



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS CONSUMOS HISTÓRICOS DE AGUA
POTABLE EN LAS PARROQUIAS DE QUITO**

Trabajo de Titulación para optar el título de Ingeniero Civil

Autores:

Calderón Luna, Paul Geovanny

Vacacela Gaibor, Ivana Nicol

Tutor:

Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga Mgs.


Riobamba, Ecuador. 2023

DERECHOS DE AUTORÍA

Nosotros, **Paul Geovanny Calderón Luna**, con cédula de ciudadanía **060519231-9** e **Ivana Nicol Vacacela Gaibor**, con cédula de ciudadanía **060443238-5**, autores del trabajo de investigación titulado: “**Análisis comparativo de los consumos históricos de agua potable en las parroquias de Quito**”, certificamos que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí 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 (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, a la fecha de 20 de enero del 2023.



Paul Geovanny Calderón Luna
C.I: 060519231-9




Ivana Nicol Vacacela Gaibor
C.I: 060443238-5

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 en las parroquias de Quito**”, presentado por **Paúl Geovanny Calderón Luna**, con cédula de identidad número **060519231-9** e **Ivana Nicol Vacacela Gaibor**, con cedula de identidad numero **060443238-5**, 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 a la fecha de 20 de enero de 2023.

Ing. Javier Palacios Mgs.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Ing. Nelson Estuardo Patiño Vaca Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Ing. María Gabriela Zúñiga Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Ing. MSc. Alfonso Patricio Arellano Barriga.
TUTOR



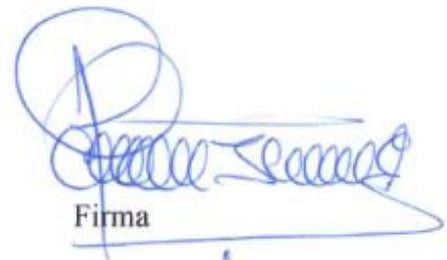
Firma

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**Análisis comparativo de los consumos históricos de agua potable en las parroquias de Quito**”, presentado por **Paúl Geovanny Calderón Luna**, con cédula de identidad número **060519231-9** e **Ivana Nicol Vacacela Gaibor**, con cedula de identidad numero **060443238-5**, bajo la tutoría de **Ing. MSc. Alfonso Patricio Arellano Barriga**; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a la fecha de 20 de enero de 2023.

Presidente del Tribunal de Grado
Ing. Javier Palacios Mgs.



Firma

Miembro del Tribunal de Grado
Ing. Nelson Estuardo Patiño Vaca Mgs.



Firma

Miembro del Tribunal de Grado
Ing. María Gabriela Zúñiga Mgs.



Firma



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO

en movimiento



UNACH-RGF-01-04-02.20
VERSIÓN 02: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **CALDERÓN LUNA PAÚL GEOVANNY** con CC: **060519231-9** y **VACACELA GAIBOR IVANA NICOL** con CC: **060443238-5**, estudiantes de la Carrera **INGENIERÍA CIVIL, NO VIGENTE**, Facultad de **INGENIERÍA**; han trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS CONSUMOS HISTÓRICOS DE AGUA POTABLE EN LAS PARROQUIAS DE QUITO**", cumple con el 9 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **OURIGINAL**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 9 de enero de 2023

Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga, Mgs.
TUTOR TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación primero se lo dedicó a Dios, después se lo dedicó a mis padres, a mi hijo Santiago y a mi esposa que han pasado a mi lado en mi vida estudiantil y siempre me han apoyado en todo sentido.

Paul G. Calderón L.

Dedicado especialmente a mis padres Hernán V. y Carmita G. por su apoyo incondicional y siempre haber creído en mis capacidades sobre todo por haber sido el pilar más fuerte en mi vida y siempre guiar mi camino para salir adelante.

A mi esposo, a mi hijo Santi por acompañarme en este camino y estar incondicionalmente para mí durante mi vida estudiantil.

A mi sobrina Valentina por siempre alegrarme con su espontaneidad y alegría.

A mis hermanos Anthony, Sebas y Vane por ser un ejemplo de constante superación y un pilar fundamental en mi vida.

Ivana N. Vacacela G.

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer en primer lugar a Dios y a la institución UNACH por habernos impartido los conocimientos necesarios para nuestro futuro profesional.

A nuestras familias sobre todo a nuestros padres e hijo por brindarnos una educación de calidad y siempre estar a nuestro lado en este camino.

A nuestro tutor de tesis el Ing. Alfonso Arellano por guiarnos durante el desarrollo de la investigación

A la empresa Publica Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito por brindarnos la información necesaria para desarrollar nuestra investigación.

Paul G. Calderón L & Ivana N. Vacacela G.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	13
ABSTRACT.....	13
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. ANTECEDENTES	13
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	22
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	22
1.4. OBJETIVOS	23
CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL	24
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	28
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1. RESULTADOS	32
Gráfica de cajas y bigotes	32
Gráfica de intervalos	32
Prueba de normalidad y homocedasticidad	37
Transformación de Johnson para datos no normales	43
Análisis ANOVA	44
Prueba de TUKEY	45
Coeficiente de variación de consumo (kd)	45
4.2. DISCUSIÓN	48
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
5.1. CONCLUSIONES.....	51
5.2. RECOMENDACIONES.....	51
BIBLIOGRAFÍA	52
ANEXOS	56

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Valores de coeficiente kd de las poblaciones que han sido analizadas.	14
Tabla 2 Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable	21
Tabla 3 Caudales de diseño para los componentes de sistema de agua potable	21
Tabla 4 Datos de análisis del consumo de agua potable de las parroquias en estudio.....	29
Tabla 5 Cuadro de resumen de la información procesada.	32
Tabla 6 Resumen de medias de consumo de agua en la parroquia Alangasí (m ³ /usuario/mes)	34
Tabla 7 Resumen de medias de consumo de agua de la parroquia Amaguaña (m ³ /usuario/mes) ...	35
Tabla 8 Resumen de medias de consumo de agua en la parroquia Cumbayá (m ³ /usuario/mes)	35
Tabla 9 Resumen de medias de consumo de agua de la parroquia Pomasqui (m ³ /usuario/mes)	36
Tabla 10 Resumen de medias de consumo de agua de la parroquia Puembo (m ³ /usuario/mes)	36
Tabla 11 Resumen de medias de consumo de agua de la parroquia Tumbaco (m ³ /usuario/mes) ...	37
Tabla 12 Análisis de varianza de medias Alangasí.....	45
Tabla 13 Resultados de coeficiente de variación de consumo kd.	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Ubicación de las parroquias en estudio.	17
Ilustración 2 Proceso del desarrollo de la investigación.....	28
Ilustración 3 Gráfica de intervalos consumos medios 2010-2017 Parroquias del DMQ. A) Alangasí. B) Amaguaña. C) Cumbayá. D) Pomasqui. E) Puenbo. F) Tumbaco.	34
Ilustración 4 Gráfica de normalidad Parroquia Alangasí	38
Ilustración 5 Gráfica de residuos estandarizado vs. Valores ajustados Parroquia Alangasí	38
Ilustración 6 Gráfica de normalidad Parroquia Amaguaña	39
Ilustración 7 Gráfica de residuos estandarizado vs. Valores ajustados Parroquia Amaguaña	39
Ilustración 8 Gráfica de normalidad Parroquia Cumbayá	40
Ilustración 9 Gráfica de residuos estandarizado vs. Valores ajustados Parroquia Cumbayá	40
Ilustración 10 Gráfica de normalidad Parroquia Pomasqui.....	41
Ilustración 11 Gráfica de residuos estandarizado vs. Valores ajustados Parroquia Pomasqui.....	41
Ilustración 12 Gráfica de normalidad Parroquia Puenbo	42
Ilustración 13 Gráfica de residuos estandarizado vs. Valores ajustados Parroquia Puenbo	42
Ilustración 14 Gráfica de normalidad Parroquia Tumbaco	43
Ilustración 15 Gráfica de residuos estandarizado vs. Valores ajustados Parroquia Tumbaco	43
Ilustración 16 Transformación de Johnson parroquia Pomasqui.....	44
Ilustración 17 Transformación de Johnson parroquia Tumbaco	44
Ilustración 18 Comparativa de coeficiente kd con ciudades con número de población similar a las poblaciones en estudio.	47
Ilustración 19 Comparativa de coeficiente (kd) de poblaciones geográficamente aledañas a las parroquias del DMQ.....	47
Ilustración 20 Comparativa de coeficiente (kd) de las parroquias del DMQ analizadas.	46

RESUMEN

Paltán, Masani, Minaya, & Rezzano (2020) mencionan que el funcionamiento de los sistemas de distribución de agua potable se ven afectados por alteraciones en los caudales de aportación y por el cambio en las dinámicas poblacionales. Estos factores representan una amenaza que podría conllevar a que los sistemas diseñados para características específicas no sean eficientes ante nuevas condiciones. La norma ecuatoriana CPE-INEN 005-9-1 menciona que los valores de variación de consumo deben ser actualizados de acuerdo con las condiciones y necesidades de cada población para un diseño óptimo. Esta investigación compara los registros históricos de consumo de agua potable de parroquias pertenecientes al Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) mediante los cuales se determinó los consumos máximos, mínimos y medios de cada parroquia y se obtuvo el coeficiente de variación mensual en base a los registros históricos procesados de cada parroquia del DMQ. Dicho coeficiente puede ser utilizado en el diseño de sistemas de distribución de agua potable para estos sectores. Debido al alto crecimiento demográfico existe una creciente demanda de agua potable que para ser cubierta es necesario la implementación de nuevos sistemas de distribución de agua potable. La investigación también contribuye al proyecto denominado “Determinación de la variación de consumos de agua potable en ciudades menores a 150000 habitantes del Ecuador”.

El presente estudio es de carácter investigativo usando un método cuantitativo sistemático. Para el análisis de datos se aplicaron herramientas informáticas como Microsoft Excel con el cual se realizó una depuración manual de los datos. También se usó el programa estadístico Minitab con el cual se realizó un análisis estadístico de los consumos mensuales con la ayuda de diagramas de cajas y bigotes, diagramas de intervalos, pruebas de homocedasticidad y normalidad, Tukey y ANOVA. Los resultados muestran una notoria disminución en el consumo de agua en todas las parroquias en análisis. Para las parroquias Alangasí, Amaguaña y Puembo el valor del coeficiente de variación de consumo de agua potable se encuentra fuera de rango establecido por la normativa ecuatoriana entre 1.3 y 1.5 mientras que para las parroquias Cumbayá, Pomasqui y Tumbaco cumple con lo establecido por la normativa. Los resultados obtenidos muestran que los valores recomendados por la norma ecuatoriana no reflejan las necesidades actuales de todas las poblaciones.

Palabras claves: Agua potable, coeficiente de variación, consumos históricos, sistemas de agua potable.

ABSTRACT

Paltán, Masani, Minaya, & Razzano (2020) mention that the operation of drinking water distribution systems is affected by alterations in the contribution flow rate and by changes in population dynamics. These factors represent a threat that could lead to systems designed for specific characteristics not being efficient under new conditions. The Ecuadorian standard CPE-INEN 005-9-1 mentions that consumption variation values should be updated according to the conditions and needs of each population for an optimal design. This research compares the historical records of potable water consumption of parishes belonging to the Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) through which the maximum, minimum, and average consumption of each parish was determined, and the monthly variation coefficient was obtained based on the historical records of each parish of DMQ. This coefficient can be used to design potable water distribution systems for these sectors. Due to the high population growth, the growing demand for drinking water requires implementing new distribution systems. The research also contributes to the project called "Determination of the variation of drinking water consumption in cities with less than 150,000 inhabitants in Ecuador".

The present study is investigative, using a systematic quantitative method. For data analysis, computer tools such as Microsoft Excel were used for manual data cleaning. The Minitab statistical program was also used to analyze monthly consumption with the help of box-and-whisker diagrams, interval diagrams, homoscedasticity and normality tests, Tukey, and ANOVA. The results show a significant decrease in water consumption in all the analyzed parishes. For the parishes of Alangasí, Amaguaña, and Puenbo, the value of the coefficient of variation of potable water consumption is outside the range established by Ecuadorian regulations, which is between 1.3 and 1.5. In contrast, the parishes of Cumbayá, Pomasqui, and Tumbaco it complies with the regulations. The results obtained show that the values recommended by the Ecuadorian standard do not reflect the current needs of all populations.

Keywords: Drinking water, coefficient of variation, historical consumption, drinking water systems.



Reviewed by:
Danilo Yépez Oviedo
English professor UNACH
0601574692

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

El suministro de agua potable se ha vuelto una prioridad para el mundo debido al crecimiento acelerado de la población. La calidad del servicio de agua potable se relaciona con la calidad del agua. La calidad de los sistemas de suministro de agua potable es un factor determinante para el desarrollo de un país. En Ecuador la Estrategia Nacional de Calidad de Agua (ENCA) identifica los problemas más relevantes que provocan el deterioro de la calidad de agua, que son: una mala gestión del recurso hídrico y un servicio público deficiente (ENCA, 2016). En cuanto a las variables que intervienen en el consumo de agua potable son la gestión de agua potable, demografía, economía y climatología (Arellano & Peña, 2020).

Para garantizar un adecuado acceso a este servicio las coberturas de agua potable idealmente deben ser del 100%. De acuerdo con el informe de (SENAGUA, 2020) la cobertura a nivel Nacional es de 63%. En zonas urbanas la cobertura es de 83,7% y en la zona rural de 39%. Estas cifras reflejan que la cobertura del servicio de agua potable en Ecuador no satisface con plenitud al país.

Según Arellano et al, (2018) el déficit de cobertura podría darse por dotaciones incorrectas o por una selección inadecuada de estas. Para garantizar el acceso a este servicio se requiere que el diseño de los sistemas destinados al abastecimiento, tratamiento y distribución de agua potable cumplan con lo establecido por la norma CPE INEN 005-9-1, la cual fue elaborada en los años 70 y no ha recibido actualizaciones. La ambigüedad de la información que contiene la norma y la cobertura inferior al 100% a nivel nacional, reflejan la necesidad de una actualización de la normativa CPE INEN 005-9-1. Siendo necesarios estudios sobre el consumo de agua potable de las poblaciones.

Esta investigación tiene como finalidad determinar un valor del coeficiente de variación de consumo de agua potable (kd) de las parroquias de Quito. Continuando con la línea de investigación de diversos trabajos de titulación previamente desarrolladas por estudiantes de la Universidad Nacional de Chimborazo donde se ha determinado dicho coeficiente en diversas localidades del país. Dichas investigaciones pertenecen al proyecto “Determinación de la variación de consumos de agua potable en ciudades menores a 150000 habitantes del Ecuador”. En la Tabla 1 se detallan los valores del coeficiente kd obtenidos de las poblaciones que han sido estudiadas hasta la fecha.

Tabla 1

Valores de coeficiente kd de las poblaciones que han sido analizadas.

Provincia	Cantón	Autor	Población (habitantes)	Usuarios	desde	hasta	Número datos	Consumo mensual	Consumo máximo	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	2,00
	Alausí	Chávez Katherine	5563	2013	ene-06	2021	362340	27,14	35,31	1,30
	Chambo	Chávez Katherine	3639	2023	feb-17	jul-21	97104	20,63	27,13	1,32
	Colta	Chávez Katherine	2295	1023	2017	2021	49104	18,77	27,22	1,45
	San José de Chazo	Vilema Darwin	2734	1056	2016	2021	50688	9,48	14,84	1,57

	Chingapules San Gerardo	Vilema Darwin	2242	418	2011	2021	50160	9,36	15,1	1,61
	Ilapo-Chingazos	Vilema Darwin	1613	505	2018	2021	21115	7,72	9,88	1,28
	San Japamba	Vilema Darwin	1428	265	2016	2021	15900	7,86	16,83	2,14
	Calshi Grande	Vilema Darwin	791	367	2017	2021	17616	6,61	7,79	1,18
	Riobamba	Saltos Angie	146324	29877	2016	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
Cañar	Cañar	Chávez Katherine	11114	4440	feb-18	dic-20	159840	18,22	24,38	1,34
	Tambo	Chávez Katherine	2883	2283	ene-15	jul-21	164376	15,81	19,83	1,25
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	San Miguel de Urucuquí	Jiménez Javier	15671	5077	ene-14	jun-20	396006	11	15	1,34
	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
	Ibarra	Caicedo Alex	181175	38118	ene-10	jul-21	4532730	16,08	19,55	1,22
Morona	Pablo Sexto	Guayara Francis	1823	409	2004	jul-05	76483	13,21	23,46	1,78
	Palora	Guayara Francis	6936	2017	2017	jul-05	84714	9,72	14,35	1,48
	Huamboya	Guayara Francis	8466	486	2017	jul-05	18954	11,48	19,45	1,69
	Morona	Guayara Francis	41155	7573	2010	jul-05	946625	17,64	23,51	1,33

	Sucúa	Nieto Gisell	18318	5469	ene-07	abr-21	946,137	18,25	34,93	1,91
	Santiago de Méndez	Nieto Gisell	9295	633	jun-15	mar-21	39879	20,57	33,61	1,63
	Limón 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	1,30
Napo	Tena	Fernández Carla	23307	4497	may-10	jul-20	357966	38,87	57,53	1,48
	Carlos Julio Arosemena	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	Ambato	Sailema Karla	165258	49414	ene-10	dic-20	6522648	18,13	24	1,35
	Baños	Llerena Valeria	25043	6000	ene-10	may-21	864000	19,96	26,75	1,34
	Patate	Llerena Valeria	15825	1500	ene-10	mar-21	216000	14,04	22,86	1,63
	Píllaro	Ramos Isabel	43371	6000	ene-15	may-21	720000	9,98	13,16	1,32
	Pelileo	Ramos Isabel	66836	5000	ene-10	may-21	864000	19,15	29,9	1,56
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	Ambato Lisbeth	85852	17036	ene-18	ago-21	673,487	20,24	32,4	1,60
	Machachi	Machado E.	16515	6820	nov-13	sep-21	641,08	19,87	24,52	1,23
Santo Domingo	Santo Domingo	Reino Richard	450000	53666	ene-18	dic-20	1713272	16,84	18,39	1,09

Fuente: Arellano (2022).

En la presente investigación se realiza el estudio comparativo del consumo de agua potable de 6 parroquias rurales: Alangasí, Amaguaña, Cumbayá, Pomasqui, Puenbo y Tumbaco, pertenecientes al Distrito Metropolitano de Quito (DMQ).

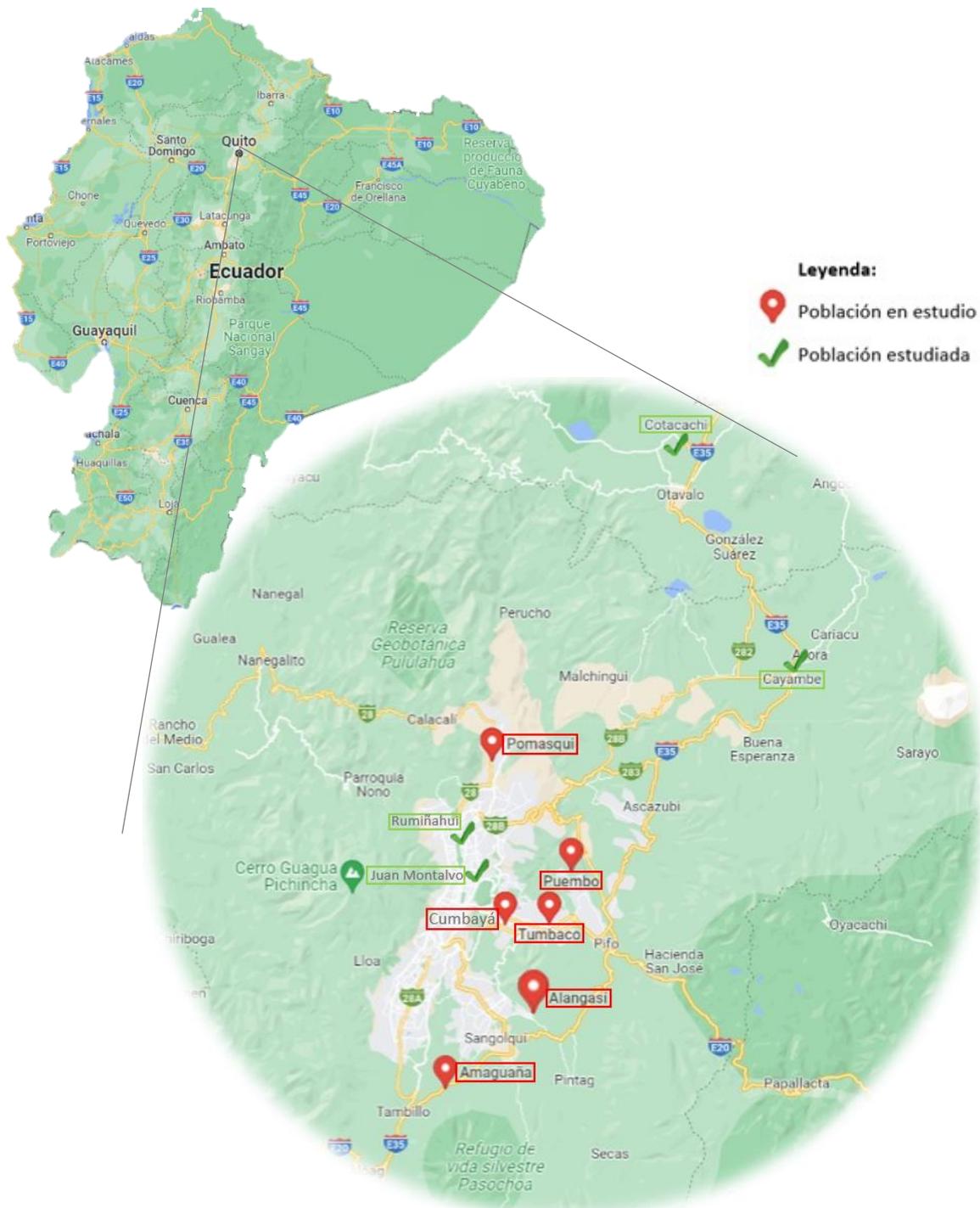


Ilustración 1 Ubicación de las parroquias en estudio.

Fuente: (Google Maps, 2022)

El cantón Quito es la capital de la República y de la provincia de Pichincha. Tiene una superficie aproximada de 4183 km². Se encuentra situada geográficamente en el Centro norte de Pichincha (Prefectura de Pichincha, 2017). Su población es de 2'239.191 habitantes. Consta de 65 parroquias, de ellas 33 son rurales y 32 urbanas. Su clima es

templado y cálido con una temperatura anual media de 11,3°C (Climate-Data, 2022). Posee una altitud promedio de 2850 msnm. En cuanto a su sistema económico sobresalen cuatro sectores principales: actividades profesionales e inmobiliarias (20%), manufactura (17,76%), administración pública (15,96%) y construcción (10,74%) porcentajes que corresponde a la población económicamente activa (GAD DMQ, 2021).

La parroquia Alangasí se encuentra situada en la zona del Valle de los Chillos al suroriente del DMQ. Su población es de 24.251 habitantes. Tiene un área de 44,16 km². Su clima es templado con una temperatura que varía entre 14,6°C a los 16,7°C. Posee una altitud de 2500 msnm. Su principal actividad económica es el comercio que corresponde un 16% de la población económica activa (GAD Alangasí, 2020).

La parroquia Amaguaña se encuentra situada al sureste del DMQ. Su población es de 31.106 habitantes. Tiene un área de 62,2 km². Su clima es templado con una temperatura que varía entre 17°C a los 18°C. Posee una altitud de 2.863 msnm. Su principal actividad económica es la industria manufacturera que corresponde a un 25% de la población económica activa (GAD Amaguaña, 2020).

La parroquia Cumbayá se encuentra situada al oriente del DMQ. Su población es de 31.463 habitantes. Tiene un área de 26,51 km². Su clima es templado con una temperatura media de 16,4°C. Posee una altitud de 2 200 msnm. Su principal actividad económica son servicios que corresponden a un 63,42% de la población económica activa (GAD Cumbayá, 2019).

La parroquia Pomasqui se encuentra situada geográficamente al norte del DMQ. Su superficie es de 23,16 km². Su población es de 28.910 habitantes. Tiene un clima cálido seco con una temperatura que varía entre los 16°C y 22°C. Posee una altitud de 2400 msnm. Sus principales actividades económicas son el comercio y transporte de materiales de construcción, comercio de bienes, servicios de consumo y el transporte correspondiente al 79,9% de la población económicamente activa (GAD Pomasqui, 2021).

La parroquia Puenbo se encuentra situada en el Valle de Tumbaco al nororiente del DMQ. Su superficie aproximada es de 31,77km². Su población es de 13593 habitantes. Tiene un clima cálido seco con una temperatura que varía entre los 16,5°C y 18,5°C. Posee una altitud de 2415 msnm. Sus principales actividades económicas son: agricultura, ganadería, silvicultura y pesca correspondientes al 21,83% de la población económicamente activa (GAD Puenbo, 2015).

