

**UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**DEPARTAMENTO INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL**

**Patrocinante: Álvaro Suazo Schwencke**

**Variación de la temperatura del agua superficial en la  
Región del Biobío**

*Proyecto de Título presentado en conformidad a los requisitos para obtener el  
Título de Ingeniero  
Civil.*



**FRANCISCO JAVIER GONZALEZ PEREIRA**

*Concepción, Diciembre 2016*

## *Agradecimientos.*

*No suelo ser muy expresivo y nostálgico para hacer este tipo de comentarios, pero uno en la vida siempre tiene que ser agradecido, a pesar de los tropiezos y las amarguras que esta nos entrega.*

*Quiero agradecer a aquellas personas que me dieron trabajo cuando más lo necesite y no me juzgaron por mi nula experiencia.*

*Agradezco de las personas que me dieron la espalda y se mofaron de mi situación, porque de esa experiencia uno se nutre y crece.*

*Agradezco a esas personas que me vieron crecer, y que a pesar de sus malos momentos nunca perdieron la fe en mí porque fueron mi conciencia para mantener el camino. Mis padres*

*Agradezco a los docentes del departamento que a pesar de tener una personalidad complicada, siempre atendieron mis dudas y consultas con objetividad.*

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>2</b>
<b>1. Introducción</b> .....	<b>3</b>
1.1 Justificación del Proyecto de Título .....	4
1.2 Objetivo General.....	5
1.3 Objetivos Específicos.....	5
<b>2. Metodología y Métodos Utilizados</b> .....	<b>6</b>
2.1 Datos Empleados .....	6
Dentro de cada estación.....	7
Dentro de estaciones colindantes.....	7
2.2.1-Prueba de Normalidad.....	8
2.2.2-Prueba T-Student .....	8
2.2.3-Test no Paramétricos .....	8
<b>3. Resultados y Análisis</b> .....	<b>9</b>
3.1 Análisis de Distribución de Datos .....	10
3.2 Análisis Temporal Por Estación .....	11
3.3 Análisis Espacial.....	12
3.4 Análisis de temperatura según su Cota .....	13
Periodos_1 de Cuencas en Estudio .....	13
Periodos_2 de Cuencas en Estudio .....	14
Periodos_3 de Cuencas en Estudio .....	15
3.5 Análisis de temperatura con respecto a la Distancia a la Costa.....	15
Periodos_2 de Cuencas en Estudio .....	16
Periodos_3 de Cuencas en Estudio .....	17
<b>4. Conclusión y Comentarios</b> .....	<b>21</b>
<b>5. Bibliografía</b> .....	<b>22</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>23</b>

<b>Anexo. A Valores de W de Shapiro-Wilk .....</b>	<b>23</b>
<b>Anexo. B Prueba de normalidad .....</b>	<b>24</b>
<i>B.1 Cuenca del Biobío y sub cuenca Andalien .....</i>	24
<i>B.2 Cuenca del Itata .....</i>	29
<i>B.3 Cuenca del Coliumo. ....</i>	33
<b>Anexo C. Test aplicado.....</b>	<b>34</b>
<i>C.1 Cuenca del Biobío .....</i>	34
<i>C.2 Cuenca del Itata .....</i>	38
<i>C.2 Cuenca de Paicavi.....</i>	40
<b>Anexo D. Tablas de análisis de temperatura v/s m.s.n.m .....</b>	<b>41</b>
<i>D.1.....</i>	41
<i>D.2.....</i>	41
<i>D.3.....</i>	42
<b>Anexo E. Tablas de análisis de temperatura v/s Distancia a las Costa ..</b>	<b>42</b>
<i>E.1 .....</i>	42
<i>E.2 .....</i>	43
<i>E.3 .....</i>	43
<b>Anexo F. Análisis Espacial.....</b>	<b>44</b>
<i>F.1 estaciones de cuenca Biobío .....</i>	44
<i>F.2 estaciones de cuenca Itata .....</i>	47
<i>F.3 estaciones de cuenca Paicavi.....</i>	49
<b>Anexo G. Análisis del Gradientes .....</b>	<b>49</b>
<i>G.1.....</i>	50
<i>G.2.....</i>	51

## VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA DEL AGUA SUPERFICIAL EN LA REGIÓN DEL BIOBÍO, CHILE

**Autor:** Francisco Javier González Pereira

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Bio -Bío

Correo electrónico: [fjgonzal@alumnos.ubiobio.cl](mailto:fjgonzal@alumnos.ubiobio.cl)

**Profesor patrocinante:** Álvaro Suazo Schwencke

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Bio-Bío

Correo electrónico: [asuazo@ubiobio.cl](mailto:asuazo@ubiobio.cl)

### RESUMEN

En esta investigación se estudia las temperaturas de las aguas superficiales de la región del Biobío, Chile. El análisis se realizó con los datos proporcionados por la Dirección General de aguas (DGA). Los datos obtenidos por las estaciones en dicha región permitieron visualizar la existencia de oscilaciones de temperaturas anómalas. Se comparó estadísticamente tres diferentes periodos dentro de una misma estación (periodos agrupados en tres meses cada uno) y con eso se logró observar el comportamiento de períodos característico durante los meses, años y días. Para corroborar la no existencia de períodos anómalos, se realizó pruebas de hipótesis estadística que consisten en comparar dichos periodos de una estación, entregando como resultados información que permiten visualizar fluctuaciones anómalas importantes. Para el análisis espacial, que consiste en comparar estaciones colindantes y sus respectivos periodos, se observó discrepancia de temperatura en estaciones pertenecientes a ríos diferentes, mientras que en estaciones que pertenecen al mismo río no se observaron grandes oscilaciones de temperatura. Finalmente, se observó las medias de forma gráfica, donde se establece que la distancia a la que se encuentra la estación con respecto a la costa y la cota a nivel del mar afecta en las temperaturas de las aguas superficiales

**Palabras claves:** Cuenca, Temperatura, Biobío, Itata, Paicaví, Río.

5883 Palabras Texto + 8Figuras/Tablas\*250 + 5Figuras/Tablas\*500 =10383

## VARIATION OF SURFACE WATER TEMPERATURE IN THE BIOBIO REGION, CHILE

**Author: Francisco Javier González Pereira**

Department of Civil and Environmental Engineering, Bio-Bio University

**Email:** [fjgonzal@alumnos.ubiobio.cl](mailto:fjgonzal@alumnos.ubiobio.cl)

**Advisor: Álvaro Suazo Schwencke**

Department of Civil and Environmental Engineering, Bio-Bío University

**Email:** [asuazo@ubiobio.cl](mailto:asuazo@ubiobio.cl)

### ABSTRACT

This research studies the surface water temperatures located in the Biobio Region, Chile. The analysis takes into account the data provided by the Dirección de Aguas (DGA). The gathered data from the Biobio stations allowed to study the anomaly temperature oscillations. Three different periods from the same station were statistically compared, then periods were gathered into groups of three months each one. According to the information, the characteristic period behavior was studied during days, months and years. To corroborate the absence of anomaly periods, a statistic hypothesis test was conducted, comparing the bordering stations and their periods. Temperature divergences in the different river stations were found. In contrast to the results from the stations belonging to a same river, where no important temperature oscillations were found. Finally, the measurements were graphically observed, and was concluded that the distance of the stations regarding the location from the shore and the sea level of the sea influence the temperature of the surface water.

**Keywords:** basin, Temperature, Biobio, Itata, Paicavi, River.

## 1. Introducción

La hoya hidrográfica del río Itata alcanza una superficie de 11.100 km<sup>2</sup> y está formada por dos cursos principales de agua: los ríos Ñuble e Itata. Posee una longitud de 180 km incluyendo dos ríos formativos, el Cholguán y Huépil. Nacen en la Cordillera y Precordillera de Los Andes adquiriendo su aporte de los deshielos primaverales, además del aporte hecho por las precipitaciones invernales. Este río cruza el valle longitudinal donde en su entrada presenta un gran salto de agua que muestra el desnivel del terreno.

En su parte inferior, su principal afluente es el río Lonquén, que drena el sector cordillerano costero norte. En total el río riega una superficie de más de 100.000 hectáreas de suelos agrícolas y su caudal medio en la desembocadura es de 140 m<sup>3</sup>/s.

La gran característica del río Biobío es que posee una de las cuencas más extensas del país con 24.029 km<sup>2</sup>; su longitud alcanza a los 380 km. Nace en la Cordillera de los Andes en la Región de la Araucanía, siendo el desaguadero de dos lagos cordilleranos: Icalma y Galletué. En su curso medio recibe el aporte de Duqueco y Bureo. En el paso por el valle longitudinal, el río Biobío cambia de curso al encontrarse con la Cordillera de la Costa y en la confluencia con el río Vergara vuelve a su curso normal. Hacia la costa el río recibe al río Laja, su mayor afluente con un caudal medio de 173 m<sup>3</sup>/s y desemboca en el río Biobío. En el curso inferior, desde la ciudad de Concepción, el río cambia de dirección para desembocar en el mar al sur de los cerros de Hualpén.

El río Andalién es el de mayor importancia en el interfluvio Itata-Bío Bío. Tiene su desembocadura inmediatamente al norte de la del río Bío Bío, pero en otra rada. Al norte del Andalién se desarrollan las pequeñas hoyas de los ríos Rafael y Lirquén, con 282 km<sup>2</sup> y 20 km<sup>2</sup>, respectivamente. El río Andalién nace de la unión de los esteros Poñén, que viene de la línea de despluvio del norte y, Curapalihue, que viene del sur., Cobre 780 km<sup>2</sup> y su curso 36 km de longitud. Describe innumerables vueltas entre las cerrilladas de la cordillera costera, la última de las cuales es un arco abierto al sur que bordea la ciudad de Concepción, donde en plena llanura aluvial suele dividirse en dos o más brazos antes de vaciarse en un gran ensanchamiento de la costa sur de la bahía de Concepción, todo esto entregado por la DGA (2009).

En el presente estudio se trabajará con los datos de la Dirección General de Aguas (DGA). Las estaciones distribuidas por las cuencas entregan valores de temperatura de las aguas superficiales que permiten analizarlas en el tiempo.

## 1.1 Justificación del Proyecto de Título

Este estudio se desarrolló por la necesidad de conocer las relaciones que existen entre las temperaturas del agua superficial en la región del Biobío.

Múltiples factores influyen en temperatura del flujo en un río (Mena y Espinosa ,2005), como Factores climatológicos incluidos la temperatura del aire, la radiación solar, y la precipitación (nieve y lluvia); así como también influyen condiciones hidrológicas y la geomorfología del cauce. Las características físicas de la superficie de la cuenca, incluyendo la cubierta forestal o vegetal, influencia glaciaria, geomorfología, elevación sobre el nivel del mar, afectan a las temperaturas en el flujo de agua. Los factores más significativos en el medio ambiente que influyen en temperatura del flujo de agua dependen de la escala de tiempo. Por ejemplo, Mohseni y Stefan (1999) determinaron que en escalas de tiempo diario, la temperatura del agua tiene más influencia de la temperatura del agua río arriba que las condiciones climáticas actuales; por lo tanto, el uso de un lapso de tiempo se debe considerar.

Cuando la escala de tiempo se eleva a una semana o a una escala anual, el equilibrio de la temperatura aire/agua es significativa. En un estudio realizado en Inglaterra, Crisp y Howson (1982) encontró que una regresión lineal de la temperatura media del aire con la temperatura media del flujo da cuenta de 87-95 por ciento de la variación en la temperatura del agua.

La presencia de temperaturas superiores a las naturales de un cuerpo de agua trae como consecuencia aumento en la demanda de oxígeno disuelto, lo que es particularmente difícil de obtener en presencia de altas temperaturas, ya que la capacidad de retención de oxígeno disminuye. Esto trae como consecuencia trastornos en cadenas alimenticias, reducción de viscosidad y densidad del agua, condiciones favorables para el depósito de sedimentos, se ve afectado el olor y sabor del agua debido a la disminución de la solubilidad de los gases, etc.



## 1.2 Objetivo General

Analizar la variabilidad temporal y espacial de la temperatura del agua superficial en la región del Biobío.

## 1.3 Objetivos Específicos

1. Establecer la variabilidad temporal de agua de manera independiente en las estaciones de la región
2. Determinar la variabilidad espacial de las temperaturas de agua en los ríos en estudio
3. Identificar factores que afecten la temperatura en los ríos de la región del Biobío

## 2. Metodología y Métodos Utilizados

Se presentan los datos que se utilizan para la investigación, entregando la información que de forma clara y precisa. Además, se hará un análisis de los test de estudios utilizados para esta investigación y obtendremos respuesta a los resultados que estos nos entregan

### 2.1 Datos Empleados

En el presente recuadro se dan a conocer los datos recopilados de información registrada en la página de la Dirección General de Aguas, la cual está tomada selectivamente para el análisis de las cuencas respectivas de la región en estudio.

La Tabla 1 entrega los rangos en años entre los que se registra datos en cada estación y su cantidad numérica, de los cuales fueron utilizados los más representativos de tres periodos que fueron escogidos por contener mayor número de datos de forma continua, refiriéndose a continua en años y meses.

