

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

Título del proyecto

ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS HISTÓRICOS DE AGUA POTABLE EN EL
CANTÓN AMBATO

Autor:

Karla Belen Sailema Moreta

Tutor:

Ing. Alfonso Arellano Barriga Mgs.

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 EL CANTÓN AMBATO”**, presentado por Karla Belen Sailema Moreta y dirigida por: MSc. 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**

Ing. Alfonso Arellano MSc.

.....

Tutor del Proyecto

Firma



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

Ing. Carlos Montalvo MSc.

.....

Miembro del tribunal

Firma



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

Ing. Gabriela Zuñiga MSc.

.....

Miembro del tribunal

Firma

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga, en calidad de Tutor de Tesis que lleva como título: **“ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS HISTÓRICOS DE AGUA POTABLE EN EL CANTÓN AMBATO”**, CERTIFICO: que el informe final del trabajo investigativo ha sido revisado y corregido, razón por la cual autorizo al estudiante Karla Belen Sailema Moreta para que se presente 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, MSc

Tutor de tesis

Autoría de la Investigación

Declaro que la responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación corresponde exclusivamente a: Karla Belen Sailema Moreta y al Ing. Alfonso Arellano; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional del Chimborazo.



.....
Karla Belen Sailema Moreta

C.I. 1804423067

AGRADECIMIENTO

Primero agradezco a Dios por todas las bendiciones que me ha dado, por su guía y fortaleza a lo largo de mi vida.

A mi madre y a mi abuelita por su apoyo incondicional, su ejemplo y por creer en mí.

A mi hija por su amor, comprensión y ánimos que me ha dado en todo este tiempo.

A mi abuelito que se encuentra en el cielo por guiarme y darme palabras de aliento durante toda mi carrera.

A todos mis compañeros y amigos, que gracias a su apoyo moral y académico me permitieron permanecer con empeño, dedicación y motivación en el transcurso de mi vida universitaria, especialmente a Paul, Gabriel, Michelle, Cristhian y Daniel.

Finalmente agradecer de manera especial a mi docente tutor el Ing. Alfonso Arellano por compartir sus conocimientos, por su paciencia y constancia para poder desarrollar esta investigación.

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre por ser un pilar fundamental en mi vida para poder alcanzar una de mis mayores metas.

A mi abuelita, mi segunda madre, por todo su amor y cuidados desde pequeña.

A mi abuelito que siempre me inculco la pasión y amor por la carrera y el servicio a las personas.

A mi hija Keyla Valentina, mi felicidad, inspiración y motivación para seguir adelante siempre dando lo mejor de mí.

Índice

Resumen.....	XI
Introducción	1
Objetivos	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos.....	5
Estado del Arte.....	6
Metodología	11
Resultados	17
Prueba de normalidad y homocedasticidad.....	17
Análisis Estadístico Anova	18
Resultados de Tukey.....	19
Gráficos de intervalos	23
Coeficiente de consumo Kd	29
Discusión.....	30
Conclusiones	31
Recomendaciones	32
Referencias Bibliográficas	33

Índice de Tablas

Tabla 1: Datos en análisis del cantón Ambato.....	12
Tabla 2: Análisis de Varianza de Medias del Cantón Ambato	18
Tabla 3: Comparación de Tukey de la ciudad de Ambato.....	19
Tabla 4: Resumen de las medias por años	24
Tabla 5: Meses más alto de consumo de cada año	28
Tabla 6: Comparación de resultados de consumo de agua	29

Índice de Imágenes

Imagen 1: Localización geográfica de la ciudad de Ambato.	1
Imagen 2: Cobertura de agua básica, entre 2001 y 2010 en los cantones de 200.000 y más habitantes.	2
Imagen 3: Diagrama del desarrollo de la tesis.	11
Imagen 4: Ejemplo de Diagrama de Cajas y Bigotes.	13
Imagen 5: Gráfica de Probabilidad.	17
Imagen 6: Gráfica de residuos vs ajustes.	18
Imagen 7: Gráfica de intervalo de la ciudad de Ambato.	23
Imagen 8: Comparación de las medias de los meses de enero durante los años analizados.	25
Imagen 9: Comparación de las medias de los meses de febrero durante los años analizados.	25
Imagen 10: Comparación de las medias de los meses de marzo durante los años analizados. ...	25
Imagen 11: Comparación de las medias de los meses de abril durante los años analizados.	25
Imagen 12: Comparación de las medias de los meses de mayo durante los años analizados.. ...	26
Imagen 13: Comparación de las medias de los meses de junio durante los años analizados..	26
Imagen 14: Comparación de las medias de los meses de julio durante los años analizados..	26
Imagen 15: Comparación de las medias de los meses de agosto durante los años analizados... ..	26
Imagen 16: Comparación de las medias de los meses de septiembre durante los años analizados.	27
Imagen 17: Comparación de las medias de los meses de octubre durante los años analizados..	27
Imagen 18: Comparación de las medias de los meses de noviembre durante los años analizados.	27

Imagen 19: Comparación de las medias de los meses de diciembre durante los años analizados..
..... 27

Imagen 20:Gráfico de Año Promedio de la ciudad de Ambato..... 28

Resumen

Ecuador posee varios recursos naturales como las reservas de agua, pero a pesar de ello no se tiene un acceso apropiado a los servicios de agua potable debido por problemas de infraestructura, eficiencia y gestión de servicio. Por lo que se debe realizar una correcta planificación y gestión de los recursos hídricos, empezando por tener una información más acertada sobre el consumo de agua potable para poder obtener el coeficiente Kd correcto. En esta investigación se realizó un análisis de los consumos históricos de agua potable comparando las medias de cada mes en cada año. Se recolectó los datos del consumo mensual del sector residencial de la población urbana del cantón desde el año 2010 hasta el año 2020 para proceder a la depuración con la eliminación de los datos negativos. Con el software Minitab se consiguió la exclusión de los datos atípicos que puedan dar una conclusión errónea en la investigación. Posteriormente se realizó el análisis estadístico Anova con la prueba Tukey para determinar si las medias son significativamente diferentes. Como resultados se obtuvo que en el mes de junio del año 2020 se dio un consumo máximo comparado con los otros meses históricos aparentemente por la emigración de la ciudad a los pueblos aledaños más pequeños, esto debido al confinamiento que se produjo por la enfermedad COVID-19. Adicionalmente se calculó el coeficiente de variación de consumo mensual Kd consiguiendo un valor de 1.35, el cual se encuentra dentro del rango (1,3-1,5) especificado en la Norma CPE INEN 005-9-1.

Palabras Claves: Agua potable, consumo de agua, Covid 19, coeficiente de variación de consumo.

Abstract

Ecuador has several natural resources, such as Water Reservoir; even though, in Ecuador, we do not have an adequate water service due to infrastructure, efficiency, and servicemanagement issues. Therefore, correct planning and management of water resources must be carried out, starting with having the right information about the usage of water service to obtain the correct Kd coefficient. In this research, an analysis of the historical usage of water service compares the averages of each month in each year. Data was collected on the monthly demand of the residential sector of the urban population of the district from 2010 to 2020 to proceed with the elimination of negative data. With the Minitab software, the exclusion of outliers that could give an erroneous conclusion in the investigation was achieved. Subsequently, the Anova statistical analysis was performed with the Tukey test to determine if the means are significantly different. As a result, it was obtained that in June 2020, there was a maximum demand compared to the other historical months, apparently due to the emigration of the city to the smaller neighboring towns. This is due to the confinement that was produced by the COVID-19 disease. Additionally, the coefficient of variation of monthly consumption Kd was calculated, obtaining a value of 1.35, which is within the range (1.3-1.5) specified in the CPE INEN 005-9-1 Standard.

Keywords: Drinking water, water consumption, Covid 19, demand variation coefficient.

Reviewed by:
Mgs. Marcela González Robalino
English Professor
c.c. 0603017708

Introducción

El cantón Ambato se localiza al centro de la Región interandina del Ecuador con una altitud media de 2580 m.s.n.m. y una temperatura promedio de 15°C, cuenta con 19 parroquias representando el 30.1% del territorio de la provincia de Tungurahua. Su población según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) es de 329.856 habitantes de acuerdo con el censo realizado en el año 2010, de las cuales el 50.1% es población urbana y 49.9% rural.

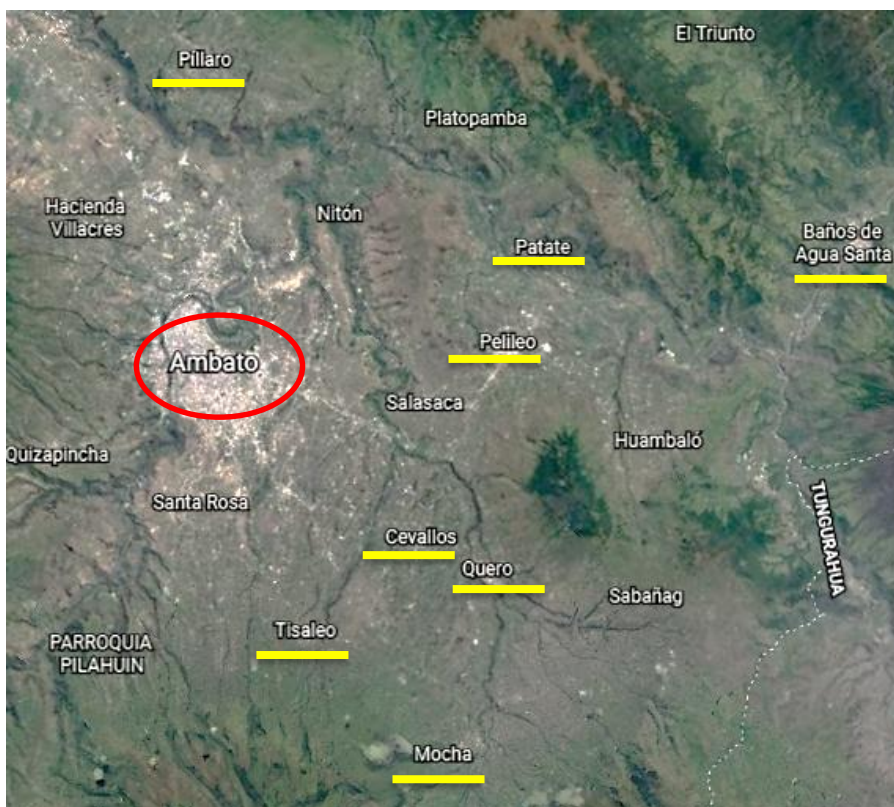


Imagen 1: Localización geográfica de la ciudad de Ambato. **Fuente:** (Google Earth, 2020)

Nota: El círculo de color rojo representa al cantón estudiado y las líneas amarillas los cantones cercanos a ella.

Aun cuando el agua es un medio fundamental, en Ecuador existen estudios sobre la cantidad aproximada y la calidad de agua potable que consume ciertas regiones, pero no se tiene un conocimiento acerca de los hábitos de consumo, patrones de consumo, caudales máximos diarios entre otros que contribuyan a un abastecimiento favorable (Tipan, 2017).

