34,2	1,3	0,2	1,5	0	0	0	0	0	0	10,1	54,7
2011	74,1	110,6	2	1,7	7,1	0	0,3	0	0	0	1,1	54,3	251,2
2012	94,1	202,9	41,3	14,2	0	0	0	0	0	2,4	0	59,9	414,8
2013	50,4	77,9	58,2	0	15,2	1,5	0	0,5	0	0,3	0	14,5	218,5
2014	62	0	1,1	1,6	0	0	0	0	0	0,7	1,6	0	67
2015	32	100	140,8	8,9	0	0	0	0,1	0	0	0	0	281,8
2016	7,4	103,1	1,8	3,1	0	1,4	2,4	0	0	0	0	9,8	129
2017	171	94,4	72,6	0	0	0	0	0	0	0	0,1	24	362,1
2018	43	43,9	18,9	0,6	0	2,9	3,1	0	0	0	0	2,4	114,8
2019	141,7	130,1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	11,5	285,3

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 55*Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Toquela, completado*

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm.) - REGISTRO HISTORICO													
ESTACION TOQUELA			LATITUD		17° 38' 40,7"			DEPARTAMENTO			TACNA		
			LONGITUD		69° 56' 20,8"			PROVINCIA			TACNA		
			ALTITUD		3445,00 msnm			DISTRITO			PACHIA		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	7,2	0	23,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30,5
1981	49,3	41	21	0	0	0	0	0	0	0	0	12,1	123,4
1982	7,6	1,5	14,3	0	0	0	0	0	0	5,2	6,5	0	35,1
1983	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	1,1
1984	43,8	25,3	46	0	0	2,6	0	3,3	0	10,5	3,9	0	135,4
1985	7,3	92,6	24,9	0	0	0	0	0	0	0	46,6	15,4	186,8
1986	18,1	16,6	6,3	0	0	0	0	2,2	0	0	0	21,4	64,6
1987	82,1	0	0	0	0	0	40,3	0	0	0	0	0	122,4
1988	92,4	0	29,6	0	0	0	0	0	0	0	0	16,9	138,9
1989	23,7	68,6	9,6	11,4	0	0	0	0	0	0	0	0	113,3
1990	3,1	16	15,6	0	0	7,5	0	0	0	0	1,2	45,1	88,5
1991	25,8	1,3	17,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	45,8
1992	5,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,4	53,8	60,6
1993	73,2	2,1	22,4	0	0	0	0	7,7	0	0	0	22,3	127,7
1994	62,4	64	5,4	5,7	0	0	0	0	0	0	0	13,4	150,9
1995	29,8	0	62	0	0	0	0	0	0	0	0	4,1	95,9
1996	46,2	24,2	0	0	0	0	0	0,4	0	0	3,8	3,6	78,2
1997	100,4	110	28,3	0	0	0	0	11,1	15,2	0	0	7,3	272,3
1998	87,4	11,5	0	0	0	3,3	0	0	0	0	0	21,8	124
1999	18,1	142,2	84,1	3,8	0	0	0	0	0	2,6	0	13,3	264,1
2000	136,5	58	41,3	0	0	0,8	0	0	0	0	0	15,3	251,9
2001	66	187,6	71,9	9,6	0	0	0	3,7	0	0	0	5	343,8
2002	20,5	72,6	55	3,1	0	6	22	0	0	1,4	0	11	191,6
2003	10,9	13,8	39,1	0	0,2	0	0	0,5	0	0	0	0,4	64,9
2004	43,3	47,9	17	0	0	0	3,9	0,1	0	0	0	3	115,2
2005	43,1	67,1	18,1	0	0	0	0	0	14,6	0	0	24,8	167,7
2006	47,3	56,9	69,8	0	0	0	0	0	0	7,7	0	2	183,7
2007	52,6	73,7	21,5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	152,8
2008	113,1	22,9	23,6	0	0	0	0	2,2	0	0	0	18,5	180,3
2009	30,1	68,6	18,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117,5
2010	4,8	28,7	3	0	4,9	0	0	0	0	0	0	11,1	52,5
2011	74,8	103,7	0	11,2	6	0	0	0	0	0	0,9	47,2	243,8
2012	101,9	125,2	24	13,3	0	0	0	0	0	4,8	0	34,9	304,1
2013	63,1	37,2	27	0	19,1	0,9	0	0	0	0	0	14,2	161,5
2014	45,6	0	0	5,9	0	0	0	0	0	0	1,1	0	52,6
2015	33,2	63,9	98,1	5,8	0	0	0	0	0	0	0	0	201
2016	8	77,8	0	3,1	0	1,1	3,4	0	0	0	0	4,5	97,9
2017	9	74,2	57,8	0	0	0	0	0	0	0	0	15,3	156,3
2018	40,4	28,7	12,7	0	0	2,1	10,9	0	0	0	0	3,5	98,3
2019	96,9	94,1	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	6,6	198,4

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 56*Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Challapalca, completado*

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm.) - REGISTRO HISTORICO													
ESTACION CHALLAPALCA	LATITUD		17° 14' 14"					DEPARTAMENTO			TACNA		
	LONGITUD		69° 48' 47"					PROVINCIA			TARATA		
	ALTITUD		4280,00 msnm					DISTRITO			TICACO		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	18,6	26,4	94	0	0	0	0	6,6	3,4	8,8	5,8	56,3	219,9
1981	74	153,3	35,3	3,5	0	0	0	0,7	0,1	0	52,2	45,3	364,4
1982	82,3	24,9	2,9	0	0	0	0	1,6	1,9	23,5	4,4	0,6	142,1
1983	0	5,7	1,5	0,5	0	0,1	0	0	1	0	0	19,8	28,6
1984	66	73,6	149,5	3,2	2,7	3,7	1	2	0	32,6	57	40,7	432
1985	57,7	100,9	106,8	49,1	5,8	17,9	0	0	0	0	267,5	228,1	833,8
1986	276,2	295	287,5	79,6	1,1	0	0	0	0	0	0	78,1	1017,5
1987	125,3	25,6	15,2	0	0	0	8,1	0	0	4,8	15,4	5,8	200,2
1988	134,1	42,6	31,2	30,1	1	0	0	0	0	13,4	0	63,9	316,3
1989	98,1	79,2	169,5	11,6	0	0	0	0	0	1,2	2,6	5	367,2
1990	69,3	32,1	36	2,3	4,1	103,8	0	2	0	3,1	4,8	353	610,5
1991	334,5	44,2	36	8,5	2,1	1,8	0	0	0	0,6	15,4	49,2	492,3
1992	40,9	18,3	0	0	0	2	0	1	0	13,1	14,4	45,7	135,4
1993	97,5	1,4	4,9	0	0	1,2	0	33,9	0	16,1	4,5	46,7	206,2
1994	43,9	91,7	20,8	12,6	4,3	0	0	0	0	0	22,9	60,2	256,4
1995	81,5	23,3	44,1	6,5	0	0	0	0	0	0,4	12,6	16,9	185,3
1996	71	113,2	54,8	15,4	2,4	0	0	1	0	0	7,4	52,4	317,6
1997	91,4	139,7	52,9	11,2	7	0	0	38,6	31,2	0	29,4	30,5	431,9
1998	76,3	59,4	6,2	1,2	0	13,5	0	0	0	3,2	11,1	18,4	189,3
1999	42,7	124,9	135,8	24,1	0	0	0	0	0,6	24,7	0	32,1	384,9
2000	109,5	112,1	90,6	4,3	3,5	0	0	0	0	10,7	0	43,2	373,9
2001	183,1	156,4	160,2	30,3	0	2,2	0	0,8	0	3	13,3	23,2	572,5
2002	72,9	78,4	134,2	74,6	11	0	6,3	0	0	5	48,7	46,8	477,9
2003	76,5	110,2	77,7	4	10	0	2	0	0	2,3	15	61,8	359,5
2004	123,7	98,4	64,1	7,7	0	0,8	21,9	26,7	1,6	5,5	0	61,4	411,8
2005	68,6	150,7	48	10,4	0	0	0	0	1,7	1,5	19,5	99,2	399,6
2006	211,1	105,6	202,3	8,5	0	0	0	0	0	5,5	22,6	64,3	619,9
2007	93,5	181,1	208,5	0	3,8	0,1	0	0	0	3,1	12	45,8	547,9
2008	175,4	128,7	54,7	0	0	0	0	6,5	0	0	0	83,8	449,1
2009	10,3	152,4	55,3	32,4	0	0	8	0	0	0	114,1	23,2	395,7
2010	159	55,6	31,2	42,7	0	0	0	0	0	0	0	80,3	368,8
2011	88,4	221,8	58,3	0	0	0	0	0	4,1	0	0	60,8	433,4
2012	195	122,5	137	48,4	0	0	0	0	3	17,9	23	119	665,8
2013	128,9	55	38,7	0	16	27,7	8,4	2,4	0	12,6	11,9	61,9	363,5
2014	111,6	24,8	75,7	18,5	0	0	0	4,4	4,7	21,3	0	42,2	303,2
2015	53,8	91,6	87	27,8	0	0	0	2,8	14,6	3,7	14,4	0	295,7
2016	20,9	218,5	29	164,1	0	30,2	0	0	0	0	0	69,2	531,9
2017	69,2	86,1	117,1	19,9	3,4	0	0	0	2,3	2,6	19,9	87,8	408,3
2018	109,5	133	81,4	43,5	0	93	6,7	0	0	7,8	5,1	76,6	556,6
2019	142,3	117	45,6	12,2	3,8	0,1	0	0	4,4	6,4	60,5	47,7	440

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 57*Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Chuapalca, completado*

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm.) - REGISTRO HISTORICO													
ESTACION CHUAPALCA	LATITUD		17° 18' 18"		DEPARTAMENTO		TACNA						
	LONGITUD		69° 38' 37"		PROVINCIA		TARATA						
	ALTITUD		4177,00 msnm		DISTRITO		TARATA						
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	34,6	23,1	173,7	0	0	0	0,2	0,5	0	3,3	5,3	12,3	253
1981	75,1	144,8	58	4,7	0	0	0	1,5	0	0	1,3	8,7	294,1
1982	81	24,9	18,3	13,1	0	0	0	0	1,3	10,8	2	10,5	161,9
1983	2,6	22,5	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	28	53,3
1984	166,6	148,7	155,3	0	0	1,3	0	0,2	0	53,3	133,8	39,1	698,3
1985	96,8	204,7	81,9	50,3	0	6,5	0	0	2,7	1,4	203,3	99	746,6
1986	111,9	60,2	78,7	35,5	0,2	0	0,5	1,4	0	0	14,1	116,9	419,4
1987	180,4	28,8	21,7	1,6	0	0	21,6	0	0	16,6	10,4	3	284,1
1988	264,7	19,9	29	23,8	0	0	0	0	0	0	0	41,4	378,8
1989	82,7	9,5	57,4	9,8	0	0,3	0	0	0	0	0,7	0,4	160,8
1990	8,7	25,9	3,1	2,2	1	4,4	0	0,5	0	0	12,7	97,1	155,6
1991	59,4	16,8	42,3	0,6	0	12,4	0	0	0	0,2	0,7	25,7	158,1
1992	70,8	12,2	4,8	1	0	0,4	0	0,2	0	2,5	35,5	85,2	212,6
1993	169,6	1,8	75,6	8,2	0	0,3	0	48,5	0	13,3	10	76,5	403,8
1994	59,3	132,1	46,8	4,9	3,9	0	0	0	0,2	0	20,9	52,81	320,91
1995	72,2	20	95,8	7,1	0	0	0	0	0,4	0	22,7	40,5	258,7
1996	132,9	97,6	40,8	15,5	6,7	0	0	1,9	0	0	15,1	62	372,5
1997	150,6	161,6	37,9	2	10,8	0	0	18,2	29	0,1	20,5	38,3	469
1998	177,9	70,7	21,2	6,6	0	7,7	0	0,4	0	4,9	19,6	21	330
1999	57,3	192,9	150,8	69,8	0,1	0	0,7	0	9,9	13,8	0	47	542,3
2000	158,8	109,1	90,8	1,8	0	0	0	0	1,3	14,6	0	66,2	442,6
2001	207,6	264,8	136,9	18,6	0,2	0	0	0	1,6	4,7	2,8	28,7	665,9
2002	78,2	187,8	150,8	55,3	1,3	0	9,5	1,8	0,2	10,9	31,2	55,7	582,7
2003	83,2	68,1	88	5,2	9	0	5,2	2,2	0	1,4	10,1	33,5	305,9
2004	159	94,6	68,9	5,4	0	0,6	22,6	21,4	0,6	2,8	0	37,9	413,8
2005	96,8	160,1	89,6	18,1	0	0	0	0	2,6	1,8	18,3	81,4	468,7
2006	177,2	125,2	170,1	36,4	0	0	0	0	0	21	30	64,9	624,8
2007	97,9	83,7	123,6	9,2	2	0	0	0	3,8	2	17,2	71	410,4
2008	173,6	73,8	58,8	0	0	0	0	6,6	0	3,6	1,4	112	429,8
2009	24,4	137,4	54,3	35,5	0	0	1	0	2,1	2,4	85,5	37,9	380,5
2010	106,1	69,3	34	20,4	3	0	0	0	0	9,3	4,2	112,6	358,9
2011	113,6	130,9	39,4	24,1	10,5	0	2,2	0	2	0	19	136,1	477,8
2012	144	186,8	72	31,4	0	0	0	0,7	2	5,9	14,8	134,4	592
2013	145,6	101,6	27,2	1,3	9,5	12,4	0	0	0	22,7	3,1	69,8	393,2
2014	124	6,1	19,8	14,5	0	0	0	1	0,6	23,6	27,4	28,4	245,4
2015	87,5	94	110,3	57,8	0	0	0,5	1	4,3	3,5	0	3,5	362,4
2016	31,1	154,7	9,3	28,2	0	4	4,8	0	0	6,4	1,2	27,9	267,6
2017	130,6	87,1	105,3	22,4	3	0,3	0	0	4,3	2	14,4	74,6	444
2018	108,2	138	74,7	28,6	0,5	13,4	30	0	0	8,1	8,4	59,2	469,1
2019	122,6	122,9	33,4	16,5	3,2	0,7	0,5	0	11,6	10	23,4	32	376,8

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 58*Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Sama Grande, completado*

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm,) - REGISTRO HISTORICO													
ESTACION SAMA GRANDE	LATITUD		17° 47' 15,3"		DEPARTAMENTO		TACNA						
	LONGITUD		70° 29' 22,6"		PROVINCIA		TACNA						
	ALTITUD		529,00 msnm		DISTRITO		SAMA INCLAN						
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	0,00	2,50	0,00	0,50	0,00	0,00	8,30	2,50	3,00	2,00	0,00	0,00	18,80
1981	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	7,00	0,00	1,50	3,30	15,30
1982	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,50	11,50	8,70	8,50	19,90	58,10
1983	84,20	56,00	1,50	3,00	28,50	15,00	16,50	32,50	16,50	4,50	3,00	6,50	267,70
1984	2,00	6,00	0,00	0,00	2,80	8,50	0,00	7,50	5,50	12,50	0,50	0,00	45,30
1985	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	11,50	8,80	1,00	2,00	23,80
1986	2,50	3,50	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	11,00	0,50	0,00	0,00	17,51
1987	3,50	0,50	4,00	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	1,70	7,50	2,00	0,50	31,70
1988	3,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	22,50	1,00	0,00	0,00	27,50
1989	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	12,00	0,00	0,00	0,00	13,50
1990	0,50	0,00	1,50	4,00	0,00	0,00	3,50	0,00	0,00	2,00	0,00	8,00	19,50
1991	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	1,50	0,00	1,50	0,00	0,00	4,50
1992	0,50	0,00	0,00	24,90	22,50	5,00	4,50	2,00	0,00	2,50	4,00	0,00	65,90
1993	0,00	0,00	0,00	0,00	19,50	7,00	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34,50
1994	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	5,50	1,70	0,00	3,10	1,50	12,30
1995	0,50	0,00	4,10	0,00	1,50	0,00	3,10	2,60	8,80	0,00	0,00	0,00	20,60
1996	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,70	0,00	4,00	2,70	0,00	1,70	0,70	11,80
1997	1,00	1,60	1,70	0,00	2,10	1,60	14,70	14,90	49,30	14,00	15,00	32,80	148,70
1998	49,30	5,10	0,90	6,20	0,00	0,00	0,30	4,90	3,10	1,20	0,50	1,30	72,80
1999	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	2,70	2,00	2,50	4,30	12,50
2000	9,50	0,00	0,00	0,50	0,00	3,90	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	13,92
2001	0,00	0,05	0,01	0,01	0,02	0,05	0,00	0,51	1,12	0,00	0,01	0,01	1,79
2002	0,00	0,00	0,04	1,05	0,00	0,02	3,62	4,11	1,03	1,03	0,00	2,12	13,02
2003	2,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,81	3,00	3,10	0,00	0,00	0,00	11,01
2004	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	1,00	4,00	1,00	0,00	0,00	0,00	6,01
2005	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,01	2,80	0,00	0,00	0,00	3,84
2006	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	4,00
2007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	5,50	4,40	0,00	1,00	0,00	12,90
2008	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,70	0,00	0,00	0,00	3,70
2009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,11	2,00	0,00	3,45	2,52	2,02	4,04	16,14
2010	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	1,00	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	3,41
2011	1,00	1,02	0,00	0,00	0,02	7,03	4,51	5,60	3,30	2,02	1,02	0,00	25,52
2012	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	2,20	5,20	4,30	2,80	0,00	1,60	18,10
2013	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,60	3,60	0,00	0,00	0,00	0,00	6,20
2014	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,80	0,00	4,50	3,10	17,40
2015	0,00	0,20	7,30	0,00	0,00	0,00	6,50	7,72	7,20	13,50	1,22	0,62	44,26
2016	0,00	0,00	0,53	0,27	0,00	0,90	3,24	1,61	3,84	0,00	0,00	0,00	10,39
2017	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	10,70	0,30	15,40	2,00	5,40	0,00	35,80
2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	6,20	0,40	0,00	8,50	1,16	0,29	19,55
2019	6,40	11,50	0,00	0,30	1,30	0,50	9,40	1,00	7,40	5,60	1,20	0,70	45,30

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 59*Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Paucarani, completado*

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm.) - REGISTRO HISTORICO													
ESTACION PAUCARANI			LATITUD		17° 32' 3,71"			DEPARTAMENTO			TACNA		
			LONGITUD		69° 45' 53,97"			PROVINCIA			TACNA		
			ALTITUD		4550,00 msnm			DISTRITO			PALCA		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	30,85	34,21	80,36	1,2	0	0	1,21	0	0	41,73	0	23,82	213,4
1981	87,74	165,43	52,56	34,82	0	0	0	5,74	50,43	2,3	28,92	93,02	521,0
1982	137,06	59,03	35,99	40,42	1,21	4,1	0	0	20,91	39,73	63,68	46,61	448,7
1983	5,61	16,23	0	0	0	0	0	3,7	10,33	0	0,01	30,15	66,0
1984	161,34	257,43	137,67	3,61	0	19,2	0,1	0,21	0	45,94	50,72	11,64	687,9
1985	65,22	220,64	49,46	18,85	0	16,2	0	2,01	2,3	0	109,43	104,93	589,0
1986	140,67	133,72	99,21	23,92	3,61	0	2,21	9,1	0	0	14,2	179,82	606,5
1987	126,04	4,85	0	0	5	9,31	64,72	0	0	0	0	0	209,9
1988	115,42	8,02	63,29	5	0	0	0	0	2	0	0	55,41	249,1
1989	87,32	123,54	179,5	39,53	0	3	3,52	0	0	0,51	0	5,7	442,6
1990	114,01	16,82	62,34	7,5	13,5	61,8	0	0	0	0	6,21	111,11	393,3
1991	99,08	54,07	49,07	11,04	0	27,01	0	0	0	0	34,73	0	275,0
1992	63,57	0	0	0	0	9,5	0	11	0	0	31,52	74,12	189,7
1993	225,5	24,83	113,01	0	0	7,91	0	13,01	0	10,5	16,02	45,8	456,6
1994	116,62	200,81	85,01	36,51	0	0	0	0	3,11	0	25,01	45,41	512,5
1995	51,52	33,71	86,52	8,2	3,4	0	0	0	0	1,82	10,51	34,31	230,0
1996	120,02	68,72	35,3	12,32	5,01	0,01	0	1,55	0,02	0,05	23,93	31,72	298,7
1997	153,62	179,41	52,1	6,11	11,1	0	0,01	22	17,4	0,6	15,5	18,67	476,5
1998	157,34	34,92	27,04	3,6	0	9,22	0	0	0,1	0,02	26	42,75	301,0
1999	92,01	217,9	191,12	37	0	0	0,01	0,01	8,3	4,8	0	35	586,2
2000	125,1	110,22	67,91	10,8	0	0	1	0	0	9,5	0	69,6	394,1
2001	92,9	160,4	123,1	26,6	0	0,2	0	10,6	0	6,3	0	28,5	448,6
2002	57,4	129,6	163,4	17,9	0	10,1	4,7	0	0	8,3	21,7	24,4	437,5
2003	67,1	111	85,4	4,1	14,6	0	13,1	0,1	0	2,7	6,5	40,5	345,1
2004	127,7	96,7	60,8	3,5	0	1,7	83,8	19,1	3,7	0,1	0	35,7	432,8
2005	74,6	155	61,3	7,6	0	0	0	0	9,8	1,8	14,2	69,7	394,0
2006	125,9	110	142,9	22,5	0	0	0	0	0	30,5	19,8	33,6	485,2
2007	97,5	101,4	72,2	4,5	0	0	0	0	0	1,4	13,1	35,1	325,2
2008	137	38,5	58,4	0	0	0	0	4,8	0	2,3	0	59,9	300,9
2009	24,4	103,1	45,7	18,4	0	0	0,6	0	0	1,7	24,2	26,7	244,8
2010	65,7	82,2	31,5	7,1	2,8	0	0	0	0,7	5,8	0,4	45,3	241,5
2011	90,6	115,4	21,4	32,5	21,3	0	1,7	0	1,2	0	9,3	125,6	419,0
2012	165	169,9	31,4	49,6	0	0	0	0	1,3	15,2	0	89,1	521,5
2013	114,5	58,6	44,6	0	3,7	13,2	1,1	3,5	0	4,4	0	55,4	299,0
2014	121	1,6	17,1	16,6	0	0	0	2,2	7,4	24,3	0,4	29	219,6
2015	78,1	106	104,4	33,3	0	0	0	1,1	24,2	3,7	0,1	0	350,9
2016	27,8	168,1	1,7	9,8	0	4,9	8,7	0	0	2,5	1,6	21,3	246,4
2017	143,5	81	92	4,5	2,3	0	0	0	2	1,1	12,1	53,6	392,1
2018	97,3	143,3	38,1	13,2	0,4	19,3	19,3	0	0	10,2	2	35,3	378,4
2019	138,9	110,3	40,2	1,8	3,9	0,4	0	0	3	5,2	26,1	36,5	366,3

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 60*Precipitación Total Mensual (mm) - Estación Vilacota, completado*

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm.) - REGISTRO HISTORICO													
ESTACION VILACOTA		LATITUD		17° 4' 44,6"				DEPARTAMENTO			TACNA		
		LONGITUD		70° 2' 34,9"				PROVINCIA			TARATA		
		ALTITUD		4474,00 msnm				DISTRITO			SUSAPAYA		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	30,5	29,2	110,4	0	0	0	0	0	0	20,3	0	26,5	216,9
1981	76,7	162	52,5	19	0	0	0	1,4	0,2	0	16,2	48,3	376,3
1982	98,3	37,8	18,8	0,6	0	0	0	0	5,5	30,9	19,6	21	232,5
1983	0,1	15,9	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	26,5	42,6
1984	137	164,4	138,2	0,1	0	2,1	0	0,3	0	55	45,2	28	570,3
1985	69,8	209,9	80,3	35,9	0	4,1	0	0	0	0	104,1	123,7	627,8
1986	161,7	159,3	137	41,6	1,3	0	0	0,1	0	0	0,2	123,2	624,4
1987	138,1	21	0,3	0	0	0	25,1	0	0	0,2	0,1	0,1	184,9
1988	163,8	23,7	39,4	18,2	0	0	0	0	0	0	0	50,1	295,2
1989	86,5	76,6	129,1	24,9	0	0	0	0	0	0	0	3,5	320,6
1990	63,9	26,7	30,8	4,9	5,1	11	0	0	0	0	4,9	158,9	306,2
1991	156,2	42,1	44,1	7,3	0	6,4	0	0	0	0	12,5	0,5	269,1
1992	63	0,3	0	0	0	1	0	2,4	0	0,2	17,5	72,4	156,8
1993	160,2	9,6	68,4	0	0	0,8	0	13,1	0	17,5	7	53,1	329,7
1994	72,6	145,8	48,9	21,9	0,1	0	0	0	0	0	14,1	52,81	356,21
1995	65,5	26	77,9	7,6	0	0	0	0	0	0	8,9	33,1	219
1996	117,9	107,2	40,3	16,5	5,3	0	0	0,7	0	0	10,6	42,8	341,3
1997	132,2	168	44,5	6,4	9,8	0	0	12,3	45,8	0	18,4	39,8	477,2
1998	206,3	42,8	11,7	0,9	0,9	7	0	0	0	1,7	17,2	36,3	324,8
1999	75,6	236,3	170,4	32,2	1,2	0	0	0	12,8	18,2	0	33,8	580,5
2000	164	105,4	99,1	28,5	6,3	2,7	2,2	2,2	2,2	15,7	5,1	62,7	496,1
2001	172	165,1	142,9	42,6	2,2	2,6	0	0	3,6	10,3	9,7	1,3	552,3
2002	63	191	123,3	60,8	2,3	0	31,3	0	0	24,3	31,6	81,8	609,4
2003	47,6	157,8	103,7	9,7	12,6	0	3,6	4,4	0	3,2	7,1	59,9	409,6
2004	143,3	97,2	63,1	4,2	0	0,5	21,1	15,7	1,8	0	0	29,3	376,2
2005	83,6	154,1	58	6,1	0	0	0	0	8,4	0,9	22,9	80,6	414,6
2006	115	126,1	176,6	25,2	0	0	0	0	0,7	28,3	20,4	57,7	550
2007	92,5	87,9	84,3	6,6	3,2	0,5	0	0	3,9	3,8	31,2	74,3	388,2
2008	142,5	63,4	64,5	0	0	1	0	4,2	0	8,1	0	110,9	394,6
2009	84,6	164,3	75	46,3	0	0	3,9	0	2,7	0	43,9	34,7	455,4
2010	113,2	99,7	53	31,7	5,9	0	0	0	0,9	4,6	2,4	90	401,4
2011	130,4	141,3	35,5	46,4	13,3	0	1	0	0,8	0	19,2	101,2	489,1
2012	150,6	175,1	32,1	58,8	0	0	0	0	3,4	21,5	2,3	125,5	569,3
2013	121,2	98,1	55,1	0	11,4	10,6	6,9	6,1	0	14	1,8	32,3	357,5
2014	111,2	11,8	11	42,8	0	0	0	1,7	1,4	15,5	20,5	38,4	254,3
2015	118,3	133,8	106,5	52,6	0,3	0	1,4	0,5	2,3	3,9	4,5	0	424,1
2016	33,8	184,6	13,2	30	0	7,5	15	0	0	7,8	0,2	41,1	333,2
2017	152,6	95,2	95,8	7,7	4,8	0	0	0	6,3	9,3	7,7	58	437,4
2018	109,5	124,5	82,5	27,3	0	16,8	13,1	0	0	18,2	0,3	55,7	447,9
2019	145,6	124,1	40,2	3,1	5	0	1,5	0	6,6	12,1	36,7	31,8	406,7

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

ANEXO 4

SERIE DE DATOS HISTORICOS DE TEMPERATURA MAXIMA Y MINIMA RECOGIDOS DE
LA RED SATELITAL "PISCO"

Tabla 61*Temperatura máxima media mensual (°C) - Estación Cairani*

TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA (°C) - REGISTRO HISTÓRICO													
ESTACION CAIRANI		LATITUD			17° 17' 24,5"			DEPARTAMENTO			TACNA		
		LONGITUD			70° 20' 17,8"			PROVINCIA			CANDARAVE		
		ALTITUD			3443,00 msnm			DISTRITO			CAIRANI		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom
1980	18,10	18,10	18,10	18,10	18,11	18,11	18,11	18,11	18,12	18,12	18,12	18,13	18,11
1981	18,05	17,62	18,99	18,31	17,90	17,54	17,32	16,70	17,66	18,55	19,09	19,06	18,07
1982	17,86	18,30	18,75	19,04	17,78	17,33	18,35	18,29	18,24	19,10	19,76	19,73	18,55
1983	21,04	20,99	20,65	19,60	18,04	17,32	17,46	18,02	17,19	19,22	19,75	18,51	18,98
1984	16,00	17,42	17,84	17,94	17,70	16,69	16,92	16,89	17,89	18,44	18,07	18,02	17,48
1985	17,57	17,52	18,97	17,73	17,75	17,34	16,73	18,21	18,10	19,46	18,40	17,53	17,94
1986	17,77	16,49	18,21	18,39	17,17	17,71	16,69	17,60	18,25	18,92	19,83	18,74	17,98
1987	17,92	20,77	20,15	19,46	18,08	17,61	17,65	19,14	19,40	19,66	20,15	20,07	19,17
1988	18,14	19,39	18,62	18,61	17,87	17,14	17,51	19,06	18,24	19,41	20,11	18,11	18,52
1989	18,51	16,84	17,79	18,15	17,73	17,28	17,06	17,92	18,05	19,40	19,45	18,67	18,07
1990	18,93	18,84	20,05	19,12	17,75	16,37	16,72	18,22	18,74	19,06	19,33	18,11	18,43
1991	18,20	19,04	18,89	18,97	18,91	17,26	17,51	18,56	18,32	19,75	19,41	19,06	18,66
1992	19,21	19,63	20,54	19,40	18,37	17,41	16,99	16,93	18,02	19,03	19,27	18,79	18,63
1993	17,08	18,11	18,62	18,81	17,26	17,94	17,31	17,70	18,04	19,46	19,43	18,64	18,20
1994	18,06	17,96	19,05	18,65	18,36	17,57	17,75	18,69	19,65	19,76	19,62	19,46	18,72
1995	19,48	19,50	18,73	19,40	18,38	17,89	17,50	18,65	18,61	19,66	19,51	18,71	18,83
1996	17,48	18,10	18,95	18,70	17,91	16,87	17,64	17,84	18,97	19,65	19,11	18,92	18,35
1997	17,18	18,07	18,62	18,58	18,27	17,05	18,77	18,00	17,91	19,94	19,85	20,50	18,56
1998	20,41	20,66	21,12	20,71	19,33	18,05	18,45	18,50	19,01	19,67	19,57	18,53	19,50
1999	19,07	16,34	17,35	18,45	17,67	16,88	16,89	18,34	18,21	19,24	19,38	18,52	18,03
2000	16,94	16,77	18,16	19,30	18,50	16,60	16,63	18,03	18,70	19,43	19,52	18,89	18,12
2001	17,57	17,84	18,09	19,01	17,60	17,41	17,61	18,46	18,73	19,97	19,95	19,80	18,50
2002	20,15	17,95	19,09	18,40	18,47	17,95	16,27	18,50	18,74	20,01	20,12	19,74	18,78
2003	20,24	19,37	19,18	19,21	18,54	18,45	17,85	18,12	18,71	20,19	20,68	19,92	19,21
2004	18,28	19,08	21,13	18,99	18,07	17,73	16,74	17,73	19,45	19,86	20,40	20,12	18,97
2005	19,55	19,40	19,99	20,11	18,87	18,41	18,32	19,18	18,24	19,47	20,32	19,05	19,24
2006	18,77	19,21	19,28	19,08	18,65	18,13	18,71	18,66	19,14	19,90	20,87	20,04	19,20
2007	20,85	19,45	19,15	19,29	18,01	18,45	17,09	18,13	19,37	19,89	20,35	19,14	19,10
2008	17,87	18,59	19,63	18,85	17,92	17,85	18,17	18,41	19,38	20,02	20,68	18,85	18,85
2009	20,20	18,74	19,53	19,81	18,40	18,03	17,59	18,95	19,65	20,59	20,53	19,90	19,33
2010	20,17	20,90	20,69	20,39	18,52	18,26	17,47	18,88	18,81	18,93	19,16	17,66	19,15
2011	17,69	17,11	17,66	18,94	18,52	17,48	16,62	18,45	19,40	19,27	20,25	18,69	18,34
2012	18,26	17,97	19,73	18,39	18,91	17,91	18,55	18,95	19,77	19,76	20,22	17,65	18,84
2013	19,61	18,87	19,59	20,00	18,14	17,48	17,87	18,17	19,68	19,58	20,19	19,27	19,04
2014	19,36	20,09	19,38	19,82	18,18	18,90	18,05	18,37	18,66	20,44	20,14	19,82	19,27
2015	19,71	18,65	19,29	19,08	18,33	19,35	18,19	19,30	19,77	20,16	20,98	20,96	19,48
2016	21,53	20,76	21,15	20,16	19,35	18,47	18,60	19,13	20,19	20,10	20,61	19,83	19,99
2017	19,34	19,34	19,34	19,35	19,35	19,35	19,36	19,36	19,36	19,36	19,37	19,37	19,35
2018	19,37	19,37	19,38	19,38	19,38	19,39	19,39	19,39	19,39	19,40	19,40	19,40	19,39
2019	19,41	19,41	19,41	19,41	19,42	19,42	19,42	19,43	19,43	19,43	19,43	19,44	19,42

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 62*Temperatura máxima media mensual (°C) - Estación Candarave*

TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA (°C) - REGISTRO HISTÓRICO													
ESTACION CANDARAVE	LATITUD		17° 17' 26,2"		DEPARTAMENTO			TACNA					
	LONGITUD		70° 16' 02,18"		PROVINCIA			CANDARAVE					
	ALTITUD		3415 msnm		DISTRITO			CANDARAVE					
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	18,53	18,53	18,53	18,54	18,54	18,54	18,55	18,55	18,55	18,55	18,56	18,56	18,54
1981	18,46	17,58	19,17	18,90	18,47	18,37	17,89	17,23	18,66	19,87	19,87	19,50	18,66
1982	18,00	18,53	18,79	19,52	18,30	17,93	18,87	19,43	18,47	19,87	20,29	20,28	19,02
1983	20,94	20,16	20,88	20,82	19,50	18,34	18,83	19,08	17,83	19,76	20,42	19,19	19,65
1984	16,28	17,33	18,08	18,90	18,33	17,27	17,73	17,61	18,58	18,75	18,56	18,36	17,98
1985	17,53	17,37	19,08	18,28	18,09	17,57	17,20	18,74	18,57	20,05	18,68	17,96	18,26
1986	17,85	16,52	18,25	18,88	17,48	17,69	16,77	18,39	18,43	19,46	20,13	19,10	18,25
1987	18,03	20,31	20,08	20,02	18,51	18,14	18,35	19,97	20,07	20,24	20,57	20,55	19,57
1988	18,61	19,52	19,09	19,24	18,55	17,70	18,03	19,73	18,67	19,76	20,48	18,71	19,01
1989	18,37	16,81	17,99	18,70	18,25	17,84	17,66	19,00	18,92	19,97	19,88	18,71	18,51
1990	18,59	18,40	19,86	19,39	17,77	16,95	17,25	18,79	19,36	19,61	19,73	18,78	18,70
1991	18,24	18,92	18,99	19,50	19,27	17,74	18,09	19,12	18,79	19,85	19,67	19,50	18,97
1992	19,02	19,19	20,27	20,13	18,82	18,09	17,76	17,66	18,74	19,54	19,64	19,23	19,01
1993	17,23	18,12	18,63	19,44	17,97	18,57	17,89	18,52	18,81	20,24	20,08	19,27	18,73
1994	18,19	17,95	19,02	19,18	18,73	17,98	18,26	19,30	20,04	20,28	20,07	19,80	19,07
1995	19,53	19,34	18,85	19,90	18,94	18,41	18,18	19,49	19,32	20,36	20,10	19,14	19,30
1996	17,88	18,28	19,44	19,19	18,30	17,40	18,02	18,53	19,44	20,17	19,42	19,24	18,78
1997	17,24	17,83	18,76	19,10	18,70	17,94	19,44	19,15	19,23	20,61	20,93	20,93	19,15
1998	20,45	20,55	21,22	21,20	19,98	18,56	19,02	19,23	19,72	20,20	20,00	19,35	19,96
1999	18,93	16,77	18,58	18,79	18,24	17,62	17,46	19,05	18,91	19,58	19,67	19,09	18,56
2000	17,09	16,90	18,39	19,73	18,85	16,96	17,25	18,66	19,38	19,77	19,70	19,20	18,49
2001	17,54	17,67	18,26	19,25	18,01	17,82	18,08	18,71	19,12	20,30	20,29	19,91	18,75
2002	19,79	17,83	19,16	18,62	18,83	18,22	16,64	18,80	19,28	20,21	20,40	19,96	18,98
2003	19,83	19,19	19,21	19,58	19,02	18,84	18,26	18,79	19,15	20,72	20,93	20,25	19,48
2004	18,42	19,01	20,74	19,67	18,52	18,20	17,44	18,20	19,99	20,34	20,88	20,53	19,33
2005	19,45	18,96	20,09	20,36	19,18	18,91	18,80	19,76	18,62	19,75	20,57	19,52	19,50
2006	18,45	19,02	19,36	19,56	18,97	18,55	19,27	19,40	19,80	20,42	20,75	20,33	19,49
2007	20,51	19,25	19,17	19,76	18,54	19,04	17,71	18,66	19,62	20,28	20,63	19,58	19,40
2008	18,40	18,95	19,65	19,62	18,50	18,55	19,31	19,44	20,11	20,54	21,18	19,26	19,46
2009	19,89	18,81	19,66	20,29	18,93	18,80	18,16	19,64	20,12	20,91	20,86	20,22	19,69
2010	19,94	20,61	20,70	20,72	18,98	18,88	18,24	19,77	20,12	19,85	20,07	18,57	19,70
2011	18,56	17,18	18,57	19,62	19,13	18,09	17,68	19,24	19,96	19,95	20,94	19,27	19,02
2012	18,55	17,83	19,79	19,19	19,42	18,34	19,05	19,37	20,30	20,32	20,72	18,73	19,30
2013	19,43	18,88	19,76	20,33	18,67	17,87	18,35	18,82	20,27	20,17	20,65	19,73	19,41
2014	19,25	20,04	19,74	20,00	18,80	19,26	18,57	19,15	19,16	20,65	20,82	20,14	19,63
2015	19,49	18,69	19,48	19,57	18,89	20,00	18,85	19,84	20,77	20,68	21,52	21,19	19,91
2016	21,23	20,36	21,33	20,48	19,83	19,06	19,28	19,90	20,88	20,68	20,96	20,41	20,37
2017	19,73	19,73	19,73	19,74	19,74	19,74	19,74	19,75	19,75	19,75	19,76	19,76	19,74
2018	19,76	19,76	19,77	19,77	19,77	19,77	19,78	19,78	19,78	19,78	19,79	19,79	19,78
2019	19,79	19,80	19,80	19,80	19,80	19,81	19,81	19,81	19,81	19,82	19,82	19,82	19,81

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 63*Temperatura máxima media mensual (°C) – Estación Sitajara*

TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA (°C) - REGISTRO HISTÓRICO													
ESTACION SITAJARA	LATITUD		17° 21' 15,9"		DEPARTAMENTO					TACNA			
	LONGITUD		70° 07' 56,2"		PROVINCIA					TARATA			
	ALTITUD		3166,00 msnm		DISTRITO					SITAJARA			
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	19,62	19,63	19,63	19,63	19,63	19,64	19,64	19,64	19,64	19,65	19,65	19,65	19,64
1981	19,46	18,89	20,38	20,49	19,79	19,99	19,10	18,59	19,39	20,28	20,10	20,24	19,73
1982	19,07	19,83	19,95	21,01	19,64	19,74	20,12	20,84	19,34	20,24	20,56	21,05	20,12
1983	21,83	21,04	22,10	22,51	20,95	20,22	20,03	20,35	18,41	20,11	20,65	19,96	20,68
1984	17,50	18,65	19,33	20,54	19,61	18,95	19,07	18,92	19,30	18,98	18,82	19,14	19,07
1985	18,43	18,67	20,25	19,84	19,37	19,37	18,48	19,91	19,22	20,36	18,86	18,76	19,29
1986	18,91	17,87	19,46	20,53	19,00	19,15	18,01	19,75	18,98	19,76	20,28	19,85	19,30
1987	19,06	21,28	21,16	21,51	19,80	19,88	19,70	21,24	20,72	20,57	20,75	21,25	20,58
1988	19,63	20,75	20,35	20,90	19,95	19,34	19,26	20,97	19,18	20,02	20,63	19,52	20,04
1989	19,36	18,38	19,27	20,27	19,53	19,63	18,98	20,45	19,59	20,28	20,08	19,44	19,60
1990	19,53	19,54	20,90	20,87	19,09	18,87	18,58	20,08	20,14	19,96	19,93	19,59	19,76
1991	19,22	20,11	20,21	21,05	20,58	19,53	19,39	20,28	19,51	20,13	19,83	20,28	20,01
1992	19,95	20,29	21,30	21,60	20,28	19,92	19,07	19,11	19,44	19,90	19,88	19,97	20,06
1993	18,49	19,42	19,79	21,03	19,13	20,27	19,21	20,00	19,62	20,71	20,29	20,08	19,84
1994	19,26	19,24	20,18	20,77	20,05	19,71	19,50	20,50	20,81	20,62	20,28	20,50	20,12
1995	20,51	20,51	20,06	21,38	20,22	20,21	19,48	20,59	20,03	20,73	20,35	19,86	20,33
1996	18,98	19,58	20,57	20,64	19,60	19,05	19,22	19,82	20,05	20,46	19,58	19,97	19,79
1997	18,34	19,09	19,97	20,71	20,22	19,89	20,74	20,79	20,09	20,79	20,96	21,51	20,26
1998	21,36	21,70	22,33	22,59	21,13	20,28	20,13	20,49	20,27	20,47	20,20	20,18	20,93
1999	19,82	18,53	19,96	20,28	19,54	19,36	18,71	20,32	19,63	19,95	19,89	19,90	19,66
2000	18,26	18,35	19,66	21,21	20,05	18,64	18,49	19,94	20,06	20,13	20,18	19,93	19,58
2001	18,62	19,03	19,61	20,78	19,32	19,40	19,39	19,96	19,65	20,59	20,43	20,50	19,77
2002	20,57	19,12	20,38	20,07	20,22	19,80	18,08	20,10	20,00	20,49	20,56	20,63	20,00
2003	20,57	20,37	20,39	21,03	20,32	20,53	19,48	20,10	19,77	21,02	21,10	20,95	20,47
2004	19,63	20,28	21,77	21,24	19,64	19,79	18,77	19,41	20,58	20,66	21,07	21,25	20,34
2005	20,42	20,02	21,17	21,65	20,31	20,63	20,03	20,99	19,15	19,97	20,70	20,29	20,44
2006	19,46	20,26	20,57	21,09	20,23	20,30	20,59	20,72	20,48	20,76	20,89	21,00	20,53
2007	21,33	20,44	20,36	21,27	19,74	20,60	19,02	19,63	19,98	20,37	20,67	20,25	20,30
2008	19,50	20,26	20,81	21,11	19,74	19,97	20,35	20,69	20,66	20,77	21,33	19,99	20,43
2009	20,72	20,08	20,84	21,81	20,32	20,43	19,38	20,85	20,64	21,07	21,07	20,86	20,67
2010	20,81	21,71	21,79	22,07	20,22	20,37	19,30	20,91	20,60	20,16	20,34	19,42	20,64
2011	19,60	18,56	19,73	21,21	20,40	19,78	18,98	20,49	20,59	20,32	21,08	19,99	20,06
2012	19,50	19,13	20,97	20,94	20,75	20,15	20,22	20,49	20,93	20,61	20,87	19,60	20,35
2013	20,26	20,12	20,90	21,59	19,95	19,62	19,58	19,97	20,89	20,46	20,75	20,45	20,38
2014	20,20	21,21	20,93	21,24	20,07	20,54	19,78	20,47	19,73	20,83	20,90	20,67	20,55
2015	20,25	19,93	20,73	21,19	20,27	21,61	20,06	21,15	21,59	20,97	21,61	21,77	20,93
2016	22,00	21,45	22,40	21,89	21,12	20,74	20,56	21,22	21,51	21,05	21,12	21,16	21,35
2017	20,69	20,69	20,69	20,70	20,70	20,70	20,70	20,71	20,71	20,71	20,71	20,72	20,70
2018	20,72	20,72	20,72	20,73	20,73	20,73	20,73	20,73	20,74	20,74	20,74	20,74	20,73
2019	20,75	20,75	20,75	20,75	20,76	20,76	20,76	20,76	20,77	20,77	20,77	20,77	20,76

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 64*Temperatura máxima media mensual (°C) - Estación Talabaya (Pisco)*

TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA (°C) - REGISTRO HISTÓRICO													
ESTACION TALABAYA	LATITUD		17° 33' 4,5"			DEPARTAMENTO			TACNA				
	LONGITUD		69° 59' 15,6"			PROVINCIA			TARATA				
	ALTITUD		3409,00 msnm			DISTRITO			ESTIQUE PUEBLO				
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	17,47	17,47	17,47	17,48	17,48	17,48	17,48	17,49	17,49	17,49	17,50	17,50	17,48
1981	15,99	15,39	17,17	17,68	18,03	18,91	17,91	17,54	17,63	18,27	18,17	17,62	17,52
1982	15,69	16,30	16,89	18,40	17,87	18,61	18,92	19,32	17,93	18,64	18,76	18,36	17,98
1983	19,00	18,51	18,92	19,21	18,42	18,63	18,26	19,00	16,94	18,65	18,78	17,10	18,45
1984	13,69	15,12	15,99	17,46	17,85	17,96	17,63	17,79	17,72	17,72	16,95	16,44	16,86
1985	15,27	15,18	17,15	17,04	17,78	18,47	17,28	19,03	17,82	18,91	17,15	15,93	17,25
1986	15,55	14,14	16,28	17,68	17,16	18,76	17,05	18,55	17,86	18,35	18,72	17,23	17,28
1987	15,76	18,60	18,29	18,85	18,13	18,84	18,32	20,10	19,25	19,12	19,07	18,72	18,59
1988	16,15	17,39	16,88	17,99	18,01	18,35	18,08	19,97	17,97	18,78	19,07	16,67	17,94
1989	16,24	14,52	15,88	17,50	17,83	18,58	17,67	19,01	17,96	18,89	18,34	17,07	17,46
1990	16,64	16,55	18,15	18,36	17,62	17,69	17,28	19,07	18,54	18,48	18,22	16,67	17,77
1991	16,10	16,92	17,01	18,30	18,95	18,50	18,09	19,37	18,07	19,07	18,26	17,59	18,02
1992	16,91	17,36	18,63	18,85	18,45	18,82	17,66	17,83	17,87	18,44	18,14	17,33	18,03
1993	14,83	15,93	16,65	18,19	17,42	19,21	17,94	18,67	17,90	18,96	18,44	17,24	17,62
1994	15,91	15,78	17,14	17,98	18,39	18,79	18,31	19,58	19,40	19,21	18,54	17,97	18,08
1995	17,39	17,37	16,84	18,75	18,44	19,17	18,10	19,57	18,45	19,18	18,50	17,20	18,25
1996	15,41	15,96	17,32	18,06	17,95	18,01	18,13	18,75	18,72	19,14	17,95	17,42	17,74
1997	14,90	15,71	16,68	17,86	18,32	18,46	19,40	19,13	18,00	19,45	19,01	19,16	18,01
1998	18,41	18,66	19,41	20,13	19,48	19,29	19,04	19,44	18,87	19,10	18,50	17,28	18,97
1999	16,96	14,26	15,85	17,71	17,79	18,16	17,47	19,23	18,07	18,57	18,27	17,19	17,46
2000	14,78	14,53	16,34	18,68	18,56	17,72	17,20	18,90	18,55	18,76	18,35	17,39	17,48
2001	15,28	15,51	16,18	18,24	17,66	18,54	18,15	19,21	18,46	19,34	18,89	18,28	17,81
2002	17,96	15,69	17,19	17,62	18,51	19,09	16,80	19,26	18,52	19,32	19,01	18,25	18,10
2003	18,02	17,23	17,26	18,50	18,63	19,69	18,40	19,00	18,46	19,64	19,62	18,54	18,58
2004	16,03	16,85	19,18	18,39	18,09	18,93	17,39	18,55	19,27	19,31	19,41	18,74	18,35
2005	17,35	17,10	18,24	19,36	18,87	19,66	18,87	20,04	17,96	18,81	19,21	17,65	18,59
2006	16,40	17,02	17,45	18,42	18,68	19,39	19,34	19,60	18,98	19,35	19,59	18,61	18,57
2007	18,73	17,25	17,26	18,64	18,08	19,65	17,70	18,94	19,06	19,33	19,28	17,77	18,47
2008	15,91	16,64	17,77	18,32	18,04	19,02	18,98	19,42	19,27	19,48	19,75	17,33	18,33
2009	18,05	16,66	17,73	19,16	18,52	19,26	18,15	19,80	19,43	19,96	19,44	18,48	18,72
2010	18,02	18,81	18,92	19,73	18,57	19,46	18,06	19,78	18,88	18,52	18,35	16,33	18,62
2011	15,83	14,84	16,01	18,37	18,64	18,71	17,36	19,36	19,21	18,79	19,33	17,27	17,81
2012	16,15	15,67	17,82	17,80	18,98	19,10	19,06	19,69	19,58	19,21	19,18	16,36	18,22
2013	17,37	16,67	17,82	19,25	18,23	18,70	18,43	18,98	19,48	19,01	19,22	17,76	18,41
2014	17,18	17,94	17,64	19,03	18,30	19,90	18,55	19,30	18,37	19,73	19,21	18,38	18,63
2015	17,46	16,51	17,48	18,36	18,41	20,55	18,74	20,13	19,71	19,56	19,99	19,51	18,87
2016	19,44	18,58	19,49	19,43	19,38	19,66	19,22	20,05	20,05	19,56	19,49	18,45	19,40
2017	18,75	18,76	18,76	18,76	18,77	18,77	18,77	18,78	18,78	18,78	18,78	18,79	18,77
2018	18,79	18,79	18,80	18,80	18,80	18,80	18,81	18,81	18,81	18,82	18,82	18,82	18,81
2019	18,82	18,83	18,83	18,83	18,84	18,84	18,84	18,84	18,85	18,85	18,85	18,86	18,84

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 65*Temperatura máxima media mensual (°C) - Estación Susapaya*

TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA (°C) - REGISTRO HISTÓRICO													
ESTACION SUSAPAYA	LATITUD		17° 21' 13"		DEPARTAMENTO					TACNA			
	LONGITUD		70° 01' 53"		PROVINCIA					TARATA			
	ALTITUD		3309,00 msnm		DISTRITO					SUSAPAYA			
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	19,62	19,63	19,63	19,63	19,63	19,64	19,64	19,64	19,64	19,65	19,65	19,65	19,64
1981	19,46	18,89	20,38	20,49	19,79	19,99	19,10	18,59	19,39	20,28	20,10	20,24	19,73
1982	19,07	19,83	19,95	21,01	19,64	19,74	20,12	20,84	19,34	20,24	20,56	21,05	20,12
1983	21,83	21,04	22,10	22,51	20,95	20,22	20,03	20,35	18,41	20,11	20,65	19,96	20,68
1984	17,50	18,65	19,33	20,54	19,61	18,95	19,07	18,92	19,30	18,98	18,82	19,14	19,07
1985	18,43	18,67	20,25	19,84	19,37	19,37	18,48	19,91	19,22	20,36	18,86	18,76	19,29
1986	18,91	17,87	19,46	20,53	19,00	19,15	18,01	19,75	18,98	19,76	20,28	19,85	19,30
1987	19,06	21,28	21,16	21,51	19,80	19,88	19,70	21,24	20,72	20,57	20,75	21,25	20,58
1988	19,63	20,75	20,35	20,90	19,95	19,34	19,26	20,97	19,18	20,02	20,63	19,52	20,04
1989	19,36	18,38	19,27	20,27	19,53	19,63	18,98	20,45	19,59	20,28	20,08	19,44	19,60
1990	19,53	19,54	20,90	20,87	19,09	18,87	18,58	20,08	20,14	19,96	19,93	19,59	19,76
1991	19,22	20,11	20,21	21,05	20,58	19,53	19,39	20,28	19,51	20,13	19,83	20,28	20,01
1992	19,95	20,29	21,30	21,60	20,28	19,92	19,07	19,11	19,44	19,90	19,88	19,97	20,06
1993	18,49	19,42	19,79	21,03	19,13	20,27	19,21	20,00	19,62	20,71	20,29	20,08	19,84
1994	19,26	19,24	20,18	20,77	20,05	19,71	19,50	20,50	20,81	20,62	20,28	20,50	20,12
1995	20,51	20,51	20,06	21,38	20,22	20,21	19,48	20,59	20,03	20,73	20,35	19,86	20,33
1996	18,98	19,58	20,57	20,64	19,60	19,05	19,22	19,82	20,05	20,46	19,58	19,97	19,79
1997	18,34	19,09	19,97	20,71	20,22	19,89	20,74	20,79	20,09	20,79	20,96	21,51	20,26
1998	21,36	21,70	22,33	22,59	21,13	20,28	20,13	20,49	20,27	20,47	20,20	20,18	20,93
1999	19,82	18,53	19,96	20,28	19,54	19,36	18,71	20,32	19,63	19,95	19,89	19,90	19,66
2000	18,26	18,35	19,66	21,21	20,05	18,64	18,49	19,94	20,06	20,13	20,18	19,93	19,58
2001	18,62	19,03	19,61	20,78	19,32	19,40	19,39	19,96	19,65	20,59	20,43	20,50	19,77
2002	20,57	19,12	20,38	20,07	20,22	19,80	18,08	20,10	20,00	20,49	20,56	20,63	20,00
2003	20,57	20,37	20,39	21,03	20,32	20,53	19,48	20,10	19,77	21,02	21,10	20,95	20,47
2004	19,63	20,28	21,77	21,24	19,64	19,79	18,77	19,41	20,58	20,66	21,07	21,25	20,34
2005	20,42	20,02	21,17	21,65	20,31	20,63	20,03	20,99	19,15	19,97	20,70	20,29	20,44
2006	19,46	20,26	20,57	21,09	20,23	20,30	20,59	20,72	20,48	20,76	20,89	21,00	20,53
2007	21,33	20,44	20,36	21,27	19,74	20,60	19,02	19,63	19,98	20,37	20,67	20,25	20,30
2008	19,50	20,26	20,81	21,11	19,74	19,97	20,35	20,69	20,66	20,77	21,33	19,99	20,43
2009	20,72	20,08	20,84	21,81	20,32	20,43	19,38	20,85	20,64	21,07	21,07	20,86	20,67
2010	20,81	21,71	21,79	22,07	20,22	20,37	19,30	20,91	20,60	20,16	20,34	19,42	20,64
2011	19,60	18,56	19,73	21,21	20,40	19,78	18,98	20,49	20,59	20,32	21,08	19,99	20,06
2012	19,50	19,13	20,97	20,94	20,75	20,15	20,22	20,49	20,93	20,61	20,87	19,60	20,35
2013	20,26	20,12	20,90	21,59	19,95	19,62	19,58	19,97	20,89	20,46	20,75	20,45	20,38
2014	20,20	21,21	20,93	21,24	20,07	20,54	19,78	20,47	19,73	20,83	20,90	20,67	20,55
2015	20,25	19,93	20,73	21,19	20,27	21,61	20,06	21,15	21,59	20,97	21,61	21,77	20,93
2016	22,00	21,45	22,40	21,89	21,12	20,74	20,56	21,22	21,51	21,05	21,12	21,16	21,35
2017	20,69	20,69	20,69	20,70	20,70	20,70	20,70	20,71	20,71	20,71	20,71	20,72	20,70
2018	20,72	20,72	20,72	20,73	20,73	20,73	20,73	20,73	20,74	20,74	20,74	20,74	20,73
2019	20,75	20,75	20,75	20,75	20,76	20,76	20,76	20,76	20,77	20,77	20,77	20,77	20,76

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 66*Temperatura máxima media mensual (°C) – Estación Toquela*

TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA (°C) - REGISTRO HISTÓRICO													
ESTACION TOQUELA	LATITUD		17° 38' 40,7"			DEPARTAMENTO					TACNA		
	LONGITUD		69° 56' 20,8"			PROVINCIA					TACNA		
	ALTITUD		3445,00 msnm			DISTRITO					PACHIA		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	18,08	18,08	18,08	18,08	18,09	18,09	18,09	18,09	18,10	18,10	18,10	18,11	18,09
1981	17,47	16,75	18,52	18,55	18,33	18,83	17,90	17,41	18,07	18,86	18,80	18,54	18,17
1982	17,11	17,67	18,19	19,20	18,16	18,43	18,91	19,40	18,13	19,09	19,40	19,33	18,58
1983	20,23	19,60	20,24	20,22	19,01	18,60	18,48	19,03	17,23	19,00	19,39	18,09	19,09
1984	15,24	16,51	17,38	18,39	18,13	17,77	17,69	17,71	18,01	18,03	17,54	17,38	17,48
1985	16,63	16,56	18,46	17,88	18,01	18,24	17,26	18,90	18,07	19,26	17,72	16,91	17,82
1986	16,95	15,59	17,62	18,51	17,41	18,39	16,93	18,48	18,04	18,69	19,24	18,15	17,83
1987	17,19	19,78	19,53	19,65	18,38	18,65	18,33	20,05	19,53	19,47	19,63	19,60	19,15
1988	17,62	18,70	18,31	18,86	18,34	18,14	18,04	19,84	18,14	19,05	19,59	17,63	18,52
1989	17,58	15,92	17,31	18,33	18,11	18,39	17,69	19,04	18,28	19,23	18,91	17,81	18,05
1990	17,91	17,72	19,34	19,08	17,73	17,50	17,27	18,95	18,83	18,83	18,78	17,66	18,30
1991	17,38	18,17	18,35	19,12	19,18	18,29	18,08	19,25	18,32	19,29	18,78	18,51	18,56
1992	18,23	18,55	19,82	19,66	18,67	18,65	17,71	17,77	18,18	18,80	18,71	18,24	18,58
1993	16,27	17,30	17,99	19,06	17,71	19,04	17,92	18,61	18,23	19,41	19,08	18,22	18,24
1994	17,32	17,13	18,44	18,82	18,63	18,56	18,29	19,46	19,65	19,55	19,11	18,86	18,65
1995	18,72	18,62	18,19	19,53	18,72	18,96	18,09	19,47	18,75	19,54	19,10	18,12	18,82
1996	16,85	17,37	18,68	18,83	18,19	17,83	18,07	18,66	18,95	19,45	18,48	18,32	18,31
1997	16,32	17,07	18,07	18,72	18,64	18,35	19,43	19,22	18,48	19,82	19,77	20,03	18,66
1998	19,69	19,87	20,66	20,87	19,79	19,10	19,01	19,32	19,13	19,44	19,06	18,24	19,51
1999	18,19	15,75	17,58	18,49	18,08	18,02	17,47	19,15	18,37	18,89	18,75	18,10	18,07
2000	16,19	15,99	17,72	19,45	18,78	17,48	17,22	18,79	18,83	19,10	18,79	18,27	18,05
2001	16,71	16,90	17,58	19,00	17,92	18,33	18,14	19,02	18,66	19,62	19,37	19,06	18,36
2002	19,13	17,04	18,54	18,36	18,77	18,83	16,77	19,08	18,79	19,60	19,54	19,10	18,63
2003	19,21	18,48	18,60	19,27	18,92	19,45	18,35	18,93	18,70	19,99	20,10	19,39	19,11
2004	17,47	18,18	20,34	19,23	18,37	18,75	17,43	18,42	19,56	19,63	19,96	19,63	18,91
2005	18,65	18,30	19,49	20,07	19,07	19,45	18,84	19,91	18,16	19,09	19,71	18,56	19,11
2006	17,73	18,30	18,76	19,22	18,91	19,16	19,34	19,52	19,27	19,69	20,03	19,45	19,12
2007	19,91	18,52	18,59	19,44	18,35	19,45	17,69	18,76	19,24	19,61	19,79	18,63	19,00
2008	17,44	18,07	19,09	19,16	18,32	18,90	19,12	19,41	19,56	19,82	20,27	18,26	18,95
2009	19,28	18,02	19,05	19,98	18,80	19,15	18,15	19,71	19,64	20,21	19,97	19,32	19,27
2010	19,25	20,00	20,14	20,44	18,82	19,26	18,06	19,71	19,29	18,93	18,96	17,37	19,19
2011	17,37	16,28	17,59	19,22	18,94	18,52	17,46	19,27	19,48	19,16	19,91	18,24	18,45
2012	17,58	17,05	19,20	18,75	19,30	18,90	19,06	19,52	19,83	19,54	19,73	17,49	18,83
2013	18,66	18,04	19,10	19,96	18,49	18,47	18,41	18,89	19,74	19,37	19,74	18,72	18,97
2014	18,49	19,20	18,97	19,72	18,60	19,66	18,54	19,23	18,63	20,01	19,81	19,20	19,17
2015	18,75	17,85	18,83	19,24	18,73	20,41	18,76	20,00	20,11	19,89	20,55	20,35	19,46
2016	20,57	19,75	20,71	20,17	19,65	19,50	19,23	19,98	20,35	19,94	20,02	19,39	19,94
2017	19,27	19,28	19,28	19,28	19,28	19,29	19,29	19,29	19,30	19,30	19,30	19,30	19,29
2018	19,31	19,31	19,31	19,31	19,32	19,32	19,32	19,33	19,33	19,33	19,33	19,34	19,32
2019	19,34	19,34	19,34	19,35	19,35	19,35	19,36	19,36	19,36	19,36	19,37	19,37	19,35

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 67*Temperatura máxima media mensual (°C) – Estación Tarata*

TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA (°C) - REGISTRO HISTÓRICO													
ESTACION TARATA	LATITUD		17° 28' 07,6"					DEPARTAMENTO			TACNA		
	LONGITUD		70° 02' 01,8"					PROVINCIA			TARATA		
	ALTITUD		3100,00 msnm					DISTRITO			TARATA		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	19,85	19,85	19,86	19,86	19,86	19,86	19,87	19,87	19,87	19,87	19,88	19,88	19,87
1981	19,22	18,47	19,96	20,39	20,55	21,08	20,01	19,35	20,09	20,67	20,03	20,17	20,00
1982	18,72	19,46	19,54	20,89	20,34	20,63	21,10	21,63	19,75	20,72	20,70	21,01	20,38
1983	21,54	20,86	21,66	22,34	21,83	21,04	21,18	21,16	19,10	20,42	20,68	19,83	20,97
1984	17,02	18,28	18,89	20,35	20,39	19,90	20,02	19,69	19,74	19,43	18,83	19,06	19,30
1985	18,15	18,30	19,84	19,70	20,16	20,29	19,44	20,73	19,79	20,73	18,92	18,65	19,56
1986	18,54	17,47	19,03	20,31	19,69	20,17	18,97	20,56	19,56	20,11	20,34	19,76	19,54
1987	18,84	21,16	20,81	21,34	20,51	20,79	20,70	22,06	21,28	20,92	20,83	21,17	20,87
1988	19,36	20,41	19,92	20,71	20,73	20,23	20,24	21,73	19,74	20,36	20,70	19,35	20,29
1989	19,02	17,62	18,82	20,11	20,26	20,49	19,91	21,27	20,16	20,62	20,14	19,17	19,80
1990	19,23	19,19	20,54	20,66	19,64	19,77	19,53	20,92	20,60	20,32	20,00	19,44	19,99
1991	18,83	19,79	19,78	20,89	21,34	20,44	20,34	21,07	20,02	20,42	19,91	20,17	20,25
1992	19,65	19,99	20,98	21,40	20,73	20,88	20,06	19,88	19,95	20,25	19,92	19,86	20,29
1993	17,86	19,05	19,34	20,87	19,83	21,18	20,18	20,67	20,06	21,00	20,39	19,97	20,03
1994	18,91	18,87	19,79	20,59	20,82	20,66	20,45	21,36	21,28	20,96	20,34	20,42	20,37
1995	20,21	20,20	19,62	21,20	20,87	21,12	20,43	21,48	20,57	21,02	20,38	19,77	20,57
1996	18,56	19,28	20,17	20,50	20,34	19,82	20,13	20,63	20,55	20,73	19,64	19,92	20,02
1997	17,95	18,75	19,56	20,53	20,87	20,74	21,77	21,52	20,55	21,32	21,28	21,55	20,53
1998	21,12	21,38	21,97	22,45	21,93	21,06	21,12	21,26	20,83	20,86	20,26	20,01	21,19
1999	19,52	17,79	19,72	20,18	20,26	20,15	19,67	21,09	20,18	20,36	19,86	19,73	19,88
2000	17,81	17,84	19,20	21,05	20,78	19,42	19,39	20,72	20,51	20,52	19,88	19,84	19,75
2001	18,28	18,60	19,03	20,63	20,07	20,26	20,29	20,84	20,27	20,96	20,46	20,46	20,01
2002	20,37	18,76	19,95	19,99	20,99	20,82	19,03	20,95	20,54	20,90	20,67	20,60	20,30
2003	20,50	20,06	19,98	20,90	21,12	21,46	20,48	20,88	20,38	21,37	21,17	20,87	20,76
2004	19,23	19,86	21,51	21,05	20,53	20,86	19,75	20,35	21,31	21,01	21,14	21,18	20,65
2005	20,10	19,80	20,78	21,64	21,09	21,54	20,98	21,83	19,84	20,43	20,81	20,19	20,75
2006	19,14	19,89	20,15	20,94	20,98	21,24	21,60	21,53	21,04	21,11	21,03	20,95	20,80
2007	21,16	20,14	19,98	21,15	20,54	21,45	19,99	20,57	20,91	20,94	20,93	20,20	20,66
2008	19,25	19,93	20,43	21,00	20,51	20,90	21,64	21,54	21,27	21,24	21,43	19,91	20,75
2009	20,57	19,77	20,44	21,67	21,02	21,21	20,35	21,63	21,20	21,46	21,14	20,81	20,94
2010	20,57	21,48	21,42	21,97	20,92	21,22	20,23	21,66	21,33	20,52	20,27	19,28	20,91
2011	19,22	18,10	19,31	21,03	21,15	20,58	19,94	21,30	21,26	20,63	21,15	19,91	20,30
2012	19,22	18,76	20,61	20,71	21,56	20,93	21,20	21,33	21,49	20,96	20,93	19,53	20,60
2013	20,11	19,78	20,48	21,55	20,65	20,57	20,58	20,80	21,46	20,85	20,88	20,45	20,68
2014	19,92	20,70	20,51	21,25	20,82	21,52	20,74	21,30	20,46	21,33	21,11	20,70	20,86
2015	20,15	19,58	20,23	21,09	21,02	22,45	20,95	21,94	22,10	21,36	21,77	21,86	21,21
2016	21,78	21,19	22,01	21,78	21,83	21,58	21,53	22,01	22,03	21,42	21,19	21,09	21,62
2017	20,96	20,96	20,97	20,97	20,97	20,97	20,98	20,98	20,98	20,98	20,99	20,99	20,98
2018	20,99	20,99	21,00	21,00	21,00	21,00	21,01	21,01	21,01	21,01	21,02	21,02	21,01
2019	21,02	21,02	21,03	21,03	21,03	21,03	21,04	21,04	21,04	21,04	21,05	21,05	21,04

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 68*Temperatura máxima media mensual (°C) - Estación Sama Grande*

TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA (°C) - REGISTRO HISTÓRICO													
ESTACION SAMA GRANDE		LATITUD			17° 47' 15,3"			DEPARTAMENTO			TACNA		
		LONGITUD			70° 29' 22,6"			PROVINCIA			TACNA		
		ALTITUD			529,00 msnm			DISTRITO			SAMA INCLAN		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	24,96	24,96	24,96	24,96	24,96	24,96	24,96	24,96	24,96	24,96	24,96	24,97	24,96
1981	27,75	28,47	27,89	25,78	23,77	22,00	21,17	21,10	22,59	24,43	25,94	27,10	24,83
1982	28,05	28,97	27,28	25,67	23,97	22,32	22,01	22,17	23,69	24,79	26,64	28,05	25,30
1983	29,53	29,44	29,40	27,45	24,72	23,10	21,82	22,20	22,57	24,40	26,49	27,45	25,72
1984	28,13	28,40	27,10	25,97	23,39	21,29	21,32	20,86	22,60	23,48	25,41	26,98	24,58
1985	27,87	28,32	27,69	25,16	23,20	22,42	20,81	21,15	22,25	24,44	25,09	26,41	24,57
1986	27,99	28,34	27,12	25,57	23,67	21,70	20,99	21,33	22,28	23,85	26,17	27,47	24,71
1987	28,67	29,68	28,33	26,45	24,14	22,39	21,86	22,46	23,52	24,41	26,28	27,79	25,50
1988	28,17	29,32	27,57	26,18	24,02	21,35	20,98	21,87	21,65	24,04	26,02	26,84	24,84
1989	27,98	29,10	27,27	25,58	23,33	22,04	21,27	21,80	22,20	24,07	25,93	27,11	24,81
1990	28,48	28,61	27,71	25,78	23,52	21,85	20,83	21,39	23,17	23,89	25,59	26,90	24,81
1991	28,55	28,94	27,86	26,02	24,54	22,38	21,45	21,45	22,69	24,23	25,72	27,36	25,10
1992	28,56	28,96	28,47	26,64	25,92	22,94	21,59	21,32	22,50	24,29	26,20	27,03	25,37
1993	28,51	28,91	27,43	26,39	24,28	22,76	21,61	21,95	23,22	24,58	25,86	27,19	25,22
1994	28,37	28,64	27,49	25,94	24,10	21,97	21,45	21,67	23,93	24,45	25,99	27,35	25,11
1995	28,91	29,19	27,55	26,09	24,05	22,68	21,64	21,65	23,03	24,53	26,07	26,72	25,17
1996	27,95	28,85	27,34	25,30	23,62	21,48	21,18	21,28	22,70	24,17	25,31	26,76	24,66
1997	27,85	28,70	27,90	26,27	25,59	22,81	22,78	23,34	22,88	24,85	25,97	27,42	25,53
1998	29,01	30,34	29,20	27,30	25,02	22,78	22,08	21,95	22,68	23,93	25,78	26,95	25,59
1999	27,98	28,53	27,59	25,05	23,41	21,73	20,75	21,70	22,66	23,68	25,29	27,00	24,62
2000	27,76	28,61	27,45	26,22	23,84	21,17	20,58	21,49	22,75	24,01	25,19	26,88	24,66
2001	28,11	29,08	27,96	25,88	23,41	21,29	21,29	21,28	22,01	24,17	25,57	26,77	24,73
2002	28,40	28,70	28,03	25,04	24,31	21,64	20,34	21,40	23,02	24,29	25,78	27,01	24,83
2003	27,98	29,18	27,85	25,76	23,84	22,26	21,25	21,76	22,41	24,87	26,20	27,50	25,07
2004	28,30	29,08	28,15	26,04	23,37	21,54	20,97	21,04	23,08	24,46	26,26	28,04	25,03
2005	28,85	28,27	27,79	25,85	23,50	22,48	21,87	22,12	21,80	23,38	25,69	27,26	24,91
2006	28,57	29,37	27,98	25,99	24,17	22,61	23,08	22,32	23,42	24,66	25,88	27,43	25,46
2007	29,09	29,01	27,75	26,18	23,20	21,84	21,19	20,90	21,30	23,22	25,15	26,67	24,62
2008	28,46	29,29	28,38	26,03	23,34	21,60	21,16	21,86	22,96	23,98	26,12	26,93	25,01
2009	28,58	29,18	28,19	26,98	24,90	22,95	21,36	22,07	22,76	24,53	26,63	27,50	25,47
2010	28,81	29,83	28,67	26,66	24,29	21,94	20,57	21,76	22,42	23,85	25,72	26,80	25,11
2011	28,10	28,98	27,67	26,40	24,23	22,34	20,79	21,63	22,96	24,35	26,25	27,06	25,06
2012	28,21	28,84	28,65	27,02	24,89	23,13	22,01	21,45	23,44	24,25	26,09	26,94	25,41
2013	28,09	29,37	28,08	26,05	24,02	22,07	21,55	21,37	23,36	24,13	25,90	27,27	25,10
2014	28,97	28,05	27,78	25,82	24,11	21,66	21,49	22,10	22,28	24,70	26,25	27,07	25,02
2015	28,08	29,10	28,72	26,92	24,69	23,44	22,06	22,45	24,35	24,71	26,27	27,72	25,71
2016	29,42	29,90	29,09	26,76	25,15	23,25	22,52	22,78	24,02	24,94	26,64	27,91	26,03
2017	25,22	25,23	25,23	25,23	25,23	25,23	25,23	25,23	25,23	25,23	25,23	25,23	25,23
2018	25,23	25,23	25,23	25,23	25,23	25,24	25,24	25,24	25,24	25,24	25,24	25,24	25,24
2019	25,24	25,24	25,24	25,24	25,24	25,24	25,24	25,24	25,24	25,24	25,25	25,25	25,24

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 69*Temperatura máxima media mensual (°C) - Estación Paucarani*

TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA (°C) - REGISTRO HISTÓRICO													
ESTACION PAUCARANI	LATITUD		17° 32' 3,71"		DEPARTAMENTO					TACNA			
	LONGITUD		69° 45' 53,97"		PROVINCIA					TACNA			
	ALTITUD		4550,00 msnm		DISTRITO					PALCA			
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	14,87	14,87	14,87	14,88	14,88	14,88	14,89	14,89	14,89	14,89	14,90	14,90	14,88
1981	13,83	13,41	15,02	14,40	14,93	15,32	14,44	13,91	15,17	16,55	16,95	15,77	14,97
1982	13,46	14,46	14,76	15,24	14,81	14,80	15,34	15,96	15,41	16,86	17,47	16,54	15,43
1983	16,93	16,45	16,87	16,25	15,57	14,97	14,86	15,72	14,48	16,90	17,55	15,21	15,98
1984	11,32	13,06	13,84	14,31	14,80	14,24	14,10	14,34	15,34	15,82	15,61	14,47	14,27
1985	12,95	13,13	15,02	13,74	14,64	14,57	13,65	15,69	15,27	17,13	15,72	13,91	14,62
1986	13,28	12,07	14,06	14,39	13,84	14,93	13,21	15,01	15,34	16,61	17,39	15,28	14,62
1987	13,56	16,69	16,17	15,79	15,09	15,05	14,60	16,75	16,88	17,42	17,77	16,94	16,06
1988	14,05	15,58	14,77	14,70	14,83	14,66	14,48	16,57	15,52	17,03	17,81	14,78	15,40
1989	13,91	12,45	13,63	14,23	14,78	14,87	14,13	15,52	15,58	17,18	17,03	15,20	14,88
1990	14,36	14,59	16,03	15,19	14,45	13,67	13,60	15,46	16,07	16,67	16,90	14,79	15,15
1991	13,97	15,06	14,84	15,06	15,75	14,63	14,45	16,06	15,57	17,24	16,91	15,73	15,44
1992	14,60	15,40	16,47	15,90	15,43	14,96	14,03	14,16	15,50	16,59	16,80	15,48	15,44
1993	12,54	13,98	14,37	14,89	14,26	15,41	14,23	15,06	15,42	17,15	17,16	15,38	14,99
1994	13,69	13,83	14,95	14,71	15,17	14,90	14,77	16,13	16,92	17,49	17,22	16,10	15,49
1995	15,25	15,49	14,66	15,65	15,42	15,30	14,48	16,17	16,01	17,51	17,23	15,30	15,71
1996	13,24	14,04	15,31	14,96	14,82	14,45	14,53	15,29	16,33	17,50	16,62	15,53	15,22
1997	12,59	13,63	14,44	14,46	15,03	14,58	15,67	15,58	15,60	17,72	17,82	17,41	15,38
1998	16,33	16,86	17,38	17,16	16,62	15,54	15,48	15,99	16,52	17,38	17,22	15,60	16,51
1999	14,83	12,38	13,84	14,42	14,73	14,56	13,94	15,86	15,60	16,68	17,02	15,42	14,94
2000	12,56	12,52	14,17	15,51	15,58	14,04	13,73	15,44	16,23	16,86	17,11	15,50	14,94
2001	12,92	13,45	13,94	14,95	14,58	14,99	14,57	15,59	16,05	17,56	17,64	16,45	15,22
2002	15,79	13,70	14,97	14,31	15,20	15,27	12,95	15,61	15,99	17,42	17,68	16,41	15,44
2003	15,85	15,35	15,04	15,31	15,49	15,89	14,79	15,55	15,98	17,95	18,41	16,75	16,03
2004	13,81	14,90	17,03	15,28	15,11	15,22	13,80	14,96	16,81	17,57	18,19	16,93	15,80
2005	15,15	15,14	16,21	16,25	15,91	15,94	15,36	16,55	15,49	17,02	17,93	15,82	16,06
2006	14,04	15,10	15,31	15,20	15,58	15,57	15,66	16,13	16,54	17,63	18,17	16,80	15,98
2007	16,60	15,33	15,07	15,42	15,04	16,11	14,01	15,60	16,48	17,66	18,04	16,00	15,95
2008	13,78	14,81	15,57	15,25	15,03	15,74	15,59	16,05	17,02	17,76	18,58	15,42	15,88
2009	15,85	14,77	15,60	15,93	15,40	15,78	14,57	16,43	17,12	18,24	18,13	16,66	16,21
2010	15,85	16,96	16,87	16,70	15,59	15,99	14,77	16,51	16,70	16,92	17,28	14,53	16,22
2011	13,81	12,81	13,98	15,20	15,62	15,08	13,83	15,89	16,69	17,13	18,16	15,40	15,30
2012	13,95	13,63	15,60	14,44	15,76	15,26	15,61	16,22	17,18	17,53	17,92	14,58	15,64
2013	15,16	14,73	15,77	16,19	15,22	14,83	14,83	15,61	17,09	17,27	18,05	15,85	15,88
2014	14,97	16,07	15,68	15,90	15,30	16,42	14,96	15,73	15,76	17,88	18,06	16,59	16,11
2015	15,22	14,65	15,35	14,99	15,28	16,98	15,27	16,58	17,26	17,75	18,79	17,72	16,32
2016	17,39	16,69	17,53	16,29	16,29	16,04	15,59	16,58	17,77	17,83	18,20	16,66	16,91
2017	16,24	16,25	16,25	16,25	16,26	16,26	16,26	16,27	16,27	16,27	16,27	16,28	16,26
2018	16,28	16,28	16,29	16,29	16,29	16,30	16,30	16,30	16,31	16,31	16,31	16,31	16,30
2019	16,32	16,32	16,32	16,33	16,33	16,33	16,34	16,34	16,34	16,35	16,35	16,35	16,33

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 70*Temperatura máxima media mensual (°C) - Estación Challapalca*

TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA (°C) - REGISTRO HISTÓRICO													
ESTACION CHALLAPALCA	LATITUD		17° 14' 14"		DEPARTAMENTO					TACNA			
	LONGITUD		69° 48' 47"		PROVINCIA					TARATA			
	ALTITUD		4280,00 msnm		DISTRITO					TICACO			
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	16,60	16,60	16,60	16,61	16,61	16,61	16,61	16,62	16,62	16,62	16,62	16,63	16,61
1981	15,80	15,26	16,79	16,63	16,48	16,35	15,81	15,47	17,01	18,71	18,77	17,71	16,73
1982	15,42	16,37	16,42	17,29	16,38	16,01	16,69	17,75	17,14	18,67	19,05	18,52	17,14
1983	18,51	17,61	18,66	18,88	17,67	16,52	16,60	17,43	16,28	18,69	19,29	17,35	17,79
1984	13,64	14,87	15,71	16,79	16,38	15,32	15,68	15,92	17,16	17,44	17,38	16,46	16,06
1985	14,75	14,91	16,72	16,00	16,06	15,54	15,02	17,01	16,93	18,89	17,27	15,98	16,26
1986	15,24	14,05	15,79	16,70	15,56	15,54	14,42	16,64	16,76	18,33	18,85	17,18	16,25
1987	15,45	17,82	17,65	17,92	16,60	16,16	16,15	18,25	18,57	19,16	19,31	18,80	17,65
1988	16,08	17,34	16,71	17,03	16,52	15,74	15,85	18,06	17,06	18,65	19,25	16,92	17,10
1989	15,61	14,64	15,52	16,42	16,26	16,01	15,58	17,26	17,44	18,86	18,63	17,10	16,61
1990	15,93	16,09	17,45	17,26	15,92	14,92	15,08	16,91	17,91	18,47	18,47	16,96	16,78
1991	15,83	16,71	16,61	17,26	17,20	15,74	15,92	17,38	17,28	18,69	18,37	17,71	17,06
1992	16,24	16,79	17,80	18,13	17,24	16,17	15,55	15,86	17,28	18,37	18,40	17,42	17,10
1993	14,81	15,81	16,03	17,14	15,82	16,51	15,75	16,81	17,40	19,10	18,80	17,47	16,79
1994	15,65	15,64	16,57	16,94	16,65	15,90	16,13	17,51	18,56	19,20	18,82	17,92	17,12
1995	17,01	17,08	16,44	17,76	17,00	16,43	16,08	17,67	17,84	19,39	18,93	17,25	17,41
1996	15,40	15,91	17,11	17,02	16,30	15,56	15,79	16,81	17,90	19,12	18,11	17,37	16,87
1997	14,62	15,29	16,21	16,71	16,70	16,04	17,12	17,48	17,76	19,38	19,42	19,10	17,15
1998	17,98	18,40	18,94	19,13	18,01	16,61	16,74	17,54	18,18	19,05	18,79	17,84	18,10
1999	16,42	14,97	16,10	16,42	16,27	15,80	15,34	17,35	17,40	18,34	18,59	17,49	16,71
2000	14,68	14,62	16,03	17,55	16,92	15,10	15,15	16,93	17,97	18,50	18,98	17,34	16,65
2001	14,78	15,25	15,87	16,96	16,06	15,90	15,95	16,83	17,54	19,15	19,11	18,03	16,79
2002	17,14	15,47	16,70	16,27	16,71	16,08	14,47	16,93	17,73	18,92	19,10	18,12	16,97
2003	17,07	16,93	16,71	17,31	16,92	16,81	16,06	17,03	17,52	19,60	19,78	18,53	17,52
2004	15,96	16,70	18,28	17,60	16,45	16,08	15,31	16,27	18,28	19,28	19,73	18,76	17,39
2005	16,90	16,46	17,78	18,04	17,21	17,00	16,71	17,95	16,96	18,56	19,31	17,77	17,55
2006	15,71	16,76	17,05	17,34	16,97	16,59	17,08	17,69	18,28	19,34	19,42	18,54	17,56
2007	17,96	16,92	16,73	17,53	16,50	17,11	15,53	16,84	17,64	19,00	19,24	17,82	17,40
2008	15,86	16,71	17,17	17,47	16,52	16,66	16,93	17,69	18,58	19,32	20,03	17,35	17,52
2009	17,19	16,52	17,29	18,01	17,04	16,94	15,95	17,87	18,57	19,73	19,65	18,39	17,76
2010	17,34	18,33	18,42	18,58	17,07	16,99	16,18	18,06	18,50	18,85	19,12	16,89	17,86
2011	16,09	14,82	16,07	17,49	17,16	16,30	15,58	17,49	18,28	18,97	19,76	17,37	17,11
2012	15,80	15,38	17,21	16,96	17,26	16,43	16,90	17,49	18,76	19,25	19,49	16,96	17,32
2013	16,62	16,50	17,49	18,05	16,78	15,85	16,15	16,99	18,72	19,01	19,43	17,78	17,45
2014	16,63	17,77	17,57	17,65	16,89	17,17	16,34	17,32	17,37	19,29	19,52	18,23	17,65
2015	16,56	16,45	17,18	17,21	16,90	18,01	16,73	18,06	19,23	19,49	20,20	19,27	17,94
2016	18,75	18,05	19,12	18,26	17,83	17,17	17,09	18,17	19,39	19,57	19,69	18,63	18,48
2017	17,80	17,80	17,80	17,80	17,81	17,81	17,81	17,82	17,82	17,82	17,82	17,83	17,81
2018	17,83	17,83	17,83	17,84	17,84	17,84	17,84	17,85	17,85	17,85	17,86	17,86	17,84
2019	17,86	17,86	17,87	17,87	17,87	17,87	17,88	17,88	17,88	17,89	17,89	17,89	17,88

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 71*Temperatura máxima media mensual (°C) - Estación Vilacota*

TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA (°C) - REGISTRO HISTÓRICO													
ESTACION VILACOTA	LATITUD		17° 4' 44,6"		DEPARTAMENTO				TACNA				
	LONGITUD		70° 2' 34,9"		PROVINCIA				TARATA				
	ALTITUD		4474,00 msnm		DISTRITO				SUSAPAYA				
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	14,61	14,61	14,62	14,62	14,62	14,63	14,63	14,63	14,64	14,64	14,64	14,65	14,63
1981	13,48	12,75	14,31	13,99	14,86	15,10	14,44	13,73	15,13	16,76	16,86	15,48	14,74
1982	13,05	13,83	14,05	14,85	14,73	14,60	15,29	15,77	15,27	16,91	17,06	16,20	15,13
1983	16,53	15,78	16,16	15,94	15,57	14,86	15,04	15,65	14,62	17,04	17,37	15,00	15,80
1984	10,94	12,33	13,15	14,00	14,79	14,08	14,07	14,21	15,43	15,94	15,37	14,15	14,04
1985	12,65	12,42	14,32	13,41	14,54	14,22	13,59	15,52	15,31	17,30	15,44	13,62	14,36
1986	12,89	11,41	13,33	14,00	13,67	14,74	13,13	14,85	15,33	16,77	17,15	14,95	14,35
1987	13,09	15,91	15,47	15,46	15,02	14,86	14,60	16,60	16,94	17,56	17,52	16,69	15,81
1988	13,72	14,96	14,13	14,29	14,77	14,57	14,49	16,50	15,70	17,20	17,58	14,57	15,21
1989	13,47	11,81	12,88	13,85	14,71	14,63	14,06	15,31	15,72	17,31	16,78	15,03	14,63
1990	13,87	13,93	15,34	14,87	14,42	13,43	13,58	15,28	16,08	16,80	16,64	14,60	14,90
1991	13,69	14,42	14,13	14,71	15,65	14,43	14,46	15,93	15,57	17,30	16,64	15,47	15,20
1992	14,18	14,71	15,72	15,68	15,47	14,75	14,03	13,96	15,56	16,69	16,49	15,23	15,21
1993	12,18	13,30	13,66	14,50	14,45	15,27	14,23	14,88	15,48	17,24	16,91	15,11	14,77
1994	13,28	13,14	14,20	14,33	15,07	14,69	14,74	15,97	16,81	17,60	16,96	15,81	15,22
1995	14,84	14,83	13,96	15,33	15,44	15,09	14,57	16,23	16,09	17,70	17,00	15,06	15,51
1996	12,96	13,39	14,76	14,65	14,74	14,35	14,52	15,12	16,39	17,67	16,38	15,20	15,01
1997	12,20	12,88	13,73	14,09	14,83	14,44	15,64	15,27	15,73	17,92	17,67	17,17	15,13
1998	15,94	16,22	16,69	16,85	16,61	15,40	15,57	15,95	16,72	17,53	16,98	15,45	16,33
1999	14,47	11,74	13,17	14,02	14,68	14,46	13,92	15,70	15,63	16,68	16,85	15,20	14,71
2000	12,17	11,87	13,44	15,14	15,51	13,90	13,74	15,27	16,34	16,84	16,95	15,20	14,70
2001	12,42	12,68	13,20	14,51	14,47	14,80	14,48	15,30	16,12	17,66	17,47	16,18	14,94
2002	15,38	12,99	14,23	13,91	15,04	15,06	12,80	15,33	15,98	17,43	17,36	16,09	15,13
2003	15,36	14,67	14,30	14,95	15,37	15,64	14,72	15,34	15,97	18,08	18,16	16,46	15,75
2004	13,37	14,27	16,22	14,98	15,07	14,94	13,75	14,72	16,72	17,68	17,98	16,62	15,53
2005	14,76	14,45	15,57	15,92	15,89	15,74	15,34	16,39	15,54	17,11	17,67	15,53	15,83
2006	13,52	14,42	14,59	14,83	15,47	15,32	15,56	15,96	16,58	17,73	17,75	16,51	15,69
2007	16,12	14,66	14,31	15,04	15,05	16,03	14,04	15,64	16,47	17,81	17,77	15,76	15,73
2008	13,36	14,18	14,81	14,99	15,01	15,66	15,67	16,02	17,10	17,88	18,38	15,16	15,68
2009	15,33	14,07	14,89	15,53	15,31	15,69	14,59	16,33	17,21	18,45	17,82	16,41	15,97
2010	15,39	16,23	16,19	16,37	15,58	15,98	15,01	16,56	17,02	17,22	17,28	14,39	16,10
2011	13,68	12,16	13,51	14,85	15,59	15,00	13,99	15,85	16,66	17,29	18,07	15,17	15,15
2012	13,63	12,89	14,79	14,05	15,63	15,06	15,57	16,13	17,20	17,73	17,77	14,37	15,40
2013	14,71	14,08	15,16	15,95	15,21	14,59	14,79	15,52	17,16	17,44	17,88	15,55	15,67
2014	14,53	15,59	15,13	15,60	15,31	16,44	15,00	15,59	15,82	17,95	17,93	16,41	15,94
2015	14,77	14,04	14,67	14,52	15,18	16,85	15,35	16,40	17,33	17,91	18,62	17,38	16,08
2016	17,03	15,99	16,93	15,96	16,27	15,89	15,62	16,44	17,83	17,90	17,97	16,41	16,69
2017	16,03	16,03	16,04	16,04	16,04	16,05	16,05	16,05	16,06	16,06	16,06	16,07	16,05
2018	16,07	16,07	16,08	16,08	16,08	16,09	16,09	16,09	16,09	16,10	16,10	16,10	16,09
2019	16,11	16,11	16,11	16,12	16,12	16,12	16,13	16,13	16,13	16,14	16,14	16,14	16,13

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 72*Temperatura mínima media mensual (°C) - Estación Cairani*

TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA (°C) - REGISTRO HISTÓRICO													
ESTACION CAIRANI		LATITUD			17° 17' 24,5"			DEPARTAMENTO			TACNA		
		LONGITUD			70° 20' 17,8"			PROVINCIA			CANDARAVE		
		ALTITUD			3443,00 msnm			DISTRITO			CAIRANI		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,33	0,33	0,33	0,33	0,32
1981	4,27	4,89	3,56	1,03	-2,49	-4,95	-4,43	-2,47	-1,72	-0,20	0,81	3,81	0,17
1982	4,69	4,41	3,53	0,89	-3,19	-4,18	-3,81	-2,93	-0,78	0,09	2,13	2,91	0,31
1983	4,88	4,92	4,73	2,85	-0,64	-3,14	-3,02	-1,88	-0,83	-0,62	-0,75	3,28	0,81
1984	4,82	4,97	4,49	1,48	-1,44	-2,27	-4,09	-3,50	-2,68	1,24	1,51	2,65	0,60
1985	2,72	4,44	3,89	2,24	-0,80	-1,75	-4,49	-2,36	-0,55	-1,43	-0,14	3,02	0,40
1986	4,64	4,26	3,80	1,72	-2,83	-3,86	-4,98	-2,90	-1,27	-1,69	0,45	3,68	0,09
1987	5,54	4,10	3,11	0,98	-1,30	-2,82	-2,79	-2,56	-1,72	-0,58	1,60	2,90	0,54
1988	5,31	4,19	4,34	2,42	-0,68	-4,31	-3,86	-3,17	-0,71	-0,62	-0,54	2,43	0,40
1989	4,08	4,67	3,50	1,81	-1,61	-2,63	-4,17	-3,14	-1,82	-0,40	-1,24	1,93	0,08
1990	4,28	2,56	2,50	0,77	-1,54	-2,13	-4,65	-3,36	-2,61	0,11	1,85	3,57	0,11
1991	4,18	4,59	4,14	1,22	-1,83	-4,18	-4,59	-3,06	-1,03	-0,49	-0,12	1,72	0,05
1992	4,13	3,13	2,82	0,85	-1,17	-2,31	-3,72	-3,06	-2,78	-0,13	-0,26	2,68	0,01
1993	4,59	3,54	3,62	2,09	-0,81	-3,28	-3,69	-2,47	-1,57	0,19	1,42	3,67	0,61
1994	4,56	4,88	3,68	2,27	-1,30	-3,75	-3,67	-2,71	-0,62	-0,79	1,05	3,73	0,61
1995	5,20	3,57	4,12	1,09	-2,34	-3,66	-3,60	-2,56	-0,03	-0,81	0,51	2,40	0,32
1996	4,08	4,75	3,42	2,10	-0,53	-3,61	-3,97	-1,64	-1,18	-0,38	0,44	3,24	0,56
1997	4,95	4,61	3,45	0,77	-1,33	-4,46	-2,53	-1,62	1,11	0,51	1,92	4,41	0,98
1998	5,80	5,88	5,12	2,15	-1,56	-1,22	-2,74	-2,04	-1,88	0,14	0,70	3,00	1,11
1999	4,07	5,28	4,76	2,31	-0,79	-3,92	-2,97	-2,49	-1,40	1,06	-0,88	2,81	0,65
2000	5,35	4,85	4,12	2,29	-0,99	-3,38	-4,11	-1,98	-1,88	0,14	-1,23	3,51	0,56
2001	4,81	5,26	4,66	3,06	-0,85	-2,59	-3,97	-2,32	-0,34	0,55	0,84	3,04	1,01
2002	3,84	5,26	4,72	2,72	0,35	-1,49	-2,91	-1,87	-0,40	0,98	1,42	3,62	1,35
2003	4,89	5,16	4,35	1,57	-0,36	-3,49	-3,42	-2,40	-1,57	-0,46	0,03	3,37	0,64
2004	4,69	4,39	4,09	1,48	-2,45	-3,03	-2,84	-0,69	-0,22	-0,12	0,62	3,28	0,77
2005	4,47	5,09	3,71	1,70	-2,13	-4,32	-2,94	-3,53	-1,35	-0,76	-0,01	3,42	0,28
2006	4,74	4,76	4,78	1,73	-2,52	-2,55	-3,29	-1,44	-1,36	-0,30	1,31	2,89	0,73
2007	5,12	4,18	4,42	2,10	-1,13	-1,33	-3,11	-2,26	0,48	-0,41	0,11	1,98	0,85
2008	5,05	3,79	2,99	-0,29	-3,78	-3,22	-4,04	-3,12	-2,26	0,00	0,57	2,33	-0,16
2009	4,25	4,97	3,74	1,76	-1,19	-4,19	-2,62	-3,61	-0,84	-0,16	2,19	3,54	0,65
2010	5,21	5,88	4,73	2,66	-0,28	-1,53	-4,49	-2,42	-1,13	-0,88	-1,40	2,75	0,76
2011	4,06	4,89	2,90	1,92	-1,02	-2,68	-3,09	-2,27	-0,51	-1,53	0,63	3,05	0,53
2012	4,54	4,72	4,19	2,77	-1,64	-2,81	-2,86	-2,81	-0,43	0,14	1,03	4,01	0,90
2013	5,01	4,99	3,26	-0,06	-0,31	-1,45	-0,99	-2,20	-1,52	0,41	0,60	3,92	0,97
2014	4,65	3,13	3,33	2,06	-1,79	-1,97	-2,21	-1,16	0,95	1,36	0,78	3,33	1,04
2015	4,44	5,25	4,65	3,42	-0,74	-1,44	-3,03	-1,62	-0,24	0,54	1,21	3,36	1,32
2016	4,45	5,77	4,35	2,34	-1,60	-2,79	-1,93	-2,11	-1,19	-0,09	-0,44	3,08	0,82
2017	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
2018	0,86	0,86	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,88	0,88	0,87
2019	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,88

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 73*Temperatura mínima media mensual (°C) – Estación Candarave*

TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA (°C) - REGISTRO HISTÓRICO													
ESTACION CANDARAVE		LATITUD			17° 17' 26,2"			DEPARTAMENTO			TACNA		
		LONGITUD			70° 16' 02,18"			PROVINCIA			CANDARAVE		
		ALTITUD			3415 msnm			DISTRITO			CANDARAVE		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07
1981	4,04	4,77	3,23	0,52	-3,27	-6,55	-5,64	-3,02	-2,03	-0,51	0,49	3,58	-0,37
1982	4,56	4,16	3,06	0,35	-4,06	-5,28	-4,60	-3,68	-0,42	0,25	2,31	2,85	-0,04
1983	4,80	5,04	5,21	3,11	-0,20	-4,00	-3,60	-2,14	-0,76	-1,03	-1,15	2,91	0,68
1984	4,72	4,89	4,35	1,05	-1,96	-3,08	-4,69	-3,84	-3,04	1,17	1,56	2,58	0,31
1985	2,28	4,46	3,66	2,10	-1,22	-2,43	-5,26	-3,78	-0,71	-1,67	0,43	3,16	0,08
1986	4,47	4,28	3,56	1,43	-3,21	-4,96	-5,90	-3,45	-1,54	-2,01	0,43	3,74	-0,26
1987	5,47	3,92	3,29	0,57	-1,87	-3,96	-3,53	-3,27	-1,85	-0,80	1,47	2,55	0,17
1988	5,14	3,97	4,03	2,02	-1,38	-5,72	-4,86	-3,95	-1,02	-1,03	-0,74	2,53	-0,08
1989	3,96	4,81	3,59	1,65	-2,65	-3,41	-4,65	-3,64	-2,02	-0,65	-0,93	1,33	-0,22
1990	3,98	2,40	2,14	0,07	-2,42	-3,00	-5,68	-4,67	-2,49	-0,11	1,78	3,52	-0,37
1991	3,95	4,46	3,93	0,61	-2,60	-5,28	-5,41	-4,06	-1,32	-1,11	-0,30	1,46	-0,47
1992	3,75	2,81	2,12	0,34	-1,59	-3,34	-4,69	-3,76	-3,18	-0,65	-0,52	2,43	-0,52
1993	4,43	3,34	3,38	1,69	-1,19	-5,05	-4,63	-3,14	-1,81	0,04	1,30	3,42	0,15
1994	4,38	4,76	3,44	1,86	-2,00	-4,84	-4,48	-3,39	-0,98	-0,86	1,05	3,73	0,22
1995	4,86	3,00	3,95	0,57	-3,19	-4,89	-4,59	-3,34	-0,48	-1,19	0,29	1,90	-0,26
1996	3,75	4,71	3,00	1,31	-1,78	-4,83	-5,06	-2,62	-1,83	-0,88	0,28	3,00	-0,08
1997	5,13	4,56	3,31	0,33	-1,88	-5,52	-3,32	-2,21	1,11	0,36	2,20	4,41	0,71
1998	6,92	6,02	4,91	1,72	-2,33	-2,50	-3,48	-2,75	-2,33	-0,32	0,75	2,80	0,78
1999	3,74	5,27	4,72	1,90	-1,70	-5,13	-3,67	-3,07	-1,84	0,78	-1,06	2,52	0,20
2000	5,38	4,75	3,88	1,82	-1,68	-4,25	-4,80	-2,65	-2,16	0,06	-1,39	3,18	0,18
2001	4,75	5,34	4,91	3,14	-1,22	-3,35	-4,35	-2,90	-0,83	0,00	0,51	2,58	0,72
2002	3,32	5,16	4,75	2,56	-0,29	-2,58	-3,18	-2,48	-0,61	0,70	1,22	3,31	0,99
2003	4,71	4,99	4,10	0,98	-1,16	-4,77	-4,19	-3,14	-2,01	-0,79	-0,12	3,12	0,14
2004	4,67	4,24	3,83	1,16	-3,48	-4,32	-3,49	-1,24	-0,59	-0,42	0,45	3,04	0,32
2005	4,36	4,88	3,37	1,15	-3,02	-5,65	-3,63	-4,33	-1,61	-1,01	-0,02	3,33	-0,18
2006	4,66	4,71	4,84	1,31	-3,42	-3,70	-4,11	-2,13	-1,74	-0,34	1,32	2,62	0,34
2007	4,70	4,06	4,26	1,45	-2,00	-2,61	-3,89	-3,17	-0,06	-0,88	-0,27	1,90	0,29
2008	5,00	3,68	2,71	-1,02	-4,80	-4,75	-5,25	-4,31	-2,75	-0,20	0,32	2,61	-0,73
2009	3,90	4,80	3,28	0,96	-2,23	-5,62	-3,66	-4,92	-1,22	-0,52	2,20	3,39	0,03
2010	4,81	5,76	4,21	1,96	-0,97	-2,80	-6,06	-3,49	-1,60	-1,21	-1,28	2,74	0,17
2011	3,76	4,91	2,75	1,40	-1,66	-3,78	-3,69	-2,83	-0,79	-1,78	0,72	3,24	0,19
2012	4,42	5,24	4,98	3,40	-2,18	-4,36	-4,13	-3,65	-0,75	-0,10	0,96	4,17	0,67
2013	4,82	4,97	3,25	-0,60	-0,62	-2,21	-1,17	-2,78	-1,80	0,27	0,66	4,01	0,73
2014	4,63	3,02	3,05	1,61	-2,47	-2,90	-2,87	-1,47	0,94	1,28	0,59	3,02	0,70
2015	4,16	5,22	4,49	3,24	-1,20	-2,62	-3,72	-2,44	-0,44	0,37	1,04	2,91	0,92
2016	4,02	5,82	3,99	1,91	-2,33	-3,71	-2,35	-2,79	-1,43	-0,24	-0,64	2,76	0,42
2017	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
2018	0,42	0,42	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,44	0,43
2019	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,45	0,45	0,45	0,45	0,44

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 74*Temperatura mínima media mensual (°C) - Estación Sitajara*

TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA (°C) - REGISTRO HISTÓRICO													
ESTACION SITAJARA	LATITUD		17° 21' 15,9"		DEPARTAMENTO						TACNA		
	LONGITUD		70° 07' 56,2"		PROVINCIA						TARATA		
	ALTITUD		3166,00 msnm		DISTRITO						SITAJARA		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66
1981	5,67	6,38	5,07	2,68	-0,31	-3,18	-2,30	0,33	1,59	2,71	3,48	5,68	2,32
1982	6,27	5,78	4,75	2,46	-0,93	-1,84	-0,96	-0,11	3,29	3,57	5,32	5,22	2,74
1983	6,65	6,93	7,34	5,50	3,38	-0,67	0,12	1,35	2,88	2,34	2,13	5,07	3,59
1984	6,43	6,48	6,12	3,06	0,95	0,08	-1,12	-0,30	0,87	4,24	4,53	4,79	3,01
1985	3,96	6,05	5,50	4,16	1,51	0,69	-1,66	-0,53	2,83	1,81	3,66	5,44	2,79
1986	6,18	5,93	5,24	3,49	-0,02	-1,73	-2,45	0,10	1,98	1,41	3,61	5,92	2,47
1987	7,22	5,67	5,34	2,88	1,15	-0,61	0,14	0,28	1,92	2,58	4,43	4,79	2,98
1988	6,84	5,64	5,79	4,03	1,44	-2,47	-1,43	-0,37	2,50	2,25	2,50	4,84	2,63
1989	5,66	6,57	5,50	3,77	0,29	-0,21	-1,14	-0,11	1,70	2,62	2,52	3,53	2,56
1990	5,70	4,18	4,06	2,20	0,44	0,09	-2,26	-1,16	1,22	2,99	4,64	5,66	2,31
1991	5,68	6,10	5,75	2,73	0,40	-1,81	-1,79	-0,55	2,38	2,04	2,88	3,76	2,30
1992	5,54	4,56	4,09	2,73	1,68	-0,03	-1,22	-0,27	0,61	2,58	2,63	4,64	2,29
1993	6,19	5,09	5,23	3,80	1,73	-1,71	-1,21	0,28	1,93	3,24	4,23	5,30	2,84
1994	6,11	6,39	5,26	3,87	0,92	-1,45	-0,95	0,16	2,64	2,67	4,19	5,98	2,98
1995	6,62	4,65	5,78	2,78	-0,16	-1,56	-1,08	0,18	3,23	2,16	3,41	4,03	2,50
1996	5,42	6,27	4,73	3,18	0,89	-1,56	-1,62	0,67	1,77	2,37	3,37	5,09	2,55
1997	6,89	6,20	5,27	2,68	1,41	-1,71	0,58	1,21	4,87	3,83	5,45	6,74	3,62
1998	8,88	7,74	6,85	3,92	0,87	0,67	0,16	0,66	1,39	2,76	3,90	4,99	3,56
1999	5,35	6,93	6,49	3,77	0,93	-1,88	-0,26	0,36	1,82	3,77	2,14	4,70	2,84
2000	7,07	6,35	5,61	3,93	1,12	-0,96	-1,37	0,72	1,61	3,25	1,95	5,54	2,90
2001	6,50	7,07	6,82	5,06	1,55	-0,26	-1,00	0,59	2,58	3,05	3,48	4,74	3,35
2002	4,93	6,77	6,55	4,66	2,43	0,36	0,08	0,95	2,85	3,77	4,20	5,44	3,58
2003	6,43	6,64	5,83	2,95	1,57	-1,44	-0,71	0,33	1,71	2,63	3,15	5,30	2,87
2004	6,44	5,89	5,66	3,30	-0,56	-1,17	-0,12	1,95	2,89	2,83	3,55	5,29	3,00
2005	6,21	6,51	5,14	3,23	0,05	-2,18	-0,23	-0,65	1,95	2,07	3,05	5,50	2,55
2006	6,44	6,43	6,68	3,31	-0,37	-0,47	-0,42	1,26	2,08	3,02	4,33	4,85	3,09
2007	6,45	5,80	6,04	3,40	0,69	0,40	-0,58	0,10	3,17	2,22	2,84	4,16	2,89
2008	6,74	5,39	4,61	1,18	-1,73	-1,57	-1,64	-0,71	1,14	2,97	3,37	4,83	2,05
2009	5,58	6,44	5,10	3,07	0,73	-2,14	-0,21	-1,35	2,43	2,75	5,14	5,58	2,76
2010	6,46	7,42	5,97	4,11	1,94	0,30	-2,70	-0,14	2,01	2,00	1,88	4,86	2,84
2011	5,35	6,56	4,50	3,45	1,28	-0,35	-0,14	0,59	2,69	1,49	3,81	5,58	2,90
2012	6,18	6,93	7,02	5,45	0,91	-0,95	-0,57	-0,01	2,93	3,15	4,05	6,31	3,45
2013	6,62	6,66	5,14	1,53	2,30	0,92	1,73	0,58	2,02	3,41	3,73	6,20	3,40
2014	6,47	4,76	4,88	3,76	0,67	0,50	0,51	1,96	4,32	4,44	3,75	5,15	3,43
2015	5,89	6,95	6,37	5,36	1,79	0,60	-0,01	1,18	3,34	3,80	4,18	5,17	3,72
2016	5,84	7,58	5,89	4,06	0,79	-0,32	1,09	0,73	2,38	3,10	2,71	4,99	3,24
2017	3,18	3,18	3,18	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19
2018	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,21	3,21	3,21	3,21	3,20
2019	3,21	3,21	3,21	3,21	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 75

