



Informe Nacional de Calidad del Agua para Consumo Humano

INCA 2020



**El futuro
es de todos**

Gobierno
de Colombia

REPÚBLICA DE COLOMBIA

IVÁN DUQUE MÁRQUEZ

Presidente de la República

SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS

NATASHA AVENDAÑO GARCÍA

Superintendente de Servicios Públicos Domiciliarios

MILTON EDUARDO BAYONA BONILLA

Superintendente Delegado para Acueducto, Alcantarillado y Aseo

VÍCTOR HUGO ARENAS GARZÓN

Director Técnico de Gestión de Acueducto y Alcantarillado

KAREN AMANDA BUSTOS PINEDA

Coordinadora Grupo de Estudios Sectoriales

DIRCEU ENRIQUE VARGAS PEDROZA

Asesor Superintendencia Delegada para Acueducto, Alcantarillado y Aseo

MELANI AILYN CÁCERES PIRAJAN

Profesional Grupo de Estudios Sectoriales

LUIS ALBERTO ESGUERRA AMAYA

Profesional Grupo de Estudios Sectoriales

MARLON JARAMILLO ZAPATA

Profesional Grupo de Estudios Sectoriales

MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO

JONATHAN MALAGÓN GONZÁLEZ

Ministro de Vivienda, Ciudad y Territorio

JOSE LUIS ACERO VERGEL

Viceministro de Agua y Saneamiento Básico

HUGO ALONSO BAHAMÓN FERNÁNDEZ

Director de Política y Regulación

ZAYDA YANETH SANDOVAL NÚÑEZ

Coordinación Grupo Desarrollo Sostenible

GINA ALEJANDRA BAUTISTA RODRÍGUEZ

Profesional Grupo Desarrollo Sostenible

ÁNGELA LILIANA MEJÍA BUSTACARA

Contratista Grupo Desarrollo Sostenible

ANDREA CAROLINA BARRIGA PÉREZ

Contratista Grupo Desarrollo Sostenible

LUIS HERNÁN GONZALEZ BORRERO

Subdirección de Desarrollo Empresarial

JUAN PABLO SERRANO CASTILLA

Subdirección de Programas

MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL

FERNANDO RUIZ GÓMEZ

Ministro de Salud y Protección Social

LUIS ALEXANDER MOSCOSO OSORIO

Viceministro de Salud Pública y Prestación de Servicios

GERSON ORLANDO BERMONT GALAVIS

Director de Promoción y Prevención

JAIRO HERNÁNDEZ MÁRQUEZ

Subdirector de Salud Ambiental

ADRIANA DUEÑAS CONTRERAS

LILIANA ROJAS RODRÍGUEZ

MARTHA MILENA CONTRERAS PORTILLA

Profesionales Subdirección de Salud Ambiental

INSTITUTO NACIONAL DE SALUD

MARTHA LUCÍA OSPINA RAMÍREZ

Directora General

ASTRID CAROLINA FLÓREZ SÁNCHEZ

Directora Técnica Redes en Salud Pública (DRSP)

MARYSOL GONZÁLEZ HORMIGA

Referente nacional SIVICAP (DRSP)

SACHA KATHERINE NIÑO ROJAS

Analista SIVICAP (DRSP)

FRANKLYN EDWIN PRIETO ALVARADO

Director Técnico Vigilancia y Análisis del riesgo en Salud Pública (DVARSP)

IVAN CAMILO SÁNCHEZ BARRERA

Coordinador Grupo ERIA y Plaguicidas (DVARSP)

**CARLA MARÍA BLANCO LIZARAZO
FLOR RUFINA RODRÍGUEZ VILLAMARÍN
YULY ANDREA GAMBOA MARÍN**

Profesionales Grupo ERIA y Plaguicidas (DVARSP)

MILENA BORBÓN RAMOS

Coordinadora Grupo Factores de Riesgo del Ambiente (DVARSP)

JORGE ALBERTO GAMARRA CUELLAR

JUAN CAMILO ROJAS

MÓNICA CARREÑO

GINA POLO

Profesional Grupo Factores de Riesgo Ambiental (DVARSP)

CARLOS HERNÁNDEZ LONDOÑO

Profesional Grupo EDA (DVARSP)

El presente documento se puede reproducir, fotocopiar, replicar, total o parcialmente, siempre que se cite la fuente.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios

Carrera 18 No. 84-35

Bogotá, Colombia

GLOSARIO	7
ABREVIATURAS.....	9
INTRODUCCIÓN	11
1. CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES Y MARCO NORMATIVO DE LA VIGILANCIA Y CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA EN COLOMBIA.....	14
2. CAPÍTULO 2. RESULTADOS DE LA VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN COLOMBIA, 2020	18
2.1. <i>Índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano (IRCA) – cálculo, interpretación y análisis.....</i>	<i>18</i>
2.1.1. <i>Fórmulas utilizadas para la estimación del IRCA</i>	<i>19</i>
2.1.2. <i>Recolección y análisis de la información de la vigilancia de la calidad del agua.....</i>	<i>19</i>
2.1.3. <i>Análisis de los resultados de la vigilancia de la calidad del agua en Colombia, 2020.....</i>	<i>20</i>
2.2. <i>Inspección y certificación sanitarias de persona prestadora, evaluación, interpretación y análisis</i>	<i>24</i>
2.2.1. <i>Inspección sanitaria, cálculo de indicadores, generación de conceptos y expedición de certificación sanitaria de persona prestadora.....</i>	<i>25</i>
2.2.2. <i>Análisis de los resultados de las visitas de inspección sanitaria y la expedición de certificaciones sanitarias para prestadores, 2020.....</i>	<i>25</i>
2.3. <i>Mapas de riesgo de la calidad del agua para consumo humano, elaboración, interpretación y análisis.....</i>	<i>27</i>
2.4. <i>Mapas de riesgo de la calidad del agua para consumo humano, seguimiento al estado de avance</i>	<i>29</i>
3. CAPÍTULO 3. EVENTOS VEHICULADOS POR AGUA PARA CONSUMO HUMANO	32
3.1. <i>Reporte técnico: informe de la predicción de la incidencia de enfermedad diarreica aguda en Colombia relacionada con riesgos microbiológicos en agua para consumo dietario, a través de algoritmo de estimación probabilística, 2020</i>	<i>32</i>
3.1.1. <i>Metodología</i>	<i>34</i>
3.1.2. <i>Análisis estadístico de datos de la base de SIVICAP relacionados con el reporte de E. coli</i>	<i>36</i>
3.1.3. <i>Resultados de algoritmo de predicción de casos de EDA para 2020 a partir de datos de concentración de E. coli reportados al SIVICAP.....</i>	<i>38</i>
3.1.4. <i>Análisis de correlación de datos de la base de SIVICAP y concentración de E. coli.....</i>	<i>40</i>
3.1.5. <i>Conclusiones.....</i>	<i>45</i>
3.1.6. <i>Recomendaciones.....</i>	<i>45</i>
3.1.7. <i>Referencias.....</i>	<i>46</i>
3.2. <i>Relación de la calidad de agua para consumo humano y la incidencia de enfermedad diarreica aguda en Colombia, 2020</i>	<i>47</i>
3.2.1. <i>Metodología</i>	<i>48</i>
3.2.2. <i>Análisis de los reportes de calidad de agua, SIVICAP 2020</i>	<i>49</i>
3.2.3. <i>Resultados.....</i>	<i>52</i>
3.2.4. <i>Recomendaciones.....</i>	<i>53</i>
3.2.5. <i>Bibliografía</i>	<i>54</i>
3.3. <i>Asociación entre la ocurrencia de eventos ambientales y la calidad de agua para consumo humano en Colombia, 2020</i>	<i>54</i>
3.3.1. <i>Metodología</i>	<i>56</i>
3.3.2. <i>Análisis</i>	<i>56</i>
3.3.3. <i>Resultados.....</i>	<i>56</i>
3.3.4. <i>Recomendaciones.....</i>	<i>60</i>
3.3.5. <i>Bibliografía</i>	<i>61</i>

4. CAPITULO 4. RESULTADOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA LAS MUESTRAS REALIZADAS POR LA SSPD EN CUMPLIMIENTO DE LO DISPUESTO EN EL ARTÍCULO 15 DE LA LEY 1955 DE 2019.....	63
4.1. Generalidades	63
4.2. Metodología para la determinación de prestadores sujetos a monitoreo	64
4.2.1. Determinación del número de muestras	67
4.3. Resultados Índice de Riesgo de Calidad de Agua	69
4.3.1. IRCA departamental prestadores priorizados por los objetivos 1, 2 y 3 del proyecto.....	69
4.3.2. IRCA departamental grupo COVID – 19	72
4.3.3. Nivel de riesgo por prestador.....	74
4.4. Comportamiento de las características analizadas.....	83
4.4.1. Características microbiológicas.....	84
4.4.2. Características físicas.....	87
4.4.3. Características químicas de otras sustancias utilizadas en la potabilización.....	92
4.4.4. Características químicas que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana.....	96
4.4.5. Características químicas de sustancias que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana.....	103
4.4.6. Características químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana	105
5. CAPÍTULO 5. PROYECTOS DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO (APSB) ENFOCADOS A LA CALIDAD DEL AGUA.....	110
5.1. Resultados del IRCA sectorial vigencia 2020	110
5.2. Análisis de proyectos de inversión ejecutados frente al IRCA sectorial	112
5.3. Programas de agua y saneamiento básico liderados por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	116
5.3.1. Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento (PDA).....	116
5.3.2. Estrategia asistencia técnica en la implementación del Programa Cultura del Agua	117
5.3.3. Programa Aseguramiento de la Prestación	119
5.3.4. Seguimiento de proyectos.....	121
5.3.5. Programa Abastecimiento de Agua y Manejo de Aguas Residuales en Zonas Rurales – AECID.....	122
5.3.6. Contrato de Préstamo Banco Interamericano de Desarrollo 2732/OC-CO. Programa de Abastecimiento de Agua y Manejo de Aguas Residuales en zonas Rurales.	123
5.3.7. Todos por el Pacífico.....	123
5.3.8. Programa de Conexiones Intradomiciliarias (PCI).....	124
6. CONCLUSIONES	126
7. ANEXOS	129

Glosario

Abasto de agua: Conjunto de obras hidráulicas para captar, controlar, conducir, almacenar o distribuir agua cruda o parcialmente tratada cuyo caudal puede ser empleado total o parcialmente para el uso para consumo humano y doméstico (Decreto 1898 de 2016).

Certificación sanitaria: Es el acto administrativo expedido por la autoridad sanitaria competente a través del cual se acredita el cumplimiento de las normas y criterios de la calidad del agua para consumo humano, soportado en el concepto sanitario, proferido a solicitud del interesado o de las autoridades de control.

Concertación de puntos: Acuerdo realizado entre la autoridad sanitaria de los departamentos, distritos y municipios y las personas prestadoras, para definir la localización de los puntos de recolección de muestras de agua para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución, con base en los planos del sistema de distribución de acueducto o el catastro de la red de distribución y el conocimiento que se tenga de la misma, siguiendo los criterios establecidos en los artículos del 1° al 4° de la Resolución número 0811 de 2008, y para lo cual se deja constancia en el acta de concertación de puntos y lugares de muestreo.

Concepto sanitario: Es el resultado de evaluar la calidad del agua para consumo humano con base en las visitas de inspección sanitaria y análisis de los criterios y normas de las características del agua.

Inspección sanitaria: Es el conjunto de acciones que en desarrollo de sus funciones, realizan las autoridades sanitarias y las personas prestadoras que suministran o distribuyen agua para consumo humano, destinadas a obtener información, conocer, analizar y evaluar los riesgos que presenta la infraestructura del sistema de abastecimiento de agua, a identificar los posibles factores de riesgo asociado a inadecuadas prácticas operativas y a la determinación de la calidad del agua suministrada, mediante la toma de muestras, solicitud de información y visitas técnicas al sistema de suministro, dejando constancia de ello mediante el levantamiento del acta respectiva.

Mapa de riesgo de calidad de agua (mapa de riesgo): Instrumento que define las acciones de inspección, vigilancia y control del riesgo asociado a las condiciones de calidad de las cuencas abastecedoras de sistemas de suministro de agua para consumo humano, las características físicas, químicas y microbiológicas del agua de las fuentes superficiales o subterráneas de una determinada región, que puedan generar riesgos graves a la salud humana si no son adecuadamente tratadas, independientemente de si provienen de una contaminación por eventos naturales o antrópicos.

Materialización de los puntos de muestreo: Esta es una actividad que debe realizar la persona prestadora y consiste en la construcción de una instalación con un dispositivo para la recolección de las muestras de vigilancia de la calidad del agua por parte de la autoridad sanitaria, la cual debe ser de fácil acceso, segura, cómoda y contar con elementos de identificación y protección para evitar el acceso y mal uso por terceras personas, teniendo en cuenta criterios definidos en el artículo 6 de la Resolución 0811 de 2008.

Nivel de riesgo inviable sanitariamente: Agua no apta para consumo humano con clasificación IRCA entre 80.1 a 100%

Nivel de riesgo alto: Agua no apta para consumo humano con clasificación IRCA entre 35.1 a 80%

Nivel de riesgo medio: Agua no apta para consumo humano con clasificación IRCA entre 14.1 a 35%

Nivel de riesgo bajo: Agua no apta para consumo humano con clasificación IRCA entre 5.1 a 14%

Nivel de riesgo Sin Riesgo: Agua apta para consumo humano con clasificación IRCA entre 0 a 5%

Pila pública: Suministro de agua por la entidad prestadora del servicio de acueducto, de manera provisional, para el abastecimiento colectivo y en zonas que no cuenten con red de acueducto, siempre que las condiciones técnicas y económicas impidan la instalación de redes domiciliarias (Decreto 302 de 2000, modificado por el decreto 229 de 2009).

Puntos de muestreo en red de distribución: Son aquellos sitios representativos donde se realiza la recolección de la muestra de agua para consumo humano en la red de distribución, de acuerdo con lo definido entre la autoridad sanitaria y la persona prestadora que suministra o distribuye agua para consumo humano.

Red de distribución o red pública: Conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento hasta los puntos de consumo (Decreto 302 de 2000, modificado por el decreto 229 de 2009).

Sistema de Información para la Vigilancia de la Calidad del Agua Potable, SIVICAP: Herramienta informática a través de la cual las autoridades sanitarias departamentales, municipales y distritales registran en tiempo real la información de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano como resultado de las acciones de inspección, vigilancia y control realizadas por éstas sobre los sistemas de suministro, tratamiento, distribución y abastecimiento en sus áreas de influencia.

Sistema de Vigilancia en Salud Pública, SIVIGILA: Conjunto de usuarios, normas, procedimientos, recursos técnicos, financieros y de talento humano, organizados entre sí para la recopilación, análisis, interpretación, actualización, divulgación y evaluación sistemática y oportuna de la información sobre eventos en salud, para la orientación de las acciones de prevención y control en salud pública (Decreto 3518 de 2006).

Abreviaturas

AECID	Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo
APSB	Agua Potable y Saneamiento Básico
DTS	Direcciones Territoriales de Salud
EDA	Enfermedad Diarreica Aguda
HAP	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos
IRABAm	Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano
IRABApp	Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano de la Persona Prestadora
IRCA	Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano
IRCAm	Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano Municipal
IRCApp	Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano de la Persona Prestadora
INCA	Informe Nacional de Calidad del Agua para consumo humano
INS	Instituto Nacional de Salud
LSPD	Laboratorios de Salud Pública Departamentales
Minsalud	Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia
Minvivienda	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio
MVCT	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio
NTU	Unidades Nefelométricas de turbiedad
PCI	Programa de Conexiones Intradomiciliarias
PDA	Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento
RUPS	Registro Único de Prestadores de Servicios
SGP-APSB	Recursos del Sistema General de Participación para Agua Potable y Saneamiento Básico
SIVICAP	Sistema de Información para la Vigilancia de la Calidad del Agua Potable
SIVIGILA	Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública

SSPD Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios

SUI Sistema único de Información

UPC Unidades de Platino Cobalto

VASB Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico

Introducción

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) el agua de consumo humano segura, no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume a lo largo de toda una vida, teniendo en cuenta las vulnerabilidades diferentes que se pueden presentar en distintas etapas de la vida. Los que presentan mayor riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua son los lactantes y los niños pequeños, las personas debilitadas y los adultos mayores, especialmente si viven en condiciones antihigiénicas.¹

Las enfermedades relacionadas con la contaminación del agua de consumo humano representan una carga importante en la salud humana, por lo que las intervenciones para mejorar la calidad del agua de consumo humano proporcionan beneficios significativos para la salud¹.

De otra parte, las actividades antrópicas, principalmente la industrialización, y la presencia natural de minerales en el agua por efecto de la erosión, han producido cambios en las condiciones ambientales y en la calidad del agua de consumo, lo cual ha incrementado el riesgo de efectos nocivos para la salud. Sumado a esto, se han descrito algunas enfermedades asociadas al consumo de agua contaminada con sustancias químicas, principalmente aquellas con contenido de metales, tales como el saturnismo (plomo), la enfermedad itai-itai (cadmio), la enfermedad de Minamata (mercurio), entre otras².

Por lo anterior, se establece el marco normativo colombiano, en busca de la implementación de estrategias de gestión de riesgos que garanticen la seguridad del abastecimiento de agua por medio de la vigilancia y el control de los componentes peligrosos del agua que se pueden dar en la cadena de producción de la misma.

El Índice de Riesgo de Calidad del Agua para consumo humano (IRCA), es un indicador que evalúa la calidad del agua para consumo humano en Colombia con base en los resultados de las características fisicoquímicas y microbiológicas, analizadas en las muestras de vigilancia de la calidad del agua de consumo reportados por las Direcciones Territoriales de Salud (DTS) a través del Sistema de Información para la Vigilancia de la Calidad del Agua Potable (SIVICAP), dando así cumplimiento a lo dispuesto en el Decreto 1575 y su Resolución reglamentaria 2115, ambas de 2007.

La vigilancia de los peligros químicos se debe enfocar en los efectos crónicos y la exposición que puede presentar la población, sin dejar a un lado los posibles eventos agudos que se puedan presentar por altas concentraciones de carácter antropogénico o de enfermedades transmitidas a través del agua. De acuerdo con lo establecido en la Resolución 2115 de 2007, en el país se monitorean tanto la presencia de algunos indicadores de contaminación microbiológica como las concentraciones de varias sustancias químicas (por ejemplo, metales), los cuales pueden estar en concentraciones superiores a los límites definidos en la norma, o muy cercanos al límite.

Con base en lo expuesto, cabe resaltar la importancia del mejoramiento de la disponibilidad de los servicios de agua y del saneamiento, así como un tratamiento efectivo, fortalecido con un sistema de vigilancia adecuado, los cuales son la base para optimizar la calidad sanitaria

¹ Guías para la calidad del agua de consumo humano. Cuarta edición. OMS 2011

² Nordberg, Fowler, & Nordberg, 2015; Väänänen, Leppänen, Chen, & Akkanen, 2018

del agua para consumo humano y disminuir los riesgos asociados a las enfermedades causadas por contaminación hídrica.

En la implementación de los estándares nacionales de agua potable basados en la normativa, así como de referentes internacionales como las Guías de la OMS, es necesario tener en cuenta los factores que pueden influir en la calidad del agua, tales como factores ambientales, sociales, culturales, económicos, la dieta y otras condiciones que afectan la exposición potencial y las diferentes etapas de la producción del agua.

Es así como, la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en Colombia incluye la evaluación de riesgos en la fuente abastecedora con la elaboración de los mapas de riesgo de la calidad del agua, el proceso de tratamiento, distribución y abasto con la inspección sanitaria y la vigilancia de la calidad del agua en la red de distribución y abasto.

En el marco del cumplimiento del Decreto 1575 de 2007, específicamente su artículo 26, es competencia del Ministerio de Salud y Protección Social (Minsalud) en coordinación con el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Minvivienda), la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) y el Instituto Nacional de Salud (INS), elaborar y publicar anualmente el presente informe, el cual tiene como objetivo evaluar, analizar y presentar los resultados de la vigilancia del sistema de suministro de agua para consumo humano del servicio de acueducto, a la luz del cumplimiento del decreto y sus resoluciones reglamentarias, y a partir del año 2019, los resultados de las muestras de análisis conferidas a la SSPD mediante el Plan Nacional de Desarrollo de 2018-2022.

Lo anterior permitirá generar información que sirva como marco de referencia a las autoridades y sectores involucrados en la toma de decisiones, así como para la implementación de las acciones de control para prevenir y mitigar los daños a la salud de la población derivados del consumo del agua.

En consonancia con lo anterior, el INS como administrador del Sistema de Información para Vigilancia de la Calidad del Agua Potable (SIVICAP), remite anualmente y de manera oficial el consolidado nacional de los resultados de las muestras de vigilancia de la calidad del agua reportados por las autoridades sanitarias (departamentales, distritales y municipales), a Minvivienda, Minsalud y a la SSPD, para que cada una, en el marco de sus competencias, realice las acciones y análisis correspondientes.

Es así como en el presente informe se detalla el análisis de los resultados realizado por el INS frente a los Índices de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano – IRCA, de la totalidad de las entidades vigiladas por las autoridades sanitarias bajo el criterio de enfoque de riesgo, ya sean prestadores del servicio público de acueducto o autoabastecedores, que suministran o distribuyen agua tanto de la zona urbana como rural en los municipios del país.

Adicionalmente, con estos resultados se realizó la estimación del riesgo de infección y número de casos anuales de EDA con base en información de la concentración y presencia de *E. coli* reportada en SIVICAP.

También se analizó la posible asociación de incidencia de la enfermedad diarreica aguda (EDA) a nivel municipal, tomando en cuenta los datos de EDA notificados en el Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública –SIVIGILA y los resultados del re-cálculo de IRCA con seis parámetros tomados de SIVICAP, así mismo se analizó la asociación entre la ocurrencia de eventos ambientales y la calidad de agua para consumo humano en Colombia para la vigencia 2020.

De otra parte, Minsalud consolidó el estado de avance en la elaboración de los mapas de riesgo de la calidad de agua para consumo humano adelantados por las Direcciones Territoriales de Salud -DTS y reportados a ese Ministerio, con el fin de realizar el seguimiento de acciones de inspección, vigilancia y control de los riesgos asociados a las condiciones de la calidad de las fuentes de abastecimiento de agua de los sistemas de suministro de agua para consumo humano.

Ahora bien, se presentan los resultados de calidad del agua para las muestras realizadas a las áreas priorizadas por parte de la SSPD durante la vigencia 2020, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 15 de la Ley 1955 de 2019; la cual otorga la facultad de realizar toma de muestras que sirvan como prueba para los procesos que se llevan a cabo dentro de la entidad.

Es de anotar que en la facultad de vigilancia otorgada a la SSPD se plantean 3 objetivos, y mediante el establecimiento del objetivo 1, se determina la selección y priorización de prestadores para la toma de muestras de calidad del agua, teniendo en cuenta aquellos que presentan diferencias significativas en la información de control reportado al SUI y la información de vigilancia de la calidad del agua reportada por parte de las autoridades sanitarias al SIVICAP.

En el marco del objetivo 2, se incluyen los prestadores sin información en el SIVICAP en el periodo 2016-2019 y aquellos prestadores (Grupo COVID-19) que no contaban con información de vigilancia de calidad del agua reportada en SIVICAP por las autoridades sanitarias durante el periodo de enero a abril de 2020 con afectaciones en la toma de muestras de vigilancia por parte de dichas autoridades, en razón a la emergencia sanitaria; finalmente mediante el objetivo 3, se identificaron prestadores para los cuales se reportó agua con riesgo reiteradamente, a partir de la información reportada en SUI y SIVICAP para los años 2016 al 2019.

Así mismo, se detallan los resultados y el comportamiento de las principales características analizadas en cada muestra mediante diferentes gráficos estadísticos y se mapean los resultados de nivel de riesgo de calidad de agua, que permite identificar el riesgo que prevalece en cada una de las regiones destacadas.

Por su parte, Minvivienda analiza y detalla los resultados de la calidad del agua sectorial para la vigencia 2020, producto de la depuración del SIVICAP realizada en conjunto con la SSPD, en este entendido se presenta el impacto en el indicador de la calidad del agua (IRCA) frente a los proyectos de inversión ejecutados en el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – APSB ³.

Finalmente, se presentan los programas del sector de Agua y Saneamiento Básico que se han venido impulsando desde Minvivienda, que son el soporte en territorio para la implementación y ejecución de las políticas públicas necesarias para garantizar la prestación del servicio público de acueducto.

³ Presentados ante el mecanismo de viabilización de dicha entidad.

1 CAPÍTULO 1. Antecedentes y marco normativo de la vigilancia y control de la calidad del agua en Colombia

La vigilancia de la calidad del agua en Colombia inicia de manera voluntaria en el año 1994, luego, para dar cumplimiento al artículo 44 del Decreto 475 de 1998 (derogado por el Art. 35 del Decreto 1575 de 2007), en el año 2001 se genera el Sistema de Información para la Vigilancia de la Calidad del Agua Potable “SIVICAP”, y se realiza un programa piloto hasta junio de 2007, año en el cual se establece la obligatoriedad de reportar la información de la vigilancia de la calidad del agua en el SIVICAP con la expedición del Decreto 1575 de 2007 de los actuales Ministerio de Salud y Protección Social y el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

Respecto a los recursos que la Nación transfiere a las entidades territoriales (departamentos, distritos y municipios), para la financiación de los servicios a su cargo, específicamente para agua potable y saneamiento básico, y las responsabilidades en materia de inspección, vigilancia y control de factores de riesgo que afecten la salud humana presentes en el ambiente, están contemplados en la Ley 715 de 2001, *“por la cual se dictan normas orgánicas en materia de recursos y competencias de conformidad con los artículos 151, 288, 356 y 357 (Acto Legislativo 01 de 2001) de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones para organizar la prestación de los servicios de educación y salud, entre otros”*.

Esta Ley prevé en el Título III las competencias atribuidas a la nación, a los departamentos y a los municipios en materia de salud pública, precisando en su artículo 42, las que tiene a cargo la Nación, relativas a la dirección del sector salud y del Sistema General de Seguridad Social en Salud, así mismo, el artículo 43 define las Competencias de los departamentos, entre las cuales es importante resaltar las contenidas en los numerales 43.3.2 y 43.3.8. así: *“Garantizar la financiación y la prestación de los servicios de laboratorio de salud pública directamente o por contratación”* y *“Ejecutar las acciones de inspección, vigilancia y control de los factores de riesgo del ambiente que afectan la salud humana, y de control de vectores y zoonosis de competencia del sector salud, en coordinación con las autoridades ambientales, en los corregimientos departamentales y en los municipios de categorías 4º, 5º y 6º de su jurisdicción.”*

En el mismo sentido el artículo 44 *ibidem*, define las competencias en salud pública de los municipios, indicando en los numerales 44.3.3 y 44.3.3.3, lo siguiente: *“Además de las funciones antes señaladas, los distritos y municipios de categoría especial, 1º, 2º y 3º, deberán ejercer las siguientes competencias de inspección, vigilancia y control de factores de riesgo que afecten la salud humana presentes en el ambiente, en coordinación con las autoridades ambientales.”*; y *“Vigilar en su jurisdicción, la calidad del agua para consumo humano; la recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos; manejo y disposición final de radiaciones ionizantes, excretas, residuos líquidos y aguas servidas; así como la calidad del aire. Para tal efecto, coordinará con las autoridades competentes las acciones de control a que haya lugar”*.

De otra parte, el parágrafo 2 del artículo 8º del Decreto 1575 de 2007 sobre la responsabilidad de las direcciones departamentales, distritales y municipales de salud, señala que: *“los laboratorios de salud pública podrán prestar servicios de análisis a otras personas naturales, jurídicas, públicas o privadas mediante contratos o pagos por análisis efectuados, siempre y cuando no interfiera con las labores asignadas de vigilancia y control a los sistemas de suministro de agua para consumo humano”*.

El artículo 20 del Decreto 1575, señala respecto al análisis de las muestras de vigilancia que: *“las autoridades sanitarias competentes, a través de los laboratorios departamentales y distritales de salud pública deberán realizar los análisis físicos, químicos y microbiológicos de vigilancia para garantizar la calidad del agua para consumo humano, teniendo en cuenta las acciones de vigilancia establecidas en la Ley 715 de 2001 o la norma que la modifique, sustituya o adicione.”*

En consonancia con lo anterior, el párrafo 1° del mismo artículo indica que: *“la autoridad sanitaria departamental o distrital podrá prestar directamente el servicio de análisis de laboratorio para realizar la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano, o contratarlo con otro laboratorio de salud pública departamental o distrital.”*

De otra parte, el artículo 24 del Decreto 1575, establece que las alcaldías y gobernaciones deben adecuar y orientar su estructura técnica, operativa y de gestión y tomar las provisiones presupuestales necesarias para que las autoridades sanitarias departamentales y municipales cuenten con los recursos que garanticen el óptimo cumplimiento de sus competencias en salud pública.

En el párrafo 2° del artículo 12 del Decreto 2323 de 2006 se establece que la DTS deberán garantizar la infraestructura y el desarrollo del laboratorio de salud pública departamental, sin perjuicio de las funciones y obligaciones a su cargo; disponiendo también que: *“podrán contratar la realización de pruebas de laboratorio de interés en salud pública con otros laboratorios públicos o privados dentro o fuera de su jurisdicción, siempre y cuando cuenten con la respectiva verificación del cumplimiento de estándares de calidad para la autorización según los lineamientos dados por el Ministerio de Salud y Protección Social”*; así mismo, el numeral 6 de este artículo, dispone que la DTS debe verificar el cumplimiento de los estándares de calidad de los laboratorios autorizados para la realización de exámenes de interés en salud pública que operen en su jurisdicción.

Los numerales 4° y 8° del artículo 16 del Decreto 2323 de 2006, señala como responsabilidad de los Laboratorios de Salud Pública Departamentales – LSPD y del Distrito Capital, la de adoptar e implementar en su jurisdicción el sistema de monitoreo y evaluación de la Red Nacional de Laboratorios acorde con los lineamientos del Minsalud, así como, la de vigilar la calidad de los exámenes de laboratorio de interés en salud pública desarrollados por los laboratorios del área de influencia.

Por su parte, el Artículo 4 de la Resolución 1619 de 2015 define los estándares de calidad en salud pública para laboratorios de salud pública departamentales y el Distrito Capital, que de acuerdo con lo previsto en el numeral 14 del artículo 9 del Decreto 2323 de 2006, corresponde al Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos - INVIMA y al Instituto Nacional de Salud - INS, como Laboratorios Nacionales de Referencia, definir, vigilar y controlar los estándares de calidad que deben cumplir los laboratorios de salud pública departamentales y del Distrito Capital; es así como el INS define los lineamientos e instrumento para la verificación de los estándares de calidad a los laboratorios que realizan análisis del agua para consumo humano por parte de las entidades territoriales de salud.

Adicionalmente, Minsalud expide la Resolución por la cual se autorizan laboratorios para la realización de análisis físicos, químicos y microbiológicos de agua para el consumo humano, en los términos definidos en el artículo 27 del Decreto 1575 de 2007, y señala que, los laboratorios para la realización de análisis físicos, químicos y microbiológicos de agua para consumo humano, deben cumplir como mínimo, con los siguientes requisitos: infraestructura, dotación, equipos y elementos de laboratorio necesarios para realizar los análisis; contar con

personal competente en esta actividad; participar en el Programa Interlaboratorios de Control de Calidad del Agua Potable - PICCAP - e implementar un Sistema de Gestión de la Calidad y Acreditación por Pruebas de Ensayo ante entidades nacionales e internacionales que otorguen dicho reconocimiento.

De conformidad con el marco normativo expuesto, la responsabilidad de la DTS y el laboratorio de Salud Pública Distrital se encuentra establecida en la Ley 715 de 2001, la cual dispone que las DTS departamentales deben ejecutar las acciones de inspección, vigilancia y control de los factores de riesgo del ambiente que afectan la salud humana, y de control de vectores y zoonosis de competencia del sector salud, en coordinación con las autoridades ambientales, en los corregimientos departamentales y en los municipios de categorías 4^a, 5^a y 6^a de su jurisdicción obligatoriamente, y podrá prestar directamente el servicio de análisis de laboratorio para realizar la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano, o contratarlo con otro laboratorio de salud pública departamental o distrital.

A su turno, las competencias en el ámbito municipal, señaladas en el numeral 44.3.3.3. del artículo 44 de la misma ley, que deben vigilar en su jurisdicción, la calidad del agua para consumo humano y que, para tal efecto, coordinará con las autoridades competentes las acciones de control a que haya lugar. Así como las autoridades sanitarias municipales categorías 1, 2 y 3, deben coordinar las acciones de vigilancia del agua para consumo humano con la autoridad sanitaria departamental de su jurisdicción (Decreto 1575/2007 numeral 9, Artículo 8).

En este orden de ideas, el LSPD realizará el análisis de las muestras de vigilancia de los municipios de las categorías 4^a, 5^a y 6^a de su jurisdicción obligatoriamente y podrá analizar las muestras de vigilancia de los municipios de las categorías 1, 2 y 3 hasta donde su capacidad se lo permita.

Los resultados realizados por terceros autorizados serían válidos y se contaría con los instrumentos normativos y técnicos suficientes para avalar los resultados que el laboratorio emita, ya que es la DTS la responsable de aplicar los lineamientos y herramientas para la verificación de los estándares de calidad a los laboratorios que realizan análisis del agua para consumo humano.

Los laboratorios que realicen análisis físicos, químicos y microbiológicos de agua para el consumo humano, deben cumplir con los estándares de calidad para los laboratorios que realizan análisis del agua para consumo humano. Los lineamientos para la verificación de los estándares de calidad a los laboratorios que realizan análisis del agua para consumo humano por parte de las entidades territoriales de salud y la herramienta de verificación de estándares de calidad en salud pública para laboratorios de análisis físico químico y microbiológico de agua se encuentran disponibles en: <https://bit.ly/3j0i9xB>

Teniendo en cuenta lo anterior, adicional a la obligación que tiene la persona prestadora del servicio público de acueducto de garantizar el suministro de agua apta para el consumo humano, es la que tienen las direcciones departamentales, distritales y municipales (autoridades sanitarias) de ejercer vigilancia través del seguimiento a la calidad del recurso distribuido en una población específica. Lo anterior, se materializa en la toma y análisis de muestras que realizan las autoridades sanitarias denominadas muestras de vigilancia y las muestras de control que son tomadas por la persona prestadora, las cuales son necesarias para determinar si el agua suministrada es apta para consumo humano.

Según lo establecido en la Resolución 811 de 2008 de los actuales Ministerio de Salud y Protección Social y Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, en el Art. 3, las muestras deben ser tomadas en puntos concertados entre el prestador del servicio público de acueducto y la autoridad sanitaria, sobre la red de distribución; para que se haga efectiva la toma de muestras el prestador debe construir unas cajillas a través de las cuales se instale un dispositivo que permita la toma de esta.

Adicionalmente, el Decreto 1575 de 2007 definió el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua (IRCA), el cual se explica el grado de riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el no cumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano. El IRCA se calcula con base en lo establecido en el artículo 13 de la Resolución 2115 de 2007.

El IRCA se genera a partir de la información recopilada con las muestras de vigilancia y control, la diferencia es que cada responsable (Autoridad Sanitaria y prestador) se encarga del análisis de estas y el reporte se realiza por medios diferentes; así mismo, la Resolución 2115 de 2007 establece el número mínimo de las muestras que se deben realizar según la población atendida.

Respecto a la estimación y reporte del IRCA, se realizará de forma mensual; en el caso del control, serán realizados por parte de la persona prestadora y reportados al Sistema Único de Información SUI en los términos y los plazos establecidos para el efecto por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios-SSPD.

En cuanto a los registros de IRCA de la vigilancia de la calidad del agua, resultado de las actividades de Inspección, Vigilancia y Control (IVC) en el país, serán reportados por las Autoridades Sanitarias, al "Sistema de Información de la Vigilancia de la Calidad del Agua Potable SIVICAP", los cuales son utilizados en su totalidad para la elaboración de los capítulos 2 y 3.

2 CAPÍTULO 2. Resultados de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en Colombia, 2020

2.1 Índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano (IRCA) – cálculo, interpretación y análisis.

El Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano - IRCA, es un indicador compuesto, a través del cual es posible relacionar la calidad del agua y el nivel de riesgo al que se encuentra expuesta una determinada población por el no cumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas.

Actualmente, el cálculo del IRCA de las muestras de vigilancia, se realiza a través de SIVICAP y el proceso de muestreo del sistema de suministro de agua para consumo humano, es realizado por las autoridades sanitarias, la cual cubre espacio, tiempo y frecuencia de las muestras de agua en los puntos concertados y materializados, de acuerdo con lo definido en la Resolución 811 de 2008.

La estimación y reporte del IRCA se realiza por muestra y de forma mensual y se calcula con base en lo establecido en los artículos 13 y 14 de la Resolución 2115 de 2007. En cuanto al cálculo del IRCA por muestra, se realiza mediante una media ponderada donde son atribuidos pesos a cada una de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua.

Con base en el resultado del análisis obtenido de cada una de estas muestras, se calcula el IRCA por muestra; a su vez, con los IRCA obtenidos por muestra, se calcula el IRCA mensual para cada prestador y con el total de muestras de las personas prestadoras del municipio se calcula el IRCA municipal.

Adicionalmente, las autoridades sanitarias, bajo el criterio de enfoque de riesgo, realizan la vigilancia de la calidad del agua en auto abastecedores, entendiéndose aquellos que: a) no se consideran prestadores del servicio público de acueducto, b) utilizan alternativas para el autoabastecimiento del agua (cruda o tratada), c) proporcionan agua a un colectivo o individual y d) son responsables por su manejo o tratamiento a nivel domiciliario.

Con base en el porcentaje del IRCA, se establece el nivel de riesgo para el consumo, dando la posibilidad de generar alertas tempranas, alerta sobre riesgos, eventos o situaciones de emergencia para la salud de la población derivados de la calidad del agua usada para consumo humano y acciones de prevención dirigidas a los prestadores, autoridades sanitarias, así como a otras autoridades y órganos de control, sobre qué hacer dependiendo de la clasificación del nivel de riesgo, para mantener o mejorar la calidad del agua, según lo establece la Resolución 2115 de 2007 en el cuadro de Clasificación del nivel de riesgo y acciones según IRCA por muestra e IRCA mensual (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación del nivel de riesgo y acciones según IRCA por muestra e IRCA mensual

Clasificación IRCA (%)	Nivel de Riesgo	IRCA por muestra (notificaciones que adelantará la autoridad sanitaria de manera inmediata)	IRCA mensual (acciones para mejora de la calidad)
80.1 -100	INVIABLE SANITARIAMENTE	Informar a la persona prestadora, al COVE, alcalde, Gobernador, SSPD, Minsalud, INS, Minvivienda, Contraloría General y Procuraduría General.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo con su competencia de la persona prestadora, alcaldes, gobernadores y entidades del orden nacional.
35.1 - 80	ALTO	Informar a la persona prestadora, COVE, alcalde, Gobernador y a la SSPD.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo con su competencia de la persona prestadora y de los alcaldes y gobernadores respectivos.
14.1 - 35	MEDIO	Informar a la persona prestadora, COVE, alcalde y Gobernador.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de la persona prestadora.
5.1 - 14	BAJO	Informar a la persona prestadora y al COVE.	Agua no apta para consumo humano, susceptible de mejoramiento.
0 - 5	SIN RIESGO	Continuar el control y la vigilancia.	Agua apta para consumo humano. Continuar la vigilancia.

Fuente: Resolución 2115 de 2007, Ministerio de Salud y Protección Social y Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio

2.1.1 Fórmulas utilizadas para la estimación del IRCA

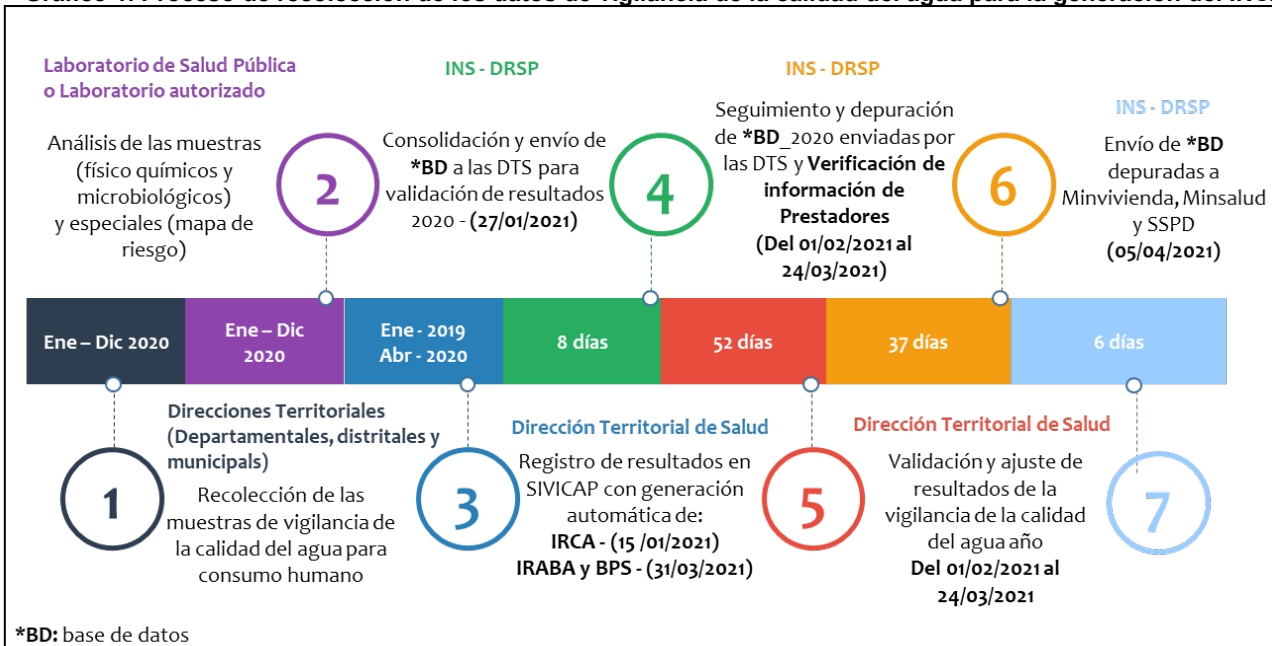
$$\text{IRCA por muestra} = \frac{\sum \text{puntajes de riesgo asignado a las características no aceptables}}{\sum \text{puntajes de riesgo asignado a todas las características analizadas}}$$

$$\text{IRCA municipal o distrital} = \frac{\sum \text{de IRCA obtenidos en las muestras analizadas en el municipio o distrito}}{\text{número total de muestras analizadas en el municipio}}$$

$$\text{IRCA auto abastecedores} = \frac{\sum \text{de IRCA obtenidos en las muestras analizadas de los autoabastecedores}}{\text{número total de muestras analizadas de los autoabastecedores en el municipio}}$$

2.1.2 Recolección y análisis de la información de la vigilancia de la calidad del agua.

La información reportada en SIVICAP es validada por las autoridades sanitarias y verificada por el INS, quién consolida la información corregida y ajustada y la remite al Ministerio de Salud y Protección Social, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, Departamento Nacional de Planeación, Procuraduría General de la Nación, Contraloría General de la Nación y Defensoría, para que cada uno desde su competencia realice las acciones pertinentes, con base en estos resultados (Gráfico 1).

Gráfico 1. Proceso de recolección de los datos de vigilancia de la calidad del agua para la generación del INCA

Fuente: Elaboración propia a partir de cronogramas para cargue y validación de información en SIVICAP 2020. INS

2.1.3 Análisis de los resultados de la vigilancia de la calidad del agua en Colombia, 2020

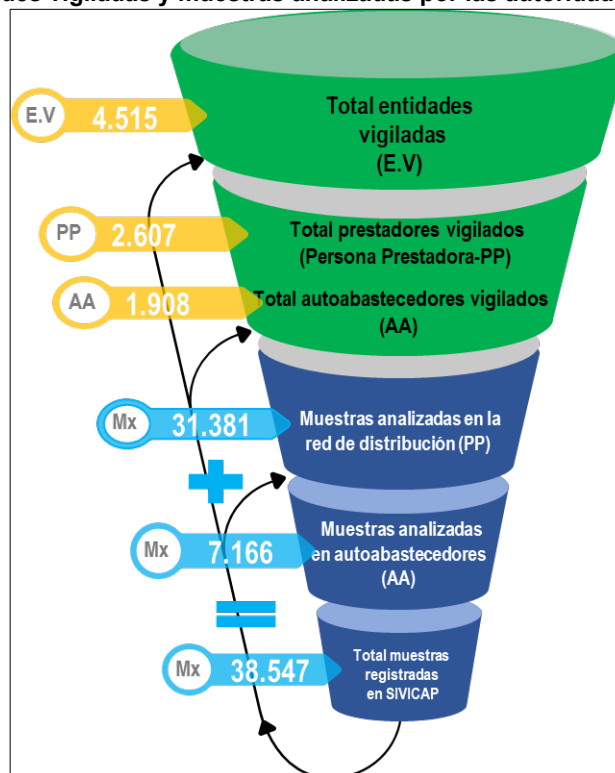
Teniendo en cuenta lo registrado por las autoridades sanitarias en el SIVICAP, para el año 2020 se analizaron un total de **38.547 muestras** en un total de **4.515 entidades vigiladas**. El 57,74% (n=2.607) de éstas, corresponden a personas prestadoras del servicio de acueducto y el 42,26% (n=1.908) corresponde a autoabastecedores. El 88% (n=33.808) corresponde a agua tratada y el 12% (n=4.739) a agua cruda o sin tratamiento, y puntualmente sobre éstas últimas muestras, el 68% (n=3.217) corresponde a autoabastecedores y el 32% a prestadores (n=1.522).