La parroquia Tumbaco se encuentra situada al lado oriental del DMQ. Su superficie aproximada es de 181km². Su población es de 49944 habitantes. Tiene un clima mesotérmico semihúmedo con una temperatura que varía entre los 12°C y 18°C. Posee una altitud de 3050 msnm. Las principales actividades económicas se centran en la agricultura, la elaboración de productos alimenticios y el comercio al por menor,

correspondientes al 24,4%, 22,8% y 22,2% de la población económicamente activa respectivamente por actividad (GAD Tumbaco, 2020).

En cuestión de la cobertura de agua potable por red pública en el DMQ es de 96% (Senplades, 2014). En cuanto a la cobertura por parroquias se tiene que: Alangasí tiene una cobertura de 94,74% (GAD Alangasí, 2020). Amaguaña tiene una cobertura de 81,55% (GAD Amaguaña, 2020). Cumbayá tiene una cobertura de 98,59% (GAD Cumbayá, 2019). Pomasqui tiene una cobertura de 97% (GAD Pomasqui, 2021). Puenbo tiene una cobertura del 98,8% (GAD Puenbo, 2015). Tumbaco tiene una cobertura del 95% (GAD Tumbaco, 2020).

En general las parroquias en estudio se abastecen de agua potable mediante la red de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito (EPMAPS). El abastecimiento de agua del DMQ en el sector urbano se lo realiza mediante las principales plantas de tratamiento: Puengasí, Bellavista, Noroccidente, El Placer, El Troje, Toctiuco, Rumipamba, Chilibulo, San Ignacio, Vertientes Lloa, Reino de Quito, Pichincha Sur y Torohuco (EPMAPS, 2020).

Los residentes de Amaguaña han manifestado que las problemáticas más relevantes de la parroquia son el déficit de agua y alcantarillado. El motivo del bajo abastecimiento de estos servicios se debe al crecimiento poblacional y a las actividades industriales y agropecuarias que se llevan a cabo en el lugar (GAD Amaguaña, 2020).

En Alangasí algunos de los factores por los que la población que no tiene acceso al servicio de agua potable se debe a una dispersión de los sectores y a la topografía del terreno. Para cubrir esta necesidad hacen uso de agua proveniente de: pozos, ríos, vertientes y vehículo repartidor (GAD Alangasí, 2020).

Cumbayá tiene un alto porcentaje de cobertura en su zona urbana, a pesar de ello existen necesidades focalizadas en zonas rurales que tienen una cobertura de 93,18%, mostrando un claro déficit en el sector probablemente por una dispersión de los asentamientos. Los nuevos asentamientos se dan en las zonas periféricas de la parroquia las cuales por su ubicación carecen de redes que provean el servicio de agua potable. La manera de abastecimiento en estos sectores se lo realiza mediante mangueras hasta sus residencias (GAD Cumbayá, 2019).

El servicio de agua que reciben las parroquias Pomasqui y Tumbaco provienen de la Planta de agua potable Bellavista. Se conecta a las redes de distribución a través de los tanques existentes en cada parroquia. En el sector Chuspiyácu ubicado en Tumbaco el servicio de agua potable no es constante (GAD Tumbaco, 2020).

En Puenbo, específicamente en los barrios Mangahuántag y San Luis, así como otros barrios distantes al centro urbano no cuentan con servicio de agua potable (GAD Puenbo, 2015).

Según lo mencionado con anterioridad, se evidencia una necesidad latente de un incremento en el porcentaje de cobertura de las parroquias en estudio. Esta demanda del servicio se debe al constante crecimiento poblacional, sumado a problemas existentes en los sistemas de agua potable, como fugas y uso de materiales obsoletos en su construcción. Según El Universo (2022) el DMQ tiene aproximadamente 30000 fugas al año, las cuales se localizan en su mayoría en las conexiones domiciliarias y un pequeño porcentaje corresponde a la línea matriz. Un gran porcentaje de tuberías son de acero, apenas el 2% son de asbesto cemento. Material que por su vida útil de aproximadamente 30 años se rompe con facilidad.

En cuanto al consumo de agua potable se encontró que en el DMQ es superior a la cifra recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS), por lo que se espera que la demanda aumente en el futuro (PRIMICIAS, 2021).

EPMAPS trabaja constantemente para mejorar los sistemas hidráulicos de las redes de distribución. Actualiza estudios de optimización hidráulica y establece proyectos destinados a la construcción de líneas de conducción a los tanques de distribución, ampliación de varias plantas de tratamiento y adecuando las áreas de abastecimiento de los sistemas principales debido a la escasez de caudales que se generarán por el crecimiento poblacional (EPMAPS, 2020). Los proyectos sugeridos tienen como finalidad planificar y gestionar la cobertura equitativa de servicios esenciales de alta calidad. Con el objetivo de garantizar la provisión de agua potable de calidad en lugares donde los asentamientos humanos se han expandido y consolidado sin un plan. Ya que representan un problema para la cobertura total de agua potable debido al rápido crecimiento urbanístico que existe.

El diseño de los sistemas de agua potable debe regirse a la norma CPE INEN 005-9-1. Se parte de la determinación del mayor consumo diario correspondiente al caudal máximo diario, el cual se encuentra en función del coeficiente de variación de consumo (K_d) y del caudal medio, expresado en la siguiente ecuación:

$$Q_{m\acute{a}x.dia} = K_d * Q_{med.dia} \quad [Ecuaci\acute{o}n\ 1]$$

Donde:

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

K_d : Coeficiente de variación de consumo

$Q_{med.dia}$: Caudal medio diario (Puede usarse actual o futuro)

El coeficiente de variación debe estar establecido en base a estudios realizados en sistemas existentes y debe ser aplicado si tiene similitud con el proyecto en estudio. En caso de que no exista estudios se puede tomar valores entre 1,3 y 1,5 (CPE INEN, 1992). Para diseñar los diferentes elementos de sistemas de suministro de agua potable se deben usar los mencionados en la tabla 2.

Tabla 2

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, 1992)

El DMQ posee su propia normativa para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado debido a la desactualización de la norma nacional CPE INEN 005-9-1. La norma establecida por el DMQ “Normas de diseño de sistemas de Agua potable para la EMAAP-Q” elaborada en el año 2007. Toma como referencia a la norma CPE INEN 005-9-1 complementando y adecuando a los requerimientos de la EMAAP-Q (EMAAP-Q, 2009).

El cálculo del caudal máximo diario se basa en la fórmula establecida por la norma CPE INEN 005-9-1 con una variación en su nomenclatura, expresado en la ecuación 2:

$$QMD = Q_{md} * k_1 \quad [Ecuación 2]$$

Donde:

QMD: Caudal máximo diario.*Q_{md}*: Caudal medio diario en el transcurso de un año.*k₁*: Coeficiente de consumo máximo diario.

Respecto a el coeficiente de variación la norma establecida por EMAAP-Q menciona que se obtiene de la relación entre el mayor consumo diario y el consumo medio diario tomando datos en un periodo de un año como mínimo. En caso de no tener esta información se propone usar valores establecidos para ciudad de 1,25 y en el caso de las parroquias 1,4. Los valores están basados en el Estudio de Ríos Orientales y Plan maestro de agua potable vigente (EMAAP-Q, 2009).

Según EMAAP-Q (2009) para el diseño de los diferentes componentes de sistemas de suministro de agua potable se detallan en la tabla 3.

Tabla 3

Caudales de diseño para los componentes de sistema de agua potable

Elemento	Caudal
Captación	Máximo diario + pérdidas conducción + necesidades de planta de tratamiento
Líneas de conducción	Máximo diario + pérdidas conducción + necesidades de planta de tratamiento
Plantas de tratamiento	Máximo diario

Líneas de transmisión	Máximo diario
Red de Distribución	Máximo diario
Estación de bombeo	Máximo diario/% tiempo de bombeo

Fuente: Calderón P. & Vacacela I. (2022)

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las parroquias rurales Alangasí, Amaguaña, Cumbayá, Pomasqui, Puenbo y Tumbaco no poseen una cobertura total de agua potable. En vista a diversos factores como el crecimiento poblacional, fugas en la red de distribución y el uso de materiales obsoletos, los requerimientos y demanda de agua potable de las parroquias de Quito han ido en aumento. El Gobierno Autónomo Descentralizado del Distrito Metropolitano de Quito planifica realizar ampliaciones en las plantas de tratamiento para mejorar la cobertura del servicio de agua potable. Los diseños actuales de las redes de distribución son realizados en base a la Norma CPE INEN 005-9-1 la cual fue publicada en el año 1986 y a la fecha no ha recibido actualizaciones. Para el diseño de sistemas de agua potable se parte de un caudal máximo diario el mismo que está en función de un coeficiente de variación de consumo máximo (kd) se sospecha que el coeficiente con el que se diseña podría estar subestimado o sobreestimado. Por ello se quiere calcular un coeficiente más ajustado a la realidad en base a la información de los consumos históricos de agua potable en las parroquias rurales mencionadas, que pueda ser aplicado en diseños de sistemas de agua potable de acuerdo con las condiciones particulares de la población en estudio.

1.3. JUSTIFICACIÓN

En esta investigación se pretende hallar un valor actualizado del coeficiente de variación de consumo máximo diario (kd), el cual es necesario para el cálculo del caudal máximo diario. Para que posteriormente pueda ser aplicado en el diseño de sistemas destinados a la captación, tratamiento y distribución de agua potable. Los resultados obtenidos en esta investigación en conjunto con los resultados correspondientes a estudios realizados en diversos sectores del país formaran parte del proyecto “Determinación de la variación de consumos de agua potable en ciudades menores a 150 000 habitantes del Ecuador”.

1.4. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Analizar la comparación del consumo histórico de agua potable de las parroquias de Quito.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Depurar manualmente los datos primarios con la técnica de cajas y bigotes de las parroquias de Quito.
- 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 las parroquias de Quito.

CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL

Gonzaga, Castro & López (2017) mencionan que el desarrollo de la humanidad está asociado con el acceso seguro y disponibilidad de agua potable. Pinos & Malo-Larrea (2018) manifiestan que el desarrollo económico, cultural y social depende del correcto suministro de agua en cantidad y calidad adecuadas para cubrir las necesidades básicas de la población.

El consumo mundial de agua sigue incrementando de manera constante a una tasa de 1% anual debido al crecimiento de la población, el desarrollo económico y los patrones de consumo (UNESCO, 2020). García, Carreón, Hernández, & Montero (2013) manifiestan que en 2025 habrá una crisis debido a que el 80% de la población mundial sufrirá de una escasez en el suministro de agua potable.

Entre 2016 y 2020 en América latina el porcentaje de población con acceso seguro a agua potable incremento de 70% a 74% (UNICEF, 2021). Según Pinos & Malo-Larrea (2018) alrededor de 35 millones de personas correspondientes al 6% del total de la población latinoamericana no tienen acceso a agua potable. Pinos & Malo-Larrea (2018) Latinoamérica presenta una evidente desigualdad en cuanto al suministro de este recurso. Se evidencia una heterogeneidad en el uso doméstico de agua en ciudades latinoamericanas. En Buenos Aires el consumo promedio es de 600 l/hab/día. En Bogotá el promedio es de 76 l/hab/día. En el DMQ el consumo promedio oscila entre 180 y 200 litros/hab/día (El Comercio, 2021)

En el 2015 en Ecuador la cobertura de agua a nivel nacional alcanzó el 74.4 %. En la zona urbana 84.7% y en zona rural 56.2% (Fernández, Solís, & Basani, 2018). En cuanto a las coberturas por regiones, en la Sierra son más altas con respecto a las demás regiones. En 2014 la cobertura en la Sierra fue de 97,12%. La cobertura de la Región Insular de 93.80%. En la Costa de 81.96%. En la Amazonia de 75.13% (Fernández, Solís, & Basani, 2018).

Según el informe presentado por el Programa Conjunto OMS/UNICEF para el Monitoreo del Abastecimiento del Agua, Saneamiento e Higiene (JMP) se evidencia una heterogeneidad en la cobertura de agua a nivel nacional. Los cantones con mayor cobertura son: Quito, Guayaquil y Cuenca, los tres presentan coberturas superiores al 84%. En estos cantones se ha evidenciado un crecimiento poblacional elevado y tasas de pobreza inferiores al 16%. Un parámetro relacionado con la cobertura de agua es el nivel de pobreza de la población (INEC, 2018)

Es esencial conocer cuáles son los factores que influyen en el consumo de agua sobre todo en poblaciones cuyo crecimiento urbanístico es elevado. La demanda de agua debe estar planificada para escenarios futuros que contemplen los hábitos de consumo y los factores que influyen en ellos. Paltán, Masani, Minaya, & Rezzano (2020) mencionan que el funcionamiento de los sistemas de distribución de agua potable se ve afectado por alteraciones en los caudales de aportación y el cambio en las dinámicas poblacionales. Estas representan una amenaza que podría conllevar a que los sistemas diseñados para características específicas no sean eficientes ante nuevas condiciones.

Manco, Guerrero & Ocampo (2012) abordan una estrategia para el uso eficiente de sistemas urbanos de agua potable, para ello determina las variables que afectan el consumo de agua que incluyen factores climáticos (temperatura y precipitación), sociales (número de habitantes por residencia), económicos (ingresos) y culturales (costumbres).

Morote (2017) determinó mediante un análisis bibliométrico que las condiciones climáticas, el modelo urbano, los factores sociodemográficos, psicológicos y político-económicos inciden en el consumo doméstico de agua.

Huaquisto & Chambilla (2019) al realizar un análisis del consumo de agua en el poblado de Salcedo-Puno-Perú determinaron que en la zona urbana el consumo de agua está relacionado con los ingresos económicos, la cantidad de habitantes por viviendas y factores climáticos. Si la cantidad de integrantes en la familia es menor el consumo de agua es 72,83 l/hab/día mayor a cuando existe más integrantes con un consumo promedio de 50,55 l/hab/día. En cuanto al factor económico determinó que si el ingreso económico es mayor existe un mayor consumo de agua de 78,85 l/hab/día. Debido a la variación de temperatura por el factor climático el consumo de agua se eleva entre los meses de octubre y febrero. El estudio determinó que el consumo promedio de esta población es menor al consumo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) que es de 50 a 100 litros/habitante/día (ONU, 2014).

Arellano & Peña (2020) presentan modelos predictivos de consumo de agua aplicables al sector residencial. Para determinar la dotación de una población consideran variables relacionadas al consumo de agua agrupándolas en factores: sociodemográficos, socioeconómicos, gestión y calidad del agua y climatológicos.

Arellano & Lindao (2019) realizan un estudio en 11 ciudades ecuatorianas analizando parámetros asociados al consumo de agua. Los datos analizados contemplan las características organolépticas del agua y el consumo de agua de la red pública. La investigación correlaciona la calidad del agua y la gestión por parte de las empresas y el efecto en el consumo de agua embotellada determinando que la gestión del agua es el factor principal que afecta la calidad del agua.

Arellano et al, (2018) proponen nuevos rangos para la dotación de agua potable para poblaciones con habitantes inferiores a 150000. El primer rango contempla poblaciones menores a 500 habitantes, rango 2 entre 500 a 8000 habitantes, rango 3 entre 8000 y 30000, finalmente rango 4 contempla entre 30000 a 150000 habitantes. Rangos notablemente diferentes a los estipulados por la norma INEN donde solamente se contempla 3 rangos; el primero abarca poblaciones hasta 5000 habitantes, el segundo entre 5000 a 50000 habitantes, finalmente el tercer rango para poblaciones mayores a 50000 habitantes. Los autores mencionan que las dotaciones deben definirse de acuerdo con las distribuciones demográficas.

En México, Tzatchkov & Alcocer (2016) realizaron una modelación del comportamiento hidráulico y la calidad del agua para obtener la variación diaria estocástica

de la demanda de agua de uso residencial con base en parámetros estadísticos de su consumo. El estudio determina que el caudal de una tubería depende del número de casas a las que abastece. Los valores para el coeficiente de variación horaria obtenidos para una sola casa son de 3,23 y 1,64 para 500 o más casas.

Arellano et al, (2019) correlacionan la gestión del agua y los aparatos sanitarios para proveer un modelo que calcula la gestión a través de la cantidad de aparatos sanitarios con información de parámetros sociales, económicos, climáticos, demográficos y antropogénicos de 11 ciudades ecuatorianas. El modelo muestra que en ciudades grandes y medianas el consumo de agua depende directamente del número de aparatos sanitarios de la vivienda.

Ambato & Machado (2022) obtuvieron los registros históricos de consumo mensual de agua potable de la población de Rumiñahui y Machachi. En el cantón Machachi el consumo máximo se dio en el mes de julio 2014 y fue de 24,52 m³/usuario/mes. En Rumiñahui el consumo máximo se presentó en junio 2020 y fue 32,40 m³/usuario/mes. Los autores manifiestan que estos consumos están relacionados con parámetros socioeconómicos y demográficos y con un factor migratorio. En cuanto al coeficiente de variación el valor obtenido en Machachi es $k_d=1,23$ y en Rumiñahui $k_d=1,60$. En ambos casos los valores se encuentran fuera del rango 1,3 y 1,5 establecidos por la norma CPE INEN 005-9-1. Los valores de coeficiente de variación obtenidos al ser reales servirían para realizar un diseño adecuado del sistema de abastecimiento de agua potable que posea características similares a la población en estudio.

Anangonó & Chimarro (2022) en su tesis de pregrado realizan una comparación de los consumos históricos de agua enfocados en el sector residencial en cantones de las provincias de Imbabura y Pichincha. Los resultados obtenidos del cantón Atuntaqui sobre el consumo máximo de agua fue 26,13 m³/usuario/mes y se obtuvo un valor de coeficiente de variación de consumo $K_d=1.54$. En Cotacachi el consumo máximo se dio en octubre 2016 de 36.85 m³/usuario/mes y $k_d=2,23$. En Cayambe el consumo máximo fue en diciembre 2009 de 23,56 m³/usuario/mes y $k_d=1,17$. En Juan Montalvo el consumo máximo se dio en octubre 2010 de 19,29 m³/usuario/mes y $k_d=1,21$. Con excepción de Atuntaqui cuyo valor del coeficiente de variación se aproxima a los valores establecidos por la norma CPE INEN 005-9-1 los valores k_d obtenidos para las otras poblaciones en estudio no se encuentran dentro de los rangos establecidos por la normativa.

Jiménez (2021) aplica un análisis estadístico a datos de consumo de agua potable de 3 poblaciones ecuatorianas para comparar el consumo histórico y determinar valores de coeficiente de variación reales para las poblaciones en estudio. En el cantón El Ángel el consumo máximo histórico registrado fue en diciembre 2014 de 18,55 m³/usuario/mes y el valor determinado de $k_d=1,28$. En Mira el consumo máximo fue en junio 2015 de 19,75 m³/usuario/mes y el valor determinado de $k_d=1,54$. En San Miguel de Urcoquí el consumo máximo se dio en agosto 2015 de 15,30 m³/usuario/mes y se determinó un valor $k_d=1,34$. El autor manifiesta que parámetros como costumbres, movilidad, número de personas en el hogar y la frecuencia para cocinar no son factores que determinan el aumento en el consumo

de agua en las poblaciones analizadas. En este estudio se evidencio que el aislamiento social no tiene trascendencia en el consumo de agua en el sector residencial.

Caicedo (2022) en su tesis de pregrado realiza pruebas de normalidad y homocedasticidad con los registros de consumos históricos de agua del cantón Ibarra y define un valor del coeficiente de variación $k_d=1,216$ ubicado por debajo del rango establecido por la norma. El consumo máximo se registró en enero 2010 de 19,548 m³/usuario/mes. El autor manifiesta que la gestión, calidad del agua, y la demografía son los factores que más inciden en el consumo de agua. En este estudio compara los valores k_d obtenidos de poblaciones aledañas donde 9 de 10 tiene valores que están fuera del rango recomendado por la norma CPE INEN 005-9.

En los estudios realizados por Ambato & Machado (2022), Anangonó & Chimarro (2022), Caicedo (2022) y Jiménez (2021) determinan valores de coeficiente de variación de consumo para diferentes poblaciones. Los valores hallados coinciden en que el coeficiente k_d es menor para poblaciones grandes y mayor en poblaciones pequeñas. Estos resultados también confirman lo indicado en otros trabajos de titulación, que en sectores con poblaciones pequeñas existe un consumo mayor en comparación con poblaciones grandes.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

El presente estudio es de carácter investigativo y se utilizó un método cuantitativo de forma sistemática. Ayuda a agrupar y analizar la información requerida. El propósito del estudio es proponer una alternativa al problema de investigación de manera numérica, para este caso es un valor de coeficiente de variación de consumo (Kd) para la población en estudio. El procedimiento se lo realiza mediante el uso de herramientas matemáticas como es el programa Microsoft Excel y estadísticas como es el Minitab. Mediante un diagrama se presenta el desarrollo de la investigación.

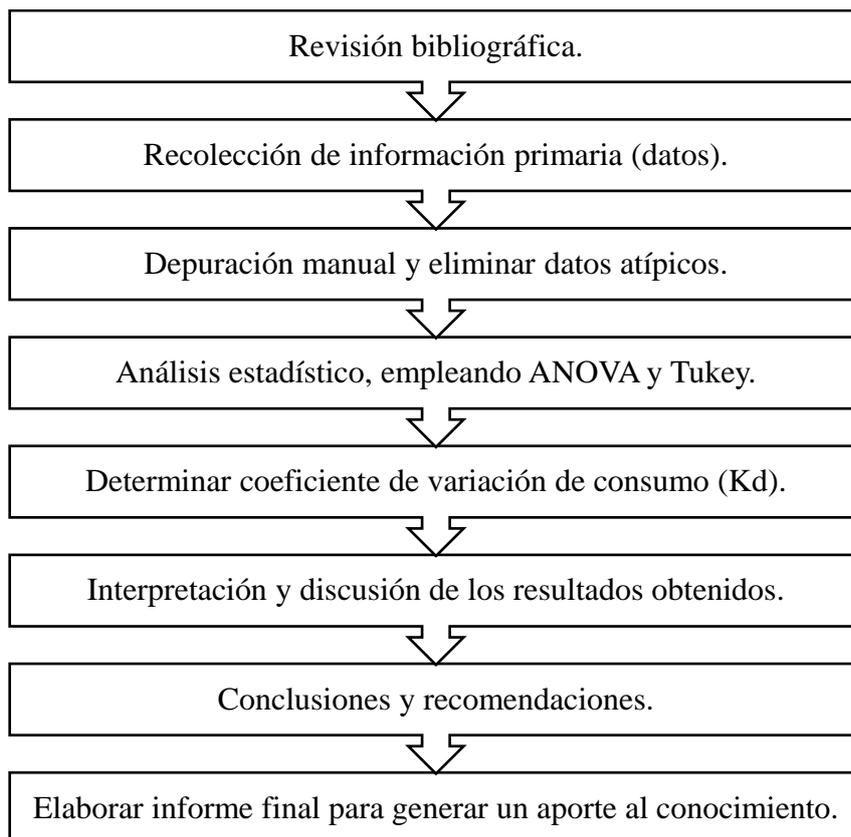


Ilustración 2 Proceso del desarrollo de la investigación

Fuente: Calderón P. & Vacacela I. (2022)

Para la etapa inicial de esta investigación se recopiló información de relevancia referente a los temas afines con el consumo de agua potable en documentos publicados en sitios web oficiales. La información necesaria para este documento se la obtuvo principalmente de Repositorios universitarios, Scopus, revistas científicas, Google Académico, ReserchGate y ProQuest.

Identificando posibles zonas de estudio se verificó que localidades cuentan con la información necesaria para la investigación. En el DMQ la entidad EPMAPS maneja los registros de consumo de agua potable de las parroquias rurales requeridos para el desarrollo de este proyecto.

Los registros fueron proporcionados personalmente por EPMAPS, bajo la responsabilidad de la Licenciada Ana Karina Contento, jefa de la Unidad Lecturas y

Facturación. Los datos proporcionados corresponden al consumo mensual de agua potable por usuario en metros cúbicos, recalando que el estudio se enfoca únicamente en usuarios residenciales. En la tabla 4 se detalla el número de datos en estudio.

Tabla 4

Datos de análisis del consumo de agua potable de las parroquias en estudio.

Parroquia	N° Hab. (Censo 2010)	N° Usuario s	Datos Desde	Datos Hasta	N° Meses	Total de datos
Alangasí	24251	5 348	ene-10	dic-17	96	664.520
Amaguaña	31106	4 507	ene-10	dic-17	96	540.589
Cumbayá	31463	7 700	ene-10	dic-17	96	941.286
Pomasqui	28910	6 420	ene-10	dic-17	96	816.311
Puembo	13593	2 377	ene-10	dic-17	96	277.732
Tumbaco	49944	9 485	ene-10	dic-17	96	1'170.01 5
Total datos finales						4'410.45 3

Fuente: Calderón P. & Vacacela I. (2022)

Mediante el uso del programa Microsoft Excel se ordenará los datos de los consumos por años de manera ascendente. Para la depuración manual se debe eliminar los valores negativos, ceros y las celdas en blanco (Vacías). Los datos eliminados son asumidos como malas lecturas por parte del personal técnico encargado de esa actividad o a su vez que existe averías en el medidor.

