



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Consumos y dotaciones de agua potable en los sectores públicos, educativos
y de salud del cantón Baños.

Trabajo de Titulación para optar al título de
Ingeniería Civil

Autores:

Cando Cando, José Manuel

Tutor:

MgSc. Nelson Estuardo Patiño Vaca

Riobamba, Ecuador. 2026

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, **José Manuel Cando Cando** con cédula de ciudadanía 0605406693, autor del trabajo de investigación titulado: **CONSUMOS Y DOTACIONES DE AGUA POTABLE EN LOS SECTORES PÚBLICOS, EDUCATIVOS Y DE SALUD DEL CANTÓN BAÑOS**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi 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, 03 de Julio del 2026.



José Manuel Cando Cando

C.I: 0605406693

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, **Ing. Nelson Estuardo Patiño Vaca MSc.** catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación “**Consumos y dotaciones de agua potable en los sectores públicos, educativos y de salud del cantón Baños**”, bajo la autoría de **José Manuel Cando Cando**; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 22 días del mes de junio de 2026.



Ing. Nelson Estuardo Patiño Vaca MSc.

TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**Consumos y dotaciones de agua potable en los sectores públicos, educativos y de salud del cantón Baños**”, presentado por José Manuel Cando Cando, con cedula de identidad número 060540669-3, bajo la tutoría del **Ing. MgSc. Nelson Estuardo Patiño Vaca**; 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 nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 01 de julio de 2026.

Mgs. María Gabriela Zúñiga Rodríguez

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



FIRMA

Mgs. Luis Felipe Pacheco Logrono

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



FIRMA

Mgs. Lidia Del Rocio Castro Cepeda

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



FIRMA



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-08.15
VERSIÓN 01: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **CANDO CANDO JOSÉ MANUEL** con CC: **060540669-3**, estudiante de la Carrera **INGENIERÍA CIVIL**, Facultad de **INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**CONSUMOS Y DOTACIONES DE AGUA POTABLE EN LOS SECTORES PÚBLICOS, EDUCATIVOS Y DE SALUD DEL CANTÓN BAÑOS**", cumple con el 7 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **COMPILATIO**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 17 de junio de 2026

Ing. Nelson Estuardo Patiño Vaca Mgs.

TUTOR

DEDICATORIA

En primer lugar, dedico este trabajo a Dios, por ser mi guía, mi fortaleza y mi refugio durante todo este camino. En los momentos de mayor debilidad e incertidumbre, nunca me abandonó; por el contrario, fortaleció mi espíritu y renovó mis fuerzas. En cada dificultad sentí su presencia, ese aliento de paz y esperanza que me permitió seguir adelante con fe y confianza, recordándome que nunca estaba solo.

A mis padres, Manuel y Juana, por ser el pilar fundamental de mi vida y por el esfuerzo, los sacrificios y el apoyo que me brindaron desde el inicio hasta la culminación de esta importante etapa. A mi adorada madre, le dedico unas palabras muy especiales por creer siempre en mí, incluso en los momentos más difíciles. Gracias por sus consejos, por orientarme cuando más lo necesitaba, por ser mi consuelo y por motivarme a seguir adelante con fe y esperanza. Su amor y confianza fueron fundamentales para alcanzar este logro.

A mis queridos hermanos, Wilfrido, Blanca y Byron, por ser pilares fundamentales en mi vida. Gracias por su apoyo incondicional, sus consejos y las palabras de aliento que me impulsaron a perseverar y salir adelante en cada etapa de este camino.

Una dedicatoria muy especial para mi querido abuelito Gaspar, quien, aunque ya no está físicamente conmigo, vive por siempre en mi corazón. Sus enseñanzas, sus sabios consejos y el amor que me brindó en vida permanecerán como un legado que me inspira cada día. Este logro también es suyo.

Finalmente, dedico este trabajo a toda mi familia, por su cariño, apoyo y confianza incondicional a lo largo de este camino. Asimismo, a mis amigos de la universidad, quienes compartieron conmigo cada desafío, aprendizaje y momento inolvidable. De manera especial, a V., por su compañía, comprensión y apoyo constante durante esta etapa. Su presencia hizo de este recorrido una experiencia significativa e inolvidable.

A todos ustedes, gracias por acompañarme en este camino. Su cariño, sus constantes muestras de apoyo y la fe que siempre tuvieron en mí fueron la fuerza que me permitió superar cada desafío y llegar hasta aquí.

José Manuel Cando Cando

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más profundo agradecimiento a Dios, por concederme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesarias para culminar esta importante etapa de mi formación profesional.

A mi familia, expreso mi más profundo agradecimiento por su amor, comprensión y apoyo incondicional durante cada etapa de este camino. Su confianza, sus palabras de aliento y su constante motivación fueron fundamentales para superar los desafíos y alcanzar esta importante meta.

Expreso también mi más sincero agradecimiento a los docentes de esta prestigiosa universidad que formaron parte de mi formación académica, por compartir su experiencia, conocimientos y compromiso. Sus enseñanzas y valores contribuyeron significativamente a mi crecimiento profesional y constituyen una base fundamental para el ejercicio de mi profesión.

De manera especial, agradezco a mi tutor de tesis al Ing. Nelson Estuardo Patiño Vaca, por su valiosa guía, compromiso y constante apoyo durante el desarrollo de esta investigación. Sus conocimientos, experiencia y acertadas observaciones fueron fundamentales para la culminación de este trabajo de titulación.

Finalmente, a la Universidad y a la carrera de Ingeniería Civil, por brindarme los conocimientos, valores y herramientas que contribuyeron a mi crecimiento académico y profesional.

José Manuel Cando Cando

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1 Antecedentes.....	14
1.2 Planteamiento del Problema.....	15
1.3 Justificación.....	16
1.4 Objetivos	17
1.4.1 General	17
1.4.2 Específicos	17
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1 Conceptos generales.....	18
2.1.1 Agua potable.....	18
2.1.2 Consumo de agua.....	18
2.2 Normativas Hidrosanitarias.....	18
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	22
3.1 Población de estudio.....	23
3.2 Muestra	24
3.3 Método de análisis y procesamiento de datos.....	24
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1. Análisis con normativa ecuatoriana– Baños	39
4.1.1 Instituciones Públicas.....	39
4.1.2. Instituciones de Cuarteles.....	41
4.1.3. Instituciones Educativas	42
4.1.4. Hogar de Ancianos.....	44

4.1.5. Consultorios Médicos.....	45
4.1.6. Hospitales	47
4.2 Comparación con las normativas colombiana y peruana.....	48
4.2.1 Comparación con la normativa colombiana	48
4.2.2 Comparación con la normativa peruana.....	49
4.3 Discusión.....	50
4.3.1 Comparación de resultados con otros proyectos de investigación.....	50
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
5.1 Conclusiones	57
5.2 Recomendaciones	58
BIBLIOGRAFÍA	59
ANEXOS.....	63

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1 Dotaciones para Edificaciones de estudio NEC-11.....	19
Tabla 2 Dotaciones para Edificaciones de estudio Normativa Colombiana.	19
Tabla 3 Dotaciones para Edificaciones de estudio Normativa Peruana.....	19
Tabla 4 Resumen de dotaciones según Normativas de Ecuador, Colombia y Perú.	20
Tabla 5 Instituciones de estudio.	23
Tabla 6 Consumos preliminares.	25
Tabla 7 Número de instituciones seleccionadas.	30
Tabla 8 Comportamiento numérico 2018, 2019.....	37
Tabla 9 Comportamiento numérico 2020, 2021	38
Tabla 10 Comportamiento numérico 2022, 2023	38
Tabla 11 Comportamiento numérico 2024.....	38
Tabla 12 Consumo per cápita instituciones públicas.	39
Tabla 13 Consumos per cápita promedios, máximos y mínimos en Instituciones Públicas	40
Tabla 14 Consumo per cápita en instituciones de cuarteles.....	41
Tabla 15 Consumos per cápita promedio, máximo y mínimo en Institución de cuartel. ...	41
Tabla 16 Consumo per cápita instituciones educativas.	42
Tabla 17 Consumos per cápita promedios, máximos y mínimos en Instituciones Educativas.	43
Tabla 18 Consumo per cápita Hogar de Ancianos.	44
Tabla 19 Consumos per cápita promedios, máximos y mínimos en Hogares de Ancianos	44
Tabla 20 Consumos per cápita Consultorios Médicos.....	45
Tabla 21 Consumos per cápita promedios, máximos y mínimos en Consultorios Médicos	46
Tabla 22 Consumos per cápita Hospitales	47
Tabla 23 Consumos per cápita promedios, máximos y mínimos en Hospitales.	47
Tabla 24 Resultados de las pruebas de hipótesis.	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema de secuencia de la metodología de la investigación.....	22
Figura 2 Diagrama de cajas y bigotes.....	26
Figura 3 Cajas y bigotes “Dirección de Educación Distrital 18D03”.....	30
Figura 4 Cajas y bigotes “Unidad Judicial”.....	31
Figura 5 Cajas y bigotes “Coordinación Zonal 3 de Registro Civil, Identificación y Cedulación”.....	31
Figura 6 Cajas y bigotes “Unidad de Policía Comunitaria”.....	32
Figura 7 Cajas y bigotes “U.E. Oscar Efrén Reyes”.....	33
Figura 8 Cajas y bigotes “U.E. Fray Sebastián Acosta”.....	33
Figura 9 Cajas y bigotes “C.E.I. Las Cascadas”.....	33
Figura 10 Cajas y bigotes “C.E.I. Lucerito”.....	34
Figura 11 Cajas y bigotes “E.E.B. Pablo Arturo Suarez”.....	34
Figura 12 Cajas y bigotes “E.E.B. Pedro Vicente Maldonado”.....	34
Figura 13 Cajas y bigotes “Proaño Duran Luis Alfonso (Centro Gerontológico)”.....	35
Figura 14 Cajas y bigotes “Centro de Salud Tipo A”.....	36
Figura 15 Cajas y bigotes “Centro de Salud A – (IESS)”.....	36
Figura 16 Cajas y bigotes “Hospital Básico de Baños”.....	37
Figura 17 Consumos per cápita diarios en oficinas de edificaciones públicas.....	40
Figura 18 Consumos per cápita diarios en cuarteles.....	42
Figura 19 Consumos per cápita diarios en Instituciones Educativas.....	43
Figura 20 Consumos per cápita diarios en Hogares de Ancianos.....	45
Figura 21 Consumos per cápita diarios en Consultorios Médicos.....	46
Figura 22 Consumos per cápita diarios en Hospitales.....	47
Figura 23 Comparación con la Normativa Técnica Colombiana.....	48
Figura 24 Comparación con la Normativa Peruana.....	49
Figura 25 Comparación de resultados con otros estudios.....	51
Figura 26 Cajas y bigotes de hospitales de los 3 estudios.....	52
Figura 27 Cajas y bigotes de Instituciones públicas de los 3 estudios.....	53
Figura 28 Cajas y bigotes de instituciones educativas de los 3 estudios.....	54
Figura 29 Cajas y bigotes de consultorios médicos de los 2 estudios.....	55

RESUMEN

La presente investigación se enfoca en el análisis del consumo de agua potable y su relación con los parámetros establecidos en la normativa vigente, considerando que el Capítulo 16 de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-11) es muy limitado ante las instituciones públicas como por ejemplo las 6 mencionadas en el estudio (oficinas, cuarteles, instituciones educativas, asilo de ancianos, centros de salud y hospitales), aunque por una parte establece dotaciones hídricas según el tipo de edificación, se evidencia que los actuales consumos de agua potable establecen consumos altos, superior a la normativa para algunas de ellas, siendo en consecuente al no ser actualizado desde el año 2011, por lo cual sería conveniente actualizar la normativa para ajustarse al contexto actual. La investigación desarrollada permitió cuantificar los consumos per cápita para las edificaciones públicas que presenta el cantón Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua, de las cuales se presentan los 15 establecimientos públicos que entraron en análisis. Los datos de consumos históricos fueron proporcionados por la Empresa Municipal de Agua Potable para el periodo 2018-2024. Al manejar una gran cantidad de datos nos hemos ayudado del software Minitab el cual nos ayuda a visualizar los datos atípicos mediante las gráficas de cajas y bigotes para poderlos depurar. Por otra parte, para la estimación de usuarios el cual es un parámetro fundamental para obtener los resultados se vio necesario efectuarlo directamente con cada institución, según los registros específicos de cada establecimiento. Una vez que se tiene cuantificado los consumos se los ha comparado con la normativa NEC-11 al igual que con las normativas vecinas como las normas IS.010 (Perú) y NTC 1500 (Colombia) para poner en evidencia la variabilidad de dotaciones en referencia al estudio, de igual forma, se contrasta los resultados con otros proyectos de investigación. Los resultados obtenidos arrojan que 4 de las 6 instituciones tipo exceden el rango normativo, por lo que, mediante los consumos per cápita obtenidos en base a las demandas actuales se puede contribuir para el desarrollo de futuros proyectos hidráulicos.

Palabras claves: agua potable, complemento, consumos de agua potable, dotación hídrica, instituciones.

ABSTRACT

This research focuses on the analysis of drinking water consumption and its relationship with the parameters established in current regulations, considering that Chapter 16 of the Ecuadorian Construction Standard (NEC-11) is very limited before public institutions such as the 6 mentioned in the study (offices, barracks, educational institutions, nursing homes, health centers and hospitals), although on the one hand it establishes water endowments according to the type of building, it is evident that the current consumption of drinking water establishes high consumption, higher than the regulations for some of them, being consequently not updated since 2011, therefore, it would be advisable to update the regulations to adjust to the current context. The research carried out made it possible to quantify per capita consumption for public buildings in the canton of Baños de Agua Santa, province of Tungurahua, of which the 15 public establishments included in the analysis are presented. The historical consumption data was provided by the Municipal Drinking Water Company for the period 2018-2024. When handling large amounts of data, we have found Minitab software useful for visualizing atypical data with box-and-whisker graphs to debug it. On the other hand, for the estimation of users, which is a fundamental parameter to obtain the results, it was necessary to carry it out directly with each institution, according to the specific records of each establishment. Once consumption has been quantified, it has been compared with the NEC-11 standard, as well as with neighboring regulations such as IS.010 (Peru) and NTC 1500 (Colombia), to highlight the variability of endowments in reference to the study. The results are also compared with those of other research projects. The results show that 4 of the 6 types of institutions exceed the normative range; therefore, per capita consumption estimates based on current demand can inform the development of future hydraulic projects.

Keywords: drinking water, complement, drinking water consumption, water supply, institutions.



Reviewed by:
Mgs. Hugo Romero
ENGLISH PROFESSOR
C.C. 0603156258

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.

1.1 Antecedentes

El cantón Baños es uno de los sitios más visitados, se encuentra ubicado en las faldas del volcán Tungurahua, en la región centro-andina de Ecuador lo que lo convierte en un destino turístico muy popular por sus paisajes, cascadas y aguas termales [1].

Baños alberga a 21908 habitantes, según el conteo de 2022 del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), de esta población, 14100 personas residen en el centro urbano de Baños y la restante rodean las cercanías de la ciudad [2]. Esta ciudad brinda una estadía muy cómoda para los turistas ya que su clima es templado, ideal para disfrutar de los centros turísticos que lo rodean, el lugar se encuentra en el valle interandino, rodeado por las altas montañas, abundante vegetación nublada y el río Pastaza, además de que es un sitio que se encuentra en las cercanías de la región oriental con la interandina.

Sus límites territoriales son: al oeste con Patate y al noroeste con Pelileo; al este, se conecta con la provincia de Pastaza; al norte con Napo, al sur con Morona Santiago y al Suroeste con Chimborazo. Esta ubicación privilegiada convierte a la ciudad de Baños en un punto estratégico entre la región Sierra y la Amazonia Ecuatoriana.

Su clima es primaveral, sin embargo, se registran precipitaciones variables cada año y según la época, lo cual influye en la cantidad de agua disponible. Con base en fuentes técnicas confiables se obtuvo un registro de mayor precipitación en el año 2021 con 3179.30 mm, por otra parte, la menor intensidad de lluvia se registró en el año 2018, con 1989 mm [3]. Asimismo, los registros climáticos del año 2022 indican que el mes con mayor temperatura es noviembre y el mes más frío es julio. Cabe resaltar que el clima no es demasiado frío ni demasiado cálido, lo que lo hace muy adecuado para disfrutar al aire libre de la ciudad [4].

Además, se tiene datos históricos de las últimas precipitaciones anuales y estas arrojan una disminución en los últimos cuatro años lo que refleja efectos del cambio climático en el Ecuador, donde se evidencia que el 34.36% corresponde a sequías y un porcentaje menor, del 21.41% está relacionado con lluvias intensas, aunque poco frecuentes [5].

El agua es esencial para la vida humana, por lo que se recomienda a la población administrar este recurso de la mejor manera y consumirlo responsablemente, evitando su desperdicio. Además, por ser instituciones del sector público se genera mayor concurrencia de la ciudadanía a los establecimientos para recibir las atenciones necesarias según el tipo

de institución que visiten, esto se puede evidenciar en otros trabajos de titulación realizados por: Sampedro y Vigo [6] y Saigua y Vimos [7], quienes reflejan en sus estudios consumos excesivos de los caudales en el cantón analizado. Dicho problema se atribuye a la falta de control en las conexiones domiciliarias, accesorios y posibles fugas de agua lo que registra consumos elevados en los medidores.

En la ciudad de Baños, el crecimiento de la demanda en instituciones públicas evidencia la necesidad de revisar las dotaciones de agua potable establecidas en la NHE, debido a que varios de estos parámetros fueron desarrollados bajo condiciones de consumo anteriores y no contemplan plenamente los actuales requerimientos sanitarios, operativos y poblacionales. Esta situación podría generar un posible subdimensionamiento de las redes intradomiciliarias, especialmente en edificaciones con alta concurrencia y mayores exigencias de bioseguridad posteriores a la pandemia de COVID-19 [8]. Por lo tanto, el presente estudio consistirá en analizar los registros de consumos de años anteriores, realizando las debidas comparaciones con otras investigaciones, Asimismo, se verificará el cumplimiento de las reglamentaciones establecidas en el Capítulo 16 de la NEC 11, con la finalidad de destacar su importancia y eficiencia, contribuyendo a la optimización del uso del recurso hídrico.

1.2 Planteamiento del Problema

El consumo de agua potable es un derecho fundamental para garantizar la calidad de vida y el desarrollo sostenible de las comunidades. En el contexto urbano de la ciudad de Baños, Ecuador, el acceso a agua potable en sectores públicos como la educación y la salud desempeña un rol crítico en la promoción de la salud pública y la prevención de enfermedades. Según informes recientes, las deficiencias en la infraestructura hídrica y la gestión del agua son desafíos persistentes en muchas regiones de Ecuador [9]. Estas problemáticas no solo afectan a la población general, sino que tienen un impacto directo en los estudiantes y usuarios de los servicios de salud, quienes dependen de este recurso para satisfacer necesidades básicas.

En los sectores educativos, la falta de acceso continuo y seguro al agua potable puede limitar la implementación de prácticas de higiene como el lavado de manos, una medida esencial para prevenir enfermedades transmisibles. Esta carencia también afecta la percepción de seguridad sanitaria en instituciones escolares y puede influir negativamente en los índices de asistencia y aprendizaje. Por otro lado, en el sector de la salud, los centros médicos que carecen de un suministro confiable de agua potable enfrentan serios obstáculos

para mantener estándares de limpieza y control de infecciones, lo que incrementa el riesgo de complicaciones médicas entre los pacientes [10].

