



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DE IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA
HIDROLOGÍA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO PATATE”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniero de Medio Ambiente

Autores:

Gutiérrez Sojos John Eduardo

Pauker Álvarez Brayan Freddy

Tutor:

Ing. Ilbay Yupa Mercy Lucila Mg.

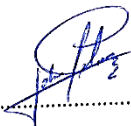
Latacunga – Ecuador

Febrero - 2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

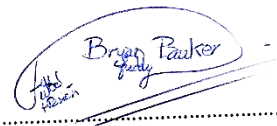
Nosotros, **Gutiérrez Sojos John Eduardo y Pauker Álvarez Brayan Freddy**, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “**Evaluación de Impactos del Cambio Climático en la Hidrología de la Subcuenca del Río Patate**”, siendo la **Ing. Mercy Ilbay Mg**, tutora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.



Gutiérrez Sojos John Eduardo

C.I.: 070484052-9



Pauker Álvarez Brayan Freddy

C.I.: 150063675-6

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **GUTIÉRREZ SOJOS JOHN EDUARDO**, identificado con C.C. N° **070484052-9** de estado **SOLTERO** y con domicilio, en la parroquia Mena 2, cantón Quito, provincia Pichincha; y **PAUKER ÁLVAREZ BRAYAN FREDDY**, identificado con C.C. N° **150063675-6** de estado civil **SOLTERO** y con domicilio en las calles Sucre – Luis A. Martínez, cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi, a quienes en lo sucesivo se denominarán **LOS CEDENTES**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LOS CEDENTES, son personas naturales estudiantes de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado de titulación de Proyecto de Investigación la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico.- (Abril - Agosto 2014 hasta Octubre 2018 - Marzo 2019)

Aprobación HCA.- 2 de Agosto de 2018

Tutor. - Ing. Mercy Ilbay Mg.

Tema: “EVALUACIÓN DE IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA HIDROLOGÍA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO PATATE”.

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA, es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LOS CEDENTES** autorizan a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LOS CEDENTES**, transfieren definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LOS CEDENTES** declaran que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LOS CEDENTES** podrán utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LOS CEDENTES** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusulas cuartas, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

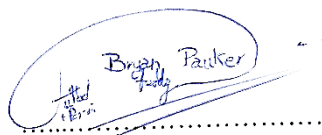
CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 20 días del mes de febrero de 2019.



.....

Gutiérrez Sojos John Eduardo
EL CEDENTE



.....

Pauker Álvarez Brayan Freddy
EL CEDENTE

.....
Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez
EL CESIONARIO

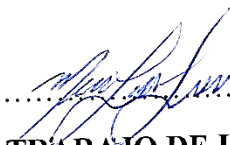
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“EVALUACIÓN DE IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA HIDROLOGÍA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO PATATE”, de GUTIÉRREZ SOJOS JOHN EDUARDO con C.I.: 070484052-9 y PAUKER ÁLVAREZ BRAYAN FREDDY con C.I.: 150063675-6, de la carrera de INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 20 de febrero de 2019

Firma


.....
TUTOR DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Ing. Mercy Ilbay Mg.

C.I.: 060414790-0


APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Miembros del Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Titulación de acuerdo con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente; por cuanto, los postulantes: **GUTIÉRREZ SOJOS JOHN EDUARDO** con C.I.: **070484052-9** y **PAUKER ÁLVAREZ BRAYAN FREDDY** con C.I.: **150063675-6**, con el proyecto de investigación, cuyo título es: **“EVALUACIÓN DE IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA HIDROLOGÍA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO PATATE”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Sustentación** en la fecha y hora señalada.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 20 de febrero de 2019

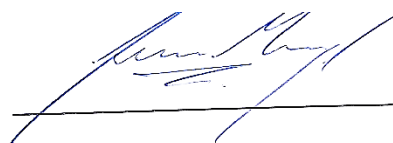
Para constancia firman:



LECTOR 1

Dr. Polivio Moreno

C.I.: 050104764-1



LECTOR 2

Ing. Juan Espinosa Mg.

C.I.: 171347432-6



LECTOR 3

Dr. Carlos Mantilla

C.I.: 050155329-1

AGRADECIMIENTO

Primero queremos hacer énfasis en la fortaleza que nos brinda el ser supremo, que nos levanta todos los días para luchar con la misma fuerza y pasión. Agradecemos a nuestras familias por su amor incondicional y por enseñarnos que en la vida hay que obrar con valentía, respeto y humildad. A la Universidad Técnica de Cotopaxi por permitirnos llevar a cabo este gran sueño y darnos el agrado de congeniar con personas entrañables. A nuestra tutora: Ing. Mercy Ilbay y a nuestros lectores: Dr. Polivio Moreno, Ing. Juan Espinosa, Dr. Carlos Mantilla por creer en nosotros y guiarnos en todo momento. A los ingeniero/as que moldearon nuestros caminos para llegar a ser excelentes profesionales.

(Gutiérrez John)

(Pauker Brayan)

DEDICATORIA

Este trabajo quiero dedicarlo a seres maravillosos: mis padres Mónica y Freddy, mis hermanos Adriana y Libardo, mis sobrinos Martin, Victoria e Isabella, por fortalecerme con enseñanzas, experiencias y el amor incondicional que me han permitido alcanzar esta meta con éxito. A mi gran amor Daniela que me apoyó y estuvo junto a mí en los momentos más duros de este camino, con su amor hizo posible este sueño. A mis amigos Daniel, Jhonny al cuadrado, John y Shampiel por su sincera amistad. (*Pauker Brayan*).

A mi Padre Hugo, a pesar que no estás aquí a mi lado físicamente, te siento en todo momento y quiero dedicarte este trabajo, porque todos mis triunfos te lo debo a ti, por ser mi mayor inspiración en esta vida. A mis dos madres Jackeline y Zoila por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones. A mis tías(os): Luz, Carmen, Luis, Juan, y a mis primas(os): Angie, Dayse, Maydelin, Melany, Valeska, Jonathan, Wladimir, Edward, por brindarme todo su apoyo, cariño, seguridad, y por demostrarme la gran fe que tienen en mí. A mis amigas(os): Belén, Alex, Carlos, Jhonny, Santiago, Edison, entre muchos amigos que son muy importantes en mi vida por demostrarme lo valioso que es la amistad, en especial a mi gran amigo y hermano Shampiel, con quién compartí mi vida universitaria un sin fin de experiencias únicas y valiosas, y por ultimo a mi camarada: Brayan, porque sin él este trabajo no hubiera sido un sueño hecho realidad. (*Gutiérrez John*).

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: “EVALUACIÓN DE IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA HIDROLOGÍA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO PATATE”

Autores: Gutiérrez Sojos John Eduardo
Pauker Álvarez Brayán Freddy

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar los impactos del cambio climático en la hidrología de la subcuenca del río Patate. Mediante 39 modelos climáticos globales para experimento RCP 8.5. Para ello se consideró 30 años (1985-2014) de información histórica en 11 estaciones meteorológicas. La estimación de datos faltantes de las variables se realizó mediante media aritmética y vector regional. El análisis de tendencias se efectuó a través del método no paramétrico Mann Kendall para la variable temperatura y precipitación. El diagrama de Gaussien permitió conocer el desplazamiento interdecadal de los datos históricos para la época lluviosa y seca. Todos los modelos climáticos globales presentan una sobrestimación que oscila entre 50-100 mm de precipitación mensual. Sin embargo, 38 modelos sobrestiman la temperatura (2-8 °C) y un modelo subestima (- 3 °C). Al suroeste de la subcuenca del río Patate presenta un incremento de precipitación de 8% en la estación M0376 ($\alpha= 0.01$). En 4 estaciones se observa una tendencia al incremento de + 0.6, + 1, - 0.4, -0.4 para la estación M0128, M0133, M0123 y M1066 respectivamente. También, se comprobó un desplazamiento que va desde una semana hasta aproximadamente 2 meses de la época lluviosa, en la parte baja. La evaluación de 30 años permitió evidenciar un incremento de temperatura y un desplazamiento de la época lluviosa y seca.

Palabras Claves: Cambio Climático, subcuenca del río Patate (SRP), media aritmética y vector regional, modelos climáticos globales, experimento RCP 8.5, método no paramétrico de Mann – Kendall, diagrama de Gaussien, desplazamiento interdecadal.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

AGRICULTURAL AND NATURAL RESOURCES FACULTY

TITULO: “CLIMATE CHANGE IMPACT ASSESSMENT ON THE HYDROLOGY OF THE PATATE RIVER SUB-BASIN.”

Authors: Gutiérrez Sojos John Eduardo
Pauker Álvarez Brayan Freddy

ABSTRACT

The aim of this research was the climate change impact assessment on the hydrology of the Patate river sub-basin. Through 39 global climate models for RCP 8.5 experiment. For this were 30 years (1985 - 2014) of historical information in 11 meteorological stations considered. The estimation of missing data of the variables were made through by arithmetic mean and regional vector. The analysis of trends was carried out using the Mann Kendall not parametric method for the temperature and precipitation variable. The Gaussien diagram allowed to know the interdecadal displacement of the historical data for the rainy and dry season. All global climate models present an overestimation that oscillates between 50-100 mm of monthly precipitation. However, 38 models overestimate the temperature (2-8 °C) and an underestimate model (- 3 °C). To the southwest of the Patate river sub-basin present an of precipitation increase (8%) in the M0376 station ($\alpha= 0.01$). Four stations show a tendency to increase of +0.6, +1, -0.4, -0.4 for the M0128, M0133, M0123 and M1066 stations respectively. Also, was checked that ranging from a week to approximately 2 months of the rainy season, in the lower part a displacement. The assessment of 30 years allowed evidence a temperature increase and a displacement of the rainy and dry season.

Keys words: Climate change, Patate river sub-basin, arithmetic mean and regional vector, Global climate models, RCP 8.5 experiment, Mann Kendall not parametric method, Gaussien diagram, and interdecadal displacement.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....i

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
ÍNDICE GENERAL.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xix
ACRÓNIMOS Y SIGLAS.....	xx
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. JUSTIFICACIÓN	3
4. BENEFICIARIOS.....	4
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
6. OBJETIVOS	7
6.1. General	7
6.2. Específicos	7
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	8
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	9
8.1. HIDROLOGÍA.....	9
a. Cuenca.....	9

b.	Subcuenca.....	9
c.	Microcuencas.....	9
d.	Quebradas	9
e.	Cuenca alta	9
f.	Cuenca media	9
g.	Cuenca baja o zonas transicionales	9
8.2.	PRECIPITACIÓN.....	10
a.	Precipitaciones convectivas	10
b.	Precipitaciones orográficas.....	10
c.	Precipitaciones ciclónicas	10
8.3.	TEMPERATURA.....	10
a.	Gradiente vertical de temperatura.....	11
b.	Inversión de temperatura	11
c.	Medición de la temperatura del aire	11
8.4.	CAMBIO CLIMÁTICO (CC).....	11
8.5.	VARIABILIDAD CLIMÁTICA	12
8.6.	MODELOS CLIMÁTICOS GLOBALES (MCG)	12
8.7.	ESCENARIOS CLIMÁTICOS	13
8.8.	ESCENARIO RCP 8.5	13
8.9.	ANÁLISIS DE TENDENCIAS.....	15
8.10.	MÉTODO NO PARAMÉTRICO DE MANN–KENDALL.....	15
8.11.	IMPACTOS O EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO	15
9.	PREGUNTA CIENTÍFICA	16
10.	METODOLOGÍA.....	16
10.1.	UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	17

10.2.	DATOS.....	18
10.2.1.	RECOLECCIÓN DE DATOS FALTANTES	18
10.3.	ANÁLISIS EXPLORATORIO DE DATOS (AED).....	19
10.3.1.	MÉTODOS DE COMPLETACIÓN DE DATOS FALTANTES.....	19
10.3.2.	COMPLETACIÓN DE DATOS FALTANTES	21
10.4.	ANÁLISIS DE LOS MODELOS CLIMÁTICOS GLOBALES (MCGs)...	22
10.5.	ANÁLISIS DE TENDENCIA	24
10.6.	ANÁLISIS DE DIAGRAMA OMBROTÉRMICO DE GAUSSEN	24
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	25
11.1.	ANÁLISIS DE LOS MODELOS CLIMÁTICOS GLOBALES (MCG)	25
11.1.1.	PRECIPITACIÓN.....	25
11.1.2.	TEMPERATURA.....	26
11.2.	ANÁLISIS DE TENDENCIAS.....	27
11.2.1.	PRECIPITACIÓN.....	27
11.2.2.	TEMPERATURA.....	31
11.3.	ANÁLISIS DE LA TENDENCIA TEMPORAL – DIAGRAMAS OMBROTÉRMICOS DE GAUSSEN	35
11.3.1.	PARTE ALTA DE LA SRP: ESTACIÓN METEOROLÓGICA COTOPILALÓ CONVENIO INAMHI CESA M1066.	35
11.3.2.	PARTE MEDIA DE LA SRP: ESTACIÓN METEOROLÓGICA RUMIPAMBA – SALCEDO M0004.....	37
11.3.3.	PARTE BAJA DE LA SRP: ESTACIÓN METEOROLÓGICA QUEROCHACA (UTA) M0258.....	39
12.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)	
	43	
12.1.	Técnicos.....	43

12.2.	Sociales	43
12.3.	Ambientales.....	43
12.4.	Económicos	43
13.	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO	44
14.	CONCLUSIONES	45
15.	RECOMENDACIONES	46
17.	ANEXOS	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Diagrama de flujo de las técnicas y métodos que contribuyen a la elaboración del proyecto de investigación.	16
------------------	--	----

Figura 2. Ubicación del área de estudio	17
Figura 3. Comparación de datos históricos de precipitación mensual (1985 - 2014) de la SRP, con los 39 Modelos Globales Climáticos (MCG).	25
Figura 4. Similitud de valores históricos mensuales de precipitación y modelos climáticos globales para realizar ajuste matemático.....	25
Figura 5. Comparación de datos históricos de precipitación mensual (1985 - 2014) de la SRP, con los 39 Modelos Globales Climáticos (MCG).	26
Figura 6. Similitud de valores históricos mensuales de temperatura y modelos climáticos globales para realizar ajuste matemático.....	26
Figura 7. Tendencia significativa ($\alpha=0.01$) de precipitación en la estación M0376 – Pilahuín.	28
Figura 8. Comparación de fluctuaciones de precipitación media anual de la SRP con fenómeno ENSO (1985-2014): a) SRP, b) Costa del Pacífico.....	30
Figura 9. Tendencia significativa ($\alpha=0.01$) de la temperatura. a) M0123 – El Corazón, b) M0128 – Pedro F. Cevallos, c) M0133 – Guaslán, d) M1066 –Cotopilaló.	32
Figura 10. Comparación de fluctuaciones de temperatura media anual de la SRP con fenómeno ENSO (1985-2014): a) SRP, b) Costa del Pacífico.....	33
Figura 11. Localización de estaciones meteorológicas con tendencia significativa ($\alpha=0.01$): a) Temperatura, b) Precipitación.	34
Figura 12. Variabilidad interdecadal de época seca y lluviosa de la parte alta de la SRP. a) 1985 – 1994.	35
Figura 13. Variabilidad interdecadal de época seca y lluviosa de la parte alta de la SRP. b) 1995 – 2004.	36
Figura 14. Variabilidad interdecadal de época seca y lluviosa de la parte alta de la SRP. c) 2005 - 2014.....	36
Figura 15. Variabilidad interdecadal de época seca y lluviosa de la parte media de la SRP. a) 1985 – 1994.	37
Figura 15. Variabilidad interdecadal de época seca y lluviosa de la parte media de la SRP. b) 1995 - 2004.....	38
Figura 17. Variabilidad interdecadal de época seca y lluviosa de la parte media de la SRP. c) 2005 - 2014.....	38

Figura 18. Variabilidad interdecadal de época seca y lluviosa de la parte baja de la SRP. a) 1985 – 1994.....	39
Figura 19. Variabilidad interdecadal de época seca y lluviosa de la parte baja de la SRP. b) 1995 – 2004.....	40
Figura 20. Variabilidad interdecadal de época seca y lluviosa de la parte baja de la SRP. c) 2005 - 2014.....	40
Figura 21. Índices anuales del vector y estaciones meteorológicas (Brunet Moret) de la SRP. a) enero, b) febrero, c) marzo, d) abril, e) mayo, f) junio, g) julio, h) agosto, i) septiembre, j) octubre, k) noviembre, l) diciembre	83
Figura 22. Índices anuales del vector y estaciones meteorológicas (Brunet Moret) de la SRP. a) enero, b) febrero, c) marzo, d) abril, e) mayo, f) junio, g) julio, h) agosto, i) septiembre, j) octubre, k) noviembre, l) diciembre	85
Figura 23. Gráficas de tendencias de temperatura de la SRP. Estación a) Rumipamba M0004, b) Patate M0126, c) Pedro Fermín Cevallos M0128, d) Querochaca M0258, e) Cusubamba M0369, f) Pilahuín M0376, g) Huambaló M0380, h) Cotopilaló M1066.....	87
Figura 24. Gráficas de tendencias de temperatura de la SRP. Estación a) Rumipamba M0004, b) Baños M0029, c) El Corazón M0123, d) Pedro Fermín Cevallos M0128, e) Guaslán M0133, f) Querochaca M0258, g) Cotopilaló M1066.	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios directos.....	4
Tabla 2. Beneficiarios indirectos.....	4

Tabla 3. Tendencia del Forzamiento Radiativo (FR) en las Trayectorias de Concentración Representativas (RCP) al 2100.	14
Tabla 4. Estaciones meteorológicas de la SRP.	18
Tabla 5. Estaciones meteorológicas seleccionadas del análisis previo de datos.	19
Tabla 6. Depuración de estaciones meteorológicas finales.	21
Tabla 7. Modelos climáticos globales del experimento RCP 8.5.	22
Tabla 8. Análisis de Tendencia, Método No Paramétrico de Mann – Kendall.	28
Tabla 9. Análisis de Tendencia, Método No Paramétrico de Mann – Kendall.	31
Tabla 10. Resultados de comparación interdecadal de época lluviosa y seca.	41
Tabla 11. Completación de datos de precipitación por la media aritmética en la estación M0004 - Rumipamba Salcedo.	52
Tabla 12. Completación de datos de precipitación por el vector regional (HYDRACCES) en la estación M0126 – Patate.	54
Tabla 13. Completación de datos de precipitación por el vector regional (HYDRACCES) en la estación M0128 – Pedro F. Cevallos.	56
Tabla 14. Completación de datos de precipitación por la media aritmética en la estación M0258 - Querochaca (UTA).	58
Tabla 15. Completación de datos de precipitación por la media aritmética y vector regional (HYDRACCES) en la estación M0369 – Cusubamba.	60
Tabla 16. Completación de datos de precipitación por la media aritmética en la estación M0376 – Pilahuín.	62
Tabla 17. Completación de datos de precipitación por la media aritmética en la estación M0380 – Huambaló.	64
Tabla 18. Completación de datos de precipitación por el vector regional (HYDRACCES) en la estación M1066 – Cotopilaló.	66
Tabla 19. Datos completos de temperatura de la estación M0004 - Rumipamba – Salcedo.	68
Tabla 20. Completación de datos de temperatura por el vector regional (HYDRACCES) en la estación M0029 - Baños.	70
Tabla 21. Completación de datos de temperatura por la media aritmética en la estación M0123 - El Corazón.	72

Tabla 22. Completación de datos de temperatura por la media aritmética en la estación M0128 - Pedro F. Cevallos.	74
Tabla 23. Completación de datos de temperatura por el vector regional (HYDRACCES) en la estación M0133 – Guaslán.	76
Tabla 24. Completación de datos de temperatura por la media aritmética en la estación M0258 – Querochaca (UTA).	78
Tabla 25. Completación de datos de temperatura por el vector regional (HYDRACCES) en la estación M1066 – Cotopilaló.....	80

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Delimitación de la SRP y recopilación de estaciones meteorológicas al interior y exterior de la misma.	51
---	----

Anexo 2. Resultados de la completación de datos de precipitación por el método de la media aritmética y vector regional (HYDRACCES).	52
Anexo 3. Resultados de la completación de datos de temperatura por el método de la media aritmética y vector regional (HYDRACCES).	68
Anexo 4. Representación gráfica del vector regional de la subcuenca del río Patate para la variable precipitación (1985-2014).....	82
Anexo 5. Representación gráfica del vector regional de la subcuenca del río Patate para la variable temperatura (1985-2014).	84
Anexo 6. Tendencias de precipitación (1985-2014).	86
Anexo 7. Tendencias de temperatura (1985-2014).....	88
Anexo 8. Hoja de vida de la tutora: Ing. Mercy Ilbay Mg.	90
Anexo 9. Hoja de vida del autor: John Gutiérrez	95
Anexo 10. Hoja de vida del autor: Brayan Pauker.	98

ACRÓNIMOS Y SIGLAS

SRP: Subcuenca del Río Patate.

GAD: Gobierno Autónomo Descentralizado.

MAE: Ministerio del Ambiente.

MAG: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

SENAGUA: Secretaría Nacional del Agua.

INAMHI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

OMM: Organización Meteorológica Mundial.

IGM: Instituto Geográfico Militar.

UTC: Universidad Técnica de Cotopaxi.

INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

CC: Cambio Climático.

VC: Variabilidad Climática.

ENOS: “El Niño” - Oscilación del Sur.

NOAA: Administración Nacional Oceánica y Atmosférica.

CMCC: Convención Marco sobre el Cambio Climático.

IPPC: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Por sus siglas en inglés).

MCGs: Modelos Climáticos Globales.

AR4: Cuarto Informe de Evaluación (Por sus siglas en inglés) del IPCC.

AR5: Quinto Informe de Evaluación (Por sus siglas en inglés) del IPCC.

RCP: Trayectorias de Concentración Representativas (Por sus siglas en inglés).

FR: Forzamiento Radiativo.

AED: Análisis Exploratorio de Datos.

MVR: Método del Vector Regional.

NS: Ninguna Significancia.

S: Significancia.

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Evaluación de impactos del cambio climático en la hidrología de la subcuenca del río Patate.

Fecha de inicio:

Abril 2018.

Fecha de finalización:

Marzo 2019.

Lugar de ejecución:

Subcuenca del río Patate – Cotopaxi - Tungurahua – Chimborazo – Ecuador.

Facultad que auspicia

Facultad De Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia:

Ingeniería De Medio Ambiente.

Proyecto de investigación vinculado:

Manejo de Recursos Hídricos en la subcuenca del río Patate.

Equipo de Trabajo:

Gutiérrez Sojos John Eduardo

Pauker Álvarez Brayan Freddy

Tutor: Ing. Mercy Lucila Ilbay Yupa Mg.

Lectores: Dr. Polivio Oswaldo Moreno Navarrete (Lector 1)

M.Sc. Juan Miguel Espinosa Soto (Lector 2)

Dr. Carlos Washington Mantilla Parra (Lector 3)

Área de Conocimiento:

Ambiente - Hidrología.

Línea de investigación:

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Impactos ambientales.

2. INTRODUCCIÓN

El río Patate es uno de los principales afluentes del río Pastaza, y se encuentra ubicado en el sector noroccidental de la cuenca. “La parte alta de la subcuenca comprende páramos dentro del Parque Nacional Llanganates, lo cual sirve como fuente de agua para poblaciones y tierras agrícolas importantes del país. En esta subcuenca existe zonas urbanas e industriales como Ambato, Latacunga, Pelileo, Patate, Quisapincha y Píllaro” (Lema Changoluisa & Plaza Quezada, 2009).

En la SRP no se han realizado estudios del cambio climático con base en modelos matemáticos para predecir escenarios futuros, lo cual hace imperativa la realización de proyectos, investigaciones o informes que permitan obtener datos estadísticos que ayuden a combatir este problema ambiental en las cuencas del Ecuador. Entonces, es evidente la importancia de esta investigación, que abarcó la recopilación de información meteorológica de las estaciones observadas dentro y fuera de la SRP para su depuración y/o completación de datos faltantes de las variables: precipitación y temperatura. Además, se trabajó con el experimento RCP 8.5 que presenta 39 modelos climáticos globales que fueron examinados, posterior a este escrutinio arrojaron los modelos que mejor se ajustaron a los datos históricos de la SRP. También, se llevó a cabo el análisis de tendencias mediante el método no paramétrico de Mann – Kendall para reconocer los patrones cambiantes en la concentración de las variables ya mencionadas. Finalmente, utilizando estaciones representativas de la parte alta, media y baja del área de estudio, se diagnosticó de acuerdo al diagrama ombrotérmico de Gaussen la variabilidad interdecadal de la precipitación y temperatura para época seca y lluviosa.

3. JUSTIFICACIÓN

En el Ecuador, la necesidad de contar con información con base en modelos climáticos, hace imperativa la realización de estudios que abarquen investigaciones referentes al tema del proyecto actual. La información que se utilizó en este trabajo ayudó a evaluar escenarios históricos y futuros, tomando en cuenta los datos de precipitación y temperatura. Debido a que en la subcuenca del río Patate (SRP) no se han realizado estudios sobre la evaluación de los efectos del cambio climático en toda la zona de estudio, en otras palabras, se analizó el incremento y/o disminución de precipitación y temperatura de la SRP y los modelos climáticos que mejor se ajustaron a la región.

Esta investigación beneficiará a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD's) Cantonales, Secretaría del Agua (SENAGUA), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y a las comunidades aledañas a la SRP; otorgando información para la toma de decisiones en la administración y manejo del recurso hídrico, de la tierra y otros recursos relacionados. También la implementación de actividades de conservación y del uso y aprovechamiento sostenible de la SRP.

El proyecto presentó un efecto positivo porque permitió evaluar los impactos del cambio climático en la hidrología de la subcuenca y, con ello practicar la mitigación, adaptación y resiliencia, impactos que se han venido dando desde hace décadas a nivel local, regional y mundial.

4. BENEFICIARIOS

Tabla 1. Beneficiarios directos.

Instituciones	Sector		
	Cotopaxi	Tungurahua	Chimborazo
	Latacunga	Ambato	Guano
	Pujilí	Cevallos	
GAD's Cantonales	Salcedo	Patate	
	Saquisilí	Pelileo	
		Píllaro	
		Quero	
		Tisaleo	
Ministerio del Ambiente		La coordinación zonal 3	
MAG		La coordinación zonal 3	
SENAGUA		Demarcación Hidrográfica de Pastaza	
Universidad Técnica de Cotopaxi		Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales "Carrera de Ingeniería De Medio Ambiente"	

Fuente: (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), 2018)

Elaboración: Gutiérrez, Sojos; Pauker, Álvarez.

Tabla 2. Beneficiarios indirectos.

Poblados aledaños a la SRP	
Provincias	Porcentaje del Territorio en la SRP
Cotopaxi	51 %
Tungurahua	47 %
Chimborazo	2 %

Fuente: (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), 2018)

Elaboración: Gutiérrez, Sojos; Pauker, Álvarez.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El Cambio Climático (CC) es una alteración contraproducente en el ambiente según las estadísticas meteorológicas, las cuales se han manifestado periódicamente durante décadas. Los impactos de este fenómeno global se dan con mayor fuerza en la hidrología de las cuencas y subcuencas de los ríos de todo el planeta; mostrando variaciones climáticas que han causado el devenir de sequías e inundaciones.

Este fenómeno climático en Latinoamérica ha causado modificaciones en las series temporales de precipitación y temperatura, experimentando desviaciones en la frecuencia y severidad de las anomalías meteorológicas, como la presencia de sequías e inundaciones, erosión fluvial, heladas o fenómenos de movimientos en masa. Uno de los impactos principales es la modificación del ciclo hidrológico en la cuenca del Amazonas, esto repercute gravemente a nivel regional y global. La Cordillera de los Andes que alberga a la SRP no es la excepción, debido a la retroalimentación que existe entre ellas, como bien explica Poveda (2011) “el bosque amazónico recibe agua que transportaban los vientos alisios del este que provienen del océano Atlántico. A su vez el bosque amazónico produce gran cantidad de precipitación reciclada (con origen en la evapotranspiración local). Se produce un circuito de lluvia y evapotranspiración hasta alcanzar la cordillera de los Andes. Al encontrar la barrera geográfica de la vertiente oriental de la cordillera de los Andes, ese viento húmedo se ve forzado a ascender, y por tanto se enfría, lo cual produce la condensación y la lluvia sobre el piedemonte andino. Esa agua drena superficialmente y forma las corrientes superficiales, las pequeñas quebradas que al congregarse aguas abajo conforman los ríos más grandes”. Otro impacto del CC sobre la dinámica climática regional y planetaria es la perturbación o colapso de la Oscilación del Sur – “El Niño” (ENSO por sus siglas en inglés), un ejemplo de esto es que, “durante El Niño 2015 -2016 se evidenció records de temperaturas altas y de sequías graves en la región” (Salisbury, 2017) .

En el Ecuador, el CC se evidencia en las variaciones de régimen fluvial y en el incremento de la temperatura media mensual. Todos estos cambios han agravado los problemas de pobreza causando afectaciones a la salud humana y al ambiente. En años recientes, Ecuador ha sufrido cambios severos de temperatura: inundaciones en varias partes del país; sequías

en el sur; incendios forestales en los Andes; reducción de la capa de nieve y glaciares en los volcanes nevados e inviernos cortos.

Entonces, ante la falta de estudios sobre la evaluación de los efectos del cambio climático, este proyecto se enfocó en determinar el incremento y/o disminución de la precipitación y temperatura de la SRP. Contribuyendo en la valoración de los impactos provenientes del CC en la hidrología de la SRP y la región, y proporcionando mediante patrones estadísticos resultados que ayuden al tratamiento y/o manejo óptimo de la misma.

6. OBJETIVOS

6.1. General

- Evaluar los impactos del cambio climático en la hidrología de la subcuenca del río Patate.

6.2. Específicos

- Valorar los modelos climáticos globales del experimento RCP 8.5 en la subcuenca del río Patate.
- Analizar las tendencias de la temperatura y precipitación en la subcuenca a través del método no paramétrico Mann – Kendall.
- Determinar el desplazamiento temporal de los datos históricos de precipitación y temperatura en la subcuenca mediante el diagrama ombrotérmico de Gaussen.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

	Resumen Narrativo	Indicador	Medio de Verificación	Supuestos
Fin	Evaluación de impactos del cambio climático en la hidrología de la subcuenca del río Patate.	Evaluación del proyecto de Investigación.	Proyecto de Investigación.	Análisis del cambio climático en la SRP.
Propósito	Evaluar los impactos del cambio climático en la hidrología de la subcuenca del río Patate.	Evaluación del proyecto de Investigación.	Proyecto de Investigación.	Análisis del cambio climático en la SRP.
Resultados	Valorar los modelos climáticos globales del experimento RCP 8.5 en la subcuenca del río Patate.	Registro de los 39 modelos climáticos globales en la zona de estudio.	MCG.	Análisis de la adaptación de los modelos en la SRP.
	Analizar las tendencias de la temperatura y precipitación en la subcuenca mediante el método no paramétrico Mann – Kendall.	Registro de la tendencia de las variables precipitación y temperatura.	Software TREND.	Análisis de la tendencia de precipitación y temperatura en la SRP.
	Determinar el desplazamiento temporal de los datos históricos de precipitación y temperatura en la subcuenca mediante el diagrama ombrotérmico de Gausсен.	Registro de los diagramas de Gausсен, de la parte alta, media y baja de la SRP.	Diagrama ombrotérmico de Gausсен.	Análisis del desplazamiento temporal interdecadal en la SRP.
Actividades	<p>Aplicación de los métodos de completación de datos: Vector Regional (MVR) y media aritmética, para las variables: precipitación y temperatura.</p> <p>Selección y adaptación de los Modelos Climáticos Globales (MCG) a la SRP.</p> <p>Análisis de tendencias de precipitación y temperatura, empleando el test no paramétrico de Mann – Kendall.</p> <p>Análisis de la tendencia temporal, mediante el diagrama ombrotérmico de Gausсен.</p>	<p>Registro de la completación de las variables de precipitación y temperatura.</p> <p>Registro de los 39 modelos climáticos globales en la zona de estudio.</p> <p>Registro de la tendencia de las variables de precipitación y temperatura.</p> <p>Registro de los diagramas de Gausсен, de la parte alta, media y baja de la SRP.</p>	<p>Hojas de cálculo.</p> <p>Software Hydraccess.</p> <p>MCG.</p> <p>Software TREND.</p> <p>Diagrama ombrotérmico de Gausсен.</p>	<p>Completación de datos en las estaciones meteorológicas.</p> <p>Análisis de la adaptación de los modelos.</p> <p>Análisis de tendencias de precipitación y temperatura.</p> <p>Análisis del desplazamiento temporal interdecadal de la SRP.</p>

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. HIDROLOGÍA

La Hidrología, según Dingman (1994), es “La ciencia que se enfoca al ciclo hidrológico global y a los procesos involucrados en la parte continental de dicho ciclo, es decir, es la geociencia que describe y predice:

- Las variaciones espaciales y temporales del agua en las etapas terrestre, oceánica y atmosférica del sistema hídrico global y;
- El movimiento del agua sobre y debajo de la superficie terrestre, incluyendo los procesos químicos, físicos y biológicos que tienen lugar a lo largo de su trayectoria”.

Existe confusión cuando se utilizan términos de cuencas, subcuencas o microcuencas. Por ello, coincidimos con Ordoñez (2011) en la siguiente conceptualización:

- a. **Cuenca.**- Sistema integrado por varias subcuencas o microcuencas, en donde todas las aguas precipitadas, convergen para constituir un solo curso de agua, el cual es limitado por la línea divisoria de las aguas.
- b. **Subcuenca.**- Conjunto de microcuencas que drenan a un solo cauce con caudal fluctuante pero permanente.
- c. **Microcuencas.**- Una microcuenca es toda área en la que su drenaje va a dar al cauce principal de una Subcuenca; es decir, que una Subcuenca está dividida en varias microcuencas.
- d. **Quebradas.**- Es toda área que desarrolla su drenaje directamente a la corriente principal de una microcuenca.
- e. **Cuenca alta.**- Corresponde generalmente a las áreas montañosas o cabeceras de los cerros, limitadas en su parte superior por las divisorias de aguas.
- f. **Cuenca media.**- Donde se juntan las aguas recogidas en las partes altas y en donde el río principal mantiene un cauce definido.
- g. **Cuenca baja o zonas transicionales.**- Donde el río desemboca a ríos mayores o a zonas bajas tales como estuarios y humedales.