**Tabla N°1: Datos Empleados (Elaboración propia)**

	ESTACIONES	NOMBRE ESTACIONES	M.S.N.M	DISTANCIA(km)	PERIODO DE REGISTROS	DATOS	DATOS SELECCIONADOS
CUENCA DEL RIO BIOBIO Y CUENCA ANDALLEN	6	LAGUNA GRANDE DE SAN PEDRO EN SECTO CENTRO	13	4.01	1987-2015	81	50
	11	DESEMBOCADURA SUR	0	0	1987-2015	90	57
	17	RIO HUALQUI	15	11.17	1986-2015	100	50
	67	RIO BIOBIO EN DESEMBOCADURA EN BOCA NORTE	8	0	1976-2015	130	60
	69	LAGUNA GRANDE EN ZONA SUR	29	3.44	1987-2015	159	90
	46	PLANTA LA MOCHITA	17	11.65	1978-2015	120	47
	54	RIO RENAICO EN RENAICO	74	92.64	1978-2015	95	80
	10	COIHUE	74	99.93	1997-2015	110	80
	16	RIO DUQUECO	371	157.66	1997-2015	160	80
	62	RIO CLARO EN FERROCARRILES	79	50.83	1996-2015	120	60
	58	PUENTE PERALES	93	57.09	1966-2014	120	66
	66	RUCALHUE	293	162.46	1966-2015	120	66
	49	LAGUNA LAJA EN BAHIA COLORADO	1367	167.37	1999-2015	120	66
	5	LAGUNA DE LA LAJA FRENTEPUNTILLA LO MORROS	2579	166.48	1999-2015	80	33
	71	LAGUNA LAJA FRENTE A PUNTILLA FLACO	1624	176	1999-2015	80	33
70	LAGUNA LAJA FRENTE A PUNTA NUEVO	1450	170.93	1999-2015	87	51	
CUENCA DEL RIO ITATA	19	RIO ITATA EN COLEMU	32	18.11	1997-2015	87	33
	29	RIO ÑUBLE EN CHOLGUAN	34	49.92	1990-2002	87	51
	18	RIO ITATA EN Balsa Nueva DIGUILLIN	107	78.4	1999-2015	99	75
	15	RIO CHILLAN EN LONGITUDINAL	10	58.9	1966-2015	130	45
	14	RIO CATO EN PUERTO CATO	134	70.2	1990-2002	120	51
	59	RIO ITATA EN TRILALEO	192	101.69	1966-2015	69	33
	60	RIO ITATA EN CHOLGUAN	229	107.5	1986-2015	80	33
	41	RIO CHILLAN EN ESPERANZA	97	69.35	1999-2015	80	33
	25	RIO RENEGADO EN INVERNADO	692	122.79	1966-2015	87	45
SUB CUENCA PAICAVI	23	RIO PELECO EN PUENTE PONOTROS	35	16.99	1997-2015	98	51
	5	LAGO LANALHUE EN PUERTO PONOTROS	22	14.97	1986-2015	98	33
	72	LAGO LANALGUE EN PUERTO PELECO	40	20.76	1997-2015	100	75
	73	LAGO LANALGUE EN PUERTO MANZANO	20	16.57	1986-2015	105	75

## 2.2 Procedimientos

La prueba estadística t de Student, esta exige dependencia entre ambas, en las que hay dos momentos uno antes y otro después. Con ello se da a entender que en el primer período, las observaciones servirán de control o testigo, para conocer los cambios que se susciten después de aplicar una variable experimental.

Con la prueba t se comparan las medias y las desviaciones estándar de grupo de datos y se determina si entre esos parámetros las diferencias son estadísticamente significativas o si sólo son diferencias aleatorias, según lo explica Arriaga (1999).

Consideraciones para su uso:

- ❖ El nivel de medición, en su uso debe ser de intervalo o posterior.
- ❖ El diseño debe ser relacionado.
- ❖ Se deben cumplir las premisas paramétricas.

En cuanto a la homogeneidad de varianzas, es un requisito que también debe satisfacerse y una manera práctica es demostrarlo mediante la aplicación de la prueba Shapiro-Wilk. en caso de no cumplir pasamos directamente a un test no paramétrico, en este caso el Wilcoxon. Todo esto se realizó con ayuda del software SPSS (2002)

Periodos de estudio

Periodo\_1: temperaturas verano (febrero, marzo, abril)

Periodo\_2: temperaturas invernales (mayo, junio, julio)

Periodo\_3: temperatura primavera (octubre, noviembre, diciembre)

Dentro de cada estación

- ❖ Verificación normalidad por grupo
- ❖ Comparación entre periodos de la misma estación; T-studen o Wilcoxon según corresponda
- ❖ Se analizara los resultados de los test aplicados en cada estación con las hipótesis establecidas.
- ❖ Se analizará si existen variación dentro de los periodos de una misma estación.

En el caso del análisis espacial utilizaremos las mismas pruebas estadísticas y su procedimiento es el siguiente.

Dentro de estaciones colindantes.

- ❖ Se toman periodos de los mismos meses de diferentes estaciones cercanas y se verifica normalidad.
- ❖ Comparación de los periodos de las estaciones colindantes con T-student, o Wilcoxon, según corresponda, en nuestro caso se verifico con ambos.
- ❖ Se analiza los resultados de los test aplicados en cada estación con las hipótesis dadas.
- ❖ Se analizará si existe variación dentro de los periodos de la estación en estudio.

### *2.2.1-Prueba de Normalidad*

En casi todas las pruebas estadísticas, la suposición de normalidad es un común denominador, ya que es la distribución normal la más importante de las distribuciones estadísticas como indica Walpole (1998). Cuando los datos resultan de un proceso de medición (variable cuantitativa), es necesario comprobar si la variable estudiada sigue el modelo normal de distribución de probabilidades. Si la temperatura se ajusta a una distribución normal, se le puede aplicar los métodos estadísticos denominados paramétricos. En caso contrario, se debe utilizar los métodos no paramétricos.

La prueba de Shapiro-Wilk tiene como objetivo señalar si los datos provienen de una distribución teórica especificada.

La condición para poder aplicarlo es que el tamaño de la muestra debe ser igual o menor a 50, lo cual es correcto para cada periodo en estudio. El nivel de confianza para esta prueba es de un 95% y el nivel de significancia es de 5%.

### *2.2.2-Prueba T-Student*

La prueba T-Student se utiliza para determinar si existe diferencia significativa entre las medias de dos grupos de datos.

Esta prueba se aplicará a aquellos “periodos” seleccionados que contengan más de 10 datos, ya que para grupos con un número inferior, esta prueba se hace más sensible y menos robusta. El nivel de confianza para esta prueba es de 95% y el nivel de significancia es de 5%.

### *2.2.3-Test no Paramétricos*

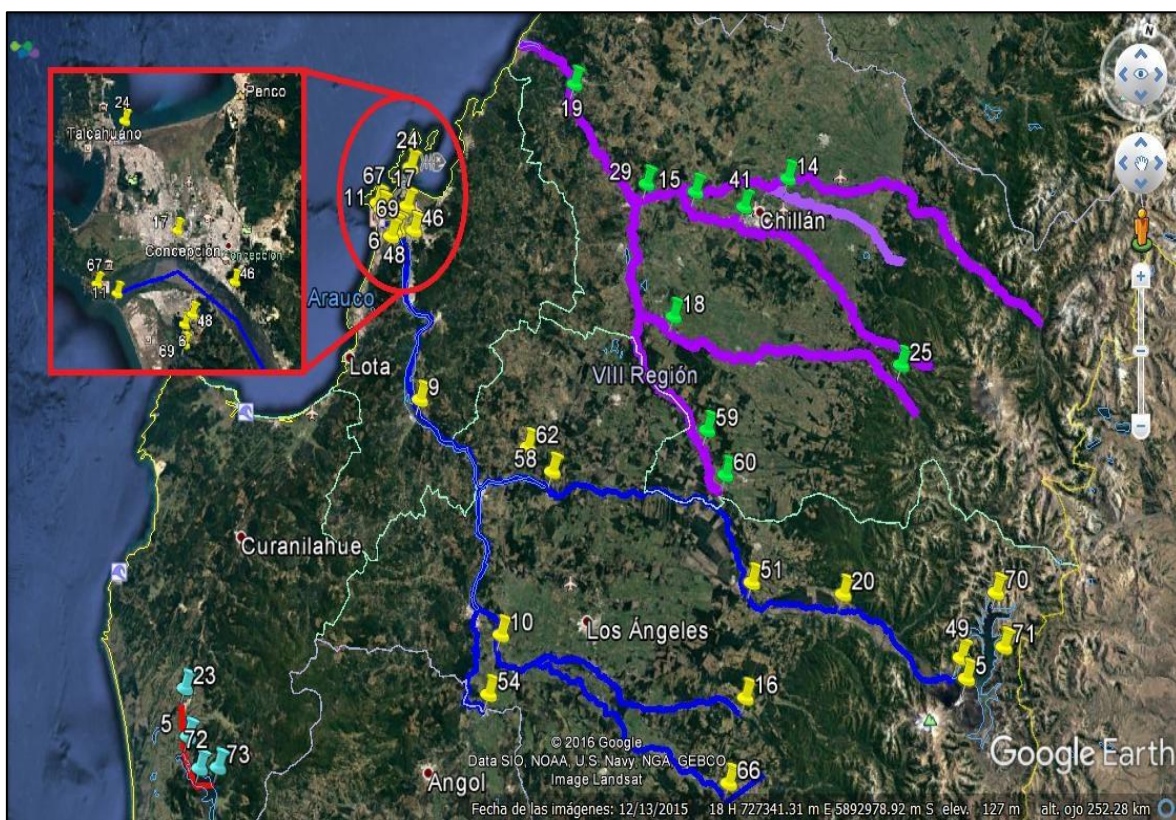
Son aquellos métodos que no se encuentran sujetos a la forma de distribución que presentan los datos de interés. Por esta razón, también se les denomina métodos independientes de la distribución. A diferencia de las pruebas paramétricas, las no paramétricas tienen un menor poder estadístico, debido principalmente a la baja cantidad de datos y criterio de significación que se utiliza.

Aquellos periodos que contengan menos de 10 datos, se podrán comparar mediante la prueba de rangos y signos de Wilcoxon. Con este test, se determina si existe diferencia significativa entre las medianas de los grupos de datos. El nivel de confianza para esta prueba es de 95% y el nivel de significancia es de 5%.

### 3. Resultados y Análisis

Con la metodología propuesta aplicada a los datos registrados de las estaciones de la región del Biobío, se obtienen los resultados para cada cuenca estudiada. Se harán tablas resumidas y anexo de resultados para la información que sea necesaria, como señalan Castañeda, Cabrera, Navarro y de Vries (2010).

La Figura N°1 muestra la división de la región por cuencas. Cada una está demarcada con líneas de distinto color, manteniendo la ruta de los ríos primarios y secundarios que la conforman, y puntos dentro de ella señalizan la ubicación aproximada de las estaciones que van desde la costa hasta el sector cordillerano entregando información variada del agua superficial del sector.



**Figura N°1: Cuencas de Estudio (Elaboración Propia con ayuda de Google Earth)**

- Estaciones de la Cuenca del Río Itata
- Estaciones de la Cuenca del Río Biobío y Cuenca Andalien (zoom y destacada en recuadro rojo)
- Estaciones de la Sub Cuenca Paicavi

### 3.1 Análisis de Distribución de Datos

Se clasificaron los datos de cada estación agrupándolos en periodos, entre los que tienen mayor información en tres meses consecutivos y se forman tres muestras con tres meses dentro de ellos, los cuales son estudiados y analizados con el software SPSS el que indica si los datos cumplen con la normalidad (Tabla 2). Estos tres grupos tomados de cada estación se denominarán periodos (revisar punto 2.2).

