



REPUBLICA DE CHILE  
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS  
DIRECCION GENERAL DE AGUAS

**LEVANTAMIENTO HIDROGEOLÓGICO PARA EL  
DESARROLLO DE NUEVAS FUENTES DE AGUA  
EN ÁREAS PRIORITARIAS DE LA ZONA NORTE  
DE CHILE, REGIONES XV, I, II Y III**

**ETAPA 1**

**INFORME FINAL PARTE III**

**Hidrología Regional del Altiplano de Chile**

**REALIZADO POR:**

**Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental  
Pontificia Universidad Católica de Chile**

**S.I.T. N° 157**

**Santiago, Diciembre de 2008**





# **MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS**

## **Ministro de Obras Públicas**

Ingeniero Civil Sr. Sergio Bitar C.

## **Director General de Aguas**

Abogado Sr. Rodrigo Weisner L.

## **Departamento de Estudios y Planificación**

Ingeniero Civil Sr. Pedro Rivera I.

## **Inspector Fiscal**

Ingeniero Civil Sr. Luis Rojas B.



## **EQUIPO TÉCNICO**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL  
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE**

### **Director de Proyecto**

Ing. Sr. José Muñoz P.

### **Jefe de Proyecto**

Ing. Sr. Pablo Rengifo O.

### **Ingeniero a Cargo**

Ing. Sr. José Yáñez L.

### **Especialistas y Profesionales**

Sr. Bonifacio Fernández	Especialista en Hidrología (PhD)
Sr. José Francisco Muñoz	Especialista en Hidrogeología (PhD)
Sra. Laura Vitoria	Especialista en Hidrogeoquímica (PhD)
Sr. Pablo Rengifo	Especialista en Hidrogeología (MSc)
Sr. José Yáñez	Ing. de Proyecto, Hidrogeología
Sr. Gustavo Calle	Ing. de Proyecto, Hidrología (PhD)
Sr. Marcelo Solari	Geol. de Proyecto, Geología
Sr. Axel Herzog	Geol. de Proyecto, Hidrogeoquímica
Srta. Victoria Flores	Ing. de Proyecto, Hidrogeología
Srta. Milena Calvo	Ing. de Proyecto, Hidrogeoquímica
Sr. Victor Pérez	Ing. de Proyecto, Hidrología

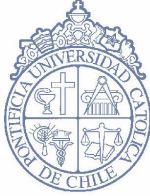


**EQUIPO TÉCNICO – CONTINUACIÓN**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL**  
**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE**

**Tesistas, Memoristas y Ayudantes**

Sr. Juan Johnson	Ing. Tesista MSc, Hidrogeología
Srta. Mariana Cervetto	Geol. Memorista, Hidrogeología
Sra. Isidora Arriagada	Geol. Memorista, Hidrogeología
Srta. Yohana Ahumada	Ayudante Ingeniero, Cartografía
Sr. Eduardo Wunderlich	Ayudante Ingeniero, Hidrología
Sr. Cristóbal Valderrama	Ayudante Ingeniero, Hidrología
Sr. Pedro Reinoso	Ayudante Terreno
Sr. Francisco del Solar	Ayudante Terreno
Sr. Sebastián Rojas	Ayudante Terreno
Sr. Fernando Díaz	Ayudante Terreno
Sr. Tomás Latorre	Ayudante Terreno





**Pontificia Universidad Católica de Chile**  
**Escuela de Ingeniería**  
**Dirección de Investigaciones Científicas**  
**y Tecnológicas de la Universidad Católica**



# **“LEVANTAMIENTO HIDROGEOLÓGICO PARA EL DESARROLLO DE NUEVAS FUENTES DE AGUA EN ÁREAS PRIORITARIAS DE LA ZONA NORTE DE CHILE, REGIONES XV, I, II Y III”**

**INFORME N°: 460625**

**FECHA: 15 DE DICIEMBRE 2008**

---

**“DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS, MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS”**

*DICTUC, Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile*

Vicuña Mackenna 4860, Correo 22, Macul, Santiago - Chile / Fono: (56-2) 686 4281 • 686 4284 • 686 4274 686 4293  
Fax: (56-2) 552 2563 / [www.ing.puc.cl](http://www.ing.puc.cl) • [www.dictuc.cl](http://www.dictuc.cl)







<b>1. Tipo Informe</b> Informe Técnico Final	<b>2. Cuerpo del Informe</b> 423 páginas (incluye portada)
<b>3. Título del Proyecto</b> LEVANTAMIENTO HIDROGEOLÓGICO PARA EL DESARROLLO DE NUEVAS FUENTES DE AGUA EN ÁREAS PRIORITARIAS DE LA ZONA NORTE DE CHILE, REGIONES XV, I, II Y III	<b>4. Fecha Informe</b> 15 de Diciembre 2008
<b>5. Autor (es)</b> Director de Proyecto: José Francisco Muñoz Pardo Jefe de Proyecto: Pablo Rengifo Oyarce Ingeniero a Cargo: José Yáñez López	<b>6. Contrato</b> MOP – DGA N° 235
<b>6. Nombre y Dirección de la Organización Investigadora</b> DICTUC; Pontificia Universidad Católica de Chile Vicuña Mackenna N° 4860, Casilla 306 – Correo 22, Macul - Santiago	<b>7. Período de Investigación</b> Julio 2007 – Diciembre 2008
<b>8. Antecedentes de la Institución Mandante</b> Nombre: Dirección General de Aguas, MOP. Dirección: Morande 59, 8° Piso RUT: 61.202.200-0 Teléfono: (02) 633 9940	<b>9. Contraparte Técnica</b> Nombre: Luis Rojas Badilla Cargo: Inspector Fiscal
<b>10. Resumen</b> El estudio de los recursos hídricos del altiplano chileno consideró los aspectos hidrográficos, hidrológicos, hidrogeoquímicos, isotópicos e hidrogeológicos de las cuencas cerradas que se ubican en esta franja del norte de Chile. El levantamiento de información sumado a trabajos de terreno y de gabinete orientados a complementar aquellos temas considerados más relevantes son reportados en los 10 tomos de documentos.	

---

**Sr. José Francisco Muñoz P.**  
**Director de Proyecto**

---

**Jaime Retamal**  
**DICTUC**

Nota: “La información contenida en el presente informe no podrá ser reproducida total o parcialmente, para fines publicitarios, sin la autorización previa y por escrito de Dictuc S.A.



## PRESENTACIÓN

El presente estudio, realizado entre los años 2007 y 2009, se enmarca en un convenio de cooperación e investigación científica aplicada entre la Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio de Obras Públicas (MOP) y el Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental (DIHA) de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC).

La investigación o acción de apoyo tuvo como objetivo fundamental el levantamiento, generación y análisis de información hidrogeológica para avanzar en el estudio de los recursos hídricos del sector chileno del Altiplano. En este contexto, este estudio pretende ser un apoyo concreto para el desarrollo de nuevas fuentes de agua subterránea en áreas prioritarias del norte de Chile.

El estudio consistió en el desarrollo de una serie de trabajos de terreno y gabinete, tanto a nivel regional como local. Los resultados obtenidos se presentan en 10 informes o partes independientes, cuyos contenidos son los siguientes:

- **Parte I** Hidrografía Regional del Altiplano de Chile.
- **Parte II** Geología Regional del Altiplano de Chile.
- **Parte III** Hidrología Regional del Altiplano de Chile.
- **Parte IV** Hidrogeoquímica e Isotopía Regional del Altiplano de Chile.
- **Parte V** Implementación de Estaciones Meteorológicas.
- **Parte VI** Campañas de Muestreo Geoquímicos e Isotópicos.
- **Parte VII** Medición de la Evaporación Mediante Método del “Domo”.
- **Parte VIII** Sistema Piloto I Región: Salar del Huasco.
- **Parte IX** Sistema Piloto II Región: Salares El Laco y Aguas Calientes 2, Laguna Tuyajto y Pampas Puntas Negras, Las Tecas y Colorada.
- **Parte X** Sistema Piloto III Región: Salares de Maricunga y Pedernales.

Cada parte está estructurada de manera de ser autocontenida y poder ser utilizada para fines y materias específicas. Sin perjuicio de lo anterior, las Parte VIII, IX y X que consideran el estudio de sistemas pilotos, hacen referencias y utilizan resultados de los estudios a nivel regional (Partes I, II, III y IV) y de los trabajos de terreno (Partes V, VI y VII).

La información y resultados de este estudio, junto a las actividades de difusión y formación que se realizaron en el marco de su desarrollo, se encuentran disponibles en el sitio web [www.recursoshidricosaltiplano.cl](http://www.recursoshidricosaltiplano.cl).

El presente informe corresponde a la **Parte III** del estudio, denominada “**Hidrología Regional del Altiplano de Chile**”.



## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer en especial a las distintas instituciones y personas que contribuyeron al desarrollo de este estudio, en la forma de aportes de información, apoyo en trabajos de terreno y logística, aportes para la realización de actividades de difusión y formación, y sugerencias para el avance de esta investigación. En especial se agradece a:

- Oficinas DGA Regiones de Tarapacá, Antofagasta y Copiapó.
- Carabineros de Chile.
- Servicio Agrícola y Ganadero.
- Policía de Investigaciones.
- Servicios de Aduana.
- GeoAguas Consultores.
- Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi.
- SQM.
- Profesores Uwe Tröger (U. Técnica de Berlín), Michel Vauclin (LTHE-CNRS Grenoble, Francia) y Scott Tyler (U. de Reno – Nevada, USA).
- Los siguientes profesionales que aportaron en el comienzo del presente estudio: Luciano Achurra (Geología), Francisca Chadwick (Hidrología).



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	MARCO GENERAL DEL ESTUDIO .....	1
2	INTRODUCCIÓN.....	3
3	HIDROLOGÍA REGIONAL DEL ALTIPLANO.....	5
3.1	Precipitaciones .....	5
3.2	Escurremientos .....	73
3.3	Temperatura .....	116
3.4	Evaporación de Tanque .....	162
4	CONCLUSIONES.....	183
	ANEXO I ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS UTILIZADAS .....	191
A I.1	Ubicación de las Estaciones Pluviométricas Disponibles.....	191
A I.2	Disponibilidad Histórica de las Series de Precipitación en las Estaciones Seleccionadas..	212
A I.3	Parámetros de la Regresión Lineal Para el Relleno de las Series de Precipitación .....	227
A I.4	Correlogramas de las Series Cronológicas de Precipitación en las Estaciones Chilenas....	232
A I.5	Parámetros Estadísticos Relacionados con el Almacenamiento en las Estaciones Pluviométricas Seleccionadas.....	243
	ANEXO II ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS UTILIZADAS .....	289
A II.1	Ubicación de las Estaciones Fluviométricas Disponibles.....	289
A II.2	Series Temporales de Gastos Medios Anuales en las Estaciones Seleccionadas para el Año Hidrológico (Oct-Sep).....	295
A II.3	Series de Caudal Medio Mensual en las Estaciones Seleccionadas para el Año Hidrológico (Oct-Sep) .....	301
A II.4	Correlogramas de las Series Cronológicas de Caudales en las Estaciones Chilenas .....	305
A II.5	Parámetros Estadísticos Relacionados con el Almacenamiento en las Estaciones Fluviométricas Seleccionadas.....	312
	ANEXO III ESTACIONES METEOROLÓGICAS - TEMPERATURA .....	337
A III.1	Ubicación de las Estaciones Meteorológicas de Temperatura – Chile .....	337
A III.2	Series Temporales de Temperatura Anual en las Estaciones Seleccionadas para el Año Hidrológico (Oct-Sep).....	341
A III.3	Series de Temperatura Media Mensual en las Estaciones Seleccionadas.....	346
	ANEXO IV ESTACIONES METEOROLÓGICAS – EVAPORACIÓN.....	353
A IV.1	Ubicación de las Estaciones Meteorológicas con Datos de Evaporación Disponibles.....	353
A IV.2	Series Temporales de Evaporación Anual en las Estaciones Seleccionadas para el Año Hidrológico (Oct-Sep).....	357

A IV.3 Series de Evaporación Mensual en las Estaciones Seleccionadas .....	361
<b>ANEXO V UBICACIÓN ÓPTIMA DE ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS EN CUENCAS ALTIPLÁNICAS .....</b>	<b>367</b>
A V.1 Introducción .....	367
A V.2 Metodología .....	367
A V.3 Zonas, Grillas, Estaciones y Semivariogramas .....	371
A V.4 Zonas y Grillas .....	373
A V.5 Estaciones Pluviométricas Utilizadas en Cada Zona .....	375
A V.6 Semivariogramas Empíricos y Modelos Ajustados .....	378
A V.7 Disminución de la Varianza del Error del Promedio Zonal: Escenario Ideal .....	380
A V.8 Disminución de Varianza de Error del Promedio Zonal: Escenario Práctico .....	391
A V.9 Conclusiones y Comentarios .....	399
A V.10 Referencias .....	399



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1: Ubicación de las estaciones pluviométricas en la zona de estudio. ....	7
Figura 3.2: Calidad de la información pluviométrica. ....	9
Figura 3.3: Ubicación de las estaciones pluviométricas cercanas a las cuencas altiplánicas de la XV y I Región. ....	10
Figura 3.4: Ubicación de las estaciones pluviométricas cercanas a las cuencas altiplánicas de la II Región. ....	11
Figura 3.5: Ubicación de las estaciones pluviométricas cercanas a las cuencas altiplánicas de la III Región. ....	12
Figura 3.6: Ubicación de las estaciones pluviométricas seleccionadas para el estudio. ....	18
Figura 3.7: Ubicación de las estaciones pluviométricas seleccionadas para el estudio (Grupo 1)...	19
Figura 3.8: Ubicación de las estaciones pluviométricas seleccionadas para el estudio (Grupo 2)...	20
Figura 3.9: Ubicación de las estaciones pluviométricas seleccionadas para el estudio (Grupo 3)...	21
Figura 3.10: Comparación del promedio de las series de precipitación anual original y rellenada. ....	23
Figura 3.11: Comparación de la desviación estándar de las series de precipitación anual original y rellenada. ....	23
Figura 3.12: Disponibilidad de datos de precipitación de la serie original y rellenada. ....	29
Figura 3.13: Variación de la precipitación media anual con la latitud en las estaciones seleccionadas de la DGA de la XV, I, II y III Regiones. ....	33
Figura 3.14: Variación de la precipitación media anual con la altitud en las estaciones seleccionadas de la DGA de la XV, I, II y III Regiones. ....	33
Figura 3.15: Variación de precipitación media anual con altitud en las estaciones seccionadas de la DGA de la XV y I Región. ....	34
Figura 3.16: Variación de precipitación media anual con altitud en las estaciones seccionadas de la DGA de la II Región. ....	34
Figura 3.17: Variación de precipitación media anual con altitud en las estaciones seccionadas de la DGA de la III Región. ....	35
Figura 3.18: Coeficiente de correlación de precipitación media anual en función de la distancia para las estaciones seleccionadas de la DGA en la XV, I, II y III Región. ....	36
Figura 3.19: Mapa de isoyetas de la XV y I Región. ....	37
Figura 3.20: Mapa de isoyetas de la II Región. ....	38
Figura 3.21: Mapa de isoyetas de la III Región. ....	39
Figura 3.22: Distribución porcentual de la precipitación media mensual en las estaciones pluviométricas seleccionadas. ....	49
Figura 3.23: Serie de precipitación media anual en la Zona 1 .....	51
Figura 3.24: Serie de precipitación media anual en la Zona 2 .....	51

Figura 3.25: Serie de precipitación media anual en la Zona 3 .....	52
Figura 3.26: Serie de precipitación media anual en la Zona 4 .....	52
Figura 3.27: Valores clasificados de $q_{ij}$ para la precipitación anual en las estaciones pluviométricas seleccionadas sobre los 3000 msnm y ordenadas de norte a sur. ....	54
Figura 3.28: Correlogramas de las series cronológicas de precipitación mensual. ....	57
Figura 3.29: Correlogramas de las series cronológicas de precipitación anual. ....	58
Figura 3.30: Parámetros estadísticos relacionados con el almacenamiento (Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst (K)) en la estación Chungará en Ajata. (a) Serie mensual. (b) Serie anual. ....	59
Figura 3.31: Parámetros estadísticos relacionados con el almacenamiento (Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst (K)) en la estación Ollague. (a) Serie mensual. (b) Serie anual. ....	60
Figura 3.32: Parámetros estadísticos relacionados con el almacenamiento (Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst (K)) en la estación San Pedro de Atacama. (a) Serie mensual. (b) Serie anual. ....	61
Figura 3.33: Parámetros estadísticos relacionados con el almacenamiento (Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst (K)) en la estación Pastos Grandes. (a) Serie mensual. (b) Serie anual. ....	62
Figura 3.34: Series de déficit de precipitación mensual. ....	67
Figura 3.35: Series de déficit de precipitación anual. ....	68
Figura 3.36: Magnitud y duración de las sequías de las series mensuales de precipitación en las estaciones seleccionadas. ....	72
Figura 3.37: Magnitud y duración de las sequías de las series anuales de precipitación en las estaciones seleccionadas. ....	72
Figura 3.38: Ubicación de las estaciones fluviométricas disponibles en la zona de estudio. ....	74
Figura 3.39: Ubicación de las estaciones fluviométricas seleccionadas para el estudio. ....	78
Figura 3.40: Ubicación de las estaciones fluviométricas seleccionadas para el estudio (XV y I Región). ....	79
Figura 3.41: Ubicación de las estaciones fluviométricas seleccionadas para el estudio (II Región). ....	80
Figura 3.42: Ubicación de las estaciones fluviométricas seleccionadas para el estudio (III Región). ....	81
Figura 3.43: Disponibilidad de información histórica de caudales medios anuales para el año hidrológico (Oct-Sep) en las estaciones seleccionadas. ....	83
Figura 3.44: Series temporales de gastos medios anuales para el año hidrológico en las estaciones. Río Guallatire en Guallatire y Río Piga en Collacagua. ....	85
Figura 3.45: Series temporales de gastos medios anuales para el año hidrológico en las estaciones Canal Cuno en Socaire y Río La Ola en Vertedero. ....	86

Figura 3.46: Caudal medio mensual y caudales asociados a probabilidades de excedencia de 15% y 85% ( $m^3/s$ ) en las estaciones ubicadas en las cuencas altiplánicas de la XV Región. ....	91
Figura 3.47: Caudal medio mensual y caudales asociados probabilidades de excedencia de 15% y 85% ( $m^3/s$ ) en las estaciones ubicadas en las cuencas altiplánicas de la I Región. ....	91
Figura 3.48: Caudal medio mensual y caudales asociados probabilidades de excedencia de 15% y 85% ( $m^3/s$ ) en las estaciones ubicadas en las cuencas altiplánicas de la III Región. ....	92
Figura 3.49: Valores clasificados de la probabilidad de excedencia para los caudales medios anuales en las estaciones fluviométricas seleccionadas ordenadas de norte a sur. ....	94
Figura 3.50: Correlogramas de las series cronológicas mensuales de caudales en las estaciones seleccionadas de la XV Región. ....	96
Figura 3.51: Correlogramas de las series cronológicas mensuales de caudales en las estaciones seleccionadas de la I Región. ....	97
Figura 3.52: Correlogramas de las series cronológicas mensuales de caudales en las estaciones seleccionadas de la III Región. ....	98
Figura 3.53: Correlogramas de las series cronológicas anuales de caudales (año hidrológico, Oct-Sep) en las estaciones seleccionadas de la XV Región. ....	99
Figura 3.54: Correlogramas de las series cronológicas anuales de caudales (año hidrológico, Oct-Sep) en las estaciones seleccionadas de la I Región. ....	100
Figura 3.55: Correlogramas de las series cronológicas anuales de caudales (año hidrológico, Oct-Sep) en las estaciones seleccionadas de la III Región. ....	101
Figura 3.56: Información histórica de caudales medios anuales para el año hidrológico (Oct-Sep) utilizada en el análisis de almacenamiento en las estaciones fluviométricas seleccionadas. ....	103
Figura 3.57: Parámetros estadísticos relacionados con el almacenamiento (Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst (K)) en la estación Río Guallatire en Guallatire. (a) Serie mensual. (b) Serie anual. ....	104
Figura 3.58: Parámetros estadísticos relacionados con el almacenamiento (Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst (K)) en la estación Río Piga en Collacagua. (a) Serie mensual. (b) Serie anual. ....	105
Figura 3.59: Parámetros estadísticos relacionados con el almacenamiento (Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst (K)) en la estación Canal Cuno en Socaire. (a) Serie mensual. (b) Serie anual. ....	106
Figura 3.60: Parámetros estadísticos relacionados con el almacenamiento (Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst (K)) en la estación Río La Ola en Vertedero. (a) Serie mensual. (b) Serie anual. ....	107
Figura 3.61: Series de déficit de escurrimientos medios mensuales. ....	111
Figura 3.62: Series de déficit de escurrimientos medios anuales. ....	112
Figura 3.63: Magnitud y duración de las sequías de las series mensuales de escurrimientos en las estaciones seleccionadas. ....	115

Figura 3.64: Magnitud y duración de las sequías de las series anuales de escurrimientos en las estaciones seleccionadas.....	115
Figura 3.65: Ubicación de las estaciones meteorológicas de temperatura disponibles en la zona en estudio. ....	117
Figura 3.66: Ubicación de las estaciones meteorológicas de temperatura seleccionadas para el estudio. ....	121
Figura 3.67: Ubicación de las estaciones meteorológicas de temperatura seleccionadas para el estudio (XV y I Región).....	122
Figura 3.68: Ubicación de las estaciones meteorológicas de temperatura seleccionadas para el estudio (II Región). ....	123
Figura 3.69: Ubicación de las estaciones meteorológicas de temperatura seleccionadas para el estudio (III Región). ....	124
Figura 3.70: Disponibilidad de información histórica de temperatura mínima absoluta y mínima promedio en las estaciones seleccionadas. ....	125
Figura 3.71: Disponibilidad de información histórica de temperatura media absoluta en las estaciones seleccionadas. ....	126
Figura 3.72: Disponibilidad de información histórica de temperatura máxima promedio y máxima absoluta en las estaciones seleccionadas. ....	127
Figura 3.73: Series anuales de temperatura mínima absoluta y promedio, media absoluta, máxima promedio y absoluta en las estaciones ubicadas al interior de las cuencas altiplánicas. ....	128
Figura 3.74: Promedio mensual de las series de temperatura mínima absoluta y promedio, media absoluta, máxima promedio y absoluta en las estaciones ubicadas al interior de las cuencas altiplánicas. ....	148
Figura 3.75: Distribución en cuartiles de la temperatura mínima promedio mensual. ....	149
Figura 3.76: Distribución en cuartiles de la temperatura media absoluta mensual. ....	150
Figura 3.77: Distribución en cuartiles de la temperatura máxima promedio mensual. ....	151
Figura 3.78: Variación de la temperatura mínima absoluta con la latitud en las estaciones seleccionadas. ....	152
Figura 3.79: Variación de la temperatura mínima promedio con la latitud en las estaciones seleccionadas. ....	153
Figura 3.80: Variación de la temperatura media absoluta con la latitud en las estaciones seleccionadas. ....	153
Figura 3.81: Variación de la temperatura máxima promedio con la latitud en las estaciones seleccionadas. ....	154
Figura 3.82: Variación de la temperatura máxima absoluta con la latitud en las estaciones seleccionadas. ....	154
Figura 3.83: Variación de la temperatura media con la altitud en las estaciones seleccionadas. ....	155

Figura 3.84: Gradiente de la temperatura media absoluta en las estaciones seleccionadas de la XV, I, II y III Región. ....	156
Figura 3.85: Variación de la temperatura media con la altitud en las estaciones seleccionadas para los meses lluviosos.....	157
Figura 3.86: Variación de la temperatura media con la altitud en las estaciones seleccionadas para los meses secos. ....	157
Figura 3.87: Mapa de isotermas de la XV y I Región. ....	159
Figura 3.88: Mapa de isotermas de la II Región. ....	160
Figura 3.89: Mapa de isotermas de la III Región. ....	161
Figura 3.90: Ubicación de las estaciones meteorológicas con datos de evaporación disponibles en la zona en estudio. ....	163
Figura 3.91: Ubicación de las estaciones meteorológicas con datos de evaporación seleccionadas para el estudio. ....	167
Figura 3.92: Ubicación de las estaciones meteorológicas con datos de evaporación seleccionadas para el estudio (XV y I Región). ....	168
Figura 3.93: Ubicación de las estaciones meteorológicas con datos de evaporación seleccionadas para el estudio (II Región). ....	169
Figura 3.94: Ubicación de las estaciones meteorológicas con datos de evaporación seleccionadas para el estudio (III Región). ....	170
Figura 3.95: Disponibilidad de información histórica de evaporación total. ....	171
Figura 3.96: Disponibilidad de información histórica de evaporación media. ....	172
Figura 3.97: Series de evaporación anual en las estaciones ubicadas al interior de las cuencas altiplánicas.....	173
Figura 3.98: Promedio mensual de las series de evaporación mensual en las estaciones ubicadas al interior de las cuencas altiplánicas. ....	178
Figura 3.99: Distribución en cuartiles de la evaporación mensual.....	179
Figura 3.100: Variación de evaporación anual con la latitud en las estaciones seleccionadas. ....	181
Figura 3.101: Gradiente de la evaporación media anual en las estaciones seleccionadas de la XV, I, II y III Región. ....	181

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1: Estaciones pluviométricas seleccionadas para el estudio.....	13
Tabla 3.2: Promedio y desviación estándar de las series de precipitación anual original y rellenada en las estaciones seleccionadas para el año hidrológico (Octubre-Septiembre). ....	24
Tabla 3.3: Precipitación media mensual (mm) en las estaciones seleccionadas. ....	40
Tabla 3.4: Precipitación estacional en las estaciones seleccionadas. ....	45

Tabla 3.5: Valores de las propiedades de almacenamiento de las series de precipitaciones anuales y mensuales. ....	63
Tabla 3.6: Duración (L*) y magnitud (M*) de las sequías de las series mensuales y anuales de precipitación en las estaciones seleccionadas.....	69
Tabla 3.7: Número de estaciones fluviométricas disponibles en la zona en estudio.....	73
Tabla 3.8: Estaciones fluviométricas seleccionadas para el estudio. ....	76
Tabla 3.9: Número de estaciones fluviométricas seleccionadas.....	82
Tabla 3.10: Propiedades estadísticas de las series de caudales anuales (m <sup>3</sup> /s) para el año hidrológico en las estaciones seleccionadas. ....	87
Tabla 3.11: Caudal medio mensual (m <sup>3</sup> /s) en las estaciones seleccionadas. ....	89
Tabla 3.12: Valores de las propiedades de almacenamiento de las series de caudales anuales y mensuales. ....	108
Tabla 3.13: Duración (L*) y magnitud (M*) de las sequías de las series mensuales y anuales de caudales en las estaciones seleccionadas.....	113
Tabla 3.14: Estaciones meteorológicas con registros de temperatura seleccionadas para el estudio... ..	119
Tabla 3.15: Propiedades estadísticas de las series anuales de temperatura mínima absoluta (°C) en las estaciones seleccionadas.....	129
Tabla 3.16: Propiedades estadísticas de las series anuales de temperatura mínima promedio (°C) en las estaciones seleccionadas.....	131
Tabla 3.17: Propiedades estadísticas de las series anuales de temperatura media absoluta (°C) en las estaciones seleccionadas.....	133
Tabla 3.18: Propiedades estadísticas de las series anuales de temperatura máxima promedio (°C) en las estaciones seleccionadas.....	134
Tabla 3.19: Propiedades estadísticas de las series anuales de temperatura máxima absoluta (°C) en las estaciones seleccionadas.....	136
Tabla 3.20: Temperatura mínima absoluta mensual (°C) en las estaciones seleccionadas.....	139
Tabla 3.21: Temperatura mínima promedio mensual (°C) en las estaciones seleccionadas.....	141
Tabla 3.22: Temperatura media absoluta mensual (°C) en las estaciones seleccionadas. ....	143
Tabla 3.23: Temperatura máxima promedio mensual (°C) en las estaciones seleccionadas. ....	144
Tabla 3.24: Temperatura máxima absoluta mensual (°C) en las estaciones seleccionadas. ....	146
Tabla 3.25: Estaciones meteorológicas con registros de evaporación seleccionadas para el estudio. .	165
Tabla 3.26: Propiedades estadísticas de las series de evaporación anual (mm) en las estaciones seleccionadas. ....	174
Tabla 3.27: Evaporación media mensual (mm) en las estaciones seleccionadas. ....	176

## 1 MARCO GENERAL DEL ESTUDIO

El Altiplano o Puna es una región de América del Sur que comprende el norte de Chile, el centro y sur del Perú, la parte occidental de Bolivia y el noroeste de Argentina. Básicamente son cuencas sedimentarias formadas en altura, en su mayoría sobre los 3.500 msnm, debido al tectonismo y a la actividad volcánica existente en estas latitudes.

Debido a la morfología de la zona (cuencas endorreicas en un clima de bastante aridez) se han formado numerosas lagunas y salares. Las precipitaciones en estas cuencas son de origen tropical, y ocurren durante el verano del hemisferio sur, lo que es conocido como el ‘Invierno Boliviano’ o ‘Invierno Altiplánico’. Estas precipitaciones son de carácter convectivo, con una alta variabilidad espacial, y se concentran en los meses de enero y febrero. Este fenómeno desaparece más al sur, teniendo una mínima influencia en la Región de Atacama.

Las condiciones extremas sólo permiten que subsista una vegetación especializada, con pocos requerimientos hídricos y capaces de soportar amplias oscilaciones térmicas. Los bofedales conforman sistemas adaptados a estas condiciones, conocidas como vegetación de estepa o esteparia, que minimizan la transpiración debido a la reducida superficie de sus hojas, algunas de las cuales han evolucionado transformándose en espinas.

En Chile, las principales actividades que se desarrollan en la zona de interés son la minería y el turismo, así como también la ganadería y agricultura por parte de los pueblos originarios.

El estudio surge de la necesidad de satisfacer la demanda de agua existente y proyectada para los próximos 20 años en esta zona del norte del país. Esta demanda se refleja en actuales solicitudes de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, solicitudes de áreas de exploración y de regularizaciones.

Dada la etapa de desarrollo en que se encuentra la zona de estudio, ésta presenta una oportunidad casi única para la elaboración y evaluación de planes de gestión y aprovechamiento del agua de manera sustentable.

En este contexto, el objetivo general del estudio es implementar un programa de investigación que permita establecer el estado actual del conocimiento sobre el funcionamiento hidrogeológico de los sistemas altoandinos. La información levantada y analizada ha sido complementada con trabajos de terreno y gabinete.

El estudio considera un análisis a escala regional y otro a nivel local o sistemas pilotos. En ambas escalas de trabajo se abordan, fundamentalmente, aspectos geológicos, hidrológicos, hidrogeoquímicos e hidrogeológicos. Los sistemas piloto son unidades seleccionadas a nivel de cuencas hidrográficas en conjunto con personal de la DGA, actores locales e instituciones

de la zona, en base a criterios de carácter ambiental, demanda comprometida e información disponible.

Como parte de los trabajos de terreno, en estas zonas se han efectuado campañas de reconocimiento, instalación de estaciones meteorológicas, muestreos de agua para análisis químicos e isotópicos y mediciones de evaporación desde el agua subterránea somera.

Las campañas de reconocimiento estuvieron orientadas a recorrer el terreno a través de sus principales rutas de acceso y caminos que conectan las cuencas del Altiplano, además de seleccionar potenciales lugares para la instalación de estaciones meteorológicas.

Uno de los aspectos fundamentales de esta investigación lo constituye la instalación de 12 estaciones meteorológicas en el Altiplano entre la I y III Región, las que miden precipitación y en algunos casos otras variables como temperatura y humedad del aire y del suelo.

Adicionalmente, se realizaron en todos los sistemas, mediciones in-situ de evaporación desde la napa, utilizando la metodología del domo o semiesfera acrílica propuesta por el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS). Estos datos son importantes para realizar el balance hídrico de los sistemas y de especial relevancia para la estimación de la recarga en cuencas cerradas.

Las campañas de muestreo de aguas, tanto superficial como subterránea, permitieron complementar la información existente en reparticiones fiscales, estudios y publicaciones científicas, en particular en los sistemas pilotos estudiados.

Finalmente, cabe señalar que el uso de los recursos hídricos en el Altiplano debe considerar por una parte su importancia para el desarrollo económico y social del país y las Regiones y por otra, la protección y cuidado de los sistemas ambientales sensibles que allí existen. En este sentido, es fundamental entender la extracción de aguas subterráneas y la gestión misma de los acuíferos como un proceso dinámico, tanto espacial como temporalmente. Asimismo, se deben considerar adecuados planes de monitoreo y contingencia.

Por lo mismo, el uso sustentable del agua, la explotación, y en particular la exploración de los recursos hídricos, debe vincularse desde su origen a variables de interés ambiental y cultural de la zona.



## 2 INTRODUCCIÓN

El altiplano chileno se encuentra formado principalmente por cuencas endorreicas cuya altura media supera los 3.500 m.s.n.m. El clima en esta zona se caracteriza por su aridez siendo las precipitaciones escasas y las temperaturas bajas. Las precipitaciones, que son de carácter convectivo, con una alta variabilidad espacial, se concentran principalmente en los meses de enero y febrero. Por otra parte, la oscilación térmica durante el día y la noche se caracteriza por tener una gran amplitud.

Como parte del estudio que lleva a cabo la Dirección General de Aguas (DGA) con el apoyo de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC) para caracterizar los recursos hídricos del Altiplano de Chile se desarrolló un estudio hidrológico a nivel regional en la cuencas endorreicas del altiplano de las Regiones XV, I, II y III. Este estudio contempla el análisis a nivel mensual y anual de variables meteorológicas como precipitación escurrimiento, temperatura y evaporación de tanque.

Los datos meteorológicos fueron obtenidos de los registros que lleva la DGA a través del Banco Nacional de Aguas (BNA). Adicionalmente, se recopilieron datos de precipitación del Sistema Nacional de Información Hídrica (SNIH) de Argentina, del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) de Bolivia, y del National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA) de Estados Unidos que contiene registros de precipitación de estaciones localizadas en Chile, Argentina, Bolivia y Perú.

Las variables hidrológicas se analizaron para determinar su variación espacial y temporal a nivel mensual y anual. Además se realizó un estudio de sequías meteorológica e hidrológica con los registros de precipitaciones y escurrimientos, respectivamente.

El presente informe se ha dividido en 5 capítulos, que corresponden al análisis hidrológico de Precipitaciones, Escurrimientos, Temperatura, Evaporación de Tanque y Conclusiones.

En los Anexos se incorpora un análisis para la ubicación óptima de estaciones meteorológicas en el Altiplano, realizada usando técnicas geoestadísticas.



### 3 HIDROLOGÍA REGIONAL DEL ALTIPLANO

Basado en una recopilación de los datos hidrometeorológicos disponibles en la zona en estudio, se presenta una caracterización y análisis de las estadísticas de precipitación, escurrimientos, evaporación y temperatura, de manera de disponer de antecedentes que permitan entender y cuantificar el comportamiento de los recursos hídricos en las cuencas altiplánicas en estudio desde una perspectiva regional.

#### 3.1 Precipitaciones

Las cuencas altiplánicas chilenas en estudio se ubican en el límite nororiental de Chile, agrupadas a lo largo de las Regiones XV, I, II y III. En algunas cuencas el área de drenaje es compartida con los países vecinos, debido a las características geomorfológicas y a la división político-administrativa establecida en la zona. Por consiguiente, para alcanzar una adecuada descripción del comportamiento de las precipitaciones en dichas hoyas, es necesario contar con información tanto nacional, como con aquella disponible en organismos de países vecinos o internacionales. Para ello se ha definido como zona de influencia los siguientes límites:

- Por el norte hasta los 15° latitud sur, lo que comprende territorios desde el lago Titicaca al sur.
- Por el sur hasta la cuenca del río Copiapó, incluida, alrededor de los 28° de latitud sur.
- Hacia el oriente hasta el meridiano 65° longitud Oeste.
- Por el oeste la línea de costa.

Por ser una zona fronteriza, las fuentes de información son variables, requiriéndose para este estudio datos disponibles tanto en Chile como en Argentina, Bolivia y Perú.

##### 3.1.1 Fuentes de Información para Precipitaciones

Los datos de precipitación de Chile corresponden a los de la Dirección General de Aguas (DGA). Por medio del Departamento de Hidrología de la DGA se recopiló toda la información histórica a nivel mensual existente en el Banco Nacional de Aguas (BNA) para las Regiones XV, I, II y III del territorio nacional.

Para la información de Argentina se recurrió a la Subsecretaría de Recursos Hídricos del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios de Argentina (MINPLAN), quienes a través del Sistema Nacional de Información Hídrica (SNIH) han aportado con la información disponible en las provincias donde se desarrolla el altiplano argentino y sus alrededores. Las provincias seleccionadas corresponden a Jujuy, Catamarca, Tucumán, Salta, Santiago del Estero, San Juan y La Rioja.

Los datos de precipitación existentes en el altiplano boliviano fueron recopilados gracias a la colaboración del Ministerio del Agua de Bolivia, quienes a través del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), facilitaron la información existente para la región altiplánica del país correspondiente a los departamentos de Potosí, Oruro y La Paz.

En forma complementaria se utilizó información proporcionada por la National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA), agencia federal dependiente del Departamento de Comercio de los Estados Unidos. La NOAA cuenta con datos de estaciones meteorológicas ubicadas en diversos sectores del planeta, con registros que datan incluso desde el siglo XIX. De esta fuente se extrajeron datos pluviométricos para toda la zona en estudio, incluyendo Chile, Argentina, Bolivia y Perú.

La ubicación de las estaciones pluviométricas clasificadas en función de la fuente de información y sin considerar la calidad de los datos se presenta en la Figura 3.1. Se muestra además el área general de estudio y las cuencas altiplánicas consideradas en el estudio. Las coordenadas de ubicación de estas estaciones se presentan en el Anexo I (A I.1).

Las cuencas altiplánicas se pueden dividir en 3 grupos. El primer grupo comprende las cuencas ubicadas en la XV y I Región y el norte de la II Región. El segundo grupo abarca las cuencas localizadas al oriente del Salar de Atacama, en la II Región, y el tercer grupo las ubicadas en el extremo sur de la II Región y norte de la III Región. En la Figura 3.1 se aprecia que sólo el primer grupo posee registros históricos de precipitación, mientras que para el segundo y tercer grupo no existe ningún tipo de registro al interior de las cuencas. En general, el área del altiplano presenta grandes vacíos de datos de precipitación, principalmente en el área fronteriza donde no existen registros por parte de ningún país involucrado, ni tampoco de la NOAA.

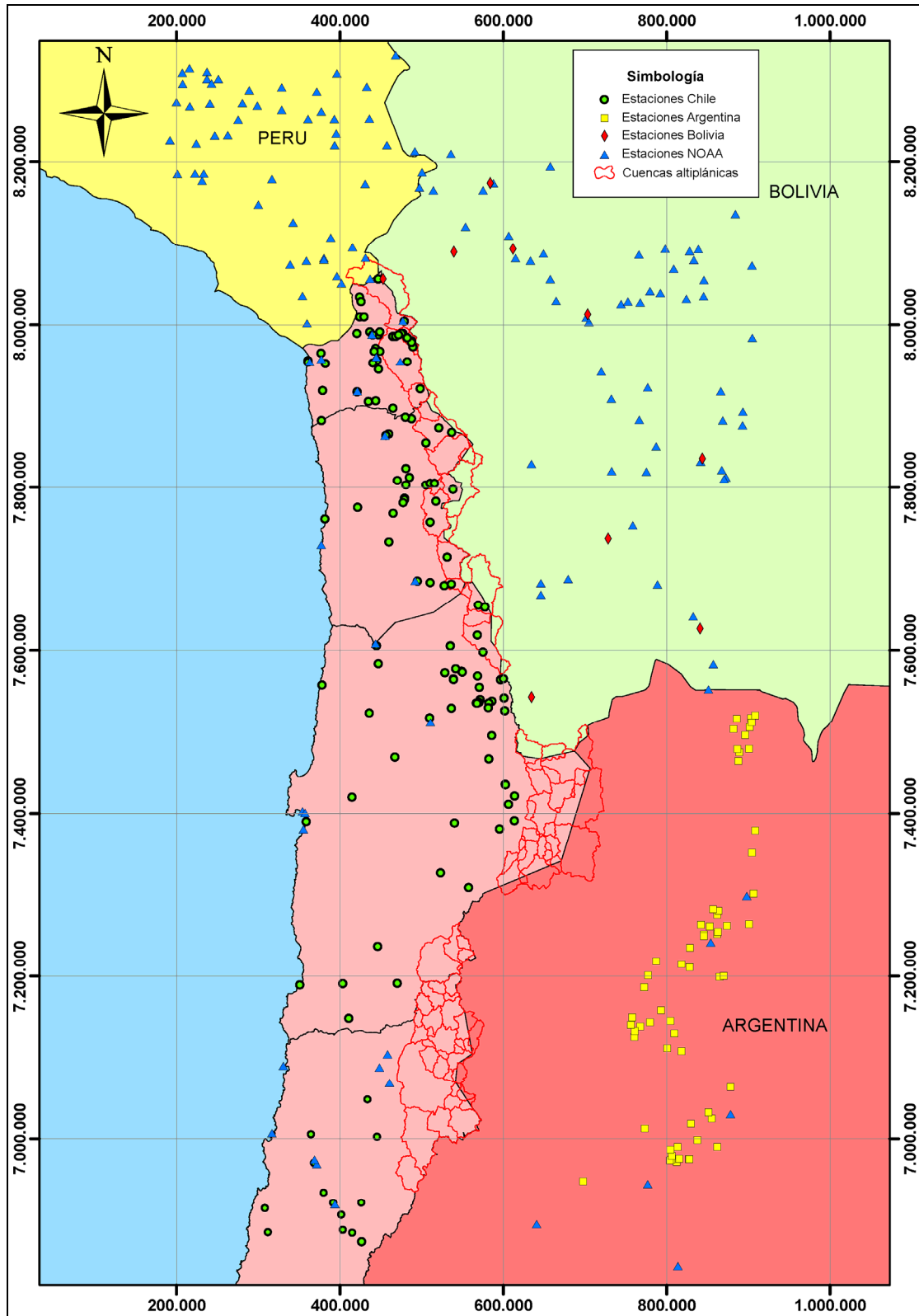


Figura 3.1: Ubicación de las estaciones pluviométricas en la zona de estudio.

### 3.1.2 Determinación de la Calidad de la Información

Para una correcta caracterización de las variables meteorológicas en una zona determinada, se requiere de registros continuos, homogéneos y de la mayor longitud posible. Gran parte de las estadísticas meteorológicas presentan vacíos, por la supresión de las estaciones, fallas en los instrumentos, errores de los operadores, etc. Estos problemas determinan que existan estaciones meteorológicas para las cuales sus estadísticas recopiladas resulten de mayor o menor “calidad” y la conveniencia de su uso para la estimación de parámetros representativos.

Del total de la información disponible es necesario seleccionar aquellas estaciones que presenten registros apropiados para su utilización, siguiendo un criterio de selección. Para efectos del presente análisis se ha determinado agrupar las estaciones en 3 tipos:

1. Estaciones vigentes; estaciones para las cuales existe un registro consistente y que en el presente y futuro seguirán siendo fuente de información confiable.
2. Estaciones suprimidas con información importante; estaciones que si bien no se encuentran operativas en la actualidad, presentan registros históricos importantes, de los cuales es posible inferir información relevante.
3. Estaciones suprimidas con poca información; estaciones que no se encuentran activas y que durante su periodo de registro no alcanzaron a generar una estadística lo suficientemente extensa o confiable para los fines del presente estudio. Se considera como criterio aquellas que no hayan alcanzado a generar 10 años de información completa durante los últimos 50 años.

En la Figura 3.2 se presenta la clasificación respecto a la calidad de los datos de precipitación en las estaciones disponibles, de acuerdo al criterio antes mencionado. Las figuras con el resumen de la disponibilidad histórica de la información de cada estación se presentan en el Anexo I (A I.2). Se observa que una buena parte de las estaciones ubicadas en la zona de estudio no se encuentran vigentes, por lo que su información puede no resultar completamente utilizable para los objetivos de este estudio. Esta situación se observa principalmente en las estaciones pertenecientes a la NOAA, que cesaron sus registros alrededor del año 1980, disponiendo de información importante desde dicha fecha hacia atrás, pero que no aportan información durante los últimos 30 años.

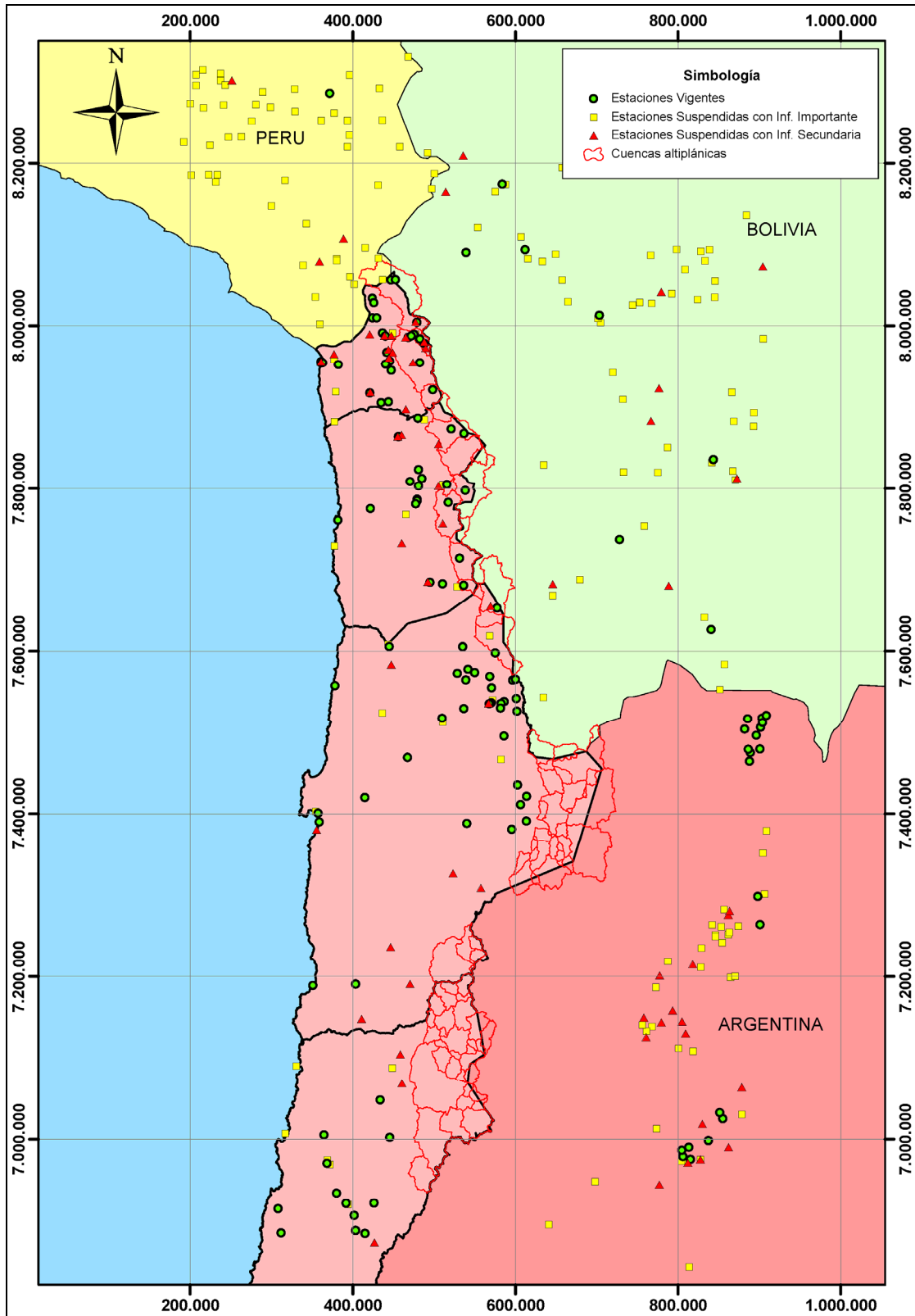


Figura 3.2: Calidad de la información pluviométrica.

En la Figura 3.3, Figura 3.4 y Figura 3.5 se presentan las estaciones pluviométricas cercanas a las cuencas altiplánicas de las regiones XV, I, II y III, respectivamente. Se observa que la información disponible en la zona de estudio es escasa, especialmente en las cuencas de las Regiones II y III.

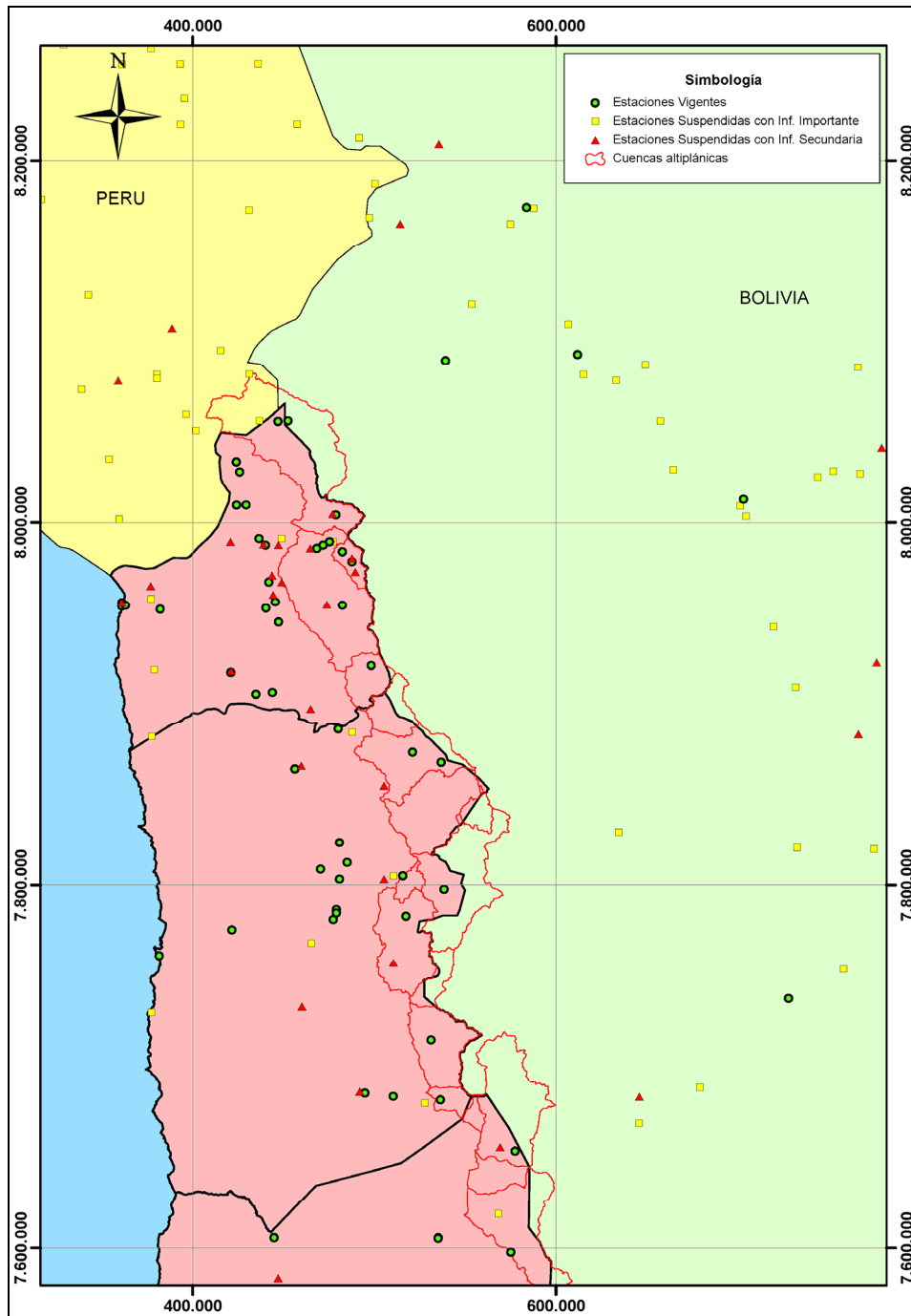


Figura 3.3: Ubicación de las estaciones pluviométricas cercanas a las cuencas altiplánicas de la XV y I Región.



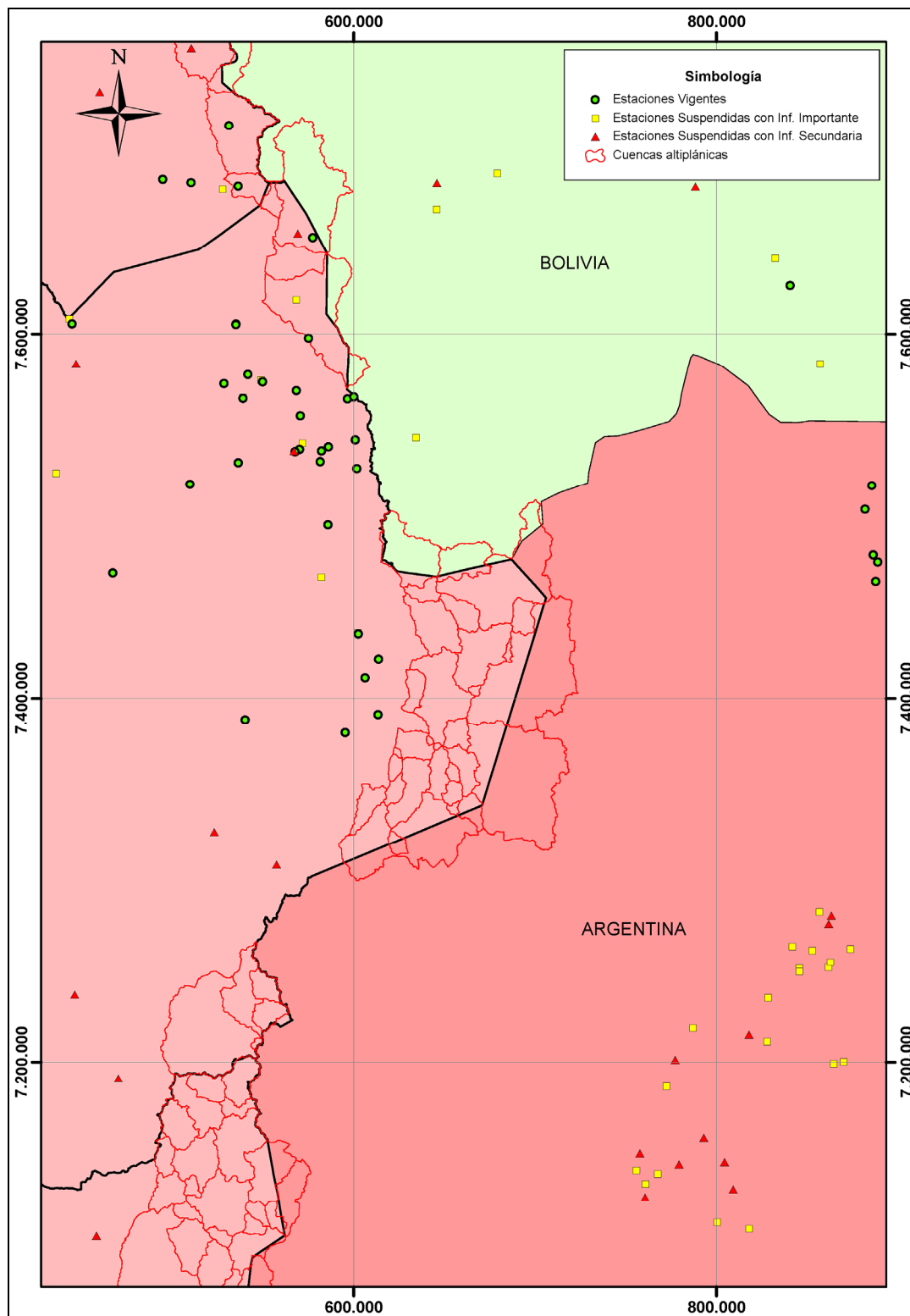


Figura 3.4: Ubicación de las estaciones pluviométricas cercanas a las cuencas altiplánicas de la II Región.

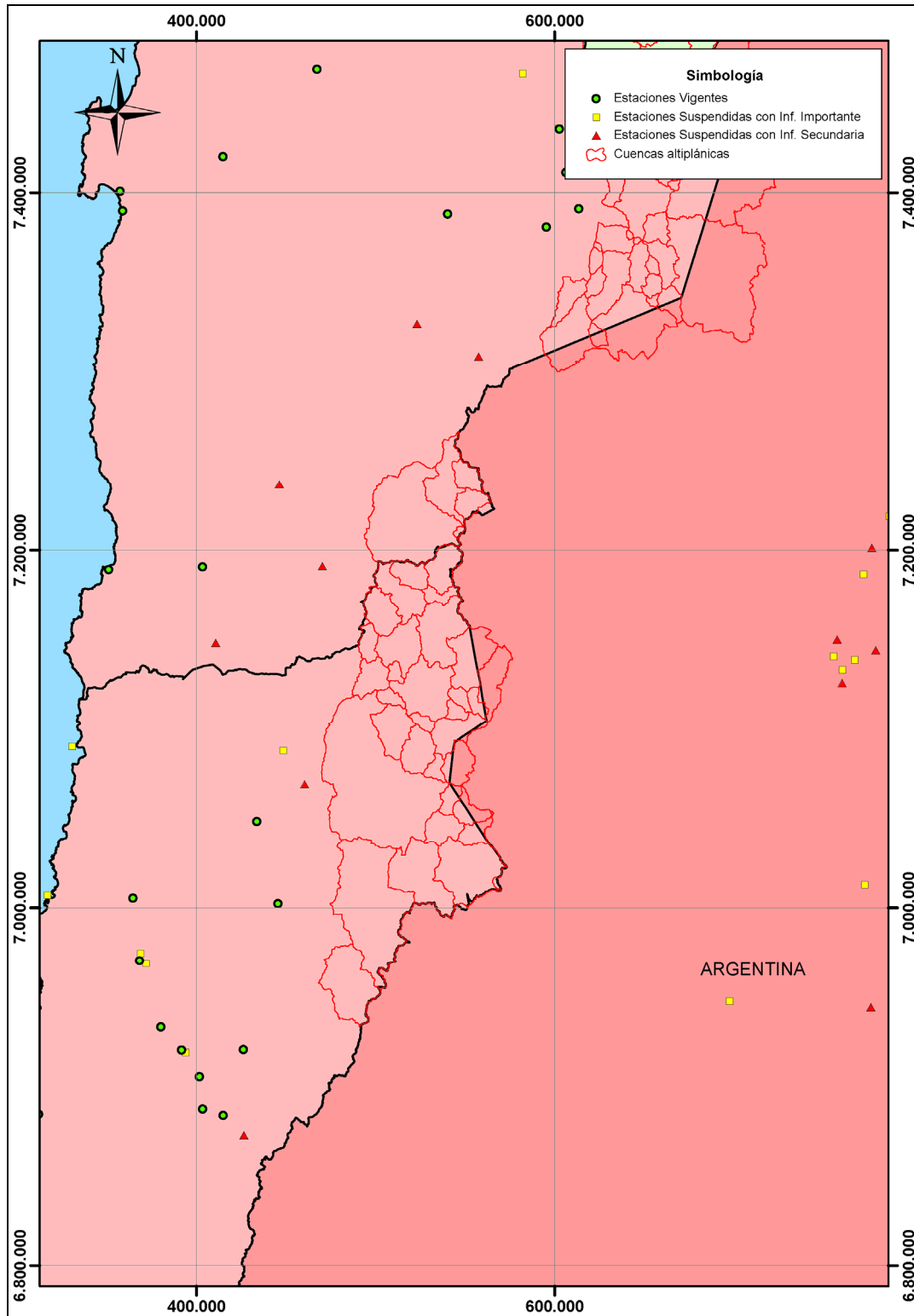


Figura 3.5: Ubicación de las estaciones pluviométricas cercanas a las cuencas altiplánicas de la III Región.

### 3.1.3 Determinación de la Información a Utilizar

Las series de tiempo de precipitación mensual disponible fueron analizadas con la finalidad de seleccionar las estaciones pluviométricas que serán consideradas en este estudio. El criterio de selección consiste en utilizar las estaciones vigentes y las suspendidas cuyo registro sea extenso o cuya ubicación sea preferencial respecto a las cuencas en estudio.

En la Tabla 3.1 se presenta la lista de estaciones seleccionadas, con el nombre, ubicación (coordenadas UTM, Datum Provisional Sudamericano 1956, Zona 19 Sur), altitud, código, numeración correlativa y vigencia.

Tabla 3.1: Estaciones pluviométricas seleccionadas para el estudio.

N°	Fuente	Código	Estación Pluviométrica	UTM (PSAD 1956)		Altitud [msnm]	Estado **
				Este	Norte		
1	DGA XV	01000005-K	Visviri	446.943	8.055.818	4.070	V
2	DGA XV	01001005-5	Caquena	478.832	8.004.246	4.400	V
3	DGA XV	01010007-0	Chungara Reten	487.668	7.978.438	4.570	V
4	DGA XV	01010010-0	Chungara Ajata	482.378	7.983.966	4.570	V
5	DGA XV	01020013-K	Isla Blanca	477.085	7.989.492	4.500	S
6	DGA XV	01020014-8	Cotacotani	475.323	7.989.490	4.500	V
7	DGA XV	01020015-6	Parinacota Conaf DGA	471.800	7.987.641	4.390	S
8	DGA XV	01020016-4	Chucuyo Reten	468.278	7.985.792	4.200	V
9	DGA XV	01020017-2	Parinacota ex Endesa	471.800	7.987.641	4.390	V
10	DGA XV	01021007-0	Guallatire	482.405	7.954.461	4.280	V
11	DGA XV	01030003-7	Chilcaya	498.243	7.921.276	4.140	V
12	DGA I	01041003-7	Colchane (Tte. Isluga)	536.776	7.867.758	3.965	V
13	DGA I	01041004-5	Enquelca (ex Caraguano)	521.021	7.873.315	4.070	V
14	DGA I	01042001-6	Cancosa	538.377	7.797.670	3.800	V
15	DGA I	01042002-4	Huaytani	540.213	7.788.242	3.720	V
16	DGA I	01050007-9	Collacagua	517.429	7.782.949	3.990	V
17	DGA I	01080001-3	Ujina	536.384	7.681.472	4.200	V
18	DGA I	01080002-1	Collahuasi	527.718	7.679.644	4.250	S
19	DGA XV	01200002-2	Villa Industrial (Tacora)	424.034	8.033.616	4.060	V
20	DGA XV	01200003-0	Humapalca	425.822	8.028.090	3.970	V
21	DGA XV	01201010-9	Alcerreca	429.420	8.009.663	3.990	V
22	DGA XV	01202009-0	Pacollo	448.878	7.991.283	4.050	S
23	DGA XV	01202010-4	Putre	440.075	7.987.569	3.530	V
24	DGA XV	01202012-0	Putre (DCP)	436.538	7.991.246	3.500	V
25	DGA XV	01300006-9	Central Chapiquiña	441.899	7.967.290	3.280	V
26	DGA XV	01300007-7	Belen	445.452	7.956.235	3.240	V
27	DGA XV	01300008-5	Tigamar	447.242	7.945.176	3.200	V
28	DGA XV	01310018-7	Arica Oficina	360.983	7.955.807	20	V
29	DGA XV	01310019-5	Azapa	382.124	7.952.260	350	V
30	DGA XV	01310022-5	Aeródromo El Buitre	360.996	7.953.962	30	V
31	DGA XV	01410011-3	Chaca	378.819	7.919.039	350	S

\*\* V: Vigente; S: Suspendida

Tabla 3.1: Estaciones pluviométricas seleccionadas para el estudio. (Continuación)

N°	Fuente	Código	Estación Pluviométrica	UTM (PSAD 1956)		Altitud [msnm]	Estado **
				Este	Norte		
32	DGA XV	01410012-1	Codpa	420.979	7.917.420	1.800	S
33	DGA XV	01502006-7	Cuya	377.307	7.882.139	120	V
34	DGA XV	01502007-5	Esquiña	443.841	7.906.438	2.270	S
35	DGA I	01610003-K	Pumire	487.730	7.884.389	4.200	V
36	DGA I	01611001-9	Camiña	456.227	7.864.054	2.380	V
37	DGA I	01700009-8	Coposa	531.248	7.714.684	3.640	V
38	DGA I	01700010-1	Huara en fuerte Baquedano	421.599	7.775.403	1.000	S
39	DGA I	01730016-4	Pampa Lirima	510.470	7.805.086	3.940	V
40	DGA I	01730017-2	Poroma	480.805	7.803.235	2.880	V
41	DGA I	01730018-0	Lagunillas (Pampa Lirima)	515.706	7.805.083	3.940	V
42	DGA I	01730019-9	Mocha	470.326	7.808.753	2.930	V
43	DGA I	01730020-2	Chuzmisa	480.783	7.823.522	3.510	V
44	DGA I	01740001-0	Parca	479.080	7.786.634	2.570	V
45	DGA I	01740002-9	Cerro Colorado	479.082	7.784.789	2.630	S
46	DGA I	01750002-3	Sagasca	465.170	7.768.167	1.815	V
47	DGA I	01750003-1	Mamiña	477.344	7.781.098	2.730	V
48	DGA I	01770001-4	Copaquire	510.396	7.683.353	3.490	V
49	DGA I	01820001-5	Iquique	381.599	7.761.109	10	V
50	DGA I	02113005-2	Guatacondo DGA	494.801	7.685.200	2.460	V
51	DGA II	02000001-5	Ollague	577.458	7.653.240	3.650	S
52	DGA II	02020001-4	Cebollar	568.241	7.618.807	3.730	V
53	DGA II	02020002-2	Ascotan	575.136	7.597.754	3.956	V
54	DGA II	02101001-4	Río Loa Antes Represa Lequena	535.165	7.605.574	3.020	V
55	DGA II	02101003-0	Lequena	535.139	7.605.268	3.320	V
56	DGA II	02102005-2	Quinchamale	541.684	7.577.572	3.020	S
57	DGA II	02103007-4	San Pedro de Conchi	548.875	7.574.445	3.217	V
58	DGA II	02103008-2	Parshall N° 2	549.805	7.573.477	3.318	V
59	DGA II	02103009-0	Ojos San Pedro	568.440	7.568.716	3.800	V
60	DGA II	02103010-4	Inacaliri	596.588	7.564.208	4.100	V
61	DGA II	02103012-0	Silala	600.087	7.565.312	4.315	V
62	DGA II	02104007-k	Conchi Viejo	528.514	7.572.609	3.491	V
63	DGA II	02104008-8	Conchi Embalse	539.003	7.564.490	3.010	S
64	DGA II	02104009-6	Conchi Muro Embalse	538.960	7.565.092	3.010	V
65	DGA II	02104010-K	Chiu Chiu	536.440	7.529.250	2.524	V
66	DGA II	02105002-4	Río Salado en Sifon Ayquina	567.725	7.535.336	3.031	V
67	DGA II	02105014-8	Cupo	570.641	7.554.915	3.600	S
68	DGA II	02105015-6	Turi	571.634	7.539.949	3.070	V
69	DGA II	02105016-4	Linzor	600.913	7.541.763	4.096	V
70	DGA II	02105017-2	Toconce	586.111	7.537.991	3.350	V
71	DGA II	02105018-0	Ayquina	570.227	7.536.538	3.031	V
72	DGA II	02105020-2	Salado Embalse	582.269	7.535.748	3.200	V
73	DGA II	02105021-0	Caspana	581.581	7.529.879	3.260	S

\*\* V: Vigente; S: Suspendida

Tabla 3.1: Estaciones pluviométricas seleccionadas para el estudio. (Continuación)

N°	Fuente	Código	Estación Pluviométrica	UTM (PSAD 1956)		Altitud [msnm]	Estado **
				Este	Norte		
74	DGA II	02105022-9	El Tatio	601.729	7.526.160	4.320	V
75	DGA II	02110013-7	Calama	509.841	7.517.409	2.260	V
76	DGA II	02111004-3	Tranque Sloman	446.979	7.583.643	985	S
77	DGA II	02112008-1	Quillagua	444.822	7.605.629	802	V
78	DGA II	02112009-K	Coya Sur	435.924	7.523.433	1.290	S
79	DGA II	02210002-5	Tocopilla	378.070	7.557.678	45	V
80	DGA II	02500015-3	Toconao Reten	602.336	7.435.823	2.450	S
81	DGA II	02500016-1	Toconao Experimental	602.581	7.435.191	2.430	V
82	DGA II	02500017-K	Camar	606.276	7.411.224	3.020	V
83	DGA II	02500019-6	Socaire	613.485	7.391.129	3.251	V
84	DGA II	02500020-K	Peine	595.346	7.381.030	2.480	V
85	DGA II	02500021-8	Talabre	613.735	7.421.435	3.600	V
86	DGA II	02510006-9	San Pedro de Atacama	582.197	7.466.520	2.450	S
87	DGA II	02510007-7	Rio Grande	585.833	7.495.117	3.250	V
88	DGA II	02700001-0	Sierra Gorda	467.247	7.468.888	1.616	V
89	DGA II	02710002-3	Baquedano	414.749	7.419.946	1.032	V
90	DGA II	02710003-1	Antofagasta	358.725	7.389.982	50	V
91	DGA II	02942001-7	Aguas Verdes	403.389	7.190.650	1.600	V
92	DGA II	02943001-2	Tal Tal	350.886	7.189.130	9	V
93	DGA III	03210001-5	Las Vegas	433.668	7.048.423	2.115	V
94	DGA III	03340001-2	Caldera	364.472	7.005.403	10	V
95	DGA III	03404002-8	Jorquera en la Guardia	426.140	6.920.990	1.800	V
96	DGA III	03414002-2	Iglesia Colorada	414.913	6.883.987	1.950	V
97	DGA III	03421004-7	Manflas	403.428	6.887.592	1.410	V
98	DGA III	03430006-2	Lautaro Embalse	401.640	6.906.043	1.110	V
99	DGA III	03430007-0	Los Loros	391.670	6.920.731	950	V
100	DGA III	03431004-1	Elibor Campamento	380.052	6.933.547	745	V
101	DGA III	03441001-1	Pastos Grandes	445.477	7.002.327	2.000	V
102	DGA III	03450004-5	Copiapo	368.152	6.970.357	370	V
103	DGA III	03604001-7	El Totoral	308.035	6.914.149	150	V
104	DGA III	03701001-4	Canto de Agua	311.782	6.884.651	250	V
105	Argentina	4	Arrayanal	904.199	7.351.523	680	S
106	Argentina	17	Peña Alta	908.379	7.379.151	1.150	S
107	Argentina	19	San Juancito	906.171	7.301.522	900	S
108	Argentina	205	Playa Larga	697.631	6.947.696	1.250	S
109	Argentina	210	Pie De Medano	773.157	7.012.778	2.210	S
110	Argentina	404	Los Hornitos	805.583	6.974.407	1.000	S
111	Argentina	410	Rp 307 Km 19	837.364	6.998.269	700	V
112	Argentina	411	Pot. De Las Tablas	854.927	7.025.187	950	V
113	Argentina	418	Las Higueras	827.480	6.974.925	460	S
114	Argentina	452	Casa De Piedra	805.966	6.978.743	1.200	V
115	Argentina	455	Yampa Ii	813.219	6.990.117	1.500	V
116	Argentina	456	El Nogalito	851.182	7.032.721	1.100	V

\*\* V: Vigente; S: Suspendida

Tabla 3.1: Estaciones pluviométricas seleccionadas para el estudio. (Continuación)

N°	Fuente	Código	Estación Pluviométrica	UTM (PSAD 1956)		Altitud [msnm]	Estado **
				Este	Norte		
117	Argentina	457	Las Mesadas	804.556	6.986.357	1.300	V
118	Argentina	625	El Angosto	873.741	7.262.106	1.070	S
119	Argentina	672	Iruya	888.840	7.474.826	2.730	V
120	Argentina	673	Las Higueras	900.699	7.479.171	1.950	V
121	Argentina	675	San Isidro	886.367	7.478.741	3.000	V
122	Argentina	676	Nazareno	901.400	7.505.905	3.050	V
123	Argentina	677	Paltorco	903.131	7.517.356	3.800	V
124	Argentina	679	Tuc-Tuca	885.578	7.516.725	3.950	V
125	Argentina	687	Güemes	900.720	7.264.127	734	V
126	Argentina	688	Poscaya	903.790	7.511.884	3.210	V
127	Argentina	689	Trigo Huaico	908.405	7.520.639	3.300	V
128	Argentina	690	Colanzuli	887.767	7.464.190	3.500	V
129	Argentina	691	El Molino	896.104	7.495.995	2.600	V
130	Argentina	692	El Pabellon	881.874	7.503.660	3.000	V
131	Argentina	697	San Luis	800.319	7.111.975	1.800	S
132	Bolivia	B0101	Calacoto	539.177	8.089.427	3.805	V
133	Bolivia	B0102	Charaña	452.456	8.056.218	4.057	V
134	Bolivia	B0103	El Alto	583.801	8.174.115	4.071	V
135	Bolivia	B0104	Patacamaya	611.829	8.092.848	3.789	V
136	Bolivia	B0201	Laguna Colorada	634.199	7.542.969	4.228	S
137	Bolivia	B0202	Potosí	843.356	7.835.764	4.100	V
138	Bolivia	B0203	Tupiza	840.589	7.626.682	2.952	V
139	Bolivia	B0204	Uyuni	727.984	7.737.561	3.660	V
140	Bolivia	B0301	Oruro	703.182	8.012.817	3.701	V
141	NOAA	84735000	Juliaca Peru	371.491	8.286.377	3.825	V
142	NOAA	85201000	Central La Paz Bolivia	587.714	8.173.730	4.014	S
143	NOAA	85201002	Sin Nombre 1	657.240	8.194.360		S
144	NOAA	85201004	Sin Nombre 2	614.959	8.081.766		S
145	NOAA	85201008	Sin Nombre 3	491.652	8.212.623		S
146	NOAA	85201009	Sin Nombre 4	497.006	8.168.377		S
147	NOAA	85223001	Sin Nombre 5	823.614	8.031.887		S
148	NOAA	85223003	Sin Nombre 6	791.881	8.039.023		S
149	NOAA	85223004	Sin Nombre 7	808.258	8.068.687		S
150	NOAA	85223010	Sin Nombre 8	883.964	8.136.122		S
151	NOAA	85223011	Sin Nombre 9	827.752	8.090.540		S
152	NOAA	85223012	Sin Nombre 10	838.428	8.092.583		S
153	NOAA	85223013	Sin Nombre 11	832.891	8.079.377		S
154	NOAA	85242000	Oruro Bolivia	704.497	8.003.578	3.702	S
155	NOAA	85242002	Sin Nombre 12	657.267	8.056.031		S
156	NOAA	85242003	Salinas De G M	634.422	7.829.317	3.630	S
157	NOAA	85283000	Sucre	892.969	7.893.150	2.903	S
158	NOAA	85283005	Sin Nombre 13	904.393	7.983.837		S
159	NOAA	85283006	Sin Nombre 14	868.503	7.882.567		S
160	NOAA	85293000	Potosí	841.215	7.832.111	3.945	S

\*\* V: Vigente; S: Suspendeda

Tabla 3.1: Estaciones pluviométricas seleccionadas para el estudio. (Continuación)

N°	Fuente	Código	Estación Pluviométrica	UTM (PSAD 1956)		Altitud [msnm]	Estado **
				Este	Norte		
161	NOAA	85293014	Sin Nombre 15	870.184	7.810.471		S
162	NOAA	85406000	Arica/Chacalluta	362.967	7.954.362	29	V
163	NOAA	85442000	Antofagasta	357.254	7.400.782	140	V
164	NOAA	87007000	La Quiaca Obs.	851.065	7.552.539	3.459	S
165	NOAA	87046000	Jujuy Aero	897.947	7.298.427	1.167	V
166	NOAA	87121000	Tucuman Aero	878.063	7.030.403	420	S
167	NOAA	87217000	La Rioja Aero	713.690	6.746.017	430	V
168	NOAA	87222000	Catamarca Aero	813.473	6.843.568	531	S

\*\* V: Vigente; S: Suspendida

La Figura 3.6 presenta la ubicación de las estaciones seleccionadas para el estudio. En las Figura 3.7, Figura 3.8 y Figura 3.9 se presenta con mayor detalle la ubicación de estas estaciones junto con la numeración correlativa para su correcta identificación.



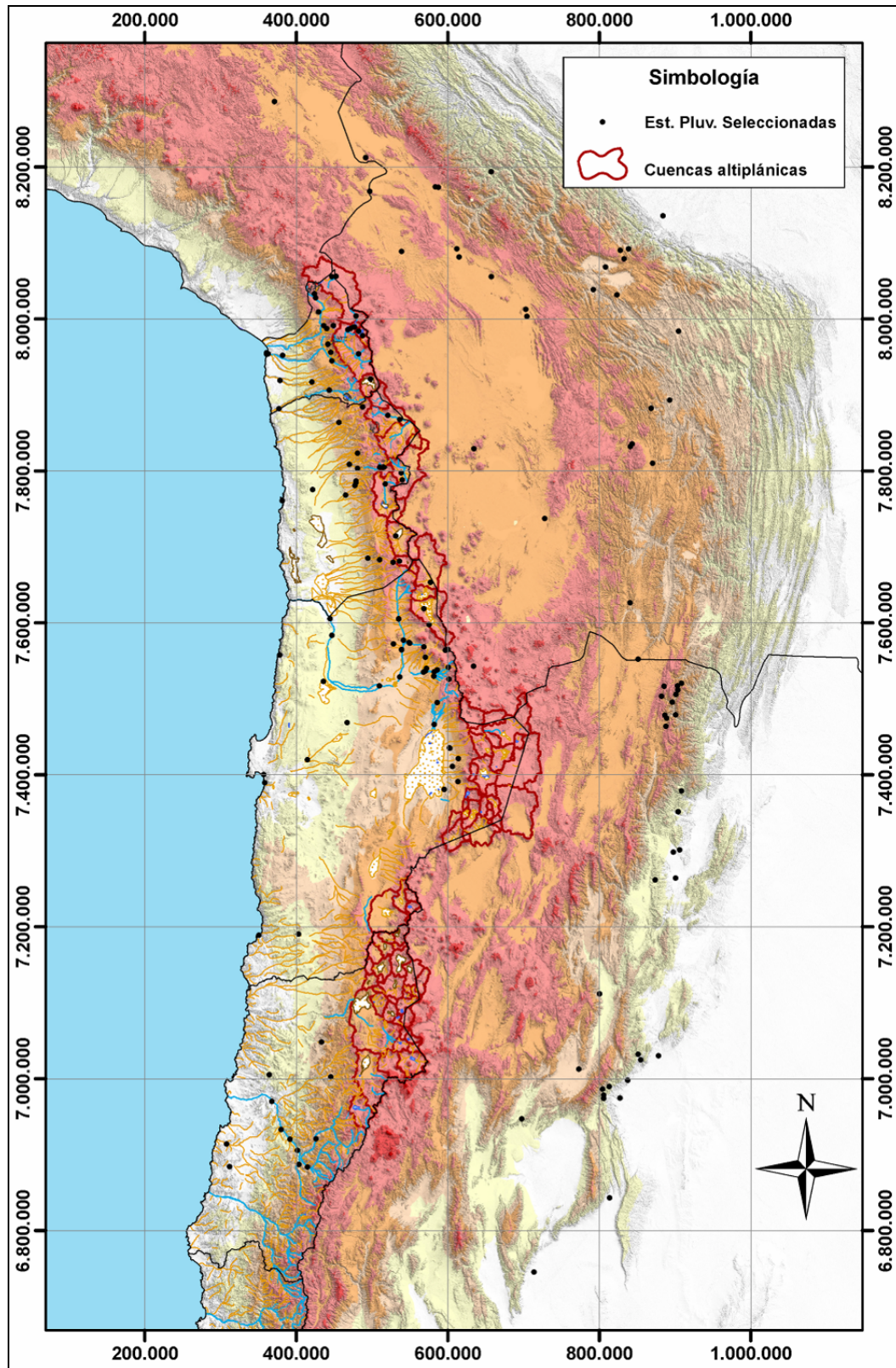


Figura 3.6: Ubicación de las estaciones pluviométricas seleccionadas para el estudio.













### 3.1.4 Relleno y Extensión de Estadísticas

Las series de precipitación mensual incompletas se rellenaron y extendieron con el objeto de lograr una mejor estimación de los valores característicos de largo plazo registrados en cada estación. Este relleno se realizó utilizando un modelo de regresión lineal, según la siguiente expresión:

$$Y_i^* = \alpha_i \cdot P1_i + \beta_i \cdot P2_i + \sqrt{1 - R^2} \cdot \varepsilon_i \cdot S_y$$

Siendo  $Y_i^*$  el dato de precipitación rellenado en el mes  $i$ ,  $P1_i$  y  $P2_i$  son las precipitaciones en el mes  $i$  en 2 estaciones cercanas o con características hidrológicas similares (P1 y P2),  $\alpha$  y  $\beta$  son parámetros de ponderación estimados mediante una regresión lineal, minimizando la suma de errores al cuadrado entre los valores registrados de la variable ( $Y_i$ ) y los que se obtienen con la ecuación de relleno ( $Y_i^*$ ). El término adicional ( $\sqrt{1 - R^2} \cdot \varepsilon_i \cdot S_y$ ) se agregó con objeto de evitar una distorsión de la varianza de la serie rellenada, siendo  $R^2$  el coeficiente de determinación de la regresión múltiple,  $\varepsilon_i$  es una variable aleatoria normal estándar, y  $S_y$  es la desviación típica de la serie original. En ausencia de este término adicional los valores rellenados se ubican todos alineados en la recta definida por los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$ , disminuyendo la varianza de la distribución de probabilidad de la variable Y.

La selección de las estaciones P1 y P2 utilizadas en el relleno se realizó en base a los coeficientes de correlación entre estaciones y a su ubicación geográfica. El coeficiente de correlación mínimo aceptado fue de 0,85 para un periodo de registro completo no inferior a 5 años. Adicionalmente se verificó que las estaciones escogidas presentaran características geográficas similares, como la cercanía y la altitud. Las estaciones seleccionadas y los parámetros de la regresión lineal utilizada, son presentados en el Anexo II (A I.3).

En la Figura 3.10 y Figura 3.11 se compara el promedio y la desviación estándar de las series de precipitación original y rellenada, respectivamente, para el año hidrológico (Octubre-Septiembre). Se observa que en términos generales los parámetros estadísticos como el promedio y la desviación estándar se mantienen respecto a la serie original.

La Tabla 3.2 se presenta una comparación de los estadísticos de la serie de precipitación anual original y rellenada.

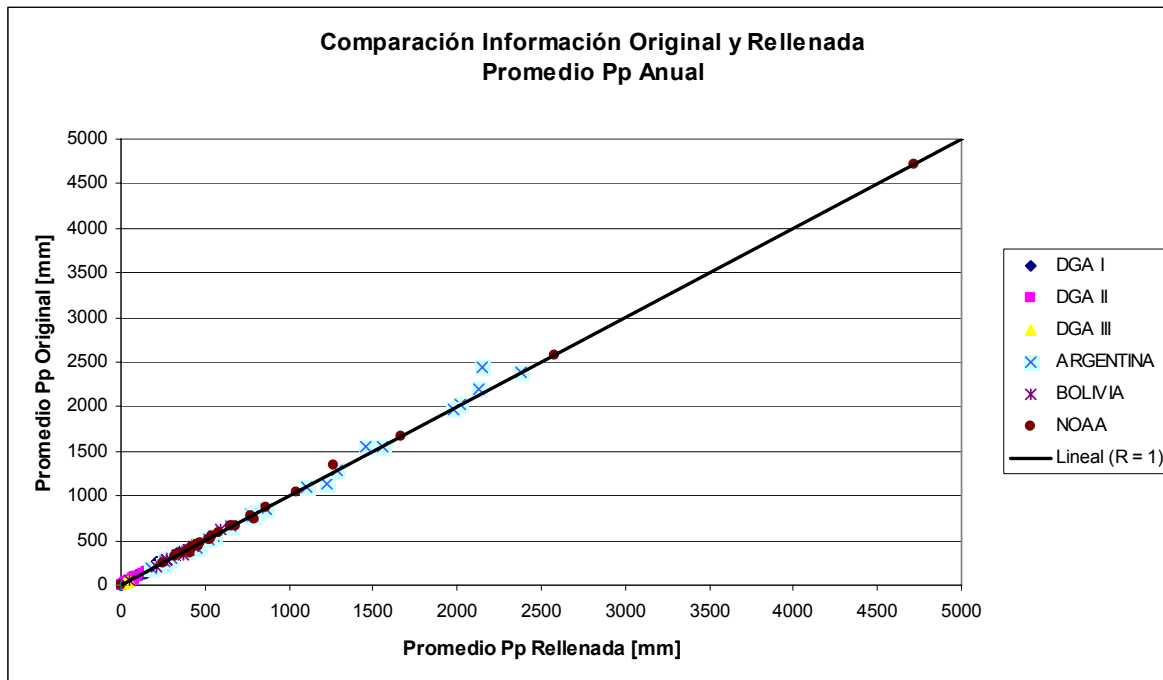


Figura 3.10: Comparación del promedio de las series de precipitación anual original y rellenada.

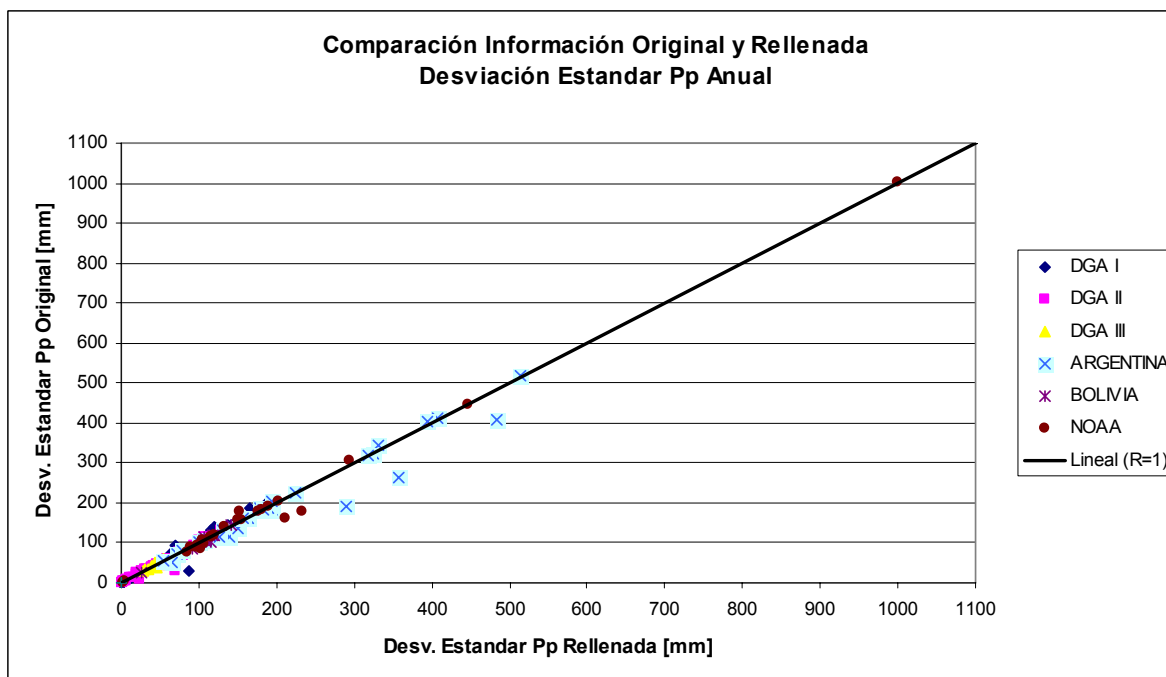


Figura 3.11: Comparación de la desviación estándar de las series de precipitación anual original y rellenada.

Tabla 3.2: Promedio y desviación estándar de las series de precipitación anual original y rellenada en las estaciones seleccionadas para el año hidrológico (Octubre-Septiembre).

N° ESTACIÓN	INFORMACION ORIGINAL				INFORMACION RELLENADA				
	Altitud [msnm]	Años Completos	Promedio [mm]	Desviación [mm]	Años Completos	Promedio [mm]	Desviación [mm]	Coef. Asim.	
1	Vísviri	4070	31	305	144	35	303	137	0,34
2	Caquena	4400	22	428	156	30	409	164	0,24
3	Chungara Reten	4570	24	345	116	37	314	109	-0,16
4	Chungara Ajata	4570	22	393	135	39	360	129	-0,34
5	Isla Blanca	4500	15	359	188	31	387	167	0,67
6	Cotacotani	4500	42	408	140	44	409	137	-0,20
7	Parinacota Conaf DGA	4390	21	359	125	44	363	122	-0,23
8	Chucuyo Reten	4200	34	330	125	40	340	123	-0,06
9	Parinacota ex Endesa	4390	15	364	142	37	335	120	-0,03
10	Guallatire	4280	30	282	128	35	288	128	0,74
11	Chilcaya	4140	18	308	156	28	329	151	0,66
12	Colchane (Tte. Isluga)	3965	21	134	75	25	137	79	0,61
13	Enquelca (ex Caraguano)	4070	14	130	70	25	117	63	0,65
14	Cancosa	3800	21	156	106	26	175	118	0,80
15	Huaytani	3720	19	128	119	22	132	118	1,34
16	Collacagua	3990	41	138	80	41	138	80	0,84
17	Ujina	4200	15	196	133	24	182	116	1,27
18	Collahuasi	4250	15	146	62	30	136	65	0,65
19	Villa Industrial (Tacora)	4060	26	330	192	31	344	184	0,50
20	Humapalca	3970	32	291	163	32	291	163	1,08
21	Alcerreca	3990	30	218	107	32	219	104	0,19
22	Pacollo	4050	17	226	120	35	242	141	0,55
23	Putre	3530	33	201	121	38	203	119	0,74
24	Putre (DCP)	3500	4	138	31	29	155	88	0,65
25	Central Chapiquiña	3280	32	164	101	36	171	105	0,64
26	Belen	3240	33	164	126	36	164	127	1,77
27	Tignamar	3200	27	127	111	27	127	111	2,36
28	Arica Oficina	20	29	1	1	29	1	1	1,44
29	Azapa	350	28	1	2	28	1	2	3,20
30	Aeródromo El Buitre	30	20	1	2	20	1	2	1,62
31	Chaca	350	13	0	0	13	0	0	
32	Codpa	1800	39	15	14	39	15	14	1,06
33	Cuya	120	10	0	0	10	0	0	
34	Esquiña	2270	30	41	37	30	41	37	1,17
35	Pumire	4200	24	267	201	35	213	188	1,22
36	Camuña	2380	18	36	45	18	36	45	2,17
37	Coposa	3640	8	119	94	19	95	69	1,28
38	Huara en fuerte Baquedano	1000	6	0	0	6	0	0	3,87
39	Pampa Lirima	3940	10	120	71	24	115	63	1,17
40	Poroma	2880	25	38	30	25	38	30	0,68

Tabla 3.2: Promedio y desviación estándar de las series de precipitación anual original y rellenada en las estaciones seleccionadas para el año hidrológico (Octubre-Septiembre).  
(Continuación)

N°	ESTACIÓN	INFORMACION ORIGINAL				INFORMACION RELLENADA			
		Altitud [msnm]	Años Completos	Promedio [mm]	Desviación [mm]	Años Completos	Promedio [mm]	Desviación [mm]	Coef. Asim.
41	Lagunillas (Pampa Lirima)	3940	19	140	84	26	139	76	0,93
42	Mocha	2930	13	23	17	13	23	17	1,21
43	Chuzmisa	3510	9	124	136	9	124	136	2,13
44	Parca	2570	22	32	36	25	32	35	2,54
45	Cerro Colorado	2630	13	17	13	13	17	13	0,61
46	Sagasca	1815	13	1	1	13	1	1	2,00
47	Mamiña	2730	16	36	26	17	34	26	0,67
48	Copacquire	3490	21	98	143	22	94	141	3,96
49	Iquique	10	20	1	4	20	1	4	4,27
50	Guatacondo DGA	2460	27	23	29	27	23	29	2,31
51	Ollague	3650	13	99	51	26	91	54	0,52
52	Cebollar	3730	23	61	40	27	60	38	0,81
53	Ascotan	3956	25	79	49	29	78	46	0,49
54	Río Loa Antes Represa Lequena	3020	4	59	28	26	76	69	2,67
55	Lequena	3320	31	93	131	32	91	129	2,90
56	Quinchamale	3020	11	26	25	26	24	19	1,70
57	San Pedro de Conchi	3217	19	34	30	19	34	30	1,22
58	Parshall N° 2	3318	33	31	26	34	30	26	1,36
59	Ojos San Pedro	3800	27	66	42	31	74	47	0,69
60	Inacaliri	4100	32	133	93	35	132	93	0,91
61	Silala	4315	5	87	39	5	87	39	0,94
62	Conchi Viejo	3491	27	42	42	28	41	42	2,82
63	Conchi Embalse	3010	28	20	14	28	20	14	0,76
64	Conchi Muro Embalse	3010	11	20	13	25	19	14	0,62
65	Chiu Chiu	2524	29	6	6	29	6	6	1,52
66	Río Salado en Sifon Ayquina	3031	4	14	8	28	26	24	1,74
67	Cupo	3600	25	71	76	27	70	74	1,52
68	Turi	3070	9	39	39	30	48	40	1,00
69	Linzor	4096	25	185	114	31	176	108	0,77
70	Toconce	3350	32	102	72	33	100	72	1,01
71	Ayquina	3031	34	40	43	37	41	43	1,78
72	Salado Embalse	3200	30	71	67	34	82	81	1,79
73	Caspana	3260	31	87	83	34	83	81	1,63
74	El Tatio	4320	25	156	104	28	150	101	1,09
75	Calama	2260	30	4	4	30	4	4	0,92
76	Tranque Sloman	985	8	0	0	8	0	0	
77	Quillagua	802	29	0	1	29	0	1	4,18
78	Coya Sur	1290	14	1	2	14	1	2	2,48



Tabla 3.2: Promedio y desviación estándar de las series de precipitación anual original y rellenada en las estaciones seleccionadas para el año hidrológico (Octubre-Septiembre). (Continuación)

N°	ESTACIÓN	INFORMACION ORIGINAL				INFORMACION RELLENADA			
		Altitud [msnm]	Años Completos	Promedio [mm]	Desviación [mm]	Años Completos	Promedio [mm]	Desviación [mm]	Coef. Asim.
79	Tocopilla	45	12	1	5	17	1	4	4,21
80	Toconao Reten	2450	15	38	30	28	30	27	0,88
81	Toconao Experimental	2430	26	36	33	30	33	32	0,81
82	Camar	3020	27	37	33	31	37	31	1,06
83	Socaire	3251	29	42	36	31	44	37	1,39
84	Peine	2480	29	22	20	29	22	20	1,54
85	Talabre	3600	11	66	44	26	68	51	1,33
86	San Pedro de Atacama	2450	25	25	22	25	25	22	0,78
87	Rio Grande	3250	26	74	59	33	78	60	0,85
88	Sierra Gorda	1616	12	1	2	12	1	2	1,63
89	Baquedano	1032	19	2	3	19	2	3	2,91
90	Antofagasta	50	28	4	7	28	4	7	2,50
91	Aguas Verdes	1600	16	8	12	16	8	12	2,02
92	Tal Tal	9	22	9	14	22	9	14	2,01
93	Las Vegas	2115	20	35	61	25	35	55	3,44
94	Caldera	10	14	15	36	27	20	30	2,52
95	Jorquera en la Guardia	1800	35	47	42	35	47	42	1,26
96	Iglesia Colorada	1950	17	52	62	35	53	54	1,49
97	Manflas	1410	33	47	51	37	46	49	1,61
98	Lautaro Embalse	1110	38	32	37	39	36	46	2,01
99	Los Loros	950	32	36	49	34	38	50	2,22
100	Elibor Campamento	745	28	30	43	34	27	40	2,90
101	Pastos Grandes	2000	36	31	35	36	31	35	1,93
102	Copiapo	370	33	19	30	35	18	29	3,17
103	El Totoral	150	19	29	45	28	33	44	1,59
104	Canto de Agua	250	19	32	51	34	31	43	2,11
105	Arrayanal	680	21	1102	184	21	1102	184	-1,93
106	Peña Alta	1150	18	803	135	21	769	151	-1,56
107	San Juancito	900	10	855	116	15	859	127	-2,44
108	Playa Larga	1250	16	264	107	16	264	107	0,59
109	Pie De Medano	2210	21	181	55	21	181	55	1,23
110	Los Hornitos	1000	20	2441	409	48	2148	484	-0,28
111	Rp 307 Km 19	700	49	2024	411	52	2016	408	-0,94
112	Pot. De Las Tablas	950	44	1556	520	45	1561	515	0,37
113	Las Higueras	460	20	1560	342	48	1453	331	-0,58
114	Casa De Piedra	1200	18	2387	402	19	2377	393	-1,67
115	Yampa Ii	1500	16	2199	261	18	2129	356	-0,97
116	El Nogalito	1100	19	1145	192	44	1221	289	-0,16



Tabla 3.2: Promedio y desviación estándar de las series de precipitación anual original y rellenada en las estaciones seleccionadas para el año hidrológico (Octubre-Septiembre).  
(Continuación)

N°	ESTACIÓN	INFORMACION ORIGINAL				INFORMACION RELLENADA			
		Altitud [msnm]	Años Completos	Promedio [mm]	Desviación [mm]	Años Completos	Promedio [mm]	Desviación [mm]	Coef. Asim.
117	Las Mesadas	1300	17	1977	224	17	1977	224	-1,66
118	El Angosto	1070	15	769	161	20	783	157	-1,80
119	Iruya	2730	24	282	73	24	282	73	0,09
120	Las Higueras	1950	23	304	79	23	304	79	0,16
121	San Isidro	3000	21	542	183	23	553	193	0,46
122	Nazareno	3050	20	654	324	20	654	324	1,52
123	Paltorco	3800	20	515	188	22	518	179	1,08
124	Tuc-Tuca	3950	24	456	189	24	456	189	1,48
125	Güemes	734	11	460	163	11	460	163	-0,30
126	Poscaya	3210	22	513	131	23	519	131	-0,30
127	Trigo Huaico	3300	21	807	202	23	808	195	-0,27
128	Colanzuli	3500	14	229	52	22	256	66	0,35
129	El Molino	2600	22	385	100	23	391	101	0,10
130	El Pabellon	3000	20	421	116	23	455	140	0,38
131	San Luis	1800	33	1281	317	33	1281	317	-0,98
132	Calacoto	3805	25	434	142	25	434	142	1,30
133	Charaña	4057	17	276	114	25	273	106	0,52
134	El Alto	4071	25	622	108	44	596	108	-0,88
135	Patacamaya	3789	24	398	106	26	403	108	0,08
136	Laguna Colorada	4228	6	49	26	6	49	26	1,80
137	Potosi	4100	17	344	103	40	370	115	0,16
138	Tupiza	2952	18	281	84	26	271	91	-0,09
139	Uyuni	3660	22	211	118	22	211	118	0,71
140	Oruro	3701	26	403	119	26	403	119	0,10
141	Juliaca Peru	3825	18	578	95	20	579	98	-0,51
142	Central La Paz	4014	44	518	104	44	518	104	0,23
143	Sin Nombre 1		25	1345	160	34	1262	212	-1,13
144	Sin Nombre 2		35	420	88	41	417	95	0,27
145	Sin Nombre 3		29	876	192	35	861	190	-0,03
146	Sin Nombre 4		14	735	179	22	798	232	0,09
147	Sin Nombre 5		20	512	157	27	533	151	0,03
148	Sin Nombre 6		30	454	116	30	454	116	0,97
149	Sin Nombre 7		37	472	89	54	473	97	-0,05
150	Sin Nombre 8		14	4718	1001	14	4718	1001	-0,25
151	Sin Nombre 9		29	2582	305	31	2580	295	-2,65
152	Sin Nombre 10		24	1662	447	24	1662	447	-0,41
153	Sin Nombre 11		21	672	91	31	678	90	-2,06
154	Oruro Bolivia	3702	41	363	120	41	363	120	0,38

Tabla 3.2: Promedio y desviación estándar de las series de precipitación anual original y rellenada en las estaciones seleccionadas para el año hidrológico (Octubre-Septiembre). (Continuación)

N°	ESTACIÓN	INFORMACION ORIGINAL			INFORMACION RELLENADA				
		Altitud [msnm]	Años Completos	Promedio [mm]	Desviación [mm]	Años Completos	Promedio [mm]	Desviación [mm]	Coef. Asim.
155	Sin Nombre 12		20	368	99	36	410	106	-0,65
156	Salinas De G M	3630	23	254	177	37	249	152	0,80
157	Sucre	2903	39	659	157	40	660	155	-0,20
158	Sin Nombre 13		25	549	118	38	537	119	0,58
159	Sin Nombre 14		20	660	141	25	656	133	-1,34
160	Potosi	3945	29	429	177	29	429	177	0,65
161	Sin Nombre 15		15	431	83	25	465	103	-0,84
162	Arica/Chacalluta	29	40	1	2	40	1	2	2,53
163	Antofagasta	140	39	2	4	39	2	4	3,94
164	La Quiaca Obs.	3459	34	320	76	54	322	85	0,80
165	Jujuy Aero	1167	36	779	181	37	775	180	-0,47
166	Tucuman Aero	420	33	1044	203	53	1042	203	-0,54
167	La Rioja Aero	430	31	332	115	31	332	115	0,55
168	Catamarca Aero	531	32	403	104	32	403	104	0,85

La Figura 3.12 presenta la disponibilidad de datos precipitación de las series original y rellenada a partir del año hidrológico 1950-1951.

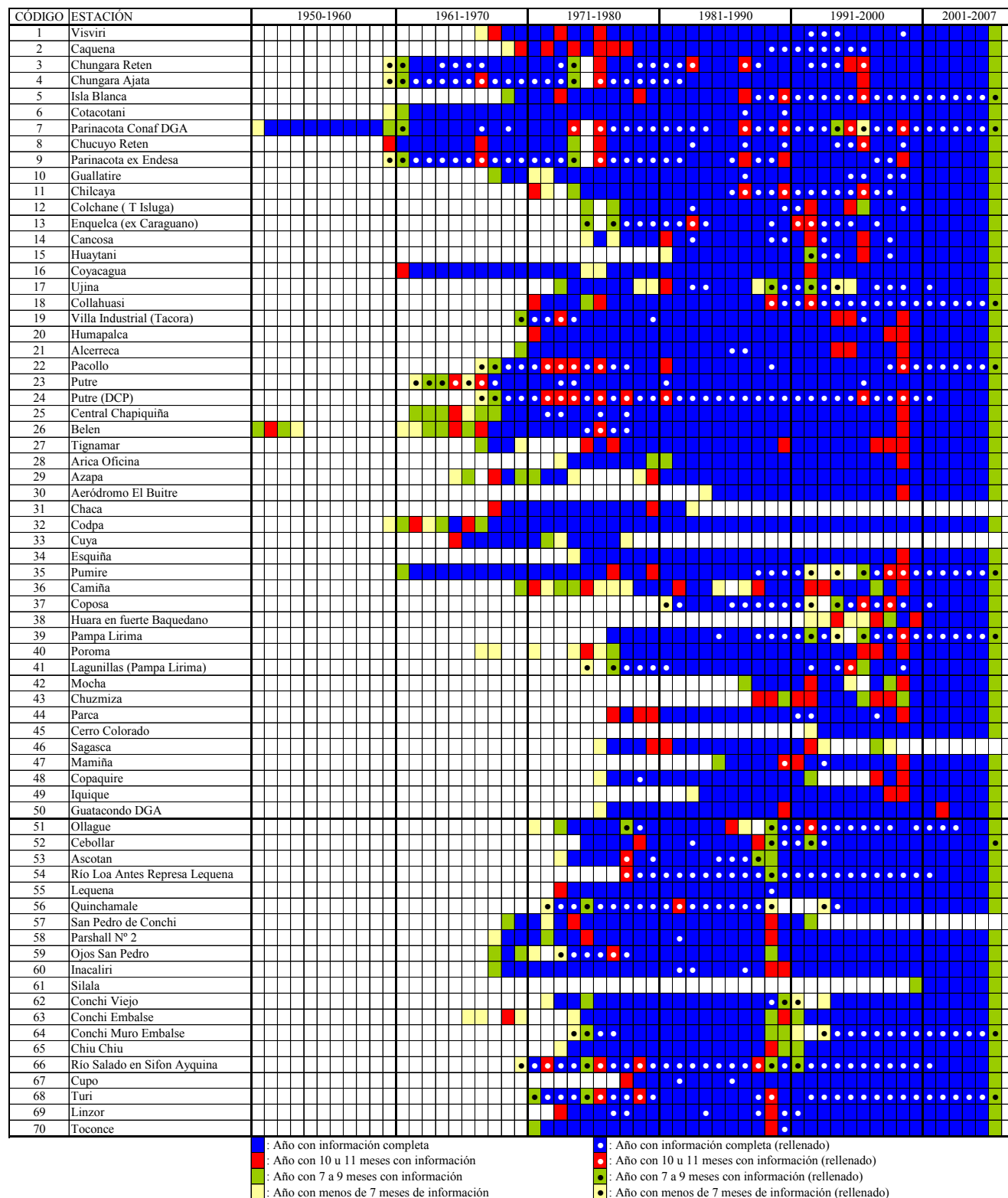


Figura 3.12: Disponibilidad de datos de precipitación de la serie original y rellenada.



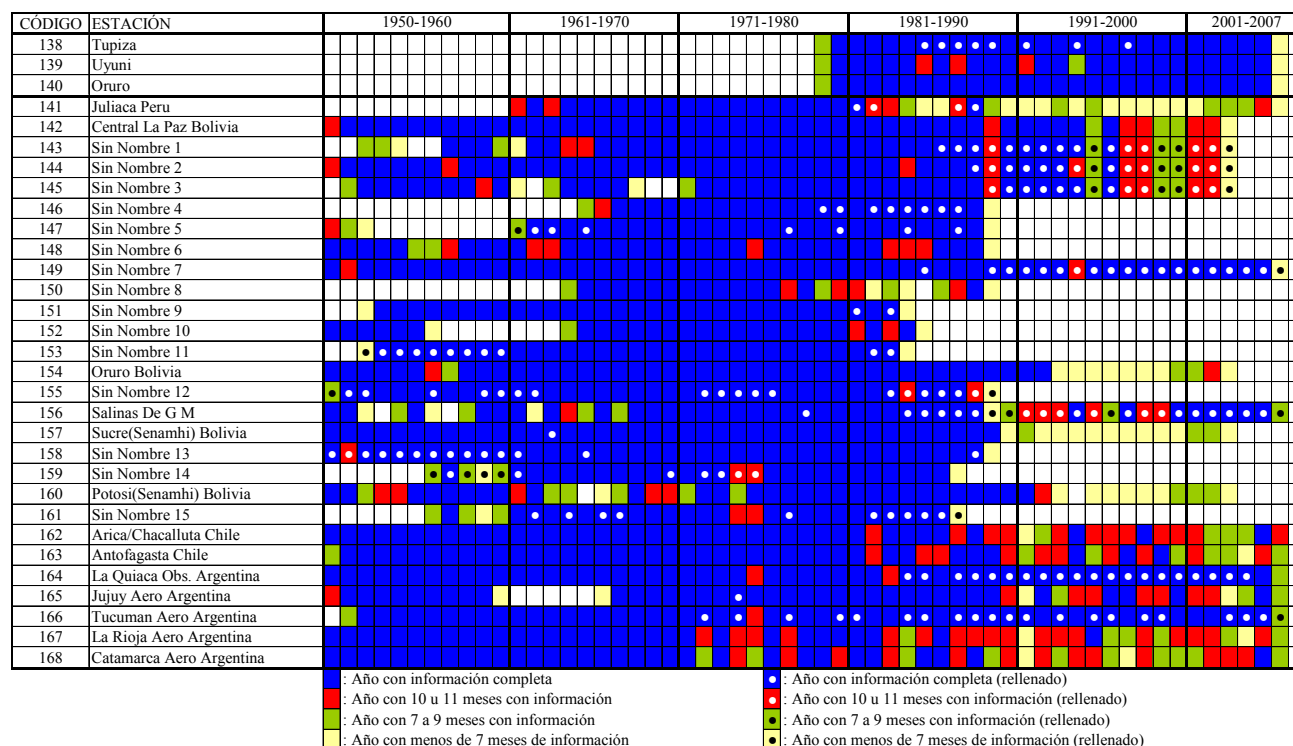


Figura 3.12: Disponibilidad de datos de precipitación de la serie original y rellenada.  
(Continuación)

### 3.1.5 Variación Espacial de la Precipitación

En esta sección se analiza la variación espacial de la precipitación, en función de la altitud y la ubicación geográfica de las estaciones pluviométricas seleccionadas. Para estimar el mapa de isoyetas característico de las cuencas se calculó el gradiente de precipitación en función de la altitud. Se analizó además la relación entre la distancia que separa las estaciones y la correlación entre las series de precipitación.

#### 3.1.5.1 Gradiente de Precipitación Media Anual

El gradiente de precipitación con la altitud se definió en términos de la precipitación media anual para años hidrológicos (Octubre-Septiembre), ya que normalmente se acepta que ésta representa razonablemente la cantidad de recursos hídricos provenientes de la atmósfera en el largo plazo.

En la Figura 3.13 y Figura 3.14 se presenta la variación de la precipitación media anual en las estaciones de la DGA seleccionadas en la zona en estudio respecto a la latitud y altitud, respectivamente. Se puede apreciar que para las estaciones ubicadas bajo los 2.000 msnm las precipitaciones aumentan de norte a sur. Esto se debe a que las precipitaciones en las Regiones XV, I y II son prácticamente nulas, en cambio, en la III Región alcanzan valores incluso

superiores a 50 mm. Para las estaciones ubicadas entre los 2.000 y 3.000 msnm las precipitaciones resultan prácticamente constantes para toda la zona en estudio. Sin embargo, se debe considerar que en la III Región se seleccionó solamente una estación sobre los 2.000 msnm. Para altitudes mayores a los 3.000 msnm se produce un cambio significativo de la precipitación en función de la latitud, siendo la precipitación caída en la XV y I Región muy superior a la caída en la II Región. Esto se debe a que la XV y I Región tienen una mayor influencia tropical por su ubicación geográfica.

En la Figura 3.15, Figura 3.16 y Figura 3.17 se presentan los perfiles de aumento de la precipitación con la altura para las Regiones XV y I, II y III, respectivamente. Se observa que para altitudes menores a 2000 msnm las precipitaciones son casi nulas, en cambio, a altitudes mayores se producen variaciones importantes de la precipitación con la cota. En la III Región las precipitaciones son prácticamente constantes, con un leve aumento a medida que la altitud se incrementa. Sin embargo, no existen estaciones ubicadas en esta región que se encuentren a una altitud superior a los 2200 msnm.

Los gradientes promedio de precipitación con la altura en la XV, I, II y III Región se pueden estimar a partir de la Figura 3.15, Figura 3.16 y Figura 3.17. Estos gradientes son los siguientes:

- XV y I Región: se estima un gradiente de 3,5 mm cada 100 m de altitud entre los 2.000 y 3.000 msnm, el que aumenta a cerca de 20 mm por cada 100 m sobre los 3.000 msnm.
- II Región se estima un gradiente de 6 mm cada 100 m de altitud a partir de los 2.250 msnm.
- III Región se estima un gradiente de 1 mm por cada 100 m de altura para el rango de altitudes de 0 a 2.200 msnm. Se desconoce lo que ocurre sobre los 2.200 msnm.

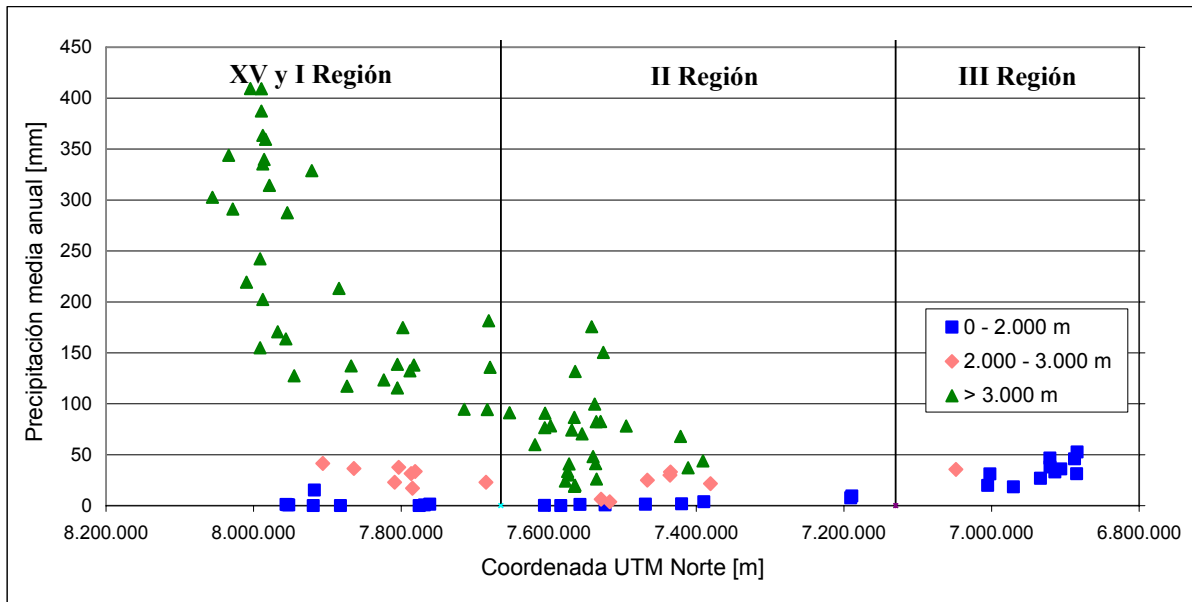


Figura 3.13: Variación de la precipitación media anual con la latitud en las estaciones seleccionadas de la DGA de la XV, I, II y III Regiones.

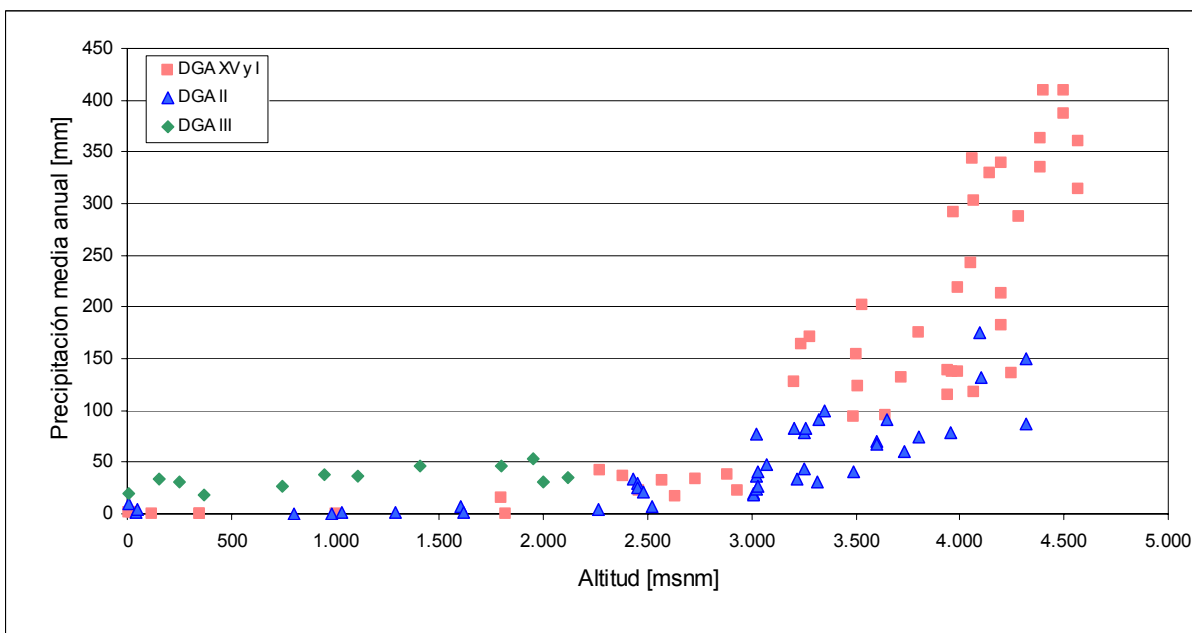


Figura 3.14: Variación de la precipitación media anual con la altitud en las estaciones seleccionadas de la DGA de la XV, I, II y III Regiones.

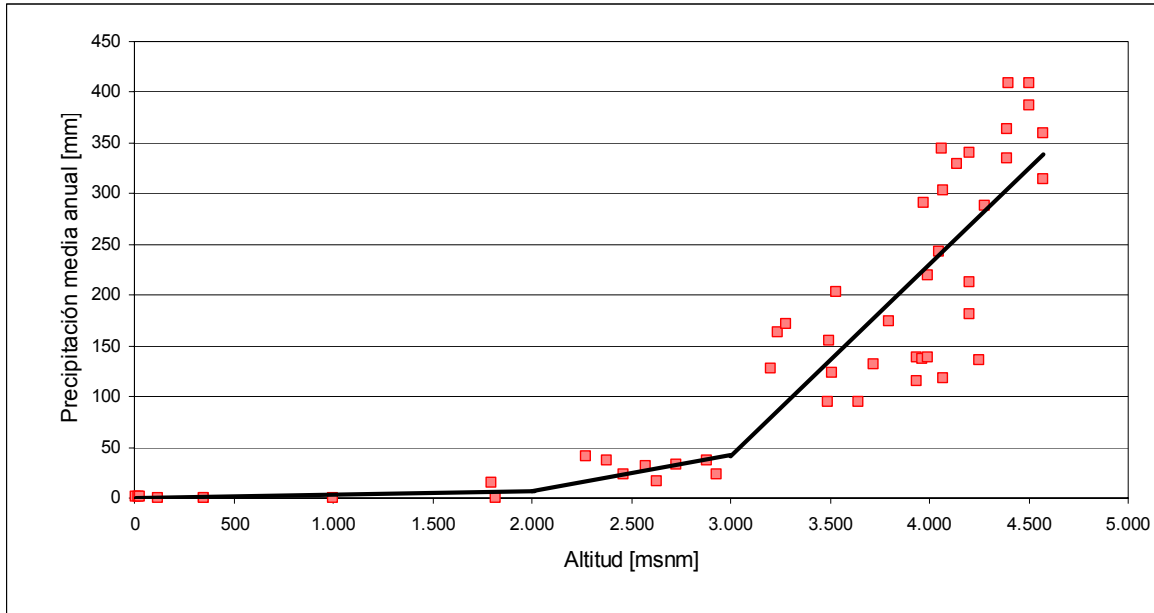


Figura 3.15: Variación de precipitación media anual con altitud en las estaciones seccionadas de la DGA de la XV y I Región.

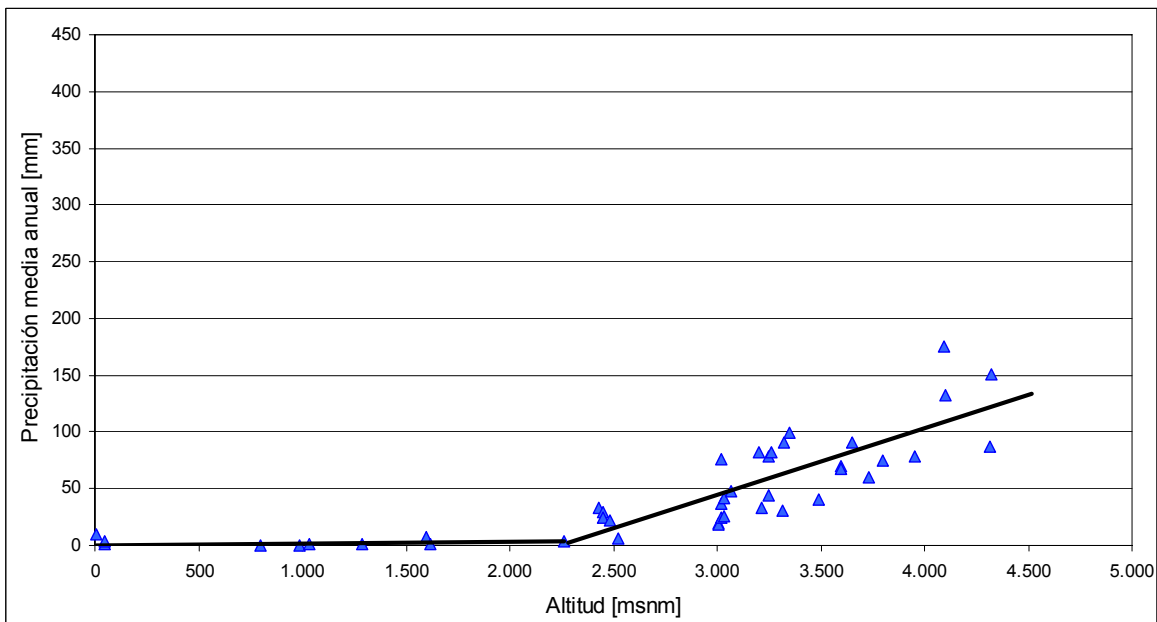


Figura 3.16: Variación de precipitación media anual con altitud en las estaciones seccionadas de la DGA de la II Región.



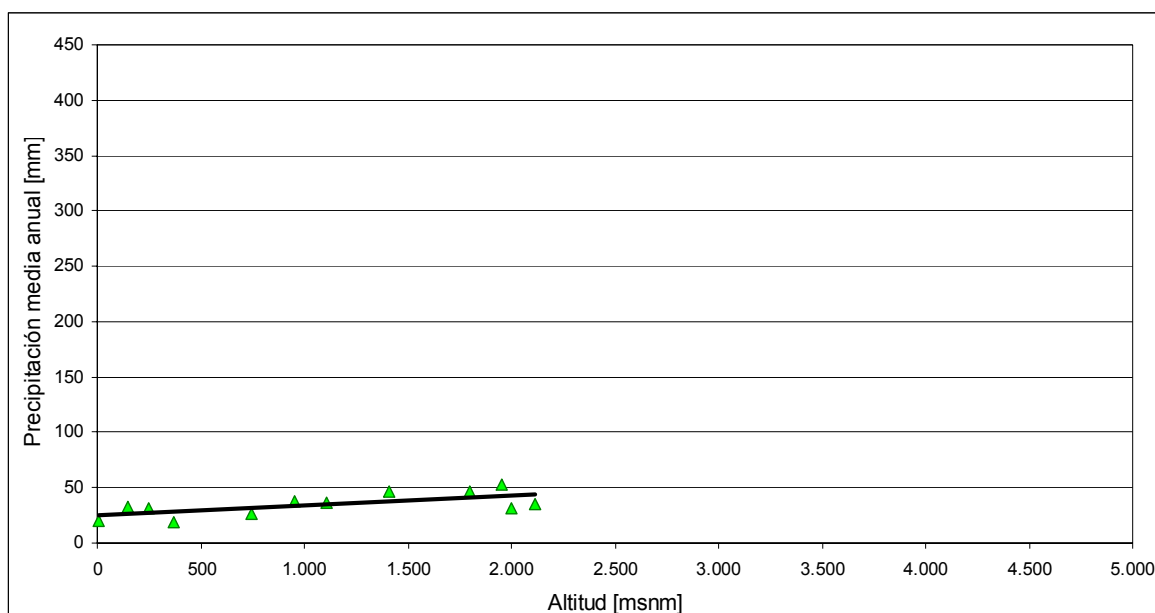


Figura 3.17: Variación de precipitación media anual con altitud en las estaciones seccionadas de la DGA de la III Región.

### 3.1.5.2 Relación Espacial de Precipitaciones

Las cuencas altiplánicas en estudio comprenden una gran superficie donde la cantidad de precipitación que recibe cada lugar en un año hidrológico presenta importantes variaciones espaciales. Este comportamiento se puede apreciar en la correlación que existe entre las series de precipitación anual entre dos estaciones que se encuentran a una distancia dada. En general esta función disminuye con la distancia, de manera que para dos estaciones muy cercanas los registros son muy similares y responden a idénticos fenómenos de precipitación. Si están muy alejadas ambas registran eventos independientes, incluso puede que se encuentren en zonas climáticas diferentes, y el coeficiente de correlación tiende a cero.

Para el análisis de la relación espacial de precipitaciones se utilizaron las series de las estaciones de la DGA, descartando las estaciones con altitud menor a 3.000 msnm ubicadas en la XV, I y II Región, debido a que las precipitaciones en esta zona son prácticamente nulas y todas las cuencas altiplánicas se encuentran sobre esta altura.

Para cada una de las estaciones consideradas se calculó el coeficiente de correlación de cada una de ellas con el resto. De tal manera que se obtiene un conjunto de valores

$$(r_{ij}; d_{ij}) \text{ con } i = 1, \dots, 72; j = 1, \dots, 72.$$

Que corresponden a un total de 5.040 pares de valores del coeficiente de correlación  $r_{ij}$  entre la estación  $i$  y la  $j$ , y las distancias  $d_{ij}$  entre estas estaciones. Los coeficientes de correlación en función de la distancia se presentan en la Figura 3.18. Se observa que para estaciones cercanas

el valor del coeficiente de correlación varía entre 0,2 y 1,0 evidenciando una variabilidad espacial del fenómeno. Para distancias más grandes el coeficiente de correlación disminuye de manera que a 1.000 km estos valores son menores a 0,2. Esto puede deberse a que muchas de las estaciones se encuentran en distintas zonas climáticas, debido a la gran extensión de la zona en estudio.

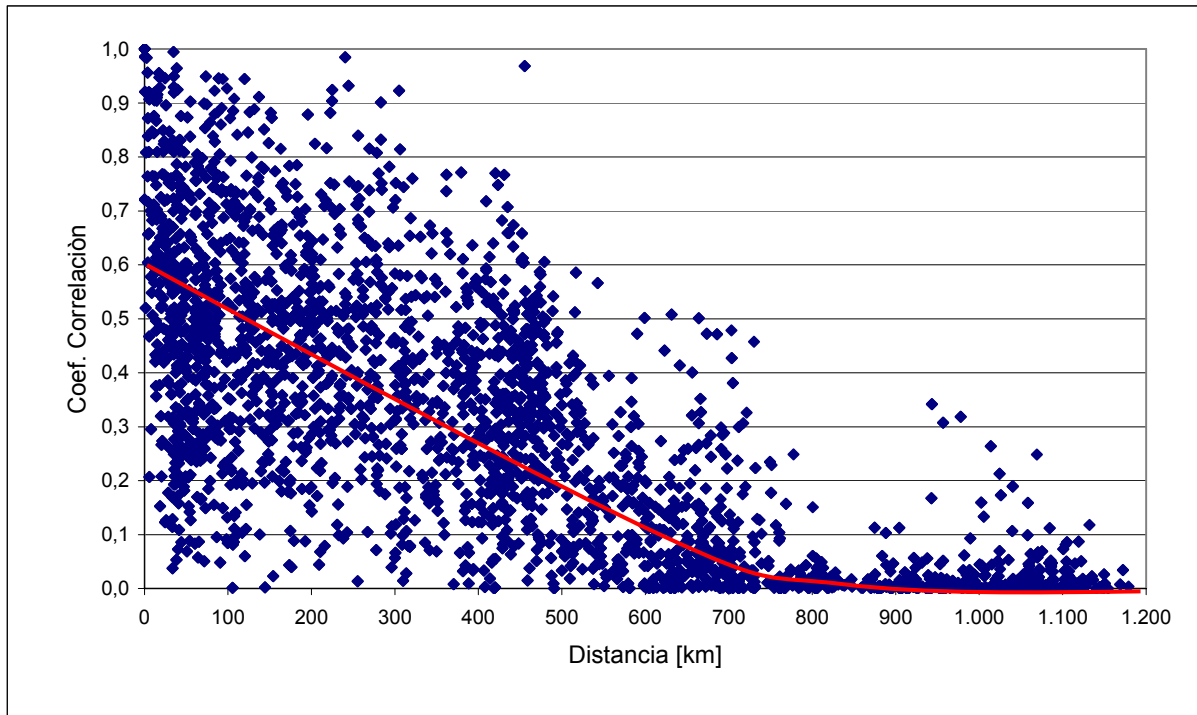


Figura 3.18: Coeficiente de correlación de precipitación media anual en función de la distancia para las estaciones seleccionadas de la DGA en la XV, I, II y III Región.

### 3.1.5.3 Isoyetas Regionales

El trazado de las líneas de isoprecipitación o isoyetas se realizó a través de la interpolación espacial de las precipitaciones medias anuales para el año hidrológico, luego de realizar el relleno de los datos faltantes (Tabla 3.2). Inicialmente se trazaron isoyetas utilizando el programa Surfer V7.0 (1999, Golden Software), las que fueron luego corregidas en base a la topografía y a los gradientes de la precipitación con la altura.

Las isoyetas por regiones se presentan en la Figura 3.19, Figura 3.20 y Figura 3.21, y en el Mapa N°1 adjunto se muestran las isoyetas para toda la zona en estudio.

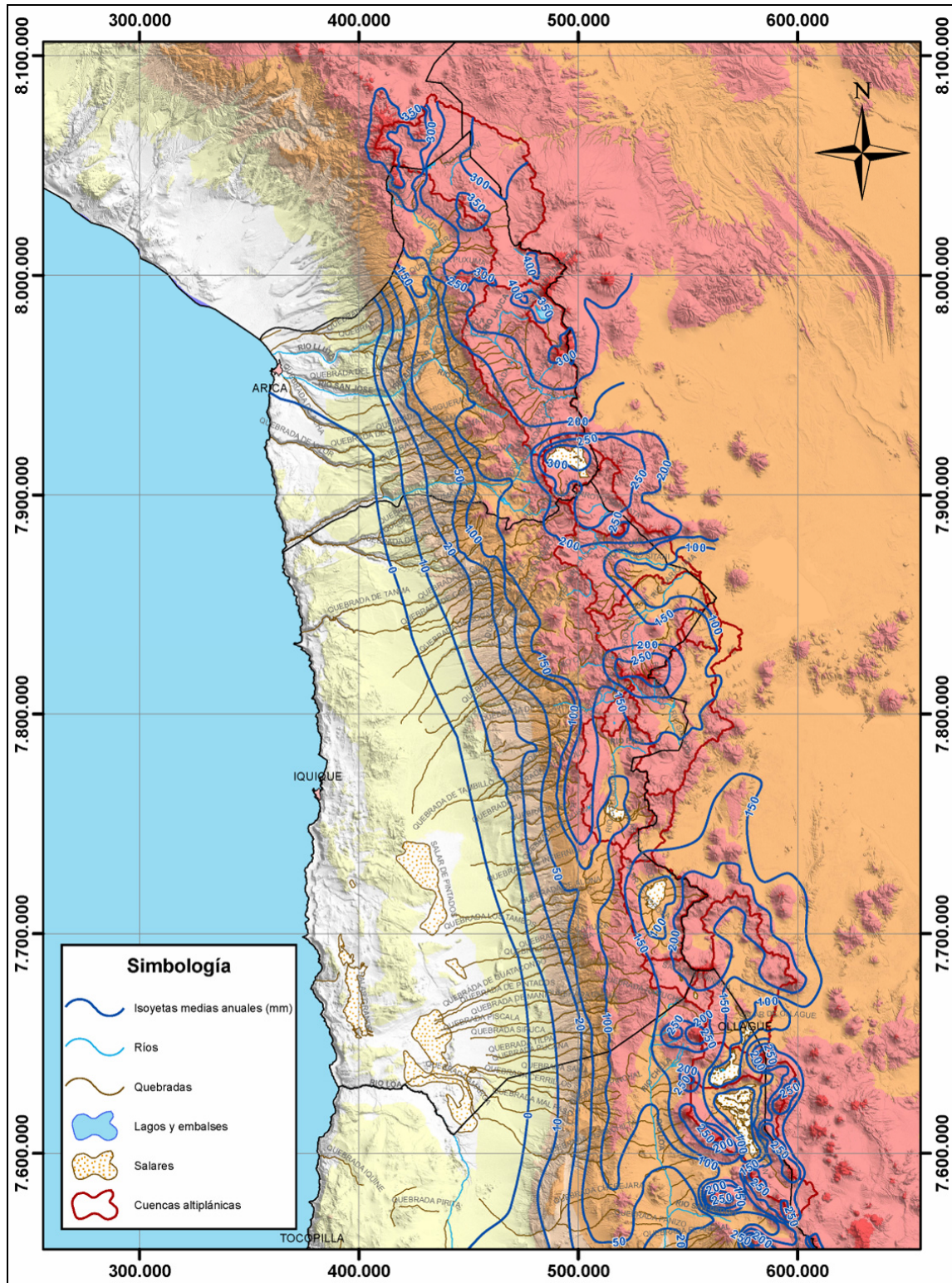


Figura 3.19: Mapa de isoyetas de la XV y I Región.



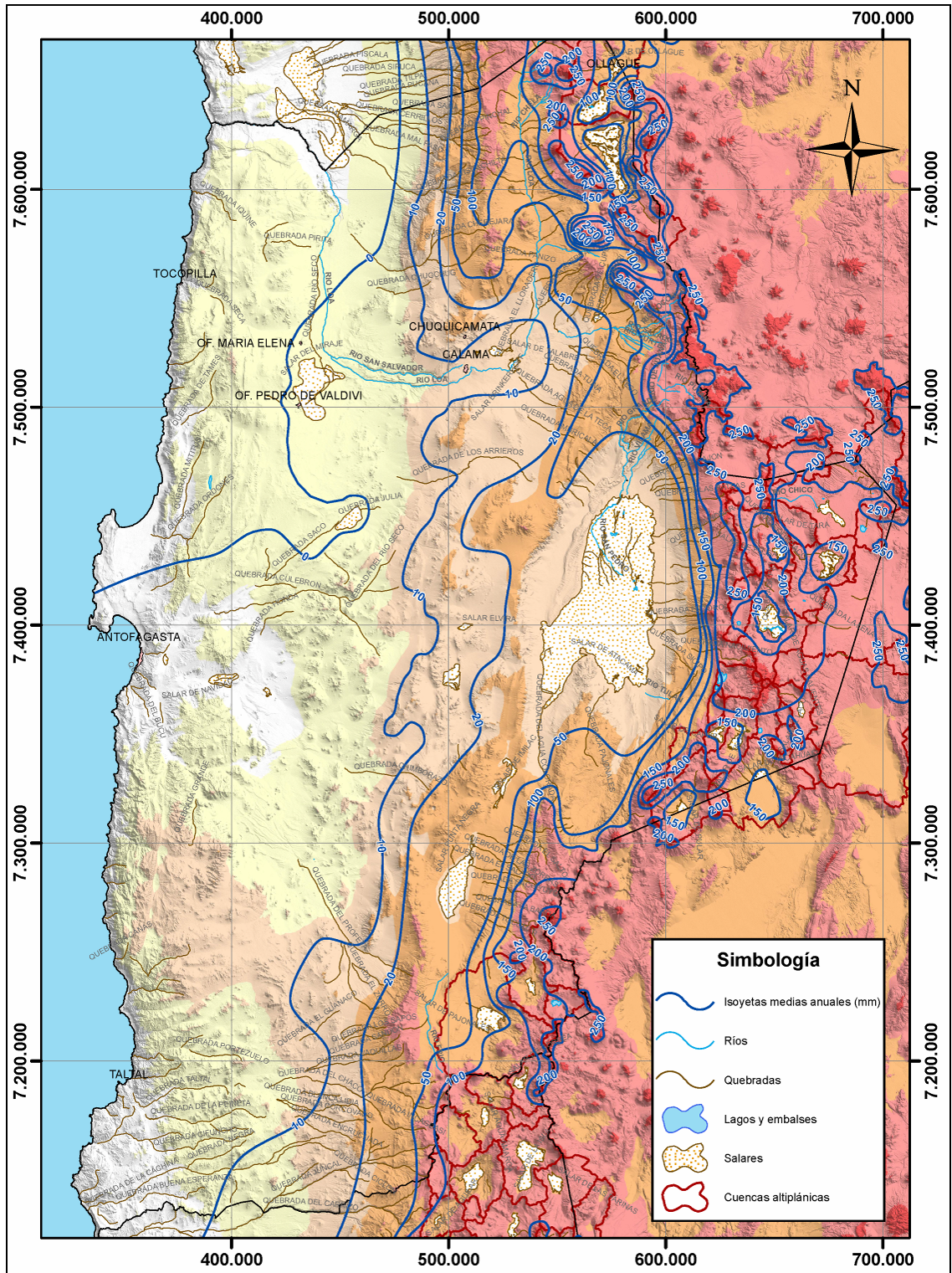


Figura 3.20: Mapa de isoyetas de la II Región.



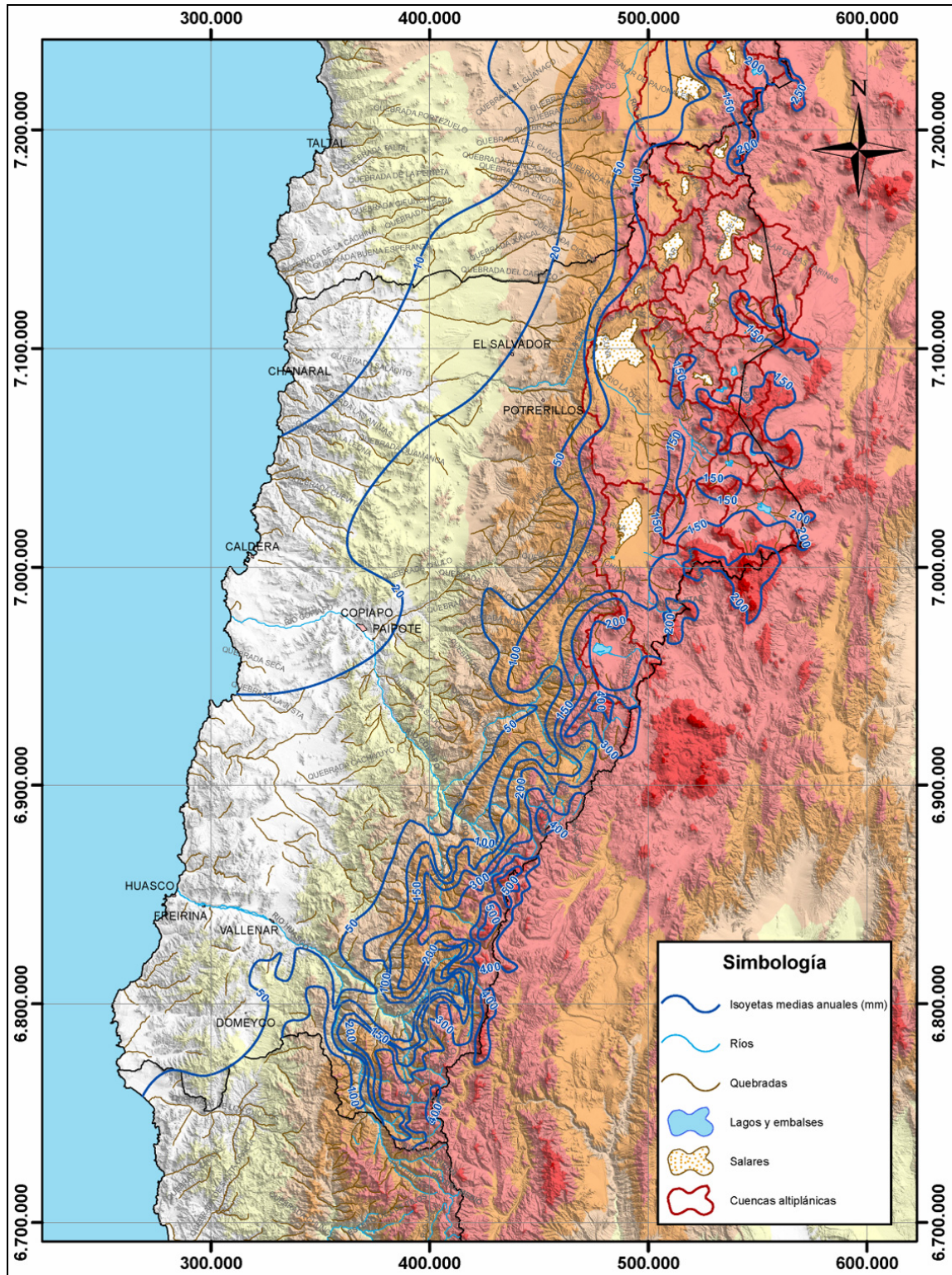


Figura 3.21: Mapa de isoyetas de la III Región.

### 3.1.6 Variación Temporal de la Precipitación

En esta sección se analiza la estacionalidad de la precipitación media mensual en las estaciones seleccionadas, incluyendo aquellas que están ubicadas fuera de territorio chileno. En la Tabla 3.3, se presentan los valores de la precipitación media mensual en las estaciones seleccionadas ordenadas de acuerdo al año hidrológico.

Tabla 3.3: Precipitación media mensual (mm) en las estaciones seleccionadas.

Nº	Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año Cal.	Año. Hid.
1	Visviri	101	72	52	13	2	2	3	5	2	9	12	34	294	294
2	Caquena	124	105	82	12	2	3	8	9	1	5	10	50	399	399
3	Chungara Reten	95	87	59	10	2	2	6	6	2	6	12	37	300	306
4	Chungara Ajata	109	89	70	12	3	4	3	5	6	6	13	45	342	350
5	Isla Blanca	119	95	72	15	2	2	3	6	3	7	14	44	378	378
6	Cotacotani	122	103	75	15	2	2	2	5	4	7	15	50	389	389
7	Parinacota Conaf DGA	112	98	68	11	3	2	2	6	3	6	14	43	335	341
8	Chucuyo Reten	112	98	63	8	2	1	5	6	2	5	11	38	335	350
9	Parinacota ex Endesa	102	87	62	11	4	2	2	4	3	6	9	37	308	315
10	Guallatire	96	86	53	6	1	2	5	4	2	3	6	30	281	281
11	Chilcaya	107	80	58	14	4	8	5	3	4	3	9	32	310	319
12	Colchane (T. Isluga)	55	35	20	3	0	0	1	0	1	1	3	11	125	129
13	Enquelca	45	29	19	2	2	2	1	1	2	1	2	11	109	112
14	Cancosa	64	53	23	3	1	3	1	2	0	1	3	11	154	154
15	Huaytani	46	41	28	5	0	1	1	1	2	1	3	12	133	133
16	Collacagua	50	44	23	1	1	1	1	2	2	1	2	12	133	136
17	Ujina	55	46	19	2	1	5	1	9	4	3	3	19	156	152
18	Collahuasi	51	45	18	2	1	5	2	2	1	1	2	10	135	138
19	Villa Industrial (Tacora)	113	84	61	11	2	3	4	4	3	4	8	40	335	335
20	Humapalca	105	89	58	5	1	3	2	5	1	4	5	25	290	298
21	Alcerreca	76	55	43	5	2	2	3	3	1	3	3	20	214	214
22	Pacollo	84	81	37	3	0	4	2	4	2	3	4	28	238	238
23	Putre	74	60	29	1	0	1	1	2	2	1	3	22	178	178
24	Putre (DCP)	57	51	26	1	1	2	1	2	2	2	2	17	154	154
25	Central Charquiña	57	56	28	1	0	2	1	2	1	1	1	16	150	150
26	Belen	58	51	27	0	0	1	1	2	1	1	0	12	131	131
27	Tignamar	46	39	21	1	0	0	1	2	1	0	1	13	120	120
28	Arica Oficina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
29	Azapa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
30	Aeródromo El Buitre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
31	Chaca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	Codpa	5	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13	13
33	Cuya	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 3.3: Precipitación media mensual (mm) en las estaciones seleccionadas. (Continuación)

Nº	Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año Cal.	Año Hid.
34	Esquiña	11	17	8	0	0	0	1	1	0	0	0	2	39	39
35	Pumire	63	73	31	5	1	2	1	1	4	1	4	17	195	190
36	Camiña	8	18	6	2	0	0	1	1	0	0	0	1	29	28
37	Coposa	36	28	18	2	1	2	1	1	1	1	1	7	94	90
38	Huara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	Pampa Lirima	45	35	18	2	0	1	1	1	1	1	3	11	111	115
40	Poroma	12	15	6	0	2	1	1	1	1	0	0	2	36	36
41	Lagunillas	57	36	22	2	0	1	1	2	1	1	2	15	132	137
42	Mocha	6	10	3	0	0	0	1	0	0	0	0	1	18	18
43	Chuzmisa	41	64	28	0	0	0	1	2	1	0	0	4	126	132
44	Parca	9	10	6	0	0	0	1	2	0	0	0	1	28	29
45	Cerro Colorado	6	4	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0	17	17
46	Sagasca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
47	Mamiña	8	8	6	0	0	0	1	3	1	0	0	1	28	28
48	Copaquire	31	24	19	0	2	3	1	1	0	1	0	5	82	85
49	Iquique	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
50	Guatacondo DGA	11	4	3	0	0	1	1	1	0	0	0	1	20	20
51	Ollague	36	27	13	1	2	2	1	2	1	1	1	9	91	88
52	Cebollar	20	17	8	0	1	1	1	1	0	0	1	6	54	55
53	Ascotan	22	26	12	0	1	1	0	1	1	1	1	8	72	72
54	Loa Ant Rep. Lequena	24	22	16	1	1	1	2	2	1	0	0	2	71	73
55	Lequena	30	34	23	0	1	1	1	1	1	0	0	2	91	94
56	Quinchamale	8	7	5	0	1	1	0	1	1	0	0	0	21	21
57	San Pedro de Conchi	13	11	3	1	1	3	0	0	1	0	0	2	33	33
58	Parshall N° 2	10	9	5	0	1	1	0	1	1	0	0	1	28	28
59	Ojos San Pedro	19	26	16	0	2	2	0	1	1	0	0	3	66	66
60	Inacaliri	45	42	21	2	2	2	1	1	2	1	1	7	124	124
61	Silala	31	41	21	1	2	0	1	2	0	0	0	2	100	100
62	Conchi Viejo	13	14	5	0	1	1	1	1	1	0	0	1	37	36
63	Conchi Embalse	6	6	3	0	0	1	0	1	0	0	0	1	16	17
64	Conchi Muro Embalse	6	5	3	0	1	1	0	0	0	0	0	1	17	16
65	Chiu Chiu	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5	5
66	Salado en Sif Ayquina	8	8	5	0	1	1	0	1	0	0	0	1	25	25
67	Cupo	27	20	16	0	1	1	0	1	0	0	0	2	66	68
68	Turi	15	15	11	0	1	1	0	1	1	1	0	1	47	47
69	Linzor	52	65	34	1	2	3	1	1	2	0	1	8	164	169
70	Toconce	30	41	16	0	1	2	0	1	1	0	0	3	94	94
71	Ayquina	13	13	10	0	1	1	0	1	1	1	0	1	38	38
72	Salado Embalse	24	32	17	0	1	2	0	2	1	1	0	2	81	81
73	Caspana	26	30	18	0	1	2	1	1	1	1	0	2	84	84

Tabla 3.3: Precipitación media mensual (mm) en las estaciones seleccionadas. (Continuación)

Nº	Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año Cal.	Año. Hid.
74	El Tatio	47	52	31	0	3	3	1	2	2	0	1	7	149	149
75	Calama	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	4
76	Tranque Sloman	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
77	Quillagua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
78	Coya Sur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
79	Tocopiña	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
80	Toconao Reten	8	11	6	0	1	2	0	0	1	0	0	1	29	29
81	Toconao Experimental	8	13	7	0	1	2	0	0	0	0	0	1	32	33
82	Camar	10	12	8	0	1	4	0	1	1	0	0	1	38	38
83	Socaire	11	13	7	1	3	3	0	1	1	0	0	1	40	40
84	Peine	3	6	6	1	1	2	1	0	1	0	0	0	20	20
85	Talabre	17	17	15	1	3	6	0	2	1	0	0	1	63	63
86	San Pedro de Atacama	6	10	4	0	1	1	0	0	1	1	0	0	23	23
87	Rio Grande	22	28	17	0	1	4	1	1	2	1	0	2	77	77
88	Sierra Gorda	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	2
89	Baquedano	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	2
90	Antofagasta	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	3	3
91	Aguas Verdes	0	0	0	1	0	2	0	2	0	0	0	0	6	6
92	Tal Tal	0	0	0	0	2	3	3	1	1	0	0	0	10	10
93	Las Vegas	0	1	3	1	5	7	24	4	2	0	0	0	43	43
94	Caldera	0	0	0	1	1	5	6	5	0	0	0	0	19	19
95	Jorquera en la Guardia	0	1	3	4	7	12	8	7	3	1	0	0	43	44
96	Iglesia Colorada	0	0	2	4	7	13	11	10	2	1	0	0	47	45
97	Manflas	0	0	2	3	5	14	10	10	1	1	0	0	43	43
98	Lautaro Embalse	0	1	2	2	4	10	8	8	1	0	0	0	34	34
99	Los Loros	0	0	1	2	3	11	10	9	1	0	0	0	34	33
100	Elibor Campamento	0	0	1	1	3	9	7	6	0	0	0	0	25	25
101	Pastos Grandes	0	2	3	2	3	9	7	5	2	1	0	0	31	31
102	Cotapoto	0	0	1	0	1	7	5	4	0	0	0	0	18	18
103	El Totoral	0	0	1	0	3	11	10	6	1	0	0	0	31	31
104	Canto de Agua	0	0	1	1	3	11	8	6	0	0	0	0	29	29
105	Arrayanal	255	215	196	80	17	9	9	10	13	28	95	175	1053	1007
106	Peña Alta	200	152	128	49	11	7	7	7	11	14	53	131	735	703
107	San Juancito	183	205	172	60	20	5	10	8	5	26	61	97	802	802
108	Playa Larga	80	67	39	11	2	0	3	1	1	6	14	30	227	227
109	Pie De Medano	60	44	17	3	1	0	0	0	1	4	12	40	171	178
110	Los Hornitos	419	317	355	167	94	54	30	43	59	121	208	283	2093	2093
111	Rp 307 Km 19	403	321	321	160	78	45	27	27	48	116	209	268	1990	1990
112	Pot. De Las Tablas	342	257	233	120	45	27	18	19	31	84	149	228	1465	1494
113	Las Higueras	279	222	230	123	47	41	33	18	42	82	140	193	1393	1393



Tabla 3.3: Precipitación media mensual (mm) en las estaciones seleccionadas. (Continuación)

N°	Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año Cal.	Año. Hid.
114	Casa De Piedra	469	314	385	206	109	52	34	40	58	154	222	339	2301	2301
115	Yampa Ii	464	303	328	156	88	40	27	29	54	126	208	305	2001	2106
116	El Nogalito	252	193	179	97	44	32	16	25	34	64	116	158	1140	1162
117	Las Mesadas	398	273	287	139	71	45	29	32	61	138	192	269	1798	1892
118	El Angosto	194	165	145	49	12	12	6	7	9	16	66	109	747	747
119	Iruya	78	61	43	9	1	0	0	2	4	14	28	44	269	280
120	Las Higueras	69	63	51	8	0	0	0	1	3	16	29	54	279	290
121	San Isidro	128	119	99	20	1	0	0	3	6	26	46	88	508	528
122	Nazareno	151	127	124	23	1	0	0	1	8	35	59	114	582	582
123	Paltorco	139	102	73	8	0	0	0	1	2	29	58	103	489	510
124	Tuc-Tuca	124	98	67	8	1	0	1	1	4	22	45	80	431	448
125	Güemes	108	90	99	18	5	2	1	1	8	33	45	62	401	401
126	Poscaya	133	110	75	12	2	0	0	2	6	26	47	91	479	498
127	Trigo Huaico	197	141	139	24	1	2	0	3	7	46	93	136	747	777
128	Colanzuli	73	55	39	6	0	0	0	1	2	11	23	38	234	244
129	El Molino	95	80	59	9	1	0	0	2	4	20	36	72	359	374
130	El Pabellon	114	89	69	16	2	0	1	4	6	21	49	80	427	444
131	San Luis	244	217	207	91	30	11	10	11	15	60	135	191	1159	1130
132	Calacoto	123	79	63	26	3	5	2	8	9	18	27	66	426	410
133	Charaña	79	63	53	12	1	3	1	2	1	7	15	29	261	261
134	El Alto	126	94	79	34	13	9	7	16	30	40	54	90	560	549
135	Patacamaya	105	67	54	19	5	7	4	8	23	23	32	57	403	388
136	Laguna Colorada	22	15	9	1	1	4	0	2	1	0	1	9	53	53
137	Potosí	87	71	49	18	6	2	2	5	12	22	31	62	333	327
138	Tuzza	79	57	41	8	0	1	0	1	4	7	19	56	268	268
139	Uyuni	80	36	30	2	1	1	0	2	2	3	4	28	187	180
140	Oruro	100	73	62	17	2	5	3	10	25	20	32	50	399	385
141	Juliaca	130	105	92	34	10	2	3	6	23	39	53	85	449	440
142	Central La Paz	116	89	71	28	10	6	5	11	30	36	46	82	509	513
143	Sin Nombre 1	243	187	162	69	35	20	21	63	82	93	116	177	1151	1151
144	Sin Nombre 2	100	68	52	18	8	4	5	9	27	22	32	66	392	396
145	Sin Nombre 3	198	143	115	58	27	16	12	19	43	50	69	124	834	800
146	Sin Nombre 4	191	159	121	44	14	9	8	16	29	35	52	96	775	744
147	Sin Nombre 5	138	99	78	29	5	2	2	3	13	23	51	101	528	520
148	Sin Nombre 6	119	87	76	24	4	1	1	6	10	20	48	100	483	486
149	Sin Nombre 7	118	87	63	22	7	4	3	8	12	20	43	83	470	464
150	Sin Nombre 8	712	663	624	376	272	211	124	138	190	347	431	596	4143	3977
151	Sin Nombre 9	458	392	365	166	58	29	49	84	153	210	267	331	2467	2467
152	Sin Nombre 10	297	275	222	87	40	21	32	65	72	136	158	202	1560	1519
153	Sin Nombre 11	142	115	92	32	9	9	10	24	37	41	55	105	648	648

Tabla 3.3: Precipitación media mensual (mm) en las estaciones seleccionadas. (Continuación)

Nº	Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año Cal.	Año. Hid.
154	Oruro Bolivia	85	74	50	14	4	3	3	10	19	17	26	49	321	317
155	Sin Nombre 12	96	70	58	15	7	3	4	9	27	21	31	68	404	399
156	Salinas De G M	84	65	35	3	1	0	1	1	2	1	5	26	211	202
157	Sucre	140	114	92	32	5	1	3	9	28	47	65	113	576	557
158	Sin Nombre 13	120	107	82	26	5	4	2	10	15	25	51	95	541	531
159	Sin Nombre 14	134	119	97	32	8	3	1	13	22	45	66	118	628	609
160	Potosi	96	92	55	15	3	1	1	4	12	22	36	79	341	331
161	Sin Nombre 15	97	81	68	21	3	2	1	7	20	28	44	90	441	427
162	Arica/Chacalluta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
163	Antofagasta	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3	3
164	La Quiaca Obs.	84	64	46	7	1	1	1	1	3	17	30	68	320	320
165	Jujuy Aero	173	161	140	45	14	5	4	6	6	35	67	117	733	717
166	Tucuman Aero	220	185	161	63	28	13	13	10	16	64	106	166	1036	1036
167	La Rioja Aero	77	61	59	24	6	4	3	5	5	18	38	57	326	329
168	Catamarca Aero	85	73	65	24	11	6	7	5	9	24	50	59	380	385

En la Tabla 3.4 se presenta la distribución estacional de la precipitación para las estaciones chilenas, dividida entre los periodos Diciembre - Marzo y Abril - Noviembre. Se observa que el 80% de la precipitación anual está concentrada en el período Diciembre – Marzo en las estaciones N° 1 a la N° 87, es decir las que se encuentran en la I Región y casi la totalidad de las localizadas en la II Región. En cambio, el 90% de la precipitación anual ocurre en el período Abril – Noviembre en las estaciones N° 88 a la N° 104, siendo este comportamiento de similar al que presentan las precipitaciones en la zona central de Chile.

