

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA Y OBRAS SANITARIAS**



**“INFLUENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA OFERTA  
HÍDRICA SUPERFICIAL EN LA CUENCA TOLOMOSA  
APLICANDO EL MODELO DE EVALUACIÓN Y  
PLANIFICACIÓN DEL AGUA WEAP”**

**Por:**

**PÉREZ ARMELLA FERNANDO**

**Semestre I - 2020**

**TARIJA – BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA Y OBRAS SANITARIAS**

**“INFLUENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA OFERTA  
HÍDRICA SUPERFICIAL EN LA CUENCA TOLOMOSA  
APLICANDO EL MODELO DE EVALUACIÓN Y  
PLANIFICACIÓN DEL AGUA WEAP”**

**Por:**

**PÉREZ ARMELLA FERNANDO**

**PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA PROYECTO ING. CIVIL II  
CIV-502 (MENCION HIDRÁULICA)**

**GESTIÓN ACADÉMICA SEMESTRE I – 2020**

**TARIJA-BOLIVIA**

-----  
Msc. Ing. Ernesto Álvarez Gozalvez  
**DECANO DE FACULTAD**  
**CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

-----  
Msc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa  
**VICEDECANA DE FACULTAD**  
**CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**TRIBUNAL:**

.....  
M. Sc. Ing. Aurelio José Navia Ojeda

.....  
M. Sc. Ing. Jaime Orlando Zenteno Benítez

.....  
M. Sc. Ing. Ricaldi Torrez Oscar

### **Advertencia**

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

## **DEDICATORIA**

A mis padres, el **Sr. Mauro Pérez Espinoza** mi ángel de la guardia, quien supo apoyarme permanentemente, con sus sabios consejos, gran persona y que siempre ha confiado en mí, sin dudarlo lo aclamó. A mi madre, la **Sra. Teófila Armella**, quien con su amor de madre, sacrificio y paciencia me ha motivado para conseguir mi meta. Gracias a ambos por darme el ejemplo de vida, día a día estuvieron en mi pensamiento, siendo una motivación inquebrantable. Les dedico este logro que indudablemente nunca hubiera sido posible sin su apoyo y consejos.

A mis **HERMANOS**, que estuvieron conmigo brindándome su apoyo, su cariño y su comprensión, gracias por sus bendiciones.

## AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, a través de la Facultad Ciencia y Tecnología quien me brindó la oportunidad de realizar mis estudios de pre-grado en la carrera de ingeniería civil.

Mi sincero agradecimiento al M. Sc. Ing. Gustavo Ayala, quien me asesoro en la ejecución de mi trabajo de investigación, por su valiosa contribución en el presente trabajo, cada comentario emanado de su experiencia sirvió verdaderamente para enriquecer la investigación.

Agradezco especialmente también al M. Sc. Ing. Moisés Perales Ávila, por su apoyo, su educación y su amistad, con quien he podido compartir y discutir parte de este estudio, las gracias por su interés en el área y el apoyo constante y también por encauzarme por el camino científico y personal.

Agradezco también al M. Sc. Ing. Moisés Agustín Lozano Velázquez y al Ing. Luis Darío Segovia Garzón, por brindarme su amistad y por colaborar en la presente investigación.

A todos los docentes de la Ingeniería Civil por compartir sus conocimientos, que servirán para enfrentar y resolver los problemas profesionales y contribuyeron durante mi formación profesional.

A mis amigos quienes siempre estuvieron ahí apoyándome en los momentos más difíciles ya sea en lo académico, social, emocional, deportivo y otros motivos.

A todos los que formaron parte de mi entorno que involuntariamente omito.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	2
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	5
2. MARCO TEÓRICO .....	6
2.1 MARCO NORMATIVO.....	6
2.1.1 Guía metodológica para la elaboración balances superficiales.....	6
2.2 MARCO REFERENCIAL .....	6
2.2.1 Fundamentos básicos de la hidrología .....	6
2.2.2 Modelo matemático.....	10
2.2.3 Modelo hidrológico.....	10
2.2.4 Clasificación de los modelos.....	11
2.2.5 Infiltración.....	11
2.2.6 Escurrimiento .....	14
2.3 CAMBIO CLIMÁTICO EN EL CONTEXTO ACTUAL.....	17
2.3.1 Quinto informe de IPCC .....	17
2.3.2 Cambio climático en el futuro, riegos e impactos.....	17
2.3.3 Cambio climático en Bolivia.....	18
2.3.4 Cambio climático en Valle Centra de Tarija.....	19
2.4 DESCRIPCIÓN DEL MODELO WEAP.....	19
2.4.1 Características generales de WEAP.....	19
2.4.2 Capacidades de un modelo WEAP. ....	20
2.4.3 Métodos de simulación en procesos hidrológicos.....	21
2.4.4 Modelo escurrimiento de lluvia -Método de la humedad del suelo .....	22
2.4.5 Ecuación del tanque inferior. ....	25
2.4.6 Parámetros del modelo hidrológico (SMM). ....	26
2.4.7 Calibración del Modelo.....	35
2.4.8 Uso del modelo, creación de escenarios .....	40
2.5 MARCO METODOLÓGICO .....	41
2.5.1 Proceso de aplicación del Modelo.....	41
3. DESARROLLO DEL MODELO .....	42