8.2. PRECIPITACIÓN

Según Segerer y Villodas (2006) se engloba dentro del término precipitación a todas las aguas meteóricas que caen sobre la superficie de la tierra, tanto bajo la forma líquida (llovizna y lluvia), como sólida (escarcha, nieve, granizo). La precipitación es uno de los procesos meteorológicos más importantes para la hidrología, y junto a la evaporación constituyen la forma en que la atmósfera interactúa con el agua superficial dentro del ciclo hidrológico.

De acuerdo a Bateman (2007) existen 3 tipos de precipitación:

- a. **Precipitaciones convectivas.-** Se da cuando las masas de aire bajas se calientan acompañadas de vientos fríos superiores. Esto ocasiona una descompensación muy grande de fuerzas de empuje y de flotación, generando corrientes ascendentes de aire húmedo que al ir ascendiendo llegan a la presión de saturación y el vapor se condensa rápidamente. Los movimientos generados en este fenómeno dan lugar a una rápida coalescencia de las gotas de agua. Las tormentas generadas de esta forma son las culpables del denominado flash flood.
- b. **Precipitaciones orográficas.-** Cuando corrientes de aire húmedo que circulan por los valles chocan contra las montañas, este aire húmedo se ve forzado a ascender hacia estratos más altos. Es en ese momento que pueden chocar con estratos más fríos y secos ocasionando la condensación súbita del vapor de agua.
- c. **Precipitaciones ciclónicas.-** Cuando dos masas de aire en movimiento y a diferente temperatura se chocan entre sí. Si una masa de aire frío se encuentra una masa de aire caliente, este tiende a ser desplazado hacia arriba formando un frente frío. Si en cambio es la masa de aire caliente en movimiento que se encuentra con una masa de aire frío, este tiende a moverse en una superficie inclinada formando un frente cálido.

8.3. TEMPERATURA

La temperatura es un factor importante del ciclo hidrológico pues interviene en todas sus etapas. “Realmente, en la actualidad la temperatura se considera como una medida de la mayor o menor agitación de las moléculas o átomos que constituyen un cuerpo” (Peña, 2007).

Chereque (2003) hace referencia a la temperatura con los siguientes términos:

- a. **Gradiente vertical de temperatura.-** La temperatura disminuye en la tropósfera, en una cantidad que varía según las condiciones locales, pero que en promedio es de alrededor de 0.6 °C por cada 100 m. de ascenso. Esto es lo que constituye el gradiente vertical de temperatura.
- b. **Inversión de temperatura.-** Se llama así al fenómeno que se presenta bajo ciertas condiciones locales y que consiste en lo siguiente: en las primeras horas del día, la tierra se encuentra a baja temperatura debido a que en la noche ha perdido gran cantidad de calor; en ausencia de vientos y con el cielo despejado, las capas inferiores de la tropósfera son más frías que las inmediatas superiores; como consecuencia la temperatura sube con la altura, en un espesor de algunos centenares de metros. Esta inversión de temperatura tiende a ser destruida por la mezcla que producen los vientos fuertes próximos al suelo, y desde luego el calentamiento que sigue a la salida del sol termina por restablecer el gradiente normal de temperatura.
- c. **Medición de la temperatura del aire.-** Las estaciones meteorológicas disponen de un termómetro de máxima, un termómetro de mínima y algunas veces de un termógrafo. Estos aparatos están situados a 1.50 m. del suelo, en una cubierta de madera provista de persianas que permiten la libre circulación del aire, pero que protegen los termómetros de la radiación solar directa.

El cambio climático incide sobre los patrones de temperatura y precipitación del planeta, así como en la frecuencia y severidad de eventos extremos como huracanes y sequías (González, y otros, 2003). Por ende, las variables consideradas para el análisis, procesamiento y evaluación de los impactos del cambio climático en la SRP nos señalan los parámetros: precipitación y temperatura.

8.4. CAMBIO CLIMÁTICO (CC)

En la actualidad, se utilizan términos muy frecuentes en las cotidianas interacciones sociales como son el cambio climático, variabilidad climática y efectos o impactos ambientales; sin embargo, estos temas no se tratan con la importancia y profundidad que merecen. Por ello, esta investigación abarca el cambio climático con el propósito de dar a conocer los efectos o impactos que estos pueden producir en los sistemas físicos, biológicos y antropogénicos, específicamente en el área de la hidrología.

La Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC), en su artículo 1, conceptualiza el CC como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observado durante períodos de tiempo comparables (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Cambio Climático 2007, Informe de Síntesis, 2007). Entonces, el CC se define como un fenómeno provocado por el Calentamiento Global, que se traduce en el aumento gradual de las temperaturas debido a factores naturales y antropogénicos, principalmente por el exceso de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

8.5. VARIABILIDAD CLIMÁTICA

La Variabilidad Climática (VC) de acuerdo a Pro-Cuenca San Juan (2018) difiere de lo que se denomina clima, el cual, dentro de un área geográfica determinada, consiste en los promedios de temperatura, dirección y velocidad del viento, presión atmosférica, humedad, y otros parámetros meteorológicos, calculados a lo largo de un período lo suficientemente largo como para poder denominarlo “normal”. En cambio, la VC depende de condiciones atmosféricas extremas que exceden con mucho de lo normal. Los fenómenos que producen esos contrastes son frentes fríos muy organizados, células estacionarias, secas, huracanes, perturbaciones tropicales y células con una humedad desproporcionada. Paradójicamente, los eventos meteorológicos extremos pueden incluir tanto una precipitación pluvial excesiva como sequías prolongadas.

8.6. MODELOS CLIMÁTICOS GLOBALES (MCG)

Sanabria, Marengo, & Valverde (2009) manifiestan que “los modelos globales climáticos son representaciones matemáticas de la naturaleza”. Los modelos climáticos globales comprenden el comportamiento físico del sistema climático obteniendo descripciones espaciales y temporales del clima, además de la obtención de proyecciones futuras.

Los MCG son programas informáticos basados en ecuaciones matemáticas, que “resuelven las ecuaciones de la atmósfera y los océanos mediante el desglose de sus dominios en rejillas volumétricas, o cajas, a cada una de las cuales se le asigna un valor promedio para propiedades como velocidad, temperatura, humedad (de la atmósfera) y salinidad (de los océanos)” (Villalobos, 2016).

Los productos de MCG ajustados con observaciones históricas, implican la combinación de promedios de cambios mensuales a partir de MCG (normalmente promediando 30 años de datos simulados) con un banco de datos histórico. El registro observado es cambiado por la variación en el producto del MCG desarrollado. Normalmente, las temperaturas observadas aumentan por el incremento absoluto de temperaturas en el MCG desarrollado y la precipitación observada es cambiada por la variación porcentual en el MCG desarrollado. La ventaja de este enfoque es que es relativamente fácil de aplicar y puede proporcionar un escenario en las escalas espacial y temporal del banco de datos histórico del clima. La desventaja es que asume un cambio uniforme dentro de cada cuadrícula y dentro de los meses. Utilizando productos promedio de MCG no se justifican los cambios posibles en la variabilidad interanual. (Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 2014)

8.7. ESCENARIOS CLIMÁTICOS

Los escenarios climáticos son ilustraciones de lo que puede producirse en un futuro con respecto al análisis del cambio climático, además permiten la creación de modelos del clima, y así poder determinar la evaluación de los impactos y la implementación de iniciativas de mitigación y adaptación. “Para obtener proyecciones del clima futuro, los modelos climáticos son corridos bajo condiciones de emisiones de gases de efecto invernadero, y un grado de desarrollo social y económico consistentes con estas emisiones”. (Sanabria, Marengo, & Valverde, 2009, pág. 140)

8.8. ESCENARIO RCP 8.5

Durante el Quinto Informe de Evaluación (AR5, conocido por sus siglas en inglés) del IPCC, se definieron 4 nuevos escenarios de emisión (Ver Tabla 3), las denominadas Trayectorias de Concentración Representativas (RCP, por sus siglas en inglés), que se diferencian de los escenarios utilizados en el Cuarto Informe de Evaluación (AR4) en el 2007, debido a que estos si contemplan los efectos de las posibles políticas o acuerdos internacionales tendentes a mitigar las emisiones (Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente (España), 2013).

Éstas trayectorias de concentración representativas se caracterizan por su Forzamiento Radiativo (FR) total para el 2100 respecto del año 1750, que oscila entre 2,6 y 8,5 W/m². El

FR es el cambio en el flujo neto de energía radiativa hacia la superficie de la Tierra medido en el borde superior de la tropósfera (a unos 12000 msnm), como resultado de cambios internos en la composición de la atmósfera, o cambios en el aporte extremo de la energía solar. Un FR positivo contribuye a calentar la superficie de la Tierra, mientras que uno negativo favorece su enfriamiento (IPCC, 2014). Adicionalmente, estos escenarios se centran en las emisiones antropogénicas y no incluyen cambios en impulsores naturales como el forzamiento solar o volcánico o las emisiones naturales de CH₄, O, NO₂.

La actual investigación se la realiza en marco del escenario RCP 8.5 que es desarrollado por el equipo MESSAGE y por el Marco de Evaluación Integrada IIASA, del Instituto Internacional para la Aplicación de Sistemas de Análisis (IIASA) en Austria. “Se caracteriza por un aumento que alcanza los 8,5 W/m² hacia el año 2100, sin llegar a una estabilización visible” (Villalobos, 2016).

Se optó por este escenario debido a que combina teorías sobre un incremento demográfico y un crecimiento relativamente lento con tasas modestas de los cambios tecnológicos y mejoras en la intensidad energética, lo que lleva a largo plazo a una alta demanda energética y aumento de emisiones de gases de invernadero en ausencia de políticas de mitigación y adaptación al cambio climático.

Este experimento alberga 39 modelos climáticos globales, que serán empleados para encontrar el que mejor se ajuste en la zona de estudio, debido a que cada MCG tiene diferente resolución espacial y temporal (Tabla 7).

Tabla 3. Tendencia del Forzamiento Radiativo (FR) en las Trayectorias de Concentración Representativas (RCP) al 2100.

ESCENARIOS RCP	Forzamiento Radiativo (FR)	TENDENCIA DEL FR	(CO ₂) EN 2100
RCP 2.6	4,5 W/m ²	Decreciente en 2100	421 ppm
RCP 4.5	6,0 W/m ²	Estable en 2100	538 ppm
RCP 6.0	8,5 W/m ²	Creciente	670 ppm
RCP 8.5	8,5 W/m ²	Creciente	936 ppm

Fuente: Extraído del (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Guía resumida del quinto informe de evaluación. "Cambio Climático: Bases Físicas", 2013)

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

8.9. ANÁLISIS DE TENDENCIAS

Es un método analítico que permite observar cambios significativos que pueden suceder con el pasar de los años; este método nos permite conocer la dirección y velocidad de los cambios que se presenten. La importancia este análisis consiste en la dirección y velocidad de las tendencias en varios años y en hacer posible la estimación, sobre bases adecuadas, de los probables cambios futuros. “Los cambios en la dirección de las tendencias no se realizan repentinamente, sino progresivamente en cierto tiempo; todo cambio procede de las pequeñas partes, por lo que todo nuevo estado tienen que adquirir cierto grado o tamaño para hacerse perceptible” (Hernández & Hernández, 2006).

8.10. MÉTODO NO PARAMÉTRICO DE MANN-KENDALL

Para Méndez González, Nívar Cháidez, & González Ontiveros (2008) el método no paramétrico de Mann-Kendall es usado ampliamente en temas de ciencias ambientales, ya que permite analizar datos sin tomar en cuenta la distribución, datos perdidos y estacionales. Este método es utilizado a nivel de todo el mundo ya que permite identificar tendencias en parámetros climáticos, debido a su rigidez y consistencia que presenta. “Este tipo de método ha demostrado ser eficiente y robusto para analizar series de tiempo no auto correlacionadas” (Ramírez, Daza, & Peña, 2015).

Giner, Martínez, Gilabert, & Alcaraz Segura (2010) consideran que el test de Mann-Kendall es uno de los métodos más apropiados para el análisis de tendencias monótonas independientes del tipo de función de la tendencia. “Es muy adecuado para el estudio de la precipitación, pues no requiere normalidad ni linealidad” (Sarricolea, Meseguer Ruiz, & Romero Aravena, 2017).

8.11. IMPACTOS O EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

El Cambio climático afecta principalmente al clima global, debido a las crecientes de dióxido de carbono (CO_2). Los impactos van desde el derretimiento de los glaciares andinos hasta devastadoras inundaciones y sequías; debido a los aumentos de temperatura y a los cambios en los patrones de precipitación. Desafortunadamente, se esperan mayores impactos ya que la atmósfera y los océanos siguen cambiando rápidamente. El suministro de alimentos y agua se verá afectado. Los pueblos y las ciudades, así como la infraestructura necesaria para

sostenerlos, estarán cada vez más en riesgo. La salud y el bienestar humano se verán afectados negativamente, así como los ecosistemas naturales.

Este estudio se centrará en los efectos sobre los recursos hídricos. Como reseña histórica Córdova & Blanco (2010) manifiestan que, desde comienzos de la revolución industrial, las demandas de agua fresca han ido en aumento en forma acelerada. La agricultura industrial es la que utiliza mayores cantidades de este recurso. Por otro lado, la masiva extracción de recursos naturales y los afluentes líquidos que salen del producto de los desechos urbanos o industriales, han ido produciendo una contaminación de ríos y lagos que no tiene precedentes en la historia. Por esto, la disponibilidad de aguas descontaminadas disponibles para el uso humano ha disminuido, por lo que existe gran preocupación sobre una llamada “crisis global del agua”.

9. PREGUNTA CIENTÍFICA

¿La evaluación del cambio climático en la hidrología de la subcuenca del río Patate permitirá predecir el incremento y/o disminución de precipitación y temperatura?

10.METODOLOGÍA

La metodología se desarrolló como se muestra en la figura 1:

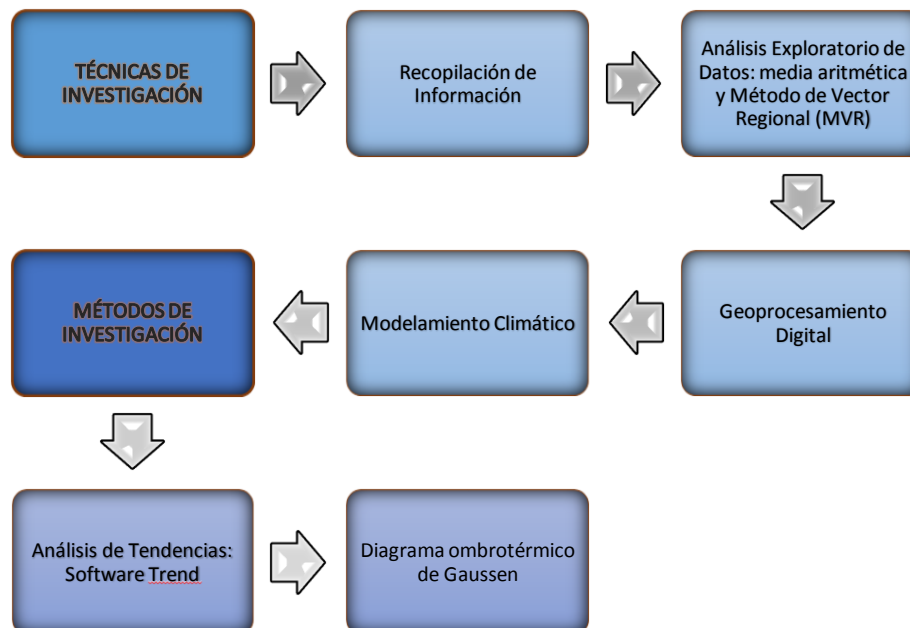


Figura 1. Diagrama de flujo de las técnicas y métodos que contribuyen a la elaboración del proyecto de investigación.
Elaboración: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

10.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El río Patate es uno de los principales afluentes del río Pastaza, y se encuentra ubicado en el sector noroccidental de la cuenca. La subcuenca del río Patate (SRP) (Figura 2), tiene una extensión aproximada de 4277.10 km² y un perímetro de 347.901 km, su cota máxima es de 6305 msnm y su cota mínima de 1920 msnm. De acuerdo a la investigación de los autores Barbosa y Cadena (2010), la temperatura de la SRP, oscila entre los 2 - 6 °C en la parte alta de la subcuenca y varía de 12 - 18 °C en la parte media y baja de la subcuenca. Posee una precipitación media anual de 500 mm – 1000 mm.

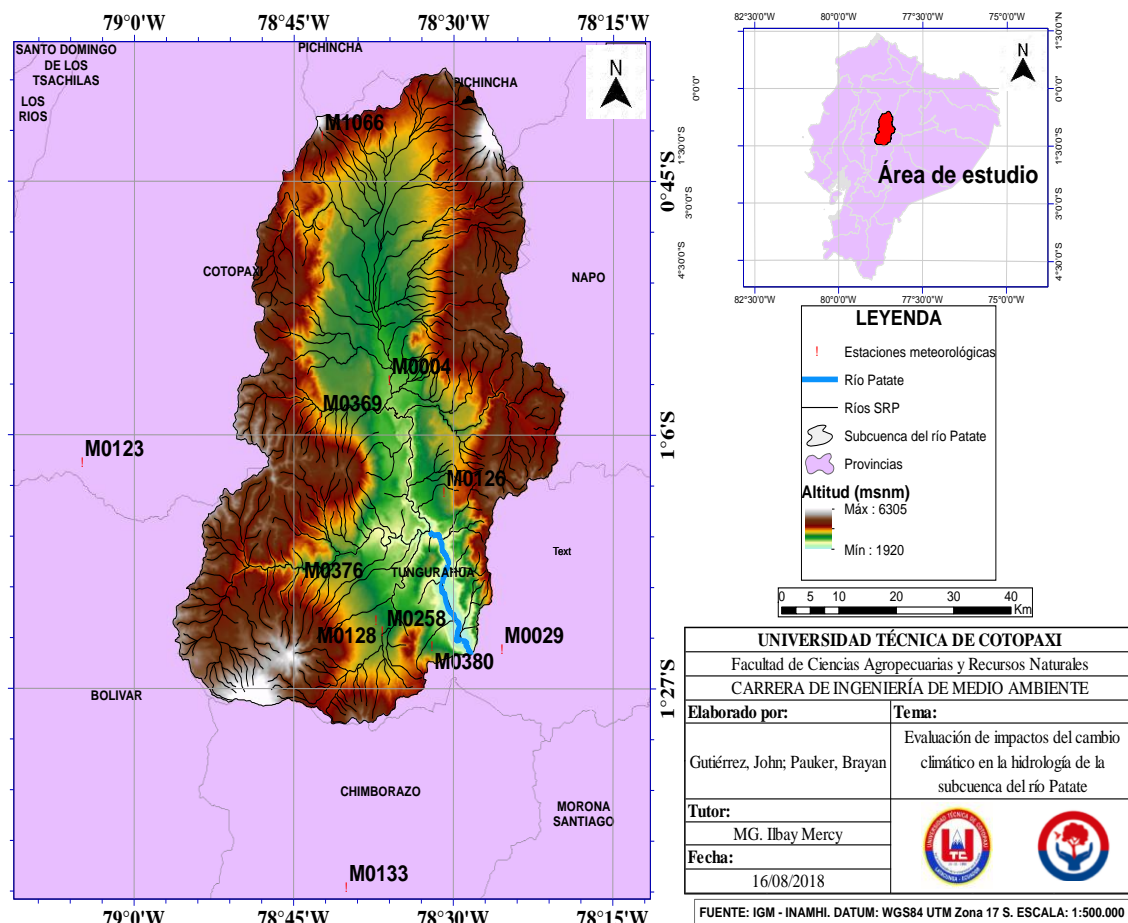


Figura 2. Ubicación del área de estudio
Elaboración: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

10.2. DATOS

Se examinó la información de 30 estaciones meteorológicas recolectadas de los boletines mensuales del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) a lo largo y ancho de la SRP, observándose una gran deficiencia de datos (Tabla 4).

Tabla 4. Estaciones meteorológicas de la SRP.

Código	Estación	Tipo	Provincia	Longitud (°S)	Latitud (°W)	Altitud (msnm)	Cumplimiento Período 1985-2014
M-0004	Rumipamba - Salcedo	AG	Cotopaxi	-78.59	-1.02	2685	Si
M-0028	Ambato - Granja	CP	Tungurahua	-78.62	-1.25	2680	No
M-0043	Mariscal Sucre	CO	Tungurahua	-78.49	-0.64	3670	No
M-0064	Aeropuerto Latacunga	AR	Cotopaxi	-78.61	-0.91	2785	No
M-0066	Ambato Aeropuerto	AR	Tungurahua	-78.57	-1.2	2515	No
M-0087	Mulaló	CP	Cotopaxi	-78.57	-0.78	3040	No
M-0088	Pujilí - 4 Esquinas	CP	Cotopaxi	-78.71	-0.95	3020	No
M-0120	Cotopaxi - Clirsen	CO	Cotopaxi	-78.58	-0.62	3510	Si
M-0126	Patate	CO	Tungurahua	-78.51	-1.17	2220	Si
M-0127	Píllaro	CO	Tungurahua	-78.55	-1.17	2793	Si
M-0128	Pedro F. Cevallos	CO	Tungurahua	-78.61	-1.35	2910	Si
M-0125	Pujilí - H. San Antonio	CO	Cotopaxi	-78.69	-1.05	3030	No
M-0219	Pisayambo	CP	Tungurahua	-78.42	-1.03	3560	No
M-0258	Querochaca (UTA)	AU, CP	Tungurahua	-78.60	-1.37	2865	Si
M-0365	Guaytacama	PV	Cotopaxi	-78.64	-0.82	3075	No
M-0369	Cusubamba	PV	Cotopaxi	-78.70	-1.07	2990	Si
M-0371	Pastocalle	PV	Cotopaxi	-78.62	-0.72	3130	No
M-0372	Poaló	PV	Cotopaxi	-78.67	-0.88	2900	No
M-0373	Toacaso	PV	Cotopaxi	-78.68	-0.75	3000	No
M-0375	Saquisilí	PV	Cotopaxi	-78.66	-0.83	2920	No
M-0376	Pilahuin	PV	Tungurahua	-78.73	-1.30	3314	Si
M-0377	Tisaleo	PV	Tungurahua	-78.67	-1.35	3250	No
M-0380	Huambaló	PV	Tungurahua	-78.53	-1.39	2880	Si
M-0381	Pelileo	PV	Tungurahua	-78.56	-1.33	2525	No
M-0382	Quero	PV	Chimborazo	-78.61	-1.37	2870	No
M-0390	Urbina	PV	Tungurahua	-78.68	-1.48	3619	No
M-0530	Illuchi	PV	Cotopaxi	-78.53	-0.92	3300	No
M-0534	El Acchi	PV	Tungurahua	-78.72	-0.85	3600	No
M-0579	Salcedo - Centro Agrícola	PV	Cotopaxi	-78.59	-1.04	2636	No
M-1066	Cotopilaló Convenio INAMHI - CESA	CO	Tungurahua	-78.7	-0.68	3250	Si

Nota: Características principales: código, nombre, tipo, provincia, ubicación geográfica y cumplimiento.

Fuente: INAMHI; AU= Automática, AG= Agrometeorológica, AR= Aeronáutica, CO= Climatológica Ordinaria, CP= Climatológica Principal, PV= Pluviométrica.

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayán.

10.2.1. RECOLECCIÓN DE DATOS FALTANTES

Luego del análisis de las 30 estaciones inmersas en el área de estudio y otras externas colindantes a la subcuenca, se seleccionó 15 estaciones meteorológicas (Tabla 5), por presentar la mayor disponibilidad de datos mensuales y la menor cantidad de datos faltantes. Las mismas que están clasificadas de la siguiente manera: 12 estaciones con datos de temperatura y 15 estaciones con datos de precipitación, en un período común de 30 años

(1985-2014), de acuerdo a la recomendación de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) para la ejecución de estudios de esta índole.

Tabla 5. Estaciones meteorológicas seleccionadas del análisis previo de datos.

Estación	Código	Latitud (°S)	Longitud (°W)	Altitud (msnm)	Periodo	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)
Rumipamba – Salcedo	0004	-1,02	-78,59	2685	1985 -2014	550,55	14,1
Baños	0029	-1,39	-78,42	1695	1985 -2014	1381,7	18
Cotopaxi – Clirsen	0120	-0,62	-78,58	3510	1985 -2014	1202,7	8,4
Pilaló	0122	-0,94	-79,00	2504	1985 -2014	1714,1	13
El Corazón	0123	-1,13	-79,08	1471	1985 -2014	2288,8	18,1
San Juan La Maná	0124	-0,92	-79,25	215	1985 -2014	3276,8	24,1
Patate	0126	-1,18	-78,51	2220	1985 -2014	627,8	16,1
Píllaro	0127	-1,17	-78,56	2793	1985 -2014	588	13,3
Pedro F. Cevallos	0128	-1,35	-78,62	2910	1985 -2014	532,7	12,7
Guaslán	0133	-1,72	-78,66	2850	1985 -2014	687,7	15
Querochaca (UTA)	0258	-1,37	-78,61	2865	1985 -2014	595,9	12,7
Cusubamba	0369	-1,07	-78,70	3175	1985 -2014	539,6	-
Pilahuín	0376	-1,30	-78,73	3314	1985 -2014	718,3	-
Huambaló	0380	-1,38	-78,52	2880	1985 -2014	833,6	-
Cotopilaló Convenio INAMHI – CESA	1066	-0,68	-78,70	3520	1985 -2014	713,24	11

Nota: Características: nombre, localización geográfica y estadística de las variables medidas (precipitación y temperatura).

Fuente: INAMHI.

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

10.3. ANÁLISIS EXPLORATORIO DE DATOS (AED)

10.3.1. MÉTODOS DE COMPLETACIÓN DE DATOS FALTANTES

Método de la media aritmética: Se aplica a estaciones cuyo porcentaje de datos faltantes es menor o igual al 10%. Si cumple con esta condición se procede a la completación de datos faltantes mediante la media y/o la mediana, de acuerdo al coeficiente de variación (CV); es decir, si el CV es mayor a 25% se rellena con la mediana y por el contrario si es menor a este valor se completa con la media. Sangaku (2019) explica que la media aritmética se encuentra sumando todos los valores y dividiendo por el número total de datos, como se muestra en la ecuación 1.

La fórmula general para N elementos es:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} \quad (\text{Ecu. 1})$$

Donde:

\bar{x} = Media aritmética

x = Valores o datos de la muestra

n = Número total de valores de la muestra

Método del Vector Regional (MVR): Espinoza (2005) indica que se calcula mediante el concepto de precipitación media, evitando problemas de las estaciones más lluviosas sobre las menos lluviosas. Empleando el método de mínimos cuadrados para encontrar los índices pluviométricos regionales anuales Z_i y la precipitación media extendida P_j , esto se logrará al minimizar la ecuación 2.

$$\sum_i^N = 1 \sum_j^M = 1 \left(\frac{p_j}{p_i} - z_i \right) \quad (\text{Ecu. 2})$$

Donde:

i = Índice del año,

j = Índice de la estación,

N = Número de años,

M = Número de estaciones,

P_{ij} = Precipitación anual en la estación j el año i ,

P_j = Precipitación media extendida al período de N años,

Z_i = Índice pluviométrico regional del año i .

Este método se aplicó con el software HYDRACCES (Vauchel, 2005), que permite estudiar la información pluviométrica de una región, esto es debido a la facilidad para: criticar, homogenizar y completar los datos de precipitación y temperatura.

10.3.2. COMPLETACIÓN DE DATOS FALTANTES

Por consiguiente, la tabulación de datos faltantes de las variables estudiadas y la selección final de estaciones meteorológicas, se llevó a cabo dentro del AED, mediante la aplicación de dos métodos de completación: Vector Regional (MVR) y Media Aritmética (Tabla 6). En este punto, de acuerdo a los resultados estadísticos de correlación entre estaciones meteorológicas y el vector del Software HYDRACCES, se determinó las estaciones óptimas con valores eficientes para evaluar los impactos del CC en la SRP. Cabe acotar, que el HYDRACCES eliminó el año 2015 por carencia de datos, y descartó varias estaciones al no presentar una aceptable correlación con el vector simulado. La estación Huambaló no se ajustó al vector, sin embargo, posee un porcentaje de valores faltantes menor al 10% que permite su utilización y relleno mediante el método de la media aritmética.

Tabla 6. Depuración de estaciones meteorológicas finales.

Estación	Código	Precipitación	Método	Temperatura	Método
Rumipamba - Salcedo	M0004	550,55	MEDIA ARITMÉTICA	14,1	MEDIA ARITMÉTICA
Baños	M0029	-	-	18	HYDRACCESS
El Corazón	M0123	-	-	18,1	MEDIA ARITMÉTICA
Patate	M0126	627.8	HYDRACCESS	-	-
Pedro F. Cevallos	M0128	532.7	HYDRACCESS	12,7	MEDIA ARITMÉTICA
Guaslán	M0133	-	-	15	HYDRACCESS
Querochaca (UTA)	M0258	595,9	MEDIA ARITMÉTICA	12,7	MEDIA ARITMÉTICA
Cusubamba	M0369	539.6	MEDIA ARITMÉTICA E HYDRACCESS	-	-
Pilahuín	M0376	718.3	MEDIA ARITMÉTICA	-	-
Huambaló	M0380	833.6	MEDIA ARITMÉTICA	-	-
Cotopilaló Convenio	M1066	713.24	HYDRACCESS	11	HYDRACCESS

Nota: Completación de datos faltantes de precipitación y temperatura mediante Vector Regional (HYDRACCES) y Media Aritmética.

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

10.4. ANÁLISIS DE LOS MODELOS CLIMÁTICOS GLOBALES (MCGs)

La selección y adaptación de los MCGs a la zona de estudio, se desarrolló comparando los valores arrojados por 39 modelos del experimento RCP 8.5 (Tabla 7) con los valores observados (1985-2014) de precipitación y temperatura. Cada MCG tiene diferente resolución espacial y temporal. Estos modelos de circulación global fueron descargados de la página Climate Explorer: <http://climexp.knmi.nl/start.cgi?>, al ser una herramienta de investigación climática que proporciona una amplia colección de datos climáticos para análisis.

Tabla 7. Modelos climáticos globales del experimento RCP 8.5

Modelos Climáticos CMIP5	País	Institución	Resolución (grados de arco)
CCSM4		KNMI Climate Explorer y NCAR (National Center for Atmospheric Research) Boulder, CO, EE. UU.	1,25x0,9424
CESM1-BGC		KNMI Climate Explorer and NSF/DOE NCAR (National Center for Atmospheric Research) Boulder, CO, USA	0.9x1.25
CESM1-CAM5		KNMI Climate Explorer and NSF/DOE NCAR (National Center for Atmospheric Research) Boulder, CO, USA	0.9x1.25
GFDL-ESM2G		KNMI Climate Explorer and NOAA GFDL(201 Forrestal Rd, Princeton, NJ, 08540)	2,5x2
GFDL-ESM2M	USA	KNMI Climate Explorer and NOAA GFDL(201 Forrestal Rd, Princeton, NJ, 08540)	2,5x2
GFDL-CM3		NOAA-GFDL – NOAA Geophysical Fluid Dynamics Laboratory	2,5x2
GISS-E2-H p1		NASA-GISS – NASA Goddard Institute for Space Studies	2,5x2
GISS-E2-H p2		NASA-GISS – NASA Goddard Institute for Space Studies	2,5x2
GISS-E2-H p3		NASA-GISS – NASA Goddard Institute for Space Studies	2,5x2
GISS-E2-R p1		NASA-GISS – NASA Goddard Institute for Space Studies	2,5x2
GISS-E2-R p2		NASA-GISS – NASA Goddard Institute for Space Studies	2,5x2
GISS-E2-R p3		NASA-GISS – NASA Goddard Institute for Space Studies	2,5x2
bcc-csm1-1		BCC – Beijing Climate Center, China Meteorological Administration	2,8125x2,7906
BNU-ESM		KNMI Climate Explorer y GCESS, BNU, Beijing, China	2,5x2
FGOALS-g2	China	KNMI Climate Explorer e IAP (Instituto de Física Atmosférica, Academia China de Ciencias, Beijing, China) y THU (Universidad de Tsinghua)	2,5x2
FIO-ESM		FIO – The First Institute of Oceanography, SOA, China	2,81x2,77
CNRM-CM5	Francia	KNMI Climate Explorer and CNRM (Centre National de Recherches Meteorologiques, Meteo-France, Toulouse,France) and CERFACS (Centre Europeen de Recherches et de Formation Avancee en Calcul Scientifique, Toulouse, France)	1,4x1,4
IPSL-CM5A-LR		KNMI Climate Explorer and IPSL (Institut Pierre Simon Laplace, Paris, France)	3,75x1,8947

IPSL-CM5A-MR		KNMI Climate Explorer and IPSL (Institut Pierre Simon Laplace, Paris, France)	2,5x2,5352
IPSL-CM5B-LR		KNMI Climate Explorer and IPSL (Institut Pierre Simon Laplace, Paris, France)	2,5x2,5
ACCESS1-0		KNMI Climate Explorer and CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Australia), and BOM (Bureau of Meteorology, Australia)	1.875 x 1.25
ACCESS1-3	Australia	KNMI Climate Explorer and CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Australia), and BOM (Bureau of Meteorology, Australia)	1.875 x 1.25
CSIRO-Mk3-6-0		CSIRO-QCCCE – Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization in collaboration with Queensland Climate Change Centre of Excellence	1,25x0,9424
MIROC5		MIROC – Atmosphere and Ocean Research Institute (The University of Tokyo), National Institute for Environmental Studies, and Japan Agency for Marine Earth Science and Technology	1,40625x1,4008
MIROC-ESM	Japón	MIROC – Atmosphere and Ocean Research Institute (The University of Tokyo), National Institute for Environmental Studies, and Japan Agency for Marine Earth Science and Technology	2,8125x2,7906
MIROC-ESM-CHEM		MIROC – Atmosphere and Ocean Research Institute (The University of Tokyo), National Institute for Environmental Studies, and Japan Agency for Marine Earth Science and Technology	2,8125x2,7906
MRI-CGCM3		MRI – Meteorological Research Institute	1,125x1,12148
CMCC-CM	Italia	KNMI Climate Explorer and CMCC - Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti	1,25x0,9424
CMCC-CMS		KNMI Climate Explorer and CMCC - Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici, Bologna, Italy	1,25x0,9424
HadGEM2-AO	Korea	NIMR/KMA – National Institute of Meteorological Research/Korea Meteorological Administration	1,88x1,25
HadGEM2-ES		NIMR/KMA – National Institute of Meteorological Research/Korea Meteorological Administration	1,8x1,2
MPI-ESM-LR	Alemania	Max Planck Institute for Meteorology, Germany	1,8x1,8
MPI-ESM-MR		Max Planck Institute for Meteorology, Germany	1,8x1,8
NorESM1-M	Noruega	NCC – Norwegian Climate Centre	1,25x1,12
NorESM1-ME		NCC – Norwegian Climate Centre	1,125x1,12148
EC-EARTH	Europa	KNMI Climate Explorer and EC-Earth (European Earth System Model)	2,5x2,5
HadGEM2-CC	Reino Unido	Hadley Centre for Climate Prediction and Research/Met Office, United Kingdom	1,8x1,2
inmcm4	Rusia	KNMI Climate Explorer and INM (Institute for Numerical Mathematics, Moscow, Russia)	2,5x2
CanESM2	Canadá	KNMI Climate Explorer and CCCma (Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis, Victoria, BC, Canada)	2,5x2

Fuente: (Zubieta, y otros).

