



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 Guaranda.

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniería civil.

Autores:

Chimbo Chimbo, Wilmer Edison

Tutor:

MgSc. Nelson Estuardo Patiño Vaca

Riobamba, Ecuador. 2026

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Wilmer Edison Chimbo Chimbo, con cédula de ciudadanía 0250152444, autor (a) (s) del trabajo de investigación titulado: CONSUMOS Y DOTACIONES DE AGUA POTABLE EN LOS SECTORES PÚBLICOS, EDUCATIVOS Y DE SALUD DEL CANTÓN GUARANDA, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí 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, 30 de junio del 2026.



Wilmer Edison Chimbo Chimbo

C.I: 0250152444

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Ing. Nelson Estuardo Patiño Vaca, catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado, CONSUMOS Y DOTACIONES DE AGUA POTABLE EN LOS SECTORES PÚBLICOS, EDUCATIVOS Y DE SALUD DEL CANTÓN GUARANDA, bajo la autoría de Wilmer Edison Chimbo Chimbo; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 25 días del mes de junio de 2026



Ing. Nelson Estuardo Patiño Vaca
TUTOR

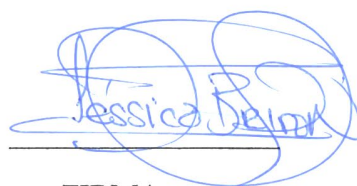
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

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 GUARANDA”**, presentado por **Wilmer Edison Chimbo Chimbo**, con cédula de identidad número **0250152444**, bajo la tutoría de **Ing. Mgs, 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 30 de junio de 2026.

Msc. Jéssica Paulina Brito Noboa

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



FIRMA

Mgs. María Gabriela Zúñiga Rodríguez

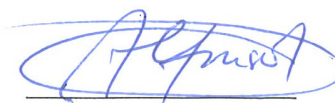
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



FIRMA

Mgs. Alfonso Patricio Arellano Barriga

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



FIRMA



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



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

CERTIFICACIÓN

Que, **WILMER EDISON CHIMBO CHIMBO** con CC: **0250152444**, 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 GUARANDA**", cumple con el 10 %, 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, 25 de junio de 2026

Ing. Nelson Estuardo Patiño Vaca
TUTOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por ser mi guía constante, por darme la fortaleza en los momentos difíciles y por permitirme llegar hasta este punto tan importante de mi vida.

A mis padres, Ángel Homero y María Manuela Chimbo, por ser el corazón de todo lo que soy. Gracias por su amor infinito, por cada sacrificio silencioso, por cada palabra de aliento en los momentos de duda y por creer en mí incluso cuando yo no lo hacía. Todo lo que soy y todo lo que he logrado es gracias a ustedes; este triunfo también les pertenece.

A mis hermanos mayores, William, Gustavo y Fabian, por ser mis guías, mi ejemplo y mi apoyo constante. Me siento inmensamente feliz y orgulloso de ser su hermano. Gracias por enseñarme con su forma de ser, por cuidarme, por la confianza que siempre nos ha unido y por recordarme, incluso en los momentos más difíciles, que nunca estoy solo. Gran parte de la persona que soy hoy es gracias a ustedes.

De manera muy especial, a mi otra mitad, Tanya Chariguaman, por escucharme siempre, por compartir cada momento, cada risa, cada lágrima, por ser mi refugio en los momentos más difíciles, por entenderme sin necesidad de palabras, por estar siempre a mi lado, brindándome su apoyo incondicional. Tenerte es, sin duda, uno de los mayores regalos de mi vida.

Este logro no es solo mío, es el reflejo del amor, el apoyo y la presencia de cada uno de ustedes en mi vida.

Wilmer Edison Chimbo Chimbo

AGRADECIMIENTO

A Dios, a nuestra Señora del Rosario de Agua Santa de Baños y la Virgen Santísima del Cisne, por darme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesarias para culminar esta etapa tan importante. Por acompañarme en cada momento, especialmente en aquellos en los que sentía que no podía continuar, y por permitirme alcanzar este logro.

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Chimborazo, por abrirme sus puertas y permitirme formarme académica y profesionalmente. Gracias por brindarme los conocimientos, valores y herramientas que hicieron posible el desarrollo de esta investigación y mi crecimiento como futuro profesional.

A mi tutor, Ing. Nelson Patiño, por su guía constante, su paciencia y su disposición para acompañarme en cada etapa de este proceso. Sus conocimientos, observaciones y recomendaciones fueron fundamentales para el desarrollo y culminación de este trabajo.

A mi familia, por ser el motor de mi vida y la razón de cada uno de mis esfuerzos. Gracias por su amor incondicional, por su paciencia, por creer en mí en todo momento y por sostenerme incluso en los días más difíciles. Este logro también les pertenece, porque sin su apoyo constante nada de esto habría sido posible.

A todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron al desarrollo de esta investigación, brindándome su apoyo, conocimientos o acompañamiento, les expreso mi más profundo agradecimiento.

Este logro no es únicamente mío, es el resultado del apoyo, la confianza de las personas que caminaron conmigo a lo largo de este proceso.

Wilmer Edison Chimbo Chimbo

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.....	14
1.3 Justificación.....	15
1.4 Objetivos	16
1.4.1 General	16
1.4.2 Específicos.....	16
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1 Conceptos generales.....	17
2.1.1 Demanda de agua	17
2.1.2 Dotación del agua potable	18
2.1.3 Normativas Hidrosanitarias	18
2.1.4 Instituciones Educativas.	21
2.1.5 Instituciones de Salud.....	21
2.1.6 Mercados Municipales.....	21
2.2 Estado de arte	21
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	23
3.1 Población de estudio	24
3.2 Muestra.....	25
3.3 Método de análisis y procesamiento de datos	25
3.4 Tabulación de datos iniciales	26
3.5 Validación de datos.....	26
3.6 Consumo Per cápita	27
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1 Instituciones Públicas.....	40

4.1.1 Cuarteles	42
4.1.2 Oficinas.....	42
4.2. Instituciones Educativas	44
4.2.1 Universidad.....	44
4.2.1 Colegios	45
4.3 Mercados	47
4.4 Institución de Salud.....	49
4.5 Comparación con las normativas de Colombia y Perú.	50
4.5.1 Normativa Técnica Colombiana (NTC 1500).....	50
4.5.1 Normativa del Perú (ISO).....	52
4.6 Discusión.....	52
4.6.1 Comparación resultados con otros proyectos de investigación	52
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
BIBLIOGRAFÍA	59

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1	<i>Dotaciones para edificaciones de uso específico.....</i>	18
Tabla 2	<i>Dotaciones de estudio Normativa Técnica Colombiana (NTC) 1500.....</i>	19
Tabla 3	<i>Dotaciones de estudio Norma Técnica I.S. 010, artículo 6.</i>	20
Tabla 4	<i>Dotaciones para Edificaciones de estudio.</i>	23
Tabla 5	<i>Instituciones de estudio.</i>	25
Tabla 6	<i>Resumen de cantidad de usuarios de instituciones públicas, educativas y salud.</i>	27
Tabla 7	<i>Consumos per cápita máximos y mínimos en oficinas de edificios públicos.....</i>	31
Tabla 8	<i>Comportamiento numérico Policía Nacional.....</i>	37
Tabla 9	<i>Comportamiento numérico Oficinas.....</i>	37
Tabla 10	<i>Comportamiento numérico Universidad.....</i>	37
Tabla 11	<i>Comportamiento numérico Colegios.....</i>	37
Tabla 12	<i>Comportamiento numérico Mercados.....</i>	38
Tabla 13	<i>Comportamiento numérico Salud.....</i>	38
Tabla 14	<i>Análisis estadísticos paramétricas y no paramétrica del Cantón Guaranda.</i>	38
Tabla 15	<i>Análisis estadísticos paramétricos y no paramétricas Cantón Cañar. Adaptado de [18] ..</i>	39
Tabla 16	<i>Análisis estadístico paramétrica y no paramétrica. Adaptado de [7] ..</i>	39
Tabla 17	<i>Consumo per cápita instituciones públicas.....</i>	40
Tabla 18	<i>Consumo per cápita universidad.....</i>	44
Tabla 19	<i>Consumo per cápita colegios.....</i>	45
Tabla 20	<i>Consumo per cápita - Mercados.....</i>	47
Tabla 21	<i>Consumo per cápita - Salud.....</i>	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Esquema de secuencia de la metodología de investigación</i>	24
Figura 2	<i>Diagrama de cajas y bigotes</i>	26
Figura 3	<i>Diagrama de cajas y bigotes Policía Nacional de Guaranda</i>	29
Figura 4	<i>Diagrama de cajas y bigotes, Prefectura de Bolívar</i>	29
Figura 5	<i>Diagrama de cajas y bigotes, Fiscalía de Bolívar</i>	30
Figura 6	<i>Diagrama de cajas y bigotes, Consejo Nacional Electoral de Bolívar</i>	30
Figura 7	<i>Diagrama de cajas y bigotes, Municipio de Guaranda</i>	31
Figura 8	<i>Diagrama de cajas y bigotes, Universidad Estatal de Bolívar</i>	32
Figura 9	<i>Diagrama de cajas y bigotes, Unidad Educativa Guaranda</i>	33
Figura 10	<i>Diagrama de cajas y bigotes, Unidad Educativa Pedro Carbo</i>	33
Figura 11	<i>Diagrama de cajas y bigotes, Unidad Educativa Roberto Alfredo Arregui Chauvin</i>	33
Figura 12	<i>Diagrama de cajas y bigotes, Unidad Educativa 10 de Noviembre</i>	34
Figura 13	<i>Diagrama de cajas y bigotes, Unidad Educativa Ángel Polibio Chávez</i>	35
Figura 14	<i>Diagrama de cajas y bigotes, Mercado 10 de Noviembre</i>	35
Figura 15	<i>Diagrama de cajas y bigotes, Mercado 24 de Mayo</i>	35
Figura 16	<i>Diagrama de cajas y bigotes, Hospital Provincial Alfredo Noboa Montenegro</i>	36
Figura 17	<i>Consumo per cápita de agua potable - oficinas</i>	41
Figura 18	<i>Consumo de agua potable promedio ponderado-Policía Nacional</i>	42
Figura 19	<i>Consumo de agua potable promedio ponderado-Oficinas</i>	43
Figura 20	<i>Consumo de agua potable promedio ponderado-Universidad</i>	44
Figura 21	<i>Consumo per cápita de agua potable - Colegios</i>	46
Figura 22	<i>Consumo de agua potable promedio ponderado-Colegios</i>	47
Figura 23	<i>Consumo de agua potable promedio ponderado-Mercados</i>	48
Figura 24	<i>Consumo de agua potable promedio ponderado-Salud</i>	49
Figura 25	<i>Comparación con la Normativa Ecuatoriana Colombiana y Peruana</i>	51
Figura 26	<i>Comparación de consumo diario de agua potable</i>	53

RESUMEN

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-11), capítulo 16, regula dotaciones para diversos sectores; sin embargo, debido a la falta de actualización conforme a los cambios en los hábitos de consumo, el crecimiento urbano y las nuevas necesidades operativas de distintas edificaciones ha generado discrepancias entre valores normativos establecidos y las demandas reales de consumo en distintas edificaciones. Por lo tanto, la investigación aporta una base técnica para analizar el consumo per cápita real y contribuir al reajuste de las dotaciones de agua potable determinadas por la Normativa. El objetivo de esta investigación fue cuantificar el consumo per cápita de agua potable en los sectores públicos, educativos, salud y mercados, del Cantón Guaranda. Los consumos de agua potable de las 14 instituciones se fundamentan en la base de datos proporcionada por la (EP-EMAPA-G), y el número de: trabajadores, docentes, administrativos, estudiantes, camas y puestos comerciales fueron gestionados en cada entidad; correspondiente al periodo 2018-2024. Para garantizar la confiabilidad se realizó la depuración de datos mediante Software Minitab, utilizando diagramas de cajas y bigotes. Finalmente, los consumos per cápita obtenidos fueron comparados con las dotaciones de la NEC-11, y de forma complementaria con las normas IS.010 (PERÚ) y NTC 1500 (Colombia). Los resultados abordan situaciones reales de cada sector, donde la entidad pública supera en 86.47% a la dotación máxima de la normativa, mientras que en los cuarteles el consumo es inferior al mínimo de la dotación NEC-11. Por otra parte, los colegios se encuentran dentro del rango establecido, sin embargo, en el caso de las universidades se encuentra inferior al mínimo de la dotación. En cuanto al hospital el valor es ligeramente inferior a la dotación mínima de 800 l/cama/día, mientras que los mercados presentan consumos dentro del rango normativo.

Palabras clave: dotación hídrica, infraestructura sanitaria, normativa de construcción, sistemas de abastecimiento.

ABSTRACT

The Ecuadorian Construction Standard (ECS-11), chapter 16, regulates endowments for various sectors; however, due to the lack of updating in accordance with changes in consumption habits, Urban growth, and the new operational needs of different buildings, discrepancies have been generated between established regulatory values and the real consumption demands of different buildings. The research, therefore, provides a technical basis for analyzing actual per capita consumption and contributing to the readjustment of drinking water allocations determined by the Regulations. The objective of this research was to quantify per capita drinking water consumption in the public, education, health, and market sectors of the Canton of Guaranda. The drinking water consumption of the 14 institutions is based on the database provided by the EP-EMAPA-G, and the numbers of workers, teachers, administrators, students, beds, and commercial positions were recorded for each entity, corresponding to the period 2018-2024. To ensure reliability, data cleansing was performed in Minitab Software, with box-and-whisker diagrams. Finally, the per capita consumption obtained was compared with the NEC-11 endowments and, in a complementary way, with the IS.010 (PERU) and NTC 1500 (Colombia) standards. The results reflect real-world situations in each sector: the public entity exceeds the maximum endowment set by the regulations by 86.47%, while in the barracks, consumption is below the minimum of the NEC-11 endowment. On the other hand, schools are within the established range; however, universities are below the minimum endowment. As for the hospital, the value is slightly below the minimum endowment of 800 l/bed/day, while the markets show consumption within the regulatory range.

Keywords: water supply, sanitary infrastructure, building regulations, supply systems



Reviewed by:

Mgs. Hugo Romero

ENGLISH PROFESSOR

C.C. 0603156258

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.

1.1 Antecedentes

La Organización de la Naciones Unidas señala que uno de los hitos más importantes es el suministro de agua potable y el saneamiento; además, el costo del agua no superar el 3% de los ingresos del hogar, considerando a este elemento un derecho humano fundamental [1].

El estudio del consumo de agua potable dentro de las oficinas del sector público permite identificar el cumplimiento de las dotaciones de agua potable, donde los organismos gubernamentales son responsables de realizar la gestión, el control y el manejo del agua, a fin de evitar posibles desperdicios. Por lo tanto, según Arellano, reporta evidencia significativa del desperdicio per cápita del agua aludiendo que este hecho ocurre cuando existe demasiados dispositivos sanitarios [2].

El recurso hídrico es vital para el consumo humano, la seguridad alimentaria y la promoción de prácticas de higiene desde la infancia. En las instituciones de salud, resulta esencial para garantizar estándares de calidad, como la limpieza de espacios y la esterilización del equipamiento. No obstante, en muchos casos, el suministro de agua no es continuo en las redes intradomiciliarias esta deficiencia impacta directamente en la calidad de los servicios prestados a la población.

La Constitución de la República del Ecuador, en su artículo 318, reconoce al agua como líquido vital, fundamental e irrenunciable, considerado por un derecho humano y de uso prioritario para el consumo humano. Además, el estado tiene la responsabilidad de garantizar el acceso equitativo al recurso hídrico y fomentar tecnologías que mejoren su uso eficiente [3].

1.2 Planteamiento del Problema

En el cantón Guaranda, se determinó un caudal aproximado de 667.26 l/s, del cual el 4.9% se destina al consumo humano [4]. Sin embargo, el suministro de agua potable presenta una serie de deficiencias que comprometen la salud pública y el bienestar de la población, ya que solo el 12% del recurso hídrico consumido por los habitantes se encuentra debidamente potabilizado [1]. Por otra parte, el agua proveniente de vertientes naturales es suministrada mediante sistemas entubados sin procesos adecuados de purificación. Esta situación vulnera el derecho al consumo de agua potable exponiendo a los sectores públicos, educativos, casas de salud y población en general a riesgos sanitarios.

Guaranda enfrenta desafíos al momento de asegurar la soberanía alimentaria, debido a las prácticas de mantenimiento y purificación del recurso hídrico, así como a la dependencia

de métodos convencionales, lo mismo que pone en riesgo la disponibilidad del agua potable, generando incertidumbre en la calidad del agua en sectores públicos, educativos y de salud.

El Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Guaranda refiere que, a partir de un muestreo realizado en 32 fuentes de agua, se determinó que el 90% de estos no son aptos para el consumo humano [4]. En consecuencia, el diagnóstico evidencia un panorama claro y detallado sobre las principales problemáticas y potencialidades que enfrenta el cantón Guaranda en cuanto a la dotación y el consumo de agua potable.

En el Cantón Guaranda, existe un crecimiento demográfico, falta de planificación del sistema de agua potable, cumplimiento del periodo de vida útil de la infraestructura, la integración de parroquias rurales dentro del perímetro urbano y la escasez del recurso hídrico en algunos sectores [5]. Por lo tanto, constituyen la necesidad de realizar estudios y la inmediata implementación de un proyecto integral de agua potable que aborde y corrija los factores críticos que comprometen la calidad y cobertura de los servicios básico [6].

En este contexto, resulta fundamental investigar cómo el consumo de agua potable incide en los sectores públicos, educativos y de salud del área urbana de Guaranda, con el fin de analizar si las dotaciones de agua potable en estas instituciones son adecuadas, 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.

La Norma Hidrosanitaria del Ecuador (NEC-11), vigente desde 2011, no ha sido actualizada las dotaciones a pesar de los cambios en los patrones de consumo de agua. Esta desactualización genera discrepancias entre los valores normativos y las necesidades reales de las diversas edificaciones [7].

1.3 Justificación

El propósito de esta investigación se centra en el análisis del consumo per cápita de agua potable en los sectores públicos, educativos y de salud del área urbana de la ciudad de Guaranda. Este estudio permitirá evaluar si los niveles de consumos actuales se ajustan a las dotaciones establecidas en el capítulo 16 de la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC-11) [8]. En este sentido, la gestión, el control y la dotación de agua potable constituye un parámetro importante para el cálculo de volúmenes de consumo diario y el diseño de reserva en redes de agua intradomiciliarias en edificaciones, con el fin de corregir las deficiencias actuales y garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico.

Comprender la relación entre el consumo y el uso del agua permite plantear nuevas políticas de gestión pública, donde los sectores públicos, educativos y de salud entren en escena

como posibles agentes de cambio, de esta manera los resultados se encaminan a concebir cambios de prácticas habituales vinculadas a mejorar la calidad de vida [9].

La secretaria nacional de Planificación y Desarrollo señala que el crecimiento poblacional no planificado de la ciudad representa una demanda en especial, en cuanto al acceso del servicio. En este contexto, planteó el objetivo de dotar agua por red pública al 60.9% en la ciudad de Guaranda, donde ha decidido invertir en nuevos proyectos de agua potable [10]. Por lo tanto, el presente proyecto de investigación permite integrar conocimientos y datos de consumos reales para futuros análisis de como varia el consumo en el tiempo, y con ello proporcionar alternativas para los futuros diseños de redes intradomiciliarias en edificaciones, reservas de volumen y sistemas de operación [11].

La información de dotación y consumos del sistema de agua potable serviría para el reajuste de redes intradomiciliarias en edificaciones, de manera que proporcione un caudal que cubra la demanda de los sectores públicos, educativos y de salud del casco urbano. La información sería útil para los diseñadores y administradores de los sistemas de agua potable [12]. Esta investigación no solo genera conocimiento, sino que también busca incidir directamente en mejorar la calidad de vida de la población, haciendo énfasis en los sectores más vulnerables y estratégicos, como la educación y la salud.

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 Guaranda en la Provincia de Bolívar.

1.4.2 Específicos

- Identificar el número de edificios y usuarios del sector público de la ciudad de Guaranda.
- Determinar el consumo de agua del sector público de la ciudad de Guaranda.
- Comparar el consumo de agua actualmente y las dotaciones establecidas por la norma hidrosanitaria NEC -11.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1 Conceptos generales

El agua es un recurso esencial para la vida humana y para el funcionamiento adecuado de los ecosistemas, pero a la vez, se ha convertido en un recurso limitado en muchas partes del mundo. Este escenario afecta directamente tanto la salud pública como el desarrollo económico de los países, ya que el acceso al agua potable es crucial para la higiene, la producción de alimentos, el saneamiento y otros aspectos fundamentales de la vida cotidiana. Aunque el planeta está cubierto en su mayoría por agua, solo el 3% de esta es agua dulce, y de esta, solo alrededor del 1% es accesible para el consumo humano. Esto resalta la importancia de una gestión adecuada y sostenible de los recursos hídricos, ya que la cantidad de agua disponible para las poblaciones humanas es limitada [13]. A medida que la población mundial sigue creciendo y las zonas urbanas se expanden, la presión sobre los recursos hídricos aumenta, lo que se traduce en mayores desafíos para garantizar el suministro adecuado de agua. Se estima que una proporción significativa de la población mundial podría verse afectada por la escasez hídrica debido a la sobreexplotación de los recursos y la contaminación de las fuentes de agua.

Una de las consideraciones más importantes para el diseño de sistemas hidrosanitarios es la dotación de agua. Esta se refiere a la cantidad de agua que se asigna a cada habitante para su consumo, y se determina considerando todos los usos del servicio, como el consumo doméstico, el industrial, el comercial y las pérdidas físicas dentro del sistema de distribución. Además, la dotación debe incluir los valores aproximados de consumo para situaciones de alta demanda, como las temporadas de calor o eventos especiales que generen una mayor presión sobre el sistema. Esta cantidad se calcula a través de estudios de demanda, que permiten ajustar las dotaciones a las necesidades reales de la población [14].

2.1.1 Demanda de agua

Para la proyección de la demanda de agua potable se considera dos variables fundamentales: inicialmente el crecimiento poblacional que se basa en la evolución de ciertas variables demográficas como la tasa de mortalidad, natalidad, entre otros; y la determinación del consumo per cápita que es influenciado por la variación de consumos unitarios (información sobre el consumo real histórico – lecturas de consumo) y las alteraciones en los patrones de consumo [15].

2.1.2 Dotación del agua potable

Es la cantidad de agua consumida diariamente en promedio por cada habitante de una población, misma que incluye consumos domésticos, comerciales e industriales y está relacionada al consumo, costumbres, clima, nivel económico y población de diseño; se la expresa en litro por habitante por día (L/hab*día) [11].

Para el cálculo de la dotación, se utiliza la siguiente expresión:

$$\text{Dotación} \left(\frac{L}{\text{hab} * \text{día}} \right) = \left(\frac{V_{md} * 1000}{\# \text{ habitantes}} \right) \quad (1)$$

Ecuación 1. *Dotación de agua potable.*

Donde:

Vmd= Volumen medio diario (m3)

habitantes = número de habitantes (población)

Fuente: Dotación de agua potable. Adaptado de [11]

2.1.3 Normativas Hidrosanitarias

En cuanto a los edificios de uso específico, como hospitales, escuelas y oficinas, la normativa NEC-11, también define las dotaciones mínimas de agua necesarias para asegurar el correcto funcionamiento de las instalaciones. Estos edificios requieren un suministro constante y suficiente de agua para sus diversas actividades, como la higiene, la cocción de alimentos, la limpieza, el sistema de climatización y otros usos especializados [8].

Tabla 1

Dotaciones para edificaciones de uso específico.

Tipo de edificación	Unidad	Dotación
Bloques de viviendas	L/habitante/día	200 a 350
Bares, cafeterías y restaurantes	L/m2 área útil /día	40 a 60
Camales y planta de faenamiento	L/cabeza	150 a 300
Cementerios y mausoleos	L/visitante/día	3 a 5
Centro comercial	L/m2 área útil /día	15 a 25
Cines, templos y auditorios	L/concurrente/día	5 a 10
Consultorios médicos y clínicas con hospitalización	L/concurrente/día	500 a 1000
Cuarteles	L/persona/día	150 a 350
Escuelas y colegios	L/estudiante/día	20 a 50
Hospitales	L/cama/día	800 a 1300
Hoteles hasta 3 estrellas	L/ocupante/día	150 a 400

Hoteles de 4 estrellas en adelante	L/ocupante/día	350 a 800
Internados, hogar de ancianos y niños	L/ocupante/día	200 a 300
Jardines y ornamentación con recirculación	L/m ² /día	2 a 8
Lavanderías y tintorerías	L/kg de ropa	30 a 50
Mercados	L/puesto/día	100 a 500
Oficinas	L/persona/día	50 a 90
Piscinas	L/m ² área útil /día	15 a 30
Prisiones	L/persona/día	350 a 600
Salas de fiesta y casinos	L/ m ² área útil /día	20 a 40
Servicios sanitarios públicos	L/mueble sanitario/día	300
Talleres, industrias y agencias	L/trabajador/jornada	80 a 120
Terminales de autobuses	L/pasajero/día	10 a 15
Universidades	L/estudiante/día	40 a 60
Zonas industriales, agropecuarias y fábricas*	L/s/Ha	1 a 2

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 11), Capítulo 16. Adaptado de [8]

Tabla 2

Dotaciones de estudio Normativa Técnica Colombiana (NTC) 1500.

Instituciones	Consumo
Industrias	80 litros /trabajador
Comercio, mercancías secas, casas de abastos, peluquerías y pescaderías	20 litros/ m ² mínimo 400 litros/ día
Mercados	15 litros /m ²
Viviendas	200 litros/ habitante/ día a 250 litros/ habitante/ día
Universidades	50 litros/ persona/ día
Internados	250 litros/ persona/ día
Hoteles (a)	500 litros/ habitación/ día
Hoteles (b)	250 litros/ cama/ día
Oficinas	90 litros/ persona/ día
Cuarteles	350 litros/ persona/ día
Restaurantes	4 litros/ día/ comida
Hospitales	600 litros/ persona/ día
Prisiones	600 litros/ persona/ día
Lavanderías	48 litros/kg de ropa
Lavado de carros	400 litros/carro/ día
W.C públicos	50 litros/ hora
W.C intermitentes	150 litros/ hora

Circos, hipódromos, parques de atracciones, estudios, velódromos, autódromos, plazas de toros y similares.	1 litro/ espectador
Cabarets, casinos y salas de baile	30 litros/m ²
Cines, teatros y auditorios	3 litros / silla
Estaciones de servicio, bombas de gasolina, garajes y estacionamientos se colocará de acuerdo con los siguientes consumos:	
Para lavado automático	12000 litros/ día/ unidad
Para lavado no automático	7500 litros/ día/ unidad
Para bombas de gasolina	300 litros/ día/ surtidor
para garajes y estacionamientos cubiertos	2 litros/ día/ m ² de área
Para oficinas y ventas de repuestos	6 litros/ día/ m ² de área útil
El suministro de agua para bares, fuentes de soda, refresquerías, cafeterías y similares se calculará con base en los siguientes consumos:	
Área en m ²	Consumo diario
Hasta 30	1500 litros/ m ²
De 31 a 60	60 litros/ m ²
De 61 a 100	50 litros/ m ²
Mayor de 100	40 litros/ m ²
Riegos	
Piso asfaltado	1 litro/ m ²
Empedrados	1,5 litros/ m ²
Jardines	2 litros/ m ²
Piscinas	300 litros/ persona
Duchas piscina	60 litros/ persona

Fuente: Normativa Técnica Colombiana NTC 1500. Adaptado de [16]

Tabla 3

Dotaciones de estudio Norma Técnica I.S. 010, artículo 6.

Tipo de edificación	Dotaciones
Oficinas	20 L/habitante/día
Universidad	50 L/alumno/día
Educación secundaria	25 L/alumno/día
Mercados y establecimientos	15 L/diario por m ²
Hospitales	800 L/cama/día

Fuente: Norma Técnica I.S. 010. Adaptado de [17]

2.1.4 Instituciones Educativas.

Es indispensable contar con las unidades de usuario requeridas para cada establecimiento educativo, es decir, el número de estudiantes matriculados en el año lectivo y el número de docentes correspondientes. Este enfoque permite comprender de manera más precisa como varía el uso del recurso hídrico en función de cada plantel, obteniendo así una visión global del comportamiento del consumo. Para ello se determina un promedio general a partir de los promedios ponderados individuales; sin embargo, al consolidar los datos, se pierde parte de la validez individual de los resultados, ya que se ocultan posibles deficiencias o excesos específicos en algunas instituciones [18].

2.1.5 Instituciones de Salud.

Para determinar la dotación real de agua potable, el número de camas constituye un dato importante para realizar la investigación, ya que permite expresar los resultados en litros/cama/día.

2.1.6 Mercados Municipales.

Para el análisis de los mercados municipales, es necesario solicitar a la Empresa Pública Municipal la información correspondiente al número de puestos existente. Adicionalmente, con el propósito de establecer una comparación con las normativas de Colombia y Perú, resulta importante determinar el área de los diferentes locales dentro de los mercados, a fin de efectuar una evaluación precisa de los consumos de agua potable. En este contexto, la Norma Hidrosanitaria del Ecuador establece la dotación de agua potable para mercados en función del número de puestos existentes [7].

2.2 Estado de arte

Es necesario enfatizar que existen diversos factores que intervienen en el consumo de agua potable, como cambios demográficos y socioeconómicos, siendo los de mayor incidencia aquellos factores medioambientales. Por consiguiente se prevé una tendencia al incremento en la demanda de agua potable y es fundamental entender que, proyectos como mejoras en el sistema de tratamiento, almacenamiento, y el suministro de agua potable, pueden verse en la necesidad de ser actualizados debido a que sus especificaciones y capacidades están ligadas principalmente a las dotaciones establecidas por Normativa Ecuatoriana y de haber modificaciones, los caudales para los sistemas de abastecimiento de agua potable también sufrirán variaciones, las cuales de no considerarse de manera oportuna ha de generar problemas en los suministros y una menor gestión de calidad a futuro [7].

El consumo mensual claramente evidencia un comportamiento similarmente periódico anual. En el caso de febrero, los consumos de agua potable son menores por la influencia del

clima lluvioso. En meses como julio y octubre tienen un crecimiento significativo, por el aumento de la sequía. Sin embargo, el aumento periódico del consumo expone a la demográfica como principal factor. La calidad y gestión del agua influye en menor medida el consumo, pero no se debe descartar como factor causal que podría aumentar las variaciones del consumo de agua potable en los registros. La demografía es exponencial por lo cual, se plantea que el consumo seguirá aumentando con el pasar de los años [19].

“El consumo per cápita es la cantidad de agua potable utilizada diariamente por cada persona. Se determina dividiendo el volumen promedio de agua consumida en un día para el numero habitantes de cada inmueble” [20].

El consumo de agua potable en los sectores públicos, educativos y de salud constituye un aspecto clave en la gestión del recurso hídrico, por lo tanto, en esta investigación ha permitido evaluar niveles de consumo registrados en la población analizada por distintos autores, el indicador empleado es la proporcionada por la normativa hidrosanitaria del Ecuador (NHE) [8].

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.

Para esta investigación, se empleará una metodología investigativa con un enfoque cuantitativo debido a que será necesario recolectar, organizar y analizar datos numéricos relacionados con el consumo de agua en el cantón Guaranda, en la provincia de Bolívar. Estos datos serán solicitados a los departamentos encargados de los sistemas de agua potable del GAD municipal. La finalidad es comparar los consumos observados con los estándares de dotación de agua potable establecidos por la normativa hidrosanitaria vigente. Para todo este proceso, se utilizarán herramientas informáticas como Excel y programas estadísticos RStudio, software Minitab Statistical, que facilitarán la organización, análisis y presentación de los datos de manera eficiente y precisa.

Para el cálculo de la dotación real de agua potable para hospitales (lt/cama/día) se realiza de la siguiente forma:

- Transformar los metros cúbicos del consumo promedio total real de agua potable.
- Dividir el valor de consumo promedio total real de agua potable en litros para 30 días que tiene el mes.
- El valor hallado en el paso anterior dividimos para el número de camas total de cada hospital obtenido.
- El valor obtenido en el paso anterior obtendremos valores para cada hospital y con estos valores se saca la media aritmética y se obtendrá la dotación real de agua potable para hospitales en litros/cama x día [21].

Además de examinar los historiales de consumo de agua potable, también será necesario analizar el número de usuarios y cualquier otra información que identifique la unidad de uso. Esto permitirá calcular el consumo per cápita de cada institución de la que disponga información y posteriormente comparar estos los resultados obtenidos son las dotaciones de agua potable establecidas en el capítulo 16 de la NEC 11, como se detalla a continuación:

Tabla 4

Dotaciones para Edificaciones de estudio.