3.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	42
3.1.1	Ubicación y superficie de cuenca en estudio .....	42
3.1.2	Características generales de la cuenca del río Tolomosa .....	43
3.1.3	Caracterización climática de la cuenca. ....	44
3.1.4	Grupos hidrológicos de la cuenca .....	47
3.1.5	Características de relieve.....	48
3.1.6	Contexto demográfico.....	50
3.1.7	Aspectos económicos-productivos.....	54
3.1.8	Escurrimiento superficial .....	56
3.2	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN PARA EL MODELO. ....	57
3.2.1	Información climática GMET.....	58
3.2.2	Información climática del SENAMHI .....	60
3.2.3	Información hidrométrica.....	61
3.2.4	Información cartográfica.....	61
3.2.5	Información de Cobertura de vegetación, uso y tipo de suelo .....	62
3.2.6	Información de demanda de agua de la cuenca.....	62
3.2.7	Escala Temporal.....	63
3.3	SELECCIÓN DE ESCALA Y PERIODO DE ESTUDIO .....	64
3.3.1	Escala Espacial.....	64
3.4	ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	65
3.4.1	Selección de estaciones meteorológicas (SENAMHI).....	66
3.4.2	Procesamiento de información climática .....	69
3.4.3	Análisis de la información hidrométrica.....	75
3.4.4	Análisis de la demanda.....	78
3.4.5	Análisis fisiográfico de la cuenca .....	89
3.4.6	Análisis de textura.....	93
3.4.7	Combinación Cobertura vegetal-textura .....	94
3.5	ESQUEMATIZACIÓN E INCORPORACIÓN DE INFORMACIÓN AL MODELO.....	96
3.5.1	Delimitación de Catchments (subcuencas) .....	97
3.5.2	Incorporación de información al modelo .....	98
3.5.3	Estructura de datos en el interior de los catchments .....	100
4.	CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DEL MODELO .....	103
4.1	Criterios de calibración. ....	103
4.2	Calibración. ....	105



4.2.1	Análisis de parámetros asumidos.....	106
4.3	Validación .....	115
4.4	Comparación con información de estudios anteriores.....	119
4.5	Patrones históricos de caudales simulados.....	120
5.	APLICACIÓN Y ANÁLISIS DE ESCENARIOS FUTUROS DE CAMBIO CLIMÁTICO .....	121
5.1	Contexto de los Modelo Climático Global.....	121
5.1.1	El Proyecto CMIP 5 y Downscaling.....	121
5.1.2	Base de datos para Downscaling (reducción de escala).....	123
5.2	Construcción de escenarios climatológicos en la cuenca Tolomosa.....	124
5.2.1	Precipitación proyectada para el periodo 2020-2050.....	125
5.2.2	Temperatura proyectada para el periodo 2020-2050 .....	129
5.3	Consideraciones previas. ....	131
5.4	Análisis de la oferta hídrica de la cuenca Tolomosa .....	133
5.4.1	Análisis de la oferta y demanda de la cuenca .....	140
5.5	Análisis y discusión de resultados.....	144
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	147
6.1	CONCLUSIONES.....	147
6.1.1	Posible influencia del cambio climático en la escorrentía superficial .....	147
6.1.2	Sobre la calibración y validación del modelo WEAP.....	149
6.1.3	Sobre las grillas climáticas generadas en el BHSB.....	151
6.1.4	Sobre los modelos climáticos globales CRNM-CM5 y MRI-ESM1 .....	151
6.1.5	Sobre el modelo WEAP .....	152
6.2	RECOMENDACIONES .....	153
	BIBLIOGRAFÍA .....	155
	ANEXOS.....	158

