

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PERFIL DE PROYECTO DE TITULACIÓN**

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

Título del proyecto

**ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS HISTÓRICOS DE AGUA POTABLE EN LOS  
CANTONES LATACUNGA, GUAMOTE Y CHUNCHI.**

Autores:

Miguel Angel Cazorla Lema

Gladys Lorena Sela Tingo

Tutor:

Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga

**Riobamba – Ecuador**

**Año 2021**

## Revisión

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: “**ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS HISTÓRICOS DE AGUA POTABLE EN LOS CANTONES LATACUNGA, GUAMOTE Y CHUNCHI**”, presentado por: **Miguel Angel Cazorla Lema, Gladys Lorena Sela Tingo** 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:

Ing. Alfonso Arellano  
**Tutor del Proyecto**



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

---

Firma

Ing. Carlos Montalvo  
**Miembro del Tribunal**

---

Firma

Ing. Gabriela Zúñiga  
**Miembro del Tribunal**



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

---

Firma

## Certificación del tutor

Yo, **Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga**, en calidad de Tutor de Tesis, cuyo tema es: **“ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS HISTÓRICOS DE AGUA POTABLE EN LOS CANTONES LATACUNGA, GUAMOTE Y CHUNCHI”**, CERTIFICO; que el informe final del trabajo investigativo ha sido revisado y corregido, razón por la cual autorizo a los señores; **Miguel Angel Cazorla Lema y Gladys Lorena Sela Tingo**, 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**

---

Ing. Alfonso Arellano  
**Tutor de Tesis**

### **Autoría de la investigación**

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación nos corresponde exclusivamente a: Miguel Angel Cazorla Lema, Gladys Lorena Sela Tingo y al Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



---

Sr. Miguel Angel Cazorla Lema  
C.I. 0604220814



---

Srta. Gladys Lorena Sela Tingo  
C.I. 060433740-2

## **Dedicatoria**

La presente investigación es dedicada a mis padres Delfín Cazorla y Carmen Lema, por inculcarme valores que me permitieron avanzar a lo largo de mi etapa estudiantil. A mi adorada esposa Johana Merino quien con su amor paciencia y apoyo incondicional me enseñó que la dedicación es el mejor camino para alcanzar mis objetivos. A mi hija Nazli Cazorla por ser mi inspiración para culminar con mi sueño anhelado. A mis hermanos que con sus consejos lograron sembrar en mí las ganas de seguir adelante. Finalmente, a mi ángel guardián Luis Cazorla quien desde cielo cuida y protege de mí.

*Miguel Angel Cazorla Lema*

## **Dedicatoria**

A mis padres Laura Beatriz Tingo Valdiviezo y Marco Vinicio Sela Bonilla quienes me han apoyado incondicionalmente y me han forjado como la persona que soy; muchas de mis metas y logros se los debo a ellos. Ya que como una plantita con mucha dedicación y paciencia sembraron en mí muchas cualidades y que a pesar de las circunstancias jamás debo rendirme y seguir adelante con motivación para conseguir mis anhelos.

*Gladys Lorena Sela Tingo*

## **Agradecimiento**

Quiero agradecer primeramente a mi “Divino Niño Jesús” por brindarme protección, salud y sabiduría para poder vencer cada uno de los obstáculos que se han presentado a lo largo de mi vida. A la Universidad Nacional de Chimborazo quien me abrió las puertas hace cinco años permitiéndome adquirir conocimientos, experiencias y valores logrando sentir en mi pasión por mi carrera. Al Ing. Alfonso Arellano quien con paciencia y experiencia supo orientarme en la elaboración de esta investigación. A la Dra. Lourdes Mancero por ayudarme con la información requerida para ser posible el desarrollo de este proyecto.

*Miguel Angel Cazorla Lema*

## **Agradecimiento**

Un especial agradecimiento al Ing. Alfonso Arellano quien con su paciencia y dedicación ha sido quien nos ha guiado durante el desarrollo de este trabajo de investigación y a todas las personas que de una u otra manera pusieron su granito de arena para que esta tesis pueda culminarse con éxito.

*Gladys Lorena Sela Tingo*



## Índice General

1. Introducción.....	1
1. Objetivos.....	4
1.1. Objetivo General .....	4
1.2. Objetivos Específicos .....	4
2. Estado del Arte .....	5
3. Metodología.....	8
4. Resultados.....	12
4.1. Pruebas de normalidad y homocedasticidad .....	12
4.2. Análisis de Varianza de medias .....	13
4.3. Prueba de Tukey.....	14
4.4. Gráfica de Intervalos .....	22
4.5. Estadística descriptiva .....	26
4.6. Cálculo del coeficiente de variación Kd .....	29
5. Discusión .....	31
6. Conclusiones y Recomendaciones.....	35
6.1. Conclusiones .....	35
6.2. Recomendaciones.....	36
7. Bibliografía.....	37
8. Anexos .....	41

## Índice de Ilustraciones

<b>Ilustración 1.</b> Ubicación de los cantones en análisis. ....	3
<b>Ilustración 2</b> Proceso metodológico de la investigación. ....	8
<b>Ilustración 3</b> Diagrama de cajas y bigotes.....	9
<b>Ilustración 4</b> Gráfica de probabilidad y valor ajustado de medias de consumo de agua potable: a) Latacunga, b) Chunchi c) Guamote .....	12
<b>Ilustración 5</b> Gráfica de intervalos del cantón Latacunga .....	23
<b>Ilustración 6</b> Gráfica de intervalos del cantón Chunchi. ....	24
<b>Ilustración 7.</b> Gráfica de intervalos del cantón Guamote. ....	25
<b>Ilustración 8</b> Coeficientes de mayoración (Kd) para Latacunga, Chunchi y Guamote. ....	30

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Datos de registros de consumos de agua potable proporcionada por los GADS.....	3
<b>Tabla 2.</b> Análisis de Varianza de medias de los cantones en análisis.....	13
<b>Tabla 3.</b> Comparación de Tukey cantón Latacunga.....	15
<b>Tabla 4.</b> Comparación de Tukey cantón Chunchi.....	19
<b>Tabla 5.</b> Comparación de Tukey cantón Guamote.....	20
<b>Tabla 6.</b> Medias de consumo de agua potable Latacunga Ene 2009 - Dic 2020 (m <sup>3</sup> /hogar/mes)	26
<b>Tabla 7</b> Medias de consumo de agua potable Chunchi (m <sup>3</sup> /hogar/mes) .....	26
<b>Tabla 8</b> Medias de consumo de agua potable Guamote (m <sup>3</sup> /hogar/mes) .....	27
<b>Tabla 9.</b> Tabla tipo semáforo de medias de consumo(m <sup>3</sup> /hogar/mes) de Latacunga .....	27
<b>Tabla 10.</b> Tabla tipo semáforo de medias de consumo(m <sup>3</sup> /hogar/mes) de Chunchi .....	28
<b>Tabla 11.</b> Tabla tipo semáforo de medias de consumo(m <sup>3</sup> /hogar/mes) de Guamote .....	28
<b>Tabla 14.</b> Resumen de estadística descriptiva.....	29
<b>Tabla 15.</b> Resultados de los coeficientes de variación de consumo para los cantones en análisis. .....	30

## Resumen

Los diseños de sistemas de agua potable han presentado cambios a través de los años, debido al incremento poblacional, pues no satisfacen la demanda actual de agua potable que necesita cada cantón. El CPE-INEN 005-9-1 establece dotaciones que no han recibido cambios relevantes en los últimos años, sugiriendo realizar estudios de cualidades propias que posee cada sector y así obtener un diseño ajustado a la realidad. Para ello se comparó los datos de consumos de agua potable a lo largo del registro histórico de los cantones Latacunga, Chunchi y Guamote. Adicionalmente se analizó si durante el período de cuarentena hubo un incremento del consumo de agua potable debido a la emergencia sanitaria por el COVID-19 ya que se podría haber presentado un consumo netamente residencial. Esto fue realizado mediante la aplicación de procesos estadísticos en Minitab 19. Los datos analizados corresponden a la zona residencial de los cantones mencionados. Posteriormente se definió la media de consumo mensual, para luego aplicar el análisis de varianza ANOVA y la prueba de comparación de Tukey, con la finalidad de determinar si existe un nivel de significancia estadística. Una vez obtenido los resultados se refleja que las medias de consumo mensual son estadísticamente diferentes para cada uno de los cantones. Obteniendo así los consumos máximos, mínimos y los meses en los cuales frecuentemente se concentran altos y bajos consumos para cada cantón. Además, se calculó el factor de mayoración de consumo  $K_d$  para su futura inclusión en diseños de sistemas de agua potable.

**Palabras clave:** Registro histórico, Consumo de agua potable, Tukey, comparación,  $K_d$

## **Abstract**

Drinking water system designs have undergone changes over the years due to population growth, since they do not meet the current demand for drinking water required by each canton. The CPE-INEN 005-9-1 establishes endowments that have not received relevant changes in the last years, suggesting to carry out studies of the specific qualities that each sector has, so that they obtain a design adjusted to their reality. For this purpose, data on drinking water consumption were compared throughout the historical record of the Latacunga, Chunchi and Guamote cantons. Additionally, it was analyzed whether during the quarantine period there was an increase in drinking water consumption due to the COVID-19 sanitary emergency, since there could have been a purely residential consumption. This was done by applying statistical processes in Minitab 19. The data analyzed corresponds to the residential area of the aforementioned cantons. Subsequently, the average monthly consumption was defined, and then the analysis of variance ANOVA and Tukey's comparison test were applied in order to determine whether there is a level of statistical significance. Once the results were obtained, the monthly consumption averages are statistically different for each of the cantons. The maximum and minimum consumptions and the months in which high and low consumptions are frequently concentrated for each canton were obtained. In addition, the consumption increase factor  $K_d$  was calculated for future inclusion in the design of drinking water systems.

**Keywords:** Historical record, Drinking water consumption, Tukey, comparison,  $K_d$ .

Reviewed by:  
Mgs. Geovanny Armas Pesántez  
**ENGLISH PROFESSOR**  
C.C. 0602773301

## 1. Introducción

La disponibilidad del agua potable es un problema actual y complejo en el que intervienen varios factores, entre ellos tenemos al crecimiento poblacional, los cambios climáticos, el incremento de las demandas industriales, presencia de fugas de agua en redes urbanas, entre otros. La oferta hídrica ha venido disminuyendo, provocando un mayor problema donde las fuentes actuales no llegan a cumplir con las necesidades de la población (Cuyo, 2016).

En el Ecuador entre los años 2009 y 2019, la cobertura de la red pública de agua se extendió tanto en lo rural y urbano, pero aún existen diferencias notorias. Según el INEC, en el año 2019 el 48,5% de toda la población del sector rural tiene una disponibilidad de agua potable, mientras que en el sector urbano se llegó a cubrir el 94,3% de toda la población (INEC, 2020).

Para realizar diseños de sistemas de abastecimiento de agua potable, es necesario obtener el consumo máximo diario ( $Q_{\max.\text{día}}$ ), el cual, según la norma, es directamente proporcional al producto del consumo medio diario ( $Q_{\text{med.día}}$ ) y el coeficiente de variación de consumo ( $K_d$ ). Con respecto al coeficiente la norma recomienda valores de  $K_d$  entre 1.3 y 1.5 (INEN 005-9-1, 1992).

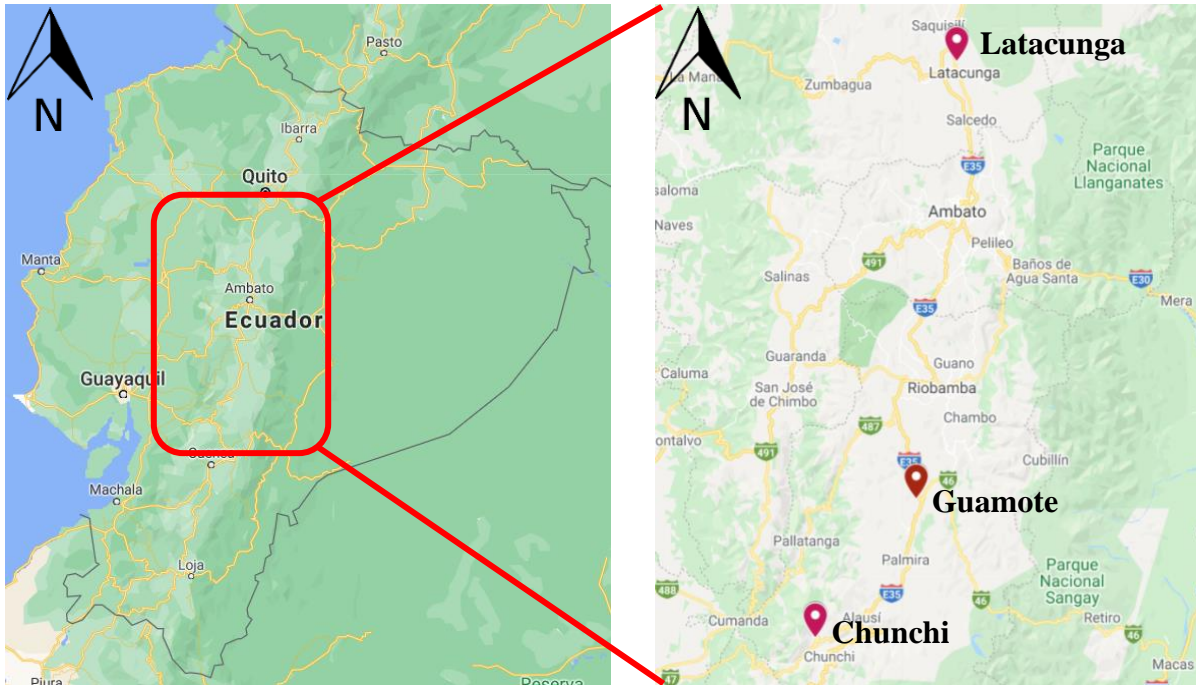
Para el 2020, al Ecuador llegaron los primeros casos de COVID-19, lo cual forzó al Gobierno de paso decretar el aislamiento domiciliario obligatorio como medida para frenar su propagación a partir del 12 de marzo hasta inicios del mes de junio. Esta situación nos pone a pensar que se habría generado una situación excepcional de consumo de agua potable en las ciudades del país. Lo cual puede ser correspondiente netamente a consumos residenciales, considerando que muy pocas ciudades tenían consumo industrial y casi ninguna, consumo público. Aprovechando este evento se realizará una comparación del consumo de agua potable residencial según su registro histórico y en meses de cuarentena para los cantones Latacunga, Chunchi y Guamote.

