



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS HISTÓRICOS DE AGUA POTABLE DEL  
CANTÓN CATAMAYO**

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

**Autor:**

Fernando Atahualpa Sarango Guayllas

**Tutor:**

Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga. Mgs.

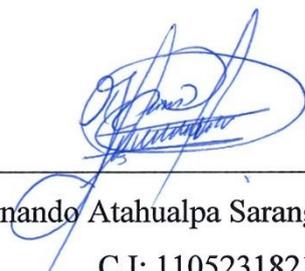
**Riobamba, Ecuador. 2023**

## DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, **Fernando Atahualpa Sarango Guayllas** con cédula de ciudadanía **1105231821**, autor del trabajo de investigación titulado: **“Análisis de los consumos históricos de agua potable del cantón Catamayo”**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de nuestra exclusiva responsabilidad.

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

En Riobamba 29 de mayo de 2023,



Fernando Atahualpa Sarango Guayllas

C.I: 1105231821

## DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**Análisis de los consumos históricos de agua potable del cantón Catamayo**”, presentado por **Fernando Atahualpa Sarango Guayllas**, con cédula de identidad número **1105231821** certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 10 de noviembre 2023

Ing. Diego Javier Barahona Rivadeneira PhD.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO**



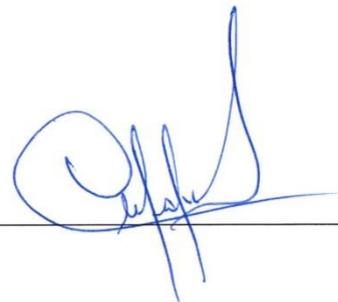
---

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



---

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



---

Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga MSc..  
**TUTOR**



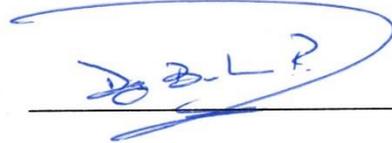
---

## CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**Análisis de los consumos históricos de agua potable del cantón Catamayo**”, presentado por **Fernando Atahualpa Sarango Guayllas**, con cédula de identidad número 1105231821, bajo la tutoría de **Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga**; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 10 de noviembre 2023.

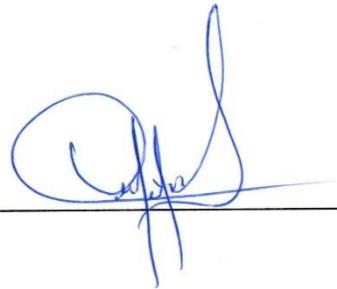
Ing. Diego Javier Barahona Rivadeneira PhD.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO**



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



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



Ing. MSc. Alfonso Patricio Arellano Barriga.  
**TUTOR**





Dirección  
Académica  
VICERRECTORADO ACADÉMICO



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

# CERTIFICACIÓN

Que, **SARANGO GUAYLLAS FERNANDO ATAHUALPA** con CC: **110523182-1**, estudiante de la Carrera de **INGENIERÍA CIVIL, NO VIGENTE**, Facultad de **INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS HISTÓRICOS DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN CATAMAYO**", cumple con el 2%, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **URKUND** porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 30 de octubre de 2023

Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga. Mgs.  
**TUTORA TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto de titulación va dedicada a toda mi familia en especial a mis padres José Sarango y Marianita Guayllas, que nunca se rindieron y siempre confiaron en mi durante toda mi trayectoria académica, a mis hermanos Segundo, Túpac y Luz que me fomentaron el valor más bonito como la unidad, sacrificio y esfuerzo mismo que me sirvió para poder llegar a esta meta. A mi abuelito Juan Sarango que siempre me estuvo apoyando desde el cielo, final mente a mis dos grandes amigos colegas y compañeros Joel Villalta y Leonardo Moyón que nunca me dejaron de extenderme la mano y siempre estuvieron ahí durante toda mi trayectoria académica.

*Fernando Sarango Guayllas*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco infinita mente a mis padres por el gran sacrificio económico que tuvieron que hacer para que yo pudiera terminar mi carrera académica, a mis hermanos por ser el complemento fundamental de una verdadera familia, al Ing. Alfonso Arellano que más allá de ser una gran persona académica e intelectual resalta por ser un gran ser humano, haciendo que ese tipo de docentes den mayor jerarquía a la universidad.

*Fernando Sarango Guayllas*

## ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCION.....	12
1.1 ANTECEDENTES.....	12
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	18
1.4 OBJETIVOS.....	18
1.4.1 General.....	18
1.4.2 Específicos.....	18
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	19
3. CAPÍTULO III. METODOLOGIA.....	22
4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
4.1 RESULTADOS.....	23
4.1.1 Análisis estadístico descriptivo.....	24
4.1.2 Prueba de normalidad y homocedasticidad.....	25
4.1.3 Clasificación Tipo Semáforo.....	26
4.1.4 Gráfico de Intervalos.....	27
4.1.5 Análisis ANOVA.....	29
4.1.6 Prueba Tukey.....	29
4.1.7 Coeficiente de variación de consumo (Kd).....	30
4.1.8 Comparación entre poblaciones similares.....	31
4.1.9 Análisis sin considerar eventualidades.....	32
4.1.10 Coeficiente de variación sin eventualidades.....	34

4.2 DISCUSIÓN .....	35
5. CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	38
5.1 CONCLUSIONES .....	38
5.2 RECOMENDACIONES .....	39
6. BIBLIOGRAFÍA .....	40
7. ANEXOS .....	42

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Valores de coeficiente kd de las poblaciones que han sido analizadas. ....	13
<b>Tabla 2.</b> Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable. ....	17
<b>Tabla 3.</b> Datos válidos y depurados. ....	24
<b>Tabla 4.</b> Resultados de los consumos medios históricos del cantón Catamayo. ....	24
<b>Tabla 5.</b> Clasificación tipo semáforo. ....	27
<b>Tabla 6.</b> Análisis de varianzas de consumos medios. ....	29
<b>Tabla 7.</b> Cálculo del coeficiente kd para la ciudad de Catamayo. ....	30
<b>Tabla 8.</b> Resultados de ciudades con similitudes en su población. ....	31

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Ubicación de la zona de estudio (Catamayo). ....	15
<b>Figura 2</b> Desarrollo secuencial de la investigación. ....	22
<b>Figura 3</b> Distribución normal de los datos. ....	25
<b>Figura 4</b> Prueba de homocedasticidad .....	26
<b>Figura 5</b> Variabilidad del consumo de agua potable de Catamayo. ....	28
<b>Figura 6</b> Representación del resultado de la Prueba de Tukey. ....	29
<b>Figura 7</b> Coeficientes de variación de poblaciones similares en población a Catamayo. ....	32
<b>Figura 8</b> Variabilidad del consumo de agua potable de Catamayo. ....	33
<b>Figura 9</b> Comparación entre coeficientes de variación .....	34

## RESUMEN

El déficit en la cobertura de agua en las poblaciones del Ecuador resulta por diversos factores, entre los principales están: factores socioeconómicos, sociodemográficos, climatológicos de gestión y calidad del agua. A su vez la utilización de una norma desactualizado en los diseños de los sistemas de agua potable agravaría la situación. Por tal motivo esta investigación tiene como objetivo analizar los consumos históricos de agua potable del cantón Catamayo de la provincia de Loja. Los datos obtenidos respecto a los consumos mensuales de agua potable por usuario de la zona residencial del cantón por parte del departamento municipal de agua potable y alcantarillado del cantón Catamayo corresponden a un periodo desde enero de 2010 hasta mayo de 2022. Se depuró manualmente los datos primarios mediante el programa Excel para eliminar valores anómalos y con el software Minitab retirar datos atípicos, a través de un análisis estadístico se establece que el consumo máximo histórico en el cantón Catamayo fue de  $30.175 \text{ m}^3$  registrado en junio de 2020, el consumo mínimo histórico se dio en mayo del mismo año con  $11.649 \text{ m}^3$  y la media histórica fue de  $18.444 \text{ m}^3$ . Con los resultados obtenidos en el análisis estadístico se determinó el coeficiente de variación de consumo máximo diario para el cantón Catamayo ( $K_d = 1.64$ ). Este valor al compararse con el rango del  $k_d$  establecido por la norma ecuatoriana CPE INEN 005-9-1 (1.3 – 1.5), se evidencia que el  $K_d$  encontrado para el cantón se encuentra sobre el rango de la Norma, lo que evidencia la existencia de un déficit en la cobertura de agua. Este resultado podrá generar sistemas de agua potable eficientes para el cantón Catamayo.

**Palabras clave:** Agua potable, coeficiente de variación de consumo máximo diario, consumo histórico, sistemas de agua potable.

## ABSTRACT

The deficit in water coverage in the populations of Ecuador is the result of several factors, among the main ones are socioeconomic, socio-demographic, climatological, management, and water quality factors. In turn, the use of an outdated standard in the design of drinking water systems would aggravate the situation. For this reason, the objective of this research is to analyze the historical consumption of drinking water in the canton of Catamayo in the province of Loja. The data obtained regarding the monthly consumption of drinking water per user in the residential area of the canton by the municipal department of Drinking Water and sewerage of Catamayo corresponds to a period from January 2010 to May 2022. The primary data was manually cleaned using the Excel program to eliminate anomalous values and with the Minitab software to remove atypical data, through statistical analysis, it was established that the maximum historical consumption in the Catamayo canton was 30,175 m<sup>3</sup> recorded in June 2020, the minimum historical consumption was in May of the same year with 11,649 m<sup>3</sup> and the historical average was 18,444 m<sup>3</sup>. With the results obtained in the statistical analysis, the coefficient of variation of maximum daily consumption was determined for the Catamayo canton ( $K_d = 1.64$ ). This value, when compared to the  $K_d$  range established by the Ecuadorian standard CPE INEN 005-9-1 (1.3 - 1.5), shows that the  $K_d$  found for the canton is above the range of the standard, which evidences the existence of a deficit in water coverage. This result could generate efficient drinking water systems for the canton of Catamayo.

**Key words:** Drinking water, coefficient of variation of maximum daily consumption, historical consumption, drinking water systems.



JHON JAIRO INCA  
GUERRERO

Reviewed by:

Msc. Jhon Inca Guerrero.

**ENGLISH PROFESSOR**

C.C. 0604136572

## **1. CAPÍTULO I. INTRODUCCION.**

### **1.1 ANTECEDENTES**

La dotación de agua potable es un problema que se presenta en pleno siglo XXI, con mayor presencia en países con subdesarrollo (Durán & Torres, 2006). En el continente americano millones de personas aún carecen del servicio. Se estima que en el 2017, 28 millones de personas carecían de un servicio digno de agua potable (Organización Panamericana de la Salud, 2019).

En el Ecuador la cobertura de servicio de agua potables es de 83.70% (ARCA, 2019). Mientras que a nivel de prestador publico corresponde a 79.29% (ARCA, 2020). La mala administración pública, el escaso control de invasión territorial y poca inversión en el sistema de agua potable, son causantes del déficit en la cobertura del suministro. (Nieto Jara, 2017).

Una de las causas para la selección de dotaciones inadecuadas puede ser la utilización de la norma CPE INEN 005-9-1, norma creada en los años 70 que no ha sufrido actualizaciones relevantes hasta la fecha. Los cambios climáticos y condiciones demográficas de hoy en día, son factores que aportan al déficit de cobertura de agua potable (Arellano et al., 2018).