A pesar de los avances en la cobertura de servicios de agua potable en Ecuador, persisten desigualdades notables en su distribución, especialmente en regiones urbanas de alta demanda como Baños. Esta situación se agrava por la falta de monitoreo constante de la calidad del agua y la ausencia de estrategias integrales para optimizar su uso en instituciones públicas [11]. Estas deficiencias ponen en riesgo tanto la salud de las personas como el cumplimiento de metas relacionadas con el acceso universal al agua potable, tal como se plantea en los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

En este contexto, resulta fundamental investigar el consumo de agua potable en los sectores educativos y de salud del área urbana de Baños. Este análisis permitirá identificar patrones de consumo, evaluar la efectividad de las políticas públicas actuales y proponer estrategias que mejoren el acceso y uso del agua potable en estas instituciones clave.

1.3 Justificación

El recurso hídrico constituye un elemento fundamental e insustituible para la subsistencia humana y el desarrollo socioeconómico. Conforme a la normativa nacional, el agua es considerada un patrimonio estratégico de uso público, con carácter inalienable, imprescriptible e inembargable [12]. En este contexto, se vuelve imperativo garantizar su gestión integral y sostenible, asegurando condiciones óptimas para su aprovechamiento, con el fin de mejorar la calidad de vida de la población.

No obstante, el crecimiento poblacional experimentado en diversos sectores en los últimos años ha generado un incremento en la demanda de agua potable, lo que ha evidenciado deficiencias en su uso y distribución eficiente. Por lo cual, el conocimiento de las dotaciones y consumos per cápita de agua potable es fundamental para disponer de parámetros de diseño ajustados a las condiciones reales de la ciudad de estudio. Si bien las normativas vigentes han sido fundamentales para el diseño y construcción de sistemas de agua potable y alcantarillado, los nuevos patrones de consumo, especialmente en instituciones públicas, hacen necesaria la realización de estudios actualizados que permitan cuantificar los caudales reales consumidos. Asimismo, el sector de la salud fue incluido en la investigación debido a que sus actividades operativas requieren una demanda de agua potable significativamente mayor y más variable, ya que el recurso es utilizado para la atención de pacientes, procedimientos de limpieza, saneamiento e higiene. Por esta razón, resulta necesario conocer sus consumos reales para determinar dotaciones representativas y evaluar su correspondencia con los valores establecidos en la normativa vigente, ya que es

uno de los parámetros técnicos clave en la planificación y diseño de proyectos hidráulicos. De esta manera, se busca promover propuestas más viables y técnicamente eficientes, optimizando el uso del recurso hídrico en un contexto de creciente presión sobre su disponibilidad.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

- Conocer el consumo per cápita y dotación de agua potable en los sectores públicos, educativos y de salud del área urbana de la ciudad de Baños en la provincia de Tungurahua.

1.4.2 Específicos

- Identificar el número de edificaciones y usuarios del sector público de la ciudad de Baños.
- Determinar los consumos de agua del sector público de la ciudad de Baños.
- Comparar de los consumos de agua actuales y las dotaciones establecidas por la norma hidrosanitaria NEC -11.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1 Conceptos generales

2.1.1 Agua potable

El agua potable es aquella que ha pasado por un proceso de tratamiento y purificación para que sea apta para el consumo humano. Es decir, se trata de un agua libre de microbios o sustancias que puedan afectar al organismo, por lo que puede ser utilizada para beber y otras actividades domésticas sin representar un riesgo para la salud [13].

2.1.2 Consumo de agua

Si bien la cantidad total de agua en el planeta es suficiente, su distribución y calidad no son equitativas. Muchas poblaciones carecen de acceso a agua segura y de buena calidad, mientras que en otros territorios el recurso hídrico abunda, aunque no siempre se gestiona de manera eficiente. Además, el crecimiento descontrolado de la demanda hídrica en diversos países ha generado presiones sobre las fuentes de abastecimiento. El consumo de agua varía significativamente entre personas, y está determinado principalmente por la disponibilidad del recurso en cada hogar. En zonas donde el agua es abundante, el consumo per cápita tiende a ser mayor; en contraste, en regiones con escasez, los usuarios se ven obligados a ajustar sus hábitos a la limitada oferta disponible. Por ello, es fundamental promover un uso racional y sostenible del agua, así como adoptar medidas para mitigar los efectos del cambio climático y prevenir las sequías [14].

2.2 Normativas Hidrosanitarias

Las dotaciones pueden determinarse a partir del estudio de la demanda actual de un sector o institución; en caso de no contar con esta información, la normativa proporciona valores basados en el número de habitantes y las condiciones climáticas de la zona.

El Capítulo 16 de la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC-11) establece los valores de dotación de consumo de agua potable en función del tipo de edificación, especificando para cada caso la unidad de medida correspondiente. Estos parámetros constituyen una referencia fundamental para el diseño de sistemas hidrosanitarios. En la Tabla 1 se detallan las dotaciones estipuladas por la normativa.

Tabla 1
Dotaciones para Edificaciones de estudio NEC-11.

Edificación	Unidad	Dotación
Escuelas y colegios	L/estudiante/día	20 - 50
Hospitales	L/cama/día	800 - 1300
Consultorios médicos y clínicas con hospitalización	L/ocupante/día	500 - 1000
Internados, hogar de ancianos y niños	L/ocupante/día	200 - 300
Oficinas	L/persona/día	50 - 90
Cuarteles	L/persona/día	150-350

Fuente: Adaptado de [15].

Resulta imprescindible emplear normativas adicionales de países vecinos para realizar una comparación que permita verificar cuales normativas se asemejan a los datos de estudio. Aunque los valores sean similares, es fundamental llevar a cabo estudios específicos de demanda de agua, ya que factores ambientales u otros pueden causar variaciones significativas en el consumo de los usuarios. A continuación, la Tabla 2 presenta las dotaciones diarias establecidas por la Normativa Técnica Colombiana (NTC) 1500, la cual forma parte del Código Colombiano de Fontanería.

Tabla 2
Dotaciones para Edificaciones de estudio Normativa Colombiana.

Instituciones	Unidad	Dotación
Universidades	L/persona/día	50
Oficinas	L/persona/día	90
Cuarteles	L/persona/día	350
Internados	L/persona/día	250
Hospitales	L/persona/día	600

Fuente: Adaptado de [16].

Por otra parte, se presenta la Tabla 3 con las dotaciones de la normativa peruana en base al artículo 6 (Norma Técnica I.S. 010), que de igual forma hace énfasis a las edificaciones de estudio.

Tabla 3
Dotaciones para Edificaciones de estudio Normativa Peruana.

Edificación	Dotación	Dotación
Oficinas	L/persona/día	20
Cuarteles	L/interno/día	150
Hospitales y Centros de Salud	L/cama/día	800
Educación inicial	L/alumno/día	20
Educación secundaria	L/alumno/día	25
Asilos y orfanatos	L/huésped/día	300

Fuente: Adaptado de [17].

Por consiguiente, se presenta la tabla 4 que presenta un breve resumen con los datos indicados anteriormente de cada país, para evidenciar que cada normativa presenta diferentes valores ante el consumo de agua.

Tabla 4
Resumen de dotaciones según Normativas de Ecuador, Colombia y Perú.

Tipo de edificación	Ecuador	Colombia	Perú
Escuelas	20 a 50 L/estudiante/día	50 L/persona/día (solo específica para universidades)	20 L/alumno/día
Colegios	20 a 50 L/estudiante/día	50 L/persona/día (solo específica para universidades)	25 L/alumno/día
Oficinas	50 a 90 L/persona/día	90 L/persona/día	20 L/habitante/día
Cuarteles	150 a 350 L/persona/día	350 L/persona/día	150 L/interno/día
Internados, hogar de ancianos y niños	200 a 300 L/ocupante/día	250 L/personas/día	300 L/ocupante/día
Hospitales	800 a 1300 L/cama/día	600 L/persona/día	800 L/cama/día
Centros de Salud	500 a 1000 L/ocupante/día	600 L/persona/día	800 L/cama/día

Fuente: Adaptado de [15].

A partir de la información presentada, se puede evidenciar que para los Hospitales Ecuador y Perú utilizan la misma unidad de medida, sin embargo, Colombia emplea unidad diferente, lo que genera a una variación considerable respecto a los demás países ya que estas no se asemejan. De igual manera los Centros de Salud presentan diferencias en sus unidades de medida, diferencias en sus unidades de medida; en este caso, Ecuador y Colombia muestran gran similitud a diferencia de Perú. Por tal motivo, al momento de realizar las comparaciones no se podrán realizar el análisis eficiente en algunos casos, porque no se dispone de las mismas unidades de medida.

2.3 Estado de arte

La presente investigación tiene como objetivo analizar las dotaciones establecidas en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 11), específicamente en su Capítulo 16, con el fin de evaluar su correspondencia con los consumos reales actuales registrados en diferentes instituciones, puesto que el consumo hídrico per cápita en Ecuador supera los valores de referencia sugeridos por la Organización Mundial de la Salud, los cuales se consideran suficientes para satisfacer los requerimientos esenciales de uso doméstico, higiene y saneamiento [18]. A partir de este análisis comparativo, se pretende obtener valores de dotación actualizados que reflejen de manera más precisa la realidad del consumo hídrico. Cabe destacar que las normativas actualmente utilizadas para el diseño de sistemas hidrosanitarios, si bien han sido fundamentales como referencia técnica, presentan una limitada actualización en relación con los patrones contemporáneos de consumo. Esta

situación motiva la necesidad de llevar a cabo el presente estudio, aprovechando datos recientes provenientes de distintas ciudades del país que a su vez analizan de igual forma el consumo per cápita para establecer un análisis comparativo entre las dotaciones normativas y los consumos históricos reales. Este contraste permitirá determinar la vigencia y aplicabilidad de los parámetros establecidos en la normativa y de ser necesario, plantear ajustes que respondan de forma más adecuada a las demandas actuales de la población y al uso eficiente del recurso hídrico en el diseño de infraestructuras sanitarias. Se presenta variables para la hidratación junto con el consumo requerido del agua en el ser humano para garantizar el correcto funcionamiento de los sistemas fisiológicos y preservar el estado general de salud y bienestar [19].

Es fundamental destacar que, con el paso del tiempo, los factores que inciden en el consumo de agua potable han experimentado variaciones, siendo los de carácter medioambiental los que actualmente ejercen mayor influencia [20]. En este contexto, las obras complementarias de los sistemas de abastecimiento de agua potable enfrentan la necesidad de ser rediseñadas o mejoradas, debido al incremento sostenido en la demanda del recurso, ya que, si las dotaciones actuales no se ajustan a la realidad del consumo, el caudal requerido para abastecer adecuadamente a toda la población podría superar la capacidad del sistema existente, generando deficiencias en la distribución y limitaciones en el suministro a nivel domiciliario.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.

La presente investigación seguirá un enfoque cuantitativo, dado que implica la recolección, organización y análisis de datos numéricos relacionados con el consumo de agua potable en los sectores públicos educativos y de salud del área urbana de la ciudad de Baños. Para obtener los datos necesarios, se solicitará información al departamento encargado del sistema de agua potable del GAD Baños. Estos datos permitirán analizar los patrones de consumo y compararlos con los estándares establecidos por la normativa hidrosanitaria vigente

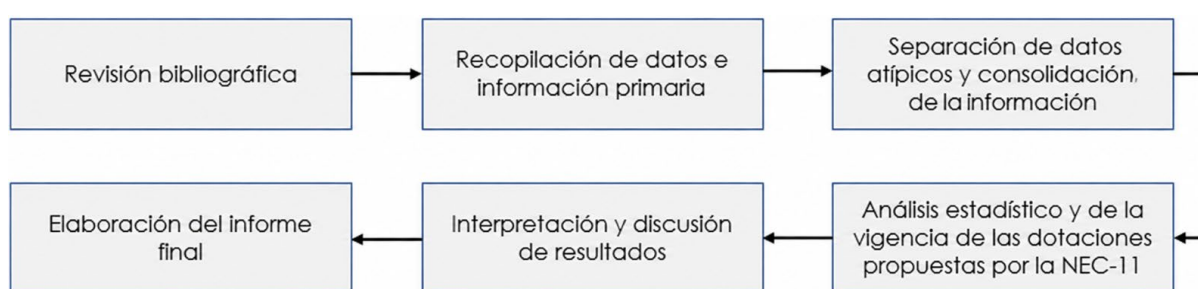


Figura 1
Esquema de secuencia de la metodología de la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

El análisis se basará en la revisión de historiales de consumo de agua potable y otros datos relacionados, como el número de usuarios y las características específicas de cada institución. Este enfoque permitirá calcular el consumo per cápita en cada una de las instituciones seleccionadas, utilizando los datos recopilados para determinar patrones representativos de uso. Posteriormente, los resultados obtenidos serán contrastados con las dotaciones de agua potable estipuladas en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-11), capítulo 16, con el objetivo de evaluar si dichas dotaciones se mantienen vigentes o requieren ajustes.

Para el procesamiento y análisis de los datos, se emplearán herramientas informáticas como Microsoft Excel para la organización inicial de la información, y programas de estadística como Minitab Statistical Software para la realización de análisis más avanzados. Estas herramientas permitirán identificar tendencias, realizar cálculos precisos del consumo per cápita y generar representaciones gráficas que faciliten la interpretación de los resultados.

En la tabla 1 se tiene dotaciones establecidas por la normativa NEC 11, Capítulo 16, aplicable a edificaciones públicas que son el objeto de este estudio, como base para un análisis posterior una vez que se hayan determinado los consumos per cápita de las instituciones seleccionadas.

Es importante señalar que el estudio se lleva a cabo únicamente en aquellas instituciones que cuentan con información detallada y completa, con el fin de garantizar la eficiencia y confiabilidad del análisis.

3.1 Población de estudio

La población de estudio para la presente investigación corresponde al sector público del cantón Baños, incluyendo instituciones como oficinas, cuarteles, escuelas y colegios, hogares de ancianos, centros de salud y hospitales, en concordancia con los lineamientos establecidos por la normativa ecuatoriana. Si bien existe una variedad de edificaciones públicas, el proceso de selección de la muestra se centró en aquellos establecimientos que disponen de información más completa y detallada durante los años considerados para el análisis, con el objetivo de obtener resultados más confiables. Además, se consideró esencial vincular el número de usuarios atendidos por cada institución como criterio para justificar su nivel de consumo.

En función de esto, se presenta la tabla 5 con los nombres de las instituciones seleccionadas para el análisis. A cada entidad se le solicitará su historial de consumo de agua, así como el número estimado de usuarios que recibió durante el período evaluado.

Con la información recopilada, se contará con una base de datos representativa, por lo que se asignó un código único a cada tipo de institución: las instituciones educativas se identificarán con la letra “E”, los centros de salud con “CS”, los hospitales con “H”, los hogares de ancianos con “A”, las oficinas públicas con “P” y los cuarteles con “C”.

Tabla 5
Instituciones de estudio.

CODIGO	INSTITUCIONES
P1	Dirección de Educación Distrital 18D03 Baños de Agua Santa
P2	Unidad Judicial Multicompetente Baños
P3	Coordinación Zonal 3 de Registro Civil, Identificación y Cedulación
C1	Unidad de Policía Comunitaria
E1	Unidad Educativa Oscar Efrén Reyes
E2	Unidad Educativa Fray Sebastián Acosta
E3	Centro de Educación Inicial Las Cascadas
E4	Centro de Educación Inicial Lucerito
E5	Escuela de Educación Básica Pablo Arturo Suarez
E6	Escuela de Educación Básica Baños
E7	Escuela de Educación Básica Pedro Vicente Maldonado

A1	Proaño Duran Luis Alfonso (Centro Gerontológico)
CS1	Centro de Salud Tipo A Baños
CS2	Centro de Salud A - Baños (IESS)
H1	Hospital Básico de Baños

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Muestra

La selección de muestra se basa en un muestreo no probabilístico, determinado por la disponibilidad y calidad de los datos obtenidos.

3.3 Método de análisis y procesamiento de datos

Una vez que el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal (GADM) del cantón Baños de Agua Santa facilitó la información solicitada del sector público, se obtuvo una gran cantidad de datos mensuales, como se muestra en el Anexo 1. Esto requirió una mejor organización de la información, a fin de evitar errores durante su análisis. Por esta razón, fue necesario reagrupar los datos de manera más clara y ordenada, lo que facilita el cálculo de los consumos mensuales.

En primer lugar, es necesario realizar un proceso de depuración para delimitar la población de estudio en los casos donde se tengan registros vacíos de consumo de agua que pudieran afectar el análisis. Para nuestro caso, todas las instituciones contaban con la información pertinente y necesaria por lo que no se vio en la necesidad de excluirlos. Asimismo, se verificó en las inspecciones a los establecimientos que los medidores que dispone cada entidad están destinados únicamente para el abastecimiento de dicha institución.

Posteriormente, con los datos organizados se elaboró una tabla que contiene únicamente la información pertinente, permitiendo una interpretación más eficiente. En dicha tabla se incluyen las lecturas de consumo de agua de los medidores, considerando que algunas de ellas cuentan con más de un medidor (véase Anexo 3).

Finalmente, los datos recopilados fueron reorganizados en tablas individuales siguiendo el formato de la tabla 6, donde se presentan los consumos de agua potable registrados mensualmente durante los años de estudio. Cabe señalar que la unidad de medida utilizada corresponde al Sistema Internacional, es decir, metros cúbicos (m³).

Tabla 6
Consumos preliminares.

H1	HOSPITAL BASICO DE BAÑOS [m ³]						
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Enero	396	12	800	2345	1629	2164	2660
Febrero	555	410	465	1886	1754	2233	2655
Marzo	440	403	480	1970	3736	3660	2650
Abril	480	441	446	1922	1300	2874	2700
Mayo	423	479	652	1873	1450	3525	2722
Junio	486	592	610	1742	995	1415	2749
Julio	702	447	1038	1194	1985	1535	2705
Agosto	517	460	1083	1490	1920	2010	2730
Septiembre	643	556	3299	1819	1855	3050	2715
Octubre	439	750	3061	2147	1656	2875	2700
Noviembre	490	888	1957	2162	2027	2700	2700
Diciembre	1	734	1281	2798	2351	2350	2620

Fuente: Elaboración propia.

Una vez que los datos han sido organizados en un formato fácil de manejar, se procede a la depuración manual de los valores inexistentes. Estos datos, que en la hoja de cálculo se encuentran representados como ceros, no resultan útiles para el análisis, ya que podrían distorsionar los resultados. Es importante mencionar que la presencia de estos valores nulos puede deberse a errores del sistema o a fallas en la digitación, situaciones que ocurren con cierta frecuencia. Además, se utilizará el software Minitab para facilitar la visualización y análisis de los datos de consumo. Este programa permite representar la información mediante gráficos, lo cual mejora la comprensión de los patrones de consumo. En particular, para esta investigación se empleará el diagrama de cajas y bigotes, una herramienta estadística que permite identificar valores atípicos de manera clara y efectiva.

Tras la finalización de la fase de limpieza de datos, se procede a ingresar los valores mensuales correspondientes a todos los años establecidos y a cada institución considerada en el estudio. Posteriormente, se genera el diagrama de cajas y bigotes, lo que facilita la identificación de datos que se alejan significativamente del comportamiento general. Con el fin de mejorar la interpretación de este tipo de gráfico, en la Figura 2 se presenta su estructura general.