Respecto a prestadores, el 33,0% (n=871) prestan servicio en el área urbana, el 57% (n=1.475) en el área rural, el 10% (n=261) prestan servicio tanto en zona rural como urbana.

En cuanto a los autoabastecedores, el 5% (n=93) se encuentran ubicados en el área urbana y el 95% (n=1.815) restante en área rural.

Aunque se vigila un mayor porcentaje de autoabastecedores, los mayores volúmenes de muestras analizadas corresponden a las **personas prestadoras** con un **81,41% (n=31.381)**, al compararla con el **18,59% (n=7.166)** de muestras analizadas sobre los **autoabastecedores** (Gráfico 2).

Gráfico 2. Entidades vigiladas y muestras analizadas por las autoridades sanitarias, 2020



Fuente: SIVICAP 2020. INS

Del total de muestras analizadas durante el año 2020, el 64% (n=24.698) fueron tomadas en el área urbana el 36% (n=13.849) en el área rural. Específicamente para prestadores, el 73% (n=23.041) de las muestras correspondían al área urbana y el 27% (n=8.340) al área rural, mientras que para autoabastecedores, se observa una proporción inversa, teniendo un área de abastecimiento mayoritariamente rural con el 77% (n=5.509) de muestras analizadas para esta área y 23% (n=1.657) en el área urbana.

En cuanto a los niveles de riesgo se encontró que, del total de muestras analizadas para el 2020, el 73% (n=28.058) se clasificaron en el nivel “sin riesgo” de acuerdo con el valor del IRCA, el 2% (n=599) en riesgo “bajo”, el 9% (n=3.349) en riesgo “medio”, el 11% (n=4.144) en riesgo “alto” y el 6% (n=2.397) se clasificaron como “inviabile sanitariamente”, es decir, que el 27% de las muestras analizadas presentaba algún nivel de riesgo para el consumo.

El IRCA nacional de los prestadores del servicio de acueducto fue de 8,56% clasificado como riesgo “bajo”. De 31.381 muestras analizadas, el 81% (n=25.454) está clasificado en un nivel “sin riesgo”, el 1% (n=392) en riesgo “bajo”, el 8% (n=2.514) en riesgo “medio”, el 6% (n=2.024) en riesgo “alto” y el 3% (n=997) en “inviabile sanitariamente”. Del agua suministrada por personas prestadoras, el 95% (n=29.859) corresponde a agua tratada y el restante el 5% (n=1.522) a agua cruda.

Respecto al IRCA nacional para los autoabastecedores, es de 42,80%, clasificado en el nivel de riesgo “alto”. De 7.166 muestras analizadas, el 32% (n=2.305) está clasificado en un nivel “sin riesgo”, el 3% (n=218) en riesgo “bajo”, el 12% (n=859) en riesgo “medio”, el 32% (n=2.275) en riesgo “alto” y el 21% (n=1.509) en “inviabile sanitariamente”. Es decir que, el 68% de las muestras analizadas en autoabastecedores presentó algún riesgo en el consumo, frente a un 19% de las muestras analizadas para personas prestadores. Sobre esta última

conclusión, es importante aclarar que el 45% (n=3.217) de las muestras corresponden a agua cruda, es decir, sin tratamiento, y el 55% (n=3.949) a agua tratada. En relación con el agua cruda, es obtenida directamente de las fuentes como ríos, aljibes, pozos subterráneos, entre otros, lo cual afecta el porcentaje del IRCA de autoabastecedores; sin embargo, el agua recibe algún tipo de manejo intradomiciliario para su consumo (ej. hervir, filtrar) o se utiliza para los sanitarios, lavado de ropa, etc.

Con respecto a la vigilancia de la calidad del agua de los prestadores del servicio de acueducto a nivel departamental, se registró información para 31 departamentos y el distrito capital, para un cumplimiento del 97% en la vigilancia a nivel departamental, por falta en el reporte de información del departamento de Córdoba. De acuerdo con el IRCA, el 28% (n=9) se clasificaron en el nivel de riesgo “sin riesgo”, el 38% (n=12) riesgo “bajo”, el 31% (n=10) riesgo “medio” y el 3% (n=1) en riesgo “alto”, para el consumo.

En cuanto a la vigilancia departamental de los autoabastecedores, se observó que 21 departamentos reportan información para éstos, de los cuales el 5% (n=1) presentó nivel “sin riesgo”, el 5% (n=1) riesgo “bajo”, el 19% (n=4) riesgo medio y el 71% (n=15) riesgo “alto”.

Por otro lado, se vigiló la calidad del agua en el 90% (n=1.005) de los municipios, de los cuales el 6,5% (n=65) corresponden a las categorías 1, 2, 3 y especial; el restante 93,5% (n=940) corresponden a las categorías 4, 5 y 6. Es importante recordar que las acciones de inspección, vigilancia y control de la calidad del agua en los corregimientos departamentales y en los municipios de las categorías 4, 5 y 6, están bajo la responsabilidad de la autoridades sanitarias departamentales; mientras que los distritos y municipios de categoría especial, 1, 2 y 3, se deben ejercer las acciones en su respectiva jurisdicción.

Al realizar el análisis comparativo entre la calidad del agua vigilada por las autoridades sanitarias departamentales y los municipios de categoría especial, 1, 2 y 3, se observa que no hay una diferencia significativa en los niveles de riesgo para la salud humana, esto de acuerdo con el resultado de la regresión binomial con un resultado $P > 1$ en el programa estadístico SPSS (por sus siglas en inglés Statistical Package for the Social Sciences).

En la siguiente URL se puede observar el consolidado nacional por departamento y municipio del IRCA total, IRCA de las áreas urbana y rural, el número de muestras analizadas y nivel de riesgo para el año 2020, tanto para personas prestadoras como autoabastecedores. Sin embargo, se destaca que tanto el IRCA departamental como el municipal agrupa las muestras analizadas para todos los prestadores vigilados en cada uno, respectivamente, de manera que para realizar un adecuado análisis, se debe revisar el detalle de los IRCA para cada prestador, con el nivel de riesgo y número de muestras analizadas para cada uno, así como los detalles del IRCA urbano y rural que también se pueden observar en el mapa interactivo al cual puede acceder a través de la siguiente URL: <https://bit.ly/3miMpWi>

Finalmente, respecto al IRCA, al realizar un análisis comparativo entre las muestras analizadas y las entidades vigiladas por las autoridades sanitarias durante las últimas 3 vigencias, se observa que, para el año 2019 se presentó una disminución en el muestreo del 10%, al compararlo con el año 2018 y del 25% para el año 2020, y al comparar el año 2019 con el 2020, se observa una disminución en el muestreo y análisis del 17%, lo cual se puede atribuir a las dificultades en el acceso a los municipios para la realización de la toma de las muestras para vigilancia debido a la emergencia por Covid-19. Sin embargo, se resalta el incremento en la vigilancia de prestadores como se observa en la tabla comparativa (Tabla 2).

Tabla 2. Comparación entidades y muestras vigiladas, 2018 a 2020

	Año 2018 (14/02/2019)	Año 2019 (31/01/2020)	Año 2020 (31/01/2021)
Total entidades vigiladas	6.097	5.815	4.515
Total prestadores	1.915	2.232	2.607
Total abastecedores	4.182	3.583	1.908
Total muestras analizadas	51.666	46.454	38.547
Muestras analizadas pp	39.387	37.417	31.381
Muestras analizadas auto abastecedores	12.279	9.037	7.166

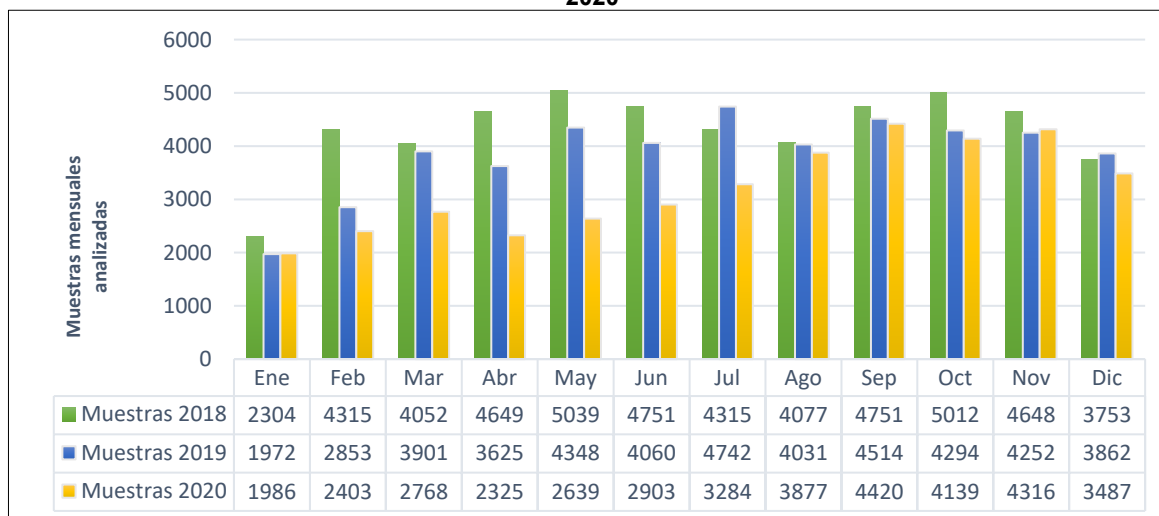
Fuente: SIVICAP 2020. INS

En cuanto al muestreo y análisis mensual, se observa que en promedio para el año 2018 se analizaron más de 4.300 muestras en la mayoría del año, con muestreos por encima de 4.000 en 10 meses para esa vigencia, mientras que para el 2019 el promedio estuvo en 3.871 muestras, y en 7 meses muestreos por encima de 4.000 muestras mes, finalmente para el año 2020, el promedio estuvo alrededor de 3.212 muestras y 3 meses por encima de 4.000 muestras, con una mejora sustancial en los muestreos y análisis realizados durante el segundo semestre si se compara con el primer semestre del mismo año (Gráfico 3).

Otro aspecto por resaltar en el comportamiento del muestreo y análisis es que para los primeros trimestres de cada año se observa una disminución en la vigilancia de la calidad del agua, generalmente, debido a demoras en la contratación del personal que realiza las acciones de IVC.

Particularmente, para el año 2020 se observaron dificultades en el transporte de las muestras por distintas causas (ej. recursos, acceso, distancia y restricciones debidas a la pandemia) y una mayor demora en el inicio de las contrataciones en parte, debido a la posesión de Gobernadores y alcaldes y de otra parte por la destitución de muchos mandatarios investigados por irregularidades en contratación. Con demoras en la contratación del personal y otros procesos críticos que se iniciaron tardíamente, con inicio en el segundo semestre (agosto y septiembre). Es indudable que la pandemia por Covid-19, impactó la vigilancia de la calidad del agua en el país principalmente debido a:

- Dificultad en el acceso y movilización del personal de IVC en algunos municipios declarados libres de Covid-19 al inicio de la pandemia.
- Priorización de acciones en algunas DTS relacionadas con Covid-19, dejando de un lado la vigilancia de la calidad del agua.
- Situación de emergencia en algunos Departamentos y municipios (Ej. Chocó, Amazonas y San Andrés).
- Técnicos con restricciones para realizar acciones de IVC por edad y otros factores de riesgo relacionados con Covid-19.

Gráfico 3. Muestras analizadas para la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano, 2018 a 2020

Fuente: SIVICAP 2020. INS

2.2 Inspección y certificación sanitarias de persona prestadora, evaluación, interpretación y análisis

Otra de las acciones periódicas realizadas por las autoridades sanitarias departamentales, distritales y de los municipios de las categorías 1, 2 y 3, consiste en practicar las visitas de inspección sanitaria a los sistemas de suministro de agua para consumo humano y evaluar el grado de cumplimiento de las Buenas Prácticas Sanitarias (BPS). Como resultado de esta actividad, se genera el Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano de la Persona Prestadora (IRABApp) y se emiten los respectivos conceptos sanitarios de las plantas de tratamiento y las certificaciones sanitarias, éstas últimas, acreditan el cumplimiento de las normas y criterios de la calidad del agua para consumo humano, soportado en el concepto sanitario, y se expiden a solicitud del interesado. Lo anterior, se desarrolla en cumplimiento de los numerales 3, 4, 7, 8 y 9 del Artículo 8 y el Artículo 24 y párrafo del Decreto 1575 de 2007, así como lo definido en la Resolución 082 de 2009.

Este personal que realiza las inspecciones sanitarias cuenta con la formación académica y experiencia necesaria para evaluar la operación, proceso de potabilización, mantenimiento y control de los sistemas de suministro de agua para consumo humano.

Para lo anterior, el funcionario debe desplazarse y realizar la visita en terreno, utilizando el tiempo necesario para recorrer los componentes e instalaciones de la citada planta y las oficinas donde se centraliza la operación de la red de distribución. Durante este proceso procederá a visualizar los riesgos, verificar los procesos, revisar registros, procedimientos y BPS, los cuales serán consignados en el acta de inspección sanitaria al sistema de suministro de agua para consumo humano.

Así mismo, la persona prestadora debe presentar la información requerida por la autoridad sanitaria de su jurisdicción sobre el sistema de suministro de agua para consumo humano.

Adicionalmente, con base en los resultados de la inspección sanitaria, la autoridad sanitaria podrá requerir el mejoramiento de los componentes del sistema de suministro de agua para consumo humano de la persona prestadora del servicio público de acueducto, así como de la calidad del agua.

2.2.1 Inspección sanitaria, cálculo de indicadores, generación de conceptos y expedición de certificación sanitaria de persona prestadora

En cuanto al número de visitas de inspección sanitaria a la infraestructura del sistema de suministro de agua de las personas prestadoras, se realizará una vez al año para los prestadores que atiendan poblaciones hasta 100.000 habitantes, y al menos dos (2) visitas de inspección sanitaria al año para prestadores que atiendan poblaciones de 100.001 habitantes en adelante, de acuerdo con lo definido en el Artículo 28 del Decreto 1575 de 2007.

De acuerdo con el resultado obtenido del IRCA del prestador (IRCAApp), el IRABApp y las BPS, obtenidos a partir de la inspección sanitaria, se emiten los respectivos conceptos y certificaciones sanitarios del prestador.

Tabla 3 se pueden observar los niveles de riesgo tanto para IRABApp como BPSpp.

Tabla 3. Ponderación del riesgo de IRABApp y las BPSpp

IRABApp	BPSpp
Riesgo muy alto 70.01 - 100	Riesgo muy alto 71 - 100
Riesgo alto 40.01 - 70	Riesgo alto 41 - 70
Riesgo medio 25.01 - 40	Riesgo medio 25 - 40
Riesgo bajo 10.01 - 25	Riesgo bajo 11 - 24
Sin riesgo 0 - 10	Sin riesgo 0 - 10

Fuente: Resolución 082 de 2009, Ministerio de Salud y Protección Social.

Para el cálculo del puntaje para la emisión del concepto sanitario se tendrá en cuenta la siguiente fórmula y su correspondiente concepto (Tabla 4).

$$\text{Puntaje} = 0,50 \times \text{IRCAApp} + 0,20 \times \text{IRABApp} + 0,30 \times \text{BPSpp}$$

Tabla 4. Concepto sanitario de persona prestadora del servicio público de acueducto

Puntaje	Concepto
0 - 10	Se expide concepto sanitario favorable cuando el puntaje ponderado está en este rango.
10.1 - 40	Se expide concepto sanitario favorable con requerimiento cuando el puntaje ponderado está en este rango.
40.1 - 100	Se expide concepto sanitario desfavorable cuando el puntaje ponderado está en este rango.

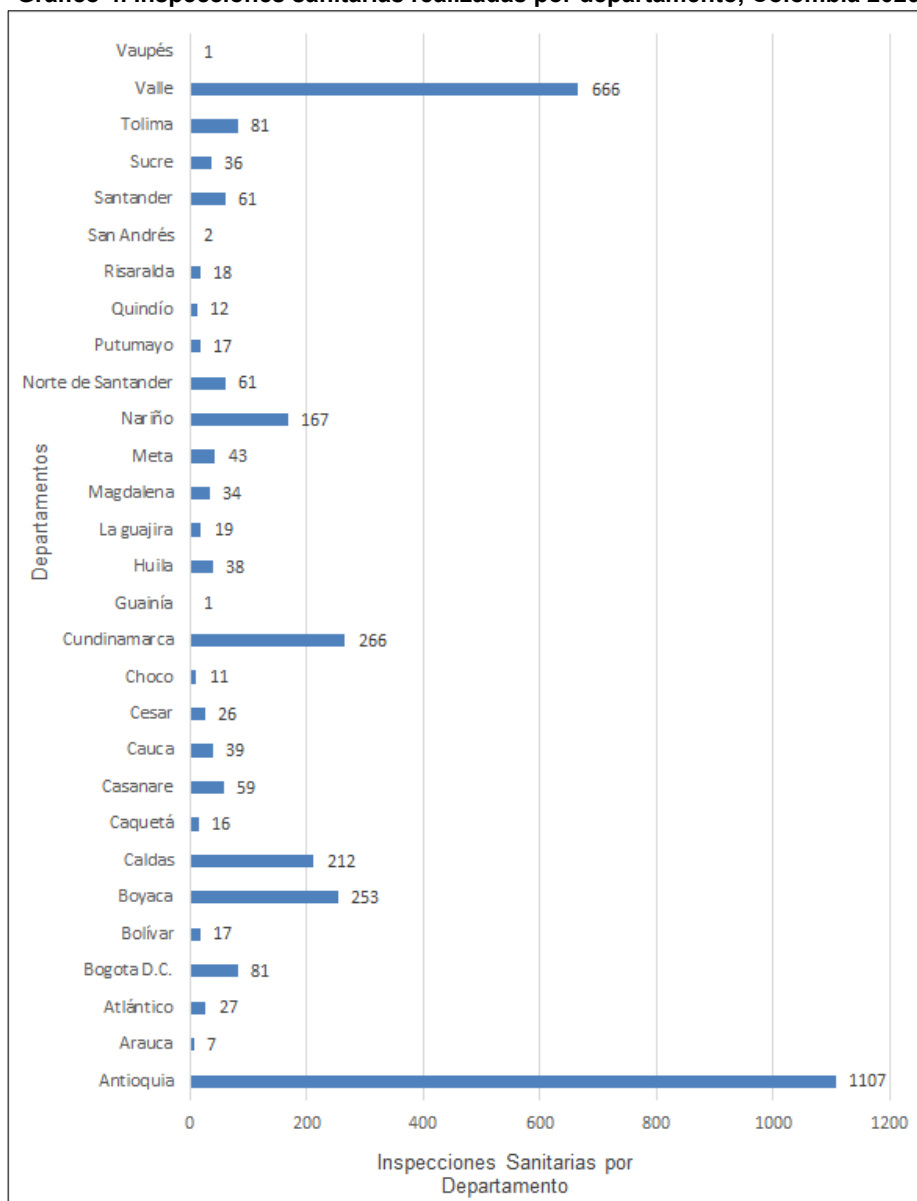
Fuente: Resolución 082 de 2009, Ministerio de Salud y Protección Social.

2.2.2 Análisis de los resultados de las visitas de inspección sanitaria y la expedición de certificaciones sanitarias para prestadores, 2020

De acuerdo con la información registrada en SIVICAP sobre la inspección sanitaria, se observa que se realizaron 3.378 visitas en 29 departamentos; la distribución por departamento se puede observar en el Gráfico 4. De las certificaciones sanitarias de persona prestadora generados a través de SIVICAP, el 45% (n=415) fueron favorables, el 44% (n=414) favorable con requerimiento y el restante 11% (n=102) fueron desfavorables.

Respecto al nivel los resultados de los niveles de riesgo para la BPSpp y el IRABApp, se pueden observar en la Tabla 5.

Gráfico 4. Inspecciones sanitarias realizadas por departamento, Colombia 2020



Fuente: SIVICAP 2020. INS

Tabla 5. Distribución de los niveles de riesgo para la BPSpp y el IRABApp, por departamento, Colombia 2020

Departamentos	Inspecciones sanitarias realizadas	BPS Sin riesgo	BPS Riesgo bajo	BPS Riesgo medio	BPS Riesgo alto	BPS Riesgo muy alto	IRABA Sin riesgo	IRABA Riesgo bajo	IRABA Riesgo medio	IRABA Riesgo alto	IRABA Riesgo muy alto
Antioquia	1107	192	128	94	187	506	196	146	48	181	536
Arauca	7	5	0	1	1	0	3	2		2	

Departamentos	Inspecciones sanitarias realizadas	BPS Sin riesgo	BPS Riesgo bajo	BPS Riesgo medio	BPS Riesgo alto	BPS Riesgo muy alto	IRABA Sin riesgo	IRABA Riesgo bajo	IRABA Riesgo medio	IRABA Riesgo alto	IRABA Riesgo muy alto
Atlántico	27	22	3	1	0	1	23	2		1	1
Bogotá D.C.	81	51	20	10	0	0	64	8	2	7	
Bolívar	17	2	6	1	6	2	3	5	7	1	1
Boyacá	253	95	108	41	9	0	91	92	38	30	2
Caldas	212	18	9	5	19	161	18	6	3	33	152
Caquetá	16	2	8	3	3	0	2	4	1	9	
Casanare	59	29	10	13	7	0	26	10	4	19	
Cauca	39	5	8	5	19	2	10	7	4	14	4
Cesar	26	6	10	6	4	0	9	8	2	5	2
Chocó	11	3	3	3	2	0		1	1	3	6
Cundinamarca	266	95	78	64	27	2	116	30	49	64	7
Guainía	1		1	0	0	0			1		
Huila	38	11	21	4	2	0	16	22			
La Guajira	19	2	3	5	8	1	1	4	7	6	1
Magdalena	34	12	7	5	10	0	4	1	5	19	5
Meta	43	8	19	6	8	2	9	11	9	9	5
Nariño	167	13	15	119	17	3	13	13	9	87	45
Norte de Santander	61	17	14	21	9	0	13	4	13	25	6
Putumayo	17	6	7	3	1	0	4	1	2	10	
Quindío	12	7	3	2	0	0	11	1			
Risaralda	18	12	4	2	0	0	8	3	1	6	
San Andrés	2	2	0	0	0	0	1	1			
Santander	61	19	23	9	9	1	21	19	12	8	1
Sucre	36	9	6	6	15	0	2	4	4	6	20
Tolima	81	20	12	8	20	21	12	10	24	14	21
Valle	666	103	107	257	197	2	128	59	33	368	78
Vaupés	1	0	0	0	1	0		1			
Totales	3378	766	633	694	581	704	804	475	279	927	893

Fuente: SIVICAP 2020. INS

2.3 Mapas de riesgo de la calidad del agua para consumo humano, elaboración, interpretación y análisis

El mapa de riesgo de la calidad del agua para consumo humano es el instrumento que define las acciones de inspección, vigilancia y control de riesgo asociado a las condiciones de calidad de las cuencas abastecedoras de sistemas de suministro de agua para consumo humano, las características físicas, químicas y microbiológicas del agua de las fuentes superficiales o

subterráneas de una determinada región que puedan generar riesgos graves a la salud humana si no son adecuadamente tratadas, independientemente de si provienen de una contaminación por eventos naturales o antrópicos.

Las autoridades ambiental y sanitaria tienen la responsabilidad de elaborar, revisar y actualizar los mapas de riesgo de la calidad del agua para consumo humano de los sistemas de abastecimiento y de distribución en la respectiva jurisdicción. Para lo anterior, deben coordinar con los Comités de Vigilancia Epidemiológica Departamentales, Distritales y Municipales (COVES), con las personas prestadoras que suministran o distribuyen agua para consumo humano y con la administración municipal (Artículo 15 del decreto 1575 de 2007); de su parte, los Ministerios de Salud y Protección Social y Vivienda, Ciudad y Territorio definen las condiciones, recursos y obligaciones mínimas que deben cumplir éstos instrumentos a través de la Resolución 4716 de 2010.

La revisión y actualización de los mapas de riesgo de la calidad del agua para consumo humano se realiza anualmente, con base en la información suministrada por las autoridades ambientales competentes y Secretarías de Planeación Municipal, tomando como insumo, entre otros aspectos, los usos del suelo definidos en el respectivo Plan de Ordenamiento Territorial – POT y el ordenamiento de las cuencas realizado por las autoridades ambientales competentes.

Adicional a los análisis de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua de las fuentes abastecedoras, las personas naturales o jurídicas que realicen diseños o estudios para un sistema de suministro de agua deben incluir los riesgos y peligros potenciales, naturales o antrópicos, mediante un análisis de vulnerabilidad, teniendo en cuenta el mapa de riesgos realizado en la zona (Artículo 29 del Decreto 1575 de 2007). Estos análisis complementarios, también incluyen las determinaciones físicas, químicas y microbiológicas no contempladas en el análisis básico, que se enuncian en la Resolución 2115 de 2007 y todas aquellas que se identifiquen en el mapa de riesgo (Artículos 5, 6, 7, numerales 1, 2, 3 y párrafos del Artículo 8, literal c del Artículo 12 de la Resolución 2115 de 2007).

Tanto la autoridad sanitaria como los prestadores deben realizar la vigilancia y control de las características adicionales definidas en el mapa de riesgo, además de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua, que realizan de manera rutinaria, esto aplica tanto en la red de distribución como al agua suministrada por otros medios como por ejemplo carrotaques, pilas públicas, entre otros (numeral 5 del Artículo 8, numerales 1 y 5 del Artículo 9 del Decreto 1575).

Respecto a selección de las características potencialmente tóxicas y aplicación de medidas sanitarias de seguridad cuando exista riesgo inminente para la salud pública de conformidad con lo previsto en los artículos 576 y siguientes de la Ley 09 de 1979 (Art. 34 del Decreto 1575 de 2007), las autoridades usarán como insumo para la elaboración del mapa de riesgo, la información suministrada por terceros responsables y afectados por la eventual presencia de esos tóxicos en el agua y los contaminantes que se generan en las actividades productivas que se realizan en la región y que puedan estar presentes en la fuente que abastece el sistema de suministro de agua (Artículo 16 del Decreto 1575 de 2007); así mismo, cuando se identifique la presencia de COT, residual del coagulante utilizado, nitritos y fluoruros, se deberán incorporar al mapa de riesgo (Artículo 31 del Decreto 1575 de 2007).

De otra parte, las frecuencias, número y reporte de muestras relacionadas con los hallazgos del mapa de riesgo, se realizarán teniendo en cuenta lo exigido por la autoridad sanitaria de

la jurisdicción (Artículos 21, 22, 24, 25, 26, 27 29, 31 y 34 de la Resolución 2115 de 2007, Artículo 7 con su parágrafo 2 de la Resolución 4716 de 2010).

Sobre los riesgos identificados en el mapa de riesgos, el prestador tiene la responsabilidad de presentar el plan de trabajo correctivo para reducir el riesgo sanitario que solicita la autoridad sanitaria competente, éste plan también debe ser enviado por la persona prestadora a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios para que esta entidad realice el seguimiento a las acciones de reducción de riesgo de conformidad con lo establecido en el artículo 11 de la Resolución 4716 de 2010.

2.4 Mapas de riesgo de la calidad del agua para consumo humano, seguimiento al estado de avance

El artículo 10 de la Resolución 4716 de 2010 establece que este informe INCA debe incluir, entre otros aspectos técnicos, el estado de avance de la elaboración de los Mapas de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano, con base en la información registrada en el SIVICAP, para lo anterior, la Subdirección de Salud Ambiental del Minsalud elaboró en el año 2016 un instrumento que permitiera realizar el seguimiento al estado de avance de elaboración de los mapas de riesgo de calidad de agua, información que se actualiza anualmente por parte de las direcciones territoriales de salud.

En la Tabla 7. Consolidado nacional avance en la elaboración de los mapas de riesgoTabla 6 se puede observar el número de mapas reportado por las autoridades sanitarias, así como el estado de avance de estos para el periodo comprendido entre el año 2012 y el 2021, con corte al 9 de agosto de 2021.

Respecto a la información recibida se observa que, de la totalidad de mapas de riesgo de la calidad del agua, el 86% (n=1.802) se concentran en los departamentos de Antioquia con el 4%, Caldas con el 10%, Meta con el 16% y Valle con el 56%, que a su vez reportan el mayor número de sistemas, con anexo 1 y anexo 2; de igual manera son los que reportan un número mayor de análisis. En la tabla 6 se observa el listado de características analizadas en los mapas de riesgo, de acuerdo con lo señalado por las DTS y en la Tabla 7 se observa la totalidad de mapas que cuentan con análisis de características básicas y análisis de características con efecto adverso reconocido sobre la salud. Para las demás DTS no se cuenta con información con corte al 9 de agosto.

Tabla 6. Características analizadas en los mapas de riesgo de la calidad del agua, 2012 a 2021

Dirección territorial de salud	Características analizadas en el mapa de riesgos
Antioquia	Color, conductividad, pH, turbiedad, antimonio, arsénico, bario, cadmio, cianuro libre y disociable, cobre, Cromo total, mercurio, níquel, plomo, selenio, carbono orgánico total, nitritos, nitratos, fluoruros, calcio, alcalinidad total, cloruros, dureza total, hierro total, magnesio, manganeso, molibdeno, sulfatos, zinc, fosfatos; trihalometanos totales: THM-Cloroformo, THM-Bromodichlorometano, THM-Dibromoclorometano, THM-Bromoformo; hidrocarburos aromáticos policíclicos: PAH-Naftaleno, PAH-Acenafteno, PAH-Acefnatileno, PAH-Antraceno, PAH-Benzo(a)antraceno, PAH-Benzo(a)pireno, PAH-Benzo(b)fluoranteno, PAH-Criseno, PAH-Dibenzo(a,h) Antraceno, PAH-Indeno(1,2,3-c,d)Pireno, PAH-Fenantreno, PAH-Pireno, PAH-Fluoreno, PAH-Benzo fluoranteno, PAH-Benzo-perileno, PAH-Fluoranteno; Plaguicidas: Barrido de organoclorados, organofosforados y carbamatos, especialmente: metil paratión, etil paratión, clorfenvinfos, endrín, endrin aldeído, endrín cetona, carbofuran, aldicarb, metomil, oxamil, diclorvos, clorpirifos, a-BCH, , g-BCH, l-BCH, b-BCH, heptacloro, aldrín, heptacloro hepóxido, g-Clordano, a-Clordano, b-Clordano, Endosulfan I, Dieldrin,

Dirección territorial de salud	Características analizadas en el mapa de riesgos
	4-4`DDD, Endosulfan II, 4-4`DDT, dimetoato, cipermetrina, Metiocarb, Propoxur, Diazinon, Malatión, Fenitrotión, Fentiión, Etiión, Clorotalonil, 4-4`-DDE, Metoxicloro, Endosulfan sulfato, propiconazol, Diuron, carbaril, Ditiocarbamatos (mancozeb); fenoles, boro, <i>Giardia</i> , <i>Cryptosporidium</i> , Virus, Coliformes Totales, Coliformes Fecales y <i>Pseudomona aeruginosa</i> .
Caldas	Color aparente, trihalometanos totales, fluoruros, cloruros, hierro total, magnesio, manganeso, plaguicidas (organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides), cobre, nitritos, nitratos, fosfatos, arsénico, bario, cadmio, cromo total, níquel, mercurio, plomo, <i>Giardia</i> , <i>Cryptosporidium</i> , Coliformes Totales, Coliformes Fecales y <i>E. Coli</i> . Tolima con <i>Cryptosporidium</i> spp, <i>Giardia</i> spp, Pesticidas Organoclorados: (Alfa-BHC, Beta-BHC, Delta-BHC, Gama-BHC, Heptacloro, Aldrin, Heptacloro, Epoxido, Trans, Clordano3, Endosulfan I, Cis, clordano3, Dieldrin, 4,4`-DDE, Endrin Endosulfan II, 4,4`-DDD3, Endrin Aldehido, Endosulfan sulfato, 4,4`-DDT, Endrin Cetona3, Metoxicloro), Pesticidas organofosforados: (Dichlorvos, Demeton S, Mevinphos, Phorate, Ethoprop, Diazinon, Naled, Disulfoton, Merphos, Demeton-O, Chorpyrifos (Dursban), Fenchlorphos (Ronnel), Trichloronate, Fenthion, Tokuthion (Prothiofos), Parathion Metil, Tetrachlorvinfos (Stirofos), Bolstar, (Sulprofos), Fensulfothion, Coumaphos, Metil, Anzinphos(Guthion), antimonio, hidrocarburos totales, mercurio total arsénico, cadmio total, cianuro, disociable, cromo hexavalente, molibdeno, níquel total, plomo, selenio y bario total.
Nariño	Color aparente, Conductividad, Alcalinidad Total, Carbono orgánico, Cloruros, DBO, Dureza, Fosfatos, Nitratos, Nitritos, Manganeso, Magnesio, Oxígeno Disuelto, PH, Plaguicidas Organofosforados, Sulfatos, <i>Cryptosporidium</i> , <i>Giardia</i>
Arauca	arsénico total, bario total, cadmio, cloruros, color aparente, conductividad, cloro residual, cromo total, cobre, DBO, DQO, fluoruros, hierro total, mercurio, nitrógeno amoniacal, nitratos, nitritos, níquel, pH, oxígeno disuelto, plomo, plata total, selenio, sulfatos, sodio, zinc, turbiedad, temperatura, coliformes totales, <i>E.coli</i> , <i>Giardia</i> .
Atlántico	Color aparente, Turbiedad, Conductividad, Ph, alcalinidad, arsénico, bario, cadmio, calcio, carbono orgánico total, cianuro, cloruros, cobre, cromo total, dureza total, fenoles, fluoruros, fosfatos, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), hierro total, magnesio, manganeso mercurio, molibdeno, níquel, nitritos, nitratos, pesticidas, plomo, sulfatos, trihalometanos, zinc, <i>Giardia</i> , <i>Cryptodoridaum</i> , Coliformes totales, coliformes fecales; Norte de Santander con el análisis de pH, color, turbidez, hierro, fosfatos, sulfatos, cloruros, fenoles, mercurio, plomo, zinc, COT, nitritos, nitratos, <i>E.coli</i> , Coliformes totales, <i>Giardia</i> y <i>Cryptosporidium</i> , enterococcus.
Putumayo	<i>Cryptosporidium</i> , <i>Giardia</i> , hierro total, COT, fluoruros, residual coagulante (sulfato de aluminio), aluminio, alcalinidad bicarbonatos, alcalinidad carbonatos, alcalinidad, aluminio, color aparente, dureza, fosfatos, nitritos, nitratos, sulfatos, hierro, manganeso, magnesio, turbiedad, zinc, pH, cloruros, calcio, molibdeno, fluoruros, <i>Coliformes totales</i> , <i>Echerichia coli</i> .
Valle	Turbiedad, hierro total, nitritos, manganeso, nitratos, fluoruros, Coliformes Fecales, Coliformes Totales, diclorvos, vernolato, pebulato, teburiuron, cicloato, prometón, terbufos, diazinon, disulfoton, metribusín, simetrin, ametrin, metolaclor, MGK-264, MGK-264 (isomero), butaclor, fenamínfos, fenamínfos, fenarimol, fluridona, α -lindano, β -lindano, Y-Lindano, heptablor, aldin, heptaclo epóxido, Trnas-clordano, Endosulfan I, Cis-clordano, Dieldrin, 4-4`-DDE, Endrin, Endosulfan II, 4-4`-DDD, Endrin Aldehido, Endosulfan sulfato, 4,4`DDT, Endrin cetona, carbamatos, cadmio, níquel, plomo, cobre, arsénico, fosfatos y selenio.

Fuente: Matriz de seguimiento Minsalud

Tabla 7. Consolidado nacional avance en la elaboración de los mapas de riesgo

Departamento	Prestadores	Sistemas con mapa	Anexo 1	Anexo 2	Características básicas	Características con efecto adverso	Con Plan de trabajo
Antioquia	77	113	113	77	77	77	71
Arauca	24	24	24	7	24	24	
Atlántico	23	23	23	23	23	23	4
Bolívar	1	1	-	-	-	-	-
Caldas	214	226	226	48	226	226	212
Caquetá	11	14	14	2	14	14	1
Casanare	43	43	43	30	43	43	11
Cauca	7	7	7	7	7	7	7
Cesar	10	10	-	-	-	-	-
Cundinamarca	52	52	52	46	52	52	46
Huila	10	10	10	1	10	10	2
Meta	325	334	334	46	334	334	3
Nariño	19	19	19	19	19	19	
Norte de Santander	40	54	54	25	54	54	40
Putumayo	14	14	14	5	14	14	9
Quindío	1	1	-	-	-	-	-
San Andrés	3	3	3	2	3	0	
Sucre	37	37	37	37	37	37	33
Tolima	32	37	37	32	32	32	32
Valle	1196	1384	1384	834	1384	1384	210
Total general	2.139	2.406	2.395	1.242	2.353	2.350	681

Fuente: Matriz de seguimiento Minsalud

3 CAPÍTULO 3. Eventos vehiculados por agua para consumo humano

El agua es uno de los vehículos alimentarios con mayor repercusión en la salud humana en función de su calidad e inocuidad; por lo que son condiciones necesarias para asegurar una dieta adecuada y apta para el consumo humano. Según las Guías para la Calidad del Agua de Consumo Humano de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011), el agua de consumo humano segura es aquella que no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume a lo largo de toda la vida, teniendo en cuenta las vulnerabilidades diferentes que se pueden presentar en distintas etapas del curso de vida.

El mejoramiento de la disponibilidad de los servicios de agua y del saneamiento, así como un tratamiento efectivo, fortalecido con un sistema de vigilancia adecuado son la base para optimizar la calidad sanitaria del agua para consumo humano y disminuir los riesgos asociados a las enfermedades causadas por contaminación hídrica.

Por lo anterior, la vigilancia de los peligros y sus riesgos se debe enfocar en los efectos y la exposición que puede presentar sobre la población. De acuerdo con lo establecido de la Resolución 2115 de 2007, en el país se monitorean las características físicas, químicas y microbiológicas y se califican, basados en los límites de aceptabilidad definidos en la normatividad, es así como, algunos de ellos estaban dentro, en otros casos estuvieron cercanos al límite y otros tanto por fuera. Lo anterior plantea la pregunta: ¿estar por fuera de los límites definido en la normatividad implican un riesgo para la salud humana?

En respuesta a la respuesta anterior, a continuación se presentan 3 informes relacionados con eventos vehiculados a través del agua con base en los resultados de la vigilancia de la calidad del agua reportados por las autoridades sanitarias para el año 2020, el primero, un sistema de alerta temprana, para predicción de la incidencia de enfermedad diarreica aguda (EDA) relacionada con riesgos microbiológicos en agua para consumo dietario, a través de algoritmo de estimación probabilística, que adicionalmente presenta un análisis de la influencia de variables de ubicación, abastecimiento (prestadores y autoabastecedores), punto de muestreo, cloro residual libre, tipo de desinfección y temperatura in situ sobre la concentración de *E. coli*, el segundo, presenta la relación de la calidad de agua para consumo humano y la incidencia de enfermedad diarreica aguda y finalmente, se presenta el estudio sobre la asociación entre la ocurrencia de eventos ambientales y la calidad de agua para consumo humano en Colombia.

3.1 Reporte técnico: informe de la predicción de la incidencia de enfermedad diarreica aguda en Colombia relacionada con riesgos microbiológicos en agua para consumo dietario, a través de algoritmo de estimación probabilística, 2020

De acuerdo con datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (1), para 2017 una proporción significativa de las enfermedades diarreicas se podrían prevenir a través del acceso al agua potable, lo cual tiene alta relevancia debido a que estas patologías son la segunda causa de muerte en niños menores de cinco años y una de las principales causas de malnutrición a nivel mundial. Según datos de UNICEF (2), para 2017 las enfermedades diarreicas representaron el 8% de las muertes de los niños a nivel mundial (525.000 fallecimientos) y el 2% de muertes en Colombia; datos de la Universidad John Hopkins en su informe de 2020 (3) indican que la neumonía y la diarrea son las dos principales causas de mortalidad infantil, al día mueren alrededor de 1.200 niños por diarrea.

De esta manera, la fuente de agua dietaria se ha definido como uno de los factores de riesgo de diarrea en niños; el consumo de agua contaminada favorece la transmisión de patógenos, los cuales llegan a esta desde su fuente o durante el almacenamiento, envasado y manejo inadecuado (4). El agua para consumo dietario es el producto final de una cadena de producción, por tanto, para proteger la salud pública, se debe monitorear su calidad e inocuidad, así como garantizar la correcta limpieza y sanitización de la misma. Sin embargo, en varios países en el mundo el monitoreo del agua es insuficiente y tardío, por tanto, la detección de riesgos también es tardío o no se toma ninguna acción concreta, lo que genera múltiples enfermedades infecciosas como la Enfermedad Diarreica Aguda (EDA) y otros efectos adversos en salud; en consecuencia, un enfoque basado en riesgo preventivo para todo el sistema de suministro de agua debe incluir la evaluación y la gestión de riesgos (5,6).

Ejemplos como el expuesto por Van den Berg et al. (6) en Países Bajos sobre la legislación para agua de consumo basada en evaluación y gestión de riesgo, muestra los siguientes tópicos centrales: 1) Evaluación cuantitativa de análisis de riesgo microbiológico (QMRA, por sus siglas en inglés), 2) archivos de protección al agua de consumo dietario, 3) alteraciones en el análisis de riesgo, como parte de los planes de suministro del agua de consumo dietario, 4) instalaciones para el control preventivo de Legionella, 5) código de prácticas para la cadena de suministro de agua, y 6) programa de monitoreo de la calidad del agua basado en riesgo.

En consecuencia, se ha definido que las acciones encaminadas a la vigilancia de la calidad e inocuidad química y microbiológica del agua tienen alta relevancia. De esta manera, los análisis de las muestras de vigilancia se reportan al Subsistema de Información de la Vigilancia de la Calidad del Agua Potable (SIVICAP) por las autoridades sanitarias. El SIVICAP, es administrado por el Instituto Nacional de Salud (INS) y se desarrolla en cumplimiento del Decreto 1575 de 2007 y sus resoluciones reglamentarias, de los ahora Ministerios de Salud y Protección Social y Vivienda Ciudad y Territorio por los cuales se establece el Sistema de Protección y Control del Agua para Consumo Humano, cuya finalidad es monitorear, prevenir y controlar los riesgos para la salud humana causados por su consumo.

En el SIVICAP se reportan los datos de concentración de *E. coli* como un indicador de calidad del agua. De esta manera, en este documento se realizan estimaciones de casos de EDA por consumo de agua dietaria, empleando un enfoque de QMRA basado en el comportamiento de este microorganismo; lo cual está fundamentado en que las cepas de *E. coli* y diversos patotipos causantes de diarrea se han reconocido como uno de los agentes etiológicos más importantes en esta patología, que además han demostrado capacidades para la adquisición y en mecanismos para la transferencia horizontal de genes, los cuales tienen la particularidad de tener características que les permiten persistir satisfactoriamente en los huéspedes (7).

Bajo este contexto, el objetivo del presente reporte técnico es presentar la aplicación de una metodología para la predicción de la incidencia de EDA, para el 2020, por consumo de agua dietaria que emplea un enfoque de QMRA; esta metodología de análisis y estimación predictiva ha sido aplicada a partir de datos de SIVICAP de 2020 y comprende la modelación matemática para generar estimaciones probabilísticas para la exposición y la caracterización del riesgo con el objetivo de determinar el número de casos o enfermedades causadas por el consumo de alimentos contaminados. Asimismo, se pretende realizar un análisis de la influencia de variables de ubicación, abastecimiento (prestadores y autoabastecedores), punto de muestreo, cloro residual libre, tipo de desinfección y temperatura in situ sobre la concentración de *E. coli*.