En el presente trabajo se analiza el consumo histórico de la variación de agua potable en la zona residencial del cantón Catamayo con datos correspondientes a 12 años. Este trabajo formará parte del proyecto de variación de consumos históricos de agua potable para poblaciones menores a 150000 habitantes. El coeficiente actualizado permitirá determinar la variación del consumo real, y en un futuro, construir y mejorar los sistemas de agua potable que cumplan con la demanda para la población.

**Tabla 1.** *Valores de coeficiente kd de las poblaciones que han sido analizadas.*

Provincia	Cantón	Autor	Población (habitantes)	Usuarios	desde	hasta	Número datos	Consumo mensual promedio	Consumo máximo	kd
Chimborazo	P. Sta. Marianita	Peña Ronny	205	62	ene-16	may-20	3286	8,71	37,03	4,25
	P. El Quinche	Peña Ronny	217	67	ene-16	may-20	3551	12,3	23,13	1,88
	Tamaute	Peña Ronny	237	114	ene-13	may-20	8778	9,63	20,06	2,08
	P. San Miguel	Peña Ronny	250	49	ene-16	may-20	2597	10,34	34,04	3,29
	P. San Pedro	Peña Ronny	300	84	ene-16	may-20	4452	8,84	20,59	2,33
	P. Grande	Peña Ronny	320	88	ene-16	may-20	4664	13,47	25,93	1,93
	Penipe	Peña Ronny	2089	709	ene-19	may-20	12762	8,64	13,44	1,56
	Chunchi	Sela Lorena	3784	1375	ene-15	nov-20	87736	15,44	19,78	1,28
	Guamote	Sela Lorena	2648	1348	ene-16	sep-20	34865	20,7	41,46	2,00
	Alausí	Chávez Katherine	5563	2013	ene-06	2021	362340	27,14	35,31	1,30
	Chambo	Chávez Katherine	3639	2023	feb-17	jul-21	97104	20,63	27,13	1,32
	Colta	Chávez Katherine	2295	1023	2017	2021	49104	18,77	27,22	1,45
	San José de Chazo	Vilema Darwin	2734	1056	2016	2021	50688	9,48	14,84	1,57
	Chingapules San Gerardo	Vilema Darwin	2242	418	2011	2021	50160	9,36	15,1	1,61
	Ilapo-Chingazos	Vilema Darwin	1613	505	2018	2021	21115	7,72	9,88	1,28
	San Japamba	Vilema Darwin	1428	265	2016	2021	15900	7,86	16,83	2,14
	Calshi Grande	Vilema Darwin	791	367	2017	2021	17616	6,61	7,79	1,18
Riobamba	Saltos Angie	146324	29877	2016	jun-20	1613358	17,58	20,77	1,18	
Bolívar	Chillanes	Hinojosa Lisseth	2681	1070	2018	jun-20	32070	9,13	12,51	1,37
	Chimbo	Hinojosa Lisseth	4402	1801	2018	jun-20	54030	14,1	20,38	1,45
	Echeandía	Hinojosa Lisseth	6170	2604	2018	jun-20	78120	13,4	15,13	1,13
	Guaranda	Hinojosa Lisseth	23874	5671	2009	jun-20	782598	15,17	20,03	1,32
Cañar	Cañar	Chávez Katherine	11114	4440	feb-18	dic-20	159840	18,22	24,38	1,34
	Tambo	Chávez Katherine	2883	2283	ene-15	jul-21	164376	15,81	19,83	1,25

Carchi	Mira	Jiménez Javier	5994	1632	ene-14	jun-20	127296	12,84	19,754	1,54
	El Ángel	Jiménez Javier	6325	1840	ene-14	jun-20	14352	14	19	1,28
Imbabura	San Miguel de Urcuquí	Jiménez Javier	d15671	5077	ene-14	jun-20	396006	11	15	1,34
	Antonio Ante (Atuntaqui)	Anangonó Evelyn	43518	3254	ene-11	dic-20	660000	16,94	26,12	1,54
	Cotacachi	Anangonó Evelyn	40036	2468	ene-12	sep-20	705600	16,53	36,85	2,23
	Ibarra	Caicedo Alex	181175	38118	ene-10	jul-21	4532730	16,08	19,55	1,22
Morona	Pablo Sexto	Guayara Francis	1823	409	2004	jul-05	76483	13,21	23,46	1,78
	Palora	Guayara Francis	6936	2017	2017	jul-05	84714	9,72	14,35	1,48
	Huamboya	Guayara Francis	8466	486	2017	jul-05	18954	11,48	19,45	1,69
	Morona	Guayara Francis	41155	7573	2010	jul-05	946625	17,64	23,51	1,33
	Sucúa	Nieto Gisell	18318	5469	ene-07	abr-21	946,137	18,25	34,93	1,91
	Santiago de Méndez	Nieto Gisell	9295	633	jun-15	mar-21	39879	20,57	33,61	1,63
	Limón Indanza	Nieto Gisell	9722	1148	may-06	jul-21	210084	18,92	27,17	1,44
Pastaza	Puyo	Salazar Bryan	33557	11214	jun-10	sep-20	852539	24,25	31,52	1,30
Napo	Tena	Fernández Carla	23307	4497	may-10	jul-20	357966	38,87	57,53	1,48
	Carlos Julio Arosemena Tola	Fernández Carla	931	710	feb-08	sep-20	49780	19,93	27,75	1,39
Cotopaxi	Latacunga	Cazorla Miguel	63842	13734	ene-09	dic-20	1375482	23,41	33,05	1,41
Tungurahua	Ambato	Sailema Karla	165258	49414	ene-10	dic-20	6522648	18,13	24	1,35
	Baños	Llerena Valeria	25043	6000	ene-10	may-21	864000	19,96	26,75	1,34
	Patate	Llerena Valeria	15825	1500	ene-10	mar-21	216000	14,04	22,86	1,63
	Píllaro	Ramos Isabel	43371	6000	ene-15	may-21	720000	9,98	13,16	1,32
	Pelileo	Ramos Isabel	66836	5000	ene-10	may-21	864000	19,15	29,9	1,56
Pichincha	Juan Montalvo	Chimarro Karina	12000	2374	ene-10	jul-21	502992	15,97	19,29	1,21
	Cayambe	Anangonó Evelyn	85795	4404	ene-08	dic-20	931944	20,15	23,56	1,17
	Rumiñahui	Ambato Lisbeth	85852	17036	ene-18	ago-21	673,487	20,24	32,4	1,60
	Machachi	Machado E.	16515	6820	nov-13	sep-21	641,08	19,87	24,52	1,23
Santo Domingo	Santo Domingo	Reino Richard	450000	53666	ene-18	dic-20	1713272	16,84	18,39	1,09

Fuente: A Arellano, (2022)

La presente investigación analiza datos de la variación de consumo histórico mensual de lecturas de agua potable del cantón Catamayo provincia de Loja.



**Figura 1** Ubicación de la zona de estudio (Catamayo).

**Fuente:** (Viajandox, 2022)

Este cantón está dividido en 5 parroquias con Catamayo como su cabecera cantonal, que tiene un área de 14700.00 hectáreas y la parte rural con un área de 50484.34 hectáreas. En habitantes Catamayo es el segundo cantón más grande de la Provincia de Loja con 30.638 habitantes de los cuales 22.697 corresponden a la cabecera cantonal (INEC, 2010).

La parte urbana a diferencia de la parte rural ha sufrido incremento poblacional más allá de lo calculado para el año 2022, esto se debe a la migración de sus parroquias rurales hacia la cabecera cantonal (GAD Catamayo, 2021).

El cantón está situado al sur del Ecuador y al oeste de la ciudad de Loja. Sus principales actividades económicas son la agricultura con el 80% y ganadería con 20%. En los últimos años se viene repotenciando el turismo que genera comercio y manufactura (CICAD/OAS, 2016). El cultivo de la caña de azúcar con 1.981 hectáreas es su principal actividad de producción agrícola (Municipio de Catamayo, 2020).

Su clima es subtropical húmedo y cálido seco con temperaturas promedio al año de 24°C a 26°C. Catamayo por su conexión vial obligatoria a 15 cantones de la provincia y al ser un conector directo con las provincias de la costa, es considerado troncal de paso y zona céntrica de comercio (Municipio de Catamayo, 2020).

La ciudad de Catamayo tiene dos tipos de fuentes de captación. El 73.36% es superficial y el 26.64% es subterráneo. Aportando 3.243 m<sup>3</sup>/día y 1.177 m<sup>3</sup>/día respectivamente (Costa, 2013).

El servicio de distribución de agua potable es 64% mediante tubería PVC con cobertura de 416 ha. Mientras que el 36% se distribuye mediante tubería Flex con cobertura de 232 ha, que al ser material flexible de polietileno presenta grandes fugas (Costa, 2013). Se plantea en proyecciones futuras mediante gestiones del GADM Catamayo sustituir la tubería Flex por PVC en un 100%, hecho que no se lo ha realizado por falta de presupuesto (Multicanal Catamayo, 2022).

La cobertura de agua potable en Catamayo es de 68%, existiendo un déficit del 32%, razón por la cual se evidencia barrios con el servicio de agua potable intermitente (Costa, 2013). El 25% de la población es abastecido mediante sistema de bombeo por estar 100 metros más arriba de la cota de captación. Según DEMAPAL (Departamento Municipal de Agua Potable y Alcantarillado) del cantón Catamayo, necesitarán implementar nuevos tanques en zonas más altas para cubrir la demanda (Costa, 2013).

Según el CPE INEN 005-9-1 (1992), en base a nuestros datos del coeficiente de variación de consumo de la ciudad analizada, calculamos el caudal máximo diario aplicando la siguiente formula.

$$Q_{m\acute{a}x.dia} = Kd * Q_{med.dia} \quad \text{Ecuación 1}$$

**Donde:**

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

$Kd$ : Coeficiente de variación de consumo

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

Cuando no contamos con el valor  $Kd$  aplicamos los valores de (1.3 ; 1.5) según la norma CPE INEN 05 parte 9-1 (INEN, 1992). Teniendo presente que no se debe exceder el caudal máximo diario de acuerdo con la Tabla 2.

**Tabla 2.** Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable.

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

**Fuente:** (CPE INEN 005-9-1, 1992)

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el cantón Catamayo los principales problemas en el desabastecimiento del agua potable a la población son: los asentamientos clandestinos, la migración de sus parroquias rurales hacia la zona céntrica del cantón y la creación de tanques de reserva subdimensionados. Catamayo tiene la necesidad de crear nuevos tanques de reserva para poder cubrir la demanda del caudal máximo diario requerido por habitante.

El 36% del sistema de agua potable es aún mediante manguera Flex, que ya ha cumplido su vida útil. Desde el año 2013 DEMAPAL viene trabajando en un plan maestro de mejoramiento de agua potable para la ciudad. La norma CPE INEN 005-9-1 considera un coeficiente de variación no actualizado, que podría estar influyendo en el subdimensionamiento de los elementos en los sistemas de agua potable; por tal motivo es necesario un estudio en base a datos históricos actuales de cada población, para actualizar el coeficiente  $K_d$  que cubra la demanda.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

El presente trabajo tiene como finalidad actualizar el coeficiente de variación  $k_d$  del cantón Catamayo, para determinar el caudal máximo diario requerido de la población actual. Los resultados encontrados en este estudio pasarán a formar parte del proyecto de investigación “Determinación de la variación de consumo de agua potable en ciudades menores a 150000 habitantes del Ecuador.

### **1.4 OBJETIVOS**

#### **1.4.1 General**

- Analizar los consumos históricos de agua potable en la ciudad de Catamayo.