Latacunga se localiza geográficamente en el centro de la Provincia de Cotopaxi, entre las coordenadas UTM 762000; 9904000 y 769000; 9981000, su altitud va desde 2700 hasta 3000 msnm, consta de un clima frío andino con una temperatura de 12 °C en promedio (Sánchez, 2016). Tiene una población 170.489 habitantes, en el área urbana existen 63.842 habitantes y en el área rural se encuentran 106.647 habitantes (INEC, 2010).

Chunchi está ubicado a 130 km de Riobamba, limita al sur con la Provincia de Cañar. Tiene un área de 279 km<sup>2</sup>, una altitud entre los 1.600 y 4.300 msnm consta de un clima que va desde el subtrópico hasta el frío, con una temperatura media entre 14° C. y 21° C (Cando, 2011). Tienen una población de 20.587 habitantes, el área urbana tiene 9.354 habitantes y en el área rural existen 11.233 habitantes (INEC, 2010).

Guamote está ubicado en el centro de la provincia de Chimborazo. Se encuentra a 44,8 km de Riobamba, Tiene un área de 1.173 km<sup>2</sup>, una altitud entre 2.300 y 4.420 msnm se identifica con un clima que va desde el subtrópico hasta el frío de los páramos, con una temperatura promedio entre 8° C y 12° C. Tiene una población de 45.153 habitantes de los cuales 42.505 habitantes pertenecen al sector rural y 2.648 habitantes en el sector urbano (INEC, 2010).

Con respecto a la cobertura de agua por red pública, el cantón Latacunga posee un 84.94% para el sector urbano y para el sector rural un 35.77%. Mientras que el cantón Chunchi posee una cobertura de agua potable en el sector urbano del 28% y en el sector rural del 19%, finalmente el cantón Guamote dispone de una cobertura de agua potable en el sector urbano del 5% y en el sector rural del 18% (INEC, 2010).



**Ilustración 1.** Ubicación de los cantones en análisis.

**Fuente:** (Google Inc., 2021)

En la Tabla 1 se detalla los datos de consumos de agua potable residenciales que fueron proporcionado por los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) de los diferentes cantones en análisis.

**Tabla 1.** Datos de registros de consumos de agua potable proporcionada por los GADS.

Provincia	Cantón	Población área urbana (Censo 2010)	Usuarios	Desde	Hasta	Datos
Cotopaxi	Latacunga	63 842	13 734	ene-09	dic-20	1'375482
Chimborazo	Chunchi	3 784	1 375	ene-15	nov-20	87 736
	Guamote	2 648	1 348	ene-16	sep-20	34 865
<b>Total</b>						1'498 083

**Fuente:** Cazorla M. & Sela G. (2021)

Los datos en análisis de los cantones Latacunga, Chunchi y Guamote son 1'486 551 mismos que contienen registros de consumos de agua históricos y en tiempos de cuarentena de cada usuario.



La investigación se centra en realizar una comparación de los datos obtenidos en base a los registros históricos de consumos de agua potable, para obtener los valores mínimos, medios y máximos que permitan proyectar el servicio futuro de cada ciudad investigada. A la vez se comprobará si en los meses de cuarentena domiciliaria hubo un incremento del consumo de agua potable residencial en comparación al registro histórico. Para ello se trabajará con la información de los consumos de agua potable residencial proporcionada por los GADs municipales de Latacunga, Chunchi y Guamote.

## **1. Objetivos**

### **1.1. Objetivo General**

Analizar el consumo de agua potable en los cantones Latacunga, Guamote y Chunchi durante la cuarentena del 2020, con sus respectivos consumos históricos.

### **1.2. Objetivos Específicos**

- Recolectar datos del consumo mensual de agua potable del sector residencial en los cantones Latacunga, Guamote y Chunchi.
- Desarrollar un estudio estadístico para determinar si existe un incremento en el consumo de agua potable durante la cuarentena, con respecto a consumos generados anteriormente.
- Establecer el coeficiente de variación de consumo de agua potable en cada una de las poblaciones en estudio.
- Elaborar cuadros comparativos de los coeficientes de variación de los consumos de agua potable.

## 2. Estado del Arte

En Ecuador el Consejo Nacional de Competencias (2019) menciona que el área urbana posee la continuidad del servicio de agua potable 29 días con una provisión de 21 horas, mientras que en la zona rural 28 días con una provisión de 20 horas.

Según la Dirección General de Usuarios de Servicios Públicos Domiciliarios (SPD) (2019) a nivel nacional el 82,6% de las viviendas cuentan con servicio de agua por red pública y solo el 79,3% de la población dispone de agua de buena calidad para tomar.

Las empresas municipales de agua potable de las ciudades Guayaquil, Quito y Cuenca, registran un incremento del consumo de agua a raíz de la cuarentena obligatoria que se decretó a nivel nacional para minimizar el contagio de COVID-19 (El Universo, 2020).

Juan Fernando Robalino, gerente de operaciones de la Empresa Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito (EPMAPS), confirmó que, en Chillogallo, Guamaní, Carapungo y Calderón, se registró un consumo de 2 a 3 veces más que el valor normal. Además, menciona que se realizó una campaña de consumo responsable con la cual se consiguió reducir un 40% del valor en exceso, sin embargo, aun registran volúmenes de consumos elevados (La Hora, 2020).

El consumo de agua potable se establece conforme el tipo de usuarios, se divide según su uso en doméstico y no-doméstico. El consumo no doméstico incluye el comercial, el industrial y de servicios públicos mientras que el consumo doméstico abarca el sector residencial (CONAGUA, 2007).

Según Arellano et al. (2018), la variación del consumo de agua potable depende de diversos componentes como el clima donde se debe tener en cuenta a la humedad atmosférica máxima, la temperatura máxima y la precipitación. Adicional mencionan también a los cambios demográficos y socio económicos.

Peña (2019) indica que al realizar un análisis semestral de los factores que afectan al consumo de agua, los más influyentes son la gestión y calidad de agua además del factor sociodemográfico. También concluye que los factores climatológicos poseen una influencia mayor en un análisis del consumo mensual.

Yuquilema (2020) suponía que la frecuencia con la que se cocina en cada vivienda del sector residencial es una de las ocupaciones que más consumía agua, sin embargo, este planteamiento fue descartado por no tener validez estadística. Por consiguiente, la variación en el consumo de agua potable se debe a otro tipo de factores.

Arellano y Lindao (2018) concluyen que la gestión del agua potable es el factor que afecta directamente a la calidad del agua y por ende al consumo por parte de la población. Pues indican que, si la gestión presenta falencias en cantidad y calidad, la población empieza a tener una aparente reacción basada en desconfianza e insatisfacción del servicio de agua de la red pública. Esto pudo ser evidente mediante la utilización del indicador de calidad y de gestión del agua de la red pública (Ingecap). La insatisfacción y desconfianza en los usuarios es la razón por la cual se prefiere el agua embotellada en vez del agua proporcionada por la red pública.

De acuerdo, al estudio realizado por Salazar (2020) los coeficientes de variación  $K_d$  en ciudades grandes, medianas y pequeñas son diferentes dando como resultado que el factor demográfico incide en el consumo de agua potable. En ciudades grandes ( $K_d=1.10$ ) es menor que el de las ciudades medianas ( $K_d=1.12$ ) y es mayor que las ciudades pequeñas ( $K_d=1.04$ ). Si no se considera la división demográfica por tamaño de ciudad, el  $K_d$  para cualquier ciudad menor a 150000 habitantes sería 1.09 ( $K_d$  global). A los ingenieros proyectistas recomiendan el uso de  $K_d$  acorde al tamaño de la población pues si se omite la incidencia demográfica y se estima el valor  $K_d$  global, se sub dimensiona los cálculos en ciudades medianas y pequeñas.

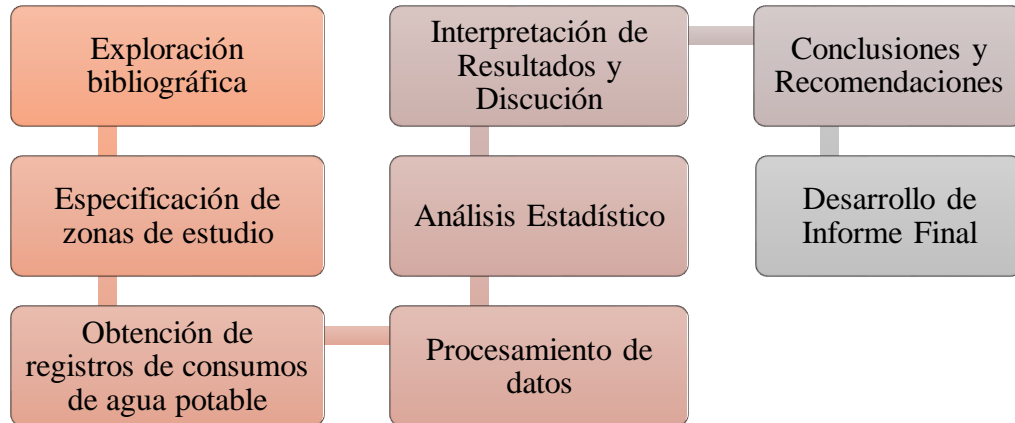
Jiménez (2020), realizó la comparación de los consumos de agua potable durante la cuarentena del 2020 y los registros históricos en Imbabura y Carchi. Aquí se destacó que la cuarentena por razón de la pandemia del COVID 19 produjo alteraciones en los hábitos cotidianos de los habitantes, razón por la cual cada población presentó tendencias diferentes en el consumo de agua potable. Las ciudades con alto porcentaje de población residencial presentaron una menor variación en el consumo de agua potable puesto que sus costumbres no fueron afectadas significativamente con el aislamiento. Y así fundamenta que el confinamiento en las ciudades analizadas no produjo un aumento del consumo de agua potable en el sector residencial.

Guayara y Peña (2021), al realizar el cálculo del coeficiente de variación  $K_d$  para Morona y Palora obtuvieron que estos valores se encuentran dentro de los rangos establecidos en la norma de agua potable que rige actualmente en el Ecuador. Pero en ciudades con menor número de usuarios los valores de  $K_d$  se encuentran por encima de los rangos propuestos en la norma, indicando que estos valores se ajustan más a la realidad de estas poblaciones. Finalmente recalcan que estos valores de  $K_d$  servirán para la ejecución de futuros diseños de sistemas de agua potable.

Hinojoza y Saltos (2020), realizaron el cálculo del coeficiente de variación de consumo  $K_d$  para varias ciudades, entre ellas Riobamba, Guaranda, Echendía, Chimbo y Chillanes. Esta investigación afirma que las ciudades pequeñas poseen un  $K_d$  mayor que las ciudades grandes.

### 3. Metodología

Para el desarrollo de la investigación, se estableció el siguiente proceso expresado mediante un diagrama para el cumplimiento de los objetivos propuestos.