Se ingresará los datos anteriormente depurados manualmente al software Minitab y con el uso del comando “cajas” se identifica y elimina valores atípicos de cada mes y año. Con la gráfica de cajas y bigotes se separan y eliminan los datos atípicos mediante rangos. Al final se cumple con el objetivo de tener diagramas de cajas y bigotes libre de datos con valores atípicos.

La gráfica de caja y bigotes es una forma de indicar grupos de datos numéricos a través de sus cuartiles y permite evaluar la tendencia y variabilidad de distribución de los datos. Los elementos que componen la gráfica de bigotes son: mediana, caja de rango intercuartil y bigotes (Minitab18, 2019).

La mediana representa la línea interna de la caja del gráfico y es un valor intermedio de todos los datos, sobre la línea se encuentra la mitad de los datos y por debajo de la línea se encuentra la otra mitad. La caja de rango intercuartil es la que representa el 50% de los datos intermedios y brinda la distancia que existe entre el primer y tercer cuartil. Los bigotes son las líneas que sobresalen de cualquier lado de la caja y representan el 25% de los datos en la parte superior y el 25% en la parte inferior sin tomar en cuenta los valores atípicos. Los datos atípicos se los representa mediante un asterisco (*), son valores muy alejados de la muestra y se los elimina de nuestra base de datos.

Con nuestros datos libre de valores atípicos se realizará pruebas de normalidad y homocedasticidad. En la prueba de normalidad podemos observar si nuestra base de datos depurados tiene una distribución normal. Para tener una distribución normal se debe insertar los datos, construir un polígono con una variable continua y obtener una gráfica de forma de campana (Minitab18, 2018).

La prueba de normalidad se puede realizar de tres maneras tomando en este caso la prueba de normalidad de Anderson-Darling. Es el tipo de prueba que más se utiliza y recomiendan diferentes investigadores para este modelo de estudios.

Una manera de verificar si nuestros datos se encuentran en una distribución normal es revisando que el valor p dado por el Minitab sea menor a 0.05, si no cumple con esta condición podemos asumir que tiene una distribución no normal.

Al tener una muestra de datos con distribución no normal se puede lograr tener resultados idóneos utilizando el teorema del límite central solo si se tiene una base de datos amplia. El teorema indica que la distribución de la media de los datos se asemeja a la distribución normal de acuerdo con el incremento de la magnitud de los datos. Por lo general un tamaño de muestra de 20 datos suele ser apropiado (Minitab18, 2018).

La prueba de homocedasticidad o también llamado homogeneidad de varianzas nos permite verificar si los datos que se están analizando se encuentran distribuidos aleatoriamente en la parte superior como en la parte inferior de un eje cero. Mediante la gráfica de residuos/ajustes se comprueba la distribución (Minitab19, 2020).

Al obtener una distribución normal o si se cumple la condición de la distribución no normal de tener una muestra lo suficientemente grande y se tiene una distribución aleatoria de datos se procede al análisis estadístico utilizando el análisis de la varianza (ANOVA). El uso del análisis de varianza de ANOVA identifica si todas las medias de los diferentes grupos son iguales o tienen una diferencia importante y a su vez plantea dos hipótesis: nula y alternativa.

La hipótesis nula hace referencia a que todas las medias de las muestras deben ser las mismas y para esto el valor de p debe sobre pasar el nivel de significancia. El nivel de significancia está representado por (α) y su valor es igual a 0.05. La hipótesis alternativa nos dice que el valor de p debe ser inferior al nivel de significancia por lo tanto al menos un valor de la media de las muestras es diferente a las demás.

Si tenemos una hipótesis alternativa debemos realizar la prueba de Tukey el cual nos ayuda a conformar grupos en rangos los valores de las medias. Mediante el 95% de nivel de significancia realiza una comparación en parejas de Tukey agrupando por rangos los datos de los consumos de agua potable del año o mes que sean iguales y se asignan con una letra.

Se realizará una comparación de picos de consumos máximos y mínimos de cada mes y año mediante el uso de gráficas de intervalos.

Para encontrar el coeficiente de variación de consumo máximo diario se debe despejar el coeficiente de variación K_d de la ecuación [Ecuación 1]. Quedando como resultado la ecuación [Ecuación 3], expresada a continuación:

$$kd = Q_{m\acute{a}x.d\acute{a}a}/Q_{med.d\acute{a}ario} \quad [Ecuaci\acute{o}n\ 3]$$

Donde:

- **Kd:** Coeficiente de variación de consumo de las parroquias rurales del DMQ.
- **Qmáx.día:** Consumo de agua mensual máximo de los registros históricos de las parroquias del DMQ.
- **Qmed.diario:** Promedio del consumo de agua de los registros históricos de las parroquias del DMQ.

Se debe realizar la interpretación de todos los datos obtenidos para entender claramente el proceso estadístico que se efectuó. Finalmente se realizará el informe final.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

La información corresponde al consumo medio diario por usuario de 6 parroquias pertenecientes al DMQ, desde enero 2010 hasta diciembre 2017, teniendo un número total de datos primarios (crudos) por parroquia para: Alangasí (664.520), Amaguaña (540.589), Cumbayá (941.286), Pomasqui (816.311), Puembo (277.732) y Tumbaco (1'170.015) dando un total de 4'410.453 datos primarios. Esta información fue otorgada por parte de EMAPS, fundamental para la obtención del coeficiente de variación de consumo mensual del servicio de agua potable de las parroquias en estudio.

La cantidad de datos tras realizar un procesamiento manual el cual consistió en ordenar de manera descendente y en una depuración manual (en la cual se eliminó ceros, negativos y vacíos) por parroquia se detallan a continuación: Alangasí (611.667), Amaguaña (481.921), Cumbayá (893.351), Pomasqui (750.116), Puembo (256.407) y Tumbaco (1'094.151) en total se tuvo 4'087.613 datos de consumo. En la tabla 5 se detalla la información descrita con anterioridad.

Tabla 5

Cuadro de resumen de la información procesada.

Parroquia	Población (Censo- 2010)	Nº Usuario	Datos Desde	Datos Hasta	Nº Meses	Datos primarios	Pros. Manual	Sin datos anómalos
Alangasí	24251	5 348	ene-10	dic-17	96	664.520	611.667	569.248
Amaguaña	31106	4 507	ene-10	dic-17	96	540.589	481.921	458.237
Cumbayá	31463	7 700	ene-10	dic-17	96	941.286	893.351	822.991
Pomasqui	28910	6 420	ene-10	dic-17	96	816.311	750.116	708.515
Puembo	13593	2 377	ene-10	dic-17	96	277.732	256.407	238.169
Tumbaco	49944	9 485	ene-10	dic-17	96	1'170.015	1'094.151	755.083
Total datos finales						4'410.453	4'087.613	3'552.243

Fuente: Calderón P. & Vacacela I. (2022)

Gráfica de cajas y bigotes

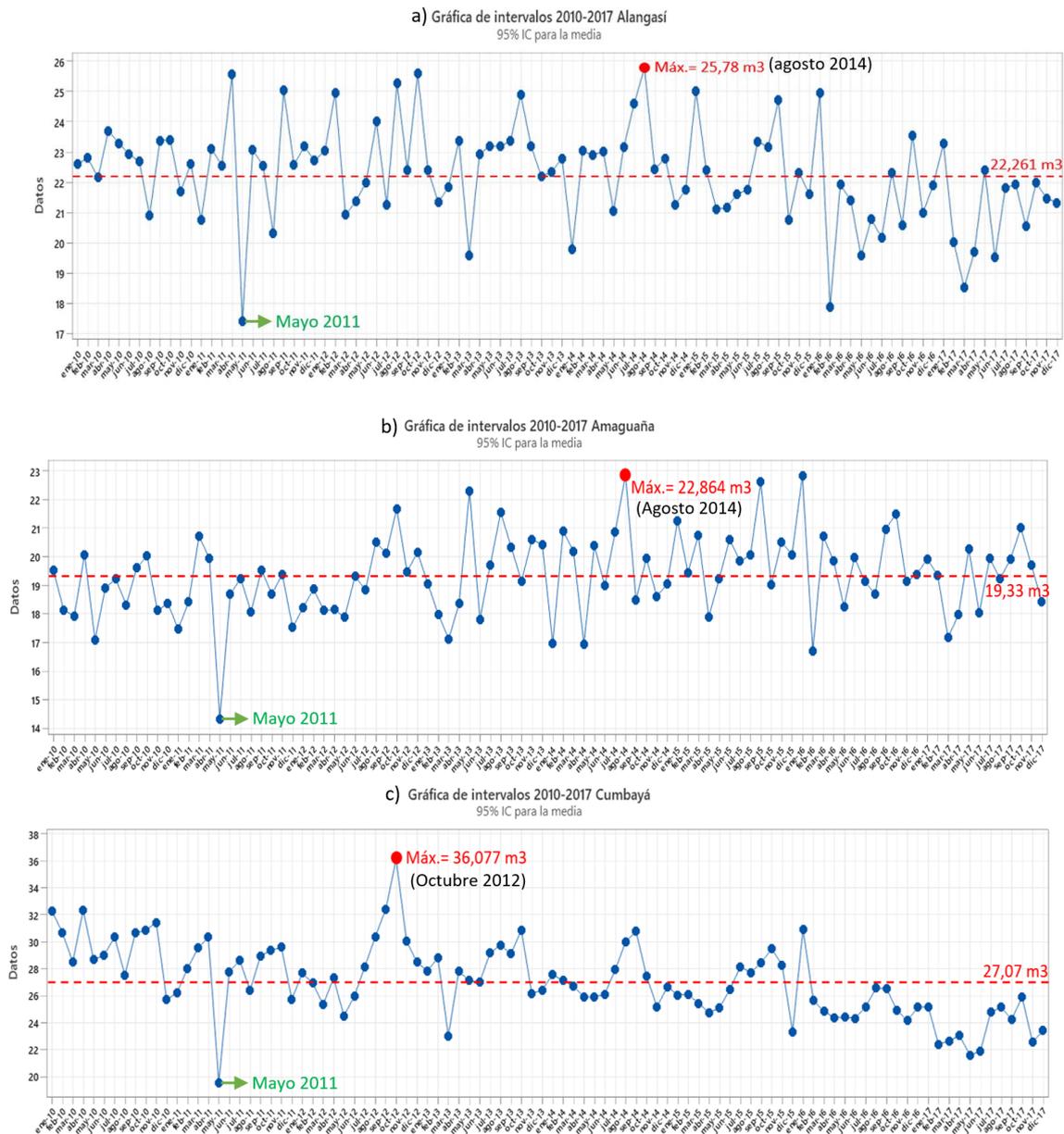
Tras el procesamiento manual realizado en Excel, se ingresan los datos en Minitab y se grafica el diagrama de cajas y bigotes con los datos de cada parroquia, obteniendo como resultado las gráficas que se presentan en los anexos 1, 3, 5, 7, 9 y 11 donde se observan los datos anómalos por parroquia. Mientras que en los anexos 2, 4, 6, 8, 10 y 12 se muestra únicamente los diagramas de cajas y bigotes, los datos anómalos se ocultaron intencionalmente para que la gráfica sea visible. Los datos atípicos se eliminaron manualmente para continuar con el análisis estadístico.

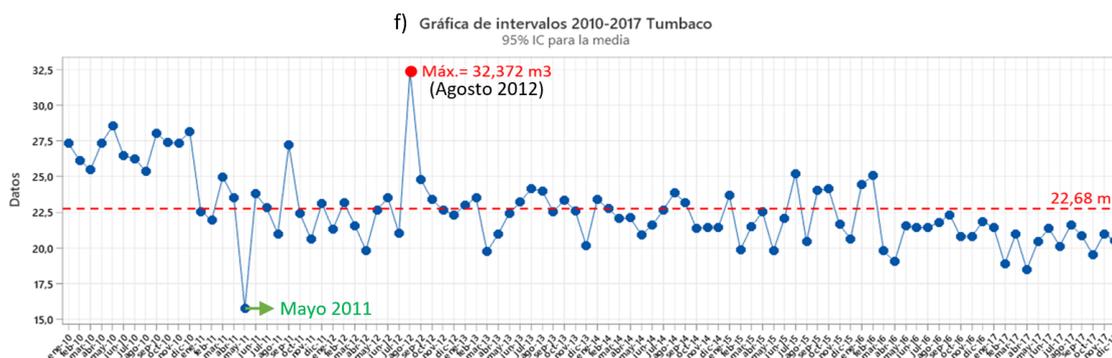
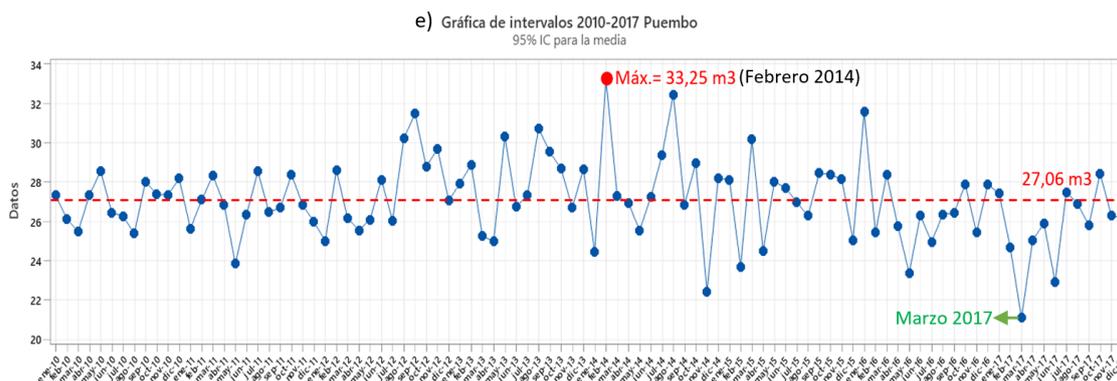
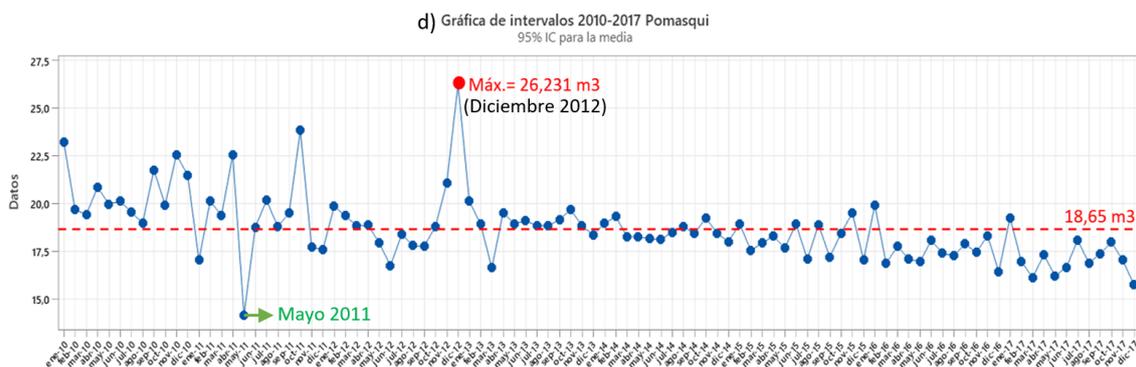
Gráfica de intervalos

Se muestran los diagramas de intervalos con los consumos medios mensuales de agua potable desde el año 2010 al 2017 de cada parroquia y un cuadro de resumen de estos en

donde se pueden apreciar los valores de consumo histórico máximos y mínimos. Con un círculo rojo se muestra el consumo máximo histórico. El consumo medio histórico está representado con una línea entrecortada roja.

En la ilustración 3 se muestra la tendencia de consumo de agua que presentan las parroquias del DMQ. Su comportamiento es cíclico con una notoria disminución en el consumo a lo largo de los años. A partir del año 2013 el consumo en Amaguaña ha incrementado ya que se observa que las medias se encuentran sobre la media histórica. Desde el 2014 el consumo en Cumbayá ha disminuido ya que se observa que las medias se encuentran bajo la media histórica. En Pomasqui a partir del año 2013 se evidencia una disminución en el consumo ya que se observa que las medias se encuentran bajo la media histórica desde dicho año. El consumo máximo histórico se dio en diciembre 2012 de 26,231 m³. La parroquia Puenbo entre los años 2010-2012 presenta una tendencia regular en el consumo y desde el año 2013 existe un incremento en el consumo. En Tumbaco se observa una notable reducción en el consumo de agua a partir del año 2011 en adelante.





Las desviaciones estándar individuales se utilizaron para calcular los intervalos.

● Consumo Máximo histórico - - - - - Consumo Medio histórico

Ilustración 3 Gráfica de intervalos consumos medios 2010-2017 Parroquias del DMQ. A) Alangasí. B) Amaguaña. C) Cumbayá. D) Pomasqui. E) Puenbo. F) Tumbaco.

En tabla 6 se muestra un resumen de los consumos medios mensuales en donde se evidencia que el consumo máximo se dio en el mes agosto del año 2014 y el consumo mínimo histórico se dio en mayo 2011.

Tabla 6

Resumen de medias de consumo de agua en la parroquia Alangasí (m³/usuario/mes)

Mes	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Enero	22,592	20,765	23,041	21,847	19,79	25,01	24,96	23,27
Febrero	22,795	23,109	24,959	23,372	23,027	22,382	17,868	20,027
Marzo	22,15	22,553	20,92	19,579	22,887	21,095	21,918	18,52
Abril	23,699	25,563	21,359	22,932	23,023	21,164	21,403	19,686
Mayo	23,288	17,4	21,993	23,187	21,052	21,605	19,568	22,395
Junio	22,924	23,065	23,999	23,177	23,163	21,754	20,77	19,514

Julio	22,682	22,547	21,258	23,355	24,589	23,337	20,164	21,8
Agosto	20,905	20,302	25,261	24,894	25,78	23,158	22,306	21,92
Septiembre	23,377	25,036	22,4	23,191	22,423	24,71	20,589	20,556
Octubre	23,397	22,568	25,586	22,184	22,79	20,74	23,547	21,971
Noviembre	21,703	23,177	22,405	22,34	21,251	22,309	20,975	21,469
Diciembre	22,595	22,711	21,328	22,788	21,757	21,587	21,9	21,318

■ Consumo máximo ■ Consumo mínimo

Fuente: Calderón P. & Vacacela I. (2022)

En tabla 7 se muestra un resumen de los consumos medios mensuales de Amaguaña en donde se evidencia que el consumo máximo se dio en el mes agosto del año 2014 y el consumo mínimo histórico se dio en mayo 2011.

Tabla 7

Resumen de medias de consumo de agua de la parroquia Amaguaña (m³/usuario/mes)

Mes	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Enero	19,515	17,457	18,215	19,04	16,96	21,257	22,84	19,92
Febrero	18,125	18,412	18,853	17,973	20,903	19,438	16,689	19,341
Marzo	17,925	20,708	18,123	17,105	20,175	20,746	20,713	17,165
Abril	20,069	19,93	18,139	18,359	16,934	17,884	19,843	17,961
Mayo	17,085	14,299	17,879	22,3	20,388	19,217	18,245	20,267
Junio	18,909	18,678	19,315	17,804	18,981	20,605	19,97	18,024
Julio	19,211	19,235	18,823	19,713	20,854	19,841	19,129	19,942
Agosto	18,301	18,065	20,499	21,54	22,864	20,047	18,675	19,215
Septiembre	19,596	19,523	20,107	20,338	18,48	22,608	20,957	19,913
Octubre	20,028	18,685	21,665	19,134	19,936	19,015	21,494	21,001
Noviembre	18,108	19,376	19,472	20,598	18,611	20,513	19,119	19,703
Diciembre	18,358	17,511	20,15	20,42	19,032	20,062	19,375	18,431

■ Consumo máximo ■ Consumo mínimo

Fuente: Calderón P. & Vacacela I. (2022)

En tabla 8 se muestra un resumen de los consumos medios mensuales de Cumbayá en donde se evidencia que el consumo máximo se dio en el mes octubre del año 2012 y el consumo mínimo histórico se dio en mayo 2011.

Tabla 8

Resumen de medias de consumo de agua en la parroquia Cumbayá (m³/usuario/mes)

Mes	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Enero	32,27	26,214	27,655	27,828	27,548	26,029	30,892	25,159
Febrero	30,657	27,991	26,908	28,791	27,089	26,077	25,611	22,393
Marzo	28,462	29,502	25,315	22,977	26,711	25,399	24,833	22,634
Abril	32,315	30,309	27,276	27,785	25,861	24,732	24,351	23,022
Mayo	28,642	19,497	24,477	27,108	25,88	25,067	24,387	21,588
Junio	28,96	27,733	25,963	26,977	26,096	26,465	24,306	21,86
Julio	30,33	28,594	28,126	29,131	27,896	28,129	25,152	24,778
Agosto	27,52	26,384	30,349	29,732	29,978	27,697	26,536	25,116
Septiembre	30,618	28,929	32,379	29,08	30,734	28,43	26,515	24,22

Octubre	30,83	29,333	36,077	30,842	27,446	29,452	24,901	25,875
Noviembre	31,412	29,563	30,016	26,145	25,154	28,254	24,142	22,544
Diciembre	25,671	25,709	28,448	26,407	26,646	23,298	25,112	23,39

■ Consumo máximo ■ Consumo mínimo

Fuente: Calderón P. & Vacacela I. (2022)

En tabla 9 se muestra un resumen de los consumos medios mensuales de *Pomasqui* en donde se evidencia que el consumo máximo se dio en el mes de diciembre del año 2012 y el consumo mínimo histórico se dio en mayo 2011.

Tabla 9

Resumen de medias de consumo de agua de la parroquia Pomasqui (m³/usuario/mes)

Mes/Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Enero	23,222	17,0109	19,8258	20,1039	18,9422	18,8909	19,8866	19,2262
Febrero	19,6642	20,1169	19,3452	18,9011	19,2957	17,5317	16,8407	16,9592
Marzo	19,4004	19,3499	18,8057	16,6054	18,2491	17,9035	17,7317	16,0968
Abril	20,8382	22,5345	18,8534	19,5102	18,2475	18,2745	17,0748	17,2885
Mayo	19,9458	14,1122	17,9145	18,9253	18,1299	17,6409	16,9233	16,1903
Junio	20,1058	18,7496	16,7227	19,0881	18,0982	18,921	18,0417	16,6391
Julio	19,5211	20,1416	18,3695	18,8055	18,475	17,0613	17,3752	18,061
Agosto	18,9646	18,7792	17,7752	18,8302	18,7838	18,8646	17,2411	16,8633
Septiembre	21,7342	19,4691	17,7391	19,1247	18,4107	17,1776	17,8705	17,3496
Octubre	19,9125	23,8093	18,7897	19,6721	19,2349	18,4347	17,4126	17,9588
Noviembre	22,542	17,6922	21,0737	18,8107	18,4098	19,4835	18,293	17,0116
Diciembre	21,467	17,5647	26,2311	18,3437	17,9897	17,0272	16,4142	15,7407

■ Consumo máximo ■ Consumo mínimo

Fuente: Calderón P. & Vacacela I. (2022)

En tabla 10 se muestra un resumen de los consumos medios mensuales de *Puembo* en donde se evidencia que el consumo máximo se dio en el mes de febrero del año 2014 y el consumo mínimo histórico se dio en marzo 2017.

Tabla 10

Resumen de medias de consumo de agua de la parroquia Puembo (m³/usuario/mes)

Mes/Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Enero	27,2938	25,609	24,983	27,908	24,406	28,09	31,552	27,423
Febrero	26,1107	27,07	28,563	28,867	33,25	23,65	25,401	24,672
Marzo	25,4641	28,313	26,134	25,226	27,29	30,153	28,34	21,073
Abril	27,3068	26,84	25,533	24,968	26,928	24,474	25,726	25,013
Mayo	28,5339	23,825	26,074	30,295	25,513	28,004	23,353	25,881
Junio	26,4326	26,326	28,105	26,71	27,231	27,691	26,282	22,903
Julio	26,2475	28,515	26,027	27,296	29,351	26,941	24,934	27,473
Agosto	25,3561	26,446	30,201	30,708	32,433	26,27	26,34	26,886
Septiembre	28,0042	26,662	31,467	29,511	26,837	28,442	26,414	25,77
Octubre	27,3578	28,351	28,746	28,658	28,936	28,353	27,848	28,417
Noviembre	27,3244	26,813	29,678	26,675	22,407	28,129	25,402	26,297
Diciembre	28,1526	25,948	27,04	28,629	28,182	25,026	27,838	26,138

■ Consumo máximo ■ Consumo mínimo

Fuente: Calderón P. & Vacacela I. (2022)

En tabla 11 se muestra un resumen de los consumos medios mensuales de *Tumbaco* en donde se evidencia que el consumo máximo se dio en el mes de agosto del año 2012 y el consumo mínimo histórico se dio en mayo 2011.

