

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil.

TRABAJO DE TITULACIÓN

**COMPARACIÓN ENTRE LOS CONSUMOS DE AGUA POTABLE DURANTE LA
CUARENTENA DEL 2020 Y LOS REGISTROS HISTÓRICOS EN IMBABURA Y
PICHINCHA**

Autor(es):

Evelyn Dayana Anangón Carrera
Karina Estefanía Chimarro Navas

Tutor:

Ing. Alfonso Arellano Barriga. Mgs.

Riobamba - Ecuador
Año 2022

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación nos corresponde exclusivamente a: Evelyn Dayana Anangonó Carrera, Karina Estefanía Chimarro Navas y al Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



.....

Srta. Evelyn Dayana Anangonó Carrera

C.I. 100373215-1



.....

Srta. Karina Estefanía Chimarro Navas

C.I. 172611860-5

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, **Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga**, en calidad de Tutor de Tesis, cuyo tema es: **“COMPARACIÓN ENTRE LOS CONSUMOS DE AGUA POTABLE DURANTE LA CUARENTENA DEL 2020 Y LOS REGISTROS HISTÓRICOS EN IMBABURA Y PICHINCHA”**, CERTIFICO; que el informe final del trabajo investigativo ha sido revisado y corregido, razón por la cual autorizo a las señoritas; **Evelyn Dayana Anangonó Carrera** y **Karina Estefanía Chimarro Navas**, para que se presenten ante el tribunal de defensa respectivo para que se lleve a cabo la sustentación de su Tesis.

Atentamente;



Firmado electrónicamente por:

**ALFONSO
PATRICIO
ARELLANO
BARRIGA**

.....
Mgs. Alfonso Arellano
Tutor de Tesis

REVISIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: **“COMPARACIÓN ENTRE LOS CONSUMOS DE AGUA POTABLE DURANTE LA CUARENTENA DEL 2020 Y LOS REGISTROS HISTÓRICOS EN IMBABURA Y PICHINCHA”**, presentado por: **Evelyn Dayana Anangón Carrera, Karina Estefanía Chimarro Navas** y dirigida por: Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga. Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo. Para constancia de lo expuesto firman:



Firmado electrónicamente por:
**ALFONSO
PATRICIO
ARELLANO
BARRIGA**

Mgs. Alfonso Arellano
Docente tutor



Firmado electrónicamente por:
**CARLOS
ISRAEL
MONTALVO
MONTENEGRO**

MSc. Carlos Montalvo
Miembro del tribunal



Firmado electrónicamente por:
**MARIA
GABRIELA
ZUÑIGA
RODRIGUEZ**

MSc. María Gabriela Zúñiga
Miembro del tribunal

CERTIFICADO DE ANTI-PLAGIO

CERTIFICACIÓN

Que, **ANANGONÓ CARRERA EVELYN DAYANA** con **CC:100373251-1** y **CHIMARRO NAVAS KARINA ESTEFANÍA** con **CC: 172611860-5**, estudiantes de la Carrera de INGENIERÍA CIVIL, Facultad de INGENIERÍA; han trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **“COMPARACIÓN ENTRE LOS CONSUMOS DE AGUA POTABLE DURANTE LA CUARENTENA DEL 2020 Y LOS REGISTROS HISTÓRICOS EN IMBABURA Y PICHINCHA”** que corresponde al dominio científico **DESARROLLO TERRITORIAL- PRODUCTIVO Y HÁBITAT SUSTENTABLE PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA** y alineado a la línea de investigación **INGENIERÍA, CONSTRUCCIÓN, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN**, cumple con el 9 %, reportado en el sistema Anti plagio nombre del sistema, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.



Firmado electrónicamente por:

**ALFONSO
PATRICIO
ARELLANO
BARRIGA**

.....
Mgs. Alfonso Arellano
Docente tutor

DEDICATORIA

A mi hijo Esteban Alejandro por haber llegado a mi vida como fuente de inspiración y ser mi mayor motivo de lucha y perseverancia, a mi madre Silvia Patricia Carrera Vera por todo el apoyo y confianza brindados a lo largo de esta travesía, y por enseñarme a perseguir mis sueños hasta alcanzarlos, a mi padre Jesús Amable Anangonó Oñate por haberse convertido en mi ángel y guiarme desde el cielo, a mi hermana Mayra Natalia Anangonó Carrera por ser mi ejemplo de constancia y superación.

Evelyn Dayana Anangonó Carrera

AGRADECIMIENTO

A Dios por bendecirme y acompañarme en este camino, al ingeniero Alfonso Arellano por haber sido partícipe de este logro a través de sus conocimientos, a la Universidad Nacional de Chimborazo por acogerme y prepararme a lo largo de estos años, para poder servir a la sociedad.

Evelyn Dayana Anangonó Carrera

DEDICATORIA

A mis padres Nelson Chimarro e Isabel Navas por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo, por ser un excelente ejemplo de superación a seguir. A mis hermanas Belén Navas y Dayana Chimarro por ser parte importante de mi vida no sólo aportando buenas cosas, sino también por su apoyo moral y estar juntas en momentos buenos y malos. A mi pareja Alex Maigua, por el tiempo compartido de muchos años, por la maravilla de descubrir la vida juntos y llegar a formar una familia verdadera en todo momento junto a nuestro hijo. A mi hijo Thiago Maigua y mi sobrino Daniel Cando, por ser los motores de mi vida, mi esperanza, mi alegría, los testigos silenciosos de mis luchas cotidianas en busca de un mejor futuro.

A todos ustedes dedico el producto de mi esfuerzo

Karina Estefania Chimarro Navas

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad. A la Universidad Nacional de Chimborazo, por haberme brindado generosamente la formación como ser humano y como ingeniera dentro y fuera de sus aulas. Al ingeniero Alfonso Arellano por su apoyo incondicional quien en todo momento aportó sus conocimientos de la mejor manera, siendo un excelente docente y persona.

Karina Estefania Chimarro Navas

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	16
2. OBJETIVOS.....	25
2.1. Objetivo General.....	25
2.2. Objetivos Específicos.....	25
3. ESTADO DEL ARTE.....	25
4. METODOLOGÍA.....	30
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
5.1. Pruebas de normalidad y homocedasticidad.....	35
5.2. Análisis de Varianza de medias ANOVA.....	38
5.3. Análisis de los cantones de estudio.....	39
5.3.1. Cantón Atuntaqui.....	40
5.3.2. Cantón Cotacachi.....	43
5.3.3. Cantón Cayambe.....	46
5.3.4. Parroquia Juan Montalvo.....	49
5.4. Cálculo del coeficiente de variación Kd.....	53
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
6.1. Conclusiones.....	55
6.2. Recomendaciones.....	57

7. BIBLIOGRAFÍA.....	58
8. ANEXOS.....	63
Anexo 1: Variables que intervienen en los consumos de agua potable semestrales y mensuales.....	63
Anexo 2: Coeficientes Kd ciudades grandes, medianas y pequeñas considerando CPC/p.m65	
Anexo 3: Comparación de Tukey cantón Atuntaqui.....	66
Anexo 4: Comparación Tukey cantón Cotacachi	70
Anexo 5: Comparación de Tukey cantón Cayambe	73
Anexo 6: Comparación de Tukey Parroquia Juan Montalvo.....	82

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Localización geográfica de los cantones estudiados de las provincias de Carchi, Imbabura y Pichincha	20
Ilustración 2: Procesos sistemáticos de desarrollo de investigación.....	30
Ilustración 3: Diagrama de cajas y bigotes	32
Ilustración 4: Prueba de normalidad y valor ajustado de medias de consumo de agua potable – Atuntaqui (a), Cotacachi (b), Cayambe (c) y Juan Montalvo (d).....	36
Ilustración 5: Transformación de Johnson: Atuntaqui (a), Cotacachi (b) y Juan Montalvo (d)	37
Ilustración 6: Gráfica de intervalos del cantón Atuntaqui.	41
Ilustración 7: Medias de los meses de cuarentena Atuntaqui	42
Ilustración 8: Gráfica de intervalos del cantón Cotacachi.	44
Ilustración 9: Medias de los meses de cuarentena Cotacachi	45
Ilustración 10: Gráfica de intervalos del cantón Cayambe.	47
Ilustración 11: Medias de los meses de cuarentena Cayambe	48
Ilustración 12: Gráfica de intervalos de la Parroquia de Juan Montalvo.....	50
Ilustración 13: Medias de los meses de cuarentena Juan Montalvo	51
Ilustración 14: Coeficiente de consumo Kd de Atuntaqui, Cotacachi, Cayambe y Juan Montalvo.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable.....	17
Tabla 2. Datos de registros de consumos de agua potable proporcionada por las empresas de agua potable de cada Gad Municipal.....	22
Tabla 3. Coeficiente de variación del consumo de agua potable de tesis investigadas.	23
Tabla 4. Resumen de datos obtenidos.....	31
Tabla 5. Análisis de Varianza de las medias de los consumos mensuales de cada población....	38
Tabla 6. Resumen de medias del Registro Histórico – Atuntaqui.....	40
Tabla 7: Resumen de medias del Registro Histórico – Cotacachi.....	43
Tabla 8 . Resumen de medias del Registro Histórico – Cayambe.....	46
Tabla 9. Resumen de medias del Registro Histórico – Parroquia de Juan Montalvo.....	49
Tabla 10. Resumen de estadística descriptiva de cantones en análisis.....	52
Tabla 11. Resultados de los coeficientes de variación de consumo para los cantones en análisis.....	53

RESUMEN

El consumo de agua potable es un parámetro fundamental para diseñar sistemas hidráulicos capaces de abastecer las necesidades de la población y cubrir el 100% de la demanda. Para los diseños de nuevos sistemas o para ampliaciones de los existentes, siempre se debe considerar el coeficiente de variación del consumo máximo diario K_d , con el cual se calculan los caudales de diseño de las unidades de un sistema de agua potable. Ese coeficiente no ha sido actualizado desde los años 70s, desde que entró en vigencia la norma ecuatoriana por parte del desaparecido Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS). Tomando en cuenta que desde fines de marzo hasta mayo del 2020 la población se encontraba en cuarentena debido a la pandemia generada por el COVID 19, produciéndose grandes cambios en las costumbres del consumo de agua potable de los habitantes.

Por ende, en el presente trabajo de investigación se realiza una comparación entre los consumos de agua potable durante la cuarentena del 2020 y los registros históricos en los cantones de Atuntaqui, Cotacachi, Cayambe y la parroquia Juan Montalvo. Con el fin de aportar junto con investigaciones anteriores, con valores actuales de K_d para ciudades o parroquias o comunidades con menos de 150000 habitantes, para actualizar y orientar el uso de datos en el diseño de futuros sistemas de agua potable.

Palabras clave: sistemas hidráulicos, coeficiente de variación del consumo máximo diario, cuarentena, pandemia, COVID 19, consumos de agua potable, registros históricos.

ABSTRACT

The consumption of drinking water is a fundamental parameter to design hydraulic systems capable of supplying the needs of the population and covering 100% of the demand. For the designs of new systems or for expansions of existing ones, the coefficient of variation of the maximum daily consumption K_d must always be considered, with which the design flows of the units of a drinking water system are calculated. This coefficient has not been updated since the 1970s, since the Ecuadorian standard came into force by the now-defunct Ecuadorian Institute of Sanitary Works (IEOS). Taking into account that from the end of March to May 2020, the population was in quarantine due to the pandemic generated by COVID 19, producing great changes in the habits of the inhabitants' consumption of drinking water.

Finally, in this research work, a comparison is made between the consumption of drinking water during the 2020 quarantine and the historical records in the cantons of Atuntaqui, Cotacachi, Cayambe and the Juan Montalvo parish. In order to contribute, together with previous research, with current values of K_d for cities or parishes or communities with less than 150,000 inhabitants, to update and guide the use of data in the design of future drinking water systems.

Keywords: hydraulic systems, coefficient of variation of maximum daily consumption, historical quarantine, pandemic, COVID 19, drinking water consumption, records.



Firmado electrónicamente por:
NELLY ESTELA
MOREANO OJEDA

Reviewed by:
Dra. Nelly Estela Moreano Ojeda
ENGLISH PROFESSOR
C.C. 1801807288

1. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador a nivel nacional el 82.32% de la población tiene acceso a la red pública de Agua Potable, según el Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC (2016). En el sector urbano llega a un índice del 94%, mientras que el 57,50% pertenece al sector rural.

El universo (2020) menciona que el consumo de agua potable ha ido aumentando en las tres ciudades ecuatorianas más pobladas como: Guayaquil, Quito y Cuenca tras la cuarentena obligatoria que se decretó para reducir la propagación del COVID-19 a nivel nacional. Por otro lado, la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito, en ciertos sectores de la ciudad registró un aumento del consumo de agua potable en el sector residencial del 45% derivando a un sobreconsumo por el confinamiento en los hogares, durante dichos meses.

Acosta Maldonado et al., (2019) menciona que la cobertura de acceso al agua potable a través de red pública a nivel nacional es del 83%. La zona urbana cuenta con el 94% mientras que el sector rural el 57.50%. La región Costa muestra una cobertura de agua del 68%, la región Sierra del 75,7% de su población y finalmente la región Amazónica, donde solo el 42,5% de la población cuenta con agua segura Senplades (2014).

Los sistemas de agua potable no cubren el 100% de la demanda. Para los diseños de nuevos sistemas o para ampliaciones de los existentes, siempre se debe considerar el coeficiente de variación del consumo máximo diario K_d , con el cual se calculan los caudales de diseño de las unidades de un sistema de agua potable.

La norma INEN 005-9-1 (1992), para obtener el valor del consumo máximo necesario en los diseños de sistemas de agua potable, se debe considerar el consumo medio y el coeficiente de variación expresados en la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{máx. día}} = Kd * Q_{\text{med. diario}} \quad [\text{Ec. 1}]$$

Donde:

- $Q_{\text{máx}}$: es el consumo máximo determinado.
- Kd : Coeficiente de variación de consumo.
- Q_{med} : es el valor del consumo medio.

El coeficiente de variación se debe establecer en base a estudios de sistemas existentes de agua potable. Caso contrario se recomienda utilizar valores en un rango de 1.3 y 1.5. La norma CPE INEN 05 parte 9-1 expone criterios para el cálculo de caudales de diseño de la captación, conducción, redes de distribución y planta de tratamiento. En la Tabla 1 se presentan los valores máximos de caudales diarios que deben ser utilizados en el diseño de estructuras hidráulicas.

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

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

Fuente: (CPE INEN, 1992)

Para estructuras destinadas a la conducción se diseñarán para garantizar el transporte del caudal necesario para satisfacer la demanda de agua, considerada al final del período de diseño.

Mediante la norma INEN 005-9-1 (1992) mencionan 3 criterios:

- a. El caudal diseño cuando los usuarios no presentan variaciones en los consumos anuales, diarios u horario.

$$Q_{diseño} = Q_{med. anual} \quad [Ec. 2]$$

Donde:

- $Q_{diseño}$: es el caudal de diseño.
- $Q_{med. anual}$: es el caudal medio anual.

- b. Cuando la conducción esté directamente conectada a reservorios de distribución, o a una red que disponga de reservorios de emergencia.

$$Q_{diseño} = \frac{Q_{med. anual} * Kd}{T(\%)} \quad [Ec. 3]$$

Donde:

- $Q_{diseño}$: es el caudal de diseño.
- $Q_{med. anual}$: es el caudal medio anual.
- Kd : Coeficiente de variación de consumo.
- T : es el tiempo de funcionamiento diario de la conducción.

- c. Cuando la conducción esté directamente conectada a una red de distribución que no disponga de reservorios de emergencia.

$$Q_{diseño} = Q_{med. anual} * Kd_{(diaria)} * Kd_{(horaria)} \quad [Ec. 4]$$

Donde:

- $Q_{diseño}$: es el caudal de diseño.

- $Q_{med.anual}$: es el caudal medio anual.
- K_d (diaria): Coeficiente de variación de consumo diaria.
- K_h (horaria): Coeficiente de variación de consumo horaria.

En la presente investigación se plantea obtener la información de los consumos mensuales de agua potable en el sector residencial, calculando un consumo máximo durante un registro histórico disponible. Jiménez (2020) realiza su investigación en 3 poblaciones de la provincia de Imbabura y Carchi. En la provincia de Imbabura el cantón de San Miguel de Urcuquí. En la provincia del Carchi el cantón de Mira y la ciudad del Ángel, demuestran que en la ciudad de Mira es la única población que presenta mayor consumo de agua potable en tiempos de cuarentena. Sin embargo, en las otras poblaciones el consumo máximo se registró en diferentes meses. Concluyó que en el sector residencial de pequeñas ciudades se caracterizan por un mayor consumo de agua potable que en las grandes ciudades. Por lo cual, en esta investigación se estudiará los consumos de agua potable en la provincia de Imbabura en los cantones de Atuntaqui y Cotacachi, para la provincia de Pichincha el cantón Cayambe y la parroquia de Juan Montalvo. A continuación, a través de la (Ilustración 1) se da a conocer la ubicación geográfica de los cantones en estudio y aquellos que ya han sido analizados, con el fin de facilitar la interpretación de resultados y discusión.



