



INSTITUTO COSTARRICENSE DE
ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

Informe de acciones para mejorar la calidad del agua del Sistema de abastecimiento de La Guaria, Valle de la Estrella.

REGIÓN HUETAR CARIBE
SUBGERENCIA GESTIÓN SISTEMAS PERIFÉRICOS

Noviembre 2019



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Centro de Documentación e Información
UEN Investigación y Desarrollo



**AUTORIZACIÓN INSTITUCIONAL PARA PUBLICAR TESIS, ESTUDIOS,
ARTÍCULOS Y/O INFORMES PROPIEDAD INTELECTUAL DE AyA EN EL
REPOSITORIO DIGITAL DEL CEDI**

Yo, **Eric Alonso Bogantes Cabezas**

N° Cédula: 5-251-0327

Dependencia: **Gerencia General**

Autorizo como Gerente General y representante legal del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) cédula jurídica 4-000-042138 al Centro de Documentación e Información (CEDI) de la UEN Investigación y Desarrollo la inclusión, publicación y difusión en su Repositorio Digital y Catálogo en línea (OPAC).


Se trata de estudios y documentos cuyos derechos intelectuales y de uso son exclusivos de nuestra institución.

E-mail: gerenciageneral@aya.go.cr N° Teléfono: 2242-5090




Firma: _____

Firmado digitalmente
por ERIC ALONSO
BOGANTES CABEZAS
(FIRMA)
Fecha: 2021.06.16
17:21:24 -06'00'

	Subgerencia de Gestión de Sistemas Periféricos	Versión 1.0
	Acciones Realizadas en el sistema de abastecimiento de La Guaria	Página 2 de 18

Contenido

1. Introducción	4
2. Antecedentes	4
3. Objetivo	5
4. Desarrollo del tema	5
4.1. Sobre el sistema de abastecimiento La Guaria.....	5
4.2. Sobre el informe de gira técnica a La Guaria	7
4.3. Sobre el informe de Alternativas de Limpieza de Redes	7
4.4. Sobre el informe de la UEN ID, Criterios para el Diseño	9
4.5. Sobre las acciones de la Región Huetar Caribe.....	15
5. Resumen de las Acciones	15
6. Resultados de las medidas ejecutadas por la Región Huetar Caribe	16
7. Conclusiones	17
8. Recomendaciones	18
9. Bibliografía	18

	Subgerencia de Gestión de Sistemas Periféricos	Versión 1.0
	Acciones Realizadas en el sistema de abastecimiento de La Guaria	Página 3 de 18

Siglas y Abreviaturas

AyA: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

SGSP: Subgerencia Sistemas Periféricos

RHC: Región Huetar Caribe

UEN: Unidad Estratégica de Negocios


PyC: Programación y Control

ID: Investigación y Desarrollo

PPAP: Planta de Potabilización de Agua

ARESEP: Autoridad Reguladora de Servicios Públicos

LNA: Laboratorio Nacional de Aguas

	Subgerencia de Gestión de Sistemas Periféricos	Versión 1.0
	Acciones Realizadas en el sistema de abastecimiento de La Guaria	Página 4 de 18

1. Introducción

En este informe se presentan las acciones emergentes y algunas proyectadas que la institución ha realizado con el fin de cumplir con lo indicado en la Sala Constitucional de la Corte Suprema de Justicia en la sentencia No. 2018012135, para el mejoramiento del proceso de potabilización del sistema de La Guaria, además del seguimiento realizado por ARESEP y otros interesados para la solución del problema de calidad por la concentración de hierro y manganeso que se venía presentando, que incumplía con los determinado en el Reglamento de Calidad del Agua.

2. Antecedentes


Según el informe del 20 de diciembre de 2018, realizado por la UEN de PyC, se realiza una gira técnica con personal, tanto de la UEN de Programación y Control (UEN PyC), como de la UEN de Investigación y Desarrollo (UEN ID), en el cual se describe el estado actual de la planta de tratamiento, proceso de potabilización y la evaluación de las condiciones de operación para determinar las recomendaciones y alternativas de solución.

La dirección de Investigación Aplicada de la UEN ID y el Laboratorio Nacional de Aguas realizaron una *“Propuesta Metodológica para Limpieza Interna de Tuberías en el Acueducto de la Guaria”*, en febrero del 2019, de la cual se desprenden las acciones para mejorar el procedimiento de limpieza de las redes.

En el memorando No. UEN-ID-2019-00423 del 20 de junio de 2019, se adjunta el informe elaborado por la UEN de Investigación y Desarrollo llamado *“Consideraciones sanitarias para el diseño de las mejoras al proceso de potabilización del sistema de abastecimiento de agua de La Guaria”*.

Este informe permite determinar los riesgos y grado de vulnerabilidad de las instalaciones y las acciones para la optimización del proceso de potabilización del agua, como también acciones complementarias para mejorar la calidad del agua del sistema.

Según se describe en el informe de los funcionarios de la ARESEP, Carlos Garita Campos y Pamela Castro Leitón, hace referencia a la información presentada en el oficio GG-2018-01979, emitido el 06 de setiembre del 2018, dentro del cual se solicita al AyA como garante de proveer un servicio y un producto de calidad a sus abonados, brindar la información detallada de las acciones y medidas correctivas realizadas en el sistema de potabilización.