Tipo de Edificación	Unidad	Dotaciones
Cuarteles	L/persona/día	150-350
Oficinas	L/persona/día	50 a 90
Universidades	L/estudiante/día	40 a 60
Escuelas y colegios	L/estudiante/día	20 a 50

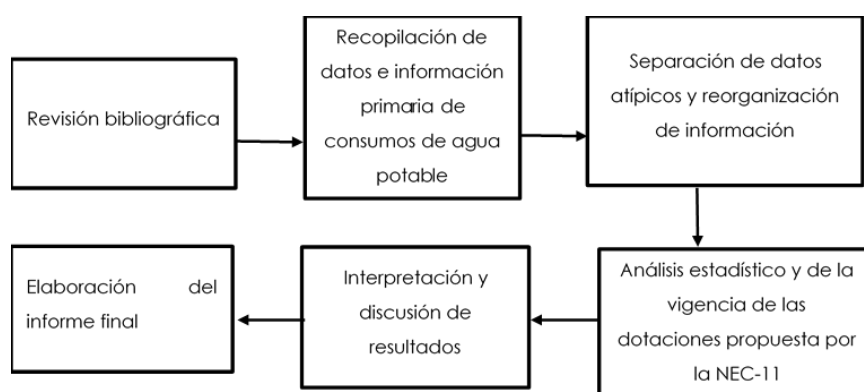
Mercados	L/puesto/día	100 a 500
Hospitales	L/cama/día	800 a 1300

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 11), capítulo 16. Adaptado de [8]

Esta investigación es de carácter descriptivo. La información de dotación y consumos del sistema de agua potable serviría para reajustar redes intradomiciliarias en edificaciones, es decir, identificar patrones y tendencias en la demanda del recurso. Los resultados obtenidos permitirán establecer una base sólida para futuras investigaciones y mejoras en los sistemas de suministro de agua.

Figura 1

Esquema de secuencia de la metodología de investigación



Fuente: Esquema Metodológico. Adaptado de [7]

3.1 Población de estudio

La población involucrada en esta investigación está conformada por las edificaciones de los sectores público, educativo y de salud del cantón Guaranda. Por lo tanto, el tamaño de muestra estará delimitado en función de aquellas instituciones que proporcionen información clara y concisa sobre el historial de consumo de agua potable, junto con el número de usuarios que hacen el uso continuo del líquido vital. Esto permitirá desarrollar estudios y análisis rigurosos y confiables. A continuación, en la tabla 5, se presentan las instituciones seleccionadas para la presente investigación. Para facilitar la diferenciación y el manejo de los datos, estas se encuentran identificados mediante códigos: oficinas públicas con "P", educación con "E", mercados con "M" y salud con "S".

Tabla 5*Instituciones de estudio.*

Código	Instituciones
P1	Policía Guaranda - Subzona Bolívar
P2	Gobierno Autónomo Descentralizado De La Provincia Bolívar
P3	Fiscalía De Bolívar
P4	Consejo Nacional Electoral Delegación Provincial De Bolívar
P5	Gobierno Autónomo Descentralizado Del Cantón Guaranda
E1	Universidad Estatal De Bolívar
E2	Unidad Educativa Guaranda
E3	Unidad Educativa Pedro Carbo
E4	Unidad Educativa Roberto Alfredo Arregui Chauvin
E5	Unidad Educativa 10 De noviembre
E6	Unidad Educativa Ángel Polibio Chaves
M1	Mercado 10 De noviembre
M2	Mercado 24 De mayo
S1	Hospital Provincial Alfredo Noboa Montenegro

3.2 Muestra

Dentro del marco muestral, la selección de sectores considerados en la presente investigación se realizó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a la inexistencia de un diseño metodológico o estrategia previamente establecida que permita obtener información requerida en las zonas urbanas. En consecuencia, el estudio incorpora instituciones de sectores público, educativo y de salud que disponen de registros completos sobre el consumo mensual de agua potable, garantizando así la disponibilidad y confiabilidad de la información analizada.

3.3 Método de análisis y procesamiento de datos

Luego de adquirir la información proporcionado por la (EP-EMAPA-G) sobre el consumo de agua potable, se procedió ordenar la base de datos correspondiente a cada entidad considerado en la investigación. Sin embargo, debido a que inicialmente se contó con una matriz de datos global, posteriormente se realizó un proceso de filtrado y organización en función de los años de análisis contemplados en el presente estudio. Este procedimiento permitió registrar el consumo de agua potable en metros cúbicos que correspondiente a cada una de las entidades y a los distintos medidores que los integran, con el fin de establecer un plan de manejo de datos funcional y seguro.

En cuanto al número de usuarios, se realizó la agrupación y verificación del número de trabajadores, personal administrativo y estudiantes correspondientes a cada año. Luego se elaboró una matriz que contiene el total de usuarios de cada institución, incluyendo la

información relacionada con el número de puestos de los mercados y la cantidad de camas de los hospitales variables indispensables para el desarrollo de la investigación.

3.4 Tabulación de datos iniciales

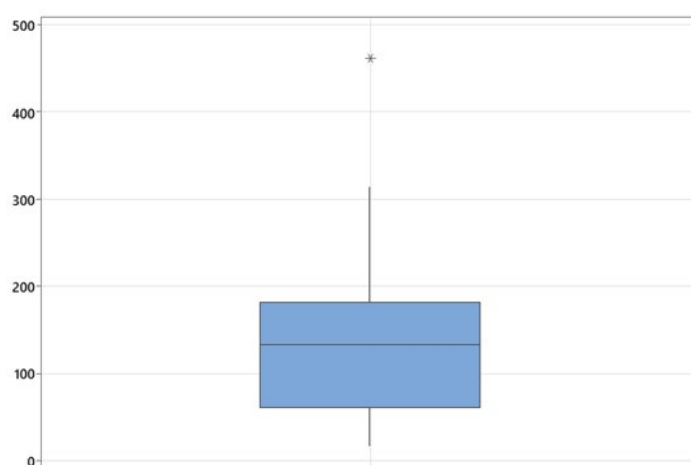
Se procede organizar los múltiples datos mediante el uso del Excel. Para sintetizar dicha información es preciso conocer el comportamiento que presenta el consumo de agua potable a lo largo del tiempo. Este análisis es importante ya que permite interpretar la gestión, el uso y la variación del consumo, además de identificar los meses con mayor demanda, lo cual puede asociar a posibles fugas o desperdicios de agua. Por lo tanto, este estudio se centra en realizar análisis estadísticos mediante el software Minitab, con el fin de correlacionar el consumo con el número de usuarios que hacen el uso del líquido vital.

3.5 Validación de datos

Después de contar con la información organizada y detallada, es indispensable identificar y excluir datos atípicos. Por lo tanto, se efectuó la depuración de los consumos de agua potable atípicos mediante diagramas de cajas y bigotes utilizando el software Minitab. El procedimiento consistió en copiar los datos de cada institución al Minitab y posteriormente identificar y eliminar los valores que se encontraban fuera del rango de análisis establecido por el Software Minitab. Mediante esta ejecución fue posible detectar y depurar valores atípicos de forma clara y precisa como se muestra en el siguiente diagrama de cajas y bigotes.

Figura 2

Diagrama de cajas y bigotes



Cada etapa de datos constituye un paso indispensable para el desarrollo del estudio planteado. Por ello, de manera minuciosa se eliminaron los valores de consumo de agua potable inexistentes o registrados como cero en la hoja de cálculo, permitiendo obtener una matriz de datos confiables y consistente. Posteriormente, se procedió a sumar los consumos anuales correspondiente cada institución.

Una vez estructurados de manera confiable los datos de consumo, se procede a convertir los valores de agua de metros cúbicos a litros por persona por día, conforme a lo establecido en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 11). Para este cálculo, resulta indispensable

conocer la cantidad de usuarios en las edificaciones de uso específico. En el caso de las unidades educativas, se requiere el número total de personas que conforman la institución; en los mercados, el número de puestos; y en el sector salud, la cantidad de camas disponibles.

Tabla 6

Resumen de cantidad de usuarios de instituciones públicas, educativas y salud.

RESUMEN USUARIOS								
Cd	INSTITUCIONES	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
P1	Subzona Bolívar Policía Nacional De Guaranda	201	267	231	230	264	233	252
	Gobierno Autónimo							
P2	Descentralizado De La Provincia Bolívar	93	91	94	92	86	85	84
P3	Fiscalía De Bolívar	69	69	69	69	69	69	61
P4	Consejo Nacional Electoral Delegación Provincial De Bolívar	32	32	42	42	42	42	42
	Gobierno Autónimo							
P5	Descentralizado Del Cantón Guaranda	71	71	120	129	129	136	158
E1	Universidad Estatal De Bolívar	6021	6529	7342	7247	7616	7576	7736
E2	Unidad Educativa Guaranda	1468	1454	1475	1195	1288	1210	1205
E3	Unidad Educativa Pedro Carbo	2676	2503	2671	2642	2638	2598	2689
E4	Unidad Educativa Roberto Alfredo Arregui Chauvin	916	937	929	1023	728	775	785
E5	Unidad Educativa 10 De noviembre	324	439	432	395	541	668	395
E6	Unidad Educativa Ángel Polibio Chaves	2357	2193	2464	2545	2734	2706	3048
M1	Mercado 10 De noviembre	184	184	184	184	184	184	184
M2	Mercado 24 De mayo	257	257	257	257	257	257	257
S1	Hospital Provincial Alfredo Noboa Montenegro	112	112	112	112	112	112	112

3.6 Consumo Per cápita

Por consiguiente, se calculó el consumo per cápita de cada sector establecido en esta investigación, por lo tanto, el procedimiento llevado a cabo de forma ordenada y precisa ha contribuido a obtener resultados de agua potable reales.

Se realizó una conversión de unidades de estos consumos partiendo de m³/año a l/día.

$$\text{consumo } (m^3/\text{año}) = \frac{m^3}{\text{año}} * \frac{1}{365 \text{ días}} * \frac{1000 l}{1 m^3} = \text{consumo } (L/\text{día}) \quad (2)$$

Ecuación 2. Consumo Per cápita de agua potable.

Además, se determinaron valores máximos, mínimos y promedios de los diferentes consumos per cápita calculados. Estos parámetros permiten definir puntos de inflexión o retroceso, es decir son variables indispensables que pueden indicar la tendencia de ciertos valores que podemos encontrar según consumos reales de los sectores públicos.

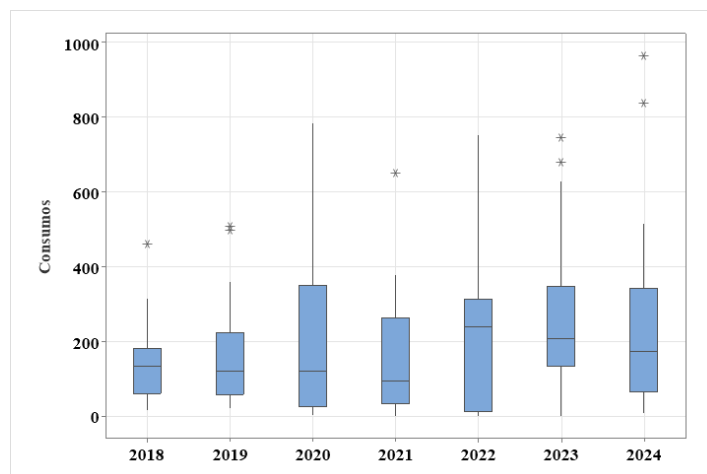
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El manejo adecuado de la información constituye una etapa fundamental en investigación ya que garantiza la confiabilidad de los datos y la calidad de su procesamiento, por esto la depuración de datos ejecutada mediante software Minitab permitió identificar y excluir los datos atípicos de consumo que presentan comportamientos anómalos que probablemente no guardaban relación con la tendencia general de los datos. Mediante los gráficos de cajas y bigotes se identificó valores significativos como consumos altos y bajos, que podrían estar asociados a diversas causas operativas o de registro. Por lo tanto, la depuración de datos atípicos mediante los gráficos de cajas y bigotes presentó una etapa crucial para el desarrollo del estudio.

Por esta razón, es posible identificar ciertos patrones de comportamientos en los consumos de agua potable, considerando que la dotación tiene la función de garantizar el abastecimiento continuo a cada unidad de uso. A su vez las redes de conexiones intradomiciliarias deben estar alimentadas, por tal razón cada sector analizado presenta consumos distintos evidenciando diferencias significativas por las modalidades de trabajo ejercidas por la población de estudio. Sin embargo, el análisis exhaustivo implementado en esta investigación permite entender mejor el contexto general de uso del líquido vital en los diferentes sectores, al mismo tiempo abre una brecha hacia nuevas investigaciones.

Figura 3

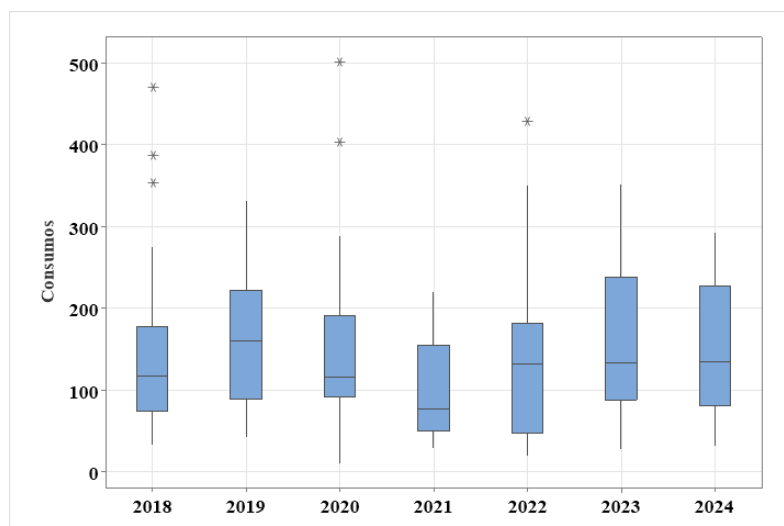
Diagrama de cajas y bigotes Policía Nacional de Guaranda



Cabe destacar el propósito de este análisis es conocer el consumo real frente a la dotación de agua establecido por la NHE. Los consumos observados en la figura 3, correspondientes a la Subzona Bolívar Policía Nacional de Guaranda, presentan un incremento progresivo a lo largo del tiempo, siendo más notorio entre los años 2020, 2022, 2024. Asimismo, el diagrama evidencia datos atípicos en todos los años, excepto en 2020 y 2022, identificándose valores atípicos excepcionalmente altos que influyen en la distribución general de los registros de consumo de agua potable. Por tal motivo, dichos valores fueron descartados en la presente investigación.

Figura 4

Diagrama de cajas y bigotes, Prefectura de Bolívar



En el análisis estadístico mediante diagramas de cajas y bigotes, representado en la figura 4, permitió identificar la presencia de valores atípicos en los años 2018, 2020 y 2022. Debido a que estos datos pueden distorsionar la distribución y afectar la interpretación estadística de los resultados, se procedió a excluir del análisis, con la finalidad de obtener resultados más representativos y garantizar un adecuado nivel de significancia.

