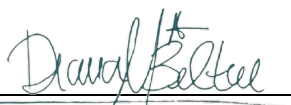


## Formato de Investigación de Póster Misión Académica Internacional

1. Información General del Proyecto					
<b>Facultad de Ingeniería Civil</b>			Fecha de presentación:		
			DD	MMM	AAAA
<b>Programa:</b> Especialización en Ingeniería Hidroambiental			05	06	2025
<b>Título del proyecto:</b> COMPARACIÓN DE ESTÁNDARES DE POTABILIZACIÓN: PTAP TIBITOC (COLOMBIA) VS. PTAP FEDERICO GUARDIA CONTE (PANAMÁ).					
1.1 Director del Proyecto					
Nombres y Apellidos	Número Documento	Nivel de Formación	e-mail	Número Teléfono	
Diana Maria Beltran Beltran	1136880903	Magister	diana.beltran@usantoto.edu.co	3134945102	
1.1.1 Codirector del Proyecto					
Nombres y Apellidos	Número Documento	Nivel de Formación	e-mail	Número Teléfono	
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
1.2 Estudiantes Participantes					
Nombres y Apellidos	Número de Documento	Semestre	Correo Electrónico	Número Teléfono	
Daniel Fernando Mesa Garcia	1.057.589.079	2	danielmesa9@hotmail.com	3132762658	
Jeisson Giovanni Triana Vera	80.770.180	2	ingenierojgtriana@hotmail.com	3114982698	
1.3 Firmas					

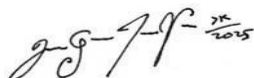


Director 1

Codirector 2



Estudiante 1



Estudiante 2

## 2. Introducción

El agua es un recurso esencial para la vida misma y para el desarrollo de diferentes actividades diarias del ser humano, dicho recurso hídrico requiere de un proceso de potabilización y distribución efectivo que garantice su calidad y seguridad en términos de salubridad y de abastecimiento antes de ser dispuesta para el uso y consumo humano. Por medio de los diferentes procesos de potabilización existentes y las tecnologías que en ellos se implementan se efectúa la erradicación completa de contaminantes físicos, químicos y microbiológicos nocivos para la salud humana, lo cual garantiza a las comunidades beneficiadas el suministro de agua potable con estándares de calidad regidos bajo la normativa que regula la potabilización del agua en cada país, dicha normativa nacional aplicada en Colombia y en Panamá es independiente y autónoma, no obstante hay normativa internacional regida por la OMS que regulan parámetros y aspectos de potabilización a nivel global. En el presente trabajo de investigación se realiza una comparación entre dos plantas de tratamiento de agua potable de gran importancia en términos de abastecimiento poblacional y de implementación de tecnologías eficientes dentro de sus procesos, una de ellas es la PTAP Tibitoc ubicada en Colombia y la otra es la PTAP Federico Guardia Conte ubicada en Panamá, dicha comparación desde una perspectiva internacional permite analizar ambos sistemas, contribuyendo significativamente a nivel investigativo en un análisis que permita identificar propuestas de desarrollo tecnológico y sostenible que puedan ser útiles para mejorar los procesos de potabilización de las dos PTAP objeto de la presente investigación, protegiendo así dentro de los dos países el derecho fundamental denominado salud pública

La metodología aplicada para dar cumplimiento a los objetivos propuestos en el presente trabajo, además de las visitas presenciales realizadas a las dos PTAP, se centra en la revisión de la literatura relacionada con los estándares de potabilización y la comparación de las normativas regulatorias de dichos procesos en Colombia y en Panamá.

## 3. Estado del Arte y Análisis de Vigilancia Tecnológica

Dentro de los procesos requeridos para una adecuada gestión del agua se encuentra la potabilización, cuyo objetivo es garantizar que el recurso hídrico al ser suministrado a determinada población sea apto para el consumo humano, esto a partir del cumplimiento de diferentes estándares y parámetros de calidad del agua establecidos por normativa nacional, contribuyendo al cuidado de la salud pública de cada país. Realizar un análisis comparativo de los estándares de potabilización vigentes en dos de las PTAP más importantes de Latinoamérica, Tibitoc en Colombia y Federico Guardia Conte en Panamá ofrece información de valor para la toma de decisiones y la proyección de nuevas PTAP en estos dos países que permitan el mejoramiento de los procesos y eventualmente mejoren la eficiencia de estos sistemas.