#### **1.4.2 Específicos**

- Depurar manualmente los datos primarios con la técnica de cajas y bigotes de la ciudad de Catamayo.
- Realizar el análisis estadístico de los datos procesados.
- Determinar los caudales máximos mínimos, medios y el coeficiente de variación mensual en base a los registros históricos procesados de la ciudad de Catamayo.

## **2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.**

Bravo & Merino, (2018) menciona que uno de los mayores retos de los gobiernos de hoy en día, es realizar la prestación de servicios básicos a la población, entre ellos el servicio de agua potable. El crecimiento poblacional ha generado que se desborden los límites urbanísticos, ocasionando que las entidades municipales, no puedan garantizar la prestación de servicios básicos como el agua potable. Aspectos como el deterioro climatológico y el daño a las fuentes de captación, vienen siendo factores importantes en la falta de cobertura de agua potable, por ende es necesario cuidar nuestras cuencas hidrográficas, ya que son fuentes de recarga y abastecimiento hídrico (Escolero Oscar et al., 2016).

Según Sánchez & Fries, (2020) en el Ecuador la región costa e insular carecen en mayor medida de fuentes hidrográficas de agua dulce, mientras que las regiones de la sierra y el oriente son más privilegiadas en este aspecto. El porcentaje de cobertura de agua en la región costa es bajo, llegando a un 75% de dotación a su población, a ello se suma problemas en la calidad del agua. Por otra parte, la región sierra goza de mejor calidad del agua y su porcentaje de cobertura es superior, obteniendo una dotación de 87.8%. A nivel nacional no existe igualdad en prestaciones de servicios básicos, puesto que de los 224 cantones que existen en el Ecuador, el 25,9% tiene una dotación menor al 40%.

Según Garzón & Ortiz, (2014) para toda entidad encargada de suministrar agua potable es fundamental conocer las variaciones de consumo que tiene cada usuario. En base a ello se puede conocer la demanda o requerimiento de cada uno. Es fundamental tener curvas características y patrones de consumos actuales de los diferentes tipos de beneficiarios, que pueda determinar el gasto diario neto real de cada residente.

Los consumos de agua potable también dependen de las condiciones climáticas. Es por ello que se considera que la aplicación de la norma INEN 005-9-1, utilizada para el diseñado

de sistemas de agua potable, no garantiza las dotaciones necesarias, porque no considera factores como el clima y condiciones demográficas actuales (Arellano et al., 2018).

Ambato & Machado, (2022), en su estudio realizado a dos cantones de la provincia de Pichincha (Machachi y Rumiñahui), establecen que el consumo de agua potable puede ser variable en cada Población. Esto resultaría como consecuencia de factores socioeconómicos demográficos y los hábitos de cada población.

Fernández & Salazar, (2021) mencionan que los factores socioeconómicos y hábitos de consumo aportan a la variación de gasto del agua potable, recalcando que la migración es un factor que influye en la disminución del consumo en zonas urbanas. Esto coincide en parte con lo mencionado por Ambato & Machado, (2022).

Salazar, (2020) realizó un estudio en base a datos de consumo de agua de 9 investigaciones en 11 ciudades del Ecuador entre los años 2013-2015. Analizó los consumos semestrales y mensuales de agua potable, encontrando el kd para poblaciones pequeñas (kd =1.04), medianas (kd =1.12) y grandes (kd = 1.10). Los resultados del análisis establecen que las ciudades medianas presentan mayores consumos de agua que las ciudades pequeñas y grandes.

Jiménez, (2021) en su estudio determinó el coeficiente de variación de consumo de agua kd para la ciudad más pequeña y grande de su investigación, encontrando un valor de 1.53 y 1.34 respectivamente. Este resultado confirma la teoría de que poblaciones pequeñas presentan mayores consumos de agua, expuesta por Salazar, (2020).

Hinojoza & Saltos, (2021) analizaron los datos históricos de consumo de agua de 5 cantones del Ecuador (1 de la provincia de Chimborazo y 4 de Bolívar). Según los resultados ratifican, que las poblaciones pequeñas son las que mayores consumos históricos de agua presentan. Obtuvieron valores de la variación de consumo de agua potable kd menores a los establecidos por la norma CPE INEN 005-9-1, en las ciudades más grandes de las analizadas

y valores sobre el rango especificado por la norma para las ciudades pequeñas; corroborando así a Salazar, (2020) y a Jiménez, (2021).

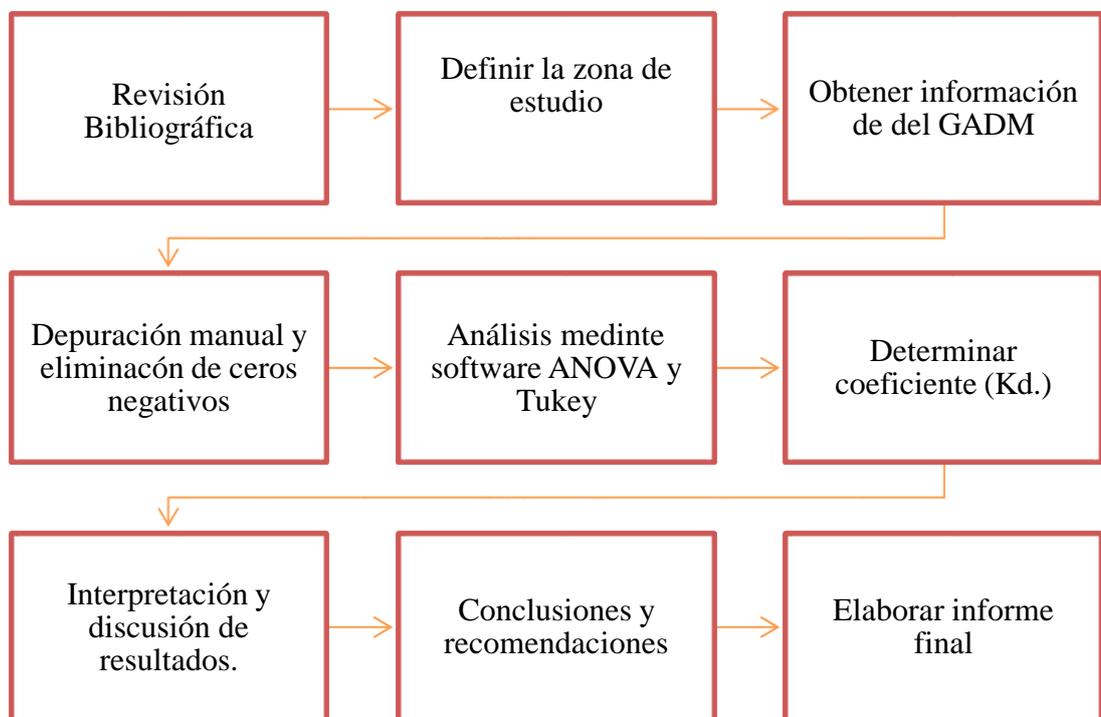
Walter et al., (2017) menciona que el agua embotellada cada vez va ganado mayor mercado, principalmente en las poblaciones desatendidas y olvidadas de los servicios básicos. Los usuarios al no contar con un sistema de agua potable y para garantizar su salud, optan con mayor frecuencia por recargar sus bidones. La calidad del agua se convierte en otro factor que influye en el consumo, porque el usuario según este aspecto de calidad, determina si aumentar o disminuir la compra de bidones con agua (Verónica Lindao, 2018).

Según Nieto, (2022) en su estudio realizado a tres ciudades de la Amazonia, establece que el periodo de pandemia por Covi-19 no afectó al incremento de consumo de agua potable. Al contrario, los máximos consumos de agua se dan fuera de este periodo, específicamente en el Año 2007 y 2015.

### 3. CAPÍTULO III. METODOLOGIA.

El proyecto se desarrolló de manera investigativa, utilizando métodos cuantitativos estructurados para facilitar la recopilación y análisis de la información. La investigación se realizó con el apoyo de softwares como él (Excel) y (Minitab). El propósito de este trabajo es obtener un coeficiente de variación actual para la ciudad de Catamayo.

A continuación, se presenta un esquema detallado sobre el desarrollo del proyecto:



**Figura 2** Desarrollo secuencial de la investigación.

**Fuente:** Sarango F. (2023)

El proceso investigativo parte de la búsqueda de información sobre variación de consumos de agua potable en artículos, revistas y fuentes bibliográficas confiables.

Luego buscamos una población del Ecuador que tenga menos de 150000 habitante, donde recopilamos datos de sus consumos históricos de agua potable. Para Analizar sus picos más altos y bajos y posibles factores que intervendrían en el déficit de cobertura.

Posteriormente con ayuda del Excel hacemos una limpieza de datos, mediante filtros, seleccionamos únicamente la zona residencial y eliminamos los ceros y consumos negativos, quedando listos para ingresar al Minitab.

Mediante el Minitab y haciendo uso del diagrama de cajas y bigotes procedemos a eliminar datos atípicos y a través de un análisis estadístico determinamos las medias de cada mes para poder graficar los intervalos de consumo, encontrando el caudal máximo medio y mínimo que servirán para encontrar el coeficiente  $kd$ , de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$kd = Q_{m\acute{a}x.dia} * Q_{med.diario} \quad [Ecuaci\acute{o}n \ 2]$$

**Donde:**

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

$Kd$ : Coeficiente de variación de consumo

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

## **4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 RESULTADOS**

El departamento Municipal de agua potable y alcantarillado del cantón Catamayo proporcionó información referente al consumo mensual de agua potable por usuario concerniente al sector residencial de la parte urbana. Se obtuvieron 854784 datos primarios (datos crudos) que corresponden desde enero de 2010 a junio de 2022. Estos datos entraron a una depuración manual con la finalidad de eliminar datos erróneos (ceros, negativos, y datos vacíos) que pudieran provenir de fallas en los registros y mediciones por parte de los medidores y personal encargado. Posteriormente mediante la técnica de cajas y bigotes en el software estadístico Minitab se eliminó 20375 datos atípicos, obteniendo finalmente 484085 datos que servirán para el propósito de la investigación.

La tabla 3 detalla los resultados la depuración manual de datos anómalos y atípicos. En el anexo 1 se aprecia la gráfica de cajas y bigotes de los meses analizados.

**Tabla 3.** *Datos válidos y depurados.*

<b>Ciudad</b>	<b>Datos crudos</b>	<b>Residenciales</b>	<b>Ceros y negativos</b>	<b>Valores atípicos</b>	<b>Datos válidos</b>
<b>Catamayo</b>	854784	615715	111255	20375	484085

**Fuente:** Sarango F. (2023)

#### 4.1.1 Análisis estadístico descriptivo

Tras la eliminación de valores anómalos y atípicos se realiza un análisis estadístico descriptivo de los datos válidos. Esto con la finalidad de determinar el consumo medio histórico diario para cada mes del periodo analizado. La tabla 4 evidencia dichos resultados y resalta en color rojo y azul el consumo mínimo y máximo respectivamente. Además, con color gris se muestra los meses que corresponden al periodo de confinamiento por pandemia(marzo-junio) de Covid-19 que se dio en el año 2020.