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 1:</b> Ciclo hidrológico .....	7
<b>Figura N° 2:</b> Balance de agua en el suelo en la zona radicular.....	10
<b>Figura N° 3:</b> Infiltración y percolación.....	12
<b>Figura N° 4:</b> Áreas urbanizadas reduce la infiltración.....	13
<b>Figura N° 5:</b> Variación de la infiltración por textura del suelo. ....	13
<b>Figura N° 6:</b> Capacidad de infiltración en diferentes suelos .....	14
<b>Figura N° 7:</b> Componentes del escurrimiento .....	15
<b>Figura N° 8:</b> Precipitación anual (1955-2019).....	19
<b>Figura N° 9:</b> Temperatura media anual (1963-2019) .....	19
<b>Figura N° 10:</b> método humedad de suelo .....	23
<b>Figura N° 11:</b> Estaciones de aforo para calibración (Zona Media) .....	38
<b>Figura N° 12:</b> Ubicación de la cuenca Tolomosa .....	42
<b>Figura N° 13:</b> Subcuencas de estudio .....	43
<b>Figura N° 14:</b> Clases de pendientes de la cuenca del río Tolomosa.....	49
<b>Figura N° 15:</b> Población urbana y rural.....	51
<b>Figura N° 16:</b> Comunidades Cuenca Tolomosa .....	53
<b>Figura N° 17:</b> Radios urbanos de cuenca Tolomosa.....	53
<b>Figura N° 18:</b> Estaciones incluidas en la corrida GMET .....	58
<b>Figura N° 19:</b> Estaciones empleadas en las grillas. ....	59
<b>Figura N° 20:</b> Polígono de Thiessen (Estaciones GMET).....	59
<b>Figura N° 21:</b> Ubicación espacial de estaciones meteorológicas (SENAMHI). ....	61
<b>Figura N° 22:</b> Delimitación espacial y puntos de modelación. ....	65
<b>Figura N° 23:</b> Polígono Thiessen estaciones SENAHMI.....	66
<b>Figura N° 24:</b> Polígono de Thiessen - Estaciones Meteorológicas SENAMHI. ....	67
<b>Figura N° 25:</b> Análisis de consistencia - Curva doble masa.....	69
<b>Figura N° 26:</b> Precipitación ménsula – Cuenca Tolomosa.....	71
<b>Figura N° 27:</b> Diagrama de dispersión de variables .....	71
<b>Figura N° 28:</b> Comparación de la precipitación media mensual (mm). ....	72
<b>Figura N° 29:</b> Temperatura media mensual-Subcuenca San Andrés.....	73
<b>Figura N° 30:</b> Temperatura media mensual-Subcuenca Sola .....	73
<b>Figura N° 31:</b> Temperatura media mensual-Subcuenca Mena .....	74
<b>Figura N° 32:</b> Caudales medios mensuales aforados (m <sup>3</sup> /s).....	75
<b>Figura N° 33:</b> Precipitación efectiva vs caudal (1980-1984).....	76
<b>Figura N° 34:</b> Diagrama de dispersión.....	77
<b>Figura N° 35:</b> Diagrama de dispersión mes de febrero.....	77
<b>Figura N° 36:</b> Diagrama de dispersión mes de marzo .....	78
<b>Figura N° 37:</b> Sistemas de riego de la cuenca Tolomosa. ....	79
<b>Figura N° 38:</b> Sistemas de agua potable en la cuenca Tolomosa. ....	85
<b>Figura N° 39:</b> Mapa de cobertura vegetal de la cuenca Tolomosa .....	91
<b>Figura N° 40:</b> Cobertura vegetal de la cuenca Tolomosa empleada en WEAP.....	92