**TUNJA** · Línea gratuita nacional: 01 8000 932 340 PBX: (+578) 744 0404 / [www.ustatunja.edu.co](http://www.ustatunja.edu.co) / [coord.admisiones@ustatunja.edu.co](mailto:coord.admisiones@ustatunja.edu.co) / Calle 19 No. 11-64

**BOGOTÁ** · Línea gratuita nacional: 01 8000 111180 PBX: (+571) 587 8797 / [www.usta.edu.co](http://www.usta.edu.co) / [admisiones@usantotomas.edu.co](mailto:admisiones@usantotomas.edu.co) / Carrera 9 No. 51-11

**BUCARAMANGA** · Línea gratuita nacional: 01 8000 917044 PBX: (+576) 680 0801 / [www.ustabuca.edu.co](http://www.ustabuca.edu.co) / [admisiones@mail.ustabuca.edu.co](mailto:admisiones@mail.ustabuca.edu.co) / Carrera 18 No. 9-27

**MEDELLÍN** · PBX: (+574) 234 1034 / [www.ustamed.edu.co](http://www.ustamed.edu.co) / [admisiones@ustamed.edu.co](mailto:admisiones@ustamed.edu.co) / Carrera 82 No. 7788-27

**VILLAVICENCIO** · Tel.: (+578) 661 4361 / [www.ustavillavicencio.edu.co](http://www.ustavillavicencio.edu.co) / [admisionesvillavo@usantotomas.edu.co](mailto:admisionesvillavo@usantotomas.edu.co) / Calle 1 Vía Puerto López, Diagonal Séptima Brigada

**VICERRECTORÍA GENERAL DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA (VUAD)** · Tel.: (+571) 595 0000 / [www.ustadistancia.edu.co](http://www.ustadistancia.edu.co) / [comunicación@ustadistancia.edu.co](mailto:comunicación@ustadistancia.edu.co) / Carrera 10 No. 72-50



Res. MEN No. 01498 del 29 de enero de 2016

A continuación, se presenta el estado del arte y el análisis de vigilancia tecnológica relacionado con el tema de investigación: Comparación de estándares de potabilización: PTAP Tibitoc (Colombia) vs. PTAP Federico Guardia Conte (Panamá).

### **Normativas Regulatorias y Estándares de Potabilización**

Las normativas que regulan los estándares de potabilización del agua en Colombia y Panamá establecen límites máximos permitidos para los contaminantes presentes en el agua apta para el consumo humano suministrada a la población. Existen diferencias en las regulaciones y estándares entre los dos países, lo que puede afectar la calidad del agua que se produce. En Colombia, la regulación de la potabilización y los estándares requeridos para los procesos de potabilización de una PTAP están definidos en el Decreto 1575 de 2007, emitido mancomunadamente por parte del Ministerio de la Protección Social y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Regional, estableciendo pautas y especificaciones para el Sistema de Protección y Control de la Calidad del Agua destinada al consumo humano en el país y el reglamento técnico DGNTI-COPANIT 23-395-99 establece los diferentes requisitos existentes que regulan la calidad del agua potable en Panamá.

A continuación, se relacionan los límites máximos permitidos para contaminantes en el agua potable dispuestos para los dos países:

### **Límites Máximos Permitidos para Contaminantes en el Agua Potable (Colombia)**

El Decreto 1575 de 2007 caracteriza los límites máximos permitidos para los contaminantes en el agua consumible en Colombia. Es necesario implementar tecnologías específicas para tratar los parámetros que se identifiquen como problemáticos dentro del PTAP para evitar considerar el cierre de la planta si el agua cruda supere los límites establecidos en el decreto 3930 de 2010, en lo que respecta a los usos del agua y los residuos líquidos, a continuación, podemos encontrar algunos de estos parámetros con sus límites:

#### **- Parámetros Físicos:**

- Turbiedad:  $\leq 0,5$  NTU (Unidades Nefelométricas de Turbiedad).
- Color:  $\leq 15$  UPC (Unidades de Color Platino-Cobalto).

#### **- Parámetros Químicos:**

- pH: 6,5 – 8,5
- Cloruros:  $\leq 250$  mg/L
- Sulfatos:  $\leq 250$  mg/L
- Nitratos:  $\leq 50$  mg/L (como nitrato)
- Fluoruros:  $\leq 1,5$  mg/L



**- Parámetros Microbiológicos:**

- Coliformes Totales: Ausencia en 100 ml
- Escherichia coli (E. coli): Ausencia en 100 MI

**Otras Normativas y Estándares**

Además del Decreto 1575 de 2007, existen normativas y estándares regulatorios de potabilización del agua adicionales establecen parámetros de control frente la calidad del agua suministrada apta para el consumo humano en Colombia, dentro de las cuales se encuentran: Resolución 2115 de 2007, norma que establece características, instrumentos y frecuencias del sistema de control y vigilancia que se implementa en las PTAP del país reglamentando el cumplimiento de los parámetros admitidos de calidad del agua potable suministrada a la población competente y la Guía para la Calidad del Agua Potable(OMS), establece recomendaciones sobre la calidad del agua potable a nivel internacional.

**Límites Máximos Permitidos para Contaminantes en el Agua Potable (Panamá)**

La regulación y los estándares para la potabilización del agua en Panamá están definidos en la Ley 8 de 2001, que se encarga de asegurar la calidad del agua potable en el país, además de la ley general de ambiente, ley 41 de 1998, la cual es garante de la protección de una correcta gestión del agua y de los demás recursos naturales propios del medio ambiente. Algunos de los parámetros y límites establecidos para las PTAP de este país son:

**- Parámetros Físicos:**

- Turbiedad:  $\leq 1$  NTU (Unidad Nefelométrica de Turbiedad)
- Color:  $\leq 15$  UPC (Unidad de Color Platino-Cobalto)
- pH: 6,5 - 8,5

**- Parámetros Químicos:**

- Cloruros:  $\leq 250$  mg/L
- Sulfatos:  $\leq 250$  mg/L
- Nitratos:  $\leq 50$  mg/L (nitrato)
- Fluoruros:  $\leq 1,5$  mg/L

**- Parámetros Microbiológicos:**

- Coliformes Totales: Ausencia en 100 mL
- Escherichia coli (E. coli): Ausencia en 100 mL

La ley indica que el agua apta para el consumo humano debe estar libre de microorganismos patógenos, incluyendo bacterias, virus y parásitos.



### Otras Normativas y Estándares

Además de la ley 8 del 200 hay otras normativas y estándares que regulan la calidad del agua potable en Panamá, estas son:

- DGNTI-COPANIT 23-395-99: Establece los requisitos de calidad para el agua potable.
- DGNTI-COPANIT 21-2019: Establece los requisitos generales para la calidad del agua potable, modificado por la Resolución No. 122 de 2021.
- Guía para la Calidad del Agua Potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS), que ofrece recomendaciones sobre la calidad del agua potable a nivel internacional.

### Análisis de Vigilancia Tecnológica

El presente análisis de vigilancia tecnológica indica que la investigación realizada sobre el análisis comparativo de los estándares de potabilización del agua entre la PTAP Tibitoc ubicada en Colombia y la PTAP Federico Guardia Conte ubicada en Panamá, evidencia la implementación y el desarrollo de tecnologías que son innovadoras y sostenibles, no obstante las tecnologías implementadas por la PTAP Tibitoc (Colombia) son convencionales (Coagulación, Floculación, Sedimentación, Filtración y Desinfección) con sistemas adicionales de pre-oxidación y de oxidación en el tratamiento del recurso hídrico, la PTAP tiene una capacidad de producción aproximada de 274 millones de galones diarios, dicho suministro de agua potable permite abastecer en gran medida a Bogotá y a los municipios aledaños a la PTAP: Tocancipá, Gachancipá, Suesca, Sesquilé y Chocontá. La PTAP Federico Guardia Conte (Panamá) tiene una capacidad de producción aproximada entre los 250 y 260 millones de galones diarios, dicho suministro abastecen en su totalidad a la ciudad de Panamá, La PTAP implementa tecnologías en donde se destaca el uso de filtros de membranas dentro del proceso de filtración, la PTAP cuenta además de los filtros con los siguientes elementos: sedimentador de alta tasa, sistema de floculadores hidráulicos, sala de control y un laboratorio debidamente equipado, esto al igual que la PTAP Tibitoc. En la actualidad se está viendo un creciente interés en Colombia y en Panamá de implementar sistemas de tratamiento de agua descentralizados y en el uso de fuentes de energía renovables para alimentar estos sistemas.

### Tendencias Globales

Las tendencias globales en la potabilización del agua incluyen la adopción de tecnologías de tratamiento avanzadas, como la nano filtración y la ósmosis inversa, así como el uso de energías renovables y tecnologías de membrana. Se está poniendo un enfoque especial en la desalinización sostenible, así como en la digitalización y la automatización. Cada vez más, se está dando prioridad a la calidad del agua, buscando mejorar su pureza y asegurando que se realice una inversión adecuada en la infraestructura de las plantas de tratamiento de agua potable. Todo esto refleja un interés creciente por la reutilización del agua y la implementación de sistemas de tratamiento sostenibles.

### Vacios Conceptuales

La revisión de la literatura científica actual evidencia la ausencia de estudios comparativos sistemáticos que analicen los estándares, procesos y eficiencias de las plantas de tratamiento de agua potable (PTAP) Tibitoc (Colombia) y Federico Guardia Conte (Panamá). Esta brecha conceptual limita la identificación de mejores prácticas y oportunidades



de optimización, ya que no existen marcos de referencia consolidados que contrasten dichos sistemas desde un enfoque técnico-normativo u operativo (Alvarado *et al.*, 2020; Ramírez & Santos, 2019).

Como señalan Morales (2021) y el Banco Interamericano de Desarrollo - BID (2022), aunque existen estudios independientes sobre cada PTAP por ejemplo, trabajos centrados en la calidad del agua o infraestructura, sin embargo, persiste la carencia de investigaciones que comparen críticamente sus estándares de potabilización, lo cual dificulta la extrapolación de lecciones aprendidas entre contextos. Esta falta de contrastes en la literatura obliga a recurrir a aproximaciones indirectas o generales, como las propuestas por la Organización Panamericana de la Salud - OPS (2021) para América Latina, que no abordan especificidades locales.

#### 4. Planteamiento del Problema de Investigación

La comparación objetiva de los estándares de potabilización implementados en la PTAP Tibitoc (Colombia) y la PTAP Federico Guardia Conte (Panamá) permitirá evaluar su eficiencia técnica, procesos y tecnologías empleadas, con el fin de identificar oportunidades de optimización conjunta que fortalezcan la provisión de agua segura en ambas regiones. Este análisis es pertinente dado que, como señalan Alvarado *et al.* (2020) y el BID (2022), aunque existen estudios independientes sobre cada planta, la literatura carece de investigaciones comparativas sistemáticas que contrasten sus protocolos, lo cual limita la transferencia de conocimientos y la estandarización de mejores prácticas en la región.

La ausencia de marcos de referencia documentados para plantas de gran escala y cobertura poblacional como las analizadas en este trabajo obstaculiza la adopción de tecnologías innovadoras y la homogenización de criterios normativos (OPS, 2021). Esta brecha representa un riesgo para la salud pública, ya que, como advierte la OMS (2022), el acceso a agua potable es un derecho humano fundamental cuya garantía exige procesos eficientes y adaptados a las particularidades territoriales.

Esta investigación busca suplir dicha necesidad mediante un enfoque metodológico dual: (1) revisión bibliográfica crítica de estándares internacionales (ej. Directrices de la OPS) y estudios de caso locales, y (2) visitas técnicas *in situ* para contrastar la información documental con la operatividad real de las plantas. El resultado aportará evidencia empírica para la toma de decisiones en materia de políticas hídricas, innovación tecnológica y cooperación binacional, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 6: "Agua limpia y saneamiento") (ONU, 2015).



TUNJA · Línea gratuita nacional: 01 8000 932 340 PBX: (+578) 744 0404 / [www.ustatunja.edu.co](http://www.ustatunja.edu.co) / coord.admisiones@ustatunja.edu.co / Calle 19 No. 11-64

BOGOTÁ · Línea gratuita nacional: 01 8000 111180 PBX: (+571) 587 8797 / [www.usta.edu.co](http://www.usta.edu.co) / admisiones@usantotomas.edu.co / Carrera 9 No. 51-11

BUCARAMANGA · Línea gratuita nacional: 01 8000 917044 PBX: (+576) 680 0801 / [www.ustabuca.edu.co](http://www.ustabuca.edu.co) / admisiones@mail.ustabuca.edu.co / Carrera 18 No. 9-27

MEDELLÍN · PBX: (+574) 234 1034 / [www.ustamed.edu.co](http://www.ustamed.edu.co) / admisiones@ustamed.edu.co / Carrera 82 No. 7788-27

VILLAVICENCIO · Tel.: (+578) 661 4361 / [www.ustavillavicencio.edu.co](http://www.ustavillavicencio.edu.co) / admisionesvillavo@usantotomas.edu.co / Calle 1 Vía Puerto López, Diagonal Séptima Brigada

VICERRECTORÍA GENERAL DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA (VUAD) · Tel.: (+571) 595 0000 / [www.ustadistancia.edu.co](http://www.ustadistancia.edu.co) / comunicación@ustadistancia.edu.co / Carrera 10 No. 72-50



## 5. Justificación de la Propuesta e Identificación y Descripción del Conocimiento que Generará la misión académica internacional

Las visitas académicas realizadas a la PTAP Federico Guardia Conte en Panamá y a la PTAP Tibitoc en Colombia fueron muy enriquecedoras dentro de nuestra formación profesional ampliando nuestra visión sobre el funcionamiento y optimización de estos sistemas, el presente trabajo de investigación permite un análisis comparativo desde un enfoque sistemático y conceptual entre los estándares establecidos para la potabilización del agua en la PTAP Tibitoc ubicada en Colombia y en la PTAP Federico Guardia Conte ubicada en Panamá, cuyos tratamientos se rigen a partir del cumplimiento de las normativas regulatorias década país y los procesos implementados actualmente en dichas PTAP en aras de garantizar un suministro de agua apta para el consumo humano en parte del territorio de estas dos naciones. podemos evidenciar un impacto académico significativo gracias a las recomendaciones que se puedan generar a partir del contraste entre estas dos PTAP, cuyo abastecimiento poblacional es de gran alcance, permitiendo a su vez ampliar la visión metodológica de futuros trabajos de investigación asociados a esta área de la Ingeniería. Dentro del análisis comparativo mencionado se incluyen los procesos convencionales de potabilización implementados en estos sistemas (Coagulación, floculación, filtración y desinfección), cuyas similitudes o diferencias podrán representar algunas alternativas de optimización y estrategias operativas a partir del uso de nuevas tecnologías en dichas PTAP, además de permitir técnicamente un intercambio de conocimiento aplicado entre los dos países.

La potabilización del agua es relevante en el cuidado y protección de la salud pública de todas las naciones, siendo un tema de interés global se debería garantizar un pertinente tratamiento de este recurso hídrico vital para el ser humano. No obstante, la realidad actual es que el acceso al agua potable es un privilegio para un porcentaje limitado de la población mundial, puesto que las PTAP existentes en la actualidad no son suficientes para abastecer por completo la demanda poblacional presente en los diferentes territorios nacionales, lo cual obliga a determinadas comunidades a consumir agua no tratada pese a que sea un factor de riesgo para su salud. En Colombia y en Panamá es claro que se requieren más PTAP para el suministro nacional de agua potable que cumplan con los parámetros de calidad requeridos, lo cual abarcaría una mayor parte de sus territorios, contribuyendo al desarrollo sostenible de las regiones, permitiendo avanzar frente a los desafíos existentes en la actualidad relacionados con este tema de investigación.

## 6. Objetivos

### Objetivo general.

Identificar las diferencias y similitudes técnicas y operacionales existentes dentro de los estándares de potabilización implementados por la PTAP Tibitoc ubicada en Colombia y por la PTAP Federico Guardia Conte ubicada en Panamá desarrollando un análisis comparativo que permita mejoras en la eficiencia de dichos sistemas.



**Objetivos específicos.**

- Identificar las tecnologías de tratamiento de agua en cada PTAP mediante el análisis y revisión de artículos académicos y documentos que tratan sobre las tecnologías de tratamiento de agua en ambas plantas.
- Evaluar la calidad del agua suministrada a las poblaciones competentes por parte de las dos PTAP, mediante un análisis comparativo de los parámetros de calidad del recurso hídrico establecidos en Colombia y en Panamá a partir de los ensayos existentes en la actualidad y de forma general que incluyan el control físico, químico y microbiológico del fluido.
- Identificar las normas regulatorias y los estándares de potabilización del agua en Colombia y Panamá.
- Comparación de los protocolos operativos, los parámetros de calidad y el marco normativo establecidos para la potabilización del agua en cada país.

**7. Métodos (visitas técnicas a laboratorios, talleres, seminarios)**

La metodología implementada en el presente trabajo de investigación busca dar cumplimiento a los objetivos que se plantearon, esto a partir de la recopilación y el análisis de información relacionada con los estándares de potabilización aplicados en las PTAP Tibitoc en Colombia y Federico Guardia Conte en Panamá posterior a las visitas presenciales que se realizaron a las mismas.

**Objetivo Específico 1:** Identificar las tecnologías de tratamiento de agua en cada PTAP mediante el análisis y revisión de artículos académicos y documentos que tratan sobre las tecnologías de tratamiento de agua en ambas plantas.

- **Método:** Por medio de la revisión documental de fuentes bibliográficas confiables que brinden información precisa sobre las tecnologías de tratamiento de agua potable implementadas en las dos PTAP objeto de estudio.

- **Fuentes de información:** Trabajos de investigación, Artículos, informes técnicos y documentos oficiales las PTAP Tibitoc en Colombia y Federico Guardia Conte en Panamá

- **Análisis de datos:** Análisis descriptivo de las tecnologías de tratamiento de agua implementadas actualmente en las PTAP Tibitoc y Federico Guardia Conte.

- **Materiales y equipos:** No se requieren.

- **Técnicas analíticas:** Análisis de la información relacionada en la bibliografía recopilada.



**Objetivo Específico 2:** Evaluar la calidad del agua en ambas plantas mediante un análisis comparativo de los parámetros de calidad del recurso hídrico suministrado a la población competente, que incluye el control físico, químico y microbiológico del fluido.

- **Método:** Análisis comparativo de los parámetros de calidad del agua en las PTAP Tibitoc en Colombia y Federico Guardia

Conte en Panamá.

- **Fuentes de información:** Bibliografía relacionada con la calidad del agua suministrada por las PTAP Tibitoc y Federico

Guardia Conte.

- **Análisis de datos:** Análisis comparativo de los parámetros de calidad del agua dispuestos por las dos PTAP objeto del presente estudio, identificando similitudes y diferencias entre ellas.

- **Materiales y equipos:** No se requieren.

- **Técnicas analíticas:** Análisis de varianza de los datos existentes.

**Objetivo Específico 3:** Identificar las normas regulatorias y los estándares de potabilización del agua en Colombia y Panamá.

- **Método:** Revisión de la normativa jurídica vigente relacionada con la regulación y estándares de potabilización nacional en Colombia y en Panamá.

- **Fuentes de información:** Normativa Jurídica vigente en Colombia y en Panamá para la potabilización del agua, así como reglamentación relacionada regulada por parte de organismos internacionales como la OMS.

- **Análisis de datos:** Análisis descriptivo de las normativas regulatorias y estándares de potabilización aplicados en ambos países.

- **Materiales y equipos:** No se requieren.

- **Técnicas analíticas:** Análisis comparativo de las normativas regulatorias vigentes para la potabilización del agua en Colombia y en Panamá.



- **Objetivo Específico 4:** Determinar si son eficientes las dos plantas de tratamiento de agua potable objeto del presente estudio en términos de la calidad del agua que suministran a la población que les compete.
- **Método:** Análisis de los resultados obtenidos en los objetivos específicos anteriores.
- **Fuentes de información:** Resultados de los objetivos específicos 1, 2 y 3.
- **Análisis de datos:** Análisis de los diferentes estándares de potabilización aplicados actualmente en Colombia y en Panamá.
- **Materiales y equipos:** No se requieren.
- **Técnicas analíticas:** Análisis de la bibliografía recopilada sobre los estándares de potabilización del agua implementados en las PTAP Tibitoc en Colombia y Federico Guardia Conte en Panamá.

## 8. Aplicación en Colombia

La aplicación en Colombia del presente trabajo de investigación puede permitir a partir de su análisis la proyección de ideas y estrategias dirigidas al mejoramiento de los procesos de potabilización del agua en la planta de tratamiento Tibitoc ubicada en el departamento de Cundinamarca, en aras de optimizar su eficiencia.

La PTAP Tibitoc en Colombia y la PTAP Federico Guardia Conte en Panamá emplean tecnologías de tratamiento de agua convencionales y avanzadas para asegurar que el agua potable sea segura para el consumo humano. Entre las tecnologías que utilizan se encuentran la coagulación, sedimentación, filtración y desinfección, no obstante, hay algunas diferencias entre los tipos de tecnologías aplicadas en cada planta, lo que puede influir en la calidad del agua que producen. La PTAP Tibitoc en Colombia se encarga del tratamiento del agua mediante procesos típicos de una planta convencional, pero con la ventaja de contar con sistemas adicionales de pre oxidación y oxidación, la PTAP optimiza sus procesos gracias a la actual modernización de las estaciones de bombeo. En cuanto a la PTAP Federico Guardia Conte en Panamá, esta maneja procesos convencionales destacando en ellos el uso de sulfatos, polímeros y cloro, lo cual contribuye en el cumplimiento de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos establecidos por la normativa regulatoria de cada país.

El control de calidad del agua es un aspecto esencial en el tratamiento de potabilización del recurso hídrico, dicho control se efectúa mediante varios puntos de monitoreo, la PTAP Tibitoc en Colombia cuenta con 172 puntos de monitoreo y la PTAP Federico Guardia Conte en Panamá con 200 puntos de monitoreo, dentro de los procesos realizados en los



sistemas de cada PTAP objeto del presente estudio se realizan análisis físicos, químicos y microbiológicos del agua para garantizar el cumplimiento de los parámetros de calidad establecidos en la normatividad que regula la potabilización del recurso hídrico de estos países. En las dos PTAP mencionadas, si las condiciones de calidad del agua son óptimas ( $4 < \text{ICA} < 7$  y ECA-3) la planta producirá entre  $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$  y  $10,5 \text{ m}^3/\text{s}$ , si la calidad del agua no es óptima ( $1,6 < \text{ICA} < 4$  y ECA-1) la planta producirá entre  $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$  a  $7 \text{ m}^3/\text{s}$  y en condiciones extremas ( $\text{ICA} < 1,6$  y ECA-2) la planta debe parar sus operaciones obligatoriamente. se puede inferir que entre las dos PTAP se pueden presentar algunas diferencias en los parámetros de calidad del agua producida, lo que podría deberse a las tecnologías de tratamiento implementadas en sus procesos de potabilización.

## 9. Resultados Esperados

### 1. Identificar las similitudes y diferencias entre los estándares de potabilización de agua implementados actualmente en la PTAP Tibitoc ubicada en Colombia y en la PTAP Federico Guardia Conte ubicada en Panamá:

- **Resultado:** Informe de investigación que permita identificar las similitudes y diferencias de los estándares de tratamiento de agua potable de las PTAP objeto de análisis.

- **Indicador:** fuentes bibliográficas consultadas.

- **Fecha tentativa:** 5 de junio de 2025.

- **Características del saber nuevo que se creará:** Comparación de las PTAP mencionadas respecto a sus similitudes y diferencias en los estándares dispuestos por norma para el tratamiento de potabilización del agua en Colombia y Panamá, lo cual permitirá un análisis claro sobre las fortalezas y debilidades que puedan existir dentro de los procesos de dichas plantas.

### 2. Análisis comparativo de los parámetros de calidad del agua:

- **Resultado:** Análisis de los niveles de calidad del agua suministrada por parte de las dos plantas de tratamiento de agua potable objeto de investigación, a partir de información recopilada de fuentes bibliográficas confiables.

- **Indicador:** Niveles de calidad del agua proporcionados por parte de cada PTAP para su eventual suministro.

- **Fecha tentativa:** 5 de junio de 2025.



### 3. Evaluación de las normativas y estándares de potabilización:

- **Resultado:** Valoración de la normativa de obligatorio cumplimiento para la potabilización del agua en Colombia y en Panamá, a partir de información recopilada de fuentes bibliográficas confiables.

- **Indicador:** Fuentes bibliográficas relacionadas.

- **Fecha tentativa:** 5 de junio de 2025.

- **Características del saber nuevo que se creará:** Análisis de las normativas y estándares de potabilización en Colombia y Panamá.

### 4. Identificación de mejores prácticas y oportunidades de mejora:

- **Resultado:** Trabajo de investigación que permite analizar las fortalezas y debilidades en cuanto a las prácticas implementadas por las dos PTAP objeto de estudio, brindando posibles opciones de mejora en los procesos de potabilización del agua en Colombia y en Panamá, a partir de la revisión de documentos relacionados y las visitas académicas realizadas.

- **Indicador:** Opciones para aumentar la eficiencia de los sistemas de potabilización del agua en las PTAP analizadas.

- **Fecha tentativa:** 5 de junio de 2025.

- **Características del saber nuevo que se creará:** formulación de recomendaciones para Colombia y Panamá en cuanto a estrategias, tecnologías y normativa regulatoria de los estándares de potabilización del agua implementados en cada país.

**Producto esperado:** Poster sobre la comparación de los estándares de potabilización implementados actualmente en la PTAP Tibitoc ubicada en Colombia y la PTAP Federico Guardia Conte ubicada en Panamá.

- **Resultado:** Conclusiones y recomendaciones provenientes de la comparación entre los estándares de potabilización implementados actualmente en las dos PTAP objeto de investigación, en cuanto a:  
estrategias, tecnologías y normativa.

- **Indicador:** entrega oportuna del informe y del poster.

**Fecha tentativa:** 5 de junio de 2025.



## 10. Conclusiones

1. La comparación realizada entre los sistemas de potabilización implementados en las plantas de tratamiento Tibitoc y Federico Guardia Conte permitió desde una perspectiva internacional analizar los estándares que son determinantes en los resultados obtenidos en términos de calidad del agua suministrada a las respectivas comunidades competentes, dicha información amplía el panorama en Colombia y Panamá sobre las alternativas existentes para lograr por medio de la optimización de procesos a partir de la implementación de nuevas tecnologías enfrentar retos futuros que se relacionen con la que se relacionen con la potabilización eficiente del agua y generen conciencia gubernamental sobre la necesidad de innovar sosteniblemente los estándares y practicas actuales en cada país. El uso de tecnologías convencionales en las dos plantas de tratamiento de agua potable permite un tratamiento valido del recurso hídrico dando cumplimiento a la normativa que regula los estándares requeridos para la distribución del agua, no obstante, la PTAP Tibitoc mejora su eficiencia con procesos de pre oxidación y con sistemas de oxidación y la PTAP Federico Guardia Conte con un sistema de filtro de membrana lo cual garantiza en mayor medida agua limpia y de calidad para el uso y consume humano.

2. Este estudio evidencia la necesidad crítica de desarrollar investigaciones comparativas entre plantas de tratamiento de agua potable (PTAP) de gran escala a nivel global, con el fin de analizar sus procesos, estándares tecnológicos y eficiencias operativas. Como se ha documentado (BID, 2022; OPS, 2021), la falta de marcos de referencia comparativos limita la transferencia de conocimientos y la implementación de soluciones innovadoras en el sector hídrico, especialmente en contextos con desafíos similares, como los observados en las PTAP Tibitoc (Colombia) y Federico Guardia Conte (Panamá).

La comparación sistemática de estas plantas no solo permite identificar falencias técnicas por ejemplo en la eliminación de contaminantes emergentes o en la eficiencia energética, sino también proponer mejoras basadas en tecnologías sostenibles y adaptables (OMS, 2022). Este enfoque resulta fundamental para garantizar la calidad del agua y su distribución equitativa, asegurando el cumplimiento del ODS 6 (ONU, 2015) y mitigando riesgos en salud pública asociados a tratamientos ineficientes.

Además, el conocimiento generado a partir de este tipo de análisis fomenta la cooperación internacional, facilitando la adopción de prácticas óptimas y políticas hídricas basadas en evidencia. Como se demostró en este trabajo, la integración de revisiones bibliográficas con evaluaciones *in situ* es una metodología robusta para contrastar realidades operativas y normativas, superando las limitaciones de los estudios aislados. En consecuencia, se recomienda ampliar este enfoque comparativo a otras PTAP, priorizando aquellas en regiones con estrés hídrico o crecimiento poblacional acelerado, donde la optimización de recursos es urgente.

3. El análisis revela que, aunque ambas PTAP son referentes en sus países, existen oportunidades para adoptar tecnologías avanzadas (como nanofiltración o energías renovables) y optimizar procesos. La creciente demanda de agua

potable y los vacíos en literatura comparativa resaltan la necesidad de investigaciones futuras que evalúen la integración de sistemas descentralizados y sostenibles, alineados con tendencias globales como la digitalización y reutilización del agua, para mejorar la cobertura y eficiencia en regiones no abastecidas.

## 11. Referencias

- [1] Organización Mundial de la Salud (OMS). (2017). Guías para la calidad del agua potable.
- [2] APHA (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
- [3] Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. (2007). Decreto 1575 de 2007.
- [4] Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia. (2007). Decreto 1575 de 2007. Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
- [5] Asamblea Nacional de Panamá. (2001). Ley 8 de 2001. Por la cual se establecen normas para la calidad del agua potable en la República de Panamá.
- [6] Alvarado, A., Gómez, L., & Torres, M. (2020). *Calidad del agua y normativas en PTAP: Un análisis para América Latina*. Editorial UN.
- [7] Banco Interamericano de Desarrollo - BID. (2022). *Infraestructura hídrica en Colombia y Panamá: Desafíos y oportunidades*. <https://doi.org/xxxx>
- [8] Organización Panamericana de la Salud - OPS. (2021). *Guías para la calidad del agua potable en la región de las Américas*. <https://www.paho.org/>
- [9] Organización Mundial de la Salud - OMS. (2022). *Guidelines for drinking-water quality* (4th ed.). <https://www.who.int/>
- [10] Naciones Unidas - ONU. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://sdgs.un.org/goals>