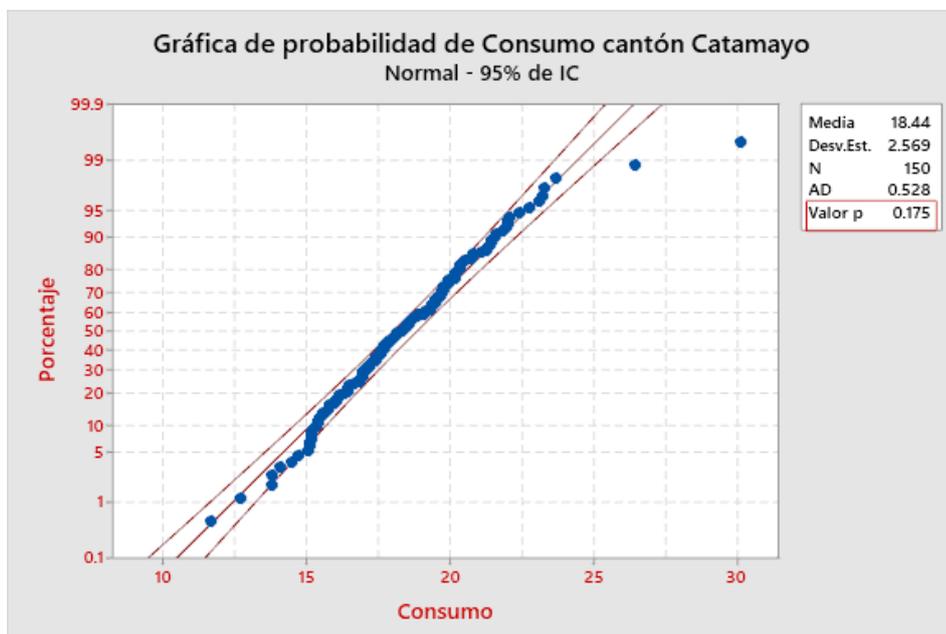
**Tabla 4.** *Resultados de los consumos medios históricos del cantón Catamayo.*

<b>Mes</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
ENERO	17.996	19.382	16.926	18.024	18.771	18.332	19.701	19.716	17.619	15.484	19.336	17.404	15.781
FEBRERO	23.296	19.778	16.981	20.165	19.891	20.445	20.759	18.514	15.225	17.259	16.969	17.884	16.842
MARZO	15.585	19.167	16.931	17.575	16.828	16.110	19.475	15.067	15.677	15.989	16.969	12.730	14.073
ABRIL	17.415	15.162	18.926	22.044	21.344	20.169	17.721	18.128	16.447	14.738	15.143	16.047	15.507
MAYO	20.166	18.455	18.692	18.660	19.768	19.355	20.359	16.439	16.336	15.440	11.649	18.566	16.995
JUNIO	18.673	17.582	20.232	19.487	17.714	19.968	17.140	19.377	16.478	15.841	30.175	17.134	13.802
JULIO	17.537	19.812	15.843	20.366	17.696	21.460	19.917	20.835	14.497	17.294	17.828	17.839	
AGOSTO	23.717	21.638	26.476	22.791	21.404	23.248	23.148	19.576	19.422	18.076	15.154	18.877	
SEPTIEMBRE	21.457	18.503	22.081	19.960	22.437	22.017	19.715	21.832	17.662	18.148	17.171	16.024	
OCTUBRE	17.456	17.199	18.398	19.665	17.577	21.554	18.158	19.078	17.344	16.674	17.019	17.784	
NOVIEMBRE	19.158	20.291	19.603	20.793	18.430	19.985	20.545	15.130	16.443	16.519	21.263	15.390	
DICIEMBRE	19.274	18.173	18.600	20.170	21.134	21.984	20.470	15.364	19.486	15.201	13.813	16.139	

**Fuente:** Sarango F. (2023)

#### 4.1.2 Prueba de normalidad y homocedasticidad

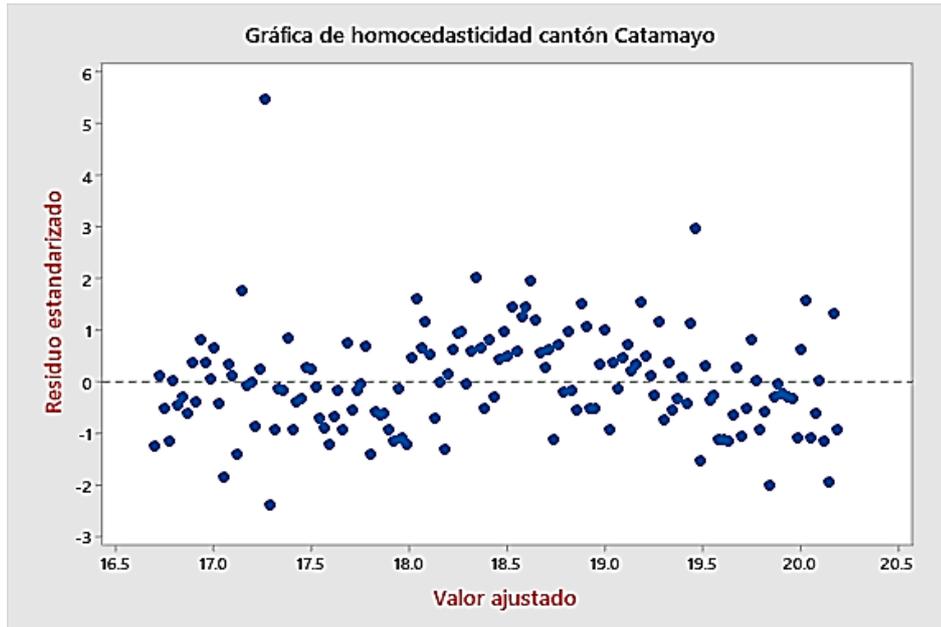
Se realiza la prueba de Normalidad empleando el método de Anderson Darling para conocer la distribución de los consumos históricos medios de agua potable de la zona urbana de Catamayo en la que se obtuvo un valor de P igual a 0.175. Este valor al ser mayor al nivel de significancia ( $P=0.05$ ), indica que la distribución de los datos es normal y no requiere de un ajuste. Obtener valores menores al grado de significancia, da a entender que se debería de realizar una transformación de datos para cumplir con la distribución normal de datos, en este caso es innecesario.



**Figura 3** Distribución normal de los datos.

**Fuente:** Sarango F. (2023)

Mediante la gráfica de residuo estandarizado vs valor ajustado que se muestra en la figura 4, se evidencia que los datos del periodo de análisis en los consumos de agua potable del cantón Catamayo están distribuidos de forma aleatoria.



**Figura 4** Prueba de homocedasticidad.

**Fuente:** Sarango F. (2023)

### 4.1.3 Clasificación Tipo Semáforo

A fin de conocer el tipo de consumo de agua potable que se da en el cantón Catamayo se realizó una clasificación por rangos mediante una tabla tipo semáforo. el color verde representa el consumo bajo que comprende valores entre 11.649 a 17.824 m<sup>3</sup>, el amarillo señala el consumo medio(moderado) con valores entre 17.825 a 24.00 m<sup>3</sup> y el celeste identifica al consumo alto que esta entre 24.001 a 30.175 m<sup>3</sup>.

**Tabla 5.** *Clasificación tipo semáforo.*

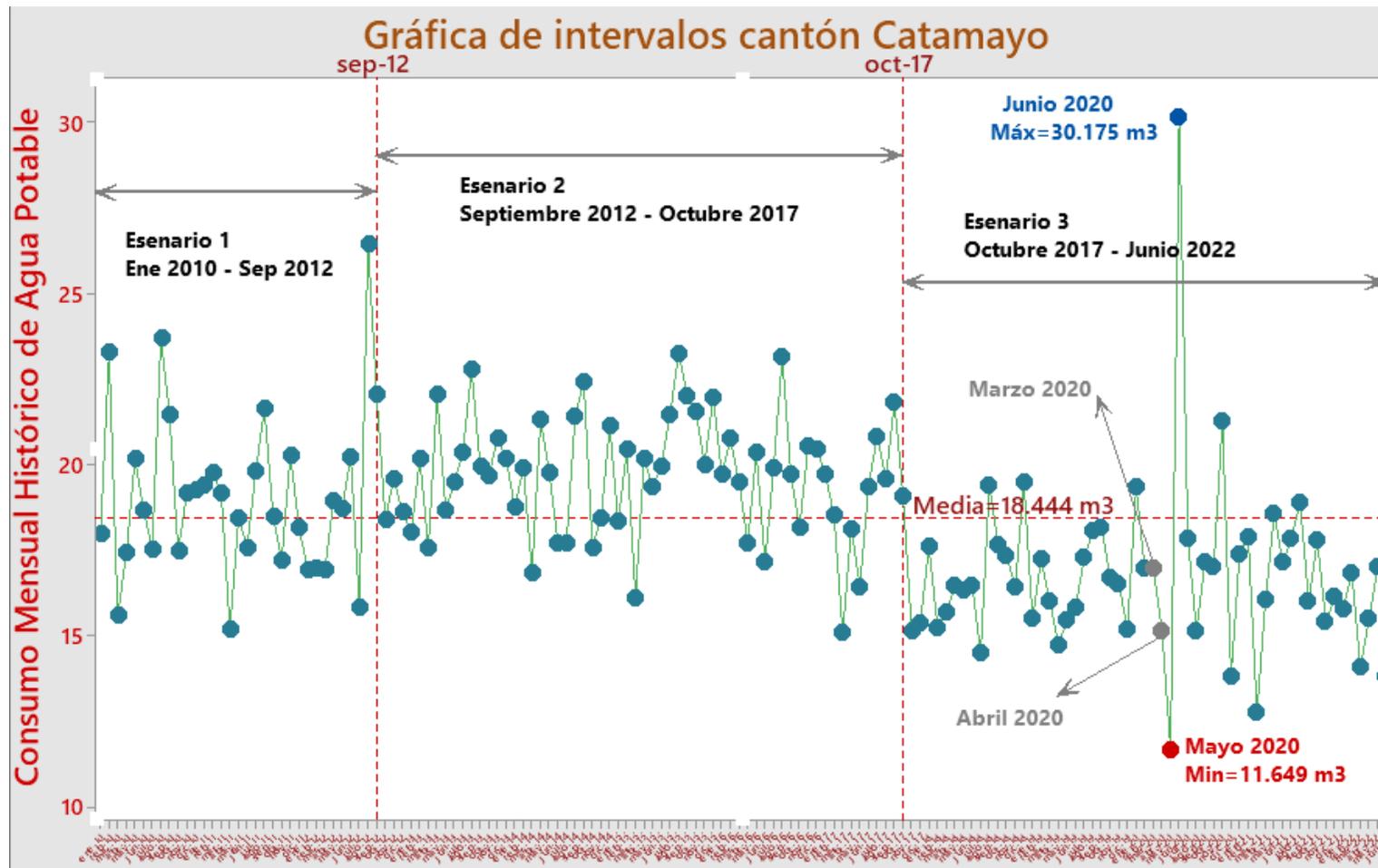
Mes	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
ENERO	17.996	19.382	16.926	18.024	18.771	18.332	19.701	19.716	17.619	15.484	19.336	17.404	15.781
FEBRERO	23.296	19.778	16.981	20.165	19.891	20.445	20.759	18.514	15.225	17.259	16.969	17.884	16.842
MARZO	15.585	19.167	16.931	17.575	16.828	16.110	19.475	15.067	15.677	15.989	16.969	12.730	14.073
ABRIL	17.415	15.162	18.926	22.044	21.344	20.169	17.721	18.128	16.447	14.738	15.143	16.047	15.507
MAYO	20.166	18.455	18.692	18.660	19.768	19.355	20.359	16.439	16.336	15.440	11.649	18.566	16.995
JUNIO	18.673	17.582	20.232	19.487	17.714	19.968	17.140	19.377	16.478	15.841	30.175	17.134	13.802
JULIO	17.537	19.812	15.843	20.366	17.696	21.460	19.917	20.835	14.497	17.294	17.828	17.839	
AGOSTO	23.717	21.638	26.476	22.791	21.404	23.248	23.148	19.576	19.422	18.076	15.154	18.877	
SEPTIEMBRE	21.457	18.503	22.081	19.960	22.437	22.017	19.715	21.832	17.662	18.148	17.171	16.024	
OCTUBRE	17.456	17.199	18.398	19.665	17.577	21.554	18.158	19.078	17.344	16.674	17.019	17.784	
NOVIEMBRE	19.158	20.291	19.603	20.793	18.430	19.985	20.545	15.130	16.443	16.519	21.263	15.390	
DICIEMBRE	19.274	18.173	18.600	20.170	21.134	21.984	20.470	15.364	19.486	15.201	13.813	16.139	

Fuente: Sarango F. (2023)

#### 4.1.4 Gráfico de Intervalos.

Mediante un diagrama o un gráfico de intervalos se ilustran los consumos medios históricos mostrados en la tabla anterior. Proceso que se realiza a fin de identificar de forma visual el comportamiento y la variabilidad del consumo de agua potable para el cantón Catamayo.