De acuerdo a la cobertura de agua, Molina et al. (2018) nos menciona que en el Ecuador el 25,9% de la población tiene una cobertura inferior al 40% en agua por red pública y fuente cercana al hogar; el 37,0% tiene una cobertura de 40% a 59%; el 27,7% se encuentra en una cobertura de 60% a 79%; y sólo el 9,4% tiene coberturas de agua de 80% y más.

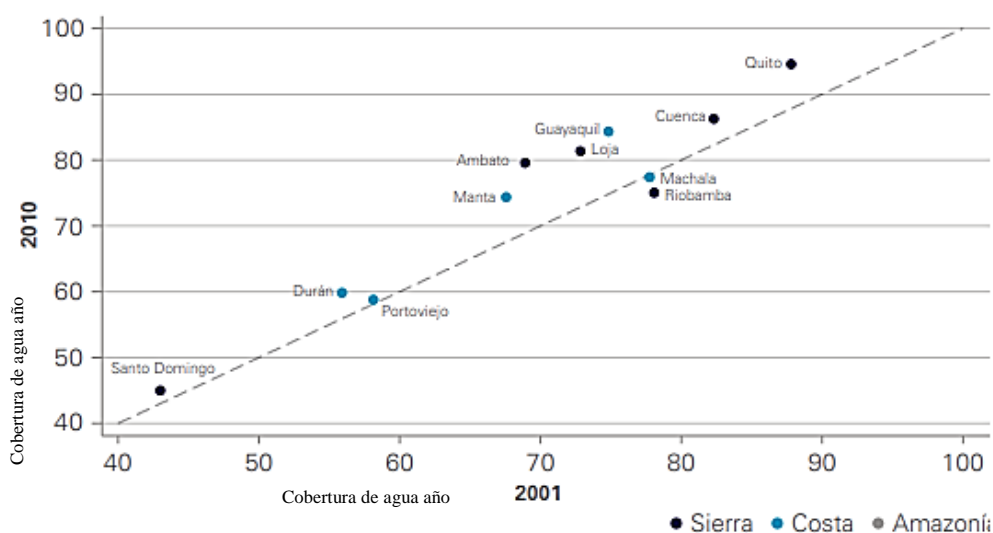


Imagen 2: Cobertura de agua básica, entre 2001 y 2010 en los cantones de 200.000 y más habitantes. **Fuente:** (A. Molina et al., 2018)

Ambato ha experimentado un mayor aumento de cobertura de agua por red pública y fuente cercana entre el año 2001 y 2010 llegando a contar con el 79.6% de cobertura de agua en el año 2010 (A. Molina et al., 2018).

En esta investigación se pretende analizar los consumos históricos de agua potable en el sector residencial del cantón Ambato desde el año 2010 hasta el año 2020.

Para ello se obtendrá datos del consumo de agua de cada medidor a lo largo de los años, se realizará una depuración de los mismos para un análisis estadístico mediante la prueba ANOVA y el método de Tukey para comparaciones múltiple logrando obtener el valor máximo de consumo que nos servirán para calcular el coeficiente Kd.

Dicho coeficiente se calcula en base a estudios de sistemas de agua existentes. En muchos de los casos no se lo realiza, por lo que se suele utilizar un rango que va desde 1.3 a 1.5, los cuales se encuentran establecidos en la Norma CPE INEN 005-9-1 que fue creada en los años 70, por lo que podría provocar errores en el diseño al sub o sobredimensionar. Al tener una variación en los consumos se necesita un coeficiente Kd para estabilizarlos obteniendo un promedio para dimensionar adecuadamente redes de captación, conducción y distribución.

Adicionalmente en el periodo a analizar se encuentra un evento de gran importancia que puede alterar el consumo diario del agua por lo que se pretende tener en cuenta los meses que existió un confinamiento por la enfermedad denominada coronavirus 2019 (COVID-19). Es una oportunidad única ya que se puede realizar un estudio para comparar los consumos exclusivamente del sector residencial, puesto que el sector industrial y comercial se encontraba paralizado.

Esta enfermedad llegó al Ecuador su primer caso el 14 de febrero del 2020. Tras el aumento de casos dentro del país, el gobierno nacional aplicó el confinamiento obligatorio que inició el 12 de marzo del 2020 con la suspensión de clases, eventos masivos y cuarentena a pasajeros internacionales para evitar la propagación del virus. Esto ocasionó una variación en el consumo de servicios básicos como el agua potable por lo que se permaneció mayor tiempo en los hogares.

Debido a estas circunstancias, en el Ecuador se ha registrado un aumento del consumo de agua en las tres ciudades más pobladas que son: Guayaquil, Quito y Cuenca de acuerdo a las empresas de agua potable (El Universo, 2020). Así mismo, en la ciudad de Ambato según la información proporcionada por la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (EMAPA) existe un aumento en el consumo de líquido vital (La Hora, 2020).

Objetivos

Objetivo General

- Comparar los consumos de agua potable históricos con los del periodo de cuarentena del año 2020, en el cantón Ambato.

Objetivos Específicos

- Recopilar información del consumo histórico de agua potable incluyendo los meses de cuarentena del cantón Ambato.
- Procesar los datos recopilados en Minitab para la eliminación de valores atípicos que puedan dar datos erróneos en la investigación.
- Analizar estadísticamente los datos mediante el análisis de varianza ANOVA conjuntamente con el método de Tukey para comparaciones múltiples, lo cual se determina el consumo mensual máximo y medio.
- Determinar el coeficiente de variación del consumo de agua potable en la población estudiada.

Estado del Arte

Tipan, (2017) analiza el consumo de agua potable en 11 sectores centrales de la ciudad de Ambato de acuerdo con los datos recolectados por la Empresa Municipal de Agua Potable, también con la utilización de encuestas y la medición del caudal consumido en un mes. Con estas herramientas logró concluir que el sábado es el día de consumo máximo con 956.17 Ltrs. /Hogar/Día a excepción de una zona que se evidenció que el viernes es el consumo máximo con 865.87 Ltrs. /Hogar/Día. Las razones se podrían deducir debido a que fines de semana permanecen mayor número de miembros de la familia en sus hogares o por hábitos de lavado de ropa y riego de jardines. Además, obtuvo el consumo diario por habitante promedio de 7.85 Ltrs. por cada hora del día, así mismo el consumo per-cápita con mayor volumen de 196.84 Ltrs. /Hab./Día.

E. Molina et al., (2018) realizaron una investigación acerca del consumo de agua en el interior de la vivienda en la ciudad de Cuenca, utilizando contadores de agua del modelo S120, los cuales fueron instalados en las distintas salidas de agua en 10 viviendas, como, por ejemplo: grifos de lavabos, cocinas, lavanderías, duchas, calefones y sanitarios. Se llevó un conteo diario durante una semana donde se obtuvo que el uso de sanitarios tiene el 27.98% del consumo de agua, lavado de ropa y otros usos como riego de jardines, lavado de patios y autos ocupa el 26.47%, higiene personal ducha 20.83%, cocina 18.68%.

Al estar en confinamiento, se presume que las familias consumieron más agua de lo habitual ya que todas sus actividades lo debían hacer en casa como por ejemplo cocinar, pero según Yuquilema Alvarado, (2020) en su estudio determinó que no existe ninguna relación entre el consumo de agua y las actividades de cocina.

Otro factor que puede incidir son las fugas de agua, en donde Eras Guerrero, (2019) comprueba que existe relación entre el consumo de agua y las fugas intradomiciliarias, gracias a su estudio del cual se obtuvo datos de 9 tesis de 11 lugares inferiores a 150.000 habitantes. Además, el origen de estas fugas se genera por el número de aparatos sanitarios en ciudades grandes.

De acuerdo con Arellano et al., (2019) es acertado el estudio ya que demostró que el malgasto de agua potable se origina cuando existen un mayor número de aparatos sanitarios en edificios residenciales. El artículo lo realizaron gracias a la información obtenida en 11 ciudades acerca del consumo de agua en seis meses donde se concluyó que el consumo de agua aumenta si existe un aumento en los aparatos sanitarios.

Conforme con el trabajo realizado por Lindao Rosero, (2018) el consumo de agua potable está dado por su calidad que dependerá del mantenimiento de las redes de distribución, este estudio se lo realizó en 11 poblaciones menores a 150. 000 habitantes en Ecuador analizando variables en función de Ingecap (Índice de gestión de calidad de agua potable). De acuerdo con este índice un 63.64% tiene agua regular, 34.34% buena y más del 50% no cuenta con agua de buena calidad.

Así mismo, en la investigación realizada por Peña Cerda, (2019) estableció los tres principales factores que afectan el consumo de agua potable en sectores residenciales de manera semestral, los cuales fueron: gestión, calidad de agua y los factores socio-demográficos, mientras que de manera mensual influyen los factores climatológicos.

En la ciudad de Cuenca se analizó la relación que puede existir entre el consumo de agua con el clima en los años 2017 y 2018, aplicado a 7 sectores con 242 984 habitantes. Mediante gráficas obtenidas al final de su estudio donde mostraban la Temperatura del aire vs Consumo residencial de agua potable pudieron deducir que existe una relación directamente proporcional ya que a menor temperatura menor consumo. Esto se puede justificar puesto que cuando la temperatura es alta el clima es seco y la humedad baja por lo que se consume más agua en actividades domésticas (Mora Carrión, 2019). Este estudio también lo corroboran Martínez Díaz & Beltrán Pinzón, (2018) ya que en el mes de octubre se considera el mes donde existen más lluvias en Colombia y observó un menor consumo.

Por otro lado, Salazar Molina, (2020) determinó el coeficiente de variación K_d para distintas poblaciones analizando 11 ciudades ecuatorianas entre los años 2013-2015, en donde obtuvo los siguientes resultados: ciudades grandes ($K_d= 1.10$), ciudades medianas ($K_d=1.12$) y ciudades pequeñas ($K_d =1.04$). Además, determinó el coeficiente global de 1.09 para ciudades menores a 150000 habitantes.

En Puno, Perú, estudiaron una muestra de 1246 viviendas con 5820 habitantes para el análisis del consumo de agua llegando a determinar el consumo promedio de agua de 67 l/hab/d, estos influenciados por factores económicos, número de habitantes por vivienda y meses del año. Así mismo establecieron el coeficiente de variación diaria de $K_1=1.33$ y coeficiente de variación horario $K_2=3.80$, la muestra de análisis fue de 39 viviendas con un aforo continuo de 26 días (Huaquisto Cáceres & Chambilla Flores, 2019).

Por otro lado, se investigó la influencia que tuvo el COVID-19 acerca del confinamiento que se evidenció en el año 2020 en diferentes ciudades del Ecuador, así como en otros países.

El confinamiento ha ocasionado cambios en las costumbres de la población como en la hora de comer, bañarse, despertarse, acostarse como también el horario del consumo de agua, esto sumado al aseo que se debe tener por el COVID-19 ha provocado una alteración en el consumo de agua (Albaladejo, 2020). Por el contrario, en el Salvador la mayoría de las familias están gastando menos o lo mismo, es lo que se evidenció en una encuesta de satisfacción realizada por la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (Aresep), (Castro, 2021).

En un estudio realizado en Bogotá, demostraron que no existió un aumento en el consumo de agua por causa de la pandemia, pero sí ocurrió variaciones en los patrones de consumo como son en las actividades de cocinar y lavado de loza, esta actividad tuvo un 30% del consumo diario por persona, en segundo lugar, se observó que la ducha y el uso de sanitario tuvo un aumento de 5 veces por persona al día lo que antes lo realizaban en un promedio de 3 veces (Jaramillo Londoño et al., 2020).

Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se ha producido un cierto grado de escasez de agua en el 80% de la población a nivel mundial por el consumo alto de agua. En Ecuador, en la ciudad de Quito se producía un consumo de 180 y 200 litros por persona al día, dicho valor se incrementó a 240 litros por motivo del confinamiento. En Cuenca el consumo aumentó un 20% en los sectores residenciales y un 21% en sectores urbanos según la Empresa de Telecomunicaciones, Agua potable, Alcantarillado y saneamiento (ETAPA), (El Universo, 2020).

México también ha notado un aumento en el consumo del 20 y 50% de acuerdo con el estudio informado por La Comisión Nacional del Agua (Conagua), en vista de que las personas por la pandemia tienen mayor concentración en los hogares que en los trabajos (Benavides Muñoz, 2020). Un ejemplo es la ciudad de Querétaro en donde se produjo un incremento del 10-12% en el

consumo de agua para uso doméstico conforme con la Comisión Estatal de Aguas (CEA), a causa de las medidas sanitarias adoptadas por el COVID-19 (Galván, 2020).

En el artículo presentado por la plataforma WatEner en la ciudad de Karlsruhe (Alemania), realizaron un análisis de cuatro meses contiguos del consumo de agua con los datos proporcionados por la operadora municipal Stadwerke Karlsruhe (SWKA). Se expuso que se encontró variaciones en los patrones de consumo por el confinamiento, en la mañana existió un aumento pequeño de consumo que fue disminuyendo con lentitud por la tarde, lo que antes no ocurría (WatEner, 2020).

Metodología

A continuación, se presenta un diagrama sintetizado de los pasos a seguir en el proyecto de investigación:

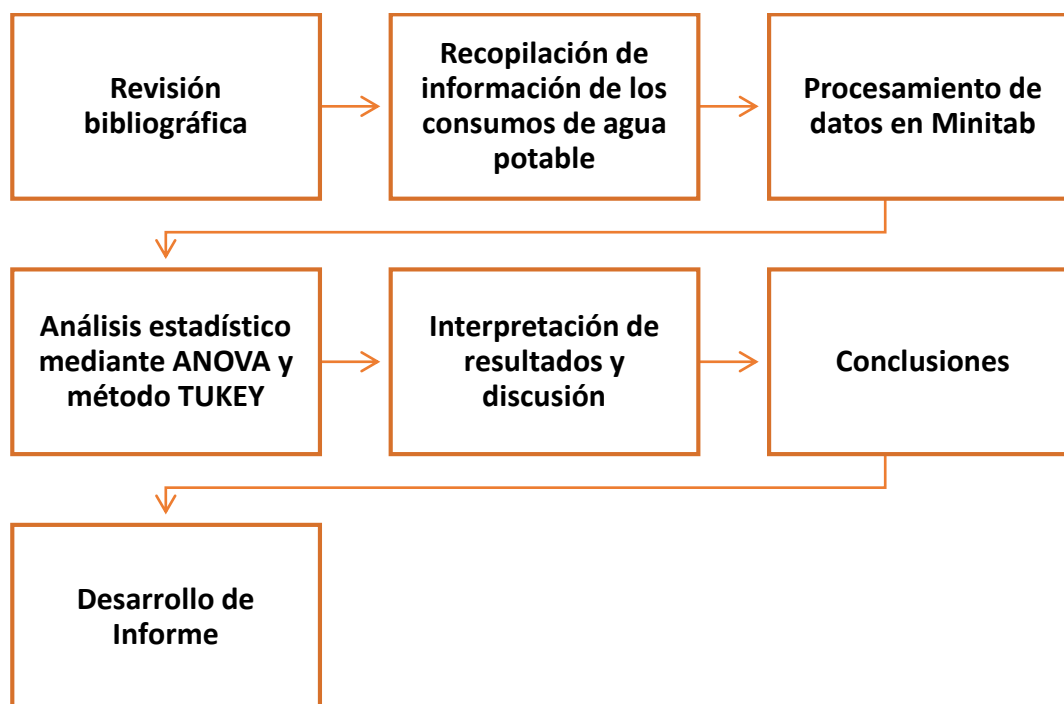


Imagen 3: Diagrama del desarrollo de la tesis. **Fuente:** Karla Sailema.

En el presente trabajo se realizó una revisión bibliográfica referente al tema en sitios web como: Repositorios Digitales Universitarios, Google Académico, Scielo, entre otros para obtener un mejor conocimiento y así llegar a conclusiones verídicas.

Se procedió a la recopilación de los datos históricos de consumos de agua potable de la zona seleccionada, Ambato, incluyendo los meses de cuarentena.

Los datos fueron proporcionados por la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato (EMAPA-EP). Los datos recolectados se obtuvieron en m³ referente al consumo de agua, los cuales se obtuvieron restando el valor de la lectura actual con el valor de la lectura anterior de cada mes, dichos valores se adquieren del medidor de cada usuario.

Tabla 1: Datos en análisis del cantón Ambato

Provincia	Población	N.º Usuarios	Desde	Hasta	N.º meses	Datos
Tungurahua	Ambato	49414	Ene-2010	Dic-2020	132	6'522.648

Fuente: Elaboración Propia

Se organizó en Microsoft Excel los datos recolectados por años, para proceder a eliminar los datos que contengan ceros o negativos, los cuales pudieron a verse dado por una lectura errónea o mal funcionamiento del medidor de agua.

En el software Minitab se ingresó la información depurada para encontrar los datos atípicos mediante el diagrama de cajas y bigotes cada mes.

El diagrama de cajas y bigotes nos permite 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 representa el 25% de los datos de la parte inferior y 25% de la parte superior, descartando los valores atípicos. (Minitab18, 2019a)

Los valores atípicos son los datos que están muy alejados de los otros valores que pueden distorsionar los resultados del estudio y estos se los pueden identificar en la gráfica de cajas con asteriscos.

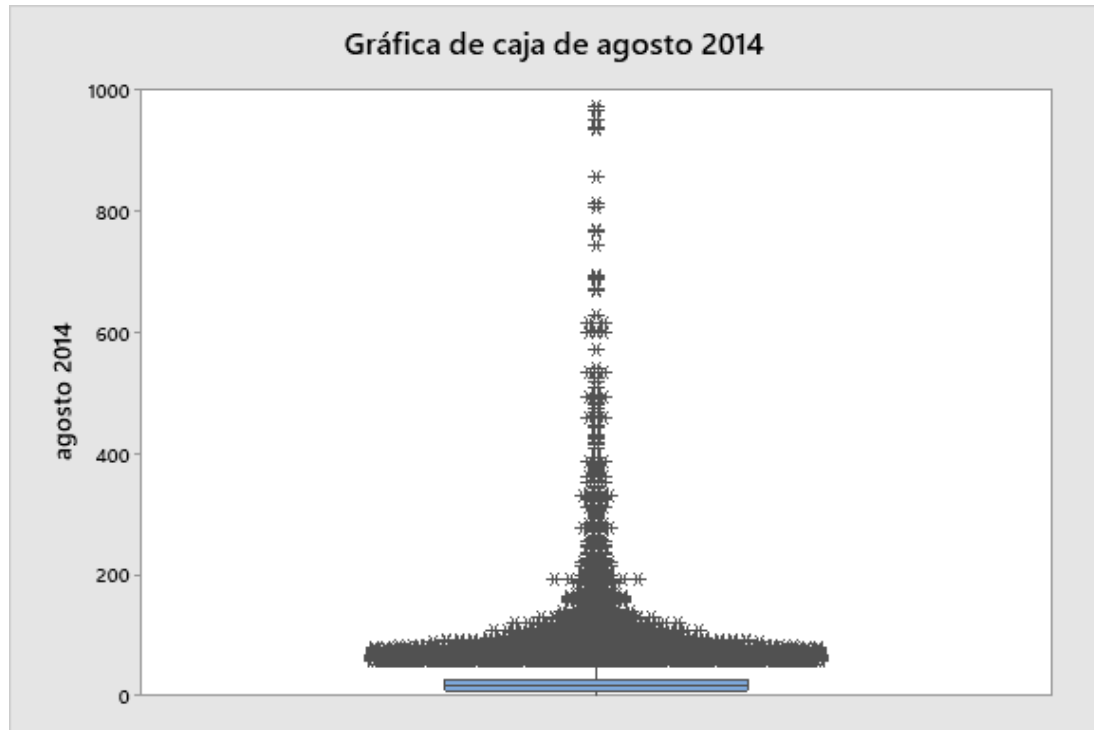


Imagen 4: Ejemplo de Diagrama de Cajas y Bigotes. **Fuente:** (Minitab19, 2019b)

Previo al análisis estadístico se realiza la prueba de normalidad con su gráfica, que nos ayudan a determinar la normalidad de los datos. En este caso se utiliza el tipo Anderson- Darling que mide que tan bien siguen los datos una distribución específica, este estadístico será menor o mayor dependiendo del ajuste de la distribución de datos.

Las hipótesis que maneja esta prueba son:

Ho: Los datos siguen una distribución específica.

H1: Los datos no siguen una distribución específica.

Para poder identificar de mejor manera el resultado de la prueba se observa el valor p, en donde si el valor p es menor que el nivel de significancia (0.05) se concluye que los valores no tienen una distribución normal, por el contrario, si el valor p es mayor quiere decir que los datos si poseen una distribución normal (Minitab18, 2018a).

En el caso de que la distribución no sea normal se emplea la transformación de Box Cox o la de Johnson. Inicialmente se prueba con la primera transformación mencionada, siendo esta fácil de entender, pero es limitada y en su mayoría no proporciona una transformación correcta. Si no se obtiene los resultados requeridos se procede a la utilización de la segunda transformación, en la cual se aplica una función a los datos originales cambiando sus valores para que sigan una distribución normal. Si se produce un alejamiento de los datos hacia la línea recta roja después de aplicarla, se indica que el ajuste no se pudo realizar, por lo tanto, la transformación de Johnson no es efectiva.

Es importante saber que, si se tiene una muestra muy pequeña, el ajuste que se realice pudiera no detectar alejamientos significativos de la distribución ya que no podría tener una idónea potencia. Mientras que, si se tiene una muestra muy grande, podría tener demasiada potencia que pueda detectar alejamientos pequeños incluso los que no tengan significancia práctica (Minitab19, 2019a).

No se llevará a cabo las pruebas no paramétricas porque aquellas tienen menos potencia que unas paramétricas y en este caso la mediana no es significativa para la investigación, por lo que se aplicó la prueba paramétrica (ANOVA).

En el teorema del límite central se demuestra que la distribución de los datos se acerca a la distribución normal a medida que aumenta el tamaño de la muestra. Relaciona la robustez ante la normalidad y el tamaño de la muestra. Entonces, si la muestra es lo suficiente grande se puede obtener un resultado acertado utilizando la prueba paramétrica con datos no normales, un tamaño apropiado de muestra suele ser de 20 (Minitab18, 2018b).

Para el análisis estadístico se utilizará el análisis de varianza ANOVA, el cual prueba la hipótesis de que las medias de las muestras estudiadas son iguales. La hipótesis nula determina que todas las medias son iguales en cambio la hipótesis alternativa establece que al menos una es distinta (Minitab19, 2020).