Tabla 3.4: Precipitación estacional en las estaciones seleccionadas.

N°	Fuente	Estación	Diciembre - Marzo		Abril - Noviembre	
			[mm]	%	[mm]	%
1	DGA XV	Visviri	258.0	85%	47.2	15%
2	DGA XV	Caquena	360.2	88%	49.8	12%
3	DGA XV	Chungara Reten	278.2	86%	44.6	14%
4	DGA XV	Chungara Ajata	312.0	86%	52.5	14%
5	DGA XV	Isla Blanca	330.1	86%	53.2	14%
6	DGA XV	Cotacotani	351.0	87%	53.4	13%
7	DGA XV	Parinacota Conaf DGA	320.9	88%	45.6	12%
8	DGA XV	Chucuyo Reten	311.2	89%	39.9	11%
9	DGA XV	Parinacota ex Endesa	286.8	87%	42.4	13%
10	DGA XV	Guallatire	264.4	91%	26.9	9%
11	DGA XV	Chilcaya	277.9	85%	49.2	15%
12	DGA I	Colchane (Tte. Isluga)	120.6	93%	9.7	7%
13	DGA I	Enquelca (ex Caraguano)	103.1	89%	13.0	11%
14	DGA I	Cancosa	150.9	91%	14.2	9%
15	DGA I	Huaytani	126.5	90%	14.4	10%
16	DGA I	Collacagua	128.9	92%	11.2	8%
17	DGA I	Ujina	139.0	83%	28.1	17%
18	DGA I	Collahuasi	124.3	88%	16.3	12%
19	DGA XV	Villa Industrial (Tacora)	298.6	88%	39.2	12%
20	DGA XV	Humapalca	277.6	92%	25.2	8%
21	DGA XV	Alcerreca	194.2	90%	21.3	10%
22	DGA XV	Pacollo	229.6	91%	22.6	9%
23	DGA XV	Putre	185.3	94%	11.7	6%
24	DGA XV	Putre (DCP)	151.4	92%	12.9	8%
25	DGA XV	Central Chapiquiña	156.7	95%	9.0	5%
26	DGA XV	Belen	147.1	95%	7.1	5%
27	DGA XV	Tignamar	119.0	95%	6.1	5%
28	DGA XV	Arica Oficina	0.6	58%	0.4	42%
29	DGA XV	Azapa	0.4	48%	0.4	52%
30	DGA XV	Aeródromo El Buitre	0.7	86%	0.1	14%
32	DGA XV	Codpa	13.5	94%	0.9	6%
34	DGA XV	Esquiña	38.0	94%	2.3	6%
35	DGA I	Pumire	183.4	91%	17.8	9%
36	DGA I	Camiña	32.3	91%	3.3	9%
37	DGA I	Coposa	87.7	88%	11.9	12%
39	DGA I	Pampa Lirima	108.1	91%	10.8	9%
40	DGA I	Poroma	35.0	86%	5.8	14%
41	DGA I	Lagunillas (Pampa Lirima)	129.3	93%	9.0	7%
42	DGA I	Mocha	19.7	96%	0.9	4%








Tabla 3.4: Precipitación estacional en las estaciones seleccionadas. (Continuación)

N°	Fuente	Estación	Diciembre - Marzo		Abril - Noviembre	
			[mm]	%	[mm]	%
43	DGA I	Chuzmisa	136.3	98%	3.1	2%
44	DGA I	Parca	25.5	87%	3.9	13%
45	DGA I	Cerro Colorado	14.3	78%	4.2	22%
46	DGA I	Sagasca	0.6	84%	0.1	16%
47	DGA I	Mamiña	24.1	84%	4.7	16%
48	DGA I	Copaquire	80.0	91%	8.3	9%
49	DGA I	Iquique	0.4	34%	0.8	66%
50	DGA I	Guatacondo DGA	18.0	85%	3.1	15%
51	DGA II	Ollague	85.6	90%	9.2	10%
52	DGA II	Cebollar	51.0	91%	5.1	9%
53	DGA II	Ascotan	67.8	91%	6.8	9%
54	DGA II	Río Loa Antes Represa Lequena	64.0	87%	9.3	13%
55	DGA II	Lequena	89.0	95%	5.2	5%
56	DGA II	Quinchamale	19.1	85%	3.4	15%
57	DGA II	San Pedro de Conchi	28.5	81%	6.6	19%
58	DGA II	Parshall N° 2	25.0	86%	4.1	14%
59	DGA II	Ojos San Pedro	64.3	91%	6.7	9%
60	DGA II	Inacaliri	114.9	91%	10.8	9%
61	DGA II	Silala	94.6	94%	6.3	6%
62	DGA II	Conchi Viejo	33.6	86%	5.7	14%
63	DGA II	Conchi Embalse	15.6	84%	3.0	16%
64	DGA II	Conchi Muro Embalse	15.3	84%	2.8	16%
65	DGA II	Chiu Chiu	3.8	67%	1.8	33%
66	DGA II	Río Salado en Sifon Ayquina	22.6	88%	3.1	12%
67	DGA II	Cupo	64.3	95%	3.6	5%
68	DGA II	Turi	43.3	89%	5.5	11%
69	DGA II	Linzor	158.1	94%	10.8	6%
70	DGA II	Toconce	89.5	93%	6.8	7%
71	DGA II	Ayquina	36.2	90%	3.9	10%
72	DGA II	Salado Embalse	75.6	90%	8.0	10%
73	DGA II	Caspana	76.0	91%	7.8	9%
74	DGA II	El Tatio	137.0	92%	12.3	8%
75	DGA II	Calama	1.5	36%	2.6	64%
76	DGA II	Tranque Sloman	0.0		0.0	
77	DGA II	Quillagua	0.1	64%	0.1	36%
78	DGA II	Coya Sur	0.3	45%	0.4	55%
79	DGA II	Tocopilla	0.3	22%	1.0	78%
80	DGA II	Toconao Reten	25.4	87%	3.8	13%
81	DGA II	Toconao Experimental	28.3	86%	4.5	14%
82	DGA II	Camar	30.8	81%	7.1	19%

Tabla 3.4: Precipitación estacional en las estaciones seleccionadas. (Continuación)

N°	Fuente	Estación	Diciembre - Marzo		Abril - Noviembre	
			[mm]	%	[mm]	%
83	DGA II	Socaire	32.1	76%	10.3	24%
84	DGA II	Peine	15.2	75%	5.2	25%
85	DGA II	Talabre	49.9	78%	13.9	22%
86	DGA II	San Pedro de Atacama	20.0	81%	4.7	19%
87	DGA II	Rio Grande	68.7	87%	10.0	13%
88	DGA II	Sierra Gorda	0.9	57%	0.7	43%
89	DGA II	Baquedano	0.1	5%	1.9	95%
90	DGA II	Antofagasta	0.3	7%	3.3	93%
91	DGA II	Aguas Verdes	0.2	3%	6.1	97%
92	DGA II	Tal Tal	0.0	0%	11.0	100%
93	DGA III	Las Vegas	4.4	9%	43.4	91%
94	DGA III	Caldera	0.6	3%	19.0	97%
95	DGA III	Jorquera en la Guardia	5.3	11%	41.1	89%
96	DGA III	Iglesia Colorada	2.8	6%	46.5	94%
97	DGA III	Manflas	2.4	5%	43.7	95%
98	DGA III	Lautaro Embalse	2.5	7%	32.8	93%
99	DGA III	Los Loros	1.4	4%	35.2	96%
100	DGA III	Elibor Campamento	1.0	4%	25.3	96%
101	DGA III	Pastos Grandes	5.1	15%	28.6	85%
102	DGA III	Copiapo	1.3	7%	16.7	93%
103	DGA III	El Totoral	0.8	2%	31.0	98%
104	DGA III	Canto de Agua	1.1	4%	29.6	96%

La Figura 3.22 presenta la distribución porcentual de la precipitación anual en cada uno de los meses del año, en las estaciones de la DGA de las Regiones XV, I y II que se encuentran sobre los 3.000 msnm, y las estaciones de la III Región. Estas estaciones fueron ordenadas de norte a sur, y los meses húmedos y secos se clasificaron de acuerdo al siguiente criterio:

	La precipitación caída representa menos del 1% del total anual
	La precipitación caída representa entre el 1% y el 5% del total anual
	La precipitación caída representa entre el 5% y el 10% del total anual
	La precipitación caída representa entre el 10% y el 20% del total anual
	La precipitación caída representa entre el 20% y el 30% del total anual
	La precipitación caída representa entre el 30% y el 50% del total anual
	La precipitación caída representa más del 50% del total anual

Los resultados que se presentan en la Figura 3.22 muestran que en las Regiones XV, I y II los meses más húmedos son enero y febrero, mostrando una fuerte influencia tropical presente en esta zona. En cambio, en la III Región la mayor cantidad de precipitaciones ocurre entre mayo y agosto, similar a la zona central de Chile. A partir de la Figura 3.22 se identificaron 4 zonas

características con distribución mensual de precipitación similar. Estas zonas son las siguientes:

- Zona 1: Desde Visviri (1) a Tignamar (27) que corresponde a la zona donde las precipitaciones se concentran fundamentalmente en enero, pero con el mes de diciembre muy húmedo.
- Zona 2: Desde Chilcaza (11) a Ascotán (53) que corresponde a la zona donde el mes de diciembre deja de ser húmedo y las precipitaciones se desplazan más hacia el mes de febrero.
- Zona 3: Desde Quinchamale (56) a Socaire (83) corresponde a la zona donde el mes de diciembre pasa a ser seco (menos del 5% de las precipitaciones) y las precipitaciones se distribuyen entre enero, febrero y parte de marzo.
- Zona 4: Desde Las Vegas (93) a Iglesia Colorada (96) donde el clima cambia completamente respecto a las zonas anteriores y las precipitaciones pasan a concentrarse en los meses de invierno de la zona central (Junio, Julio y Agosto).

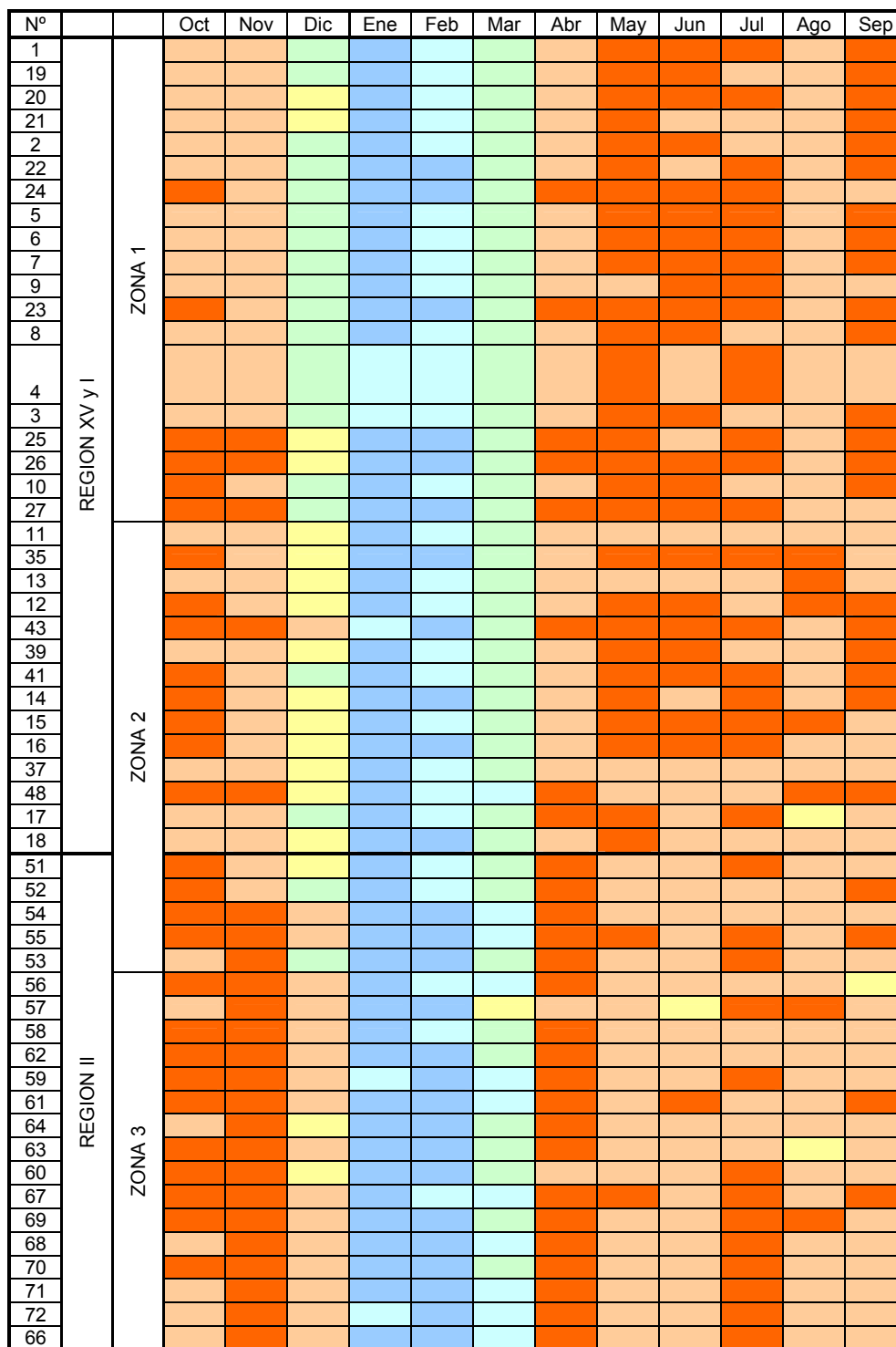


Figura 3.22: Distribución porcentual de la precipitación media mensual en las estaciones pluviométricas seleccionadas.

N°			Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	
73	REGION II	ZONA 3													
74															
87															
85															
82															
83															
93	REGION III	ZONA 4													
94															
101															
102															
100															
95															
99															
103															
98															
97															
104															
96															

Figura 3.22: Distribución porcentual de la precipitación media mensual en las estaciones pluviométricas seleccionadas.(Continuación)

En la Figura 3.23, Figura 3.24, Figura 3.25, y Figura 3.26 se presenta la serie de precipitación media anual en cada una de las zonas identificadas, notándose la presencia de años secos y húmedos. Se observa que para las Zonas 1, 2 y 3 el comportamiento es bastante cíclico con periodos húmedos y secos alternados de duración aproximada 5 años, mientras que la zona 4 presenta un comportamiento diferente sin ciclos definidos y años muy secos o muy húmedos, sin un patrón que los permita identificar claramente. Se aprecia además que a medida que se avanza hacia el sur los valores máximos y mínimos se hacen cada vez más extremos, observándose que para la Zona 1 los valores máximos/mínimos están un 50% encima/debajo del valor medio, en cambio, en las zonas ubicadas más al sur estos porcentajes se incrementan, llegando incluso en la Zona 4 a estar sobre un 400% del valor medio.



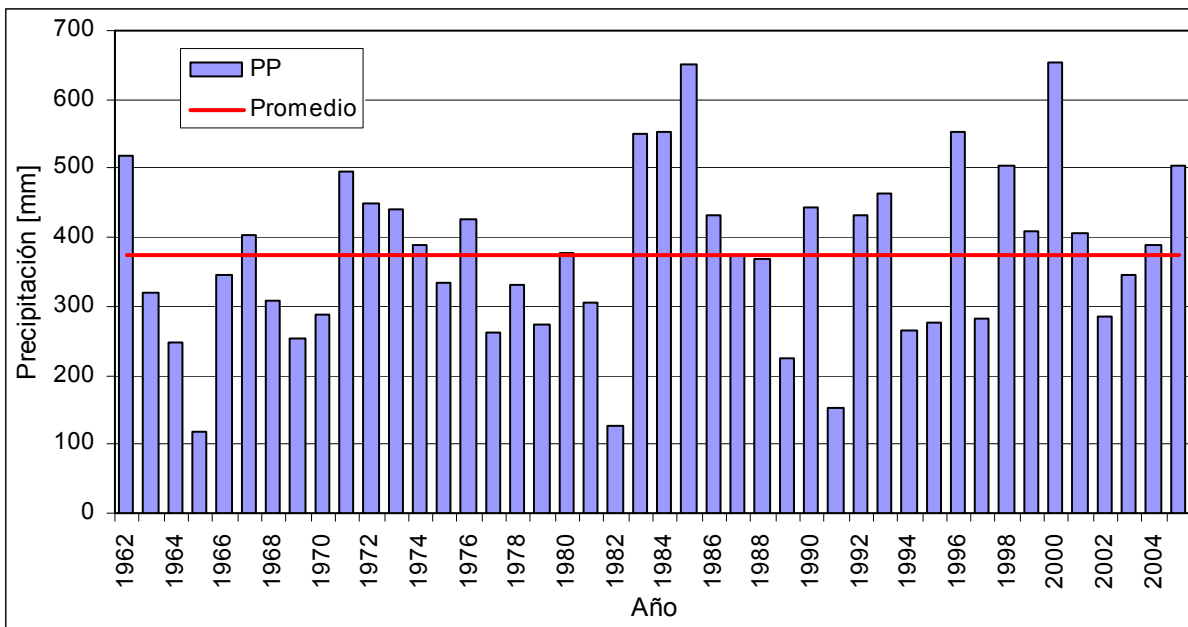


Figura 3.23: Serie de precipitación media anual en la Zona 1

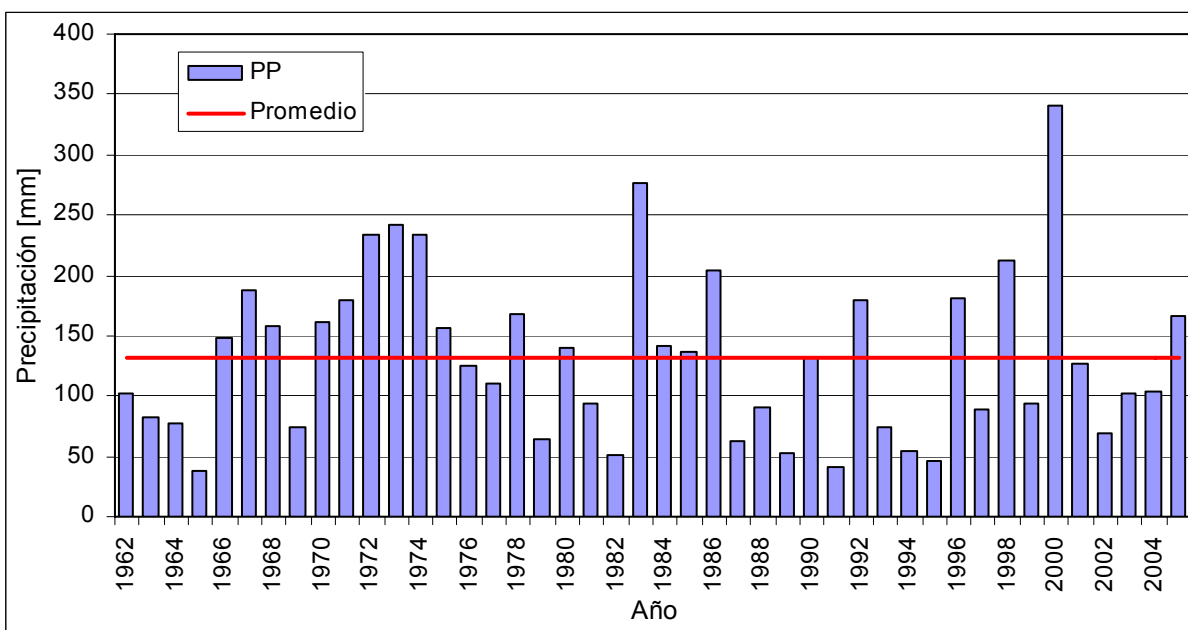


Figura 3.24: Serie de precipitación media anual en la Zona 2

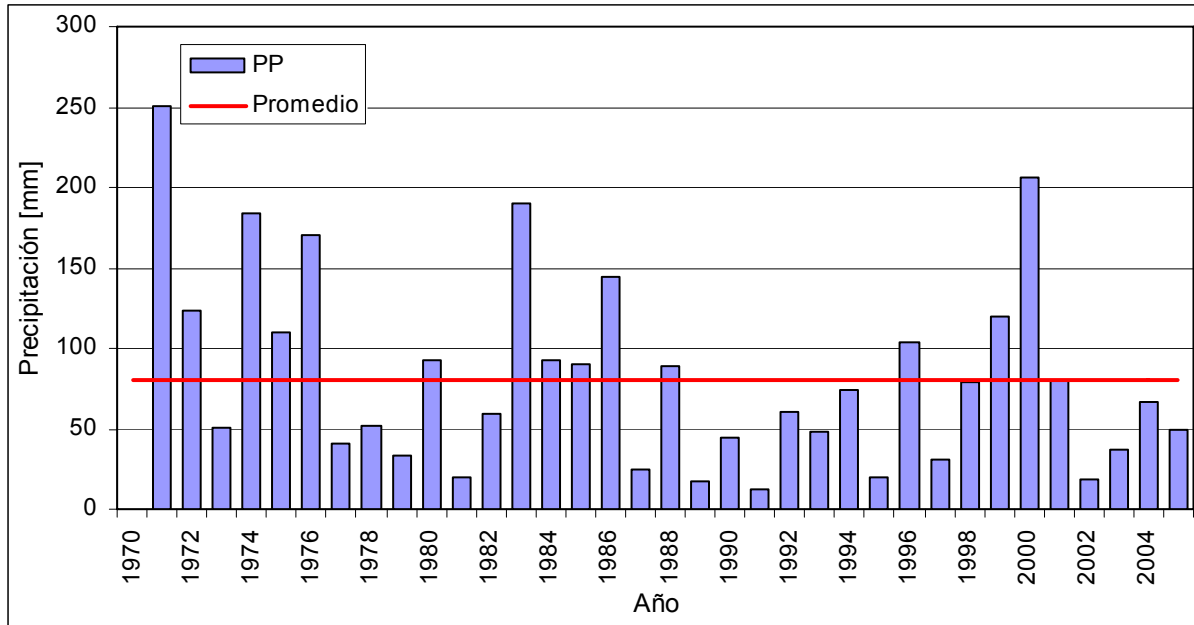


Figura 3.25: Serie de precipitación media anual en la Zona 3

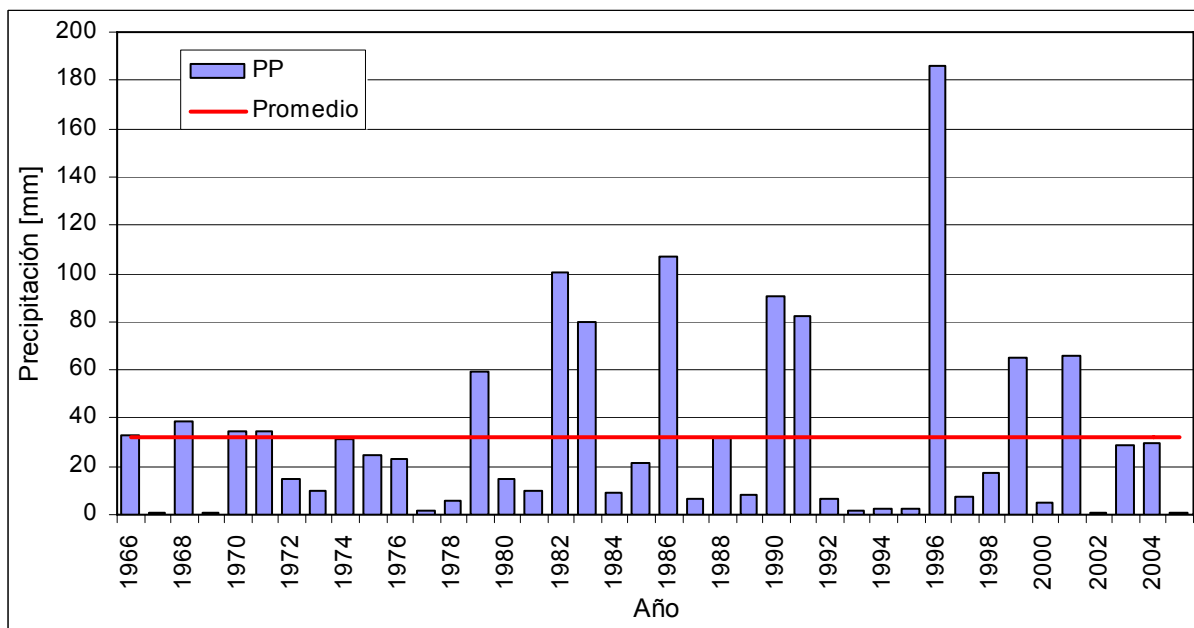




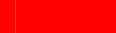


Figura 3.26: Serie de precipitación media anual en la Zona 4

El comportamiento de las precipitaciones en la zona de estudio se caracteriza por una alta variabilidad espacial y temporal en las magnitudes anuales registradas. Las isoyetas de la zona reflejan el comportamiento espacial y su relación con la morfología y elevación. En cambio, el análisis estacional de la precipitación permitió identificar 4 zonas características con

distribución mensual de precipitación similar. A continuación se analiza el comportamiento espacio-temporal conjunto de la precipitación. Para ello se analiza en cada estación el valor de la probabilidad de excedencia de la precipitación anual registrada en cada año ( $q_{ij} = \text{Prob}\{P_{ij} > p_j\}$ ). Donde  $P_{ij}$  es la precipitación registrada en el año  $i$  en la estación  $j$ ,  $p_j$  es la precipitación en la estación  $j$  que tiene probabilidad de excedencia  $q$ , y  $q_{ij}$  es la probabilidad de excedencia de la precipitación observada al año  $i$  en la estación  $j$ . Los valores son agrupados según la siguiente simbología:

Valor $q_{ij}$	Color	Clasificación
0,0 – 0,2		Muy húmedo
0,2 – 0,4		Húmedo
0,4 – 0,6		Normal
0,6 – 0,8		Seco
0,8 – 1,0		Muy Seco

En la Figura 3.27 se muestran los valores clasificados de  $q_{ij}$  para los años hidrológicos 1962-1963 hasta el 2005-2006 en las estaciones de la DGA de las Regiones I y II que se encuentran sobre los 3.000 msnm, y las estaciones de la III Región. Estas estaciones fueron ordenadas de norte a sur. Se observa en términos generales que el comportamiento espacial es más uniforme que el temporal. Los años húmedos o muy húmedos se presentan simultáneamente en todas las estaciones, especialmente en las Regiones XV, I y II. En cambio en la III Región el comportamiento es más independiente, lo cual es más notorio en los años hidrológicos 1982-1983 y 1991-1992. Un comportamiento similar se observa en los años secos o muy secos.

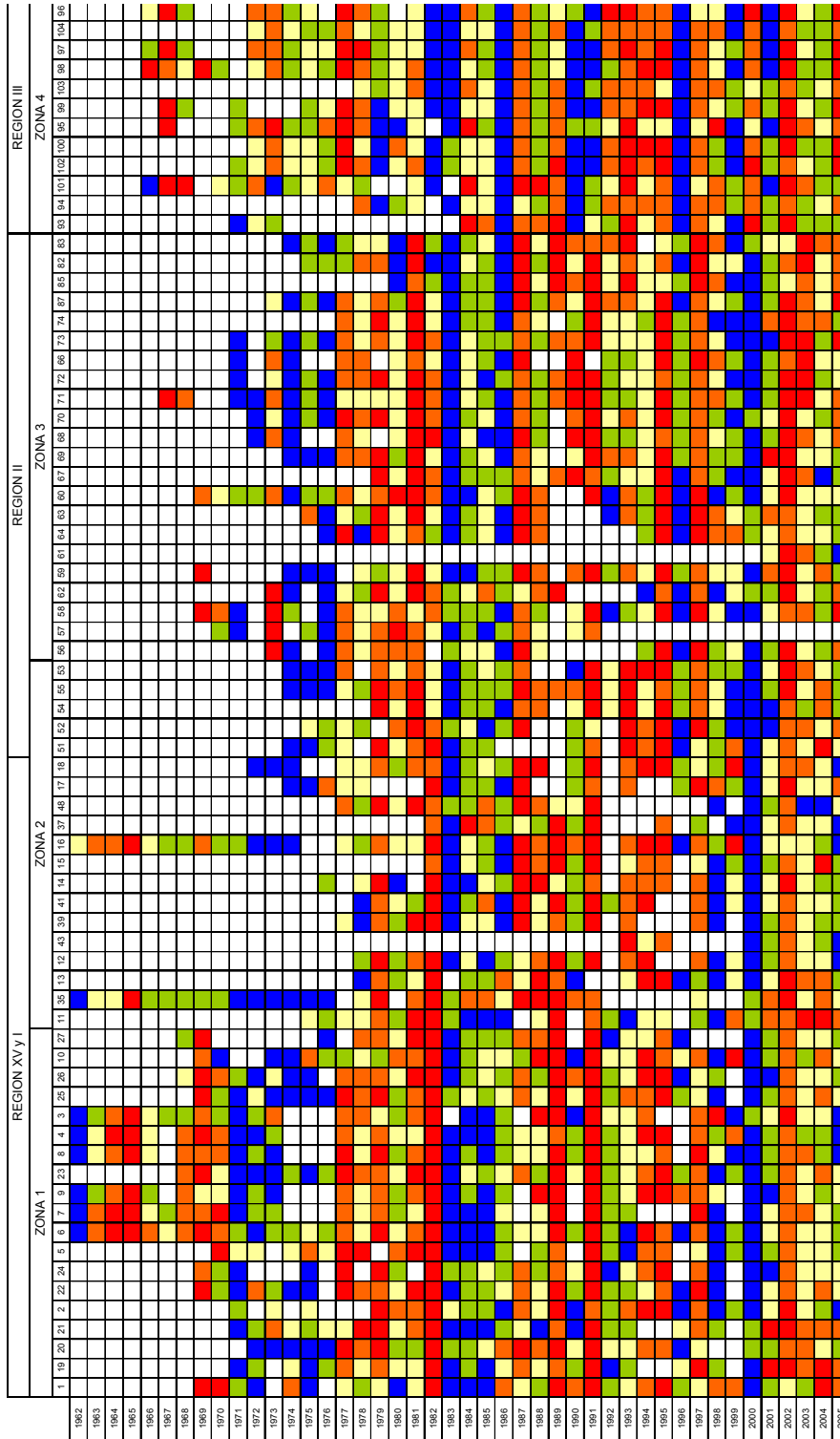


Figura 3.27: Valores clasificados de  $q_{ij}$  para la precipitación anual en las estaciones pluviométricas seleccionadas sobre los 3000 msnm y ordenadas de norte a sur.

### 3.1.7 Análisis de las Series de Tiempo de Precipitaciones

Se analizaron las series de tiempo de precipitaciones a nivel mensual y anual, en base a los aspectos de dependencia temporal a través de la autocorrelación, almacenamiento con estimación de rango, y sequías en cuanto a longitud y magnitud. Estas propiedades estadísticas reflejan el comportamiento hidrológico de las series frente a los principales aspectos de interés desde el punto de vista del uso de los recursos hídricos.

Para establecer el comportamiento temporal de estas series se calculó el correlograma, que permite establecer la dependencia temporal y la periodicidad. Además, se calcularon estadísticos del almacenamiento en base al rango ajustado, el rango escalado y el coeficiente de Hurst. A continuación se explican la definición y el cálculo de estas propiedades.

Considerando una serie  $y_i$ , con  $i = 1, \dots, N$  y una sub-muestra  $y_1, \dots, y_n$  con  $n \leq N$ . Entonces el almacenamiento ( $S_i$ ) es igual al volumen necesario de almacenar, o entregar, para poder satisfacer una demanda igual al promedio de la serie hasta el intervalo  $n$ , y se calcula como:

$$S_i = S_{i-1} + (y_i - \bar{y}_n) \quad i = 1, \dots, n.$$

Donde  $S_0 = 0$  y  $\bar{y}_n$  es la media de  $y_1, \dots, y_n$ . El rango de ajustado ( $R_n^*$ ) y el rango normalizado ( $R_n^{**}$ ) se calcula con las siguientes expresiones:

$$R_n^* = \max(S_0, S_1, \dots, S_n) - \min(S_0, S_1, \dots, S_n),$$

$$R_n^{**} = \frac{R_n^*}{s_n}.$$

Siendo  $s_n$  la desviación típica de  $y_1, \dots, y_n$ . El rango ajustado corresponde entonces al volumen necesario que debe almacenarse para que en el periodo de  $n$  intervalos se pueda entregar un gasto constante igual al promedio. El rango normalizado es el mismo expresado en términos de la desviación típica. Finalmente el coeficiente de Hurst se calcula con la siguiente expresión:

$$K = \frac{\ln(R_n^{**})}{\ln(n/2)}, \quad n > 2.$$

El coeficiente de Hurst permite establecer la dependencia temporal de una serie. Cuando la serie está formada por valores normales independientes,  $K$  toma un valor de 0,5. En general,  $K$  converge a un valor entre 0,5 y 1,0 para series largas de eventos geofísicos como precipitaciones, escurrimientos, niveles de ríos y lagos, etc.

Además, se realizó un análisis de las sequías, calculando el déficit de precipitación respecto a la media. Se determinó también la duración ( $L$ ) y magnitud ( $M$ ) de estas sequías con sus respectivos máximos, que son los que se conocen como sequías críticas:

$$L^* = \max(L_1, \dots, L_m),$$

$$M^* = \max(M_1, \dots, M_m).$$

Se eligieron 104 estaciones pluviométricas de la DGA de las cuales 22 se encuentran al interior de las cuencas altiplánicas. De estas estaciones 20 pertenecen a la XV y I Región, y 2 a la II Región. No existen estaciones pluviométricas en las cuencas altiplánicas de la III Región.

En la Figura 3.28 y Figura 3.29 se presentan los correlogramas de algunas de las estaciones seleccionadas para las series mensuales y anuales, respectivamente. Los correlogramas para las 104 estaciones seleccionadas se presentan en el Anexo I (A I.4). Se observa que en términos generales las series anuales y mensuales de precipitación son temporalmente independientes debido a que los correlogramas tienden a decaer alrededor de 0,2 a partir de valores de desfase (Lag) mayores e iguales que 1. Por otra parte las series mensuales muestran una marcada periodicidad de 12 meses la que se ve reflejada en oscilaciones del correlograma cada 12 meses. En cambio, en las series anuales no aparece periodicidad ya que no existen aumentos periódicos significativos de correlación, y solo se observan variaciones poco significativas del correlograma. Esto confirma que para esta zona el comportamiento típico de las precipitaciones sería anualmente independiente, es decir que el comportamiento estadístico de la precipitación de un año no influye en el año siguiente.

En la Figura 3.30, Figura 3.31, Figura 3.32 y Figura 3.33 se presentan los estadísticos relacionados con el almacenamiento en 4 estaciones pluviométricas. Las figuras correspondientes a las 104 estaciones seleccionadas se presentan en el Anexo I (A II.5). Para cada una de las series el valor inicial de  $i$  varía de acuerdo a la disponibilidad de información según se muestra en la Figura 3.12. Se observa que para cada estación el comportamiento de  $S_n$ ,  $R_n^*$ ,  $R_n^{**}$  y  $K$  es similar entre las series mensuales y anuales.

El gráfico de almacenamiento ( $S_n$ ) siempre comienza y termina en cero, pero permite observar los ciclos de abundancia (ascendentes) en que las precipitaciones superan consistentemente el promedio, y los de escasez (descendentes) en que los valores no alcanzan el promedio y debe utilizarse el volumen almacenado para satisfacer la demanda. Si se compara el gráfico mensual con el anual en una misma estación se observa en general que los grandes ciclos interanuales de ambos gráficos coinciden entre sí. En el gráfico mensual se observa la presencia de pequeños ciclos interanuales y que no tienen mucha importancia.

En general el valor del rango ajustado ( $R_n^*$ ) aumenta con el valor de  $n$  hasta estabilizarse a largo plazo. Lo mismo ocurre pero en forma más rápida con el rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y el coeficiente de Hurst. Estos valores representan el comportamiento de la serie en el largo plazo en cuanto a las necesidades de almacenamiento. En la Tabla 3.5 se muestran los valores de estas propiedades para las series de precipitación seleccionadas.

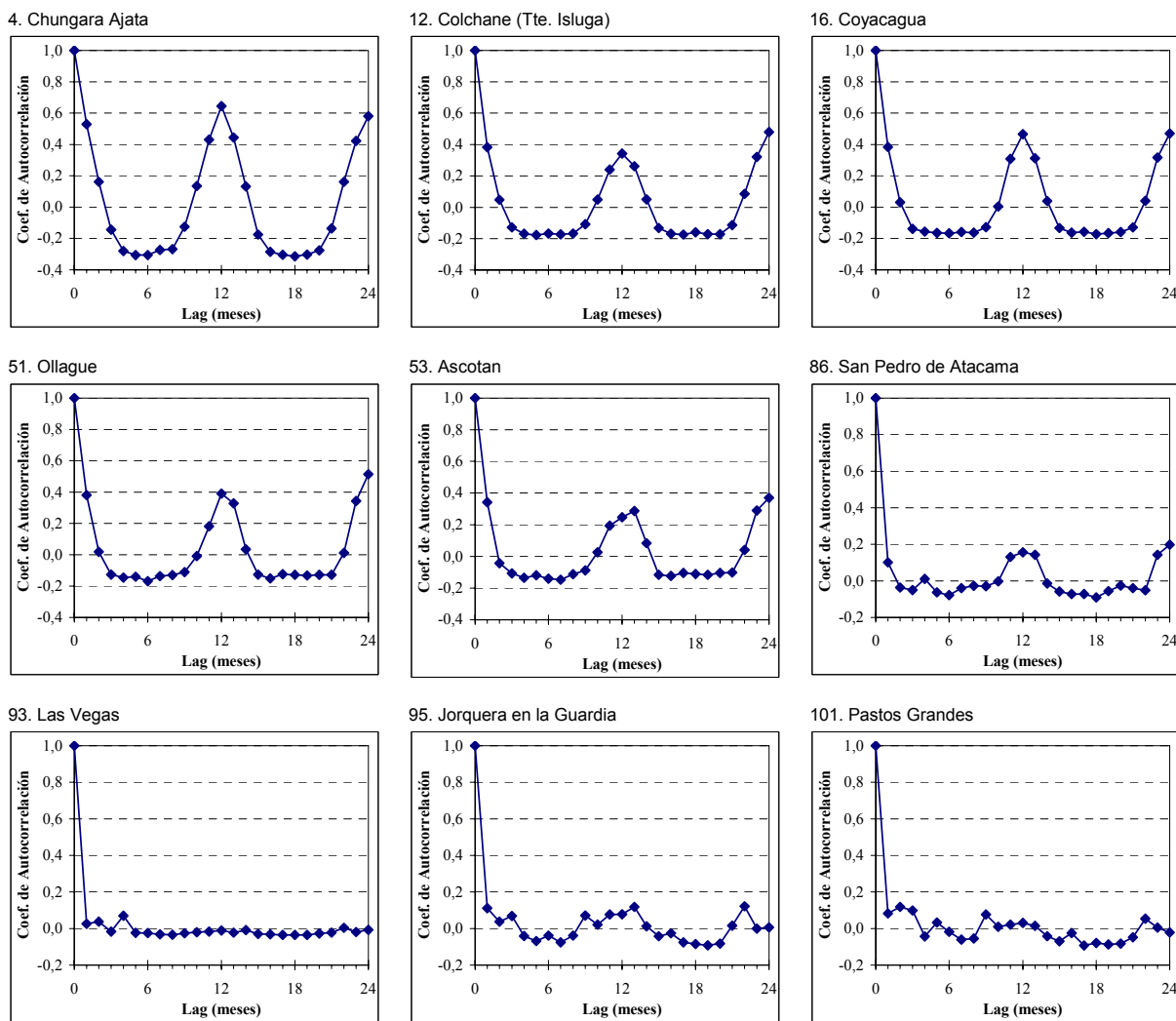
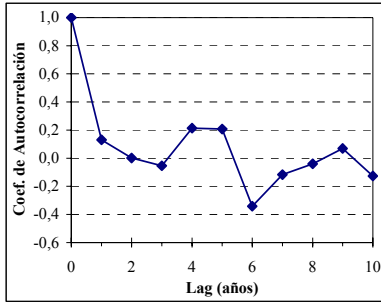
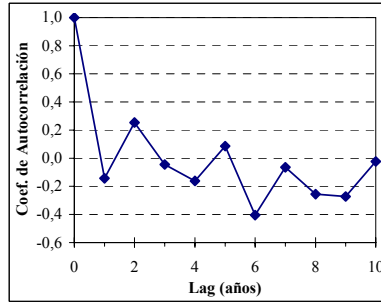


Figura 3.28: Correlogramas de las series cronológicas de precipitación mensual.

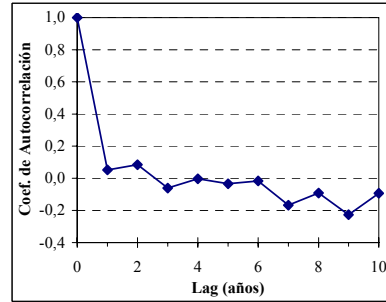
4. Chungara Ajata



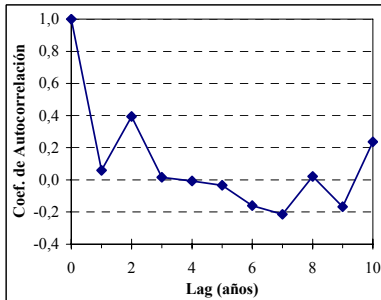
12. Colchane (Tte. Isluga)



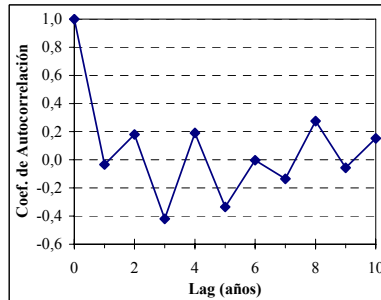
16. Coyacagua



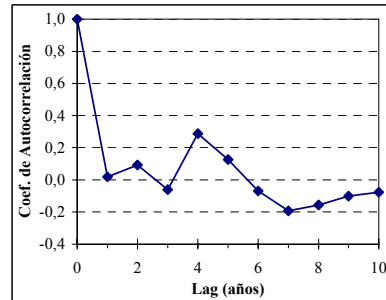
51. Ollague



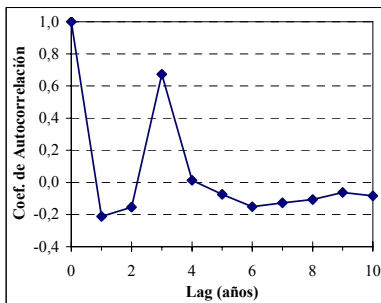
53. Ascotan



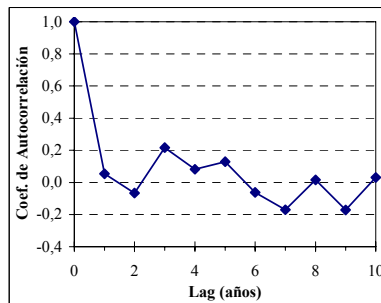
86. San Pedro de Atacama



93. Las Vegas



95. Jorquera en la Guardia



101. Pastos Grandes

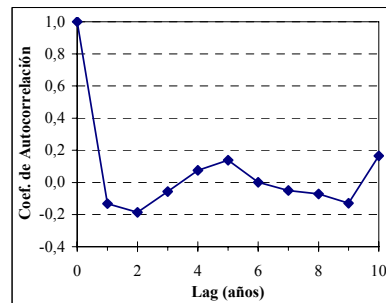


Figura 3.29: Correlogramas de las series cronológicas de precipitación anual.



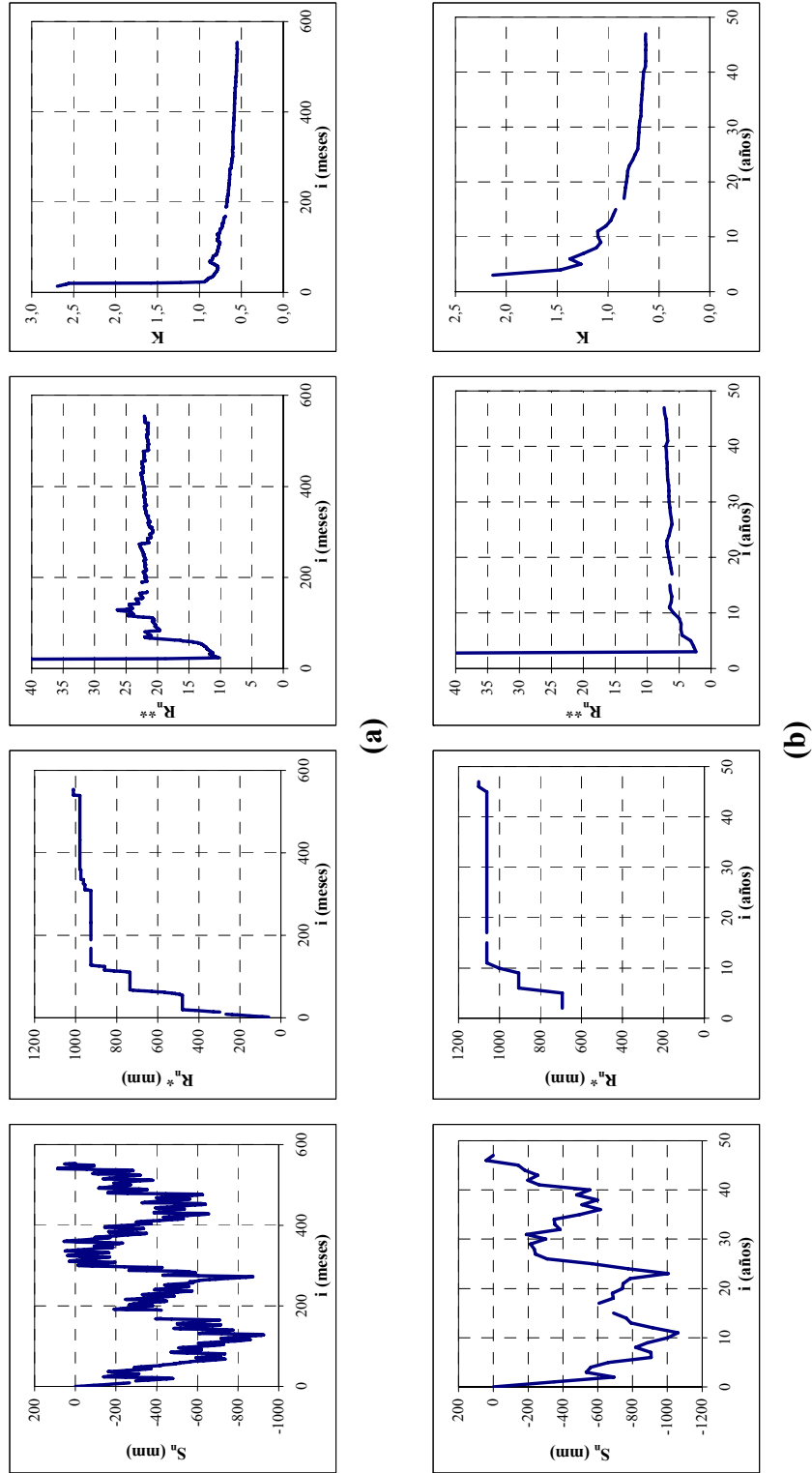


Figura 3.30: Parámetros estadísticos relacionados con el almacenamiento (Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ )) en la estación Chungará en Ajata. (a) Serie mensual. (b) Serie anual.

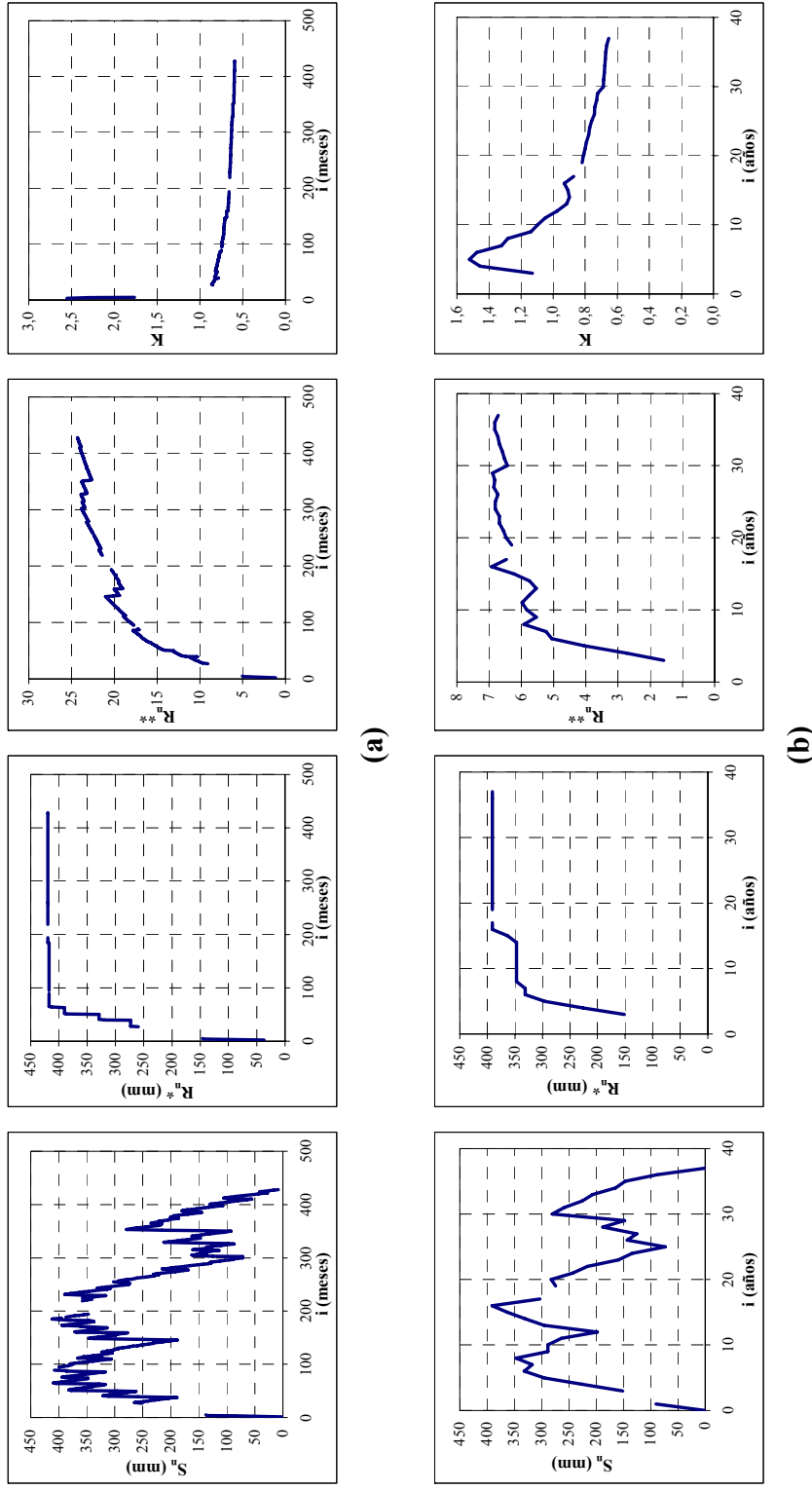


Figura 3.31: Parámetros estadísticos relacionados con el almacenamiento (Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ )) en la estación Ollague. (a) Serie mensual. (b) Serie anual.

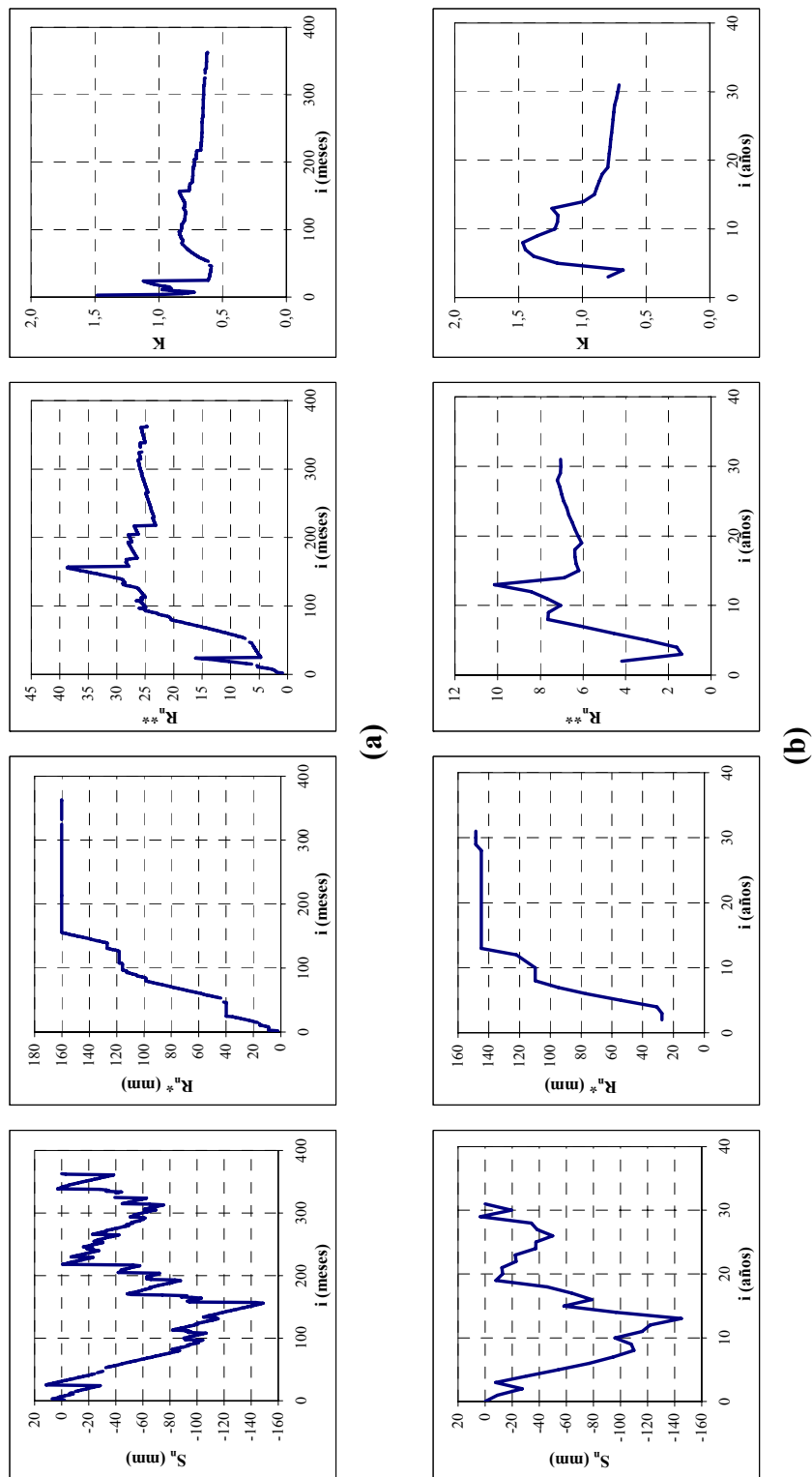


Figura 3.32: Parámetros estadísticos relacionados con el almacenamiento ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) en la estación San Pedro de Atacama. (a) Serie mensual. (b) Serie anual.

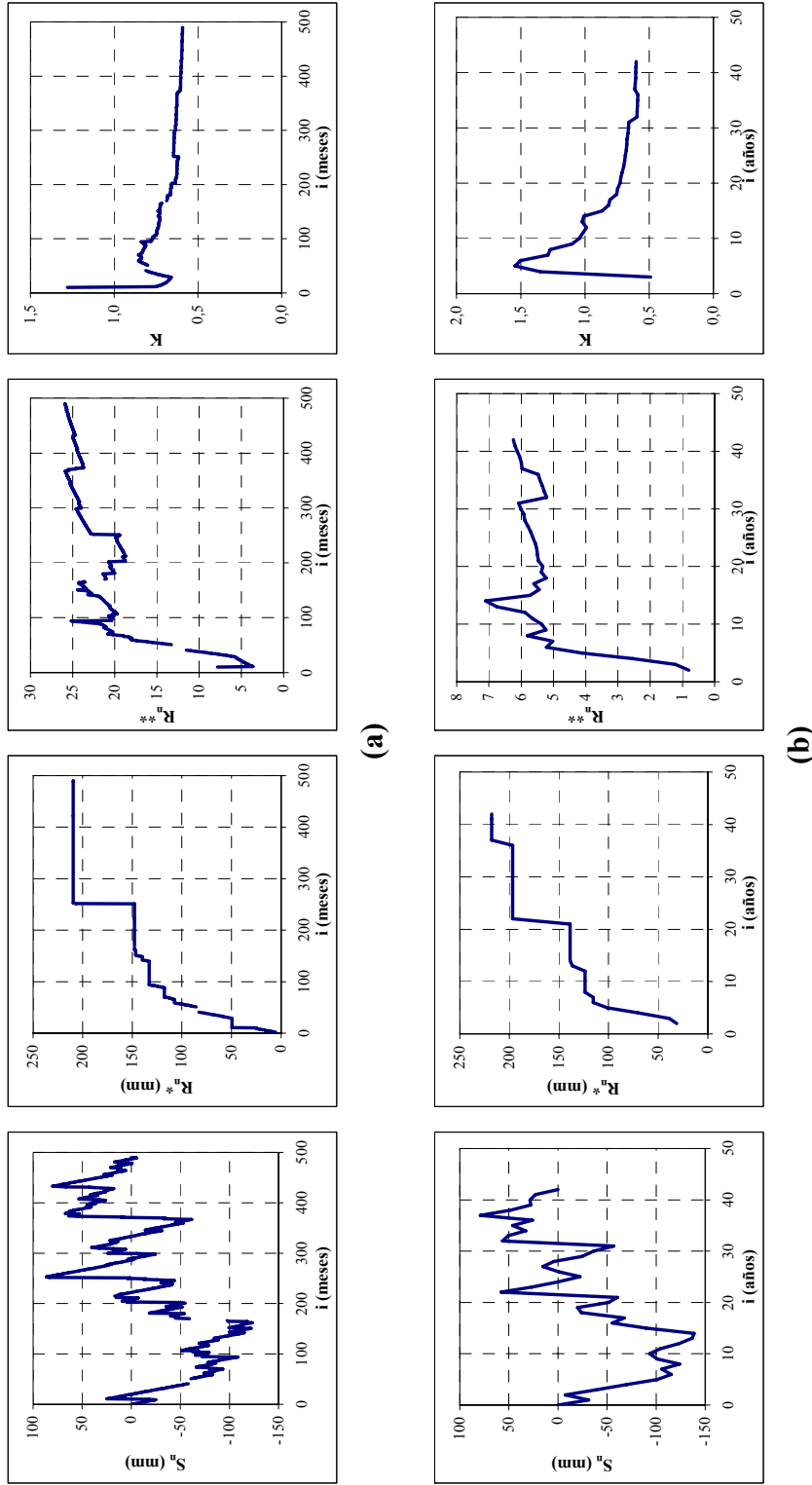


Figura 3.33: Parámetros estadísticos relacionados con el almacenamiento (Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ )) en la estación Pastos Grandes. (a) Serie mensual. (b) Serie anual.

Tabla 3.5: Valores de las propiedades de almacenamiento de las series de precipitaciones anuales y mensuales.

N°	Estación	Valores anuales						Valores mensuales					
		Años	Prom.	Desv.	Rn*	Rn**	K	Meses	Prom.	Desv.	Rn*	Rn**	K
		N	(mm)	(mm)	(mm)			n	(mm)	(mm)	(mm)		
1	Visviri*	40	294,3	141,6	1477,2	10,4	0,8	463	25,42	43,25	1589,6	36,9	0,7
2	Caquena*	38	398,5	169,3	905,1	5,3	0,6	435	34,81	59,60	1245,7	21,1	0,6
3	Chungara Reten*	46	306,3	130,9	1002,7	7,3	0,6	525	26,84	43,37	1008,4	23,6	0,6
4	Chungara Ajata*	46	349,9	142,4	1102,2	7,4	0,6	530	30,37	46,40	1011,4	22,1	0,6
5	Isla Blanca*	38	378,3	161,2	1730,0	10,7	0,8	444	32,38	51,50	1835,3	35,8	0,7
6	Cotacotani*	47	389,4	157,2	1412,6	9,0	0,7	550	33,28	52,03	1365,3	26,3	0,6
7	Parinacota Conaf DGA*	56	340,7	134,3	1177,5	8,4	0,6	634	30,09	48,15	1444,4	30,5	0,6
8	Chucuyo Reten*	46	349,8	127,5	798,5	5,9	0,6	539	29,86	50,65	971,9	19,4	0,5
9	Parinacota ex Endesa*	46	314,9	130,3	916,9	6,7	0,6	528	27,44	45,59	1174,3	26,2	0,6
10	Guallatire*	39	281,5	136,3	747,8	5,5	0,6	443	24,78	46,68	1250,1	27,2	0,6
11	Chilcaya*	35	318,9	148,3	1505,0	9,7	0,8	401	27,83	48,52	1528,2	32,2	0,6
12	Colchane (Tte. Isluga)*	31	129,0	77,6	389,8	4,9	0,6	355	11,27	25,30	496,4	20,1	0,6
13	Enquelca (ex Caraguano)*	31	112,2	59,1	360,5	5,9	0,6	356	9,77	21,10	409,7	19,9	0,6
14	Cancosa*	32	154,3	116,8	685,6	5,9	0,6	364	13,56	34,10	739,7	21,9	0,6
15	Huaytani*	26	133,3	119,9	721,6	6,0	0,7	292	11,87	28,00	758,8	27,3	0,7
16	Collacagua*	46	135,9	78,7	548,1	7,0	0,6	533	11,73	25,74	689,9	27,1	0,6
17	Ujina*	34	151,6	112,1	785,7	7,0	0,7	352	14,64	31,63	841,4	28,0	0,6
18	Collahuasi	36	138,2	64,7	520,5	8,0	0,7	417	11,93	24,41	680,1	28,1	0,6
19	Villa Industrial (Tacora)	37	335,0	179,7	1136,4	6,3	0,6	432	28,69	52,16	1181,6	22,7	0,6
20	Humapalca	36	297,6	158,4	1609,7	10,2	0,8	423	25,33	51,70	1945,4	37,7	0,7
21	Alcerreca	37	214,3	98,1	825,9	8,4	0,7	434	18,27	34,51	929,0	27,0	0,6
22	Pacollo	40	238,3	147,5	1015,6	6,9	0,6	457	20,86	44,13	1196,5	27,4	0,6
23	Putre	45	177,5	127,4	1182,4	9,3	0,7	507	15,76	36,22	1235,2	34,7	0,6
24	Putre (DCP)	40	153,9	91,1	733,6	8,1	0,7	455	13,53	28,57	973,7	34,5	0,6
25	Central Chapiquiña	45	149,6	111,3	1094,2	9,8	0,7	508	13,26	31,44	994,6	32,3	0,6
26	Belen	50	130,8	127,2	1470,3	11,6	0,7	556	11,76	31,79	1190,4	41,1	0,6
27	Tignamar	36	119,7	103,2	840,6	8,1	0,7	408	10,56	29,47	903,8	32,7	0,6
28	Arica Oficina	34	1,0	1,3	7,9	6,0	0,6	386	0,08	0,47	8,6	18,6	0,6

\* Estaciones fluviométricas dentro de las cuencas altiplánicas

Tabla 3.5: Valores de las propiedades de almacenamiento de las series de precipitaciones anuales y mensuales. (Continuación)

N°	Estación	Valores anuales					Valores mensuales						
		Años	Prom.	Desv.	Rn*	Rn**	K	Meses	Prom.	Desv.	Rn*	Rn**	K
		N	(mm)	(mm)	(mm)			n	(mm)	(mm)	(mm)		
29	Azapa	37	0,8	1,9	11,0	6,3	0,6	401	0,07	0,53	13,1	27,1	0,6
30	Aeródromo El Buitre	23	0,8	1,6	6,8	4,4	0,6	260	0,07	0,50	7,8	15,5	0,6
32	Codpa	47	13,0	13,6	137,3	10,1	0,7	531	1,15	4,36	127,9	29,9	0,6
34	Esquiña	33	39,1	36,2	219,2	6,1	0,6	382	3,38	10,47	252,0	24,1	0,6
35	Pumire	44	190,4	175,7	2747,9	15,6	0,9	495	16,93	42,83	2723,8	66,3	0,7
36	Camíña	36	27,6	42,9	190,3	4,5	0,5	358	2,78	11,04	202,7	20,2	0,6
37	Coposa*	25	90,0	72,5	486,3	6,6	0,7	271	8,30	19,26	501,1	27,0	0,7
38	Huara en Fuerte Baquedano	15	0,2	0,8	2,8	3,6	0,6	138	0,02	0,26	3,0	13,0	0,6
39	Pampa Lirima	29	115,1	58,3	280,9	4,6	0,6	329	10,14	21,85	301,2	14,2	0,5
40	Poroma	36	36,4	27,4	168,8	6,0	0,6	378	3,47	9,80	259,4	29,2	0,6
41	Lagunillas (Pampa Lirima)*	31	136,7	75,2	419,0	5,4	0,6	352	12,04	26,77	534,9	20,6	0,6
42	Mocha	19	18,3	16,7	88,8	5,3	0,7	204	1,70	5,43	91,2	17,8	0,6
43	Chuzmisa	19	132,4	159,6	880,7	5,5	0,8	203	12,39	43,50	1010,6	24,2	0,7
44	Parca	30	29,0	32,5	169,9	5,2	0,6	350	2,49	7,97	180,9	22,8	0,6
45	Cerro Colorado	15	17,3	13,4	55,6	4,2	0,7	170	1,52	5,18	61,8	11,9	0,6
46	Sagasca	20	0,6	1,3	8,9	7,3	0,8	205	0,06	0,35	9,0	28,5	0,7
47	Mamiña	22	28,5	25,2	148,8	5,9	0,7	254	2,47	7,59	174,1	23,1	0,6
48	Copaquire	27	84,5	129,6	873,2	7,0	0,7	304	7,51	27,06	919,4	36,6	0,7
49	Iquique	24	1,2	3,6	17,5	4,8	0,6	272	0,11	0,83	18,1	21,9	0,6
50	Guatacondo DGA	31	20,3	28,4	230,6	8,1	0,8	356	1,77	8,65	243,7	28,3	0,6
51	Ollague*	35	88,0	56,1	390,7	6,7	0,7	377	8,17	18,19	419,9	24,4	0,6
52	Cebollar *	32	55,2	37,6	224,4	6,0	0,6	371	4,76	11,65	229,1	19,9	0,6
53	Ascotan	34	71,9	47,2	277,2	5,9	0,6	387	6,32	15,09	318,8	21,3	0,6
54	Río Loa Antes Represa Lequena	29	73,0	67,2	405,5	6,0	0,7	339	6,24	19,11	435,2	22,9	0,6
55	Lequena	34	94,1	130,7	1174,4	9,0	0,8	404	7,92	28,56	1241,9	43,5	0,7
56	Quinchamale	32	20,8	18,2	93,9	5,1	0,6	349	1,91	5,31	94,3	19,0	0,6
57	San Pedro de Conchi	24	32,8	29,1	152,4	5,2	0,7	271	2,90	8,70	167,3	19,5	0,6
58	Parshall N° 2	39	28,3	24,7	154,5	6,2	0,6	452	2,44	7,75	163,6	21,3	0,6

\* Estaciones fluviométricas dentro de las cuencas altiplánicas

Tabla 3.5: Valores de las propiedades de almacenamiento de las series de precipitaciones anuales y mensuales. (Continuación)

N°	Estación	Valores anuales						Valores mensuales						
		Años	Prom.	Desv.	Rn*	Rn**	K	Meses	Prom.	Desv.	Rn*	Rn**	K	
		N	(mm)	(mm)	(mm)			n	(mm)	(mm)	(mm)			
59	Ojos San Pedro	38	65,9	48,3	422,8	8,7	0,7	423	5,92	15,64	461,8	30,6	0,6	
60	Inacaliri	39	124,2	91,0	615,7	6,8	0,6	459	10,55	27,54	669,4	24,3	0,6	
61	Silala	7	100,1	62,2	117,2	1,9	0,5	77	9,10	20,77	189,2	9,1	0,6	
62	Conchi Viejo	34	35,7	39,9	249,2	6,3	0,6	370	3,28	11,62	238,9	21,5	0,6	
63	Conchi Embalse	37	16,9	13,8	73,2	5,2	0,5	393	1,59	4,74	52,5	12,1	0,5	
64	Conchi Embalse	Muro	32	16,4	13,2	62,5	4,7	0,6	343	1,53	4,61	59,6	13,6	0,5
65	Chiu Chiu	34	5,4	5,8	34,8	6,1	0,6	387	0,48	1,79	38,6	21,8	0,6	
66	Río Salado en Sifon Ayquina	37	24,6	23,8	162,3	6,8	0,7	418	2,18	6,86	188,9	28,0	0,6	
67	Cupo	29	67,9	71,7	413,1	5,8	0,7	344	5,72	20,22	455,0	22,5	0,6	
68	Turi	36	47,2	40,3	220,7	5,5	0,6	415	4,10	12,84	284,3	22,4	0,6	
69	Linzor	34	168,7	106,6	614,0	5,8	0,6	402	14,27	35,24	736,5	20,9	0,6	
70	Toconce	36	94,1	71,9	488,4	6,8	0,7	422	8,03	25,14	535,0	21,3	0,6	
71	Ayquina	41	38,2	42,0	303,2	7,2	0,7	471	3,33	11,71	318,4	27,4	0,6	
72	Salado Embalse	37	81,4	81,5	575,0	7,1	0,7	432	6,97	22,42	665,1	29,7	0,6	
73	Caspana	37	83,6	82,8	648,2	7,8	0,7	437	7,08	22,99	737,0	32,1	0,6	
74	El Tatio	31	148,9	102,7	508,2	4,9	0,6	364	12,68	32,48	586,4	18,1	0,6	
75	Calama	40	3,9	4,3	28,5	6,7	0,6	455	0,34	1,48	30,8	22,0	0,6	
77	Quillagua	37	0,2	0,6	3,8	6,9	0,7	403	0,02	0,17	3,9	24,2	0,6	
78	Coya Sur	18	0,6	1,5	5,1	3,3	0,5	201	0,06	0,49	6,4	13,3	0,6	
79	Tocopilla	24	1,0	3,4	15,0	4,4	0,6	261	0,10	0,81	15,8	20,0	0,6	
80	Toconao Reten	33	28,7	26,3	208,8	7,9	0,7	382	2,48	8,61	216,0	25,3	0,6	
81	Toconao Experimental	32	32,8	31,5	235,3	7,5	0,7	380	2,76	10,37	254,6	24,5	0,6	
82	Camar	33	37,7	31,6	238,3	7,5	0,7	389	3,20	11,15	254,0	22,8	0,6	
83	Socaire	34	40,0	37,7	374,6	9,9	0,8	389	3,50	10,95	366,7	33,7	0,7	
84	Peine	33	20,3	19,4	126,5	6,5	0,7	387	1,73	6,28	140,3	22,5	0,6	
85	Talabre	29	63,4	50,6	323,0	6,4	0,7	340	5,41	16,50	372,2	22,6	0,6	
86	San Pedro de Atacama	31	23,0	21,1	148,5	7,1	0,7	350	2,04	6,60	160,4	24,7	0,6	
87	Rio Grande	36	77,1	61,2	453,8	7,4	0,7	423	6,56	18,90	466,9	24,7	0,6	

\* Estaciones fluviométricas dentro de las cuencas altiplánicas

Tabla 3.5: Valores de las propiedades de almacenamiento de las series de precipitaciones anuales y mensuales. (Continuación)

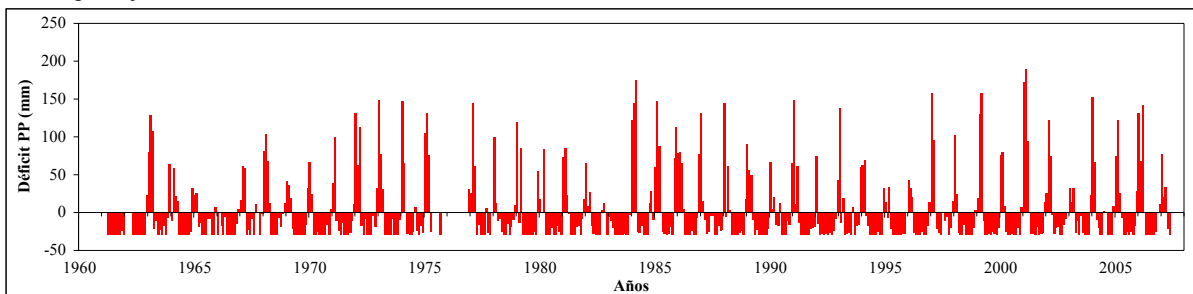
N°	Estación	Valores anuales					Valores mensuales						
		Años	Prom.	Desv.	Rn*	Rn**	K	Meses	Prom.	Desv.	Rn*	Rn**	K
		N	(mm)	(mm)	(mm)			n	(mm)	(mm)	(mm)		
88	Sierra Gorda	14	1,5	2,5	9,0	3,6	0,7	154	0,14	0,83	11,9	14,4	0,6
89	Baquedano	30	1,8	4,0	18,5	4,8	0,6	313	0,17	1,25	18,1	16,1	0,5
90	Antofagasta	30	3,5	6,4	38,3	5,9	0,7	354	0,30	1,65	41,5	25,1	0,6
91	Aguas Verdes	21	5,8	10,5	44,0	4,2	0,6	229	0,53	3,46	51,6	15,2	0,6
92	Tal Tal	27	10,0	16,4	78,2	5,3	0,6	303	0,89	4,58	83,8	21,7	0,6
93	Las Vegas	30	43,4	83,0	495,8	6,4	0,6	337	3,86	22,34	508,9	25,6	0,6
94	Caldera	30	18,8	28,8	139,9	4,9	0,6	351	1,61	7,61	145,7	19,2	0,6
95	Jorquera en la Guardia	41	44,1	43,7	431,0	9,9	0,8	477	3,79	11,41	426,9	37,8	0,7
96	Iglesia Colorada	42	45,5	52,0	473,1	9,1	0,7	473	4,04	13,13	441,8	34,2	0,6
97	Manflas	42	43,4	47,2	370,1	7,8	0,7	481	3,79	12,69	355,1	28,2	0,6
98	Lautaro Embalse	42	33,5	44,8	404,2	9,0	0,7	487	2,89	11,04	401,0	36,5	0,7
99	Los Loros	40	33,2	47,1	349,4	7,5	0,7	444	2,99	12,07	321,9	27,6	0,6
100	Elibor Campamento	37	25,1	38,9	226,1	5,8	0,6	433	2,14	9,75	233,1	24,0	0,6
101	Pastos Grandes	42	31,2	34,9	218,0	6,2	0,6	476	2,76	8,19	209,5	25,9	0,6
102	Copiapo	37	17,6	28,4	181,0	6,4	0,6	437	1,49	7,12	190,8	26,8	0,6
103	El Totoral	30	30,9	43,6	187,3	4,3	0,5	353	2,62	10,90	198,6	18,2	0,6
104	Canto de Agua	37	29,3	41,4	243,3	5,9	0,6	433	2,51	10,84	251,9	23,4	0,6

\* Estaciones fluviométricas dentro de las cuencas altiplánicas

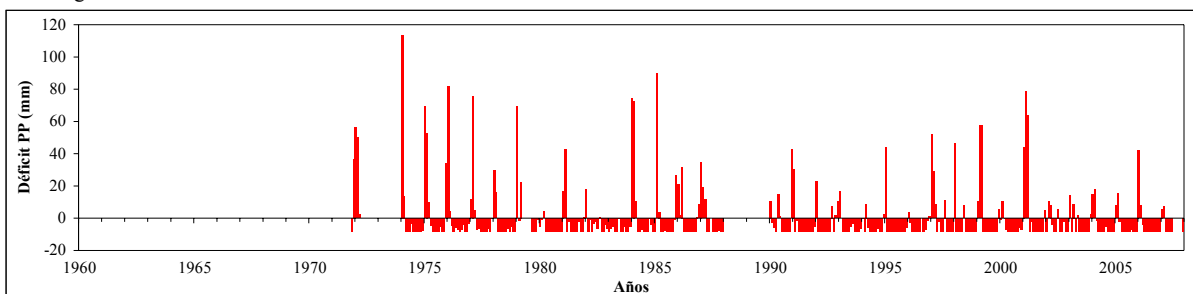
En la Figura 3.34 y Figura 3.35 se presentan 4 series de déficit de precipitación respecto a la media a nivel mensual y anual respectivamente. La Tabla 3.6, Figura 3.36 y Figura 3.37 presentan la duración ( $L^*$ ) y magnitud ( $M^*$ ) máximas de las sequías presentes en las series anuales y mensuales de precipitación en las estaciones de la DGA seleccionadas. Se observa que a nivel mensual la duración máxima de las sequías varía entre 10 meses (Parinacota ex Endesa) y 150 meses (Azapa) con magnitudes máximas que se encuentran entre 1,6 mm (Quillagua) y 533,4 mm (Chucuyo Retén). A nivel anual la duración máxima de las sequías varía entre 3 años (Chungara Reten, Enquelca (ex Caraguano), Putre (DCP), Pampa Lirima, Silala, Conchi Muro Embalse y Sierra Gorda)) y 12 años (Lequena) con magnitudes máximas entre 1,4 mm (Quillagua) y 1158,4 mm (Humapalca).



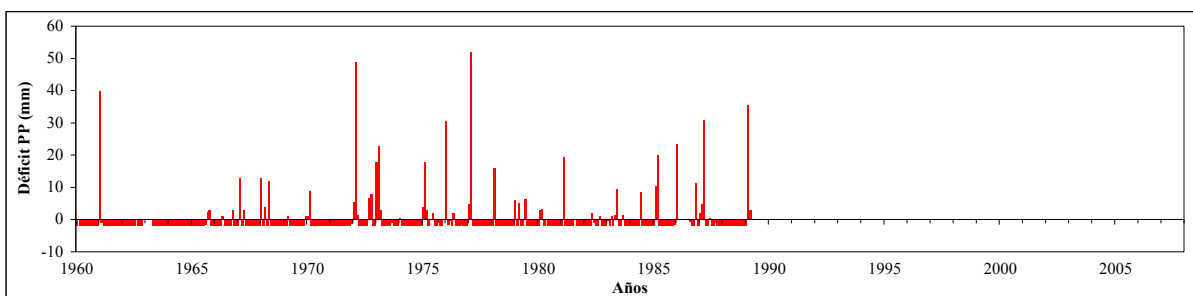
4. Chungara Ajata



51. Ollague



86. San Pedro de Atacama



101. Pastos Grandes

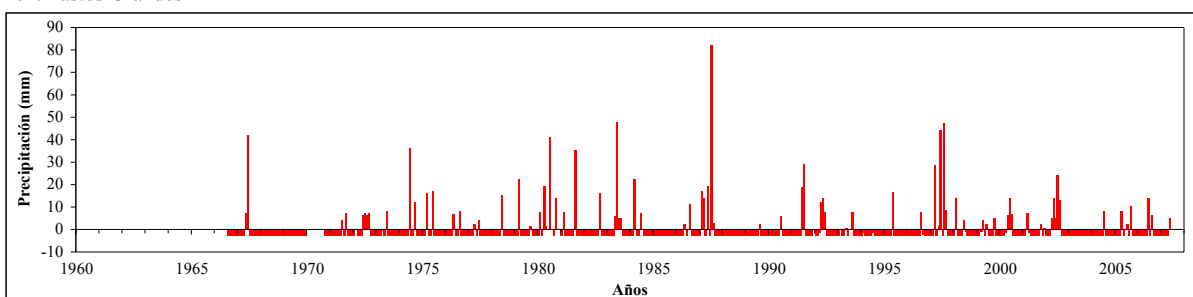
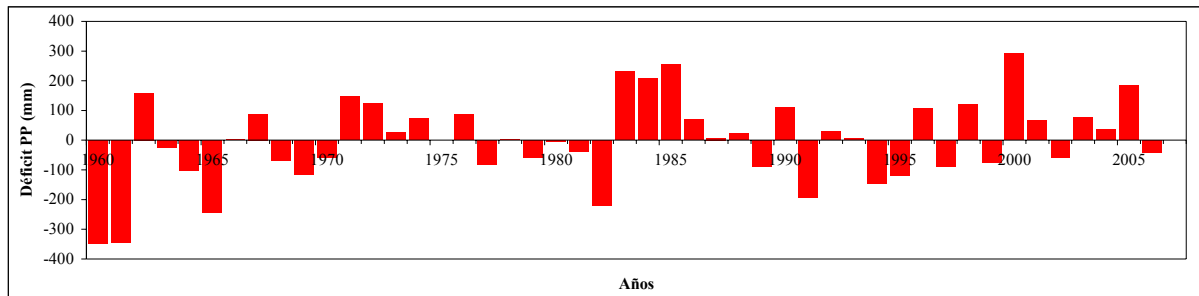
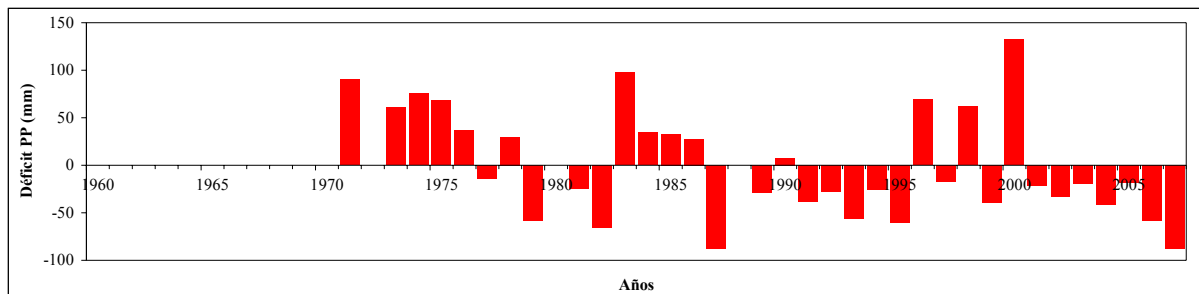


Figura 3.34: Series de déficit de precipitación mensual.

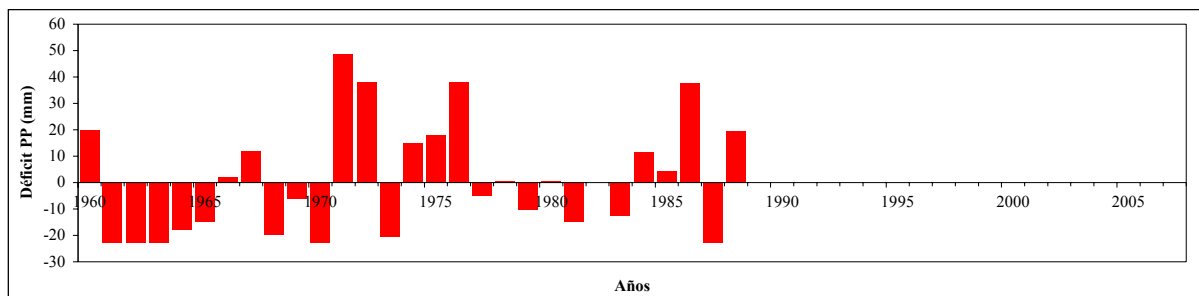
4. Chungara Ajata



51. Ollague



86. San Pedro de Atacama



101. Pastos Grandes

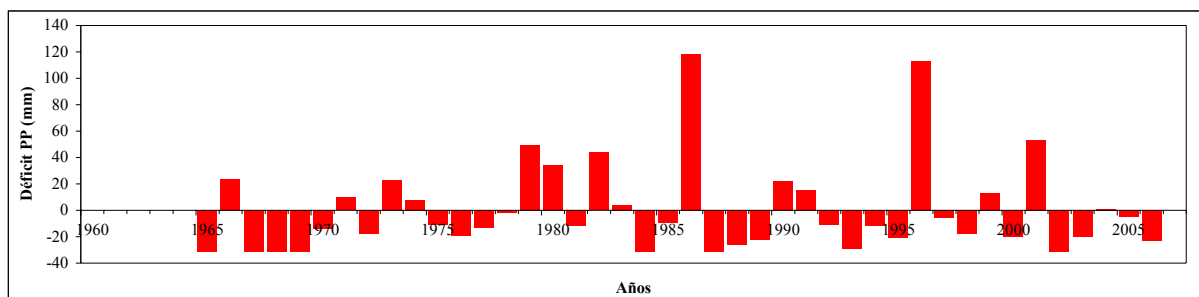


Figura 3.35: Series de déficit de precipitación anual.

Tabla 3.6: Duración (L\*) y magnitud (M\*) de las sequías de las series mensuales y anuales de precipitación en las estaciones seleccionadas.

N°	Estación	Valores anuales		Valores mensuales	
		L* (años)	M* (mm)	L* (meses)	M* (mm)
1 *	Visviri	4	647,4	19	455,0
2 *	Caquena	4	587,1	13	376,5
3 *	Chungara Reten	3	586,1	11	236,9
4 *	Chungara Ajata	4	693,8	14	310,5
5 *	Isla Blanca	6	1052,9	14	366,9
6 *	Cotacotani	4	775,8	13	343,5
7 *	Parinacota Conaf DGA	7	892,3	11	279,5
8 *	Chucuyo Reten	4	384,2	20	533,4
9 *	Parinacota ex Endesa	5	629,8	10	273,0
10 *	Guallatire	7	503,8	21	442,4
11 *	Chilcaya	6	626,2	22	511,8
12 *	Colchane (Tte. Isluga)	5	276,3	21	229,6
13 *	Enquelca (ex Caraguano)	3	128,2	20	172,5
14 *	Cancosa	7	423,0	20	249,6
15 *	Huaytani	5	389,0	21	234,3
16 *	Collacagua	5	338,8	11	120,1
17 *	Ujina	5	371,6	23	261,3
18	Collahuasi	4	238,4	12	116,3
19	Villa Industrial (Tacora)	6	898,2	21	523,3
20	Humapalca	11	1158,4	12	283,7
21	Alcerreca	7	535,2	12	184,3
22	Pacollo	6	793,3	12	219,4
23	Putre	5	887,6	21	287,0
24	Putre (DCP)	3	259,6	16	189,9
25	Central Chapiquiña	6	857,1	20	254,6
26	Belen	6	784,8	20	225,2
27	Tignamar	5	287,8	22	221,8
28	Arica Oficina	5	4,4	53	4,5
29	Azapa	11	8,4	150	10,5
30	Aeródromo El Buitre	6	4,7	89	6,2
32	Codpa	11	121,3	33	34,4
34	Esquiña	6	175,1	28	90,9
35	Pumire	9	1132,3	28	459,0

\* Estaciones pluviométricas dentro de las cuencas altiplánicas

Tabla 3.6: Duración (L\*) y magnitud (M\*) de las sequías de las series mensuales y anuales de precipitación en las estaciones seleccionadas. (Continuación)

N°	Estación	Valores anuales		Valores mensuales	
		L* (años)	M* (mm)	L* (meses)	M* (mm)
36	Camiña	7	170,2	23	59,8
37 *	Coposa	4	164,8	21	159,2
38	Huara en Fuerte Baquedano	11	2,2	77	1,7
39	Pampa Lirima	3	129,0	12	107,5
40	Poroma	7	166,2	36	124,8
41 *	Lagunillas (Pampa Lirima)	4	226,6	11	130,4
42	Mocha	4	40,5	23	36,0
43	Chuzmisa	8	685,4	22	232,7
44	Parca	6	106,6	24	59,7
45	Cerro Colorado	5	40,9	23	35,0
46	Sagasca	10	6,4	101	6,4
47	Mamiña	5	94,0	22	52,8
48	Copaquire	7	378,3	14	93,6
49	Iquique	8	9,0	48	4,8
50	Guatacondo DGA	7	110,3	27	46,7
51 *	Ollague	7	280,2	16	105,8
52 *	Cebollar	4	120,8	23	95,5
53	Ascotan	5	203,5	20	109,9
54	Río Loa Antes Represa Lequena	9	329,4	21	121,5
55	Lequena	12	696,3	22	164,0
56	Quinchamale	6	38,3	16	30,5
57	San Pedro de Conchi	6	103,7	14	40,6
58	Parshall N° 2	6	76,8	24	58,5
59	Ojos San Pedro	5	192,1	23	130,6
60	Inacaliri	5	335,2	21	191,7
61	Silala	3	95,0	21	164,3
62	Conchi Viejo	5	88,3	18	54,6
63	Conchi Embalse	5	39,6	22	35,1
64	Conchi Muro Embalse	3	29,6	22	32,6
65	Chiu Chiu	5	23,7	28	13,4
66	Río Salado en Sifon Ayquina	6	73,2	23	46,6
67	Cupo	5	227,9	34	180,6
68	Turi	6	165,0	30	107,0
69	Linzor	5	426,0	22	292,6
70	Toconce	5	270,9	18	127,5

\* Estaciones fluviométricas dentro de las cuencas altiplánicas

Tabla 3.6: Duración (L\*) y magnitud (M\*) de las sequías de las series mensuales y anuales de precipitación en las estaciones seleccionadas. (Continuación)

N°	Estación	Valores anuales		Valores mensuales	
		L* (años)	M* (mm)	L* (meses)	M* (mm)
71	Ayquina	6	144,6	26	73,0
72	Salado Embalse	6	326,9	30	172,9
73	Caspana	7	361,4	26	163,9
74	El Tatio	4	268,8	21	237,8
75	Calama	5	13,5	44	15,2
77	Quillagua	8	1,4	103	1,6
78	Coya Sur	8	5,1	112	6,4
79	Tocopilla	8	8,4	106	10,2
80	Toconao Reten	5	105,7	23	53,1
81	Toconao Experimental	5	122,0	37	97,7
82	Camar	7	151,4	25	68,4
83	Socaire	9	219,5	16	56,0
84	Peine	9	104,7	22	37,1
85	Talabre	7	198,8	16	79,5
86	San Pedro de Atacama	5	102,1	28	56,6
87	Rio Grande	5	238,6	26	153,0
88	Sierra Gorda	3	4,5	53	7,2
89	Baquedano	9	12,5	50	8,5
90	Antofagasta	9	25,9	44	13,0
91	Aguas Verdes	5	26,8	41	21,7
92	Tal Tal	6	45,3	34	27,3
93	Las Vegas	5	143,7	22	84,9
94	Caldera	4	75,2	59	93,4
95	Jorquera en la Guardia	5	208,5	25	94,8
96	Iglesia Colorada	5	156,6	27	101,4
97	Manflas	4	139,7	32	115,4
98	Lautaro Embalse	5	143,0	39	109,8
99	Los Loros	5	127,9	45	133,2
100	Elibor Campamento	9	134,8	59	124,4
101	Pastos Grandes	4	107,9	30	82,7
102	Copiapo	9	102,0	34	50,2
103	El Totoral	4	116,1	46	120,7
104	Canto de Agua	9	146,3	57	142,9

\* Estaciones fluviométricas dentro de las cuencas altiplánicas

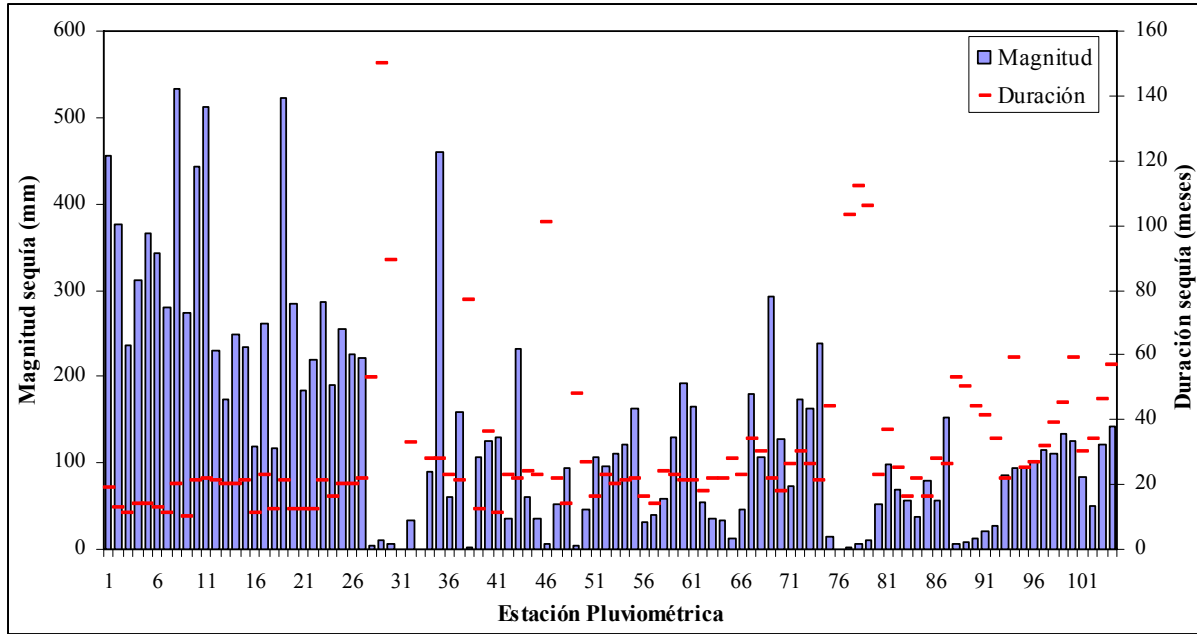


Figura 3.36: Magnitud y duración de las sequías de las series mensuales de precipitación en las estaciones seleccionadas.

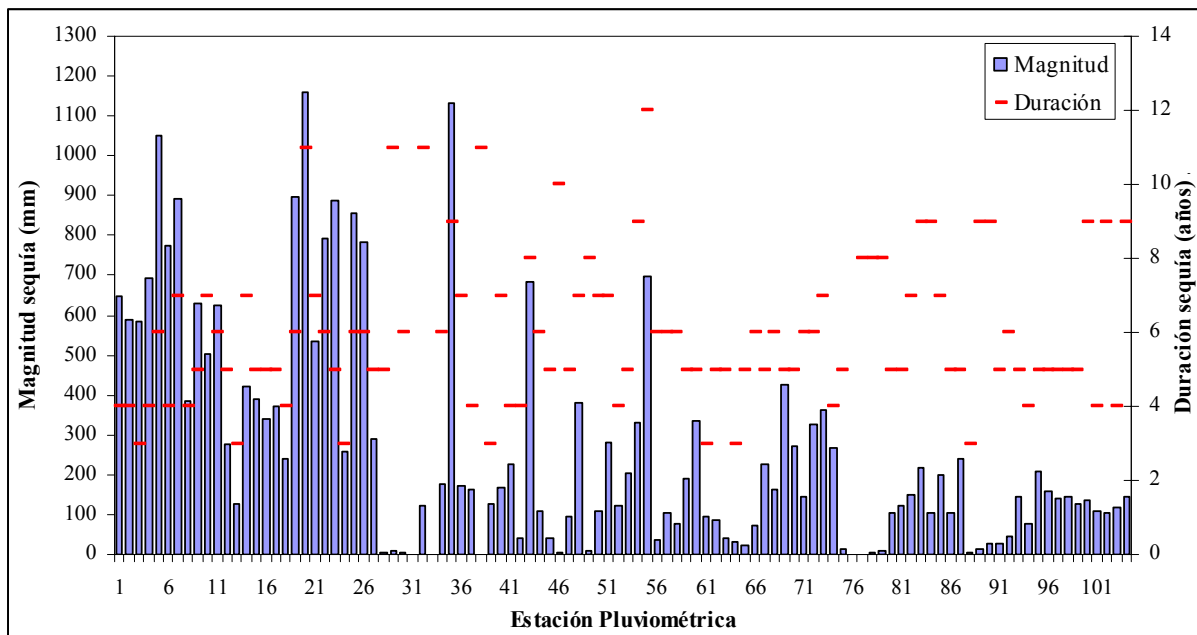


Figura 3.37: Magnitud y duración de las sequías de las series anuales de precipitación en las estaciones seleccionadas.

### 3.2 Esgurrimientos

Para alcanzar una adecuada descripción de los escurrimientos en las cuencas altiplánicas chilenas en estudio es necesario contar con un suficiente número de series de caudales a nivel mensual y anual. Sin embargo en algunas cuencas altiplánicas no se cuentan con estaciones fluviométricas provocando que la información disponible en la zona sea escasa.

#### 3.2.1 Fuentes de Información para Esgurrimientos

La recolección de los datos de escurrimientos se realizó a través de la Dirección General de Aguas (DGA). Por medio del Departamento de Hidrología de la DGA se recopiló toda la información histórica a nivel mensual existente en el Banco Nacional de Aguas (BNA) para las regiones XV, I, II y III del territorio nacional.

La ubicación de las estaciones fluviométricas sin considerar la calidad de los datos se presenta en la Figura 3.38. Se muestra además la vigencia de las estaciones y el área general de estudio. Las coordenadas de ubicación, altura sobre el nivel del mar y vigencia de las estaciones fluviométricas se presentan en el Anexo II (A II.1).

El número de estaciones fluviométricas disponibles por región se presenta en la Tabla 3.7. Se observa que en general la información de escurrimientos dentro de las cuencas altiplánicas es escasa. En la II Región no existe ninguna estación localizada dentro de estas cuencas, mientras que en las Regiones XV, I y III el número de estaciones localizadas dentro de las cuencas altiplánicas es 8, 6 y 7, respectivamente.

Tabla 3.7: Número de estaciones fluviométricas disponibles en la zona en estudio.

Región	Ubicación Respecto Cuencas Altiplánicas		Total
	Interior	Exterior	
XV	8	20	28
I	6	15	21
II	0	31	31
III	7	14	21
Total	21	80	101



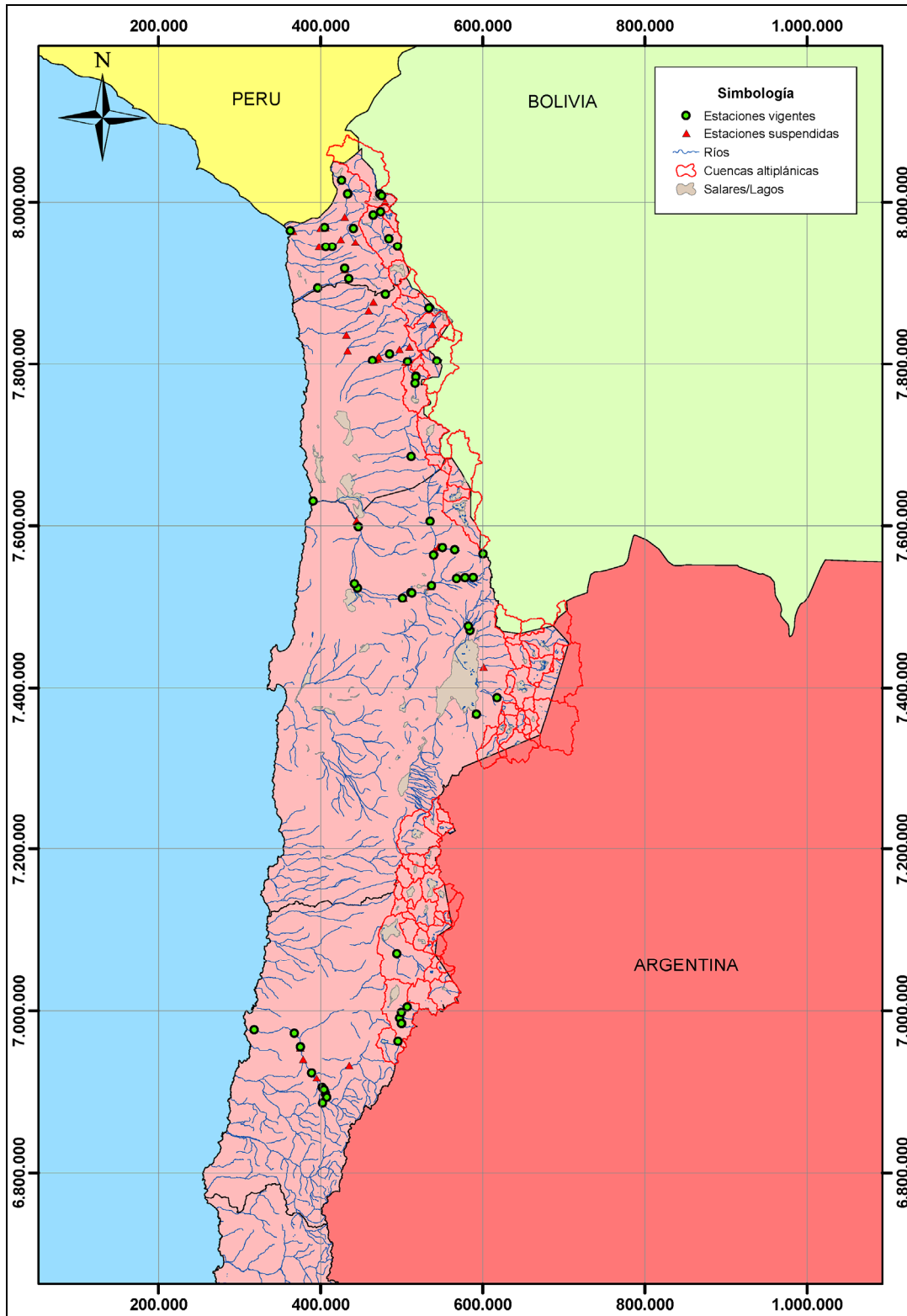


Figura 3.38: Ubicación de las estaciones fluviométricas disponibles en la zona de estudio.

### **3.2.2 Determinación de la Información a Utilizar**

Las series de tiempo de precipitación mensual disponible fueron analizadas con la finalidad de seleccionar las estaciones fluviométricas que serán consideradas en este estudio. El criterio de selección consiste en utilizar las estaciones vigentes que se ubican dentro de las cuencas altiplánicas y las cercanas a la zona de estudio, y las suspendidas cuyo registro tenga al menos 5 años con 7 a 12 meses de datos o cuya ubicación sea preferencial respecto a las cuencas en estudio.

En la Tabla 3.8 se presenta la lista de estaciones seleccionadas para este estudio, con el nombre, ubicación (coordenadas UTM, Datum Provisional Sudamericano 1956, Zona 19 Sur), altitud, código y numeración correlativa. Las estaciones que se localizan dentro de las cuencas altiplánicas se identifican con un asterisco (\*).

La Figura 3.39 presenta la ubicación de las estaciones seleccionadas para el estudio. En la Figura 3.40, Figura 3.41 y Figura 3.42 se presenta con mayor detalle la ubicación de estas estaciones junto con la numeración correlativa para su correcta identificación.

Tabla 3.8: Estaciones fluviométricas seleccionadas para el estudio.

	N°	Cód. BNA	Estación Fluviométrica	UTM (PSAD 1956)		Altitud [msnm]	Estado **	Años de Registro
				Este	Norte			
Región XV	1	01001001-2	* Río Caquena en Nacimiento	479.247	8.001.266	4.440	S	25
	2	01001002-0	* Río Caquena en Vertedero	472.995	8.010.402	4.250	V	36
	3	01001003-9	* Río Colpacagua en Desembocadura	475.566	8.008.063	4.300	V	18
	4	01020002-4	* Río Desaguadero Cotacotani	474.014	7.988.344	4.500	V	43
	5	01020003-2	* Río Lauca en Estancia El Lago	464.910	7.984.041	4.370	V	36
	6	01020004-0	* Canal Lauca en Sifon N° 1 (Km. 3.3)	465.005	7.984.378	4.384	V	23
	7	01021001-1	* Río Lauca en Japu (o en el Limite)	495.068	7.945.254	3.907	V	40
	8	01021002-K	* Río Guallatire en Guallatire	484.220	7.955.224	4.220	V	36
	9	01201001-K	Río Colpitas en Alcerreca	433.779	8.010.578	3.630	V	40
	10	01201002-8	Río Caracarani en Alcerreca	433.466	8.011.520	3.630	S	20
	11	01201003-6	Río Lluta en Alcerreca	433.347	8.010.167	3.585	V	44
	12	01201005-2	Río Caracarani en Humapalca	425.881	8.027.043	3.950	V	34
	13	01202001-5	Río Lluta en Jamiraya	429.520	7.982.001	2.350	S	8
	14	01300001-8	Río Ticnamar en Ticnamar	442.653	7.950.787	3.050	S	12
	15	01300002-6	Río Laco en Cosapilla	440.421	7.967.639	3.160	V	12
Región I	16	01041001-0	* Río Cariquima en Cariquima	537.642	7.849.344	3.800	S	6
	17	01041002-9	* Río Isluga en Bocatoma	533.654	7.869.106	3.680	V	12
	18	01044001-7	* Río Cancosa en El Tambo	543.356	7.804.082	3.900	V	13
	19	01050002-8	* Río Piga en Collacagua	517.668	7.784.666	3.970	V	43
	20	01050003-6	* Río Batea en Confluencia	517.545	7.783.696	3.970	V	27
	21	01050004-4	* Río Collacagua en Peñablanca	516.629	7.776.086	3.900	V	26
	22	01610002-1	Quebrada Camiga en Altusa	459.169	7.866.366	2.560	S	21
	23	01730001-6	Río Coscaya en Pampa Lirima	504.272	7.802.184	3.940	S	13
	24	01730003-2	Río Coscaya en Saitoco	507.363	7.803.509	3.960	V	22
	25	01730004-0	Quebrada Tarapaca en Mulli-Mulli	497.351	7.818.860	3.900	S	13
	26	01730007-5	Quebrada Tarapaca en Sibaya	485.195	7.812.865	2.850	V	17
	27	02113001-K	Río Huatacondo en Copaquire	511.807	7.686.100	3.500	V	30
Región II	28	02101001-4	Río Loa Antes Represa Lequena	535.169	7.605.577	3.300	V	40
	29	02103001-5	Río San Pedro en Parshall N°1	565.454	7.570.735	3.800	V	34
	30	02103002-3	Río San Pedro en Parshall N°2 (Bt. Chilex)	550.384	7.573.438	3.318	V	40
	31	02103003-1	Río San Pedro en Camino Internacional	548.215	7.574.043	3.250	S	11
	32	02103004-K	Río San Pedro en San Pedro	545.407	7.574.680	3.150	S	16
	33	02103014-7	Río Silala Antes B.T. Fcab	600.440	7.565.692	4.300	V	6
	34	02104001-0	Río Loa en Conchi	540.612	7.568.427	2.090	S	29

\* Estaciones fluviométricas dentro de las cuencas altiplánicas

\*\* V: Vigente; S: Suspendida

Tabla 3.8: Estaciones fluviométricas seleccionadas para el estudio. (Continuación)

	N°	Cód. BNA	Estación Fluviométrica	UTM (PSAD 1956)		Altitud [msnm]	Estado **	Años de Registro
				Este	Norte			
Región II	35	02104002-9	Río Loa en Salida Embalse Conchi	539.309	7.564.329	2.932	V	31
	36	02104003-7	Río Loa en Alcantarilla Conchi N°2	540.523	7.569.795	3.000	S	28
	37	02105001-6	Río Salado Antes Junta Río Curti	578.206	7.536.439	3.100	V	32
	38	02105002-4	Río Salado en Sifon Ayquina	567.699	7.535.357	3.031	V	30
	39	02105007-5	Río Toconce Antes Represa Sendos	588.216	7.536.667	3.400	V	25
	40	02500002-1	Canal Aguas Blancas	600.917	7.425.944	2.415	S	16
	41	02500003-K	Canal Tulan en Tilomonte	590.878	7.368.740	2.380	S	14
	42	02500004-8	Canal Vilama en Vilama	584.206	7.470.650	2.550	V	31
	43	02500005-6	Canal Cuno en Socaire	617.632	7.388.216	3.600	V	18
	44	02500006-4	Canal Tilomonte Antes Represa	592.165	7.367.965	2.440	V	10
45	02510001-8	Río San Pedro en Cuchabrachi	582.262	7.475.884	2.585	V	57	
Región III	46	03022001-3 *	Río La Ola en Vertedero	494.032	7.071.037	3.600	V	21
	47	03041001-7 *	Río Barros Negros Antes Junta Valle Ancho	500.250	6.984.266	4.060	V	28
	48	03041002-5 *	Río Villalobos en Vertedero	497.531	6.991.088	4.060	V	28
	49	03041003-3 *	Río Valle Ancho Antes Junta Barros Negros	499.721	6.984.469	4.055	V	28
	50	03041004-1 *	Río Valle Ancho en La Barrera	499.718	6.998.125	3.980	V	24
	51	03041005-K *	Río Lamas en El Salto	506.878	7.004.651	4.230	V	27
	52	03050001-6 *	Río Astaburuaga en Cono	495.535	6.962.595	4.280	V	28

\* Estaciones fluviométricas dentro de las cuencas altiplánicas

\*\* V: Vigente; S: Suspendida

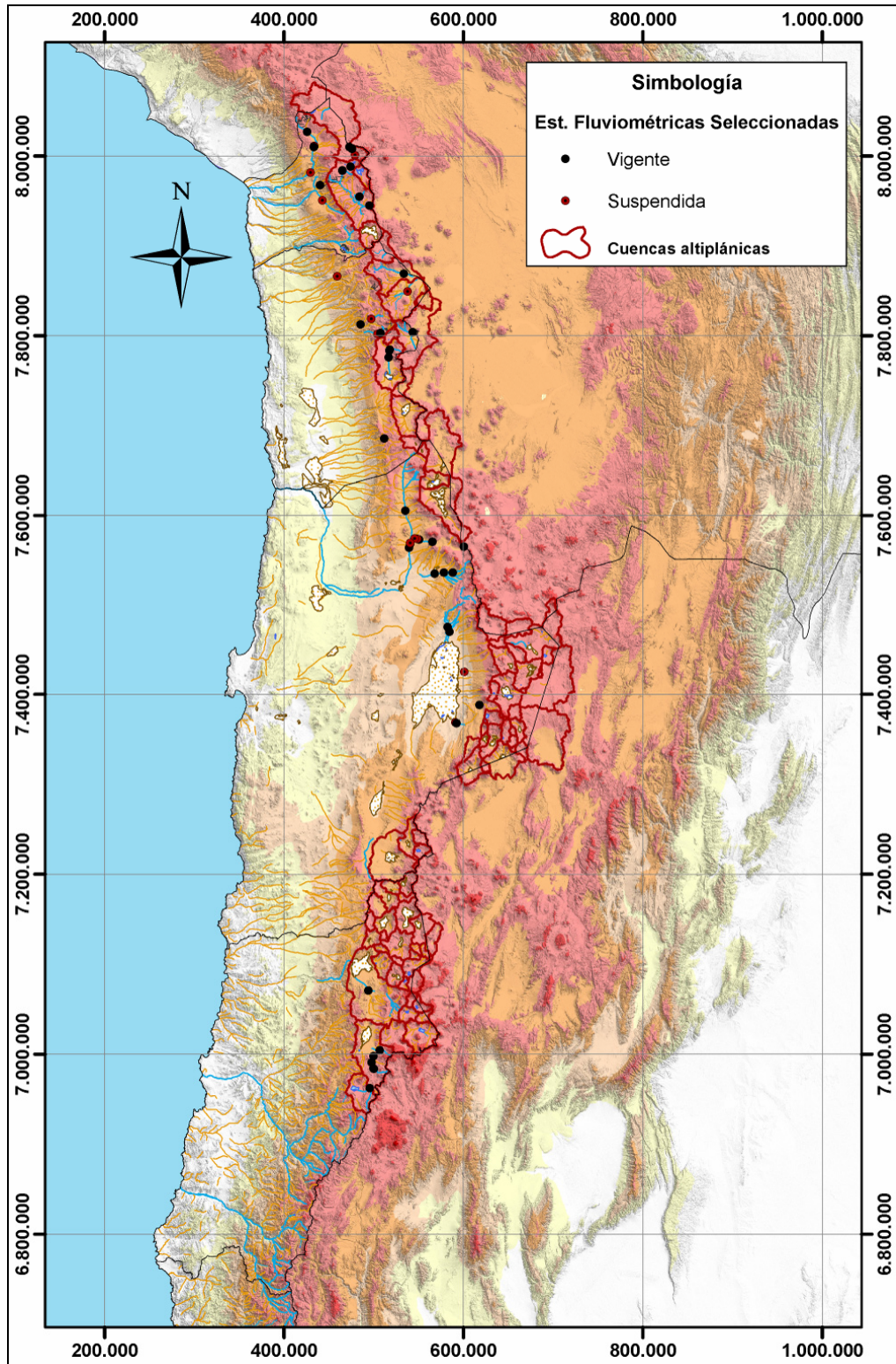


Figura 3.39: Ubicación de las estaciones fluviométricas seleccionadas para el estudio.















El número de estaciones fluviométricas seleccionadas por región se presenta en la Tabla 3.9. Se observa que en la II Región no existen estaciones localizadas al interior de las cuencas altiplánicas. En cambio, en la III Región todas las estaciones seleccionadas están localizadas dentro de las cuencas en estudio.

Tabla 3.9: Número de estaciones fluviométricas seleccionadas.

Región	Ubicación Respecto Cuencas Altiplánicas		Total
	Interior	Exterior	
XV	8	7	15
I	6	6	12
II	0	18	18
III	7	0	7
Total	21	31	52

En la Figura 3.43 se presenta un gráfico de barras con la disponibilidad temporal de la información de escurrimientos. No se extendieron ni rellenaron las series de caudales medios mensuales debido a la escasez de estaciones fluviométricas dentro de las cuencas altiplánicas y a que en general cada una de los ríos o quebradas controlados cuenta con sólo una o pocas estaciones, lo que no permite disponer de información para realizar las correlaciones apropiadas. Se observa que la mayor parte de la información fue registrada a partir de la década de 1970. De las 52 estaciones seleccionadas 38 se encuentran vigentes y 14 fueron suspendidas.

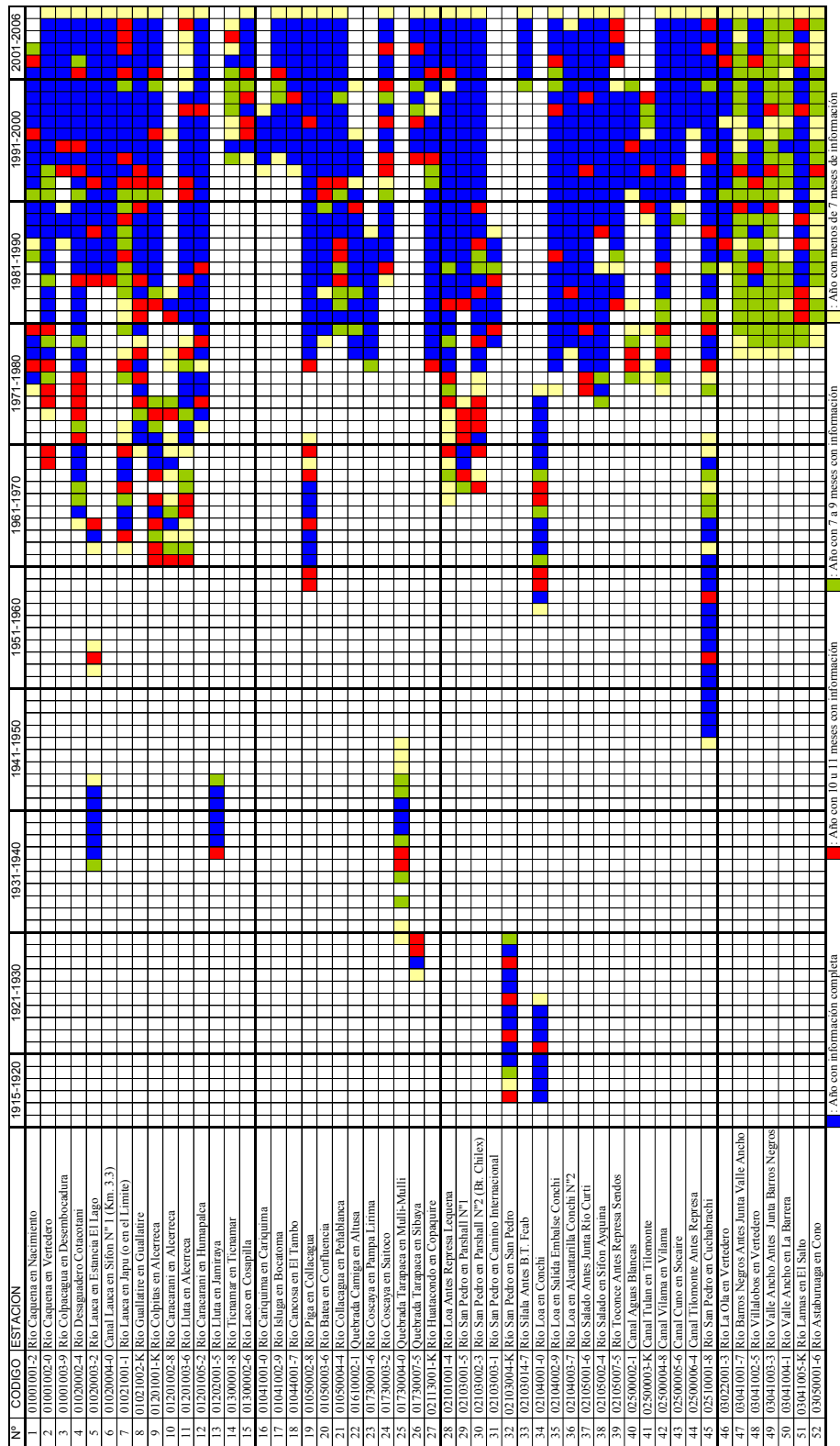


Figura 3.43: Disponibilidad de información histórica de caudales medios anuales para el año hidrológico (Oct-Sep) en las estaciones seleccionadas.

### 3.2.3 Variación Temporal de los Escurrimientos

El análisis temporal de las series de escurrimientos permite establecer la estacionalidad del gasto en las estaciones seleccionadas. En esta sección se presenta este análisis a nivel anual y mensual. Se presenta además un análisis espacio-temporal del gasto medio anual.

#### 3.2.3.1 *Análisis del Gasto Medio Anual*

En la Figura 3.44 y Figura 3.45 se presentan las series de caudales medios anuales (año hidrológico, Oct-Sep) en 4 de las 52 estaciones seleccionadas. En el Anexo II (A II.2) se presentan estas series para las 52 estaciones seleccionadas. La Tabla 3.10 presenta los principales estadígrafos de las series anuales de escurrimientos. Se observa que el caudal promedio en las estaciones ubicadas dentro de las cuencas altiplánicas varía entre 0,02 y 2,71 m<sup>3</sup>/s. En general, los registros muestran una gran estabilidad interanual con valores muy parecidos todos los años. Sin embargo, algunas series muestran la presencia de crecidas puntuales. El coeficiente de variación, desviación típica sobre el promedio, varía entre 0,12 y 1,27 al interior de las cuencas altiplánicas.

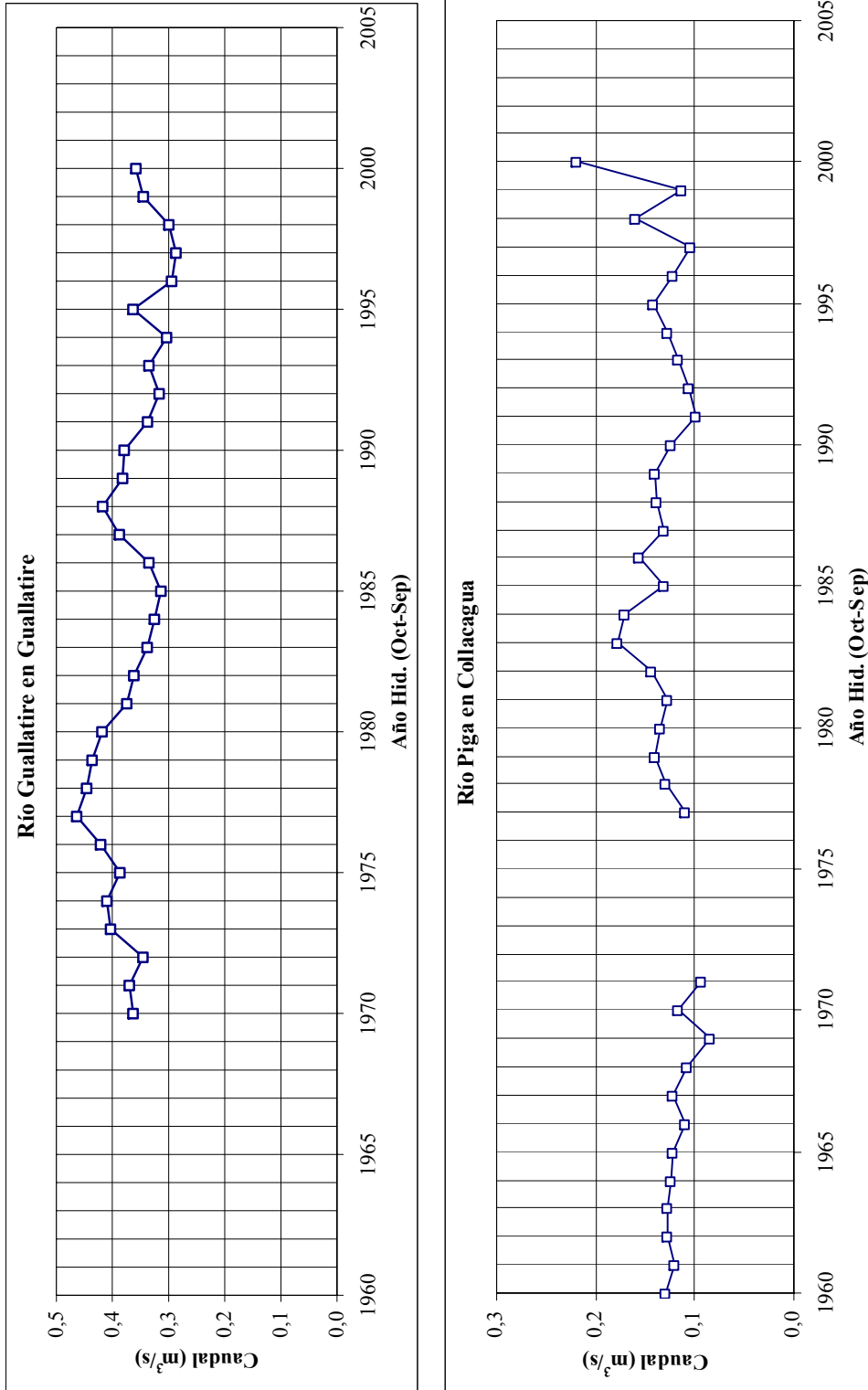


Figura 3.44: Series temporales de gastos medios anuales para el año hidrológico en las estaciones. Río Guallatire en Guallatire y Río Piga en Collacagua.

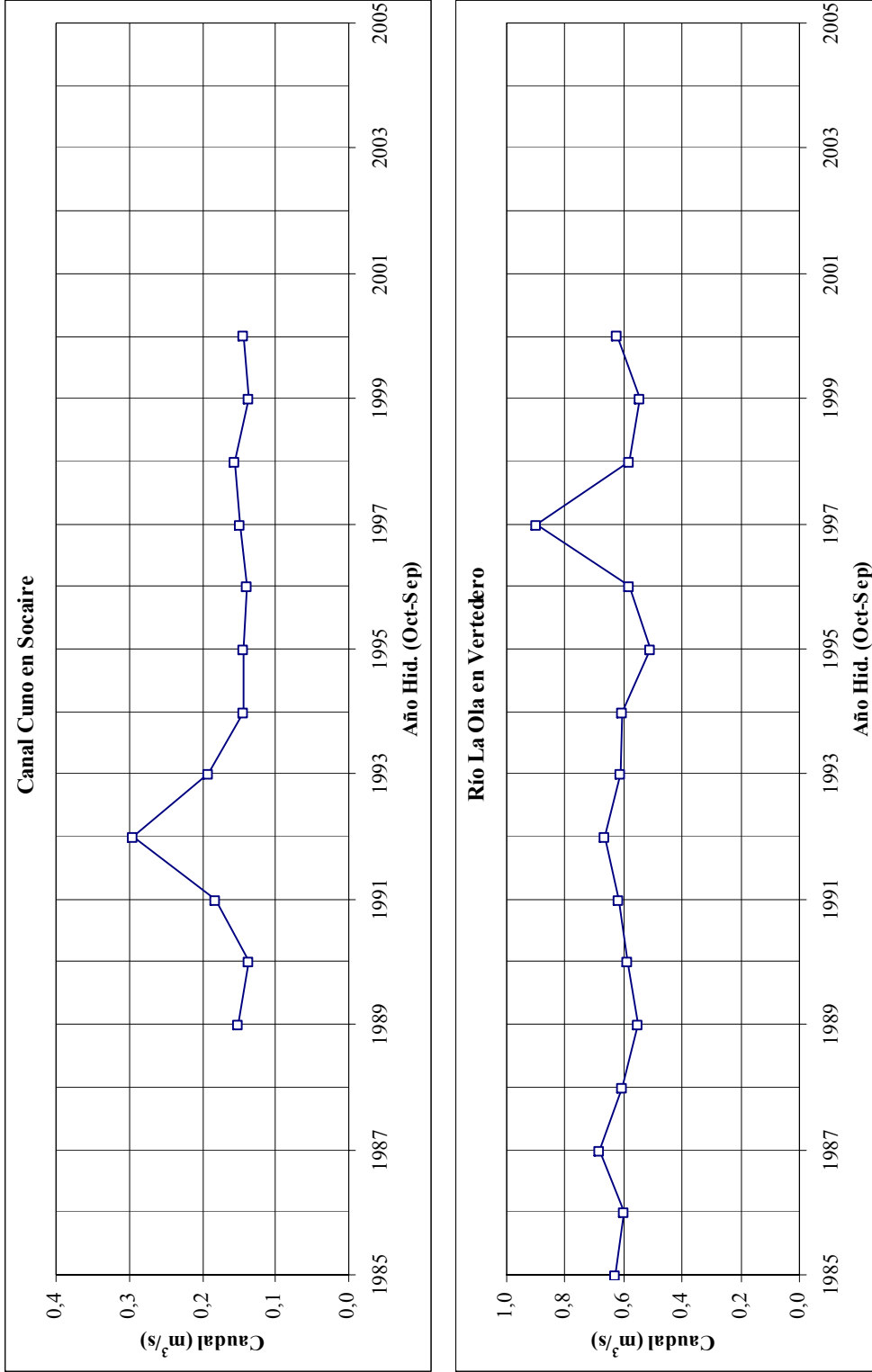


Figura 3.45: Series temporales de gastos medios anuales para el año hidrológico en las estaciones Canal Cuno en Socaire y Río La Ola en Vertedero.

Tabla 3.10: Propiedades estadísticas de las series de caudales anuales ( $m^3/s$ ) para el año hidrológico en las estaciones seleccionadas.

	N°	Estación Fluviométrica	Años de Registro	Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Est.	Coef. Asim.	Coef. Var.
Región XV	1	* Río Caquena en Nacimiento	24	0,26	0,72	0,45	0,09	0,66	0,20
	2	* Río Caquena en Vertedero	36	0,40	2,13	1,19	0,39	0,85	0,33
	3	* Río Colpacagua en Desembocadura	18	0,05	0,46	0,20	0,11	1,12	0,57
	4	* Río Desaguadero Cotacotani	43	0,13	0,85	0,45	0,18	0,63	0,39
	5	* Río Lauca en Estancia El Lago	37	0,03	2,03	0,42	0,51	1,56	1,20
	6	* Canal Lauca en Sifon N° 1 (Km. 3.3)	23	0,54	1,18	0,78	0,21	0,84	0,26
	7	* Río Lauca en Japu (o en el Limite)	41	1,44	8,47	2,71	1,34	2,82	0,49
	8	* Río Guallatire en Guallatire	37	0,29	0,46	0,37	0,04	0,02	0,12
	9	Río Colpitas en Alcerreca	38	0,26	0,81	0,52	0,12	0,16	0,23
	10	Río Caracarani en Alcerreca	18	0,37	4,25	0,99	0,87	3,45	0,88
	11	Río Lluta en Alcerreca	43	0,93	7,38	2,08	1,23	2,89	0,59
	12	Río Caracarani en Humapalca	35	0,22	0,64	0,37	0,10	0,88	0,29
	13	Río Lluta en Jamiraya	7	2,91	8,68	4,81	2,24	1,10	0,47
	14	Río Ticnamar en Ticnamar	12	0,01	0,15	0,05	0,05	1,05	0,88
	15	Río Laco en Cosapilla	13	0,41	0,76	0,55	0,09	0,77	0,17
Región I	16	* Río Cariquima en Cariquima	6	0,06	0,12	0,09	0,02	-0,10	0,23
	17	* Río Isluga en Bocatoma	13	0,36	0,63	0,49	0,09	0,30	0,18
	18	* Río Cancosa en El Tambo	14	0,14	0,29	0,23	0,04	-0,54	0,18
	19	* Río Piga en Collacagua	43	0,08	0,22	0,13	0,03	1,29	0,20
	20	* Río Batea en Confluencia	28	0,00	0,03	0,02	0,01	-0,96	0,36
	21	* Río Collacagua en Peñablanca	27	0,10	0,47	0,20	0,09	1,41	0,46
	22	Quebrada Camiga en Altusa	20	0,12	1,02	0,34	0,19	2,77	0,55
	23	Río Coscaya en Pampa Lirima	12	0,11	0,26	0,16	0,04	1,02	0,25
	24	Río Coscaya en Saitoco	23	0,06	0,24	0,12	0,04	1,33	0,33
	25	Quebrada Tarapaca en Multi-Mulli	15	0,05	0,62	0,25	0,15	1,23	0,60
	26	Quebrada Tarapaca en Sibaya	17	0,07	0,78	0,24	0,21	1,67	0,84
	27	Río Huatacondo en Copaquire	30	0,00	0,18	0,02	0,03	3,64	1,45
Región II	28	Río Loa Antes Represa Lequena	41	0,37	1,34	0,57	0,16	3,19	0,27
	29	Río San Pedro en Parshall N°1	33	0,72	1,22	0,97	0,16	-0,08	0,16
	30	Río San Pedro en Parshall N°2 (Bt. Chilex)	39	0,63	1,23	0,94	0,14	0,16	0,15
	31	Río San Pedro en Camino Internacional	10	0,00	0,14	0,06	0,05	0,89	0,80
	32	Río San Pedro en San Pedro	15	0,37	0,55	0,47	0,05	-0,37	0,11

\* Estaciones fluviométricas dentro de las cuencas altiplánicas

Tabla 3.10: Propiedades estadísticas de las series de caudales anuales (m<sup>3</sup>/s) para el año hidrológico en las estaciones seleccionadas. (Continuación)

N°	Estación Fluviométrica	Años de Registro	Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Est.	Coef. Asim.	Coef. Var.	
33	Río Silala Antes B.T. Fcab	7	0,15	0,20	0,18	0,02	0,03	0,10	
34	Río Loa en Conchi	29	1,15	2,82	2,04	0,46	-0,08	0,23	
35	Río Loa en Salida Embalse Conchi	31	0,54	1,49	0,78	0,20	1,64	0,25	
36	Río Loa en Alcantarilla Conchi N°2	28	0,53	1,30	0,79	0,22	0,70	0,28	
Región II	37	Río Salado Antes Junta Río Curti	32	0,04	1,32	0,24	0,29	3,02	1,22
	38	Río Salado en Sifon Ayquina	31	0,31	0,87	0,47	0,13	1,14	0,28
	39	Río Toconce Antes Represa Sendos	24	0,31	0,55	0,44	0,06	-0,27	0,15
	40	Canal Aguas Blancas	16	0,03	0,17	0,10	0,03	-0,23	0,33
	41	Canal Tulan en Tilomonte	14	0,00	0,06	0,03	0,02	0,23	0,63
	42	Canal Vilama en Vilama	32	0,09	0,27	0,17	0,05	0,19	0,27
	43	Canal Cuno en Socaire	18	0,09	0,29	0,15	0,04	2,35	0,27
	44	Canal Tilomonte Antes Represa	11	0,02	0,03	0,03	0,00	0,26	0,07
	45	Río San Pedro en Cuchabrachi	58	0,51	1,85	0,85	0,25	1,59	0,29
Región III	46 *	Río La Ola en Vertedero	22	0,51	0,90	0,62	0,07	2,50	0,12
	47 *	Río Barros Negros Antes Junta Valle Ancho	29	0,03	0,25	0,07	0,04	3,18	0,62
	48 *	Río Villalobos en Vertedero	29	0,01	0,11	0,03	0,02	2,05	0,62
	49 *	Río Valle Ancho Antes Junta Barros Negros	29	0,03	0,18	0,06	0,03	2,27	0,52
	50 *	Río Valle Ancho en La Barrera	25	0,00	0,03	0,02	0,01	0,17	0,52
	51 *	Río Lamas en El Salto	28	0,02	0,35	0,24	0,06	-1,46	0,26
	52 *	Río Astaburuaga en Cono	28	0,02	0,82	0,29	0,17	1,46	0,58

\* Estaciones fluviométricas dentro de las cuencas altiplánicas

### 3.2.3.2 Análisis del Gasto Medio Mensual

La Tabla 3.11 presenta el gasto medio mensual en las estaciones seleccionadas para el año hidrológico (Oct-Sep). En la Figura 3.46, Figura 3.47 y Figura 3.48 se presentan los caudales mensuales junto con las probabilidades empíricas de excedencia del 15% y 85% para las estaciones ubicadas al interior de las cuencas altiplánicas. En el Anexo II (A II.3) se presentan estas figuras para las 52 estaciones seleccionadas. Se observa que en aproximadamente la mitad de las estaciones seleccionadas el caudal mantiene cierta regularidad en los meses del año, sin presentar mayores diferencias entre en caudal máximo y el promedio anual. En cambio, en el resto de las estaciones se observan dos o tres meses con valores de caudal que superan la media anual. Generalmente, estos meses corresponden a los de febrero y marzo.

Tabla 3.11: Caudal medio mensual (m<sup>3</sup>/s) en las estaciones seleccionadas.

	N°	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Ene	
Región XV	1 *	0.39	0.40	0.45	0.57	0.54	0.52	0.44	0.41	0.42	0.42	0.42	0.41	
	2 *	0.62	0.58	1.03	1.72	2.18	1.92	1.11	1.00	1.11	1.18	1.10	0.91	
	3 *	0.06	0.06	0.09	0.26	0.63	0.58	0.24	0.15	0.18	0.18	0.13	0.08	
	4 *	0.58	0.66	0.62	0.41	0.32	0.31	0.39	0.44	0.42	0.38	0.39	0.49	
	5 *	0.23	0.21	0.24	0.42	0.88	0.81	0.46	0.38	0.40	0.38	0.34	0.26	
	6 *	0.77	0.81	0.84	0.94	0.88	0.86	0.73	0.70	0.70	0.67	0.68	0.72	
	7 *	1.65	1.63	1.77	3.31	6.92	5.56	2.93	2.00	2.00	2.12	2.03	1.84	
	8 *	0.37	0.35	0.35	0.37	0.37	0.36	0.36	0.37	0.37	0.38	0.38	0.39	0.38
	9	0.38	0.39	0.43	0.69	0.92	0.76	0.54	0.45	0.45	0.45	0.43	0.39	
	10	0.66	0.61	0.72	0.92	1.35	1.02	0.86	0.76	0.80	0.84	1.06	1.11	
	11	1.13	1.08	1.28	3.04	4.69	3.44	1.72	1.48	1.52	1.48	1.37	1.35	
	12	0.22	0.21	0.27	0.55	0.73	0.52	0.31	0.31	0.33	0.42	0.35	0.26	
	13	3.55	3.22	3.30	4.12	7.48	7.96	6.21	4.67	4.59	3.85	3.71	3.59	
	14	0.03	0.03	0.03	0.07	0.13	0.06	0.05	0.05	0.05	0.09	0.06	0.04	
	15	0.53	0.57	0.55	0.62	0.68	0.60	0.53	0.49	0.50	0.47	0.47	0.50	
Región I	16 *	0.07	0.07	0.06	0.10	0.08	0.09	0.12	0.14	0.11	0.11	0.12	0.11	
	17 *	0.48	0.49	0.47	0.50	0.56	0.50	0.47	0.48	0.53	0.56	0.51	0.48	
	18 *	0.16	0.15	0.16	0.23	0.32	0.28	0.17	0.22	0.26	0.28	0.29	0.21	
	19 *	0.12	0.11	0.11	0.13	0.14	0.14	0.13	0.14	0.16	0.15	0.15	0.13	
	20 *	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	21 *	0.20	0.15	0.20	0.16	0.17	0.18	0.16	0.21	0.25	0.22	0.21	0.21	
	22	0.23	0.20	0.23	0.50	0.50	0.43	0.26	0.25	0.27	0.28	0.28	0.25	
	23	0.13	0.12	0.11	0.19	0.24	0.20	0.17	0.17	0.17	0.17	0.15	0.15	
	24	0.09	0.09	0.09	0.14	0.17	0.16	0.11	0.11	0.12	0.14	0.12	0.11	
	25	0.09	0.06	0.11	0.34	0.33	0.18	0.24	0.27	0.35	0.36	0.28	0.18	
	26	0.11	0.10	0.12	0.38	0.79	0.58	0.16	0.17	0.17	0.17	0.15	0.14	
	27	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.07	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
Región II	28	0.59	0.51	0.47	0.60	0.74	0.56	0.52	0.54	0.57	0.57	0.57	0.60	
	29	0.99	1.02	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.96	0.91	0.94	0.96	
	30	0.95	0.97	0.97	0.95	0.95	0.97	0.97	0.96	0.94	0.92	0.93	0.95	
	31	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.05	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	
	32	0.49	0.49	0.47	0.48	0.49	0.49	0.46	0.45	0.44	0.42	0.43	0.46	
	33	0.18	0.18	0.18	0.19	0.19	0.19	0.18	0.18	0.17	0.17	0.18	0.18	
	34	1.93	1.96	1.98	2.24	2.20	2.26	2.07	1.99	2.04	2.03	2.00	1.98	
	35	0.76	1.02	1.21	1.44	1.33	0.94	0.59	0.38	0.36	0.38	0.40	0.45	

\* Estaciones fluviométricas dentro de las cuencas altiplánicas



Tabla 3.11: Caudal medio mensual (m<sup>3</sup>/s) en las estaciones seleccionadas. (Continuación)

	N°	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Ene	
Región II	36	0.67	0.67	0.68	0.88	0.99	0.93	0.78	0.77	0.76	0.78	0.77	0.73	
	37	0.08	0.07	0.10	0.37	1.02	0.47	0.12	0.11	0.11	0.12	0.10	0.10	
	38	0.36	0.33	0.33	0.58	0.79	0.68	0.42	0.47	0.45	0.44	0.42	0.40	
	39	0.41	0.41	0.41	0.54	0.51	0.46	0.43	0.43	0.44	0.44	0.43	0.42	
	40	0.12	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.11	0.11	
	41	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03
	42	0.15	0.16	0.17	0.16	0.16	0.17	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17	0.14
	43	0.17	0.12	0.12	0.13	0.14	0.15	0.15	0.16	0.17	0.18	0.18	0.19	0.20
	44	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	45	0.75	0.72	0.75	0.93	1.02	0.93	0.79	0.86	0.87	0.88	0.85	0.82	
Región III	46 *	0.67	0.61	0.58	0.57	0.60	0.65	0.63	0.66	0.59	0.58	0.57	0.64	
	47 *	0.07	0.06	0.08	0.06	0.05	0.05	0.06	0.09	0.07	0.09	0.11	0.05	
	48 *	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	
	49 *	0.09	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07	0.08	0.06	0.05	0.18	
	50 *	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	
	51 *	0.26	0.25	0.26	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.24	0.23	0.24	0.25	
	52 *	0.32	0.37	0.26	0.20	0.20	0.20	0.21	0.37	0.81	1.44		0.23	

\* Estaciones fluviométricas dentro de las cuencas altiplánicas

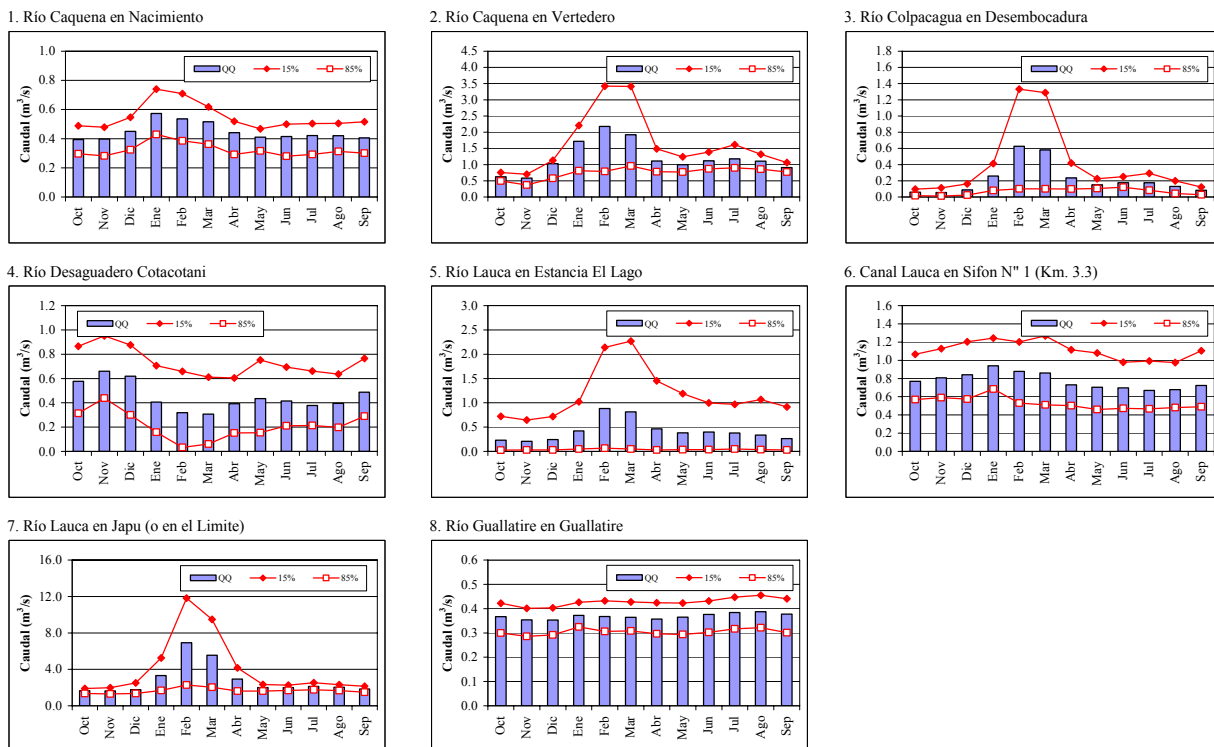


Figura 3.46: Caudal medio mensual y caudales asociados a probabilidades de excedencia de 15% y 85% ( $m^3/s$ ) en las estaciones ubicadas en las cuencas altiplánicas de la XV Región.

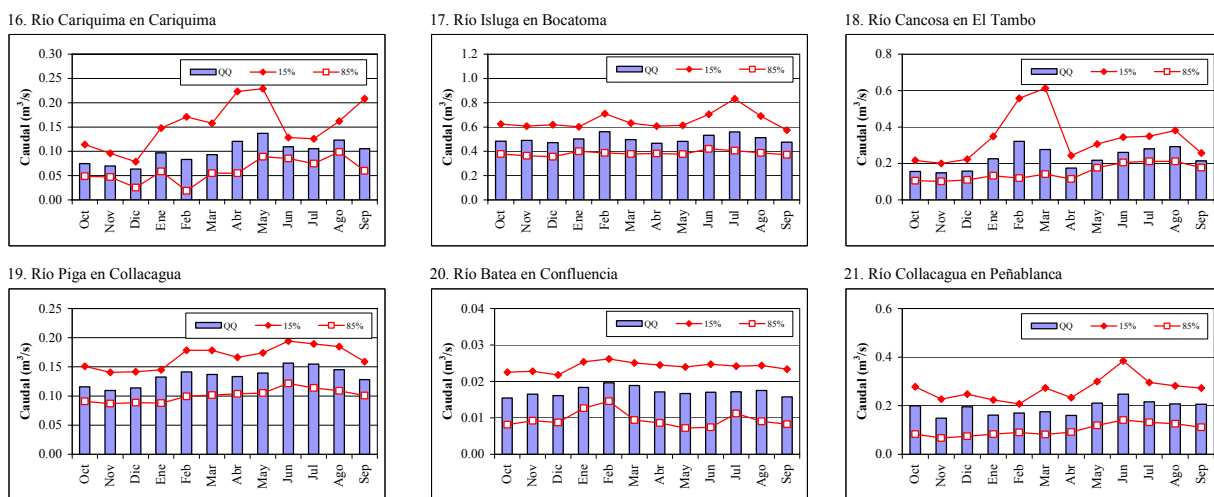


Figura 3.47: Caudal medio mensual y caudales asociados probabilidades de excedencia de 15% y 85% ( $m^3/s$ ) en las estaciones ubicadas en las cuencas altiplánicas de la I Región.

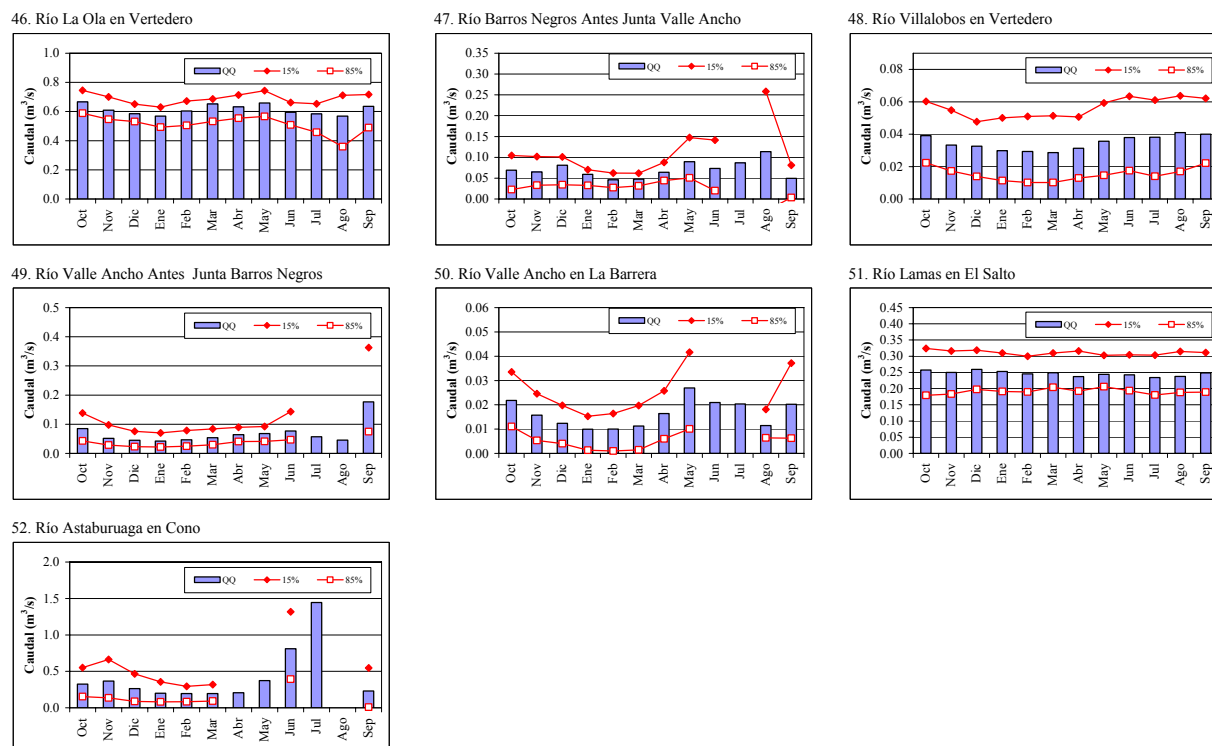


Figura 3.48: Caudal medio mensual y caudales asociados probabilidades de excedencia de 15% y 85% (m<sup>3</sup>/s) en las estaciones ubicadas en las cuencas altiplánicas de la III Región.

### 3.2.3.3 Variación Espacio-Temporal de los Esgurrimientos

Se realizó un análisis del comportamiento espacio-temporal conjunto de los escurrimientos, determinándose en cada estación el valor de la probabilidad de excedencia del caudal medio registrado en cada año ( $q_{ij} = \text{Prob}\{Q_{ij} > q_j\}$ ). Siendo  $Q_{ij}$  el caudal medio registrado en el año  $i$  en la estación  $j$ ,  $q_j$  es el caudal con probabilidad de excedencia  $q$ , y  $q_{ij}$  es la probabilidad de excedencia del caudal observado en la estación  $i$  en la estación  $j$ . Los valores son agrupados según la siguiente simbología:

Valor $q_{ij}$	Color	Clasificación
0,0 – 0,2	Blue	Muy húmedo
0,2 – 0,4	Green	Húmedo
0,4 – 0,6	Yellow	Normal
0,6 – 0,8	Orange	Seco
0,8 – 1,0	Red	Muy Seco

En la Figura 3.49 se muestran los valores clasificados de la probabilidad de excedencia para los años hidrológicos 1961-1962 hasta el 2006-2007 en las estaciones fluviométricas

seleccionadas. Estas estaciones fueron ordenadas de norte a sur. En general se aprecia que el comportamiento espacial es más uniforme que el temporal. Los años húmedos o muy húmedos tienden a presentarse simultáneamente en la todas las estaciones. Algo similar ocurre los años secos o muy secos.