Ilustración 1: Localización geográfica de los cantones estudiados de las provincias de Carchi, Imbabura y Pichincha
Fuente: Google Earth (2021)

Según el INEC, (2010) Atuntaqui, también conocida como Santa Marta de Atuntaqui, es la cabecera cantonal del Cantón Antonio Ante, siendo la tercera localidad más grande de la Provincia de Imbabura. Está localizada al norte de la Región interandina del Ecuador, a una altitud de 2405 msnm, posee un clima andino de 16°C. La producción y comercialización textil es la principal actividad realizada por sus habitantes.

Santa Ana de Cotacachi es un cantón de la provincia de Imbabura ubicada al norte del Ecuador. Su cabecera cantonal es la ciudad de Cotacachi. Se ubica a 80 km al norte de Quito y

25 km al sur de Ibarra, su altitud es de 2099 msnm. Las principales actividades económicas son la agricultura, ganadería, caza y pesca.

El cantón Cayambe está ubicado en la provincia de Pichincha, al norte del Ecuador, a una altitud de 5.790 msnm. Posee una extensión de 1.350 km², lo que representa el 3,3% de la superficie de la provincia en su conjunto. Está conformado por ocho parroquias, tres urbanas y cinco rurales. Tiene un clima frío-templado con una población de 85795 habitantes. El 47.7% de la población se dedica a la agricultura, ganadería, gastronomía y principalmente en el cultivo de rosas INEC (2010). Se caracteriza en producir las más asombrosas flores de la región montañosa de Ecuador.

La parroquia de Juan Montalvo es una de las tres parroquias urbanas del cantón Cayambe, con aproximadamente 12000 habitantes. Se encuentra al sur de la ciudad comprende los alrededores desde el volcán Cayambe hasta el río Guachalá. Posee una extensión de 181.41 km². La parroquia está formada por el 70% de centros de ganadería y el 30% se dedica a la agricultura. Su clima oscila entre los 14 °C, hasta los 12 °C.

Estudios presentados por Senplades (2014) en base al Censo de Población y Vivienda 2010 (INEC) indican que la cobertura de agua potable de red pública, en el cantón San Antonio es de 85,1%, en el cantón Cotacachi 62,2%, en el cantón Cayambe 73.8% que abarca a la parroquia de Juan Montalvo.

El análisis de las variaciones históricas de consumo de agua potable es fundamental para realizar un diseño óptimo de un sistema de agua potable que abastezca las necesidades actuales y futuras de una localidad. La Tabla 2 muestra los datos de registros de consumos de agua

potable proporcionada por las empresas de agua potable de cada Gad Municipal, además de la población total de cada cantón de acuerdo al censo 2010.

Tabla 2. Datos de registros de consumos de agua potable proporcionada por las empresas de agua potable de cada Gad Municipal.

Provincia	Cantón	Años	Usuarios	Total, de datos mensuales	Población censo 2010 (Habitantes)	
					Total	Sector urbano
Imbabura	Atuntaqui	2010 - 2020	5000	660000	43518	17775
	Cotacachi	2010 - 2021	4900	705600	40036	8848
	Cayambe	2008 - 2020	5974	931944	85795	39028
Pichincha	Parroquia Juan Montalvo	2010 - 2021	3493	502992	12000	6978
	Total			2800536		

Fuente: Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado de Antonio Ante (EPAA-AA), Gobierno Autónomo Descentralizado parroquial de Santa Ana de Cotacachi, Empresa Pública Municipal de Agua Potable Alcantarillado y Aseo Cayambe (EMAPAAC-EP) y Junta Administradora de Agua Potable, Saneamiento Juan Montalvo (JAAPS-JM).

Tomando en cuenta que desde fines de marzo hasta mayo del 2020 la población se encontraba en cuarentena debido a la pandemia generada por el COVID 19. Las costumbres habituales de la población cambiaron considerablemente en el consumo del agua potable. Por lo cual, se considera que únicamente en el sector residencial se encontraba operando. Mientras que en los sectores públicos, industriales, educativos y turísticos estaban suspendidos. Por lo tanto, se prevé que el sector residencial en los meses de aislamiento alcanzó los consumos máximos de agua. El consumo medio se obtiene de los registros históricos para finalmente determinar el coeficiente de variación del consumo máximo Kd. Es importante mencionar que los valores para el coeficiente de variación de consumo deben estar actualizados en cada población, para evitar un subdimensionamiento en el diseño de un sistema de agua potable.

Esta investigación es la continuación de tesis desarrolladas en la Universidad Nacional de Chimborazo en la Tabla 3, se detalla los datos del coeficiente de variación actualizados con la finalidad de orientar el uso de datos en el diseño de futuros sistemas de agua potable. Pertenece al proyecto de la “Determinación de la variación de consumos de agua potable en ciudades menores a 150000 habitantes del Ecuador”. Los resultados que fueron obtenidos hasta junio del 2020 son las siguientes:

Tabla 3. Coeficiente de variación del consumo de agua potable de tesis investigadas.

Provincia	Cantón	Autor	Población (habitantes) (1)	Usuarios (2)	desde	Hasta	Número datos	Consumo mensual promedio (3)	Consumo máximo (4)	kd
Chimborazo	P. Sta Marianita	Peña Ronny	205	62	ene-16	may-20	3,286	8.71	37.03	4.25
	P. El Quinche	Peña Ronny	217	67	ene-16	may-20	3,551	12.3	23.13	1.88
	Tamaute	Peña Ronny	237	114	ene-13	may-20	8,778	9.63	20.06	2.08
	P. San Miguel	Peña Ronny	250	49	ene-16	may-20	2,597	10.34	34.04	3.29
	P. San Pedro	Peña Ronny	300	84	ene-16	may-20	4,452	8.84	20.59	2.33
	P. Grande	Peña Ronny	320	88	ene-16	may-20	4,664	13.47	25.93	1.93
	Penipe	Peña Ronny	2089	709	ene-19	may-20	12,762	8.64	13.44	1.56
	Chunchi	Sela Lorena	3784	1375	ene-15	nov-20	87,736	15.44	19.78	1.28
Bolívar	Guamote	Sela Lorena	2648	1348	ene-16	sep-20	34,865	20.7	41.46	2.00
	Chillanes	Hinojosa Lisseth	2681	1069	2018	jun-20	32,100	9.13	12.51	1.37

		Hinojosa								
	Chimbo	Lisseth	4402	1801	2018	jun-20	54,030	14.1	20.38	1.45
		Hinojosa								
	Echeandía	Lisseth	6170	2604	2018	jun-20	78,120	13.397	15.132	1.13
Carchi	Mira	Jiménez Javier	5994	1632	ene-14	jun-20	127,296	12.84	19.7542	1.54
	El Ángel	Jiménez Javier	6325	1840	ene-14	jun-20	143,520	14.469	18.551	1.28
	Sn Miguel de									
Imbabura	Urcuqui	Jiménez Javier	15671	5077	ene-14	jun-20	396,006	11.396	15.302	1.34
		Hinojosa								
Bolívar	Guaranda	Lisseth	23874	5671	2009	jun-20	782,598	15.174	20.032	1.32
Chimborazo	Riobamba	Saltos Angie	146324	29877	2016	jun-20	1,613,358	17.58	20.77	1.18
		Guayara								
	Pablo Sexto	Francis	1823	409	2004	jul-05	76,483	13.21	23.46	1.78
		Guayara								
Morona	Palora	Francis	6936	2017	2017	jul-05	84,714	9.72	14.35	1.48
		Guayara								
	Huamboya	Francis	8466	486	2017	jul-05	18,954	11.48	19.45	1.69
		Guayara								
	Morona	Francis	41155	7573	2010	jul-05	946,625	17.64	23.51	1.33
Pastaza	Puyo	Salazar Bryan	33557	11214	jun-10	sep-20	852,539	24.25	31.52	1.30
		Fernández								
Napo	Tena	Carla	23307	4497	may-10	jul-20	357,966	38.87	57.53	1.48
	Carlos Julio									
	Arosemena	Fernández								
	Tola	Carla	931	710	feb-08	sep-20	49,780	19.93	27.75	1.39
Cotopaxi	Latacunga	Cazorla Miguel	63842	13734	ene-09	dic-20	1,375,482	23.41	33.05	1.41
Tungurahua	Ambato	Sailema Karla	165258	49414	ene-10	dic-20	6,522,648	18.13	24.386	1.35

Fuente: Arellano A., Anangón E. & Chimarro K. (2021)

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- Comparar el consumo de agua potable en cantones de Imbabura y Pichincha durante la cuarentena del 2020 respecto a un registro histórico del consumo.

2.2. Objetivos Específicos

- Recopilar información histórica y en tiempo de cuarentena sobre: consumo mensual de agua potable por usuarios en cantones de Imbabura y Pichincha.
- Realizar un análisis estadístico y evaluar si el consumo generado en cuarentena es máximo o se mantiene en los rangos de consumo mensual de registros anteriores.
- Elaborar cuadros de resultados de los coeficientes de variación y compararlos con los determinados de otras ciudades.
- Establecer el coeficiente de variación del consumo de agua potable en cada cantón estudiado.

3. ESTADO DEL ARTE

La emergencia global debido al COVID-19 ha activado alertas para la atención poblacional. En el caso del agua potable, el aislamiento provoca un incremento en el consumo doméstico. El abastecimiento de agua y el saneamiento para las comunidades juega un rol aún más importante que en condiciones normales, por las rigurosas medidas sanitarias con las que se debe mitigar la exposición al virus. Razón por la que los prestadores de servicios de agua y saneamiento deben implementar todas las acciones para garantizar los usos derivados del líquido vital, durante las etapas de emergencia Ruiz (2017).

Según Manuel Encalada, jefe de Distribución de Empresa Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito (EPMPS), ratificó que, en San Antonio de Calderón, Cumbayá, Alangasí y Píntag el consumo de agua potable se incrementan 20% por causa de las condiciones climáticas. Los habitantes utilizan el agua potable para el riego de jardines más a menudo a lo habitual y el desperdicio de agua al lavar sus vehículos. Quito alcanza un promedio de 180 litros de agua por día, llegando así a picos de 200 litros en los meses normales. En los meses de aislamiento llega a 300 litros diarios afectando a la continuidad del servicio en diferentes parroquias rurales el comercio (2021).

El tamaño de la población en la década de los 70 cambió drásticamente, siendo más pequeños que los actuales, debido principalmente a la migración del sector rural a las grandes ciudades. Por lo tanto, los rangos de las poblaciones para seleccionar una dotación de acuerdo con la norma podrían ser inadecuados a la situación demográfica actual. Arellano et al. (2018), proponen la clasificación de la población dependiendo de los estratos económicos, generando nuevos rangos de poblaciones como ciudades pequeñas las menores a 8000 habitantes, ciudades medianas entre 8000 y 30000 habitantes y ciudades grandes de 30000 a 150000 habitantes.

La aparente escasez de agua potable para abastecer a una población se podría atribuir a que los ingenieros civiles encargados de los diseños hidráulicos utilizan dotaciones estándar establecidas por la norma CPE INEN 005-9-1 desde los años 70. A partir de la vigencia de la norma ecuatoriana no se han modificado datos importantes como el tamaño de la población. Arellano et al. (2018) explica que la Norma Ecuatoriana CPE INEN 005-9-1 debe ser actualizada de acuerdo con cambios socio económicos y la distribución demográfica del Ecuador.

Arellano & Lindao (2019) señalan que la gestión del agua potable es el principal factor que afecta la calidad del agua y el consumo de las personas. Es decir, si la gestión es deficitaria en cantidad y calidad del agua que se le entrega, el usuario reaccionará con duda e insatisfacción al servicio de abastecimiento de agua de la red pública. Esto ha llevado a la utilización de indicadores de gestión y calidad del agua potable de la red pública (Ingecap). La insatisfacción o desconfianza de los usuarios conlleva a decidir que, si no mejora la calidad del agua potable, muchos optarán por el consumo de bidones de agua.

La investigación realizada por Peña (2019) muestra que el consumo del agua potable en una población está relacionada a factores climatológicos, socio demográfico, socio-económicos y gestión de calidad del agua (Anexo 1). Dando como resultados un análisis semestral donde influye los factores de gestión, calidad del agua y los socio demográficos. En cambio, en el análisis mensual los factores climatológicos son los más relevantes dentro del consumo del agua, sin embargo, los factores socio económicos no predominan como los otros factores.

Por otro lado, Yuquilema (2020) investiga la correlación entre la frecuencia de cocinar y el consumo de agua potable. Presume que el número de veces que se cocina en cada casa en el sector residencial se consumía más agua. Sin embargo, este bosquejo fue descartado por no tener validez estadística. Por lo tanto, la variación en el consumo de agua potable está relacionado a otro tipo de factores que corrobora lo mencionado por Peña, (2019).

Otro factor que puede incidir es el equipamiento sanitario, donde Bravo & Merino, (2018) estudian el impacto de los aparatos sanitarios como: inodoros, lavamanos, duchas, lavandinas y lavadoras. Han determinado que el número de aparatos sanitarios incide en los consumos de agua potable, por ejemplo, en poblaciones de 30000 a 150000 el consumo de agua aumenta

mientras más aparatos sanitarios existan, pero en poblaciones menores a 8000 habitantes pasa lo contrario, al incrementar los aparatos sanitarios en una vivienda el consumo de agua disminuye.

Salazar (2020) realiza su estudio donde recoge datos de 9 investigaciones anteriores sobre el consumo máximo de agua doméstica en 11 ciudades ecuatorianas, entre los años 2013 a 2015, en períodos de estudios de 6 meses en cada ciudad. Procesa la información para encontrar el consumo máximo por ciudad y el coeficiente de variación de consumo diario. Considerando dos escenarios mensuales y semestrales. Determinando un coeficiente de variación para ciudades grandes $K_d = 1.10$ es menor que las ciudades medianas $K_d = 1.12$ y es mayor que las ciudades pequeñas $K_d = 1.04$. Sin embargo, si no se emplea una división demográfica por tamaño de ciudad, se utiliza un K_d global $= 1.09$ (Anexo 2). Si se omite la incidencia demográfica y se considera un valor de K_d global, se subdimensionan los cálculos en ciudades medianas y pequeñas.

Así mismo, Guayara & Peña (2021), realizan una investigación en ciudades con mayor número de usuarios como Morona y Palora. Se establece un coeficiente de variación K_d de 1.33 y 1.48 valores que están dentro del rango estándar de la norma de agua potable. Sin embargo, para ciudades con menor número de usuarios como Pablo Sexto, Huamboya, Penipe, Tamaute y los Pungales establecen que están por encima del rango de los valores de la norma, reflejando a que se ajustan a la realidad de las poblaciones.

Por consiguiente, Cazorla & Sela (2021) analizan los consumos de agua potable residenciales para los cantones Latacunga, Chunchi y Guamote. Determinando que el coeficiente de variación para Latacunga está dentro del rango de la norma con un valor de 1.41.

Mientras que Chunchi está por debajo del valor mínimo recomendado con un $K_d = 1.28$. Por otro lado, Guamote supera el límite superior con un valor de $K_d = 2.0$, pero este valor no es confiable ya que presenta un sesgo en sus datos desde junio hasta diciembre en los años 2018 y 2019. Recomiendan que al momento de calcular el coeficiente de mayoración K_d se debe tomar en cuenta los cambios en los consumos de sus habitantes. Pues se puede afirmar que mientras mayor variabilidad exista entre los consumos mayor será el coeficiente K_d .

Fernández & Salazar (2021) analizan en varias ciudades un coeficiente de variación de consumo diario de agua potable en ciudades grandes como el Puyo con un valor de $K_d=1.30$ y para ciudades medianas como es el caso de Tena un valor $K_d= 1.49$. Para Carlos Julio Arosemena Tola, una ciudad pequeña el valor de K_d es 1.39. Concuerdan con las investigaciones mencionadas por Salazar (2020), Guayara & Peña (2021), Cazorla & Sela (2021). El caso de las ciudades pequeñas el coeficiente de variación K_d no se cumple porque está por encima del rango de la norma.

4. METODOLOGÍA

En el siguiente diagrama se muestra el proceso sistemático que se seguirá para realizar esta investigación:



Ilustración 2: Procesos sistemáticos de desarrollo de investigación

Fuente: Anangonó E. & Chimarro K. (2021)

El proceso de investigación inició con la recolección de información acerca del tema de estudio del consumo de agua potable. Se desarrolla una búsqueda bibliográfica en buscadores digitales, repositorios de tesis universitarios, revista NovaSinergia y sitios web.

Se obtuvieron los datos históricos del consumo de agua potable en metros cúbicos, generados en el sector residencial de los cantones en estudio. Información que fue proporcionada por la Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado de Antonio Ante (EPAA-AA), Gobierno Autónomo Descentralizado parroquial de Santa Ana de Cotacachi, Empresa Pública Municipal de Agua Potable, Alcantarillado y Aseo Cayambe (EMAPAAC-EP) y Junta

Administradora de Agua Potable y Saneamiento Juan Montalvo (JAAPS-JM), datos que se recopilan en la Tabla 4.

Tabla 4. Resumen de datos obtenidos

Provincia	Cantón	Desde	Usuarios	Hasta	Usuarios	Población censo 2010 (Habitantes)	
						Total	Sector urbano
Imbabura	Atuntaqui	ene-2011	3254	dic-2020	4880	43518	17775
	Cotacachi	ene-2012	2468	sep-2020	1590	40036	8848
Pichincha	Cayambe	ene-2008	4404	dic-2020	6959	85795	39028
	Juan Montalvo	ene-2010	2374	jul-2021	2669	12000	67859

Nota: Población (Censo 2010): población urbana de cada cantón, **Usuarios:** número de medidores. Información proporcionada por EPAA-AA, GAD para Cotacachi, EMAPAAC-EP y JAAPS-JM.