Tabla 11

Resumen de medias de consumo de agua de la parroquia Tumbaco (m³/usuario/mes)

Mes/Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Enero	27,294	22,535	21,283	22,975	23,357	23,653	24,407	21,398
Febrero	26,111	21,951	23,145	23,486	22,737	19,852	25,05	18,853
Marzo	25,464	24,937	21,553	19,717	22,028	21,463	19,763	20,975
Abril	27,307	23,518	19,803	20,955	22,09	22,505	19,03	18,473
Mayo	28,534	15,723	22,621	22,371	20,899	19,775	21,533	20,402
Junio	26,433	23,759	23,494	23,195	21,573	22,071	21,411	21,35
Julio	26,248	22,776	20,995	24,119	22,629	25,185	21,423	20,106
Agosto	25,356	20,958	32,372	23,973	23,826	20,413	21,752	21,605
Septiembre	28,004	27,21	24,758	22,502	23,177	24,011	22,294	20,833
Octubre	27,358	22,397	23,362	23,345	21,34	24,119	20,77	19,507
Noviembre	27,324	20,598	22,629	22,578	21,422	21,616	20,764	20,959
Diciembre	28,153	23,096	22,293	20,146	21,429	20,608	21,835	20,491

■ Consumo máximo ■ Consumo mínimo

Fuente: Calderón P. & Vacacela I. (2022)

Prueba de normalidad y homocedasticidad

En las ilustraciones 19, 21, 23, 25, 27 y 29 se presentan las gráficas de probabilidad tras aplicar la prueba de normalidad de Anderson-Darling. Se tuvo un valor de p mayor a 0,05 para las parroquias Alangasí, Amaguaña, Cumbayá y Puenbo lo que indica que el conjunto de datos presenta una distribución normal. Las parroquias Pomasqui y Tumbaco presentan valores menores a 0,05 lo que indica una distribución no normal.

En las ilustraciones 20, 22, 24, 26, 28 y 30 se muestra la gráfica de residuos versus ajustes que da como resultado al realizar la prueba de homocedasticidad para las parroquias en estudio. Se observa que en todas las parroquias existe una dispersión de datos.

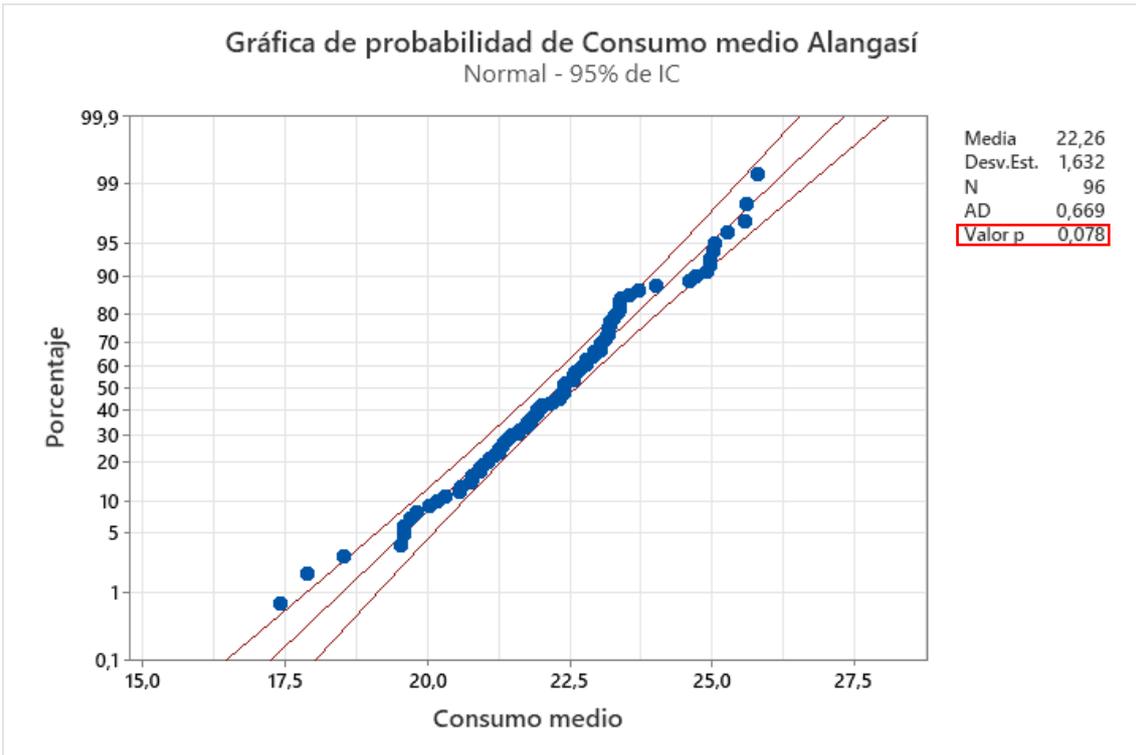


Ilustración 4 Gráfica de normalidad Parroquia Alangasí

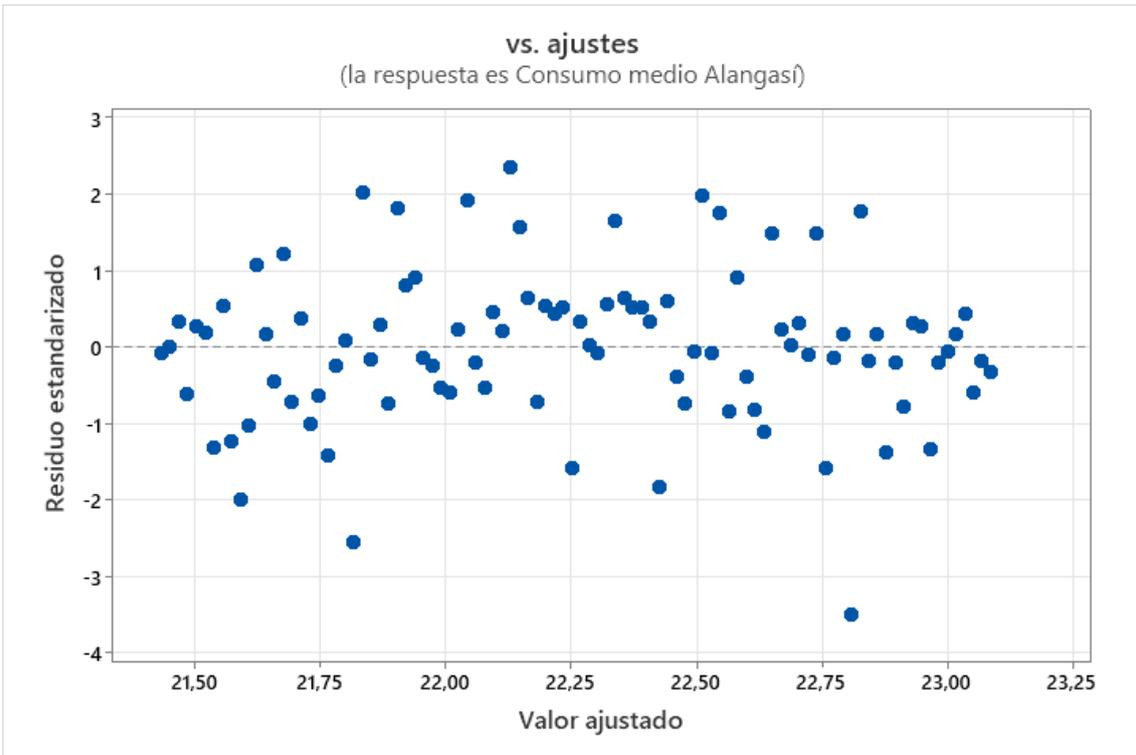


Ilustración 5 Gráfica de residuos estandarizado vs. Valores ajustados Parroquia Alangasí

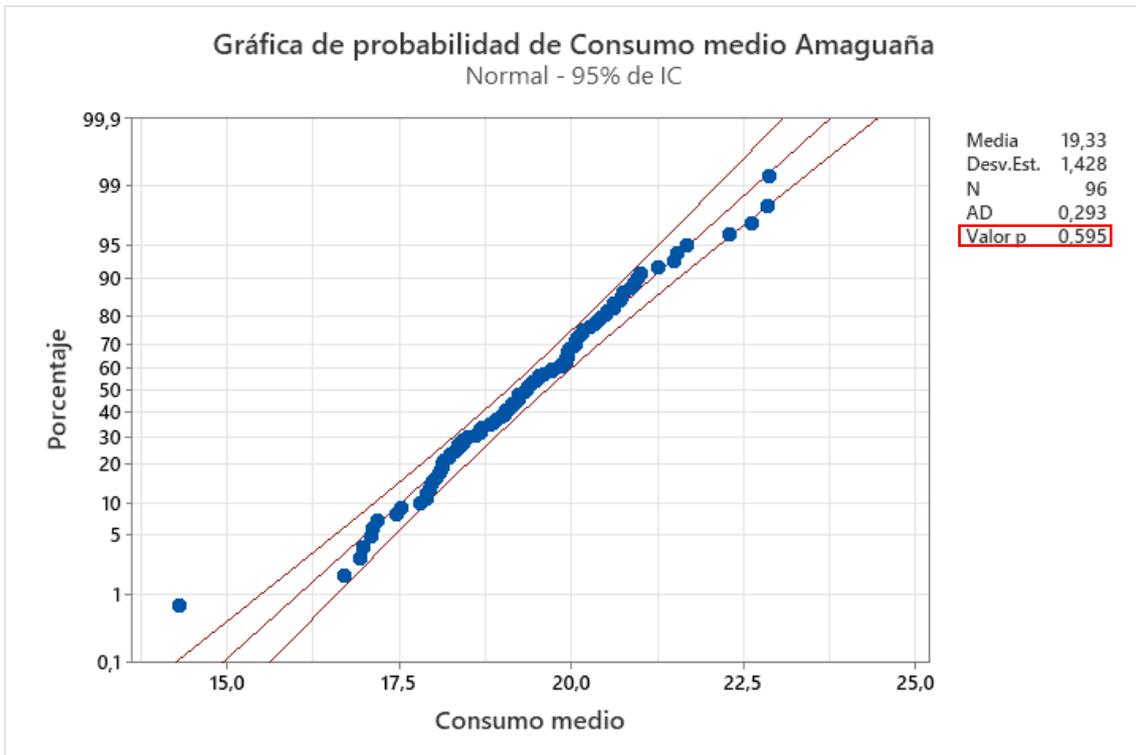


Ilustración 6 Gráfica de normalidad Parroquia Amaguaña

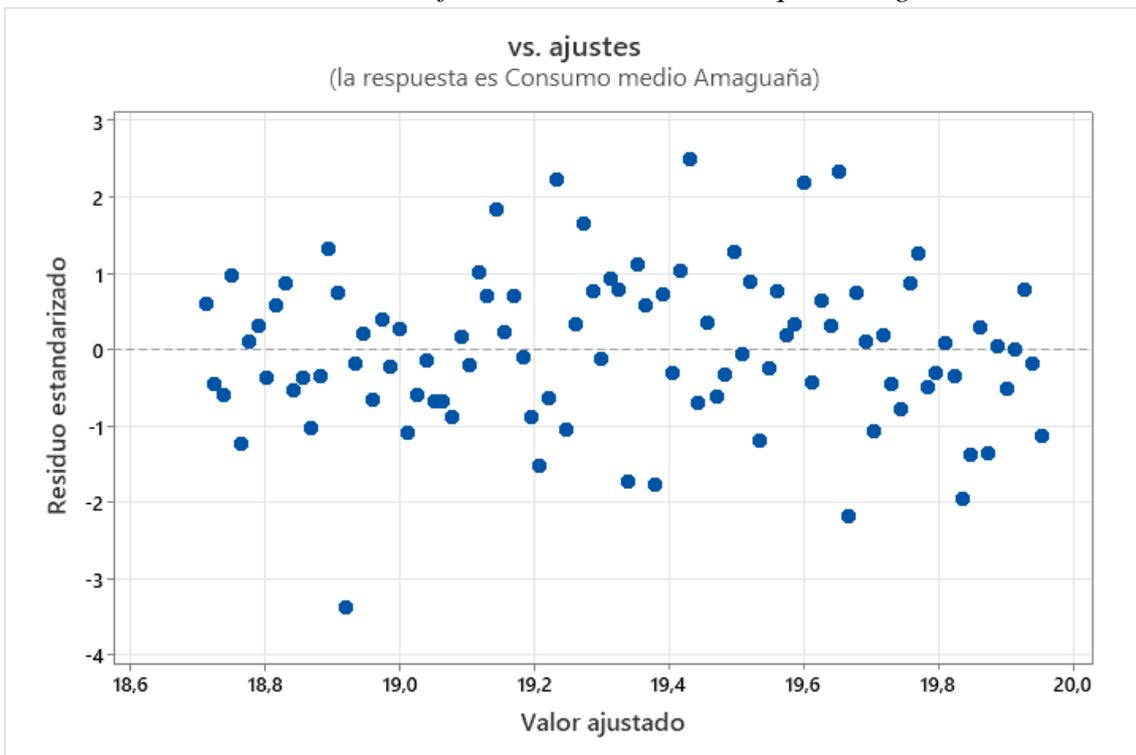


Ilustración 7 Gráfica de residuos estandarizado vs. Valores ajustados Parroquia Amaguaña

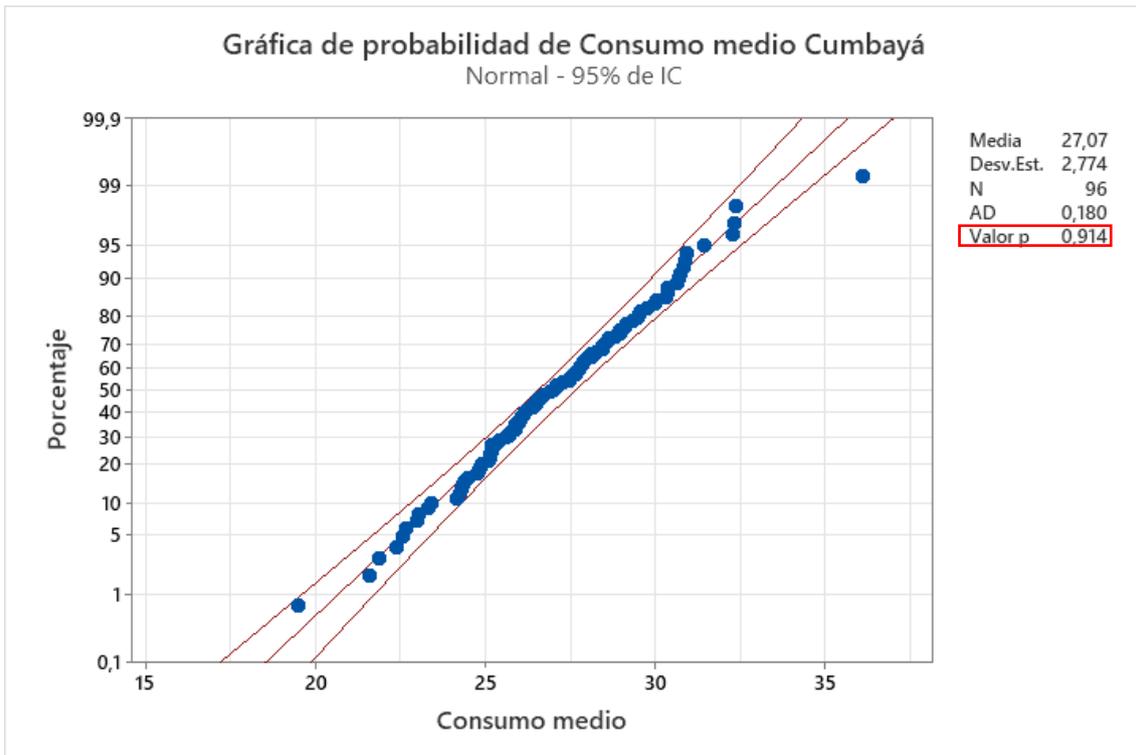


Ilustración 8 Gráfica de normalidad Parroquia Cumbayá

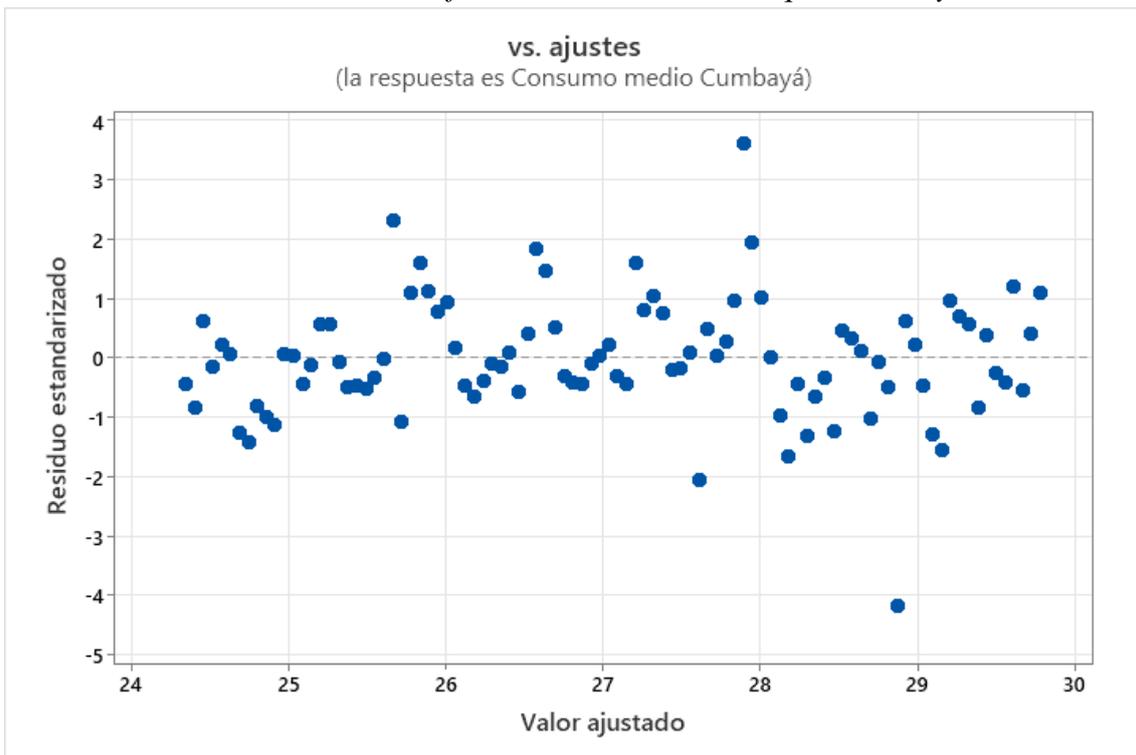


Ilustración 9 Gráfica de residuos estandarizado vs. Valores ajustados Parroquia Cumbayá

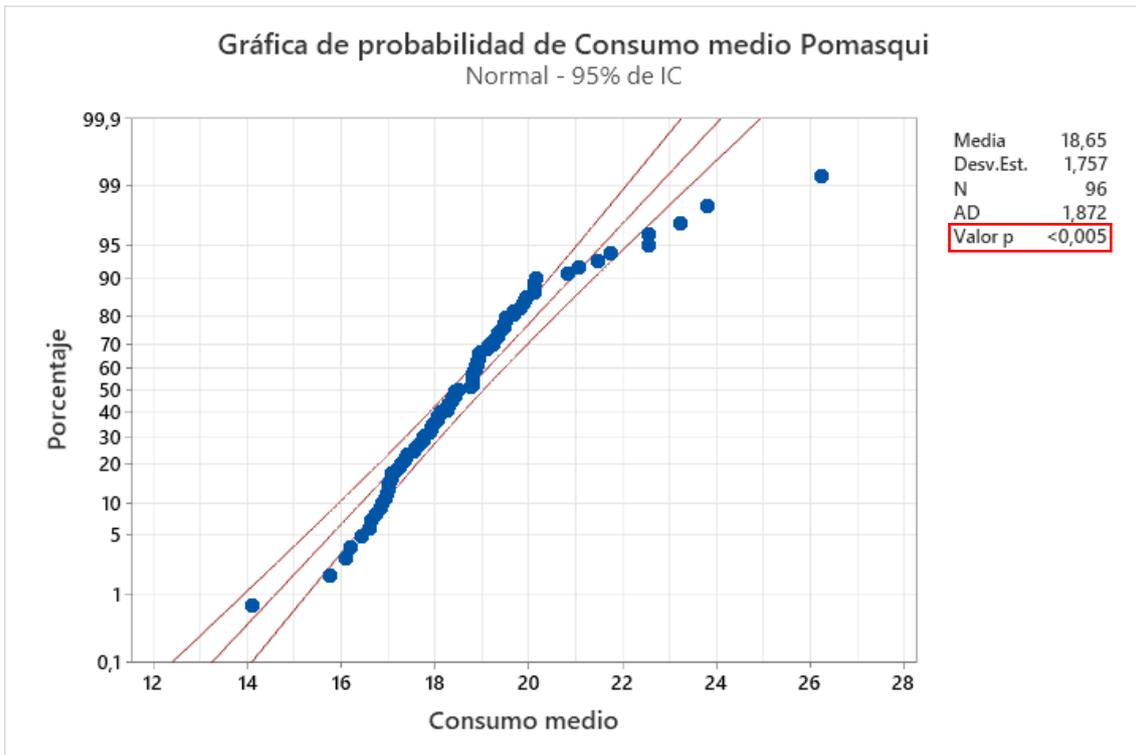


Ilustración 10 Gráfica de normalidad Parroquia Pomasqui

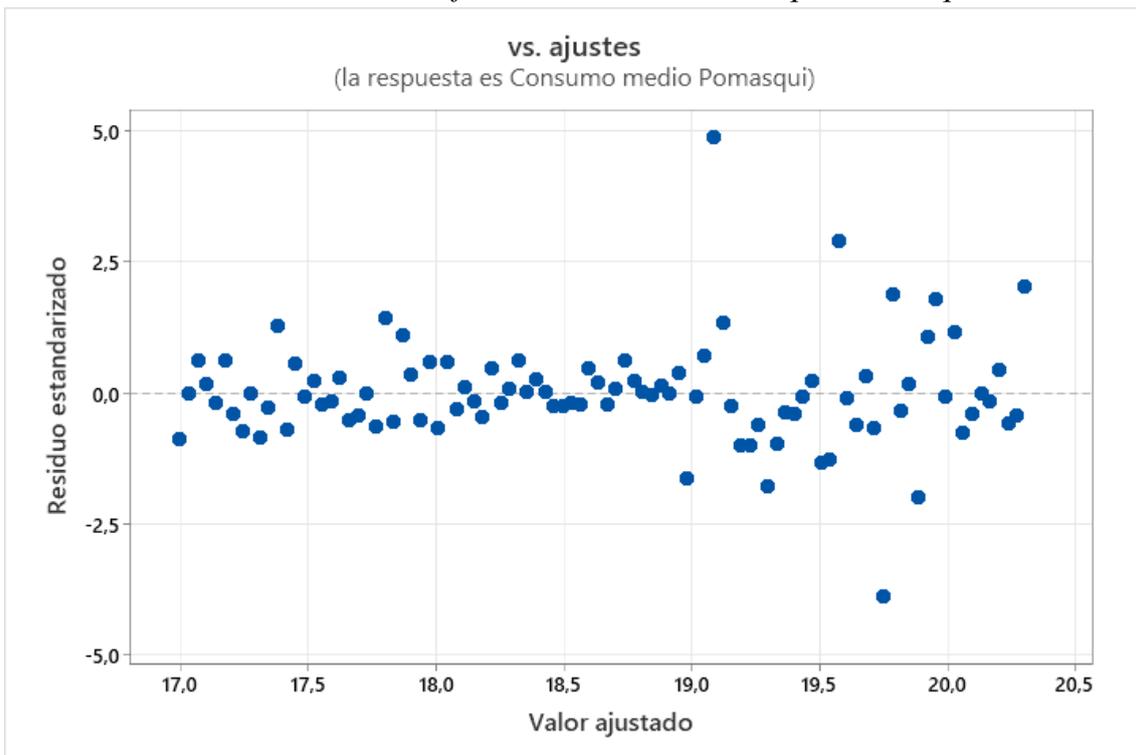


Ilustración 11 Gráfica de residuos estandarizado vs. Valores ajustados Parroquia Pomasqui

