



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL**

**Análisis comparativo de los consumos históricos de agua potable de los  
cantones del noroccidente de Pichincha**

**Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Civil**

**Autor:**

Guerrero Jiménez, Washington David

**Tutor:**

Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga Mgs.

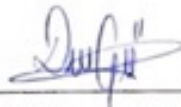
**Riobamba, Ecuador. 2023**

## DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, **Washington David Guerrero Jiménez**, con cédula de ciudadanía **172163681-7**, autor del trabajo de investigación titulado: **Análisis comparativo de los consumos históricos de agua potable de los cantones del noroccidente de Pichincha**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor de la obra referida será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 15 de febrero de 2023



---

Washington David Guerrero Jiménez

C.I: 1721636817

## DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación **Análisis comparativo de los consumos históricos de agua potable de los cantones del noroccidente de Pichincha**, presentado por **Washington David Guerrero Jiménez** con cédula de identidad número **172163681-7**, certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 15 de febrero de 2023.

Alexis Andrade Mgs.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO**



---

Nelson Patiño Mgs.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**




---

Gabriela Zuñiga Mgs.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



---

Alfonso Arellano Mgs.  
**TUTOR**



---

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este trabajo a mis padres Washington y Lida, mis hermanos Steven, Kevin y Brigitte por ser mi apoyo y mi motivación para cumplir esta meta.

De manera especial a mi abuelita Angela que desde donde este, sepa que nunca me olvidaré de ella.

*Washington David Guerrero Jiménez*

## **AGRADECIMIENTO**

Principalmente a mis padres quienes con su esfuerzo y sacrificio me guiaron en cada etapa de mi vida para alcanzar mis metas.

A mis hermanos por ser mi orgullo y motivación para sobresalir en cada momento.

A los que estuvieron y ya no están a mi lado cuando inicie mi carrera universitaria.

De manera especial al ingeniero Alfonso Arellano, por su guía y colaboración en la realización de este proyecto de investigación.

*Washington David Guerrero Jiménez*

# ÍNDICE GENERAL

Capítulo I. Introducción .....	12
1.1. Antecedentes .....	12
1.2. Planteamiento del problema.....	18
1.3. Justificación .....	18
1.4. Objetivos .....	18
Capítulo II. Marco teórico.....	19
Capítulo III. Metodología.....	22
Capítulo IV. Resultados y discusión .....	23
4.1. Resultados .....	23
4.1.1. Prueba de normalidad y homocedasticidad .....	23
4.1.2. Análisis estadístico Anova .....	25
4.1.3. Prueba de Tukey .....	26
4.1.4. Gráfica de Intervalos .....	26
4.1.5. Gráficas de comparación con cantones con poblaciones similares .....	30
4.2. Discusión .....	32
Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones .....	35
5.1. Conclusiones .....	35
5.2. Recomendaciones .....	35
Bibliografía .....	36
Anexos.....	38

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable .....	12
Tabla 2: Valores de Kd obtenidos en la línea de estudio .....	15
Tabla 3: Dotaciones recomendadas por la Norma CPE INEN.....	19
Tabla 4: Análisis de varianza de medias .....	25
Tabla 5: Estadística descriptiva medias San Miguel de los Bancos.....	26
Tabla 6: Estadística descriptiva medias Pedro Vicente Maldonado .....	27
Tabla 7: Estadística descriptiva medias Puerto Quito .....	28

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ubicación de los cantones en estudio .....	14
Ilustración 2: Diagrama de avance de proyecto de investigación .....	22
Ilustración 3: Gráficas de prueba de normalidad y homocedasticidad de los cantones de estudio .....	24
Ilustración 4: Transformación de Johnson cantón Puerto Quito .....	24
Ilustración 5: Gráfica homocedasticidad por Transformación de Johnson .....	25
Ilustración 6: Gráfica de intervalos cantones noroccidente de Pichincha .....	29
Ilustración 7: Gráfico con poblaciones similares a San Miguel de los Bancos.....	30
Ilustración 8: Gráfico con poblaciones similares a Pedro Vicente Maldonado .....	31
Ilustración 9: Gráfico con poblaciones similares a Puerto Quito.....	31
Ilustración 10: Gráfico comparativo de los cantones del noroccidente de Pichincha.....	32



## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Diagrama de cajas y bigotes de cantón San Miguel de los Bancos.....	38
Anexo 2: Diagrama de cajas y bigotes de cantón Pedro Vicente Maldonado.....	39
Anexo 3: Diagrama de cajas y bigotes de cantón Puerto Quito .....	40
Anexo 4: Comparaciones en parejas de Tukey cantón San Miguel de los Bancos.....	41
Anexo 5: Comparaciones en parejas de Tukey cantón Pedro Vicente Maldonado .....	43
Anexo 6: Comparaciones en parejas de Tukey cantón Puerto Quito.....	46

## RESUMEN

La norma CPE-INEN 005-9-1 es la utilizada por los ingenieros para realizar diseños de sistemas de agua potable. Hay factores como los demográficos, socioeconómicos, climatológicos, gestión y calidad del agua que influyen en la demanda de agua potable.

Este trabajo de investigación integra los cantones del noroccidente de Pichincha; San Miguel de los Bancos, Pedro Vicente Maldonado y Puerto Quito a un proyecto realizado en la Universidad Nacional de Chimborazo denominado “Determinación de la variación de consumos de agua potable en ciudades menores a 150.000 habitantes del Ecuador”.

Las principales actividades económicas de los cantones del noroccidente de Pichincha son la agricultura y ganadería, destacando también el turismo en San Miguel de los Bancos y Puerto Quito. El clima de San Miguel de los Bancos es húmedo lluvioso, mientras que Pedro Vicente Maldonado y Puerto Quito comparten un clima tropical húmedo, por lo que sufren fuertes lluvias en las épocas de invierno, lo que muchas veces causa daños en las redes de conducción de agua potable de los municipios de los cantones mencionados.

San Miguel de los Bancos cuenta con 4.810 habitantes en su cabecera cantonal, siendo 46,36% la cobertura de la red pública de agua potable; Pedro Vicente Maldonado tiene 5.561 habitantes en su cabecera cantonal y una cobertura del 86%; Puerto Quito tiene 3.081 habitantes en su cabecera cantonal y una cobertura de casi el 100% en la misma.

Los consumos históricos mensuales por usuarios se obtuvieron de los departamentos de agua potable correspondientes de los municipios. Se realizó una depuración manual de los datos primarios de consumos en Excel y Minitab y después un análisis estadístico de los mismos. Se obtuvieron así los consumos medios mensuales de los cantones de estudio para finalmente calcular los coeficientes de variación mensual, San Miguel de los Bancos  $K_d=1,11$ , Pedro Vicente Maldonado  $K_d=1,26$  y Puerto Quito  $K_d=1,36$ .

**Palabras claves:** coeficientes de variación mensual, consumos históricos, demanda, dotación.

## ABSTRACT

The CPE-INEN 005-9-1 standard is used by engineers to design drinking water systems. There are factors such as demographic, socioeconomic, climatological, management and water quality that influence the demand for drinking water.

This research work integrates the northwestern cantons of Pichincha; San Miguel de los Bancos, Pedro Vicente Maldonado and Puerto Quito to a project carried out at the National University of Chimborazo called "Determination of the variation of drinking water consumption in cities with less than 150.000 inhabitants of Ecuador".

The main economic activities of the northwestern cantons of Pichincha are agriculture and livestock, as well as highlighting tourism in San Miguel de los Bancos and Puerto Quito. The climate of San Miguel de los Bancos is humid rainy, while Pedro Vicente Maldonado and Puerto Quito share a humid tropical climate, so they suffer heavy rains in the winter seasons, which often causes damage to the drinking water pipeline networks of the municipalities of the aforementioned cantons.

San Miguel de los Bancos has 4,810 inhabitants in its cantonal capital, with around 46,36% coverage of the public drinking water network; Pedro Vicente Maldonado has 5.561 inhabitants in its cantonal capital and a coverage of 86%; Puerto Quito has 3.081 inhabitants in its cantonal capital and a coverage of almost 100% in it.

The monthly historical consumption by users was obtained from the corresponding drinking water departments of the municipalities. A manual filtering of the primary consumption data was carried out in Excel and Minitab and then a statistical analysis of them. Thus, the average monthly consumption of the study cantons was obtained to finally calculate the monthly variation coefficients, San Miguel de los Bancos  $K_d=1,11$ , Pedro Vicente Maldonado  $K_d=1,26$  and Puerto Quito  $K_d=1,36$ .

**Keywords:** monthly variation coefficients, historical consumption, demand, endowment.



Reviewed by:

Lcdo. Jhon Inca Guerrero.

ENGLISH PROFESSOR

C.C. 0604136572

# CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. ANTECEDENTES

En el Ecuador existe nueve provincias con bajo acceso a agua potable. La Agencia de Regulación y Control de Agua del gobierno en el último estudio realizado, establece que el 83,7% del territorio nacional tiene cobertura de este servicio básico. La falta de recursos, el alejamiento entre los centros poblados y dificultades que se presenta para finalizar proyectos son los principales inconvenientes que tienen los GADs para ampliar el servicio de agua potable en el país (Torres, 2021).

La Norma Ecuatoriana CPE INEN 005-9-1, es la encargada de recoger las disposiciones para diseño de sistemas de agua potable. Para diseños o rediseños de redes de distribución de agua potable se parte de los caudales que se obtienen mediante el requerimiento máximo correspondiente al mayor consumo diario, que se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q_{m\acute{a}x.d\acute{a}a} = Kd * Q_{med.d\acute{a}a}$$

Donde:

$Q_{m\acute{a}x.d\acute{a}a}$ : Caudal máximo diario

$Kd$ : Coeficiente de variación de consumo

$Q_{med.d\acute{a}a}$ : Caudal medio diario

Los caudales de diseño son los necesarios para atender las demandas estimadas en determinadas poblaciones. La Norma CPE INEN 005-9-1, en la siguiente tabla especifica los caudales de diseños para los elementos de un sistema de agua potable (INEN, 1992).

**Tabla 1:** Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable

ELEMENTO	CAUDAL
Captación de aguas superficiales	Máximo diario + 20 %
Captación de aguas subterráneas	Máximo diario + 5 %
Conducción de aguas superficiales	Máximo diario + 10 %
Conducción de aguas subterráneas	Máximo diario + 5 %
Red de distribución	Máximo horario + incendio
Planta de tratamiento	Máximo diario + 10 %

**Fuente:** (CPE INEN 5, 1992)

En el momento que se realizan los diseños de sistemas de agua potable en base a la Norma CPE INEN 005-9-1, se toman dotaciones y coeficientes que no corresponden a la realidad actual, pues esta norma no ha sufrido grandes modificaciones en las últimas cuatro décadas (Arellano et al., 2018).

En la presente investigación se desarrolla el estudio basado en el análisis comparativo de consumos de agua potable históricos de los cantones del noroccidente de Pichincha: San Miguel de los Bancos, Pedro Vicente Maldonado y Puerto Quito. La finalidad de dicho estudio es determinar el coeficiente de variación de consumo mensual de agua potable (Kd).