Fuente: Anangonó E. & Chimarro K. (2021)

Una vez obtenidos los datos se procede a la depuración manual con ayuda del Microsoft Excel. Se seleccionan los datos de tipo residencial, se les ordena de manera ascendente y se eliminan los valores que contengan ceros y negativos. Puesto que estos tipos de datos probablemente pueden ser provocados por errores humanos, medidores mal calibrados o fuera de servicio y meses en los que no se realizó las lecturas.

Mediante el software Minitab se elabora el diagrama de cajas y bigotes de cada mes, que consiste en realizar un análisis más minucioso de la distribución de los datos. Indicándonos la dispersión y la simetría entre ellos. En donde la caja de rango intercuartil representa el 50% de los datos intermedios y los bigotes que se prolongan de cualquier lado de la caja. Es decir, el 25% de los datos de la parte inferior y 25% de la parte superior (Minitab, 2019a). Los valores que se encuentran fuera de este rango son considerados como valores atípicos, los cuales son

demasiados elevados con respecto a la muestra. Estos valores deben ser eliminados puesto que afectarían en el promedio del consumo mensual (Minitab, 2019a). El diagrama de cajas y bigotes del cantón Cayambe, se muestra en la (Ilustración 3), con datos desde enero de 2020 hasta diciembre de 2020.

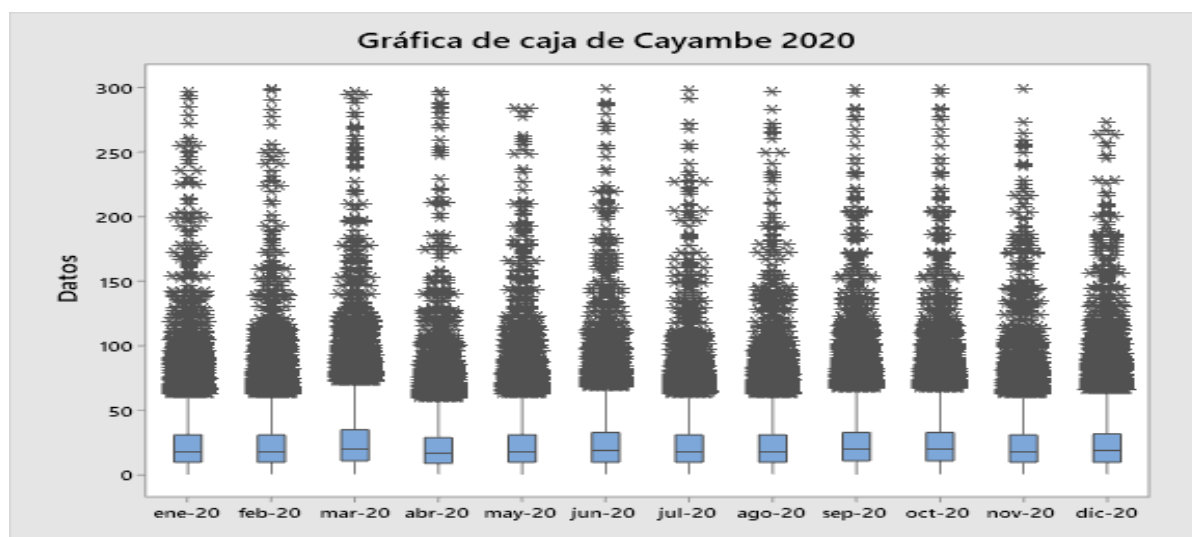


Ilustración 3: Diagrama de cajas y bigotes
Fuente: Anangón E. & Chimarro K. (2021)

Por otra parte, se procede a la prueba de normalidad y homocedasticidad. Mediante la cual se identifican si los datos siguen una distribución normal. Se identifica la homogeneidad de las varianzas, para ser comparado en la gráfica de residuos vs ajustes, que permite verificar si los residuos están distribuidos aleatoriamente y tienen una varianza constante. Se cumple si los puntos se ubican aleatoriamente en la parte superior e inferior del 0.

Si los datos siguen una distribución normal se aplica la prueba de normalidad que emplea el tipo Anderson-Darling, que tiene como finalidad validar si los datos siguen o no una distribución normal. Se plantea dos hipótesis: la validación de una hipótesis nula (H_0), nos indica que los datos siguen una distribución normal. Caso contrario los datos no siguen una distribución

normal (H_1). Para este caso se emplea el método de Box-Cox, si al aplicar este método no se logra la transformación a una distribución normal, se usa Johnson. Donde a través de una función se modifican los datos originales hasta tener una distribución normal (Minitab, 2019c).

Para aceptar o rechazar la hipótesis nula se compara el valor p que representa una probabilidad de significancia del análisis. Si este valor es menor a 0.05 se concluye que los valores no tienen una distribución normal y se determina que las medias no son iguales. Por lo contrario, si el valor p es mayor a 0.05 se acepta la hipótesis nula y se deduce que las diferencias entre las medias no son estadísticamente significativas (Minitab, 2019b).

En caso de que los datos son considerablemente no normales y resistentes a transformaciones, se debe realizar la prueba no paramétrica. Donde son útiles cuando no se cumple el supuesto de normalidad y el tamaño de la muestra es pequeño. Sin embargo, la mayoría de las pruebas no paramétricas acerca del centro de la población son pruebas sobre la mediana y no sobre la media (Minitab, 2019e).

Se realiza el análisis de varianza ANOVA que examina las diferencias en las medias de tres o más grupos. Se aplica un examen de las varianzas muestrales que permite evaluar estadísticamente la igualdad de las medias. Se considera una hipótesis nula si todas las medias de la población son iguales. Mientras que para la hipótesis alternativa verifica que al menos una media es diferente.

Para establecer si alguna de las diferencias entre las medias es estadísticamente significativas, se compara el valor p con el nivel de significancia (α) de 0.05, lo que demuestra un riesgo del 5%. Si el valor p es menor o igual al nivel de significancia se niega la hipótesis nula (Minitab, 2019d).

Para información más detallada sobre las diferencias entre medias específicas, se utilizó el método de comparaciones múltiples Tukey, que es un complemento para el análisis ANOVA. Mediante el cual se agrupan las medias que comparten una diferencia mínima y se las compara entre sí, con el fin de identificar si una de las medias difiere mucho de las otras. El nivel de confianza de cada intervalo individual debe ser del 95%. (Minitab, 2019f)

A continuación, se realizó las gráficas de intervalos de los cantones de análisis para observar de mejor manera el comportamiento de los consumos mensuales a lo largo de los años. Resaltando los valores máximos, mínimos y la media total de los registros históricos del consumo mensual en la época de cuarentena.

Posteriormente se determinó el consumo máximo y consumo promedio mediante una estadística descriptiva y se lo representó mediante una gráfica de intervalos. Para el cálculo del coeficiente de variación de consumo Kd de los cantones en análisis, partimos de la ecuación propuesta por la CPE INEN 5, parte 9-1:

$$Q_{\text{máx. día}} = Kd * Q_{\text{med. diario}} \quad [\text{Ec. 1}]$$

Donde:

- $Q_{\text{máx. día}}$ = Caudal máximo diario (l/s)
- Kd = Coeficiente de variación de consumo
- $Q_{\text{med. diario}}$ = Caudal medio diario (l/s)

Finalmente, se despeja de la (Ec.1) el factor Kd y tomamos como $Q_{\text{máx. día}}$ al consumo de agua máximo mensual. Mientras que el promedio del consumo de agua de los registros históricos incluido los meses de cuarentena representa el $Q_{\text{med. diario}}$.

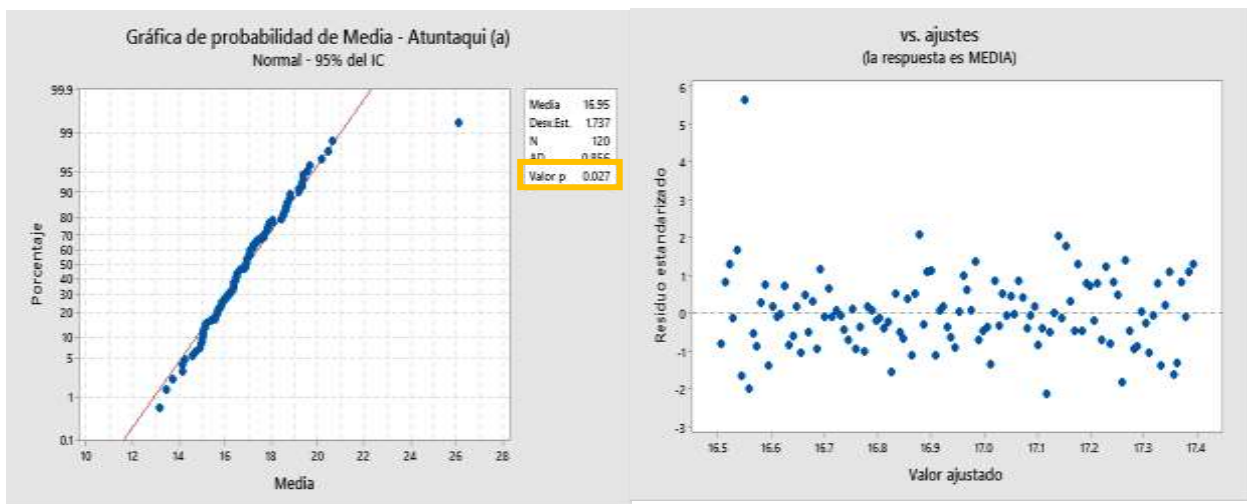
$$Kd = \frac{\text{Consumo Máximo}}{\text{Consumo Medio}} \quad [\text{Ec. 5}]$$

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Pruebas de normalidad y homocedasticidad

A continuación, se representan a través de gráficos probabilísticos la distribución normal y de ajustes de los cantones: Atuntaqui, Cotacachi, Cayambe y la parroquia de Juan Montalvo respectivamente, ilustración 4, obtenidos mediante la prueba de homocedasticidad.

Con la prueba de normalidad de Anderson-Darling se obtiene que los valores de p son mayores a 0.05 para Cayambe, indicando que los datos de este cantón cumplen con una distribución normal. Además, se observa en las gráficas que el valor ajustado se distribuye de manera aleatoria y balanceada cumpliendo con el supuesto de homocedasticidad. En los cantones de Atuntaqui, Cotacachi y la parroquia de Juan Montalvo se obtienen valores menores



al nivel de significancia demostrando que los datos no corresponden a una distribución normal.

Esta interpretación se muestra en la (Ilustración 4) e (Ilustración 5).

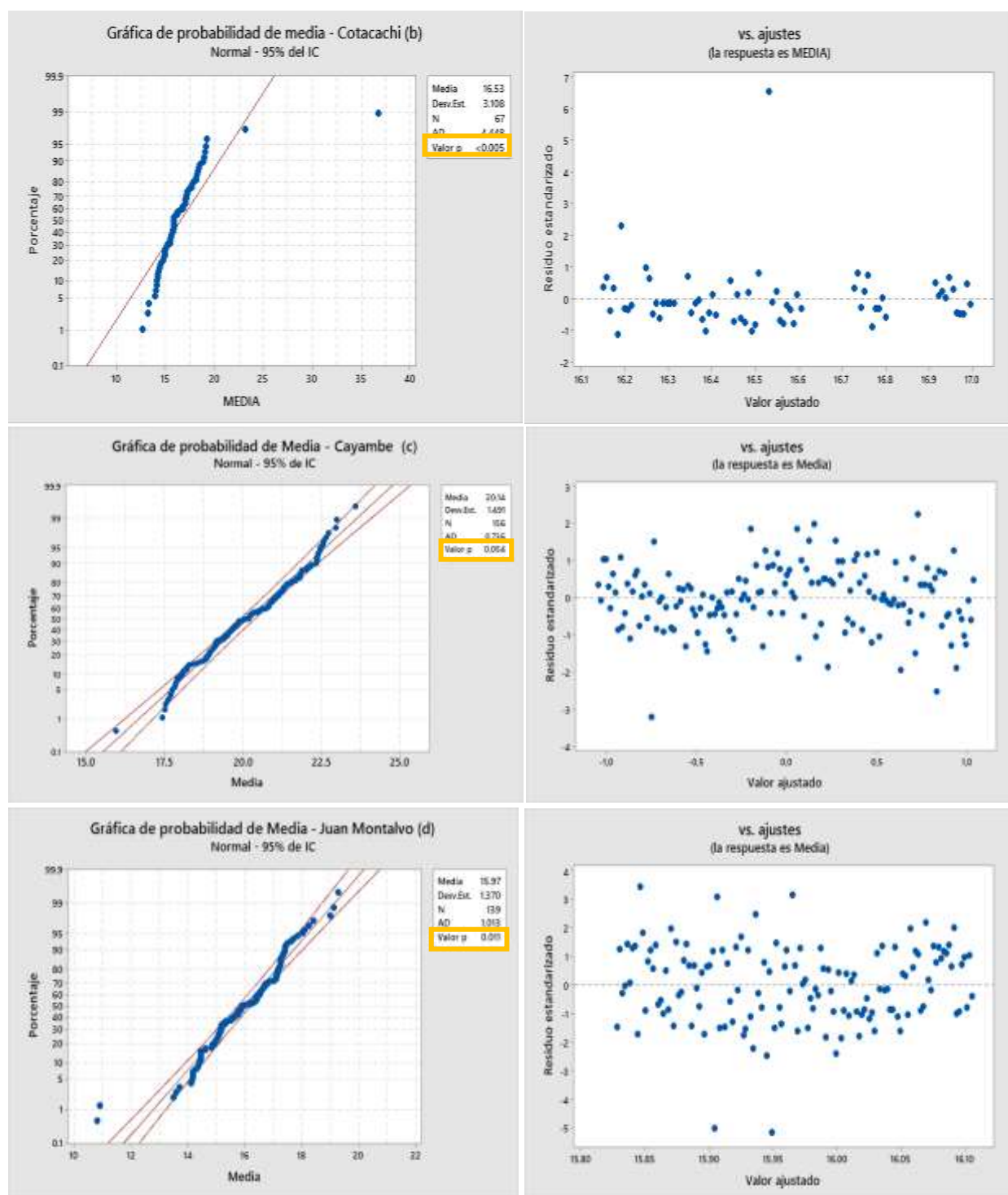


Ilustración 4: Prueba de normalidad y valor ajustado de medias de consumo de agua potable – Atuntaqui (a), Cotacachi (b), Cayambe (c) y Juan Montalvo (d).

Fuente: Anangonó E. & Chimarro K. (2021)

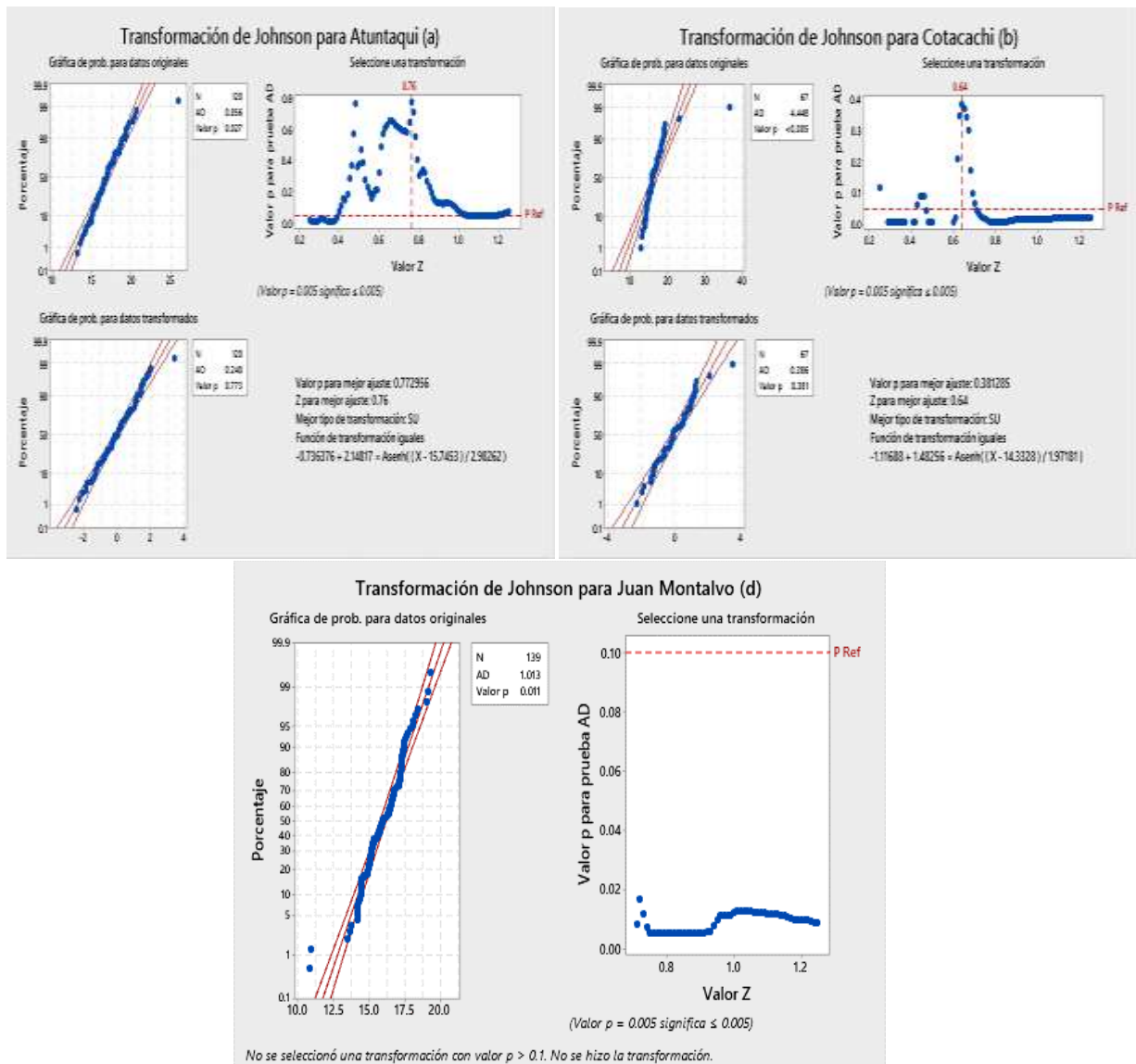


Ilustración 5: Transformación de Johnson: Atuntaqui (a), Cotacachi (b) y Juan Montalvo (d)
Fuente: Anangonó E. & Chimarro K. (2021)

Puesto que los cantones de Atuntaqui, Cotacachi y la parroquia de Juan Montalvo no presentan una distribución normal en la (Ilustración 5), se procede a emplear la transformación de Johnson. A través de una función se modifican los datos originales hasta tener una distribución normal.