Temperatura mínima media mensual (°C) - Estación Talabaya

TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA (°C) - REGISTRO HISTÓRICO													
ESTACION TALABAYA	LATITUD			17° 33' 4,5"			DEPARTAMENTO			TACNA			
	LONGITUD			69° 59' 15,6"			PROVINCIA			TARATA			
	ALTITUD			3409,00 msnm			DISTRITO			ESTIQUE PUEBLO			
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	-2,26	-2,26	-2,26	-2,26	-2,26	-2,26	-2,26	-2,25	-2,25	-2,25	-2,25	-2,25	-2,26
1981	2,23	3,04	1,45	-1,88	-5,93	-9,97	-7,73	-5,38	-3,54	-2,34	-1,34	1,69	-2,48
1982	2,71	2,48	1,43	-1,98	-6,90	-8,92	-7,02	-6,12	-2,38	-1,89	0,25	0,49	-2,32
1983	2,61	2,95	2,76	0,13	-3,86	-7,59	-6,18	-4,68	-2,45	-2,88	-3,17	1,01	-1,78
1984	2,87	3,20	2,62	-1,23	-4,61	-6,44	-7,12	-6,40	-4,60	-0,60	-0,33	0,51	-1,84
1985	0,51	2,70	1,90	-0,20	-3,69	-5,61	-7,58	-5,54	-2,15	-3,62	-1,98	1,01	-2,02
1986	2,59	2,46	1,91	-0,88	-6,15	-8,24	-8,21	-5,94	-3,03	-3,93	-1,63	1,65	-2,45
1987	3,53	2,05	1,14	-1,96	-4,60	-7,37	-5,91	-5,68	-3,58	-2,77	-0,41	0,55	-2,08
1988	3,30	2,20	2,42	-0,21	-3,88	-8,93	-7,01	-6,28	-2,41	-2,81	-2,77	0,34	-2,17
1989	2,04	2,86	1,62	-0,75	-4,98	-6,79	-7,09	-6,08	-3,58	-2,53	-3,32	-0,49	-2,42
1990	2,19	0,53	0,29	-2,22	-5,01	-6,31	-7,89	-6,75	-4,32	-1,92	-0,06	1,50	-2,50
1991	2,04	2,68	2,13	-1,69	-5,34	-8,95	-7,81	-6,33	-2,84	-2,77	-2,32	-0,70	-2,66
1992	1,86	1,00	0,34	-2,34	-4,67	-6,78	-6,91	-6,16	-4,75	-2,37	-2,51	0,45	-2,74
1993	2,51	1,49	1,56	-0,68	-4,04	-8,37	-6,93	-5,49	-3,37	-1,84	-0,60	1,53	-2,02
1994	2,48	3,04	1,65	-0,39	-4,65	-8,39	-6,81	-5,77	-2,42	-2,90	-0,96	1,61	-1,96
1995	3,01	1,40	2,17	-1,82	-5,91	-8,36	-6,84	-5,66	-1,89	-3,06	-1,67	0,05	-2,38
1996	1,96	2,98	1,29	-0,69	-3,93	-8,19	-7,19	-4,61	-3,17	-2,62	-1,65	1,11	-2,06
1997	3,09	2,80	1,41	-2,22	-4,84	-9,42	-5,78	-4,61	-0,42	-1,62	0,07	2,18	-1,61
1998	4,19	4,05	3,00	-0,81	-5,23	-5,71	-5,88	-5,07	-3,83	-2,04	-1,35	0,81	-1,49
1999	1,95	3,50	2,97	-0,25	-4,06	-8,58	-5,93	-5,40	-3,27	-0,94	-3,14	0,53	-1,88
2000	3,45	3,06	2,18	-0,53	-4,28	-7,80	-7,20	-4,93	-3,72	-1,82	-3,47	1,14	-1,99
2001	2,86	3,53	2,87	0,47	-3,89	-6,68	-7,01	-5,34	-2,11	-1,61	-1,30	0,71	-1,46
2002	1,60	3,45	2,83	0,14	-2,76	-5,62	-5,70	-4,81	-2,08	-1,05	-0,67	1,37	-1,11
2003	2,82	3,24	2,39	-1,23	-3,62	-8,24	-6,50	-5,47	-3,46	-2,71	-2,19	1,13	-1,99
2004	2,73	2,47	2,05	-1,25	-6,06	-7,56	-5,73	-3,36	-1,96	-2,24	-1,53	1,00	-1,79
2005	2,36	3,18	1,61	-1,19	-5,71	-9,27	-5,94	-6,80	-3,11	-2,86	-2,08	1,31	-2,38
2006	2,67	2,81	2,91	-0,98	-6,07	-7,03	-6,57	-4,41	-3,25	-2,34	-0,65	0,60	-1,86
2007	2,87	2,20	2,48	-0,71	-4,39	-5,71	-6,12	-5,26	-1,26	-2,57	-2,16	-0,24	-1,74
2008	3,06	1,83	0,82	-3,47	-7,56	-7,95	-7,50	-6,52	-4,28	-2,05	-1,61	0,29	-2,91
2009	2,06	3,07	1,56	-1,25	-4,72	-9,19	-5,82	-7,15	-2,68	-2,37	0,29	1,34	-2,07
2010	3,04	4,00	2,56	-0,28	-3,58	-5,89	-8,01	-5,62	-3,03	-3,06	-3,54	0,66	-1,90
2011	1,91	3,11	0,94	-0,90	-4,36	-7,31	-6,11	-5,20	-2,25	-3,70	-1,39	0,96	-2,03
2012	2,46	3,10	2,53	0,49	-5,08	-7,66	-6,27	-6,07	-2,28	-1,97	-1,05	2,06	-1,64
2013	2,87	3,14	1,24	-3,01	-3,37	-5,57	-3,56	-5,14	-3,40	-1,60	-1,40	1,88	-1,49
2014	2,54	1,12	1,15	-0,75	-5,34	-6,58	-5,22	-3,94	-0,56	-0,59	-1,40	1,07	-1,54
2015	2,27	3,35	2,66	0,87	-4,01	-5,97	-6,21	-4,77	-2,05	-1,66	-0,98	0,85	-1,31
2016	2,05	3,91	2,09	-0,52	-5,20	-7,35	-4,85	-5,19	-3,07	-2,19	-2,75	0,75	-1,86
2017	-1,73	-1,73	-1,73	-1,73	-1,73	-1,72	-1,72	-1,72	-1,72	-1,72	-1,72	-1,72	-1,72
2018	-1,72	-1,71	-1,71	-1,71	-1,71	-1,71	-1,71	-1,71	-1,71	-1,71	-1,70	-1,70	-1,71
2019	-1,70	-1,70	-1,70	-1,70	-1,70	-1,70	-1,69	-1,69	-1,69	-1,69	-1,69	-1,69	-1,69

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 76*Temperatura mínima media mensual (°C) - Estación Susapaya*

TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA (°C) - REGISTRO HISTÓRICO													
ESTACION SUSAPAYA		LATITUD			17° 21' 13"			DEPARTAMENTO			TACNA		
		LONGITUD			70° 01' 53"			PROVINCIA			TARATA		
		ALTITUD			3309,00 msnm			DISTRITO			SUSAPAYA		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66
1981	5,67	6,38	5,07	2,68	-0,31	-3,18	-2,30	0,33	1,59	2,71	3,48	5,68	2,32
1982	6,27	5,78	4,75	2,46	-0,93	-1,84	-0,96	-0,11	3,29	3,57	5,32	5,22	2,74
1983	6,65	6,93	7,34	5,50	3,38	-0,67	0,12	1,35	2,88	2,34	2,13	5,07	3,59
1984	6,43	6,48	6,12	3,06	0,95	0,08	-1,12	-0,30	0,87	4,24	4,53	4,79	3,01
1985	3,96	6,05	5,50	4,16	1,51	0,69	-1,66	-0,53	2,83	1,81	3,66	5,44	2,79
1986	6,18	5,93	5,24	3,49	-0,02	-1,73	-2,45	0,10	1,98	1,41	3,61	5,92	2,47
1987	7,22	5,67	5,34	2,88	1,15	-0,61	0,14	0,28	1,92	2,58	4,43	4,79	2,98
1988	6,84	5,64	5,79	4,03	1,44	-2,47	-1,43	-0,37	2,50	2,25	2,50	4,84	2,63
1989	5,66	6,57	5,50	3,77	0,29	-0,21	-1,14	-0,11	1,70	2,62	2,52	3,53	2,56
1990	5,70	4,18	4,06	2,20	0,44	0,09	-2,26	-1,16	1,22	2,99	4,64	5,66	2,31
1991	5,68	6,10	5,75	2,73	0,40	-1,81	-1,79	-0,55	2,38	2,04	2,88	3,76	2,30
1992	5,54	4,56	4,09	2,73	1,68	-0,03	-1,22	-0,27	0,61	2,58	2,63	4,64	2,29
1993	6,19	5,09	5,23	3,80	1,73	-1,71	-1,21	0,28	1,93	3,24	4,23	5,30	2,84
1994	6,11	6,39	5,26	3,87	0,92	-1,45	-0,95	0,16	2,64	2,67	4,19	5,98	2,98
1995	6,62	4,65	5,78	2,78	-0,16	-1,56	-1,08	0,18	3,23	2,16	3,41	4,03	2,50
1996	5,42	6,27	4,73	3,18	0,89	-1,56	-1,62	0,67	1,77	2,37	3,37	5,09	2,55
1997	6,89	6,20	5,27	2,68	1,41	-1,71	0,58	1,21	4,87	3,83	5,45	6,74	3,62
1998	8,88	7,74	6,85	3,92	0,87	0,67	0,16	0,66	1,39	2,76	3,90	4,99	3,56
1999	5,35	6,93	6,49	3,77	0,93	-1,88	-0,26	0,36	1,82	3,77	2,14	4,70	2,84
2000	7,07	6,35	5,61	3,93	1,12	-0,96	-1,37	0,72	1,61	3,25	1,95	5,54	2,90
2001	6,50	7,07	6,82	5,06	1,55	-0,26	-1,00	0,59	2,58	3,05	3,48	4,74	3,35
2002	4,93	6,77	6,55	4,66	2,43	0,36	0,08	0,95	2,85	3,77	4,20	5,44	3,58
2003	6,43	6,64	5,83	2,95	1,57	-1,44	-0,71	0,33	1,71	2,63	3,15	5,30	2,87
2004	6,44	5,89	5,66	3,30	-0,56	-1,17	-0,12	1,95	2,89	2,83	3,55	5,29	3,00
2005	6,21	6,51	5,14	3,23	0,05	-2,18	-0,23	-0,65	1,95	2,07	3,05	5,50	2,55
2006	6,44	6,43	6,68	3,31	-0,37	-0,47	-0,42	1,26	2,08	3,02	4,33	4,85	3,09
2007	6,45	5,80	6,04	3,40	0,69	0,40	-0,58	0,10	3,17	2,22	2,84	4,16	2,89
2008	6,74	5,39	4,61	1,18	-1,73	-1,57	-1,64	-0,71	1,14	2,97	3,37	4,83	2,05
2009	5,58	6,44	5,10	3,07	0,73	-2,14	-0,21	-1,35	2,43	2,75	5,14	5,58	2,76
2010	6,46	7,42	5,97	4,11	1,94	0,30	-2,70	-0,14	2,01	2,00	1,88	4,86	2,84
2011	5,35	6,56	4,50	3,45	1,28	-0,35	-0,14	0,59	2,69	1,49	3,81	5,58	2,90
2012	6,18	6,93	7,02	5,45	0,91	-0,95	-0,57	-0,01	2,93	3,15	4,05	6,31	3,45
2013	6,62	6,66	5,14	1,53	2,30	0,92	1,73	0,58	2,02	3,41	3,73	6,20	3,40
2014	6,47	4,76	4,88	3,76	0,67	0,50	0,51	1,96	4,32	4,44	3,75	5,15	3,43
2015	5,89	6,95	6,37	5,36	1,79	0,60	-0,01	1,18	3,34	3,80	4,18	5,17	3,72
2016	5,84	7,58	5,89	4,06	0,79	-0,32	1,09	0,73	2,38	3,10	2,71	4,99	3,24
2017	3,18	3,18	3,18	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19
2018	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,21	3,21	3,21	3,21	3,20
2019	3,21	3,21	3,21	3,21	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 77*Temperatura mínima media mensual (°C) - Estación Toquela*

TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA (°C) - REGISTRO HISTÓRICO													
ESTACION TOQUELA	LATITUD		17° 38' 40,7"		DEPARTAMENTO					TACNA			
	LONGITUD		69° 56' 20,8"		PROVINCIA					TACNA			
	ALTITUD		3445,00 msnm		DISTRITO					PACHIA			
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
1981	3,82	4,42	3,09	0,41	-2,99	-6,50	-5,19	-2,84	-1,45	-0,20	0,63	3,43	-0,28
1982	4,34	3,86	2,93	0,25	-3,73	-5,37	-4,20	-3,45	-0,06	0,41	2,28	2,62	-0,01
1983	4,53	4,60	4,83	2,84	-0,13	-4,15	-3,26	-2,05	-0,31	-0,61	-1,00	2,82	0,68
1984	4,53	4,57	4,19	0,90	-1,73	-3,20	-4,36	-3,73	-2,39	1,45	1,63	2,35	0,35
1985	2,13	4,09	3,53	1,93	-1,02	-2,50	-4,81	-3,27	-0,15	-1,29	0,25	2,89	0,15
1986	4,25	3,89	3,40	1,27	-3,00	-4,98	-5,55	-3,27	-0,99	-1,65	0,50	3,48	-0,22
1987	5,23	3,55	3,06	0,47	-1,58	-3,96	-3,07	-3,02	-1,38	-0,49	1,55	2,40	0,23
1988	4,92	3,62	3,94	1,91	-1,10	-5,68	-4,44	-3,66	-0,43	-0,63	-0,65	2,24	0,00
1989	3,69	4,41	3,33	1,46	-2,37	-3,53	-4,37	-3,46	-1,49	-0,35	-1,04	1,30	-0,20
1990	3,83	2,03	2,00	0,05	-2,15	-3,13	-5,29	-4,30	-1,97	0,16	1,83	3,31	-0,30
1991	3,71	4,12	3,75	0,54	-2,32	-5,36	-5,00	-3,75	-0,69	-0,68	-0,21	1,27	-0,39
1992	3,59	2,49	2,13	0,31	-1,24	-3,38	-4,24	-3,54	-2,56	-0,20	-0,38	2,29	-0,39
1993	4,24	2,99	3,22	1,57	-0,95	-4,86	-4,20	-2,87	-1,25	0,31	1,33	3,21	0,23
1994	4,14	4,43	3,28	1,76	-1,71	-4,89	-4,07	-3,12	-0,36	-0,54	1,11	3,50	0,29
1995	4,71	2,75	3,79	0,48	-2,88	-4,93	-4,16	-3,08	0,16	-0,83	0,39	1,82	-0,15
1996	3,56	4,35	2,85	1,26	-1,35	-4,84	-4,57	-2,27	-1,16	-0,48	0,38	2,83	0,05
1997	4,84	4,22	3,14	0,23	-1,60	-5,57	-2,84	-2,02	1,71	0,69	2,21	4,17	0,77
1998	6,26	5,55	4,72	1,56	-1,98	-2,43	-3,06	-2,52	-1,72	0,01	0,77	2,63	0,82
1999	3,53	4,93	4,54	1,76	-1,40	-5,20	-3,28	-2,83	-1,21	1,10	-1,00	2,35	0,27
2000	5,14	4,43	3,73	1,73	-1,44	-4,40	-4,52	-2,43	-1,60	0,32	-1,30	3,02	0,22
2001	4,51	4,98	4,60	2,88	-1,06	-3,49	-4,21	-2,69	-0,20	0,41	0,66	2,49	0,74
2002	3,18	4,82	4,52	2,37	0,00	-2,58	-3,04	-2,25	-0,10	1,00	1,30	3,14	1,03
2003	4,47	4,66	3,94	0,88	-0,87	-4,80	-3,81	-2,88	-1,37	-0,42	-0,03	2,94	0,23
2004	4,41	3,89	3,68	1,00	-3,14	-4,29	-3,10	-0,91	0,01	-0,08	0,52	2,87	0,40
2005	4,13	4,56	3,19	1,03	-2,67	-5,63	-3,25	-4,05	-1,08	-0,78	-0,01	3,13	-0,12
2006	4,40	4,31	4,58	1,15	-3,06	-3,71	-3,61	-1,87	-1,10	-0,10	1,34	2,43	0,40
2007	4,52	3,65	4,08	1,35	-1,77	-2,53	-3,53	-2,82	0,52	-0,52	-0,14	1,62	0,37
2008	4,73	3,29	2,53	-1,14	-4,51	-4,63	-4,69	-3,85	-2,09	0,06	0,41	2,19	-0,64
2009	3,69	4,47	3,16	0,94	-1,84	-5,59	-3,15	-4,48	-0,62	-0,19	2,24	3,17	0,15
2010	4,63	5,42	4,09	1,95	-0,70	-2,75	-5,50	-3,13	-0,99	-0,93	-1,39	2,45	0,26
2011	3,53	4,53	2,47	1,30	-1,42	-3,78	-3,35	-2,63	-0,27	-1,53	0,69	2,92	0,20
2012	4,17	4,72	4,53	2,99	-1,97	-4,22	-3,51	-3,30	-0,13	0,19	1,00	3,87	0,70
2013	4,58	4,57	2,91	-0,75	-0,48	-2,28	-0,86	-2,57	-1,20	0,51	0,66	3,73	0,74
2014	4,32	2,53	2,80	1,50	-2,26	-2,98	-2,53	-1,29	1,39	1,55	0,69	2,85	0,71
2015	3,94	4,85	4,34	3,09	-1,01	-2,58	-3,29	-2,04	0,11	0,66	1,11	2,75	0,99
2016	3,81	5,41	3,83	1,77	-2,08	-3,80	-2,01	-2,56	-0,88	0,04	-0,54	2,54	0,46
2017	0,51	0,51	0,51	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,53	0,52
2018	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,54	0,54	0,54	0,54	0,53
2019	0,54	0,54	0,54	0,54	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 78*Temperatura mínima media mensual (°C) - Estación Tarata*

TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA (°C) - REGISTRO HISTÓRICO													
ESTACION TARATA		LATITUD			17° 28' 07,6"			DEPARTAMENTO			TACNA		
		LONGITUD			70° 02' 01,8"			PROVINCIA			TARATA		
		ALTITUD			3100,00 msnm			DISTRITO			TARATA		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	2,79	2,79	2,79	2,79	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
1981	5,49	6,25	4,91	2,38	-0,39	-3,00	-1,72	1,04	2,24	3,16	3,68	5,59	2,47
1982	6,07	5,68	4,54	2,15	-0,95	-1,73	-0,33	0,67	3,97	4,03	5,43	5,31	2,90
1983	6,59	6,82	7,29	5,39	3,50	-0,59	0,74	2,02	3,45	2,89	2,35	5,01	3,79
1984	6,25	6,36	5,93	2,74	0,85	0,17	-0,54	0,40	1,53	4,65	4,67	4,67	3,14
1985	3,86	5,92	5,31	3,81	1,38	0,69	-1,03	0,14	3,40	2,32	3,74	5,29	2,90
1986	5,98	5,78	5,01	3,16	-0,12	-1,65	-1,90	0,84	2,58	1,92	3,78	5,79	2,60
1987	7,01	5,51	5,25	2,58	1,07	-0,49	0,78	1,05	2,58	3,06	4,59	4,69	3,14
1988	6,64	5,50	5,59	3,73	1,33	-2,37	-0,93	0,37	3,10	2,75	2,67	4,63	2,75
1989	5,45	6,42	5,27	3,43	-0,30	-0,13	-0,62	0,59	2,26	3,05	2,51	3,49	2,62
1990	5,55	4,05	3,90	1,97	0,29	0,17	-1,73	-0,60	2,22	3,42	4,79	5,57	2,47
1991	5,47	6,01	5,56	2,41	0,33	-1,68	-1,17	0,19	3,07	2,55	3,07	3,72	2,46
1992	5,40	4,47	4,09	2,62	1,94	0,11	-0,61	0,49	1,37	3,13	2,87	4,56	2,54
1993	6,05	4,94	5,04	3,50	1,86	-1,35	-0,47	1,13	2,53	3,67	4,34	5,33	3,05
1994	5,90	6,26	5,08	3,59	0,87	-1,33	-0,33	0,94	3,27	3,15	4,33	5,88	3,13
1995	6,47	4,52	5,59	2,47	-0,23	-1,43	-0,46	0,91	3,83	2,64	3,59	3,98	2,66
1996	5,23	6,15	4,58	2,81	0,73	-1,45	-1,04	1,34	2,44	2,86	3,54	4,98	2,68
1997	6,75	6,08	5,06	2,36	1,37	-1,62	1,18	1,95	5,42	4,27	5,53	6,59	3,75
1998	8,70	7,55	6,61	3,61	0,89	0,86	0,78	1,41	2,03	3,24	4,07	4,91	3,72
1999	5,19	6,80	6,31	3,49	0,90	-1,72	0,34	1,09	2,46	4,24	2,32	4,61	3,00
2000	6,93	6,23	5,44	3,64	1,07	-0,86	-0,78	1,44	2,21	3,67	2,13	5,59	3,06
2001	6,30	6,92	6,73	5,33	1,55	-0,16	-0,24	1,38	3,22	3,57	3,70	4,68	3,58
2002	4,81	6,65	6,42	4,36	2,44	0,52	0,65	1,69	3,45	4,22	4,39	5,36	3,75
2003	6,23	6,52	5,64	2,69	1,53	-1,29	-0,11	1,10	2,35	3,13	3,34	5,20	3,03
2004	6,21	5,75	5,48	2,96	-0,61	-0,96	0,51	2,81	3,50	3,28	3,72	5,19	3,15
2005	6,00	6,38	4,95	2,94	-0,01	-1,93	0,45	0,17	2,55	2,56	3,27	5,42	2,73
2006	6,25	6,30	6,49	3,00	-0,46	-0,32	0,41	2,03	2,72	3,44	4,47	4,75	3,26
2007	6,21	5,56	5,85	3,05	0,51	0,70	0,04	0,94	3,72	2,69	3,02	3,99	3,02
2008	6,51	5,22	4,39	0,82	-1,84	-1,34	-0,88	0,24	1,80	3,38	3,54	4,62	2,20
2009	5,36	6,31	4,85	2,70	0,58	-1,98	0,45	-0,43	3,05	3,21	5,29	5,47	2,91
2010	6,23	7,28	5,76	3,76	1,79	0,41	-2,15	0,67	2,67	2,45	2,04	4,76	2,97
2011	5,20	6,38	4,20	3,15	1,18	-0,18	0,44	1,32	3,26	1,90	3,96	5,46	3,02
2012	6,01	6,96	6,99	5,40	0,80	-0,86	0,10	0,90	3,62	3,59	4,20	6,15	3,66
2013	6,38	6,47	4,86	1,21	2,17	1,16	2,84	1,41	2,70	3,85	3,89	6,07	3,58
2014	6,22	4,47	4,64	3,43	0,50	0,77	1,16	2,77	4,86	4,87	3,93	5,06	3,56
2015	5,69	6,81	6,20	5,02	1,68	0,86	0,72	2,13	3,95	4,27	4,36	5,11	3,90
2016	5,63	7,41	5,70	3,73	0,68	-0,15	1,88	1,49	3,00	3,54	2,88	4,74	3,38
2017	3,32	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,34	3,34	3,33
2018	3,34	3,34	3,34	3,34	3,34	3,34	3,35	3,35	3,35	3,35	3,35	3,35	3,34
2019	3,35	3,35	3,36	3,36	3,36	3,36	3,36	3,36	3,36	3,36	3,36	3,37	3,36

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 79*Temperatura mínima media mensual (°C) - Estación Sama Grande*

TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA (°C) - REGISTRO HISTÓRICO													
ESTACION SAMA GRANDE	LATITUD		17° 47' 15,3"		DEPARTAMENTO					TACNA			
	LONGITUD		70° 29' 22,6"		PROVINCIA					TACNA			
	ALTITUD		529,00 msnm		DISTRITO					SAMA INCLAN			
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	13,43	13,43	13,43	13,43	13,43	13,43	13,43	13,43	13,43	13,43	13,43	13,44	13,43
1981	15,96	16,80	15,78	13,99	11,86	10,02	8,87	10,52	11,10	12,32	13,96	15,78	13,08
1982	16,60	16,52	14,83	13,42	11,72	10,49	10,46	10,60	12,43	13,47	15,61	16,93	13,59
1983	17,85	18,40	18,05	16,84	15,69	11,44	11,92	11,97	12,21	12,50	13,52	15,65	14,67
1984	16,74	16,80	15,94	13,77	12,35	11,40	10,09	10,16	10,74	13,44	14,76	15,26	13,45
1985	15,31	16,31	16,07	14,45	12,27	12,00	9,76	9,46	11,64	12,19	14,01	15,92	13,28
1986	16,48	16,50	15,33	14,18	12,53	10,17	8,91	10,70	11,14	11,76	14,45	16,19	13,20
1987	17,65	17,13	16,53	14,67	13,09	11,59	11,46	10,80	11,18	12,70	14,66	15,46	13,91
1988	17,04	16,51	15,81	14,54	12,70	9,58	9,47	10,06	11,27	12,01	13,06	14,94	13,08
1989	15,80	17,37	15,68	14,31	11,11	11,22	10,40	10,28	10,55	12,39	13,66	14,26	13,08
1990	16,30	15,85	15,11	13,69	11,99	11,26	9,29	9,65	10,93	12,50	14,33	15,67	13,05
1991	16,21	16,55	15,99	13,94	12,33	10,70	9,67	9,81	11,42	11,97	13,77	14,90	13,11
1992	16,66	16,27	15,90	15,49	14,49	11,96	9,99	10,02	10,48	12,57	14,16	15,22	13,60
1993	16,93	16,43	15,68	14,83	13,76	11,58	10,52	10,96	11,40	12,78	14,25	15,23	13,70
1994	16,55	16,88	15,57	14,57	12,65	10,75	10,00	10,64	11,62	12,93	14,56	16,29	13,58
1995	17,18	15,94	15,96	13,93	11,81	10,35	9,81	10,49	11,90	12,13	14,03	14,36	13,16
1996	15,55	16,31	14,73	13,42	11,90	10,16	9,10	10,33	10,58	12,00	13,61	14,95	12,72
1997	16,93	16,68	16,16	14,63	14,06	12,02	12,55	11,28	14,28	14,19	15,69	17,17	14,64
1998	19,12	18,58	17,51	15,31	13,44	11,98	11,62	10,79	10,73	12,31	14,37	15,27	14,25
1999	15,21	17,41	16,20	13,63	11,49	9,87	10,39	10,45	10,89	12,54	12,90	15,01	13,00
2000	16,87	16,54	15,22	14,58	12,06	10,83	9,47	10,56	11,29	12,85	13,22	16,17	13,30
2001	16,93	17,89	17,07	14,86	12,56	10,97	9,56	10,84	11,03	12,37	13,97	15,20	13,60
2002	15,24	17,11	16,63	15,25	13,28	11,00	10,68	10,99	11,51	13,13	14,39	15,58	13,73
2003	16,81	17,39	15,68	13,31	12,32	10,36	10,10	10,51	11,01	12,68	14,25	15,64	13,34
2004	17,06	16,69	15,94	14,26	11,21	10,12	10,52	11,31	11,63	12,74	14,17	15,93	13,47
2005	17,28	16,98	15,29	14,28	12,11	10,06	10,32	10,15	10,92	11,33	13,35	15,56	13,14
2006	17,11	17,40	16,54	13,82	11,95	11,21	10,99	11,27	11,63	13,14	14,60	15,51	13,76
2007	17,15	16,65	16,09	13,87	11,47	10,45	9,73	10,01	10,71	11,54	13,35	14,47	12,96
2008	17,20	16,39	15,39	12,89	10,70	10,79	9,94	10,46	10,91	12,50	13,71	14,66	12,96
2009	16,01	16,99	15,68	14,20	12,72	10,68	10,92	9,80	11,56	12,55	15,16	16,01	13,52
2010	16,68	18,05	15,74	15,38	13,52	11,30	8,66	9,77	10,83	11,86	12,54	14,54	13,24
2011	15,41	17,26	14,37	14,18	12,73	12,17	11,13	10,72	11,18	11,63	14,12	15,78	13,39
2012	16,58	17,42	17,30	15,16	12,81	11,99	11,03	10,72	11,84	12,88	14,37	16,11	14,02
2013	16,79	17,17	15,27	12,69	12,83	11,46	10,05	10,35	11,29	12,52	13,77	15,76	13,33
2014	17,10	14,99	14,94	14,76	12,83	11,80	10,74	11,40	12,35	13,50	14,50	15,37	13,69
2015	16,45	17,95	17,37	16,16	14,37	12,21	11,64	11,92	12,74	13,82	14,86	15,92	14,62
2016	17,01	18,47	16,65	15,26	13,06	11,83	11,59	11,15	11,78	13,10	13,96	15,42	14,11
2017	13,56	13,57	13,57	13,57	13,57	13,57	13,57	13,57	13,57	13,57	13,57	13,57	13,57
2018	13,57	13,57	13,57	13,57	13,57	13,57	13,57	13,57	13,57	13,57	13,57	13,57	13,57
2019	13,57	13,57	13,57	13,57	13,57	13,57	13,57	13,57	13,57	13,57	13,58	13,58	13,57

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 80*Temperatura mínima media mensual (°C) - Estación Paucarani*

TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA (°C) - REGISTRO HISTÓRICO													
ESTACION PAUCARANI			LATITUD		17° 32' 3,71"			DEPARTAMENTO			TACNA		
			LONGITUD		69° 45' 53,97"			PROVINCIA			TACNA		
			ALTITUD		4550,00 msnm			DISTRITO			PALCA		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	-7,76	-7,76	-7,76	-7,75	-7,75	-7,75	-7,75	-7,75	-7,75	-7,75	-7,75	-7,75	-7,75
1981	-0,79	0,04	-2,16	-6,42	-12,20	-18,21	-15,05	-12,69	-10,56	-8,55	-7,40	-2,42	-8,03
1982	-0,28	-0,58	-2,06	-6,45	-13,66	-16,95	-14,58	-13,90	-9,46	-8,08	-5,51	-4,32	-7,99
1983	-0,85	-0,36	-1,05	-4,52	-10,61	-15,23	-13,78	-11,91	-9,23	-9,50	-9,88	-3,37	-7,52
1984	-0,15	0,27	-0,69	-5,44	-10,55	-13,62	-14,40	-13,83	-12,10	-6,33	-6,00	-3,71	-7,21
1985	-2,62	-0,20	-1,59	-4,19	-9,15	-12,43	-14,95	-12,93	-8,77	-10,19	-7,88	-3,13	-7,34
1986	-0,47	-0,52	-1,38	-5,03	-12,50	-15,64	-15,56	-13,59	-9,95	-10,50	-7,83	-2,45	-7,95
1987	0,47	-1,24	-2,62	-6,65	-10,82	-15,12	-13,41	-13,40	-10,77	-9,26	-6,23	-3,90	-7,75
1988	0,29	-0,96	-0,91	-4,36	-9,77	-16,56	-14,16	-13,91	-9,12	-9,12	-9,09	-3,89	-7,63
1989	-1,01	-0,23	-1,83	-4,90	-10,86	-14,00	-14,16	-13,53	-10,55	-8,75	-9,67	-5,00	-7,87
1990	-0,87	-2,73	-3,48	-6,78	-11,21	-13,44	-15,15	-14,50	-11,54	-7,82	-5,63	-2,66	-7,98
1991	-1,09	-0,40	-1,37	-6,18	-11,73	-17,05	-15,35	-14,08	-9,98	-9,06	-8,65	-5,38	-8,36
1992	-1,47	-2,33	-3,75	-7,43	-11,42	-14,42	-14,23	-13,81	-12,23	-8,79	-8,91	-3,90	-8,56
1993	-0,64	-1,79	-2,01	-5,04	-10,21	-16,74	-14,39	-13,05	-10,47	-7,92	-6,40	-2,54	-7,60
1994	-0,62	0,03	-1,87	-4,59	-10,87	-16,28	-14,18	-13,40	-9,42	-9,38	-6,97	-2,66	-7,52
1995	-0,23	-1,88	-1,27	-6,36	-12,37	-16,24	-14,24	-13,21	-8,87	-9,53	-7,87	-4,34	-8,03
1996	-1,13	0,06	-2,27	-4,85	-9,86	-15,90	-14,53	-11,76	-10,33	-8,99	-7,76	-3,01	-7,53
1997	0,12	-0,18	-2,26	-6,96	-11,43	-17,98	-13,54	-12,08	-7,22	-8,10	-5,80	-2,35	-7,32
1998	1,25	0,97	-0,70	-5,46	-12,05	-13,27	-13,38	-12,54	-11,11	-8,17	-7,47	-3,48	-7,12
1999	-1,12	0,54	-0,28	-4,24	-9,91	-16,38	-12,97	-12,73	-10,39	-6,85	-9,58	-3,82	-7,31
2000	0,47	0,13	-1,19	-4,97	-10,30	-15,37	-14,41	-12,23	-10,81	-7,77	-9,98	-3,22	-7,47
2001	-0,12	0,58	-0,42	-3,77	-9,65	-13,74	-14,19	-12,85	-8,77	-7,68	-7,30	-3,67	-6,80
2002	-1,57	0,49	-0,62	-4,06	-8,56	-12,61	-12,48	-12,17	-8,73	-6,96	-6,62	-2,90	-6,40
2003	-0,26	0,14	-0,99	-5,52	-9,53	-16,20	-13,74	-13,03	-10,67	-9,29	-8,64	-3,19	-7,58
2004	-0,31	-0,60	-1,48	-5,60	-12,47	-15,15	-12,74	-10,27	-8,68	-8,44	-7,68	-3,40	-7,23
2005	-0,87	0,14	-1,92	-5,63	-12,24	-17,62	-13,09	-14,84	-9,95	-8,92	-8,16	-2,87	-8,00
2006	-0,48	-0,37	-0,48	-5,20	-12,52	-14,62	-14,41	-11,80	-10,59	-8,58	-6,46	-3,79	-7,44
2007	-0,37	-0,96	-0,92	-4,99	-10,16	-13,07	-13,16	-12,59	-7,64	-8,68	-8,43	-4,55	-7,13
2008	0,03	-1,33	-2,93	-8,26	-14,24	-15,82	-15,40	-14,74	-11,86	-8,07	-7,71	-3,87	-8,68
2009	-1,12	-0,01	-2,10	-5,79	-11,06	-17,56	-13,26	-15,44	-9,74	-8,70	-5,38	-2,94	-7,76
2010	-0,10	0,94	-1,02	-4,82	-9,69	-13,23	-15,61	-13,25	-10,14	-9,27	-9,77	-3,44	-7,45
2011	-1,21	0,14	-2,42	-5,30	-10,54	-15,27	-13,38	-12,54	-8,98	-9,98	-7,37	-3,33	-7,51
2012	-0,68	0,13	-0,89	-3,63	-11,51	-15,78	-14,07	-14,14	-9,50	-8,16	-7,07	-1,96	-7,27
2013	-0,31	0,11	-2,27	-7,52	-9,17	-12,76	-10,25	-12,53	-10,77	-7,57	-7,38	-2,28	-6,89
2014	-0,68	-1,99	-2,52	-5,18	-11,84	-14,54	-12,35	-11,26	-6,88	-6,53	-7,66	-3,21	-7,05
2015	-0,92	0,19	-0,88	-3,28	-10,18	-13,71	-13,91	-12,68	-9,23	-8,20	-7,23	-3,82	-6,99
2016	-1,39	0,80	-1,75	-5,00	-11,78	-15,20	-12,12	-12,83	-10,36	-8,48	-9,37	-3,65	-7,60
2017	-7,36	-7,36	-7,36	-7,35	-7,35	-7,35	-7,35	-7,35	-7,35	-7,35	-7,35	-7,35	-7,35
2018	-7,35	-7,35	-7,35	-7,34	-7,34	-7,34	-7,34	-7,34	-7,34	-7,34	-7,34	-7,34	-7,34
2019	-7,34	-7,34	-7,33	-7,33	-7,33	-7,33	-7,33	-7,33	-7,33	-7,33	-7,33	-7,33	-7,33