**Ilustración 2** Proceso metodológico de la investigación.

**Fuente:** Cazorla M. & Sela G. (2021)

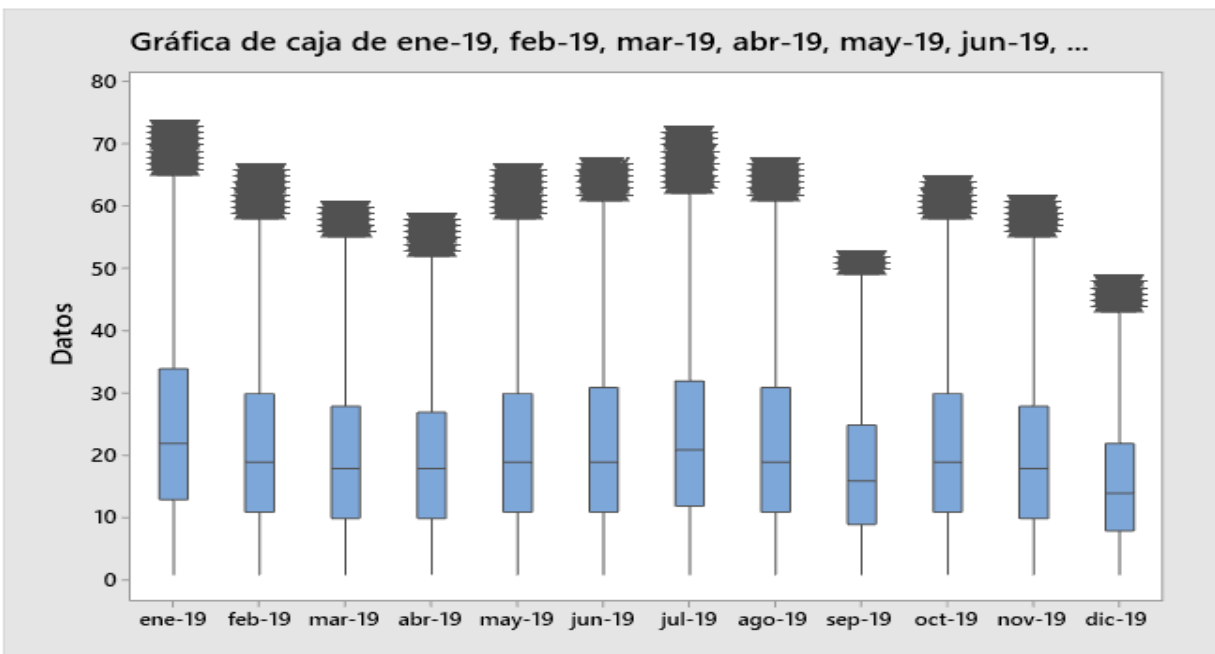
La investigación empezó con la búsqueda de información bibliográfica en repositorios de tesis de la Universidad Nacional de Chimborazo, artículos científicos acerca de temas relacionados a consumos de agua potable en revistas como Novasinerгия. Además, se utilizó recursos digitales como Google Académico y sitios web.

Para obtener información definimos las áreas de estudio posibles que puedan contar con registros de consumos de agua potable solo de tipo residencial en años posteriores y en los meses de cuarentena. Los datos fueron proporcionados por los departamentos de agua potable y alcantarillado de los GADs de los cantones en estudio desde los siguientes períodos: Latacunga (2009-2020), Guamote (2015-2020) y Chunchi (2015-2020).

La información obtenida corresponde a los consumos de agua potable de cada usuario de tipo Residencial, Comercial, Industrial y Educativo que generalmente se registran cada mes a lo largo de los años a través de las lecturas de los medidores.

Una vez obtenido los datos se procedió a depurarlos con ayuda de Excel para introducirlos al software Minitab 19, para lo cual se procedió a seleccionar los datos de tipo residencial, ordenándolos de menor a mayor. Se eliminó los datos en blanco, con cero y negativos puesto que este tipo de valores pueden alterar los resultados debido a que corresponden a lecturas de medidores dañados, que no están en uso o que pueden estar presentando fugas de agua.

La información fue procesada mediante software Minitab 19, obteniendo un estudio estadístico que inicia con la elaboración de diagramas de cajas y bigotes, con los cuales encontramos los valores atípicos, donde se procedió a eliminarlos ya que afectarían al promedio (media) que se obtiene en el consumo de cada mes de cada año.



**Ilustración 3** Diagrama de cajas y bigotes

**Fuente:** Cazorla M. & Sela G. (2021)

Previo al desarrollo del método de análisis de varianza ANOVA, es necesario validar dos supuestos, en este caso basados en las medias de los datos recogidos y tabulados de cada uno de los cantones. Estos supuestos son las pruebas de normalidad y homocedasticidad, donde se busca

la validación de una hipótesis nula ( $H_0$ ), la cual nos indica que los datos siguen una distribución normal.

Con respecto a la prueba de normalidad, se debe comprobar el valor de probabilidad (p value) debe ser mayor que el nivel de significancia ( $\alpha = .05$ ), con lo cual no se podrá rechazar la hipótesis nula, puesto que no se puede concluir que los datos no siguen una distribución normal. Además, se debe observar si en la gráfica de probabilidad, los puntos tienden a mantenerse cerca de la línea de distribución ajustada (Minitab, 2019). Para el test de normalidad se decidió utilizar el método de Ryan-Joiner, puesto que esta prueba es recomendada cuando se tiene muestras superiores a 30 datos (Ukponmwan & Ajibade, 2017).

Por otra parte, la prueba de homocedasticidad se la evalúa a través de la gráfica de valor ajustado, con el fin de comprobar que los valores tienen una varianza constante y una distribución aleatoria. En esta gráfica se deberá observar que los puntos estén colocados aleatoriamente tanto a un lado como al otro del 0 (Minitab, 2019).

Después de haber verificado que los datos vienen de una población distribuida normalmente utilizamos el método de análisis de varianza (ANOVA) de un solo factor. Para ello se plantea dos hipótesis siendo la primera la hipótesis nula que tiene como finalidad establecer si todas las medias de la población son iguales, en cambio la hipótesis alternativa verifica que al menos una media es diferente. Para aceptar o rechazar la hipótesis nula comparamos el valor p versus el nivel de significancia  $\alpha = .05$ , si el valor p es menor que el nivel de significancia rechazamos la hipótesis nula. Esto es debido a que existe una diferencia entre algunas de las medias de la muestra aceptando así la hipótesis alternativa. Si el valor p es mayor que el nivel de significancia aceptamos la hipótesis nula ya que no existen diferencias entre las medias de la muestra.

Se utilizó la prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95%, agrupando las medias en diferentes grupos y comparándolas entre sí, con el fin de identificar si una de las medias difiere mucho de las otras. Para ello se lleva a cabo este procedimiento en el cual las medias de los consumos mensuales que no compartan una misma letra son significativamente diferentes.

Se realizó gráficas de intervalos de los cantones análisis para observar de mejor manera el comportamiento de los consumos mensuales a lo largo de los años y en época de cuarentena. Una vez culminada la validación estadística, se determinó el consumo máximo y consumo promedio mediante una estadística básica descriptiva.

Para el cálculo del coeficiente de variación de consumo (Kd) de los cantones en análisis partimos de la ecuación propuesta por la INEN 005-9-1:

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

Donde:

- $Q_{\text{máx. día}}$  = Caudal máximo diario
- Kd = Coeficiente de variación de consumo
- $Q_{\text{med. diario}}$  = Caudal medio diario (dependiendo de la fase de diseño puede ser presente o futuro)

De la Ecuación 1 despejamos el factor Kd y tomamos como  $Q_{\text{máx. día}}$  al consumo de agua máximo mensual de los registros históricos incluido los meses de cuarentena y como  $Q_{\text{med. diario}}$  al promedio del consumo de agua de los registros históricos incluido los meses de cuarentena. A partir de esto nos quedó como resultado la siguiente ecuación:

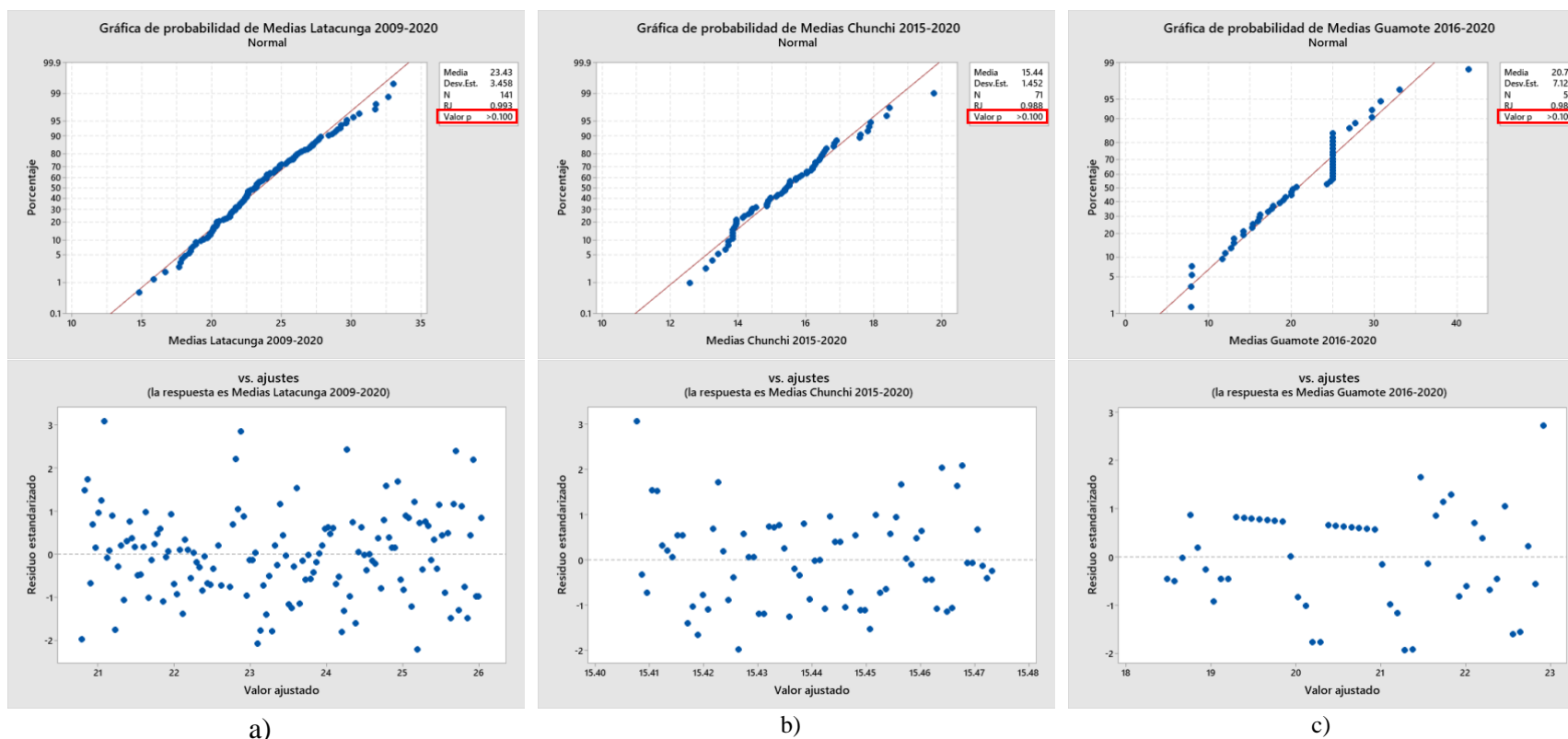
$$Kd = \frac{\text{Consumo Máximo}}{\text{Consumo Medio}} \quad [\text{Ec. 2}]$$



## 4. Resultados

### 4.1. Pruebas de normalidad y homocedasticidad

A continuación, se observa en las gráficas de probabilidad que los valores de p en todos los casos, es superior al nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), comprobando que los valores se ajustan a una distribución normal. Además, se observa en las gráficas de valor ajustado que los puntos se distribuyen de manera aleatoria y balanceada, los cuales se encuentran dentro del rango de 3 y -3.



**Ilustración 4** Gráfica de probabilidad y valor ajustado de medias de consumo de agua potable: a) Latacunga, b) Chunchi c) Guamote

**Fuente:** Cazorla M. & Sela G. (2021)

## 4.2. Análisis de Varianza de medias

**Tabla 2.** Análisis de Varianza de medias de los cantones en análisis.

Cantón	Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Latacunga	Factor	141	15206736	107849	425.08	0.000
	Error	1375340	348945579	254		
	Total	1375481	364152315			
Chunchi	Factor	70	181921	2598.9	14.96	0.000
	Error	87665	15233353	173.8		
	Total	87735	15415274			
Guamote	Factor	49	1613913	32937.0	221.71	0.000
	Error	34815	5171988	148.6		
	Total	34864	6785901			

**Fuente:** Cazorla M. & Sela G. (2021)

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

En torno al análisis de varianza ANOVA para las tres poblaciones se obtuvo un valor p igual a cero. Este valor es menor a 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula. Es evidente la diferencia estadística significativa entre algunas de las medias, por lo que un consumo promedio es diferente en relación con los demás consumos promedio.

### **4.3. Prueba de Tukey**

Para el análisis de la prueba de Tukey se agrupó las medias de los consumos mensuales de los cantones Latacunga, Chunchi y Guamote para evidenciar si existe una diferencia estadística. La identificación de los meses correspondientes a la cuarentena producida en el año 2020 se realizó con diferentes colores los cuales se detalla a continuación: marzo de color amarillo, abril color verde, mayo color celeste, y junio color tomate.