	Subgerencia de Gestión de Sistemas Periféricos	Versión 1.0
	Acciones Realizadas en el sistema de abastecimiento de La Guaria	Página 5 de 18

3. Objetivo

Verificar la calidad de agua del sistema La Guaria del Valle de la Estrella, y conocer detalladamente los lineamientos y acciones realizadas por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) para el mejoramiento de la calidad del agua que utiliza el sistema para abastecer a los usuarios.

4. Desarrollo del tema

4.1. Sobre el sistema de abastecimiento La Guaria.

El sistema La Guaria se ubica en el Distrito 02 Valle La Estrella, Cantón 01 Limón y Provincia 7 Limón, el cual se abastece de una Planta de Potabilizadora (PPAP), con una capacidad de producción de 10 l/s, el cual atiende aproximadamente 2000 personas.

El proceso de potabilización de La Guaria está compuesto por los procesos y operaciones unitarias de oxidación, filtración y desinfección, los cuales se ubican dentro de una caseta operativa. La oxidación y desinfección se realizan mediante la inyección de gas cloro.

En la figura 1 se muestra la distribución de la infraestructura con la que cuenta actualmente la planta potabilizadora.

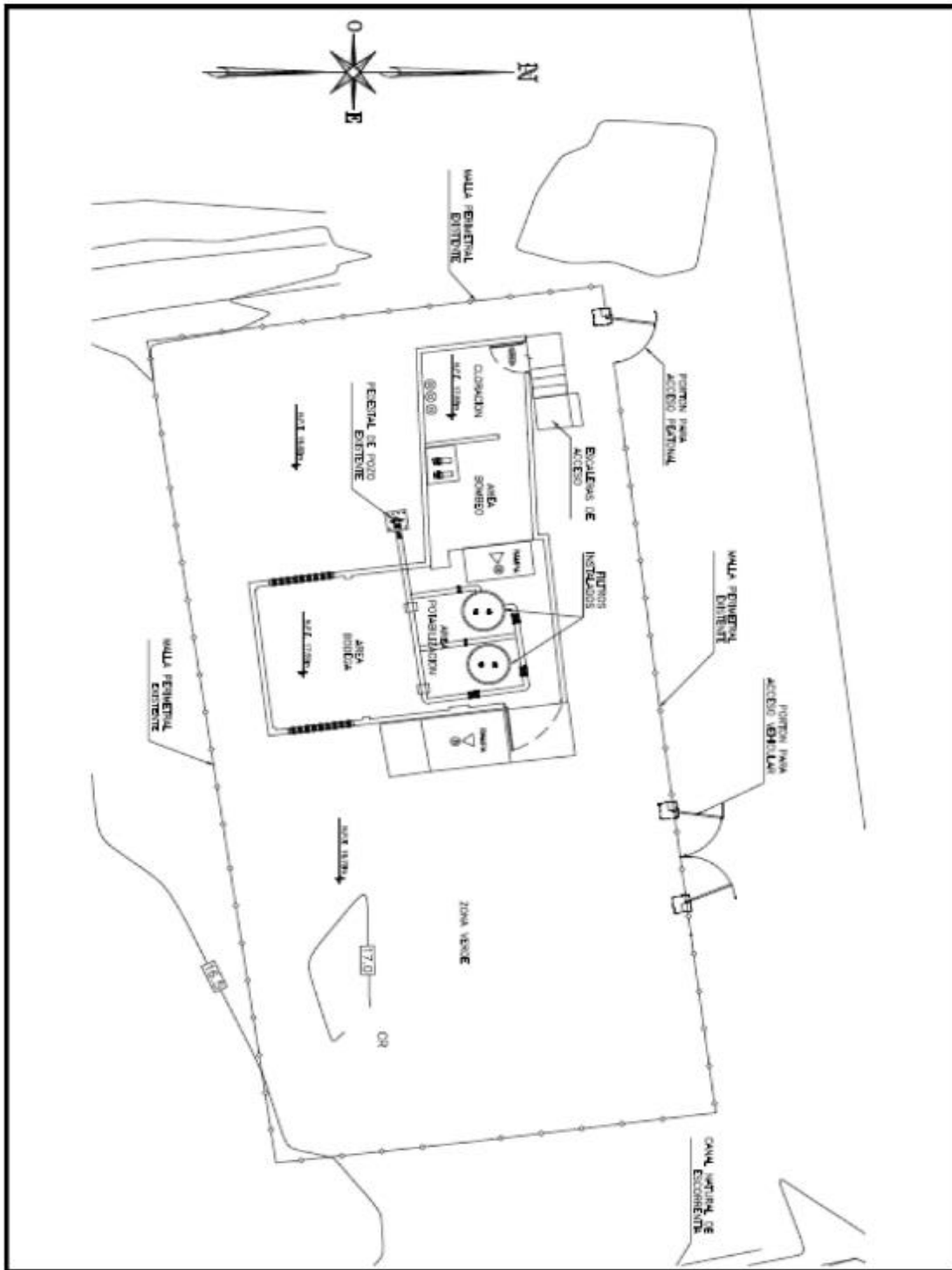



FIGURA 1 Distribución Infraestructura Actual PTAP La Guaria.