**Tabla N°2: Resultados de Normalidad (Elaboración Propia)**

	Nº	UBICACIÓN TERRESTRE	ESTACIONES	PERIODO_1	PERIODO_2	PERIODO_3	TEST UTILIZADO	
CUENCA DEL RIO BIOBIO Y CUENCA ANDALUEN	6	COSTERA	LAGUNA GRANDE DE SAN PEDRO EN SECTO CENTRO	C.N	C.N	C.N	T-STUDENT	
	11		DESEMBOCADURA SUR	NO.N	C.N	NO.N	WILCOXON	
	17		RIO HUALQUI	C.N	C.N	C.N	T-STUDENT	
	67		RIO BIOBIO EN DESEMBOCADURA EN BOCA NORTE	C.N	C.N	C.N	T-STUDENT	
	69		LAGUNA GRANDE EN ZONA SUR	C.N	C.N	C.N	T-STUDENT	
	46		PLANTA LA MOCHITA	NO.N	NO.N	NO.N	WILCOXON	
	54	CENTRO	RIO RENAICO EN RENAICO	C.N	C.N	C.N	T-STUDENT	
	10		COIHUE	NO.N	C.N	C.N	ANALISIS MIXTO	
	16		RIO DUQUECO	C.N	C.N	C.N	T-STUDENT	
	62		RIO CLARO EN FERROCARRILES	C.N	C.N	C.N	T-STUDENT	
	58		PUENTE PERALES	C.N	C.N	C.N	T-STUDENT	
	66		RUCALHUE	NO.N	NO.N	NO.N	WILCOXON	
	49	CORDILLERA	LAGUNA LAJA EN BAHIA COLORADO	C.N	C.N	C.N	T-STUDENT	
	5		LAGUNA DE LA LAJA FRENTE PUNTILO MORROS	C.N	C.N	C.N	T-STUDENT	
71	LAGUNA LAJA FRENTE A PUNTILO FLACO		C.N	C.N	C.N	T-STUDENT		
70	LAGUNA LAJA FRENTE A PUNTA NUEVO		C.N	C.N	C.N	T-STUDENT		
CUENCA DEL RIO ITATA	19	COSTERO	RIO ITATA EN COELEMU	C.N	C.N	C.N	T-STUDENT	
	29	CENTRO	RIO ÑUBLE EN CHOLGUAN	C.N	C.N	C.N	T-STUDENT	
	18		RIO ITATA EN Balsa Nueva DIGUILLIN	NO.N	C.N	C.N	ANALISIS MIXTO	
	15		RIO CHILLAN EN LONGITUDINAL	C.N	C.N	C.N	T-STUDENT	
	14		RIO CATO EN PUERTO CATO	C.N	C.N	C.N	T-STUDENT	
	59		RIO ITATA EN TRILALEO	C.N	C.N	C.N	T-STUDENT	
	60		RIO ITATA EN CHOLGUAN	C.N	C.N	C.N	T-STUDENT	
	41		RIO CHILLAN EN ESPERANZA	C.N	C.N	C.N	T-STUDENT	
	27		RIO TUCAPEL EN CAÑETE	C.N	C.N	C.N	T-STUDENT	
25	CORDILLERA	RIO RENEGADO EN INVERNADO	NO.N	NO.N	NO.N	WILCOXON		
SUB CUENCA PAICAVI	23	COSTERO	RIO PELECO EN PUERTO PONOTROS	C.N	C.N	C.N	T-STUDENT	
	5		LAGO LANALHUE EN PUERTO PONOTROS	C.N	C.N	C.N	T-STUDENT	
	72		LAGO LANALGUE EN PUERTO PELECO	C.N	C.N	C.N	T-STUDENT	
	73		LAGO LANALGUE EN PUERTO MANZANO	NO.C	C.N	C.N	ANALISIS MIXTO	
				C.N %	98.92	99.35	99.14	
				NO.N %	1.08	0.65	0.86	

C.N = cumple con normalidad; NO.N = no cumple con normalidad

Para el análisis de normalidad se cumple con el 98,9% para el periodo-1, 99,3% para el periodo-2 y el 99,14% para el periodo-3. Esto concluye que los datos tienen un comportamiento simétrico alrededor del promedio, en cada periodo estudiado.

Conocidos los resultados de normalidad se puede aplicar los test: T-Student, 98,7% del total, Wilcoxon con el 0.65% y en casos muy puntuales un análisis mixto, en que alguna estación cumpliera con normalidad en dos de sus tres periodos y que no fuera el periodo-2, ya que el periodo-2 es de meses de invierno y sus temperaturas se diferencian notoriamente con los otros periodos restantes (Anexo B).

### 3.2 Análisis Temporal Por Estación

En la Tabla N°3 se muestra la comparación entre periodos de la misma estación que se encuentran distribuidas por cuenca y ubicación geográfica dentro de la región.

**Tabla N°3: Comparativa de Periodo (Elaboración Propia)**

	Nº	UBICACIÓN	ESTACIONES	PERIODO_2-PERIODO_1	PERIODO_3-PERIODO_2	PERIODO_3-PERIODO_1	TEST UTILIZADO
CUENCA DEL RIO BIOBIO Y SUB CUENCA ANDALIEN	6	COSTERA	LAGUNA GRANDE DE SAN PEDRO EN SECTO CENTRO	X	X	X	T-STUDENT
	11		DESEMBOCADURA SUR	X	X	≥0.05	WILCOXON
	17		RIO HUALQUI	X	X	X	T-STUDENT
	67		RIO BIOBIO EN DESEMBOCADURA EN BOCA NORTE	X	X	X	T-STUDENT
	69		LAGUNA GRANDE EN ZONA SUR	X	X	≥0.05	T-STUDENT
	46		PLANTA LA MOCHITA	X	X	X	WILCOXON
	54	CENTRO	RIO RENAICO EN RENAICO	X	X	≥0.05	T-STUDENT
	10		COIHUE	X	X	≥0.05	ANALISIS MIXTO
	16		RIO DUQUECO	X	X	X	T-STUDENT
	62		RIO CLARO EN FERROCARRILES	X	X	X	T-STUDENT
	58		PUENTE PERALES	X	X	X	T-STUDENT
	66		RUCALHUE	X	X	X	WILCOXON
	49	CORDILLERA	LAGUNA LAJA EN BAHIA COLORADO	X	≥0.05	≥0.05	T-STUDENT
	5		LAGUNA DE LA LAJA FRENTE PUNTILLA LO MORROS	X	≥0.05	≥0.05	T-STUDENT
71	LAGUNA LAJA FRENTE A PUNTILLA FLACO		X	≥0.05	X	T-STUDENT	
70	LAGUNA LAJA FRENTE A PUNTA NUEVO		X	X	X	T-STUDENT	
CUENCA DEL RIO ITATA	19	COSTERO	RIO ITATA EN COELEMU	X	X	≥0.05	T-STUDENT
	29	CENTRO	RIO ÑUBLE EN CHOLGUAN	X	X	X	T-STUDENT
	18		RIO ITATA EN Balsa NUEVA DIGUILLIN	X	X	≥0.05	ANALISIS MIXTO
	15		RIO CHILLAN EN LONGITUDINAL	X	X	X	T-STUDENT
	14		RIO CATO EN PUERTO CATO	X	X	≥0.05	T-STUDENT
	59		RIO ITATA EN TRILALEO	X	X	≥0.05	T-STUDENT
	60		RIO ITATA EN CHOLGUAN	X	X	≥0.05	T-STUDENT
	41		RIO CHILLAN EN ESPERANZA	X	X	≥0.05	T-STUDENT
	27		RIO TUCAPEL EN CAÑETE	X	X	X	T-STUDENT
	25	CORDILLERA	RIO RENEGADO EN INVERNADO	X	≥0.05	X	WILCOXON
SUB CUENCA CONTULMO	23	COSTERO	RIO PELECO EN PUENTE PONOTROS	X	X	≥0.05	T-STUDENT
	5		LAGO LANALHUE EN PUERTO PONOTROS	X	X	X	T-STUDENT
	72		LAGO LANALGUE EN PUERTO PELECO	X	X	X	T-STUDENT
	73		LAGO LANALGUE EN PUERTO MANZANO	X	X	≥0.05	T-STUDENT
			porcentaje	no existen cambios de temperatura %	100	87.09677419	54.83870968

En el análisis entrego que no existe fluctuaciones entre los periodos 1 y 2 como tampoco de marcaron muchas diferencia entre los periodos 2 y 3. Esto se produce por que los periodos 1y3 son periodos de temperaturas más altas, de primavera-verano, a las del periodo 2, invierno, por lo cuales sus variaciones de temperaturas se consideran normales.

En el análisis de los periodos 1y3, periodos de temperaturas de primavera-verano, se puede notar que el 54,8% de las comparaciones arrojan fluctuaciones importantes debido a que existen agentes externos como el calentamiento global que genera lluvias y temperaturas bajas en primavera, periodo 3, que afectan la superficie del agua y varia de forma considerada con los datos de temperatura del periodo 1 (Anexo C).



### 3.3 Análisis Espacial

En el análisis espacial consiste en comparar los periodos de los mismos periodos de dos estaciones que se encuentran cercanas la una de la otra y encontrar la existencia de variaciones de temperaturas entre ella. Esto se debe hacer para los tres periodos de cada estación.

La Tabla N°4 muestra la comparación que se establece entre estaciones, denominadas de forma numérica, de la misma cuenca vinculadas al mismo sector. El estudio se dividió en estaciones costeras, centro, y cordilleranas, según lo permita las cuencas.

**Tabla N°4: Comparando Periodos de Estaciones (Elaboración Propia)**

	estaciones	PERIODO_1	PERIODO_2	PERIODO_3
CUENCA DEL RIO BIOBIO Y SUB CUENCA ANDALIEN	67-11	C	C	C
	69-6	N.C	N.C	N.C
	48-6	C	N.C	N.C
	17-46	C	C	C
	58-62	N.C	C	N.C
	54-10	C	C	N.C
	16-66	C	C	C
	58-51	N.C	N.C	N.C
	20-49	N.C	N.C	N.C
	49-5	C	C	C
	70-71	N.C	C	N.C
70-5	N.C	C	C	
CUENCA DEL RIO ITATA	67-11	C	C	C
	69-6	N.C	N.C	N.C
	48-6	C	N.C	N.C
	17-46	C	C	C
	58-62	N.C	C	N.C
	54-10	C	C	N.C
	16-66	C	C	C
	58-51	N.C	N.C	N.C
	20-49	N.C	N.C	N.C
	49-5	C	C	C
	70-71	N.C	C	N.C
70-5	N.C	C	C	
SUB CUENCA CONTULMO	72-5	N.C	N.C	N.C
	5 23	C	C	C
	72-73	C	N.C	N.C
porcentaje	C %	51.85	62.96	40.74
	N.C %	48.15	37.04	59.26

Ver Identidad en Tabla N°1

En las comparaciones se encuentran diferencias entre periodos, valor de significancia mejor a 0,05 (N.C), como en otras que la diferencia es mínima, valor de significancia mayor a 0,05 (C), indica que no existe diferencia.

Lo que se puede identificar dentro del recuadro es que existen fluctuaciones en estaciones cercanas que se encuentran a grandes distancias entre ellas, también cuando se comparan estaciones cercanas, pero que pertenecen a ríos distintos dentro de la cuenca. En ocasiones existen casos especiales donde notamos estaciones muy cercanas una de la otra que presentan variaciones de temperatura, el test arroja que existen



fluctuaciones, pero son pequeñas y eso puede deberse que los datos fueron tomados a horas distintas, o los años con coinciden en su totalidad con el de la otra estación, esto se encuentra dentro del margen de error.

Se logra notar que los periodos 1 y periodos 2 están sobre el 50% que cumplen con las hipótesis que indica que no hay cambios grandes de temperatura superficial en los periodos en estudio. Sin embargo, el periodo 3 está tan solo con el 40%, esto es porque en este periodo, meses de primavera, se registran deshielos del sector cordillerano que generan cambios en las mediciones de las estaciones (Anexo F).

### 3.4 Análisis de temperatura según su Cota

En los gráficos de las figuras 2,3 y 4, se analiza como se ve afectada la temperatura superficial con respecto a las cotas, en las que se encuentran ubicadas geográficamente las estaciones. Para ello se grafican los datos con lo que se obtiene su línea de tendencia y un valor de  $R^2$ .

El coeficiente de corrección ( $R^2$ ) que se obtiene de la línea de tendencia e indica que tanta relación hay entre las variables, es decir, que tanto se ve afectado el resultado Y al .modificar X. Por consiguiente, si  $R^2$  es bajo el modelo no es confiable porque no existe una fuerte relación entre X y Y. Si el valor se encuentra entre 0 a 1, donde 0 indica que no existe ninguna relación entre X y Y, y 1 es la máxima relación.

La ecuación de la recta es para predecir resultados teniendo diferentes valores de X, pero no para obtener resultados exactos, lo que se obtiene es una aproximación. Los datos de la ecuación son los componentes comunes de una recta, la pendiente (el grado de inclinación) y el desplazamiento de la recta con respecto al origen (Anexo D).

#### *Periodos\_1 de Cuencas en Estudio*

De la gráfica del análisis de temperatura con respecto a la m.s.n.m para el **periodo-1**(Figura N°2) se puede observar que para todas las cuencas en estudio registra valores de  $R^2$  dentro de parámetros aceptables; por otro lado, las tendencias registran valores muy similares entre ellas (pendientes de la ecuaciones), que descienden con respecto va aumentando la altitud de la cota, que está directamente relacionado a su temperatura. Esto indica que en general predomina una pendiente negativa con respecto a la dirección que llevan las estaciones desde la costa a la cordillera que concuerda con los meses que encierra este periodo (Anexo D.1).