El cantón de San Miguel de los Bancos se encuentra al noroccidente de Quito, aproximadamente a 100 km. Su elevación es de 1.100 msnm. Su extensión es de 858,50 km<sup>2</sup>, correspondiéndole 3,30 km<sup>2</sup> a la cabecera cantonal. El clima regular de este cantón es húmedo – lluvioso, registrándose una humedad media atmosférica de 91% con temperaturas que van desde 12°C hasta 24°C. En el censo realizado en el año 2010 el cantón San Miguel de los Bancos tenía una población de 17.573 habitantes, contando con 4.810 habitantes en la cabecera cantonal. La población preferentemente se dedica a la ganadería y agricultura. Es una zona rica en tanto en cultivos como en madera. La principal actividad económica es la producción lechera. El sistema de agua potable de la cabecera cantonal es captado del río Chaguayacu Grande con 23 L/s. La cobertura de la red pública urbana es de 46,36%, y un déficit 53,64%. En la zona rural tiene una cobertura de 20,67% y un déficit de 79,33%. Los principales problemas a los que se enfrenta el sistema de agua potable es la contaminación a la que se enfrentan las fuentes de agua, como son: descargas de aguas servidas directamente a quebradas y fuentes de agua, incremento poblacional desordenado en áreas verdes (invasiones), camal municipal, explotación minera, deforestación de áreas para ganadería cerca de las fuentes de agua, producción y manejo de desechos sólidos. A nivel cantonal apenas el 29% se abastece de la red pública, un 16% se beneficia de otras fuentes de abastecimiento (pozos, lluvia, etc.), el municipio se puso como meta incrementar al 70% el nivel de cobertura de agua potable para el 2025 (GAD San Miguel de los Bancos, 2015).

El cantón Pedro Vicente Maldonado se encuentra al noroccidente de la provincia de Pichincha, al norte del cantón San Miguel de los Bancos. Su altitud geográfica promedio está entre los 600 y 1.100 m.s.n.m. Su extensión territorial es de 672 km<sup>2</sup>. El clima del cantón es tropical megatérmico húmedo, con una humedad relativa entre el 70 y el 90% y temperaturas que van desde los 20°C hasta los 24°C. De acuerdo con el censo realizado en el año 2010, el cantón tiene una población de 12.924 habitantes, contando con 5.561 habitantes en la zona urbana y 7.363 en la zona rural. Las principales actividades económicas del cantón son la agricultura y la ganadería. Para el año 2019, el porcentaje de usuarios con servicio de agua por red pública en la cabecera cantonal es del 86%. El cantón sufre de continuos cortes durante la época lluviosa, debido a su intensidad, causando movimientos de tierras que suelen ocasionar daños en las redes de tuberías de agua potable. Las principales causas de contaminación en los afluentes son las descargas de aguas servidas y contaminación por agroquímicos debido al uso inadecuado de los productos químicos por parte de los agricultores y ganaderos (GAD Pedro Vicente Maldonado, 2019).

El cantón de Puerto Quito se encuentra al noroccidente de la provincia de Pichincha y es el límite entre esta provincia y Santo Domingo de los Tsáchilas. Su altitud geográfica va desde los 120 m.s.n.m. hasta los 160 m. Su extensión territorial es de 640,70 km<sup>2</sup>. El clima del cantón es tropical húmedo, con una temperatura promedio anual de 25°C. De



**Tabla 2:** Valores de Kd obtenidos en la línea de estudio

Provincia	Cantón	Autor	Población (habitantes) (1)	Usuarios (2)	desde	hasta	Número datos	Consumo mensual promedio (3)	Consumo máximo (4)	kd
Chimborazo	P. Sta Marianita	Peña Ronny	205	62	ene-16	may-20	3286	8.71	37.03	4.25
	P. El Quinche	Peña Ronny	217	67	ene-16	may-20	3551	12.3	23.13	1.88
	Tamaute	Peña Ronny	237	114	ene-13	may-20	8778	9.63	20.06	2.08
	P. San Miguel	Peña Ronny	250	49	ene-16	may-20	2597	10.34	34.04	3.29
	P. San Pedro	Peña Ronny	300	84	ene-16	may-20	4452	8.84	20.59	2.33
	P. Grande	Peña Ronny	320	88	ene-16	may-20	4664	13.47	25.93	1.93
	Penipe	Peña Ronny	2089	709	ene-19	may-20	12762	8.64	13.44	1.56
	Chunchi	Sela Lorena	3784	1375	ene-15	nov-20	87736	15.44	19.78	1.28
	Guamote	Sela Lorena	2648	1348	ene-16	sep-20	34865	20.7	41.46	2
	Alausí	Chavez K.	5563	2013	ene-06	ago-21	362340	27.14	35.31	1.3
	Chambo	Chavez K.	3639	2023	feb-17	jul-21	97104	20.63	27.13	1.32
	Colta	Chavez K.	2295	1023	ene-17	jul-21	49104	18.77	27.22	1.45
	San jose de chazo	Vilema Darwin	2734	1056	oct-16	may-21	50688	9.48	14.84	1.57
	Chingapules san gerardo	Vilema Darwin	2242	418	may-11	jun-21	50160	9.36	15.1	1.61
	Ilapo-chingazos	Vilema Darwin	1613	505	ago-17	dic-21	21115	7.72	9.88	1.28
	San japamba	Vilema Darwin	1428	265	ene-16	jun-21	15900	7.86	16.83	2.14
	Calshi grande	Vilema Darwin	791	367	ene-17	mar-21	17616	6.61	7.79	1.18
Riobamba	Salto Angie	146324	29877	ene-16	jun-20	1613358	17.58	20.77	1.18	
Bolívar	Chillanes	Hinojosa Lisseth	2681	1070	2018	jun-20	32070	9.13	12.51	1.37

	Chimbo	Hinojosa Lisseth	4402	1801	2018	jun-20	54030	14.1	20.38	1.45
	Echeandía	Hinojosa Lisseth	6170	2604	2018	jun-20	78120	13.4	15.13	1.13
	Guaranda	Hinojosa Lisseth	23874	5671	2009	jun-20	782598	15.17	20.03	1.32
Carchi	Mira	Jiménez Javier	5994	1632	ene-14	jun-20	127296	12.84	19.754	1.54
	El Ángel	Jiménez Javier	6325	1840	ene-14	jun-20	14352	14	19	1.28
Imbabura	Antonio Ante (Atuntaqui)	Anangonó Evelyn	43518	3254	ene-11	dic-20	660000	16.94	26.12	1.54
	Cotacachi	Anangonó Evelyn	40036	2468	ene-12	sep-20	705600	16.53	36.85	2.23
Imbabura	Ibarra	Caicedo Alex	181175	38118	ene-10	jul-21	4532730	16.08	19.55	1.22
Imbabura	San Miguel de Urcuqui	Jiménez Javier	15671	5077	ene-14	jun-20	396006	11	15	1.34
Morona	Pablo Sexto	Guayara Francis	1823	409	ene-04	jul-05	76483	13.21	23.46	1.78
	Palora	Guayara Francis	6936	2017	ene-17	jul-05	84714	9.72	14.35	1.48
	Huamboya	Guayara Francis	8466	486	mar-17	jul-05	18954	11.48	19.45	1.69
	Morona	Guayara Francis	41155	7573	ene-10	jul-05	946625	17.64	23.51	1.33
	Sucua	Nieto Gisell	18318	5469	ene-07	abr-21	946.137	18.25	34.93	1.91
	Santiago de Mendez	Nieto Gisell	9295	633	jun-15	mar-21	39879	20.57	33.61	1.63
	Limon Indanza	Nieto Gisell	9722	1148	may-06	jul-21	210084	18.92	27.17	1.44
Pastaza	Puyo	Salazar Bryan	33557	11214	jun-10	sep-20	852539	24.25	31.52	1.3
Napo	Tena	Fernández Carla	23307	4497	may-10	jul-20	357966	38.87	57.53	1.48



	Carlos Julio Arosemena Tola	Fernández Carla	931	710	feb-08	sep-20	49780	19.93	27.75	1.39
Cotopaxi	Latacunga	Cazorla Miguel	63842	13734	ene-09	dic-20	1375482	23.41	33.05	1.41
Tungurahua	Baños	Llerena y Ramos	25043	6000	ene-10	may-21	864000	19.96	26.75	1.34
	Pillaro	Llerena y Ramos	43371	6000	ene-15	may-21	720000	9.98	13.16	1.32
	Pelileo	Llerena y Ramos	66836	5000	ene-10	may-21	864000	19.15	29.9	1.56
	Patate	Llerena y Ramos	15825	1500	ene-10	mar-21	216000	14.04	22.86	1.63
	Ambato	Sailema Karla	165258	49414	ene-10	dic-20	6522648	18.13	24	1.35
Pichincha	Juan Montalvo	Chimarro Karina	12000	2374	ene-10	jul-21	502992	15.97	19.29	1.21
	Cayambe	Anangonó Evelyn	85795	4404	ene-08	dic-20	931944	20.15	23.56	1.17
	Rumiñahui	Machado y	85852	17036	ene-18	ago-21	673.487	20.24	32.4	1.6
	Machachi	Ambato	16515	6820	nov-13	sep-21	641.08	19.87	24.52	1.23
Santo domingo	Santo domingo	Reino	1	1	1	1	1	1	1	1
Cañar	Cañar	Chavez K.	11114	4440	feb-18	dic-20	159840	18.22	24.38	1.34
	Tambo	Chavez K.	2883	2283	ene-15	jul-21	164376	15.81	19.83	1.25

**Fuente:** Arellano (2022)

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La falta de cobertura del servicio de agua potable en la red pública es una de las principales situaciones a la que se enfrentan los municipios. Esto se debería al crecimiento de la población, a la falta de recursos destinados a la misma y a información técnica desactualizada en los diseños. Estos sistemas de agua potable fueron diseñados en base a la Norma CPE INEN 005-9-1, la cual fue publicada en los años 70 y no ha recibido grandes modificaciones, que se apeguen a la realidad actual. En la norma se debe usar el coeficiente de variación de consumo para calcular los caudales de diseño cuyo rango no ha cambiado desde hace 50 años. Esto podría resultar en una subestimación de los caudales de diseño de las unidades de los sistemas de agua potable redes de distribución, debido a que no se tienen valores de las dotaciones actualizados.

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

En esta investigación se pretende hallar un valor actualizado del coeficiente de variación mensual en base a los registros históricos de los cantones estudiados, el cual ayudaría a optimizar los diseños futuros en el momento que se vayan a hacer ampliaciones de las redes de distribución de agua potable. En consecuencia, este estudio servirá para ayudar a ampliar las actualizaciones que se están dando en la línea de investigación a fin de esta.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **General**

- Analizar la comparación del consumo histórico de agua potable de los cantones San Miguel de los Bancos, Pedro Vicente Maldonado y Puerto Quito.

### **Específicos**

- Depurar manualmente los datos primarios y con la técnica de cajas y bigotes de los datos obtenidos de los cantones del noroccidente de Pichincha.
- Realizar el análisis estadístico de los datos procesados.
- Determinar los caudales máximos, mínimos, medios y el coeficiente de variación mensual en base a los registros históricos procesados de los cantones San Miguel de los Bancos, Pedro Vicente Maldonado y Puerto Quito.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Los cambios socioeconómicos que se han dado en las últimas décadas han tenido impacto en el consumo de agua potable de las poblaciones. Los consumos de agua potable se diferencian según las características de las poblaciones y son tomadas en cuenta para determinar las dotaciones mínimas para los diseños de sistemas de abastecimiento de agua potable. Las dotaciones fueron elaboradas en los años 70 y no ha recibido modificaciones importantes donde se reflejen las necesidades de la población actual (Arellano et al., 2018).