El consumo máximo histórico de agua potable para el cantón Catamayo durante el periodo analizado es de 30.175 m<sup>3</sup> y se representa en color azul. Por otra parte, el consumo mínimo registrado es de 11.649 m<sup>3</sup> y se lo muestra en color rojo. La media histórica del consumo de agua para esta población se aprecia con una línea roja entrecortada. Adicionalmente con color gris se evidencian los meses que corresponden a periodo de confinamiento por Covid-19.



● Consumo máximo     
 ● Consumo Mínimo     
 ○ Meses de Cuarentena     
 - - - - - Consumo Medio

**Figura 5** Variabilidad del consumo de agua potable de Catamayo.

**Fuente:** Sarango F. (2023)

#### 4.1.5 Análisis ANOVA

El análisis de varianza ANOVA indica la existencia de diferencias entre los datos de los consumos analizados. En dicha prueba se obtiene un valor de P igual a 0.000 para la población analizada, mismo valor que al ser menor al nivel de significancia(P=0.05) afirma la existencia de diferencias en los consumos de cada mes.

**Tabla 6.** *Análisis de varianzas de consumos medios.*

<b>Población</b>	<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
	Factor	149	3246576	21789,1	162,53	0,000
Catamayo	Error	482935	64744625	134,1		
	Total	483084	67991201			

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

**Fuente:** Sarango F. (2023)

#### 4.1.6 Prueba Tukey

Realizado el análisis de varianza ANOVA y luego de haber establecido la existencia de al menos una diferencia entre los consumos medios históricos se aplicó la prueba de TUKEY con la finalidad de identificar la relación existente entre los consumos. El anexo 2 evidencia dicho resultado.

<b>Factor</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>
jun-20	3643	30.175	A
ago-12	2800	26.476	B
ago-10	2131	23.717	C
feb-10	1898	23.296	C D E
feb-12	2668	16.981	
mar-20	3874	16.969	
feb-20	3874	16.969	
ago-20	4139	15.154	
abr-20	3491	15.143	
nov-17	3596	15.13	
mar-21	4141	12.73	
may-20	3508	11.649	

**Figura 6** Representación del resultado de la Prueba de Tukey.

**Fuente:** Sarango F. (2023)

#### 4.1.7 Coeficiente de variación de consumo (Kd)

Tras haber realizado el análisis estadístico descriptivo y una vez identificado el consumo máximo, mínimo y la media histórica se determina el valor del coeficiente de variación de consumo de agua potable para el cantón Catamayo. este valor se lo puede obtener mediante la ecuación propuesta por la norma CPE INEN 005-9-1, en la que se establece que el caudal máximo diario de diseño es igual a un valor de coeficiente de consumo por un caudal medio diario.

$$Q_{\text{máx. día}} = Kd * Q_{\text{med. día}}$$

**Donde:**

***Q<sub>máx. día</sub>***: Caudal máximo día.

***Kd***: Coeficiente de variación de consumo.

***Q<sub>med. día</sub>***: Caudal medio diario. (actual o futuro)

De la cual se obtiene que el coeficiente de variación es igual a la relación entre el caudal máximo y la media histórica.

En la tabla 7 se resumen los resultados del cálculo del coeficiente de variación y la cobertura actual para Catamayo.

**Tabla 7.** *Cálculo del coeficiente kd para la ciudad de Catamayo.*

<b>Población</b>	<b>Habitantes</b>	<b>Número de usuarios</b>	<b>Consumo máximo histórico</b>	<b>Consumo medio histórico</b>	<b>Kd</b>	<b>Cobertura de agua potable (2014)</b>
<b>Catamayo</b>	22 697	7 562	30.175	18.444	1.636	68 %

*Nota:*

**Habitantes (Censo 2010):** población registrada en el cantón.

**Número de usuarios:** número de medidores hasta mayo 2022.

**Consumo máximo. Histórico:** (m<sup>3</sup>/usuario/mes)

**Consumo medio histórico:** promedio de todo el registro histórico(m<sup>3</sup>/usuario/mes).

**Kd:** coeficiente de variación del consumo de agua potable.

**Fuente:** Sarango F. (2023)

#### 4.1.8 Comparación entre poblaciones similares

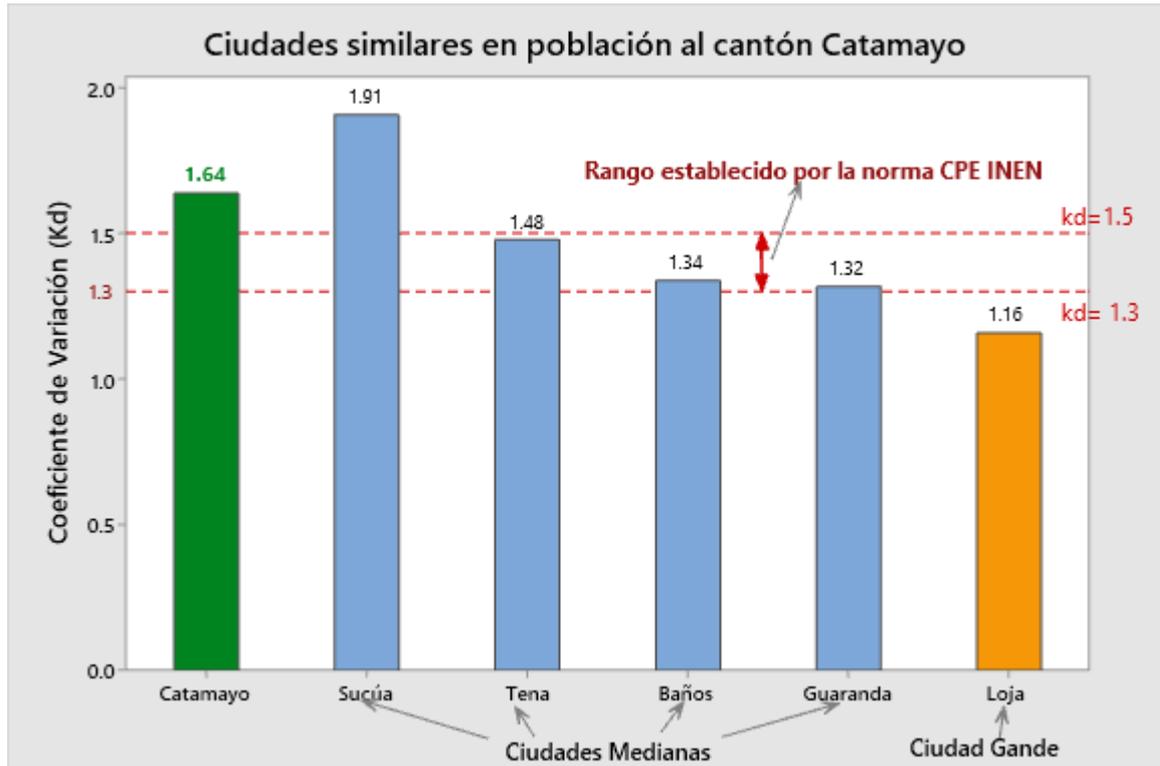
Es necesario realizar una comparativa entre los coeficientes de variación de consumo de agua potable de ciudades que mantengan similitudes en población, aunque no correspondan a la misma región que el cantón Catamayo. En vista que no existen poblaciones similares estudiadas más cercanas respecto a la actualización del coeficiente de variación de consumo de agua potable se realiza la comparativa con las poblaciones que se muestra en la tabla 8 ya que su población es similar a la de Catamayo.

**Tabla 8.** *Resultados de ciudades con similitudes en su población.*

<b>Ciudad</b>	<b>Población(habitantes) Censo (2010)</b>	<b>Kd</b>	<b>Región</b>	<b>Clima</b>
<b>Catamayo</b>	22 697	1.64	Sierra	Cálido Seco
<b>Sucúa</b>	18318	1.91	Amazónica	Cálido Húmedo
<b>Tena</b>	23307	1.48	Amazónica	Cálido Húmedo
<b>Baños</b>	25043	1.34	Sierra	Primaveral
<b>Guaranda</b>	23874	1.32	Sierra	Frio

**Fuente:** Sarango F. (2023)

Las ciudades comparadas son consideradas como medianas de acuerdo con el número de habitantes. En la figura 7, mediante una gráfica de barras se resalta el rango propuesto por la norma y los resultados de cada ciudad. Adicionalmente se realiza una comparación con el coeficiente de variación de la ciudad de Loja ya que es la ciudad más cerca estudiada, pero es considerada como una ciudad grande puesto que según el CENSO de 2010 tenía 180607 habitantes. Este proceso se lo realiza a fin de verificar si el número de habitantes en las poblaciones incide en el consumo de agua potable.