El cantón Latacunga registra la media más alta en época de cuarentena en el mes de abril del 2020, pero cabe recalcar que esta no comparte ninguna letra con la media máxima siendo significativamente diferentes una de la otra. Es necesario indicar que la media máxima dentro del registro histórico analizado corresponde a la dada octubre del 2009.

El cantón Chunchi evidencia que la media más alta en época de cuarentena fue registrada en marzo del 2020 y de igual manera como en el caso anterior no comparten ninguna letra en relación con la media máxima registrada en noviembre del 2020 lo que significa que son medias diferentes. Si bien es cierto la media máxima registrada tiene lugar todavía cuando se encuentra presente la emergencia sanitaria en el país, no pertenece netamente a la época en la cual la población permaneció en aislamiento total.

La media más alta en tiempo de cuarentena para el cantón Guamote fue registrada en el mes de junio del 2020, la cual posee una única letra que la identifica, diferenciándola significativamente de la media más alta observada en el mes de agosto del 2016 dentro del registro histórico analizado.

**Tabla 3. Comparación de Tukey cantón Latacunga**

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

Factor	N	Media	Agrupación																									
oct-09	6407	33.05	A																									
abr-09	6383	32.661	A	B																								
ene-13	7966	31.791		B																								
mar-16	11010	31.721		B																								
abr-20	8262	30.578		C																								
jul-11	6898	30.148		C	D																							
nov-11	7318	29.714		C	D	E																						
may-16	9944	29.629		C	D	E																						
nov-09	6464	29.258			D	E	F																					
ago-09	6136	29.223			D	E	F																					
abr-10	6729	29.023			D	E	F	G																				
ene-11	6682	28.883				E	F	G	H																			
ene-09	5986	28.647				E	F	G	H	I																		
jul-14	9694	28.369					F	G	H	I	J																	
abr-11	6856	27.82						G	H	I	J	K																
mar-11	6993	27.694							H	I	J	K																
sep-10	6605	27.645								I	J	K	L															
nov-10	6609	27.486								I	J	K	L	M														
ago-10	6561	27.38								I	J	K	L	M														
may-09	6183	27.265									J	K	L	M	N													
dic-11	7364	27.222										K	L	M	N													
ene-10	6421	27.083										K	L	M	N	O	P	Q										
ene-15	10278	27.029										K	L	M	N	O												
mar-10	6670	26.901										K	L	M	N	O	P	Q	R									
nov-12	7797	26.652										K	L	M	N	O	P	Q	R	S								
jun-10	6680	26.467											L	M	N	O	P	Q	R	S	T							
ago-12	7433	26.382												M	N	O	P	Q	R	S	T	U						
oct-20	12964	26.198													N	O	P	Q	R	S	T	U						
abr-16	10980	26.106														O	P	Q	R	S	T	U						
oct-11	7438	26.033														O	P	Q	R	S	T	U	V					
jun-13	8661	25.986																Q	R	S	T	U	V					
ago-13	9213	25.956															P	Q	R	S	T	U	V					
sep-13	9268	25.841																	R	S	T	U	V	W				
feb-12	7217	25.818																	R	S	T	U	V	W	X			
feb-16	10869	25.653																		S	T	U	V	W	X	Y		
jul-13	8827	25.541																			T	U	V	W	X	Y	Z	







**Tabla 4. Comparación de Tukey cantón Chunchi**

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

Factor	N	Media	Agrupación																																															
Nov-20	1147	19.777	A																																															
Jul-15	1193	18.467	A	B																																														
Nov-15	1213	18.388	A	B	C																																													
Jul-19	1272	17.910	A	B	C	D																																												
Jul-16	1203	17.878	A	B	C	D	E																																											
Ago-15	1212	17.823	A	B	C	D	E																																											
Ago-20	1311	17.620	A	B	C	D	E	F																																										
Jul-20	1310	17.600	A	B	C	D	E	F	G																																									
Dic-16	1223	16.904		B	C	D	E	F	G	H																																								
Sep-17	1236	16.845		B	C	D	E	F	G	H																																								
Ago-16	1217	16.818		B	C	D	E	F	G	H																																								
Feb-18	1239	16.612		B	C	D	E	F	G	H	I																																							
Jul-18	1251	16.549		B	C	D	E	F	G	H	I	J																																						
Sep-18	1269	16.510		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K																																					
Ago-18	1266	16.479		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K																																					
Abr-15	1195	16.443		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L																																				
Ago-19	1281	16.411		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L																																				
Mar-16	1204	16.389		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M																																			
Sep-16	1225	16.280		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N																																		
Feb-19	1280	16.271		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N																																		
Abr-17	1234	16.244			C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N																																		
Mar-20	1285	16.203			C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N																																		
Feb-20	1285	16.203			C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N																																		
Abr-16	1202	16.155				D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O																																	
Jul-17	1220	16.026				D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P																																
Ago-17	1209	16.016				D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q																															
Jun-20	1283	15.879				D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q																															
Jun-18	1260	15.799				D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R																														
May-20	1298	15.704					E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S																													
Jun-19	1270	15.694					E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S																													
Ene-19	1277	15.521						F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T																												
Dic-18	1277	15.521						F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T																												
Jun-16	714	15.506					D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W																								
Abr-20	1292	15.503						F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T																												
Nov-17	1235	15.444							G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T																												
Dic-17	1240	15.423								H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T																												
May-15	1194	15.384								H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T																												
Jun-15	1193	15.383								H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T																												
May-16	1201	15.314								H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T																												
Mar-15	1179	15.276								H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T																												
Abr-18	1249	15.165								H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W																									
Ene-15	1195	15.117								H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W																									
Oct-20	1313	14.954								H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W																									
Mar-18	1245	14.936								H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W																									
Feb-15	1179	14.891								H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W																									



Abr-19	1266	14.859	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	
Feb-16	1216	14.840	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	
Ene-16	1216	14.840	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	
Oct-16	1219	14.512		I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
May-17	1229	14.418		I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
Nov-16	1226	14.397			J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
Sep-20	1303	14.368				K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
Oct-19	1290	14.310					L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
Ene-18	1241	14.177						M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
May-19	1263	14.135							N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
Sep-15	1200	13.939								O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
Dic-19	1298	13.935									P	Q	R	S	T	U	V	W	X
Jun-17	1213	13.933								O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
Dic-15	1206	13.915									P	Q	R	S	T	U	V	W	X
Oct-17	1234	13.870									P	Q	R	S	T	U	V	W	X
Mar-17	1214	13.834									P	Q	R	S	T	U	V	W	X
Feb-17	1214	13.834									P	Q	R	S	T	U	V	W	X
Sep-19	1296	13.831										Q	R	S	T	U	V	W	X
Oct-15	1205	13.827									P	Q	R	S	T	U	V	W	X
Nov-18	1284	13.710											R	S	T	U	V	W	X
Oct-18	1284	13.710											R	S	T	U	V	W	X
May-18	1249	13.609												S	T	U	V	W	X
Ene-20	1297	13.406													T	U	V	W	X
Ene-17	1229	13.239														U	V	W	X
Nov-19	1300	13.035																W	X
Mar-19	1268	12.558																	X

Fuente: Cazorla M. & Sela G. (2021)

**Tabla 5.** Comparación de Tukey cantón Guamote

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

Factor	N	Media	Agrupación																	
Ago-16	620	41.46	A																	
Dic-17	499	33.09	B																	
Ago-17	508	30.83	B	C																
Sep-17	555	29.77		C	D															
Ene-17	629	29.746		C	D															
Oct-17	532	27.697			D	E														
May-17	573	27.049			D	E	F													
Dic-19	754	25.00				E	F													
Nov-19	727	25.00				E	F													
Oct-19	800	25.00				E	F													
Sep-19	803	25.00				E	F													
Ago-19	846	25.00					F													

Jul-19	732	25.00	E	F																
Jun-19	653	25.00	E	F																
Dic-18	754	25.00	E	F																
Nov-18	727	25.00	E	F																
Oct-18	800	25.00	E	F																
Sep-18	803	25.00	E	F																
Ago-18	846	25.00		F																
Jul-18	732	25.00	E	F																
Jun-18	653	25.00	E	F																
Abr-17	594	24.960	E	F																
Jun-20	1010	24.765		F																
Oct-16	599	24.254		F																
Nov-17	532	20.618									G									
May-20	864	20.174									G									
May-19	530	20.00									G	H								
May-18	530	20.00									G	H								
Feb-17	614	19.296									G	H	I							
Sep-16	578	19.017									G	H	I	J						
Jul-20	969	18.599									G	H	I	J						
Jun-17	540	17.800									G	H	I	J	K					
Mar-17	634	17.579										H	I	J	K					
Abr-20	937	17.149											I	J	K					
Jul-17	611	16.236											J	K	L					
Ene-20	906	16.091												K	L					
Feb-20	896	15.946												K	L					
Sep-20	921	15.3626												K	L	M				
Ago-20	748	15.233												K	L	M				
Abr-19	716	14.2291													L	M	N			
Abr-18	716	14.2291													L	M	N			
Mar-19	548	13.036														M	N			
Mar-18	548	13.036														M	N			
Mar-20	996	12.720																		N
Nov-16	567	12.009																		N
Dic-16	583	11.616																		N
Ene-19	612	7.954																		O
Ene-18	612	7.954																		O
Feb-19	704	7.845																		O
Feb-18	704	7.845																		O

Fuente: Cazorla M. & Sela G. (2021)

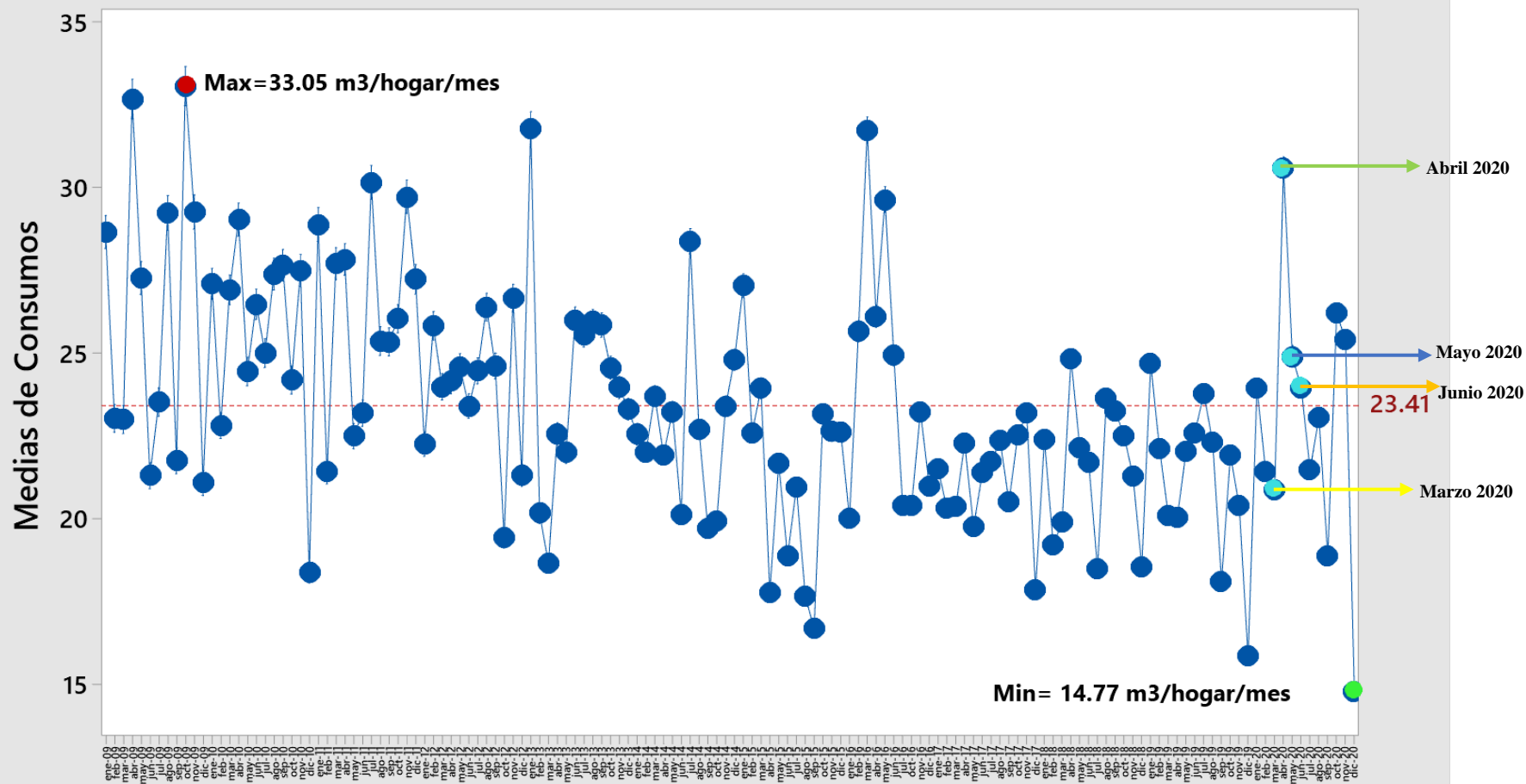
#### **4.4. Gráfica de Intervalos**

En Latacunga se puede evidenciar que los consumos de agua potable según los registros históricos y en época de cuarentena no se han mantenido ya que existe una diferencia significativa entre las medias por lo que a lo largo de los años los valores suben y bajan notablemente. El promedio máximo se dio en octubre del año 2009 con un valor de 33.05 m<sup>3</sup>/usuario/mes. Por lo tanto, si existió un consumo promedio alto de agua en época de cuarentena en el mes de abril del 2020 que está por encima de la media de 23.41 m<sup>3</sup>/usuario/mes.