Las dotaciones utilizadas para los diseños de sistemas de abastecimiento de agua potable están recogidas en la Norma CPE INEN 005-9-1 y se basan principalmente en el clima y población (INEN, 1992).

**Tabla 3:** Dotaciones recomendadas por la Norma CPE INEN

<b>POBLACIÓN (habitantes)</b>	<b>CLIMA</b>	<b>DOTACIÓN MEDIA FUTURA (l/hab/día)</b>
Hasta 5000	Frío	120 – 150
	Templado	130 – 160
	Cálido	170 – 200
5000 a 50000	Frío	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 – 230
Más de 50000	Frío	> 200
	Templado	> 220
	Cálido	> 230

**Fuente:** (INEN, 1992)

El coeficiente de variación de consumo máximo diario debe estar fundamentado en estudios de sistemas ya ejecutados y aplicar una relación al proyecto en estudio. En caso de que no se cumpla con lo requerido anteriormente se recomienda usar los siguientes valores:

$$K_{\text{máx.día}} = 1,3 - 1,5$$

La gestión, calidad de agua y características sociodemográficos son los principales factores que afectan el consumo de agua potable en sectores residenciales de manera semestral, mientras los factores climatológicos influyen más de manera mensual (Arellano & Peña, 2020)

La calidad del agua potable influye en el consumo diario residencial, pues cierta parte de la población accede al consumo de bidones de agua, los factores que se atribuyen a esto son la deficiente calidad y gestión de la red de distribución, así como el tipo de almacenamiento de esta (Arellano & Lindao, 2019).

La variación del consumo de agua potable no está influenciada por los hábitos relacionados a las actividades de la cocina (Yuquilema, 2020).

En una investigación realizada por Muñoz (2019) a 11 poblaciones ecuatorianas, al equipamiento sanitario y consumo per cápita de agua potable, en función al número de habitantes por vivienda. Se concluyó que; entre aumente el número de habitantes en un hogar el equipamiento sanitario será menor, y si el número de personas en una vivienda aumenta, el consumo de agua potable es menor.

Salazar (2020) determinó el coeficiente de variación  $K_d$  para 11 ciudades en Ecuador, con datos entre los años 2013 – 2015, pero ejecutados para un período correspondiente a un semestre. Para ciudades grandes se obtuvo un  $K_d = 1,10$ , en ciudades medianas un  $K_d = 1,12$  y ciudades pequeñas  $K_d = 1,04$ . Además, se determinó para ciudades menores a 150.000 habitantes un  $K_d = 1,09$ .

Caicedo (2022) en su investigación realizada en el cantón de Ibarra obtuvo un coeficiente de variación  $K_d = 1,22$ . El  $K_d$  obtenido es un valor más bajo que el recomendado en la Norma CPE INEN. Se comprobó que las variaciones de consumos son dinámicas y que éstas también dependen de factores que pudieran producir picos de consumos máximos. También se evidencio que en este cantón existe un decrecimiento en el consumo de agua potable y que además mantiene una tendencia a la baja.

Cazorla & Sela (2021) en el momento de realizar el análisis de datos en su investigación, correspondiente a los cantones Latacunga, Chunchi y Guamote, encontró que los consumos registrados durante la cuarentena no son los máximos del registro histórico, habiendo en años anteriores registros similares o superiores.

### **Agua potable**

Es el agua que tiene como fin el consumo humano, la cual tiene que cumplir con los requisitos de calidad de la Norma CPE INEN 005-9-1, en la que se especifica que debe libre de microorganismos y sustancias que puedan producir efectos fisiológicos perjudiciales a los usuarios (INEN, 1992).

### **Sistemas de abastecimiento de agua potable**

Es el sistema para el abastecimiento de agua para consumo público, el cual incluye las obras y trabajos auxiliares para garantizar la captaciones, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución del agua a los usuarios desde las fuentes de abastecimiento hasta sus domicilios (INEN, 1992).

### **Dotación**

Es el promedio de agua potable diario que se asigna a un usuario en el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, que comprende todos los tipos de consumo en un día normal (INEN, 1992).

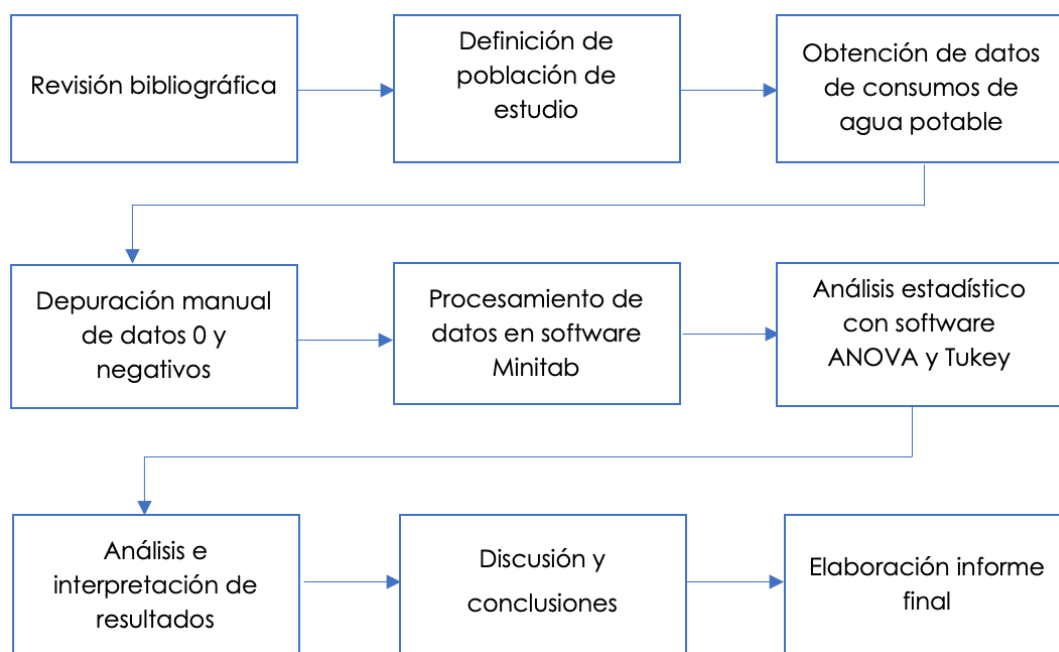
### **Coefficiente de variación de consumo de agua potable**

Expresan la relación entre el gasto máximo y el gasto medio que conduce la tubería, este se usa para el diseño de la captación, conducción y reservorio en las redes de distribución de agua potable (Huaquisto & Chambilla, 2019).

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

En la presente investigación se desarrolla una revisión bibliografía de artículos, revistas y tesis sobre los estudios de consumos de agua potable y factores que incidan en ellos en las poblaciones del Ecuador que servirá para la realización del informe.

Para el procesamiento de datos se emplea un método cuantitativo. Los datos fueron facilitados por los municipios y empresas públicas de agua potable de los cantones de San Miguel de los Bancos, Pedro Vicente Maldonado y Puerto Quito. Se obtuvieron un total de 301.400 datos de los cuales se hace una depuración de los ceros y negativos de forma manual. Después con la ayuda de los softwares Minitab se eliminan los datos atípicos. A continuación, con la herramienta de ANOVA y Tukey se realiza un análisis estadístico en que cual se descarte la hipótesis nula, y así llegar a determinar el Kd de las poblaciones estudiadas.



**Ilustración 2:** Diagrama de avance de proyecto de investigación

**Fuente:** Guerrero (2022)

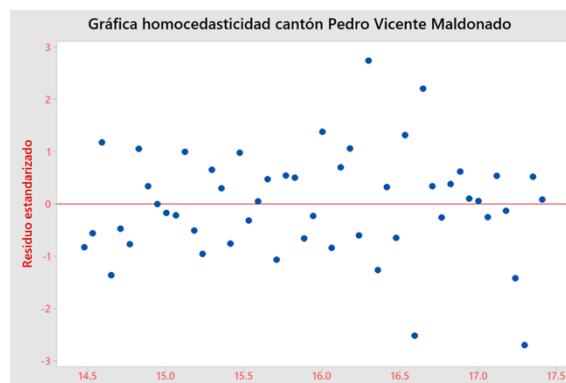
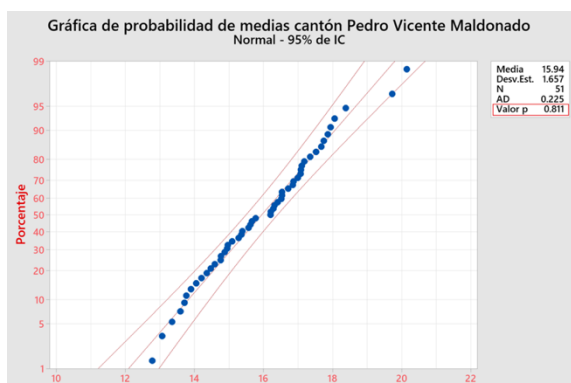
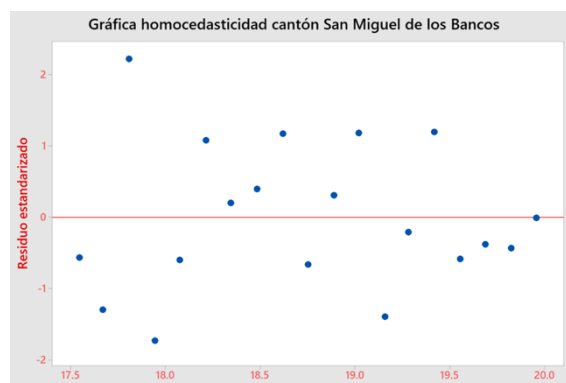
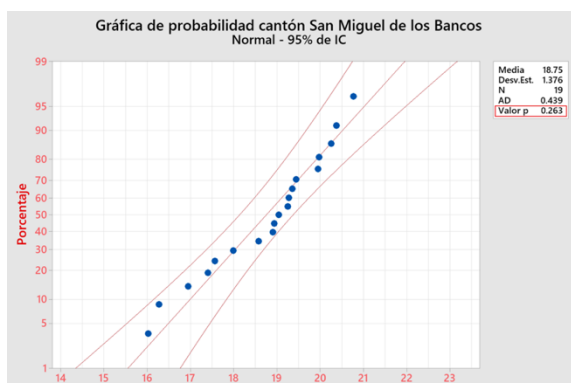
# CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

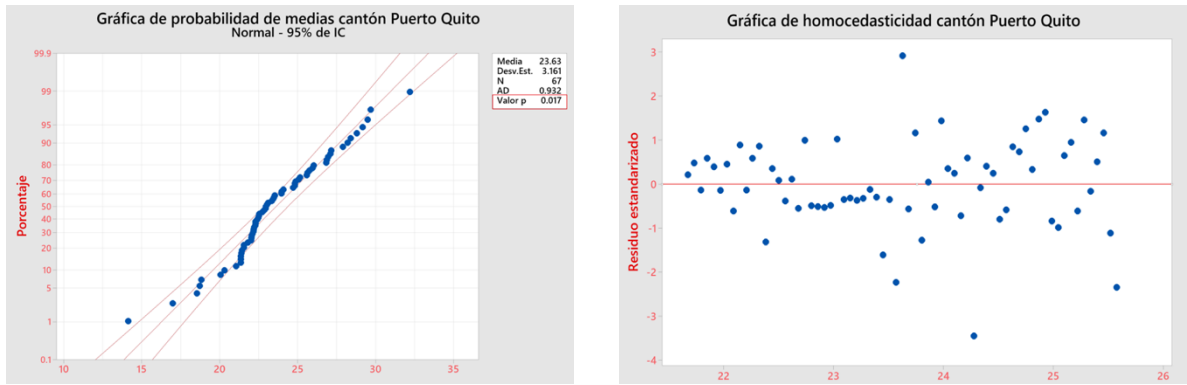
## 4.1. RESULTADOS

### 4.1.1. PRUEBA DE NORMALIDAD Y HOMOCEDESTICIDAD

La prueba de normalidad representada por la gráfica de probabilidad de medias muestra si los datos dados siguen una distribución normal y la prueba de homocedasticidad compara las varianzas basándose en la mediana.