El diagrama de cajas y bigotes es una herramienta estadística que permite visualizar la distribución de un conjunto de datos, ya que resume sus principales características

mediante los cuartiles. En la Figura 2, se puede observar que dentro de la caja se encuentra una línea horizontal, la cual indica el valor promedio de los datos. Además, los bigotes son las líneas que se extienden desde los extremos de la caja que representan la variabilidad existente fuera del rango intercuartílico, tanto en la cara superior e inferior de la caja [21]. Otra característica destacada del diagrama en el software Minitab es su capacidad para mostrar valores atípicos, los cuales suelen estar representados mediante un asterisco (*). Estos valores se consideran atípicos debido a que presentan una alta variabilidad en comparación con el resto del conjunto de datos, lo que en ocasiones puede deberse a errores de medición o a causas no identificadas [22].

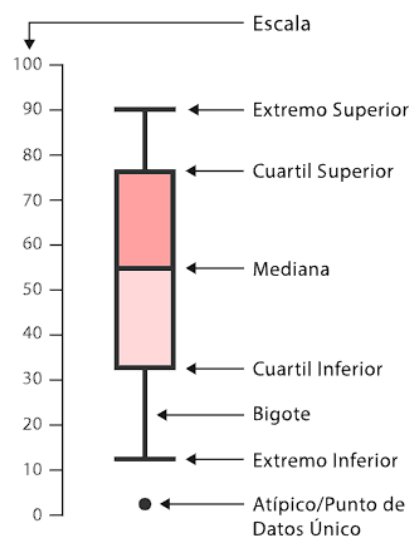


Figura 2
Diagrama de cajas y bigotes.

Fuente: Adaptado de [21].

Una vez que ya se haya procesado los datos en el software, es importante destacar que para complementar esta información y obtener resultados precisos, es necesario contar con datos sobre el número de usuarios en cada establecimiento, correspondientes a los años y meses en los que se calcula el consumo, conforme a las unidades establecidas en la normativa (ver Tabla 1). Cada tipo de institución utiliza una unidad diferente para el cálculo previo a la obtención del consumo per cápita. En el caso de los establecimientos educativos, se requiere el número de estudiantes matriculados y de docentes por cada año. Para los establecimientos de salud, la información varía según el tipo de centro:

- En los centros de salud sin hospitalización, se necesita conocer el número de personal que labora y el número de pacientes atendidos en los años de estudio.

- En los hospitales, es fundamental conocer el número de camas disponibles para hospitalización.

Asimismo, en los centros de internamiento o hogares de ancianos, se debe contar con el número de personas internadas y del personal que labora anualmente. Por otra parte, en el caso de los cuarteles es necesario conocer el número de reclusos y el personal encargado. Un detalle importante es, que para el último año de estudio esta institución funcionó únicamente como oficina, ya que sus instalaciones fueron trasladadas a otro sector. Finalmente, para las oficinas públicas, es indispensable disponer del número de funcionarios que trabajan a jornada completa durante cada año evaluado.

La información requerida para el procesamiento de datos fue solicitada directamente a cada entidad correspondiente. Para el caso de las instituciones educativas, estas fueron visitadas para solicitar directamente al rector/a el número de estudiantes matriculados y el personal que labora. Las instituciones mantenían registros anuales de años anteriores por lo que se facilitó la obtención de datos. Este proceso resultó más efectivo ya que permitió corroborar la información proporcionada, mediante la revisión de las hojas de registro del personal.

Para las instituciones del sector salud, fue necesario acudir directamente al director del Hospital de Baños para solicitar datos como el número de camas hospitalarias, el personal en funciones y el total de atenciones registradas durante los años considerados en el estudio. De manera similar, en los Centros de Salud del cantón, se gestionó una entrevista con el personal que contaba con los registros de los trabajadores y las personas que se atendían, ya que ellos disponían el historial de atenciones y registros del personal. En el caso de las oficinas públicas, se realizó una visita para que el personal encargado facilite los datos de registro del personal que laboró durante los años base del análisis. De igual manera, para los cuarteles se efectuó una visita a las instalaciones en la cual se pudo entrevistar al Cabo Primero encargado del establecimiento quien proporcionó la información detallada anteriormente.

Posteriormente, se procede a calcular la suma de los consumos mensuales por año, con el objetivo de obtener los consumos per cápita anuales, expresados en metros cúbicos. Este procedimiento se realizará para cada institución y los resultados se presentarán en una tabla resumen. A continuación, se presenta el cálculo necesario para unificar las unidades de medida con las establecidas en la normativa ecuatoriana. Por ello, se realiza la conversión de los consumos de m^3/mes a $\text{litros}/\text{día}$, lo que permite una comparación adecuada de los datos.

$$\text{Consumo} \left[\frac{m^3}{mes} \right] \rightarrow \frac{m^3}{mes} * \frac{1 \text{ mes}}{30 \text{ dias}} * \frac{1000 L}{1 m^3} = \text{Consumo} \left[\frac{L}{dia} \right]$$

Cabe indicar que estos consumos totales en unidades de L/persona/día, permiten obtener el valor per cápita anual por medio del software Minitab ya que este, además de realizar representaciones gráficas, permite calcular las desviaciones, cuartiles, entre otras funciones. Para el presente estudio se escogerá el valor del tercer cuartil a partir de los datos analizados, ya que esta incluye los valores altos de consumo sin verse afectado por los valores atípicos extremos alineándose con los criterios de diseño recomendado por la normativa. Para comprender estos resultados, se considera la división del conjunto en tres cuartiles, que nos ayudan a entender de mejor manera la dispersión de datos de menor a mayor. El primer cuartil (Q1) representa el 25% de los datos que se encuentra en análisis están por debajo de este valor, en términos nuestros, representa los consumos menores para todos los meses y años de estudio; el segundo cuartil (Q2) conocido también como mediana corresponde al 50% de los consumos, y representa el valor medio. Finalmente, el tercer cuartil (Q3) o cuartil superior, es el más importante para este estudio ya que incluye el 75% de los consumos y están por debajo de este valor.

De los resultados obtenidos con el Minitab se tomará el tercer cuartil para el análisis lo que permite identificar los valores máximos y mínimos del consumo per cápita, así como calcular el promedio ponderado diario para cada institución. Para ejecutar esta operación que arroja valores más realistas y representativas de consumo se presenta la siguiente expresión la cual se aplicará para cada establecimiento.

$$Pp = \frac{\sum(Q3_{anuales} * \#usuarios)}{\sum \#usuarios}$$

Donde:

$Q3_{anuales}$: Tercer cuartil anual en L/persona/día (la unidad de medida depende de la institución)

$\#usuarios$: Número de usuarios

Pp : Promedio ponderado

En el Anexo 4, se puede evidenciar los registros anuales del número de usuarios totales que trabajan y de las personas que han frecuentado a los establecimientos para realizar algún trámite o a su vez dar uso de las instalaciones públicas, este dato al igual que los cuartiles nos ayudan a calcular el promedio ponderado para las instituciones de estudio.

Es importante señalar que el valor máximo representa el consumo más alto registrado dentro de una función, mientras que el valor mínimo corresponde al consumo

más bajo. Estos valores permiten establecer posibles puntos de inflexión que pueden ser clave para el análisis comparativo y la toma de decisiones [23], ya que la ciudad de Baños presenta consumos pico debido a su carácter turístico, con la llegada de visitantes de diferentes ciudades durante feriados o festividades.

Por consiguiente, con base a los promedios ponderados de cada institución y su ocupación se utiliza nuevamente el software para obtener los cuartiles y se escoge el tercer cuartil que representa el 75% de los consumos superiores, siendo esta el valor general que caracteriza a cada tipo de institución. Posteriormente se realiza un análisis minucioso con las normativas correspondientes, con el fin de compararlas y evaluar la vigencia de los coeficientes normativos.

El estudio realizado en el cantón Baños, para una interpretación más eficiente, también se incluye intervalos de confianza para la media con varianza desconocida, en base a un rango de datos anual comprendido entre 2018 y 2024. El presente análisis estadístico considera un nivel de confianza del 95% y un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$, previo a ello, se comprobará la normalidad de la variable consumo de agua aplicando una prueba de hipótesis.

H_0 : Las variables siguen una distribución normal.

H_1 : Las variables no siguen una distribución normal.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio se enfoca prioritariamente en la obtención de dotaciones; para ello, inicialmente se realizó la selección de las instituciones objeto de análisis.

Tabla 7

Número de instituciones seleccionadas.

Edificación	Cantidad
Oficinas	3
Cuarteles	1
Escuelas y colegios	7
Internados, hogar de ancianos y niños	1
Consultorios médicos y clínicas con hospitalización	2
Hospitales	1

Fuente: Elaboración propia.

Todas las instituciones presentadas anteriormente (tabla 5) son objeto de estudio, debido a que disponen de información completa sobre los consumos de agua potable, por lo tanto, se procede a organizar los datos. Luego, se realizó la depuración de datos (valores nulos y datos atípicos) con la ayuda del Minitab que representa los consumos en un diagrama de cajas y bigotes, identificando con un asterisco los datos que están por encima o por debajo de los valores límites.

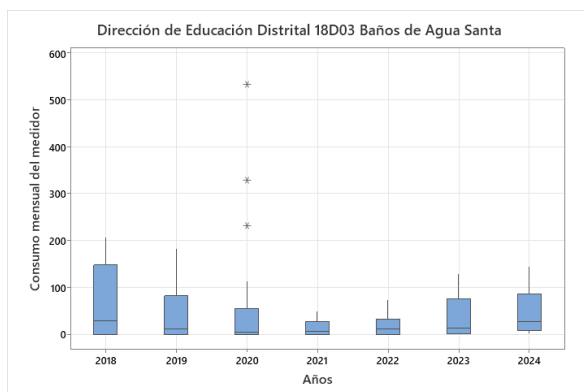


Figura 3

Cajas y bigotes "Dirección de Educación Distrital 18D03"

Fuente: Elaboración propia.

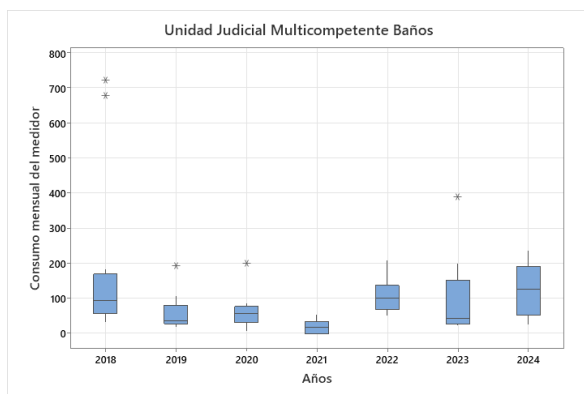


Figura 4
Cajas y bigotes “Unidad Judicial”.

Fuente: Elaboración propia.

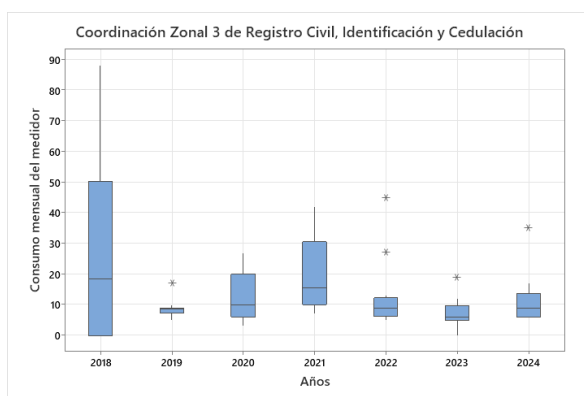


Figura 5
Cajas y bigotes “Coordinación Zonal 3 de Registro Civil, Identificación y Cedulación”.

Fuente: Elaboración propia.

Las figuras 3, 4 y 5 presentan los diagramas de cajas y bigotes que representan el consumo anual para cada institución pública.

De manera general, todas las instituciones presentan niveles de consumo muy significativos con una alta variabilidad interanual, lo que se llega a deducir que estas no presentan adecuados controles en el uso de este recurso hídrico o a su vez se tiene la presencia de fugas de agua, mayor demanda, condiciones no habituales y malas conexiones en las instalaciones o cualquier otro evento que puede influir en el consumo del agua.

El comportamiento del consumo hídrico es decreciente hasta 2021, siendo este el año que presenta menor consumo. Esta tendencia puede deberse a que la mayor parte del personal trabajaba de manera virtual y ya no en las oficinas por miedo a contagios durante la pandemia del COVID-19. A diferencia de lo mostrado en figura 5, en este caso la atención al cliente se mantuvo únicamente durante algunos meses, por lo que la demanda de tramites de tipo oficina fue mayor. Una de las razones por lo que la figura 4 presenta mayor

dispersión de datos en el último año se debe a que, durante algunos meses hubo personal realizando pasantías y colaborando con los profesionales que trabajan en esta institución, por lo que se tiene puntos críticos de demanda de agua.

Además, las gráficas presentan mayor estabilidad de demanda hídrica posterior al año 2021, considerando que estas comienzan a aumentar sin sobrepasar los registros de consumos de años anteriores, ya que su consumo es más estable y controlado.

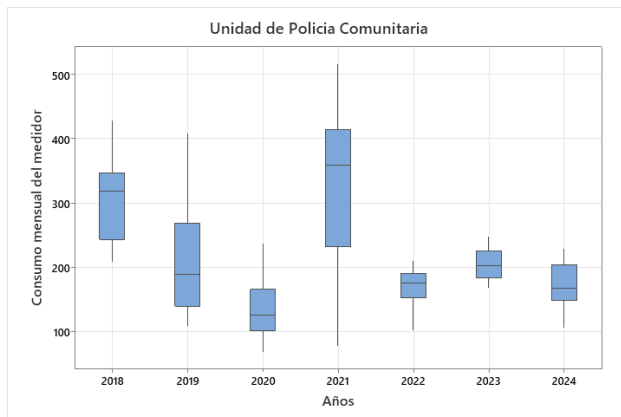


Figura 6
Cajas y bigotes “Unidad de Policía Comunitaria”.

Fuente: Elaboración propia.

Para la institución de tipo cuartel se presenta la figura 6 que actualmente se clasifica como tipo oficina, sin embargo, anteriormente funcionaba como una escuela de formación policial, por lo que fue clasificada como tipo cuartel por su mayor consumo. Para diferenciar el comportamiento respecto a los demás años los datos pueden agruparse en base a sus consumos ya que del 2018 al 2021 se registraron consumos elevados al igual que su variabilidad, evidenciándose un máximo consumo en el año 2021, siendo el motivo el mayor uso de las instalaciones, ya que los aspirantes permanecieron en la institución debido a la pandemia. A partir del año 2022 se observa una menor dispersión de datos ya que retomaron sus actividades dentro y fuera de la institución de manera más planificada, lo que se refleja en cajas de consumos reducidos.

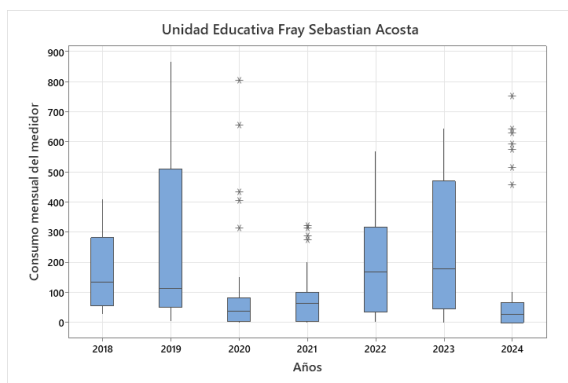


Figura 7
Cajas y bigotes “U.E. Oscar Efrén Reyes”.

Fuente: Elaboración propia.

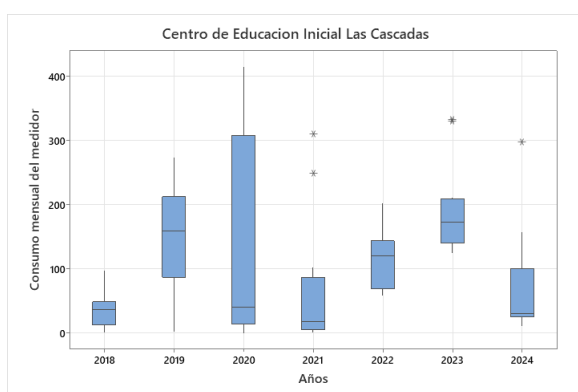


Figura 8
Cajas y bigotes “U.E. Fray Sebastián Acosta”.

Fuente: Elaboración propia.

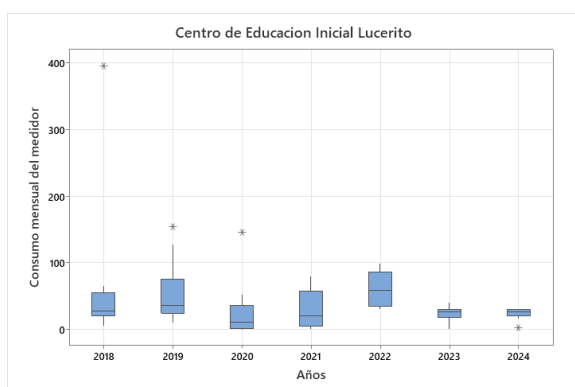


Figura 9
Cajas y bigotes “C.E.I. Las Cascadas”.

Fuente: Elaboración propia.

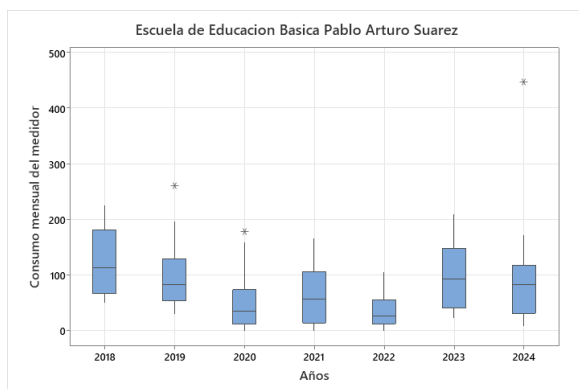


Figura 10
Cajas y bigotes “C.E.I. Lucerito”.

Fuente: Elaboración propia.

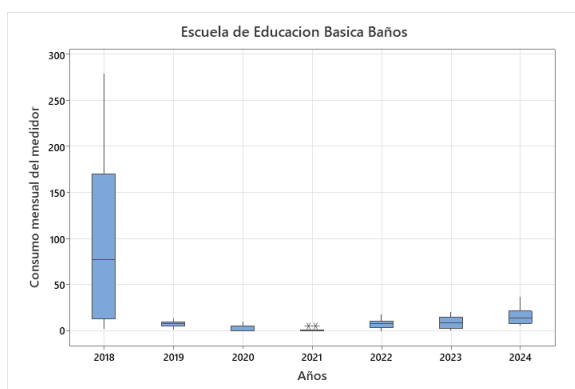


Figura 11
Cajas y bigotes “E.E.B. Pablo Arturo Suarez”.

Fuente: Elaboración propia.