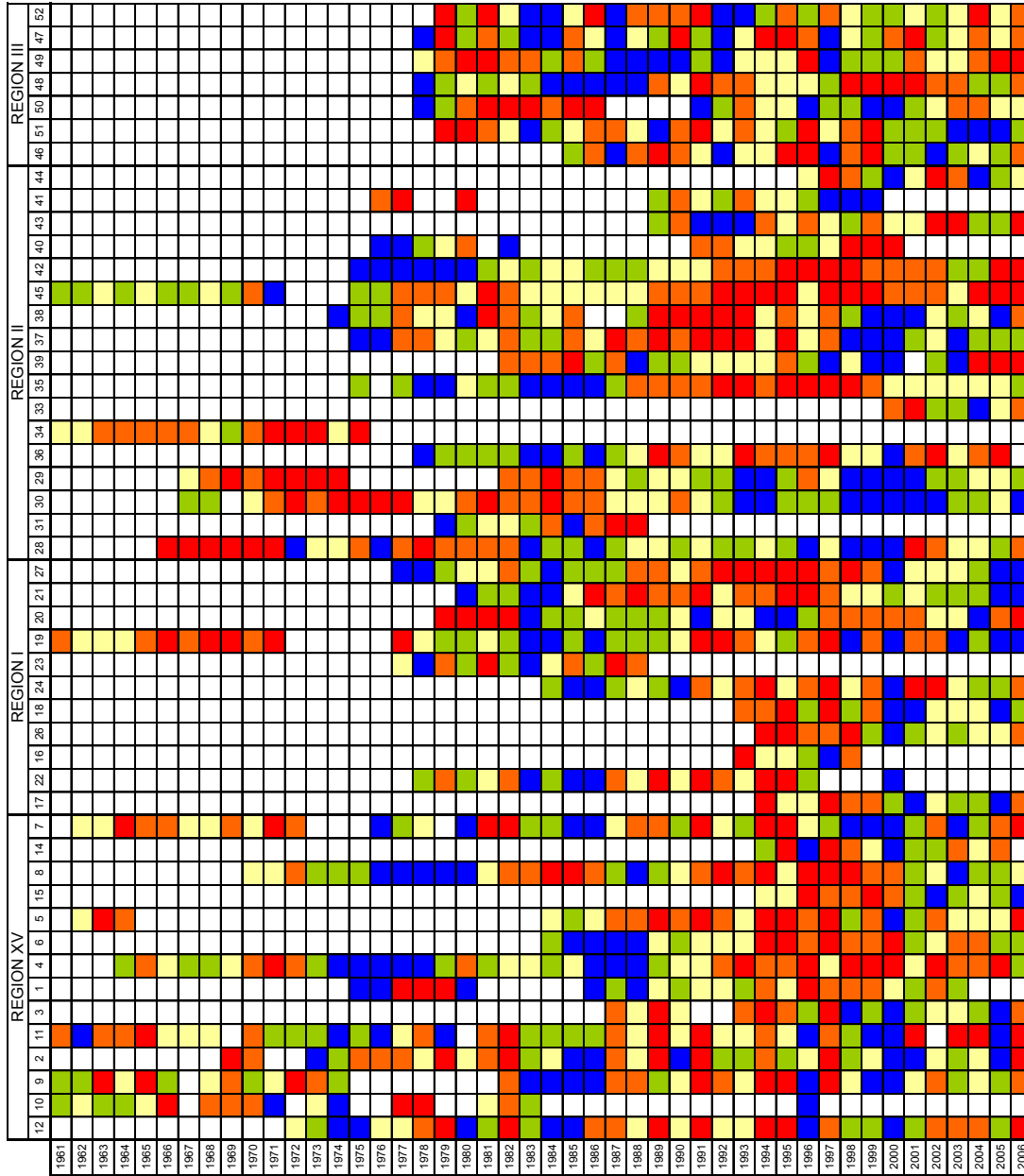


Figura 3.49: Valores clasificados de la probabilidad de excedencia para los caudales medios anuales en las estaciones fluviométricas seleccionadas ordenadas de norte a sur.

### 3.2.4 Análisis de las Series de Tiempo de Esguimientos

Se analizaron las series de tiempo de caudales a nivel mensual y anual en base a los aspectos de dependencia temporal a través de la autocorrelación, almacenamiento con estimación de rango, y sequías en cuanto a longitud y magnitud.

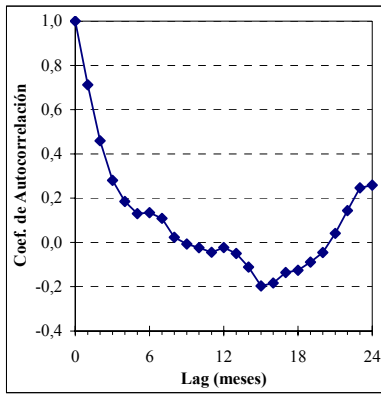
La dependencia temporal y periodicidad de las series de caudales se determinó mediante el correlograma. En cambio el almacenamiento ( $S_i$ ) fue analizado mediante parámetros estadísticos como el rango ajustado ( $R_n^*$ ), el rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y el coeficiente de Hurst ( $K$ ). Finalmente, para el análisis de las sequías se determinó la duración máxima ( $L^*$ ) y magnitud máxima ( $M^*$ ).

Se eligieron 52 estaciones fluviométricas de la DGA y que se encuentran localizadas en la XV, I, II y II Regiones. En la Figura 3.50, Figura 3.51 y Figura 3.52 se presentan los correlogramas para las series mensuales de esguimientos en las estaciones ubicadas al interior de las cuencas altiplánicas de la XV, I y II Región, respectivamente. En cambio, en la Figura 3.53, Figura 3.54, Figura 3.55 se presentan los correlogramas para las series anuales de esguimientos en las estaciones ubicadas al interior de las cuencas altiplánicas de la XV, I y II Región, respectivamente. En la II Región no existen estaciones dentro de las cuencas altiplánicas. Los correlogramas mensuales y anuales para las 52 estaciones se presentan en el Anexo II (A II.4).

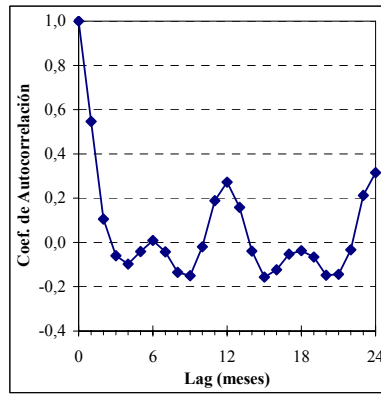
Los correlogramas mensuales muestran que la mayoría de las series a nivel mensual son temporalmente independientes. En algunos casos se observan series con memoria larga tales como las registradas en las estaciones Río Batea en Confluencia, Río San Pedro en Parshall N°1 y Río Loa en Conchi, entre otras. La independencia temporal de la mayoría de las estaciones seleccionadas también se ve reflejada en los correlogramas anuales.

En cuanto a la periodicidad, se observa en la mayoría de las estaciones seleccionadas una marcada periodicidad de 12 meses. A nivel anual no es posible observar periodicidades marcadas.

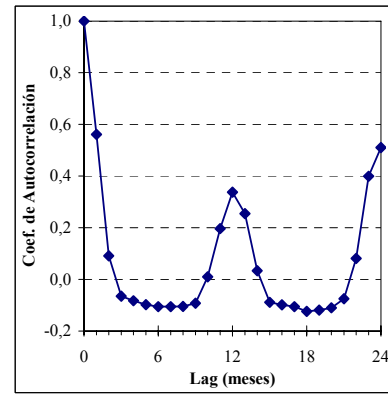
1. Río Caquena en Nacimiento



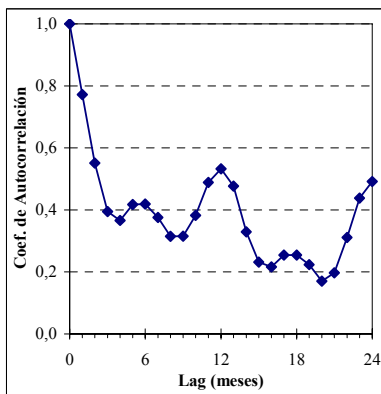
2. Río Caquena en Vertedero



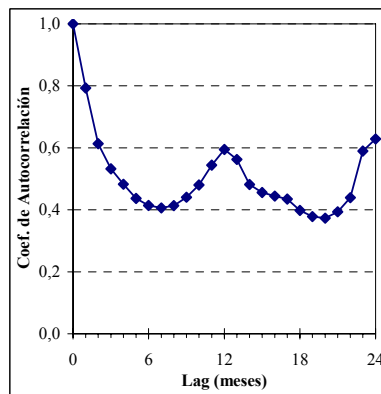
3. Río Colpacagua en Desembocadura



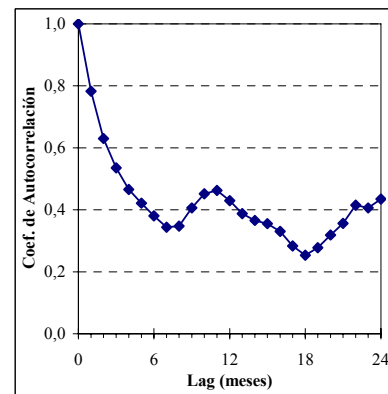
4. Río Desaguadero Cotacotani



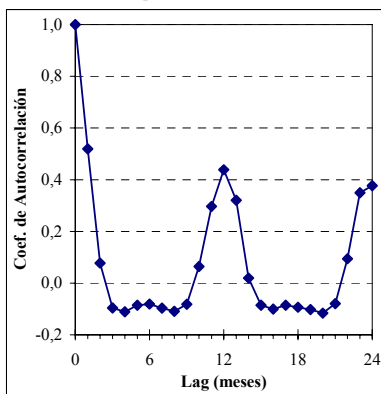
5. Río Lauca en Estancia El Lago



6. Canal Lauca en Sifon N° 1 (Km. 3.3)



7. Río Lauca en Japu (o en el Limite)



8. Río Guallatire en Guallatire

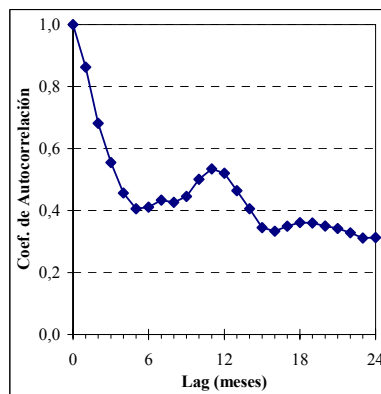
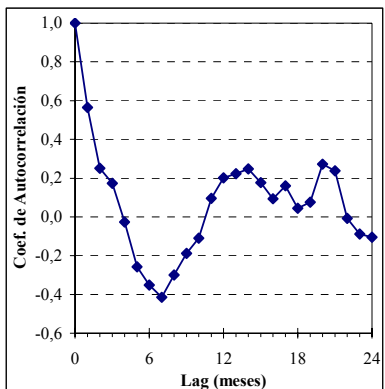
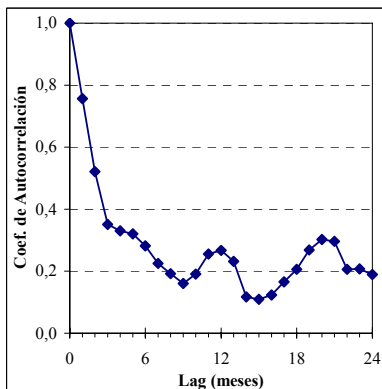


Figura 3.50: Correlogramas de las series cronológicas mensuales de caudales en las estaciones seleccionadas de la XV Región.

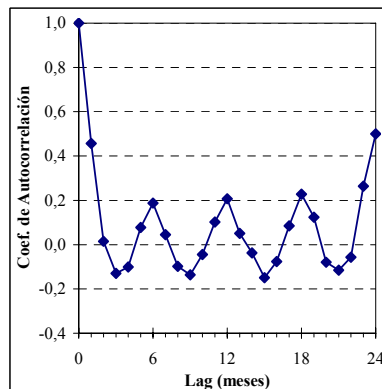
16. Río Cariquima en Cariquima



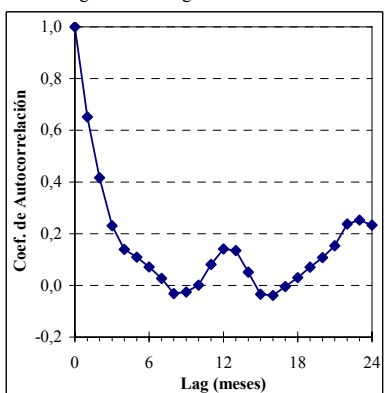
17. Río Isluga en Bocatoma



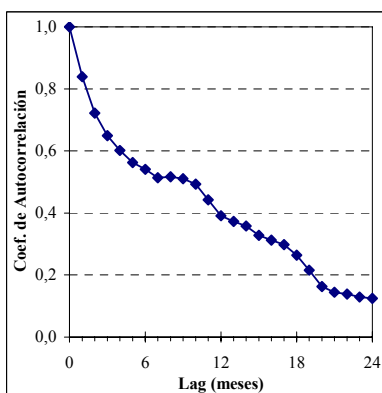
18. Río Cancosa en El Tambo



19. Río Piga en Collacagua



20. Río Batea en Confluencia



21. Río Collacagua en Peñablanca

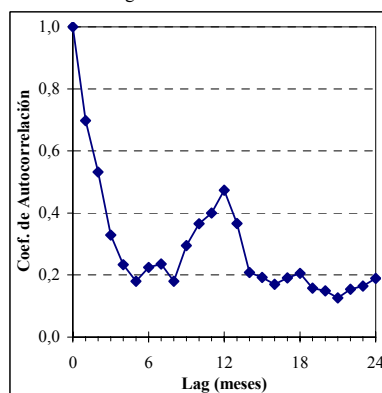
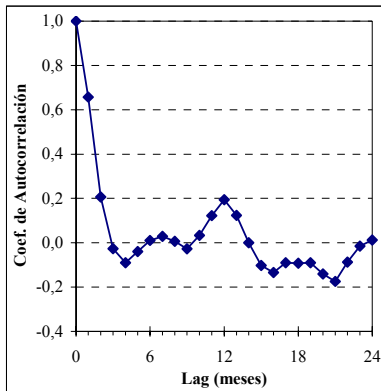


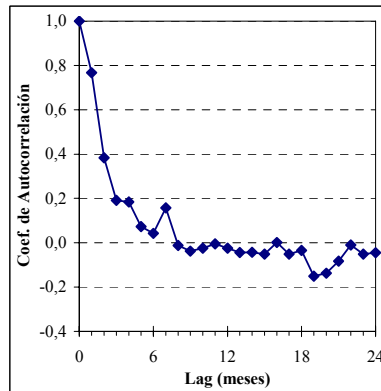
Figura 3.51: Correlogramas de las series cronológicas mensuales de caudales en las estaciones seleccionadas de la I Región.



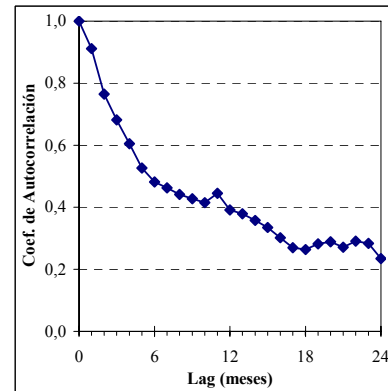
46. Río La Ola en Vertedero



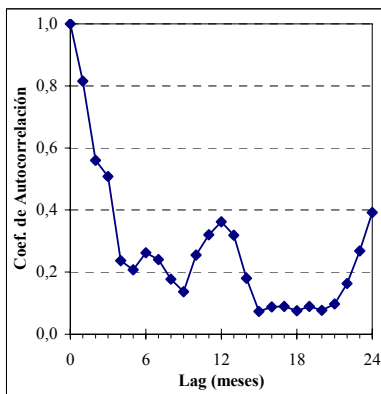
47. Río Barros Negros Antes Junta Valle Ancho



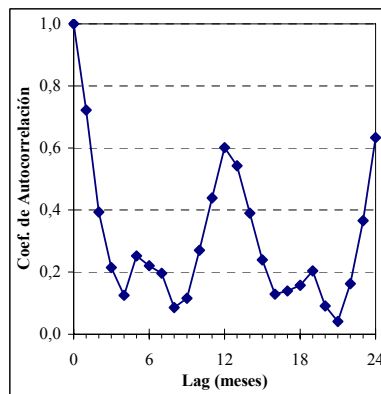
48. Río Villalobos en Vertedero



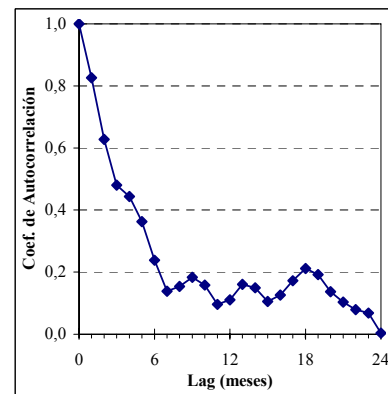
49. Río Valle Ancho Antes Junta Barros Negros



50. Río Valle Ancho en La Barrera



51. Río Lamas en El Salto



52. Río Astaburuaga en Cono

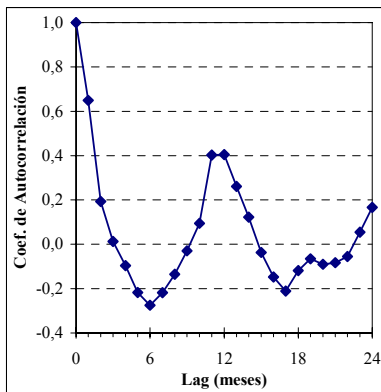
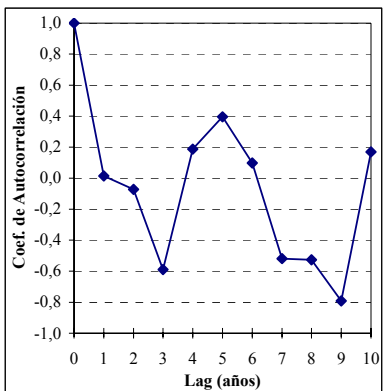
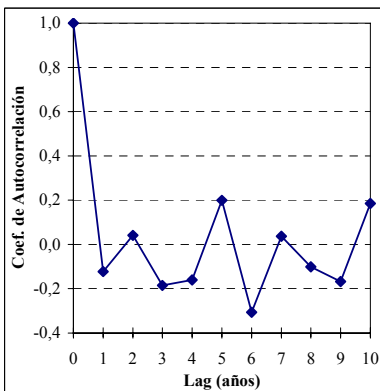


Figura 3.52: Correlogramas de las series cronológicas mensuales de caudales en las estaciones seleccionadas de la III Región.

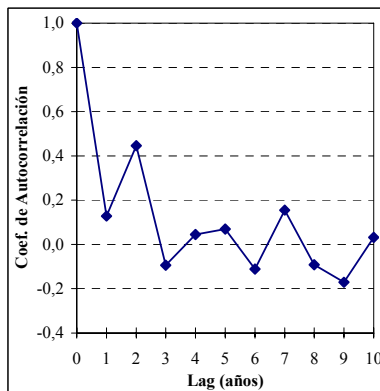
1. Río Caquena en Nacimiento



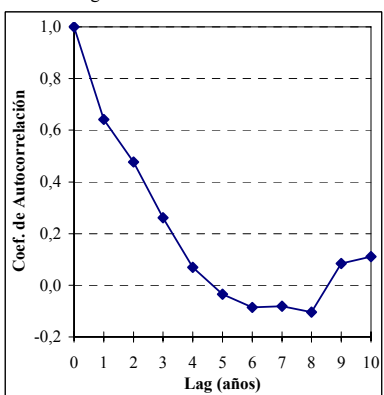
2. Río Caquena en Vertedero



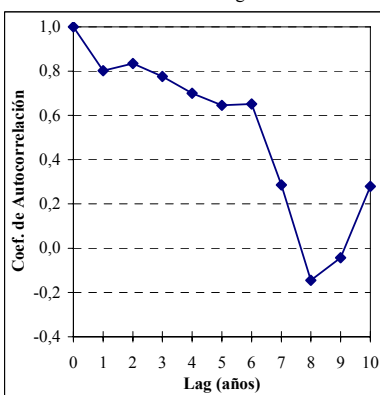
3. Río Colpacagua en Desembocadura



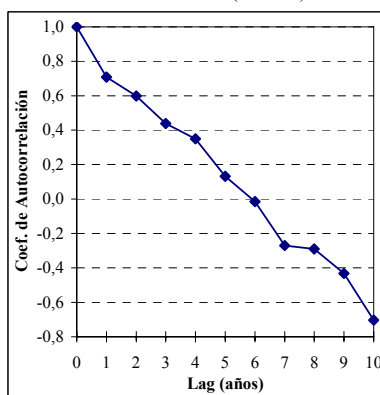
4. Río Desaguadero Cotacotani



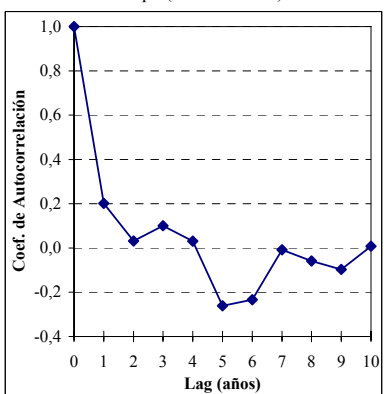
5. Río Lauca en Estancia El Lago



6. Canal Lauca en Sifon N° 1 (Km. 3.3)



7. Río Lauca en Japu (o en el Limite)



8. Río Guallatire en Guallatire

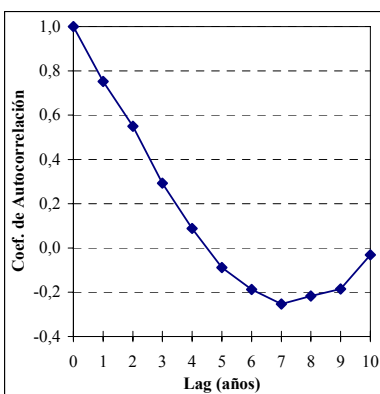
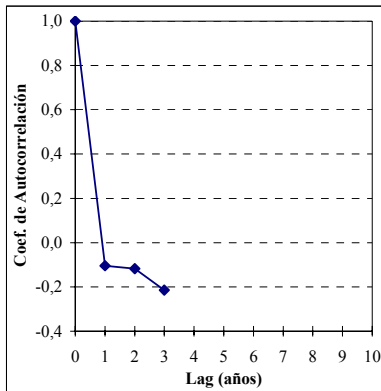
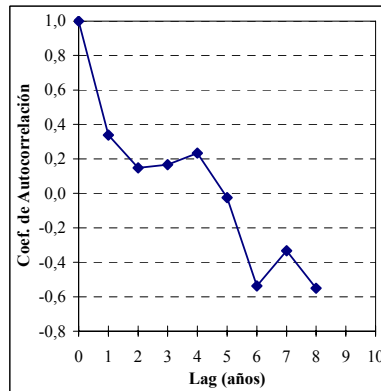


Figura 3.53: Correlogramas de las series cronológicas anuales de caudales (año hidrológico, Oct-Sep) en las estaciones seleccionadas de la XV Región.

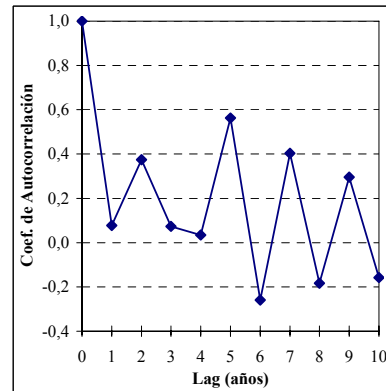
16. Río Cariquima en Cariquima



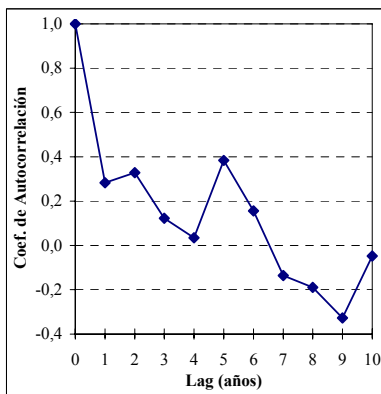
17. Río Isluga en Bocatoma



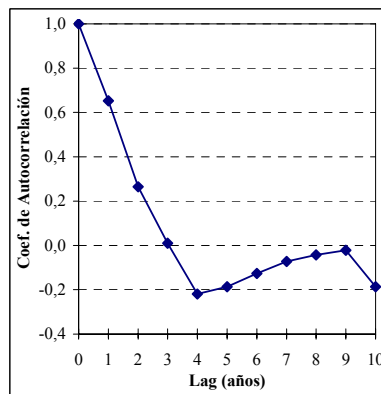
18. Río Cancosa en El Tambo



19. Río Piga en Collacagua



20. Río Batea en Confluencia



21. Río Collacagua en Peñablanca

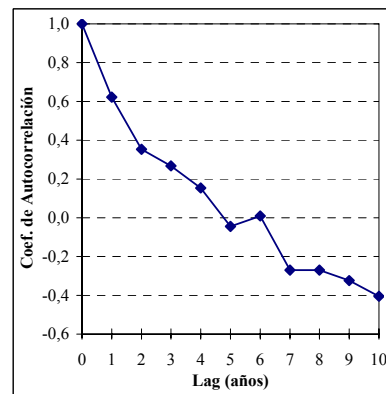
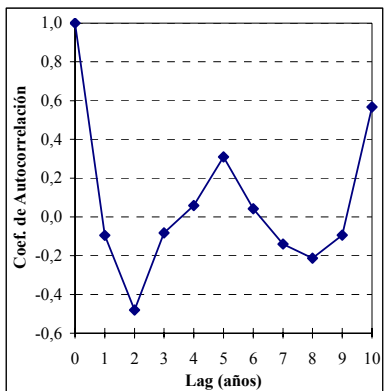
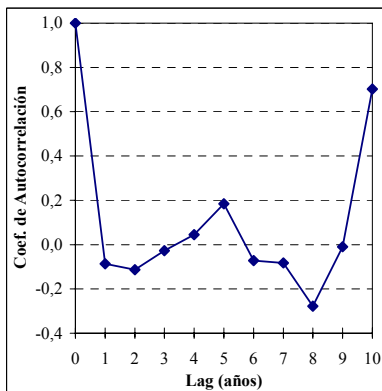


Figura 3.54: Correlogramas de las series cronológicas anuales de caudales (año hidrológico, Oct-Sep) en las estaciones seleccionadas de la I Región.

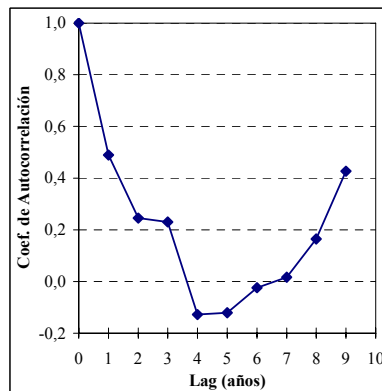
46. Río La Ola en Vertedero



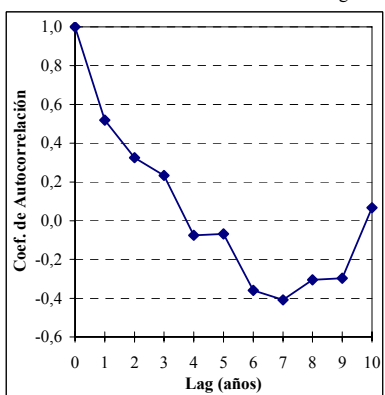
47. Río Barros Negros Antes Junta Valle Ancho



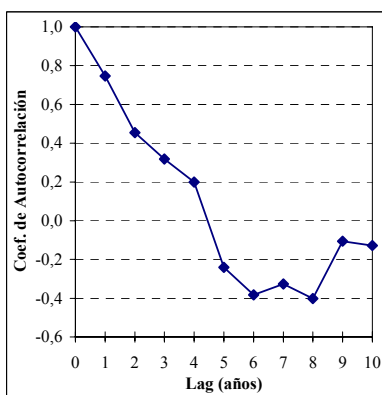
48. Río Villalobos en Vertedero



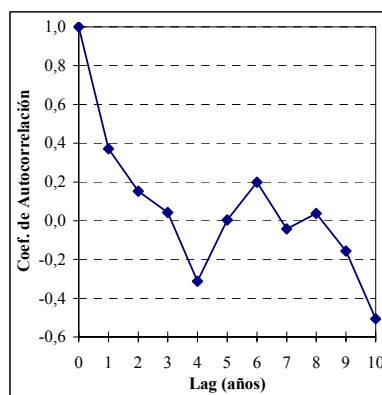
49. Río Valle Ancho Antes Junta Barros Negros



50. Río Valle Ancho en La Barrera



51. Río Lamas en El Salto



52. Río Astaburuaga en Cono

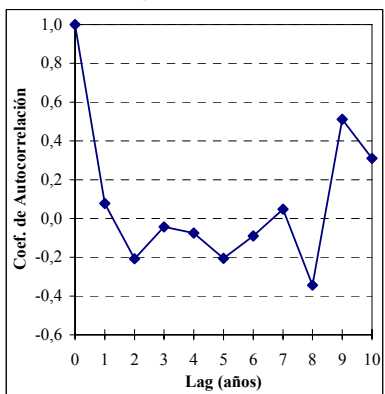


Figura 3.55: Correlogramas de las series cronológicas anuales de caudales (año hidrológico, Oct-Sep) en las estaciones seleccionadas de la III Región.

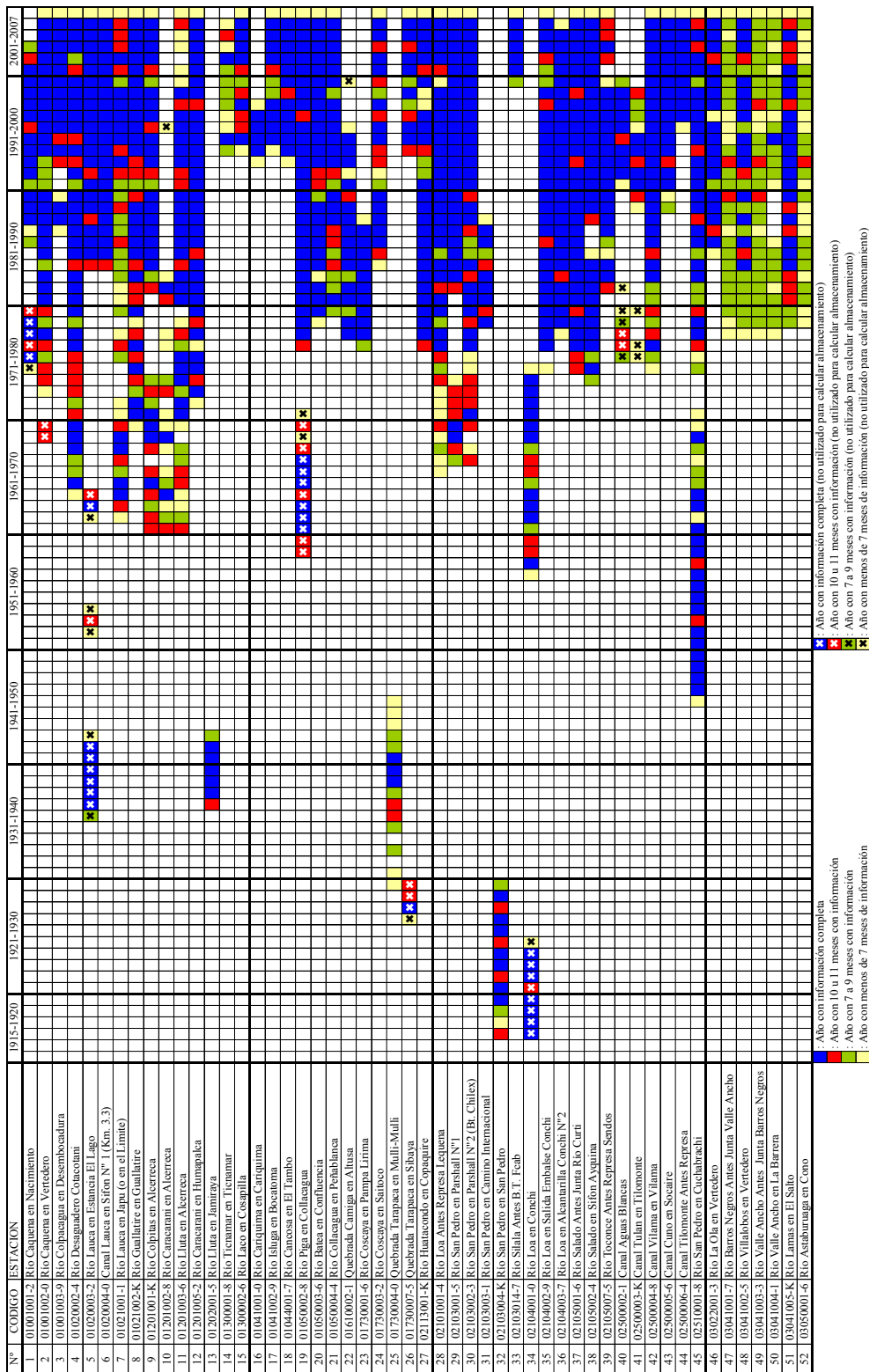
Algunas de las series de caudales seleccionadas mostraron intervalos de tiempo mayores de 5 años en los cuales no existe información. Por lo tanto, para el análisis de almacenamiento de estas series se decidió no considerar algunos registros. En la Figura 3.56 se muestran los datos

utilizados y los que no fueron considerados en el análisis de almacenamiento de las estaciones seleccionadas.

En la Figura 3.57, Figura 3.58, Figura 3.59 y Figura 3.60 se presentan los estadísticos relacionados con el almacenamiento en 4 estaciones fluviométricas. Las figuras correspondientes a las 52 estaciones seleccionadas se presentan en el Anexo II (A II.5). Se observa que para cada estación el comportamiento de  $S_n$ ,  $R_n^*$ ,  $R_n^{**}$  y  $K$  es similar entre las series mensuales y anuales.

El gráfico de almacenamiento ( $S_n$ ) muestra los ciclos de abundancia y de escasez. En general las series de caudales muestran ciclos de escasez bastante marcados y con duraciones superiores a los 10 años. Se observa además que los grandes ciclos interanuales son coincidentes entre las series mensuales y anuales.

Se observa que el valor del rango ajustado ( $R_n^*$ ) tiende a aumentar al incrementarse el valor de  $n$ , hasta estabilizarse en el largo plazo. Algo similar ocurre con el rango escalado ( $R_n^{**}$ ). El coeficiente de Hurst tiende a estabilizarse en un valor cercano a 0,5 en el largo plazo. Estos valores representan el comportamiento de la serie en el largo desde el punto de vista de las necesidades de almacenamiento. En la Tabla 3.12 se presentan estos valores para las series de caudales en las estaciones seleccionadas.



■ Año con información completa  
■ Año con 10 u 11 meses con información (no utilizado para calcular almacenamiento)  
■ Año con 7 a 9 meses con información (no utilizado para calcular almacenamiento)  
■ Año con menos de 7 meses de información (no utilizado para calcular almacenamiento)

Figura 3.56: Información histórica de caudales medios anuales para el año hidrológico (Oct-Sep) utilizada en el análisis de almacenamiento en las estaciones fluviométricas seleccionadas.

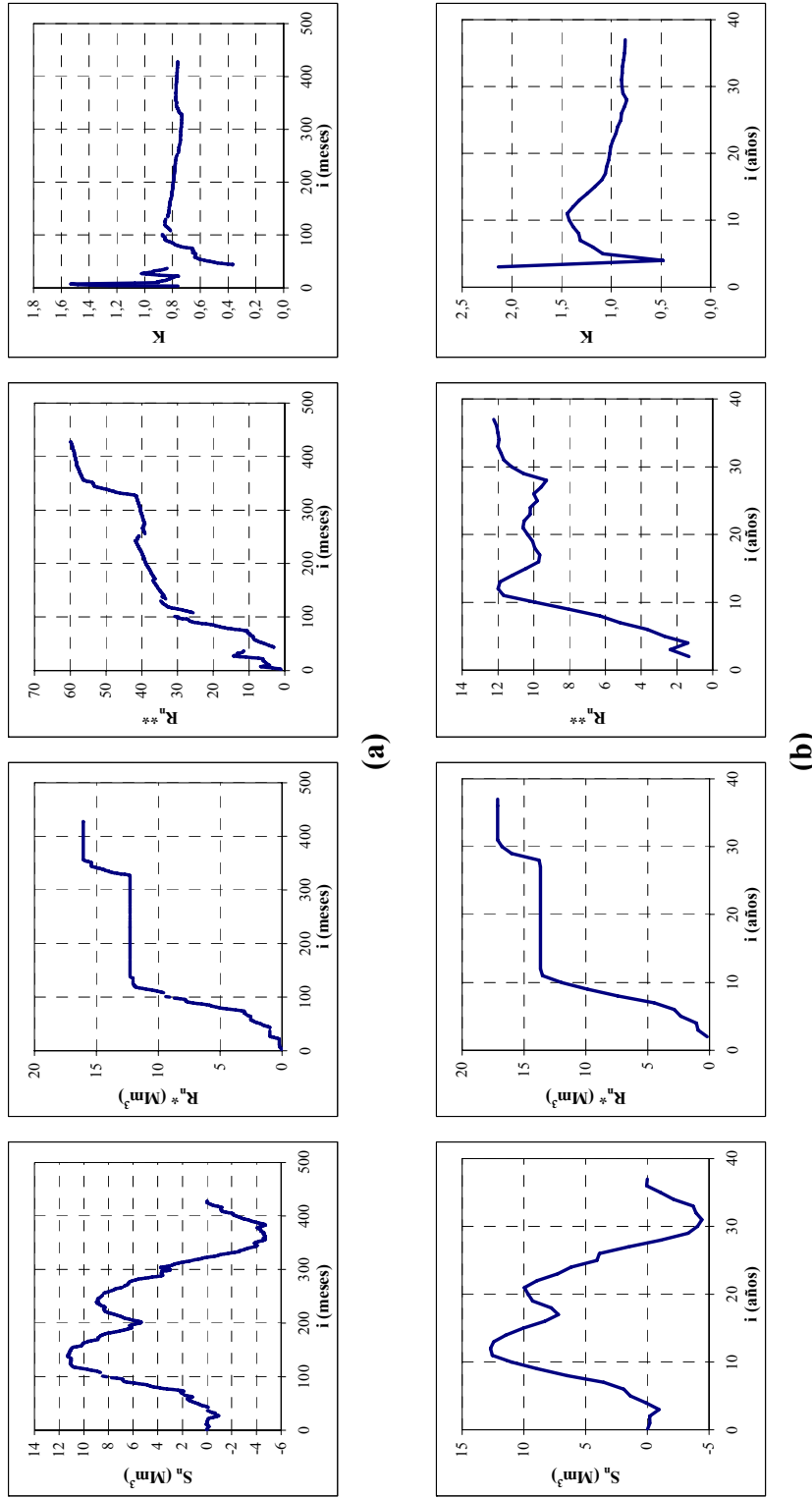


Figura 3.57: Parámetros estadísticos relacionados con el almacenamiento (Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ )) en la estación Río Guallatire en Guallatire. (a) Serie mensual. (b) Serie anual.

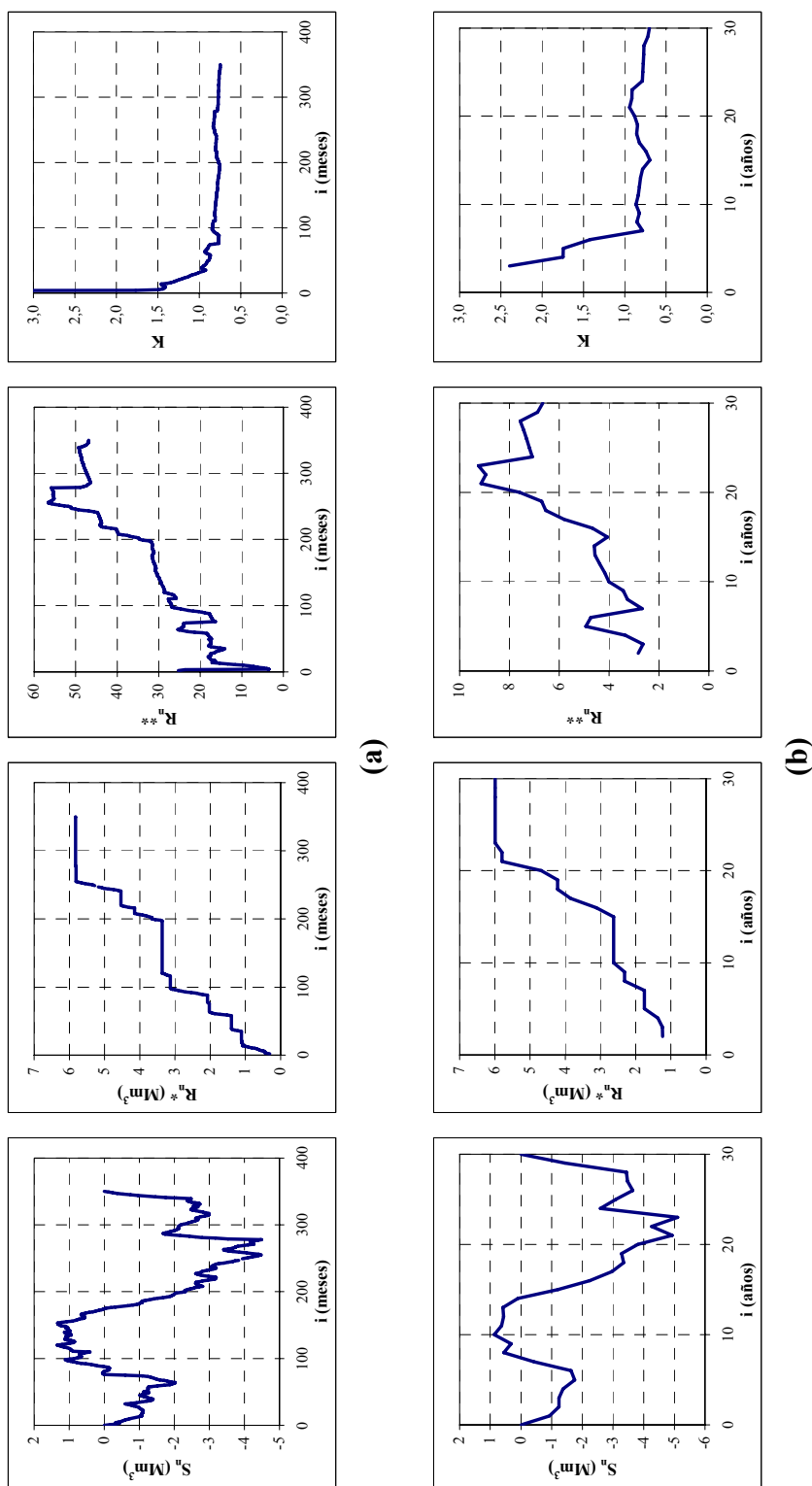


Figura 3.58: Parámetros estadísticos relacionados con el almacenamiento ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) en la estación Río Piga en Collacagua. (a) Serie mensual. (b) Serie anual.



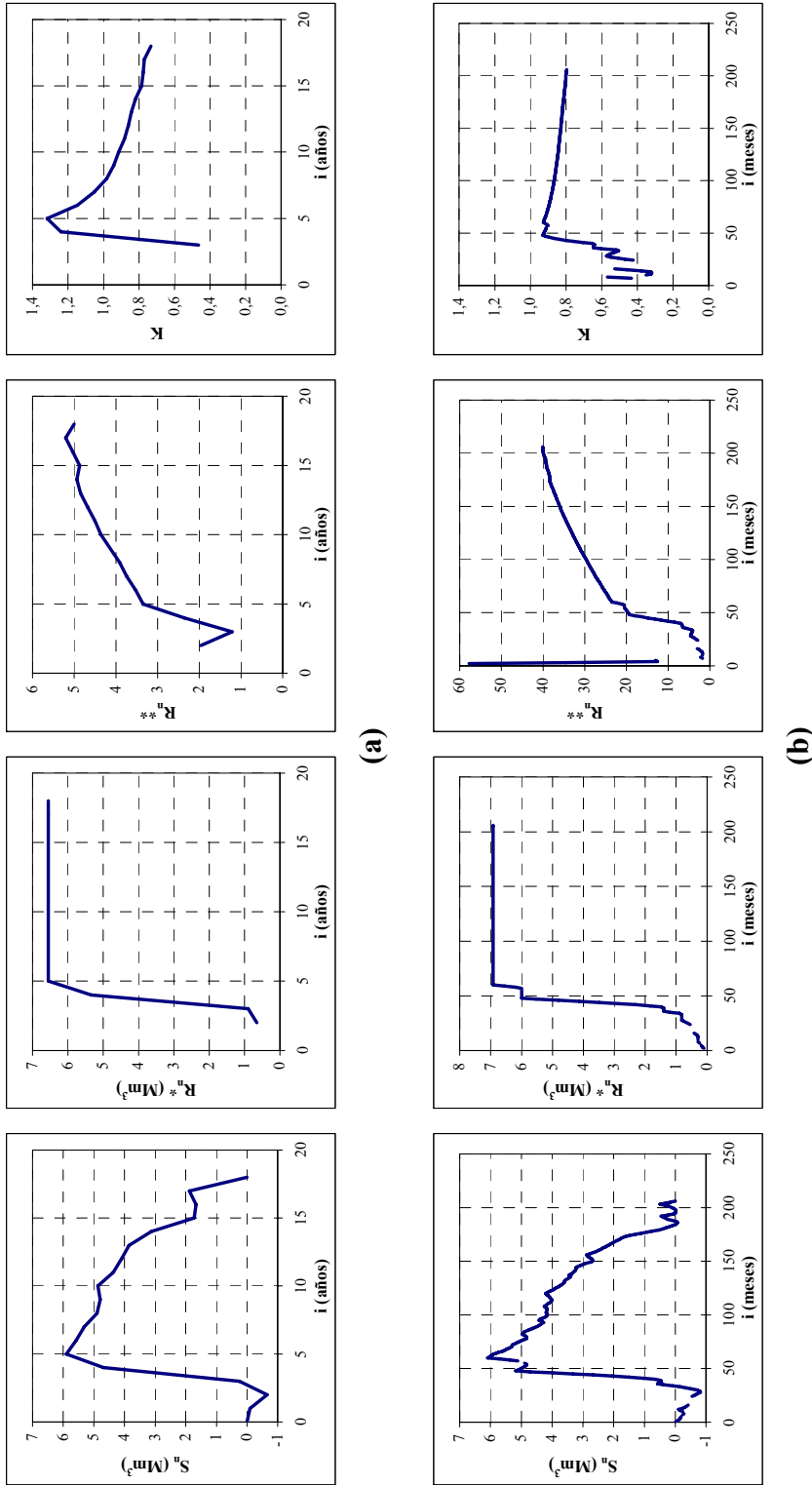


Figura 3.59: Parámetros estadísticos relacionados con el almacenamiento (Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ )) en la estación Canal Cuno en Socaire. (a) Serie mensual. (b) Serie anual.

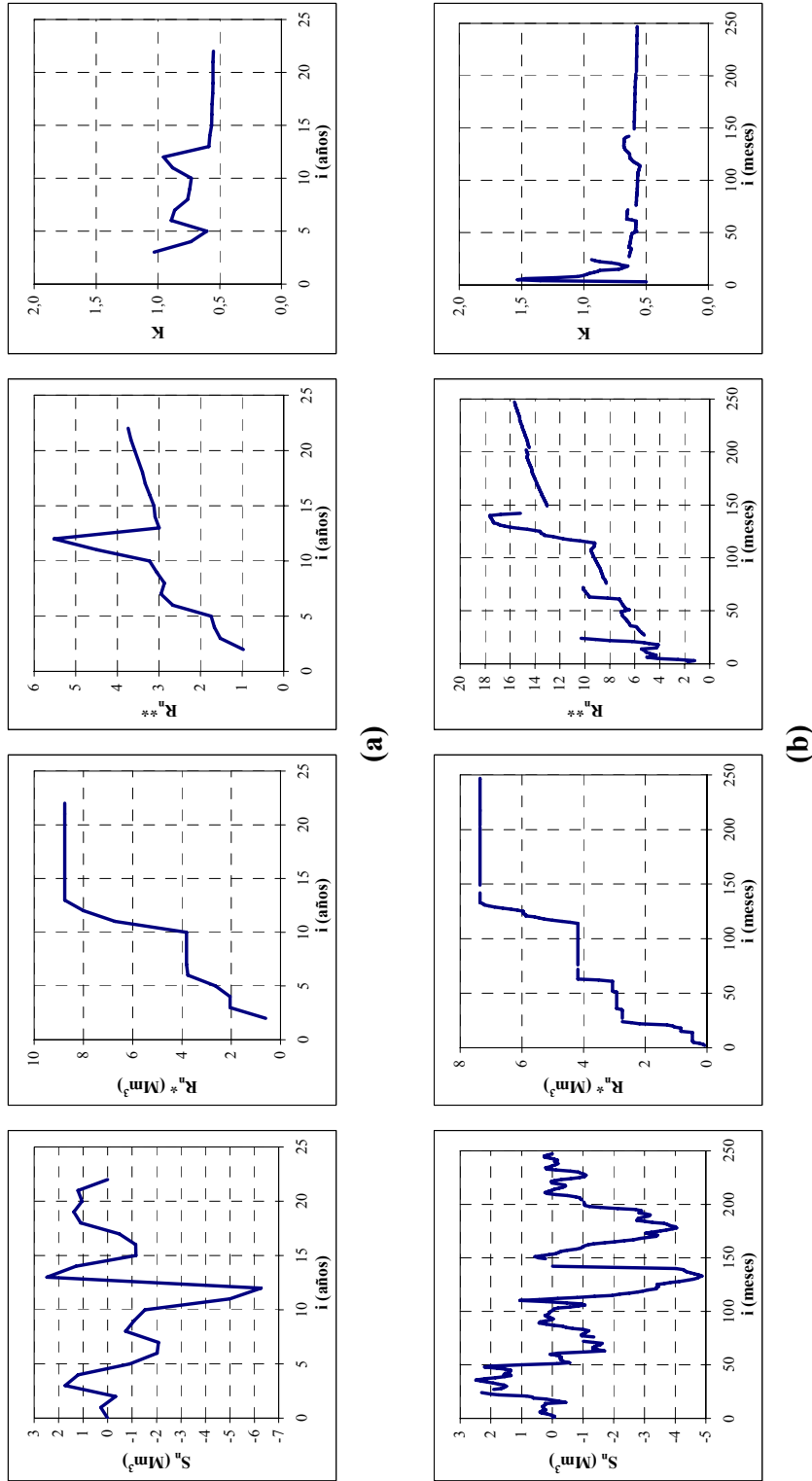


Figura 3.60: Parámetros estadísticos relacionados con el almacenamiento ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) en la estación Río La Ola en Vertedero. (a) Serie mensual. (b) Serie anual.

Tabla 3.12: Valores de las propiedades de almacenamiento de las series de caudales anuales y mensuales.

N°	Estación	Valores anuales						Valores mensuales					
		Años	Prom.	Desv.	Rn*	Rn**	K	Meses	Prom.	Desv.	Rn*	Rn**	K
		N	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(Mm <sup>3</sup> )			n	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(Mm <sup>3</sup> )		
1	Río Caquena en Nacimiento *	24	0,45	0,09	7,17	6,03	0,8	196	0,45	0,09	6,77	18,30	0,6
2	Río Caquena en Vertedero *	36	1,19	0,39	62,05	5,01	0,6	360	1,23	0,90	64,01	26,21	0,6
3	Río Colpacagua en Desembocadura *	18	0,20	0,11	23,26	5,92	0,8	188	0,21	0,31	22,30	29,09	0,7
4	Río Desaguadero Cotacotani *	43	0,45	0,18	79,72	14,30	0,9	461	0,45	0,25	77,16	108,41	0,8
5	Río Lauca en Estancia El Lago *	37	0,42	0,51	33,12	5,72	0,7	264	0,16	0,43	34,55	30,58	0,7
6	Canal Lauca en Sifon N° 1 (Km. 3.3) *	23	0,78	0,21	56,72	8,75	0,9	265	0,78	0,27	56,43	79,18	0,9
7	Río Lauca en Japu (o en el Limite) *	41	2,71	1,34	266,65	5,66	0,6	375	2,75	2,76	201,70	29,01	0,6
8	Río Guallatire en Guallatire *	37	0,37	0,04	17,13	12,25	0,9	404	0,37	0,06	16,06	59,89	0,8
9	Río Colpitas en Alcerreca	38	0,52	0,12	21,37	3,00	0,4	406	0,52	0,31	21,44	23,48	0,6
10	Río Caracarani en Alcerreca	18	0,99	0,87	38,00	2,65	0,4	128	0,82	0,53	21,03	14,53	0,5
11	Río Lluta en Alcerreca	43	2,08	1,23	189,06	4,63	0,5	412	1,98	1,87	140,93	29,17	0,6
12	Río Caracarani en Humapalca	35	0,37	0,10	19,15	5,79	0,6	390	0,37	0,29	22,21	29,35	0,6
13	Río Lluta en Jamiraya	7	4,81	2,24	193,70	2,74	0,8	80	4,74	3,42	197,62	22,01	0,8
14	Río Ticnamar en Ticnamar	12	0,05	0,05	4,02	2,67	0,5	91	0,05	0,08	3,13	16,54	0,7
15	Río Laco en Cosapilla	13	0,55	0,09	13,43	4,68	0,8	128	0,54	0,14	10,94	22,11	0,7
16	Río Cariquima en Cariquima *	6	0,09	0,02	1,39	2,19	0,7	53	0,10	0,04	1,15	10,36	0,7
17	Río Isluga en Bocatoma *	13	0,49	0,09	15,00	5,45	0,9	131	0,50	0,12	12,51	28,17	0,8
18	Río Cancosa en El Tambo *	14	0,23	0,04	5,51	4,39	0,8	148	0,23	0,10	6,17	22,74	0,7
19	Río Piga en Collacagua *	43	0,13	0,03	5,99	6,67	0,7	349	0,14	0,05	5,82	46,91	0,7
20	Río Batea en Confluencia *	28	0,02	0,01	1,75	9,13	0,8	300	0,02	0,01	1,42	69,30	0,8

\* Estaciones fluviométricas dentro de las cuencas altiplánicas

Tabla 3.12: Valores de las propiedades de almacenamiento de las series de caudales anuales y mensuales. (Continuación)

N°	Estación	Valores anuales						Valores mensuales					
		Años	Prom.	Desv.	Rn*	Rn**	K	Meses	Prom.	Desv.	Rn*	Rn**	K
		N	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(Mm <sup>3</sup> )			n	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(Mm <sup>3</sup> )		
21	Río Collacagua en Peñablanca *	27	0,20	0,09	30,35	10,40	0,9	285	0,19	0,12	24,36	72,16	0,8
22	Quebrada Camiga en Altusa	20	0,34	0,19	18,58	6,30	0,8	208	0,30	0,19	19,51	37,36	0,8
23	Río Coscaya en Pampa Lirima	12	0,16	0,04	3,60	2,77	0,6	134	0,17	0,10	4,74	18,00	0,7
24	Río Coscaya en Saitoco	23	0,12	0,04	6,70	5,41	0,7	234	0,12	0,08	6,11	27,99	0,7
25	Quebrada Tarapaca en Mulli-Mulli	15	0,25	0,15	22,88	4,42	0,7	113	0,24	0,17	13,15	28,50	0,7
26	Quebrada Tarapaca en Sibaya	17	0,24	0,21	29,83	0,64	0,7	134	0,19	0,42	17,17	16,22	0,7
27	Río Huatacondo en Copaquire	30	0,02	0,03	7,45	6,95	0,7	327	0,02	0,08	6,40	31,60	0,7
28	Río Loa Antes Represa Lequena	41	0,57	0,16	43,45	8,86	0,7	405	0,57	0,24	29,96	38,09	0,7
29	Río San Pedro en Parshall N°1	33	0,97	0,16	67,00	5,29	0,6	369	0,98	0,18	61,23	54,00	0,7
30	Río San Pedro en Parshall N°2 (Bt. Chilex)	39	0,94	0,14	74,28	11,43	0,8	418	0,95	0,16	64,16	73,06	0,8
31	Río San Pedro en Camino Internacional	10	0,06	0,05	4,13	2,71	0,6	105	0,06	0,05	3,25	25,88	0,8
32	Río San Pedro en San Pedro	15	0,47	0,05	7,33	4,58	0,8	158	0,47	0,07	7,07	17,58	0,6
33	Río Silala Antes B.T. Fcab	7	0,18	0,02	1,72	2,96	0,9	71	0,18	0,02	1,69	29,89	1,0
34	Río Loa en Conchi	29	2,04	0,46	60,11	6,39	0,8	196	1,78	0,48	56,80	32,82	0,7
35	Río Loa en Salida Embalse Conchi	31	0,78	0,20	69,68	9,31	0,8	341	0,77	0,55	72,58	48,62	0,7
36	Río Loa en Alcantarilla Conchi N°2	28	0,79	0,22	66,80	9,74	0,9	319	0,78	0,37	62,12	63,84	0,8
37	Río Salado Antes Junta Río Curti	32	0,24	0,29	82,53	9,01	0,8	368	0,23	0,79	78,92	38,29	0,7
38	Río Salado en Sifon Ayquina	31	0,47	0,13	39,98	7,40	0,7	344	0,47	0,33	39,05	42,89	0,7
39	Río Toconce Antes Represa Sendos	24	0,44	0,06	16,90	4,94	0,6	256	0,44	0,13	12,23	25,09	0,6

\* Estaciones fluviométricas dentro de las cuencas altiplánicas

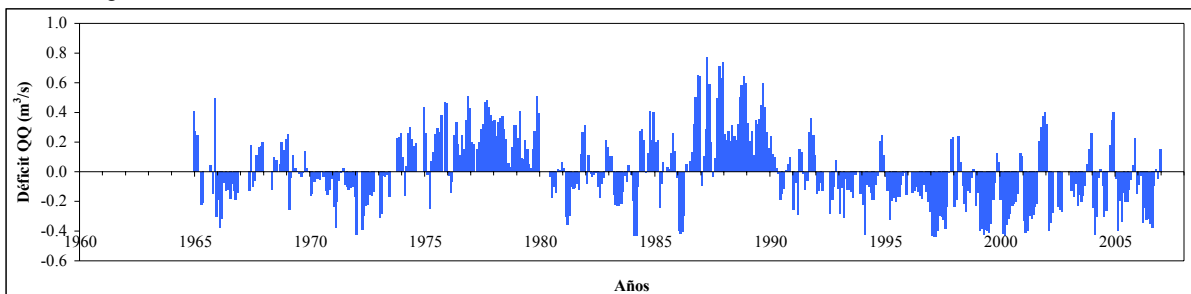
Tabla 3.12: Valores de las propiedades de almacenamiento de las series de caudales anuales y mensuales.(Continuación)

N°	Estación	Valores anuales						Valores mensuales					
		Años	Prom.	Desv.	Rn*	Rn**	K	Meses	Prom.	Desv.	Rn*	Rn**	K
		N	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(Mm <sup>3</sup> )			n	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(Mm <sup>3</sup> )		
40	Canal Aguas Blancas	16	0,10	0,03	3,92	4,11	0,9	103	0,09	0,04	3,83	36,59	0,9
41	Canal Tulan en Tilomonte	14	0,03	0,02	2,14	4,65	0,9	109	0,04	0,02	1,86	37,82	0,9
42	Canal Vilama en Vilama	32	0,17	0,05	17,72	12,40	0,9	349	0,17	0,05	15,72	95,08	0,9
43	Canal Cuno en Socaire	18	0,15	0,04	6,55	5,00	0,7	196	0,16	0,06	6,92	40,08	0,8
44	Canal Tilomonte Antes Represa	11	0,03	0,00	0,18	2,82	0,6	117	0,03	0,00	0,18	17,60	0,7
45	Río San Pedro en Cuchabrachi	58	0,85	0,25	156,90	16,38	0,8	599	0,85	0,41	140,89	109,67	0,8
46	Río La Ola en Vertedero *	22	0,62	0,07	8,76	3,74	0,6	235	0,61	0,12	7,36	15,65	0,6
47	Río Barros Negros Antes Junta Valle Ancho *	29	0,07	0,04	6,67	5,00	0,6	210	0,06	0,05	3,54	25,56	0,6
48	Río Villalobos en Vertedero *	29	0,03	0,02	6,01	8,79	0,8	285	0,03	0,02	4,71	71,95	0,8
49	Río Valle Ancho Antes Junta Barros Negros *	29	0,06	0,03	8,39	8,82	0,8	215	0,06	0,04	5,65	48,72	0,8
50	Río Valle Ancho en La Barrera *	25	0,02	0,01	2,23	7,36	0,7	174	0,02	0,01	1,21	42,82	0,7
51	Río Lamas en El Salto *	28	0,24	0,06	11,49	5,74	0,7	307	0,25	0,08	9,94	41,45	0,7
52	Río Astaburuaga en Cono *	28	0,29	0,17	27,45	5,25	0,6	179	0,29	0,29	12,23	17,90	0,6

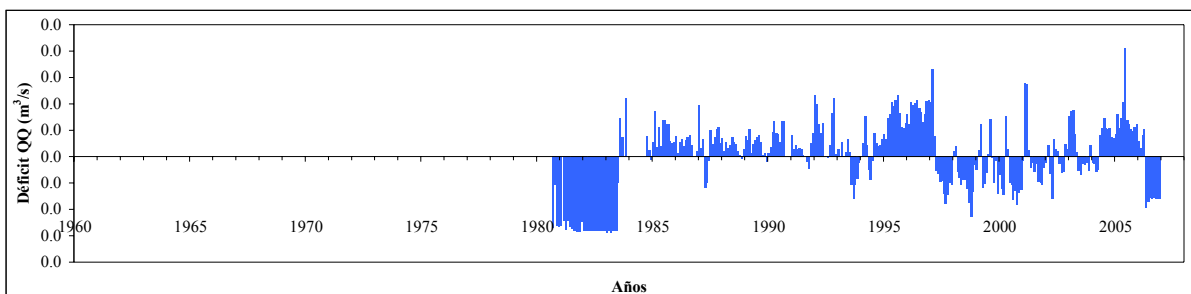
\* Estaciones fluviométricas dentro de las cuencas altiplánicas

En la Figura 3.61 y Figura 3.62 se presentan 4 series de déficit de escurrimientos respecto a la media a nivel mensual y anual, respectivamente. La Tabla 3.13, Figura 3.63 y Figura 3.64 presentan la duración (L\*) y magnitud (M\*) máximas de las sequías presentes en las series anuales y mensuales de caudales medios en las estaciones de la DGA seleccionadas. Se observa que a nivel mensual la duración máxima de las sequías varía entre 7 meses (Río Astaburuaga en Cono) y 72 meses (Canal Vilama en Vilama) con magnitudes que se encuentran entre 0,11 Mm<sup>3</sup> (Canal Tilomonte Antes Represa) y 183,15 Mm<sup>3</sup> (Río Lluta en Jamiraya). A nivel anual la duración máxima de las sequías varía entre 1 año (Río Cariquima en Cariquima) y 32 años (Río San Pedro en Cuchabrachi) con magnitudes máximas entre 0,17 Mm<sup>3</sup> (Canal Tilomonte Antes Represa) y 199,90 Mm<sup>3</sup> (Río Lauca en Japu (o en el Limite)).

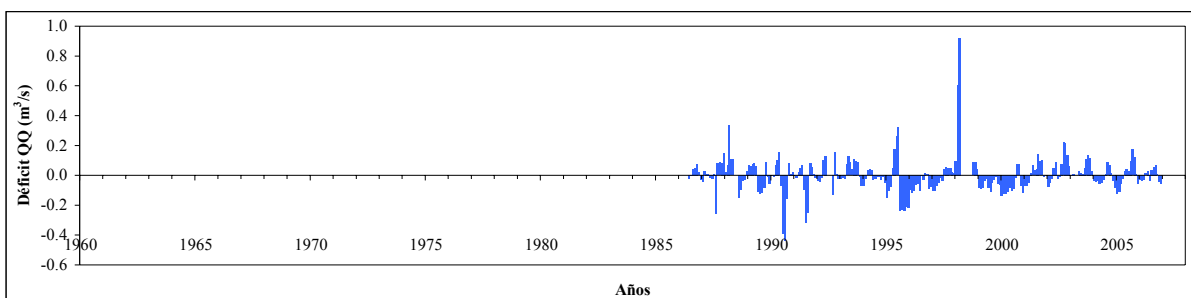
4. Río Desaguadero Cotacotani



20. Río Batea en Confluencia



46. Río La Ola en Vertedero



51. Río Lamas en El Salto

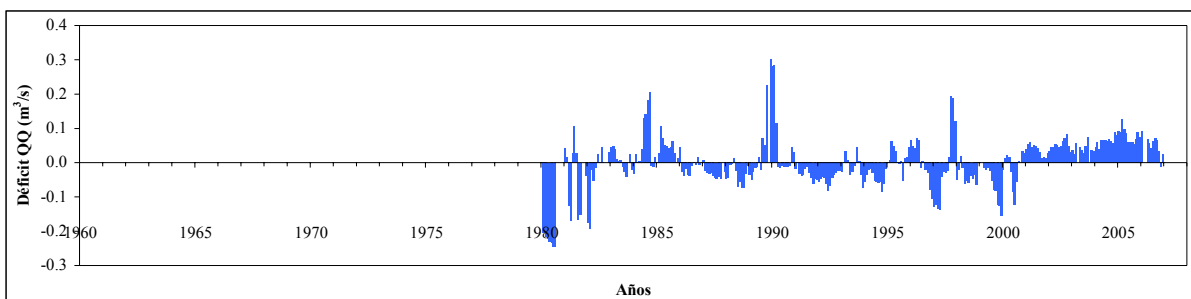
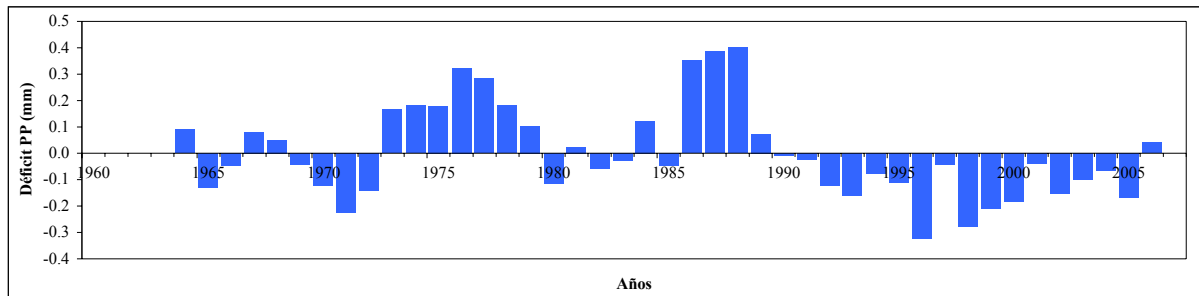
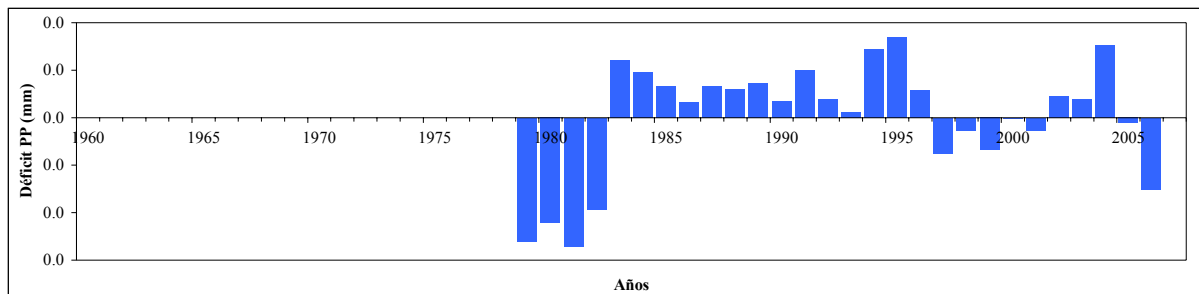


Figura 3.61: Series de déficit de escurrimientos medios mensuales

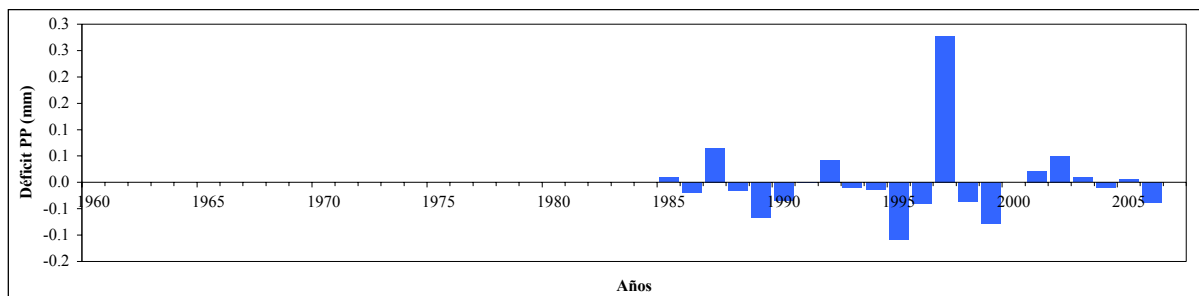
4. Río Desaguadero Cotacotani



20. Río Batea en Confluencia



46. Río La Ola en Vertedero



51. Río Lamas en El Salto

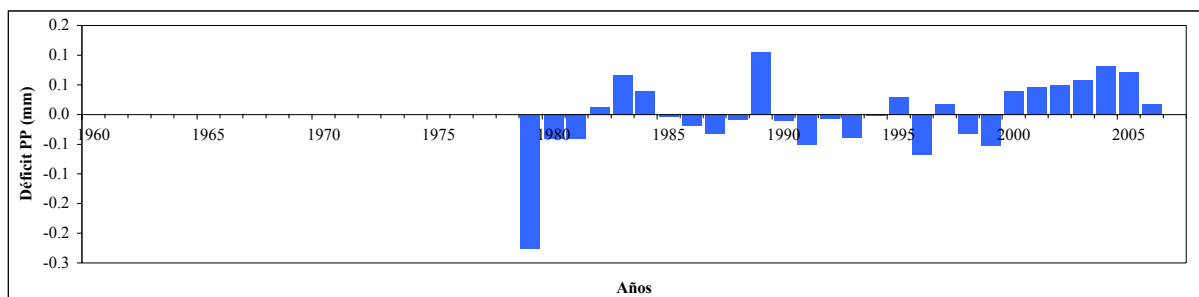


Figura 3.62: Series de déficit de escurrimientos medios anuales.

Tabla 3.13: Duración (L\*) y magnitud (M\*) de las sequías de las series mensuales y anuales de caudales en las estaciones seleccionadas.

N°	Estación	Valores anuales		Valores mensuales		
		L* (meses)	M* (Mm <sup>3</sup> )	L* (meses)	M* (Mm <sup>3</sup> )	
Región XV	1 *	Río Caquena en Nacimiento	5	14,78	21	8,35
	2 *	Río Caquena en Vertedero	8	49,34	21	21,72
	3 *	Río Colpacagua en Desembocadura	4	10,40	28	7,25
	4 *	Río Desaguadero Cotacotani	16	65,50	20	12,63
	5 *	Río Lauca en Estancia El Lago	14	142,87	51	46,77
	6 *	Canal Lauca en Sifon N° 1 (Km. 3.3)	10	47,15	23	16,17
	7 *	Río Lauca en Japu (o en el Limite)	11	199,90	17	39,31
	8 *	Río Guallatire en Guallatire	10	14,38	41	7,83
	9	Río Colpitas en Alcerreca	3	10,50	34	13,84
	10	Río Caracarani en Alcerreca	6	39,81	12	8,52
	11	Río Lluta en Alcerreca	9	146,23	22	49,69
	12	Río Caracarani en Humapalca	6	11,65	23	6,96
	13	Río Lluta en Jamiraya	3	162,78	45	183,15
	14	Río Ticnamar en Ticnamar	4	3,36	18	2,07
	15	Río Laco en Cosapilla	5	13,43	9	3,28
Región I	16 *	Río Cariquima en Cariquima	1	0,90	9	0,86
	17 *	Río Isluga en Bocatoma	6	12,46	24	7,61
	18 *	Río Cancosa en El Tambo	3	3,39	11	2,52
	19 *	Río Piga en Collacagua	13	6,53	18	1,51
	20 *	Río Batea en Confluencia	5	1,49	35	1,19
	21 *	Río Collacagua en Peñablanca	15	30,35	32	7,26
	22	Quebrada Camiga en Altusa	10	29,31	35	14,40
	23	Río Coscaya en Pampa Lirima	3	2,86	15	2,32
	24	Río Coscaya en Saitoco	7	6,25	30	3,16
	25	Quebrada Tarapaca en Mulli-Mulli	6	22,22	9	3,71
	26	Quebrada Tarapaca en Sibaya	6	23,88	26	11,55
	27	Río Huatacondo en Copaquire	13	7,22	51	2,81
Región II	28	Río Loa Antes Represa Lequena	6	27,26	22	6,40
	29	Río San Pedro en Parshall N°1	7	41,95	36	18,19
	30	Río San Pedro en Parshall N°2 (Bt. Chilex)	21	74,28	47	16,91
	31	Río San Pedro en Camino Internacional	3	4,13	26	3,25
	32	Río San Pedro en San Pedro	3	7,23	18	4,82
	33	Río Silala Antes B.T. Fcab	2	1,31	22	1,36
	34	Río Loa en Conchi	18	159,49	51	91,36
	35	Río Loa en Salida Embalse Conchi	15	68,10	9	10,24

\* Estaciones fluviométricas dentro de las cuencas altiplánicas



Tabla 3.13: Duración (L\*) y magnitud (M\*) de las sequías de las series mensuales y anuales de caudales en las estaciones seleccionadas. (Continuación)

N°	Estación	Valores anuales		Valores mensuales		
		L* (meses)	M* (Mm <sup>3</sup> )	L* (meses)	M* (Mm <sup>3</sup> )	
Región II	36	Río Loa en Alcantarilla Conchi N°2	12	56,93	36	18,63
	37	Río Salado Antes Junta Río Curti	21	82,53	59	27,89
	38	Río Salado en Sifon Ayquina	9	28,96	47	18,49
	39	Río Toconce Antes Represa Sendos	4	10,56	19	3,07
	40	Canal Aguas Blancas	4	4,77	36	4,26
	41	Canal Tulan en Tilomonte	7	1,38	34	0,62
	42	Canal Vilama en Vilama	12	15,05	72	10,61
	43	Canal Cuno en Socaire	6	3,20	30	2,94
	44	Canal Tilomonte Antes Represa	3	0,17	13	0,11
	45	Río San Pedro en Cuchabrachi	32	156,90	63	33,42
Región III	46 *	Río La Ola en Vertedero	4	5,53	20	4,44
	47 *	Río Barros Negros Antes Junta Valle Ancho	4	2,94	9	0,80
	48 *	Río Villalobos en Vertedero	8	3,40	30	1,68
	49 *	Río Valle Ancho Antes Junta Barros Negros	6	3,94	8	0,58
	50 *	Río Valle Ancho en La Barrera	7	2,23	8	0,24
	51 *	Río Lamas en El Salto	5	9,70	23	4,20
	52 *	Río Astaburuaga en Cono	6	13,76	7	3,55

\* Estaciones fluviométricas dentro de las cuencas altiplánicas

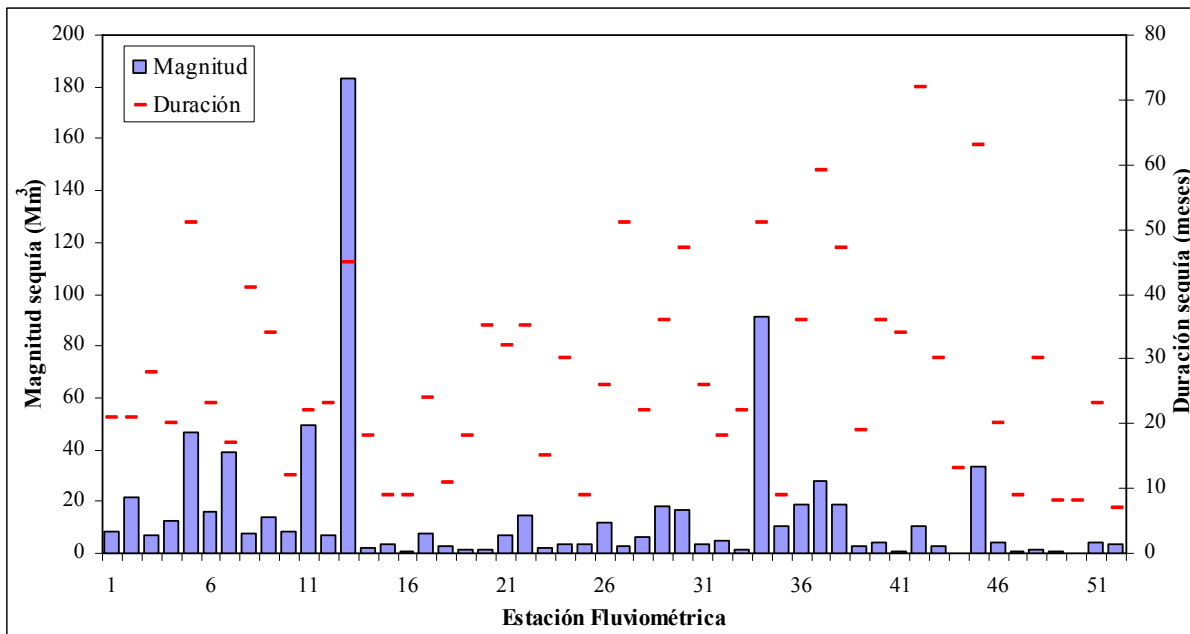


Figura 3.63: Magnitud y duración de las sequías de las series mensuales de escurrimientos en las estaciones seleccionadas.

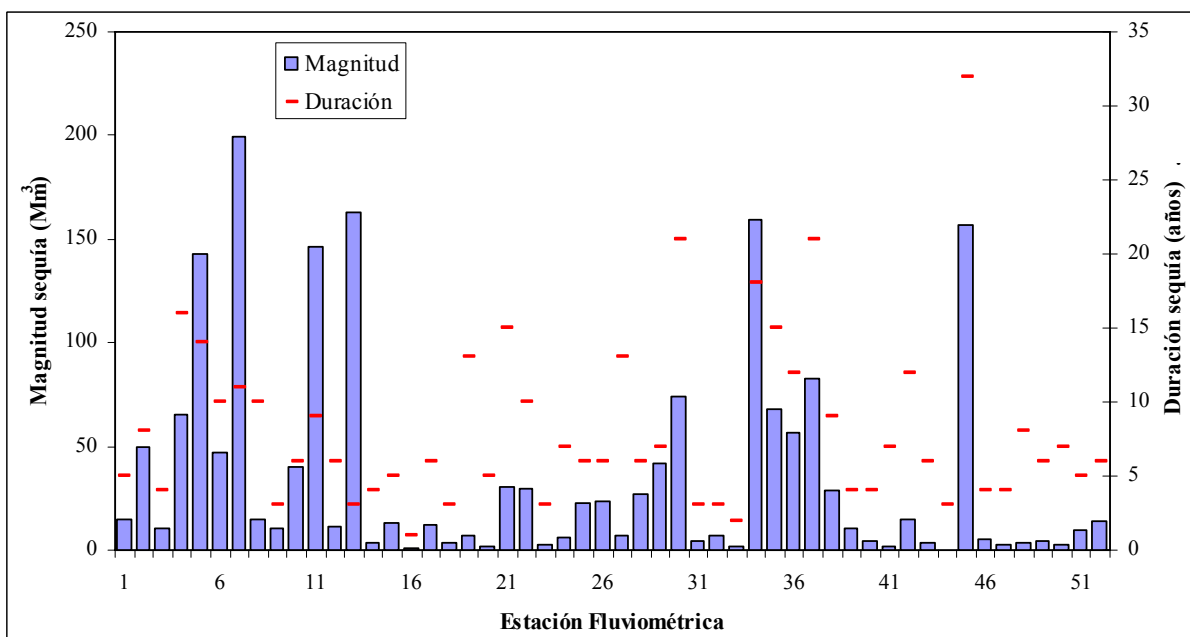


Figura 3.64: Magnitud y duración de las sequías de las series anuales de escurrimientos en las estaciones seleccionadas.

---

### 3.3 Temperatura

La caracterización de la temperatura en las cuencas altiplánicas chilenas se realizó a nivel mensual y anual. Se utilizaron series de temperatura media absoluta, mínima promedio, mínima absoluta, máxima promedio y máxima absoluta.

#### 3.3.1 Fuentes de Información para Temperatura

La recolección de los datos de temperatura se realizó a través de la Dirección General de Aguas (DGA). Por medio del Departamento de Hidrología de la DGA se recopiló toda la información histórica a nivel mensual existente en el Banco Nacional de Aguas (BNA) para las regiones XV, I, II y III del territorio nacional.

La ubicación de las estaciones meteorológicas sin considerar la calidad de los datos de temperatura se presenta en la Figura 3.65. Se muestra además la vigencia de las estaciones y el área general de estudio. Las coordenadas de ubicación, altura sobre el nivel del mar y vigencia de estas estaciones meteorológicas se presentan en el Anexo III (A III.1). Se observa que la información de temperatura al interior de las cuencas altiplánicas es escasa, disponiéndose de 6 estaciones en la XV Región, 4 en la I Región, 2 en la II Región y ninguna en la III Región.

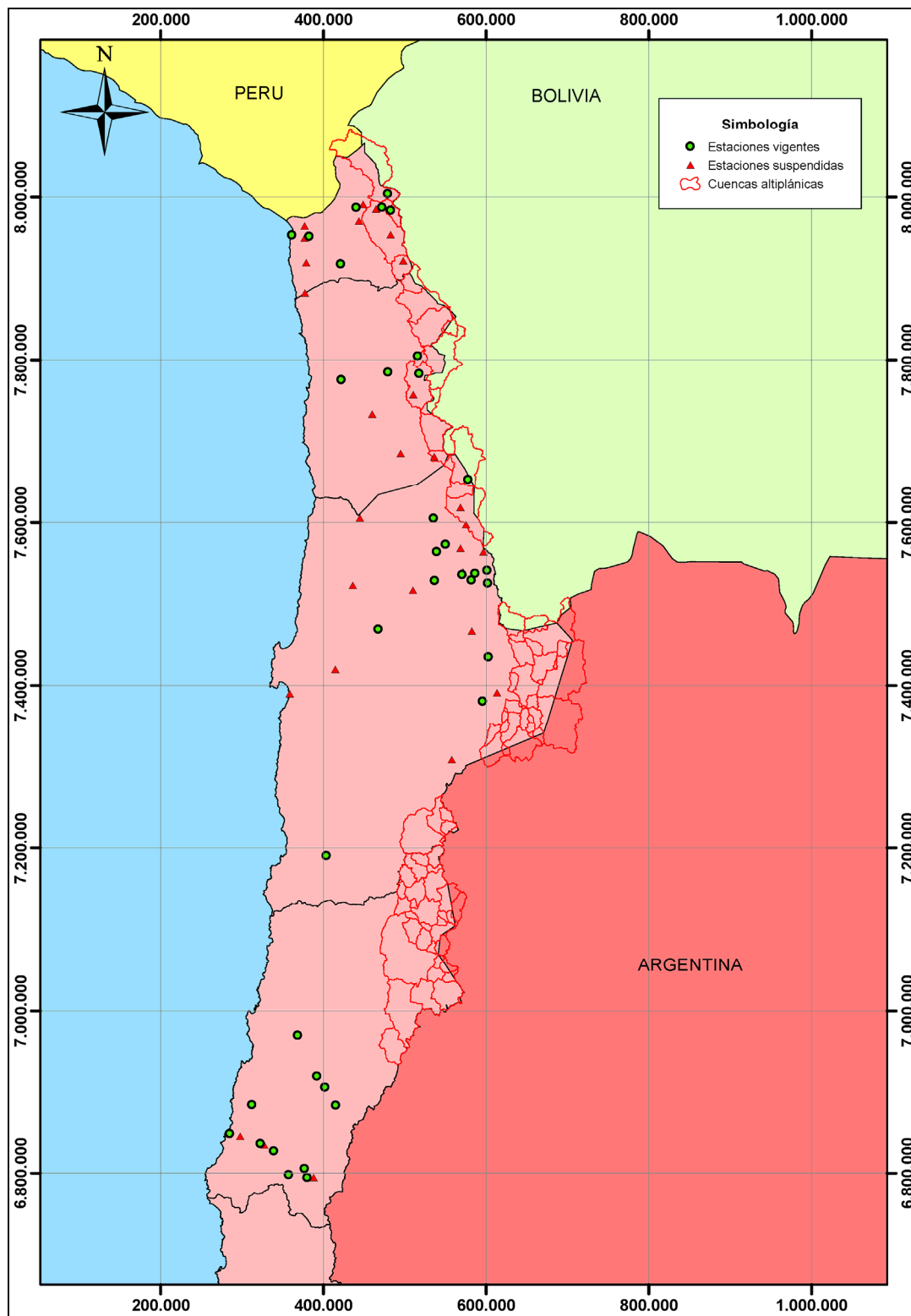


Figura 3.65: Ubicación de las estaciones meteorológicas de temperatura disponibles en la zona en estudio.

### 3.3.2 Determinación de la Información a Utilizar

Las series de tiempo de la temperatura mensual disponible fueron analizadas con el fin de seleccionar las estaciones meteorológicas que serán consideradas en este estudio. El criterio de selección consiste en utilizar las estaciones vigentes y suspendidas cuyo registro tenga al menos 10 años. En la Tabla 3.14 se presenta la lista de las estaciones seccionadas que cumplen con este criterio, junto con la ubicación (coordenadas UTM, Datum Provisional Sudamericano 1956, Zona 19 Sur), altitud, código BNA y numeración correlativa. Las estaciones ubicadas dentro de las cuencas altiplánicas se identificaron con un asterisco (\*).

En la Figura 3.66 se presenta la ubicación general de las estaciones seleccionadas, y en la Figura 3.67, Figura 3.68 y Figura 3.69 se presenta esta localización con mayor detalle junto con la numeración correlativa para su correcta identificación.

De las estaciones seleccionadas 8 se ubican al interior de las cuencas altiplánicas, distribuyéndose 4 en la XV Región, 2 en la I Región, 2 en la II Región y ninguna en la III Región.

En la Figura 3.70, Figura 3.71 y Figura 3.72 se presentan gráficos de barras con la disponibilidad temporal de los datos de temperatura mínima absoluta y promedio, media absoluta, y máxima absoluta y promedio, respectivamente. Se observa que la mayoría de estaciones tienen registros a partir de la década de 1970. Con respecto a los registros de temperatura, de las 51 estaciones seleccionadas, 31 se encuentran vigentes y 20 fueron suspendidas.

Tabla 3.14: Estaciones meteorológicas con registros de temperatura seleccionadas para el estudio.

	N°	Cód. BNA	Estación Meteorológica	UTM (PSAD 1956)		Altitud [msnm]	Estado **	Años de Registro
				Este	Norte			
Región XV	1	01001005-5	* Caquena	478.832	8.004.246	4.400	V	28
	2	01010010-0	* Chungará Ajata	482.378	7.983.966	4.570	V	22
	3	01020017-2	* Parinacota Ex Endesa	471.800	7.987.641	4.390	V	22
	4	01030003-7	* Chilcaya	498.243	7.921.276	4.140	S	26
	5	01202009-0	Pacollo	448.878	7.991.283	4.050	S	22
	6	01202010-4	Putre	440.075	7.987.569	3.530	V	32
	7	01211006-5	Lluta	376.763	7.965.137	290	S	20
	8	01300004-2	Murmuntane	443.649	7.970.983	3.280	S	12
	9	01310018-7	Arica Oficina	360.983	7.955.807	20	S	10
	10	01310019-5	Azapa	382.124	7.952.260	350	V	39
	11	01310021-7	U. Del Norte	360.983	7.955.807	27	S	11
	12	01310022-5	Aeródromo El Buitre	360.996	7.953.962	30	V	23
	13	01410011-3	Chaca	378.819	7.919.039	350	S	12
	14	01410012-1	Codpa	420.979	7.917.420	1.800	V	40
	15	01502006-7	Cuya	377.307	7.882.139	120	S	11
Región I	16	01050007-9	* Collacagua	517.429	7.782.949	3.990	V	47
	17	01080001-3	* Ujina	536.384	7.681.472	4.200	S	11
	18	01740002-9	Cerro Colorado	479.082	7.784.789	2.630	V	15
	19	02113005-2	Guatacondo Dga	494.801	7.685.200	2.460	S	13
Región II	20	02000001-5	* Ollague	577.458	7.653.240	3.650	V	21
	21	02020001-4	* Cebollar	568.241	7.618.807	3.730	S	16
	22	02101003-0	Lequena	535.139	7.605.268	3.320	V	19
	23	02103008-2	Parshall N 2	549.805	7.573.477	3.318	V	39
	24	02103009-0	Ojos San Pedro	568.440	7.568.716	3.800	S	13
	25	02103010-4	Inacaliri	596.588	7.564.208	4.100	S	22
	26	02104008-8	Conchi Embalse	539.003	7.564.490	3.010	V	38
	27	02104010-K	Chiu-Chiu	536.440	7.529.250	2.524	V	29
	28	02105015-6	Turi	571.634	7.539.949	3.070	S	14
	29	02105016-4	Linzor	600.913	7.541.763	4.096	V	35
	30	02105017-2	Toconce	586.111	7.537.991	3.350	V	15
	31	02105018-0	Ayquina	570.227	7.536.538	3.031	V	15
	32	02105021-0	Caspana	581.581	7.529.879	3.260	V	35
	33	02105022-9	El Tatio	601.729	7.526.160	4.320	V	21

\* Estaciones meteorológicas dentro de las cuencas altiplánicas

\*\* V: Vigente; S: Suspendida

Tabla 3.14: Estaciones meteorológicas con registros de temperatura seleccionadas para el estudio. (Continuación)

	N°	Cód. BNA	Estación Meteorológica	UTM (PSAD 1956)		Altitud [msnm]	Estado **	Años de Registro
				Este	Norte			
Región II	34	02110013-7	Calama	509.841	7.517.409	2.260	S	29
	35	02112009-K	Coya Sur	435.924	7.523.433	1.290	S	19
	36	02500019-6	Socaire	613.485	7.391.129	3.251	S	12
	37	02500020-K	Peine	595.346	7.381.030	2.480	V	33
	38	02700001-0	Sierra Gorda	467.247	7.468.888	1.616	V	14
	39	02710002-3	Baquadano	414.749	7.419.946	1.032	S	18
	40	02710003-1	Antofagasta	358.725	7.389.982	50	S	10
	41	02942001-7	Aguas Verdes	403.389	7.190.650	1.600	V	21
Región III	42	03414002-2	Iglesia Colorada	414.913	6.883.987	1.950	V	15
	43	03430006-2	Lautaro Emb.	401.640	6.906.043	1.110	V	39
	44	03430007-0	Los Loros	391.670	6.920.731	950	V	20
	45	03450004-5	Copiapo	368.152	6.970.357	370	V	17
	46	03701001-4	Canto De Agua	311.782	6.884.651	250	V	22
	47	03802005-6	Conay	387.945	6.795.116	1.450	S	28
	48	03806002-3	El Transito	376.458	6.806.081	1.200	V	15
	49	03815004-9	San Felix	357.040	6.798.469	1.100	V	15
	50	03820004-6	Santa Juana	338.758	6.827.784	560	V	43
	51	03826003-0	Huasco Bajo	284.591	6.849.084	50	V	15

\* Estaciones meteorológicas dentro de las cuencas altiplánicas

\*\* V: Vigente; S: Suspendida

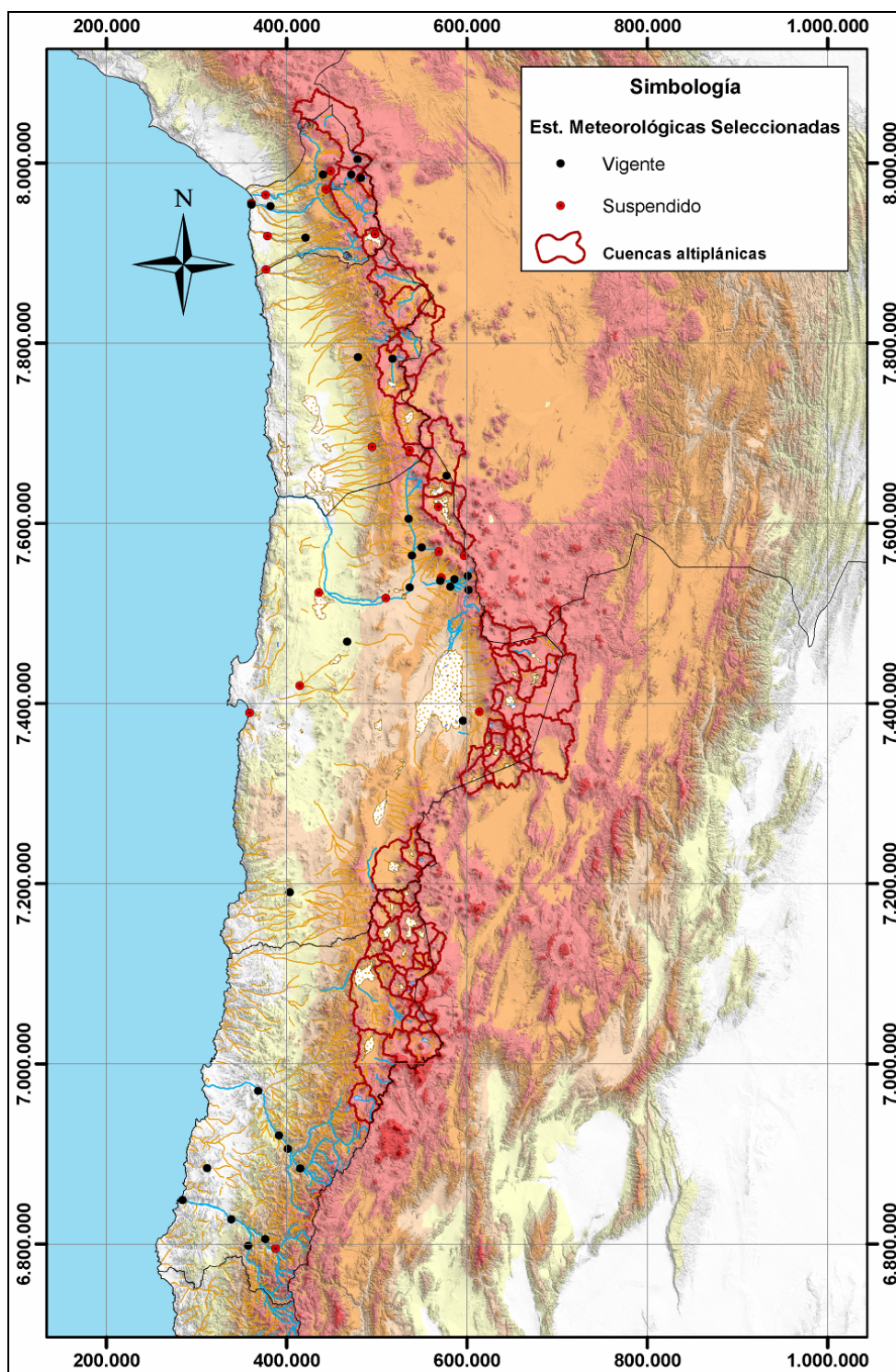


Figura 3.66: Ubicación de las estaciones meteorológicas de temperatura seleccionadas para el estudio.



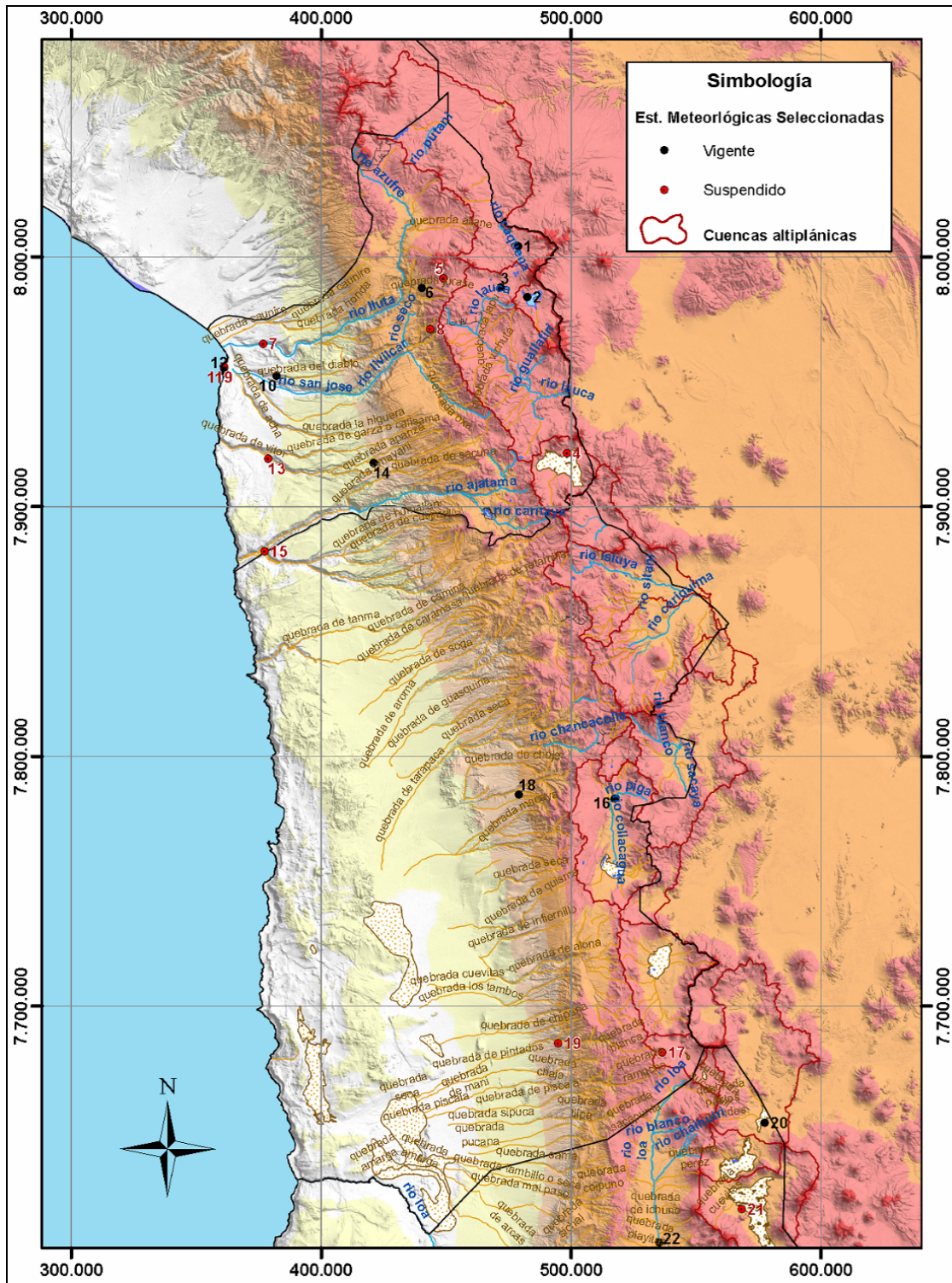


Figura 3.67: Ubicación de las estaciones meteorológicas de temperatura seleccionadas para el estudio (XV y I Región).



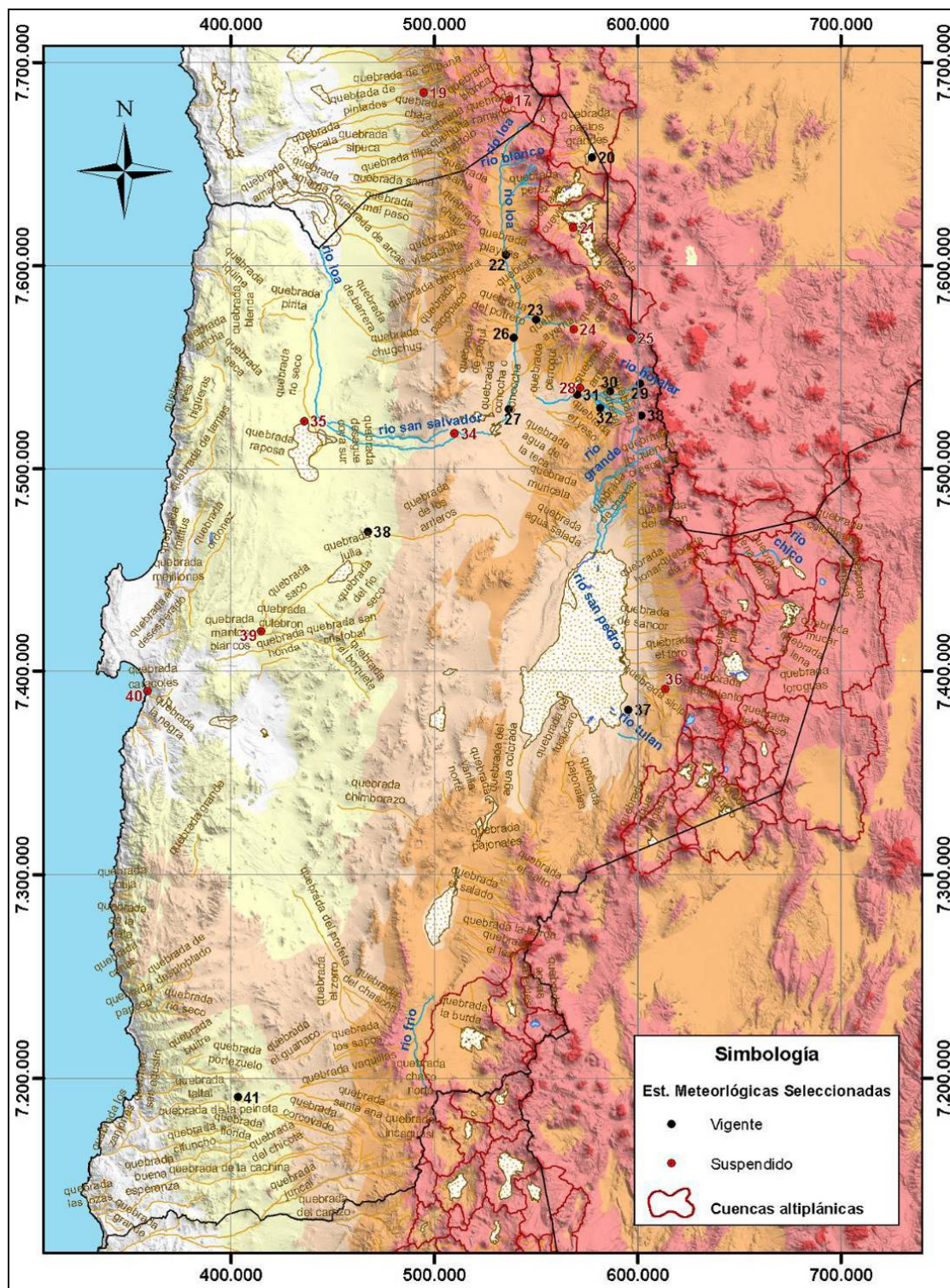


Figura 3.68: Ubicación de las estaciones meteorológicas de temperatura seleccionadas para el estudio (II Región).





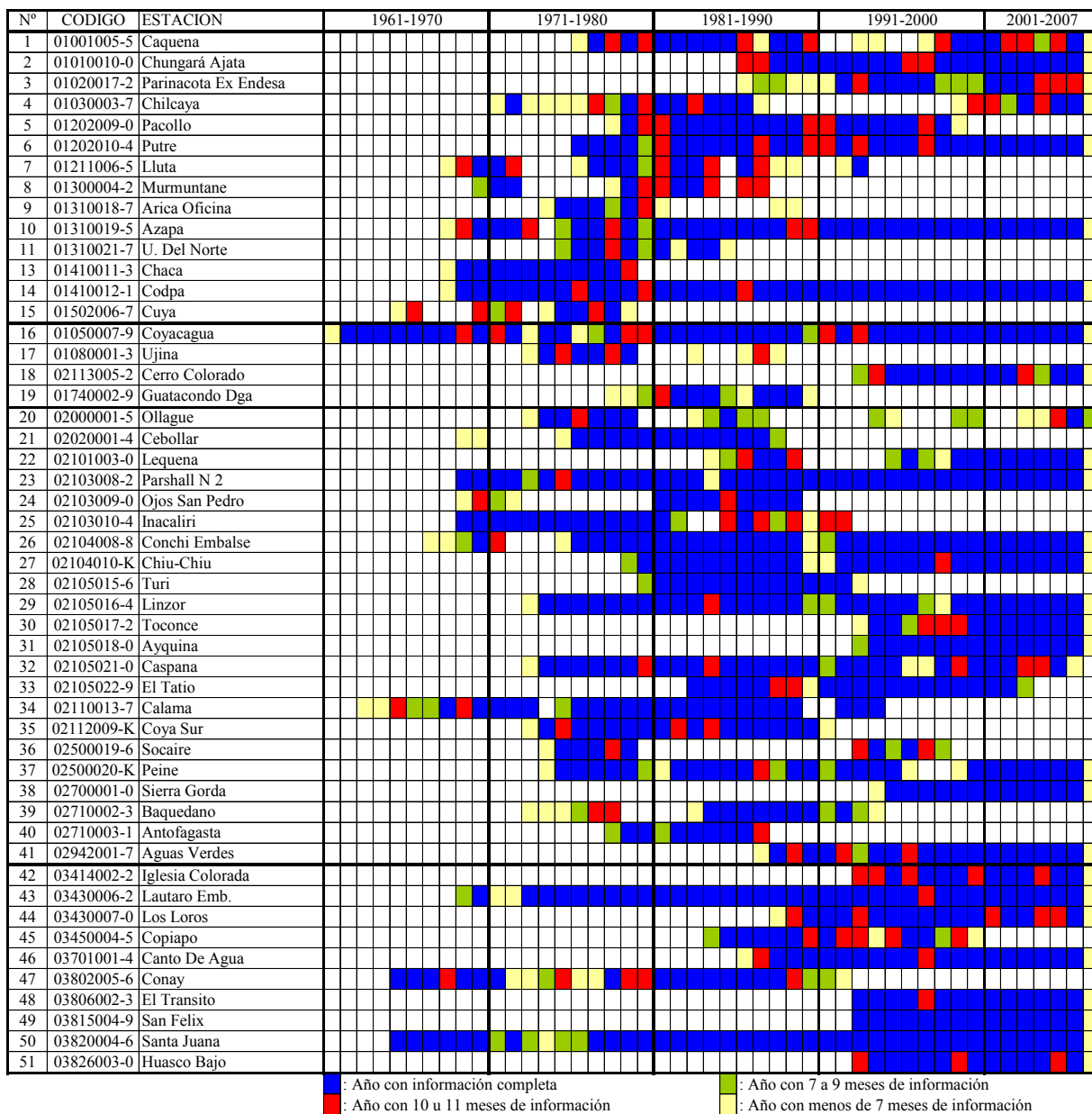


Figura 3.70: Disponibilidad de información histórica de temperatura mínima absoluta y mínima promedio en las estaciones seleccionadas.

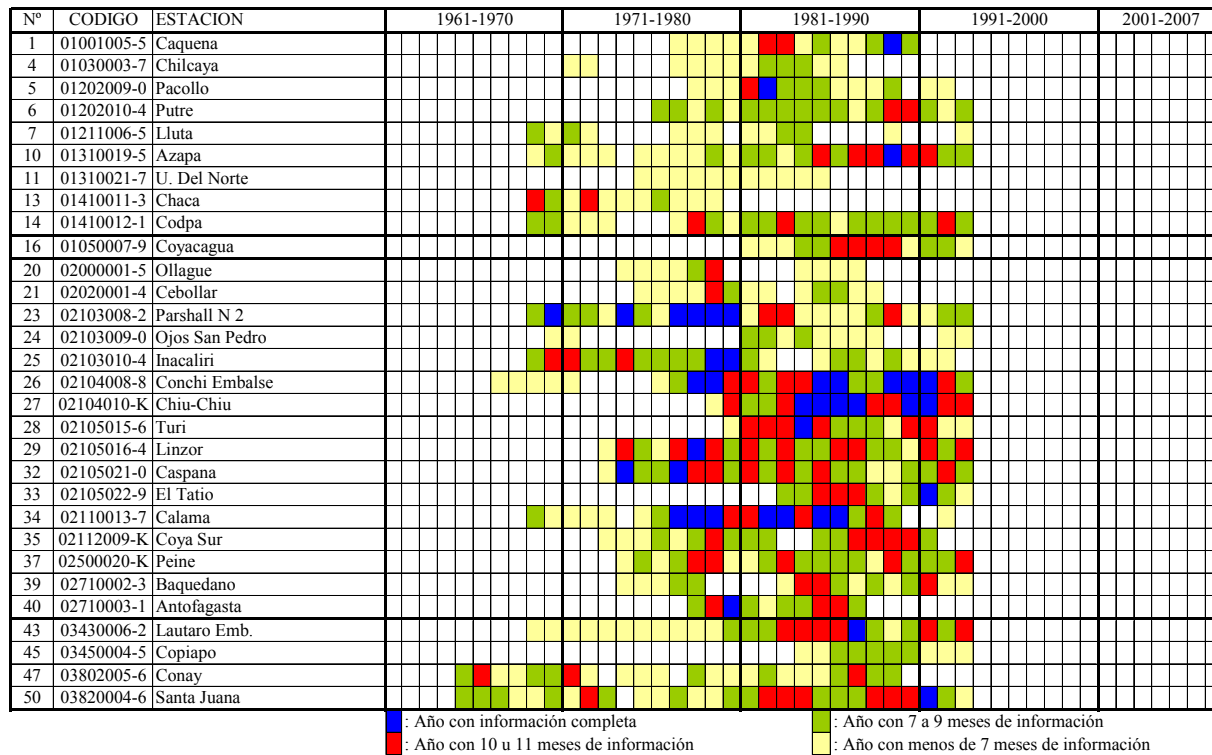


Figura 3.71: Disponibilidad de información histórica de temperatura media absoluta en las estaciones seleccionadas.

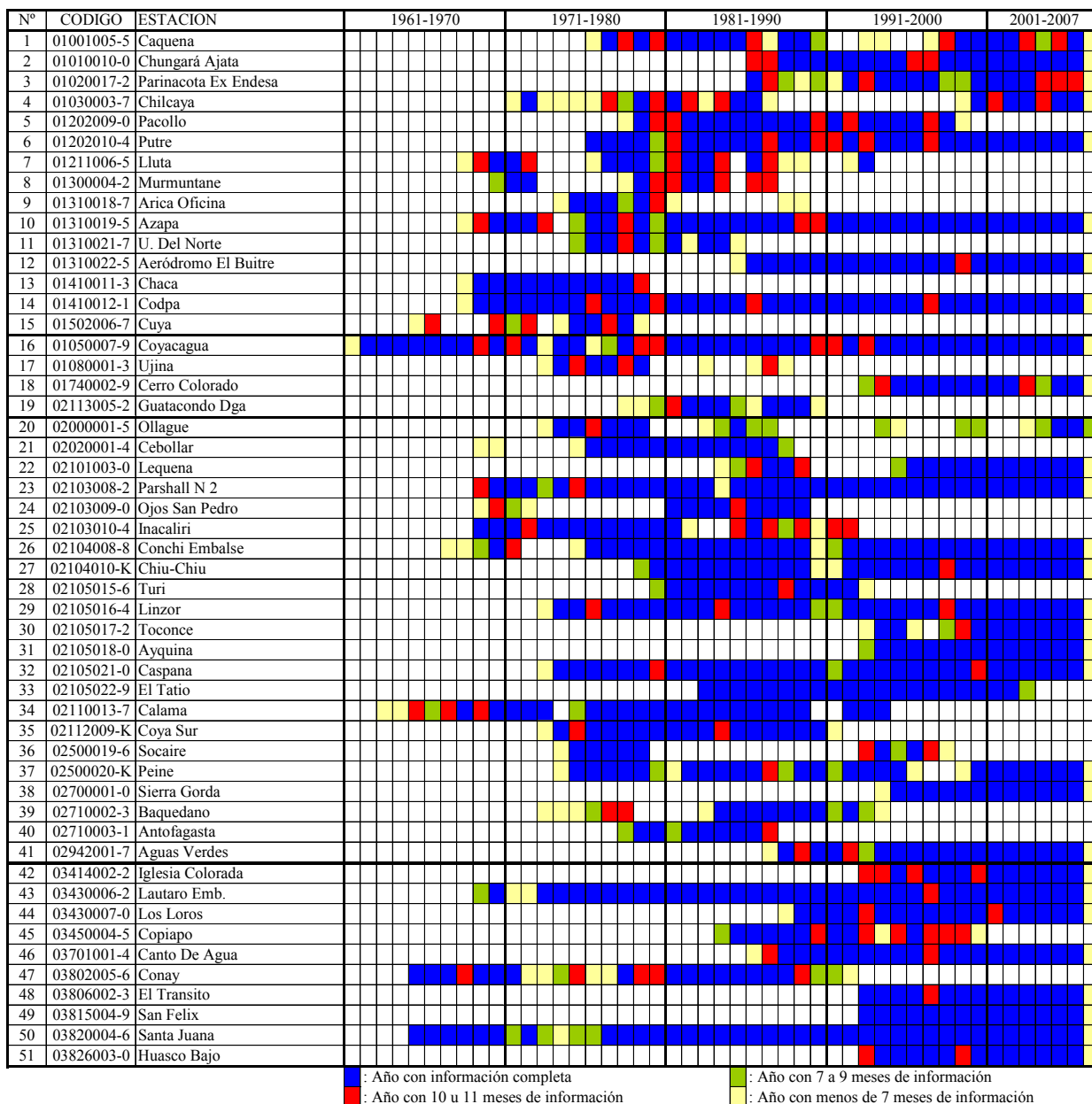


Figura 3.72: Disponibilidad de información histórica de temperatura máxima promedio y máxima absoluta en las estaciones seleccionadas.

### 3.3.3 Variación Temporal de la Temperatura

Con el fin de establecer el comportamiento estacional de la temperatura en la zona en estudio se realizó un análisis temporal de las series a nivel anual y mensual. A continuación se presentan estos análisis y los resultados obtenidos.

#### 3.3.3.1 Series Anuales de Temperatura

Las series anuales de temperatura mínima absoluta y promedio, media absoluta, máxima promedio y absoluta se presentan en forma gráfica en la Figura 3.73 para las estaciones localizadas en el interior de las cuencas altiplánicas. En el Anexo III (A III.2) se presentan estas series para el resto de las estaciones seleccionadas. En la Tabla 3.15, Tabla 3.16, Tabla 3.17 y Tabla 3.18 se presentan los principales estadígrafos de las series anuales de temperatura mínima absoluta, mínima promedio, media absoluta, máxima promedio y máxima absoluta, respectivamente.

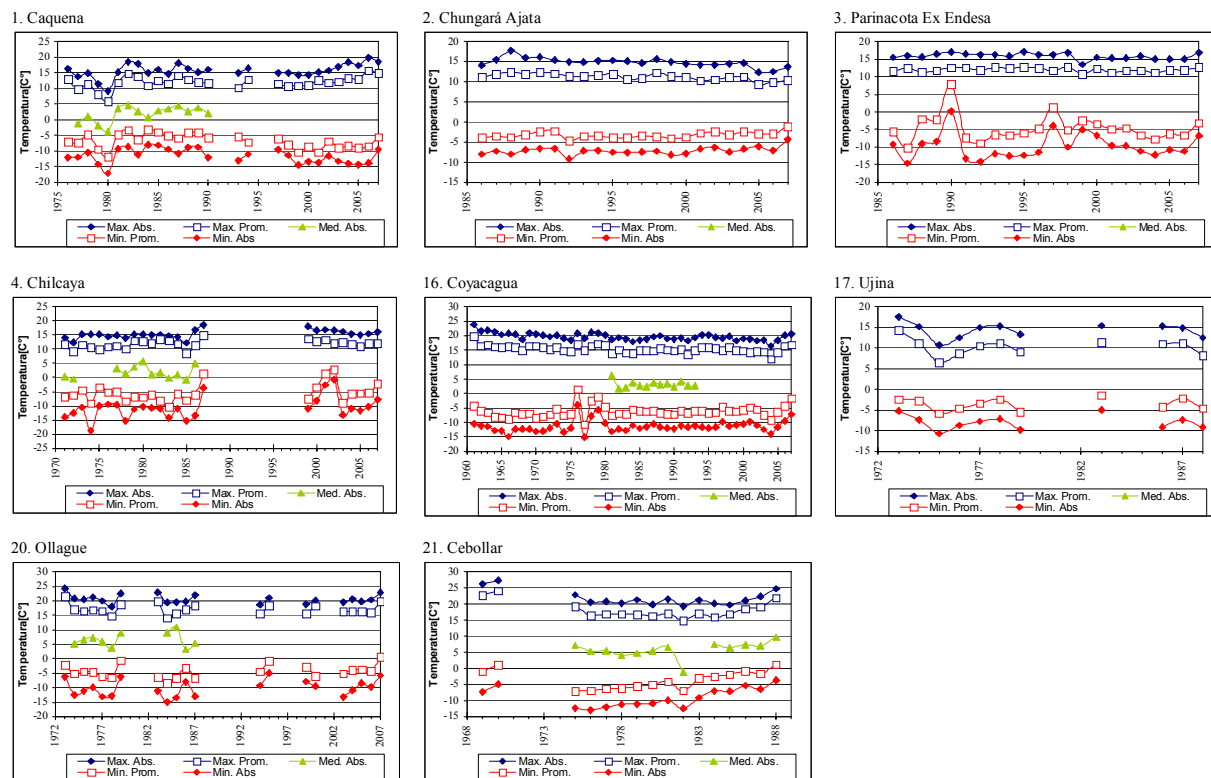


Figura 3.73: Series anuales de temperatura mínima absoluta y promedio, media absoluta, máxima promedio y absoluta en las estaciones ubicadas al interior de las cuencas altiplánicas.



Tabla 3.15: Propiedades estadísticas de las series anuales de temperatura mínima absoluta (°C) en las estaciones seleccionadas.

	N°	Estación Meteorológica	Años de Registro	Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Est.	Coef. Asim.
Región XV	1	* Caquena	28	-17,1	-8,1	-11,6	2,3	-0,29
	2	* Chungará Ajata	22	-9,2	-4,4	-7,2	0,9	0,82
	3	* Parinacota Ex Endesa	22	-14,6	0,2	-9,7	3,5	1,17
	4	* Chilcaya	26	-18,8	-0,8	-10,7	3,9	0,75
	5	Pacollo	22	-11,1	-3,9	-6,2	1,8	-1,54
	6	Putre	32	-3,7	1,1	-1,3	1,2	-0,01
	7	Lluta	20	7,2	20,0	11,8	2,5	1,77
	8	Murmuntane	12	-2,4	2,2	0,4	1,5	-0,59
	9	Arica Oficina	10	12,6	16,9	15,3	1,3	-0,75
	10	Azapa	39	6,9	12,6	9,9	1,4	-0,21
	11	U. Del Norte	11	9,9	16,9	13,6	1,9	-0,11
	13	Chaca	12	5,8	12,8	9,0	2,6	-0,02
	14	Codpa	40	2,1	5,9	4,3	0,9	-0,17
	15	Cuya	11	6,7	11,2	9,0	1,6	0,09
	Región I	16	* Collacagua	47	-15,1	-4,0	-11,3	2,0
17		* Ujina	11	-10,7	-5,0	-7,9	1,8	0,36
18		Cerro Colorado	15	2,4	9,4	6,6	1,6	-1,08
19		Guatacondo Dga	13	1,3	6,5	3,7	1,6	0,36
Región II	20	* Ollague	21	-14,9	-5,0	-10,1	2,9	0,20
	21	* Cebollar	16	-12,9	-3,7	-9,0	3,0	0,29
	22	Lequena	19	-9,6	-1,7	-4,3	2,1	-0,96
	23	Parshall N 2	39	-3,9	2,8	-0,6	1,9	0,15
	24	Ojos San Pedro	13	-15,3	-2,9	-12,4	3,3	2,38
	25	Inacaliri	22	-8,2	-2,7	-6,3	1,2	1,17
	26	Conchi Embalse	38	-7,0	0,1	-3,6	1,8	0,53
	27	Chiu-Chiu	29	-6,4	1,3	-3,1	1,8	0,06
	28	Turi	14	-8,3	-0,4	-5,1	2,0	0,72
	29	Linzor	35	-11,9	-4,5	-8,3	1,8	0,26
	30	Toconce	15	-1,3	3,0	0,0	1,1	1,31
	31	Ayquina	15	-1,2	3,5	1,7	1,4	-0,86
	32	Caspana	34	-3,5	1,5	-0,9	1,3	-0,33
	33	El Tatio	21	-17,3	-6,4	-10,4	2,8	-0,78
	34	Calama	29	-2,3	3,0	0,8	1,2	-0,35

\* Estaciones meteorológicas dentro de las cuencas altiplánicas



Tabla 3.15: Propiedades estadísticas de las series anuales de temperatura mínima absoluta (°C) en las estaciones seleccionadas. (Continuación)

	N°	Estación Meteorológica	Años de Registro	Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Est.	Coef. Asim.
Región II	35	Coya Sur	19	-0,4	10,0	4,8	2,6	0,20
	36	Socaire	12	-2,3	2,3	-0,1	1,4	-0,11
	37	Peine	32	3,0	9,2	5,2	1,4	1,05
	38	Sierra Gorda	14	-0,7	4,5	2,1	1,4	-0,14
	39	Baquedano	18	-3,8	7,7	0,8	2,9	0,34
	40	Antofagasta	10	11,5	13,9	12,7	0,8	0,01
	41	Aguas Verdes	21	-3,0	5,3	0,1	2,1	1,03
Región III	42	Iglesia Colorada	15	3,5	7,5	6,1	1,0	-1,17
	43	Lautaro Emb.	39	4,3	9,0	6,2	1,1	0,35
	44	Los Loros	20	3,0	6,5	5,0	0,8	-0,25
	45	Copiapo	17	3,2	8,3	5,8	1,4	0,07
	46	Canto De Agua	22	1,6	10,1	5,4	1,9	0,66
	47	Conay	28	3,2	11,5	6,3	1,9	1,11
	48	El Transito	15	2,3	6,5	4,5	1,0	-0,34
	49	San Felix	15	2,8	6,5	4,3	1,1	0,96
	50	Santa Juana	43	5,4	12,5	7,4	1,1	2,72
	51	Huasco Bajo	15	4,2	8,6	6,2	1,5	0,19

\* Estaciones meteorológicas dentro de las cuencas altiplánicas

Tabla 3.16: Propiedades estadísticas de las series anuales de temperatura mínima promedio (°C) en las estaciones seleccionadas.

	N°	Estación Meteorológica	Años de Registro	Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Est.	Coef. Asim.
Región XV	1	* Caquena	28	-11,9	-3,3	-6,8	2,3	-0,34
	2	* Chungará Ajata	22	-4,7	-1,1	-3,2	0,8	0,85
	3	* Parinacota Ex Endesa	22	-10,2	7,8	-4,6	3,8	1,82
	4	* Chilcaya	26	-10,3	2,8	-5,4	3,3	1,15
	5	Pacollo	22	-6,1	0,7	-2,2	1,5	-0,79
	6	Putre	32	1,0	4,6	2,6	1,0	0,07
	7	Lluta	20	11,4	20,8	15,2	1,9	0,97
	8	Murmuntane	12	2,0	5,5	3,9	1,2	-0,27
	9	Arica Oficina	10	14,7	19,5	17,6	1,5	-0,65
	10	Azapa	39	11,6	16,8	14,0	1,1	0,15
	11	U. Del Norte	11	13,9	19,9	16,8	1,7	0,31
	13	Chaca	12	10,1	17,1	13,3	2,7	0,10
	14	Codpa	40	5,3	9,1	7,5	0,9	-0,19
	15	Cuya	11	10,7	15,1	12,7	1,4	-0,26
	Región I	16	* Collacagua	47	-10,7	1,5	-6,1	2,1
17		* Ujina	11	-5,8	-1,4	-3,6	1,5	-0,14
18		Cerro Colorado	15	6,9	12,2	9,9	1,2	-0,82
19		Guatacondo Dga	13	4,9	9,2	6,8	1,5	0,43
Región II	20	* Ollague	21	-8,4	0,6	-4,4	2,3	0,55
	21	* Cebollar	16	-7,0	1,2	-3,5	2,9	0,28
	22	Lequena	19	-5,3	2,5	-0,3	2,0	-0,88
	23	Parshall N 2	39	-0,3	5,8	2,9	1,7	0,13
	24	Ojos San Pedro	13	-10,0	0,1	-7,1	2,6	1,87
	25	Inacaliri	22	-4,0	0,9	-2,2	1,1	0,96
	26	Conchi Embalse	38	-1,5	4,2	0,5	1,6	0,92
	27	Chiu-Chiu	29	-1,6	5,4	1,6	1,4	0,46
	28	Turi	14	-3,5	2,5	-1,2	1,6	0,87
	29	Linzor	35	-6,8	-0,1	-4,0	1,6	0,52
	30	Toconce	15	2,1	7,1	3,7	1,3	1,40
	31	Ayquina	15	2,6	6,9	5,0	1,2	-0,56
	32	Caspana	34	-0,7	4,3	2,4	1,3	-0,59
	33	El Tatio	21	-12,1	-2,0	-6,0	2,6	-0,84
	34	Calama	29	2,2	5,8	4,3	1,0	-0,46

\* Estaciones meteorológicas dentro de las cuencas altiplánicas

Tabla 3.16: Propiedades estadísticas de las series anuales de temperatura mínima promedio (°C) en las estaciones seleccionadas. (Continuación)

	N°	Estación Meteorológica	Años de Registro	Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Est.	Coef. Asim.
Región II	35	Coya Sur	19	3,6	13,5	9,2	2,4	-0,29
	36	Socaire	12	1,5	5,3	3,6	1,1	-0,36
	37	Peine	32	6,6	11,4	8,6	1,1	0,48
	38	Sierra Gorda	14	3,2	8,5	6,0	1,4	-0,25
	39	Baquedano	19	1,0	12,9	5,4	3,0	0,65
	40	Antofagasta	10	13,7	17,0	15,3	1,0	0,24
	41	Aguas Verdes	21	1,0	7,9	4,6	1,7	0,13
Región III	42	Iglesia Colorada	15	8,9	12,3	11,0	1,0	-0,67
	43	Lautaro Emb.	39	8,8	12,5	10,5	0,9	0,00
	44	Los Loros	20	7,7	10,2	8,8	0,6	0,28
	45	Copiapo	17	6,4	12,0	9,5	1,5	-0,31
	46	Canto De Agua	22	7,0	12,9	9,9	1,5	0,62
	47	Conay	28	8,9	14,3	11,3	1,2	0,42
	48	El Transito	15	6,4	10,1	8,1	0,9	-0,11
	49	San Felix	15	6,7	10,4	8,0	1,1	1,01
	50	Santa Juana	43	8,9	14,3	10,7	0,9	1,60
	51	Huasco Bajo	15	7,6	12,8	9,9	1,6	-0,11

\* Estaciones meteorológicas dentro de las cuencas altiplánicas

Tabla 3.17: Propiedades estadísticas de las series anuales de temperatura media absoluta (°C) en las estaciones seleccionadas.

	N°	Estación Fluviométrica	Años de Registro	Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Est.	Coef. Asim.
Región XV	1	* Caquena	14	-3,7	4,5	1,8	2,5	-1,02
	4	* Chilcaya	12	-0,7	5,8	1,8	2,1	0,69
	5	Pacollo	14	1,1	6,2	3,3	1,5	0,53
	6	Putre	18	6,1	9,3	7,5	0,9	0,24
	7	Lluta	13	15,5	21,1	18,4	1,8	0,03
	10	Azapa	24	15,4	23,0	18,3	1,8	0,88
	11	U. Del Norte	11	16,1	23,3	20,1	2,1	-0,44
	13	Chaca	11	15,4	22,7	18,7	2,4	-0,05
	14	Codpa	22	13,9	15,9	14,9	0,5	0,15
R I	16	* Collacagua	13	1,7	6,2	3,2	1,2	1,54
Región II	20	* Ollague	10	3,3	10,9	6,6	2,4	0,40
	21	* Cebollar	13	-1,0	9,7	5,8	2,5	-1,56
	23	Parshall N 2	25	8,1	12,3	9,9	1,1	0,13
	24	Ojos San Pedro	12	0,5	6,2	3,5	1,7	-0,16
	25	Inacaliri	22	3,2	9,2	5,0	1,4	1,39
	26	Conchi Embalse	23	4,7	14,9	10,1	1,9	-0,41
	27	Chiu-Chiu	15	9,5	13,9	11,6	1,2	0,04
	28	Turi	14	6,4	11,0	8,9	1,3	0,12
	29	Linzor	21	0,6	4,7	2,9	1,0	-0,18
	32	Caspana	21	6,9	11,1	9,1	1,1	-0,37
	33	El Tatio	11	-2,6	6,9	2,4	2,6	-0,18
	34	Calama	21	10,8	13,6	12,5	0,9	-0,67
	35	Coya Sur	17	17,0	21,5	19,4	1,2	-0,39
	37	Peine	20	14,0	20,5	16,0	1,7	1,26
	39	Baquedano	16	13,5	17,5	15,3	1,3	-0,04
40	Antofagasta	10	15,6	19,2	17,5	1,0	-0,28	
Región III	43	Lautaro Emb.	25	16,1	21,7	19,2	1,4	-0,21
	45	Copiapo	10	13,3	19,4	15,2	1,7	1,58
	47	Conay	23	15,5	22,9	18,0	1,9	0,78
	50	Santa Juana	28	14,5	19,6	16,6	1,1	0,68

\* Estaciones meteorológicas dentro de las cuencas altiplánicas

Tabla 3.18: Propiedades estadísticas de las series anuales de temperatura máxima promedio (°C) en las estaciones seleccionadas.

	N°	Estación Fluviométrica	Años de Registro	Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Est.	Coef. Asim.
Región XV	1	* Caquena	28	5,8	15,6	11,9	2,0	-0,89
	2	* Chungará Ajata	22	9,4	12,4	11,2	0,8	-0,50
	3	* Parinacota Ex Endesa	22	10,7	12,7	12,0	0,6	-0,49
	4	* Chilcaya	26	8,5	15,0	11,8	1,4	-0,25
	5	Pacollo	22	6,9	12,0	9,8	1,4	-0,64
	6	Putre	32	13,2	16,5	15,4	0,8	-0,62
	7	Lluta	20	21,2	27,6	23,4	1,6	0,83
	8	Murmuntane	12	11,0	15,8	13,9	1,4	-0,58
	9	Arica Oficina	10	18,3	25,0	21,7	1,8	-0,25
	10	Azapa	39	20,7	28,4	23,7	1,3	1,19
	11	U. Del Norte	11	20,6	25,7	23,3	1,4	-0,31
	12	Aeródromo El Buitre	23	21,7	26,0	23,1	1,0	1,35
	13	Chaca	12	21,5	28,6	24,7	2,7	0,25
	14	Codpa	40	22,1	26,1	24,3	0,8	-0,02
	15	Cuya	11	18,9	23,9	21,3	1,4	0,14
Región I	16	* Collacagua	47	12,0	19,8	15,4	1,2	0,53
	17	* Ujina	11	6,5	14,2	10,2	2,0	-0,03
	18	Cerro Colorado	15	18,8	22,2	20,8	0,8	-0,80
	19	Guatacondo Dga	13	20,9	23,8	22,2	0,8	0,09
Región II	20	* Ollague	21	14,0	21,5	17,1	1,8	0,73
	21	* Cebollar	16	14,9	24,0	18,1	2,6	1,18
	22	Lequena	19	15,6	20,5	17,8	1,2	0,32
	23	Parshall N 2	39	14,8	19,6	17,7	1,1	-0,34
	24	Ojos San Pedro	13	12,7	15,7	13,9	0,8	0,66
	25	Inacaliri	22	11,2	14,8	12,9	0,9	0,10
	26	Conchi Embalse	38	18,0	22,5	19,9	1,1	0,46
	27	Chiu-Chiu	29	20,8	24,1	22,6	0,7	-0,60
	28	Turi	14	18,1	21,7	19,7	1,2	0,33
	29	Linzor	35	10,5	14,5	12,4	1,1	0,24
	30	Toconce	14	16,9	20,8	19,0	1,2	-0,54
	31	Ayquina	15	17,8	20,3	19,3	0,6	-1,33
	32	Caspana	35	14,3	19,9	18,4	1,0	-1,88
	33	El Tatio	21	6,9	15,4	11,3	1,8	0,02

\* Estaciones meteorológicas dentro de las cuencas altiplánicas

Tabla 3.18: Propiedades estadísticas de las series anuales de temperatura máxima promedio (°C) en las estaciones seleccionadas. (Continuación)

	N°	Estación Fluviométrica	Años de Registro	Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Est.	Coef. Asim.
Región II	34	Calama	29	21,4	28,2	22,8	1,3	2,59
	35	Coya Sur	19	29,3	32,2	30,9	0,8	-0,22
	36	Socaire	12	9,5	17,6	16,0	2,3	-2,29
	37	Peine	32	21,8	29,3	24,9	1,4	0,89
	38	Sierra Gorda	14	28,3	31,7	29,4	0,9	1,11
	39	Baquedano	18	25,8	31,9	28,4	1,8	0,80
	40	Antofagasta	10	17,9	21,2	19,9	1,0	-0,77
	41	Aguas Verdes	21	21,4	27,6	24,6	1,4	-0,24
	Región III	42	Iglesia Colorada	15	24,5	28,5	26,5	1,1
43		Lautaro Emb.	39	27,7	30,6	28,8	0,7	0,77
44		Los Loros	20	25,4	28,9	27,6	0,8	-0,88
45		Copiapo	17	21,0	27,8	24,3	1,7	0,38
46		Canto De Agua	22	22,0	29,2	24,4	1,7	0,97
47		Conay	28	23,6	30,7	26,4	1,7	0,80
48		El Transito	15	26,2	29,2	27,3	0,8	0,84
49		San Felix	15	25,9	30,9	27,9	1,6	0,69
50		Santa Juana	43	23,1	27,8	25,0	0,9	0,89
51		Huasco Bajo	15	17,9	22,7	20,2	1,1	0,39

\* Estaciones meteorológicas dentro de las cuencas altiplánicas

Tabla 3.19: Propiedades estadísticas de las series anuales de temperatura máxima absoluta (°C) en las estaciones seleccionadas.

	N°	Estación Fluviométrica	Años de Registro	Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Est.	Coef. Asim.
Región XV	1	* Caquena	28	9,2	19,8	15,7	2,2	-0,79
	2	* Chungará Ajata	22	12,4	17,6	14,8	1,1	0,00
	3	* Parinacota Ex Endesa	22	13,4	17,0	15,8	0,8	-0,85
	4	* Chilcaya	26	12,2	18,6	15,3	1,4	0,10
	5	Pacollo	22	10,2	15,4	13,3	1,4	-0,78
	6	Putre	32	16,9	20,0	18,6	0,8	-0,18
	7	Lluta	20	22,9	28,8	25,7	1,5	0,35
	8	Murmuntane	12	15,9	19,3	17,4	1,1	0,31
	9	Arica Oficina	10	20,1	27,6	23,7	2,2	0,16
	10	Azapa	39	22,5	30,0	26,3	1,3	0,31
	11	U. Del Norte	11	22,8	27,3	25,4	1,3	-0,45
	12	Aeródromo El Buitre	23	24,2	28,4	25,7	1,0	1,24
	13	Chaca	12	24,2	31,2	27,6	2,5	0,05
	14	Codpa	40	24,0	29,0	26,9	0,9	-0,39
	15	Cuya	11	21,7	28,8	24,2	1,9	1,32
Región I	16	* Collacagua	47	16,4	23,8	19,6	1,3	0,59
	17	* Ujina	11	10,6	17,5	14,3	1,9	-0,44
	18	Cerro Colorado	15	22,6	25,1	23,7	0,7	0,66
	19	Guatacondo Dga	13	23,6	25,6	24,8	0,5	-1,01
Región II	20	* Ollague	21	18,0	24,2	20,6	1,6	0,68
	21	* Cebollar	16	19,3	27,3	21,8	2,4	1,34
	22	Lequena	19	19,3	24,3	21,6	1,3	0,00
	23	Parshall N 2	39	18,0	23,7	21,3	1,2	-0,46
	24	Ojos San Pedro	13	16,5	19,2	17,6	0,9	0,64
	25	Inacaliri	22	14,8	19,0	16,9	1,1	-0,06
	26	Conchi Embalse	38	21,4	27,2	23,6	1,4	0,61
	27	Chiu-Chiu	29	23,7	27,4	25,9	0,9	-0,63
	28	Turi	14	21,6	26,0	23,3	1,3	0,74
	29	Linzor	35	14,4	18,3	16,1	1,0	0,38
	30	Toconce	14	20,6	24,2	22,8	1,0	-0,39
	31	Ayquina	15	21,2	24,4	22,8	0,8	0,05
	32	Caspana	35	17,4	23,5	21,9	1,1	-2,09
	33	El Tatio	21	12,0	19,5	15,5	1,8	0,49

\* Estaciones meteorológicas dentro de las cuencas altiplánicas



Tabla 3.19: Propiedades estadísticas de las series anuales de temperatura máxima absoluta (°C) en las estaciones seleccionadas. (Continuación)

	N°	Estación Fluviométrica	Años de Registro	Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Est.	Coef. Asim.
Región II	34	Calama	29	24,1	33,0	26,3	1,7	2,65
	35	Coya Sur	19	32,8	36,0	34,2	0,8	-0,01
	36	Socaire	12	12,3	21,9	19,5	2,7	-2,06
	37	Peine	32	26,3	31,9	28,4	1,2	0,82
	38	Sierra Gorda	14	31,3	34,0	32,7	0,8	-0,05
	39	Baquedano	18	29,9	35,6	32,0	1,6	0,85
	40	Antofagasta	10	20,0	23,5	22,0	1,1	-0,47
	41	Aguas Verdes	21	25,1	31,6	28,6	1,4	-0,49
	Región III	42	Iglesia Colorada	15	29,3	32,1	30,7	0,9
43		Lautaro Emb.	39	32,1	35,0	33,3	0,7	0,37
44		Los Loros	20	31,1	34,0	32,5	0,6	0,29
45		Copiapo	17	25,6	31,5	29,2	1,4	-1,15
46		Canto De Agua	22	28,0	32,6	30,1	1,3	0,12
47		Conay	28	28,8	34,0	31,1	1,3	0,44
48		El Transito	15	31,1	32,7	31,9	0,4	-0,28
49		San Felix	15	31,1	35,7	32,7	1,5	0,86
50		Santa Juana	43	29,4	33,2	30,9	0,9	-0,01
51		Huasco Bajo	15	21,9	26,1	24,8	1,1	-1,01

\* Estaciones meteorológicas dentro de las cuencas altiplánicas

### 3.3.3.2 Series Mensuales de Temperatura

En la Tabla 3.20, Tabla 3.21, Tabla 3.22, Tabla 3.23 y Tabla 3.24 se presentan los valores medios mensuales de temperatura mínima absoluta, mínima promedio, media absoluta, máxima promedio y máxima absoluta, respectivamente. En la Figura 3.74 se presentan en forma grafica estas temperaturas para las estaciones ubicadas al interior de las cuencas altiplánicas, y el en el Anexo III (A III.3) para el resto de las estaciones seleccionadas. Se observa que los meses de junio, julio y agosto las temperaturas alcanzan los valores mínimos durante el año. En cambio, durante diciembre, enero y febrero las temperaturas alcanzan los valores máximos. Dentro de las cuencas altiplánicas la diferencia entre la temperatura máxima absoluta y mínima absoluta alcanza hasta 30 grados, especialmente en los meses más fríos.

La variación temporal de la temperatura a largo de los meses del año para las estaciones seleccionadas se presenta en forma de cuartiles en la Figura 3.75, Figura 3.76 y Figura 3.77, para la temperatura mínima promedio, media absoluta y máxima promedio, respectivamente. Se observa en la mayoría de estaciones seleccionadas que las temperaturas más bajas ocurren en los meses de junio, julio y agosto, mientras, las temperaturas más altas ocurren en los

meses de diciembre, enero y febrero. Sin embargo, llama la atención el comportamiento de la temperatura máxima promedio en las estaciones Putre y Codpa, donde los meses con menor temperatura corresponden a enero y febrero. Al observar los valores de temperatura en estas estaciones (Anexo III) se concluye que este comportamiento se debe a que la magnitud de la temperatura es bastante uniforme durante los meses del año y con muy pequeñas variaciones.

Debido a la cercanía de estas estaciones a la zona del ecuador, las variaciones mensuales son relativamente pequeñas, siguiendo los cambios de insolación, mientras las horarias son muy altas.

Tabla 3.20: Temperatura mínima absoluta mensual (°C) en las estaciones seleccionadas.

	N°	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Región XV	1 *	-7,24	-7,94	-7,92	-10,90	-13,35	-15,56	-15,96	-15,30	-13,57	-11,41	-10,49	-10,57
	2 *	-4,46	-4,64	-4,31	-5,90	-8,00	-10,08	-11,40	-10,13	-9,09	-7,59	-6,69	-5,39
	3 *	-5,67	-6,40	-6,25	-9,10	-12,96	-12,82	-14,83	-14,08	-12,89	-11,53	-9,35	-8,96
	4 *	-4,62	-4,90	-3,94	-10,26	-13,12	-16,44	-16,93	-17,57	-15,38	-11,44	-10,46	-7,76
	5	-4,12	-3,54	-4,24	-5,86	-7,50	-8,17	-8,59	-7,95	-7,96	-6,70	-5,79	-5,57
	6	0,05	0,00	-0,31	-1,00	-1,92	-2,59	-3,48	-2,35	-1,79	-1,84	-0,78	-0,63
	7	14,84	15,62	14,34	12,62	10,46	8,91	8,71	9,13	9,65	9,88	10,81	13,19
	8	2,11	2,44	2,61	0,65	0,27	-0,28	-1,29	-0,65	-1,12	-1,30	0,44	1,37
	9	18,37	18,85	19,02	17,14	15,36	14,32	12,76	10,91	12,83	13,24	16,03	17,28
	10	13,66	14,32	13,14	10,48	7,79	6,82	6,48	7,25	7,86	9,06	9,79	10,89
	11	16,53	17,39	16,53	12,74	11,12	11,70	11,23	10,96	11,66	12,22	13,07	14,76
	13	13,55	11,84	12,55	9,27	7,53	5,73	5,52	7,16	8,21	7,60	10,57	11,70
	14	7,15	7,59	7,00	4,37	2,41	1,94	1,64	2,57	3,11	3,80	4,46	5,55
	15	10,11	13,73	9,46	9,78	7,66	7,61	6,88	6,64	7,42	8,23	8,97	10,68
	Región I	16 *	-6,68	-6,44	-7,37	-11,05	-13,27	-15,31	-15,70	-15,12	-13,72	-12,61	-11,74
17 *		-5,26	-4,59	-5,16	-6,15	-9,18	-10,66	-10,58	-11,78	-9,63	-9,23	-7,36	-7,89
18		7,54	7,74	7,97	6,95	5,75	6,09	5,49	5,54	6,07	6,80	7,47	5,51
19		6,13	6,18	5,57	4,56	2,90	-0,81	-1,12	1,99	3,05	6,04	5,59	6,48
Región II	20 *	-2,18	-2,29	-4,19	-9,55	-14,56	-15,08	-17,27	-16,30	-15,55	-10,35	-9,24	-6,59
	21 *	-3,23	-4,37	-6,14	-8,65	-12,15	-13,28	-14,70	-13,09	-10,68	-10,25	-8,95	-6,58
	22	0,31	0,62	-0,08	-4,02	-5,89	-7,56	-8,67	-7,70	-5,56	-4,74	-3,84	-2,88
	23	2,43	1,91	1,53	0,13	-1,99	-3,14	-3,01	-2,86	-1,97	-1,03	-0,19	0,73
	24	-6,86	-6,95	-7,86	-11,94	-16,18	-16,08	-18,35	-16,64	-16,41	-14,20	-12,42	-10,54
	25	-2,85	-2,19	-3,08	-5,51	-7,31	-9,10	-9,81	-9,15	-8,19	-6,80	-5,93	-5,39
	26	0,69	1,19	0,23	-3,31	-6,17	-7,47	-7,83	-7,35	-6,09	-4,42	-2,91	-1,07
	27	0,66	0,76	0,18	-2,30	-4,89	-6,18	-8,15	-6,71	-5,49	-3,53	-1,70	-0,13
	28	-0,67	-1,51	-2,08	-4,69	-6,65	-7,34	-9,08	-8,60	-7,70	-6,38	-4,37	-3,46
	29	-4,44	-4,50	-5,09	-7,54	-10,22	-11,37	-12,19	-11,63	-10,50	-9,14	-7,66	-6,34
	30	2,00	2,25	2,00	0,36	-1,05	-2,00	-2,10	-1,27	-0,50	0,08	-0,46	1,01
	31	3,34	4,22	3,64	1,89	0,81	0,34	-0,33	0,29	0,39	1,81	1,62	2,57
	32	0,70	1,01	0,48	-0,52	-2,06	-2,37	-2,70	-2,47	-1,72	-0,85	-0,72	0,18
	33	-7,76	-7,29	-7,13	-9,24	-11,48	-12,95	-13,19	-14,21	-12,05	-10,58	-9,87	-9,60

\* Estaciones meteorológicas dentro de las cuencas altiplánicas

Tabla 3.20: Temperatura mínima absoluta mensual (°C) en las estaciones seleccionadas.  
(Continuación)

	N°	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Región II	34	4,55	4,43	3,96	1,58	-0,57	-2,16	-3,59	-3,42	-0,99	0,65	1,88	3,40
	35	7,81	8,34	7,47	6,19	3,95	2,89	0,66	0,54	2,21	3,22	4,94	6,48
	36	3,38	3,10	3,19	0,69	-0,72	-2,42	-3,22	-4,58	-1,84	0,32	1,84	2,87
	37	9,49	9,34	8,22	5,36	1,73	0,59	-0,86	0,89	2,22	5,59	6,79	8,31
	38	6,15	6,04	5,90	2,95	-0,32	-2,36	-3,71	-1,86	0,28	2,42	2,87	4,78
	39	4,26	4,18	3,96	0,89	-0,92	-2,56	-3,87	-3,68	-1,99	0,04	1,33	2,57
	40	14,27	16,74	15,70	14,52	11,53	9,91	9,47	10,34	10,23	12,26	12,97	14,88
	41	4,07	4,49	4,46	1,15	-1,31	-3,20	-5,99	-4,63	-3,74	-1,26	0,52	2,86
Región III	42	9,81	9,96	8,80	7,29	4,12	2,52	1,03	1,96	4,06	6,07	7,86	9,37
	43	10,80	10,64	8,76	6,57	3,91	2,04	1,94	2,58	3,44	5,64	7,73	9,63
	44	10,54	9,19	7,44	4,41	2,44	1,67	0,81	2,20	2,77	4,99	6,96	8,21
	45	9,39	10,14	9,27	6,79	3,91	2,37	1,56	2,37	4,24	5,04	5,72	8,26
	46	9,90	10,14	8,43	5,21	2,76	0,39	0,28	1,25	2,97	4,59	6,13	8,76
	47	10,31	10,64	9,42	6,90	4,15	1,50	0,48	1,34	3,01	5,60	7,07	9,47
	48	9,37	9,39	7,39	4,57	2,32	1,11	-1,83	0,07	1,98	4,19	5,91	8,00
	49	9,20	8,95	7,44	4,08	1,55	0,23	-1,54	-0,27	1,33	4,06	6,36	8,46
	50	11,81	11,84	10,16	7,53	5,32	3,60	2,79	3,84	5,54	6,77	8,31	10,40
	51	9,89	9,95	8,38	6,44	4,60	3,38	2,28	3,09	3,41	5,29	7,06	8,64

\* Estaciones meteorológicas dentro de las cuencas altiplánicas

Tabla 3.21: Temperatura mínima promedio mensual (°C) en las estaciones seleccionadas.

	N°	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Región XV	1 *	-2,73	-3,69	-3,51	-5,63	-9,11	-10,69	-11,26	-10,12	-8,87	-6,79	-5,67	-5,54
	2 *	-0,15	-0,74	-0,90	-2,07	-4,41	-6,43	-6,91	-6,15	-4,90	-3,55	-2,75	-1,39
	3 *	-0,77	-1,94	-2,42	-4,24	-8,28	-8,54	-9,43	-8,52	-8,06	-5,49	-3,80	-2,94
	4 *	0,14	-0,54	-0,06	-5,22	-8,12	-10,35	-11,34	-11,72	-9,92	-6,72	-5,20	-2,07
	5	-0,22	0,04	-0,16	-1,83	-3,39	-4,37	-4,60	-4,32	-3,89	-3,01	-1,86	-1,25
	6	3,85	3,84	3,57	3,34	2,36	1,17	0,68	1,77	1,98	2,19	2,94	3,19
	7	17,98	18,19	17,37	15,73	14,36	12,86	12,63	12,96	13,35	14,19	14,89	16,24
	8	5,07	5,36	5,76	4,77	3,75	2,97	2,88	2,80	2,25	2,80	3,92	4,73
	9	20,20	20,43	20,74	19,16	18,58	18,55	15,49	14,60	14,90	17,70	18,47	19,73
	10	17,21	17,26	16,29	14,29	12,48	11,67	11,45	12,00	12,49	13,40	14,35	15,36
	11	19,14	19,52	18,92	17,57	16,01	15,13	14,30	14,60	15,29	15,64	16,66	17,70
	13	17,35	16,93	15,75	13,20	11,31	10,34	10,66	11,59	13,04	13,27	14,64	15,05
	14	10,33	10,53	9,99	7,65	5,98	5,56	5,41	6,11	6,24	6,62	7,06	8,57
	15	15,13	16,10	13,18	12,51	11,11	10,85	10,45	10,27	10,86	12,19	13,09	14,63
	Región I	16 *	-1,26	-1,05	-2,03	-5,85	-8,62	-10,19	-10,66	-9,94	-8,61	-7,70	-6,58
17 *		0,23	-0,46	-0,15	-2,49	-4,47	-5,92	-6,77	-6,88	-5,98	-4,19	-3,16	-2,73
18		10,53	10,85	11,01	10,01	9,59	9,14	9,30	9,36	9,46	9,95	9,88	9,68
19		8,44	8,07	7,60	6,91	5,62	4,00	3,96	5,50	6,63	7,87	8,23	8,69
Región II	20 *	2,44	2,51	1,29	-4,18	-8,49	-8,98	-10,99	-9,29	-8,46	-5,14	-3,31	-0,18
	21 *	1,38	0,53	-0,02	-3,88	-6,15	-8,02	-8,41	-7,52	-5,60	-5,48	-3,33	-1,24
	22	3,48	4,05	3,18	0,26	-1,62	-3,27	-3,84	-3,40	-1,56	-1,17	-0,67	1,50
	23	5,07	4,96	4,62	3,43	2,06	0,80	0,72	1,26	1,90	2,45	2,88	4,00
	24	-2,80	-1,98	-3,36	-7,10	-9,93	-9,71	-10,93	-10,78	-9,48	-9,58	-7,85	-5,00
	25	1,07	1,25	1,31	-1,03	-3,44	-5,05	-5,53	-4,85	-4,13	-2,90	-1,92	-0,31
	26	4,40	4,37	3,63	0,74	-1,59	-2,60	-3,13	-2,60	-1,29	-0,28	0,76	2,65
	27	3,85	4,31	3,95	2,07	0,46	-0,70	-1,38	-0,03	0,05	1,40	1,96	2,90
	28	2,52	2,14	1,50	-1,05	-2,53	-3,35	-4,48	-3,99	-3,68	-2,10	-1,02	0,56
	29	-0,48	-0,41	-0,66	-3,25	-5,81	-7,14	-7,41	-6,68	-6,29	-4,80	-3,71	-2,02
	30	4,95	5,12	5,01	4,29	3,06	2,11	2,09	3,23	3,69	3,37	2,98	4,24
	31	6,29	6,63	6,41	5,59	4,56	3,84	3,44	4,64	3,94	4,74	4,52	5,56
	32	3,88	4,15	3,63	2,47	1,68	1,22	1,29	1,87	1,92	2,17	2,43	3,09
	33	-2,97	-2,66	-2,27	-5,16	-7,52	-8,50	-8,97	-8,93	-7,64	-6,83	-6,07	-4,61

\* Estaciones meteorológicas dentro de las cuencas altiplánicas

Tabla 3.21: Temperatura mínima promedio mensual (°C) en las estaciones seleccionadas.(Continuación)

	N°	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Región II	34	7,41	7,22	6,64	4,98	3,17	1,82	1,09	1,59	2,92	4,13	5,03	6,30
	35	11,41	11,74	11,73	10,26	8,79	7,57	6,58	6,74	7,13	8,13	8,62	10,03
	36	6,33	6,34	6,31	4,58	2,82	1,35	1,29	1,01	2,53	3,53	4,71	5,84
	37	12,46	12,12	11,33	8,99	6,33	4,02	3,38	5,10	6,31	8,57	9,96	11,45
	38	9,69	10,02	9,38	6,42	4,35	2,04	1,80	3,16	4,32	5,74	6,42	7,96
	39	8,44	7,62	7,47	5,23	3,47	2,12	1,56	1,56	2,59	3,73	5,19	6,70
	40	17,40	18,42	18,10	16,63	14,66	12,79	12,33	12,88	13,59	14,70	15,83	17,16
	41	7,14	7,92	7,62	5,36	3,72	2,15	1,03	1,87	2,24	3,48	4,26	5,94
	42	12,33	12,68	11,97	11,35	10,25	9,46	9,20	9,75	10,06	11,21	11,46	12,36
	43	13,20	12,82	12,16	10,32	9,19	8,34	8,61	9,04	9,01	10,03	11,06	12,36
Región III	44	12,82	11,88	10,95	8,25	6,38	6,37	5,63	6,61	6,95	8,33	10,17	11,44
	45	13,04	12,96	11,94	10,38	8,05	6,69	5,49	6,71	7,67	8,71	9,91	11,69
	46	13,53	13,27	12,37	10,20	7,82	5,72	5,67	6,79	7,87	9,11	10,73	12,24
	47	13,41	13,92	13,27	11,75	10,60	8,01	7,38	8,50	9,34	11,17	12,07	12,98
	48	11,73	11,46	10,49	8,19	6,39	5,04	3,88	5,06	6,26	7,72	9,24	10,43
	49	11,77	11,42	10,44	7,62	5,54	4,32	4,04	4,78	6,09	7,59	9,41	10,94
	50	14,16	13,99	12,91	11,01	9,36	7,93	7,78	8,18	8,91	9,77	11,06	12,69
	51	12,85	12,93	12,07	10,59	9,14	7,62	6,74	7,18	7,29	9,18	10,56	11,54

\* Estaciones meteorológicas dentro de las cuencas altiplánicas

Tabla 3.22: Temperatura media absoluta mensual (°C) en las estaciones seleccionadas.

