



SERVICIUDAD ESP
Empresa Industrial y Comercial del Estado
NIT. 816.001.609-1
NUIR 1-661700002



PLAN DE CONTINGENCIA DE LOS SISTEMAS DE SUMINISTRO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E.

AÑO 2019



Contenido

INTRODUCCIÓN	6
1. OBJETIVOS.....	11
1.1. Objetivo General	11
1.2. Objetivos específicos	11
2. RIESGOS RELACIONADOS CON LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO.....	12
2.1. Amenazas sobre la calidad del agua.....	13
2.1.1. Amenazas por presencia de sustancias que alteran la calidad del agua originada en fenómenos naturales y socio naturales.....	13
2.1.2. Amenaza por presencia de sustancias que alteran la calidad del agua, originadas en la actividad humana	17
2.1.3. Calificación de las amenazas	24
Al igual que los casos anteriores, corresponde a un análisis prospectivo asociado al uso y transporte de sustancias químicas, tóxicas o peligrosas, así como el transporte de hidrocarburos en camiones cisternas o polioproductos en el territorio de la cuenca.....	30
2.2. Vulnerabilidad.....	32
2.2.1. Capacidad de identificar las sustancias que afectan la calidad del agua.	32
2.2.2. Capacidad instalada para tratar los contaminantes que transporta el agua	39

2.2.3. Capacidad financiera para tratar o remover los elementos que deterioran la calidad del agua.....	40
2.2.4. Disponibilidad de manual de procesos y procedimientos para tratar contaminantes	41
2.2.5. Capacidad humana y técnica para identificar, tratar y remover las sustancias que alteran la calidad del agua	42
2.3. Riesgo.....	43
3. REDUCCIÓN DEL RIESGO ASOCIADO A LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO.....	44
3.1. Reducción de la vulnerabilidad.....	44
3.1.1. Construcción y mejoramiento de laboratorios.....	44
3.1.2. Fortalecer el monitoreo y el seguimiento de la calidad del agua	45
3.1.3. Mejorar el tratamiento del agua	45
3.2. Reducción de la amenaza	46
3.2.1. Fortalecer la gestión interinstitucional.....	46
3.2.2. Establecimiento de monitoreo y alarmas tempranas	47
4. MANEJO DE DESASTRES ASOCIADOS A LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO.....	49
4.1. Plan de emergencias y contingencias	49
4.1.1. Activación de alarmas.....	49
4.1.2. Suspensión del servicio de acueducto.....	57

4.1.3. Tratamiento de agua para eliminar la sustancia que altera su calidad.	57
4.1.4. Establecimiento de métodos alternos para el suministro de agua para consumo humano a la población	58
4.1.5. Limpieza de la infraestructura afectada	59
4.1.6. Restablecimiento de las condiciones de normalidad	60
4.1.7. Educación y comunicación	60
5. BIBLIOGRAFÍA.....	61

Listado de tablas

Tabla 1. Información solicitada y remitida por entidades externas relacionada con la calidad de agua.	9
Tabla 2. Amenaza por presencia de sustancias que alteran la calidad del agua, originadas por fenómenos naturales y socionaturales	17
Tabla 3. Resumen de la clasificación de los tipos de contaminantes	19
Tabla 4. Vertimientos a cuerpos de agua Empresas de Servicios (Ing Herman) ..	20
Tabla 5. Descripción, ubicación e identificación de los puntos de muestreo.....	37
Tabla 6. Acciones para la Reducción del Riesgo.....	47
Tabla 7. Actuaciones ante presencia de sustancias que alteran la calidad del agua para consumo humano.....	51
Tabla 8. Responsabilidad del personal en la atención de la emergencia	55

Listado de imágenes

Imagen 1. Amenaza volcánica integrada para los focos volcánicos Ruiz, Santa Isabel, Tolima y Machín, y en relación con la cuenca hidrográfica del Río Otún....	14
Imagen 2. Ubicación de la cuenca del Río Otún en el mapa de amenaza volcánica del volcán nevado del Ruiz.....	25
Imagen 3. Ubicación Bocatoma Nuevo Libare	28
Imagen 4. Zonas de posible afectación por entrada de agua residual al sistema de acueducto.....	30
Imagen 5. Área de ensayos microbiológicos	34
Imagen 6. Área para ensayos fisicoquímicos	34
Imagen 7. Puntos de muestreo de agua	35
Imagen 8. Ubicación de los puntos de muestreo en red de distribución	35
Imagen 9. Equipos de campo en análisis fisicoquímicos en campo	39

INTRODUCCIÓN

La gestión del riesgo se constituye en una política de desarrollo indispensable para asegurar la sostenibilidad, la seguridad territorial, los derechos e intereses colectivos, mejorar la calidad de vida de las poblaciones y las comunidades en riesgo y, por lo tanto, está intrínsecamente asociada con la planificación del desarrollo seguro, con la gestión ambiental territorial sostenible, en todos los niveles de gobierno y la efectiva participación de la población.

Los ministerios de Salud y Protección social y el de Vivienda, Ciudad y Territorio han establecido la guía que incorpora los criterios y actividades mínimas de los estudios de riesgo, programas de reducción de riesgo y planes de contingencia de los sistemas de suministro de agua para consumo humano, y basado en ello SERVICIUDAD E.S.P E.I.C.E., formula la presente herramienta con la que se busca darle el debido tratamiento a la materialización de las amenazas relacionadas con la calidad del agua suministrada a la población del municipio de Dosquebradas, con el fin de planificar las actividades a desarrollar cuando se presente una emergencia asociada a la alteración de la calidad del agua.

El documento se elaboró en concordancia con lo establecido en la Ley 1523 de 2012¹ y teniendo en cuenta lo establecido en la resolución 549 de 2017², por lo

¹Por medio del cual se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre.

que éste es específico para efectuar los análisis de riesgo de desabastecimiento, asociados solo a la calidad del agua, dejando a través del plan de emergencia y contingencia la gestión para tratar el desabastecimiento que se pueda presentar por los riesgos naturales y antrópicos, entre los cuales están los sismos y los atentados entre otros que puedan generar daños o colapsos de la infraestructura de los sistemas de acueducto del municipio.

Es relevante manifestar que este plan de contingencia de los sistemas de suministro de agua para consumo humano, es complementario al Plan de Emergencia y Contingencia de SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E. elaborado con los lineamientos de la resolución 154 de 2014³, el cual continua vigente y contiene aspectos relevantes para la activación y puesta en marcha del plan contenido en este documento como lo son:

- Definiciones provenientes del Art. 4 de la Ley 1523 de 2012 *“Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones”*.
- Los Inventarios y requerimientos de recursos físicos, recursos humanos, edificaciones, recursos económicos, vehículos, equipos, almacén,

²Por la cual se adopta la guía que incorpora los criterios y actividades mínimas de los estudios de riesgo, programas de reducción de riesgo y planes de contingencia de los sistemas de suministro de agua para consumo humano y se dictan otras disposiciones.

³ Por la cual se adoptan los lineamientos para la formulación de los Planes de Emergencia y Contingencia para el manejo de desastres y emergencias asociados a la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo y se dictan otras disposiciones.

comunicaciones, sistemas de monitoreo, hidrantes y otros equipos, sitios de posibles albergues y edificaciones masivas e indispensables.

- Funciones del Comité Empresarial de Gestión de Riesgo de Desastres
- Establecimiento de necesidad de ayuda externa.
- Fortalecimiento de educación y capacitación.
- Línea de mando durante una emergencia.
- Comunicaciones internas y externas en una emergencia.
- Formato para evaluación de daños.
- El análisis posterior al evento.

Los ítems listados son de utilidad para atender cualquier emergencia producida por los eventos que puedan afectar la calidad de agua para abastecer a los usuarios de la empresa, buscando siempre garantizar la salud de la población abastecida.

Así mismo, es pertinente de indicar, que para la elaboración de este documento se solicitó a las entidades pertinentes la siguiente información:

Tabla 1. Información solicitada y remitida por entidades externas relacionada con la calidad de agua.

Entidad	Número de radicado SERVICIUDAD	Información solicitada	Información entregada	Observaciones
Secretaria de Planeación Municipal	1126 del 2018	POT, distribución de la población urbana y rural, límites geográficos del municipio.	Todo lo solicitado	
Secretaria de Salud y Seguridad Social	1124 del 2018	IRABA, Buenas prácticas Sanitarias – BPS, informe técnico de la calidad de agua, resultados de visitas de inspección sanitaria, Informe de inspección, vigilancia y control a los laboratorios, Informe de vigilancia por el cumplimiento de la franja de seguridad para la aplicación de plaguicidas, Certificaciones sanitarias de la calidad del agua eInformación epidemiológica.	Informe técnico, informe de visitas de inspección, vigilancia y control a los laboratorios, acta de visita a laboratorios, información de plaguicidas en fuentes, Información epidemiológica.	La entidad comunica que el mapa de riesgo se encuentra en proceso de elaboración.
Corporación Autónoma Regional del Risaralda – CARDER	1125 del 2018	PSMV fuente, índice de escasez, concesiones de agua, permisos de vertimiento, análisis fisicoquímicos y microbiológicos.	Franja de seguridad, objetivos de calidad, PSMV, vertimiento de agua, concesiones de agua, POMCA, programa de monitoreo, índice	

Entidad	Número de radicado SERVICIUDAD	Información solicitada	Información entregada	Observaciones
			de uso de agua	

Fuente: SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E.

Es menester expresar la importancia del Mapa de Riesgo en el plan de contingencia de los sistemas de suministro de agua para consumo, una vez se tenga acceso a esta información, se procederá a la incorporación de los elementos que se determinen nuevos o complementarios a los considerados en el presente documento.

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo General

Establecer el plan de contingencia que permita gestionar las acciones para hacerle frente a las situaciones de emergencia, asociadas a los riesgos relacionados con el desabastecimiento por calidad de agua.

1.2. Objetivos específicos

- Identificar las amenazas sobre la calidad del agua, referidas a la presencia de sustancias que la alteran en forma directa o indirecta, originadas por fenómenos naturales y socionaturales.
- Identificar las amenazas referidas a la presencia de sustancias originadas por fenómenos naturales y socionaturales que la alteran en forma permanente, puntual y/o transitoriamente la calidad de agua.
- Clasificar las amenazas sobre la calidad del agua referidas al aporte de contaminantes directos e indirectos, originados por fenómenos naturales y socio naturales, así como los relacionados con la actividad humana.
- Determinar la capacidad instalada técnica, humana y financiera para identificar, tratar y/o remover las sustancias que alteren la calidad del agua.
- Establecer las actividades que deben desarrollarse al interior de la empresa (Protocolos de actuación), cuando se presente una emergencia asociada a la alteración de la calidad del agua para consumo humano.