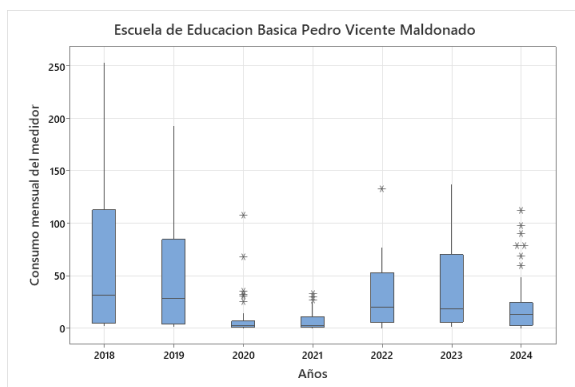


Figura 12
Cajas y bigotes “E.E.B. Pedro Vicente Maldonado”.

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en las ilustraciones para las instituciones educativas, la variación es considerable al igual que los valores atípicos ya que algunas de ellas cuentan únicamente

con niños/as, mientras que otras instituciones albergan estudiantes de educación básica y bachillerato, lo que refleja mayor demanda.

El análisis evidencia que 5 de las 7 instituciones presentan un menor consumo al igual que su dispersión, tomando como referencia la amplitud intercuartílica para el año 2021, debido a que las instituciones adoptaron la modalidad virtual, permaneciendo únicamente el portero o un grupo de personas cercanas a la institución, por otra parte, en las otras 2 instituciones (figura 9 y figura 11) aunque el consumo no es elevado, su variabilidad resulta notable, posiblemente debido a la presencia de fugas de agua o tal vez instalaciones mal realizadas o una menor frecuencia de inspecciones como consecuencia de la pandemia.

Las figuras 7, 10 y 12 presentan una mejor tendencia en consumos de agua posterior al año 2021, lo que indica que estas instituciones establecieron mayor control durante el retorno a las clases presenciales y que los estudiantes adoptaron mejores hábitos, garantizando un uso responsable del agua y reduciendo su desperdicio. Además, la figura 10 presenta una característica relacionada al número de estudiantes, ya que en los últimos años se ha registrado una reducción tanto de estudiantes como de docentes, lo que contribuye a la disminución de los consumos.

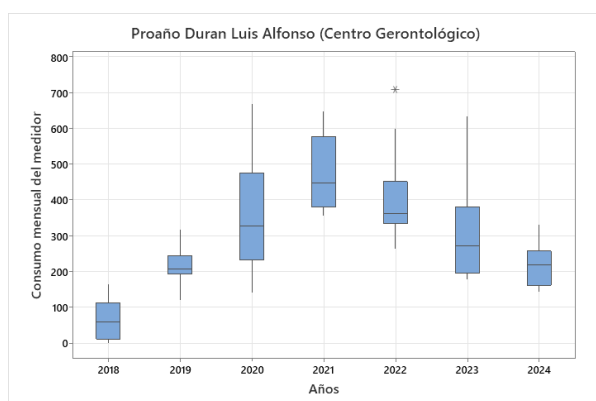


Figura 13
Cajas y bigotes “Proaño Duran Luis Alfonso (Centro Gerontológico)”.

Fuente: Elaboración propia.

La figura 14 presenta un comportamiento creciente y decreciente en base a los consumos teniendo su punto de inflexión alta en el año 2021 con una alta variabilidad de datos, similar a los demás años. Este incremento puede relacionarse con la pandemia del COVID-19, ya que en estos años los adultos mayores residentes intensificaron sus hábitos de aseo personal para evitar el contagio, posterior al año 2021 se tiene una tendencia en reducción, debido a que el número de pacientes disminuyó y adoptaron buenas costumbres sobre el cuidado del agua.

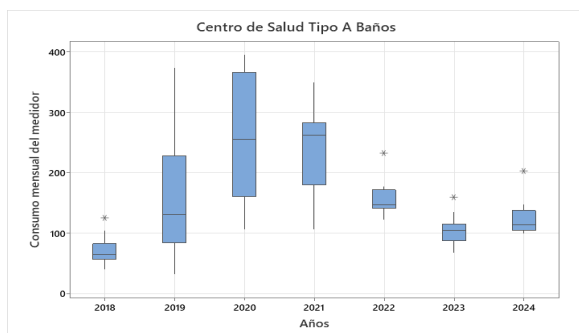


Figura 14
Cajas y bigotes “Centro de Salud Tipo A”.

Fuente: Elaboración propia.

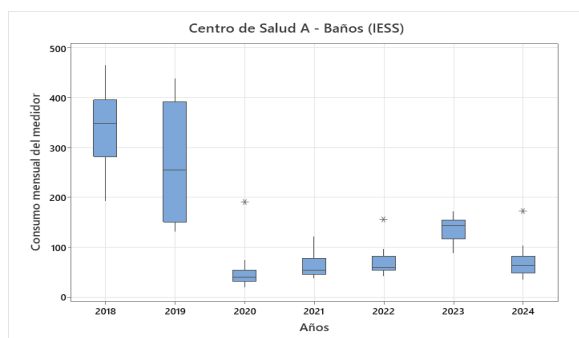


Figura 15
Cajas y bigotes “Centro de Salud A – (IESS)”.

Fuente: Elaboración propia.

Las figuras 15 y 16 presenta semejanza con sus consumos ya que tienen demandas bajas, considerando que estas no acogen las 24 horas a sus pacientes en las instalaciones más bien su atención es únicamente en el día. Para todos los años su tendencia es variable, considerando que su dispersión es mayor en los años iniciales, pero para los últimos años su rango intercuartílico disminuye y es más estable atribuyéndose a un control eficiente del recurso hídrico. La figura 15 muestra el comportamiento de un centro de salud que da su atención a toda la ciudadanía, evidenciándose con consumos mayores con relación a la figura 16 que brindan asistencia a personas que se encuentran afiliados únicamente al IESS y durante la pandemia se tuvo una atención restringida e incluso una reducción temporal de ciertos servicios profesionales. Al analizar los últimos años se entiende que las personas luego de la pandemia a partir del año 2022 (control moderado) asistían a estos establecimientos únicamente si se enfermaban o presentaban estados críticos de salud. Además, debemos considerar que estas instituciones son de tipo A, lo que indica que proporcionan una atención de primer nivel, es decir, servicios básicos de salud ambulatoria.

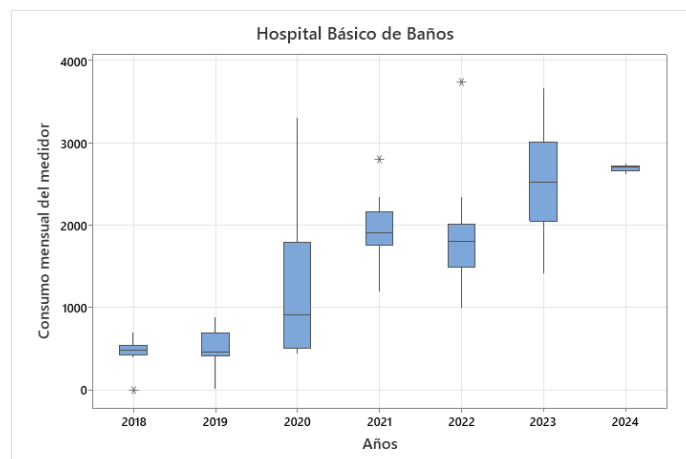


Figura 16
Cajas y bigotes “Hospital Básico de Baños”.

Fuente: Elaboración propia.

Por último, la figura 17 permite identificar variaciones, tendencias y patrones en el uso del recurso, como se puede visualizar el consumo es mayor conforme pasa el tiempo al igual que su dispersión no es constante para cada año. Su consumo presenta rasgos más estables y controlados a diferencia de dos años. El año 2020 presenta el inicio de la pandemia lo que evidencia mayor demanda y dispersión de datos, debido a que personas de la misma ciudad acudieron a los establecimientos para descartar cualquier síntoma que tenía relación con el COVID-19, posterior al año, para el 2024 el consumo es más concentrado y estable, lo que indica que se tiene una posible optimización o regularización en el uso del recurso hídrico.

El comportamiento numérico de los datos anuales se presenta en la siguiente tabla en la que se incluye la estadística descriptiva para el periodo 2018-2024.

Tabla 8
Comportamiento numérico 2018, 2019.

AÑO 2018		AÑO 2019	
Media	139.80	Media	125.31
Mediana	32.75	Mediana	50
Moda	224.40	Moda	178.57
Desviación estándar	190.16	Desviación estándar	179.80
Varianza	36159.83	Varianza	32327.22
Error estándar	49.10	Error estándar	46.42
Asimetría	1.32	Asimetría	1.77
Curtosis	3.31	Curtosis	5.01
Rango	577.18	Rango	612.05
Mínimo	1.99	Mínimo	0.67
Máximo	579.17	Máximo	612.72

Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9
Comportamiento numérico 2020, 2021

AÑO 2020		AÑO 2021	
Media	187.51	Media	228.78
Mediana	25.84	Mediana	14.66
Moda	85.76	Moda	63.89
Desviación estándar	400.63	Desviación estándar	498.75
Varianza	160505.70	Varianza	248751
Error estándar	103.44	Error estándar	128.78
Asimetría	2.99	Asimetría	2.70
Curtosis	10.84	Curtosis	9.36
Rango	1567.83	Rango	1883.26
Mínimo	0.585	Mínimo	0.07
Máximo	1568.42	Máximo	1883.33
Fuente: Elaboración propia.		Fuente: Elaboración propia.	

Tabla 10
Comportamiento numérico 2022, 2023

AÑO 2022		AÑO 2023	
Media	194.65	Media	262.02
Mediana	42.48	Mediana	50.09
Moda	73.27	Moda	138.2
Desviación estándar	442.79	Desviación estándar	667.99
Varianza	196059.10	Varianza	446210.50
Error estándar	114.33	Error estándar	172.47
Asimetría	3.11	Asimetría	3.29
Curtosis	11.41	Curtosis	12.24
Rango	1740.46	Rango	2636.01
Mínimo	0.77	Mínimo	1.05
Máximo	1741.23	Máximo	2637.06
Fuente: Elaboración propia.		Fuente: Elaboración propia.	

Tabla 11
Comportamiento numérico 2024.

AÑO 2024	
Media	437.18
Mediana	20.01
Moda	162.85
Desviación estándar	1021.41
Varianza	1043280
Error estándar	263.73
Asimetría	2.29
Curtosis	6.55
Rango	3411.48
Mínimo	1.02

Fuente: Elaboración propia.

Se evidencia que las medias muestrales para cada año presentan una tendencia creciente, pasando de 139.80 L en el año 2018 a 437.18 L para el 2024 reflejando consumos variables. A partir del año 2020 se registra una variación significativa en los datos lo que confirma la asimetría de distribuciones altamente sesgadas (valores mayores a 2), en concordancia con la desviación estándar.

Desde el año 2020 en adelante se observa una influencia de la pandemia del COVID-19, ya que se tiene una variación alta en comparación al año 2019, pasando de una desviación estándar de 179.80 a 400.63 L, lo que se justifica que durante la pandemia se practicó las medidas de higiene personal para evitar contagios elevando su demanda, pero también se tuvo instituciones que mantenían las mismas costumbres por lo que contribuyó a la dispersión de datos, registrándose consumos más elevados en el año 2024.

Además, se identifica un consumo mínimo de 0.07 L correspondiente al año 2021 y un consumo máximo de 3412.50 L registrado en el año 2024.

4.1. Análisis con normativa ecuatoriana– Baños

Se verifica si los consumos correspondientes a cada institución se encuentran dentro o fuera del rango que establece la normativa.

4.1.1 Instituciones Públicas

En base a lo que establece la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) se determinaron los consumos en las unidades requeridas para analizarlos. A continuación, se presenta la información de las instituciones públicas del Cantón Baños.

Tabla 12

Consumo per cápita instituciones públicas.

RESUMEN CONSUMO PER CÁPITA (L/persona/día)									
COD	INSTITUCIONES	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
P1	Dirección Educación Distrital 18D03 Baños de Agua Santa	224.40	178.57	85.76	63.89	73.27	138.20	162.85	
P2	Unidad Judicial Multicompetente Baños	152.43	164.44	186.11	89.29	227.92	225.00	227.08	
P3	Coordinación Zonal 3 de Registro Civil, Identificación y Cedulación	368.06	50.00	111.11	169.45	55.56	51.39	55.56	

Fuente: Elaboración propia.

Se tienen consumos variables ya que estos dependen del número de usuarios y del servicio que brinda cada edificación.

Tabla 13
Consumos per cápita promedios, máximos y mínimos en Instituciones Públicas

COD.	MIN	MAX	PROMEDIO DIARIO
P1	63.89	224.40	135.56
P2	89.29	227.92	188.16
P3	50.00	368.06	123.02

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 16, hace referencia a los consumos máximos de agua potable para las instituciones públicas se evidencia que las 3 edificaciones presentan valores de consumo superior al rango máximo estipulado por la Normativa Ecuatoriana Hidrosanitaria (Tabla 1).

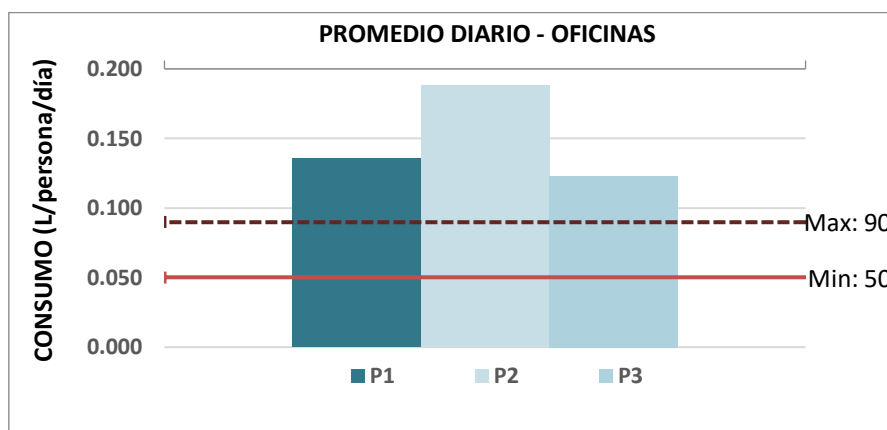


Figura 17
Consumos per cápita diarios en oficinas de edificaciones públicas.

Fuente: Elaboración propia.

De manera complementaria, se verificó la normalidad de los datos imponiéndonos una hipótesis en RStudio. Con este fin, se formuló como hipótesis nula (H_0): el consumo de agua potable en las instituciones evaluadas sigue una distribución normal, mientras que la hipótesis alternativa (H_1) nos dice que no sigue una distribución normal.

Estas instituciones presentan menos de 50 datos, por lo que se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk, obteniendo como resultado un valor de $p = 0.043$, siendo menor que el nivel de significancia de 0.05, lo que indica que los datos no siguen una distribución normal, aceptándose la hipótesis alternativa (H_1).

La figura 18 indica que los consumos exceden las establecidas por la normativa, esta información abarca todos los datos analizados. La institución P2 presenta un consumo equivalente al doble de la dotación máxima de la normativa, siendo el más alto en

comparación con las demás, ocasionado por el aumento del personal ya que en algunos meses se cuenta con la presencia de practicantes que colaboran con las labores de oficina.

Para futuras investigaciones, se recomienda efectuar un análisis más detallado y exhaustivo, tomando como referencia el presente estudio y el denominado “Incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable del cantón Baños de Agua Santa” en el cual se evidencia una significativa presencia de fugas de agua dentro de la red de distribución, registrándose el mayor porcentaje en el año 2020 con un 51.30 %, mientras que el menor porcentaje se presentó en el año 2019 con un 46.14 %. Estos resultados permiten deducir que aproximadamente la mitad del agua inyectada en la red de abastecimiento del cantón Baños de Agua Santa se pierde debido a fugas, generando un considerable desperdicio del recurso hídrico. [6].

4.1.2. Instituciones de Cuarteles

De igual manera se presenta los consumos en unidades requeridas para su análisis.

Tabla 14
Consumo per cápita en instituciones de cuarteles.

RESUMEN CONSUMO PER CÁPITA (L/persona/día)								
COD	INSTITUCIONES	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
C1	Unidad de Policía Comunitaria	579.17	447.92	276.67	691.25	318.75	377.50	3412.50

Fuente: Elaboración propia.

Se presenta variabilidad en los datos, siendo la más representativa la correspondiente al año 2021, período en el que los aspirantes permanecieron internados en el establecimiento para evitar contagios de COVID-19.

Tabla 15
Consumos per cápita promedio, máximo y mínimo en Institución de cuartel.

COD.	MIN	MAX	PROMEDIO DIARIO
C1	276.67	3412.50	497.13

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 18, muestra que el consumo máximo está por encima del rango límite que estipula la Normativa Hidrosanitaria Ecuatoriana (NHE), debido a que la institución esta acondicionado para alcanzar un límite de acuartelados.

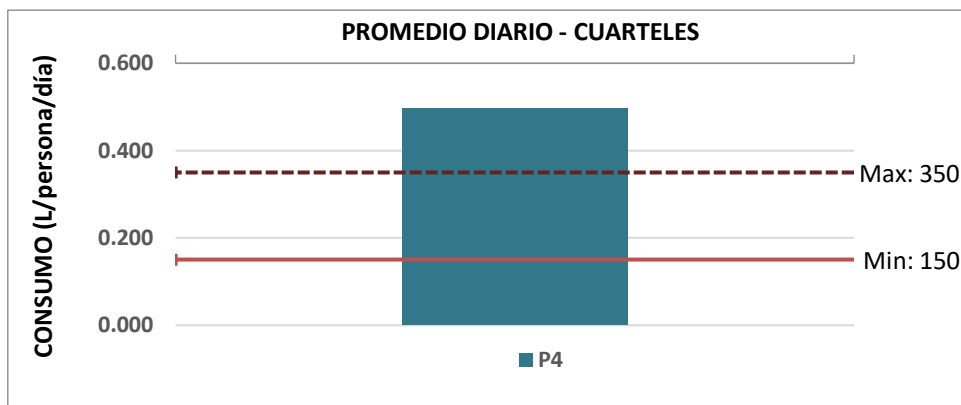


Figura 18
Consumos per cápita diarios en cuarteles.

Fuente: Elaboración propia.

Se consideraron pruebas de normalidad para verificar su confiabilidad. En esta institución se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk, obteniéndose un valor de $p = 0.00013$, siendo menor que el nivel de significancia de 0.05, lo que indica que los datos no siguen una distribución normal (H_1).

Mediante la figura 19, se visualiza el consumo per cápita diario, el cual presenta un valor superior al máximo establecido debiendo ser una de las razones el clima, ya que se caracteriza por ser templado y sin temperaturas extremas de frío.

4.1.3. Instituciones Educativas

Son diversas las instituciones educativas en la ciudad de Baños, se tiene desde los Centros de Educación Inicial hasta los Colegios, cada institución con una variación considerable de estudiantes, por lo que su demanda es variable en todos los años.

Tabla 16
Consumo per cápita instituciones educativas.

RESUMEN CONSUMO PER CÁPITA (L/estudiante/día)								
COD.	INSTITUCIONES	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
E1	Unidad Educativa Oscar Efrén Reyes	25.87	33.41	25.84	6.47	12.25	24.32	20.01
E2	Unidad Educativa Fray Sebastián Acosta	35.75	50.99	8.21	14.66	42.48	50.09	4.81
E3	Centro de Educación Inicial Las Cascadas	13.17	56.53	92.55	7.81	37.08	53.80	19.78
E4	Centro de Educación Inicial Lucerito	32.75	29.24	19.59	33.77	50.44	17.84	20.26
E5	Escuela de Educación Básica Pablo Arturo Suarez	22.23	18.72	10.80	12.44	8.89	19.09	14.18
E6	Escuela de Educación Básica Baños	11.60	0.67	0.59	0.07	0.77	1.05	1.49
E7	Escuela de Educación Básica Pedro Vicente Maldonado	21.21	21.30	0.94	1.71	10.52	12.96	2.88

Fuente: Elaboración propia.