<b>Figura N° 41:</b> Grupo hidrológico de suelos de la cuenca Tolomosa. ....	93
<b>Figura N° 42:</b> Combinación de cobertura vegetal y textura. ....	95
<b>Figura N° 43:</b> Rasterización de la combinación cobertura vegetal-textura. ....	96
<b>Figura N° 44:</b> Esquema de la cuenca Tolomosa en base a capas SIG. ....	97
<b>Figura N° 45:</b> Fijación del periodo de modelación. ....	98
<b>Figura N° 46:</b> Esquemmatización de la cuenca Tolomosa en el modelo WEAP. ....	100
<b>Figura N° 47:</b> Parámetros del modelo en supuestos claves. ....	101
<b>Figura N° 48:</b> Vinculación de parámetros a cada catchments. ....	102
<b>Figura N° 49:</b> Combinación bosque_A. ....	107
<b>Figura N° 50:</b> Combinación vegetación humeda_B. ....	107
<b>Figura N° 51:</b> Combinación Pastizales_B. ....	108
<b>Figura N° 52:</b> Combinación Pastizales_D. ....	109
<b>Figura N° 53:</b> Combinación matorral semidenso_B. ....	109
<b>Figura N° 54:</b> Combinación matorral xeromórfico_B. ....	110
<b>Figura N° 55:</b> Combinación matorral xeromórfico_C. ....	110
<b>Figura N° 56:</b> matorral xeromórfico_D. ....	111
<b>Figura N° 57:</b> Agricultura_B. ....	111
<b>Figura N° 58:</b> Agricultura_C. ....	112
<b>Figura N° 59:</b> Agricultura_D. ....	112
<b>Figura N° 60:</b> Combinación Población_D. ....	113
<b>Figura N° 61:</b> Combinación lecho del rio_LR. ....	113
<b>Figura N° 62:</b> Caudales medios mensuales calibrados. ....	114
<b>Figura N° 63:</b> Caudales promedios mensuales calibrados. ....	115
<b>Figura N° 64:</b> Caudal medio mensuales validados. ....	116
<b>Figura N° 65:</b> Caudal promedio mensual validado. ....	116
<b>Figura N° 66:</b> Caudales medios mensuales. ....	117
<b>Figura N° 67:</b> Caudal promedio mensual. ....	117
<b>Figura N° 68:</b> Caudales medios anuales calibrados. ....	118
<b>Figura N° 69:</b> Curva de duración de caudales medios mensuales. ....	118
<b>Figura N° 70:</b> Correlación caudales medios mensuales observados y simulados. ....	118
<b>Figura N° 71:</b> Comparación de modelos aplicados en la cuenca Tolomosa. ....	119
<b>Figura N° 72:</b> Variación de caudales medios mensuales. ....	120
<b>Figura N° 73:</b> Metodología para la generación de escenarios de cambio climático. ....	122
<b>Figura N° 74:</b> Polígono de Thyssen (escenario futuro). ....	125
<b>Figura N° 75:</b> Precipitación anual 1980-2050. ....	126
<b>Figura N° 76:</b> Comparación de la precipitación histórica y proyectada (mm). ....	127
<b>Figura N° 77:</b> Comparación de la precipitación histórica y proyectada (mm). ....	128
<b>Figura N° 78:</b> Comparación de la precipitación histórica y proyectada (mm). ....	128
<b>Figura N° 79:</b> Comparación de la precipitación histórica y proyectada (mm). ....	129
<b>Figura N° 80:</b> Temperatura media anual 1980-2050. ....	130
<b>Figura N° 81:</b> Comparación de la temperatura histórica y proyectada (°C). ....	131

<b>Figura N° 82:</b> Esquematación de la cuenca Tolomosa. ....	133
<b>Figura N° 83:</b> Curva de duración o persistencia de caudales.....	134
<b>Figura N° 84:</b> Caudales simulados para diferentes probabilidades de excedencia .....	135
<b>Figura N° 85:</b> Hidrograma de caudales para un año húmedo.....	137
<b>Figura N° 86:</b> Hidrograma de caudales para un año medio.....	137
<b>Figura N° 87:</b> Hidrograma de caudales para un año seco.....	138
<b>Figura N° 88:</b> Caudal medio anual .....	139
<b>Figura N° 89:</b> Hidrograma de caudales medios mensuales. ....	139
<b>Figura N° 90:</b> Hidrograma de salida de la subcuenca Sola. ....	141
<b>Figura N° 91:</b> Hidrograma de salida de la subcuenca San Andrés. ....	142
<b>Figura N° 92:</b> Hidrograma de salida de la subcuenca Mena.....	143