Figura 5

Diagrama de cajas y bigotes, Fiscalía de Bolívar

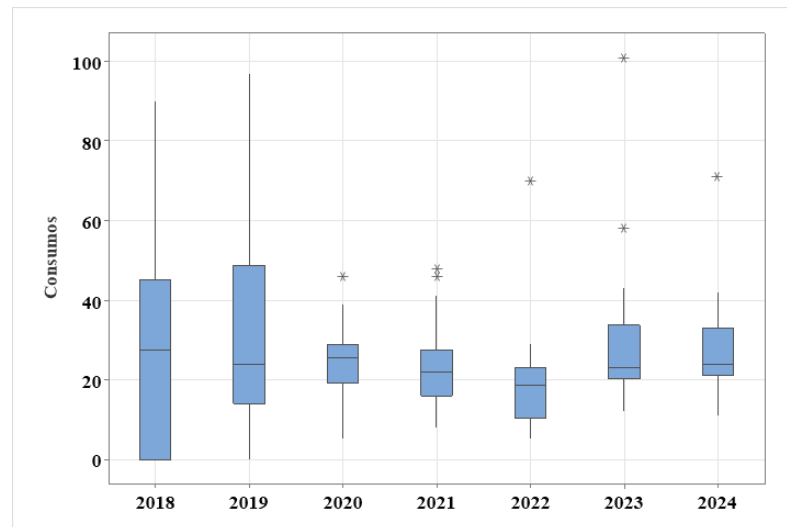


Figura 6

Diagrama de cajas y bigotes, Consejo Nacional Electoral de Bolívar

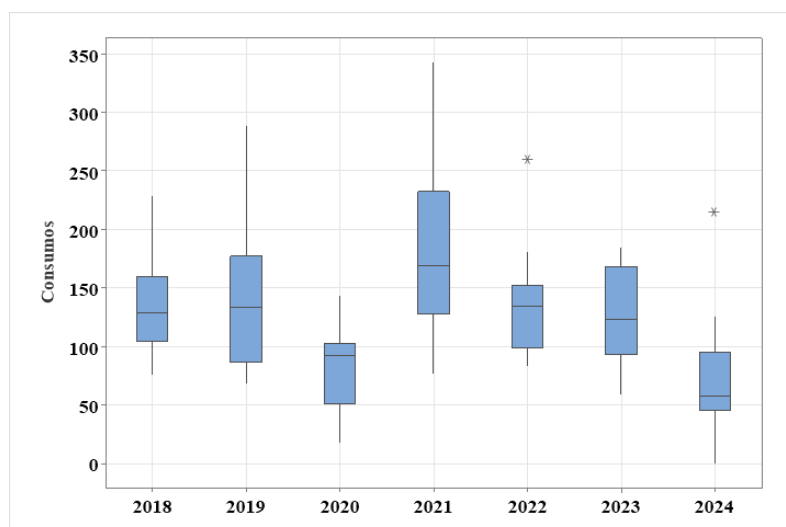
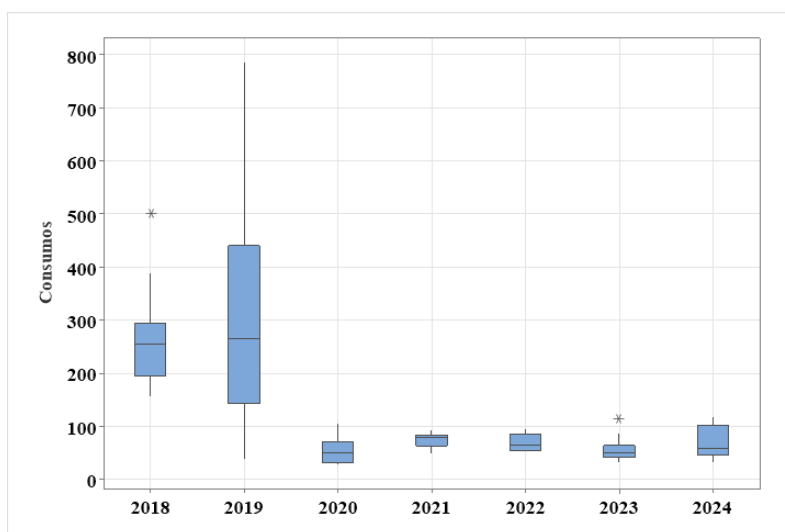


Figura 7

Diagrama de cajas y bigotes, Municipio de Guaranda



Con respecto a las figuras 5, 6 y 7, los diagramas de cajas y bigotes evidencian que la Fiscalía de Bolívar presenta valores atípicos en cinco de los siete años analizados. Por su parte, el Consejo Nacional Electoral de Bolívar y el Municipio de Guaranda registran valores atípicos en dos años. En este sentido, los valores atípicos fueron excluidos del análisis estadístico con el propósito de garantizar un mayor nivel de significancia y confiabilidad en los resultados obtenidos.

Tabla 7

Consumos per cápita máximos y mínimos en oficinas de edificios públicos

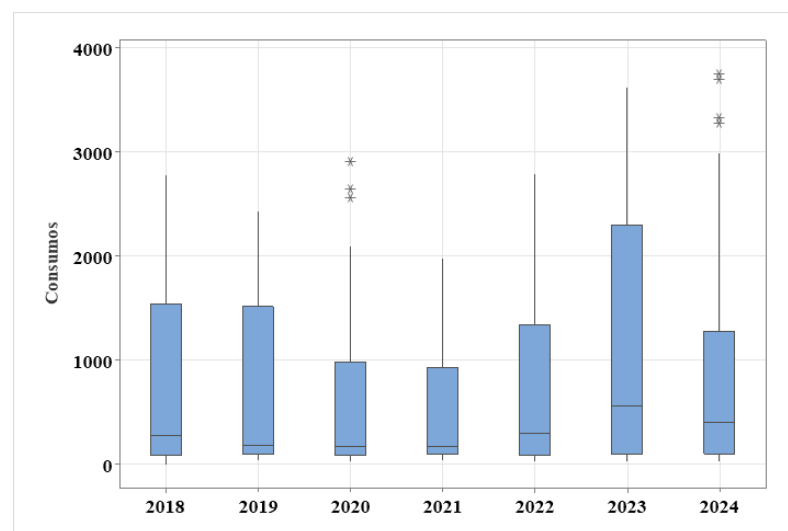
		Min	Max	Promedio
Cd	Instituciones			Ponderado
P1	Policía Nacional	82.08	146.46	113.52
P2	Prefectura de Bolívar	117.48	220.74	180.48
P3	Fiscalía De Bolívar	19.32	36.36	26.70
P4	CNE de Bolívar	70.44	184.64	129.84
P5	Municipio de Guaranda	12.81	206.69	45.59

El año 2019 reflejó la mayor demanda de agua potable dentro de los sectores públicos analizados, especialmente durante los meses de octubre y noviembre, periodo en el cual se registraron los niveles más elevados de consumo. Al compararse estos resultados con la dotación establecida en la Norma Hidrosanitaria del Ecuador, la cual recomienda un rango de 150 a 350 l/persona/día para cuarteles y los rangos permitidos en edificaciones públicas es de

50 a 90 l/persona/día. se evidenció en la tabla 7, que los consumos obtenidos en la Policía Nacional y Municipio de Guaranda están dentro del límite permitido, mientras que, la Prefectura de Bolívar y Consejo Nacional Electoral superan considerablemente los valores normativos, por otra parte, la Fiscalía de Bolívar se identificó un consumo de 26.70 l/persona/día, representado un valor inferior con respecto al mínimo de la dotación establecida. Esta situación responde a la integración de nuevos trabajadores y la implementación de programas sociales vinculadas a la interacción de la ciudadanía facultando la existencia de un uso elevado del recurso hídrico.

Figura 8

Diagrama de cajas y bigotes, Universidad Estatal de Bolívar



En cuanto a la figura 8, existe fluctuaciones significativas del consumo de agua potable a lo largo del periodo de estudio. En consecuencia, entre los años 2020 y 2021 se presenta una reducción de consumo debido a la cuarentena por causa del COVID-19, periodo en el cual las actividades presenciales pasaron a desarrollarse en modalidad virtual. Los eventos fortuitos tienen magnitudes y duraciones inusuales por lo que los consumos de agua potable durante estos periodos podrían estar dentro o fuera de los escenarios de demanda media y máxima de agua potable [12].

Figura 9

Diagrama de cajas y bigotes Unidad Educativa Guaranda

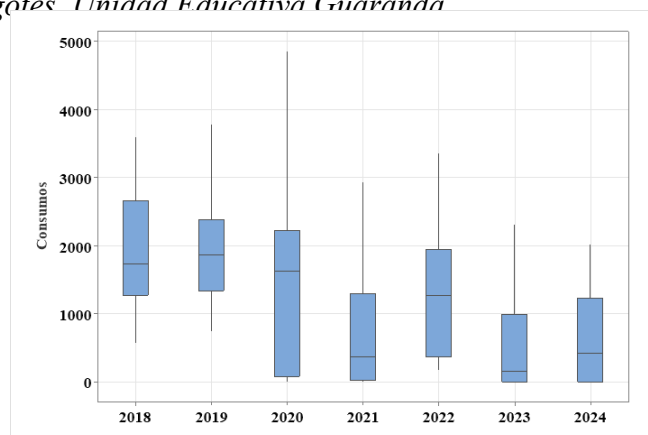


Figura 10

Diagrama de cajas y bigotes, Unidad Educativa Pedro Carbo

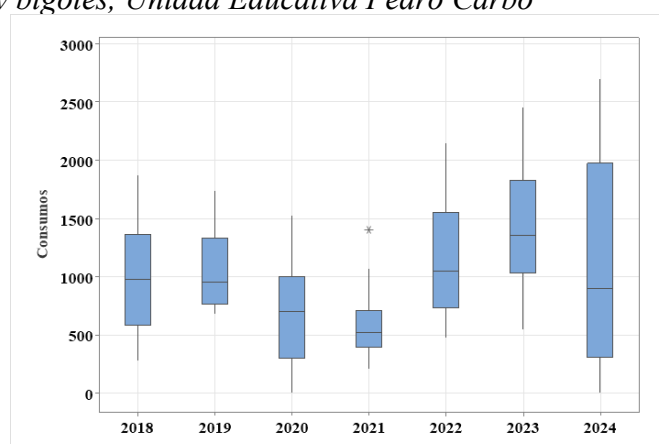
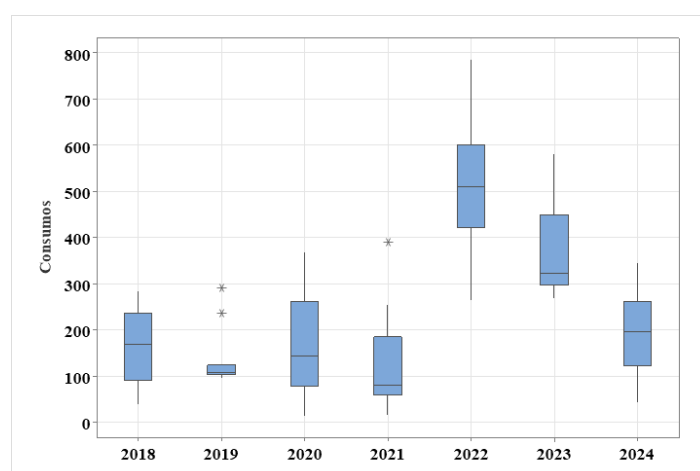


Figura 11

Diagrama de cajas y bigotes, Unidad Educativa Roberto Alfredo Arregui Chauvin



Los diagramas de cajas y bigotes desarrollados en los sectores educativos de la ciudad de Guaranda permitieron identificar la presencia de valores atípicos en todas las instituciones analizadas, con excepción de la Unidad Educativa Guaranda, cuyos datos presentaron un comportamiento más uniforme durante el periodo de estudio.

En la figura 9, los consumos registrados durante los cinco primeros años superaron el límite máximo establecido por la normativa, representándose el mayor consumo en el año 2019. No obstante, en los dos últimos años los valores se ubicaron dentro del rango permitido, evidenciando una disminución en la demanda de agua potable. De manera similar la figura 10, de la Unidad Educativa Pedro Carbo presentó consumos superiores al rango normativo en la mayoría de los años analizados; sin embargo, en el año 2021 se registró el menor consumo con 17.42 l/estudiante/día, valor inferior al mínimo recomendado. Por su parte la figura 11, de la Unidad Educativa Roberto Arregui registró su mayor consumo en el año 2022 con 27.54 l/estudiante/día, valor que se encuentra dentro del rango normativo, mientras que en los demás años los consumos fueron inferiores al mínimo establecido por la NEC 11.

Figura 12

Diagrama de cajas y bigotes Unidad Educativa 10 de Noviembre

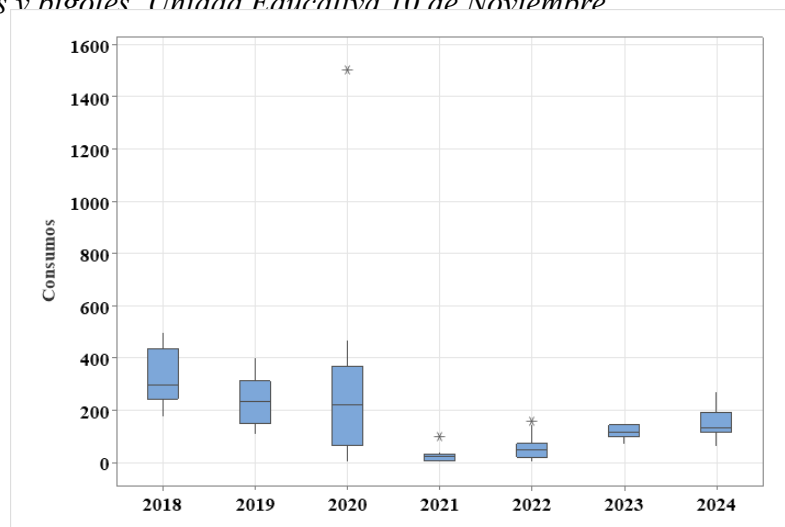
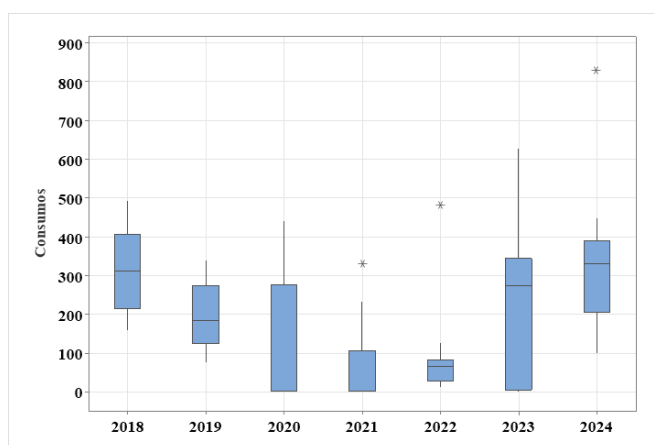


Figura 13

Diagrama de cajas y bigotes, Unidad Educativa Ángel Polibio Chávez



La figura 12 del Colegio nocturno 10 de Noviembre, se observó un comportamiento heterogéneo de los consumos, ya que durante los tres primeros años los valores se mantuvieron dentro del rango establecido por la normativa; sin embargo, desde el año 2021 hasta el 2024 se evidenció una disminución progresiva del consumo de agua potable. Esta reducción puede asociarse a la implementación de clases virtuales y a factores sociales relacionados con la inseguridad del país, los cuales afectaron la asistencia presencial de los estudiantes. Finalmente, la figura 13, de la Unidad Educativa Ángel Polibio Chávez presentó en todos los años analizados consumos inferiores al mínimo establecido por la Norma Ecuatoriana, reflejando una baja demanda de agua potable en comparación con las dotaciones recomendadas.

Figura 14

Diagrama de cajas y bigotes, Mercado 10 de Noviembre

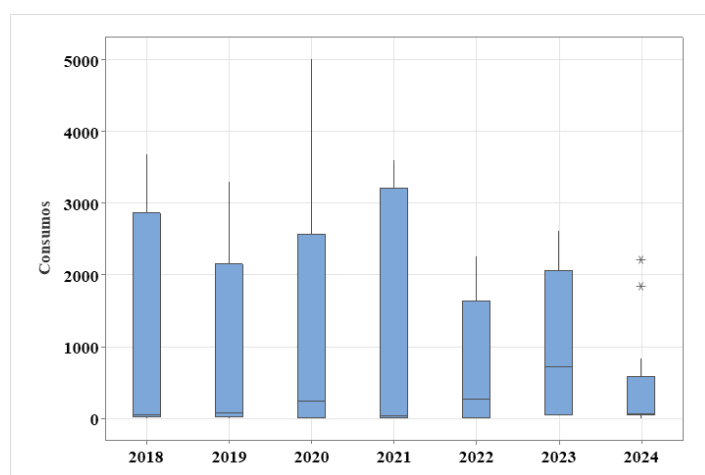
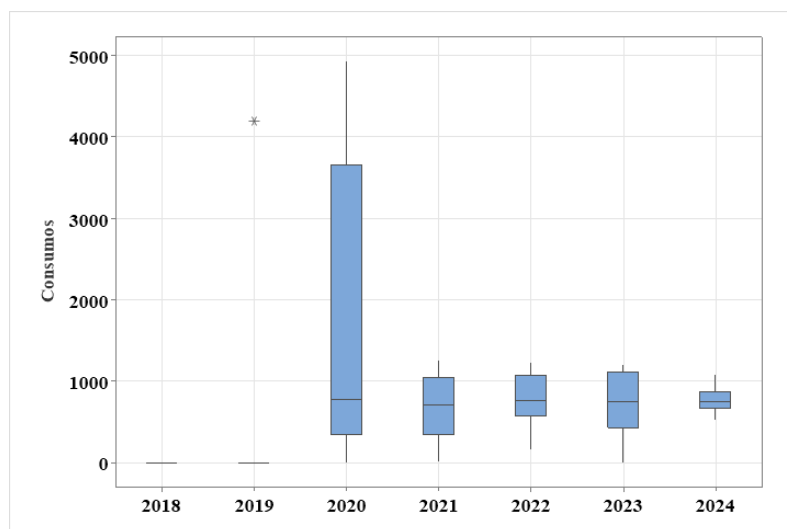


Figura 15

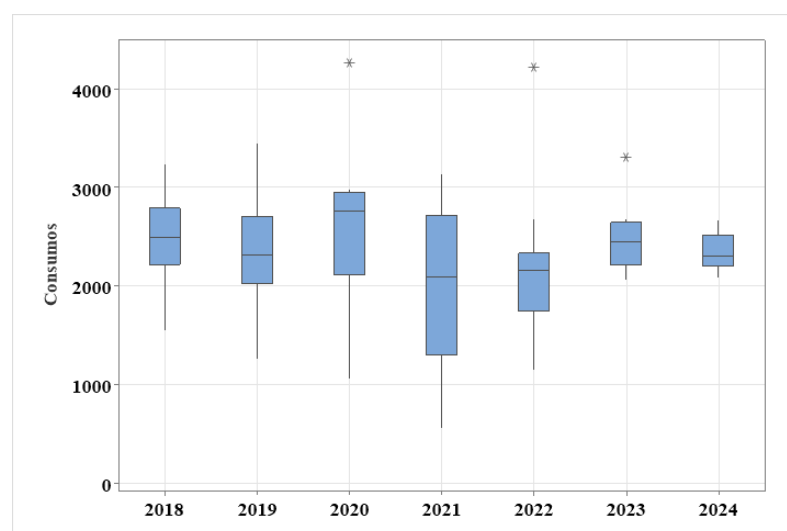
Diagrama de cajas y bigotes, Mercado 24 de Mayo



Como se puede apreciar en las figuras 14 y 15, los registros de consumo de los mercados presentan variabilidad entre los años de estudio. Además, el año con mayor consumo de agua potable en el mercado 10 de noviembre se registró en el año 2021, mientras en el mercado 24 de mayo se presentó en el año 2020. Sin embargo, estos consumos guardan relación con las dotaciones establecidas en la NHE al compararse con los valores presentados en la tabla 1.