Con los datos transformados del cantón Atuntaqui y Cotacachi se aplicó la prueba de normalidad, donde se obtiene que p es mayor a 0.05, es decir sigue una distribución normal. Se aplica la gráfica homocedasticidad, la misma que representa una distribución aleatoria y balanceada. Mientras para la Parroquia de Juan Montalvo son considerablemente no normales y resistentes a transformaciones. Sin embargo, no se realiza la prueba no paramétrica debido a que se necesita un análisis sobre las medianas. El tamaño de la muestra de los cuatro cantones son lo suficientemente grandes que pueden obtener resultados adecuados aplicando el análisis de varianza de medias ANOVA con datos no normales si la muestra es lo suficientemente grande.

5.2. Análisis de Varianza de medias ANOVA

El tamaño de las muestras de las cuatro localidades son lo suficientemente grandes, dándonos valores confiables al aplicar el análisis de varianza ANOVA.

En la Tabla 5 se presenta el análisis de varianza de las medias de los consumos mensuales de cada población.

Tala 5. Análisis de Varianza de las medias de los consumos mensuales de cada población

Provincia	Cantón /		GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
	Parroquia	Fuente					
Imbabura		Factor	119	1947492	16365.5	143.04	0.000
	Atuntaqui	Error	515313	58957907	114.4		
		Total	515432	60905400			
		Factor	66	621947	9423.4	87.16	0.000
	Cotacachi	Error	186760	20191943	108.1		

	Total	186826	20813890				
	Factor	155	1863906	12025.2	66.11	0.000	
Cayambe	Error	848159	154281223	181.2			
	Total	848314	156145129				
Pichincha	Juan	Factor	138	553249	4009.05	41.32	0.000
	Montalvo	Error	307159	29803546	97.03		
	Total	307297	30356795				

Nota: GL: grados de libertad; SC Ajustado: suma ajustada de cuadrados; MC Ajustado: cuadrados medios ajustados.

Fuente: Anangonó E. & Chimarro K. (2021)

Del análisis de varianza ANOVA para los cuatro cantones de análisis se obtiene un valor p menor que el nivel de significancia de 0.05. Por lo que se descarta la hipótesis nula. Es evidente la diferencia estadísticamente significativa entre algunas medias de los consumos mensuales de agua potable.

5.3. Análisis de los cantones de estudio

Los resultados de las comparaciones de la prueba de Tukey en los cuatro cantones de estudio, nos permite identificar la diferencia entre las medias, que son agrupadas y ordenados de mayor a menor. Ubicando de esta manera el valor más alto en el primer rango denominado con la letra A.

En las siguientes tablas se pueden identificar los consumos de los meses correspondientes a la cuarentena causada en el año 2020. Se resalta con diferentes colores: mes de marzo de color verde, abril de color azul, mayo de color oro y junio de color naranja.

5.3.1. Cantón Atuntaqui

El cantón Atuntaqui perteneciente a la provincia de Imbabura registra el mayor consumo de agua potable durante el período de cuarentena en el mes de junio de 2020. Siendo este también el máximo valor obtenido en el registro histórico desde el año 2011, compartiendo la misma nomenclatura en la prueba de Tukey aplicada (Anexo 3). A continuación, a través de la Tabla 6 se da a conocer un resumen de medias del registro histórico del cantón Atuntaqui.

Tabla 6. Resumen de medias del Registro Histórico – Atuntaqui

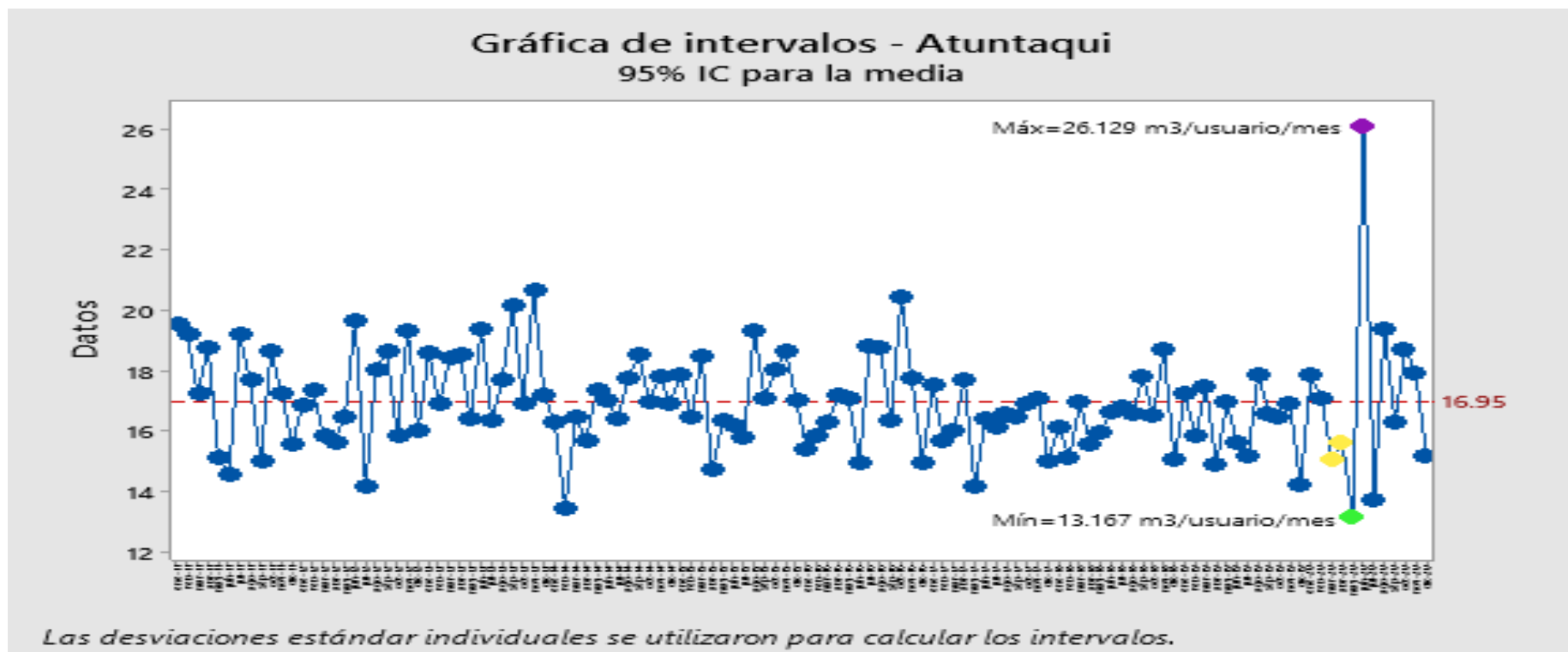
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
2011	19.57	19.21	17.22	18.79	15.14	14.58	19.20	17.67	14.99	18.65	17.23	15.54
2012	16.87	17.35	15.82	15.64	16.46	19.66	14.16	18.04	18.64	15.87	19.35	16.01
2013	18.58	16.89	18.44	18.55	16.38	19.38	16.36	17.67	20.18	16.92	20.67	17.17
2014	16.28	13.45	16.44	15.68	17.37	17.01	16.38	17.75	18.52	16.99	17.80	16.92
2015	17.89	16.48	18.48	14.71	16.36	16.18	15.77	19.32	17.07	18.04	18.63	17.03
2016	15.39	15.85	16.31	17.19	17.06	14.97	18.83	18.79	16.35	20.44	17.75	14.92
2017	17.52	15.68	15.99	17.70	14.14	16.41	16.12	16.59	16.48	16.92	17.05	15.02
2018	16.15	15.11	16.94	15.54	15.98	16.63	16.82	16.55	17.82	16.52	18.69	15.04
2019	17.22	15.82	17.46	14.89	16.94	15.60	15.19	17.87	16.59	16.44	16.89	14.22
2020	17.84	17.06	15.06	15.64	13.17	26.13	13.73	19.38	16.31	18.72	17.91	15.14

Nota. Unidades de las medias: m³/usuario/mes

● Consumo máximo ● Consumo mínimo ● Consumo en meses de cuarentena

Fuente: Anagonó E. & Chimarro K. (2021)

El consumo mínimo generado en Atuntaqui es de 13.17 m³/usuario/mes, valor que se registró en el mes de mayo de 2020, tercer mes de confinamiento. Esto se pudo dar debido al incremento de personas contagiadas, lo cual pudo obligar a los habitantes a movilizarse a otras ciudades para ser atendidos o buscar medicación. Esta interpretación fue representada con la gráfica de intervalos (Ilustración 6).

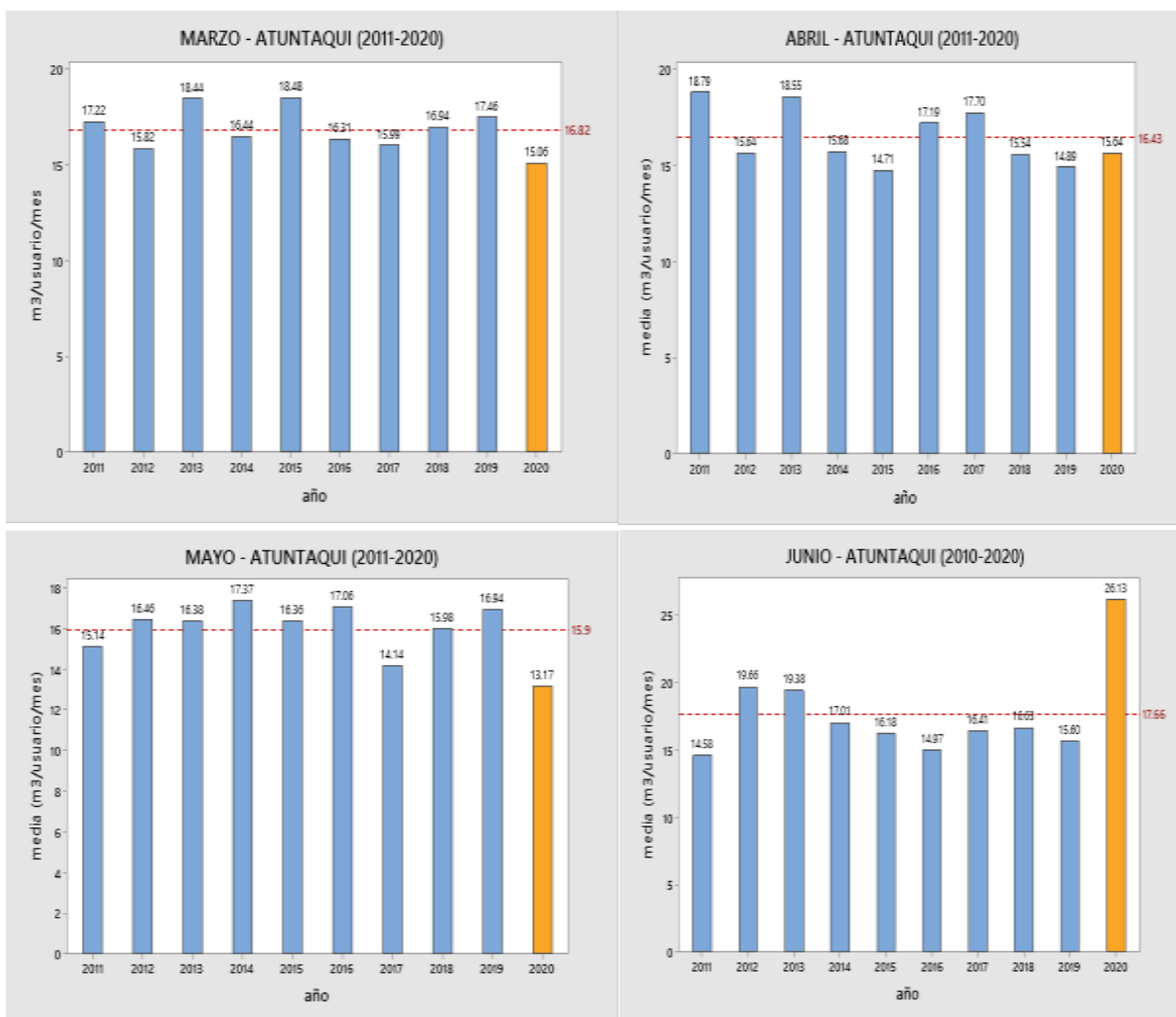


● Consumo máximo ● Consumo mínimo ● Consumo cuarentena - - - - Media histórica

Ilustración 6: Gráfica de intervalos del cantón Atuntaqui.

Fuente: Anangón E. & Chimarro K. (2021)

La (Ilustración 7) muestra que, durante la época de confinamiento, en los meses de marzo, abril y mayo los consumos están por debajo de la media histórica, siendo similares a años anteriores. A diferencia del mes de junio en el cual se presenta un consumo máximo y está por encima de la media.



■ Consumo cuarentena por años
 ■ Consumo cuarentena 2020
 - - - - - Media Histórica

Ilustración 7: Medias de los meses de cuarentena Atuntaqui

Fuente: Anangón E. & Chimarro K. (2021)

Atuntaqui al ser un cantón turístico y dedicado a la confección textil, genera empleo a varias personas de sectores rurales que migraron a sus lugares de origen debido al confinamiento obligatorio. Razón por la cual se pudo producir un descenso en el consumo de agua potable en los meses de marzo, abril y mayo. En el mes de junio de 2020, se reactiva la economía del cantón, reabriendo fábricas textiles y otros negocios. Lo que ocasionaría el incremento notorio del consumo de agua potable, alcanzando el máximo generado desde el año 2011.

5.3.2. Cantón Cotacachi

En el cantón Cotacachi el consumo más alto en cuarentena se generó en el mes de abril de 2020 teniendo medias significativamente diferentes en relación con octubre de 2016. Mes en el que se genera el mayor consumo a nivel histórico, por lo que no comparten ninguna letra en la agrupación de la prueba de Tukey (Anexo 4). Mediante la Tabla 7 se dan a conocer las medias del registro histórico del cantón Cotacachi.