2. RIESGOS RELACIONADOS CON LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Los riesgos relacionados con la calidad del agua para consumo humano en el sistema que atiende a la población de municipio de Dosquebradas, están referidos al desabastecimiento que puedan sufrir por presentarse sustancias químicas de carácter orgánico, inorgánico, físico, microbiológico y/o biológico que alteren su condición, haciéndola no apta para consumo humano por los niveles de peligrosidad que puedan representar para la salud de los consumidores.

Otros riesgos relacionados con colapsos de infraestructura o daños a las principales unidades que conforman el sistema de abastecimiento del municipio han sido tenidos en cuenta en el Plan de emergencias y contingencias que se formuló de acuerdo con la Resolución 154 de 2014⁴.

La cuenca del Río Otún está expuesta a una serie de factores que podrían afectar las características del agua, si se consideran las potenciales amenazas volcánicas, debido a la proximidad de ésta a volcanes como el del nevado del Ruiz, Santa Isabel, Tolima, entre otros.

⁴Por la cual se adoptan los lineamientos para la formulación de los Planes de Emergencia y Contingencia para el manejo de desastres y emergencias asociados a la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo y se dictan otras disposiciones.

2.1. Amenazas sobre la calidad del agua

Para la zona de estudio se presentan una serie de amenazas que incluyen fenómenos naturales y socio naturales, dado que la cuenca del Río Otún, principal abastecedor del sistema de acueducto del municipio de Dosquebradas, está localizada en el área de influencia de los volcanes anotados anteriormente, así como la afectación que pueda representar las actividades humanas tales como las agrícolas (cultivos de café) y pecuarias (porcicultura o avicultura) que se desarrollan en la misma y que estudiaremos en los siguientes grupos:

2.1.1. Amenazas por presencia de sustancias que alteran la calidad del agua originada en fenómenos naturales y socio naturales

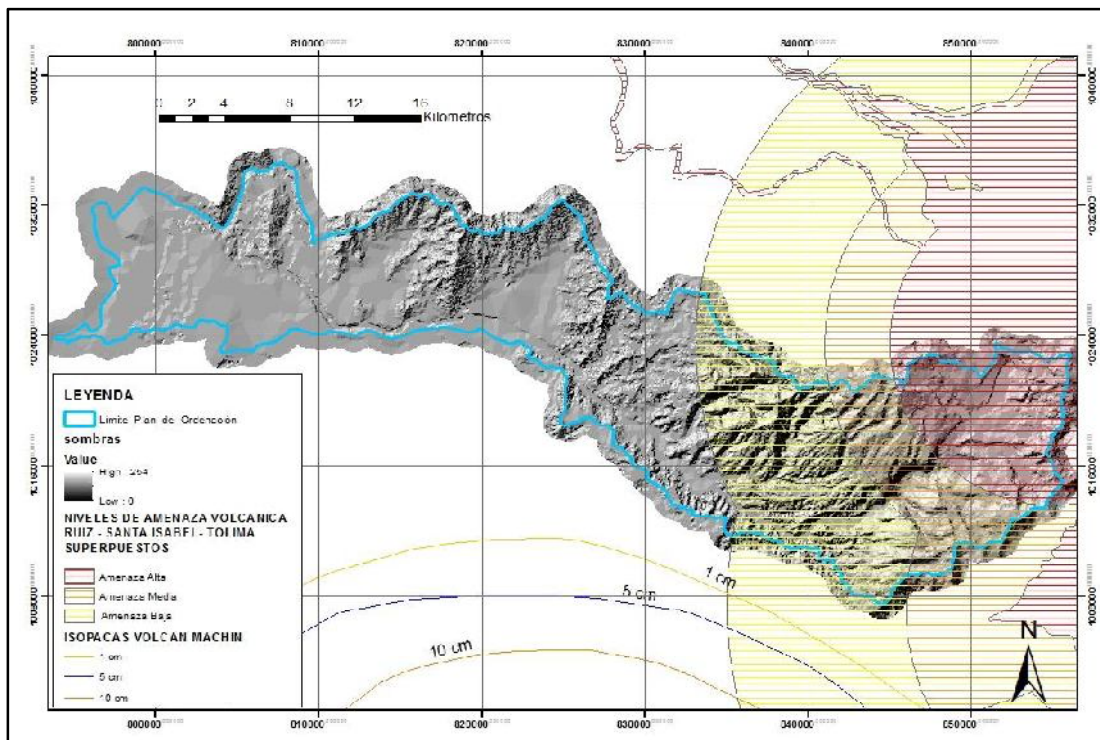
Se consideran en este capítulo las sustancias que puedan alterar la calidad del agua originadas en fenómenos naturales o socionaturales, que pueden generar aportes de contaminantes directos e indirectos afectando sus parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

2.1.1.1. Aporte de contaminantes directos

La actividad volcánica y los fenómenos de remoción en masa son las principales causantes del aporte de sustancias que pueden afectar la calidad del agua en cuanto a la alteración de los parámetros físicos y químicos del agua. Para determinar estos contaminantes se utilizó la información consignada tanto en el plan de emergencias y contingencias de la empresa SERVICIUDAD E.S.P.

E.I.C.E. como el documento del Plan de ordenamiento y manejo de cuenca - POMCA del Río Otún⁵.

Imagen 1. Amenaza volcánica integrada para los focos volcánicos Ruiz, Santa Isabel, Tolima y Machín, y en relación con la cuenca hidrográfica del Río Otún.



Fuente: Servicio Geológico Colombiano

El volcán que mayor incidencia puede tener sobre esta cuenca es el Nevado del Ruiz, sin embargo, la cercanía a otros volcanes también se hace evidente, encontrándose la cuenca alta del Río Otún en zona de amenaza volcánica alta, a

⁵ Actualización Pomca Río Otún. Minambiente, Minhacienda, Carder, Fondo de Adaptación. Febrero 2017

diferencia del casco urbano del municipio que se encuentra en la zona media, lo que representa una zona de afectación potencial por caídas de ceniza y lapilli, que podría presentar acumulaciones mayores a 10 cm (carga sobrepuesta > 100 kg/m²), con un radio aproximado de 25 km, que afectarían a su vez la parte alta de la cuenca del Río Otún directamente, pero dentro de la amenaza alta, supeditado a las tendencias de los vientos imperantes en la zona al momento de eventos eruptivos, se debetener en cuenta el aporte de sedimentos y cenizas que pueden resultar en eventuales afectaciones por efecto de aporte de estas a caudal sólido de cauces.

En cuanto a fenómenos de remoción en masa hacia la parte alta de la cuenca en donde se encuentran las zonas del Cedral, que representan la mayor parte del área, Volcanes y Río Barbo; y a partir de eventos históricos, muestran unas condiciones muy altas de susceptibilidad, condicionadas por usos del suelo y pendientes altas.

Corresponde al casco rural de la Florida, la Bananera y el Porvenir, destacando el cuidado y la prevención hacia el sector de Alto Libaré donde se encuentra ubicada la bocatoma de la Empresa prestadora de servicios públicos domiciliarios Aguas y Aguas de Pereira E.S.P E.I.C.E.

Es por ello que, para el caso del presente estudio se asocia entonces que, las sustancias que pueden afectar los parámetros físicos y que están ligados a aumentos de Turbiedad son las posibles cenizas volcánicas, fragmentos de roca, de tamaño arena, inferior a dos milímetros de diámetro y sedimentos originados en

los procesos denudativos, en donde se pierde suelo asociado a erosión laminar y por cárcavas.

Así mismo, las sustancias que afectan los parámetros químicos, están ligadas a las sustancias químicas y gases liberados disueltos en el magma durante una erupción y, de los cuales los más importantes son el vapor de agua, el dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxidos de azufre, hidrógeno, nitrógeno, flúor, cloro, boro y arsénico.

2.1.1.2. Aporte de contaminantes indirectos

Dentro de esta clasificación podemos encontrar todos los contaminantes que no provienen directamente de fenómenos naturales o socionaturales, pero que, si provienen de los daños causados a la infraestructura de acueducto, alcantarillado o conducciones de combustibles, entre otros, que se pueden presentar en la cuenca.

Es necesario considerar no solo el área de la cuenca, antes de la bocatoma del sistema de abastecimiento sino también la línea de aducción hasta la planta de tratamiento, así como la salida de la planta de tratamiento hasta las acometidas domiciliarias.

En la Tabla 2 se anotan las posibles sustancias que pueden estar presente por efecto de estos fenómenos.

Tabla 2. Amenaza por presencia de sustancias que alteran la calidad del agua, originadas por fenómenos naturales y socionaturales

Amenaza		Área de Análisis	Fenómenos Naturales y Socionaturales		
			Sismo	Remoción en masa	Actividad Volcánica
Sustancias Originadas por fenómenos naturales y socionaturales	Aporte de contaminantes directos	En la cuenca abastecedora	Sedimentos	Sedimentos	Cenizas volcánica, roca, sustancias químicas
		Entre a captación y la salida de la planta de tratamiento	NA	NA	Cenizas volcánicas en PTAP
		Entre la salida de planta de tratamiento y acometidas domiciliarias	NA	NA	Cenizas en tanques abiertos
	Aporte de contaminantes indirectos	En la cuenca abastecedora	Aguas residuales	Sedimentos	NA
		Entre a captación y la salida de la planta de tratamiento	NA	NA	NA
		Entre la salida de planta de tratamiento y acometidas domiciliarias	Aguas residuales	Sedimentos y aguas residuales	NA

Fuente: SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E.

2.1.2. Amenaza por presencia de sustancias que alteran la calidad del agua, originadas en la actividad humana

En este tipo de amenazas se consignan las relacionadas con actividades antrópicas o antropogénicas, asociadas en los siguientes subgrupos:

2.1.2.1. Aporte de contaminantes de forma permanente

En este tipo de amenazas se consideran los contaminantes que puedan afectar la calidad del agua en la fuente y que puedan estar presentes por actividades propias de la agricultura, minería, industria o prestación del servicio públicos domiciliarios de alcantarillado que generen vertimientos puntuales a la fuente.