Figura 16

Diagrama de cajas y bigotes, Hospital Provincial Alfredo Noboa Montenegro



En la figura 16, correspondiente al hospital Alfredo Novoa Montenegro se observa que durante los años 2020 y 2021 los patrones de consumos de agua potable presentan un incremento en comparación a los demás años considerados en la investigación. Una posible explicación para este aumento de la demanda hídrica es la necesidad de atención hospitalaria inmediata debido a la influencia del COVID 19.

El comportamiento numérico del consumo de agua potable en el distrito de la ciudad de Guaranda en el periodo 2018-2024, se detalla a continuación:

Tabla 8

Comportamiento numérico Policía Nacional

Media	113.42
Mediana	113.70
Error típico	8.75
Desviación estándar	23.16
Varianza de la muestra	536.49
Curtosis	1.74
Coefficiente de asimetría	0.11
Rango	64.38
Mínimo	82.08
Máximo	146.46

Tabla 11

Comportamiento numérico Universidad

Media	20.16
Mediana	21.37
Error típico	2.15
Desviación estándar	5.69
Varianza de la muestra	32.42
Curtosis	1.84
Coefficiente de asimetría	-0.30
Rango	15.03
Mínimo	11.61
Máximo	26.64

Tabla 9

Comportamiento numérico Oficinas

Media	100.86
Mediana	95.53
Error típico	14.42
Desviación estándar	76.34
Varianza de la muestra	5828.36
Curtosis	1.38
Coefficiente de asimetría	0.19
Rango	207.93
Mínimo	12.80
Máximo	220.73

Tabla 10

Comportamiento numérico Colegios

Media	28.19
Mediana	19.36
Error típico	5.08
Desviación estándar	30.09
Varianza de la muestra	905.88
Curtosis	4.31
Coefficiente de asimetría	1.45
Rango	114.71
Mínimo	0.33
Máximo	115.05

Tabla 13*Comportamiento numérico Mercados*

Media	355.08
Mediana	362.92
Error típico	63.08
Desviación estándar	218.53
Varianza de la muestra	47759.12
Curtosis	1.35
Coefficiente de asimetría	0.09
Rango	529.45
Mínimo	113.39
Máximo	642.84

Tabla 12*Comportamiento numérico Salud*

Media	785.73
Mediana	807.14
Error típico	22.54
Desviación estándar	59.65
Varianza de la muestra	3559.30
Curtosis	2.65
Coefficiente de asimetría	-0.79
Rango	177.90
Mínimo	676.04
Máximo	853.94

Los resultados evidencian que, en el cantón Guaranda el mayor promedio de consumo de agua potable se registró en el año 2020, con un valor de 181,57 l/persona/día. Este incremento significativo en el uso del líquido vital podría estar asociado a la pandemia del COVID 19. En la tabla 8, 11 y 12 presentó un comportamiento similar a la dotación proporcionada por la Norma Ecuatoriana de Construcción. En cuanto al consumo de agua potable en las oficinas presentó valores superiores al límite establecido como se observa en la tabla 9. Asimismo, se identificó la tabla 10 de la Universidad y tabla 13 del sector de la salud donde resultó consumos inferiores al mínimo del rango Normativo.

Las siguientes tablas 14, 15 y 16, sintetiza los resultados del análisis estadístico realizado sobre los consumos per cápita. En ella se detallan las pruebas de normalidad y no normalidad, los métodos estadísticos empleados, los valores de significancia (p-value) y las medias obtenidas:

Tabla 14*Análisis estadísticos paramétricas y no paramétrica del Cantón Guaranda.*

	Cuartel	Oficinas públicas	Universidad	Educación	Mercados	Salud
Análisis	P1	P	E1	E	M	S
Shapiro-Wilk	0.96899	0.84618	0.92137	0.80904	0.84587	0.93304
P-value	0.891	0.0007834	0.4801	0.00003083	0.03266	0.5771
Media	113.4201	100.8641	20.16179	28.19971	355.083	785.7376

Los resultados de los consumos per cápita, fueron comprobados mediante análisis estadístico en el Software R-Studio y la prueba T-Student, lo cual permitió evaluar la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alternativa (H_1), para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas. Se consideraron un nivel de confianza del 95% y un alfa permisible de ($\alpha=5\%$).

Tabla 15

Análisis estadísticos paramétricos y no paramétricos Cantón Cañar. Adaptado de [18]

Análisis	Educación	Hospitales	Subcentros	Oficinas públicas
	E	S1	S	P
Shapiro-Wilk	0.94906	0.88636	0.95663	0.76393
P-value	0.106	0.3391	0.7774	0.007859
Media	16.12543	1153.78	0.4325	80.29222

El análisis estadístico de los consumos de agua potable verificada mediante la prueba de Shapiro-Wilk, se determinó que las oficinas públicas no siguen una distribución normal, mientras que el sector de la educación y salud presentan normalidad. Por lo tanto, esta puede atribuirse condiciones operativas de cada entidad.

Tabla 16

Análisis estadístico paramétrica y no paramétrica. Adaptado de [7]

Análisis	Educación	Salud	Mercado	Oficinas públicas
Shapiro-Wilk	0.95064	0.97187	0.96377	0.77424
P-value	2.20E-16	0.9156	0.7575	3.56E-07
Media	71.94902	1566.9	94.7667	174.825

En el análisis estadístico de colegios, se verifica que en el documento hay muestras superiores a 50 observaciones, donde se aplicó la prueba de Kolmogórov-Smirnov, obteniéndose un valor- $p=2,2 \times 10^{-16}$, lo que indica que los datos no siguen una distribución normal y presentan heterogeneidad. En los análisis estadísticos de los mercados, presentó un valor- $p=0.7575$, correspondiente a una distribución normal.

Estos resultados indican que existen diferencias estadísticamente significativas en el consumo de agua potable, por lo tanto, las variaciones identificadas están asociadas a la capacidad operativa de cada entidad, el número de usuarios, estudiantes, administrativos y puestos comerciales. Esta información relevante servirá para la planificación y gestión eficiente del recurso hídrico.

4.1 Instituciones Públicas

Respecto a las instituciones públicas, con mayor concurrencia del cantón Guaranda, provincia Bolívar, se estudiaron las siguientes dependencias:

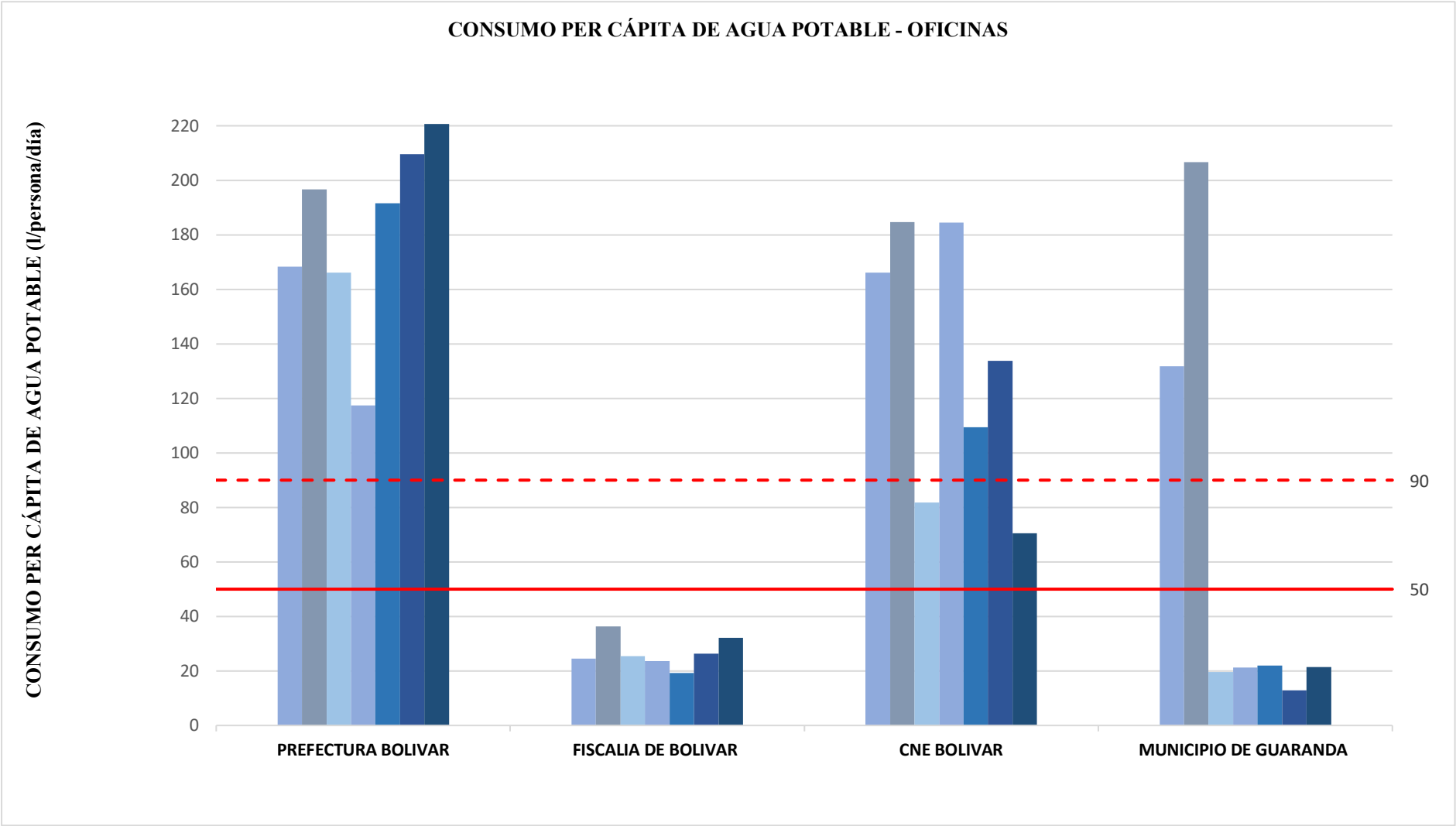
Tabla 17

Consumo per cápita instituciones públicas

RESUMEN CONSUMO PERCÁPITA (L/persona/día)												
Cd	INSTITUCIONES					2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
P1	Subzona	Bolívar	Policía	Nacional	De							
	Guaranda					98.51	82.08	113.71	95.11	122.00	146.46	136.08
P2	Gobierno	Autónomo	Descentralizado	De	La							
	Provincia	Bolívar				168.28	196.70	166.05	117.48	191.57	209.61	220.74
P3	Fiscalía	De	Bolívar			24.52	36.36	25.36	23.55	19.32	26.33	32.10
P4	Consejo	Nacional	Electoral	Delegación								
	Provincial	De	Bolívar			166.15	184.64	81.75	184.52	109.32	133.73	70.44
P5	Gobierno	Autónomo	Descentralizado	Del								
	Cantón	Guaranda				131.81	206.69	19.66	21.32	21.90	12.81	21.52

Figura 17

Consumo per cápita de agua potable - oficinas

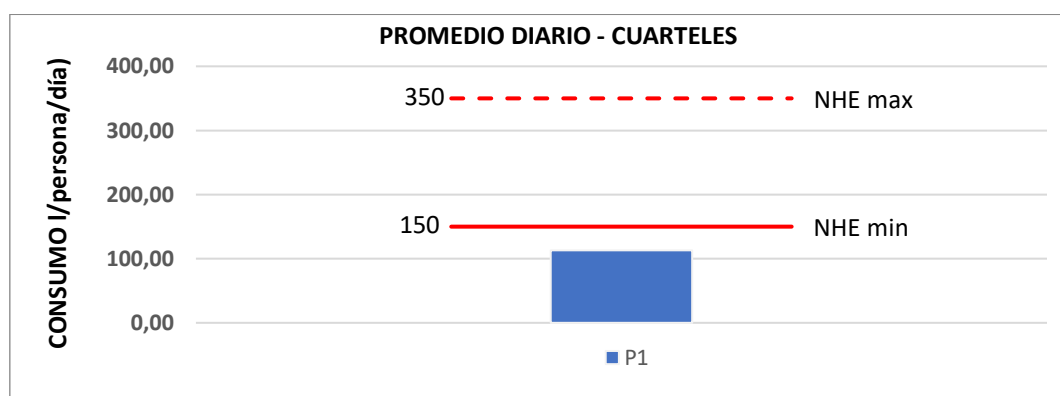


4.1.1 Cuarteles

En la presente investigación al intervenir variables de consumo y usuarios, se realizó una segmentación de los consumos per cápita promediados de cada institución, los cuales fueron subdivididos en función de la Normativa Hidrosanitaria Ecuatoriana.

Figura 18

Consumo de agua potable promedio ponderado-Policía Nacional



El consumo real de agua potable registrado en la Policía Nacional refleja las necesidades operativas y funcionales propias de los cuarteles policiales, debido a que el personal cumple jornadas rotativas en cada destacamento. Esta situación presenta un promedio de 113.42 l/persona/día valor que aún se encuentra un 24.39% por debajo del límite mínimo establecido en la normativa. Además, el mayor consumo se registró en el año 2023, según lo observado en la tabla 17, situación que podría estar asociado al incremento de efectivos policiales incorporados para fortalecer la seguridad y contrarrestar los índices de inseguridad en el país.

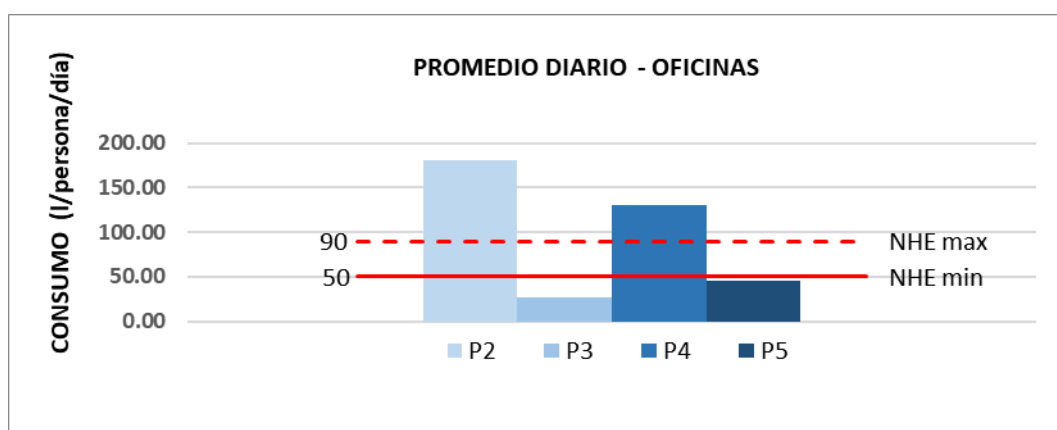
Para el análisis estadístico paramétrica y no paramétrica de los cuarteles, se consideró como referencia la media establecida ($\mu=250$ l/persona/día). El valor-p que se obtuvo es 0.891, resultado mayor a 5%, por lo que se acepta la hipótesis nula de igualdad de medias, concluyéndose que no existen diferencias significativas en los consumos de agua potable analizados para la Policía Nacional de Guaranda.