Se compara el valor p con el nivel de significancia para establecer si alguna de las diferencias entre las medias es estadísticamente significativa evaluando la hipótesis nula.

El nivel de significancia (α) usualmente es de 0.05 lo que demuestra un riesgo del 5% de deducir que existe una diferencia cuando no hay una diferencia real. Si el valor p es menor o igual al nivel de significancia se niega la hipótesis nula y se determina que no todas las medias son iguales y al contrario si el valor p es mayor que el nivel de significancia las diferencias entre las medias no son estadísticamente significativas (Minitab18, 2019b).

Para obtener una información más específica sobre las diferencias entre las medias se utilizó el método de comparaciones múltiples Tukey. Este método asigna las mismas letras si dentro del grupo comparten una diferencia mínima entre las medias, mientras que los grupos que no comparten una letra se consideran significativamente diferentes.

El método de Tukey adapta el nivel de confianza de cada intervalo individual para que el nivel de confianza simultáneo resultante sea igual al valor que se especifique, que es del 95%.

A continuación, se realizaron gráficas en las que se puede observar los intervalos de confianza de las medias con sus respectivos meses, logrando así una mejor visualización de los consumos mensuales y se pueda distinguir los valores de consumo máximo.

Una vez identificado el consumo máximo mensual y el consumo medio de la población estudiada se procedió a calcular el coeficiente de variación de consumo mensual de agua potable con la siguiente ecuación:

$$Kd = \frac{\textit{Consumo Máximo}}{\textit{Consumo Medio}}$$

Resultados

Prueba de normalidad y homocedasticidad

Se aplicó la prueba de normalidad de Anderson-Darling ya que suele ser la más efectiva y varios profesionales utilizan como primera opción. Obteniendo un valor de p menor que 0.005, por lo que los datos no son normales.

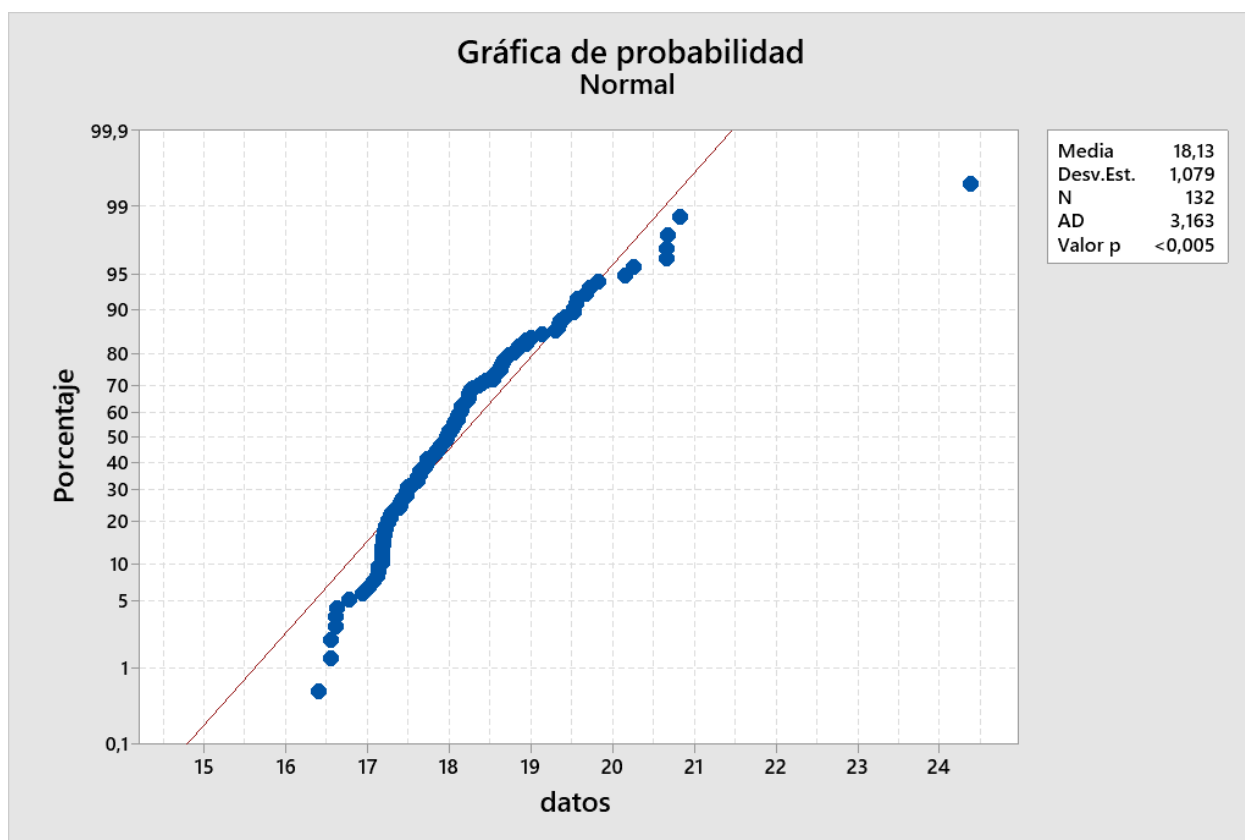


Imagen 5: Gráfica de Probabilidad. **Fuente:** Karla Sailema.

En la homocedasticidad se observan que los puntos se encuentran agrupados en su mayoría y dos puntos se encuentran alejados, es decir que no se tiene una distribución equilibrada de los puntos.

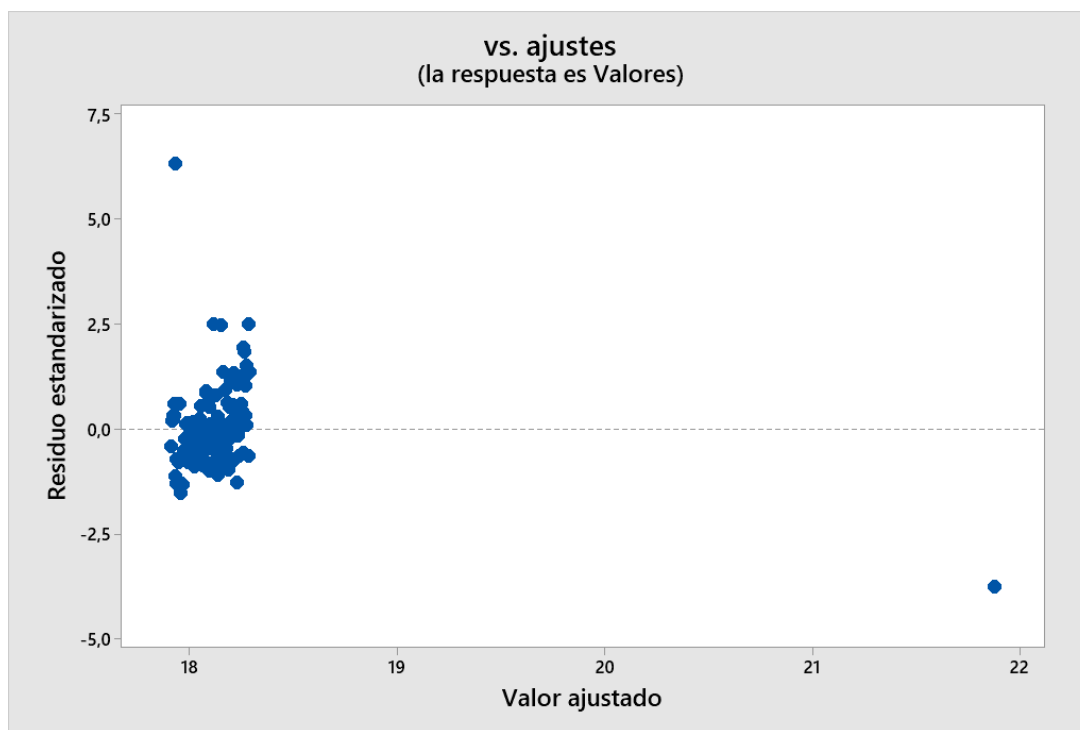


Imagen 6: Gráfica de residuos vs ajustes. **Fuente:** Karla Sailema

Nota: Se procede a realizar el análisis estadístico teniendo en cuenta que los datos no son normales.

Análisis Estadístico Anova

Tabla 2: Análisis de Varianza de Medias del Cantón Ambato

Población	Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
	Factor	131	6945803	53021.4	350.42	0.000
Ambato	Error	6186432	936054107	151.3		
	Total	6186563	942999911			

Fuente: Elaboración Propia

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

Del análisis de varianza ANOVA se obtiene un valor p menor que el nivel de significancia de 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se determina que la diferencia entre algunas de las medias es estadísticamente significativa, es decir, no todas las medias son iguales. Teniendo en cuenta que los datos analizados no son normales.

Resultados de Tukey

En la prueba Tukey aplicada al cantón de estudio se puede identificar la diferencia entre las medias ubicándose el valor más alto en el primer rango denominada con la letra A.

En la siguiente tabla se puede observar resaltadas con colores los meses de cuarentena, el mes de marzo de color naranjado, abril de plomo, mayo de celeste y junio de color amarillo, que corresponde al mes de junio del año 2020, siendo el valor más alto de toda la tabla.

Tabla 3: Comparación de Tukey de la ciudad de Ambato

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

Factor	N	Media	Agrupación
jun-20	47781	24,386	A
mar-10	34952	20,826	B
ene-14	45826	20,681	B
ene-13	43265	20,668	B
ene-15	46819	20,662	B
nov-10	36168	20,257	C
oct-10	36097	20,158	C D
jun-10	35258	19,832	D E
abr-10	35065	19,716	E F
ene-10	34473	19,673	E F G
mar-12	40465	19,578	E F G
oct-13	44919	19,557	E F G
may-11	38288	19,536	E F G
sep-10	35381	19,533	E F G
nov-11	39185	19,429	F G H
ago-12	41902	19,362	F G H
jun-11	38801	19,341	F G H I
jul-10	34491	19,331	F G H I J
sep-11	38721	19,299	G H I J K
may-13	43928	19,132	H I J K L
ene-16	48852	18,999	I J K L M
feb-16	49087	18,952	J K L M N
oct-14	46554	18,938	K L M N
mar-11	37626	18,852	L M N O
feb-13	43437	18,835	L M N O
may-12	38764	18,791	L M N O P
nov-12	42746	18,734	M N O P Q
nov-15	48674	18,703	M N O P Q
ene-11	36516	18,675	M N O P Q
feb-12	39892	18,665	M N O P Q
mar-16	49145	18,652	M N O P Q
sep-15	48216	18,635	N O P Q R
nov-16	50456	18,627	N O P Q R
ago-10	35199	18,606	N O P Q R S
oct-19	55647	18,557	O P Q R S T
feb-11	36630	18,536	O P Q R S T U V
jul-20	51064	18,534	O P Q R S T U
jul-14	46020	18,446	P Q R S T U V W
jul-12	41393	18,405	Q R S T U V W X
may-10	34601	18,366	Q R S T U V W X Y
dic-16	50655	18,295	R S T U V W X Y Z
mar-14	45948	18,268	S T U V W X Y Z AA
abr-11	37829	18,255	S T U V W X Y Z AA AB AC
ago-20	52919	18,247	S T U V W X Y Z AA AB