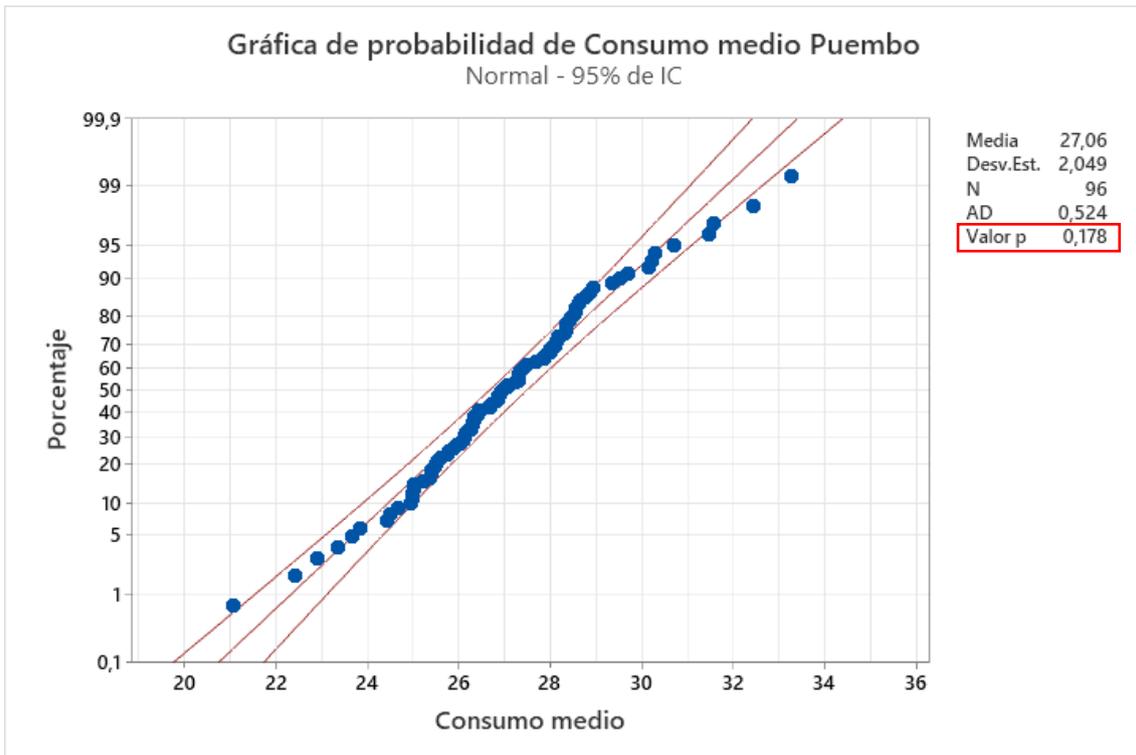


Ilustración 12 Gráfica de normalidad Parroquia Puembo

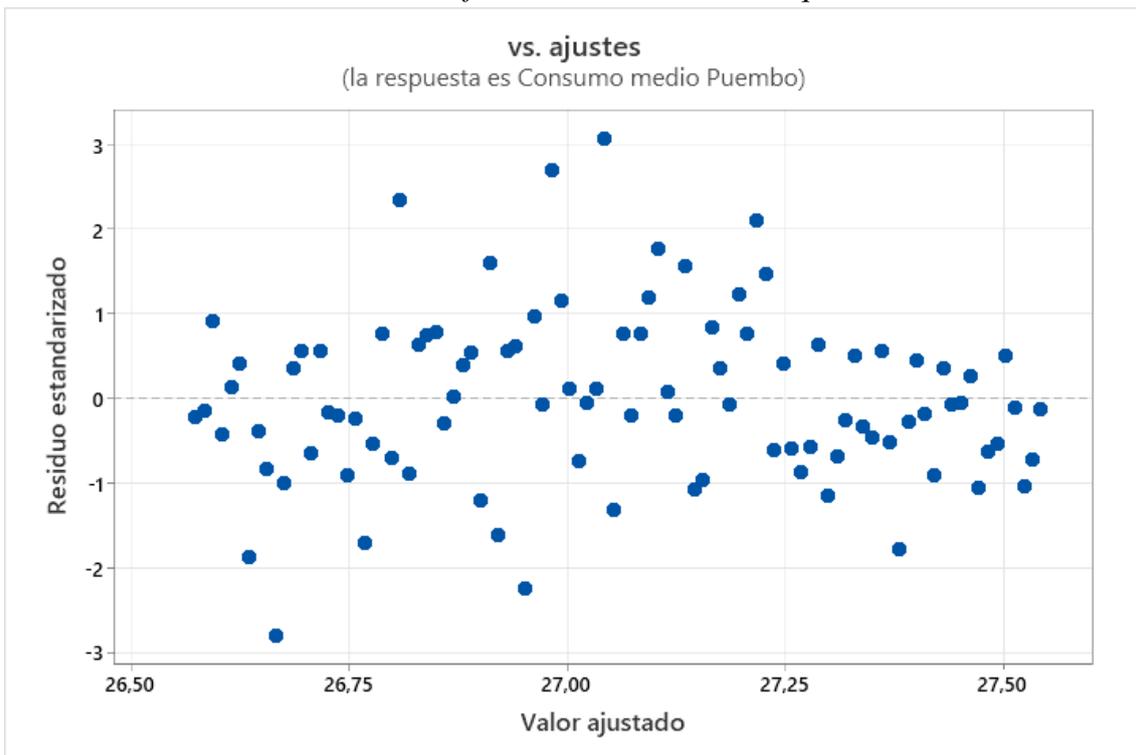


Ilustración 13 Gráfica de residuos estandarizado vs. Valores ajustados Parroquia Puembo

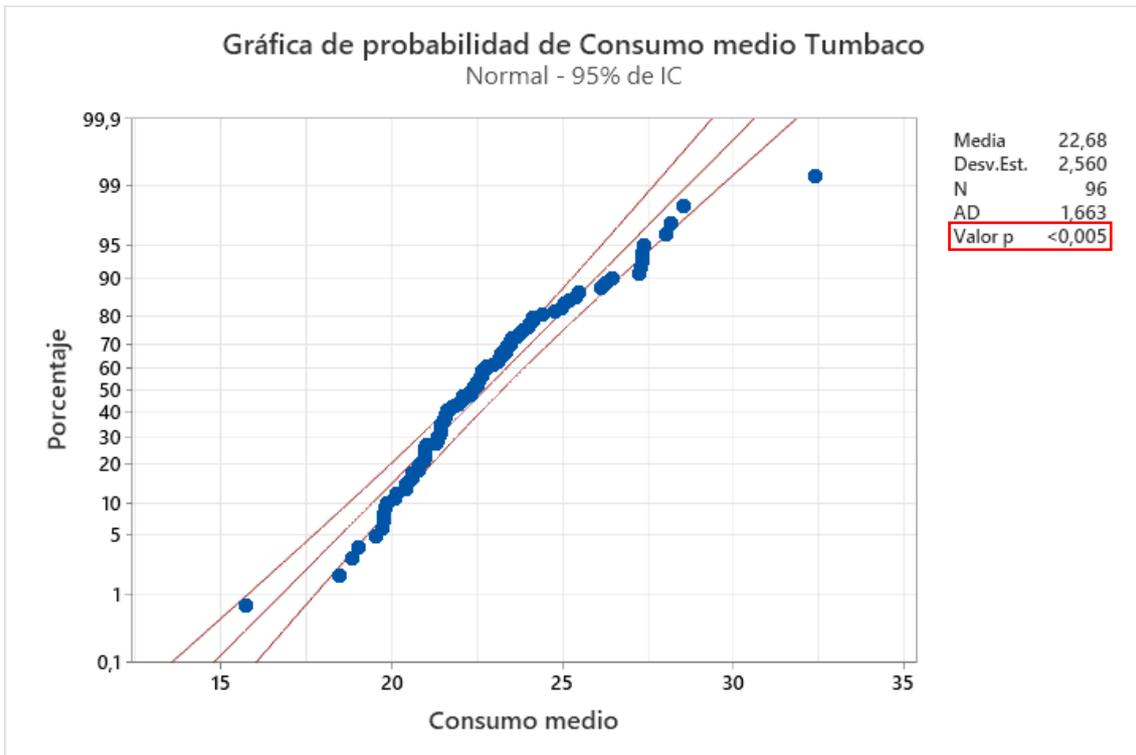


Ilustración 14 Gráfica de normalidad Parroquia Tumbaco

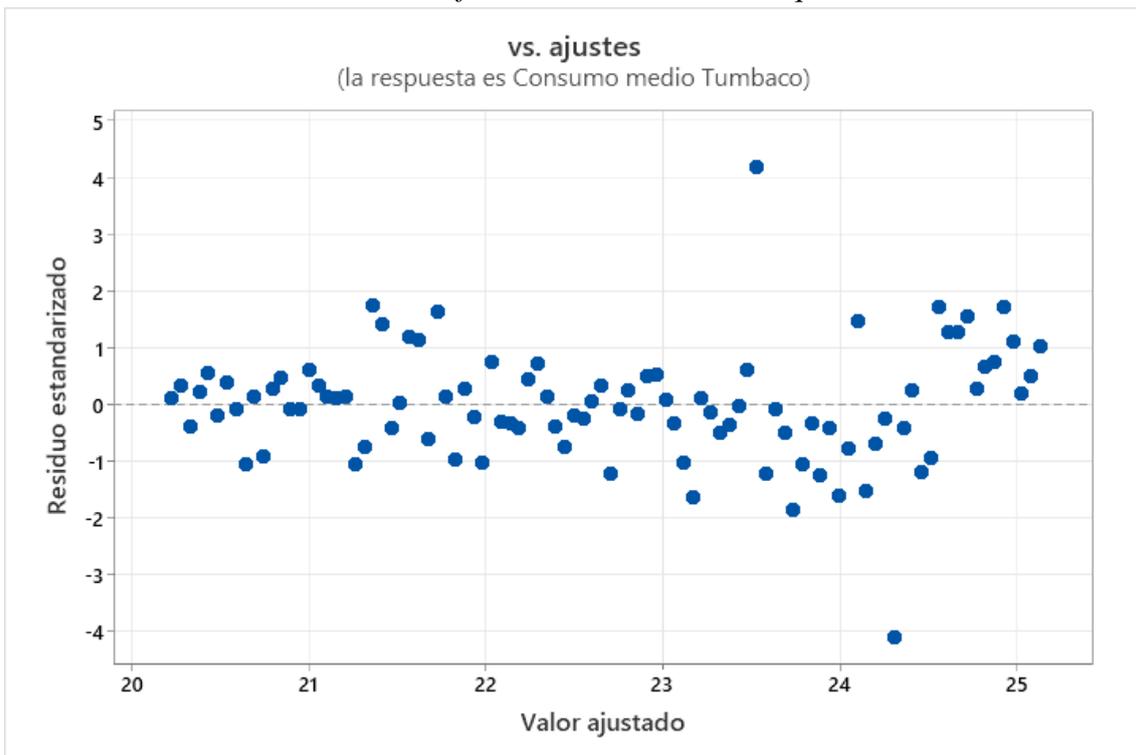


Ilustración 15 Gráfica de residuos estandarizado vs. Valores ajustados Parroquia Tumbaco

Transformación de Johnson para datos no normales

En las parroquias Pomasqui y Tumbaco cuyo valor p es inferior a 0,05 se aplicó el modelo de Johnson para transformar a datos normales. En la ilustración 31 se presenta los

resultados de la transformación aplicada en la parroquia Pomasqui. En la ilustración 32 se muestra los resultados de la transformación aplicada en la parroquia Tumbaco.

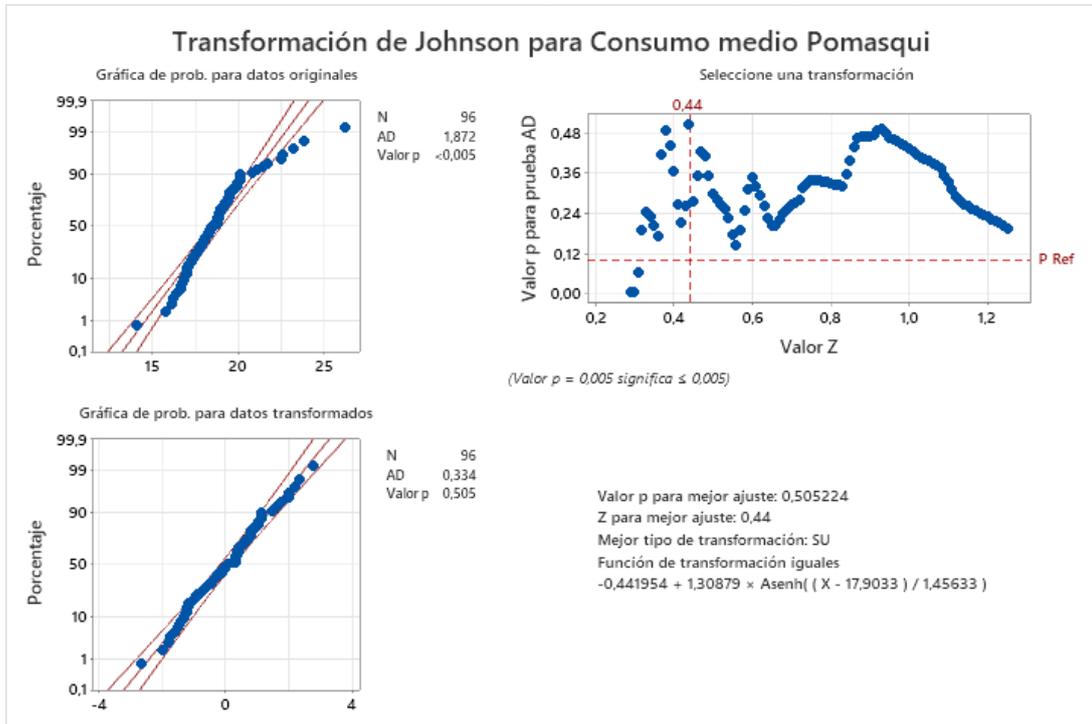


Ilustración 16 Transformación de Johnson parroquia Pomasqui

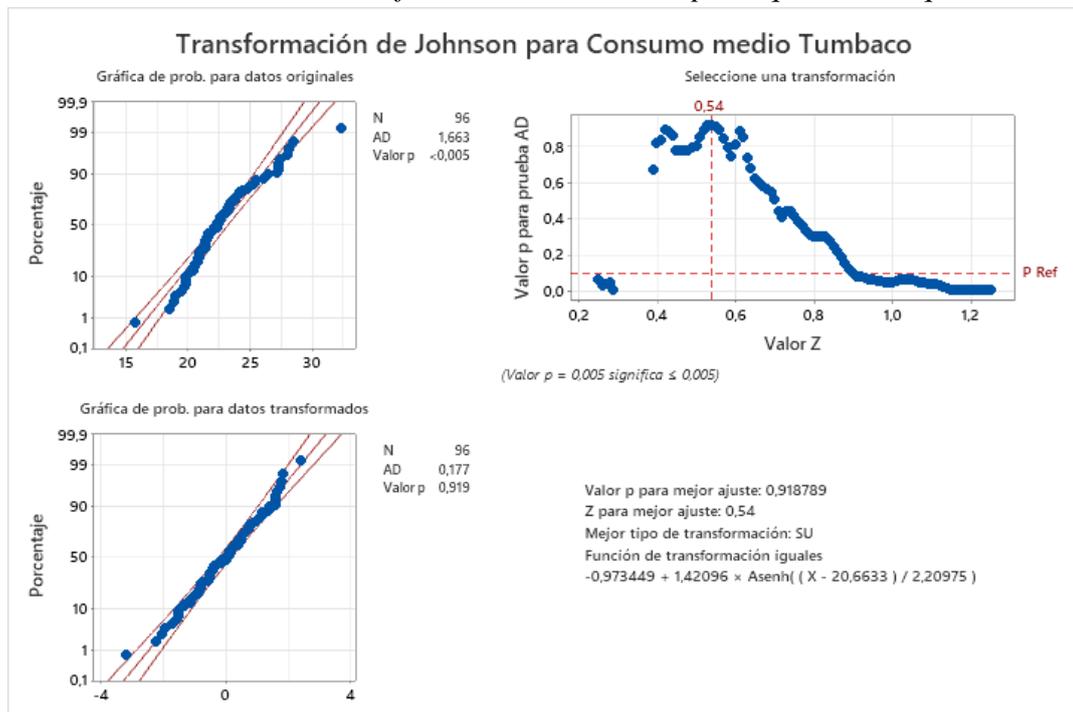


Ilustración 17 Transformación de Johnson parroquia Tumbaco

Análisis ANOVA

Al realizar el análisis de varianza se determinó si las medias son diferentes. Los resultados del análisis para cada parroquia se detallan en la tabla 8. El valor p obtenido de cada una de las parroquias es de 0,000.

Tabla 12

Análisis de varianza de medias Alangasí

Parroquia	Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Alangasí	Factor	95	1514794	15945,2	68,31	0,000
	Error	569152	132845685	233,4		
	Total	569247	134360478			
Amaguaña	Factor	95	921351	9698,4	54,59	0,000
	Error	458141	81389124	177,7		
	Total	458236	82310475			
Cumbayá	Factor	95	6151646	64754,2	192,83	0,000
	Error	822895	276333180	335,8		
	Total	822990	282484827			
Pomasqui	Factor	95	2012153	21180,6	153,90	0,000
	Error	708419	97496389	137,6		
	Total	708514	99508542			
Puembo	Factor	95	1015046	10684,7	29,46	0,000
	Error	238073	86339129	362,7		
	Total	238168	87354175			
Tumbaco	Factor	95	4225889	44483,0	189,73	0,000
	Error	1022487	239723973	234,5		
	Total	1022582	243949862			

Nota: GL: Grados de libertad; SC Ajust: Suma ajustada de cuadrados; MC Ajust: Cuadrado medio ajustado; Valor F: Variación entre medidas de muestra/variación en las muestras; Valor p: Nivel de significancia.

Fuente: Calderón P. & Vacacela I. (2022)

Prueba de TUKEY

Al realizar la prueba de TUKEY se agrupa la información con un nivel de confianza de 95%. En los anexos 13, 14, 15, 16, 17 y 18 se muestra las agrupaciones correspondientes a cada parroquia de estudio. Las agrupaciones tipo A corresponden a los consumos máximos por parroquia.

Coefficiente de variación de consumo (kd)

Mediante la ecuación 3 se calculó el coeficiente de variación de consumo para las parroquias Alangasí, Amaguaña, Cumbayá, Pomasqui, Puembo y Tumbaco, resultados expresados en la última columna de la tabla 13.

Tabla 13

Resultados de coeficiente de variación de consumo kd.

Parroquia	Población (Censo- 2010)	Usuarios	Cobertura de agua potable		Consumo máximo histórico	Consumo medio	kd
			Porcentaje cobertura	Según año (PDOT Parroquial)*			
Alangasí	24251	5 348	94,74 %	2020	25,78	22,26	1,16
Amaguaña	31106	4 507	81,55 %	2020	22,86	19,33	1,18
Cumbayá	31463	7 700	98,59 %	2019	36,077	27,07	1,33
Pomasqui	28910	6 420	97,0 %	2021	26,231	18,65	1,41
Puembo	13593	2 377	98,8 %	2015	33,25	27,06	1,23
Tumbaco	49944	9 485	95,0 %	2020	32,372	22,68	1,43

NOTA: *“Según año (PDOT Parroquial)”*: Se refiere al año donde se determinó el porcentaje de cobertura de agua potable de cada parroquia de acuerdo con su respectivo Plan de Desarrollo de Ordenamiento Territorial Parroquial (PDOT Parroquial).

Fuente: Calderón P. & Vacacela I. (2022)

Los valores de coeficiente kd hallados para las parroquias del DMQ se detallan en la ilustración 18 agrupados de acuerdo con la cercanía geográfica que existe entre las parroquias.

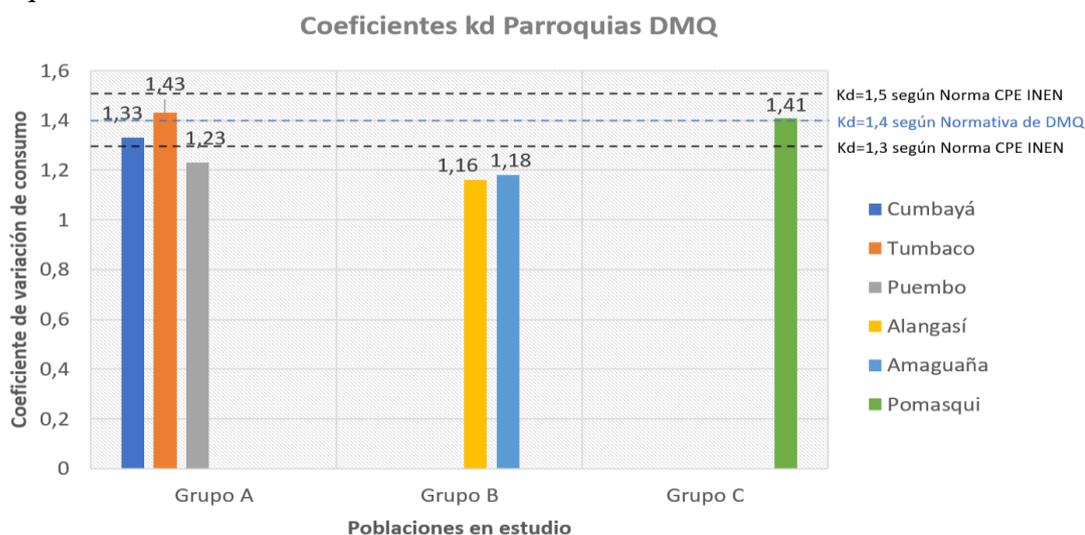


Ilustración 18 Comparativa de coeficiente (kd) de las parroquias del DMQ analizadas.

En la ilustración 19 se muestra una comparación de los valores kd con ciudades que tienen un número similar en población a las parroquias en estudio tomando en cuenta que la población ronda entre 13000 y 50000 habitantes.

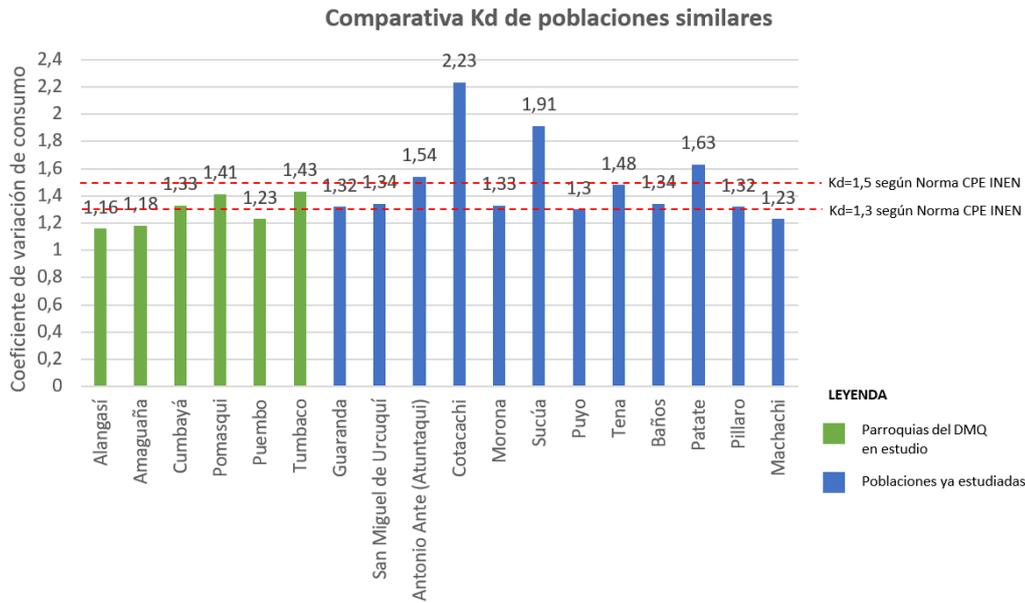


Ilustración 19 Comparativa de coeficiente kd con ciudades con número de población similar a las poblaciones en estudio.

En la ilustración 20 se realiza una comparación con poblaciones aledañas a las parroquias en estudio pertenecientes a las provincias de Pichincha e Imbabura.

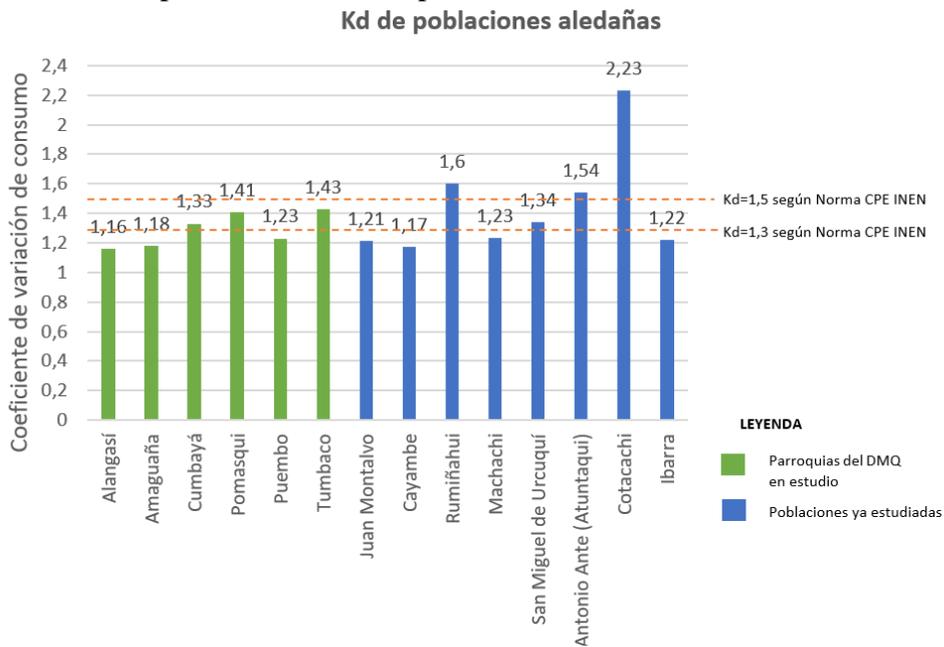


Ilustración 20 Comparativa de coeficiente (kd) de poblaciones geográficamente aledañas a las parroquias del DMQ.