Lo podemos subdividir en:

2.1.2.1.1. Contaminantes originados por la prestación del servicio público de acueducto y alcantarillado

Estas amenazas están referidas a las sustancias que puedan alterar la calidad del agua en las cuencas abastecedoras y que son originadas por vertimientos de aguas residuales domésticas, producto de las actividades de los seres humanos en labores de limpieza, preparación de alimentos y necesidades fisiológicas, las cuales están compuestas por tres tipos de residuos biodegradables (materia fecal, restos de alimentos, aceites y grasas), no biodegradables (detergentes, sales, sedimentos) y microorganismos patógenos.

La materia orgánica biodegradable y algunas sales inorgánicas son nutrientes para los microorganismos; este aumento de nutrientes en el agua, especialmente de los compuestos de nitrógeno y/o fósforo, produce un crecimiento acelerado de algas y especies vegetales superiores, lo que afecta de manera directa la calidad del agua, al alterar sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas.

En la tabla 3, se presenta un resumen de la clasificación de los tipos de contaminantes:

Tabla 3. Resumen de la clasificación de los tipos de contaminantes

Tipo	Amenaza / sustancia contaminante	Efecto general sobre el agua	Afectación en la calidad de agua
Residuos biodegradables	Materia fecal	Aumento nutrientes Aumento DBO	Física y bioquímica Disminución del oxígeno disuelto
	Restos de alimentos	Aumento nutrientes Aumento DBO	Física y bioquímica Disminución del oxígeno disuelto
	Grasas y aceites	Aumento DBO	Disminución del oxígeno disuelto
Residuos no biodegradables	Plaguicidas y fertilizantes	Presencia de larga permanencia de elementos	Alteraciones químicas y físicas Alteraciones químicas y físicas
		químicos nocivos	Disminución de Oxígeno Disuelto
Microorganismos patógenos	Bacterias, virus, protozoarios, parásitos	Aumento DBO	Disminución del Oxígeno disuelto.

En el área del estudio y de acuerdo con el documento POMCA se encuentra que, si bien es cierto que el sector doméstico es quien aporta mayor carga contaminante a los cuerpos de agua debido a que no cuentan actualmente con ningún tipo de tratamiento y que existen vertimientos puntuales a la quebrada

Dosquebradas y río Otún por parte de las dos empresas prestadoras de servicios públicos de Dosquebradas y la única empresa prestadora de servicios públicos de Pereira, estos se encuentran aguas abajo de la bocatoma Nuevo Libaré que abastece el sistema de acueducto. A manera de información se incluye la tabla que relaciona los vertimientos con las cargas contaminantes de las Plantas de Potabilización de las tres empresas prestadoras de acueducto y alcantarillado, así como los vertimientos de los sistemas de alcantarillado, las cuales no afectan para nada la calidad del agua captada del Río Otún a través de la captación Nuevo Libaré, teniendo en cuenta que estos vertimientos se realizan aguas abajo de la misma como se anotó anteriormente, y además son controlados por la autoridad ambiental.

.Tabla 4. Vertimientos a cuerpos de agua Empresas de Servicios

Municipio	Usuario	PSMV/Permiso de Vertimiento	Fuente Receptora	Carga Contaminante último año (2013)	
				DBO (Kg/año)	SST (Kg/año)
Dosquebradas	E.S.P. ACUASEO Dosquebradas (alcantarillado)	R. 142/2013	Q. Dosquebradas	301,497.30	301,497.30
	E.S.P. ACUASEO Dosquebradas (PTAP)	R. 663/2012	Q. Dosquebradas	298.85	4,063.90
	E.S.P. SERVICIUDAD Dosquebradas (alcantarillado)	R. 1982/2012	Q. Dosquebradas	3,138,226.20	3,138,226.20

Municipio	Usuario	PSMV/Permiso de Vertimiento	Fuente Receptora	Carga Contaminante último año (2013)	
				DBO (Kg/año)	SST (Kg/año)
	E.S.P. SERVICIUDAD Dosquebradas (PTAP)	En tramite	Río Otún	2,748.71	45,438.50
Pereira	E.S.P. AGUAS Y AGUAS DE PEREIRA (alcantarillado)	R. 808/2007	Río Otún – Río Consota	7,841,568.8	7,841,568.8
	E.S.P. AGUAS Y AGUAS DE PEREIRA (PTAP)	R. 2806/2014	Río Otún	6,032.20	60,854.90

Fuente: POMCA

Es importante resaltar que en el mes de enero del año 2019 se presentó un brote de virus de Hepatitis A, en el municipio de Dosquebradas, generando alertas en las entidades de control. Es por ello, que se llevó a cabo un análisis al agua proveniente de los sistemas de acueducto del municipio como vigilancia para comprobar la presencia de dicho virus en el agua, en donde se evidenció la presencia del virus en la red de distribución. Es de anotar que antes de la bocatoma se presenta una situación particular con un gran número de personas que los fines de semana y más en temporada de vacaciones, se bañan en el río generando alto grado de contaminación, por lo tanto, esta deba ser una posible causa de la presencia de dicho brote.

Cabe anotar que, el 87% de enfermedades virales transmitidas por agua son causadas por el virus de la Hepatitis, Adenovirus y Rotavirus. Hasta el momento se han reportado más de 140 virus patógenos entéricos de transmisión hídrica, por la previa contaminación con materia fecal de personas o animales infectados

2.1.2.1.2. Contaminantes originados en las actividades sectoriales, diferentes a los servicios públicos domiciliarios.

Estas amenazas están relacionadas con la presencia de sustancias que alteran la calidad del agua y que se asocian a actividades agrícolas, pecuarias, mineras e industriales.

La calidad del agua en las cuencas abastecedoras, se ve afectadas en forma permanente por el aporte de aguas residuales provenientes de la producción agrícola y/o ganadera, ya que contienen fertilizantes con nitratos y fosfatos, sales de potasio y plaguicidas que terminan en los cuerpos de agua. En la cuenca alta del río Otún, identificado como tramo 1 río Otún en el documento POMCA, se señala una actividad, dedicada a la producción de trucha, que vierte los efluentes de sus sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas y no domésticas al río Barbo, aproximadamente 600 m antes de su confluencia con el río Otún.

Sin embargo, en el siguiente tramo, identificado como tramo 2 en el mismo documento y que corresponde al tramo aguas arriba de la bocatoma Nuevo Libaré, en donde se capta el agua para abastecimiento de la ciudad de Pereira,

parte del municipio de Dosquebradas y para generación de energía eléctrica, no se encuentran identificados vertimientos de carácter puntual o industrial.

Sólo en la parte baja de la cuenca es donde se encuentran aportes de contaminantes producto de vertimientos de sectores industriales, porcícolas o de los sitios de disposición de residuos, por lo que no se evidencian sustancias contaminantes que puedan representar una amenaza mayor para la calidad del agua de la fuente de abastecimiento.

2.1.2.1.3. Aporte de contaminantes puntuales y transitorios

En esta categoría se relacionan los contaminantes que pueden alterar la calidad del agua en la fuente de abastecimiento de forma puntual especialmente hablando y de forma casual desde el punto de vista temporal, que pueden ser de carácter intencional o no intencional, por vertido de sustancias tóxicas y/o combustibles, entre los que se encuentran eventos de atentados a infraestructura de transporte de derivados del petróleo o accidentes donde resulten involucrados vehículos que transportan estos productos, eventos que en el área de influencia del Río Otún no tendrían ocurrencia, si tenemos en cuenta que no existe infraestructura de este tipo.

Se podría presentar atentados por vertimientos de sustancias tóxicas en las fuentes de abastecimiento o directamente en los tanques de almacenamiento distribuidos en todo el municipio y que en algunos casos pueden ser susceptibles de estos eventos.

2.1.3. Calificación de las amenazas

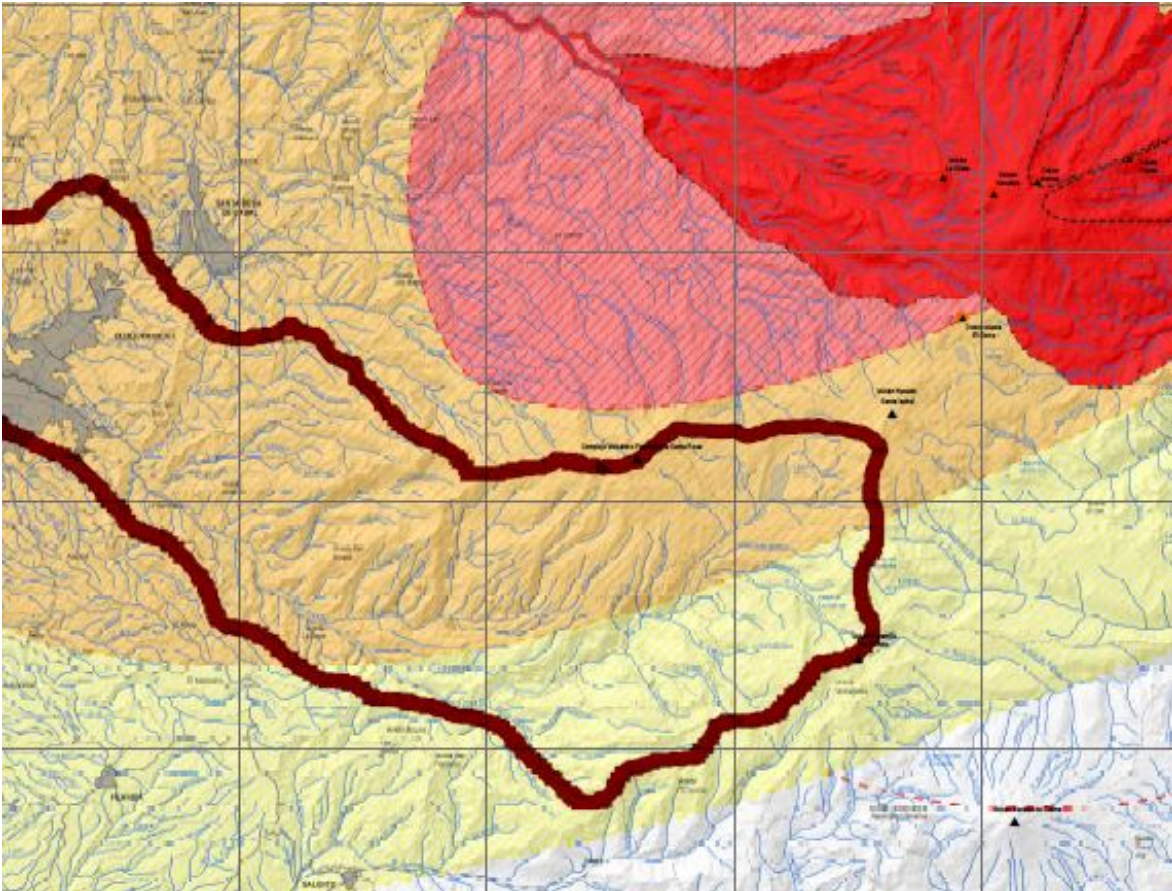
A continuación se realiza el análisis de las amenazas identificadas en el numeral anterior y que corresponden a las consideradas desde la cuenca del río Otún, la captación y la planta de tratamiento y entre la salida de la planta de tratamiento y las acometidas domiciliarias, teniendo en cuenta que existen en el sistema sitios vulnerables que se cruzan con colectores o interceptores que a pesar de estar instaladas correctamente pueden convertirse en puntos de ingreso de contaminantes en caso de presentarse eventos asociados a fenómenos naturales o socio naturales.