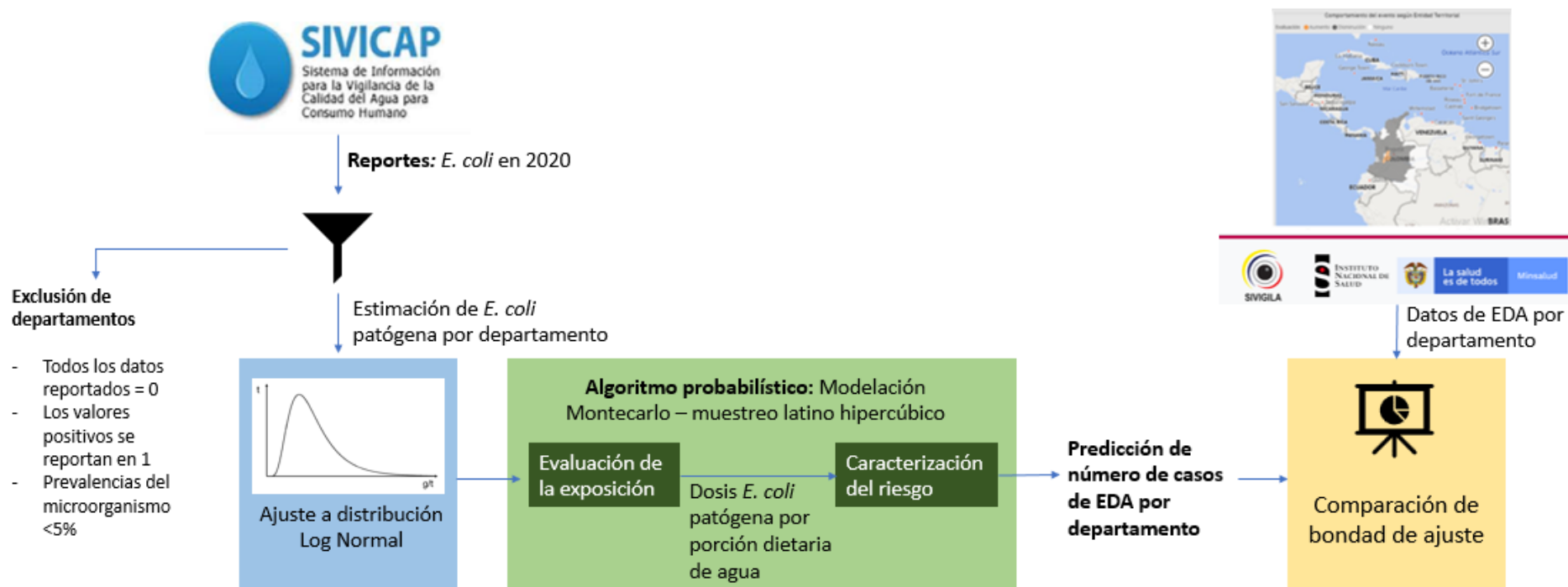
3.1.1 Metodología

Algoritmo de predicción de casos de EDA a partir de datos de concentración de *E. coli* reportados al SIVICAP.

Se utilizó la información de concentración y presencia de *E. coli* en agua por departamento del año 2020 reportada en el SIVICAP, así como el número de casos reportados de EDA al SIVIGILA en el mismo año por departamento suministrada por el referente del evento y datos de comparación en el portal de SIVIGILA por semana epidemiológica (<http://portalsivigila.ins.gov.co/Paginas/datos.aspx?cod=69>) filtrando por “comportamientos inusuales, metodología 1 y morbilidad por EDA”.

Se aplicó un algoritmo basado en el enfoque QMRA (Figura 1) desarrollado a partir de un análisis de datos de SIVICAP de 2016 y 2017 (9). De esta manera, a partir de las concentraciones del microorganismo, ajustados a una distribución log – normal, se estimó su prevalencia de acuerdo con una distribución beta. Asimismo, se estimó el consumo dietario de agua para adultos con base en los datos reportados en Brasil para adultos correspondiente a $1,5 \pm 0,80$ l/día (10–12). Se tomó la concentración de *E. coli* patógena como una proporción de 0,08 por cada UFC/ml de *E. coli*. En consecuencia, se estimaron las dosis del microorganismo en función de la concentración de *E. coli* patógena y el consumo dietario de agua diario (11,13). Para la caracterización del riesgo, fue utilizado el modelo Beta - Poisson, debido a que es el que mejor describe la infectividad del patógeno en función de la dosis (14). La determinación del número de casos de EDA por departamento al año se realizó a partir de simulación de Montecarlo de primer orden con muestreo latino hipercúbico (10000 iteraciones) utilizando el software @Risk (Palisade, CA, USA).

Figura 1. Esquema metodológico para algoritmo de estimación de casos de EDA a partir de datos de calidad de agua para consumo dietario



3.1.2 Análisis estadístico de datos de la base de SIVICAP relacionados con el reporte de *E. coli*

Se analizó el efecto entre variables con posible relación sobre la concentración de *E. coli* en agua para consumo dietario, reportadas en la base de datos cerrada de SIVICAP de 2020 (Tabla 1). Para esto, se tomaron las variables de clasificación de tipo de punto u objetos de muestreo, desinfectante usado y temperatura *in situ*; las cuales se segmentaron para los departamentos que cumplieron con los criterios de inclusión al algoritmo. Seguidamente, se descartaron las variables con menos de 20 datos reportados como los tratamientos con UV con dos reportes y dicloroisocianurato de sodio-NaDCC que registró 14 reportes. Para esto, las variables de clasificación de tipo de punto y desinfectante usado se analizaron como tratamientos independientes a través de una prueba de normalidad, estadísticas no paramétricas, análisis de varianza y prueba de Tukey ($\alpha= 0,05$).

Igualmente, se analizó el efecto de las variables de clasificación de los prestadores (registrados ante la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios o SSPD) o autobastecedores (sin registro ante la SSPD), así como reporte en área urbana y rural sobre la concentración de *E. coli* y concentración de cloro residual libre *in situ*; para esto se analizaron ambas variables como tratamientos independientes a través de una prueba de normalidad, estadísticas no paramétricas, análisis de varianza y prueba de Duncan ($\alpha= 0,05$). Se aclara que los datos de cloro residual libre *in situ* (% m/v) y de laboratorio fueron previamente analizados para descartar diferencias en los reportes mayores a 0,01% m/v, de esta manera se hizo el descarte por este parámetro de dos datos de la base para su análisis.

Adicionalmente, se analizaron las correlaciones de la concentración de *E. coli* frente al reporte de cloro residual y la temperatura *in situ* lineal a través de las pruebas de Pearson y no lineal a través de las pruebas de Spearman, Kendall y Hoeffding. Para estos procedimientos fue empleado el software estadístico SAS University® (SAS Institute Inc., 2021).

Tabla 8. Datos seleccionados para análisis estadístico por tipo de punto u objeto de muestreo (medios alternos) y tipo de desinfección acorde a reportes de SIVICAP de 2020

Clasificación por tipo de punto	Notación	Número de datos	Proceso de desinfección	Notación	Número de datos
A la salida de infraestructura ubicada en la red de distribución	Salida_r	1.156	Cloro gaseoso	cloro_g	9.655
Carro tanque	Carrot	68	Hipoclorito de sodio-oxicloruro de sodio	HIPOCL-	4.641
En aquellos puntos de abastecimiento por otros mecanismos que tienen algunas redes de distribución	red_distr	15	Cal clorada- cloruro de cal, hipoclorito de cal	CAL	186
En aquellos puntos después de la mezcla del agua proveniente de las diferentes fuentes de abastecimiento o tratamiento de agua que ingresan al sistema de distribución	mez	65	No usan	No usan	3.277
En las redes de distribución sectorizadas se debe determinar al menos un punto de muestreo por cada entrada de agua al sector correspondiente	sec	2.872	Acido hipocloroso	acido	1.168
En los sectores de mayor riesgo del sistema de distribución desde el punto de vista de posible contaminación del agua para consumo humano	alto_riesgo	2.379	Dicloroisocianurato de sodio-NADCC	NaDCC	14
Punto concertado con la autoridad sanitaria, teniendo en cuenta que se presentó riesgo a la población	concertado	73	Hipoclorito de calcio- HTH-oxicloruro de calcio	HTH	4.422
Pilas públicas	pilas	17	No declara	no_declara	2.310
Punto Final	final	4.408	Dióxido de cloro	DIOX	90
Punto Inicial	inicial	5.968	Luz ultravioleta-(UV)	UV	2
Punto Intermedio	inter	8.681	Total datos analizados		25.765
Total datos analizados		25.702			

3.1.3 Resultados de algoritmo de predicción de casos de EDA para 2020 a partir de datos de concentración de *E. coli* reportados al SIVICAP

Para el análisis de los datos de concentración de *E. coli* en agua para 2020, se excluyeron diecisiete departamentos, los cuales fueron: Vichada, Huila y Guaviare porque todos los reportes de *E. coli* fueron 0 UFC/100 ml o 0 NMP/100 ml; Tolima, San Andrés, Quindío, Meta, Caquetá, Atlántico y Arauca porque todos los reportes para datos positivos reportaron el valor de 1 UFC/100 ml o 1 NMP/100 ml; por prevalencias de *E. coli* menores al 5% se excluyeron los departamentos de Risaralda (4,04%), Guainía (4,16%), Cundinamarca (2,7%), Casanare (4,67%), Bogotá (2,1%) y Amazonas (3,59%); además, el departamento de Córdoba no reportó datos para el año 2020.

En la Figura 2 se muestra el percentil 90 y máximo número de casos de EDA para 16 departamentos en el año 2020, estimados a través del algoritmo con enfoque QMRA propuesto con base en la concentración de *E. coli* en agua reportadas en la base de SIVICAP en ese año. Asimismo, se muestran los datos de EDA reportados al SIVIGILA.

Figura 2. Percentil 90 del número de casos estimados de EDA a través del algoritmo con enfoque QMRA por departamento en Colombia para 2020 (■) respecto a casos de EDA notificados por Sivigila (●). La barra de error superior muestra el valor máximo simul



Fuente: SIVIGILA, 2020

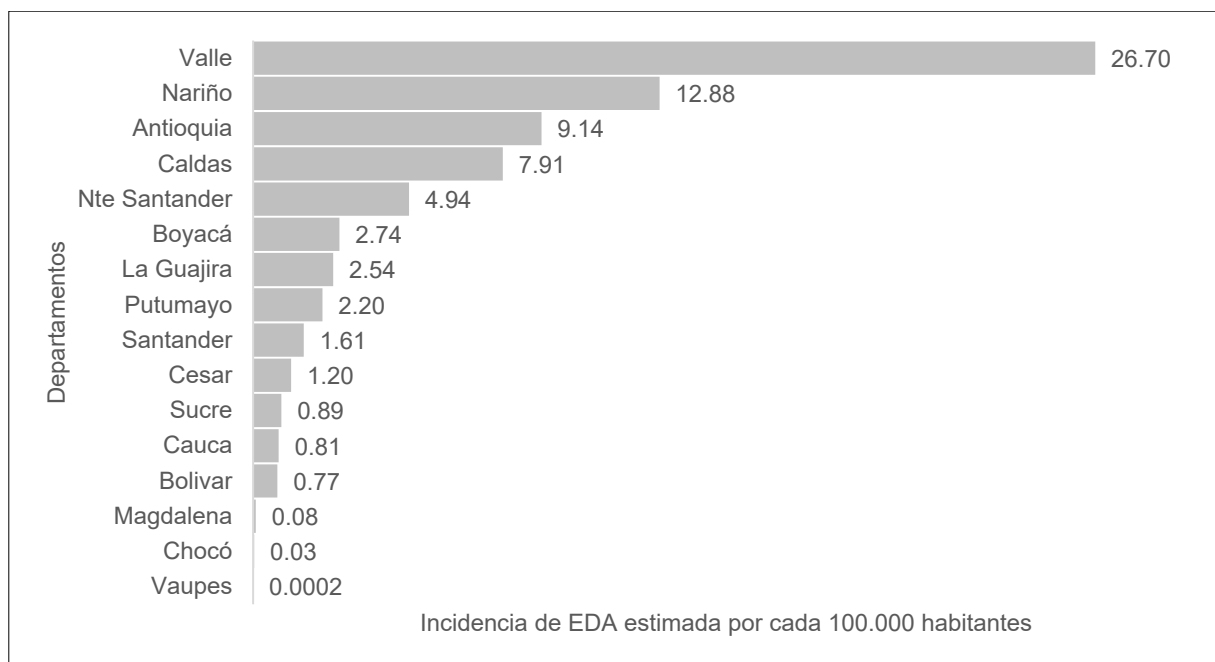
Nota: se aclara que los datos de EDA reportados para los distritos especiales se sumaron a los casos del departamento

Las estimaciones realizadas con el algoritmo con enfoque QMRA presentaron sobrestimación frente a los datos reportados de EDA para los departamentos de Caldas, Nariño, Putumayo y Valle del Cauca, los cuales presentaron porcentajes de error respecto a la estimación del percentil 90 de 160,7%, 91,5%, 110,5% y 27,2%, respectivamente. La tendencia general de sobrestimación del algoritmo de casos de EDA podría relacionarse con la dinámica de los reportes del portal de SIVIGILA por semana epidemiológica, donde se evidenció la disminución de reportes de morbilidad por EDA observados frente a los esperados para casi todos los departamentos entre la semana 14 a la 53; sin embargo, esta tendencia no se presentó entre la semana 42 a la 53 para Valle del Cauca, Norte de Santander y Santander. De esta manera, se observa el buen ajuste del modelo al Departamento del Valle del Cauca, así como de Norte de Santander y Santander que presentaron porcentajes de error menores de 5,7% y 11,9%, respectivamente.

Adicionalmente, esta tendencia podría atribuirse al comportamiento general en el país donde disminuyó el reporte y notificación por la pandemia de COVID 19, así como al subregistro de EDA en Colombia que puede asociarse a la baja calidad y dispersión de las fuentes de información, baja oportunidad de las estadísticas, la limitada cobertura, y la falta de interoperabilidad entre las fuentes de información (15). Igualmente, la EDA es una patología multicausal que no puede atribuirse exclusivamente al consumo de agua dietaria, ni tiene a *E. coli* como su único agente infeccioso o causal; de acuerdo con la OMS (1) la diarrea es un síntoma de infecciones causadas por un amplio tipo de microorganismos que incluyen virus, bacterias y parásitos que en su mayoría se transmiten por agua, no obstante, rotavirus y *E. coli* son los dos agentes de mayor importancia en la diarrea moderada y grave en países de ingresos bajos.

Las comparaciones frente a valores máximos y percentiles 90 y 95 mostraron que, de los 16 departamentos analizados siete presentaron buen ajuste al algoritmo con errores porcentuales <30%: Antioquia (14,8%), Boyacá (16,7%), Cauca (0,3%), La Guajira (28,2%), Norte de Santander (5,7%), Santander (11,9%) y Valle del Cauca (27,2%). Se debe tener en cuenta que dos departamentos se analizaron con precaución; Vaupés y Chocó presentaron errores de 97,9% y 54,2%, respectivamente; debido a que Vaupés presenta prevalencia de *E. coli* en agua de 6,8%; y Chocó presentó reportes positivos del microorganismo (UFC/100 o NMP/100 ml) con valores puntuales de 1, 2 y 4.

En la Figura 3 se presenta el riesgo de infección, el cual está referido a la probabilidad que una persona o grupo de personas en un departamento contraigan la enfermedad, lo cual se expresa en número de casos por cada 10.000 habitantes por departamento; este valor permite la comparación normalizada de EDA y está alineada con la propuesta en la legislación para agua de consumo de Países Bajos en 2010 (16), que indica que a través de QMRA el índice de patógenos referidos a Enterobacterias, virus, *Cryptosporidium*, *Giardia* y *Campylobacter* no debe exceder un riesgo de infección de 1 por 10.000 individuos por año (6). De acuerdo con los datos estimados de EDA para 2020, en Colombia los departamentos de Vaupés, Sucre, Magdalena, Chocó, Cauca y Bolívar presentan menor o igual a 1 casos de EDA por 10.000 individuos al año atribuibles a la calidad del agua.

Figura 3. Incidencia estimada de EDA por cada 10.000 habitantes por departamentos de Colombia en 2020

Fuente: SIVIGILA, 2020

3.1.4 Análisis de correlación de datos de la base de SIVICAP y concentración de *E. coli*

Respecto al análisis estadístico de variables con posible influencia en la concentración de *E. coli* para los 16 departamentos analizados en 2020, fueron analizados 14.399 datos cuya media correspondió a $1,693 \pm 40,05$ UFC/100 ml o NMP/100 ml, con un valor mínimo de 0 y máximo de 2420 UFC/100 ml o NMP/100 ml.

Por otro lado, se encontró que hay diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) frente a la clasificación de puntos de muestreo u objetos de muestreo entre el inicial respecto al intermedio, final y la salida de infraestructura ubicada en la red de distribución. Asimismo, se encontraron diferencias entre los clasificados como sectores de mayor riesgo del sistema de distribución desde el punto de vista de posible contaminación del agua para consumo humano, frente a los puntos intermedio, salida y salida de infraestructura ubicada en la red de distribución. También, se encontraron diferencias significativas estadísticamente ($P < 0,05$) entre las redes de distribución sectorizadas, con relación a los puntos de salida y salida de infraestructura ubicada en la red de distribución.

Frente al análisis descriptivo de la clasificación de puntos de muestreo de la base de datos de SIVICAP para 2020, se observó que el mayor número de puntos reportados son: intermedios con 8.681 datos, seguido de inicial con 5.968 datos, final con 4.408 datos, redes de distribución sectorizadas con 2.872 datos y alto riesgo 2.379 datos. Donde las mayores concentraciones para *E. coli* fueron en los puntos iniciales con promedio de 51,56 UFC/100 ml o NMP/100 ml, seguidas por las de alto riesgo con promedio de 50,27 UFC/100 ml o NMP/100 ml; mientras que la menor concentración para el microorganismo en promedio se reportó para las pilas públicas (1,41 UFC/100

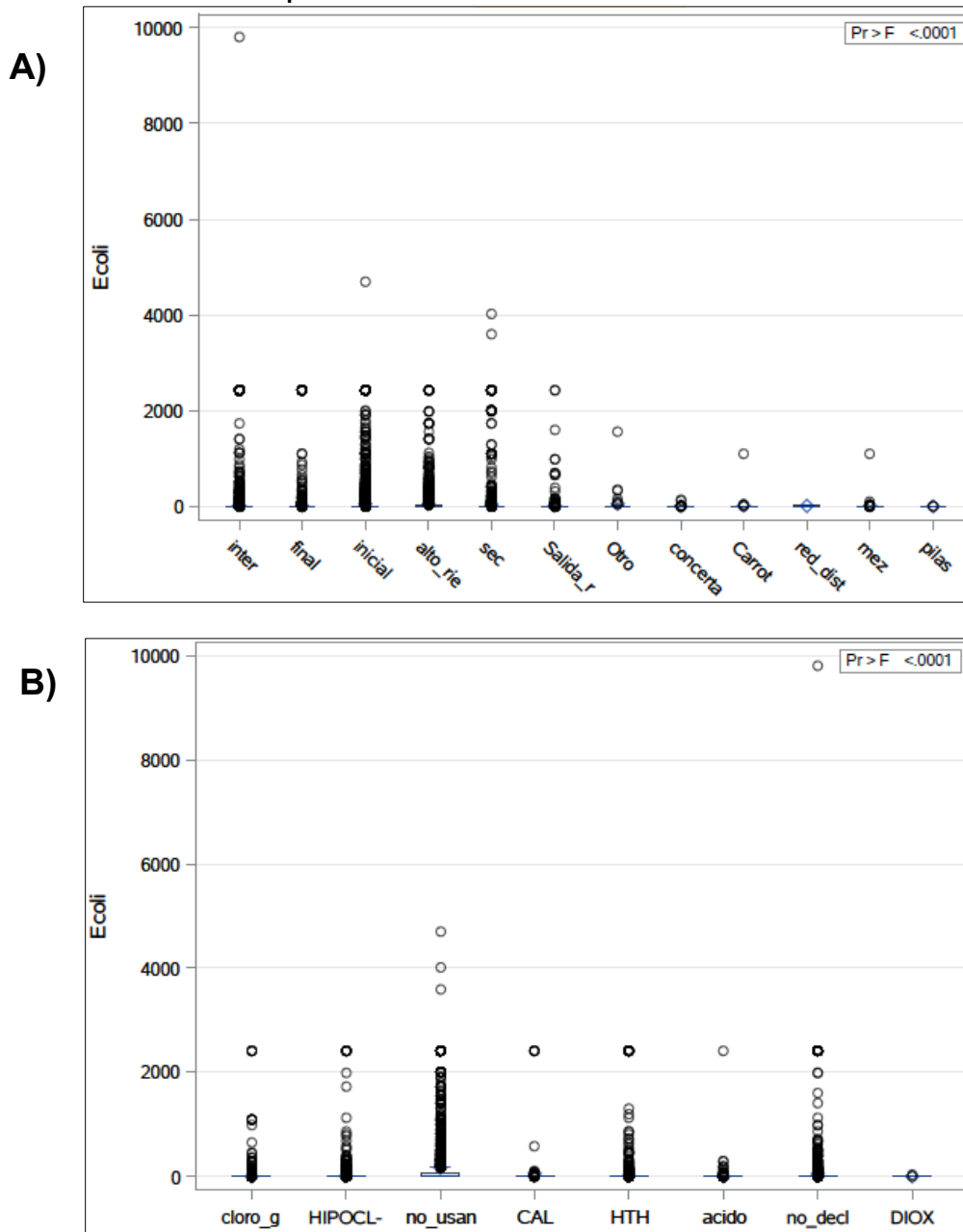
ml o NMP/100 ml) y punto concertado con la autoridad sanitaria, teniendo en cuenta que se presentó riesgo a la población (4,02 UFC/100 ml o NMP/100 ml) (Figura 4.A).

Asimismo, se encontró que, sobre la variable de *E. coli* (UFC/100 ml o NMP/100 ml), hubo diferencias altamente significativas entre prestadores registrados y no registrados ante la SSPD ($P < 0,0002$) donde las estimaciones por medias agrupadas de Duncan para *E. coli* fueron de 4,023 para autoabastecedores (no registrados) y 1,021 para prestadores (si registrados). En contraposición, no se encontraron diferencias estadísticamente ($P > 0,861$) frente a la concentración del microorganismo entre áreas rurales y urbanas; sin embargo, la media de este fue mayor para áreas rurales (2,527 UFC/100 ml o NMP/100 ml) frente a la urbana (1,032 UFC/100 ml o NMP/100 ml).

Por otro lado, frente a la variable de tipo de desinfección respecto con la concentración de *E. coli*, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) entre el agua que declara ser no tratada bajo las denominaciones “no usan” o “no declara”, con relación a la tratada con cloro gaseoso, hipoclorito de sodio-oxicloruro de sodio, cal clorada - cloruro de cal, hipoclorito de cal, ácido hipocloroso, hipoclorito de calcio-HTH-oxicloruro de calcio y dióxido de cloro. El tipo de desinfección para agua más usada fue cloro gaseoso con 9.655 datos, seguida de hipoclorito de sodio-oxicloruro de sodio con 4.641 datos, e hipoclorito de calcio- HTH-oxicloruro de calcio con 4.422 datos. No obstante, los menores valores promedio de *E. coli* fueron para los tratamientos con dióxido de cloro (0,48 UFC/100 ml o NMP/100 ml) seguido por cloro gaseoso (2,60 UFC/100 ml o NMP/100 ml) y ácido hipocloroso (3,79 UFC/100 ml o NMP/100 ml), frente a los que no usan tratamientos de desinfección con concentraciones de la bacteria con promedios 168,39 UFC/100 ml o NMP/100 ml (Figura 4.B).

Por otro lado, no se encontró correlación lineal o no lineal entre la concentración de *E. coli* en agua y la temperatura *in situ*; asumiendo las variables como monótonas, se evidenció que el aumento o disminución de *E. coli* no se relacionó de manera no lineal con la temperatura. Asimismo, se demostró, a través de la alta aproximación de tau a 0 en la prueba de Kendall, la independencia entre las variables bajo un esquema de análisis no lineal.

Figura 4. Distribución de concentración de *E. coli* por punto de muestreo (A) y tipo de desinfección (B) reportado en base de datos de SIVICAP de 2020.



Fuente: SIVICAP, 2020

Teniendo en cuenta la influencia del cloro en la reducción de la carga microbiana, se analizaron 10.691 datos de reporte de cloro residual libre *in situ* (% m/v), cuya media fue de $1,058 \pm 0,5186$, así como valores mínimo y máximo de 0 y 9, respectivamente, donde la concentración de cloro libre presentó diferencias altamente significativas ($P < 0,0001$) en relación con las variables de prestador registrado en SSD, ubicación (rural o urbana), puntos de muestreo y tipo de desinfección.

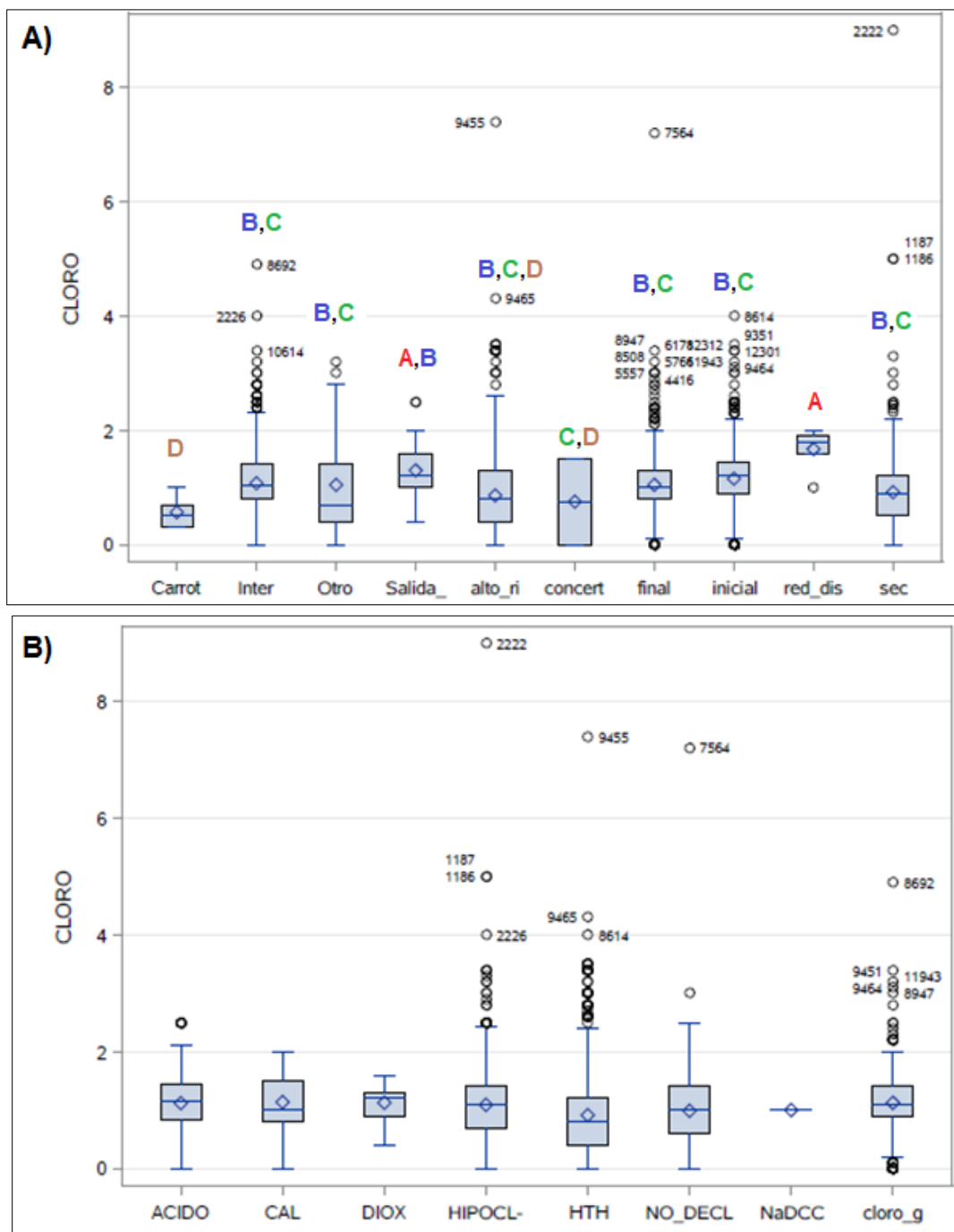
De esta manera, los prestadores registrados ante SSPD presentaron mayores valores de cloro libre residual (1,104) frente a los autoabastecedores (0,797), así como los urbanos

(1,132) en relación a los rurales (0,927). En la Figura 5 se muestran las distribuciones de cloro residual por puntos de muestreo (Figura 5a) y tipos de desinfectantes (Figura 5b). Respecto a los puntos de muestreo las mayores concentraciones de cloro libre fueron para las redes de distribución (1,671) y las menores para los carrotanques (0,567); respecto a los puntos iniciales, la concentración de desinfectante no presentó diferencias significativas estadísticamente ($P > 0,05$) en comparación a los puntos finales, intermedio, otros, redes de distribución sectorizadas, sectores de alto riesgo de contaminación, y puntos concertados con la autoridad sanitaria, a pesar que al inicio de la red (puntos iniciales) se esperaría que los valores fueran mayores y por ende con menor riesgo para la salud pública, debido a que en el recorrido de la red de distribución es posible la disminución de cloro residual así como la formación de biopelículas.

En relación a la concentración de cloro residual libre por tipo de desinfección, no se encontraron diferencias en medias agrupadas de Duncan; no obstante, la cal clorada - cloruro de cal, hipoclorito de cal presentó la mayor concentración 1,135 % m/v, seguido del dióxido de cloro con valor de media de 1,125 % m/v; mientras que los menores valores fueron para las muestras con desinfección no declarada con valor de 0,985 y HTH (hipoclorito de calcio- HTH-oxicloruro de calcio) cuyo valor promedio fue de 0,909 % m/v.

Adicionalmente, no se encontró correlación lineal o no lineal entre la concentración de *E. coli* en agua y el cloro residual libre *in situ*; asumiendo las variables como monótonas, se evidenció que el aumento o disminución de *E. coli* no se relacionó de manera no lineal con la concentración de cloro. Asimismo, se demostró a través de la alta aproximación de tau a 0 en la prueba de Kendall, la independencia entre las variables bajo un esquema de análisis no lineal.

Figura 5. Diagrama de caja y bigotes de concentración de cloro residual libre in situ (% m/v) por punto de muestreo (A) y tipo de desinfección (B) reportado en base de datos de SIVICAP de 2020.



Fuente: SIVICAP, 2020

Nota: Las letras (A-D) con colores diferentes muestran diferencias entre tratamientos ($P < 0,05$) acorde con la prueba de comparación de medias de Duncan.

3.1.5 Conclusiones

Se estimó el riesgo de infección y número de casos anuales de EDA con base en información de la concentración y presencia de *E. coli* reportada en SIVICAP para 16 departamentos de Colombia; para el análisis de los datos de concentración de *E. coli* en agua para 2020 se excluyeron diecisiete departamentos.

La simulación encontró que los departamentos de Valle del Cauca, Nariño y Antioquia presentaron los mayores valores de casos estimados por 10.000 habitantes que podrían estar atribuidas a la presencia de *E. coli* patógena en agua para consumo dietario, lo que requiere acciones prontas para la disminución del riesgo. No obstante, se aclara que acorde con el análisis de correlación, es posible que haya un riesgo diferenciado mayor para los autoabastecedores (no registrados en SSPD) frente a los prestadores; sin embargo, el incremento en la estimación de número de casos de EDA podría atribuirse a que Antioquia es uno de los mayores notificadores con el 25,4% de los datos, así como Valle y Nariño los cuales representan el 9,3% y 3,0%, respectivamente sobre 38.547 datos analizados para 2020.

Acorde con el análisis estadístico de correlación lineal y no lineal de las variables, se encontró que la temperatura *in situ*, así como el cloro residual libre *in situ* no tienen relación con la concentración de *E. coli*. Sin embargo, frente a la clasificación de puntos de muestreo se identifica el incremento de la concentración de la bacteria en puntos iniciales, así como la reducción de la concentración del microorganismo atribuible a la desinfección con dióxido de cloro, cloro gaseoso y ácido hipocloroso.

3.1.6 Recomendaciones

Para las entidades territoriales que no reportaron información a SIVICAP, se requiere realizar seguimiento a lo ordenado en la normatividad legal vigente para las autoridades sanitarias; particularmente con un enfoque de evaluación y gestión del riesgo. Sin embargo, la disminución en el reporte respecto a las bases analizadas desde 2016 podría atribuirse a un tema coyuntural atribuible a la situación de pandemia.

Para las entidades territoriales de salud, se recomienda priorizar la vigilancia de *E. coli*.

A nivel de investigación, se sugiere realizar una evaluación de la prevalencia de *E. coli* STEC en agua dietaria en Colombia.

Para los municipios y departamentos, se recomienda fortalecer la vigilancia epidemiológica de EDA.

Para los prestadores del servicio vigilados responsables del tratamiento y distribución, se recomienda realizar la validación de tratamientos aplicados al agua como la desinfección UV, filtración con lodos, carbón activado o arena, infiltración y otros procesos como la oxidación avanzada; así mismo, se sugiere analizar la certificación de productos químicos que entran en contacto con el agua de acuerdo a la legislación. Adicionalmente, se recomienda realizar mantenimiento preventivo y mantener condiciones higiénicas adecuadas de manipulación y almacenamiento.

3.1.7 Referencias

1. Organización Mundial de la Salud -OMS-. Enfermedades diarreicas [Internet]. Notas descriptivas. 2017. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease>
2. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia -UNICEF-. Diarrhoea [Internet]. WHO Maternal Child Epidemiology Estimation (WHO-MCEE) 2018. 2018. Disponible en: <https://data.unicef.org/topic/child-health/diarrhoeal-disease/>
3. Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health. Pneumonia & Diarrhea Progress Report 2020 [Internet]. Estados Unidos de América; 2020. Disponible en: https://www.jhsph.edu/ivac/wp-content/uploads/2020/11/IVAC_PDPR_2020.pdf
4. Ugboko HU, Nwinyi OC, Oranusi SU, Oyewale JO. Childhood diarrhoeal diseases in developing countries. Vol. 6, Heliyon. Elsevier Ltd; 2020. p. e03690.
5. WHO Regional Office for Europe. Effective approaches to drinking-water quality surveillance, meeting report [Internet]. World Health Organization -WHO-; 2015. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/181592/Effective-approaches-drinking-water-quality-surveillance-Oslo-report.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
6. Berg HHJL Van Den, Friederichs L, Versteegh JFM, Smeets PWMH, Husman AMDR. International Journal of Hygiene and How current risk assessment and risk management methods for drinking water in The Netherlands cover the WHO water safety plan approach. International Journal of Hygiene and Environmental Health. 2019;(July):0–1.
7. Gomes TAT, Elias WP, Scaletsky ICA, Guth BEC, Rodrigues JF, Piazza RMF, et al. Diarrheagenic Escherichia coli. Vol. 47, Braz J Microbiol. Elsevier Editora Ltda; 2016. p. 3–30.
8. Chardon JE, Evers EG. Improved swift Quantitative Microbiological Risk Assessment (sQMRA) methodology. Food Control. 2017; 73: 1285–97.
9. Instituto Nacional de Salud -INS-. Evaluación del riesgo agudo y crónico a partir de datos de vigilancia de calidad de agua reportados en la base de datos SIVICAP en los años 2016 y 2017. Bogotá D.C.; 2018.
10. Praveena SM, Kamal Huyok NF, Burbure C. Public health risk assessment from drinking water from vending machines in Seri Kembangan (Malaysia). Food Control. 2018; 91: 40–6.
11. Sato MIZ, Galvani AT, Padula JA, Nardocci AC, Lauretto M de S, Razzolini MTP, et al. Assessing the infection risk of *Giardia* and *Cryptosporidium* in public drinking water

- delivered by surface water systems in Sao Paulo State, Brazil. *Sci Total Environ.* 2013; 442: 389–96.
12. Schijven JF, Teunis PFM, Rutjes SA, Bouwknecht M, de Roda Husman AM. QMRASpot: A tool for Quantitative Microbial Risk Assessment from surface water to potable water. *Water Res.* 2011; 45 (17): 5564–76.
 13. Machdar E, van der Steen NP, Raschid-Sally L, Lens PNL. Application of Quantitative Microbial Risk Assessment to analyze the public health risk from poor drinking water quality in a low income area in Accra, Ghana. *Sci Total Environ.* 2013; 449: 134–42.
 14. Haas CN, Thayyar-Madabusi A, Rose JB, Gerba CP. Development of a dose-response relationship for Coli, Escherichia O157 :H7. *Int J Food Microbiol.* 2000; 1748: 153–9.
 15. Rivilla JC, Montaña Caicedo JI, Cuéllar Segura CM, Ospina ML. Registros, observatorios y sistemas de seguimiento en salud en Colombia: Orientación de políticas basadas en la evidencia y gestión del conocimiento. *Monitor estratégico - Superintendencia Nacional de Salud.* 2013; (4): 56–62.
 16. Government of the Netherlands. Dutch Drinking Water Act. Government of the Netherlands. Netherlands: Ministry of Transport, Public Works and Water Management; 2010. 70.

3.2 Relación de la calidad de agua para consumo humano y la incidencia de enfermedad diarreica aguda en Colombia, 2020

La enfermedad diarreica aguda constituye un problema de salud pública en menores de 5 años, principalmente en países en vías de desarrollo, cada año las diarreas causan una considerable morbilidad infantil reportando alrededor de 1700 millones de casos, representando la segunda causa de mortalidad con aproximadamente 525 000 muertes cada año (1).

Los niños en áreas urbanas donde se dispone de agua y saneamiento adecuados y donde el tratamiento del agua es apropiado tendrán una menor prevalencia de diarrea en comparación con los niños que viven en áreas rurales, en donde estas condiciones no se garantizan (2).

La Organización Mundial de Salud (OMS) define a la enfermedad diarreica aguda como la realización de tres o más deposiciones sueltas o líquidas por día, o con más frecuencia de lo normal para la persona; por lo general, es un síntoma de infección gastrointestinal que puede ser causado por una variedad de microorganismos. Esta infección se propaga a través del consumo de agua o alimentos contaminados, y el contacto con personas con una higiene deficiente (1).

Las intervenciones destinadas a prevenir las enfermedades diarreicas, en particular el acceso al agua potable, el acceso a buenos sistemas de saneamiento y el lavado de las

manos con jabón permiten reducir el riesgo de enfermedad; en países de ingresos bajos, los niños menores de tres años sufren, de promedio, tres episodios de diarrea al año (3).

3.2.1 Metodología

Estudio ecológico que utilizó como fuentes de información los casos de enfermedad diarrea aguada – EDA notificados al Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública – SIVIGILA en 2020 y los datos reportados durante el 2020 al Sistema de Información de la Vigilancia de la Calidad del Agua Potable – SIVICAP.

La información del IRCA corresponde a los datos reportados por las Direcciones Territoriales de Salud -DTS (departamentales, municipales y distritales) a través del SIVICAP, en función de sus actividades de inspección, vigilancia y control en la red de distribución del servicio de acueducto de los prestadores vigilados en sus respectivas áreas de influencia (5).

Para el análisis de la información de SIVICAP se tuvo en cuenta a los municipios que reportaron los seis parámetros priorizados para este estudio y el promedio anual por municipio; y se realizó el recalcular del IRCA con los parámetros: color, turbiedad, pH, cloro residual, coliformes totales y *E. coli*; teniendo en cuenta los siguientes puntos de corte:

- 0 – 5: sin riesgo
- 5 – 14: riesgo bajo
- 14 – 35: riesgo medio
- 35 – 80: riesgo alto
- 80 – 100: inviable sanitariamente

Para EDA, el plan de análisis incluyó la descripción de los casos por municipio de procedencia, sexo, hospitalización y mortalidad; con el número de casos de cada municipio se estableció la incidencia de EDA con la proyección de población 2020 según Censo DANE 2018 por 1 000 habitantes y se clasificó por cuartiles.

Se construyó una matriz de riesgo por municipio según el nivel de riesgo de la calidad de agua IRCA (recalculado) Vs. la incidencia de EDA por 1 000 habitantes según los cuartiles; se consideran aquellos de muy alto riesgo los que tienen incidencias de EDA superiores al segundo cuartil (50) y un IRCA recalculado alto o inviable sanitariamente (Figura 6).

Figura 6. Matriz de riesgo IRCA recalculado Vs. Incidencia EDA x 1 000 habitantes

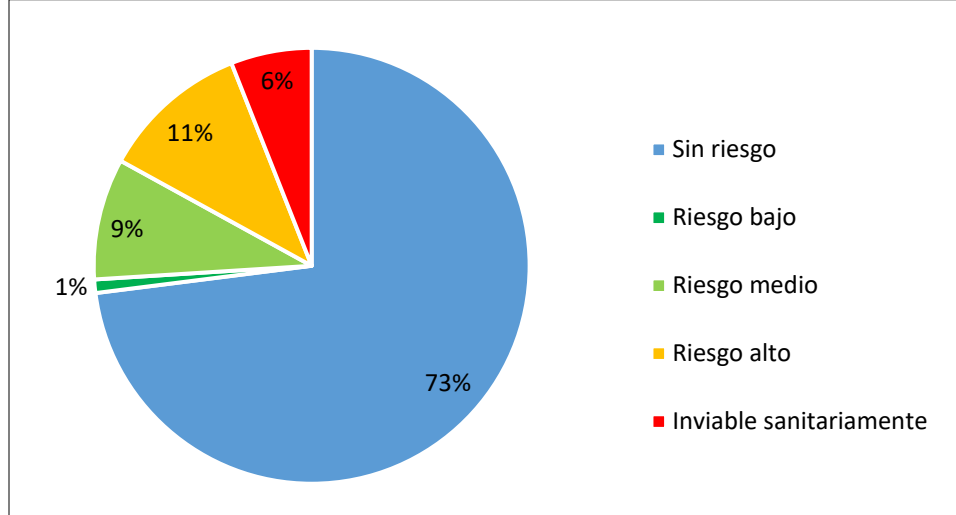
		IRCA				
		Niveles de riesgo				
		Sin riesgo	Bajo	Medio	Alto	Inviabile Sanit.
Incidencia EDA x 1000 habs. Cuartiles	100					
	75					
	50					
	25					

Fuente: Elaboración propia a partir de la información del IRCA y EDA

3.2.2 Análisis de los reportes de calidad de agua, SIVICAP 2020

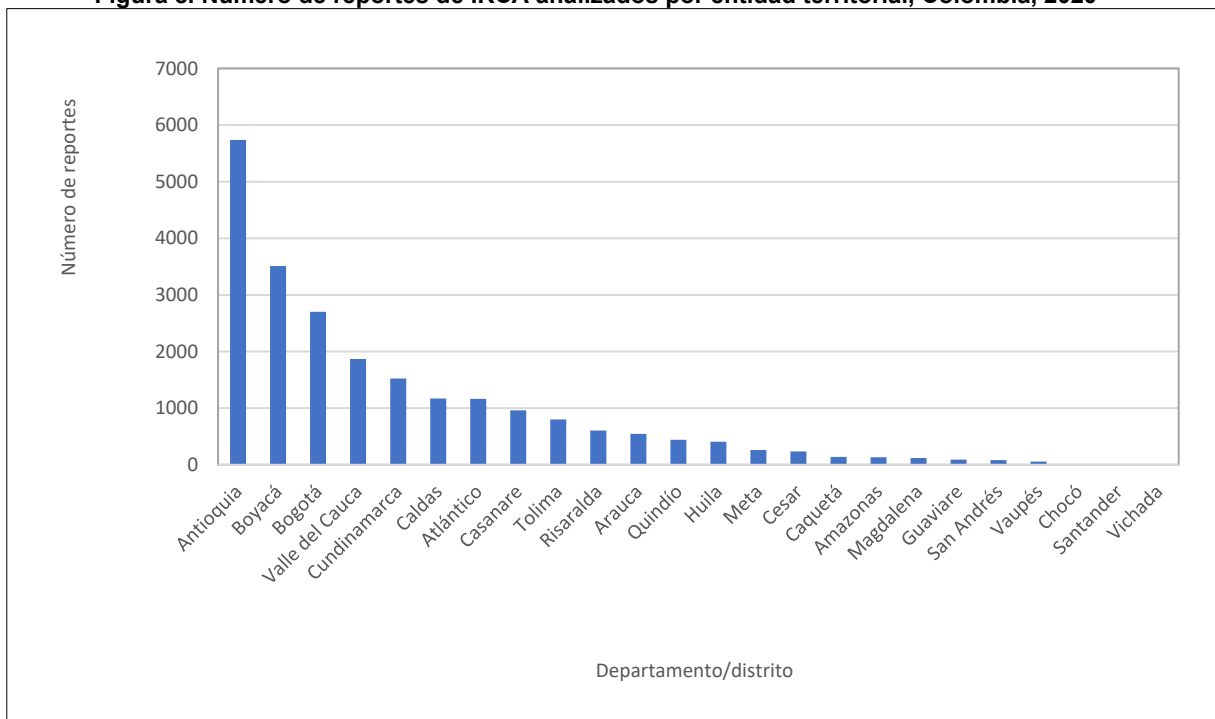
Para el 2020 se registraron 38. 547 muestras en el SIVICAP, que corresponden 949 municipios del territorio nacional. De estos, el 73% fueron clasificados sin riesgo, el 1% riesgo bajo, 9% riesgo medio, 11% riesgo alto y 6% inviable sanitariamente (Figura 7).

Figura 7. Porcentaje del nivel de riesgo de la calidad del agua en municipios, Colombia, 2020



Fuente: SIVICAP, INS 2020

Del total de registros, se analizaron 22.576 por tener completitud en los seis parámetros establecidos, los cuales se distribuyen en 24 departamentos/distritos y 671 municipios del país. Para el análisis, el mayor número de reportes corresponde al departamento de Antioquia (25%), seguido de Boyacá (16%), Bogotá (12%), Valle del Cauca (8%) y Cundinamarca (7%) (Figura 8).