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N°1:</b> Definición de términos del balde superior .....	24
<b>Tabla N° 2:</b> Definición de parámetros del balde superior y descripción WEAP.....	25
<b>Tabla N° 3:</b> Definición de términos .....	25
<b>Tabla N° 4:</b> Definición de variables del balde inferior.....	25
<b>Tabla N° 5:</b> Sensibilidad del modelo .....	26
<b>Tabla N° 6:</b> Valores de Kc por unidad de cobertura vegetal y uso de suelo.....	27
<b>Tabla N° 7:</b> Capacidad de retención de humedad (CRH).....	28
<b>Tabla N° 8:</b> Profundidad máxima de raíces .....	28
<b>Tabla N° 9:</b> Profundidad máxima de raíces.....	29
<b>Tabla N° 10:</b> Valores de Ks para diferentes clases texturales .....	29
<b>Tabla N° 11:</b> Valores de RRF para diferentes lugares (adm) .....	30
<b>Tabla N° 12:</b> Índice de área foliar (LAI) para distintos tipos de cobertura (adm).....	31
<b>Tabla N° 13:</b> Estimaciones de f para diferentes clases de cobertura vegetal (adm).....	31
<b>Tabla N° 14:</b> Parámetros de uso de cobertura de suelos balde superior .....	32
<b>Tabla N° 15:</b> Parámetros de uso de cobertura de suelos balde inferior .....	33
<b>Tabla N° 16:</b> Parámetros del modelo de humedad en el suelo .....	34
<b>Tabla N° 17:</b> Parámetros del modelo de humedad en el suelo .....	34
<b>Tabla N° 18:</b> Parámetros del modelo de humedad en el suelo .....	35
<b>Tabla N° 19:</b> Valores referenciales del criterio de Nash – Sutcliffe.....	39
<b>Tabla N° 20:</b> Clasificación climática de la cuenca Tolomosa .....	46
<b>Tabla N° 21:</b> Clases de pendientes de la cuenca del río Tolomosa .....	49
<b>Tabla N° 22:</b> Población total urbana y rural del municipio de Cercado-Tarija .....	50
<b>Tabla N° 23:</b> Tasa anual de crecimiento intercensal provincia Cercado-Tarija .....	51
<b>Tabla N° 24:</b> Distribución espacial de la población.....	51
<b>Tabla N° 25:</b> Población de la cuenca Tolomosa .....	52
<b>Tabla N° 26:</b> Características de subcuencas .....	56
<b>Tabla N° 27:</b> Resumen de Datos Requeridos.....	57
<b>Tabla N° 28:</b> Estaciones meteorológicas cercanas a la cuenca.....	60
<b>Tabla N° 29:</b> Caudales medios mensuales (m <sup>3</sup> /s) .....	61
<b>Tabla N° 30:</b> Información climática disponible (precipitación) .....	67
<b>Tabla N° 31:</b> Polígono de Thiessen subcuenca Mena.....	68
<b>Tabla N° 32:</b> Polígono de Thiessen subcuenca Sola.....	68
<b>Tabla N° 33:</b> Polígono de Thiessen subcuenca San Andrés .....	68
<b>Tabla N° 34:</b> Precipitación media mensual de las grillas GMET (mm) .....	69
<b>Tabla N° 35:</b> Precipitación media mensual de estaciones meteorológicas (mm) .....	70
<b>Tabla N° 36:</b> Precipitación media mensual polígonos de Thiessen (mm).....	71
<b>Tabla N° 37:</b> Temperatura media mensual (°C) .....	72
<b>Tabla N° 38:</b> Comparación de la temperatura media mensual (°C).....	73
<b>Tabla N° 39:</b> Datos extraídos de velocidad de viento a 2 metros de altura (m/s).....	74
<b>Tabla N° 40:</b> Datos extraídos de Nubosidad (fracción de nubosidad).....	74