En lo que respecta al cantón Chunchi, la gráfica de intervalos nos permite visualizar que en época de cuarentena los consumos fueron mayores con respecto a la media de 15.44 m<sup>3</sup>/usuario/mes, dentro del registro histórico analizado. En comparación con los registros de años anteriores las medias de consumo no presentan grandes diferencias a excepción del mes de noviembre del año 2020, con un consumo máximo alcanzado de 19.78 m<sup>3</sup>/usuario/mes.

Para el cantón Guamote el consumo promedio máximo se dio en el mes de agosto 2016 con un valor de 41.46 m<sup>3</sup>/usuario/mes observando que existió un consumo máximo promedio en un mes que no corresponde a la época de cuarentena. Además, se evidencia un consumo mayor en los años 2016 al 2017, siendo aún más altas que las registradas en los siguientes años y principalmente en cuarentena. Lo valores que se observa en época de confinamiento no son atípicos, pues están cercanos a la media de 20.7 m<sup>3</sup>/hojas/mes del registro histórico en análisis.

## Gráfica de Intervalos - Latacunga 95% IC para la media

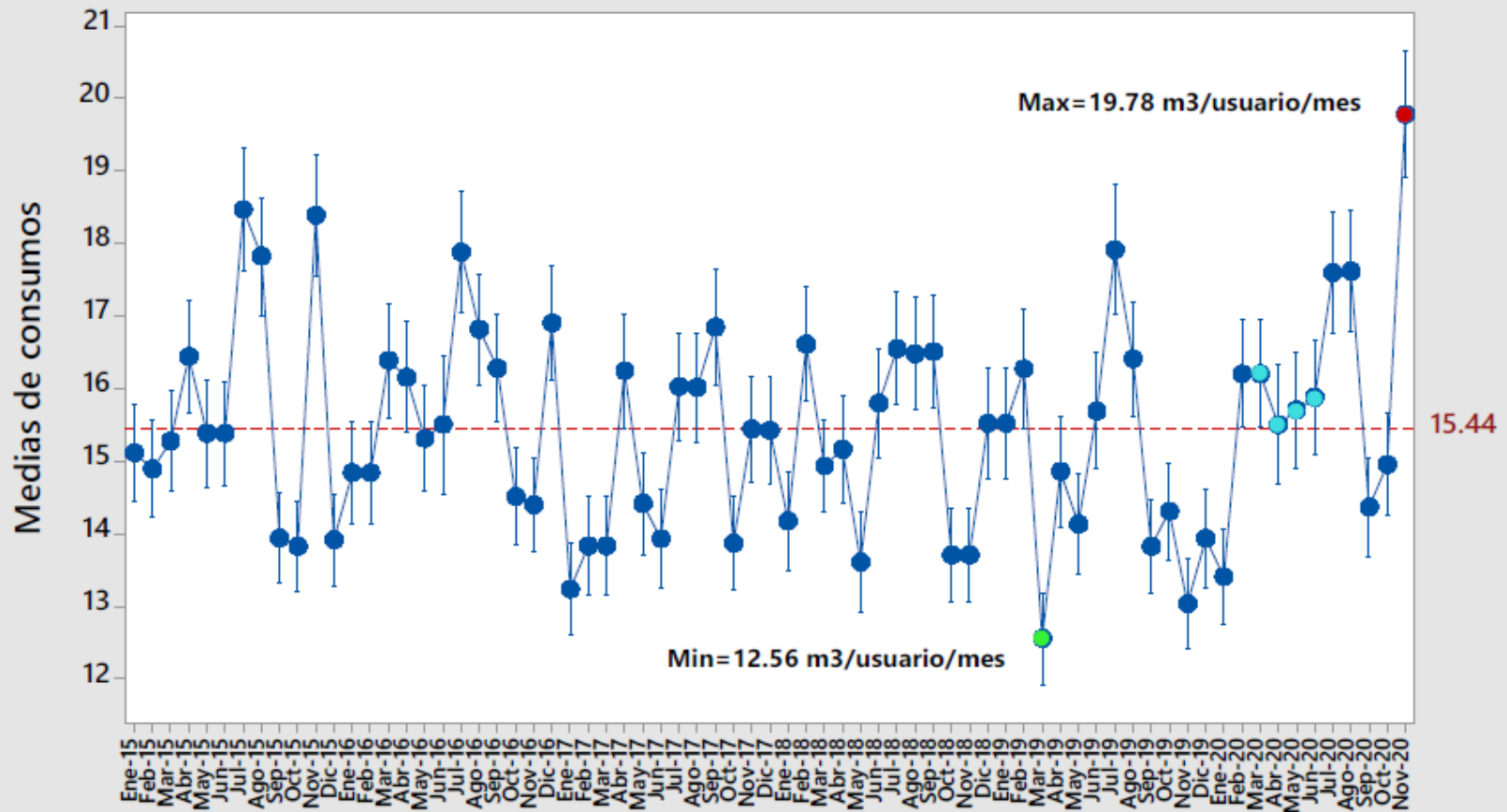


*Nota: Se representa la media de consumo mensual (m3/usuario/mes). Desde Ene-09 hasta Dic-20*

**Ilustración 5** Gráfica de intervalos del cantón Latacunga  
Fuente: Cazorla M. & Sela G. (2021)

## Gráfica de Intervalos - Chunchi

### 95% IC para la media

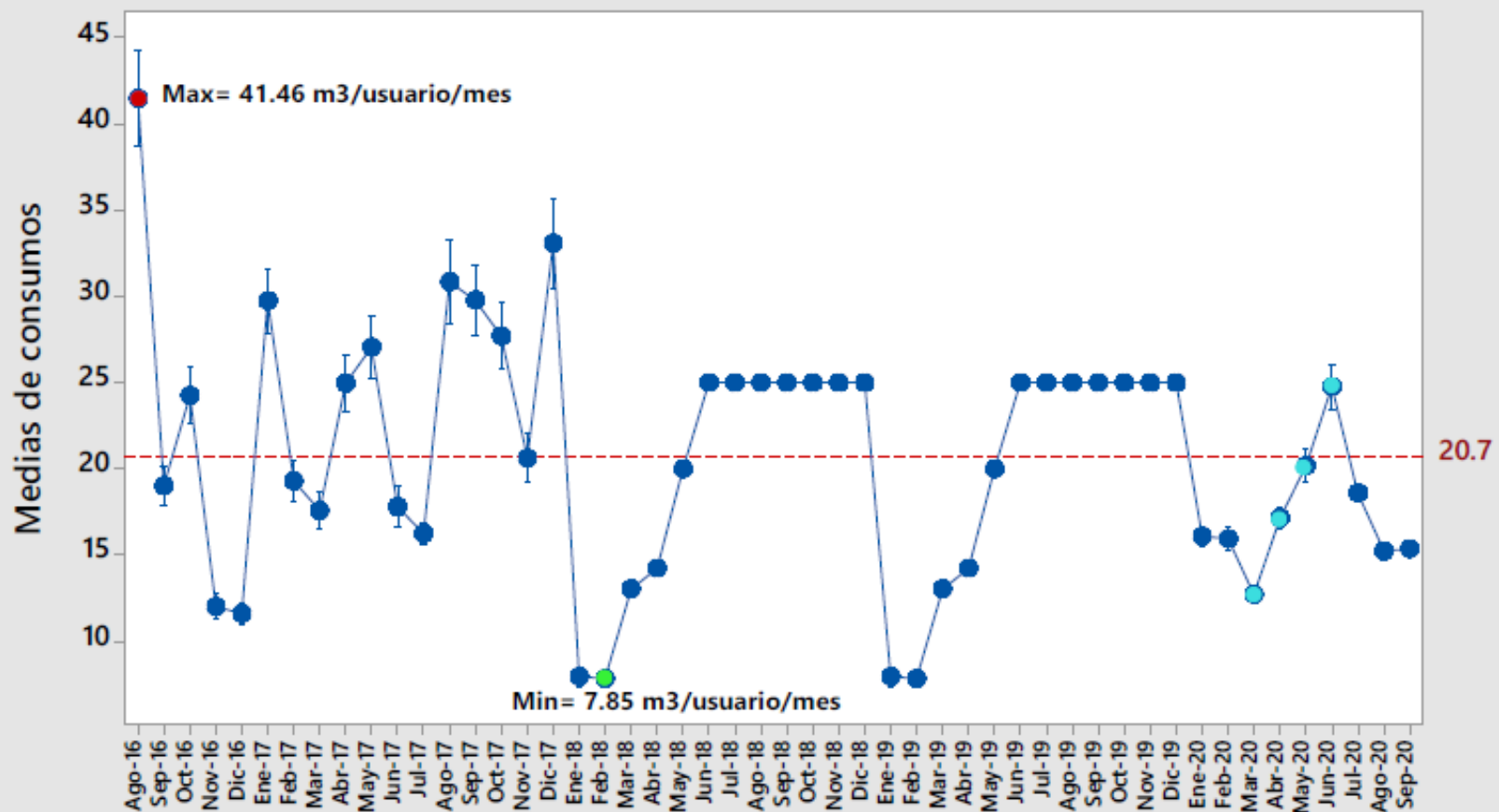


*Nota: Se representa la media del consumo mensual (m<sup>3</sup>/usuario/mes). Desde Ene-2015 hasta Nov-2020.*

**Ilustración 6** Gráfica de intervalos del cantón Chunchi.

**Fuente:** Cazorla M. & Sela G. (2021)

### Gráfica de Intervalos - Guamote 95% IC para la media



Nota: Se representa la media de consumo mensual (m<sup>3</sup>/usuario/mes). Desde Ago-16 hasta Sep-20.

**Ilustración 7.** Gráfica de intervalos del cantón Guamote.  
Fuente: Cazorla M. & Sela G. (2021)

#### 4.5. Estadística descriptiva

En las siguientes tablas se detalla las medias correspondientes a cada mes de cada año dentro de los registros históricos obtenidos por medio de los GADs de Latacunga, Chunchi y Guamote respectivamente. En los cuales se puede identificar el mes y año en el que se producen el consumo de agua potable residencial mínimo identificado con el color plomo, máximo de color azul claro y los consumos en meses de cuarentena en color amarillo.

**Tabla 6.** Medias de consumo de agua potable Latacunga Ene 2009 - Dic 2020 (m<sup>3</sup>/hogar/mes)

	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
<b>2009</b>	28.65	23.03	22.99	32.66	27.27	21.29	23.52	29.22	21.74	33.05	29.26	21.07
<b>2010</b>	27.08	22.81	26.90	29.02	24.44	26.47	24.99	27.38	27.65	24.18	27.49	18.38
<b>2011</b>	28.88	21.40	27.69	27.82	22.49	23.18	30.15	25.36	25.33	26.03	29.71	27.22
<b>2012</b>	22.25	25.82	23.98	24.16	24.58	23.39	24.46	26.38	24.60	19.42	26.65	21.30
<b>2013</b>	31.79	20.16	18.64	22.55	22.00	25.99	25.54	25.96	25.84	24.55	23.96	23.30
<b>2014</b>	22.55	22.01	23.70	21.92	23.22	20.12	28.37	22.69	19.70	19.92	23.39	24.79
<b>2015</b>	27.03	22.59	23.93	17.76	21.67	18.86	20.95	17.65	16.68	23.15	22.63	22.61
<b>2016</b>	20.00	25.65	31.72	26.11	29.63	24.92	20.38			20.39	23.23	20.99
<b>2017</b>	21.49	20.30	20.36	22.28	19.75	21.38	21.72	22.35	20.50	22.52	23.18	17.84
<b>2018</b>	22.39	19.20	19.89	24.82	22.15	21.70	18.48	23.62	23.24	22.50	21.28	18.54
<b>2019</b>	24.67	22.11	20.09	20.03	22.03	22.59	23.78	22.31	18.10	21.91	20.39	15.85
<b>2020</b>	23.94	21.41	20.86	30.58	24.89	23.94	21.47	23.06	18.86	26.20	25.40	14.77

Consumo máximo
  Consumo mínimo
  Consumo en meses de cuarentena

Fuente: Cazorla M. & Sela G. (2021)

**Tabla 7** Medias de consumo de agua potable Chunchi (m<sup>3</sup>/hogar/mes)

	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
<b>2015</b>	15.12	14.89	15.28	16.44	15.38	15.38	18.47	17.82	13.94	13.83	18.39	13.92
<b>2016</b>	14.84	14.84	16.39	16.16	15.31	15.51	17.88	16.82	16.28	14.51	14.40	16.90
<b>2017</b>	13.24	13.83	13.83	16.24	14.42	13.93	16.03	16.02	16.85	13.87	15.44	15.42
<b>2018</b>	14.18	16.61	14.94	15.17	13.61	15.80	16.55	16.48	16.51	13.71	13.71	15.52
<b>2019</b>	15.52	16.27	12.56	14.86	14.14	15.69	17.91	16.41	13.83	14.31	13.04	13.94
<b>2020</b>	13.41	16.20	16.20	15.50	15.70	15.88	17.60	17.62	14.37	14.95	19.78	

Consumo máximo
  Consumo mínimo
  Consumo en meses de cuarentena

Fuente: Cazorla M. & Sela G. (2021)

**Tabla 8** Medias de consumo de agua potable Guamote (m<sup>3</sup>/hogar/mes)

	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
<b>2016</b>								41.46	19.02	24.25	12.01	11.62
<b>2017</b>	29.75	19.30	17.58	24.96	27.05	17.80	16.24	30.83	29.77	27.70	20.62	33.09
<b>2018</b>	7.95	7.85	13.04	14.23	20.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
<b>2019</b>	7.95	7.85	13.04	14.23	20.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
<b>2020</b>	16.09	15.95	12.72	17.15	20.17	24.77	18.60	15.23	15.36			

■ Consumo máximo    ■ Consumo mínimo    ■ Consumo en meses de cuarentena

**Fuente:** Cazorla M. & Sela G. (2021)

A continuación, con el fin de mejorar la comprensión de los resultados de una manera visual se elaboró una tabla tipo semáforo basado en las medias de consumos obtenidas de los registros históricos para cada cantón. Para ello se estableció tres rangos identificados con sus colores respectivos, los cuales son: consumo bajo de color verde, consumo medio o normal de color amarillo y consumo alto de color rojo.