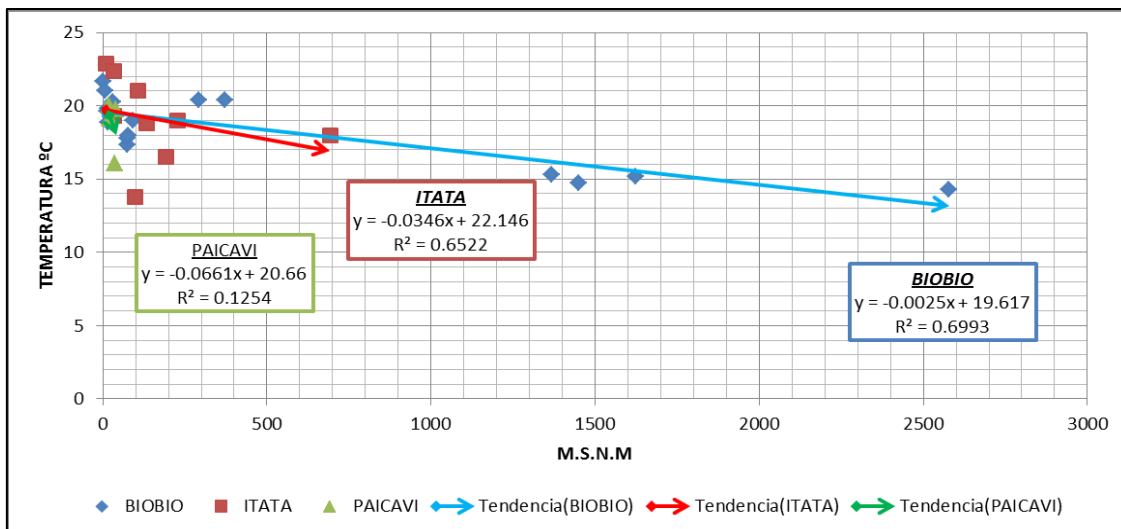


Figura N°2: medición de temperatura con respecto m.s.n.m, periodo-1(Elaboración Propia)

*Periodos\_2 de Cuencas en Estudio*

De la gráfica del análisis de temperatura con respecto a la m.s.n.m para el **periodo-2**(Figura N°3) se puede observar que para todas las cuencas del Biobío y Paicavi registra valores de  $R^2$  muy cercanos a cero, lo cual no es óptimo; por otro lado, las tendencias del Biobío e Itata registran valores muy similares entre ellas (pendientes de la ecuaciones), que aluden a una recta con una pendiente prácticamente nula con respecto a la altitud de la cota, que está directamente relacionado a su temperatura. Esto indica que en general predomina una pendiente cercana a cero, con respecto a la dirección que llevan las estaciones desde la costa a la cordillera que concuerda con los meses que encierra este periodo (Anexo D.2).

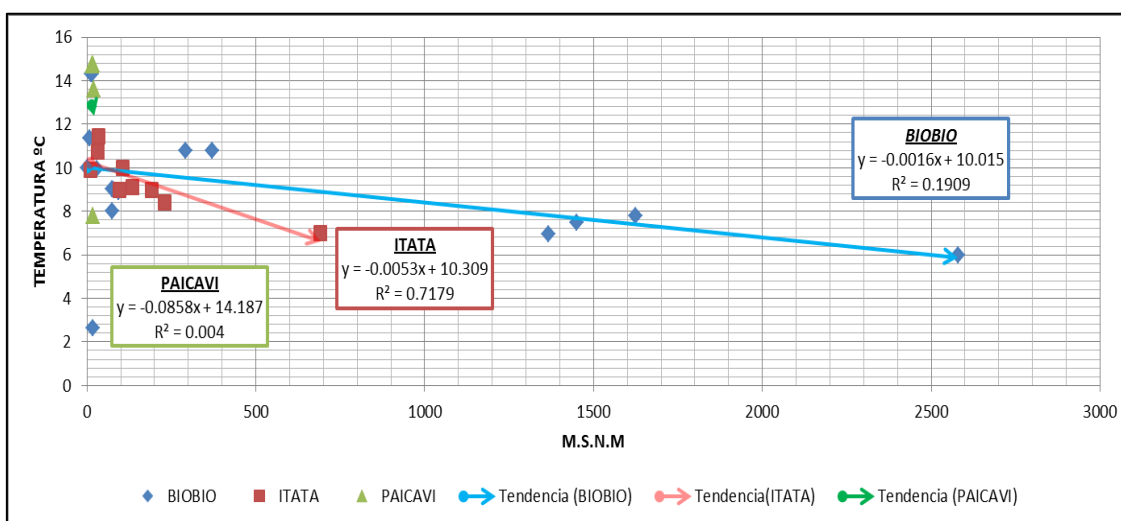
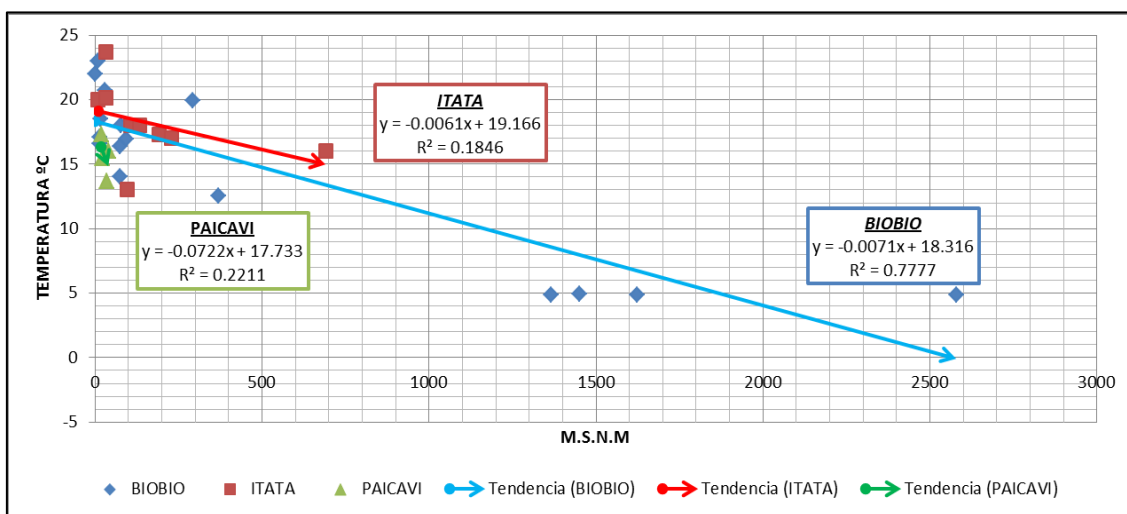


Figura N°3: medición de temperatura con respecto m.s.n.m, periodo-2(Elaboración Propia)

*Periodos\_3 de Cuencas en Estudio*

De la gráfica del análisis de temperatura con respecto a la m.s.n.m para el **periodo-3**(Figura N°4) se puede observar que para todas las cuencas en estudio registra valores de R<sup>2</sup> dentro de parámetros aceptables; por otro lado, las tendencias registran valores muy similares entre ellas y con gran inclinación negativa (pendientes de la ecuaciones), que descienden con respecto va aumentando la altitud de la cota, que está directamente relacionado la época de deshielo, sobretodo en la cuenca del Biobío que presenta estaciones en cordillera , como se puede apreciar de forma notoria (Anexo D.3).



**Figura N°4: medición de temperatura con respecto m.s.n.m, periodo-3 (Elaboración Propia)**

**3.5 Análisis de temperatura con respecto a la Distancia a la Costa**

De los Gráficos de las figuras 5, 6 y 7, indican que las temperaturas están afectadas por la distancia a la que se encuentran de la costa del territorio. Entre más desplazado se encuentran de las costa las temperaturas superficiales del agua van disminuyendo.

En el caso de la cuenca Paicaví, al concentrarse muy cerca con el límite marítimo se comprende que sus temperaturas no sufren de manera brusca estos cambios.

El análisis que se establece en este punto es el mismo realizado para el punto 3.4 que se enfoca en los valores de R<sup>2</sup> y la línea de tendencia generada de los datos por las cuencas en sus respectivos periodos (Anexo E).

Periodos\_1 de Cuencas en Estudio

De la gráfica del análisis de temperatura con respecto a la Distancia a la costa para el periodo-1(Figura N°5) se puede observar que para todas las cuencas del Biobío y Itata registra valores de R<sup>2</sup> aceptables en comparación a la del Paicavi, que es una cuenca con muy poco datos.

La tendencia del Biobío presenta una pendiente cercana a cero, que nos indica que su temperatura no se ve afectada de gran manera por la distancia. El Itata registra una tendencia con pendiente afectada por la distancia, bajando su temperatura; por otro lado, la paicavi tiene un comportamiento irregular por estar concentrada en la costa (Anexo E.1).

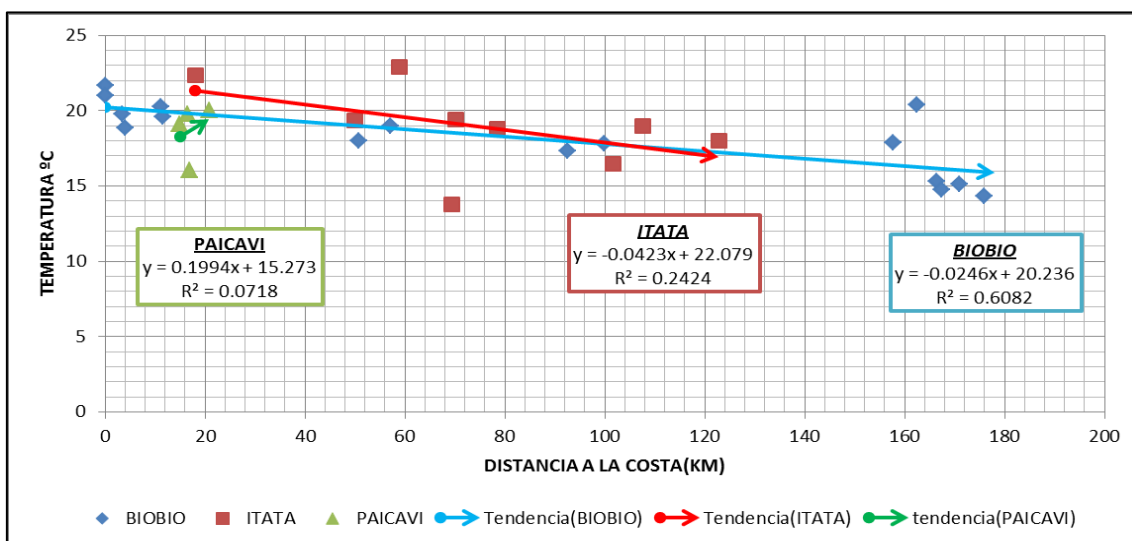


Figura N°5: medición de temperatura con respecto a la Distancia a la Costa, periodo\_1 (Elaboración Propia)

Periodos\_2 de Cuencas en Estudio

De la gráfica del análisis de temperatura con respecto a la Distancia a la costa para el periodo-2(Figura N°6) se puede observar que para todas las cuencas en estudio registra valores de R<sup>2</sup> muy bajos; por otro lado, las tendencias no registran fluctuaciones temperatura grandes, más bien se mantienen dentro de un rango muy acotado en las tres cuencas (pendientes de la ecuaciones), lo que indica que para los meses de invierno la temperatura se mantiene prácticamente constante en un rango de temperatura. Esto nos entrega pendiente nulas, o prácticamente nulas (Anexo E.2).

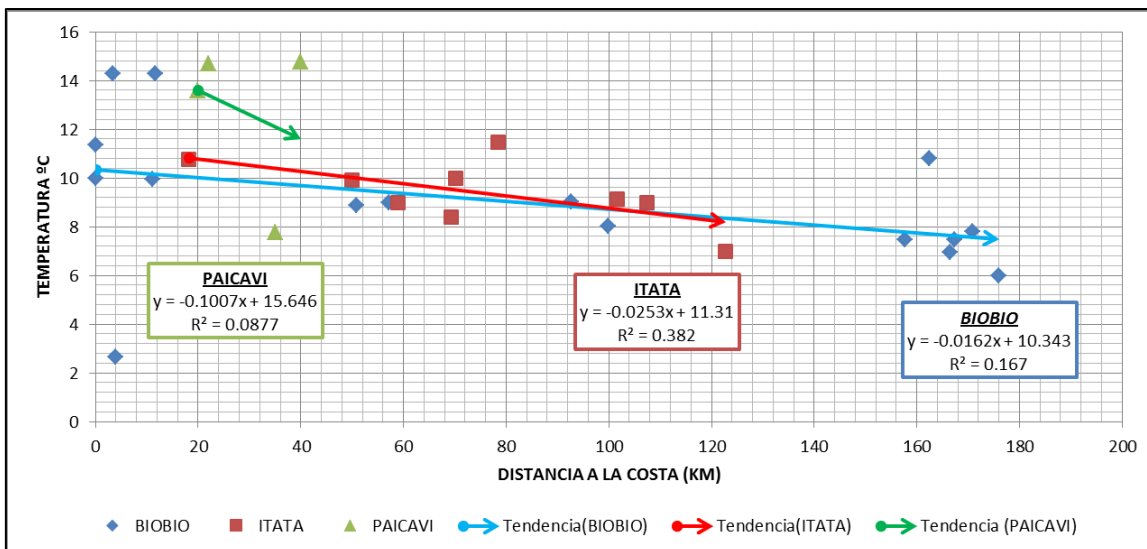


Figura N°6: medición de temperatura con respecto a la Distancia a la Costa, periodo-2 (Elaboración Propia)

Periodos\_3 de Cuencas en Estudio

De la gráfica del análisis de temperatura con respecto a la Distancia a la costa para el **periodo-3**(Figura N°7) se puede observar que para todas las cuencas en estudio registra valores de R<sup>2</sup> dentro de parámetros aceptables. Las tendencias registran con pendiente negativa; en la cual, la Biobío alcanza valores más bajos a la Itata, que está directamente relacionado la época de deshielo, sobretodo en la cuenca del Biobío que presenta estaciones en cordillera, como se puede apreciar de forma notoria (Anexo E.3).