	N°	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Región XV	1 *	3,5	3,4	3,4	1,8	1,5	-0,6	-0,8	1,6	2,2	4,2	4,8	2,8
	4 *	4,6	4,3	4,3	3,2	-1,2	-3,1	-2,6	-1,3	-0,5	1,4	3,9	5,5
	5	4,3	4,2	4,3	3,6	2,4	0,9	0,9	1,3	1,1	2,9	4,2	4,5
	6	8,3	8,4	8,3	8,3	7,1	6,1	5,5	6,3	6,9	7,9	8,5	8,6
	7	21,2	22,5	21,0	18,7	17,3	16,1	15,2	15,3	15,8	18,3	18,7	19,8
	10	22,0	22,9	22,3	19,8	17,0	15,4	14,2	14,8	15,6	17,4	18,6	20,4
	11	21,7	23,0	22,2	18,4	18,7	16,7	15,8	16,3	16,9	17,5	19,7	21,0
	13	21,9	22,3	22,7	17,9	14,6	15,3	14,8	16,6	17,8	18,6	20,2	21,1
	14	16,4	16,1	16,0	14,3	13,6	13,6	13,2	13,9	14,6	15,0	15,0	15,9
R I	16 *	6,6	6,3	5,9	3,9	0,9	-1,2	-1,3	0,6	1,9	4,0	5,2	6,3
Región II	20 *	10,3	9,4	9,2	6,6	5,6	1,3	1,2	2,7	4,4	7,2	10,7	10,1
	21 *	9,7	9,6	9,1	6,9	3,3	1,9	0,4	2,4	3,8	6,4	6,8	9,7
	23	11,6	11,4	11,3	10,3	8,7	7,7	7,4	8,0	8,9	10,2	10,9	11,9
	24	5,6	6,6	6,2	3,3	0,1	1,9	0,1	0,6	1,5	2,3	5,3	6,2
	25	7,4	7,5	7,5	5,8	3,1	1,5	1,1	1,8	3,1	5,2	6,4	7,5
	26	12,8	12,5	12,2	10,2	8,1	6,7	6,4	7,1	8,9	10,8	11,8	12,8
	27	13,7	13,7	13,3	12,0	10,3	9,4	8,7	10,1	11,2	12,3	13,1	13,9
	28	12,0	11,8	10,9	8,8	6,9	5,4	4,9	6,3	7,7	9,3	10,5	11,7
	29	5,8	5,6	5,3	3,4	0,8	-1,3	-1,1	0,2	1,5	3,5	5,1	5,8
	32	11,2	10,9	10,5	9,3	7,8	6,2	6,6	7,7	8,5	9,6	10,5	11,3
	33	5,5	5,5	5,5	2,4	0,9	-1,4	-2,6	-0,4	-0,1	3,1	4,6	5,4
	34	15,2	15,2	14,8	13,2	11,1	10,1	9,8	10,7	12,2	13,7	14,6	15,7
	35	21,0	21,5	21,3	19,9	18,6	17,4	16,9	18,0	18,7	19,5	20,4	21,2
	37	19,3	18,5	18,2	16,1	13,2	10,5	10,2	12,4	13,4	16,6	17,8	19,0
	39	17,9	17,8	17,1	15,3	13,7	12,6	11,4	12,3	13,6	14,9	16,7	17,4
40	20,5	20,9	20,2	19,1	16,9	15,3	14,9	14,9	15,4	16,2	17,5	19,4	
Región III	43	22,4	22,0	20,8	19,0	17,1	15,6	15,3	16,6	17,8	19,3	20,9	22,0
	45	18,4	18,5	17,9	15,5	12,7	11,7	11,2	12,8	13,4	15,2	15,8	16,7
	47	21,7	21,1	20,0	17,5	15,5	13,3	13,1	14,5	16,3	17,9	19,7	20,6
	50	20,3	20,2	18,6	16,7	14,9	13,5	13,0	13,6	14,5	16,2	17,6	19,2

\* Estaciones meteorológicas dentro de las cuencas altiplánicas

Tabla 3.23: Temperatura máxima promedio mensual (°C) en las estaciones seleccionadas.

	N°	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Región XV	1 *	11,8	11,0	11,9	11,8	10,9	10,1	10,1	11,3	12,0	13,6	14,1	13,2
	2 *	11,7	11,7	11,9	12,0	10,3	9,0	8,4	9,7	11,1	12,7	13,1	12,9
	3 *	12,7	12,6	12,8	12,8	10,6	9,2	9,2	10,7	11,6	13,2	14,0	13,9
	4 *	12,1	12,2	12,6	11,8	10,5	9,9	9,6	10,1	10,7	12,5	13,2	13,7
	5	9,7	10,0	10,0	10,2	9,7	8,0	8,0	9,0	9,4	10,5	10,8	10,7
	6	14,5	14,8	15,1	16,2	15,6	14,8	14,4	15,3	15,6	16,1	15,9	15,6
	7	27,2	27,5	26,8	24,2	22,4	20,0	19,4	19,7	20,4	21,5	23,4	25,2
	8	13,9	13,4	14,8	14,9	13,7	12,8	12,9	13,3	13,2	14,1	15,0	14,8
	9	25,1	25,5	26,2	24,7	22,8	20,5	18,9	18,2	18,4	21,5	22,9	24,1
	10	28,2	28,7	27,5	24,8	22,2	20,2	19,2	19,5	20,5	22,1	23,8	25,9
	11	26,8	27,1	26,8	24,8	22,6	20,5	19,5	19,4	20,0	21,4	23,5	25,3
	12	27,7	28,4	27,1	24,6	22,0	19,9	18,8	18,9	19,6	21,4	23,0	25,3
	13	29,3	29,1	27,6	24,7	22,4	20,7	20,9	21,4	23,0	24,4	26,2	27,8
	14	23,6	23,8	24,1	24,4	24,6	24,6	24,6	24,9	24,7	24,8	24,3	24,2
	15	23,9	24,7	22,1	21,6	20,1	18,5	17,7	17,6	18,6	20,3	21,1	23,1
Región I	16 *	17,4	17,2	17,4	15,9	13,2	11,3	11,1	12,6	13,8	15,9	17,3	18,3
	17 *	12,2	12,7	12,8	11,6	7,8	6,3	7,2	7,0	7,8	10,3	13,0	12,2
	18	20,8	20,7	20,9	21,0	20,7	19,8	19,7	20,4	21,3	21,8	21,7	21,6
	19	23,4	22,9	22,5	21,8	20,6	19,7	19,9	21,2	22,3	23,3	23,7	24,4
Región II	20 *	18,8	18,7	18,8	17,1	14,3	12,9	12,6	14,7	15,6	17,6	19,1	20,7
	21 *	20,2	19,9	19,4	18,0	15,2	12,5	12,8	14,7	16,1	17,9	20,0	20,4
	22	20,1	19,7	19,1	18,0	16,4	15,1	14,3	16,1	17,1	18,9	19,3	20,2
	23	19,4	19,5	19,3	18,5	16,3	14,8	14,7	15,8	16,7	18,3	19,0	19,9
	24	15,4	15,5	15,6	14,8	11,7	10,4	10,9	12,4	12,5	14,2	15,3	16,0
	25	15,5	15,6	15,8	13,8	11,3	9,3	9,1	10,3	11,5	13,6	15,1	16,1
	26	21,5	21,6	21,1	20,2	18,2	17,1	17,0	18,0	19,0	20,8	21,5	21,8
	27	23,0	23,2	23,1	22,7	21,8	20,8	20,8	22,1	22,6	23,7	23,4	23,6
	28	22,0	21,9	21,2	20,1	18,2	16,4	16,4	17,6	18,4	20,8	21,5	21,9
	29	14,4	14,2	13,8	13,0	10,5	8,9	9,0	10,1	11,2	13,1	14,2	14,7
	30	20,8	20,6	20,4	19,4	17,2	16,4	15,3	17,2	18,5	19,3	20,2	21,2
	31	21,0	20,9	20,2	20,0	17,8	16,9	16,7	18,1	18,6	19,8	20,6	21,3
	32	20,1	20,1	19,9	19,0	16,9	15,5	15,7	16,8	17,5	19,1	20,1	20,6

\* Estaciones meteorológicas dentro de las cuencas altiplánicas



Tabla 3.23: Temperatura máxima promedio mensual (°C) en las estaciones seleccionadas.  
(Continuación)

	N°	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Región II	33	13,4	13,4	13,1	12,3	9,3	7,2	7,8	8,6	10,5	12,6	13,5	13,8
	34	23,7	23,7	23,0	22,6	21,7	20,5	20,7	21,3	22,4	23,5	23,9	24,0
	35	32,0	32,2	31,8	31,0	29,6	28,3	28,2	29,3	30,4	31,8	32,4	32,4
	36	19,5	19,8	19,6	16,9	14,3	12,0	11,8	13,1	14,9	16,3	18,8	19,6
	37	28,2	27,9	26,9	24,8	21,8	19,5	19,4	21,6	23,1	25,6	27,3	28,3
	38	31,1	31,0	30,6	29,2	27,2	26,2	25,9	27,7	28,9	30,6	31,2	31,5
	39	29,0	29,1	28,9	28,0	26,2	25,4	24,7	26,3	28,0	28,7	29,6	29,2
	40	23,0	23,5	23,0	21,4	19,4	17,6	17,2	17,0	17,6	18,6	19,8	21,9
	41	25,4	26,1	26,0	25,0	24,2	23,2	22,1	23,6	23,7	24,8	25,3	25,5
Región III	42	29,4	29,4	28,6	26,8	24,2	22,7	22,2	23,7	24,5	26,8	28,3	29,3
	43	31,1	31,3	30,7	29,1	26,8	24,9	24,9	26,6	27,7	29,4	30,5	31,0
	44	30,2	30,0	29,3	27,5	25,7	24,5	24,2	25,7	26,2	28,0	29,3	29,8
	45	27,7	27,8	27,1	24,3	22,2	20,2	19,4	21,4	22,6	23,9	25,2	26,6
	46	27,5	27,4	27,1	24,5	21,9	20,5	20,2	21,6	23,1	23,9	25,2	26,5
	47	29,9	30,0	28,8	26,5	24,1	21,1	20,7	22,5	23,9	26,6	28,0	29,6
	48	29,7	29,8	29,1	27,3	25,4	24,2	23,6	25,2	25,5	27,6	28,9	29,6
	49	30,7	30,7	30,1	28,2	25,6	24,1	23,7	25,1	26,4	28,2	29,6	30,5
	50	28,2	28,5	27,4	24,9	22,9	21,2	21,2	22,2	23,5	25,2	26,3	27,4
	51	23,7	23,7	22,4	20,1	17,9	17,1	16,9	17,4	18,6	19,6	20,8	22,3

\* Estaciones meteorológicas dentro de las cuencas altiplánicas

Tabla 3.24: Temperatura máxima absoluta mensual (°C) en las estaciones seleccionadas.

	N°	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Región XV	1 *	16,2	15,2	15,6	15,1	14,4	13,8	13,9	15,1	15,7	17,0	17,5	17,1
	2 *	15,7	15,6	15,4	15,5	14,3	12,4	12,1	13,2	14,4	16,0	16,2	16,4
	3 *	16,1	15,9	16,1	16,0	14,8	14,4	14,0	14,5	15,1	17,0	17,3	18,0
	4 *	15,7	15,8	15,9	15,6	13,4	13,3	13,9	14,3	13,4	15,7	16,6	17,1
	5	13,6	13,2	14,1	13,8	12,7	11,5	12,0	12,6	13,0	13,9	14,2	14,2
	6	18,5	18,2	18,4	19,3	18,7	18,4	18,2	18,2	18,4	18,7	18,9	19,5
	7	29,1	29,2	28,9	26,5	25,1	22,3	21,8	22,4	22,6	24,5	25,3	27,2
	8	17,3	16,2	18,1	18,0	17,1	16,0	17,2	16,8	16,0	17,6	18,1	18,6
	9	27,5	26,7	28,0	27,6	25,0	22,9	20,6	21,1	19,8	23,8	24,8	26,5
	10	30,6	31,2	30,4	28,0	25,7	23,0	21,7	21,7	23,0	24,9	26,1	28,6
	11	28,6	28,8	28,8	27,6	25,1	22,7	21,2	21,0	22,4	23,4	25,2	27,4
	12	30,6	30,7	29,9	27,6	25,2	22,4	21,0	21,6	21,6	23,5	25,5	28,1
	13	32,1	32,0	30,6	27,9	25,0	23,1	23,4	23,8	26,2	27,4	28,9	31,0
	14	26,1	26,4	26,6	27,0	27,5	27,3	27,5	27,6	27,3	27,3	26,6	26,7
	15	27,0	27,0	24,5	25,2	22,9	22,4	19,8	19,5	22,3	23,3	23,7	26,2
Región I	16 *	21,3	20,7	21,0	19,8	17,5	15,7	15,6	17,0	18,5	20,4	21,5	22,0
	17 *	16,6	16,6	17,5	15,1	11,6	10,4	11,3	11,7	12,5	14,0	16,3	16,3
	18	23,7	23,4	23,8	23,5	23,7	22,8	23,6	23,5	23,9	23,9	24,4	24,4
	19	25,6	25,6	25,0	24,3	23,7	23,6	23,4	24,2	25,4	26,1	25,3	26,4
Región II	20 *	22,7	21,6	21,9	20,5	18,0	17,1	16,3	19,1	19,2	20,9	22,6	24,2
	21 *	24,1	23,3	23,3	21,5	19,4	15,8	16,6	19,1	19,8	21,2	23,7	23,7
	22	23,5	23,6	22,6	21,9	21,1	18,9	19,1	20,5	21,3	22,0	22,5	23,5
	23	22,6	22,7	22,5	22,3	20,3	18,8	19,1	20,3	20,8	21,7	22,1	23,1
	24	18,8	19,3	19,1	18,3	16,1	14,2	15,4	17,7	16,6	17,7	18,9	19,1
	25	19,4	19,1	19,6	18,0	15,5	13,6	12,9	15,3	15,6	17,2	18,6	20,0
	26	25,1	24,8	24,7	23,7	22,1	21,1	21,2	21,9	22,6	24,1	24,5	25,2
	27	25,5	25,9	25,9	26,4	25,7	24,4	25,2	25,8	26,1	26,6	26,4	26,5
	28	25,1	25,4	25,0	24,2	21,5	20,0	21,0	21,8	22,2	23,9	24,9	25,2
	29	18,0	17,5	17,5	16,9	14,7	12,9	13,3	14,2	15,0	16,4	17,6	18,3
	30	24,4	24,2	23,8	23,4	22,1	20,2	20,1	21,8	22,1	22,9	23,4	24,5
	31	24,2	24,1	23,4	23,3	21,6	20,1	20,8	22,3	22,4	22,7	23,6	24,4
	32	23,7	23,1	23,2	22,6	20,8	19,1	19,8	20,8	21,0	22,3	23,1	24,1

\* Estaciones meteorológicas dentro de las cuencas altiplánicas

Tabla 3.23: Temperatura máxima promedio mensual (°C) en las estaciones seleccionadas.  
(Continuación)

	N°	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Región II	33	17,3	16,8	17,1	16,4	14,2	12,0	13,3	13,2	15,2	16,1	17,0	17,3
	34	26,6	25,8	26,0	26,3	25,2	24,5	25,1	25,3	25,9	27,1	26,6	26,5
	35	34,9	34,7	34,9	34,3	33,3	32,2	32,8	33,6	34,2	35,3	35,0	35,4
	36	22,4	22,6	22,9	19,7	18,1	14,9	16,5	17,2	18,8	19,4	22,8	23,1
	37	31,6	31,4	30,5	28,9	25,5	22,6	23,0	25,4	26,7	28,9	30,6	32,0
	38	33,8	33,6	33,2	32,4	31,7	29,9	30,8	32,2	32,4	33,2	33,6	34,2
	39	31,9	31,5	31,8	31,5	31,0	30,6	29,8	31,3	32,1	31,9	32,6	32,2
	40	24,5	25,3	24,7	24,0	21,5	20,2	19,7	19,1	19,1	21,3	21,7	23,8
	41	28,4	29,0	29,0	28,8	28,8	28,1	27,9	28,6	28,3	28,9	28,7	28,5
	Región III	42	32,1	32,0	31,8	30,1	29,9	28,3	28,8	30,1	30,0	30,4	31,8
43		34,1	33,8	33,9	33,5	32,5	31,2	32,1	33,3	33,5	33,6	33,8	34,0
44		32,9	33,0	32,7	32,3	32,0	31,6	32,1	32,8	32,2	32,5	33,1	32,8
45		30,3	30,4	30,1	28,9	29,1	27,5	27,0	29,6	28,3	28,8	28,8	30,3
46		30,9	30,8	31,1	29,7	28,9	28,5	29,8	30,2	30,4	30,0	30,0	30,4
47		33,2	32,9	32,3	30,9	29,5	27,4	27,6	29,3	30,4	31,4	32,2	33,3
48		32,5	32,6	32,6	31,8	31,4	30,4	31,0	31,9	32,2	32,1	32,2	32,3
49		33,6	33,6	33,4	32,9	32,2	30,5	31,5	32,4	32,8	32,6	32,9	33,4
50		31,3	31,5	31,3	30,4	30,5	30,4	31,0	31,6	31,1	31,1	30,7	30,9
51		27,6	26,6	26,7	25,1	23,1	21,8	21,2	23,1	23,8	24,5	25,3	26,8

\* Estaciones meteorológicas dentro de las cuencas altiplánicas

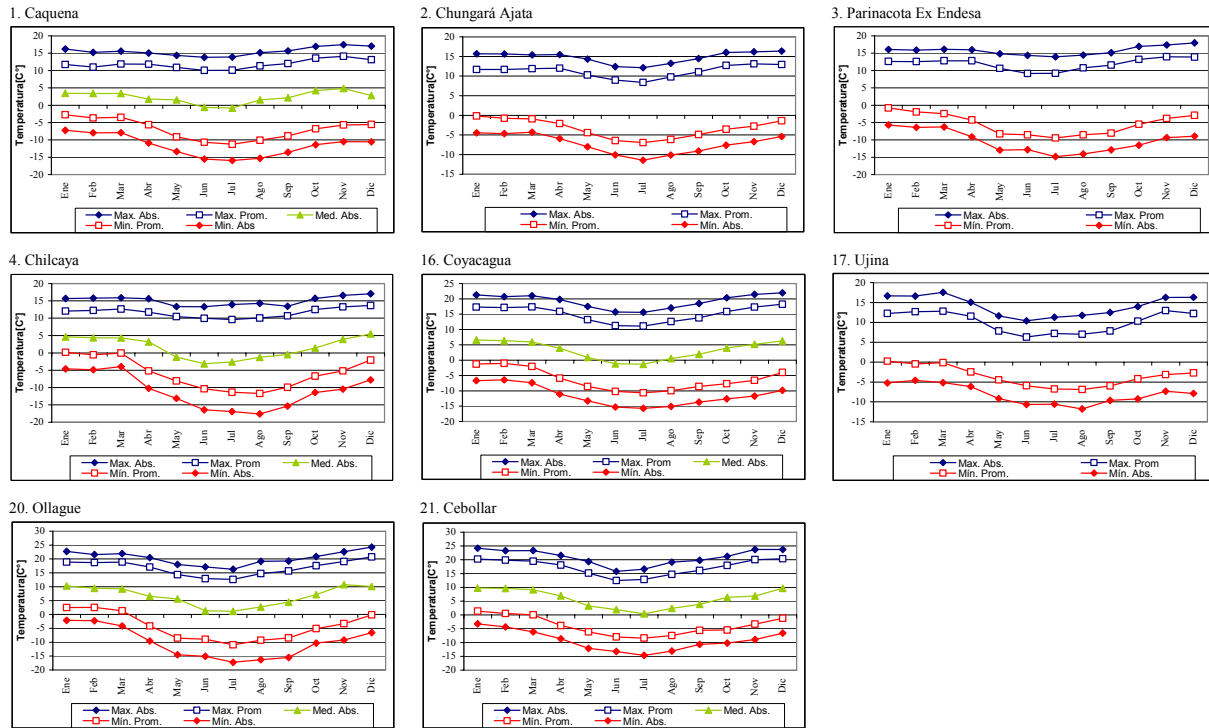


Figura 3.74: Promedio mensual de las series de temperatura mínima absoluta y promedio, media absoluta, máxima promedio y absoluta en las estaciones ubicadas al interior de las cuencas altiplánicas.

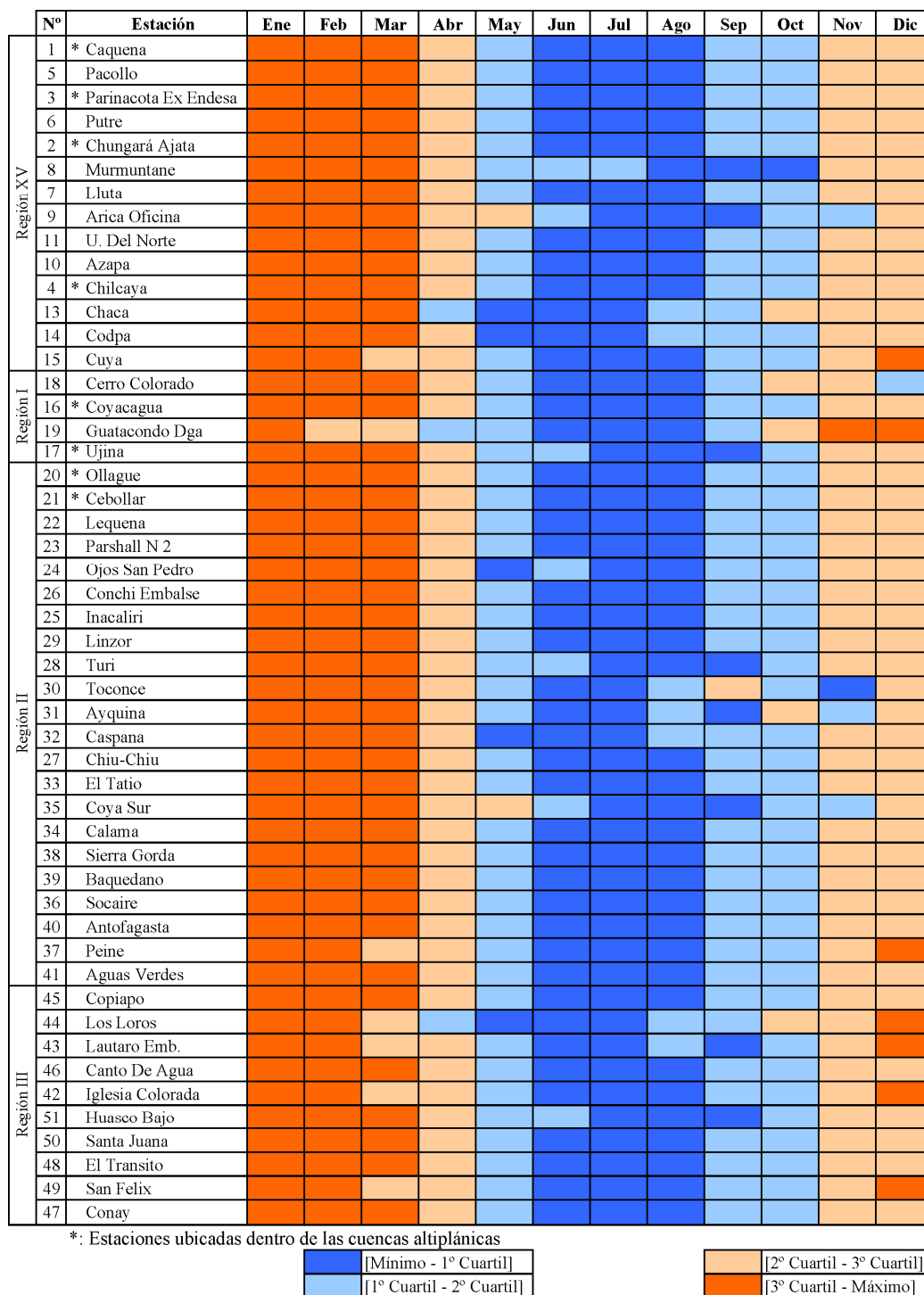


Figura 3.75: Distribución en cuartiles de la temperatura mínima promedio mensual.

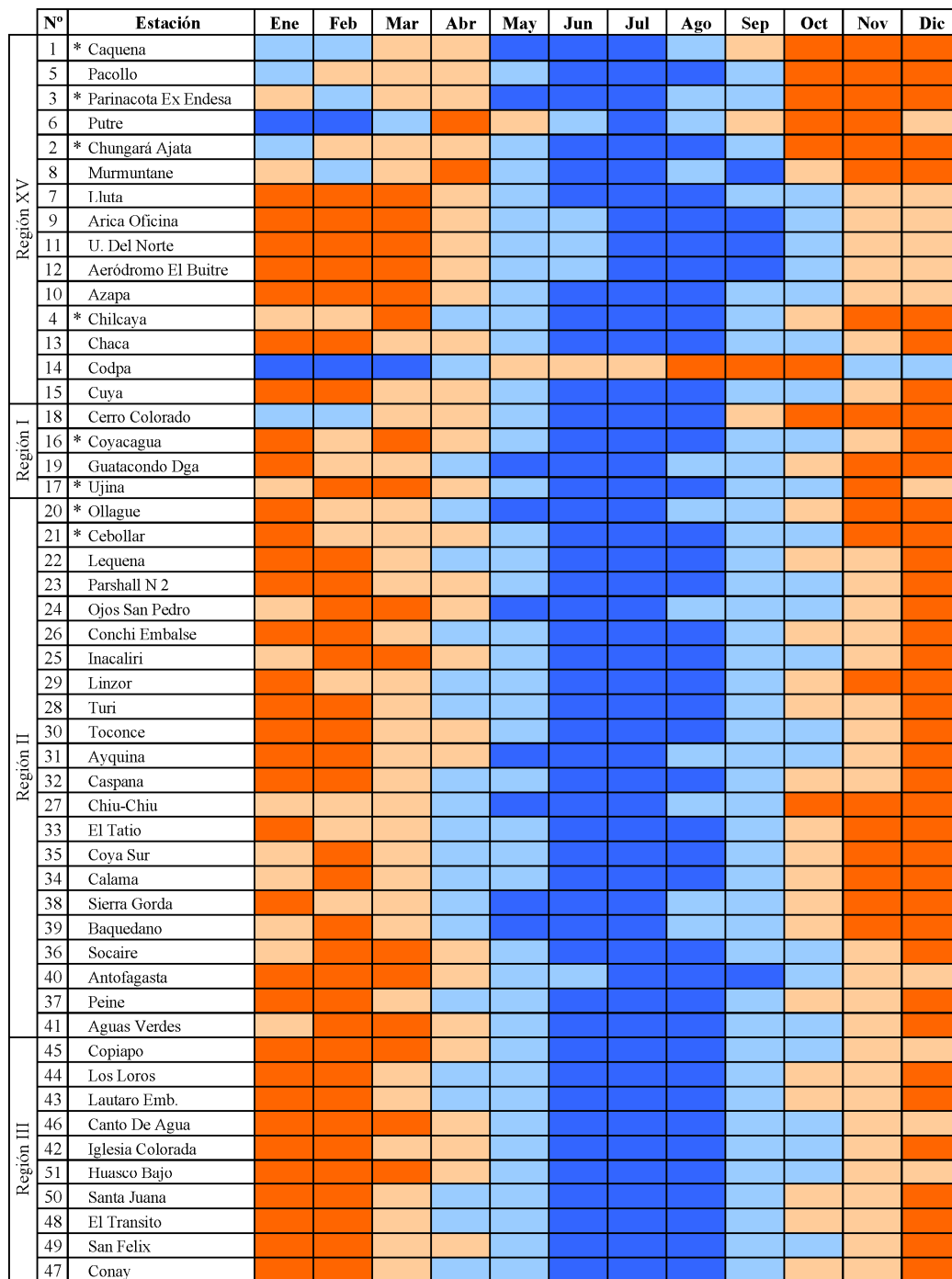
N°	Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Región XV	1 * Caquena	Orange	Light Orange	Light Orange	Light Blue	Blue	Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Orange	Orange	Light Orange	
	5 Pacollo	Orange	Light Orange	Light Orange	Light Orange	Light Blue	Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange	
	6 Putre	Light Orange	Orange	Light Orange	Light Orange	Light Blue	Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange	
	7 Lluta	Orange	Orange	Light Orange	Light Orange	Light Blue	Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange	
	11 U. Del Norte	Orange	Orange	Light Orange	Light Orange	Light Orange	Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange	
	10 Azapa	Orange	Orange	Light Orange	Light Orange	Light Blue	Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange	
	4 * Chilcaya	Orange	Orange	Light Orange	Light Orange	Light Blue	Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange	
	13 Chaca	Orange	Orange	Light Orange	Light Orange	Light Blue	Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange	
	14 Codpa	Orange	Orange	Light Orange	Light Orange	Light Blue	Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange	
	I	16 * Coyacagua	Orange	Orange	Light Orange	Light Blue	Light Blue	Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange
	Región II	20 * Ollague	Orange	Light Orange	Light Orange	Light Blue	Light Blue	Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange
		21 * Cebollar	Orange	Orange	Light Orange	Light Orange	Light Blue	Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange
		23 Parshall N 2	Orange	Orange	Light Orange	Light Orange	Light Blue	Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange
		24 Ojos San Pedro	Light Orange	Orange	Light Orange	Light Orange	Blue	Light Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange
26 Conchi Embalse		Orange	Orange	Light Orange	Light Orange	Light Blue	Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange	
25 Inacaliri		Light Orange	Orange	Light Orange	Light Orange	Light Blue	Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange	
29 Linzor		Orange	Orange	Light Orange	Light Orange	Light Blue	Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange	
28 Turi		Orange	Orange	Light Orange	Light Orange	Light Blue	Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange	
32 Caspana		Orange	Orange	Light Orange	Light Orange	Light Blue	Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange	
27 Chiu-Chiu		Orange	Orange	Light Orange	Light Orange	Light Blue	Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange	
33 El Tatio		Orange	Orange	Light Orange	Light Orange	Light Blue	Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange	
35 Coya Sur		Light Orange	Orange	Light Orange	Light Orange	Light Blue	Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange	
34 Calama		Orange	Orange	Light Orange	Light Orange	Light Blue	Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange	
39 Baquedano		Orange	Orange	Light Orange	Light Orange	Light Blue	Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange	
40 Antofagasta		Orange	Orange	Light Orange	Light Orange	Light Blue	Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange	
37 Peine		Orange	Orange	Light Orange	Light Orange	Light Blue	Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange	
Región III		45 Copiapo	Orange	Orange	Light Orange	Light Orange	Blue	Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange
	43 Lautaro Emb.	Orange	Orange	Light Orange	Light Orange	Light Blue	Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange	
	50 Santa Juana	Orange	Orange	Light Orange	Light Orange	Light Blue	Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange	
	47 Conay	Orange	Orange	Light Orange	Light Orange	Light Blue	Blue	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange	

\*: Estaciones ubicadas dentro de las cuencas altiplánicas

Blue	[Mínimo - 1° Cuartil]
Light Blue	[1° Cuartil - 2° Cuartil]

Light Orange	[2° Cuartil - 3° Cuartil]
Orange	[3° Cuartil - Máximo]

Figura 3.76: Distribución en cuartiles de la temperatura media absoluta mensual.



\*: Estaciones ubicadas dentro de las cuencas altiplánicas

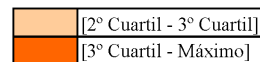
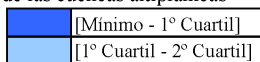


Figura 3.77: Distribución en cuartiles de la temperatura máxima promedio mensual.

### 3.3.4 Variación Espacial de la Temperatura

Se analizó la variación espacial de la temperatura, en función de la altitud y la ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas seleccionadas. Se elaboró un mapa de isotermas en la zona en estudio utilizando el promedio de largo plazo y el gradiente de temperatura en función de la altitud.

#### 3.3.4.1 Gradiente de Temperatura Media Anual

El gradiente de temperatura con la altitud y latitud se definió en términos de los valores medios anuales para el año calendario. En la Figura 3.78, Figura 3.79, Figura 3.80, Figura 3.81 y Figura 3.82 se presenta la variación de la temperatura mínima absoluta, mínima promedio, media absoluta, máxima promedio y máxima absoluta con la latitud, respectivamente. Se observa que en las estaciones ubicadas bajo los 2.000 msnm la temperatura no presenta mayores variaciones con la latitud. Para las estaciones ubicadas sobre los 2.000 msnm no se observa una tendencia clara sobre la variación de la temperatura. Sin embargo, estas variaciones alcanzan hasta los 10°C para estaciones ubicadas a la misma latitud

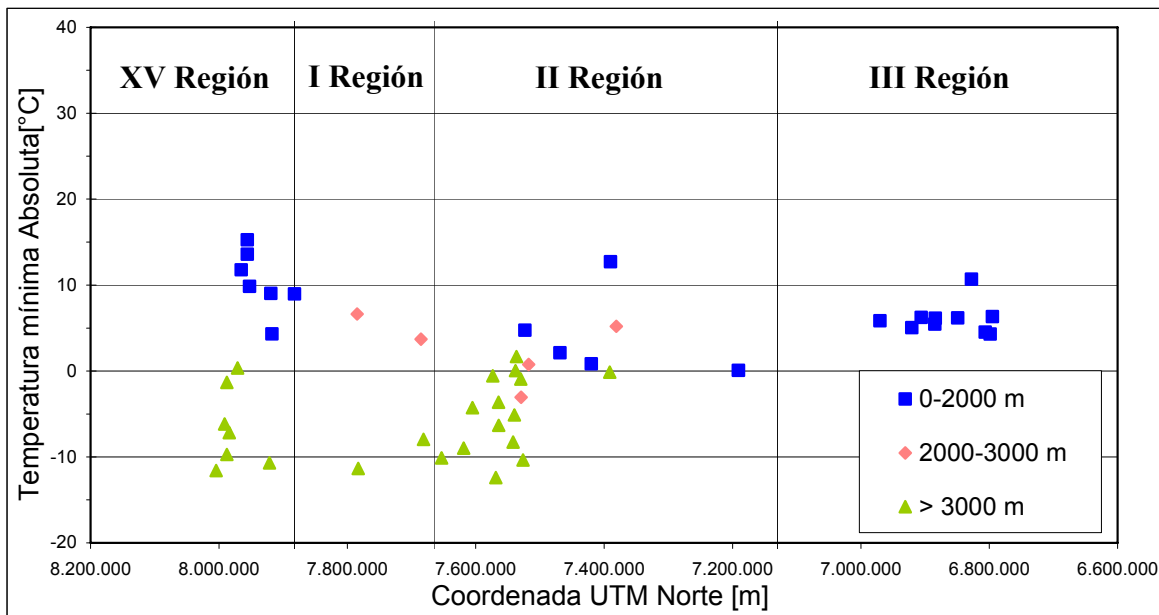


Figura 3.78: Variación de la temperatura mínima absoluta con la latitud en las estaciones seleccionadas.



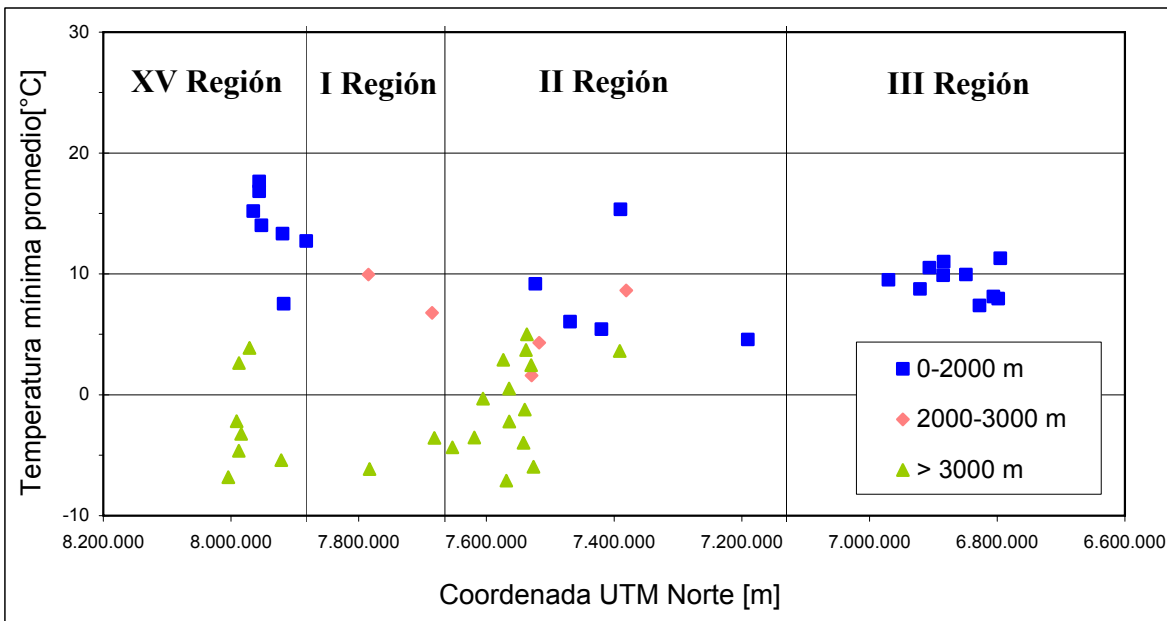


Figura 3.79: Variación de la temperatura mínima promedio con la latitud en las estaciones seleccionadas.

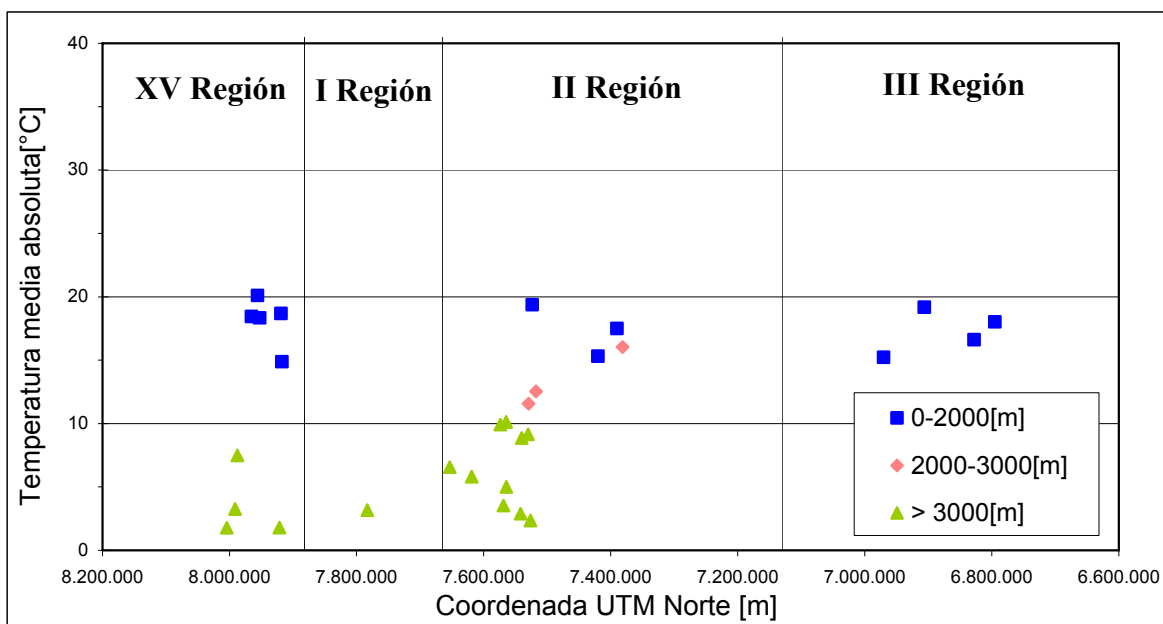


Figura 3.80: Variación de la temperatura media absoluta con la latitud en las estaciones seleccionadas.

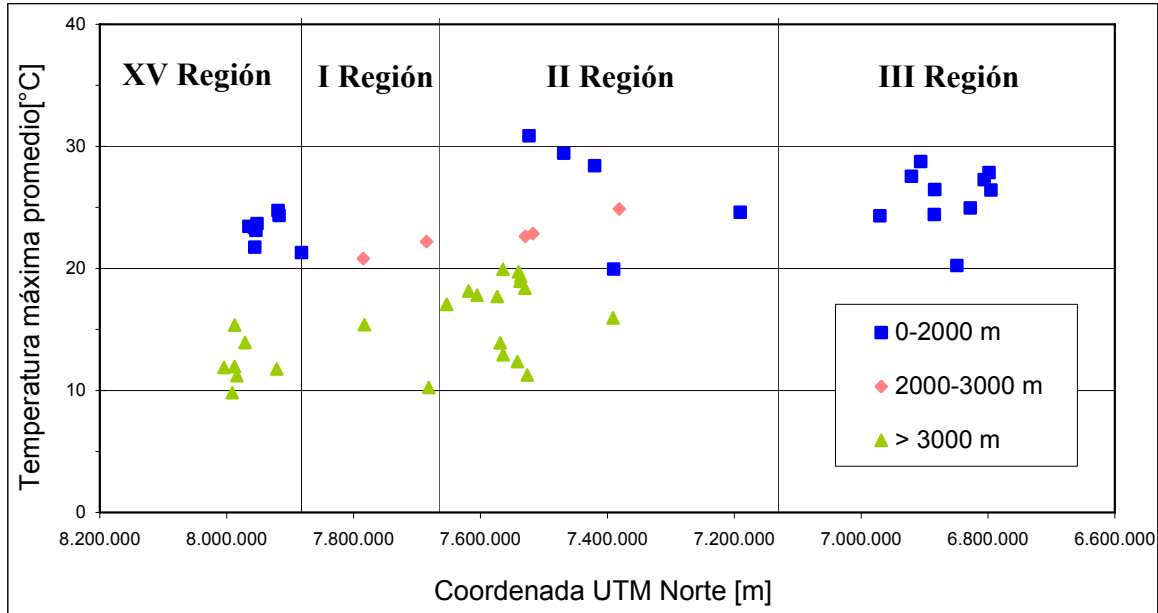


Figura 3.81: Variación de la temperatura máxima promedio con la latitud en las estaciones seleccionadas.

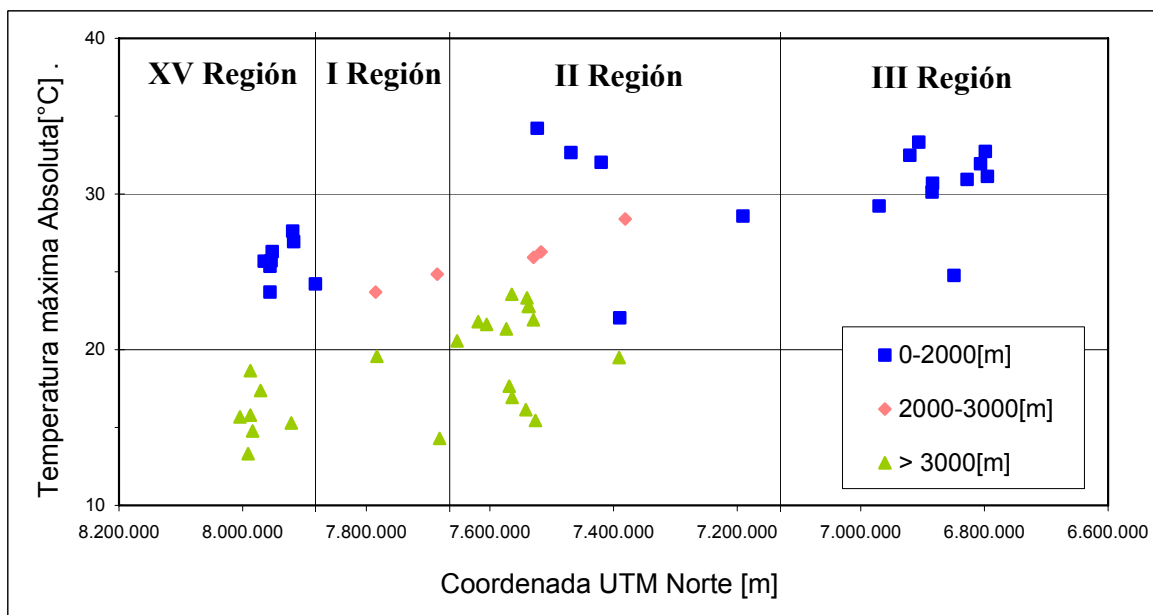


Figura 3.82: Variación de la temperatura máxima absoluta con la latitud en las estaciones seleccionadas.

La Figura 3.83 presenta la variación de la temperatura mínima absoluta, mínima promedio, media absoluta, máxima promedio y máxima absoluta con la altitud en las estaciones seleccionadas. Se observa que existe una marcada influencia del océano en la temperatura hasta una altitud de 1.000 msnm, apreciándose que la temperatura tiende a mantenerse constante en este rango de altitud. Para altitudes sobre los 1.000 msnm existe una influencia continental sobre la temperatura, observándose una marcada disminución en forma lineal de la temperatura media anual con la altitud.

En la Figura 3.84 se presenta el gradiente de la temperatura media absoluta anual con la altitud. Se observa que para altitudes menores a 1.500 msnm la temperatura es prácticamente constante, y para altitudes mayores la temperatura disminuye en forma lineal a medida que la altitud aumenta. A partir de la Figura 3.84 se estimaron gradientes para la temperatura media absoluta anual en la XV, I, II y III Región, los cuales son los siguientes:

- Para altitud menor a 1.500 msnm prácticamente no hay variación de la temperatura.
- Para altitud entre los 1.500 y 4.500 msnm se estima una disminución de  $0,56^{\circ}\text{C}$  cada 100 m.

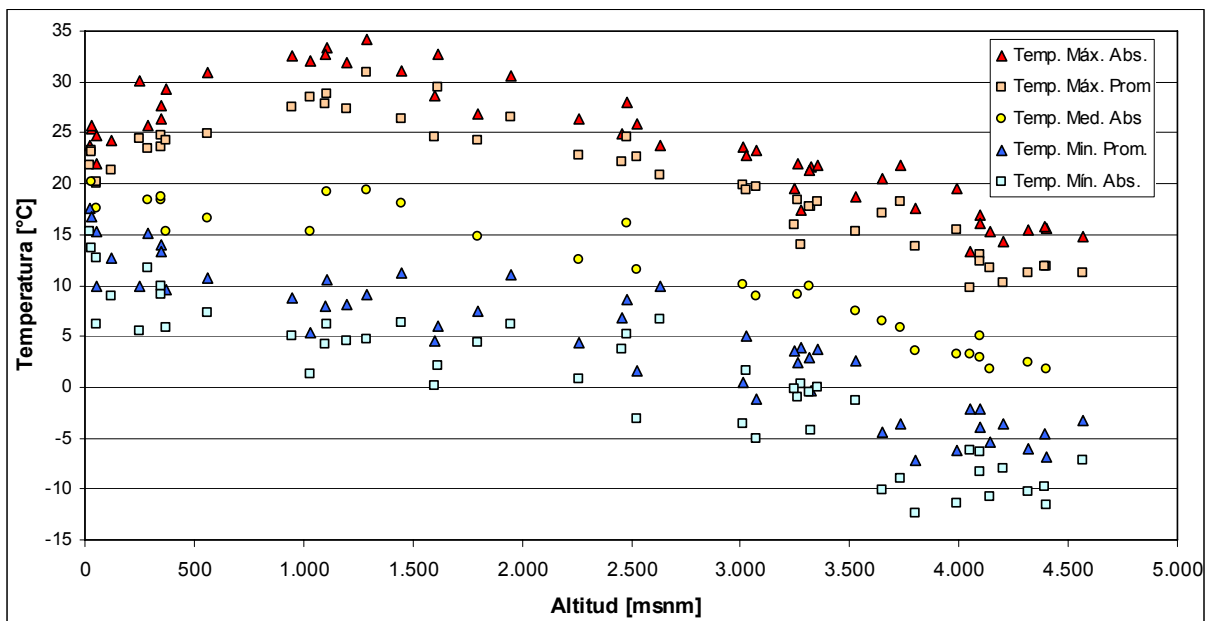


Figura 3.83: Variación de la temperatura media con la altitud en las estaciones seleccionadas.

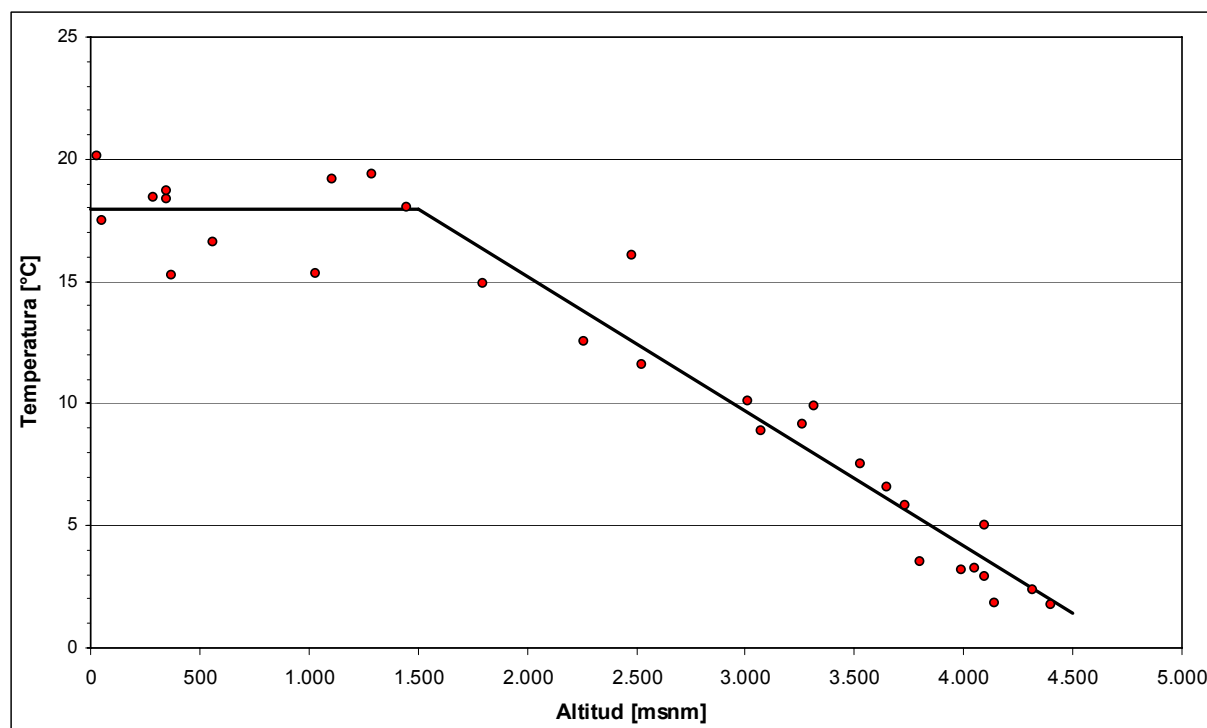


Figura 3.84: Gradiente de la temperatura media absoluta en las estaciones seleccionadas de la XV, I, II y III Región.

Finalmente, se determinó la variación de la temperatura media con la altitud para los meses secos y lluviosos en las estaciones seleccionadas. Para la XV, I y II Región los meses lluviosos corresponden a diciembre, enero, febrero y marzo, y los secos al resto de meses (Figura 3.22). Para la III Región los meses lluviosos son mayo, junio, julio y agosto, y los secos el resto (Figura 3.22). Esta variación de la temperatura se presenta en la Figura 3.85 y Figura 3.86 para los meses lluviosos y secos, respectivamente. Se observa que la forma de estas curvas no varía respecto a las curvas de variación obtenidas para todos los meses del año (Figura 3.83). No obstante, para los meses secos las temperaturas mínimas son menores que para los meses lluviosos.

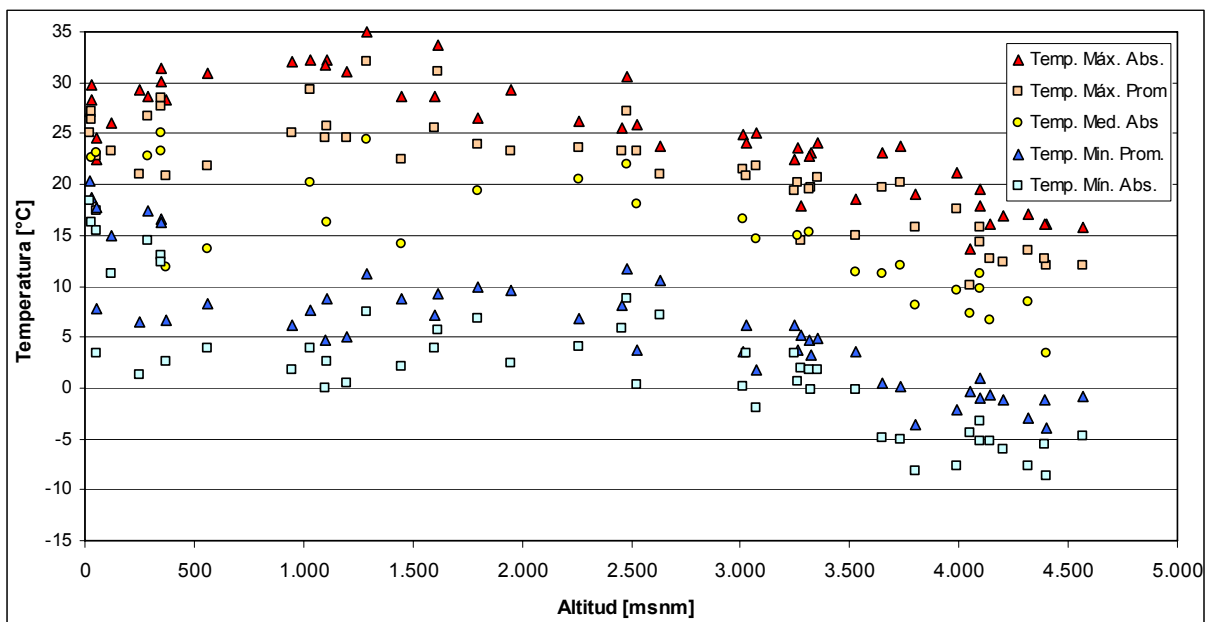


Figura 3.85: Variación de la temperatura media con la altitud en las estaciones seleccionadas para los meses lluviosos.

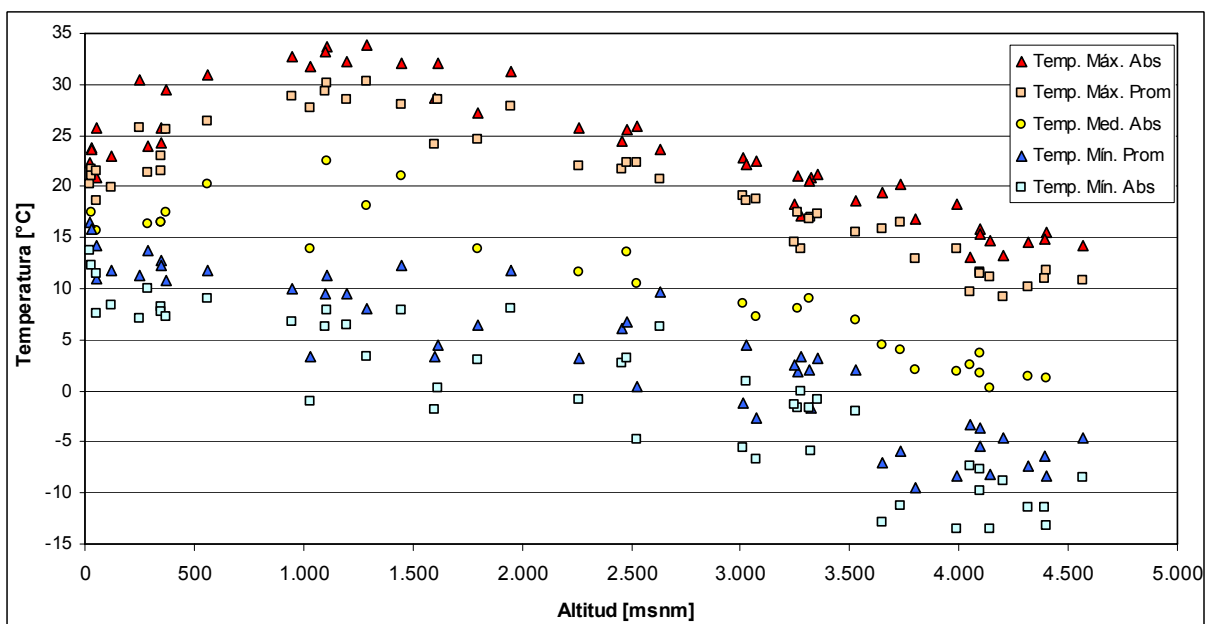


Figura 3.86: Variación de la temperatura media con la altitud en las estaciones seleccionadas para los meses secos.

### **3.3.4.2 *Isotermas Regionales***

El trazado de las líneas igual temperatura o isotermas se realizó a través de la interpolación espacial de la temperatura media absoluta (Tabla 3.17). En forma inicial se trazaron isotermas utilizando el programa Surfer V7.0 (1999, Golden Software), las que fueron luego corregidas en base a la topografía y a los gradientes de la temperatura con la altura (Figura 3.84)

Las isotermas se presentan en la Figura 3.87, Figura 3.88 y Figura 3.89 para las regiones XV y I, II y III, respectivamente.

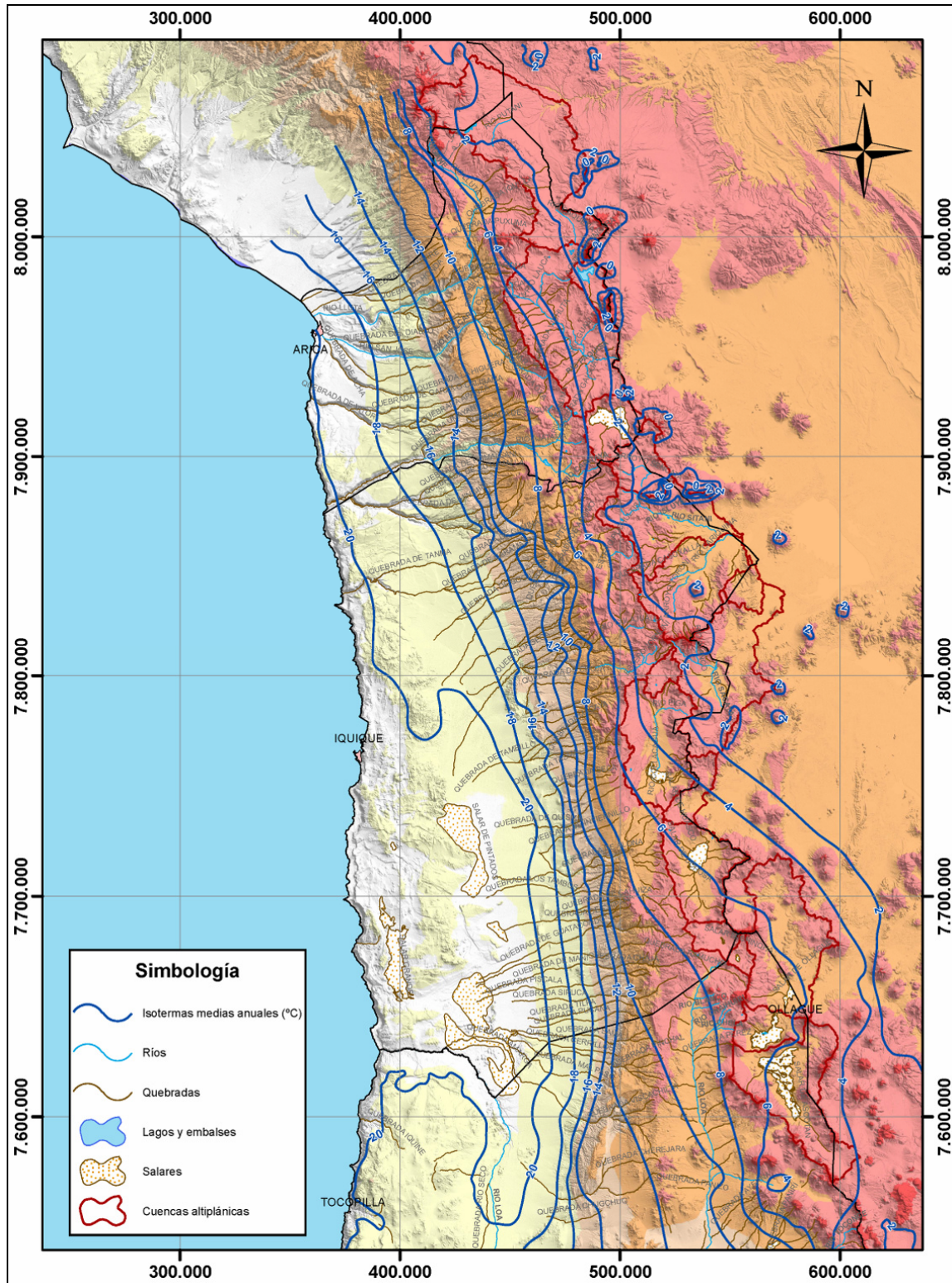


Figura 3.87: Mapa de isotermas de la XV y I Región.



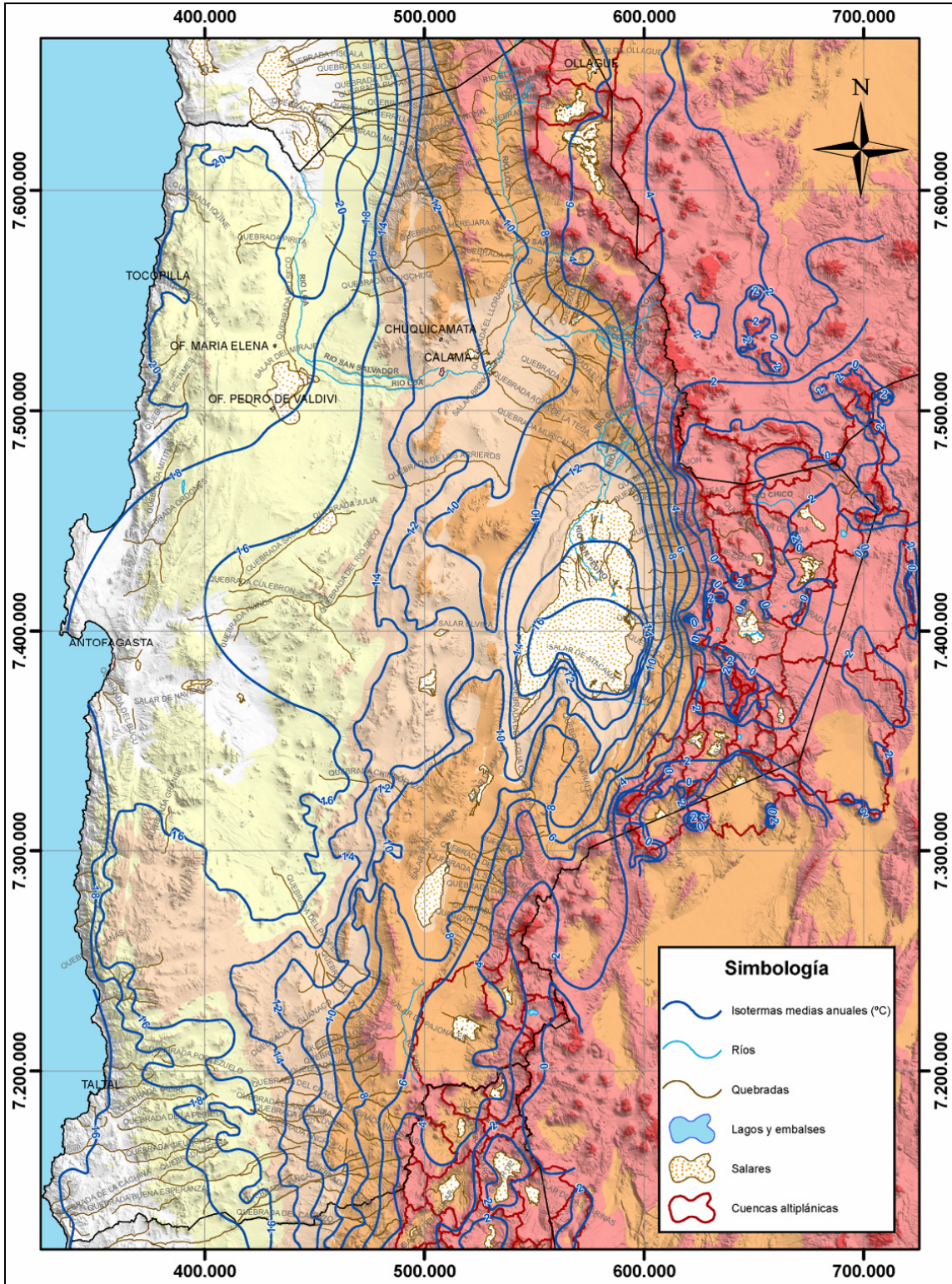


Figura 3.88: Mapa de isotermas de la II Región.



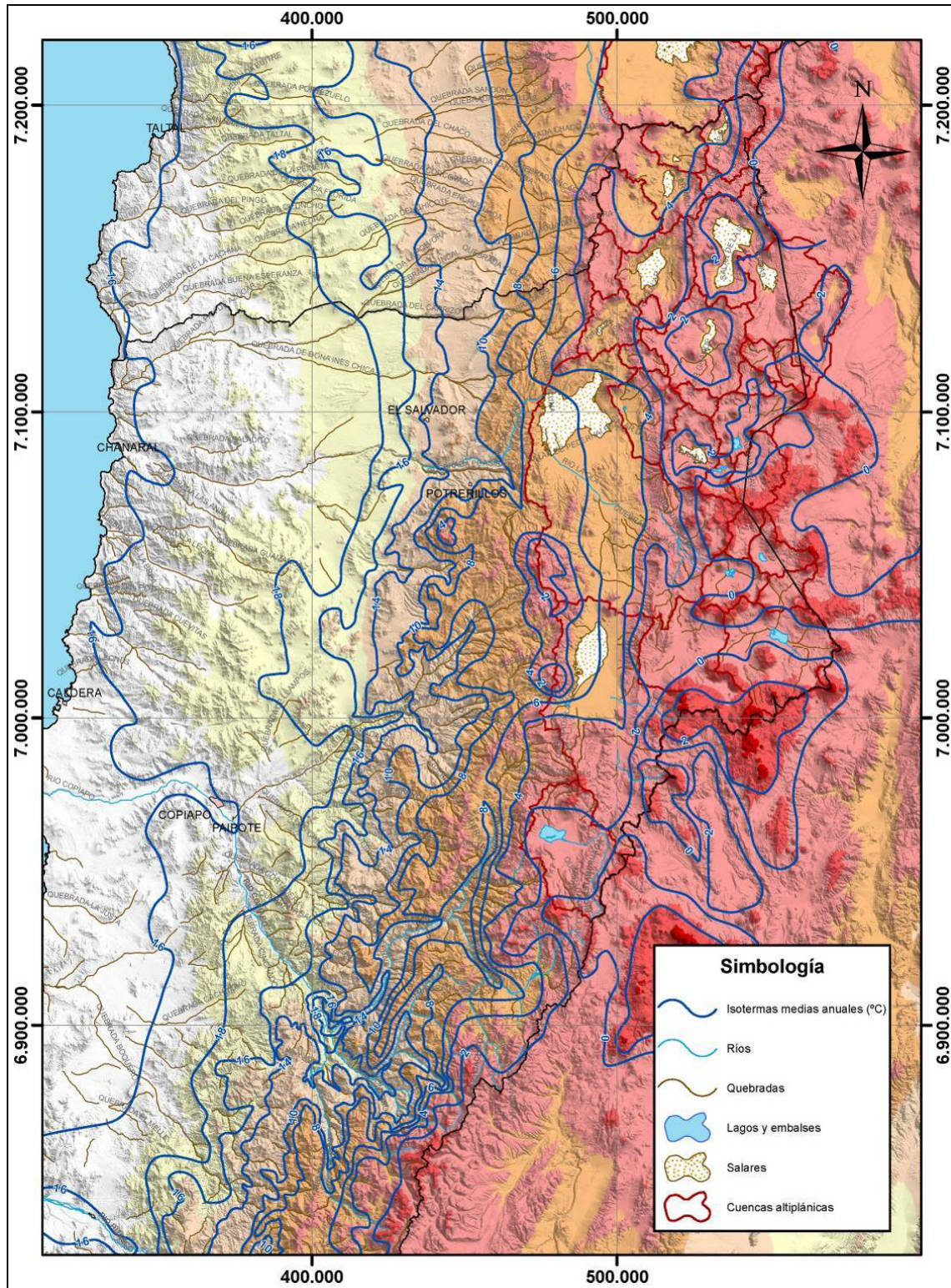


Figura 3.89: Mapa de isotermas de la III Región.

---

### 3.4 Evaporación de Tanque

La caracterización de la evaporación en las cuencas altiplánicas chilenas se realizó a nivel mensual y anual. Se recopilaron series de evaporación total y media.

#### 3.4.1 Fuentes de Información para Evaporación

La recolección de los datos de evaporación se realizó a través de la Dirección General de Aguas (DGA). Por medio del Departamento de Hidrología de la DGA se recopiló toda la información histórica a nivel mensual existente en el Banco Nacional de Aguas (BNA) para las regiones XV, I, II y III del territorio nacional.

La ubicación de las estaciones meteorológicas sin considerar la calidad de los datos de evaporación se presenta en la Figura 3.90. Se muestra además la vigencia de las estaciones y el área general de estudio. Las coordenadas de ubicación, altura sobre el nivel del mar y vigencia de estas estaciones meteorológicas se presentan en el Anexo IV (A IV.1). Se observa que los registros de evaporación al interior de las cuencas altiplánicas son escasos, disponiéndose de 8 estaciones en la XV Región, 4 en la I Región, 3 en la II Región y ninguna en la III Región.

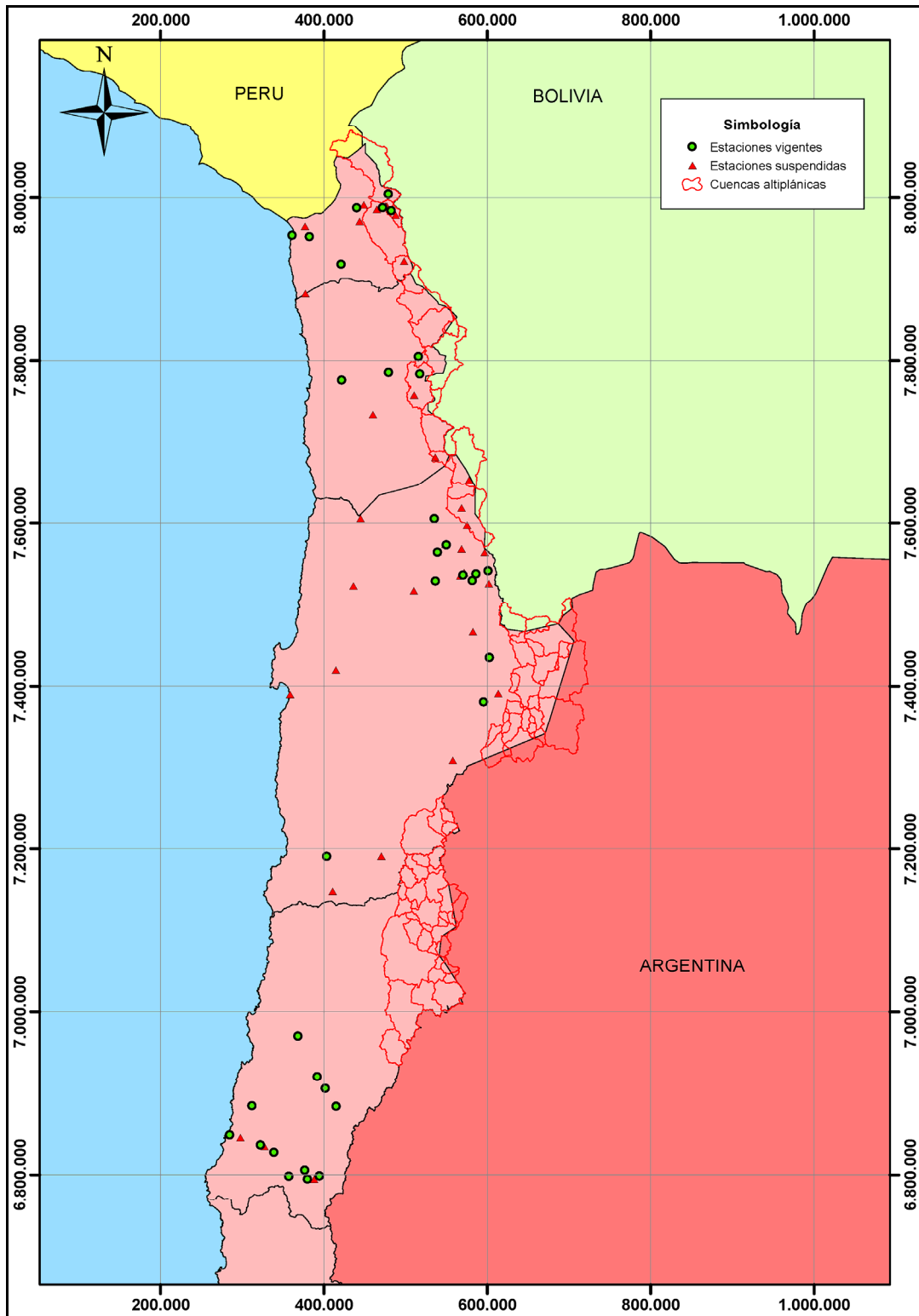


Figura 3.90: Ubicación de las estaciones meteorológicas con datos de evaporación disponibles en la zona en estudio.

### 3.4.2 Determinación de la Información a Utilizar

Las series de tiempo de evaporación disponibles fueron analizadas con el fin de seleccionar las estaciones meteorológicas que serán consideradas en este estudio. El criterio de selección consiste en utilizar las estaciones vigentes y suspendidas cuyo registro tenga al menos 10 años de registro sin importar la calidad de la información. En la Tabla 3.25 se presenta la lista de las estaciones seccionadas que cumplen con este criterio, junto con la ubicación (coordenadas UTM, Datum Provisional Sudamericano 1956, Zona 19 Sur), altitud, código BNA y numeración correlativa. Las estaciones ubicadas dentro de las cuencas altiplánicas se identificaron con un asterisco (\*).

En la Figura 3.91 se presenta la ubicación general de las estaciones seleccionadas, y en la Figura 3.92, Figura 3.93 y Figura 3.94 se presenta esta localización con mayor detalle junto con la numeración correlativa para su correcta identificación. De las estaciones seleccionadas 9 se ubican al interior de las cuencas altiplánicas, distribuyéndose 5 en la XV Región, 3 en la I Región, 1 en la II Región y ninguna en la III Región.

En la Figura 3.95 y Figura 3.96 se presentan gráficos de barras con la disponibilidad temporal de los datos de evaporación total y evaporación media, respectivamente. Se observa que la mayoría de estaciones tienen registros a partir de la década de 1970. Sin embargo, llama la atención que la mayoría de los registros de evaporación total tengan años con menos de 9 meses de información. En cambio, la mayoría de los registros de evaporación media tienen años con más de 10 meses de información. Por consiguiente, para efectos de los análisis se utilizará solamente la evaporación media. Con respecto a la vigencia de las 52 estaciones seleccionadas, 32 se encuentran vigentes y 20 fueron suspendidas.



Tabla 3.25: Estaciones meteorológicas con registros de evaporación seleccionadas para el estudio.

	N°	Cód. BNA	Estación Meteorológica	UTM (PSAD 1956)		Altitud [msnm]	Estado **	Años de Registro
				Este	Norte			
Región XV	1	01001005-5	* Caquena	478.832	8.004.246	4.400	V	11
	2	01010007-0	* Chungará Reten	487.668	7.978.438	4.570	S	10
	3	01010010-0	* Chungará Ajata	482.378	7.983.966	4.570	V	23
	4	01020014-8	* Cotacotani	475.323	7.989.490	4.500	S	29
	5	01020017-2	* Parinacota Ex Endesa	471.800	7.987.641	4.390	V	20
	7	01202009-0	Pacollo	448.878	7.991.283	4.050	S	10
	8	01202010-4	Putre	440.075	7.987.569	3.530	V	24
	9	01211006-5	Lluta	376.763	7.965.137	290	S	17
	10	01310019-5	Azapa	382.124	7.952.260	350	V	33
	11	01310022-5	Aeródromo El Buitre	360.996	7.953.962	30	V	22
	12	01410012-1	Codpa	420.979	7.917.420	1.800	V	40
	Región I	6	01080001-3	* Ujjina	536.384	7.681.472	4.200	S
13		01050007-9	* Collacagua	517.429	7.782.949	3.990	V	44
14		01502006-7	Cuya	377.307	7.882.139	120	S	13
15		01700010-1	Huara En Fuerte Baquedano	421.599	7.775.403	1.000	V	13
16		01730018-0	* Pampa Lirima Lagunilla	515.706	7.805.083	3.940	V	25
17		01740002-9	Cerro Colorado	479.082	7.784.789	2.630	V	11
Región II	18	02020001-4	* Cebollar	568.241	7.618.807	3.730	S	15
	19	02101003-0	Lequena	535.139	7.605.268	3.320	V	25
	20	02103007-4	San Pedro de Conchi	548.875	7.574.445	3.217	S	19
	21	02103008-2	Parshall N 2	549.805	7.573.477	3.318	V	39
	22	02103009-0	Ojos San Pedro	568.440	7.568.716	3.800	S	17
	23	02103010-4	Inacaliri	596.588	7.564.208	4.100	S	23
	24	02104008-8	Conchi Embalse	539.003	7.564.490	3.010	V	38
	25	02104009-6	Muro Embalse Conchi	538.960	7.565.092	3.010	S	13
	26	02104010-K	Chiu-Chiu	536.440	7.529.250	2.524	V	33
	27	02105015-6	Turi	571.634	7.539.949	3.070	S	11
	28	02105016-4	Linzor	600.913	7.541.763	4.096	V	34
	29	02105017-2	Toconce	586.111	7.537.991	3.350	V	33
	30	02105018-0	Ayquina	570.227	7.536.538	3.031	V	15
	31	02105021-0	Caspana	581.581	7.529.879	3.260	V	35
	32	02105022-9	El Tatio	601.729	7.526.160	4.320	S	13
	33	02110013-7	Calama	509.841	7.517.409	2.260	S	27

\* Estaciones meteorológicas dentro de las cuencas altiplánicas

\*\* V: Vigente; S: Suspendida

Tabla 3.25: Estaciones meteorológicas con registros de evaporación seleccionadas para el estudio. (Continuación)

	N°	Cód. BNA	Estación Meteorológica	UTM (PSAD 1956)		Altitud [msnm]	Estado **	Años de Registro
				Este	Norte			
Región II	34	02112009-K	Coya Sur	435.924	7.523.433	1.290	S	19
	35	02500016-1	Toconao Experimental	602.581	7.435.191	2.430	V	33
	36	02500019-6	Socaire	613.485	7.391.129	3.251	S	25
	37	02500020-K	Peine	595.346	7.381.030	2.480	V	34
	38	02510006-9	San Pedro de Atacama	582.197	7.466.520	2.450	S	27
	39	02710002-3	Baquedano	414.749	7.419.946	1.032	S	13
	40	02710003-1	Antofagasta	358.725	7.389.982	50	S	10
	41	02942001-7	Aguas Verdes	403.389	7.190.650	1.600	V	21
Región III	42	03414002-2	Iglesia Colorada	414.913	6.883.987	1.950	V	15
	43	03430006-2	Lautaro Embalse	401.640	6.906.043	1.110	V	39
	44	03430007-0	Los Loros	391.670	6.920.731	950	V	44
	45	03450004-5	Copiapó	368.152	6.970.357	370	V	17
	46	03701001-4	Canto de Agua	311.782	6.884.651	250	V	22
	47	03802005-6	Conay	387.945	6.795.116	1.450	S	23
	48	03806002-3	El Transito	376.458	6.806.081	1.200	V	15
	49	03815004-9	San Felix	357.040	6.798.469	1.100	V	15
	50	03820004-6	Santa Juana	338.758	6.827.784	560	V	43
	51	03823004-2	La Compañía (Vallenar)	322.328	6.836.783	400	V	21
	52	03826003-0	Huasco Bajo	284.591	6.849.084	50	V	14

\* Estaciones meteorológicas dentro de las cuencas altiplánicas

\*\* V: Vigente; S: Suspendida

|

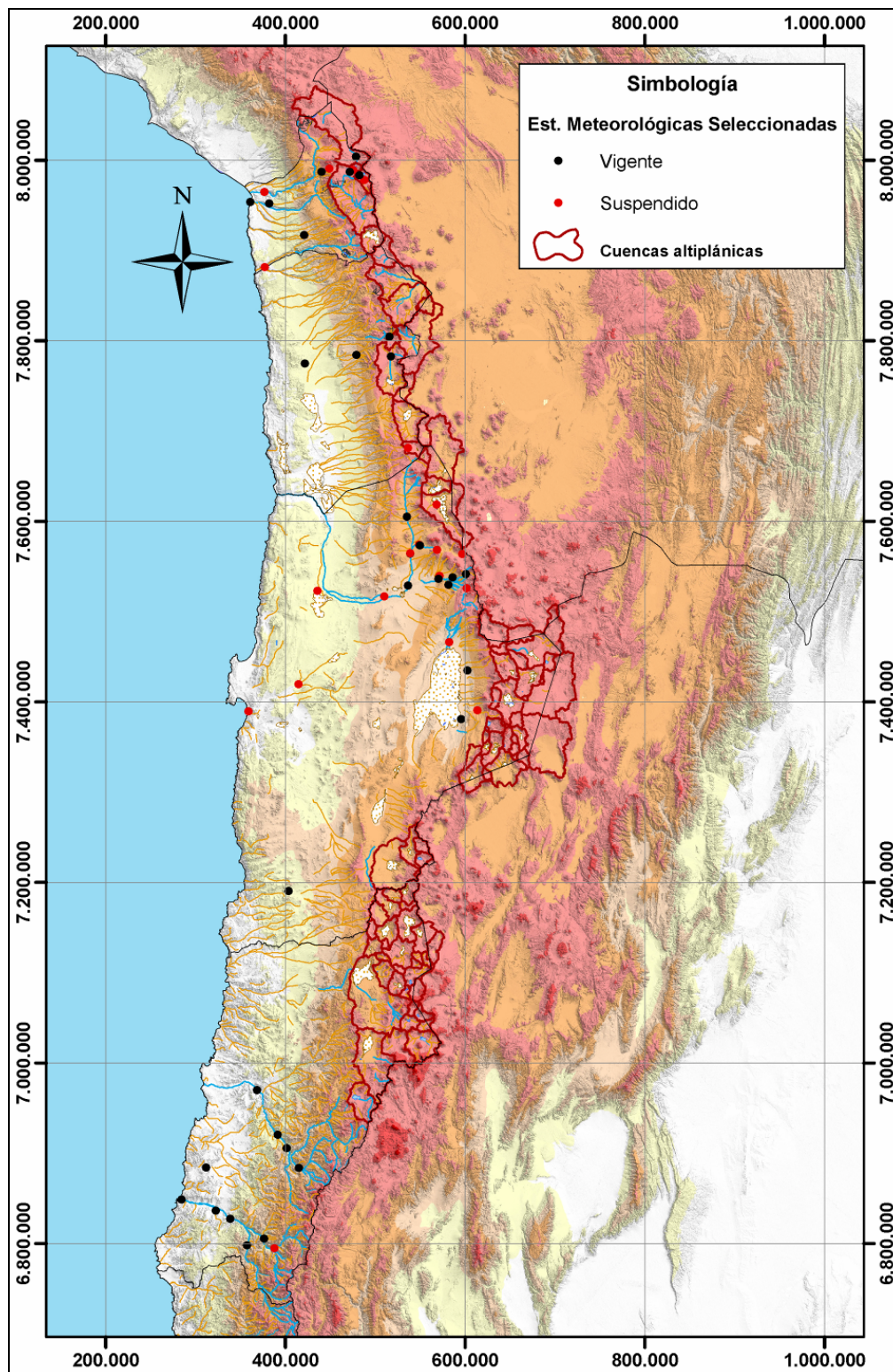


Figura 3.91: Ubicación de las estaciones meteorológicas con datos de evaporación seleccionadas para el estudio.













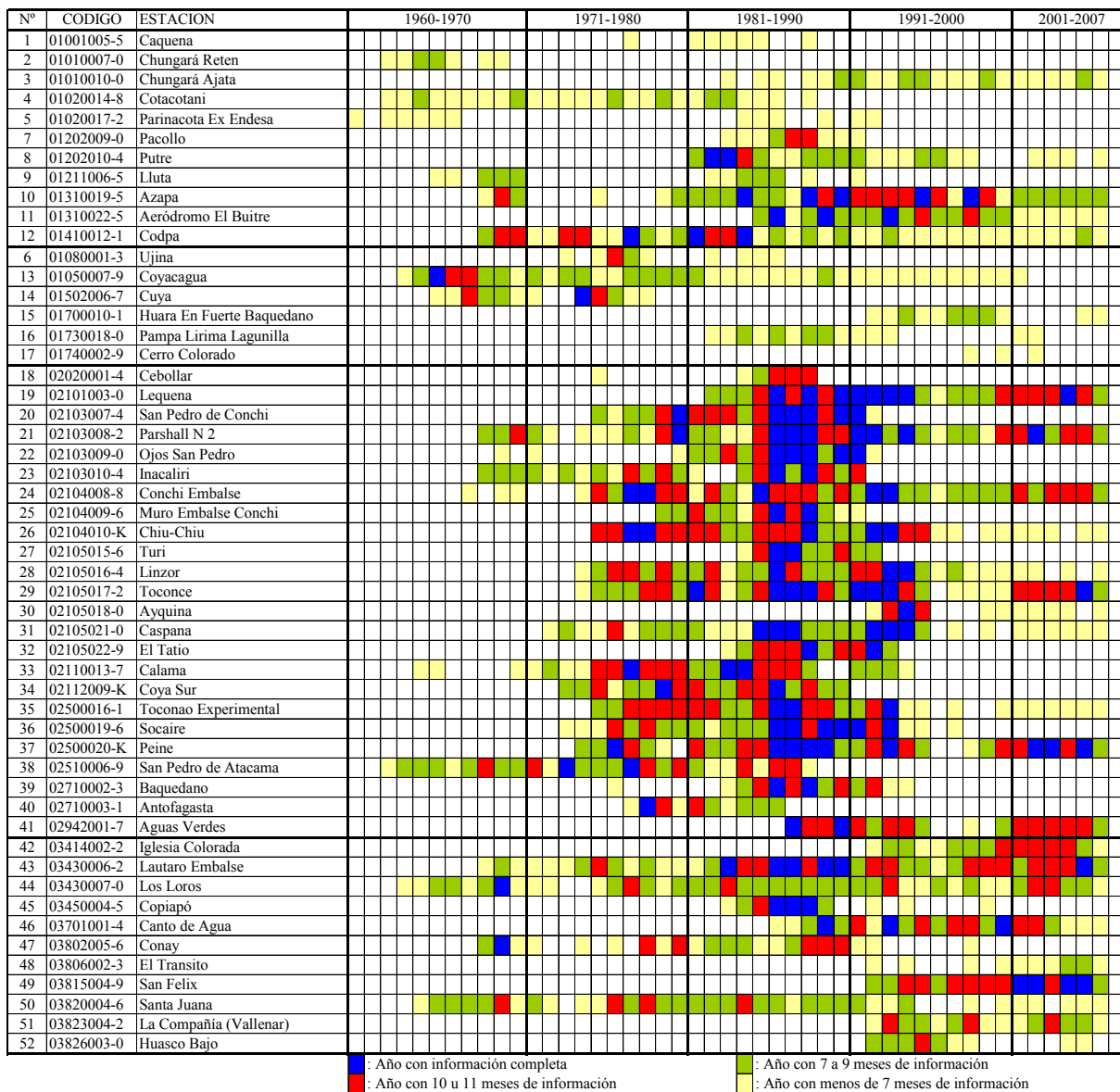


Figura 3.95: Disponibilidad de información histórica de evaporación total.

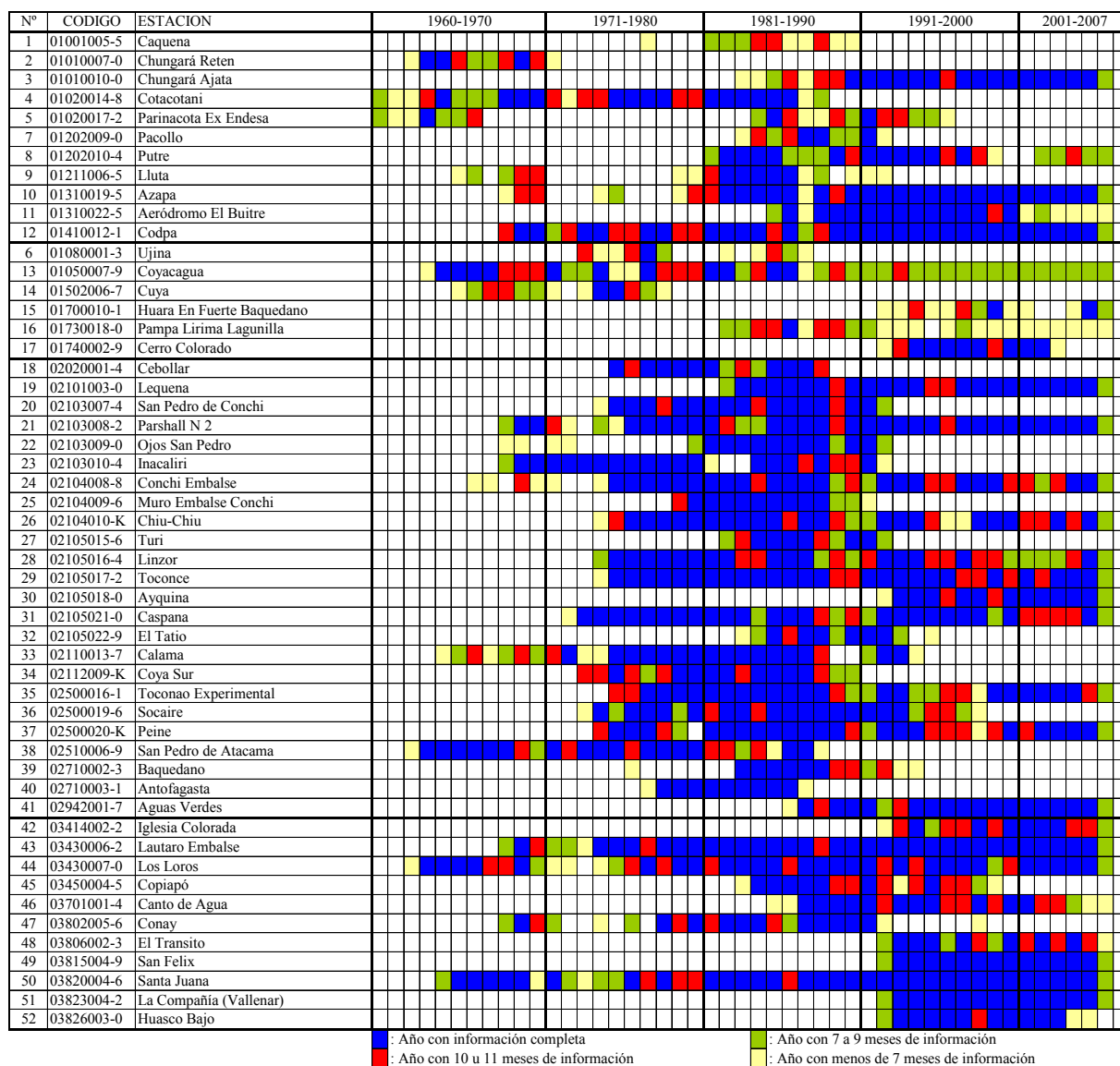


Figura 3.96: Disponibilidad de información histórica de evaporación media.

### 3.4.3 Variación Temporal de la Evaporación

Con el fin de establecer el comportamiento estacional de la evaporación en la zona en estudio se realizó un análisis temporal de las series a nivel anual y mensual. Para estos análisis se utilizaron las series transformadas de evaporación media. Esta transformación se realizó con el objeto de obtener la evaporación total de cada mes, multiplicando cada registro de evaporación media mensual por el número de días del mes. A continuación se presentan estos análisis y los resultados obtenidos.

### 3.4.3.1 Series Anuales de Evaporación

Para este análisis se consideraron solo los años en los cuales el número de meses con registro es mayor a 9. Las series de evaporación anual se presentan en forma gráfica en la Figura 3.97 para las estaciones localizadas al interior de las cuencas altiplánicas. En el Anexo IV (A IV.2) se presentan estas series para el resto de las estaciones seleccionadas. En la Tabla 3.26 se presentan los principales estadígrafos de las series anuales de evaporación anual. Se observa que el promedio de estas series anuales varía entre los 1.000 y 3.800 mm en las estaciones seleccionadas. En términos generales no existe una marcada variabilidad en las series anuales de evaporación en las estaciones ubicadas al interior de las cuencas altiplánicas.

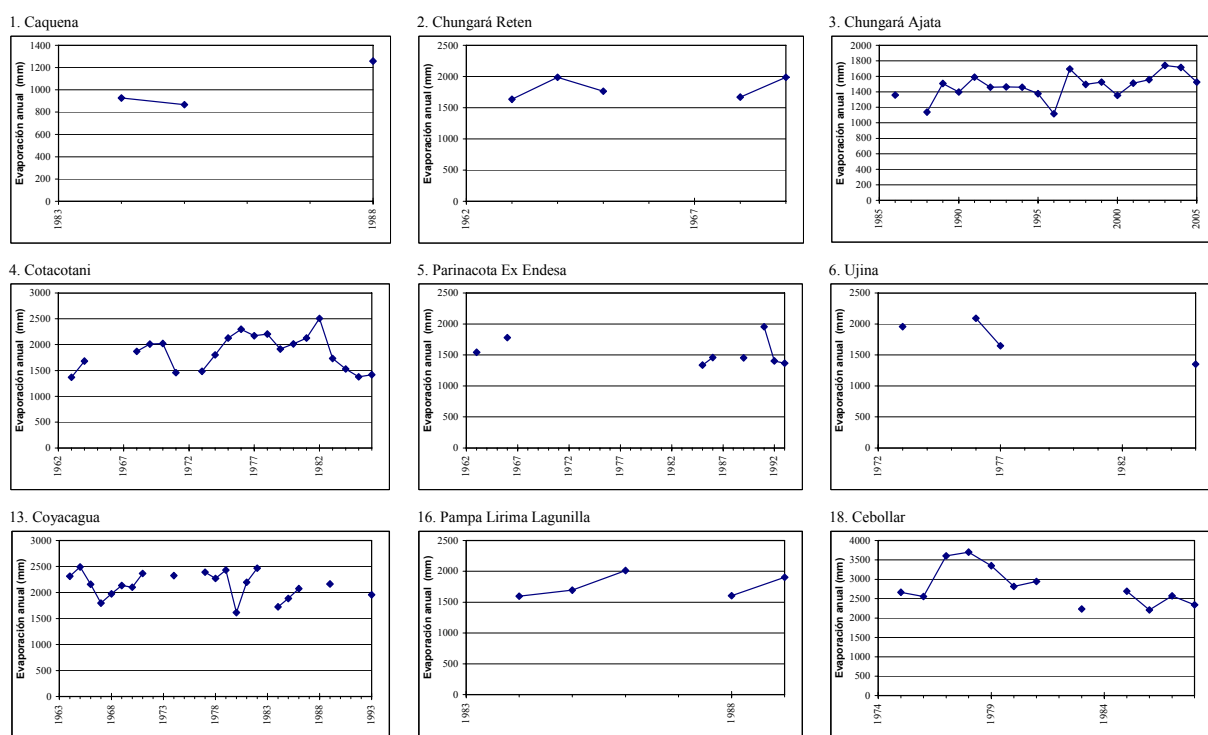


Figura 3.97: Series de evaporación anual en las estaciones ubicadas al interior de las cuencas altiplánicas.

Tabla 3.26: Propiedades estadísticas de las series de evaporación anual (mm) en las estaciones seleccionadas.

	N°	Estación Meteorológica	Años de Registro	Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Est.	Coef. Asim.
Región XV	1	* Caquena	3	866,6	1.258,5	1.017,3	211,0	1,57
	2	* Chungará Reten	6	1.635,1	1.990,8	1.839,0	168,9	-0,23
	3	* Chungará Ajata	19	1.116,9	1.741,6	1.473,2	165,2	-0,55
	4	* Cotacotani	20	1.367,6	2.507,3	1.855,3	339,0	0,03
	5	* Parinacota Ex Endesa	8	1.336,0	1.953,7	1.536,5	218,5	1,29
	7	Pacollo	5	1.182,4	2.301,5	1.733,2	411,2	0,07
	8	Putre	15	1.659,9	2.442,0	1.986,6	242,5	0,17
	9	Lluta	8	1.547,5	2.518,6	1.938,7	364,3	0,83
	10	Azapa	27	1.540,8	3.142,5	2.547,5	413,6	-1,12
	11	Aeródromo El Buitre	14	2.025,6	3.199,8	2.653,9	337,2	-0,59
	12	Codpa	36	1.487,4	2.170,1	1.861,9	177,0	-0,31
	Región I	6	* Ujina	4	1.350,1	2.090,6	1.761,3	331,3
13		* Collacagua	20	1.615,5	2.492,0	2.141,9	252,9	-0,53
14		* Cuya	5	1.962,0	2.539,5	2.191,5	219,6	1,13
15		Huara En Fuerte Baquedano	4	2.346,4	3.529,4	3.043,1	498,0	-1,19
16		* Pampa Lirima Lagunilla	5	1.598,0	2.012,7	1.763,0	186,1	0,62
17		Cerro Colorado	10	2.416,9	2.836,5	2.653,0	144,0	-0,24
Región II	18	* Cebollar	12	2.210,9	3.702,0	2.807,3	505,1	0,72
	19	Lequena	23	2.233,6	3.438,4	2.706,7	359,0	0,67
	20	San Pedro de Conchi	17	3.158,6	3.945,4	3.597,2	219,5	-0,64
	21	Parshall N 2	31	3.379,5	4.730,5	3.886,6	302,8	0,92
	22	Ojos San Pedro	10	1.464,2	3.185,8	2.336,7	543,3	0,05
	23	Inacaliri	20	1.781,2	2.826,1	2.297,5	263,3	0,10
	24	Conchi Embalse	29	2.243,3	3.818,3	3.336,4	351,6	-1,23
	25	Muro Embalse Conchi	10	2.716,3	3.151,3	2.931,1	159,9	0,05
	26	Chiu-Chiu	27	1.288,5	3.520,5	2.388,7	555,4	-0,66
	27	Turi	8	2.633,0	3.235,6	2.922,2	212,1	0,11
	28	Linzor	25	1.279,5	2.485,6	1.868,7	319,1	-0,16
	29	Toconce	31	1.720,7	2.963,0	2.341,1	310,1	-0,09
	30	Ayquina	13	2.828,5	3.994,8	3.449,6	327,8	0,11
	31	Caspana	29	1.791,3	2.976,2	2.245,1	327,3	0,40
	32	El Tatio	7	1.440,5	1.737,1	1.592,6	109,6	-0,20
	33	Calama	20	2.669,9	4.374,9	3.293,7	356,0	1,59

\* Estaciones meteorológicas dentro de las cuencas altiplánicas

|



Tabla 3.26: Propiedades estadísticas de las series de evaporación anual (mm) en las estaciones seleccionadas. (Continuación)

	Nº	Estación Meteorológica	Años de Registro	Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Est.	Coef. Asim.
Región II	34	Coya Sur	15	2.973,9	3.931,3	3.496,0	301,9	-0,36
	35	Toconao Experimental	26	2.740,2	4.344,9	3.442,9	365,7	0,14
	36	Socaire	20	2.547,0	4.030,5	3.126,8	369,2	0,55
	37	Peine	28	2.653,0	4.038,9	3.282,2	322,5	0,39
	38	San Pedro de Atacama	22	2.099,8	3.577,6	2.960,1	368,4	-0,82
	39	Baquedano	9	3.299,5	4.034,8	3.665,3	225,8	-0,30
	40	Antofagasta	9	1.691,4	2.586,3	1.829,4	287,3	2,87
	41	Aguas Verdes	18	3.165,4	4.151,7	3.736,0	262,0	-0,65
Región III	42	Iglesia Colorada	12	3.099,6	4.728,0	3.835,7	545,3	0,33
	43	Lautaro Embalse	34	2.236,3	3.701,4	2.836,0	329,6	0,64
	44	Los Loros	36	1.594,2	3.605,3	2.825,4	552,9	-0,57
	45	Copiapó	13	855,8	2.039,4	1.493,9	354,1	0,34
	46	Canto de Agua	17	606,0	2.569,0	1.392,2	617,9	0,47
	47	Conay	15	1.715,8	3.389,6	2.673,6	540,3	-0,67
	48	El Transito	11	2.139,3	3.677,7	3.122,9	500,5	-0,68
	49	San Felix	13	1.452,9	3.173,6	2.070,9	471,7	1,21
	50	Santa Juana	36	1.543,0	2.463,9	1.943,7	212,0	-0,13
	51	La Compañía (Vallenar)	13	1.436,8	1.675,3	1.554,0	82,5	-0,09
	52	Huasco Bajo	11	617,6	1.273,1	924,9	234,7	0,18

\* Estaciones meteorológicas dentro de las cuencas altiplánicas

### 3.4.3.2 Series Mensuales de Evaporación

Las series mensuales de evaporación utilizadas en este análisis se obtuvieron multiplicando las series de evaporación media mensual por el número de días del mes correspondiente. En la Tabla 3.27 se presentan los valores medios mensuales de evaporación mensual en las estaciones seleccionadas. En la Figura 3.98 se presentan en forma grafica para las estaciones ubicadas al interior de las cuencas altiplánicas, y en el Anexo IV (A IV.3) para el resto de las estaciones seleccionadas.

La variación temporal de la evaporación a largo de los meses del año para las estaciones seleccionadas se presenta en forma de cuartiles en la Figura 3.99, donde las estaciones fueron ordenadas de norte a sur. Se observa que aproximadamente la mitad de las estaciones presenta la mayor evaporación en los meses de octubre, noviembre y diciembre. En cambio, en el resto de las estaciones los meses con más evaporación corresponde a noviembre, diciembre y enero. Por otra parte, la mayoría de las estaciones seleccionadas registran los menores valores de evaporación en los meses de mayo, junio y julio.



Tabla 3.27: Evaporación media mensual (mm) en las estaciones seleccionadas.

	N°	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Región XV	1 *	155,0	168,4	166,1	127,1	122,0	122,1	115,9	127,6	93,0	102,3	121,9	144,0
	2 *	202,5	192,9	177,2	154,4	107,6	136,0	171,8	161,2	155,5	162,2	170,5	181,2
	3 *	156,6	153,4	148,4	125,2	107,8	133,6	125,6	119,4	105,6	102,0	115,5	139,1
	4 *	213,6	213,0	183,8	129,2	116,5	128,8	158,1	160,5	146,7	152,6	165,6	183,2
	5 *	172,1	161,7	153,6	133,6	128,2	132,3	141,8	125,4	121,3	118,8	135,8	147,0
	7	178,6	169,1	164,6	132,5	127,8	135,5	146,3	139,5	136,3	157,5	149,4	158,6
	8	203,9	193,1	199,0	160,2	138,7	158,7	171,4	162,3	154,3	156,6	174,6	179,5
	9	180,9	202,5	225,1	245,2	217,9	219,3	168,8	136,1	100,9	104,8	117,0	138,5
	10	222,5	242,4	262,6	297,7	254,3	247,1	199,2	179,2	149,6	143,3	160,6	183,3
	11	218,4	252,7	299,5	311,0	288,3	276,3	215,3	184,0	148,2	143,6	154,8	180,8
	12	198,1	202,9	209,9	182,4	161,2	168,4	138,4	122,0	107,3	117,9	139,0	165,8
	Región I	6 *	185,0	198,0	190,0	142,1	108,7	156,6	160,3	181,0	168,4	186,0	176,2
13 *		228,3	240,5	241,1	196,9	175,2	193,5	184,9	153,4	126,9	133,5	154,6	187,5
14		193,2	223,8	271,8	262,3	261,8	257,3	210,9	189,1	152,3	131,0	124,9	137,6
15		289,6	311,1	252,7	229,4	286,8	309,5	297,0	261,4	251,4	248,9	228,0	250,1
16 *		218,4	223,7	221,2	182,3	160,6	186,7	158,5	141,1	103,2	105,4	136,4	167,6
17	270,3	272,1	263,2	210,5	180,6	188,5	195,8	212,4	207,0	212,2	233,7	251,5	
Región II	18 *	273,9	316,1	323,8	299,2	274,4	267,3	230,5	185,3	138,2	145,7	182,9	225,5
	19	255,0	260,7	288,6	268,4	230,2	241,7	236,0	204,8	180,5	175,9	194,8	215,3
	20	357,9	373,2	391,0	353,6	301,4	309,8	280,2	256,9	222,9	236,7	272,8	303,2
	21	387,0	412,7	432,5	389,1	332,1	346,0	313,2	265,8	220,7	228,5	271,2	328,3
	22	218,7	230,3	258,1	248,2	210,4	235,6	193,6	160,8	128,8	119,4	156,3	182,0
	23	252,5	276,5	281,4	234,1	188,8	211,1	188,7	156,6	109,9	119,2	143,5	176,6
	24	338,7	361,4	364,2	335,1	289,3	288,1	268,1	242,6	211,4	221,4	250,8	289,7
	25	299,2	306,3	312,8	291,9	243,8	246,2	220,5	212,4	175,9	188,3	224,9	267,5
	26	246,3	249,8	252,1	233,5	202,8	198,4	178,4	169,5	153,8	172,2	185,4	218,1
	27	290,6	317,3	325,5	288,0	248,7	262,4	223,1	207,4	207,3	235,3	212,2	266,3
	28	202,7	221,8	234,2	199,6	172,5	180,9	154,6	124,5	96,2	109,5	129,2	152,5
	29	243,4	252,4	262,8	224,7	198,3	202,3	184,5	163,6	144,8	149,2	172,9	205,5
	30	337,0	342,4	362,3	331,5	277,8	280,6	273,0	250,9	222,9	249,6	269,9	298,9
	31	223,6	226,9	239,1	222,4	194,2	188,3	176,0	173,6	150,6	162,0	170,3	191,7
	32	170,5	194,7	185,2	166,5	137,2	153,0	124,5	107,6	75,0	90,9	93,3	127,3
	33	344,0	355,1	374,8	344,1	290,8	280,0	243,4	225,7	193,8	210,9	245,9	285,1

\* Estaciones meteorológicas dentro de las cuencas altiplánicas

Tabla 3.27: Evaporación media mensual (mm) en las estaciones seleccionadas. (Continuación)

	Nº	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Región II	33	344,0	355,1	374,8	344,1	290,8	280,0	243,4	225,7	193,8	210,9	245,9	285,1
	34	372,6	373,1	381,5	363,2	315,6	307,9	270,3	242,0	209,3	234,1	274,0	313,1
	35	342,9	373,2	413,0	389,7	336,6	333,0	277,7	225,5	175,4	180,2	232,1	278,2
	36	294,0	327,4	351,5	332,0	289,9	290,2	261,4	228,6	183,5	181,7	198,7	231,6
	37	322,7	346,4	377,7	364,4	321,9	324,5	268,9	220,1	178,1	185,7	213,9	260,1
	38	315,4	338,6	357,7	336,3	279,7	279,9	213,0	165,9	139,6	149,8	193,9	251,3
	39	349,1	384,3	385,3	381,9	330,4	328,0	280,8	261,0	229,9	234,2	266,6	297,3
	40	175,2	194,3	217,7	218,4	191,3	181,2	131,7	106,8	82,2	90,2	107,9	139,8
	41	371,0	383,5	406,6	386,6	336,3	331,2	279,5	258,5	232,1	239,0	279,9	309,5
	Región III	42	352,7	379,7	413,0	402,3	367,5	366,6	307,3	268,9	268,4	247,3	293,4
43		272,3	297,2	326,3	326,3	281,8	269,1	203,5	173,9	150,4	157,3	194,8	218,0
44		282,6	316,8	351,5	358,0	305,7	290,7	218,0	168,9	138,5	148,4	175,2	216,5
45		139,3	164,2	186,2	215,7	191,5	174,6	122,1	89,5	82,9	78,8	102,9	132,6
46		123,5	138,7	162,8	194,1	179,6	175,4	140,8	90,6	60,2	64,1	70,3	92,5
47		249,1	282,2	318,4	306,9	269,1	280,2	209,0	162,2	141,5	147,0	178,1	207,5
48		300,5	311,7	345,7	378,6	337,2	339,9	247,4	203,6	165,6	157,2	189,3	233,5
49		171,8	190,3	220,5	225,9	209,6	215,8	179,0	163,5	132,4	127,5	132,4	137,6
50		187,0	205,4	241,7	251,6	216,3	187,9	124,8	102,7	92,6	99,2	125,9	143,1
51		155,9	183,2	213,5	226,7	190,6	158,7	91,6	59,3	44,8	54,3	74,8	109,7
52		78,5	96,3	103,1	120,9	104,5	91,7	65,0	54,4	50,7	50,6	58,2	64,3

\* Estaciones meteorológicas dentro de las cuencas altiplánicas

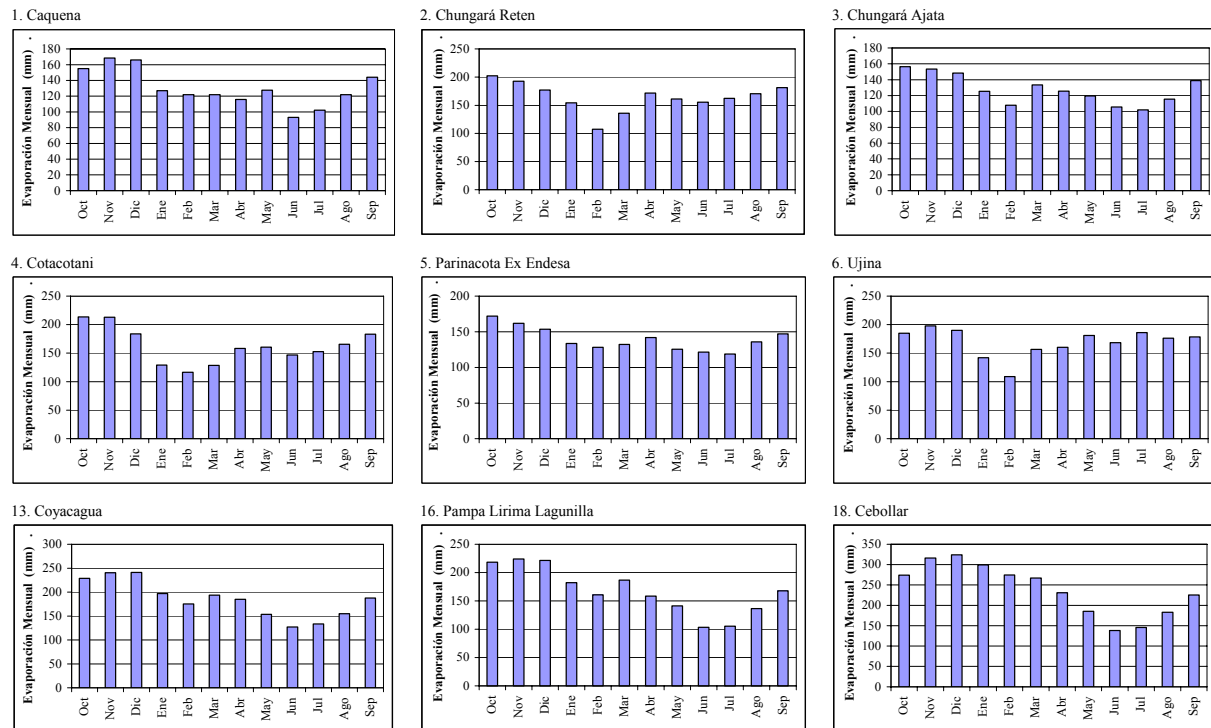


Figura 3.98: Promedio mensual de las series de evaporación mensual en las estaciones ubicadas al interior de las cuencas altiplánicas.

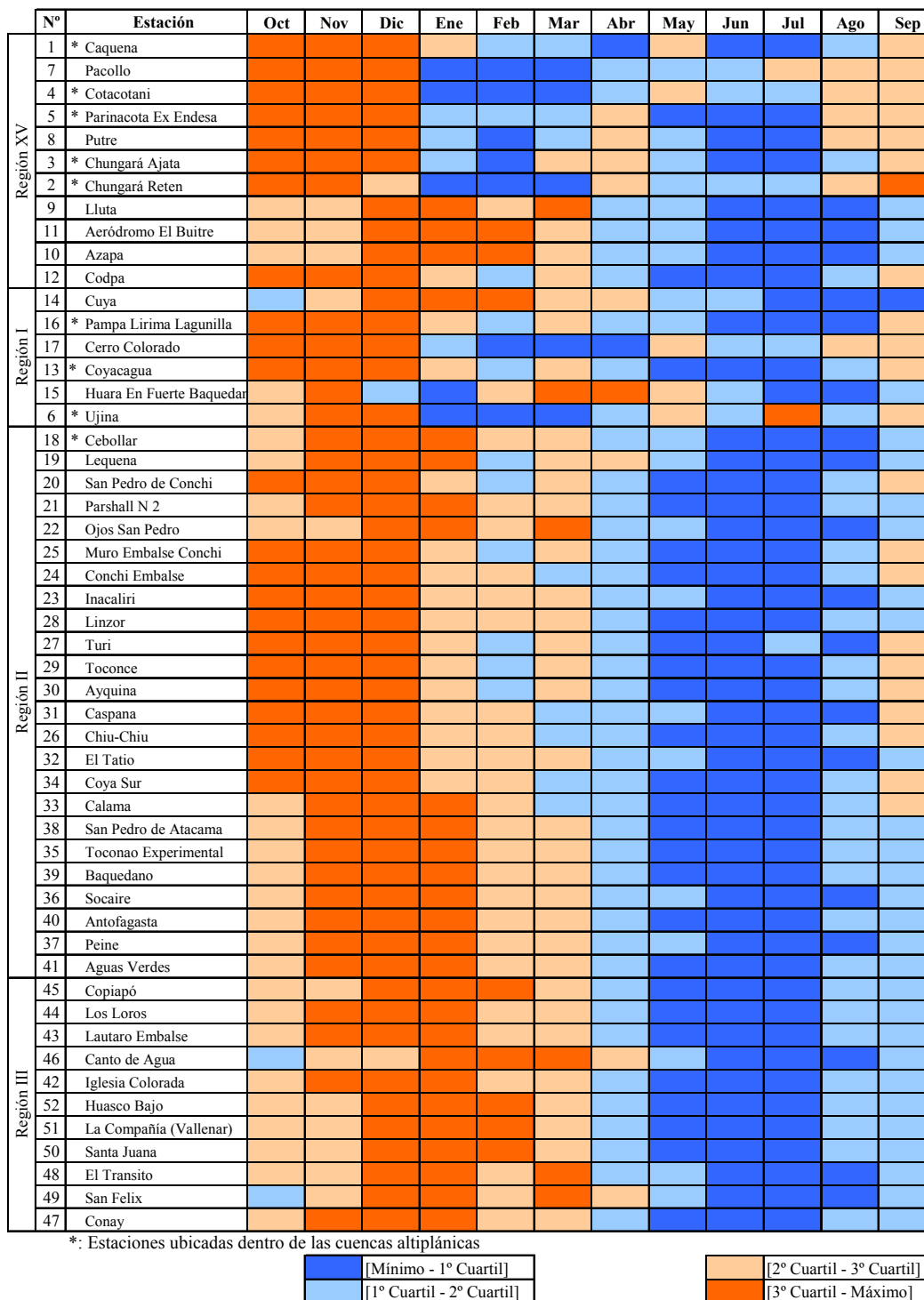


Figura 3.99: Distribución en cuartiles de la evaporación mensual.

### 3.4.4 Gradientes de Evaporación Anual

Se analizó la variación espacial de la evaporación anual, en función de la altitud y la ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas seleccionadas. Esta variación se definió mediante gradientes elaborados en función de los valores medios anuales para el año hidrológico (Octubre – Septiembre).

La Figura 3.100 muestra la variación de la evaporación anual con la latitud. Se observa una gran variabilidad de los valores en las estaciones seleccionadas, especialmente en la III Región, donde las diferencias entre el valor máximo y mínimo alcanza los 3.000 mm

En la Figura 3.101 se presenta la variación de la evaporación media con la altitud en las estaciones seleccionadas. Se observa que para altitudes menores a 1.100 msnm la evaporación aumenta al incrementarse la altitud, notándose una influencia del océano en este comportamiento. Para altitudes entre los 1.100 y 3.000 msnm la evaporación tiende a permanecer constante, y sobre los 3.000 disminuye debido a la influencia del continental.

A partir de los datos que se presentan en la Figura 3.101 se estimaron gradientes para la evaporación media anual en la XV, I, II y III Región, los cuales son los siguientes:

- Para altitudes menores a 1.100 msnm se estima un aumento de la evaporación de 200,0 mm cada 100 m.
- Para altitud entre los 1.100 y 3.000 msnm es aproximadamente constante de 3.100 mm.
- Para alturas sobre los 3.000 msnm se estima una disminución de 93,3 mm cada 100 m.

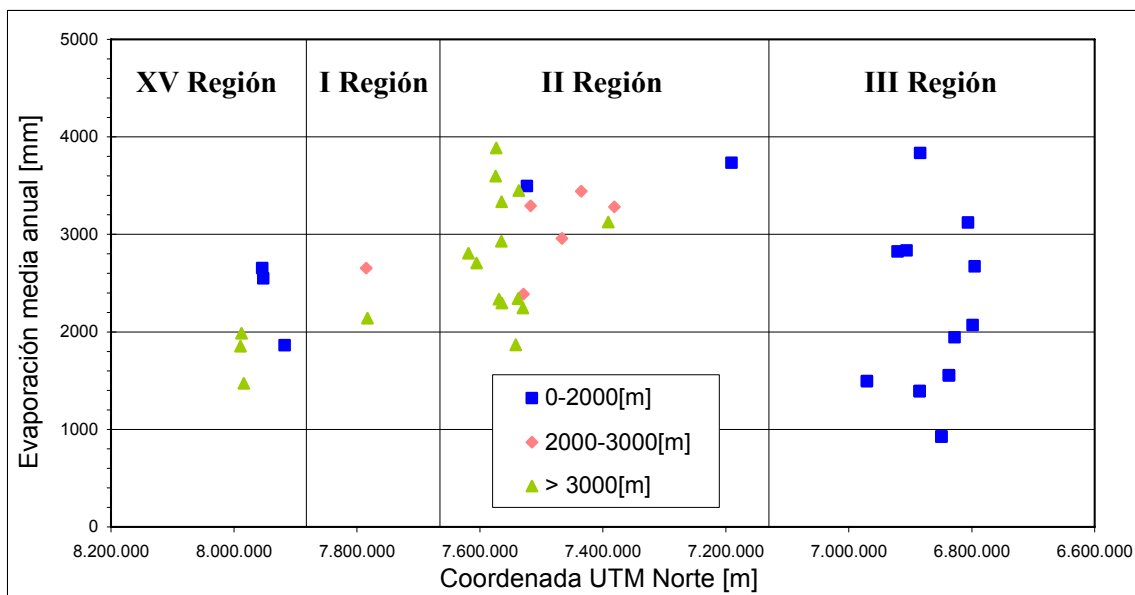


Figura 3.100: Variación de evaporación anual con la latitud en las estaciones seleccionadas.

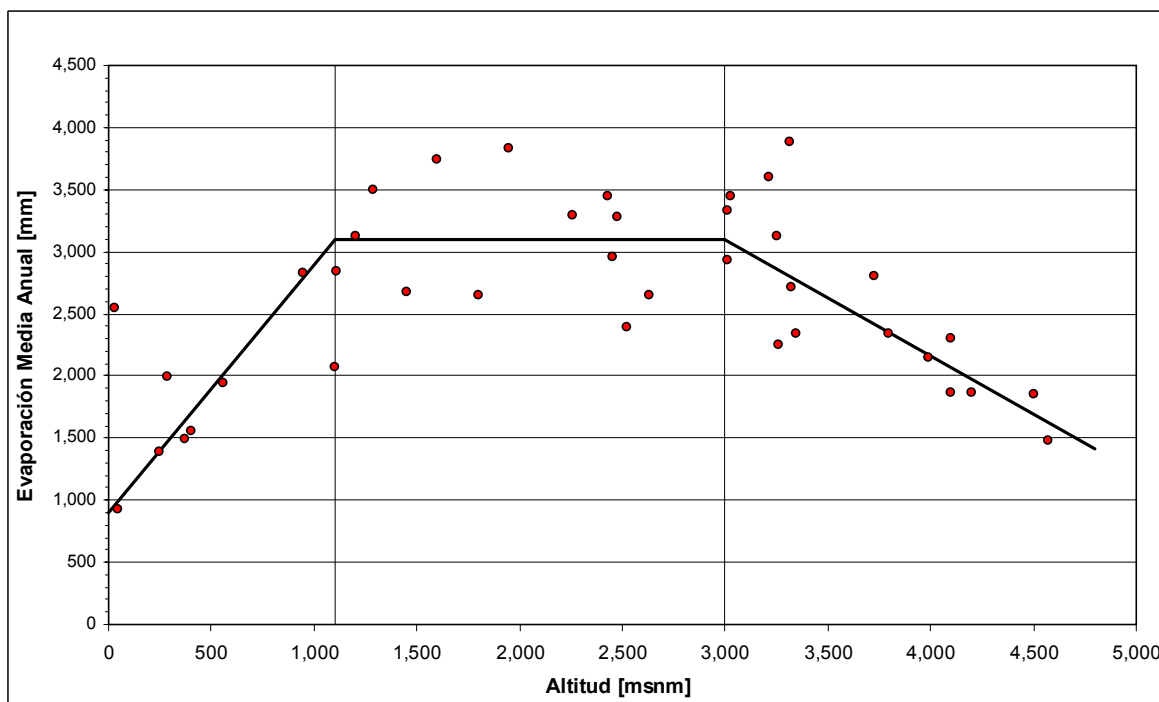


Figura 3.101: Gradiente de la evaporación media anual en las estaciones seleccionadas de la XV, I, II y III Región.





## 4 CONCLUSIONES

Se realizó la caracterización hidrológica a nivel regional de las cuencas altiplánicas chilenas, considerando variables meteorológicas como precipitaciones, temperatura y evaporación de tanque, e hidrológicas como los escurrimientos. Para el análisis se recopilaron series históricas de estas variables a nivel mensual y anual.

El análisis de precipitaciones permitió caracterizar la distribución espacial y temporal de las precipitaciones en el altiplano estimando cuantitativamente el aporte de lluvias a las cuencas altiplánicas. Del análisis se observó que se produce un cambio significativo en la precipitación media anual en función de la latitud notándose que en las estaciones ubicadas sobre los 3.000 msnm la cantidad de agua caída de la XV y I Región es mucho mayor que el agua caída en la II Región.

En cuanto a la variación de la precipitación media anual con la altura se estableció para la XV y I Región un gradiente de 3,5 mm cada 100 m de altitud entre los 2.000 y 3.000 msnm, el que aumenta a cerca de 20 mm por cada 100 m sobre los 3.000 msnm. Para la II Región se estimó un gradiente de 6 mm cada 100 m de altitud a partir de los 2.250 msnm. Finalmente para la III Región se estimó un gradiente de 1 mm por cada 100 m de altura para el rango de altitudes de 0 a 2.200 msnm, desconociéndose lo que ocurre sobre los 2.200 msnm.

Se realizó un análisis estacional de la precipitación media mensual observándose que el 80% de la precipitación anual está concentrada en el período Diciembre – Marzo en las estaciones de la XV y I Región, y casi la totalidad de las ubicadas en la II Región. En cambio el 90% de la precipitación anual ocurre en el período Abril – Noviembre para el resto de las estaciones de la II Región y las de la III Región, siendo este comportamiento similar al que tienen las precipitaciones en la zona central de Chile. Esto indica que la influencia meteorológica del denominado invierno boliviano solo llega hasta la latitud 22° aproximadamente.

El análisis temporal de las series anuales de precipitación mostró la presencia de años secos y años húmedos cuyo comportamiento es bastante cíclico entre la XV y II Región con períodos húmedos y secos alternados de duración aproximada 5 años. Las estaciones de la III Región en cambio muestran un comportamiento diferente sin ciclos definidos y años muy secos o muy húmedos, donde los valores máximos alcanzan hasta un 400% encima del valor medio.

El análisis espacio-temporal de las precipitaciones mostró que el comportamiento espacial es más uniforme que el temporal, observándose que los años secos y húmedos se presentan simultáneamente en todas las estaciones, especialmente en la XV, I y III Región. En cambio en la III Región este comportamiento es más independiente.

Se determinó la dependencia temporal de las series de precipitación a nivel anual y mensual mediante la elaboración de correlogramas. Estos correlogramas mostraron que las series

anuales y mensuales son temporalmente independientes. En cuanto a la periodicidad, los correlogramas a nivel mensual mostraron una marcada periodicidad de 12 meses. No se observan periodicidades marcadas a nivel anual.

Las curvas de almacenamiento ( $S_n$ ) a nivel anual y mensual de las precipitaciones permitieron observar ciclos de abundancia en lo que la magnitud de agua caída supera consistentemente el promedio, y los de escasez en que los valores no alcanzan el promedio.

El análisis de déficit de precipitación respecto a la media de largo plazo permitió determinar la duración ( $L^*$ ) y magnitud ( $M^*$ ) máximas de las sequías a nivel anual y mensual. A nivel mensual la duración máxima varía entre 10 meses (Parinacota ex Endesa) y 150 meses (Azapa) con magnitudes máximas que se encuentran entre 1,6 mm (Quillagua) y 533,4 mm (Chucuyo Retén). A nivel anual la duración máxima varía entre 3 años (Chungara Reten, Enquelca (ex Caraguano), Putre (DCP), Pampa Lirima, Silala, Conchi Muro Embalse y Sierra Gorda)) y 12 años (Lequena) con magnitudes máximas entre 1,4 mm (Quillagua) y 1158,4 mm (Humapalca).

Se caracterizó el comportamiento espacial y temporal de los escurrimientos en la zona en estudio. Los registros de escurrimiento al interior de las cuencas altiplánicas son escasos. De las 52 estaciones de la DGA seleccionadas para el análisis, 21 se ubican al interior de las cuencas, 8 en la XV Región, 6 en la I Región, 7 en la III Región y ninguna en la II Región.

Las series anuales de escurrimientos al interior de las cuencas altiplánicas varían entre 0,02 y 2,71 m<sup>3</sup>/s mostrando gran estabilidad interanual. Sin embargo algunas series muestran la presencia de crecidas esporádicas. Las series de gasto medio mensual en las estaciones en las cuencas altiplánicas muestran en general cierta regularidad a lo largo de los meses del año, sin embargo algunas series muestran aumentos de caudal especialmente en los meses de febrero y marzo.

El análisis espacio-temporal de las series anuales de caudales mostró que el comportamiento espacial es más uniforme que el temporal, notándose que los años muy húmedos y húmedos tienden a ocurrir simultáneamente en todas las estaciones. Un comportamiento similar se observa en los años secos y muy secos.

Los correlogramas de las series anuales y mensuales de escurrimientos en general son temporalmente independientes. Sin embargo, se observan algunas series con memoria larga tales como las registradas en las estaciones Río Batea en Confluencia, Río San Pedro en Parshall N°1 y Río Loa en Conchi, entre otras. En cuanto a la periodicidad, se observa en la mayoría de las estaciones seleccionadas una marcada periodicidad de 12 meses. A nivel anual no es posible observar periodicidades marcadas.

Las curvas de almacenamiento ( $S_n$ ) a nivel anual y mensual de los escurrimientos detectan que en general los ciclos de escasez superan los 10 años de duración.

Se analizó el déficit de escurrimientos respecto de la media de largo plazo a nivel anual y mensual. Este análisis mostró que a nivel mensual la duración máxima de las sequías varía entre 7 meses (Río Astaburuaga en Cono) y 72 meses (Canal Vilama en Vilama) con magnitudes que se encuentran entre  $0,11 \text{ Mm}^3$  (Canal Tilomonte Antes Represa) y  $183,15 \text{ Mm}^3$  (Río Lluta en Jamiraya). A nivel anual la duración máxima de las sequías varía entre 1 año (Río Cariquima en Cariquima) y 32 años (Río San Pedro en Cuchabrachi) con magnitudes máximas entre  $0,17 \text{ Mm}^3$  (Canal Tilomonte Antes Represa) y  $199,90 \text{ Mm}^3$  (Río Lauca en Japu (o en el Límite)).

Para la caracterización de la temperatura en el altiplano se recopilaron series de temperatura media absoluta, mínima promedio, mínima absoluta, máxima promedio y máxima absoluta, a nivel mensual y anual. Se observó que la información de la temperatura al interior de las cuencas altiplánicas es escasa. De las 51 estaciones de la DGA seleccionadas para el análisis, 12 se ubican al interior de las cuencas, 6 en la XV Región, 4 en la I Región, 2 en la II Región y ninguna en la III Región

Las estaciones localizadas al interior de las cuencas altiplánicas muestran gran estabilidad interanual en los valores de temperatura. La temperatura media absoluta se mantiene alrededor de los  $5^\circ\text{C}$ . Sin embargo, la temperatura mínima promedio puede bajar hasta los  $-5^\circ\text{C}$  y la máxima promedio alcanzar  $15^\circ\text{C}$ . En cuanto a las temperaturas extremas, la mínima absoluta desciende hasta los  $-15^\circ\text{C}$  y la máxima absoluta alcanza los  $20^\circ\text{C}$ .

El análisis de las series mensuales de temperatura mostró que en los meses de junio, julio y agosto se alcanzan las temperaturas más bajas en las cuencas altiplánicas. En cambio en los meses de diciembre, enero y febrero las temperaturas alcanzan los valores más altos. En los meses fríos la temperatura media mensual alcanza los  $-5^\circ\text{C}$  y en los más cálidos alcanza los  $6^\circ\text{C}$ . Por otra parte, la diferencia entre la temperatura máxima absoluta y mínima absoluta alcanza los  $30^\circ\text{C}$  especialmente en los meses más fríos.

Se determinaron los gradientes de la temperatura media anual en función de latitud y altitud. No se observaron tendencias marcadas de variación de la temperatura con la latitud, por el contrario, los valores de temperatura varían en hasta  $10^\circ\text{C}$  para valores similares de latitud. Para las estaciones ubicadas sobre los 1.500 msnm se determinó que la temperatura media absoluta disminuye  $0,56^\circ\text{C}$  por cada 100 m. Este gradiente es similar al que presentan la temperatura mínima absoluta, mínima promedio, máxima promedio y máxima absoluta.

La caracterización de la evaporación se analizó a nivel mensual y anual. Se observó que los registros de evaporación al interior de las cuencas altiplánicas son escasos, disponiéndose de 8 estaciones en la XV Región, 4 en la I Región, 3 en la II Región y ninguna en la III Región.

A nivel anual la evaporación muestra poca variabilidad en las cuencas altiplánicas alcanzando valores de hasta 3.800 mm. A nivel mensual se observó que la mayor evaporación ocurre en

los meses de octubre, noviembre y diciembre. En la mayoría de las estaciones los meses con menor evaporación corresponden a mayo, junio y julio.

Se determinaron los gradientes de la evaporación anual en función de latitud y altitud. Se observó una gran variabilidad en los valores de la evaporación especialmente en la II y III Región. Finalmente, se determinaron gradientes de evaporación en función de la altitud. Se estimó que para altitudes menores a 1.100 msnm un aumento de la evaporación de 200,0 mm cada 100 m. Para una altitud entre los 1.100 y 3.000 msnm la evaporación es aproximadamente constante, y para alturas sobre los 3.000 msnm se estima una disminución de 93,3 mm cada 100 m.

# ANEXOS



ANEXO I  
“Estaciones Pluviométricas”





## **ANEXO I ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS UTILIZADAS**

### **A I.1 Ubicación de las Estaciones Pluviométricas Disponibles**

- ✓ **Chile**
- ✓ **Argentina**
- ✓ **Bolivia**
- ✓ **NOAA**

**Ubicación de las Estaciones Pluviométricas Vigentes - I Región – Chile**

CODIGO BNA	ESTACIÓN	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA
01000005-K	VISVIRI	446.943	8.055.818	4.070
01001005-5	CAQUENA	478.832	8.004.246	4.400
01010007-0	CHUNGARA RETEN	487.668	7.978.438	4.570
01010010-0	CHUNGARA AJATA	482.378	7.983.966	4.570
01020014-8	COTACOTANI	475.323	7.989.490	4.500
01020016-4	CHUCUYO CARABINEROS	468.278	7.985.792	4.200
01020017-2	PARINACOTA EX ENDESA	471.800	7.987.641	4.390
01021007-0	GUALLATIRE	482.405	7.954.461	4.280
01030003-7	CHILCAYA	498.243	7.921.276	4.140
01041003-7	COLCHANE (TTE. ISLUGA)	536.776	7.867.758	3.965
01041004-5	ENQUELCA (EX CARAGUANO)	521.021	7.873.315	4.070
01042001-6	CANCOSA	538.377	7.797.670	3.800
01042002-4	HUAYTANI	540.213	7.388.242	3.720
01050007-9	COLLACAGUA	517.429	7.782.949	3.990
01080001-3	UJINA	536.384	7.681.472	4.200
01200002-2	VILLA INDUSTRIAL TACORA	424.034	8.033.616	4.060
01200003-0	HUMAPALCA	425.822	8.028.090	3.970
01202012-0	PUTRE (DCP)	436.538	7.991.246	3.500
01201003-6	LLUTA EN ALCERRECA - DCP	424.127	8.009.643	3.248
01201010-9	ALCERRECA	429.420	8.009.663	3.990
01202010-4	PUTRE	440.075	7.987.569	3.530

**Ubicación de las Estaciones Pluviométricas Vigentes - I Región – Chile. (Continuación)**

CODIGO BNA	ESTACIÓN	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA
01300006-9	CENTRAL CHAPIQUIDA	441.899	7.967.290	3.280
01300007-7	BELEN	445.452	7.956.235	3.240
01300008-5	TIGNAMAR	447.242	7.945.176	3.200
01300009-	RÍO TICNAMAR EN ANGOSTURA	440.307	7.952.855	3.010
01310018-7	ARICA OFICINA	360.983	7.955.807	20
01310019-5	AZAPA	382.124	7.952.260	350
01310022-5	AERODROMO EL BUITRE	360.996	7.953.962	30
01410012-1	CODPA	420.979	7.917.420	1.800
01502007-5	ESQUIÑA	443.841	7.906.438	2.270
01502008-	RIO CAMARONES EN CHILPE	434.786	7.905.410	1.565
01610004-	Q. CAMIÑA 3 KM A. DE TARCAVIRE	480.074	7.886.257	
01611001-9	CAMIÑA	456.227	7.864.054	2.380
01700009-8	COPOSA	531.248	7.714.684	3.640
01700010-1	HUARA EN FUERTE BAQUEDANO	421.599	7.775.403	1.000
01730007-	Q. TARAPACA EN SIBAYA	484.989	7.812.499	2.830
01730017-2	POROMA	480.805	7.803.235	2.880
01730018-0	PAMPA LIRIMA LAGUNILLA	515.706	7.805.083	3.940
01730019-9	MOCHA	470.326	7.808.753	2.930
01730020-2	CHUZMISA	480.783	7.823.522	3.510
01740001-0	PARCA	479.080	7.786.634	2.570
01740002-9	CERRO COLORADO	479.082	7.784.789	2.630

**Ubicación de las Estaciones Pluviométricas Vigentes - I Región – Chile. (Continuación)**

CODIGO BNA	ESTACIÓN	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA
01750003-1	MAMIÑA	477.344	7.781.098	2.730
01770001-4	COPAQUIRE	510.396	7.683.353	3.490
01820001-5	IQUIQUE	381.599	7.761.109	10
02113005-2	GUATACONDO DGA	494.801	7.685.200	2.460

**Ubicación de las Estaciones Pluviométricas Suspendidas con Información Importante - I Región - Chile**

CODIGO BNA	ESTACION	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA
01020013-K	ISLA BLANCA	477.085	7.989.492	4.500
01020015-6	PARINACOTA CONAF-DGA	471.800	7.987.641	4.390
01080002-1	COLLAHUASI	527.718	7.679.644	4.250
01202009-0	PACOLLO	448.878	7.991.283	4.050
01610003-K	PUMIRE	487.730	7.884.389	4.200
01730016-4	PAMPA LIRIMA	510.470	7.805.086	3.940
01750002-3	SAGASCA	465.170	7.768.167	1.815

### Ubicación de las Estaciones Pluviométricas Suspendidas con Información Secundaria - I Región - Chile

CODIGO BNA	ESTACION	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA
01010008-9	MISSITUNI	489.433	7.972.907	4.200
01010009-7	CHUNGARA GUARDERIA	487.667	7.980.282	4.570
01020018-0	CHUCUYO (EX. ENDESA)	464.754	7.985.786	4.200
01051003-1	SALAR HUASCO	510.442	7.757.133	3.720
01110001-5	PUQUIOS	420.680	7.989.344	3.750
01202011-2	LAS CUEVAS CONAF	447.125	7.987.590	3.940
01211006-5	LLUTA	376.763	7.965.137	290
01300004-2	MURMUNTANE	443.649	7.970.983	3.280
01300005-0	PORTEZUELO CHAPIQUIÑA	448.942	7.967.310	4.400
01310021-7	U. DEL NORTE	360.983	7.955.807	27
01410011-3	CHACA	378.819	7.919.039	350
01501001-0	CARITAYA EMBALSE	464.918	7.897.269	3.600
01502006-7	CUYA	377.307	7.882.139	120
01611002-7	APAMILCA (CAMIÑA)	459.725	7.865.906	2.600
01700008-K	ESMERALDA	460.027	7.733.111	1.243
01720004-6	PUCHULTIZA	505.250	7.854.884	4.150
01730015-6	PAMPA LIRIMA - DCP	505.234	7.803.244	5.100

**Ubicación de las Estaciones Pluviométricas Vigentes - II Región - Chile**

CODIGO	ESTACION	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA
02000001-5	OLLAGUE	577.458	7.653.240	3.650
02020002-2	ASCOTAN	575.136	7.597.754	3.956
02101001-4	LOA ANT. REPRE. LEQUENA - DCP	535.165	7.605.574	3.020
02101003-0	LEQUENA	535.139	7.605.268	3.320
02102005-2	QUINCHAMALE	541.684	7.577.572	3.020
02103008-2	PARSHALL N 2	549.805	7.573.477	3.318
02103009-0	OJOS SAN PEDRO	568.440	7.568.716	3.800
02103010-4	INACALIRI	596.588	7.564.208	4.100
02103012-0	SILALA	600.087	7.565.312	4.315
02104007-k	CONCHI VIEJO	528514	7.572.609	3.491
02104008-8	CONCHI EMBALSE	539.003	7.564.490	3.010
02104010-K	CHIU-CHIU	536.440	7.529.250	2.524
02105018-0	AYQUINA	570.227	7.536.538	3.031
02105002-4	SALADO EN SIFON AYQUINA - DCP	567.725	7.535.336	3.031
02105014-8	CUPO	570.641	7.554.915	3.600
02105016-4	LINZOR	600.913	7.541.763	4.096
02105017-2	TOCONCE	586.111	7.537.991	3.350
02105020-2	SALADO EN REPRESA	582.269	7.535.748	3.200
02105021-0	CASPANA	581.581	7.529.879	3.260
02105022-9	EL TATIO	601.729	7.526.160	4.320
02110013-7	CALAMA	509.841	7.517.409	2.260



**Ubicación de las Estaciones Pluviométricas Vigentes - II Región - Chile. (Continuación)**

CODIGO	ESTACION	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA
02112008-1	QUILLAGUA	444.822	7.605.629	802
02210002-5	TOCOPILLA	378.070	7.557.678	45
02500016-1	TOCONAO EXPERIMENTAL	602.581	7.435.191	2.430
02500017-K	CAMAR	606.276	7.411.224	3.020
02500019-6	SOCAIRE	613.485	7.391.129	3.251
02500020-K	PEINE	595.346	7.381.030	2.480
02500021-8	TALABRE	613.735	7.421.435	3.600
02510007-7	RIO GRANDE	585.833	7.495.117	3.250
02700001-0	SIERRA GORDA	467.247	7.468.888	1.616
02710002-3	BAQUEDANO	414.749	7.419.946	1.032
02710003-1	ANTOFAGASTA	358.725	7.389.982	50
02942001-7	AGUAS VERDES	403.389	7.190.650	1.600
02943001-2	TAL-TAL	350.886	7.189.130	9

### Ubicación de las Estaciones Pluviométricas Suspending con Información Importante - II Región - Chile

CODIGO BNA	ESTACION	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA
02020001-4	CEBOLLAR	568.241	7.618.807	3.730
02103007-4	SAN PEDRO DE CONCHI	548.875	7.574.445	3.217
02104009-6	MURO EMBALSE CONCHI	538.960	7.565.092	3.010
02105015-6	TURI	571.634	7.539.949	3.070
02112009-K	COYA SUR	435.924	7.523.433	1.290
02500015-3	TOCONAO RETEN	602.336	7.435.823	2.450
02510006-9	SAN PEDRO DE ATACAMA	582.197	7.466.520	2.450

### Ubicación de las Estaciones Pluviométricas Suspending con Información Secundaria - II Región - Chile

CODIGO BNA	ESTACION	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA
02105019-9	SIFON AYQUINA	566.980	7.535.654	3.000
02105031-8	AMINCHA	569.197	7.655.542	3.830
02111004-3	TRANQUE SLOMAN	446.979	7.583.643	985
02640001-5	IMILAC	523.130	7.326.765	3.236
02660001-4	MONTURAQUI	557.505	7.308.644	3.550
02810001-9	CACHINAL DE LA SIERRA	446.230	7.236.800	2.640
02941001-1	VAQUILLAS	470.224	7.191.039	3.200
02960001-5	SIERRA OVERA	410.682	7.148.169	1.600

**Ubicación de las Estaciones Pluviométricas Vigentes - III Región - Chile**

CODIGO BNA	ESTACION	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA
03210001-5	LAS VEGAS	433.668	7.048.423	2.115
03340001-2	CALDERA	364.472	7.005.403	10
03404002-8	JORQUERA EN LA GUARDIA	426.140	6.920.990	1.800
03414002-2	IGLESIA COLORADA	414.913	6.883.987	1.950
03421004-7	MANFLAS HACIENDA	403.428	6.887.592	1.410
03430006-2	LAUTARO EMB.	401.640	6.906.043	1.110
03430007-0	LOS LOROS	391.670	6.920.731	950
03431004-1	ELIBOR CAMPAMENTO	380.052	6.933.547	745
03441001-1	PASTOS GRANDES	445.477	7.002.327	2.000
03450004-5	COPIAPO	368.152	6.970.357	370
03604001-7	EL TOTORAL	308.035	6.914.149	150
03701001-4	CANTO DE AGUA	311.782	6.884.651	250

**Ubicación de las Estaciones Pluviométricas Suspendidas con Información Secundaria - III Región - Chile**

CODIGO BNA	ESTACION	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA
03412001-3	TORIN EN EL POTRO	42.6436	6.872.984	3.000

**Ubicación de las Estaciones Pluviométricas Vigentes - Argentina**

CODIGO	RIO	ESTACION	PROVINCIA	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA
410	LOS SOSA	RP 307 KM 19	Tucumán	837.364	6.998.269	700
411	LULES	POT. DE LAS TABLAS	Tucumán	854.927	7.025.187	950
452	JAYA	CASA DE PIEDRA	Tucumán	805.966	6.978.743	1.200
453	JAYA	PIEDRA GRANDE	Tucumán	815.184	6.975.275	500
455	SOLCO	YAMPA II	Tucumán	813.219	6.990.117	1.500
456	LULES	EL NOGALITO	Tucumán	851.182	7.032.721	1.100
457	PAVAS	LAS MESADAS	Tucumán	804.556	6.986.357	1.300
672	IRUYA	IRUYA	Salta	888.840	7.474.826	2.730
673	IRUYA	LAS HIGUERAS	Salta	900.699	7.479.171	1.950
675	IRUYA	SAN ISIDRO	Salta	886.367	7.478.741	3.000
676	IRUYA	NAZARENO	Salta	901.400	7.505.905	3.050
677	IRUYA	PALTORCO	Salta	903.131	7.517.356	3.800
679	IRUYA	TUC-TUCA	Salta	885.578	7.516.725	3.950
687	MOJOTORO	GÜEMES	Salta	900.720	7.264.127	734
688	IRUYA	POSCAYA	Salta	903.790	7.511.884	3.210
689	BERMEJO	TRIGO HUAICO	Salta	908.405	7.520.639	3.300
690	IRUYA	COLANZULI	Salta	887.767	7.464.190	3.500
691	IRUYA	EL MOLINO	Salta	896.104	7.495.995	2.600
692	IRUYA	EL PABELLON	Salta	881.874	7.503.660	3.000

### Ubicación de las Estaciones Pluviométricas Suspendidas con Información Importante - Argentina

CODIGO	RIO	ESTACION	PROVINCIA	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA
4	CANDELARIA	ARRAYANAL	Jujuy	904.199	7.351.523	680
17	VALLE GRANDE	PEÑA ALTA	Jujuy	908.379	7.379.151	1.150
19	GRANDE	SAN JUANCITO	Jujuy	906.171	7.301.522	900
205	BELEN	PLAYA LARGA	Catamarca	697.631	6.947.696	1.250
210	SANTA MARIA	PIE DE MEDANO	Catamarca	773.157	7.012.778	2.210
404	COCHUNA	LOS HORNITOS	Tucumán	805.583	6.974.407	1.000
418	SOLCO	LAS HIGUERAS	Tucumán	827.480	6.974.925	460
431	COCHUNA	LA BANDERITA	Tucumán	803.656	6.973.253	1.900
601	ARENALES	POTRERO DE DIAZ	Salta	845.632	7.251.373	1.249
602	ARENALES	SALAMANCA	Salta	841.713	7.263.487	1.770
603	ARIAS	SAN GABRIEL	Salta	864.485	7.199.110	1.150
611	CALCHAQUI	LA PUNILLA	Salta	817.927	7.108.414	1.790
615	CORRALITO	PEÑAS BAYAS	Salta	828.373	7.235.159	1.573
622	JURAMENTO	CABRA CORRAL	Salta	869.924	7.200.226	945
623	LAS NIEVES	EL VOLCAN	Salta	856.556	7.282.527	1.480
625	MOJOTORO	EL ANGOSTO	Salta	873.741	7.262.106	1.070
632	PUCARA	EL ANGOSTO	Salta	767.485	7.138.559	2.200
639	TORO Y BLANCO	CAMPO QUIJANO	Salta	845.586	7.249.526	1.565
642	ARIAS	DESVIO	Salta	861.677	7.251.886	1.168
643	ARIAS	FILTRO	Salta	852.637	7.261.365	1.487

### Ubicación de las Estaciones Pluviométricas Suspendidas con Información Importante - Argentina. (Continuación)

CODIGO	RIO	ESTACION	PROVINCIA	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA
644	ARIAS	OFICINA	Salta	862.594	7.254.636	1.173
645	CALCHAQUI	LOS MOLINOS	Salta	772.366	7.186.500	2.150
646	CALCHAQUI	CACHI	Salta	786.922	7.218.720	2.300
653	PUCARA	VALLECITO	Salta	760690	7133152	2.200
664	PUCARA	GUASAMAYO	Salta	755822	7140638	2.050
680	ESCOIPE	SAN FERNANDO	Salta	827795	7211142	2.300
697	CHUSCHA	SAN LUIS	Salta	800319	7111975	1.800

### Ubicación de las Estaciones Pluviométricas Suspendidas con Información Secundaria – Argentina

CODIGO	RIO	ESTACION	PROVINCIA	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA
402	LA ANGOSTURA	RP 307 KM 52	Tucumán	829.630	7.018.817	1.820
408	LAS CAÑAS	LAS HACHAS	Tucumán	811.860	6.971.200	600
417	SALI	SAN VICENTE	Tucumán	878.116	7.063.825	580
422	A° MEMBRILLO	LAS HIGUERAS	Tucumán	827.261	6.974.992	430
424	BALDERRAMA	PUENTE FFCC.	Tucumán	861.959	6.990.180	450
612	CALCHAQUI	LAS FLECHAS	Salta	793.005	7158.345	1.950
613	CALCHAQUI	DIQUE LOS SAUCES	Salta	804.426	7.145.150	1.850
634	SAN ALEJO	SAN ALEJO	Salta	861.741	7.275.923	1.500
635	SANTA RUFINA	SANTA RUFINA	Salta	863.270	7.280.505	1.560
647	CALCHAQUI	SAN CARLOS	Salta	809.097	7.130.254	1.700
654	PUCARA	PUCARA	Salta	757.674	7.149.840	1.900

CODIGO	RIO	ESTACION	PROVINCIA	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA
670	PUCARA	MOLLACO	Salta	779.301	7.143.857	1.900
685	PUCARA	CARRIZAL	Salta	760.543	7.125.764	2.050
694	CALCHAQUI	EL ANGOSTO	Salta	777.143	7.201.184	
698	ESCOIPE	CUESTA DEL OBISPO	Salta	817.795	7.215.076	2.600

### Ubicación de las Estaciones Pluviométricas Vigentes - Bolivia

CODIGO	ESTACION	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA
0101	CALACOTO	539177	808.9427	3.805
0102	CHARAÑA	452456	805.6218	4.057
0103	EL ALTO	583801	817.4115	4.071
0104	PATACAMAYA	611829	809.2848	3.789
0202	POTOSI	843356	783.5764	4.100
0203	TUPIZA	840589	762.6682	2.952
0204	UYUNI	727984	773.7561	3.660
0301	ORURO	703182	801.2817	3.701

### Ubicación de las Estaciones Pluviométricas Suspendeda con Información Importante - Bolivia

CODIGO	ESTACION	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA
0201	LAGUNA COLORADA	634.199	7.542.969	4.228



**Ubicación de las Estaciones Pluviométricas Vigentes - NOAA**

CODIGO	ESTACION	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA
84735000	JULIACA PERU	371.491	8.286.377	3.825
85406000	ARICA/CHACALLUTA CHILE	362.967	7.954.362	29
85442000	ANTOFAGASTA CHILE	357.254	7.400.782	140
87046000	JUJUY AERO ARGENTINA	897.947	7.298.427	1.167
87217000	LA RIOJA AERO ARGENTINA	713.690	6.746.017	430

**Ubicación de las Estaciones Pluviométricas Suspendidas con Información Importante - NOAA**

CODIGO	ESTACION	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA
84710002	HUINCO	237.072	8.310.695	3.999
84710005	PUSA-PUSA	215.527	8.314.871	4.249
84710007	TISCO	237.172	8.301.839	4187
84710008	VISYU	207.162	8.295.943	4.629
84710009	YANACANCHA	206.995	8.309.229	4.549
84710012	SIBAYO	242.606	8.296.365	3.810
84735001	ATECATA HDA.	288.857	8.287.979	4.044
84735003	COLINI HDA.	298.682	8.269.253	4.379
84735004	COLLACACHI	395.332	8.234.502	3.899
84735005	CONINA	432.618	8.292.168	3.857
84735007	MANAZO	360.968	8.253.123	3.626
84735008	PARATIA	328.536	8.291.629	4.399

**Ubicación de las Estaciones Pluviométricas Suspendidas con Información Importante - NOAA. (Continuación)**

CODIGO	ESTACION	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA
84735009	LARAQUERI	393.262	8.220.110	3.900
84735010	SANTA LUCIA	328.744	8.263.966	4.024
84735012	TARACO	396.065	8.308.626	3.018
84735013	UMAYO	376.988	8.262.067	3.889
84735014	PUNO	393.103	8.253.299	3.875
84735017	COJATA	467969	8.330.958	4.355
84735018	ISLA TAQUITE	435.945	8.253.461	3.850
84752000	AREQUIPA PERU	222.502	8.185.403	2.518
84752005	HUANCA	192.001	8.225.972	3.079
84752006	MADRIGAL	199.935	8.273702	3.261
84752007	MOROCAQUI HDA.	280.421	8.272.405	4.199
84752008	PACHAS	316.591	8.178.658	3.327
84752010	PAMPA ARRIEROS	224.178	8.221.966	2.999
84752012	PILLONES	262.607	8.232.375	4.399
84752013	PULPERA	240.735	8.271.988	4.041
84752014	QUINISTAQUILLAS	299.796	8.147.517	1.764
84752016	SOCABAYA	231164	8.176.654	2.339
84752017	SUMBAY	246.545	8.232.198	4.149
84752019	YANQUE	216.100	8268372	3.416
84752021	IMATA	275.254	8.252.430	4.436

**Ubicación de las Estaciones Pluviométricas Suspendidas con Información Importante - NOAA. (Continuación)**

CODIGO	ESTACION	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA
84752022	LA PAMPILLA	233.190	8.185.538	2.350
84752023	VITOR	201.129	8.185.119	1.589
84760001	CHALLAPALCA	415.153	8.095.188	4.199
84760002	CHILLIGUA	430.847	8.172.690	3.999
84760003	CHUAPALCA	431.146	8.081.972	4.249
84760004	SUSAPAYA	380.142	8.081.736	3.398
84760005	TITIJONES	342.610	8.125.747	4.499
84760007	JULI	457.431	8.220.327	3.875
84760008	DESAGUDDERRO	500.206	8.187.183	3.809
84782002	ILABAYA	338.760	8.073.703	1.425
84782003	MAGALLO	359.450	8.001.925	250
84782004	(HDA) PUQUIO	353.913	8.035.085	900
84782005	SITAJARA	380.155	8.079.523	3.099
84782006	TALABAYA	396.194	8.059.694	3.399
84782007	TOQUELA	401.546	8.050.869	3.649
85201000	CENTRAL LA PAZ BOLIVIA	587.714	8.173.730	4.014
85201001	AYO AYO AROMA	606.599	8.109.473	
85201002	SIN NOMBRE	657.240	8.194.360	
85201004	SIN NOMBRE	614.959	8.081.766	
85201005	COMANCHE	553.429	8.120.741	4.055

**Ubicación de las Estaciones Pluviométricas Suspendidas con Información Importante - NOAA. (Continuación)**

CODIGO	ESTACION	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA
85201006	VIACHA	574.876	8.164.928	3.853
85201008	SIN NOMBRE	491.652	8.212.623	
85201009	SIN NOMBRE	497.006	8.168.377	
85223001	SIN NOMBRE	823.614	8.031.887	
85223002	ARANI	845.242	8.054.794	2.760
85223003	SIN NOMBRE	791.881	8.039.023	
85223004	SIN NOMBRE	808.258	8.068.687	
85223005	CHANGOLLA	767.308	8.027.186	2.943
85223007	ORCOMA	844.898	8.034.853	2.531
85223008	MOROCHATA	765.961	8.085.896	3.094
85223010	SIN NOMBRE	883.964	8.136.122	
85223011	SIN NOMBRE	827.752	8.090.540	
85223012	SIN NOMBRE	838.428	8.092.583	
85223013	SIN NOMBRE	832.891	8.079.377	
85223015	SIN NOMBRE	797.983	8.093.208	
85230000	CHARANA	436.539	8.056.211	4.053
85242000	ORURO BOLIVIA	704.497	8.003.578	3.702
85242001	CHUQUINA	664.477	8.029.411	3.701
85242002	SIN NOMBRE	657.267	8.056.031	
85242003	SALINAS DE G M	634.422	7.829.317	3.630

**Ubicación de las Estaciones Pluviométricas Suspendidas con Información Importante - NOAA. (Continuación)**

CODIGO	ESTACION	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA
85242004	SICA SICA	633.000	8.078.337	3.894
85242005	CONA CONA	743.952	8.025.272	3.767
85242006	AGUASCALIENTES	752.477	8.028.487	3.349
85242007	PAZNA	719.688	7.942.521	3.709
85242008	CALACOTO	649.001	8.087.080	3.805
85242009	ORURO SNMH	701.377	8.009.146	3.708
85242010	TACAGUA	731.944	7.909.156	3.720
85283000	SUCRE(SENAMHI) BOLIVIA	892.969	7.893.150	2.903
85283001	RAVELO	866.042	7.918.090	2.399
85283002	YOTALA	892.615	7.876.524	2.389
85283005	SIN NOMBRE	904.393	7.983.837	
85283006	SIN NOMBRE	868.503	7.882.567	
85293000	POTOSI(SENAMHI) BOLIVIA	841.215	7.832.111	3.945
85293001	CHINOLI EXP.	867.266	7.821.618	3.449
85293005	RIO MULATOS	732.601	7.820.559	3.814
85293007	AGUA CASTILLA F	758.154	7.753.748	4.026
85293008	EL CONDOR	786.901	7.850.787	4.786
85293009	CHIGUANA	645.641	7.668.715	3.683
85293011	RIO GRANDE	679.106	7.688.318	3.666
85293012	YURA	774.867	7.819.957	3.742

**Ubicación de las Estaciones Pluviométricas Suspendidas con Información Importante - NOAA. (Continuación)**

CODIGO	ESTACION	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA
85293014	SIN NOMBRE	870.184	7.810.471	
85364001	MOJO	856.931	7.583.456	3.459
85364002	OPLOCA	832.245	7.641.635	3.120
85406001	ARICA	376.985	7.958.110	58
85417003	IQUIQUE	377.182	7.729.780	52
85432000	CALAMA	510.493	7.512.177	2.311
85432001	QUILLAGUA RETEN	443.288	7.608.380	802
85442001	ANTOFAGASTA	354.168	7.402.967	137
85460000	CHANARAL	330.488	7.090.319	13
85460001	LLANTA RETEN	448.311	7.088.008	1.198
85470000	COPIAPO CHILE	371.677	6.968.928	370
85470002	CALDERA	316.715	7.007.020	14
85470003	COPIAPO	368.649	6.974.436	370
85470004	LOROS (LOS)	393.863	6.919.284	948
87007000	LA QUIACA OBS. ARGENTINA	851.065	7.552.539	3.459
87047000	SALTA AERO ARGENTINA	853.827	7.241.921	1.221
87121000	TUCUMAN AERO ARGENTINA	878.063	7.030.403	420
87121003	TUCUMAN OBS. ARGENTINA	878063	7.030.403	481
87211000	TINOGASTA	640727	6.894.556	1.201
87222000	CATAMARCA AERO ARGENTINA	813473	6.843.568	531

### Ubicación de las Estaciones Pluviométricas Suspendidas con Información Secundaria - NOAA

CODIGO	ESTACION	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA
84710004	PORPERA	251.136	8.301.993	3.999
84760006	VILACOTA	388.506	8.107.232	4.389
84782001	CURIBAYA	358.910	8.078.280	2.349
85201003	GUAQUI	514.073	8.165.054	3.812
85201007	SIN NOMBRE	535.481	8.209.278	
85223006	MOLLINI	779.177	8.041.420	2.599
85223014	SIN NOMBRE	904.073	8.072.549	
85293002	PUNA	872.328	7.812.643	3.419
85293003	TOLAPALCA	766.354	7.883.222	3.299
85293004	CACACHACA	776.419	7.922.949	3.759
85293006	ATOCHA	788.273	7.681.251	4.649
85293010	JULACA	645.767	7.683106	3.686
85406002	CAMINA RETEN	455.036	7.864.068	2.379
85406003	CAQUENA	476.922	8.004.631	4.058
85406004	CODPA RETEN	421.186	7.918.176	1.893
85406005	CHAPIQUINA	444.241	7.960.306	3.279
85406006	CHOCUYO RETEN	473.815	7.954.838	4.199
85406007	PUTRE	438.871	7.987.952	3.529
85417002	HUATACONDO	491.886	7.685.953	2.449
85442002	UNIV.NORTE	355.410	7.380.830	30

**Ubicación de las Estaciones Pluviométricas Suspendidas con Información Secundaria - NOAA. (Continuación)**

CODIGO	ESTACION	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA
85460002	SALVADOR EL	458238	7.104.657	2.499
85460003	POTRERILLOS	460.346	7.069.222	2.849
87222002	ANDALGALA ARGENTINA	776.589	6.944.315	



---

**A I.2 Disponibilidad Histórica de las Series de Precipitación en las Estaciones Seleccionadas**

- ✓ **Chile**
- ✓ **Argentina**
- ✓ **Bolivia**
- ✓ **NOAA**

CÓDIGO	ESTACIÓN	1931-1940	1941-1950	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2007
01000005-K	V. Isviri								
01001005-5	Caquena								
01010007-0	Chungara Reten								
01010010-0	Chungara Ajata								
01020014-8	Cotacotani								
01020016-4	Chucuyo Reten								
01020017-2	Panamacota ex Endesa								
01021007-0	Gual Itaire								
01030003-7	Chilcaya								
01041003-7	Colchane (T. Isluga)								
01041004-5	Enquelea (ex Caraguano)								
01042001-6	Cancosa								
01050007-9	Huaytani								
01050007-9	Coyacagua								
01080001-3	Ujina								
01200002-2	Villa Industrial (Taora)								
01200003-0	Humapalca								
012002011-0	Putre (DCP)								
01201003-6	Río Luita en Alcerrea								
01201010-9	Alcerrea								
01202010-4	Putre								
01300006-9	Central Chapiquiña								
01300007-7	Belen								
01300008-5	Tigamar								
01300009	Río Tienamar en Angostura								
01310018-7	Arica Oficina								
01310019-5	Azapá								
01310022-5	Aeródromo El Butire								
01410012-1	Codpa								
01502007-5	Esquiña								
01502008	Río Camarones en Chilpe								
01610004	O Camilla 3 km A. de Tarcavire								
0161001-9	Camilla								
01700009-8	Coposa								
01700010-1	Huara en fuerte Baquedano								
01730007	Q Tarapaca en Sibaya								
01730017-2	Poroma								
01730018-0	Lagunillas (Pampa Lirima)								
01730019-9	Mocha								
01730020-2	Chuzmiza								
01740001-0	Parca								
01740002-9	Cerro Colorado								
01750003-1	Mamifa								
01770001-4	Copaquire								
01820001-5	Iquique								
02113005	Guatacondo DGA								

■ Año con información completa ■ Año con 10 u 11 meses con información ■ Año con 7 a 9 meses con información ■ Año con interos de 7 meses de información

Disponibilidad de Datos Históricos en Estaciones Pluviométricas Vigentes - I Región - Chile.