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayán.

10.5. ANÁLISIS DE TENDENCIA

Durante la observación de posibles impactos del CC sobre las series de tiempo de precipitación y temperatura en la SRP, se sometieron a estudio los valores medio anuales de las estaciones seleccionadas y depuradas previamente durante el período 1985 - 2014, que presentó una gran accesibilidad, en cuanto a espacio y tiempo para manejar datos de las variables mencionadas anteriormente. La existencia de tendencias temporales, se indagaron empleando el test no paramétrico de Mann – Kendall, mediante el software TREND que se encuentra disponible dentro de la herramienta Water Quality Analyzer y es un modelo producto de Modelling Toolkit (www.toolkit.net.au/trend). Este software está diseñado para facilitar las pruebas estadísticas de tendencia, cambio y aleatoriedad en los datos meteorológicos.

10.6. ANÁLISIS DE DIAGRAMA OMBROTÉRMICO DE GAUSSEN

Moreno (2009) explica que el índice de Gausсен permite determinar épocas lluviosas, cuando la precipitación (mm) es superior a 3 veces la temperatura media (°C), y para determinar una época seca, la precipitación (mm) debe ser inferior a 2 veces la temperatura media (°C). Para emplear el índice de Gausсен, se debe realizar un diagrama ombrotérmico, esto es un estudio gráfico del análisis termométrico y pluviométrico de una zona. Para su representación, las escalas se eligen de forma que los valores de la temperatura (°C) ubicadas en la columna izquierda, correspondan al doble y al triple de su valor en la columna derecha destinada para precipitación (mm). De esta manera, se forma por debajo de la temperatura, al intersecarse esta última con la curva dos veces superior de precipitación, el área que concierne al período seco. Por el contrario, de la intersección entre la temperatura y la curva de precipitación 3 veces superior, forman el área sobre la línea de temperatura que corresponde al período lluvioso. El área restante que se encuentra entre la curva doble y triple de precipitación intersectadas con la temperatura se denomina época de transición. Para realizar este diagrama se deben tener mínimo los datos diarios a lo largo de un año y para un análisis más detallado de cambio climático mínimo un registro consecutivo de 30 años.

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

11.1. ANÁLISIS DE LOS MODELOS CLIMÁTICOS GLOBALES (MCG)

11.1.1. PRECIPITACIÓN

Se contrastó los valores mensuales de los modelos de circulación global con los observados, durante el período 1985 - 2014, y se encontró una similitud en la distribución anual, esta radica en el comienzo de la máxima precipitación que va desde octubre hasta mayo y de una menor precipitación desde junio a septiembre como se muestra en la figura 3. Además, se observó una sobreestimación para los 39 MCG.

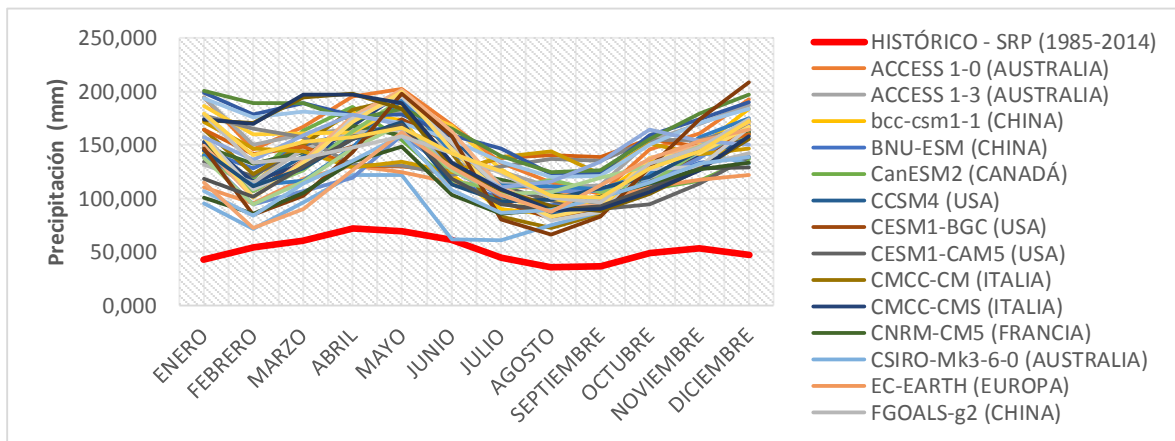


Figura 3. Comparación de datos históricos de precipitación mensual (1985 - 2014) de la SRP, con los 39 Modelos Globales Climáticos (MCG).

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

Los modelos que presentaron una mayor similitud a los valores históricos de la SRP y, podrían servir como MCG para realizar ajustes matemáticos fueron: BNU-ESM, CESM1 - CAM5, CNRM-CM5 (Figura 4).

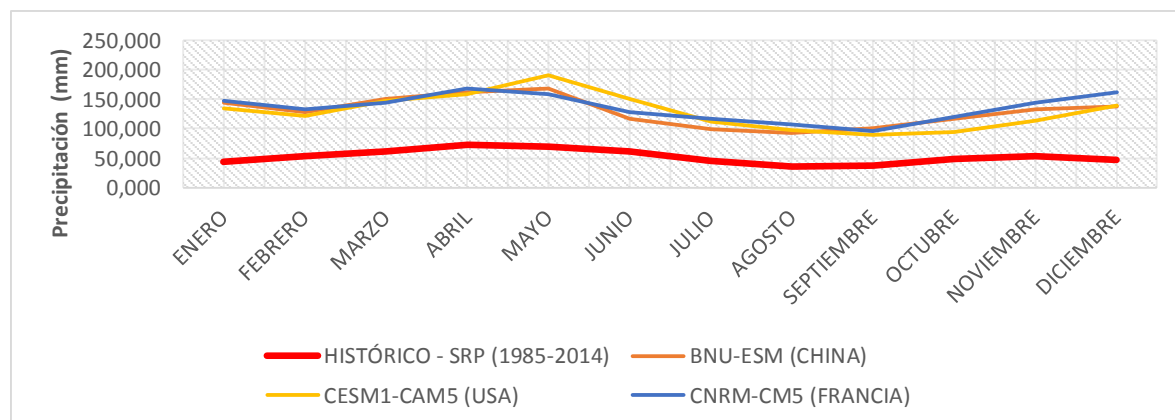


Figura 4. Similitud de valores históricos mensuales de precipitación y modelos climáticos globales para realizar ajuste matemático.

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

11.1.2. TEMPERATURA

Para temperatura también se manipularon los 39 MCG, en el proceso de encontrar los que mejor se adaptan con los datos históricos (1985 - 2014) de la SRP. La finalidad principal fue la obtención de modelos que se acoplen a la SRP, los mismos que sirvan para proyectar escenarios futuros. Al igual que en la precipitación, se presentó que la máxima temperatura va desde octubre hasta mayo y una menor temperatura desde junio a septiembre como se muestra en la figura 5.

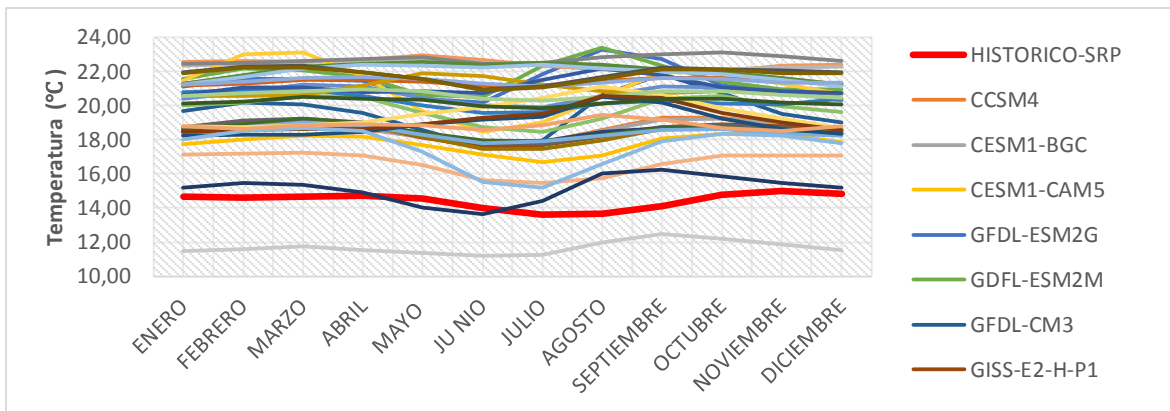


Figura 5. Comparación de datos históricos de precipitación mensual (1985 - 2014) de la SRP, con los 39 Modelos Globales Climáticos (MCG).

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

Del contraste entre valores de MCG y observados (1985-2014), se determinaron 4 posibles modelos que se pueden utilizar para realizar un ajuste matemático que permita la adaptación a la región, estos son: CESM1 – CAM5, GISS-E2-H-P2, MR1 – CGCM3, NorESM1-ME (Figura 6).

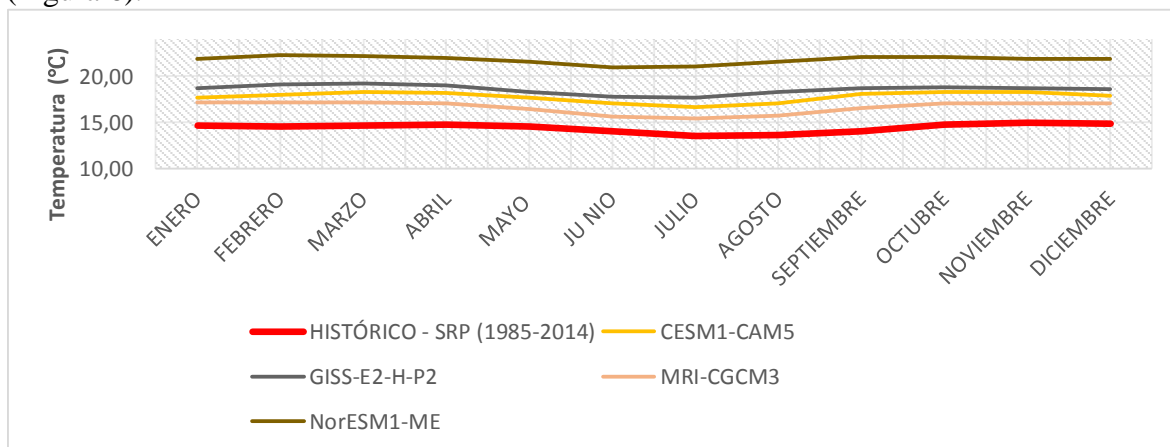


Figura 6. Similitud de valores históricos mensuales de temperatura y modelos climáticos globales para realizar ajuste matemático.

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

En conclusión, todos los MCG sobreestiman aproximadamente de 50 a 100 mm para precipitación, debido a que estos modelos requieren alto detalle de resolución para ajustarse a nivel regional. Por otra parte, en cuanto al ajuste de MCG con datos observados de temperatura (1985-2014), se observó en 38 modelos una sobreestimación de 2 a 8 °C y en el último una subestimación de - 3 °C. Esto concuerda con De Castro (2006) al enunciar que la baja resolución espacial de los MCG no permite reproducir detalles que determinan decisivamente el clima a escala regional en muchas zonas del planeta. Esta limitación hace que los resultados de los modelos no puedan ser directamente aplicados para simular los diversos impactos asociados al cambio climático global. De esta manera se deduce la necesidad de corregir el sesgo mediante métodos de ajustes matemáticos, por ejemplo, reducción de escalas, ensamble de fiabilidad, etc., para proyección de escenarios futuros.

11.2. ANÁLISIS DE TENDENCIAS

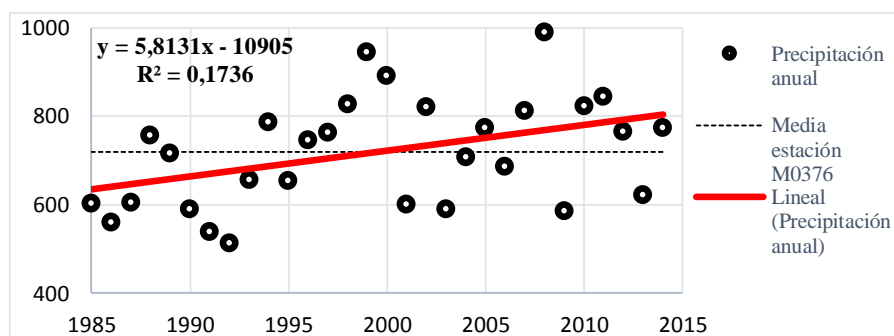
11.2.1. PRECIPITACIÓN

Se examinaron los valores medio anuales de 8 estaciones (Tabla 6), para detectar posibles tendencias. Aplicando el análisis mediante el software TREND se obtuvo como resultados ninguna significancia de tendencia en un 99%, a excepción de la estación M0376 - Pilahuín con una significancia del 95% (Tabla 8). Esta última presentó un incremento de precipitación respecto a la normal climática (718.3mm) de 773 mm (8%) durante el período analizado (Figura 7). Estos resultados concuerdan con la proyección climática a nivel de todo el Ecuador realizada por Armenta, Villa, & Jácome (2016), en esta pronostican que la precipitación no presentaría cambios significativos en el siglo XXI, sin embargo, indican que bajo el escenario RCP 8.5 que representa la inoperancia actual sobre mitigación y adaptación al cambio climático, la precipitación se incrementaría en al menos un 10% en la mayor parte del país, y con los incrementos más altos en la Sierra Central y en el centro y sur de la Amazonía.

Tabla 8. Análisis de Tendencia, Método No Paramétrico de Mann – Kendall.

Código	Nombre	Calculado MK	Mann – Kendall			
			$\alpha=0.1$	$\alpha=0.5$	$\alpha=0.01$	
M0004	Rumipamba – Salcedo	0.339	1.645	1.96	2.576	NS
M0126	Patate	0.285	1.645	1.96	2.576	NS
M0128	Pedro F. Cevallos	1.445	1.645	1.96	2.576	NS
M0258	Querochaca (UTA)	0.517	1.645	1.96	2.576	NS
M0369	Cusubamba	1.213	1.645	1.96	2.576	NS
M0376	Pilahuín	2.266	1.645	1.96	2.576	S (0.05)
M0380	Huambaló	0.214	1.645	1.96	2.576	NS
M1066	Cotopilaló	-1.302	1.645	1.96	2.576	NS

Elaborado por: Gutiérrez John, Pauker Brayan.

**Figura 7.** Tendencia significativa ($\alpha=0.01$) de precipitación en la estación M0376 – Pilahuín.

Elaborado por: Gutiérrez John, Pauker Brayan.

Por otro lado, se observó en el gráfico de precipitación media anual de la subcuenca durante el período analizado (1985-2014) (Figura 8a), una fluctuación constante en aumento durante los años 1988-1989, 1995-1996, 1998-2000, 2007-2008 y 2010-2011; mientras que, se presentaron fluctuaciones bajo la media en los años 1986-1987, 1991-1992, 1994-1995, 2000-2001, 2002-2003, 2004-2005, 2008-2009 y 2012-2013.

Hidalgo (2017) indica que durante el período de estudio 1981-2014, se observaron diez eventos cálidos El Niño en abril/82 hasta junio/83, septiembre/86 hasta febrero/88, junio/91 hasta julio/92, octubre/94 hasta marzo/95, mayo/97 hasta mayo/98, junio/02 hasta febrero/03, julio/04 hasta abril/05, septiembre/06 hasta enero/07, julio/09 hasta abril/2010, noviembre/14 hasta diciembre/14, y siete eventos fríos La Niña que ocurrieron en octubre/84 hasta junio/85,

mayo/88 hasta mayo/89, agosto/95 hasta marzo/96, julio/98 hasta febrero/01, agosto/07 hasta junio/08, julio/10 hasta abril/11, agosto/11 hasta febrero/12.

Comparando la ocurrencia de estos eventos con las fluctuaciones descritas anteriormente en la SRP, se observó que durante El Niño se produjo una disminución de la precipitación y, por el contrario, un aumento con la Niña que revela la influencia del ENOS en la subcuenca del río Patate. Estos resultados contrastan con la investigación “Variabilidad climática interanual sobre el Ecuador asociada a ENOS” de Hidalgo (2017), que determina “que para la región interandina cuando ocurren eventos El Niño existe una evidente disminución de la humedad relativa, aunque en los eventos El Niño fuertes de los años 1982-1983-1987 la humedad aumentó. En los fenómenos La Niña la humedad aumenta en la región confirmando que con estos eventos se incrementa la precipitación en el sector”, a excepción de eventos fuertes en los que se mantiene una correlación de aumento y disminución entre las regiones Costa y Sierra. Cabe resaltar que estos eventos en el Ecuador han impactado cuantiosamente a los sectores socio-económicos, agropecuario (agricultura y ganadería), saneamiento, recursos hídricos, ambiental, vial, turístico, pesquero, vivienda, de la construcción, educación, salud, entre otros (Olga, 2009). Se destacan para El Niño los episodios de 1982 - 1983 y 1997-1998 como los de mayor impacto en el siglo XX; mientras que, para La Niña los episodios de 1988-1989 y 1998-2000 por su intensidad, duración y efecto climático.

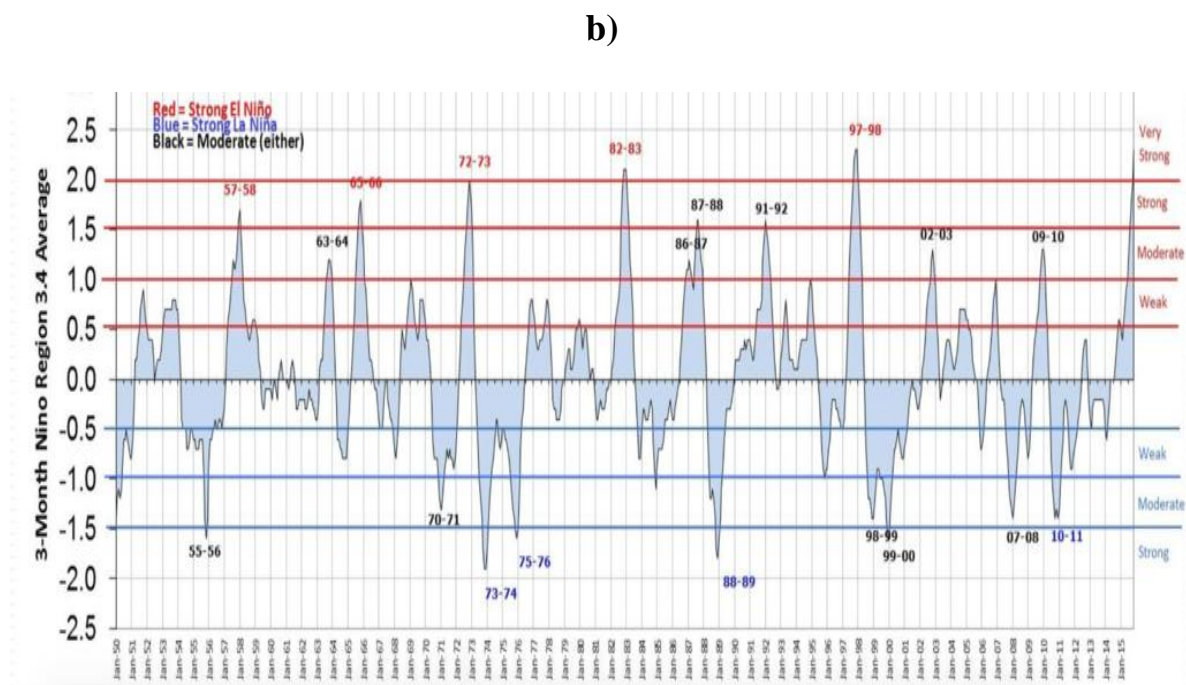
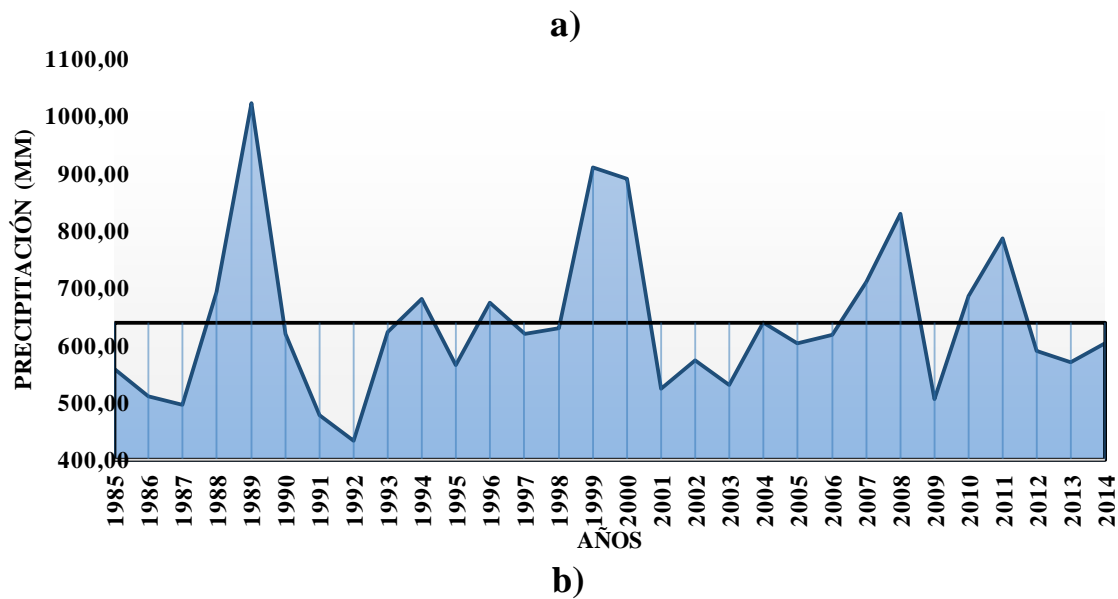


Figura 8. Comparación de fluctuaciones de precipitación media anual de la SRP con fenómeno ENSO (1985-2014): a) SRP, b) Costa del Pacífico.

Fuente (8b): http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml

Elaborado por: Gutiérrez John, Pauker Brayan.

11.2.2. TEMPERATURA

Se analizó 7 estaciones meteorológicas (Tabla 6), de acuerdo al parámetro: temperatura. Para encontrar tendencias estadísticas estas fueron examinadas durante el periodo 1985 – 2014, empleando el test de Mann – Kendall (Tabla 9). Se obtuvo como resultado ninguna significancia mayor a 99%, a excepción de la estación M0128 – Pedro F. Cevallos con una significancia del 99%, que presentó un incremento de temperatura de 0.6 °C, y la estación M0133 – Guaslán con una significancia del 95%, que presentó un incremento de temperatura de 1 °C. El Diario EL UNIVERSO, comparte un artículo publicado en la sección Ecología, “Un análisis del impacto del cambio climático en los recursos hídricos en el Ecuador, realizado por el INAMHI sobre posibles escenarios para el 2010, indica que, con el incremento en la temperatura de 1° C, se prevé una situación crítica porque habría un incremento en el déficit de la demanda” (UNIVERSO, 2010).

La estación M0123 – El Corazón arrojó una significancia estadística del 90%, resultando en un decremento de temperatura de 0.44 °C, y la estación M1066 – Cotopilaló con una significancia del 99%, presentó un decremento de temperatura de 0.4 °C. Según el régimen térmico, publicado por el boletín agro climatológico del INAMHI, “las anomalías negativas de la temperatura registraron en Cotopaxi un decremento del (-0.4 °C)”. (INAMHI, 2009).

Tabla 9. Análisis de Tendencia, Método No Paramétrico de Mann – Kendall.

Código	Nombre	Calculado MK	Mann - Kendall			
			a=0.1	a=0.5	a=0.01	
M0004	Rumipamba – Salcedo	0.482	1.645	1.96	2.576	NS
M0029	Baños	1.499	1.645	1.96	2.576	NS
M0123	El Corazón	-1.748	1.645	1.96	2.576	S (0.1)
M0128	Pedro F. Cevallos	3.711	1.645	1.96	2.576	S (0.01)
M0133	Guaslán	2.016	1.645	1.96	2.576	S (0.05)
M0258	Querochaca (UTA)	1.231	1.645	1.96	2.576	NS
M1066	Cotopilaló	-2.765	1.645	1.96	2.576	S (0.01)

Elaborado por: Gutiérrez John, Pauker Brayan.

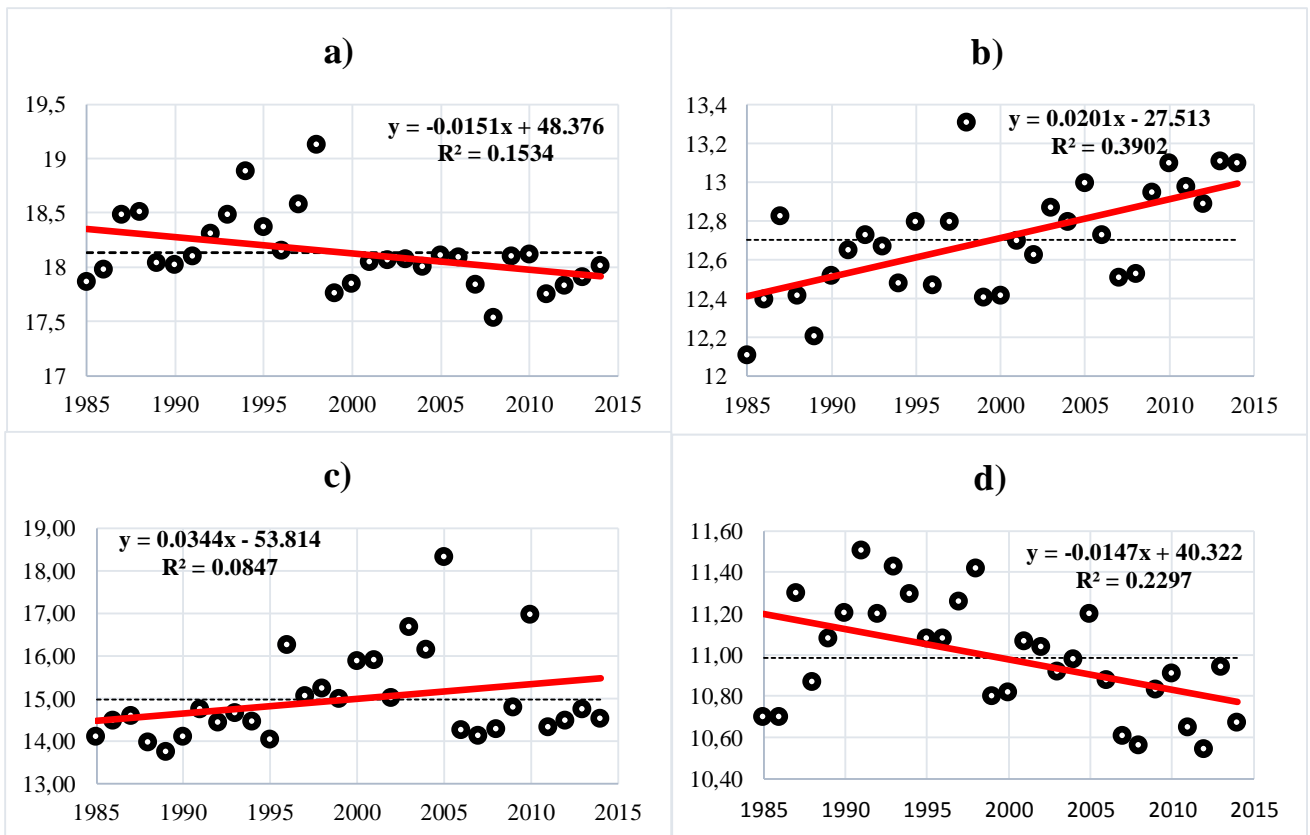


Figura 9. Tendencia significativa ($\alpha=0.01$) de la temperatura. a) M0123 – El Corazón, b) M0128 – Pedro F. Cevallos, c) M0133 – Guaslán, d) M1066 –Cotopilaló.

Elaborado por: Gutiérrez John, Pauker Brayan.

Además, se observó en el gráfico de tendencias de temperatura media anual (Figura 10), fluctuaciones superiores a la media durante los años 1991, 1995, 1998, 2005, 2010 y 2014, El Periódico eldiario.ec, comparte un artículo publicado en la sección TECNO Y CIENCIA - Clima “Durante el siglo XXI, en el cual resalta que la diferencia entre la temperatura global de la Tierra y el océano ha alcanzado nuevos máximos históricos hasta en cinco ocasiones (2005, 2010, 2014, 2015 y 2016). A lo largo de los primeros cien años del registro de NOAA “Administración Nacional Oceánica y Atmosférica” (de 1880 a 1980), se estableció un nuevo récord de temperatura promedio cada 13 años. Sin embargo, para el período más reciente, entre 1981 y 2018, la frecuencia de un nuevo récord ha aumentado a una vez cada tres años” (eldiario.ec, 2019).

Contrariamente, se presentaron fluctuaciones inferiores a la media en los años 1985, 1986, 1989, 2000, 2008 y 2012. El Periódico EL UNIVERSO, comparte un artículo publicado en la sección Clima, “Desde 1985 a la fecha, aquí destaca que los promedios mínimos de noviembre han fluctuado entre 5 y 7 °C. Pero la ola de frío se evidencia en toda la Sierra. El miércoles pasado, el INAMHI reportó 8,8 °C en Tulcán, 5,3 °C en Cotopaxi, 6,6 °C en Cañar, como las temperaturas más bajas para la Sierra ecuatoriana” (UNIVERSO, 2010).

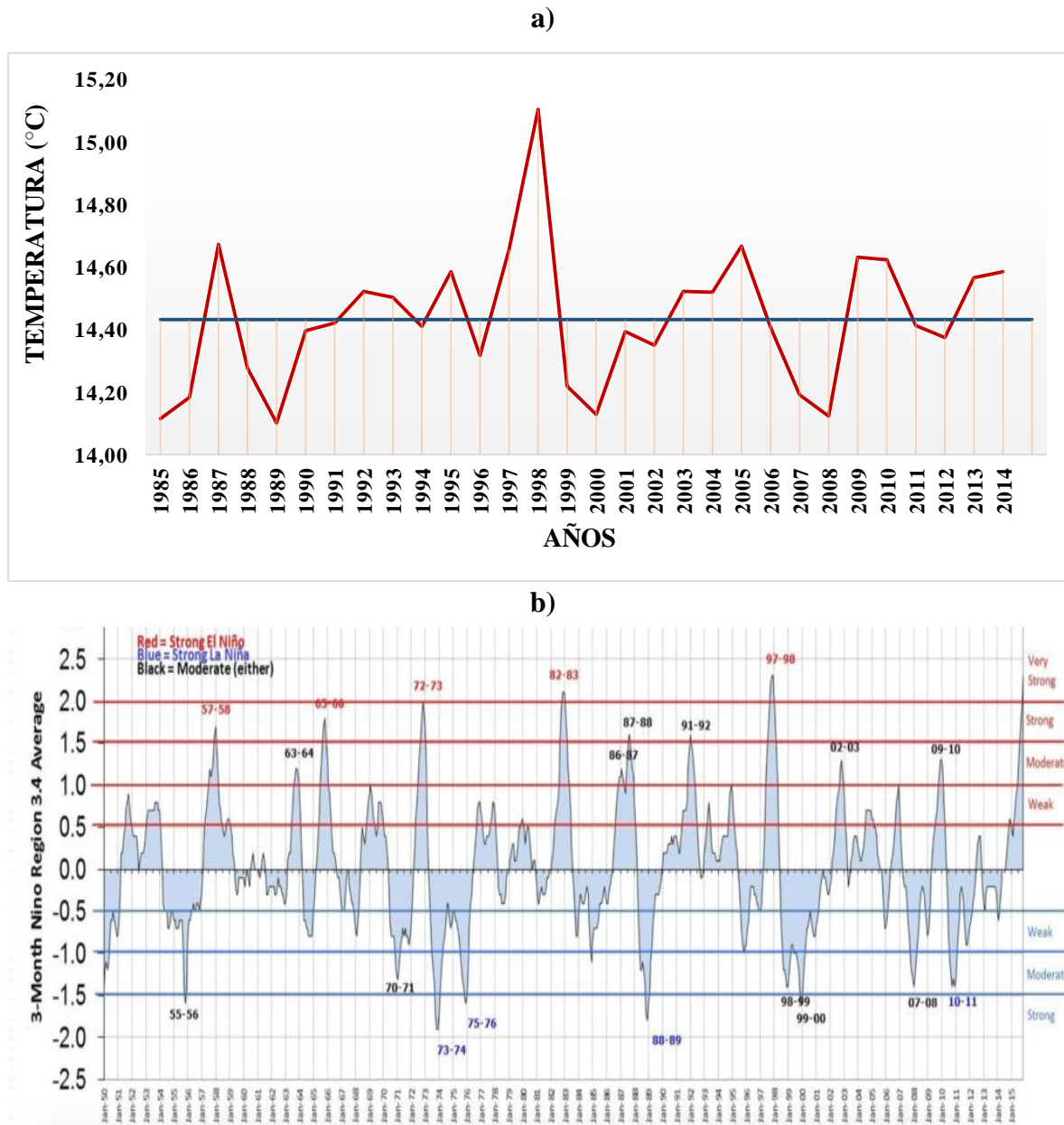


Figura 10. Comparación de fluctuaciones de temperatura media anual de la SRP con fenómeno ENSO (1985-2014): a) SRP, b) Costa del Pacífico.