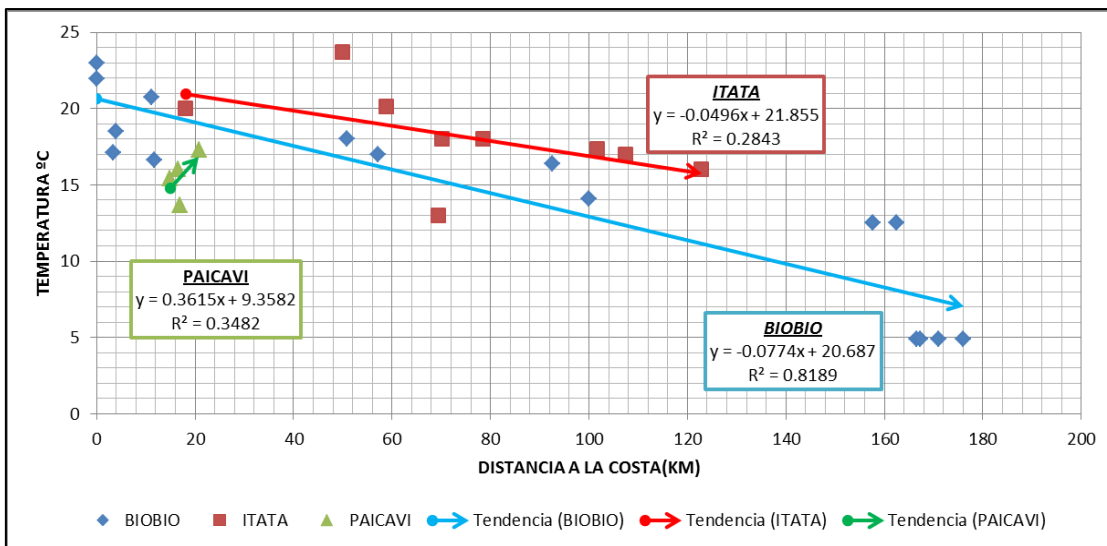


Figura N°7: medición de temperatura con respecto a la Distancia a la Costa, periodo-3 (Elaboración Propia)

### 3.6 Relación con Gradiente Adiabático térmico del Aire y cuencas de estudio

Se denomina gradiente vertical a la variación de temperatura entre dos puntos situados a 100m de distancia en sentido vertical. En el aire en reposo existe un descenso de la temperatura con la altura que se denomina gradiente vertical de temperatura (GVT).

La temperatura del aire desciende  $0,65\text{ }^{\circ}\text{C}$  cada 100m de ascenso.

En el aire en movimiento interviene otro gradiente denominado gradiente adiabático seco (GAS). Cuando una masa de aire asciende, la presión que soporta disminuye y el aire se expande. Debido a esto la temperatura de la masa de aire desciende. Por el proceso contrario, cuando una masa de aire desciende, la presión que soporta se incrementa, el aire se contrae y la temperatura aumenta.

Este fenómeno es un proceso adiabático, porque se produce a causa de una variación de la presión del aire, sin intercambio de calor. El valor medio del GAS es la disminución de  $1^{\circ}\text{C}$  por cada 100 m ascenso.

A partir de 1000 m medida que se asciende y la temperatura disminuye, la humedad relativa del aire va aumentando hasta llegar a la condensación del vapor, lo que hace disminuir el ritmo de descenso de la temperatura entre  $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{m}$  se le denomina Gradiente Adiabático Saturado o Húmedo (G.A.M.). *Hernández, (2008)*.

En los gráficos de las figuras 8 y 9 se analiza el gradiente, que se obtiene del promedio de las temperaturas de los tres periodos de cada estación los cuales fueron graficados. De ellos se obtiene la ecuación de la recta, enfocados en la pendiente, que viene a indicar la magnitud física (temperatura) al desplazarse en una determinada dirección, y la comparamos con la del aire, que se encuentra estandarizada.

El ejercicio consiste en encontrar diferencia entre los valores de las cuencas y la del aire, ya que el agua se regulariza con la temperatura del aire y no debería presentar grandes cambios entre ellas.

#### 3.6.1 Comparación Gradientes temperatura superficial (M.N.S.M) de Cuencas v/s Aire

De la gráfica del análisis del gradiente de temperatura superficial en función de m.s.n.m comparada con el gradiente del aire (Figura N°8) se puede observar que las pendientes del Itata es similar a la del aire,  $0,0065$ . En la cuenca Paicavi notamos que se encuentra por encima en 2 grados y la del Biobío está bajo en 2 grados, que está dentro de los parámetros aceptables (Anexo G.1).

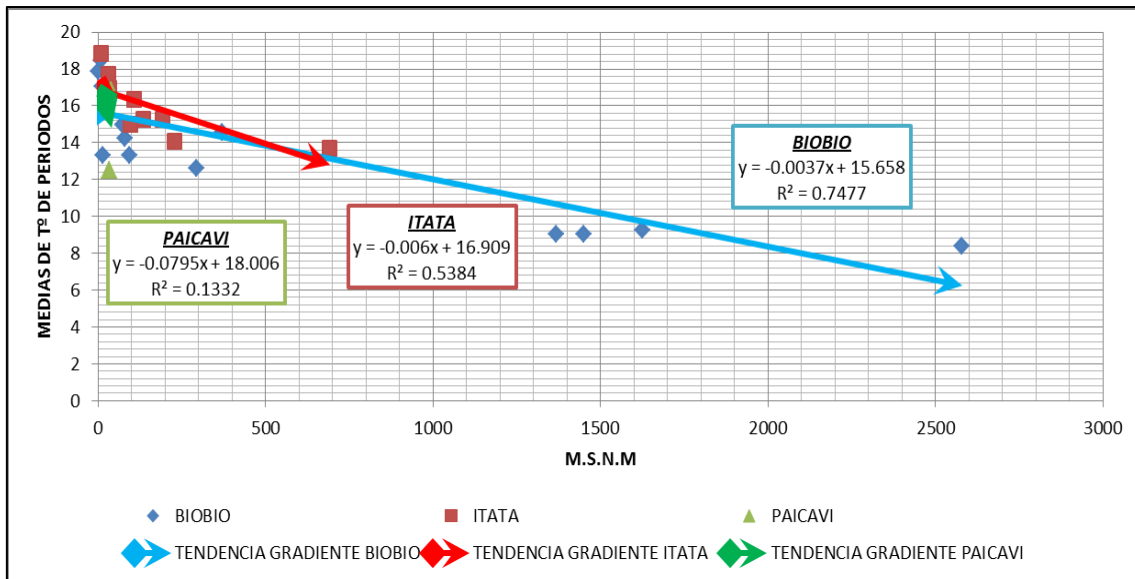


Figura N°8: Ecuaciones de rectas de los promedios de las medias de T° de las cuencas (Elaboración Propia)

### 3.6.2 Comparación Gradientes temperatura superficial (Distancia a la costa) de Cuencas v/s Aire

De la gráfica del análisis del gradiente de temperatura superficial en función de distancia a la costa comparada con el gradiente del aire (Figura N°9) se observa que los valores obtenidos no son coincidentes con los que se esperan, pero si lo analizamos el gradiente, este está enfocado verticalmente, por lo tanto, no existe relación entre las gradientes de la figura y la del aire (Anexo G.2).

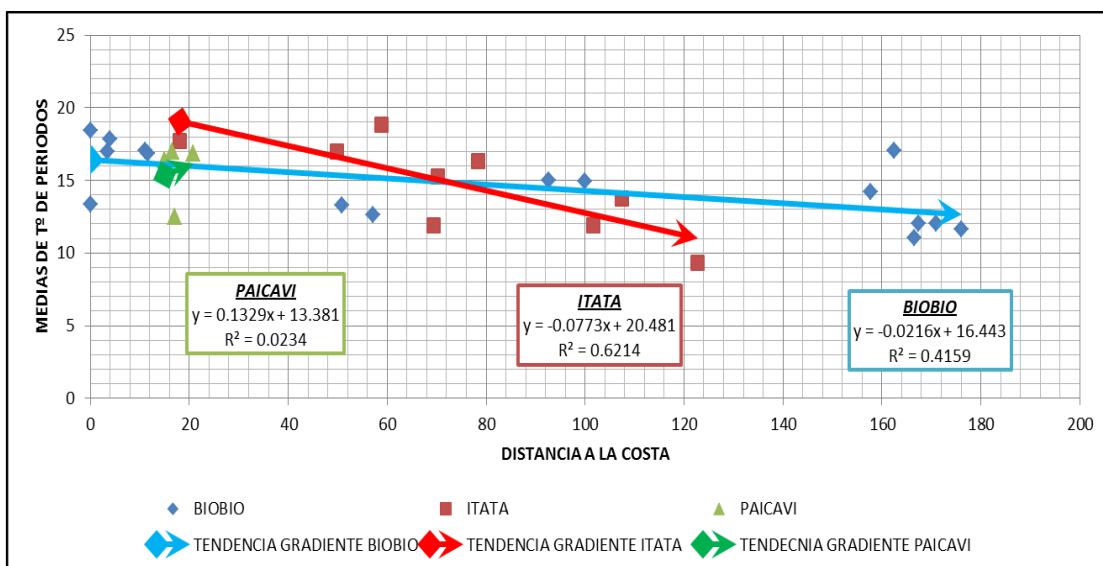


Figura N°9: Ecuaciones de rectas de los promedios de las medias de T° de las cuencas (Elaboración Propia)

Los gráficos muestran las temperaturas de costa a cordillera de los tres periodos tomados como muestras representativas de las cuencas más grandes de la región, Biobío, Itata y Paicavi. Periodos de febrero, marzo, abril; mayo, junio, julio; octubre, noviembre, diciembre.

En la cuenca del Biobío se logra identificar variaciones en los periodos de invierno-primavera por la razón que esta cuenca tiene varias estaciones cordilleranas, sector de montañas con presencia de lagunas. Esto genera el fenómeno de **estratificación térmica** que se produce en la mayoría de los lagos y reservorios con una profundidad de más de 5 metros que se estratifican durante gran parte del año. Este fenómeno se desarrolla durante la primavera debido a que la superficie se calienta por la radiación atmosférica y solar. Como la densidad del agua disminuye con el aumento de la temperatura se produce una situación de equilibrio hidrodinámico, en donde la capa más liviana sobrenada a la más pesada.

Como consecuencia, se desarrolla una estructura térmica vertical con una capa superior bien mezclada llamada epilimnio, seguida por una región de rápido descenso de temperatura llamada termoclina, y una tercera capa de agua más densa y fría llamada hipolimnio.



#### 4. Conclusión y Comentarios

Las conclusiones y comentarios del estudio realizado se describen a continuación:

De los datos obtenidos por estación al aplicarse el test de normalidad entrego en su mayoría que tenía un comportamiento simétrico, lo que quiere decir que sus temperaturas no tenían oscilaciones muy extremas. Solo en caso muy puntuales se rechazó la hipótesis nula que puede deberse a que los datos fueron tomas en horas, días distintos.

Puesto que de la prueba de normalidad la gran mayoría cumplió, las estaciones fueron evaluadas por el test de T-student y las sobrantes por Wilcoxon.

En el análisis espacial no se notan cambios de temperaturas importantes en estaciones que se encuentran en los mismos ríos. Si hay variaciones importantes entre estaciones vecinas que pertenecen a ríos diferentes, debido a que en cada río pueden existir agentes externos que influyen en estos cambios.

Se identifica que las temperaturas se ven afectadas por distancia a la costa marina y a la cota en la que se encuentra. A mayor altura, menor temperatura que corresponde a un comportamiento normal. De similar manera pasa en la distancia en la que se encuentran las estaciones con respecto a la costa marina, entre más alejadas de ella se encuentran, mas van disminuyendo sus temperaturas.

Se logra identificar cambios notorios en la cuenca del Biobío, en el sector cordillerano, ya que se encuentra una laguna y con deshielo en primavera se genera el efecto de estratificación térmica.

Los valores entregados por la cuenca Paicaví se puede excluir de la investigación, ya que esta se encuentra concentrada en la costa de la región y tiene muy pocas estaciones para un análisis más certero.