Se realizó la prueba de normalidad de Anderson-Darling para cada uno de los tres cantones. En los cantones de San Miguel de los Bancos y Pedro Vicente Maldonado se obtuvo valores de p mayores a 0,05, lo que indica que los datos siguen una distribución normal, además se puede observar en la prueba de homocedasticidad que sus datos se distribuyen de manera aleatoria y balanceada cumpliendo así con el supuesto de homocedasticidad. En el cantón Puerto Quito se obtuvo un valor de p menor a 0,05, lo que indica que los datos no corresponden a una distribución normal.

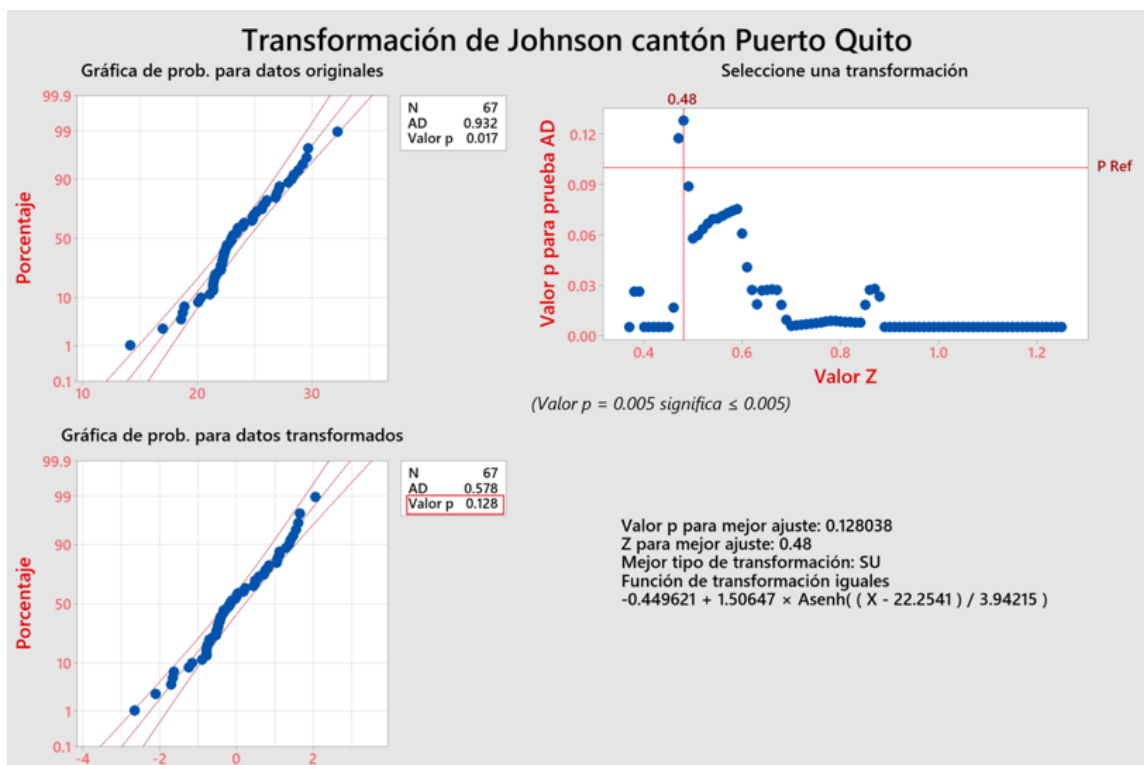




**Ilustración 3:** Gráficas de prueba de normalidad y homocedasticidad de los cantones de estudio

**Fuente:** Guerrero (2022)

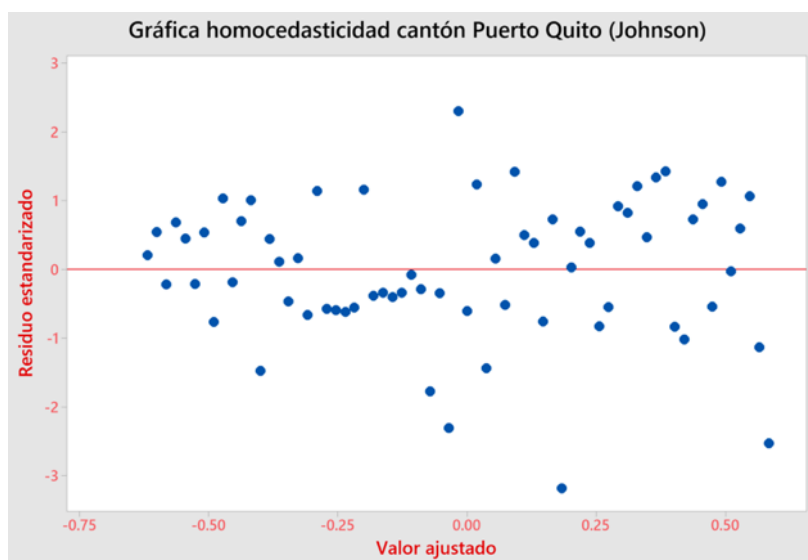
Como en el cantón de Puerto Quito no se obtuvo una distribución normal (ilustración 3), se debe realizar la transformación de Johnson. Una vez realizada la transformación de Johnson (ilustración 4), se observa que está ya tiene un valor mayor a 0,05 presentando así una distribución normal y dando una gráfica de probabilidad corregida. Con los datos transformados también se realiza la corrección de la gráfica de homocedasticidad, donde se nota una distribución aleatoria y balanceada.



**Ilustración 4:** Transformación de Johnson cantón Puerto Quito

**Fuente:** Guerrero (2022)





**Ilustración 5:** Gráfica homocedasticidad por Transformación de Johnson

**Fuente:** Guerrero (2022)

#### 4.1.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO ANOVA

Para cada uno de los tres cantones de estudio se realizó el análisis de varianza ANOVA, donde se puede descartar la hipótesis nula al observar en la Tabla 4 que los valores obtenidos de p son menores al nivel de significancia de 0,05. Lo que significa que al menos una de las medias de cada registro de consumos mensuales es diferente.

**Tabla 4:** Análisis de varianza de medias

Cantón	Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
San Miguel de los Bancos	Factor	18	56780	3154.4	18.72	0.000
	Error	29428	4957914	168.5		
	Total	29446	5014694			
Pedro Vicente Maldonado	Factor	50	210186	4203.7	32.89	0.000
	Error	80082	10235783	127.8		
	Total	80132	10445968			
Puerto Quito	Factor	66	429032	6500.5	21.45	0.000
	Error	45531	13800475	303.1		
	Total	45597	14229507			

**Fuente:** Guerrero (2022)

**Nota:** GL: grados de libertad; SC Ajust.: suma ajustada de cuadrados; MC Ajust.: cuadrados medios ajustados; Valor F: variación entre las medias de las muestras/variación dentro de las muestras; Valor p: nivel de significancia.

#### 4.1.3. PRUEBA DE TUKEY

La prueba de Tukey se realiza con el fin de verificar el análisis de varianza hecho por la función Anova. Con un intervalo de confianza del 95% los valores de las medias se agrupan por rangos diferenciándose por niveles de significancia. (Anexos 4, 5 y 6).

#### 4.1.4. GRÁFICA DE INTERVALOS

##### San Miguel de los Bancos

A pesar de no contar con una cantidad significativa de datos para realizar el gráfico de intervalos de medias, en este (ilustración 6, A) se puede apreciar que al igual en los otros dos cantones hay una tendencia a la baja en el consumo de agua potable por parte de los usuarios ya que los picos de consumo altos cada vez se acercan más a la media.

En el cantón San Miguel de los Bancos se obtuvo un consumo medio de 18,75 m<sup>3</sup>, un consumo máximo histórico de 20,765 m<sup>3</sup> y un mínimo de 16,017 m<sup>3</sup>.

**Tabla 5:** Estadística descriptiva medias San Miguel de los Bancos

Mes	2020	2021	2022
ENERO		20.765	20.249
FEBRERO		19.043	16.267
MARZO		17.563	16.946
ABRIL		20.376	
MAYO		19.245	
JUNIO		17.988	
JULIO		19.970	
AGOSTO		18.935	
SEPTIEMBRE	19.948	18.576	
OCTUBRE	19.352	19.437	
NOVIEMBRE	19.268	17.401	
DICIEMBRE	18.902	16.017	

■ Mínimo    ■ Máximo

**Fuente:** Guerrero (2022)

##### Pedro Vicente Maldonado

En el gráfico de intervalos de medias (ilustración 6, B) se puede observar una tendencia a la baja en los consumos de agua potable del cantón, pero siendo más precisos se nota que a partir de enero del 2020 hay un cambio en la tendencia de los consumos, en la que estos empiezan a bajar y muchos valores se sitúan debajo del valor de consumo medio calculado.

En el cantón de Pedro Vicente Maldonado se obtuvo un consumo medio de 15,93 m<sup>3</sup>, un consumo máximo histórico de 20,149 m<sup>3</sup> en agosto del 2019 y un mínimo de 12,775 m<sup>3</sup> en diciembre de 2021.

En la Tabla 6 se observa que durante la pandemia el municipio optó por tomar valores similares para los meses de abril y mayo.

**Tabla 6:** Estadística descriptiva medias Pedro Vicente Maldonado

Mes	2018	2019	2020	2021	2022
ENERO	17.524	17.184	17.942	16.210	16.204
FEBRERO	18.064	19.731	15.621	13.898	13.758
MARZO	13.588	13.060	14.960	14.468	13.345
ABRIL	15.281	18.379	16.535	16.513	
MAYO	16.996	15.562	16.535	14.757	
JUNIO	17.859	16.865	14.203	14.767	
JULIO	16.710	14.582	16.319	14.945	
AGOSTO	17.075	20.149	15.664	15.355	
SEPTIEMBRE	17.081	15.387	15.088	16.284	
OCTUBRE	17.746	17.676	16.845	13.706	
NOVIEMBRE	17.355	17.107	14.350	14.052	
DICIEMBRE	16.408	14.876	15.772	12.775	

Mínimo    
  Máximo    
  Meses de cuarentena

**Fuente:** Guerrero (2022)

### Puerto Quito

En el gráfico de intervalos correspondiente al cantón (ilustración 6, C), se puede observar una tendencia a la baja en sus consumos históricos. A partir del momento en que se da el consumo máximo en marzo de 2019, al siguiente mes se aprecia una gran diferencia en los valores de consumos, además desde ese momento los consumos generalmente se mantienen por debajo de la media.