Figura 8. Número de reportes de IRCA analizados por entidad territorial, Colombia, 2020

Fuente: SIVICAP, INS 2020

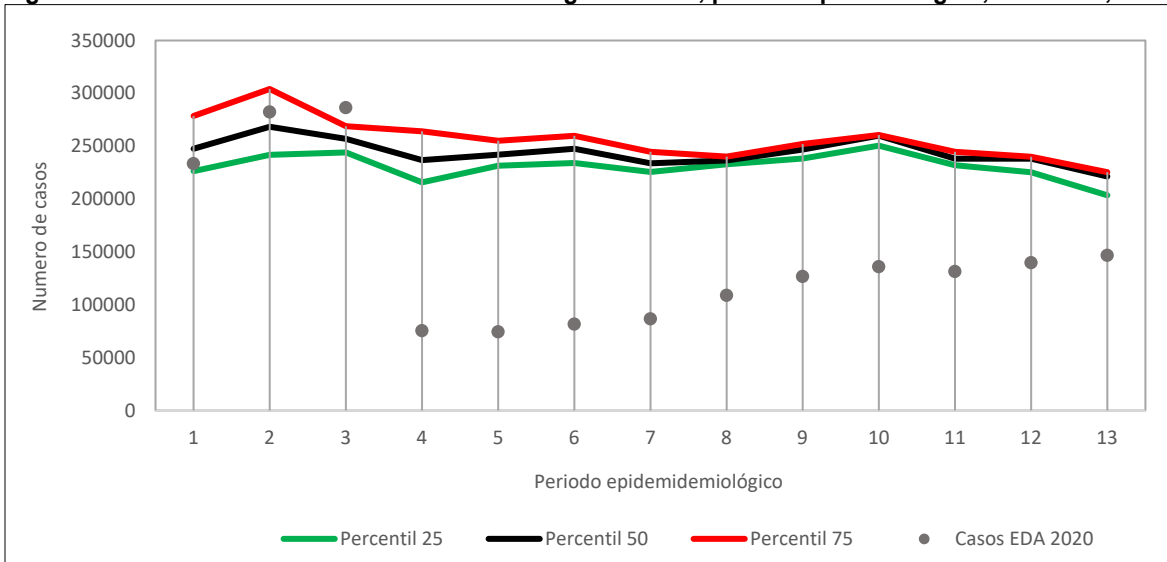
Comportamiento de la notificación de enfermedad diarreica aguda, SIVIGILA 2020.

Un total de 1 910 423 casos fueron reportados para enfermedad diarreica aguda – EDA en Colombia en el 2020, con una disminución de 44 % comparado con el 2019 (3 433 670 casos).

El comportamiento de la enfermedad diarreica aguda en el 2020 tuvo un descenso importante en la notificación seguramente asociado a la pandemia Sars-CoV-2 y debido principalmente a 3 fenómenos: las medidas de aislamiento que disminuyeron las consultas leves a los servicios de atención médica, el subregistro en la notificación en zonas del país con antecedentes de un comportamiento inusual en años anteriores y una disminución real de la enfermedad por la reducción de factores de riesgo y aislamiento de grupos poblacionales en donde la enfermedad tiene mayor presencia.

La distribución de casos por periodo epidemiológico muestra un aumento sobre zona de epidemia entre los periodos 2 y 3 influenciados por el año epidémico presentado en 2019; a partir de la introducción del Sars-CoV-2 al país el evento tuvo una disminución del 44,3%, desde el periodo 4 al 13 (Figura 9).

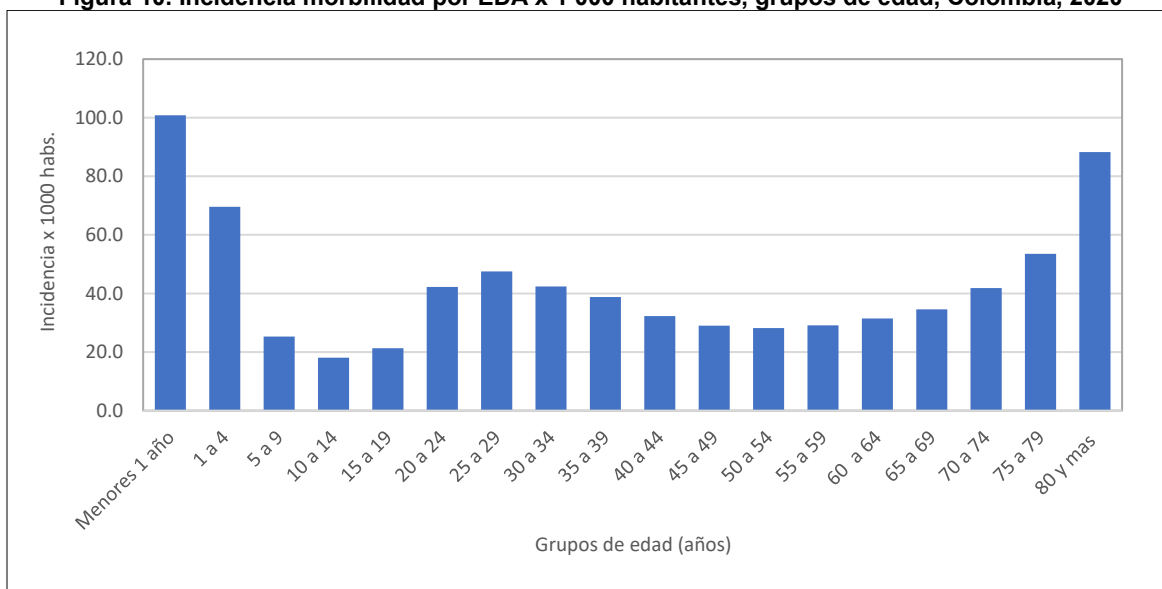
Figura 9. Canal endémico enfermedad diarreica aguda – EDA, periodo epidemiológico, Colombia, 2020.



Fuente: SIVIGILA, 2020

Los grupos etarios con mayor compromiso fueron los menores de 1 año con una tasa de incidencia de 100,8 casos por cada 1 000 habitantes, seguido del grupo de 80 y más años con una incidencia de 88,3 casos, el grupo de 1 a 4 años con una tasa de 69,6 y el grupo de 75 a 79 de 53,5 casos por 1 000 habitantes. Grupos de edades económicamente activos entre 20 a 24, 25 a 29, 30 a 34, tuvieron una incidencia promedio de 43,5 casos por cada 1 000 habitantes, mostrando un panel de riesgo incrementado posiblemente por ser la población que tuvo una mayor exposición durante el periodo de pandemia Sars-CoV-2. Los grupos de edad que mostraron incidencias menores a 25 casos por 1 000 habitantes fueron los de 10 a 14 y 15 a 19 años (Figura 10).

Figura 10. Incidencia morbilidad por EDA x 1 000 habitantes, grupos de edad, Colombia, 2020

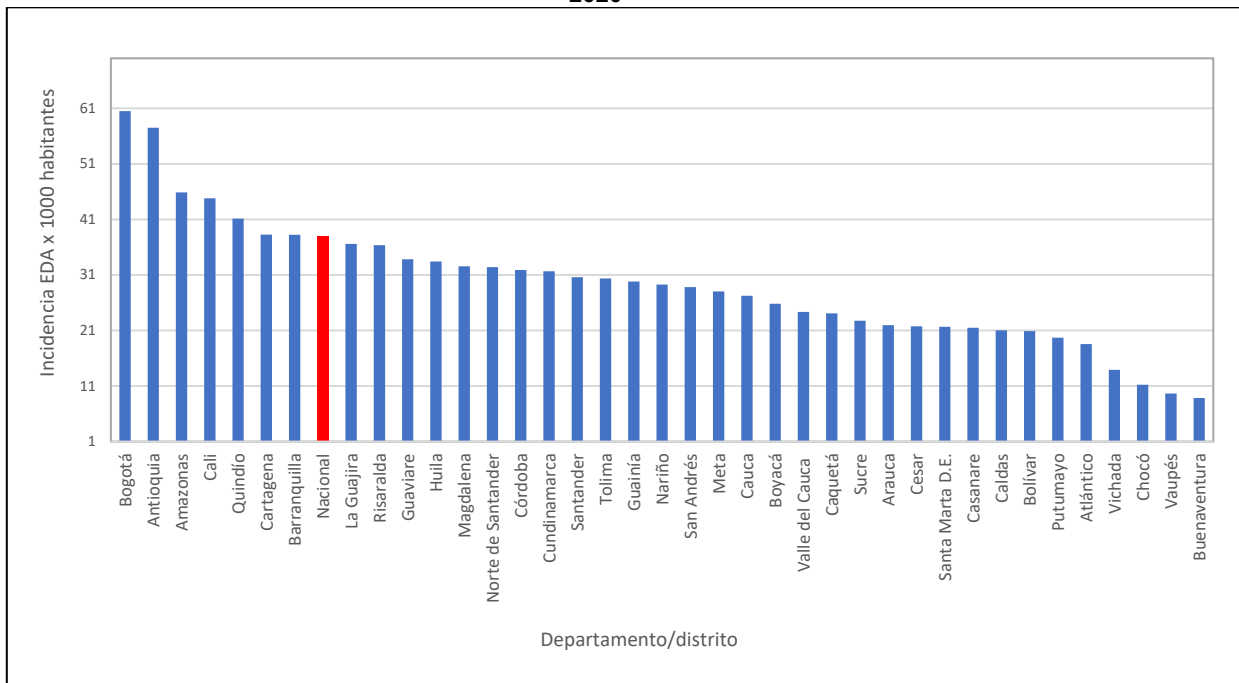


Fuente: SIVIGILA, 2020

Según la proporción por sexo, el que más aportó fue el femenino con el 53,5% y masculino con el 46,5%. En cuanto al tipo de atención el 96,5 % de casos fueron atendidos en consulta ambulatoria y el 3,5% en servicios hospitalarios. Los casos reportados con condición vivo representaron el 99,8% y consignados con condición fallecido el 0,2% (330 casos).

La incidencia nacional fue de 37,9 casos por 1 000 habitantes, la mayor incidencia de morbilidad de casos por 1 000 habitantes se identificó en Bogotá (60,5), seguido de Antioquia (57,5), Amazonas (45,8), Cali (44,8) y Quindío (41,1), entre otros (Figura 11).

Figura 11. Incidencia morbilidad por EDA por 1 000 habitantes, por entidad de procedencia, Colombia, 2020



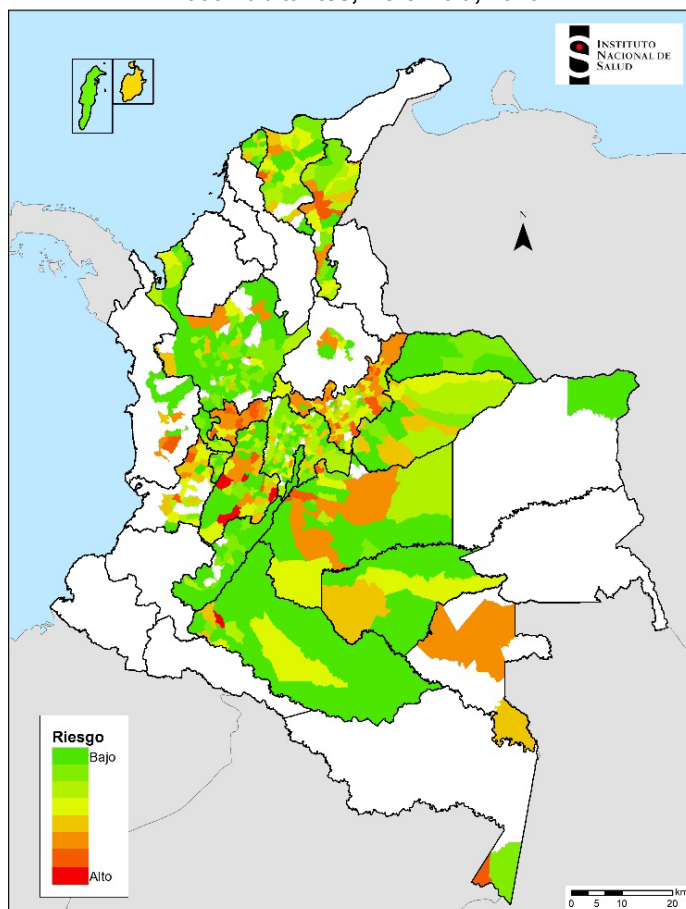
Fuente: SIVIGILA, 2020

Para el año 2020 se observó una disminución de la consulta de los casos leves, pero comportamiento similar en el número de casos hospitalizados y fallecidos con respecto al 2019. La tasa de hospitalización para el año 2020 tuvo un repunte hacia los 36,05 casos por cada 1 000 enfermos por EDA y tasa de letalidad en 0,26 casos por cada 1 000 enfermos, mostrando una severidad de la enfermedad agudizada para este año.

3.2.3 Resultados

De los 1 122 municipios del país, se analizó la información de 671 (60%), correspondientes a 23 departamentos y el distrito de Bogotá, los cuales contaban al menos con el reporte de los seis parámetros priorizados y analizados en el presente estudio, se identificaron 63 municipios de 12 departamentos con IRCA recalculado con riesgo alto e inviable sanitariamente y con incidencia de EDA por 1 000 habitantes mayor al percentil 50, los casos de EDA notificados por los municipios pueden estar relacionados con la calidad de agua y los parámetros analizados (Mapa 1).

Mapa 1. Clasificación riesgo municipal con relación a calidad IRCA recalculado Vs. Incidencia EDA por 1 000 habitantes, Colombia, 2020



Fuente: Elaboración propia a partir de la información del IRCA y EDA

Los departamentos con mayor número de municipios que presentaron el nivel de riesgo más alto fueron Boyacá con 23, Caldas con 12, Tolima con 7, Valle del Cauca con 6 municipios, entre otros; siendo Boyacá, Caldas y Tolima departamentos que en 2019 también habían reportado municipios en mayor nivel de riesgo.

Los municipios con mayor nivel de riesgo (IRCA inviable sanitariamente e incidencia de EDA mayor al percentil 75) durante 2020 fueron: Morelia en Caquetá, Roncesvalles, Valle de San Juan y Villarrica en el Tolima; dichos municipios no corresponden con los mismos identificados para la vigencia 2019 (El Litoral de San Juan en Chocó, Ricaurte en Nariño y Rovira en Tolima).

Durante el 2020, la pandemia por Sars-CoV-2 afectó negativamente la notificación de varios eventos de interés en salud pública como la EDA, así como el reporte de las muestras de vigilancias para el cálculo del IRCA en varios departamentos.

3.2.4 Recomendaciones

Mantener y garantizar la notificación de casos de EDA al SIVIGILA, ya que se observó una marcada disminución de casos durante el 2020 por parte de todas las partes involucradas en el proceso de notificación.

Se recomienda a las entidades territoriales realizar un análisis de la morbilidad por EDA a nivel municipal e incluso por barrios para identificar determinantes u otros factores que puedan estar relacionados a la presentación de casos.

Para los municipios identificados con mayor nivel riesgo, se recomienda a las entidades territoriales y demás autoridades focalizar la inversión de recursos en el cumplimiento de las frecuencias, muestreos y sistemas de tratamiento; así como fortalecer las acciones de inspección, vigilancia y control sobre las redes de distribución, de acuerdo a lo establecido en el Decreto 1575 de 2007 y sus resoluciones reglamentarias.

Las Direcciones Territoriales de Salud deben fortalecer las estrategias asociadas a la capacitación en manipulación adecuada de alimentos, manejo de excretas y medidas de higiene personal a la comunidad en general.

3.2.5 Bibliografía

1. Yard Foster Y, Correoso Guevara JD, Nuñez Ortega JM. Factores de riesgo de enfermedad diarreica aguda en menores de 5 años. Rev Médico Científica. 2021;34(1):1–8.
2. Abebe A, Hailu A. Assessment of Prevalence and Related Factors of Diarrheal Diseases among Under-Five Year's Children in Debrebirehan Referral Hospital, Debrebirehan Town, North Shoa Zone, Amhara Region, Ethiopia. OALib. 2014;01(01):1–14.
3. Organización Mundial de la Salud - OMS. Enfermedades diarreicas. Mayo 2017. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease>
4. Instituto Nacional de Salud. Boletín de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano 2020; 37. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/BibliotecaDigital/boletin-vigilancia-calidad-del-agua-diciembre-2020.pdf>

3.3 Asociación entre la ocurrencia de eventos ambientales y la calidad de agua para consumo humano en Colombia, 2020

Un desastre puede entenderse como aquella situación producto de la manifestación de eventos naturales o antropogénicos no intencionales que al encontrar condiciones de vulnerabilidad (personas, bienes, infraestructura, medios de prestación de servicios o recursos ambientales), causa daños o pérdidas (humanas, materiales, económicas o ambientales) y alteraciones en las condiciones de funcionamiento de la sociedad (1, 2). Los desastres consecuentes de eventos ambientales pueden generar anegación, contaminación y/o daños estructurales en los sistemas de abastecimiento de agua desde su captación, línea de conducción, tratamiento, tanque de almacenamiento, línea de distribución o incluso en la red domiciliaria (3, 4, 5). Adicionalmente, en situaciones de desastre que generan contaminación del agua, enfermedades como la fiebre tifoidea y paratifoidea, el cólera, la hepatitis infecciosa y las gastroenteritis pueden poner en riesgo la salud de poblaciones damnificadas (4, 5).

Específicamente, eventos ambientales como las inundaciones (fenómenos hidrológicos recurrentes potencialmente destructivos, que hacen parte de la dinámica de evolución de una corriente) y deslizamientos (movimiento de grandes volúmenes de materiales como suelos, rocas o cobertura vegetal que se desprenden y se desplazan pendiente abajo),

pueden repercutir en los procesos de degradación y desequilibrio de los ecosistemas, representando un gran riesgo en términos de pérdida de infraestructuras y generando la contaminación del agua a través de diversos contaminantes sólidos y líquidos (4, 6). Se ha reportado que las inundaciones pueden generar ruptura de la red de suministro de agua y destrucción de las líneas de drenaje sanitario, provocando consecuentemente la contaminación del agua destinada para consumo humano con aguas residuales (6). Es frecuente que el agua de las tuberías se contamine durante las inundaciones, ya que pueden ingresar residuos y desagües a través de las fugas, especialmente cuando la presión del agua es baja y las plantas de tratamiento están inundadas. Ríos-Tobón y col, (7) refieren que las inundaciones pueden generar contaminación del agua destinada para consumo humano debido al arrastre de animales muertos, sedimentos o sustancias tóxicas a las fuentes hídricas o por la destrucción total o parcial de captaciones localizadas en ríos o quebradas. Adicionalmente, se ha demostrado un aumento de la turbiedad y conductividad del agua en temporadas de lluvia como producto de acciones antrópicas manifestadas por el uso de sustancias químicas en los suelos y su posterior erosión y escorrentía a las fuentes hídricas (4).

Desde el Grupo de Factores de Riesgo Ambiental del Instituto Nacional de Salud se diseñó una herramienta denominada Sistema de Alerta Temprana Ambiental y Efectos en Salud (SATAES) que permite la identificación, análisis, evaluación y generación de alertas de diferentes eventos ambientales que pueden desencadenar efectos en salud. Durante el 2020 fueron analizados 433 eventos ambientales, los cuales estuvieron relacionados principalmente con el componente ambiental “agua” (200; 46.2%), siendo en su mayoría inundaciones (98; 49.0%), desabastecimiento de agua para consumo humano (27; 13.5%), desbordamiento de ríos (20; 10.0%), vertimientos de hidrocarburos o sustancias químicas (18; 9.0%), crecientes de ríos (15; 7.5%), aguas servidas y negras (10; 5.0%), baja calidad de agua (6; 3.0%), mortalidad de fauna (5; 2.5%) y proliferación de especies nocivas o tóxicas (1; 0.5%). Adicionalmente, 58 eventos (13.3%) estuvieron relacionados con el componente ambiental “suelo”, siendo los eventos más comunes deslizamientos (avalancha, desprendimiento, volcamiento) (33; 56.9%), sismos (7; 12.1%), disposición de residuos sólidos (6; 10.3%) y derrame o vertimiento de hidrocarburos o sustancias tóxicas (4; 6.9%).

Según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, durante el año 2020 se presentó un aumento en los niveles de precipitación en la habitual temporada de lluvias como producto de la confluencia del fenómeno de variabilidad climática de La Niña (IDEAM, 2020) (11). Este aumento de la precipitación se registró en mayores magnitudes en abril, mayo, octubre y diciembre. Desde el 16 de septiembre al 19 de noviembre de 2020, 25 departamentos estuvieron en alerta roja por las inundaciones y más de 260 mil personas resultaron damnificadas, 712 municipios reportaron eventos asociados con amenazas de deslizamientos; siendo principalmente afectadas las regiones Andina (74,9%), Pacífica (11,2%) y Orinoquía (4,4 %).

Tomando como base la alta frecuencia de estos eventos, surge la necesidad de explorar si la presencia de eventos ambientales asociados a inundaciones y deslizamientos, podrían afectar la calidad del agua destinada para consumo humano en los diferentes departamentos del país.

3.3.1 Metodología

Datos

La información de los eventos ambientales del año 2020 asociados con riesgo medio o alto de inundaciones y deslizamientos se obtuvieron de los Boletines de Alertas Hidrometeorológicas del IDEAM para cada departamento considerando una escala semanal (12). Para efectos del análisis fue realizado considerando dos diferentes contextos: i) intensidad (nivel de alerta semanal asignado por el IDEAM a los eventos de deslizamiento e inundaciones) y ii) cantidad (número de inundaciones y deslizamientos presentes semanalmente en una zona geográfica).

Las variables contenidas en los reportes nacionales semanales del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua (IRCA) del año 2020 consideradas fueron: temperatura, alcalinidad, cloro residual libre, coliformes totales, color aparente, conductividad, dureza, presencia de *E. coli*, pH y turbiedad (13). Solo se consideró la información correspondiente a los departamentos que acumularan como mínimo el 90 % de los datos para cada una de las variables consideradas.

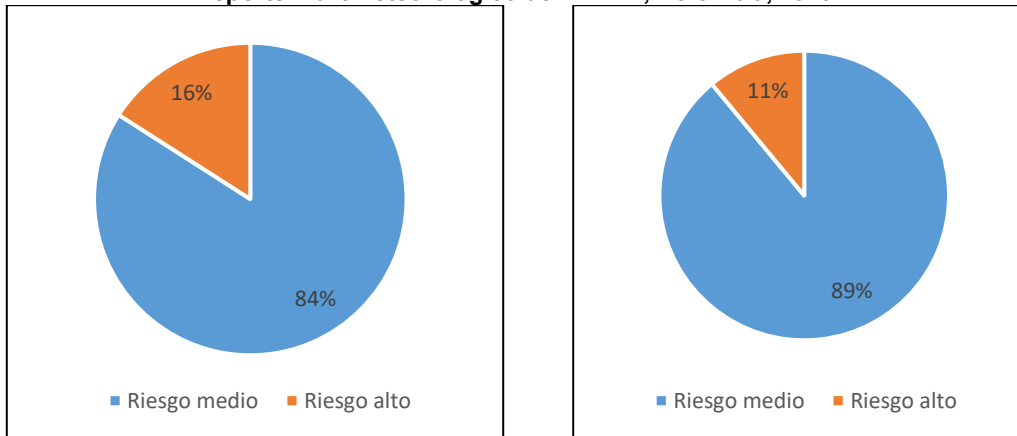
3.3.2 Análisis

Inicialmente se realizó un análisis exploratorio de las variables cuantitativas del IRCA y del número de eventos ambientales asociados con inundaciones o deslizamientos reportados por el IDEAM para cada departamento, dado su efecto directo en los cuerpos de agua loticos y lenticos en los territorios evaluados. Fue explorada la posible asociación entre estas variables utilizando una escala temporal semanal a través de la prueba t-Student para el coeficiente de correlación de Pearson. Los resultados del análisis fueron clasificados según el valor del coeficiente de correlación (ρ) en fuerte o débil (Fuerte: $\rho > 0.5$; débil: $\rho < 0.51$). Esta prueba fue considerada ya que permite hacer inferencia sobre la relación o independencia entre variables, es decir, cuantificar la relación entre las variables IRCA y los eventos ambientales asociados con inundaciones o deslizamientos y determinar las posibles afectaciones en la calidad del agua destinada para consumo humano. La hipótesis nula considerada estableció que la correlación es igual al valor cero, es decir, que las variables son independientes.

3.3.3 Resultados

Según los Boletines de Condiciones Hidrometeorológicas generados por el IDEAM durante el 2020, en Colombia se registraron 760 eventos por inundaciones, 122 (16%) clasificados en riesgo alto y 638 (84%) en riesgo medio. Se reportaron 673 deslizamientos, siendo 74 (11%) clasificados en riesgo alto y 599 (89%) en riesgo medio (Figura 12).

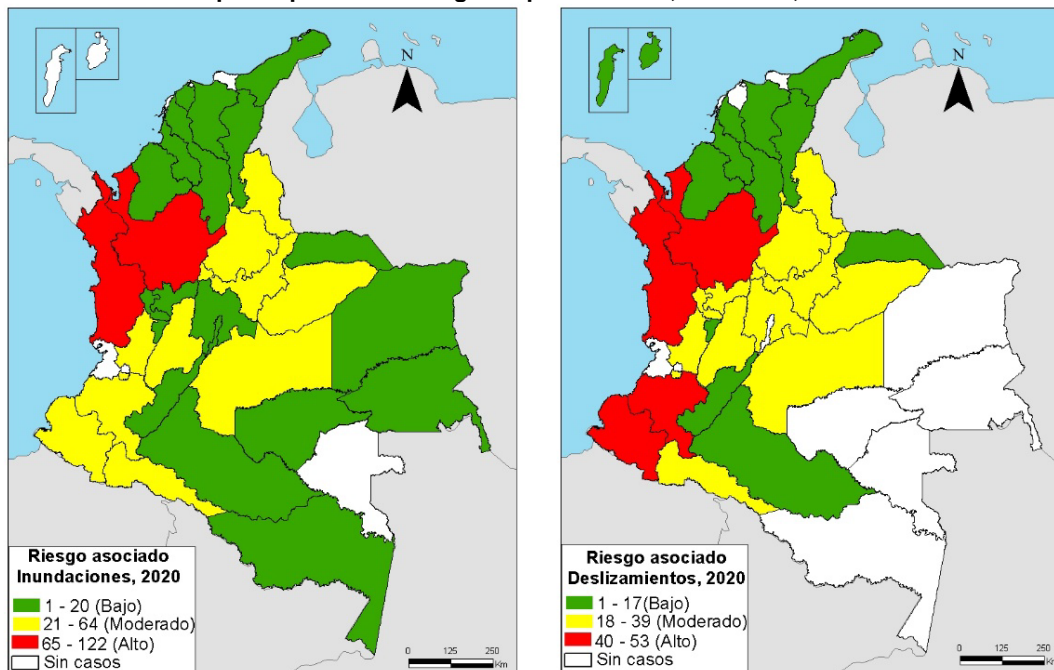
Figura 12. Proporción del nivel de riesgo (medio o alto) de inundaciones y deslizamientos, según reporte hidrometeorológico del IDEAM, Colombia, 2020



Fuente: IDEAM

Para la distribución espacial de la cantidad de eventos ambientales (inundaciones y deslizamientos) por departamento según los Boletines de Condiciones Hidrometeorológicas del IDEAM del 2020; del total de inundaciones en el territorio nacional, 27 departamentos (43.5%) se clasificaron en riesgo alto, 7 (11.3%) en riesgo medio y 12 (19.3%) en riesgo bajo. Respecto a los deslizamientos, 6 departamentos se clasificaron en riesgo alto (22.2%), 6 en riesgo medio (22.2%) y 15 en riesgo bajo (55.6%) (Mapa 2).

Mapa 2. Distribución espacial de la cantidad de inundaciones (izquierda) y deslizamientos (derecha) por departamento según reporte IDEAM, Colombia, 2020



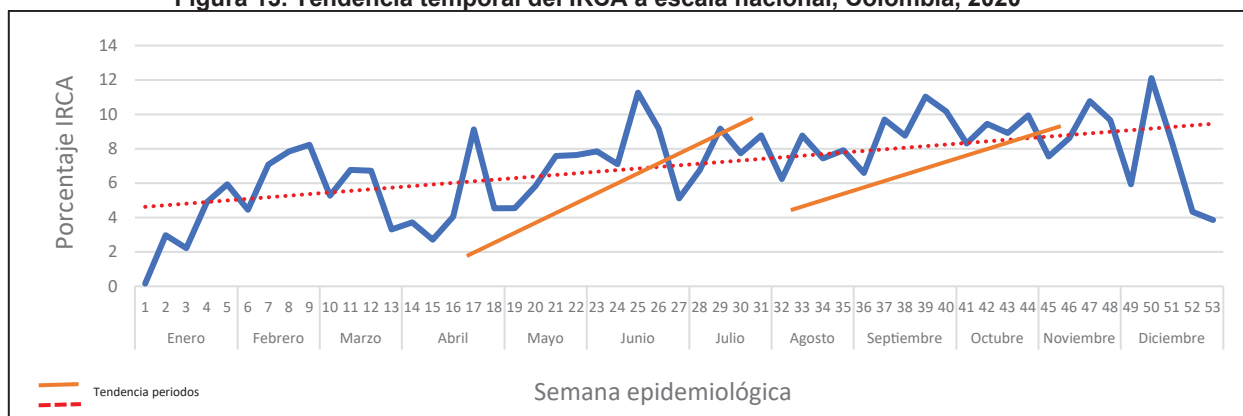
Fuente: Elaboración propia a partir de la información del IDEAM

Durante el 2020 se analizaron 357.657 reportes de IRCA para 32 departamentos a escala nacional. Los departamentos con el mayor número de reportes fueron Antioquia (24.8%),

Bogotá (13.1%), Valle del Cauca (11.2%), Boyacá (10.0%), Cundinamarca (5.4%), Atlántico (4.0%) y Caldas (3.9%); representando el 72.3% del total de reportes a nivel nacional (Figura 3).

Se evidenció una tendencia (patrón) temporal homogéneo en los reportes del IRCA a escala nacional y departamental. Sin embargo, es importante mencionar que existen dos periodos con una disminución de la calidad del agua destinada para consumo humano según el IRCA: i) entre semanas epidemiológicas 18 a 25 y ii) entre semanas epidemiológicas 32 a 39 (Figura 13). Durante estos dos periodos, los valores promedio del IRCA para el país presentaron un 11%, que según la Resolución 2115 de 2007 se considera en nivel de riesgo bajo, es decir agua no apta para consumo humano, susceptible de mejoramiento.

Figura 13. Tendencia temporal del IRCA a escala nacional, Colombia, 2020



Fuente: Los autores

Al realizar el análisis de correlación entre las mediciones de IRCA y la intensidad/cantidad de inundaciones y deslizamientos en el país, se evidenció que los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Casanare, Cauca, Cesar, Cundinamarca, Magdalena, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Valle del Cauca, Chocó, Guaviare, Meta, Nariño y Santander presentaron una correlación lineal positiva fuerte o débil.

De esta forma, la cantidad e intensidad de las inundaciones estuvieron fuertemente correlacionadas con la temperatura *in-situ* en los departamentos de Chocó y Norte de Santander, con la alcalinidad y la presencia de coliformes en el Chocó, los niveles de cloro residual en Magdalena, el color a nivel nacional, la dureza en Santander y la turbiedad a nivel nacional (Tabla 9). (*verde: relación débil, naranja: relación fuerte*)

Tabla 9. Valores de los coeficientes de correlación entre IRCA y la intensidad/cantidad de inundaciones por departamentos, Colombia, 2020

Departamento	Temperatura <i>in-situ</i>		Alcalinidad		Cloro Residual Libre <i>in-situ</i>		Cloro Residual Libre		Coliformes Totales		Color aparente <i>in-Situ</i>	
	Cant.	Intens.	Cant.	Intens.	Cant.	Intens.	Cant.	Intens.	Cant.	Intens.	Cant.	Intens.
	Nacional									0.28	0.28	
Antioquia												
Boyacá												
Caldas												
Chocó	0.76	0.9	0.6	0.93					0.93			

Departamento	Temperatura <i>in-situ</i>		Alcalinidad		Cloro Residual Libre <i>in-situ</i>		Cloro Residual Libre		Coliformes Totales		Color aparente <i>in-Situ</i>	
	Cant.	Intens.	Cant.	Intens.	Cant.	Intens.	Cant.	Intens.	Cant.	Intens.	Cant.	Intens.
	Cundinamarca											
Guaviare	0.38										0.81	
Magdalena					0.56	0.57	0.31					
Meta									0.39	0.42		
Nariño						0.32						
Norte de Santander	0.68	0.5										
Santander							0.4					
Valle del Cauca										0.32		
Nacional	0.56	0.65			0.3	0.44					0.38	0.54
Antioquia	0.38	0.49										
Boyacá		0.37					0.4					
Caldas						0.35						0.42
Chocó												
Cundinamarca							0.42	0.32			0.35	
Guaviare												
Magdalena									0.43	0.48		
Meta			0.4				0.46	0.42				
Nariño												
Norte de Santander					0.49	0.47	0.45					
Santander			0.55	0.55								
Valle del Cauca							0.34					

Cant.: cantidad; Intens.: intensidad

Fuente: Elaboración propia del INS, a partir de los datos del SIVICAP

Con relación a los deslizamientos, se encontró una correlación fuerte respecto a la intensidad y el color aparente en Antioquia y Boyacá y respecto al cloro residual libre en Cesar (Tabla 10 y Tabla 11). (*verde: relación débil, naranja: relación fuerte*)

Tabla 10. Valores de los coeficientes de correlación entre IRCA y la intensidad/cantidad de deslizamientos por departamentos, Colombia, 2020

Departamento	Temperatura <i>in-situ</i>		Alcalinidad		Cloro Residual Libre <i>in-situ</i>		Cloro Residual Libre		Coliformes Totales		Color aparente <i>in-Situ</i>	
	Cant.	Intens.	Cant.	Intens.	Cant.	Intens.	Cant.	Intens.	Cant.	Intens.	Cant.	Intens.
Nacional	0.3	0.28	0.41	0.46	0.3						0.38	0.47
Antioquia											0.31	0.57
Boyacá						0.47	0.43	0.46		0.27	0.46	0.57
Caldas												
Casanare												
Cauca				0.33								
Cesar			0.28	0.32			0.59	0.59				0.29
Cundinamarca									0.33	0.29		

Departamento	Temperatura <i>in-situ</i>		Alcalinidad		Cloro Residual Libre <i>in-situ</i>		Cloro Residual Libre		Coliformes Totales		Color aparente <i>in-Situ</i>	
	Cant.	Intens	Cant.	Intens	Cant.	Intens	Cant.	Intens	Cant.	Intens	Cant.	Intens
Magdalena	0.36	0.36			0.36							
Norte de Santander												0.35
Quindío												
Risaralda				0.31		0.34		0.33				0.33
Valle del Cauca			0.31	0.32					0.31			

Cant.: cantidad; Intens.: intensidad

Fuente: Elaboración propia del INS, a partir de los datos del SIVICAP

Tabla 11. Valores de los coeficientes de correlación entre IRCA y la intensidad/cantidad de deslizamientos por departamentos, Colombia, 2020

Departamento	Dureza total		<i>E. Coli</i>		IRCA Final		pH		pH <i>in-situ</i>		Temperatura		Turbiedad	
	Cant.	Intens	Cant.	Intens	Cant.	Intens	Cant.	Intens	Cant.	Intens	Cant.	Intens	Cant.	Intens
Nacional	0.32	0.33				0.29		0.29					0.33	0.42
Antioquia											0.31			0.29
Boyacá	0.37	0.39		0.32	0.39	0.43	0.45	0.48	0.45	0.48				0.43
Caldas				0.28										
Casanare						0.28								0.28
Cauca														
Cesar							0.49	0.50					0.33	0.3
Cundinamarca														0.29
Magdalena	0.27	0.27												
Norte de Santander				0.31		0.25								
Quindío											0.34			
Risaralda							0.31	0.38	0.31	0.38				
Valle del Cauca														

Cant.: cantidad; Intens.: intensidad

Fuente: Elaboración propia del INS a partir de los datos del SIVICAP

3.3.4 Recomendaciones

Los resultados presentados permiten concluir que existe una correlación entre los indicadores físicos y microbiológicos y los niveles (cantidad e intensidad) de alertas ambientales referentes a inundaciones y deslizamientos reportados por el IDEAM. Aunque no se establece que esta asociación sea causal, es posible concluir que eventos como inundaciones podrían afectar la calidad del agua destinada para consumo humano.

En situaciones de inundaciones y deslizamientos, el control sobre la calidad del agua para el consumo humano debe ser un factor fundamental para asegurar la salud de las poblaciones afectadas. Por lo tanto, se recomienda a las autoridades locales de salud y prestadores del servicio que consideren como una prioridad el control permanente de la calidad del agua, así como el abastecimiento, transporte, desinfección, almacenamiento e identificación de fuentes alternativas de agua.

En las áreas identificadas de riesgo para inundaciones se pueden tomar medidas como la instalación de diques, represas o canales de desviación; las estructuras asociadas al sistema de agua potable deberán resistir la presión del agua. En las áreas de riesgo para deslizamientos se recomienda evitar construir en áreas con fallas, suelos no compactos o arenosos saturados con agua; en las nuevas estructuras se pueden aplicar técnicas de construcción resistentes y reforzar las estructuras existentes.

Se recomienda realizar este ejercicio con información del año 2021 para verificar los hallazgos y validez de los análisis estadísticos, generarlos a escala municipal en los departamentos donde se encontró relación estadística para identificar si se encuentra variación.

Al encontrar que indicadores físicos y microbiológicos son los componentes del IRCA que guardan mayor relación con los eventos ambientales evaluados, se recomienda hacer mayor énfasis en la vigilancia rutinaria sobre afectaciones en salud exacerbadas en las temporadas de lluvias.

3.3.5 Bibliografía

1. Braja D. Ley 1523 de 2012 - Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. 66;2012. עליון הנוטע (48):9–37.
2. Quituisaca I. Desastres naturales Amenazas y evolución (2016). Desastres naturales Amenazas y evolución. Numérica Notas, 1(1), 9–11. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10387.89127n>. Numérica Notas [Internet]. 2016;1(1):9–11. Available from: 10.13140/RG.2.2.10387.89127
3. Ambiente M De. C o n p e s. 2009;
4. Ospina Zuñiga O, García Cobas G, Gordillo Rivera J, Tovar Hernández K. Evaluación de la turbiedad y la conductividad ocurrida en temporada seca y de lluvia en el río Combeima (Ibagué, Colombia). Ing Solidar. 2016;12(19):19–36.
5. Panamericana De La Salud O. Vigilancia epidemiológica sanitaria en situaciones de desastre GUIA PARA EL NIVEL LOCAL. 2002;1–47.
6. ICLR. CAT Hotsheet. Estrategias para el manejo de las aguas pluviales. Salud Publica Mex [Internet]. 2012;54(2):178–98. Available from: http://www.iclr.org/images/Hotsheet_August_19_storm.pdf
7. Ríos-Tobón S, Agudelo-Cadavid RM, Gutiérrez-Builes LA. Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. Rev Fac Nac Salud Pública. 2017;35(2):236–47.
8. OPS/OMS. Mitigación de desastres naturales en sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario Guías para el análisis de vulnerabilidad. 1998;100.
9. García Hugo, et al. Gestión del conocimiento en riesgos de desastres. 2014;1–10. Available from: <http://www.laccei.org/LACCEI2014-Guayaquil/RefereedPapers/RP141.pdf>

10. Organización de los Estados Americanos (OEA). Desastres, Planificación y Desarrollo: Manejo de Amenazas Naturales para Reducir los Daños. Dep Desarro Reg y Medio Ambient [Internet]. 1991;1–145. Available from: <https://www.oas.org/DSD/publications/Unit/oea57s/oea57s.pdf>
11. Instituto de Hidrología M y Estudios ambientales (IDEAM). Comunicado 098. Actualización En las últimas horas “ Eta ” ha pasado a la categoría de depresión tropical , sin embargo , se seguirán presentando lluvias fuertes , actividad eléctrica , vientos fuertes con rachas , marejadas y mar de fondo en el archipiél. 2020; Available from: http://www.ideam.gov.co/zh/web/pronosticos-y-alertas/comunicados-especiales?p_p_id=110_INSTANCE_vVGJGPpWeIFl&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_110_INSTANCE_vVGJGPpWeIFl_struts_action=%2Fdocument_library_di
12. Instituto de Hidrología M y Estudios ambientales (Ideam). BOLETINES, AVISOS Y ALERTAS [Internet]. 2020. Available from: http://www.pronosticosyalertas.gov.co/boletines-avisos-y-alertas/-/document_library_display/6Pg0RBHoKj7z/view/90053519
13. Ministerio de Salud y Protección Social. Decreto número 1575 de 2007. Nord Medicinhist Arsb [Internet]. 2007;(Mayo 9):181–6. Available from: <https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Disponibilidad-del-recurso-hidrico/Decreto-1575-de-2007.pdf>

4 CAPÍTULO 4. Resultados de calidad del agua para las muestras realizadas por la SSPD en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 15 de la ley 1955 de 2019.

4.1 Generalidades

La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), por disposición del artículo 79 de la Ley 142 de 1994, es la autoridad encargada de vigilar y controlar a los prestadores de servicios públicos domiciliarios en el debido cumplimiento de las normas que regulan las actividades inherentes a la prestación de los servicios públicos domiciliarios. De conformidad con la Ley 1955 de 2019 - Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022⁴, “Pacto por Colombia, pacto por la equidad”, se modificó el numeral 8 y adicionaron los numerales 34, 35 y 36 al artículo 79 de la Ley 142 de 1994, en relación con las funciones de la SSPD. En materia de calidad de agua, el numeral 35 creó la siguiente función de la SSPD:

“35. En los casos en los que lo considere necesario para el ejercicio de las funciones de inspección, vigilancia y control, encargar a terceros especializados la toma de muestras de calidad del agua en cualquier lugar del área de prestación del servicio y del sistema que sea técnicamente posible, y contratar un laboratorio para el análisis de estas. Los resultados que arrojen las muestras tomadas por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios podrán ser utilizados como prueba, dentro de los procesos administrativos sancionatorios que adelante contra prestadores objeto de su vigilancia, y para cualquier otro fin que sea pertinente dentro en el ejercicio de las funciones de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.”

La Ley del Plan plantea un gran desafío, toda vez que fortalece las funciones de la SSPD en lo que respecta a inspección y vigilancia sobre la calidad del agua, así mismo le atribuye nuevas facultades en cuanto a: i) encargar a terceros especializados la toma y análisis de muestras de calidad de agua en cualquier lugar del área de prestación del servicio, y ii) ordenar a los prestadores la toma de muestras de agua cuando la SSPD lo considere pertinente según sus acciones de vigilancia y control, lo anterior sin perjuicio de las funciones asignadas a los prestadores y Secretarías de Salud.

Esta nueva función, le permite a la SSPD verificar la calidad del agua que distribuyen los prestadores para mantener un seguimiento directo sobre las condiciones de suministro sin depender de la información de las autoridades sanitarias, mejorando la oportunidad en la toma de decisiones y en la aplicación de medidas de control sobre los prestadores, para que suministren a sus usuarios agua apta para su consumo.

Los resultados de los análisis que realiza la SSPD son valorados de acuerdo con los parámetros señalados en la Resolución 2115 de 2007, establecido por los Ministerios de Salud y Protección Social, y Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

⁴ Ley 1955 de 2019

En este sentido la SSPD suscribió el Contrato Interadministrativo con la Universidad de Antioquia para la toma de muestras y análisis de las características físicas, químicas y microbiológicas al agua suministrada a un grupo de prestadores priorizados⁵.

Finalmente, es relevante mencionar que, para la atención de la nueva función de la SSPD, se estableció al interior de la Entidad, el proyecto de inversión denominado “Mejoramiento de las acciones de vigilancia y control de la calidad del agua en los prestadores del servicio de acueducto “el cual tiene una vigencia que abarca desde el 2019 hasta el 2022. En este informe se presentan los resultados de la calidad del agua correspondientes a las muestras tomadas durante la vigencia 2020.

4.2 Metodología para la determinación de prestadores sujetos a monitoreo

Con el fin de identificar el grupo de prestadores sujetos a monitoreo de calidad del agua durante la vigencia 2020, en el marco del proyecto de inversión se plantearon los siguientes grupos objeto de monitoreo:

Objetivo 1

En el marco del objetivo No. 1 del proyecto, se llevó a cabo un proceso de priorización teniendo en cuenta los prestadores que presentan diferencias significativas en la información de control reportado al SUI y la información de vigilancia de la calidad del agua por parte de las autoridades sanitarias al SIVICAP para la vigencia 2019.

Objetivo 2

En el marco del objetivo No. 2 del proyecto, se identificaron prestadores sin información de acuerdo con los siguientes criterios:

Grupo prestadores sin información SIVICAP 2016-2019: además de ausencia de información de vigilancia para los años citados, se consideró el reporte de información de control de calidad del agua de los prestadores en SUI y la población atendida.

Grupo COVID-19: se consideraron prestadores que no contaban con información de vigilancia de calidad del agua reportada en SIVICAP por las autoridades sanitarias durante el periodo de enero a abril de 2020.

Objetivo 3

En el marco del objetivo No. 3 del proyecto, se identificaron prestadores para los cuales se reportó agua con riesgo reiteradamente. Esta actividad se efectuó a partir de la información reportada en SUI y SIVICAP para los años 2018, 2019, y 2020.

A continuación, se presentan los resultados de priorización de prestadores por cada uno de los objetivos del proyecto de inversión.

⁵ Las muestras se tomaron según lo reglamentado en resolución SSPD 2019000040585 de 07 octubre de 2019

Objetivo 1

22 municipios ubicados en 12 departamentos (ver Tabla 12).