CODIGO	ESTACION	1931-1940	1941-1950	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2007
01020013-K	Isla Blanca								
01020015-6	Parinacota Conaf DGA								
01080002-1	Collahuasi								
01202009-0	Pacollo								
01410011-3	Chaca								
01502006-7	Cuya								
01610003-K	Punire								
01730016-4	Pampa Lirima								
01750002-3	Sagasca								

■ : Año con información completa  
■ : Año con 10 u 11 meses con información  
■ : Año con 7 a 9 meses con información  
■ : Año con menos de 7 meses de información

Disponibilidad de Datos Históricos en Estaciones Pluviométricas Suspendidas con Información Importante - I Región - Chile.

CODIGO	ESTACION	1931-1940	1941-1950	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2007
01010008-9	Missituni								
01010009-7	Chungara Guarderia								
01020018-0	Chucuyo (ex endesa)								
01051003-1	Salár Huasco								
01110001-5	Piquios								
01202011-2	Las Cuevas Conaf								
01211006-5	Litua								
01300004-2	Murmutane								
01300005-0	Portezuelo Chapiquiña								
01310021-7	Tu. del Norte								
01501001-0	Cartiaya Embalse								
01611002-7	Apmilca (Camina)								
01700008-K	Esmeralda								
01720004-6	Puehuitza								
01730015-6	Pampa Lirima DCP								

■ : Año con información completa  
■ : Año con 10 u 11 meses con información  
■ : Año con 7 a 9 meses con información  
■ : Año con menos de 7 meses de información

Disponibilidad de Datos Históricos en Estaciones Pluviométricas Suspendidas con Información Secundaria - I Región - Chile.

CÓDIGO	ESTACIÓN	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2007
02000001-5	Ollague					
02020001-4	Cebollar					
02020002-2	Ascotan					
02101001-4	Río Loa Antes Represa Lequena					
02101003-0	Lequena					
02102005-2	Quinchamale					
02103008-2	Parshall N° 2					
02103009-0	Ojos San Pedro					
02103010-4	Inacaliri					
02103012-0	Silala					
02104007-k	Conchi Viejo					
02104008-8	Conchi Embalse					
02104010-K	Chiu Chiu					
021050018-0	Ayquina					
02105002-4	Río Salado en Sifon Ayquina					
02105014-8	Cupo					
02105016-4	Linzor					
02105017-2	Toconce					
02105020-2	Salado Embalse					
02105021-0	Caspana					
02105022-9	El Tatío					
02110013-7	Calama					
02112008-1	Quillagua					
02210002-5	Tocopilla					
02500016-1	Toconao Experimental					
02500017-K	Camar					
02500019-6	Socaire					
02500020-K	Peine					
02500021-8	Talabre					
02510007-7	Río Grande					
02700001-0	Sierra Gorda					
02710002-3	Baquelano					
02710003-1	Antofagasta					
02942001-7	Aguas Verdes					
02943001-2	Tal Tal					

■ : Año con información completa  
 ■ : Año con 7 a 9 meses con información  
 ■ : Año con 10 u 11 meses con información  
 ■ : Año con menos de 7 meses de información

Disponibilidad de Datos Históricos en Estaciones Pluviométricas Vigentes - II Región - Chile.

CÓDIGO	ESTACION	1956-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2007
02103007-4	San Pedro de Conchi						
02104009-6	Conchi Muro Embalse						
02105015-6	Turi						
02112009-K	Coya Sur						
02500015-3	Toconao Reten						
02510006-9	San Pedro de Atacama						

■ : Año con información completa  
■ : Año con 7 a 9 meses con información  
■ : Año con 10 u 11 meses con información  
■ : Año con menos de 7 meses de información

Disponibilidad de Datos Históricos en Estaciones Pluviométricas Suspendidas con Información Importante - II Región - Chile.

CÓDIGO	ESTACION	1956-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2007
02105019-9	Sifón Ayquina						
02105031-8	Amincha						
02111044-3	Tranque Sloman						
02640001-5	Imilac						
02660001-4	Monturaqui						
02810001-9	Cachinal de la Sierra						
02941001-1	Vaquillas						
02960001-5	Sierra Overa						

■ : Año con información completa  
■ : Año con 7 a 9 meses con información  
■ : Año con 10 u 11 meses con información  
■ : Año con menos de 7 meses de información

Disponibilidad de Datos Históricos en Estaciones Pluviométricas Suspendidas con Información Secundaria - II Región - Chile.

CODIGO	ESTACION	1931-1940	1941-1950	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2007
03210001-5	Las Vegas								
03310001-2	Caldera								
03404002-8	Jorquera en la Guardia								
03414002-2	Iglesia Colorada								
03421004-7	Mauflas								
03430006-2	Lautaro Embalse								
03430007-0	Los Loros								
03431004-1	Elibor Campamento								
03441001-1	Pastos Grandes								
03450004-5	Coyiapo								
03604001-7	El Totoral								
03701001-4	Canto de Agua								
03802005-6	Conay								
03802006-4	Conay en Albaricoque								
03804005-7	EL Parral								
03804006-5	El Corral								
03804007-3	Junta del Carmen								
03806002-3	El Transito								
03815004-9	San Felix								
03820001-1	Rio Huasco en Algodones								
03820004-6	Santa Juana								
03823003-4	Vallenar DGA								
03823004-2	La Compania(Vallenar)								
03825004-3	Freirina								
03826003-0	Huasco Bajo								
039440001-4	Domeyko								

■ : Año con información completa  
 ■ : Año con 10 u 11 meses con información  
 ■ : Año con 7 a 9 meses con información  
 ■ : Año con menos de 7 meses de información

Disponibilidad de Datos Históricos en Estaciones Pluviométricas Vigentes - III Región - Chile.

CÓDIGO	ESTACION	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2007
03802004-8	Los Tambos						
03826002-2	Huasco						

: Año con información completa  
: Año con 7 a 9 meses con información  
: Año con 10 u 11 meses con información  
: Año con menos de 7 meses de información

Disponibilidad de Datos Históricos en Estaciones Pluviométricas Suspendidas con Información Importante - III Región  
- Chile.

CÓDIGO	ESTACION	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2007
03412001-3	Torín en el Potro						
03800000-4	Portezuelo El Gaucho						
03801002-6	Junta Valerianos						
03823002-6	Vallenar DMC						

: Año con información completa  
: Año con 7 a 9 meses con información  
: Año con 10 u 11 meses con información  
: Año con menos de 7 meses de información

Disponibilidad de Datos Históricos en Estaciones Pluviométricas Suspendidas con Información Secundaria - III Región  
- Chile.

CODIGO	RÍO	LUGAR/ESTACIÓN	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2007
410	LOS SOSA	RP 307 KM 19						
411	LULES	POT. DE LAS TABLAS						
452	JAYA	CASA DE PIEDRA						
453	JAYA	PIEDRA GRANDE						
455	SOLO	YAMPA II						
456	LULES	EL NOGALITO						
457	PAVAS	LAS MESADAS						
672	IRUYA	IRUYA						
673	IRUYA	LAS HIGUERAS						
675	IRUYA	SAN ISIDRO						
676	IRUYA	NAZARENO						
677	IRUYA	PALTORCO						
679	IRUYA	TUC-TUCA						
687	MOJOTORO	GÜEMES						
688	IRUYA	POSCAYA						
689	BERMEJO	TRIGO HUAICO						
690	IRUYA	COLANZULI						
691	IRUYA	EL MOLINO						
692	IRUYA	EL PABELLON						

: Año con información completa  
 : Año con 7 a 9 meses con información  
 : Año con 10 u 11 meses con información  
 : Año con menos de 7 meses de información

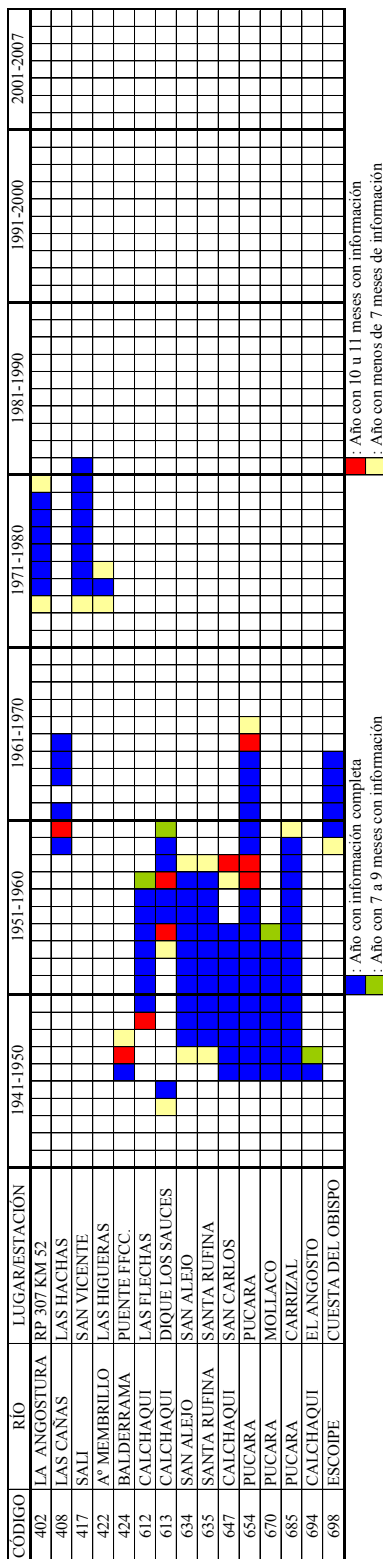
Disponibilidad de Datos Históricos en Estaciones Pluviométricas Vigentes - Argentina.



CÓDIGO	RÍO	LUGAR/ESTACIÓN	1941-1950	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2007
4	CANDELARIA	ARRAYANAL							
17	VALLE GRANDE	PEÑA ALTA							
19	GRANDE	SAN JUANCITO							
205	BELÉN	PLAYA LARGA							
210	SANTA MARIA	PIE DE MEDANO							
404	COCHUNA	LOS HORNITOS							
418	SOLCO	LAS HIGUERAS							
431	COCHUNA	LA BANDERITA							
601	ARENALES	POTRERO DE DIAZ							
602	ARENALES	SALAMANCA							
603	ARIAS	SAN GABRIEL							
611	CALCHAQUI	LA PUNILLA							
615	CORRALITO	PEÑAS BAYAS							
622	JURAMENTO	CABRA CORRAL							
623	LAS NIEVES	EL VOLCAN							
625	MOJOTORO	EL ANGOSTO							
632	PUCARA	EL ANGOSTO							
639	TORO Y BLANCO	CAMPO QUIJANO							
642	ARIAS	DESUDIO							
643	ARIAS	FILTRO							
644	ARIAS	OFICINA							
645	CALCHAQUI	LOS MOLINOS							
646	CALCHAQUI	CACHI							
653	PUCARA	VALLECITO							
664	PUCARA	GUASAMAYO							
680	ESCOIPE	SAN FERNANDO							
697	CHUSCHA	SAN LUIS							

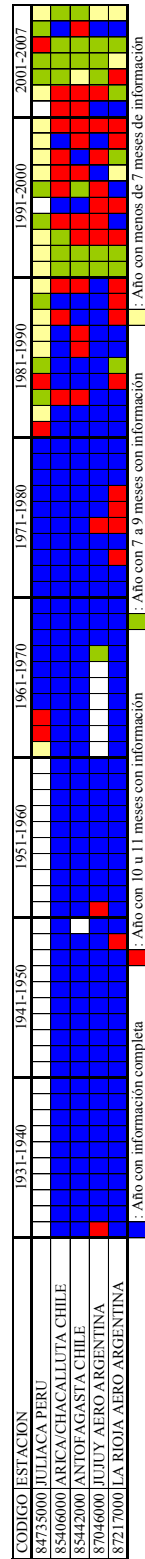
■ : Año con información completa  
■ : Año con 7 a 9 meses con información  
■ : Año con 10 u 11 meses con información  
■ : Año con menos de 7 meses de información

Disponibilidad de Datos Históricos en Estaciones Pluviométricas Suspendingas con Información Importante- Argentina.



Disponibilidad de Datos Históricos en Estaciones Pluviométricas Suspendidas con Información Secundaria- Argentina.





Disponibilidad de Datos Históricos en Estaciones Pluviométricas Vigentes - NOAA.

CODIGO	ESTACION	1931-1940	1941-1950	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2007
84710002	HUINCO								
84710005	PUISA-PUISA								
84710007	TISCO								
84710008	VISU								
84710009	YANACANCHIA								
84710012	SIBAYO								
84735001	ATECATA HDA.								
84735003	COLINI HDA.								
84735004	COLLACACHI								
84735005	CONINA								
84735007	MANAZO								
84735008	PARATIA								
84735009	LARAQUERI								
84735010	SANTA LUCIA								
84735012	TARACO								
84735013	UMAYO								
84735014	PUNO								
84735017	COJATA								
84735018	ISLA TAQUITE								
84752000	AREQUIPA PERU								
84752005	HUANCA								
84752006	MADRIGAL								
84752007	MOROCAQUI HDA.								
84752008	PACHAS								
84752010	PAMPA ARRIEROS								
84752012	PILLONES								
84752013	PULPERA								
84752014	QUINISTAGUILLAS								
84752016	SOCABAYA								
84752017	SUMBAY								
84752019	YANQUE								
84752021	IMATA								
84752022	LA PAMPILLA								
84752023	VITOR								
84760001	CHALLAPALCA								
84760002	CHILIGUA								
84760003	CHUAPALCA								
84760004	SUSAPAYA								
84760005	TITHONES								
84760007	JULI								
84760008	DESAGUADERO								
84782002	ILABAYA								
84782003	MAGALLO								
84782004	(HDA) PUQUIO								
84782005	SITAJARA								
84782006	TALABAYA								
84782007	TOQUELA								
85201000	CENTRAL LA PAZ BOLIVIA								
85201001	JAYO AYO AROMA								
85201002	SIN NOMBRE								
85201004	SIN NOMBRE								
85201005	COMANCHE								
85201006	VIACHA								
85201008	SIN NOMBRE								
85201009	SIN NOMBRE								
85253001	SIN NOMBRE								

■ : Año con información completa  
 ■ : Año con 10 u 11 meses con información  
 ■ : Año con 7 a 9 meses con información  
 ■ : Año con menos de 7 meses de información

Disponibilidad de Datos Históricos en Estaciones Pluviométricas Suspendingas con Información Importante - NOAA.

CODIGO	ESTACION	1951-1940	1941-1950	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2007
85223002	ARANI								
85223003	SIN NOMBRE								
85223004	SIN NOMBRE								
85223005	CHANGOLLA								
85223007	ORCOMA								
85223008	MOROCCHATA								
85223010	SIN NOMBRE								
85223011	SIN NOMBRE								
85223012	SIN NOMBRE								
85223013	SIN NOMBRE								
85223015	SIN NOMBRE								
85230000	CHARANA								
85242000	ORURO BOLIVIA								
85242001	CHUQUINA								
85242002	SIN NOMBRE								
85242003	SALINAS DE G M								
85242004	SICA SICA								
85242005	CONA CONA								
85242006	AGUASCALIENTES								
85242009	AGUASCALIENTES								
85242007	PAZNA								
85242008	CALACOTO								
85242009	ORURO SNMH								
85242010	TACAGUA								
85283000	SUCRE(SENAMHH) BOLIVIA								
85283001	RAVELO								
85283002	YOTALA								
85283003	SIN NOMBRE								
85283006	SIN NOMBRE								
85293000	POTOSI(SENAMHH) BOLIVIA								
85293001	CHINOLI EXP								
85293005	RIO MULLATOS								
85293008	EL CONDOR								
85293009	CHIGUANA								
85293007	AGUA CASTILLA F								
85293011	RIO GRANDE								
85293012	YURA								
85293014	SIN NOMBRE								
85364001	MOJO								
85364002	OPILOCA								
85406001	ARICA								
85417003	IQUIQUE								
85432000	CALAMA								
85432001	QUILLAGUA RETEN								
85442001	ANTOFAGASTA								
85460000	CHANARAL								
85460001	LLANTA RETEN								
85470000	COPIAPO CHILE								
85470002	CALDERA								
85470003	COPIAPO								
85470004	LOKOS (LOS)								
87007000	LA QUIJACA OBS. ARGENTINA								
87047000	SALTA AERO ARGENTINA								
87121000	TUCUMAN AERO ARGENTINA								
87121003	TUCUMAN OBS. ARGENTINA								
87211000	TINOGASTA								
87222000	CATAMARCA AERO ARGENTINA								

: Año con información completa : Año con 10 u 11 meses con información : Año con 7 a 9 meses con información : Año con menos de 7 meses de información

Disponibilidad de Datos Históricos en Estaciones Pluviométricas Suspendidas con Información Importante - NOAA.  
(Continuación)

CODIGO	ESTACION	1931-1940	1941-1950	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2007
84710004	PORPERA								
84760006	VILACOTA								
84782001	CURIBAYA								
85201003	GUAQUI								
85201007	SIN NOMBRE								
85223006	MOLLINI								
85223014	SIN NOMBRE								
85293002	PUNA								
85293003	TOLAPALCA								
85293004	CACACHACA								
85293006	ATOCHA								
85293010	JULACA								
85406002	CAMINA RETEN								
85406003	CAQUENA								
85406004	CODPA RETEN								
85406005	CHAPIQUINA								
85406006	CHOCUYO RETEN								
85406007	PUTRE								
85417002	HUATACONDO								
85442002	UNIV NORTE								
85460002	SALVADOR EL								
85460003	POTRERILLOS								
87222002	ANDALGALA ARGENTINA								

■ Año con información completa   ■ Año con 10 u 11 meses con información   ■ Año con 7 a 9 meses con información   ■ Año con menos de 7 meses de información

Disponibilidad de Datos Históricos en Estaciones Pluviométricas Suspendidas con Información Secundaria - NOAA.

---

**A I.3 Parámetros de la Regresión Lineal Para el Relleno de las Series de Precipitación**

- ✓ **Chile**
- ✓ **Argentina**
- ✓ **Bolivia**
- ✓ **NOAA**



**Parámetros de la Regresión Lineal Para el Relleno de las Series de Precipitación – Chile**

N°	Fuente	Estación	Estaciones Utilizadas		$\alpha$	$\beta$	r
1	DGA I	Visviri	Chungara Ajata	Charaña	0,286	0,639	0,914
2	DGA I	Caquena	Chungara Ajata	Cotacotani	0,864	0,205	0,876
3	DGA I	Chungara Reten	Cotacotani	Chucuyo Reten	0,500	0,310	0,922
4	DGA I	Chungara Ajata	Cotacotani	Chucuyo Reten	0,772	0,104	0,965
5	DGA I	Isla Blanca	Chungara Ajata	Cotacotani	0,074	0,955	0,996
6	DGA I	Cotacotani	Chungara Ajata	Chucuyo Reten	0,893	0,215	0,968
7	DGA I	Parinacota Conaf DGA	Cotacotani	Chucuyo Reten	0,578	0,400	0,965
8	DGA I	Chucuyo Reten	Cotacotani	Chungara Ajata	0,586	0,326	0,904
9	DGA I	Parinacota ex Endesa	Cotacotani	Chucuyo Reten	0,510	0,329	0,904
10	DGA I	Guallatire	Chungara Ajata	Cotacotani	0,616	0,101	0,888
11	DGA I	Chilcaya	Cotacotani	Chungara Ajata	0,836	-0,062	0,874
12	DGA I	Colchane ( Tte. Isluga)	Lagunillas (P. Lirima)	Huaytani	0,495	0,410	0,919
13	DGA I	Enquelca (ex Caraguano)	Colchane (Tte. Isluga)	Guallatire	0,615	0,120	0,892
14	DGA I	Cancosa	Lagunillas (P. Lirima)	Colchane (Tte. Isluga)	0,455	0,640	0,857
15	DGA I	Huaytani	Colchane (Tte. Isluga)	Lagunillas (P. Lirima)	0,671	0,311	0,887
17	DGA I	Ujina	Ascotan	Lagunillas (P. Lirima)	0,987	0,338	0,875
18	DGA I	Collahuasi	Collacagua	Ascotan	0,598	0,595	0,909
19	DGA I	Villa Industrial (Tacora)	Alcerreca	Visviri	0,807	0,522	0,905
21	DGA I	Alcerreca	Villa Industrial (Tacora)	Pacollo	0,461	0,321	0,903
22	DGA I	Pacollo	Putre	Central Chapiquiña	0,754	0,523	0,882
23	DGA I	Putre	Central Chapiquiña	Belen	0,624	0,457	0,905
24	DGA I	Putre (DCP)	Putre	Central Chapiquiña	0,176	0,701	0,934
25	DGA I	Central Chapiquiña	Putre	Humapalca	0,459	0,252	0,890
26	DGA I	Belen	Putre	Central Chapiquiña	0,620	0,226	0,848
35	DGA I	Pumire	Lagunillas (P. Lirima)	Huaytani	0,567	0,073	0,904
37	DGA I	Coposa	Huaytani	Collacagua	0,320	0,341	0,891
39	DGA I	Pampa Lirima	Lagunillas (P. Lirima)	Collacagua	0,953	-0,169	0,979
41	DGA I	Lagunillas (Pampa Lirima)	Collacagua	Colchane (Tte. Isluga)	0,684	0,363	0,939
44	DGA I	Parca	Mamiña	Poroma	0,523	0,279	0,897
47	DGA I	Mamiña	Parca	Chuzmisa	0,546	0,071	0,915
48	DGA I	Copaquire	Collahuasi	P. Lirima	0,195	0,220	0,859
51	DGA II	Ollague	Collacagua	Ascotan	0,346	0,502	0,883
52	DGA II	Cebollar	Ascotan	Lagunillas (P. Lirima)	0,548	0,110	0,871
53	DGA II	Ascotan	Linzor	Ojos San Pedro	0,298	0,202	0,889
54	DGA II	Río Loa Antes Represa Lequena	Lequena	Ojos San Pedro	1,463	-0,167	0,976

**Parámetros de la Regresión Lineal Para el Relleno de las Series de Precipitación – Chile.  
(Continuación)**

N°	Fuente	Estación	Estaciones Utilizadas		$\alpha$	$\beta$	R
55	DGA II	Lequena	Cupo	Salado Embalse	0,171	0,507	0,880
56	DGA II	Quinchamale	Parshall N° 2	Conchi Viejo	0,405	0,210	0,935
58	DGA II	Parshall N° 2	Cupo	Turi	0,093	0,403	0,854
59	DGA II	Ojos San Pedro	Linzor	Ascotan	0,316	0,249	0,885
60	DGA II	Inacaliri	El Tatio	Linzor	0,535	0,265	0,864
62	DGA II	Conchi Viejo	Conchi Muro Embalse	Turi	0,914	0,121	0,872
64	DGA II	Conchi Muro Embalse	Conchi Embalse	Conchi Viejo	0,929	0,010	0,946
66	DGA II	Río Salado en Sifon Ayquina	Ayquina	Caspana	0,459	0,056	0,961
67	DGA II	Cupo	Turi	Salado Embalse	0,848	0,446	0,937
68	DGA II	Turi	Ayquina	Toconce	0,936	0,122	0,981
69	DGA II	Linzor	El Tatio	Toconce	0,623	0,624	0,966
70	DGA II	Toconce	Linzor	Turi	0,381	0,878	0,963
71	DGA II	Ayquina	Salado Embalse	Caspana	0,257	0,259	0,953
72	DGA II	Salado Embalse	Caspana	Ayquina	0,487	0,890	0,954
73	DGA II	Caspana	Salado Embalse	Ayquina	0,496	0,915	0,954
74	DGA II	El Tatio	Linzor	Rio Grande	0,761	0,304	0,940
79	DGA II	Tocopilla	Iquique	Arica/Chacalluta	2,055	0,086	0,981
80	DGA II	Toconao Reten	Toconao Experimental	Camar	0,790	0,014	0,969
81	DGA II	Toconao Experimental	Camar	Rio Grande	0,579	0,162	0,886
82	DGA II	Camar	Toconao Reten	Socaire	0,301	0,639	0,915
83	DGA II	Socaire	Camar	Toconao Reten	0,579	0,559	0,933
85	DGA II	Talabre	Camar	Rio Grande	0,848	0,407	0,942
87	DGA II	Rio Grande	Caspana	Toconce	0,525	0,303	0,930
93	DGA III	Las Vegas	Pastos Grandes	Tal Tal	0,878	1,378	0,906
94	DGA III	Caldera	Los Loros	Elibor Campamento	0,626	-0,089	0,944
96	DGA III	Iglesia Colorada	Manflas	Lautaro Embalse	0,892	0,179	0,961
97	DGA III	Manflas	Lautaro Embalse	Los Loros	0,949	0,107	0,953
98	DGA III	Lautaro Embalse	Los Loros	Elibor Campamento	0,820	0,140	0,974
99	DGA III	Los Loros	Elibor Campamento	Lautaro Embalse	0,596	0,539	0,984
100	DGA III	Elibor Campamento	Copiapo	Lautaro Embalse	0,858	0,309	0,982
102	DGA III	Copiapo	Elibor Campamento	Caldera	0,659	0,090	0,988
103	DGA III	El Totoral	Lautaro Embalse	Elibor Campamento	0,425	0,465	0,949
104	DGA III	Canto de Agua	Copiapo	Lautaro Embalse	0,760	0,441	0,941

### Parámetros de la Regresión Lineal Para el Relleno de las Series de Precipitación – Argentina

N°	Fuente	Estación	Estaciones Utilizadas		$\alpha$	$\beta$	r
106	Argentina	Peña Alta	Arrayanal	San Isidro	0,503	0,297	0,928
107	Argentina	San Juancito	Jujuy Aero Argentina	El Angosto	0,842	0,242	0,948
110	Argentina	Los Hornitos	Rp 307 Km 19	Pot. De Las Tablas	0,874	0,186	0,911
111	Argentina	Rp 307 Km 19	Los Hornitos	Las Higueras	0,512	0,525	0,917
112	Argentina	Pot. De Las Tablas	El Nogalito	Rp 307 Km 19	0,528	0,316	0,899
113	Argentina	Las Higueras	Rp 307 Km 19	Pot. De Las Tablas	0,474	0,276	0,904
114	Argentina	Casa De Piedra	Rp 307 Km 19	El Nogalito	0,867	0,420	0,915
115	Argentina	Yampa II	Rp 307 Km 19	Casa De Piedra	0,559	0,394	0,963
116	Argentina	El Nogalito	Rp 307 Km 19	Pot. De Las Tablas	0,300	0,358	0,900
118	Argentina	El Angosto	Arrayanal	Jujuy Aero	0,366	0,485	0,922
121	Argentina	San Isidro	Iruya	El Molino	1,255	0,404	0,902
123	Argentina	Paltorco	El Molino	El Pabellon	0,764	0,485	0,866
126	Argentina	Poscaya	Iruya	El Molino	0,779	0,650	0,859
127	Argentina	Trigo Huaico	Iruya	Las Higueras	1,261	1,161	0,866
128	Argentina	Colanzuli	Iruya	El Molino	0,839	0,050	0,928
129	Argentina	El Molino	Iruya	El Pabellon	0,744	0,349	0,923
130	Argentina	El Pabellon	Iruya	El Molino	0,830	0,486	0,919

### Parámetros de la Regresión Lineal Para el Relleno de las Series de Precipitación – Bolivia

N°	Fuente	Estación	Estaciones Utilizadas		$\alpha$	$\beta$	r
133	Bolivia	Charaña	Chungara Ajata	Visviri	0,463	0,324	0,948
134	Bolivia	El Alto	Central La Paz Bolivia	Sin Nombre 1	0,820	0,102	0,937
135	Bolivia	Patacamaya	El Alto	Calacoto	0,391	0,358	0,867
137	Bolivia	Potosi	Potosi	Sucre	0,542	0,212	0,920
138	Bolivia	TuPiza	El Molino	Tuc-Tuca	0,408	0,227	0,859

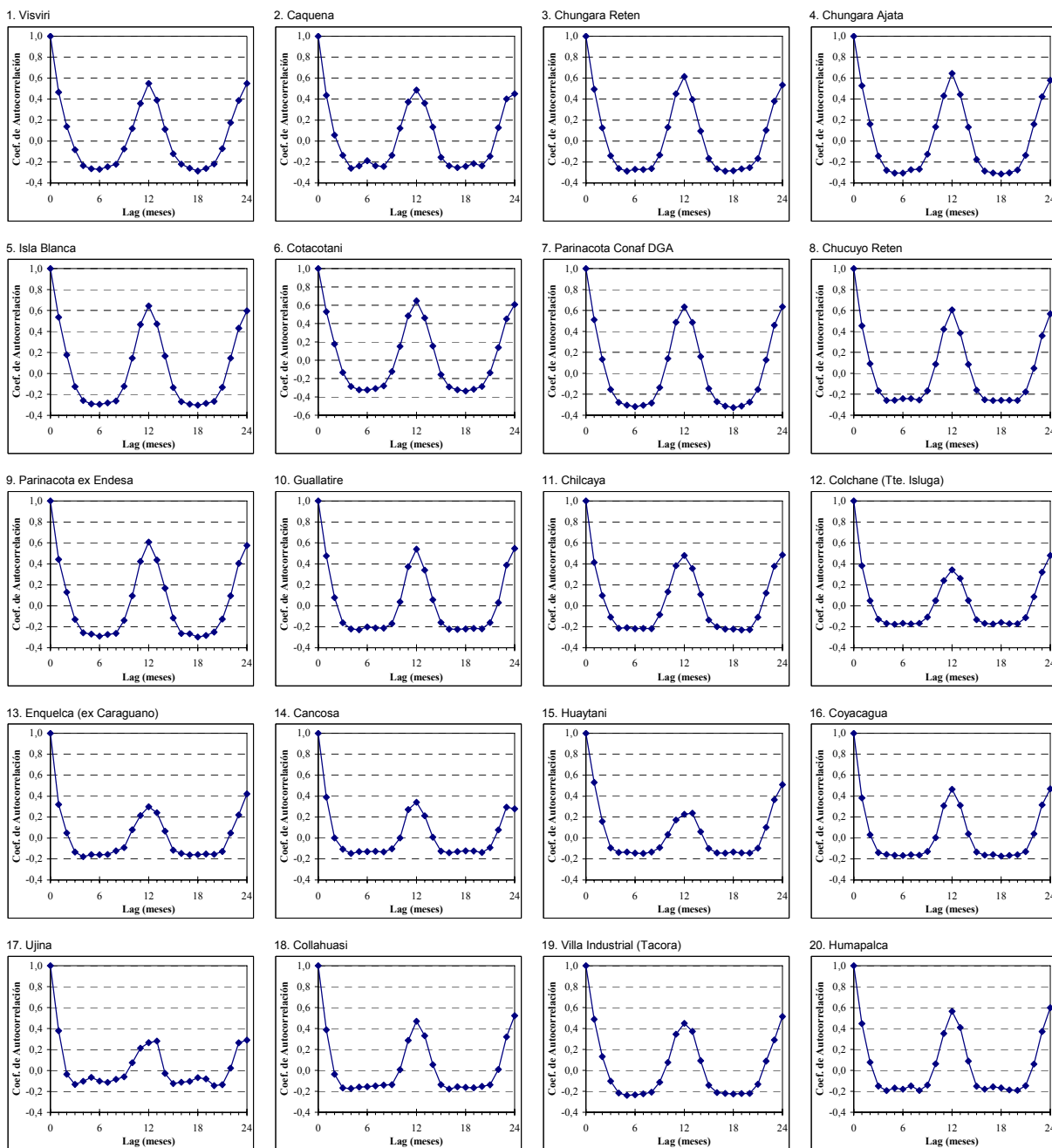
### Parámetros de la Regresión Lineal Para el Relleno de las Series de Precipitación – NOAA

N°	Fuente	Estación	Estaciones Utilizadas		$\alpha$	$\beta$	r
141	NOAA	Juliaca Peru	Sin Nombre 3	Sin Nombre 4	0,309	0,339	0,870
143	NOAA	Sin Nombre 1	El Alto	Central La Paz	0,766	1,235	0,884
144	NOAA	Sin Nombre 2	Patacamaya	Central La Paz	0,969	0,026	0,986
145	NOAA	Sin Nombre 3	El Alto	Central La Paz	0,581	0,849	0,889
146	NOAA	Sin Nombre 4	Sin Nombre 3	El Alto	0,608	0,616	0,918
147	NOAA	Sin Nombre 5	Sin Nombre 7	Sin Nombre 13	0,675	0,314	0,869
149	NOAA	Sin Nombre 7	Patacamaya	Oruro	0,625	0,428	0,871
151	NOAA	Sin Nombre 9	Sin Nombre 10	Sin Nombre 11	0,801	1,547	0,910
153	NOAA	Sin Nombre 11	Sin Nombre 9	Sin Nombre 7	0,175	0,454	0,881
155	NOAA	Sin Nombre 12	Sin Nombre 2	Central La Paz	0,583	0,324	0,911
156	NOAA	Salinas De G M	Colchane (Tte. Isluga)	Cancosa	1,499	0,039	0,957
157	NOAA	Sucre	Sin Nombre 14	Sin Nombre 15	0,671	0,446	0,918
158	NOAA	Sin Nombre 13	Sin Nombre 7	Sucre	0,564	0,374	0,864
159	NOAA	Sin Nombre 14	Sucre	Sin Nombre 15	0,650	0,454	0,921
161	NOAA	Sin Nombre 15	Sucre	Sin Nombre 14	0,318	0,335	0,879
164	NOAA	La Quiaca Obs.	El Pabellon	El Molino	0,460	0,333	0,854
165	NOAA	Jujuy Aero	San Juancito	El Agosto	0,666	0,241	0,949
166	NOAA	Tucuman Aero	Rp 307 Km 19	Pot. De Las Tablas	0,336	0,237	0,873

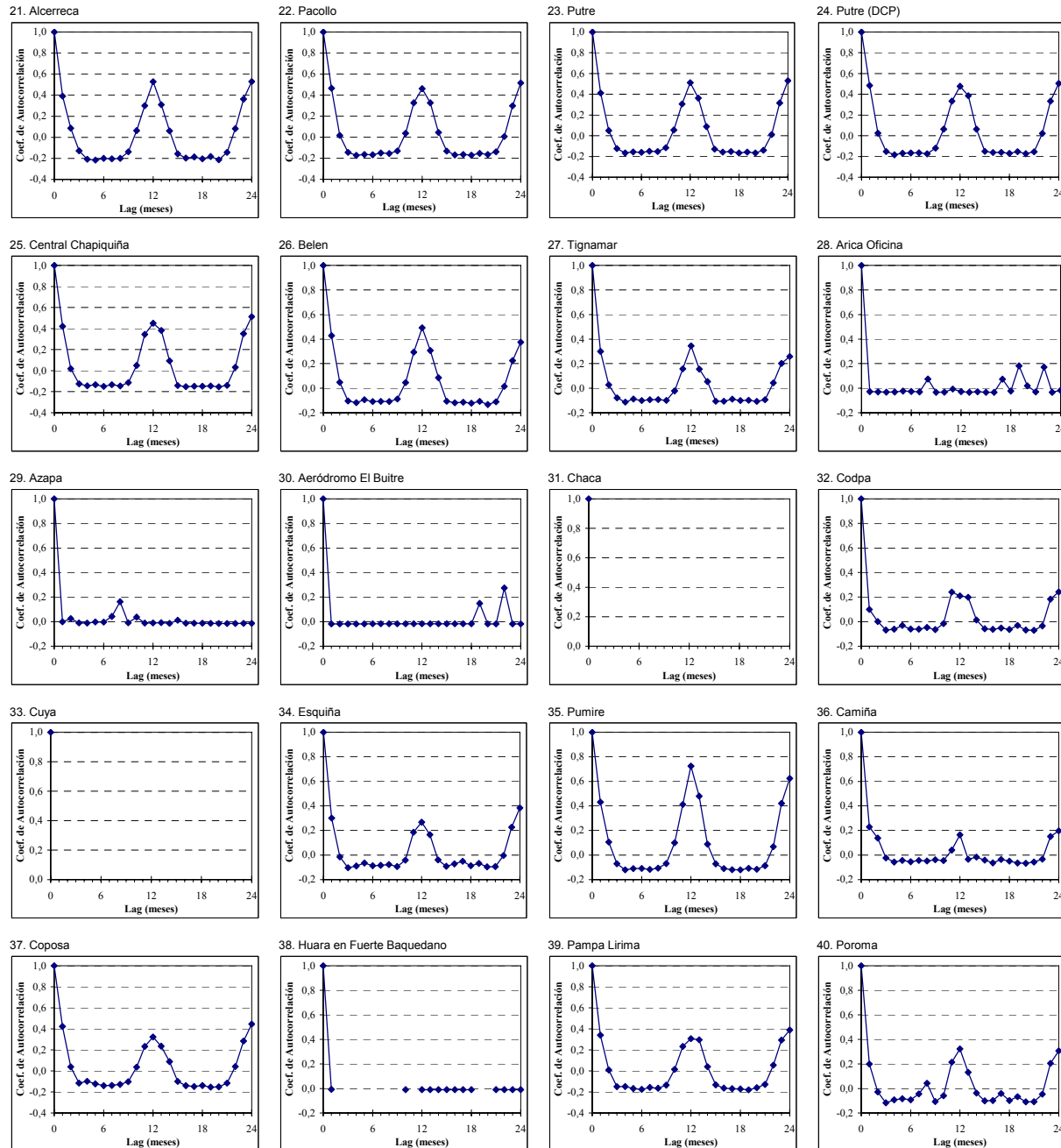
---

**A I.4 Correlogramas de las Series Cronológicas de Precipitación en las Estaciones Chilenas**

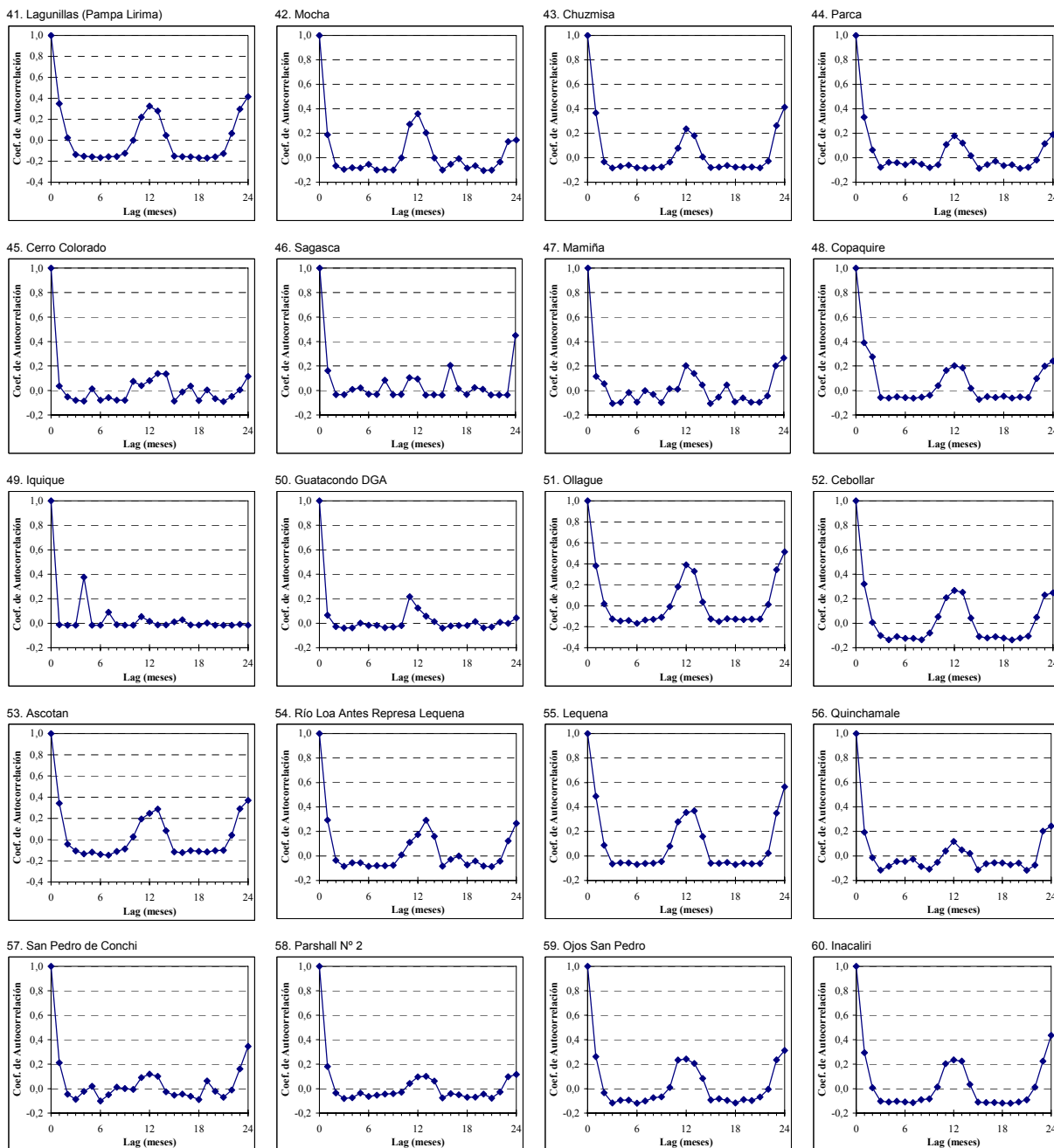
- ✓ **Series de Precipitación Mensual**
- ✓ **Series de Precipitación Anual**



Correlogramas de las series cronológicas de precipitación mensual.

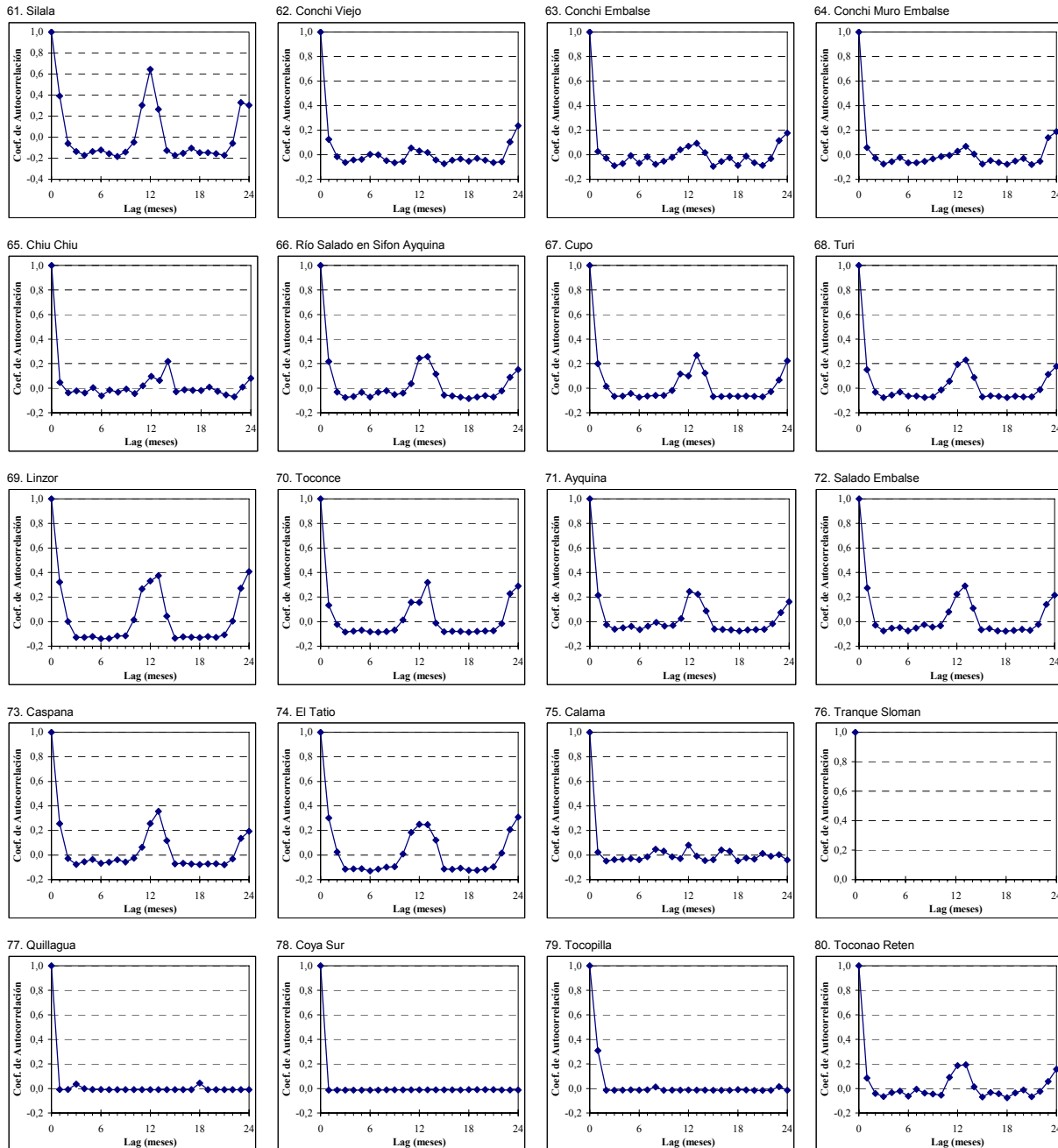


Correlogramas de las series cronológicas de precipitación mensual. (Continuación)

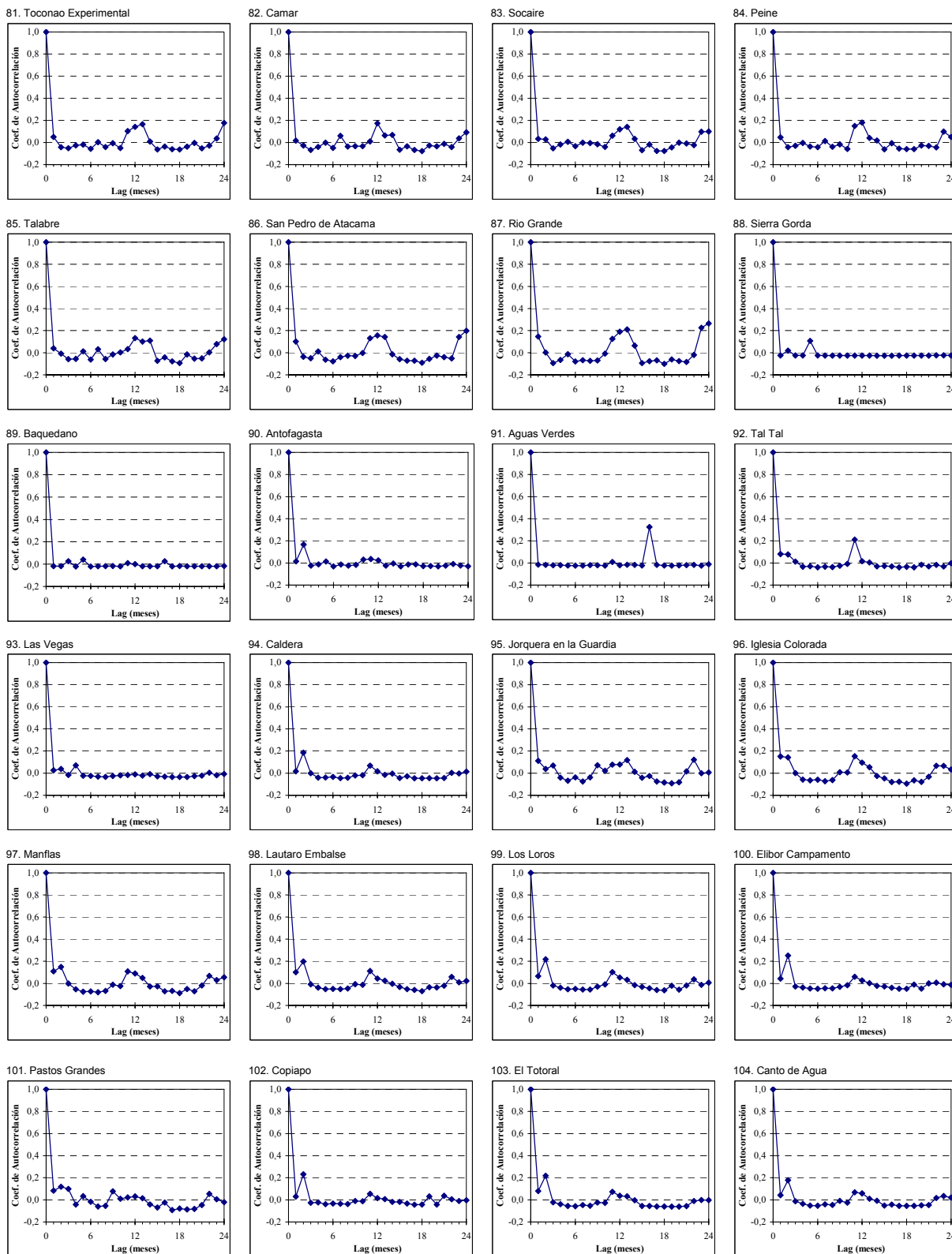


Correlogramas de las series cronológicas de precipitación mensual. (Continuación)

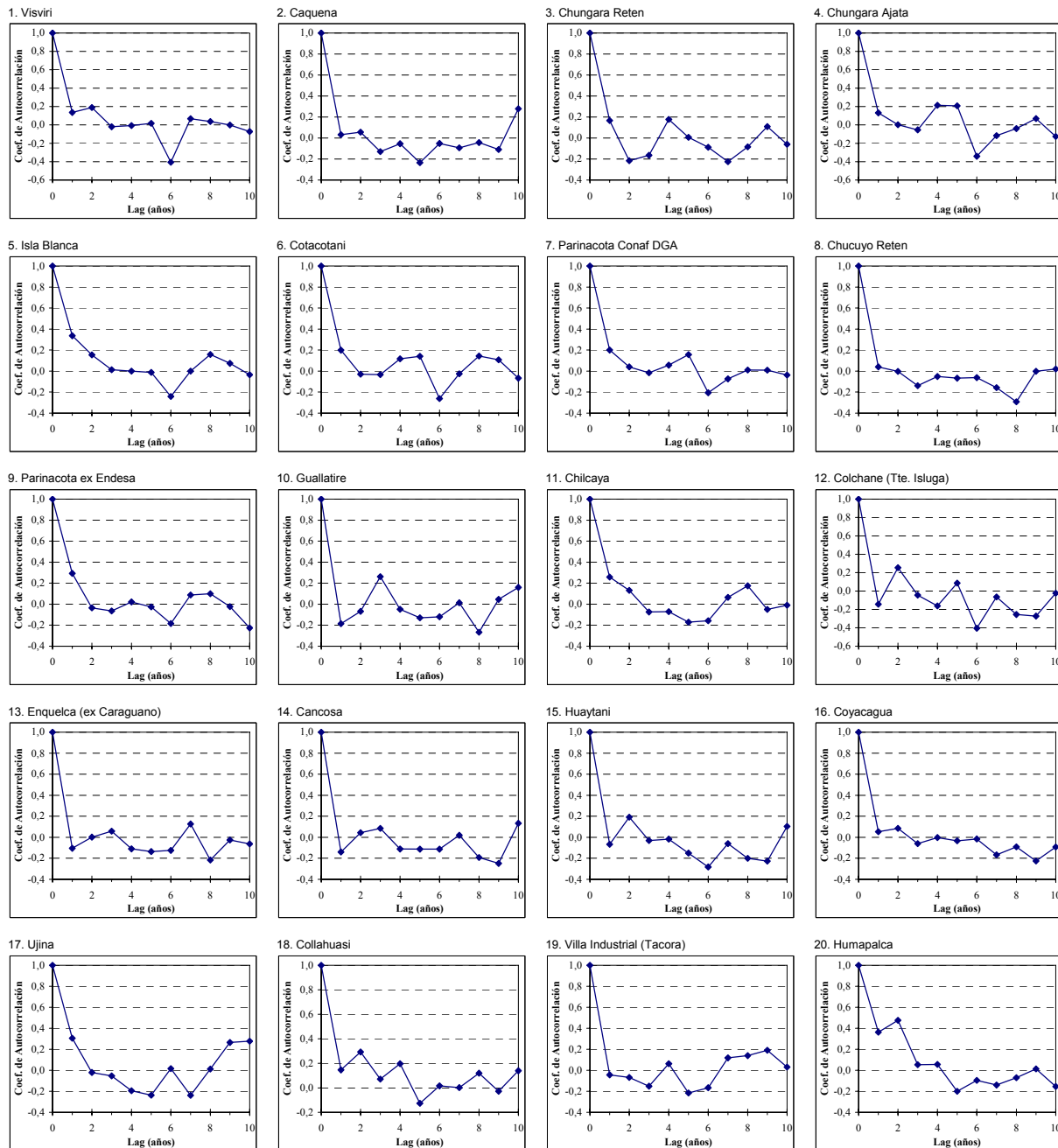




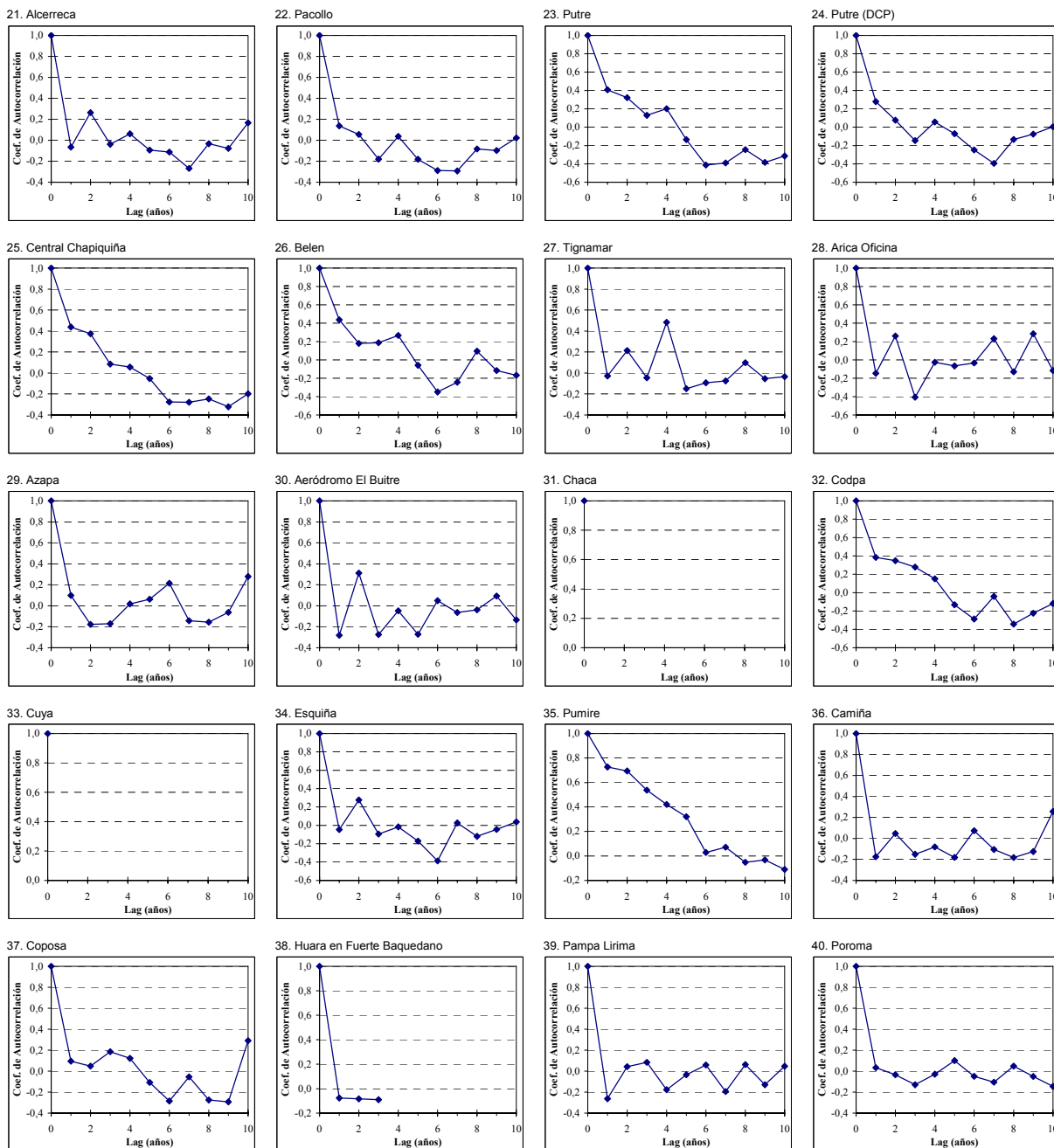
Correlogramas de las series cronológicas de precipitación mensual. (Continuación)



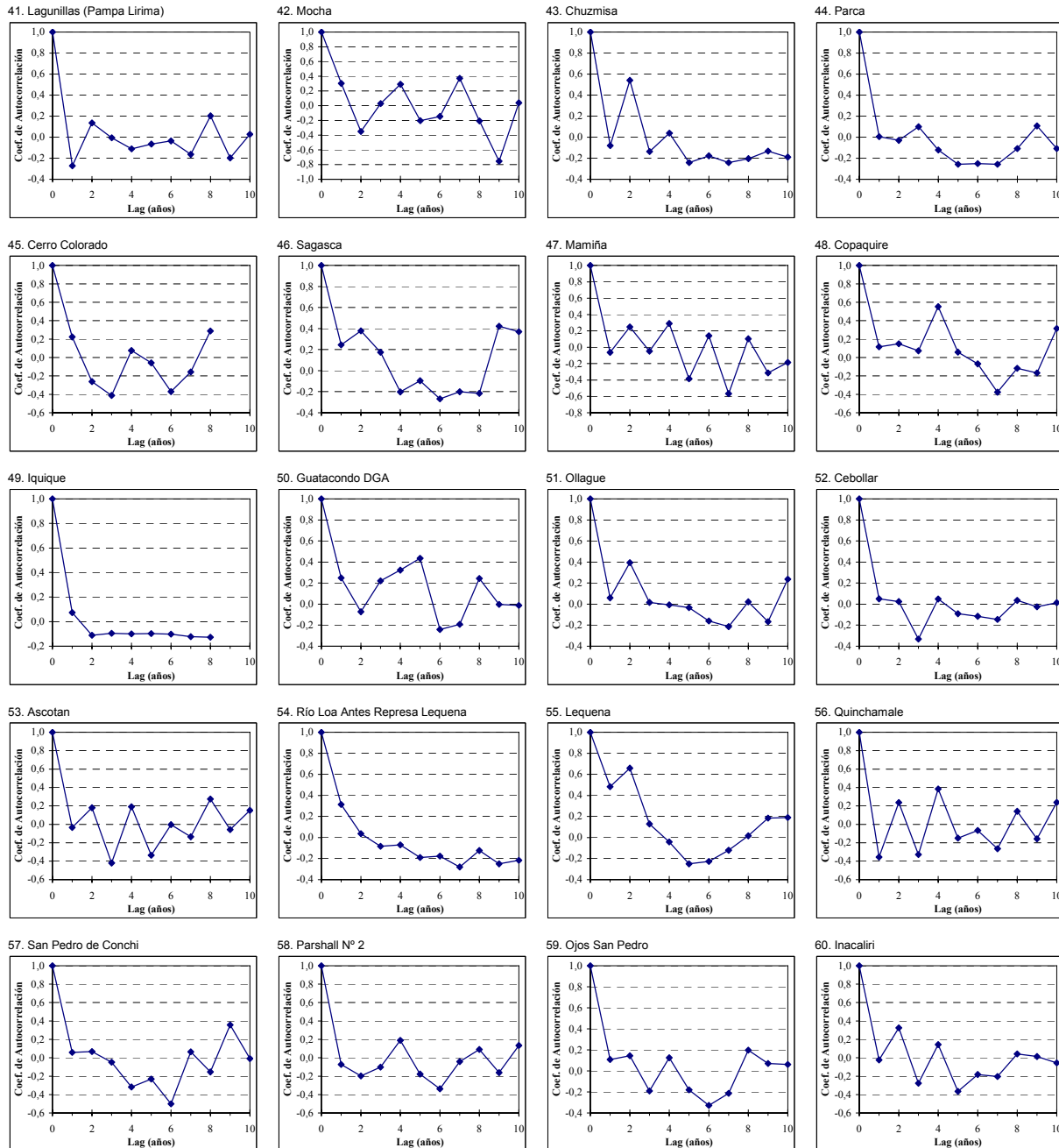
Correlogramas de las series cronológicas de precipitación mensual. (Continuación)



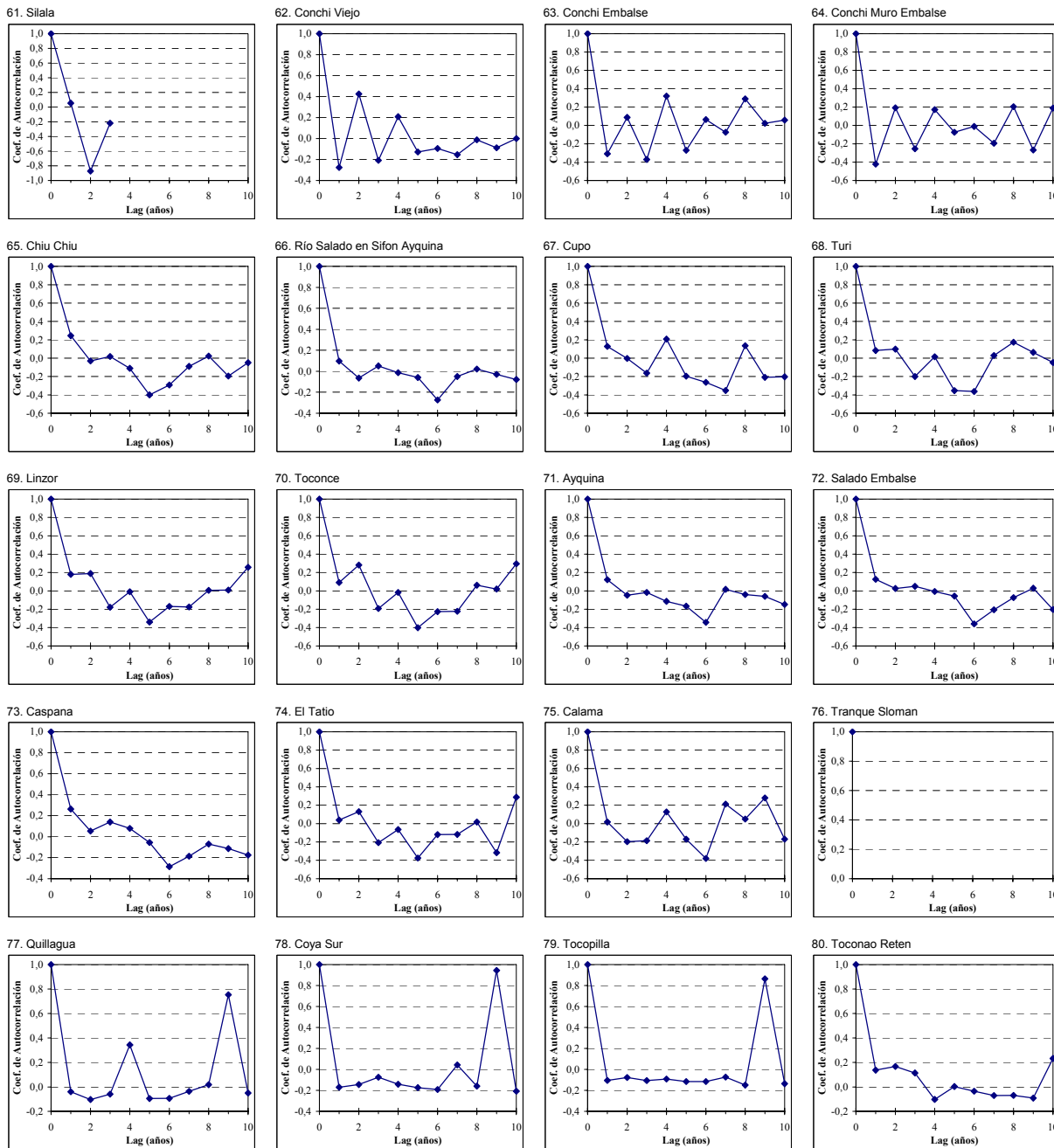
Correlogramas de las series cronológicas de precipitación anual.



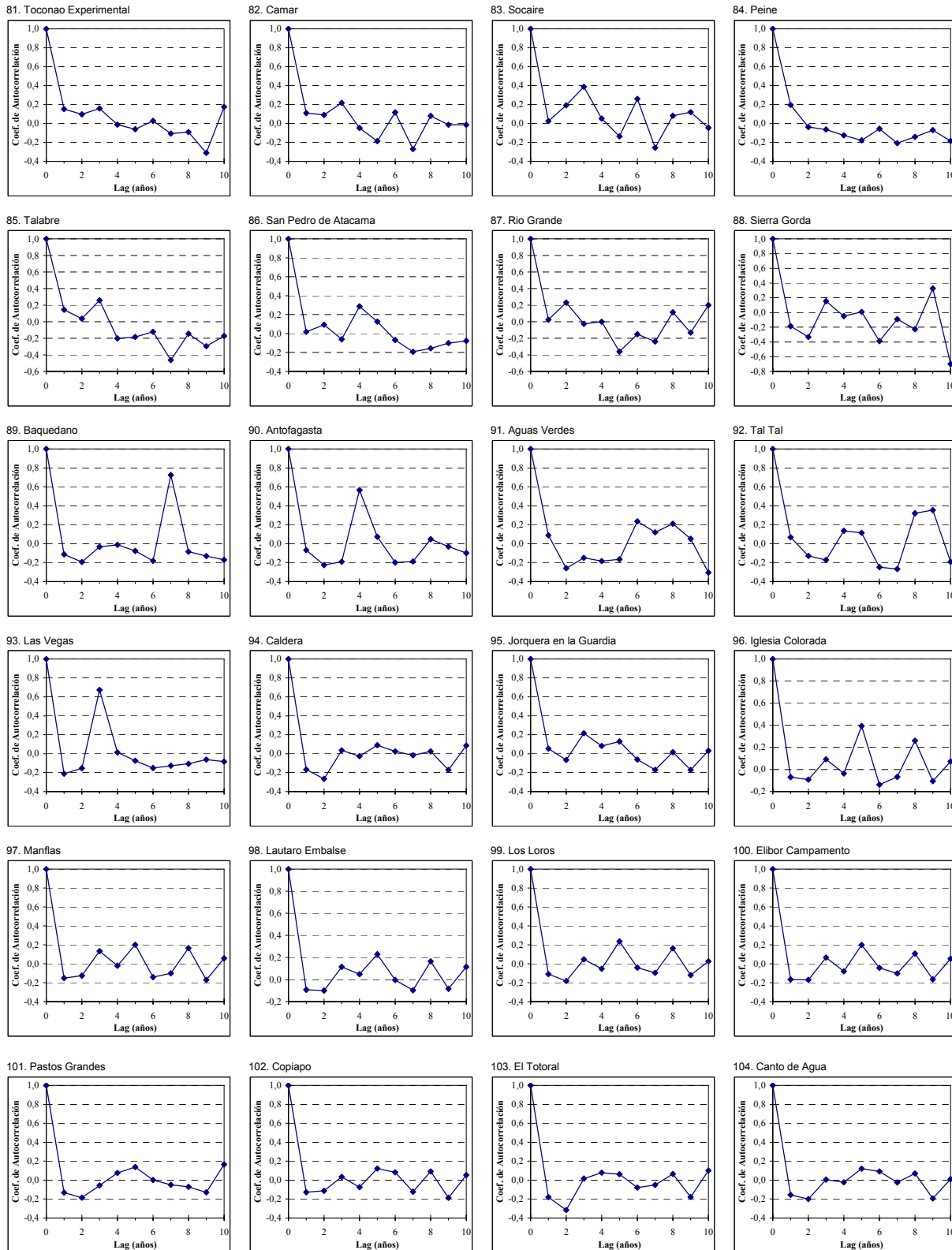
Correlogramas de las series cronológicas de precipitación anual. (Continuación)



Correlogramas de las series cronológicas de precipitación anual. (Continuación)



Correlogramas de las series cronológicas de precipitación anual. (Continuación)



Correlogramas de las series cronológicas de precipitación anual. (Continuación)

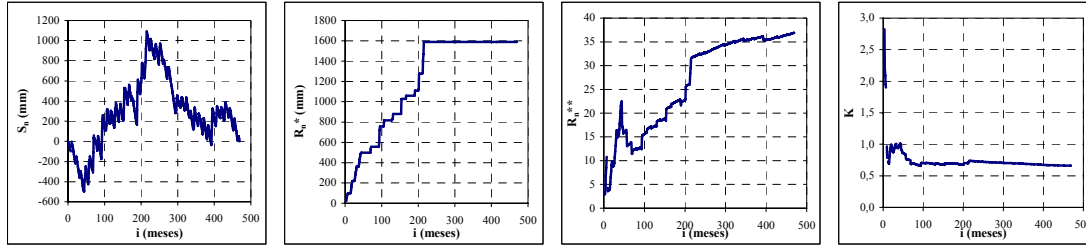
---

**A I.5 Parámetros Estadísticos Relacionados con el Almacenamiento en las Estaciones Pluviométricas Seleccionadas**

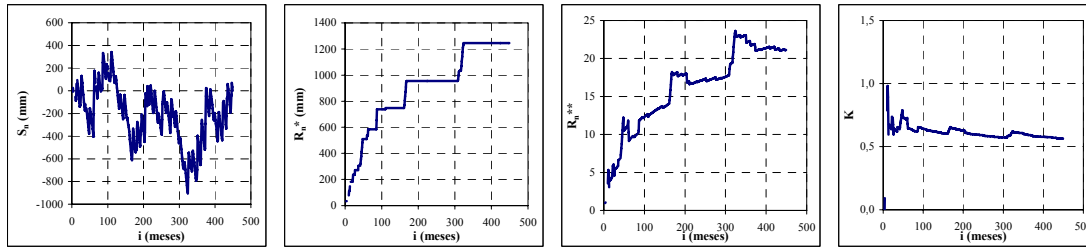
- ✓ **Series Anuales**
- ✓ **Series Mensuales**



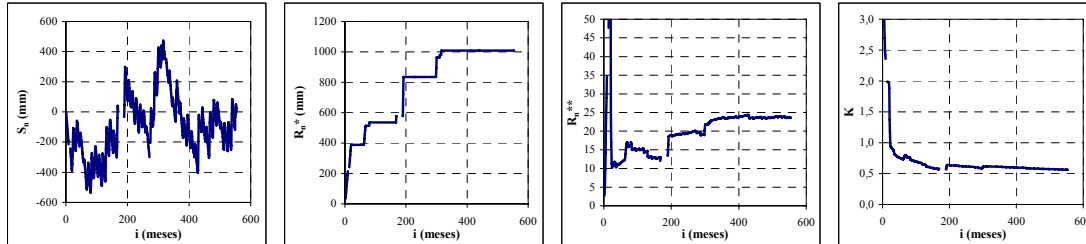
1. Visviri



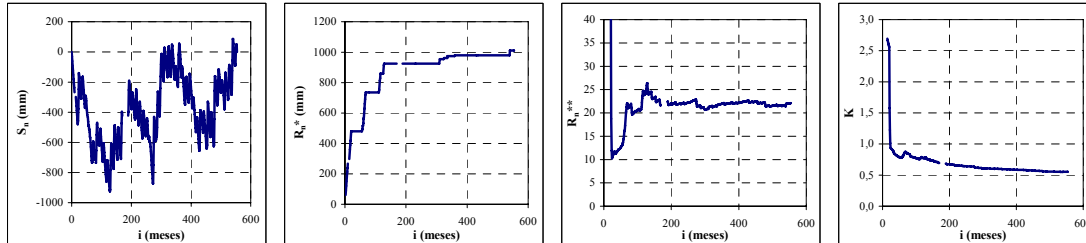
2. Caquena



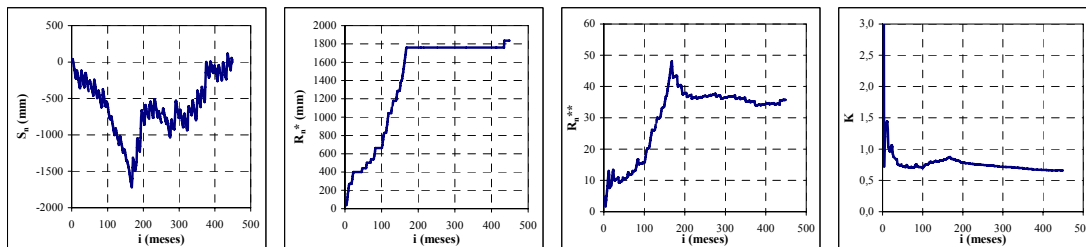
3. Chungara Reten



4. Chungara Ajata

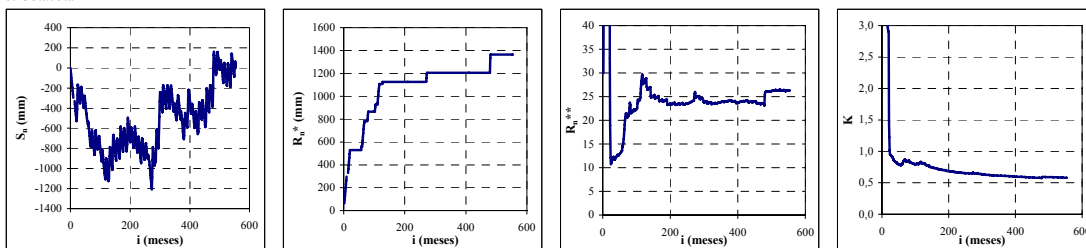


5. Isla Blanca

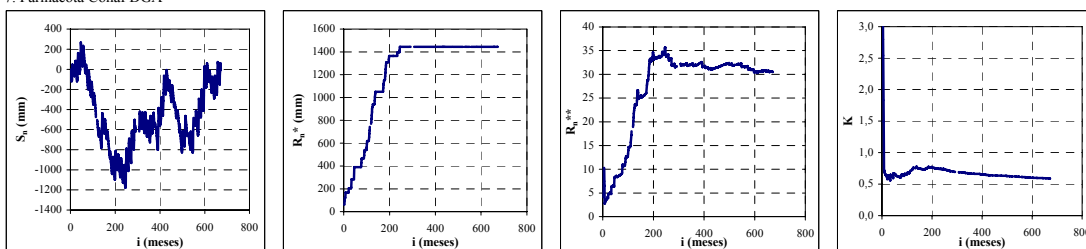


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series mensuales de precipitación.

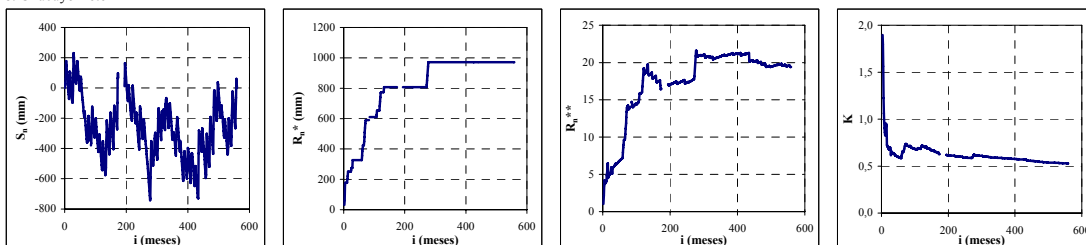
6. Cotacotani



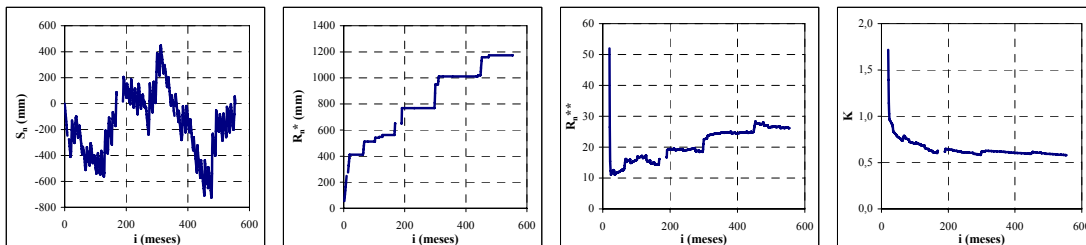
7. Parinacota Conaf DGA



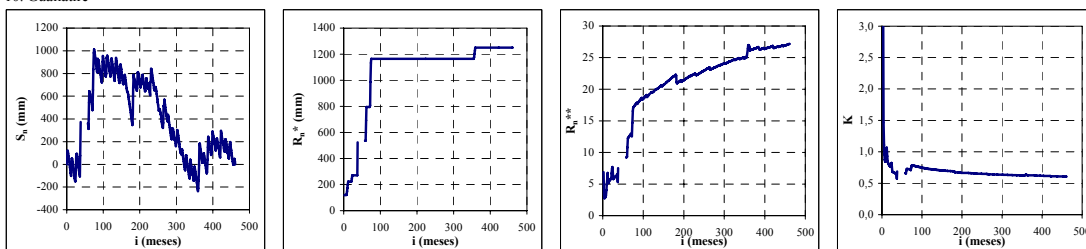
8. Chucuyo Reten



9. Parinacota ex Endesa

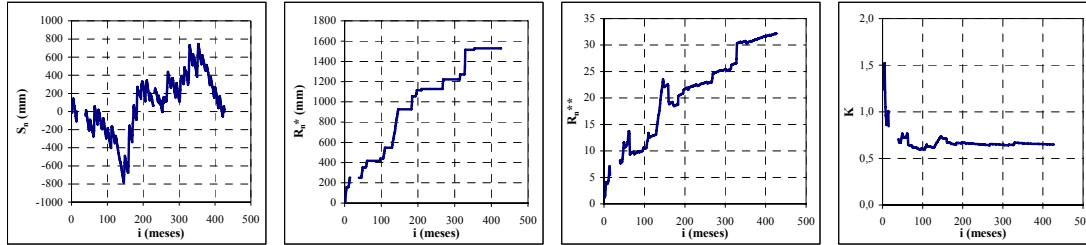


10. Guallatire

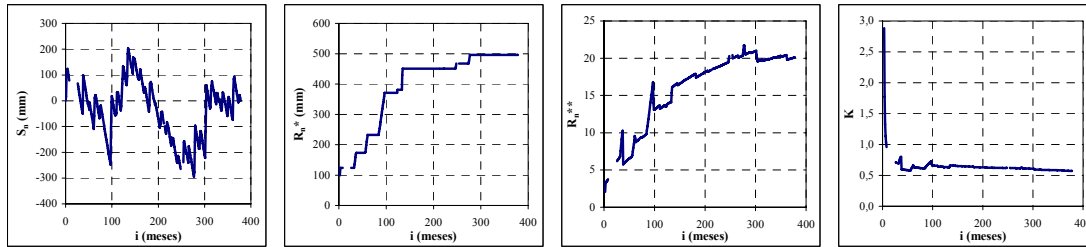


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series mensuales de precipitación. (Continuación)

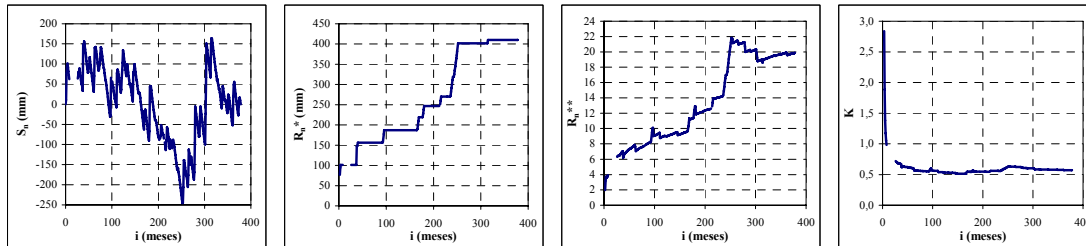
11. Chilcaya



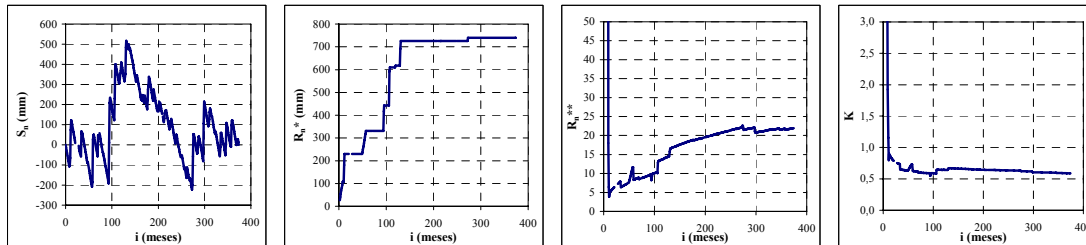
12. Colchane (Tte. Isluga)



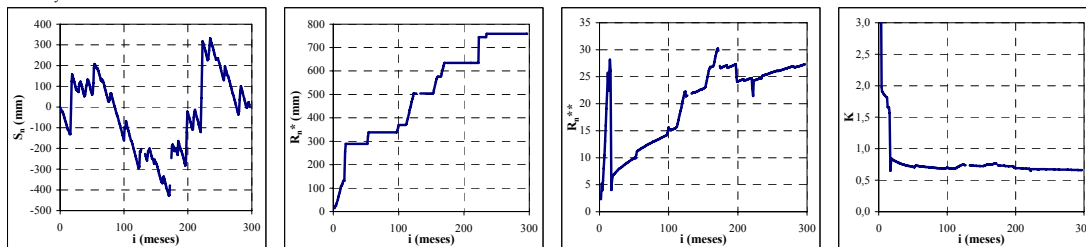
13. Enquelca (ex Caraguano)



14. Cancosa

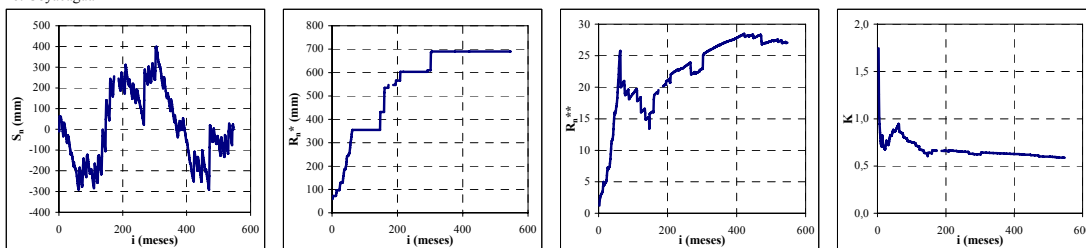


15. Huaytani

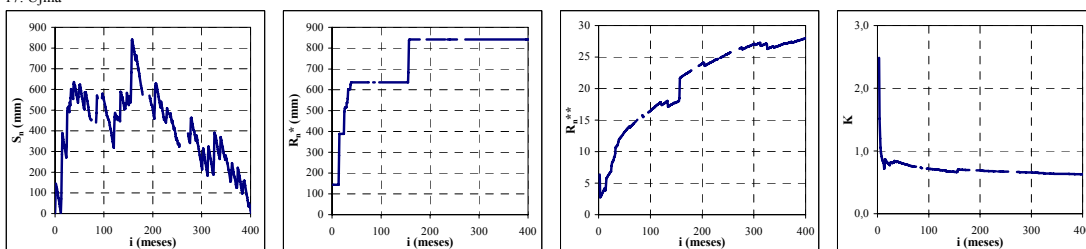


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series mensuales de precipitación. (Continuación)

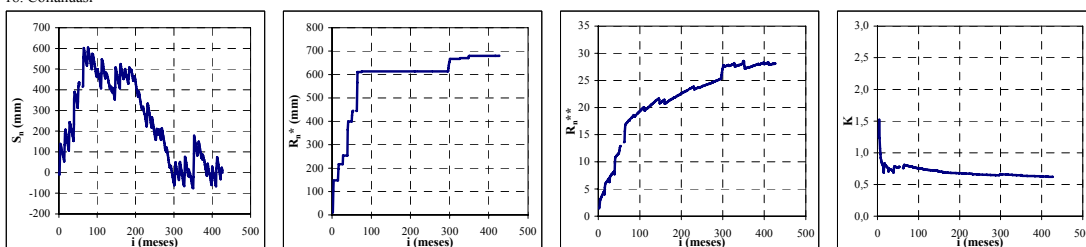
16. Coyacagua



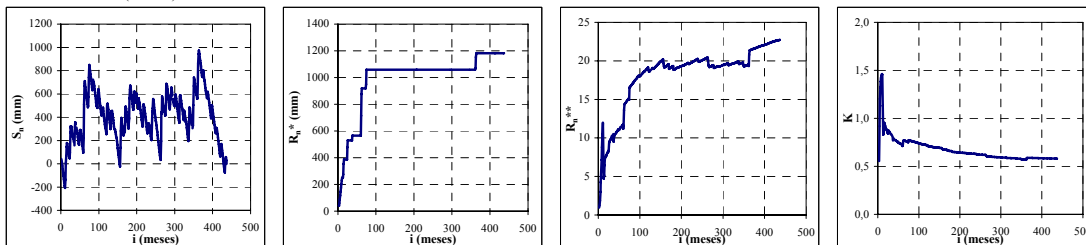
17. Ujina



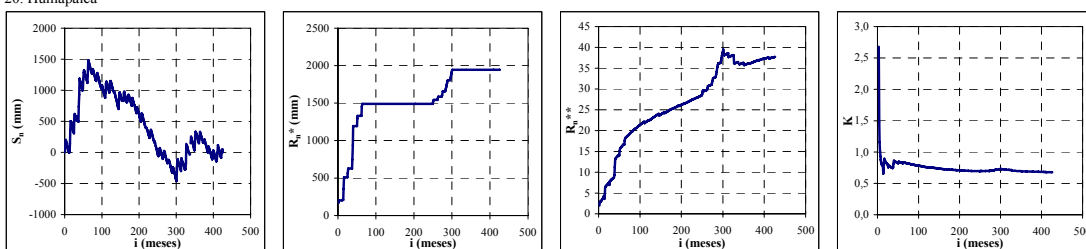
18. Collahuasi



19. Villa Industrial (Tacora)

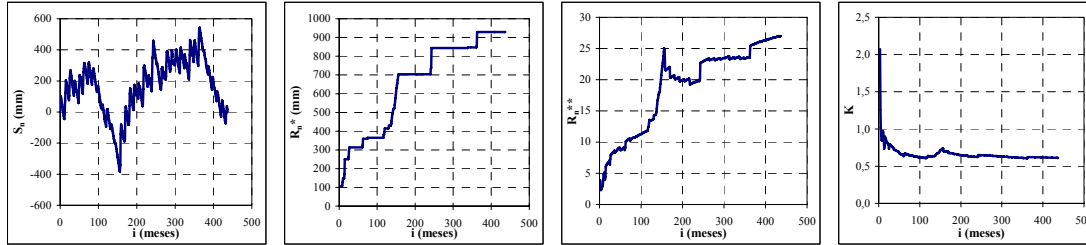


20. Humapalca

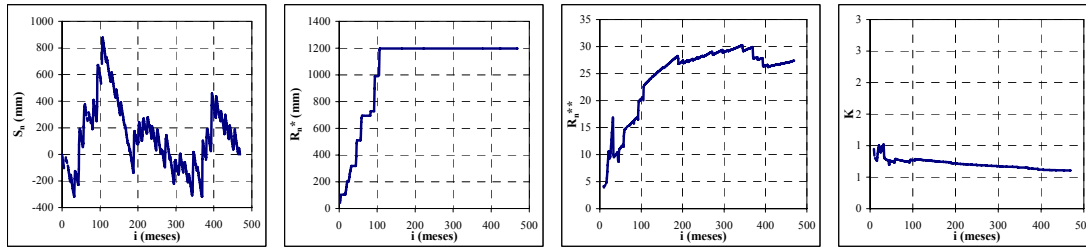


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series mensuales de precipitación. (Continuación)

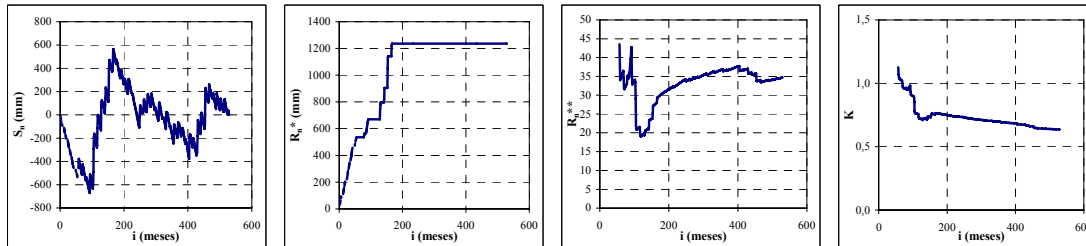
21. Alcerreca



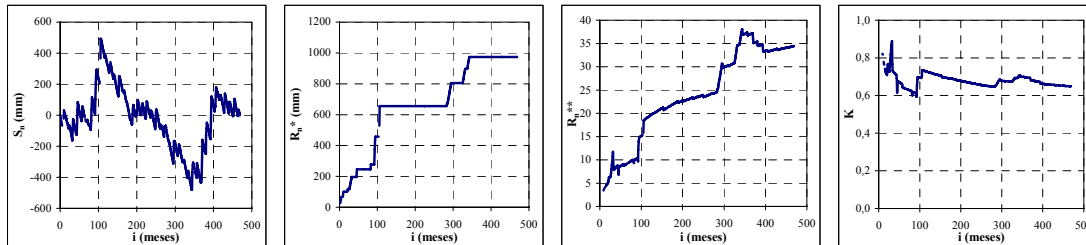
22. Pacollo



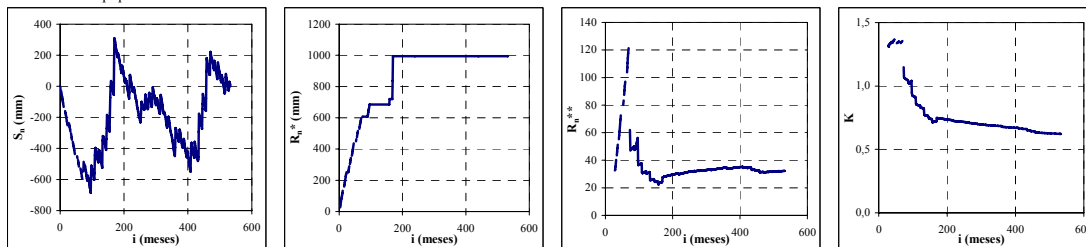
23. Putre



24. Putre (DCP)

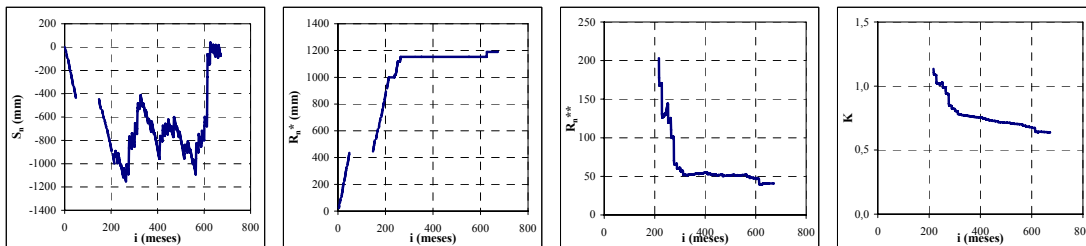


25. Central Chapiquiña

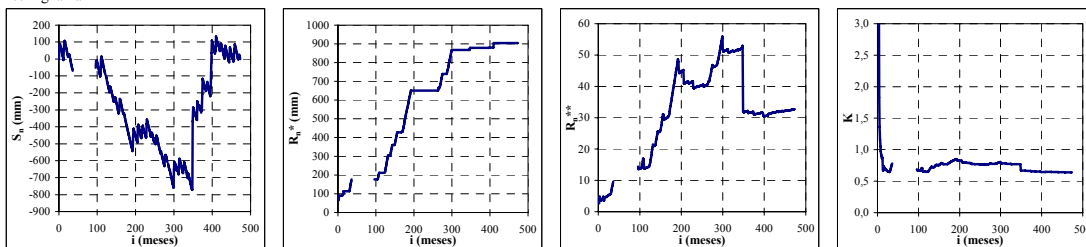


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series mensuales de precipitación. (Continuación)

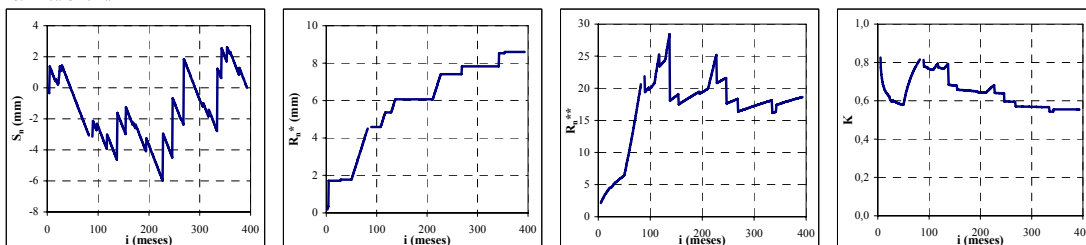
26. Belen



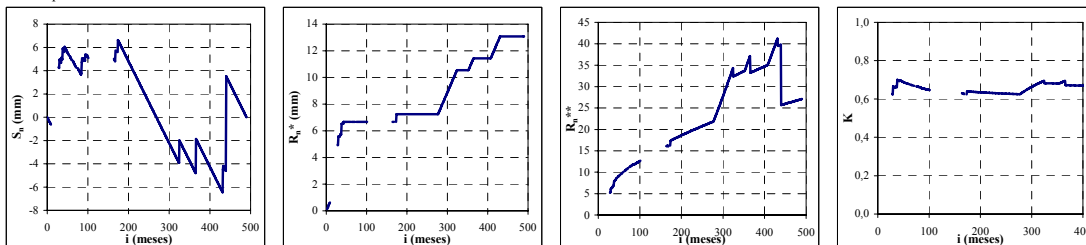
27. Tignamar



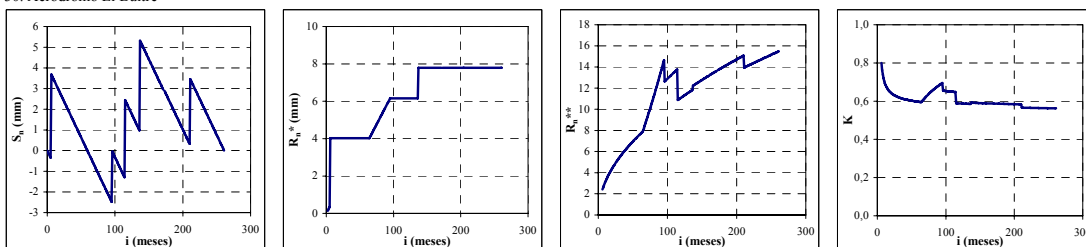
28. Arica Oficina



29. Azapa

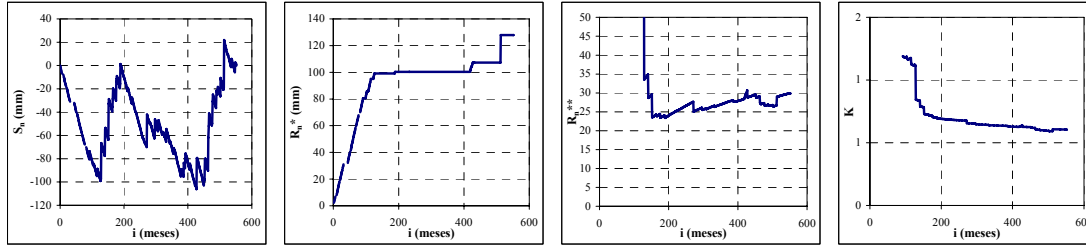


30. Aeródromo El Buitre

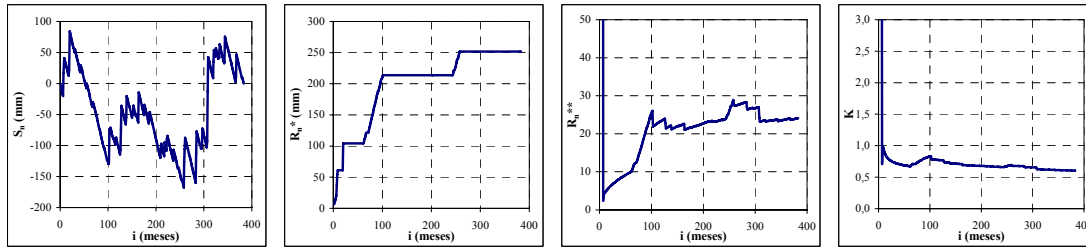


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series mensuales de precipitación. (Continuación)

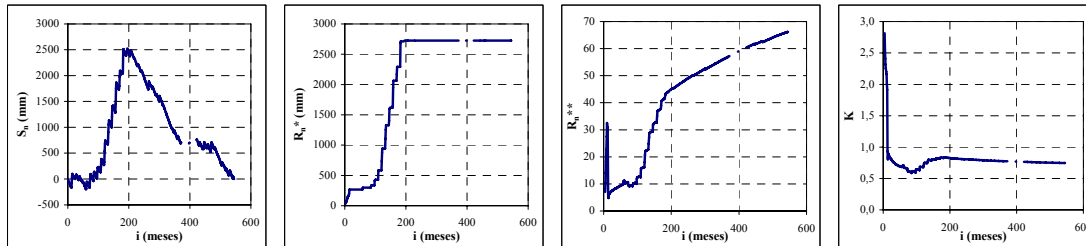
32. Codpa



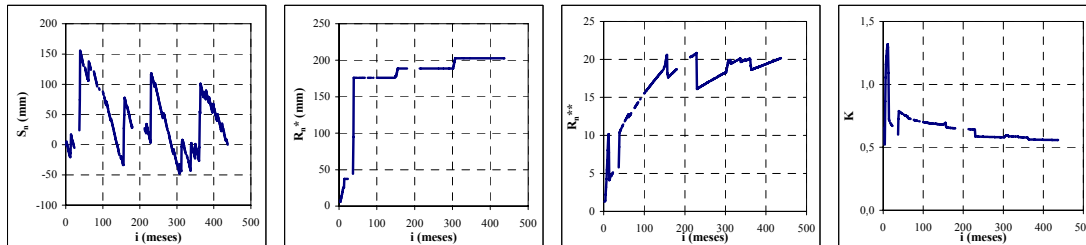
34. Esquiña



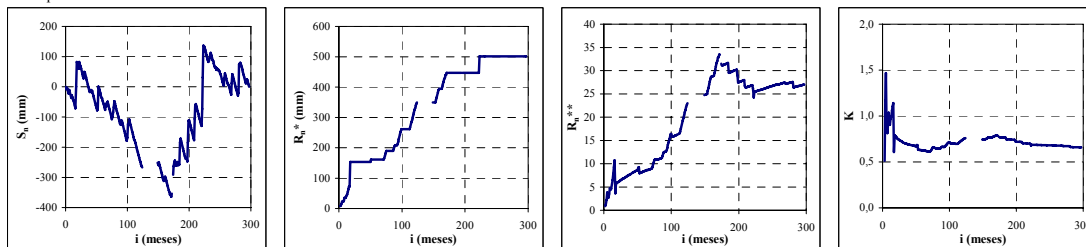
35. Pumire



36. Camiña

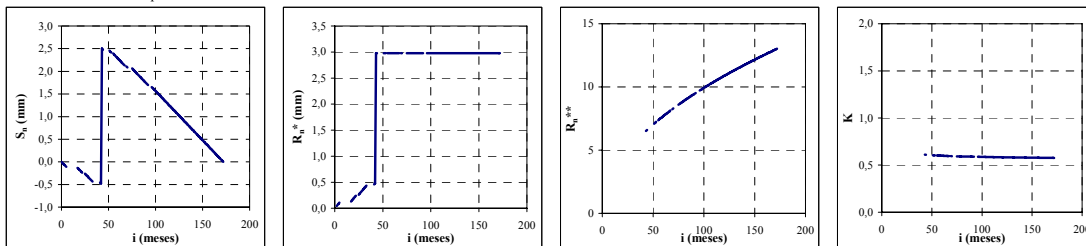


37. Coposa

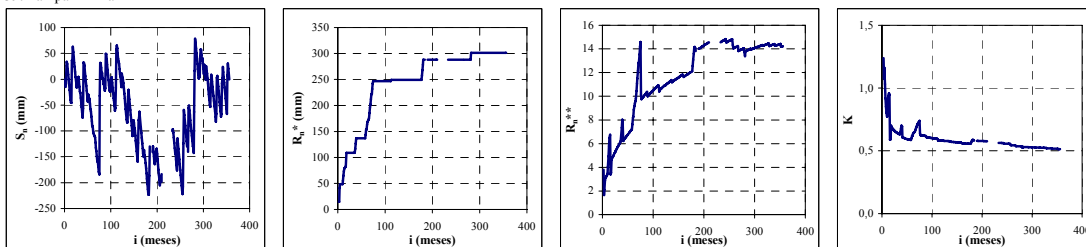


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series mensuales de precipitación. (Continuación)

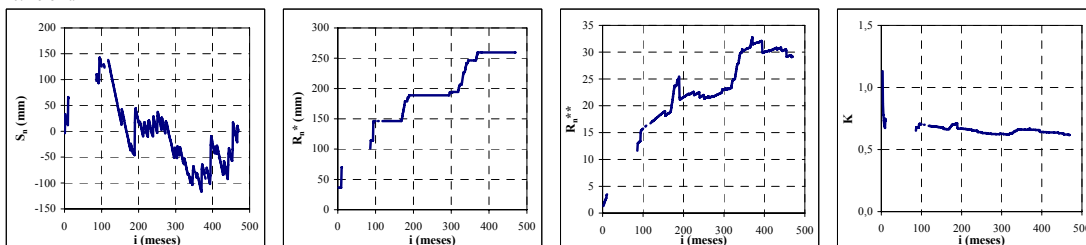
38. Huara en Fuerte Baquedano



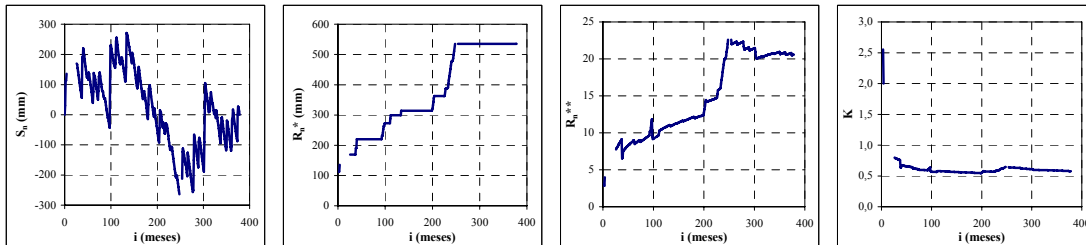
39. Pampa Lirima



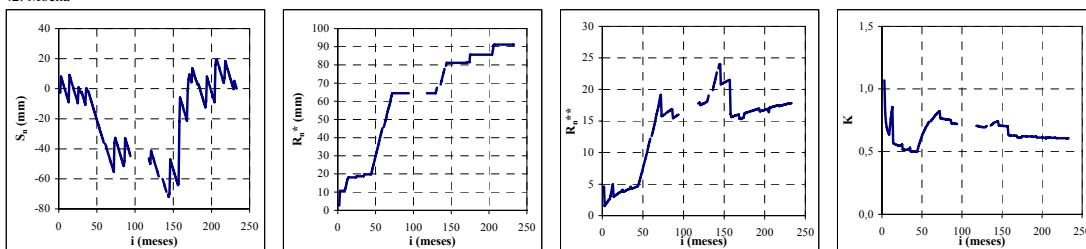
40. Poroma



41. Lagunillas (Pampa Lirima)



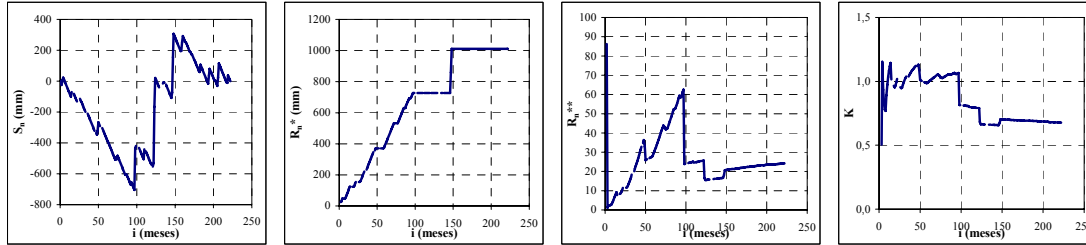
42. Mocha



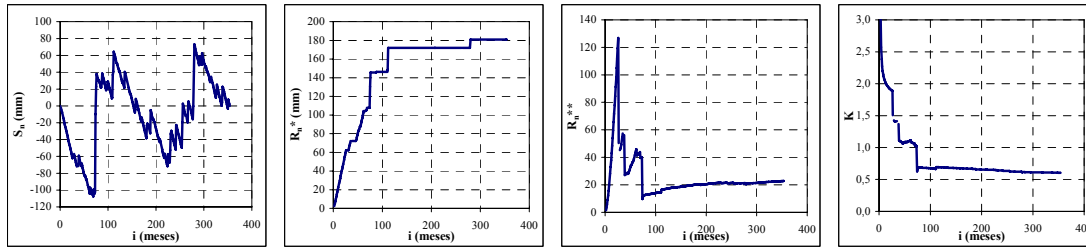
Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series mensuales de precipitación. (Continuación)



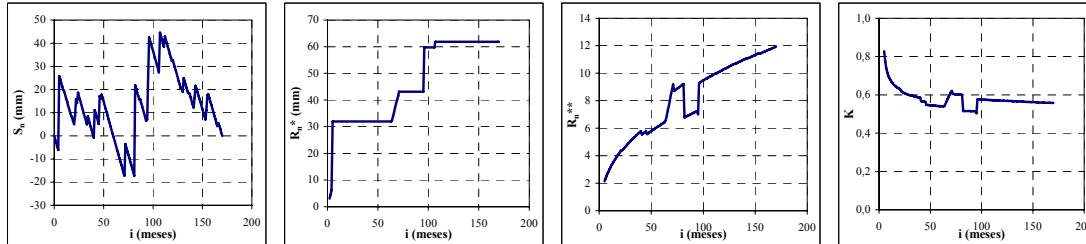
43. Chuzmisa



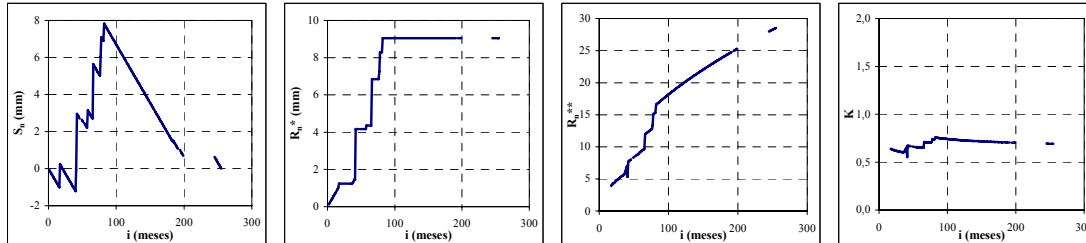
44. Parca



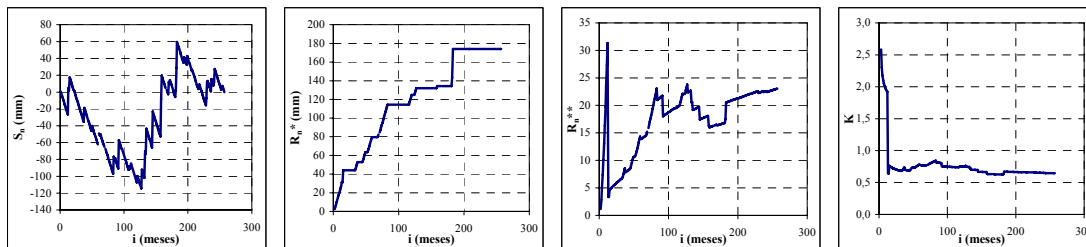
45. Cerro Colorado



46. Sagasca

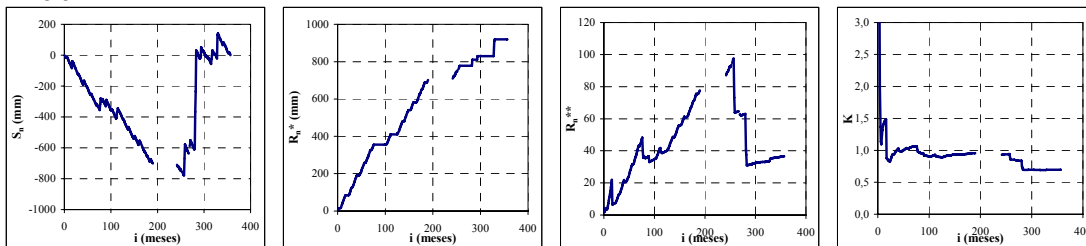


47. Mamiña

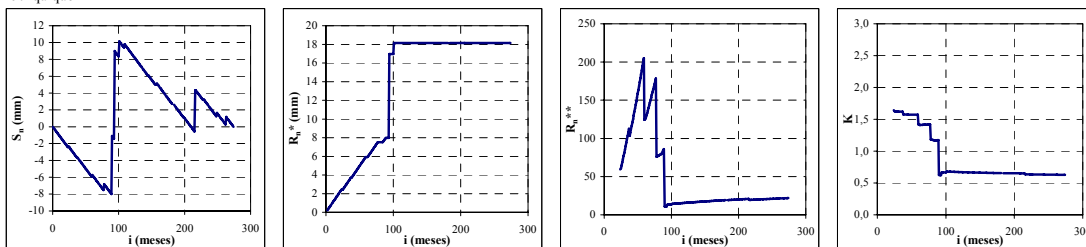


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series mensuales de precipitación. (Continuación)

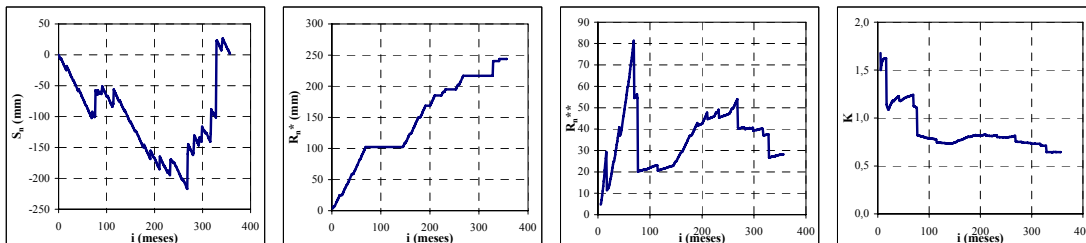
48. Copaquire



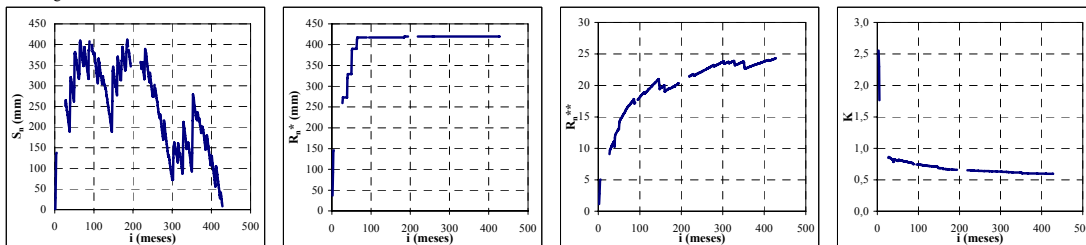
49. Iquique



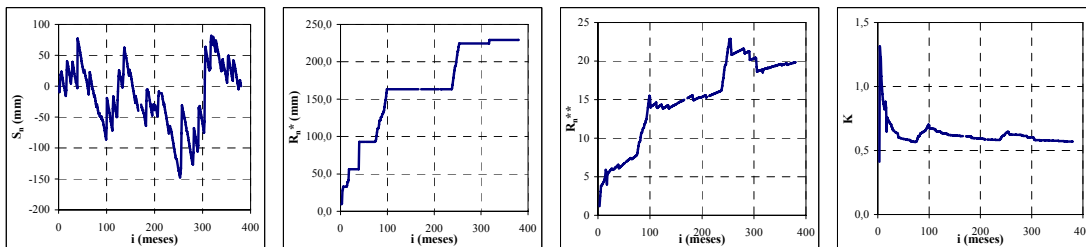
50. Guatacondo DGA



51. Ollague

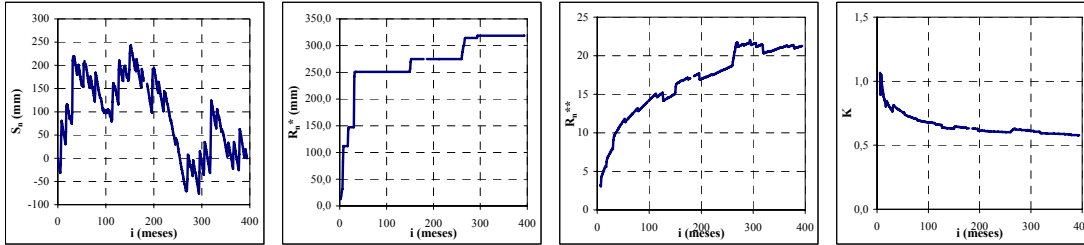


52. Cebollar

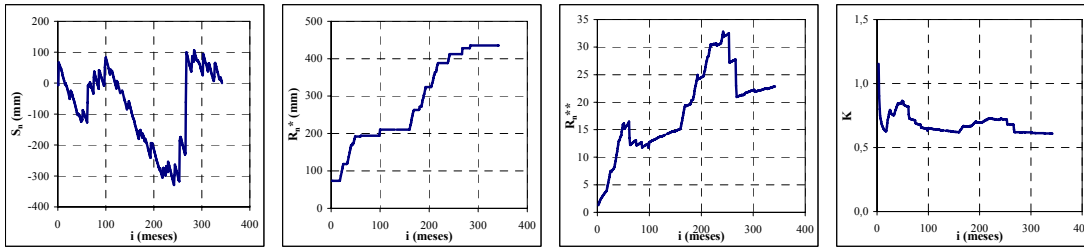


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series mensuales de precipitación. (Continuación)

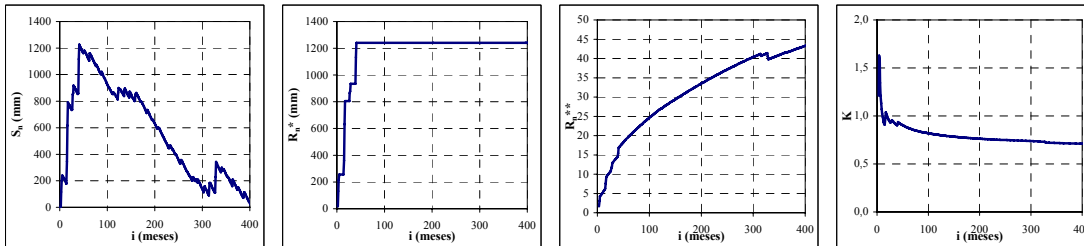
53. Ascotan



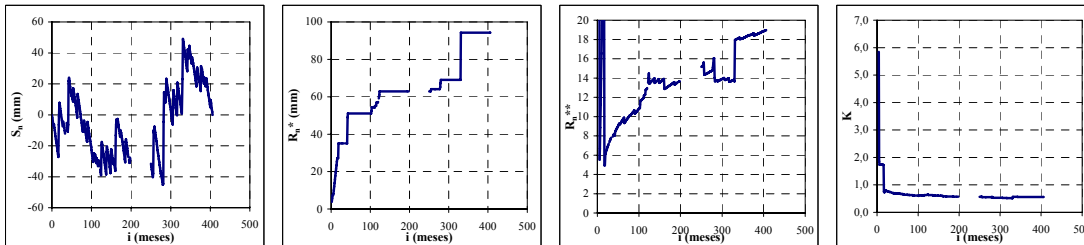
54. Río Loa Antes Represa Lequena



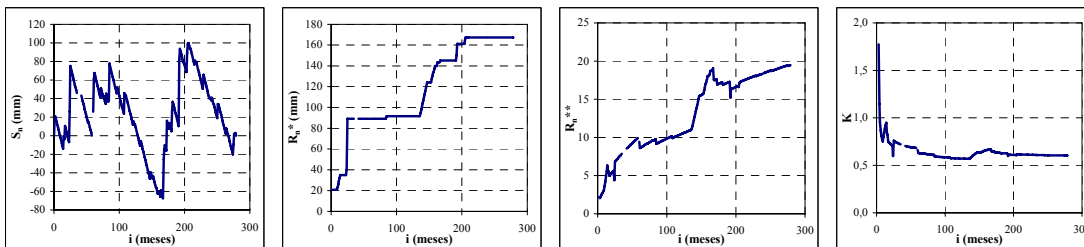
55. Lequena



56. Quinchamale

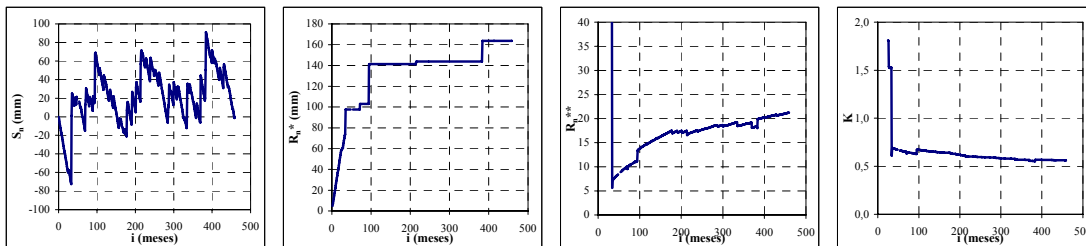


57. San Pedro de Conchi

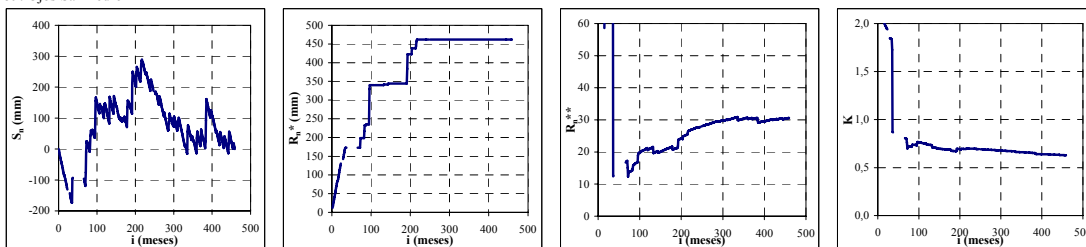


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series mensuales de precipitación. (Continuación)

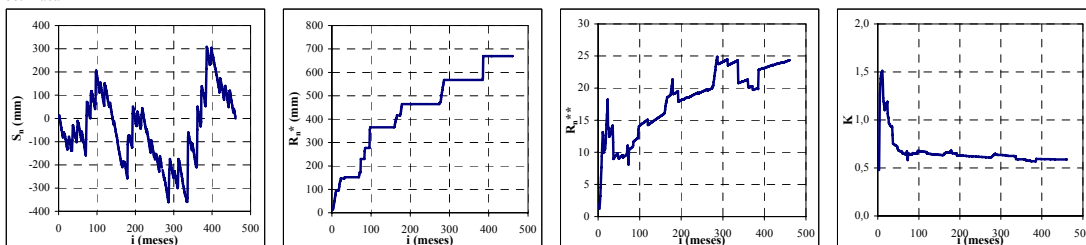
58. Parshall N° 2



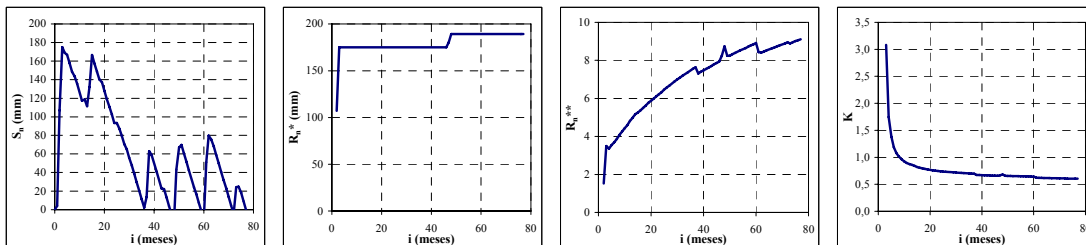
59. Ojos San Pedro



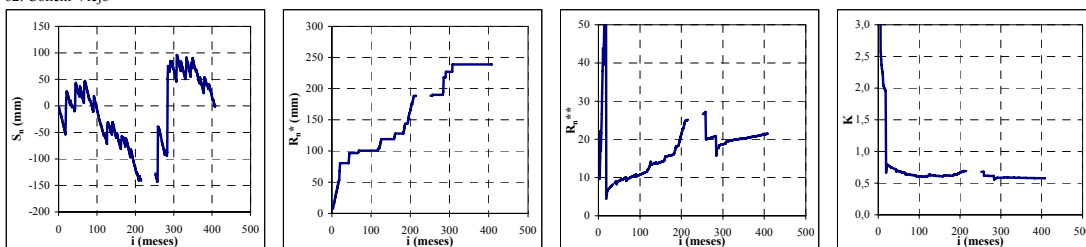
60. Inacaliri



61. Silala

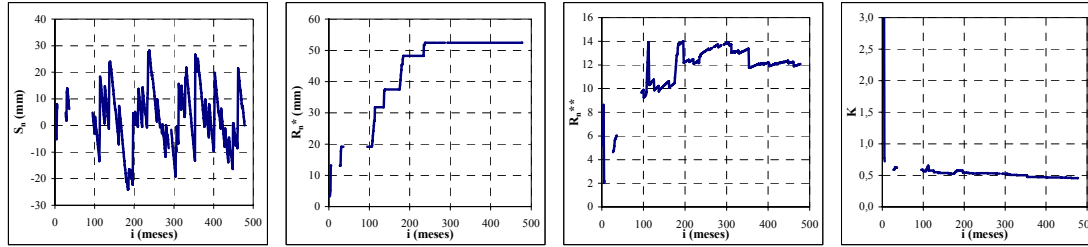


62. Conchi Viejo

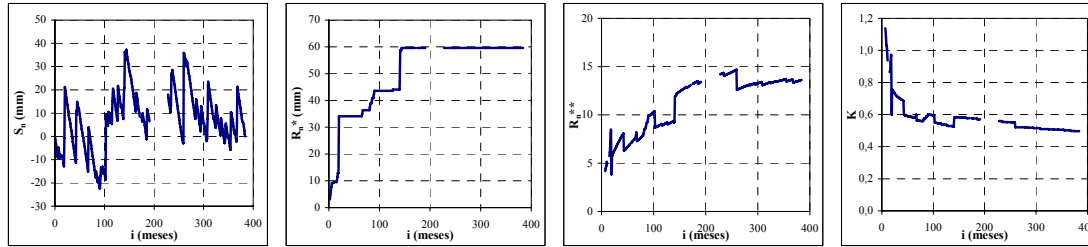


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series mensuales de precipitación. (Continuación)

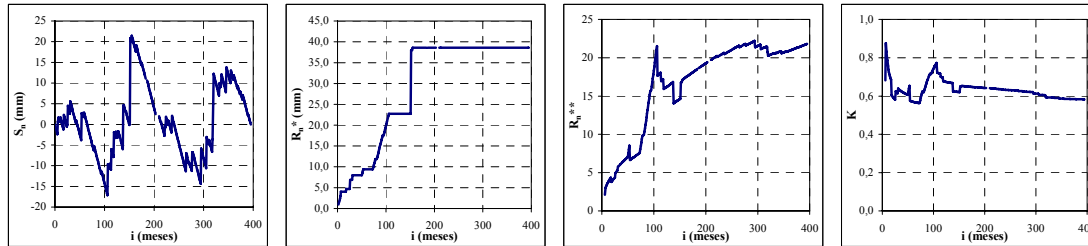
63. Conchi Embalse



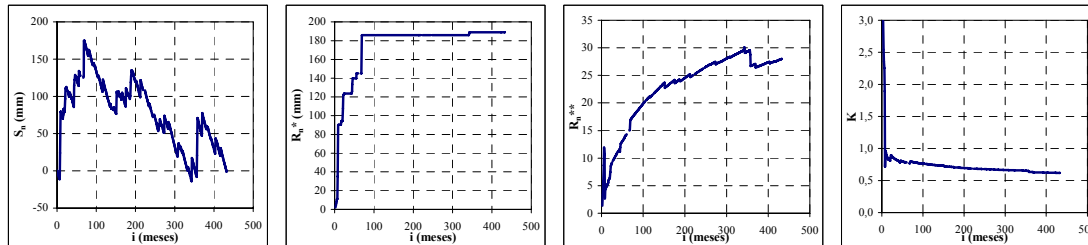
64. Conchi Muro Embalse



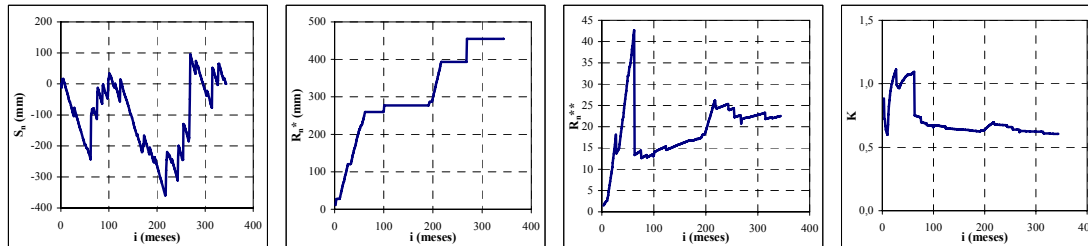
65. Chiu Chiu



66. Río Salado en Sifon Ayquina

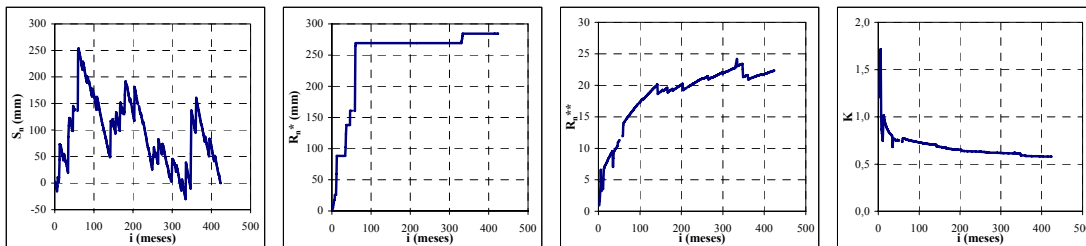


67. Cupo

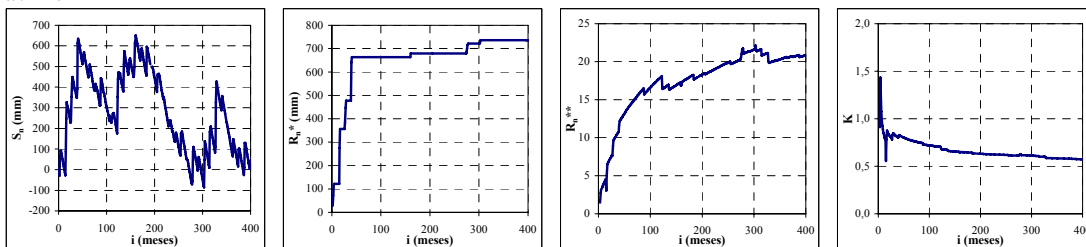


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series mensuales de precipitación. (Continuación)

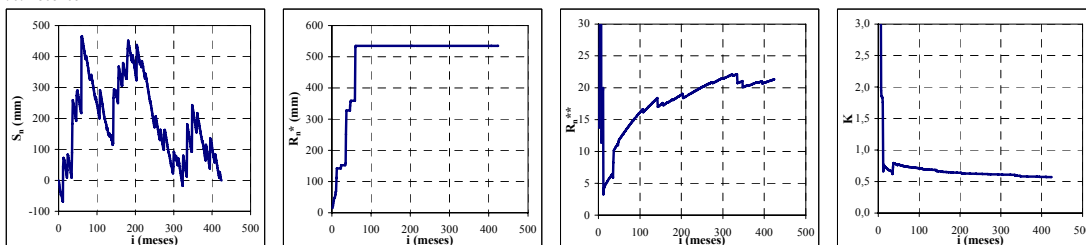
68. Turi



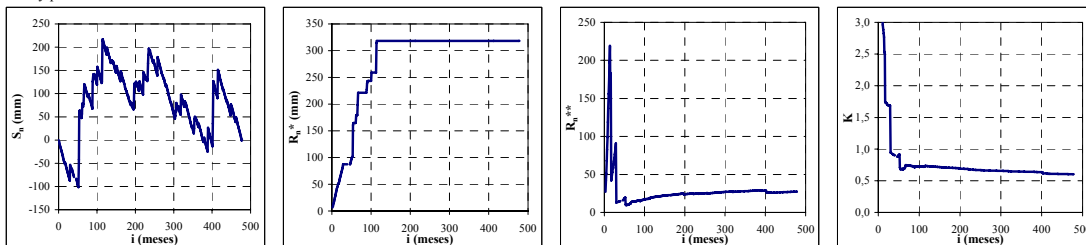
69. Linzor



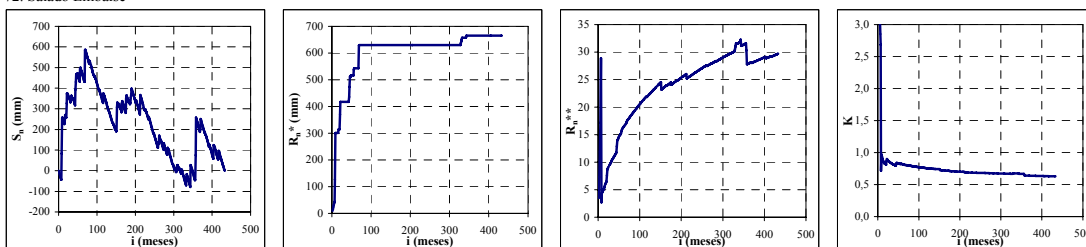
70. Toconce



71. Ayquina

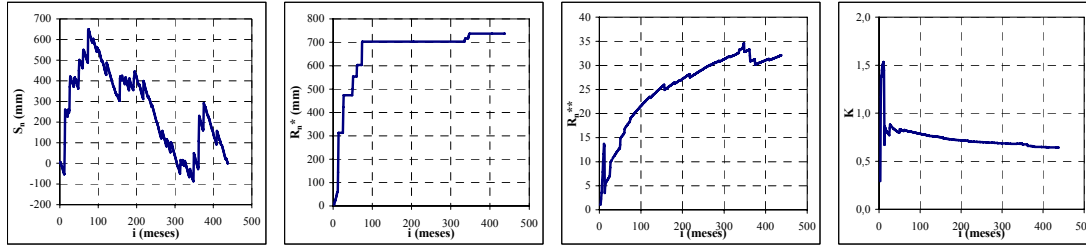


72. Salado Embalse

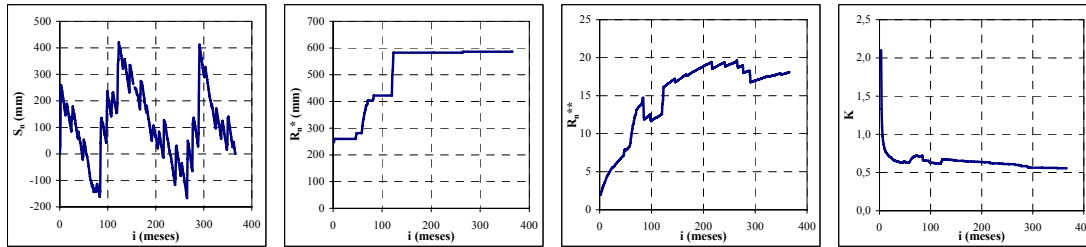


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series mensuales de precipitación. (Continuación)

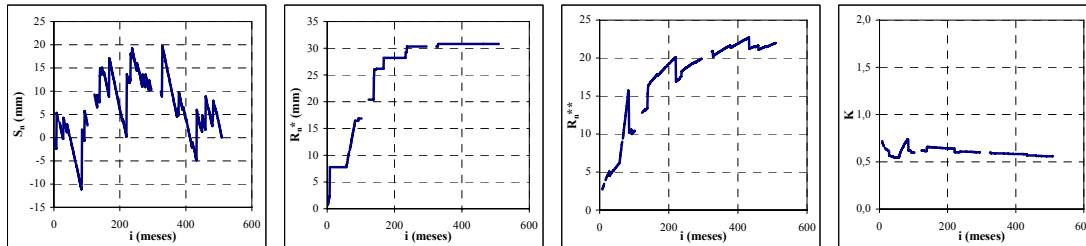
73. Caspana



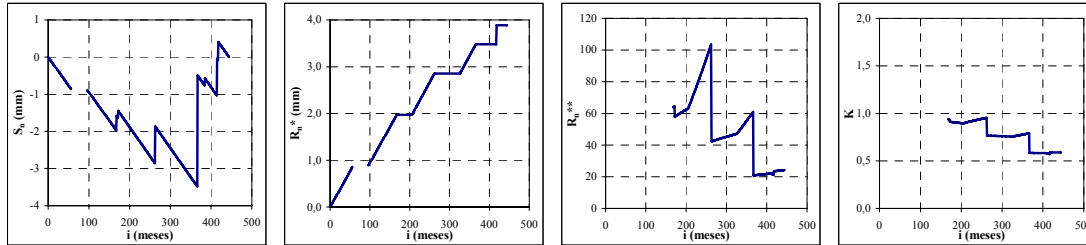
74. El Tatio



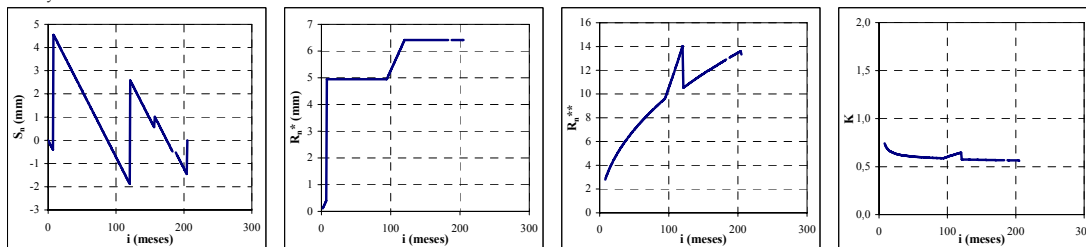
75. Calama



77. Quillagua

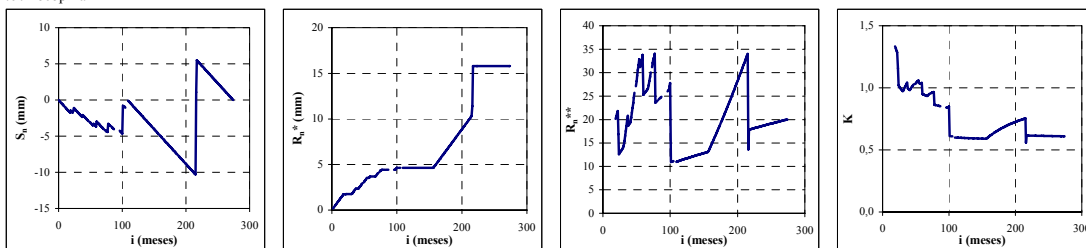


78. Coya Sur

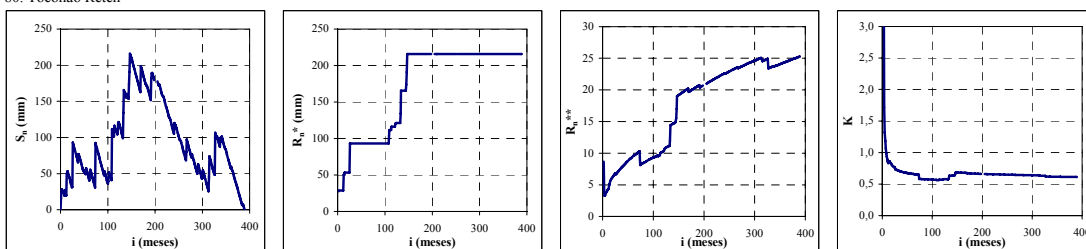


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series mensuales de precipitación. (Continuación)

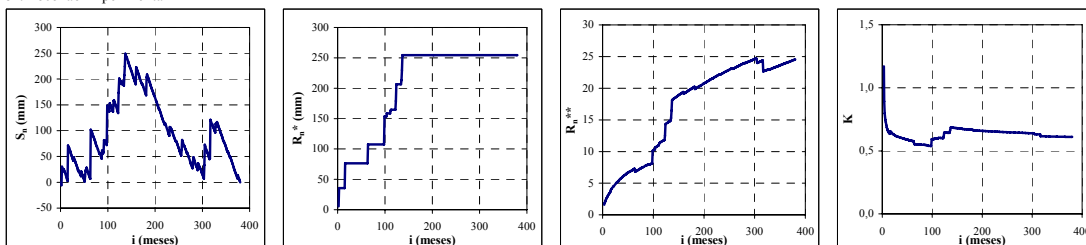
79. Tocopilla



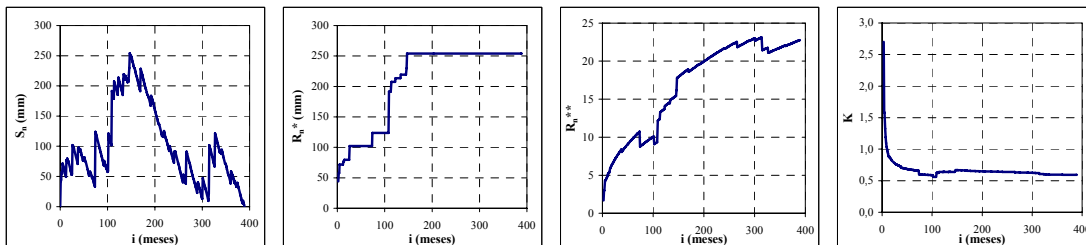
80. Toconao Reten



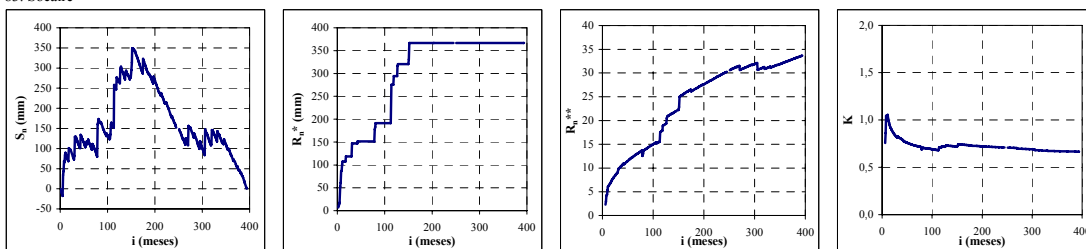
81. Toconao Experimental



82. Camar



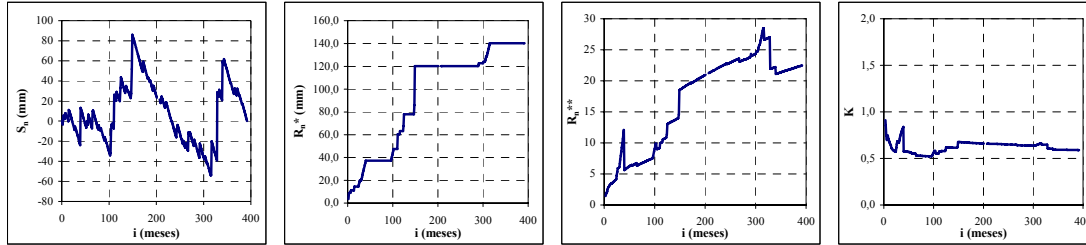
83. Socaire



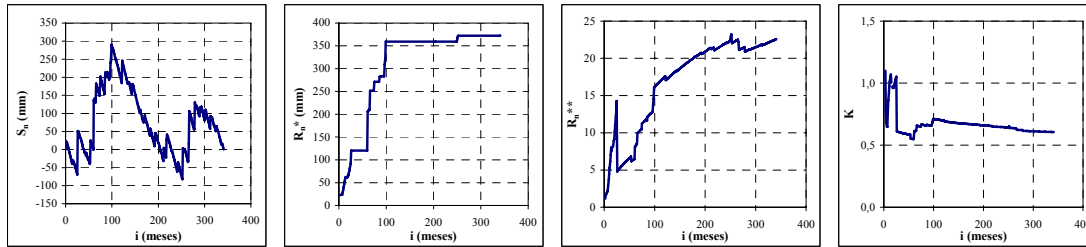
Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series mensuales de precipitación. (Continuación)