Fuente (10b): http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml

Elaborado por: Gutiérrez John, Pauker Brayan.

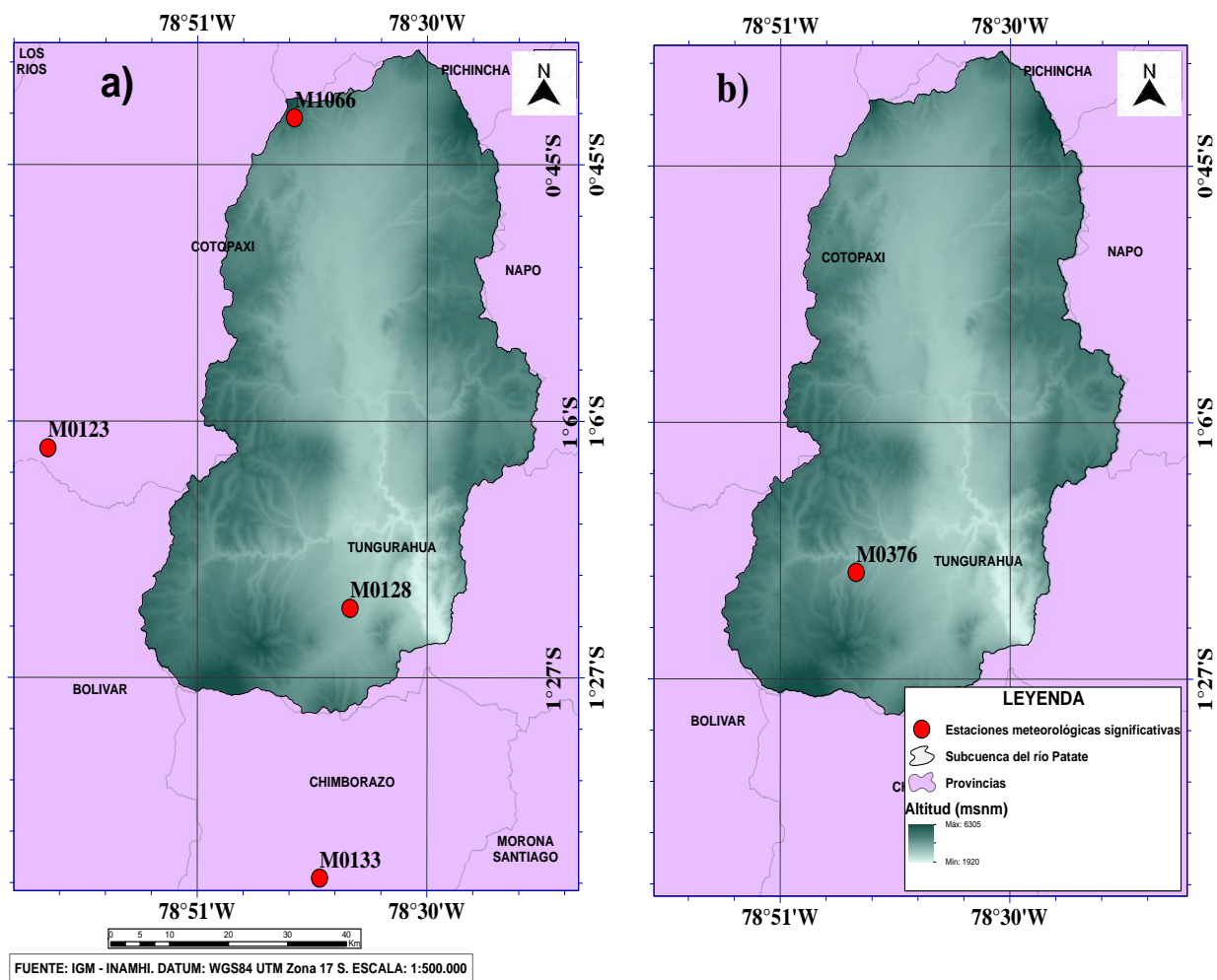


Figura 11. Localización de estaciones meteorológicas con tendencia significativa ($\alpha=0.01$): a) Temperatura, b) Precipitación.

Elaborado por: Gutiérrez John, Pauker Brayan.

11.3. ANÁLISIS DE LA TENDENCIA TEMPORAL – DIAGRAMAS OMBROTÉRMICOS DE GAUSSEN

11.3.1. PARTE ALTA DE LA SRP: ESTACIÓN METEOROLÓGICA COTOPILALÓ CONVENIO INAMHI CESA M1066.

La estación de Cotopilaló durante la primera década (1985 – 1994), presentó una época seca desde la segunda semana del mes de junio hasta la última semana del mes de julio. Además, presentó una época lluviosa desde la primera semana de enero hasta la segunda semana del mes de mayo y desde la primera semana del mes de agosto hasta la última semana de diciembre. En la primera década de la SRP se presentó una precipitación media de 60.2 mm. La temperatura media de la parte alta de la SRP en los años 1985 – 1994, fue 11.13 °C.

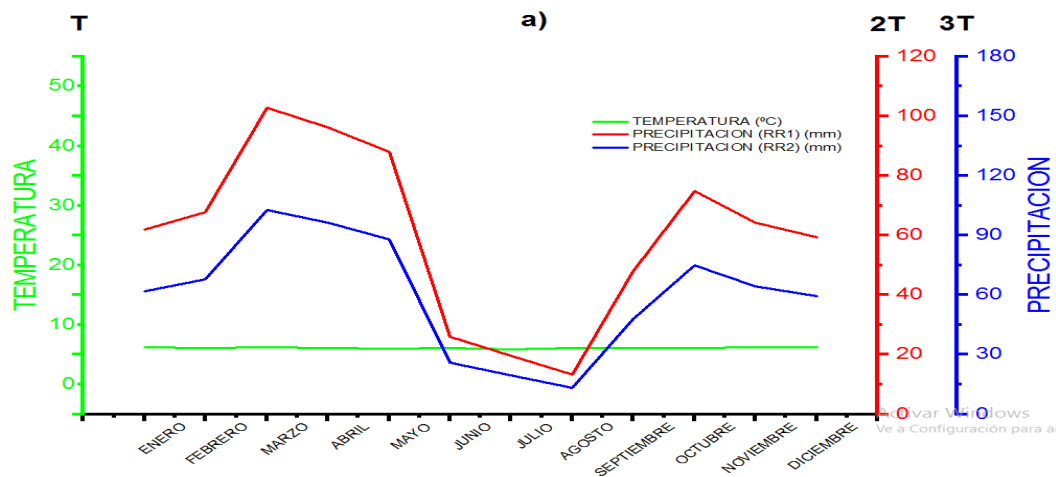


Figura 12. Variabilidad interdecadal de época seca y lluviosa de la parte alta de la SRP. a) 1985 – 1994.
Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

En los años 1995 – 2004, se observó una época seca desde la segunda semana del mes de junio hasta la última semana del mes de julio. También, se determinó una época lluviosa desde la primera semana de enero hasta la tercera semana del mes de mayo y desde la primera semana del mes de agosto hasta la última semana de diciembre. En la segunda década de la SRP se presentó una precipitación media de 58.81 mm. La temperatura media de la parte media de la SRP en los años 1995 – 2004, fue 11.04 °C.

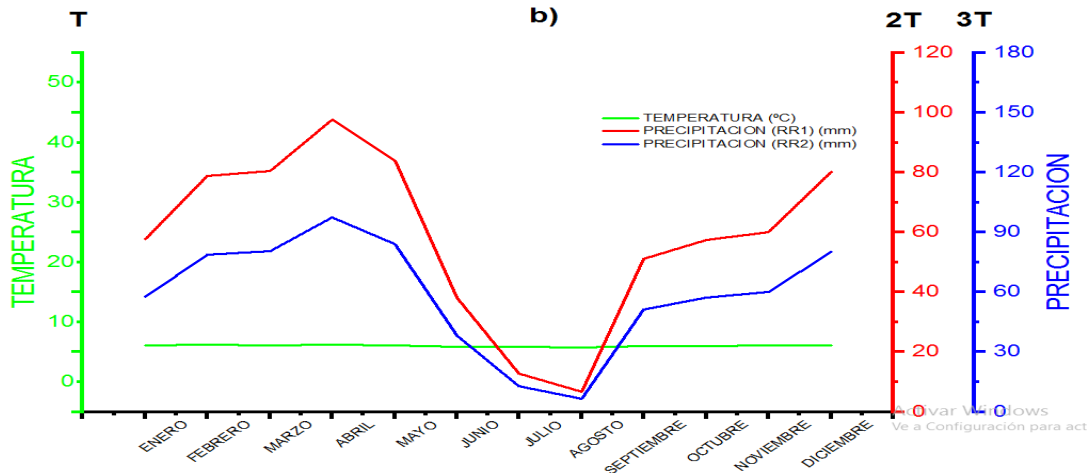


Figura 13. Variabilidad interdecadal de época seca y lluviosa de la parte alta de la SRP. b) 1995 – 2004.

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

Finalmente, durante la tercera década (2005 – 2014), se encontró una época seca desde la segunda semana del mes de junio hasta la primera semana del mes de agosto; una época lluviosa desde la primera semana de enero hasta la tercera semana del mes de mayo y desde la tercera semana del mes de agosto hasta la última semana de diciembre. En la tercera década de la SRP se presentó una precipitación media de 59.30 mm. La temperatura media de la parte alta de la SRP en los años 2005 – 2014, fue 10.78 °C.

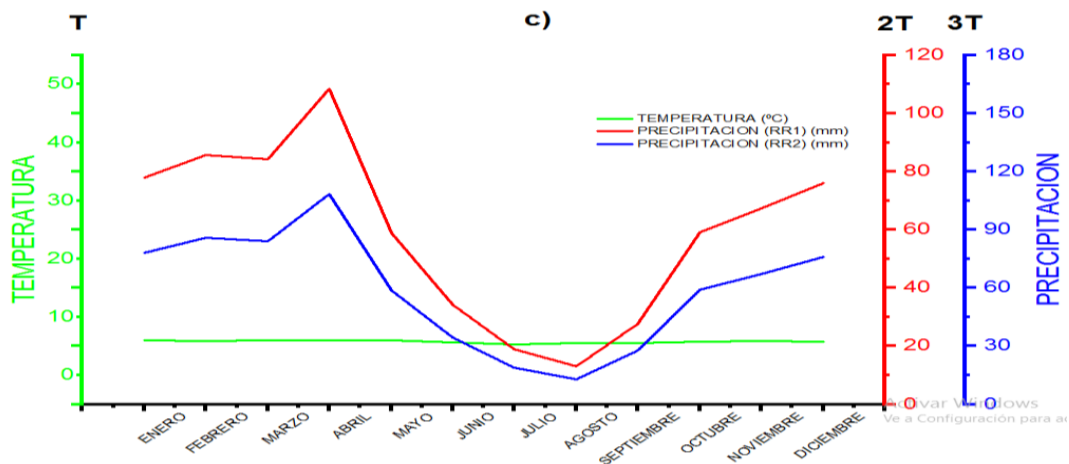


Figura 14. Variabilidad interdecadal de época seca y lluviosa de la parte alta de la SRP. c) 2005 - 2014.

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

La estación de Cotopilaló presentó un incremento de 7 días durante la época seca, comparando las 2 primeras décadas (1985 – 1994; 1995 - 2004) a razón de la tercera década (2005 - 2014). Además, en el primer período de la época lluviosa se pudo observar un incremento de 7 días, comparando la primera década (1985 - 1994) a razón de las 2 últimas

décadas (1995 – 2004; 2005 - 2014); en el segundo período de la época lluviosa se evidenció un incremento de 15 días, comparando las 2 primeras décadas (1985 – 1994; 1995 - 2004) a razón de la tercera década (2005 - 2014). Y haciendo referencia a los parámetros: precipitación y temperatura, se presentó una variabilidad climática entre décadas, debido a que, desde la primera hasta la tercera década existió un decremento del 1,5 % para precipitación y del 3,14 % para temperatura.

11.3.2. PARTE MEDIA DE LA SRP: ESTACIÓN METEOROLÓGICA RUMIPAMBA – SALCEDO M0004

La estación de Rumipamba – Salcedo en la primera década (1985 – 1994), arrojó una época seca desde la primera semana del mes de junio hasta la tercera semana del mes de agosto. Además, presentó una época lluviosa desde la primera semana de enero hasta la segunda semana del mes de mayo y desde la segunda semana del mes de septiembre hasta la última semana de diciembre. En la primera década de la SRP se presentó una precipitación media de 44.43 mm. La temperatura media decenal de la parte media de la SRP en los años 1985 – 1994, fue 14.04 °C.

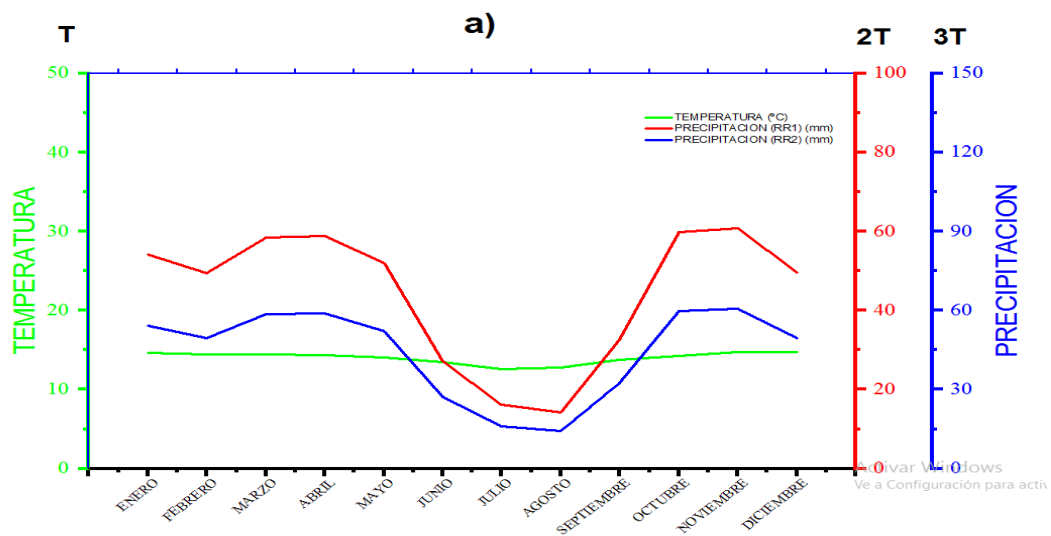


Figura 15. Variabilidad interdecadal de época seca y lluviosa de la parte media de la SRP. a) 1985 – 1994.

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

Durante la segunda década (1995 – 2004), se visibilizó una época seca desde la segunda semana del mes de junio hasta la última semana del mes de agosto, una época lluviosa desde la primera semana de enero hasta la tercera semana del mes de mayo y desde la primera semana del mes de octubre hasta la última semana de diciembre. En la segunda década de la SRP se presentó una precipitación media de 44.56 mm. La temperatura media de la parte media de la SRP en los años 1995 – 2004, fue 14.17 °C.

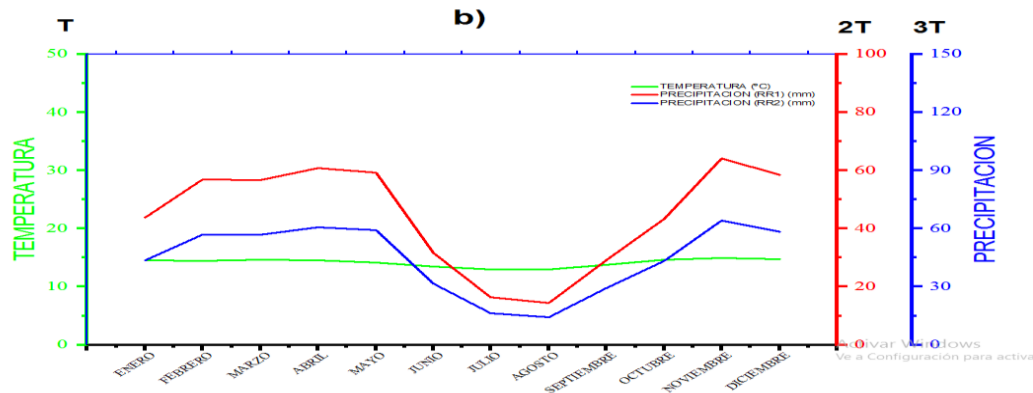


Figura 16. Variabilidad interdecadal de época seca y lluviosa de la parte media de la SRP. b) 1995 - 2004.
Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

Para la tercera década (2005 – 2014), se halló una época seca desde la tercera semana del mes de junio hasta la primera semana del mes de septiembre, una época lluviosa desde la primera semana de enero hasta la tercera semana del mes de mayo y desde la primera semana del mes de octubre hasta la última semana de diciembre. En la tercera década de la SRP se presentó una precipitación media de 48.64 mm. La temperatura media de la parte media de la SRP en los años 2005 – 2014, fue 14.08 °C.

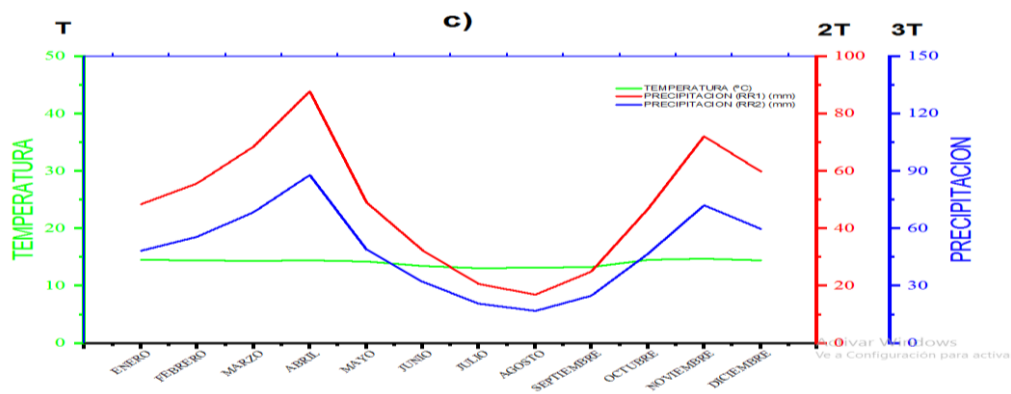


Figura 17. Variabilidad interdecadal de época seca y lluviosa de la parte media de la SRP. c) 2005 - 2014.
Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

La estación de Rumipamba – Salcedo presentó un incremento de 7 días durante la época seca, comparando la primera década (1985 - 1994) con la segunda década (1995 - 2004) y un incremento de 15 días, comparando la primera década (1985 - 1994) con la tercera década (2005 - 2014). En el primer período de la época lluviosa se pudo observar un incremento de 7 días, comparando la primera década (1985 - 1994) a razón de las 2 últimas décadas (1995 – 2004; 2005 - 2014); en el segundo período de la época lluviosa se evidenció un incremento de 21 días, comparando la primera década (1985 - 1994) a razón de las 2 últimas décadas (1995 – 2004; 2005 - 2014). Y haciendo referencia a los parámetros: precipitación y temperatura, se presentó una variabilidad climática entre décadas, debido a que, desde la primera hasta la tercera década, se originó un incremento del 9,5 % para precipitación, y del 0.28 % para temperatura.

11.3.3. PARTE BAJA DE LA SRP: ESTACIÓN METEOROLÓGICA QUEROCHACA (UTA) M0258

La estación de Querochaca (UTA) dentro del período 1985 – 1994, exteriorizó una época seca la última semana del mes de noviembre, y una época lluviosa desde la segunda semana de enero hasta la segunda semana del mes de agosto y desde la primera semana del mes de septiembre hasta la primera semana de noviembre. En la primera década se presentó una precipitación media de 47.90 mm. La temperatura media de la parte baja de la SRP en los años 1985 – 1994, fue 12.63 °C.

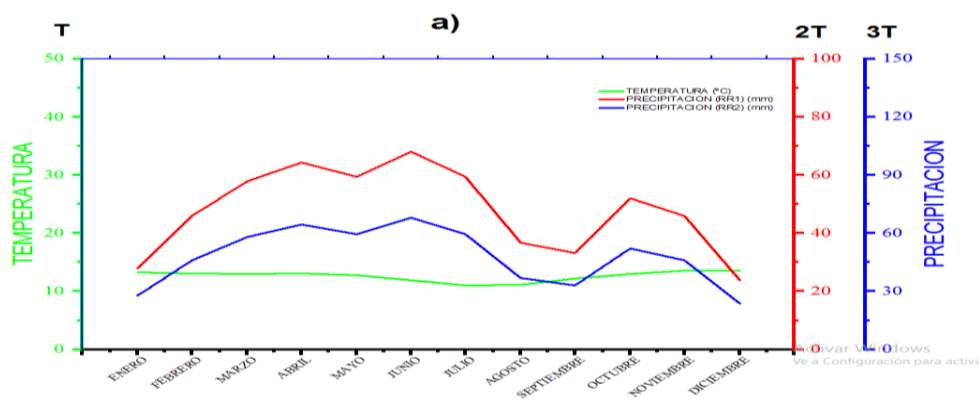


Figura 18. Variabilidad interdecadal de época seca y lluviosa de la parte baja de la SRP. a) 1985 – 1994.

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

Para el lapso de tiempo (1995 – 2004) no ocurrió una época seca. La estación de Querochaca (UTA) exhibió una época lluviosa desde la segunda semana de enero hasta la primera semana del mes de septiembre y desde la tercera semana del mes de octubre hasta la tercera semana de diciembre. En la segunda década se presentó una precipitación media de 49.06 mm. La temperatura media de la parte baja de la SRP en los años 1995 – 2004, es de 12.73 °C.

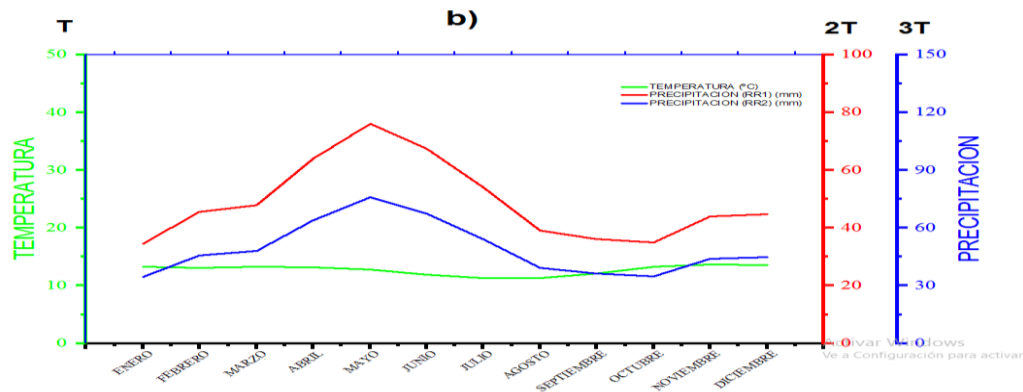


Figura 19. Variabilidad interdecadal de época seca y lluviosa de la parte baja de la SRP. b) 1995 – 2004.
Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

Durante la última década en estudio (2005 – 2014), se encontró una época lluviosa desde la primera semana de enero hasta la primera semana del mes de septiembre. En la tercera década se presentó una precipitación media de 52.03 mm. La temperatura media de la parte baja de la SRP en los años 2005 – 2014, fue 12.77 °C.

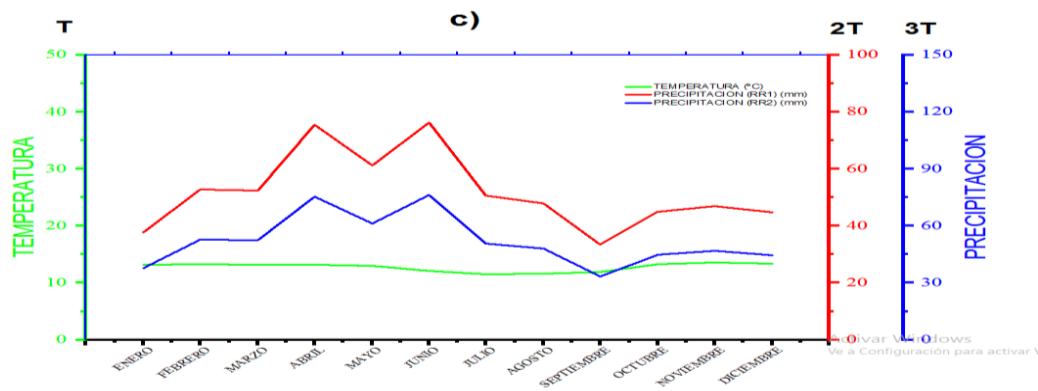


Figura 20. Variabilidad interdecadal de época seca y lluviosa de la parte baja de la SRP. c) 2005 - 2014.
Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

La estación de Querochaca (UTA) presentó durante la primera década (1985 - 1994) una época seca de 7 días; para las 2 últimas décadas (1995 – 2004; 2005 - 2014), no se presentó época seca. Además, en el primer período de la época lluviosa se pudo observar un incremento de 21 días, contrastando la primera década (1985 - 1994) y la última década (2005 - 2014); dentro del segundo período de la época lluviosa se evidenció un incremento de 1 mes y 21 días, comparando la primera década (1985 - 1994) con la segunda década (1995 – 2004); finalmente, para la tercera década (2005 - 2014), no se presentó época lluviosa durante el segundo período. Y haciendo referencia a los parámetros: precipitación y temperatura, se presentó una variabilidad climática entre décadas, debido a que, desde la primera hasta la tercera década se produjo un aumento del 8.6 % para precipitación y del 1.1 % para temperatura.

Síntesis:

Tabla 10. Resultados de comparación interdecadal de época lluviosa y seca.

		Época Lluviosa		Época Seca	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)
		I	II	I	Media	Media
		Período	Período	Período		
M1066 Cotopilaló	I Década	Enero Mayo	Agosto - Diciembre	Junio - Julio	60.2	11.13
	II Década	Enero Mayo	Agosto - Diciembre	Junio - Julio	58.81	11.04
	III Década	Enero Mayo	Agosto - Diciembre	Junio - Agosto	59.3	10.78
M0004	I Década	Enero Mayo	Septiembre - Diciembre	Junio - Agosto	44.43	14.04
Rumipamba	II Década	Enero Mayo	Octubre - Diciembre	Junio - Agosto	44.56	14.17
Salcedo	III Década	Enero Mayo	Octubre - Diciembre	Junio Septiembre	48.64	14.08
M0258	I Década	Enero Agosto	Septiembre - Noviembre	Noviembre	47.9	12.63
Querochaca	II Década	Enero Septiembre	Octubre - Diciembre	-	49.06	12.73
(UTA)	III Década	Enero Septiembre	-	-	52.03	12.77

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan

LA SRP, presentó una época lluviosa, de enero a mayo y una época seca de junio - agosto en la parte baja y media. Ron (2015), hace referencia que “en la región de la cuenca alta del Pastaza (>2400 msnm) está conformada por 3 provincias de la sierra central: Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo. En esta zona se observó una estación lluviosa, de febrero a mayo; con una primera estación seca muy marcada entre junio y septiembre”. Cabe recalcar que la parte baja de la SRP, no tiene gran presencia de época seca y en la época lluviosa presenta desplazamientos, según los resultados analizados.

Como discusión final podemos recalcar que la SRP, ha presentado una continuidad en la primera estación de la época lluviosa, dándose en los meses de enero a mayo; para la segunda estación de la época lluviosa se han presentado desplazamientos en los meses de agosto a diciembre; y una continuidad en la época seca como se da en los meses de junio – agosto. Así como lo da a conocer el INAMHI, en su boletín anual del año 2013. “En la provincia de Cotopaxi se presentó el período lluvioso (enero - mayo 2013; septiembre - noviembre 2013) y el período seco (junio - agosto)” (INAMHI, 2014).

12.IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

12.1. Técnicos:

La valoración y completación de datos faltantes de precipitación y temperatura para estaciones meteorológicas inmersas al interior y exterior de la subcuenca del río Patate (SRP), permitió la determinación de 11 estaciones con datos históricos (1985-2014) sólidos. Es decir, se presenta como resultado una base consistente, que servirá para que entidades públicas y/o privadas en mancomunidad con entes académicos realicen investigaciones sobre la injerencia del cambio climático en la dinámica climática actual y futura de la región.

El análisis de tendencias mediante el método no paramétrico de Mann Kendall, permitió detectar incrementos y/o decrementos de precipitación y temperatura en la SRP. Para la SRP no se han realizado estimaciones de esta índole, siendo estos resultados un punto de partida importante para posteriores estudios del comportamiento del ciclo hidrológico.

El diagnóstico de la variabilidad temporal interdecadal de precipitación y temperatura mediante el diagrama de Gaussien, permite conocer si se produjo un desplazamiento del período húmedo y/o de estiaje.

12.2. Sociales:

La evaluación de impactos provenientes del cambio climático en una subcuenca, es clave para la adaptación y mitigación, esta permite que pueblos y comunidades se involucren en la toma de decisiones, debido a que se torna un instrumento técnico con información valiosa, en la administración y manejo del recurso hídrico, de la tierra y otros recursos relacionados.

12.3. Ambientales:

Los resultados de la valoración de impactos del cambio climático permiten conocer la vulnerabilidad de los ecosistemas adyacentes a las unidades hidrográficas e implementar con mayor eficacia y eficiencia medidas de preservación y protección.

12.4. Económicos:

La evaluación de impactos del cambio climático permite conocer los efectos sobre el comportamiento climático actual y futuro que influye de manera directa en la agricultura, ganadería y otras actividades productivas relacionadas con servicios ambientales.

13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO:

Recursos	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO			
	Cantidad	Unidad	V. Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Equipos Compra de computador portátil de 6ta generación.	1	unidad	\$ 800	\$ 800
Transporte y salida de campo Reconocimiento de la SRP	2	transporte	\$ 20	\$ 40
Recolección de datos meteorológicos en la SRP	6	transporte	\$ 25	\$ 150
Materiales y Suministros TREND	1	Software	\$ 300	\$ 300
Material Bibliográfico y fotocopias Manual de instrucciones (TREND)	2	Texto	\$ 5	\$ 10
Papers	8	Texto	\$ 40	\$ 320
Gastos Varios Impresiones	200	Hojas	\$ 0,15	\$ 30
Internet	100	Horas	\$ 0,80	\$ 80
Otros Recursos Capacitación del software TREND	1	Aprendizaje	\$ 150	\$ 150
Sub Total				\$ 1692
10 %				\$ 188
TOTAL				\$ 1880,00

14. CONCLUSIONES

- Las estaciones meteorológicas inmersas en la SRP poseen una gran insuficiencia de datos para las series mensuales de precipitación y temperatura. De 30 estaciones meteorológicas evaluadas, se generó una base de datos que consta de 11 estaciones meteorológicas con valores históricos (1985-2014) confiables y una correlación $> 0,6$.
- Todos los modelos climáticos globales comparados con la información observada en la SRP (1985-2014), sobrestimaron para precipitación aproximadamente 50-100 mm; mientras que, se determinó para temperatura la sobrevaloración de 38 modelos (2 -8 °C) y subestimación de un modelo (- 3 °C). Debido a que estos modelos requieren alto detalle de resolución para ajustarse a nivel regional, se deben ajustar a modelos matemáticos para corregir el sesgo entre valores observados y MCG.
- Existe un aumento significativo de precipitación del 8% en la estación M0376 ($\alpha=0.01$). En 4 estaciones con valores de temperatura se observa un incremento y decremento de 0.6, 1, - 0.4 °C para la estación M0128, M0133, M0123 y M1066 respectivamente. Es decir, se presentan aumentos de temperatura y precipitación al suroeste y una disminución de temperatura al noroeste de la subcuenca. En la parte media de la subcuenca no se observan cambios significativos.
- Comparando la ocurrencia de los eventos El Niño y La Niña con las fluctuaciones media anuales de la SRP, se observó que durante El Niño se produjo una disminución de la precipitación y, por el contrario, un aumento con la Niña que revela la influencia del ENOS (“El Niño” Oscilación del Sur) en la subcuenca. Para temperatura se evidenció los años 1991, 1998 y 2005 como los más cálidos a causa del evento El Niño. Así mismo, los años 1985, 1986, 1989, 2000, 2008 y 2012 se determinaron como los más fríos producto de la llegada de La Niña.
- De acuerdo al análisis de variabilidad temporal interdecadal (1985 - 2014) en la subcuenca del río Patate, se estableció un desplazamiento muy relevante en la época lluviosa. En la parte baja de la SRP, entre los datos históricos de la primera y segunda década (1985 – 1994; 1995 – 2004), se observó un desplazamiento de 1 mes y 21 días, presentes en el cuarto trimestre del año.