dic-13	45208	18,2429	S T U V W X Y Z AA AB
sep-20	54102	18,242	S T U V W X Y Z AA AB
jun-15	47474	18,2214	T U V W X Y Z AA AB AC AD
nov-17	52564	18,189	V W X Y Z AA AB AC AD AE
abr-12	40434	18,1749	U V W X Y Z AA AB AC AD AE AF AG
ene-17	50509	18,1577	W X Y Z AA AB AC AD AE AF
sep-14	46415	18,1489	W X Y Z AA AB AC AD AE AF AG
oct-20	55132	18,1441	W X Y Z AA AB AC AD AE AF AG
oct-18	54200	18,1407	W X Y Z AA AB AC AD AE AF AG
jul-13	44410	18,1191	W X Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH
nov-18	54440	18,1101	W X Y Z AA AB AC AD AE AF AG
nov-13	43096	18,1092	W X Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH
nov-20	55516	18,1056	W X Y Z AA AB AC AD AE AF AG
dic-11	38938	18,0696	X Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ
ago-11	38836	18,0659	X Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL
oct-15	48388	18,0638	X Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI
oct-12	42417	18,0465	X Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL
sep-13	43962	18,0284	Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM
mar-17	50889	17,9988	Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM
abr-18	53731	17,9973	Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM
sep-12	41812	17,9792	Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN AO
nov-14	46456	17,9749	Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN
ago-14	44235	17,9663	Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN AO AP
abr-15	46976	17,9608	Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN AO AP
sep-16	50060	17,9356	AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN AO AP AQ
ene-18	51477	17,9139	AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN AO AP AQ
mar-18	53231	17,8931	AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN AO AP AQ
dic-15	48672	17,8786	AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN AO AP AQ AR
feb-18	52422	17,8549	AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN AO AP AQ AR
may-14	43774	17,849	AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN AO AP AQ AR AS
jun-16	49253	17,8161	AF AG AH AI AJ AK AL AM AN AO AP AQ AR AS AT
jun-13	43959	17,8014	AG AH AI AJ AK AL AM AN AO AP AQ AR AS AT
oct-17	52273	17,7742	AH AI AJ AK AL AM AN AO AP AQ AR AS AT
ene-19	53982	17,7317	AI AJ AK AL AM AN AO AP AQ AR AS AT AU
may-18	53747	17,7311	AI AJ AK AL AM AN AO AP AQ AR AS AT AU
mar-15	47171	17,7303	AI AJ AK AL AM AN AO AP AQ AR AS AT AU AV
abr-13	43347	17,7136	AI AJ AK AL AM AN AO AP AQ AR AS AT AU AV
may-16	49165	17,7087	AJ AL AM AN AO AP AQ AR AS AT AU AV
dic-10	36154	17,6703	AK AL AM AN AO AP AQ AR AS AT AU AV AW AX
feb-10	34598	17,6427	AM AN AO AP AQ AR AS AT AU AV AW AX AY AZ BA BB BC BD
dic-17	52630	17,6401	AN AO AP AQ AR AS AT AU AV AW
dic-14	46423	17,6383	AN AO AP AQ AR AS AT AU AV AW AX
feb-17	50753	17,6196	AP AQ AR AS AT AU AV AW AX AZ BC
oct-16	50267	17,617	AP AQ AR AS AT AU AV AW AX AY AZ BA BB BC BD

feb-15	46779	17,616	AO AP	AQ AR AS AT AU AV AW AX AY AZ BA BB BC BD	
jul-11	38745	17,575		AQ AR AS AT AU AV AW AX AY AZ BA BB BC BD BE	
mar-13	40902	17,526		AR AS AT AU AV AW AX AY AZ BA BB BC BD BE BF	
dic-20	55685	17,492		AT AU AV AW AX AY AZ BA BB BC BD BE BF	
jul-16	49429	17,491		AT AU AV AW AX AY AZ BA BB BC BD BE BF	
ene-12	39353	17,484		AS AT AU AV AW AX AY AZ BA BB BC BD BE BF BG BH	
ago-13	42303	17,481		AS AT AU AV AW AX AY AZ BA BB BC BD BE BF BG BH	
abr-14	46068	17,48		AT AU AV AW AX AY AZ BA BB BC BD BE BF BG	
abr-19	54548	17,437		AU AV AW AX AY AZ BA BB BC BD BE BF BG BH BI	
mar-19	54662	17,414		AU AV AW AX AY AZ BA BB BC BD BE BF BG BH BI	
feb-19	53747	17,406		AU AV AW AX AY AZ BA BB BC BD BE BF BG BH BI BJ	
jul-18	53624	17,397		AV AW AX AY AZ BA BB BC BD BE BF BG BH BI BJ	
jun-12	40974	17,383		AU AV AW AX AY AZ BA BB BC BD BE BF BG BH BI BJ	
may-17	50747	17,324		AW AX AY AZ BA BB BC BD BE BF BG BH BI BJ BK	
dic-18	53462	17,305		AX	BB BC BD BE BF BG BH BI BJ BK
jun-18	53315	17,284			AZ BA BC BD BE BF BG BH BI BJ BK BL
jun-17	50842	17,277		AY	BA BB BD BE BF BG BH BI BJ BK BL
jul-15	47394	17,254			BE BF BG BH BI BJ BK BL
abr-16	48741	17,252			BE BF BG BH BI BJ BK BL
feb-20	56143	17,222			BE BF BG BH BI BJ BK BL
mar-20	57427	17,217			BF BG BH BI BJ BK BL
abr-17	50803	17,212			BE BF BG BH BI BJ BK BL
may-19	55357	17,207			BF BG BH BI BJ BK BL
dic-12	42858	17,199			BE BF BG BH BI BJ BK BL
ene-20	55969	17,196			BF BG BH BI BJ BK BL
ago-17	51661	17,19			BF BG BH BI BJ BK BL
feb-14	43359	17,182			BF BG BH BI BJ BK BL
ago-18	54040	17,18			BF BG BH BI BJ BK BL
sep-18	53873	17,178			BF BG BH BI BJ BK BL
ago-16	49508	17,177			BF BG BH BI BJ BK BL
jul-17	51211	17,174			BF BG BH BI BJ BK BL
dic-19	54941	17,131			BH BI BJ BK BL
may-15	47175	17,128			BG BH BI BJ BK BL
sep-17	51643	17,114			BI BJ BK BL
ago-15	47468	17,068			BJ BK BL BM
jun-14	45929	17,013			BK BL BM
oct-11	38414	16,932			BL BM BN
may-20	58312	16,781			BM BN BO
jul-19	55169	16,622			BN BO BP
jun-19	55237	16,613			BN BO BP
abr-20	59011	16,607			BN BO BP
nov-19	55051	16,547			BO BP
ago-19	55742	16,543			BO BP
sep-19	55790	16,4			BP

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Gráficos de intervalos

El consumo promedio es de 18.13 m³. También se identifica de color rojo como el mayor consumo en el mes de junio de 2020, de color amarillo el mínimo en el mes de septiembre de 2019, y los colores rosado, celeste y plomo como los meses de confinamiento obligatorio de marzo, abril y mayo respectivamente.

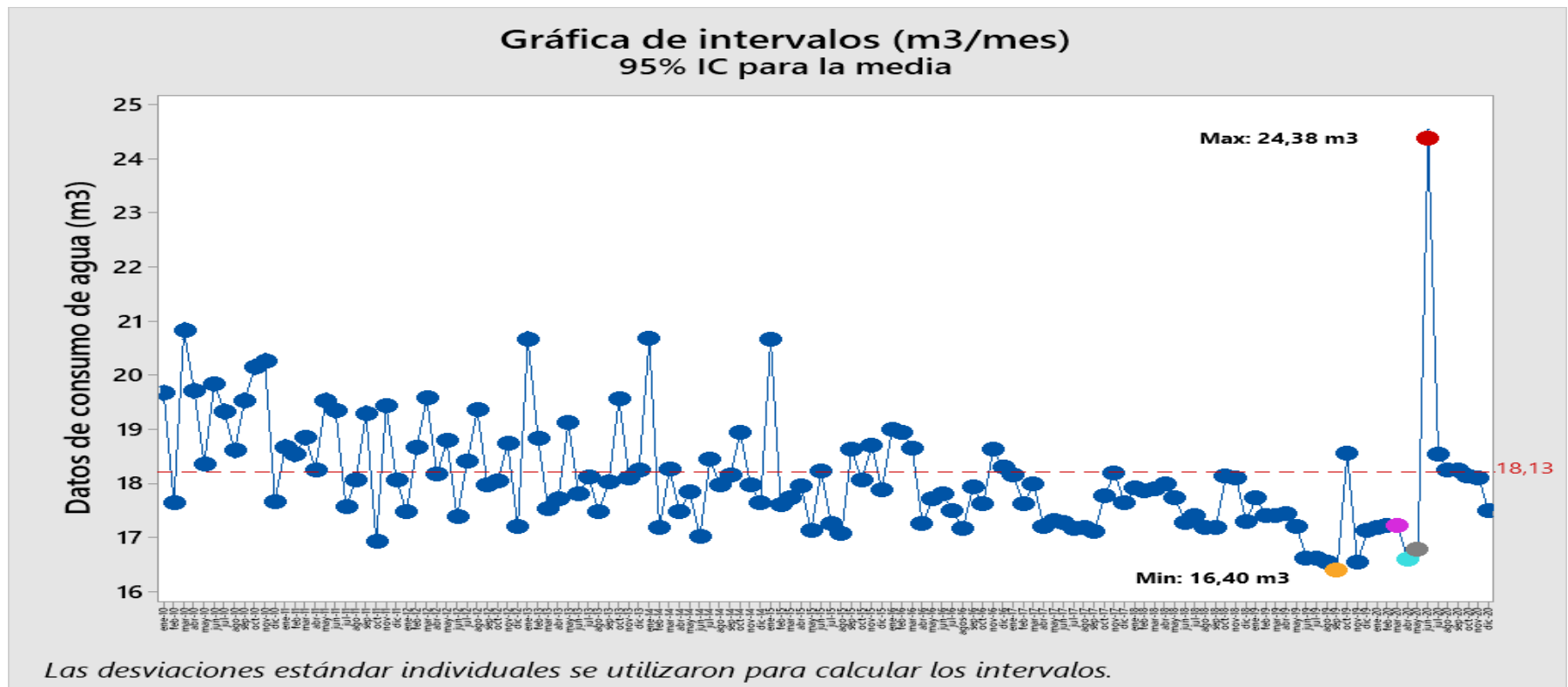


Imagen 7: Gráfica de intervalo de la ciudad de Ambato. **Fuente:** Karla Sailema

Tabla 4: Resumen de las medias por años

Mes/Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Enero	19,673	18,675	17,484	20,668	20,681	20,662	18,999	18,1577	17,914	17,732	17,196
Febrero	17,643	18,536	18,665	18,835	17,182	17,616	18,952	17,6196	17,855	17,406	17,222
Marzo	20,826	18,852	19,578	17,526	18,268	17,73	18,652	17,999	17,893	17,414	17,217
Abril	19,716	18,255	18,175	17,714	17,48	17,961	17,252	17,212	18,00	17,437	16,607
Mayo	18,366	19,536	18,791	19,132	17,849	17,128	17,709	17,3235	17,731	17,207	16,781
Junio	19,832	19,341	17,383	17,801	17,013	18,221	17,816	17,277	17,284	16,613	24,386
Julio	19,331	17,575	18,40	18,119	18,446	17,254	17,491	17,1741	17,397	16,622	18,534
Agosto	18,606	18,066	19,362	17,481	17,966	17,068	17,177	17,19	17,18	16,543	18,247
Septiembre	19,533	19,299	17,979	18,028	18,149	18,635	17,936	17,1138	17,178	16,40	18,242
Octubre	20,158	16,932	18,047	19,557	18,938	18,064	17,617	17,7742	18,141	18,557	18,144
Noviembre	20,257	19,429	18,734	18,109	17,975	18,703	18,627	18,189	18,11	16,547	18,106
Diciembre	17,67	18,07	17,20	18,243	17,638	17,879	18,295	17,6401	17,305	17,131	17,492

Fuente: Karla Sailema.