En el caso de Latacunga se determinó el rango de consumo bajo entre 14.77 a 20.86, consumo medio entre 20.86 a 26.96 y el consumo alto entre 26.96 a 33.05.

**Tabla 9.** Tabla tipo semáforo de medias de consumo(m<sup>3</sup>/hogar/mes) de Latacunga

	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
<b>2009</b>	28.65	23.03	22.99	32.66	27.27	21.29	23.52	29.22	21.74	33.05	29.26	21.07
<b>2010</b>	27.08	22.81	26.9	29.02	24.44	26.47	24.99	27.38	27.65	24.18	27.49	18.38
<b>2011</b>	28.88	21.4	27.69	27.82	22.49	23.18	30.15	25.36	25.33	26.03	29.71	27.22
<b>2012</b>	22.25	25.82	23.98	24.16	24.58	23.39	24.46	26.38	24.6	19.42	26.65	21.3
<b>2013</b>	31.79	20.16	18.64	22.55	22	25.99	25.54	25.96	25.84	24.55	23.96	23.3
<b>2014</b>	22.55	22.01	23.7	21.92	23.22	20.12	28.37	22.69	19.7	19.92	23.39	24.79
<b>2015</b>	27.03	22.59	23.93	17.76	21.67	18.86	20.95	17.65	16.68	23.15	22.63	22.61
<b>2016</b>	20	25.65	31.72	26.11	29.63	24.92	20.38			20.39	23.23	20.99
<b>2017</b>	21.49	20.3	20.36	22.28	19.75	21.38	21.72	22.35	20.5	22.52	23.18	17.84
<b>2018</b>	22.39	19.2	19.89	24.82	22.15	21.7	18.48	23.62	23.24	22.5	21.28	18.54
<b>2019</b>	24.67	22.11	20.09	20.03	22.03	22.59	23.78	22.31	18.1	21.91	20.39	15.85
<b>2020</b>	23.94	21.41	20.86	30.58	24.89	23.94	21.47	23.06	18.86	26.2	25.4	14.77

■ Consumo alto    ■ Consumo normal o medio    ■ Consumo bajo

**Fuente:** Cazorla M. & Sela G. (2021)



Para al cantón Chunchi se determinó el rango de consumo bajo entre 12.56 a 14.97, consumo medio entre 14.97 a 17.37 y consumo alto entre 17.37 a 19.78.

**Tabla 10.** *Tabla tipo semáforo de medias de consumo(m3/hogar/mes) de Chunchi*

	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
<b>2015</b>	15.12	14.89	15.28	16.44	15.38	15.38	18.47	17.82	13.94	13.83	18.39	13.92
<b>2016</b>	14.84	14.84	16.39	16.16	15.31	15.51	17.88	16.82	16.28	14.51	14.4	16.9
<b>2017</b>	13.24	13.83	13.83	16.24	14.42	13.93	16.03	16.02	16.85	13.87	15.44	15.42
<b>2018</b>	14.18	16.61	14.94	15.17	13.61	15.8	16.55	16.48	16.51	13.71	13.71	15.52
<b>2019</b>	15.52	16.27	12.56	14.86	14.14	15.69	17.91	16.41	13.83	14.31	13.04	13.94
<b>2020</b>	13.41	16.2	16.2	15.5	15.7	15.88	17.6	17.62	14.37	14.95	19.78	

■ Consumo alto     
 ■ Consumo normal o medio     
 ■ Consumo bajo

**Fuente:** Cazorla M. & Sela G. (2021)

Para al cantón Guamote se determinó el rango de consumo bajo entre 7.85 a 19.05, consumo medio entre 19.05 a 30.26 y consumo alto entre 30.26 a 41.46.

**Tabla 11.** *Tabla tipo semáforo de medias de consumo(m3/hogar/mes) de Guamote*

	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
<b>2016</b>								41.46	19.02	24.25	12.01	11.62
<b>2017</b>	29.75	19.3	17.58	24.96	27.05	17.8	16.24	30.83	29.77	27.7	20.62	33.09
<b>2018</b>	7.95	7.85	13.04	14.23	20	25	25	25	25	25	25	25
<b>2019</b>	7.95	7.85	13.04	14.23	20	25	25	25	25	25	25	25
<b>2020</b>	16.09	15.95	12.72	17.15	20.17	24.77	18.6	15.23	15.36			

■ Consumo alto     
 ■ Consumo normal o medio     
 ■ Consumo bajo

**Fuente:** Cazorla M. & Sela G. (2021)

A continuación, se detalla un resumen de los resultados extraídos mediante estadística descriptiva, donde (1) Total de meses analizados, (2) Promedio de consumo de agua potable (m3/hogar/mes), (3) Valor mínimo de consumo histórico de agua potable (m3/hogar/mes), (4) Valor máximo de consumo histórico de agua potable (m3/hogar/mes), (5) Valor mínimo de

consumo de agua potable en cuarentena (m<sup>3</sup>/hogar/mes) y (6) Valor máximo de consumo de agua potable en cuarentena (m<sup>3</sup>/hogar/mes).

**Tabla 12.** *Resumen de estadística descriptiva*

Variable	N (1)	Media	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
		Histórica (2)	Histórico (3)	Histórico (4)	Cuarentena (5)	Cuarentena (6)
<b>Latacunga</b>	144	23.41	14.77	33.05	20.86	30.58
<b>Chunchi</b>	71	15.44	12.56	19.78	15.50	16.20
<b>Guamote</b>	50	20.70	7.85	41.46	12.72	24.77

**Fuente:** Cazorla M. & Sela G. (2021)

El cantón de Latacunga registra una media mayor a los demás cantones analizados, esto puede ser debido a la cantidad de población que posee. Cabe recalcar que al momento de realizar esta investigación se utilizó los datos registrados por usuario y tal vez podría haber más personas en cada hogar en Latacunga al ser catalogada como una ciudad grande a diferencia de Guamote y Chunchi. Es notorio también observar que existe una gran variabilidad en el consumo del cantón Guamote, lo cual no sucede en Chunchi donde su consumo permanece relativamente constante a lo largo de su registro histórico.

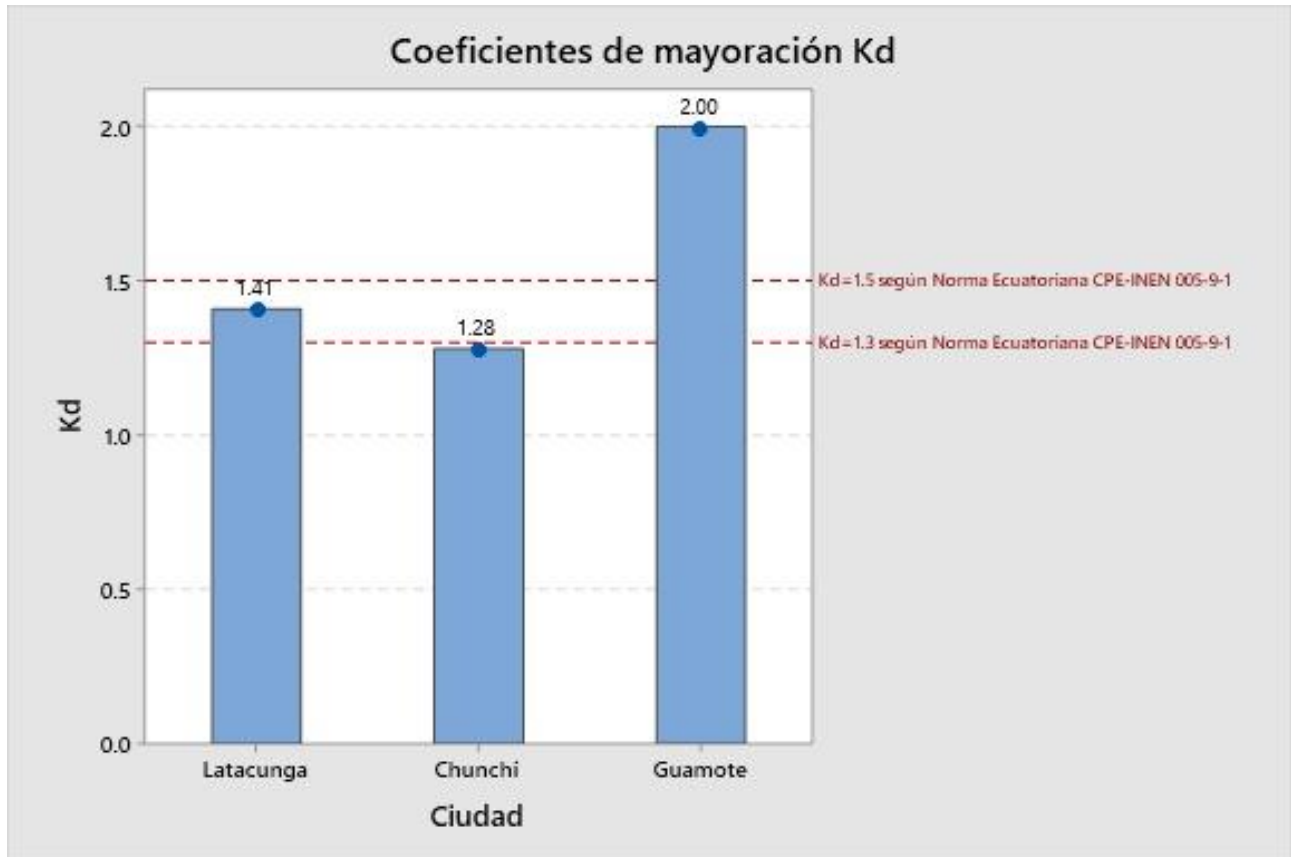
#### **4.6. Cálculo del coeficiente de variación Kd**

En la Tabla 6, se detalla un resumen de los resultados extraídos mediante estadística descriptiva, donde (1) Población urbana según el Censo 2010, (2) Total de usuarios en análisis, (3) Consumo histórico mínimo de cada cantón (m<sup>3</sup>/hogar/mes), (4) Consumo historico máximo de cada cantón (m<sup>3</sup>/hogar/mes), (5) Media histórica (m<sup>3</sup>/hogar/mes) (6) Coeficiente de mayoración Kd

**Tabla 13.** Resultados de los coeficientes de variación de consumo para los cantones en análisis.

Cantón	Población área urbana CENSO 2010 (1)	Usuarios (2)	Mínimo Histórico (3)	Máximo Histórica (4)	Media Histórica (5)	Kd (6)
Latacunga	63842	13734	14.77	33.05	23.41	1.41
Chunchi	3784	1375	12.56	19.78	15.44	1.28
Guamote	2648	1348	7.85	41.46	20.70	2.00

**Fuente:** Cazorla M. & Sela G. (2021)



**Ilustración 8** Coeficientes de mayoración (Kd) para Latacunga, Chunchi y Guamote.

**Fuente:** Cazorla M. & Sela G. (2021)

## 5. Discusión

Los factores que determinan el consumo de agua potable de una población son muchos, y parte de ellos han sido detallados por Peña (2019) donde se determinó que los patrones de consumo de agua están afectados por el factor de la gestión y calidad de agua y los sociodemográficos. Estos factores serán de gran ayuda al momento de realizar la discusión de nuestros resultados añadiendo aspectos como los hábitos de las personas, el número integrantes en el hogar, restricciones de movilidad y el propio aislamiento a causa de la emergencia sanitaria.