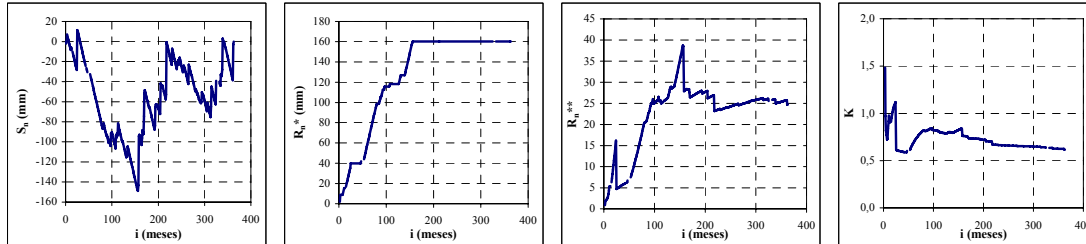
84. Peine



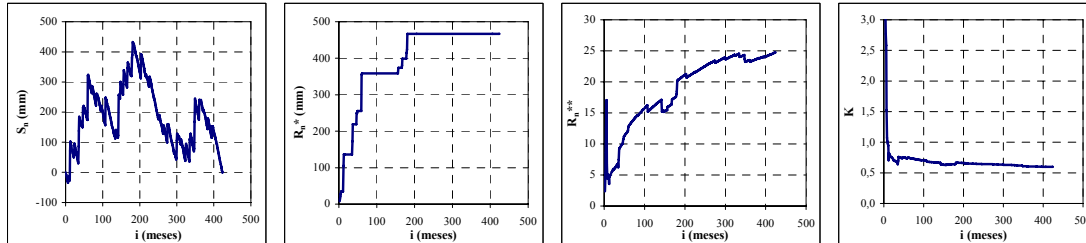
85. Talabre



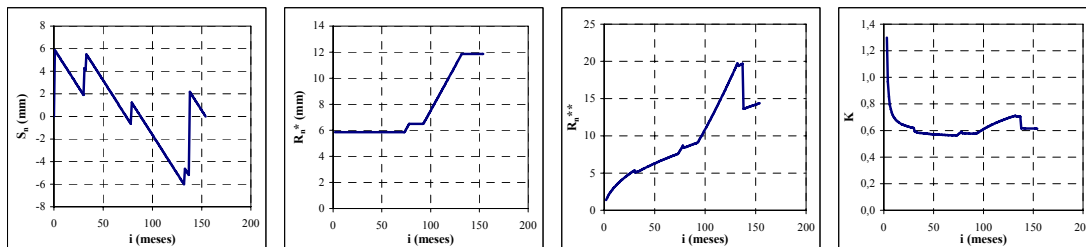
86. San Pedro de Atacama



87. Rio Grande

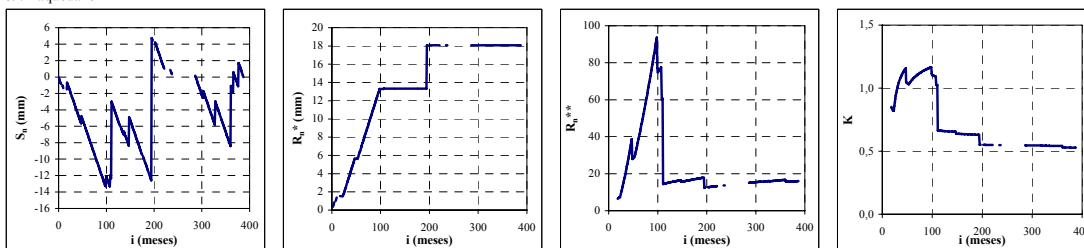


88. Sierra Gorda

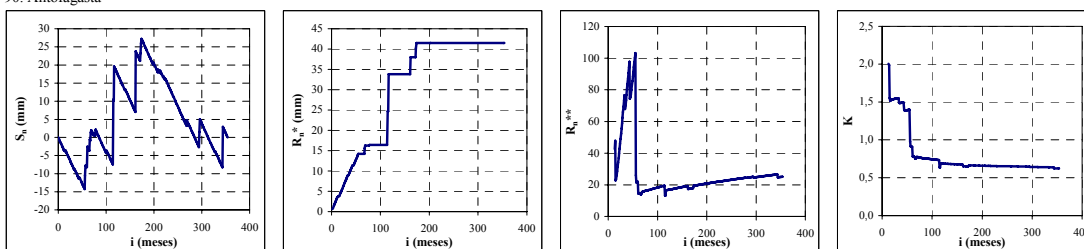


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series mensuales de precipitación. (Continuación)

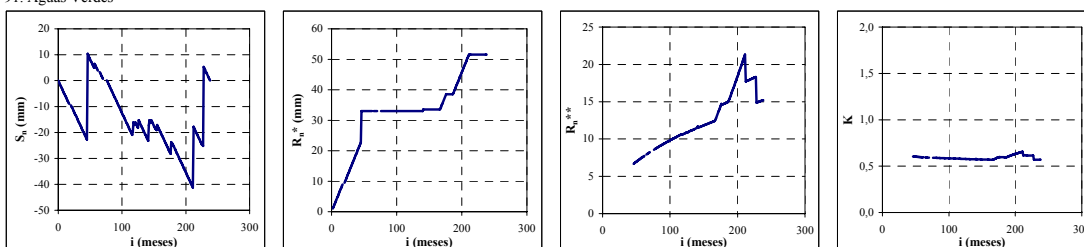
89. Baquedano



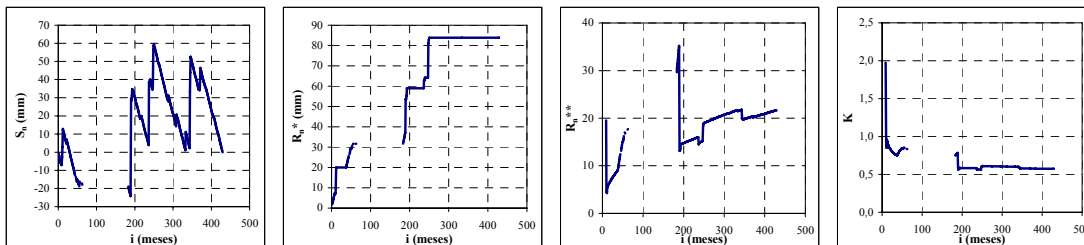
90. Antofagasta



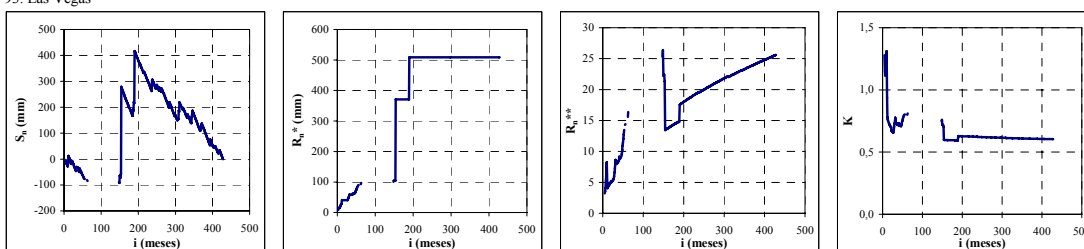
91. Aguas Verdes



92. Tal Tal

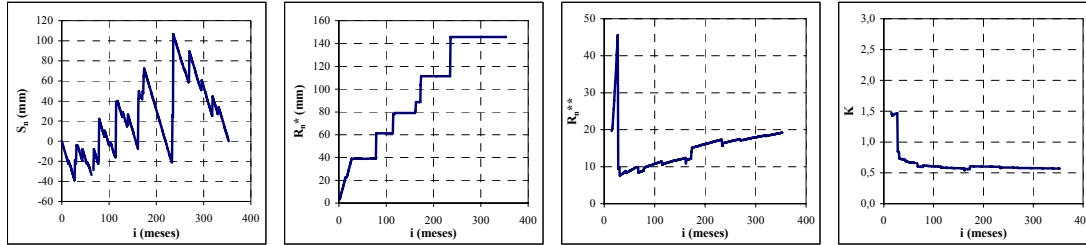


93. Las Vegas

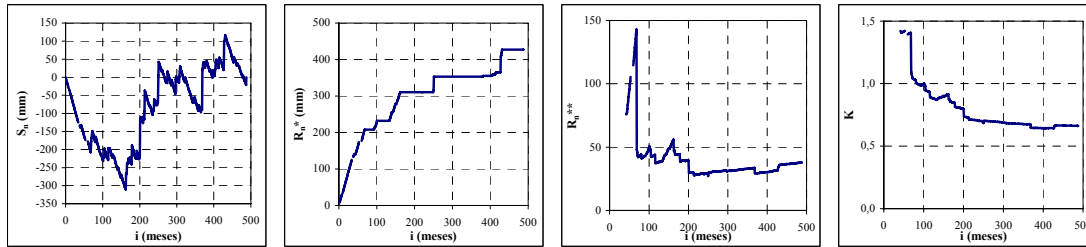


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series mensuales de precipitación. (Continuación)

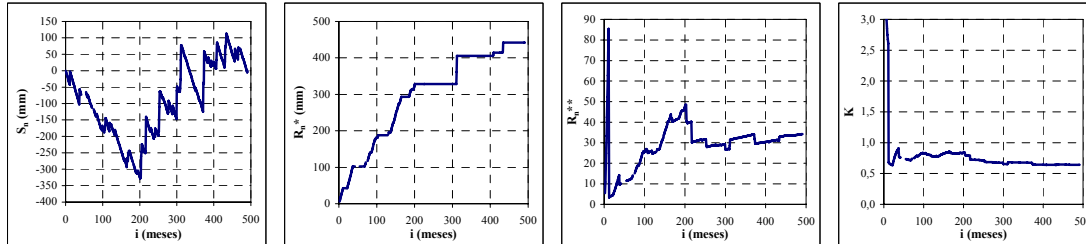
94. Caldera



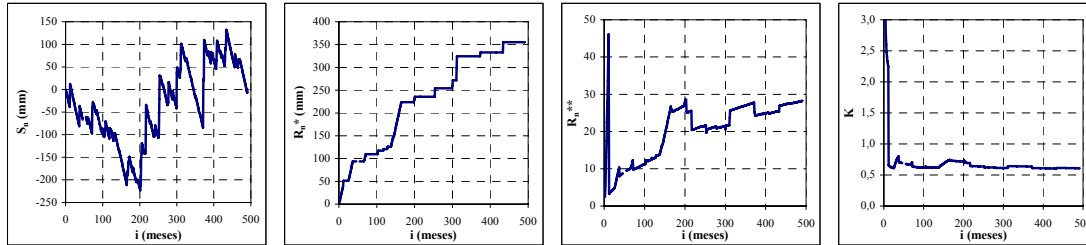
95. Jorquera en la Guardia



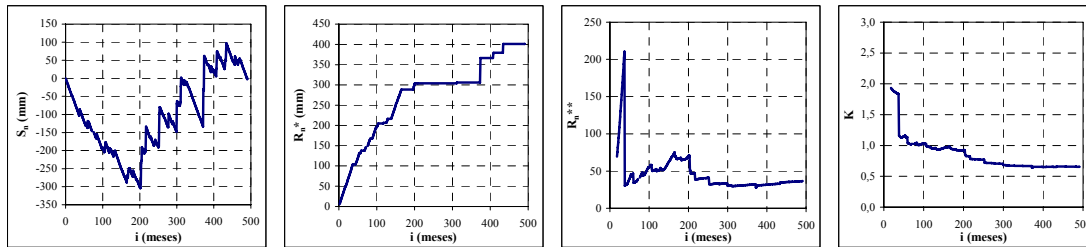
96. Iglesia Colorada



97. Manflas

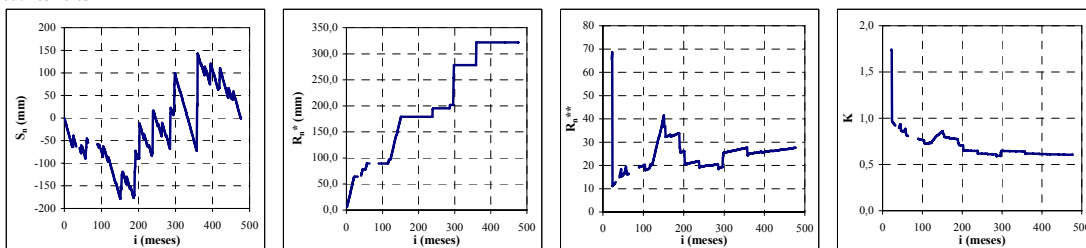


98. Lautaro Embalse

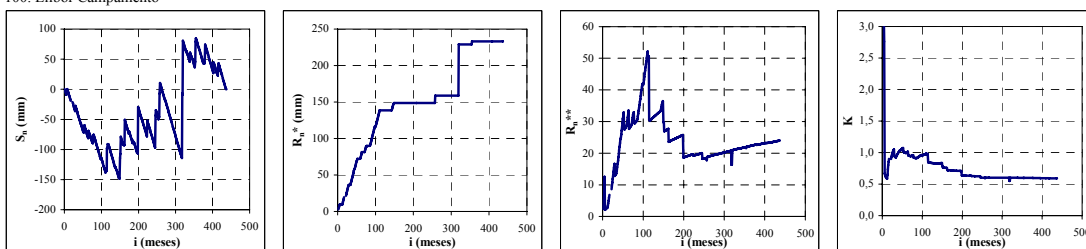


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series mensuales de precipitación. (Continuación)

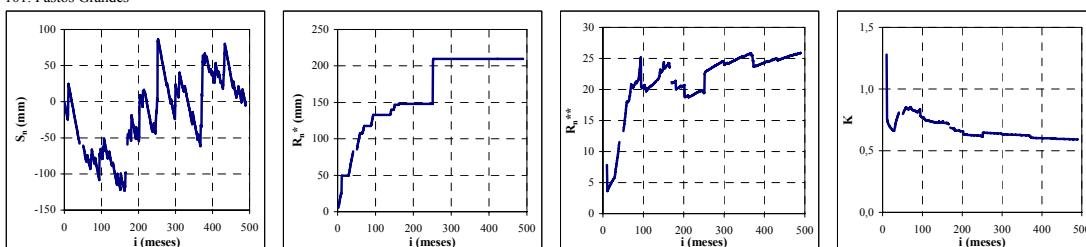
99. Los Loros



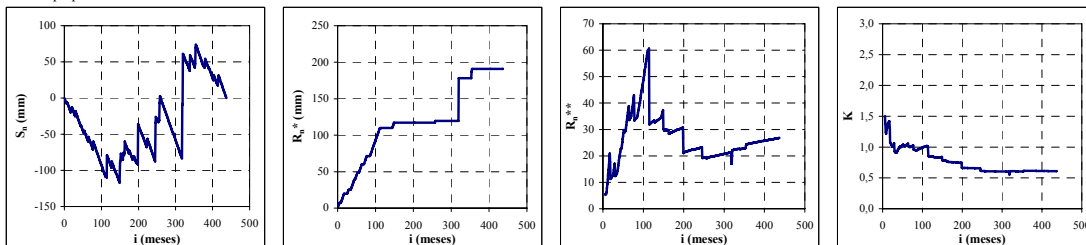
100. Elibor Campamento



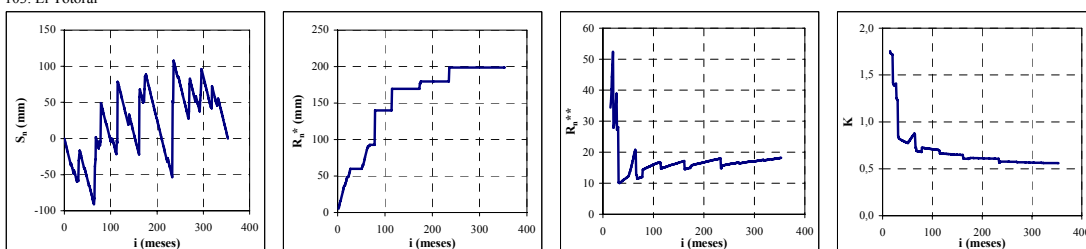
101. Pastos Grandes



102. Copiapo

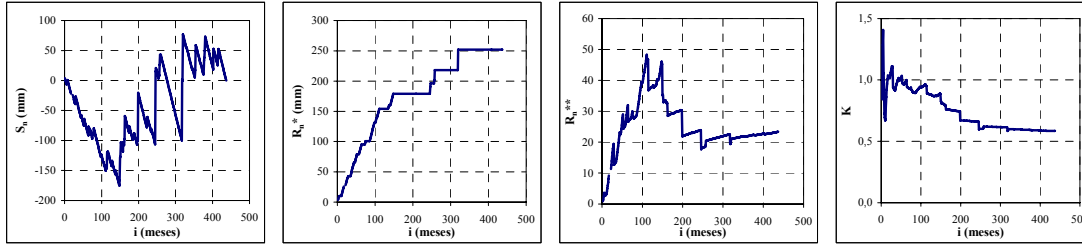


103. El Totoral



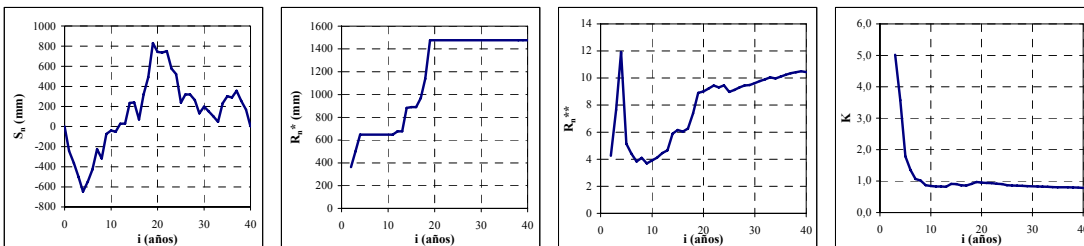
Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series mensuales de precipitación. (Continuación)

104. Canto de Agua

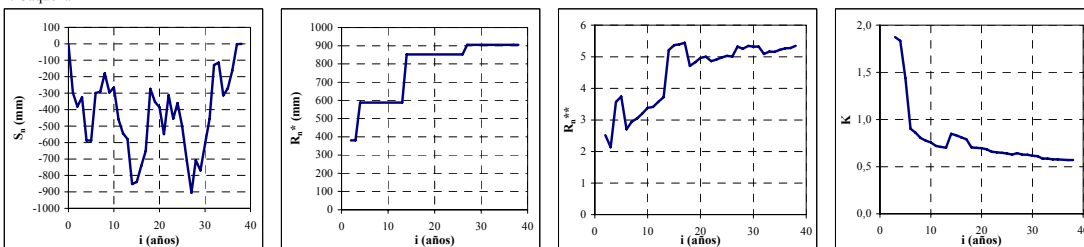


Volumen almacenado (Sn), Rango ajustado (Rn\*), Rango escalado (Rn\*\*) y coeficiente de Hurst (K) de las series mensuales de precipitación. (Continuación)

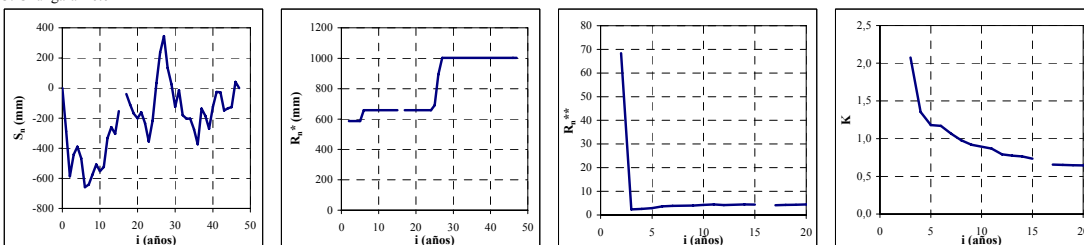
1. Visviri



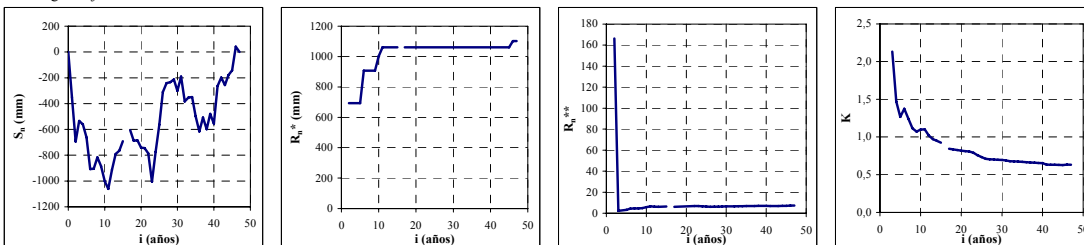
2. Caquena



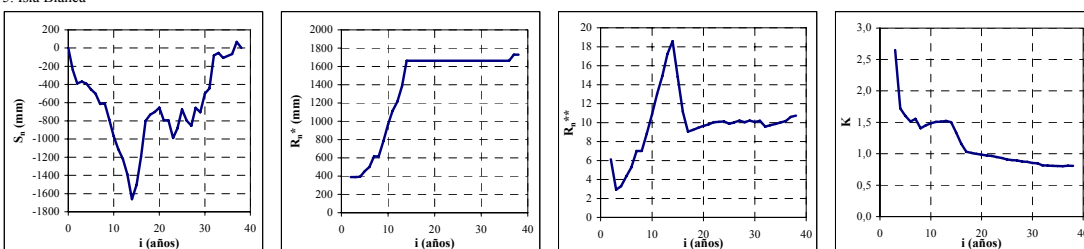
3. Chungara Reten



4. Chungara Ajata

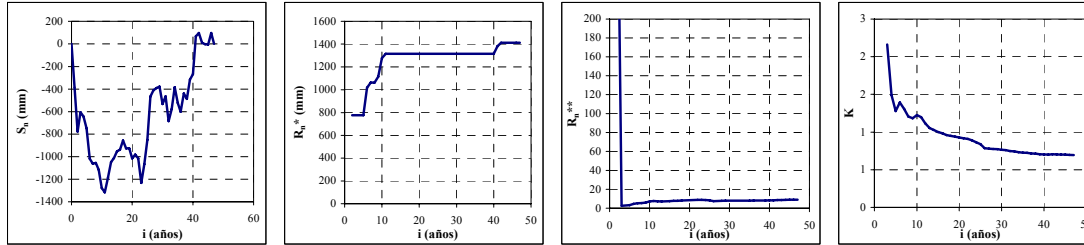


5. Isla Blanca

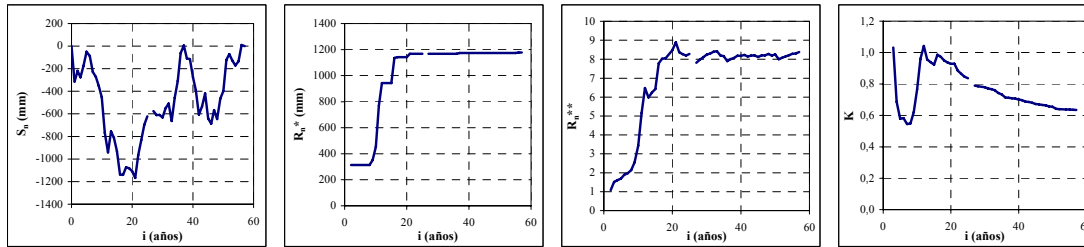


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series anuales de precipitación.

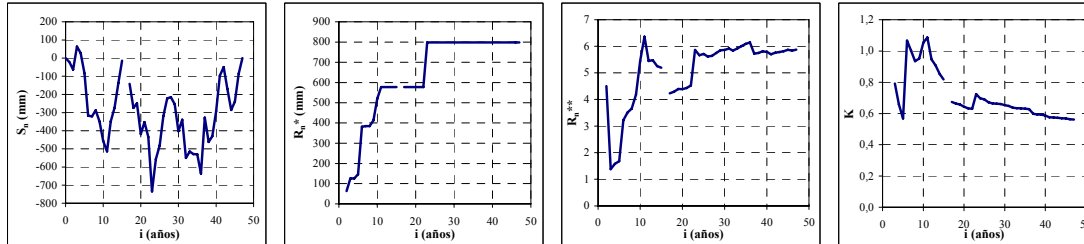
6. Cotacotani



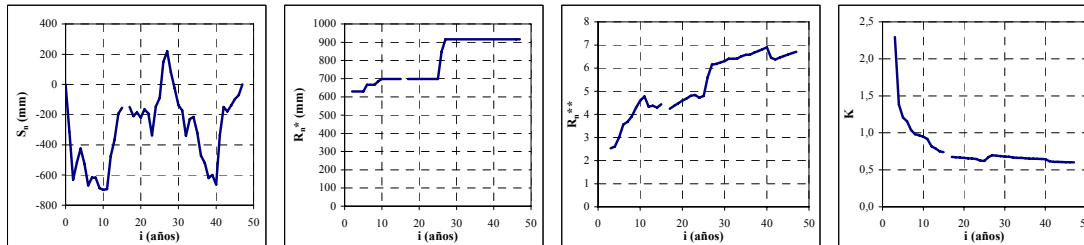
7. Parinacota Conaf DGA



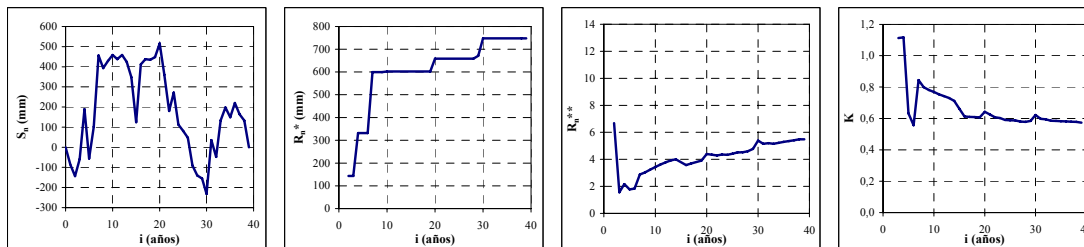
8. Chucuyo Reten



9. Parinacota ex Endesa

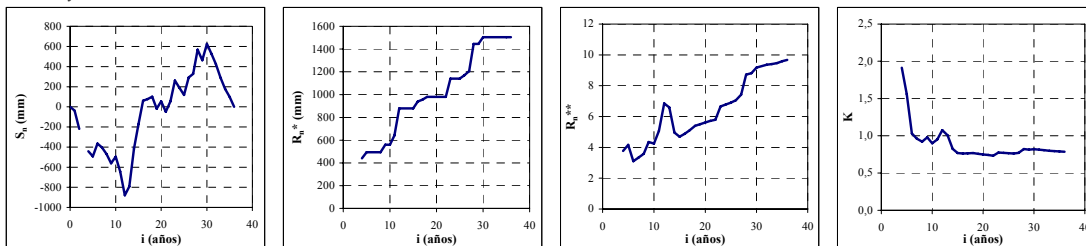


10. Guallatire

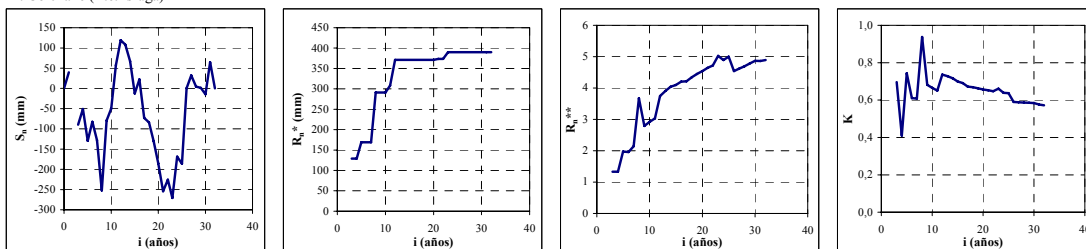


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series anuales de precipitación. (Continuación)

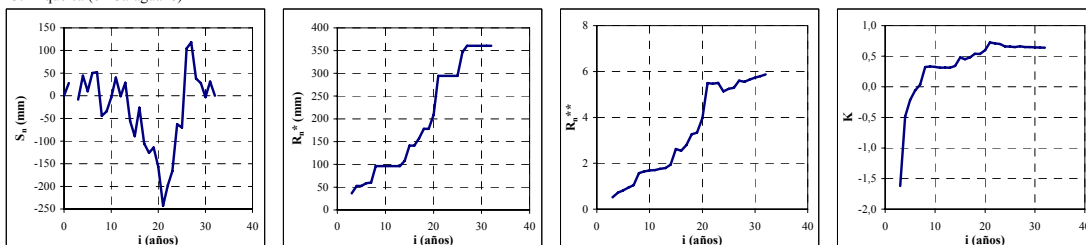
11. Chilcaya



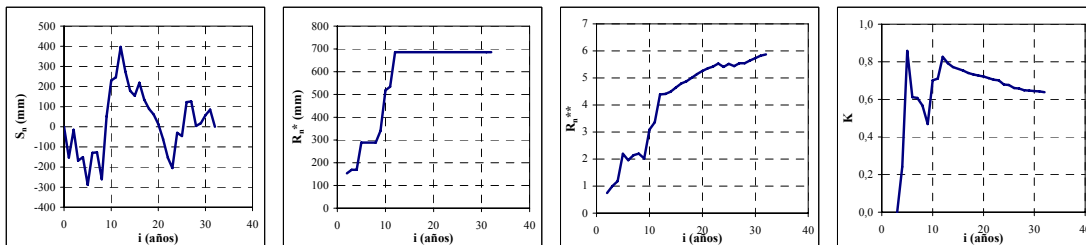
12. Colchane (Tte. Isluga)



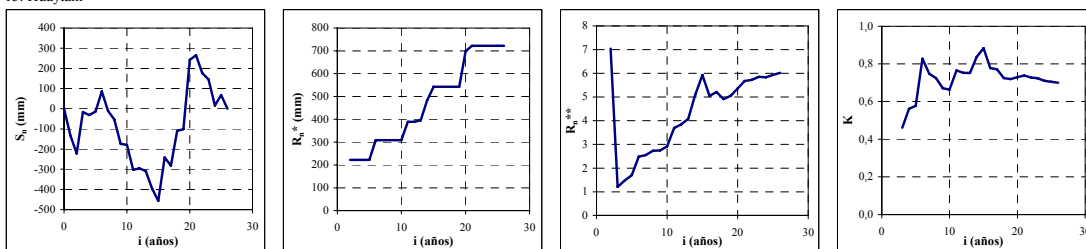
13. Enquelea (ex Caraguano)



14. Cancosa



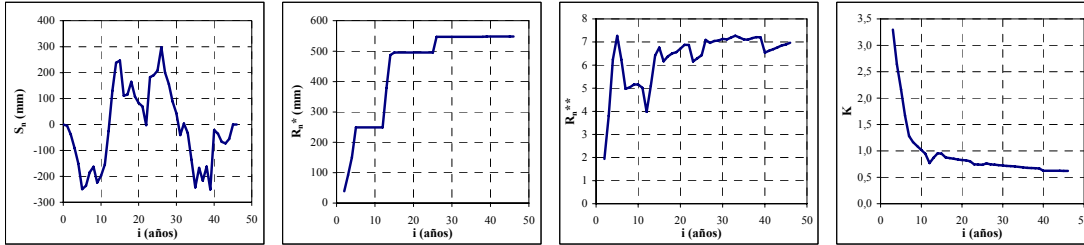
15. Huaytani



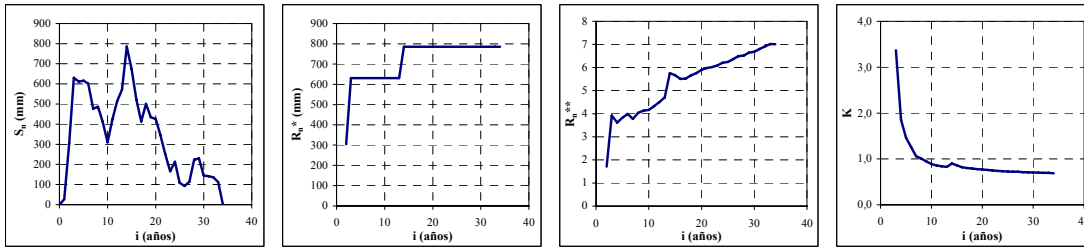
Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series anuales de precipitación. (Continuación)



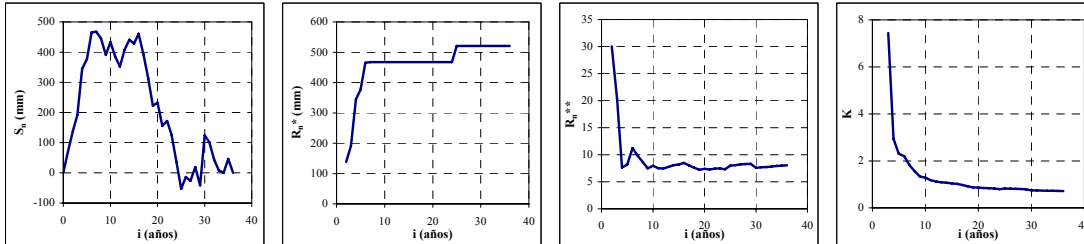
16. Coyacagua



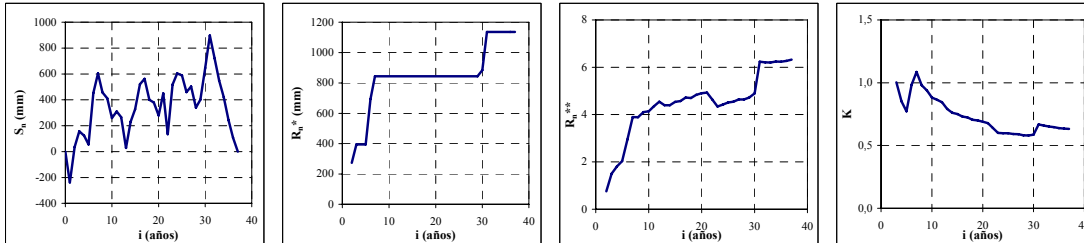
17. Ujina



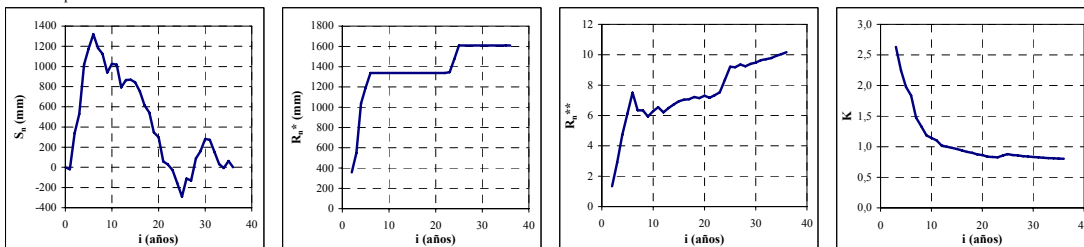
18. Collahuasi



19. Villa Industrial (Tacora)

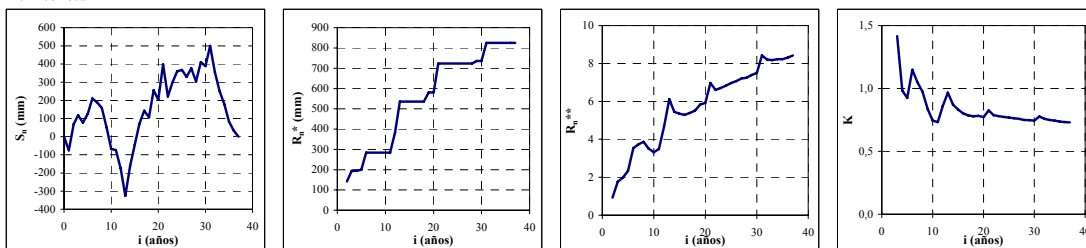


20. Humapalca

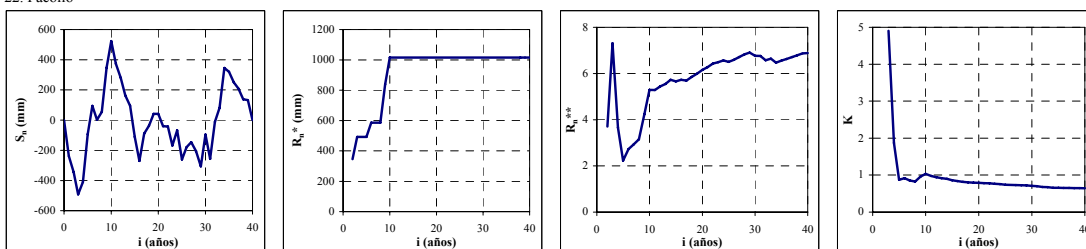


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series anuales de precipitación. (Continuación)

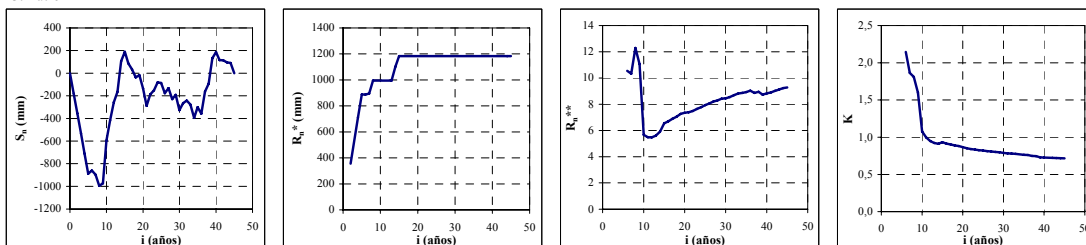
21. Alcerreca



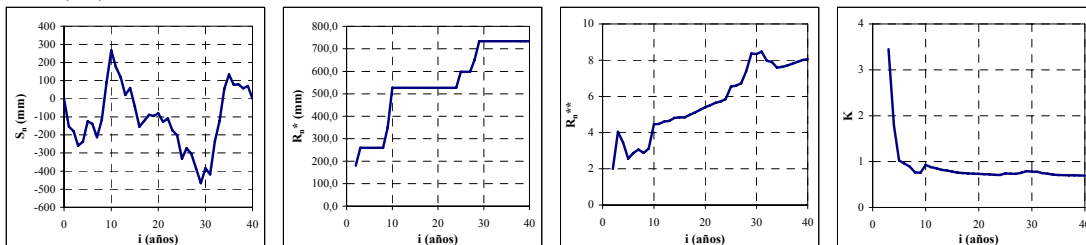
22. Pacollo



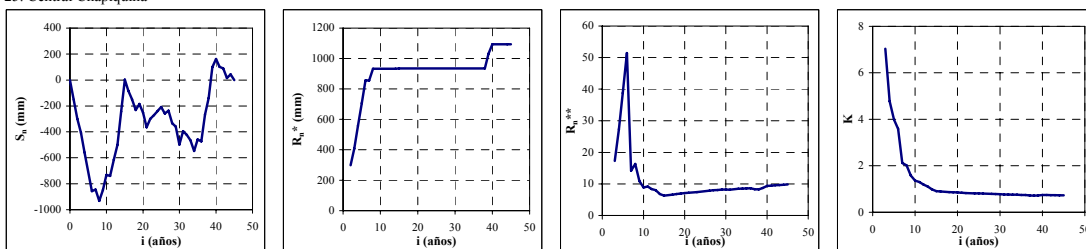
23. Putre



24. Putre (DCP)

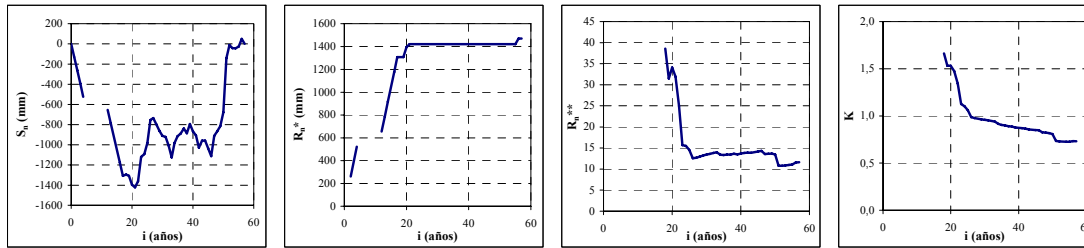


25. Central Chapiquiña

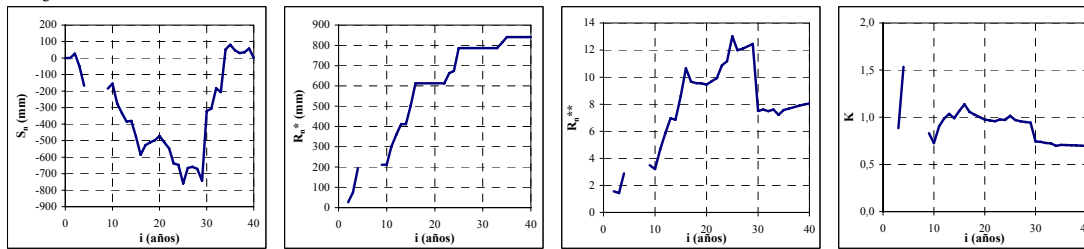


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series anuales de precipitación. (Continuación)

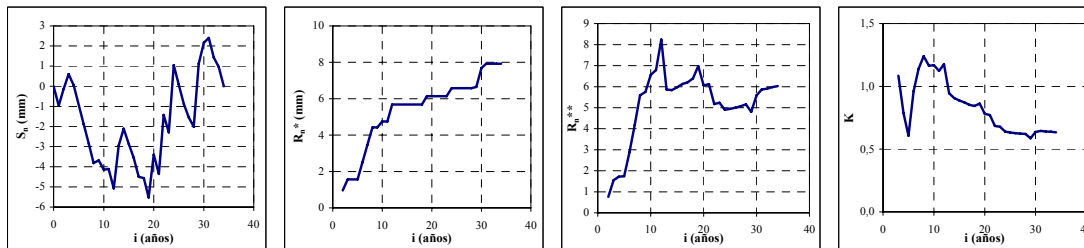
26. Belen



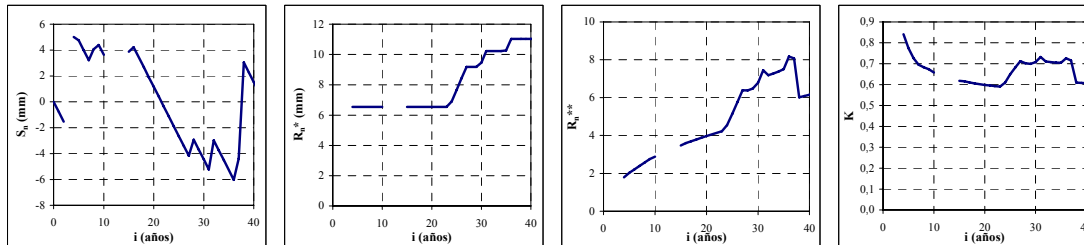
27. Tignamar



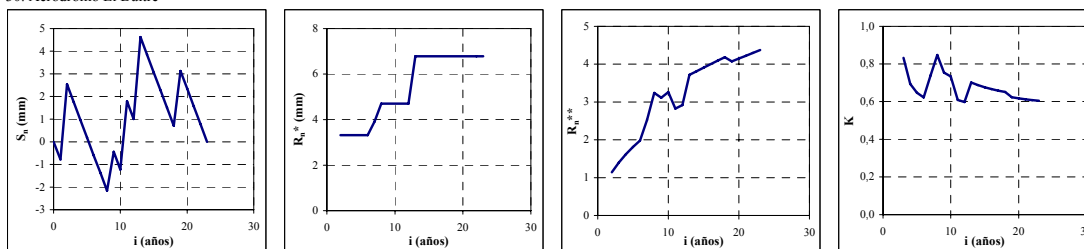
28. Arica Oficina



29. Azapa

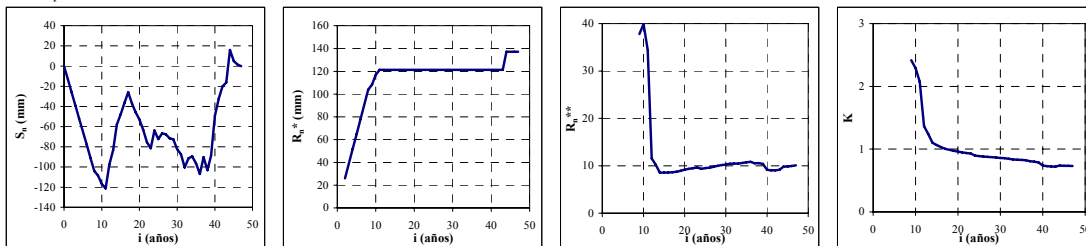


30. Aeródromo El Buitre

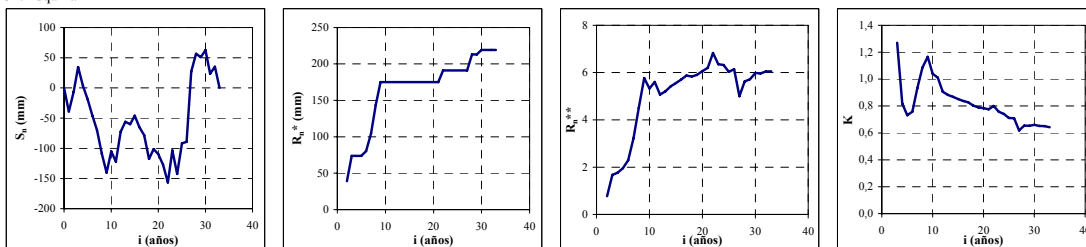


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series anuales de precipitación. (Continuación)

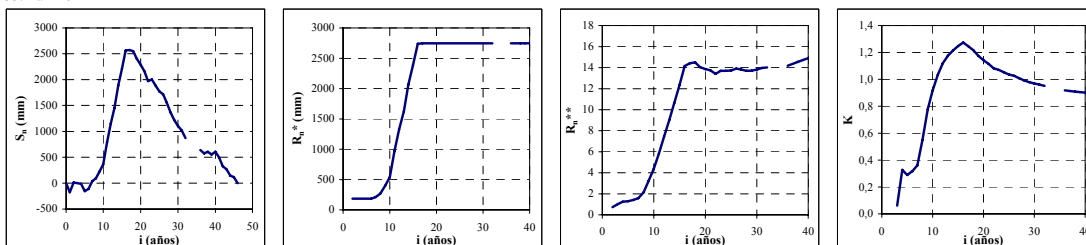
32. Codpa



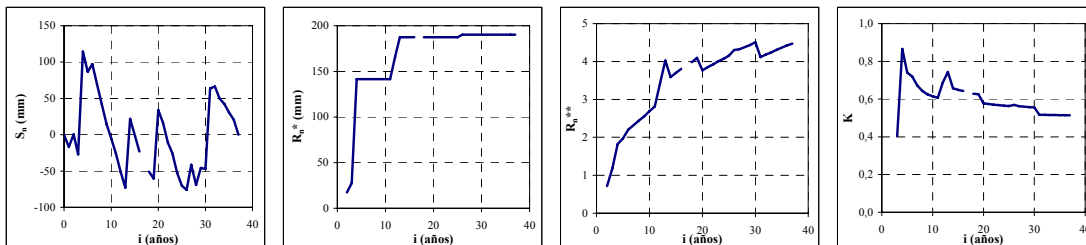
34. Esquiña



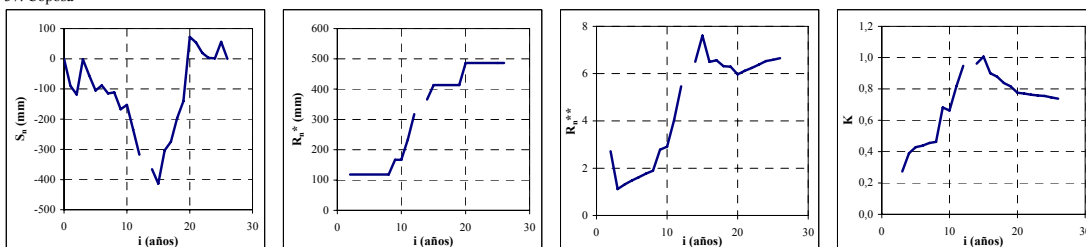
35. Pumire



36. Camiña

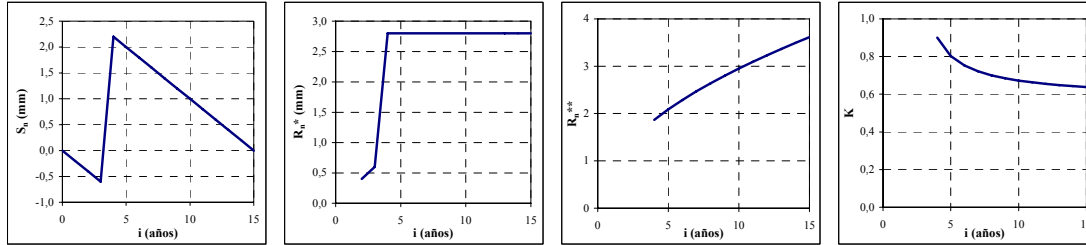


37. Coposa

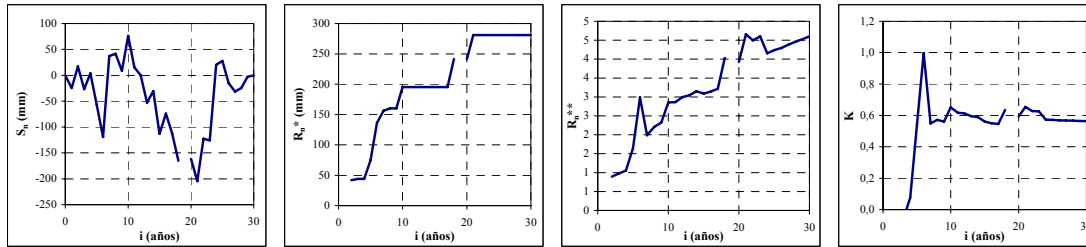


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series anuales de precipitación. (Continuación)

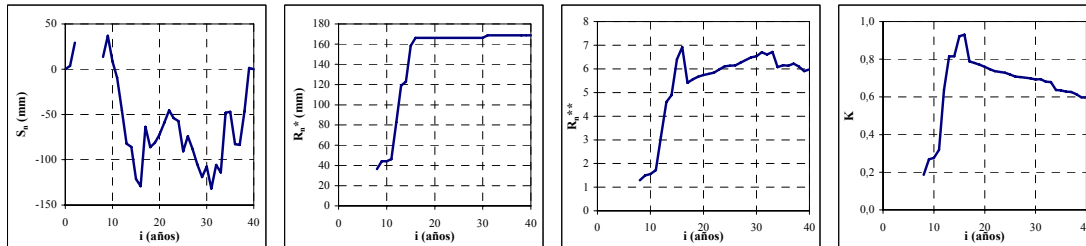
38. Huara en Fuerte Baquedano



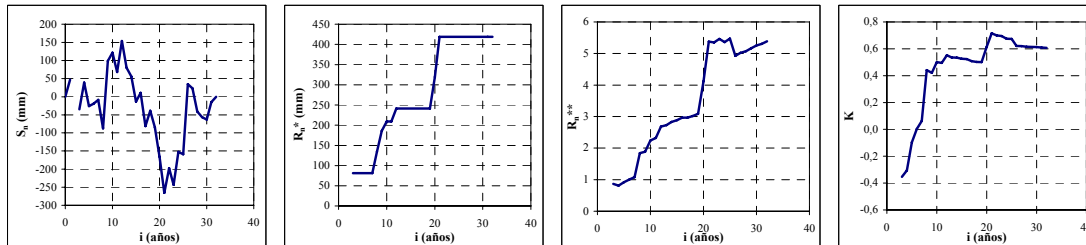
39. Pampa Lirima



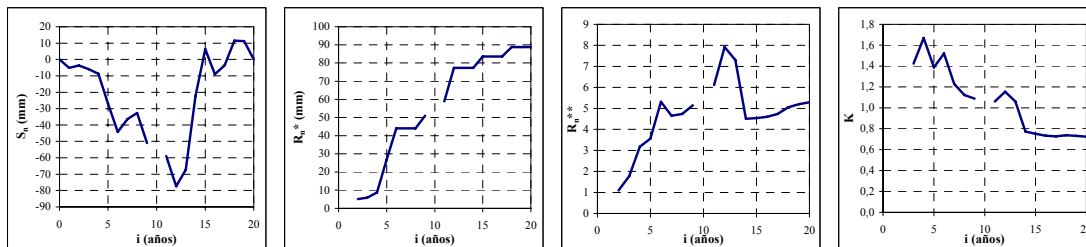
40. Poroma



41. Lagunillas (Pampa Lirima)

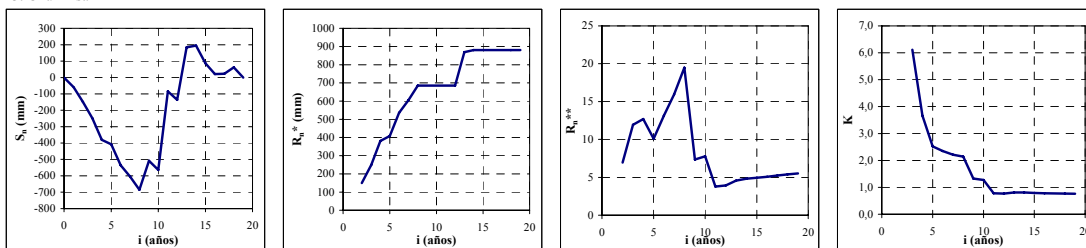


42. Mocha

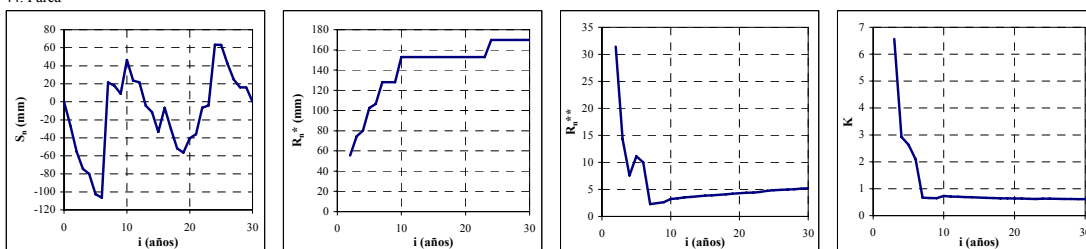


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series anuales de precipitación. (Continuación)

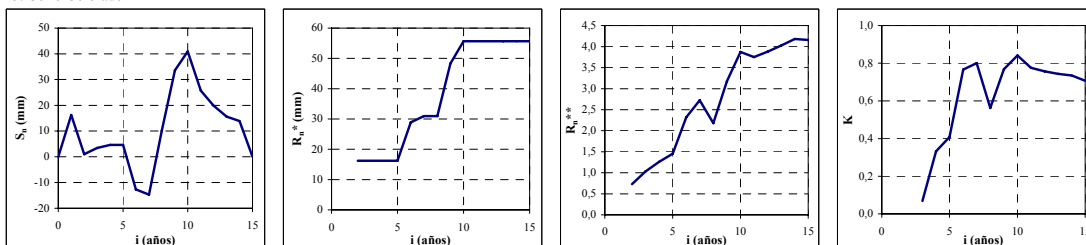
43. Chuzmisa



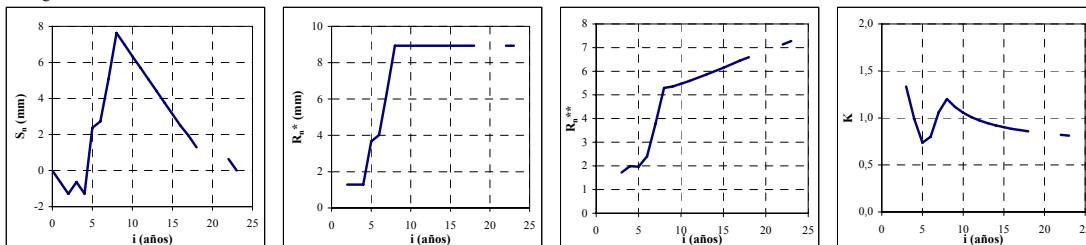
44. Parca



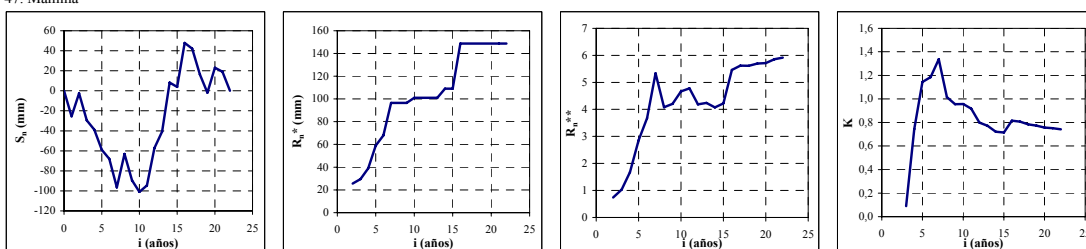
45. Cerro Colorado



46. Sagasca

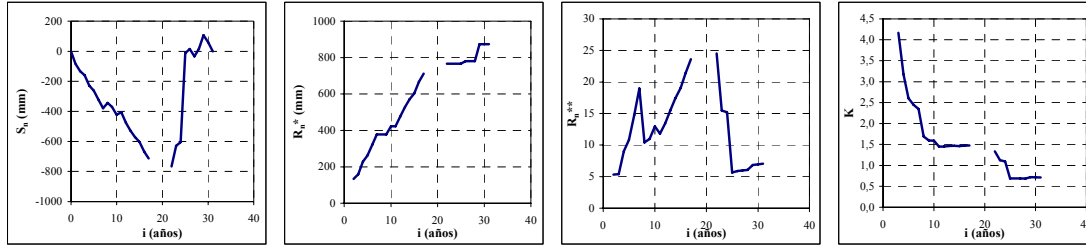


47. Mamiña

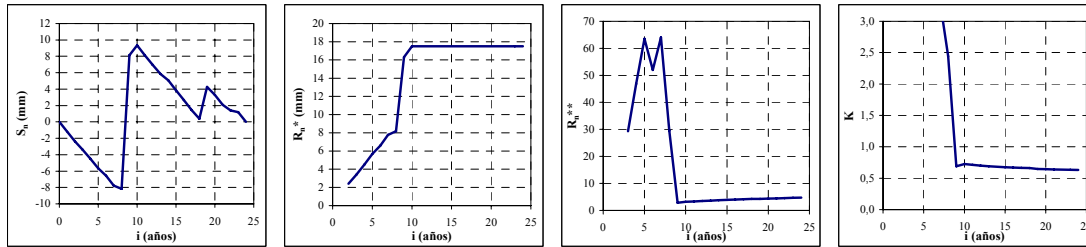


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series anuales de precipitación. (Continuación)

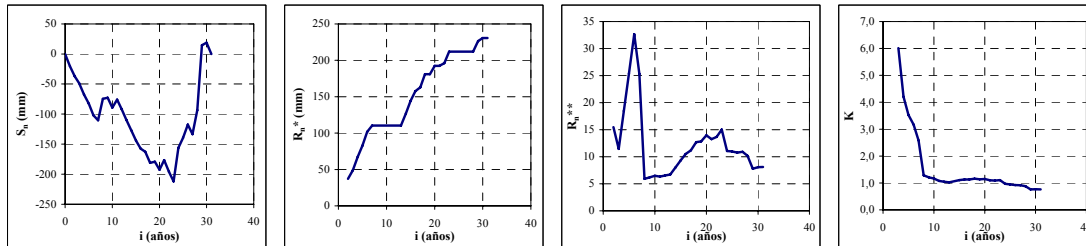
48. Copaquire



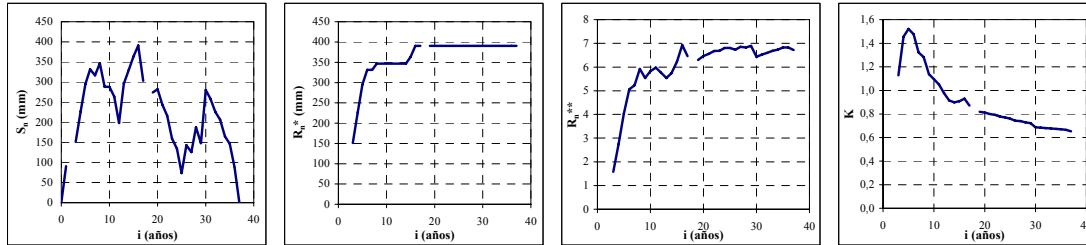
49. Iquique



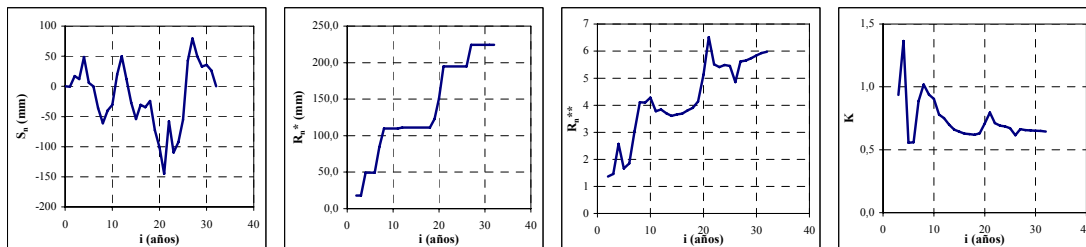
50. Guatacondo DGA



51. Ollague

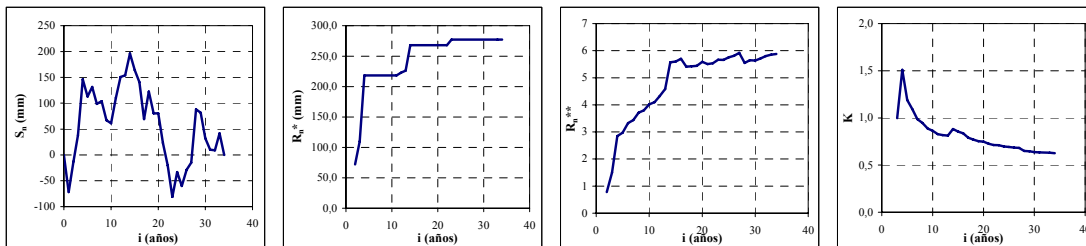


52. Cebollar

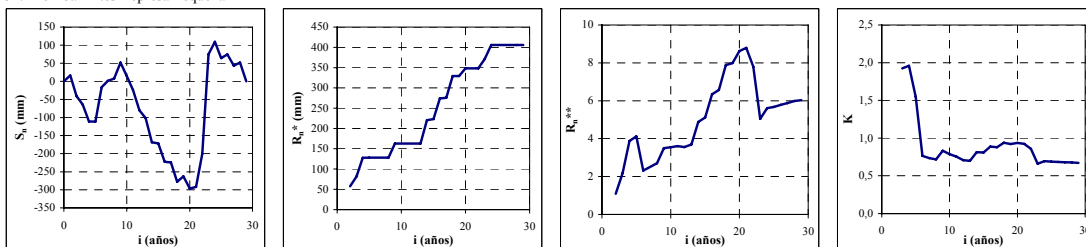


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series anuales de precipitación. (Continuación)

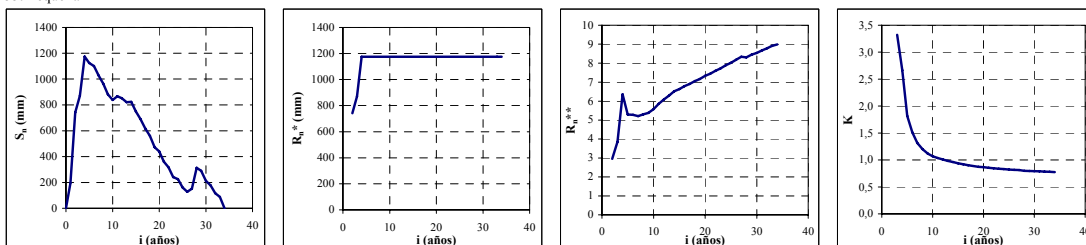
53. Ascotan



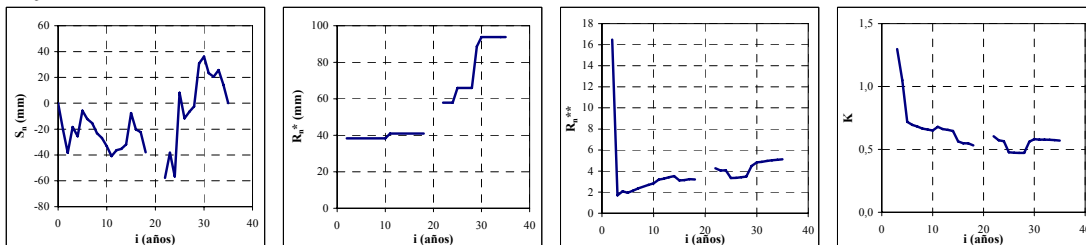
54. Río Loa Antes Represa Lequena



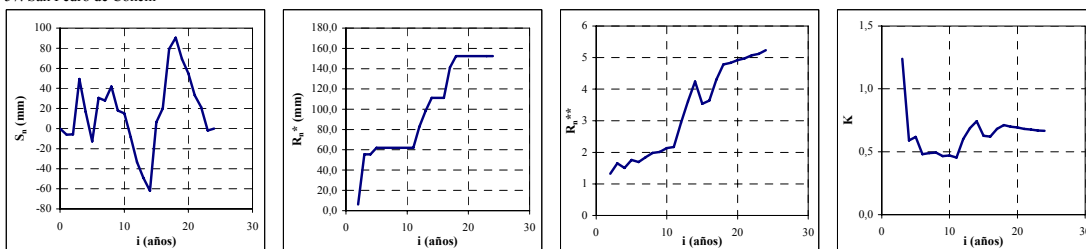
55. Lequena



56. Quinchamale



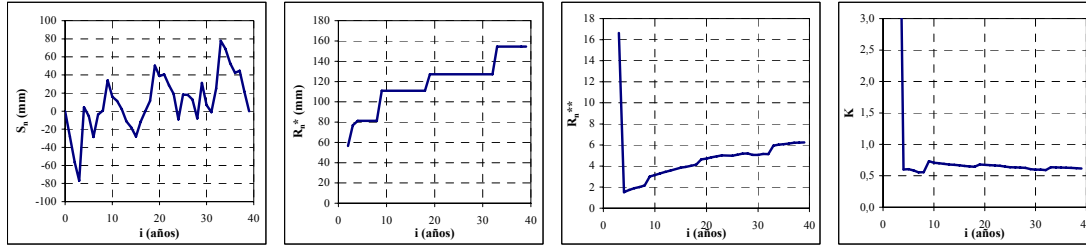
57. San Pedro de Conchi



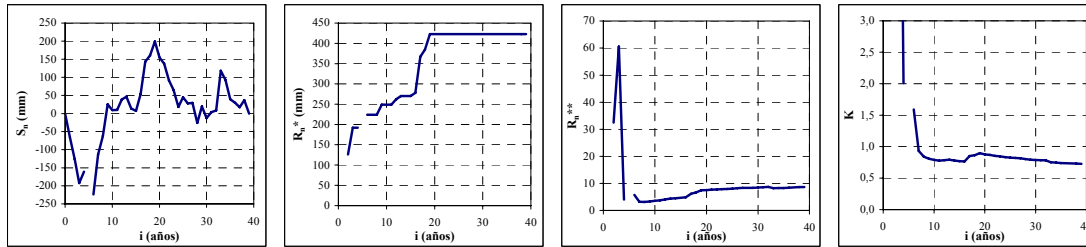
Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series anuales de precipitación. (Continuación)



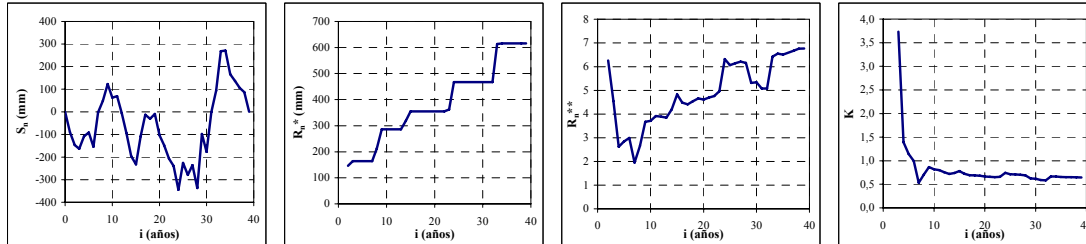
58. Parshall N° 2



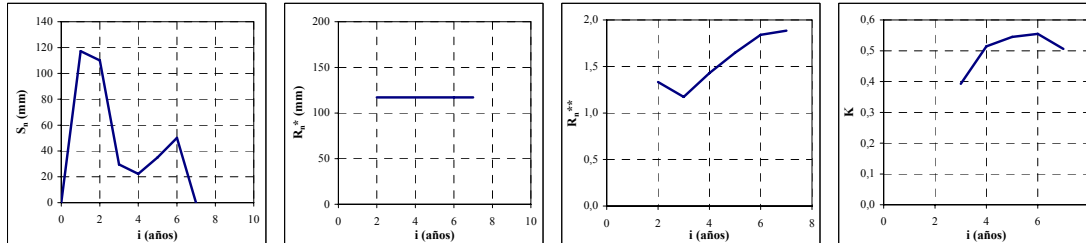
59. Ojos San Pedro



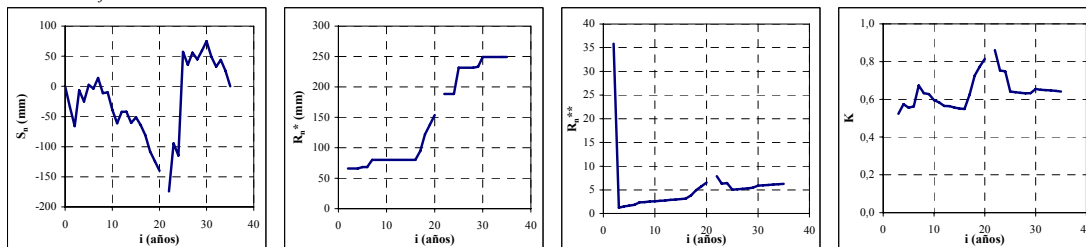
60. Inacaliri



61. Silala

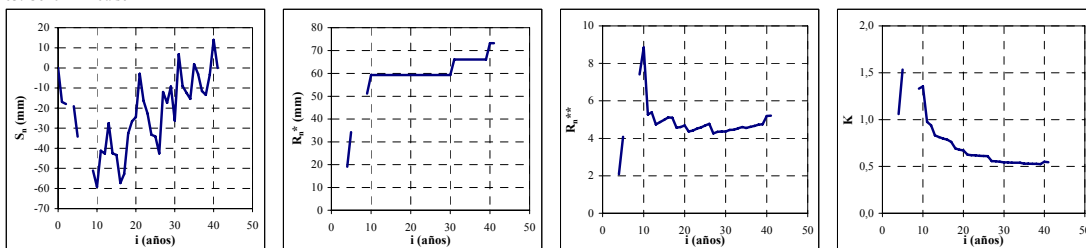


62. Conchi Viejo

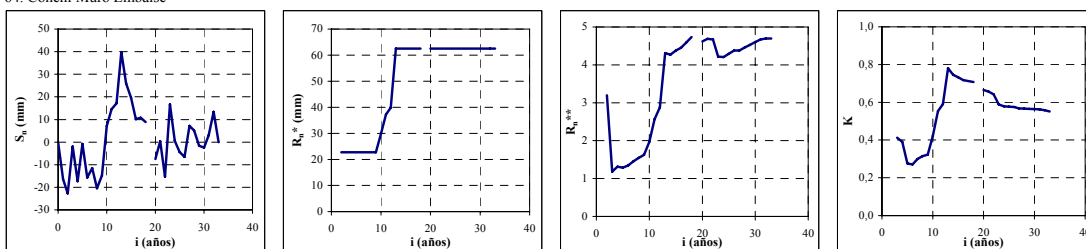


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series anuales de precipitación. (Continuación)

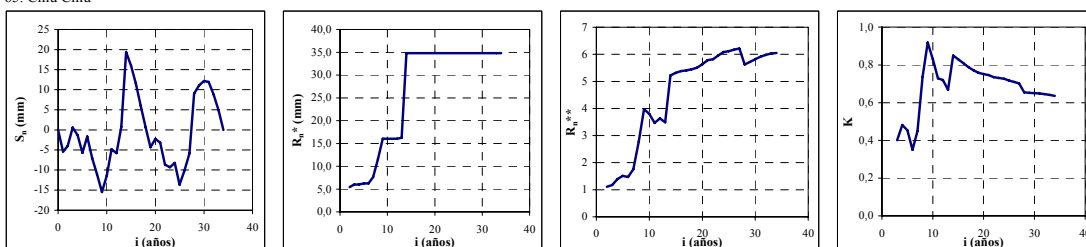
63. Conchi Embalse



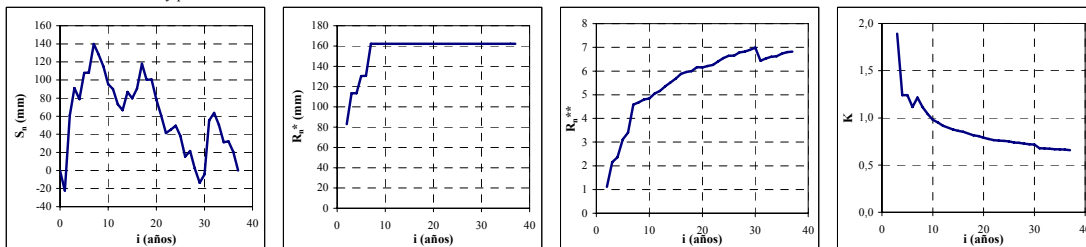
64. Conchi Muro Embalse



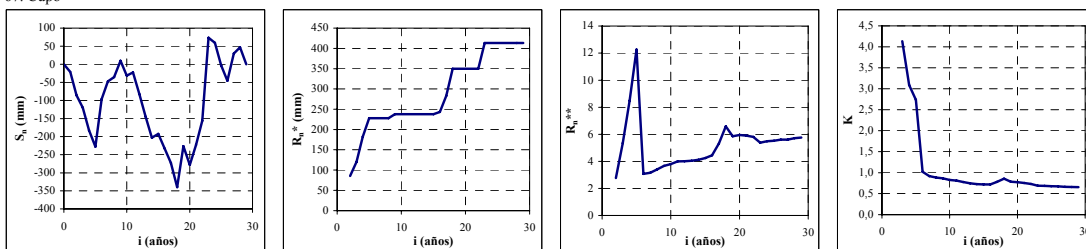
65. Chiu Chiu



66. Río Salado en Sifón Ayquina

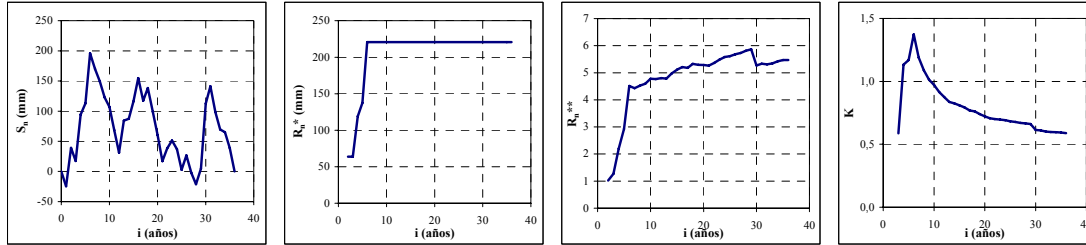


67. Cupo

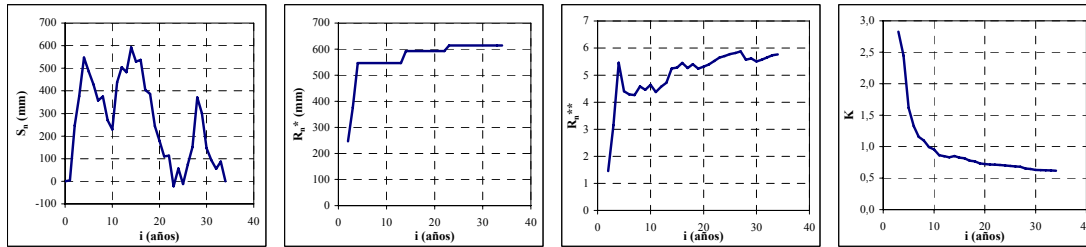


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series anuales de precipitación. (Continuación)

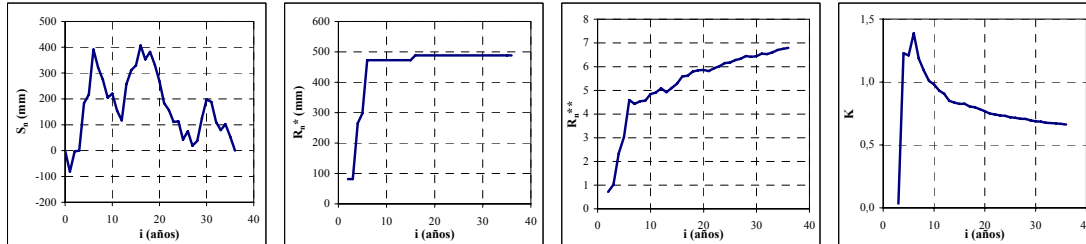
68. Turi



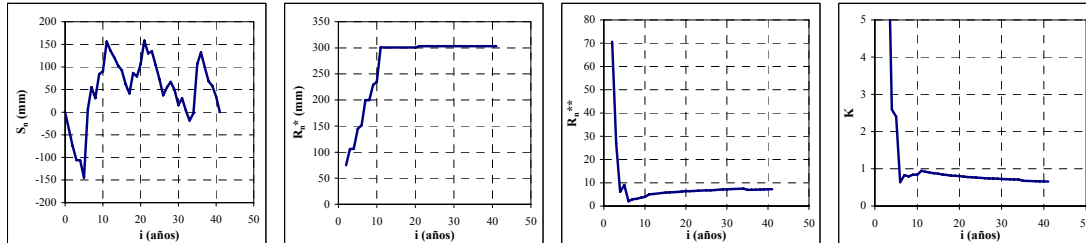
69. Linzor



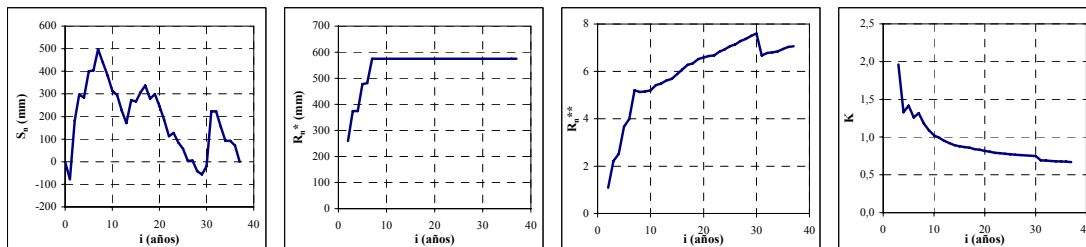
70. Toconce



71. Ayquina

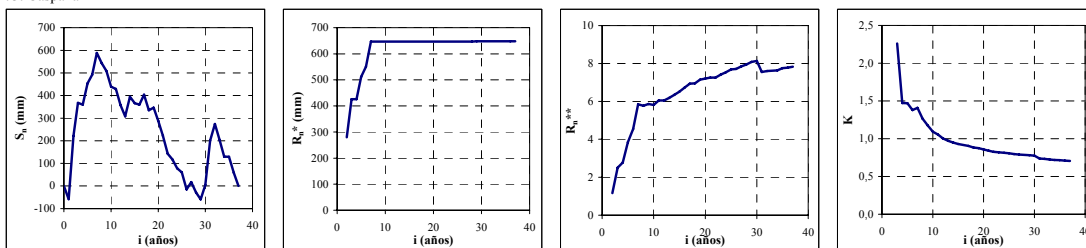


72. Salado Embalse

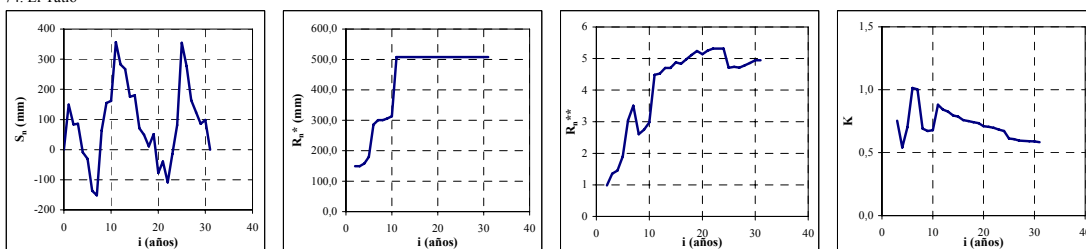


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series anuales de precipitación. (Continuación)

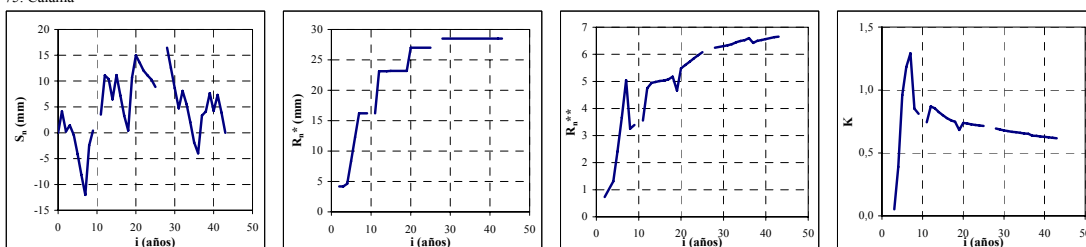
73. Caspana



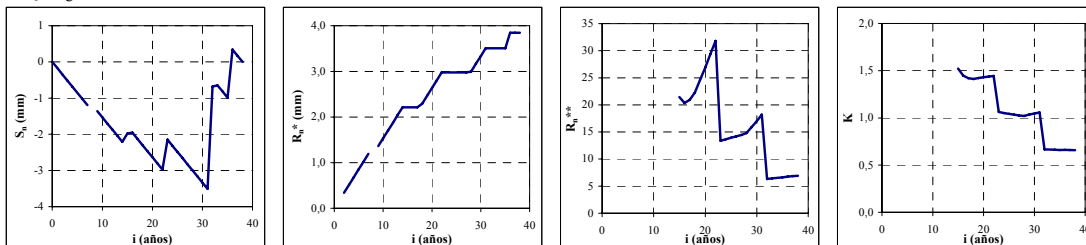
74. El Tatío



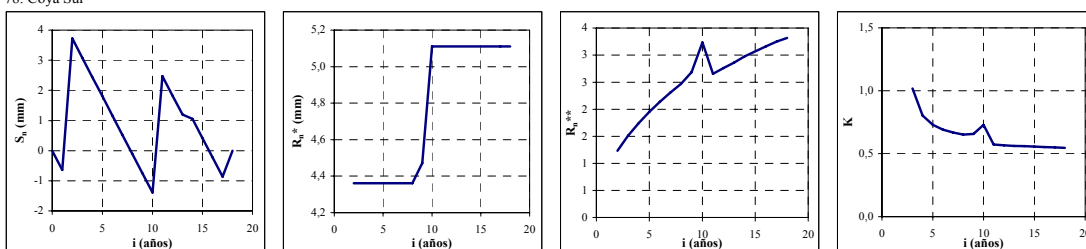
75. Calama



77. Quillagua

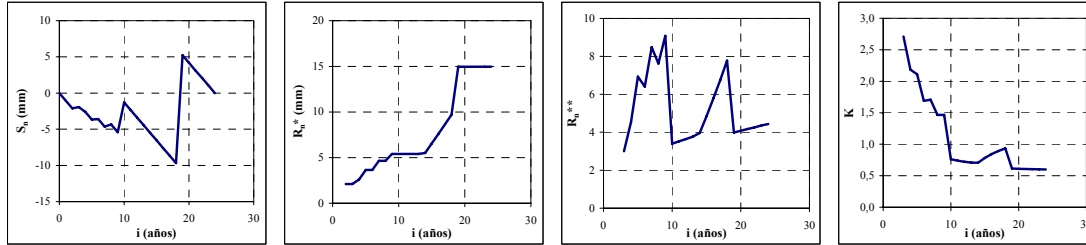


78. Coya Sur

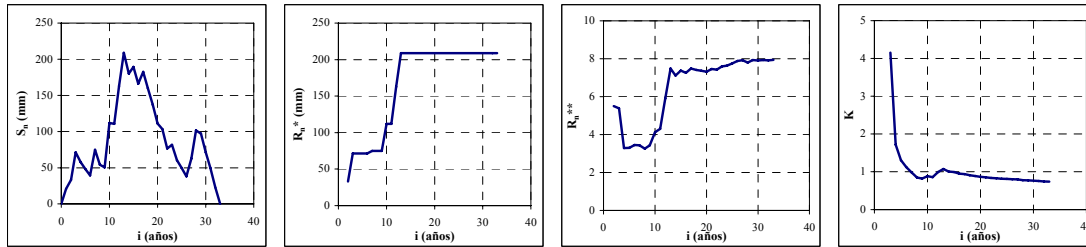


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series anuales de precipitación. (Continuación)

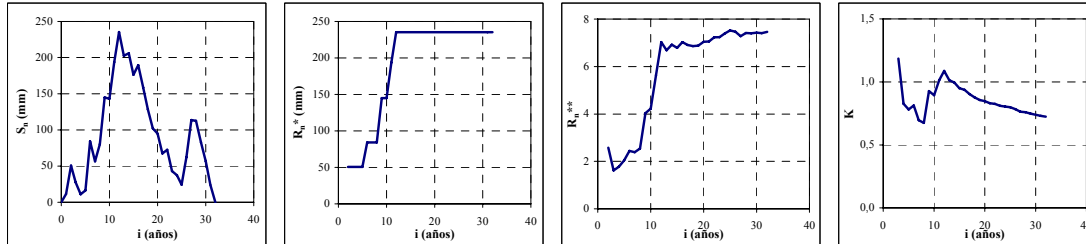
79. Tocopilla



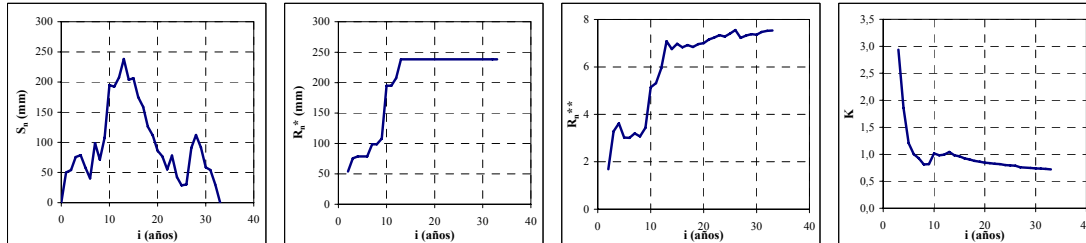
80. Toconao Reten



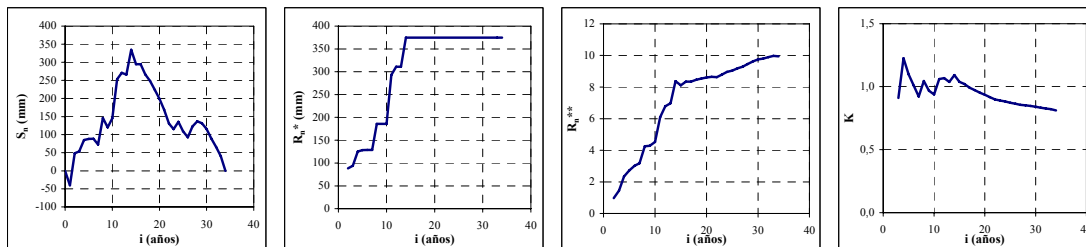
81. Toconao Experimental



82. Camar

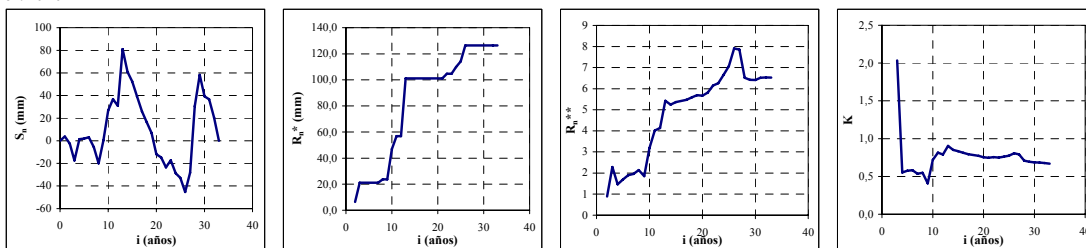


83. Socaire

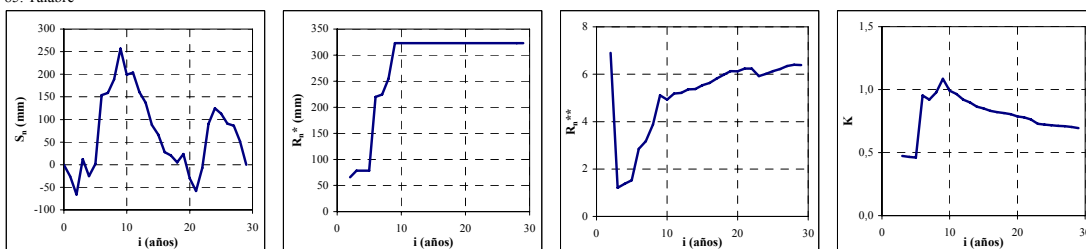


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series anuales de precipitación. (Continuación)

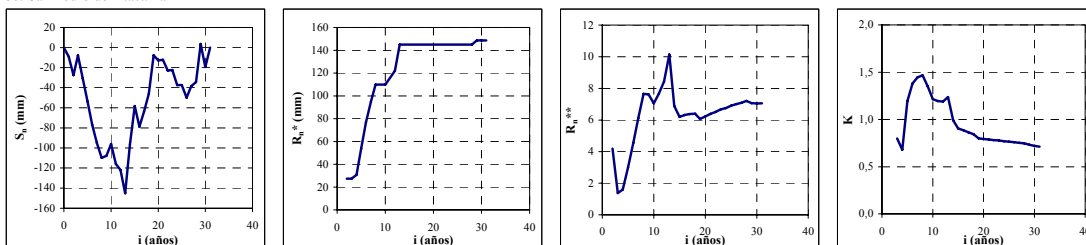
84. Peine



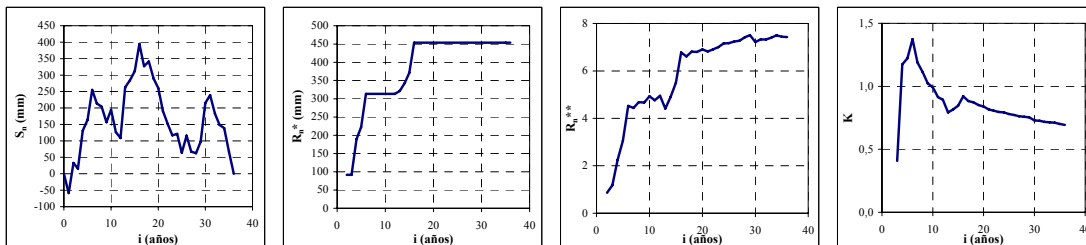
85. Talabre



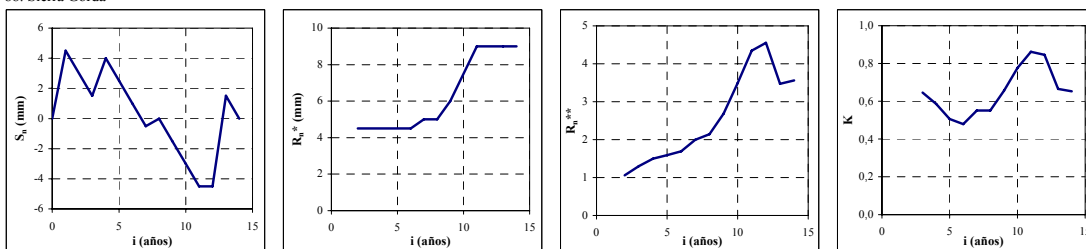
86. San Pedro de Atacama



87. Rio Grande

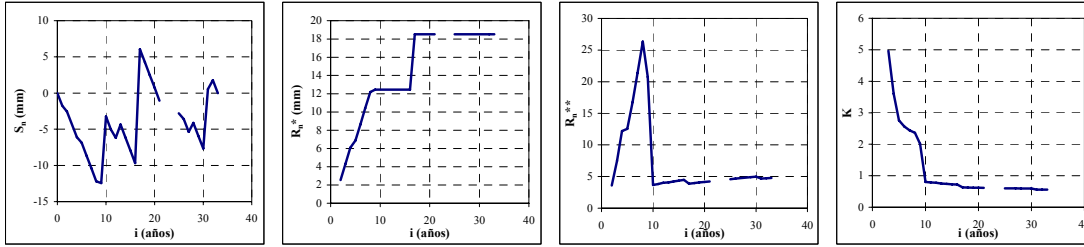


88. Sierra Gorda

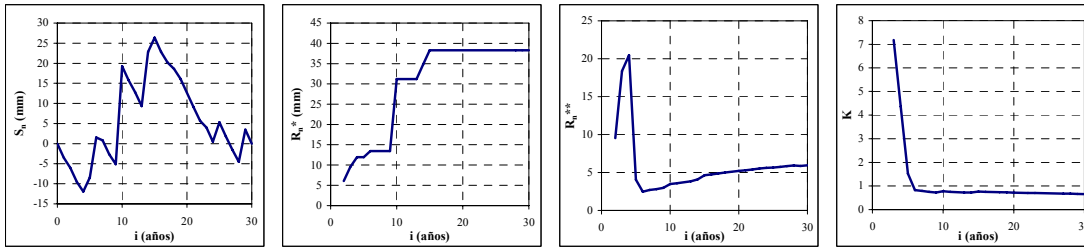


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series anuales de precipitación. (Continuación)

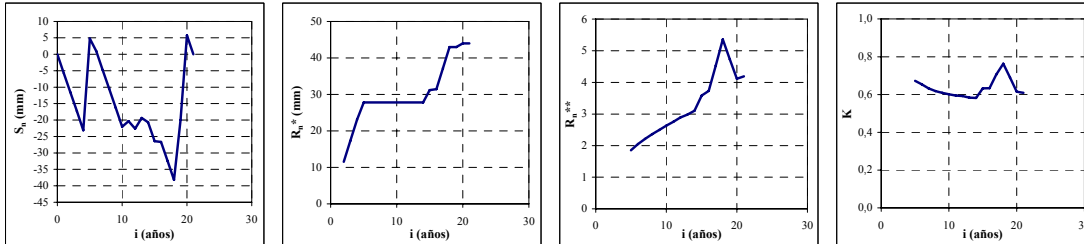
89. Baquedano



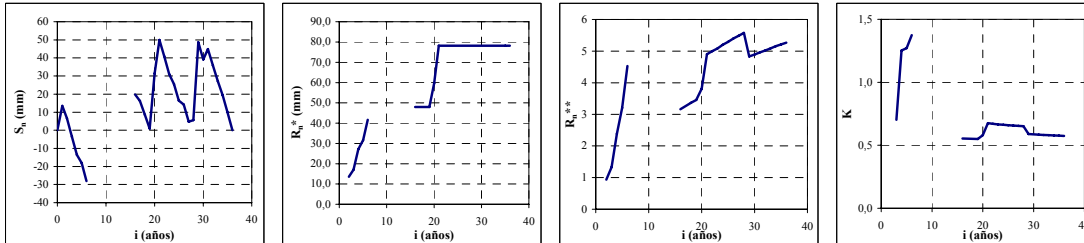
90. Antofagasta



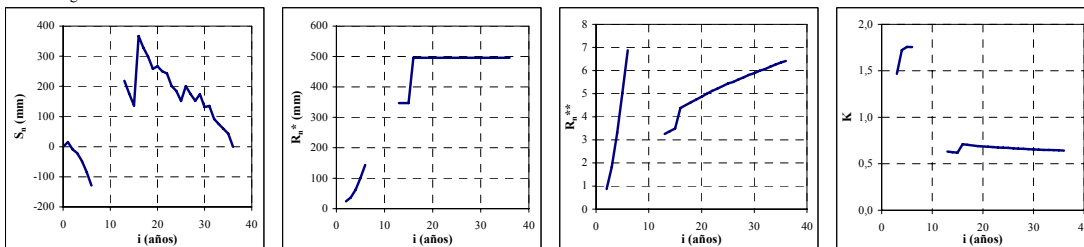
91. Aguas Verdes



92. Tal Tal

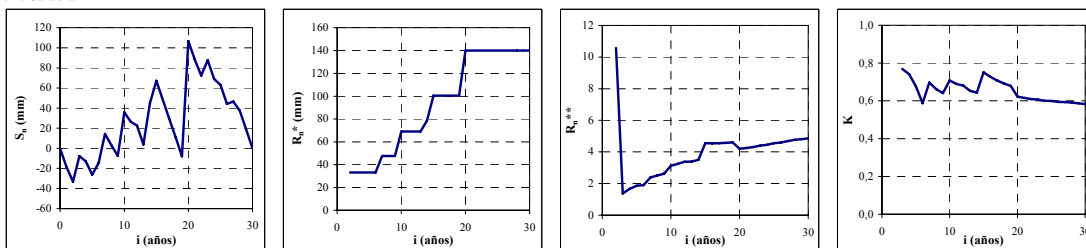


93. Las Vegas

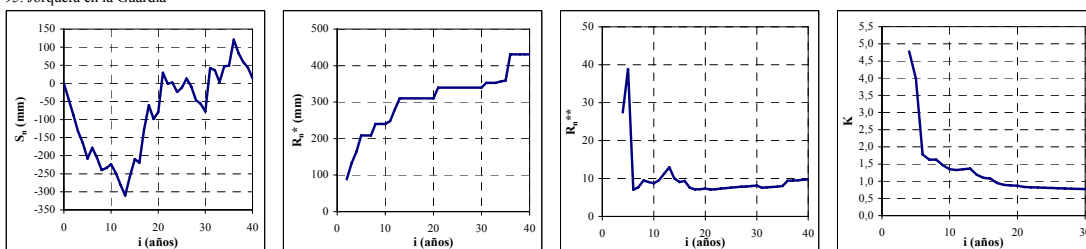


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series anuales de precipitación. (Continuación)

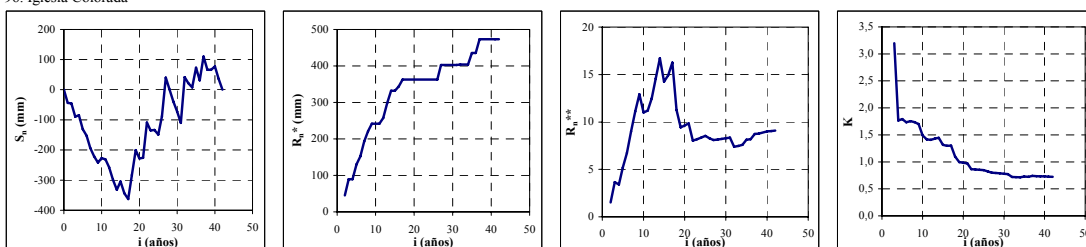
94. Caldera



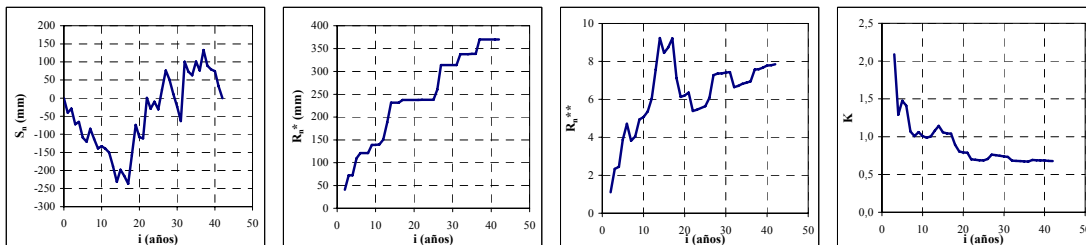
95. Jorquera en la Guardia



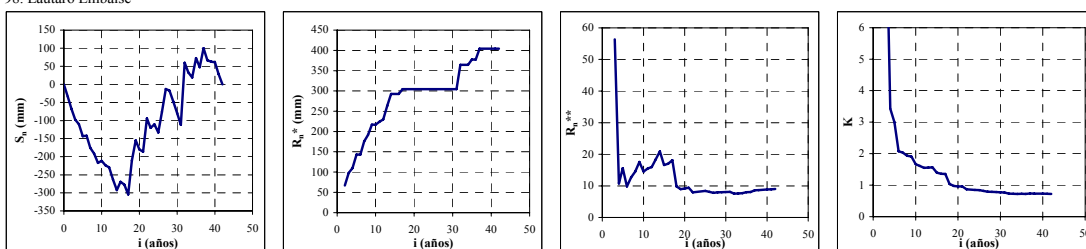
96. Iglesia Colorada



97. Manflas



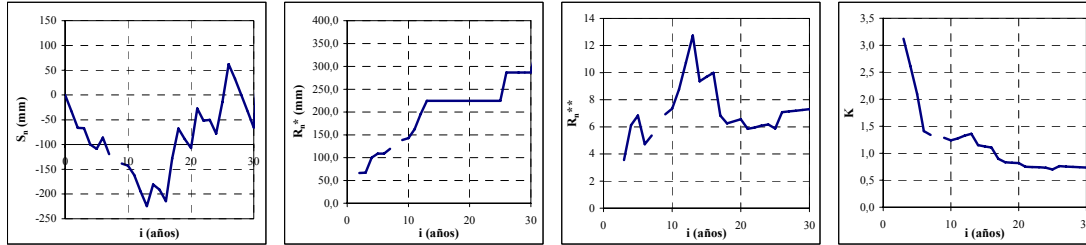
98. Lautaro Embalse



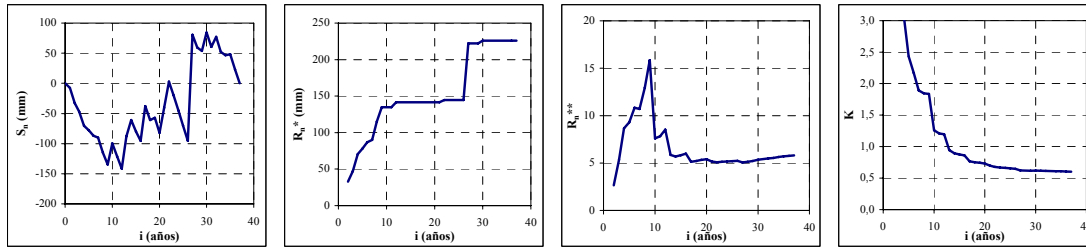
Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series anuales de precipitación. (Continuación)



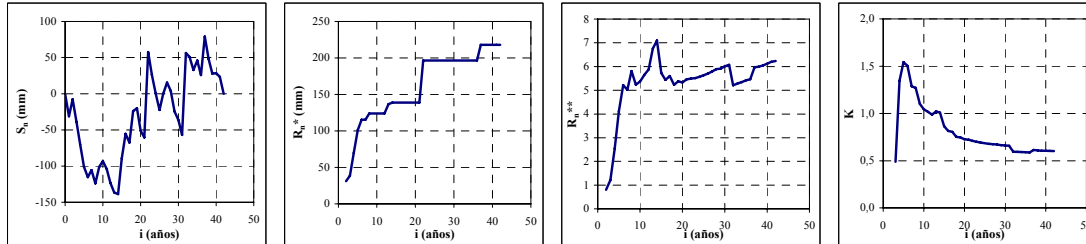
99. Los Loros



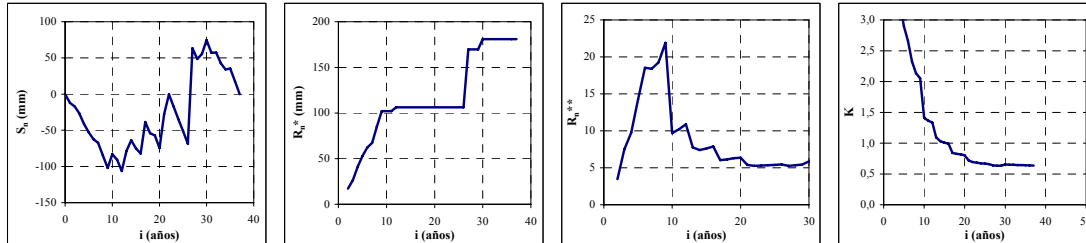
100. Elibor Campamento



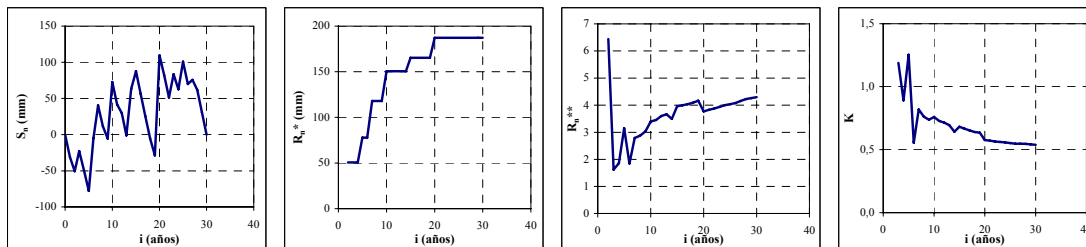
101. Pastos Grandes



102. Copiapo

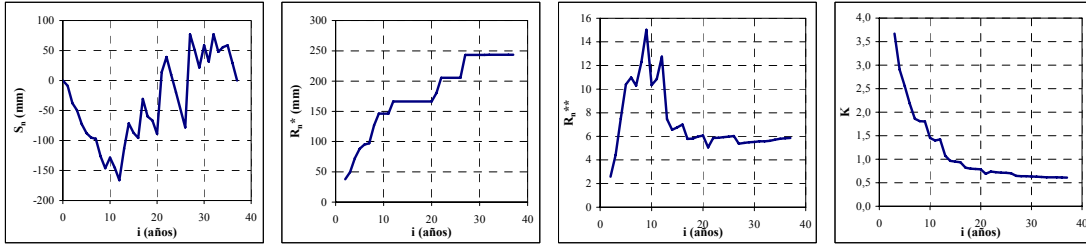


103. El Totoral



Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series anuales de precipitación. (Continuación)

104. Canto de Agua



Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series anuales de precipitación. (Continuación)



ANEXO II  
“Estaciones Fluviométricas”



## **ANEXO II ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS UTILIZADAS**

---

### **A II.1 Ubicación de las Estaciones Fluviométricas Disponibles**

- ✓ **Chile**

**Ubicación de las Estaciones Fluviométricas - Chile**

CÓDIGO BNA	ESTACIÓN	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA	FUENTE	ESTADO*
01001001-2	RIO CAQUENA EN NACIMIENTO	479.259	8.001.268	4.440	DGA I	S
01001002-0	RIO CAQUENA EN VERTEDERO	472.995	8.010.402	4.250	DGA I	V
01001003-9	RIO COLPACAGUA EN DESEMBOCADURA	475.566	8.008.063	4.300	DGA I	V
01020002-4	RIO DESAGUADERO COTACOTANI	474.014	7.988.344	4.500	DGA I	V
01020003-2	RIO LAUCA EN ESTANCIA EL LAGO	464.910	7.984.041	4.370	DGA I	V
01020004-0	CANAL LAUCA EN SIFON N° 1 (Km. 3.3)	465.005	7.984.378	4.384	DGA I	V
01021001-1	RIO LAUCA EN JAPU (O EN EL LIMITE)	495.068	7.945.254	3.907	DGA I	V
01021002-K	RIO GUALLATIRE EN GUALLATIRE	484.220	7.955.224	4.220	DGA I	V
01041001-0	RIO CARIQUIMA EN CARIQUIMA	537.657	7.849.335	3.800	DGA I	S
01041002-9	RIO ISLUGA EN BOCATOMA	533.654	7.869.106	3.680	DGA I	V
01044001-7	RIO CANCOSA EN EL TAMBO	543.356	7.804.082	3.900	DGA I	V
01050002-8	RIO PIGA EN COLLACAGUA	517.668	7.784.666	3.970	DGA I	V
01050003-6	RIO BATEA EN CONFLUENCIA	517.545	7.783.696	3.970	DGA I	V
01050004-4	RIO COLLACAGUA EN PEÑABLANCA	516.629	7.776.086	3.900	DGA I	V
01201001-K	RIO COLPITAS EN ALCERRECA	433.779	8.010.578	3.630	DGA I	V
01201002-8	RIO CARACARANI EN ALCERRECA	433.466	8.011.520	3.630	DGA I	S
01201003-6	RIO LLUTA EN ALCERRECA	433.347	8.010.167	3.585	DGA I	V
01201005-2	RIO CARACARANI EN HUMAPALCA	425.881	8.027.043	3.950	DGA I	V
01202001-5	RIO LLUTA EN JAMIRAYA	429.520	7.982.001	2.350	DGA I	S
01210001-9	RIO LLUTA EN TOCONTASI	404.894	7.968.990	1.140	DGA I	V
01210002-7	RIO LLUTA EN EL MOLINO	399.996	7.968.019	950	DGA I	S
01210003-5	RIO LLUTA EN CHAPISCA	406.002	7.968.968	1.150	DGA I	S
01211001-4	RIO LLUTA EN PANAMERICANA	362.677	7.965.042	10	DGA I	V

\* V: Vigente, S: Suspendida

**Ubicación de las Estaciones Fluviométricas - Chile (Continuación)**

CÓDIGO BNA	ESTACIÓN	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA	FUENTE	ESTADO*
01211002-2	RIO LLUTA EN PUENTE VIEJO KM 15	366.012	7.964.661	80	DGA I	S
01300001-8	RIO TICNAMAR EN TICNAMAR	442.667	7.950.777	3.050	DGA I	S
01300002-6	RIO LACO EN COSAPILLA	440.421	7.967.639	3.160	DGA I	V
01310001-2	RIO SAN JOSE EN LIVILCAR	424.912	7.954.302	1.850	DGA I	S
01310002-0	RIO SAN JOSE EN AUSIPAR	414.388	7.944.945	1.300	DGA I	V
01310003-9	RIO SAN JOSE ANTES BOCATOMA AZAPA	397.999	7.944.975	900	DGA I	S
01310004-7	ACUEDUCTO AZAPA EN BOCATOMA	406.445	7.944.760	1.100	DGA I	V
01410004-0	RIO CODPA EN CALA-CALA	429.724	7.918.154	2.250	DGA I	V
01410006-7	RIO CODPA EN PALCA	429.763	7.916.533	2.450	DGA I	S
01502002-4	RIO CAMARONES EN CONANOXA	396.432	7.893.941	450	DGA I	V
01502008-	RIO CAMARONES EN CHILPE	434.748	7.905.332	1.550	DGA I	V
01610001-3	QUEBRADA CAMIGNA EN UMIGNA	464.957	7.876.982	3.350	DGA I	S
01610002-1	QUEBRADA CAMIGNA EN ALTUSA	459.176	7.866.352	2.560	DGA I	S
01610004-	Q.CAMIÑA 3 KM A ARRIBA DE TARCAVIRE	480.074	7.886.257	3.960	DGA I	V
01710001-7	QUEBRADA CAMIGNA EN PACAGUA	431.818	7.836.313	1.600	DGA I	S
01720001-1	RIO AROMA EN ALAGNUSCA	433.143	7.816.908	1.380	DGA I	S
01730001-6	RIO COSCAYA EN PAMPA LIRIMA	504.272	7.802.184	3.940	DGA I	S
01730002-4	RIO TARAPACA EN MINA SAN JUAN	469.965	7.807.308	2.050	DGA I	S
01730003-2	RIO COSCAYA EN SAITOCO	507.363	7.803.509	3.960	DGA I	V
01730004-0	QUEBRADA TARAPACA EN MULLI-MULLI	497.351	7.818.860	3.900	DGA I	S
01730006-7	QUEBRADA TARAPACA EN MOCHA	471.797	7.810.105	2.180	DGA I	S
01730007-5	QUEBRADA TARAPACA EN SIBAYA	485.195	7.812.865	2.850	DGA I	V
01730008-3	QUEBRADA TARAPACA EN PUCHURCA	466.842	7.805.058	1.900	DGA I	S

\* V: Vigente, S: Suspendeda



**Ubicación de las Estaciones Fluviométricas - Chile (Continuación)**

CÓDIGO BNA	ESTACIÓN	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA	FUENTE	ESTADO*
01730009-1	QUEBRADA AROMA EN PALCA	509.607	7.821.686	4.100	DGA I	S
01730012-1	QUEBRADA DE TARAPACA EN LAONSANA	463.974	7.804.724	1.800	DGA I	V
02101001-4	RIO LOA ANTES REPRESA LEQUENA	535.169	7.605.577	3.300	DGA II	V
02103001-5	RIO SAN PEDRO EN PARSHALL N°1	565.454	7.570.735	3.800	DGA II	V
02103002-3	RIO SAN PEDRO EN PARSHALL N°2 (BT. CHILEX)	550.384	7.573.438	3.318	DGA II	V
02103003-1	RIO SAN PEDRO EN CAMINO INTERNACIONAL	548.215	7.574.043	3.250	DGA II	S
02103004-K	RIO SAN PEDRO EN SAN PEDRO	545.407	7.574.680	3.150	DGA II	S
02103014-7	RIO SILALA ANTES B.T. FCAB	600.440	7.565.692	4.300	DGA II	V
02104001-0	RIO LOA EN CONCHI	540.612	7.568.427	2.090	DGA II	S
02104002-9	RIO LOA EN SALIDA EMBALSE CONCHI	539.309	7.564.329	2.932	DGA II	V
02104003-7	RIO LOA EN ALCANTARILLA CONCHI N°2	540.537	7.569.789	3.000	DGA II	S
02104005-3	RIO LOA ANTES JUNTA RIO SALADO	536.042	7.527.192	2.505	DGA II	S
02105001-6	RIO SALADO ANTES JUNTA RIO CURTI	578.206	7.536.439	3.100	DGA II	V
02105002-4	RIO SALADO EN SIFON AYQUINA	567.699	7.535.357	3.031	DGA II	V
02105005-9	RIO SALADO ANTES JUNTA RIO LOA	536.875	7.526.674	2.500	DGA II	V
02105007-5	RIO TOCONCE ANTES REPRESA SENDOS	588.216	7.536.667	3.400	DGA II	V
02110001-3	RIO LOA EN ESCORIAL	511.475	7.518.227	2.330	DGA II	V
02110002-1	RIO LOA EN YALQUINCHA	512.605	7.517.668	2.350	DGA II	V
02110003-K	RIO LOA EN CHINTORASTE	502.336	7.511.495	2.200	DGA II	S
02110004-8	RIO LOA EN FINCA	501.130	7.511.123	2.170	DGA II	V
02110008-0	RIO LOA DESPUES JUNTA RIO SALADO (CA)	535.295	7.525.791	2.500	DGA II	S
02112001-4	RIO LOA EN QUILLAGUA	444.812	7.605.787	802	DGA II	S
02112002-2	CANAL QUILLAGUA EN QUILLAGUA	444.262	7.606.515	800	DGA II	S

\* V: Vigente, S: Suspendida

**Ubicación de las Estaciones Fluviométricas - Chile. (Continuación)**

CÓDIGO BNA	ESTACIÓN	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA	FUENTE	ESTADO*
02112005-7	RIO LOA ANTES ZONA AGRICOLA QUILLAGUA	446.566	7.598.883	800	DGA II	V
02112006-5	RIO LOA DESPUES JUNTA RIO SAN SALVADOR	445.442	7.523.624	1.200	DGA II	V
02112007-3	RIO LOA DESPUES JUNTA SAN SALVADOR-M.ELE	441.818	7.529.072	1.198	DGA II	V
02113001-K	RIO HUATACONDO EN COPAQUIRE	511.807	7.686.100	3.500	DGA I	V
02120001-8	RIO LOA EN DESEMBOCADURA	390.800	7.630.449	0	DGA II	V
02500002-1	CANAL AGUAS BLANCAS	600.917	7.425.944	2.415	DGA II	S
02500003-K	CANAL TULAN EN TILOMONTE	590.878	7.368.740	2.380	DGA II	S
02500004-8	CANAL VILAMA EN VILAMA	584.206	7.470.650	2.550	DGA II	V
02500005-6	CANAL CUNO EN SOCAIRE	617.632	7.388.216	3.600	DGA II	V
02500006-4	CANAL TILOMONTE ANTES REPRESA	592.165	7.367.965	2.440	DGA II	V
02510001-8	RIO SAN PEDRO EN CUCHABRACHI	582.262	7.475.884	2.585	DGA II	V
03022001-3	RIO LA OLA EN VERTEDERO	494.032	7.071.037	3.600	DGA III	V
03041001-7	RIO BARROS NEGROS ANTES JUNTA VALLE ANCHO	500.250	6.984.266	4.060	DGA III	V
03041002-5	RIO VILLALOBOS EN VERTEDERO	497.531	6.991.088	4.060	DGA III	V
03041003-3	RIO VALLE ANCHO ANTES JUNTA BARROS NEGROS	499.721	6.984.469	4.055	DGA III	V
03041004-1	RIO VALLE ANCHO EN LA BARRERA	499.718	6.998.125	3.980	DGA III	V
03041005-K	RIO LAMAS EN EL SALTO	506.878	7.004.651	4.230	DGA III	V
03050001-6	RIO ASTABURUAGA EN CONO	495.535	6.962.595	4.280	DGA III	V
03404001-K	RIO JORQUERA EN VERTEDERO	405.971	6.897.616	1.250	DGA III	V
03414001-4	RIO PULIDO EN VERTEDERO	407.569	6.892.904	1.310	DGA III	V
03421001-2	RIO MANFLAS EN VERTEDERO	402.413	6.885.982	1.490	DGA III	V
03430001-1	RIO COPIAPO EN LAUTARO	401.876	6.905.167	1.120	DGA III	V
03430002-K	RIO COPIAPO EN SAN ANTONIO	394.985	6.917.067	990	DGA III	S

\* V: Vigente, S: Suspendida

**Ubicación de las Estaciones Fluviométricas - Chile. (Continuación)**

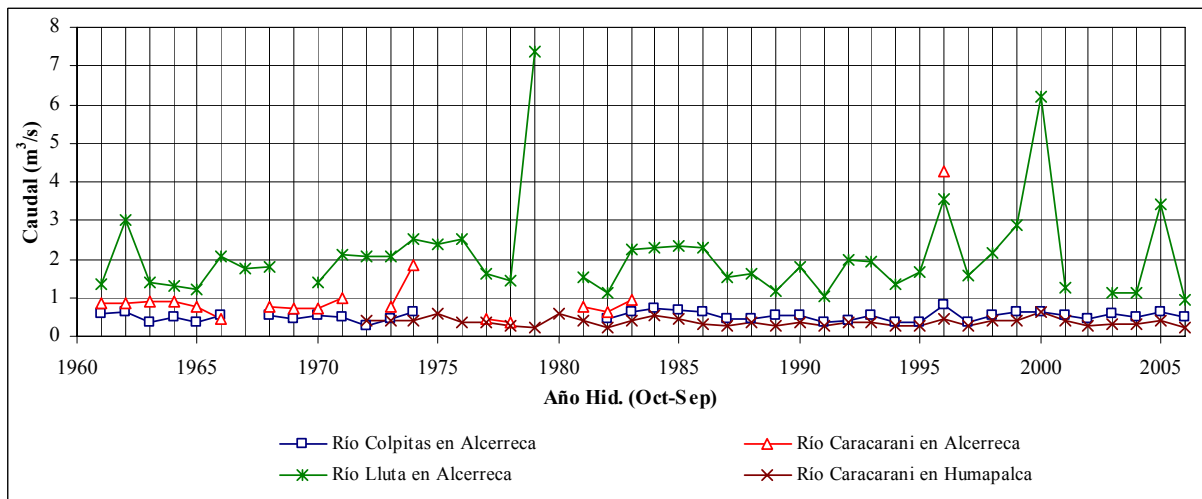
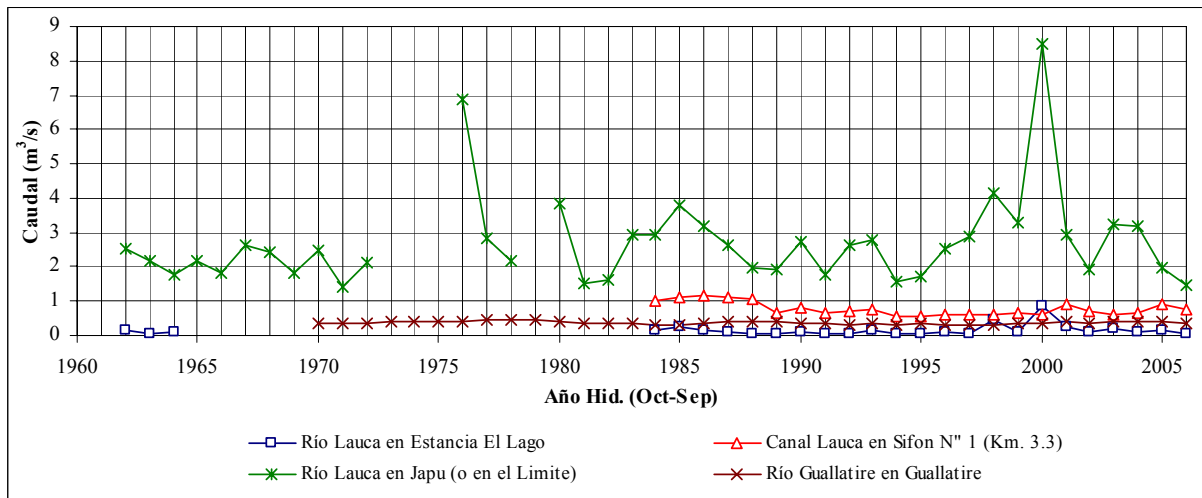
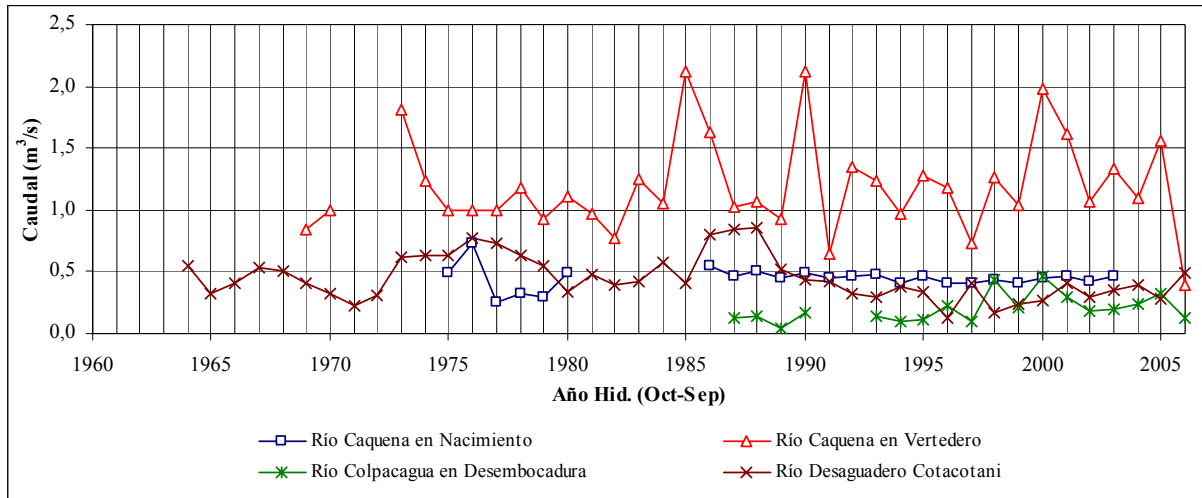
CÓDIGO BNA	ESTACIÓN	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA	FUENTE	ESTADO*
03430003-8	RIO COPIAPO EN PASTILLO	404.157	6.902.356	1.160	DGA III	V
03431001-7	RIO COPIAPO EN LA PUERTA	388.979	6.923.898	915	DGA III	V
03431002-5	RIO COPIAPO EN EL BOSQUE	435.076	6.932.981	2.400	DGA III	S
03431003-3	RIO COPIAPO EN PABELLON	378.378	6.940.602	700	DGA III	S
03434001-3	RIO COPIAPO EN MAL PASO AGUAS ARRIBA CANAL	374.692	6.954.779	530	DGA III	S
03434002-1	CANAL MAL PASO DESPUES DE BOCATOMA	375.120	6.955.863	431	DGA III	V
03434003-K	RIO COPIAPO EN MAL PASO AGUAS ABAJO CANAL	375.099	6.955.705	431	DGA III	V
03450001-0	RIO COPIAPO EN CIUDAD DE COPIAPO	367.550	6.972.533	350	DGA III	V
03453001-7	RIO COPIAPO EN ANGOSTURA	318.122	6.976.793	48	DGA III	V

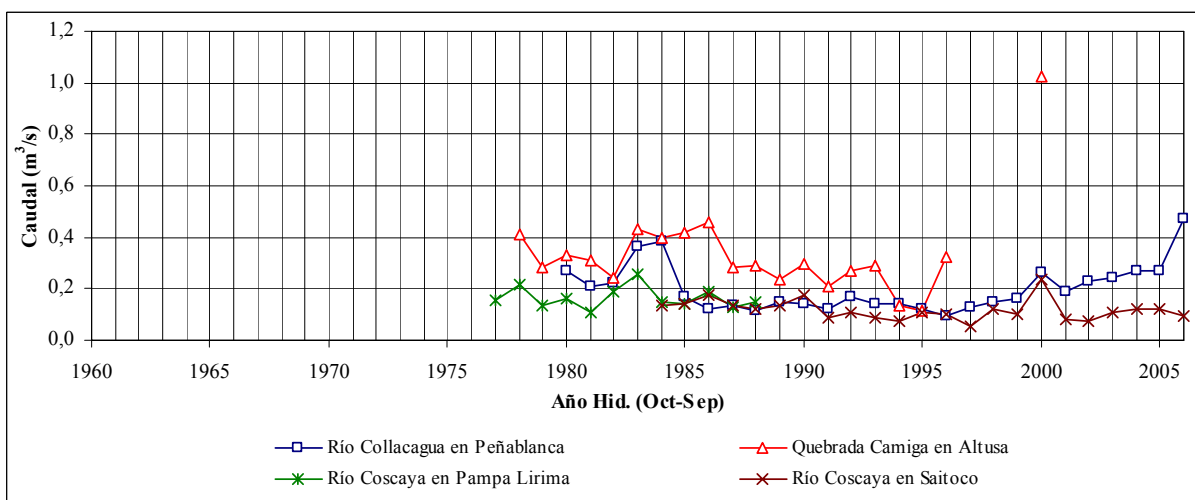
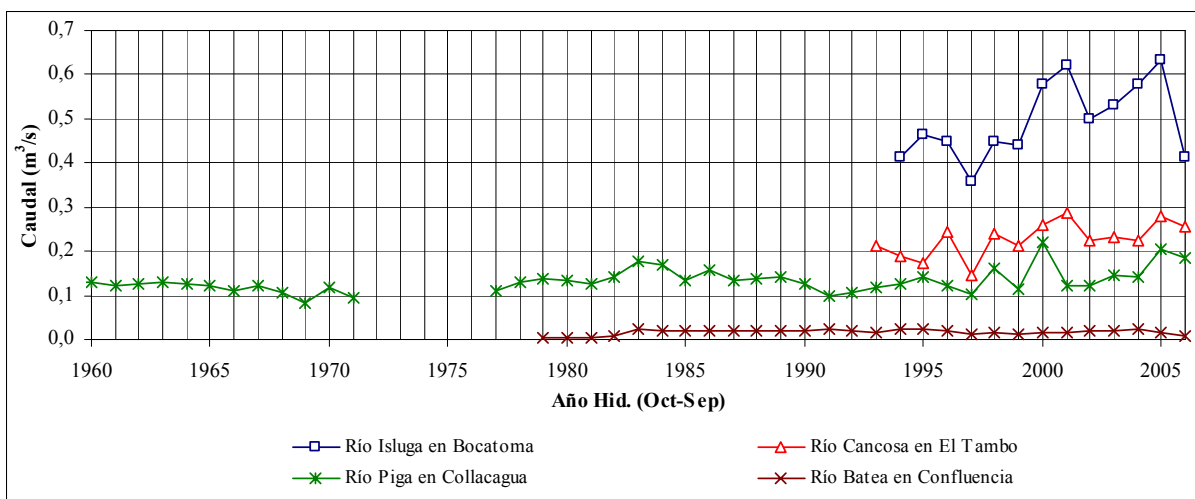
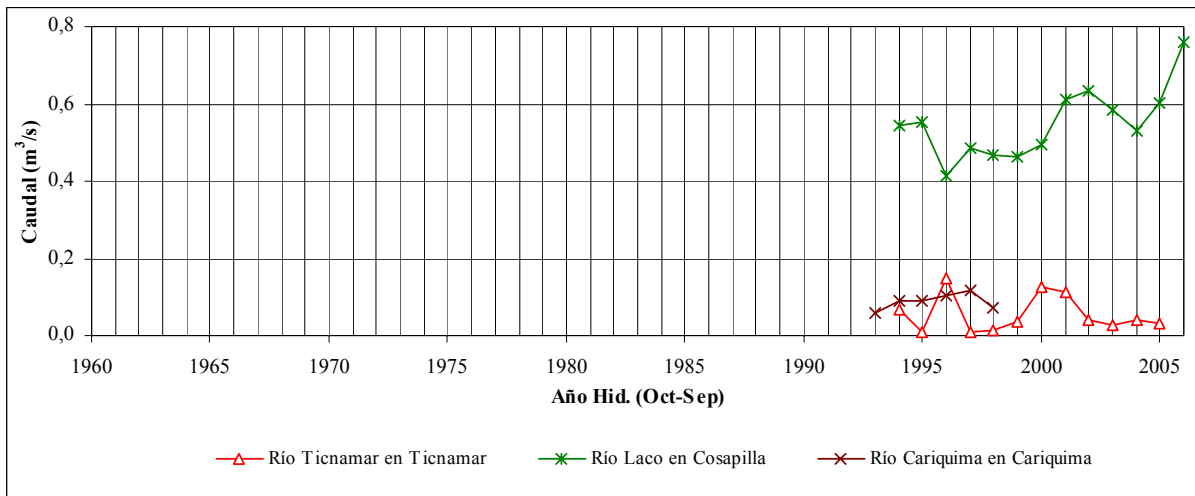
\* V: Vigente, S: Suspendida

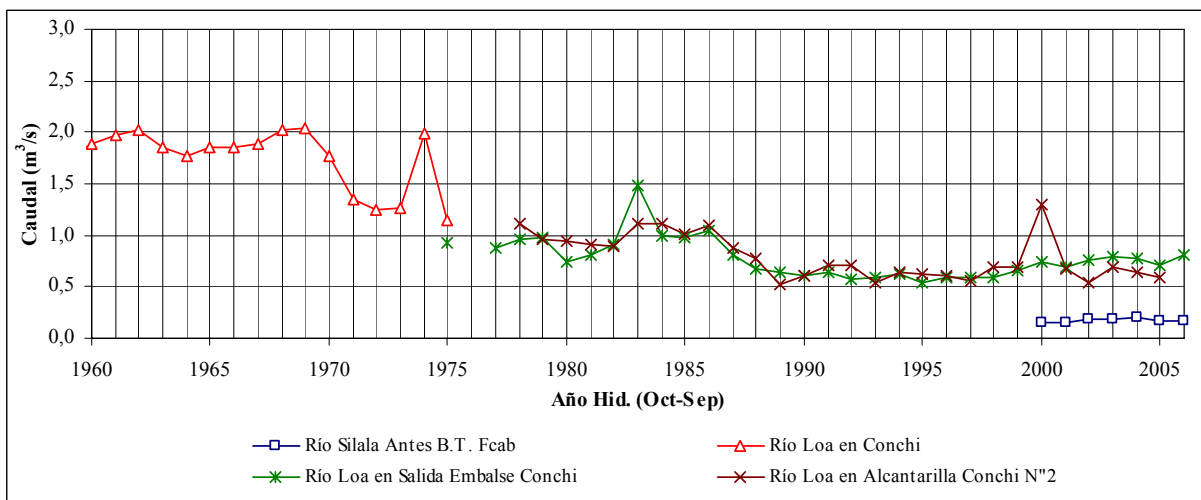
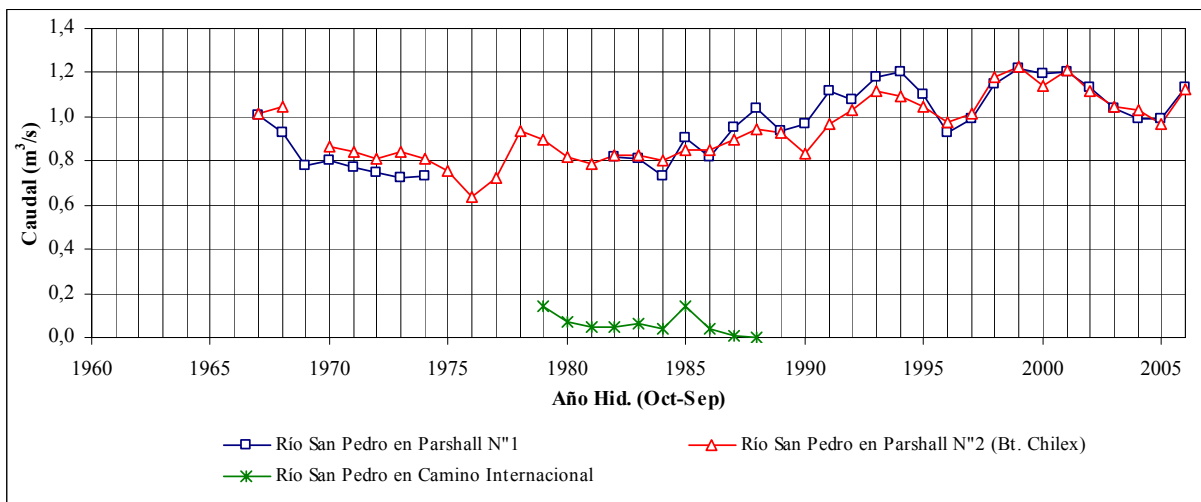
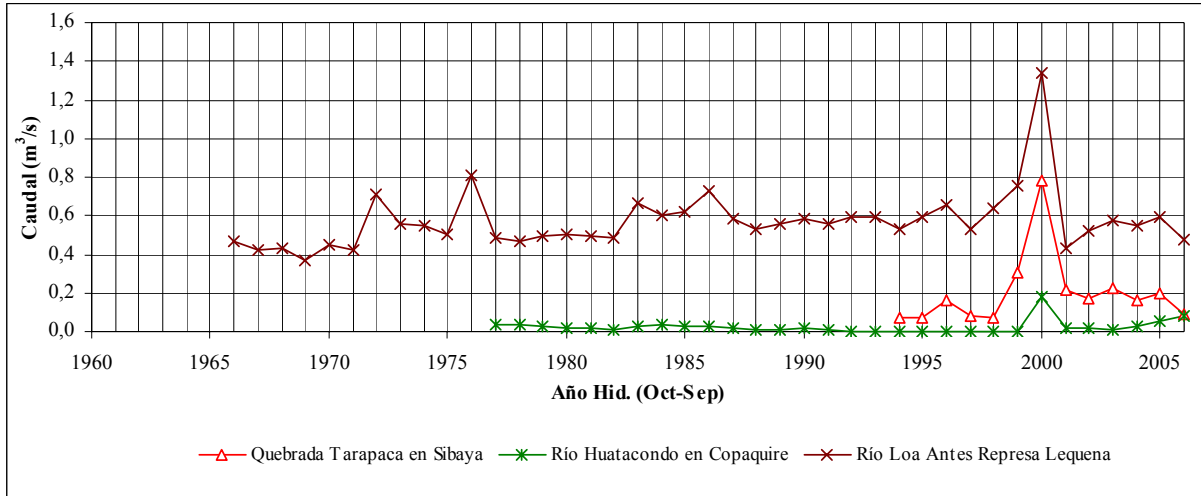
---

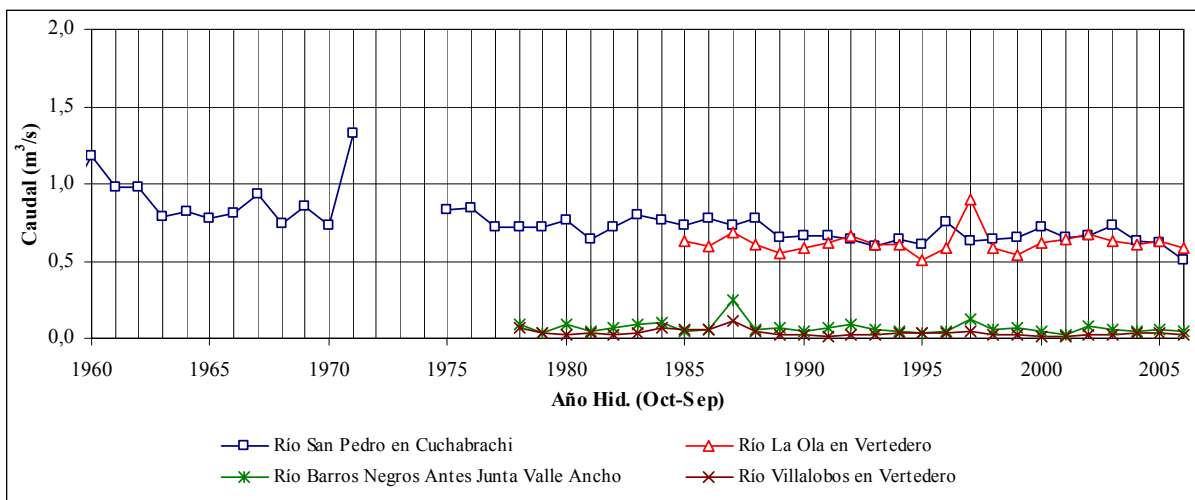
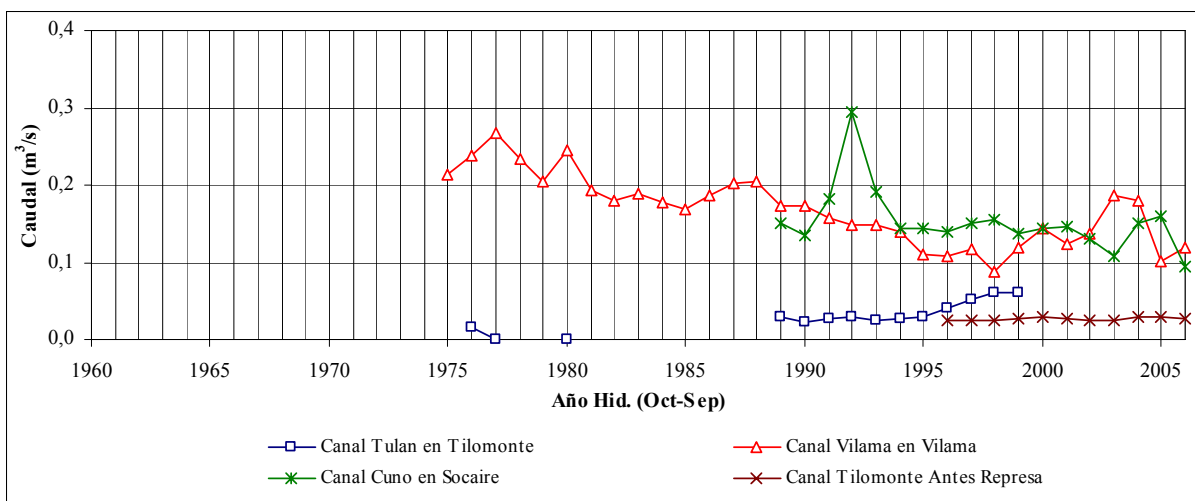
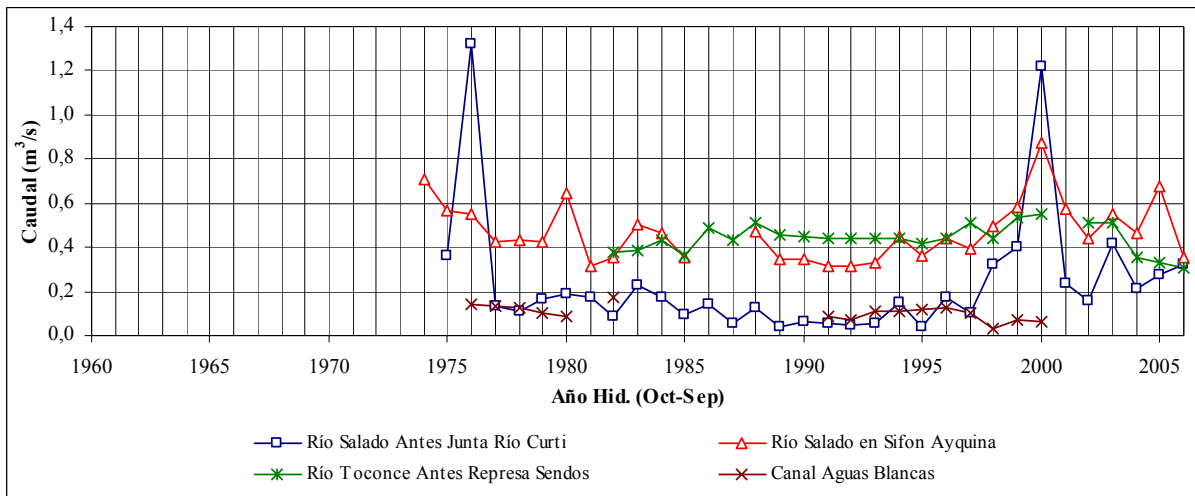
**A II.2 Series Temporales de Gastos Medios Anuales en las Estaciones Seleccionadas para el Año Hidrológico (Oct-Sep)**

✓ **Chile**

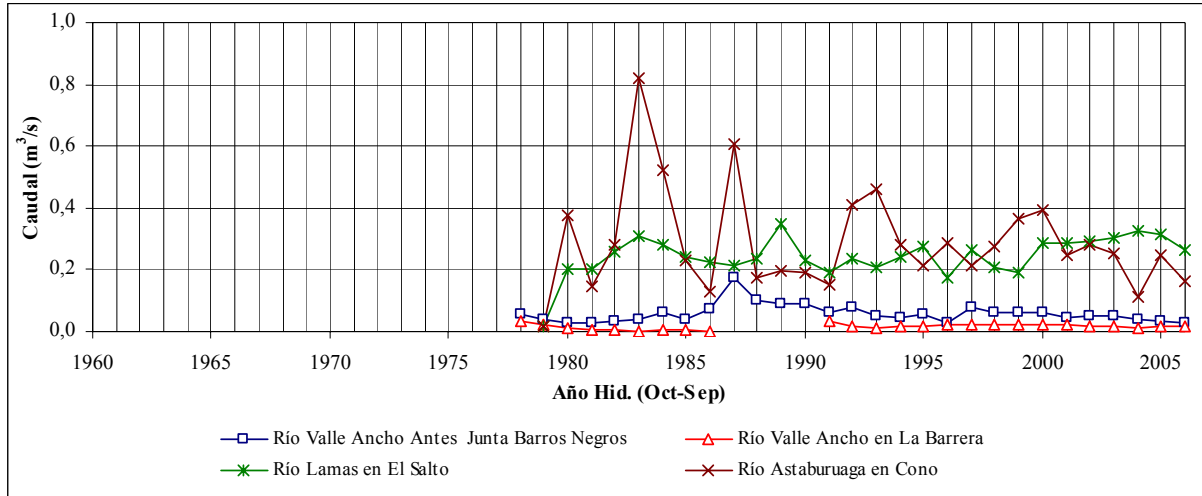










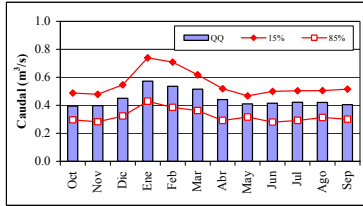


---

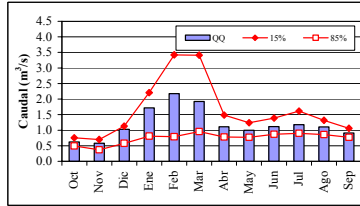
**A II.3 Series de Caudal Medio Mensual en las Estaciones Seleccionadas para el Año Hidrológico (Oct-Sep)**

✓ Chile

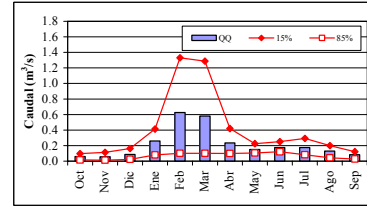
1. Río Caquena en Nacimiento



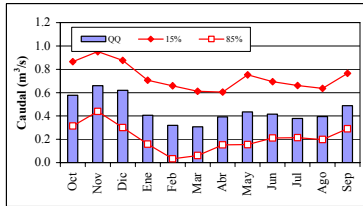
2. Río Caquena en Vertedero



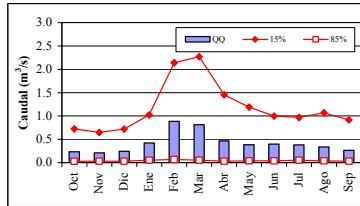
3. Río Colpacagua en Desembocadura



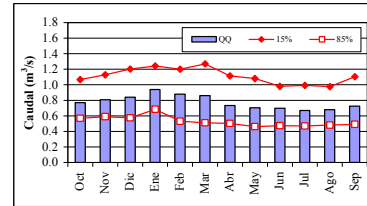
4. Río Desaguadero Cotacotani



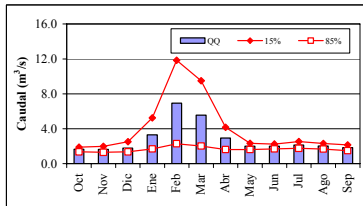
5. Río Lauca en Estancia El Lago



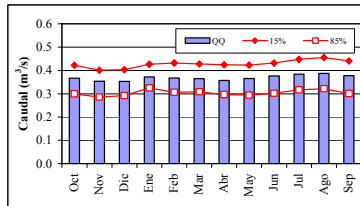
6. Canal Lauca en Sifon N° 1 (Km. 3.3)



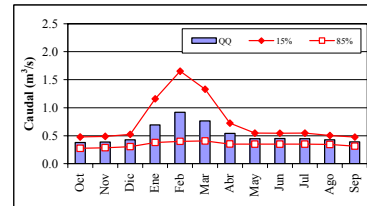
7. Río Lauca en Japu (o en el Limite)



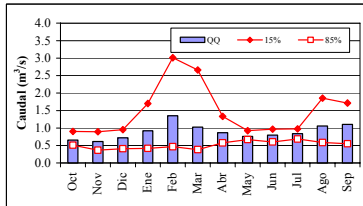
8. Río Guallatire en Guallatire



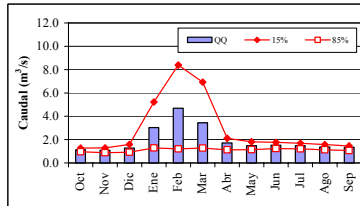
9. Río Colpitas en Alcerreca



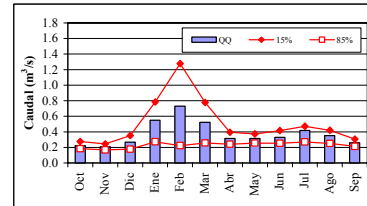
10. Río Caracarani en Alcerreca



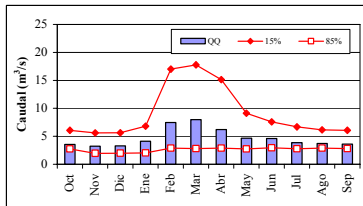
11. Río Lluta en Alcerreca



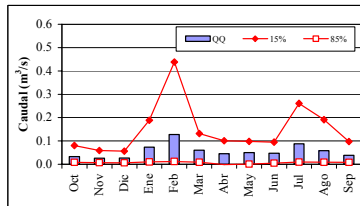
12. Río Caracarani en Humapalca



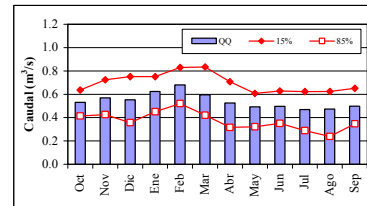
13. Río Lluta en Jamiraya



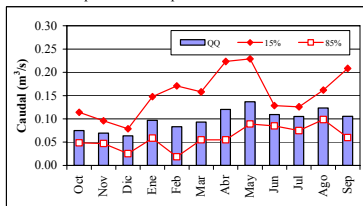
14. Río Ticnamar en Ticnamar



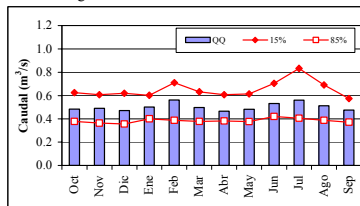
15. Río Laco en Cosapilla



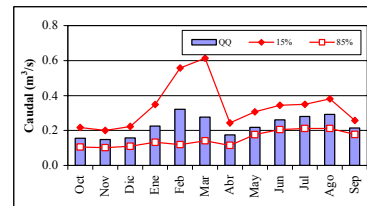
16. Río Cariquima en Cariquima



17. Río Isluga en Bocatoma

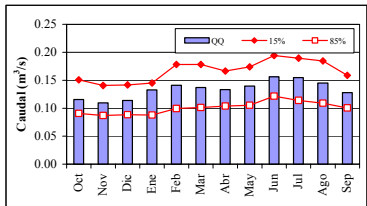


18. Río Cancosa en El Tambo

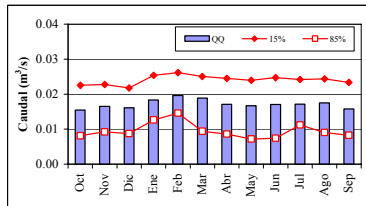


Caudal medio mensual y caudales asociados a probabilidades de excedencia de 15% y 85% ( $m^3/s$ ) en las estaciones seleccionadas.