## 5. Bibliografía

- ❖ Arriaza Balmon Manuel (1999). “*Guia practica de análisis de datos*” [EnLínea], [http://www.um.es/jmpaz/AGP1213/guia\\_practica\\_de\\_analisis\\_de\\_datos.pdf](http://www.um.es/jmpaz/AGP1213/guia_practica_de_analisis_de_datos.pdf)
- ❖ Castañeda Maria Belen, Cabrera Alberto, Navarro Yadina, Wietse de Vries (2010) “Procedimientos de datos y análisis estadístico utilizando SPSS” [En Línea], [https://books.google.cl/books?id=XsxqTVs9-2QC&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.cl/books?id=XsxqTVs9-2QC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- ❖ Crisp & howson (1982) “*Efecto de la temperatura del aire sobre la temperatura media del agua en los arroyos de los Penninos del Norte y el Distrito de los Lagos Inglés*” [EnLínea], [https://www.researchgate.net/publication/229483886\\_Effect\\_of\\_Air\\_Temperature\\_Upon\\_Mean\\_Water\\_Temperature\\_in\\_Streams\\_in\\_the\\_North\\_Pennines\\_and\\_English\\_Lake\\_District](https://www.researchgate.net/publication/229483886_Effect_of_Air_Temperature_Upon_Mean_Water_Temperature_in_Streams_in_the_North_Pennines_and_English_Lake_District)
- ❖ Direccion General De Aguas (2015).[En Línea], <http://www.dga.cl/Paginas/default.aspx>
- ❖ GOOGLE EARTH (2016). Versión 7.1.5.1557, Earth Viewer 3D. <https://Earth.google.com>
- ❖ Hernández Sergio (2008) “la atmósfera” [En Línea], <http://www.2bachillerato.es/CTM/tema12/p8.html>
- ❖ IBM SPSS Statistics IBM SPSS Statistics 20.0.0(2013) ; 64 bits
- ❖ <http://ibm-spss-statistics-64bits.waxoo.com/>
- ❖ Mena María Pía y Espinoza Carlos (2005). “*Criterios de calidad de aguas o efluentes tratados para uso en riego*” [EnLínea], [http://biblioteca-digital.sag.gob.cl/documentos/medio\\_ambiente/criterios\\_calidad\\_suelos\\_aguas\\_agricolas/pdf\\_aguas/informe\\_final.pdf](http://biblioteca-digital.sag.gob.cl/documentos/medio_ambiente/criterios_calidad_suelos_aguas_agricolas/pdf_aguas/informe_final.pdf)
- ❖ Mohseni y Stefan (1999) “*Los factores más significativos en el medio ambiente que influyen en temperaturas del flujo de agua*”. [En Línea], <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2003WR002034/pdf>
- ❖ Ordoñez Cruz Natalia (2001) “*Parámetros físico-químicos: temperatura*” [En Línea], <http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-temperatura.pdf>
- ❖ Walpole Ronal, Myers Raymond, Myers Sharon (1998) “*Probabilidad y Estadística para Ingenieros*” [En Línea], <https://estadisticaunicaes.files.wordpress.com/2012/05/probabilidad-y-estadistica-para-ingenieros-6ta-edicion-ronald-e-walpole-raymond-h-myers.pdf>

# ANEXOS

## Anexo. A Valores de W de Shapiro-Wilk

Distribución del estadístico de Shapiro-Wilk ( $w$ ) para el contraste de normalidad (continuación).

$n$	$\alpha$								
	0'01	0'02	0'05	0'1	0'5	0'9	0'95	0'98	0'99
26	0'891	0'904	0'920	0'933	0'965	0'982	0'985	0'988	0'989
27	0'894	0'906	0'923	0'935	0'965	0'982	0'985	0'988	0'990
28	0'896	0'908	0'924	0'936	0'966	0'982	0'985	0'988	0'990
29	0'898	0'910	0'926	0'937	0'966	0'982	0'985	0'988	0'990
30	0'900	0'912	0'927	0'939	0'967	0'983	0'985	0'988	0'990
31	0'902	0'914	0'929	0'940	0'967	0'983	0'986	0'988	0'990
32	0'904	0'915	0'930	0'941	0'968	0'983	0'986	0'988	0'990
33	0'906	0'917	0'931	0'942	0'968	0'983	0'986	0'989	0'990
34	0'908	0'919	0'933	0'943	0'969	0'983	0'986	0'989	0'990
35	0'910	0'920	0'934	0'944	0'969	0'984	0'986	0'989	0'990
36	0'912	0'922	0'935	0'945	0'970	0'984	0'986	0'989	0'990
37	0'914	0'924	0'936	0'946	0'970	0'984	0'987	0'989	0'990
38	0'916	0'925	0'938	0'947	0'971	0'984	0'987	0'989	0'990
39	0'917	0'927	0'939	0'948	0'971	0'984	0'987	0'989	0'991
40	0'919	0'928	0'940	0'949	0'972	0'985	0'987	0'989	0'991
41	0'920	0'929	0'941	0'950	0'972	0'985	0'987	0'989	0'991
42	0'922	0'930	0'942	0'951	0'972	0'985	0'987	0'989	0'991
43	0'923	0'932	0'943	0'951	0'973	0'985	0'987	0'990	0'991
44	0'924	0'933	0'944	0'952	0'973	0'985	0'987	0'990	0'991
45	0'926	0'934	0'945	0'953	0'973	0'985	0'988	0'990	0'991
46	0'927	0'935	0'945	0'953	0'974	0'985	0'988	0'990	0'991
47	0'928	0'936	0'946	0'954	0'974	0'985	0'988	0'990	0'991
48	0'929	0'937	0'941	0'954	0'974	0'985	0'988	0'990	0'991
49	0'929	0'937	0'947	0'955	0'974	0'985	0'988	0'990	0'991
50	0'930	0'938	0'947	0'955	0'974	0'985	0'988	0'990	0'991

Distribución del estadístico de Shapiro-Wilk ( $w$ ) para el contraste de normalidad.  
Se tabulan los valores  $w_\alpha$  tales que  $P(w > w_\alpha) = \alpha$ .

$n$	$\alpha$								
	0'01	0'02	0'05	0'1	0'5	0'9	0'95	0'98	0'99
3	0'753	0'756	0'767	0'789	0'959	0'998	0'999	1'000	1'000
4	0'687	0'707	0'748	0'792	0'935	0'987	0'992	0'996	0'997
5	0'686	0'715	0'762	0'806	0'927	0'979	0'986	0'991	0'993
6	0'713	0'743	0'788	0'826	0'927	0'974	0'981	0'986	0'989
7	0'730	0'760	0'803	0'838	0'928	0'972	0'979	0'985	0'988
8	0'749	0'778	0'818	0'851	0'932	0'972	0'978	0'984	0'987
9	0'764	0'791	0'829	0'859	0'935	0'972	0'978	0'984	0'986
10	0'781	0'806	0'842	0'869	0'938	0'972	0'978	0'983	0'986
11	0'792	0'817	0'850	0'876	0'940	0'973	0'979	0'984	0'986
12	0'805	0'828	0'859	0'883	0'943	0'973	0'979	0'984	0'986
13	0'814	0'837	0'866	0'889	0'945	0'974	0'979	0'984	0'986
14	0'825	0'846	0'874	0'895	0'947	0'975	0'980	0'984	0'986
15	0'835	0'855	0'881	0'901	0'950	0'975	0'980	0'984	0'987
16	0'844	0'863	0'887	0'906	0'952	0'976	0'981	0'985	0'987
17	0'851	0'869	0'892	0'910	0'954	0'977	0'981	0'985	0'987
18	0'858	0'874	0'897	0'914	0'956	0'978	0'982	0'986	0'988
19	0'863	0'879	0'901	0'917	0'957	0'978	0'982	0'986	0'988
20	0'868	0'884	0'905	0'920	0'959	0'979	0'983	0'986	0'988
21	0'873	0'888	0'908	0'923	0'960	0'980	0'983	0'987	0'989
22	0'878	0'892	0'911	0'926	0'961	0'980	0'984	0'987	0'989
23	0'881	0'895	0'914	0'928	0'962	0'981	0'984	0'987	0'989
24	0'884	0'898	0'916	0'930	0'963	0'981	0'984	0'987	0'989
25	0'888	0'901	0'918	0'931	0'964	0'981	0'985	0'988	0'989

## Anexo. B Prueba de normalidad

### B.1 Cuenca del Biobío y sub cuenca Andalien

#### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
temp1	,151	11	,200*	,937	11	,485
temp2	,218	11	,152	,920	11	,320
temp3	,213	11	,173	,935	11	,466

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

#### Estación N°6

#### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
temp1	,288	28	,000	,650	28	,000
temp2	,187	28	,013	,947	28	,170
temp3	,184	28	,016	,795	28	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

#### Estación N°11

#### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
temp1	,174	22	,080	,946	22	,267
temp2	,098	22	,200*	,972	22	,751
temp3	,131	22	,200*	,958	22	,459

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

#### Estación N°17

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
temp1	,097	29	,200 <sup>*</sup>	,968	29	,510
temp2	,138	29	,171	,964	29	,414
temp3	,114	29	,200 <sup>*</sup>	,943	29	,118

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Estación N°67*

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

	TEMP_1 - TEMP_2	TEMP_2 - TEMP_3	TEMP_1 - TEMP_3
Z	-3,574 <sup>b</sup>	-3,622 <sup>c</sup>	-,166 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,000	,000	,868

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

c. Se basa en rangos positivos.

*Estación N°46*

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
temp1	,173	11	,200 <sup>*</sup>	,916	11	,286
temp2	,218	11	,149	,914	11	,268
temp3	,163	11	,200 <sup>*</sup>	,961	11	,785

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Estación N°69*

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
temp1	,157	13	,200 <sup>*</sup>	,977	13	,962
temp2	,212	13	,115	,925	13	,294
temp3	,243	13	,035	,875	13	,061

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Estación N°54*

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
temp1	,191	47	,000	,792	47	,000
temp2	,176	47	,001	,947	47	,034
temp3	,080	47	,200 <sup>*</sup>	,964	47	,156

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Estación N°10*

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
temp1	,135	13	,200 <sup>*</sup>	,960	13	,747
temp2	,193	13	,198	,890	13	,097
temp3	,121	13	,200 <sup>*</sup>	,958	13	,716

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Estación N°62*

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
temp1	,179	18	,130	,873	18	,020
temp2	,260	18	,002	,858	18	,011
temp3	,157	18	,200*	,886	18	,033

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Estación N°58*

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
temp1	,124	21	,200*	,957	21	,460
temp2	,162	21	,158	,879	21	,014
temp3	,162	21	,158	,958	21	,470

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Estación N°16*

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

	Temp_1 - Temp_2	Temp_1 - Temp_3	Temp_2 - Temp_3
Z	-4,286 <sup>b</sup>	-4,114 <sup>b</sup>	-4,014 <sup>c</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,000	,000	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

c. Se basa en rangos positivos.

*Estación N°66*

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
temp1	,179	18	,130	,873	18	,020
temp2	,260	18	,002	,858	18	,011
temp3	,157	18	,200*	,886	18	,033

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Estación N°58*

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
temp1	,178	5	,200 <sup>*</sup>	,989	5	,978
temp2	,177	5	,200 <sup>*</sup>	,983	5	,951
temp3	,230	5	,200 <sup>*</sup>	,923	5	,551

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Estación N°49*

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
temp1	,142	5	,200 <sup>*</sup>	,995	5	,994
temp2	,218	5	,200 <sup>*</sup>	,966	5	,852
temp3	,243	5	,200 <sup>*</sup>	,947	5	,716

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Estación N°5*

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
temp1	,183	5	,200 <sup>*</sup>	,979	5	,929
temp2	,151	5	,200 <sup>*</sup>	,995	5	,994
temp3	,173	5	,200 <sup>*</sup>	,963	5	,829

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Estación N°71*

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
temp1	,273	5	,200 <sup>*</sup>	,861	5	,231
temp2	,175	5	,200 <sup>*</sup>	,991	5	,982
temp3	,283	5	,200 <sup>*</sup>	,872	5	,277

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Estación N°70*



B.2 Cuenca del Itata

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Temp1	,135	12	,200*	,968	12	,884
Temp2	,207	12	,166	,844	12	,031
Temp3	,233	12	,071	,948	12	,605

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Estación N°19*

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Temp1	,352	5	,042	,767	5	,042
Temp2	,234	5	,200*	,947	5	,716
Temp3	,318	5	,109	,900	5	,412

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Estación N°29*

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
temp1	,248	17	,007	,731	17	,000
temp2	,140	17	,200*	,941	17	,332
temp3	,119	17	,200*	,974	17	,890

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Estación N°18*

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
temp1	,319	5	,108	,791	5	,068
temp2	,312	5	,125	,887	5	,342
temp3	,186	5	,200*	,958	5	,796

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Estación N°15*

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
temp1	,149	17	,200*	,953	17	,509
temp2	,208	17	,049	,861	17	,016
temp3	,155	17	,200*	,931	17	,230

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Estación N°14*

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Temp1	,209	15	,078	,907	15	,123
Temp2	,252	15	,011	,899	15	,091
Temp3	,304	15	,001	,875	15	,040

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Estación N°59*

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Temp1	,130	12	,200*	,952	12	,661
Temp2	,144	12	,200*	,931	12	,394
Temp3	,234	12	,069	,865	12	,056

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Estación N°60*

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Temp1	,209	15	,078	,907	15	,123
Temp2	,252	15	,011	,899	15	,091
Temp3	,304	15	,001	,875	15	,040

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Estación N°41*

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Temp1	,142	13	,200 <sup>*</sup>	,949	13	,585
Temp2	,194	13	,197	,912	13	,194
Temp3	,159	13	,200 <sup>*</sup>	,963	13	,797

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Estación N°27*

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

	Temp1 - Temp2	Temp1 - Temp3	Temp2 - Temp3
Z	-3,963 <sup>b</sup>	-1,494 <sup>b</sup>	-3,565 <sup>c</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,000	,135	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

c. Se basa en rangos positivos.