Fuente: UEN PyC, 2018

	Subgerencia de Gestión de Sistemas Periféricos	Versión 1.0
	Acciones Realizadas en el sistema de abastecimiento de La Guaria	Página 7 de 18

Como se mencionó en los antecedentes, la Institución ha realizado acciones para el mejoramiento de la calidad del agua que llega a los usuarios de la comunidad de La Guaria en Valle La Estrella. Estas acciones se describen en forma más detallada a continuación:

4.2. Sobre el informe de gira técnica a La Guaria

En la gira realizada por la UEN PyC, además de realizar una descripción de las edificaciones e infraestructura actuales de la planta, se realizó una evaluación de las condiciones actuales de la PTAP y del pozo. El informe completo se adjunta en el Anexo No. 1.


Dentro de las observaciones se destacan la vulnerabilidad del terreno donde se ubica la planta ante inundaciones y que la infraestructura y espacio existente son limitados en el terreno para una ampliación.

En este mismo informe se indican algunas alternativas a considerar para buscar de forma integral una solución para la comunidad de La Guaria, a continuación, se resumen estas alternativas:

- Retomar y utilizar como referencia, la propuesta realizada por la UEN de Investigación y Desarrollo que propone mejoras en los procesos de remoción para hierro y manganeso en las redes y la gestión de los residuos generados en el proceso de limpieza de los filtros.
- Contemplar la ampliación del sistema de potabilización, para aprovechar el caudal máximo de explotación del pozo N°1 correspondiente a 17.8 l/s y el caudal de un segundo pozo que eventualmente podría perforarse.
- Evaluar la posible reubicación de la planta potabilizadora a un sitio que no presente una mayor vulnerabilidad y tanto riesgo de inundación como sucede en el sitio actual.
- Como parte de la solución de parte del personal de la región se deberán establecer procedimientos para la limpieza periódica de las redes de conducción, sistemas de almacenamiento y redes de distribución con el fin de disminuir la afectación a la calidad del agua que reciben los usuarios, producto del arrastre de sólidos que pueden presentar.

4.3. Sobre el informe de Alternativas de Limpieza de Redes

El objeto principal de este informe que se adjunta en el Anexo No. 2, realizado por la Dirección de Investigación Aplicada de la UEN ID, es proponer una alternativa que permita


	Subgerencia de Gestión de Sistemas Periféricos	Versión 1.0
	Acciones Realizadas en el sistema de abastecimiento de La Guaria	Página 8 de 18

minimizar la presencia de iones metálicos como el hierro y el manganeso en la calidad final del agua que se distribuye en el acueducto La Guaria, mediante el lavado periódico de las redes.

Según una investigación de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos existen al menos 7 alternativas para la limpieza interna de las tuberías, como Evaluación Convencional, Evaluación Unidireccional, Limpieza con Aire, Sistema “PIG”, Chorro de Agua, Limpieza Química y Limpieza y rehabilitación por recubrimiento interno.

Después del análisis de cada alternativa, se da un primer planteo a implementar por la Región Huetar Caribe, el cual se describe en las conclusiones incluidas en el informe:

- Se recomienda la ejecución de una limpieza en modalidad piloto, en un tramo de tubería sin conexiones de clientes, con el fin de aplicar la alternativa de evacuación unidireccional, asistida por aire y limpieza química.
- Se recomienda usar una dosis de limpieza de la tubería de 6 g/L (factor de seguridad de 3 respecto a la dosis óptima obtenida). Esto considerando que en la tubería haya más óxidos que en las muestras recolectadas.
- Se recomienda un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos para favorecer el contacto entre el ácido y los óxidos presentes (factor de seguridad de 3).
- Debido a que la muestra se aclaró completamente luego de un tiempo de contacto con los diferentes ácidos, se puede deducir que el color se debe a la presencia de óxidos metálicos.
- El color de la muestra es típico de la presencia de hierro y manganeso, concordando con los resultados que dispone el LNA para ese acueducto.
- El uso de ácidos como el clorhídrico o el nítrico se descarta por la complicación que implica el hecho de que estos generan vapores tóxicos.
- Para la preparación y aplicación de la disolución de limpieza se recomienda el uso de equipo de seguridad básico (gabacha, guantes de látex o nitrilo, lentes de seguridad).
- Se podría considerar la instalación de un filtro pequeño (de prueba) de tipo bolsa o anillos al ingreso del tanque de almacenamiento, para ver si una segunda etapa de filtración permite mejorar la calidad del agua que se envía a distribución.

	Subgerencia de Gestión de Sistemas Periféricos	Versión 1.0
	Acciones Realizadas en el sistema de abastecimiento de La Guaria	Página 9 de 18

- Se podría considerar realizar retro lavados en la planta potabilizadora con una frecuencia mayor, pues según lo determinado en el sistema de Hone Creek, eso tiene una influencia directa en la calidad de agua que se produce.

Es importante mencionar que el personal operativo de la región ha venido realizando las labores de limpieza interna de las tuberías de forma periódica, minimizando así el contenido de hierro y manganeso que se encuentran en las redes de distribución, lo cual se demuestra en los análisis de laboratorio.


4.4. Sobre el informe de la UEN ID, Criterios para el Diseño

Este documento (Anexo No. 3) aporta las recomendaciones básicas para el diseño de las mejoras al proceso de potabilización del sistema de La Guaria tomando en consideración únicamente el proceso de tratamiento de agua potable.