15. RECOMENDACIONES

- Hay que coordinar esfuerzos entre entes públicos y/o privados (INAMHI, SENAGUA, MAG, ONG's, etc.) con las entidades académicas para realizar investigaciones que permitan conocer el comportamiento actual y futuro del clima, colaborando a la sostenibilidad de actividades productivas tales como la agricultura, ganadería, pesca, turismo, etc.
- Debido a la baja resolución espacial de los modelos climáticos globales se debe realizar modelación matemática que facilite el acople con los valores históricos regionales.
- De acuerdo a las tendencias significativas obtenidas en la subcuenca del río Patate las autoridades competentes deben generar e implementar medidas de adaptación y mitigación para posibles impactos a causa del incremento y/o disminución de la temperatura y precipitación, y del fenómeno ENOS.

16. BIBLIOGRAFÍA

- Armenta, G., Villa, J., & Jácome, P. (2016). *Proyecciones climáticas de precipitación y temperatura para Ecuador, bajo distintos escenarios de cambio climático*. Quito: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático para Ecuador.
- Barbosa, M. E., & Cadena, L. D. (2010). *Determinación de Zonas Prioritarias para Conservación de la Subcuenca Del Río Patate*. Latacunga: Universidad Tecnica de Cotopaxi.
- Bateman, A. (2007). *Hidrología Basica y Aplicada*. Cataluña: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Chereque, W. (2003). Temperatura. En W. Chereque, *Hidrología* (pág. 4). Lima: Pontificia Universidad Catolica Del Perú.
- Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (2014). *XX Conferencia Internacional sobre Cambio Climático*. Lima: UNFCCC.
- Córdova, M., & Blanco, S. (2010). *Impactos del cambio climático y del calentamiento global en el desarrollo regional sustentable de la Patagonia: nuevos desafíos para las políticas públicas preferenciales*. Santiago de Chile: XXII Seminario Regional de Política Fiscal, CEPAL.
- De Castro, M. (2006). *El modelado del clima terrestre*. Castilla: Universidad de Castilla-La Mancha.
- Dingman, S. (1994). *Physical Hydrology*. California: Macmillan Publishing Company.
- eldiario.ec. (06 de Febrero de 2019). El último lustro ha sido el más cálido de la historia moderna a nivel global. *TECNO Y CIENCIA*, pág. 1.
- Espinoza, J. (2005). *Utilización del Vector Regional con HYDRACCESS*. Lima: SENAMHI.
- Giner, C., Martínez, B., Gilabert, M., & Alcaraz Segura, D. (2010). Tendencias en el verdor de la vegetación y en la producción primaria bruta de las áreas forestales en la España peninsular (2000-2009). *Revista de Teledetección*, 58.
- González de Alaiza, J. (1983). Los diagramas bioclimáticos. *Sexta hipótesis*, 2-4.
- González, M., Jurado, E., González, S., Aguirre, Ó., Jiménez, J., & Návar, J. d. (2003). Cambio climático mundial: origen y consecuencias. *Ciencia UANL*, 377-385.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2007). *Cambio Climático 2007, Informe de Síntesis*. Ginebra, Suiza: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPPC).

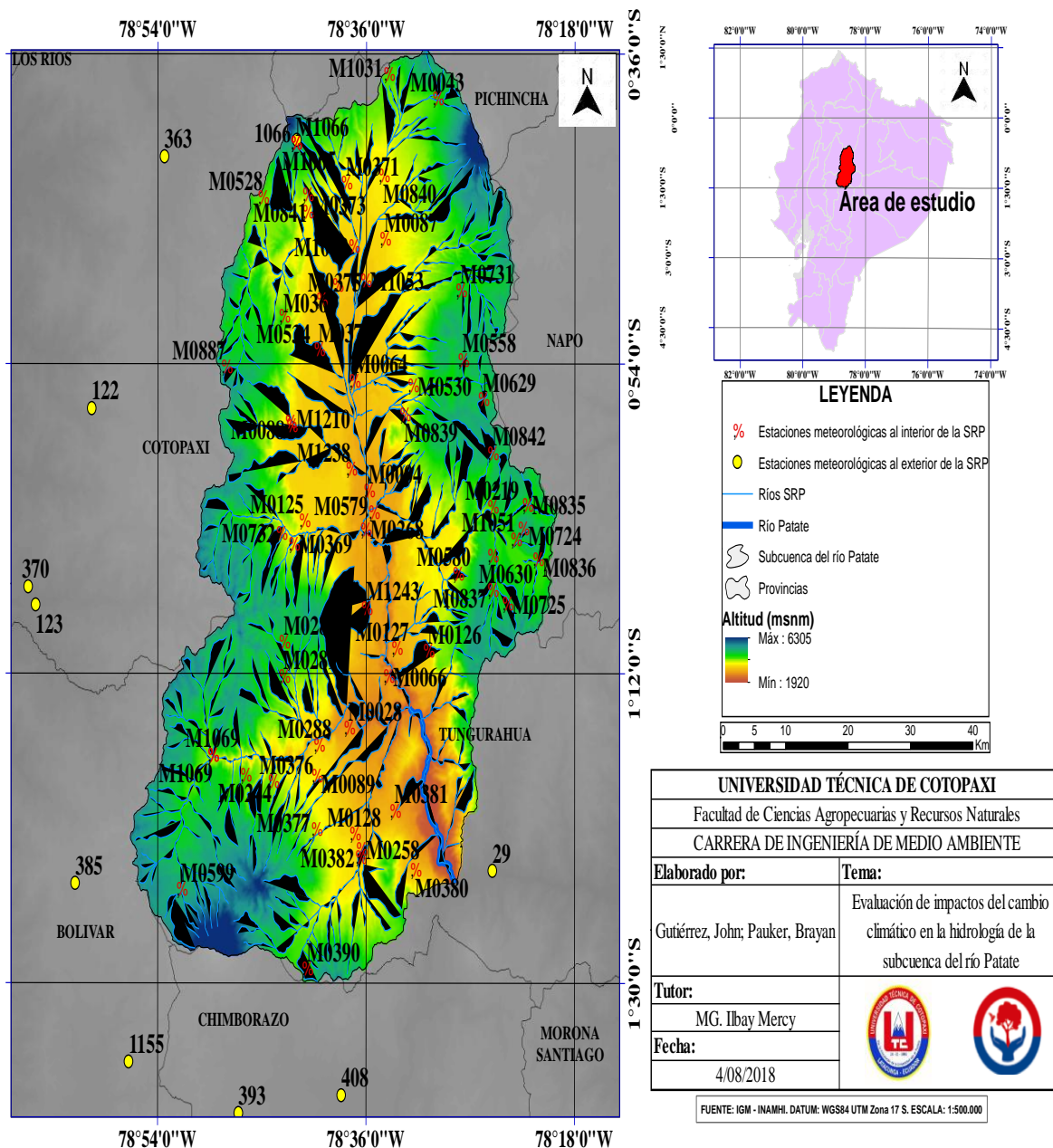
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2013). *Guía resumida del quinto informe de evaluación. "Cambio Climático: Bases Físicas"*. Estocolmo: IPCC.
- Hernández, I., & Hernández, M. (2006). Importancia del análisis financiero para la toma de decisiones. Pachuca: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Hidalgo, M. (2017). Variabilidad climática interanual sobre el Ecuador asociada a ENOS. *CienciAmérica*, 32-37.
- INAMHI. (2009). *BOLETIN AGROCLIMATOLOGICO 2008*. Quito: INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA.
- INAMHI. (2014). *Análisis de las condiciones climáticas registradas en el Ecuador continental en el año 2013 y su impacto en el sector agrícola*. Quito: Estudios e Investigaciones Meteorológicas.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (15 de Mayo de 2018). *Ecuador en cifras*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadísticas y Censos: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Fasciculos_Censales/Fasc_Cantonales
- IPCC. (24 de 03 de 2014). *Facts on Health and the Environment*. Obtenido de Green Facts: <https://www.greenfacts.org/es/cambio-climatico-ie5-base-ciencia/index.htm>
- Kendall, M. (1975). *Rank Correlation Methods, 4th ed.* London: Charles Griffin.
- Lema Changoluisa, M. A., & Plaza Quezada, V. C. (2009). *Modelación Hidrológica De La Cuenca (Alta y Media) Del Río Pastaza Aplicando El Modelo De Simulación Weap (Water Evaluation And Planning System)*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Mann, H. (1945). *Non-parametric test against trend*. *Econometría*.
- McKee, T., Doesken, N., & Kleist, J. (1993). The relationship of drought, frequency and duration of time scales. *Eigth Conference on Applied Climatology* (págs. 179-186). Anaheim CA: American Meteorological Society.
- Méndez González, J., Nívar Cháidez, J., & González Ontiveros, V. (2008). Análisis de tendencias de precipitación (1920-2004) en México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 41.

- Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente (España). (2013). *Cambio Climático y Salud: Nuevos escenarios de emisión: RCPs*. Obtenido de Observatorio de Salud y Cambio Climático:
www.oscc.gob.es/es/general/salud_cambio_climatico/Nuevos_escenarios_emision_RCPs.htm
- Moreno, P. (2009). *Módulo de climatología meteorología*. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Olga, U. (2009). Análisis de impactos hidrológicos del "el Niño" . *Estudios e investigación GTHRH*. NOAA.
- Ordoñez, J. (2011). *Contribuyendo Al Desarrollo De Una Cultura Del Agua y La Gestión Integral Del Recurso Hídrico*. Lima: SENAMHI.
- Peña, M. (2007). *Temperatura*. El Salvador: Universidad de El Salvador.
- Poveda, G. (2011). El papel de la Amazonía en el clima global y continental: Impactos del cambio climático y la deforestación. En J. Gaitán, *Amazonía colombiana: Imaginarios y realidades* (págs. 145-156). Bogotá: Universidad de Colombia Sede Amazonía, Instituto Amazónico de Investigaciones - IMANI.
- Pro-Cuenca San Juan. (16 de 05 de 2018). *Dialogo sobre agua y clima*. Obtenido de www.oas.org:
www.oas.org/sanjuan/spanish/documentos/dialogo/dialogo/03-field_investigation/04-objectives.html
- Ramírez, C., Daza, J., & Peña, A. (2015). Tendencia anual de los grados día cafeto y los grados día broca Tendencia anual de los grados día cafeto y los grados día broca. *Revista Corpoica*, 55.
- Ron, J., & Rivas, R. (2015). *Análisis preliminar de los servicios ecosistémicos de la cuenca media del río Pastaza, Ecuador*. Quito: PUCE.
- Salisbury, C. (04 de Marzo de 2017). *Calor y sequía récords en la Amazonía durante El Niño 2015 - 2016*. Obtenido de MONGABAY LATAM: <https://es.mongabay.com/2017/03/calor-sequia-records-la-amazonia-nino-2015-16/>
- Sanabria, J., Marengo, J., & Valverde, M. (2009). Escenarios de Cambio Climático con modelos regionales sobre el Altiplano Peruano (Departamento de Puno). *Revista Peruana GEO-ATMOSFÉRICA RPGA*, 138-140.

- Sangaku, S. (16 de 02 de 2019). *Sangaku Maths*. Obtenido de Sangaku Collaborative learning: <https://www.sangakoo.com/es/temas/media-aritmetica>
- Sarricolea, P., Meseguer Ruiz, Ó., & Romero Aravena, H. (2017). Tendencias de la precipitación en el norte grande de Chile y su relación con las proyecciones de cambio climático. *Diálogo Andino*, 45.
- Segerer, C., & Villodas, R. (2006). Precipitación. En *Hidrología I* (pág. 5). Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo.
- UNFCCC. (2014). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Lima: UNFCCC.
- UNIVERSO, E. (28 de Febrero de 2010). Ecuador registra temperaturas récord por el cambio climático. *Ecología*, pág. 3.
- UNIVERSO, E. (19 de Noviembre de 2010). Temperaturas más bajas en 25 años. *Clima*, pág. 3.
- Vauchel, P. (2005). *Hydraccess: Logiciel de gestion et traitement de données hydro météorologiques, version 2.1.4*. Obtenido de <http://www.mpl.ird.fr/hybam.01/01/2011>
- Villalobos, D. (2016). *Análisis actual y proyecciones de la temperatura y precipitación del Norte Grande y su Altiplano en Chile. Variabilidad (1970-2013) y Cambio Climático en el escenario futuro RCP 8.5 (2080)*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Zubieta, R., Ilbay, M., Laqui, W., Aragon, L., Vasquez, J., Jara, F., . . . Salgado, P. (s.f.). Impactos del cambio climático en la hidrología de la cuenca del Río Ramis, Puno - Perú.

17. ANEXOS

Anexo 1. Delimitación de la SRP y recopilación de estaciones meteorológicas al interior y exterior de la misma.



Anexo 2. Resultados de la completación de datos de precipitación por el método de la media aritmética y vector regional (HYDRACCES).

Tabla 11. Completación de datos de precipitación por la media aritmética en la estación M0004 - Rumipamba Salcedo.

CÓDIGO	NOMBRE	TIPO	CUENCA	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD							
				(°S)	(°O)	(msnm)							
M0004	Rumipamba-Salcedo	C	Pastaza	-1.02	-78.59	2685							
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Suma anual
1985	76.5	8.6	13.6	67	70.2	20.8	12.5	21.6	40.7	20.9	69.2	77.2	498.8
1986	44.1	41.6	70.8	43.5	54.9	23.8	6.5	17.2	34.1	83.3	70.6	31.9	522.3
1987	54.3	34.1	58.8	98.9	68.3	4.5	23.5	6.8	40.2	57.6	22.5	8.5	478
1988	28.2	85.2	16.3	75.4	45.8	42.8	31.9	34.1	34.6	61.8	103.9	86.6	646.6
1989	81.7	64.4	121.4	26.1	67.2	88.8	15.9	3.4	36.6	56.8	9.1	12.3	583.7
1990	28.3	62.5	17.7	41	54.2	26	11.4	4.5	18.2	139.9	39.3	56.3	499.3
1991	27.5	23.5	88.3	38.1	32.1	23.2	19.7	10.6	33.6	30.8	91.3	66.3	485
1992	51.3	49.5	34.6	71.2	29.7	16.4	13.7	4.1	42.9	47.3	41	65.5	467.2
1993	105.5	52.9	104.5	61.7	75.2	12	13.3	11.5	23.4	58.4	70.7	54.7	643.8
1994	44.5	71.8	59.4	65.3	23.2	13.8	13.1	27.5	21.6	40.7	89.8	36.6	507.3
1995	1.8	33.3	46.2	68.7	35.5	11.7	26.1	19.4	4	44.6	90.6	63.3	445.2
1996	48.2	66.8	61.1	59.7	98.4	39.1	14.6	13.1	33.6	71.5	40.6	45.1	591.8
1997	76.7	20.3	42.8	23.3	27.2	28.7	17	6.8	23.8	44.5	151.4	36.9	499.4
1998	7.6	63.9	68.8	64.2	101	29.1	20.7	11.2	8.1	89.1	37	60.1	560.8
1999	50.7	88.6	93.9	54.6	62.6	64.1	9.8	42.7	102	29.9	9.3	112.7	720.9
2000	116.1	127.8	70.5	75.8	136.1	59.4	8.4	16.3	59.2	7	18.6	43.8	739
2001	51.9	40.5	39.9	34.8	10.9	18.1	25	9.2	17.7	8.6	51.3	75.3	383.2
2002	36.1	16.8	57	125.6	46.7	37.9	8.6	7.9	7	62.1	76	48	529.7

2003	37.7	65.3	56.2	41	7.5	23.5	10	1.1	14.2	58	85.4	42.1	442
2004	10.9	45.4	30.9	59.9	65.6	5.8	22.9	15.9	21.6	17.8	82	56.9	435.6
2005	10.1	34.2	95.3	82.2	33.9	27.8	14.9	11.7	14.5	25.5	42.8	122.9	515.8
2006	33.9	45.1	120	89.4	22.5	80.3	2.4	15.1	17.7	13.5	150.3	69.2	659.4
2007	43.9	11.3	78	72.6	63.6	35.1	17.5	30.5	8.5	33.4	72.8	39.1	506.3
2008	79.7	88.9	85.6	132.1	76.7	36.7	20.6	36.5	28.4	155.5	85	38.6	864.3
2009	74.9	41.4	88.6	75.7	21.6	43.3	11.5	1.6	10.7	27.8	17.1	68.3	482.5
2010	2.8	27.3	35.7	101.8	42.6	40	70.7	12.8	41.2	40.8	99.9	78.3	593.9
2011	40.4	130	38.3	149.2	28.3	20	41.4	16.8	43.6	21.6	99.9	89.7	719.2
2012	102.1	65.9	29.1	69.7	15.1	9.6	6.5	13	20.5	70.5	70.5	24.6	497.1
2013	9.6	98.8	36.3	44	69.1	4.8	14	14.9	6.6	34.4	33	27.1	392.6
2014	86.7	15.1	78.5	61.8	116.8	25.8	8.2	16.9	58	46.8	50.2	41.1	605.9
Media mensual	48.79	54.03	61.27	69.14	53.42	30.43	17.74	15.16	28.89	50.01	65.70	55.97	550.55
Mínima	1.8	8.6	13.6	23.3	7.5	4.5	2.4	1.1	4	7	9.1	8.5	
Máxima	116.1	130	121.4	149.2	136.1	88.8	70.7	42.7	102	155.5	151.4	122.9	

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

Tabla 12. Completación de datos de precipitación por el vector regional (HYDRACCES) en la estación M0126 – Patate.

CÓDIGO	NOMBRE	TIPO	CUENCA	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD							Suma anual		
				(°S)	(°O)	(msnm)	Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo		Junio	Julio
M0126	Patate	C	Pastaza	-1.18	-78.51	2220									
1985	16.9	14.4	24.7	42.3	92.2	36.5	66.3	42.9	58.5	28.4	20.6	31.5	475.2		
1986	11.6	27.3	61.8	50.5	52.3	77.1	71.3	37.5	57.3	37.5	50.8	38.4	573.4		
1987	17.8	104.6	33.2	155.9	47.7	76.6	33.6	45.8	28.3	17.6	7.9	11.5	580.5		
1988	18.6	94.7	24.7	73.1	86.9	75.4	94.1	59.8	43.3	90	22.9	33.4	716.9		
1989	43.1	38.2	83.9	45	72.1	181.5	63.6	13	47.4	58.3	33.7	3.1	682.9		
1990	21.8	15.3	25.8	56.1	71.7	52.7	59.5	28.4	56.4	119.1	36.9	43.8	587.5		
1991	15.1	21.3	58.4	36.8	35.3	96.7	53.4	17.7	16.4	53.9	59.1	20.7	484.8		
1992	12.9	51.1	24.9	41.9	34.4	38.1	61.8	22.4	44.7	43.4	73.8	13.3	462.7		
1993	19.4	49.7	83.6	68.7	76.7	35.1	69.5	62.4	34.6	42.9	26.8	22	591.4		
1994	41.6	48.9	65.6	76.7	60.7	61.0	44.7	76.9	20.0	44.1	52.0	65.2	657.4		
1995	11.8	17.5	37.6	65.3	77.9	48.9	92.6	72.9	18.7	29.2	50.3	59.5	582.2		
1996	79.8	88.3	40.6	99.2	64.9	45.1	63.1	45.5	48.6	36.3	84	24.5	719.9		
1997	42.1	43.9	54.8	32.0	55.2	65.8	45.8	28.6	40.5	22.2	66.3	39.9	537.1		
1998	28.3	59.1	92.1	75.7	103.5	125.2	122.9	53.4	22.8	72.7	8.3	3.6	767.6		
1999	30.5	80.8	137.2	144.4	59.2	191.6	36.6	179.7	170.8	33.4	49.3	188.4	1301.9		
2000	93.3	133	72.9	127	336	207.9	32.3	80.5	69.5	23.8	8.3	60.8	1245.3		
2001	19.4	67.4	49.4	69.6	46	101	44.6	54.8	18.8	1.1	2.9	4	479		
2002	9.6	20.3	12.5	39.6	8.4	4.4	2.1	13.2	2.6	4.8	13.4	3	133.9		
2003	3.5	46.8	50.4	6	15.9	22	45.4	3.2	3	3	3.6	5.6	208.4		
2004	1.4	4.4	57.9	94.0	102.7	39.1	63.3	27.9	45.5	61.2	40.5	57.4	595.3		
2005	11.7	74.3	82.4	89.2	48.9	88.7	28.8	7	16	30.5	26.4	117.8	621.7		
2006	32.8	47.4	13.5	65.7	42.5	124.9	15.4	35	30.3	30.8	68.7	69.9	576.9		

2007	37.1	15.1	75.5	94.2	94.1	146.6	37.1	95.5	35.5	43.9	40.4	58.9	773.9
2008	40.6	127.9	72.7	71.7	104.5	60.5	73.6	59.9	50.6	109.2	63.1	54.7	889
2009	25.2	54.6	44.4	71.5	32.1	74.3	59.6	31.7	10.1	88.8	11.5	33.4	537.2
2010	8.5	33.5	53.5	87.5	93	72.9	66.2	49.1	39.1	29.1	106.2	95	733.6
2011	38.6	70.7	39.1	105.1	104.7	64.5	75.6	57.1	47.1	14.7	50.9	95.1	763.2
2012	64	31.5	17.3	61.2	33.7	21.1	33	53.2	16.6	83.3	18.7	25.9	459.5
2013	23.5	74.1	55.2	26.7	80.2	40.2	76.6	30.7	20.6	50.4	41.7	21.9	541.8
2014	37.4	20.3	49.3	47.7	89.5	84.5	31.9	58.3	46.3	50.3	24.1	15.1	554.7
Media mensual	28.60	52.55	53.16	70.68	74.10	78.66	55.48	48.13	38.66	45.13	38.77	43.91	627.83
Mínima	1.4	4.4	12.5	6	8.4	4.4	2.1	3.2	2.6	1.1	2.9	3	
Máxima	93.3	133	137.2	155.9	336	207.9	122.9	179.7	170.8	119.1	106.2	188.4	

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

Tabla 13. Completación de datos de precipitación por el vector regional (HYDRACCES) en la estación M0128 – Pedro F. Cevallos.

CÓDIGO	NOMBRE	TIPO	CUENCA	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD							
				(°S)	(°O)	(msnm)							
M0128	Pedro F. Cevallos	C	Pastaza	-1.35	-78.62	2910							
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Suma anual
1985	7.6	18.3	39.1	14.6	101.4	32.6	54.8	39.9	64.2	27.3	19.5	33.1	452.4
1986	11.6	18.7	58.7	47.5	54.2	45.5	58.1	23.1	47.4	28.2	24.7	21.4	439.1
1987	27.5	72	51.7	96.2	48.3	23.4	28.6	29.4	34.4	50.5	13.5	10.6	486.1
1988	26	91.7	25.1	63.2	89.3	60.9	64.4	43.7	35.8	96.4	61.1	13.3	670.9
1989	33.7	41.1	95.3	36.2	72.7	144.7	65.6	3.6	37.7	55.6	17	7.1	610.3
1990	13.7	40.4	33.9	39.8	55.1	57.5	38.1	26.8	26.6	109.3	22.4	25	488.6
1991	8.7	20	37.9	27.3	55.8	77.8	49	23.2	11.1	30.6	65.3	16.4	423.1
1992	5.1	33.5	48.8	54.4	33.1	38.4	31.9	17.3	30.1	13	34	5	344.6
1993	30.2	31.2	65.9	71	56.1	19.3	55.1	20.1	33.4	28.4	66.4	20.6	497.7
1994	39.5	24.8	49.5	71.1	42.1	64.9	49.3	57	13.3	40.9	60.5	46.2	559.1
1995	14.6	3.6	29	62.2	51.4	34.7	89.4	124.1	21.3	20	60.5	33.2	544
1996	63.9	58.2	38.7	37.6	67.8	49.6	35.1	30.7	45.1	12.7	32.7	27	499.1
1997	34	23.4	42.2	15.9	47.8	26.7	70	32.6	29.5	34	104.7	34.7	495.5
1998	23.3	37.4	23.5	91.8	81.6	61.6	55.2	34.7	14	49.2	18.4	10.8	501.5
1999	46.1	69.1	59.5	68.8	46.4	79.1	15.1	56.7	100	15.9	27	92.6	676.3
2000	40.9	82.1	44.9	71.8	199.5	102.9	30.1	64	48.0	14.9	14.0	38.6	751.7
2001	22.2	39.6	39.5	45.4	42.2	51.0	45.3	22.4	23.7	14.2	25.2	37.9	408.6
2002	12.2	39.3	46.7	74.3	73.2	54.3	20.9	28.6	17	58.4	51.3	38.5	514.7
2003	37	32.9	34.7	35.3	28.5	68.1	16.4	6.9	11.9	36.9	36.4	27.9	372.9
2004	0	36.2	55	76.8	76.5	24.6	46.5	27.2	33.7	29	66.7	32.3	504.5
2005	13.3	55.6	86.6	80.9	35	59.2	21	12.8	6.4	20.6	30.5	76.3	498.2
2006	42.5	49.8	58.8	47.8	31.8	74.6	11.7	36.6	30.5	37.7	83.5	37.2	542.5

2007	57.2	15.7	76.6	95	84.6	145.2	19.9	60.1	21.3	34.4	25.9	41.2	677.1
2008	23.9	101	49.8	71.8	68.3	60.1	48.1	48.4	41.5	67.6	50.9	36.6	668
2009	43.7	40.7	31.4	60.8	20.4	79.2	37.6	15.3	5.4	40.8	14.4	4.6	394.3
2010	8.3	28.8	44.4	81.7	63.6	63.2	55	28.9	34.6	14.6	109	73.7	605.8
2011	30.2	72.5	27.6	105.7	193.9	47.6	55.2	48.4	45.2	17.8	69.7	90	803.8
2012	35.5	24.8	18.5	144.7	32.5	28.8	39.3	35.8	22.1	120.3	18.8	17.9	539
2013	36.2	103.8	35.6	34.7	61.3	44.4	53.9	19.8	20.7	61.1	34	23.2	528.7
2014	38.8	8.6	53.5	42.3	67.6	56.9	34.5	47.7	36.5	57.3	15.8	22.3	481.8
Media mensual	27.58	43.83	46.75	62.22	66.07	59.23	43.17	35.53	31.41	41.25	42.46	33.17	532.66
Mínima	0	3.6	18.5	14.6	20.4	19.3	11.7	3.6	5.4	12.7	13.5	4.6	
Máxima	63.9	103.8	95.3	144.7	199.5	145.2	89.4	124.1	100	120.3	109	92.6	

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

Tabla 14. Completación de datos de precipitación por la media aritmética en la estación M0258 - Querochaca (UTA).

CÓDIGO	NOMBRE	TIPO	CUENCA	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD							Suma anual						
				(°S)	(°O)	(msnm)	Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo		Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
M0258	Querochaca	C	Pastaza	-1.37	-78.61	2865													
1985	32.8	42.0	50.4	69.6	61.4	70.7	58.2	39.7	34.6	39.0	43.7	31.5	573.4						
1986	12.5	42.0	68.3	43.9	58.6	51.8	68.6	27.3	47.4	31.1	26.1	30	507.55						
1987	24.3	42.0	53.8	107.2	55	28.3	32.1	44.6	37	56.9	23.5	14.2	518.85						
1988	32.9	94.2	36.5	63	78	58.8	76.1	45.7	36.5	94.6	60.3	20.6	697.2						
1989	33.4	43.1	100.6	37.6	66.4	154.8	61.1	6.4	44.6	55	20.3	7.7	631						
1990	18.2	53.1	47.7	59.6	63.4	71.1	43.7	38.8	33.2	109.8	42.7	30.2	611.5						
1991	36.6	33.7	43.9	37.1	61.5	92.7	65.6	41.1	17.3	36.4	76.1	21.1	563.1						
1992	10.4	39.1	49.5	67.7	40	37.3	58.3	22.5	34.4	16.9	50.4	9.4	435.9						
1993	32.7	36.4	77.9	81.8	65.4	32.5	71.7	28.2	26.5	37.8	67.7	23.6	582.2						
1994	44.8	33.6	50.6	76.1	44.6	81.6	59.7	73.5	20.1	43.2	49.5	49.6	626.9						
1995	17.9	3.2	31.7	69.8	53.6	40.5	101.4	47.7	25.8	21.5	56.2	32.5	501.8						
1996	65.1	62.8	45	61.5	65.1	57.6	48.8	38	46.6	15.3	33.7	39.5	579						
1997	37.2	28.6	47.2	22.2	50.6	47.8	89.4	45.1	20.9	33.8	111.9	41.9	576.6						
1998	22.5	42.8	29.6	99.6	94.3	83.2	57.5	38.8	14.5	61.4	11.8	11.4	567.4						
1999	50.5	70.7	59.1	82.1	50.1	82.1	23	61.5	107.2	23.3	23.8	87.3	720.7						
2000	61.9	91.1	49.1	72.2	215.6	106	34.7	56	42.6	26	10.6	54.6	820.4						
2001	23.7	37.1	67.1	47.2	40.8	82.1	45	31.4	29.3	27.6	16.3	73.9	521.5						
2002	25	46.5	39.5	70.5	78.9	65.1	58	31.4	23.3	58.8	54.9	41.8	593.7						
2003	39.7	32	50.2	36.4	35.5	73.9	27.9	7.1	13.3	56.4	38.5	27	437.9						
2004	1.5	41.1	60.6	78.6	75.7	37	55.7	34.7	38.5	25.4	81.6	37.9	568.3						
2005	12.4	56.7	83.1	79	44.2	76.4	25.5	18.6	12.7	24.6	32.2	78.9	544.3						
2006	46.8	40.7	53.1	56.4	37.3	85.5	18	40.6	37.6	37.3	76.2	36.6	566.1						
2007	62.2	19.1	84.9	87.4	92.3	158.8	24.4	74.9	36.9	40.1	32.9	40	753.9						

2008	28	93.5	65.2	81.2	74.5	70.3	68.8	54.6	48.3	75.6	60.4	40.9	761.3
2009	56.7	43	27.1	69.4	33.7	94.8	53.4	27.4	12.4	44.4	14.8	8.7	485.8
2010	11.8	37.4	52.7	93.9	71	67.5	61.1	41.8	42.5	26.3	111.7	81	698.7
2011	38	72.1	39.7	108.8	75.9	56.1	58.1	79.5	41.7	15.8	56.9	99.3	741.9
2012	53.9	49	23.3	91.9	37.3	35.9	59.8	48.2	28.1	83.1	21.9	17.1	549.5
2013	27.9	102.1	34.5	37.5	61.2	40.8	78.5	35.7	34.8	54.2	44.6	19.4	571.2
2014	39.7	14.3	60.3	48.9	84.8	76.4	58.8	58	39.6	47.1	18.2	24.7	570.8
Media mensual	33.37	48.10	52.74	67.94	65.56	70.58	54.76	41.29	34.27	43.96	45.65	37.74	595.95
Mínima	1.5	3.2	23.3	22.2	33.7	28.3	18	6.4	12.4	15.3	10.6	7.7	
Máxima	65.1	102.1	100.6	108.8	215.6	158.8	101.4	79.5	107.2	109.8	111.9	99.3	

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

Tabla 15. Completación de datos de precipitación por la media aritmética y vector regional (HYDRACCES) en la estación M0369 – Cusubamba.