*Estación N°25*

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
temp1	,178	5	,200 <sup>*</sup>	,989	5	,978
temp2	,177	5	,200 <sup>*</sup>	,983	5	,951
temp3	,230	5	,200 <sup>*</sup>	,923	5	,551

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Estación N°49*

Estación N°49

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
temp1	,142	5	,200 <sup>*</sup>	,995	5	,994
temp2	,218	5	,200 <sup>*</sup>	,966	5	,852
temp3	,243	5	,200 <sup>*</sup>	,947	5	,716

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Estación N°5

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
temp1	,183	5	,200 <sup>*</sup>	,979	5	,929
temp2	,151	5	,200 <sup>*</sup>	,995	5	,994
temp3	,173	5	,200 <sup>*</sup>	,963	5	,829

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Estación N°71

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
temp1	,273	5	,200 <sup>*</sup>	,861	5	,231
temp2	,175	5	,200 <sup>*</sup>	,991	5	,982
temp3	,283	5	,200 <sup>*</sup>	,872	5	,277

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Estación N°70

B.3 Cuenca del Coliumo.

*Estación N°5*

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Temp1	,203	8	,200 <sup>*</sup>	,889	8	,227
Temp2	,140	8	,200 <sup>*</sup>	,957	8	,780
Temp3	,229	8	,200 <sup>*</sup>	,890	8	,235

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Estación N°23*

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
temp_1	,222	11	,135	,887	11	,127
temp_2	,217	11	,153	,923	11	,346
temp_3	,189	11	,200 <sup>*</sup>	,903	11	,203

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Estación N°72*

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
temp_1	,090	12	,200 <sup>*</sup>	,967	12	,872
temp_2	,116	12	,200 <sup>*</sup>	,974	12	,947
temp_3	,218	12	,122	,897	12	,144

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Estación N°73*

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
temp_1	,248	12	,040	,759	12	,003
temp_2	,193	12	,200 <sup>*</sup>	,939	12	,490
temp_3	,166	12	,200 <sup>*</sup>	,953	12	,688

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

## Anexo C. Test aplicado

### C.1 Cuenca del Biobío

#### Estación N°6

##### Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 temp2 - temp1	-5,31455	2,44162	,73618	-6,95485	-3,67424	-7,219	10	,000
Par 2 temp3 - temp2	4,11867	3,16328	,81676	2,36690	5,87043	5,043	14	,000
Par 3 temp3 - temp1	-2,65182	2,61892	,78963	-4,41123	-,89241	-3,358	10	,007

#### Estación N°11

##### Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 temp2 - temp1	-10,20250	5,01241	,94726	-12,14611	-8,25889	-10,771	27	,000
Par 2 temp3 - temp2	10,70711	5,72147	1,08126	8,48855	12,92566	9,902	27	,000
Par 3 temp3 - temp1	,69597	6,84266	1,24929	-1,85913	3,25106	,557	29	,582

#### Estación N°17

##### Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 temp2 - temp1	-8,33318	2,82035	,60130	-9,58365	-7,08271	-13,859	21	,000
Par 2 temp3 - temp2	8,24182	3,95081	,84232	6,49013	9,99351	9,785	21	,000
Par 3 temp3 - temp1	,83821	4,51598	,85344	-,91290	2,58933	,982	27	,335

#### Estación N°67

##### Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 temp2 - temp1	-9,22900	2,44138	,44573	-10,14063	-8,31737	-20,705	29	,000
Par 2 temp3 - temp2	11,17134	3,92820	,72945	9,67714	12,66555	15,315	28	,000
Par 3 temp3 - temp1	1,84652	3,78628	,70309	,40629	3,28674	2,626	28	,014

Estación N°46

Estadísticos de prueba<sup>a</sup>

	TEMP_1 - TEMP_2	TEMP_2 - TEMP_3	TEMP_1 - TEMP_3
Z	-3,574 <sup>b</sup>	-3,622 <sup>c</sup>	-,166 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,000	,000	,868

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

c. Se basa en rangos positivos.

Estación N°69

Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 temp2 - temp1	-5,31636	1,89797	,57226	-6,59144	-4,04129	-9,290	10	,000
Par 2 temp3 - temp2	3,88533	3,32080	,85743	2,04633	5,72433	4,531	14	,000
Par 3 temp3 - temp1	-2,95455	2,88985	,87132	-4,89597	-1,01312	-3,391	10	,007

Estación N°54

Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 temp2 - temp1	-9,28077	2,73135	,75754	-10,93131	-7,63023	-12,251	12	,000
Par 2 temp3 - temp2	9,07071	3,15009	,84190	7,25190	10,88952	10,774	13	,000
Par 3 temp3 - temp1	1,26244	3,52004	,70401	-,19056	2,71544	1,793	24	,086

Estación N°10

Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 temp2 - temp1	-10,21489	4,19203	,61147	-11,44572	-8,98407	-16,705	46	,000
Par 2 temp3 - temp2	8,42360	4,70330	,68605	7,04266	9,80453	12,278	46	,000
Par 3 temp3 - temp1	-1,93041	5,41354	,75805	-3,45299	-,40783	-2,547	50	,014

Estación N°62

Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 temp2 - temp1	-10,05231	2,85116	,79077	-11,77525	-8,32937	-12,712	12	,000
Par 2 temp3 - temp2	8,78154	4,30055	1,19276	6,18274	11,38033	7,362	12	,000
Par 3 temp3 - temp1	-1,27188	4,86716	1,21679	-3,86540	1,32165	-1,045	15	,312

Estación N°58

Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 temp2 - temp1	-8,35611	1,73087	,40797	-9,21685	-7,49537	-20,482	17	,000
Par 2 temp3 - temp2	7,02778	3,97863	,93777	5,04925	9,00631	7,494	17	,000
Par 3 temp3 - temp1	-,95760	3,98006	,79601	-2,60049	,68529	-1,203	24	,241

Estación N°16

Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 temp2 - temp1	-9,98190	2,77417	,60537	-11,24469	-8,71912	-16,489	20	,000
Par 2 temp3 - temp2	5,89048	3,32478	,72553	4,37705	7,40390	8,119	20	,000
Par 3 temp3 - temp1	-2,77613	4,87831	,87617	-4,56551	-,98675	-3,168	30	,004

Estación N°66

Estadísticos de prueba<sup>a</sup>

	Temp_1 - Temp_2	Temp_1 - Temp_3	Temp_2 - Temp_3
Z	-4,286 <sup>b</sup>	-4,114 <sup>b</sup>	-4,014 <sup>c</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,000	,000	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

c. Se basa en rangos positivos.



**Estación N°49**

**Prueba de muestras emparejadas**

	Diferencias emparejadas						t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
				Inferior	Superior				
Par 1 temp2 - temp1	-7,67800	2,44539	1,09361	-10,71435	-4,64165	-7,021	4	,002	
Par 2 temp3 - temp2	-,20400	4,33168	1,93719	-5,58249	5,17449	-,105	4	,921	
Par 3 temp3 - temp1	-4,80143	6,00605	2,27007	-10,35610	,75324	-2,115	6	,079	

**Estación N°71**

**Prueba de muestras emparejadas**

	Diferencias emparejadas						t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
				Inferior	Superior				
Par 1 temp2 - temp1	-6,65800	2,66857	1,19342	-9,97147	-3,34453	-5,579	4	,005	
Par 2 temp3 - temp2	-1,15400	3,91146	1,74926	-6,01072	3,70272	-,660	4	,545	
Par 3 temp3 - temp1	-5,97500	4,72163	1,92760	-10,93005	-1,01995	-3,100	5	,027	

**Estación N°70**

**Prueba de muestras emparejadas**

	Diferencias emparejadas						t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
				Inferior	Superior				
Par 1 temp2 - temp1	-6,27200	2,86617	1,28179	-9,83082	-2,71318	-4,893	4	,008	
Par 2 temp3 - temp2	-2,14800	3,50187	1,56608	-6,49614	2,20014	-1,372	4	,242	
Par 3 temp3 - temp1	-6,69167	4,43360	1,81001	-11,34444	-2,03889	-3,697	5	,014	

C.2Cuenca del Itata

**Estación N°19**

**Prueba de muestras emparejadas**

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Temp2 - Temp1	-11,85667	4,60604	1,32965	-14,78321	-8,93013	-8,917	11	,000
Par 2	Temp3 - Temp2	9,37333	2,64276	,76290	7,69421	11,05246	12,286	11	,000
Par 3	Temp3 - Temp1	,45480	6,18949	1,23790	-2,10010	3,00970	,367	24	,717

**Estación N°29**

**Prueba de muestras emparejadas**

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Temp2 - Temp1	-6,67800	1,75712	,78581	-8,85975	-4,49625	-8,498	4	,001
Par 2	Temp3 - Temp2	7,63600	5,50170	2,46043	,80474	14,46726	3,104	4	,036
Par 3	Temp3 - Temp1	3,14256	3,58679	,89670	1,23130	5,05383	3,505	15	,003

**Estación N°18**

**Prueba de muestras emparejadas**

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	temp2 - temp1	-8,83529	5,90153	1,43133	-11,86958	-5,80101	-6,173	16	,000
Par 2	temp3 - temp2	8,18059	4,49805	1,09094	5,86790	10,49327	7,499	16	,000
Par 3	temp3 - temp1	1,84867	6,57760	1,20090	-,60745	4,30478	1,539	29	,135

**Estación N°15**

**Prueba de muestras emparejadas**

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	temp2 - temp1	-10,08000	5,71826	2,55729	-17,18016	-2,97984	-3,942	4	,017
Par 2	temp3 - temp2	14,10800	3,89678	1,74269	9,26951	18,94649	8,096	4	,001
Par 3	temp3 - temp1	6,52563	4,99437	1,24859	3,86431	9,18694	5,226	15	,000

**Estación N°14**

**Prueba de muestras emparejadas**

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	temp2 - temp1	-10,33718	2,79214	,67719	-11,77276	-8,90159	-15,265	16	,000
Par 2	temp3 - temp2	8,61947	4,06416	,98570	6,52987	10,70907	8,744	16	,000
Par 3	temp3 - temp1	-1,37894	4,23860	,99905	-3,48675	,72886	-1,380	17	,185

**Estación N°59**

**Prueba de muestras emparejadas**

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Temp2 - Temp1	-5,01600	1,84063	,47525	-6,03531	-3,99669	-10,554	14	,000
Par 2	Temp3 - Temp2	4,28533	3,24675	,83831	2,48734	6,08332	5,112	14	,000
Par 3	Temp3 - Temp1	,18136	3,18573	,67920	-1,23111	1,59384	,267	21	,792

**Estación N°60**

**Prueba de muestras emparejadas**

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Temp2 - Temp1	-8,23167	2,37679	,68612	-9,74181	-6,72153	-11,997	11	,000
Par 2	Temp3 - Temp2	7,35333	3,39467	,97996	5,19646	9,51021	7,504	11	,000
Par 3	Temp3 - Temp1	,89556	2,92301	,56253	-,26075	2,05186	1,592	26	,123

**Estación N°41**

**Prueba de muestras emparejadas**

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Temp2 - Temp1	-5,01600	1,84063	,47525	-6,03531	-3,99669	-10,554	14	,000
Par 2	Temp3 - Temp2	4,28533	3,24675	,83831	2,48734	6,08332	5,112	14	,000
Par 3	Temp3 - Temp1	,18136	3,18573	,67920	-1,23111	1,59384	,267	21	,792

**Estación N°27**

**Prueba de muestras emparejadas**

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Temp2 - Temp1	-9,43846	2,98995	,82926	-11,24527	-7,63165	-11,382	12	,000
Par 2	Temp3 - Temp2	4,95615	2,91600	,80875	3,19403	6,71827	6,128	12	,000
Par 3	Temp3 - Temp1	-3,16263	3,63035	,83286	-4,91240	-1,41286	-3,797	18	,001

**Estación N°25**

**Estadísticos descriptivos**

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Percentiles		
						25	50 (Mediana)	75
Temp2	21	7,2152	1,71182	4,72	13,00	6,1500	7,0000	7,9500
Temp3	21	10,5281	2,36044	7,15	15,83	9,0000	10,0000	11,7850
Temep1	21	11,6533	3,08242	8,00	23,00	9,9050	11,0000	12,6600

**C.2Cuenca de Paicavi**

**EstacionN°5**

**Prueba de muestras emparejadas**

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Temp2 - Temp1	-4,52250	2,31816	,81959	-6,46053	-2,58447	-5,518	7	,001
Par 2	Temp3 - Temp2	2,83545	3,66088	1,10380	,37604	5,29487	2,569	10	,028
Par 3	Temp3 - Temp1	-3,30250	2,43009	,85917	-5,33411	-1,27089	-3,844	7	,006

**EstacionN°23**

**Prueba de muestras emparejadas**

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	temp_1 - temp_2	7,71909	1,81303	,54665	6,50108	8,93710	14,121	10	,000
Par 2	temp_3 - temp_2	6,46091	2,25622	,68028	4,94516	7,97666	9,497	10	,000
Par 3	temp_3 - temp_1	-1,25818	2,29599	,69227	-2,80065	,28428	-1,817	10	,099

**EstacionN°72**

**Prueba de muestras emparejadas**

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	temp_2 - temp_1	-5,01833	2,97208	,85797	-6,90670	-3,12996	-5,849	11	,000
Par 2	temp_3 - temp_2	1,50167	2,33095	,67289	,02065	2,98268	2,232	11	,047
Par 3	temp_3 - temp_1	-3,51667	2,42391	,69972	-5,05675	-1,97659	-5,026	11	,000