<b>Tabla N° 41:</b> Datos extraídos de humedad relativa (%) .....	75
<b>Tabla N° 42:</b> Caudales medios mensuales aforados (m <sup>3</sup> /s).....	75
<b>Tabla N° 43:</b> Cedula de cultivo para la cuenca Tolomosa.....	80
<b>Tabla N° 44:</b> Porcentajes de cultivos de la cuenca Tolomosa (%) .....	81
<b>Tabla N° 45:</b> Superficie de cultivos de la cuenca Tolomosa (ha).....	81
<b>Tabla N° 46:</b> Precipitación efectiva para cada región.....	82
<b>Tabla N° 47:</b> Datos para la estimación de la ETo - Subcuenca Mena. ....	83
<b>Tabla N° 48:</b> Datos para la estimación de la ETo - subcuenca San Andrés. ....	83
<b>Tabla N° 49:</b> Datos para la estimación de la ETo - subcuenca Sola.....	83
<b>Tabla N° 50:</b> Evapotranspiración de referencia ETo (mm). ....	83
<b>Tabla N° 51:</b> Coeficientes y fase fenológico de cultivos.....	84
<b>Tabla N° 52:</b> Tasa anual de crecimiento municipio de Cercado.....	86
<b>Tabla N° 53:</b> Población de la cuenca Tolomosa .....	86
<b>Tabla N° 54:</b> Población futura para el periodo de simulación (2020-2050). ....	87
<b>Tabla N° 55:</b> Dotación media diaria (l/had-d) .....	88
<b>Tabla N° 56:</b> Tasa anual de agua-periodo de simulación 2020-2050 (m <sup>3</sup> /hab-año). ....	89
<b>Tabla N° 57:</b> Cobertura vegetal de la cuenca Tolomosa.....	90
<b>Tabla N° 58:</b> Agrupación Cobertura vegetal de la cuenca Tolomosa.....	92
<b>Tabla N° 59:</b> Textura de la cuenca Tolomosa.....	94
<b>Tabla N° 60:</b> Nomenclatura empleada en el modelo WEAP.....	94
<b>Tabla N° 61:</b> Combinación de Cobertura y textura .....	95
<b>Tabla 62:</b> Estructura de parámetros para la calibración del modelo .....	104
<b>Tabla N° 63:</b> Descripción de parámetros del modelo SMM.....	104
<b>Tabla N° 64:</b> Parámetros calibrados para cuenca Guadalquivir .....	105
<b>Tabla N° 65:</b> Parámetros calibrados del BHSB (cuenca de la Plata) .....	106
<b>Tabla N°66:</b> Parámetros calibrados para la cuenca Tolomosa.....	114
<b>Tabla N° 67:</b> Medidas de bondad de ajuste para el modelo calibrado. ....	114
<b>Tabla N° 68:</b> Medidas de bondad de ajuste .....	115
<b>Tabla N° 69:</b> Medidas de bondad de ajuste .....	116
<b>Tabla N° 70:</b> Caudales simulados en la cuenca Tolomosa (m <sup>3</sup> /s) .....	119
<b>Tabla N° 71:</b> Cambio en Precipitación y Temperatura.....	124
<b>Tabla N° 72:</b> Estaciones meteorológicas cercanas a la Cuenca Tolomosa.....	124
<b>Tabla N° 73:</b> Comparación de la precipitación histórica y proyectada (mm).....	126
<b>Tabla N° 74:</b> Variación de la precipitación-CRNM-CM5(mm).....	126
<b>Tabla N° 75:</b> Variación de la precipitación MRI-ESM1(mm).....	126
<b>Tabla N° 76:</b> Comparación de la precipitación histórica y proyectada (mm).....	127
<b>Tabla N° 77:</b> Comparación de la precipitación histórica y proyectada (mm).....	128
<b>Tabla N° 78:</b> Comparación de la precipitación histórica y proyectada (mm).....	129
<b>Tabla N° 79:</b> Variación de la temperatura en la cuenca Tolomosa (°C).....	130
<b>Tabla N° 80:</b> Variación de la temperatura en la cuenca Tolomosa (°C).....	130
<b>Tabla N° 81:</b> Área potencial de riego .....	131

<b>Tabla N° 82:</b> Caudales medios mensuales simulados con WEAP (m <sup>3</sup> /s) .....	134
<b>Tabla N° 83:</b> Porsentaje de varición de caudales.....	135
<b>Tabla N° 84:</b> Probabilidades de caudales mensuales (m <sup>3</sup> /s) .....	136
<b>Tabla N° 85:</b> Caudales medios mensuales de la cuenca Tolomosa (m <sup>3</sup> /s).....	139
<b>Tabla N° 86:</b> Caudales medios mensuales de la subcuenca Sola (m <sup>3</sup> /s).....	140
<b>Tabla N° 87:</b> Demanda de agua subcuenca Sola (m <sup>3</sup> /s).....	141
<b>Tabla N° 88:</b> Cobertura de la demanda (%) – Subcuenca Sola .....	141
<b>Tabla N° 89:</b> Caudales medios mensuales de la subcuenta San Andrés (m <sup>3</sup> /s) .....	142
<b>Tabla N° 90:</b> Demanda de agua subcuenca San Andrés (m <sup>3</sup> /s) .....	142
<b>Tabla N° 91:</b> Cobertura de la demanda (%) - Subcuenca San Andrés .....	142
<b>Tabla N° 92:</b> Caudales medios mensuales de la Subcuenca Mena (m <sup>3</sup> /s) .....	143
<b>Tabla N° 93:</b> Demanda de agua subcuenca Mena (m <sup>3</sup> /s).....	143
<b>Tabla N° 94:</b> Cobertura de la demanda (%) - Subcuenca Mena .....	143