En el cantón Puerto Quito se obtuvo un consumo medio mensual de 23,627 m<sup>3</sup>, un consumo máximo mensual histórico de 32,211 m<sup>3</sup> en el mes de marzo del año 2019 y un mínimo de 14,140 m<sup>3</sup> en el mes de abril del año 2018.

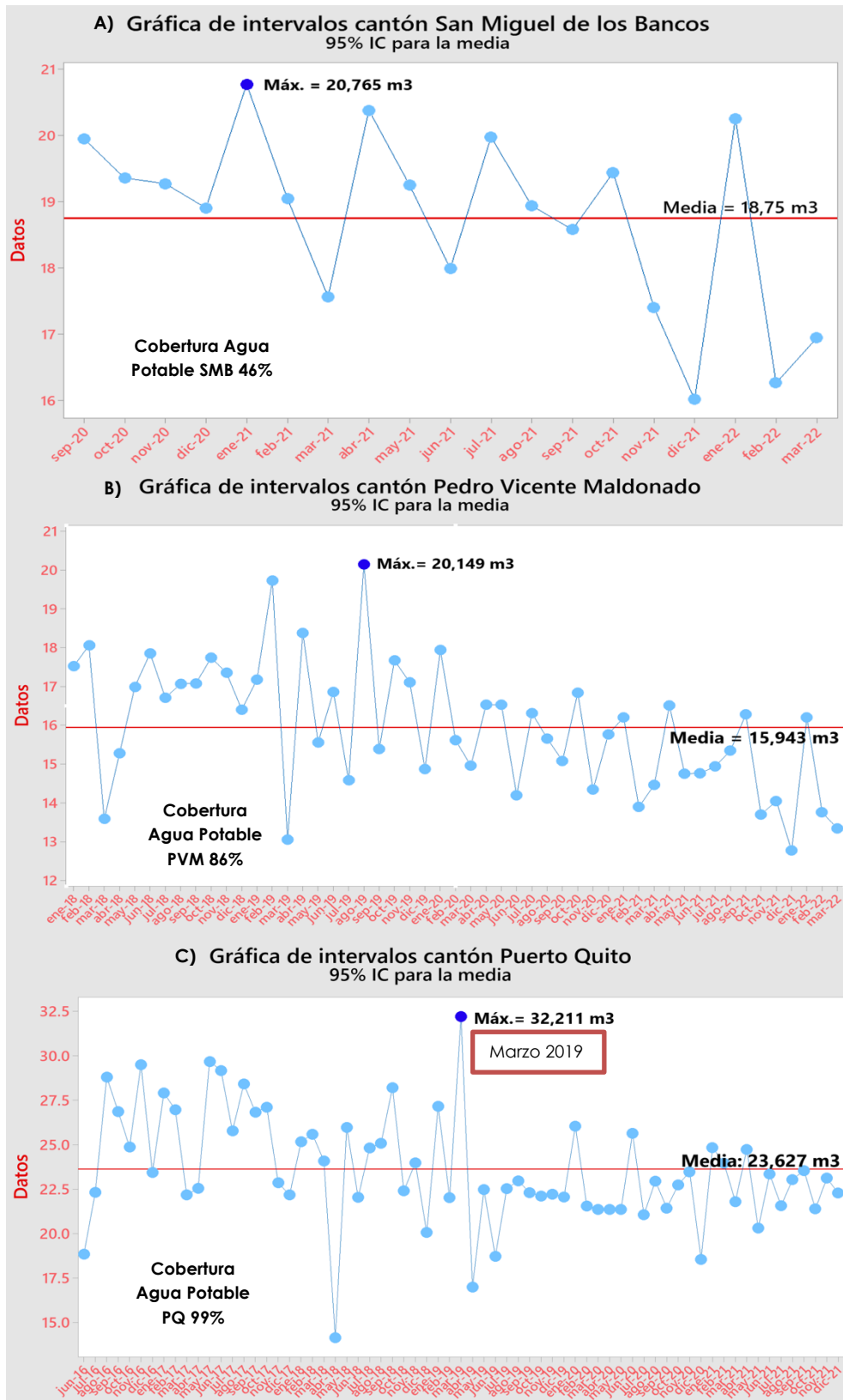
En la Tabla 7 se puede observar que en la pandemia el municipio optó por tomar un el mismo valor de consumo en los 3 meses que duró la cuarentena.

**Tabla 7:** Estadística descriptiva medias Puerto Quito

Mes	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ENERO		27.908	25.161	27.156	26.041	24.831
FEBRERO		26.971	25.590	22.014	21.557	23.966
MARZO		22.176	24.087	32.211	21.364	21.801
ABRIL		22.548	14.140	16.993	21.364	24.723
MAYO		29.685	25.970	22.478	21.364	20.306
JUNIO	18.834	29.173	22.045	18.720	25.645	23.345
JULIO	22.312	25.772	24.815	22.525	21.064	21.561
AGOSTO	28.805	28.414	25.081	22.969	22.954	23.042
SEPTIEMBRE	26.868	26.832	28.209	22.309	21.434	23.547
OCTUBRE	24.868	27.111	22.406	22.112	22.743	21.392
NOVIEMBRE	29.495	22.862	23.984	22.210	23.478	23.115
DICIEMBRE	23.439	22.172	20.059	22.055	18.552	22.284

■ Mínimo    ■ Máximo    ■ Meses de cuarentena

Fuente: Guerrero (2022)

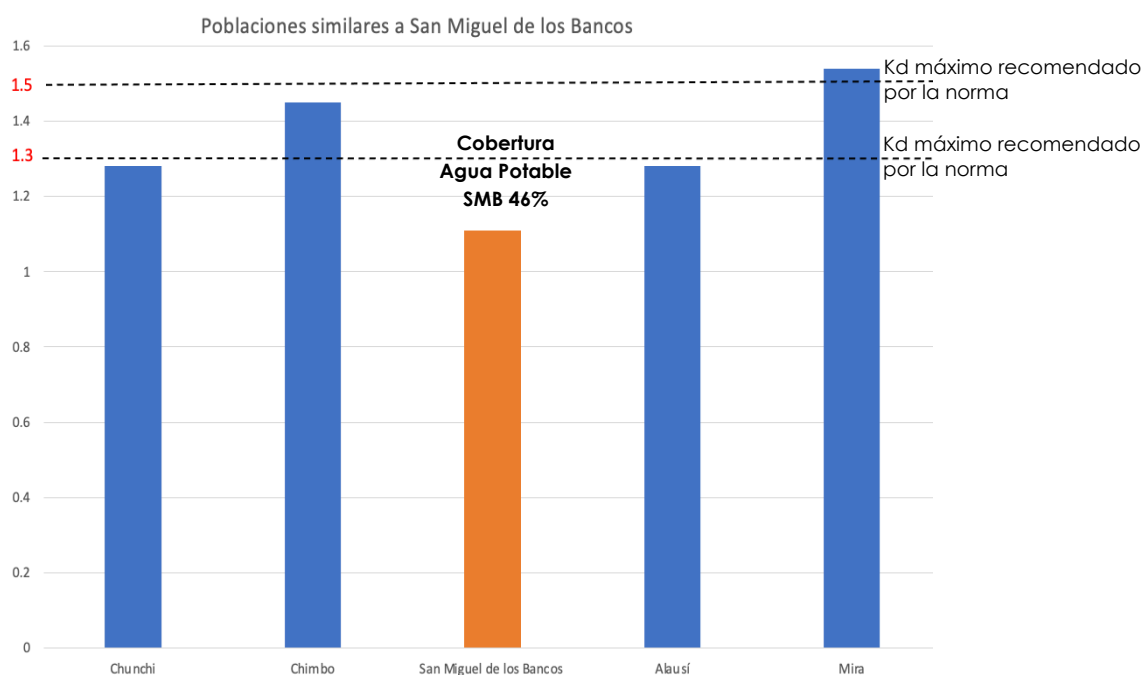


**Ilustración 6:** Gráfica de intervalos cantones noroccidente de Pichincha

**Fuente:** Guerrero (2022)

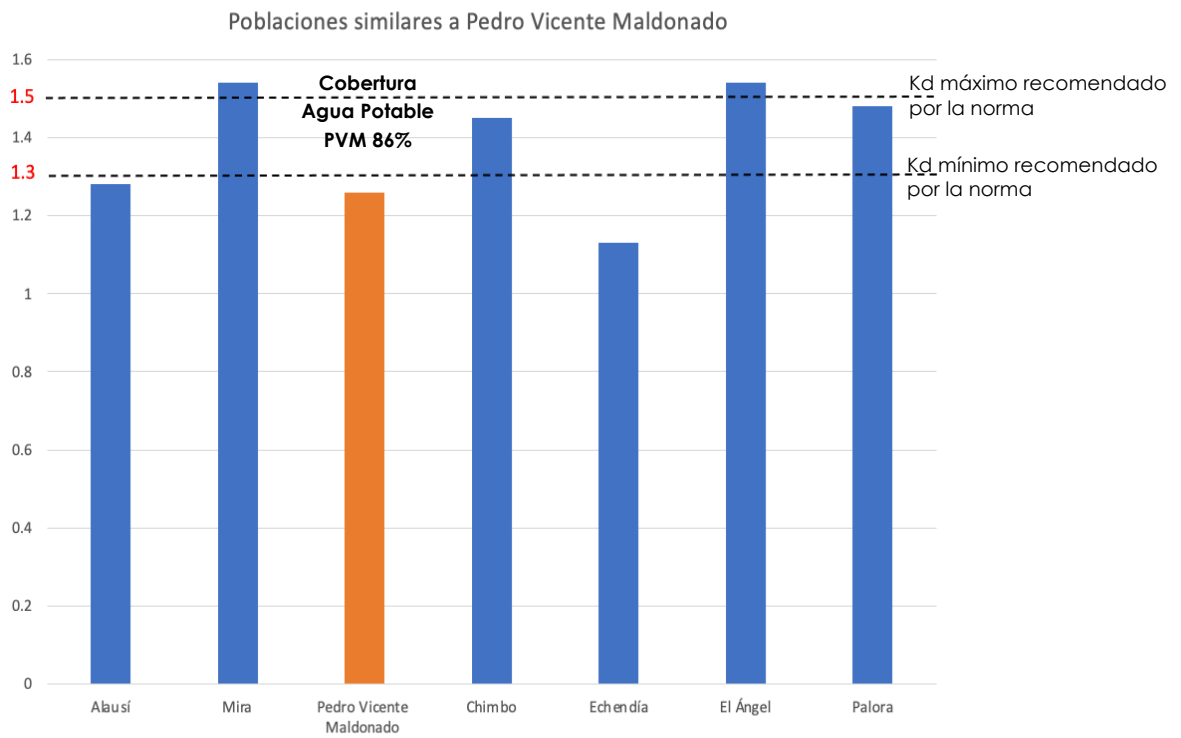
#### 4.1.5. GRÁFICAS DE COMPARACIÓN CON CANTONES CON POBLACIONES SIMILARES

En las ilustraciones 7, 8 y 9 se aprecia gráficos en los que se compara los Kd obtenido de cada cantón con otros con poblaciones similares ya obtenidos en anteriores estudios. En estos gráficos se puede apreciar que los Kd obtenidos para los cantones de este estudio, no son altos, en el caso de San Miguel de los Bancos y Pedro Vicente Maldonado se encuentran por debajo del valor mínimo recomendado por la norma (1,3), y el de Puerto Quito apenas llega a 1,36. Los cantones que se comparan a los de este estudio pertenecen a provincias de la sierra, con climas fríos.