La variabilidad de consumos no es considerable ya que depende del tipo de institución y se controla en función del número de estudiantes, ya que, mientras menor sea la cantidad de estudiantes, mayor facilidad existe para regular el consumo. Los establecimientos que presentan un mayor consumo son las unidades educativas que cuentan con nivel de bachillerato.

Tabla 17

Consumos per cápita promedios, máximos y mínimos en Instituciones Educativas.

COD.	MIN	MAX	PROMEDIO DIARIO
E1	6.47	33.41	21.17
E2	4.81	50.99	29.95
E3	7.81	92.55	40.01
E4	17.84	50.44	29.26
E5	8.89	22.23	15.20
E6	0.07	11.60	2.34
E7	0.94	21.30	10.16

Fuente: Elaboración propia.

Se registran consumos máximos, de los cuales se puede constatar que 3 de las 7 instituciones exceden al rango máximo que establece la normativa. La E3 registra un consumo máximo equivalente al doble del límite máximo normativo, mientras que la E6 está por debajo del rango mínimo de la NHE.

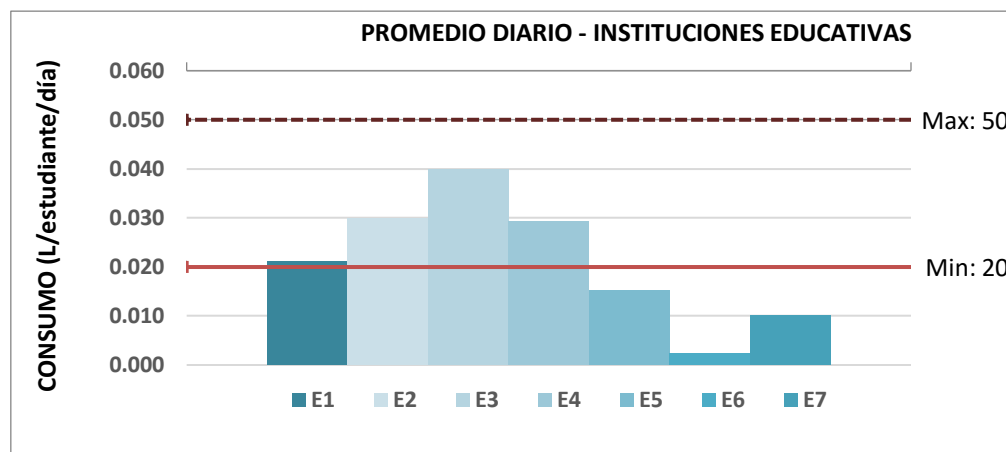


Figura 19

Consumos per cápita diarios en Instituciones Educativas.

Fuente: Elaboración propia.

Al igual que las anteriores estas presentan menos de 50 datos, por lo que se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk. Como resultado, se obtuvo un valor de $p = 0.000089$, menor que el nivel de significancia de 0.05, lo que indica que los datos no siguen una distribución

normal (H_1), debido a la variabilidad de los datos y a la presencia de consumos pico o distribuciones asimétricas.

La figura 20 representa los consumos de agua potable y permite visualizar qué instituciones están dentro o fuera del rango límite que establece la Normativa Hidrosanitaria Ecuatoriana. De las 7 instituciones, 4 se encuentran dentro del rango de 20 a 50 L/estudiante/día y las 3 restantes que corresponden a la educación básica reflejan consumos inferiores al valor mínimo, lo que pone en alerta para verificar en campo y averiguar si el caudal suministrado abastece a los establecimientos y a su vez evaluar el estado de las conexiones, debido a que estas instituciones tienen entre 400 y 500 estudiantes, lo que hace más preocupante que presenten consumos inferiores al mínimo requerido.

4.1.4. Hogar de Ancianos

En la ciudad de Baños existe una institución en la cual habitan adultos mayores bajo supervisiones y cuidados de los encargados, siendo este un hogar de residencia permanente las 24 horas del día.

Tabla 18
Consumo per cápita Hogar de Ancianos.

RESUMEN CONSUMO PERCÁPITA (L/ocupante/día)								
COD.	INSTITUCIÓN	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
A1	Proaño Durán Luis Alfonso (Centro Gerontológico)	116.67	205.00	416.89	447.68	336.43	317.71	226.32

Fuente: Elaboración propia.

La tabla muestra el incremento de los consumos hasta el año 2020, considerado un punto crítico ya que a partir de entonces el consumo comienza a disminuir. Su elevado consumo se atribuye a la pandemia, ya que, los adultos mayores quedaron internados las 24 horas para evitar contagios lo que ocasionó un mayor uso de agua por el incremento en el aseo personal y limpieza constante de las instalaciones. En el año 2024 el consumo y su dispersión son menores, lo que podría indicar un mayor consistencia y control en la demanda hídrica.

Tabla 19
Consumos per cápita promedios, máximos y mínimos en Hogares de Ancianos

COD.	MIN	MAX	PROMEDIO DIARIO
A1	116.67	447.68	299.52

Fuente: Elaboración propia.

El valor máximo excede al rango permitido de 300 L/ocupante/día, situación atribuida a la pandemia, período en el cual se prohibieron las visitas de sus familiares para evitar contagios entre los pacientes promoviendo mayores cuidados.

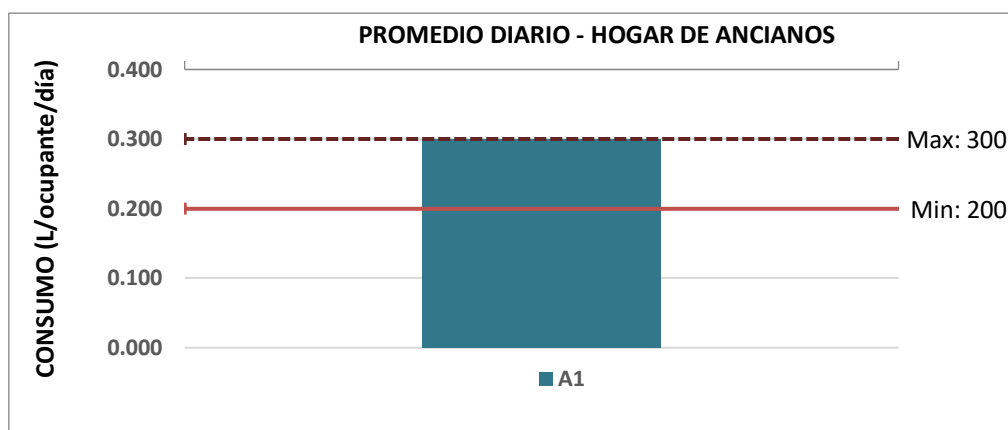


Figura 20
Consumos per cápita diarios en Hogares de Ancianos.

Fuente: Elaboración propia.

Se determinó la distribución de datos mediante pruebas de normalidad, aplicando la prueba de Shapiro-Wilk, obteniéndose un valor de $p = 0.837$, mayor que el nivel de significancia de 0.05, lo que indica que los datos siguen una distribución normal (H_0). Adicionalmente, la figura 21 muestra que el consumo promedio se encuentra dentro del rango establecido, situándose próximo al umbral límite.

4.1.5. Consultorios Médicos

La salud pública tiene gran importancia para el bienestar y desarrollo de las personas, ya que estas instituciones contribuyen a la prevención de las enfermedades, así como a la prolongación y mejora de la calidad de vida de toda la población.

Tabla 20
Consumos per cápita Consultorios Médicos.

RESUMEN CONSUMO PERCÁPITA (L/ocupante/día)								
COD.	INSTITUCIONES	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
CS1	CENTRO DE SALUD TIPO A BAÑOS	1.99	5.28	8.55	8.91	3.33	2.33	2.83
CS2	CENTRO DE SALUD A - BAÑOS (IESS)	4.94	4.91	0.67	1.03	0.81	1.95	1.02

Fuente: Elaboración propia.

Sus consumos son muy reducidos, ya que únicamente corresponden a consultorios médicos de tipología A sin hospitalización. Además, el personal que labora en estos establecimientos está conformado por aproximadamente 25 especialistas lo que justifica la menor demanda de agua. Sin embargo, se requiere un estudio minucioso para futuras

investigaciones sobre estos establecimientos. Para el caso de la "CS1" la mayor demanda se presenta en el 2021, situación relacionada con la pandemia.

Tabla 21

Consumos per cápita promedios, máximos y mínimos en Consultorios Médicos

COD.	MIN	MAX	PROMEDIO DIARIO
CS1	1.99	8.91	4.52
CS2	0.67	4.94	2.22

Fuente: Elaboración propia.

La normativa no establece una dotación específica para este tipo de centros de salud, por lo que se tomó como referencia una categoría similar, pero esta presenta un rango elevado de consumos quedando el consumo máximo obtenido en el presente estudio muy por debajo de límite inferior establecido (500 L/ocupante/día). Esta comparación evidencia la necesidad de realizar una inspección en campo para verificar si la demanda suministrada abastece adecuadamente a todo el personal o, por el contrario, los bajos consumos son consecuencia de tratarse de establecimientos de tipología A (atención primaria) con infraestructura reducida.

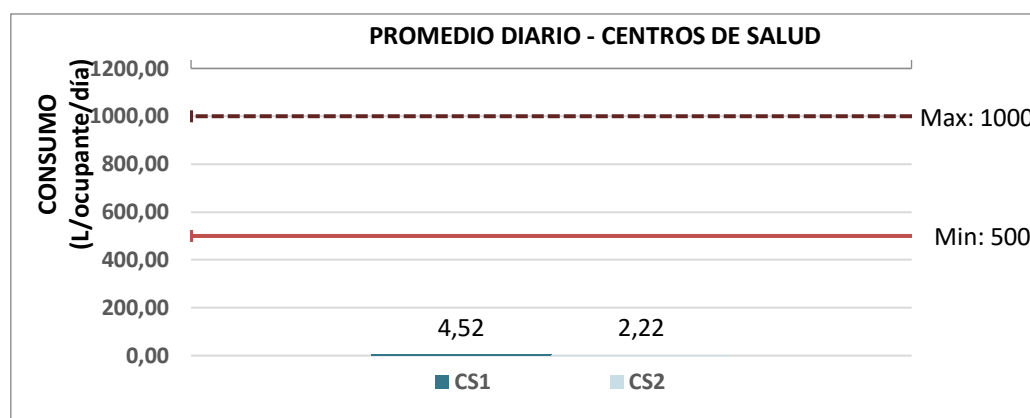


Figura 21

Consumos per cápita diarios en Consultorios Médicos.

Fuente: Elaboración propia.

Para la validación de los datos se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk, obteniéndose un valor de $p = 0.038$, menor que el nivel de significancia de 0.05. Esto indica que los datos no siguen una distribución normal (H_1), es decir, presentan irregularidades alrededor del valor promedio.

Sumado a esto, la figura 22 refleja una demanda muy baja, lo que permite diferenciar a estos consultorios médicos de otros establecimientos según su tipología, ya que brindan una atención ambulatoria y servicios preventivos, resaltando que los usuarios solo

permanecen un corto periodo de tiempo y muchos de ellos evitan utilizar los servicios higiénicos para prevenir posibles contagios de enfermedades, por tal razón se registra un menor consumo.

4.1.6. Hospitales

Estas instituciones son organizaciones médicas y sociales cuya misión es proporcionar asistencia médica sanitaria, tanto preventiva como curativa para evitar el aumento de enfermedades y calmar las molestias de los pacientes. El hospital en la ciudad de Baños es de tipo Básico y sus instalaciones son muy limitadas en cuanto a la capacidad de pacientes hospitalizados.

Tabla 22
Consumos per cápita Hospitales

RESUMEN CONSUMO PERCÁPITA (L/cama/día)								
COD.	INSTITUCIONES	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
H1	Hospital Básico de Baños	486.84	612.72	1568.42	1883.33	1741.23	2637.06	2386.18

Fuente: Elaboración propia.

Los consumos son altos ya que son frecuentes las atenciones porque son más completas. La tabla 25 refleja una tendencia creciente, teniendo en cuenta que en los 2 primeros años se tiene consumos menores al límite inferior que estipula la normativa, posterior a ello, se da una demanda alta en el año 2020 que indica el inicio de la pandemia ya que la demanda de atenciones fue mayor para descartar cualquier indicio relacionado con el COVID-19.

Tabla 23
Consumos per cápita promedios, máximos y mínimos en Hospitales.

COD.	MIN	MAX	PROMEDIO DIARIO
H1	486.84	2637.06	1616.54

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 26 indica un consumo máximo de 2637.06 L/cama/día, valor que no se encuentra dentro del rango de 800 a 1300 L/cama/día establecido por la Normativa Hidrosanitaria Ecuatoriana, al igual que el consumo mínimo. Este elevado consumo en los últimos años se atribuye al incremento de lavado de manos, desinfección de superficies y limpieza de áreas clínicas de forma más frecuente.

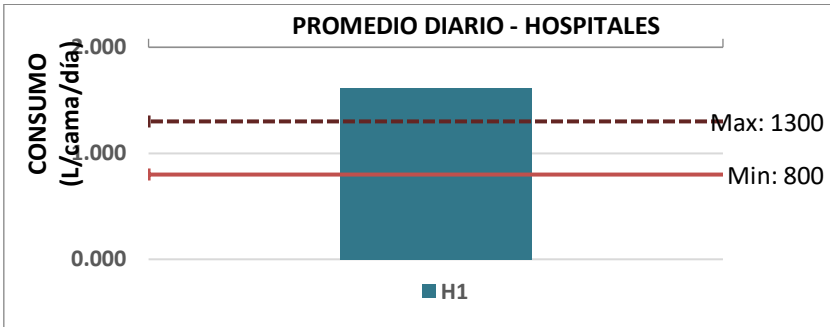


Figura 22
Consumos per cápita diarios en Hospitales.

Fuente: Elaboración propia.

Por último, se determinó la distribución de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk, obteniendo como resultado un valor de $p=0.482$, mayor que el nivel de significancia de 0.05, lo que indica que los datos siguen una distribución normal (H_0), es decir, no presentan variaciones significativas.

La figura 23 refleja una demanda hídrica que se encuentra muy por encima del límite máximo de 1300 L/cama/día, si bien es cierto, la ciudad también es un sector turístico lo que acoge a diversas personas de otras provincias en temporadas festivas ocasionando el incremento del consumo. Además, los beneficiarios en este sector abarcan aproximadamente 27625 personas que pueden dar uso de los establecimientos con hospitalización en casos extremos de salud [24].

4.2 Comparación con las normativas colombiana y peruana

4.2.1 Comparación con la normativa colombiana

Las dotaciones calculadas a partir del historial de consumos per cápita nos permiten definir y visualizar que tanto se acercan al rango de referencia que establece la normativa.



Figura 23
Comparación con la Normativa Técnica Colombiana.

Fuente: Elaboración propia.

Las referencias que establece la normativa colombiana son similares a las de la normativa ecuatoriana. La figura 24 muestra consumos que sobrepasan el límite máximo que establece la normativa colombiana con valores ligeramente superiores, pero próximos al umbral, siendo las instituciones educativas la excepción, ya que no superan dicho límite. Por otro lado, el caso más crítico es el de las oficinas y el de los hospitales cuyos consumos ascienden a más del doble del límite máximo. Como la normativa se asemeja a la nuestra se

llega a la misma conclusión, con la única diferencia que para hospitales su unidad de medida es L/persona/día, a diferencia de la Normativa Ecuatoriana que es en L/cama/día y su valor límite está muy por debajo del valor máximo de la NHE con una diferencia de 700 L/persona/día.

4.2.2 Comparación con la normativa peruana

Se presentan valores inferiores en relación con el valor máximo establecido en nuestro país. Por otra parte, los consumos actuales son elevados, lo que podría deberse al clima de la ciudad de estudio.

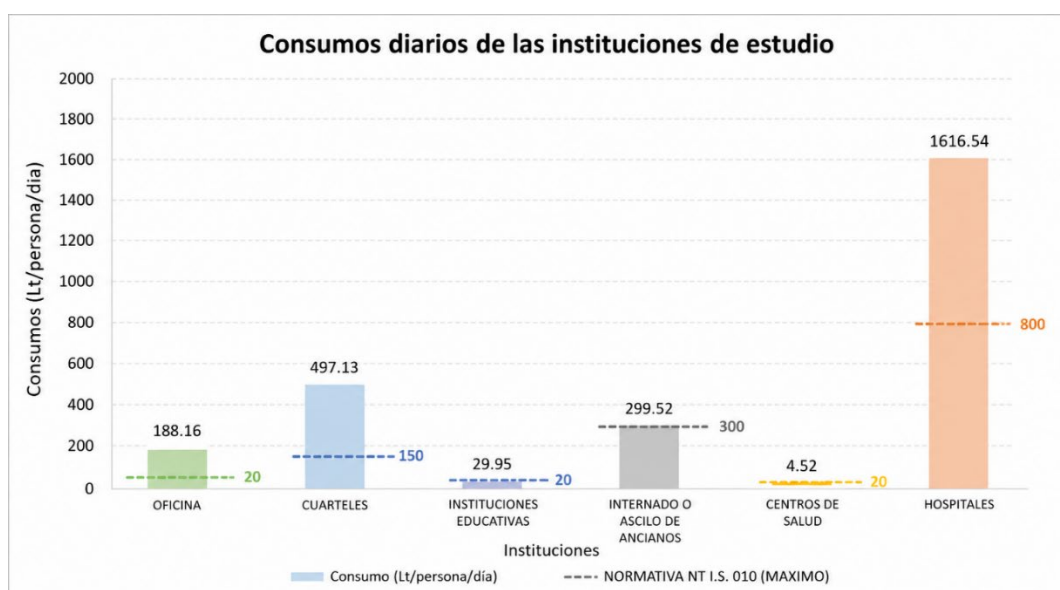


Figura 24
Comparación con la Normativa Peruana.

Fuente: Elaboración propia.

En la actualidad, se registran mayores demandas del recurso hídrico en zonas de clima cálido en comparación con las de clima frío, sin embargo, este comportamiento no siempre se cumple, ya que la ciudad de estudio presenta un clima templado considerado agradable para andar al aire libre. Al comparar con los valores de la normativa peruana se concluye que los consumos de todos los establecimientos exceden el valor establecido. Esta normativa no dispone de un valor mínimo, simplemente se tiene el límite máximo al igual que la normativa colombiana, por consiguiente, son valores inferiores a la Normativa Ecuatoriana, destacándose así la diferencia entre ellas. Por otro lado, la única institución que no supera el valor máximo es el asilo de ancianos que cuenta con un valor máximo de 300 L/huésped/día y su consumo se encuentra cercana al umbral límite con 299.52

L/ocupante/día. La institución que presenta el mayor consumo corresponde al tipo oficina con 188.16 L/persona/día con un rango límite de 20 L/habitante/día.

4.3 Discusión

4.3.1 Comparación de resultados con otros proyectos de investigación

Los resultados permiten establecer una comparación con las diferentes ciudades que presentan estudios similares.