Tabla 12. Municipios priorizados para toma de muestra por parte de la SSPD objetivo 1

Departamento	Municipio	Área de Prestación	Departamento	Municipio	Área de Prestación
Antioquia	Marinilla	Urbana/Rural	Córdoba	Montelíbano	Urbana
	Puerto Berrío	Urbana	Cundinamarca	Madrid	Urbana/Rural
Bolívar	Arjona	Urbana		Tabio	Urbana/Rural
	Santa Rosa del Sur	Urbana	Huila	Gigante	Urbana
Boyacá	Garagoa	Urbana	Magdalena	El Piñón	Urbana/Rural
Cauca	Morales	Urbana/Rural		Salamina	Urbana/Rural
	Piendamó	Urbana/Rural	Meta	Acacias	Urbana/Rural
	Piendamó	Urbana		Puerto Lleras	Urbana
	Puerto Tejada	Urbana/Rural	Risaralda	Pereira	Rural
Cesar	Astrea	Urbana/Rural	Tolima	Fresno	Urbana
	Aguachica	Urbana			
	Curumaní	Urbana			
	La Jagua de Ibirico	Urbana			

Fuente: SSPD 2021

Objetivo 2

21 municipios ubicados en 12 departamentos (ver Tabla 13).

Tabla 13. Municipios priorizados para toma de muestra por parte de la SSPD objetivo 2.

Departamento	Municipio	Área de Prestación	Departamento	Municipio	Área de Prestación
Antioquia	Caldas	Rural	Cundinamarca	Tenjo	Rural
	Envigado	Rural		Granada	Rural
	Amagá	Rural	Huila	Garzón	Rural
	Sabaneta	Rural		Gigante	Rural
	Ebéjico	Rural		Íquira	Rural
Bolívar	San Jacinto	Urbano	Risaralda	Marsella	Rural
Cundinamarca	La Mesa	Rural		Quinchía	Rural
	Tena	Rural		Quinchía	Rural
	Albán	Rural		Dosquebradas	Rural
	Cogua	Rural		Guática	Rural
	Subachoque	Urbana/Rural			

Fuente: SSPD 2021

Dentro del Grupo COVID-19 se seleccionaron 30 municipios ubicados en 11 departamentos (ver Tabla 14).

Tabla 14. Municipios priorizados para toma de muestra por parte de la SSPD objetivo 2 Grupo COVID - 19

Departamento	Priorización	Municipio	Área de Prestación	Departamento	Priorización	Municipio	Área de Prestación
Antioquia	Grupo COVID - 19	Santa Fe de Antioquia	Urbana	Magdalena	Grupo COVID - 19	Zona Bananera	Urbana
	Grupo COVID - 19	San Jerónimo	Urbana		Grupo COVID - 19	Pijiño del Carmen	Urbana/Rural
	Grupo COVID - 19	Olaya	Urbana		Grupo COVID - 19	Cerro San Antonio	Urbana
	Grupo COVID - 19	Sopetrán	Urbana		Grupo COVID - 19	Plato	Urbana
	Grupo COVID - 19	Venecia	Urbana		Grupo COVID - 19	Chivoló	Urbana
	Grupo COVID - 19	Puerto triunfo	Urbana		Grupo COVID - 19	Tenerife	Urbana
	Grupo COVID - 19	Titiribí	Urbana	Meta	Grupo COVID - 19	El Dorado	Urbana
	Grupo COVID - 19	Armenia	Urbana		Grupo COVID - 19	Guamal	Urbana
Bolívar	Grupo COVID - 19	Córdoba	Urbana	Nariño	Grupo COVID - 19	Iles	Urbana
	Grupo COVID - 19	El Guamo	Urbana		Grupo COVID - 19	Yacuanquer	Urbana
Caquetá	Grupo COVID - 19	Valparaíso	Urbana	Norte de Santander	Grupo COVID - 19	Durania	Urbana
	Grupo COVID - 19	Morelia	Urbana		Grupo COVID - 19	Santiago	Urbana
Cundinamarca	Grupo COVID - 19	Nemocón	Urbana	Santander	Grupo COVID - 19	Oiba	Urbana
	Grupo COVID - 19	Guayabal de Siquima	Urbana	Tolima	Grupo COVID - 19	Valle de San Juan	Urbana
Sucre	Grupo COVID - 19	Coveñas	Urbana		Grupo COVID - 19	Santa Isabel	Urbana

Fuente: SSPD 2021

Objetivo 3

25 municipios ubicados en 11 departamentos (ver Tabla 15).

Tabla 15. Municipios priorizados para toma de muestra por parte de la SSPD objetivo 3.

Departamento	Municipio	Área de Prestación	Departamento	Municipio	Área de Prestación
Antioquia	Zaragoza	Urbana	Magdalena	Maicao	Urbana
Bolívar	San Juan de Nepomuceno	Urbana		Manaure	Urbana/Rural
	San Pablo	Urbana		Riohacha	Urbana
Caquetá	El Doncello	Urbana		San Juan del Cesar	Urbana
	Puerto Rico	Urbana	Uribe	Urbana	
Casanare	Trinidad	Urbana/Rural	Meta	Fuente de Oro	Urbana

Departamento	Municipio	Área de Prestación	Departamento	Municipio	Área de Prestación
Cesar	Becerril	Urbana/Rural		Puerto López	Urbana
	Pelaya	Urbana/Rural		San Martín	Urbana
Córdoba	Moñitos	Urbana/Rural		Villavicencio	Urbana
La Guajira	Dibulla	Urbana/Rural	Putumayo	Mocoa	Urbana
	El Molino	Urbana	Santander	Villagarzón	Urbana
	Fonseca	Urbana		Puerto Wilches	
	Hatonuevo	Urbana			

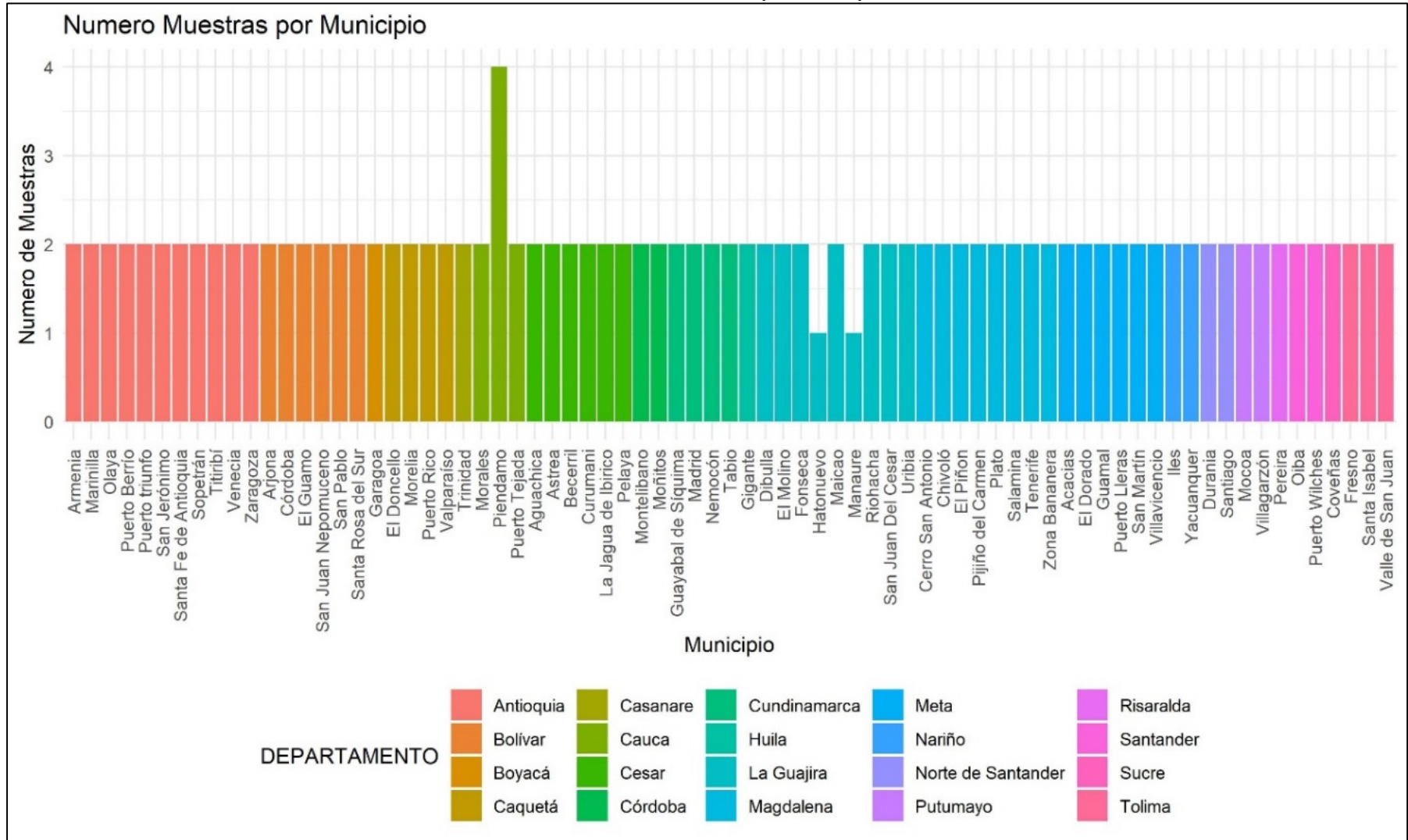
Fuente: SSPD 2021

4.2.1 Determinación del número de muestras

Teniendo en cuenta los elementos del plan de monitoreo⁶ de la calidad del agua, se define el número de muestras a analizar a los prestadores ubicados en los municipios priorizados (Gráfico 5).

⁶ El monitoreo de calidad del agua es el control de los parámetros de interés de un curso de agua, siguiendo un orden y metodología rigurosos, para conocer su calidad y cantidad; y así poder tomar decisiones más informadas sobre cómo gestionarlo (CAO,2008).

Gráfico 5. Número de muestras por municipio



Fuente: SSPD 2021

En los municipios de Hatonuevo y Manaure del departamento de la Guajira solo se tomó una muestra.

Los aspectos generales del plan de monitoreo se identifican en la Tabla 16:

Tabla 16. Aspectos del plan de monitoreo

Aspecto	Cantidad
Número de departamentos	20
Número de municipios	96
Número de prestadores	86
Número de características	39
Número de muestras	158
Número de Análisis	6.162

Fuente: SSPD 2021

4.3 Resultados Índice de Riesgo de Calidad de Agua

Los resultados del Índice de Riesgo de la Calidad de Agua (IRCA) se presentan tanto para los 20 departamentos, como para los 86 prestadores y las 158 muestras analizadas en el desarrollo del proyecto.

4.3.1 IRCA departamental prestadores priorizados por los objetivos 1, 2 y 3 del proyecto

Para los prestadores priorizados en los tres objetivos del proyecto se definió que se incluyera la totalidad de parámetros contemplados en la resolución 2115 de 2007.

Con respecto a la cantidad de muestras se definió realizar dos, una al inicio y otra hacia el final de la red de distribución, con el objeto de conocer si se presentan variaciones representativas para estas condiciones, en el caso que no fuese posible la toma de muestras al inicio de la red, se estimó efectuarla en el punto más cercano posible al sistema de tratamiento.

Así las cosas, la distribución de parámetros a ser analizados respondió a:

- Muestras tomadas en el punto más cercano al inicio de la red: se analizaron todos los parámetros mencionados en la Tabla 17, excepto *Giardia* y *Cryptosporidium*.
- Muestras correspondientes a los puntos cercanos al final de la red de distribución: se analizaron todos los parámetros de la misma Tabla 17, exceptuando Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) y Plaguicidas.

Tabla 17. Parámetros analizados por el laboratorio – Prestadores sin información SIVICAP

Parámetro	Parámetro	Parámetro	Parámetro
Antimonio	Trihalometanos totales	Dureza total	Color aparente
Arsénico	Selenio	Hierro total	Olor y sabor
Bario	Carbono orgánico total (COT)	Magnesio	Turbiedad
Cadmio	Nitritos	Manganeso	Conductividad
Cianuro libre y disociable	Nitratos	Molibdeno	Temperatura
Cobre	Fluoruros	Sulfatos	pH
Cromo	Calcio	Zinc	<i>Escharichia coli</i>
Mercurio	Alcalinidad total	Fosfatos	Coliformes totales
Níquel	Cloruros	Cloro residual libre	<i>Giardia</i>
Plomo	Hidrocarburos aromáticos policíclicos	Plaguicidas – corrido de pesticidas	<i>Cryptosporidium</i>
Aluminio			

Fuente: SSPD 2021

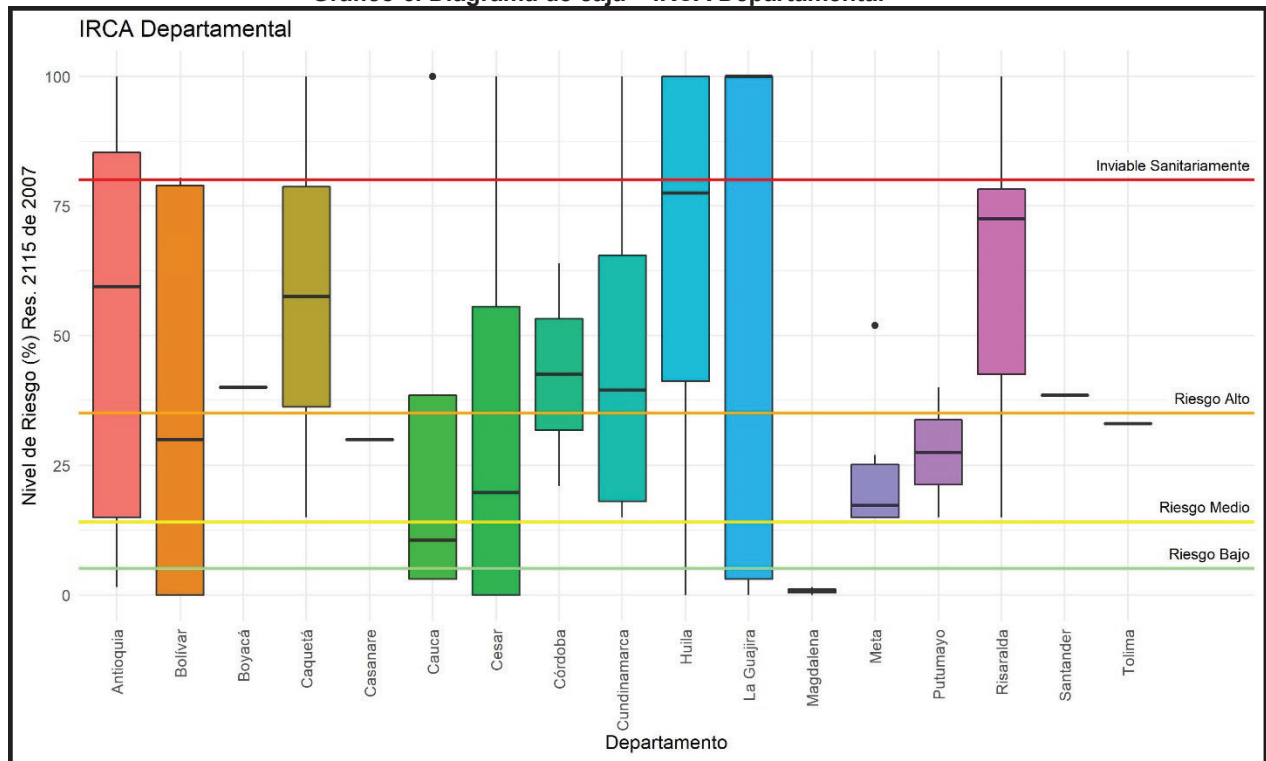
El Gráfico 6 muestra la variación en la distribución de los resultados IRCA. A modo de referencia, cada una de las líneas identifica los diferentes niveles de riesgo, con lo que se puede concluir que, excepto en el departamento del Magdalena los resultados de las muestras son superiores al valor del agua clasificada como “Agua apta para consumo humano” (IRCA < 5%) y los departamentos de Huila, Risaralda, La Guajira y Caquetá fueron los que arrojaron en promedio un porcentaje (%) del IRCA con mayores niveles de riesgo: alto e inviable sanitariamente.

El tamaño de cada caja representa la heterogeneidad de los resultados del IRCA⁷ obtenidos por los prestadores, situación que se evidencia en menor proporción en los prestadores de los departamentos de Magdalena, Meta y Putumayo que acumularon sus datos en los niveles de riesgo bajo y medio.

⁷ Desviación estándar: Antioquia 39,3 Bolívar 40,1 Caquetá 60,1 Cauca 46,5 Cesar 41,4 Córdoba 30,4 Cundinamarca 30,5 Huila 47,5 La Guajira 49,8 Magdalena 1,06 Meta 14,5 Putumayo 17,7 Risaralda 29,9

Valor Máximo: Antioquia 100 Bolívar 80,5 Boyacá 40 Caquetá 100 Casanare 30 Cauca 100 Cesar 100 Córdoba 64 Cundinamarca 100 Huila 100 La Guajira 100 Magdalena 1,5 Meta 52 Putumayo 40 Risaralda 100 Santander 38,5 Tolima 33

Gráfico 6. Diagrama de caja – IRCA Departamental



Fuente: SSPD 2021

De manera general, la mayor concentración de los resultados se expresa en el nivel de riesgo alto. Los prestadores en Caquetá, La Guajira, Meta, Putumayo y Risaralda presentan una menor heterogeneidad en los resultados (alto de caja). Los prestadores de los departamentos de Caquetá, Córdoba, Huila y Risaralda agrupan la mayor cantidad de sus resultados entre los niveles de riesgo alto e inviable sanitariamente.

Algunos resultados de los prestadores correspondientes a los departamentos de Bolívar, Cauca, Cesar, La Guajira y Magdalena se encuentran en el nivel de riesgo bajo (Valor mínimo "Bigote"). Para algunos prestadores de los departamentos de Cauca y Meta, se presentaron datos atípicos de IRCA, estos se localizan en el nivel de riesgo alto e inviable sanitariamente.

Para algunos prestadores de los departamentos de Caquetá, Cauca y Bolívar el valor máximo de los resultados coincide con el cuartil 3 o Q3.

Tabla 18. Resultado de análisis de muestras completas que reflejan incumplimientos por características según Resolución 2115 de 2007

Características	Número de análisis	Número de análisis incumplidos	Participación%
Microbiológicas	800	249	31 %
Físicas	950	220	23 %
Características químicas de otras sustancias utilizadas en la potabilización	245	101	41%
Características químicas que tienen consecuencias	2820	187	7 %

Características	Número de análisis	Número de análisis incumplidos	Participación%
económicas e indirectas sobre la salud humana			
Características químicas de sustancias que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana	2986	26	1 %
Características químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana	939	16	2 %
Plaguicidas ⁸	3351	0	0%

Fuente: SSPD 2021

La Tabla 18, representa el porcentaje de análisis que reflejan incumplimientos por cada una de las características descritas según la resolución 2115 de 2007.

Los resultados revelaron un alto porcentaje de características químicas de otras sustancias utilizadas en la potabilización y de las muestras microbiológicas que excedieron los valores máximos permitidos de potabilidad, demostrando la presencia de microorganismos patógenos en el agua suministrada (i.e., incidencia en enfermedades como EDA y hepatitis A), seguidamente se encuentran las características físicas y las características químicas que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana.

4.3.2 IRCA departamental grupo COVID – 19

En el caso del objetivo 2, que se tiene otro grupo diferente de prestadores priorizados, las consideraciones para estos fueron:

En la Tabla 19, se presentan los 23 parámetros analizados por la Universidad de Antioquia a cada una de las muestras tomadas a los prestadores que conforman el grupo COVID-19.

⁸ Plaguicidas: Etilentiourea, 2 hidrxi atrazina, abamectina, acenafteno, alaclor, ametrina, antraceno, atrazina, benzo a antraceno, benzo a pireno, benzo b fluoranteno, benzo k fluoranteno, bromodiclorometano, bromoformo, carbofuran, clorfenvinfos, cloroformo, clorotoluron, clorpirifos, crizeno, cymoxanil, diazinon, dibromoclorometano, diclorvos, difeconazol, dimetoato, dimetomorf, diuron, etion, fenantreno, fenitrotion, fention, fipronil, fluoranteno, fluoreno, hexaconazol, imidacloprid, linuron, malatión, metil paratión, metolacoloro, metomil, metribuzin, metsulfuron metil, naftaleno, paration etil paratión, permetrin, pireno, profenofos, propiconazol, terbufos, terbutilazina.

Tabla 19. Parámetros analizados por el laboratorio – COVID – 19.

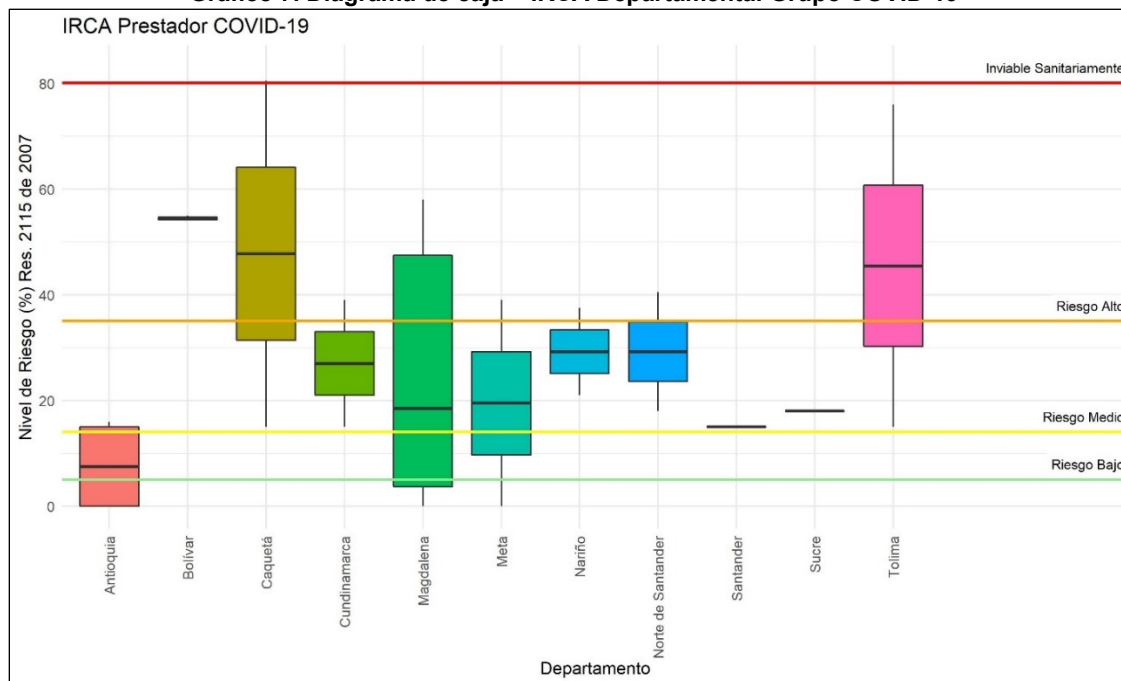
Parámetro	Parámetro	Parámetro	Parámetro
Carbono orgánico total (COT)	Sulfatos	Zinc	Turbiedad
Nitritos	Aluminio	Fosfatos	Temperatura
Nitratos	Dureza total	Coro residual libre	pH
Fluoruros	Magnesio	Hierro	<i>Escherichia Coli</i>
Calcio	Manganeso	Cloruros	Coliformes totales
Alcalinidad total	Molibdeno	Color aparente	

Fuente: SSPD 2021

El Gráfico 7 muestra la variación en la distribución de los resultados IRCA para el grupo COVID-19; a modo de referencia, cada una de las líneas identifica los diferentes niveles de riesgo, con lo que se puede concluir que los resultados de las muestras son superiores al valor del agua clasificada como “Agua apta para consumo humano” (5%) y los departamentos de Bolívar, Caquetá y Tolima fueron los que arrojaron un promedio de % IRCA los mayores niveles de riesgo alto e inviable sanitariamente.

El tamaño de cada caja representa la heterogeneidad de los resultados del IRCA⁹ obtenidos por los prestadores, situación que se evidencia en menor proporción en los prestadores de los departamentos de Antioquia, Cundinamarca, Meta, Nariño, Norte de Santander, Santander y Sucre que acumularon sus datos en los niveles de riesgo bajo y medio.

Gráfico 7. Diagrama de caja – IRCA Departamental Grupo COVID-19



Fuente: SSPD 2021

De manera general, la mayor concentración de los resultados se expresa en el nivel de riesgo medio. Los prestadores en Bolívar, Santander y Sucre presentan una menor

⁹ Desviación estándar: Antioquia 8,16 Bolívar 0,707 Caquetá 46,3 Cundinamarca 17,0 Magdalena 26,1 Meta 27,6 Nariño 11,7 Norte de Santander 15,9 Tolima 43,1 Valor Máximo: Antioquia 16 Bolívar 55 Caquetá 80,5 Cundinamarca 39 Magdalena 58 Meta 39 Nariño 37,5 Norte de Santander 40,5 Santander 15 Sucre 18 Tolima 76

heterogeneidad en los resultados (alto de caja). Los prestadores de los departamentos de Bolívar, Caquetá y Tolima agrupan los resultados entre los niveles de riesgo alto.

Algunos resultados de los prestadores correspondientes a los departamentos de Antioquia, y Magdalena se encuentran en el nivel de riesgo bajo (Valor mínimo "Bigote").

Para algunos prestadores del departamento de Antioquia, el valor máximo de los resultados coincide con el cuartil 3 o Q3

Tabla 20. Resultado de análisis que reflejan incumplimientos por características según Resolución 2115 de 2007 GRUPO COVID -19

Características	Número de análisis	Número de análisis incumplidos	Participación%
Microbiológicas	120	39	32%
Físicas	180	42	23%
Características químicas de otras sustancias utilizadas en la potabilización	60	15	25%
Características químicas que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana	720	48	7%
Características químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana	240	4	2%

Fuente: SSPD 2021

Es importante especificar que las muestras grupo COVID-19 se analizan aparte, en razón a la declaración del estado de emergencia sanitaria económica, social y ecológica en el país (Decreto 417 de 2020), consecuencia de la pandemia generada por el COVID-19, y que afectó en el periodo de enero-abril el normal desarrollo de la toma de muestras de vigilancia de calidad del agua por parte de las autoridades sanitarias en la vigencia 2020. Esta situación limitó la evidencia de posibles deficiencias que se pudiesen estar presentando en la calidad del agua para el consumo humano, y en consecuencia afecta las acciones oportunas por parte de la SSPD frente a la ausencia de dicha información. Frente a esto, en el marco del proyecto se ejecutaron muestras de calidad de agua abordadas desde el objetivo 2.

4.3.3 Nivel de riesgo por prestador

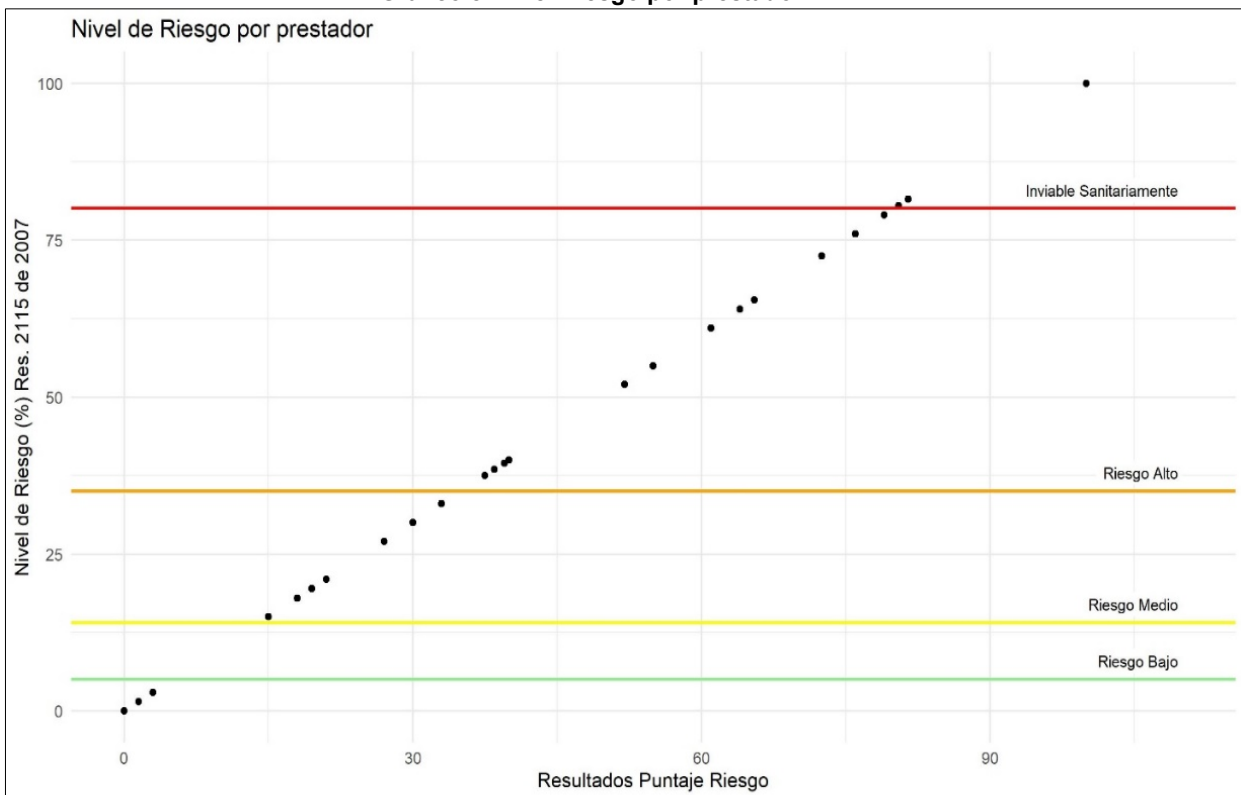
Para el grupo de prestadores priorizados por no contar con información de vigilancia SIVICAP 2016-2019, se presentan municipios con más de un prestador y área de prestación priorizada, en estos casos, se asume el IRCA y nivel de riesgo asociado a los resultados de la peor muestra analizada. Esto se hace con el fin de evidenciar la necesidad de implementar acciones para mejorar la calidad del agua que está siendo suministrada a la población.

A partir del total de 86 prestadores los cuales se pueden clasificar en 65 prestadores que atienden 71 áreas de prestación distribuidos en 66 municipios y 21 prestadores del Grupo COVID-19, los resultados obtenidos mediante el cálculo de promedio IRCA de las muestras

de calidad del agua por cada prestador, se identificó que 21% de los prestadores se encuentran en nivel de riesgo “Inviabile sanitariamente”, 29 % de prestadores en el nivel “Alto”, el 33% en el nivel de riesgo “Medio” y 17% “Sin Riesgo”.

La calidad de agua influye en la salud de la población, de allí que la clasificación por IRCA a partir de los resultados se valora como “Agua no Apta para consumo humano”. En consecuencia, es probable que los habitantes de estos municipios (con algún grado de riesgo en la calidad del agua) tengan una mayor probabilidad de contraer enfermedades causadas por el consumo de agua no potable de acuerdo con la clasificación IRCA. (Gráfico 1Gráfico 8).

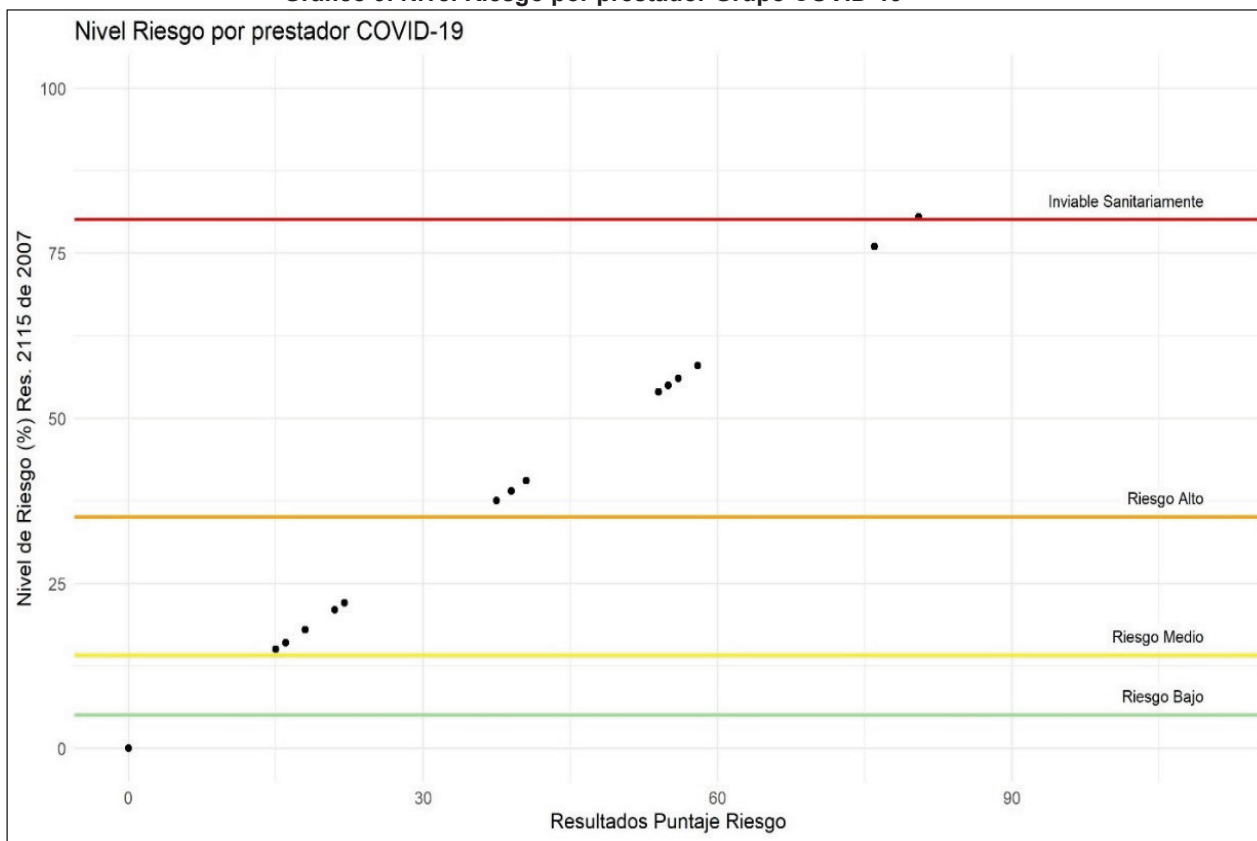
Gráfico 8. Nivel Riesgo por prestador



Fuente: SSPD 2021

Para el Grupo COVID -19, a partir de los resultados obtenidos mediante el cálculo de promedio IRCA de las muestras de calidad del agua por cada prestador, se identificó que 5% de los prestadores se encuentran en nivel de riesgo “Inviabile sanitariamente”, 38 % de prestadores en el nivel “Alto”, así mismo 38% en el nivel de riesgo “Medio” y 19% “Sin Riesgo”, para un total de 21 prestadores analizados. (Gráfico 9, Tabla 21).

Gráfico 9. Nivel Riesgo por prestador Grupo COVID-19



Fuente: SSPD 2021

Tabla 21. Clasificación IRCA y Nivel de Riesgo por prestador

Objetivo	Departamento	Municipio	ESP	IRCA %	Nivel de Riesgo
1	Antioquia	Marinilla	Empresa de Servicios Públicos De San José de La Marinilla E.S.P.	1,5	Sin riesgo
1	Antioquia	Puerto Berrío	Aguas del Puerto S.A E.S.P.	15	Medio
1	Bolívar	Arjona	Acueductos y Alcantarillados de Colombia S.A. E.S.P.	30	Medio
1	Bolívar	Santa Rosa del Sur	Administración Pública Cooperativa Acueducto Aseo y Alcantarillado del Sur	0	Sin riesgo
1	Boyacá	Garagoa	Empresas Públicas de Garagoa S.A. E.S.P	40	Alto
1	Cauca	Morales	Apc Acueducto Piendamo Morales Organización Autorizada	3	Sin riesgo
1	Cauca	Piendamo	Apc Acueducto Piendamo Morales Organización Autorizada	18	Medio
1	Cauca	Piendamo	Empresa Municipal de Servicios Públicos de Piendamo E.S.P.	18	Medio
1	Cauca	Puerto Tejada	Afrocaucana De Aguas S.A.S. E.S.P.	100	Inviabile sanitariamente
1	Cesar	Aguachica	Empresa de Servicios Públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Aguachica E.S.P.	0	Sin riesgo
1	Cesar	Astrea	Alcaldía Municipal de Astrea	39,5	Alto

Objetivo	Departamento	Municipio	ESP	IRCA %	Nivel de Riesgo
1	Cesar	Curumani	Empresa de Servicios Públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo del Municipio de Curumani E.S.P.	0	Sin riesgo
1	Cesar	La Jagua de Ibirico	Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo del Municipio de La Jagua de Ibirico - Cesar S.A E.S.P	100	Inviabile sanitariamente
1	Córdoba	Montelibano	Jaguazul S.A E.S.P	21	Medio
1	Cundinamarca	Madrid	Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Madrid E.S.P.	100	Inviabile sanitariamente
1	Cundinamarca	Tabio	Empresa de Servicios Públicos de Tabio SA	15	Medio
1	Huila	Gigante	Empresas del Pueblo y Para El Pueblo de Gigante - Empugigante S.A. E.S.P.	0	Sin riesgo
1	Magdalena	El Piñon	Administración Pública Cooperativa Empresa de Servicios Públicos del Rio E.S.P.	1,5	Sin riesgo
1	Magdalena	Salamina	Administración Pública Cooperativa Empresa de Servicios Públicos del Rio E.S.P.	0	Sin riesgo
1	Meta	Acacias	Empresa de Servicios Públicos de Acacias ESP	15	Medio
1	Meta	Puerto Lleras	Empresa de Servicios Públicos del Meta S.A. E.S.P.	15	Medio
1	Risaralda	Pereira	Asociación Comunitaria de Suscriptores del Acueducto Cestilla El Diamante E.S.P.	15	Medio
1	Tolima	Fresno	Corporación Fresnense de Obras Sanitarias	33	Medio
2	Antioquia	Caldas	Junta de Acción Comunal Vereda Salada Parte Baja	80,5	Inviabile sanitariamente
2	Antioquia	Envigado	Asociación de Usuarios Acueducto Multiveredal La Miel y Los Rodas	64	Alto
2	Antioquia	Amagá	Asociación de Usuarios del Acueducto Narangitos	100	Inviabile sanitariamente
2	Antioquia	Sabaneta	Corporación de Usuarios de Acueducto de La Floresta	100	Inviabile sanitariamente
2	Antioquia	Ebéjico	Junta Administradora del Servicio de Acueducto de la Vereda El Zarzal	55	Alto
2	Antioquia	Santa Fe de Antioquia	Aguas Regionales EPM S.A. E.S.P.	0	Sin Riesgo
2	Antioquia	San Jerónimo	Aguas Regionales EPM S.A. E.S.P.	0	Sin Riesgo
2	Antioquia	Olaya	Aguas Regionales EPM S.A. E.S.P.	16	Riesgo Medio
2	Antioquia	Sopetrán	Aguas Regionales EPM S.A. E.S.P.	0	Sin Riesgo
2	Antioquia	Venecia	Acueductos y Alcantarillados Sostenibles A.A.S. S.A. E.S.P.	0	Sin Riesgo
2	Antioquia	Puerto triunfo	Acueductos y Alcantarillados Sostenibles A.A.S. S.A. E.S.P.	15	Riesgo Medio
2	Antioquia	Titiribí	Acueductos y Alcantarillados Sostenibles A.A.S. S.A. E.S.P.	15	Riesgo Medio
2	Antioquia	Armenia	Acueductos y Alcantarillados Sostenibles A.A.S. S.A. E.S.P.	15	Riesgo Medio

Objetivo	Departamento	Municipio	ESP	IRCA %	Nivel de Riesgo
2	Bolívar	Córdoba	Administración Pública Cooperativa de Córdoba Bolívar Limitada	55	Riesgo Alto
2	Bolívar	El Guamo	Unidad Municipal de Acueducto y Aseo de El Guamo-Bolívar	54	Riesgo Alto
2	Bolívar	San Jacinto	Unidad Municipal de Acueducto-Alcantarillado y Aseo Público de San Jacinto	80,5	Inviabile sanitariamente
2	Caquetá	Valparaíso	Empresa Prestadora de los Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo del Municipio de Valparaíso S.A.S. E.S.P.	15	Riesgo Medio
2	Caquetá	Morelia	Municipio de Morelia Caquetá	80,5	Inviabile Sanitariamente
2	Cundinamarca	Nemocón	Oficina de Servicios Públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo del Municipio de Nemocón	15	Riesgo Medio
2	Cundinamarca	Guayabal de Síquima	Junta de Servicios Públicos de Guayabal de Síquima	39	Riesgo Alto
2	Cundinamarca	La Mesa	Asociación de Usuarios de Acueducto Rural de La Pesquera	64	Alto
2	Cundinamarca	Tena	Asociación de Usuarios del Acueducto Rural Sector Alto	81,5	Inviabile sanitariamente
2	Cundinamarca	Albán	Acueducto Chipagre	65,5	Inviabile sanitariamente
2	Cundinamarca	Cogua	Asociación de Usuarios del Servicio de Acueducto y Alcantarillado de El Olivo del Municipio de Cogua	37,5	Alto
2	Cundinamarca	Subachoque	Corporación para la Conservación y Aprovechamiento Racional del Agua de las Veredas La Yeguera, Las Pilas, Tibagota y El Santuario.	18	Medio
2	Cundinamarca	Tenjo	Empresa Asociativa Acueducto Comunal de La Punta E.S.P.	39,5	Alto
2	Cundinamarca	Granada	Asociación de Usuarios del Servicio de Acueducto de Las Veredas San José, San José Bajo y La Playita (Sector La Conquista)	18	Medio
2	Huila	Garzón	Junta Administradora del Acueducto Regional La Pita del Municipio de Garzón	100	Inviabile sanitariamente
2	Huila	Gigante	Junta Administradora del Servicio del Acueducto Regional La Gran Vía	55	Alto
2	Huila	Íquira	Junta de Acción Comunal de la Vereda Los Andes	100	Inviabile sanitariamente
2	Magdalena	Zona Bananera	Empresa Regional de Servicios Públicos S.A. E.S.P.	22	Riesgo Medio
2	Magdalena	Pijiño del Carmen	Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo del Municipio de Pijiño del Carmen Magdalena S.A. E.S.P.	56	Riesgo Alto
2	Magdalena	Cerro San Antonio	Acueducto Cerro de San Antonio	0	Sin Riesgo
2	Magdalena	Plato	Empresa Regional de Servicios Públicos S.A. E.S.P.	0	Sin Riesgo

Objetivo	Departamento	Municipio	ESP	IRCA %	Nivel de Riesgo
2	Magdalena	Chivoló	Administración Pública Cooperativa de Servicios Públicos de Chivolo LTDA	58	Riesgo Alto
2	Magdalena	Tenerife	Empresa Regional de Servicios Públicos S.A. E.S.P.	15	Riesgo Medio
2	Meta	El Dorado	Empresa de Servicios Públicos del Meta S.A. E.S.P.	0	Sin Riesgo
2	Meta	Guamal	Empresa de Servicios Públicos del Meta S.A. E.S.P.	39	Riesgo Alto
2	Nariño	Iles	Administración Pública Cooperativa de Agua Potable y Saneamiento Básico de Iles	21	Riesgo Medio
2	Nariño	Yacuanquer	EMPAAYAC SAS ESP Sociedad por Acciones Simplificada SAS Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios de Economía Mixta	37,5	Riesgo Alto
2	Norte de Santander	Durania	Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo del Municipio de Durania	18	Riesgo Medio
2	Norte de Santander	Santiago	Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo del Municipio de Santiago	40,5	Riesgo Alto
2	Risaralda	Marsella	Asociación Ambiental Administradora del Acueducto Vereda Las Tazas del Municipio de Marsella	100	Inviabile sanitariamente
2	Risaralda	Quinchía	Asociación de Usuarios del Acueducto Regional Embera Karamba	55	Riesgo Alto
2	Risaralda	Quinchía	Asociación Ambiental Administradora del Acueducto Aguas del Naranjal	76	Alto
2	Risaralda	Dosquebradas	Asociación de Usuarios del Acueducto Comunitario del Barrio Mariana Giraldo	30	Riesgo Medio
2	Risaralda	Guática	Asociación de Usuarios Acueducto de la Cuenca Buenos Aires	80,5	Inviabile Sanitariamente
2	Risaralda	Dosquebradas	Acueducto La Tomineja	72,5	Alto
2	Santander	Oiba	Empresa Municipal de Servicios Públicos Domiciliarios de Oiba E.S.P.	15	Riesgo Medio
2	Sucre	Coveñas	Empresa de Servicios Públicos de Acueducto y Alcantarillado SERCOV SA ESP	18	Riesgo Medio
2	Tolima	Valle de San Juan	Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios del Valle de San Juan S.A.S. E.S.P.	76	Riesgo Alto
2	Tolima	Santa Isabel	Junta de Servicios Públicos Domiciliarios del Municipio de Santa Isabel	15	Riesgo Medio
3	Antioquia	Zaragoza	Junta Municipal de Servicios Públicos del Municipio de Zaragoza	15	Medio
3	Bolívar	San Juan Nepomuceno	Municipio de San Juan Nepomuceno	79	Alto
3	Bolívar	San Pablo	Empresa Municipal de Acueducto Alcantarillado Aseo de San Pablo Bolívar	0	Sin riesgo