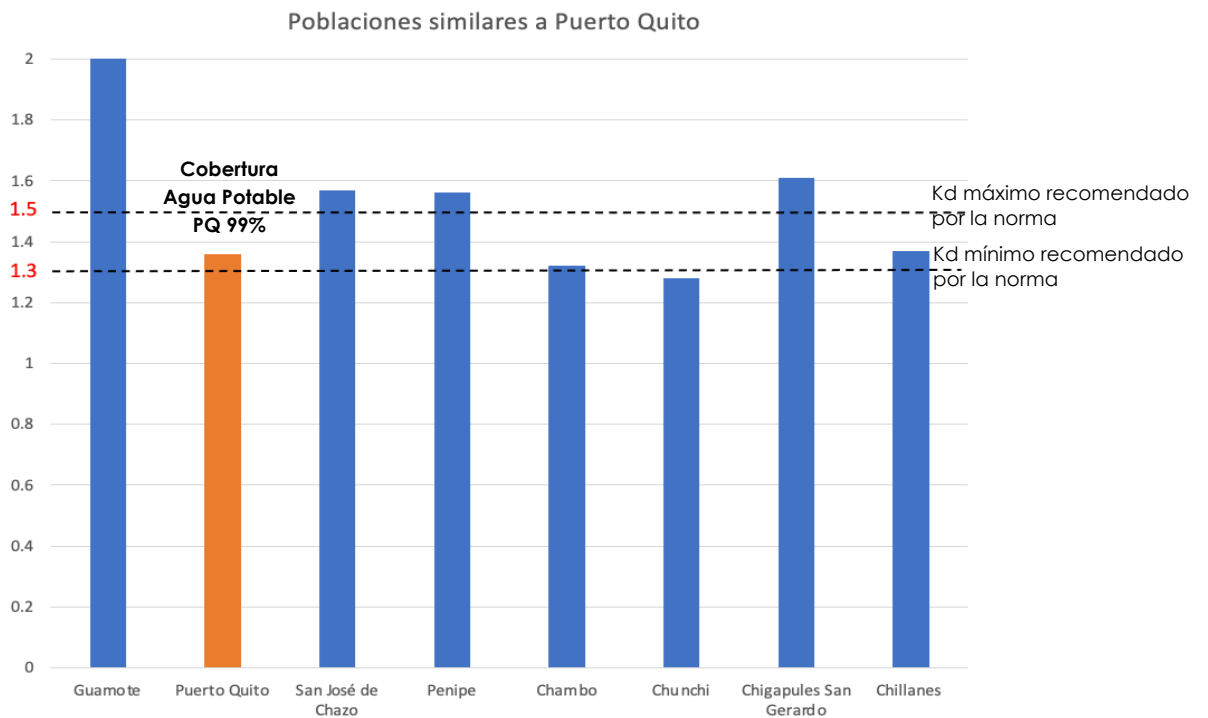
**Ilustración 7:** Gráfico con poblaciones similares a San Miguel de los Bancos

**Fuente:** Guerrero (2022)



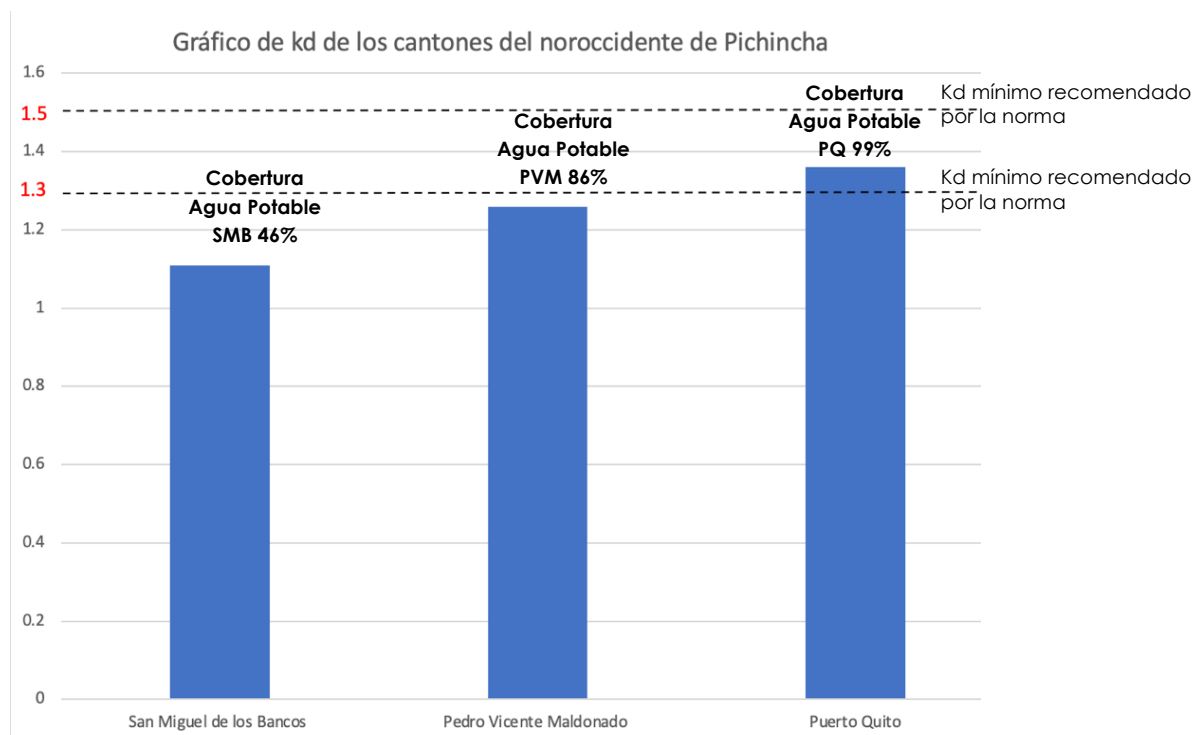
**Ilustración 8:** Gráfico con poblaciones similares a Pedro Vicente Maldonado

**Fuente:** Guerrero (2022)



**Ilustración 9:** Gráfico con poblaciones similares a Puerto Quito

**Fuente:** Guerrero (2022)



**Ilustración 10:** Gráfico comparativo de los cantones del noroccidente de Pichincha

**Fuente:** Guerrero (2022)

## 4.2. DISCUSIÓN

En este estudio se decidió trabajar con tres cantones que pertenecen al noroccidente de Pichincha; San Miguel de los Bancos, Pedro Vicente Maldonado y Puerto Quito. En estos cantones se evidencia claramente una tendencia a la baja en los consumos de agua potable, acercándose y manteniéndose cerca de la media. Se identificaron diversos factores que influyen en esta tendencia, estos pueden ser identificados apoyándose en material bibliográfico relacionado con investigaciones previas.

El principal factor que se evidencia en los tres cantones es el de la gestión y calidad del agua Arellano & Lindao (2018). La tendencia en la disminución de los consumos de agua potable está directamente relacionada con la gestión de la red por parte de los municipios. Los tres cantones sufren continuos cortes del servicio en la época de invierno, en los que se realizan las reparaciones necesarias en las redes de conducción que se ven afectada por continuos deslaves de tierras por donde estas cruzan. Así mismo en la población también existe poca confianza en la calidad del agua, pues debido a que las principales actividades económicas del sector son la agricultura y la ganadería es muy común escuchar que el agua pese a ser tratada, no la consumen para beber, en su defecto parte de la población compra botellones de agua.

Los cantones de Pedro Vicente Maldonado y Puerto Quito han tenido problemas en sus afluentes de captación. Ambos cantones se han visto en la necesidad de realizar campañas con actividades artísticas y culturales para dar mensajes acerca de la necesidad de



cuidar el desperdicio de agua potable. Pedro Vicente Maldonado es el cantón más afectado en los meses de verano, llegando a prestar su servicio por horarios y sectores. El cantón Puerto Quito al contar con una población más pequeña no se ha visto en la necesidad de suspender el servicio, pero si ha incrementado el valor de las cuotas por metro cúbico consumido, como se puede observar en el gráfico de intervalo del cantón (ilustración 6, B) en abril de 2019. Esto es congruente con Bravo & Merino (2018) que mencionan como factor de consumo el socioeconómico y que al existir un incremento en la tarifa del agua potable el consumo de este servicio será menor. En el cantón existe descontento por parte de la población, ya que considera que el precio del metro cúbico es muy elevado. San Miguel de los Bancos es el único cantón del noroccidente de Pichincha que cuenta con un servicio más estable, apenas siendo afectado en ocasiones por las fuertes lluvias de invierno.

Los tres valores de consumos medios de los cantones en estudio presentan una diferencia notable. El cantón Pedro Vicente Maldonado tiene la media de consumo más baja, dada principalmente por sus continuos problemas con el suministro de agua potable, a mediados del mes de octubre de 2022 el cantón fue declarado en emergencia por la falta de líquido vital. A su vez este cantón es afectado en los meses de invierno por las fuertes lluvias. El cantón Puerto Quito y el cantón San Miguel de los Bancos tienen un servicio a los usuarios más estable, pero a su vez también son afectados, pero en menor medida en invierno.

El factor climatológico es un aspecto que se podría tomar en cuenta a la hora de relacionar los consumos de estos 3 cantones. Los cantones de estudio están separados uno del otro aproximadamente por 20 kms de distancia, pero sus condiciones climáticas varían de forma considerable una respecto a otra, pues en el noroccidente de Pichincha cuando se va acercando a su límite provincial va aumentando la temperatura, siendo San Miguel de los Bancos el cantón que cuenta con un clima generalmente templado y húmedo y el cantón Puerto Quito caluroso y seco, siendo este último el que tiene la media de consumo más alta.

En el cantón Puerto Quito su pico más bajo corresponde a una reparación realizada en la matriz de la red de distribución del líquido vital correspondiente a casi dos semanas y su punto máximo corresponde a marzo del año 2019, mes en el cual se dio el feriado por carnaval. Los días de fiestas cantonales del mes de octubre no presentan una variación significativa que se podría tomar en cuenta para análisis de los consumos. El cantón de Pedro Vicente Maldonado tiene como punto máximo el mes de agosto del año 2019 y otro muy parecido en febrero del mismo año. Como puntos mínimos tiene marzo de 2018 y marzo de 2019. En tres de estos casos se presentan anomalías en las lecturas de los registros de consumo, salvo el pico máximo de agosto de 2019, donde se cambió las fechas de lectura de los consumos. Las fechas correspondientes a fiestas cantonales no presentan variación que podría destacarse en este escrito. Con los pocos datos obtenidos para el cantón de San Miguel de los Bancos se puede ver que los picos altos corresponden al mes de enero, lo cual es pasando el feriado de año nuevo, no está relacionado a las fiestas cantonales.