**EstacionN°73**

**Prueba de muestras emparejadas**

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	temp_1 - temp_2	4,32500	6,24943	1,80406	,35430	8,29570	2,397	11	,035
Par 2	temp_3 - temp_2	3,84250	2,13971	,61768	2,48299	5,20201	6,221	11	,000
Par 3	temp_3 - temp_1	-,48250	7,22724	2,08633	-5,07447	4,10947	-,231	11	,821

## ANEXO D. Tablas de análisis de temperatura v/s m.s.n.m

### D.1

PERIODO_1					
FEB/MAR/ABR					
M.S.N.M	BIOBIO	M.S.N.M	ITATA	M.S.N.M	PAICAVI
0	21.655	10	22.9	20	20
8	21	32	22.35	22	19.11
13	19.6	34	19.32	35	16.05
15	19.8	97	13.8	40	19.75
17	18.86	107	21		
29	20.262	134	19.39		
74	17.325	192	13.8		
74	17.8	229	16.5		
79	18	692	11		
93	19				
293	20.4				
371	17.866				
1367	17.3				
1450	17.3				
1624	15.75				
2579	16.15				

### D.2

PERIODO_2					
MAY/JUN/JUL					
M.S.N.M	BIOBIO	M.S.N.M	ITATA	M.S.N.M	PAICAVI
0	10	10	9.9	20.76	13.585
8	11.34	32	10.76	14.97	14.69
13	14.3	34	11.46	16.99	7.78
15	14.3	97	9	16.57	14.75
17	2.648	107	10		
29	9.938	134	9.118		
74	9.01	192	9		
74	8.02	229	8.4		
79	9	692	7		
93	8.89				
293	10.79				
371	7.459				
1367	9.94				
1450	9.94				
1624	9.47				
2579	9.81				

D.3

PERIODO_3					
OCT/NOV/DIC					
M.S.N.M	BIOBIO	M.S.N.M	ITATA	M.S.N.M	PAICAVI
0	21.97	10	20	20	17.3
8	23	32	23.7	22	15.44
13	16.6	34	20.11	35	13.69
15	17.1	97	13	40	16.05
17	18.525	107	18		
29	20.727	134	17.25		
74	16.39	192	13		
74	14.06	229	16.33		
79	18	692	10		
93	16.969				
293	19.9				
371	12.504				
1367	8.87				
1450	8.87				
1624	7.9				
2579	8.87				

**ANEXO E. Tablas de análisis de temperatura v/s Distancia a las Costa**

E.1

PERIODO_1					
FEB/MAR/ABR					
DISTANCIA	BIOBIO	DISTANCIA	ITATA	DISTANCIA	PAICAVI
0	21.655	18.11	22.35	20.76	20
0	21	49.92	19.32	14.97	19.11
3.44	19.8	58.9	22.9	16.99	16.05
4.01	18.86	69.35	13.8	16.57	19.75
11.17	20.262	70.2	19.39		
11.65	19.6	78.4	21		
50.83	18	101.69	13.8		
57.09	19	107.5	16.5		
92.64	17.325	122.79	11		
99.93	17.8				
157.66	17.866				
162.46	20.4				
166.48	17.3				
167.37	15.75				
170.93	16.15				
176	17.3				

E.2

PERIODO_2					
MAY/JUN/JUL					
DISTANCIA	BIOBIO	DISTANCIA	ITATA	DISTANCIA	PAICAVI
0	10	18.11	10.76	20	13.585
0	11.34	49.92	9.9	22	14.69
3.44	14.3	58.9	9	35	7.78
4.01	2.648	69.35	8.4	40	14.75
11.17	9.938	70.2	10		
11.65	14.3	78.4	11.46		
50.83	8.89	101.69	9.118		
57.09	9	107.5	9		
92.64	9.01	122.79	7		
99.93	8.02				
157.66	7.459				
162.46	10.79				
166.48	9.94				
167.37	9.47				
170.93	9.81				
176	9.94				

E.3

PERIODO_3					
OCT/NOV/DIC					
DISTANCIA	BIOBIO	DISTANCIA	ITATA	DISTANCIA	PAICAVI
0	21.97	18.11	20	20.76	17.3
0	23	49.92	23.7	14.97	15.44
3.44	17.1	58.9	20.11	16.99	13.69
4.01	18.525	69.35	13	16.57	16.05
11.17	20.727	70.2	18		
11.65	16.6	78.4	17.25		
50.83	18	101.69	13		
57.09	16.969	107.5	16.33		
92.64	16.39	122.79	10		
99.93	14.06				
157.66	12.504				
162.46	19.9				
166.48	8.87				
167.37	7.9				
170.93	8.87				
176	8.87				

## ANEXO F. Análisis Espacial

### F.1 estaciones de cuenca Biobío

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>			
	temp_a - temp_1	temp_c - temp_3	temp_b - temp_2
Z	-2,934 <sup>b</sup>	-3,296 <sup>b</sup>	-3,980 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,003	,001	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon  
b. Se basa en rangos negativos.

#### ESTACIONES 6-48

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>			
	temp_a - temp_1	temp_c - temp_3	temp_b - temp_2
Z	-1,475 <sup>b</sup>	-1,728 <sup>b</sup>	-1,823 <sup>c</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,140	,084	,068

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon  
b. Se basa en rangos negativos.  
c. Se basa en rangos positivos.

#### ESTACION 17-46

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>		
	temp_a - temp_1	temp_c - temp_3
Z	-,198 <sup>b</sup>	-1,261 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,843	,207

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon  
b. Se basa en rangos positivos.

#### ESTACIONES 67-11



<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>			
	temp_a - temp_1	temp_c - temp_3	temp_b - temp_2
Z	-,854 <sup>b</sup>	-2,429 <sup>c</sup>	-4,059 <sup>c</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,393	,015	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon  
 b. Se basa en rangos negativos.  
 c. Se basa en rangos positivos.

**ESTACIONES 69-6**

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>			
	temp_A - temp_1	temp_B - temp_2	temp_C - temp_3
Z	-1,643 <sup>b</sup>	-,078 <sup>b</sup>	-3,219 <sup>c</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,100	,937	,001

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon  
 b. Se basa en rangos positivos.  
 c. Se basa en rangos negativos.

**ESTACIONES 10-54**

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>			
	temp_A - temp_1	temp_B - temp_2	temp_C - temp_3
Z	-1,216 <sup>b</sup>	-,933 <sup>c</sup>	-1,913 <sup>c</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,224	,351	,056

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon  
 b. Se basa en rangos negativos.  
 c. Se basa en rangos positivos.

**ESTACIONES 16-66**

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>			
	temp_a - temp_1	temp_b - temp_2	temp_c - temp_3
Z	-2,366 <sup>b</sup>	-2,023 <sup>b</sup>	-2,521 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,018	,043	,012

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon  
 b. Se basa en rangos negativos.

**ESTACIONES 58-51**

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

	temp_A - temp_1	temp_B - temp_2	temp_C - temp_3
Z	-2,296 <sup>b</sup>	-1,433 <sup>b</sup>	-2,275 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,022	,152	,023

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

**ESTACIONES 58-62**

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

	temp_a - temp_1	temp_b - temp_2	temp_c - temp_3
Z	-2,366 <sup>b</sup>	-2,023 <sup>b</sup>	-2,366 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,018	,043	,018

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

**ESTACIONES 20-49**

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

	temp_a - temp_1	temp_b - temp_2	temp_c - temp_3
Z	-,338 <sup>b</sup>	-,365 <sup>b</sup>	-,524 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,735	,715	,600

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

**ESTACIONES 49-5**

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

	temp_a - temp_1	temp_b - temp_2	temp_c - temp_3
Z	-2,201 <sup>b</sup>	-1,084 <sup>b</sup>	-1,183 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,028	,279	,237

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

**ESTACIONES 70-5**

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

	temp_a - temp_1	temp_b - temp_2	temp_c - temp_3
Z	-2,032 <sup>b</sup>	-1,826 <sup>b</sup>	-2,366 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,042	,068	,018

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

**ESTACIONES 70-71**

**F.2 estaciones de cuenca Itata**

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	temp_1 - temp_A	-2,19556	2,53863	,43537	-3,08133	-1,30979	-5,043	33	,000
Par 2	temp_2 - temp_B	-,46500	1,50341	,43400	-1,42022	,49022	-1,071	11	,307
Par 3	temp_3 - temp_C	-2,26889	1,81421	,34915	-2,98657	-1,55121	-6,498	26	,000

**ESTACION 25-18**

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>			
	temp_A - temp_1	temp_B - temp_2	temp_C - temp_3
Z	-1,633 <sup>b</sup>	-2,023 <sup>c</sup>	-2,275 <sup>c</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,102	,043	,023

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon  
 b. Se basa en rangos negativos.  
 c. Se basa en rangos positivos.

**ESTACION 29-14**

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>			
	temp_A - temp_1	temp_B - temp_2	temp_C - temp_3
Z	-,024 <sup>b</sup>	-2,023 <sup>b</sup>	-3,206 <sup>c</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,981	,043	,001

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon  
 b. Se basa en rangos positivos.  
 c. Se basa en rangos negativos.

**ESTACION 29-15**

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>			
	temp_A - temp_1	temp_B - temp_2	temp_C - temp_3
Z	-2,059 <sup>b</sup>	-,944 <sup>c</sup>	-1,655 <sup>c</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,039	,345	,098

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon  
 b. Se basa en rangos negativos.  
 c. Se basa en rangos positivos.

**ESTACION 29-18**

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>			
	temp_A - temp_1	temp_B - temp_2	temp_C - temp_3
Z	-3,337 <sup>b</sup>	-1,214 <sup>c</sup>	-,155 <sup>c</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,001	,225	,877

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon  
 b. Se basa en rangos negativos.  
 c. Se basa en rangos positivos.

**ESTACION 29-19**

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>			
	temp_A - temp_1	temp_B - temp_2	temp_C - temp_3
Z	-2,580 <sup>b</sup>	-,674 <sup>b</sup>	-3,516 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,010	,500	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon  
 b. Se basa en rangos negativos.

**ESTACION 41-15**

<b>Prueba de muestras emparejadas</b>									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	temp_1 - temp_A	-2,19556	2,53863	,43537	-3,08133	-1,30979	-5,043	33	,000
Par 2	temp_2 - temp_B	-,46500	1,50341	,43400	-1,42022	,49022	-1,071	11	,307
Par 3	temp_3 - temp_C	-2,26889	1,81421	,34915	-2,98657	-1,55121	-6,498	26	,000

**ESTACION 60-59**

**F.3 estaciones de cuenca Paicavi**

Prueba de muestras emparejadas									
	Diferencias emparejadas						t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
				Inferior	Superior				
Par 1 t1 - tA	5,13857	3,11799	1,17849	2,25491	8,02223	4,360	6	,005	
Par 2 t2 - tB	5,38600	2,31426	1,03497	2,51247	8,25953	5,204	4	,006	
Par 3 t3 - tC	5,10429	3,83036	1,44774	1,56179	8,64678	3,526	6	,012	

**ESTACION 5-72**

Prueba de muestras emparejadas									
	Diferencias emparejadas						t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
				Inferior	Superior				
Par 1 t1 - tA	,58286	2,59016	,97899	-1,81264	2,97835	,595	6	,573	
Par 2 t2 - tB	-,95400	2,74528	1,22773	-4,36272	2,45472	-,777	4	,481	
Par 3 t3 - tC	3,56571	4,66091	1,76166	-,74491	7,87634	2,024	6	,089	

**ESTACION 23-5**

Prueba de muestras emparejadas									
	Diferencias emparejadas						t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
				Inferior	Superior				
Par 1 t1 - tA	,18818	2,08256	,62791	-1,21090	1,58726	,300	10	,771	
Par 2 t2 - tB	1,08750	1,29107	,37270	,26719	1,90781	2,918	11	,014	
Par 3 t3 - tC	-1,25333	1,22398	,35333	-2,03101	-,47566	-3,547	11	,005	

**ESTACION 72-73**

**ANEXO G. Análisis del Gradientes**

**G.1**

M.S.N.M	BIOBIO	M.S.N.M	ITATA	M.S.N.M	PAICAVI
0	17.88	32	17.7	20	16.96
8	18.45	34	16.96	22	16.41
13	17.07	107	16.33	35	12.51
15	13.34	10	18.83	40	16.85
17	16.98	134	15.25		
29	16.83	192	15.27		
74	15.00	229	14.08		
74	14.95	97	15		
79	14.24	692	13.67		
93	13.29				
293	12.61				
371	14.56				
1367	9.04				
1450	9.04				
1624	9.28				
2579	8.39				

**G.2**

distancia	BIOBIO	distancia	ITATA	DISTANCIAS	PAICAVI
4.01	17.88	18.11	17.70	16.57	16.96
0	18.45	49.92	16.96	14.97	16.41
11.17	17.07	78.4	16.33	16.99	12.51
0	13.34	58.9	18.83	20.76	16.85
3.44	16.98	70.2	15.25		
11.65	16.83	101.69	11.93		
92.64	15.00	107.5	13.74		
99.93	14.95	69.35	11.93		
157.66	14.24	122.79	9.33		
50.83	13.29				
57.09	12.61				
162.46	17.03				
167.37	12.04				
166.48	11.04				
176	11.61				
170.93	12.04				