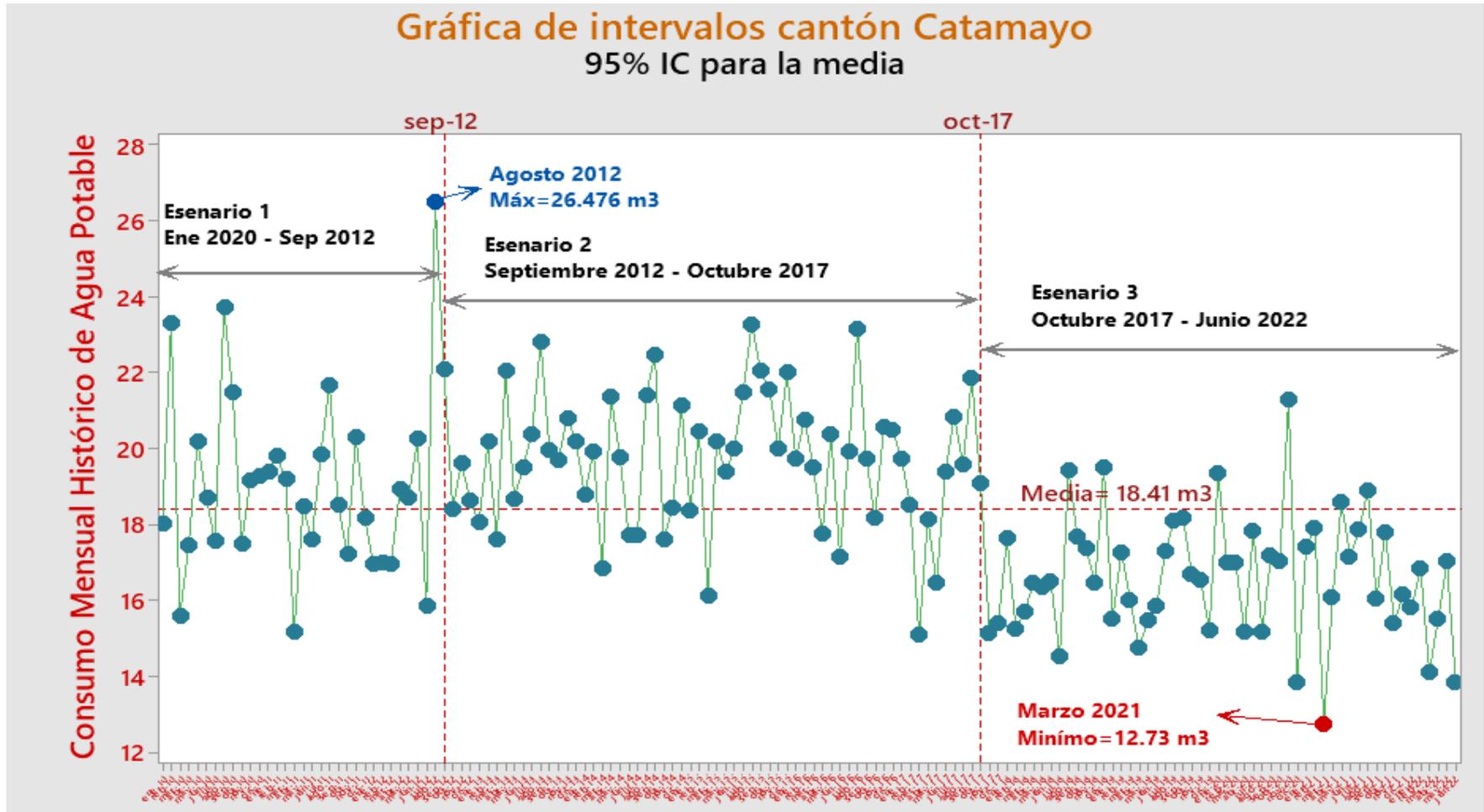
**Figura 7** Coeficientes de variación de poblaciones similares en población a Catamayo.

**Fuente:** Sarango F. (2023)

#### 4.1.9 Análisis sin considerar eventualidades

Se efectúa un nuevo análisis en el que no se considera el consumo mínimo del mes de mayo de 2020 y el máximo del mes de junio del mismo año. Esto se realiza puesto que estos consumos se salen de la tendencia clara que presenta el consumo de agua del cantón Catamayo en los otros meses estudiados y se podrían considerar como casos poco frecuentes o eventualidades.

La figura 8 muestra la nueva grafica de intervalos en la que se obtiene un nuevo valor para consumo máximo, mínimo y media histórica. Los valores para estos parámetros son de 26.476 m<sup>3</sup>, 12.73 m<sup>3</sup> y 18.411 m<sup>3</sup> respectivamente.



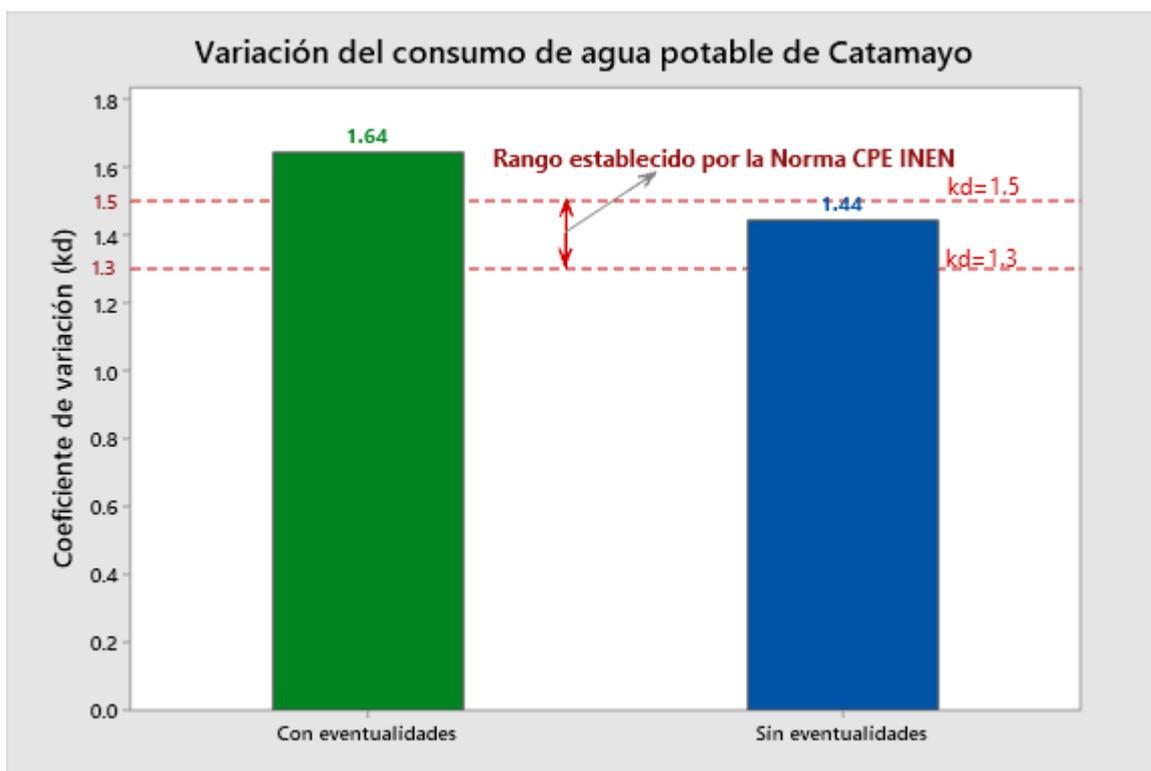
● Consumo máximo      ● Consumo Mínimo      - - - - Consumo Medio

**Figura 8** Variabilidad del consumo de agua potable de Catamayo.

**Fuente:** Sarango F. (2023)

#### 4.1.10 Coeficiente de variación sin eventualidades

Mediante la relación propuesta por la norma y utilizando los nuevos valores del consumo máximo y el valor de la media histórica se obtiene el nuevo valor kd. Obteniendo un valor de 1.44 mismo que al compararlo con el obtenido anteriormente (1.64) se aprecia la existencia de una diferencia significativa. Por otra parte, este nuevo valor de kd se encuentra dentro de lo establecido por la norma como se puede apreciar en la siguiente figura.



**Figura 9** Comparación entre coeficientes de variación.

**Fuente:** Sarango F. (2023)

## 4.2 DISCUSIÓN

Mediante la gráfica de intervalos para Catamayo se aprecia una variabilidad no homogénea en el consumo de agua potable, puesto que se alternan valores sobre y bajo la media histórica. La tendencia en el consumo de agua se presenta en tres escenarios, en el primero se presenta una variabilidad que puede ir entre los 15.20 m<sup>3</sup> y 26.50 m<sup>3</sup> aproximadamente, estos valores corresponden desde enero de 2010 a septiembre de 2012. En esta etapa se presenta un mes con consumo elevado correspondiendo al mes de agosto de 2012 con un caudal de 26.476 m<sup>3</sup> siendo este el segundo consumo máximo registrado durante el periodo de análisis.

El segundo escenario se da desde octubre del 2012 hasta octubre del 2017, en esta parte del periodo de análisis se muestra una variabilidad en el consumo de agua potable más estable que la del primer escenario, con una muy ligera inclinación hacia arriba en la tendencia del consumo agua potable. Esto es evidente puesto que, la mayor cantidad de datos de este rango se encuentra sobre la media histórica. Todo esto podría resultar como consecuencia de que en el mes de julio de 2012 se realizó un plan emergente de agua potable para Catamayo, que buscaba mejorar la dotación de agua en la zona urbana, coincidiendo con parte del estudio realizado por Arellano & Lindao (2019) quienes establecen que la gestión adecuada influye positivamente en el consumo de agua potable de las poblaciones.

A partir del mes de noviembre de 2017 que corresponde al escenario 3, se aprecia una notoria disminución en la tendencia del consumo de agua potable. Esta baja en el consumo de agua podría deberse, al incremento en la demanda de agua, como producto del aumento en la demografía de la población. El incremento en la densidad poblacional generalmente se da por la migración desde el campo a la ciudad en busca de mejores oportunidades laborales o de estudio. Lo cual coincide con Bayas (2018) quien establece que la demografía es un

factor determinante en la variabilidad del consumo de agua en las poblaciones, es decir a mayor número de habitantes requieren mayor cantidad de agua. A su vez esta disminución en la tendencia podría ser resultado de que, en el mes de julio de 2017 se implementó un incremento en la tarifa de agua, misma que influiría en la disminución del consumo residencial de agua por parte de los usuarios.

Al iniciar el periodo de confinamiento por Covid 19 el GADM del cantón Catamayo cambio las actividades laborables presenciales por telemáticas. Por tal razón, al no realizarse las lecturas de los medidores el personal encargado de registro del consumo de agua opto por estimar valores en los consumos de agua de estos meses, esto se evidencia puesto que en el mes de febrero y marzo de 2020 se registra el mismo consumo.

El consumo mínimo ocurrió en mayo del 2020 durante el período de confinamiento debido al Covid19. En investigaciones de otras ciudades pertenecientes al mismo proyecto, en las ciudades grandes que cuentan con establecimientos educativos medios y superiores, industrias, comercio y turismo, al paralizarse todo tipo de actividades las personas emigraron, probablemente para evitar pagar el alquiler de viviendas y también debido al miedo de lo que ocurría en esas ciudades, lo cual se reflejaba en una disminución de los consumos de agua de esos meses comparados con los mismos meses de años anteriores. Así mismo en ciudades pequeñas, pueblos, parroquias rurales y comunidades se notaba un ligero incremento en algunos casos y en otros un incremento grande de los consumos de agua. El segundo caso es más visible cuando los pueblos están relativamente cerca de la ciudad que fue abandonada y también cuando esa ciudad vivía especialmente del turismo. Cuando se observa el consumo máximo en junio de 2020, al terminar el período de aislamiento, se corrobora lo dicho arriba ya que los pobladores que abandonaron esa ciudad retornan porque ya se reactivaron las actividades educativas, laborables, turísticas y comerciales lo que se refleja en el aumento del consumo de agua potable. El efecto migratorio en esta ciudad es

más notable que en otras ya que los consumos medios de los meses de junio oscilan alrededor de los 18 m<sup>3</sup>/mes-usuario, pero en el 2020, al terminar el confinamiento, subió sobre los 30 m<sup>3</sup>/mes-usuario. Esto rechaza la suposición de algunas empresas de agua potable que cobraron arbitrariamente una factura más alta en los meses de confinamiento asumiendo que los consumos subieron ya que no pudieron registrarlos de los medidores. La movilización de personas es un fenómeno migratorio que está definido dentro del aspecto demográfico, lo cual confirma lo estudiado por Izureta,C; Arellano,A; Muñoz,G y por Arellano,A; Peña,D. que lo categorizan como uno de los factores más importantes que influyen en los consumos de agua potable en el Ecuador.