Los consumos realizados en los cantones de Puerto Quito y Pedro Vicente Maldonado en los meses de cuarentena que corresponden a marzo, abril y junio no se presentan grandes variaciones, que podrían tomarse como picos de consumo. En el cantón San Miguel de los Bancos la información de los meses de cuarentena no fue otorgada por parte del municipio correspondiente.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

Para los cantones de estudio se obtuvieron poco más de 300.000 datos que fueron facilitados por parte de los responsables del Agua Potable de cada municipio. Dichos datos se recogieron de San Miguel de los Bancos desde el año 2020, Pedro Vicente Maldonado 2018 y Puerto Quito a partir del año 2016. Después de realizar una limpieza manual de los datos en la que se eliminan los valores negativos y ceros y un procesamiento por software para eliminar los datos atípicos se trabajó con un total de 164.081 datos.

Después de realizar todos los procesamientos estadísticos de los datos limpios se obtuvieron gráficas de las que se podría interpretar los consumos máximos, relacionados a ciertas fechas o acontecimientos históricos.

Se obtuvieron los valores de coeficiente de variación de consumo mensual correspondientes a cada cantón: San Miguel de los Bancos 1,11, Pedro Vicente Maldonado 1,26 y Puerto Quito es 1,36. De los valores de Kd encontrados solo uno se encuentra en el rango establecido por la norma CPE INEN 005-9-1, los otros dos por debajo de este rango que va de 1,3 a 1,5.

### **5.2. RECOMENDACIONES**

Se recomienda hacer una actualización de los datos recopilados en esta investigación, ya que los cantones de estudio presentan continuas interrupciones del servicio de agua potable, pues los resultados obtenidos pueden variar por dicho motivo y realizar una comparación con poblaciones similares, teniendo en cuenta factores climatológicos para que las comparaciones sean lo más acertadas posibles.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arellano, A., Bayas, A., Meneses, A., & Castillo, T. (2018). Los consumos y las dotaciones de agua potable en poblaciones ecuatorianas con menos de 150 000 habitantes. *NOVASINERGIA REVISTA DIGITAL DE CIENCIA, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA*, 1(1), 23–32. <https://doi.org/10.37135/unach.ns.001.01.03>
- Arellano, A., & Lindao, V. (2019). Efectos de la gestión y la calidad del agua potable en el consumo del agua embotellada Effects of water quality and management on bottled water consumption. *NOVASINERGIA*, 2(1), 22. [Http://novasinerzia.unach.edu.ec/index.php/novasinerzia/article/view/77](http://novasinerzia.unach.edu.ec/index.php/novasinerzia/article/view/77)
- Arellano, A., & Peña, D. (2020). Modelos de regresión lineal para predecir el consumo de agua potable. *Novasinerzia Revista Digital De Ciencia, Ingeniería Y Tecnología*, 3(1), 27–36. <https://doi.org/10.37135/ns.01.05.03>
- Caicedo, A. (2022). *Análisis de los consumos históricos de agua potable en el cantón Ibarra* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo]. [Http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9256](http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9256)
- Cazorla, M., & Sela, G. (2021). *Análisis de los consumos históricos de agua potable en los cantones Latacunga, Guamote y Chunchi* [Universidad Nacional de Chimborazo]. [Http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7965](http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7965)
- GAD Pedro Vicente Maldonado. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial GAD Pedro Vicente Maldonado*. <https://www.pedrovicentemaldonado.gob.ec/~pedrovi/phocadownload/rendicioncuentas2021/pdyot.pdf>
- GAD San Miguel de los Bancos. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial GAD San Miguel de los Bancos*. [https://gadmsmb.gob.ec/images/Ley\\_Transparencia/LEY%20DE%20TRANSPARENCIA/2015/pdyot\\_\\_2015\\_2025.pdf](https://gadmsmb.gob.ec/images/Ley_Transparencia/LEY%20DE%20TRANSPARENCIA/2015/pdyot__2015_2025.pdf)
- Huaquisto, S., & Chambilla, I. (2019). Análisis del consumo de agua potable en el centro poblado de Salcedo, Puno. *Investigación & desarrollo*, 19(1), 133–144. <https://doi.org/10.23881/idupbo.019.1-9i>
- Muñoz, G. M. (2019). *Características demográficas asociadas a los consumos de agua potable* [Universidad Nacional de Chimborazo]. [Http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6124](http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6124)

Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes, (1992).

[https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe\\_inen\\_5%20Parte\\_9-1.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe_inen_5%20Parte_9-1.pdf)

Puerto Quito, G. (2020). *Puerto Quito*. Obtenido de

<https://www.puertoquito.gob.ec/index.php>:

<https://www.puertoquito.gob.ec/index.php/datosreelevantes/datosgeograficos>

Salazar, M. (2020). *Determinación del coeficiente de variación del consumo diario de agua potable en ciudades menores a 150000 habitantes* [Ecuador].

[Http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6442](http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6442)

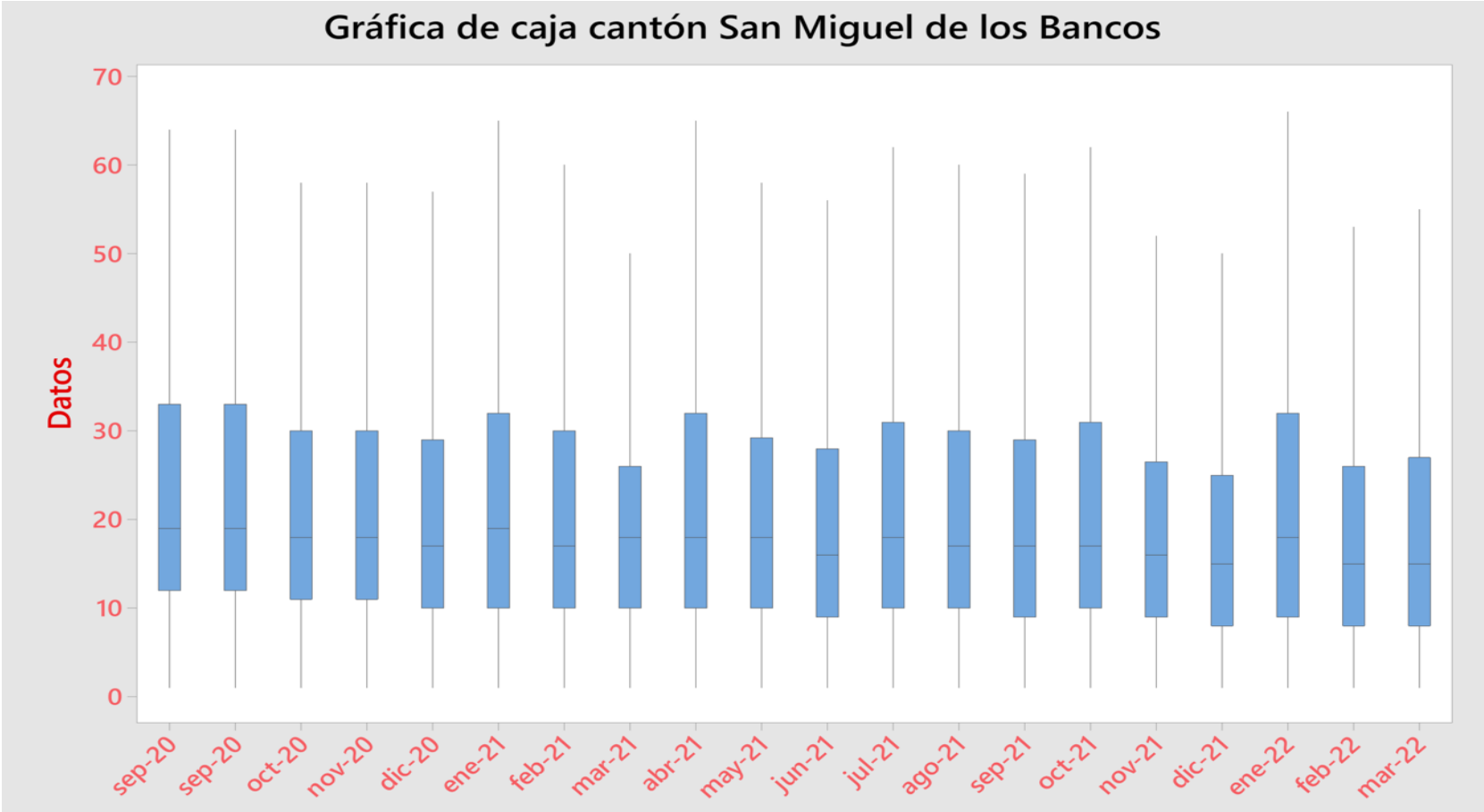
Torres, W. (04 de Julio de 2021). *Primicias*. Obtenido de <https://www.primicias.ec/>:

<https://www.primicias.ec/noticias/economia/provincias-ecuador-acceso-agua-potable/>

Yuquilema, C. (2020). *Correlación entre la frecuencia de cocinar y el consumo de agua potable en el sector residencial* [Universidad Nacional de Chimborazo].

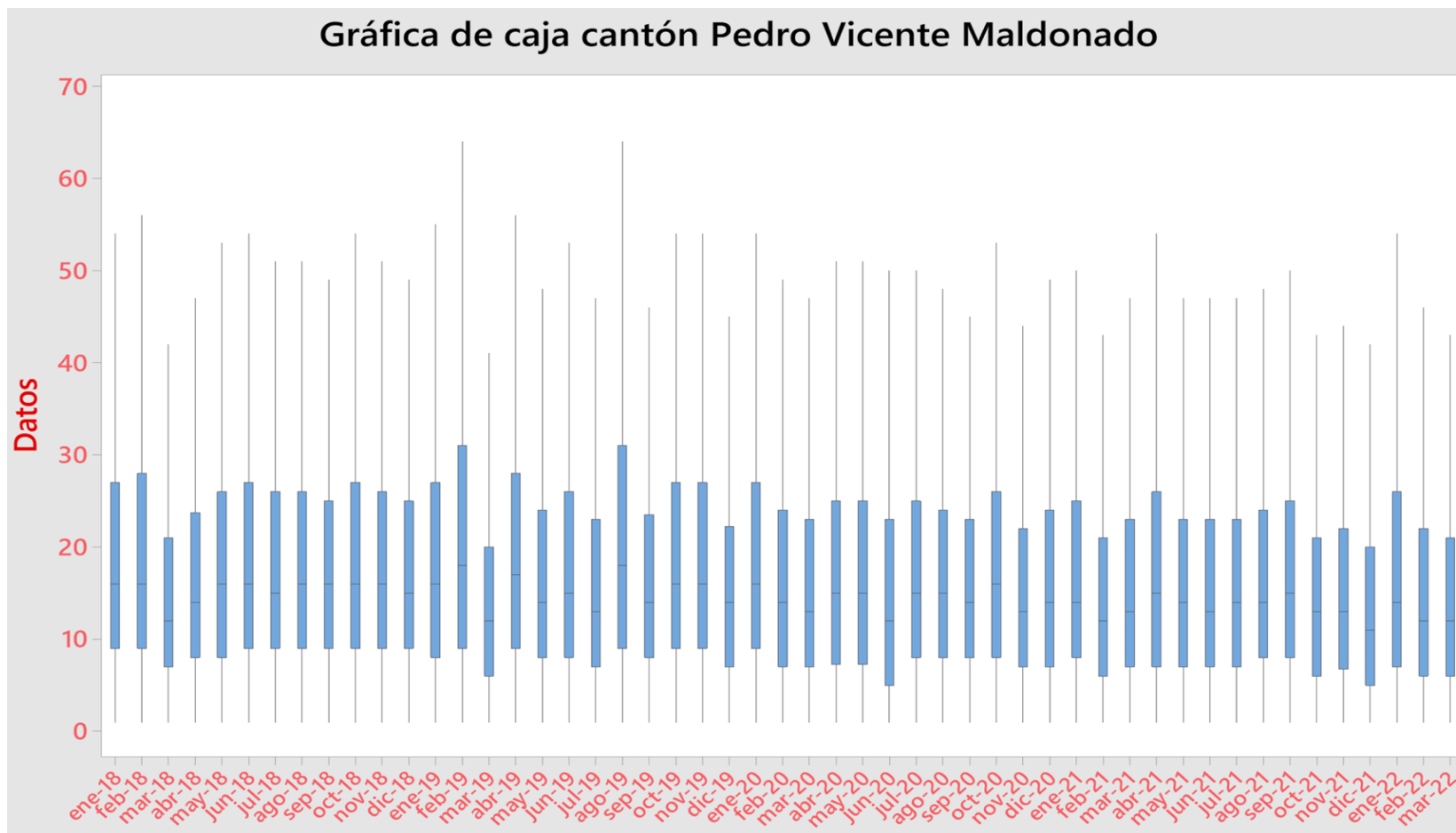
[Http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6417](http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6417)