CÓDIGO	NOMBRE	TIPO	CUENCA	LATITUD LONGITUD ALTITUD									
				(°S)	(°O)	(msnm)							
M0369	Cusubamba	C	Pastaza	-1.07	-78.7	3175							
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Suma anual
1985	16.3	3.2	20.7	54.2	156.4	19.3	1.5	25.4	50.6	32.9	49.5	43	473
1986	28.6	13.2	118.8	13.3	75.4	13.4	2.5	2.5	6.1	118.9	34.1	2.9	429.7
1987	40.9	3.8	19.2	11.8	132.7	0.6	4.1	3.3	47	18.7	27.1	1.4	310.6
1988	27.4	91.5	96.4	135.7	59.7	39.4	22.9	39.1	46.1	81.1	86.9	66.7	792.9
1989	38.2	88.6	153.8	30.5	58.4	81.4	4.9	3.4	37.6	64.3	71.1	26.5	658.7
1990	20.4	42.1	25.7	41.8	46.7	21.2	11.1	0	13.7	103.3	29.7	35.3	391
1991	30.7	26.1	63.5	39.8	40.5	16.2	22.3	5.6	6.5	28.9	75.7	29.90	385.7
1992	29.3	0.6	53.3	78.3	33.3	8.6	5.7	5.1	38.2	73.4	29	11.8	366.6
1993	42	70.7	112.3	63.1	55.8	7	7.5	13.2	15.2	30.4	53.5	68.7	539.4
1994	44.7	54.4	69.9	70.2	28.2	10.3	4.5	13.1	2.2	44.5	59.6	50.9	452.5
1995	7.5	21.8	66.8	71.6	57.3	9.3	23.5	11.1	0.3	46	106.4	54.8	476.4
1996	100.4	80	106.5	58	82.2	31.3	4.8	15.2	33.2	73	39.6	30.4	654.6
1997	118.4	42.4	66.9	50.6	19.4	15.5	10.7	0.2	62.8	43	109.2	37.9	577
1998	15.7	47.5	47.3	62.1	109.5	14.6	14.6	4.2	10	61.4	40.6	26.3	453.8
1999	85.2	100.3	77.9	43.9	95.6	50.8	5	31.3	104.4	37.6	34.4	157.4	823.8
2000	97.8	96.6	72.8	84.2	136.5	79.5	11.2	14	67.2	11.2	13.2	47.4	731.6
2001	63.6	57.9	64.4	28.4	17.9	10.7	23.5	1.1	31.5	11	67.8	53.1	430.9
2002	32.9	28	56.9	131.2	51	22.9	3	4	6.3	86.1	108.7	45.10	576.1
2003	76.6	50.8	75.2	62.6	14.8	19.8	8.3	1.9	22.4	63.6	60.9	45.10	502
2004	11.9	44.4	18.5	109.8	76.9	7.5	23.6	7.5	21.1	18.8	53.50	100	493.5
2005	6.4	41.7	98.7	50.3	31.2	24.1	3.3	0	11.5	40.9	29.2	111.9	449.2
2006	22.2	35.1	107.7	82.1	31.7	57.9	10.4	11.6	18.8	33.8	102.3	92.3	605.9

2007	47.9	8.9	106.1	112.1	79.3	37.7	14.9	24	12.1	33.7	63.3	61.6	601.6
2008	88.8	83.9	86	93.1	85.7	34.8	23.8	33.8	26.3	97.6	81.7	35.7	771.2
2009	57.6	41.8	71.7	96.8	10.7	44	8.9	0.2	0.9	21.7	26.1	42.1	422.5
2010	1.3	23.9	33.8	102.8	52.9	41.6	44.8	8.2	30.3	21	135.6	73.9	570.1
2011	63.2	190.6	58	141.1	28.2	20.5	29.5	10.5	42.2	35.9	106.6	109.4	835.7
2012	83.4	95.3	68.1	74	10.3	9.6	2	10.9	4.5	67.9	48.3	19	493.3
2013	19.6	94.2	46.2	26.4	91.1	6	6.3	5.9	0.1	59.1	41.6	38.9	435.4
2014	68.6	18.9	81.4	34.5	54.4	30.3	8	12.4	38.4	37.8	51.4	48.5	484.55
Media mensual	46.25	53.27	71.48	68.48	60.79	26.19	12.24	10.62	26.92	49.92	61.22	52.26	539.64
Mínima	1.3	0.6	18.5	11.8	10.3	0.6	1.5	0	0.1	11	13.2	1.4	
Máxima	118.4	190.6	153.8	141.1	156.4	81.4	44.8	39.1	104.4	118.9	135.6	157.4	

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

Tabla 16. Completación de datos de precipitación por la media aritmética en la estación M0376 – Pilahuín.

CÓDIGO	NOMBRE	TIPO	CUENCA	LATITUD LONGITUD ALTITUD										
				(°S)	(°O)	(msnm)								
M0376	Pilahuín	C	Pastaza	-1.3	-78.73	3314								
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Suma anual	
1985	27.8	14.9	35	42.4	162.5	45.1	46.6	55	46.5	42.3	45.5	38.8	602.4	
1986	19	44.7	68.7	55	60.3	39.4	57.8	29.3	65.9	50.5	37.8	31.7	560.1	
1987	21.3	94.8	76.2	106.1	69.9	31.2	30.1	45.2	34.7	43.7	42.2	10.2	605.6	
1988	34	95.2	35.5	74.2	91.1	57.5	82.6	70.1	28	89.4	73.7	25	756.3	
1989	75	47.4	123.9	39.2	81.6	133.4	70	16.9	37.5	59.5	21.7	10.8	716.9	
1990	27.8	62.3	39.3	55.6	71.8	48.6	48.5	32.2	19.4	123.6	23.6	36.3	589	
1991	20.7	19	71.9	38.7	72.7	66.1	76.4	33.5	8.4	38	78.2	15.8	539.4	
1992	14	59.6	109	55.7	43.8	30.7	58.9	26.4	37.4	26.8	31.8	19.2	513.3	
1993	0	71.8	71.8	81.3	71.9	35.6	85.9	36.5	58.3	32.5	54.4	57	657	
1994	87.1	23.3	86	82.7	74.5	62.7	79.3	85.9	32	40.1	82.4	50.9	786.9	
1995	25.2	3.4	44.4	73.6	103	57.8	91.6	40.1	28.4	25.5	92.3	68.8	654.1	
1996	84.9	80.3	52.9	83.3	97.8	76.2	55.3	39.7	52.8	34.3	54.0	35.4	746.9	
1997	70.1	69.8	71.6	48.4	71.6	44.8	67	44.6	52.5	40.5	119.5	61.8	762.2	
1998	38.9	64.4	46	92.6	117.4	86.7	96.1	51.2	28.6	84.5	61.7	59.3	827.4	
1999	44.8	129.8	100.1	107.5	62.9	90.6	36.1	74	107.1	32.4	23.8	135	944.1	
2000	49.6	109.3	74	93.4	220.5	92.9	30.5	59.5	61.6	18.4	26.9	55	891.6	
2001	41.8	58.3	56.3	66.7	54.8	88.1	49.7	24.7	39.9	5.4	54	61.1	600.8	
2002	39.6	48.3	86.3	86.8	86.4	66.8	47.9	31.6	24.8	142.3	117.3	42.6	820.7	
2003	38	40.7	94.7	58.5	52.5	65	26.5	14.4	35.7	70.3	48.3	45.6	590.2	
2004	18.1	58.9	49.9	104.6	113.8	51	62.2	36.3	48.5	46	71.4	47.8	708.5	
2005	25	113.1	109.1	108.5	54	77.2	40.3	22.7	17.2	44.2	43.2	118.7	773.2	
2006	55.7	60.1	78.4	81.3	46.6	92.1	17.7	45.3	33.6	38.3	58.2	79.8	687.05	
2007	56.5	16.5	106.1	92.2	59.5	166.5	21.4	96	29.8	54.9	59	54.6	813	

2008	82.3	106.8	84.2	113.9	117	58.4	71.6	71.4	52.9	80.9	90.9	59.2	989.5
2009	93	60	45.2	80	29.8	90.1	69.1	19.6	14.5	37.3	18.6	29.5	586.7
2010	22.6	60.1	51.2	107	88.1	110.5	58.4	47.9	55.1	27.7	107.2	86.1	821.85
2011	37.8	71.6	43	142.6	98.6	66.9	63.4	56.9	37.4	29.7	80.8	116	844.7
2012	101.1	94.7	62.9	126.5	61.4	38.4	36.8	57.3	41	67.3	45.3	32.2	764.9
2013	49.1	80.7	56.3	54.2	88.5	50.8	63.4	37.8	29.2	59.5	12.4	39.5	621.4
2014	67.3	22.7	87.6	63.3	78.7	98.1	34.5	72.9	50.7	47.3	24.9	125.4	773.4
Media mensual	45.60	62.75	70.58	80.53	83.43	70.64	55.85	45.83	40.31	51.10	56.70	54.97	718.30
Mínima	0	3.4	35	38.7	29.8	30.7	17.7	14.4	8.4	5.4	12.4	10.2	
Máxima	101.1	129.8	123.9	142.6	220.5	166.5	96.1	96	107.1	142.3	119.5	135	

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

Tabla 17. Completación de datos de precipitación por la media aritmética en la estación M0380 – Huambaló.

CÓDIGO	NOMBRE	TIPO	CUENCA	LATITUD LONGITUD ALTITUD																
				(°S)	(°O)	(msnm)														
M0380	Huambaló	C	Pastaza	-1.39	-78.53	2880	Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Suma anual
1985	14	19	18	50.5	260	103.7	176	47.4	50.4	29.5	26.1	49.3	843.9							
1986	27.9	5	30.6	45.8	9	213.5	62.2	31.5	26	16	30	23.5	521							
1987	77	41.5	15	31	6	50	32	22.9	26	39	40.4	18	398.8							
1988	24.2	43.6	50	23	31	17.5	37	56	40.3	36.5	38	21	418.1							
1989	20	32	143.6	185.6	154.7	999.4	949.1	425	360.8	158.8	13	0	3442							
1990	224.7	15	104.2	55.3	49.7	144.6	7.3	288.1	20.6	16.6	128.1	47.8	1102							
1991	10.2	6	8.3	20.6	25.2	34.2	38	30.8	8.4	11	25.5	4.6	222.8							
1992	1.2	8.1	9.1	22.5	10.9	25.9	29.5	22	56.9	64.3	16.6	0	267							
1993	63.5	13.2	37.1	23.8	32	24.9	124.8	82.7	47.2	81.9	16.2	17.5	564.8							
1994	59.8	43	69.3	114.9	65.1	144.7	124	73	31.7	55	58.3	62.3	901.1							
1995	32.7	1.2	37.2	82.8	144.7	183	113.6	68.3	29.6	28.8	48	44.5	814.4							
1996	102.5	84.1	45.2	81	100.4	91.5	98	38.7	53.7	26.2	7	53.4	781.7							
1997	43.6	66.7	79.2	37.4	90.7	95.4	124.3	130.8	40.3	32.5	115.5	23.2	879.6							
1998	39.3	58.2	39	134.9	122.3	110.1	64	61	48.7	63.7	0	33.3	774.5							
1999	59.2	72.6	56	138	71.8	99.5	56.4	45.8	128.5	32.4	42.8	107.7	910.7							
2000	43.9	97.2	82.9	123.8	239.5	167.3	47.5	93.5	46.4	32.8	16.8	52.7	1044.3							
2001	34.9	78.7	65.5	103.8	84.2	97.1	73.7	57.7	62.4	37.9	32.3	51.1	779.3							
2002	32.2	44.2	29.2	84.2	97	148.1	107.6	69.5	18.8	94.2	75.6	20.5	821.1							
2003	49	53	59.7	54.4	56.8	122.4	115.2	21.7	32.6	218.4	155.1	45.3	983.6							
2004	0	49.6	204.6	214.1	134.7	72.2	98.8	137.9	45.3	47.9	222.2	34.2	1261.5							
2005	38.3	71.3	72.6	125.3	43.7	63.3	41.4	32	22.9	36.9	24.5	101.5	673.7							
2006	38.6	34.6	39.7	48.8	56.8	128.2	39.4	44.5	54.4	22.5	77.8	58.5	643.8							
2007	84.2	14.7	45.7	109.7	108.4	173.1	23.9	138.7	46.2	25.7	74.1	55.2	899.6							

2008	48.3	86.7	57.7	63.1	101.5	88.4	97.1	52.2	43.4	86.2	47.2	35.1	806.9
2009	58	50.9	26.3	65.5	54.6	79.6	87.4	31.7	20	30.2	12.4	22.3	538.9
2010	28.3	52.1	50.2	74.6	80	92	10.8	60	24.5	32.5	90.1	62.5	657.6
2011	49.3	61.9	48.4	45.1	88.6	85.9	109.6	101	70.1	19.6	52.4	58.1	790
2012	104.2	37.3	66	87.8	81.4	66.9	97.8	74.5	35.2	37.4	24.1	37.4	750
2013	37.2	86.7	69.3	49.3	77.7	78.3	123.2	58.2	50.8	54.9	83.3	40.1	809
2014	34	21.7	73.7	91.2	65	120.8	79.2	80.2	33.3	70.6	17.6	20.3	707.6
Media mensual	49.34	44.99	57.78	79.59	84.78	130.72	106.29	82.58	52.51	51.33	53.70	40.03	833.64
Mínima	0	1.2	8.3	20.6	6	17.5	7.3	21.7	8.4	11	0	0	
Máxima	224.7	97.2	204.6	214.1	260	999.4	949.1	425	360.8	218.4	222.2	107.7	

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

Tabla 18. Completación de datos de precipitación por el vector regional (HYDRACCES) en la estación M1066 – Cotopilaló.

CÓDIGO	NOMBRE	TIPO	CUENCA	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD							Suma anual					
				(°S)	(°O)	(msnm)	Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo		Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
M1066	Cotopilaló	CO	Pastaza	-0.68	-78.7	3250												
1985	40.4	20.3	40.7	61.7	140.1	16.9	11.1	8.1	64.3	36.8	47.0	65.9	553.3					
1986	32.7	36.6	107.6	66.2	56.8	22.2	11.9	4.4	52.8	62.3	41.9	42.0	537.4					
1987	60.4	85.9	72.3	132.2	67.1	10.7	8.5	4.7	47.3	49.7	29.7	17.5	586					
1988	60.3	54.7	23	123.6	110.7	25.6	12.1	15.4	52.4	92.9	206.1	66.3	843.1					
1989	83.5	78.9	180.9	68.5	89	75.9	23.3	14.1	85	113.5	24.4	8.8	845.8					
1990	67.1	63.7	62.6	66.9	66.3	35.2	16.2	23.2	23	147.6	57	58.7	687.5					
1991	35	85	102.7	84.2	98.5	37.4	58.4	15	9	40.5	91.3	54.7	711.7					
1992	26.2	59.5	49.8	74.6	59.7	11.7	25	14.8	96.2	87.4	37	63.1	605					
1993	80.6	96.8	200.1	130.4	80.7	18	29.4	24	28.9	65.4	24.8	126.6	905.7					
1994	133	96.6	188.7	154.6	111.5	7.1	1.5	10	19.5	52.5	84.7	89.2	948.9					
1995	25.8	72.1	63.2	23.1	70.0	6.1	13.3	9.8	20.5	34.8	91.3	68.5	498.5					
1996	77.8	160.5	63	128.1	83.4	36.2	20.9	1.2	39.6	131.5	38	44.2	824.4					
1997	109.3	67.2	116	54.7	27.7	47.2	11.2	0	32	62.6	72.8	28.9	629.6					
1998	4.1	68.8	63.6	145.1	95.9	8.5	10	14.5	35.8	87.5	13.7	41.7	589.2					
1999	124.1	151.7	119.3	113.8	169.3	112.7	25.7	20.9	147.6	36.4	22.9	133.5	1177.9					
2000	57.5	136.2	101.2	117.6	162	49.2	5.1	7.1	98	9.1	48.9	106.2	898.1					
2001	73.8	38.7	112.8	44.2	84.8	35	12.8	2.8	35.8	39	35.5	70.2	585.4					
2002	47.1	37	52	82.8	60.1	22.3	4.1	4	7.5	80.6	115.1	90.1	602.7					
2003	37.3	33.2	83.6	163.2	33.9	61.6	8.6	6.2	18.2	37.2	102.6	117.3	702.9					
2004	21	24	29.8	103.2	53	4	17.8	0	77	55	60.2	102.9	547.9					
2005	27.9	127.5	124.2	130.2	43.9	28	7	0.9	17.5	36.3	43.5	160.3	747.2					
2006	110	65.9	104.1	72.2	21.6	41.2	0	0	19.2	22.4	113.3	95.0	664.9					

2007	21.5	4.5	98.2	133.2	70	43.3	9	31.5	3.1	74.3	83.7	84.7	657
2008	78.8	69.3	106.6	158.7	94.9	41.4	24.9	26.3	62.7	107	71.5	36.3	878.4
2009	164	72.1	83	63.4	28.8	43.4	8.9	2.1	15.4	49.5	54.2	13.3	598.1
2010	25.7	128.6	31.3	98.9	64.2	72.4	68.3	9	62.9	28.6	74	138.3	802.2
2011	71.4	106.2	51.4	177.5	26.6	32.6	60.5	33.7	24.7	59.9	27.7	121.8	794
2012	177.4	87.3	68.8	71.9	10.2	10.9	0	5.1	9.4	63.4	122.7	33.7	660.8
2013	33.1	151.3	61.8	115.9	100.6	5	10.7	14.7	15.3	104.1	25.7	24.9	663.1
2014	70.3	44.5	112.9	62.6	127.5	24.5	1	7.6	47	45	55.9	51.6	650.4
Media mensual	65.90	77.49	89.17	100.77	76.96	32.87	17.24	11.04	42.25	63.76	63.90	71.87	713.24
Mínima	4.1	4.5	23	23.1	10.2	4	0	0	3.1	9.1	13.7	8.8	
Máxima	177.4	160.5	200.1	177.5	169.3	112.7	68.3	33.7	147.6	147.6	206.1	160.3	

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

Anexo 3. Resultados de la completación de datos de temperatura por el método de la media aritmética y vector regional (HYDRACCES).

Tabla 19. Datos completos de temperatura de la estación M0004 - Rumipamba – Salcedo.

CÓDIGO	NOMBRE	TIPO	CUENCA	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD														
				(°S)	(°O)	(msnm)														
M0004	Rumipamba-Salcedo	C	Pastaza	-1.02	-78.59	2685	Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Suma anual
1985	14.99	13.53	14.89	14.49	13.53	13.13	11.71	12.62	13.55	14.78	14.56	14.53	13.86							
1986	14.78	14.56	13.89	14.60	14.31	13.27	12.40	13.27	13.48	14.26	14.18	14.76	13.98							
1987	14.62	14.60	15.06	14.46	14.00	13.97	13.65	13.45	14.26	14.76	15.29	14.73	14.40							
1988	15.24	15.07	13.87	14.11	14.14	13.32	12.32	12.66	13.20	14.21	14.50	13.49	13.84							
1989	13.66	13.48	13.73	14.04	13.42	12.57	12.06	12.92	13.48	13.87	15.30	15.26	13.65							
1990	14.80	14.94	14.68	14.70	13.96	13.54	12.73	12.86	13.85	14.26	14.89	14.48	14.14							
1991	14.69	14.76	15.16	14.20	14.52	14.38	12.94	11.79	13.73	13.78	14.19	15.34	14.12							
1992	15.16	14.65	14.76	14.43	14.14	13.52	12.34	13.17	13.56	13.75	14.88	15.11	14.12							
1993	14.30	14.51	13.60	14.32	14.36	13.84	13.13	13.04	14.16	14.22	15.36	15.17	14.17							
1994	14.62	14.32	14.70	14.40	14.34	13.36	12.91	12.19	14.03	14.89	14.48	14.73	14.08							
1995	14.66	15.36	15.22	15.04	14.21	14.40	13.63	13.72	13.69	14.74	14.79	14.24	14.47							
1996	14.20	13.60	14.67	14.63	14.26	13.31	12.46	12.78	13.79	14.71	15.14	14.77	14.03							
1997	14.42	14.31	15.17	14.40	14.47	14.54	12.62	12.97	14.15	15.27	14.86	15.06	14.35							
1998	15.25	15.67	15.72	15.69	14.60	13.52	12.88	13.65	14.12	14.43	15.47	14.93	14.66							
1999	14.71	13.86	14.36	13.94	13.59	13.35	12.58	12.78	13.24	13.66	15.18	14.52	13.81							
2000	13.87	13.33	13.58	13.75	13.58	13.24	12.89	12.43	13.17	14.09	15.07	14.30	13.61							
2001	13.60	14.20	13.90	14.15	14.10	13.15	13.12	12.53	13.58	15.43	14.97	15.40	14.01							
2002	14.62	15.04	14.65	14.68	14.45	12.94	13.68	12.91	13.85	14.20	13.83	15.07	14.16							
2003	14.95	14.78	14.58	14.65	14.43	13.43	13.35	13.78	14.19	15.18	14.68	14.37	14.36							
2004	15.16	14.31	14.93	14.41	14.19	13.20	13.11	12.60	13.61	15.14	15.22	14.96	14.24							

2005	14.93	15.28	14.31	14.68	14.51	13.84	13.28	13.45	13.91	14.75	14.84	14.12	14.32
2006	14.67	14.81	14.05	14.38	14.02	13.10	12.87	12.95	13.17	15.04	14.54	14.64	14.02
2007	14.67	14.40	14.23	14.29	14.39	12.92	13.24	12.80	12.52	14.32	14.41	14.11	13.86
2008	14.23	13.67	13.84	13.96	13.72	13.36	12.73	12.84	13.40	13.76	14.58	14.31	13.70
2009	14.01	13.90	15.04	14.50	14.43	13.62	13.28	13.82	13.79	15.05	15.50	15.41	14.36
2010	14.62	15.38	15.18	15.22	15.05	13.48	13.42	12.61	13.31	14.79	14.55	14.00	14.30
2011	14.28	14.53	14.38	14.31	14.13	13.79	12.72	13.33	13.18	14.85	14.45	14.13	14.01
2012	14.09	13.52	14.00	14.21	13.65	13.54	13.18	14.09	12.83	14.59	14.52	14.43	13.89
2013	14.89	14.28	14.49	14.40	14.32	13.79	12.74	13.06	13.47	14.46	15.24	14.74	14.16
2014	14.81	15.09	14.49	14.30	14.32	13.37	13.36	12.68	13.29	14.28	15.22	15.02	14.19
Media mensual	14.58	14.46	14.50	14.44	14.17	13.49	12.91	12.99	13.59	14.52	14.82	14.67	14.10
Mínima	13.60	13.33	13.58	13.75	13.42	12.57	11.71	11.79	12.52	13.66	13.83	13.49	
Máxima	15.25	15.67	15.72	15.69	15.05	14.54	13.68	14.09	14.26	15.43	15.50	15.41	

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

Tabla 20. Completación de datos de temperatura por el vector regional (HYDRACCES) en la estación M0029 - Baños.

CÓDIGO	NOMBRE	TIPO	CUENCA	LATITUD LONGITUD ALTITUD									
				(°S)	(°O)	(msnm)							
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Suma anual
M0029	Baños	C	Pastaza	-1.39	-78.42	1695							
1985	18.38	16.84	17.79	18.34	17.00	16.98	16.44	16.40	17.47	18.64	18.29	18.53	17.60
1986	17.76	18.51	17.91	18.31	17.87	16.56	15.51	16.63	16.97	18.31	18.52	17.70	17.55
1987	17.92	17.87	18.66	18.18	18.00	17.38	17.32	17.29	17.48	18.26	18.46	18.13	17.91
1988	18.39	18.40	18.01	18.54	17.96	17.35	16.18	17.19	17.91	18.56	18.84	18.37	17.98
1989	17.32	17.73	18.26	17.76	17.33	16.30	15.78	16.89	17.70	18.10	18.86	19.51	17.63
1990	18.50	18.45	17.41	18.29	17.50	17.00	16.99	17.25	17.92	18.08	19.10	17.87	17.86
1991	19.16	18.58	19.35	18.19	18.51	18.23	16.80	16.08	18.10	18.55	18.71	19.09	18.28
1992	18.87	18.73	18.60	18.56	18.42	17.28	16.49	17.39	17.59	17.79	19.26	19.06	18.17
1993	18.19	18.44	17.56	18.56	18.36	17.24	16.66	17.44	17.94	18.36	19.11	19.62	18.12
1994	18.34	18.62	18.92	18.28	17.92	16.96	16.40	16.15	17.59	18.71	18.66	18.49	17.92
1995	17.95	19.09	19.32	18.86	18.16	17.68	17.63	18.12	18.00	18.80	18.65	18.57	18.40
1996	17.71	17.40	18.21	18.32	17.96	16.86	16.16	16.72	17.67	18.64	19.35	18.50	17.79
1997	18.95	17.29	18.52	18.35	17.62	18.11	16.35	17.10	18.47	19.20	18.60	18.40	18.08
1998	18.90	19.30	19.60	19.70	18.70	17.40	16.90	18.10	18.14	18.29	19.16	19.03	18.60
1999	18.02	17.93	18.13	17.78	16.76	17.15	16.15	17.01	17.78	17.70	19.20	18.30	17.66
2000	18.00	17.10	17.40	18.01	17.65	17.00	16.80	16.60	17.50	18.22	19.12	18.30	17.64
2001	18.28	18.16	17.61	17.80	17.93	16.65	16.50	16.15	17.56	19.12	18.86	18.84	17.79
2002	18.71	18.23	18.14	18.75	18.16	16.89	17.01	16.63	17.91	18.19	17.88	18.41	17.91
2003	18.39	18.24	17.97	18.59	17.80	17.32	16.90	17.11	18.16	19.20	18.59	18.45	18.06
2004	19.52	17.96	18.09	18.79	18.12	16.65	16.76	16.28	17.61	18.58	19.53	19.15	18.09
2005	18.80	18.97	18.59	18.35	18.30	17.50	17.20	17.32	18.30	19.00	19.20	18.20	18.31
2006	18.18	18.16	18.32	18.62	17.75	17.00	16.68	17.06	17.73	18.84	18.58	18.71	17.97

2007	18.30	18.59	17.93	18.22	18.24	16.44	17.16	16.89	16.77	18.48	18.14	18.23	17.78
2008	17.84	17.66	17.97	18.20	17.54	17.14	16.30	17.10	17.52	18.33	19.05	18.63	17.77
2009	17.64	16.50	18.57	18.33	18.28	17.56	17.02	17.46	18.03	18.80	19.53	18.95	18.06
2010	18.02	18.64	18.84	19.04	18.74	17.61	17.64	16.85	18.14	18.98	19.06	18.40	18.33
2011	18.44	18.41	18.76	18.61	17.82	17.40	16.40	17.76	17.51	19.24	19.10	18.52	18.16
2012	18.35	17.72	17.67	18.50	17.33	17.31	16.75	18.00	17.37	18.97	18.98	18.84	17.98
2013	18.07	17.90	18.45	18.41	18.39	17.40	16.48	16.93	17.74	18.51	19.12	18.64	18.00
2014	18.45	18.47	18.35	18.12	18.30	17.00	16.87	16.79	17.88	18.38	19.43	18.78	18.07
Media mensual	18.31	18.13	18.30	18.41	17.95	17.18	16.67	17.02	17.76	18.56	18.90	18.61	17.98
Mínima	17.32	16.50	17.40	17.76	16.76	16.30	15.51	16.08	16.77	17.70	17.88	17.70	
Máxima	19.52	19.30	19.60	19.70	18.74	18.23	17.64	18.12	18.47	19.24	19.53	19.62	

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

Tabla 21. Completación de datos de temperatura por la media aritmética en la estación M0123 - El Corazón.

CÓDIGO	NOMBRE	TIPO	CUENCA	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD							
				(°S)	(°O)	(msnm)							
M0123	El Corazón	C	Pastaza	-1.13	-79.07	1471							
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Suma anual
1985	17.60	17.13	17.55	17.72	18.04	18.20	18.20	17.82	18.45	18.30	17.92	17.39	17.86
1986	17.12	17.31	17.55	17.87	18.24	18.40	17.98	18.36	18.10	18.31	18.33	18.20	17.98
1987	17.71	18.28	18.61	18.57	18.49	18.75	18.84	18.46	18.53	18.49	18.61	18.43	18.48
1988	18.49	18.56	18.65	18.67	18.79	18.48	18.16	18.36	18.39	18.65	18.57	18.38	18.51
1989	17.89	17.91	17.83	18.05	17.88	18.23	17.95	18.38	18.27	17.85	18.12	18.06	18.04
1990	17.54	17.45	17.66	18.08	18.18	18.33	18.04	18.03	18.24	18.15	18.50	18.04	18.02
1991	17.42	17.39	18.07	17.98	18.29	18.63	18.29	18.16	18.50	18.32	18.29	17.85	18.10
1992	17.57	17.81	18.61	18.64	18.66	18.48	18.06	18.35	18.35	18.33	18.71	18.09	18.31
1993	17.56	17.48	18.46	18.73	18.40	19.24	19.25	18.57	18.62	18.79	18.51	18.11	18.48
1994	18.16	18.53	18.81	18.90	18.89	19.03	19.10	19.19	19.19	19.03	18.98	18.74	18.88
1995	18.51	18.44	18.11	18.19	18.27	18.41	18.34	18.18	18.54	18.56	18.33	18.55	18.37
1996	17.62	17.72	18.03	18.11	18.59	18.64	18.27	18.08	18.37	18.21	18.20	17.95	18.15
1997	17.28	17.73	18.47	18.60	18.92	18.76	18.68	18.85	18.76	18.75	18.71	19.43	18.58
1998	19.68	19.90	19.94	20.13	19.73	19.17	18.60	18.56	18.41	18.53	18.40	18.46	19.13
1999	17.28	17.68	17.99	18.90	17.99	17.99	17.58	17.91	17.66	17.50	17.42	17.19	17.76
2000	16.65	16.82	17.32	17.68	18.16	18.66	18.31	18.13	18.13	18.23	18.30	17.82	17.85
2001	17.19	17.38	17.89	17.80	18.27	18.36	18.53	18.95	18.26	18.28	18.12	17.63	18.05
2002	17.50	17.52	18.24	18.04	18.33	18.14	18.22	17.99	18.37	18.29	18.07	18.00	18.06
2003	18.14	17.57	17.65	18.06	18.12	18.41	18.09	17.90	17.85	18.78	18.10	18.21	18.07
2004	17.78	17.38	17.68	18.13	18.21	18.27	18.11	17.94	18.36	18.15	17.92	18.05	18.00
2005	17.90	17.53	17.50	18.62	18.61	18.93	18.31	18.60	18.32	18.02	17.71	17.23	18.11
2006	17.16	17.60	18.13	18.27	18.25	18.19	18.42	18.21	18.06	18.54	18.10	18.12	18.09

2007	17.86	17.70	17.91	18.32	18.20	17.81	17.75	17.76	17.91	17.95	17.82	17.05	17.84
2008	16.59	16.96	17.65	18.22	17.93	17.81	17.39	17.49	17.78	17.77	17.87	16.95	17.53
2009	17.13	16.80	17.59	18.03	18.26	18.30	18.40	18.42	18.84	18.63	18.64	18.15	18.10
2010	17.82	18.43	18.78	19.14	18.95	18.11	17.76	18.07	17.81	18.27	17.49	16.77	18.12
2011	16.90	17.21	17.59	18.32	18.60	18.22	17.69	18.21	18.05	17.55	17.67	16.94	17.75
2012	16.93	17.40	17.95	18.20	18.27	17.78	17.92	18.16	17.79	18.01	18.07	17.51	17.83
2013	17.30	17.27	18.11	18.49	17.98	17.80	17.91	18.03	18.12	18.26	17.90	17.69	17.91
2014	17.35	17.33	18.05	18.11	18.35	18.38	18.32	17.86	18.09	18.31	18.12	17.88	18.01
Media mensual	17.59	17.67	18.08	18.35	18.40	18.40	18.22	18.23	18.27	18.29	18.18	17.89	18.13
Mínima	16.59	16.80	17.32	17.68	17.88	17.78	17.39	17.49	17.66	17.50	17.42	16.77	
Máxima	19.68	19.90	19.94	20.13	19.73	19.24	19.25	19.19	19.19	19.03	18.98	19.43	

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

Tabla 22. Completación de datos de temperatura por la media aritmética en la estación M0128 - Pedro F. Cevallos.

CÓDIGO	NOMBRE	TIPO	CUENCA	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD							Suma anual						
				(°S)	(°O)	(msnm)	Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo		Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
M0128	Pedro F. Cevallos	C	Pastaza	-1.35	-78.62	2910													
1985	13.09	11.84	12.85	12.75	11.85	11.25	9.89	10.78	11.73	12.98	12.89	13.38	12.11						
1986	13.10	13.10	12.17	12.79	12.68	11.64	10.47	11.45	11.67	13.14	13.28	13.26	12.40						
1987	12.85	12.70	13.35	12.58	12.64	12.42	12.10	11.88	12.67	13.67	13.92	13.20	12.83						
1988	13.49	13.61	12.38	12.94	12.82	11.79	10.66	11.15	12.13	12.55	12.97	12.53	12.42						
1989	12.24	12.01	12.39	12.47	12.08	11.31	10.63	11.25	12.21	12.59	13.70	13.69	12.21						
1990	12.93	13.38	12.55	13.31	12.32	11.83	10.93	11.00	12.09	13.05	13.65	13.18	12.52						
1991	13.48	13.09	13.76	12.79	13.25	12.63	11.51	10.36	12.27	11.99	12.70	14.00	12.65						
1992	13.54	13.28	13.45	13.16	13.23	12.01	10.67	11.36	12.11	12.27	13.62	14.07	12.73						
1993	13.35	12.99	12.35	13.25	13.17	12.06	11.36	11.75	12.13	12.56	13.47	13.57	12.67						
1994	13.03	12.89	13.22	12.91	12.69	11.77	11.24	10.52	12.10	13.01	13.27	13.11	12.48						
1995	12.37	13.13	13.44	13.69	12.87	12.63	11.88	11.89	11.85	13.10	13.65	13.09	12.80						
1996	12.62	12.22	13.07	12.85	12.86	12.07	10.92	11.15	12.01	13.53	13.31	12.97	12.47						
1997	13.42	12.58	13.40	13.06	12.99	12.92	11.22	11.31	12.12	13.57	13.38	13.64	12.80						
1998	13.50	14.35	14.36	14.42	13.76	12.15	11.43	12.16	12.40	13.17	14.30	13.67	13.31						
1999	13.35	12.63	12.85	12.30	12.36	12.01	10.96	11.19	12.14	12.33	13.64	13.20	12.41						
2000	12.89	12.09	12.31	12.48	12.31	11.92	11.43	11.23	12.12	13.14	13.59	13.48	12.42						
2001	13.18	12.98	13.08	13.12	12.89	12.01	11.37	11.48	12.12	13.14	13.59	13.48	12.70						
2002	12.97	13.22	12.87	13.16	12.82	11.33	11.94	11.48	12.37	12.68	12.74	14.00	12.63						
2003	13.35	13.29	13.09	13.28	13.17	12.06	11.46	12.23	12.63	13.64	13.28	12.90	12.87						
2004	13.67	12.88	13.20	13.24	12.98	11.77	11.64	11.32	11.66	13.47	14.04	13.72	12.80						
2005	13.76	13.56	13.21	13.28	13.31	12.21	11.65	11.74	12.57	13.52	13.87	13.32	13.00						
2006	12.84	13.22	12.87	13.29	12.84	11.72	11.31	11.48	12.06	13.73	13.50	13.92	12.73						

2007	13.25	13.05	12.80	12.94	13.05	11.29	11.82	11.15	11.04	13.24	13.40	13.11	12.51
2008	13.07	12.43	12.45	12.71	12.42	11.98	11.21	11.48	12.09	12.92	13.89	13.67	12.53
2009	12.85	12.30	13.55	13.42	13.11	12.17	11.74	12.08	12.25	13.56	14.12	14.24	12.95
2010	13.21	14.20	13.90	13.83	13.93	12.19	12.24	11.05	12.35	13.55	13.65	13.16	13.10
2011	13.24	13.48	13.56	13.29	12.78	12.14	11.61	12.14	12.43	13.76	13.96	13.36	12.98
2012	13.41	12.58	12.93	13.36	12.41	12.29	11.91	12.70	11.74	13.53	14.08	13.75	12.89
2013	13.71	12.73	13.54	13.59	13.58	12.71	11.43	12.14	12.42	13.58	13.98	13.87	13.11
2014	13.71	13.70	13.56	13.21	13.63	12.02	12.34	11.47	12.17	13.24	14.37	13.77	13.10
Media mensual	13.18	12.98	13.08	13.12	12.89	12.01	11.37	11.48	12.12	13.14	13.59	13.48	12.70
Mínima	12.24	11.84	12.17	12.30	11.85	11.25	9.89	10.36	11.04	11.99	12.70	12.53	
Máxima	13.76	14.35	14.36	14.42	13.93	12.92	12.34	12.70	12.67	13.76	14.37	14.24	

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

Tabla 23. Completación de datos de temperatura por el vector regional (HYDRACCES) en la estación M0133 – Guaslán.