Durante gran parte del periodo de análisis se aprecia que el factor climatológico influye significativamente en el consumo de agua potable de este cantón. Los meses que corresponden a la época de verano presentan un mayor consumo, siendo el mes de agosto de cada año, en los que se consume mayor cantidad de agua. Por otra parte, en los meses con mayores precipitaciones invernales se muestra un consumo menor en comparación con el resto de los meses, lo que afirma el estudio realizado por Mora Carrión (2019). El mes de marzo y abril de cada año el consumo es menor.

La captación del agua para la ciudad de Catamayo se encuentra bajo la cota de distribución (ciudad), por tal razón, el abastecimiento funciona mediante bombeo desde el río boquerón. Por consiguiente, en épocas invernales se presentan dificultades puesto que ingresa material de sedimentación a la captación afectando la calidad del agua tanto en color y sabor principalmente. Esto se evidencia al encontrar que los meses con mayores precipitaciones invernales como marzo y abril se producen menores consumos de agua. Esto coincide una vez más con el estudio realizado por Lindao (2018) respecto a la calidad del agua y una parte del estudio realizado Bayas (2018) respecto a las precipitaciones.

Finalmente se determinó el coeficiente de variación de consumo de agua potable para esta ciudad obteniendo un valor de 1.64, valor que se encuentra sobre el rango establecido por la norma. Este resultado se comparó con el de otras ciudades investigadas medianas y una ciudad grande. Las ciudades consideradas similares en población son: Sucia, Tena, baños, Guaranda. La ciudad de Loja representa una ciudad grande respecto al número de habitantes que dispone. En esta comparación se evidencia que las poblaciones que presentan mayor número de habitantes obtienen un valor de coeficiente de variación más bajo. Esto mantendría la tendencia del estudio realizado por Salazar (2020) quien establece que ciudades grandes presentan menor consumo de agua que las medianas.

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

### **5.1 CONCLUSIONES**

El GADM del cantón Catamayo a través del departamento Municipal de agua potable y alcantarillado del cantón Catamayo proporcionó información referente al consumo mensual de agua potable por usuario en m<sup>3</sup>, en total 854784 datos del sector residencial de la parte urbana. Se eliminaron manualmente 111255 datos correspondientes a registros anómalos (ceros, negativos y celdas vacías) y mediante la técnica de cajas y bigotes se retiraron 20375 datos atípicos, obteniendo que 484085 datos son válidos para el análisis estadístico.

En el análisis estadístico se requirió de la prueba estadística ANOVA para determinar la existencia de diferencias en los consumos de cada mes del periodo analizado y mediante la Prueba de Tukey se estableció los rangos y el orden de los consumos medios, obteniendo un total de 90 rangos.

Mediante el gráfico de intervalos de los consumos medios de cada mes, se encontró que el consumo mínimo histórico fue de 11.649 m<sup>3</sup> y se dio en el mes de mayo de 2020, periodo en el que se dio la pandemia de Covid 19. Este valor presuntamente resulta por la migración de las personas de este cantón hacia la parte rural. Esto como consecuencia de la paralización

de todo tipo de actividades en la cabecera cantonal. Por otra parte, el máximo consumo histórico fue en el mes de junio del mismo año con 30.175 m<sup>3</sup>, mes en el que presumiblemente las personas refugiadas regresan a la ciudad abandonada al retomarse las actividades. Adicionalmente, se determinó que el valor del coeficiente de variación del consumo de agua para el cantón Catamayo es de 1.64, valor que se encuentra sobre del rango establecido por la norma (1.3 – 1.5).

## **5.2 RECOMENDACIONES**

Para el diseño, construcción o mejoras de sistemas de agua potable futuros se recomienda utilizar el valor del coeficiente de variación de consumo encontrado en esta investigación, puesto que se ajusta a las condiciones actuales de la población y abarca todas aquellas eventualidades que se hayan presentado durante el periodo de análisis. Este valor permitirá tener sistemas de agua potable eficientes que no sean sobre dimensionados ni subdimensionados. Además, se recomienda realizar estudios futuros a fin de actualizar dicho coeficiente puesto que con el paso de los años las características de las poblaciones tienden a cambiar progresivamente.

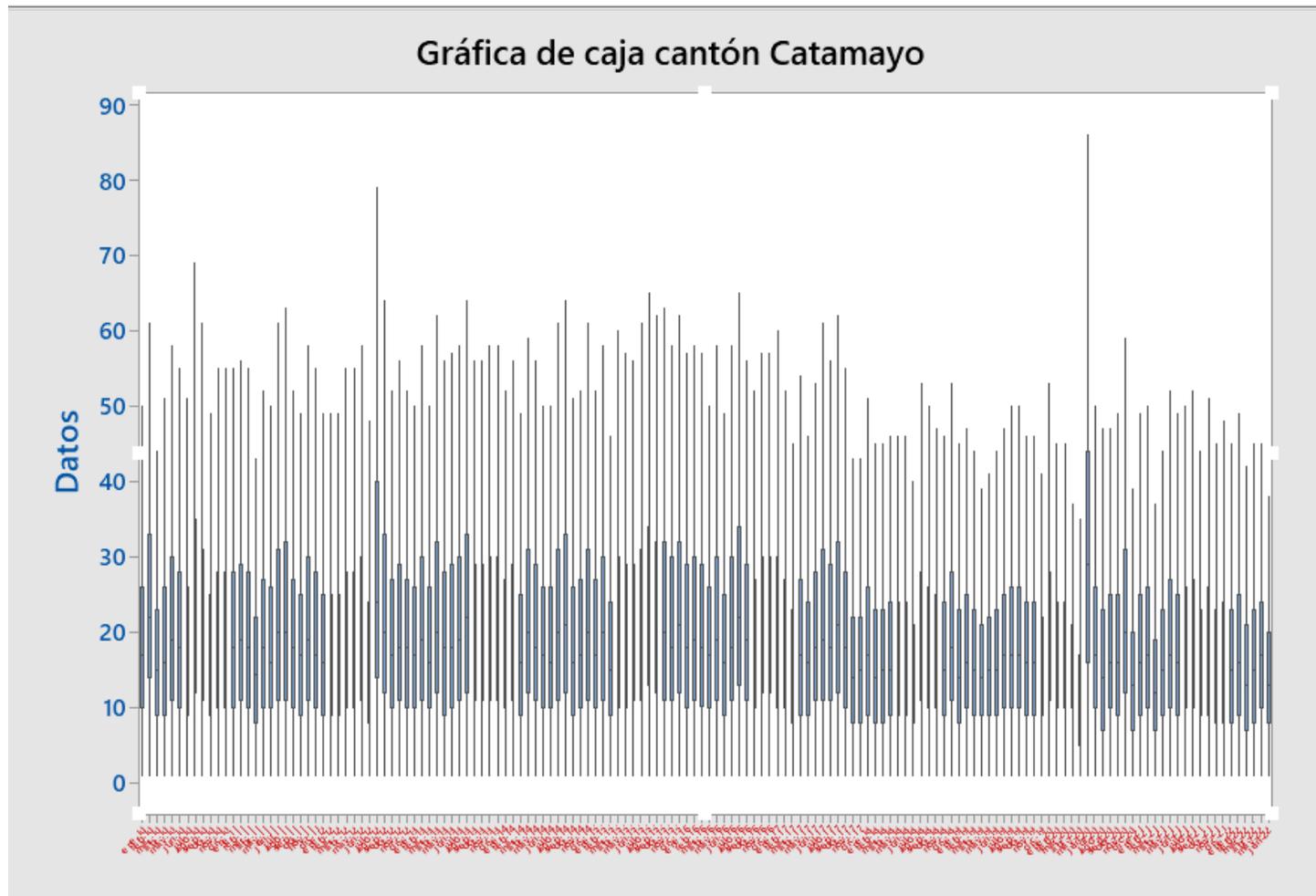
## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Ambato, L., & Machado, E. (2022). *Análisis de los consumos históricos de agua potable en los cantones Machachi y Rumiñahui*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo.
- ARCA. (2019). *Benchmarking de Prestadores Públicos de los servicios de agua potable y saneamiento en el Ecuador*. 70. [http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/07/Boletin-Estadistico-APS\\_jul21\\_fnl.pdf](http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/07/Boletin-Estadistico-APS_jul21_fnl.pdf)
- ARCA. (2020). *AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL ECUADOR Agencia de Regulación y Control del Agua BOLETÍN ESTADÍSTICO*. [http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/12/Boletin-Estadistico-APS\\_dic21\\_v02.pdf](http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/12/Boletin-Estadistico-APS_dic21_v02.pdf)
- Arellano, A., Bayas, A., Meneses, A., & Castillo, T. (2018). Los consumos y las dotaciones de agua potable en poblaciones ecuatorianas con menos de 150 000 habitantes Drinking water consumption and endowment in Ecuadorian towns with less than 150 000 inhabitants. *Novasineria*, 1(1), 23–32.
- Arellano, A., & Lindao, V. (2019). Efectos de la gestión y la calidad del agua potable en el consumo del agua embotellada Effects of water quality and management on bottled water consumption. *NOVASINERGIA*, 2(1), 22.
- Bayas, A. (2018). *Propuesta de dotaciones de agua potable para poblaciones menores a 150000 del Ecuador, basada en las características meteorológicas y socio económicas*. Universidad Nacional de Chimborazo.
- Bravo, C., & Merino, A. (2018). *Incidencia de los factores socio económicos en el consumo de agua potable, en poblaciones menores a 150000 habitantes en el Ecuador*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo.
- CICAD/OAS. (2016). *Cantón Catamayo*. 6.
- Costa, P. (2013). *MEMORIA EJECUTIVA DEL PROYECTO EMERGENTE (GAD CATAMAYO)* (p. 23).
- CPE INEN 005-9-1. (1992). *Norma para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposicion de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes*. Instituto Ecuatoriano de Normalización. [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe\\_inen\\_5-parte9-1.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe_inen_5-parte9-1.pdf)
- De Los Ods En Ecuador, M. (n.d.). *Agua, saneamiento e higiene*.
- Durán, J., & Torres, A. (2006). Los problemas del abastecimiento de agua potable en una ciudad media. *Espiral*, XII(36), 129–162.
- Escolero Oscar, Kralisch Stefanie, Martínez Sanda, & Perevochtchikova María. (2016). Diagnóstico y análisis de los factores que influyen en la vulnerabilidad de las fuentes de abastecimiento de agua potable a la Ciudad de México, México. *Boletín de La Sociedad Geológica Mexicana*, 68(3), 409–427.
- Fernández, C., & Salazar, B. (2021). *Análisis de los consumos históricos de agua potable en cantones del Napo y Pastaza*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo.
- GAD Catamayo. (2021). *Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Catamayo 2019-2023*. 1, 440.
- Garzón, A., & Ortiz, R. (2014). *DETERMINACIÓN DE CONSUMOS REALES DE AGUA POTABLE PARA USUARIOS RESIDENCIALES DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ*.
- Hinojoza, L., & Saltos, A. (2021). *Comparación entre los consumos de agua potable durante la cuarentena del 2020 y los registros históricos en Chimborazo y Bolívar*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo.
- INEC. (2010). *Resultados Censo de Población*.