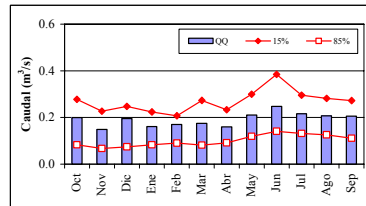
19. Río Piga en Collacagua



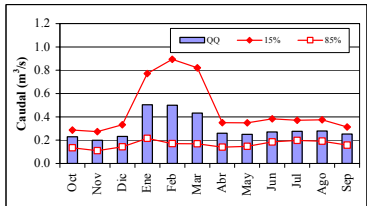
20. Río Batea en Confluencia



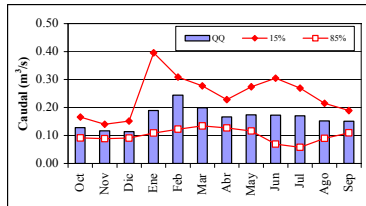
21. Río Collacagua en Peñablanca



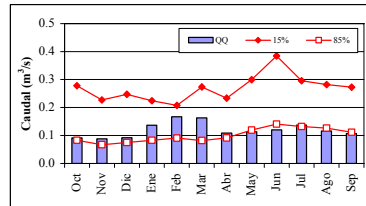
22. Quebrada Camiga en Altusa



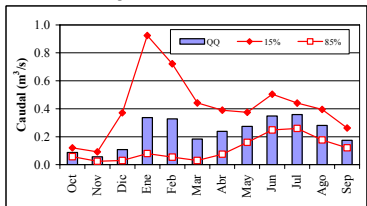
23. Río Coscaya en Pampa Lirima



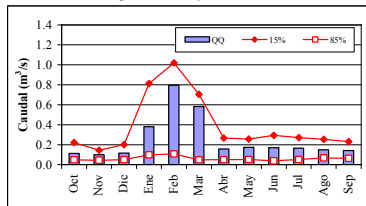
24. Río Coscaya en Saitoco



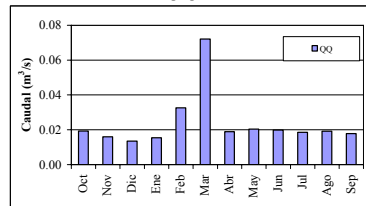
25. Quebrada Tarapaca en Mulli-Mulli



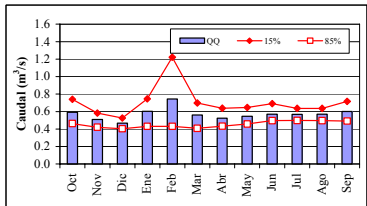
26. Quebrada Tarapaca en Sibaya



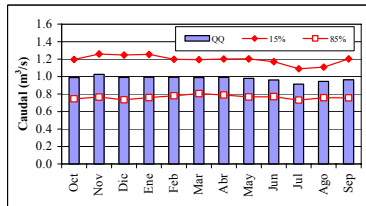
27. Río Huatacondo en Copaquire



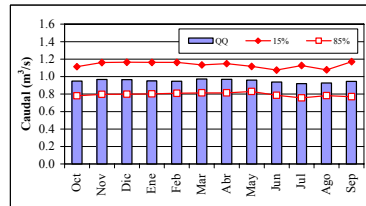
28. Río Loa Antes Represa Lequena



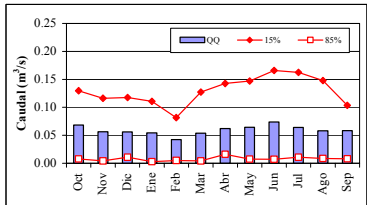
29. Río San Pedro en Parshall N°1



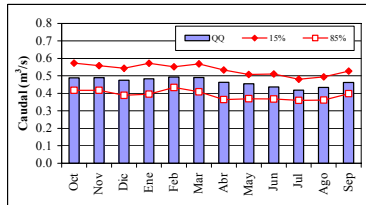
30. Río San Pedro en Parshall N°2 (Bt. Chilx)



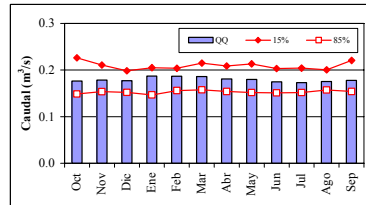
31. Río San Pedro en Camino Internacional



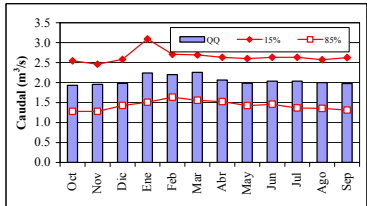
32. Río San Pedro en San Pedro



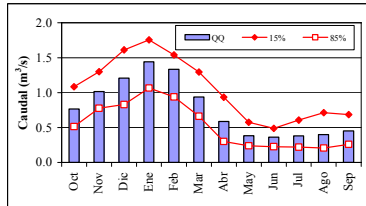
33. Río Silala Antes B.T. Fcab



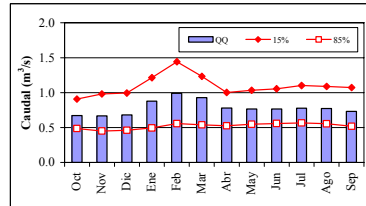
34. Río Loa en Conchi



35. Río Loa en Salida Embalse Conchi

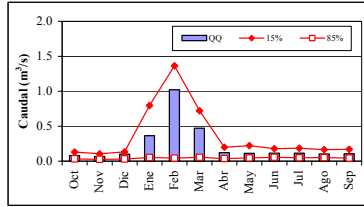


36. Río Loa en Alcantarilla Conchi N°2

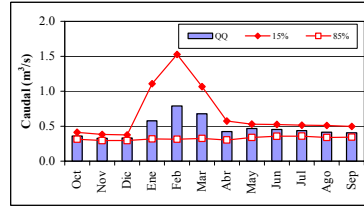


Caudal medio mensual y caudales asociados a probabilidades de excedencia de 15% y 85% ( $m^3/s$ ) en las estaciones seleccionadas. (Continuación)

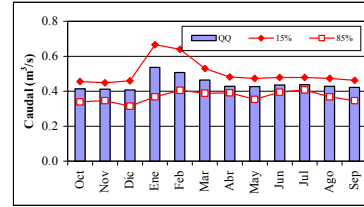
37. Río Salado Antes Junta Río Curti



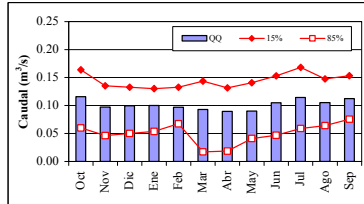
38. Río Salado en Sifon Ayquina



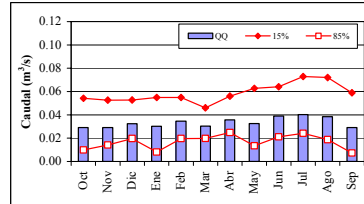
39. Río Toconce Antes Represa Sendos



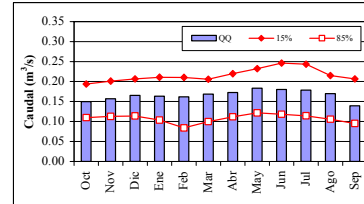
40. Canal Aguas Blancas



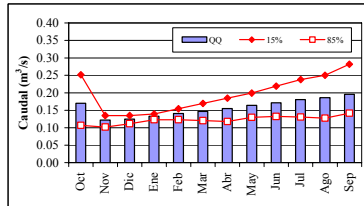
41. Canal Tulan en Tilomonte



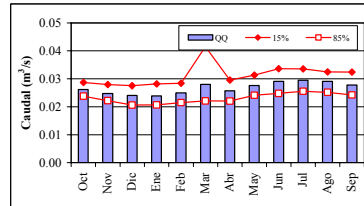
42. Canal Vilama en Vilama



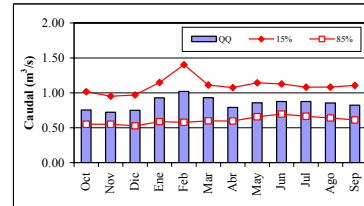
43. Canal Cuno en Socaire



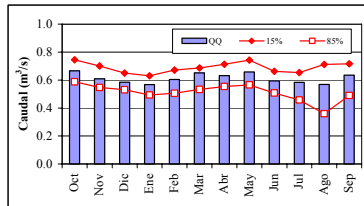
44. Canal Tilomonte Antes Represa



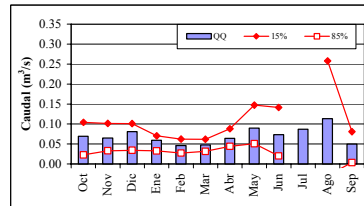
45. Río San Pedro en Cuchabrachi



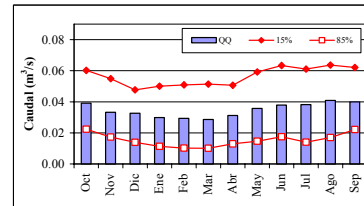
46. Río La Ola en Vertedero



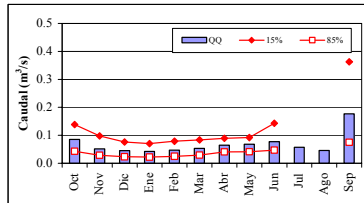
47. Río Barros Negros Antes Junta Valle Ancho



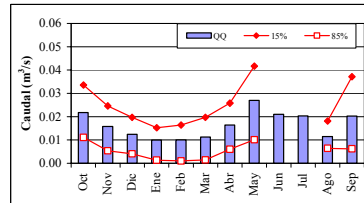
48. Río Villalobos en Vertedero



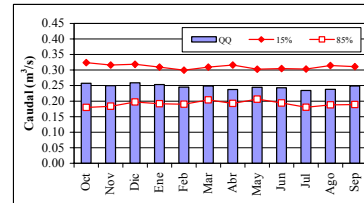
49. Río Valle Ancho Antes Junta Barros Negros



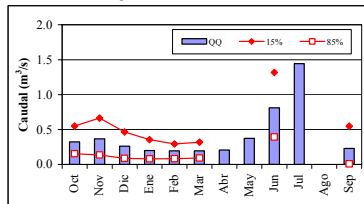
50. Río Valle Ancho en La Barrera



51. Río Lamas en El Salto



52. Río Astaburuaga en Cono

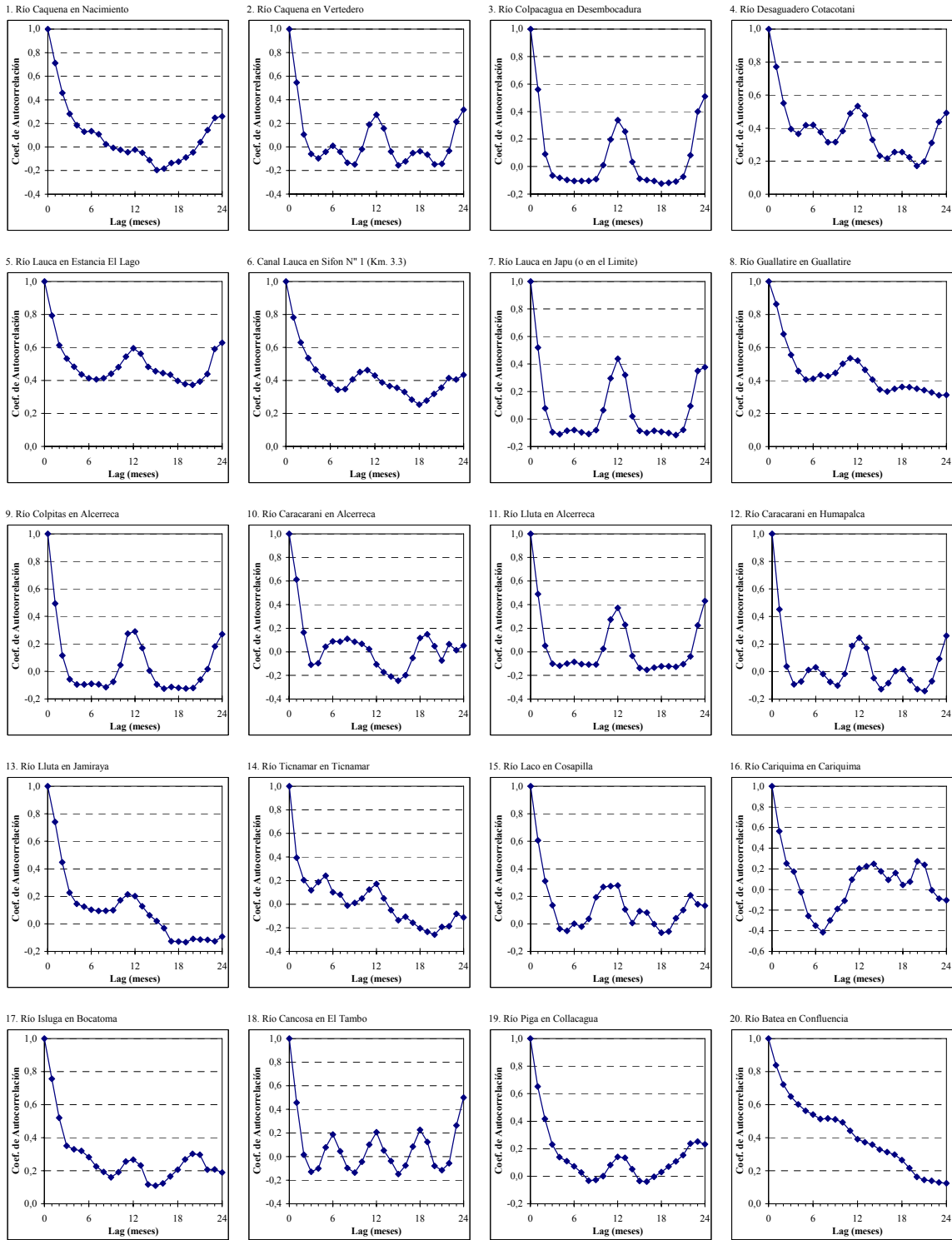


Caudal medio mensual y caudales asociados a probabilidades de excedencia de 15% y 85% (m<sup>3</sup>/s) en las estaciones seleccionadas. (Continuación)

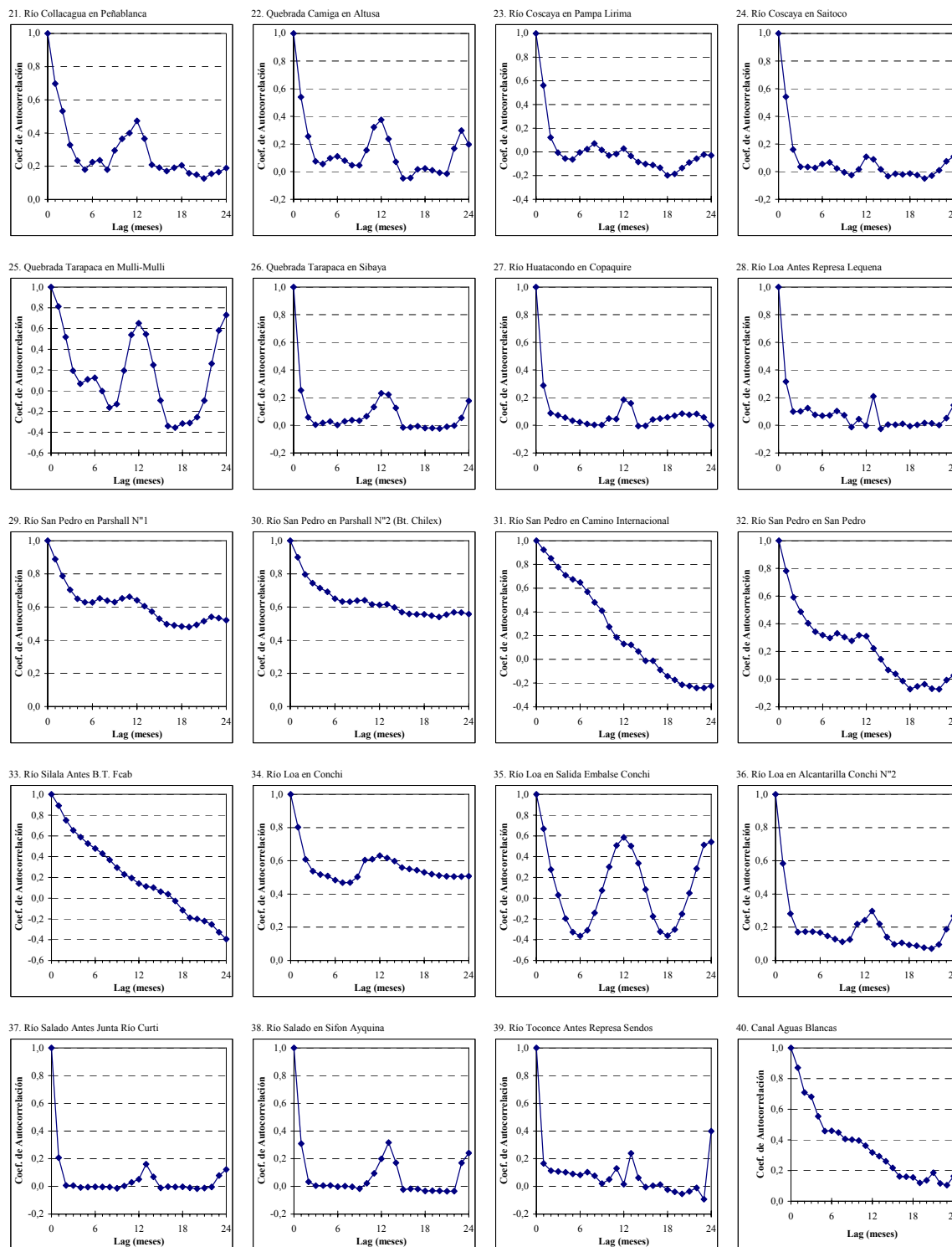
---

**A II.4 Correlogramas de las Series Cronológicas de Caudales en las Estaciones Chilenas**

- ✓ **Series Mensuales de Caudales**
- ✓ **Series Anuales de Caudales**

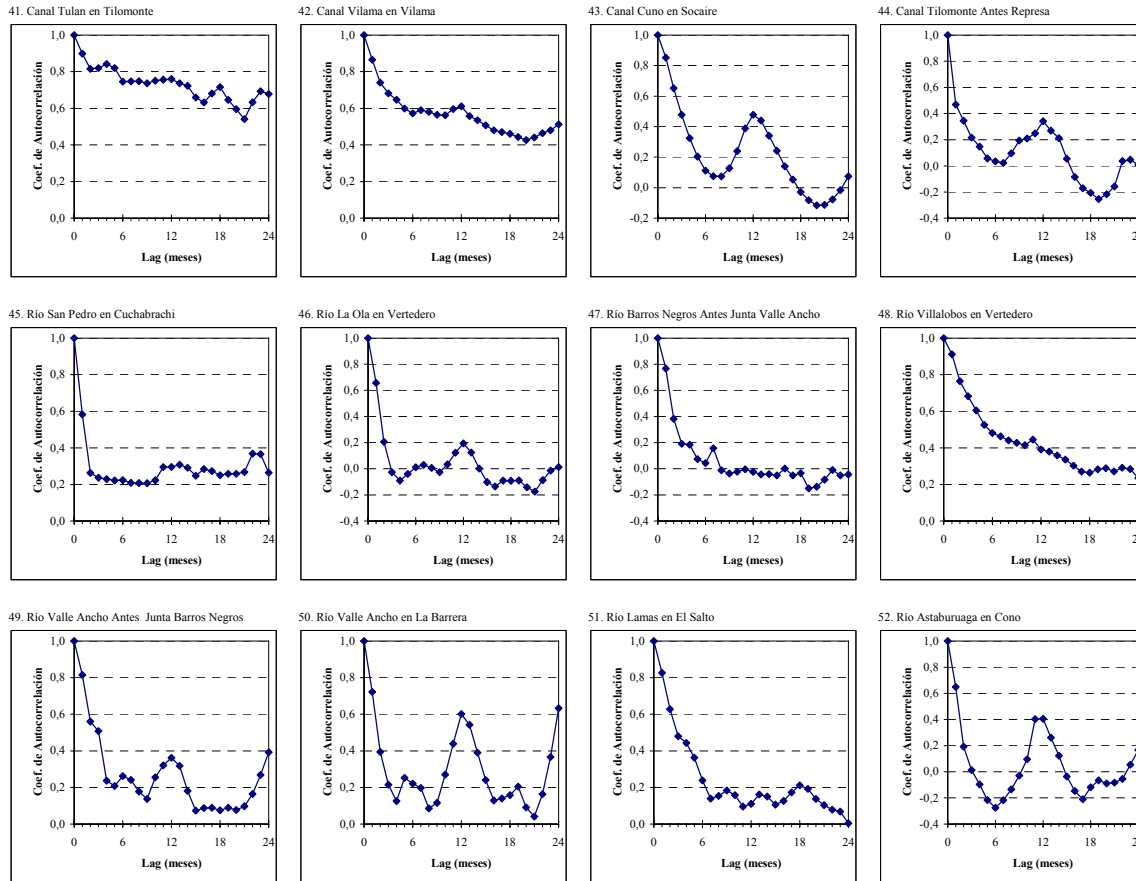


Correlogramas de las series cronológicas de caudales mensuales.

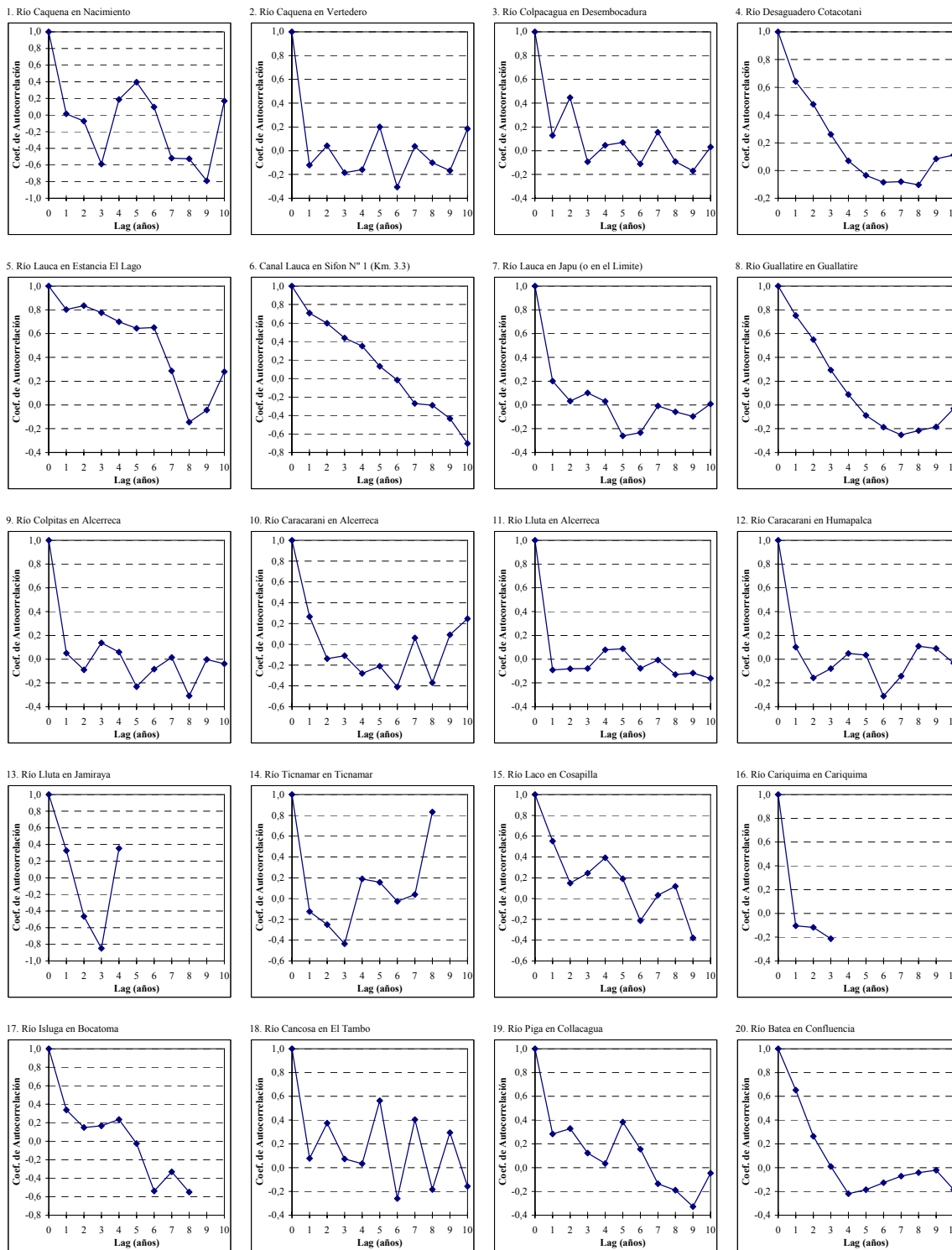


Correlogramas de las series cronológicas de caudales mensuales. (Continuación)



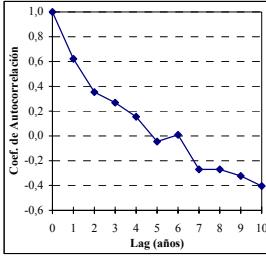


Correlogramas de las series cronológicas de caudales mensuales. (Continuación)

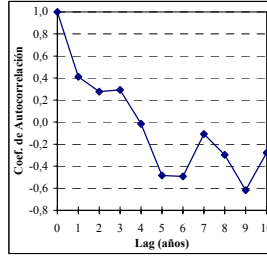


Correlogramas de las series cronológicas de caudales anuales.

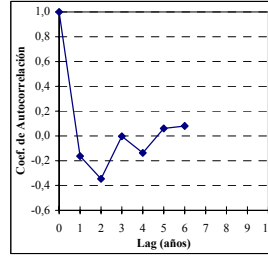
21. Río Collacagua en Peñablanca



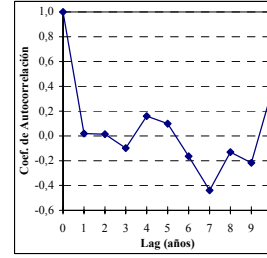
22. Quebrada Camiga en Altusa



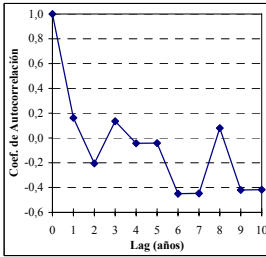
23. Río Coscaya en Pampa Lirima



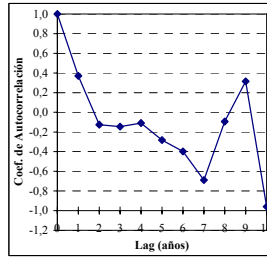
24. Río Coscaya en Saitoco



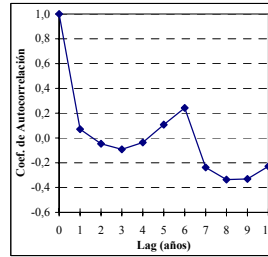
25. Quebrada Tarapaca en Mulli-Mulli



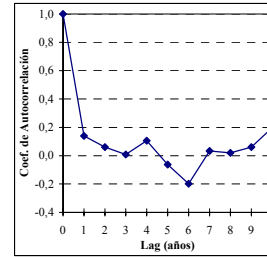
26. Quebrada Tarapaca en Sibaya



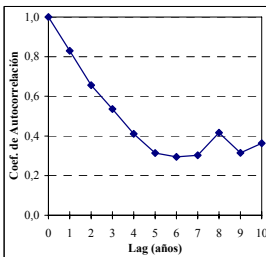
27. Río Huatacondo en Copaquire



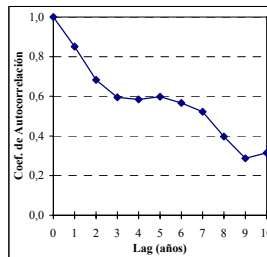
28. Río Loa Antes Represa Lequena



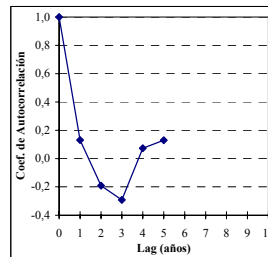
29. Río San Pedro en Parshall N°1



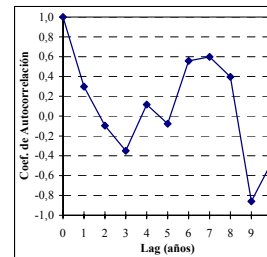
30. Río San Pedro en Parshall N°2 (Bt. Chilex)



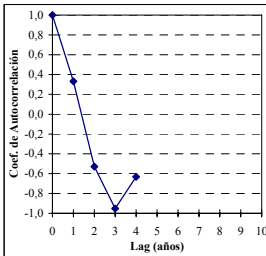
31. Río San Pedro en Camino Internacional



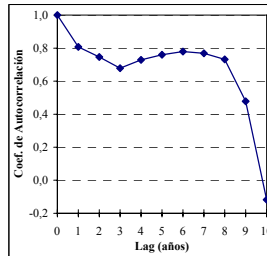
32. Río San Pedro en San Pedro



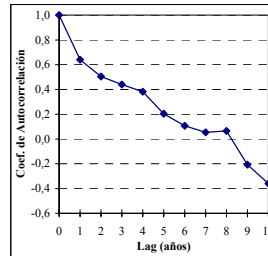
33. Río Silala Antes B.T. Fcab



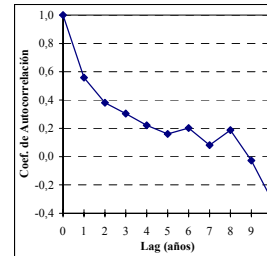
34. Río Loa en Conchi



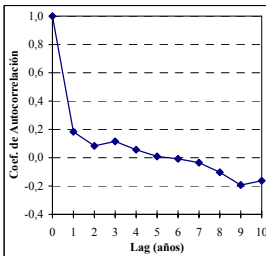
35. Río Loa en Salida Embalse Conchi



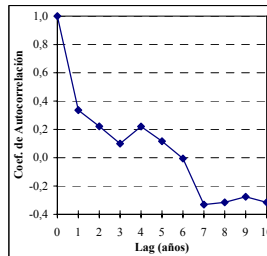
36. Río Loa en Alcantarilla Conchi N°2



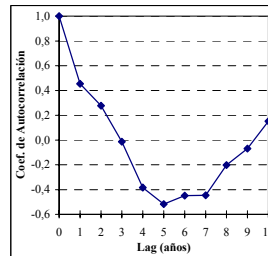
37. Río Salado Antes Junta Río Curti



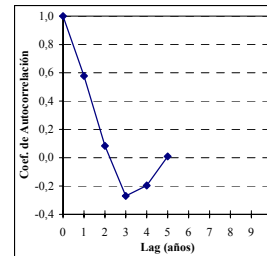
38. Río Salado en Sifón Ayquina



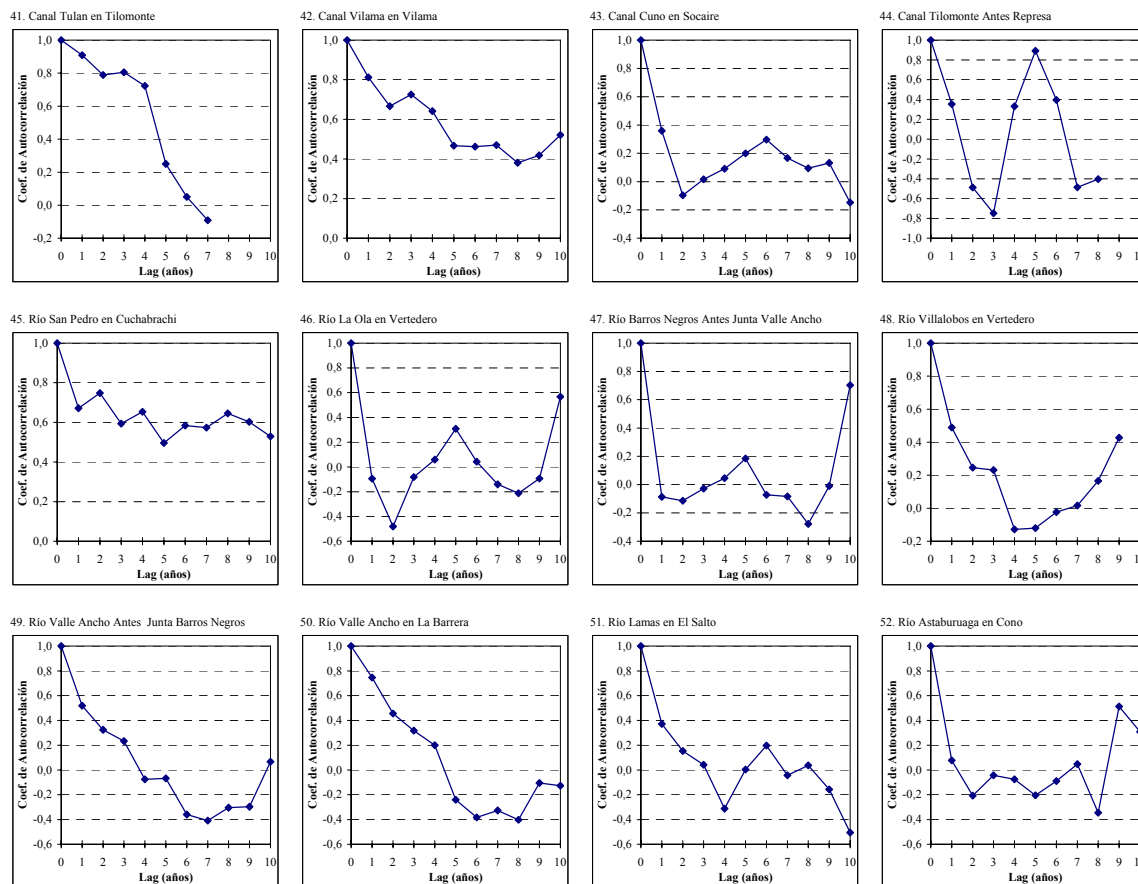
39. Río Toconce Antes Represa Sendos



40. Canal Aguas Blancas



Correlogramas de las series cronológicas de caudales anuales. (Continuación)



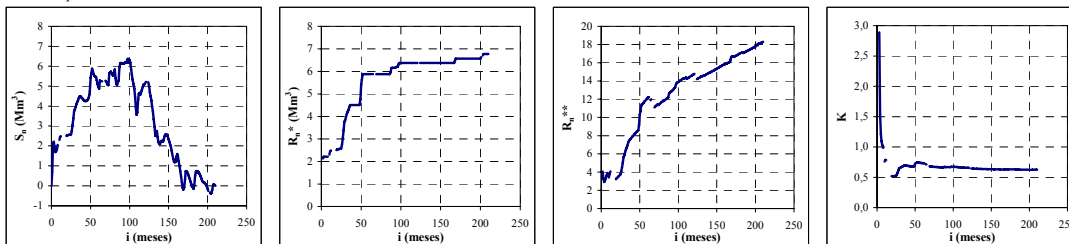
Correlogramas de las series cronológicas de caudales anuales. (Continuación)

---

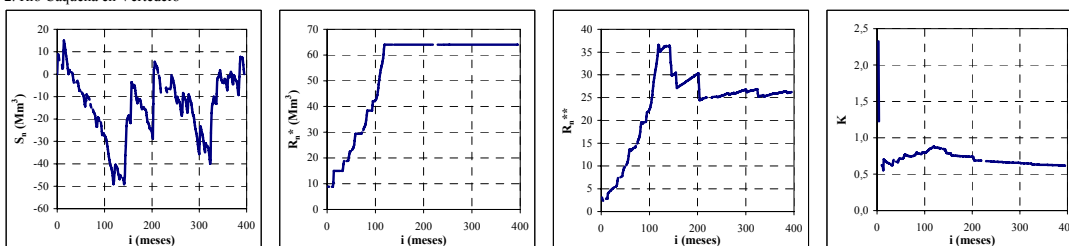
**A II.5 Parámetros Estadísticos Relacionados con el Almacenamiento en las Estaciones Fluviométricas Seleccionadas**

- ✓ **Series Anuales**
- ✓ **Series Mensuales**

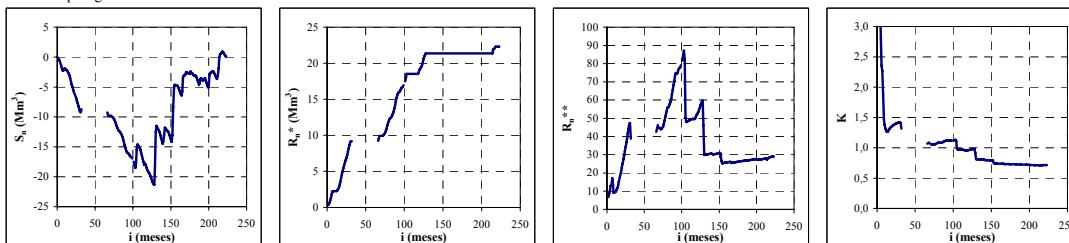
1. Río Caquena en Nacimiento



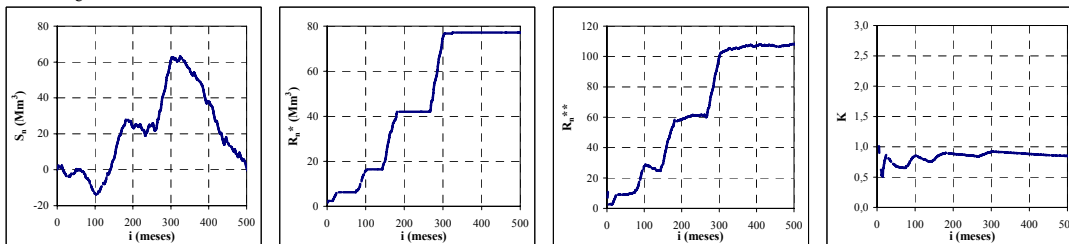
2. Río Caquena en Vertedero



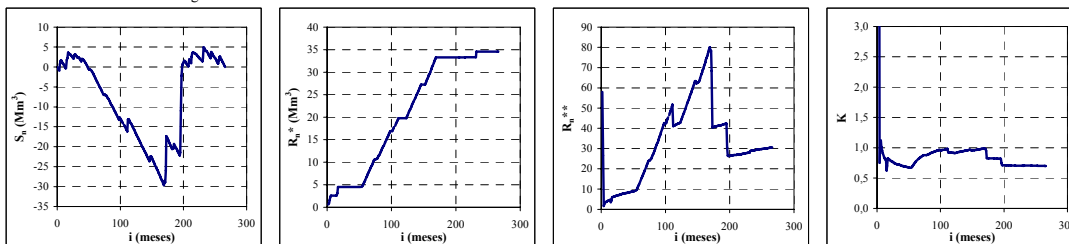
3. Río Colpacagua en Desembocadura



4. Río Desaguadero Cotacotani

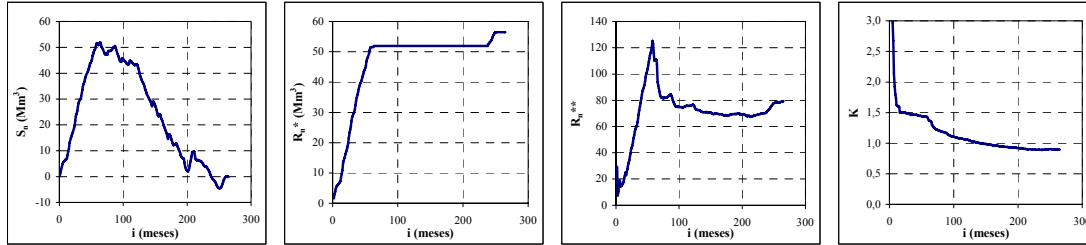


5. Río Lauca en Estancia El Lago

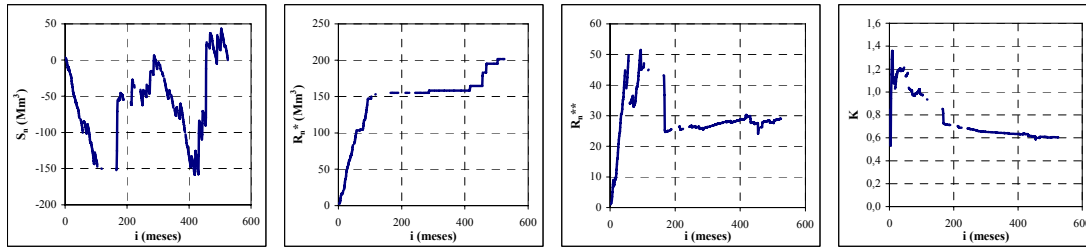


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series mensuales de caudales.

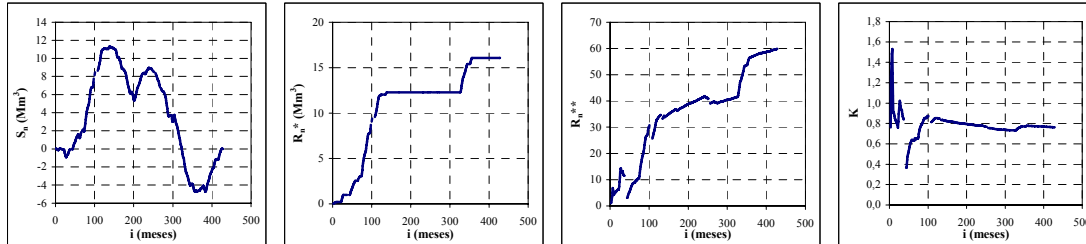
6. Canal Lauca en Sifón N° 1 (Km. 3.3)



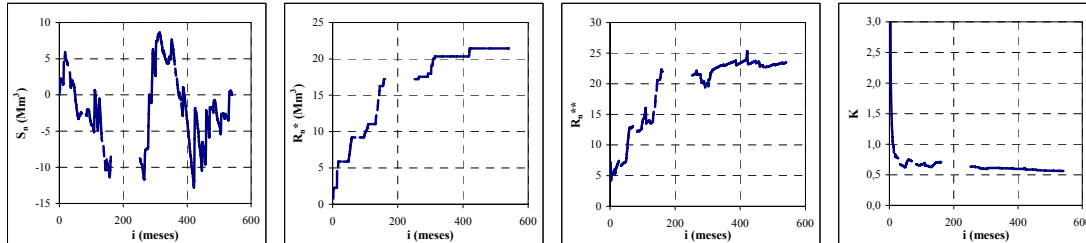
7. Río Lauca en Japu (o en el Limite)



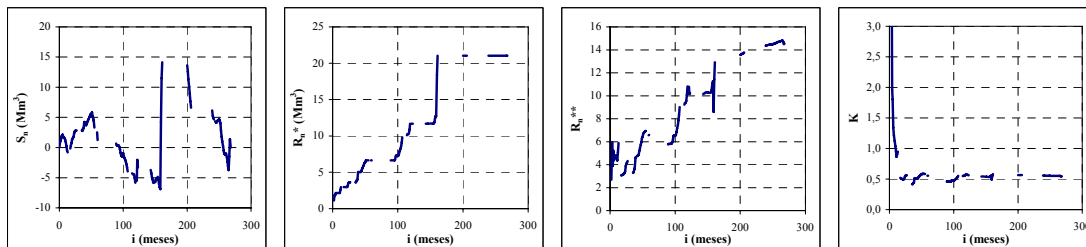
8. Río Guallatire en Guallatire



9. Río Colpitas en Alcerreca

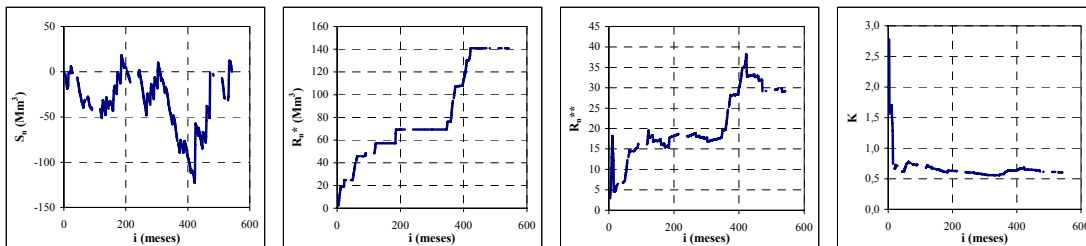


10. Río Caracarani en Alcerreca

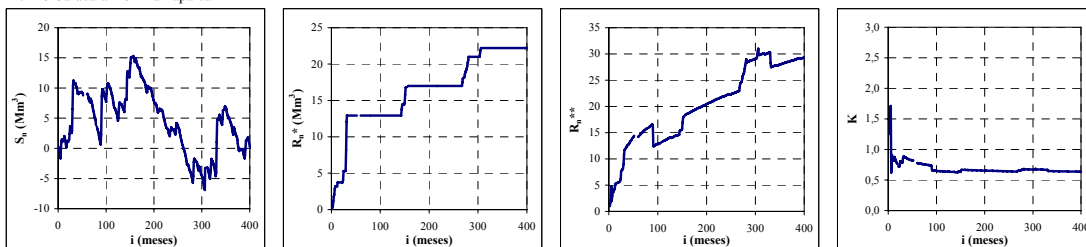


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series mensuales de caudales. (Continuación)

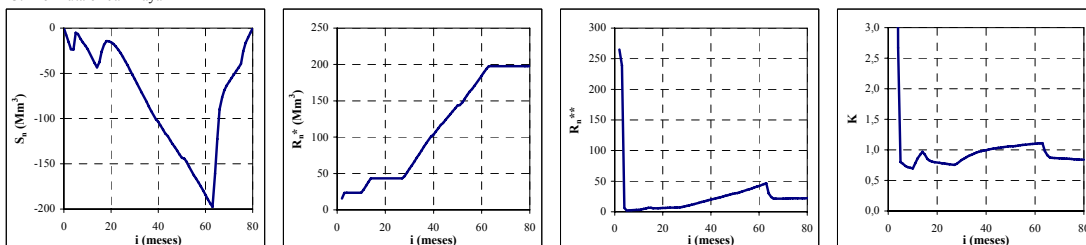
11. Río Lluta en Alcerreca



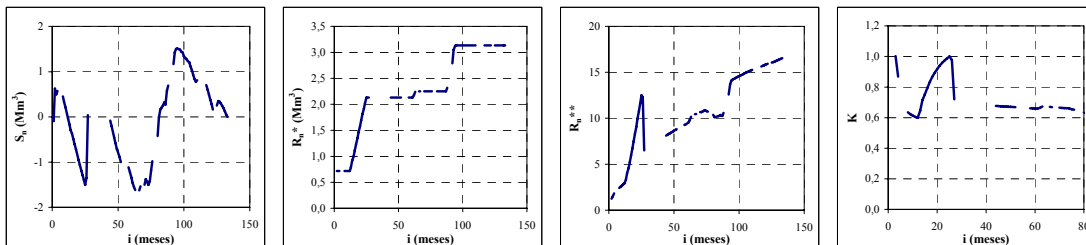
12. Río Caracarani en Humapalca



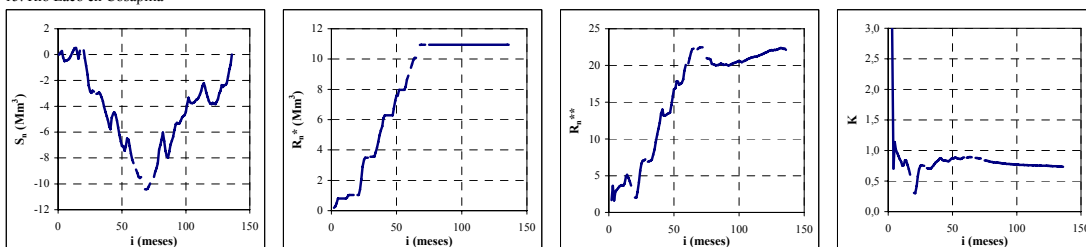
13. Río Lluta en Jamiraya



14. Río Ticomar en Ticomar



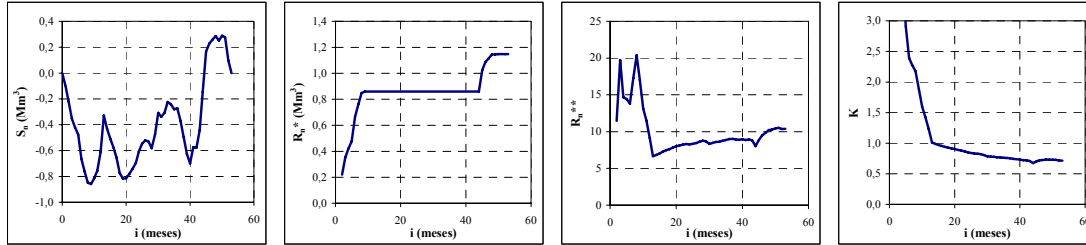
15. Río Laco en Cosapilla



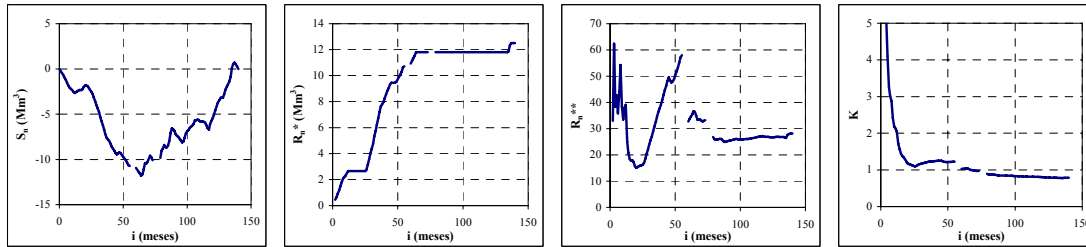
Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst (K) de las series mensuales de caudales. (Continuación)



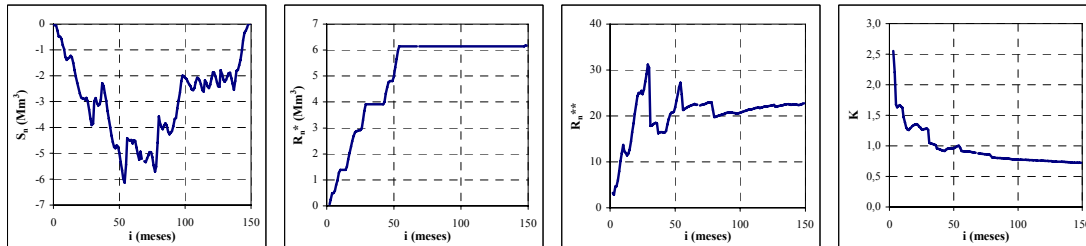
16. Río Cariquima en Cariquima



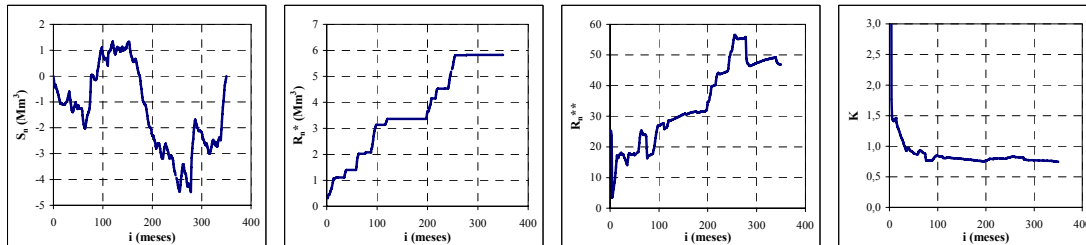
17. Río Isluga en Bocatoma



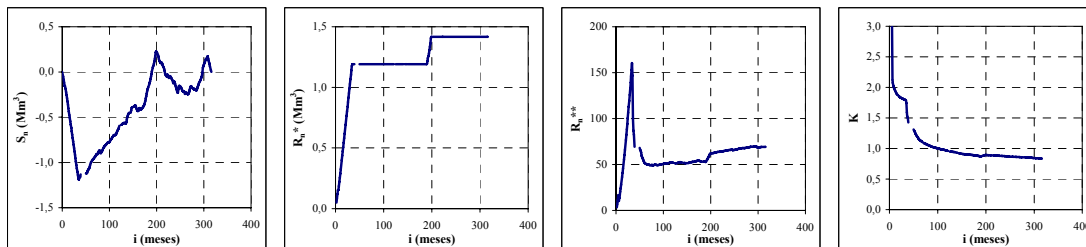
18. Río Cancosa en El Tambo



19. Río Piga en Collacagua

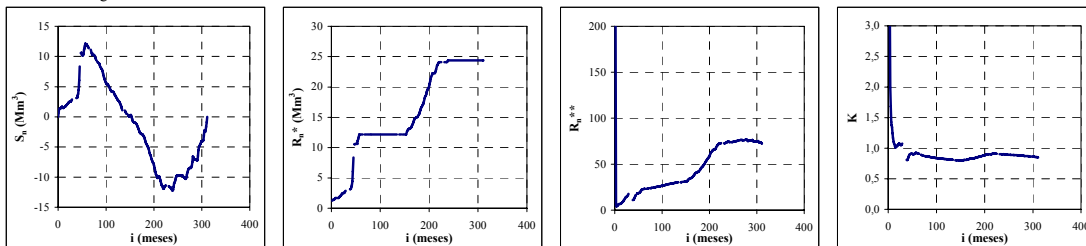


20. Río Batea en Confluencia

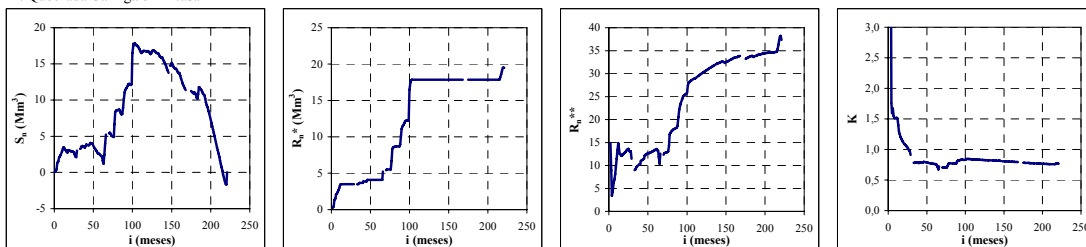


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst (K) de las series mensuales de caudales. (Continuación)

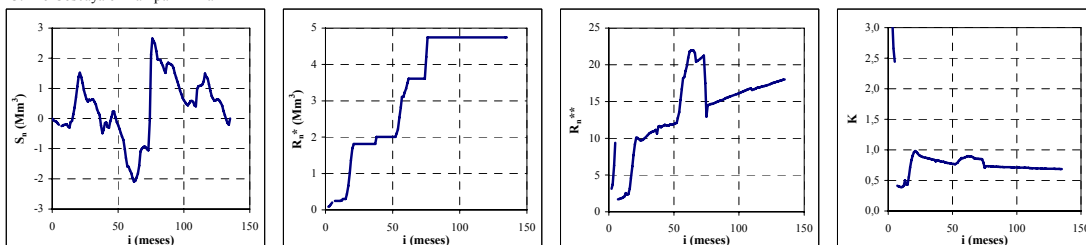
21. Río Collacagua en Peñablanca



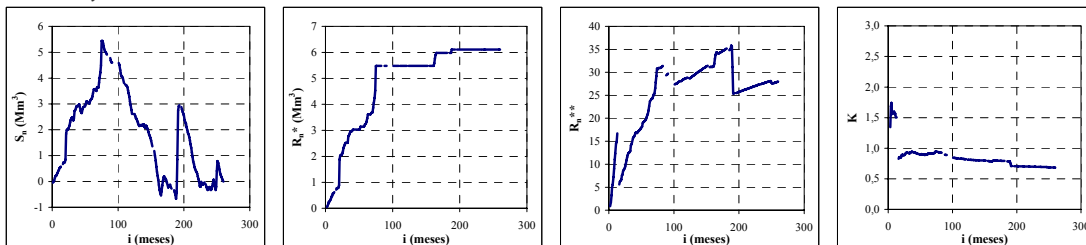
22. Quebrada Camiga en Altusa



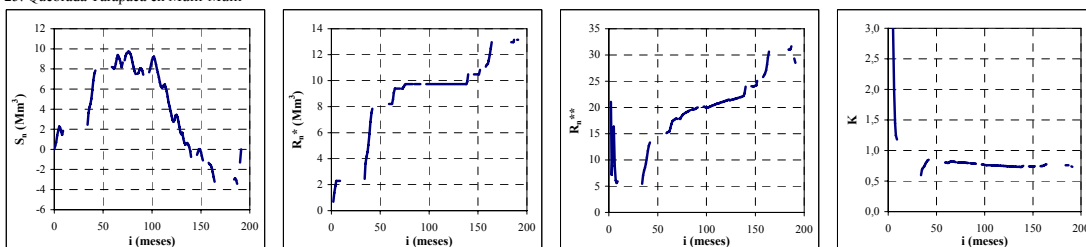
23. Río Coscaya en Pampa Lirima



24. Río Coscaya en Saitoco

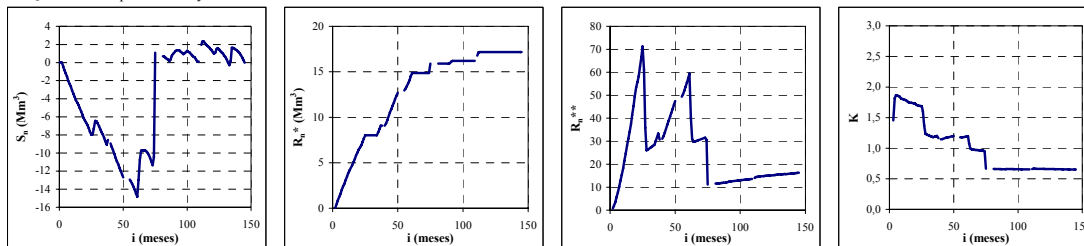


25. Quebrada Tarapaca en Mulli-Mulli

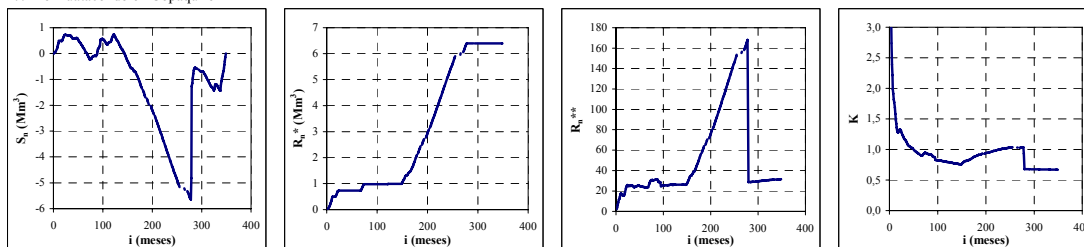


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst (K) de las series mensuales de caudales. (Continuación)

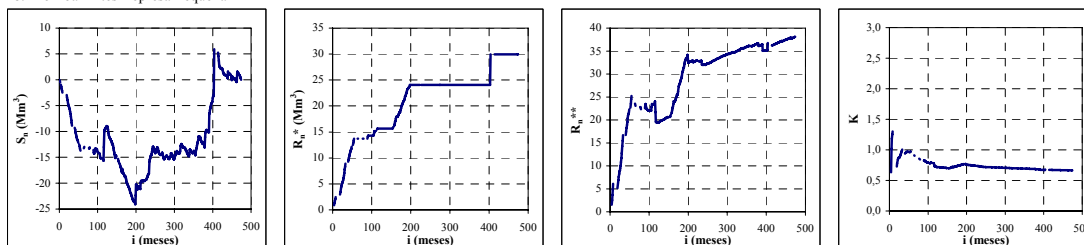
26. Quebrada Tarapaca en Sibaya



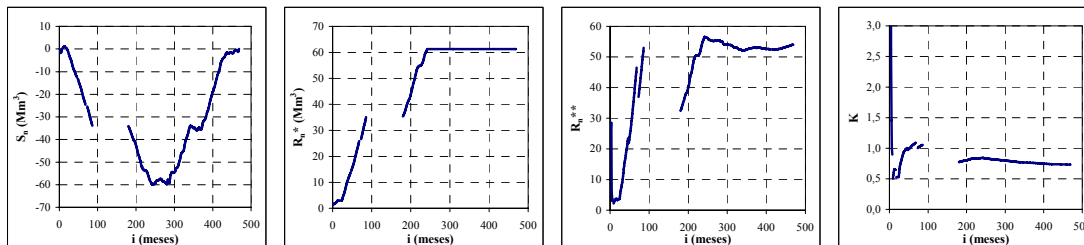
27. Río Huatacondo en Copaquire



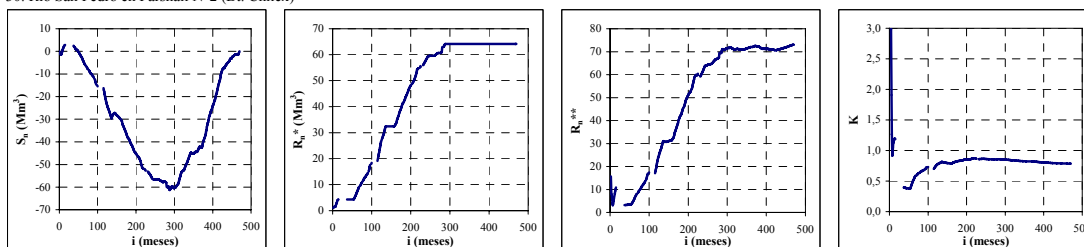
28. Río Loa Antes Represa Lequena



29. Río San Pedro en Parshall N°1

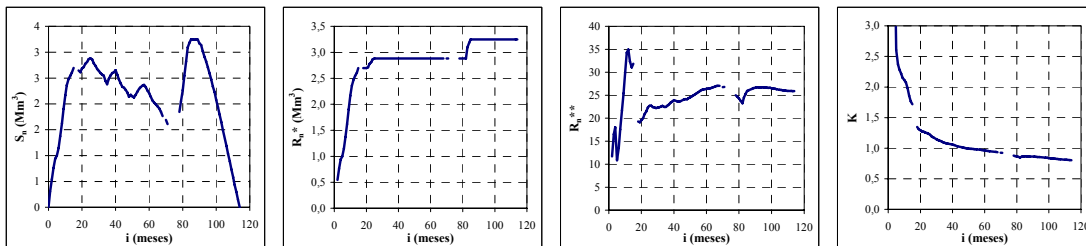


30. Río San Pedro en Parshall N°2 (Bt. Chilex)

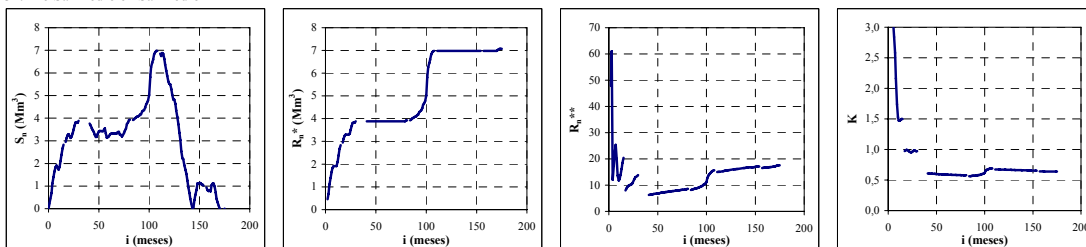


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series mensuales de caudales. (Continuación)

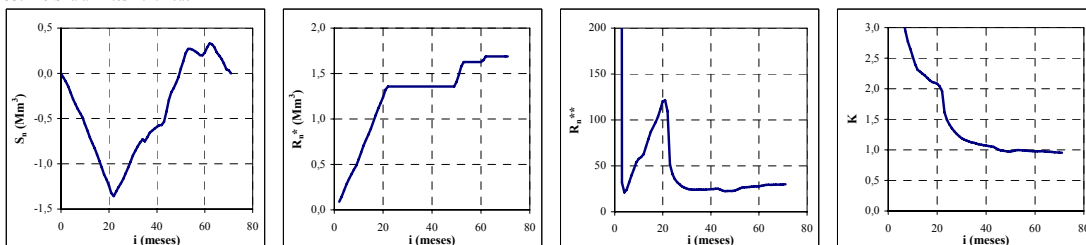
31. Río San Pedro en Camino Internacional



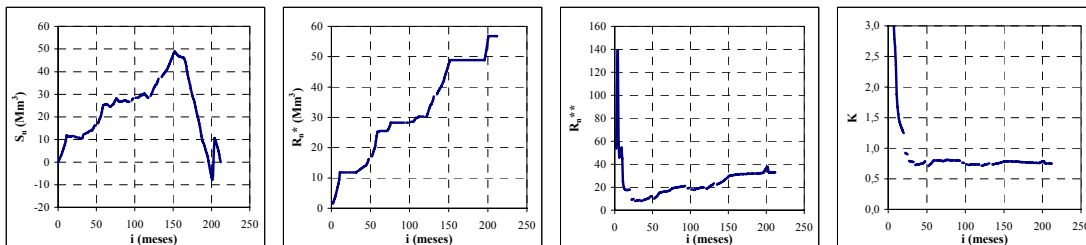
32. Río San Pedro en San Pedro



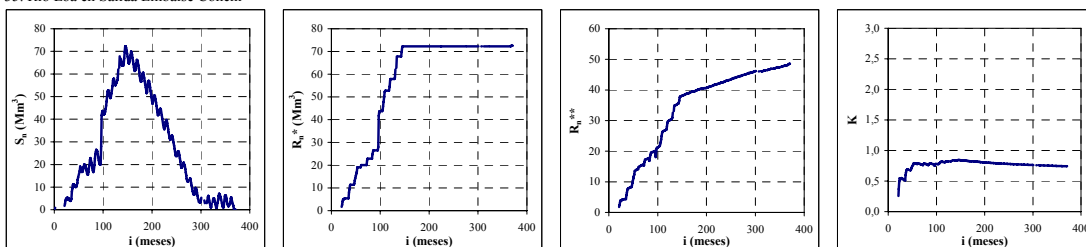
33. Río Silala Antes B.T. Fcab



34. Río Loa en Conchi

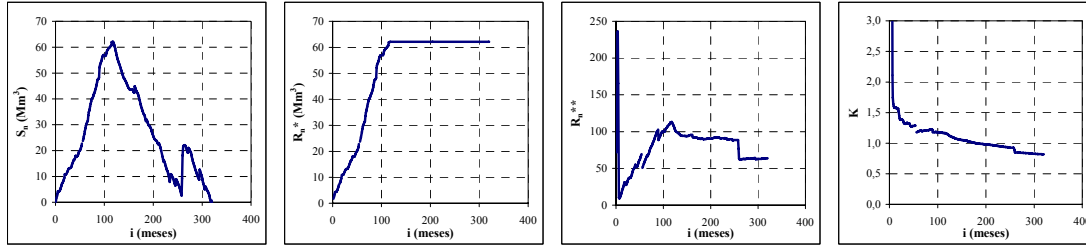


35. Río Loa en Salida Embalse Conchi

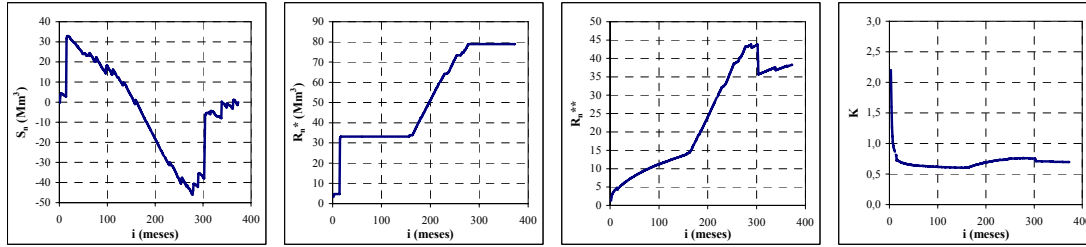


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series mensuales de caudales. (Continuación)

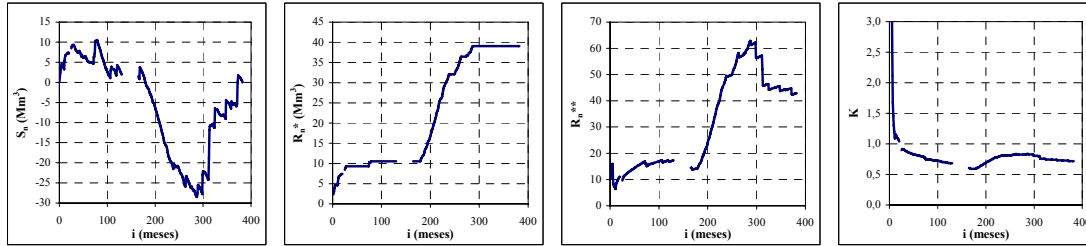
36. Río Loa en Alcantarilla Conchi N°2



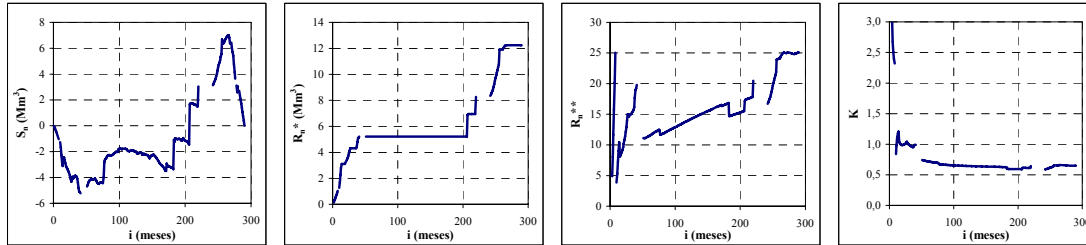
37. Río Salado Antes Junta Río Curti



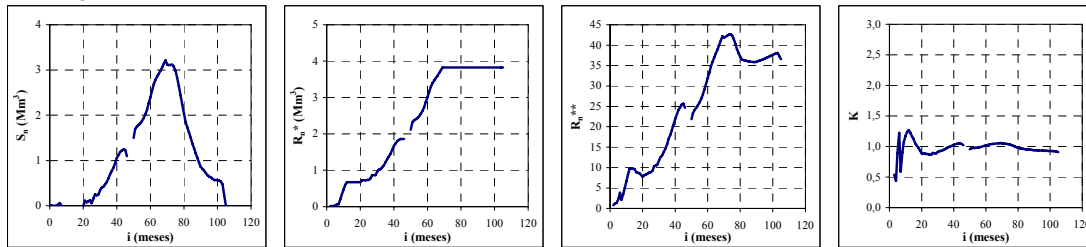
38. Río Salado en Sifón Ayquina



39. Río Toconce Antes Represa Sendos

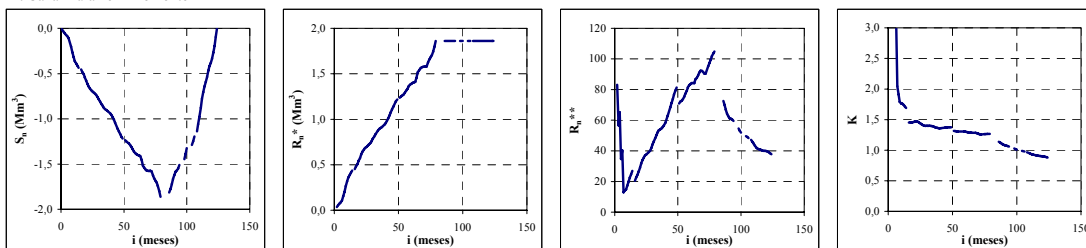


40. Canal Aguas Blancas

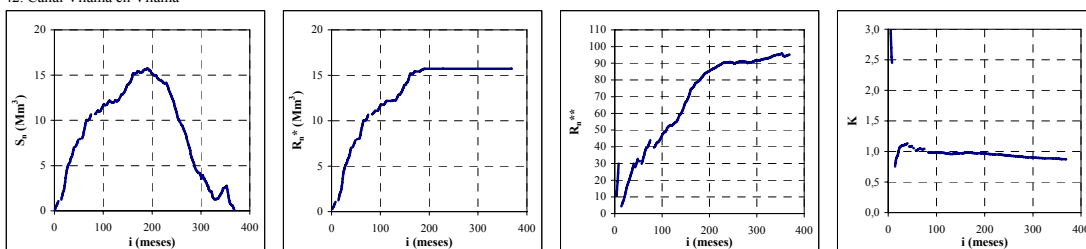


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series mensuales de caudales. (Continuación)

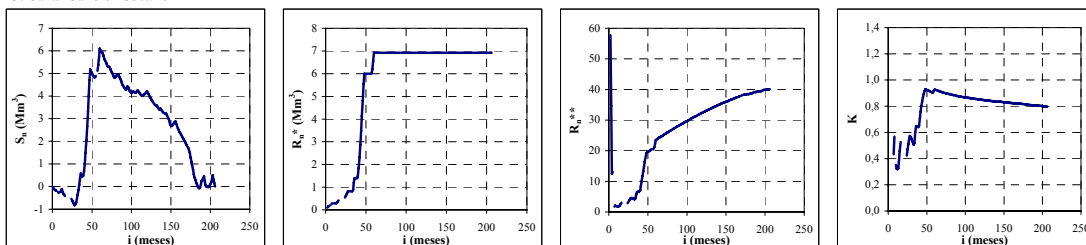
41. Canal Tulan en Tilomonte



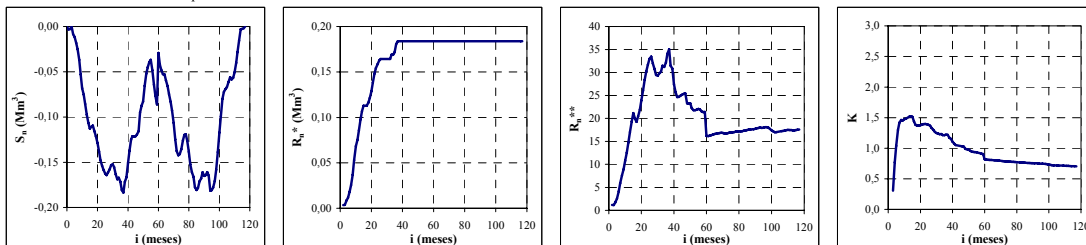
42. Canal Vilama en Vilama



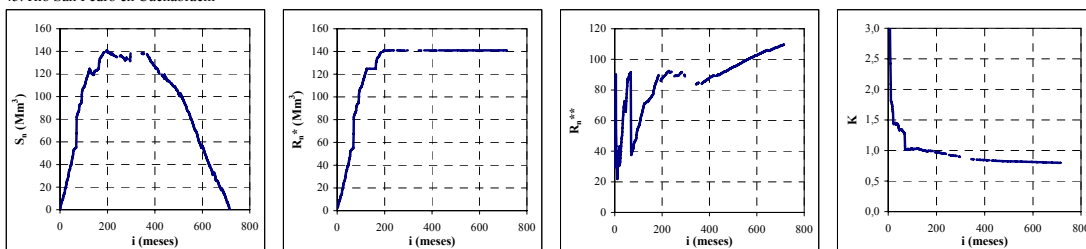
43. Canal Cuno en Socaire



44. Canal Tilomonte Antes Represa

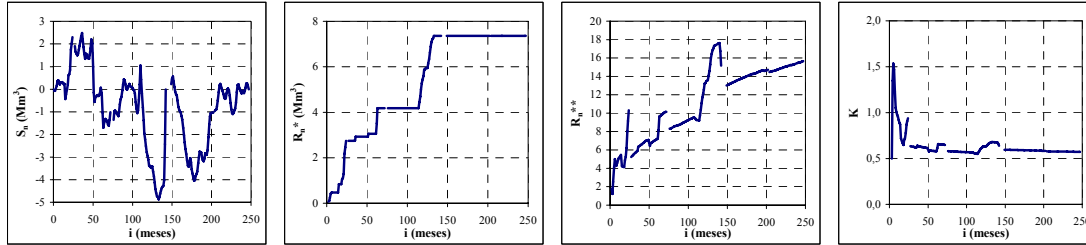


45. Río San Pedro en Cuchabrachi

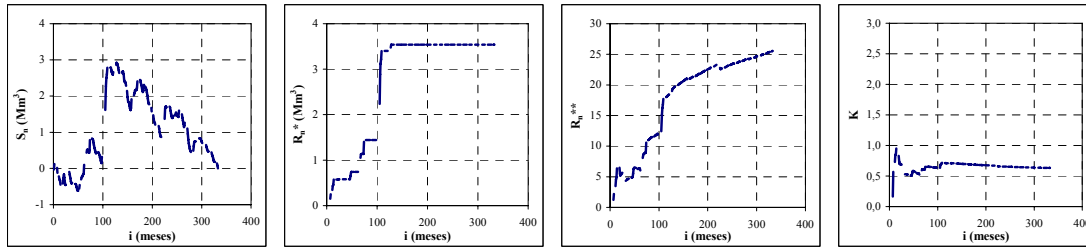


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series mensuales de caudales. (Continuación)

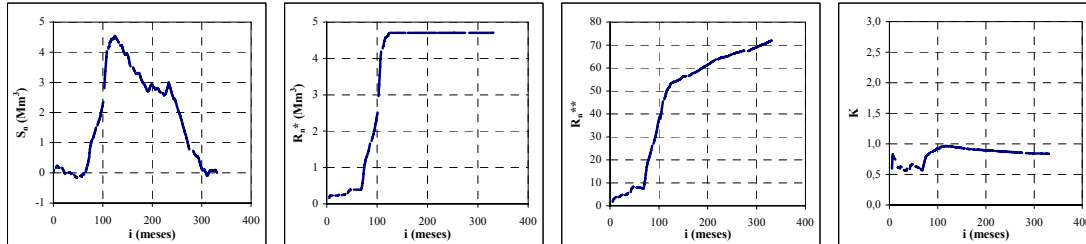
46. Río La Ola en Vertedero



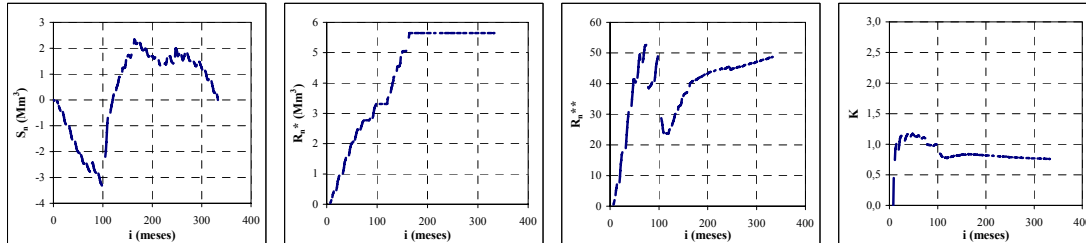
47. Río Barros Negros Antes Junta Valle Ancho



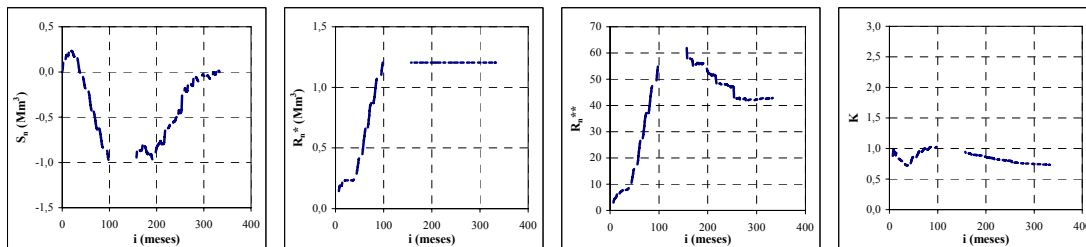
48. Río Villalobos en Vertedero



49. Río Valle Ancho Antes Junta Barros Negros

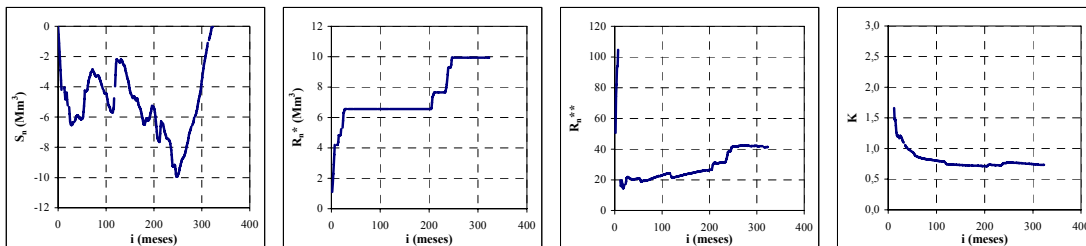


50. Río Valle Ancho en La Barrera

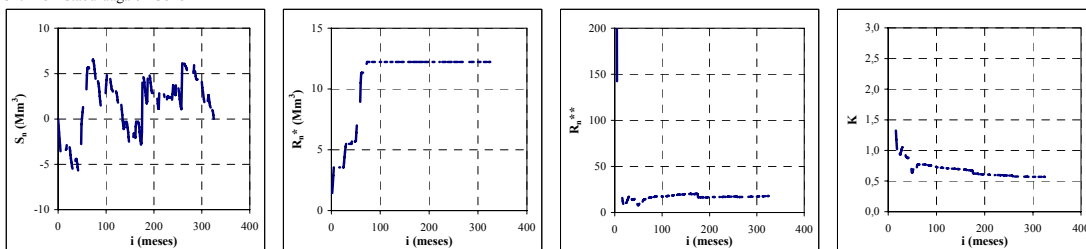


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $Rn^*$ ), Rango escalado ( $Rn^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series mensuales de caudales. (Continuación)

51. Río Lamas en El Salto



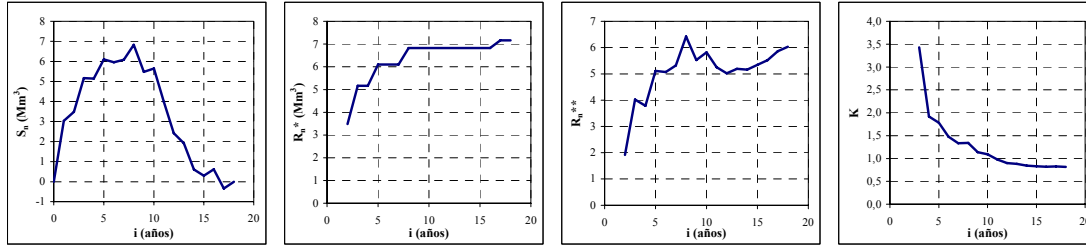
52. Río Astaburuaga en Cono



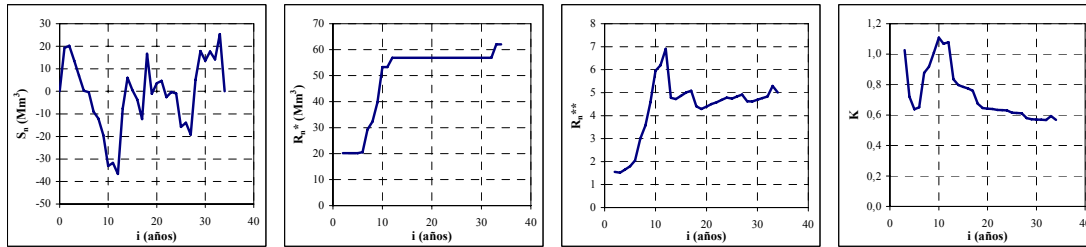
Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series mensuales de caudales. (Continuación)



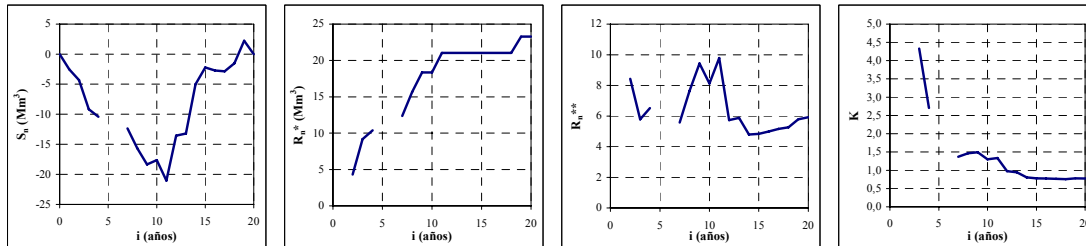
1. Río Caquena en Nacimiento



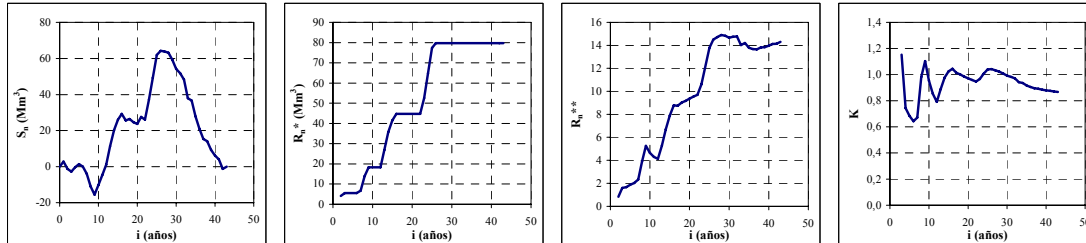
2. Río Caquena en Vertedero



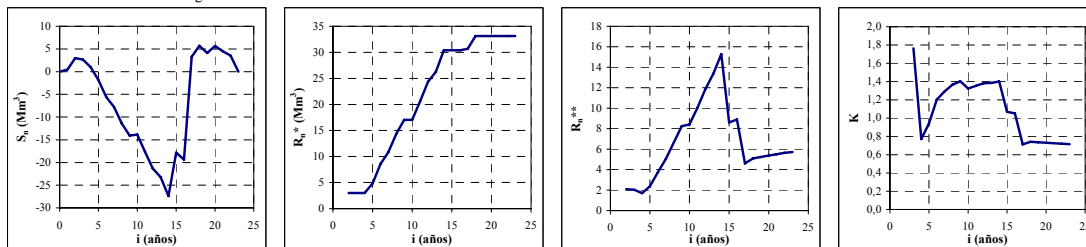
3. Río Colpacagua en Desembocadura



4. Río Desaguadero Cotacotani

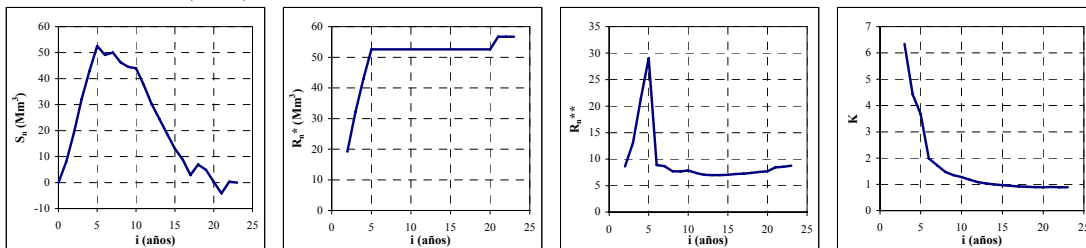


5. Río Lauca en Estancia El Lago

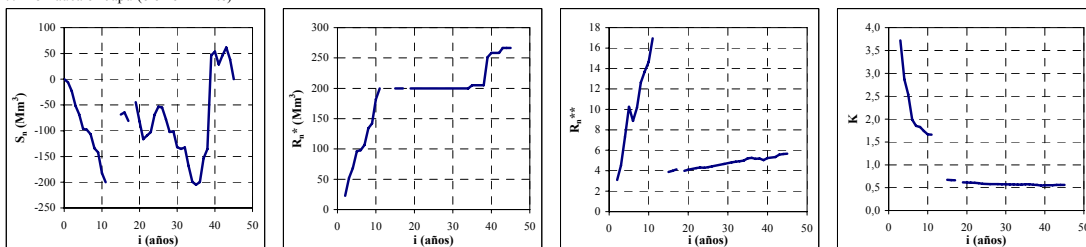


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $Rn^*$ ), Rango escalado ( $Rn^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series anuales de caudales.

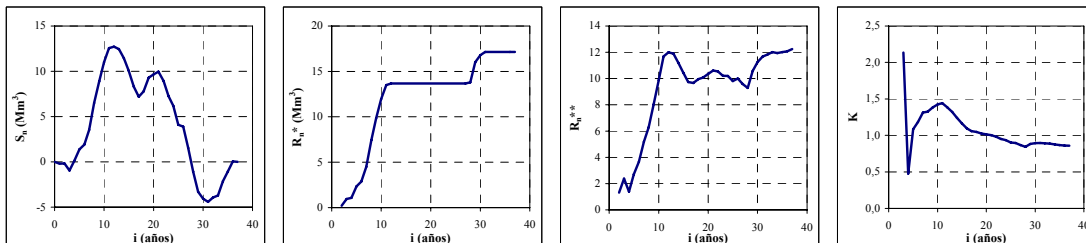
6. Canal Lauca en Sifon N° 1 (Km. 3.3)



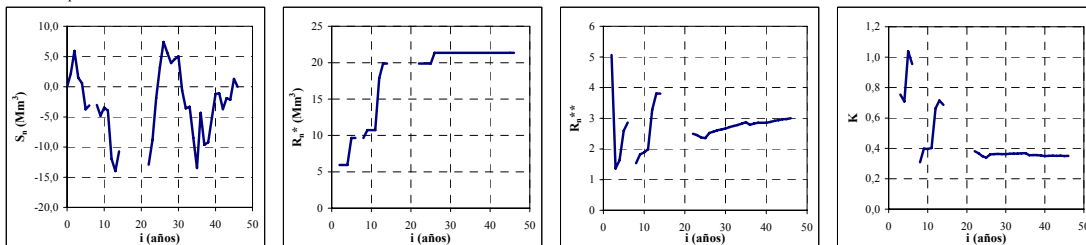
7. Río Lauca en Japu (o en el Limite)



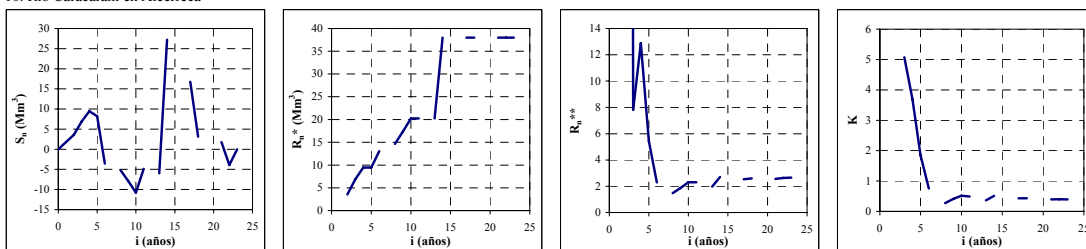
8. Río Guallatire en Guallatire



9. Río Colpitas en Alcerreca

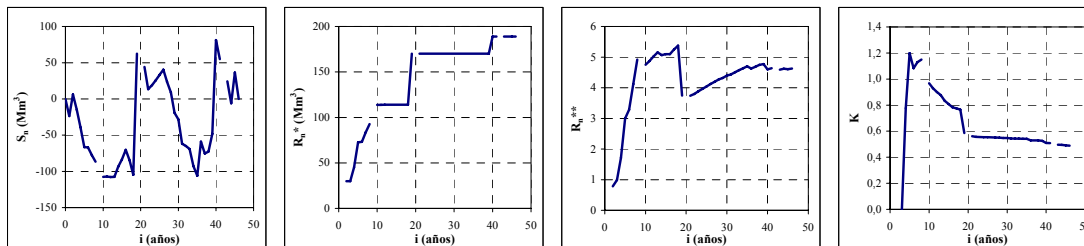


10. Río Caracarani en Alcerreca

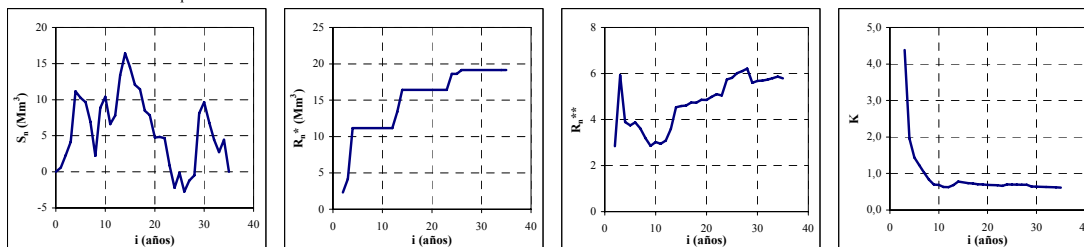


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series anuales de caudales. (Continuación)

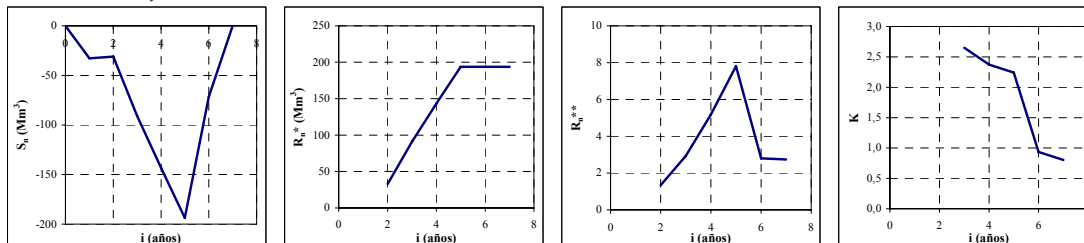
11. Río Lluta en Alcerreca



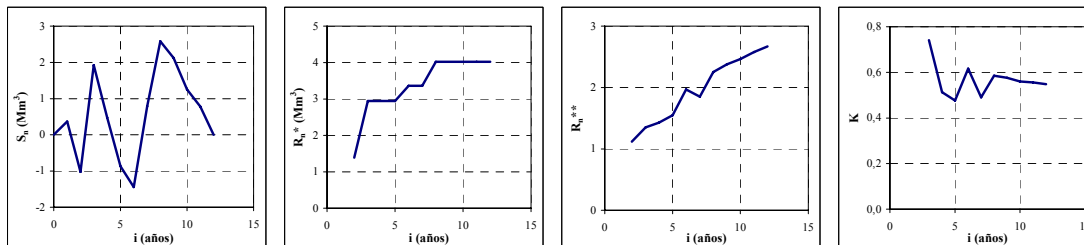
12. Río Caracarani en Humapalca



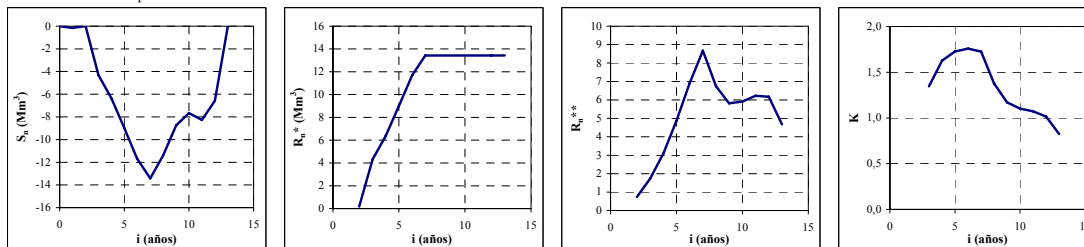
13. Río Lluta en Jamiraya



14. Río Ticnamar en Ticnamar

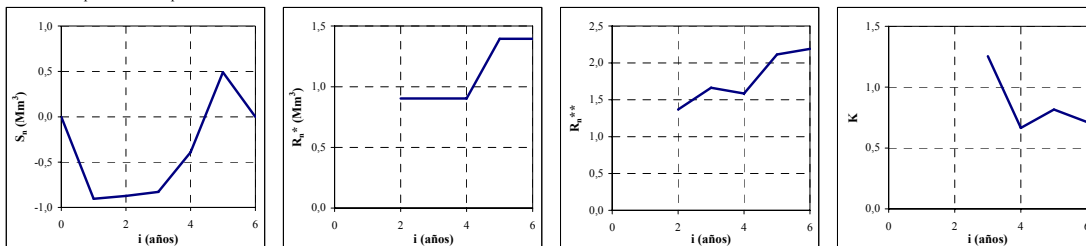


15. Río Laco en Cosapilla

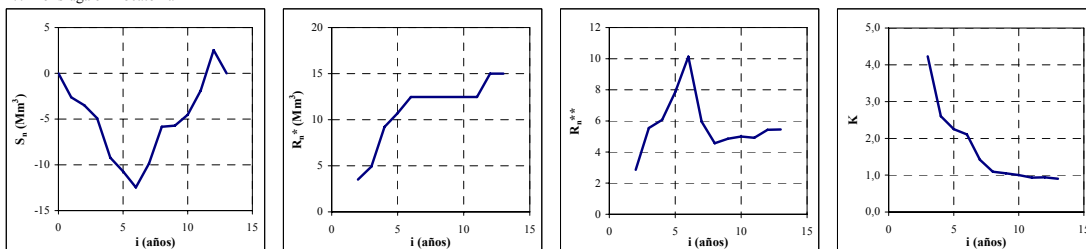


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst (K) de las series anuales de caudales. (Continuación)

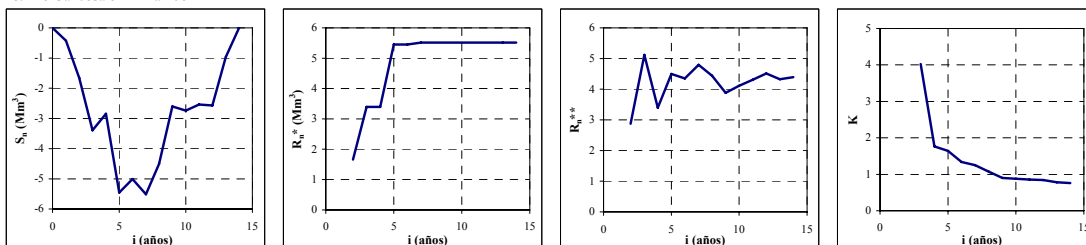
16. Río Cariquima en Cariquima



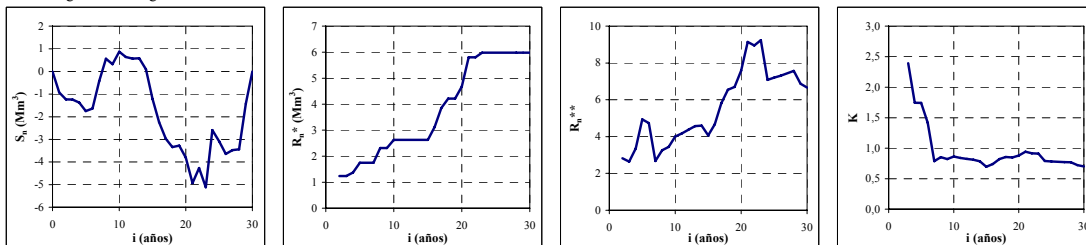
17. Río Isluga en Bocatoma



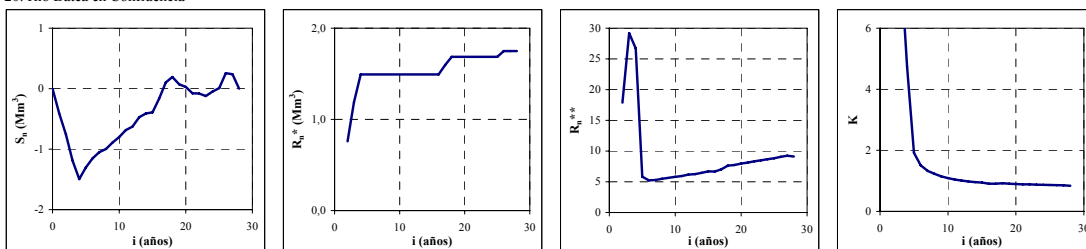
18. Río Cancosa en El Tambo



19. Río Piga en Collacagua

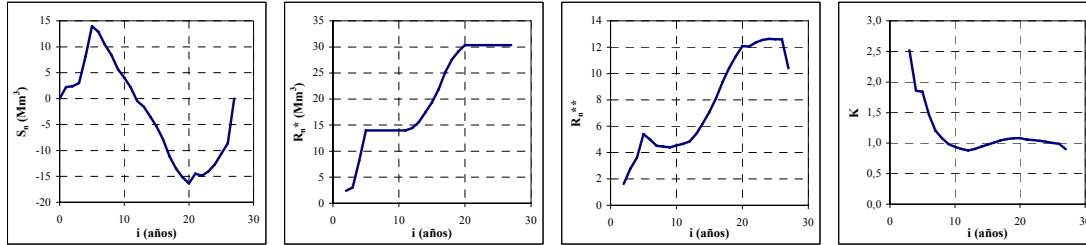


20. Río Batea en Confluencia

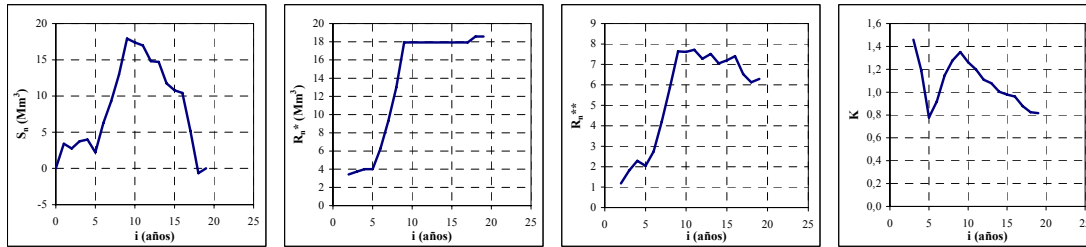


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst (K) de las series anuales de caudales. (Continuación)

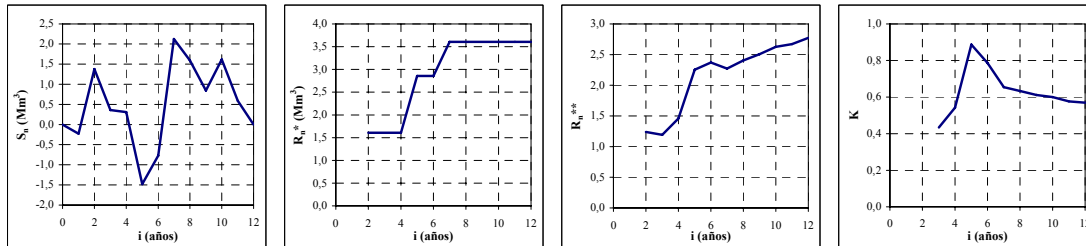
21. Río Collacagua en Peñablanca



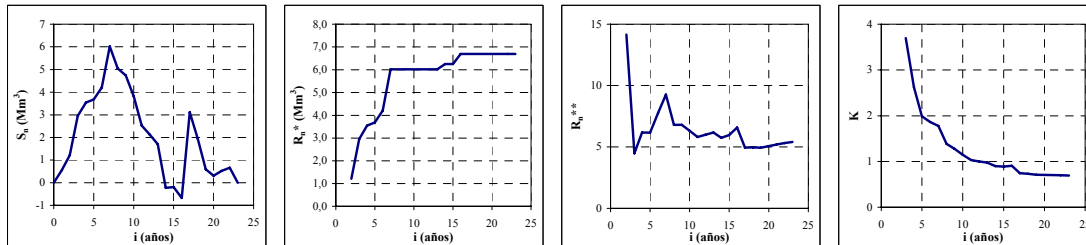
22. Quebrada Camiga en Altusa



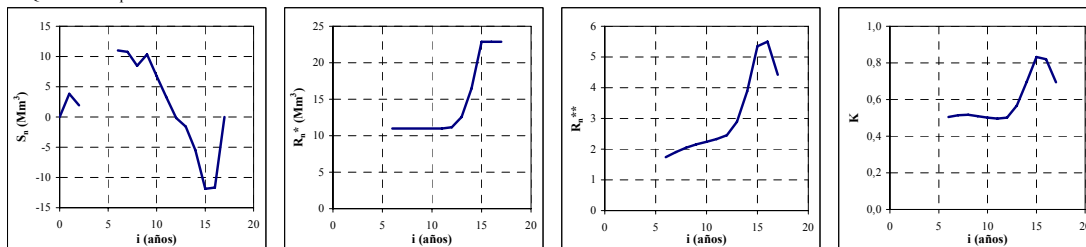
23. Río Coscaya en Pampa Lirimá



24. Río Coscaya en Saitoco

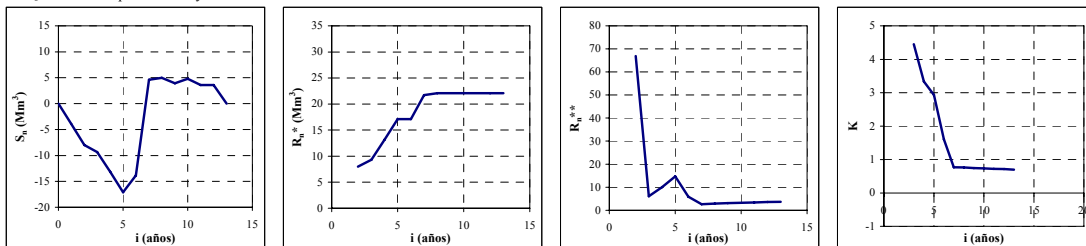


25. Quebrada Tarapaca en Mulli-Mulli

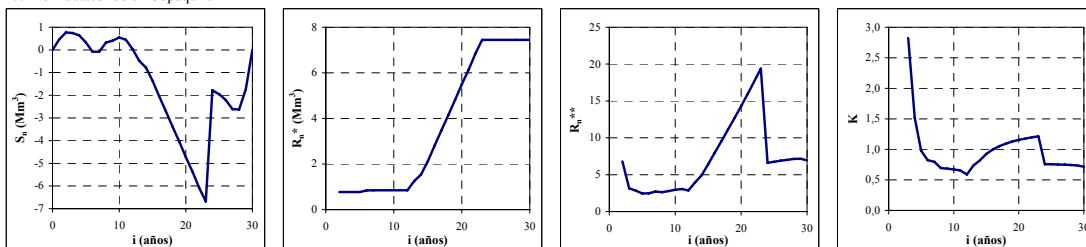


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst (K) de las series anuales de caudales. (Continuación)

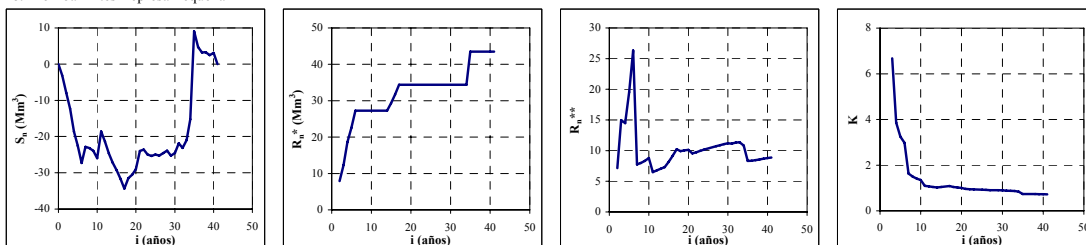
26. Quebrada Tarapaca en Sibaya



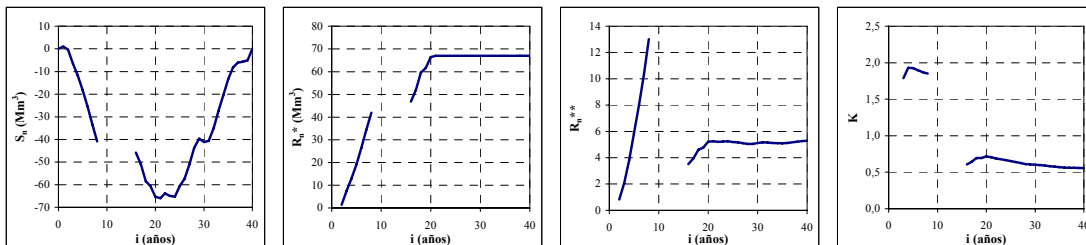
27. Río Huatacondo en Copaquire



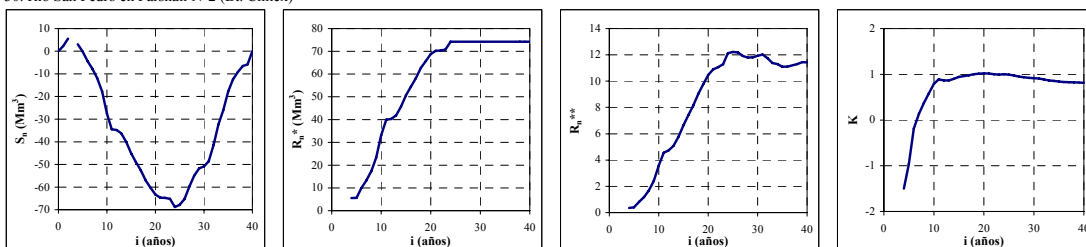
28. Río Loa Antes Represa Lequena



29. Río San Pedro en Parshall N°1

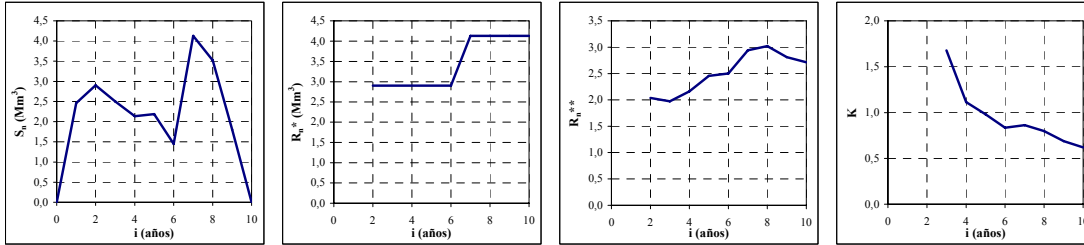


30. Río San Pedro en Parshall N°2 (Bt. Chilex)

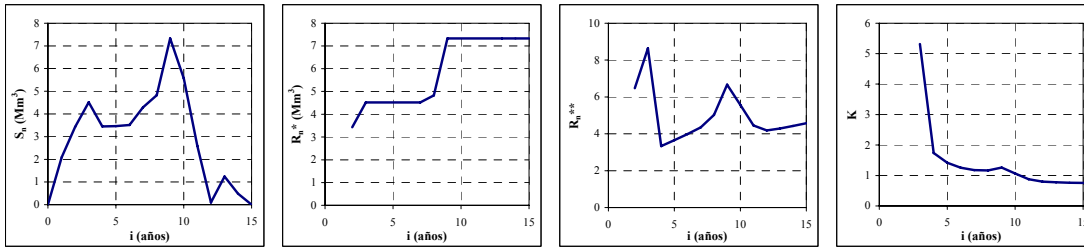


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series anuales de caudales. (Continuación)

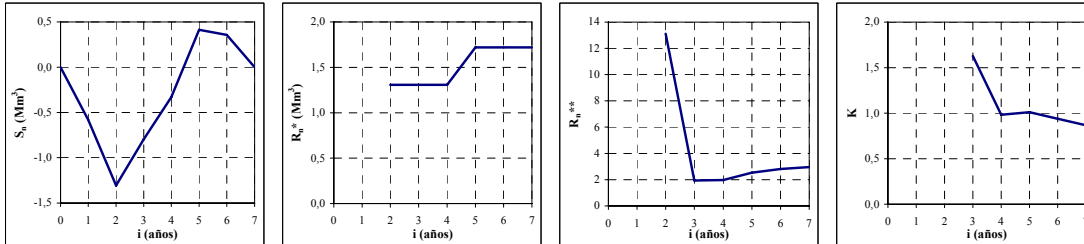
31. Río San Pedro en Camino Internacional



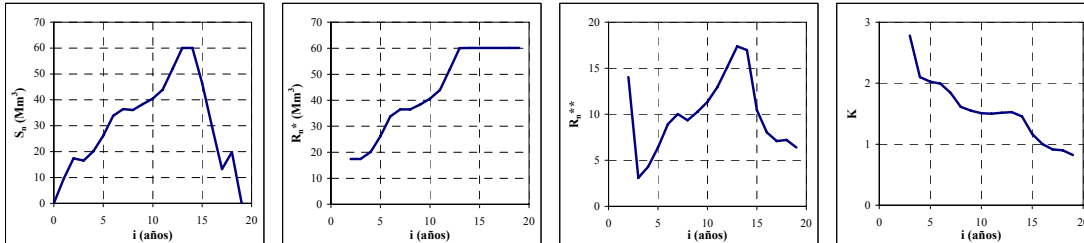
32. Río San Pedro en San Pedro



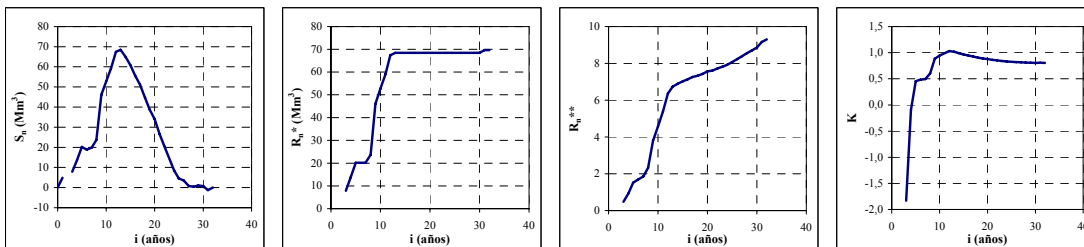
33. Río Silala Antes B.T. Feab



34. Río Loa en Conchi

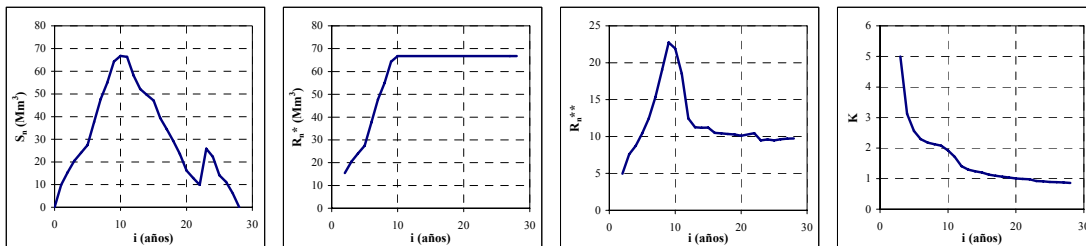


35. Río Loa en Salida Embalse Conchi

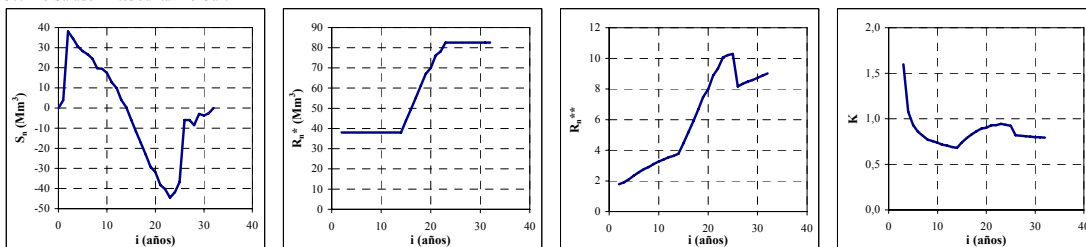


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $Rn^*$ ), Rango escalado ( $Rn^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series anuales de caudales. (Continuación)

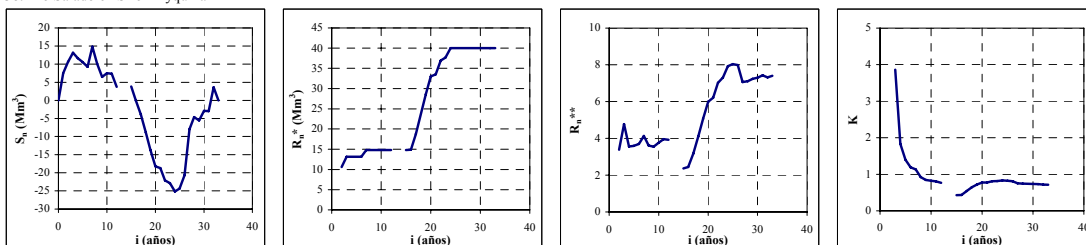
36. Río Loa en Alcantarilla Conchi N°2



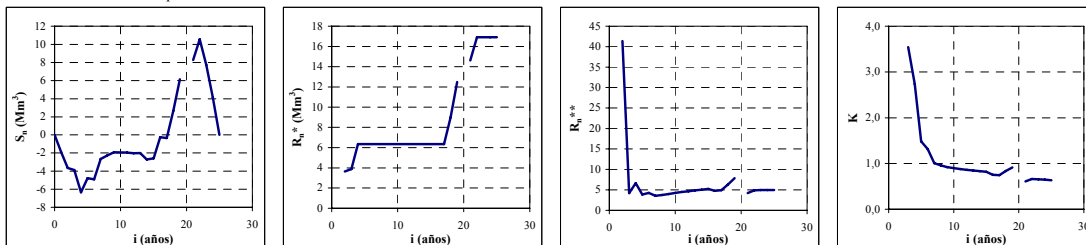
37. Río Salado Antes Junta Río Curti



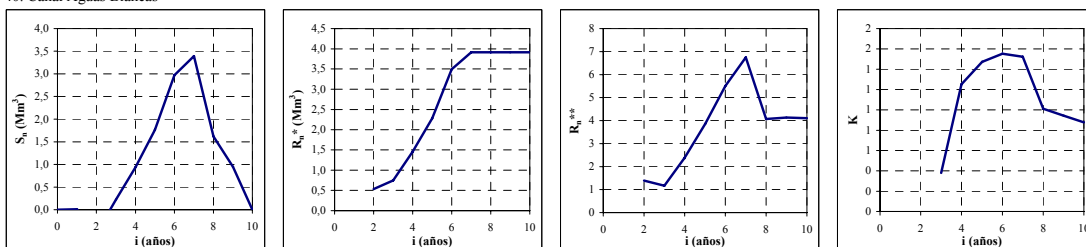
38. Río Salado en Sifón Ayquina



39. Río Toconce Antes Represa Sendos



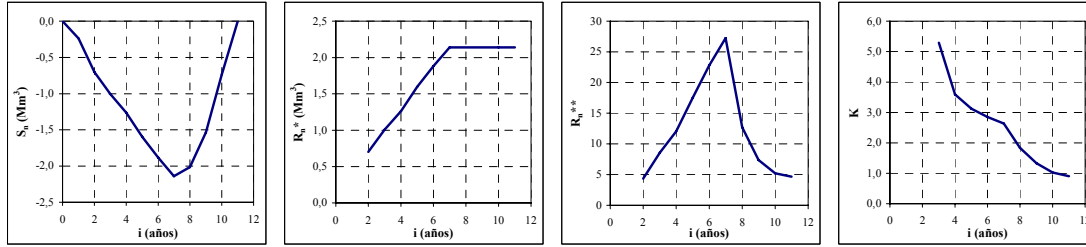
40. Canal Aguas Blancas



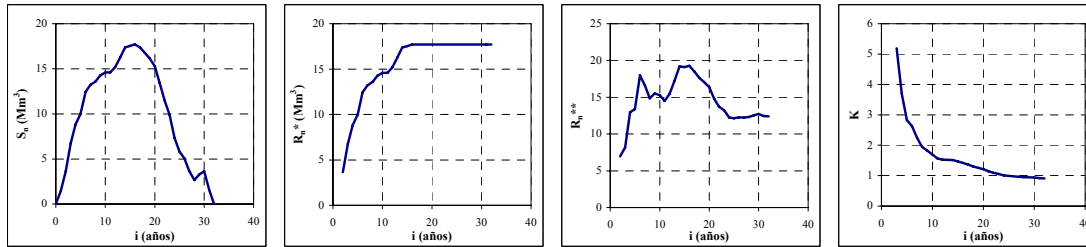
Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst (K) de las series anuales de caudales. (Continuación)



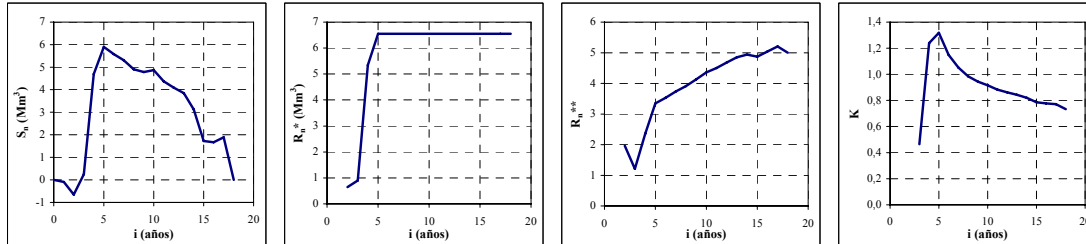
41. Canal Tulan en Tilomonte



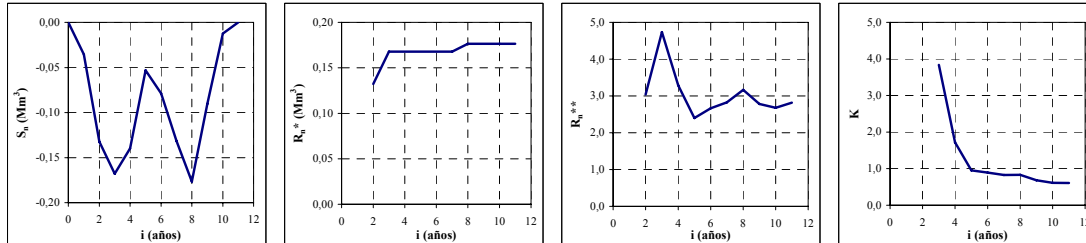
42. Canal Vilama en Vilama



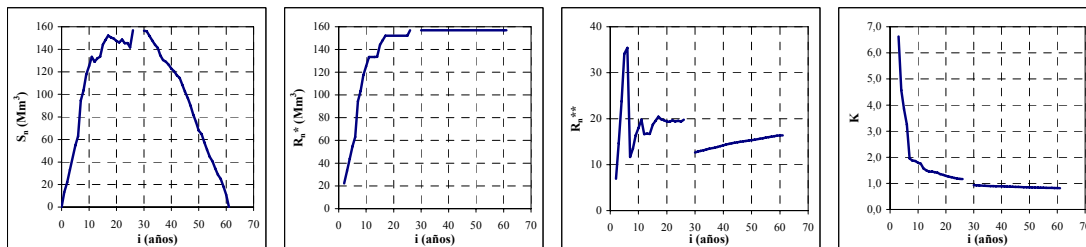
43. Canal Cuno en Socaire



44. Canal Tilomonte Antes Represa

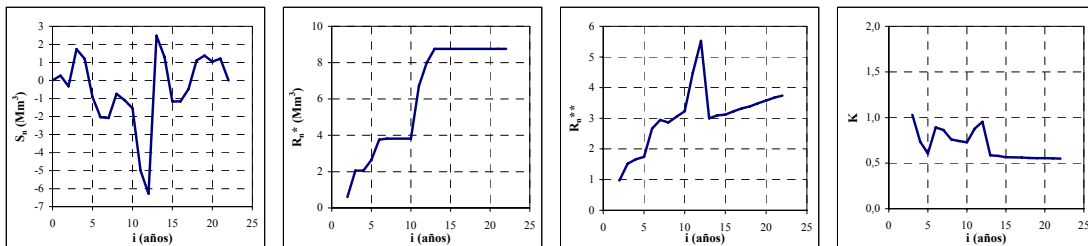


45. Río San Pedro en Cuchabrachi

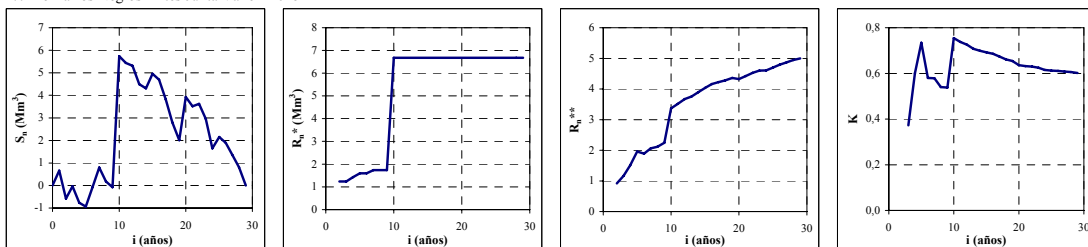


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst (K) de las series anuales de caudales. (Continuación)

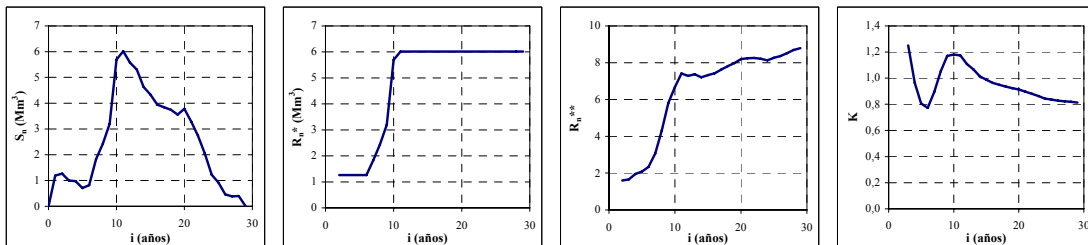
46. Río La Ola en Vertedero



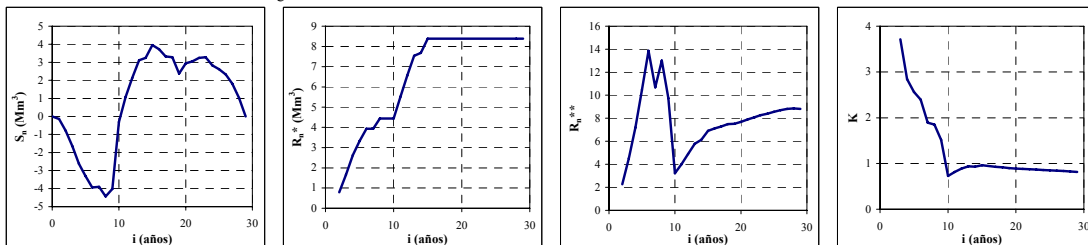
47. Río Barros Negros Antes Junta Valle Ancho



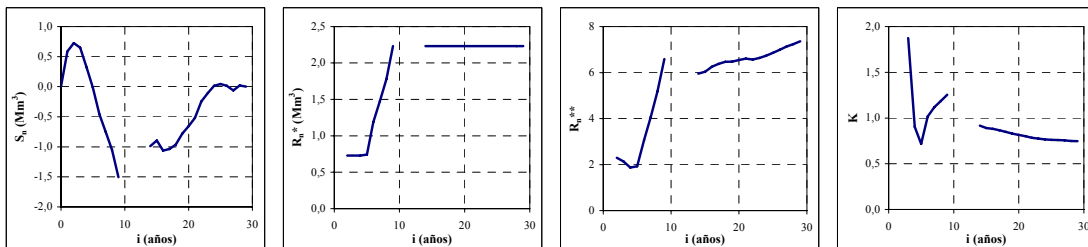
48. Río Villalobos en Vertedero



49. Río Valle Ancho Antes Junta Barros Negros

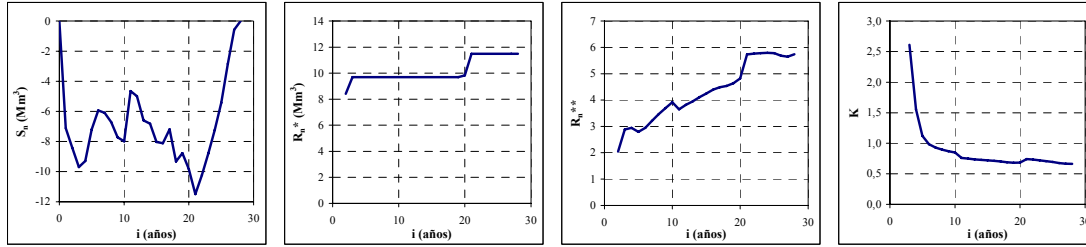


50. Río Valle Ancho en La Barrera

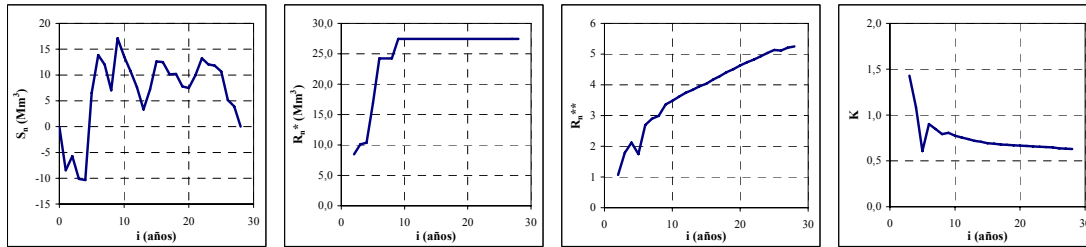


Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series anuales de caudales. (Continuación)

51. Río Lamas en El Salto



52. Río Astaburuaga en Cono



Volumen almacenado ( $S_n$ ), Rango ajustado ( $R_n^*$ ), Rango escalado ( $R_n^{**}$ ) y coeficiente de Hurst ( $K$ ) de las series anuales de caudales. (Continuación)

ANEXO III  
“Estaciones Meteorológicas - Temperatura”



---

**ANEXO III ESTACIONES METEOROLÓGICAS - TEMPERATURA**

---

**A III.1 Ubicación de las Estaciones Meteorológicas de Temperatura – Chile**

**Ubicación de las Estaciones Meteorológicas de Temperatura - Chile.**

CÓDIGO BNA	ESTACIÓN	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA	FUENTE	ESTADO*
01001005-5	CAQUENA	478.832	8.004.246	4.400	DGA XV	V
01010010-0	CHUNGARÁ AJATA	482.378	7.983.966	4.570	DGA XV	V
01020017-2	PARINACOTA EX ENDESA	471.800	7.987.641	4.390	DGA XV	V
01020018-0	CHUCUYO (EX. ENDESA)	464.754	7.985.786	4.200	DGA XV	S
01021007-0	GUALLATIRE	482.405	7.954.461	4.280	DGA XV	S
01030003-7	CHILCAYA	498.243	7.921.276	4.140	DGA XV	S
01202009-0	PACOLLO	448.878	7.991.283	4.050	DGA XV	S
01202010-4	PUTRE	440.075	7.987.569	3.530	DGA XV	V
01211006-5	LLUTA	376.763	7.965.137	290	DGA XV	S
01300004-2	MURMUNTANE	443.649	7.970.983	3.280	DGA XV	S
01310018-7	ARICA OFICINA	360.983	7.955.807	20	DGA XV	S
01310019-5	AZAPA	382.124	7.952.260	350	DGA XV	V
01310020-9	LA RIVERA	376.858	7.950.383	280	DGA XV	S
01310021-7	U. DEL NORTE	360.983	7.955.807	27	DGA XV	S
01310022-5	AERÓDROMO EL BUITRE	360.996	7.953.962	30	DGA XV	V
01410011-3	CHACA	378.819	7.919.039	350	DGA XV	S
01410012-1	CODPA	420.979	7.917.420	1.800	DGA XV	V
01502006-7	CUYA	377.307	7.882.139	120	DGA XV	S
01050007-9	COLLACAGUA	517.429	7.782.949	3.990	DGA I	V
01051003-1	SALAR HUASCO	510.442	7.757.133	3.720	DGA I	S
01080001-3	UJINA	536.384	7.681.472	4.200	DGA I	S
01700008-K	ESMERALDA	460.027	7.733.111	1.243	DGA I	S
01700010-1	HUARA EN FUERTE BAQUEDANO	421.599	7.775.403	1.000	DGA I	V

\* V: Vigente, S: Suspendida

**Ubicación de las Estaciones Meteorológicas de Temperatura - Chile. (Continuación)**

CÓDIGO BNA	ESTACIÓN	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA	FUENTE	ESTADO*
01730018-0	PAMPA LIRIMA LAGUNILLA	515.706	7.805.083	3.940	DGA I	V
01740002-9	CERRO COLORADO	479.082	7.784.789	2.630	DGA I	V
02113005-2	GUATACONDO DGA	494.801	7.685.200	2.460	DGA I	S
02000001-5	OLLAGUE	577.458	7.653.240	3.650	DGA II	V
02020001-4	CEBOLLAR	568.241	7.618.807	3.730	DGA II	S
02020002-2	ASCOTAN	575.136	7.597.754	3.956	DGA II	S
02101003-0	LEQUENA	535.139	7.605.268	3.320	DGA II	V
02103008-2	PARSHALL N 2	549.805	7.573.477	3.318	DGA II	V
02103009-0	OJOS SAN PEDRO	568.440	7.568.716	3.800	DGA II	S
02103010-4	INACALIRI	596.588	7.564.208	4.100	DGA II	S
02104008-8	CONCHI EMBALSE	539.003	7.564.490	3.010	DGA II	V
02104010-K	CHIU-CHIU	536.440	7.529.250	2.524	DGA II	V
02105015-6	TURI	571.634	7.539.949	3.070	DGA II	S
02105016-4	LINZOR	600.913	7.541.763	4.096	DGA II	V
02105017-2	TOCONCE	586.111	7.537.991	3.350	DGA II	V
02105018-0	AYQUINA	570.227	7.536.538	3.031	DGA II	V
02105021-0	CASPANA	581.581	7.529.879	3.260	DGA II	V
02105022-9	EL TATIO	601.729	7.526.160	4.320	DGA II	V
02110013-7	CALAMA	509.841	7.517.409	2.260	DGA II	S
02112008-1	QUILLAGUA	444.822	7.605.629	802	DGA II	S
02112009-K	COYA SUR	435.924	7.523.433	1.290	DGA II	S
02500016-1	TOCONAO EXPERIMENTAL	602.581	7.435.191	2.430	DGA II	V
02500019-6	SOCAIRE	613.485	7.391.129	3.251	DGA II	S

\* V: Vigente, S: Suspendida



**Ubicación de las Estaciones Meteorológicas de Temperatura - Chile. (Continuación)**

CÓDIGO BNA	ESTACIÓN	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA	FUENTE	ESTADO*
02500020-K	PEINE	595.346	7.381.030	2.480	DGA II	V
02510006-9	SAN PEDRO DE ATACAMA	582.197	7.466.520	2.450	DGA II	S
02660001-4	MONTURAQUI	557.505	7.308.644	3.550	DGA II	S
02700001-0	SIERRA GORDA	467.247	7.468.888	1.616	DGA II	V
02710002-3	BAQUEDANO	414.749	7.419.946	1.032	DGA II	S
02710003-1	ANTOFAGASTA	358.725	7.389.982	50	DGA II	S
02942001-7	AGUAS VERDES	403.389	7.190.650	1.600	DGA II	V
03414002-2	IGLESIA COLORADA	414.913	6.883.987	1.950	DGA III	V
03430006-2	LAUTARO EMB.	401.640	6.906.043	1.110	DGA III	V
03430007-0	LOS LOROS	391.670	6.920.731	950	DGA III	V
03450004-5	COPIAPO	368.152	6.970.357	370	DGA III	V
03701001-4	CANTO DE AGUA	311.782	6.884.651	250	DGA III	V
03802005-6	CONAY	387.945	6.795.116	1.450	DGA III	S
03804005-7	EL PARRAL	379.824	6.795.035	1.300	DGA III	V
03806002-3	EL TRANSITO	376.458	6.806.081	1.200	DGA III	V
03815004-9	SAN FELIX	357.040	6.798.469	1.100	DGA III	V
03820004-6	SANTA JUANA	338.758	6.827.784	560	DGA III	V
03823002-6	VALLENAR DMC	327.246	6.835.009	400	DGA III	S
03823004-2	LA COMPANIA (VALLENAR)	322.328	6.836.783	400	DGA III	V
03825004-3	FREIRINA	297.713	6.845.621	150	DGA III	S
03826003-0	HUASCO BAJO	284.591	6.849.084	50	DGA III	V

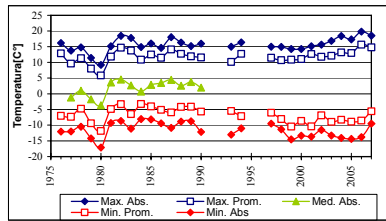
\* V: Vigente, S: Suspendida

---

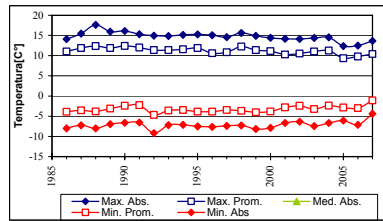
**A III.2 Series Temporales de Temperatura Anual en las Estaciones Seleccionadas para el Año Hidrológico (Oct-Sep)**

✓ **Chile**

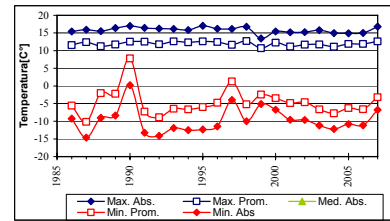
1. Caquena



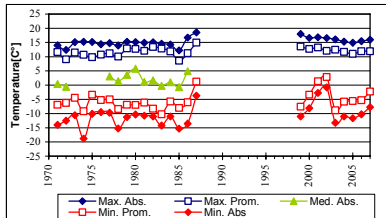
2. Chungará Ajata



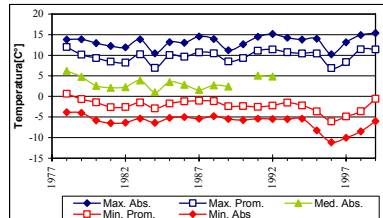
3. Parinacota Ex Endesa



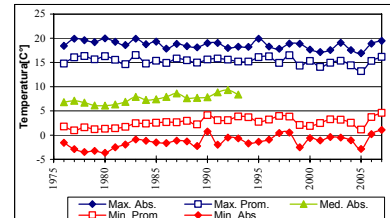
4. Chilcaya



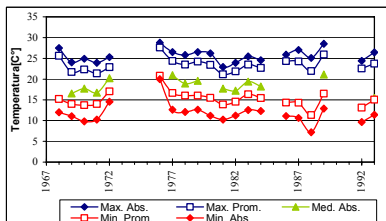
5. Pacollo



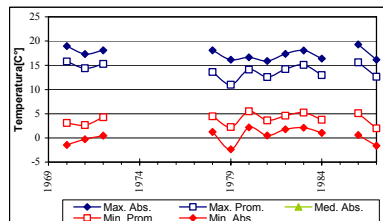
6. Putre



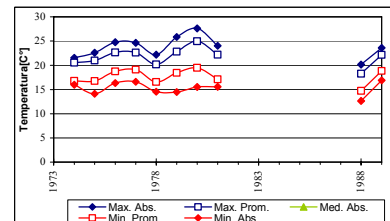
7. Lluta



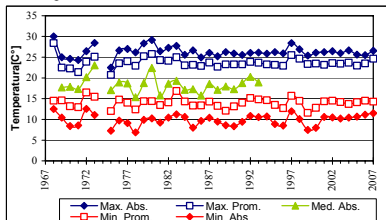
8. Murmuntane



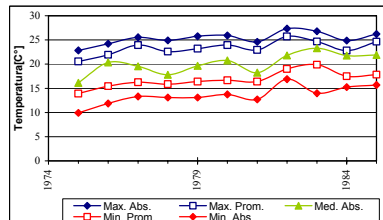
9. Arica Oficina



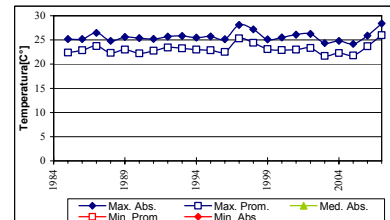
10. Azapa



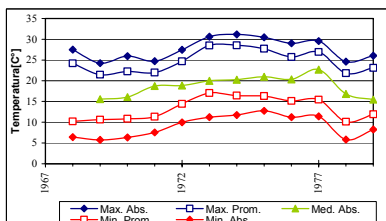
11. U. Del Norte



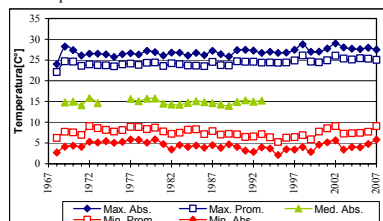
12. Aeródromo El Buitre



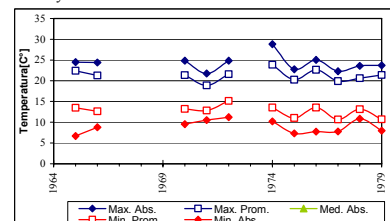
13. Chaca



14. Codpa

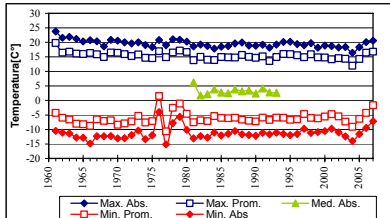


15. Cuya

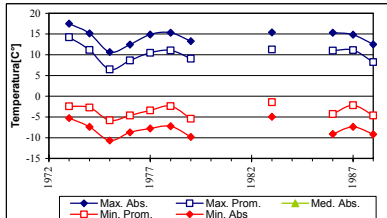


Series anuales de temperatura mínima absoluta y promedio, media absoluta, máxima promedio y absoluta en las estaciones meteorológicas seleccionadas.

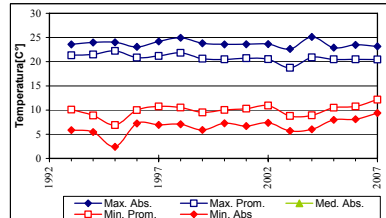
16. Coyacagua



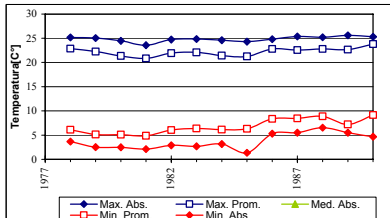
17. Ujina



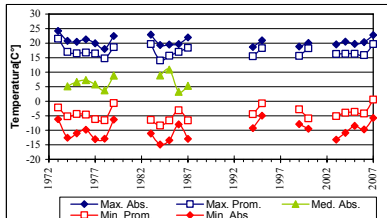
18. Cerro Colorado



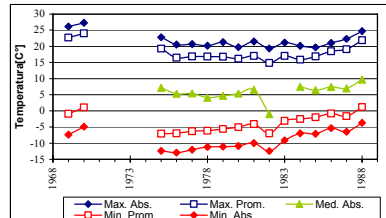
19. Guatacondo Dga



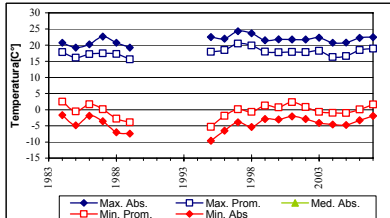
20. Ollague



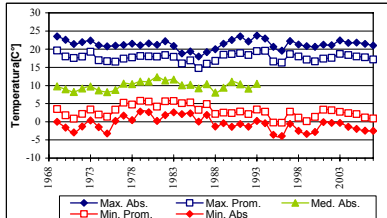
21. Cebollar



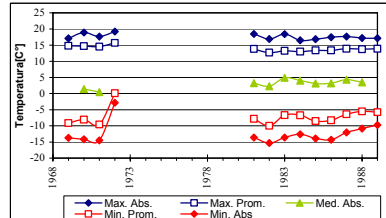
22. Lequena



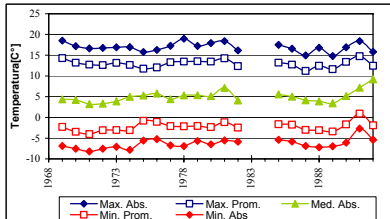
23. Parshall N 2



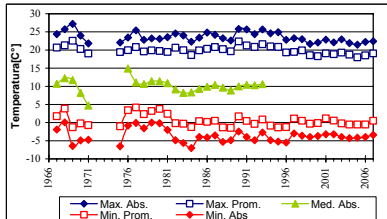
24. Ojos San Pedro



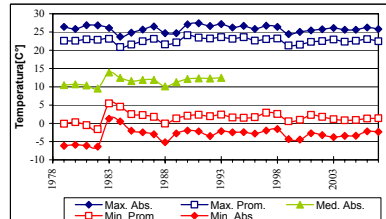
25. Inacaliri



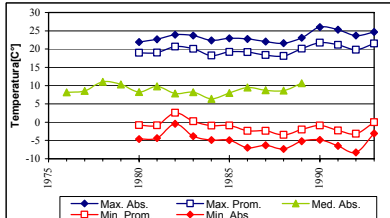
26. Conchi Embalse



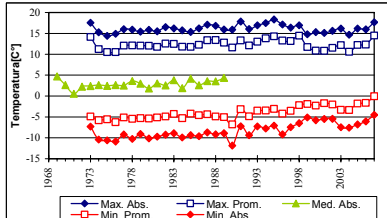
27. Chiu-Chiu



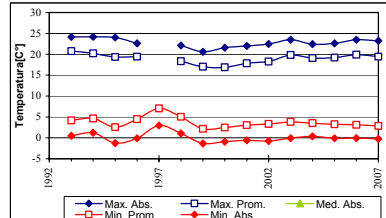
28. Turi



29. Linzor

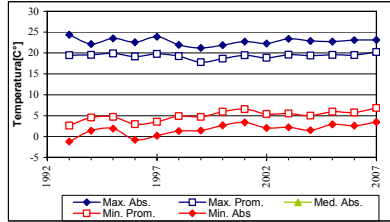


30. Toconce

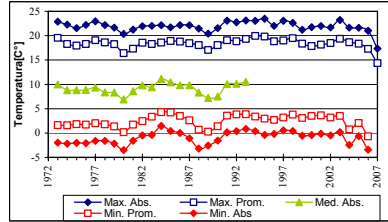


Series anuales de temperatura mínima absoluta y promedio, media absoluta, máxima promedio y absoluta en las estaciones meteorológicas seleccionadas. (Continuación)

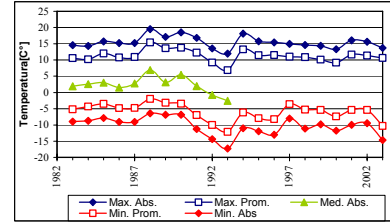
31. Ayquina



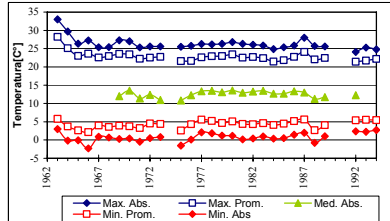
32. Caspana



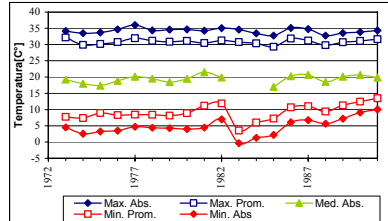
33. El Tatio



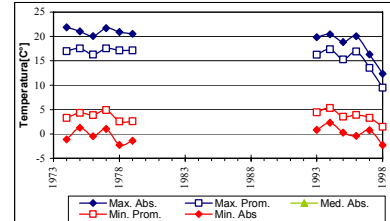
34. Calama



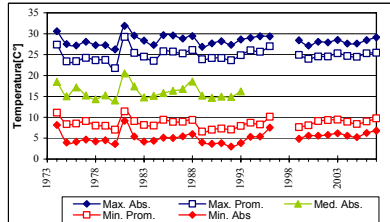
35. Coya Sur



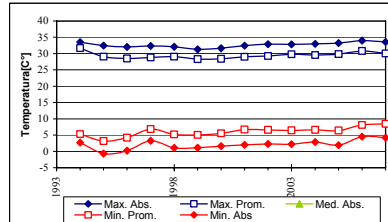
36. Socaire



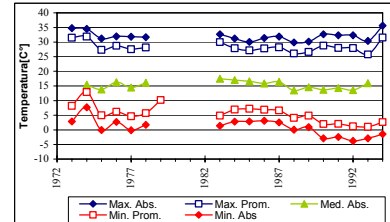
37. Peine



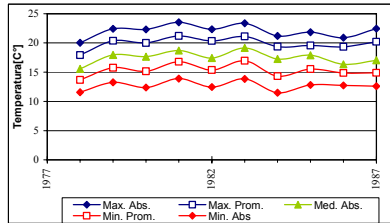
38. Sierra Gorda



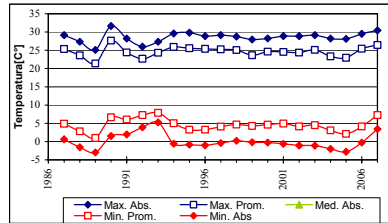
39. Baquedano



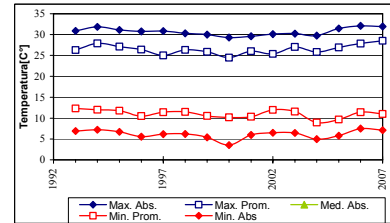
40. Antofagasta



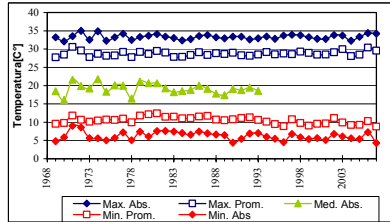
41. Aguas Verdes



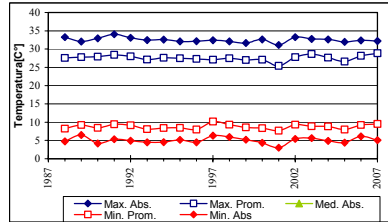
42. Iglesia Colorada



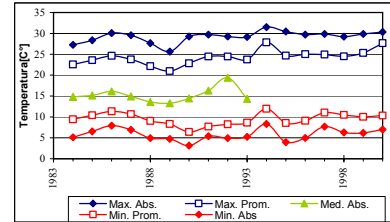
43. Lautaro Emb.



44. Los Loros

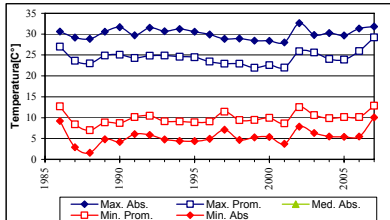


45. Copiapo

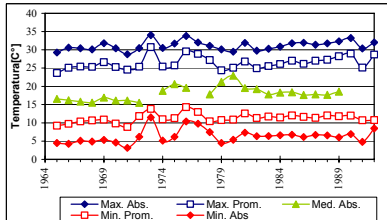


Series anuales de temperatura mínima absoluta y promedio, media absoluta, máxima promedio y absoluta en las estaciones meteorológicas seleccionadas. (Continuación)

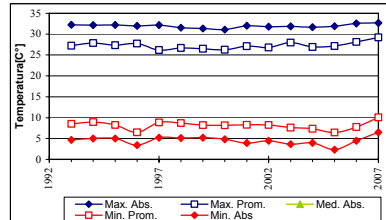
46. Canto De Agua



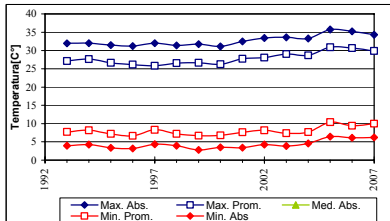
47. Conay



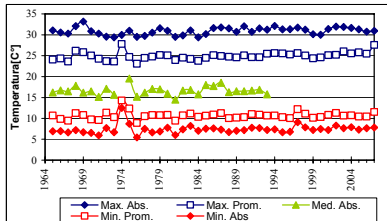
48. El Transito



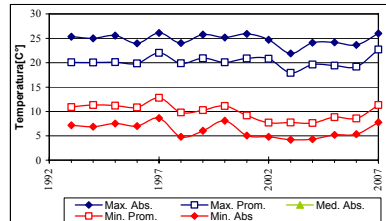
49. San Felix



50. Santa Juana



51. Huasco Bajo



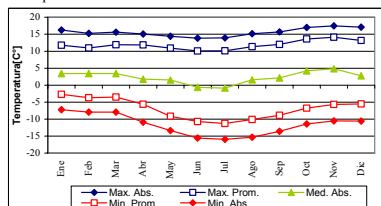
Series anuales de temperatura mínima absoluta y promedio, media absoluta, máxima promedio y absoluta en las estaciones meteorológicas seleccionadas. (Continuación)

---

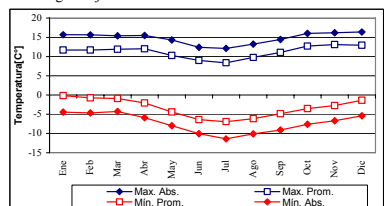
**A III.3 Series de Temperatura Media Mensual en las Estaciones Seleccionadas**

✓ **Chile**

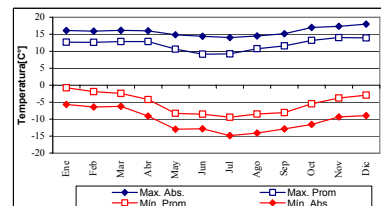
1. Caquena



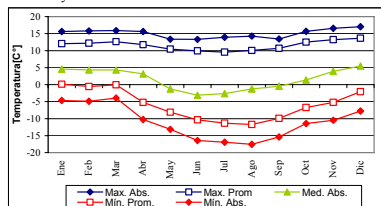
2. Chungará Ajata



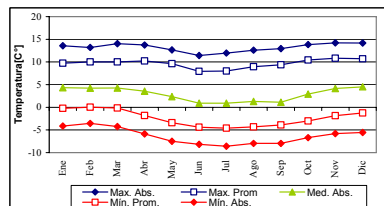
3. Parinacota Ex Endesa



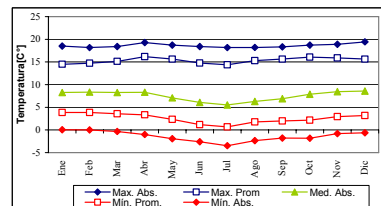
4. Chilcaya



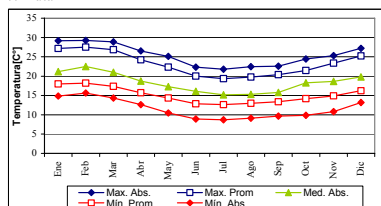
5. Pacollo



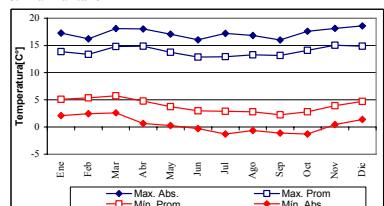
6. Putre



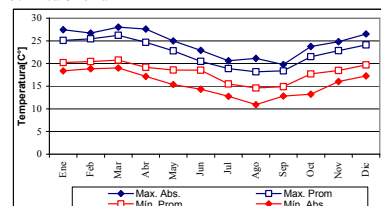
7. Lluta



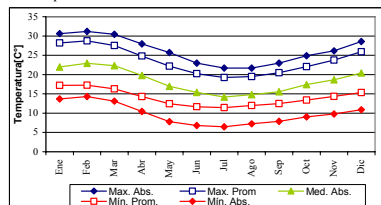
8. Murtuntane



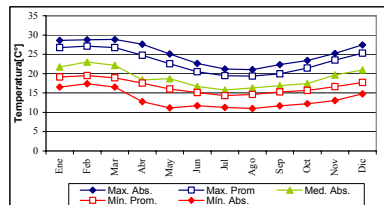
9. Arica Oficina



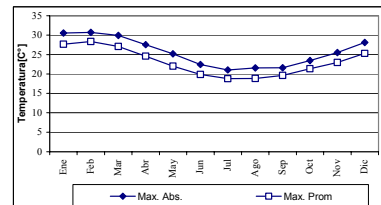
10. Azapa



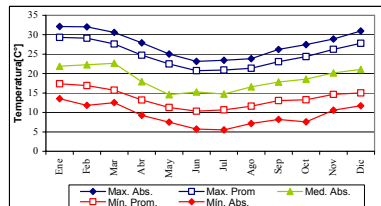
11. U. Del Norte



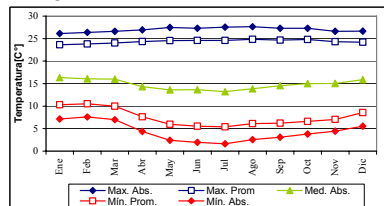
12. Aeródromo El Buitre



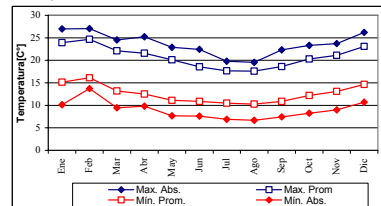
13. Chaca



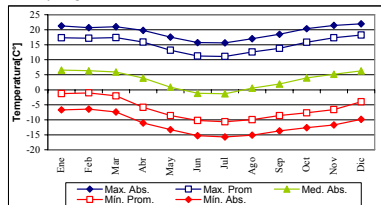
14. Codpa



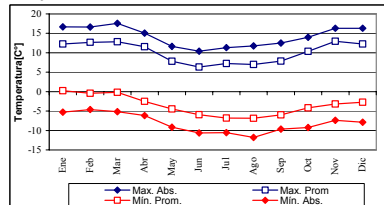
15. Cuya



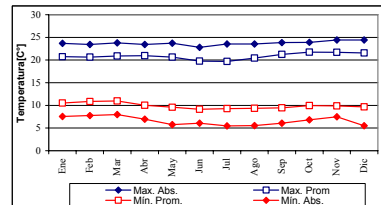
16. Coyacagua



17. Ujina



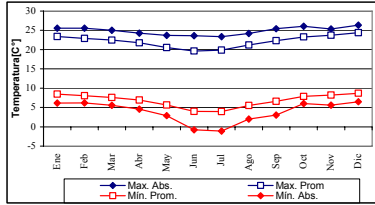
18. Cerro Colorado



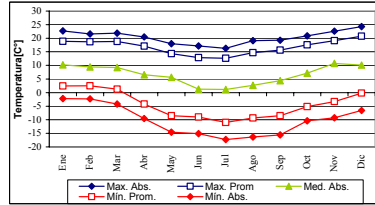
Promedio mensual de las series de temperatura mínima absoluta y promedio, media absoluta, máxima promedio y absoluta en las estaciones meteorológicas seleccionadas.