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 81

Temperatura mínima media mensual (°C) - Estación Challapalca

TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA (°C) - REGISTRO HISTÓRICO													
ESTACION CHALLAPALCA		LATITUD		17° 14' 14"			DEPARTAMENTO				TACNA		
		LONGITUD		69° 48' 47"			PROVINCIA				TARATA		
		ALTITUD		4280,00 msnm			DISTRITO				TICACO		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	-7,24	-7,24	-7,24	-7,24	-7,23	-7,23	-7,23	-7,23	-7,23	-7,23	-7,23	-7,23	-7,23
1981	-0,24	0,60	-1,63	-5,84	-11,78	-18,41	-15,09	-12,43	-10,14	-7,82	-6,67	-1,90	-7,61
1982	0,34	-0,09	-1,63	-5,90	-13,33	-16,88	-14,36	-13,66	-8,79	-7,08	-4,49	-3,78	-7,47
1983	-0,29	0,38	-0,18	-3,68	-9,69	-15,02	-13,44	-11,35	-8,58	-8,90	-9,14	-2,99	-6,91
1984	0,42	0,82	-0,07	-4,84	-10,01	-13,42	-14,08	-13,35	-11,65	-5,53	-5,08	-3,03	-6,65
1985	-2,08	0,40	-1,01	-3,43	-8,56	-12,15	-14,77	-13,06	-8,27	-9,37	-6,52	-2,29	-6,76
1986	0,13	0,13	-0,82	-4,33	-11,79	-15,54	-15,40	-13,25	-9,57	-9,74	-6,90	-1,72	-7,40
1987	1,12	-0,65	-1,86	-5,97	-10,36	-15,11	-13,24	-13,19	-10,17	-8,46	-5,39	-3,38	-7,22
1988	0,90	-0,41	-0,37	-3,76	-9,35	-16,58	-13,98	-13,62	-8,69	-8,45	-8,17	-3,05	-7,13
1989	-0,37	0,47	-1,04	-4,12	-10,13	-13,77	-13,74	-13,11	-9,95	-7,95	-8,31	-4,66	-7,22
1990	-0,32	-2,06	-2,93	-6,30	-10,81	-13,28	-14,97	-14,31	-11,03	-6,96	-4,77	-2,07	-7,49
1991	-0,48	0,12	-0,78	-5,61	-11,32	-16,98	-15,16	-13,95	-9,59	-8,52	-7,80	-4,86	-7,91
1992	-0,99	-1,77	-3,44	-6,94	-11,01	-14,36	-14,14	-13,60	-11,86	-8,27	-8,17	-3,38	-8,16
1993	-0,08	-1,23	-1,44	-4,43	-9,81	-17,17	-14,39	-12,91	-9,94	-7,11	-5,53	-2,13	-7,18
1994	-0,01	0,59	-1,31	-4,04	-10,49	-16,23	-14,04	-13,13	-9,05	-8,42	-6,01	-1,99	-7,01
1995	0,25	-1,48	-0,67	-5,76	-11,98	-16,28	-14,12	-12,92	-8,39	-8,80	-7,04	-3,97	-7,60
1996	-0,62	0,61	-1,83	-4,43	-9,73	-15,93	-14,52	-11,62	-10,08	-8,36	-6,92	-2,47	-7,16
1997	0,85	0,41	-1,59	-6,26	-10,83	-17,79	-13,24	-11,82	-6,61	-7,22	-4,63	-1,69	-6,70
1998	2,50	1,70	-0,07	-4,85	-11,70	-13,45	-13,18	-12,34	-10,73	-7,56	-6,51	-2,92	-6,59
1999	-0,66	1,16	0,36	-3,72	-9,72	-16,43	-12,79	-12,45	-10,04	-6,31	-8,75	-3,30	-6,89
2000	1,04	0,67	-0,69	-4,48	-9,95	-15,20	-14,18	-11,98	-10,22	-6,90	-9,01	-2,52	-6,95
2001	0,58	1,31	0,47	-3,27	-9,15	-13,52	-13,83	-12,53	-8,49	-7,18	-6,59	-3,27	-6,29
2002	-1,21	1,06	0,01	-3,33	-8,25	-12,69	-12,08	-11,89	-8,27	-6,25	-5,83	-2,41	-5,93
2003	0,36	0,66	-0,45	-5,05	-9,26	-16,29	-13,56	-12,84	-10,29	-8,57	-7,73	-2,64	-7,14
2004	0,42	-0,02	-0,93	-4,90	-12,23	-15,33	-12,57	-10,18	-8,32	-7,68	-6,82	-2,82	-6,78
2005	-0,18	0,66	-1,39	-5,07	-11,88	-17,80	-12,97	-14,63	-9,48	-8,18	-7,26	-2,26	-7,54
2006	0,18	0,26	0,25	-4,60	-12,15	-14,66	-14,44	-11,62	-10,17	-7,61	-5,51	-3,20	-6,94
2007	0,17	-0,25	-0,32	-4,52	-9,76	-13,42	-13,06	-12,58	-7,38	-8,05	-7,66	-3,79	-6,72
2008	0,73	-0,70	-2,34	-7,71	-13,82	-16,14	-15,53	-14,87	-11,48	-7,25	-6,91	-2,97	-8,25
2009	-0,61	0,51	-1,63	-5,34	-10,77	-17,71	-13,31	-15,58	-9,32	-7,98	-4,46	-2,32	-7,38
2010	0,38	1,51	-0,60	-4,35	-9,27	-13,35	-15,80	-13,30	-9,81	-8,48	-8,69	-2,76	-7,04
2011	-0,76	0,80	-1,69	-4,79	-10,06	-15,27	-13,08	-12,24	-8,55	-9,10	-6,36	-2,49	-6,97
2012	-0,06	0,86	0,10	-2,83	-10,98	-15,98	-14,28	-14,09	-9,18	-7,36	-6,13	-1,23	-6,76
2013	0,30	0,77	-1,47	-6,93	-8,53	-12,75	-10,58	-12,36	-10,34	-6,76	-6,42	-1,57	-6,38
2014	0,04	-1,19	-1,94	-4,56	-11,24	-14,56	-12,21	-10,98	-6,33	-5,74	-6,82	-2,70	-6,52
2015	-0,37	0,80	-0,27	-2,56	-9,61	-13,91	-13,75	-12,64	-8,69	-7,37	-6,37	-3,39	-6,51
2016	-0,87	1,52	-1,26	-4,37	-11,31	-15,13	-12,03	-12,58	-9,85	-7,61	-8,46	-3,02	-7,08
2017	-6,88	-6,88	-6,88	-6,88	-6,88	-6,88	-6,88	-6,88	-6,88	-6,88	-6,87	-6,87	-6,88
2018	-6,87	-6,87	-6,87	-6,87	-6,87	-6,87	-6,87	-6,87	-6,87	-6,87	-6,86	-6,86	-6,87
2019	-6,86	-6,86	-6,86	-6,86	-6,86	-6,86	-6,86	-6,86	-6,86	-6,86	-6,86	-6,85	-6,86

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 82*Temperatura mínima media mensual (°C) - Estación Vilacota*

TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA (°C) - REGISTRO HISTÓRICO													
ESTACION VILACOTA		LATITUD		17° 4' 44,6"		DEPARTAMENTO		TACNA					
		LONGITUD		70° 2' 34,9"		PROVINCIA		TARATA					
		ALTITUD		4474,00 msnm		DISTRITO		SUSAPAYA					
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	-7,01	-7,01	-7,01	-7,01	-7,01	-7,00	-7,00	-7,00	-7,00	-7,00	-7,00	-7,00	-7,00
1981	-0,32	0,35	-1,65	-5,56	-11,29	-16,55	-14,19	-11,70	-10,06	-7,75	-6,39	-1,80	-7,24
1982	0,13	-0,29	-1,48	-5,58	-12,71	-15,30	-13,76	-12,95	-8,90	-7,25	-4,55	-3,64	-7,19
1983	-0,42	-0,08	-0,56	-3,72	-9,76	-13,65	-12,93	-10,95	-8,71	-8,70	-8,82	-2,76	-6,76
1984	0,23	0,54	-0,21	-4,58	-9,69	-12,13	-13,57	-12,84	-11,61	-5,62	-5,10	-3,05	-6,47
1985	-2,20	0,12	-1,13	-3,41	-8,36	-11,10	-14,22	-12,04	-8,35	-9,44	-6,84	-2,50	-6,62
1986	-0,05	-0,19	-0,86	-4,20	-11,60	-14,17	-14,68	-12,59	-9,39	-9,68	-6,86	-1,80	-7,17
1987	0,88	-0,91	-2,12	-5,81	-9,99	-13,63	-12,69	-12,45	-10,20	-8,43	-5,27	-3,24	-6,99
1988	0,70	-0,64	-0,47	-3,55	-8,93	-15,07	-13,40	-13,01	-8,66	-8,37	-8,08	-3,21	-6,89
1989	-0,55	0,04	-1,32	-4,09	-9,92	-12,51	-13,37	-12,56	-10,02	-7,95	-8,58	-4,37	-7,10
1990	-0,50	-2,39	-2,97	-5,97	-10,26	-11,94	-14,29	-13,58	-11,09	-7,06	-4,70	-2,01	-7,23
1991	-0,64	-0,09	-0,86	-5,34	-10,80	-15,38	-14,54	-13,16	-9,55	-8,31	-7,62	-4,64	-7,58
1992	-1,07	-2,00	-3,33	-6,63	-10,67	-12,92	-13,48	-12,81	-11,66	-8,07	-7,90	-3,27	-7,82
1993	-0,27	-1,48	-1,52	-4,21	-9,36	-15,23	-13,52	-12,15	-9,96	-7,13	-5,38	-1,81	-6,84
1994	-0,18	0,31	-1,38	-3,78	-9,98	-14,70	-13,39	-12,53	-8,95	-8,62	-6,00	-2,01	-6,77
1995	0,16	-1,53	-0,79	-5,54	-11,46	-14,65	-13,40	-12,29	-8,53	-8,73	-6,87	-3,68	-7,27
1996	-0,68	0,39	-1,72	-3,99	-9,01	-14,36	-13,77	-10,89	-9,83	-8,21	-6,74	-2,35	-6,76
1997	0,53	0,10	-1,76	-6,12	-10,61	-16,31	-12,84	-11,09	-6,88	-7,32	-4,90	-1,63	-6,57
1998	1,81	1,34	-0,18	-4,54	-11,18	-11,84	-12,62	-11,57	-10,57	-7,36	-6,44	-2,84	-6,33
1999	-0,64	0,81	0,18	-3,43	-9,04	-14,77	-12,24	-11,84	-9,89	-6,13	-8,50	-3,16	-6,55
2000	0,85	0,40	-0,71	-4,17	-9,41	-13,78	-13,54	-11,28	-10,31	-7,02	-8,92	-2,78	-6,72
2001	0,26	0,81	-0,02	-3,08	-8,79	-12,29	-13,23	-11,98	-8,33	-6,96	-6,34	-3,05	-6,08
2002	-1,12	0,79	-0,10	-3,23	-7,77	-11,20	-11,55	-11,25	-8,23	-6,21	-5,66	-2,23	-5,65
2003	0,18	0,44	-0,47	-4,67	-8,68	-14,59	-12,94	-12,10	-10,19	-8,51	-7,61	-2,53	-6,81
2004	0,13	-0,29	-0,98	-4,74	-11,55	-13,66	-11,97	-9,54	-8,22	-7,67	-6,68	-2,74	-6,49
2005	-0,43	0,43	-1,36	-4,76	-11,33	-15,96	-12,32	-13,84	-9,44	-8,01	-7,10	-2,22	-7,19
2006	-0,05	-0,04	0,03	-4,34	-11,68	-13,10	-13,67	-10,88	-10,11	-7,77	-5,48	-3,10	-6,68
2007	0,06	-0,57	-0,43	-4,11	-9,24	-11,71	-12,34	-11,70	-7,17	-7,88	-7,42	-3,80	-6,36
2008	0,47	-1,00	-2,37	-7,29	-13,20	-14,29	-14,55	-13,74	-11,34	-7,28	-6,71	-3,02	-7,86
2009	-0,64	0,29	-1,57	-4,95	-10,18	-15,92	-12,45	-14,40	-9,24	-7,90	-4,44	-2,27	-6,97
2010	0,37	1,22	-0,49	-4,04	-8,83	-11,79	-14,66	-12,31	-9,63	-8,41	-8,58	-2,71	-6,65
2011	-0,69	0,48	-1,76	-4,44	-9,65	-13,73	-12,56	-11,60	-8,46	-9,07	-6,36	-2,65	-6,71
2012	-0,24	0,43	-0,42	-2,75	-10,57	-14,24	-13,31	-13,21	-9,05	-7,38	-6,05	-1,28	-6,51
2013	0,12	0,44	-1,64	-6,63	-8,33	-11,34	-9,56	-11,61	-10,28	-6,77	-6,35	-1,59	-6,13
2014	-0,20	-1,52	-1,90	-4,33	-10,81	-12,95	-11,54	-10,36	-6,40	-5,80	-6,65	-2,53	-6,25
2015	-0,48	0,47	-0,44	-2,52	-9,25	-12,21	-13,10	-11,81	-8,70	-7,39	-6,20	-3,13	-6,23
2016	-0,89	1,11	-1,20	-4,15	-10,84	-13,65	-11,37	-11,88	-9,85	-7,68	-8,30	-2,91	-6,80
2017	-6,57	-6,56	-6,56	-6,56	-6,56	-6,56	-6,56	-6,56	-6,56	-6,56	-6,56	-6,55	-6,56
2018	-6,55	-6,55	-6,55	-6,55	-6,55	-6,55	-6,55	-6,55	-6,55	-6,54	-6,54	-6,54	-6,55
2019	-6,54	-6,54	-6,54	-6,54	-6,54	-6,54	-6,54	-6,53	-6,53	-6,53	-6,53	-6,53	-6,54

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

ANEXO 5

SERIE DE DATOS HISTORICOS DE EVAPOTRANSPIRACION CALCULADO PARA EL PERIODO 1980-2019 CON EL METODO DE FAO PENNMAN MONTEITH

Tabla 83*Evapotranspiración media mensual por FAO Penman Monteith – Estación Cairani*

EVAPOTRANSPIRACION MEDIA MENSUAL (mm/día) - REGISTRO HISTORICO												
ESTACION CAIRANI		LATITUD		17° 17' 24,5"			DEPARTAMENTO			TACNA		
		LONGITUD		70° 20' 17,8"			PROVINCIA			CANDARAVE		
		ALTITUD		3443,00 msnm			DISTRITO			CAIRANI		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1980	5	4,9	4,7	4,2	3,8	3,6	3,7	4	4,5	4,8	5	5,1
1981	4,5	4,2	4,5	4,2	4	3,9	3,9	4	4,6	5	5,2	4,9
1982	4,4	4,5	4,4	4,4	4,1	3,8	4,1	4,4	4,6	5,1	5,3	5,2
1983	5,3	5,2	4,8	4,3	3,9	3,7	3,8	4,2	4,3	5,2	5,5	4,8
1984	3,9	4,1	4,1	4	3,9	3,5	3,8	4,1	4,7	4,8	4,9	4,8
1985	4,6	4,2	4,5	3,9	3,9	3,6	3,8	4,3	4,5	5,3	5,1	4,6
1986	4,4	4	4,3	4,1	3,9	3,9	3,8	4,2	4,7	5,2	5,4	4,8
1987	4,3	5,2	4,9	4,5	4	3,8	3,9	4,5	5	5,3	5,4	5,3
1988	4,4	4,8	4,3	4,1	3,9	3,8	3,9	4,6	4,6	5,2	5,6	4,8
1989	4,7	4	4,2	4,1	3,9	3,7	3,9	4,3	4,6	5,2	5,5	5
1990	4,8	4,8	4,9	4,4	3,9	3,5	3,8	4,4	4,9	5,1	5,2	4,7
1991	4,6	4,6	4,4	4,3	4,2	3,8	4	4,4	4,6	5,3	5,4	5,2
1992	4,9	5	5	4,5	4	3,7	3,8	4,1	4,7	5,1	5,4	5
1993	4,2	4,5	4,4	4,2	3,7	3,9	3,9	4,2	4,6	5,2	5,2	4,8
1994	4,5	4,3	4,5	4,1	4	3,9	4	4,4	4,9	5,4	5,3	5
1995	4,8	4,9	4,4	4,5	4,1	3,9	3,9	4,4	4,6	5,3	5,4	5
1996	4,4	4,4	4,5	4,2	3,8	3,7	3,9	4,1	4,8	5,3	5,3	4,9
1997	4,2	4,4	4,4	4,3	4	3,8	4,1	4,2	4,3	5,3	5,3	5,2
1998	5	4,9	4,9	4,7	4,3	3,7	4	4,3	4,9	5,3	5,4	4,8
1999	4,9	3,8	3,9	4,1	3,8	3,7	3,7	4,3	4,7	5	5,5	4,9
2000	4	4	4,2	4,3	4	3,6	3,7	4,2	4,8	5,2	5,5	4,9
2001	4,3	4,2	4,1	4,1	3,8	3,7	3,9	4,4	4,7	5,3	5,5	5,2
2002	5,2	4,3	4,4	4	3,9	3,7	3,6	4,3	4,7	5,2	5,4	5,1
2003	5,1	4,7	4,5	4,3	4	4	3,9	4,3	4,8	5,5	5,7	5,2
2004	4,5	4,7	5	4,3	4,1	3,8	3,7	4	4,8	5,3	5,6	5,3
2005	4,9	4,7	4,8	4,6	4,2	4,1	4	4,6	4,7	5,3	5,6	5
2006	4,7	4,7	4,4	4,3	4,2	3,9	4,1	4,3	4,9	5,3	5,7	5,3
2007	5,2	4,8	4,4	4,3	3,9	3,8	3,8	4,3	4,8	5,4	5,6	5,1
2008	4,4	4,6	4,7	4,5	4,1	3,8	4,1	4,4	5	5,3	5,7	5
2009	5,1	4,5	4,6	4,5	4	4	3,8	4,6	5	5,5	5,4	5,2
2010	5	5	4,8	4,5	4	3,8	4	4,5	4,8	5,1	5,5	4,7
2011	4,5	4,1	4,3	4,2	4	3,7	3,7	4,3	4,9	5,3	5,5	4,9
2012	4,6	4,3	4,6	4	4,2	3,8	4,1	4,5	5	5,3	5,5	4,5
2013	4,9	4,5	4,7	4,7	3,9	3,6	3,8	4,3	5	5,2	5,5	5
2014	4,9	5,1	4,6	4,4	4	4	3,9	4,2	4,5	5,3	5,5	5,2
2015	5	4,4	4,4	4,1	4	4	4	4,5	4,9	5,3	5,7	5,5
2016	5,5	5	5	4,5	4,3	4	4	4,5	5,1	5,4	5,8	5,2
2017	5,3	5,2	4,9	4,4	4	3,8	3,9	4,3	4,7	5,1	5,3	5,3
2018	5,3	5,2	4,9	4,5	4	3,8	3,9	4,3	4,7	5,1	5,3	5,3
2019	5,3	5,2	4,9	4,5	4	3,8	3,9	4,3	4,7	5,1	5,3	5,3

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 84*Evapotranspiración media mensual por FAO Penman Monteith – Estación Candarave*

EVAPOTRANSPIRACION MEDIA MENSUAL (mm/día) - REGISTRO HISTORICO												
ESTACION CANDARAVE		LATITUD		17° 17' 26,2"			DEPARTAMENTO			TACNA		
		LONGITUD		70° 16' 02,18"			PROVINCIA			CANDARAVE		
		ALTITUD		3415 msnm			DISTRITO			CANDARAVE		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1980	4	4,3	4,6	4,9	5	5	5	4,9	4,7	4,4	4,1	3,9
1981	3,5	3,5	4,5	4,9	5,3	5,5	5,3	4,8	5	4,8	4,3	3,7
1982	3,4	3,8	4,4	5,1	5,3	5,3	5,5	5,5	4,7	4,7	4,2	4
1983	4	4,1	4,6	5,1	5,2	5,3	5,4	5,3	4,6	4,8	4,6	3,7
1984	3	3,5	4	4,9	5,1	4,9	5,2	5	5	4,3	3,9	3,6
1985	3,5	3,5	4,4	4,6	5	5	5,1	5,3	4,8	4,9	4	3,4
1986	3,3	3,3	4,1	4,8	5	5,2	5	5,2	4,8	4,8	4,4	3,6
1987	3,3	4,3	4,7	5,2	5,1	5,2	5,2	5,6	5,3	4,9	4,4	4,1
1988	3,4	4,1	4,3	4,8	5,1	5,3	5,3	5,6	4,9	4,8	4,6	3,7
1989	3,5	3,3	4,1	4,8	5,2	5,1	5,2	5,4	5	4,8	4,4	3,8
1990	3,6	4	4,8	5,1	5	4,8	5,2	5,4	5,2	4,7	4,1	3,6
1991	3,5	3,9	4,3	5,1	5,4	5,2	5,3	5,4	4,9	4,8	4,3	3,9
1992	3,7	4,2	4,9	5,3	5,2	5,2	5,2	5	5,1	4,7	4,3	3,8
1993	3,2	3,8	4,3	4,9	4,9	5,5	5,2	5,2	5	4,8	4,3	3,7
1994	3,4	3,6	4,4	4,9	5,2	5,3	5,3	5,4	5,2	4,9	4,3	3,8
1995	3,7	4,2	4,2	5,2	5,4	5,4	5,3	5,5	5	5	4,4	3,8
1996	3,4	3,7	4,5	4,9	5,1	5,1	5,3	5,1	5,1	4,9	4,2	3,7
1997	3,1	3,6	4,3	5	5,2	5,3	5,5	5,3	4,8	4,9	4,4	3,9
1998	3,7	4,1	4,8	5,4	5,6	5,2	5,4	5,4	5,2	4,8	4,3	3,8
1999	3,7	3,3	4,1	4,7	5,1	5,2	5	5,3	5	4,6	4,4	3,7
2000	3,1	3,4	4,2	5	5,2	5	5,1	5,2	5,2	4,7	4,4	3,7
2001	3,2	3,5	4	4,7	4,9	5,1	5,2	5,2	4,9	4,8	4,4	3,9
2002	3,9	3,5	4,3	4,6	5,1	5,1	4,8	5,2	5	4,7	4,4	3,9
2003	3,8	3,9	4,3	5,1	5,2	5,5	5,3	5,3	5,1	5	4,6	4
2004	3,4	4	4,8	5,1	5,3	5,3	5	4,9	5,2	4,9	4,6	4
2005	3,7	3,9	4,7	5,3	5,4	5,6	5,4	5,6	4,9	4,8	4,5	3,8
2006	3,5	3,9	4,3	5	5,4	5,3	5,5	5,3	5,2	4,9	4,4	4
2007	3,9	4	4,3	5,1	5,2	5,3	5,1	5,3	5	4,9	4,6	3,9
2008	3,4	4	4,6	5,3	5,4	5,4	5,6	5,5	5,4	4,9	4,6	3,8
2009	3,9	3,8	4,6	5,3	5,3	5,6	5,2	5,6	5,2	5	4,4	3,9
2010	3,8	4,1	4,7	5,2	5,2	5,3	5,4	5,6	5,3	4,8	4,5	3,6
2011	3,6	3,4	4,4	5	5,3	5,2	5,1	5,4	5,2	4,9	4,5	3,7
2012	3,5	3,5	4,4	4,7	5,4	5,3	5,5	5,5	5,2	4,8	4,4	3,5
2013	3,7	3,8	4,6	5,4	5,1	5	5	5,2	5,4	4,8	4,5	3,7
2014	3,7	4,3	4,6	5,1	5,3	5,5	5,3	5,2	4,8	4,8	4,5	3,9
2015	3,8	3,8	4,4	4,8	5,2	5,6	5,4	5,5	5,3	4,9	4,6	4,2
2016	4,2	4,1	4,9	5,2	5,5	5,5	5,4	5,5	5,5	4,9	4,7	4
2017	4,2	4,5	4,9	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5	4,7	4,3	4,1
2018	4,2	4,6	4,9	5,2	5,3	5,3	5,3	5,2	5	4,7	4,3	4,1
2019	4,2	4,6	4,9	5,2	5,3	5,3	5,3	5,2	5	4,7	4,3	4,1

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 85*Evapotranspiración media mensual por FAO Penman Monteith – Estación Challapalca*

EVAPOTRANSPIRACION MEDIA MENSUAL (mm/day) - REGISTRO HISTORICO												
ESTACION CHALLAPALCA	LATITUD		17° 14' 14"		DEPARTAMENTO						TACNA	
	LONGITUD		69° 48' 47"		PROVINCIA						TARATA	
	ALTITUD		4280,00 msnm		DISTRITO						TICACO	
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1980	5,6	5,5	5,3	4,9	4,5	4,3	4,4	4,7	5,1	5,4	5,6	5,7
1981	4,7	4,3	4,8	4,8	4,8	4,9	4,7	4,8	5,4	6,1	6,2	5,5
1982	4,5	4,7	4,7	5	4,9	4,8	4,9	5,4	5,4	6	6,1	5,9
1983	5,5	5	5,2	5,2	5	4,8	4,8	5,2	5,1	6,2	6,5	5,5
1984	4	4,2	4,3	4,7	4,7	4,4	4,6	4,9	5,6	5,5	5,6	5,2
1985	4,6	4,3	4,7	4,4	4,5	4,4	4,5	5,2	5,3	6,2	5,7	5
1986	4,5	4	4,4	4,7	4,6	4,6	4,4	5,1	5,3	6,1	6,2	5,3
1987	4,4	5,2	5,1	5,1	4,8	4,7	4,7	5,5	5,9	6,3	6,2	6
1988	4,6	5	4,6	4,7	4,6	4,7	4,7	5,5	5,4	6,1	6,5	5,3
1989	4,7	4,2	4,4	4,6	4,7	4,6	4,6	5,2	5,5	6,2	6,3	5,6
1990	4,7	4,9	5,1	5	4,6	4,3	4,5	5,2	5,7	6	5,9	5,3
1991	4,7	4,8	4,7	4,9	4,9	4,7	4,7	5,3	5,5	6,1	6,2	5,8
1992	4,9	5,1	5,3	5,3	4,9	4,7	4,6	4,9	5,6	6	6,2	5,5
1993	4,4	4,7	4,6	4,8	4,5	4,9	4,7	5,1	5,5	6,1	6,1	5,4
1994	4,6	4,4	4,7	4,7	4,8	4,7	4,7	5,3	5,8	6,3	6,1	5,5
1995	5	5,1	4,6	5,1	4,9	4,8	4,7	5,3	5,5	6,3	6,3	5,5
1996	4,6	4,5	4,9	4,7	4,6	4,6	4,7	5,1	5,7	6,2	6	5,4
1997	4,2	4,4	4,6	4,8	4,8	4,8	4,9	5,2	5,4	6,2	6,2	5,9
1998	5	5,1	5,2	5,3	5,2	4,7	4,8	5,3	5,8	6,2	6,2	5,6
1999	4,9	4,2	4,4	4,5	4,6	4,7	4,5	5,2	5,5	5,8	6,3	5,6
2000	4,2	4,1	4,5	4,9	4,8	4,5	4,5	5,1	5,7	5,9	6,4	5,4
2001	4,3	4,3	4,3	4,6	4,5	4,6	4,7	5,1	5,5	6,2	6,3	5,7
2002	5,2	4,3	4,6	4,5	4,6	4,6	4,2	5,1	5,5	6	6,2	5,6
2003	5	4,8	4,6	4,9	4,7	4,9	4,7	5,2	5,6	6,4	6,6	5,8
2004	4,7	4,8	5,1	4,9	4,8	4,7	4,5	4,8	5,7	6,3	6,5	5,9
2005	5	4,7	5,1	5,1	5	5	4,8	5,5	5,4	6,1	6,4	5,5
2006	4,6	4,8	4,7	4,8	4,9	4,8	5	5,3	5,8	6,2	6,3	5,8
2007	5,3	4,9	4,6	4,9	4,7	4,8	4,5	5,1	5,4	6,2	6,4	5,7
2008	4,6	4,9	5	5,2	4,9	4,9	5	5,4	5,9	6,2	6,6	5,5
2009	5,2	4,7	4,9	5,1	4,9	5	4,6	5,5	5,8	6,4	6,3	5,7
2010	5,1	5,1	5,1	5,2	4,8	4,8	4,8	5,5	5,8	6,2	6,4	5,3
2011	4,9	4,2	4,6	4,9	4,9	4,8	4,5	5,3	5,7	6,2	6,5	5,4
2012	4,7	4,3	4,7	4,6	5	4,8	4,9	5,3	5,9	6,2	6,4	5,2
2013	4,9	4,7	5	5,3	4,7	4,5	4,5	5,1	5,9	6,1	6,4	5,5
2014	4,9	5,3	5,1	4,9	4,9	4,9	4,7	5,1	5,2	6,1	6,4	5,7
2015	5	4,7	4,8	4,6	4,8	5,1	4,8	5,4	5,9	6,3	6,6	6,1
2016	5,7	5	5,4	5,1	5,1	5	4,8	5,5	6	6,3	6,6	5,9
2017	6	5,8	5,6	5,2	4,8	4,6	4,7	5	5,4	5,7	5,9	6
2018	6	5,8	5,6	5,2	4,8	4,6	4,7	5	5,4	5,8	6	6
2019	6	5,9	5,6	5,2	4,8	4,6	4,7	5	5,4	5,8	6	6

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 86*Evapotranspiración media mensual por FAO Penman Monteith – Estación Paucarani*