4.2.DISCUSIÓN

El consumo de agua potable en las parroquias rurales del DMQ en estudio tiene un comportamiento cíclico a lo largo de los años 2010 a 2017 con una notoria disminución en el consumo con el paso del tiempo. Se presume que el consumo de agua potable ha ido disminuyendo debido a que las costumbres de las personas han cambiado ya que antes era común consumir directamente el agua de la red de distribución, pero con el paso de los años ahora se inclinan por el consumo de agua embotellada. Arellano & Lindao (2018) investigaron sobre la gestión y calidad del agua donde se evidenció que el consumo de agua embotellada probablemente se debe a la insatisfacción e inseguridad de la calidad del agua proveniente de las redes de distribución.

Existe una visible variabilidad en el consumo de agua en las parroquias del DMQ. Se cree que aquellas lecturas que presentan incrementos en los consumos históricos se dieron por el desperdicio de agua por parte del consumidor, ya que antes no existía una concientización en el consumo de agua. A esto se añade el uso de materiales obsoletos como el asbesto cemento en las tuberías de conducción las cuales produjeron fugas. Existiendo un incremento en las lecturas de los consumos históricos. Además, el uso de algunos medidores registrados como usuarios domiciliarios utilizan el servicio para fines agrícolas debido a que la principal actividad de producción en estas parroquias es la agricultura se presume que la lectura sumamente elevada en esos medidores se debe al mal uso del agua potable por parte de los usuarios. Se presume que este factor puede haber influido en el incremento del consumo de agua debido a una falta de cultura por parte de la población. En la actualidad existen campañas de concientización sobre el cuidado del agua lo cual se ve reflejado en la disminución del consumo con el paso de los años.

El menor consumo de agua potable de 5 de las 6 poblaciones en estudio (excluyendo a la parroquia Pomasqui) coincide en el mes de mayo del 2011. Se presume que esta disminución se debe a que en este mes ocurrieron inundaciones graves en el DMQ que ocasionaron fallas en las tuberías de distribución de agua potable, las que se cree ocasionaron que la distribución de agua se diera en menor cantidad y por menor tiempo durante este mes mientras se realizaba el mantenimiento a las redes de distribución de agua afectadas por las inundaciones.

En la parroquia Cumbayá el mayor consumo medio histórico registrado se dio en octubre del 2012. Se cree que este valor se debe a los incendios forestales ocurridos en los meses de octubre y septiembre, hubo un incendio en especial que llego cercanamente a zonas residenciales por lo que los habitantes ocupaban agua potable de las conexiones residenciales a la red pública para ayudar a mitigar las llamas por el miedo que el fuego llegue a sus hogares. Los incendios forestales fueron tales que se declaró una situación de emergencia en Quito.

En las parroquias Alangasí y Amaguaña el valor de consumo máximo histórico de agua potable coinciden en agosto 2014 para ambas poblaciones. De acuerdo con los habitantes de estas parroquias el servicio de agua potable no era continuo ya que solo se les abastecía de agua durante ciertos horarios y en poca cantidad por lo que se cree que en estas parroquias existía una discontinuidad del servicio. A principios del año 2014 se tenía

previsto la construcción de una nueva infraestructura de agua potable, específicamente nuevas líneas de conducción de agua tratada destinadas a las parroquias rurales del DMQ para garantizar la continuidad del servicio. Se presume que para agosto de dicho año el servicio de agua potable era ininterrumpido ya que la culminación de las obras estaba planificadas para mediados del año 2014. Se presume que el incremento del consumo de agua en agosto de dicho año se debe a las mejoras en el servicio de agua potable. Además, el 12 de agosto del 2014 hubo un terremoto de 5,1 en escala de Richter, el movimiento telúrico provocó deslizamientos en minas ilegales lo que conllevó a que una nube de polvo cubriera a las parroquias ubicadas al norte de Quito. Por los siguientes días se produjeron más de 25 réplicas por lo que varias actividades se cancelaron por lo que se presume los habitantes de las parroquias de Alangasí y Amaguaña permanecieron en sus viviendas más tiempo que de costumbre haciendo un mayor uso de agua potable durante ese mes.

Bravo & Merino (2018) mencionan que al existir un incremento en la tarifa del agua potable el consumo de este servicio será menor. En el DMQ se cree que este factor no afecta en la cantidad de consumo de agua potable ya que desde el año 2008 hasta el año 2017 no ha existido un incremento en las tarifas de consumo de agua potable. Se presume que el decrecimiento de los consumos históricos de las parroquias en estudio no se ve influido por este factor económico.

De las parroquias en estudio, Cumbayá, Pomasqui y Tumbaco presentan valores de coeficiente k_d que se encuentran dentro del rango establecido por la norma CPE INEN 005-9-1, estas parroquias tienen una cobertura superior al 95%. Al comparar los coeficientes con poblaciones cercanas geográficamente pertenecientes a las provincias de Pichincha e Imbabura se evidencia que únicamente el valor de coeficiente k_d para San Miguel de Urququí se encuentra dentro del rango establecido por la norma. Siendo evidente que los valores son obsoletos para la realidad actual.

Al comparar el coeficiente k_d con poblaciones cuyo número de habitantes es similar a las parroquias en estudio (tomando poblaciones entre 13000 a 50000 habitantes ya que las parroquias en estudio presentan un número de habitantes dentro de este rango) se comparó el valor de 18 ciudades (incluidas las parroquias en estudio) de las cuales 10 tienen valores de coeficiente k_d que se encuentran dentro del rango establecido por la norma. Con dichos resultados presentados se presume que el rango presentado por la Norma CPE INEN 005-9-1 de 1,3 a 1,5 son valores ambiguos para la realidad de ciertas poblaciones.

Los valores de coeficiente k_d hallados para las parroquias Pomasqui y Amaguaña concuerdan con lo estudiado por Salazar (2018) en donde menciona que mientras menor sea la población el valor de coeficiente k_d aumenta, este criterio aplica para ciudades pequeñas (menores a 8000 habitantes) y ciudades medianas (con 8000 hasta 30000 habitantes). Para poblaciones con una población hasta 150000 habitantes (ciudades grandes) el valor de k_d disminuye.

Al realizar una tabla comparativa con los valores de coeficiente k_d obtenidos de las parroquias del DMQ en estudio se evidenció que solamente los valores correspondientes a Tumbaco ($k_d=1,43$) y Pomasqui ($k_d=1,41$) cumplen con lo recomendado por la “Normativa quiteña de Diseño de Sistemas de Agua potable” para la EMAAP-Q, donde menciona que

para parroquias se debe usar 1,4 como valor para el coeficiente kd cuando no se tienen estudios suficientes para calcularlo.

Los consumos máximos de agua potable en las parroquias Pomasqui, Puembo y Tumbaco se pueden deber a diversos factores ya analizados. Se cree que el factor con más relevancia para las parroquias de Quito es el factor socioeconómico, debido a que la densidad poblacional en el sector rural es menor. Las festividades propias de cada parroquia podrían influir en la cantidad de consumo de agua potable. Las fiestas patronales de Pomasqui y Puembo se celebran en julio, correspondiente a los consumos en estos meses superiores a la media histórica de cada parroquia. En Puembo existen tres fiestas principales, en enero la fiesta de los santos inocentes, en febrero celebran carnaval y en julio tienen su fiesta local en homenaje a Santiago El Mayor. Se cree que los valores de consumo superior a la media histórica en estos meses se podrían deber a dichas festividades.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Se recopiló información proporcionada por el departamento de Lecturas y Facturación de la empresa EPMAPS sobre los consumos medios diarios históricos de usuarios residenciales tomadas en el periodo de 2010 a 2017 de seis parroquias pertenecientes al DMQ: Alangasí, Amaguaña, Cumbayá, Pomasqui, Puembo y Tumbaco teniendo una muestra inicial de 4'410.453. Dicha información se procesó manualmente para retirar valores negativos y nulos (ceros) correspondientes a malas tomas de los medidores, haciendo así una primera depuración manual de los datos teniendo 4'087.613 muestras. Seguido se realizó una depuración de datos anómalos o atípicos dejando una muestra de 3'552.243 datos para ser analizada.

Con esta información se obtuvo el consumo medio mensual histórico de cada parroquia (Alangasí de 22,261 m³, Amaguaña de 19,33 m³, Cumbayá de 27,07 m³, Pomasqui de 18,65 m³, Puembo de 27,06 m³ y Tumbaco de 22,68 m³) y los valores máximos de consumo histórico (Alangasí de 25,78 m³, Amaguaña de 22,864 m³, Cumbayá de 36,077 m³, Pomasqui de 26,231 m³, Puembo de 33,25 m³ y Tumbaco de 32,372 m³).

Una vez obtenidos los valores necesarios se realizó el cálculo del coeficiente de variación de consumo (kd) para cada parroquia. Teniendo valores para: Alangasí de 1.16, Amaguaña de 1.18, Cumbayá de 1.33, Pomasqui de 1.41, Puembo de 1.23 y Tumbaco igual a 1,43. Los valores correspondientes a Cumbayá, Pomasqui y Tumbaco se encuentran dentro del rango establecido por la normativa ecuatoriana para el coeficiente kd de 1,3 a 1,5. Demostrando que los valores recomendados por la norma CPE INEN 005-9-1 no reflejan las necesidades actuales de todas las poblaciones.

Con respecto a los valores recomendados por la normativa del DMQ especifica que para zona rural se use 1,4 como valor para el coeficiente kd y 1,25 para la zona urbana. Al ser parroquias rurales el valor estimado a las poblaciones estudiadas correspondería a 1,4 únicamente Tumbaco y Pomasqui tienen un valor cercano al recomendado.

5.2. RECOMENDACIONES

El constante crecimiento demográfico de la capital conlleva a la implementación de nuevos diseños de sistemas de agua potable. Es recomendable que para futuros diseños en las parroquias estudiadas del DMQ se utilice este estudio en el que se ha calculado el factor kd. Se puede evitar un sobre dimensionamiento o sub-dimensionamiento en proyectos futuros de sistemas de agua potable aplicando el factor encontrado ya que refleja la realidad y necesidades de cada población.

Se debe actualizar este estudio con los consumos que se vayan obteniendo de las lecturas actuales y futuras de agua potable para tener valores adecuados a las necesidades de su crecimiento poblacional.

BIBLIOGRAFÍA

- Ambato, L., & Machado, E. (22 de Junio de 2022). *Análisis de los consumos históricos de agua potable de los cantones Machachi y Rumiñahui [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo]*. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9276>
- Anangonó, E., & Chimarro, K. (2022). *Análisis de los consumos históricos de agua potable en los cantones Machachi y Rumiñahui [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo]*. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9276>
- Arellano, A., & Lindao, V. (2019). Efectos de la gestión y la calidad del agua potable en el consumo del agua embotellada. *NOVASINERGIA*, *II*(1), 15-23. doi:<https://doi.org/10.37135/unach.ns.001.03.02>
- Arellano, A., & Peña, D. (2020). Modelos de regresión lineal para predecir el consumo de agua potable. *NOVASINERGIA*, *III*(1), 27-36. doi:<https://doi.org/10.37135/ns.01.05.03>
- Arellano, A., Bayas, A., Meneses, A., & Castillo, T. (12 de junio de 2018). *Los consumos y las dotaciones de agua potable en poblaciones ecuatorianas con menos de 150000 habitantes*. Obtenido de <https://doi.org/10.37135/unach.ns.001.01.03>
- Arellano, A., Izurieta, C., Bravo, C., Merino, A., & Yopez, D. (10 de Diciembre de 2019). Drinking water wastage through sanitary equipment. *NOVASINERGIA*, *II*(2), 68-74. doi:<https://doi.org/10.37135/unach.ns.001.04.07>
- Cáceres, S., & Chambilla, I. (2019). ANÁLISIS DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SALCEDO, PUNO. *INVESTIGACIÓN & DESARROLLO*, Vol. 19, No. 1, 133 – 144.
- Caicedo, A. (7 de Junio de 2022). *Análisis de los consumos históricos de agua potable en el cantón Ibarra. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo]*. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9256>
- CEPAL. (s.f.). *Diagnóstico de las Estadísticas del agua en Ecuador*. Obtenido de <https://docplayer.es/5177693-Diagnostico-de-las-estadisticas-del-agua-en-ecuador-informe-final.html>
- Climate-Data. (29 de Mayo de 2022). *Clima Provincia de Pichincha*. Obtenido de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-de-pichincha-57/>
- CPE INEN. (1992). *CPE INEN 005-9-1. Código Ecuatoriano de la construcción C.E.C. Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes*. Quito: INEN.
- El Comercio. (22 de Marzo de 2021). *Consumo de agua en Quito por persona supera lo que recomienda la OMS*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/consumo-agua-quito-supera-recomendacion.html>
- EL UNIVERSO. (17 de Marzo de 2022). *El Universo: Epmaps registra un promedio de 82 fugas de agua diarias en Quito*. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticias/ecuador/epmaps-registra-un-promedio-de-82-fugas-de-agua-diarias-en-quito-agua-potable-conexion-domicilios-cortes-de-agua-nota/>

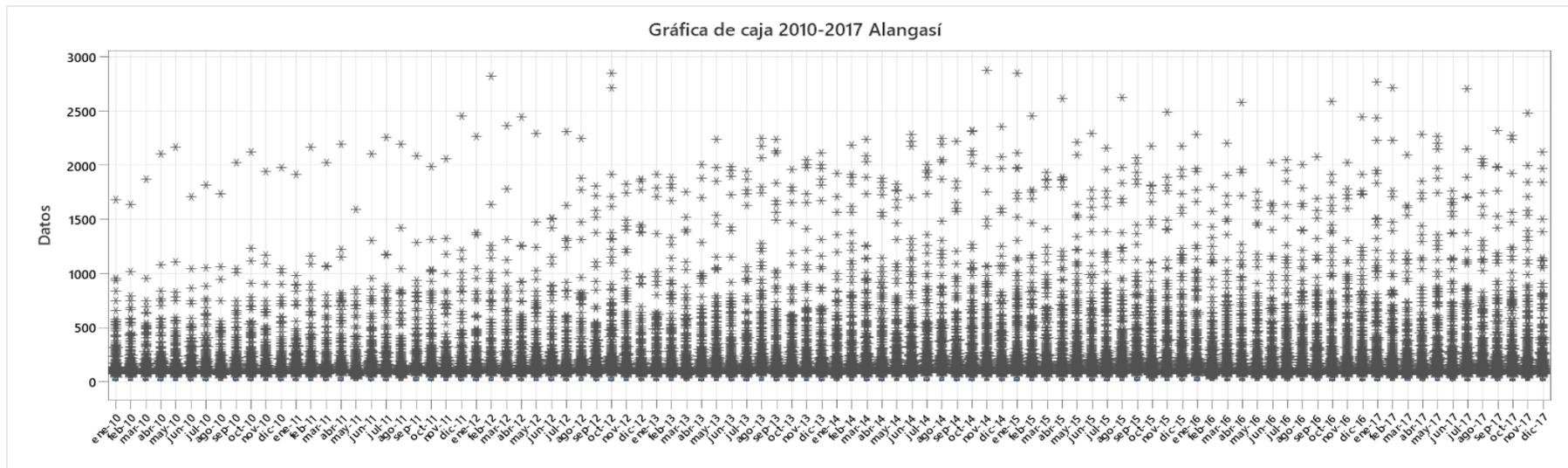
- EMAAP-Q. (2009). *Normas de Diseño de Sistemas de Agua Potable para la EMAAP-Q*. Obtenido de <https://pdfcoffee.com/normas-agua-emaap-4-pdf-free.html>
- ENCA. (Septiembre de 2016). *Estrategia Nacional de Calidad del Agua*. Obtenido de https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/05/Estrategia-Nacional-de-Calidad-del-Agua_2016-2030.pdf
- EPMAPS. (2020). *Actualización de información – Sistema de Distribución del DMQ*. Obtenido de <https://www.aguaquito.gob.ec/sistema-de-distribucion/#:~:text=El%20abastecimiento%20de%20agua%20potable,las%20parroquias%20suburbanas%20y%20rurales>
- Fernández, A. (2018). El agua en Latinoamérica. *Programa Futuros: Escuela de Posgrado: Agua y HUmadales* (págs. 35-45). Buenos Aires: UNSAM Edita. Obtenido de <http://ri.unsam.edu.ar/bitstream/123456789/907/1/PFAH%202018%20CFCA.pdf>
- Fernández, D., Solís, H., & Basani, M. (Mayo de 2018). *Evolución reciente y perspectivas de los servicios de agua potable y alcantarillado en Ecuador*. Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Evoluci%C3%B3n-reciente-y-perspectivas-de-los-servicios-de-agua-potable-y-alcantarillado-en-Ecuador.pdf>
- GAD Alangasí. (Noviembre de 2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial GAD Parroquial Alangasí*. Obtenido de https://drive.google.com/file/d/1W9p0EO9_utcsEMvcJV0W1atsJJARe77C/view
- GAD Amaguaña. (Julio de 2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Amaguaña*. Obtenido de <http://www.amaguania.gob.ec/wp-content/uploads/2020/08/PDOT-PARROQUIA-AMAGUA%C3%91A-2020-FINAL.pdf>
- GAD Cumbayá. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cumbayá*. Obtenido de <https://gadcumbaya.gob.ec/wp-content/uploads/2022/04/PDOT-CUMBAYA-2019.pdf>
- GAD DMQ. (Septiembre de 2021). *Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Distrito Metropolitano de Quito, 2021 -2033*. Obtenido de <https://www.emgirs.gob.ec/index.php/component/phocadownload/category/143-rendicion-cuentas-2021?download=2404:plan-metropolitano-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-2021-2033-vigente>
- GAD Pomasqui. (24 de Febrero de 2021). *Actualización Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Pomasqui*. Obtenido de https://pomasqui.gob.ec/pichincha/wp-content/uploads/2021/05/PDOT-GADPR-POMASQUI_05_mayo_completo-min.pdf
- GAD Puenbo. (Octubre de 2015). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Puenbo*. Obtenido de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1768075470001_PDyOT%20PUEMBO%202015_30-10-2015_12-47-58.pdf
- GAD Tumbaco. (Noviembre de 2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Tumbaco*. Obtenido de <https://tumbaco.gob.ec/wp-content/uploads/2021/07/PDOTTUMBACO2020nov.pdf>

- García, C., Carreón, J., Hernández, J., & Montero, M. (2013). Actitudes, consumo de agua y sistema de tarifas del servicio de abastecimiento de agua potable. *Polis, Revista Latinoamericana, Volumen 12, N° 34,* 363-401.
- Gonzaga, S., Castro, N., & López, G. (2017). El abasto de agua potable y la salud comunitaria. Machala, Ecuador. Estudio de Caso. *Universidad y Sociedad [seriada en línea], 9 (1),* 218-223.
- Google Maps. (4 de mayo de 2022). *Google Maps*. Obtenido de <https://maps.google.com>
- INEC. (2018). *Agua, Saneamiento e Higiene. Medición de los ODS en Ecuador*. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/AGUA,_SANEAMIENTO_e_HIGIENE.pdf
- Jimenez, C. (13 de Enero de 2021). *Comparación entre los consumos de agua potable durante la cuarentena del 2020 y los registros históricos en Imbabura y Carchi. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo]*. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/727>
- Manco, D., Guerrero, J., & Ocampo, A. (2012). Eficiencia en el consumo de agua de uso residencial. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín, vol. 11, No. 21,* 23-38.
- Morote, Á. (2017). Factores que inciden en el consumo de agua doméstico. Estudio a partir de un análisis bibliométrico. *Estudios Geográficos, LXXVIII(282),* 257-281. doi:doi: 10.3989/estgeogr.201709
- ONU. (2014). *El derecho humano al agua y al saneamiento*. Obtenido de https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief_spa.pdf
- Paltán, H., Masani, M., Minaya, V., & Rezzano, N. (Agosto de 2020). *Servicios de agua potable y saneamiento resilientes en América Latina y el Caribe* . Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Servicios-de-agua-potable-y-saneamiento-resilientes-en-America-Latina-y-el-Caribe.pdf>
- Pinos, J., & Malo-Larrea, A. (2018). El derecho humano de acceso al agua: una revisión desde el Foro Mundial del Agua y la gestión de los recursos hídricos en Latinoamérica. *INVURNOS Volumen 13 No. 1* , 12-20. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/11509>
- Prefectura de Pichincha . (29 de Agosto de 2017). *Plan General de Desarrollo de Pichincha*. Obtenido de Prefectura de Pichincha Distrito Metropolitano de Quito: <https://www.pichincha.gob.ec/cantones/distrito-metropolitano-de-quito>
- PRIMICIAS. (4 de Septiembre de 2021). *Quito usa el doble del agua necesaria y es de las ciudades que más derrocha*. Obtenido de <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/consumo-agua-potable-quito-desperdicio/>
- SENAGUA. (15 de Junio de 2020). *SENAGUA - Agua Potable y Saneamiento Rural*. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/07/15.Agua-Potable-y-Saneamiento-Rural-SENAGUA.pdf>
- Senplades. (Julio de 2014). *Agua potable y alcantarillado para erradicar la pobreza en el Ecuador*. Obtenido de <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/09/FOLLETO-Agua-SENPLADES.pdf>

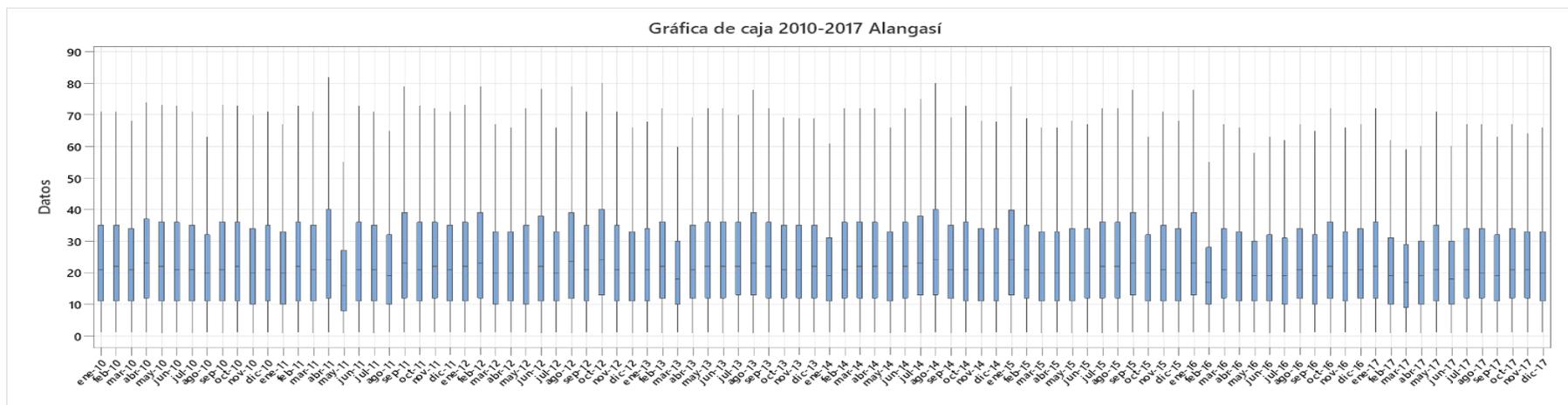
- Tzatchkov, V., & Alcocer, V. (2016). Modelación de la variación del consumo de agua potable con métodos estocásticos. *Tecnología y Ciencias del Agua*, VII(3), 115-133. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-24222016000300115&script=sci_abstract
- UNESCO. (2020). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2020*. Obtenido de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373611.locale=es>
- UNICEF. (1 de Julio de 2021). *Miles de millones de personas se quedarán sin acceso a servicios de agua potable, saneamiento e higiene antes de 2030 a menos que el progreso se multiplique por cuatro*. Obtenido de <https://www.unicef.org/es/comunicados-prensa/miles-de-millones-de-personas-se-queadar%C3%A1n-sin-acceso-servicios-de-agua-potable>

ANEXOS

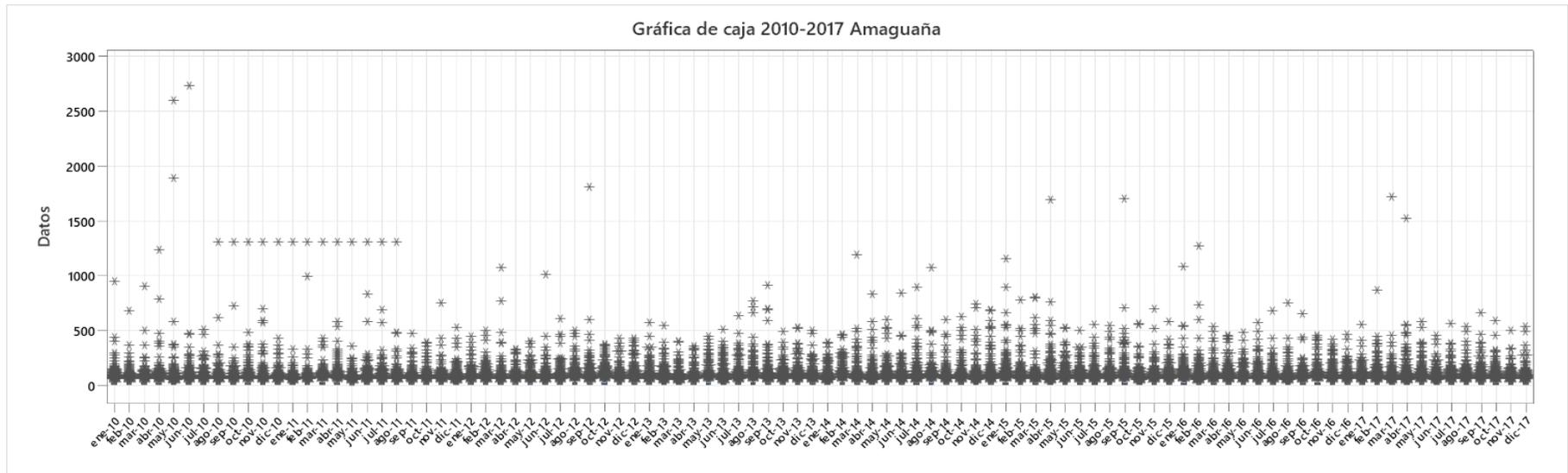
Anexo 1 Diagrama de cajas y bigotes Alangasí