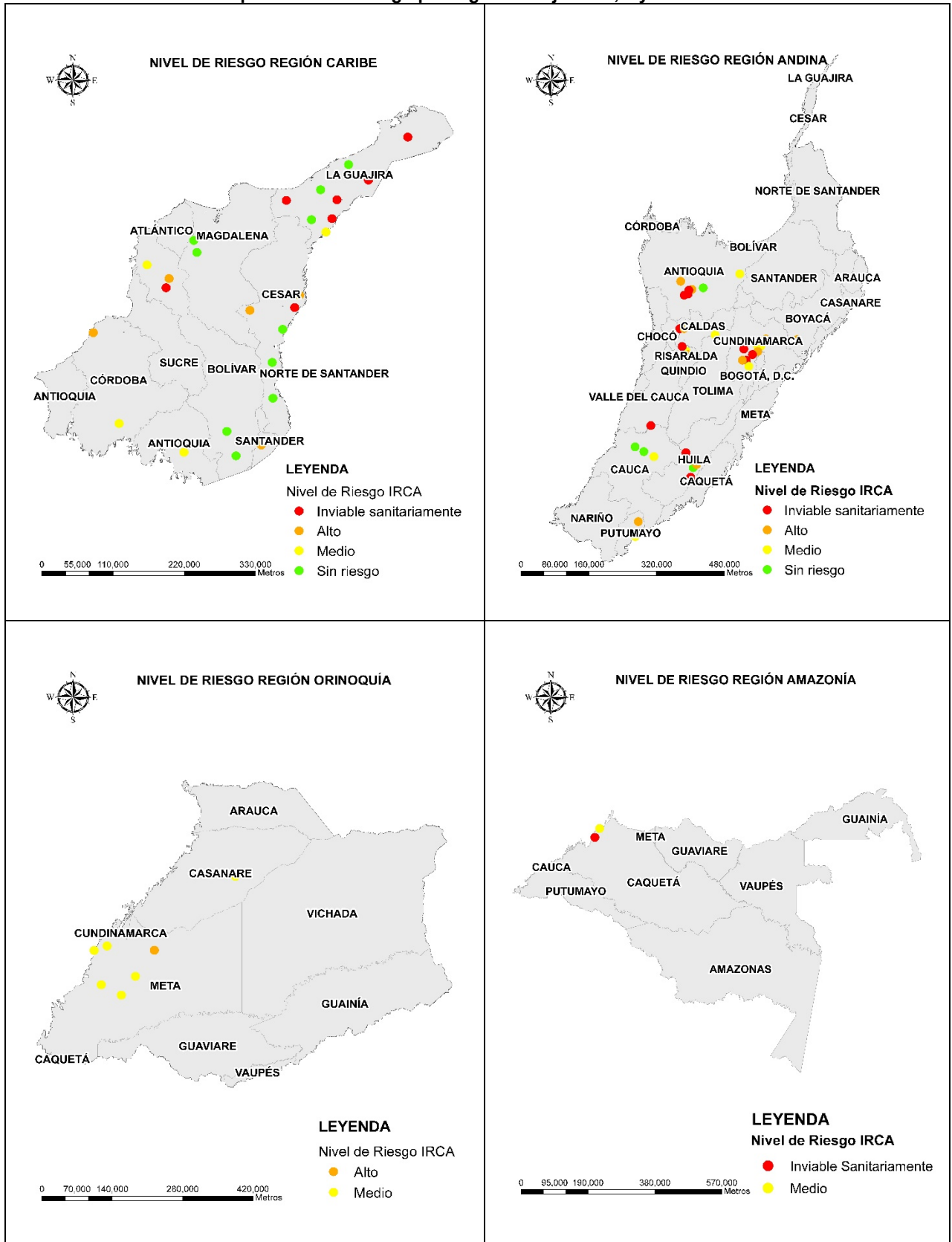
Objetivo	Departamento	Municipio	ESP	IRCA %	Nivel de Riesgo
3	Caquetá	El Doncello	Empresas Públicas de El Doncello S.A. E.S.P.	100	Inviabile sanitariamente
3	Caquetá	Puerto Rico	Agua Rica AAA S.A. E.S.P	15	Medio
3	Casanare	Trinidad	Agua Vital Trinidad S.A. E.S.P.	30	Medio
3	Cesar	Becerril	Empresa de Servicios Públicos de Becerril - EMBECERRIL E.S.P.	61	Alto
3	Cesar	Pelaya	Empresa Solidaria de Pelaya EMSOPEL E.S.P.	0	Sin riesgo
3	Córdoba	Moñitos	Cooperativa de Servicios Públicos Regional de Moñitos	64	Alto
3	La Guajira	Dibulla	Empresa de Acueducto Alcantarillado y Aseo del Municipio de Dibulla S.A. ESP	100	Inviabile sanitariamente
3	La Guajira	El Molino	Aguas Total S.A.S. E.S.P.	18	Medio
3	La Guajira	Fonseca	Aguas Total S.A.S. E.S.P.	100	Inviabile sanitariamente
3	La Guajira	Hatonuevo	Aguas Total S.A.S. E.S.P.	100	Inviabile sanitariamente
3	La Guajira	Maicao	Aguas de la Península S.A E.S.P.	100	Inviabile sanitariamente
3	La Guajira	Manaure	Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Manaure E.S.P.	3	Sin riesgo
3	La Guajira	Riohacha	Avanzadas Soluciones de Acueducto y Alcantarillado S.A. E.S.P.	3	Sin riesgo
3	La Guajira	San Juan del Cesar	Aguas Total S.A.S. E.S.P.	0	Sin riesgo
3	La Guajira	Uribia	Empresa de Acueducto, Alcantarillado, Aseo y Energía Eléctrica SAS ESP	100	Inviabile sanitariamente
3	Meta	Fuente de Oro	Empresa de Servicios Públicos del Meta S.A E.S.P	27	Medio
3	Meta	Puerto López	Empresa de Servicios Públicos de Puerto López ESPUERTO S.A E.S.P	52	Alto
3	Meta	San Martín	Cafuches Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios de San Martín de los Llanos S.A E.S.P	19,5	Medio
3	Meta	Villavicencio	Asociación de Gestores Comunitarios de Servicios Públicos de Ciudad Porfía	15	Medio
3	Putumayo	Mocoa	Aguas Mocoa SA ESP	40	Alto
3	Putumayo	Villagarzón	Aguas la Cristalina S.A. E.S.P.	15	Medio
3	Santander	Puerto Wilches	Aguas de Puerto Wilches S.A.S. E.S.P.	38,5	Alto

Fuente: SSPD 2021

4.3.3.1 Mapas calidad de Agua – Vigilancia SSPD

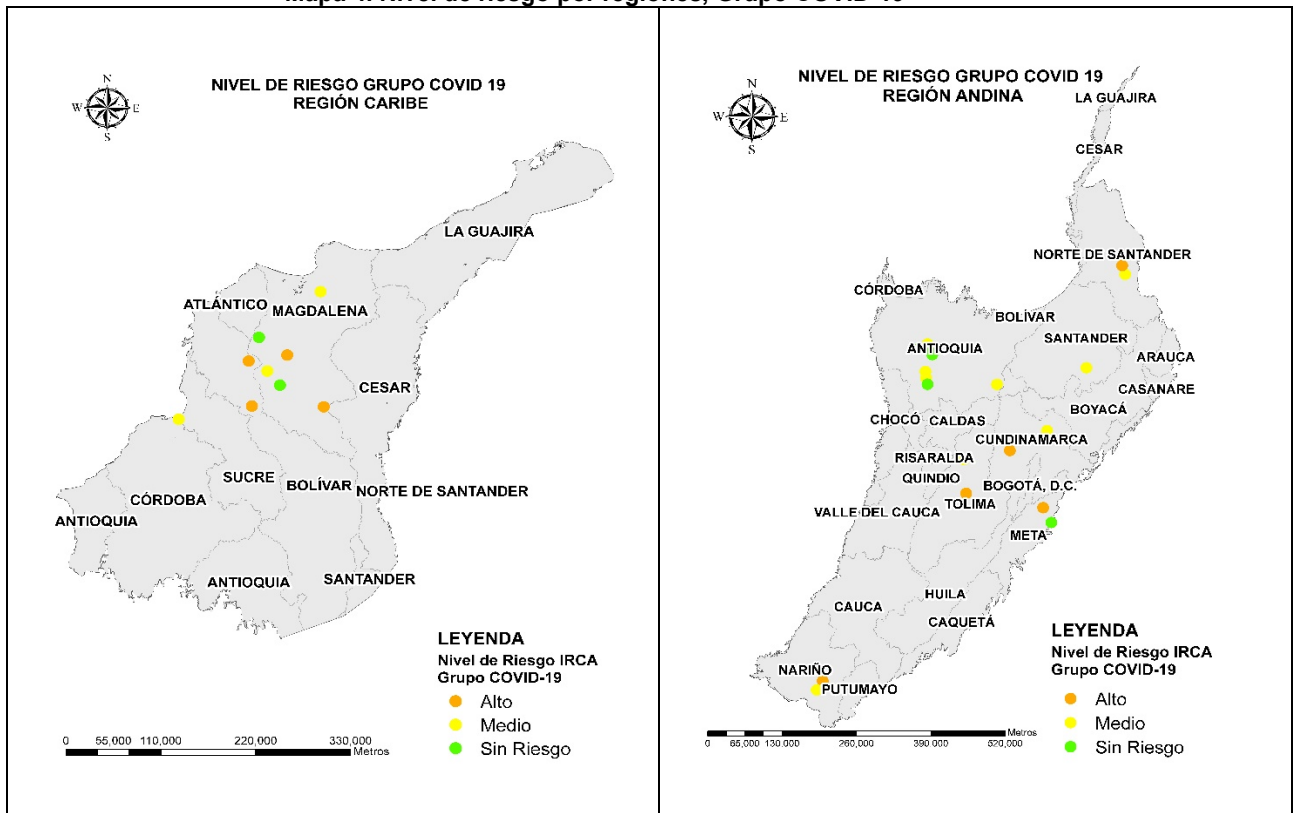
A partir de los resultados de las muestras de calidad del agua, se identificaron los resultados del IRCA a nivel geográfico y su distribución espacial en cada una de las regiones del país como se muestra a continuación:

Mapa 3. Nivel de riesgo por regiones objetivo 1, 2 y 3.



Fuente: SSPD 2021

Mapa 4. Nivel de riesgo por regiones, Grupo COVID-19





Fuente: SSPD 2021

4.4 Comportamiento de las características analizadas

El estudio de las características analizadas identifica los problemas de la calidad del agua para los prestadores sujetos de análisis. Se resalta que los resultados analizados corresponden a una gran diversidad de sistemas de tratamiento, los hallazgos permitieron explorar de forma general la situación de la calidad del agua en los municipios analizados.

Debido a que las muestras contemplan parámetros de análisis diferentes, se presentan los resultados de las características analizadas de manera separada en dos secciones tanto para prestadores priorizados por objetivos 1,2 y 3 como para grupo COVID – 19.

A continuación, se presentan mediante gráficas de frecuencias y diagramas de dispersión (box plot) los resultados para las características que por sus tipologías son de interés en la operación de los sistemas de potabilización, sistemas de distribución y riesgos a la salud. Los valores específicos de los resultados del análisis de cada una de estas características para cada municipio se describen en el Anexo 2. Resultados de calidad del agua para las muestras realizadas por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 15 de la ley 1955 de 2019, el cual pueden consultarse [aquí](#), en la página web de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios o en la siguiente ruta de la misma página web: <https://www.superservicios.gov.co/publicaciones>; Acueducto, Alcantarillado y Aseo; 2021; Anexo 2 - Capítulo 4 INCA 2020.

4.4.1 Características microbiológicas

La identificación de microorganismos en el agua permite advertir que ha sido contaminada con materia fecal, u otros organismos enteropatógenos con potencial para transmitir enfermedades (i.e., EDA, Hepatitis A).

Es de resaltar que dentro de las características microbiológicas que se analizaron en relación con su frecuencia están: *E-Coli*, *Giardia*, *Cryptosporidium* y Coliformes Totales. Para el grupo COVID-19 no se realizaron análisis de *Giardia* y *Cryptosporidium*.

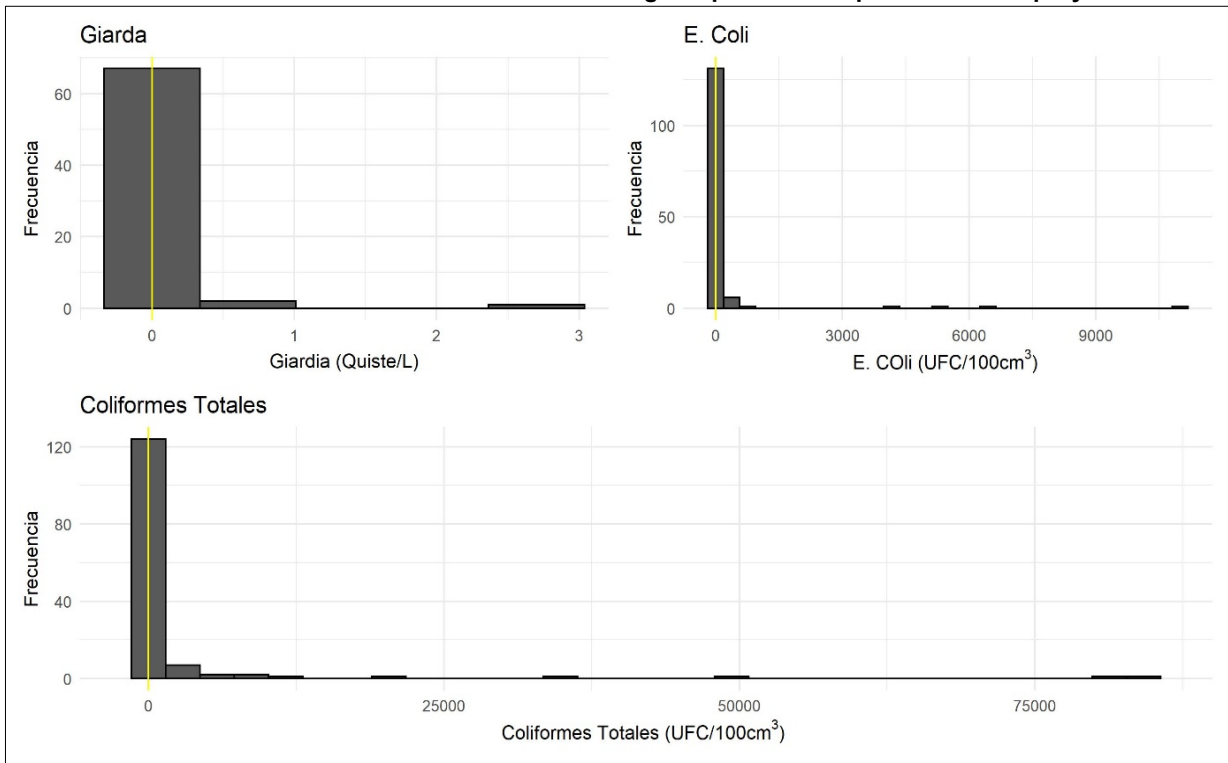
El Gráfico 10, muestra un análisis de frecuencia a partir de los resultados obtenidos para este grupo de características. El valor máximo permisible se representa con una línea amarilla.

Los resultados muestran: i) *E-Coli*: los valores se encuentran superiores al valor de referencia y el 63% de los valores (90 de 142 resultados) se encuentran superiores al valor de referencia y hasta 11.000 Unidades Formadoras de Colonias (UFC/cm³). ii), *Giardia*: el 13% de los valores (9 de 70 resultados) se encuentran superiores al valor de referencia y hasta 2.7 quiste/L, iii) Coliformes totales: el 63% de los valores (90 de 142 resultados) se encuentran superiores al valor de referencia y hasta 84200¹⁰ UFC/100cm³.

De acuerdo a la OMS, la presencia de *Escherichia coli*, es importante resaltar que es el microorganismo más representativo de la contaminación fecal en el agua de consumo, y por lo tanto no deben estar presentes en agua destinada a la bebida, ni en agua tratada en un sistema de distribución. En cuanto a la presencia de coliformes totales, puede ser un indicador operacional útil, y permite alertar al prestador sobre la limpieza e integridad de sistemas de distribución, pero no necesariamente indica presencia de microorganismos patógenos y no constituye un problema sanitario, como sí lo sería la presencia del microorganismo *E. coli*

¹⁰ Resultado corresponde a municipio de Amagá, Antioquia, prestador Asociación de Usuarios del Acueducto de Piedecuesta.

Gráfico 10. Frecuencia de características microbiológicas prestadores priorizados del proyecto

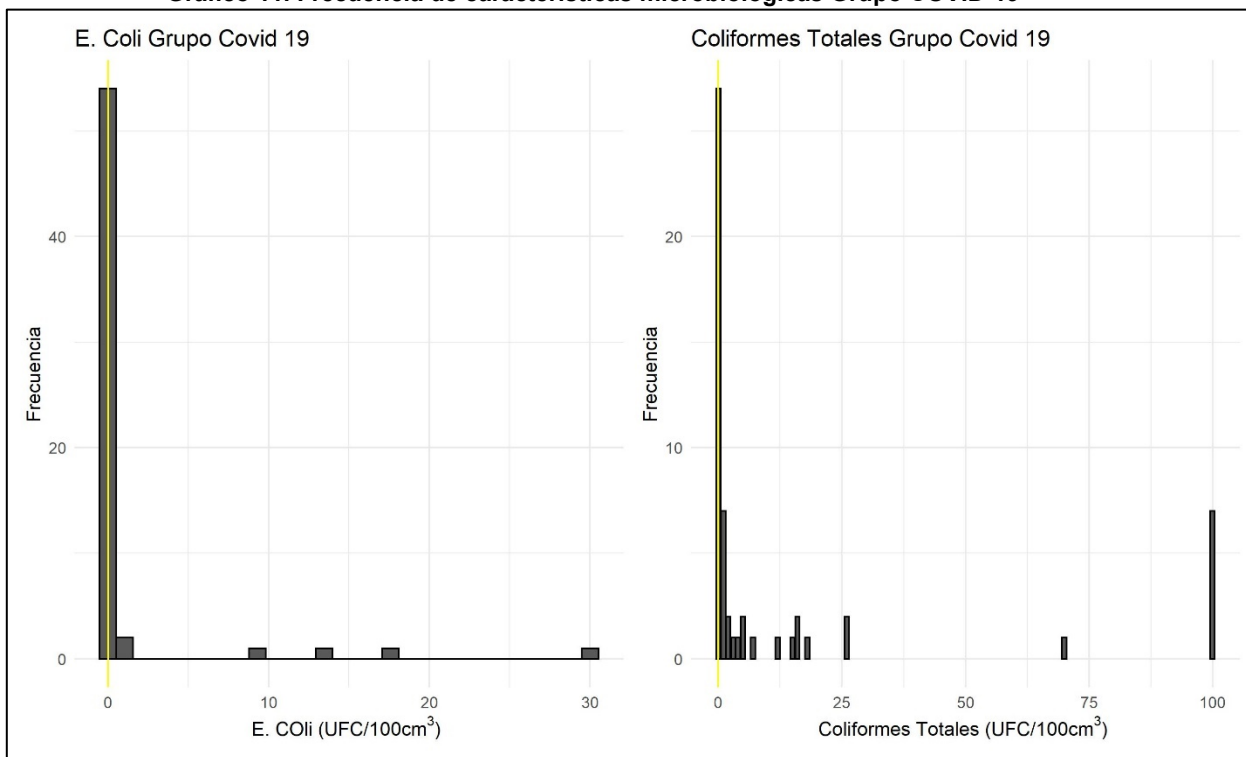


Fuente: SSPD 2021

El Gráfico 11 para el grupo COVID – 19, muestra un análisis de frecuencia a partir de los resultados obtenidos para este grupo de características. El valor máximo permisible se representa con una línea amarilla.

Los resultados muestran: i) *E-Coli*: los valores se encuentran superiores al valor de referencia y el 10 % (6 de 60 resultados) de los valores se encuentran superiores al valor de referencia y hasta 30 UFC/100cm³. ii), Coliformes totales: el 46% (26 de 56 resultados) de los valores se encuentran superiores al valor de referencia y hasta 100 UFC/100cm³.

Gráfico 11. Frecuencia de características microbiológicas Grupo COVID-19



Fuente: SSPD 2021

La contaminación fecal, medida por la presencia de coliformes totales y *E. Coli* en el agua, representa el más alto puntaje asignado por el incumplimiento de los valores establecidos, los cuales incrementan el IRCA, razón que refleja una posible deficiencia de los sistemas de potabilización del agua para transformar el agua cruda en agua potable.

De acuerdo a la OMS, la presencia de *Escherichia coli*, es importante resaltar que es el microorganismo más representativo de la contaminación fecal en el agua de consumo, y por lo tanto no deben estar presentes en agua destinada a la bebida, ni en agua tratada en un sistema de distribución. En cuanto a la presencia de coliformes totales, puede ser un indicador operacional útil, y permite alertar al prestador sobre la limpieza e integridad de sistemas de distribución, pero no necesariamente indica presencia de microorganismos patógenos y no constituye un problema sanitario, como sí lo sería la presencia del microorganismo *E. coli*

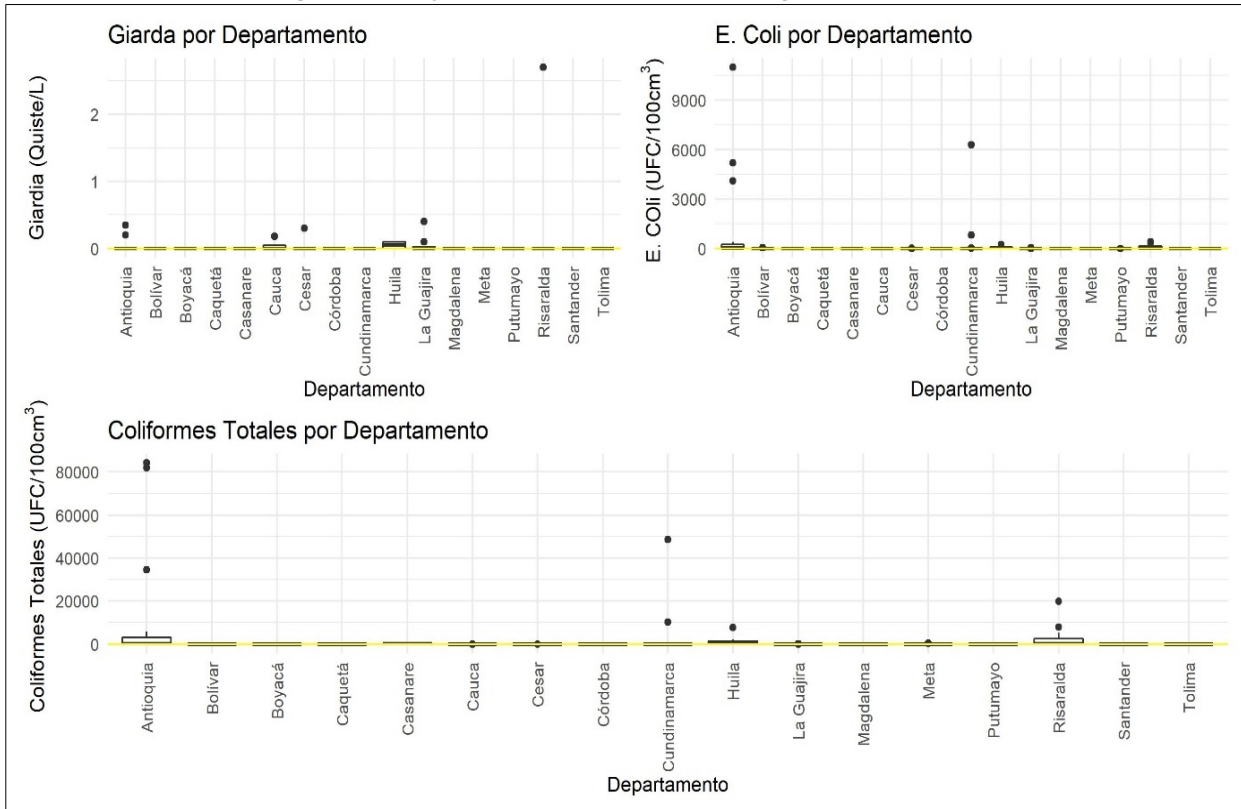
El Gráfico 12, muestra el comportamiento a nivel departamental de los resultados de las características analizadas. Se agregaron los límites máximos permisibles para cada característica (línea amarilla).

Los resultados indican que en 12 departamentos hubo presencia de *E. Coli*, en 8 departamentos *Giardia* y en 9 departamentos Coliformes totales. En los departamentos de Antioquia, Huila y Risaralda hubo presencia de *Giardia*, *E Coli* y Coliformes Totales.

De acuerdo a la OMS, la presencia de *Escherichia coli*, es importante resaltar que es el microorganismo más representativo de la contaminación fecal en el agua de consumo, y por lo tanto no deben estar presentes en agua destinada a la bebida, ni en agua tratada en un sistema de distribución. En cuanto a la presencia de coliformes totales, puede ser un

indicador operacional útil, y permite alertar al prestador sobre la limpieza e integridad de sistemas de distribución, pero no necesariamente indica presencia de microorganismos patógenos y no constituye un problema sanitario, como sí lo sería la presencia del microorganismo *E. coli*

Gráfico 12. Diagrama de caja – características microbiológicas por departamento.



Fuente: SSPD 2021

4.4.2 Características físicas

Las características físicas que se tendrán en cuenta en relación con la frecuencia son el color, pH, turbiedad y la conductividad, mientras que para el grupo COVID -19 se presentan: color, pH y turbiedad.

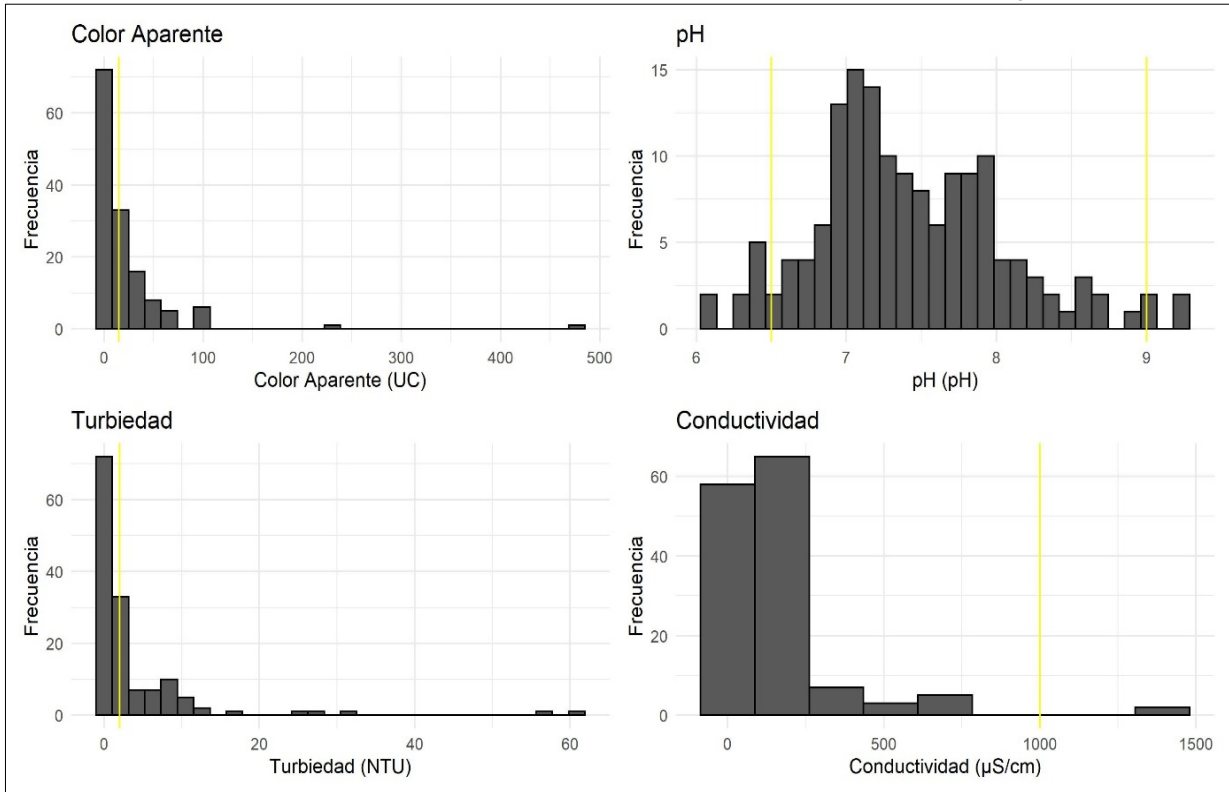
El Gráfico 13 y el Gráfico 14 representan la frecuencia de las características físicas básicas de calidad de agua y del Grupo COVID -19 respectivamente. De manera general, los resultados de las características de turbiedad y color se encuentran por encima del valor de referencia, situación que puede obedecer a deficiencias en los procesos de pre-sedimentación, coagulación, floculación y sedimentación en sistemas de potabilización.

Los resultados de pH se concentraron dentro de los rangos aceptables, así como la conductividad, demostrando así el estado neutro en que se encuentra el agua y la adecuada concentración de electrolitos en agua respectivamente (Gráfico 13),

El Gráfico 13 representa la frecuencia de los datos: i) aproximadamente un 68% (96 de 142) de los resultados de las muestras con análisis de color se encuentran acumuladas dentro del límite aceptable, ii) Más del 97% (128 de 142) de resultados de pH se encontraron dentro

del límite aceptable (6.5-9), iii) El 32% (46 de 142) de los resultados de turbiedad se situaron por encima del límite aceptable y iv) Los datos de conductividad representan aproximadamente un 97% (138 de 140) de resultados que cumplen con el valor aceptable por norma.

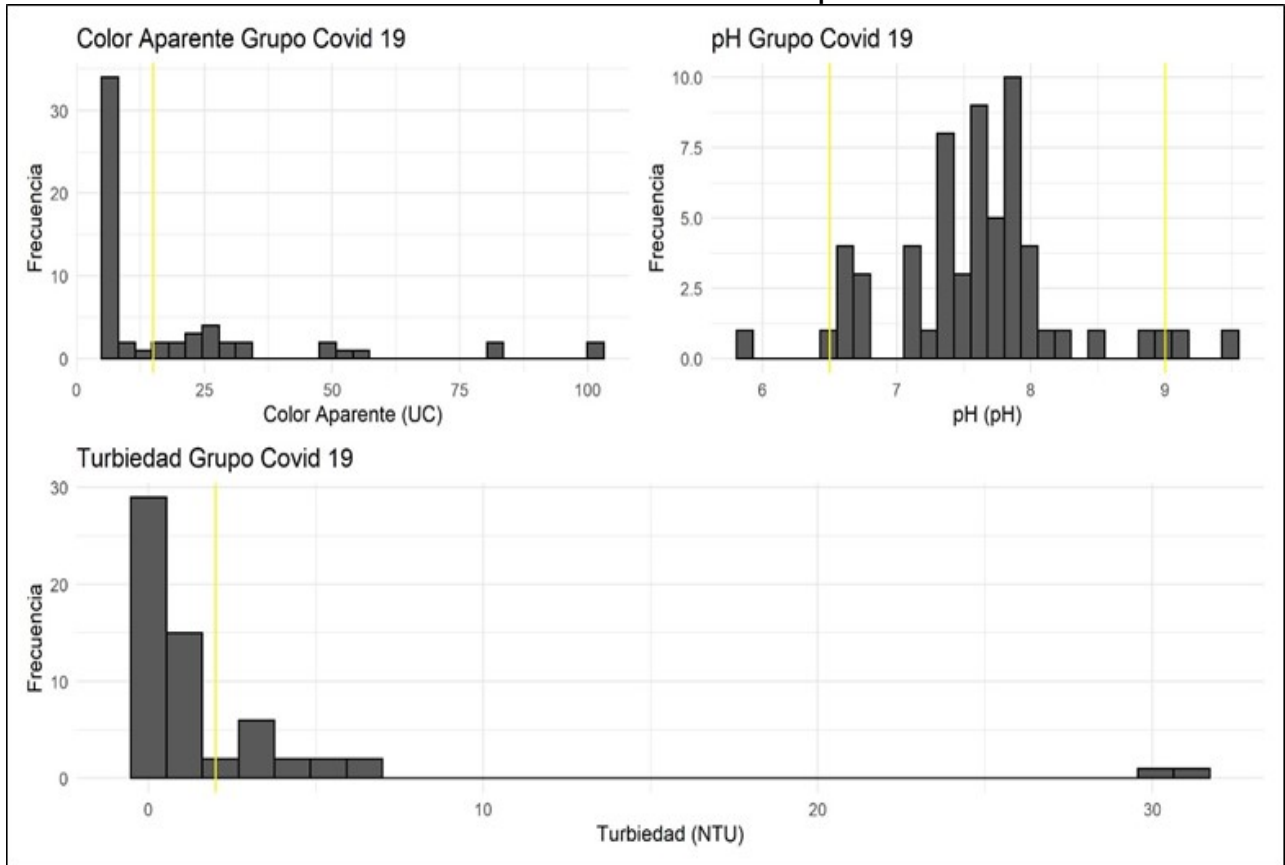
Gráfico 13. Frecuencia de características físicas prestadores priorizados del proyecto



Fuente: SSPD 2021

El Gráfico 14 representa la frecuencia de los datos del Grupo COVID-19: i) aproximadamente un 62% (37 de 60) de los resultados de las muestras con análisis de color se encuentran acumuladas dentro del límite aceptable, ii) Más del 93% (56 de 60) de resultados de pH se encontraron dentro del límite aceptable (6.5-9), iii) El 25% (15 de 60) de los resultados de turbiedad se situaron por encima del límite aceptable.

Gráfico 14. Frecuencia de características físicas Grupo COVID -19

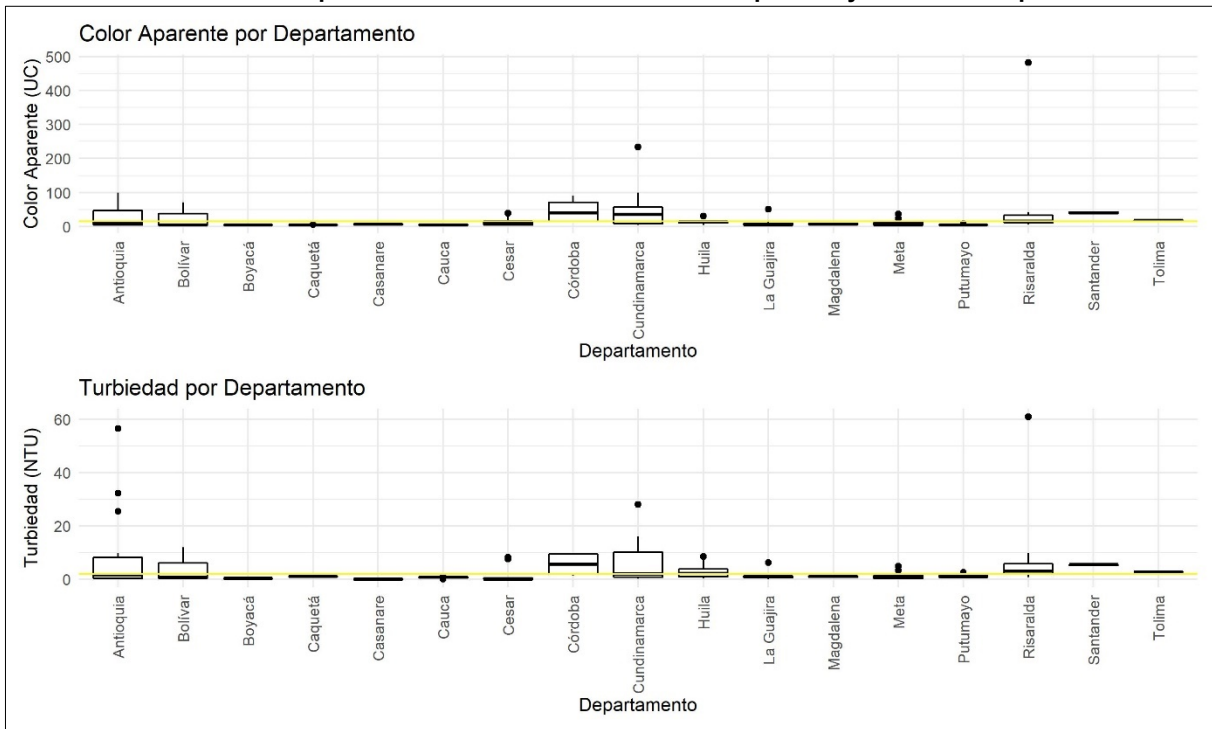


Fuente: SSPD 2021

El Gráfico 15 muestra el comportamiento de los resultados de las características pH, Turbiedad y Color, referentes para evidenciar las condiciones y buenas prácticas en los procesos de potabilización.

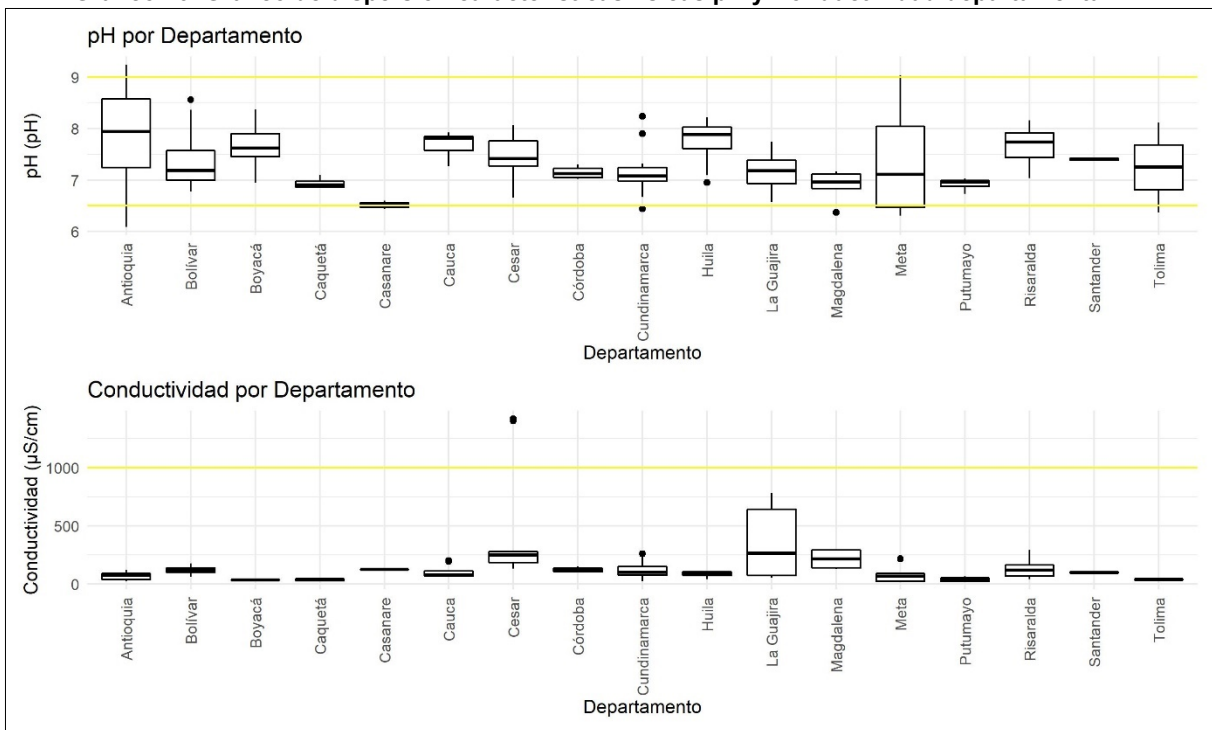
La conductividad a pesar de contar con datos atípicos fue la característica con mayor número de resultados dentro de los límites regulatorios.

Gráfico 15. Gráfico de dispersión características físicas Color Aparente y Turbiedad departamental



Fuente: SSPD 2021

Gráfico 16. Gráfico de dispersión características físicas pH y Conductividad departamental



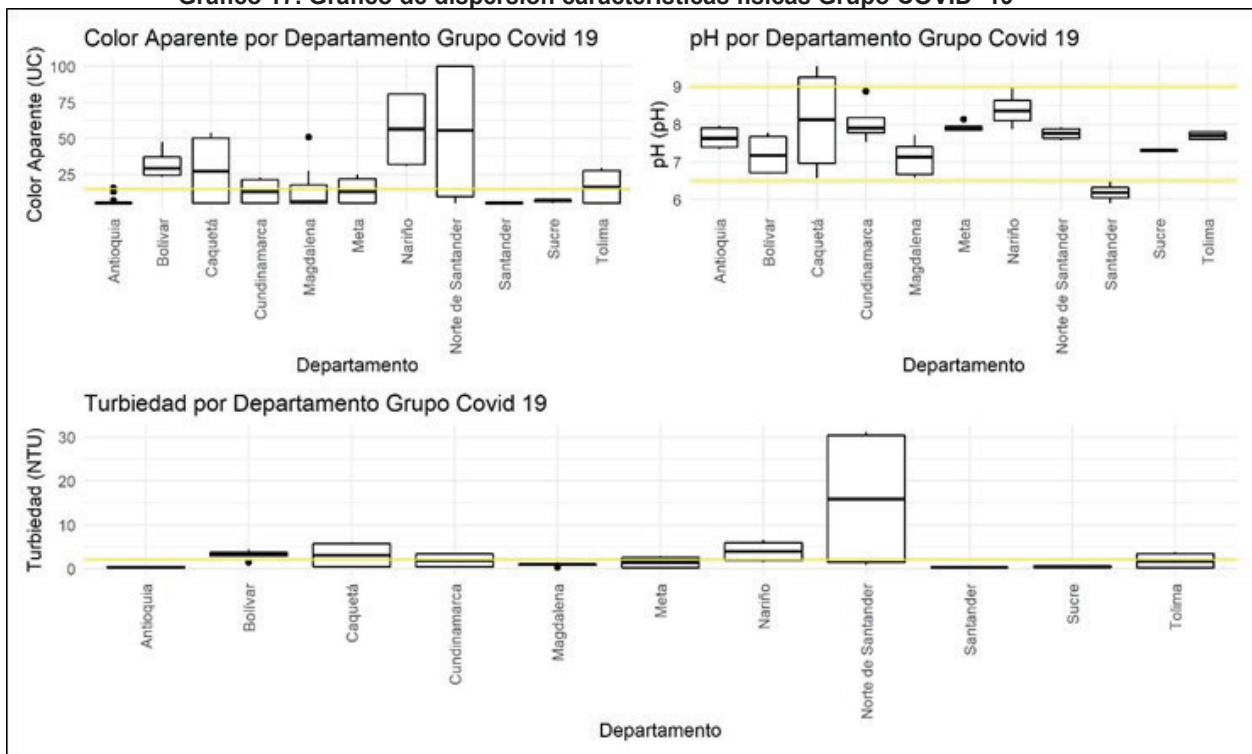
Fuente: SSPD 2021

El color aparente tuvo un comportamiento dinámico y sus resultados muestran la dispersión¹¹. El 63% de los resultados se concentran por debajo del valor de referencia (menor o igual a 15 UPC). Los departamentos que presentaron mayores incumplimientos fueron Magdalena, Bolívar, Córdoba, Tolima y Cundinamarca.

La turbiedad¹² es la característica física con puntaje más alto dentro del cálculo del IRCA. Los prestadores de los departamentos de Bolívar, Córdoba, Putumayo, Tolima, Antioquia, Risaralda, Magdalena y Cundinamarca mostraron una concentración de resultados por encima de 10 y 60 NTU considerando que el máximo permisible es menor o igual a 2 NTU y son los que mayor heterogeneidad presentan.

El pH fue una de las características con la mayor cantidad de resultados aceptables. Los departamentos de Cesar, Magdalena y Putumayo presentaron mayor dispersión y heterogeneidad¹³ de los datos con respecto los demás departamentos, sin embargo, la mayoría de los resultados estuvieron dentro de los límites regulatorios. En estos mismos departamentos se presentaron algunos datos atípicos.

Gráfico 17. Gráfico de dispersión características físicas Grupo COVID -19



Fuente: SSPD 2021

¹¹ Color aparente: mediana: 7,88, promedio: 23,9, desviación estándar: 48,5, máximo: 482, mínimo: 5.

¹² Turbiedad: mediana: 1, promedio: 3,77, desviación estándar: 8,25, máximo: 60,9, mínimo: 0,02

¹³ pH: mediana: 7,3, promedio: 7,41, desviación estándar: 0,64, máximo: 9,24, mínimo: 6,09

Para los prestadores del Grupo COVID-19 el color aparente tuvo un comportamiento dinámico y sus resultados muestran la dispersión¹⁴. El 62% de los resultados se concentran por debajo del valor de referencia. Los departamentos que presentaron mayores incumplimientos fueron Bolívar, Caquetá, Meta, Nariño, Norte de Santander, Cundinamarca y Tolima.