2.1.3.1.1. Aporte de contaminantes directos, originados en fenómenos naturales y socionaturales.

Con base en la ubicación de la cuenca del Río Otún, principal fuente de abastecimiento para el municipio de Dosquebradas, frente al mapa de amenaza volcánica identificado para el volcán Nevado del Ruiz en su tercera versión correspondiente al año 2015, se puede establecer que ésta se encuentra en una zona de riesgo medio, en la que en caso de presentarse una erupción, los contaminantes generados serían las cenizas volcánicas descritas en el numeral 2.1.1.1 del presente documento, lo que a su vez representaría un incremento de turbiedad y color en la fuente de abastecimiento generando incremento de costos asociados al tratamiento del agua para su potabilización.

Adicionalmente, la misma planta de tratamiento estaría expuesta a recibir estas cenizas en cada uno de sus componentes, incrementando los problemas de alteración de calidad del agua, porque se podría presentar obstrucciones en el sistema, requiriéndose un proceso complejo de remoción y limpieza de los floculadores, sedimentadores, filtros y tuberías, antes de su puesta en marcha, posterior a una erupción volcánica.

Imagen 2.Ubicación de la cuenca del Río Otún en el mapa de amenaza volcánica del volcán nevado del Ruiz



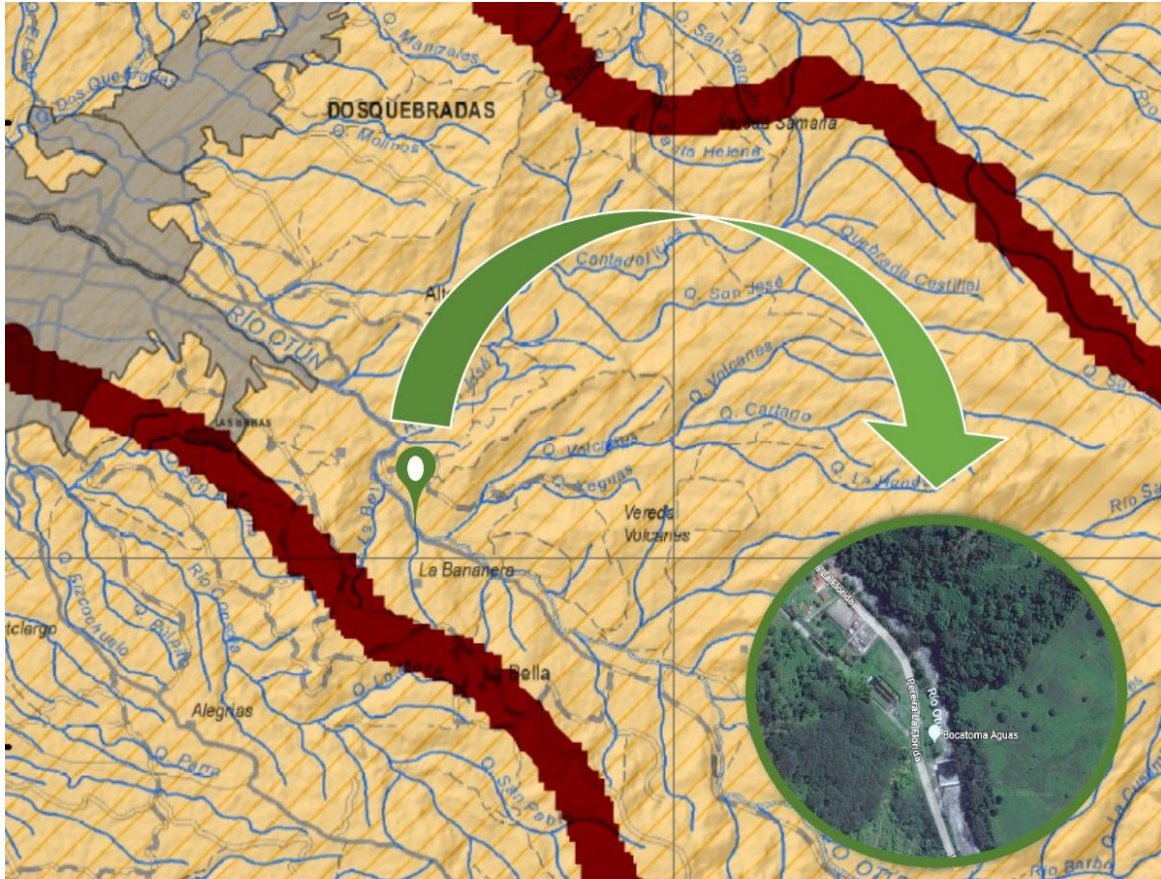
Fuente: Mapa de amenaza volcánica identificado para el volcán Nevado del Ruiz. Servicio Geológico Colombiano

Por otra parte, deben considerarse los impactos a la calidad de las aguas, tanto crudas como tratadas, por la exposición a sustancias tóxicas (metales pesados) asociados a las cenizas que pueden generar contaminación química alterando las concentraciones de dichos metales, haciendo que sean mayores a las establecidas como límites aceptables para consumo humano, que pueden ser

momentáneas y que a su vez podrían ocasionar la suspensión del servicio o pérdidas de presión en el sistema de almacenamiento y distribución.

Se muestra en la Imagen 3 a continuación, la ubicación de la bocatoma del acueducto dentro del mapa de amenaza volcánica para el volcán Nevado del Ruiz, en el que se delimita la cuenca del Río Otún, identificando que esta bocatoma se encuentra en la zona de riesgo medio con las connotaciones anotadas anteriormente.

Imagen 3. Ubicación Bocatoma Nuevo Libre



Fuente: Mapa de amenaza volcánica identificado para el volcán Nevado del Ruiz. Servicio Geológico Colombiano y google earth

En el caso de fenómenos de remoción en masa la alteración de la calidad del agua también estaría referida a la alteración de los parámetros fisicoquímicos por presencia de sedimentos propios de estos fenómenos, en el año 2016 se presentó este fenómeno afectando tres tramos aguas arriba de la bocatoma.

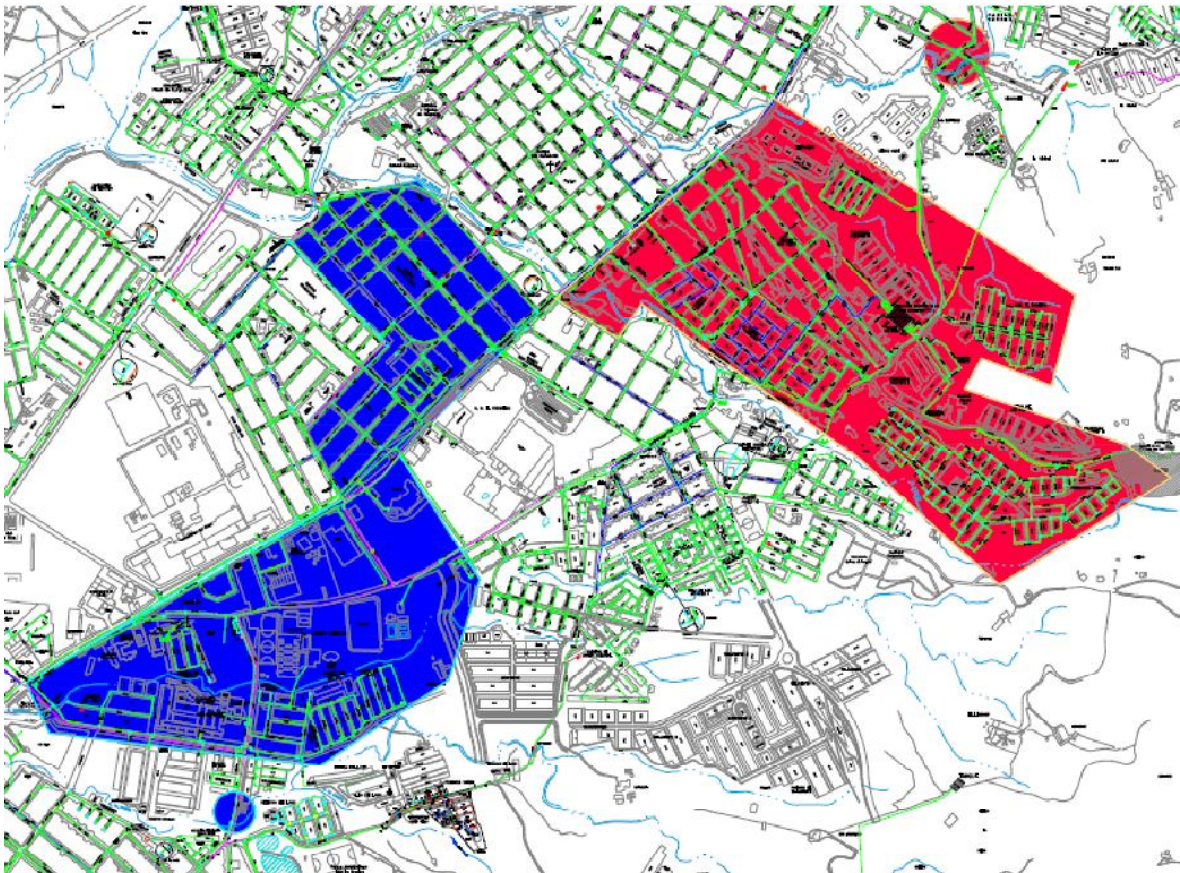
2.1.3.2. Aporte de contaminantes indirectos por daños causados por fenómenos naturales y siconaturales en infraestructura

En el caso de presentarse daños en la infraestructura del sistema, se han identificado dos puntos de posibles impactos por entrada de aguas residuales al sistema de acueducto los cuales se encontrarían en los sectores de Milán y La Capilla tal como se muestran en la

Imagen 4, en la que se observa también las zonas que se verían afectadas por la presencia de aguas contaminadas teniendo en cuenta la configuración del sistema.