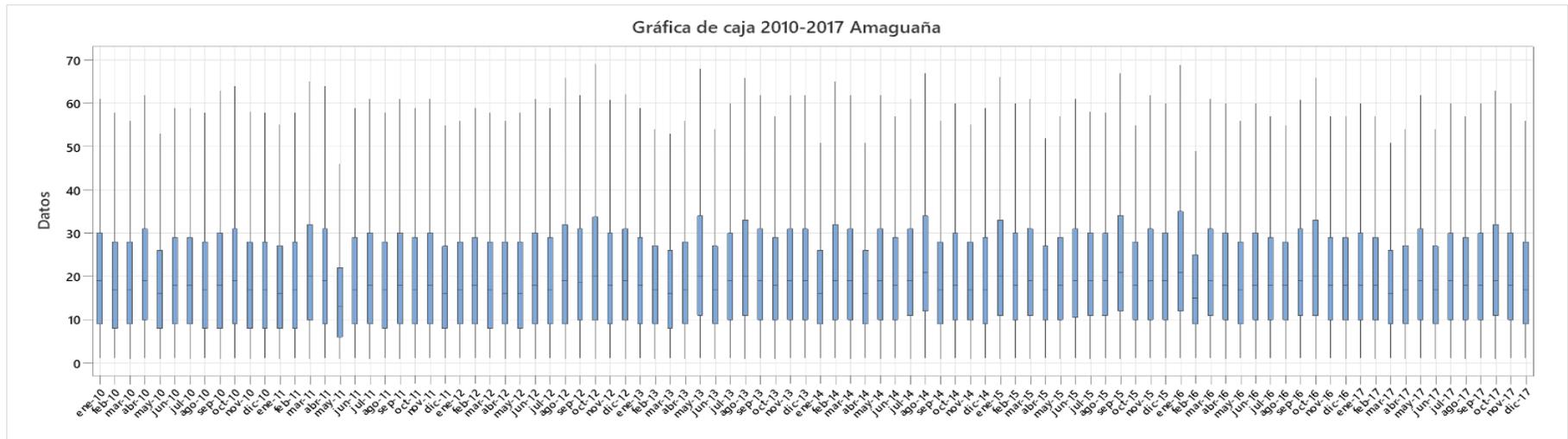
Anexo 2 Diagrama de cajas y bigotes 2010-2017 Alangasí



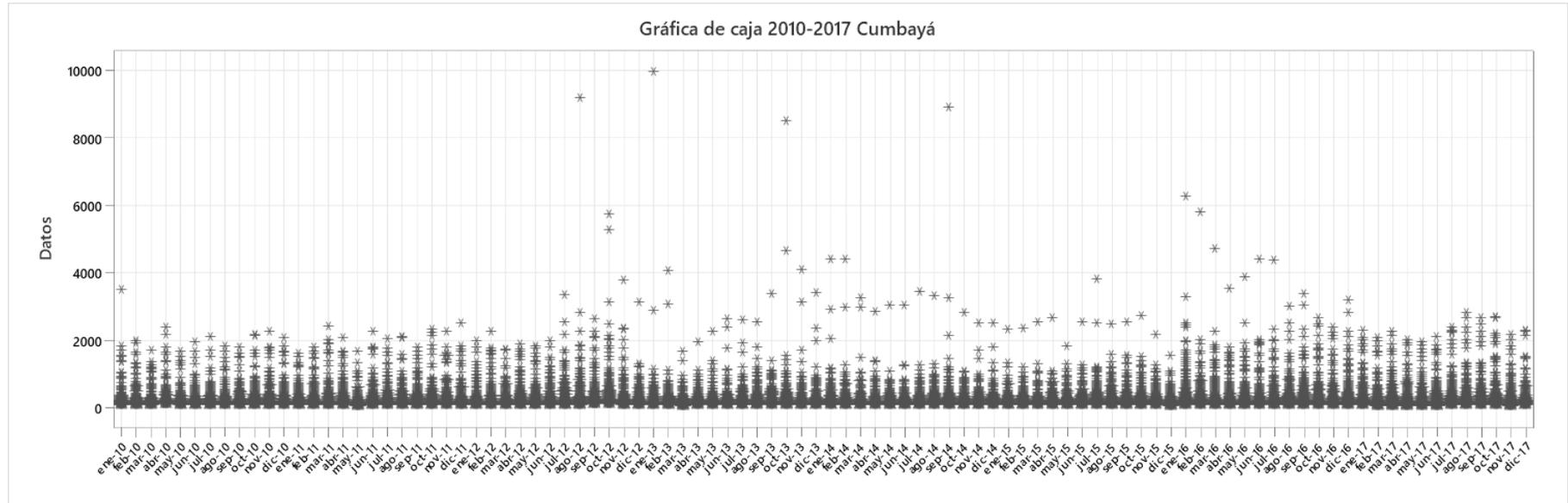
Anexo 3 Diagrama de cajas y bigotes Amaguaña.



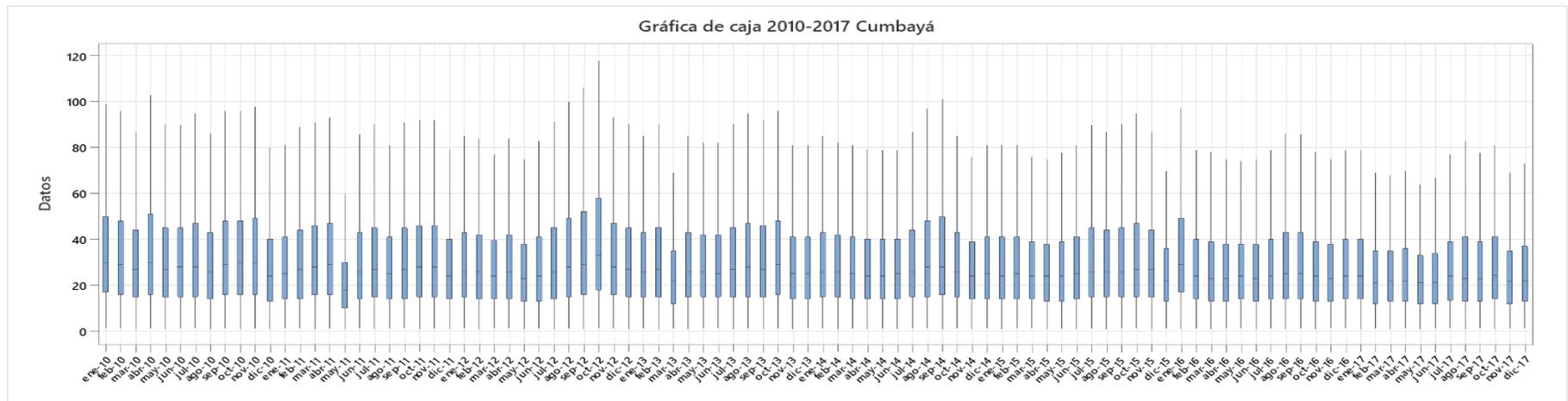
Anexo 4 Diagrama de cajas y bigotes 2010-2017 Amaguaña.



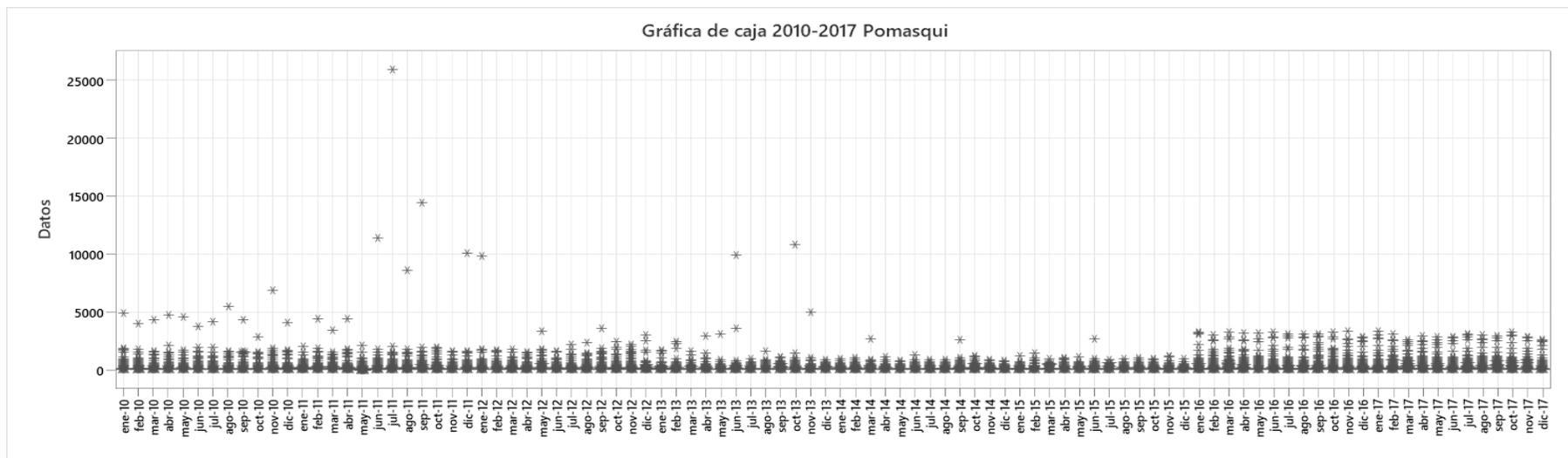
Anexo 5 Diagrama de cajas y bigotes Cumbayá.



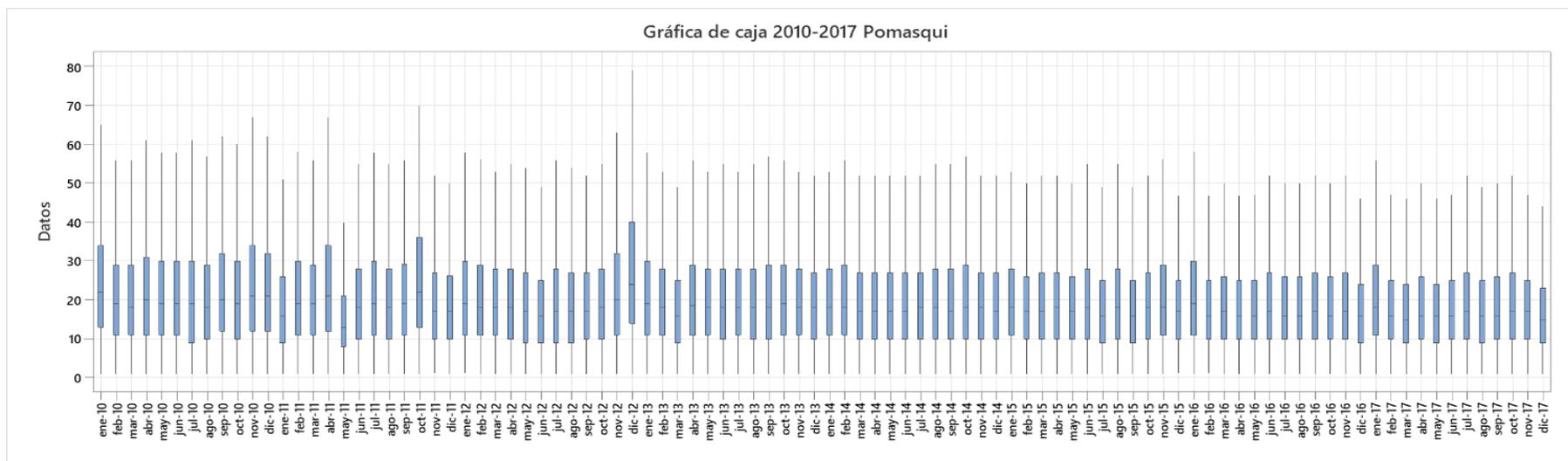
Anexo 6 Diagrama de cajas y bigotes 2010-2017 Cumbayá.



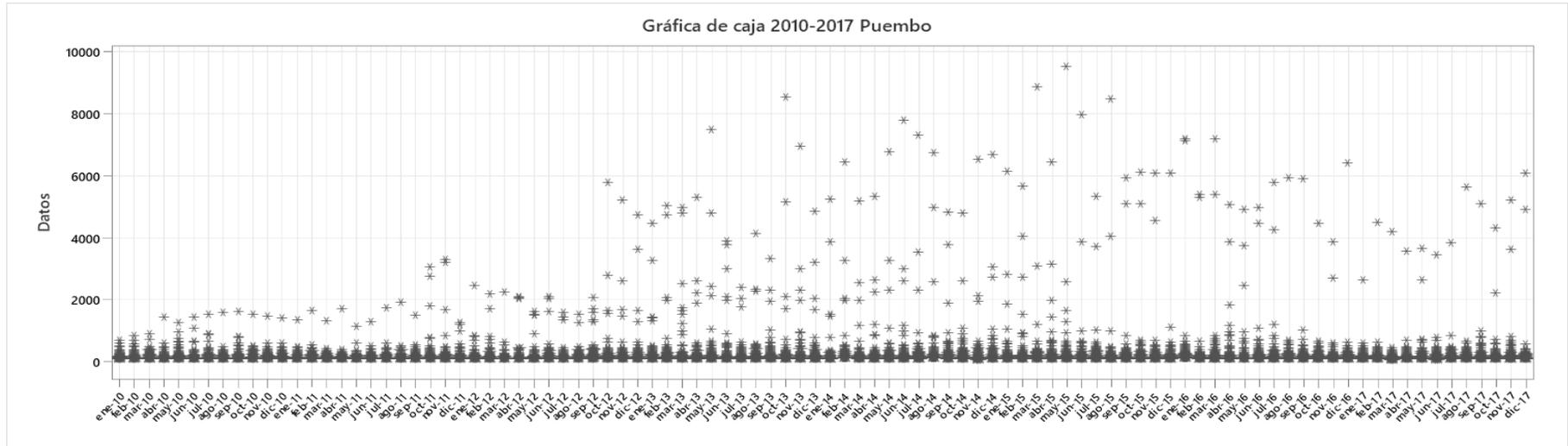
Anexo 7 Diagrama de cajas y bigotes Pomasqui.



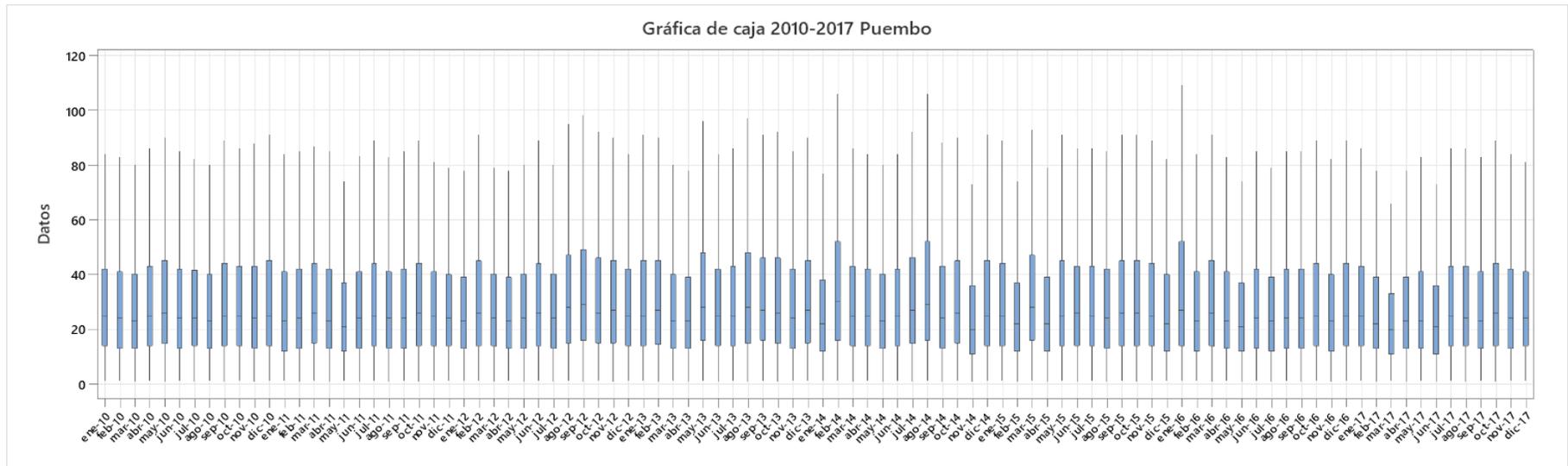
Anexo 8 Diagrama de cajas y bigotes 2010-2017 Pomasqui.



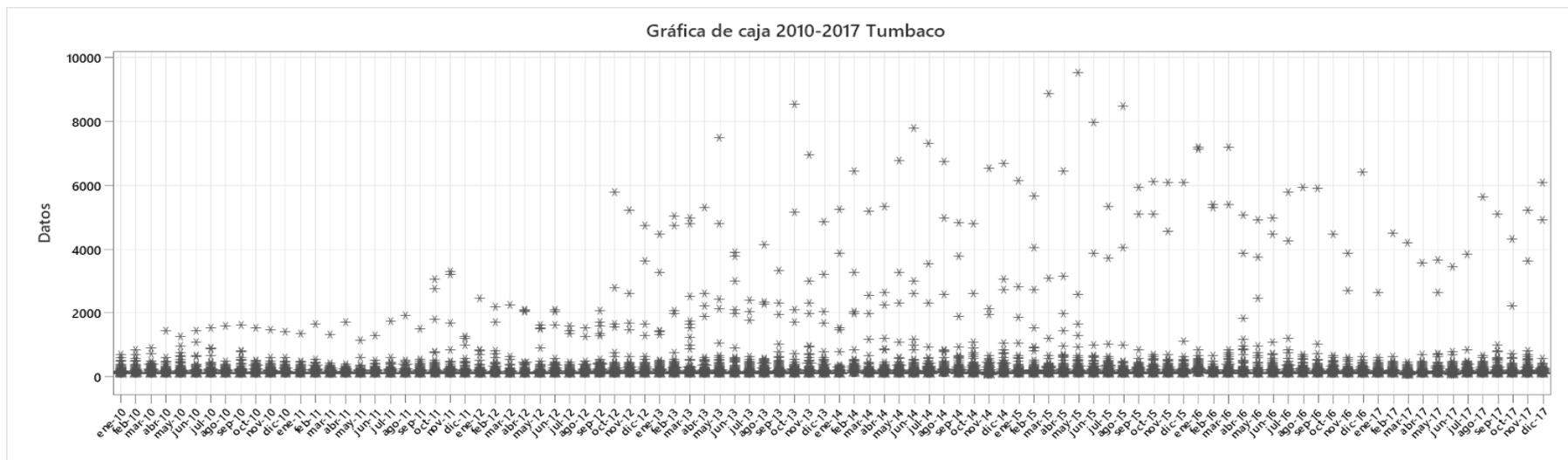
Anexo 9 Diagrama de cajas y bigotes Puenbo.



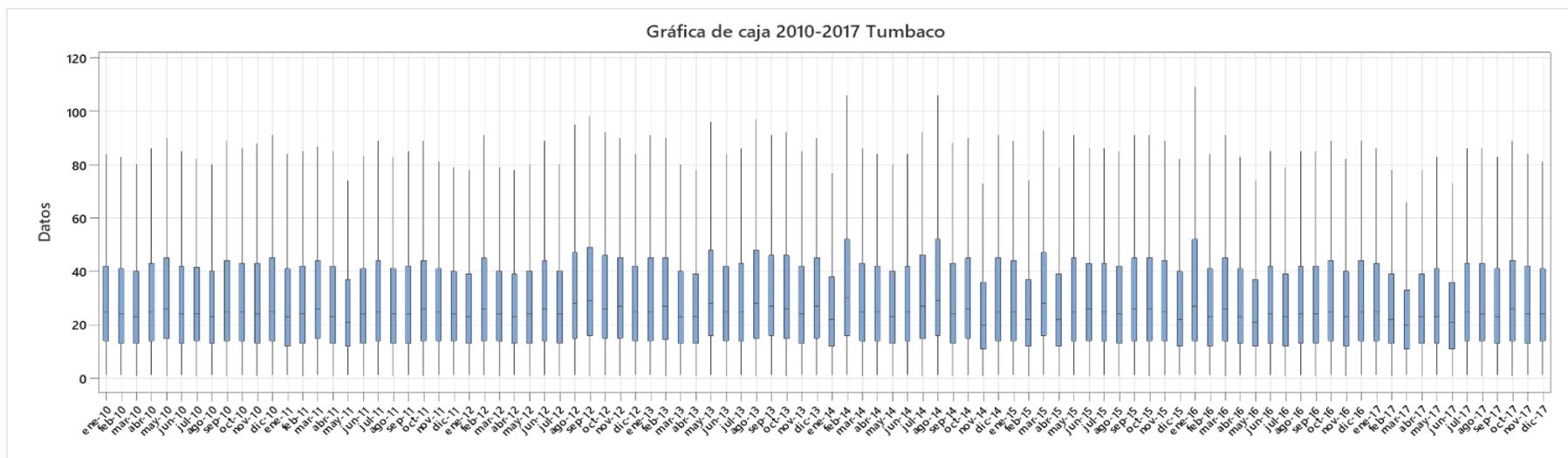
Anexo 10 Diagrama de cajas y bigotes 2010-2017 Puenbo.



Anexo 11 Diagrama de cajas y bigotes Tumbaco



Anexo 12 Diagrama de cajas y bigotes 2010-2017 Tumbaco.