EVAPOTRANSPIRACION MEDIA MENSUAL (mm/day) - REGISTRO HISTORICO												
ESTACION PAUCARANI	LATITUD		17° 32' 3,71"		DEPARTAMENTO		TACNA					
	LONGITUD		69° 45' 53,97"		PROVINCIA		TACNA					
	ALTITUD		4550,00 msnm		DISTRITO		PALCA					
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1980	5,2	5,1	4,9	4,5	4,1	3,9	4	4,3	4,7	5	5,2	5,2
1981	4,2	3,9	4,4	4,3	4,4	4,6	4,4	4,4	5	5,6	5,8	5
1982	4,1	4,3	4,3	4,5	4,5	4,5	4,5	5	5	5,6	5,7	5,4
1983	5,1	4,8	4,8	4,6	4,5	4,4	4,4	4,8	4,7	5,7	6,1	4,9
1984	3,5	3,8	3,9	4,2	4,3	4,2	4,3	4,6	5,1	5,1	5,2	4,8
1985	4,2	3,9	4,3	3,9	4,2	4,2	4,2	4,9	4,9	5,8	5,4	4,5
1986	4,1	3,6	4,1	4,1	4,2	4,4	4,1	4,7	5	5,7	5,9	4,9
1987	4	5	4,8	4,6	4,4	4,5	4,3	5,1	5,5	5,8	5,9	5,5
1988	4,2	4,7	4,2	4,2	4,3	4,4	4,3	5,1	5	5,7	6,1	4,9
1989	4,3	3,7	4	4,1	4,3	4,4	4,3	4,8	5,1	5,7	5,9	5,1
1990	4,4	4,6	4,8	4,5	4,3	4,1	4,2	4,9	5,3	5,5	5,6	4,7
1991	4,3	4,4	4,3	4,4	4,6	4,4	4,4	5	5,1	5,8	5,8	5,3
1992	4,5	4,7	5	4,7	4,5	4,4	4,2	4,5	5,2	5,6	5,8	5,1
1993	3,9	4,3	4,2	4,3	4,2	4,6	4,3	4,7	5	5,7	5,7	4,9
1994	4,2	4	4,3	4,2	4,4	4,5	4,4	5	5,4	5,9	5,8	5,1
1995	4,6	4,7	4,2	4,6	4,6	4,6	4,3	5	5,1	5,9	5,9	5,1
1996	4,1	4,1	4,5	4,3	4,3	4,4	4,4	4,7	5,3	5,8	5,7	5
1997	3,8	4	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,8	4,8	5,8	5,9	5,5
1998	4,7	4,8	4,9	4,9	4,8	4,5	4,5	4,9	5,4	5,8	5,8	5,1
1999	4,6	3,6	3,9	4,1	4,2	4,4	4,1	4,9	5,1	5,4	5,9	5
2000	3,7	3,7	4,1	4,4	4,5	4,2	4,2	4,8	5,3	5,6	6	5
2001	3,9	3,8	3,9	4,2	4,2	4,4	4,4	4,8	5,1	5,8	5,9	5,3
2002	4,9	3,9	4,2	4	4,3	4,4	3,9	4,8	5,1	5,7	5,9	5,2
2003	4,7	4,5	4,3	4,4	4,4	4,7	4,4	4,8	5,2	6	6,3	5,4
2004	4,2	4,4	4,9	4,4	4,5	4,5	4,1	4,5	5,3	5,8	6,1	5,4
2005	4,6	4,4	4,7	4,7	4,7	4,8	4,5	5,1	5	5,7	6,1	5,1
2006	4,3	4,4	4,3	4,4	4,6	4,5	4,6	4,9	5,3	5,8	6	5,4
2007	5	4,6	4,3	4,4	4,3	4,6	4,2	4,8	5,1	5,9	6,1	5,3
2008	4,1	4,5	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	5	5,5	5,9	6,3	5
2009	4,9	4,3	4,5	4,6	4,5	4,7	4,3	5,1	5,4	6	5,9	5,3
2010	4,7	4,8	4,8	4,7	4,4	4,6	4,5	5,1	5,4	5,7	6	4,7
2011	4,3	3,8	4,2	4,4	4,5	4,5	4,2	4,9	5,3	5,8	6,1	5
2012	4,3	4	4,4	4	4,6	4,5	4,6	5	5,5	5,8	6	4,6
2013	4,6	4,3	4,6	4,8	4,3	4,3	4,2	4,8	5,5	5,7	6,1	5
2014	4,6	4,9	4,6	4,5	4,5	4,7	4,4	4,8	4,9	5,8	6,1	5,3
2015	4,6	4,3	4,4	4,1	4,4	4,8	4,5	5,1	5,5	5,9	6,3	5,7
2016	5,3	4,7	5	4,6	4,8	4,7	4,5	5,1	5,7	5,9	6,3	5,4
2017	5,6	5,5	5,2	4,8	4,4	4,2	4,3	4,6	5	5,4	5,5	5,6
2018	5,6	5,5	5,2	4,8	4,4	4,2	4,3	4,6	5	5,4	5,5	5,6
2019	5,6	5,5	5,2	4,8	4,4	4,2	4,3	4,6	5	5,4	5,5	5,6

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 87*Evapotranspiración media mensual por FAO Penman Monteith – Estación Sama Grande*

EVAPOTRANSPIRACION MEDIA MENSUAL (mm/day) - REGISTRO HISTORICO												
ESTACION SAMA GRANDE		LATITUD		17° 47' 15,3"				DEPARTAMENTO			TACNA	
		LONGITUD		70° 29' 22,6"				PROVINCIA			TACNA	
		ALTITUD		529,00 msnm				DISTRITO			SAMA INCLAN	
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1980	5,8	5,6	5,3	4,9	4,4	4,2	4,3	4,6	5,1	5,5	5,7	5,8
1981	6,3	6,2	5,9	5	4,3	3,9	3,9	4	4,7	5,5	5,9	6,1
1982	6,3	6,5	5,9	5,1	4,4	3,9	3,9	4,3	4,9	5,4	5,9	6,2
1983	6,6	6,2	6	5,1	4	4	3,6	4	4,6	5,5	6,2	6,3
1984	6,3	6,2	5,6	5,1	4,1	3,5	3,8	4	4,8	5	5,6	6,2
1985	6,5	6,3	5,8	4,7	4,1	3,7	3,7	4,1	4,5	5,5	5,6	5,8
1986	6,3	6,2	5,7	4,9	4,2	3,8	3,8	4	4,7	5,4	6	6,2
1987	6,3	6,6	5,9	5,1	4,2	3,8	3,7	4,3	5	5,4	5,9	6,4
1988	6,2	6,6	5,8	5,1	4,2	3,8	3,8	4,2	4,4	5,4	6,1	6,2
1989	6,4	6,3	5,7	4,9	4,3	3,7	3,7	4,2	4,7	5,4	6	6,4
1990	6,5	6,5	6	5,1	4,2	3,6	3,7	4,2	5	5,3	5,8	6
1991	6,5	6,4	5,9	5,1	4,4	3,9	3,8	4,1	4,7	5,5	5,9	6,4
1992	6,5	6,5	6,1	5	4,5	3,8	3,8	4,1	4,8	5,4	6	6,2
1993	6,4	6,5	5,7	5,1	4,2	3,9	3,8	4,1	4,9	5,5	5,9	6,3
1994	6,4	6,3	5,8	4,9	4,3	3,8	3,8	4,1	5,1	5,4	5,9	6,1
1995	6,5	6,7	5,7	5,1	4,4	4	3,9	4,1	4,7	5,6	6	6,2
1996	6,5	6,5	5,9	5	4,3	3,7	3,9	4,1	4,9	5,5	5,8	6,2
1997	6,1	6,3	5,8	5,1	4,5	3,8	3,8	4,5	4,3	5,3	5,6	5,9
1998	6,1	6,6	6	5,3	4,4	3,8	3,8	4,1	4,8	5,3	5,8	6,2
1999	6,5	6,1	5,7	4,8	4,3	3,8	3,6	4,1	4,8	5,2	5,9	6,2
2000	6,1	6,3	5,9	5	4,3	3,6	3,7	4,1	4,7	5,3	5,8	5,9
2001	6,2	6,2	5,7	4,9	4,1	3,6	3,8	4	4,6	5,4	5,8	6,1
2002	6,7	6,3	5,8	4,5	4,2	3,6	3,4	4	4,8	5,3	5,8	6,1
2003	6,2	6,4	5,9	5,1	4,2	3,9	3,8	4,2	4,7	5,6	6	6,3
2004	6,3	6,5	6	5	4,3	3,7	3,6	3,8	4,8	5,5	6	6,4
2005	6,5	6,1	6	5	4,2	4	3,9	4,3	4,5	5,3	6	6,2
2006	6,4	6,5	5,8	5,1	4,4	3,9	4,1	4,2	4,9	5,5	5,8	6,3
2007	6,6	6,5	5,8	5,2	4,2	3,8	3,8	4	4,4	5,2	5,8	6,2
2008	6,3	6,6	6,2	5,3	4,3	3,7	3,8	4,2	4,9	5,3	6,1	6,2
2009	6,6	6,5	6	5,4	4,5	4	3,7	4,3	4,7	5,5	6	6,2
2010	6,5	6,5	6,2	5,1	4,2	3,7	3,8	4,3	4,7	5,4	6,1	6,2
2011	6,5	6,3	6,1	5,2	4,3	3,6	3,5	4,1	4,9	5,6	6	6,1
2012	6,3	6,2	5,9	5,2	4,5	3,9	3,8	4	4,9	5,3	5,9	6
2013	6,2	6,5	6,1	5,3	4,2	3,7	3,8	4,1	5	5,4	6	6,2
2014	6,5	6,4	6	4,9	4,3	3,5	3,7	4,1	4,4	5,4	6	6,2
2015	6,3	6,2	5,9	5	4,2	3,9	3,8	4,1	5	5,3	5,9	6,3
2016	6,7	6,4	6,2	5,1	4,5	3,9	3,9	4,3	5,1	5,5	6,2	6,5
2017	5,8	5,7	5,4	4,9	4,4	4,2	4,3	4,7	5,2	5,5	5,8	5,8
2018	5,8	5,7	5,4	4,9	4,4	4,2	4,3	4,7	5,2	5,5	5,8	5,8
2019	5,8	5,7	5,4	4,9	4,4	4,2	4,3	4,7	5,2	5,5	5,8	5,8

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 88

Evapotranspiración media mensual por FAO Penman Monteith – Estación Sitajara

EVAPOTRANSPIRACION MEDIA MENSUAL (mm/day) - REGISTRO HISTORICO													
ESTACION SITAJARA		LATITUD		17° 21' 15,9"		DEPARTAMENTO				TACNA			
		LONGITUD		70° 07' 56,2"		PROVINCIA				TARATA			
		ALTITUD		3166,00 msnm		DISTRITO				SITAJARA			
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
1980	5,2	5	4,8	4,3	3,9	3,7	3,8	4,1	4,6	4,9	5,1	5,2	
1981	4,7	4,3	4,7	4,5	4,2	4,3	4,1	4,1	4,6	5,1	5,1	4,9	
1982	4,5	4,7	4,6	4,7	4,3	4,1	4,2	4,7	4,4	5	5	5,2	
1983	5,2	4,8	4,8	4,7	4,1	4,1	4,1	4,4	4,2	5,1	5,5	5	
1984	4	4,2	4,2	4,5	4,1	3,8	4	4,2	4,7	4,5	4,6	4,7	
1985	4,6	4,3	4,6	4,2	4	3,8	3,9	4,5	4,4	5,2	4,8	4,6	
1986	4,5	4,1	4,4	4,4	4	4	3,9	4,4	4,5	5,1	5,2	4,8	
1987	4,4	5,1	4,9	4,8	4,1	4,1	4	4,7	4,9	5,2	5,2	5,4	
1988	4,6	5	4,6	4,5	4,1	4,1	4,1	4,8	4,5	5,1	5,4	4,9	
1989	4,7	4,1	4,3	4,4	4,1	4	4	4,6	4,7	5,1	5,3	5	
1990	4,7	4,8	4,9	4,7	4	3,8	4	4,6	4,9	5	4,9	4,8	
1991	4,6	4,7	4,5	4,7	4,4	4,1	4,2	4,6	4,6	5,1	5,1	5,2	
1992	4,9	5	5	4,8	4,2	4	4	4,3	4,7	5	5,2	5	
1993	4,3	4,6	4,5	4,5	3,9	4,3	4,1	4,5	4,6	5,1	5,1	5	
1994	4,6	4,4	4,6	4,5	4,2	4,1	4,1	4,6	4,9	5,2	5,1	5	
1995	4,9	5	4,5	4,8	4,3	4,2	4,1	4,6	4,6	5,3	5,2	5,1	
1996	4,6	4,5	4,8	4,5	4,1	4	4,1	4,4	4,8	5,2	5	5	
1997	4,2	4,4	4,5	4,6	4,2	4,2	4,2	4,6	4,4	5,1	5,1	5,2	
1998	4,8	4,9	5	4,9	4,4	4	4,1	4,5	4,9	5,1	5,1	5	
1999	4,8	4,1	4,4	4,4	4,1	4,1	3,9	4,5	4,7	4,9	5,3	5	
2000	4,1	4,2	4,4	4,6	4,2	3,8	3,9	4,4	4,8	5	5,4	4,9	
2001	4,3	4,2	4,2	4,3	3,9	3,9	4,1	4,4	4,6	5,1	5,2	5,2	
2002	5,2	4,3	4,5	4,2	4,1	4	3,7	4,4	4,6	5	5,2	5,1	
2003	4,9	4,7	4,6	4,6	4,2	4,3	4,1	4,5	4,7	5,3	5,5	5,2	
2004	4,6	4,8	5	4,6	4,2	4,1	3,9	4,1	4,8	5,2	5,4	5,3	
2005	4,9	4,6	4,9	4,8	4,3	4,4	4,1	4,8	4,5	5,1	5,4	5	
2006	4,6	4,7	4,5	4,6	4,3	4,1	4,3	4,5	4,9	5,2	5,3	5,3	
2007	5,1	4,8	4,5	4,7	4,1	4,1	4	4,4	4,6	5,2	5,4	5,2	
2008	4,6	4,9	4,8	4,9	4,4	4,2	4,3	4,7	5	5,2	5,5	5	
2009	5,1	4,7	4,8	4,8	4,3	4,3	4	4,8	4,8	5,3	5,2	5,2	
2010	5	5	4,9	4,8	4,1	4,1	4,2	4,7	4,9	5,2	5,4	4,8	
2011	4,8	4,2	4,6	4,6	4,2	4	3,9	4,5	4,8	5,2	5,4	4,9	
2012	4,6	4,3	4,6	4,3	4,3	4,2	4,2	4,6	4,9	5,1	5,3	4,7	
2013	4,8	4,6	4,8	4,9	4	3,9	3,9	4,4	5	5,1	5,3	4,9	
2014	4,8	5,2	4,8	4,6	4,2	4,1	4	4,4	4,4	5	5,3	5,2	
2015	4,9	4,5	4,6	4,4	4,2	4,3	4,1	4,7	5	5,2	5,5	5,5	
2016	5,4	4,9	5,1	4,7	4,4	4,2	4,1	4,7	5,1	5,2	5,5	5,3	
2017	5,4	5,3	5	4,5	4,1	3,9	4	4,3	4,8	5,1	5,4	5,4	
2018	5,4	5,3	5	4,5	4,1	3,9	4	4,3	4,8	5,1	5,4	5,4	
2019	5,4	5,3	5	4,6	4,1	3,9	4	4,3	4,8	5,2	5,4	5,4	

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 89*Evapotranspiración media mensual por FAO Penman Monteith – Estación Susapaya*

EVAPOTRANSPIRACION MEDIA MENSUAL (mm/day) - REGISTRO HISTORICO												
ESTACION SUSAPAYA		LATITUD		17° 21' 13"				DEPARTAMENTO			TACNA	
		LONGITUD		70° 01' 53"				PROVINCIA			TARATA	
		ALTITUD		3309,00 msnm				DISTRITO			SUSAPAYA	
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1980	5,2	5	4,8	4,3	3,9	3,7	3,8	4,1	4,6	4,9	5,1	5,2
1981	4,7	4,3	4,7	4,5	4,2	4,3	4,1	4,1	4,6	5,1	5,2	4,9
1982	4,5	4,7	4,6	4,7	4,3	4,1	4,2	4,7	4,4	5	5,1	5,3
1983	5,3	4,9	4,8	4,7	4,1	4,1	4,1	4,5	4,2	5,1	5,5	5
1984	4	4,2	4,2	4,5	4,1	3,8	4	4,3	4,7	4,6	4,7	4,8
1985	4,7	4,3	4,6	4,2	4	3,8	3,9	4,5	4,4	5,2	4,8	4,6
1986	4,5	4,1	4,4	4,4	4	4	3,9	4,4	4,5	5,1	5,2	4,8
1987	4,4	5,1	4,9	4,8	4,1	4,1	4	4,7	4,9	5,2	5,2	5,4
1988	4,6	5	4,6	4,5	4,1	4,1	4,1	4,8	4,5	5,1	5,4	4,9
1989	4,7	4,2	4,3	4,4	4,1	4	4	4,6	4,7	5,1	5,3	5
1990	4,7	4,8	4,9	4,7	4	3,8	4	4,6	4,9	5	5	4,8
1991	4,6	4,7	4,5	4,7	4,4	4,1	4,2	4,6	4,6	5,1	5,1	5,2
1992	4,9	5	5,1	4,8	4,2	4	4	4,3	4,7	5	5,2	5
1993	4,4	4,7	4,5	4,5	3,9	4,3	4,1	4,5	4,7	5,2	5,1	5
1994	4,6	4,4	4,6	4,5	4,2	4,1	4,1	4,6	4,9	5,2	5,1	5
1995	4,9	5	4,5	4,8	4,3	4,2	4,1	4,6	4,6	5,3	5,2	5,1
1996	4,6	4,5	4,8	4,5	4,1	4	4,1	4,4	4,8	5,2	5	5
1997	4,2	4,4	4,5	4,6	4,2	4,2	4,2	4,6	4,4	5,1	5,2	5,2
1998	4,8	4,9	5	4,9	4,4	4	4,1	4,5	4,9	5,2	5,1	5
1999	4,9	4,1	4,4	4,4	4,1	4,1	3,9	4,5	4,7	4,9	5,3	5
2000	4,2	4,2	4,4	4,6	4,2	3,8	3,9	4,4	4,8	5	5,4	4,9
2001	4,3	4,2	4,2	4,3	3,9	3,9	4,1	4,4	4,6	5,1	5,2	5,2
2002	5,2	4,3	4,5	4,2	4,1	4	3,7	4,4	4,6	5	5,2	5,1
2003	4,9	4,7	4,6	4,6	4,2	4,3	4,1	4,5	4,7	5,3	5,5	5,2
2004	4,7	4,8	5	4,6	4,2	4,1	3,9	4,1	4,8	5,2	5,4	5,3
2005	4,9	4,6	4,9	4,8	4,3	4,4	4,1	4,8	4,5	5,1	5,4	5
2006	4,6	4,7	4,5	4,6	4,4	4,1	4,3	4,5	4,9	5,2	5,3	5,3
2007	5,1	4,8	4,6	4,7	4,1	4,1	4	4,4	4,6	5,2	5,4	5,2
2008	4,6	4,9	4,9	4,9	4,4	4,2	4,3	4,7	5	5,2	5,5	5
2009	5,1	4,7	4,8	4,8	4,3	4,3	4	4,8	4,9	5,3	5,2	5,2
2010	5	5	4,9	4,8	4,1	4,1	4,2	4,7	4,9	5,2	5,4	4,8
2011	4,8	4,2	4,6	4,6	4,2	4	3,9	4,5	4,8	5,3	5,4	4,9
2012	4,7	4,3	4,6	4,3	4,3	4,2	4,2	4,6	4,9	5,1	5,3	4,7
2013	4,8	4,6	4,8	5	4	3,9	3,9	4,4	5	5,1	5,3	5
2014	4,8	5,2	4,8	4,6	4,2	4,1	4	4,4	4,4	5	5,4	5,2
2015	4,9	4,5	4,6	4,4	4,2	4,3	4,1	4,7	5	5,2	5,5	5,5
2016	5,5	4,9	5,1	4,7	4,4	4,2	4,1	4,7	5,1	5,3	5,5	5,3
2017	5,4	5,3	5	4,5	4,1	3,9	4	4,3	4,8	5,2	5,4	5,4
2018	5,4	5,3	5	4,5	4,1	3,9	4	4,3	4,8	5,2	5,4	5,4
2019	5,4	5,3	5	4,6	4,1	3,9	4	4,3	4,8	5,2	5,4	5,5

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 90*Evapotranspiración media mensual por FAO Penman Monteith – Estación Talabaya*

EVAPOTRANSPIRACION MEDIA MENSUAL (mm/day) - REGISTRO HISTORICO												
ESTACION TALABAYA		LATITUD		17° 33' 4,5"		DEPARTAMENTO		TACNA				
		LONGITUD		69° 59' 15,6"		PROVINCIA		TARATA				
		ALTITUD		3409,00 msnm		DISTRITO		ESTIQUE PUEBLO				
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1980	5,1	5	4,7	4,3	3,9	3,7	3,8	4,1	4,6	4,9	5,1	5,2
1981	4,2	3,9	4,3	4,3	4,3	4,5	4,3	4,4	4,7	5,1	5,2	4,8
1982	4,1	4,2	4,2	4,5	4,4	4,4	4,4	4,8	4,7	5,2	5,2	5,1
1983	5	4,7	4,6	4,5	4,2	4,3	4,3	4,7	4,4	5,2	5,5	4,7
1984	3,5	3,8	3,8	4,2	4,2	4,1	4,2	4,5	4,8	4,8	4,7	4,6
1985	4,3	3,9	4,2	4	4,1	4,2	4,1	4,7	4,6	5,4	5	4,4
1986	4,1	3,6	4	4,2	4,1	4,4	4,1	4,6	4,7	5,3	5,4	4,6
1987	4	4,9	4,6	4,6	4,2	4,4	4,2	5	5,1	5,4	5,3	5,2
1988	4,2	4,5	4,1	4,2	4,2	4,3	4,3	5	4,7	5,3	5,6	4,7
1989	4,3	3,6	3,9	4,2	4,2	4,3	4,2	4,8	4,8	5,3	5,4	4,9
1990	4,4	4,5	4,7	4,5	4,2	4,1	4,2	4,8	5	5,1	5,1	4,5
1991	4,3	4,3	4,2	4,5	4,5	4,4	4,3	4,9	4,7	5,4	5,3	5
1992	4,5	4,6	4,8	4,6	4,3	4,3	4,2	4,5	4,9	5,1	5,3	4,8
1993	3,9	4,2	4,1	4,3	4	4,5	4,2	4,7	4,8	5,3	5,2	4,7
1994	4,2	4	4,2	4,3	4,3	4,4	4,3	4,9	5	5,4	5,2	4,9
1995	4,5	4,6	4,1	4,6	4,4	4,5	4,3	4,9	4,8	5,4	5,3	4,8
1996	4,1	4	4,3	4,3	4,1	4,3	4,3	4,6	4,9	5,4	5,2	4,8
1997	3,8	4	4,2	4,4	4,3	4,4	4,5	4,7	4,5	5,3	5,3	5,1
1998	4,6	4,6	4,7	4,8	4,6	4,4	4,4	4,8	5	5,3	5,3	4,8
1999	4,5	3,5	3,8	4,2	4,1	4,3	4,1	4,8	4,8	5,1	5,4	4,8
2000	3,7	3,6	4	4,4	4,3	4,2	4,1	4,7	5	5,2	5,4	4,8
2001	4	3,8	3,9	4,2	4,1	4,3	4,3	4,8	4,8	5,3	5,4	5,1
2002	4,9	3,9	4,1	4,1	4,2	4,3	3,9	4,7	4,8	5,3	5,3	5
2003	4,7	4,3	4,2	4,5	4,3	4,6	4,3	4,7	4,9	5,5	5,7	5,1
2004	4,2	4,3	4,7	4,4	4,3	4,4	4	4,5	5	5,4	5,5	5,1
2005	4,6	4,3	4,5	4,7	4,5	4,7	4,4	5	4,7	5,3	5,5	4,8
2006	4,3	4,3	4,2	4,4	4,5	4,5	4,5	4,8	5	5,4	5,5	5,2
2007	4,9	4,5	4,2	4,4	4,2	4,4	4,1	4,7	4,9	5,4	5,6	5
2008	4,1	4,3	4,5	4,6	4,4	4,4	4,5	4,9	5,2	5,4	5,6	4,8
2009	4,8	4,2	4,4	4,6	4,3	4,6	4,2	5	5,1	5,6	5,4	5,1
2010	4,7	4,7	4,6	4,7	4,3	4,4	4,3	4,9	5	5,2	5,4	4,5
2011	4,2	3,7	4	4,4	4,3	4,3	4,1	4,8	5	5,4	5,5	4,8
2012	4,2	3,9	4,3	4,1	4,5	4,4	4,4	4,9	5,1	5,3	5,4	4,4
2013	4,5	4,2	4,5	4,8	4,2	4,2	4,1	4,7	5,2	5,2	5,5	4,8
2014	4,5	4,8	4,4	4,5	4,3	4,6	4,2	4,7	4,6	5,3	5,5	5
2015	4,6	4,1	4,2	4,2	4,3	4,6	4,3	4,9	5,1	5,4	5,7	5,4
2016	5,2	4,6	4,8	4,6	4,6	4,6	4,3	5	5,3	5,5	5,7	5,1
2017	5,4	5,3	5	4,6	4,1	3,9	4	4,4	4,8	5,2	5,4	5,5
2018	5,4	5,3	5	4,6	4,1	3,9	4	4,4	4,8	5,2	5,4	5,5
2019	5,4	5,3	5	4,6	4,1	3,9	4	4,4	4,8	5,2	5,4	5,5

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 91*Evapotranspiración media mensual por FAO Penman Monteith – Estación Tarata*

EVAPOTRANSPIRACION MEDIA MENSUAL (mm/day) - REGISTRO HISTORICO													
ESTACION TARATA		LATITUD		17° 28' 07,6"				DEPARTAMENTO			TACNA		
		LONGITUD		70° 02' 01,8"				PROVINCIA			TARATA		
		ALTITUD		3100,00 msnm				DISTRITO			TARATA		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
1980	5,2	5,1	4,8	4,4	3,9	3,7	3,8	4,2	4,6	5	5,2	5,2	
1981	4,7	4,2	4,6	4,5	4,4	4,6	4,3	4,2	4,7	5,1	5,1	4,9	
1982	4,4	4,6	4,5	4,7	4,4	4,3	4,4	4,8	4,4	5	5,1	5,2	
1983	5,2	4,8	4,7	4,7	4,3	4,3	4,3	4,6	4,3	5,1	5,4	4,9	
1984	3,9	4,1	4,1	4,5	4,3	4	4,2	4,4	4,7	4,6	4,6	4,8	
1985	4,6	4,2	4,5	4,2	4,2	4	4,1	4,6	4,5	5,3	4,8	4,5	
1986	4,4	4	4,3	4,4	4,2	4,2	4,1	4,5	4,6	5,1	5,2	4,8	
1987	4,3	5,1	4,7	4,7	4,3	4,3	4,2	4,9	5	5,2	5,2	5,4	
1988	4,5	4,9	4,5	4,5	4,3	4,3	4,2	4,9	4,5	5,1	5,4	4,9	
1989	4,6	3,9	4,2	4,3	4,4	4,2	4,1	4,7	4,7	5,1	5,3	4,9	
1990	4,6	4,7	4,8	4,7	4,1	4	4,2	4,8	4,9	5	4,9	4,7	
1991	4,5	4,6	4,4	4,7	4,5	4,3	4,3	4,7	4,6	5,1	5,1	5,2	
1992	4,8	4,9	5	4,8	4,2	4,2	4,2	4,4	4,8	5	5,2	5	
1993	4,2	4,6	4,4	4,5	4	4,4	4,2	4,5	4,7	5,2	5,1	4,9	
1994	4,5	4,3	4,5	4,5	4,4	4,3	4,2	4,7	4,9	5,2	5,1	5	
1995	4,8	5	4,4	4,7	4,5	4,4	4,3	4,8	4,7	5,3	5,2	5	
1996	4,5	4,5	4,7	4,5	4,3	4,1	4,2	4,5	4,8	5,2	5	4,9	
1997	4,1	4,3	4,4	4,6	4,3	4,3	4,4	4,6	4,5	5,2	5,2	5,2	
1998	4,7	4,9	4,9	4,9	4,6	4,2	4,3	4,7	4,9	5,2	5,1	5	
1999	4,8	3,9	4,3	4,4	4,2	4,2	4	4,6	4,7	4,9	5,2	4,9	
2000	4	4	4,3	4,6	4,3	4	4,1	4,5	4,8	5	5,3	4,8	
2001	4,3	4,1	4	4,2	4,1	4,1	4,2	4,5	4,7	5,2	5,2	5,2	
2002	5,1	4,2	4,3	4,2	4,2	4,2	3,8	4,5	4,7	5,1	5,2	5,1	
2003	4,9	4,6	4,5	4,6	4,4	4,5	4,2	4,6	4,8	5,4	5,5	5,2	
2004	4,5	4,7	4,9	4,6	4,4	4,3	4	4,3	4,9	5,2	5,4	5,3	
2005	4,8	4,6	4,8	4,8	4,5	4,5	4,3	4,9	4,6	5,1	5,4	5	
2006	4,5	4,6	4,4	4,6	4,5	4,3	4,4	4,6	4,9	5,2	5,3	5,3	
2007	5,1	4,8	4,4	4,7	4,3	4,3	4,1	4,5	4,8	5,3	5,4	5,2	
2008	4,5	4,8	4,7	4,9	4,5	4,4	4,6	4,8	5,1	5,3	5,5	5	
2009	5,1	4,6	4,7	4,8	4,4	4,5	4,1	4,9	4,9	5,4	5,2	5,1	
2010	5	4,9	4,8	4,8	4,3	4,3	4,4	4,8	5	5,2	5,4	4,8	
2011	4,7	4,1	4,5	4,6	4,4	4,2	4,1	4,7	4,9	5,3	5,4	4,9	
2012	4,6	4,2	4,4	4,3	4,6	4,3	4,4	4,7	4,9	5,2	5,3	4,7	
2013	4,8	4,6	4,7	5	4,2	4	4	4,5	5	5,1	5,3	4,9	
2014	4,8	5,1	4,8	4,6	4,4	4,3	4,2	4,5	4,5	5,1	5,4	5,2	
2015	4,9	4,4	4,5	4,4	4,3	4,5	4,3	4,7	5,1	5,2	5,5	5,5	
2016	5,4	4,8	5	4,7	4,6	4,4	4,3	4,8	5,1	5,3	5,5	5,3	
2017	5,5	5,3	5,1	4,6	4,2	3,9	4	4,4	4,8	5,2	5,4	5,5	
2018	5,5	5,3	5,1	4,6	4,2	3,9	4	4,4	4,8	5,2	5,4	5,5	
2019	5,5	5,3	5	4,6	4,1	3,9	4	4,4	4,8	5,2	5,4	5,5	

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 92*Evapotranspiración media mensual por FAO Penman Monteith – Estación Toquela*

EVAPOTRANSPIRACION MEDIA MENSUAL (mm/day) - REGISTRO HISTORICO													
ESTACION TOQUELA		LATITUD		17° 38' 40,7"				DEPARTAMENTO			TACNA		
		LONGITUD		69° 56' 20,8"				PROVINCIA			TACNA		
		ALTITUD		3445,00 msnm				DISTRITO			PACHIA		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
1980	5,1	4,9	4,7	4,2	3,8	3,6	3,7	4	4,5	4,8	5	5,1	
1981	4,4	4	4,4	4,3	4,1	4,3	4,1	4,1	4,6	5,1	5,2	4,8	
1982	4,3	4,4	4,4	4,5	4,2	4,1	4,2	4,6	4,5	5,1	5,1	5,1	
1983	5,1	4,8	4,7	4,5	4	4,1	4,1	4,4	4,3	5,1	5,5	4,8	
1984	3,7	3,9	4	4,2	4	3,8	4	4,3	4,7	4,6	4,7	4,6	
1985	4,4	4	4,4	4	3,9	3,9	3,9	4,5	4,5	5,3	4,9	4,4	
1986	4,3	3,8	4,2	4,2	3,9	4,1	3,9	4,4	4,6	5,2	5,3	4,7	
1987	4,2	5	4,7	4,5	4	4,1	4	4,8	5	5,3	5,3	5,2	
1988	4,3	4,7	4,3	4,2	4	4,1	4	4,8	4,5	5,2	5,5	4,7	
1989	4,5	3,8	4,1	4,1	4	4	4	4,6	4,7	5,2	5,4	4,9	
1990	4,6	4,6	4,8	4,5	3,9	3,8	4	4,6	4,8	5	5	4,6	
1991	4,4	4,5	4,3	4,4	4,3	4,1	4,1	4,7	4,6	5,2	5,2	5,1	
1992	4,7	4,8	4,9	4,6	4,1	4	4	4,3	4,8	5	5,2	4,9	
1993	4,1	4,4	4,3	4,3	3,8	4,2	4	4,4	4,6	5,1	5,2	4,7	
1994	4,4	4,1	4,4	4,2	4,1	4,1	4,1	4,6	4,9	5,3	5,2	4,9	
1995	4,7	4,8	4,3	4,5	4,2	4,2	4,1	4,6	4,6	5,3	5,3	4,9	
1996	4,3	4,2	4,5	4,3	4	4	4,1	4,4	4,8	5,3	5,1	4,8	
1997	4	4,2	4,3	4,4	4,1	4,1	4,2	4,5	4,4	5,2	5,3	5,1	
1998	4,7	4,7	4,8	4,8	4,4	4	4,2	4,5	4,9	5,2	5,2	4,8	
1999	4,7	3,7	4	4,1	4	4	3,9	4,5	4,7	4,9	5,3	4,8	
2000	3,9	3,8	4,1	4,4	4,1	3,9	3,9	4,4	4,8	5,1	5,4	4,8	
2001	4,1	4	4	4,1	3,9	4	4,1	4,5	4,7	5,2	5,3	5,1	
2002	5	4,1	4,2	4,1	4	4	3,7	4,5	4,7	5,1	5,3	5	
2003	4,8	4,5	4,4	4,4	4,1	4,3	4,1	4,5	4,8	5,4	5,6	5,1	
2004	4,4	4,5	4,8	4,4	4,2	4,1	3,8	4,2	4,9	5,2	5,5	5,2	
2005	4,7	4,4	4,7	4,6	4,3	4,4	4,1	4,8	4,6	5,2	5,5	4,9	
2006	4,4	4,5	4,3	4,4	4,3	4,2	4,3	4,5	4,9	5,3	5,4	5,2	
2007	5	4,6	4,3	4,4	4,1	4,1	3,9	4,5	4,7	5,3	5,5	5,1	
2008	4,3	4,6	4,7	4,6	4,3	4,2	4,3	4,7	5,1	5,3	5,6	4,9	
2009	5	4,4	4,6	4,6	4,1	4,3	4	4,8	4,9	5,4	5,3	5,1	
2010	4,8	4,8	4,7	4,6	4	4,1	4,2	4,7	4,9	5,1	5,4	4,6	
2011	4,5	3,9	4,3	4,4	4,1	4	3,9	4,6	4,9	5,3	5,5	4,8	
2012	4,4	4,1	4,4	4,1	4,3	4,1	4,2	4,7	4,9	5,2	5,4	4,4	
2013	4,7	4,4	4,6	4,8	4	3,9	3,8	4,5	5	5,1	5,4	4,8	
2014	4,7	5	4,6	4,5	4,1	4,2	4	4,4	4,5	5,2	5,4	5,1	
2015	4,8	4,3	4,4	4,2	4,1	4,3	4,1	4,7	5	5,2	5,6	5,4	
2016	5,3	4,7	4,9	4,6	4,4	4,2	4,1	4,7	5,1	5,3	5,6	5,2	
2017	5,4	5,2	4,9	4,5	4	3,8	3,9	4,3	4,7	5,1	5,3	5,4	
2018	5,4	5,2	4,9	4,5	4	3,8	3,9	4,3	4,7	5,1	5,3	5,4	
2019	5,4	5,2	4,9	4,5	4	3,8	3,9	4,3	4,7	5,1	5,3	5,4	

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

Tabla 93*Evapotranspiración media mensual por FAO Penman Monteith – Estación Vilacota*