Tabla 7: Resumen de medias del Registro Histórico – Cotacachi

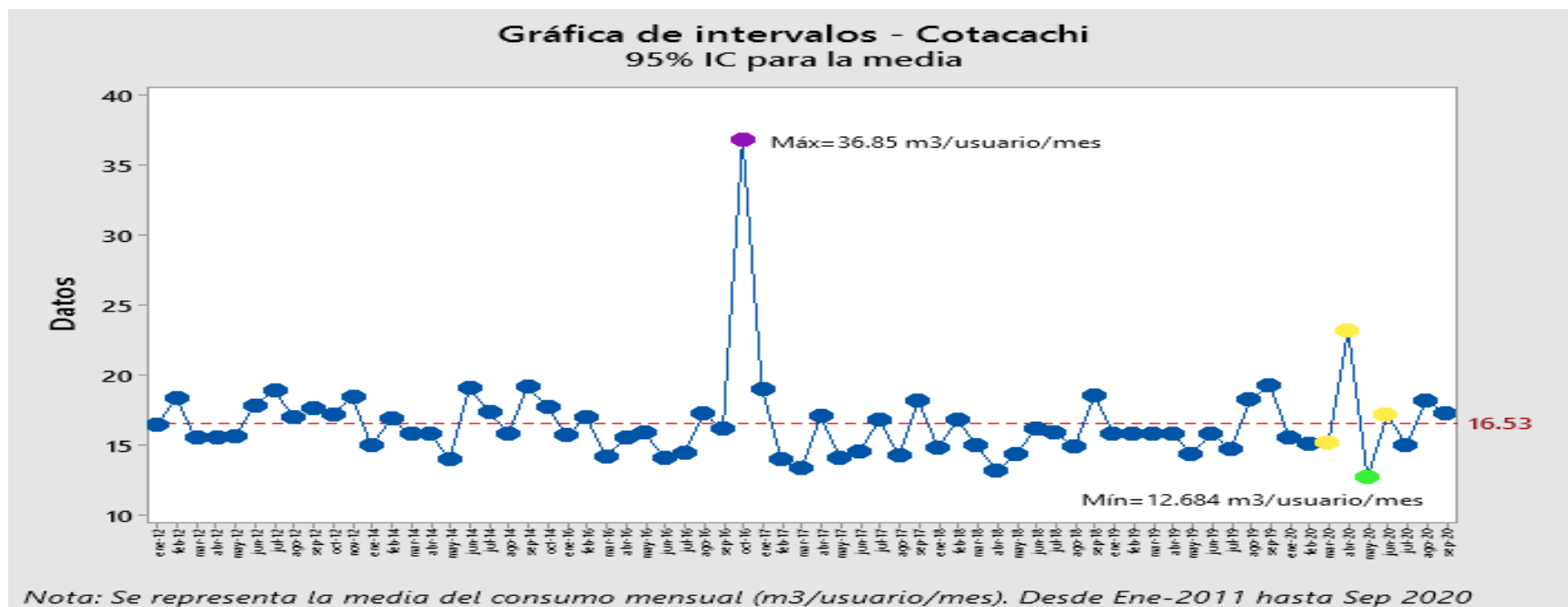
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
2012	16.41	18.36	15.50	15.54	15.59	17.83	18.92	17.03	17.65	17.15	18.43	
2014	14.98	16.86	15.79	15.83	13.98	19.07	17.39	15.84	19.17	17.73		
2016	15.67	17.00	14.18	15.51	15.87	14.09	14.45	17.23	16.18	36.85		
2017	18.96	13.97	13.30	17.04	14.08	14.54	16.81	14.22	18.18			
2018	14.83	16.77	14.98	13.17	14.31	16.18	15.91	14.91	18.51			
2019	15.83	15.83	15.79	15.84	14.37	15.82	14.73	18.24	19.26			
2020	15.51	15.09	15.17	23.17	12.68	17.17	15.00	18.17	17.26			

Nota. Unidades de las medias: m³/usuario/mes

● Consumo máximo ● Consumo mínimo ● Consumo en meses de cuarentena

Fuente: Anangonó E. & Chimarro K. (2021)

En cuanto a los meses de cuarentena, Cotacachi presenta en el mes de abril 2020 el segundo consumo más alto a lo largo del registro histórico. Esto puede ser el resultado de que pese a la alerta sanitaria los habitantes del sector siguieron laborando normalmente, ya que las principales actividades económicas son la agricultura, ganadería, caza y pesca, las mismas que no se vieron afectadas, pues sus habitantes se rehusaban a paralizarlas, considerando que era la única alternativa de generar ingresos, como se muestra en la (Ilustración 8).

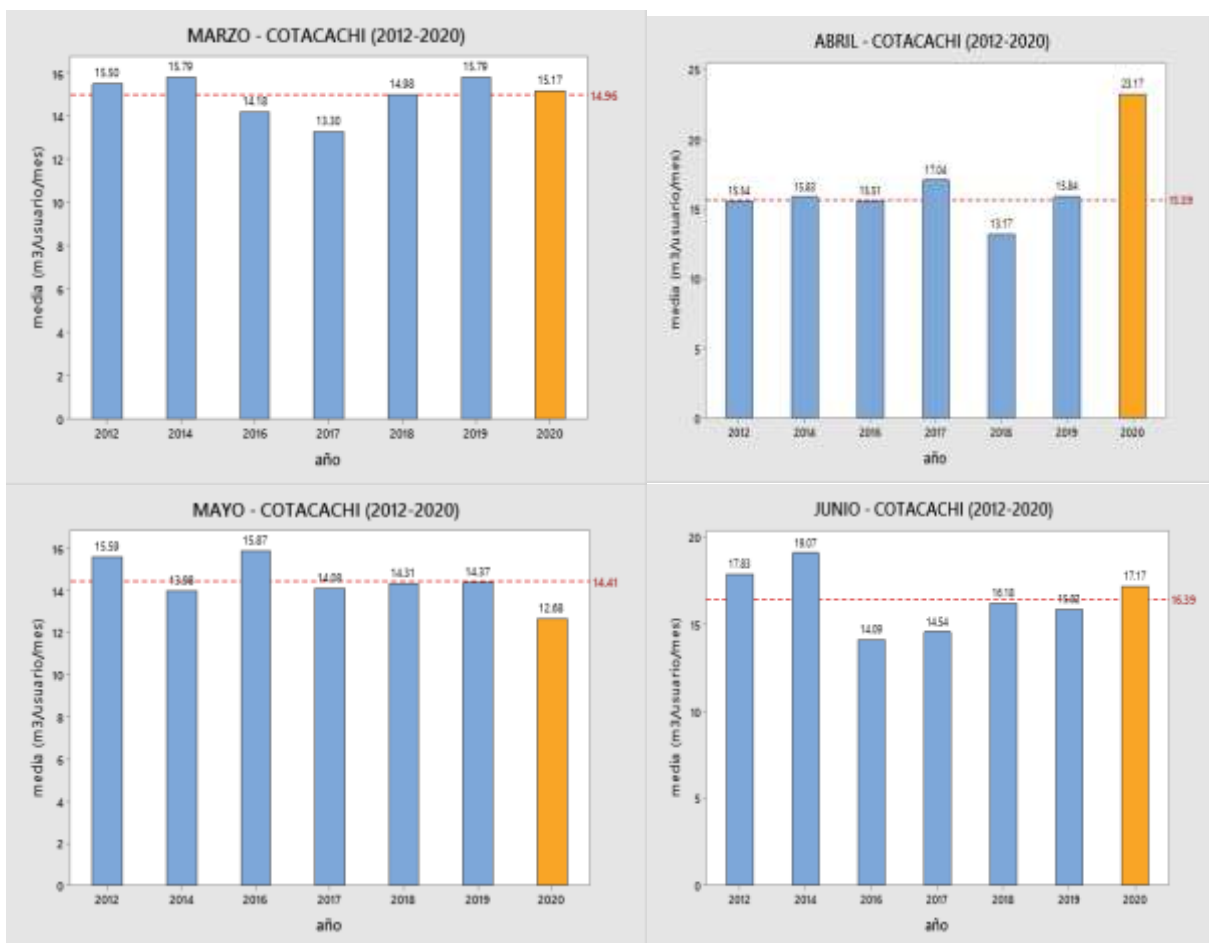


● Consumo máximo ● Consumo mínimo ● Consumo cuarentena - - - - Media histórica

Ilustración 8: Gráfica de intervalos del cantón Cotacachi.

Fuente: Anangón E. & Chimarro K. (2021)

La (Ilustración 9) nos permite interpretar que en el mes de marzo se presentó un consumo muy similar a la media histórica, en el mes de abril el consumo se dispara significativamente alcanzando un valor máximo a diferencia de otros años. Mayo presenta un consumo menor que se encuentra por debajo de la media. Mientras que junio está sobre la media histórica.



Consumo cuarentena por años Consumo cuarentena 2020 Media Histórica

Ilustración 9: Medias de los meses de cuarentena Cotacachi

Fuente: Anangón E. & Chimarro K. (2021)

Eventualmente en el mes de mayo se genera el menor consumo, puesto que al aumentar los casos de COVID-19, los usuarios prefirieron resguardar su salud y acatar las disposiciones emitidas por las autoridades, manteniéndose en confinamiento. Probablemente los habitantes

migraron a pueblos cercanos para evitar pagar alquiler de vivienda, ya que en las ciudades grandes los locales de abastecimiento de víveres se encontraban cerrados. El Gobierno Autónomo Descentralizado parroquial de Santa Ana de Cotacachi, no proporcionó los datos de todos los meses, pues no contaban con toda la información debido a fallas en el sistema computacional.

5.3.3. Cantón Cayambe

En el cantón Cayambe tras un estudio de datos primarios y el análisis de varianza ANOVA para verificar si existe diferencia en al menos una de las medias del registro mensual. Se realizó la prueba de Tukey obteniendo los resultados que la media más alta de consumo de agua potable corresponde al mes de diciembre 2009. Mientras que en los meses de cuarentena no comparte con ninguna letra de la agrupación. Por lo tanto, se considera que las medias son significativamente diferentes una de otra (Anexo 5). También se presenta un resumen de las medias del registro histórico de Cayambe en la Tabla 8.

Tabla 8 . Resumen de medias del Registro Histórico – Cayambe.

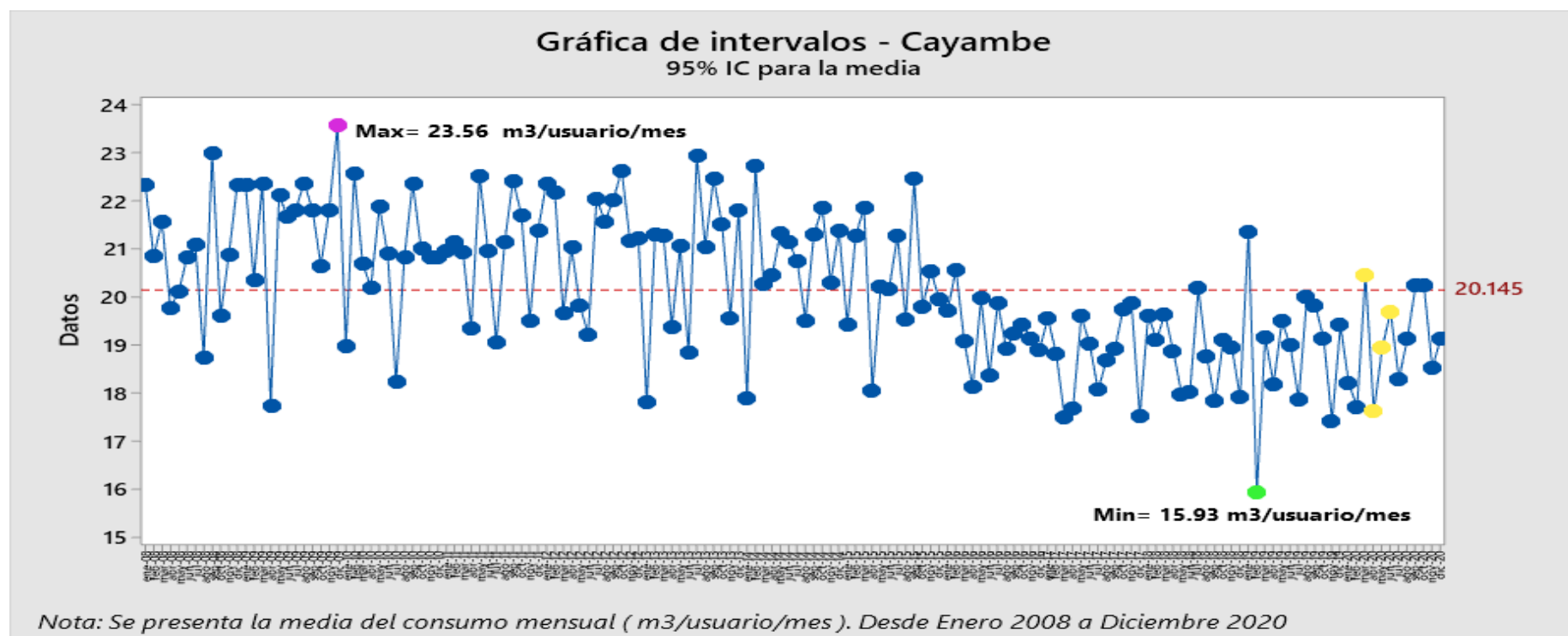
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
2008	22.32	20.84	21.56	19.77	20.11	20.81	21.08	18.74	22.99	19.61	20.88	20.80
2009	22.32	20.35	22.37	17.74	22.11	21.67	21.81	22.36	21.81	20.65	21.80	23.56
2010	18.97	22.56	20.69	20.20	21.87	20.89	18.22	20.82	22.36	21.01	20.81	20.82
2011	20.94	21.14	20.93	19.35	22.53	20.95	19.05	21.14	22.42	21.70	19.50	21.39
2012	22.36	22.17	19.66	21.02	19.82	19.22	22.04	21.56	22.01	22.63	21.16	21.23
2013	17.80	21.29	21.27	19.38	21.06	18.83	22.94	21.03	22.45	21.51	19.55	21.80
2014	17.88	22.72	20.27	20.45	21.33	21.14	20.74	19.51	21.30	21.84	20.29	21.38
2015	19.41	21.26	21.85	18.05	20.23	20.17	21.27	19.52	22.45	19.79	20.53	19.95
2016	19.72	20.57	19.07	18.12	19.97	18.37	19.87	18.93	19.23	19.42	19.14	18.90
2017	19.55	18.82	17.50	17.69	19.60	19.02	18.07	18.68	18.91	19.74	19.86	17.52
2018	19.61	19.12	19.64	18.88	17.98	18.02	20.18	18.77	17.84	19.11	18.96	17.91
2019	21.36	15.93	19.17	18.19	19.49	18.99	17.86	20.01	19.82	19.13	17.41	19.41
2020	18.21	17.71	20.46	17.61	18.93	19.70	18.29	19.12	20.23	20.23	18.52	19.13

Nota. Unidades de las medias: m³/usuario/mes

● Consumo máximo ● Consumo mínimo ● Consumo en meses de cuarentena

Fuente: Anangón E. & Chimarro K. (2021)

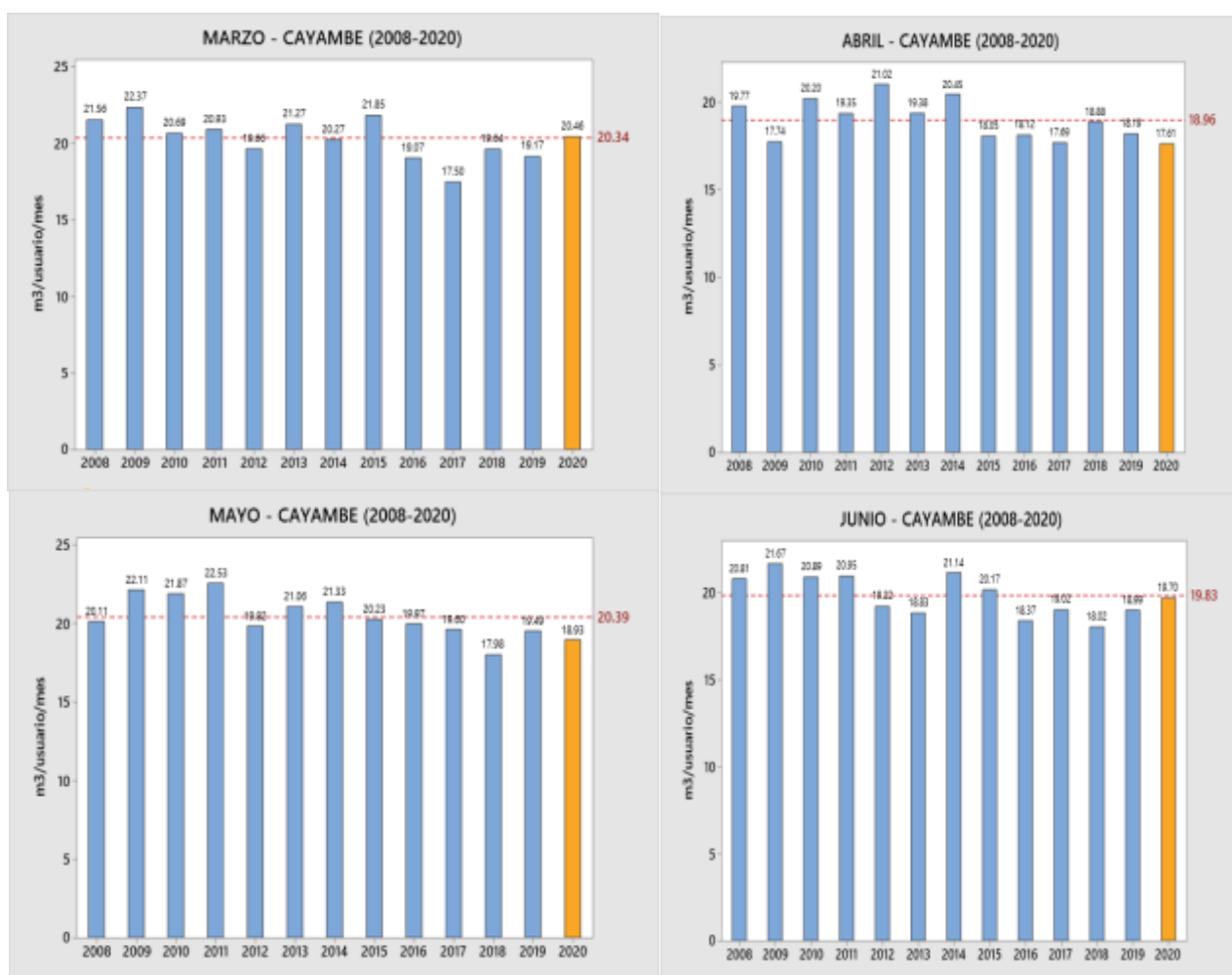
Posteriormente la mayor parte de consumos de agua potable está entre los meses de enero 2008 y febrero de 2016 que se encuentran sobre la media. Se presume que el abastecimiento de agua potable de una red pública en dichos años era adecuado. Provocando a que los habitantes tengan un mal uso y un desperdicio en aparatos sanitarios que influyen con el número de habitantes como menciona Bravo & Merino (2018). Para facilitar esta deducción se emplea la (Ilustración 10).