Nota: El color verde representa el valor mínimo de consumo de agua mientras que el color amarillo representa el valor máximo y de color rosado los meses de cuarentena de marzo, abril y mayo. Los valores se encuentran en unidades de m³.

A continuación, se muestran gráficas representativas de cada mes a lo largo de los años para poder observar de mejor manera las distintas medias que se produjeron.

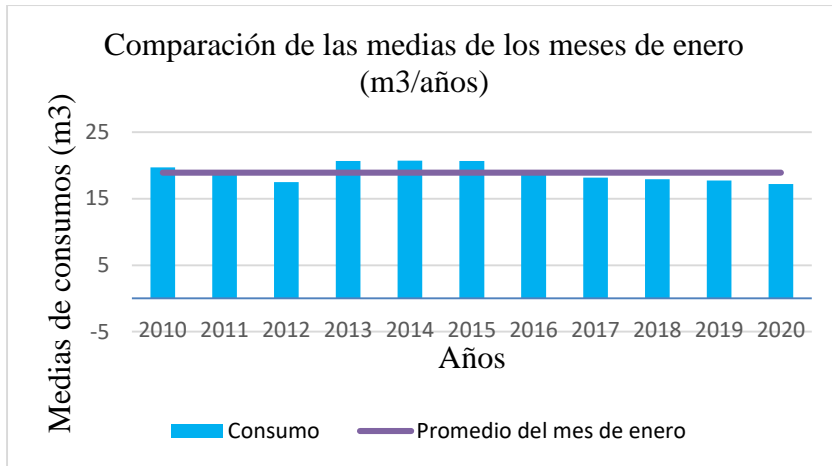


Imagen 8: Comparación de las medias de los meses de enero durante los años analizados. **Fuente:** Karla Sailema.

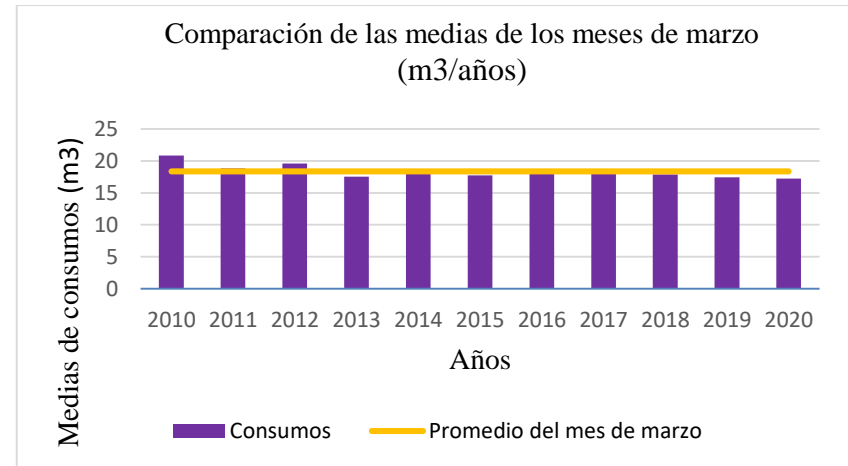


Imagen 10: Comparación de las medias de los meses de marzo durante los años analizados. **Fuente:** Karla Sailema.

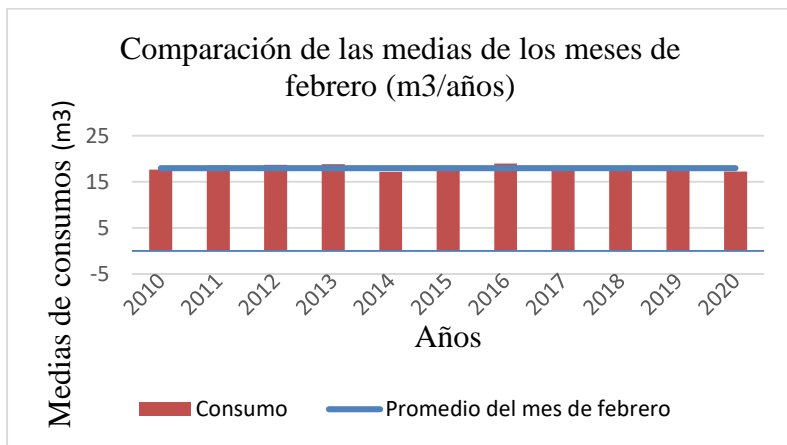


Imagen 9: Comparación de las medias de los meses de febrero durante los años analizados. **Fuente:** Karla Sailema.

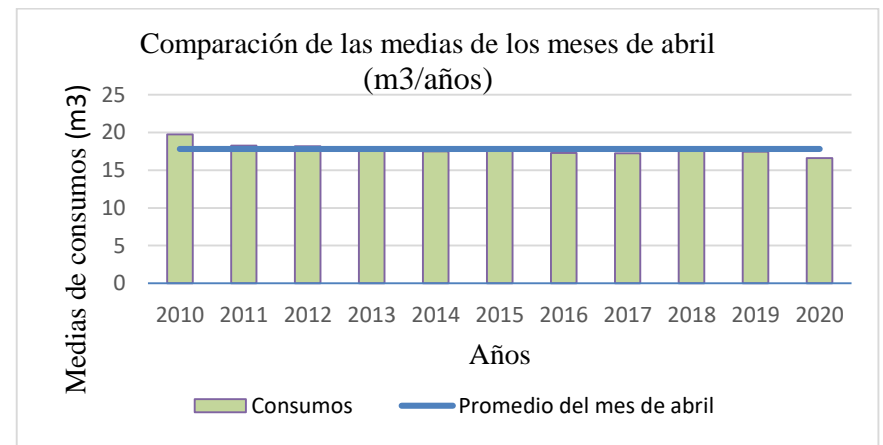


Imagen 11: Comparación de las medias de los meses de abril durante los años analizados. **Fuente:** Karla Sailema.

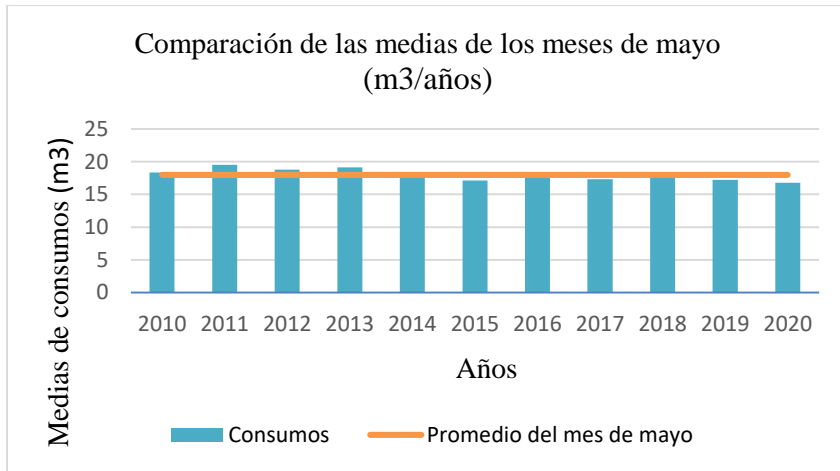


Imagen 12: Comparación de las medias de los meses de mayo durante los años analizados. **Fuente:** Karla Sailema.

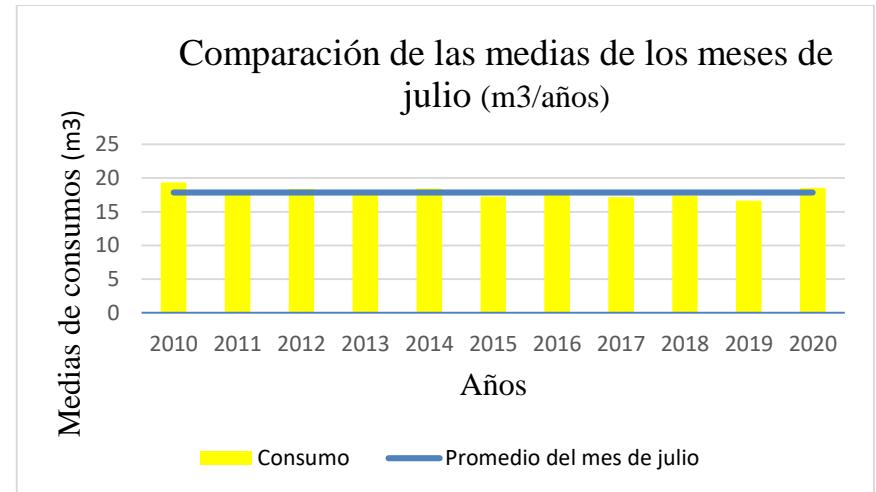


Imagen 14: Comparación de las medias de los meses de julio durante los años analizados. **Fuente:** Karla Sailema.

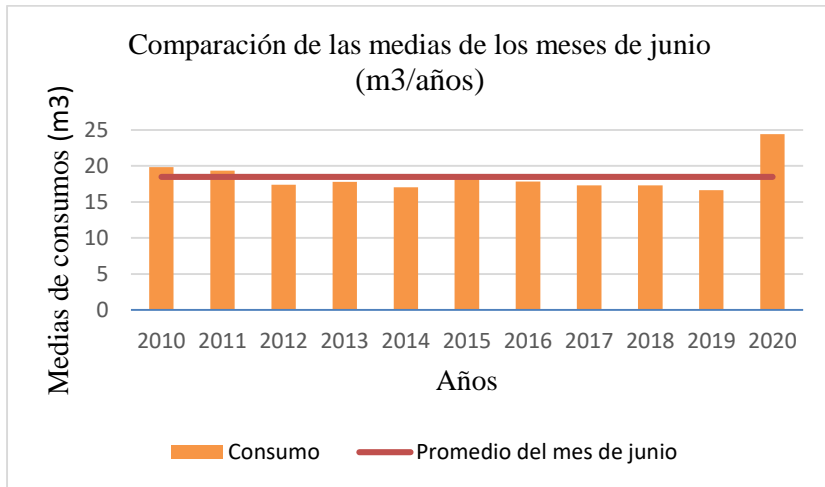


Imagen 13: Comparación de las medias de los meses de junio durante los años analizados. **Fuente:** Karla Sailema.