EVAPOTRANSPIRACION MEDIA MENSUAL (mm/day) - REGISTRO HISTORICO												
ESTACION VILACOTA		LATITUD		17° 4' 44,6"		DEPARTAMENTO					TACNA	
		LONGITUD		70° 2' 34,9"		PROVINCIA					TARATA	
		ALTITUD		4474,00 msnm		DISTRITO					SUSAPAYA	
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1980	5,1	5	4,7	4,4	4	3,8	3,9	4,2	4,6	4,9	5	5,1
1981	4,1	3,7	4,1	4,1	4,4	4,5	4,3	4,3	4,9	5,5	5,6	4,8
1982	3,9	4,1	4,1	4,3	4,4	4,4	4,5	4,9	4,9	5,5	5,5	5,2
1983	4,9	4,6	4,5	4,4	4,5	4,4	4,4	4,7	4,7	5,7	6	4,8
1984	3,3	3,6	3,7	4	4,3	4,1	4,2	4,5	5,1	5,1	5,1	4,6
1985	4,1	3,6	4,1	3,8	4,1	4	4,2	4,8	4,9	5,8	5,2	4,4
1986	3,9	3,4	3,8	4	4,1	4,3	4,1	4,7	4,9	5,7	5,7	4,7
1987	3,8	4,7	4,5	4,5	4,3	4,4	4,3	5,1	5,4	5,8	5,7	5,3
1988	4	4,4	4	4	4,2	4,4	4,3	5,1	5	5,7	6	4,7
1989	4,1	3,5	3,7	3,9	4,3	4,2	4,2	4,8	5,1	5,7	5,8	5
1990	4,2	4,3	4,6	4,4	4,2	3,9	4,2	4,8	5,3	5,5	5,4	4,6
1991	4,2	4,2	4	4,2	4,6	4,3	4,4	4,9	5	5,7	5,6	5,1
1992	4,4	4,5	4,7	4,6	4,5	4,3	4,2	4,5	5,2	5,5	5,6	4,9
1993	3,7	4,1	4	4,1	4,2	4,5	4,3	4,6	5	5,6	5,5	4,7
1994	4	3,8	4,1	4	4,4	4,4	4,4	4,9	5,3	5,8	5,6	4,9
1995	4,4	4,5	4	4,4	4,5	4,4	4,3	5	5,1	5,9	5,7	4,9
1996	4	3,9	4,3	4,1	4,2	4,3	4,3	4,6	5,3	5,8	5,5	4,8
1997	3,6	3,8	4	4,2	4,3	4,4	4,5	4,7	4,8	5,8	5,7	5,3
1998	4,5	4,5	4,6	4,7	4,8	4,4	4,5	4,9	5,4	5,7	5,7	4,9
1999	4,4	3,4	3,6	3,9	4,2	4,3	4,1	4,8	5,1	5,4	5,8	4,9
2000	3,6	3,5	3,8	4,2	4,4	4,1	4,1	4,7	5,3	5,5	5,8	4,9
2001	3,7	3,6	3,7	4	4,1	4,3	4,3	4,7	5,1	5,7	5,8	5,2
2002	4,7	3,7	3,9	3,9	4,2	4,3	3,8	4,7	5	5,6	5,7	5
2003	4,5	4,2	4	4,2	4,3	4,6	4,3	4,7	5,2	6	6,1	5,2
2004	4	4,2	4,6	4,3	4,5	4,4	4,1	4,4	5,2	5,8	6	5,2
2005	4,5	4,1	4,5	4,5	4,6	4,7	4,4	5,1	5	5,6	5,9	4,9
2006	4	4,2	4	4,2	4,6	4,4	4,6	4,8	5,3	5,8	5,8	5,3
2007	4,8	4,3	4	4,2	4,3	4,5	4,1	4,8	5,1	5,8	6	5,1
2008	3,9	4,3	4,4	4,5	4,5	4,6	4,6	5	5,5	5,8	6,1	4,9
2009	4,6	4,1	4,3	4,4	4,4	4,6	4,3	5,1	5,4	6	5,7	5,1
2010	4,5	4,5	4,5	4,6	4,4	4,5	4,5	5,1	5,4	5,7	5,9	4,6
2011	4,2	3,5	4	4,2	4,5	4,4	4,2	4,9	5,2	5,8	6	4,8
2012	4,1	3,7	4,1	3,8	4,5	4,4	4,6	5	5,4	5,8	5,9	4,5
2013	4,4	4,1	4,4	4,7	4,3	4,1	4,1	4,8	5,5	5,6	5,9	4,8
2014	4,3	4,7	4,4	4,4	4,5	4,7	4,3	4,7	4,8	5,7	6	5,2
2015	4,5	4	4,1	3,9	4,3	4,7	4,5	5	5,4	5,8	6,1	5,5
2016	5,1	4,5	4,8	4,5	4,7	4,6	4,5	5	5,6	5,9	6,1	5,2
2017	5,4	5,3	5,1	4,7	4,3	4,1	4,2	4,5	4,9	5,2	5,4	5,5
2018	5,5	5,3	5,1	4,7	4,3	4,1	4,2	4,5	4,9	5,2	5,4	5,5
2019	5,5	5,3	5,1	4,7	4,3	4,1	4,2	4,5	4,9	5,2	5,4	5,5

Nota: Servicio Nacional Meteorología e Hidrología

ANEXO 6

TABLAS DE EVALUACION DE HOMOGENEIDAD, SALTOS Y TENDENCIAS CON PARA LA INFORMACION DE PRECIPITACION DE LAS ESTACIONES EN LA ZONA DE ESTUDIO

Tabla 94

Prueba de homogeneidad de los registros históricos de precipitación y descargas observadas para el grupo 1 – 1era prueba a data base

Test	Parametros	Est. Cairani	Est. Candarave	Est. Sitajara	Est. Susapaya	Est. Tarata	Est. Talabaya
		PP Base cruda	PP Base cruda	PP Base cruda	PP Base cruda	PP Base cruda	PP Base cruda
Pettit's Test	P-value	0.7579	0.04819	0.03627	0.6601	0.03699	0.02117
	Alpha	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	Cantidad de datos	40	38	38	38	40	40
	Resultado	Data Homogenea	Data No Homogenea	Data No Homogenea	Data Homogenea	Data No Homogenea	Data No Homogenea
	Posible punto de cambio	2010	1992, 1996	1996	1983	1992	1996
Buishand Range Test	P-value	0.849	0.195	0.1905	0.208	0.1057	0.04385
	Alpha	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	Cantidad de datos	40	38	38	38	40	40
	Resultado	Data Homogenea	Data Homogenea	Data Homogenea	Data Homogenea	Data Homogenea	Data No Homogenea
	Posible punto de cambio	1996	1996	1995	1983	1992	1996
Standard Normal Homogeneity Test	P-value	0.5817	0.09465	0.02925	0.3693	0.01665	0.0216
	Alpha	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	Cantidad de datos	40	40	38	38	40	40
	Resultado	Data Homogenea	Data Homogenea	Data No Homogenea	Data Homogenea	Data No Homogenea	Data No Homogenea
	Posible punto de cambio	2010	1996	1996	1983	1992	1996

Nota: Elaboración propia

Tabla 95

Prueba de homogeneidad de los registros históricos de precipitación y descargas observadas para el grupo 2 – 1era prueba a data base

Test	Parametros	Est. Vilacota	Est. Paucarani	Est. Challapalca
		PP Base cruda	PP Base cruda	PP Base cruda
Pettit's Test	P-value	0.5483	0.9879	0.1599
	Alpha	0.05	0.05	0.05
	Cantidad de datos	22	35	37
	Resultado	Data Homogenea	Data Homogenea	Data Homogenea
	Posible punto de cambio	2012	1986	1998
Buishand Range Test	P-value	0.1962	0.7426	0.7177
	Alpha	0.05	0.05	0.05
	Cantidad de datos	22	35	37
	Resultado	Data Homogenea	Data Homogenea	Data Homogenea
	Posible punto de cambio	2012	1986	2000
Standard Normal Homogeneity Test	P-value	0.3188	0.8425	0.2622
	Alpha	0.05	0.05	0.05
	Cantidad de datos	22	35	37
	Resultado	Data Homogenea	Data Homogenea	Data Homogenea
	Posible punto de cambio	2012	1986	1983

Nota: Elaboración propia

Tabla 96

Prueba de homogeneidad de los registros históricos de precipitación y descargas observadas para el grupo 3 – 1era prueba a data base

Test	Parametros	Est. Sama Grande
		PP Base cruda
Pettit's Test	P-value	0.0331
	Alpha	0.05
	Cantidad de datos	39
	Resultado	Data No Homogenea
	Posible punto de cambio	1998
Buishand Range Test	P-value	0.3497
	Alpha	0.05
	Cantidad de datos	39
	Resultado	Data Homogenea
	Posible punto de cambio	1998
Standard Normal Homogeneity Test	P-value	0.109
	Alpha	0.05
	Cantidad de datos	39
	Resultado	Data Homogenea
	Posible punto de cambio	1983

Nota: Elaboración propia

Tabla 97

Prueba de homogeneidad de los registros históricos de precipitación y descargas observadas para las estaciones hidrométricas

Test	Parametros	Est. La Tranca	Est. Puente Talapalc...
		QM Caudales	QM Caudales
Pettit's Test	P-value	0.1295	0.1379
	Alpha	0.05	0.05
	Cantidad de datos	40	40
	Resultado	Data Homogenea	Data Homogenea
	Posible punto de cambio	null	null
Buishand Range Test	P-value	0.3373	0.2157
	Alpha	0.05	0.05
	Cantidad de datos	40	40
	Resultado	Data Homogenea	Data Homogenea
	Posible punto de cambio	null	null
Standard Normal Homogeneity Test	P-value	0.2091	0.3104
	Alpha	0.05	0.05
	Cantidad de datos	40	40
	Resultado	Data Homogenea	Data Homogenea
	Posible punto de cambio	null	null

Nota: Elaboración propia

Tabla 98

Prueba de homogeneidad de los registros históricos de precipitación y descargas observadas para el grupo 1– prueba a data completada

Test	Parametros	Est. Cairani	Est. Candarave	Est. Sitajara	Est. Susapaya	Est. Tarata	Est. Talabaya
		PP Completado	PP Completado	PP Completado	PP Completado	PP Completado	PP Completado
Pettit's Test	P-value	0.7579	0.05346	0.01652	0.6747	0.02488	0.02117
	Alpha	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	Cantidad de datos	40	40	40	40	40	40
	Resultado	Data Homogenea	Data Homogenea	Data No Homogenea	Data Homogenea	Data No Homogenea	Data No Homogenea
	Posible change point en	2010	1996	1996	1996	1992	1996
Buishand Range Test	P-value	0.8537	0.144	0.0301	0.3614	0.1294	0.03925
	Alpha	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	Cantidad de datos	40	40	40	40	40	40
	Resultado	Data Homogenea	Data Homogenea	Data No Homogenea	Data Homogenea	Data Homogenea	Data No Homogenea
	Posible change point en	1996	1996	1996	1996	1992	1996
Standard Normal Homogeneity Test	P-value	0.5808	0.0761	0.01465	0.4601	0.04505	0.2085
	Alpha	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	Cantidad de datos	40	40	40	40	40	40
	Resultado	Data Homogenea	Data Homogenea	Data No Homogenea	Data Homogenea	Data No Homogenea	Data Homogenea
	Posible change point en	2010	1996	1996	1983	1992	1996

Nota: Elaboración propia

Tabla 99

Prueba de homogeneidad de los registros históricos de precipitación y descargas observadas para el grupo 2 & 3– prueba a data completada

Test	Est. Sama Grande	Est. Vilacota	Est. Paucarani	Est. Challapalca
	PP Completado	PP Completado	PP Completado	PP Completado
Pettit's Test	0.02695	0.02117	0.6481	0.09349
	0.05	0.05	0.05	0.05
	40	40	40	40
	Data No Homogenea	Data No Homogenea	Data Homogenea	Data Homogenea
	1998	1996	1986	1998
Buishand Range Test	0.3196	0.0908	0.6532	0.634
	0.05	0.05	0.05	0.05
	40	40	40	40
	Data Homogenea	Data Homogenea	Data Homogenea	Data Homogenea
	1998	1996	1986	2000
Standard Normal Homogeneity Test	0.9395	0.07895	0.7568	0.1962
	0.05	0.05	0.05	0.05
	40	40	40	40
	Data Homogenea	Data Homogenea	Data Homogenea	Data Homogenea
	1983	1996	1986	1983

Nota: Elaboración propia

Tabla 100

Análisis de saltos de los registros históricos de precipitación y descargas observadas – 1era prueba

Estación	Periodo	Periodo de análisis	Nº de datos	Promedio	Desviación Estandar	Consistencia en la Media						Consistencia en la Desviación Estandar			
						Sp	Sd	Tc	Tt	Comparacion	Diferencia	Fc	Ft	Comparación	Diferencia
La Tranca	N ₁	1980 - 2001	264	2.02	3.81	3.75	0.34	-0.526	1.965	Tc < Tt	NO	1.083	1.241	Fc < Ft	NO
	N ₂	2002 - 2019	216	2.20	3.66										
Puente Talapalca	N ₁	1980 - 1998	228	3.69	4.33	4.30	0.39	-1.387	1.965	Tc < Tt	NO	1.024	1.237	Fc < Ft	NO
	N ₂	1999 - 2019	252	4.23	4.28										
Cairani	N ₁	1980 - 1996	204	8.75	18.05	20.15	1.86	-0.450	1.965	Tc < Tt	NO	1.429	1.243	Fc < Ft	SI
	N ₂	1997 - 2019	276	9.59	21.57										
Candarave	N ₁	1980 - 1996	204	10.22	24.23	31.49	2.91	-2.522	1.965	Tc < Tt	SI	2.196	1.238	Fc < Ft	SI
	N ₂	1997 - 2019	276	17.55	35.91										
Sitajara	N ₁	1980 - 1996	204	6.98	16.44	24.85	2.29	-3.102	1.965	Tc < Tt	SI	3.231	1.243	Fc < Ft	SI
	N ₂	1997 - 2019	276	14.10	29.56										
Susapaya	N ₁	1980 - 1996	204	14.12	38.01	43.04	3.97	-1.379	1.965	Tc < Tt	NO	1.490	1.243	Fc < Ft	SI
	N ₂	1997 - 2019	276	19.60	46.40										
Talabaya	N ₁	1965 - 1996	204	11.14	24.60	36.05	3.33	-2.944	1.965	Tc < Tt	SI	2.996	1.238	Fc < Ft	SI
	N ₂	1997 - 2019	276	20.94	42.58										
Tarata	N ₁	1980 - 1992	156	8.83	24.62	34.80	3.39	-2.784	1.965	Tc < Tt	SI	2.476	1.263	Fc < Ft	SI
	N ₂	1993 - 2019	324	18.27	38.74										
Toquela	N ₁	1965 - 1996	204	7.84	17.60	25.20	2.33	-2.854	1.965	Tc < Tt	SI	2.825	1.243	Fc < Ft	SI
	N ₂	1997 - 2019	276	14.48	29.58										
Sama Grande	N ₁	1980 - 1998	228	3.99	9.56	6.83	0.62	4.327	1.965	Tc < Tt	SI	14.753	1.237	Fc < Ft	SI
	N ₂	1999 - 2019	252	1.29	2.49										
Challapalca	N ₁	1980 - 1998	228	29.59	58.03	55.53	5.08	-1.488	1.965	Tc < Tt	NO	1.191	1.237	Fc < Ft	NO
	N ₂	1999 - 2019	252	37.14	53.17										
Paucarani	N ₁	1980 - 1986	84	37.29	55.55	47.93	5.76	1.274	1.965	Tc < Tt	NO	1.448	1.306	Fc < Ft	SI
	N ₂	1987 - 2019	396	29.96	46.16										
Vilacota	N ₁	1965 - 1996	204	42.78	70.20	64.22	5.93	0.955	1.965	Tc < Tt	NO	1.395	1.238	Fc < Ft	SI
	N ₂	1997 - 2019	276	37.12	59.43										

Nota: Elaboración propia

Tabla 101

Análisis de saltos de los registros históricos de precipitación y descargas observadas – datos corregidos (según corresponda)

Estación	Periodo	Periodo de análisis	Nº de datos	Promedio	Desviación Estandar	Consistencia en la Media						Consistencia en la Desviación Estandar			
						Sp	Sd	Tc	Tt	Comparacion	Diferencia	Fc	Ft	Comparación	Diferencia
La Tranca	N ₁	1980 - 2001	264	NO NECESITÓ CORRECCION											
	N ₂	2002 - 2019	216												
Puente Talapalca	N ₁	1980 - 1998	228	NO NECESITÓ CORRECCION											
	N ₂	1999 - 2019	252												
Cairani	N ₁	1980 - 1996	204	10.07	21.34	21.47	1.98	0.242	1.965	Tc < Tt	NO	1.022	1.243	Fc < Ft	NO
	N ₂	1997 - 2019	276	9.59	21.57										
Candarave	N ₁	1980 - 1996	204	16.09	36.55	36.18	3.34	-0.438	1.965	Tc < Tt	NO	1.036	1.238	Fc < Ft	NO
	N ₂	1997 - 2019	276	17.55	35.91										
Sitajara	N ₁	1980 - 1996	204	13.05	30.01	29.75	2.75	-0.381	1.965	Tc < Tt	NO	1.031	1.238	Fc < Ft	NO
	N ₂	1997 - 2019	276	14.10	29.56										
Susapaya	N ₁	1980 - 1996	204	18.08	46.98	46.65	4.31	-0.352	1.965	Tc < Tt	NO	1.025	1.238	Fc < Ft	NO
	N ₂	1997 - 2019	276	19.60	46.40										
Talabaya	N ₁	1965 - 1996	204	19.90	43.06	42.20	3.90	-0.213	1.965	Tc < Tt	NO	1.074	1.238	Fc < Ft	NO
	N ₂	1997 - 2019	276	20.73	41.56										
Tarata	N ₁	1980 - 1992	156	15.04	39.94	39.14	3.81	-0.846	1.965	Tc < Tt	NO	1.063	1.249	Fc < Ft	NO
	N ₂	1993 - 2019	324	18.27	38.74										
Toquela	N ₁	1965 - 1996	204	13.62	29.97	29.75	2.75	-0.312	1.965	Tc < Tt	NO	1.026	1.238	Fc < Ft	NO
	N ₂	1997 - 2019	276	14.48	29.58										
Sama Grande	N ₁	1980 - 1998	228	1.17	2.54	2.51	0.23	-0.506	1.965	Tc < Tt	NO	1.043	1.237	Fc < Ft	NO
	N ₂	1999 - 2019	252	1.29	2.49										
Challapalca	N ₁	1980 - 1998	228	NO NECESITÓ CORRECCION											
	N ₂	1999 - 2019	252												
Paucarani	N ₁	1980 - 1986	84	30.29	45.94	46.12	5.54	0.059	1.965	Tc < Tt	NO	1.010	1.346	Fc < Ft	NO
	N ₂	1987 - 2019	396	29.96	46.16										
Vilacota	N ₁	1965 - 1996	204	36.88	59.58	59.50	5.49	-0.044	1.965	Tc < Tt	NO	1.005	1.238	Fc < Ft	NO
	N ₂	1997 - 2019	276	37.12	59.43										

Nota: Elaboración propia

Tabla 102

Análisis de tendencia de los registros históricos de precipitación y descargas observadas – 1era prueba

Estación	Tendencia	Parámetros		Coeficiente de Regresión		Coeficiente de Correlación R	N# de Datos	Análisis Estadístico			
		Media	Desv. Est.	Am	Bm			Tc	Tt (95%)	Comparacion	Tendencia significativa
La Tranca	Media (Tm)	2.10	3.74	0.0023	1.5480	0.08525	480	1.871	1.965	Tc<Tt	NO
	Desv. Ext (Ts)	2.88	2.30	0.0462	1.9340	0.23503	40	1.491	2.024	Tc<Tt	NO
"Puente Talapalca	Media (Tm)	3.97	4.31	0.0024	3.3996	0.07575	480	1.661	1.965	Tc<Tt	NO
	Desv. Ext (Ts)	2.24	3.25	0.0345	1.5282	0.12394	40	0.770	2.024	Tc<Tt	NO
Cairani	Media (Tm)	9.23	20.13	0.0044	8.0963	0.03069	1	0.671	1.965	Tc<Tt	NO
	Desv. Ext (Ts)	18.13	9.40	0.1952	14.1309	0.24267	1	1.542	2.024	Tc<Tt	NO
Candarave	Media (Tm)	14.44	31.66	0.0194	9.7361	0.08492	480	1.863	1.965	Tc<Tt	NO
	Desv. Ext (Ts)	28.35	14.82	0.4325	19.4829	0.34120	40	2.238	2.024	Tc<Tt	SI
Sitajara	Media (Tm)	11.07	25.07	0.0187	6.5225	0.10343	480	2.274	1.965	Tc<Tt	SI
	Desv. Ext (Ts)	22.08	12.27	0.4450	12.9563	0.42390	40	2.885	2.024	Tc<Tt	SI
Susapaya	Media (Tm)	17.27	43.08	0.0017	16.8738	0.00540	480	0.118	1.965	Tc<Tt	NO
	Desv. Ext (Ts)	35.42	25.06	0.0670	34.0473	0.03127	40	0.193	2.024	Tc<Tt	NO
Talabaya	Media (Tm)	16.78	36.34	0.0246	10.8369	0.09409	480	2.066	1.965	Tc<Tt	SI
	Desv. Ext (Ts)	32.30	17.37	0.6720	18.5214	0.45226	40	3.126	2.024	Tc<Tt	SI
Tarata	Media (Tm)	15.20	35.04	0.0209	10.1990	0.08258	480	1.812	1.965	Tc<Tt	NO
	Desv. Ext (Ts)	30.60	17.68	0.5390	19.5513	0.35642	40	2.352	2.024	Tc<Tt	SI
Toquela	Media (Tm)	11.66	25.39	0.0143	8.1629	0.07824	480	1.716	1.965	Tc<Tt	NO
	Desv. Ext (Ts)	22.70	12.01	0.3662	15.1936	0.35639	40	2.351	2.024	Tc<Tt	SI
Sama Grande	Media (Tm)	2.57	6.96	-0.0075	4.3861	0.14998	480	3.317	1.965	Tc<Tt	SI
	Desv. Ext (Ts)	3.88	4.70	-0.1248	6.4407	-0.31032	40	-2.012	2.024	Tc<Tt	NO
Challapalca	Media (Tm)	33.56	55.60	0.0165	29.4795	0.04130	480	0.904	1.965	Tc<Tt	NO
	Desv. Ext (Ts)	50.28	24.28	0.1186	47.8515	0.05710	40	0.353	2.024	Tc<Tt	NO
Paucarani	Media (Tm)	31.24	47.96	-0.0142	34.4672	0.04125	480	0.903	1.965	Tc<Tt	NO
	Desv. Ext (Ts)	46.35	15.38	-0.0726	47.8363	-0.05590	40	-0.345	2.024	Tc<Tt	NO
Vilacota	Media (Tm)	39.53	64.22	-0.0147	42.8366	0.03195	480	0.699	1.965	Tc<Tt	NO
	Desv. Ext (Ts)	60.56	23.94	-0.2016	64.6961	-0.09842	40	-0.610	2.024	Tc<Tt	NO

Nota: Elaboración propia

Tabla 103

Análisis de tendencia de los registros históricos de precipitación y descargas observadas – datos corregidos (según corresponda)

Estación	Tendencia	Parámetros		Coeficiente de Regresión		Coeficiente de Correlación R	N# de Datos	Análisis Estadístico			
		Media	Desv. Est.	Am	Bm			Tc	Tt (95%)	Comparacion	Tendencia significativa
La Tranca	NO NECESITÓ CORRECCION										
"Puente Talapalca	NO NECESITÓ CORRECCION										
Cairani	Media (Tm)	9.79	21.45	0.0004	9.6129	0.00271	480	0.059	1.965	Tc<Tt	NO
	Desv. Ext (Ts)	19.35	9.96	0.0933	17.4328	0.10961	40	0.680	2.024	Tc<Tt	NO
Candarave	Media (Tm)	16.93	36.15	0.0013	16.5625	0.00482	480	0.105	1.965	Tc<Tt	NO
	Desv. Ext (Ts)	33.16	15.84	0.0273	32.6046	0.02012	40	0.124	2.024	Tc<Tt	NO
Sitajara	Media (Tm)	13.65	29.73	0.0001	13.5320	0.00026	480	0.006	1.965	Tc<Tt	NO
	Desv. Ext (Ts)	27.31	12.97	0.0008	27.2961	0.00076	40	0.005	2.024	Tc<Tt	NO
Susapaya	Media (Tm)	18.95	46.61	-0.0110	21.6039	0.03273	480	0.716	1.965	Tc<Tt	NO
	Desv. Ext (Ts)	38.57	26.80	-0.2004	42.6825	-0.08742	40	-0.541	2.024	Tc<Tt	NO
Talabaya	Media (Tm)	20.38	42.16	-0.0052	21.6085	0.01714	480	0.375	1.965	Tc<Tt	NO
	Desv. Ext (Ts)	38.75	18.16	-0.0298	39.3646	-0.01919	40	-0.118	2.024	Tc<Tt	NO
Tarata	Media (Tm)	17.22	39.12	0.0029	16.5419	0.01024	480	0.224	1.965	Tc<Tt	NO
	Desv. Ext (Ts)	34.57	19.24	0.1291	31.9257	0.07847	40	0.485	2.024	Tc<Tt	NO
Toquela	Media (Tm)	14.12	29.72	-0.0028	14.7010	0.01331	480	0.291	1.965	Tc<Tt	NO
	Desv. Ext (Ts)	27.52	12.66	-0.0207	27.9429	-0.01916	40	-0.118	2.024	Tc<Tt	NO
Sama Grande	Media (Tm)	1.23	2.51	0.0016	0.8559	0.08667	480	1.902	1.965	Tc<Tt	NO
	Desv. Ext (Ts)	1.81	1.43	0.0326	1.1447	0.26701	40	1.708	2.024	Tc<Tt	NO
Challapalca	NO NECESITÓ CORRECCION										
Paucarani	Media (Tm)	30.02	46.08	-0.0018	30.2597	0.00550	480	0.120	1.965	Tc<Tt	NO
	Desv. Ext (Ts)	44.85	14.17	0.1061	42.6767	0.08757	40	0.542	2.024	Tc<Tt	NO
Vilacota	Media (Tm)	37.02	59.43	0.0027	36.1691	0.00628	480	0.137	1.965	Tc<Tt	NO
	Desv. Ext (Ts)	56.28	21.51	0.1374	53.4630	0.07467	40	0.462	2.024	Tc<Tt	NO

Nota: Elaboración propia

ANEXO 7

REGISTRO HISTORICO DE VALORES MEDIOS DE PRECIPITACION (mm) Y
EVAPOTRANSPIRACION (mm) A ESCALA MENSUAL PARA EL PERIODO 1980-2019

Tabla 104

Precipitación promedio de la cuenca delimitada para el punto de aforo en la estación La Tranca, en el río Sama

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL (mm.) - REGISTRO HISTORICO													
DESEMBOCADORA EST, LA TRANCA			DEPARTAMENTO		TACNA								
			PROVINCIAS		TACNA, TARATA, CANDARAVE								
			DISTRITOS		SAMA, PACHIA, CANDARAVE, TARATA, SITAJARA, SUSAPAYA, CAIRANI, ESTIQUE PUEBLO								
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	25,40	19,15	39,18	0,40	0,13	0,28	0,40	0,65	2,75	6,00	0,53	9,70	104,55
1981	36,13	98,53	15,58	7,13	1,95	0,00	0,00	0,55	2,58	1,48	12,30	19,20	195,40
1982	41,25	17,75	35,48	3,10	0,05	0,13	0,08	0,50	2,80	3,78	4,85	11,03	120,78
1983	10,68	9,05	9,05	2,23	1,80	1,83	0,58	1,25	7,90	3,30	2,03	8,90	58,58
1984	85,73	113,33	75,60	0,78	0,30	5,80	0,05	4,98	0,53	18,60	28,55	9,00	343,23
1985	24,43	145,33	43,35	6,93	0,53	1,93	0,08	0,03	0,58	3,90	42,65	70,28	339,98
1986	115,68	99,20	45,90	6,65	0,18	0,00	0,03	3,75	0,38	0,05	3,98	62,70	338,48
1987	134,75	32,10	15,60	1,35	0,30	0,53	10,88	0,00	0,25	6,85	1,75	3,73	208,08
1988	100,80	22,98	41,75	8,30	0,05	0,00	0,03	0,40	0,95	0,93	0,35	13,43	189,95
1989	55,25	148,90	32,78	12,35	0,13	0,60	0,23	6,48	0,63	0,48	0,43	4,05	262,28
1990	42,58	31,20	34,65	0,98	1,50	17,20	0,15	0,13	0,15	0,38	7,45	83,13	219,48
1991	63,15	16,68	26,73	2,75	0,63	2,23	0,15	0,90	2,43	0,10	4,03	4,93	124,68
1992	13,08	18,98	9,90	1,00	0,88	0,85	0,30	0,78	0,15	1,35	6,25	29,08	82,58
1993	149,05	18,08	44,28	3,63	0,70	0,75	0,00	12,50	0,00	2,15	3,45	32,53	267,10
1994	84,18	80,98	23,85	7,10	0,28	0,00	0,05	0,23	0,25	0,78	3,53	22,83	224,03
1995	38,68	7,48	68,98	2,75	0,40	0,00	0,70	0,40	0,43	1,58	1,83	15,05	138,25
1996	48,43	53,38	16,55	2,93	0,45	0,13	0,00	1,00	0,38	0,00	5,20	13,60	142,03
1997	97,05	89,08	37,03	2,40	1,45	0,10	0,48	9,73	21,18	3,60	4,43	9,53	276,03
1998	94,33	24,48	2,28	0,60	0,00	3,65	0,00	0,28	0,35	0,28	4,03	13,63	143,88
1999	40,60	156,03	95,45	5,10	0,03	0,78	0,00	0,18	1,08	7,23	6,80	16,73	329,98
2000	115,93	85,43	45,45	4,28	0,55	2,68	0,20	0,03	0,08	1,43	8,53	21,30	285,85
2001	67,95	182,60	97,20	8,60	0,03	0,18	0,13	3,30	0,53	1,00	1,43	15,18	378,10
2002	36,63	79,98	52,28	6,58	0,80	3,90	17,80	0,48	0,13	4,48	6,43	11,88	221,33
2003	29,65	28,28	44,70	1,85	2,03	0,00	1,30	0,78	0,38	0,93	1,38	11,58	122,83
2004	59,38	75,63	16,98	1,90	0,00	0,40	9,60	3,28	0,40	0,40	0,00	7,35	175,30
2005	52,05	57,75	20,80	1,83	0,13	2,15	0,03	0,13	7,43	0,43	2,78	38,40	183,88
2006	69,20	68,75	69,13	3,30	0,13	0,98	0,00	0,00	0,00	5,68	2,98	12,93	233,05
2007	40,70	51,15	33,78	0,38	0,28	0,25	0,00	0,73	0,60	0,95	3,68	15,93	148,40
2008	119,90	33,70	18,83	0,13	0,00	0,38	0,00	2,78	0,33	1,15	0,88	17,75	195,80
2009	15,50	90,95	28,98	5,40	0,23	0,25	0,88	0,00	0,48	0,40	11,25	6,68	160,98
2010	25,90	29,70	13,40	4,65	1,10	0,13	0,00	0,05	0,03	0,45	1,00	14,85	91,25
2011	66,68	98,48	9,00	5,68	5,40	0,85	0,83	0,73	0,73	0,25	1,95	52,80	243,35
2012	99,85	135,50	49,08	14,68	0,53	0,13	0,25	5,43	7,38	4,20	2,65	36,40	356,05
2013	78,93	52,50	27,55	0,28	7,70	5,08	0,90	0,95	0,00	1,33	2,08	17,38	194,65
2014	50,85	40,40	34,98	5,63	0,00	0,00	0,00	0,43	2,28	3,95	1,38	9,18	149,05
2015	64,58	84,95	91,98	8,55	0,13	0,35	0,98	1,15	3,10	2,98	1,25	6,50	266,48
2016	30,23	116,23	30,33	16,45	0,00	3,05	2,50	1,30	0,68	0,68	0,55	12,00	213,98
2017	91,35	77,48	71,43	5,55	0,68	1,93	5,45	0,00	2,08	1,80	4,15	27,38	289,25
2018	43,38	44,63	27,75	4,25	0,50	8,98	4,43	0,38	0,00	2,23	0,95	12,95	150,40
2019	92,20	86,03	11,43	1,48	0,63	0,13	6,10	1,20	1,48	1,63	5,70	12,03	220,00

Nota: Elaboración propia

Tabla 105

Precipitación promedio de la cuenca delimitada para el punto de aforo en la estación Puente Talapalca, en el río Sama

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL (mm.) - REGISTRO HISTORICO													
DESEMBOCADORA ESTACION PUENTE TALAPALCA	DEPARTAMENTOS			TACNA									
	PROVINCIAS			TACNA, TARATA, CANDARAVE									
	DISTRITOS			PACHIA, CANDARAVE, TARATA, SITAJARA, SUSAPAYA, CAIRANI, ESTIQUE PUEBLO									
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1980	30,18	22,45	46,75	0,45	0,13	0,38	0,15	0,75	1,88	7,30	0,68	12,18	123,25
1981	39,75	114,03	19,20	7,35	1,63	0,00	0,00	0,55	3,08	1,68	15,28	23,83	226,35
1982	47,40	19,48	37,83	3,88	0,10	0,15	0,10	0,33	3,28	4,63	5,88	13,00	136,03
1983	7,95	7,60	7,23	2,68	1,40	1,83	0,15	0,53	7,05	4,03	2,23	10,88	53,53
1984	98,48	133,28	89,45	0,95	0,28	7,15	0,10	6,15	0,45	21,85	35,33	10,98	404,43
1985	29,25	168,93	54,15	9,00	0,63	2,45	0,10	0,05	0,33	4,80	53,35	88,25	411,28
1986	141,38	119,85	57,80	8,60	0,25	0,00	0,05	4,45	0,08	0,00	5,00	74,10	411,55
1987	153,00	34,23	17,88	1,60	0,35	0,68	12,28	0,00	0,28	8,48	2,18	4,58	235,50
1988	122,53	22,48	49,05	10,40	0,10	0,00	0,10	0,50	0,48	1,18	0,40	15,58	222,78
1989	60,83	175,15	41,65	14,33	0,15	0,75	0,28	5,93	0,38	0,55	0,53	4,70	305,20
1990	49,13	35,75	39,15	1,13	1,65	20,53	0,03	0,18	0,18	0,40	7,38	96,18	251,65
1991	72,15	17,43	29,13	2,80	0,50	2,80	0,08	0,70	1,88	0,05	4,30	6,28	138,08
1992	14,53	19,48	11,38	0,48	0,38	0,90	0,18	0,90	0,18	1,55	7,78	32,15	89,85
1993	174,65	20,50	51,80	3,50	0,20	0,75	0,00	15,68	0,00	2,75	3,98	36,25	310,05
1994	92,08	98,35	27,95	8,38	0,38	0,00	0,00	0,05	0,25	0,95	4,35	27,00	259,73
1995	44,75	9,03	84,78	3,35	0,40	0,00	0,28	0,43	0,25	1,98	2,25	17,50	164,98
1996	53,58	61,53	20,25	3,23	0,55	0,03	0,00	0,95	0,40	0,00	6,25	16,70	163,45
1997	115,35	106,50	44,10	3,10	1,78	0,03	0,13	11,45	23,25	3,70	5,25	10,58	325,20
1998	110,75	28,95	2,85	0,53	0,00	4,60	0,00	0,15	0,30	0,28	4,95	16,70	170,05
1999	46,35	186,30	114,23	6,38	0,03	0,95	0,00	0,13	1,05	8,53	7,95	19,28	391,15
2000	134,88	98,78	52,40	5,20	0,63	2,85	0,20	0,03	0,10	1,83	10,18	25,05	332,10
2001	79,40	215,70	114,78	10,88	0,05	0,23	0,13	3,93	0,53	1,28	1,70	17,50	446,08
2002	41,88	95,65	63,68	8,35	1,03	4,58	20,43	0,13	0,03	4,68	7,90	14,18	262,48
2003	35,60	35,85	51,80	2,28	2,55	0,00	1,33	0,55	0,08	1,18	1,80	14,08	147,08
2004	70,85	85,53	21,25	2,08	0,00	0,43	11,68	3,83	0,43	0,55	0,00	9,40	206,00
2005	61,65	69,58	22,20	2,28	0,13	2,20	0,05	0,03	8,33	0,53	3,53	41,88	212,35
2006	83,38	81,85	85,20	4,10	0,13	1,18	0,00	0,00	0,00	6,75	3,83	16,38	282,78
2007	49,40	61,68	43,55	0,48	0,33	0,05	0,00	0,25	0,23	1,18	4,43	17,08	178,63
2008	138,33	40,55	22,75	0,15	0,00	0,48	0,00	3,30	0,08	1,43	1,08	22,13	230,25
2009	16,33	105,23	33,00	6,18	0,28	0,05	0,88	0,00	0,20	0,23	14,25	7,70	184,30
2010	31,20	35,98	12,08	5,83	1,20	0,03	0,00	0,00	0,05	0,58	1,25	18,35	106,53
2011	77,43	117,25	11,38	6,78	6,48	0,23	0,48	0,25	0,58	0,05	2,23	61,25	284,35
2012	115,28	157,58	55,93	17,75	0,63	0,03	0,05	5,55	6,98	4,90	3,38	44,23	412,25
2013	92,60	61,30	33,15	0,38	9,15	6,20	0,88	0,75	0,00	1,75	2,35	21,33	229,83
2014	61,15	42,80	40,75	7,00	0,00	0,00	0,00	0,55	1,73	5,00	1,00	10,38	170,35
2015	70,45	97,03	105,98	10,45	0,13	0,28	0,35	0,55	3,23	2,18	1,50	7,70	299,80
2016	34,23	130,10	33,13	20,78	0,00	3,83	2,50	1,23	0,28	0,83	0,68	15,00	242,55
2017	107,65	89,38	84,55	6,85	0,75	1,70	4,73	0,00	0,78	1,83	4,78	32,98	335,95
2018	51,33	54,95	32,88	5,45	0,60	11,18	4,60	0,40	0,00	1,80	1,10	15,90	180,18
2019	108,23	98,13	14,35	1,85	0,65	0,13	3,88	1,40	1,00	1,43	7,25	14,93	253,20