Es pertinente mencionar que es una amenaza de muy baja probabilidad de ocurrencia en los sistemas de SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E., debido a que históricamente nunca se ha presentado.

Imagen 4. Zonas de posible afectación por entrada de agua residual al sistema de acueducto



Fuente: SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E.

2.1.3.3. Aporte de contaminantes puntuales y transitorios, originados por la actividad humana.

Al igual que los casos anteriores, corresponde a un análisis prospectivo asociado al uso y transporte de sustancias químicas, tóxicas o peligrosas, así como el transporte de hidrocarburos en camiones cisternas o polio productos en el territorio de la cuenca.

2.1.3.4. Aporte de contaminantes de forma permanente, originados por la actividad humana – Mapa de Riesgos del Decreto número 1575 de 2007

Aunque no se encuentra elaborado aun el mapa de riesgo para el municipio de Dosquebradas, es importante resaltar que desde el año 2016, año en el que se detectó la presencia de trazas de Arsénico en muestras de agua suministrada desde el sistema de acueducto del municipio de Santa Rosa de Cabal, mediante el contrato de suministro de agua suscrito con la empresa de acueducto de Santa Rosa de Cabal – Empocabal E.S.P. E.I.C.E., la empresa SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E. trabaja de manera continua en la implementación de las acciones que fueron recogidas en el año 2017 en el “PLAN DE ACCION FRENTE AL HALLAZGO DE TRAZAS DE ARSÉNICO EN AGUA PROCEDENTE DE LA EMPRESA EMPOCABAL” con el que se busca garantizar agua apta para el consumo humano a la población abastecida por Serviciudad, con el agua potable suministrada por la empresa Empocabal, el cual incluye monitoreos periódicos que permiten descartar la presencia de este contaminante en el agua suministrada a los usuarios. A su vez la empresa gestionó ante la Autoridad Ambiental la

concesión de aguas de las Quebradas Santa Helena y San Joaquín del municipio de Santa Rosa de Cabal, con un caudal de 80 L/s; los cuales son fuentes que, según el análisis físico químico, no presentan las trazas de Arsénico.

2.2. Vulnerabilidad

A partir del concepto de vulnerabilidad, que implica la identificación de los componentes del sistema de suministro de agua para consumo humano susceptibles de daño o interrupción, y los factores que permitan mantener sin riesgo la calidad del agua ante la ocurrencia de un fenómeno que genere una amenaza, se presentan a continuación los elementos que se consideran como vulnerabilidad en la empresa SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E., de acuerdo con la Resolución 549 del 1 de marzo de 2017⁶:

2.2.1. Capacidad de identificar las sustancias que afectan la calidad del agua.

La empresa cuenta con laboratorios dotados de equipos básicos para el análisis de la calidad del agua de la fuente, antes, durante y después del tratamiento, así como los puntos materializados y concertados con la autoridad sanitaria para realizar la toma de las muestras de agua, para evaluar la calidad del agua en la red de distribución, es relevante manifestar, que SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E. se asegura siempre, en dar cumplimiento con parágrafo del artículo 22 del Decreto 1575 de 2007 expedido por los antiguos Ministerios de Protección Social y el de

⁶ Por la cual se adopta la guía que incorpora los criterios y actividades mínimas de los estudios de riesgo, programas de reducción de riesgo y planes de contingencia de los sistemas de suministro de agua para consumo humano y se dictan otras disposiciones

Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en el que se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano, en el que se determina que la recolección de las muestras de vigilancia en la red de distribución se debe realizar en forma conjunta con la autoridad sanitaria, para que la empresa realice una contra muestra (para la totalidad de parámetros que analice la autoridad sanitaria) y elabore un acta firmada por las dos partes para dejar constancia de esto.

Es importante anotar, que la empresa SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E. para la realización de los ensayos establecidos como obligatorios en el marco de la resolución 2115 de 2007 y que no se pueden realizar en los laboratorios propios, contrata la realización de estos ensayos con laboratorios acreditados que garantizan la confiabilidad de los resultados mediante pruebas de aptitud de acuerdo a la Norma NTC-ISO/IEC 17025⁷, a los cuales se les envían las muestras recolectadas en la red de distribución para su posterior análisis.

2.2.1.1. Laboratorios

La Planta de Tratamiento Villasantana que opera SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E. dispone de personal capacitado para el manejo y tratamiento del agua, y posee un laboratorio con sus áreas definidas para la realización de los ensayos tanto fisicoquímicos como microbiológicos, donde se realiza control de calidad al agua producida de manera permanente, que permiten que el agua que es conducida

⁷ Norma Técnica Colombiana NTC-ISO/IEC 17025, Requisitos generales para la competencia de los Laboratorios de ensayo y calibración

hacia la red sea suministrada bajo los parámetros exigidos en la resolución 2115 de 2007⁸.

Este laboratorio se encuentra inscrito en el programa PICCAP del Instituto Nacional de Salud. En las siguientes imágenes se puede apreciar el laboratorio donde se analiza la calidad de agua producida.

Imagen 5. Área de ensayos microbiológicos



Imagen 6. Área para ensayos fisicoquímicos

⁸ Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.



Fuente: SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E.

2.2.1.2. Puntos de muestreo del agua

En SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E existen quince (15) puntos de muestreo concertados con la autoridad sanitaria y materializada, los cuales están protegidos con una caja fabricada en fibra de vidrio, empotrada en una estructura de ladrillos en cuyo interior se encuentra la manguera que se conecta a la red de distribución, provista de una boquilla en el extremo, lo que permite las buenas prácticas para la recolección de las muestras microbiológicas. En las siguientes imágenes se pueden apreciar algunos puntos de muestreo:

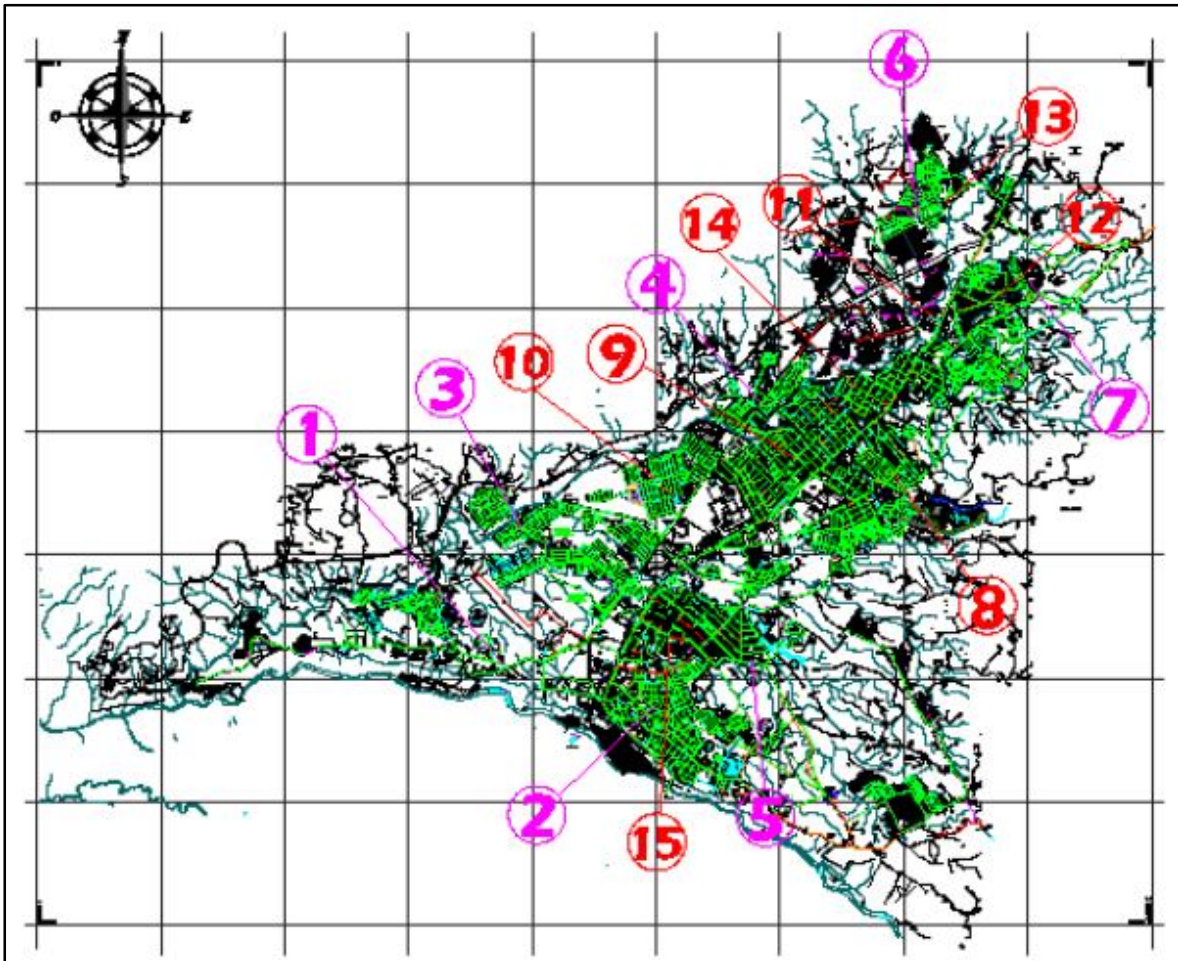
Imagen 7. Puntos de muestreo de agua



Fuente: SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E

En el plano seguido se muestra la ubicación de los puntos de muestreo mencionados:

Imagen 8. Ubicación de los puntos de muestreo en red de distribución



Fuente: SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E

En la tabla 5, se relacionan los puntos de muestreo:

Tabla 5. Descripción, ubicación e identificación de los puntos de muestreo

Cód. Punto de muestra	Descripción Exacta de su Ubicación	Georreferenciación del Punto de muestra	localización en el plano de distribución
0001	Está ubicado al lado de la portería del Instituto Educativo empresarial avenida Turín - la popa calle 9 frente al instituto colombiano Agropecuario ICA. Barrio la Badea	4° 49' 33" NORTE 75° 41' 43" OCCIDENTE de G ALTURA 1444 m.s.n.m.	Numero 1
0002	Está ubicado dentro de la sede social de la empresa de SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E. Calle 10 # 19-67 Barrio Cambulos la Popa	4° 49' 20" NORTE 75° 41' 3" OCCIDENTE de G ALTURA 1440 m.s.n.m.	Numero 2
0003	Está ubicado en la escuela Policarpa Salavarrieta Carrera 2a con Calle 18 del Barrio Campestre C	4° 50' 9" NORTE 75° 41' 38" OCCIDENTE de G ALTURA 1442 m.s.n.m.	numero 3
0004	Está ubicado frente a la Avenida del Ferrocarril en la Carrera 10 con Calle 44 Esquina del Barrio Primavera	4° 50' 41" NORTE 75° 40' 35" OCCIDENTE de G ALTURA 1435 m.s.n.m.	numero 4
0005	Está ubicado en la escuela Rafael Pombo en la diagonal 21 con Transversal 21a del Barrio Pradera Alta	4° 49' 33" NORTE 75° 40' 37" OCCIDENTE de G ALTURA 1445 m.s.n.m.	numero 5
0006	Está ubicado en el Centro de Atención Inmediata CAI de la Policía Nacional en la Carrera 8a con Calle 70 esquina del Barrio el Rosal	4° 55' 30" NORTE 75° 39' 55" OCCIDENTE de G ALTURA 1498 m.s.n.m.	numero 6
0007	Está ubicado en la urbanización Piamonte frente al Colegio Manuel Elkin Patarroyo en la carrera 17b con calle 74 del Barrio Cesar Augusto López	4° 51' 13" NORTE 75° 39' 24" OCCIDENTE de G ALTURA 1520 m.s.n.m.	numero 7
0008	Está ubicado en el Colegio Nueva granada en la Calle 51 con Carrera 22a del barrio el martillo	4° 50' 22" NORTE 75° 47' 18" OCCIDENTE de G ALTURA 1477 m.s.n.m.	numero 8
0009	Está ubicado en el Colegio María	4° 50' 28" NORTE 75° 47'	numero 9

Cód. Punto de muestra	Descripción Exacta de su Ubicación	Georreferenciación del Punto de muestra	localización en el plano de distribución
	Auxiliadora en la calle 43 # 13-74 del Barrio Buenos Aires	55" OCCIDENTE de G ALTURA 1445 m.s.n.m.	
OO10	Está ubicado en el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA en la Transversal 7 diagonal 27a del Barrio Santa Isabel	4° 50' 22" NORTE 75° 48' 21" OCCIDENTE de G ALTURA 1425 m.s.n.m.	numero 10
OO11	Está ubicado en el Conjunto Cerrado el Carbonero en la Diagonal 69 con Transversal 16. Urbanización el Bosque en el sector El Carbonero.	4° 51' 5" NORTE 75° 47' 8" OCCIDENTE de G ALTURA 1467 m.s.n.m.	numero 11
OO12	Está ubicado la Mz. 1 casa 1 barrio Libertadores	4° 51' 8" NORTE 75° 46' 52" OCCIDENTE de G ALTURA 1493 m.s.n.m.	numero 12
OO13	Está ubicado en el Centro Docente Estación Gutiérrez Transversal 10 con acceso al Barrio Los Pinos, entre el Barrio bosques de la Acuarela III y Barrio Carlos Ariel Escobar	4° 51' 36" NORTE 75° 47' 4" OCCIDENTE de G ALTURA 1503 m.s.n.m.	numero 13
OO14	Está ubicado en el Colegio Hogar Nazareth en la Calle 59 # 14-32 del Barrio Santa teresita	4° 50' 46" NORTE 75° 47' 28" OCCIDENTE de G ALTURA 1448 m.s.n.m.	numero 14
OO15	Está ubicado en el Hospital Santa Mónica en la calle 18 # 19-20 del Barrio Santa Mónica	4° 59' 39" NORTE 75° 48' 17" OCCIDENTE de G ALTURA 1428 m.s.n.m.	numero 15

Fuente: SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E

2.2.1.3. Equipos de campo en análisis fisicoquímicos en campo

SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E. tiene a su disposición tres equipos con los que se está analizando in situ a diario los parámetros fisicoquímicos de temperatura, turbiedad, PH, conductividad y cloro. Dentro del proceso de alistamiento de los equipos son verificados diariamente y calibrados anualmente.

En la siguiente imagen se pueden apreciar los equipos:



Imagen 9. Equipos de campo en análisis fisicoquímicos en campo



Fuente: SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E

2.2.2. Capacidad instalada para tratar los contaminantes que transporta el agua

La planta de Villasantana es una planta convencional con procesos de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección con capacidad para tratar 600 litros por segundo⁹.

Es importante anotar que esta PTAP, por ser de tipo convencional no existen procesos que permitan la remoción de metales pesados, hidrocarburos, plaguicidas o fertilizantes.

⁹ En el Plan de Emergencia y Contingencia de SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E. se describe dentro de los inventarios los detalles de la Planta de Tratamiento de Villasantana, numeral 1.2.1.

2.2.3. Capacidad financiera para tratar o remover los elementos que deterioran la calidad del agua

La empresa SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E. posee la suficiente capacidad financiera que le permite contar a su vez, con los recursos económicos necesarios para el funcionamiento y el mantenimiento del sistema de suministro de agua para consumo humano, así como con los recursos económicos para la compra de los reactivos e insumos químicos requeridos para el tratamiento del agua, los cuales se utilizan efectivamente, permitiendo mantener la reserva de estos insumos y elementos requeridos para la operación y mantenimiento en bodegas de almacenamiento.

Así las cosas, en el presupuesto de cada año de la empresa se tiene recursos para:

- Materiales y suministros para operación
- Servicio de vigilancia de infraestructura
- Adquisición de repuestos
- Combustibles
- Análisis fisicoquímico, bacteriológicos en laboratorio acreditado
- Análisis fisicoquímico, Bacteriológicos, Caracterizaciones en laboratorio acreditado
- Alquiler de maquinarias y equipos
- Mantenimiento de tanques, maquinarias y equipos
- Compra de Agua Cruda
- Compra de Agua en Bloque

- Insumos Químicos
- Análisis de Laboratorio
- Energía Eléctrica Planta
- Mantenimiento Planta
- Arrendamiento Planta
- Adquisición Maquinaria y Equipo

2.2.4. Disponibilidad de manual de procesos y procedimientos para tratar contaminantes

Se encuentra documentado en los manuales de procesos, los cuales se encuentran disponibles de manera permanente en la intranet para todo el personal, los protocolos que permiten identificar amenazas que se pueden presentar en el agua proveniente de las fuentes de abastecimiento y que se realicen las operaciones unitarias requeridas para tratar el agua de acuerdo con la amenaza encontrada, teniendo en cuenta que la PTAP es de tipo convencional.

Se da cumplimiento a las Buenas Prácticas Sanitarias definidas en la resolución 82 de 2009¹⁰ del Ministerio de la protección Social, lo que se puede evidenciar en las respectivas actas de inspección sanitaria de la Secretaria de Salud Departamental.

¹⁰ Por medio de la cual se adoptan unos formularios para la práctica de visitas de inspección sanitaria a los sistemas de suministro de agua para consumo humano.

2.2.5. Capacidad humana y técnica para identificar, tratar y remover las sustancias que alteran la calidad del agua

Para garantizar la identificación, el tratamiento y la remoción de las sustancias contaminantes que alteran la calidad del agua, los operarios y técnicos del sistema de suministro de agua para consumo humano de la empresa se encuentran certificados por el Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA en normas de competencia laboral de acuerdo a lo establecido por la resolución 330 de 2017 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio en el artículo 32. Así mismo, el personal técnico cumple con el perfil requerido de acuerdo con los procesos y procedimientos establecidos para este fin.

A continuación, se relacionan las competencias laborales en las encuentra certificado el personal:

- Determinar características microbiológicas del agua de acuerdo con procedimientos técnicos.
- Potabilizar agua de acuerdo con normas técnicas.
- Recolectar muestras de agua de acuerdo con procedimientos y normas técnicas.
- Determinar características fisicoquímicas del agua de acuerdo con procedimientos técnicos.

El personal es capacitado continuamente, presta sus labores en los temas relacionados con el tratamiento, asegurando la calidad de los procesos de tratamiento y remoción de las sustancias identificadas como amenazas.

2.3. Riesgo

El riesgo corresponde a la ocurrencia paralela en tiempo y espacio de la amenaza y la vulnerabilidad, en ese orden de ideas para este plan el riesgo está referido a la alteración de la calidad del agua por un contaminante (físico, químico o microbiológico), mientras que la vulnerabilidad corresponde a la limitación en el sistema de abastecimiento para detectar y/o eliminar este contaminante antes de que el agua sea suministrada a la población.

Después de identificadas la amenazas y conocida la vulnerabilidad del sistema procedemos a generar las acciones para reducir los riesgos que se puedan presentar.

3. REDUCCIÓN DEL RIESGO ASOCIADO A LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

A continuación, se definen acciones tendientes a lograr la disminución del riesgo identificado para el sistema de abastecimiento, incluyendo la fuente.

3.1. Reducción de la vulnerabilidad

Las acciones a desarrollar para la reducción de la vulnerabilidad se refieren básicamente a fortalecer los procesos de monitoreo y análisis del agua, así como el mejoramiento de los procesos de tratamiento para eliminar los contaminantes identificados.