● Consumo máximo ● Consumo mínimo ● Consumo cuarentena - - - - Media histórica

Ilustración 10: Gráfica de intervalos del cantón Cayambe.
Fuente: Anangón E. & Chimarro K. (2021)

De los datos históricos observados del mes de marzo 2020 presentó un consumo muy similar a la media histórica. En cuanto al mes de abril 2020 el consumo está por debajo de la media como varios años históricos. Mientras tanto el mes de mayo 2020 se encuentra por debajo de la media histórica. Finalmente, para el mes de junio 2020 está por debajo de la media histórica. Análisis que es representado en la (Ilustración 11).



■ Consumo cuarentena por años
 ■ Consumo cuarentena 2020
 - - - - - Media histórica

Ilustración 11: Medias de los meses de cuarentena Cayambe
Fuente: Anangonó E. & Chimarro K. (2021)

Cayambe es un cantón que fomenta actividades productivas, comerciales y turísticas sobresaliendo como lugar competitivo en la producción de flores del Ecuador. En los meses de cuarentena no se paralizó en su totalidad la actividad florícola, pues los trabajadores optaron por laborar en una sola jornada, considerando que se trata de una población económicamente baja. Por lo tanto, los consumos de agua potable no son notorios comparados con los registros históricos que tienen un comportamiento casi normal.

5.3.4. Parroquia Juan Montalvo

Al realizar la prueba de Tukey para la parroquia de Juan Montalvo se obtiene que el mayor consumo de agua potable en la cuarentena es en el mes de abril 2020 y su máximo consumo de los registros históricos es en el mes de octubre 2010, como se indica en la Tabla 9. Aunque los consumos máximos se dan en distintos años, el valor de las medias es significativamente diferentes por no compartir las mismas letras que se agrupan en la prueba de Tukey (Anexo 6).

Tabla 9. Resumen de medias del Registro Histórico – Parroquia de Juan Montalvo

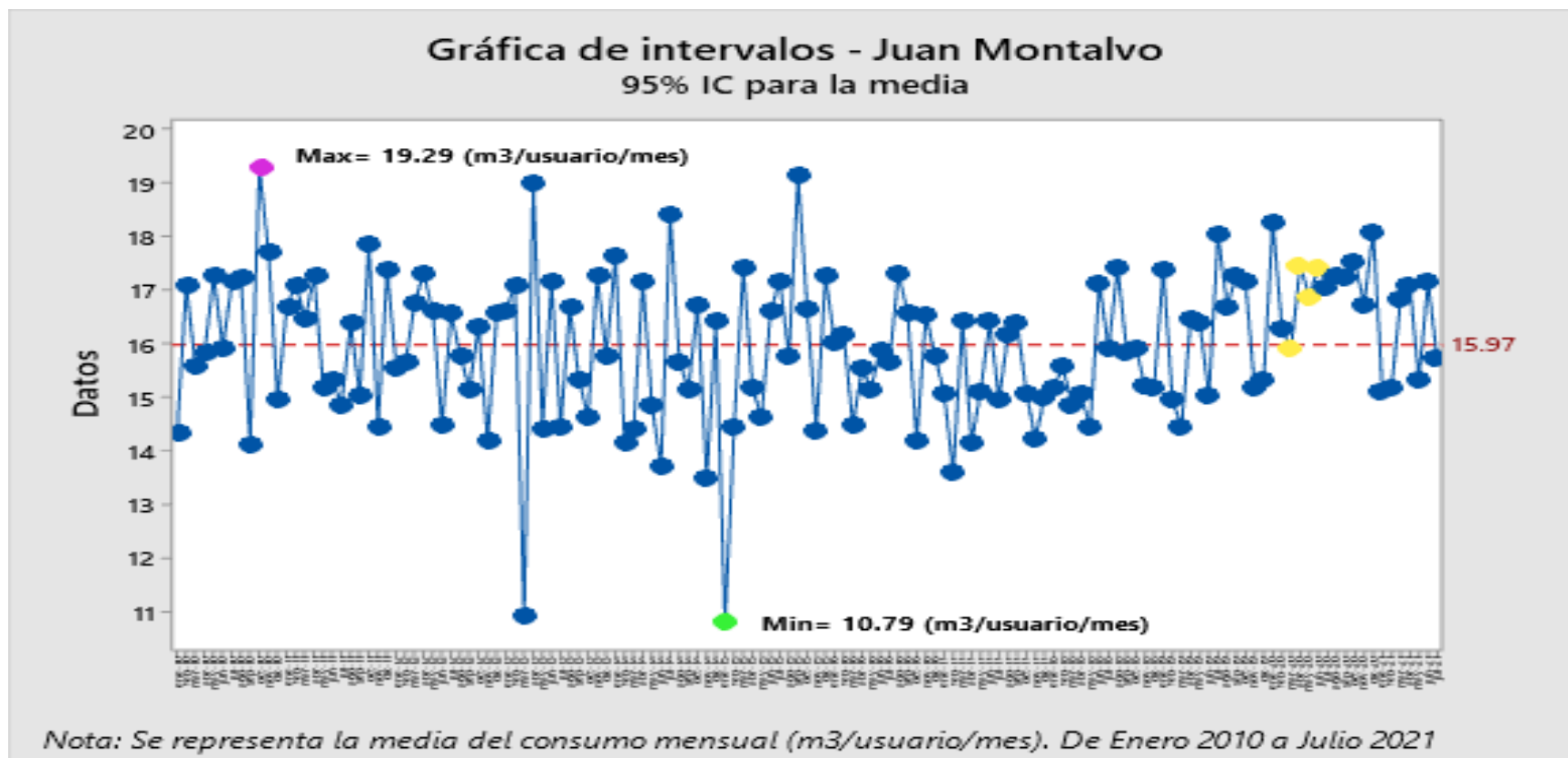
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
2010	14.34	17.09	15.56	15.82	17.26	15.92	17.15	17.22	14.11	19.29	17.69	14.96
2011	16.69	17.10	16.45	17.25	15.18	15.32	14.86	16.38	15.01	17.85	14.44	17.37
2012	15.52	15.63	16.74	17.32	16.59	14.46	16.56	15.78	15.15	16.32	14.17	16.56
2013	16.60	17.10	10.90	19.00	14.41	17.15	14.45	16.68	15.33	14.61	17.27	15.75
2014	17.62	14.16	14.40	17.16	14.84	13.69	18.41	15.66	15.14	16.73	13.48	16.42
2015	10.79	14.45	17.43	15.17	14.61	16.60	17.17	15.75	19.12	16.64	14.37	17.26
2016	16.02	16.16	14.46	15.52	15.15	15.86	15.63	17.30	16.56	14.18	16.52	15.77
2017	15.06	13.59	16.42	14.14	15.11	16.41	14.95	16.17	16.38	15.08	14.23	14.99
2018	15.17	15.56	14.85	15.05	14.43	17.14	15.89	17.41	15.85	15.91	15.19	15.18
2019	17.37	14.95	14.44	16.45	16.38	15.01	18.03	16.68	17.25	17.16	15.17	15.32
2020	18.28	16.27	15.89	17.45	16.87	17.43	17.03	17.28	17.22	17.51	16.72	18.09
2021	15.08	15.17	16.83	17.08	15.32	17.14	15.72					

Nota. Unidades de las medias: m³/usuario/mes

● Consumo máximo ● Consumo mínimo ● Consumo en meses de cuarentena

Fuente: Anangón E. & Chimarro K. (2021)

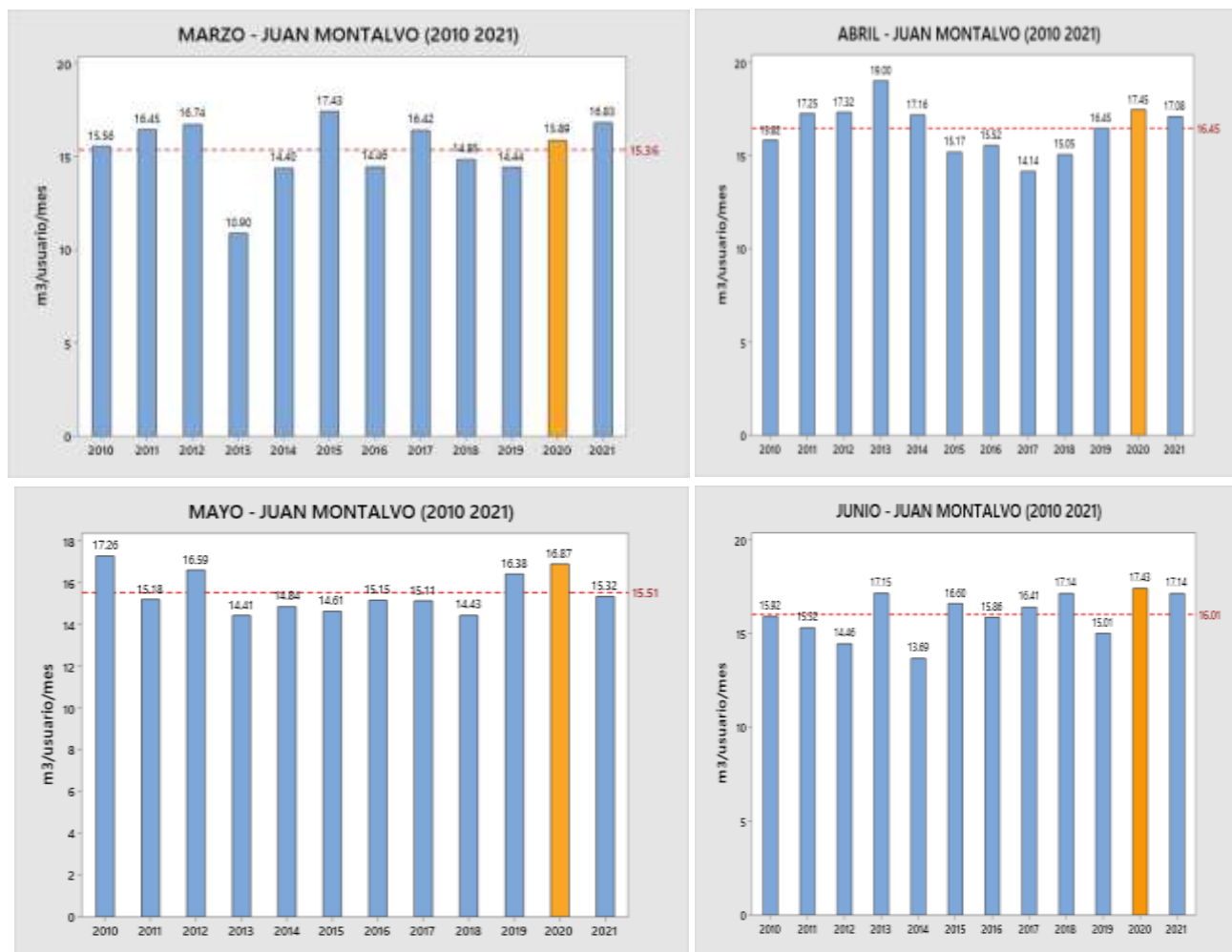
La (Ilustración 12) indica que a partir del mes de marzo a diciembre del 2020 el consumo se encuentra por encima de la media. Se presume que su aumento se produce debido al flujo migratorio, el traslado de la ciudad al campo, intentando evitar el contagio al virus del Covid 19.



● Consumo máximo ● Consumo mínimo ● Consumo cuarentena - - - - Media histórica

Ilustración 12: Gráfica de intervalos de la Parroquia de Juan Montalvo.
Fuente: Anangón E. & Chimarro K. (2021)

A partir de la (Ilustración 13) se deduce que, en los meses de marzo, abril y mayo en aislamiento, los valores están sobre la media que han sido similares a registros históricos previos respectivamente. Mientras que para el mes de junio se da el consumo máximo en comparación a los registros históricos. Quizás se da debido a que las personas emigraban de los centros urbanos mayores a pueblos aledaños en busca de refugio.



■ Consumo cuarentena por años ■ Consumo cuarentena 2020 - - - - Media histórica

Ilustración 13: Medias de los meses de cuarentena Juan Montalvo
Fuente: Anangón E. & Chimarro K. (2021)

Durante la cuarentena, en el sector urbano de la parroquia de Juan Montalvo aumentó notoriamente el consumo de agua potable en los meses de mayo y junio, presentando valores

que están por encima del consumo medio. Esto probablemente se debió a que las personas que arrendaban viviendas en Cayambe migraron a pueblos cercanos. De los lugares analizados en las provincias de Imbabura y Pichincha, se registró el máximo consumo de agua potable en la cuarentena en el cantón de Atuntaqui en junio del 2020 cuando se terminó el aislamiento y muchas personas habrían regresado a esta ciudad a trabajar.

La emigración de personas de las ciudades medianas como Atuntaqui (Imbabura) y Cayambe (Pichincha) hacia ciudades pequeñas cercanas como Cotacachi y Juan Montalvo respectivamente, habrían incidido en las variaciones de los consumos de agua potable del sector residencial. El cierre obligado de comercios e industrias que dejó sin empleo a mucha gente les condujo a otros lugares donde podían vivir con menos gastos de vivienda y menos riesgos de contagios.

En la Tabla 10 se detalla un resumen de resultados por medio de estadística descriptiva, total de meses analizados (1), promedio de consumo de agua potable (m³/usuario/mes) (2), valor mínimo de consumo histórico de agua potable (m³/usuario/mes) (3), valor máximo de consumo histórico de agua potable (m³/usuario/mes) (4), valor mínimo de consumo de agua potable en cuarentena (m³/hogar/mes) (5) y valor máximo de consumo de agua potable en cuarentena (m³/hogar/mes) (6).

Tabla 10. Resumen de estadística descriptiva de cantones en análisis.

Provincia	Cantón – Parroquia	N (1)	Media Histórica (2)	Mínimo Histórico (3)	Máximo Histórico (4)	Mínimo Cuarentena (5)	Máximo Cuarentena (6)
Imbabura	Atuntaqui	120	16.94	13.16	26.12	13.16	26.12
	Cotacachi	67	16.53	12.68	36.85	12.68	23.17
	Cayambe	157	20.145	15.92	23.56	17.61	20.46
Pichincha	Juan Montalvo	139	15.97	10.79	19.29	15.89	17.46

Fuente: Anangonó E. & Chimarro K. (2021)

En el cantón Cayambe se registra un consumo medio histórico mayor en comparación a los cantones y parroquia analizados, esto puede ser debido al número de habitantes que posee. Al realizar esta investigación se utilizaron los datos registrados por usuario y quizás podría haber más personas en cada hogar en Cayambe, al ser relacionada como una ciudad extensa a diferencia de Atuntaqui, Cotacachi y Juan Montalvo. La media histórica en los cantones de Atuntaqui y Cotacachi es muy similar, mientras que la parroquia de Juan Montalvo presenta un menor valor en comparación con los otros cantones analizados.

5.4. Cálculo del coeficiente de variación Kd

En la Tabla 11 se detalla según los rangos de población para categorizar a los cantones por tamaño en la investigación de Salazar, 2020; Atuntaqui, Cotacachi y Juan Montalvo pertenecen a ciudades medianas y Cayambe pertenece a una ciudad grande. En la tabla 11, se detalla un resumen de resultados por medio de estadística descriptiva, donde la población urbana según el Censo 2010 (1), total de usuarios en análisis (2), consumo histórico mínimo de cada cantón (m³/usuario/mes) (3), consumo histórico máximo de cada cantón (m³/usuario/mes) (4), media histórica (m³/usuario/mes) (5) y coeficiente de mayoración Kd (6)

Tabla 11. Resultados de los coeficientes de variación de consumo para los cantones en análisis.

Provincia	Cantón / Parroquia	Población área urbana CENSO 2010 (1)	Usuarios (2)	Mínimo Histórico (3)	Máximo Histórica (4)	Media Histórica (5)	Kd (6)
Imbabura	Atuntaqui	21286	5000	13.17	26.13	16.95	1.54
	Cotacachi	8848	4000	12.68	36.85	16.53	2.23
	Cayambe	39028	5974	17.50	23.56	20.15	1.17
Pichincha	Juan Montalvo	12000	3493	10.90	19.29	15.97	1.21

Fuente: Anangonó E. & Chimarro K. (2021)

Las medias en la provincia de Imbabura son similares entre sí, mientras que en la provincia de Pichincha son diferentes, debido a la diferencia de población entre Cayambe y Juan Montalvo. Sin embargo, los Kd obtenidos en los cuatro cantones analizados, no están en el rango que establece la norma, como se grafica en la (Ilustración 14).



Ilustración 14: Coeficiente de consumo Kd de Atuntaqui, Cotacachi, Cayambe y Juan Montalvo

Fuente: Anangón E. & Chimarro K. (2021)

De acuerdo con los tamaños de población definidas por Arellano et al. (2018). Cayambe está dentro del rango de una ciudad grande con un coeficiente de variación Kd= 1.17. Sin embargo, este valor no se encuentra dentro del rango establecido por la norma. En cambio, para Atuntaqui con un Kd=1.54 que se acerca al rango establecido. Para la parroquia de Juan Montalvo y Cotacachi se consideran como ciudades medianas y los valores del coeficiente de variación no cumplen de acuerdo con la norma. El cantón Cotacachi presenta un valor de Kd=2.23, con un

consumo máximo de 36.86 m³/usuario/mes en el mes de octubre de 2016. Debido a que la información proporcionada tenía datos incompletos en varios meses. Por ende, se produjo un resultado muy distorsionado en relación con los demás, considerando que el factor Kd es la relación existente entre el consumo máximo y el consumo medio.