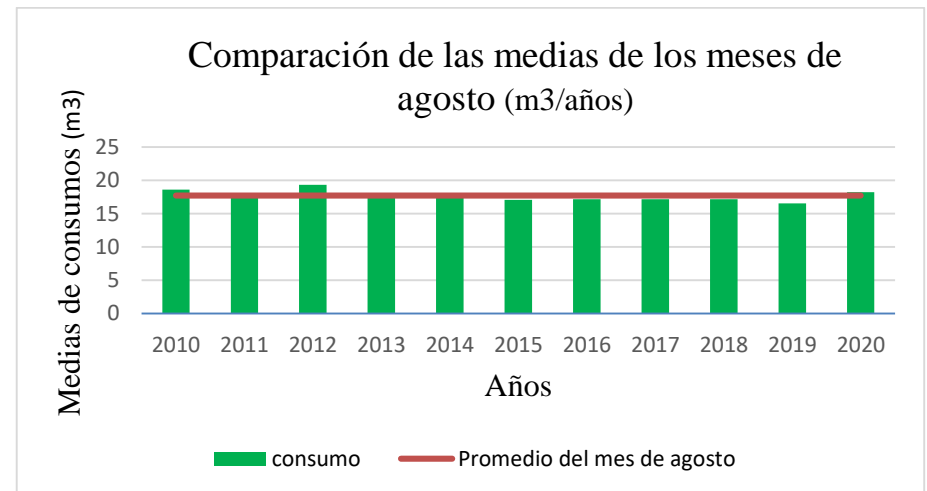


Imagen 15: Comparación de las medias de los meses de agosto durante los años analizados. **Fuente:** Karla Sailema.

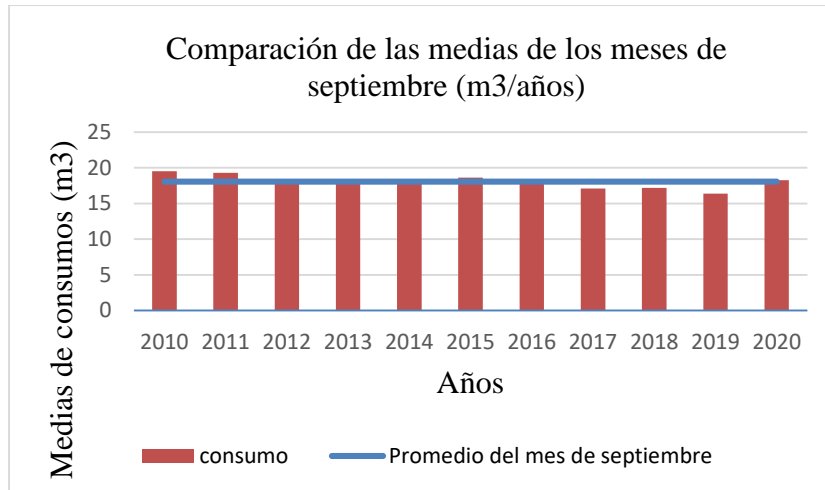


Imagen 16: Comparación de las medias de los meses de septiembre durante los años analizados. **Fuente:** Karla Sailema.

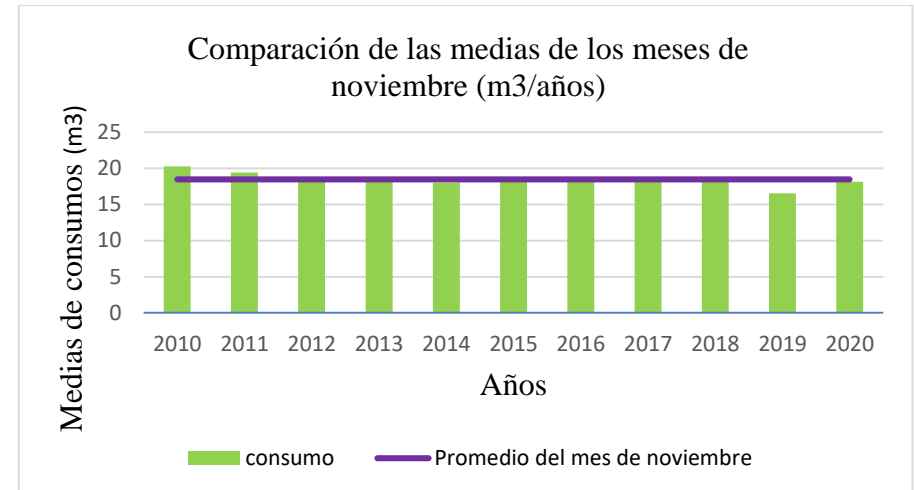


Imagen 18: Comparación de las medias de los meses de noviembre durante los años analizados. **Fuente:** Karla Sailema.

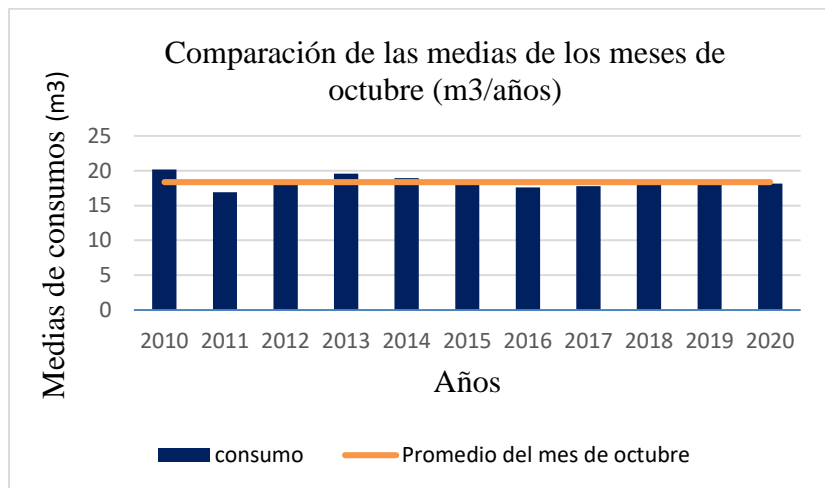


Imagen 17: Comparación de las medias de los meses de octubre durante los años analizados. **Fuente:** Karla Sailema.

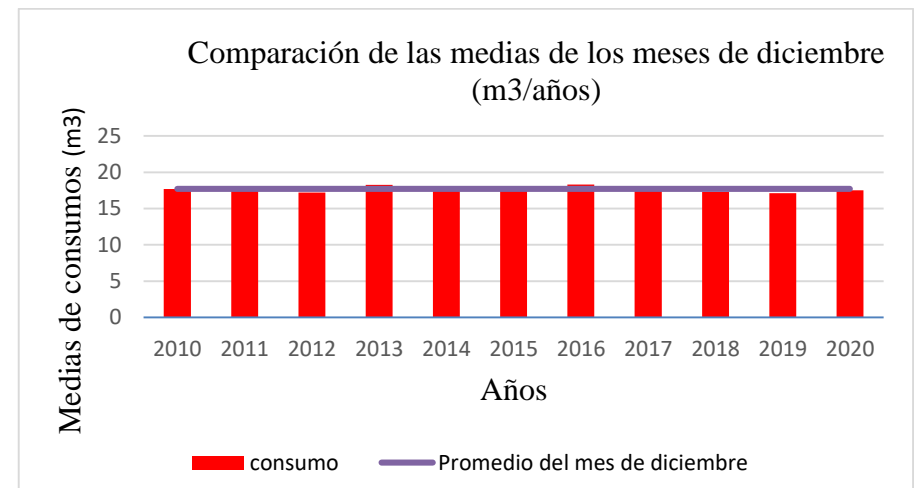


Imagen 19: Comparación de las medias de los meses de diciembre durante los años analizados. **Fuente:** Karla Sailema.

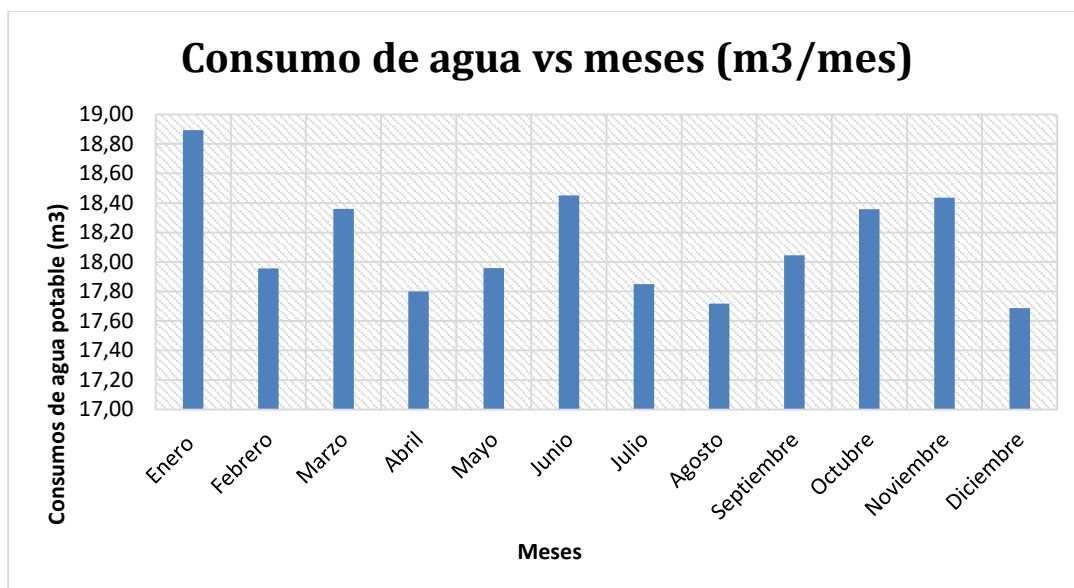


Imagen 20: Gráfico de Año Promedio de los consumos de agua potable de la ciudad de Ambato.
Fuente: Karla Sailema

En la siguiente tabla se identificó el mes con el valor máximo de consumo de agua de cada año para poder determinar si existe algún patrón.

Tabla 5: Meses más alto de consumo de cada año

Año	Mes	Media (m ³)
2010	Marzo	20,8256
2011	Mayo	19,5356
2012	Marzo	19,5783
2013	Enero	20,6682
2014	Enero	20,6813
2015	Enero	20,6616
2016	Enero	18,999
2017	Noviembre	18,189
2018	Octubre	18,1407
2019	Octubre	18,5574
2020	Junio	24,3858

Fuente: Karla Sailema

Coefficiente de consumo Kd

Como se observa en la tabla el valor del consumo máximo producido en el mes de junio de 2020 con un valor de 24.386.

Tabla 6: Comparación de resultados de consumo de agua

Población	Habitantes (1)	Numero usuarios (2)	Consumo promedio (3)	Consumo máximo histórico (4)	Kd
Ambato	165.258	49414	18.13	24.386	1.345

Fuente: Karla Sailema

Nota:

- (1) Total de habitantes según Censo INEC del 2010.
- (2) Usuarios de agua potable de categoría residencial a diciembre del 2020.
- (3) Consumo promedio de todos los meses analizados en unidades m³/mes.
- (4) Consumo máximo histórico registrado histórico en unidades m³/mes.

Discusión

Aplicando la prueba de normalidad y homocedasticidad se obtuvo una distribución no normal. Pero de acuerdo con el tamaño de la muestra que se dispone, que es lo suficientemente grande, se puede aplicar las pruebas paramétricas correctamente.