Nota: Elaboración propia

Tabla 106

Evapotranspiración promedio de la cuenca delimitada para el punto de aforo en la estación La Tranca, en el río Sama

EVAPOTRANSPIRACION MEDIA MENSUAL (mm/día) - REGISTRO HISTORICO												
DESEMBOCADORA EST, LA TRANCA	DEPARTAMENTOS				TACNA							
	PROVINCIAS				TACNA, TARATA, CANDARAVE							
	DISTRITOS				TACNA, SAMA, PACHIA, CANDARAVE, TARATA, SITAJARA, SUSAPAYA, CAIRANI, ESTIQUE PUEBLO							
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1980	5,2	5,075	4,875	4,45	4,05	3,875	3,975	4,225	4,7	5	5,15	5,25
1981	4,7	4,375	4,725	4,5	4,35	4,45	4,25	4,225	4,725	5,225	5,325	5,025
1982	4,525	4,725	4,65	4,7	4,425	4,275	4,375	4,775	4,625	5,2	5,275	5,325
1983	5,3	4,95	4,875	4,7	4,275	4,25	4,225	4,55	4,425	5,3	5,65	5,05
1984	4,075	4,275	4,25	4,5	4,25	3,95	4,15	4,375	4,825	4,75	4,875	4,875
1985	4,7	4,375	4,65	4,2	4,15	3,975	4,075	4,6	4,6	5,425	4,975	4,65
1986	4,525	4,15	4,45	4,4	4,15	4,175	4,05	4,5	4,725	5,3	5,425	4,925
1987	4,45	5,2	4,95	4,8	4,275	4,25	4,175	4,85	5,1	5,375	5,375	5,45
1988	4,6	5	4,575	4,5	4,25	4,25	4,2	4,875	4,65	5,3	5,625	4,975
1989	4,725	4,2	4,35	4,4	4,3	4,15	4,1	4,65	4,825	5,3	5,475	5,125
1990	4,8	4,875	4,975	4,7	4,175	3,95	4,125	4,7	5,025	5,125	5,175	4,85
1991	4,7	4,775	4,55	4,7	4,525	4,25	4,275	4,7	4,725	5,325	5,35	5,275
1992	4,9	5,05	5,125	4,8	4,375	4,175	4,15	4,4	4,9	5,175	5,375	5,075
1993	4,4	4,7	4,55	4,5	4,075	4,375	4,175	4,55	4,825	5,325	5,275	5
1994	4,625	4,475	4,65	4,5	4,35	4,275	4,225	4,7	5,025	5,4	5,275	5,075
1995	4,9	5,075	4,55	4,8	4,45	4,35	4,25	4,75	4,8	5,425	5,4	5,125
1996	4,625	4,6	4,775	4,5	4,225	4,125	4,225	4,5	4,925	5,4	5,225	5,05
1997	4,25	4,475	4,55	4,6	4,35	4,275	4,375	4,65	4,525	5,325	5,325	5,25
1998	4,875	5	5,05	4,975	4,6	4,175	4,275	4,65	5,025	5,325	5,325	5,075
1999	4,9	4,1	4,35	4,4	4,225	4,175	4	4,6	4,825	5,05	5,475	5,075
2000	4,2	4,225	4,45	4,6	4,325	3,975	4,05	4,525	4,925	5,175	5,475	4,95
2001	4,4	4,3	4,25	4,325	4,1	4,075	4,2	4,55	4,775	5,325	5,425	5,25
2002	5,2	4,4	4,55	4,2	4,225	4,15	3,8	4,5	4,825	5,225	5,375	5,175
2003	4,975	4,775	4,65	4,6	4,325	4,45	4,2	4,6	4,9	5,525	5,7	5,325
2004	4,625	4,8	5,05	4,6	4,375	4,25	3,975	4,25	4,975	5,4	5,6	5,375
2005	4,95	4,675	4,95	4,8	4,475	4,525	4,275	4,875	4,7	5,25	5,575	5,075
2006	4,675	4,775	4,55	4,6	4,5	4,275	4,45	4,625	5,025	5,4	5,475	5,375
2007	5,2	4,9	4,55	4,7	4,25	4,275	4,1	4,525	4,8	5,375	5,575	5,25
2008	4,6	4,9	4,875	4,9	4,475	4,325	4,45	4,775	5,175	5,4	5,675	5,075
2009	5,15	4,725	4,85	4,8	4,425	4,475	4,1	4,875	5	5,525	5,425	5,25
2010	5,05	5,075	4,95	4,8	4,3	4,275	4,3	4,8	5,025	5,325	5,575	4,875
2011	4,775	4,275	4,575	4,6	4,375	4,175	4,025	4,65	5	5,425	5,575	5
2012	4,675	4,375	4,65	4,35	4,525	4,275	4,375	4,7	5,075	5,325	5,475	4,775
2013	4,875	4,7	4,85	5	4,2	4,05	4,05	4,55	5,15	5,25	5,525	5,05
2014	4,9	5,175	4,85	4,625	4,375	4,275	4,175	4,525	4,575	5,275	5,575	5,275
2015	4,95	4,575	4,65	4,4	4,325	4,475	4,275	4,775	5,125	5,35	5,675	5,55
2016	5,5	4,975	5,15	4,725	4,6	4,375	4,275	4,8	5,25	5,425	5,725	5,375
2017	5,45	5,35	5,1	4,675	4,275	4,075	4,175	4,5	4,9	5,2	5,45	5,45
2018	5,45	5,35	5,1	4,7	4,275	4,075	4,175	4,5	4,9	5,225	5,45	5,45
2019	5,45	5,35	5,1	4,725	4,275	4,075	4,175	4,5	4,9	5,275	5,45	5,45

Nota: Elaboración propia

Tabla 107

Evapotranspiración promedio de la cuenca delimitada para el punto de aforo en la estación Puente Talapalca, en el río Sama

EVAPOTRANSPIRACION MEDIA MENSUAL (mm/día) - REGISTRO HISTORICO												
DESEMBOCADORA ESTACION PUENTE TALAPALCA	DEPARTAMENTOS			TACNA								
	PROVINCIAS			TACNA, TARATA, CANDARAVE								
	DISTRITOS			PACHIA, CANDARAVE, TARATA, SITAJARA, SUSAPAYA, CAIRANI, ESTIQUE PUEBLO								
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1980	5,15	5,075	4,825	4,425	4,025	3,85	3,95	4,225	4,65	4,975	5,15	5,2
1981	4,55	4,175	4,625	4,5	4,4	4,5	4,3	4,3	4,75	5,25	5,3	4,925
1982	4,35	4,525	4,525	4,7	4,45	4,35	4,425	4,85	4,625	5,2	5,25	5,275
1983	5,175	4,825	4,825	4,7	4,35	4,3	4,3	4,625	4,425	5,3	5,625	4,925
1984	3,825	4,075	4,125	4,425	4,275	4	4,2	4,45	4,85	4,75	4,8	4,775
1985	4,525	4,175	4,525	4,2	4,175	4,05	4,125	4,7	4,625	5,425	4,95	4,55
1986	4,35	3,925	4,3	4,4	4,175	4,25	4,1	4,575	4,725	5,325	5,4	4,825
1987	4,25	5,05	4,825	4,75	4,325	4,3	4,225	4,925	5,15	5,425	5,35	5,4
1988	4,45	4,825	4,425	4,425	4,275	4,3	4,275	4,975	4,7	5,325	5,6	4,875
1989	4,55	3,95	4,225	4,325	4,325	4,2	4,175	4,725	4,85	5,325	5,45	5,025
1990	4,575	4,725	4,85	4,7	4,2	4	4,2	4,8	5,05	5,15	5,125	4,725
1991	4,525	4,575	4,425	4,625	4,55	4,3	4,35	4,8	4,75	5,325	5,3	5,2
1992	4,75	4,875	5,025	4,8	4,375	4,25	4,2	4,45	4,925	5,15	5,35	5
1993	4,175	4,525	4,425	4,5	4,1	4,475	4,25	4,6	4,825	5,35	5,25	4,9
1994	4,45	4,275	4,525	4,425	4,375	4,325	4,275	4,8	5,05	5,425	5,25	5
1995	4,75	4,925	4,425	4,725	4,5	4,4	4,3	4,825	4,825	5,475	5,4	5,025
1996	4,425	4,375	4,65	4,5	4,25	4,2	4,275	4,55	4,95	5,425	5,2	4,95
1997	4,05	4,275	4,425	4,6	4,35	4,375	4,45	4,7	4,6	5,35	5,35	5,25
1998	4,725	4,825	4,925	4,925	4,65	4,25	4,35	4,725	5,05	5,35	5,3	5
1999	4,75	3,925	4,225	4,325	4,225	4,275	4,075	4,7	4,85	5,05	5,425	4,975
2000	4,025	4	4,325	4,6	4,35	4,05	4,1	4,6	4,975	5,175	5,5	4,875
2001	4,225	4,075	4,125	4,325	4,125	4,175	4,275	4,6	4,825	5,35	5,4	5,2
2002	5,05	4,175	4,35	4,2	4,225	4,2	3,85	4,6	4,825	5,25	5,35	5,1
2003	4,825	4,625	4,5	4,6	4,375	4,5	4,275	4,675	4,925	5,55	5,7	5,225
2004	4,45	4,625	4,925	4,6	4,425	4,3	4,05	4,325	5,025	5,425	5,6	5,3
2005	4,8	4,525	4,825	4,8	4,525	4,6	4,35	4,975	4,725	5,275	5,55	5
2006	4,475	4,625	4,425	4,6	4,525	4,35	4,475	4,7	5,05	5,425	5,475	5,3
2007	5,05	4,725	4,425	4,625	4,3	4,35	4,125	4,6	4,85	5,425	5,575	5,175
2008	4,425	4,725	4,725	4,85	4,525	4,4	4,525	4,875	5,225	5,425	5,675	4,975
2009	5	4,525	4,725	4,8	4,425	4,55	4,175	4,975	5,05	5,55	5,4	5,175
2010	4,9	4,925	4,825	4,8	4,325	4,35	4,4	4,9	5,1	5,35	5,55	4,775
2011	4,625	4,05	4,425	4,6	4,425	4,25	4,1	4,725	5,025	5,45	5,575	4,9
2012	4,525	4,175	4,525	4,3	4,55	4,375	4,45	4,8	5,125	5,35	5,475	4,675
2013	4,725	4,525	4,725	5	4,225	4,1	4,075	4,6	5,2	5,25	5,525	4,925
2014	4,725	5,05	4,725	4,625	4,425	4,4	4,225	4,6	4,625	5,275	5,55	5,2
2015	4,8	4,425	4,525	4,325	4,35	4,55	4,35	4,85	5,2	5,425	5,675	5,5
2016	5,375	4,825	5,025	4,725	4,625	4,475	4,35	4,9	5,325	5,45	5,725	5,3
2017	5,45	5,3	5,1	4,65	4,275	4,05	4,15	4,5	4,9	5,2	5,4	5,45
2018	5,45	5,3	5,1	4,675	4,275	4,05	4,15	4,5	4,9	5,225	5,4	5,45
2019	5,45	5,35	5,075	4,725	4,25	4,05	4,15	4,5	4,9	5,275	5,4	5,475

Nota: Elaboración propia

ANEXO 8

DESCARGAS MEDIAS MENSUALES GENERADAS POR EL MODELO HIDROLOGICO GR2M
EN LA CUENCA DEL RIO SAMA PARA EL PERIODO 1980 – 2019

Tabla 108

Caudales Simulados por el modelo GR2M en el punto de aforo de la estación La Tranca, en la Cuenca del río Sama (mm)

CAUDALES MEDIOS MENSUALES SIMULADOS (mm.) - REGISTRO HISTORICO												
ESTACION: LA TRANCA				LATITUD		-17,73011		DEPARTAMENTO		TACNA		
				LONGITUD		-70,47917		PROVINCIA		TACNA		
				ALTITUD		620,00 msnm		DISTRITO		SAMA		
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1980	1,98	0,90	1,57	0,61	0,30	0,18	0,12	0,08	0,07	0,08	0,05	0,08
1981	0,53	7,15	3,44	1,74	0,87	0,46	0,27	0,18	0,14	0,10	0,17	0,35
1982	1,38	1,26	2,34	1,06	0,52	0,29	0,18	0,12	0,10	0,09	0,09	0,13
1983	0,17	0,17	0,18	0,12	0,08	0,06	0,04	0,03	0,05	0,04	0,03	0,05
1984	2,62	14,87	16,01	3,98	1,61	1,06	0,55	0,44	0,26	0,51	1,11	0,77
1985	1,22	19,55	10,79	3,77	1,55	0,85	0,47	0,28	0,18	0,16	1,10	5,28
1986	19,35	23,44	12,44	4,12	1,64	0,81	0,46	0,35	0,21	0,13	0,12	1,95
1987	18,44	8,52	4,12	1,65	0,81	0,46	0,53	0,28	0,17	0,18	0,12	0,10
1988	5,03	3,36	4,74	2,23	0,97	0,51	0,30	0,19	0,13	0,09	0,06	0,13
1989	1,46	20,30	9,07	3,97	1,56	0,80	0,45	0,40	0,24	0,15	0,10	0,09
1990	0,82	1,46	2,38	0,97	0,52	0,76	0,38	0,22	0,14	0,09	0,11	3,37
1991	7,09	3,62	3,43	1,48	0,73	0,45	0,27	0,18	0,14	0,09	0,08	0,08
1992	0,15	0,30	0,28	0,15	0,10	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02	0,03	0,20
1993	12,87	5,18	6,37	2,38	1,08	0,59	0,34	0,46	0,25	0,17	0,14	0,65
1994	5,88	12,34	6,01	2,61	1,14	0,59	0,34	0,21	0,14	0,09	0,08	0,30
1995	1,13	0,69	4,47	1,67	0,77	0,41	0,25	0,16	0,11	0,08	0,06	0,15
1996	1,18	3,51	2,27	1,07	0,54	0,31	0,19	0,13	0,09	0,06	0,07	0,13
1997	4,72	12,75	8,03	2,69	1,24	0,64	0,37	0,42	0,77	0,45	0,31	0,33
1998	6,17	4,01	1,59	0,75	0,40	0,31	0,18	0,12	0,08	0,05	0,06	0,12
1999	0,76	19,12	22,11	5,38	1,99	0,98	0,54	0,32	0,21	0,23	0,22	0,37
2000	9,41	15,56	10,39	3,40	1,43	0,83	0,46	0,27	0,17	0,12	0,16	0,39
2001	3,33	34,26	26,56	6,50	2,28	1,08	0,58	0,42	0,25	0,17	0,12	0,24
2002	0,96	6,18	7,64	2,91	1,25	0,78	1,05	0,52	0,29	0,24	0,22	0,29
2003	0,82	1,37	3,16	1,26	0,67	0,36	0,23	0,15	0,10	0,07	0,05	0,10
2004	1,50	6,49	3,39	1,40	0,67	0,38	0,43	0,30	0,18	0,11	0,07	0,09
2005	1,15	3,87	2,75	1,17	0,57	0,37	0,22	0,14	0,16	0,10	0,08	0,63
2006	4,52	6,89	10,45	3,18	1,30	0,69	0,39	0,23	0,14	0,15	0,11	0,19
2007	1,01	3,09	3,52	1,32	0,64	0,36	0,22	0,15	0,10	0,07	0,07	0,16
2008	7,92	5,69	3,46	1,34	0,66	0,38	0,23	0,18	0,11	0,08	0,06	0,17
2009	0,26	5,00	3,96	1,75	0,80	0,43	0,27	0,17	0,11	0,07	0,13	0,13
2010	0,41	0,93	0,80	0,48	0,27	0,16	0,10	0,07	0,05	0,03	0,03	0,08
2011	1,65	10,21	3,62	1,75	1,05	0,56	0,34	0,21	0,14	0,09	0,07	1,12
2012	9,33	27,88	13,73	5,35	1,98	0,94	0,52	0,43	0,39	0,28	0,19	0,93
2013	6,03	7,58	5,08	1,80	1,19	0,78	0,44	0,27	0,16	0,12	0,09	0,22
2014	1,56	2,83	3,49	1,61	0,74	0,40	0,24	0,15	0,12	0,11	0,08	0,11
2015	1,86	8,47	16,49	4,92	1,83	0,89	0,51	0,32	0,24	0,18	0,12	0,13
2016	0,53	10,02	6,00	3,37	1,33	0,77	0,48	0,30	0,19	0,12	0,08	0,15
2017	4,31	10,13	13,11	3,97	1,60	0,86	0,64	0,35	0,24	0,17	0,14	0,52
2018	1,79	3,47	3,20	1,44	0,69	0,63	0,44	0,25	0,15	0,12	0,08	0,15
2019	4,43	11,77	4,24	1,67	0,82	0,45	0,40	0,25	0,17	0,12	0,12	0,19

Nota: Elaboración propia

Tabla 109

Caudales Simulados por el modelo GR2M en el punto de aforo de la estación La Tranca, en la Cuenca del río Sama (m³/s)

CAUDALES MEDIOS MENSUALES SIMULADOS (m ³ /s) - REGISTRO HISTORICO												
ESTACION: LA TRANCA				LATITUD		-17,73011		DEPARTAMENTO		TACNA		
				LONGITUD		-70,47917		PROVINCIA		TACNA		
				ALTITUD		620,00 msnm		DISTRITO		SAMA		
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1980	1,46	0,66	1,16	0,45	0,22	0,13	0,09	0,06	0,05	0,06	0,04	0,06
1981	0,39	5,26	2,53	1,28	0,64	0,34	0,20	0,13	0,10	0,07	0,13	0,26
1982	1,01	0,92	1,72	0,78	0,38	0,21	0,13	0,09	0,07	0,07	0,06	0,10
1983	0,12	0,13	0,14	0,09	0,06	0,05	0,03	0,02	0,04	0,03	0,02	0,04
1984	1,93	10,94	11,78	2,93	1,18	0,78	0,41	0,32	0,19	0,38	0,82	0,57
1985	0,90	14,38	7,94	2,77	1,14	0,62	0,34	0,20	0,13	0,12	0,81	3,88
1986	14,23	17,24	9,15	3,03	1,21	0,60	0,34	0,26	0,16	0,10	0,09	1,43
1987	13,56	6,27	3,03	1,22	0,59	0,34	0,39	0,21	0,12	0,13	0,09	0,07
1988	3,70	2,47	3,48	1,64	0,71	0,37	0,22	0,14	0,10	0,07	0,04	0,10
1989	1,07	14,93	6,67	2,92	1,15	0,58	0,33	0,30	0,18	0,11	0,07	0,07
1990	0,60	1,08	1,75	0,71	0,38	0,56	0,28	0,16	0,10	0,07	0,08	2,48
1991	5,21	2,66	2,52	1,09	0,53	0,33	0,20	0,13	0,10	0,06	0,06	0,06
1992	0,11	0,22	0,21	0,11	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,15
1993	9,46	3,81	4,69	1,75	0,80	0,43	0,25	0,34	0,18	0,13	0,10	0,48
1994	4,33	9,08	4,42	1,92	0,84	0,43	0,25	0,16	0,10	0,07	0,06	0,22
1995	0,83	0,51	3,29	1,23	0,56	0,30	0,19	0,12	0,08	0,06	0,05	0,11
1996	0,86	2,58	1,67	0,78	0,40	0,23	0,14	0,10	0,06	0,04	0,05	0,10
1997	3,47	9,38	5,90	1,98	0,91	0,47	0,27	0,31	0,56	0,33	0,23	0,24
1998	4,54	2,95	1,17	0,55	0,30	0,23	0,13	0,09	0,06	0,04	0,04	0,09
1999	0,56	14,06	16,26	3,96	1,46	0,72	0,39	0,23	0,16	0,17	0,16	0,27
2000	6,92	11,45	7,64	2,50	1,05	0,61	0,34	0,20	0,12	0,09	0,12	0,28
2001	2,45	25,19	19,53	4,78	1,68	0,79	0,43	0,31	0,19	0,12	0,09	0,17
2002	0,71	4,54	5,62	2,14	0,92	0,57	0,77	0,38	0,21	0,18	0,16	0,21
2003	0,61	1,01	2,32	0,93	0,49	0,26	0,17	0,11	0,07	0,05	0,04	0,08
2004	1,10	4,77	2,49	1,03	0,50	0,28	0,32	0,22	0,13	0,08	0,05	0,07
2005	0,85	2,84	2,02	0,86	0,42	0,27	0,16	0,10	0,12	0,07	0,06	0,46
2006	3,32	5,07	7,69	2,34	0,96	0,51	0,28	0,17	0,11	0,11	0,08	0,14
2007	0,74	2,27	2,59	0,97	0,47	0,27	0,16	0,11	0,07	0,05	0,05	0,12
2008	5,82	4,19	2,55	0,99	0,48	0,28	0,17	0,13	0,08	0,06	0,04	0,12
2009	0,19	3,68	2,91	1,29	0,59	0,32	0,20	0,12	0,08	0,05	0,10	0,09
2010	0,30	0,69	0,58	0,36	0,20	0,12	0,08	0,05	0,03	0,02	0,02	0,06
2011	1,21	7,51	2,67	1,29	0,77	0,41	0,25	0,16	0,10	0,07	0,05	0,83
2012	6,86	20,50	10,10	3,93	1,46	0,69	0,38	0,31	0,28	0,21	0,14	0,69
2013	4,43	5,57	3,74	1,32	0,88	0,57	0,32	0,20	0,12	0,09	0,07	0,16
2014	1,15	2,09	2,57	1,18	0,54	0,29	0,17	0,11	0,09	0,08	0,06	0,08
2015	1,37	6,23	12,13	3,62	1,35	0,65	0,38	0,24	0,18	0,13	0,09	0,09
2016	0,39	7,37	4,41	2,48	0,98	0,57	0,36	0,22	0,14	0,09	0,06	0,11
2017	3,17	7,45	9,64	2,92	1,18	0,64	0,47	0,26	0,18	0,12	0,11	0,38
2018	1,32	2,55	2,35	1,06	0,51	0,46	0,32	0,19	0,11	0,09	0,06	0,11
2019	3,26	8,66	3,12	1,23	0,60	0,33	0,29	0,18	0,12	0,09	0,09	0,14

Nota: Elaboración propia

Tabla 110

Caudales Simulados por el modelo GR2M en el punto de aforo de la estación Puente Talapalca, en la Cuenca del río Sama (mm)

CAUDALES MEDIOS MENSUALES SIMULADOS (mm) - REGISTRO HISTORICO												
ESTACION: PUENTE TALAPALCA				LATITUD		17°47'		DEPARTAMENTO		TACNA		
				LONGITUD		70°29'		PROVINCIA		TACNA		
				ALTITUD		529,00 msnm		DISTRITO		SAMA		
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1980	19,154	4,641	1,678	0,711	0,331	0,163	0,083	0,044	0,024	0,013	0,007	0,005
1981	0,004	0,014	0,012	0,010	0,007	0,005	0,004	0,003	0,003	0,003	0,004	0,007
1982	0,019	0,023	0,040	0,034	0,029	0,025	0,022	0,021	0,021	0,022	0,023	0,029
1983	0,032	0,034	0,036	0,035	0,034	0,033	0,031	0,030	0,034	0,035	0,034	0,041
1984	0,193	0,720	1,268	0,962	0,793	0,750	0,673	0,668	0,624	0,760	1,022	1,008
1985	1,223	4,274	4,550	3,693	3,103	2,832	2,605	2,443	2,320	2,307	3,462	5,735
1986	10,829	14,701	13,854	10,818	9,132	8,215	7,579	7,292	6,745	6,290	6,122	9,507
1987	18,155	14,656	12,637	10,683	9,566	8,815	8,902	8,030	7,421	7,346	6,828	6,528
1988	13,241	11,058	12,249	10,436	8,985	8,145	7,538	7,046	6,606	6,236	5,848	6,183
1989	8,608	18,936	15,498	12,788	10,730	9,677	8,896	8,595	7,901	7,352	6,871	6,650
1990	8,729	9,286	9,976	8,229	7,399	7,860	6,955	6,389	5,952	5,590	5,561	9,960
1991	11,957	10,034	10,105	8,617	7,709	7,230	6,686	6,272	5,955	5,566	5,406	5,292
1992	5,485	5,765	5,578	5,013	4,642	4,377	4,126	3,930	3,720	3,571	3,610	4,381
1993	11,962	9,187	10,202	8,226	7,171	6,573	6,095	6,427	5,810	5,497	5,273	6,450
1994	10,300	14,022	11,884	10,026	8,697	7,897	7,309	6,819	6,393	6,034	5,847	6,663
1995	8,054	7,120	10,936	8,548	7,381	6,695	6,220	5,832	5,481	5,232	4,992	5,369
1996	7,191	9,012	8,133	6,969	6,239	5,743	5,363	5,079	4,791	4,513	4,487	4,786
1997	9,591	13,473	12,359	9,690	8,480	7,672	7,099	7,207	7,764	6,993	6,586	6,520
1998	12,169	10,784	8,842	7,795	7,117	6,843	6,328	5,918	5,564	5,238	5,129	5,451
1999	6,936	17,324	20,467	14,120	11,603	10,406	9,511	8,801	8,238	8,142	7,869	8,210
2000	16,378	19,642	18,296	14,251	12,257	11,257	10,276	9,476	8,790	8,279	8,258	8,946
2001	12,924	29,345	30,255	20,915	17,037	15,098	13,697	12,851	11,729	10,852	10,094	10,471
2002	12,184	17,647	18,415	14,479	12,358	11,430	11,854	10,370	9,432	8,992	8,721	8,760
2003	9,972	10,682	12,320	9,958	8,892	8,066	7,534	7,028	6,560	6,195	5,873	6,117
2004	9,105	12,385	10,508	8,728	7,735	7,121	7,221	6,754	6,223	5,812	5,435	5,498
2005	7,907	10,205	9,106	7,657	6,815	6,371	5,910	5,531	5,551	5,143	4,938	6,335
2006	3,002	1,211	0,601	0,292	0,149	0,080	0,045	0,026	0,015	0,010	0,007	0,007
2007	0,014	0,031	0,048	0,036	0,029	0,024	0,021	0,019	0,017	0,016	0,017	0,024
2008	0,210	0,274	0,290	0,239	0,206	0,186	0,171	0,168	0,158	0,154	0,149	0,202
2009	0,237	0,758	0,862	0,757	0,656	0,591	0,553	0,520	0,495	0,475	0,547	0,563
2010	0,759	1,003	0,990	0,934	0,859	0,798	0,753	0,718	0,688	0,666	0,651	0,778
2011	1,593	3,478	2,844	2,478	2,292	2,067	1,926	1,818	1,736	1,654	1,616	2,707
2012	5,513	10,964	10,242	8,483	6,999	6,231	5,739	5,595	5,474	5,237	4,964	6,444
2013	10,151	11,213	10,550	8,516	8,043	7,547	6,902	6,421	5,983	5,684	5,416	5,970
2014	8,238	8,892	9,433	8,022	6,999	6,389	5,941	5,591	5,324	5,195	4,867	4,952
2015	7,604	11,369	15,414	11,469	9,447	8,442	7,772	7,243	6,915	6,521	6,128	6,060
2016	7,178	13,908	11,991	10,783	9,019	8,318	7,730	7,185	6,680	6,273	5,893	6,195
2017	11,438	14,441	16,836	12,601	10,629	9,642	9,122	8,347	7,780	7,332	7,060	8,256
2018	10,048	11,562	11,226	9,490	8,364	8,271	7,715	7,066	6,552	6,206	5,841	6,173
2019	11,409	15,061	11,659	9,678	8,626	7,907	7,552	7,056	6,607	6,229	6,147	6,341

Nota: Elaboración propia

Tabla 111

Caudales Simulados por el modelo GR2M en el punto de aforo de la estación Puente Talapalca, en la Cuenca del río Sama (m3/s)

CAUDALES MEDIOS MENSUALES SIMULADOS (m3/s) - REGISTRO HISTORICO												
ESTACION: PUENTE TALAPALCA				LATITUD		-17,73011		DEPARTAMENTO		TACNA		
				LONGITUD		-70,47917		PROVINCIA		TACNA		
				ALTITUD		620,00 msnm		DISTRITO		SAMA		
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1980	8,972	2,174	0,786	0,333	0,155	0,076	0,039	0,021	0,011	0,006	0,003	0,002
1981	0,002	0,006	0,006	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,002	0,003
1982	0,009	0,011	0,019	0,016	0,013	0,012	0,011	0,010	0,010	0,010	0,011	0,014
1983	0,015	0,016	0,017	0,017	0,016	0,015	0,015	0,014	0,016	0,016	0,016	0,019
1984	0,091	0,337	0,594	0,451	0,372	0,351	0,315	0,313	0,292	0,356	0,479	0,472
1985	0,573	2,002	2,131	1,730	1,454	1,326	1,220	1,144	1,087	1,081	1,622	2,687
1986	5,073	6,886	6,490	5,067	4,278	3,848	3,550	3,416	3,160	2,946	2,868	4,454
1987	8,505	6,865	5,919	5,004	4,481	4,129	4,170	3,762	3,476	3,441	3,198	3,058
1988	6,202	5,180	5,738	4,889	4,209	3,816	3,531	3,301	3,095	2,921	2,739	2,896
1989	4,032	8,870	7,260	5,990	5,026	4,533	4,167	4,026	3,701	3,444	3,219	3,115
1990	4,089	4,350	4,673	3,855	3,466	3,682	3,258	2,993	2,788	2,618	2,605	4,666
1991	5,601	4,700	4,733	4,036	3,611	3,387	3,132	2,938	2,790	2,607	2,532	2,479
1992	2,569	2,701	2,613	2,348	2,174	2,051	1,933	1,841	1,743	1,673	1,691	2,052
1993	5,603	4,304	4,779	3,853	3,359	3,079	2,855	3,011	2,722	2,575	2,470	3,021
1994	4,825	6,568	5,567	4,696	4,074	3,699	3,424	3,194	2,994	2,826	2,739	3,121
1995	3,773	3,335	5,123	4,004	3,457	3,136	2,914	2,732	2,567	2,451	2,338	2,515
1996	3,368	4,222	3,810	3,265	2,923	2,690	2,512	2,379	2,244	2,114	2,102	2,242
1997	4,493	6,311	5,789	4,539	3,972	3,594	3,326	3,376	3,637	3,276	3,085	3,054
1998	5,700	5,052	4,142	3,652	3,334	3,205	2,964	2,772	2,606	2,454	2,402	2,553
1999	3,249	8,115	9,587	6,614	5,435	4,875	4,455	4,123	3,859	3,814	3,686	3,846
2000	7,672	9,201	8,570	6,676	5,741	5,273	4,814	4,439	4,118	3,878	3,868	4,190
2001	6,054	13,746	14,172	9,797	7,981	7,072	6,416	6,020	5,494	5,083	4,728	4,905
2002	5,707	8,266	8,626	6,783	5,789	5,354	5,553	4,858	4,418	4,212	4,085	4,104
2003	4,671	5,004	5,771	4,665	4,165	3,778	3,529	3,292	3,073	2,902	2,751	2,865
2004	4,265	5,802	4,922	4,088	3,624	3,336	3,382	3,164	2,915	2,723	2,546	2,576
2005	3,704	4,780	4,266	3,587	3,193	2,984	2,769	2,591	2,600	2,409	2,313	2,967
2006	1,406	0,567	0,282	0,137	0,070	0,038	0,021	0,012	0,007	0,005	0,003	0,003
2007	0,006	0,014	0,022	0,017	0,014	0,011	0,010	0,009	0,008	0,008	0,008	0,011
2008	0,098	0,128	0,136	0,112	0,097	0,087	0,080	0,079	0,074	0,072	0,070	0,095
2009	0,111	0,355	0,404	0,355	0,308	0,277	0,259	0,243	0,232	0,222	0,256	0,264
2010	0,356	0,470	0,464	0,438	0,402	0,374	0,353	0,336	0,322	0,312	0,305	0,365
2011	0,746	1,629	1,332	1,161	1,074	0,968	0,902	0,852	0,813	0,775	0,757	1,268
2012	2,582	5,136	4,798	3,974	3,279	2,919	2,688	2,621	2,564	2,453	2,325	3,019
2013	4,755	5,253	4,942	3,989	3,768	3,535	3,233	3,008	2,803	2,662	2,537	2,797
2014	3,859	4,165	4,419	3,758	3,278	2,993	2,783	2,619	2,494	2,433	2,280	2,320
2015	3,562	5,326	7,220	5,372	4,425	3,955	3,641	3,393	3,239	3,055	2,870	2,839
2016	3,362	6,515	5,617	5,051	4,225	3,897	3,621	3,366	3,129	2,939	2,761	2,902
2017	5,358	6,765	7,886	5,903	4,979	4,517	4,273	3,910	3,644	3,435	3,307	3,867
2018	4,707	5,416	5,259	4,445	3,918	3,874	3,614	3,310	3,069	2,907	2,736	2,891
2019	5,345	7,055	5,461	4,534	4,041	3,704	3,538	3,305	3,095	2,918	2,880	2,970

Nota: Elaboración propia