- INEN, 005-9-1. (1992). **NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES.** In *Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1 000 habitantes* (Vol. 1). Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN.
- Jiménez, C. (2021). *Comparación entre los consumos de agua potable durante la cuarentena del 2020 y los registros históricos en Imbabura y Carchi.* Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo.
- Lindao., V. (2018). *Incidencia de la calidad de agua potable en el consumo diario residencial en poblaciones menores a 150.000 habitantes.* Universidad Nacional de Chimborazo.
- Lindao, Verónica. (2018). *Incidencia De La Calidad De Agua Potable En El Consumo Diario Residencial En Poblaciones Menores a 150.000 Habitantes.* Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo.
- Mora Carrión, M. A. (2019). Universidad Del Azuay Facultad De Ciencia Y Tecnología. *Análisis de La Variación Estatal Del Consumo Residencial de Agua Potable de La Ciudad de Cuenca.* <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/9592>
- Multicanal Catamayo. (2022). *CATAMAYO 626 tubos PCV repotenciarán la red de distribución de agua potable.*
- Municipio de Catamayo. (2020). *Mapa Politico - Municipio de Catamayo.* GADM Catamayo.
- Nieto, G. (2022). *Comparación entre consumos de agua potable durante la cuarentena del 2020 y los registros históricos en ciudades de Morona Santiago.* Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo.
- Nieto Jara, J. (2017). *CIERRE DE BRECHAS EN LA COBERTURA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO.* 1.
- Organización Panamericana de la Salud. (2019). *Agua y Saneamiento.*
- Salazar, M. (2020). *Determinación del coeficiente de variación del consumo diario de agua potable en ciudades menores a 150000 habitantes.* Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo.
- Sánchez, P. M., & Fries, A. (2020). *Presión demográfica sobre el agua: un análisis regional.* March 2019.
- Viajandox. (2022). *Mapa del Ecuador.*
- Walter, C. T., Kooy, M., & Prabaharyaka, I. (2017). The role of bottled drinking water in achieving sdg 6.1: An analysis of affordability and equity from Jakarta, Indonesia. *Journal of Water Sanitation and Hygiene for Development*, 7(4). <https://doi.org/10.2166/washdev.2017.046>

## 7. ANEXOS

### Anexo 1. Diagrama de cajas y bigotes para Catamayo



## Anexo 2. Agrupación de los consumos medios (Prueba de Tukey).

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

Factor	N	Media	Agrupación
jun-20	3643	30.175	A
ago-12	2800	26.476	B
ago-10	2131	23.717	C
feb-10	1898	23.296	C D E
ago-15	3196	23.248	C D
ago-16	3195	23.148	C D
ago-13	2948	22.791	C D E F
sep-14	3045	22.437	C D E F G
sep-12	2756	22.081	D E F G H
abr-13	2901	22.044	D E F G H
sep-15	3149	22.017	D E F G H
dic-15	3186	21.984	D E F G H
sep-17	3533	21.832	E F G H
ago-11	2448	21.638	F G H I
oct-15	3149	21.554	F G H I
jul-15	3175	21.460	G H I J
sep-10	2107	21.457	F G H I J
ago-14	3054	21.404	G H I J
abr-14	2972	21.344	G H I J
nov-20	3535	21.263	G H I J
dic-14	3084	21.134	G H I J K
jul-17	3300	20.835	H I J K L
nov-13	2917	20.793	H I J K L M
feb-16	3217	20.759	H I J K L M
nov-16	3152	20.545	I J K L M N
dic-16	3143	20.470	I J K L M N
feb-15	3117	20.445	I J K L M N
jul-13	2949	20.366	I J K L M N O
may-16	3160	20.359	I J K L M N
nov-11	2545	20.291	I J K L M N O P

jun-12 2711 20.232  
 dic-13 2982 20.170  
 abr-15 3097 20.169  
 may-10 2019 20.166  
 feb-13 2831 20.165  
 nov-15 3154 19.985  
 jun-15 3120 19.968  
 sep-13 2928 19.960  
 jul-16 3121 19.917  
 feb-14 3012 19.891  
 jul-11 2283 19.812  
 feb-11 2148 19.778  
 may-14 3008 19.768  
 ene-17 3049 19.716  
 sep-16 3138 19.715  
 ene-16 3224 19.701  
 oct-13 2990 19.665  
 nov-12 2789 19.603  
 ago-17 3328 19.576  
 jun-13 2900 19.487  
 dic-18 3766 19.486  
 mar-16 3171 19.475  
 ago-18 3721 19.422  
 ene-11 2166 19.382  
 jun-17 3232 19.377  
 may-15 3122 19.355  
 ene-20 3883 19.336  
 dic-10 2155 19.274  
 mar-11 2150 19.167  
 nov-10 2140 19.158  
 oct-17 3541 19.078  
 abr-12 2701 18.926  
 ago-21 4375 18.877  
 ene-14 2965 18.771

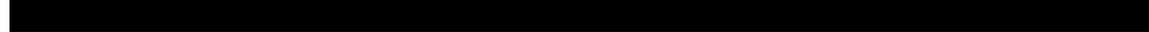
I J K L M N O P  
 J K L M N O P  
 J K L M N O P  
 I J K L M N O P Q R S T  
 J K L M N O P Q  
 K L M N O P Q R S T U  
 K L M N O P Q R S T U  
 K L M N O P Q R S T U V  
 K L M N O P Q R S T U V  
 K L M N O P Q R S T U V W  
 K L M N O P Q R S T U V W X  
 K L M N O P Q R S T U V W X  
 L M N O P Q R S T U V W X  
 L M N O P Q R S T U V W X  
 L M N O P Q R S T U V W X  
 L M N O P Q R S T U V W X  
 L M N O P Q R S T U V W X  
 L M N O P Q R S T U V W X  
 L M N O P Q R S T U V W X  
 L M N O P Q R S T U V W X  
 M N O P Q R S T U V W X  
 N O P Q R S T U V W X  
 M N O P Q R S T U V W X  
 N O P Q R S T U V W X  
 M N O P Q R S T U V W X  
 N O P Q R S T U V W X  
 N O P Q R S T U V W X  
 N O P Q R S T U V W X  
 N O P Q R S T U V W X  
 N O P Q R S T U V W X  
 N O P Q R S T U V W X  
 N O P Q R S T U V W X  
 N O P Q R S T U V W X  
 O P Q R S T U V W X  
 P Q R S T U V W X  
 T U V W X  
 S T U V W X

may-12	2693	18.692
jun-10	2007	18.673
may-13	2862	18.660
dic-12	2804	18.600
may-21	4267	18.566
feb-17	3123	18.514
sep-11	2490	18.503
may-11	2184	18.455
nov-14	3039	18.430
oct-12	2801	18.398
ene-15	3084	18.332
dic-11	2581	18.173
oct-16	3193	18.158
sep-19	3873	18.148
abr-17	3213	18.128
ago-19	3826	18.076
ene-13	2778	18.024
ene-10	1873	17.996
feb-21	4250	17.884
jul-21	4376	17.839
jul-20	3815	17.828
oct-21	4408	17.784
abr-16	3190	17.721
jun-14	3027	17.714
jul-14	3024	17.696
sep-18	3738	17.662
ene-18	3585	17.619
jun-11	2228	17.582
oct-14	3056	17.577
mar-13	2872	17.575
jul-10	2047	17.537
oct-10	2129	17.456
abr-10	2031	17.415
ene-21	4175	17.404

	R	S	T	U	V	W	X
Q	R	S	T	U	V	W	X
				U	V	W	X
					V	W	X
							X
							X
						W	X
						W	X

oct-18	3712	17.344
jul-19	3744	17.294
feb-19	3700	17.259
oct-11	2508	17.199
sep-20	4002	17.171
jun-16	3143	17.140
jun-21	4313	17.134
oct-20	4037	17.019
may-22	4277	16.995
feb-12	2668	16.981
mar-20	3874	16.969
feb-20	3874	16.969
mar-12	2706	16.931
ene-12	2634	16.926
feb-22	4059	16.842
mar-14	2960	16.828
oct-19	3889	16.674
nov-19	3917	16.519
jun-18	3702	16.478
abr-18	3661	16.447
nov-18	3730	16.443
may-17	3194	16.439
may-18	3663	16.336
dic-21	4302	16.139
mar-15	3096	16.110
abr-21	4179	16.047
sep-21	4334	16.024
mar-19	3754	15.989
jul-12	2685	15.843
jun-19	3764	15.841
ene-22	4300	15.781
mar-18	3631	15.677
mar-10	1896	15.585
abr-22	4240	15.507

ene-19	3710	15.484
may-19	3752	15.440
nov-21	4170	15.390
dic-17	3528	15.364
feb-18	3549	15.225
dic-19	3847	15.201
abr-11	2108	15.162
ago-20	4139	15.154
abr-20	3491	15.143
nov-17	3596	15.130
mar-17	3067	15.067
abr-19	3731	14.738
jul-18	3675	14.497
mar-22	3986	14.073
dic-20	4089	13.813
jun-22	3883	13.802
mar-21	4141	12.730
may-20	3508	11.649



jul-11	Y	Z												
feb-11	Y	Z	AA	AB	AC									
may-14														
ene-17	Y	Z												
sep-16	Y	Z												
ene-16	Y	Z												
oct-13	Y	Z												
nov-12	Y	Z	AA	AB	AC									
ago-17	Y	Z	AA	AB	AC									
jun-13	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF						
dic-18	Y	Z	AA	AB	AC	AD								
mar-16	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE							
ago-18	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE							
ene-11	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL
jun-17	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG					





oct-14						BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	
mar-13						BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO
jul-10	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO		
oct-10			AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO		
abr-10		AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO		
ene-21								BE		BG	BH		BJ		BL	BM		BO		
oct-18																	BM	BN	BO	
jul-19															BK	BL				
feb-19												BI	BJ	BK	BL			BN	BO	
oct-11									BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO		



jun-10	BP	BQ																	
may-13																			
dic-12																			
may-21																			
feb-17	BP	BQ																	
sep-11	BP	BQ	BR																
may-11	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW											
nov-14	BP	BQ	BR																
oct-12	BP	BQ	BR			BU													
ene-15	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW											
dic-11	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB						
oct-16	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX										
sep-19	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX										
abr-17	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB						
ago-19	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB						
ene-13	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC					
ene-10	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD				
feb-21	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC					
jul-21	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC					
jul-20	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD				
oct-21	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD				
abr-16	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE			
jun-14	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF		

jul-14	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH			
sep-18	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE						
ene-18	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH			
jun-11	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI		
oct-14	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI		
mar-13	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI		
jul-10	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	
oct-10	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	
abr-10	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	
ene-21		BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI		
oct-18	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	
jul-19	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	
feb-19	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	
oct-11	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	
sep-20						BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	
jun-16			BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	
jun-21					BT			BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	
oct-20									BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	
may-22									BX				CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	
feb-12			BS	BT			BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	
mar-20									BX			CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	
feb-20									BX		BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	
mar-12									BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	
ene-12									BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	
feb-22														CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	
mar-14										BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	
oct-19															CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	
nov-19																CE	CF	CG	CH	CI	CJ	
jun-18																CE	CF	CG	CH	CI	CJ	
abr-18																	CF		CH	CI	CJ	
nov-18																			CG	CH	CI	CJ
may-17																	CE	CF	CG	CH	CI	CJ
may-18																					CI	CJ
dic-21																						





feb-18	DI	DJ	DK	DL	DM	DN				
dic-19	DI	DJ	DK	DL	DM	DN				
abr-11	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	
ago-20			DK	DL	DM	DN				
abr-20		DJ	DK	DL	DM	DN				
nov-17		DJ	DK	DL	DM	DN				
mar-17			DK	DL	DM	DN				
abr-19				DL	DM	DN	DO	DP		
jul-18					DM	DN	DO	DP		
mar-22						DN	DO	DP		
dic-20								DP	DQ	
jun-22							DO	DP	DQ	
mar-21									DQ	DR
may-20										DR

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*