A tal efecto, mediante la estadística inferencial aplicada a los estudios comparativos que nos permite analizar la media muestral (distribución normal) y las medianas (distribución no normal) según lo indiquen las pruebas paramétricas correspondientes para cada situación.

A continuación, se presenta los resultados de las 2 pruebas aplicadas a cada institución.

Tabla 24
Resultados de las pruebas de hipótesis.

PRUEBAS DE NORMALIDAD						
Tesis	Oficina	Educación	Centros de salud	Hospital	Cuartel	Hogar de ancianos
Cando	H ₁ : Distribución no normal	H ₁ : Distribución no normal	H ₁ : Distribución no normal	H ₀ : Distribución normal	H ₁ : Distribución no normal	H ₀ : Distribución normal
Loja	H ₁ : Distribución no normal	H ₀ : Distribución normal	H ₀ : Distribución normal	H ₀ : Distribución normal	-	-
Noboa	H ₁ : Distribución no normal	H ₁ : Distribución no normal	-	H ₀ : Distribución normal	-	-
Resultado	Distribución no normal	Distribución no normal	Distribución no normal	Distribución normal	Distribución no normal	Distribución normal
PRUEBAS PARAMÉTRICAS						
Resultado	No Paramétrica	No Paramétrica	No Paramétrica	Paramétrica	No Paramétrica	Paramétrica
Tipo	Kruskal Wallis	Kruskal Wallis	Wilcoxon	Anova clásico	Wilcoxon	T-Student
P-value	0.06436	0.004047	0.00002502	0.4601	0.007813	0.03931
Media	-	-	-	1498.17	-	295.24
Mediana	115.65	19.49	1.02	-	447.92	-

Fuente: Elaboración propia.

Se realiza la comparación con los estudios de la ciudad de Tena y el cantón Cañar, la siguiente figura presenta las variaciones existentes para los 3 estudios, para visualizar sus diferencias.

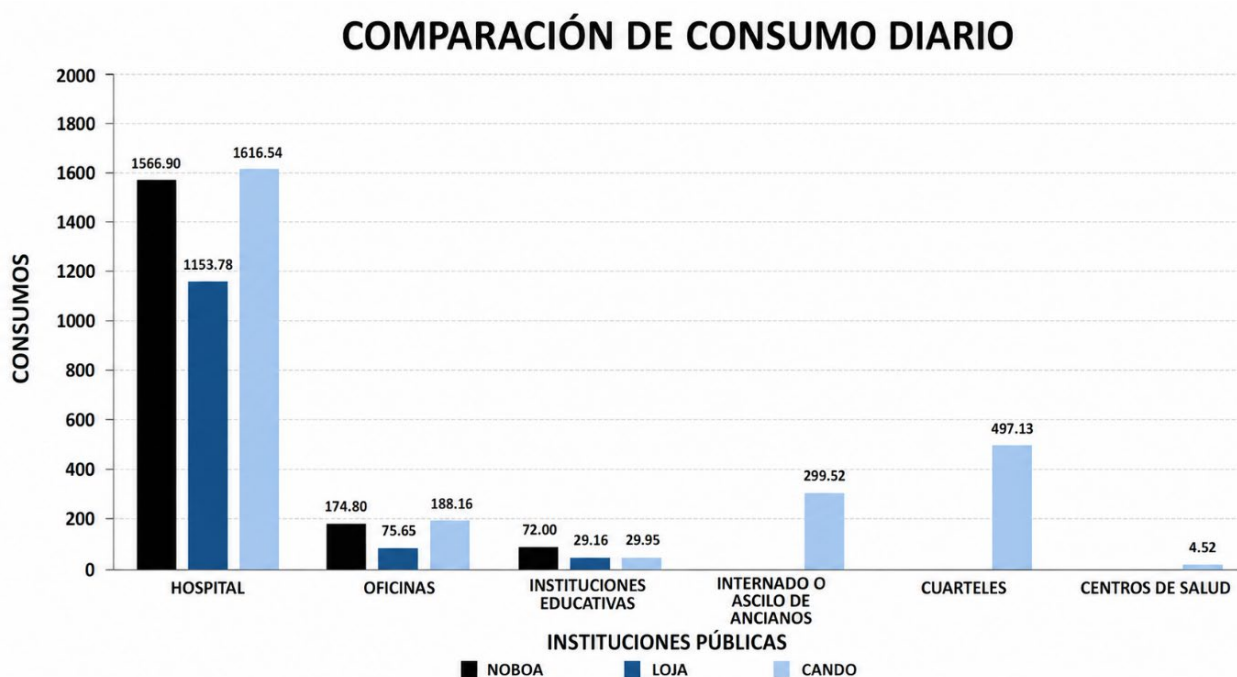


Figura 25
Comparación de resultados con otros estudios.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.1 Hospital

En la figura 26, se observa una mayor demanda para nuestro estudio siendo la que más resalta con una dotación de 1616.54 L/cama/día, superando el límite máximo establecido, ocasionado porque la ciudad cuenta únicamente con un hospital básico que dispone con todos los servicios de salud. Además, previo a la pandemia sus consumos eran controlados, la gente para descartar síntomas del COVID-19 asistía al hospital para sus controles médicos correspondientes hasta un determinado tiempo, luego ya tenían miedo a contagiarse y al finalizar la pandemia la gente retornó progresivamente a la atención médica, por ello el aumento en la demanda hídrica.

Por otra parte, los resultados de la investigación de Noboa [20] y de Loja [25] son inferiores a los obtenidos en el presente estudio, siendo la dotación más baja y la que se encuentra dentro del rango de la Normativa Ecuatoriana de 1153.78 L/cama/día, la correspondiente a Loja [25], posterior a ello, los resultados que presenta la ciudad de Tena son superiores con un valor de 1566.90 L/cama/día según Noboa [20], lo cual podría deberse principalmente al clima cálido ya que en la ciudad de Tena se requiere una mayor hidratación tanto del personal que trabaja como de los pacientes. De igual manera, Baños

se encuentra en una zona de transición climática por lo que estos dos estudios presentan similitud de dotaciones a diferencia del estudio de Loja [25].

Se realiza el contraste de las hipótesis relacionadas con el consumo de agua potable mediante el software RStudio. Con base en la Tabla 27 de resultados se aplicó un Anova clásico. Luego, se plantearon la hipótesis nula (H_0) y la alterna (H_1), la primera establece que las medias del consumo de agua potable son iguales en todos los grupos, mientras que la otra sostiene lo contrario. El software arrojó un valor de $p= 0.460$, siendo mayor que el nivel de significancia de 0.05, por lo que se acepta la hipótesis nula (H_0), concluyendo que, no hay diferencias significativas en el consumo.

Además, en la figura 27 se observa una variabilidad interna similar en los datos y sin diferencias marcadas.

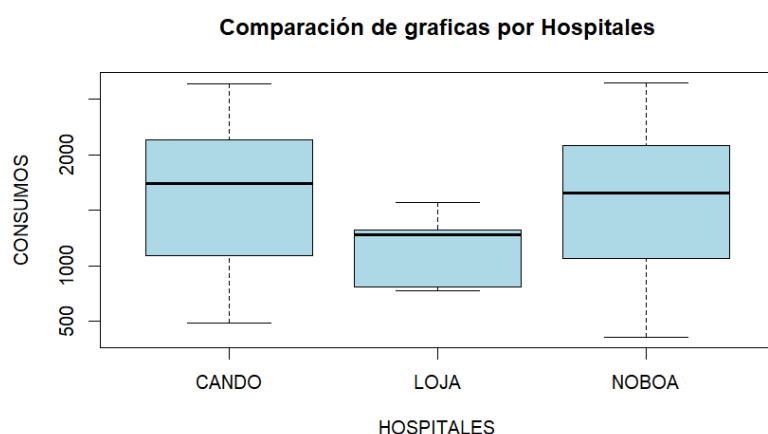


Figura 26
Cajas y bigotes de hospitales de los 3 estudios.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.2 Instituciones Publicas

La figura 26 muestra un mayor consumo a diferencia de los estudios reportados. La mayor variación se presenta en el estudio de Loja [25], registrándose un aumento del 60% con respecto al valor de 75.65 L/habitante/día, encontrándose este valor dentro del rango estipulado por la normativa NHE lo que indica que el consumo de agua en el cantón Cañar es más moderado, por otra parte, tanto el estudio de Noboa [20] como el presente estudio arrojan dotaciones altas, que conlleva a estar por encima del límite máximo. Por ejemplo, una de las oficinas que registran una mayor demanda en el estudio de Noboa [20] es el Consejo Nacional Electoral con un consumo de 755.30 L/persona/día, lo que resalta un mayor descontrol del recurso, ocasionando variabilidad de los datos, al igual que para las

instituciones de tipo oficina en la ciudad de Baños. La dotación para la ciudad de Baños es de 188.15 L/persona/día, consideremos que luego de la pandemia las personas acudieron a las instituciones con normalidad ya que la mayor parte de oficinas permanecían cerrados durante el estado de emergencia.

Luego, mediante el software RStudio y con base en los resultados de la tabla 27 se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis. Previamente, se planteó la hipótesis nula (H_0) la cual establece que las medianas son iguales, mientras que la hipótesis alternativa (H_1) se contrapone a lo dicho. El software arrojó un valor de $p = 0.064$, siendo mayor que el nivel de significancia de 0.05, lo que indica que las medianas son iguales (H_0), es decir, no hay diferencias globales significativas.

Además, en la siguiente figura se observa una variabilidad interna similar entre los datos y sin diferencias marcadas, de igual manera la Q2 (mediana) no representa mayor diferencia.

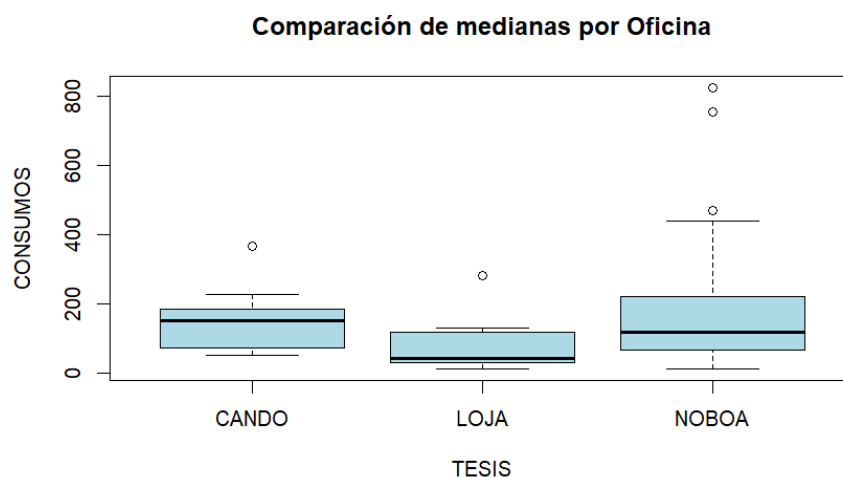


Figura 27
Cajas y bigotes de Instituciones públicas de los 3 estudios.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.3 Instituciones Educativas

Finalmente, el consumo diario reportado en el estudio de Noboa [20] es de 72 L/estudiante/día siendo este el único estudio que sobrepasa el límite máximo de 50 L/estudiante/día que establece la normativa ecuatoriana, lo que indica que en la ciudad de Tena existe un mayor número de establecimientos educativos y de estudiantes matriculados, sin embargo, se requiere una verificación en sitio para corroborar la alta demanda de agua. Uno de los posibles factores asociados a este incremento es el clima cálido, que puede influir

en una mayor necesidad de hidratación para refrescarse. Por otra parte, el estudio de Loja [25], con un valor de 29.16 L/estudiante/día, presenta similitud con el actual estudio que es de 29.95 L/estudiante/día, lo que evidencia que las dotaciones se encuentran dentro del rango establecido por la NHE, considerando que existe un control moderado y que el abastecimiento satisface, sin inconvenientes la demanda de agua requerida.

La estadística inferencial permite validar la hipótesis planteada. Con base en la tabla 27 se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis. Posteriormente, se establecieron la hipótesis nula (H_0) y la alterna (H_1). Mediante el software se obtuvo un valor de $p= 0.0040$, inferior al nivel de significancia de 0.05, lo que indica que al menos una de las medianas es diferente entre los grupos (H_1).

Además, el estudio de Noboa presenta una mayor dispersión de los datos, mientras que el actual estudio y el de Loja presentan consumos más concentrados, evidenciando así que no todos los estudios presentan medianas similares.

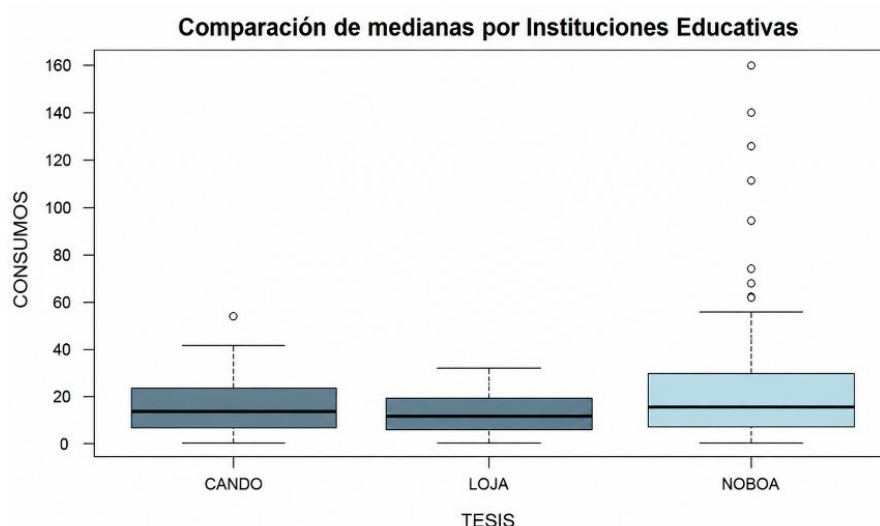


Figura 28
Cajas y bigotes de instituciones educativas de los 3 estudios.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.4 Consultorios Médicos

Se realiza la comparación con el estudio de Loja. Las dotaciones presentadas no son tan significativas debido a que sus consumos son muy bajos, por ejemplo, la dotación más alta se registra en Baños con 4.52 L/ocupante/día, mientras que el estudio de Loja presenta consumos inferiores a 0.60 L/ocupante/día, diferencias que se deben fundamentalmente a la tipología de los establecimientos, los cuales poseen un nivel muy básico de atención, siendo su principal enfoque el prevenir enfermedades. Además, aunque se tengan elevados niveles

de atención, las dotaciones reflejan consumos bajos ya que los usuarios permanecen por cortos periodos de tiempo durante sus consultas [25].

A su vez, luego de determinar el tipo de prueba no paramétrica se aplicó la prueba de Wilcoxon cuya hipótesis nula (H_0) plantea que las medianas son iguales, mientras que H_1 establece lo contrario. El valor de p obtenido en RStudio fue de 0.000025 siendo menor al nivel de significancia de 0.05, lo que verifica que las medianas no son iguales entre grupos (H_1), es decir, existen diferencias estadísticamente significativas.

Se observan consumos contrastados en la siguiente figura, donde el Q3 del estudio de Loja [25] se encuentra por debajo del Q1 del presente estudio, lo que evidencia una mayor variabilidad de datos.

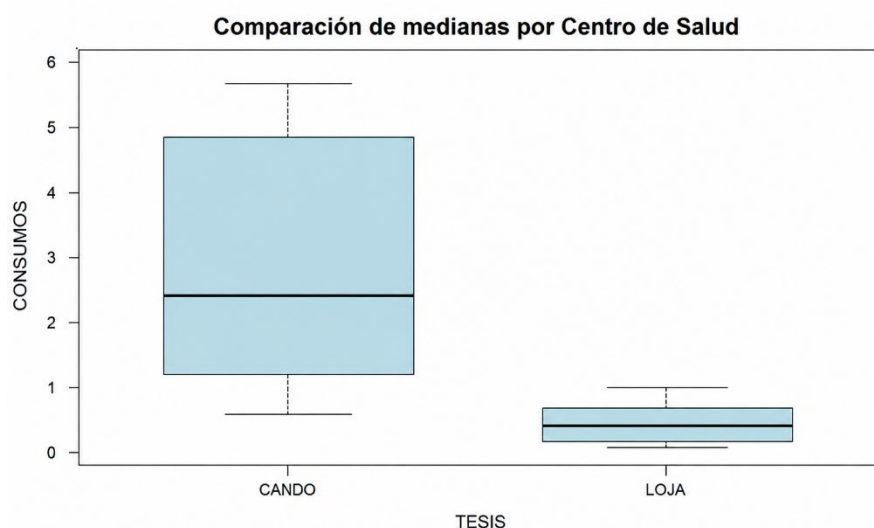


Figura 29
Cajas y bigotes de consultorios médicos de los 2 estudios.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.5 Cuarteles

Con base en la figura 26 se evidencia una dotación elevada, ubicándose únicamente por debajo de las instalaciones de tipo hospitalario. Esto se debe a que usualmente en estas instalaciones existe una mayor demanda de agua, ya que los inspectores de las escuelas de formación planifican las actividades diarias y el uso es más intensivo y rutinario, puesto que los acuartelados permanecen la mayor parte del tiempo en el establecimiento.

La dotación obtenida fue de 497.13 L/persona/día, valor que se sitúa por encima del límite máximo establecido por la NHE lo que genera la necesidad de realizar un control a los medidores, conexiones y posibles fugas de agua.

Por consiguiente, se realizó una comparación con el valor mínimo que establece la normativa para verificar si el caudal suministrado abastece al establecimiento, por ello, la importancia de aplicar la estadística inferencial. La tabla 27 presenta la prueba de Wilcoxon, estableciéndose como hipótesis nula (H_0) que la mediana del consumo es menor o igual a 150 L/persona/día (valor mínimo), mientras que la hipótesis alternativa (H_1) plantea lo contrario. El valor de p obtenido en RStudio fue de 0.0078, inferior al nivel de significancia de 0.05, lo que verifica que el consumo de agua típico (mediana) es mayor al límite inferior de la normativa (H_1).

4.3.1.6 Hogar de ancianos

Con base en la figura 26, se identifica a la institución como la tercera con mayor demanda de agua. El establecimiento brinda servicios a las personas de tercera edad y considerando que Baños es una ciudad con alta actividad turística y un clima generalmente templando-húmedo, muy agradable durante gran parte del año, lo que genera una mayor necesidad de higiene, debido a las condiciones de humedad y a la convivencia en espacios reducidos. Asimismo, la limpieza continua de las instalaciones contribuye al incremento del consumo de agua. Como resultado, se obtiene una dotación de 299.52 L/ocupante/día, valor que se aproxima al límite máximo establecido por la normativa ecuatoriana.

Además, con base en la tabla 27 el resultado determinó la aplicación de una prueba T-Student, a partir de ello, se plantearon hipótesis para verificar si el consumo está por encima del valor mínimo de la normativa. La hipótesis nula (H_0) establece que la media muestral es menor o igual al valor mínimo de 200 L/ocupante/día, mientras que la hipótesis alterna (H_1) lo contradice. El valor de p obtenido fue de 0.039 siendo menor al nivel de significancia de 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna (H_1) lo cual indica que hay evidencia estadística suficiente para afirmar que el consumo es mayor que 200 L/ocupante/día.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

En el desarrollo de la investigación, se determinaron las instituciones objeto de estudio las cuales se consideraron 6 sectores que se distribuyen de la siguiente manera; para los de tipo oficina se tiene 3, un cuartel, 7 instituciones educativas, un asilo de anciano, 2 centros de salud y un hospital. Para su estudio, se revisaron los registros de consumos de agua potable durante el periodo 2018 al 2024 que nos facilitaron el GADM del cantón Baños de Agua Santa, mediante el cual fue posible determinar la demanda de agua requerida por cada tipo de institución, en función del número de trabajadores y/o atenciones realizadas, considerando además la variabilidad de consumos.