En este procedimiento de mejora se debe considerar que las mejoras al proceso de la PTAP, es uno de los componentes para mejorar la calidad del agua en el sistema, pues es importante tomar en cuenta otras labores complementarias como:

- Limpieza periódica de líneas de impulsión, redes de conducción y distribución de agua.
- Limpieza periódica de tanques de almacenamiento y distribución de agua.
- Capacitación de personal para la operación y mantenimiento del sistema de potabilización y de limpieza de redes.
- Control operativo y documentación del sistema de potabilización y de las actividades de limpieza de redes implementadas.
- Control por parte del Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) de la calidad del agua entrega a los consumidores y del funcionamiento del sistema de potabilización.

Específicamente para aumentar los niveles de eficiencia en la remoción de hierro y manganeso, la UEN ID, ha identificado algunas mejoras que se pueden realizar al sistema de potabilización. En la figura 2, se muestra un esquema de la base de funcionamiento actual, en la figura 3, se presenta el esquema básico de funcionamiento que incluye las mejoras propuestas.

	Subgerencia de Gestión de Sistemas Periféricos	Versión 1.0
	Acciones Realizadas en el sistema de abastecimiento de La Guaria	Página 10 de 18

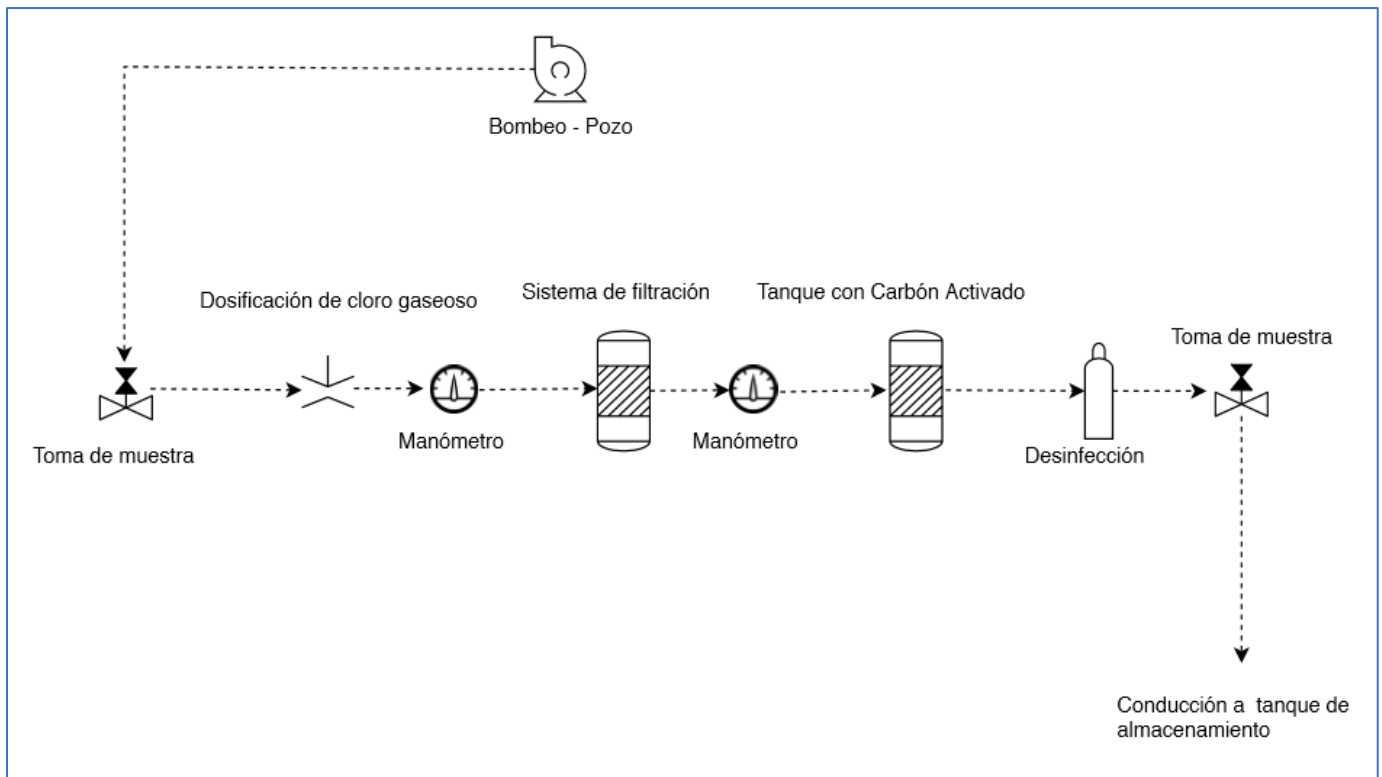



FIGURA 2 Esquema de Funcionamiento Actual de la PTAP La Guaria

Fuente: UEN ID

El sistema mostrado en la figura anterior consta de los siguientes procesos u operaciones:

- Bombeo del agua de pozo al sistema de potabilización.
- Dosificación de cloro gaseoso como agente oxidante.
- Proceso de adsorción/filtración para remoción de hierro y manganeso, el cual se realiza en un material que está contenido en un tanque presurizado de acero. El material mencionado es una arena silícica recubierta con dióxido de manganeso.
- Proceso de adsorción, se realiza también en un tanque presurizado que contiene carbón activado granular.
- Medición de caudal.
- Dosificación de cloro gaseoso como desinfectante y para contar con cloro residual.
- Conducción de agua tratada al tanque de almacenamiento.