CÓDIGO	NOMBRE	TIPO	CUENCA	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD							Suma anual					
				(°S)	(°O)	(msnm)	Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo		Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
M0133	Guaslán	C	Pastaza	-1.72	-78.66	2850												
1985	14.83	13.80	14.86	14.70	13.84	13.58	12.80	12.93	14.20	14.44	14.33	14.90	14.10					
1986	14.99	14.56	13.87	14.55	14.81	13.73	12.72	13.55	14.09	14.37	14.20	18.20	14.47					
1987	15.07	14.70	14.31	14.19	14.66	14.48	14.13	13.87	14.32	15.12	15.13	15.10	14.59					
1988	15.32	14.80	13.50	14.52	14.39	13.67	12.46	12.94	13.27	14.34	14.52	13.89	13.97					
1989	13.90	13.93	13.78	14.21	13.82	13.06	12.26	13.22	13.30	14.00	14.90	14.64	13.75					
1990	14.56	14.72	14.23	14.65	14.10	13.61	12.97	12.76	13.76	14.35	14.86	14.73	14.11					
1991	14.78	14.82	15.23	14.63	14.62	14.50	13.38	12.47	14.75	17.60	14.74	15.44	14.75					
1992	15.20	14.69	14.84	14.65	14.67	14.11	13.01	13.80	14.11	14.18	15.06	14.93	14.44					
1993	14.72	14.30	13.68	14.51	14.64	14.19	13.88	17.44	14.35	14.68	14.48	15.11	14.66					
1994	14.47	14.75	14.89	14.63	14.10	14.13	16.40	12.59	13.99	14.45	14.31	14.70	14.45					
1995	14.35	14.78	14.44	14.49	14.27	14.24	13.57	13.61	13.26	13.92	13.76	13.73	14.03					
1996	13.98	13.40	14.18	18.32	14.16	13.99	16.16	16.72	17.67	19.00	19.00	18.50	16.26					
1997	15.03	15.12	15.36	15.83	15.84	15.24	15.24	15.51	15.07	15.15	13.88	13.41	15.06					
1998	15.43	15.19	15.46	15.78	15.22	14.39	14.24	15.43	15.02	15.48	15.66	15.40	15.23					
1999	14.42	14.90	13.97	14.44	14.49	14.41	14.69	13.65	13.60	17.70	15.23	18.30	14.98					
2000	14.79	13.76	13.87	13.93	13.68	13.93	16.80	16.60	17.50	18.22	19.12	18.30	15.88					
2001	17.70	18.16	17.61	17.80	17.93	13.69	13.72	12.99	13.94	15.85	15.59	15.73	15.89					
2002	18.30	15.20	15.41	15.53	14.97	13.86	14.65	13.79	14.18	14.62	14.41	15.20	15.01					
2003	15.10	14.93	14.58	14.74	14.85	17.10	16.90	17.80	18.16	19.20	18.59	18.20	16.68					
2004	19.20	17.96	18.40	18.50	13.76	13.33	13.14	12.57	13.48	14.72	19.53	19.15	16.15					
2005	18.80	18.97	18.59	18.35	18.30	17.50	17.20	17.32	18.30	19.00	19.20	18.20	18.31					
2006	14.63	14.80	14.39	14.50	14.61	13.30	13.36	13.45	13.71	14.91	14.49	14.87	14.25					

2007	15.18	14.79	14.43	14.63	14.69	13.25	13.62	13.20	13.05	14.05	14.23	14.28	14.12
2008	14.50	14.03	13.90	14.13	17.54	13.86	13.18	13.30	13.72	14.29	14.48	14.52	14.29
2009	14.25	13.90	14.94	14.99	14.35	13.98	14.01	14.11	13.66	14.80	15.15	19.40	14.79
2010	18.20	19.30	19.20	19.04	19.10	17.40	17.64	16.50	13.61	14.67	14.44	14.39	16.96
2011	14.19	14.68	14.40	14.55	14.54	14.20	13.56	14.08	13.98	14.58	14.47	14.55	14.31
2012	14.63	14.21	14.58	14.45	14.55	14.43	13.71	14.33	13.73	14.85	15.03	15.26	14.48
2013	15.29	14.82	15.30	15.03	14.75	14.74	14.57	14.30	14.00	14.47	14.72	14.98	14.75
2014	15.17	14.94	14.78	14.45	14.67	13.97	14.36	14.40	13.70	14.41	14.78	14.73	14.53
Media mensual	15.37	15.10	15.03	15.29	15.00	14.33	14.28	14.31	14.45	15.38	15.41	15.76	14.97
Mínima	13.90	13.40	13.50	13.93	13.68	13.06	12.26	12.47	13.05	13.92	13.76	13.41	
Máxima	19.20	19.30	19.20	19.04	19.10	17.50	17.64	17.80	18.30	19.20	19.53	19.40	

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

Tabla 24. Completación de datos de temperatura por la media aritmética en la estación M0258 – Querochaca (UTA).

CÓDIGO	NOMBRE	TIPO	CUENCA	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD													
				(°S)	(°O)	(msnm)	Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
M0258	Querochaca	C	Pastaza	-1.37	-78.61	2865													
1985	13.25	13.15	13.15	13.12	12.88	11.96	11.29	11.37	12.06	13.18	13.29	13.66	12.70						
1986	13.28	13.28	12.36	13.18	12.99	11.60	10.46	11.44	11.72	13.16	13.26	13.12	12.49						
1987	13.06	12.83	13.22	12.60	12.89	12.39	12.20	11.85	12.58	13.84	14.00	13.59	12.92						
1988	13.70	13.78	12.60	13.17	12.92	11.79	10.75	11.16	12.07	12.76	13.21	12.55	12.54						
1989	12.34	12.21	12.56	12.63	12.07	11.24	10.55	11.25	12.03	12.78	13.64	13.52	12.23						
1990	13.23	13.56	12.93	13.57	12.53	12.02	10.73	11.12	12.23	13.49	13.95	13.63	12.75						
1991	13.72	13.15	13.91	12.90	13.06	12.52	11.45	10.04	12.51	12.33	12.95	14.34	12.74						
1992	13.68	13.42	13.42	13.34	13.22	11.81	10.41	11.35	12.05	12.52	13.84	14.31	12.78						
1993	13.22	12.97	12.39	13.10	13.07	11.88	11.37	11.35	12.27	12.50	13.66	13.55	12.61						
1994	13.05	12.94	13.28	12.87	12.54	11.55	11.06	10.48	12.08	13.19	13.51	13.47	12.50						
1995	12.53	13.68	13.71	13.73	12.94	12.58	11.72	11.62	11.79	13.28	13.71	13.36	12.89						
1996	13.07	12.51	13.25	13.09	12.75	11.92	10.72	10.91	11.95	13.77	13.53	13.08	12.55						
1997	13.50	12.63	13.48	13.13	12.84	12.76	10.97	11.30	12.84	13.88	13.71	13.67	12.89						
1998	13.84	14.50	14.59	14.51	13.65	12.19	11.39	12.22	12.27	13.24	14.52	13.90	13.40						
1999	13.45	12.81	12.97	12.46	12.31	11.99	10.96	11.22	12.00	12.30	13.61	13.22	12.44						
2000	13.07	12.10	12.35	12.61	12.24	11.88	11.43	11.11	11.86	12.54	13.82	13.06	12.34						
2001	12.53	12.70	12.57	12.62	12.86	11.33	11.36	10.81	11.99	13.80	13.87	14.19	12.55						
2002	13.17	13.34	13.40	13.29	12.97	11.38	11.80	11.04	12.29	12.72	12.58	13.91	12.66						
2003	13.50	13.37	13.05	13.33	12.84	11.77	11.36	11.92	12.52	13.57	13.51	13.18	12.83						
2004	14.05	13.09	13.25	13.06	12.78	11.71	11.61	11.04	11.88	13.48	13.95	13.60	12.79						
2005	13.84	13.81	13.19	13.23	13.27	12.22	11.79	11.70	12.80	13.75	14.03	13.23	13.07						
2006	13.12	13.48	13.12	13.20	12.95	11.83	11.35	11.62	11.96	13.75	13.43	13.82	12.80						

2007	13.33	13.11	12.91	13.03	13.02	11.46	11.52	11.31	11.01	13.00	13.18	13.00	12.49
2008	13.00	12.60	12.44	12.71	12.32	11.96	11.09	11.28	11.99	12.79	13.39	13.17	12.40
2009	12.74	12.60	13.56	13.32	13.27	12.18	11.71	11.91	11.95	13.62	13.97	14.14	12.91
2010	13.09	14.08	13.82	13.74	13.81	12.10	12.14	11.00	12.02	13.26	13.34	12.81	12.93
2011	12.84	13.29	13.19	12.87	12.60	12.34	11.41	12.06	12.02	13.40	13.41	12.90	12.69
2012	13.11	12.83	12.74	12.99	12.30	12.14	11.37	12.70	11.28	13.25	13.55	13.55	12.65
2013	13.66	12.90	13.57	13.18	13.41	12.41	11.13	11.84	11.88	13.06	13.67	13.57	12.86
2014	13.51	13.71	13.41	13.07	13.11	11.98	11.65	11.08	11.87	13.07	14.21	13.58	12.85
Media mensual	13.25	13.15	13.15	13.12	12.88	11.96	11.29	11.37	12.06	13.18	13.61	13.49	12.71
Mínima	12.34	12.10	12.35	12.46	12.07	11.24	10.41	10.04	11.01	12.30	12.58	12.55	
Máxima	14.05	14.50	14.59	14.51	13.81	12.76	12.20	12.70	12.84	13.88	14.52	14.34	

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

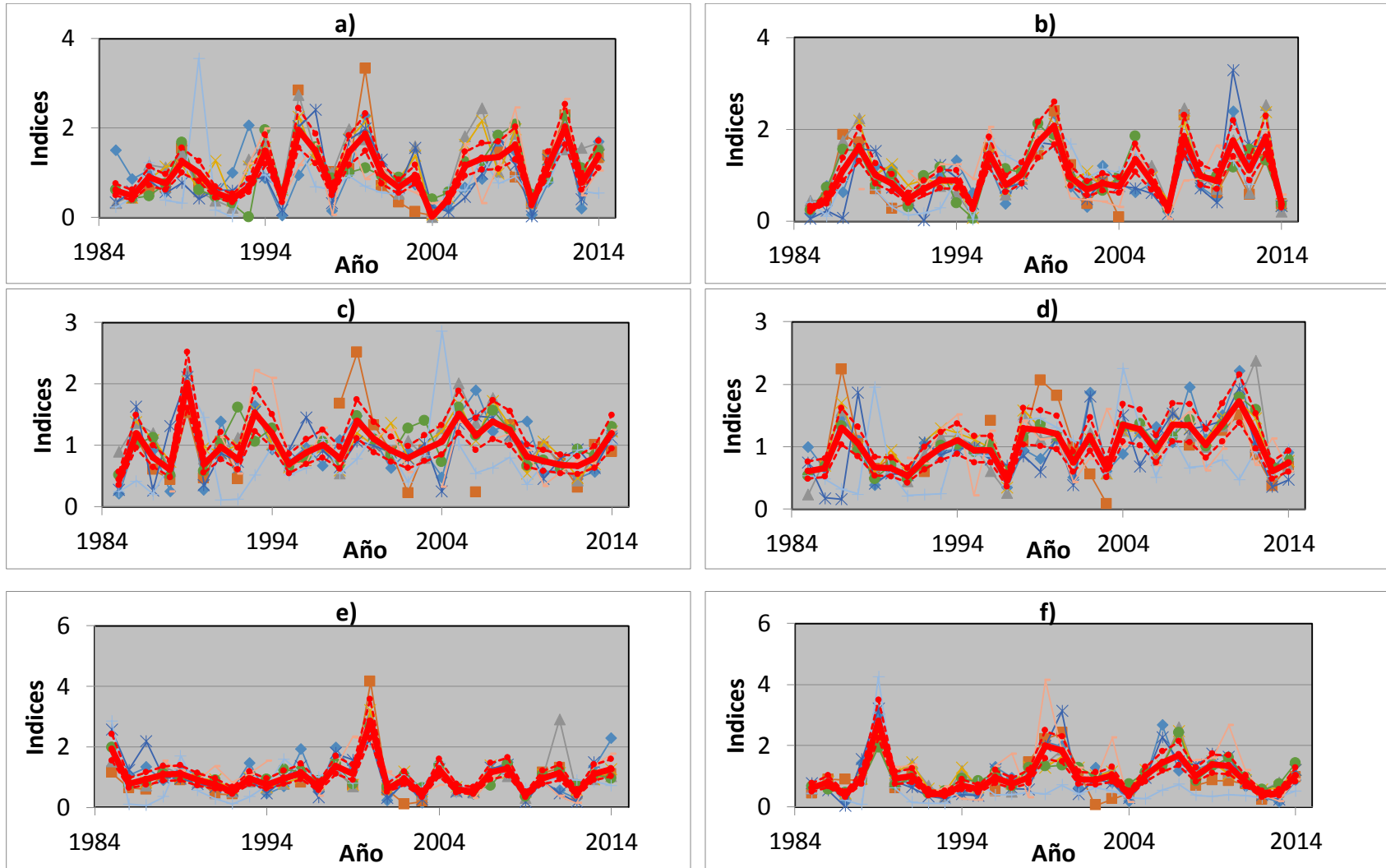
Tabla 25. Completación de datos de temperatura por el vector regional (HYDRACCES) en la estación M1066 – Cotopilaló.

CÓDIGO	NOMBRE	TIPO	CUENCA	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD							Suma anual					
				(°S)	(°O)	(msnm)	Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo		Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
M1066	Cotopilaló	C	Pastaza	-0.68	-78.70	3250												
1985	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70
1986	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70
1987	11.30	11.30	11.30	11.30	11.30	11.30	11.30	11.30	11.30	11.30	11.30	11.30	11.30	11.30	11.30	11.30	11.30	11.30
1988	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	11.40	10.80	10.80	11.00	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.87
1989	11.30	11.30	11.30	11.30	10.62	11.30	10.06	10.80	11.07	10.89	11.70	11.30	11.08	11.30	11.08	11.30	11.08	11.08
1990	11.20	11.20	11.20	11.20	10.79	11.58	11.24	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20
1991	12.08	11.65	11.96	11.39	11.59	11.48	10.70	10.90	11.35	11.55	11.56	11.82	11.50	11.35	11.55	11.56	11.82	11.50
1992	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20
1993	11.57	11.30	11.26	11.54	11.55	11.31	11.18	11.94	11.11	11.03	11.62	11.67	11.43	11.11	11.03	11.62	11.67	11.43
1994	11.45	11.46	11.55	11.37	11.17	10.90	10.97	11.41	11.36	11.14	11.41	11.31	11.29	11.36	11.14	11.41	11.31	11.29
1995	11.44	11.33	11.05	11.41	10.90	11.10	10.91	10.83	10.90	10.90	10.90	11.26	11.08	11.33	11.05	11.41	10.90	11.10
1996	11.14	11.13	11.04	11.14	11.04	11.20	11.21	10.90	11.22	10.85	11.04	11.07	11.08	11.13	11.04	11.14	11.04	11.08
1997	11.12	11.19	11.18	11.14	11.20	11.26	11.37	11.00	11.55	11.38	11.30	11.39	11.26	11.19	11.18	11.14	11.20	11.26
1998	11.31	11.36	11.46	11.47	11.49	11.35	11.42	11.47	11.32	11.17	11.60	11.60	11.42	11.36	11.46	11.47	11.49	11.35
1999	11.20	11.20	10.96	10.94	10.75	10.60	9.98	10.31	10.61	11.09	10.88	11.07	10.80	11.20	11.20	10.96	10.94	10.75
2000	10.58	10.52	10.76	10.87	11.04	11.15	10.57	10.68	10.62	10.94	10.74	11.31	10.82	10.58	10.52	10.76	10.87	11.04
2001	10.81	11.24	11.14	11.24	11.22	10.62	10.91	10.56	11.10	11.25	11.35	11.35	11.07	11.24	11.24	11.14	11.24	10.62
2002	11.04	11.35	11.52	11.06	11.08	10.67	10.93	10.64	11.14	10.50	11.03	11.46	11.04	11.04	11.35	11.52	11.06	11.08
2003	11.47	11.66	10.82	11.26	11.11	10.55	10.11	10.65	10.90	11.15	10.82	10.52	10.92	11.66	11.66	10.82	11.11	10.55
2004	10.80	11.33	11.02	11.33	11.18	10.47	11.33	10.27	10.63	11.26	11.33	10.76	10.98	11.33	11.33	11.02	11.33	11.18
2005	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20
2006	10.85	11.30	10.90	11.02	11.15	10.38	10.46	10.88	10.90	10.90	10.90	10.90	10.88	11.30	11.30	10.90	11.02	11.15

2007	11.46	10.93	11.00	10.97	10.96	10.01	10.31	9.80	10.16	10.32	10.78	10.56	10.61
2008	10.79	10.40	10.53	10.52	10.68	10.77	10.04	10.22	10.57	10.71	10.75	10.77	10.56
2009	10.81	10.50	10.96	10.80	11.40	10.56	10.41	10.78	10.78	11.01	10.95	11.04	10.83
2010	11.11	11.21	11.51	11.33	11.44	10.75	10.36	10.44	10.46	10.85	10.93	10.52	10.91
2011	10.67	10.91	10.61	10.84	10.77	10.66	10.11	10.47	10.31	10.76	10.79	10.86	10.65
2012	10.58	10.72	10.60	10.47	10.65	10.38	10.22	10.97	10.14	10.82	10.51	10.47	10.55
2013	11.53	10.76	11.07	11.19	10.96	11.00	10.17	10.97	10.80	10.60	11.18	11.09	10.94
2014	11.26	11.25	11.16	11.15	11.10	10.20	10.05	10.00	10.33	10.48	10.47	10.61	10.67
Media mensual	11.12	11.10	11.08	11.09	11.06	10.87	10.72	10.80	10.88	10.96	11.06	11.06	10.98
Mínima	10.58	10.40	10.53	10.47	10.62	10.01	9.98	9.80	10.14	10.32	10.47	10.47	
Máxima	12.08	11.66	11.96	11.54	11.59	11.58	11.42	11.94	11.55	11.55	11.70	11.82	

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

Anexo 4. Representación gráfica del vector regional de la subcuenca del río Patate para la variable precipitación (1985-2014).



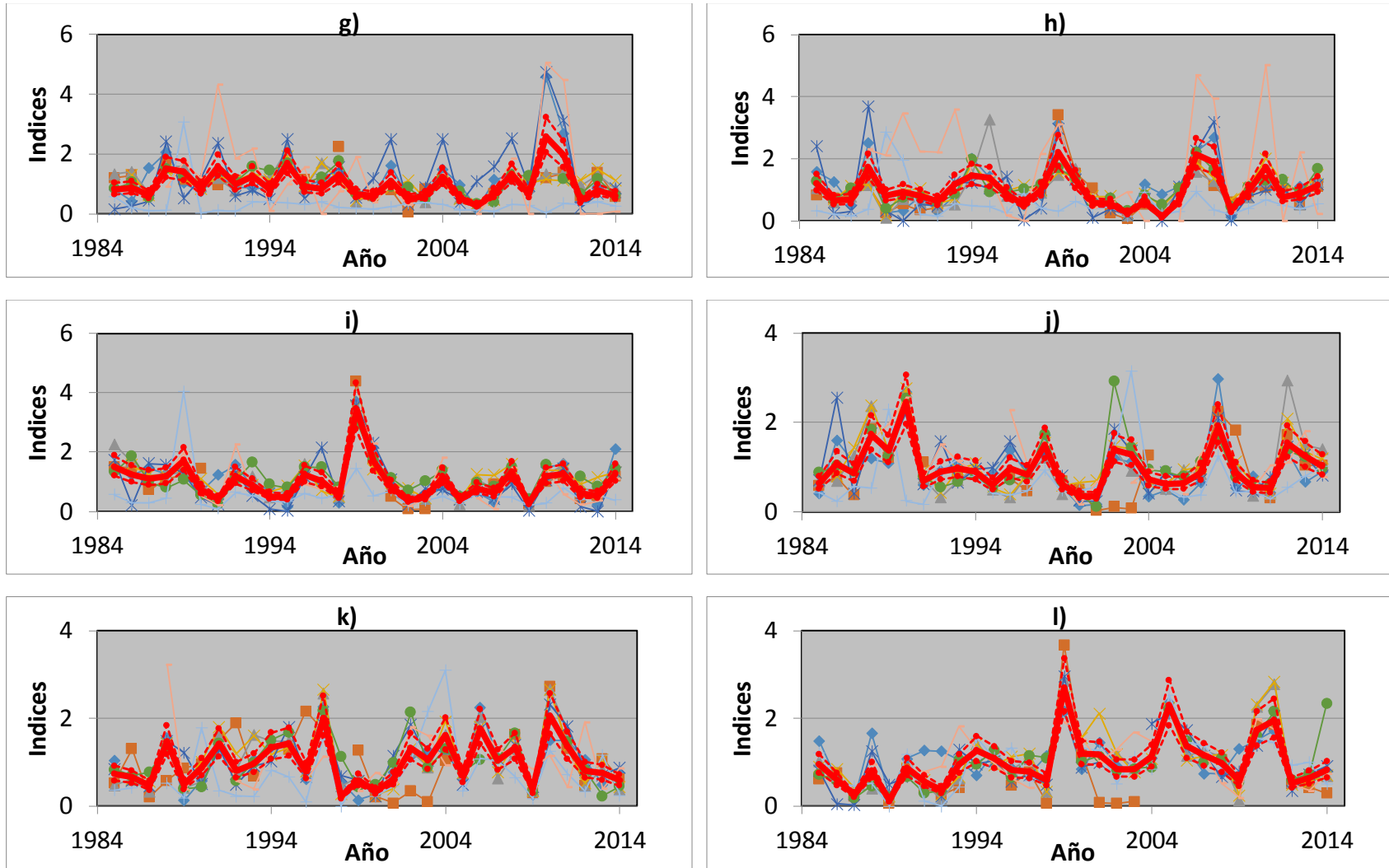
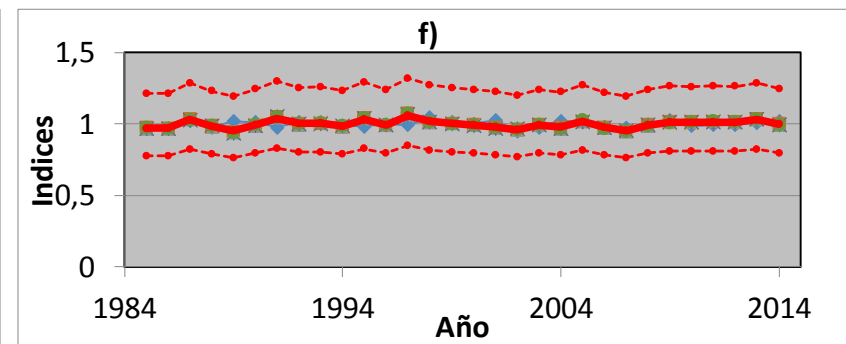
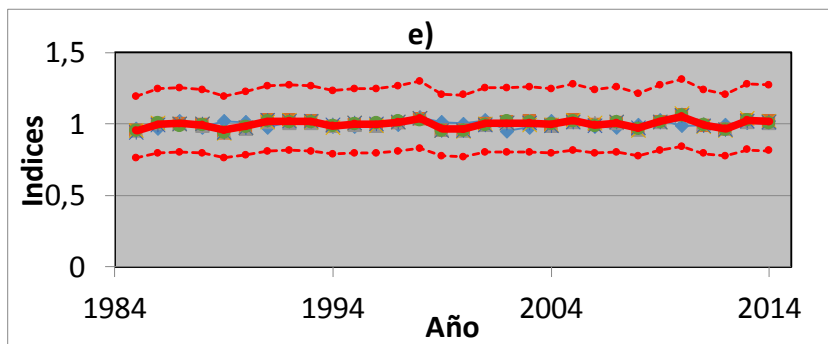
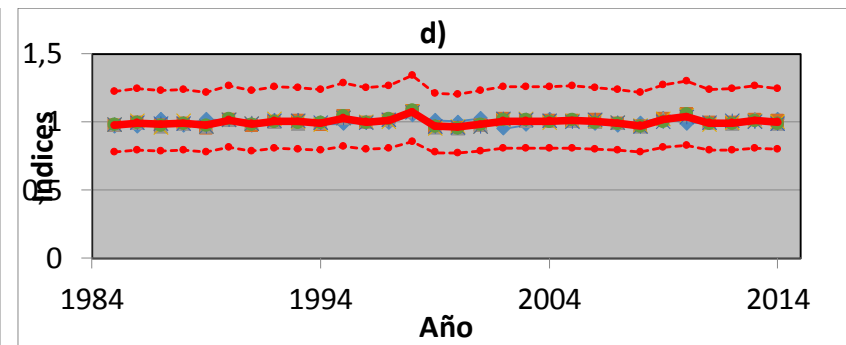
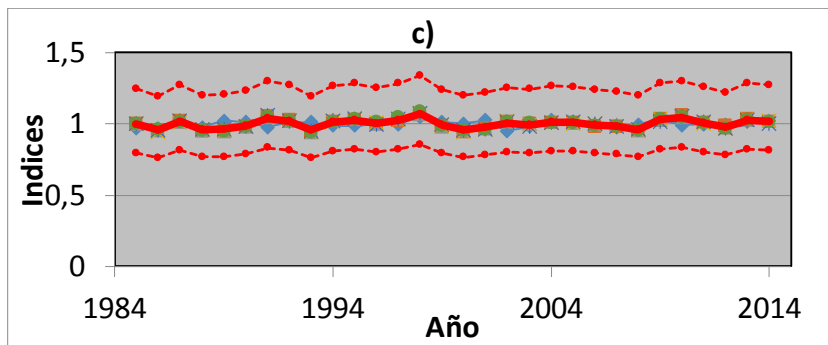
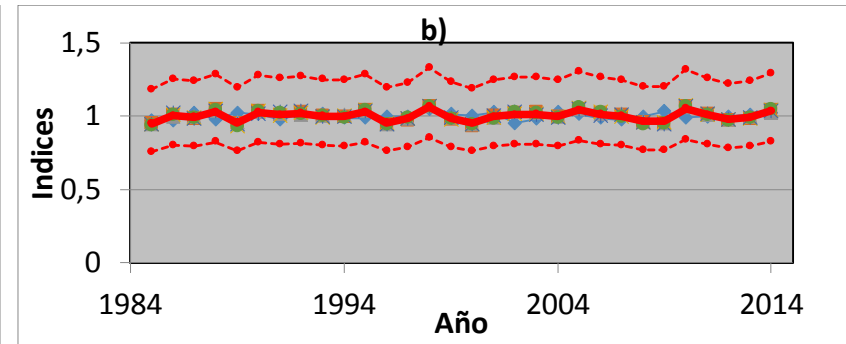
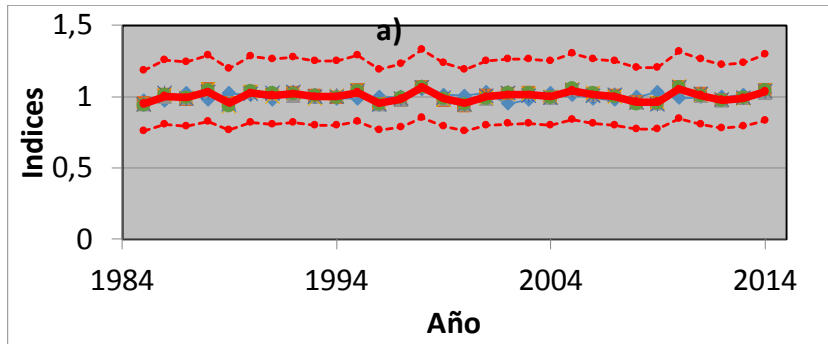


Figura 21. Índices anuales del vector y estaciones meteorológicas (Brunet Moret) de la SRP. a) enero, b) febrero, c) marzo, d) abril, e) mayo, f) junio, g) julio, h) agosto, i) septiembre, j) octubre, k) noviembre, l) diciembre

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

Anexo 5. Representación gráfica del vector regional de la subcuenca del río Patate para la variable temperatura (1985-2014).