De manera general, previo a la determinación de los consumos per cápita se realizó un análisis estadístico dando uso del software Minitab, el cual nos ayudó a la depuración de los consumos atípicos ocasionados por un sin número de factores siendo una de esas la pandemia del COVID-19, obteniendo consumos normalizados para un contraste normativo. Con las dotaciones obtenidas se evidencia que una institución está por debajo del valor mínimo, mientras que 2 de los 6 tipos de edificaciones se encuentran dentro del rango establecido por la normativa NHE y las restantes exceden el límite máximo, estos consumos de agua potable pueden marcar una alta variabilidad ya que estas dependen del tipo de actividad que realizan. Además, Baños es una ciudad turística, lo que genera una alta afluencia de usuarios externos; asimismo, existen instituciones que brindan atención continua a turistas y visitantes. Por otra parte, las condiciones climáticas de la ciudad, caracterizadas por un clima cálido-húmedo, influyen en una mayor necesidad de higiene personal, incrementando así los consumos de agua.

Aunque las instituciones administrativas, registran una variabilidad moderada se tiene un consumo de 188.16 L/persona/día, valor que supera el rango límite establecido por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-11) con un valor equivalente al doble del máximo establecido de 90 L/persona/día, evidenciándose un incremento significativo en el consumo.

Respecto al cuartel, se evidencia una desviación significativa en base a los 350 L/persona/día que nos establece la normativa, registrándose un consumo de 497.13 L/persona/día, con diferencia del 42.04%, siendo la segunda institución con el mayor nivel de consumo, después de los hospitales.

En el sector educativo, de las 7 instituciones que se analizó únicamente 3 superan el rango máximo y estudiándolo en conjunto se tiene 29.95 L/estudiante/día, valor que

permanece dentro del rango de 20-50 L/estudiante/día establecido por la normativa. El asilo de anciano también cumple con lo que establece la normativa, pero esta se encuentra cerca del umbral máximo permitido que es de 300 L/ocupante/día ya que registra un consumo de 299.52 L/ocupante/día, además se identifica que es la tercera institución que presenta mayor demanda de agua, estando por debajo de las de tipo hospital y cuarteles.

Finalmente, el hospital básico de Baños refleja valores de consumos altos, situándose en primer lugar a diferencia de las demás, ya que es la institución que cuenta con todos los servicios necesarios para la población, en consecuencia, se obtiene un consumo de 1616.54 L/cama/día, superando el límite normativo de 1300 L/cama/día con una diferencia de 24.35%. Por otra parte, los centros de salud se los clasifica según su tipo, para nuestro caso se tienen instituciones de Tipo A que brindan atención primaria, factor que influye en el resultado obtenido, registrándose un consumo reducido de 4.52 L/ocupante/día, ubicándose como la única institución que presenta valores inferiores al referente mínimo normativo, debido a que no se tiene un rango admisible para estos tipos de centros de salud, por lo cual hacemos referencia a los consultorios médicos para su comparación.

En síntesis, la normativa mantiene su vigencia para instituciones educativas y asilo de ancianos, mientras que las demás instituciones de estudio se han evidenciado un aumento de la demanda hídrica, lo que supera los parámetros definidos por la normativa, por ello se pone en evidencia la necesidad de una revisión y actualización de la normativa.

5.2 Recomendaciones

A efecto del estudio, se recomienda realizar una actualización técnica de la normativa ecuatoriana NEC-11, considerando instituciones en función de su tipología para definir los rangos límites de consumo, como los centros de salud e instituciones educativas que es evidencian en el presente estudio.

De igual forma, se recomienda que para futuras investigaciones no solo partan de un registro de datos sino también de inspecciones técnicas para identificar posibles fugas de agua con la finalidad de realizar inventarios de las instituciones para determinar la frecuencia con lo que ocurre estos eventos y la cantidad de personas que se acercan a los establecimientos, ya que su variación influye en que sea una ciudad turística. Además, en campo se puede verificar las condiciones de los medidores para determinar su estado, evitando las alteraciones de los consumos mediante el cual se tendrá una eficiente interpretación de los datos y constatar el cumplimiento de la normativa.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Travelec, “Conoce Baños de Agua Santa, la joya de Tungurahua - Ecuador Travel.” Accedido: 30 de abril de 2026. [En línea]. Disponible en: <https://ecuador.travel/conoce-banos-de-agua-santa-la-joya-de-tungurahua/>
- [2] Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), “Resultados del Censo de Población y Vivienda 2022.” Accedido: 30 de abril de 2026. [En línea]. Disponible en: <https://www.censoecuador.gob.ec/resultados-censo/>
- [3] Fondo para la Protección del Agua (FONAG), “Anuario Hydroclimático - FONAG.” Accedido: 30 de abril de 2026. [En línea]. Disponible en: <https://www.fonag.org.ec/web/anuario-hidroclimatico/>
- [4] Dirección de Turismo del GAD de Baños de Agua Santa, “Clima en Baños de Agua Santa.” Accedido: 30 de abril de 2026. [En línea]. Disponible en: <https://banos-ecuador.com/clima-en-banos-de-agua-santa/>
- [5] C. Climático et al., “Cambio climático según los académicos ecuatorianos – percepciones versus hechos,” La Granja: Revista de Ciencias de la Vida, vol. 31, pp. 21–46, 2020, doi: 10.17163/lgr.n31.2020.02.
- [6] A. O. Sampedro Velasteguí y P. Vigo Ruiz, “Incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable del cantón Baños de Agua Santa,” Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, 2023. Accedido: 30 de abril de 2026. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/12266>
- [7] H. K. Saigua Yambay y J. D. Vimos Ortiz, “Incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable de los cantones de Alausí y Colta,” Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, 2023. Accedido: 30 de abril de 2026. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10507>
- [8] S. Balcazar, “Análisis comparativo de los criterios de diseño de redes de distribución de agua potable entre normas latinoamericanas y ecuatorianas,” Universidad Técnica de Machala, Machala, 2021. Accedido: 10 de mayo de 2026. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/17760>

- [9] M. G. Zuñiga, C. Izurieta y A. Arellano, “Análisis comparativo entre los consumos de agua potable históricos y los de la pandemia COVID-19 en Ecuador,” *Novasinergia*, vol. 6, no. 2, pp. 46–61, jul. 2023, doi: 10.37135/NS.01.12.03.
- [10] C. F. Cevallos Gaibor, “Evaluación de la huella hídrica azul de la ciudad de Riobamba, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, Ecuador,” *Universitat Politècnica de Catalunya*, 2020. Accedido: 1 de mayo de 2026. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/2117/340353>
- [11] C. A. Gómez-Gutiérrez y X. H. Valencia-Zambrano, “Tarifas para el consumo de agua potable en un sector de la costa ecuatoriana: un análisis en el marco de la Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA),” *Polo del Conocimiento*, vol. 6, no. 12, pp. 885–911, dic. 2021, doi: 10.23857/pc.v6i12.3414.
- [12] Organización de los Estados Americanos (OEA), “Informe del Mecanismo de Seguimiento de la Implementación de la Convención Interamericana contra la Corrupción (MESICIC) – Ecuador,” jul. 2011. Accedido: 1 de mayo de 2026. [En línea]. Disponible en: www.lexis.com.ec
- [13] Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), “Resumen estadístico gestión de agua potable y saneamiento de GAD municipales,” dic. 2022. Accedido: 1 de mayo de 2026. [En línea]. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2021/Agua_potable_alcantarrillado_2021/PRES-ENTACION_APA_2021.pdf
- [14] Banco Mundial (World Bank Group), “Agua: Panorama general.” Accedido: 1 de mayo de 2026. [En línea]. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/topic/water/overview>
- [15] Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), “Norma Hidrosanitaria NHE Agua,” NEC-11, abr. 2011. Accedido: 18 de mayo de 2026. [En línea]. Disponible en: <https://inmobiliariadja.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/09/nec2011-cap-16-norma-hidrosanitaria-nhe-agua-021412.pdf>
- [16] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), “Norma Técnica Colombiana NTC 1500: Código de Fontanería.” Accedido: 18 de mayo de 2026. [En línea]. Disponible en: <https://www.studocu.com/bo/document/universidad-mayor-de>

san-simon/sanitaria-1c/norma-tecnica-colombiana-ntc-1500-codigo-de-fontaneria/136584012

[17] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú, “Norma Técnica I.S. 010: Instalaciones Sanitarias para Edificaciones,” 2006. Accedido: 18 de mayo de 2026. [En línea]. Disponible en:

https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/saneamiento/IS.010.pdf

[18] “Ecuador tiene un consumo de agua superior al promedio recomendado por la OMS,” El Comercio, 27 de marzo de 2025. Accedido: 1 de mayo de 2026. [En línea]. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/ecuador-tiene-consumo-agua-superior-promedio-recomendado-por-oms/>

[19] J. Salas-Salvadó et al., “Importancia del consumo de agua en la salud y la prevención de la enfermedad: situación actual,” *Nutrición Hospitalaria*, vol. 37, no. 5, pp. 1072–1086, 2020, doi: 10.20960/nh.03160.

[20] H. A. Noboa Padilla, “Consumos de agua potable en los sectores públicos, educativos y de salud en la ciudad de Tena,” Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, 2024. Accedido: 1 de mayo de 2026. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/12777>

[21] S. Ribecca, “Diagrama cajas y bigotes,” Catálogo de Visualización de Datos. Accedido: 1 de mayo de 2026. [En línea]. Disponible en: https://datavizcatalogue.com/ES/metodos/diagrama_cajas_y_bigotes.html

[22] Universitat de València, “Valores atípicos.” Accedido: 1 de mayo de 2026. [En línea]. Disponible en: https://www.uv.es/webgid/Descriptiva/22_valores_atpicos.html

[23] M. T. González Astudillo, “Revisitando los conceptos de máximo y mínimo a través del libro de L’Hôpital,” *Revista Épsilon*, vol. 28, no. 77, pp. 83–97, 2011. Accedido: 1 de mayo de 2026. [En línea]. Disponible en: <https://funes.uniandes.edu.co/funes-documentos/revisitando-los-conceptos-de-maximo-y-minimo-a-traves-del-libro-de-lhopital/>

[24] Ministerio de Salud Pública del Ecuador, “Hospital Básico Baños.” Accedido: 1 de mayo de 2026. [En línea]. Disponible en: <https://www.salud.gob.ec/hospital-basico-banos/>

[25] J. J. Loja Espinoza, “Consumos y dotaciones de agua potable en los edificios públicos, educativos y de salud de la ciudad de Cañar,” Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, 2025. Accedido: 1 de mayo de 2026. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/15607>

ANEXOS

Anexo1: Historial de consumos proporcionado por el GAD. Municipal del cantón Baños de Agua Santa.



GAD. MUNICIPAL DEL CANTON BAÑOS DE AGUA SANTA

Nro. Cuenta: 13-0002
Clave Municipal: 1880 **Sec:** SECTOR 1 **Ruta:** 13 **MZ:** 001 **Sec:** 0132 **Piso:** 01 **Dep:** 01
Estado: EN SERVICIO **Uso C. Tarifa:** 4- OFICIAL - PÚBLICA **Parroquia:** 180250-BAÑOS DE AGUA SANTA **Nro Solic:**
Ciu: 24704 **Nombres:** DIRECCION EDUCACION DISTRITAL 18D03 BAÑOS DE AGUA SANTA **Fecha Ingr:** 18-OCT-07
Direccion: PEDRO VICENTE MALDONADO - (U.E. PEDRO V. MALDONADO) **Fecha Cierre:**

CONSUMOS

Año	Mes	Categoría	Causa	Nro. Medidor	F. Ingr.	F. Ant.	L. Ant	L. Act	Consumo	V. Agua	V. Alcan	V. Basura	V. Admin	Emisión	Estado
2024	11	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	60901386	05-11-2024		9031	90365		2.13	0.64	9.00	0.50	12.27	Deuda
2024	10	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	60901386	30-09-2024		9026	90315		2.13	0.64	9.00	0.50	12.27	Pagado
2024	9	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	60901386	30-08-2024		9023	90263		2.13	0.64	9.00	0.50	12.27	Pagado
2024	8	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	60901386	31-07-2024		9022	90231		2.13	0.64	9.00	0.50	12.27	Pagado
2024	7	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	60901386	28-06-2024		9008	902214		2.13	0.64	9.00	0.50	12.27	Pagado
2024	6	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	60901386	30-05-2024		9005	90083		2.13	0.64	9.00	0.50	12.27	Pagado
2024	5	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	60901386	30-04-2024		9002	90053		2.13	0.64	9.00	0.50	12.27	Pagado
2024	4	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	60901386	28-03-2024		8999	90023		2.13	0.64	9.00	0.50	12.27	Pagado
2024	3	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	60901386	01-03-2024		8997	89992		2.13	0.64	9.00	0.50	12.27	Pagado
2024	2	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	60901386	01-02-2024		8994	89973		2.13	0.64	9.00	0.50	12.27	Pagado
2024	1	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	60901386	02-01-2024		8991	89943		2.13	0.64	9.00	0.50	12.27	Pagado
2023	12	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	60901386	30-11-2023		8985	89916		1.88	0.56	3.80	0.50	6.74	Pagado
2023	11	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	60901386	31-10-2023		8974	89851		1.88	0.56	3.80	0.50	6.74	Pagado
2023	10	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	60901386	29-09-2023		8968	89746		1.88	0.56	3.80	0.50	6.74	Pagado
2023	9	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	60901386	01-09-2023		8962	89686		1.88	0.56	3.80	0.50	6.74	Pagado
2023	8	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	60901386	01-08-2023		8961	89621		1.88	0.56	3.80	0.50	6.74	Pagado
2023	7	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	60901386	30-06-2023		8958	89613		1.88	0.56	3.80	0.50	6.74	Pagado
2023	6	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	60901386	31-05-2023		8951	89587		1.88	0.56	3.80	0.50	6.74	Pagado
2023	5	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	60901386	02-05-2023		8935	895116		1.88	0.56	3.80	0.50	6.74	Pagado
2023	4	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	60901386	03-04-2023		8930	89335		1.88	0.56	3.80	0.50	6.74	Pagado
2023	3	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	60901386	03-03-2023		8918	893012		1.88	0.56	3.80	0.50	6.74	Pagado
2023	2	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	60901386	02-02-2023		8912	89186		1.88	0.56	3.80	0.50	6.74	Pagado
2023	1	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	60901386	05-01-2023		8907	89125		1.88	0.56	3.80	0.50	6.74	Pagado
2022	12	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	60901386	01-12-2022		8882	890725		2.28	0.68	3.80	0.50	7.26	Pagado
2022	11	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	60901386	02-11-2022		8877	88825		1.78	0.53	3.80	0.50	6.61	Pagado
2022	10	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	60901386	04-10-2022		8869	88778		1.78	0.53	3.80	0.50	6.61	Pagado
2022	9	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	60901386	02-09-2022		8865	88694		1.78	0.53	3.80	0.50	6.61	Pagado
2022	8	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	60901386	01-08-2022		8862	88653		1.78	0.53	3.80	0.50	6.61	Pagado

Anexo 2: Selección de los consumos de agua potable del periodo de estudio.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
4																
5		Nro. Cuenta 02-0188														
6		Clave Municipal			Sec. SECTOR 1					Ruta 02	MZ 001	Sec 0201	Piso 01		Dep. 01	
7		Estado: EN SERVICIO			Uso C. Tarifa					4- OFICIAL - PÚBLICA Parroquia: 180250-BAÑOS DE AGUA SANTA			Nro Solic:			
8		Ciu: 24704			Nombres: DIRECCION EDUCACION DISTRITAL 18D03 BAÑOS DE AGUA SANTA									Fecha Ingr: 18-OCT-07		
9		Direccion:			LUIS A MARTINEZ- (U.E. OSCAR E. REYES)									Fecha Cierre:		
10	CONSUMOS															
11	Año	Mes	Categoría	Causa	Nro.	F. Ingr.	F. Ant.	L. Ant	L. Act	Consumo	V. Agua	V. Alcan	V. Basura	V. Admin	Emisión	Estado
12					Medidor											
13	2024	11	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	350439773	05-11-2024			8921	899271	10.11	2.89	13.00	0.50		26.50 Pagado
14	2024	10	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	350439773	30-09-2024			8858	892163	8.67	2.49	13.00	0.50		24.66 Pagado
15	2024	9	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	350439773	30-08-2024			8855	88583	2.13	0.64	9.00	0.50		12.27 Pagado
16	2024	8	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	350439773	31-07-2024			8825	885530	3.33	1.04	11.00	0.50		15.87 Pagado
17	2024	7	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	350439773	28-06-2024			8741	882584	12.72	3.63	13.00	0.50		29.85 Pagado
18	2024	6	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	350439773	30-05-2024			8599	8741142	25.32	7.11	13.00	0.50		45.93 Pagado
19	2024	5	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	350439773	30-04-2024			8438	8599161	29.50	8.25	13.00	0.50		51.25 Pagado
20	2024	4	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	350439773	28-03-2024			8249	8438189	35.66	9.93	13.00	0.50		59.09 Pagado
21	2024	3	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	350439773	01-03-2024			8027	8249222	42.92	11.91	13.00	0.50		68.33 Pagado
22	2024	2	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	350439773	01-02-2024			7899	8027128	22.24	6.27	13.00	0.50		42.01 Pagado
23	2024	1	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	350439773	02-01-2024			7761	7899138	24.44	6.87	13.00	0.50		44.81 Pagado
24	2023	12	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	350439773	30-11-2023			7641	7761120	18.23	5.56	3.80	0.50		28.09 Pagado
25	2023	11	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	350439773	31-10-2023			7523	7641118	17.83	5.44	3.80	0.50		27.57 Pagado
26	2023	10	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	350439773	29-09-2023			7404	7523119	18.03	5.50	3.80	0.50		27.83 Pagado
27	2023	9	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	350439773	01-09-2023			7316	7404888	11.95	3.64	3.80	0.50		19.89 Pagado
28	2023	8	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	350439773	01-08-2023			7246	7316170	8.68	2.61	3.80	0.50		15.59 Pagado
29	2023	7	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	350439773	30-06-2023			7126	7246120	18.23	5.56	3.80	0.50		28.09 Pagado
30	2023	6	4- OFICIAL - PÚBLICA	NO TIENE	350439773	31-05-2023			6961	7126165	22.23	8.26	3.80	0.50		38.29 Pasado

Anexo 3: Agrupación según la clave catastral (número de medidor de agua) y sumatoria de los consumos de agua para cada mes de la institución respectiva.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
		Código	Sector Educativo	Año	N° de docentes y estudiantes matriculados	Mes	Consumo de agua potable (m3)					Consumo total de agua potable
							Código medidor					(m³)
							350439773	50439590	50982730	10802338	802337	
350						Enero	58	65	186	258	456	1023
351						Febrero	155	80	88	107	103	533
352						Marzo	182	56	131	149	189	707
353						Abril	175	20	210	155	201	761
354						Mayo	218	18	196	140	177	749
355						Junio	246	21	262	225	223	977
356						Julio	124	21	271	140	72	628
357						Agosto	151	10	297	76	38	572
358						Septiembre	108	21	354	165	72	720
359						Octubre	142	39	436	244	214	1075
360						Noviembre	194	30	334	126	128	812
361						Diciembre	258	41	432	208	131	1070
362						Enero	268	27	766	111	223	1395
363						Febrero	347	32	412	11	222	1024
364						Marzo	284	22	638	544	185	1673
365						Abril	356	26	438	378	259	1457
366						Mayo	427	30	237	211	332	1237
367						Junio	293	23	156	279	271	1022
368						Julio	347	35	162	227	251	1022
369						Agosto	180	16	176	361	31	764
370						Septiembre	198	8	176	207	170	759
371						Octubre	201	19	94	171	173	658
372						Noviembre	151	20	129	131	298	729
373												
374												
375												

Anexo 4: Resumen del número de usuarios en las instituciones de estudio.