	Subgerencia de Gestión de Sistemas Periféricos	Versión 1.0
	Acciones Realizadas en el sistema de abastecimiento de La Guaria	Página 11 de 18

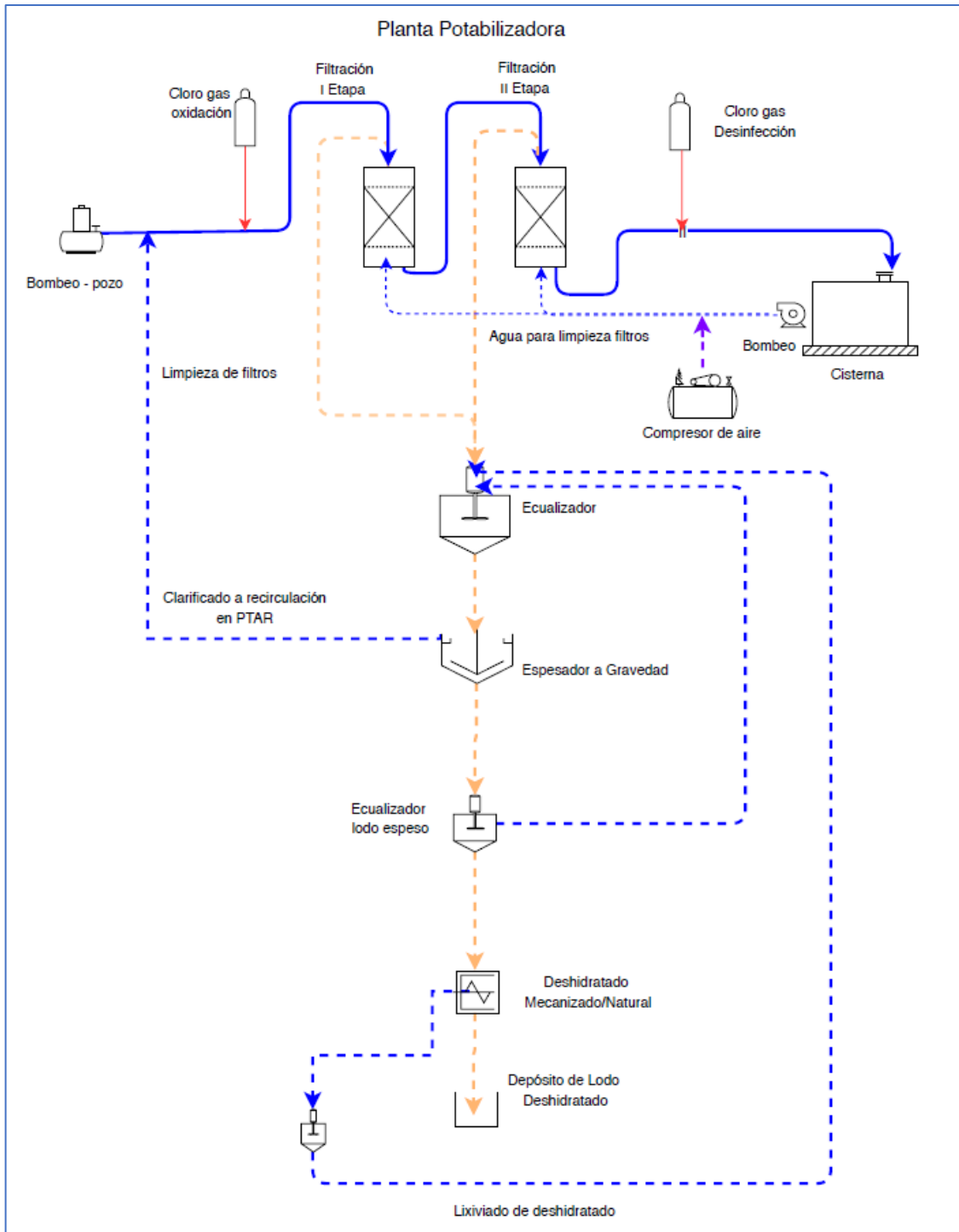



FIGURA 3 Esquema básico de funcionamiento propuesto. PTAP La Guaria
Fuente: UEN ID

	Subgerencia de Gestión de Sistemas Periféricos	Versión 1.0
	Acciones Realizadas en el sistema de abastecimiento de La Guaria	Página 12 de 18

El proceso sanitario optimizado (propuesto) se puede dividir en una línea de agua para consumo y otra línea para la gestión de las aguas de limpieza de los filtros

4.4.1. Línea para consumo humano.

Esta línea debe incluir al menos con lo siguiente:


- Sistema de bombeo del agua de pozo.
- Dosificación de cloro gaseoso como oxidante.
- Sistema de filtración en serie.
- Dosificación de cloro gaseoso como desinfectante.
- Cisterna de agua tratada.
- Sistema de bombeo de agua tratada de la cisterna al tanque de almacenamiento para distribución.

4.4.2. Línea para gestión de aguas para limpieza.

La limpieza de los materiales adsorbentes/filtrantes se realiza con el fin de eliminar los sólidos suspendidos y óxidos metálicos de hierro y manganeso que han sido removidos del agua. el medio filtrante debe someterse a un proceso de limpieza utilizando aire y agua tratada, en dos operaciones conocidas como retro lavado y enjuague.

Para esta línea debe considerarse la inclusión de al menos los siguientes componentes:

- Sistema de bombeo de agua tratada para limpieza de los materiales adsorbentes/filtrantes.
- Sistema de dosificación de aire para realizar la limpieza del medio utilizado. Puede utilizarse un compresor de aire.
- Tanques presurizados con la posibilidad de drenar el agua y permitir cambiar la dirección del flujo de agua a través de los medios filtrantes.
- Tanque de ecualización. Tiene como objetivo almacenar temporalmente las aguas residuales producidas de la limpieza de los materiales.
- Espesador a gravedad. Tiene como objetivo separar los sólidos suspendidos presentes en el agua y obtener un lodo espeso y agua clarificada.

	Subgerencia de Gestión de Sistemas Periféricos	Versión 1.0
	Acciones Realizadas en el sistema de abastecimiento de La Guaria	Página 13 de 18

- Ecuadorador lodo espeso. Tiene como objetivo almacenar temporalmente el lodo espeso que se purga del espesador a gravedad, con el fin de amortiguar los flujos de este hacia los siguientes procesos
- Deshidratado. Este proceso puede ser realizado en lechos de secado (deshidratado natural) o mediante el uso de equipos de deshidratado mecanizado, como lo es el filtro prensa.
- Del proceso de deshidratado, se obtiene un lixiviado que debe ser recirculado al ecuadorador de las aguas de limpieza de los filtros.
- Depósito de lodo deshidratado. Se refiere a un depósito temporal de lodo deshidratado, el cual debe tener la capacidad de almacenar lodo seco sin que se humedezca.

4.4.3. Ejemplo de Proceso de Potabilización Optimizado

En figura 4 se presenta un ejemplo de distribución de equipos y obras para optimizar el proceso de potabilización del agua y la gestión de aguas residuales provenientes del proceso, es importante considerar que la figura ejemplifica el procedimiento.

Sin embargo, deben valorarse otros aspectos que puedan interferir en la realización de estas mejoras como, por ejemplo, las tuberías existentes, topografía, retiros, accesos a los equipos y su reemplazo, proporcionar un área de monitoreo y control y cualquier otro que se requiera para su funcionamiento.

Además, es importante brindar los equipos y reactivos mínimos necesarios para control y monitoreo de la operación de la planta, como, por ejemplo, equipo portátil multiparámetros, reactivos para hierro y manganeso, equipo portátil de medición de pH, otro para medición de cloro residual libre y total. La capacitación al personal operativo de la planta en el uso de los equipos y reactivos.

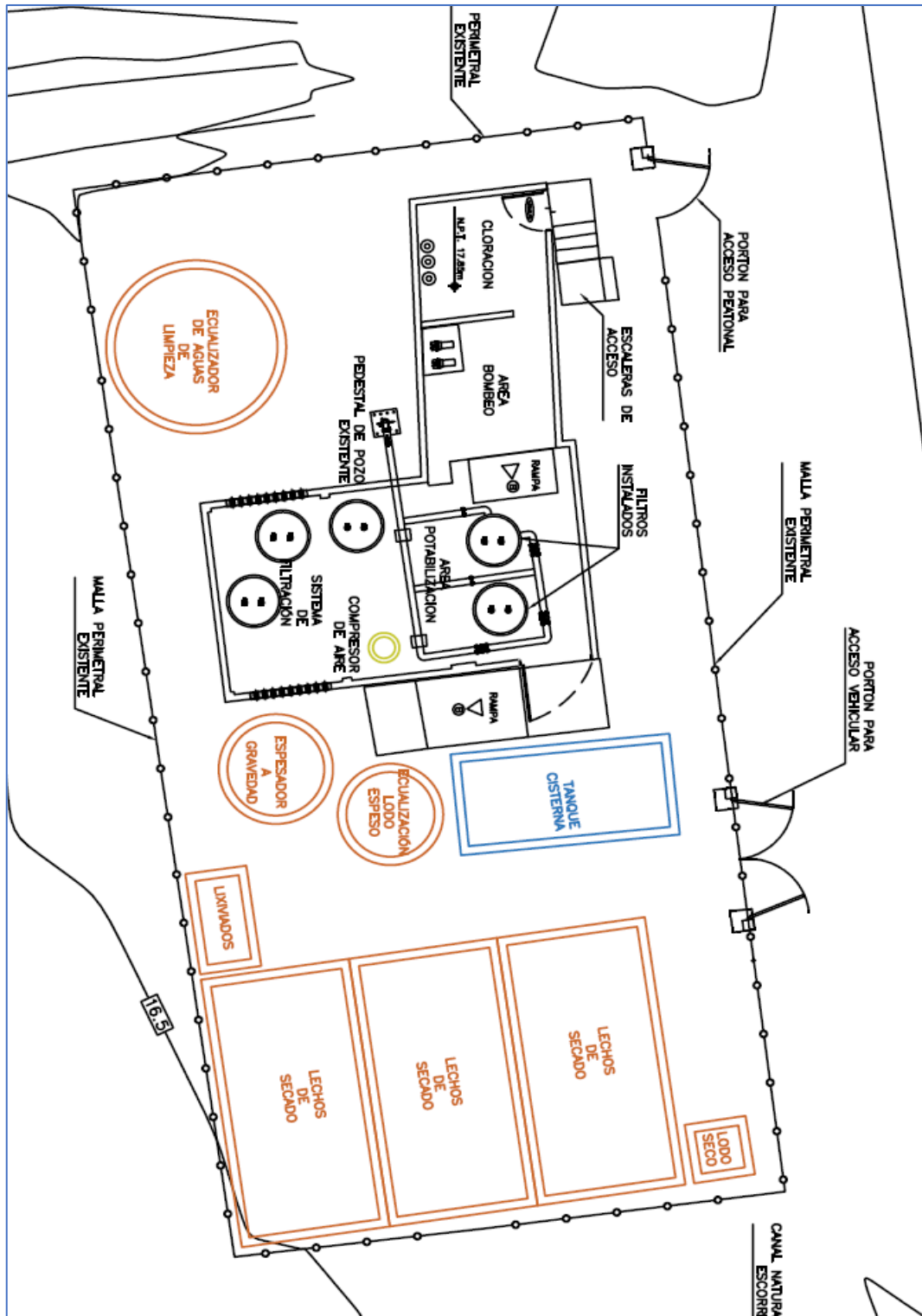


FIGURA 4 Ejemplo de planta de sitio con las operaciones y procesos descritos.
Fuente: UEN ID



4.5. Sobre las acciones de la Región Huetar Caribe.

La RHC ha proyectado implementar mejoras a corto plazo para optimizar los procesos de la Planta Potabilizadora. Las mejoras incluyen:

- instalación de nuevos equipos,
- reacomodo de los equipos existentes,
- puesta en marcha y operación de del sistema de potabilización optimizado.

Además, se documentará seguimiento y mejora al proceso por medio de una bitácora disponible en el sitio.

Documentación permanente en bitácora del proceso de limpieza de redes cada vez que se realice y determinar la frecuencia óptima para efectuarlo, como se observa en los resultados de laboratorio, las medidas han sido efectivas para lograr la potabilidad del agua.

5. Resumen de las Acciones

La institución ha realizado esfuerzos centralizados en la mejora del sistema de La Guaria, que comprende levantamientos de infraestructura, diagnósticos, propuestas de solución a corto y largo plazo, tal y como se indica en este informe, se presenta un cuadro-resumen de las acciones que ha venido realizado la institución.

Cuadro N°1, Planificación de las acciones en la Planta Potabilizadora La Guaria. Fuente SGSP, 2019

Fecha	Acción	Ejecutor Responsable
Diciembre 2018	Visita Técnica a la PTAP La Guaria	UEN Programación y Control/ UEN Investigación y Desarrollo / Región Huetar Caribe / SGSP
Febrero 2019	Propuesta Metodológica para Limpieza Interna de Tuberías en el Acueducto de la Guaria	UEN Investigación y Desarrollo
I semestre 2019	Limpieza de Tuberías	Región Huetar Caribe
Mayo 2019	Iniciar la implementación mejoras a corto plazo para optimizar los procesos de la Planta Potabilizadora Solicitar monitoreo permanente de la calidad del agua cruda y tratada al LNA	Región Huetar Caribe
Junio 2019	Informe consideraciones sanitarias para el diseño de las mejoras al proceso de potabilización del sistema de abastecimiento de agua de La Guaria	UEN Investigación y Desarrollo



Fecha	Acción	Ejecutor Responsable
Junio 2019	Adquisición de material filtrante y evaluación de las tasas de filtración en cada etapa a implementar en el proceso	Región Huetar Caribe
II semestre 2019	Limpieza de Tuberías	Región Huetar Caribe
2020/2021	Pre-Inversión -Perfil Diseño Final Financiamiento Licitación/Adjudicación Ejecución	UEN Programación y Control/ UEN Investigación y Desarrollo / Región Huetar Caribe

6. Resultados de las medidas ejecutadas por la Región Huetar Caribe

En el cuadro N°2, se muestran los resultados de análisis de calidad de agua para hierro y manganeso, para el sistema de La Guaria, en el anexo N°4, se adjuntan los análisis correspondientes.

Como se puede observar en el cuadro a partir del mes de setiembre, no se detecta concentración de hierro y manganeso posterior a la sistema de potabilización, lo que muestra que las acciones operativas realizadas por la Región Huetar Caribe han sido efectivas y se cumple con las condiciones del Reglamento de Calidad del Agua en su totalidad. Es importante continuar con el proceso de seguimiento para mantener la calidad del agua suministrada