4.1.2 Oficinas

Las instituciones que abarcan historiales de consumos reales de agua potable en la ciudad de Guaranda son las siguientes:

Figura 19

Consumo de agua potable promedio ponderado-Oficinas



Como se muestra en la tabla 17, los consumos de agua potable en las instituciones públicas de la ciudad de Guaranda presentan una variabilidad significativa, debido principalmente a las diferencias en la cantidad de usuarios y las actividades operativas desarrolladas en cada dependencia. La Prefectura de Bolívar registra consumos que superan ampliamente el límite máximo establecido por la Norma Hidrosanitaria del Ecuador (NHE), alcanzando valores cercanos al doble de la dotación máxima de 90 l/persona/día, lo que evidencia un elevado consumo per cápita de agua potable. De igual manera, la Delegación Provincial de Bolívar (CNE), presenta un consumo superior en un 44.27% al máximo permitido por la normativa. En contraste, la Fiscalía de Bolívar refleja un bajo nivel de consumo con un promedio de 26.70 l/persona/día, situación relacionada con una menor afluencia de personal institucional como se evidencia en la tabla 6. Por su parte, el municipio de Guaranda presenta un consumo ponderado de 45.59 l/persona/día, valor inferior al mínimo establecido por la NEC 11. En consecuencia, los resultados evidencian que existen instituciones públicas cuyos consumos superan considerablemente los techos normativos, mientras que en otras no alcanzan las dotaciones mínimas recomendadas, demostrando un comportamiento heterogéneo en el uso de agua potable dentro del sector público.

Para el análisis estadístico paramétrica y no paramétrica de las oficinas, el análisis presentó un valor- $p=0.0007834$, inferior al 0.05 lo que implica el rechazo de la hipótesis nula de igualdad de distribuciones. En términos prácticos, estos resultados indican la existencia de diferencias significativas en el consumo de agua potable, las cuales evidencian la variabilidad en el número de usuarios y la intensidad de uso de las instalaciones.

4.2. Instituciones Educativas

4.2.1 Universidad

La tabla 18, corresponde a los resultados obtenidos sobre el consumo per cápita de la Universidad Estatal de Bolívar, Campus Matriz Dr. Gabriel Galarza López.

Tabla 18

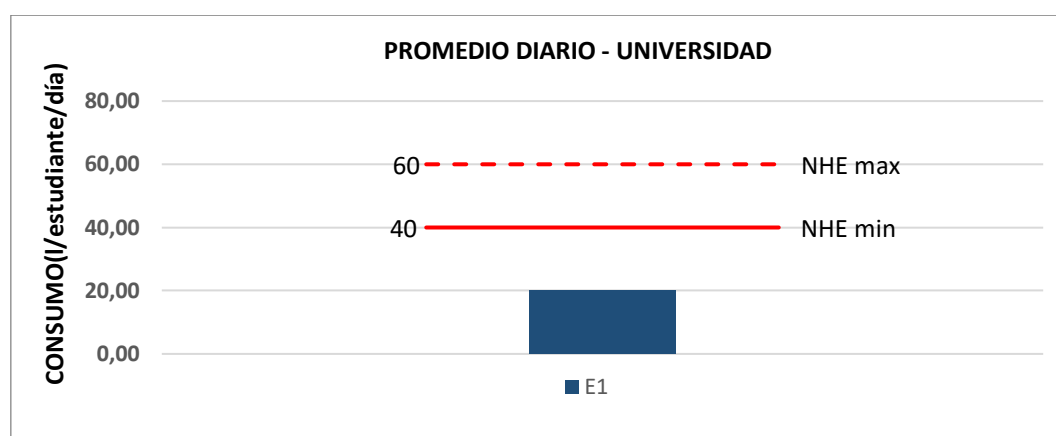
Consumo per cápita universidad

RESUMEN CONSUMO PER CÁPITA (L/estudiante/día)								
Cd	INSTITUCIONES	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
	Universidad Estatal							
E1	De Bolívar	26.64	21.47	11.61	14.19	21.38	26.49	19.36

La Universidad Estatal de Bolívar, al estar conformada académicamente por varias facultades y contar con una población estudiantil considerable, presenta un consumo continuo de agua potable asociado a las actividades académicas y administrativas desarrolladas en la institución. Sin embargo, en función de los resultados obtenidos en esta investigación, se determinó un consumo promedio de 20.01 l/estudiante/día, valor que se encuentra por debajo de la dotación mínima establecida por la normativa vigente.

Figura 20

Consumo de agua potable promedio ponderado-Universidad



En la figura 20, se evidencia que el consumo del recurso hídrico en la universidad presenta un valor de 20.01 l/estudiante/día, ubicándose por debajo de la dotación mínima establecida por la (NHE), para instituciones de educación superior.

Con respecto a la universidad, se evaluó la hipótesis normalidad, mediante Shapiro-Wilk, obteniéndose una distribución normal de $0.4801 > 0.05$. En función de ello, se aplicó la prueba paramétrica T-Student donde el valor de la media muestral es $\mu=50$ l/estudiante/día y

los criterios de análisis estadístico correspondiente a $P>0.05$, $P=0.05$ y $P\leq 0.05$, por lo que se concluye que no existen diferencias significativas.

4.2.1 Colegios

Los volúmenes de consumo de agua potable en los colegios están influenciados por diversos factores que intervienen en el comportamiento diario de las instituciones, tales como la cantidad de estudiantes y docentes, los eventos académicos y administrativos, los horarios de funcionamiento y las condiciones operativas en cada establecimiento se evidencia en la siguiente tabla.

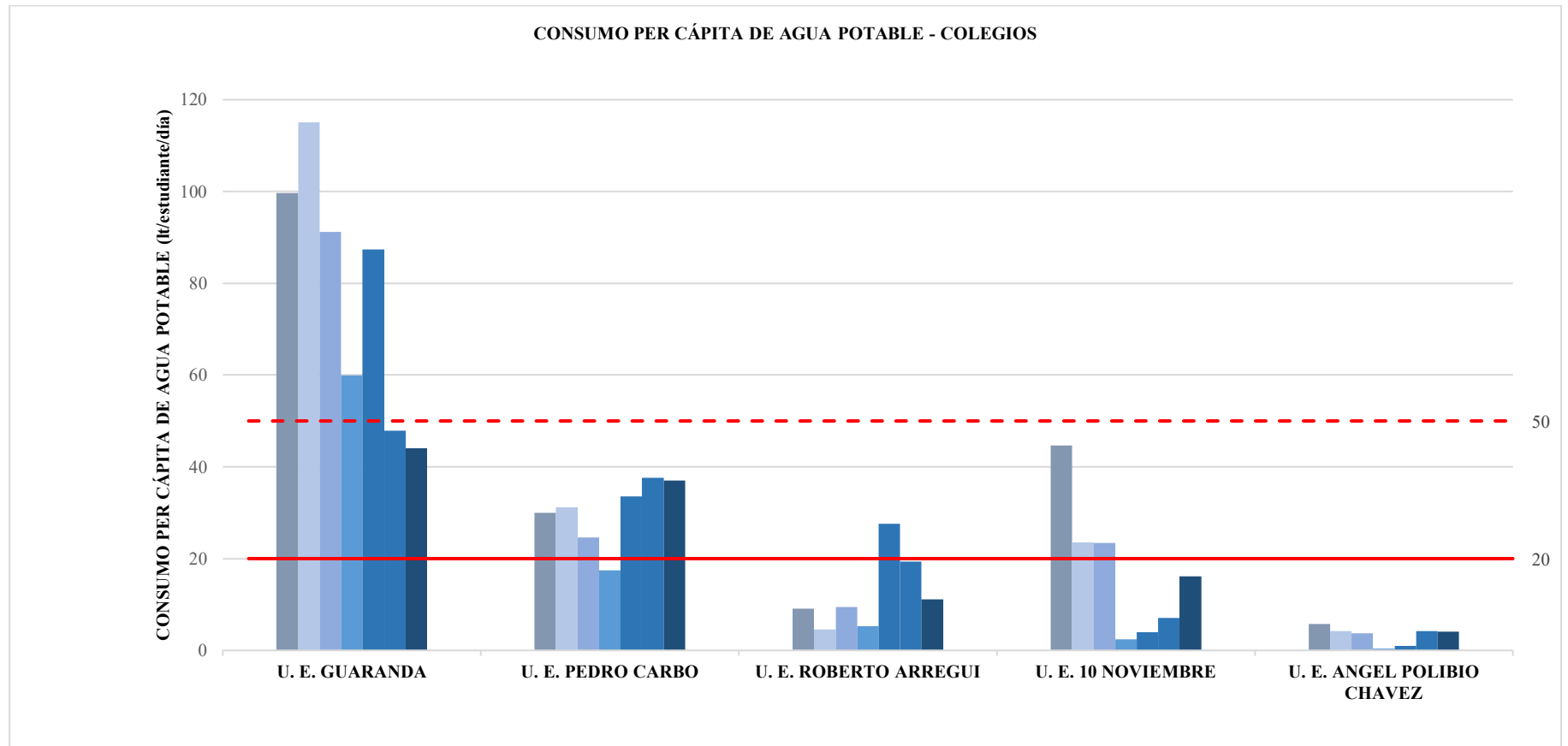
Tabla 19

Consumo per cápita colegios.

RESUMEN CONSUMO PERCÁPITA (L/estudiante/día)									
Cd	INSTITUCIONES		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
	Unidad	Educativa							
E2	Guaranda		99.66	115.05	91.22	59.89	87.41	47.86	44.00
	Unidad	Educativa Pedro							
E3	Carbo		29.96	31.13	24.66	17.42	33.52	37.59	37.01
	Unidad	Educativa Roberto							
E4	Alfredo Arregui Chauvin		9.06	4.51	9.42	5.25	27.54	19.37	11.14
	Unidad	Educativa 10 De							
E5	noviembre		44.65	23.60	23.42	2.36	3.94	7.12	16.14
	Unidad	Educativa Ángel							
E6	Polibio Chaves		5.72	4.15	3.71	0.34	0.95	4.22	4.04

Figura 21

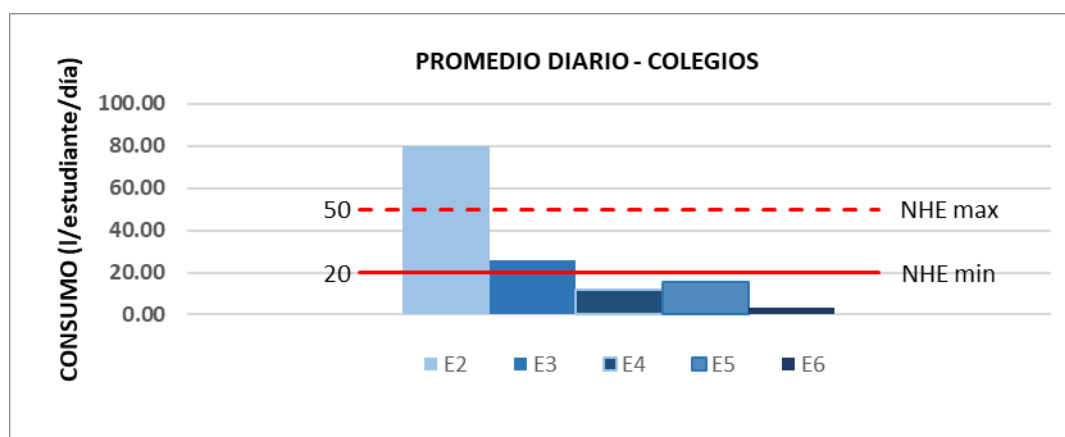
Consumo per cápita de agua potable - Colegios



En función de la tabla 19, el consumo per cápita integrado por cinco instituciones educativas representa una media de 28.19 l/estudiante/día, valor que se encuentra dentro del índice de consumo establecido por la Normativa Ecuatoriana.

Figura 22

Consumo de agua potable promedio ponderado-Colegios



En cuanto a los sectores educativos de Cantón Guaranda, se puede observar en la figura 22, que existe variabilidad en el consumo de agua, en este contexto, 4 instituciones educativas no superan el máximo de consumo per cápita promedio establecido, mientras que la Unidad Educativa Guaranda (E2) supera con un 59.92% el valor máximo de 50 l/estudiante/día, índice determinado en la (NHE), capítulo 16.

Para el análisis estadístico paramétrica y no paramétrica, se obtuvo $p = 0.00003083 < 5\%$, por que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe diferencias significativas, esto puede atribuirse a diferencias en el contexto socioeconómico y demográfico de los estudiantes, así como cambios en las condiciones institucionales y académicas de los establecimientos educativos.

4.3 Mercados

El Municipio de Guaranda dispone de registro de consumo de agua potable, como se observa en la tabla 20, correspondientes a dos de los mercados mayoristas de la ciudad, información que permitió desarrollar el análisis de consumos y dotaciones dentro del presente estudio.

Tabla 20

Consumo per cápita - Mercados

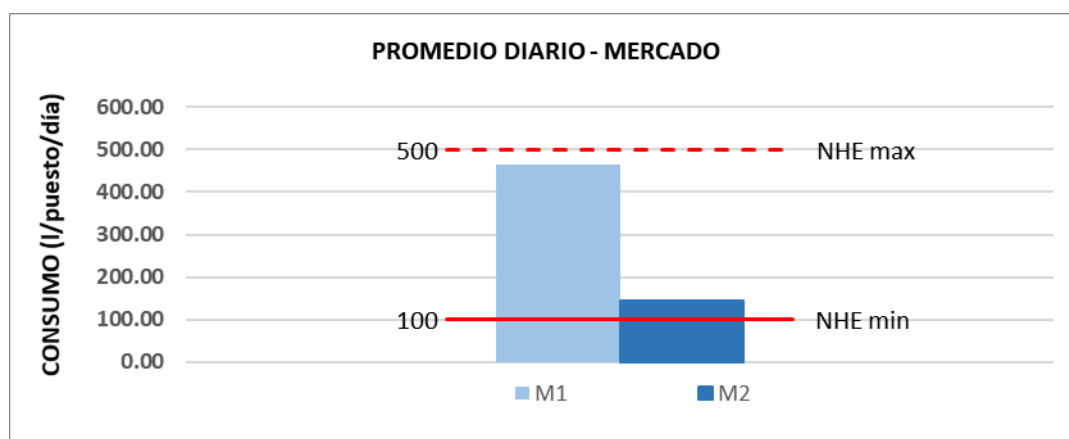
Cd	INSTITUC.	RESUMEN CONSUMO PERCÁPITA (L/puesto/día)						
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
M1	Mercado 10 De noviembre	613.45	527.40	642.85	628.67	332.34	393.52	115.58

Mercado	24	De						
M2	mayo	-	-	474.64	135.57	139.11	144.49	113.39

Durante los años 2018 y 2019 no se registraron valores de consumo ni pagos de agua potable correspondientes al Mercado 24 de Mayo en la base de datos de la EMAPAG. Esta situación podría estar asociada a factores como fugas en el sistema, conexiones compartidas con otras dependencias, convenios municipales o exoneraciones temporales de pago que no generaron facturación directa. No obstante, con base en los registros disponibles para los demás años analizados, se determinó un consumo promedio de 355.08 l/puesto/día, valor que se encuentra dentro del rango establecido por la norma vigente para este tipo de uso comercial.

Figura 23

Consumo de agua potable promedio ponderado-Mercados



Mediante el procesamiento riguroso de consumos per cápita, se puede observar en la figura 23, que el promedio diario del “Mercado 10 de noviembre” (M1), presenta un valor ponderado de 464.83 l/puesto/día, ubicándose dentro del rango establecido por la NHE. Asimismo, el “Mercado 24 de mayo” registra un consumo de 143.89 l/puesto/día, valor que supera ligeramente el rango mínimo establecido por la normativa, estas demandas están relacionadas con las actividades desarrolladas y con las zonas que presentan menor o mayor actividad mercantil.

En el análisis estadístico realizado sobre el consumo de agua potable en los mercados del cantón Guaranda, se identificó que los datos presentan comportamientos variables. Esta correlación fue determinada mediante las pruebas de normalidad y no normalidad, los cuales evidenciaron un valor- $p=0.03266<5\%$, indicando que la información no sigue una distribución normal. Esto demuestra la existencia de variaciones reales y estadísticamente significativas en el comportamiento del consumo de agua en los mercados, reflejando el dinamismo propio de las actividades comerciales y las condiciones operativas de dichos mercados.

4.4 Institución de Salud

A continuación, podemos observar en la tabla 21. el consumo per cápita del Hospital Provincial Alfredo Noboa Montenegro (S1), donde los años analizados proporcionan información sobre el consumo real existente en este sector.