**ANEXOS**



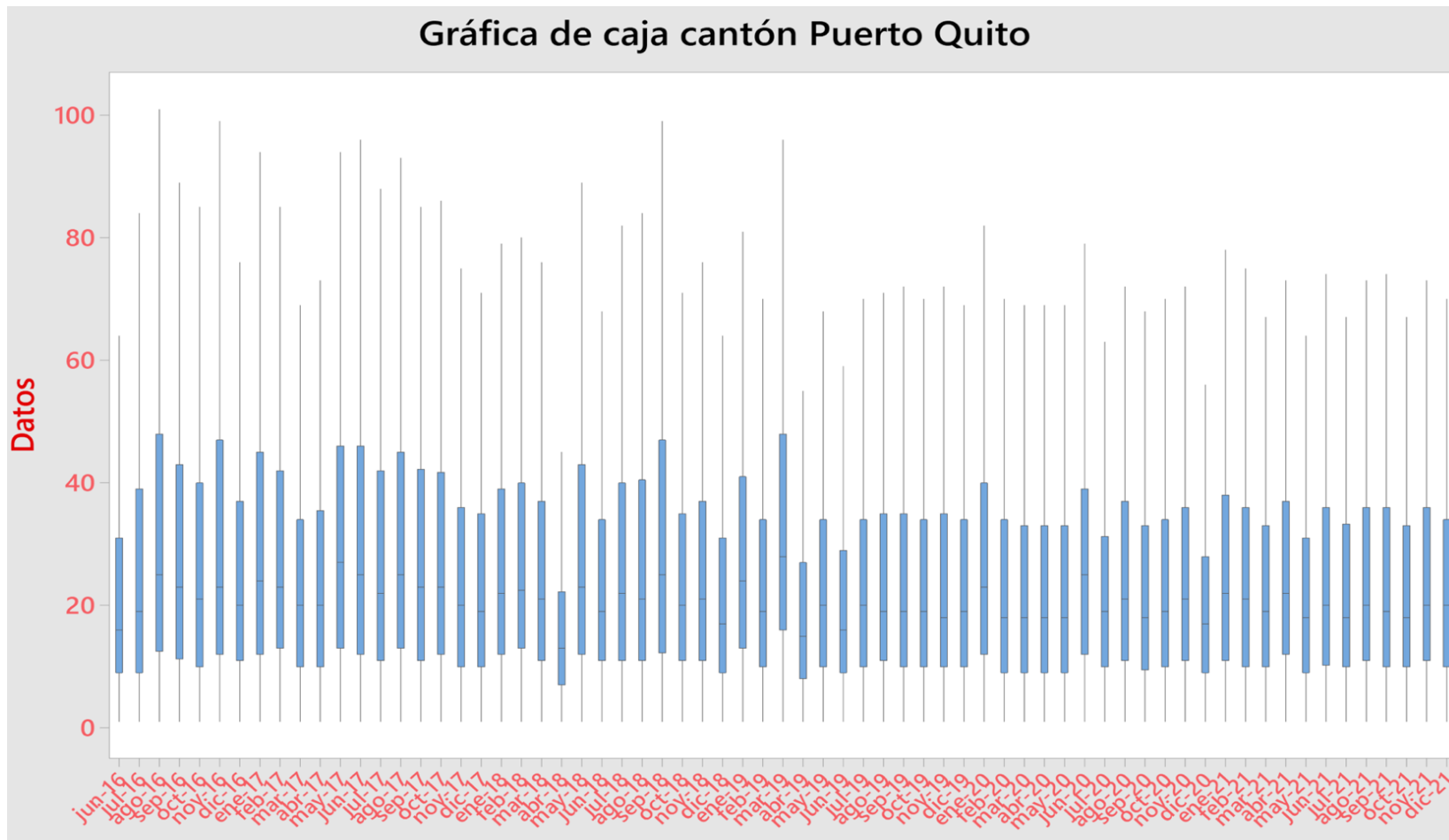
**Anexo 1:** Diagrama de cajas y bigotes de cantón San Miguel de los Bancos

**Fuente:** Guerrero (2022)



**Anexo 2:** Diagrama de cajas y bigotes de cantón Pedro Vicente Maldonado

**Fuente:** Guerrero (2022)



**Anexo 3:** Diagrama de cajas y bigotes de cantón Puerto Quito

**Fuente:** Guerrero (2022)



### Comparaciones en parejas de Tukey cantón San Miguel de los Bancos

Factor	N	Media	Agrupación										
ene-21	1183	20.765	A										
abr-21	1627	20.376	A	B									
ene-22	1862	20.249	A	B									
jul-21	1643	19.97	A	B	C								
sep-20	1130	19.948	A	B	C								
oct-21	1778	19.437	A	B	C	D							
oct-20	1151	19.352	A	B	C	D							
nov-20	1177	19.268	A	B	C	D	E						
may-21	1613	19.245	A	B	C	D							
feb-21	1176	19.043	A	B	C	D	E	F					
ago-21	1657	18.935	A	B	C	D	E	F					
dic-20	1174	18.902	A	B	C	D	E	F					
sep-21	1654	18.576			C	D	E	F					
jun-21	1625	17.988				D	E	F	G				
mar-21	1601	17.563					E	F	G	H			
nov-21	1876	17.401						F	G	H			
mar-22	1850	16.946							G	H			
feb-22	1834	16.267								H			
dic-21	1836	16.017								H			

**Anexo 4:** Comparaciones en parejas de Tukey cantón San Miguel de los Bancos

**Fuente:** Guerrero (2022)

### Comparaciones en parejas de Tukey cantón Pedro Vicente Maldonado

Factor	N	Media	Agrupación																														
ago-19	1425	20.149	A																														
feb-19	1378	19.731	A		B																												
abr-19	1383	18.379	B		C																												
feb-18	1470	18.064	B		C		D																										
ene-20	1588	17.942	C			D																											
jun-18	1351	17.859	C			D		E																									
oct-18	1383	17.746	C			D		E		F																							
oct-19	1418	17.676	C			D		E		F																							
ene-18	1321	17.524	C			D		E		F																							
nov-18	1387	17.355	C			D		E		F		G																					
ene-19	1389	17.184	C			D		E		F		G		H																			
nov-19	1443	17.107	C			D		E		F		G		H																			
sep-18	1372	17.081	C			D		E		F		G		H		I																	
ago-18	1353	17.075	C			D		E		F		G		H		I																	
may-18	1348	16.996	C			D		E		F		G		H		I		J															
jun-19	1376	16.865	C			D		E		F		G		H		I		J		K													
oct-20	1739	16.845	C			D		E		F		G		H		I		J		K													
jul-18	1360	16.71	C			D		E		F		G		H		I		J		K		L											
may-20	1743	16.535	D				E		F		G		H		I		J		K		L												
abr-20	1743	16.535	D				E		F		G		H		I		J		K		L												
abr-21	1747	16.513	D				E		F		G		H		I		J		K		L												
dic-18	1366	16.408	D				E		F		G		H		I		J		K		L		M										
jul-20	1639	16.319	E					F		G		H		I		J		K		L		M		N									
sep-21	1802	16.284	E					F		G		H		I		J		K		L		M		N									
ene-21	1727	16.21	F						G		H		I		J		K		L		M		N		O		P						
ene-22	1844	16.204	F						G		H		I		J		K		L		M		N		O		P						
dic-20	1740	15.772	G							H		I		J		K		L		M		N		O		P		Q					
ago-20	1672	15.664	H								I		J		K		L		M		N		O		P		Q		R				



### Comparaciones en parejas de Tukey cantón Puerto Quito

Factor	N	Media	Agrupación																
mar-19	734	32.211	A																
may-17	607	29.685	A B																
nov-16	618	29.495	A B C																
jun-17	606	29.173	A B C D																
ago-16	573	28.805	A B C D E																
ago-17	607	28.414	A B C D E F																
sep-18	669	28.209	B C D E F																
ene-17	629	27.908	B C D E F G																
ene-19	723	27.156	B C D E F G H																
oct-17	619	27.111	B C D E F G H I																
feb-17	614	26.971	B C D E F G H I J																
sep-16	591	26.868	B C D E F G H I J K																
sep-17	606	26.832	B C D E F G H I J K																
ene-20	757	26.041	B C D E F G H I J K L																
may-18	665	25.97	B C D E F G H I J K L M																
jul-17	600	25.772	B C D E F G H I J K L M N																
jun-20	600	25.645	B C D E F G H I J K L M N O																
feb-18	631	25.59	C D E F G H I J K L M N O																
ene-18	629	25.161	D E F G H I J K L M N O P																
ago-18	627	25.081	D E F G H I J K L M N O P Q																
oct-16	584	24.868	E F G H I J K L M N O P Q																
ene-21	757	24.831	E F G H I J K L M N O P Q																
jul-18	622	24.815	E F G H I J K L M N O P Q																
abr-21	761	24.723	F G H I J K L M N O P Q																
mar-18	640	24.087	G H I J K L M N O P Q R																



jul-21	774	21.561	P	Q	R	S	T	U	V		
feb-20	736	21.557	P	Q	R	S	T	U	V		
sep-20	714	21.434	P	Q	R	S	T	U	V		
oct-21	801	21.392	P	Q	R	S	T	U	V		
may-20	749	21.364	P	Q	R	S	T	U	V		
abr-20	749	21.364	P	Q	R	S	T	U	V		
mar-20	749	21.364	P	Q	R	S	T	U	V		
jul-20	637	21.064		Q	R	S	T	U	V		
may-21	754	20.306			R	S	T	U	V	W	
dic-18	682	20.059				S	T	U	V	W	
jun-16	464	18.834					T	U	V	W	
jun-19	699	18.72						U	V	W	
dic-20	732	18.552							V	W	
abr-19	684	16.993								W	X
abr-18	599	14.14									X

**Anexo 6:** Comparaciones en parejas de Tukey cantón Puerto Quito

**Fuente:** Guerrero (2022)