Cuadro N°2, Calidad de agua sistema La Guaria. Fuente: LNA, 2019

FECHA DE MUESTREO	ID LAB	PUNTO DE MUESTREO	PARAMETRO	RESULTADO	Unidad
28-mar.-19	AYA-ID-02541-2019	PLANTA TRATAMIENTO CRUDA CON CLORO	Hierro 2019ICP	636,7	µg/L
28-mar.-19	AYA-ID-02541-2019	PLANTA TRATAMIENTO CRUDA CON CLORO	Manganeso 2019ICP	275,8	µg/L
28-mar.-19	AYA-ID-02542-2019	AGUA TRATADA	Hierro 2019ICP	82,0	µg/L
28-mar.-19	AYA-ID-02542-2019	AGUA TRATADA	Manganeso 2019ICP	181,7	µg/L
28-mar.-19	AYA-ID-02543-2019	RED 4	Hierro 2019ICP	220,5	µg/L
28-mar.-19	AYA-ID-02543-2019	RED 4	Manganeso 2019ICP	117,6	µg/L
05-jun.-19	AYA-ID-04653-2019	PLANTA TRATAMIENTO CRUDA CON CLORO	Hierro 2019ICP	622,4	µg/L
05-jun.-19	AYA-ID-04653-2019	PLANTA TRATAMIENTO CRUDA CON CLORO	Manganeso 2019ICP	256,4	µg/L
05-jun.-19	AYA-ID-04654-2019	AGUA TRATADA	Hierro 2019ICP	60,1	µg/L
05-jun.-19	AYA-ID-04654-2019	AGUA TRATADA	Manganeso 2019ICP	159,2	µg/L
05-jun.-19	AYA-ID-04656-2019	RED 3	Hierro 2019ICP	2017,0	µg/L



FECHA DE MUESTREO	ID LAB	PUNTO DE MUESTREO	PARAMETRO	RESULTADO	Unidad
05-jun.-19	AYA-ID-04656-2019	RED 3	Manganeso 2019ICP	459,3	µg/L
25-set-19	AYA-ID-08229-2019	PLANTA TRATAMIENTO CRUDA CON CLORO	Hierro 2019ICP	332,6	µg/L
25-set-19	AYA-ID-08229-2019	PLANTA TRATAMIENTO CRUDA CON CLORO	Manganeso 2019ICP	226,3	µg/L
25-set-19	AYA-ID-08229-2019	AGUA TRATADA	Hierro 2019ICP	No detectable	µg/L
25-set-19	AYA-ID-08229-2019	AGUA TRATADA	Manganeso 2019ICP	No detectable	µg/L
25-set-19	AYA-ID-08229-2019	RED 2	Hierro 2019ICP	No detectable	µg/L
25-set-19	AYA-ID-08229-2019	RED 2	Manganeso 2019ICP	No detectable	µg/L
25-set-19	AYA-ID-08229-2019	RED 4	Hierro 2019ICP	No detectable	µg/L
25-set-19	AYA-ID-08229-2019	RED 4	Manganeso 2019ICP	No detectable	µg/L

7. Conclusiones

- Se presentan los estudios e investigaciones efectuadas por las diferentes dependencias de la Institución, con el fin de establecer las líneas de acción para la mejora de la calidad del agua en el sistema de La Guaria del Valle La Estrella en Limón.
- Las acciones están dirigidas a realizar una mejora integral del sistema, desde la optimización del proceso de potabilización, hasta la limpieza periódica de las tuberías tanto de conducción como de distribución, minimizando la presencia de hierro y manganeso.
- A la fecha del presente informe los esfuerzos de la Subgerencia de Gestión de Sistemas Periféricos y la Dirección Regional Huetar Caribe se han focalizado en la limpieza de las tuberías como medida de corto plazo en la atención a la problemática que existe, mostrando ser efectivas según lo reflejado por los análisis de calidad del agua.
- Se ha articulado con otras dependencias de la institución, como la UEN de Programación y Control, quienes han realizado un diagnóstico del estado físico y de las vulnerabilidades que presenta el sitio donde se ubica la PTAP actualmente.
- Además de contar con el apoyo la UEN de Investigación y Desarrollo, específicamente de la Dirección de Investigación Aplicada, quienes mediante la propuesta de mejoras en el proceso de tratamiento de agua potable y la



respectiva gestión de las aguas residuales que se desprenden del procedimiento.

- Dentro de los alcances de los esfuerzos está materializar la propuesta descrita en el punto 4.4 como una solución al problema de calidad de agua en la comunidad de La Guaria.

8. Recomendaciones

- Continuar con el proceso de seguimiento a las acciones mencionadas en el presente informe, tomando en consideración todas las etapas que implica la realización de un proyecto de este tipo. Desde la realización del perfil del proyecto, financiamiento, diseños finales, hasta su ejecución mediante una contratación.
- Aplicar el Programa de Sello de Calidad Sanitaria a este sistema y los Planes de Seguridad del Agua, con lo cual se atenderán las vulnerabilidades sanitarias de forma anticipada.

9. Bibliografía

- **Gomez Arias, Paola (2018)** *Informe de Gira, Planta Potabilizadora La Guaria Limón*, UEN de Programación y Control, AyA.
- **Solís Castro, Yuliana, Cambroner Bolaños, David, Zúñiga Zuñiga, Luis y Lazo Páez, Andres. (2019)** *Propuesta Metodológica para Limpieza Interna de Tuberías en el Acueducto La Guaria*, UEN Investigación de Desarrollo, AyA
- **(2019)** *Consideraciones sanitarias para el diseño de las mejoras al proceso de potabilización del sistema de abastecimiento de agua de La Guaria*, UEN Investigación de Desarrollo, AyA.