La turbiedad¹⁵ es la característica física con puntaje de riesgo más alto dentro las características definidas para el cálculo del IRCA¹⁶. Los prestadores de los departamentos de Bolívar, Caquetá, Cundinamarca, Nariño, Norte de Santander y Tolima mostraron una concentración de resultados por encima de 3 y 31 NTU considerando que el máximo permisible es menor o igual a 2 NTU y son estos departamentos los que mayor heterogeneidad presentan en sus resultados

El pH fue una de las características con la mayor cantidad de resultados aceptables. Los departamentos de Caquetá, Bolívar, Magdalena y Nariño presentaron mayor dispersión y heterogeneidad¹⁷ de los datos con respecto los demás departamentos, sin embargo, la mayoría de los resultados estuvieron dentro de los límites regulatorios. En Caquetá se presentaron algunos datos atípicos.

4.4.3 Características químicas de otras sustancias utilizadas en la potabilización

El Cloro Libre y el Aluminio son características derivadas de los procesos de potabilización. Para el Cloro, el 39% (56 de 142 resultados) - de los valores se manifiestan por fuera de los límites establecidos (rango aceptable 0,3-2,0 Mg/L). Mientras que el 35% (50 de 142) de los valores del Aluminio, se concentra en fuera de los límites menor o igual a 0,2 mg Al/L (Gráfico 18)

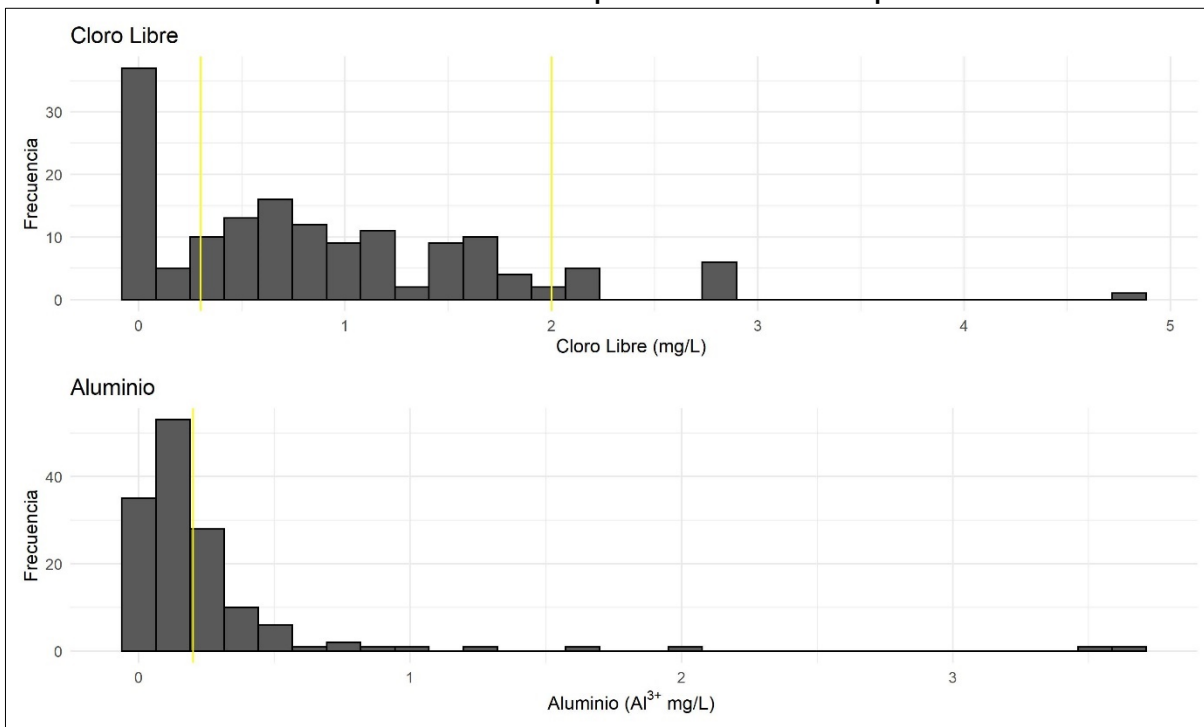
¹⁴ Color aparente Grupo COVID -19: mediana: 5,5, promedio: 19,09, desviación estándar: 23,42, máximo: 100, mínimo: 5

¹⁵ Turbiedad Grupo COVID -19: mediana: 0,6, promedio: 2,34, desviación estándar: 5,55, máximo: 31,2, mínimo: 0,02

¹⁶ Resolución 2115 de 2007 Artículo 13°.- ÍNDICE DE RIESGO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO – IRCA-

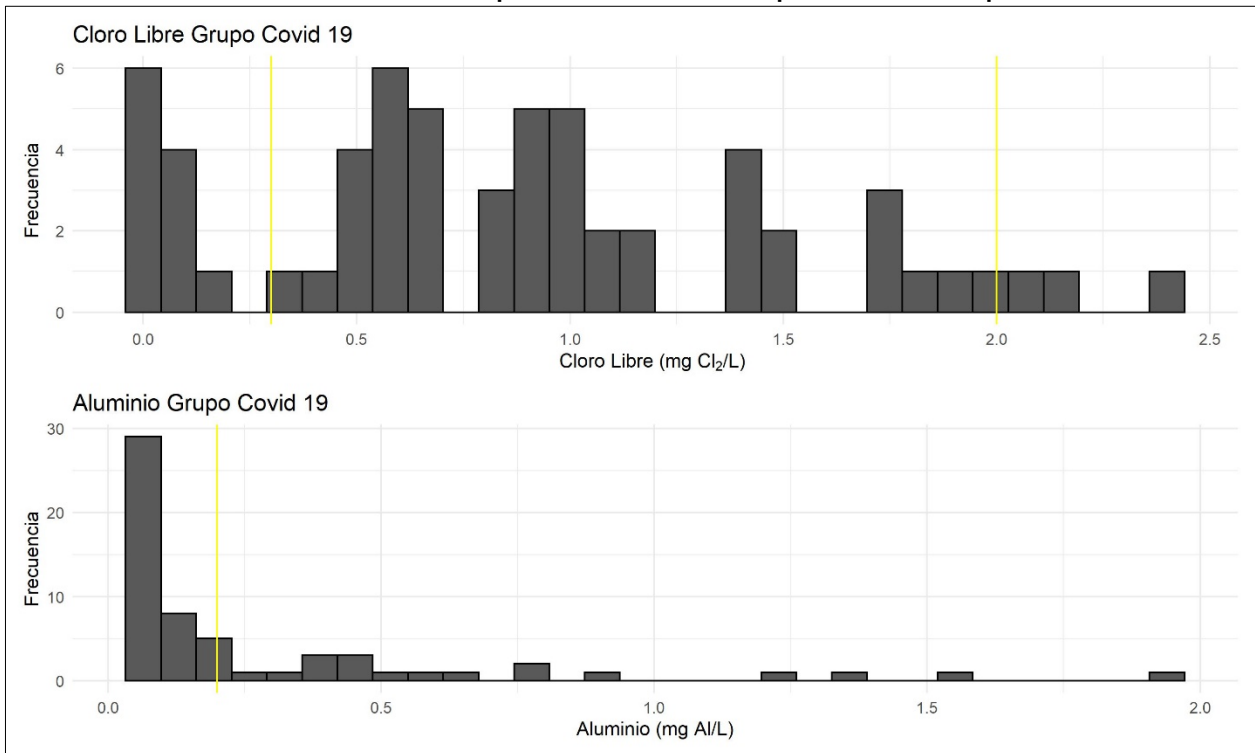
¹⁷ pH Grupo COVID -19: mediana: 7,62, promedio: 7,58, desviación estándar: 0,65, máximo: 9,53, mínimo: 5,91

Gráfico 18. Frecuencia características químicas utilizadas en la potabilización



Fuente: SSPD 2021

Para el Grupo COVID-19 el cloro libre, 25% (15 de 60 resultados) de los valores se manifiestan por fuera de los límites establecidos (rango aceptable 0,3-2,0 Mg/L). Mientras que el 35% (21 de 60 resultados) de los valores del Aluminio, se concentra fuera de los límites menor o igual a 0,2 mg Al/L (Gráfico 19).

Gráfico 19. Frecuencia características químicas utilizadas en la potabilización Grupo COVID-19

Fuente: SSPD 2021

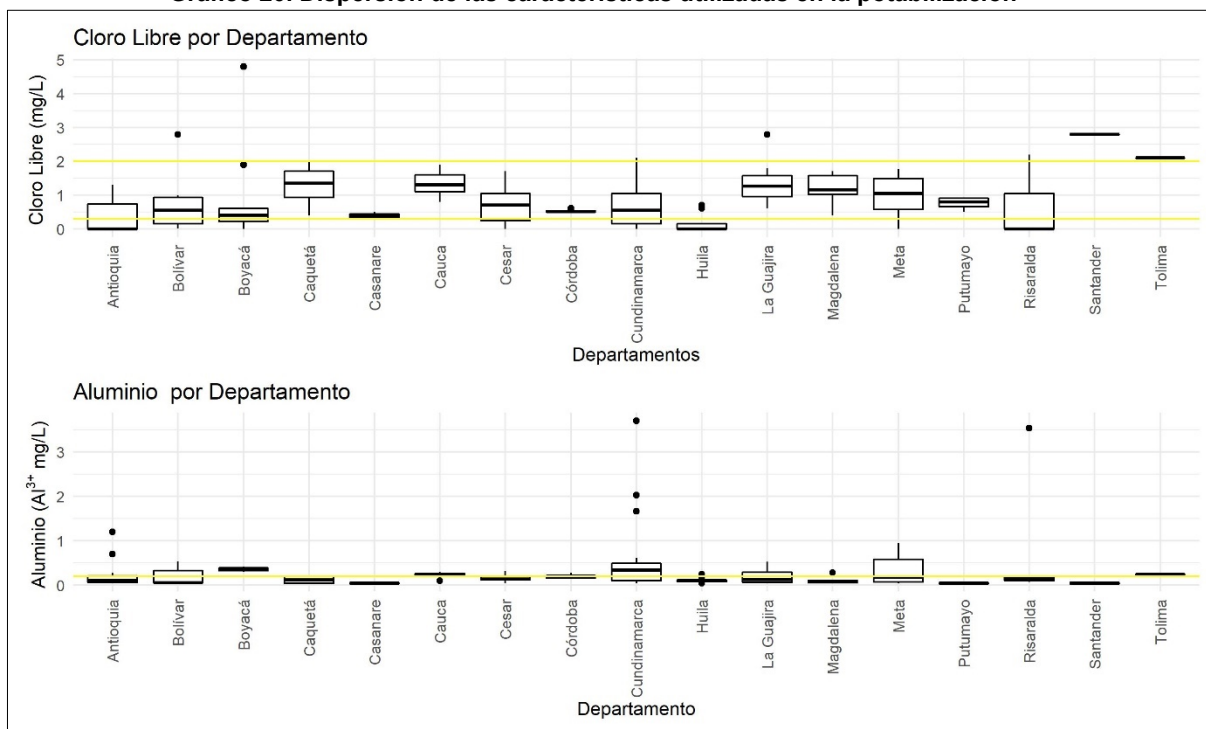
En cuanto a la dispersión de los resultados (Gráfico 20), el cloro libre¹⁸, presentó incumplimiento principalmente en los departamentos de Tolima y Guajira, con datos que superan el límite máximo aceptable. Putumayo tuvo un único valor atípico que superó el valor permisible, pero presentó cumplimiento en las demás muestras.

Para el aluminio¹⁹, en los prestadores del departamento de Caquetá, Casanare, Santander y Sucre sus resultados se enmarcan en los límites permisibles, mientras que al menos dos muestras del resto de prestadores arrojan resultados por encima del límite. Bolívar, Putumayo, Córdoba, Cundinamarca, Meta y Tolima tuvieron mayor número de resultados con incumplimientos.

¹⁸ Cloro: mediana: 0,7, promedio: 0,8, desviación estándar:0,8, máximo: 2,79, mínimo: 0

¹⁹ Aluminio: mediana: 0,14, promedio: 0,27, desviación estándar: 0,49, máximo: 3,7, mínimo: 0,05

Gráfico 20. Dispersión de las características utilizadas en la potabilización



Fuente: SSPD 2021

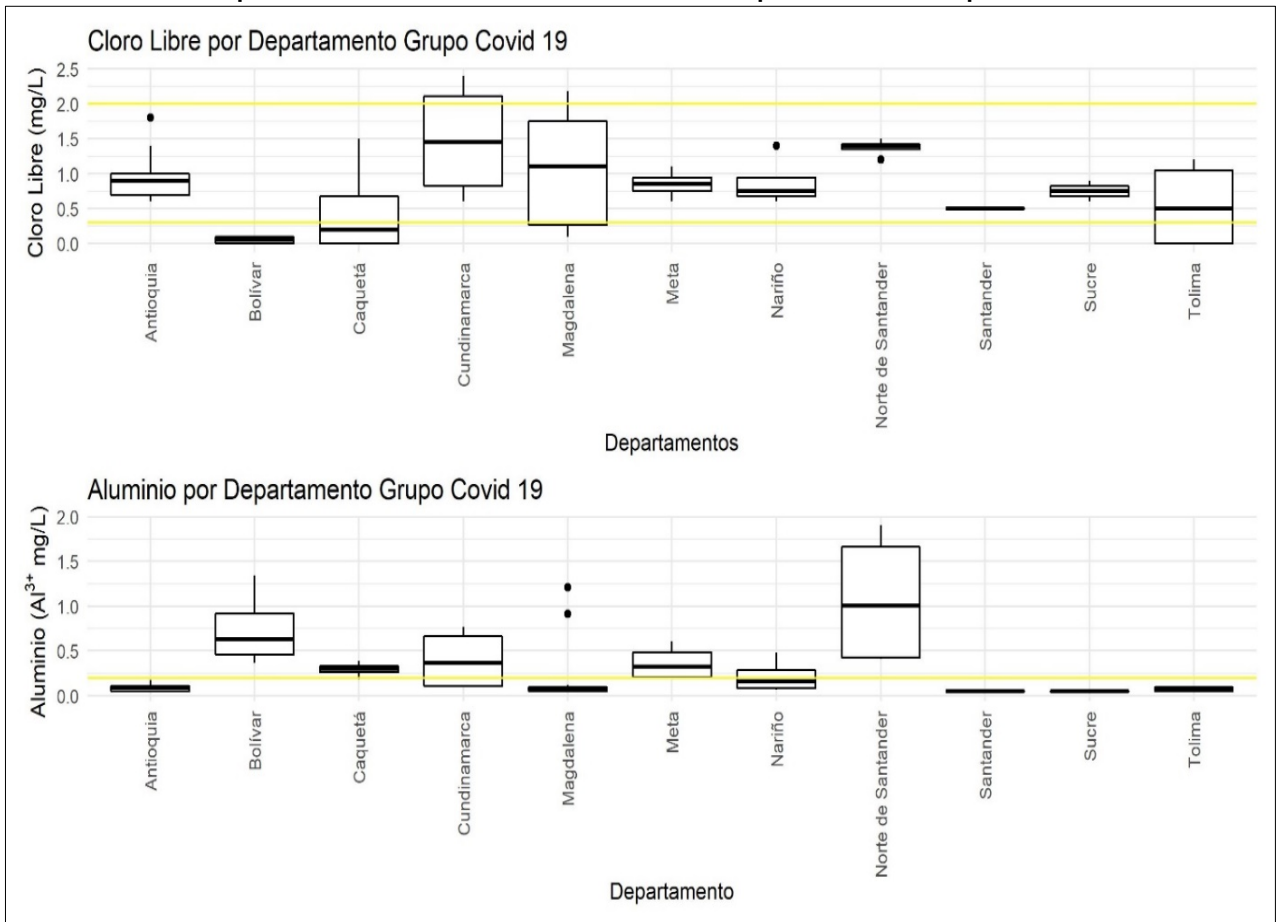
Para los prestadores del Grupo COVID-19, en cuanto a la dispersión de los resultados (Gráfico 21), el cloro libre²⁰, presentó incumplimiento principalmente en el departamento de Bolívar, con todos los resultados por fuera del límite establecido regulatoriamente. En su orden Caquetá y Tolima presentaron muestras por fuera.

Para el aluminio²¹, en los prestadores del departamento de Caquetá, Magdalena, Santander, Sucre, sus resultados se enmarcan en los límites permisibles, mientras que al menos dos muestras del resto de prestadores arrojan resultados por encima del límite. Bolívar, Norte de Santander y Meta tuvieron mayor número de resultados con incumplimientos.

²⁰ Cloro Grupo COVID-19: mediana: 0,8, promedio: 0,88, desviación estándar: 0,61, máximo: 2,4, mínimo: 0

²¹ Aluminio Grupo COVID-19: mediana: 0,1, promedio: 0,28, desviación estándar: 0,4, máximo: 1,91, mínimo: 0,04

Gráfico 21. Dispersión de las características utilizadas en la potabilización Grupo COVID-19



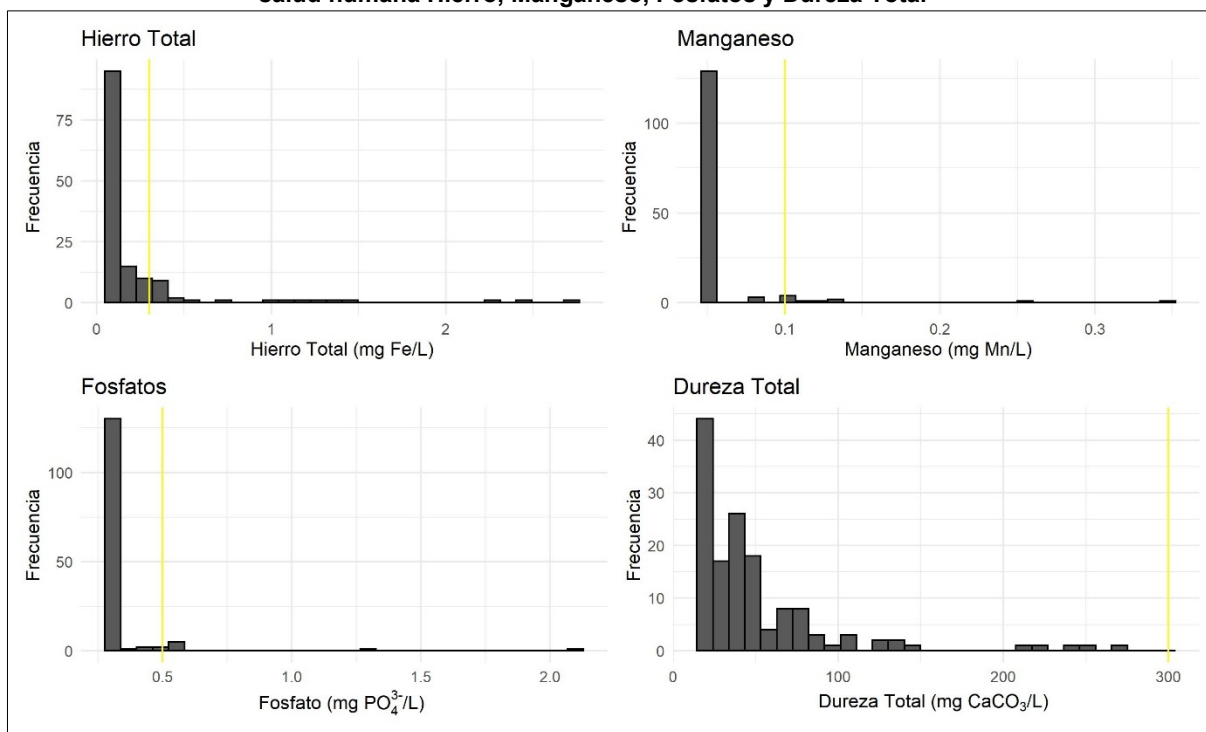
Fuente: SSPD 2021

4.4.4 Características químicas que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana

En esta categoría se presentan las gráficas de las características de Hierro, Manganeso, Fosfatos, Dureza Total, Alcalinidad, Calcio y Magnesio. El Gráfico 22 y el Gráfico 23, representa la frecuencia de los resultados para estas. En ella se muestra que:

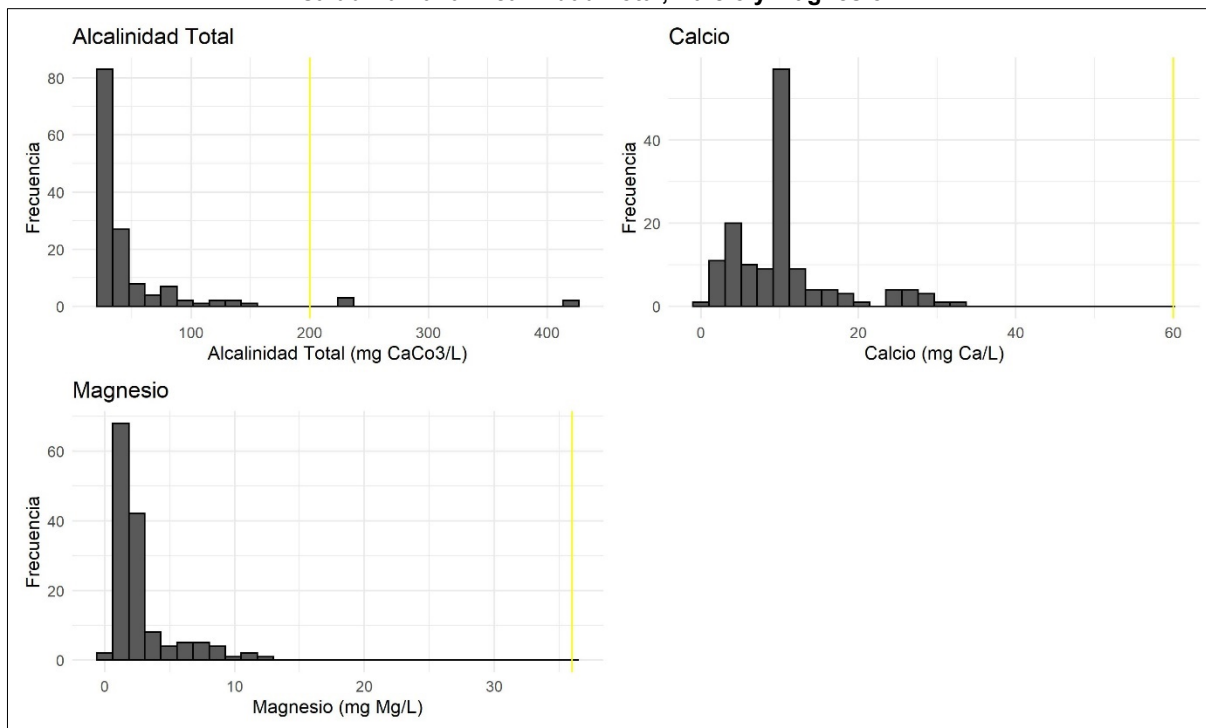
- i. Los valores de Manganeso, Fosfatos y Magnesio se concentraron principalmente por debajo del rango máximo permitido con un porcentaje de 93% (132 de 142 resultados), 94% (133 de 142 resultados), 100% (142 de 142 resultados) respectivamente.
- ii. El 18% (25 de 142) de datos de Hierro superan el valor permitido.
- iii. Los resultados de las características de Dureza Total, Magnesio y Calcio se acumulan en su mayoría por debajo del límite permitido.
- iv. El 3% (5 de 142) de los valores de alcalinidad presentan incumplimientos.

Gráfico 22. Frecuencia de las características con consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana Hierro, Manganeso, Fosfatos y Dureza Total



Fuente: SSPD 2021

Gráfico 23. Frecuencia de las características con consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana Alcalinidad Total, Calcio y Magnesio



Fuente: SSPD 2021

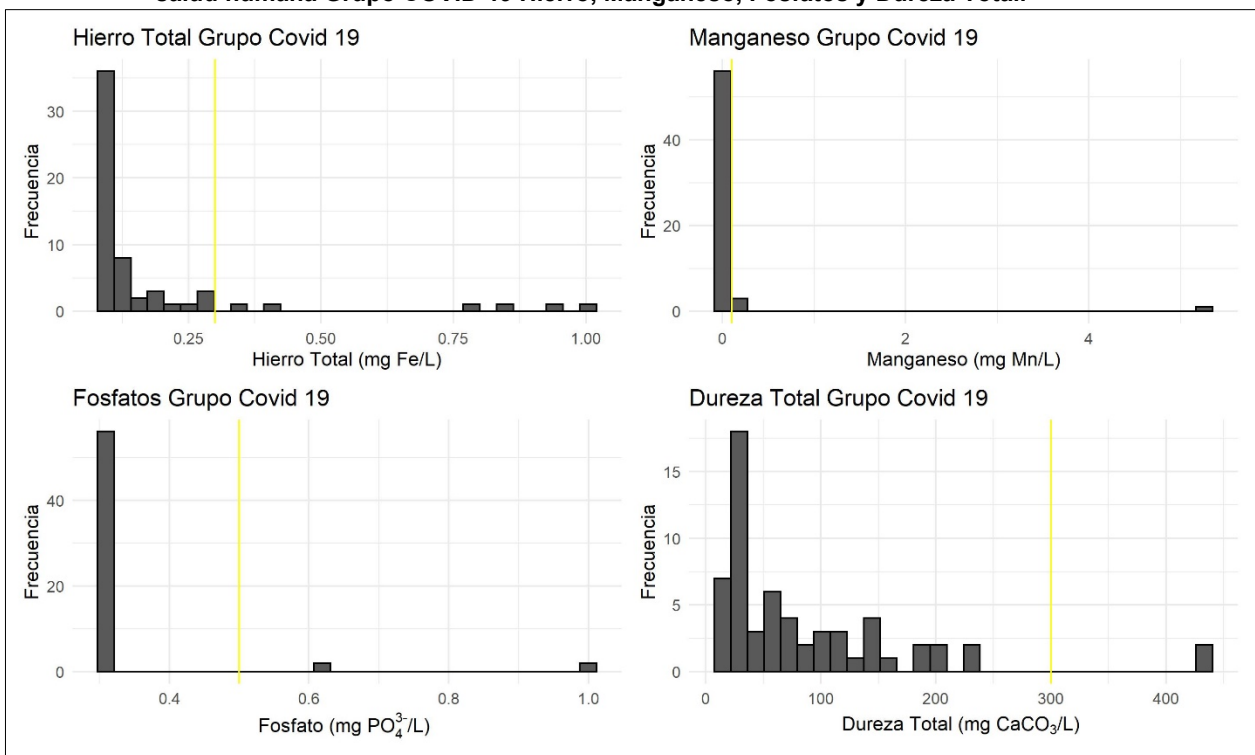
- i) En relación con el Grupo COVID-19, en esta categoría también se presentan las gráficas de las características de Hierro, Manganeso, Fosfatos, Dureza Total, Alcalinidad, Calcio y Magnesio. El

Gráfico 24, representa la frecuencia de los resultados para estas.

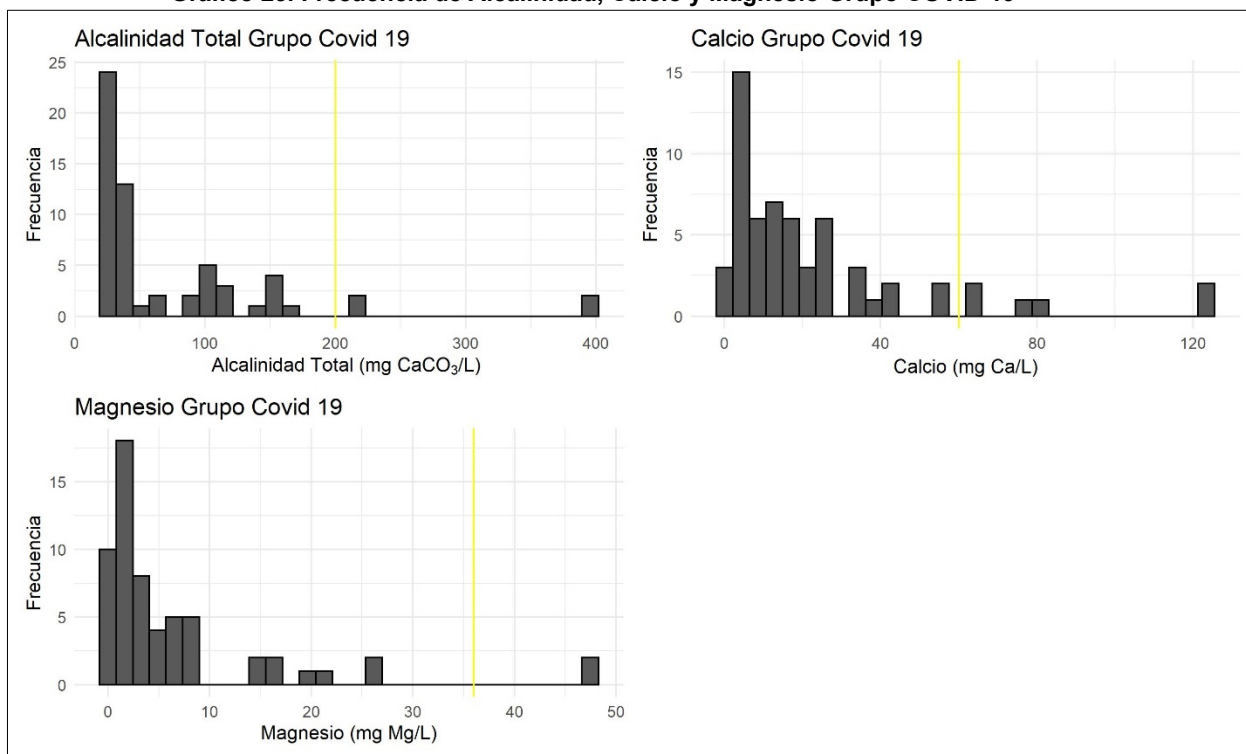
En ella se muestra que:

- ii) Los valores de Manganeso, Fosfatos y Magnesio se concentraron principalmente por debajo del rango máximo permitido con un porcentaje de 97% (58 de 60 resultados), 93% (56 de 60 resultados), 97% (58 de 60 resultados) respectivamente.
- iii) El 10% (6 de 60 resultados) de datos de Hierro superan el valor permitido.
- iv) La frecuencia de los resultados de las características de Dureza Total, Magnesio y Calcio se acumula en su mayoría por debajo del límite permitido.
- v) El 7% (4 de 60) de los valores de alcalinidad presentan incumplimientos.

Gráfico 24. Frecuencia de las características con consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana Grupo COVID-19 Hierro, Manganeso, Fosfatos y Dureza Total.



Fuente: SSPD 2021

Gráfico 25. Frecuencia de Alcalinidad, Calcio y Magnesio Grupo COVID-19

Fuente: SSPD 2021

En cuanto a la dispersión de los valores, el Gráfico 26 y la Gráfico 27 representa la variación frente a los valores medios.

Para la característica de hierro²², los departamentos de Antioquia, Bolívar, Cesar, Cundinamarca y Risaralda fueron los que mayor heterogeneidad presentaron en sus datos, precedido por Magdalena, Meta, Santander y Sucre, cuyos resultados también superaron el umbral.

Santander es el único departamento en el que todos los resultados estuvieron fuera de la norma. En contraste, Boyacá, Caquetá, Casanare, Cauca, Huila y Putumayo fueron los departamentos que totalizaron todos sus resultados aceptables.

Los fosfatos²³ presentaron la mayor homogeneidad de todas estas características y la mayoría de los departamentos obtuvieron resultados aceptables en los municipios, excepto en los municipios de los departamentos de Antioquia, Cesar, Cundinamarca, Tolima y Santander.

El manganeso²⁴ y el magnesio²⁵ tuvieron unos pocos incumplimientos con datos atípicos en los departamentos de Bolívar, Sucre y Meta. Se resalta que, para la característica de

²² Hierro: mediana: 0,1, promedio: 0,25, desviación estándar: 0,41, máximo: 2,73, mínimo: 0,1

²³ Fosfatos: mediana: 0,31, promedio: 0,34, desviación estándar: 0,18, máximo: 2,1, mínimo: 0,31

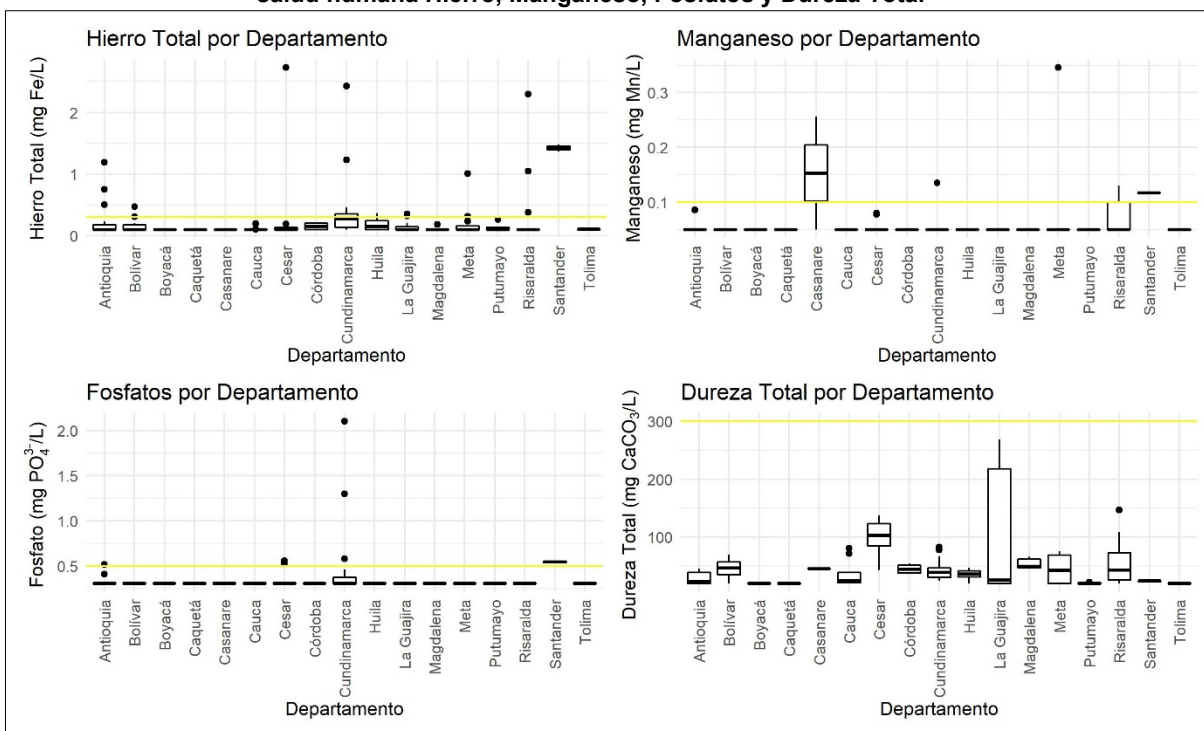
²⁴ Manganeso: mediana: 0,05, promedio: 0,06, desviación estándar: 0,03, máximo: 0,35, mínimo: 0,05

²⁵ Magnesio: mediana: 1,87, promedio: 2,62, desviación estándar: 2,44, máximo: 12,2, mínimo: 0,1

manganeso, el departamento de Casanare incumplió en todos sus resultados. Todos los municipios, Exceptuando la Guajira que se presentó un dato atípico, los demás municipios cumplieron la característica de dureza.

Las características de dureza total²⁶, calcio²⁷ y alcalinidad²⁸, fueron las que mayor heterogeneidad presentaron; el incumplimiento para calcio se presentó en los departamentos de Bolívar, La Guajira y Sucre y para alcalinidad, en los departamentos de Bolívar, Córdoba, La Guajira, Sucre y Cesar, con datos muy atípicos se registraron en Cesar, La Guajira y Sucre.

Gráfico 26. Dispersión de las características con consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana Hierro, Manganeso, Fosfatos y Dureza Total

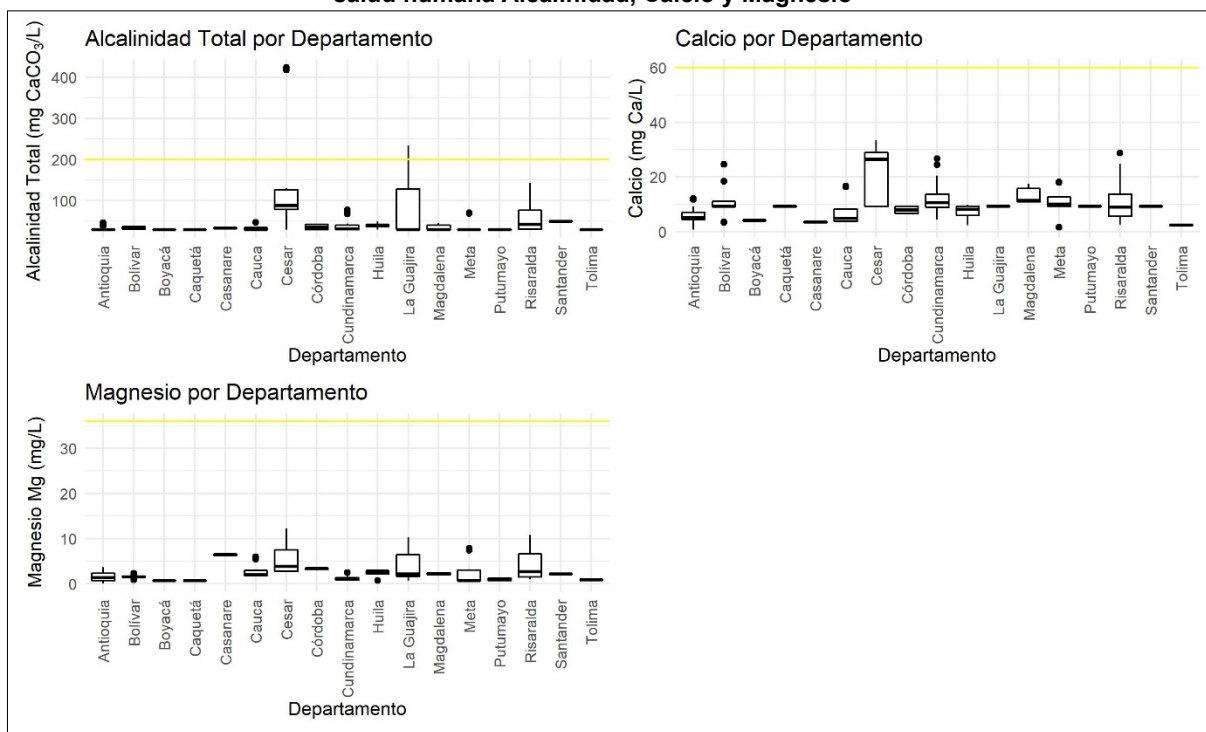


Fuente: SSPD 2021

²⁶ Dureza total: mediana: 37,75, promedio: 50,39, desviación estándar: 45,8, máximo: 269, mínimo: 19,9

²⁷ Calcio: mediana: 9,3, promedio: 10,28, desviación estándar: 6,63, máximo: 33,5, mínimo: 0,75

²⁸ Alcalinidad: mediana: 30, promedio: 51,61, desviación estándar: 56,94, máximo: 423, mínimo: 30

Gráfico 27. Dispersión de las características con consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana Alcalinidad, Calcio y Magnesio

Fuente: SSPD 2021

Para los prestadores del Grupo COVID-19, en cuanto a la dispersión de los valores, el Gráfico 28 y el Gráfico 29 representa la variación frente a los valores medios.

Para la característica de hierro²⁹, los departamentos de Norte de Santander y Nariño fueron los que mayor heterogeneidad presentaron en sus datos. Los restantes departamentos obtuvieron resultados dentro de lo especificado por la norma.

Los fosfatos³⁰ junto con el manganeso presentaron la mayor homogeneidad de todas estas características y fueron los únicos que presentaron los datos aceptables en todos los municipios, con excepción de unos datos atípicos en Magdalena y Antioquia.

El manganeso³¹, magnesio³² y dureza total tuvieron unos pocos incumplimientos asociados a datos atípicos. La relevancia es para el departamento de Sucre en todos sus datos estuvo por fuera de la norma.

²⁹ Hierro Grupo COVID-19: mediana: 0,1, promedio: 0,18, desviación estándar: 0,2, máximo: 1,01, mínimo: 0,1

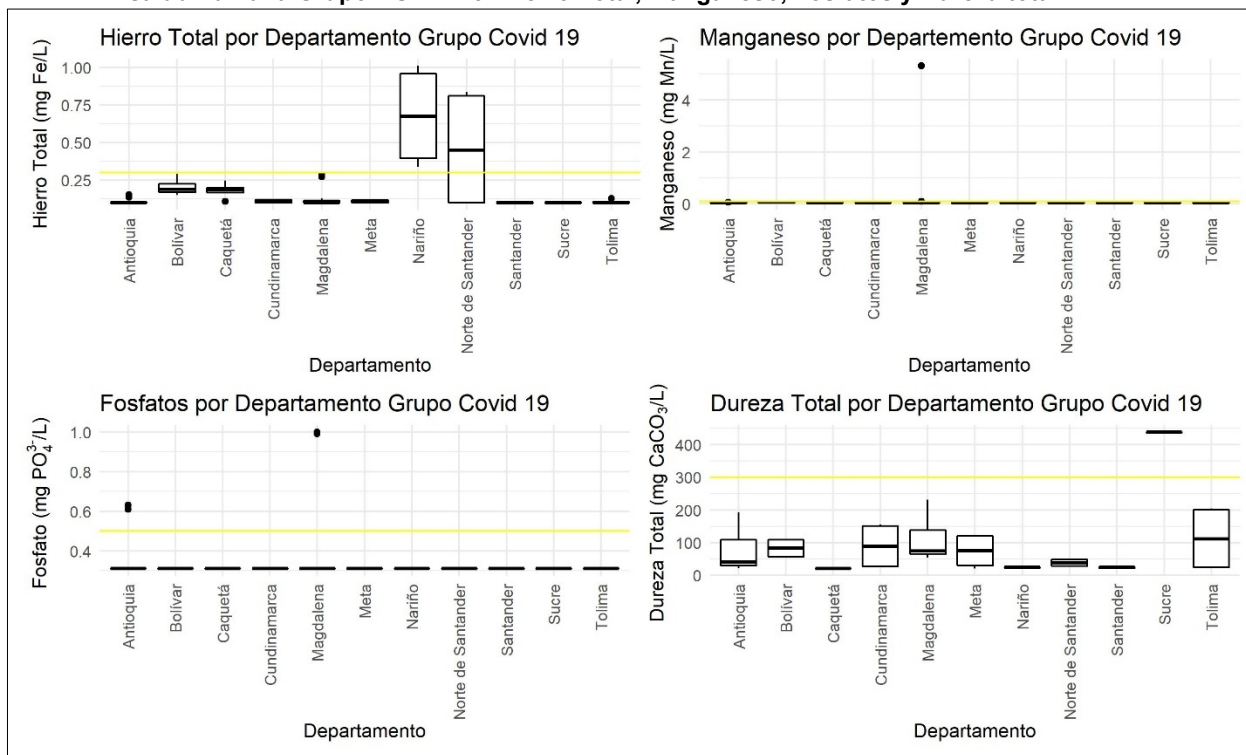
³⁰ Fosfatos Grupo COVID-19: mediana: 0,31, promedio: 0,34, desviación estándar: 0,13, máximo: 1, mínimo: 0,31

³¹ Manganeso Grupo COVID-19: mediana: 0,05, promedio: 0,14, desviación estándar: 0,68, máximo: 5,31, mínimo: 0,05

³² Magnesio Grupo COVID-19: mediana: 2,54, promedio: 6,67, desviación estándar: 9,88, máximo: 48,2, mínimo: 0,75

Las características de dureza total³³, calcio³⁴ y alcalinidad³⁵, fueron las que mayor heterogeneidad presentaron; el incumplimiento para las 3 características se presentó en el departamento de Sucre.