En el cantón Latacunga, según el gráfico de intervalos el consumo máximo dentro del registro histórico es de 33.05 m<sup>3</sup>/hogar/mes en octubre del año 2009 y el consumo mínimo es de 14.77 m<sup>3</sup>/hogar /mes en diciembre del año 2020, y una media de 23.41 m<sup>3</sup>/hogar/mes. Si bien es cierto al comparar el consumo de un mismo mes en diferentes años en la Tabla 9 se puede visualizar que para los meses de enero, abril y noviembre se registran con mayor frecuencia consumos altos. Por el contrario los meses con mayor frecuencia de registros de bajo consumo son diciembre, septiembre, marzo y febrero.

Es importante mencionar que para el año 2020, el mes de abril presenta un consumo de 30.58 m<sup>3</sup>/hogar/mes, siendo el mes de máximo consumo en periodo de cuarentena e incluso de todo el año, esto es comparable con lo dicho por El Universo (2020) donde las empresas de agua potable en ciudades grandes tales como Quito, Cuenca y Guayaquil, registran un incremento del consumo de agua potable en cuarentena. Sin embargo, si comparamos el mismo mes en los años 2009, 2010 y 2011 existen consumos similares e incluso mayor a este valor lo que nos indica que la cuarentena no podría ser un factor que incidió en el incremento del consumo de agua potable en el cantón Latacunga.

Además, hay que tomar en cuenta que Latacunga ha dejado de ser un cantón de alto tráfico vehicular interprovincial debido a la construcción de la vía que actualmente conecta Ambato con Quito. Antes de la creación de esta vía era necesario cruzar por Salcedo y Latacunga para continuar por la vía hacia la capital del Ecuador. Por consiguiente, el comercio y el turismo se redujo en los últimos años provocando una disminución en la densidad poblacional generada por estas actividades. Siendo una posible causa por la cual al pasar los años se evidencia una disminución en el consumo de agua potable.

El cantón Chunchi, en su grafica de intervalos se puede apreciar que el consumo máximo dentro del registro histórico es de 19.78 m<sup>3</sup>/hogar/mes en noviembre del 2020, mínimo de 12.56 m<sup>3</sup>/hogar/mes en marzo del 2019, y un consumo medio de 15.44 m<sup>3</sup>/hogar/mes. Por otro lado, en la Tabla 10 se puede observar que el mes de mayor frecuencia de consumo alto es julio (podría ser debido a los festejos de sus fiestas de cantonización celebrado cada 4 de julio), seguido de agosto y noviembre en los años 2015 y 2020. Con respecto a los meses que registran frecuentemente consumos bajos son octubre, seguido de enero, febrero, marzo y mayo. El consumo máximo histórico se registró posterior al confinamiento obligatorio, se podría decir que la población luego de haber pasado la cuarentena de alguna manera volvió a sus actividades normales, tomando en cuenta las medidas de bioseguridad, entre las cuales está inmerso el lavado constante de manos, aseo personal, aseo de las dependencias del hogar como baños, cuartos, cocina, etc. Pero no se le puede atribuir completamente este registro a estos factores ya que en el año 2015 existe un valor similar en el mismo mes de noviembre. De igual manera el mes de marzo del 2020 registra un mayor consumo en época de cuarentena con un valor de 16.20 m<sup>3</sup>/hogar/mes y este es menor que el registrado en el año 2016 del mismo mes.

El cantón Guamote siempre se ha caracterizado por que sus habitantes migran a ciudades grandes como Guayaquil, Quito, Cuenca y Riobamba. Dentro de la gráfica de intervalos se observa el registro del consumo máximo histórico con un valor de 41.46 m<sup>3</sup>/hogar/mes en agosto del 2016, el consumo mínimo histórico con un valor de 7.85 m<sup>3</sup>/hogar/mes y una media de 20.7 m<sup>3</sup>/hogar/mes. En la Tabla 11 se evidencia el mes que registra más frecuencia de consumos bajos son marzo, seguido de enero, febrero y abril. Por otro lado, los meses con mayor frecuencia de consumos altos son agosto (2016 y 2017) y diciembre (2017). Es curioso mencionar que a pesar de presentarse la pandemia Guamote no registra un aumento en su consumo con respecto a los registros en los meses de confinamiento. La media máxima registrada en medio de la cuarentena es en junio, con un valor de 24,77 m<sup>3</sup>/hogar/mes, pero este valor es menor en comparación con los registros obtenidos en el año 2018 y 2019 en el mismo mes. Es importante mencionar que el consumo de agua por red pública parecía que tiende a bajar con el pasar de los años, lo cual podría ser debido a que la población disminuye por la constante migración a grandes ciudades y en ciertos casos al extranjero.

Finalmente, los resultados obtenidos con respecto a la obtención del coeficiente Kd para cada cantón, tiene relación con lo dicho con respecto a la variabilidad en el consumo de los tres cantones (Tabla 6). Para el caso de Guamote donde se tenía una mayor variabilidad en su consumo se obtiene por ende el mayor factor Kd, seguido de Latacunga y con el menor valor para Kd el cantón Chunchi debido a que su consumo se mantiene relativamente constante a lo largo de su registro histórico. Partiendo de que Guamote cumple con un análisis estadístico adecuado y confiando en la veracidad de los datos entregados por el GAD municipal, es sospechoso que la gráfica de intervalos presente una constancia en los datos desde junio hasta diciembre del 2018 y de la misma manera para el

año 2019 en los mismos meses. Una posible interpretación acerca de este sesgo de datos es que pueden haber sido copiados o duplicados, pero no medidos. Por lo que no se puede asegurar que el Kd de Guamote sea un valor apto para utilizarlo en los cálculos de futuros diseños de sistemas de agua potable.

## 6. Conclusiones y Recomendaciones

### 6.1. Conclusiones

Al analizar los datos de consumos de agua potable residenciales para en el cantón Latacunga, Chunchi y Guamote se encontró que los registros de consumo durante la cuarentena no son los máximos de todo el registro histórico, es mas en los mismos meses en años posteriores ya se registran datos similares o superiores a los dados durante la cuarentena.

Se identificó en que mes y en qué año se produjeron consumos máximos y mínimos históricos de agua potable para los cantones de Latacunga, Chunchi y Guamote, también se determinó los meses en las cuales se tiene mayor frecuencia en consumo alto y bajo según el registro histórico, mediante cuadros comparativos de medias tipo semáforo.

Se analizó la información en bruto y se eliminó los datos negativos que podrían ser por lecturas erradas de los equipos de medición. Se aplicó diagramas de cajas y bigotes para eliminar los valores atípicos y así proceder a la aplicación del análisis de varianza ANOVA, prueba de Tukey y estadística descriptiva. A través de gráficos se interpretó las tendencias de mayor consumo en los registros históricos para compararlos con los registros obtenidos durante la cuarentena.

El coeficiente de variación  $K_d$  actualmente en la norma ecuatoriana de agua potable asigna valores entre 1.3 y 1.5, por lo cual Latacunga están dentro del rango un valor de 1.41, mientras que Chunchi está por debajo del valor mínimo recomendado con un  $K_d = 1.28$ . Estos valores pueden servir para futuros diseños de sistemas de agua potable pues estos coeficientes de mayoración  $K_d$  se ajustan más a la realidad ya que están basados en datos recopilados de los registros históricos.

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. Pues esta situación está forzando a la media histórica ya que el Kd se obtiene dividiendo el consumo máximo histórico para la media histórico y el valor de Kd es afectado directamente.

Al momento de calcular el coeficiente de mayoración Kd se debe tomar en cuenta la variabilidad en los consumos de sus habitantes. Pues se puede afirmar que mientras mayor variabilidad exista entre los consumos mayor será el coeficiente Kd.

## **6.2. Recomendaciones**

Los valores obtenidos en esta investigación con respecto al coeficiente de variación de consumo Kd, deberían ser utilizados en el diseño de futuros sistemas de agua potable, con la finalidad de ajustarse de manera adecuada a la realidad evitando recaer en un sub-dimensionamiento o en su efecto en un sobredimensionamiento.

Es importante señalar que los datos obtenidos de Guamote presentan ciertas particularidades, por lo cual el valor de Kd obtenido no se puede tomar como una referencia de los otros Kd. Debido a que se desconfía o se piensa que los datos de junio hasta diciembre en los años 2018 y 2019 pueden haber sido copiados o duplicados, pero no medidos. Sin embargo, no tenemos instrumentos suficientes para afirmar que no son válidos, pues confiamos en la veracidad de los datos entregados por el GAD de Guamote obteniendo un  $Kd = 2.0$ .

## 7. Bibliografía

Albadalejo, A. (08 de 07 de 2020). *IAGUA*. Obtenido de <https://www.iagua.es/noticias/acciona/tendencias-consumo-agua-covid-19>

Arellano, A., Bayas, A., Meneses, A., & Castillo, T. (2018). Los consumos y las dotaciones de agua potable en poblaciones. *Nova Sinergia*, 1-10.

Cando, D. (2011). El movimiento migratorio internacional de Chunchi: Entre los riesgos y las oportunidades. (*Tesis de Ingeniería*). FLACSOANDES, Quito.

Cantones del Ecuador. (2020). Obtenido de [https://www.wikiwand.com/es/Anexo:Cantones\\_de\\_Ecuador](https://www.wikiwand.com/es/Anexo:Cantones_de_Ecuador)

CONAGUA. (2007). *MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Obtenido de [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:bOWBbGKN\\_68J:ftp://ftp.conagua.gob.mx/Mapas/libros%2520pdf%25202007/Datos%2520B%25E1sicos.pdf+%&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:bOWBbGKN_68J:ftp://ftp.conagua.gob.mx/Mapas/libros%2520pdf%25202007/Datos%2520B%25E1sicos.pdf+%&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec)

Consejo Nacional de Competencias. (Enero de 2019). Obtenido de INFORME DE LA COMPETENCIA DE GESTIÓN DE AGUA: <http://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2019/04/Informe-de-la-competencia-de-gestion-de-Agua-Potable-1.pdf>

Cuyo, J. (2016). Propuesta metodológica para el pronóstico de la demanda de agua potable a corto plazo (días, semanas, meses) en la planta de tratamiento de agua potable de bellavista en el norte de la ciudad de Quito. (*Tesis de Ingeniería*). Universidad Central del Ecuador, Quito.

Dirección General de Usuarios de SPD. (08 de Febrero de 2019). *Defensoria del Pueblo*. Obtenido de <https://www.dpe.gob.ec/wp-content/dpeboletinesserviciospublicos2019/boletin-servicios-publicos-01-19.pdf>

El Universo. (05 de Abril de 2020). *Consumo de agua potable aumenta en Ecuador debido al aislamiento obligatorio*, pág. 1.

Google Inc. (16 de 04 de 2021). *Google Maps*. Obtenido de <https://www.google.com.ec/maps/@-1.615939,-78.802009,9z?hl=es>

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*. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo.

Hinojoza, L., & Saltos, A. (2020). *COMPARACIÓN ENTRE LOS CONSUMOS DE AGUA POTABLE DURANTE LA CUARENTENA DEL 2020 Y LOS REGISTROS HISTÓRICOS EN CHIMBORAZO Y BOLÍVAR*. RIobamba: Universidad Nacional de Chimborazo.

INEC. (2010). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>

INEC. (2020). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Obtenido de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2017/Indicadores%20ODS%20Agua,%20Saneamiento%20e%20Higiene/Presentacion\\_Agua\\_2017\\_05.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2017/Indicadores%20ODS%20Agua,%20Saneamiento%20e%20Higiene/Presentacion_Agua_2017_05.pdf)

- 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*. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo.
- La Hora. (05 de Abril de 2020). *Consumo de agua en Quito fuera de sus límites por emergencia sanitaria*, pág. 1.
- Lindao, V., & Arellano, A. (16 de Agosto de 2018). Efectos de la gestión y la calidad del agua potable en el consumo del agua embotellada. *NOVASINERGIA* , 15-23. Obtenido de Universidad Nacional de Chimborazo: <http://novasinergia.unach.edu.ec/index.php/novasinergia/article/view/77/49>
- Minitab. (2019). *www.minitab.com*. Obtenido de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/regression/how-to/fitted-line-plot/interpret-the-results/all-statistics-and-graphs/residual-plots/>
- Minitab. (2019). *www.minitab.com*. Obtenido de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/how-to/normality-test/interpret-the-results/key-results/>
- Peña, D. (25 de Octubre de 2019). Obtenido de Categorización de los principales factores que afectan el consumo de agua potable: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6134>

Salazar, M. (19 de Febrero de 2020). Obtenido de Determinación del Coeficiente de variación del consumo diario de agua potable en ciudades menores a ciento cincuenta mil quinientos habitantes: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6442>

Sánchez, P. (2016). *Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Latacunga*. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Latacunga, Latacunga.

Ukponmwan, N., & Ajibade, B. (2017). Evaluación de técnicas para la prueba de normalidad univariante mediante simulación de Monte Carlo. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics*, 6(5-1), 51-61.

Yuquilema, C. (12 de Febrero de 2020). Obtenido de Correlación entre la frecuencia de cocinar y el consumo de agua potable: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6417>

## 8. Anexos

### Anexo 1. Estadística descriptiva del cantón Latacunga

<b>Fecha</b>	<b>Usuarios</b>	<b>Total, consumido (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Media (m<sup>3</sup>/usuario /mes)</b>	<b>Error estándar de la media</b>
ene-09	5986	171479	28.647	0.254
feb-09	6168	142019	23.025	0.214
mar-09	5951	136822	22.991	0.217
abr-09	6383	208476	32.661	0.306
may-09	6183	168582	27.265	0.254
jun-09	6394	136155	21.294	0.199
jul-09	5964	140254	23.517	0.217
ago-09	6136	179315	29.223	0.269
sep-09	6472	140702	21.74	0.198
oct-09	6407	211752	33.05	0.302
nov-09	6464	189122	29.258	0.263
dic-09	6284	132413	21.071	0.193
ene-10	6421	173899	27.083	0.239
feb-10	6519	148667	22.805	0.199
mar-10	6670	179428	26.901	0.229
abr-10	6729	195297	29.023	0.254
may-10	6738	164672	24.439	0.219
jun-10	6680	176801	26.467	0.236
jul-10	6585	164585	24.994	0.22
ago-10	6561	179642	27.38	0.247
sep-10	6605	182597	27.645	0.244
oct-10	6935	167719	24.184	0.218
nov-10	6609	181658	27.486	0.247
dic-10	6525	119942	18.382	0.17
ene-11	6682	192994	28.883	0.26
feb-11	6787	145269	21.404	0.182
mar-11	6993	193662	27.694	0.247
abr-11	6856	190731	27.82	0.243
may-11	6910	155384	22.487	0.194
jun-11	6909	160175	23.184	0.204
jul-11	6898	207964	30.148	0.258
ago-11	7117	180481	25.359	0.222
sep-11	7207	182558	25.331	0.217
oct-11	7438	193631	26.033	0.218
nov-11	7318	217449	29.714	0.257
dic-11	7364	200460	27.222	0.227

ene-12	7093	157808	22.248	0.191
feb-12	7217	186325	25.818	0.221
mar-12	7394	177288	23.977	0.202
abr-12	7502	181245	24.16	0.2
may-12	7526	184980	24.579	0.203
jun-12	7759	181520	23.395	0.189
jul-12	7174	175459	24.458	0.202
ago-12	7433	196101	26.382	0.213
sep-12	7339	180572	24.604	0.199
oct-12	7958	154562	19.422	0.159
nov-12	7797	207804	26.652	0.214
dic-12	7824	166624	21.297	0.168
ene-13	7966	253245	31.791	0.249
feb-13	8313	167583	20.159	0.159
mar-13	8482	158105	18.64	0.144
abr-13	8624	194486	22.552	0.174
may-13	8638	190008	21.997	0.17
jun-13	8661	225065	25.986	0.204
jul-13	8827	225454	25.541	0.187
ago-13	9213	239129	25.956	0.182
sep-13	9268	239497	25.841	0.186
oct-13	9339	229310	24.554	0.175
nov-13	9312	223076	23.956	0.17
dic-13	9369	218320	23.302	0.166
ene-14	9314	210021	22.549	0.165
feb-14	9514	209386	22.008	0.152
mar-14	9701	229887	23.697	0.162
abr-14	9652	211614	21.924	0.153
may-14	9703	225273	23.217	0.163
jun-14	9531	191803	20.124	0.141
jul-14	9694	275007	28.369	0.195
ago-14	9706	220197	22.687	0.156
sep-14	10014	197272	19.7	0.14
oct-14	10030	199784	19.919	0.137
nov-14	10093	236060	23.388	0.16
dic-14	10222	253441	24.794	0.165
ene-15	10278	277809	27.029	0.183
feb-15	10163	229556	22.587	0.155
mar-15	10312	246794	23.933	0.162
abr-15	10274	182492	17.763	0.122
may-15	10450	226445	21.669	0.143
jun-15	10529	198589	18.861	0.123
jul-15	10489	219748	20.95	0.137
ago-15	10541	186047	17.65	0.117

sep-15	10221	170504	16.682	0.116
oct-15	10459	242151	23.152	0.16
nov-15	10614	240171	22.628	0.155
dic-15	10631	240325	22.606	0.153
ene-16	10637	212782	20.004	0.132
feb-16	10869	278820	25.653	0.164
mar-16	11010	349251	31.721	0.204
abr-16	10980	286644	26.106	0.171
may-16	9944	294630	29.629	0.201
jun-16	11182	278691	24.923	0.159
jul-16	11242	229131	20.382	0.129
oct-16	11393	232275	20.388	0.127
nov-16	11484	266757	23.229	0.143
ene-17	11379	242019	21.489	0.135
feb-17	11436	244521	20.299	0.126
mar-17	11503	232142	20.362	0.126
abr-17	11530	234222	22.275	0.141
may-17	11558	256836	19.749	0.123
jun-17	11589	228264	21.377	0.131
jul-17	11673	247736	21.718	0.134
ago-17	11816	253519	22.349	0.136
sep-17	11827	264079	20.501	0.126
oct-17	11903	242466	22.522	0.135
nov-17	11851	268081	23.179	0.141
dic-17	11954	274697	17.842	0.11
ene-18	11890	213288	22.386	0.136
feb-18	12063	266171	19.203	0.115
mar-18	12177	231651	19.891	0.119
abr-18	12149	242215	24.824	0.147
may-18	12390	301586	22.148	0.134
jun-18	12582	274413	21.7	0.13
jul-18	12384	273027	18.483	0.109
ago-18	12456	228894	23.625	0.142
sep-18	12392	294268	23.241	0.139
oct-18	12380	288008	22.502	0.133
nov-18	12480	278578	21.283	0.125
dic-18	12371	265610	18.538	0.111
ene-19	12454	229328	24.674	0.144
feb-19	12611	307291	22.113	0.13
mar-19	12478	278862	20.093	0.118
abr-19	12486	250722	20.027	0.116
may-19	12771	250056	22.025	0.129
jun-19	12728	281282	22.594	0.133
jul-19	12798	287579	23.775	0.14



ago-19	12967	304274	22.311	0.131
sep-19	12944	289310	18.095	0.102
oct-19	12887	234224	21.915	0.125
nov-19	12926	282418	20.388	0.119
dic-19	12965	263537	15.85	0.0919
ene-20	12980	205501	23.943	0.135
feb-20	13113	310774	21.407	0.122
mar-20	13211	280710	20.857	0.117
abr-20	8262	275544	30.578	0.173
may-20	10338	252633	24.892	0.166
jun-20	12275	257333	23.944	0.143
jul-20	12406	293918	21.469	0.123
ago-20	12761	266344	23.059	0.13
sep-20	12872	294262	18.862	0.107
oct-20	12964	242791	26.198	0.147
nov-20	13303	339628	25.396	0.141
dic-20	12965	337841	14.772	0.084

Fuente: Cazorla M. & Sela G. (2021)

## Anexo 2. Estadística descriptiva del cantón Chunchi

Fecha	Usuarios	Total, consumido (m <sup>3</sup> )	Media (m <sup>3</sup> /usuario /mes)	Error estándar de la media
ene-15	1195	18065	15.117	0.339
feb-15	1179	17556	14.891	0.341
mar-15	1179	18010	15.276	0.352
abr-15	1195	19649	16.443	0.400
may-15	1194	18369	15.384	0.375
jun-15	1193	18352	15.383	0.363
jul-15	1193	22031	18.467	0.431
ago-15	1212	21601	17.823	0.413
sep-15	1200	16727	13.939	0.315
oct-15	1205	16662	13.827	0.316
nov-15	1213	22305	18.388	0.421
dic-15	1206	16782	13.915	0.322
ene-16	1216	18045	14.84	0.354
feb-16	1216	18045	14.84	0.354
mar-16	1204	19732	16.389	0.400
abr-16	1202	19418	16.155	0.389

may-16	1201	18392	15.314	0.371
jun-16	714	11071	15.506	0.484
jul-16	1203	21507	17.878	0.424
ago-16	1217	20468	16.818	0.389
sep-16	1225	19943	16.28	0.378
oct-16	1219	17690	14.512	0.341
nov-16	1226	17651	14.397	0.334
dic-16	1223	20674	16.904	0.397
ene-17	1229	16271	13.239	0.320
feb-17	1214	16795	13.834	0.347
mar-17	1214	16795	13.834	0.347
abr-17	1234	20045	16.244	0.402
may-17	1229	17720	14.418	0.362
jun-17	1213	16901	13.933	0.343
jul-17	1220	19552	16.026	0.376
ago-17	1209	19363	16.016	0.386
sep-17	1236	20820	16.845	0.403
oct-17	1234	17115	13.87	0.328
nov-17	1235	19073	15.444	0.372
dic-17	1240	19124	15.423	0.374
ene-18	1241	17594	14.177	0.345
feb-18	1239	20582	16.612	0.402
mar-18	1245	18595	14.936	0.328
abr-18	1249	18941	15.165	0.376
may-18	1249	16998	13.609	0.352
jun-18	1260	19907	15.799	0.387
jul-18	1251	20703	16.549	0.396
ago-18	1266	20863	16.479	0.396
sep-18	1269	20951	16.51	0.399
oct-18	1284	17604	13.71	0.326
nov-18	1284	17604	13.71	0.326
dic-18	1277	19820	15.521	0.383
ene-19	1277	19820	15.521	0.383
feb-19	1280	20827	16.271	0.416
mar-19	1268	15923	12.558	0.322
abr-19	1266	18811	14.859	0.387
may-19	1263	17852	14.135	0.348
jun-19	1270	19931	15.694	0.405
jul-19	1272	22781	17.91	0.456
ago-19	1281	21022	16.411	0.400
sep-19	1296	17925	13.831	0.325
oct-19	1290	18460	14.31	0.341
nov-19	1300	16945	13.035	0.314
dic-19	1298	18088	13.935	0.342

ene-20	1297	17388	13.406	0.332
feb-20	1285	20821	16.203	0.377
mar-20	1285	20821	16.203	0.377
abr-20	1292	20030	15.503	0.417
may-20	1298	20384	15.704	0.405
jun-20	1283	20373	15.879	0.396
jul-20	1310	23056	17.6	0.430
ago-20	1311	23100	17.62	0.430
sep-20	1303	18721	14.368	0.345
oct-20	1313	19635	14.954	0.358
nov-20	1147	22684	19.777	0.441

**Fuente:** Cazorla M. & Sela G. (2021)

### Anexo 3. Estadística descriptiva del cantón Guamote

<b>Fecha</b>	<b>Usuarios</b>	<b>Total, consumido (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Media (m<sup>3</sup>/usuario /mes)</b>	<b>Error estándar de la media</b>
ago-16	620	25704	41.46	1.430
sep-16	578	10992	19.017	0.574
oct-16	599	14528	24.254	0.851
nov-16	567	6809	12.009	0.379
dic-16	583	6772	11.616	0.300
ene-17	629	18710	29.746	0.959
feb-17	614	11848	19.296	0.605
mar-17	634	11145	17.579	0.553
abr-17	594	14826	24.96	0.819
may-17	573	15499	27.049	0.917
jun-17	540	9612	17.8	0.604
jul-17	611	9920	16.236	0.340
ago-17	508	15663	30.83	1.250
sep-17	555	16522	29.77	1.020
oct-17	532	14735	27.697	0.981
nov-17	532	10969	20.618	0.727
dic-17	499	16510	33.09	1.330
ene-18	612	4868	7.954	0.289
feb-18	704	5523	7.845	0.236
mar-18	548	7144	13.036	0.148
abr-18	716	10188	14.229	0.066
may-18	530	10600	20	0.000
jun-18	653	16325	25	0.000
jul-18	732	18300	25	0.000

ago-18	846	21150	25	0.000
sep-18	803	20075	25	0.000
oct-18	800	20000	25	0.000
nov-18	727	18175	25	0.000
dic-18	754	18850	25	0.000
ene-19	612	4868	7.954	0.289
feb-19	704	5523	7.845	0.236
mar-19	548	7144	13.036	0.148
abr-19	716	10188	14.229	0.066
may-19	530	10600	20	0.000
jun-19	653	16325	25	0.000
jul-19	732	18300	25	0.000
ago-19	846	21150	25	0.000
sep-19	803	20075	25	0.000
oct-19	800	20000	25	0.000
nov-19	727	18175	25	0.000
dic-19	754	18850	25	0.000
ene-20	906	14578	16.091	0.289
feb-20	896	14288	15.946	0.363
mar-20	996	12669	12.72	0.142
abr-20	937	16069	17.149	0.309
may-20	864	17430	20.174	0.482
jun-20	1010	25013	24.765	0.655
jul-20	969	18022	18.599	0.162
ago-20	748	11394	15.233	0.185
sep-20	921	14149	15.363	0.080

**Fuente:** Cazorla M. & Sela G. (2021)