3.1.1. Construcción y mejoramiento de laboratorios

En la actualidad la planta de tratamiento de Villasantana, que atiende aproximadamente el 76% de la cobertura de SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E, posee un laboratorio dotado de equipos, materiales y personal competente para realizar, no sólo los ensayos básicos conforme al cuadro No.8 del artículo 18 de la Resolución 2115 de 2007, sino también otros ensayos que permiten verificar además de la eficiencia de los procesos de la planta de tratamiento, la calidad del agua producida y suministrada desde este punto de producción.

Es importante reiterar, que este laboratorio es partícipe del programa PICCAP¹¹ que lidera el Instituto Nacional de Salud, el cual se encuentra autorizado para emitir informes confiables de la calidad de agua analizada.

3.1.2. Fortalecer el monitoreo y el seguimiento de la calidad del agua

La empresa cuenta con el respectivo control de la calidad del agua que produce y distribuye, donde son consignados los resultados de los ensayos realizados a las muestras recolectadas diariamente, de acuerdo con los planes de muestreo de la red, así como las muestras analizadas a la entrada y salida de la planta.

Tal como se indicó anteriormente, en el presente documento el personal involucrado en la recolección, recepción y análisis de las muestras se encuentra capacitado y certificado en normas de competencia laboral, garantizando la confiabilidad de los resultados obtenidos en cada uno de estos procesos.

Igualmente, la empresa cuenta con manuales e instructivos en los que están definidos los protocolos para estas actividades.

3.1.3. Mejorar el tratamiento del agua

De acuerdo a lo mencionado anteriormente la planta Villasantana es de tipo convencional con procesos de desarenación, coagulación, floculación,

¹¹ PICCAP: Programa Interlaboratorio de Control de Calidad de Agua Potable.

sedimentación, filtración y desinfección con capacidad para tratar 600 litros por segundo.

En el año 2017 se realizó cambio de los lechos filtrantes permitiendo mejorar la calidad de agua producida, se espera una mejora en el proceso de sedimentación.

3.2. Reducción de la amenaza

Las acciones encaminadas para lograr este propósito están orientadas a la reducción de las fuentes que pueden originar elementos o sustancias contaminantes en la cuenca del río Otún, entre las que encontramos, actividades de cría de truchas, actividades porcícolas o avícolas, así como actividades de recreación en la cuenca, las cuales la autoridad ambiental mantiene controladas.

3.2.1. Fortalecer la gestión interinstitucional

En este proceso de gestión, juegan un papel primordial las autoridades ambientales y sanitarias, que deben mantener su estricta vigilancia y control a las actividades que se desarrollan en la cuenca del Río Otún y que han sido identificadas en el estudio para el ordenamiento de esta cuenca.

Así mismo, es necesario invitar a estos sectores que interactúan con la cuenca del río para establecer límites a estas intervenciones y la definición de metas que nos garanticen la conservación del recurso hídrico aportado por esta fuente abastecedora; identificando y socializando, además, los proyectos que se

requieran ejecutar o que se encuentran en ejecución por cada uno de los actores involucrados para la descontaminación de la cuenca en caso de ser necesario.

3.2.2. Establecimiento de monitoreo y alarmas tempranas

Para el caso de la PTAP Villasantana, es importante anotar que diariamente se realizan los análisis y monitoreos en línea que permiten controlar la calidad y cantidad de agua que ingresa y que sale de los procesos de tratamiento.

A continuación, se muestran en la tabla 6 las acciones identificadas para lograr una reducción del riesgo:

Tabla 6. Acciones para la Reducción del Riesgo

Tiempo	Acción	Responsable
Corto Plazo	Control permanente de actividades productivas que generan vertimientos en la cuenca abastecedora	Autoridad ambiental - CARDER
	Mantenimiento permanente a la planta de tratamiento	
	Realizar ensayos con coagulantes para eliminación de sustancias contaminantes	
	Continuar con programa del INS (PICCAP)	
	Realizar inspección, vigilancia y control a los laboratorios que realizan análisis físicos, químicos y microbiológicos al agua para consumo humano	Secretaría de Salud Departamental

Tiempo	Acción	Responsable
	Análisis Físicoquímico, microbiológico y biológico cuando se presente una alteración atípica que afecte las características del agua que la hacen apta para consumo humano.	SERVICIUDAD E.S.P.E.I.C.E.
Mediano Plazo	Actualización de laboratorios para ampliar oferta de servicios	SERVICIUDAD E.S.P.E.I.C.E.
	Seguimiento permanente a metas del PSMV	Autoridad ambiental - CARDER
	Actualización al plan de ordenamiento de la cuenca	Autoridad ambiental - CARDER
Largo Plazo	Diseño y construcción de sistemas de tratamiento de aguas residuales de las actividades productivas instaladas en la cuenca (avícolas, porcícolas, piscícolas, agricultura, recreación)	Responsables de cada actividad
	Diseño y construcción de sistemas de tratamiento de agua potable alternos para el abastecimiento y distribución.	SERVICIUDAD E.S.P.E.I.C.E.

Fuente: SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E.

4. MANEJO DE DESASTRES ASOCIADOS A LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

4.1. Plan de emergencias y contingencias

Con este plan se busca planificar la ejecución de las actividades que deben desarrollarse cuando se presente una emergencia que produzca la alteración de la calidad del agua para el consumo de la población usuaria del sistema de acueducto de SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E.

4.1.1. Activación de alarmas

Estas alarmas se activarán en el momento en que se evidencie o se sospeche la presencia de sustancias contaminantes en el agua cruda. Para este caso, en el momento en que se presente una mortandad de las especies que se encuentran en el agua de esta cuenca o se evidencie un cambio en el aspecto físico de esta agua.

En el caso de presentarse un evento asociado a fenómenos naturales es necesario establecer comunicación inmediata con el Servicio Geológico Colombiano (SGC) o el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) quienes deben suministrar información sobre el evento, la cual servirá como base para ejecutar las acciones que se anotan en la Tabla 7.

En el caso de presentarse aportes permanentes y/o parciales de sustancias contaminantes como el caso del Arsénico la presencia de patógenos, que se presenta eventualmente en el agua que suministra la empresa Empocabal al sistema de acueducto que opera SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E., se dará el mismo tratamiento anotado en el Plan de Emergencia y Contingencia Servicio de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E. en la tabla 53, diseñado de acuerdo con la Resolución 154 de 2014 y que se muestra a continuación:

- Se informa al equipo de trabajo de cada servicio y al Comité Empresarial de Gestión del Riesgo de Desastres de la posibilidad de ocurrencia del evento.
- Se inicia el protocolo de comunicaciones.
- El Comité Empresarial de Gestión del Riesgo de Desastres se reúne de forma periódica.
- Monitoreo frecuente de la calidad de agua en la fuente y en red de distribución.
- Se convoca a reunión permanente del Comité Empresarial de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Revisión y evaluación de la situación.
- Se revisa con el proveedor de agua (Empocabal E.I.C.E.) la dosificación de insumos químicos y la presencia del parámetro químico.
- Se suspende el suministro del agua proveniente de la fuente que presente el episodio de emergencia

- Se suministra de manera frecuentada el servicio con el agua proveniente de la planta de tratamiento Villasantana, mediante una zonificación de acuerdo a la ubicación de los tanques de almacenamiento.
- Si en cualquier sector, pasado un (1) día no es posible suministrar agua a través de la red de distribución, se abastece a través de carro – tanque.
- Se toman acciones de acuerdo al episodio y se ejecutan las acciones establecidas en la reunión de calidad.

Tabla 7. Actuaciones ante presencia de sustancias que alteran la calidad del agua para consumo humano

Amenaza	Objetivo	Estrategia	Acciones
Aporte de cenizas volcánicas	Evitar el consumo de agua contaminada con cenizas volcánicas ante erupción del volcán Nevado del Ruiz u otro cercano	Evitar entrada de agua contaminada con cenizas volcánicas al sistema acueducto	Bocatoma: -Cerrar entrada de agua contaminada a la bocatoma -En caso de ingreso de esta agua, desocupar desarenadores -Suspensión del servicio
			Aducción: -Drenar la línea de aducción -Suspensión del servicio
			Planta de tratamiento: -Drenar cada una de las estructuras que la componen -Lavar cada una de estas estructuras -Suspensión del servicio
			Tanques de almacenamiento: -Cerrar válvula de salida del tanque -Drenar el tanque por el desagüe del mismo -Lavar el tanque aplicando una solución de desinfectante de

Amenaza	Objetivo	Estrategia	Acciones
			<p>acuerdo a protocolos de lavado</p> <p>-Suspensión del servicio</p>
Incremento de turbiedad, color y Ph por aporte de sedimentos ante eventos de remoción en masa	Suministrar agua apta para consumo humano ante incrementos de turbiedad, color y Ph en el agua cruda de entrada al sistema de acueducto	Tratar agua cruda con turbiedad, color y Ph elevada a la entrada del sistema	<p>Bocatoma:</p> <p>-Cuando el agua cruda del río Otún supera límites de tratabilidad en la PTAP Villasantana, se debe cerrar la entrada de esta agua a la planta de tratamiento</p> <p>Planta de tratamiento:</p> <p>-Implementar tratamiento con coagulantes y ayudantes de floculación (Polímeros) para disminuir tiempos de suspensión por alteraciones de los parámetros fisicoquímicos en agua cruda</p>
Ingreso de agua residual al sistema de acueducto por daños ocasionados por fenómenos naturales o siconaturales	Evitar que los usuarios del sistema consuman agua no apta	Generar alarma entre la población para evitar consumo de agua contaminada y realizar limpieza de la infraestructura	<p>En Redes de distribución:</p> <p>-Aislar sectores con contaminación por aguas residuales, cerrando válvulas de sectorización</p> <p>-Apertura de hidrantes de los sectores afectados para drenar las redes con agua contaminadas.</p> <p>-Dar aviso a la población para evitar consumo de agua con alteración de calidad</p> <p>-Una vez reparada la línea de conducción, lavar las redes de distribución</p>

Amenaza	Objetivo	Estrategia	Acciones
Ingreso de sustancias contaminantes a tanques de almacenamiento por acción de terceros	Evitar que los usuarios del sistema consuman agua no apta	Generar alarma entre la población para evitar consumo y realizar limpieza de la infraestructura	<p>Tanques de almacenamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Cerrar válvula de salida del tanque -Drenar el tanque por el desagüe del mismo -Lavar el tanque aplicando una solución de desinfectante de acuerdo a protocolos de lavado -Suspensión del servicio -Dar aviso a la población para evitar consumo de agua con alteración de calidad
Ingreso de contaminantes patógenos a la red de distribución	Evitar que los usuarios del sistema consuman agua no apta	Realizar mesas de trabajo conjuntas con las Secretarías de Salud Territoriales y mesas de trabajo internas	<ul style="list-style-type: none"> -Se comunica a la empresa prestadora del servicio de compra de agua en bloque EMPOCABAL E.S.P, para que tome las acciones pertinentes de acuerdo al caso para eliminar la presencia del patógeno en el agua suministrada para la empresa SERVICIUDAD E.S.P. -Se inicia con el lavado de los sistemas de tratamiento de agua de la planta Villasantana desde la entrada de agua cruda hasta la salida del agua tratada. -Aumenta la precloración y la cloración. -Lavado de tanques de almacenamiento. -Análisis de muestras de vigilancia y control de acuerdo al plan de muestreo que se establezca para el tipo de evento.