Tabla 21

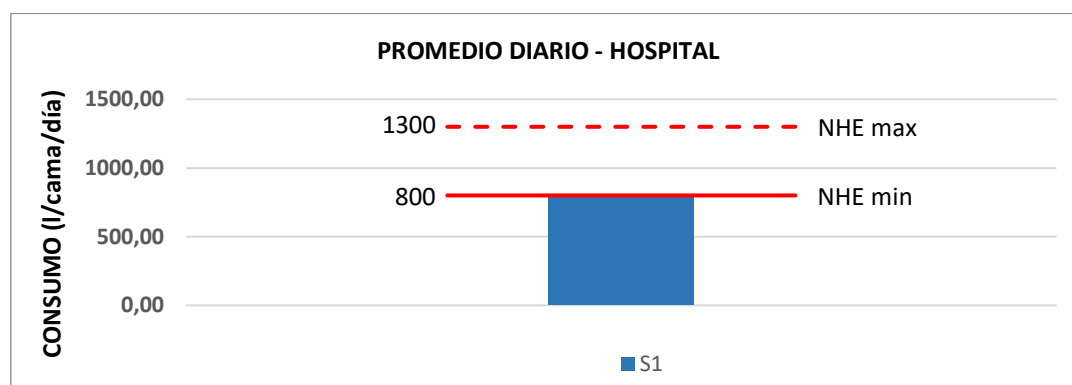
Consumo per cápita - Salud

		RESUMEN CONSUMO PER CÁPITA (L/cama/día)						
Cd	INSTITUCIONES	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
	Hospital Provincial							
	Alfredo Noboa							
S1	Montenegro	831.48	807.15	853.95	810.12	676.04	772.40	749.04

El Hospital Provincial Alfredo Noboa Montenegro constituye el principal centro de atención médica de la ciudad de Guaranda, brindando servicios de salud prioritarios a la población de los siete cantones de la Provincia Bolívar. Debido a la constante demanda de atención médica, emergencias y servicios hospitalarios, el consumo de agua potable en esta institución refleja una media de 785.74 l/cama/día, que evidencia las necesidades operativas propias del establecimiento. En este contexto, la tabla 21, representa los valores de consumo de agua potable registrados durante los años analizados en esta investigación.

Figura 24

Consumo de agua potable promedio ponderado-Salud



Los resultados en la figura 24, corresponden al consumo de agua potable, evidenciando un mayor consumo en el año 2020, principalmente entre los meses de febrero y marzo, así como en el periodo comprendido entre agosto y diciembre. Este comportamiento se relaciona con el incremento de las actividades hospitalarias y las medidas sanitarias implementadas durante las emergencias.

Además, el consumo ponderado de agua potable determinado para esta institución es de 785.74 l/cama/día, valor que es inferior en 14.26 l/cama/día respecto al mínimo establecido

por la normativa, equivalente al 1.78%. Estos consumos están asociados a las necesidades permanentes de higiene, limpieza, desinfección y control sanitario requeridas en los establecimientos de salud, especialmente para prevenir y contrarrestar enfermedades causadas por diversos agentes patógenos, entre ellos el COVID-19.

Para el análisis estadístico de pruebas paramétrica y no paramétrica se obtuvo un valor- $p=0.5771 > 5\%$ por lo que se acepta la hipótesis nula, en conclusión, los datos presentan homogeneidad representando un consumo constante de agua potable en todos los periodos analizados.

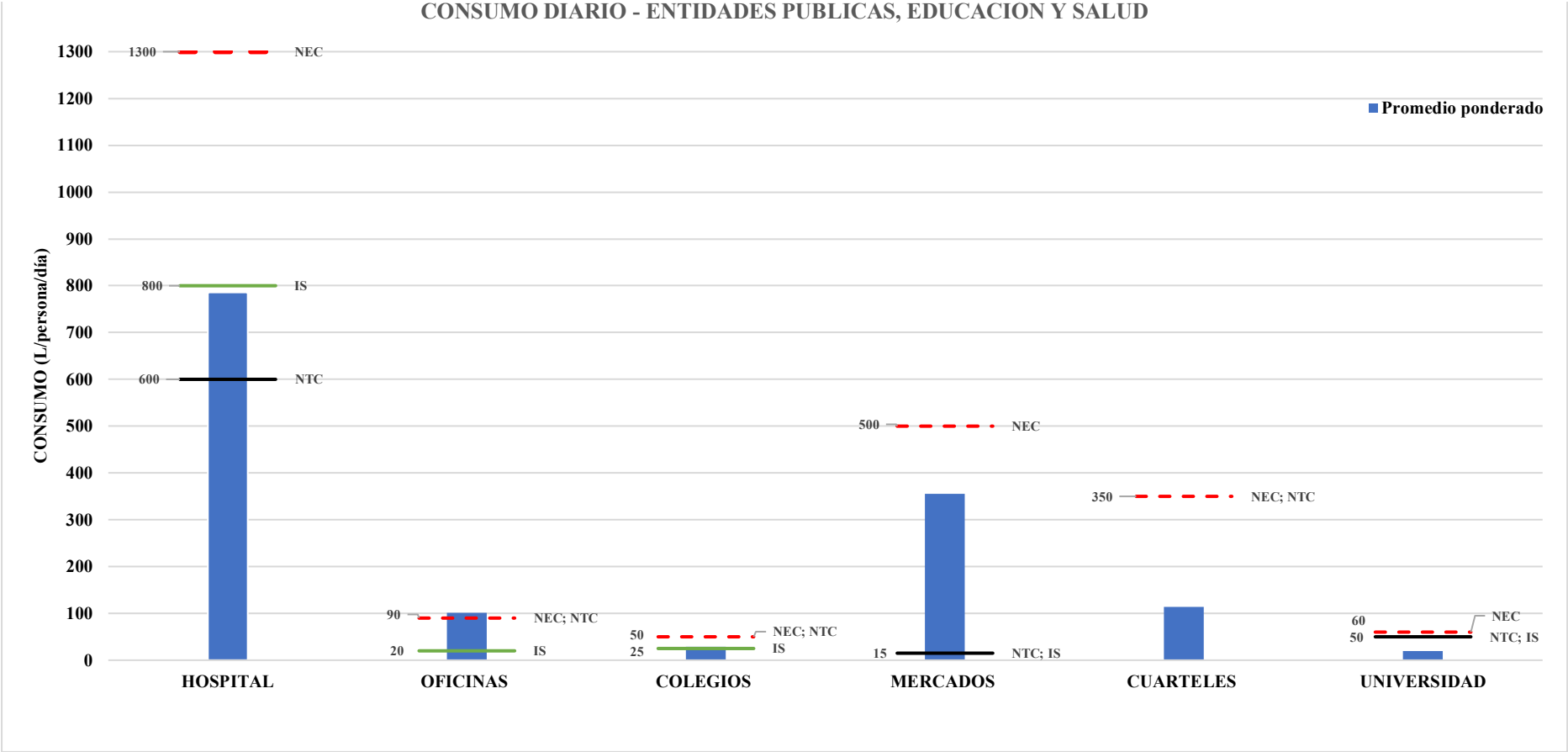
4.5 Comparación con las normativas de Colombia y Perú.

4.5.1 Normativa Técnica Colombiana (NTC 1500).

El consumo per cápita promedio de las instituciones analizadas permite contrarrestar con índices normativos vigentes de algunos países vecinos. Es decir, la comparación permite saber el nivel de comportamiento de consumo de agua potable en los sectores públicos, educativos y salud frente a realidades regionales similares, y conocer cuáles son los rangos establecidos como referencia.

Figura 25

Comparación con la Normativa Ecuatoriana Colombiana y Peruana



La Normativa Técnica Colombiana (NTC 1500), establece las dotaciones de agua potable para mercados mediante un análisis basado en áreas, considerando una asignación de $15 \text{ l/m}^2/\text{día}$ [16]. Esta normativa mantiene un único nivel de referencia para determinados sectores, compartiendo similitudes con la Normativa Ecuatoriana en sectores como cuarteles de $350 \text{ l/persona/día}$ y colegios, de $50 \text{ l/estudiante/día}$.

A partir de los consumos per cápita determinados en la presente investigación y su comparación con los índices establecidos por la normativa colombiana, se evidenció que los sectores de salud, oficinas públicas, colegios y mercados presentan consumos superiores a los límites recomendados, sin embargo, los cuarteles y la universidad registran consumos inferiores a los valores normativos establecidos.

4.5.1 Normativa del Perú (ISO).

Los establecimientos educativos presentan dotaciones equivalentes tanto en la Normativa Ecuatoriana como en la Normativa Peruana, estableciendo un valor de $50 \text{ l/estudiante/día}$ para el consumo de agua potable [17]. Sin embargo, en los demás sectores analizados se evidencian diferencias en los rangos de dotación establecidos por ambas normativas, tal como se observa en la figura 25. Estas variaciones reflejan distintos criterios técnicos para la estimación de la demanda de agua potable en sectores públicos, comerciales y de salud.

En la comparación de los consumos de agua potable del Cantón Guaranda con la Normativa Peruana, se determinó que los registros per cápita correspondientes a los cuarteles no pudieron ser evaluados, debido a que la normativa del Perú no establece una dotación específica para este tipo de infraestructura. Por otra parte, las oficinas, colegios y mercados presentan consumos reales superiores a los límites establecidos por la normativa peruana. Mientras que, los hospitales y universidades registran consumos inferiores a los valores normativos de referencia.

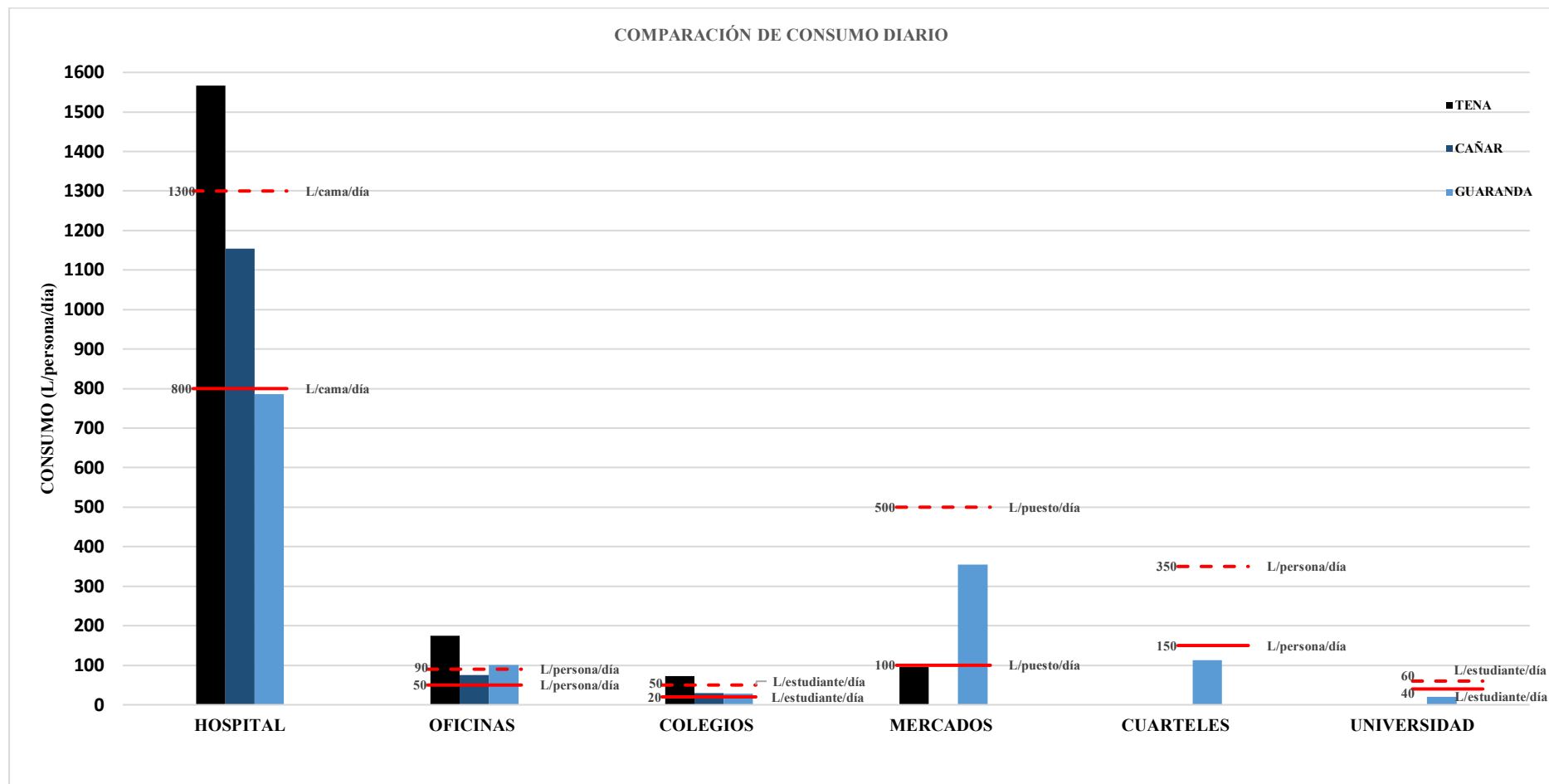
4.6 Discusión

4.6.1 Comparación resultados con otros proyectos de investigación

El consumo de agua potable en los sectores públicos, educativos y de salud constituye un aspecto clave en la gestión del recurso hídrico. Por lo tanto, la presente investigación permitió evaluar los niveles de consumo registrados en la población analizada y compararlos con los valores reportados por distintos autores, utilizando como indicador las dotaciones establecidas en la normativa hidrosanitaria del Ecuador (NHE).

Figura 26

Comparación de consumo diario de agua potable



El análisis de los consumos corregidos entre las 3 investigaciones evidencia diferencias significativas en el consumo de agua potable, valores determinados en función del tipo de institución y del servicio brindado. En el caso hospitalario se registran consumos promedio diarios elevados, destacándose el estudio de Noboa con 1566,9 l/cama/día, valor superior al indicador normativo, mientras que el estudio de Loja presenta un consumo de 1153,8 l/cama/día, el cual se encuentra dentro de los límites normativos, en lo que respecta al presente estudio, se observa un consumo de 785.74 l/cama/día, cercano al mínimo de 800 l/cama/día establecido por la normativa. Estas tendencias están correlacionadas con la cantidad de camas, la población beneficiaria que hace uso hospitalario y las medidas de uso eficiente del recurso.

La tendencia de los consumos promedios diarios en las oficinas, según los datos registrados por el autor de esta investigación fue de 100.86 l/persona/día, valor que se encuentra en concordancia con lo reportado por otros autores, quienes identificaron consumos per cápita similares y superiores al máximo indicado por la Normativa Hidrosanitaria Ecuatoriana. No obstante, estos resultados difieren de lo señalado por Loja, quien reportó una dotación de 75.65 l/persona/día, manteniéndose dentro de un rango medio. Esta variabilidad podría estar relacionado con el número de personas, el tipo de jornada laboral, la ubicación del lugar de trabajo y los hábitos de consumo.

Las investigaciones de consumos y dotaciones de agua potable en colegios presentan variaciones a lo largo de los años de estudio. Noboa obtuvo un valor de 72 l/estudiante/día, mientras que, en el presente estudio se obtiene un valor de 28.19 l/estudiante/día, es decir ambos estudios superan lo establecido por la NHE. Por otra parte, la investigación de Loja se mantiene dentro del rango establecido de 20 a 50 l/estudiante/día. Estas diferencias significativas podrían estar relacionadas con el aforo estudiantil, la cantidad de docente y la presencia de instalaciones complementarias, como áreas deportivas o comedores.

Al comparar los consumos de mercados analizadas en este estudio con el trabajo de investigación de Noboa, se evidencia una diferencia notable en los niveles de consumo. En el cantón Guaranda, la presente investigación registra un valor de 355.08 l/puesto/día, consumo que se aproxima al límite máximo de la Normativa Hidrosanitaria del Ecuador (NHE). Por otra parte, en el mercado Sur y el mercado Central de la ciudad del Tena a cada año no se evidencian incrementos ni decrementos significativos a lo largo de los años estudiados. En correlación con

el rango establecido por la NHE, los consumos per cápita promedio de dichos mercados se encuentran cercanos al límite inferior establecido.

El consumo de agua potable en los sectores públicos, educativos y de salud constituye un aspecto clave en la gestión del recurso hídrico. Por lo tanto, la presente investigación permite evaluar niveles de consumo registrados en la población analizada y compararlos con los resultados reportados por distintos autores, tomando como referencia a los parámetros de dotación definidos en la Normativa Hidrosanitaria del Ecuador (NHE).

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente estudio consideró el análisis de 14 edificaciones distribuidas en diferentes sectores: 5 instituciones del sector público, 6 establecimientos educativos, 2 mercados mayoristas y 1 Hospital Provincial de Bolívar. Estas edificaciones seleccionadas en función de la disponibilidad de información relacionada con el número de usuarios, consumos de agua potable, camas hospitalarias y puestos comerciales, conforme a los criterios establecidos en la Norma Hidrosanitaria Ecuatoriana. La cuantificación de los consumos se fundamentó en la base de datos proporcionada por la Empresa Pública Municipal de agua potable y Alcantarillado de Guaranda (EP-EMAPA-G), lo que permitió desarrollar un análisis comparativo y técnico del comportamiento del consumo de agua potable durante el periodo comprendido entre 2018 y 2024.

Los consumos representativos fueron definidos mediante un proceso de depuración de datos, realizado en el Software Minitab, a través de la aplicación de diagramas de cajas y bigotes. Como resultado se identificaron 2196 registros de consumo confiables mientras que 48 valores atípicos fueron excluidos para evitar incrementos anómalos en los consumos. Por lo tanto, esta depuración permitió establecer indicadores técnicos y estadísticos más precisos, fortaleciendo la calidad metodológica de la investigación y proporcionando una base sólida para el análisis del consumo per cápita y de las dotaciones de agua potable en los sectores públicos.

En las entidades públicas analizadas en esta investigación se determinó un consumo per cápita de 100.86 l/persona/día, evidenciando un incremento del 12.07% con respecto a la dotación establecida en la NEC-11. Este comportamiento se atribuye principalmente a la incorporación de personal en las instituciones públicas. Por otra parte, el departamento de Policía presenta un consumo per cápita inferior al mínimo establecido por la normativa, situación que puede relacionarse con la rotación constante del personal en cada destacamento, factor que influye en la reducción del consumo. Por lo tanto, estos consumos reales in situ, proporcionan una base técnica confiable para evaluar y reajustar con las dotaciones de agua potable establecidas en la Normativa, de acuerdo con las condiciones reales de funcionamiento y demanda de cada sector.

En los establecimientos educativos analizados en esta investigación se determinó un consumo promedio per cápita de 28.19 l/estudiante/día, valor que se encuentra dentro de los límites establecidos por la normativa, correspondientes a 20 y 50 l/estudiante/día. Sin embargo, en los cinco colegios evaluados, se evidenció una disminución en el consumo durante el año 2021 en comparación con los demás años analizados. Por otra parte, la Universidad Estatal de

Bolívar se obtuvo un consumo promedio per cápita de 20.01 l/estudiante/día, valor inferior al rango establecido por la norma, que oscila entre 40 y 60 l/estudiante/día. De manera específica, la universidad presentó un déficit en el consumo de agua potable durante el año 2020. Por lo tanto, en el sector educativo, los años que registran una reducción en el consumo están asociados a las modalidades de estudios, así como a las restricciones y medidas de cuarentena adoptadas durante la emergencia sanitaria por COVID-19. En este contexto, los resultados obtenidos permitieron evaluar la pertinencia de las dotaciones de agua potable establecidas en la norma vigente.

En el sector hospitalario analizado en esta investigación se determinó un consumo mínimo de 676.04 l/cama/día, y un consumo per cápita promedio de 785.74 l/cama/día, valor ligeramente inferior en un 1.78% respecto al límite mínimo establecido por la Normativa Ecuatoriana. Cabe destacar que el mayor pico de consumo se presentó en el año 2020, alcanzando un máximo de 853.94 l/cama/día, incremento asociado al aumento de los servicios hospitalarios durante la emergencia sanitaria. Periodo en el que la continuidad y disponibilidad del recurso se volvieron prioritario. En función de estos resultados, se establece que los índices de dotación de agua potable de 800 a 1300 l/cama/día podrían requerir una revisión técnica, con el fin de garantizar el abastecimiento adecuado y mantener un rango de seguridad constante que permita cubrir las necesidades básicas y operativas del sector de la salud, tanto en condiciones normales como extraordinarias.

En el estudio realizado en los mercados del cantón Guaranda, se obtuvo un consumo mínimo de 113.39 l/puesto/día, y un consumo máximo de 642.84 l/puesto/día, valores que reflejan diferencias significativas asociadas a las condiciones de funcionamiento y horarios de atención en los mercados Municipales. Además, el consumo promedio obtenido fue de 355.08 l/puesto/día, valor que se encuentra del rango establecido por la Normativa Ecuatoriana.

RECOMENDACIONES

Incorporar más investigaciones sobre condiciones reales de consumo, factores socioeconómicos, demográficos que influyen directamente en la dinámica del sector público. Con el propósito de establecer dotaciones más ajustadas y eficientes, capaces de satisfacer la demanda real de los sectores y contribuir a la actualización de la NEC-11, capítulo 16.

Se recomienda profundizar el control y monitoreo del consumo de agua potable en los sistemas hidrosanitarios que pueden generar pérdidas significativas del recurso. En este sentido, resulta necesario ejecutar procesos de mantenimiento o reemplazo de redes internas, con el fin de reducir fugas, evitar desperdicios y prevenir alteraciones en los valores reales de consumo.

Es pertinente ampliar el alcance del estudio enfocada al sector privado asociado a conocer patrones de consumo per cápita y dotación de agua potable. Se sugiere promover el reajuste de las dotaciones, tomando como base investigaciones integrales que incorporen el consumo real de agua potable, con el propósito de establecer criterios técnicos más representativos, generar una mejor planificación del recurso hídrico y garantizar una distribución acorde a las necesidades actuales y futuras de la población.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Naciones Unidas, “Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible,” Nueva York, 2023. Accessed: Jun. 15, 2026. [Online]. Available: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/>
- [2] A. * Arellano, C. * Izurieta, C. Bravo, A. Merino, and D. Yépez, “Desperdicio de agua a través del equipo sanitario,” *NOVASINERGIA REVISTA DIGITAL DE CIENCIA, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA*, vol. 2, no. 2, pp. 68–74, Dec. 2019, doi: 10.37135/unach.ns.001.04.07.
- [3] Asamblea Constituyente del Ecuador, “Constitución de la República del Ecuador,” Montecristi, Ecuador, Oct. 2008. Accessed: Jun. 15, 2026. [Online]. Available: https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.PDF
- [4] Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda, “Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Guaranda,” Guaranda, Ecuador, 2020. Accessed: Jun. 15, 2026. [Online]. Available: <https://www.guaranda.gob.ec/newsiteCMT/plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-2020-2025/>
- [5] J. A. Rea Chela, “Determinación del comportamiento de consumo horario residencial de agua potable en el cantón Guaranda,” Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, 2024. Accessed: Jun. 15, 2026. [Online]. Available: http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/12758/1/Rea%20Ch.%20Johan%20A.%282024%29_determinaci%C3%B3n%20del%20comportamiento%20de%20consumo.pdf
- [6] Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guaranda, “Registro ambiental del proyecto ‘Sistema de agua potable de la ciudad de Guaranda,’” Guaranda, 2019. Accessed: Jun. 15, 2026. [Online]. Available: <https://emapag.gob.ec/wp-content/uploads/2021/01/Registro-Ambiental-Guaranda.pdf>
- [7] H. A. Noboa Padilla, “Consumos de agua potable en los sectores públicos, educativos y de salud en la ciudad de Tena,” Facultad de Ingeniería – Ingeniería Civil, Riobamba, 2024. Accessed: Jun. 15, 2026. [Online]. Available: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/12777>
- [8] Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, “NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN NEC-11 CAPÍTULO 16 NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA,” Quito, 2011. Accessed: Jun. 16, 2026. [Online]. Available:

- http://evirtual401.insteclrg.edu.ec/pluginfile.php/7535/mod_resource/content/1/nec2011_cap_16_norma_hidrosanitaria.pdf
- [9] C. F. Cevallos Gaibor, "Evaluación de la huella hídrica azul de la ciudad de Riobamba, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, Ecuador," Universidad Politécnica de Cataluña (Universitat Politècnica de Catalunya - UPC), Manresa, 2019. Accessed: Jun. 17, 2026. [Online]. Available: https://upcommons.upc.edu/entities/publication/8dbcf5ad-eb8e-46ed-8d4c-6388da581156?utm_source=
- [10] Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, "Agua potable y alcantarillado para erradicar la pobreza en el Ecuador," Quito, 2014. Accessed: Jun. 16, 2026. [Online]. Available: <https://observatorioplanificacion.cepal.org/es/instituciones/?id=44933>
- [11] J. J. Aguinda Pilla, "Análisis de los parámetros de consumo de agua potable, su comportamiento y variación antes y durante la pandemia COVID-19 en tres sectores típicos de la ciudad de Quito," Universidad Central del Ecuador, Quito, 2023. Accessed: Jun. 16, 2026. [Online]. Available: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/30304>
- [12] M. G. Zúñiga Rodríguez, C. Izurieta, and A. Arellano, "Análisis comparativo entre los consumos de agua potable históricos y los de la Pandemia COVID-19 en Ecuador.," *NOVASINERGIA REVISTA DIGITAL DE CIENCIA, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA*, vol. 6, no. 2, pp. 46–61, Jul. 2023, doi: 10.37135/ns.01.12.03.
- [13] Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de la UNESCO (WWAP), "Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos," París, Francia, Mar. 2024. Accessed: Jun. 16, 2026. [Online]. Available: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380726_spa
- [14] D. E. Pinilla Rodríguez and Y. A. Torres Sánchez, "Gasto público social, acceso al agua potable y saneamiento para las poblaciones rurales de América Latina," *Probl. Desarro.*, vol. 50, no. 196, pp. 55–81, Mar. 2019, doi: 10.22201/ieec.20078951e.2019.196.63499.
- [15] Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), "Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Estructuras Tarifarias," México, Jan. 2015. Accessed: Jun. 16, 2026. [Online]. Available: <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro54.pdf>

- [16] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), "NORMA TÉCNICA NTC COLOMBIANA 1500 CÓDIGO COLOMBIANO DE FONTANERÍA," Bogotá, Nov. 2004. Accessed: Jun. 16, 2026. [Online]. Available: https://icfe.gov.co/site/wp-content/uploads/2024/07/ntc_1500_-_2004_-_codigo_colombiano_de_fontaneria.pdf
- [17] C. y S. del P. Ministerio de Vivienda, "NORMAS LEGALES REPUBLICA DEL PERU," Lima, Jun. 2006. Accessed: Jun. 16, 2026. [Online]. Available: https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/03_IS/RNE2006_IS_010.pdf
- [18] J. J. Loja Espinoza, "Consumos y dotaciones de agua potable en los edificios públicos, educativos y de salud del cantón Cañar," Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, 2025. Accessed: Jun. 16, 2026. [Online]. Available: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/15607>
- [19] R. S. Reino Pacheco, "Análisis de los consumos históricos de agua potable en el cantón de Santo Domingo," Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, 2022. Accessed: Jun. 16, 2026. [Online]. Available: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10176>
- [20] C. X. Vásquez Yánez, "Determinación de niveles de consumo y propuesta de sectorización de la red de distribución del sistema de agua potable de la ciudad de Sucúa, cantón Sucúa, provincia de Morona Santiago," Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2018. Accessed: Jun. 16, 2026. [Online]. Available: <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/25974>
- [21] M. R. Proaño Gallo, "Dotación real de agua potable en los hospitales Eugenio Espejo, Enrique Garcés, Carlos Andrade Marín, Vozandes, Padre Carolo-Un canto a la vida y Metropolitano de la ciudad de Quito," Quito, Jun. 2010. Accessed: Jun. 16, 2026. [Online]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2213>

ANEXOS

Anexo 1: Respuesta de la empresa pública municipal de agua potable y alcantarillado Cantón Guaranda.



MEMORANDO INTERNO N°052- F- EP-EMAPA-G-2025

PARA: Lcda. Verónica García, – **DIRECTORA COMERCIAL E.P EMAPA-G**
DE: Lcda. Mónica P. Saltos, -**FACTURADORA E.P EMAPA-G**
ASUNTO: En el texto
FECHA: 22 de Mayo de 2025

En atención a la sumilla de fecha 13/05/2025, me permito adjuntar la información solicitada por el Sr. Wilmer Edison Chimbo Chimbo estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), la misma que por el volumen de material que se utiliza solamente se procedió con la impresión de las cuentas del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda y las demás se adjunta al correo verogarcia6430@hotmail.com

Por lo antes expuesto, me suscribo,

Cordialmente,



MONICA PATRICIA
SALTOS

LCDA. MONICA PATRICIA SALTOS

FACTURADORA E.P EMAPA-G



Se adjunta la información solicitada en formato impreso de acuerdo a este documento y el resto de manera digital. *Verónica García*

Anexo 2: Respuesta del Hospital Provincial Alfredo Noboa Montenegro



COORDINACIÓN ZONAL 5 SALUD
Gestión Interna Zonal de Hospitales y Atención Especializada
Hospital General Dr. Alfredo Noboa Montenegro
Ministerio de Salud Pública
Coordinación Zonal 5 - Salud

Dando contestación a oficio de fecha 03 de julio del 2025 debo indicar que el Hospital General Alfredo Noboa Montenegro desde el año 2018 hasta el 2025, cuenta con 112 camas instaladas.

Particular que comunico para fines pertinentes.

Atentamente,

Mgtr. GEOCONDA MOSO ORTIZ

ANALISTA DE ADMISIONES



Anexo 3: Solicitud al Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda.



Dirección
Académica
VICE RECTORADO ACADEMICO



Guaranda, 27 de mayo del 2025

Doctor

Inti Andrés Yumbay Taris

ALCALDE DEL CANTÓN GUARANDA

Presente.

De mi consideración:

Con un atento y cordial saludo, deseándole éxitos en las delicadas funciones que desempeña.

Yo, Wilmer Edison Chimbo Chimbo, portador de la cédula de ciudadanía No. 0250152444, estudiante de la Universidad Nacional de Chimborazo, actualmente me encuentro en la Unidad de Titulación, desarrollando mi proyecto de tesis para la obtención del título de tercer nivel. El trabajo de investigación que llevo a cabo se titula: "DOTACIÓN Y CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LOS SECTORES PÚBLICOS, EDUCACIÓN Y HOSPITALES", cuyo objetivo es realizar un análisis técnico y académico del uso de este recurso en distintas instituciones, en el periodo comprendido entre los años 2018 y 2025.

Con base en lo anterior, me permito solicitar de manera atenta y respetuosa se sirva *proporcionarme la información correspondiente a la cantidad de persona que laboraban o formaron parte del GADCG durante los años 2018 al 2025*, con el fin de establecer una correlación entre el consumo de agua potable (información ya obtenida del EMPAG) y la cantidad de personas que hacen uso de este recurso dentro de la institución.

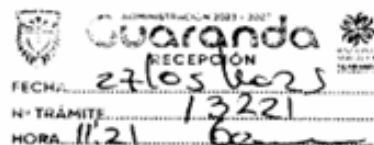
Dicha información será utilizada exclusivamente con fines académicos dentro del marco de mi investigación de titulación.

- GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN GUARANDA
- MERCADO 10 DE NOVIEMBRE
- MERCADO MAYORISTA 24 DE MAYO
- MERCADO LAS COCHAS
- MERCADO DE TRANSFERENCIA DE LAS PAPAS PARQUE INDUSTRIAL

Agradezco de antemano su colaboración y apoyo, y quedo atento a cualquier requerimiento adicional.

Atentamente,

Wilmer Edison Chimbo Chimbo
Estudiante – Universidad Nacional de Chimborazo
Correo electrónico: wilmer.chimbo@unach.edu.ec



C.I. 0250152444

Teléfono: 0990636333

Anexo 4: Solicitud a la Universidad Estatal de Bolívar.

Guaranda, 27 de mayo del 2025

Doctor
Arturo Rojas
RECTOR DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
Presente.

De mi consideración:

Con un atento y cordial saludo, deseándole éxitos en las delicadas funciones que desempeña.

Yo, Wilmer Edison Chimbo Chimbo, portador de la cédula de ciudadanía No. 0250152444, estudiante de la Universidad Nacional de Chimborazo, actualmente me encuentro en la Unidad de Titulación, desarrollando mi proyecto de tesis para la obtención del título de tercer nivel.

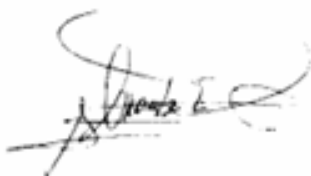
El trabajo de investigación que llevo a cabo se titula: "DOTACIÓN Y CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LOS SECTORES PÚBLICOS, EDUCACIÓN Y HOSPITALES", cuyo objetivo es realizar un análisis técnico y académico del uso de este recurso en distintas instituciones, en el periodo comprendido entre los años 2018 y 2025.

Con base en lo anterior, me permito solicitar de manera atenta y respetuosa se sirva *proporcionarme la información correspondiente al número de docentes y estudiantes que formaron parte de la Universidad Estatal de Bolívar durante los años 2018 al 2025*, con el fin de establecer una correlación entre el consumo de agua potable (información ya obtenida del EMPAG) y la cantidad de personas que hacen uso de este recurso dentro de la institución.

Dicha información será utilizada exclusivamente con fines académicos dentro del marco de mi investigación de titulación.

Agradezco de antemano su colaboración y apoyo, y quedo atento a cualquier requerimiento adicional.

Atentamente,



Wilmer Edison Chimbo Chimbo

C.I. 0250152444

Estudiante – Universidad Nacional de Chimborazo

Correo electrónico: wilmer.chimbo@unach.edu.ec

Teléfono: 0990636333