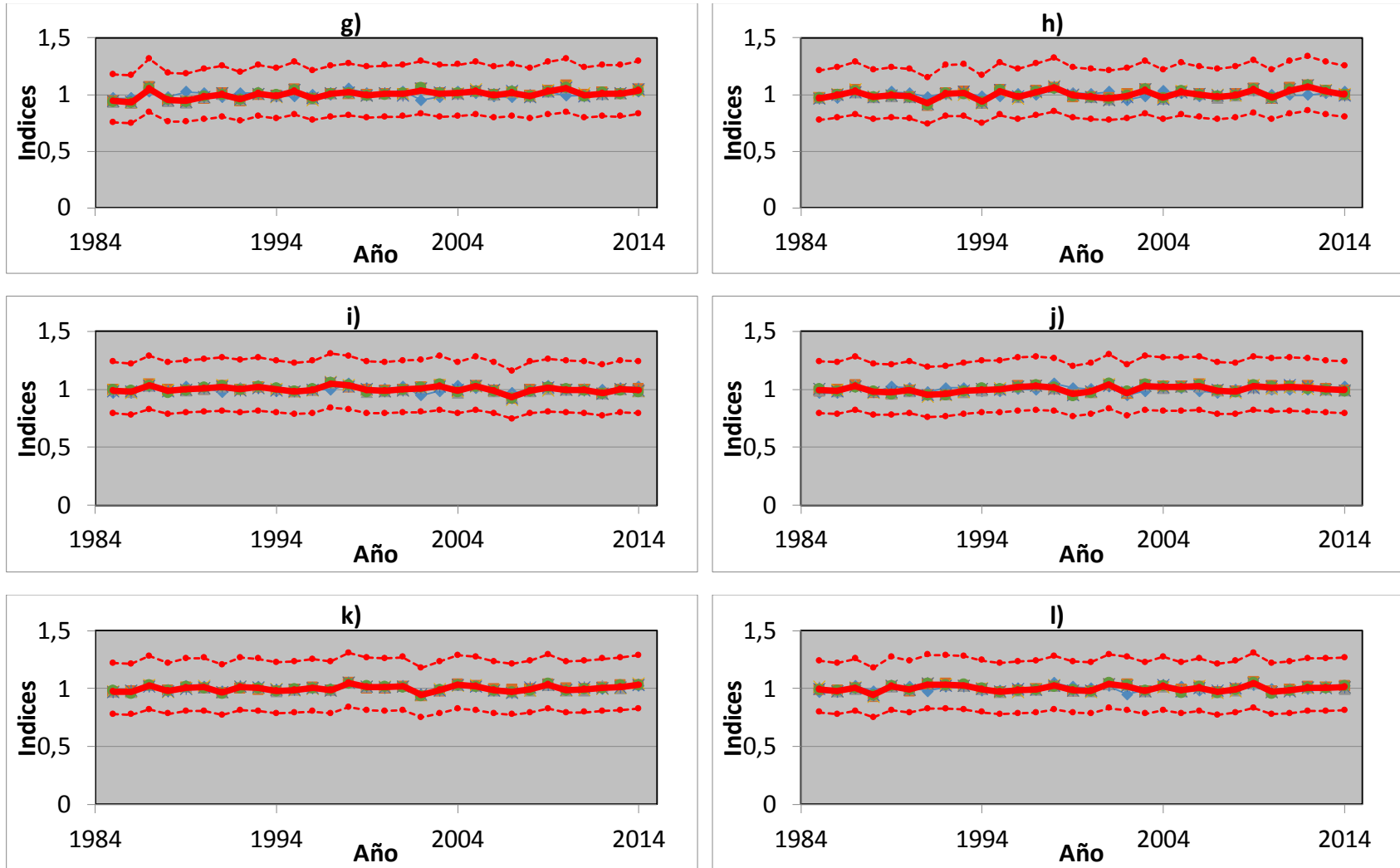
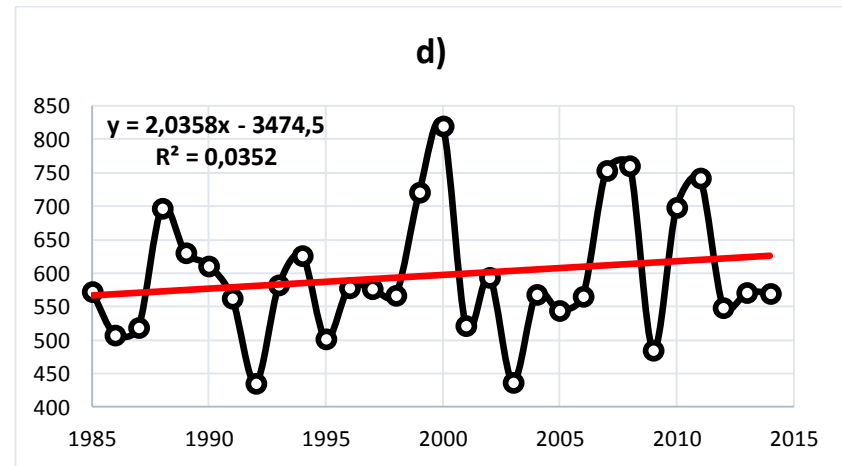
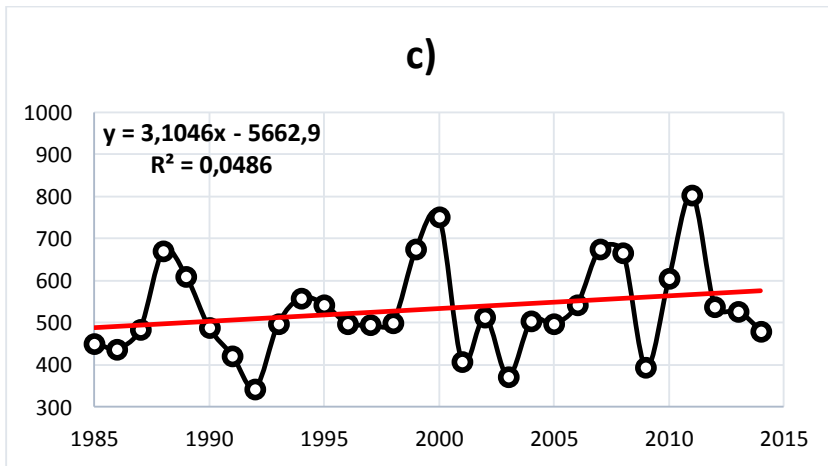
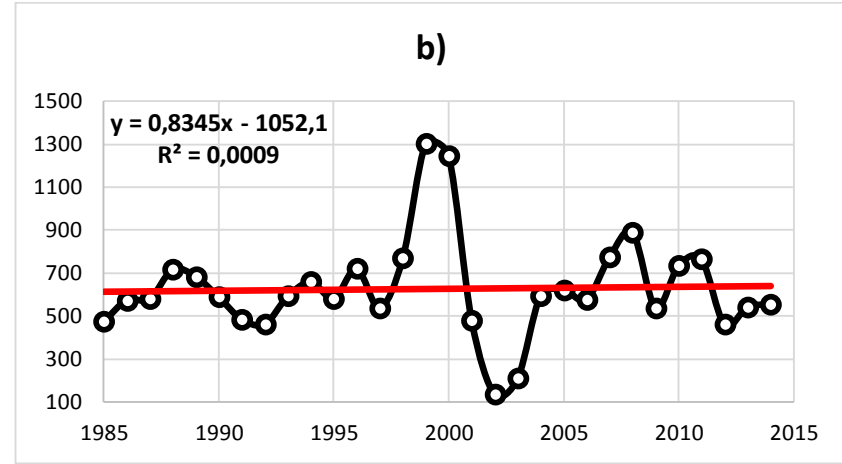
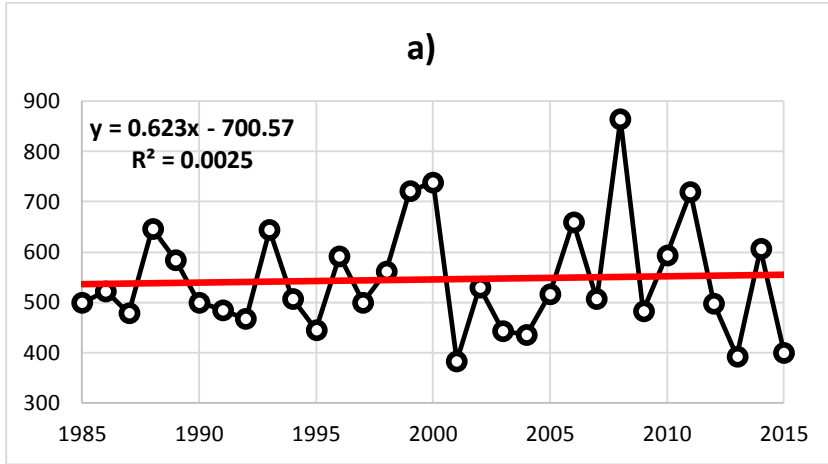


Figura 22. Índices anuales del vector y estaciones meteorológicas (Brunet Moret) de la SRP. a) enero, b) febrero, c) marzo, d) abril, e) mayo, f) junio, g) julio, h) agosto, i) septiembre, j) octubre, k) noviembre, l) diciembre

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

Anexo 6. Tendencias de precipitación (1985-2014).



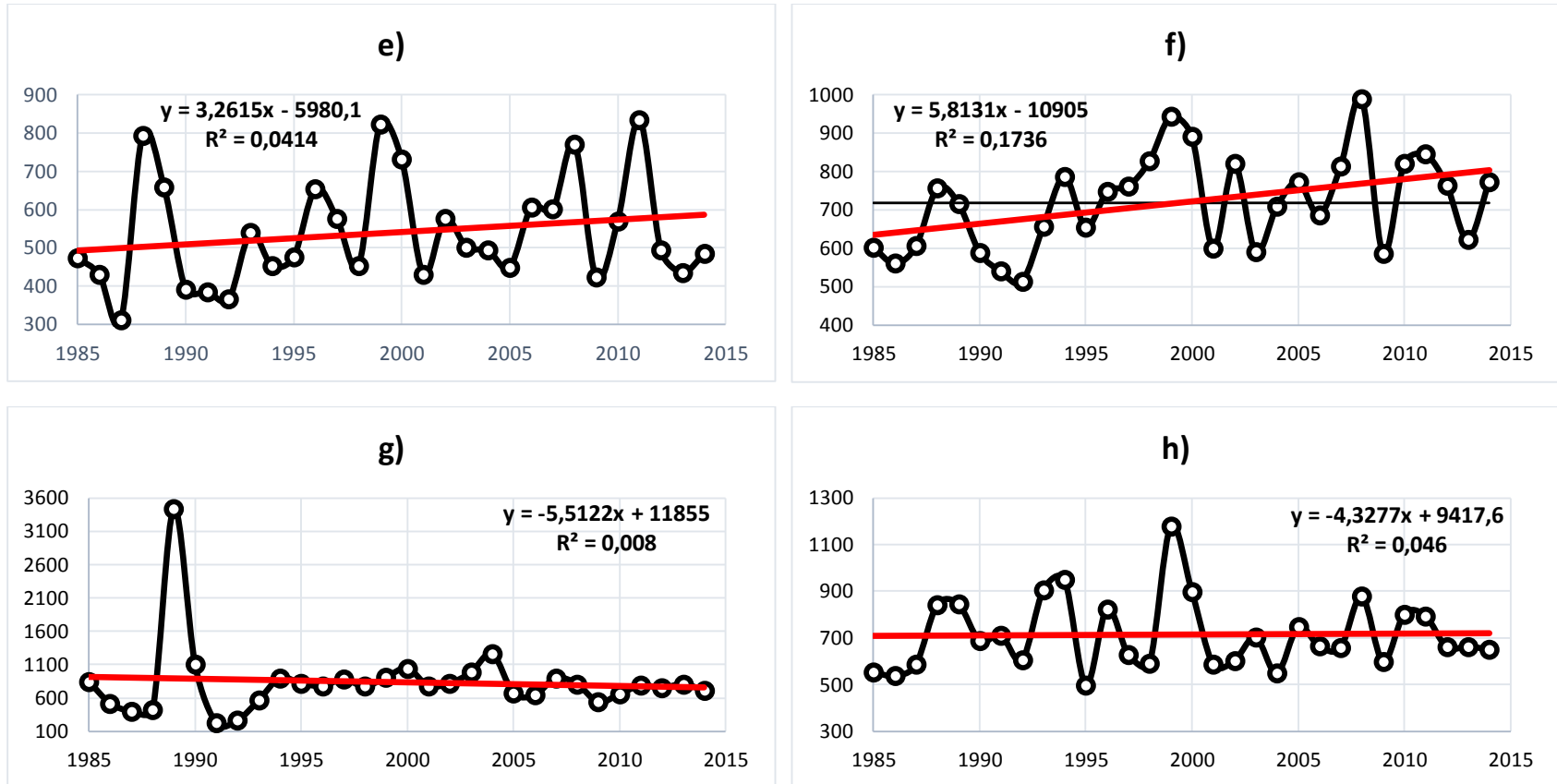
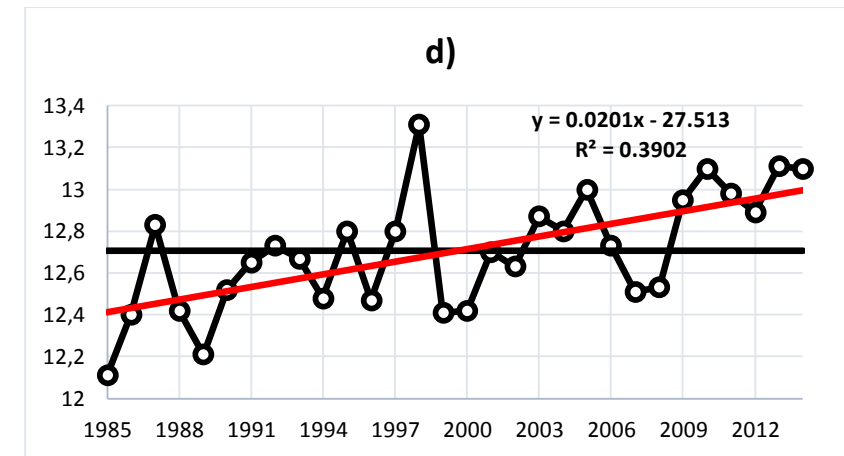
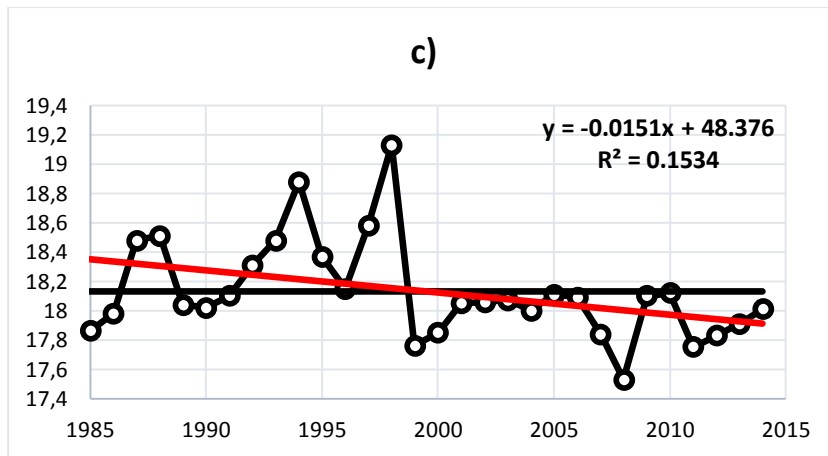
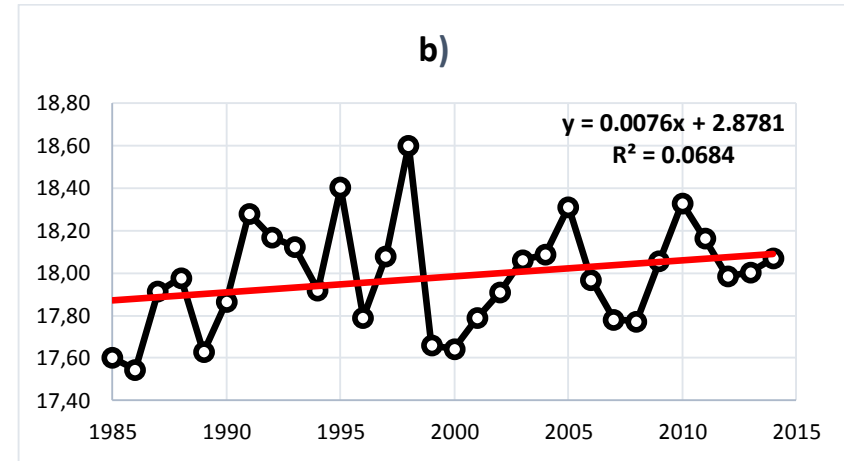
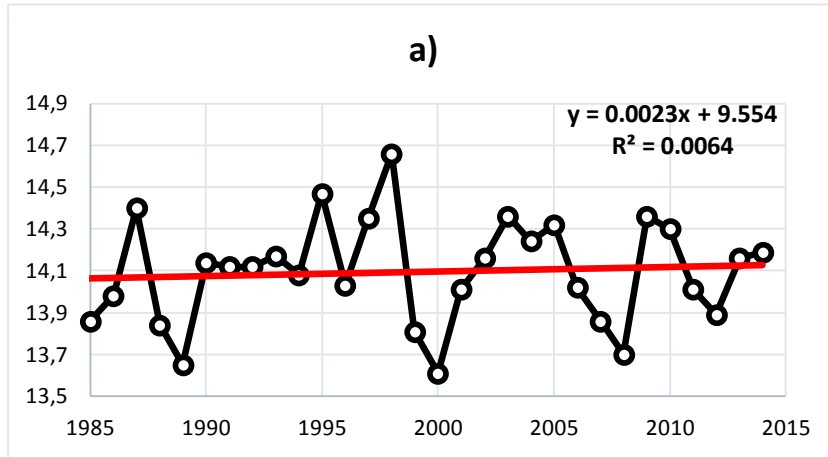


Figura 23. Gráficas de tendencias de temperatura de la SRP. Estación a) Rumipamba M0004, b) Patate M0126, c) Pedro Fermín Cevallos M0128, d) Querochaca M0258, e) Cusubamba M0369, f) Pilahuín M0376, g) Huambaló M0380, h) Cotopilaló M1066.

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan.

Anexo 7. Tendencias de temperatura (1985-2014).



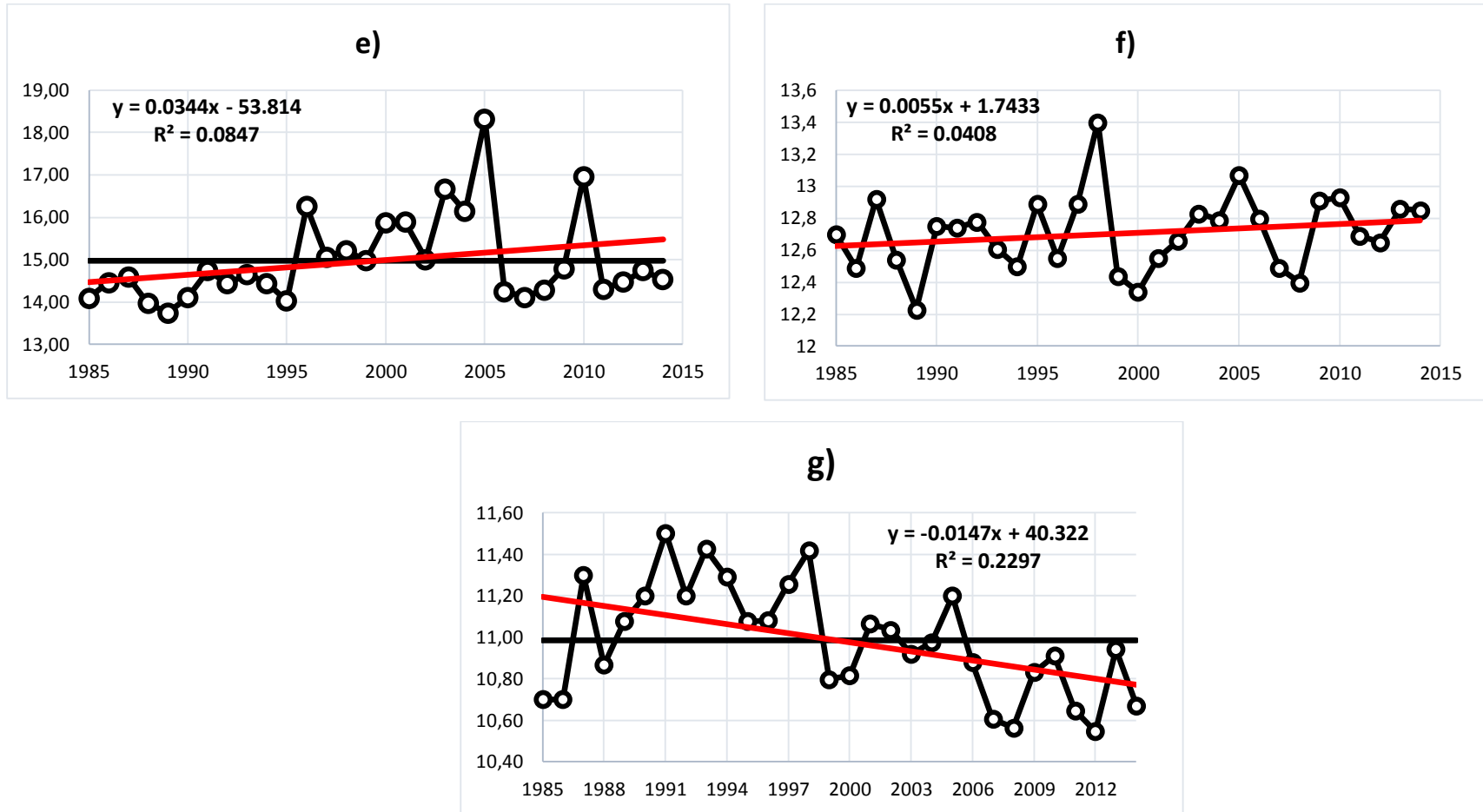


Figura 24. Gráficas de tendencias de temperatura de la SRP. Estación a) Rumipamba M0004, b) Baños M0029, c) El Corazón M0123, d) Pedro Fermín Cevallos M0128, e) Guaslán M0133, f) Querochaca M0258, g) Cotopilaló M1066.

Elaborado: Gutiérrez, John; Pauker, Brayan

Anexo 8. Hoja de vida de la tutora: Ing. Mercy Ilbay Mg.

MERCY LUCILA ILBAY YUPA



1. DATOS PERSONALES

Apellidos: ILBAY YUPA	C.I.: 0604147900
Nombres: MERCY LUCILA	RUC. 0604147900001
Fecha de nacimiento: 30 de octubre de 1983	Lugar: Archidona
Dirección domiciliaria: Hermanas Páez y Quijano y Ordoñez	Ciudad: Latacunga
E-mail: merckyu@hotmail.com	Celular: 0987533861

2. FORMACIÓN ACADÉMICA

Nº	Títulos de Pregrado	Universidad	País	Año
1	ING. AGRÓNOMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	ECUADOR	2011
2	ASESORA EN EL MANEJO DE PARAMOS Y ZONAS DE ALTURA	CONSORCIO CAMAREN	ECUADOR	2012

Nº	Títulos de Posgrado	Universidad	País	Año
1	MAGISTER EN RIEGO Y DRENAJE	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	ECUADOR	2015
2	DOCTORIS PHILOSOPHI EN RECURSOS HÍDRICOS	UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA	PERÚ	Presente fecha

3. CURSOS Y SEMINARIOS RECIBIDOS

Nº	NOMBRE	INSTITUCIÓN	PAÍS	Año
1	Planificación y Evaluación Educativa	Universidad Técnica De Ambato	ECUADOR	2018
2	Regionalización Hidrológica basada en los L-MOMENTOS	Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)	PERÚ	2017
3	Como publicar un artículo exitoso en revistas internacionales	UNALM-WILEY	PERÚ	2016
4	Planificación Estratégica en Sistemas de Abastecimiento	Centro de Formación-Santa Cruz de Bolivia (AECID)	BOLIVIA	2016
5	Gestión en Cuencas Hidrográficas	Ministerio del Ambiente-JICA	PANAMÁ	2016
6	Diseño y Sistemas de Riego por Aspersión con GESTAR V. 2014	Universidad Nacional Agraria La Molina	PERÚ	2016
7	Ordenamiento Territorial ante el cambio climático	Universidad Nacional Agraria La Molina	PERÚ	2015
8	Variabilidad Climática y sus Impactos en la Hidrología	Universidad Nacional Agraria La Molina	PERÚ	2015
9	Ingeniería y Gestión del Agua para la Generación de Empleo	Universidad Nacional Agraria La Molina	PERÚ	2015
10	Introducción a la Meteorología y a la Climatología con Énfasis en la Agro meteorología	ESPOCH	ECUADOR	2014
11	Sistemas Geográfica de Información	ESPOCH	ECUADOR	2014

4. EXPERIENCIA

4.1 Profesional

Nº	EMPRESA-INSTITUCIÓN	POSICIÓN	DE MES-AÑO	A MES-AÑO
1	MAGAP-DZ2RD	Analista de Riego y drenaje	11/2016	05/2017
2	SENAGUA	Analista de Estudios y Proyectos de Riego y Drenaje	3/2015	08/2015
3	GOBIERNO AUTÓNOMO DE LA PROVINCIA CHIMBORAZO	Técnica especialista de Riego- Hidrología	04/2011	12/2013
4	INIAP/Programa Nacional de Fruticultura	Técnica Agropecuaria	03/2010	02/2011

4.2 Docente

Nº	CURSOS - MATERIAS	INSTITUCIÓN	DE MES-AÑO	A MES-AÑO
1	Hidrología Manejo de Integrado de Recursos Hídricos Riego y drenaje Hidráulica	UTC-CAREM- Ingeniería de Medio Ambiente y Agronómica	Junio 2017	Presente fecha
2	Riego y drenaje Diseño de Sistemas de Riego Prácticas agrícolas	ESPOCH-FRN-Ingeniería Agronómica	Marzo 2014	Febrero 2015
3	Ayudante de cátedra de Genética y Fito- mejoramiento	ESPOCH-FRN-Ingeniería Agronómica	Marzo 2009	Agosto 2009
4	Ayudante de cátedra de Fisiología general	ESPOCH-FRN-Ingeniería Agronómica	Marzo 2008	Agosto 2008

4.3 Ponente

N°	CURSO- SEMINARIO	ENTIDADES	DE MES-AÑO	A MES-AÑO
1	I Congreso Internacional de Investigación Científica	Universidad Técnica de Cotopaxi	22-11-2017	24-11-2017
2	V Congreso REDU 2017	La Red Ecuatoriana de Universidades y Escuelas Politécnicas para Investigación y postgrado _Universidad de Cuenca	05-10-2017	06-10-2017
3	Convención Científica Internacional de la UTM 2017	Universidad Técnica de Manabí (aceptado)	18-10-2017	20-10-2017
4	I Congreso Internacional de Agricultura Sustentable	UTC-Coordinación de Educación Continua	24-05-2017	26-05-2017
5	IV Congreso REDU (2016)	La Red Ecuatoriana de Universidades y Escuelas Politécnicas para Investigación y postgrado (ESPE)	01-12-2016	02-12-2016
6	XV Reunión Binacional Uruguay-Argentina de Agro-meteorología	Asociación Argentina de Agrometeorología	01-10-2014	03-10-2014

4.4 Investigación

No.	TIPO DE EXPERIENCIA	PROGRAMA	PAIS	DURACIÓN
1	Regionalización de sequias en el Ecuador	Universidad Agraria La Molina-Perú	Perú- Ecuador	2016-2017
2	Impactos del cambio climático en la Hidrología de la cuenca del Río Ramis, Puno-Perú	Universidad Agraria La Molina-Perú	Perú	2015-2016
3	Efectos del riego deficitario en el rendimiento y eficiencia del uso del agua en el cultivo de papa bajo varios regímenes riego de alta frecuencia	Universidad Agraria del Ecuador	Ecuador	2014-2015
4	Implementación del control Biológico para mejorar la calidad de vida de los pequeños agricultores de los Andes ecuatorianos	INIAP-MAGAP- AgResearch-Nueva Zelanda	Ecuador- Nueva Zelanda	2011-2013

4.5 Consultoría en general

No.	NOMBRE DEL PROYECTO	INSTITUCIÓN	AÑO
1	Estudio de la calidad de agua y diseño del sistema de filtrado para la “Construcción del sistema de riego por aspersión”	Directorio de Agua de Regadio “Tiliche - San José	2017
2	“Estudio de factibilidad del sistema de riego del directorio de aguas de la comunidad la Moya - parroquia Guasuntos- cantón Alausí provincia de Chimborazo”	GAD de Chimborazo	2016
3	Producción y Comercialización Sana, Justa y sustentable para el Sistema de Riego Chambo-Guano	Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Chambo-Guano- Chimborazo	2012
4	Economía agraria con la capacitación especializada en análisis de rentabilidad agropecuaria	H. Gobierno Provincial de Tungurahua	2012

5. PUBLICACIONES


No.	TÍTULO	EDITORIAL	E-ISSN
1	Artículo: “Estimación de datos faltantes de precipitación en la Subcuenca del Río Patate”	Revista Bases de la Ciencia	e-ISSN 2588-0764
2	Libro: “Memorias científicas del Congreso Internacional de Agricultura Sustentable”	Centro de Investigación y Desarrollo Ecuador	978-9942-759-01-6

6. IDIOMAS

No.	IDIOMA	HABLADO %	ESCRITO %	COMPRENSIÓN %
1	Español	100	100	100
2	Portugués	50	60	80
3	Inglés	50	50	50

Anexo 9. Hoja de vida del autor: John Gutiérrez

DATOS PERSONALES:

NOMBRES:	JOHN EDUARDO	
APELLIDOS:	GUTIERREZ SOJOS	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	0704840529	
FECHA DE NACIMIENTO:	28 DE ABRIL DE 1994	
ESTADO CIVIL:	SOLTERO	
IDIOMAS:	ESPAÑOL – INGLES (NIVEL INTERMEDIO)	
DIRECCION:	MENA 2 – QUITO - PICHINCHA	
TELEFONO CELULAR:	0987773611	
EMAIL:	joedguso@gmail.com	

ESTUDIOS REALIZADOS:

PRIMER NIVEL:	UNIDAD EDUCATIVA SANTISIMOS CORAZONES (PASAJE – EL ORO).
SEGUNDO NIVEL:	ACADEMIA MILITAR GRAD. MIGUEL ITURRALDE (LATACUNGA - COTOPAXI).
TERCER NIVEL:	INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE - UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI (LATACUNGA - COTOPAXI).

CURSOS REALIZADOS:

- CERTIFICADO:** CONGRESO INTERNACIONAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES.
(UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI)
- CERTIFICADO:** CURSO DE INTRODUCCIÓN SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO DE UN CC: LEARN.
(UNITAR “UNITED NATIONS INSTITUTE FOR TRAINING AND RESEARCH”)
- CERTIFICADO:** MANEJO INTEGRADO DE RECURSOS HIDRICOS
(UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI)
- CERTIFICADO:** SEMINARIO DE CAPACITACIÓN EN CALIDAD AMBIENTAL.
(DIRECCION DEL AMBIENTE - GADPC)
- CERTIFICADO:** IS INDEPENDENT USER OF THE ENGLISH LANGUAGE (C.E.F.R. – B1), FOR HAVING PROVED AND COMPLETED SUCCESSFULLY THE CORRESPONDING LEVELS OF STUDY.
(UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI)

EXPERIENCIA LABORAL:

PRÁCTICAS PRE-PROFESIONALES: AUXILIAR TÉCNICO EN LA UNIDAD DE DIRECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE – EMPRESA ROSESSUCES (160 HORAS).
ROSESSUCES 2017.

PRÁCTICAS PRE-PROFESIONALES: AUXILIAR TÉCNICO EN EL AREA DE RIEGO Y/O DRENAJE EN EL CENTRO DE ATENCIÓN AL CIUDADANO (CAC) LATACUNGA - DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DE PASTAZA (DHP) – SECRETARÍA DEL AGUA (SENAGUA) **SENAGUA 2018 - PRESENTE.**

RECOMENDACIONES PERSONALES:

- T.E.M. Dayse Narváez
Telf.: 0995251094.
- Ing. Ilbay Mercy Mg.
Telf.: 0987533861.
- Ing. Lenin Garzón
Telf.: 0987566962.


RECOMENDACIONES LABORALES:

- Ing. Segundo Usúño.
Director General del Centro de Atención al Ciudadano Latacunga - Secretaría del Agua (SENAGUA).
Telf.: 0987157951.
- Ing. Fabián Berrazueta.
Director del Área de Riego y/o Drenaje del Centro de Atención al Ciudadano Latacunga - Secretaría del Agua (SENAGUA).
Telf.: 0984041478.
- Ab. Angie Quiñonez.
Jurídica del Centro de Atención al Ciudadano Latacunga - Secretaría del Agua (SENAGUA).
Telf.: 0984030579.

Anexo 10. Hoja de vida del autor: Brayan Pauker.

CURRICULUM VITAE

DATOS PERSONALES.

NOMBRES:	BRAYAN FREDDY.	
APELLIDOS:	PAUKER ÁLVAREZ.	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	150063675-6	
FECHA DE NACIMIENTO:	10 DE AGOSTO DE 1992.	
ESTADO CIVIL:	SOLTERO.	
DIRECCIÓN:	AVENIDA LUIS A. MARTÍNEZ Y CALLE SUCRE. SALCEDO – COTOPAXI.	
TELÉFONO:	0992763746.	
EMAIL:	brayan.pauker6@utc.edu.ec	

ESTUDIOS REALIZADOS:

PRIMER NIVEL:	ESCUELA DOMINGO SAVIO (TENA – NAPO).
SEGUNDO NIVEL:	COLEGIO FISCOMISIONAL SAN JOSÉ (TENA – NAPO).
TERCER NIVEL:	INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE - UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI (LATACUNGA - COTOPAXI).
IDIOMA:	SUFICIENCIA DEL IDIOMA INGLÉS NIVEL “B1” – UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI (LATACUNGA – COTOPAXI).

CURSOS REALIZADOS:

- CERTIFICADO:** PARTICIPACIÓN EN LA VIII ASAMBLEA GENERAL DE REDCCA, RED ECUATORIANA DE CARRERAS EN CIENCIAS AMBIENTALES, LATACUNGA (40 HORAS). **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI 2014.**
- CERTIFICADO:** CURSO ONLINE DE INTRODUCCIÓN SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO DE UN CC: LEARN. **UNITED NATIONS INSTITUTE FOR TRAINING AND RESEARCH (UNITAR) 2016.**
- CERTIFICADO:** PARTICIPACIÓN EN EL 2DO. TALLER DE INVESTIGACIÓN EN AGUA Y SANEAMIENTO, ESTADO DEL ARTE EN EL ECUADOR: MAPEANDO LAS TECNOLOGÍAS USADAS ACTUALMENTE PARA EL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y SANEAMIENTO EN EL PAÍS (40 HORAS). **UNIVERSIDAD IKIAM 2016.**
- CERTIFICADO:** CURSO TEÓRICO – PRÁCTICO DE “PRIMEROS AUXILIOS BÁSICOS Y RESCATE (30 HORAS). **CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN EL CHACO 2017.**
- CERTIFICADO:** CURSO ARC GIS APLICADO A RECURSOS HÍDRICOS (40 HORAS). **CENADEPRO 2017.**
- CERTIFICADO:** PARTICIPACIÓN EN MODALIDAD VINCULACIÓN EN EL PROYECTO “FUNDAMENTO DE SUBSISTENCIA PÁRAMOS II: CREACIÓN DE CAPACIDADES LOCALES PARA LA GESTIÓN SUSTENTABLE DE TIERRAS ALTAS COMO APORTE A LA PROTECCIÓN CLIMÁTICA Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA A PESQUEÑA ESCALA” (162 HORAS). **FUNDACIÓN HEIFER ECUADOR 2017.**

CERTIFICADO: TALLER: “SITUACIÓN ACTUAL DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS GOBIERNOS AUTÓNOMOS DESCENTRALIZADOS Y LA DIFUSIÓN DE LA NORMATIVA AMBIENTAL SOBRE GIRS” (16 HORAS). **ASOCIACIÓN DE MUNICIPALIDADES DEL ECUADOR (AME - REGIONAL 2) – ACRA – PNGIDS 2018.**

CERTIFICADO: CURSO - TALLER DE “MANEJO DE INSTRUMENTACIÓN AMBIENTAL”. (30 HORAS). **FACULTAD CAREN – UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI 2018.**

CERTIFICADO I CONGRESO BINACIONAL ECUADOR – PERÚ “AGROPECUARIA, MEDIO AMBIENTE Y TURISMO 2019”. (16 HORAS). **UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA - UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI 2019.**

EXPERIENCIA PROFESIONAL:

PRÁCTICAS PRE-PROFESIONALES: AUXILIAR TÉCNICO EN LA UNIDAD DE PATRIMONIO NATURAL DE LA DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL AMBIENTE DE NAPO (DPAN) – MINISTERIO DEL AMBIENTE (184 HORAS). **DPAN – MAE 2017.**

PRÁCTICAS PRE-PROFESIONALES: AUXILIAR TÉCNICO EN EL CENTRO DE ATENCIÓN AL CIUDADANO (CAC) AMBATO - DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DE PASTAZA (DHP) – SECRETARÍA DEL AGUA (SENAGUA) (496 HORAS). **SENAGUA 2018-2019.**

RECOMENDACIONES PERSONALES:

- Lic. Toya Lara.
Telf.: 0998894389.
- Ing. Ilbay Mercy Mg.
Telf.: 0987533861.
- Dra. Adriana Pauker.
Telf.: 0984394152.

RECOMENDACIONES LABORALES:

- Ing. Diana Garcés.
Técnica Fundación HEIFER Ecuador.
Telf.: 0995097049.

- M.Sc. José Onofa.
Director de la Unidad de Patrimonio Natural - Dirección Provincial del Ambiente de Napo.
Telf.: 0987552695.

- Ab. Luis Noboa.
Secretario Encargado del Centro de Atención al Ciudadano Ambato – Secretaría del Agua.
Telf.: 0967999436.