Al realizar una comparación, los coeficientes de variación obtenidos en esta investigación coinciden con estudios anteriores realizados por Salazar (2020), Guayara & Peña (2021). En ciudades grandes se presentan un menor Kd, mientras que para ciudades pequeñas el Kd es mayor.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

En la presente investigación se realizó una recopilación de datos del consumo mensual de agua potable por usuario del sector residencial. Atuntaqui con 660.000 datos desde el mes de enero del 2010 hasta diciembre del 2020. Cotacachi con 705.600 datos desde enero del 2012 hasta septiembre del 2020. Cayambe con 931.944 datos desde enero del 2008 hasta diciembre del 2020 y Juan Montalvo con 502.992 datos desde enero del 2010 hasta julio del 2021, datos que se encuentran en m³ y fueron proporcionados por diferentes Empresas Municipales de Agua Potable y Alcantarillado, Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales y Juntas Administradoras de Agua Potable. Llegando a un total de datos analizados de 2'800.536 en los cuatro cantones.

En comparación, entre los consumos de agua potable en la cuarentena del sector residencial y los registros históricos en Imbabura y Pichincha, se determinó que en el cantón Atuntaqui presenta el máximo consumo de agua en tiempos de cuarentena con un valor de 26. 13

m³/hogar/mes. Mientras que en las otras ciudades el consumo de agua potable no aumentó, siendo similar a los registros históricos.

Tras el estudio de esta investigación realizado en los cantones de Atuntaqui, Cotacachi, Cayambe y la parroquia de Juan Montalvo, el consumo de agua potable incide principalmente en el flujo migratorio de una ciudad grande a una ciudad pequeña. De esta manera la ciudad pequeña sirve de refugio para los habitantes en la época de cuarentena. Sin embargo, el hecho de que la principal actividad económica no disminuyó se restringió en el horario laboral y no afectó en el consumo de agua potable simplemente se mantuvo normal. Por lo tanto, se descarta la hipótesis de que se consumió más agua potable en los meses de confinamiento, debido al cambio de hábitos.

En el Ecuador los coeficientes de variación de acuerdo con la norma vigente varían entre 1.3 y 1.5 respectivamente. De esta investigación Atuntaqui tiene un Kd de 1.5 que se encuentra dentro de la norma. Para el resto de los lugares como: Cayambe y Juan Montalvo los coeficientes de variación se encuentran por debajo del rango establecido. Mientras que en Cotacachi presenta un valor por encima de los valores establecidos. Siendo estos valores de la norma insuficientes, por lo tanto, los coeficientes de variación Kd determinados servirán para diseños futuros de sistemas de agua potable, debido a que se ajustan a la realidad de las poblaciones estudiadas.

6.2. Recomendaciones

En base a los resultados obtenidos en esta investigación con respecto al coeficiente de variación de consumo K_d , es importante utilizar en los diseños de futuros sistemas de agua potable, con la finalidad de elegir las dotaciones adecuadas ajustadas a una población de acuerdo con el número de habitantes para evitar un subdimensionamiento. De tal manera se sugiere a los profesionales en la rama hacer uso de estos valores determinados que se asemejan al comportamiento real de una población a diferencia de la norma INEN 005-9-1.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta Maldonado, M., Basani, M., & Solís, H. (2019). *Prácticas y saberes en la gestión comunitaria del agua para consumo humano y saneamiento en las zonas rurales de Ecuador*. Banco Interamericano de Desarrollo. Retrieved from https://publications.iadb.org/es/publications/spanish/document/Prácticas_y_saberes_en_la_gestión_comunitaria_del_agua_para_consumo_humano_y_saneamiento_en_las_zonas_rurales_de_Ecuador_es.pdf
- Arellano, A., & Lindao, V. (2019). Efectos de la gestión y la calidad del agua potable en el consumo del agua embotellada. Effects of water quality and management on bottled water consumption. *Nova Sinergia*, 2(1), 15-23.
- Arellano, A., Bayas, A., Meneses, A., & Castillo, T. (2018). Los consumos y las dotaciones de agua potable en poblaciones ecuatorianas con menos de 150.000 habitantes. Drinking water consumption and endowment in Ecuadorian towns with less than 150 000 inhabitants. *NovaSinergia I (1)*, 23-32.
- Bravo, C., & Merino, A. (2018). *Incidencia de los factores socio económicos en el consumo de agua potable, en poblaciones menores a 150000 habitantes en el Ecuador*. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba. Retrieved from <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/5083>
- Cazorla, M., & Sela, L. (2021). *Análisis de los consumos históricos de agua potable de los cantones Latacunga, Guamote y Chunchi*. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba. Retrieved from <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7965>

El Comercio. (2021). *Consumo de agua en Quito por persona supera lo que recomienda la OMS*. Retrieved from <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/consumo-agua-quito-supera-recomendacion.html#:~:text=Consumo%20de%20agua%20en%20Quito%20por%20persona%20supera%20lo%20que%20recomienda%20la%20OMS,-Facebook%20Twitter%20WhatsApp&text=Seg%C3%BAAn%20datos%20de%20la>

El Universo. (2020). Consumo de agua potable aumenta en Ecuador debido al aislamiento obligatorio. p. 1. Retrieved from <https://www.eluniverso.com/noticias/2020/04/05/nota/7804908/consumo-agua-potable-aumenta-debido-aislamiento-obligatorio/>

Fernández, C., & Salazar, B. (2021). *Análisis de los consumos históricos de agua potable en cantones de Napo y Pastaza*. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba. Retrieved from <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7852>

Guayara, F., & Peña, R. (2021). *Comparación entre los consumos de agua potable durante la cuarentena del 2020 y los registros históricos en Morona Santiago y Chimborazo*. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba. Retrieved from <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7454>

INEC. (2010). *Resultados del censo 2010. Fascículo provincial Pichincha*. Instituto Nacional de Estadística y Censo. Retrieved from <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/pichincha.pdf>

INEC. (2016). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Retrieved from Medición de los indicadores ODS de Agua, Saneamiento e Higiene (ASH):

<https://www.iagua.es/noticias/epmaps-agua-quito/quito-lidera-cumplimiento-ods-cobertura-y-calidad-agua-potable>

INEN 005-9-1. (1992). *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*. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).

Jiménez, C. (2020). *Comparación entre los Consumos de Agua Potable durante la Cuarentena del 2020 y los registros históricos en Imbabura y Carchi*. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba. Retrieved from <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7276>

Minitab. (2019a). *Ejemplo de Gráfica de caja*. Retrieved from <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/20/help-and-how-to/graphs/boxplot/before-you-start/example/>

Minitab. (2019b). *Prueba de normalidad*. Retrieved from <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/20/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/normality/test-for-normality/>

Minitab. (2019c). *Transformación de Johnson*. Retrieved from <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/quality-tools/how-to/johnson-transformation/before-you-start/example/>

Minitab. (2019d). *ANOVA*. Retrieved from <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/19/help-and-how-to/statistical-modeling/anova/supporting-topics/basics/what-is-anova/>

- Minitab. (2019e). *Explicación de los métodos no paramétricos*. Retrieved from <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/19/help-and-how-to/statistics/nonparametrics/supporting-topics/understanding-nonparametric-methods/>
- Minitab. (2019f). *Método de Tukey para comparaciones múltiples Minitab*. Retrieved from <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/anova/supporting-topics/multiple-comparisons/what-is-tukey-s-method/>
- Peña, D. (2019). *Categorización de los principales factores que afectan el consumo de agua potable*. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba. Retrieved from <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6134>
- Ruiz, R. (2017). *Plan de negocios, expansión e investigación de la EPMAPS 202*. In *Mype Competitiva*. Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, Quito. Retrieved from https://www.aguaquito.gob.ec/sites/default/files/documentos/plan_de_negocios_2016_epmaps_final.pdf
- Salazar, M. (2020). *Determinación del Coeficiente de variación del consumo diario de agua potable en ciudades menores a ciento cincuenta mil quinientos habitantes*. Universidad Nacional de Chimborazo. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba. Retrieved from <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6442>
- Senplades. (2014). *Agua potable y alcantarillado para erradicar la pobreza en el Ecuador*. 120. Retrieved from <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/09/FOLLETO-Agua-SENPLADES.pdf>

Yuquilema, C. (2020). *Correlación entre la frecuencia de cocinar y el consumo de agua potable. Universidad Nacional de Chimborazo*. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba. Retrieved from <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6417>

8. ANEXOS

Anexo 1: Variables que intervienen en los consumos de agua potable semestrales y mensuales.

Variables que intervienen en los consumos de agua potable semestrales

Tipo de variable	Factores	Abreviatura	Unidad
V. Respuesta	Consumo promedio de agua potable semestral en cada estrato.	CPC/est.s.	lt/hab/dia
V. Explicativa	Temperatura máxima	Temp	°C
V. Explicativa	Humedad Atmosférica máxima	humed	%
V. Explicativa	Inflación Acumulada	inflac	%
V. Explicativa	Precipitación	precip	mm
V. Explicativa	Índice de gestión de calidad de agua potable.	ingecap	%
V. Explicativa	Consumo bidones Per Cápita	bidon_per	lt /hab/día
V. Explicativa	Tiene Olor	olor	%
V. Explicativa	Tiene Color	color	%
V. Explicativa	Tiene Sabor	sabor	%
V. Explicativa	Tiene Tierra	tierra	%
V. Explicativa	Tanque Elevado	tanq_elev	%

V. Explicativa	Cisterna	cisterna	%
V. Explicativa	Tanque de ropa	tanq_rop	%
V. Explicativa	Número de Aparatos Sanitarios per cápita	Equi_san	unidad/persona
V. Explicativa	Pago per cápita.	pago_per	\$/m3
V. Explicativa	Porcentaje de casas con jardines en cada estrato.	vi_jar	%
V. Explicativa	Viviendas que reportan fugas intradomiciliarias.	VFI	%
V. Explicativa	Número de personas por familia en cada estrato.	Hab_vi	hab/vivienda
V. Explicativa	Número de veces que cocinan en casa.	cocin_3	%

Fuente: Peña (2019)

Variables que intervienen en los consumos de agua potable mensuales

Tipo de variable	Factores	Abreviatura	Unidad
V. Respuesta	Consumo per cápita ponderado mensual de agua potable.	CPC/p.m.	lt/hab/día
V. Explicativa	Temperatura máxima	Temp	°C
V. Explicativa	Humedad Atmosférica máxima	humed	%
V. Explicativa	Inflación Acumulada	inflac	%
V. Explicativa	Precipitación	precip	mm
V. Explicativa	Índice de gestión de calidad de agua potable.	ingecap	%
V. Explicativa	Viviendas que reportan fugas intradomiciliarias.	VFI	%

Fuente: Peña (2019)

Anexo 2: Coeficientes Kd ciudades grandes, medianas y pequeñas considerando CPC/p.m

Ciudades Grandes (Entre 30.000 y 150.000)

Coeficientes Kd ciudades grandes considerando CPC/p.m.

Ciudad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Media	Kd
RIOBAMBA	207.40	223.46	214.00	210.28	218.05	211.47	214.11	1.04
VENTANAS	202.56	206.14	210.22	209.80	199.50	198.40	204.44	1.03

Fuente: Salazar (2020)

Ciudades Medianas (Entre 8.000 y 30.000)

Coeficientes Kd ciudades medianas considerando CPC/p.m.

Ciudad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Media	Kd
GUARANDA	226.07	229.63	203.75	211.94	165.62	167.31	200.72	1.14
MACAS	218.63	206.10	227.75	219.97	216.49	244.02	222.16	1.10
LA JOYA DE LOS SACHAS	307.93	371.26	246.12	352.36	326.21	367.76	328.61	1.13

Fuente: Salazar (2020)

Ciudades Pequeñas (menores a 8.000)

Coeficientes Kd ciudades pequeñas considerando CPC/p.m.

Ciudad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Media	Kd
GUANO	223.22	411.69	419.73	491.62	462.14	354.6	393.83	1.25
QUIMIAG	148.4	146.01	161.19	156.84	153.52	171.01	156.16	1.10
CHAMBO	288.97	256.6	291.39	285.11	233.16	283.01	273.04	1.07
GUAMOTE	193.43	186.93	193.64	193.11	192.78	195.32	192.54	1.01
CUBIJIES	130.72	126.97	140.1	133.35	128.04	153.06	135.37	1.13
COLUMBE	75.44	75.27	75.61	76.92	74.72	75.36	75.55	1.02

Fuente: Salazar (2020)

Anexo 3: Comparación de Tukey cantón Atuntaqui

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación												
jun-20	4326	26.129	A												
jun-11	4326	26.129	A												
nov-13	3725	20.668	B												
oct-16	4382	20.441	B												
sep-13	3788	20.179	B C												
jun-12	3588	19.661	B C D												
ago-20	4834	19.38	C D E												
ago-11	4834	19.38	C D E												
jun-13	3741	19.379	C D E												
nov-12	3622	19.348	C D E												
ago-15	4221	19.315	C D E												
jul-16	4299	18.834	D E F												
ago-16	4342	18.786	D E F G												
oct-20	4897	18.721	D E F G H												
oct-11	4897	18.721	D E F G H												
nov-18	4716	18.69	D E F G H I												
sep-12	3661	18.642	D E F G H I J												
nov-15	4144	18.633	D E F G H I J												
ene-13	3661	18.582	D E F G H I J												
abr-13	3632	18.55	E F G H I J K												
sep-14	4007	18.521	E F G H I J K												
mar-15	4048	18.481	E F G H I J K												
mar-13	3675	18.441	E F G H I J K L												
ago-12	3579	18.043	F G H I J K L M N												
oct-15	4183	18.036	F G H I J K L M												
nov-20	4952	17.914	F G H I J K L M N O												
nov-11	4952	17.914	F G H I J K L M N O												
ene-15	3999	17.89	F G H I J K L M N O P Q												
ago-19	4902	17.87	F G H I J K L M N O P												
ene-20	4924	17.843	G H I J K L M N O P												
ene-11	4924	17.843	G H I J K L M N O P												

dic-11	4879	15.14							AM	AN	AO	AP	AQ	AR		
feb-18	4526	15.108							AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	
mar-20	4914	15.058							AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	
mar-11	4914	15.058							AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	
dic-18	4577	15.04							AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	
dic-17	4489	15.023							AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	
jun-16	4150	14.968								AN	AO	AP	AQ	AR	AS	
dic-16	4226	14.923									AO	AP	AQ	AR	AS	
abr-19	4746	14.891									AO	AP	AQ	AR	AS	
abr-15	3999	14.714										AP	AQ	AR	AS	AT
dic-19	4833	14.224												AR	AS	AT
jul-12	3514	14.159											AQ	AR	AS	AT
may-17	4393	14.139													AS	AT
jul-20	4208	13.726														AT
jul-11	4208	13.726														AT
dic-19	4833	14.224	AU													
jul-12	3514	14.159	AU	AV	AW											
may-17	4393	14.139	AU													
jul-20	4208	13.726	AU	AV	AW											
jul-11	4208	13.726	AU	AV	AW											
feb-14	3796	13.454	AU	AV	AW											
may-20	5488	13.167			AW											
may-11	5488	13.167		AV	AW											

Fuente: Anangonó E. & Chimarro K. (2021)