Amenaza	Objetivo	Estrategia	Acciones
Ingreso de contaminantes físico químicos atribuido a las aguas termales	Evitar que los usuarios del sistema consuman agua no apta	Realizar mesas de trabajo con las Secretarías de Salud Territoriales y mesas de trabajo internas con la empresa que suministra agua en bloque para la red de distribución.	<ul style="list-style-type: none"> -Se comunica de ser necesario a la empresa prestadora del servicio de compra de agua en bloque EMPOCABAL E.S.P, para que tome las acciones pertinentes de acuerdo al caso con el objetivo de eliminar la presencia de los contaminantes físicoquímicos derivado de aguas termales en el agua suministrada para la empresa SERVICIUDAD E.S.P. -Se evalúa el tipo de contaminante para saber qué acciones se generan para su eliminación de acuerdo al caso. -Se establece acciones de acuerdo al tipo de contaminante. - Se implementa un plan de muestreo para vigilancia y control.

Fuente: SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E.

A continuación se relacionan cada una de las responsabilidades en la ejecución del plan de contingencia de los sistemas de suministro de agua para consumo humano, el cual es concordante con el contenido del Plan de Emergencia y Contingencia de SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E. elaborado con los lineamientos de la resolución 154 de 2014, es necesario considerar que siempre se debe mantener informado al Gerente General de la empresa de todo lo que pueda ocurrir:

Tabla 8. Responsabilidad del personal en la atención de la emergencia

No de personas	Colaborador	Perfil Profesional	Tiempo de dedicación	Rol o Función en la atención
1	Subgerente Técnico y Operativo	Ingeniero Civil	2 turnos de 12 horas diarias	Alistamiento del personal y el equipo para la atención del evento. Activa el Plan de Emergencia y Contingencia. Atiende la emergencia hasta tanto se presenta el comité de emergencias.
1	Profesional Especializado de Acueducto	Ingeniero Civil	2 turnos de 12 horas diarias	Genera concepto de recomendación a la Coordinación Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres de la declaratoria de calamidad pública de acuerdo a las condiciones del servicio de acueducto.
1	Profesional Planta de Tratamiento	Química Industrial	2 turnos de 12 horas diarias	Control de la calidad de agua cruda, en red de distribución y en los carro-tanques.
1	Auxiliar de toma de muestras	Tecnólogo en preservación de recursos naturales	2 turnos de 12 horas diarias	Toma de muestra para medir la calidad de agua en red de distribución.
1	Subgerente Comercial	Administrador de empresas	2 turnos de 12 horas diarias	Informa al equipo de trabajo y al Comité Empresarial de Gestión del Riesgo de Desastres sobre la probabilidad de ocurrencia de un

No de personas	Colaborador	Perfil Profesional	Tiempo de dedicación	Rol o Función en la atención
				<p>evento y el estado de las diferentes alertas al equipo de trabajo y al Comité Empresarial de Gestión del Riesgo de Desastres.</p> <p>Se encarga de iniciar el protocolo de comunicaciones.</p> <p>Es responsable de solicitar y coordinador el suministro de agua a través de carro-tanques.</p>
4	Conductores	Primaria o bachiller	2 turnos de 12 horas diarias	Movilizan el personal, la herramienta y material necesario para realizar las reparaciones y la atención de los daños. Uno de los conductores será de camioneta y el otro de vehículo pesado (carro-tanque o volqueta)
4	Prácticos de Fontanería	Primaria o bachiller	2 turnos de 12 horas diarias	Evaluación de daños ocasionados por el evento.
4	Oficial	Primaria o bachiller	2 turnos de 12 horas diarias	Realiza las reparaciones requeridas
6	Ayudante	Primaria o bachiller	2 turnos de 12 horas diarias	Realiza las reparaciones requeridas

Fuente: SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E.

4.1.2. Suspensión del servicio de acueducto

Una vez generada la alarma, se debe suspender el servicio si se evidencia o se sospecha la presencia de sustancias contaminantes que alteran la calidad del agua.

Esta suspensión será temporal y durante este tiempo se aprovechará para realizar los análisis correspondientes para identificar la sustancia y la suspensión se mantendrá hasta que se dé por superada la emergencia, bien sea por que se pudo realizar el tratamiento para eliminarla o se haya descartado su presencia en la fuente de abastecimiento.

Se podrá apoyar la detección de la presencia de contaminantes con el parámetro de la conductividad, y para ello se revisará el promedio histórico de este parámetro en el agua de la fuente o el agua para consumo humano, para compararlo con las mediciones que se realicen en el periodo que se haya activado una alarma por alteración de la calidad del agua.

4.1.3. Tratamiento de agua para eliminar la sustancia que altera su calidad.

En el caso de la planta de tratamiento de Villasantana, se indica que su diseño corresponde a una planta convencional para el tratamiento de aguas superficiales lo que la hace vulnerable ante la presencia de contaminantes como metales pesados.

La planta de tratamiento con sus procesos unitarios responde eficientemente para la eliminación de coloides y elementos patógenos como bacterias, virus y protozoos, evidenciado en la información de vigilancia y control para el sistema de acueducto a través del aplicativo SIVICAP¹² del Instituto Nacional de Salud, que indica un nivel sin riesgo para la salud de los usuarios de acuerdo con el IRCA calculado para el sistema que atiende la población de Dosquebradas.

4.1.4. Establecimiento de métodos alternos para el suministro de agua para consumo humano a la población

En caso que la suspensión del servicio se prolongue más allá de 48 horas, debe recurrirse a establecer mecanismos alternos para abastecimiento, en los que se tiene en cuenta la ayuda externa a la que puede acudir, esta acción es coordinada por el Gerente y el Subgerente Comercial, responsables indicados en el Plan de Emergencia y Contingencia basado en la renombrada resolución 154 de 2014.

Se cuenta con un convenio de apoyo mutuo en caso de emergencias con la Compañía de Servicios Públicos Domiciliarios S.A. E.S.P. (ACUASEO).

Con la empresa Aguas y Aguas de Pereira E.I.C.E. aunque no se tiene un convenio por escrito, en caso de requerirse, históricamente ellos han prestado la colaboración debida con los equipos y elementos disponibles.

¹²Sistema de Información de la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano-SIVICAP

En estos casos el suministro se podrá hacer teniendo en cuenta protocolos universales de actuación durante emergencias por desabastecimiento, para lo cual se podrá habilitar tanques de almacenamiento provisionales con especificaciones tales que conserven la calidad del agua, que servirán para que las personas en un radio aproximado de 500 metros se acerquen a ellos para llenar recipientes con volúmenes recomendados para suministrar en promedio un volumen entre 7,5 y 15 litros por habitante por día, tal como está consignado en el Manual para ayuda humanitaria de Colombia¹³.

Estos tanques deberán ser monitoreados diariamente por la autoridad sanitaria para verificar la calidad del agua almacenada en ellos, adicionalmente se deberá hacerles mantenimiento cada 15 días mientras dure la emergencia.

4.1.5. Limpieza de la infraestructura afectada

La limpieza de la infraestructura deberá hacerse teniendo en cuenta los protocolos establecidos para la desinfección de los sistemas de acueducto indicados en la Resolución 330 de 2017¹⁴ del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio una vez sea superada la emergencia y antes del restablecimiento del servicio.

¹³ Manual de estandarización de ayuda humanitaria de Colombia, adoptado mediante la Resolución 1808 de 2013. UNGRD

¹⁴ Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) y se derogan las Resoluciones números 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009

4.1.6. Restablecimiento de las condiciones de normalidad

La emergencia terminará una vez sean superadas las causas de la alteración de la calidad del agua, y podrán utilizarse las herramientas descritas en el Plan de Emergencia y Contingencia para la evaluación de los daños y para el análisis posterior a los daños en caso de afectación por fenómenos naturales o socio-naturales.

Estas condiciones de normalidad deben quedar evidenciadas a través del análisis del agua suministrada, monitoreada en la red de distribución.

4.1.7. Educación y comunicación

El plan de comunicación se manejará de la misma forma como se ha establecido en el Plan de emergencia y Contingencias de SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E. (Numeral 1.3.2 Comunicaciones).

5. BIBLIOGRAFÍA

- Ley 1523 de 2012 *“Por medio del cual se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre”*.
- Resolución 549 de 2017 *“Por la cual se adopta la guía que incorpora los criterios y actividades mínimas de los estudios de riesgo, programas de reducción de riesgo y planes de contingencia de los sistemas de suministro de agua para consumo humano y se dictan otras disposiciones”*.
- Decreto 1575 de 2007 *“Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano”* expedido por los antiguos Ministerios de Protección Social y el de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Resolución 2115 de 2007 *“Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano”*.
- Plan de Emergencia y Contingencia SERVICIUDAD E.S.P. E.I.C.E. Año 2018.
- Actualización Pomca Río Otún. Minambiente, Minhacienda, Carder, Fondo de Adaptación. Febrero 2017.
- Mapa de amenaza volcánica identificado para el volcán Nevado del Ruiz. Tercera versión. Año 2015. Servicio Geológico Colombiano
- Resolución 330 de 2017 *“Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) y se derogan las Resoluciones números 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459*

de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009” del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

- Resolución 82 de 2009 “*Por medio de la cual se adoptan unos formularios para la práctica de visitas de inspección sanitaria a los sistemas de suministro de agua para consumo humano*” del Ministerio de la protección Social.
- Estandarización de ayuda humanitaria de Colombia, Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres – Colombia, Año 2013.