Anexo 13

Comparaciones en parejas de Tukey Alangasí

Factor	N	Media	Agrupación
ago-14	6256	25,780	A
oct-12	5593	25,586	A B
abr-11	5039	25,563	A B
ago-12	5548	25,261	A B
sep-11	5102	25,036	A B C
ene-15	6520	25,010	A B C
ene-16	6789	24,960	A B C
feb-12	5179	24,959	A B C D
ago-13	5888	24,894	A B C D
sep-15	6773	24,710	A B C D
jul-14	6210	24,589	B C D E
jun-12	5398	23,999	C D E F
abr-10	4744	23,699	D E F G
oct-16	6972	23,547	E F G H
oct-10	4804	23,397	E F G H I
sep-10	4861	23,377	E F G H I
feb-13	5645	23,372	F G H I
jul-13	5778	23,355	F G H I
jul-15	6657	23,337	F G H I
may-10	4695	23,288	F G H I J
ene-17	7001	23,270	F G H I
sep-13	5944	23,191	F G H I J
may-13	5732	23,187	F G H I J
nov-11	5064	23,177	F G H I J K
jun-13	5740	23,177	F G H I J
jun-14	6097	23,163	F G H I J
ago-15	6604	23,158	F G H I J
feb-11	4933	23,109	F G H I J K L
jun-11	4940	23,065	F G H I J K L
ene-12	5094	23,041	F G H I J K L
feb-14	6023	23,027	F G H I J K L

abr-14	6086	23,023	F G H I J K L
abr-13	5690	22,932	F G H I J K L M
jun-10	4834	22,924	F G H I J K L M
mar-14	6054	22,887	F G H I J K L M
feb-10	4687	22,795	F G H I J K L M N O
oct-14	6412	22,790	F G H I J K L M
dic-13	5978	22,788	F G H I J K L M
dic-11	5126	22,711	G H I J K L M N O
jul-10	4776	22,682	G H I J K L M N O P
dic-10	4855	22,595	G H I J K L M N O P Q
ene-10	4623	22,592	G H I J K L M N O P Q
oct-11	5038	22,568	G H I J K L M N O P Q
mar-11	4884	22,553	G H I J K L M N O P Q
jul-11	4991	22,547	G H I J K L M N O P Q
sep-14	6299	22,423	H I J K L M N O P Q R
nov-12	5611	22,405	H I J K L M N O P Q R S
sep-12	5531	22,400	H I J K L M N O P Q R S
may-17	6777	22,395	I J K L M N O P Q R S
feb-15	6474	22,382	I J K L M N O P Q R S
nov-13	5972	22,340	I J K L M N O P Q R S
nov-15	6715	22,309	I J K L M N O P Q R S
ago-16	6901	22,306	I J K L M N O P Q R S
oct-13	5939	22,184	I J K L M N O P Q R S T
mar-10	4672	22,150	I J K L M N O P Q R S T U
may-12	5237	21,993	J K L M N O P Q R S T U V
oct-17	6960	21,971	K L M N O P Q R S T U V
ago-17	6918	21,920	L M N O P Q R S T U V
mar-16	6800	21,918	L M N O P Q R S T U V
dic-16	6976	21,900	L M N O P Q R S T U V
ene-13	5609	21,847	L M N O P Q R S T U V W
jul-17	6796	21,800	M N O P Q R S T U V W
dic-14	6350	21,757	M N O P Q R S T U V W
jun-15	6554	21,754	M N O P Q R S T U V W
nov-10	4818	21,703	M N O P Q R S T U V W X
may-15	6524	21,605	O P Q R S T U V W X

dic-15	6682	21,587	N O P Q R S T U V W X
nov-17	6884	21,469	P Q R S T U V W X Y
abr-16	6756	21,403	Q R S T U V W X Y
abr-12	5275	21,359	Q R S T U V W X Y Z
dic-12	5600	21,328	Q R S T U V W X Y Z
dic-17	6955	21,318	R S T U V W X Y
jul-12	5458	21,258	R S T U V W X Y Z
nov-14	6269	21,251	S T U V W X Y Z
abr-15	6522	21,164	T U V W X Y Z
mar-15	6537	21,095	T U V W X Y Z AA
may-14	6067	21,052	T U V W X Y Z AA
nov-16	6895	20,975	U V W X Y Z AA
mar-12	5294	20,920	U V W X Y Z AA AB
ago-10	4748	20,905	U V W X Y Z AA AB AC
jun-16	6793	20,770	W X Y Z AA AB AC
ene-11	4824	20,765	V W X Y Z AA AB AC AD AE
oct-15	6724	20,740	W X Y Z AA AB AC AD
sep-16	6995	20,589	X Y Z AA AB AC AD AE AF
sep-17	6941	20,556	X Y Z AA AB AC AD AE AF
ago-11	5012	20,302	Y Z AA AB AC AD AE AF
jul-16	6879	20,164	Z AA AB AC AD AE AF
feb-17	6936	20,027	AA AB AC AD AE AF
ene-14	5937	19,790	AB AC AD AE AF
abr-17	6737	19,686	AC AD AE AF
mar-13	5571	19,579	AD AE AF AG
may-16	6682	19,568	AE AF AG
jun-17	6716	19,514	AF AG
mar-17	6922	18,520	AG AH
feb-16	6672	17,868	AH
may-11	4875	17,400	AH

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 14

Comparaciones en parejas de Tukey Amaguaña

Factor	N	Media	Agrupación
ago-14	4968	22,864	A
ene-16	5239	22,840	A
sep-15	5263	22,608	A B
may-13	4658	22,300	A B C
oct-12	4662	21,665	B C D
ago-13	4841	21,540	B C D E
oct-16	5391	21,494	C D E
ene-15	5076	21,257	C D E F
oct-17	5454	21,001	D E F G
sep-16	5453	20,957	D E F G
feb-14	4806	20,903	D E F G H
jul-14	4896	20,854	D E F G H I
mar-15	5159	20,746	D E F G H I J
mar-16	5241	20,713	D E F G H I J K
mar-11	4166	20,708	D E F G H I J K L
jun-15	5147	20,605	D E F G H I J K L M
nov-13	4736	20,598	D E F G H I J K L M
nov-15	5273	20,513	E F G H I J K L M N
ago-12	4559	20,499	D E F G H I J K L M N O
dic-13	4750	20,420	E F G H I J K L M N O P
may-14	4817	20,388	E F G H I J K L M N O P
sep-13	4790	20,338	F G H I J K L M N O P Q
may-17	5170	20,267	F G H I J K L M N O P Q R
mar-14	4783	20,175	F G H I J K L M N O P Q R S
dic-12	4554	20,150	F G H I J K L M N O P Q R S T
sep-12	4614	20,107	F G H I J K L M N O P Q R S T U
abr-10	4036	20,069	F G H I J K L M N O P Q R S T U V
dic-15	5198	20,062	G H I J K L M N O P Q R S T U
ago-15	5158	20,047	G H I J K L M N O P Q R S T U
oct-10	4199	20,028	G H I J K L M N O P Q R S T U V W
jun-16	5278	19,970	G H I J K L M N O P Q R S T U V W
jul-17	5283	19,942	G H I J K L M N O P Q R S T U V W
oct-14	4996	19,936	G H I J K L M N O P Q R S T U V W
abr-11	4219	19,930	G H I J K L M N O P Q R S T U V W
ene-17	5361	19,920	G H I J K L M N O P Q R S T U V W
sep-17	5479	19,913	G H I J K L M N O P Q R S T U V W
abr-16	5190	19,843	H I J K L M N O P Q R S T U V W X
jul-15	5240	19,841	H I J K L M N O P Q R S T U V W X
jul-13	4781	19,713	I J K L M N O P Q R S T U V W X Y
nov-17	5406	19,703	J K L M N O P Q R S T U V W X Y
sep-10	4247	19,596	J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z
sep-11	4397	19,523	L M N O P Q R S T U V W X Y Z AA
ene-10	3976	19,515	K L M N O P Q R S T U V W X Y Z AA
nov-12	4596	19,472	M N O P Q R S T U V W X Y Z AA
feb-15	5158	19,438	N O P Q R S T U V W X Y Z AA
nov-11	4375	19,376	N O P Q R S T U V W X Y Z AA AB AC
dic-16	5312	19,375	O P Q R S T U V W X Y Z AA AB
feb-17	5209	19,341	O P Q R S T U V W X Y Z AA AB AC
jun-12	4406	19,315	O P Q R S T U V W X Y Z AA AB AC AD

jul-11 4261 19,235
 may-15 5055 19,217
 ago-17 5386 19,215
 jul-10 4106 19,211
 oct-13 4737 19,134
 jul-16 5323 19,129
 nov-16 5269 19,119
 ene-13 4581 19,040
 dic-14 5023 19,032
 oct-15 5273 19,015
 jun-14 4792 18,981
 jun-10 4090 18,909
 feb-12 4344 18,853
 jul-12 4527 18,823
 oct-11 4386 18,685
 jun-11 4210 18,678
 ago-16 5394 18,675
 nov-14 4900 18,611
 sep-14 4984 18,480
 dic-17 5412 18,431
 feb-11 4215 18,412
 abr-13 4605 18,359
 dic-10 4218 18,358
 ago-10 4132 18,301
 may-16 5185 18,245
 ene-12 4387 18,215
 abr-12 4408 18,139
 feb-10 4111 18,125
 mar-12 4421 18,123
 nov-10 4177 18,108
 ago-11 4369 18,065
 jun-17 5168 18,024
 feb-13 4577 17,973
 abr-17 5138 17,961
 mar-10 4076 17,925
 abr-15 4983 17,884
 may-12 4335 17,879
 jun-13 4553 17,804
 dic-11 4386 17,511
 ene-11 4176 17,457
 mar-17 5249 17,165
 mar-13 4599 17,105
 may-10 4052 17,085
 ene-14 4706 16,960
 abr-14 4700 16,934
 feb-16 5114 16,689
 may-11 4178 14,299

P Q R S T U V W X Y Z AA AB AC AD AE
 Q R S T U V W X Y Z AA AB AC AD AE
 Q R S T U V W X Y Z AA AB AC AD AE
 P Q R S T U V W X Y Z AA AB AC AD AE AF
 R S T U V W X Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI
 S T U V W X Y Z AA AB AC AD AE AF
 S T U V W X Y Z AA AB AC AD AE AF AH
 S T U V W X Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK
 S T U V W X Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ
 T U V W X Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ
 T U V W X Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL
 U V W X Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL
 V W X Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL
 W X Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL
 X Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN
 X Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN
 Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL
 Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN
 Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN
 Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN
 Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN
 Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN
 AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN AO
 AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN AO
 AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN AO
 AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN AO AP
 AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN AO AP AQ
 AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN AO AP AQ
 AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN AO AP AQ
 AF AG AH AI AJ AK AL AM AN AO AP AQ
 AH AI AJ AK AL AM AN AO AP AQ
 AJ AK AL AM AN AO AP AQ
 AG AI AJ AK AL AM AN AO AP AQ
 AK AL AM AN AO AP AQ
 AJ AK AL AM AN AO AP AQ
 AL AM AN AO AP AQ AR
 AN AO AP AQ AR
 AM AN AO AP AQ AR
 AO AP AQ AR
 AO AP AQ AR
 AO AP AQ AR
 AP AQ AR
 AQ AR
 AR

AS

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Aenxo 15

Comparaciones en parejas de Tukey Cumbayá

Factor	N	Media	Agrupación
oct-12	8134	36,077	A
sep-12	8162	32,379	B
abr-10	7105	32,315	B
ene-10	6856	32,270	B
nov-10	7347	31,412	B C
ene-16	9515	30,892	C D
oct-13	8697	30,842	C D
oct-10	7322	30,830	C D E
sep-14	9161	30,734	C D E
feb-10	6949	30,657	C D E F
sep-10	7272	30,618	C D E F G
ago-12	7996	30,349	C D E F G H
jul-10	7119	30,330	C D E F G H I
abr-11	7442	30,309	C D E F G H I
nov-12	8161	30,016	D E F G H I J
ago-14	9051	29,978	D E F G H I J K
ago-13	8515	29,732	D E F G H I J K L
nov-11	7589	29,563	E F G H I J K L M
mar-11	7443	29,502	F G H I J K L M
oct-15	9440	29,452	F G H I J K L M
oct-11	7579	29,333	G H I J K L M N
jul-13	8386	29,131	H I J K L M N O
sep-13	8576	29,080	I J K L M N O P
jun-10	7126	28,960	J K L M N O P Q
sep-11	7625	28,929	J K L M N O P Q
feb-13	8314	28,791	K L M N O P Q R
may-10	6994	28,642	L M N O P Q R S
jul-11	7498	28,594	L M N O P Q R S
mar-10	6957	28,462	M N O P Q R S T
dic-12	8173	28,448	M N O P Q R S T
sep-15	9402	28,430	M N O P Q R S T

nov-15 9483 28,254
 jul-15 9419 28,129
 jul-12 7940 28,126
 feb-11 7473 27,991
 jul-14 9019 27,896
 ene-13 8165 27,828
 abr-13 8284 27,785
 jun-11 7431 27,733
 ago-15 9404 27,697
 ene-12 7713 27,655
 ene-14 8830 27,548
 ago-10 7138 27,520
 oct-14 9157 27,446
 abr-12 7846 27,276
 may-13 8256 27,108
 feb-14 8894 27,089
 jun-13 8327 26,977
 feb-12 7773 26,908
 mar-14 9038 26,711
 dic-14 9234 26,646
 ago-16 9578 26,536
 sep-16 9555 26,515
 jun-15 9453 26,465
 dic-13 8806 26,407
 ago-11 7471 26,384
 ene-11 7233 26,214
 nov-13 8753 26,145
 jun-14 9107 26,096
 feb-15 9379 26,077
 ene-15 9205 26,029
 jun-12 7988 25,963
 may-14 9067 25,880
 oct-17 9735 25,875
 abr-14 9047 25,861
 dic-11 7574 25,709

N O P Q R S T U
 N O P Q R S T U V
 N O P Q R S T U V W
 O P Q R S T U V W
 P Q R S T U V W
 Q R S T U V W X
 Q R S T U V W X
 Q R S T U V W X Y
 R S T U V W X
 R S T U V W X Y Z
 S T U V W X Y Z AA
 S T U V W X Y Z AA AB
 S T U V W X Y Z AA AB
 T U V W X Y Z AA AB AC
 U V W X Y Z AA AB AC AD
 V W X Y Z AA AB AC AD
 V W X Y Z AA AB AC AD AE
 W X Y Z AA AB AC AD AE AF
 X Y Z AA AB AC AD AE AF AG
 X Y Z AA AB AC AD AE AF AG
 Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH
 Z AA AB AC AD AE AF AG AH
 Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI
 Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI
 AB AC AD AE AF AG AH AI AJ
 AD AE AF AG AH AI AJ AK
 AD AE AF AG AH AI AJ AK AL
 AE AF AG AH AI AJ AK AL AM
 AE AF AG AH AI AJ AK AL
 AE AF AG AH AI AJ AK AL AM
 AF AG AH AI AJ AK AL AM AN

Anexo 16

Comparaciones en parejas de Tukey Pomasqui

Factor	N	Media	Agrupación	
dic-12	6754	26,231	A	
oct-11	6378	23,809	B	
ene-10	5702	23,222	B	C
nov-10	6100	22,542		C D
abr-11	6254	22,535		C D
sep-10	5993	21,734		D E
dic-10	6030	21,467		E
nov-12	6718	21,074		E
abr-10	5780	20,838		E F
jul-11	6287	20,142		F G
feb-11	6217	20,117		F G
jun-10	5757	20,106		F G
ene-13	6788	20,104		F G
may-10	5736	19,946		F G H
oct-10	6102	19,912		G H
ene-16	8499	19,887		G H
ene-12	6458	19,826		G H I
oct-13	7350	19,672		G H I J
feb-10	5723	19,664		G H I J K
jul-10	6267	19,521		G H I J K L
abr-13	6831	19,510		G H I J K L
nov-15	8436	19,484		G H I J K L
sep-11	6342	19,469		G H I J K L
mar-10	5694	19,400		G H I J K L
mar-11	6230	19,350		G H I J K L
feb-12	6407	19,345		G H I J K L
feb-14	7500	19,296		G H I J K L
oct-14	7922	19,235		H I J K L M
ene-17	8733	19,226		H I J K L M
sep-13	7379	19,125		H I J K L M N
jun-13	7007	19,088		H I J K L M N O
ago-10	5986	18,965		I J K L M N O P Q
ene-14	7403	18,942		J K L M N O P
may-13	6786	18,925		J K L M N O P Q
jun-15	8250	18,921		J K L M N O P
feb-13	6812	18,901		J K L M N O P Q
ene-15	7939	18,891		J K L M N O P Q
ago-15	8303	18,865		K L M N O P Q
abr-12	6452	18,853		J K L M N O P Q R
ago-13	7202	18,830		K L M N O P Q R
nov-13	7310	18,811		K L M N O P Q R
mar-12	6368	18,806		K L M N O P Q R S
jul-13	7094	18,805		K L M N O P Q R S
oct-12	6686	18,790		K L M N O P Q R S T
ago-14	7757	18,784		L M N O P Q R S

ago-11 6310 18,779
 jun-11 6225 18,750
 jul-14 7715 18,475
 oct-15 8363 18,435
 sep-14 7867 18,411
 nov-14 7896 18,410
 jul-12 6534 18,369
 dic-13 7369 18,344
 nov-16 8653 18,293
 abr-15 8065 18,275
 mar-14 7588 18,249
 abr-14 7616 18,248
 may-14 7678 18,130
 jun-14 7688 18,098
 jul-17 8864 18,061
 jun-16 8585 18,042
 dic-14 7933 17,990
 oct-17 8923 17,959
 may-12 6471 17,915
 mar-15 8051 17,903
 sep-16 8647 17,870
 ago-12 6658 17,775
 sep-12 6619 17,739
 mar-16 8529 17,732
 nov-11 6397 17,692
 may-15 8134 17,641
 dic-11 6326 17,565
 feb-15 8004 17,532
 oct-16 8653 17,413
 jul-16 8591 17,375
 sep-17 8900 17,350
 abr-17 8705 17,288
 ago-16 8633 17,241
 sep-15 8243 17,178
 abr-16 8432 17,075
 jul-15 8236 17,061
 dic-15 8355 17,027
 nov-17 8902 17,012
 ene-11 5980 17,011
 feb-17 8594 16,959
 may-16 8426 16,923
 ago-17 8907 16,863
 feb-16 8437 16,841
 jun-12 6494 16,723
 jun-17 8792 16,639
 mar-13 6756 16,605
 dic-16 8604 16,414
 may-17 8709 16,190
 mar-17 8701 16,097
 dic-17 8966 15,741
 may-11 6069 14,112

K L M N O P Q R S T U
 K L M N O P Q R S T U V
 M N O P Q R S T U V W
 N O P Q R S T U V W
 N O P Q R S T U V W X
 N O P Q R S T U V W X
 N O P Q R S T U V W X Y
 N O P Q R S T U V W X Y
 O P Q R S T U V W X Y
 O P Q R S T U V W X Y
 P Q R S T U V W X Y
 P Q R S T U V W X Y
 P Q R S T U V W X Y Z
 Q R S T U V W X Y Z
 R S T U V W X Y Z
 R S T U V W X Y Z AA
 S T U V W X Y Z AA AB
 T U V W X Y Z AA AB
 U V W X Y Z AA AB AC
 V W X Y Z AA AB AC
 W X Y Z AA AB AC AD AE
 W X Y Z AA AB AC AD AE AF AG
 W X Y Z AA AB AC AD AE AF AG
 W X Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH
 X Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI
 X Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ
 Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ
 Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ
 Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ
 AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ
 AB AC AD AE AF AG AH AI AJ
 AC AD AE AF AG AH AI AJ AK
 AD AE AF AG AH AI AJ AK AL
 AE AF AG AH AI AJ AK AL
 AH AI AJ AK AL AM
 AH AI AJ AK AL AM
 AJ AK AL AM
 AI AJ AK AL AM
 AK AL AM AN
 AL AM AN
 AM AN
 AN

AO

Anexo 17

Comparaciones en parejas de Tukey Puenbo

Factor	N	Media	Agrupación
feb-14	2519	33,250	A
ago-14	2543	32,433	A B
ene-16	2633	31,552	A B C
sep-12	2351	31,467	A B C
ago-13	2502	30,708	B C D
may-13	2440	30,295	B C D E
ago-12	2348	30,201	B C D E F
mar-15	2654	30,153	C D E F
nov-12	2395	29,678	C D E F G
sep-13	2470	29,511	C D E F G H
jul-14	2532	29,351	C D E F G H I
oct-14	2606	28,936	D E F G H I J
feb-13	2402	28,867	D E F G H I J
oct-12	2370	28,746	D E F G H I J K
oct-13	2481	28,658	D E F G H I J K
dic-13	2460	28,629	D E F G H I J K L
feb-12	2228	28,563	D E F G H I J K L M
may-10	2122	28,534	D E F G H I J K L M N
jul-11	2198	28,515	D E F G H I J K L M N
sep-15	2672	28,442	D E F G H I J K L M
oct-17	2861	28,417	E F G H I J K L M
oct-15	2696	28,353	E F G H I J K L M N
oct-11	2228	28,351	D E F G H I J K L M N O P Q
mar-16	2720	28,340	E F G H I J K L M N O
mar-11	2171	28,313	E F G H I J K L M N O P Q
dic-14	2630	28,182	E F G H I J K L M N O P Q
dic-10	2176	28,153	E F G H I J K L M N O P Q R
nov-15	2683	28,129	E F G H I J K L M N O P Q
jun-12	2269	28,105	E F G H I J K L M N O P Q R
ene-15	2646	28,090	E F G H I J K L M N O P Q R
sep-10	2157	28,004	E F G H I J K L M N O P Q R S T U
may-15	2665	28,004	F G H I J K L M N O P Q R
ene-13	2352	27,908	F G H I J K L M N O P Q R S T U V
oct-16	2751	27,848	G H I J K L M N O P Q R S T U
dic-16	2810	27,838	G H I J K L M N O P Q R S T U
jun-15	2690	27,691	G H I J K L M N O P Q R S T U V W
jul-17	2843	27,473	G H I J K L M N O P Q R S T U V W X
ene-17	2801	27,423	G H I J K L M N O P Q R S T U V W X
oct-10	2155	27,358	G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z
nov-10	2164	27,324	G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z AA AB
abr-10	2145	27,307	G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z AA AB
jul-13	2455	27,296	H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y
ene-10	2093	27,294	G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z AA AB AC AD
mar-14	2463	27,290	H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z
jun-14	2512	27,231	H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z AA AB
feb-11	2207	27,070	I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z AA AB AC AD
dic-12	2345	27,040	I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z AA AB AC AD

Anexo 18

Comparaciones en parejas de Tukey Tumbaco

Factor	N	Media	Agrupación
ago-12	9875	32,372	A
sep-11	9340	27,210	B
abr-10	8490	26,060	C
nov-10	8737	25,446	C D
jul-15	11953	25,185	C D E
feb-16	12075	25,050	D E
mar-11	9091	24,937	D E F
ago-10	8530	24,790	D E F G
sep-12	9776	24,758	D E F G
jun-10	8484	24,431	E F G H I J
ene-16	12054	24,407	E F G H
oct-15	11926	24,119	F G H I J K
jul-13	10367	24,119	F G H I J K
sep-15	11896	24,011	G H I J K L
ago-13	10479	23,973	G H I J K L M
feb-10	8405	23,957	F G H I J K L M
mar-10	8298	23,947	F G H I J K L M N
ene-10	8205	23,922	G H I J K L M N
ago-14	11235	23,826	H I J K L M N
jun-11	9016	23,759	H I J K L M N O
ene-15	11571	23,653	H I J K L M N O P
abr-11	9018	23,518	H I J K L M N O P Q
jun-12	9731	23,494	J K L M N O P Q R
feb-13	10110	23,486	I J K L M N O P Q R
oct-12	9876	23,362	K L M N O P Q R S
ene-14	10895	23,357	K L M N O P Q R S
oct-13	10773	23,345	K L M N O P Q R S
jun-13	10281	23,195	L M N O P Q R S T
sep-14	11357	23,177	L M N O P Q R S T
feb-12	9398	23,145	L M N O P Q R S T U
dic-11	9255	23,096	M N O P Q R S T U
ene-13	10048	22,975	N O P Q R S T U V

jul-10 8406 22,778
 jul-11 9144 22,776
 feb-14 10846 22,737
 jul-14 11124 22,629
 nov-12 9825 22,629
 may-12 9503 22,621
 nov-13 10788 22,578
 ene-11 8855 22,535
 abr-15 11794 22,505
 sep-13 10691 22,502
 oct-11 9286 22,397
 may-13 10128 22,371
 sep-16 12206 22,294
 dic-12 9877 22,293
 abr-14 11054 22,090
 jun-15 11928 22,071
 mar-14 10955 22,028
 feb-11 9021 21,951
 dic-16 12218 21,835
 ago-16 12186 21,752
 dic-10 8754 21,668
 nov-15 11885 21,616
 ago-17 12645 21,605
 jun-14 11076 21,573
 mar-12 9449 21,553
 may-16 11957 21,533
 mar-15 11787 21,463
 dic-14 11455 21,429
 jul-16 12154 21,423
 nov-14 11430 21,422
 jun-16 12078 21,411
 ene-17 12190 21,398
 jun-17 12532 21,350
 oct-14 11287 21,340
 ene-12 9259 21,283

O P Q R S T U V W
 P Q R S T U V W
 Q R S T U V W
 Q R S T U V W X
 Q R S T U V W X Y
 Q R S T U V W X Y
 R S T U V W X Y
 R S T U V W X Y Z
 S T U V W X Y
 S T U V W X Y
 T U V W X Y Z AA
 T U V W X Y Z AA
 U V W X Y Z AA AB
 T U V W X Y Z AA AB AC
 V W X Y Z AA AB AC AD
 W X Y Z AA AB AC AD
 W X Y Z AA AB AC AD
 W X Y Z AA AB AC AD AE
 X Y Z AA AB AC AD AE AF
 Y Z AA AB AC AD AE AF AG
 Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ
 Z AA AB AC AD AE AF AG AH
 AA AB AC AD AE AF AG AH
 AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ
 AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK
 AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ
 AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK
 AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL
 AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL
 AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL
 AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL
 AD AE AF AG AH AI AJ AK AL
 AD AE AF AG AH AI AJ AK AL
 AD AE AF AG AH AI AJ AK AL
 AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM

sep-10	8542	21,073
jul-12	9724	20,995
mar-17	12152	20,975
nov-17	12845	20,959
ago-11	9142	20,958
abr-13	10080	20,955
may-14	11036	20,899
oct-10	8657	20,839
sep-17	12705	20,833
may-10	8344	20,790
oct-16	12165	20,770
nov-16	12181	20,764
dic-15	11967	20,608
nov-11	9276	20,598
dic-17	12921	20,491
ago-15	11917	20,413
may-17	12255	20,402
dic-13	10786	20,146
jul-17	12600	20,106
feb-15	11790	19,852
abr-12	9401	19,803
may-15	11839	19,775
mar-16	11933	19,763
mar-13	10002	19,717
oct-17	12891	19,507
abr-16	11853	19,030
feb-17	12148	18,853
abr-17	12131	18,473
may-11	8982	15,723

AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN
 AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN
 AG AH AI AJ AK AL AM AN
 AG AH AI AJ AK AL AM AN
 AF AG AH AI AJ AK AL AM AN AO
 AF AG AH AI AJ AK AL AM AN AO
 AG AH AI AJ AK AL AM AN AO
 AG AH AI AJ AK AL AM AN AO
 AH AI AJ AK AL AM AN AO
 AH AI AJ AK AL AM AN AO AP
 AH AJ AK AL AM AN AO
 AI AJ AK AL AM AN AO
 AL AM AN AO AP AQ
 AK AL AM AN AO AP AQ AR
 AN AO AP AQ AR AS
 AO AP AQ AR AS
 AP AQ AR AS AT
 AQ AR AS AT
 AQ AR AS AT
 AQ AR AS AT
 AR AS AT AU
 AS AT AU
 AT AU AV
 AU AV
 AV

AW

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes