**Anexo 1. Formato de presentación de proyecto**

**Título:** Formulación del plan de seguridad del agua para el acueducto rural AguaSanta ESP en el Municipio de San Antonio del Tequendama - Fase II

**Duración: 9** meses

**Lugar de ejecución:** Bogotá, D.C. y San Antonio del Tequendama, Cundinamarca

**Investigador principal:** Andrés Felipe Martínez Urrego

**Co-investigador(es):** Ángela María Jaramillo Londoño

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | **Datos generales** | | | |
| **Programa** | **Facultad** | **Línea activa** | **Línea medular** | **Campos de acción institucional (Seleccione)** | **Grupo(s) de investigación** |
| Ingeniería Ambiental | Ingeniería Ambiental | Ordenamiento Ambiental del Territorio | Alberto Magno | Desarrollo ambiental sostenible | INAM USTA |

**Equipo de investigación requerido:**

Este proyecto se concibe como la segunda fase del proyecto en curso “*Formulación del plan de seguridad del agua para el acuedcuto rural aguasanta e.s.p. en el municipio de san antonio del tequendama*” en un trabajo que cuenta con la participación de 2 investigadores pertenecientes a la facultad de Ingeniería Ambiental, y un egresado en calidad de asistente de investigación. Así mismo, el proyecto contará con el apoyo de auxiliares de investigación que hacen parte del semillero de investigación “Recurso Hídrico y Territorio”, coordinado por los docentes proponentes.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Docente** | **Rol** | **Nivel de Formación** | **Afiliación** | **Proyectos FODEIN en los que ha participado** | **Número de horas a asignar/semana en 2018** |
| Andres Felipe Martínez Urrego | Investigador Principal | Ingeniero Químico  Master en Educación | Docente de tiempo completo Facultad Ingeniería Ambiental  Universidad Santo Tomás  ORCID: 0000-0002-6397-924X  Grupo de Investigación: INAM-USTA | “Plan de gestión integral del recurso hídrico para la microcuenca abastecedora del acueducto rural el Tobal (Subachoque-Cundinamarca)" (Proyecto Interno Facultad Ingeniería Ambiental 2016, IP)  “Formulación del Plan de Seguridad del Agua para el Acueducto Rural Agua Santa E.S.P. en el municipio de San Antonio del Tequendama” (11° FODEIN- Semillero, IP) | 10 |
| Angela María Jaramillo Londoño | Co-Investigador | Bióloga Marina  Doctora en Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente | Docente de tiempo completo Facultad Ingeniería Ambiental  Universidad Santo Tomás  ORCID: 0000-0001-9465-8513  Grupo de Investigación: INAM-USTA | "Identificación de los servicios ecosistémicos limnológicos del humedal El Resbalón como estrategia de conservación" (10° FODEIN, Co-I)  “Plan de gestión integral del recurso hídrico para la microcuenca abastecedora del acueducto rural el Tobal (Subachoque-Cundinamarca)" (Proyecto Interno Facultad Ingeniería Ambiental 2016, IP)  “Evaluación de la metodología IFIM para el estudio de caudales ambientales en tres ríos de alta montaña de la cuenca del río Bogotá como estrategia de gestión del recurso hídrico” (11° FODEIN, IP)  “Formulación del Plan de Seguridad del Agua para el Acueducto Rural Agua Santa E.S.P. en el municipio de San Antonio del Tequendama” (11° FODEIN- Semillero, Co-I) | 4 |
|  | Asistente de Investigación |  |  |  | Sin horas nómina (Pago por OPS) |
| Semillero de Investigación que participará en el proyecto:  Recurso Hídrico y Territorio | | | | | |

**Alianza estratégica:**

El proyecto se ejecutará en colaboración con el Acueducto Rural AguaSanta E.S.P quienes proveerán toda la documentación e información relativa a la operación del sistema de abastecimiento de agua, manuales, planos, etc. Así mismo el Acueducto AguaSanta realiza la financiación de los análisis de laboratorio y destina un porcentaje correspondiente a salidas de campo para los investigadores y asistentes de investigación.

**Resumen de la propuesta:**

Esta propuesta se enmarca en la elaboración del Plan de Seguridad del Agua (PSA) para el Acueducto Rural AguaSanta E.S.P. en el muncipio de San Antonio del Tequendama que tiene como propósito la sistematización, la evaluación detallada y priorización de los peligros, además del monitoreo operacional a través de medidas de control sobre el sistema de abastecimiento de agua. Este plan se formula en once (11) etapas, de acuerdo con lineamientos de la Organización Mundial de la Salud, de las cuales en la Fase I ya han sido abordadas las cinco (5) primeras en el diagnóstico y evaluación. Esta propuesta partirá del plan de modernización para iniciar la ejecución del plan y validar su aplicación. En esta segunda fase, se realiza un análisis integral de los resultados del estudio de vulnerabilidad efectuado sobre el sistema de abastecimiento para orientar la evaluación de las medidas de control existentes, la formulación de nuevas medidas de control bajo límites críticos o indicadores de gestión previamente establecidos y la validación en la aplicación del plan de mejora. Cada uno de estos elementos articulados constituye una herramienta de gestión del riesgo para el Acueducto Rural AguaSanta E.S.P con el fin de asegurar condiciones de calidad, cantidad y continuidad en la prestación del servicio de acueducto.

**Palabras clave:** Plan de Seguridad, Medidas de control, Plan de Mejora, Límites críticos, Gestión del riesgo.

**Planteamiento del problema y pregunta de investigación**

La “Política para el Suministro de Agua Potable y Saneamiento Básico en la Zona Rural” (CONPES 3810) tiene como objetivo promover el acceso al agua potable y saneamiento básico en las zonas rurales que contribuyan al mejoramiento de las condiciones de vida de la población, en este contexto, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios viene haciendo una serie de modificaciones desde el 2014 permitan centrarse en las particularidades de los diferentes esquemas de las empresas prestadoras de los servicios de agua y alcantarillado en los sistemas rurales, de tal manera que si bien se busque reducir el costo de operación de estos sistemas, los prestadores deberán ser más cuidadosos en la calidad del servicio que ofrecen. [1]

En este esquema, el Acueducto Rural AguaSanta E.S.P en el muncipio de San Antonio del Tequendama ha realizado un diagnóstico de todo su sistema con el fin de ajustarse a los nuevos requerimientos y elaborar su Plan de Seguridad del Agua, para lo cual es necesario tomar los resultados de la evaluación del sistema de abastecimiento para formular indicadores y estrategias de gestión que aseguren integridad en la prestación del servicio. En este contexto la pregunta que orienta el proyecto es “¿El plan de seguridad del agua como herramienta de gestión permite mejorar las características de calidad, cantidad y continuidad del agua para la población atendida por el Acueducto Rural AguaSanta ESP?

**Justificación**

Según la OMS, "*La forma más eficaz de garantizar sistemáticamente la seguridad de un sistema de abastecimiento de agua de consumo es aplicando un planteamiento integral de evaluación de los riesgos y gestión de los riesgos que abarque todas las etapas del sistema de abastecimiento, desde la cuenca de captación hasta su distribución al consumidor*..."y a este planteamiento se le denomina Plan de Seguridad del Agua y responde a una metodología descrita en el Manual para el Desarrollo de Planes de Seguridad del Agua. [2] Los acueductos rurales deben trabajar por abastecer a la comunidad con agua de calidad, en cantidad suficiente y garantizando la seguridad del sistema, lo cual hace necesario un diagnóstico correcto del mismo.

Con este proyecto se busca aplicar los resultados del proyecto “Formulación del plan de seguridad del agua para el acueducto rural AguaSanta ESP en el Municipio de San Antonio del Tequendama - Fase I”, para consolidar todos los componentes que conforman el Plan de Seguridad del Agua. La finalización adecuada del Plan de Seguridad del Agua permite diagnosticar, organizar y sistematizar las prácticas de gestión del agua para consumo, mejorando las condiciones de calidad de vida de la población atendida por el acueducto.

**Objetivo general:**

Elaborar el Plan de Seguridad del Agua (PSA) para el Acueducto Rural AguaSanta E.S.P en el Municipio de San Antonio del Tequendama (Fase II)

**Objetivos específicos:**

* Determinar y validar la eficacia de las medidas de control existentes para cada uno de los peligros y eventos peligrosos detectados en la Fase I del PSA.
* Diseñar un plan de modernización que establezca medidas de atenuación a corto, medio o largo plazo para cada peligro identificado, reevaluando el riesgo.
* Verificar el PSA a través de un programa de monitoreo que considere los límites críticos evaluados para el sistema de abastecimiento de agua
* Elaborar los procedimientos de gestión y programas complementarios de acuerdo con los resultados de la verificación del plan.

**Marco teórico**

* **Planes de Seguridad del Agua**

Para lograr sistemas de agua potable eficientes y efectivos la Organización Mundial de la Salud (OMS) desarrolló los Planes de Seguridad del Agua (PSA) como una herramienta que puede mejorar la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento. Los Planes de Seguridad del Agua (PSA) han sido desarrollados para organizar y sistematizar una larga historia de prácticas de gerenciamiento aplicadas a la producción y distribución de agua potable y asegurar la aplicabilidad de estas prácticas a la calidad de la prestación del servicio. Se basa en el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) mediante un sistema que identifica, evalúa y controla riesgos significativos para la seguridad del agua para consumo humano.

Se puede decir que provee una metodología para identificar y evaluar los distintos Peligros y Riesgos asociados a las diferentes etapas del Sistema de Agua iniciando desde la Micro cuenca, Captación, Potabilización, Almacenamiento, Distribución del agua a través de las redes de distribución y finalmente el manejo del agua en el domicilio. En el se identifican las situaciones que puedan dañar la infraestructura, afectar la calidad del agua, y poner en

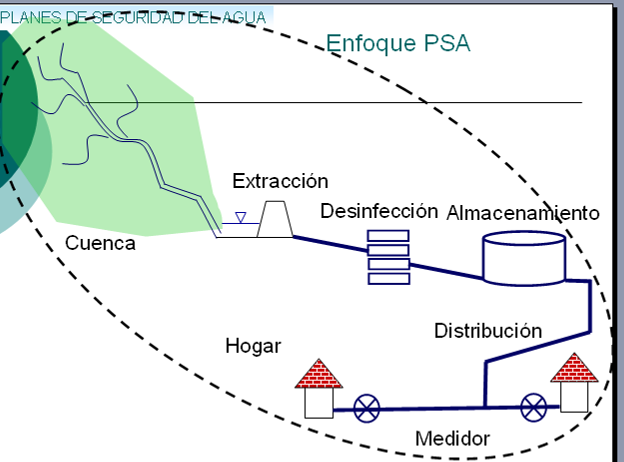
riesgo el suministro de agua a la comunidad, contrario al enfoque tradicional que el control lo enfatizaba en el producto terminado antes de ingresar a las viviendas. Es así como un PSA se convierte en un proyecto con enfoque comprensivo para asegurar la calidad del agua e identificar, evaluar, monitorear, y gestionar los riesgos inherentes en un sistema de abastecimiento de agua en el trayecto del punto de la cuenca hasta el consumidor.

Figura1. Enfoque Plan de Seguridad del Agua. Fuente: Ministerio de Protección Social

Un PSA comprende tres componentes fundamentales, guiados por metas de protección de la salud y supervisados mediante la vigilancia del abastecimiento de agua de consumo

1. Evaluación del sistema para determinar si la cadena de abastecimiento de agua de consumo (hasta el punto de consumo) en su conjunto puede proporcionar agua cuya calidad cumpla las metas de protección de la salud. Se incluye también la evaluación de los criterios de diseño de los sistemas nuevos.

2. Determinación de las medidas que, de forma colectiva, controlarán los riesgos identificados en un sistema de abastecimiento de agua de consumo y garantizarán el cumplimiento de las metas de protección de la salud. Para cada medida de control determinada, debe definirse un medio adecuado de monitoreo operativo que garantice la detección rápida y oportuna de cualquier desviación con respecto al funcionamiento requerido.

3. Planes de gestión que describan las medidas que deben adoptarse durante el funcionamiento normal y cuando se produzcan incidentes, y que documenten los planes de evaluación (incluidos los relativos a las ampliaciones y mejoras), monitoreo y comunicación del sistema, así́ como los programas complementarios.

Los objetivos principales de un PSA para garantizar la aplicación de prácticas adecuadas en el abastecimiento de agua de consumo son la reducción al mínimo de la contaminación de las aguas de origen, la reducción o eliminación de los contaminantes mediante operaciones de tratamiento y la prevención de la contaminación durante el almacenamiento, la distribución y la manipulación del agua de consumo. Estos objetivos son aplicables tanto a los grandes sistemas de distribución de agua por tuberías, como a los pequeños sistemas de abastecimiento comunitarios y a los sistemas domésticos, y pueden alcanzarse por medio del análisis de los siguientes aspectos:

* conocimiento del sistema concreto y de su capacidad de suministrar agua que cumpla las metas de protección de la salud;
* determinación de las posibles fuentes de contaminación y del modo en que pueden controlarse;
* validación de las medidas de control empleadas para combatir los factores de peligro
* aplicación de un sistema de monitoreo de las medidas de control adoptadas en el sistema de abastecimiento de agua
* adopción en un plazo suficiente de medidas correctoras para garantizar el suministro continuo de agua inocua
* verificación de la calidad del agua de consumo, con el fin de comprobar la correcta ejecución del PSA y que su eficacia es la precisa para cumplir las normas u objetivos de calidad del agua pertinentes de ámbito nacional, regional y local.

**Metodología**

La metodología del proyecto está basada en los lineamientos dados por la Organización Mundial de la Salud, en los cuales se establecen las etapas a desarrollar para la formulación del plan de seguridad del agua. Considerando esto, el proyecto se ha estructurado en dos (2) fases, la primera de diagnóstico y evaluación ejecutada en el año 2017 y la segunda de modernización, monitoreo y verificación propuesta en este proyecto. [3]

La Fase I ejecutada en 2017 ha desarrollado un diagnóstico y evaluación detallados de las condiciones del sistema de abastecimiento de agua incluyendo las etapas de captación, aducción, pretratamiento y distribución. La fase II se desarrollará de acuerdo con el siguiente esquema:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Fase**  **II** | Modernización del sistema | Elaboración, ejecución y mantenimiento de un plan de modernización |
| Monitoreo Operativo | Definición del monitoreo de las medidas de control |
| Verificación de la eficacia del PSA |
| Gestión y comunicación | Elaboración de procedimientos de gestión |
| Elaboración de programas complementarios |
| Retroalimentación del PSA | Planificación y realización de exámenes del PSA |

Las actividades que permiten la elaboración del plan se desarrollan a continuación:

*Elaboración, ejecución y mantenimiento de un plan de modernización****.***

Se realizará el plan de mejora o modernización donde se incluirán las medidas de atenuación a corto, medio o largo plazo para cada riesgo significativo y también otros riesgos menos importantes. Aquí se actualizará el PSA obtenido en la fase I y se calcularán de nuevo los riesgos teniendo en cuenta las medidas de control nuevas.

*Definición del monitoreo de las medidas de control*

Se seleccionará el número y tipo de medidas de control para cada componente del sistema de acueducto a partir del tipo y frecuencia de los peligros y eventos peligrosos identificados en la fase I. Se realizará el correspondiente monitoreo de los puntos de control como herramienta de gestión de los riesgos evaluando que la medida de control sea eficaz y que, si se detecta una desviación, pueden adoptarse medidas para evitar poner en peligro las condiciones de calidad del agua.

En esta etapa debe definirse qué, cómo y dónde se va a monitorear, el momento y la frecuencia del monitoreo, responsables del monitoreo, del análisis y la toma de decisiones.

*Verificación de la eficacia del PSA*

Se realizará la validación de la eficacia para todas las medidas de control a partir de un régimen de monitoreo definido claramente coherente con las metas previstas en la calidad del agua. En esta etapa también se diseñará un plan de aplicación de medidas correctivas a partir de la definición de las frecuencias del monitoreo de verificación.

También será considerada la realización de una auditoría como ayuda a mantener la ejecución práctica del PSA, garantizando que se controla la calidad del agua y sus riesgos. Ésta auditoría comprenderá un examen interno con el objetivo de evaluar el cumplimiento del plan.

*Elaboración de procedimientos de gestión*

El objetivo principal de los procedimientos de gestión es documentar todos los aspectos del PSA. Los procedimientos de gestión consolidan todas las medidas que deben tomarse durante condiciones de funcionamiento normales, y explican detalladamente las etapas que deben seguirse en caso de producirse “incidentes” que puedan generar variaciones en las medidas de control del sistema por fuera de los límites críticos establecidos. Estos procedimientos permiten ayudar a las personas a tomar decisiones correctas ante situaciones no normales.

*Elaboración de programas complementarios*

En esta etapa se determinan qué programas complementarios se necesitan para aplicar la metodología de PSA, se examinan y modifican los programas complementarios existentes y se elaboran otros programas complementarios para asegurar la ejecución del PSA

*Planificación y realización de exámenes del PSA*

La última etapa del PSA garantiza que se evaluarán y controlarán periódicamente riesgos nuevos que ponen en riesgo la producción y distribución de agua. Esta etapa se realizará a partir de la identificación de cambios en la cuenca de captación, el tratamiento y la distribución, cambios en los procedimientos, renovación de personal, entre otros.

**Resultados esperados:**

Este proyecto pretende continuar con la participación del semillero de investigación “Recurso Hídrico y Territorio” en la ejecución del proyecto en su segunda fase, que le permita vincularse en un contexto comunitario para proyectar su labor social; es así como las actividades desarrolladas por los estudiantes participantes con la orientación de los docentes coordinadores están encaminadas a mejorar las condiciones de habitabilidad de la comunidad rural en el municipio de San Antonio del Tequendama, a la vez que investigan e innovan en la creación de nuevos sistemas para darle solución al problema de abastecimiento de agua apta para consumo humano. Dentro de los resultados del proyecto se considerarán los siguientes aspectos, acordes con los productos de un PSA:

* Desarrollo de un plan de mejora o modernización para cada uno de los riesgos significativos no controlados, clasificados en función de su prioridad
* Ejecución del plan de mejora según el programa previsto de actividades a corto, medio o largo plazo
* Plan de monitoreo para la ejecución del plan de mejora o modernización y evaluación de la eficacia de las medidas de control con la frecuencia pertinente
* Procedimientos de gestión para condiciones normales y de incidentes o emergencias que incluyen medidas de respuesta, monitoreo operativo, responsabilidades, protocolos y plan de comunicación.
* Formulación de programas y actividades que garantizan la integración de la metodología de PSA en las operaciones del servicio de abastecimiento de agua.
* Un PSA actualizado y adecuado a las necesidades del servicio de abastecimiento de agua.

**Productos esperados: s**egún tipología COLCIENCIAS

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **TIPO DE PRODUCTO (COLCIENCIAS)** | **PRODUCTO ESPERADO** | **PLAN DE GENERACIÓN** |
| 1. Productos resultado de Actividades de Generación de nuevo Conocimiento | Un (1) artículo de investigación publicado en revista indexada | Posibles revistas:  Ingeniería e Investigación (A1)  Journal of Water and Health (Q3-Q2)  Water and Environment Journal (Q3)  Water Science and Technology (Q2)  Water Science and Technology: Water Supply (Q2)  International Journal of Environmental Health Research (Q3) |
| 2. Productos resultado de actividades de desarrollo tecnológico e innovación | Consultorías e Informes técnicos finales | Se le entregará al Acueducto Rural AguaSanta E.S.P un informe técnico del Plan de Seguridad del Agua |
| 3. Productos resultado de Actividades de Apropiación social del conocimiento | Dos (2) actividades de circulación de conocimiento especializado (asistencia y participación en eventos científicos) | Posibles eventos Internacionales:  Mathematical Modelling in Engineering & Human Behaviour (Valencia-España) <http://www.imm.upv.es/conferences.html>  (**Evento con publicación en revista Indexada**)  Water and Development Congress (IWA) (675 USD)  Water Research Conference (IWA – Canadá) (795 USD)  ESTECH: Annual Technical Meeting of the Institute of Environmental Sciencies and Technology (USA) |
| Fortalecimiento de estrategias pedagógicas para el fomento de la CTEL | Se trabajará con estudiantes como auxiliares de investigación quienes hacen parte del semillero de investigación Recurso Hídrico y Territorio (coordinado por los docentes investigadores del proyecto). |
| Participación ciudadana en CTel y creación | Participación activa en el desarrollo del proyecto por parte de los habitantes de las veredas que reciben el servicio del acueducto rural AguaSanta E.S.P y de su junta de acción comunal |
| 4. Productos de Actividades relacionadas con la formación de recurso humano para la CTEL | Un (1) Trabajo de grado de Maestría  Un (1) Trabajo de grado de Pregrado | Este estudio busca generar un insumo para el trabajo de grado de maestría del asistente de investigación |

**Contribución del proyecto al cumplimiento de la misión institucional:**

1. Con qué líneas del PIM se vincula el proyecto:

* Proyección social e investigación pertinentes: se focaliza y articula la investigación y la proyección social con visibilidad e impacto.
* Personas que transforman sociedad: se dirigen los esfuerzos al logro de una formación  humana integral, con pertinencia social, que proporcione los medios para que el estudiante y el egresado generen el impacto necesario para la transformación de la sociedad.

1. Con qué acciones del Plan General de Desarrollo Bogotá, se articula el proyecto:

* Consolidar el desarrollo de los procesos de investigación en posgrado, fomentando los procesos de investigación en pregrado.
* Desarrollar estrategias que permitan verificar la articulación de las funciones de docencia y proyección social en la producción investigativa en la USTA.
* Establecer convenios que faciliten la cooperación académica para el desarrollo de las funciones sustantivas.
* Implementar estrategias que potencien el desempeño y el impacto de los egresados en la transformación social y los sectores público y privado

**Presupuesto**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Recurso solicitado** | | | | |
| **Concepto** | **Descripción** | **FODEIN** | **Programa** | **Total** |
| Personal científico | Investigador principal  Andrés Felipe Martínez | - | (10 h/sem  $24913/h)  $9’965.200 | $9’965.200 |
| Coinvestigador  Angela María Jaramillo | - | 4 h/sem  $34818/h  $5’570.880 | $5’570.880 |
| Auxilio a investigadores | Reconocimiento económico a estudiantes de pregrado | $1’000.000 | - | $1’000.000 |
| Asistentes de investigación | Reconocimiento económico a un (1) estudiante de posgrado | $2’000.000 | - | $2’000.000 |
| Equipos | Equipos de medición Checker Hanna para análisis de agua | $2’000.000 | - | $2’000.000 |
| Salidas de campo | Salidas a la zona de estudio en San Antonio del Tequendama | $600.000 | - | - |
| Movilidad académica | Participación en evento para socialización de avances y resultados | $5’000.000 | - | $5’000.000 |
|  | Total | $10’600.000 | $15’536.080 | $26’136.080 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Contrapartida externa** | | |
| **Institución** | **Descripción** | **Monto** |
| Acueducto Rural AguaSanta E.S.P | Viáticos | $600.000 |
| Análisis de laboratorio | $4’000.000 |
|  | **Total** | $4’600.000 |

**Cronograma**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ACTIVIDAD / MES** | **Feb** | **Mar** | **Abr** | **May** | **Jun** | **Jul** | **Ago** | **Sep** | **Oct** | **Nov** |
| Elaboración, ejecución y mantenimiento de un plan de modernización |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Definición del monitoreo de las medidas de control |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Verificación de la eficacia del PSA |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Elaboración de procedimientos de gestión |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Elaboración de programas complementarios |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Planificación y realización de exámenes del PSA |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Bibliografía**

[1] DNP. *Politica para el suministro de agua potable y saneamiento básico en la zona rural (CONPES 3810).* Bogotá: Departamento Nacional de Planeación, 2014.

[2] OMS. *Guías para la calidad del agua potable [recurso electrónico].* Ginebra: OMS, 2004.

[3] Bartram, J, et al. *Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua: metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo.* Ginebra: Organización Mundial de la Salud, 2009.

**Posibles evaluadores**

Andrés Felipe Molano Guarín. Magíster en Gestión Ambiental. molano.andres@ecci.edu.co

Pedro Mauricio Acosta Castellanos. Magíster en Ingeniería Civil con énfasis en Hidroambiental. [pedro.acosta@usantoto.edu.co](mailto:pedro.acosta@usantoto.edu.co).