Anexo 4: Comparación Tukey cantón Cotacachi

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
oct-16	13	36.85	A
abr-20	3104	23.172	B
sep-19	1594	19.263	C D
sep-14	2718	19.169	C
jun-14	2749	19.068	C D
ene-17	3049	18.955	C D E
jul-12	2600	18.918	C D E
sep-18	2160	18.512	C D E F
nov-12	1148	18.43	C D E F G H I J K L M N O
feb-12	2486	18.36	C D E F G
ago-19	3282	18.243	C D E F G
sep-17	2678	18.178	C D E F G I K M
ago-20	3246	18.165	C D E F G I K M
jun-12	2554	17.827	E F G H I J K L M N O P
oct-14	1475	17.725	D E F G H I J K L M N O P Q
sep-12	2592	17.651	F G H I J K L M N O P
jul-14	2770	17.394	F G H I J K L M N O P Q
sep-20	1589	17.255	F G H I J K L M N O P Q R
ago-16	2968	17.232	G H I J K L M N O P Q R
jun-20	3249	17.174	M N O P Q R
oct-12	2575	17.154	G H I J K L M N O P Q R
abr-17	2964	17.035	K L M O P Q R
ago-12	2532	17.028	I J K L M N O P Q R S T U
feb-16	2952	17.001	H J L N O P Q R S
feb-14	2764	16.863	P Q R S T U V
jul-17	3113	16.813	P Q R S T U V
feb-18	3099	16.766	P Q R S T U V W
ene-12	2467	16.407	Q R S T U V W X

jun-18	3133	16.183				R	S	T	U	V	W	X
sep-16	3001	16.182				R	S	T	U	V	W	X
jul-18	3131	15.906					S	T	U	V	W	X
may-16	2865	15.872							U	V	W	X
ago-14	2715	15.843						T	U	V	W	X
abr-19	3165	15.838								V	W	X
ene-19	3173	15.834								V	W	X
feb-19	3190	15.832								V	W	X
abr-14	2694	15.831								V	W	X
jun-19	3217	15.823								V	W	X
mar-14	2722	15.794								V	W	X
mar-19	3151	15.788								V	W	X
ene-16	2936	15.665									W	X
may-12	2465	15.586										X
abr-12	2458	15.539										X
ene-20	3265	15.513										X
abr-16	2896	15.513										X
mar-12	2485	15.501										X
jun-18	3001	16.182	Y									
sep-16	3131	15.906	Y									
jul-18	2865	15.872	Y	Z								
may-16	2715	15.843	Y	Z								
ago-14	3165	15.838	Y	Z	AA							
abr-19	3173	15.834	Y	Z								
ene-19	3190	15.832	Y	Z								
feb-19	2694	15.831	Y	Z								
abr-14	3217	15.823	Y	Z	AA							
jun-19	2722	15.794	Y	Z								
mar-14	3151	15.788	Y	Z	AA							
mar-19	2936	15.665	Y	Z	AA							

ene-16	2465	15.586	Y	Z	AA															
may-12	2458	15.539	Y	Z	AA	AB														
abr-12	3265	15.513	Y	Z	AA	AB														
ene-20	2896	15.513	Y	Z	AA	AB														
abr-16	2485	15.501	Y	Z	AA	AB														
mar-12	2485	15.501	Y	Z	AA	AB	AC													
mar-20	3287	15.172	Y	Z	AA	AB	AC	AD												
feb-20	3324	15.094		Z	AA	AB	AC	AD	AE											
jul-20	3216	14.998		Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF										
ene-14	2683	14.978		Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF										
mar-18	3043	14.978		Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF										
jun-17	3003	14.54				AB	AC	AD	AE	AF										
jul-16	2941	14.451				AB	AC	AD	AE	AF										
may-19	3162	14.367					AC	AD	AE	AF	AG									
may-18	3058	14.307						AD	AE	AF	AG									
ago-17	3056	14.223						AD	AE	AF	AG	AH								
mar-16	2893	14.175						AD	AE	AF	AG	AH								
jun-16	2894	14.093						AD	AE	AF	AG	AH								
may-17	2953	14.076							AE	AF	AG	AH								
may-14	2684	13.981							AE	AF	AG	AH								
feb-17	2961	13.967								AF	AG	AH								
mar-17	2964	13.301									AG	AH	AI							
abr-18	3080	13.166										AH	AI							
may-20	3104	12.684																		AI

Fuente: Anangonó E. & Chimarro K. (2021)

Anexo 5: Comparación de Tukey cantón Cayambe

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación																												
dic-09	4336	23.564	A																												
sep-08	4357	22.986	A	B																											
jul-13	5300	22.942	A	B																											
feb-14	5366	22.717	A	B	C																										
oct-12	5143	22.627	A	B	C	D																									
feb-10	4666	22.562	A	B	C	D	E																								
may-11	4749	22.526	A	B	C	D	E	F																							
sep-13	5339	22.452	A	B	C	D	E	F	G	H																					
sep-15	5771	22.45	A	B	C	D	E	F	G																						
sep-11	4889	22.417	A	B	C	D	E	F	G	H	I																				
mar-09	4392	22.366	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L																	
ago-09	4474	22.365	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L																	
ene-12	4779	22.365	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J																			
sep-10	4779	22.362	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J																			
ene-09	4378	22.32	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L																	
ene-08	4184	22.316	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M																
feb-12	4910	22.167		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N															
may-09	4504	22.109		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O														
jul-12	4997	22.039		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P													
sep-12	5137	22.014		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P													
may-10	4697	21.869		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q												
mar-15	5523	21.851		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q												
oct-14	5545	21.845		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q												
jul-09	4147	21.811		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q												
sep-09	4580	21.81		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q												
dic-13	5334	21.802		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q												
nov-09	4601	21.798		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q												
oct-11	4881	21.703			C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R											

feb-08	4167	20.843								O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
ago-10	4661	20.824									P	Q	R	S	T	U	V	W	X
dic-10	4710	20.821									P	Q	R	S	T	U	V	W	X
nov-10	4759	20.813									P	Q	R	S	T	U	V	W	X
jun-08	4206	20.813								O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
dic-08	4403	20.803									P	Q	R	S	T	U	V	W	X
jul-14	5406	20.739										Q	R	S	T	U	V	W	X
mar-10	4766	20.689										Q	R	S	T	U	V	W	X
oct-09	4572	20.649										Q	R	S	T	U	V	W	X
feb-16	5909	20.566											R	S	T	U	V	W	X
nov-15	5825	20.532											R	S	T	U	V	W	X
mar-20	6754	20.462													T	U	V	W	X
abr-14	5311	20.451												S	T	U	V	W	X
feb-09	4324	20.353													T	U	V	W	X
nov-14	5596	20.29														U	V	W	X
mar-14	5345	20.267														U	V	W	X
oct-20	6906	20.229																W	X
sep-20	6906	20.229																W	X
may-15	5550	20.226															V	W	X
abr-10	4722	20.196														U	V	W	X
jul-18	6318	20.182																	X
jun-15	5612	20.165																	X
may-08	4228	20.108																W	X
jun-14	5360	21.141	Y																
ago-11	4807	21.139	Y	Z															
feb-11	4716	21.135	Y	Z	AA	AB	AC												
jul-08	4182	21.076	Y	Z															
may-13	5205	21.058	Y	Z															
ago-13	5290	21.031	Y	Z	AA	AB	AC												
abr-12	5002	21.022	Y	Z	AA	AB	AC	AD											
oct-10	4749	21.01	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE										

dic-15	5783	19.948			AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
jul-16	5765	19.871				AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
nov-17	6236	19.86					AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
sep-19	6819	19.821		AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
may-12	4899	19.819					AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
oct-15	5828	19.785	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
abr-08	4146	19.77						AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
oct-17	6178	19.736						AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
ene-16	5825	19.721							AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
jun-20	6513	19.696						AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
mar-12	4874	19.66								AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
mar-18	6243	19.644									AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
ene-18	6205	19.614							AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
oct-08	4348	19.605										AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
may-17	6167	19.597							AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
nov-13	3660	19.55										AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
ene-17	6025	19.546										AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
ago-15	5685	19.517										AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
ago-14	5452	19.509										AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
nov-11	4914	19.501											AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
may-19	6609	19.487												AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
oct-16	5898	19.419													AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
dic-19	6680	19.412												AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
ene-15	5471	19.41												AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
abr-13	5172	19.375												AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
abr-11	4789	19.354														AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
sep-16	5864	19.23														AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
jun-12	4982	19.218															AO		AQ	AR	AS	AT
mar-19	6505	19.167																AP	AQ	AR	AS	AT
nov-16	6083	19.138																		AR	AS	AT

oct-19	6820	19.133																AS	AT	
dic-20	6945	19.13																		
ago-20	6819	19.12																AR	AS	AT
feb-18	6223	19.116																AR	AS	AT
oct-18	6302	19.113																		
mar-16	5964	19.074																AR	AS	AT
jul-11	4762	19.045																		
jun-17	6105	19.016																		
jun-19	6644	18.994																		AT
abr-10	4722	20.196	AU	AV																
jul-18	6318	20.182																		
jun-15	5612	20.165	AU	AV																
may-08	4228	20.108	AU	AV	AW	AX	AY	AZ												
ago-19	6680	20.012	AU	AV	AW															
may-16	5856	19.966	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA											
dic-15	5783	19.948	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB										
jul-16	5765	19.871	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD								
nov-17	6236	19.86	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC									
sep-19	6819	19.821	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD								
may-12	4899	19.819	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE							
oct-15	5828	19.785	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE							
abr-08	4146	19.77	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE							
oct-17	6178	19.736	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE							
ene-16	5825	19.721	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE							
jun-20	6513	19.696	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE							
mar-12	4874	19.66	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE							
mar-18	6243	19.644	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE							

nov-13	3660	19.55	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI			
ene-17	6025	19.546	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF						

abr-18	6296	18.877		BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO
jun-13	5222	18.827		BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO
feb-17	6081	18.817				BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO
ago-18	6223	18.769					BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO
ago-08	4245	18.743			BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO
ago-17	5938	18.676						BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO
nov-20	6936	18.523							BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO
jun-16	5858	18.374									BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO
jul-20	6675	18.287											BJ	BK	BL	BM	BN	BO
jul-10	4560	18.218								BG		BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO
ene-20	6748	18.207												BK	BL	BM	BN	BO
abr-19	6610	18.189												BK	BL	BM	BN	BO
abr-16	5921	18.124												BK	BL	BM	BN	BO
jul-17	6041	18.065														BM	BN	BO
abr-15	5544	18.054													BL	BM	BN	BO
jun-18	6261	18.021															BN	BO
may-18	6229	17.977															BN	BO
dic-18	6429	17.908																
ene-14	5219	17.875																BO
jul-19	6549	17.862																
sep-18	6358	17.84																
ene-13	3481	17.801																BN BO
jul-11	4762	19.045					BP											
jun-17	6105	19.016																
jun-19	6644	18.994																

ene-10	4668	18.97	BP	BQ	BR	BS						
nov-18	6365	18.956	BP									
may-20	6522	18.932	BP									
ago-16	5756	18.927	BP	BQ	BR	BS						
sep-17	6112	18.91	BP	BQ	BR	BS						
dic-16	6117	18.903	BP	BQ	BR	BS						
abr-18	6296	18.877	BP	BQ	BR	BS						
jun-13	5222	18.827	BP	BQ	BR	BS	BT	BU				
feb-17	6081	18.817	BP	BQ	BR	BS						
ago-18	6223	18.769	BP	BQ	BR	BS	BT	BU				
ago-08	4245	18.743	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV			
ago-17	5938	18.676	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV			
nov-20	6936	18.523	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW		
jun-16	5858	18.374	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	
jul-20	6675	18.287	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	
jul-10	4560	18.218	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	
ene-20	6748	18.207	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	
abr-19	6610	18.189	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	
abr-16	5921	18.124	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	
jul-17	6041	18.065	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	
abr-15	5544	18.054	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	
jun-18	6261	18.021	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	
may-18	6229	17.977	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	
dic-18	6429	17.908	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	
ene-14	5219	17.875	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	
jul-19	6549	17.862				BS	BT	BU	BV	BW	BX	
sep-18	6358	17.84			BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	
ene-13	3481	17.801	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	
abr-09	4383	17.735		BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	
feb-20	6656	17.708						BU	BV	BW	BX	
abr-17	6061	17.689					BT	BU	BV	BW	BX	
abr-20	6958	17.612							BV	BW	BX	
dic-17	6314	17.518								BW	BX	
mar-17	6106	17.497								BW	BX	
nov-19	6762	17.407									BX	
feb-19	6464	15.929										BY

Fuente: Anangón E. & Chimarro K. (2021)

Anexo 6: Comparación de Tukey Parroquia Juan Montalvo

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación															
oct-10	2001	19.293	A															
sep-15	2095	19.125	A B															
abr-13	2127	19	A B C															
jul-14	1965	18.412	A B C D															
ene-20	2511	18.276	A B C D E															
dic-20	2501	18.093	A B C D E F															
jul-19	2436	18.034	A B C D E F G															
oct-11	2421	17.854	B C D E F G H															
nov-10	1999	17.689	C D E F G H I															
ene-14	1843	17.625	C D E F G H I J															
oct-20	2538	17.506	D E F G H I J															
abr-20	2240	17.454	D E F G H I J K															
mar-15	1837	17.43	D E F G H I J K															
jun-20	2488	17.429	D E F G H I J K															
ago-18	2412	17.413	D E F G H I J K															
ene-19	2355	17.374	D E F G H I J K															
dic-11	2355	17.374	D E F G H I J K															
abr-12	2215	17.315	D E F G H I J K L															
ago-16	2214	17.303	D E F G H I J K L															
ago-20	2526	17.279	D E F G H I J K L															
nov-13	2163	17.27	D E F G H I J K L															
may-10	1944	17.262	D E F G H I J K L															
dic-15	2085	17.257	D E F G H I J K L															
sep-19	2390	17.251	D E F G H I J K L															
jul-15	2090	17.172	D E F G H I J K L M N O P Q R															
abr-14	1918	17.158	D E F G H I J K L M N O P Q R S T U															
oct-19	2436	17.156	D E F G H I J K L M N O P Q															
jun-13	2092	17.154	D E F G H I J K L M N O P Q R S T U															

oct-12	2168	16.323						J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	
feb-20	2349	16.268						J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	
ago-17	2221	16.173							K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	
feb-16	2123	16.163							K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	
ene-16	2118	16.023								L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	
jun-10	2373	15.916													Q	R	S	T	U	V	W	X	
oct-18	2400	15.914												P	Q	R	S	T	U	V	W	X	
jul-18	2411	15.889														R		T	U	V	W	X	
mar-20	2254	15.889											O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	
jun-16	2132	15.862										N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	
sep-18	2362	15.848															S		U	V	W	X	
abr-10	1752	15.816								M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X		
ago-12	2209	15.775																					
dic-16	2210	15.77																				X	
ago-15	2077	15.754																				W	X
dic-13	2077	15.754																		V	W	X	
feb-13	2000	17.099	Y																				
feb-11	2431	17.097																					
feb-10	1955	17.094	Y																				
abr-21	2547	17.081																					
jul-20	2506	17.028	Y																				
may-20	2456	16.868	Y	Z																			
mar-21	2489	16.834	Y	Z																			
oct-14	1963	16.727		Y	Z	AA																	
nov-20	2561	16.724		Y	Z	AA																	
ene-11	2418	16.692		Y	Z	AA																	
ago-13	2103	16.684		Y	Z	AA	AB																
ago-19	2420	16.683		Y	Z	AA																	
oct-15	2087	16.639		Y	Z	AA	AB	AC															
jun-15	2074	16.602		Y	Z	AA	AB	AC	AD														

feb-12	2176	15.633	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ					
feb-18	2311	15.564		AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ					
mar-10	1911	15.559	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR				
abr-16	2110	15.525		AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR				
ene-12	2110	15.525		AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR				
sep-13	2028	15.33			AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS			
dic-19	2359	15.323				AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS			
may-21	2497	15.322					AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS			
jun-11	2358	15.316					AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS			
nov-18	2352	15.193						AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS			
dic-18	2320	15.183						AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS			
may-11	2355	15.18						AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS			
feb-21	2527	15.175							AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS			
nov-19	2356	15.174							AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS			
abr-15	2015	15.171						AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS			
ene-18	2188	15.167						AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS			
may-16	2074	15.148						AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS			
sep-12	2074	15.148						AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS			
sep-14	1980	15.139						AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS			
may-17	2205	15.114							AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS			
ene-21	2525	15.084									AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS			
oct-17	2226	15.079								AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS			
ene-17	2197	15.063									AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT		
abr-18	2320	15.047									AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT		
jun-19	2374	15.013										AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT		
sep-11	2374	15.013										AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT		
dic-17	2219	14.99										AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT		
dic-10	1918	14.956									AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT		
jul-17	2220	14.948											AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT		
feb-19	2378	14.947												AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	
jul-11	2369	14.856													AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	
mar-18	2338	14.854														AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
may-14	1911	14.836											AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT		
may-15	2012	14.614														AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	

oct-13	2012	14.614			AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
mar-16	2107	14.455				AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
jun-12	2107	14.455				AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
feb-15	1984	14.448				AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
jul-13	1985	14.446				AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
mar-19	2354	14.441							AP	AQ	AR	AS	AT
nov-11	2354	14.441						AO	AP	AQ	AR	AS	AT
may-18	2321	14.426								AQ	AR	AS	AT
may-13	2064	14.414					AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
mar-14	1876	14.403				AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
nov-15	2037	14.375								AQ	AR	AS	AT
ene-10	1886	14.344								AQ	AR	AS	AT
nov-17	2228	14.226									AR	AS	AT
oct-16	2199	14.177										AS	AT
nov-12	2200	14.171										AS	AT
feb-14	1887	14.158									AR	AS	AT
abr-17	2209	14.139										AS	AT
sep-10	1933	14.113											
jun-14	1897	13.695											
dic-10	1918	14.956	AU										
jul-17	2220	14.948											
feb-19	2378	14.947											
jul-11	2369	14.856	AU										
mar-18	2338	14.854	AU										
may-14	1911	14.836	AU	AV									
may-15	2012	14.614	AU	AV									
oct-13	2012	14.614	AU	AV									
mar-16	2107	14.455	AU	AV									
jun-12	2107	14.455	AU	AV									
feb-15	1984	14.448	AU	AV									
jul-13	1985	14.446	AU	AV									
mar-19	2354	14.441	AU	AV									
nov-11	2354	14.441	AU	AV									
may-18	2321	14.426	AU	AV									

may-13	2064	14.414	AU	AV	
mar-14	1876	14.403	AU	AV	
nov-15	2037	14.375	AU	AV	
ene-10	1886	14.344	AU	AV	
nov-17	2228	14.226	AU	AV	
oct-16	2199	14.177	AU	AV	
nov-12	2200	14.171	AU	AV	
feb-14	1887	14.158	AU	AV	
abr-17	2209	14.139	AU	AV	
sep-10	1933	14.113	AU	AV	
jun-14	1897	13.695	AU	AV	
feb-17	2205	13.589	AU	AV	
nov-14	1936	13.477		AV	
mar-13	2000	10.897			AW
ene-15	1988	10.794			AW

Fuente: Anangón E. & Chimarro K. (2021)