El análisis realizado al cantón Ambato se pudo evidenciar que existe un aumento en el consumo de agua en el mes de junio de 2020, comparado con los consumos históricos de 11 años, por lo que dicho valor es el máximo y se encuentra por encima de la media. Al contrario, en el mes de septiembre de 2019 donde se generó un mínimo consumo.

De acuerdo con los diagramas de barras realizadas para la comparación de las medias se puede apreciar que en cada gráfica de cada mes la mayoría de los valores se encuentran cerca de la media, pero en el mes de junio el valor del año del 2020 se encuentra sobre la media notablemente.

Analizando el Gráfico de Año promedio de los consumos de agua potable se puede apreciar que no existe una tendencia marcada, claramente los valores suben y bajan, en donde el mes de mayor consumo que se ha producido en todos los años analizados ha sido enero.

La razón principal por la que se pudo producir el aumento del consumo en el mes de junio de 2020 es debido a que a inicios de la pandemia muchos habitantes decidieron emigrar a cantones pequeños a sus alrededores como Patate, Pelileo, Pillaro, Mocha, Cevallos entre otros por el miedo al contagio. La ciudad paso a semáforo amarillo el 25 de mayo del 2020, lo que significaba que podían salir dos días por semana, funcionamiento del transporte urbano con 30% de capacidad, centros comerciales volvían a abrir con el 30% de aforo y las empresas decidían el momento de retorno de sus trabajadores con un 50% de personal, pero debía prevalecer el teletrabajo. Después de este hecho se estima que las personas que emigraron decidieron regresar a sus hogares. Además,

los cuidados de higiene debían ser más estrictos al momento de retornar a sus casas después de realizar sus actividades necesarias.

Conclusiones

En la presente investigación se realizó una recopilación de información de los consumos de agua potable del sector residencial. Logrando tener 6'522.648 de datos de consumo mensual desde enero de 2010 hasta diciembre de 2020 que se encuentran en m³ y fueron entregados por la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato. Los cuales fueron tomados de las lecturas de los medidores de cada usuario de la población urbana.

Comparando todos los meses de junio se observa que el mes del 2020 es el mayor entre todos los demás años. Además, en el mes que ha existido un consumo máximo de agua ha sido habitualmente en enero por lo que se descarta que en el mes de junio pudo a ver existido dicho aumento por algún otro factor ya sea fiestas de la ciudad u otra celebración.

Mediante la gráfica de intervalos se alcanzó a apreciar la tendencia que tenían los meses de consumo históricos para compararlos con los meses de cuarentena. En donde se evidenció que el mes con un máximo consumo de agua fue junio del 2020, con un valor de 24.38 m³ siendo el más alto incluso comparado con los registros históricos hasta el año 2020. Con respecto al periodo de confinamiento obligatorio (marzo, abril, mayo) se observó un decremento del consumo de agua potable.

En Ambato aparentemente sucedió una emigración de personas de la ciudad a poblaciones aledañas más pequeñas donde podrían tener una propiedad de campo o familiares que les pudieran dar alojamiento en los primeros meses de la cuarentena. En cambio, cuando la ciudad pasa a semáforo amarillo, se pierde el confinamiento obligatorio, provocando el regreso de las personas a sus hogares por lo que se produjo un alto consumo de agua. Este acontecimiento corrobora la

tesis elaborada por Peña Cerda, (2019), donde uno de los principales factores que influye para el consumo de agua es el factor sociodemográfico ya que la dotación de agua debe sujetarse a este factor para cubrir la demanda requerida por los usuarios.

El valor del coeficiente de variación de consumo mensual es de 1.35, el cual se calculó de acuerdo con el consumo promedio y el consumo máximo encontrados al realizar un análisis de los datos obtenidos. Dicho valor se encuentra dentro del rango recomendado en la Norma CPE INEN 005-9-1 que va desde 1.3 a 1.5.

Recomendaciones

Se recomienda realizar esta investigación en las diferentes ciudades del país para poder adquirir información específica en cada sitio y así calcular un coeficiente K_d más preciso que nos ayude en la correcta dotación de agua potable. Así también como la utilización del mismo considerando que dicho coeficiente se lo obtuvo analizando solo en el sector residencial.

Referencias Bibliográficas

- Albaladejo, A. (2020, julio 8). *Tendencias del consumo de agua tras la COVID-19*.
<https://www.iagua.es/noticias/acciona/tendencias-consumo-agua-covid-19>
- Arellano, A., Izurieta, C., Bravo, C., Merino, A., & Yépez, D. (2019). *Drinking water wastage through sanitary equipment Desperdicio de agua a través del equipo sanitario*. 2(2), 68–74.
- Benavides Muñoz, H. (2020, junio 19). *GESTIÓN DEL AGUA EN ÉPOCA DE PANDEMIA*.
<https://dialoguemos.ec/2020/06/gestion-del-agua-en-epoca-de-pandemia/>
- Castro, J. (2021, febrero 15). *Mayoría de familias mantuvo o redujo el consumo de agua en pandemia*. La República. <https://www.larepublica.net/noticia/mayoria-de-familias-mantuvo-o-redujo-el-consumo-de-agua-en-pandemia>
- El Universo. (2020, abril 5). *Consumo de agua potable aumenta en Ecuador debido al aislamiento obligatorio* / *Ecología* / *Noticias* / *El Universo*.
<https://www.eluniverso.com/noticias/2020/04/05/nota/7804908/consumo-agua-potable-aumenta-debido-aislamiento-obligatorio>
- Eras Guerrero, S. D. (2019). *RELACIÓN ENTRE LAS FUGAS DE AGUA Y CONSUMOS DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR RESIDENCIAL* [Universidad Nacional de Chimborazo].
<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/1381/1/UNACH-EC-AGR-2016-0002.pdf>
- Galván, C. (2020, diciembre 10). *Por pandemia, incrementó 12% consumo de agua para uso doméstico en Querétaro – Códice Informativo*. <https://codiceinformativo.com/2020/12/por-pandemia-incremento-12-consumo-de-agua-para-uso-domestico-en-queretaro/>
- Google Earth. (2020). *Google Earth*. <https://earth.google.com/web/search/Ambato,+Ecuador/@->

1.36845531,-78.49497719,2072.30886585a,177221.10165339d,35y,-

1.006677h,1.6626933t,0r/data=CnoaUBJKCiUweDkxZDM4MWEzN2ZIZjU1MWY6MHg
3YTJkYmMyNGQ4MzIxNjFiGZqdoKjHEfS_ITuT7Mfcp1PAKg9BbWJhdG8sIEVjdWFlk
b3IYAiA

Huaquisto Cáceres, S., & Chambilla Flores, I. G. (2019). Análisis Del Consumo De Agua Potable En El Centro Poblado De Salcedo, Puno. *Investigación & Desarrollo*, 19(1), 133–144. <https://doi.org/10.23881/idupbo.019.1-9i>

Jaramillo Londoño, A. M., Angel Uran, M. de los A., Betancourt Calderón, V., Castillo de la Ossa, A. D., López Amorocho, L. M., Lozano Moreno, C. C., Martínez Corredor, S. X., Parrado Ocampo, A. M., Rozo Molazo, M., Sepulvedo Rojas, K. S., Ocampo, P., Molano, M. R., Stivaliz, K., & Rojas, S. (2020). Consumo de agua potable domiciliaria durante el confinamiento por COVID-19 , en Bogotá (Colombia) Resumen. *Biociencias*, 4(1), 1–7. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/Biociencias/article/view/4398>

La Hora. (2020, marzo 19). *Aumenta el consumo de agua en Ambato durante la emergencia sanitaria: Noticias Tungurahua: La Hora Noticias de Ecuador, sus provincias y el mundo.* <https://www.lahora.com.ec/tungurahua/noticia/1102312978/aumenta-el-consumo-de-agua-en-ambato-durante-la-emergencia-sanitaria->

Lindao Rosero, V. K. (2018). *Incidencia de la calidad de agua potable en el consumo diario residencial en poblaciones menores a 150.000 habitantes* [Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/5097>

Martínez Díaz, J. P., & Beltrán Pinzón, J. C. (2018). *Análisis de la influencia de la temperatura en el comportamiento de la dotación neta residencial a partir de datos de consumo de agua*

en Colombia. Universidad de la Salle.

Minitab18. (2018a). *El estadístico de Anderson-Darling - Minitab.* <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/normality/the-anderson-darling-statistic/>

Minitab18. (2018b). *Qué hacer con datos no normales - Minitab.* <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/normality/what-to-do-with-nonnormal-data/>

Minitab18. (2019a). *Interpretar los resultados clave para Gráfica de caja.*

Minitab18. (2019b). *Interpretar los resultados clave para la ANOVA de un solo factor - Minitab.* <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/anova/how-to/one-way-anova/interpret-the-results/key-results/>

Minitab19. (2019a). *Interpretar los resultados clave para la Transformación de Johnson - Minitab.* <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/19/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/quality-tools/how-to/johnson-transformation/interpret-the-results/key-results/>

Minitab19. (2020). *¿Qué es ANOVA? - Minitab.* <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/19/help-and-how-to/statistical-modeling/anova/supporting-topics/basics/what-is-anova/>

Molina, A., Pozo, M., & Serrano, J. (2018). *Agua, saneamiento e higiene: medición de los ODS en Ecuador* (C. Aguas (ed.)).

Molina, E., Quesada, F., Calle, A., Ortiz, J., & Orellana, D. (2018). Consumo sustentable de agua

en viviendas de la ciudad de Cuenca. *Ingenius*, 20, 28–38.

Mora Carrión, M. A. (2019). *Análisis de la Variación Estacional del Consumo Residencial de Agua Potable de la Ciudad de Cuenca*. Universidad del Azuay.

Peña Cerda, D. M. (2019). *CATEGORIZACIÓN DE LOS PRINCIPALES FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO DE AGUA POTABLE* [Universidad Nacional de Chimborazo].
<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/1381/1/UNACH-EC-AGR-2016-0002.pdf>

Salazar Molina, M. A. (2020). Universidad Nacional De Chimborazo. En *Determinación del Coeficiente de variación del consumo diario de agua potable en ciudades menores a 150000 habitantes*.

Tipan, J. C. (2017). Estudio del consumo de agua potable en sectores residenciales de la zona centro de la ciudad de Ambato y su incidencia en la curva de consumo diario. *Repo.Uta.Edu.Ec*, 115. [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26837/1/Tesis 1181 - Tipán Jinde Julio César.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26837/1/Tesis%201181%20-%20Tip%C3%A1n%20Jinde%20Julio%20C%C3%A9sar.pdf)

WatEner. (2020, abril 16). *Cambios en el Consumo de Agua y la Previsión de la Demanda durante la crisis de la COVID-19* | WatEner. <http://watener.com/index.php/cambios-en-el-consumo-de-agua-y-la-prevision-de-la-demanda-durante-la-crisis-de-la-covid-19/?lang=es>

Yuquilema Alvarado, C. M. (2020). *CORRELACIÓN ENTRE LA FRECUENCIA DE COCINAR Y EL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR RESIDENCIAL [UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO]*.
<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/677%0Ahttp://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/1381/1/UNACH-EC-AGR-2016-0002.pdf>