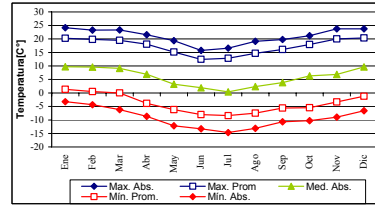
19. Guatacondo Dga



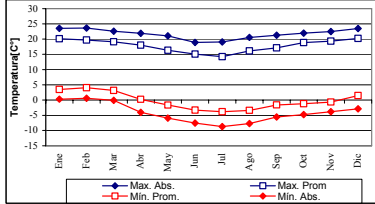
20. Ollague



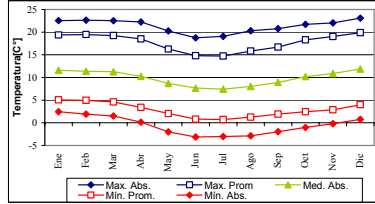
21. Cebollar



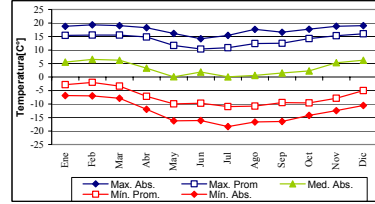
22. Lequena



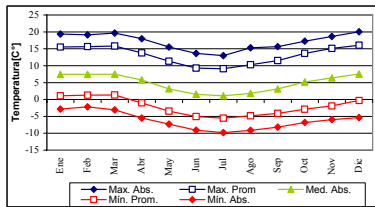
23. Parshall N 2



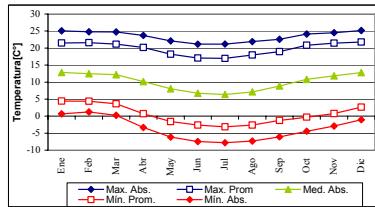
24. Ojos San Pedro



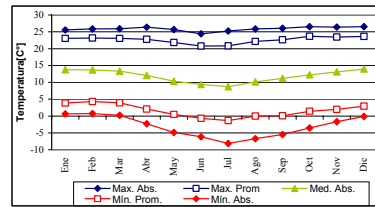
25. Inacaliri



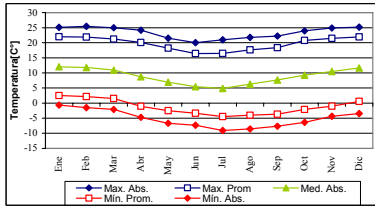
26. Conchi Embalse



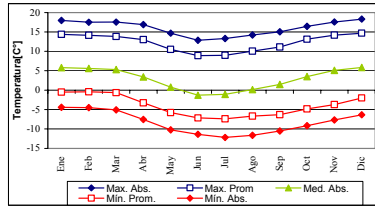
27. Chiu-Chiu



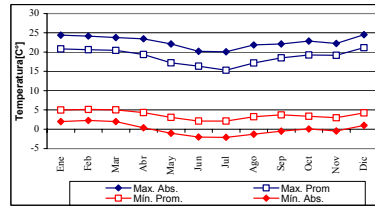
28. Turi



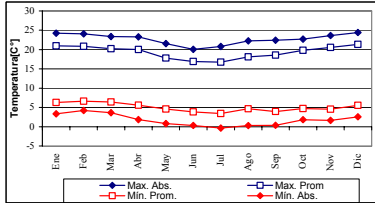
29. Linzor



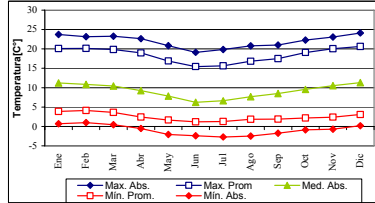
30. Toconce



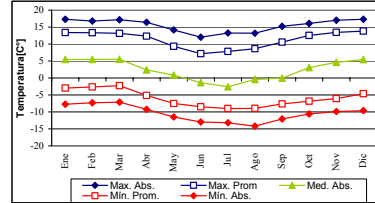
31. Aytquina



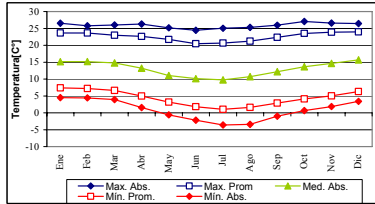
32. Caspana



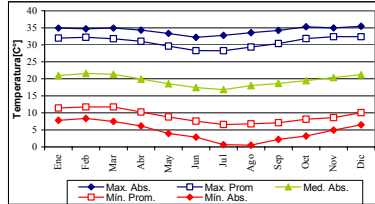
33. El Tatio



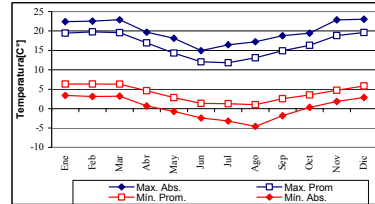
34. Calama



35. Coya Sur

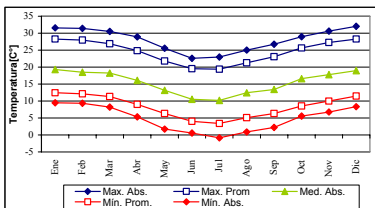


36. Socaire

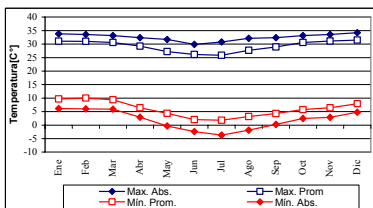


Promedio mensual de las series de temperatura mínima absoluta y promedio, media absoluta, máxima promedio y absoluta en las estaciones meteorológicas seleccionadas. (Continuación)

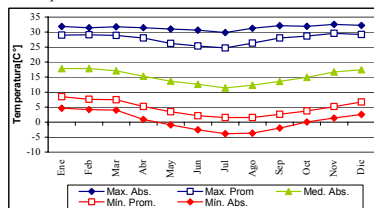
37. Peine



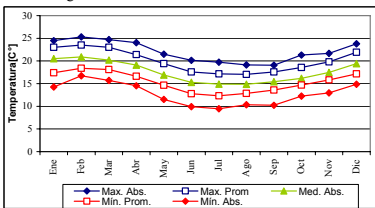
38. Sierra Gorda



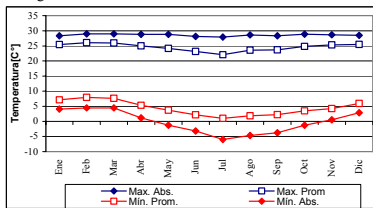
39. Baquedano



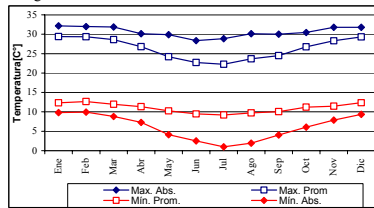
40. Antofagasta



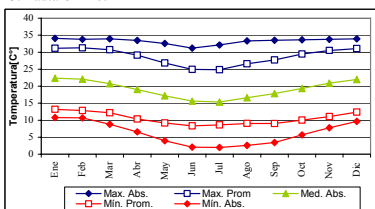
41. Aguas Verdes



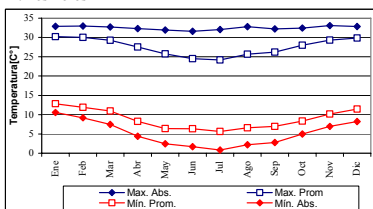
42. Iglesia Colorada



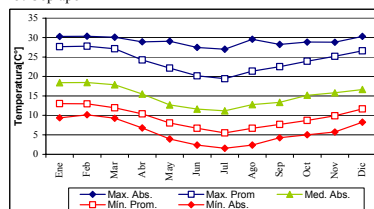
43. Lautaro Emb.



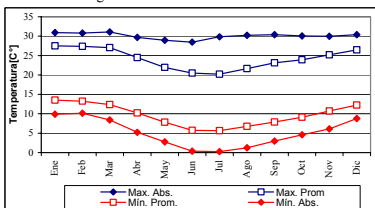
44. Los Loros



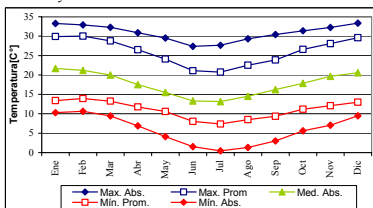
45. Copiapo



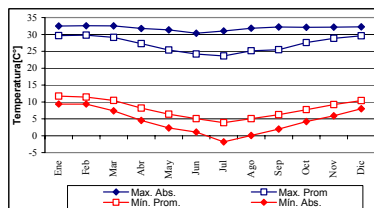
46. Canto De Agua



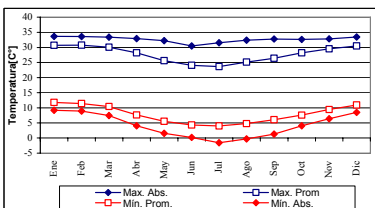
47. Conay



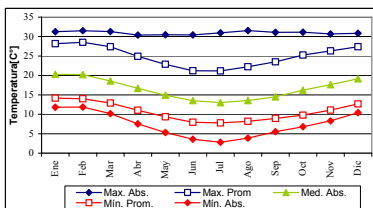
48. El Tránsito



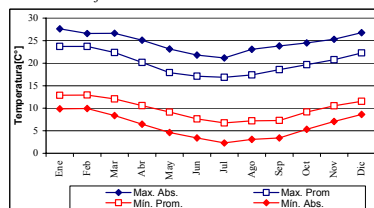
49. San Felix



50. Santa Juana



51. Huasco Bajo



Promedio mensual de las series de temperatura mínima absoluta y promedio, media absoluta, máxima promedio y absoluta en las estaciones meteorológicas seleccionadas. (Continuación)



ANEXO IV  
“Estaciones Meteorológicas - Evaporación”



---

**ANEXO IV ESTACIONES METEOROLÓGICAS – EVAPORACIÓN**

---

**A IV.1 Ubicación de las Estaciones Meteorológicas con Datos de Evaporación Disponibles**

- ✓ Chile

## Ubicación de las Estaciones Meteorológicas con Datos de Evaporación - Chile

CÓDIGO BNA	ESTACIÓN	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA	FUENTE	ESTADO*
01001005-5	CAQUENA	478.832	8.004.246	4.400	DGA XV	V
01010007-0	CHUNGARÁ RETEN	487.668	7.978.438	4.570	DGA XV	S
01010010-0	CHUNGARÁ AJATA	482.378	7.983.966	4.570	DGA XV	V
01020013-K	ISLA BLANCA	477.085	7.989.492	4.500	DGA XV	S
01020014-8	COTACOTANI	475.323	7.989.490	4.500	DGA XV	S
01020017-2	PARINACOTA EX ENDESA	471.800	7.987.641	4.390	DGA XV	V
01020018-0	CHUCUYO (EX. ENDESA)	464.754	7.985.786	4.200	DGA XV	S
01080001-3	UJINA	536.384	7.681.472	4.200	DGA I	S
01202009-0	PACOLLO	448.878	7.991.283	4.050	DGA XV	S
01202010-4	PUTRE	440.075	7.987.569	3.530	DGA XV	V
01211006-5	LLUTA	376.763	7.965.137	290	DGA XV	S
01300004-2	MURMUNTANE	443.649	7.970.983	3.280	DGA XV	S
01310019-5	AZAPA	382.124	7.952.260	350	DGA XV	V
01310021-7	U. DEL NORTE	360.983	7.955.807	27	DGA XV	S
01310022-5	AERÓDROMO EL BUITRE	360.996	7.953.962	30	DGA XV	V
01410012-1	CODPA	420.979	7.917.420	1.800	DGA XV	V
01030003-7	CHILCAYA	498.243	7.921.276	4.140	DGA I	S
01050007-9	COLLACAGUA	517.429	7.782.949	3.990	DGA I	V
01051003-1	SALAR HUASCO	510.442	7.757.133	3.720	DGA I	S
01502006-7	CUYA	377.307	7.882.139	120	DGA I	S
01700008-K	ESMERALDA	460.027	7.733.111	1.243	DGA I	S
01700010-1	HUARA EN FUERTE BAQUEDANO	421.599	7.775.403	1.000	DGA I	V
01730018-0	PAMPA LIRIMA LAGUNILLA	515.706	7.805.083	3.940	DGA I	V
01740002-9	CERRO COLORADO	479.082	7.784.789	2.630	DGA I	V

\* V: Vigente, S: Suspendida

## Ubicación de las Estaciones Meteorológicas con Datos de Evaporación - Chile

CÓDIGO BNA	ESTACIÓN	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA	FUENTE	ESTADO*
02000001-5	OLLAGUE	577.458	7.653.240	3.650	DGA II	S
02020001-4	CEBOLLAR	568.241	7.618.807	3.730	DGA II	S
02020002-2	ASCOTAN	575.136	7.597.754	3.956	DGA II	S
02101003-0	LEQUENA	535.139	7.605.268	3.320	DGA II	V
02103007-4	SAN PEDRO DE CONCHI	548.875	7.574.445	3.217	DGA II	S
02103008-2	PARSHALL N 2	549.805	7.573.477	3.318	DGA II	V
02103009-0	OJOS SAN PEDRO	568.440	7.568.716	3.800	DGA II	S
02103010-4	INACALIRI	596.588	7.564.208	4.100	DGA II	S
02104008-8	CONCHI EMBALSE	539.003	7.564.490	3.010	DGA II	V
02104009-6	MURO EMBALSE CONCHI	538.960	7.565.092	3.010	DGA II	S
02104010-K	CHIU-CHIU	536.440	7.529.250	2.524	DGA II	V
02105015-6	TURI	571.634	7.539.949	3.070	DGA II	S
02105016-4	LINZOR	600.913	7.541.763	4.096	DGA II	V
02105017-2	TOCONCE	586.111	7.537.991	3.350	DGA II	V
02105018-0	AYQUINA	570.227	7.536.538	3.031	DGA II	V
02105019-9	SIFON AYQUINA	566.980	7.535.654	3.000	DGA II	S
02105021-0	CASPANA	581.581	7.529.879	3.260	DGA II	V
02105022-9	EL TATIO	601.729	7.526.160	4.320	DGA II	S
02110013-7	CALAMA	509.841	7.517.409	2.260	DGA II	S
02112008-1	QUILLAGUA	444.822	7.605.629	802	DGA II	S
02112009-K	COYA SUR	435.924	7.523.433	1.290	DGA II	S
02500016-1	TOCONAO EXPERIMENTAL	602.581	7.435.191	2.430	DGA II	V
02500019-6	SOCAIRE	613.485	7.391.129	3.251	DGA II	S
02500020-K	PEINE	595.346	7.381.030	2.480	DGA II	V

\* V: Vigente, S: Suspendida



**Ubicación de las Estaciones Meteorológicas con Datos de Evaporación - Chile**

CÓDIGO BNA	ESTACIÓN	UTM ESTE	UTM NORTE	ALTURA	FUENTE	ESTADO*
02510006-9	SAN PEDRO DE ATACAMA	582.197	7.466.520	2.450	DGA II	S
02660001-4	MONTURAQUI	557.505	7.308.644	3.550	DGA II	S
02710002-3	BAQUEDANO	414.749	7.419.946	1.032	DGA II	S
02710003-1	ANTOFAGASTA	358.725	7.389.982	50	DGA II	S
02941001-1	VAQUILLAS	470.224	7.191.039	3.200	DGA II	S
02942001-7	AGUAS VERDES	403.389	7.190.650	1.600	DGA II	V
02960001-5	SIERRA OVERA	410.682	7.148.169	1.600	DGA II	S
03414002-2	IGLESIA COLORADA	414.913	6.883.987	1.950	DGA III	V
03430006-2	LAUTARO EMBALSE	401.640	6.906.043	1.110	DGA III	V
03430007-0	LOS LOROS	391.670	6.920.731	950	DGA III	V
03450004-5	COPIAPÓ	368.152	6.970.357	370	DGA III	V
03701001-4	CANTO DE AGUA	311.782	6.884.651	250	DGA III	V
03802005-6	CONAY	387.945	6.795.116	1.450	DGA III	S
03802006-4	CONAY EN ALBARICOQUE	394.407	6.798.871	1.450	DGA III	V
03804005-7	EL PARRAL	379.824	6.795.035	1.300	DGA III	V
03806002-3	EL TRANSITO	376.458	6.806.081	1.200	DGA III	V
03815004-9	SAN FELIX	357.040	6.798.469	1.100	DGA III	V
03820004-6	SANTA JUANA	338.758	6.827.784	560	DGA III	V
03823002-6	VALLENAR DMC	327.246	6.835.009	400	DGA III	S
03823004-2	LA COMPAÑÍA (VALLENAR)	322.328	6.836.783	400	DGA III	V
03825004-3	FREIRINA	297.713	6.845.621	150	DGA III	S
03826003-0	HUASCO BAJO	284.591	6.849.084	50	DGA III	V

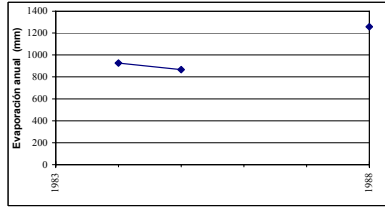
\* V: Vigente, S: Suspendida

---

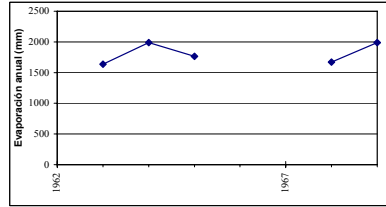
**A IV.2 Series Temporales de Evaporación Anual en las Estaciones Seleccionadas para el Año Hidrológico (Oct-Sep)**

✓ **Chile**

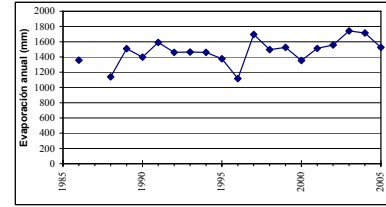
1. Caquena



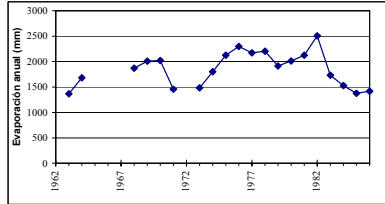
2. Chungará Reten



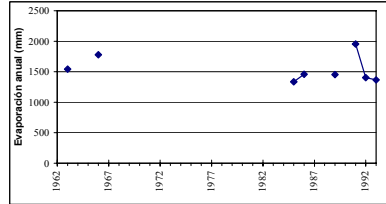
3. Chungará Ajata



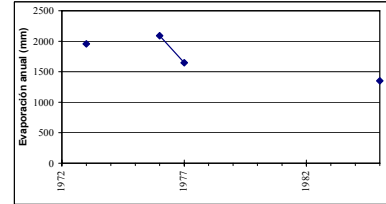
4. Cotacotani



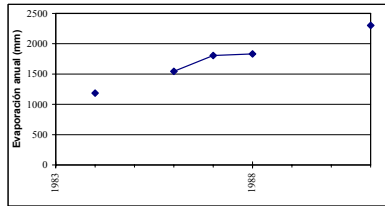
5. Parinacota Ex Endesa



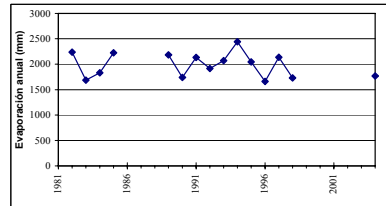
6. Ujina



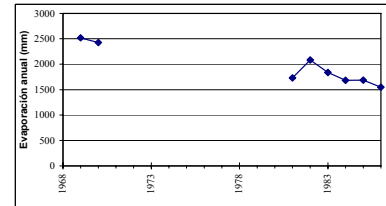
7. Pacollo



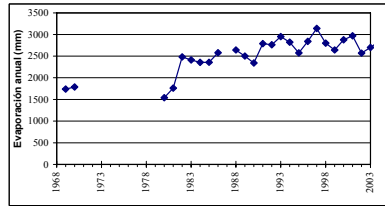
8. Putre



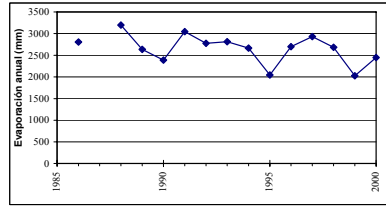
9. Lluta



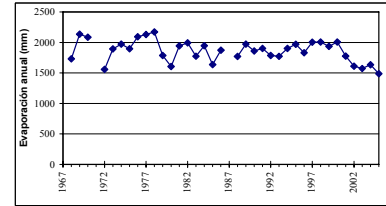
10. Azapa



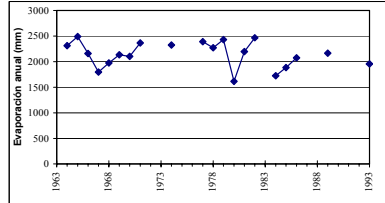
11. Aeródromo El Buitre



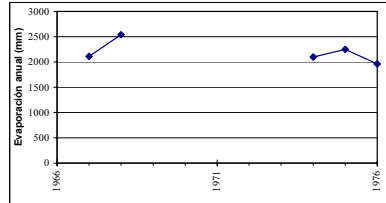
12. Codpa



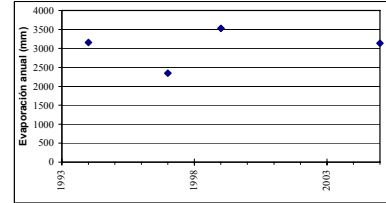
13. Coyacagua



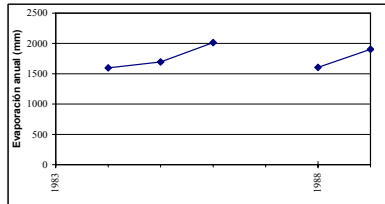
14. Cuya



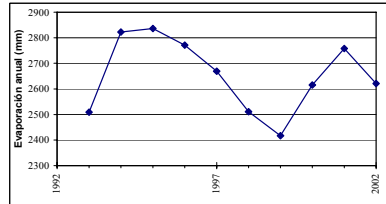
15. Huara En Fuerte Baquedano



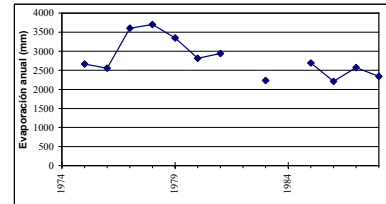
16. Pampa Lirima Lagunilla



17. Cerro Colorado

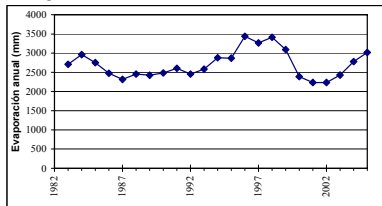


18. Cebollar

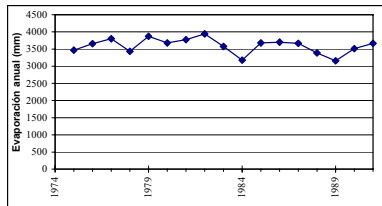


Evaporación anual en las estaciones seleccionadas.

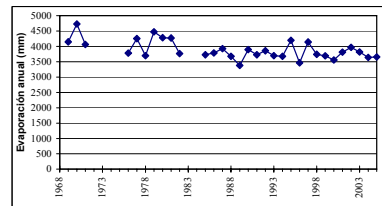
19. Lequena



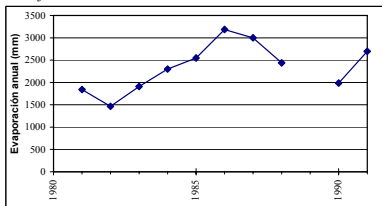
20. San Pedro de Conchi



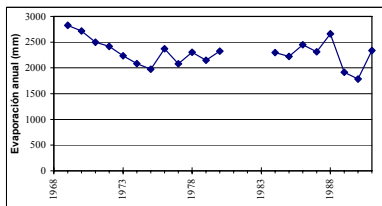
21. Parshall N 2



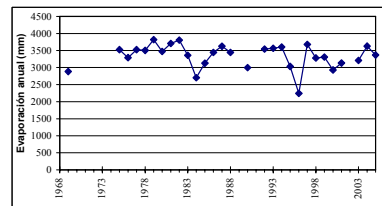
22. Ojos San Pedro



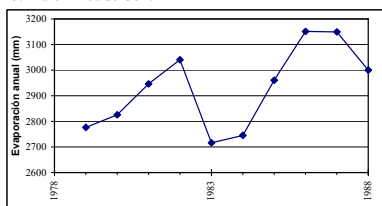
23. Inacaliri



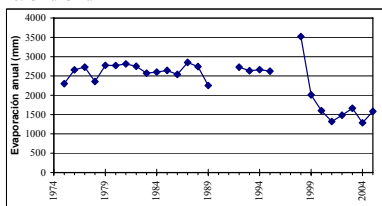
24. Conchi Embalse



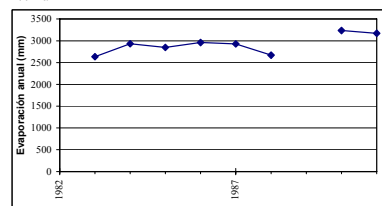
25. Muro Embalse Conchi



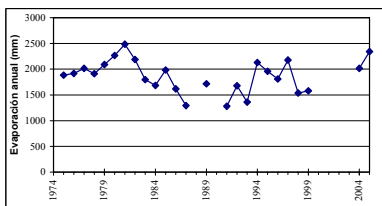
26. Chiu-Chiu



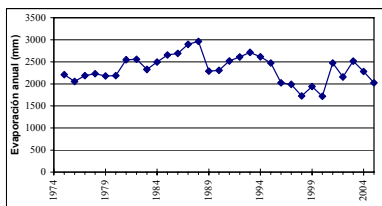
27. Turi



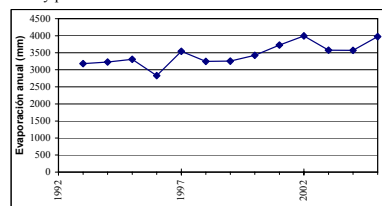
28. Linzor



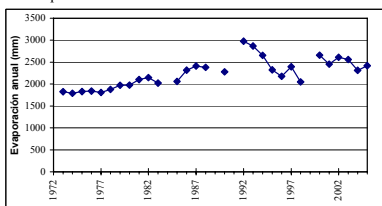
29. Toconce



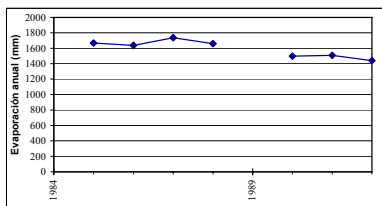
30. Ayquina



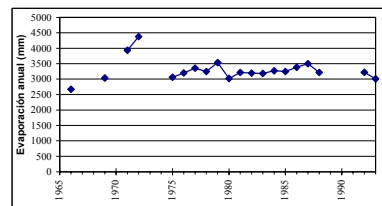
31. Caspana



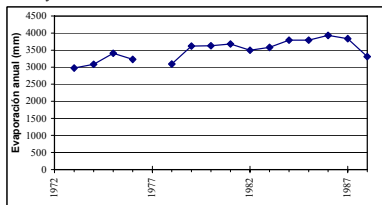
32. El Tatío



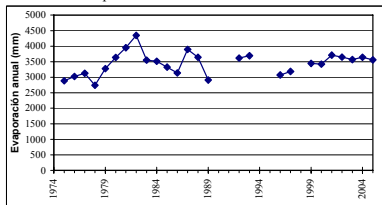
33. Calama



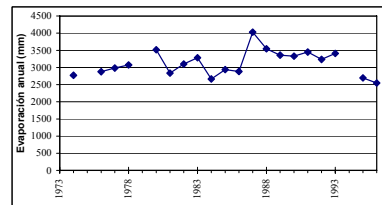
34. Coya Sur



35. Toconao Experimental

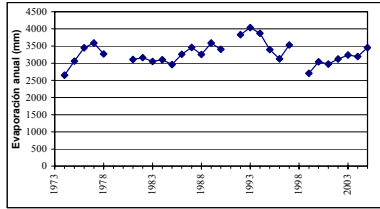


36. Socaire

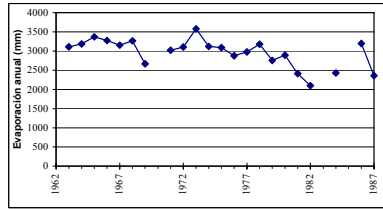


Evaporación anual en las estaciones seleccionadas. (Continuación)

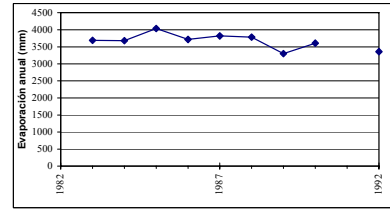
37. Peine



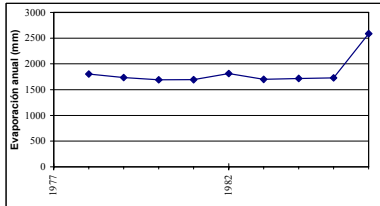
38. San Pedro de Atacama



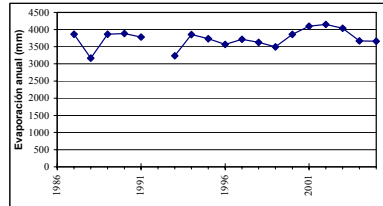
39. Baquedano



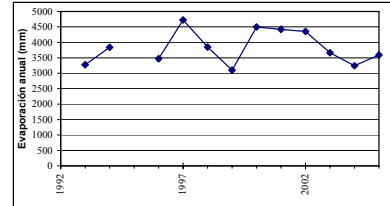
40. Antofagasta



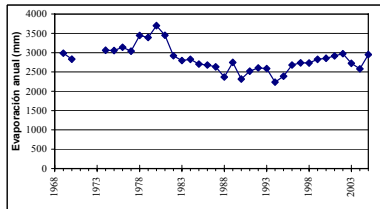
41. Aguas Verdes



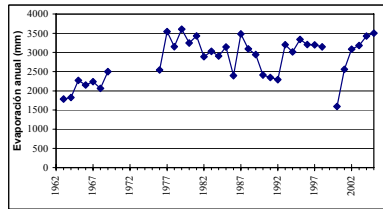
42. Iglesia Colorada



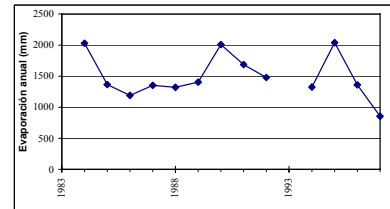
43. Lautaro Embalse



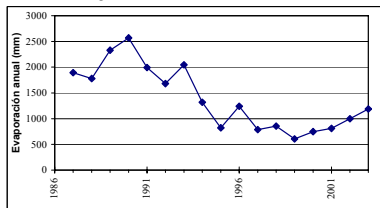
44. Los Loros



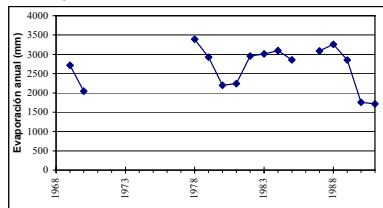
45. Copiapó



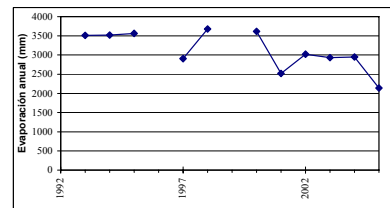
46. Canto de Agua



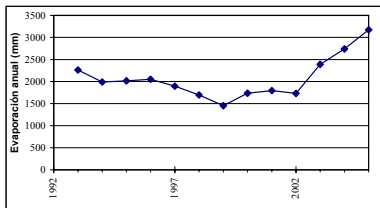
47. Conay



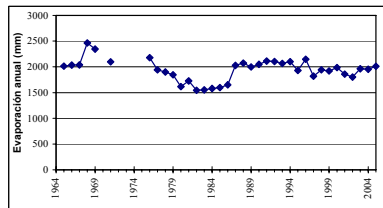
48. El Transito



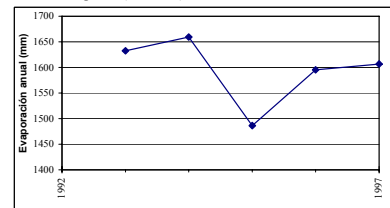
49. San Felix



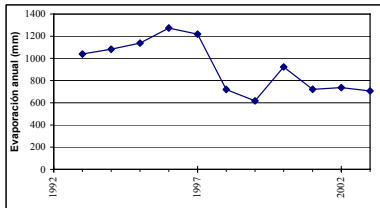
50. Santa Juana



51. La Compañía (Vallenar)



52. Huasco Bajo



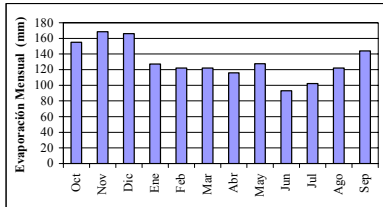
Evaporación anual en las estaciones seleccionadas. (Continuación)

---

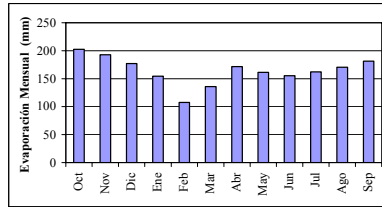
**A IV.3 Series de Evaporación Mensual en las Estaciones Seleccionadas**

✓ **Chile**

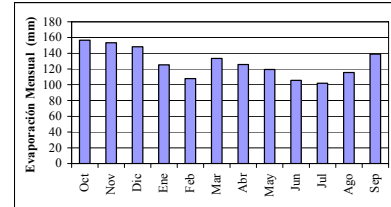
1. Caquena



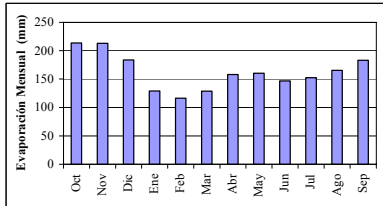
2. Chungará Reten



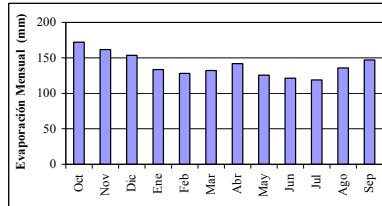
3. Chungará Ajata



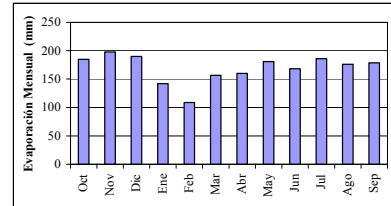
4. Cotacotani



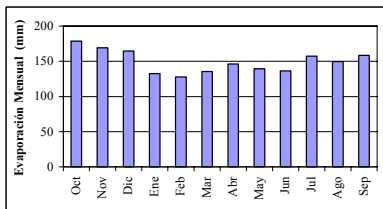
5. Parinacota Ex Endesa



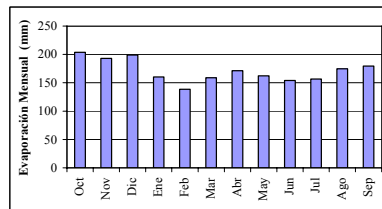
6. Ujuna



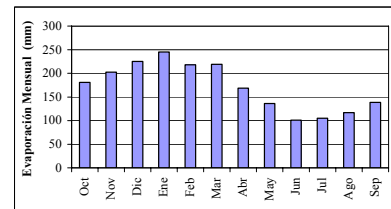
7. Pacollo



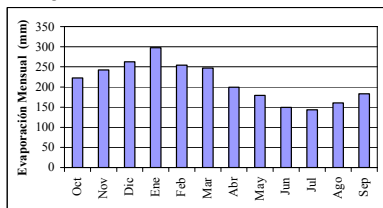
8. Putre



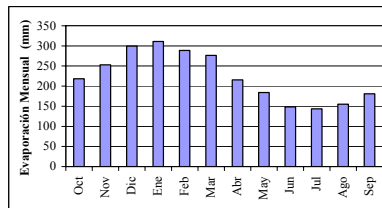
9. Lluta



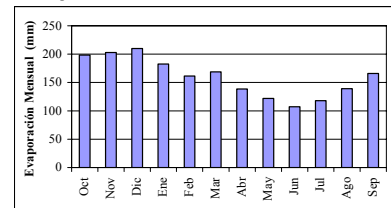
10. Azapa



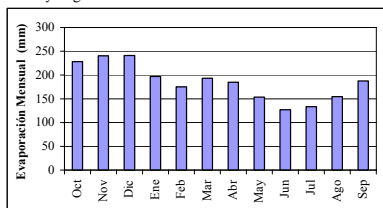
11. Aeródromo El Buitre



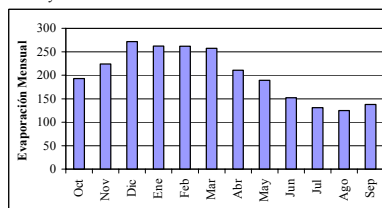
12. Codpa



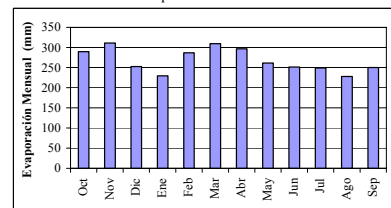
13. Coyacagua



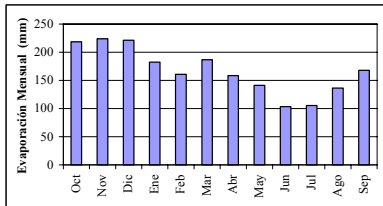
14. Cuya



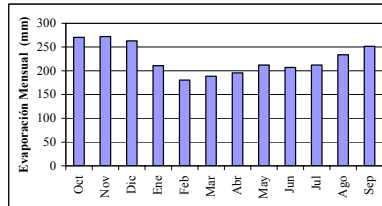
15. Huara En Fuerte Baquedano



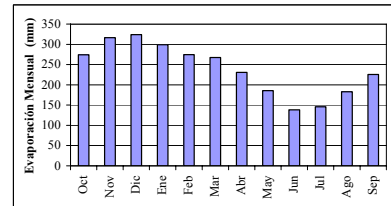
16. Pampa Lirima Lagunilla



17. Cerro Colorado

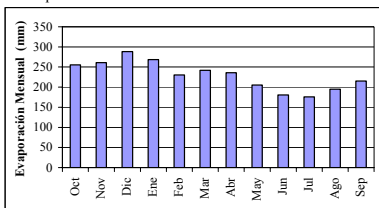


18. Cebollar

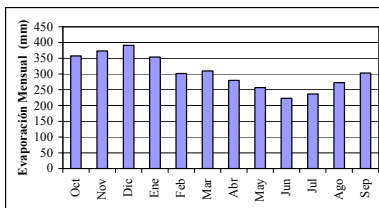


Promedio de la evaporación mensual en las estaciones seleccionadas.

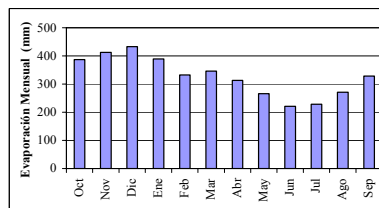
19. Lequena



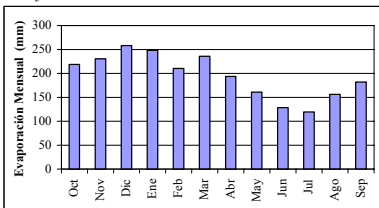
20. San Pedro de Conchi



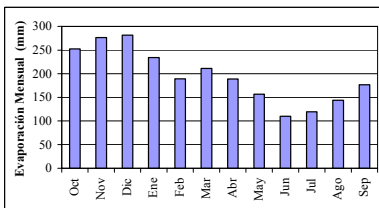
21. Parshall N 2



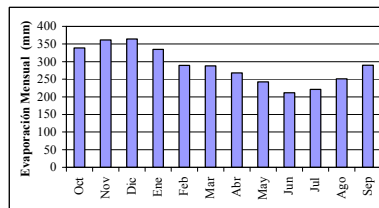
22. Ojos San Pedro



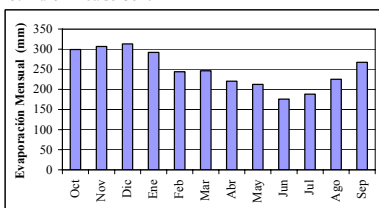
23. Inacaliri



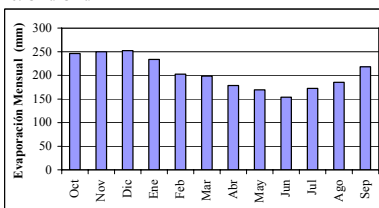
24. Conchi Embalse



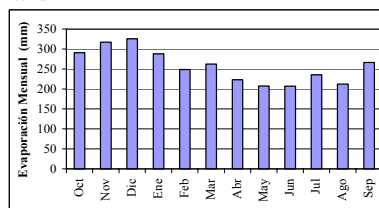
25. Muro Embalse Conchi



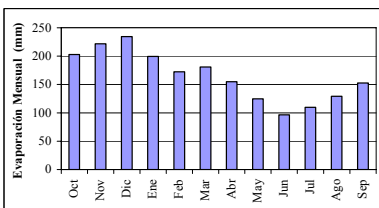
26. Chiu-Chiu



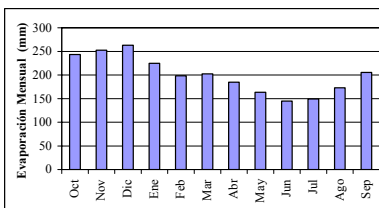
27. Turi



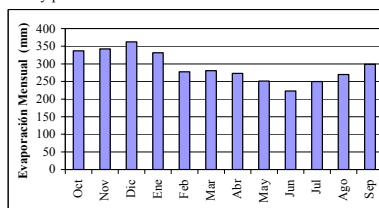
28. Linzor



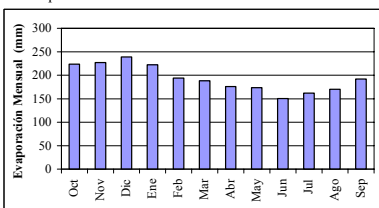
29. Toconce



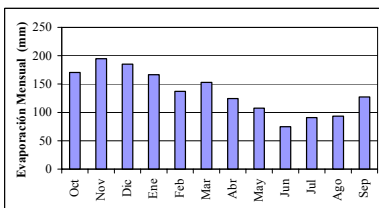
30. Ayquina



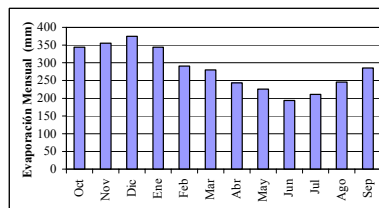
31. Caspana



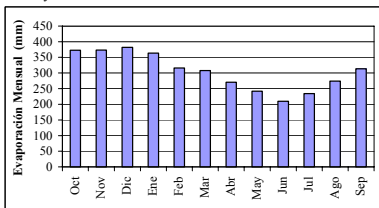
32. El Tatío



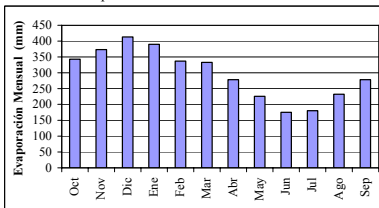
33. Calama



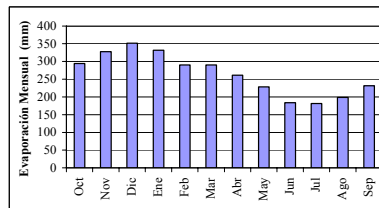
34. Coya Sur



35. Toconao Experimental



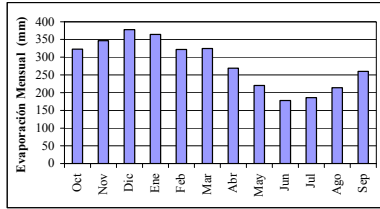
36. Socaire



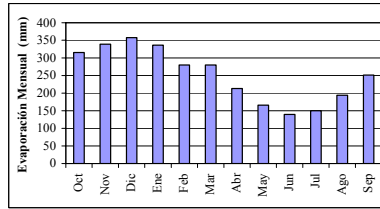
Promedio de la evaporación mensual en las estaciones seleccionadas. (Continuación)



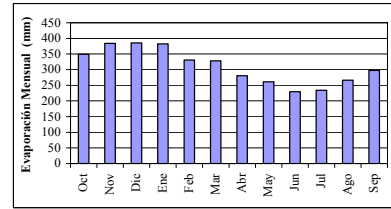
37. Peine



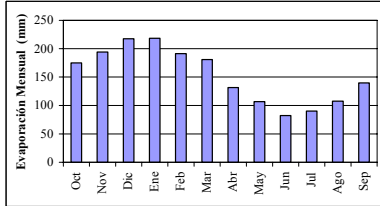
38. San Pedro de Atacama



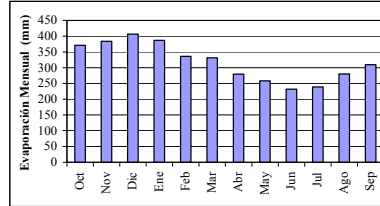
39. Baquedano



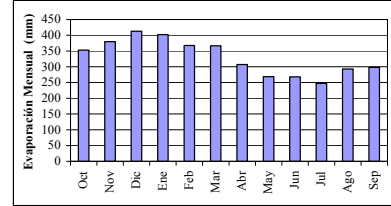
40. Antofagasta



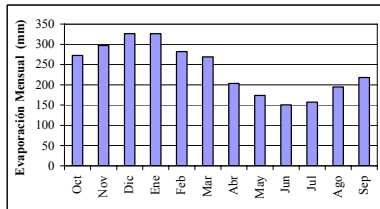
41. Aguas Verdes



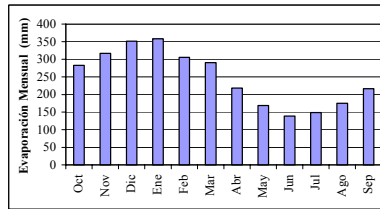
42. Iglesia Colorada



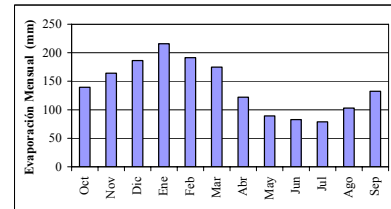
43. Lautaro Embalse



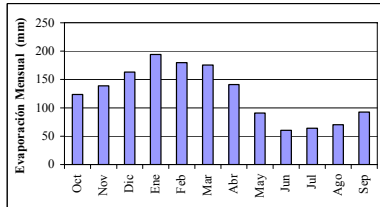
44. Los Loros



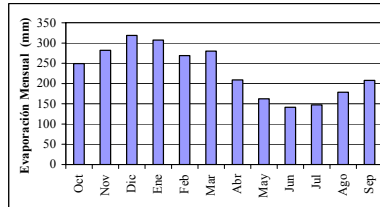
45. Copiapó



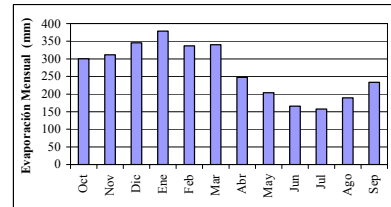
46. Canto de Agua



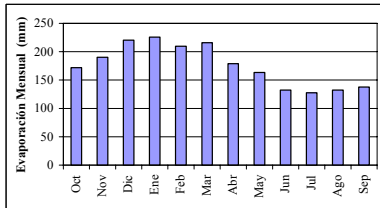
47. Conay



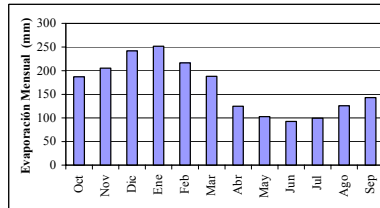
48. El Transito



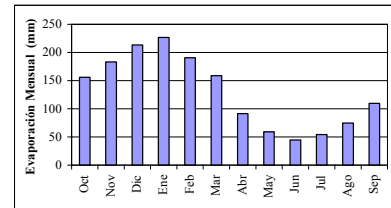
49. San Felix



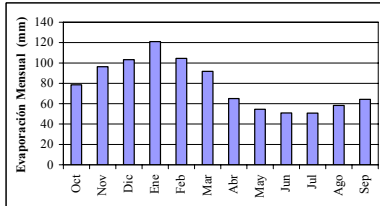
50. Santa Juana



51. La Compañía (Vallenar)



52. Huasco Bajo



Promedio de la evaporación mensual en las estaciones seleccionadas. (Continuación)

ANEXO V  
“Ubicación Óptima de Estaciones Pluviométricas en  
Cuencas Altiplánicas”



## ANEXO V UBICACIÓN ÓPTIMA DE ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS EN CUENCAS ALTIPLÁNICAS

### A V.1 Introducción

El análisis espacial de la información pluviométrica de una cuenca requiere que la red de estaciones instaladas permita recopilar información representativa de cada sector. Esta representatividad puede ser analizada geoestadísticamente estimando la varianza del error de estimación de la precipitación en los puntos al interior de la red. En esta sección se presenta este análisis para lo cual se utilizó como método de interpolación espacial el Kriging Simple. El altiplano chileno fue dividido en 5 zonas, ubicadas en las Regiones XV, I, II y III, donde se generaron grillas de celdas cuadradas de 10 km de longitud. Se compararon las varianzas del error de estimación considerando la red actual de estaciones de la DGA y las 12 nuevas estaciones pluviométricas instaladas durante este proyecto.

### A V.2 Metodología

Considerando una región en donde existen  $N$  puntos de coordenadas conocidas  $P_i(x_i, y_i)$  en cada uno de los cuales se registra una precipitación anual  $h_i$ , interesa conocer el valor de la precipitación en un punto de coordenadas conocidas  $P_0(x_0, y_0)$ , interpolando los valores  $P_i$ . La mayoría de los métodos de interpolación establecen que el valor de  $P_0$  se calcula como una combinación lineal de los valores registrados en cada una de las estaciones ( $P_i$ ) Tanto el valor interpolado como el error de interpolación están dados por las siguientes expresiones:

$$\widehat{h}_0 = \sum_{i=1}^N w_i h_i \quad ; \quad \varepsilon_0 = \widehat{h}_0 - h_0$$

Donde  $w_i$  son los ponderadores de interpolación,  $h_i$  son las precipitaciones registradas en las estaciones,  $\widehat{h}_0$  y  $h_0$  son las precipitaciones interpolada y real en  $P_0$ , respectivamente, y  $N$  es el número de estaciones consideradas.

Por otra parte, la varianza del error de cometido en la interpolación sigue la siguiente expresión:

$$\sigma_{\varepsilon_0}^2 = Var(\varepsilon_0 = \widehat{h}_0 - h_0) = Var(h_0) + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_i w_j Cov(h_i, h_j) - 2 \sum_{j=1}^N w_j Cov(h_0, h_j) \quad [1]$$

En este estudio, para realizar la interpolación espacial de la precipitación se utilizó el método de Kriging Simple, el cual tiene los siguientes supuestos:

- $E(\varepsilon_0 = \widehat{h}_0 - h_0) = 0$  [2]

- $Var(h_i) = \sigma^2; \quad i = 1 \dots N$  (Homogeneidad de las Varianzas) [3]

La esperanza del cuadrado del incremento del valor de dos puntos separados una distancia  $d_{ij}$  se denomina variograma, y la mitad del variograma se denomina semivariograma:

$$\gamma(d_{ij}) = \frac{1}{2} Var(h_i - h_j) = \sigma^2 - Cov(h_i, h_j) \quad [4]$$

Siendo  $\gamma(d_{ij})$  es el semivariograma entre los puntos  $i$  y  $j$  separados a una distancia  $d_{ij}$ .

La interpolación por Kriging requiere que el semivariograma empírico, calculado a partir de las observaciones, sea ajustado a un modelo de semivariograma. El semivariograma empírico se obtiene mediante una estimación estadística de  $\sigma^2$  y de  $Cov(h_i, h_j)$  según las siguientes expresiones:

$$\widehat{\sigma^2} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{1}{T_i} \sum_{t=1}^{T_i} (h_{i,t} - \bar{h})^2 \quad [5]$$

$$\widehat{Cov(h_i, h_j)} = \frac{1}{\min(T_i, T_j)} \sum_{t=1}^{\min(T_i, T_j)} (h_{i,t} - \bar{h}_i)(h_{j,t} - \bar{h}_j) \quad [6]$$

$$\widehat{\gamma(d_{ij})} = \widehat{\sigma^2} - \widehat{Cov(h_i, h_j)} \quad [7]$$

Donde  $N$  representa el número de estaciones,  $h_{i,t}$  es el registro en el año  $t$  de la estación  $i$  y  $T_i$  es el número de años con registros en la estación  $i$ . Además:

$$\bar{h} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{1}{T_i} \sum_{t=1}^{T_i} h_{i,t}, \quad \bar{h}_i = \frac{1}{T_i} \sum_{t=1}^{T_i} h_{i,t} \quad [8]$$

Por otra parte, Delhomme (1979) propuso un modelo de variograma que incorpora un efecto inicial tal forma que  $\gamma(0) > 0$

$$\gamma(d_{ij}) = b - c \exp(-\alpha d_{ij}) \quad [9]$$

Donde los parámetros  $b$ ,  $c$  y  $\alpha$  pueden ser estimados ajustando el modelo a los valores empíricos del semivariograma ( $\widehat{\gamma(d_{ij})}$ ) de la ec [7]).

El Kriging Simple plantea encontrar los ponderadores óptimos, minimizando la varianza del error de estimación, bajo ciertas restricciones, por lo que el problema a resolver es el siguiente:

$$\begin{aligned}
 P) \text{Min} \quad & \sigma_{\varepsilon,0}^2 \\
 \text{s.a:} \quad & \sum_{i=1}^N w_i = 1 \Leftrightarrow \underbrace{\begin{bmatrix} \gamma(d_{11}) & \cdots & \gamma(d_{1N}) & 1 \\ \vdots & \ddots & \gamma(d_{jN}) & \vdots \\ \gamma(d_{N1}) & & \gamma(d_{NN}) & 1 \\ 1 & \cdots & 1 & 0 \end{bmatrix}}_{\underline{G}\underline{w}=\underline{g}} \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_N \\ \lambda \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma(d_{01}) \\ \vdots \\ \gamma(d_{0N}) \\ 1 \end{bmatrix} \quad [10]
 \end{aligned}$$

Conocidos los ponderadores  $w_i$  es posible calcular la varianza del error de interpolación:

$$\sigma_{\varepsilon,0}^2 = \text{Var}(\varepsilon_0 = \widehat{h}_0 - h_0) = \sum_{j=1}^N w_j \gamma(d_{0j}) + \lambda = [w_1 \quad \cdots \quad w_N \quad \lambda] \begin{bmatrix} \gamma(d_{01}) \\ \vdots \\ \gamma(d_{0N}) \\ 1 \end{bmatrix} = \underline{w}^T \underline{g} \quad [11]$$

El método de interpolación por Kriging se puede utilizar como una herramienta de soporte para la localización de nuevas estaciones pluviométricas. Para este efecto se define una grilla en la zona en estudio y luego se calculan los interpoladores Kriging asociados a cada celda de la grilla, calculando finalmente la varianza del error de estimación del promedio zonal. El error de estimación del promedio y su varianza están dados por las siguientes expresiones (Fernández, 1985):

$$\bar{e} = \sum_{m=1}^M \frac{A_m}{A} \widehat{h}_m - \sum_{m=1}^M \frac{A_m}{A} h_m, \text{ donde } \widehat{h}_m = \sum_{i=1}^N w_i^m h_i \quad [12]$$

$$\text{Var}(\bar{e}) = \frac{\sum_{m=1}^M A_m^2 (\sigma_\varepsilon^m)^2 + 2 \sum_{m=1}^{m-1} \sum_{i=1}^N A_m A_i \text{Cov}(h_m, h_i) + 2 \sum_{m=1}^{m-1} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N A_m A_i w_i^m w_j^m \text{Cov}(h_i, h_j) - 2 \sum_{m=1}^{m-1} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N A_m A_i w_i^m \text{Cov}(h_m, h_j)}{A^2} \quad [13]$$

Donde  $A_m$  es el área de la celda  $m$ ,  $A$  es el área de la zona completa,  $(\sigma_\varepsilon^m)^2$  es la varianza del error de interpolación en la celda  $m$ , es

decir:  $(\sigma_\varepsilon^m)^2 = \sum_{j=1}^N w_j^m \gamma_j(d_{0,j}) + \lambda^m$  ) y  $w_i^m$  es el ponderador Kriging de la estación  $i$  con respecto a la celda  $m$ .

Finalmente, según el Kriging, la expresión anterior para la varianza de la estimación del promedio regional, puede sintetizarse según la siguiente expresión:

$$\text{Var}(\bar{e}) = \frac{\sum_{m=1}^M A_m^2 (\sigma_\varepsilon^m)^2 + 2 \sum_{m=1}^{m-1} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N A_m A_i \text{Cov}(\sigma^2 - \gamma(d_{mi})) + 2 \sum_{m=1}^{m-1} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N A_m A_i w_i^m w_j^m (\sigma^2 - \gamma(d_{ij})) - 2 \sum_{m=1}^{m-1} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N A_m A_i w_i^m (\sigma^2 - \gamma(d_{mj}))}{A^2} \quad [14]$$

De esta manera, al mover la estación adicional entre las distintas celdas se generan distintas varianzas de error. Delhomme (1979) recomendó agregar la estación adicional en aquella celda donde se maximice la reducción relativa de varianza, la que se calcula por la siguiente expresión:

$$R_m(\%) = \frac{Var(\bar{e}_0) - Var(\bar{e}_m)}{Var(\bar{e}_0)} \times 100 \quad [15]$$

Siendo  $Var(\bar{e}_0)$  y  $Var(\bar{e}_m)$  son las varianzas de estimación del promedio sin incorporar estación adicional e incorporando la estación adicional en la celda m, respectivamente.

---

### A V.3 Zonas, Grillas, Estaciones y Semivariogramas

En el presente estudio se han considerado 5 zonas ubicadas en las Regiones XV, I, II y III de Chile, con sus respectivas grillas con celdas cuadradas de 10 km de longitud (Figura A 1). Se seleccionaron estaciones pluviométricas existentes localizadas dentro de las zona y estaciones cercanas fuera de las zonas (Figura A 1).



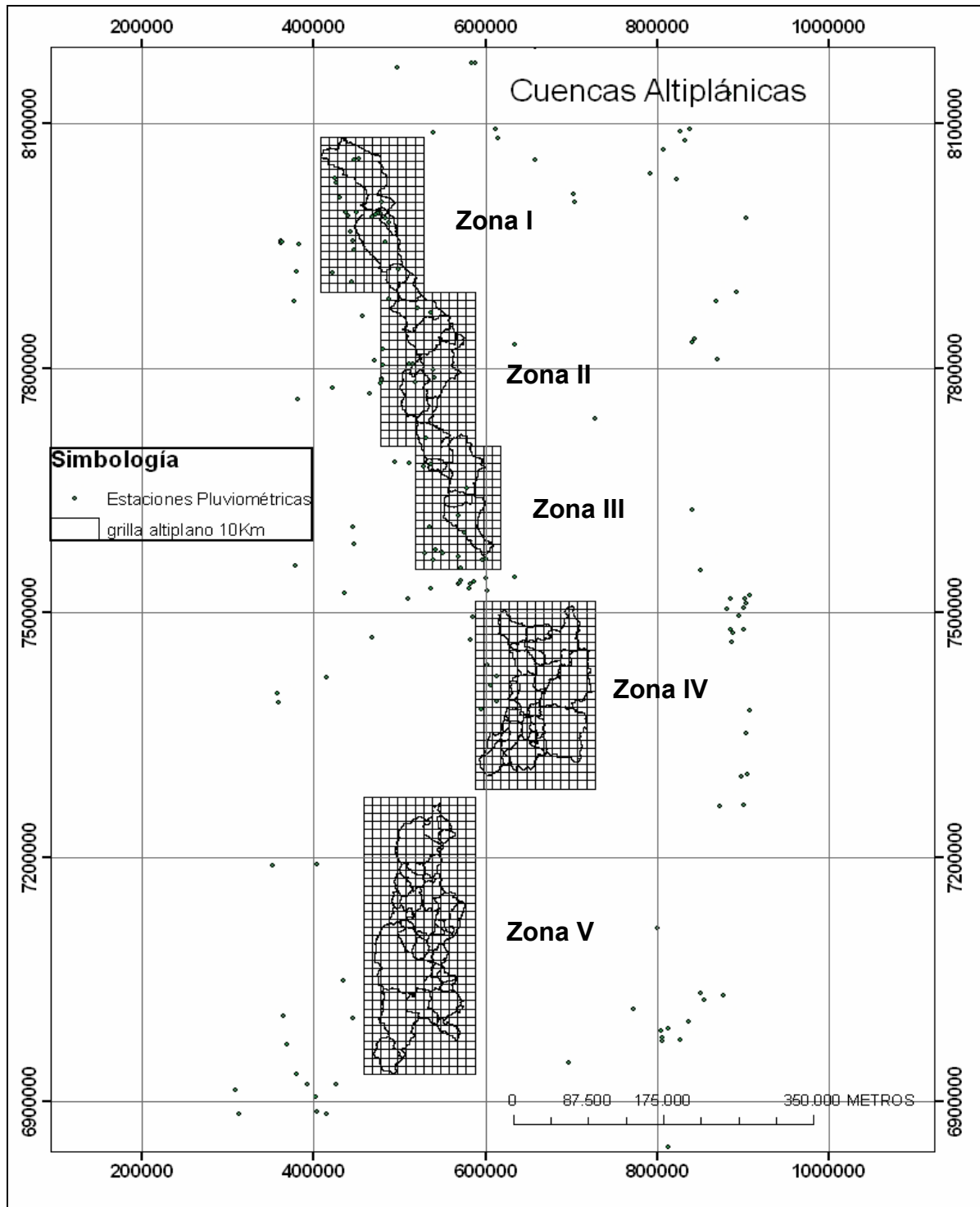


Figura A 1: Esquema general de las diferentes grillas y zonas consideradas.



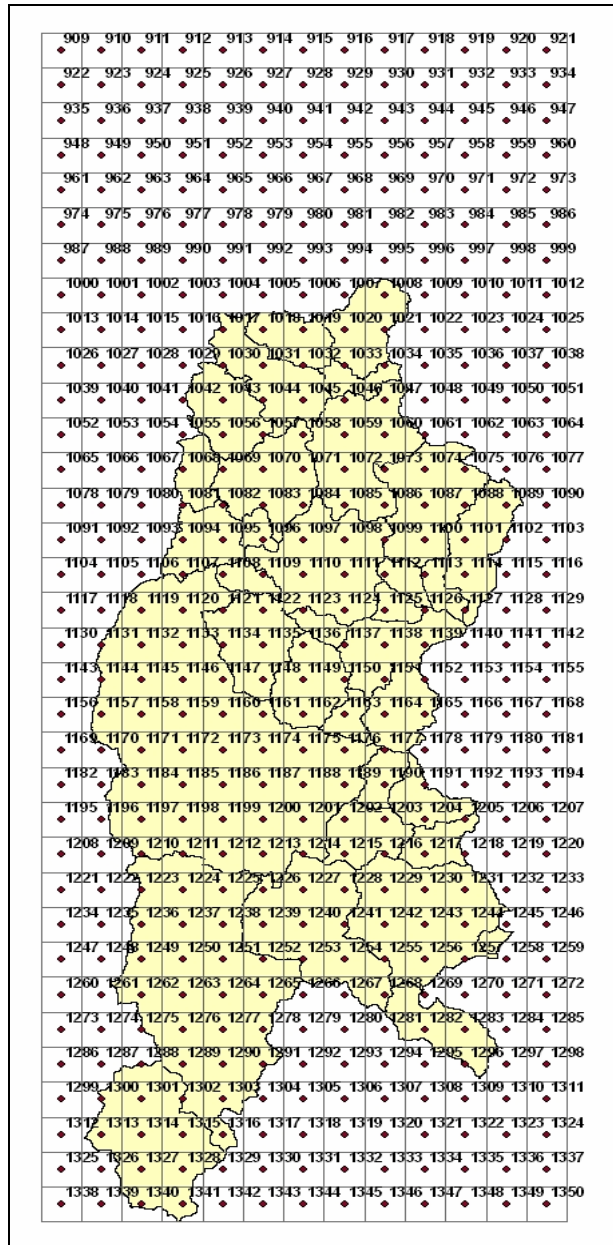


Figura A 2: Detalles de las grillas y celdas de las zonas consideradas en el estudio.  
(Continuación)



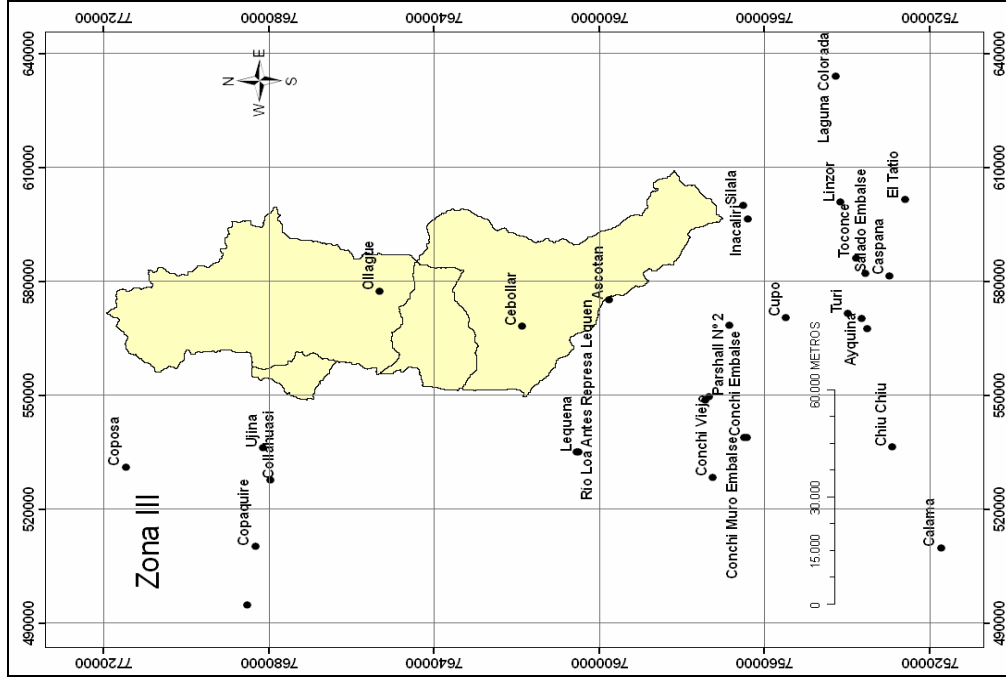
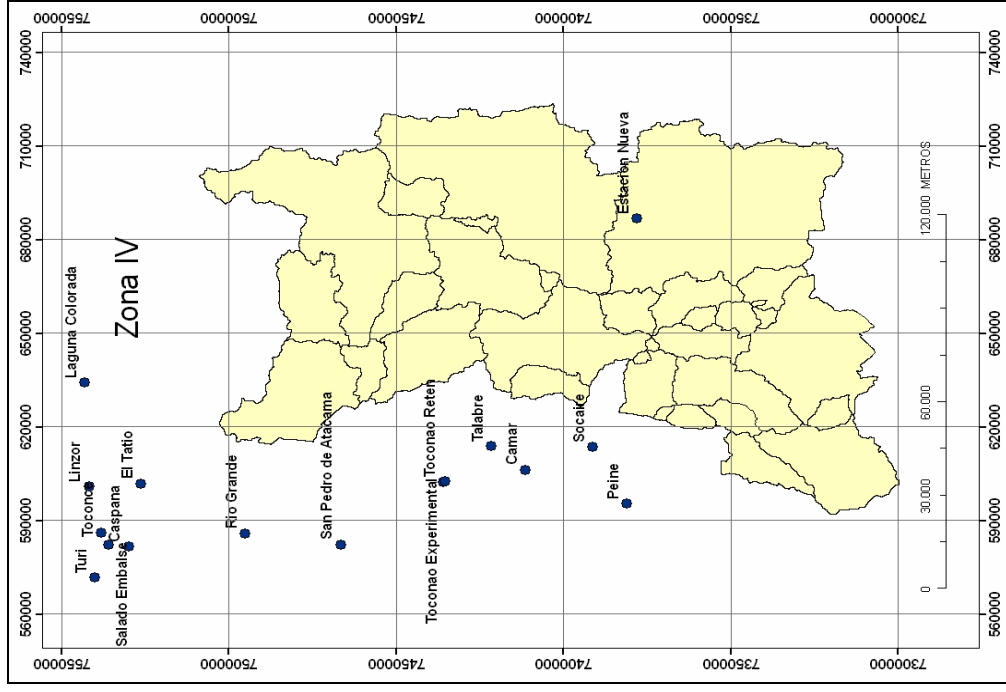


Figura A 3: Estaciones pluviométricas asociadas a la zona de estudio. (Continuación)

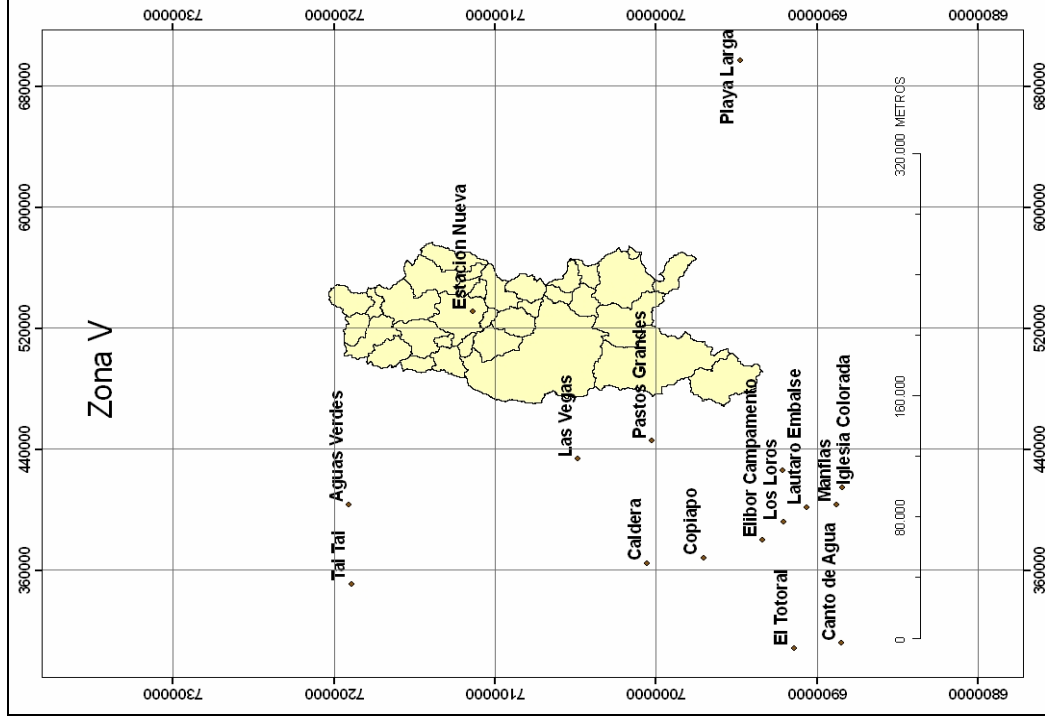


Figura A 3: Estaciones pluviométricas asociadas a la zona de estudio. (Continuación)

### A V.6 Semivariogramas Empíricos y Modelos Ajustados

La Figura A 4 muestra los semivariogramas empíricos, calculados a partir de la precipitación media anual en las estaciones seleccionadas, y los ajustados para las diferentes zonas en estudio.

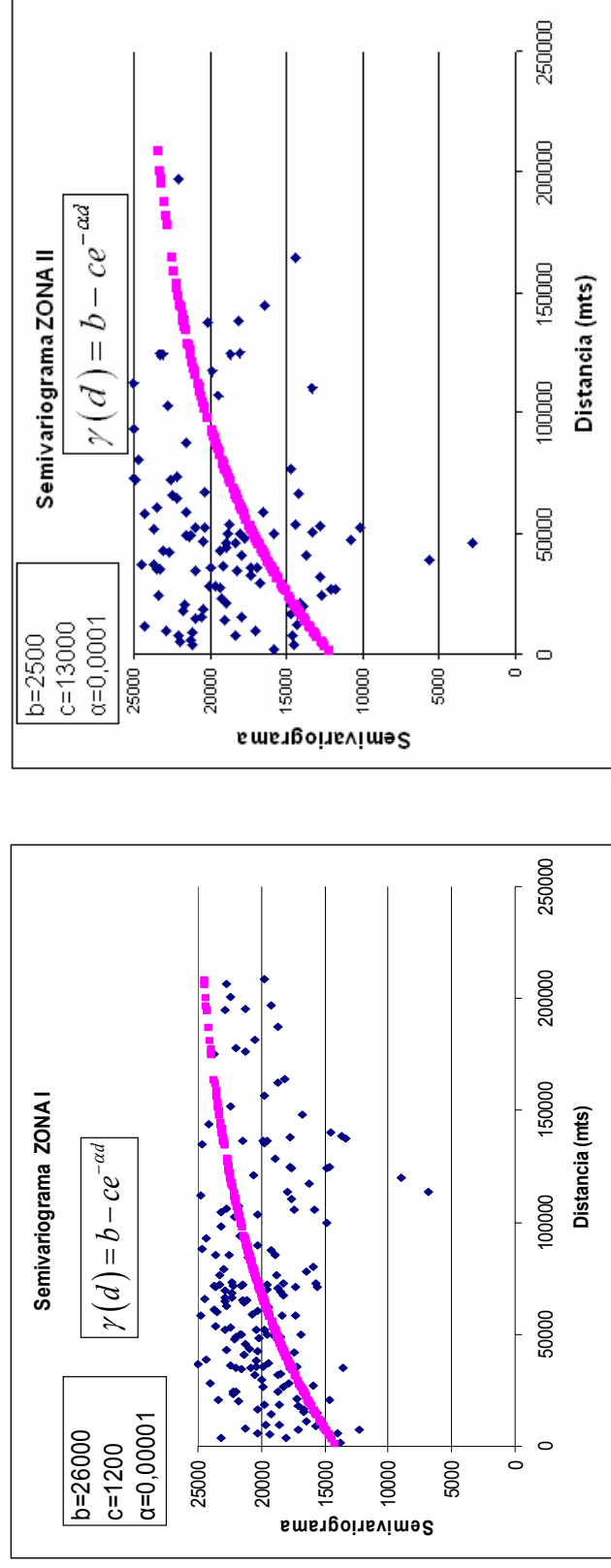


Figura A 4: Semivariogramas empíricos y ajustados para cada zona en estudio.

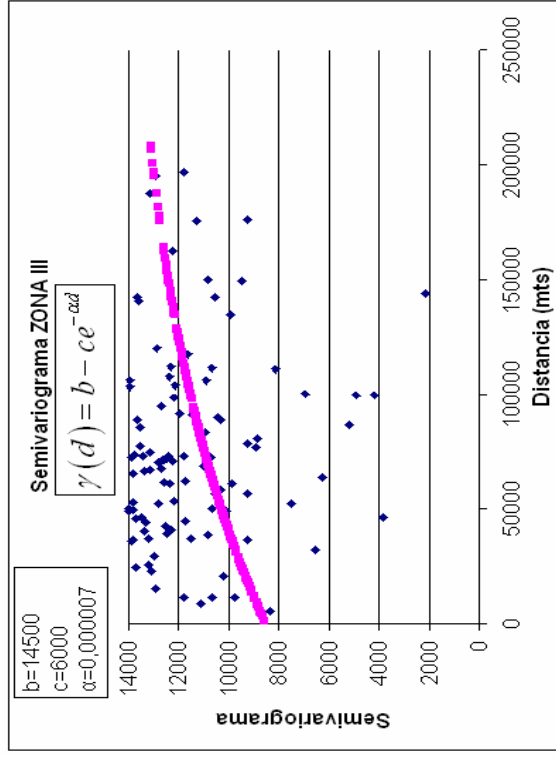
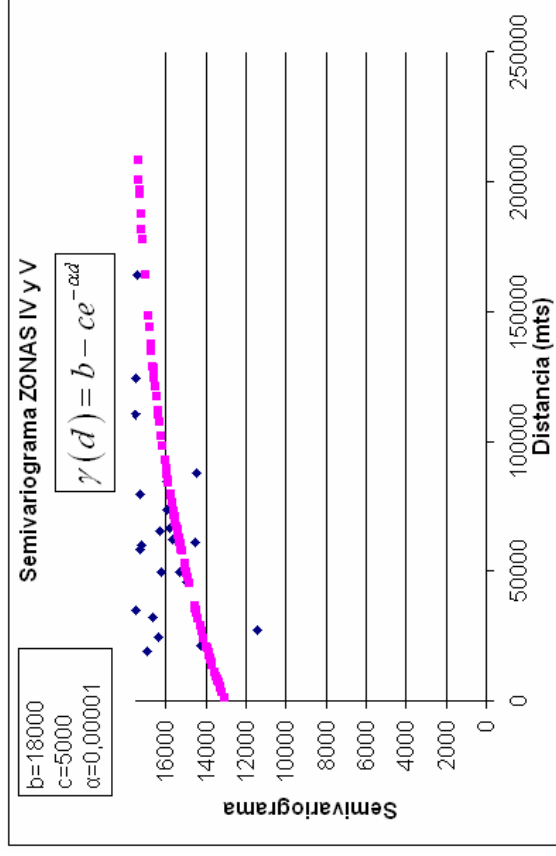


Figura A 4: Semivariogramas empíricos y ajustados para cada zona (Continuación)



---

**A V.7 Disminución de la Varianza del Error del Promedio Zonal: Escenario Ideal**

En cada zona se generaron curvas de igual reducción relativa de la varianza del error de estimación del promedio zonal. Estas curvas se elaboraron siguiendo los siguientes pasos:

1. Se estimó la varianza del error promedio en la zona sin agregar estaciones en las celdas (Varianza inicial).
2. Se ubicó iterativamente una estación adicional en el centro de cada celda de la grilla, obteniéndose una varianza de error promedio asociada a cada celda ( $Var(\bar{e})$ ).
3. Se calcularon las disminuciones relativas de varianza asociadas a cada celda ( $R_m$ ).
4. Se generaron curvas de igual reducción relativa de varianza.

**Análisis Zona I**

Se calculó la reducción relativa de la varianza del error del promedio zonal al colocar una estación adicional móvil en el centro de cada celda de la grilla. Las curvas de igual reducción relativa de esta varianza se presenta en la Figura A 5, observándose que este parámetro alcanza un valor máximo de 11% al colocar una estación en la coordenada UTM (Datum Provisional Sudamericano 1956) 470.128 Este y 8.035.823 Norte. Sin la estación adicional en este punto la varianza del error del promedio tiene un valor de 378,2 la cual se reduce a 336,6 luego de instalar la estación.

Además de la estación adicional anterior se agrega una segunda estación móvil se obtienen las curvas de igual reducción relativa de esta varianza que se presenta en la Figura A 6. Se observa que en este caso la reducción relativa de la varianza alcanza un valor máximo de 9%.

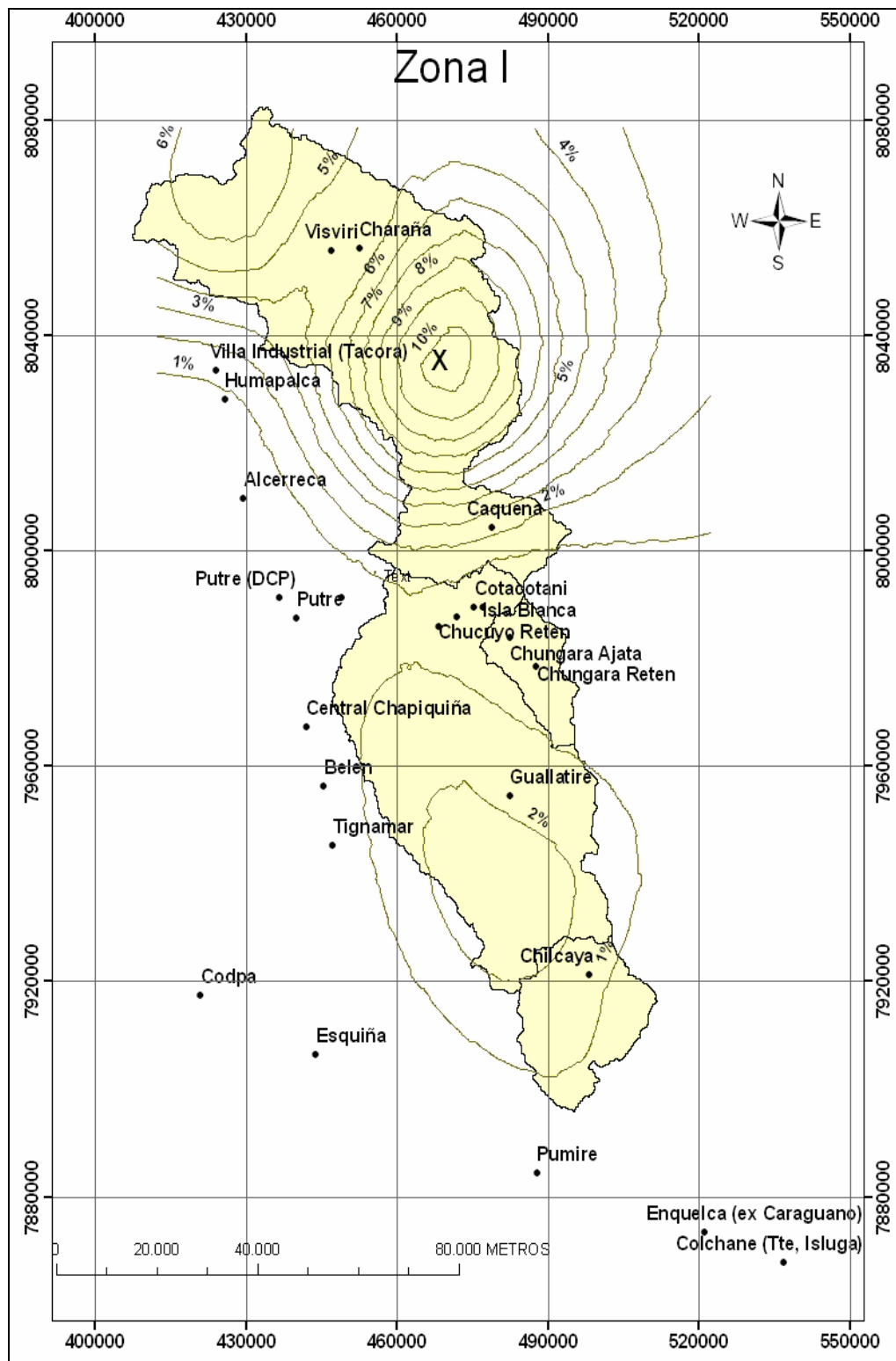


Figura A 5: Curvas de igual reducción relativa de la varianza del error del promedio zonal al agregar una estación adicional en cada celda de la grilla (Zona I).

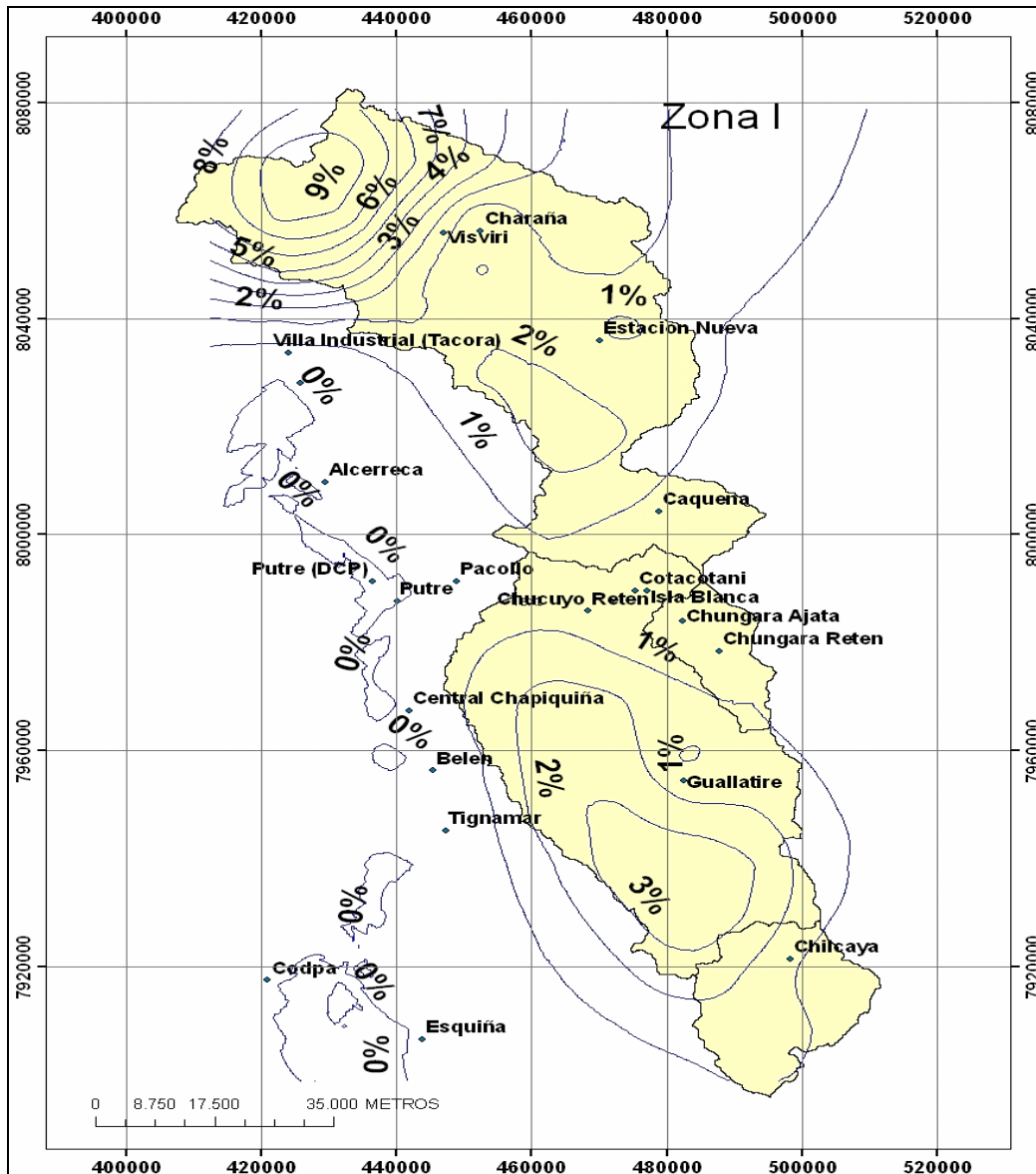


Figura A 6: Curvas de igual reducción relativa de la varianza del error del promedio zonal al agregar una segunda estación adicional en cada celda de la grilla (Zona I).

### Análisis Zona II

Las curvas obtenidas de reducción relativa de varianza para la Zona II se muestran en la Figura A 7. El valor máximo de este parámetro es de 28% y se obtiene al adicionar una estación adicional en la coordenada UTM (Datum Provisional Sudamericano 1956) 545.203 Este y 7.834.830 Norte. Sin la estación adicional en este punto la varianza del error del promedio tiene un valor de 544,4 la cual se reduce a 391,9 luego de instalar la estación.

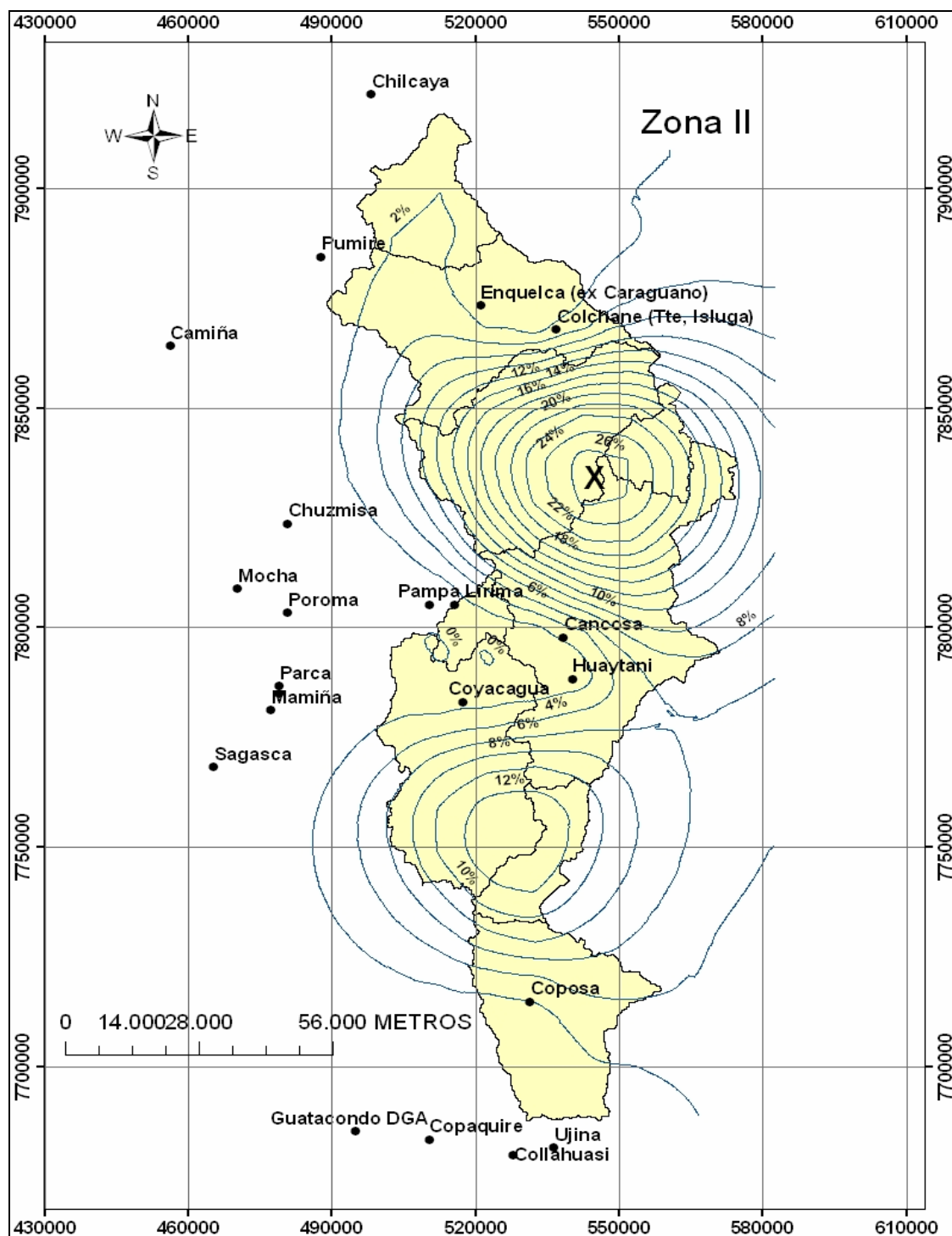


Figura A 7: Curvas de igual reducción relativa de la varianza del error del promedio zonal al agregar una estación adicional en cada celda de la grilla (Zona II).

Al adicionar una segunda estación en la Zona II se obtienen las curvas de reducción relativa de la varianza que se presentan en la Figura A 8. En este caso la reducción de la varianza alcanza un valor máximo de hasta 18%.

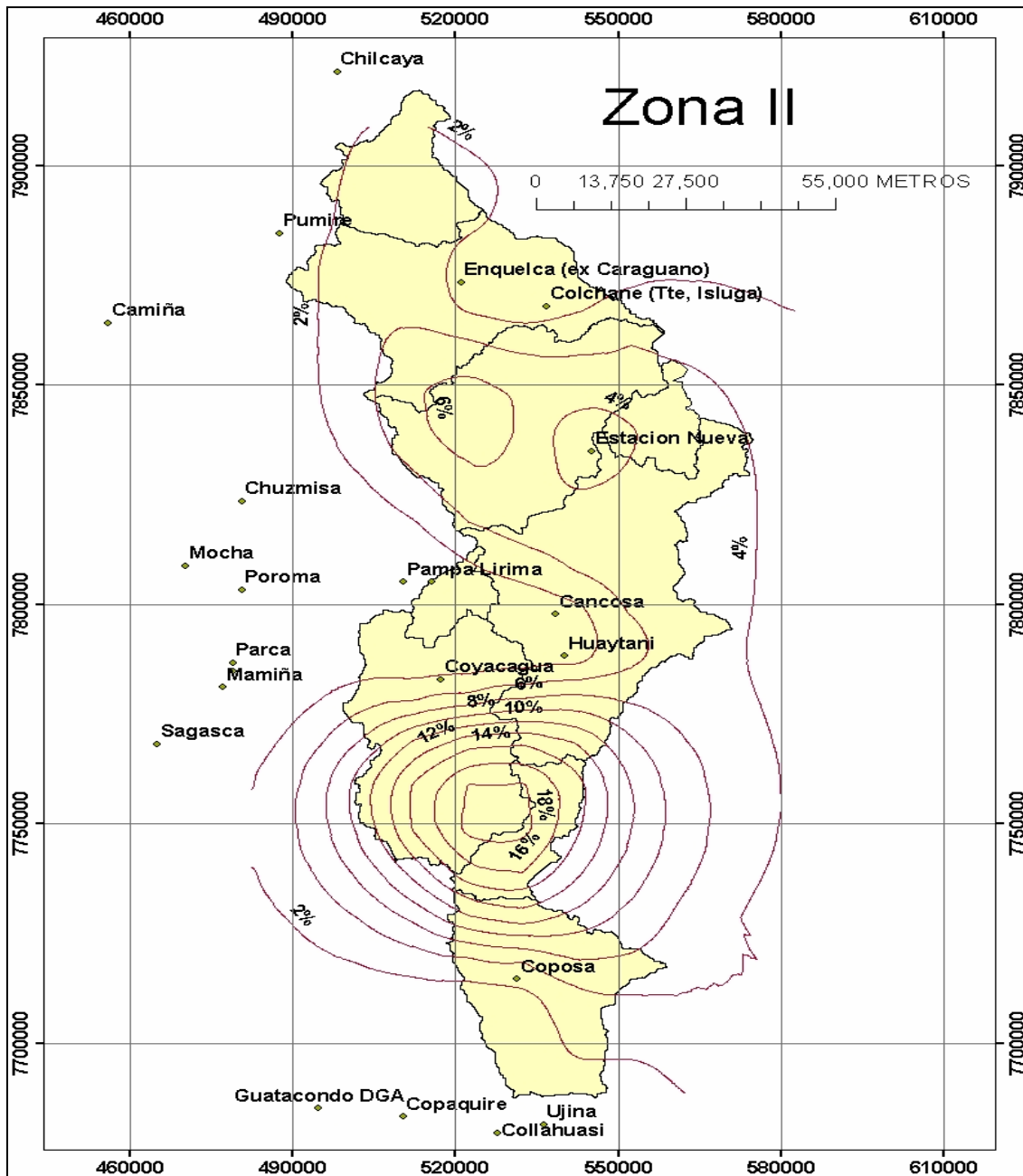


Figura A 8: Curvas de igual reducción relativa de la varianza del error del promedio zonal al agregar una segunda estación adicional en cada celda de la grilla (Zona II).

### Análisis Zona III

Las curvas obtenidas de reducción relativa de varianza para la Zona III se muestran en la Figura A 9. El valor máximo de este parámetro es de 29% (la varianza se reduce de 349,5 a 248,1) y se obtiene al adicionar una estación adicional en la coordenada UTM (Datum Provisional Sudamericano 1956) 574.423 Este y 7.688.616 Norte.

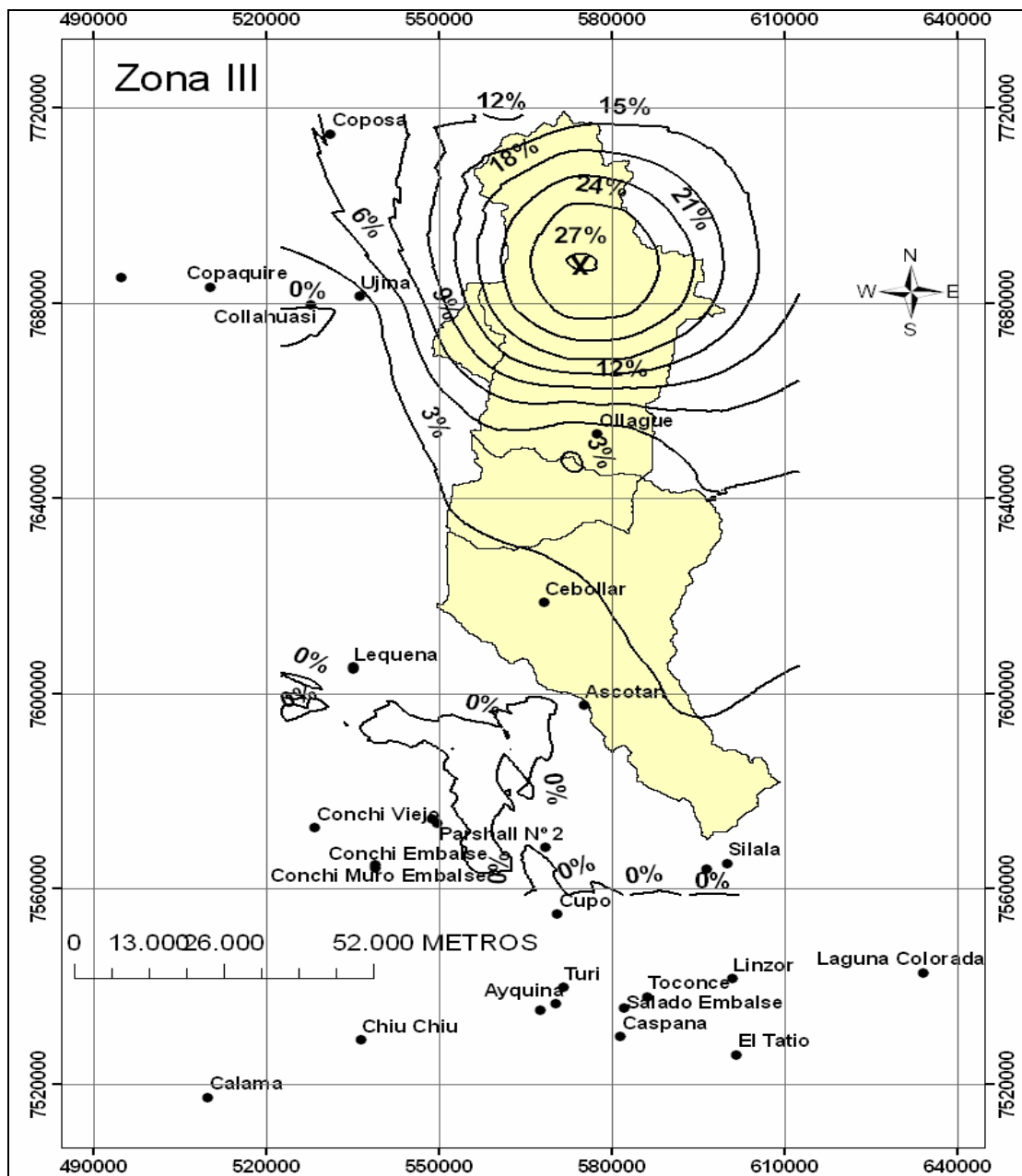


Figura A 9: Curvas de igual reducción relativa de la varianza del error del promedio zonal al agregar una estación adicional en cada celda de la grilla (Zona III).

Al adicionar una segunda estación en la Zona III se obtienen las curvas de reducción relativa de la varianza que se presentan en la Figura A 10. En este caso la reducción de la varianza alcanza un valor máximo de hasta 6%.

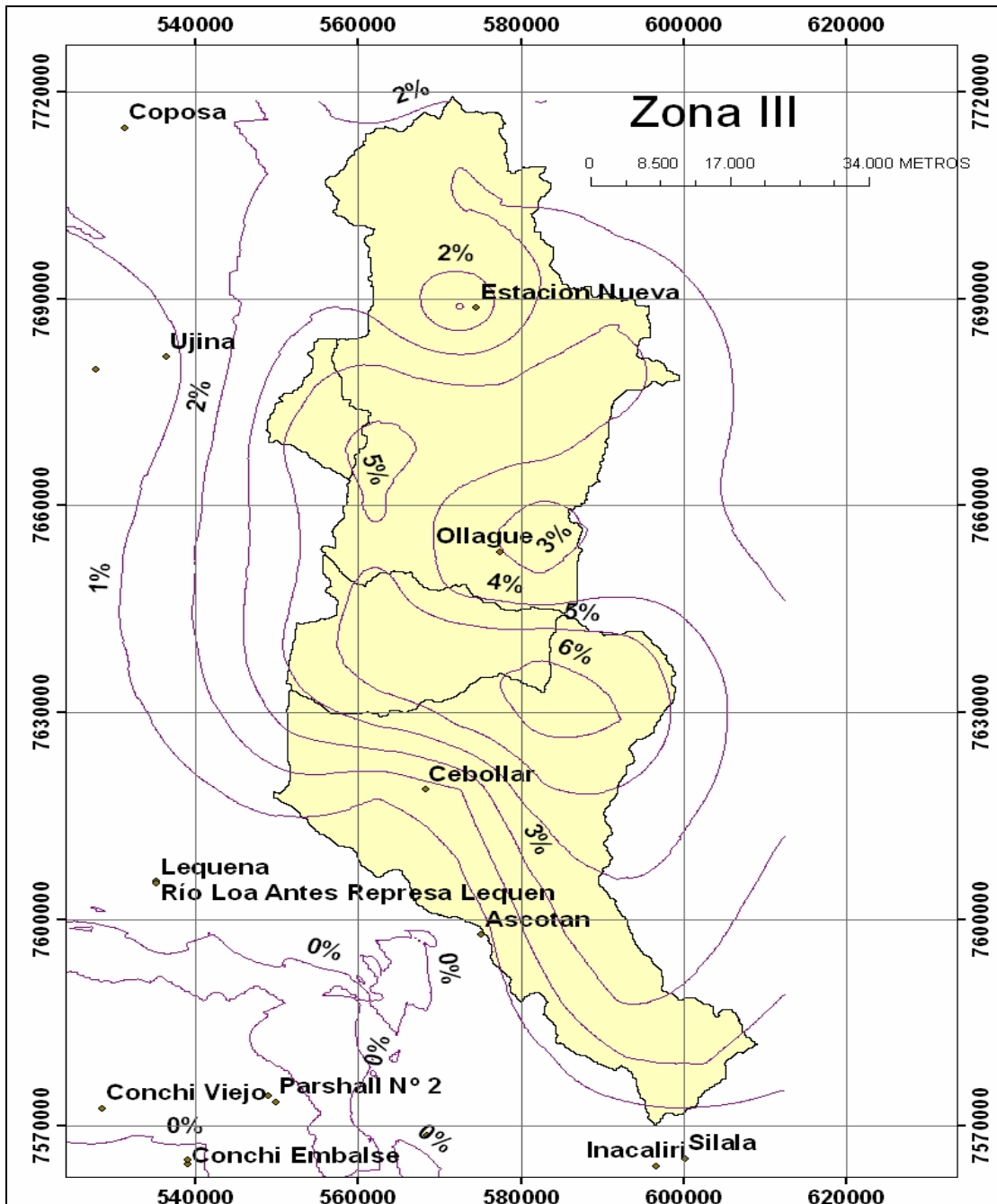


Figura A 10: Curvas de igual reducción relativa de la varianza del error del promedio zonal al agregar una segunda estación adicional en cada celda de la grilla (Zona III).



### Análisis Zona IV

Las curvas obtenidas de reducción relativa de varianza para la Zona IV se muestran en la Figura A 11. El valor máximo de este parámetro es de 60% (la varianza se reduce de 1.546,3 a 618,5) y se obtiene al adicionar una estación adicional en la coordenada UTM (Datum Provisional Sudamericano 1956) 686.876 Este y 7.378.043 Norte.

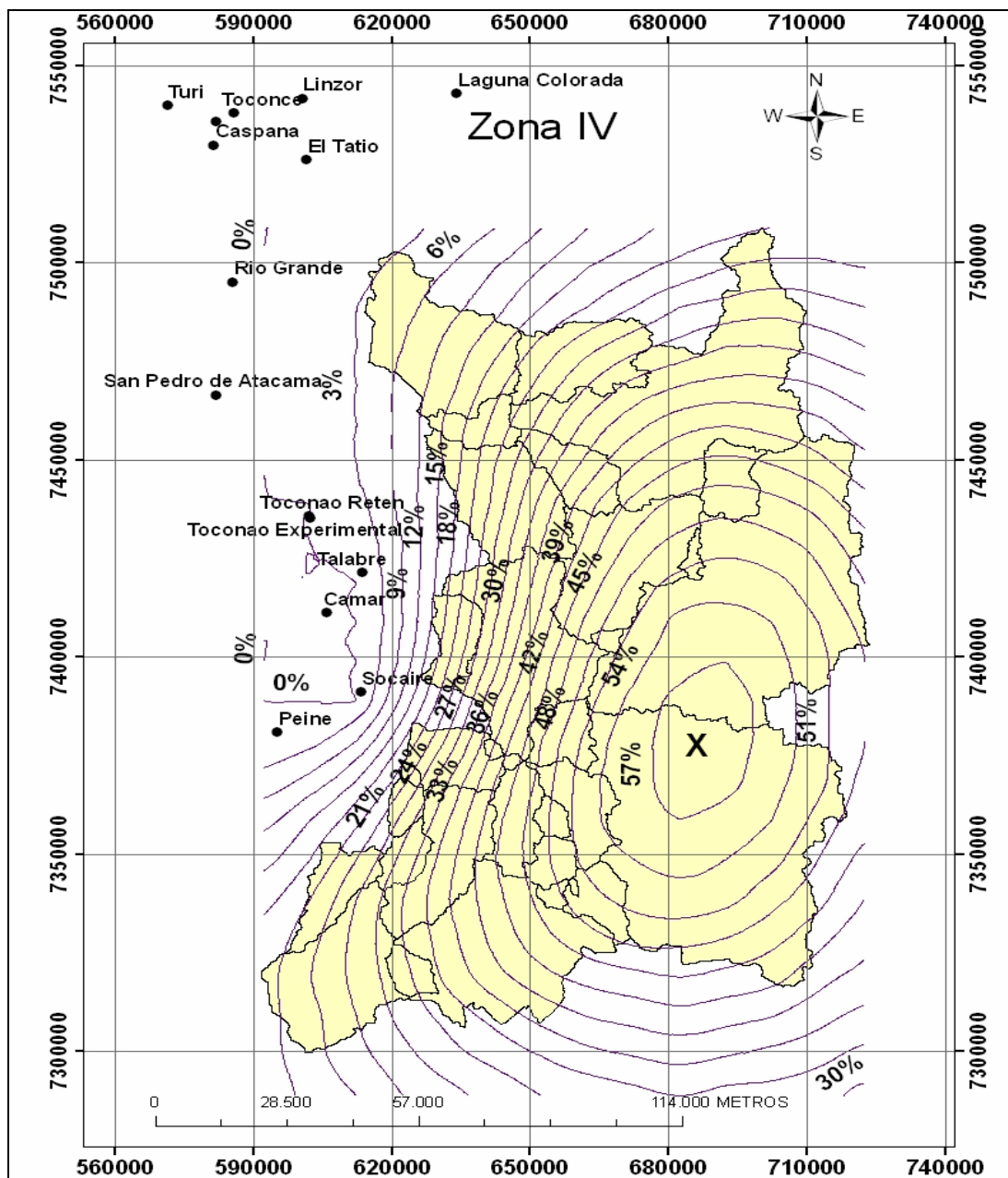


Figura A 11: Curvas de igual reducción relativa de la varianza del error del promedio zonal al agregar una estación adicional en cada celda de la grilla (Zona IV).



Al adicionar una segunda estación en la Zona IV se obtienen las curvas de reducción relativa de la varianza que se presentan en la Figura A 12. En este caso la reducción de la varianza alcanza un valor máximo de hasta 30%.

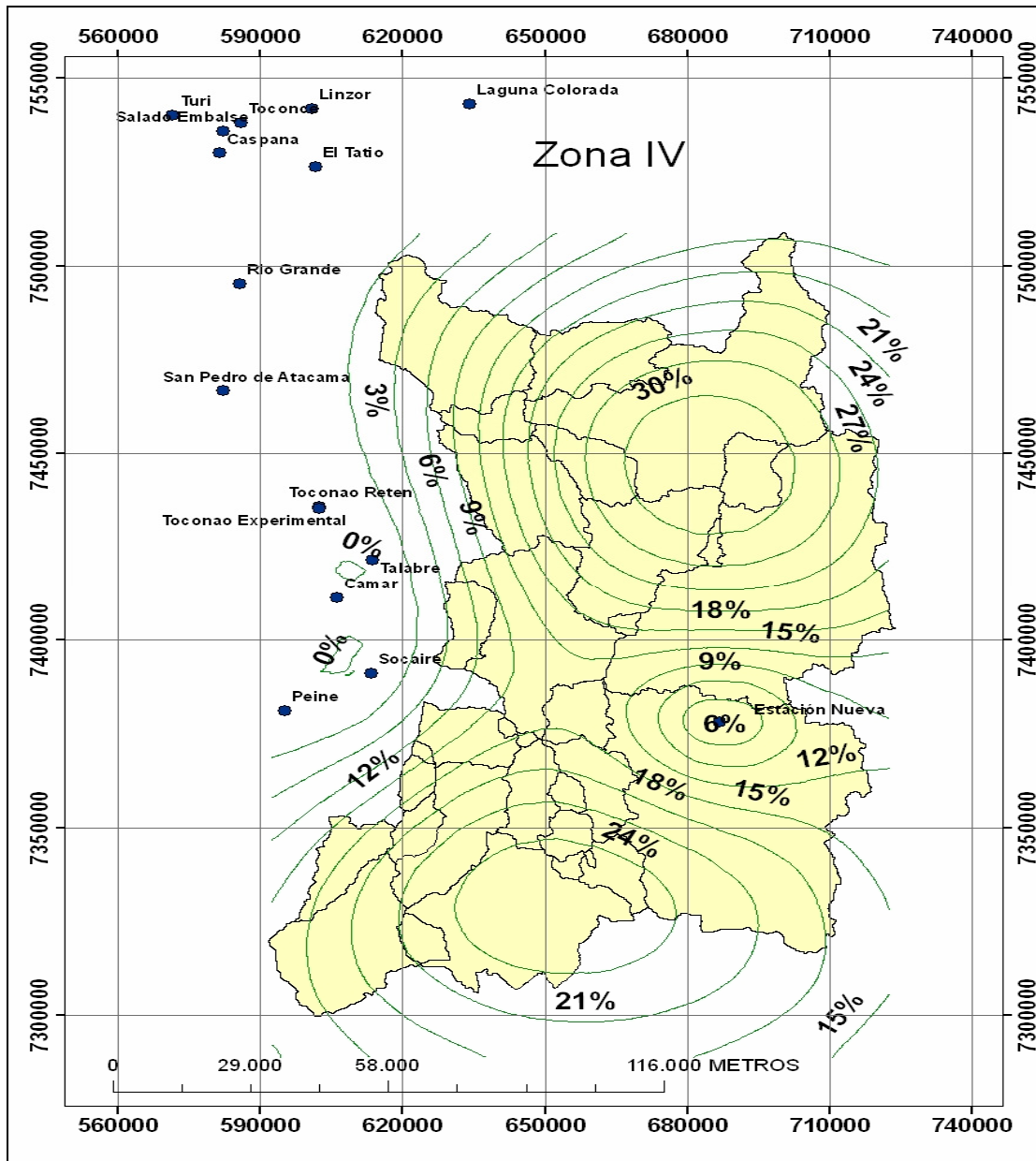


Figura A 12: Curvas de igual reducción relativa de la varianza del error del promedio zonal al agregar una segunda estación adicional en cada celda de la grilla (Zona IV).

### Análisis Zona V

Las curvas obtenidas de reducción relativa de varianza para la Zona V se muestran en la Figura A 13. El valor máximo de este parámetro es de 60% (la varianza se reduce de 1.706,5 a 682,6) y se obtiene al adicionar una estación adicional en la coordenada UTM (Datum Provisional Sudamericano 1956) 545.849Este y 7.085.167 Norte.

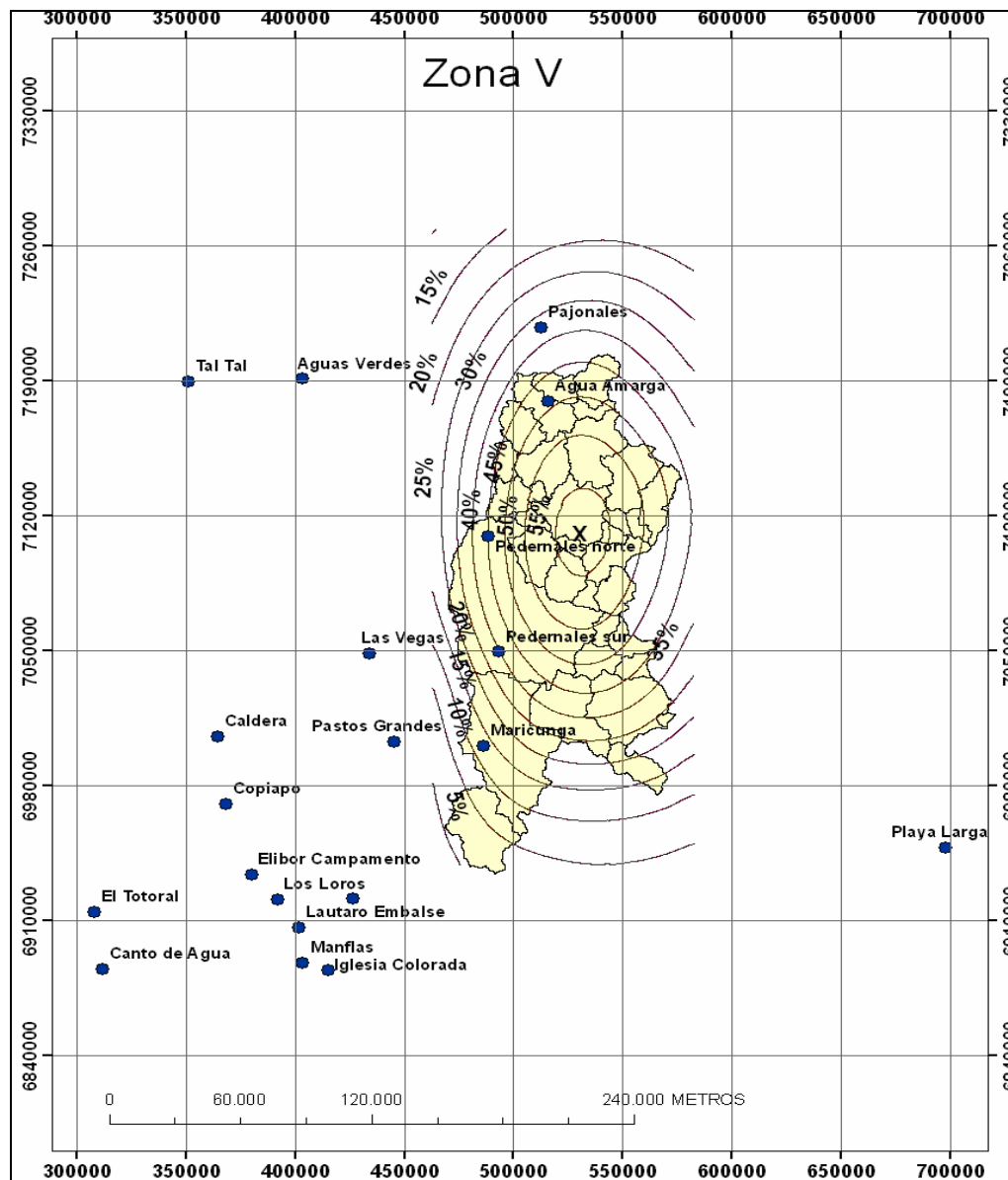


Figura A 13: Curvas de igual reducción relativa de la varianza del error del promedio zonal al agregar una estación adicional en cada celda de la grilla (Zona V).

Al adicionar una segunda estación en la Zona V se obtienen las curvas de reducción relativa de la varianza que se presentan en la Figura A 14. En este caso la reducción de la varianza alcanza un valor máximo de hasta 33%.

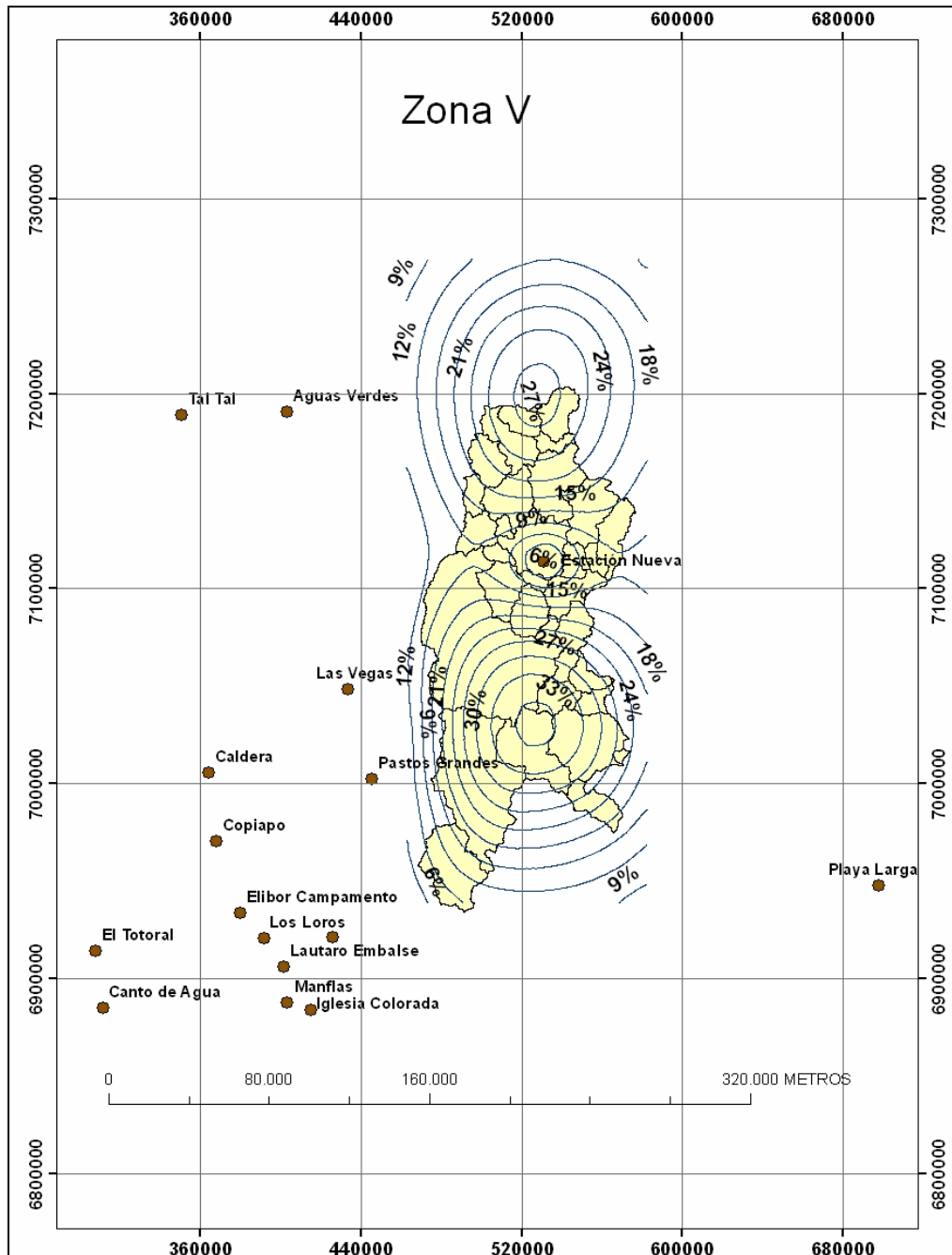


Figura A 14: Curvas de igual reducción relativa de la varianza del error del promedio zonal al agregar una segunda estación adicional en cada celda de la grilla (Zona IV).

**A V.8 Disminución de Varianza de Error del Promedio Zonal: Escenario Práctico**

Desde el punto de vista práctico las estaciones que se pueden adicionar en la zona del altiplano chileno no coinciden con las determinadas matemáticamente mediante el análisis de la reducción relativa de la varianza. Por consiguiente, se realizó nuevamente este análisis considerando la ubicación de las estaciones nuevas instaladas durante el desarrollo de este proyecto y cuya ubicación que se presenta en la Tabla 4.1. Se observa que no existen estaciones nuevas ubicadas en las Zona I y III. En la Tabla 4.2 se presenta la reducción relativa de la varianza que cada una de las estaciones nuevas aporta luego de su incorporación. Se observa que este aporte en la reducción de la varianza varía entre un 8% y un 51%.

Tabla 4.1: Lista de estaciones pluviométricas a ser implementadas en las Cuencas Altiplánicas.

<b>Nombre</b>	<b>Zona Asociada</b>	<b>UTM Este (m)</b>	<b>UTM Norte (m)</b>	<b>Cota (msnm)</b>
Huasco en Sillillica	Zona II	527.391	7.769.899	4.270
Huasco en Alto del Huasco	Zona II	511.186	7.752.919	3.874
Huasco en Diablo Marca	Zona II	503.293	7.776.982	4.603
Tuyajto	Zona IV	646.828	7.353.961	4.187
El Laco	Zona IV	665.437	7.367.499	4.449
Amarilla (Puntas Negras)	Zona IV	658.814	7.377.199	4.459
A. Calientes 2	Zona IV	641.914	7.398.591	4.323
Pajonales	Zona V	512.258	7.217.253	3.591
Maricunga	Zona V	486.326	7.000.372	3.852
Pedernales norte	Zona V	488.306	7.108.827	3.417
Pedernales sur	Zona V	493.056	7.049.016	3.774
Agua Amarga	Zona V	515.824	7.178.987	3.623

Tabla 4.2: Reducciones Relativas de Varianza de las Estaciones a ser implementadas efectivamente por la DGA.

<b>Nombre</b>	<b>Zona Asociada</b>	<b>Reducción Relativa de la Varianza (%)</b>
Huasco en Sillillica	Zona II	8%
Huasco en Alto del Huasco	Zona II	10%
Huasco en Diablo Marca	Zona II	4%
Tuyajto	Zona IV	45%
El Laco	Zona IV	51%
Amarilla	Zona IV	51%
A. Calientes 2	Zona IV	30%
Pajonales	Zona V	30%
Maricunga	Zona V	20%
Pedernales norte	Zona V	45%
Pedernales sur	Zona V	40%
Agua Amarga	Zona V	50%

Considerando las estaciones nuevas instaladas durante el proyecto, se realizó un análisis de la reducción relativa de la varianza del error al adicionar 1 y 2 estaciones nuevas en las zonas II, IV y V.

### **Análisis Zona II**

Las curvas obtenidas de reducción relativa de varianza para la Zona II se muestran en la Figura A 15. El valor máximo de este parámetro es de 33% (la varianza se reduce de 468,0 a 313,5) y se obtiene al adicionar una estación adicional en la coordenada UTM (Datum Provisional Sudamericano 1956) 544.967 Este y 7.834.696 Norte.

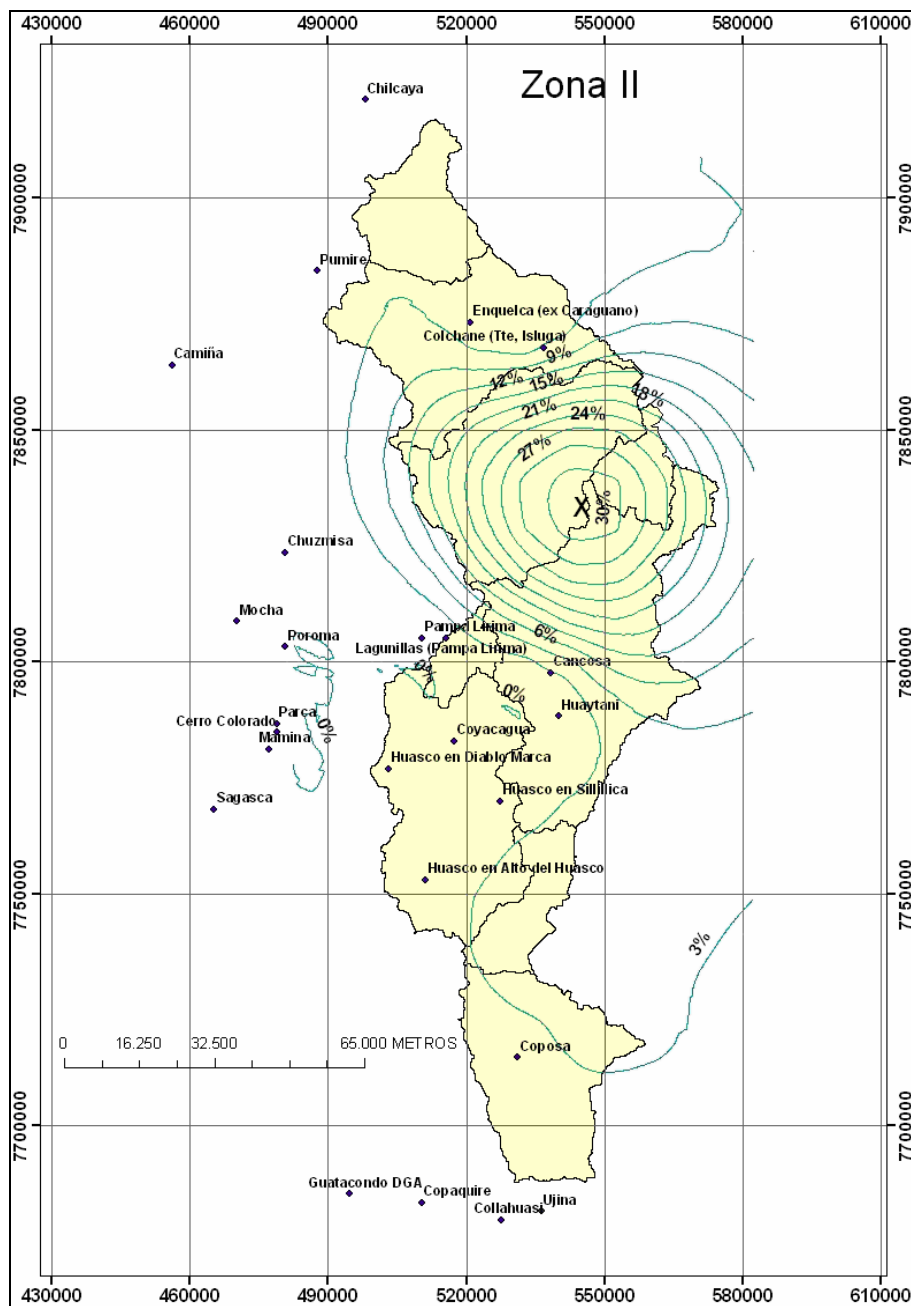


Figura A 15: Curvas de igual reducción relativa de la varianza del error del promedio zonal al agregar una estación adicional en cada celda de la grilla (Zona II).

Al adicionar una segunda estación en la Zona II se obtienen las curvas de reducción relativa de la varianza que se presentan en la Figura A 16. En este caso la reducción de la varianza alcanza un valor máximo de hasta 30%.

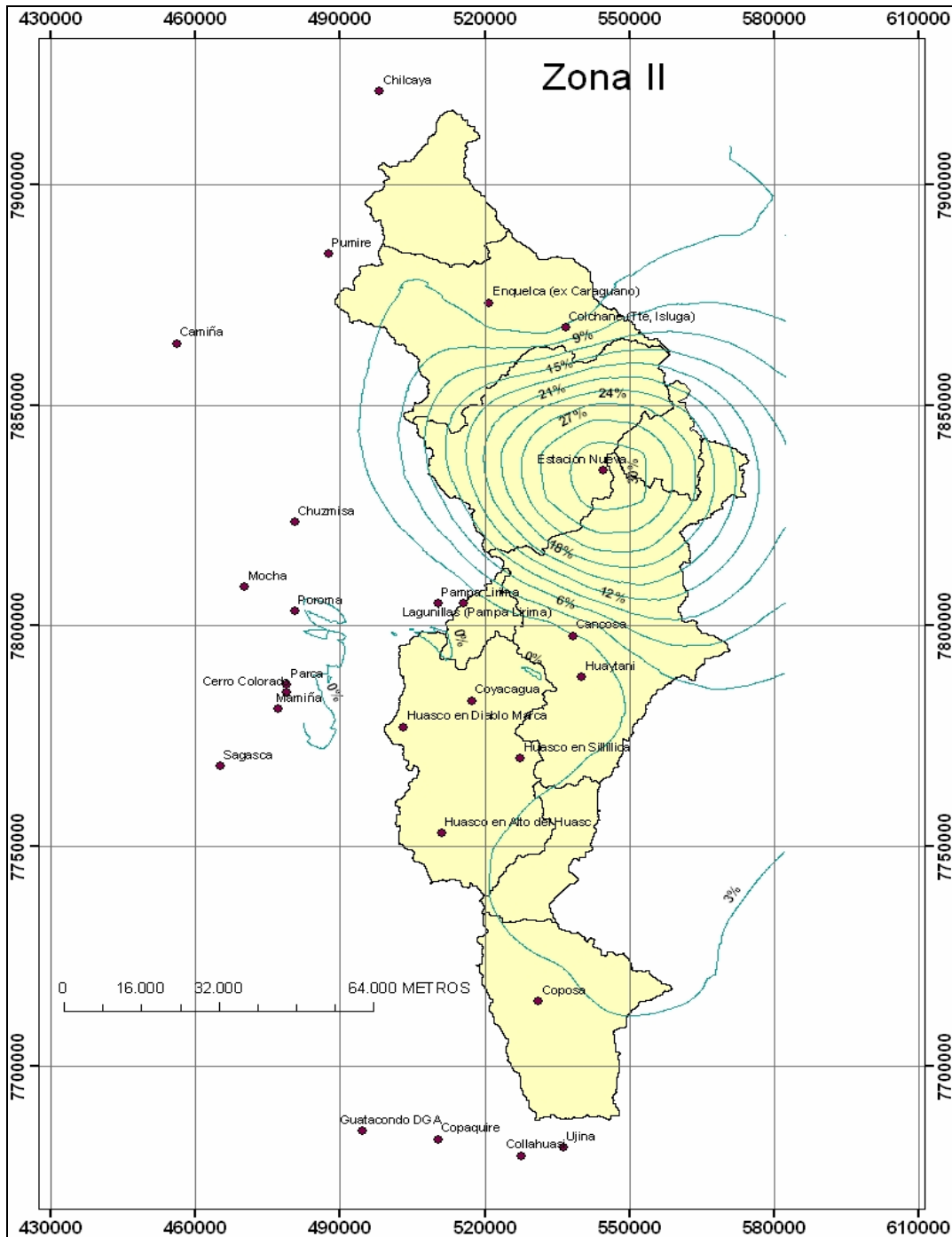


Figura A 16: Curvas de igual reducción relativa de la varianza del error del promedio zonal al agregar una segunda estación adicional en cada celda de la grilla (Zona II).

### Análisis Zona IV

Las curvas obtenidas de reducción relativa de varianza para la Zona IV se muestran en la Figura A 17. El valor máximo de este parámetro es de 45% (la varianza se reduce de 587,2 a 323,0) y se obtiene al adicionar una estación adicional en la coordenada UTM (Datum Provisional Sudamericano 1956) 692.487 Este y 7.439.327 Norte.

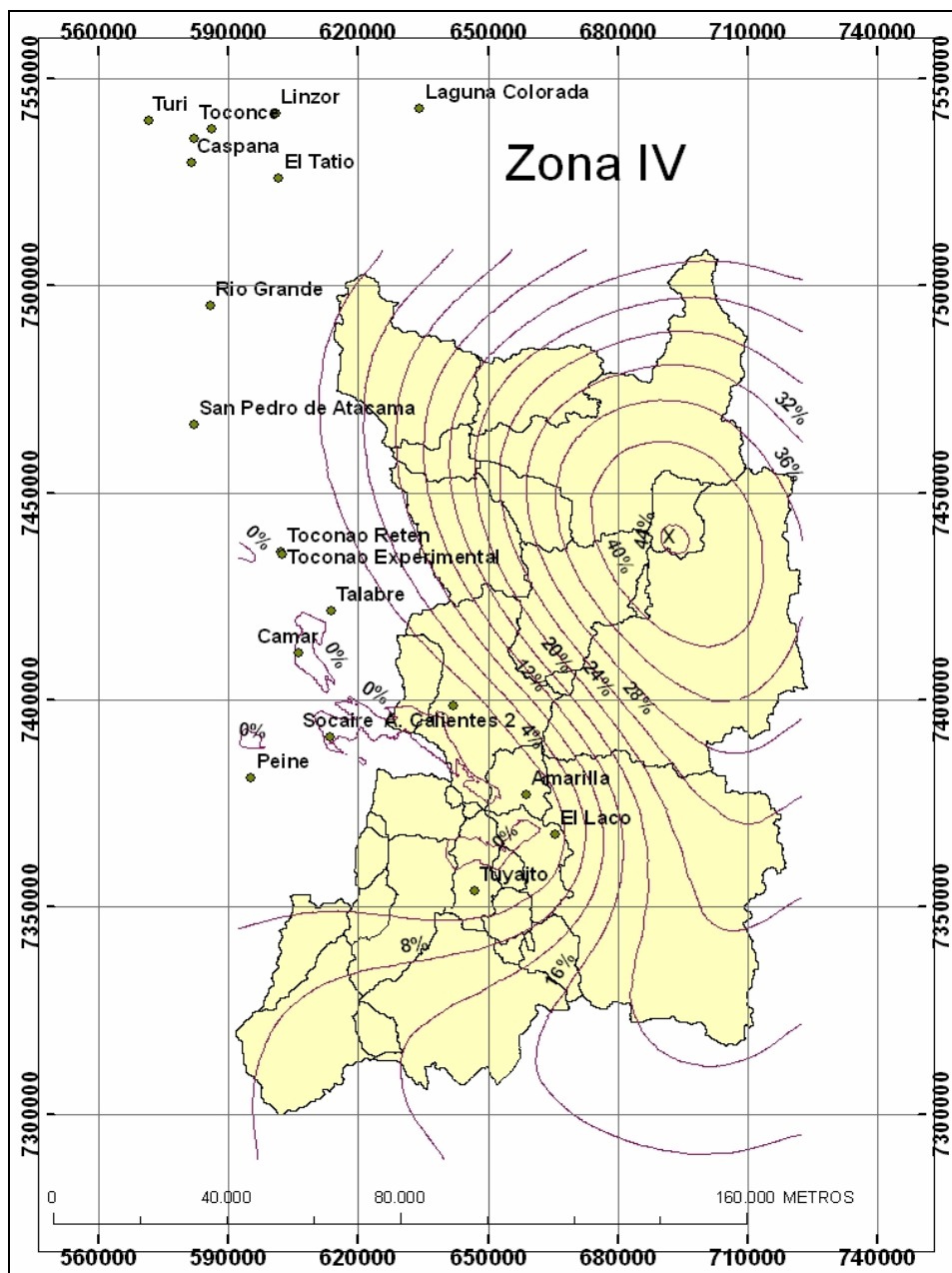


Figura A 17: Curvas de igual reducción relativa de la varianza del error del promedio zonal al agregar una estación adicional en cada celda de la grilla (Zona IV).



Al adicionar una segunda estación en la Zona IV se obtienen las curvas de reducción relativa de la varianza que se presentan en la Figura A 18. En este caso la reducción de la varianza alcanza un valor máximo de hasta 54%.

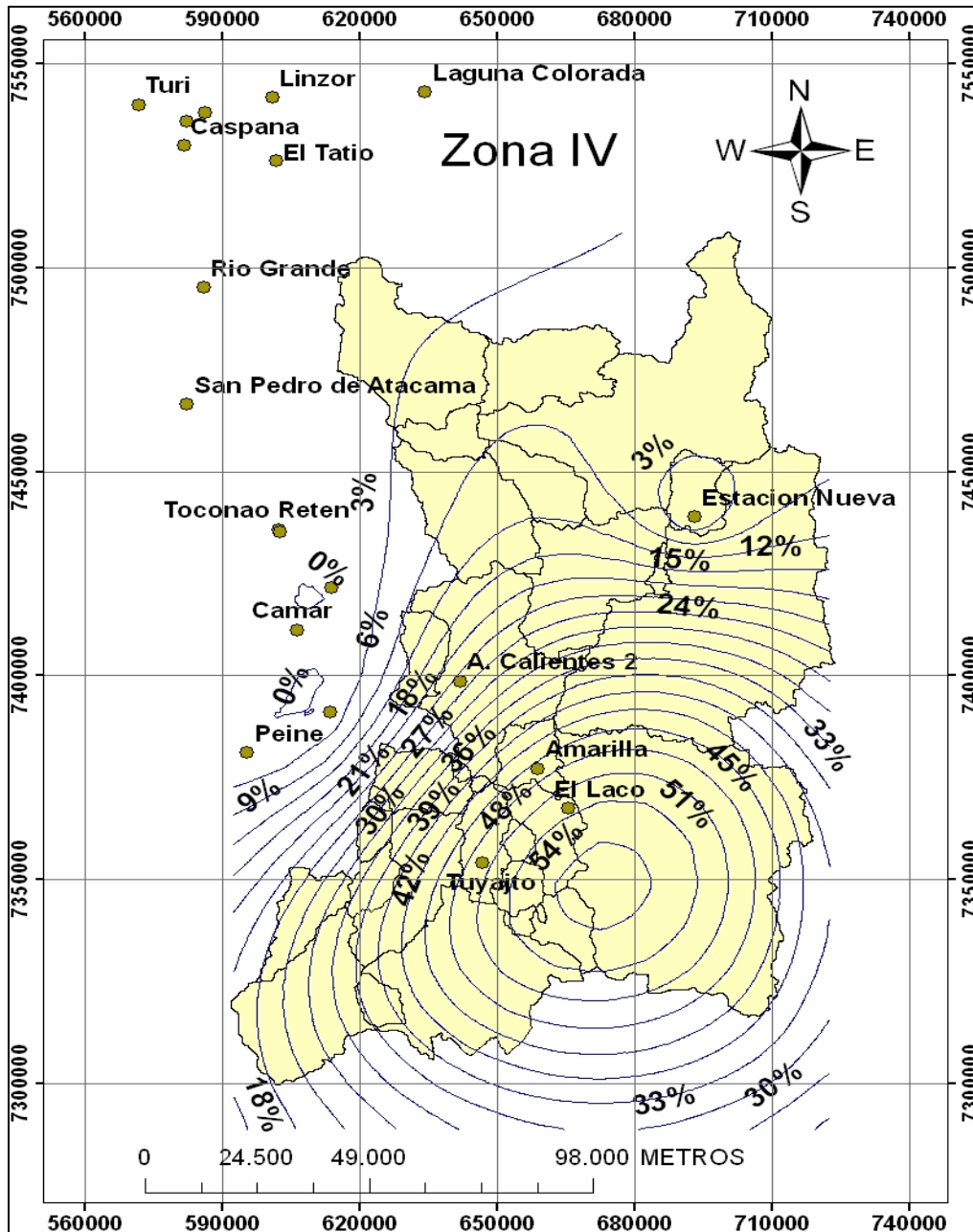


Figura A 18: Curvas de igual reducción relativa de la varianza del error del promedio zonal al agregar una segunda estación adicional en cada celda de la grilla (Zona IV).

### Análisis Zona V

Las curvas obtenidas de reducción relativa de varianza para la Zona V se muestran en la Figura A 19. El valor máximo de este parámetro es de 39% (la varianza se reduce de 387,2 a 236,2) y se obtiene al adicionar una estación adicional en la coordenada UTM (Datum Provisional Sudamericano 1956) 544.967 Este y 7.834.696 Norte.

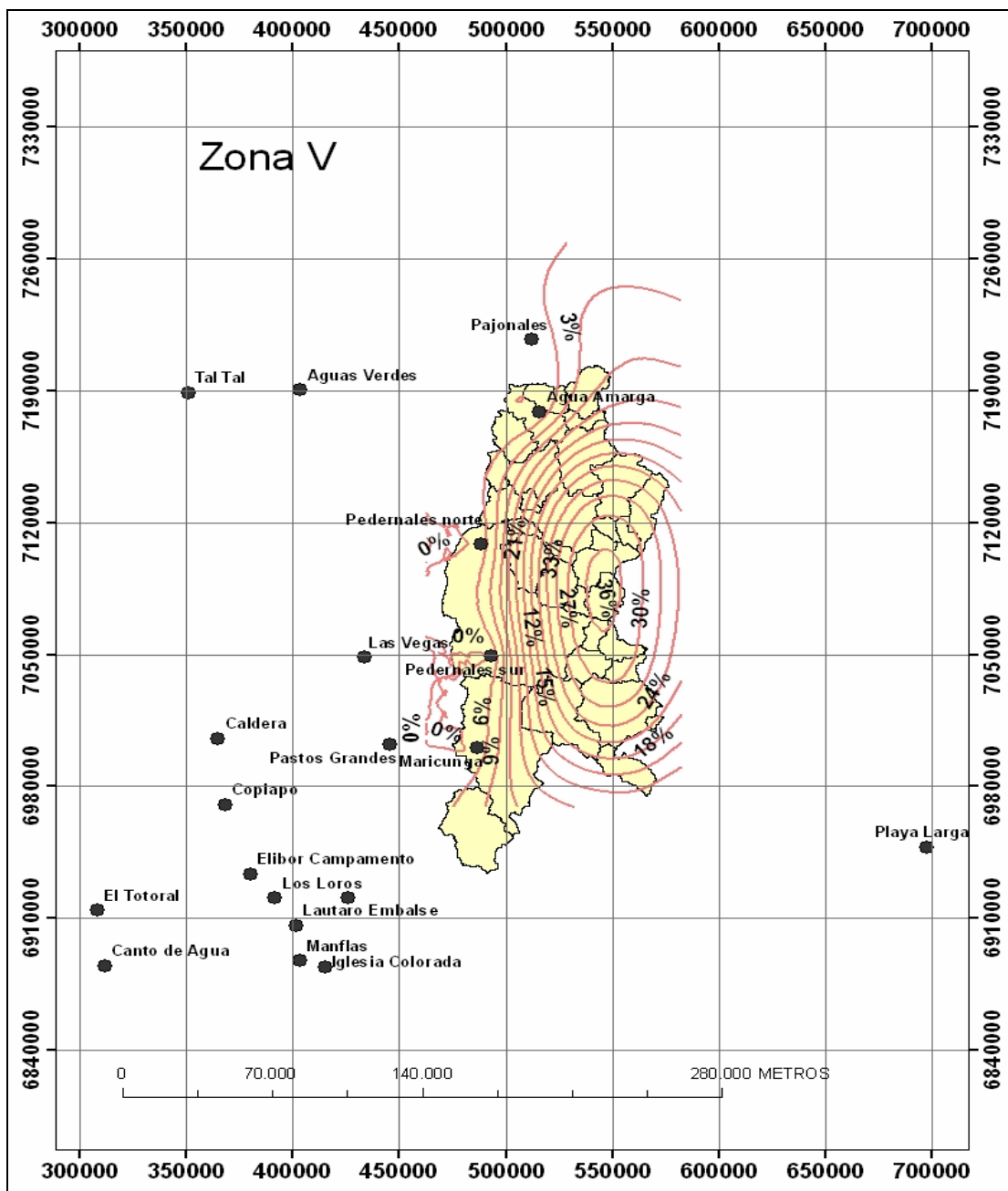


Figura A 19: Curvas de igual reducción relativa de la varianza del error del promedio zonal al agregar una estación adicional en cada celda de la grilla (Zona V).

Al adicionar una segunda estación en la Zona V se obtienen las curvas de reducción relativa de la varianza que se presentan en la Figura A 20. En este caso la reducción de la varianza alcanza un valor máximo de hasta 20%.

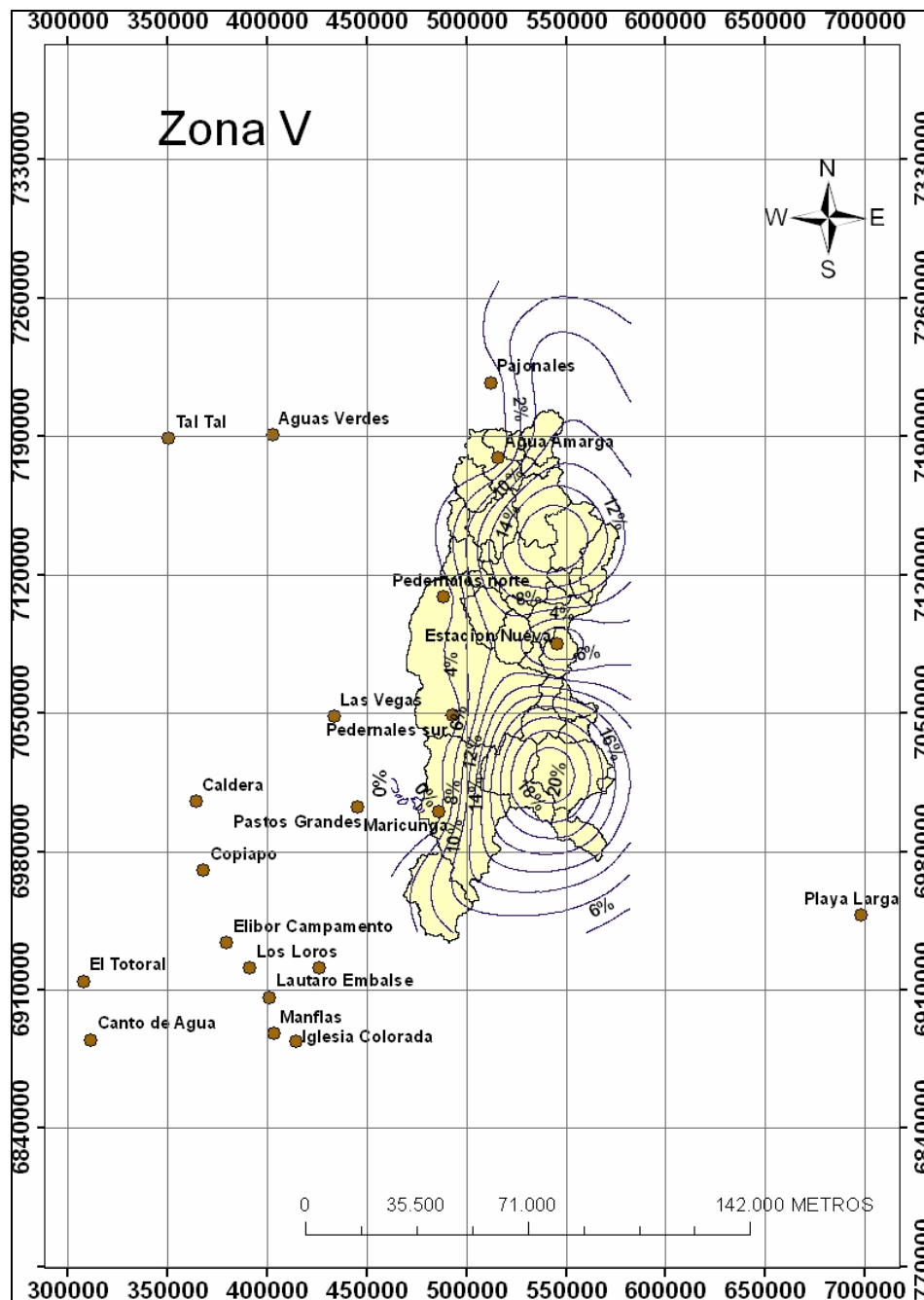


Figura A 20: Curvas de igual reducción relativa de la varianza del error del promedio zonal al agregar una segunda estación adicional en cada celda de la grilla (Zona V).

---

## A V.9 Conclusiones y Comentarios

Para establecer la ubicación óptima de estaciones pluviométricas que mejoren la estimación de los valores medios de la precipitación en el altiplano chileno se utilizó el método de Kringing Simple. Se utilizó la reducción relativa de la varianza del error promedio de estimación ( $R_m$ ) como indicador de esta ubicación óptima.

En las 5 zonas en la que se dividió el altiplano chileno se determinó el valor de  $R_m$  considerando las estaciones que actualmente tiene la DGA instaladas y dos estaciones nuevas de tal forma de maximizar  $R_m$ . Al adicionar una estación a la red actual de la DGA se obtuvieron valores máximos de  $R_m$  de 11%, 28%, 29%, 60% y 60% en las zonas I, II, III, IV y V, respectivamente. Cuando se adicionó una segunda estación nueva en la ubicación óptima se obtuvieron valores de  $R_m$  de 9%, 18%, 6%, 30% y 33% en las zonas I, II, III, IV y V, respectivamente. Estos valores indican la importancia de ir adicionando estaciones pluviométricas a la red actual existente, ya que se reducen los errores en la estimación de la distribución espacial de la precipitación.

Al considerar la red de estaciones de la DGA y las 12 nuevas estaciones instaladas durante el proyecto se obtuvieron valores de  $R_m$  que varían entre 4% y 8% en la Zona II (I Región), 30% y 51% en la Zona IV (II Región), y 20% y 50% en la Zona V (III Región). Se observa que la instalación de estas 12 nuevas estaciones permitirá reducir los errores de estimación de la distribución espacial de la precipitación ya que la varianza de este error de estimación se reduce en hasta un 51%.

Finalmente, considerando las estaciones de la DGA, las 12 estaciones instaladas durante el proyecto y una estación nueva de tal forma de maximizar  $R_m$ , se obtuvieron valores de 33%, 45%, y 39% en las zonas II, IV y V, respectivamente. Al adicionar una segunda estación se obtuvieron valores de  $R_m$  de 30%, 54%, y 20% en la Zona II, IV y V, respectivamente. Esto indica que se pueden obtener mejores estimaciones de la distribución espacial de la precipitación si se instalan más estaciones en el altiplano chileno.

---

## A V.10 Referencias

Delhomme S. J.P. (1979) Spatial variability and Uncertainty in Groundwater Flow Parameters: A geostatistical approach, *Water Resources Research* (vol. 15, Nº 2, pp. 176-182) : (s.n.)

Fernández B. (1985), Métodos de Interpolación Espacial, Escuela de Ingeniería Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental (pp 3-71).