RESUMEN USUARIOS								
CODIGO	INSTITUCIONES	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
P1	DIRECCION EDUCACION DISTRITAL 18D03 BAÑOS DE AGUA SANTA	28	28	24	24	24	24	24
P2	UNIDAD JUDICIAL MULTICOMPETENTE BAÑOS	24	15	12	14	20	20	28
P3	COORDINACION ZONAL 3 DE REGISTRO CIVIL, IDENTIFICACION Y CEDULACION	6	6	6	6	6	6	6
P4	UNIDAD DE POLICIA COMUNITARIA	20	20	20	20	20	20	2
E1	UNIDAD EDUCATIVA OSCAR EFREN REYES	1030	1030	1033	1027	1033	1037	1040
E2	UNIDAD EDUCATIVA FRAY SEBASTIAN ACOSTA	561	556	553	536	544	555	506
E3	CENTRO DE EDUCACION INICIAL LAS CASCADAS	124	125	123	126	129	125	123
E4	CENTRO DE EDUCACION INICIAL LUCERITO	57	57	57	57	57	57	51
E5	ESCUELA DE EDUCACION BASICA PABLO ARTURO SUAREZ	433	434	432	433	435	436	432
E6	ESCUELA DE EDUCACION BASICA BAÑOS	489	485	485	477	479	486	487
E7	ESCUELA DE EDUCACION BASICA PEDRO VICENTE MALDONADO	347	347	347	367	367	357	347
A1	PROAÑO DURAN LUIS ALFONSO (CENTRO GERONTOLOGICO)	36	40	38	43	43	40	38
CS1	CENTRO DE SALUD TIPO A BAÑOS	16114	17301	17102	12712	18735	19712	18500
CS2	CENTRO DE SALUD A - BAÑOS (IESS)	32028	31905	30315	30610	31054	31772	31431
H1	HOSPITAL BASICO DE BAÑOS	38	38	38	38	38	38	38

Anexo 5: Resumen de consumos per cápita.

RESUMEN CONSUMO PERCÁPITA								
CODIGO	INSTITUCIONES	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
P1	DIRECCION EDUCACION DISTRITAL 18D03 BAÑOS DE AGUA SANTA	224.40	178.57	85.76	63.89	73.27	138.20	162.85
P2	UNIDAD JUDICIAL MULTICOMPETENTE BAÑOS	152.43	164.44	186.11	89.29	227.92	225.00	227.08
P3	COORDINACION ZONAL 3 DE REGISTRO CIVIL, IDENTIFICACION Y CEDULACION	368.06	50.00	111.11	169.45	55.56	51.39	55.56
C1	UNIDAD DE POLICIA COMUNITARIA	579.17	447.92	276.67	691.25	318.75	377.50	3412.50
E1	UNIDAD EDUCATIVA OSCAR EFREN REYES	25.87	33.41	25.84	6.47	12.25	24.32	20.01
E2	UNIDAD EDUCATIVA FRAY SEBASTIAN ACOSTA	35.75	50.99	8.21	14.66	42.48	50.09	4.81
E3	CENTRO DE EDUCACION INICIAL LAS CASCADAS	13.17	56.53	92.55	7.81	37.08	53.80	19.78
E4	CENTRO DE EDUCACION INICIAL LUCERITO	32.75	29.24	19.59	33.77	50.44	17.84	20.26
E5	ESCUELA DE EDUCACION BASICA PABLO ARTURO SUAREZ	22.23	18.72	10.80	12.44	8.89	19.09	14.18
E6	ESCUELA DE EDUCACION BASICA BAÑOS	11.60	0.67	0.59	0.07	0.77	1.05	1.49
E7	ESCUELA DE EDUCACION BASICA PEDRO VICENTE MALDONADO	21.21	21.30	0.94	1.71	10.52	12.96	2.88
A1	PROAÑO DURAN LUIS ALFONSO (CENTRO GERONTOLOGICO)	116.67	205.00	416.89	447.68	336.43	317.71	226.32
CS1	CENTRO DE SALUD TIPO A BAÑOS	1.99	5.28	8.55	8.91	3.33	2.33	2.83
CS2	CENTRO DE SALUD A - BAÑOS (IESS)	4.94	4.91	0.67	1.03	0.81	1.95	1.02
H1	HOSPITAL BASICO DE BAÑOS	486.84	612.72	1568.42	1883.33	1741.23	2637.06	2386.18

Anexo 6: Pruebas de normalidad aplicadas a las instituciones analizadas en RStudio.

```
1 #PRUEBA DE NORMALIDAD_TESIS CANDO
2 #1. Ingreso de datos
3 #Cargar el paquete readxl
4 library(readxl)
5 #Buscar la ruta del archivo
6 file.choose()
7 #Copiar la ruta de la consola y guardar en variable
8 ruta_excel <- "E:\\Ing_Civil\\TESIS AVANCE\\FINAL\\R-STUDIO\\Normalidad\\Consumos_Percapita.x
9 #Reviso los nombres de las hojas de mi excel
10 excel_sheets(ruta_excel)
11 #Importar los datos con sus variables
12 Consumos <- read_excel(ruta_excel)
13 Oficina <- read_excel(ruta_excel, range = "B2:B23")
14 Cuartel <- read_excel(ruta_excel, range = "C2:C9")
15 Educativas <- read_excel(ruta_excel, range = "D2:D51")
16 Hogar_Ancianos <- read_excel(ruta_excel, range = "E2:E9")
17 Salud <- read_excel(ruta_excel, range = "F2:F16")
18 Hospital <- read_excel(ruta_excel, range = "G2:G9")
19 #Visualizo en la consola
20 head(Consumos)
21 View(Consumos)
22 #2. APLICO LA PRUEBA DE NORMALIDAD
23 # Aplico shapiro wilk para <=50 datos
24 install.packages("nortest")
25 library(nortest)
26 # Prueba shapiro.test
27 shapiro.test(Consumos$Oficina)
28 shapiro.test(Consumos$Cuartel)
29 shapiro.test(Consumos$`Instituciones Educativas`)
30 shapiro.test(Consumos$`Hogar de ancianos`)
31 shapiro.test(Consumos$`Centros de Salud`)
32 shapiro.test(Consumos$Hospital)
33 #3. CALCULO DE LA ESTADISTICA BASICA
34 #OFICINAS
35 library(base)
36 mean(Oficina$Oficina)
37 sd(Oficina$Oficina, na.rm = TRUE)/sqrt(sum(!is.na(Oficina$Oficina)))
38 median(Oficina$Oficina, na.rm = TRUE)
39 sd(Oficina$Oficina na.rm = TRUE)
```

```

39 sd(Oficina$Oficina,na.rm = TRUE)
40 var(Oficina$Oficina, na.rm = TRUE)
41 library(moments)
42 kurtosis(Oficina$Oficina, na.rm = TRUE)
43 skewness(Oficina$Oficina, na.rm = TRUE)
44 diff(range(Oficina$Oficina, na.rm = TRUE))
45 range(Oficina$Oficina, na.rm = TRUE)
46
47 #INSTITUCIONES EDUCATIVAS
48 mean(Educativas$`Instituciones Educativas`)
49 sd(Educativas$`Instituciones Educativas`,na.rm = TRUE)/sqrt(sum(!is.na(Educativas$`Instituciones Educativas`)))
50 median(Educativas$`Instituciones Educativas`,na.rm = TRUE)
51 sd(Educativas$`Instituciones Educativas`,na.rm = TRUE)
52 var(Educativas$`Instituciones Educativas`, na.rm = TRUE)
53 kurtosis(Educativas$`Instituciones Educativas`, na.rm = TRUE)
54 skewness(Educativas$`Instituciones Educativas`, na.rm = TRUE)
55 diff(range(Educativas$`Instituciones Educativas`, na.rm = TRUE))
56 range(Educativas$`Instituciones Educativas`, na.rm = TRUE)
57
58 #CUARTELES
59 mean(Cuartel$Cuartel)
60 sd(Cuartel$Cuartel,na.rm = TRUE)/sqrt(sum(!is.na(Cuartel$Cuartel)))
61 median(Cuartel$Cuartel,na.rm = TRUE)
62 sd(Cuartel$Cuartel,na.rm = TRUE)
63 var(Cuartel$Cuartel, na.rm = TRUE)
64 kurtosis(Cuartel$Cuartel, na.rm = TRUE)
65 skewness(Cuartel$Cuartel, na.rm = TRUE)
66 diff(range(Cuartel$Cuartel, na.rm = TRUE))
67 range(Cuartel$Cuartel, na.rm = TRUE)
68
69 #HOGAR DE ANCIANOS
70 mean(Hogar_Ancianos$`Hogar de ancianos`)
71 sd(Hogar_Ancianos$`Hogar de ancianos`,na.rm = TRUE)/sqrt(sum(!is.na(Hogar_Ancianos$`Hogar de ancianos`)))
72 median(Hogar_Ancianos$`Hogar de ancianos`,na.rm = TRUE)
73 sd(Hogar_Ancianos$`Hogar de ancianos`,na.rm = TRUE)
74 var(Hogar_Ancianos$`Hogar de ancianos`, na.rm = TRUE)
75 kurtosis(Hogar_Ancianos$`Hogar de ancianos`, na.rm = TRUE)
76 skewness(Hogar_Ancianos$`Hogar de ancianos`, na.rm = TRUE)
77
78 diff(range(Hogar_Ancianos$`Hogar de ancianos`, na.rm = TRUE))
79 range(Hogar_Ancianos$`Hogar de ancianos`, na.rm = TRUE)
80
81 #CENTROS DE SALUD
82 mean(Salud$`Centros de Salud`)
83 sd(Salud$`Centros de Salud`,na.rm = TRUE)/sqrt(sum(!is.na(Salud$`Centros de Salud`)))
84 median(Salud$`Centros de Salud`,na.rm = TRUE)
85 sd(Salud$`Centros de Salud`,na.rm = TRUE)
86 var(Salud$`Centros de Salud`, na.rm = TRUE)
87 kurtosis(Salud$`Centros de Salud`, na.rm = TRUE)
88 skewness(Salud$`Centros de Salud`, na.rm = TRUE)
89 diff(range(Salud$`Centros de Salud`, na.rm = TRUE))
90 range(Salud$`Centros de Salud`, na.rm = TRUE)
91
92 #HOSPITAL
93 mean(Hospital$Hospital)
94 sd(Hospital$Hospital,na.rm = TRUE)/sqrt(sum(!is.na(Hospital$Hospital)))
95 median(Hospital$Hospital,na.rm = TRUE)
96 sd(Hospital$Hospital,na.rm = TRUE)
97 var(Hospital$Hospital, na.rm = TRUE)
98 kurtosis(Hospital$Hospital, na.rm = TRUE)
99 skewness(Hospital$Hospital, na.rm = TRUE)
100 diff(range(Hospital$Hospital, na.rm = TRUE))
101 range(Hospital$Hospital, na.rm = TRUE)

```

Anexo 7: Prueba paramétrica aplicada a la institución de tipo oficina en RStudio.

```
1 #PRUEBAS NO PARAMETRICAS_TESIS CANDO, NOBOA Y LOJA
2 #Una vez hecho la prueba de normalidad, se continua con las pruebas no parametricas
3 #1. Ingreso de datos
4 #Cargar el paquete readxl
5 library(readxl)
6 #Buscar la ruta del archivo
7 file.choose()
8 #Copiar la ruta de la consola y guardar en variable
9 ruta_excel <- "E:\\Ing.Civil\\TESIS AVANCE\\FINAL\\R-STUDIO\\Parametricas\\Parametricas.xlsx"
10 #Reviso los nombres de las hojas de mi excel
11 excel_sheets(ruta_excel)
12 #Importar los datos con sus variables
13 oficina <- read_excel(ruta_excel, sheet = "Oficinas")
14 #Visualizo en la consola
15 head(Oficina)
16 View(Oficina)
17 #2. CLASIFICO LOS DATOS DE LA HOJA
18 #Para separar los datos, Hoja de excel
19 attach(Oficina)
20 #Para separar las columnas, hoja de excel
21 names(Oficina)
22 #Clase de grupo de las columnas, Nombre del titulo (celda). ejemplo OFICINA y CONSUMOS
23 class(TESIS)
24 class(CONSUMOS)
25 #Cuales son los niveles que hay, Nombre del titulo (celda). Ejemplo, CANDO, NOBOA y LOJA
26 factor(TESIS)
27 #Codigo para que nos de las estadisticas basicas. Hoja de excel
28 summary(Oficina)
29 #3. DIBUJO EL DIAGRAMA DE CAJAS Y BIGOTES
30 #Instalar el paquete para diagrama de cajas y bigote. UNA UNICA VEZ
31 install.packages("rapportools")
32 #Calculo de las medianas para cada tesis
33 aggregate(CONSUMOS ~ TESIS, data = Oficina, median)
34
35 #Pedimos que nos dibuje, Nombre de los 2 titulos de la columna
36 boxplot(CONSUMOS ~ TESIS, data = Oficina,
37         col = "lightblue",
38         main = "Comparación de medianas por Oficina")
39
40 #En base al grafico puedo dar una prueba de hipotesis.
41 #4. CALCULO DEL P-VALUE
42 #Prueba de Kruskal Wallis. Me da el P-Value
43 kruskal.test(CONSUMOS ~ TESIS, data = Oficina)
44 #Diferencia entre los grupos
45 install.packages("FSA")
46 library(FSA)
47 oficina$TESIS <- as.factor(Oficina$TESIS)
48 dunnTest(CONSUMOS ~ TESIS, data = Oficina, method = "bonferroni")
49 # 5. CALCULO DE LA ESTADISTICA BASICA
50 #Paquete para calcular el Kurtosis
51 install.packages("moments")
52 #Calculo de la media
53 library(base)
54 mean(Oficina$CONSUMOS)
55 #Calculo de la estadística básica
56 mean(Oficina$CONSUMOS)
57 sd(Oficina$CONSUMOS, na.rm = TRUE)/sqrt(sum(!is.na(Oficina$CONSUMOS)))
58 median(Oficina$CONSUMOS, na.rm = TRUE)
59 sd(Oficina$CONSUMOS, na.rm = TRUE)
60 var(Oficina$CONSUMOS, na.rm = TRUE)
61 library(moments)
62 kurtosis(Oficina$CONSUMOS, na.rm = TRUE)
63 skewness(Oficina$CONSUMOS, na.rm = TRUE)
64 diff(range(Oficina$CONSUMOS, na.rm = TRUE))
65 range(Oficina$CONSUMOS, na.rm = TRUE)
```

Anexo 8: Pruebas paramétricas aplicadas a las instituciones de salud en RStudio.

```

1  #PRUEBAS PARAMETRICAS_TESIS CANDO, NOBOA Y LOJA
2  #Una vez hecho la prueba de normalidad, se continua con las pruebas parametricas
3  #1. Ingreso de datos
4  #Cargar el paquete readxl
5  library(readxl)
6  #Buscar la ruta del archivo
7  file.choose()
8  #Copiar la ruta de la consola y guardar en variable
9  ruta_excel <- "E:\\Ing_Civil\\TESIS AVANCE\\FINAL\\R-STUDIO\\Parametricas\\Parametricas.xlsx"
10 #Reviso los nombres de las hojas de mi excel
11 excel_sheets(ruta_excel)
12 #Importar los datos con sus variables
13 Hospital <- read_excel(ruta_excel, sheet ="Hospitales" )
14 #Visualizo en la consola
15 head(Hospital)
16 View(Hospital)
17 #2. CLASIFICO LOS DATOS DE LA HOJA
18 #Para separar los datos, Hoja de excel
19 attach(Hospital)
20 #Para separar las columnas, hoja de excel
21 names(Hospital)
22 #Clase de grupo de las columnas, Nombre del titulo (celda). ejemplo OFICINA y CONSUMOS
23 class(HOSPITALES)
24 class(CONSUMOS)
25 #Cuales son los niveles que hay, Nombre del titulo (celda). Ejemplo, CANDO, NOBOA y LOJA
26 factor(HOSPITALES)
27 #Codigo para que nos de las estadisticas basicas. Hoja de excel
28 summary(Hospital)
29 #3. DIBUJO EL DIAGRAMA DE CAJAS Y BIGOTES
30 #Instalar el paquete para diagrama de cajas y bigote. UNA UNICA VEZ
31 install.packages("rapportools")
32 #Pedimos que nos dibuje, Nombre de los 2 titulos de la columna
33 boxplot(CONSUMOS~HOSPITALES, data = Hospital,
34         col = "lightblue",
35         main = "Comparación de graficas por Hospitales")
36 #En base al grafico puedo dar una prueba de hipotesis.
37 #Verifico si las varianzas entre los grupos son homogéneas (iguales) o no.
38 install.packages("car")

39 library(car)
40 Hospital$HOSPITALES <- as.factor(Hospital$HOSPITALES)
41 leveneTest(CONSUMOS~HOSPITALES, data =Hospital)
42 #Utilizo anova clasico si son iguales y si no lo son utilizo Anova Welch.Estos son los p-value
43 #Anova Clasico. Escojo este P-VALUE
44 modelo_anova <- aov(CONSUMOS ~ HOSPITALES, data = Hospital)
45 summary(modelo_anova)
46 #Anova Welch
47 oneway.test(CONSUMOS ~ HOSPITALES, data = Hospital, var.equal = FALSE)
48 #Diferencias de las medias. Hace comparacion entre grupos. SI P>0.05 Ho: las medias son iguales
49 TukeyHSD(modelo_anova)|
50 #Paquete para calcular el Kurtosis
51 install.packages("moments")
52 #4. Calculo de la media
53 library(base)
54 mean(Hospital$CONSUMOS)
55 #Calculo de la estadistica basica
56 mean(Hospital$CONSUMOS)
57 sd(Hospital$CONSUMOS,na.rm = TRUE)/sqrt(sum(!is.na(Hospital$CONSUMOS)))
58 median(Hospital$CONSUMOS,na.rm = TRUE)
59 sd(Hospital$CONSUMOS,na.rm = TRUE)
60 var(Hospital$CONSUMOS, na.rm = TRUE)
61 library(moments)
62 kurtosis(Hospital$CONSUMOS, na.rm = TRUE)
63 skewness(Hospital$CONSUMOS, na.rm = TRUE)
64 diff(range(Hospital$CONSUMOS, na.rm = TRUE))
65 range(Hospital$CONSUMOS, na.rm = TRUE)

```