Gráfico 28. Dispersión de las características con consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana Grupo COVID-19: Hierro Total, Manganeso, Fosfatos y Dureza total



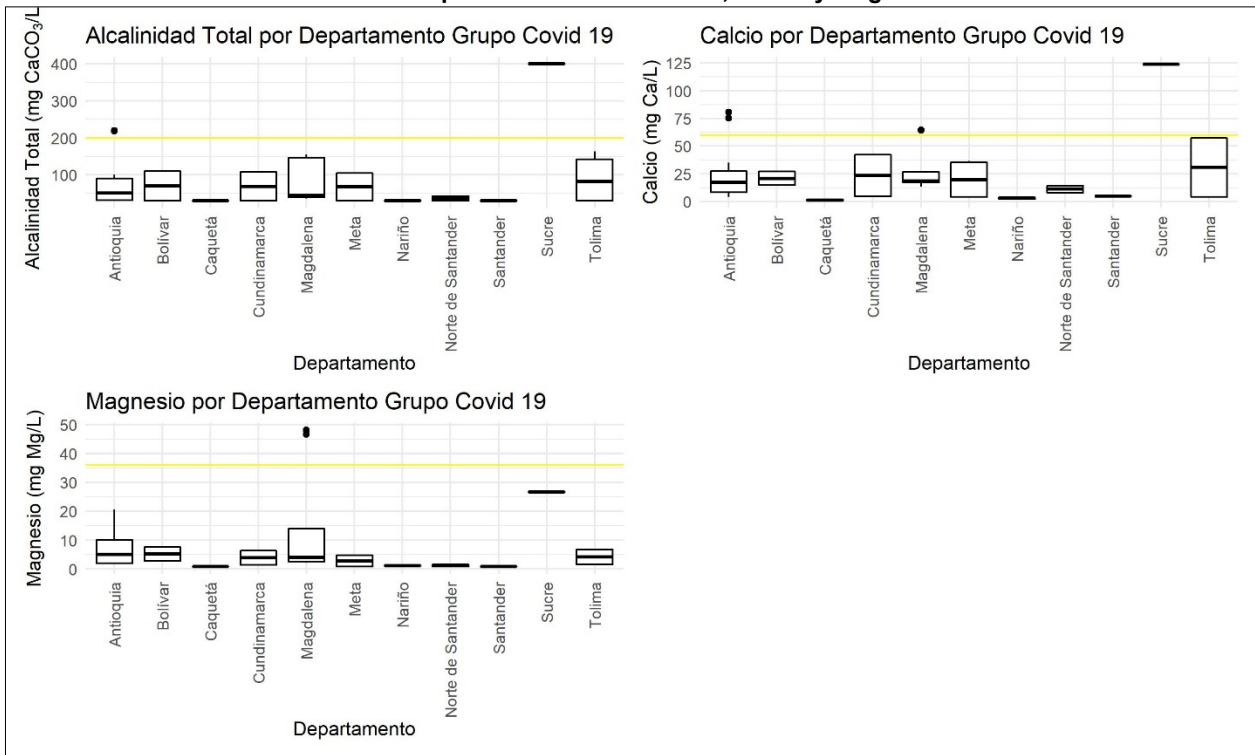
Fuente: SSPD 2021

³³ Dureza total Grupo COVID-19: mediana: 53,9, promedio: 86,06, desviación estándar: 89,1, máximo: 439, mínimo: 19,9

³⁴ Calcio Grupo COVID-19: mediana: 14,73, promedio: 23,48, desviación estándar: 26,89, máximo: 124,15, mínimo: 0,75

³⁵ Alcalinidad Grupo COVID-19: mediana: 38,75, promedio: 76,02, desviación estándar: 78,42, máximo: 400, mínimo: 30

Gráfico 29. Dispersión de las características con consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana Grupo COVID-19 Alcalinidad, Calcio y Magnesio.



Fuente: SSPD 2021

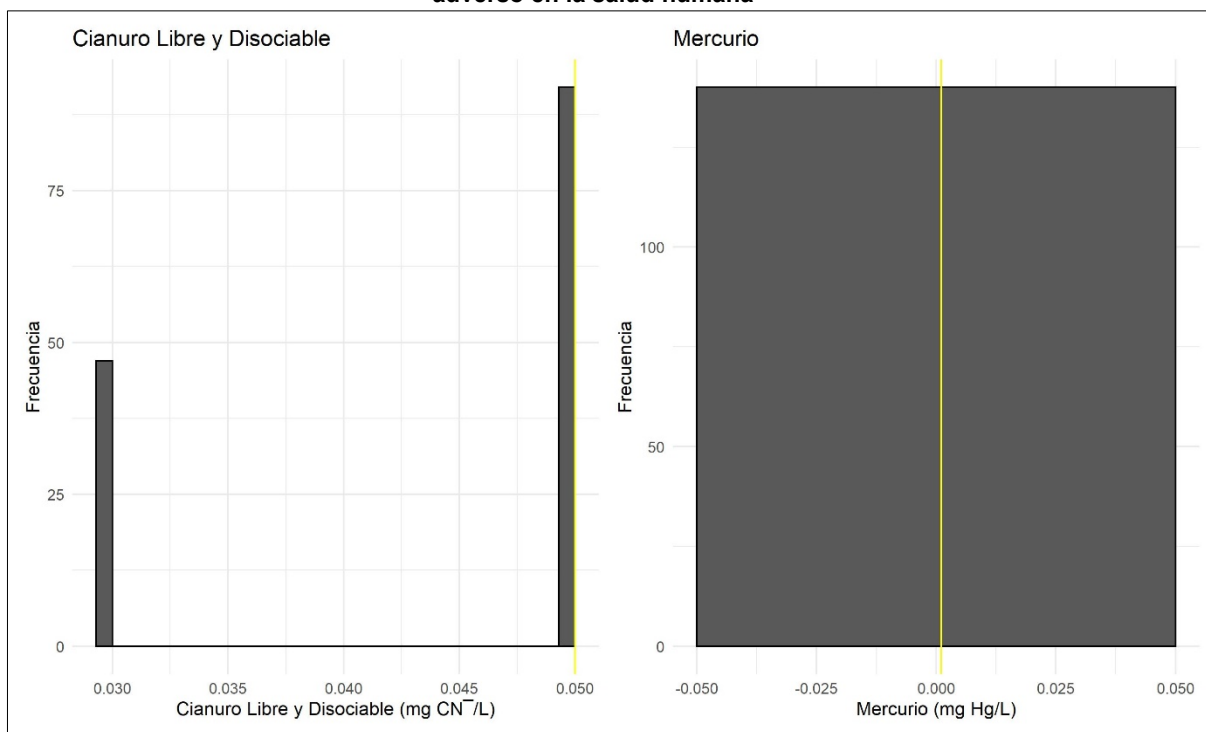
4.4.5 Características químicas de sustancias que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana

En el Gráfico 30 se observa que los valores de Mercurio³⁶ y Cianuro³⁷, en su gran mayoría se concentran en valores aceptables, 100% es decir 140 de 140 resultados y 100% es decir 140 de 140 resultados, respectivamente. El cianuro solo superó el umbral máximo debido a dos resultados inaceptables presentes en el municipio de Caimito del departamento de Sucre y 1 en Mocoa del departamento de Putumayo, con valores por encima de 0,1 mg/l. Es importante que el prestador y el municipio tomen medidas para verificar la presencia de Cianuro, considerando la exposición de los suscriptores y los riesgos que podría tener el consumo de estas sustancias sobre la salud humana.

³⁶ Mercurio: mediana: 0, promedio: 0, desviación estándar: 0, máximo: 0, mínimo: 0

³⁷ Cianuro: mediana: 0,05, promedio: 0,04, desviación estándar: 0,01, máximo: 0,05, mínimo: 0,03

Gráfico 30. Frecuencia de las características químicas de sustancias que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana

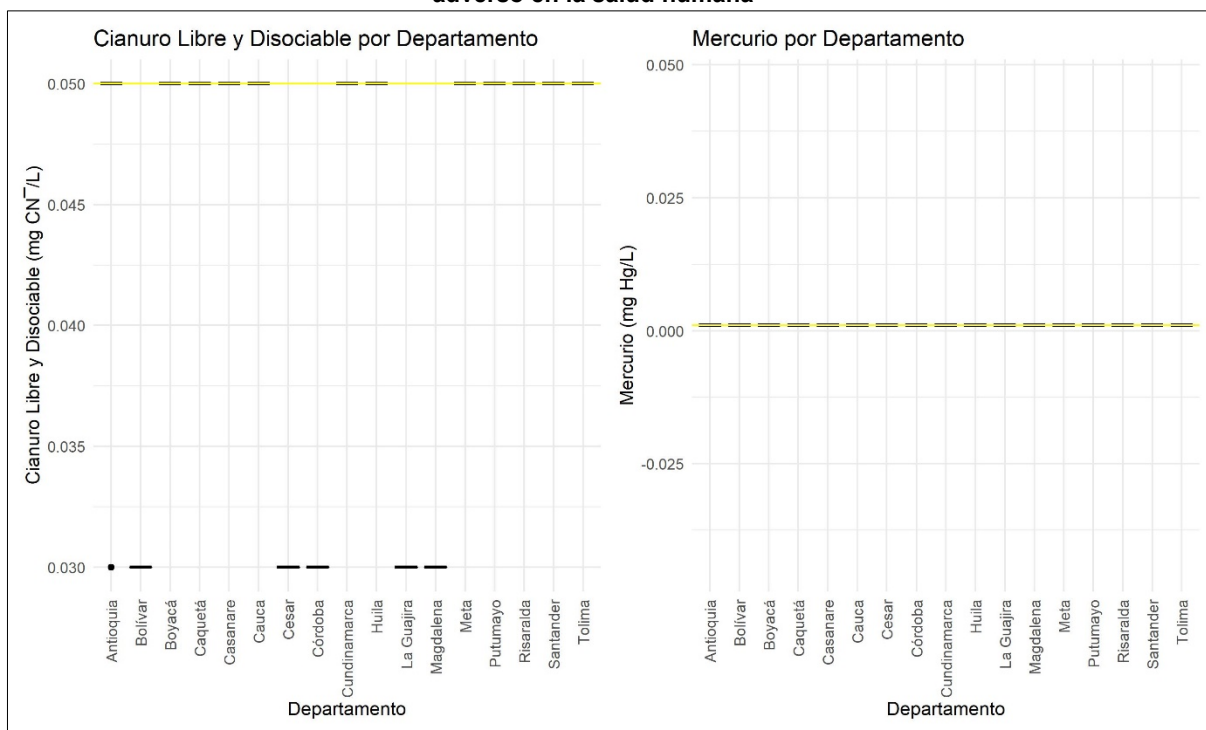


Fuente: SSPD 2021

En relación con la frecuencia de las características químicas de sustancias que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana del grupo COVID-19, no se disponen de datos para los parámetros de cianuro y mercurio.

Referente a la dispersión de la característica de cianuro por departamento, en el Gráfico 31 se observa que, en Bolívar, Cesar y Córdoba, fueron los que más dispersión arrojaron mientras que para el mercurio no se presentó dispersión en ninguno de los datos.

Es de resaltar que en los municipios de Mocoa (Putumayo) y Caimito (Sucre) tres muestras alcanzaron resultados críticos de Cianuro superiores al límite máximo permisible (0,05 mg/L) con valores de aproximadamente el 400% y el 300% por encima de dicho límite respectivamente.

Gráfico 31. Dispersión de las características químicas de sustancias que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana

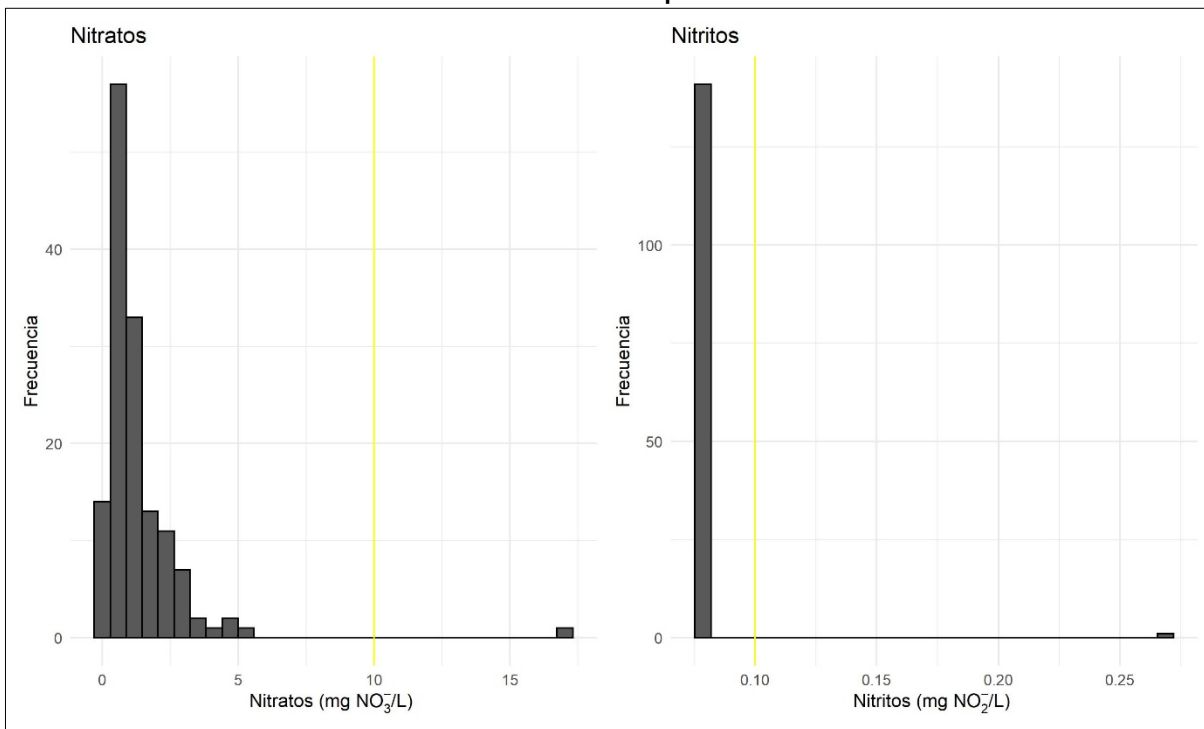
Fuente: SSPD 2021

Respecto a la Dispersión de las características químicas de sustancias que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana del Grupo COVID-19, los 2 parámetros de cianuro y mercurio no disponen de datos.

4.4.6 Características químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana

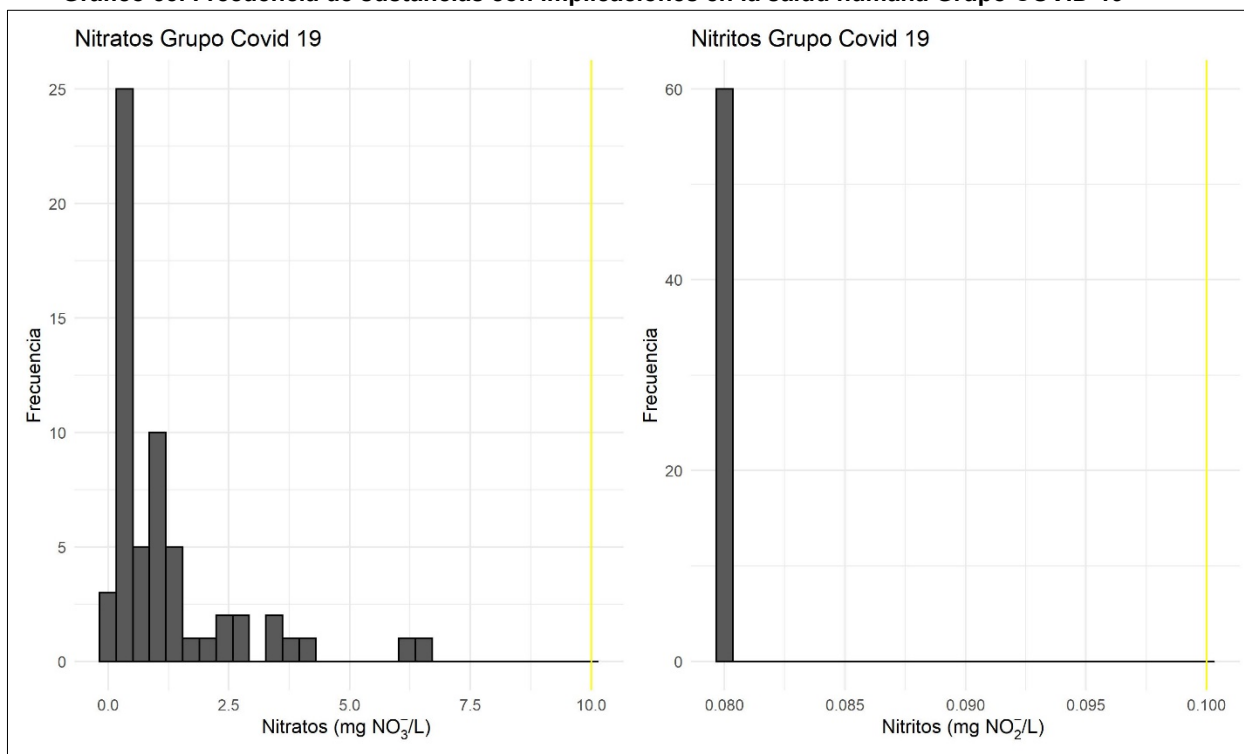
El Gráfico 32 presenta i) un aproximado de 1% (1 de 142) de datos que superan el límite máximo permisible para la característica de nitratos y ii) un cumplimiento del 98% (140 de 142) de los datos para los nitritos analizados.

Gráfico 32. Frecuencia de sustancias con implicaciones en la salud humana



Fuente: SSPD 2021

El Gráfico 33 presenta un cumplimiento del 100% de los datos para los nitratos y nitritos analizados.

Gráfico 33. Frecuencia de sustancias con implicaciones en la salud humana Grupo COVID-19

Fuente: SSPD 2021

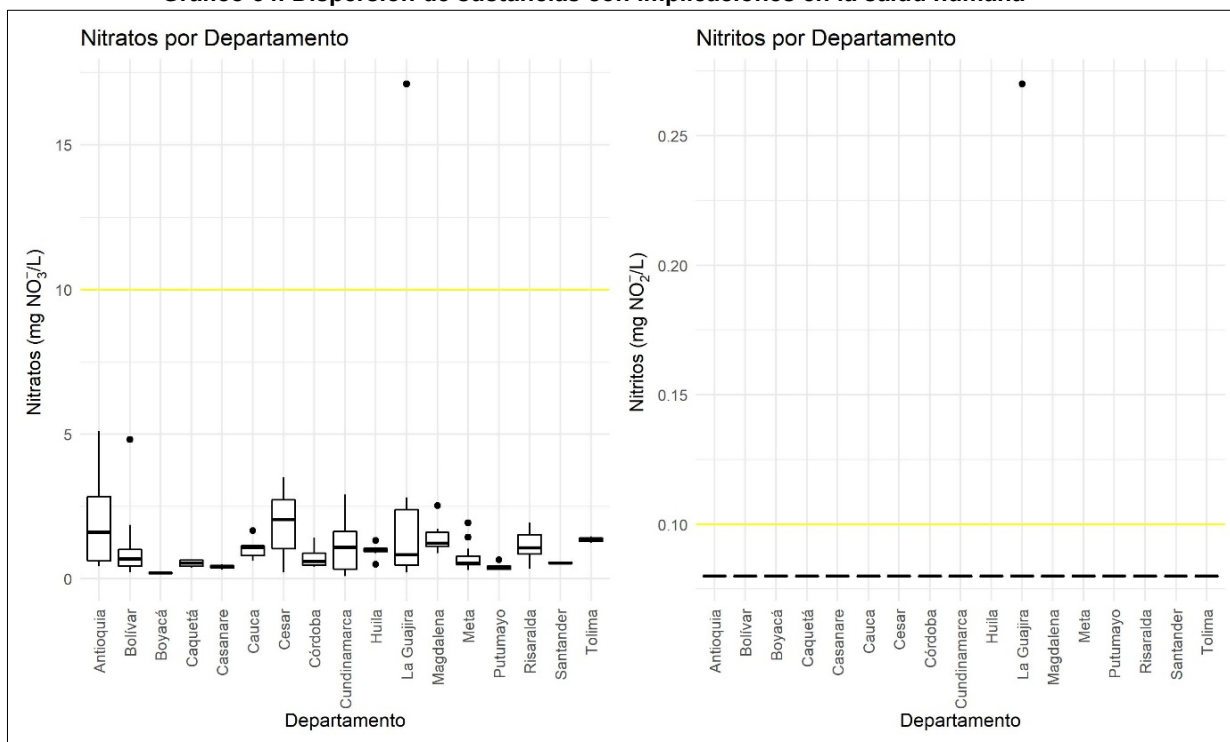
Como se muestra en el Gráfico 34, los resultados de nitratos³⁸ muestran cumplimiento de la norma en 98% de los municipios, con excepción de Hatonuevo y Riohacha en la Guajira y Santa Ana en Magdalena. La mayor dispersión de datos se concentra en los departamentos de La Guajira, Sucre y Antioquia con más valores atípicos en La Guajira.

Para la característica nitritos³⁹ se presentó un cumplimiento general, y solo La Guajira con un valor atípico presenta incumplimiento.

³⁸ Nitratos: mediana: 0,91, promedio: 1,31, desviación estándar: 1,66, máximo: 17,11, mínimo: 0,08

³⁹ Nitritos: mediana: 0,08, promedio: 0,08, desviación estándar: 0,02, máximo: 0,27, mínimo: 0,08

Gráfico 34. Dispersión de sustancias con implicaciones en la salud humana



Fuente: SSPD 2021

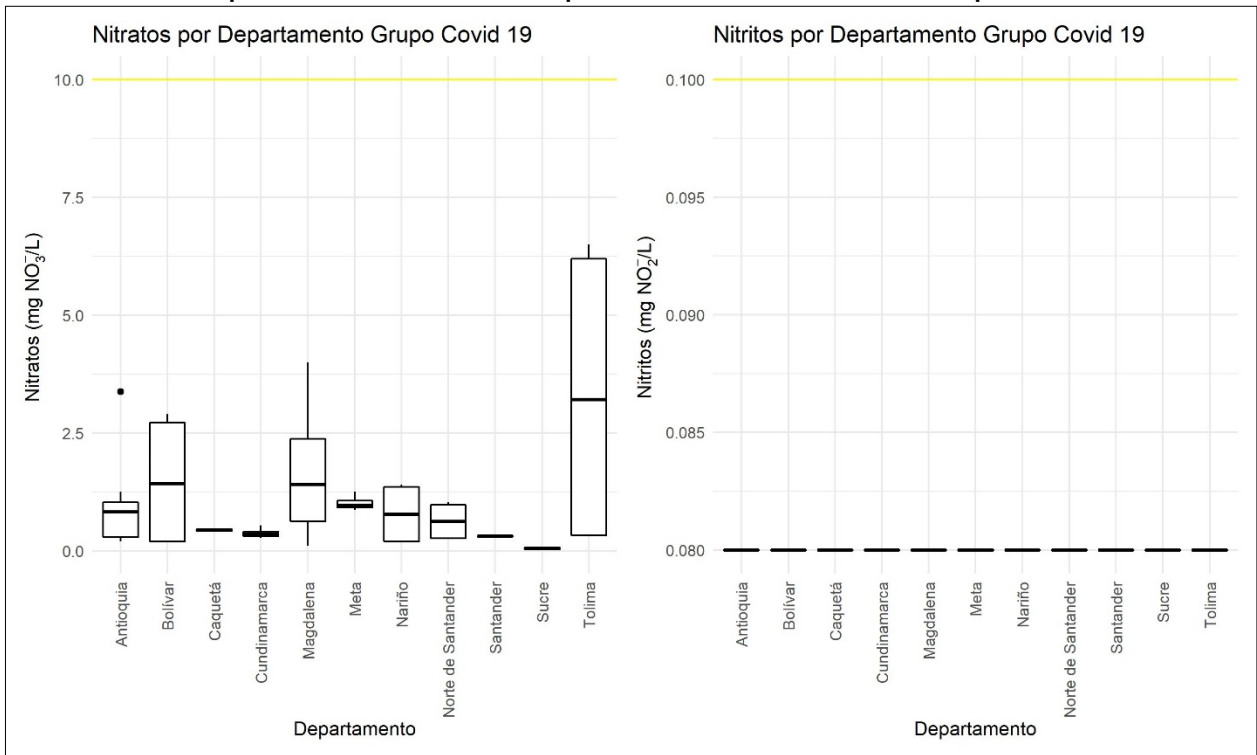
Para los prestadores Grupo COVID-19, como se muestra en el Gráfico 35, los resultados de nitratos⁴⁰ muestran cumplimiento de la norma en la totalidad de municipios. La mayor dispersión de datos se concentra principalmente en Tolima, seguido de Bolívar, Magdalena y Nariño respectivamente.

Para la característica nitritos⁴¹ se presentó un cumplimiento general, es decir ninguno de los 11 departamentos supero el umbral permitido.

⁴⁰ Nitratos Grupo COVID-19: mediana: 0,76, promedio: 1,14, desviación estándar: 1,37, máximo: 6,5, mínimo: 0,02

⁴¹ Nitritos Grupo COVID-19: mediana: 0,08, promedio: 0,08, desviación estándar: 0, máximo: 0,08, mínimo: 0,08

Gráfico 35. Dispersión de sustancias con implicaciones en la salud humana Grupo COVID-19



Fuente: SSPD 2021

5 CAPÍTULO 5. Proyectos del sector de agua potable y saneamiento básico (APSB) enfocados a la calidad del agua

De acuerdo con lo definido en el artículo 1° del Decreto Ley 3571 de 2011, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, tiene como objetivo primordial lograr, en el marco de la ley y sus competencias, formular, adoptar, dirigir, coordinar y ejecutar la política pública, planes y proyectos en materia de prestación de los servicios públicos de agua potable y saneamiento básico.

Así mismo, el artículo 1° del Decreto 1604 de 2020, establece que una de las funciones del Minvivienda es formular, dirigir y coordinar las políticas, planes, programas y regulaciones en materia de agua potable y saneamiento básico, así como los instrumentos normativos para su implementación.

De allí que, con la implementación de los programas que lidera Minvivienda, tales como los Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento (PDA), programa Cultura del Agua, programa Aseguramiento de la Prestación, viabilización y seguimiento de proyectos, entre otros⁴², se busca mejorar los indicadores de prestación de los servicios públicos domiciliarios de calidad, cobertura y continuidad.

El presente capítulo del INCA 2020 a cargo de Minvivienda, incluye un análisis de los resultados de la información depurada de la calidad del agua sectorial del SIVICAP de la vigencia 2020, así como también un análisis de la incidencia que tiene la implementación de programas y proyectos en el indicador de calidad del agua municipal y finalmente, el detalle de los programas que se lideran desde este Ministerio orientados a beneficiar el indicador de calidad del agua en el marco de la prestación del servicio público de acueducto.

5.1 Resultados del IRCA sectorial vigencia 2020

En este numeral Minvivienda tiene en cuenta los resultados del proceso de depuración que realiza en conjunto con la SSPD de la información de la calidad del agua reportada en el SIVICAP y remitida anualmente por el INS, la cual se asocia a un prestador del servicio público de acueducto registrado o no en el Registro Único de Prestadores de Servicios – RUPS, con muestras de vigilancia de la calidad del agua tomadas únicamente en red de distribución. Ahora bien, el capítulo 2 del presente informe realizado por el INS, incluye la totalidad de los resultados de IRCA de las entidades vigiladas por las autoridades sanitarias que fueron reportados en el SIVICAP para la vigencia 2020, bajo un criterio de enfoque de riesgo.

Mediante el proceso de depuración entre Minvivienda y la SSPD, se realiza el cálculo del IRCA mensual, anual y municipal de la zona urbana y rural de cada uno de los municipios del país para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – APSB. Los IRCA municipales producto de este proceso, pueden consultarse en el siguiente enlace de la página web del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio: <https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/informacion-irca-2007-2020-urbano.pdf> o en la siguiente ruta de la misma página web: www.minvivienda.gov.co; Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico; Gestión Institucional; Calidad del Agua para

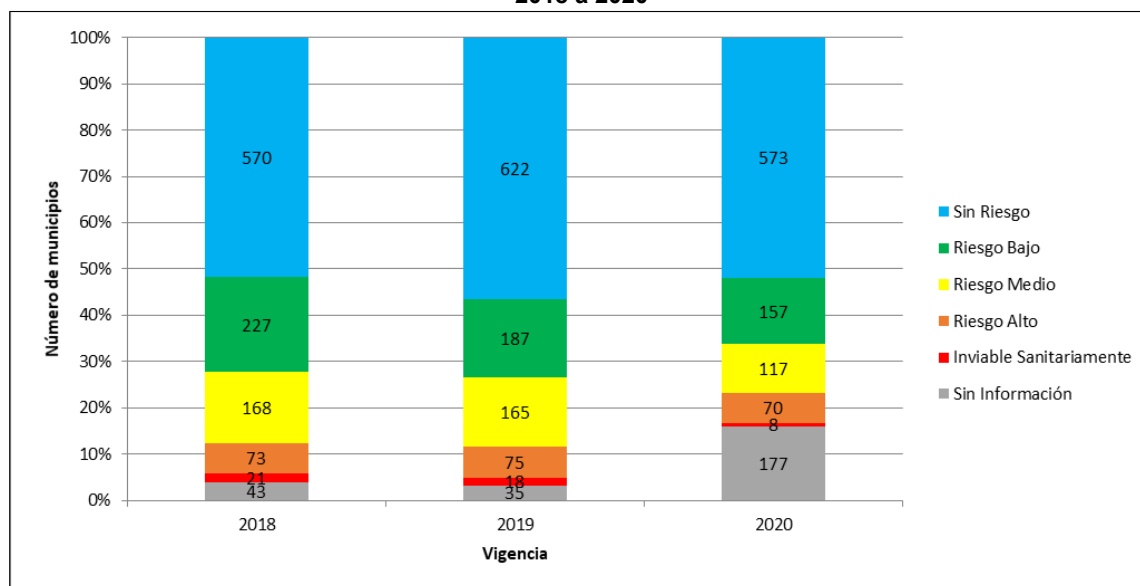
⁴² Programas detallados en el numeral 5.3. del presente informe.

Consumo Humano; Índice de Riesgo de la Calidad del Agua; Información IRCA vigencia 2007- 2020.

Es importante señalar que esta depuración de la información de la calidad del agua del SIVICAP, se realiza con el fin de contar con datos homogéneos que son de uso común en el sector de APSB y que también hacen parte del manejo interno y misional de la SSPD y del Minvivienda.

Se presenta a continuación el número de municipios (zona urbana) por niveles de riesgo de la calidad del agua para las vigencias 2018 a 2020, como resultado de este proceso de depuración (Gráfico 36):

Gráfico 36. Número de municipios (zona urbana) por niveles de riesgo de la calidad del agua, vigencias 2018 a 2020



Fuente: Cálculos VASB-MVCT a partir del SIVICAP

Se observa que la calidad del agua fue apta para el consumo humano en 570 municipios en el 2018, 622 en el 2019 y 573 en el 2020, situación que refleja una mejora del 0.5% en el número de municipios que suministraron agua potable del 2018 al 2020. Pese a lo anterior se presentó una disminución en 49 municipios sin riesgo en la calidad del agua del 2019 al 2020.

En los 573 municipios con nivel de riesgo *sin riesgo* de la vigencia 2020, se concentra la mayor parte de la población urbana del país.

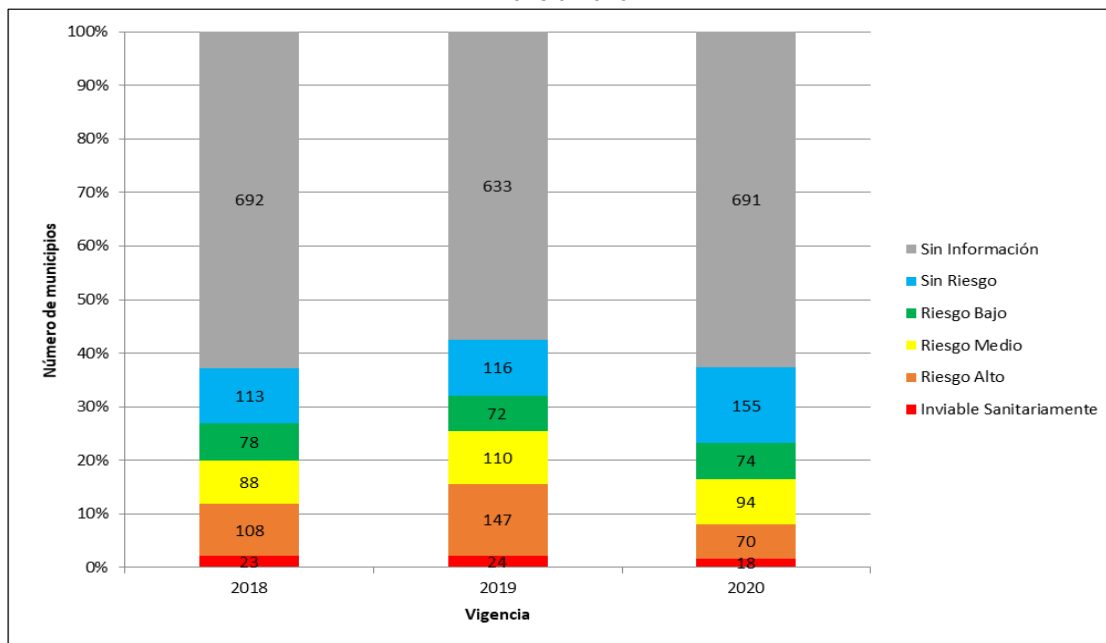
En términos generales, comparando los niveles de riesgo de las vigencias 2018 y 2020, en la mayoría de los municipios se mejoró la calidad del agua suministrada, dado que para los niveles de riesgo *bajo* y *medio* el número de municipios disminuyó en un 31% y para el nivel de riesgo *alto* en un 4%. Para el caso del nivel de riesgo *inviabile sanitariamente*, se observa una disminución significativa en los municipios de un 61% para las vigencias señaladas.

Por su parte, se observa un aumento sustancial en el número de municipios sin información de calidad del agua para la zona urbana, pasando de 35 en el 2019 a 177 en el 2020, lo cual pudo haberse dado por la situación de emergencia sanitaria de la pandemia COVID-

19, que generó dificultades en la toma de las muestras de vigilancia por parte de las autoridades sanitarias.

Por otro lado, en el siguiente gráfico se muestran los niveles del riesgo por número de municipios en la zona rural del país del 2018 al 2020 (Gráfico 37):

Gráfico 37. Número de municipios (zona rural) por niveles de riesgo de la calidad del agua, vigencias 2018 a 2020



Fuente: Cálculos VASB-MVCT a partir del SIVICAP

Del gráfico se observa que para la zona rural se mantiene una tendencia en el número de municipios sin información de calidad del agua reportada en el SIVICAP del 2018 al 2020 y una mejoría en el nivel de riesgo *sin riesgo* en un 37% en el número de municipios para las mismas vigencias.

5.2 Análisis de proyectos de inversión ejecutados frente al IRCA sectorial

El Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico – VASB, a través del mecanismo de viabilización, verifica y evalúa el cumplimiento de los parámetros requeridos en el reglamento técnico del sector RAS, como también los requisitos incluidos en la Resolución No. 661 de 2019 y sus respectivos anexos. En consecuencia, el VASB emite conceptos sobre los proyectos presentados y las reformulaciones que estos requieran, con el fin de garantizar la inversión que conlleve a una adecuada prestación de los servicios públicos domiciliarios del país.

Para el presente análisis, se empleó la base de datos del VASB donde se registra la información de los proyectos presentados ante el mecanismo de viabilización y a través de la cual se seleccionaron los proyectos del servicio de acueducto en zona urbana y rural con fecha de terminación en el año 2020 y avance físico del 100%.

A los municipios beneficiados con la ejecución de estos proyectos se les relacionó los resultados de la calidad del agua de la vigencia 2020, los cuales fueron producto de la

depuración del SIVICAP realizada entre Minvivienda y la SSPD⁴³. Lo anterior, con el fin de determinar el impacto de los proyectos de inversión en el mejoramiento de la calidad del agua en el marco del sector APSB.

Es importante señalar que la sola ejecución de los proyectos no implica un mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano de los municipios en el país, de allí que Minvivienda apoya desde sus competencias el fortalecimiento institucional con el fin de garantizar el aseguramiento de la prestación del servicio de acueducto y así mismo la sostenibilidad de las inversiones.

Así las cosas, en la base del VASB se tiene un registro de 23 proyectos terminados en el año 2020, por un valor de \$141.076.260.105, beneficiando a la zona urbana y rural de 31 municipios. En el Anexo 1 de este informe denominado “*Consolidado de proyectos de inversión en el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – APSB, terminados en el año 2020*”, se presenta el detalle de esta información.

Es importante mencionar que este análisis incluye dos proyectos regionales que benefician la zona urbana de 5 municipios respectivamente.

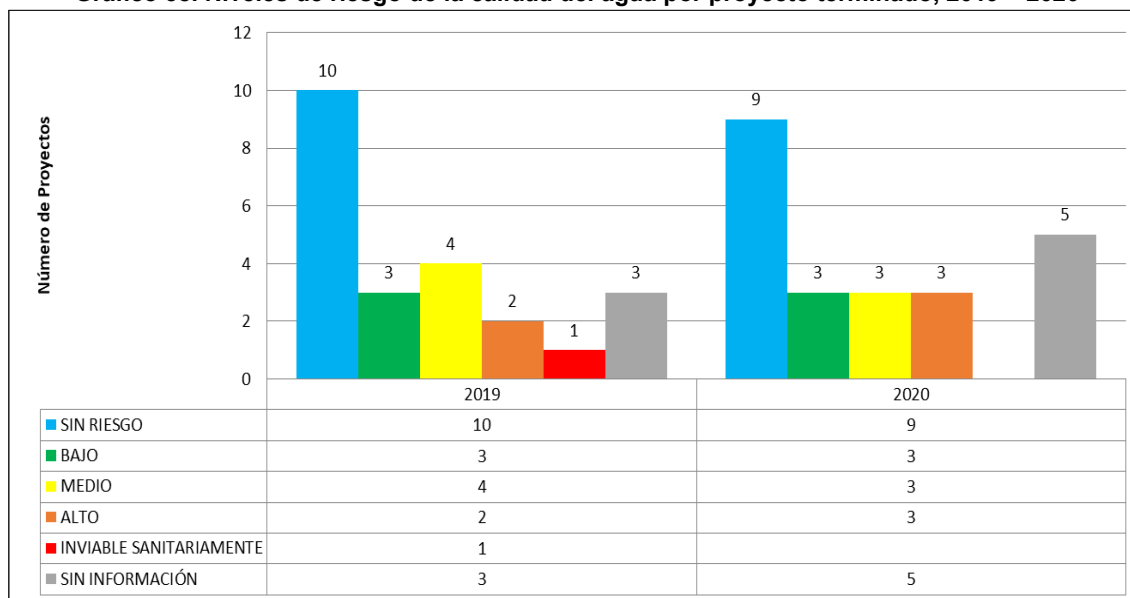
En general, de los 23 proyectos, 16 se desarrollaron en la zona urbana de 24 municipios, mientras que 7 proyectos se desarrollaron en la zona rural de 7 municipios.

Estos proyectos están formulados como: *i)* estudios y diseños, *ii)* ampliación de coberturas, *iii)* optimizaciones y construcciones de sistemas de acueducto, *iv)* planes maestros de acueducto; *v)* proyectos que pueden incluir uno o varios componentes del servicio de acueducto, proyectos locales y regionales; entre otros.

Así las cosas, se compararon los niveles de riesgo de la calidad del agua de las vigencias 2019 y 2020 de los 31 municipios beneficiados con los 23 proyectos terminados en el 2020, con el fin de verificar el impacto de estos proyectos de inversión del servicio de acueducto frente a la mejora de la calidad del agua en ambas vigencias (Gráfico 38).

Se aclara que en el caso de los proyectos regionales que involucraron a más de un municipio, el IRCA fue calculado mediante un promedio simple.

⁴³ Proceso detallado en el numeral 5.1 del presente informe.

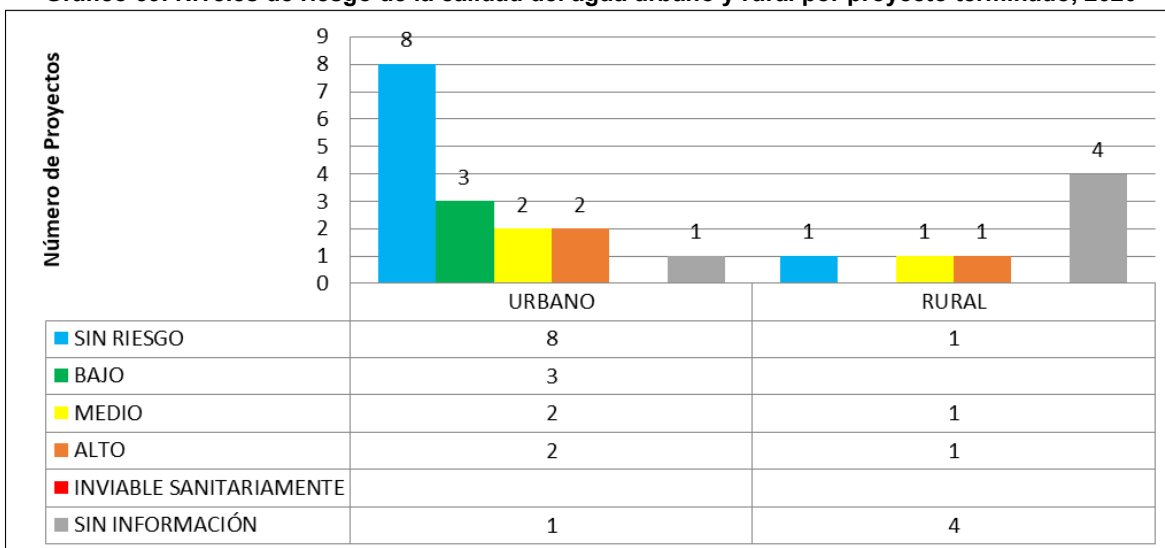
Gráfico 38. Niveles de riesgo de la calidad del agua por proyecto terminado, 2019 – 2020

Fuente: Cálculos VASB-MVCT a partir de SIVICAP y base de datos VASB proyectos terminados, vigencias 2019-2020

De acuerdo con el gráfico, se observa un comportamiento similar en los niveles de riesgo de la calidad del agua de los municipios donde fueron ejecutados los proyectos. Adicionalmente, para los años analizados no se tiene información de la calidad del agua del 13% y 22% de los municipios donde se desarrollaron los proyectos en las vigencias 2019 y 2020 respectivamente, razón por la cual se desconoce sus niveles de riesgo.

Los proyectos que son presentados al mecanismo de viabilización del MVCT, no siempre corresponden a municipios con suministro de agua no apta para el consumo humano. Las entidades territoriales presentan proyectos ante este mecanismo, dependiendo de la necesidad puntual del respectivo municipio en términos de prestación de los servicios públicos domiciliarios, ya sea en la mejora de su infraestructura o en el aseguramiento; así como también de su disponibilidad de recursos para inversión.

Considerando lo anterior, para la zona urbana y rural en la vigencia 2020, los proyectos ejecutados presentan los siguientes niveles de riesgo (Gráfico 39):

Gráfico 39. Niveles de riesgo de la calidad del agua urbano y rural por proyecto terminado, 2020

Fuente: Cálculos VASB-MVCT a partir de SIVICAP y base de datos VASB proyectos terminados, vigencia 2020

Se observa que los proyectos que son presentados ante el mecanismo de viabilización de Minvivienda, son desarrollados en su mayoría en la zona urbana de los municipios, considerando un mayor impacto en la población que puede ser atendida con la ejecución de proyectos en los sistemas de acueducto.

Es importante tener en cuenta que la mejora en el indicador de la calidad del agua no depende únicamente de la ejecución de proyectos asociados a la prestación de acueducto, sino también de una correcta operación, mantenimiento y aseguramiento de la prestación.

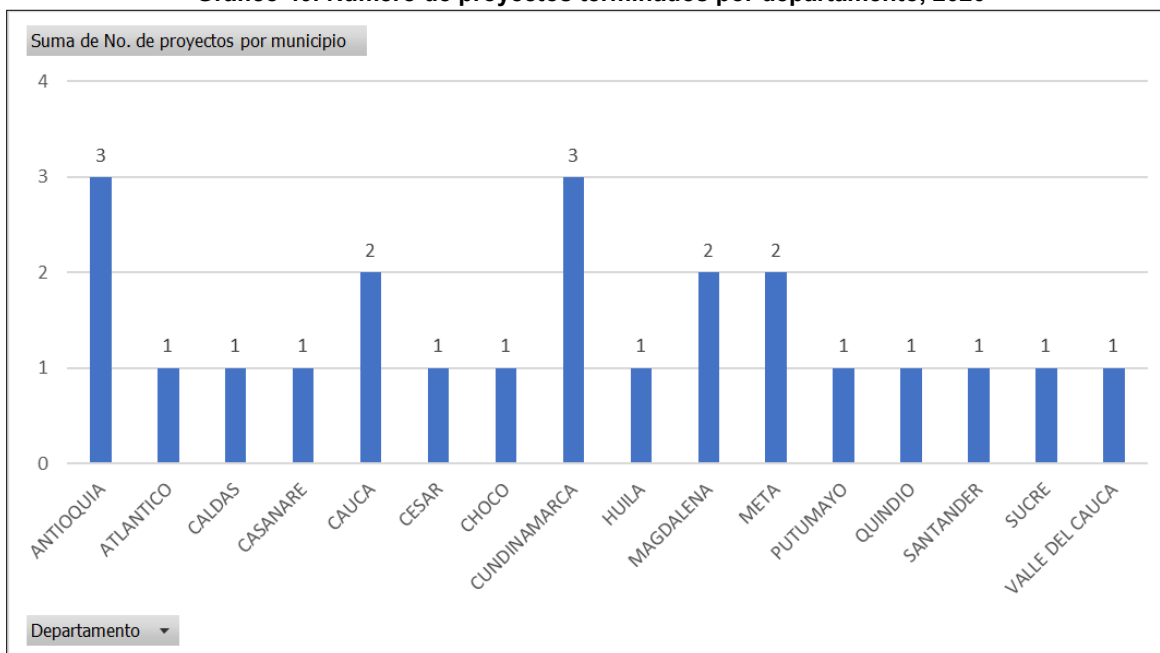
En consecuencia, la inviabilidad sanitaria en la calidad del agua no se relaciona solo a la infraestructura sino a su sostenibilidad y a las fallas en la operación que se presenten en los sistemas de suministro del sistema de acueducto.

Los proyectos que son presentados ante Minvivienda buscan el mejoramiento de los sistemas de acueducto del país; ahora bien, aquellos que son presentados como pre-inversión no inciden directamente en el mejoramiento de la calidad del agua, pero sí fortalece la intervención en territorio para el cumplimiento de los indicadores de prestación.

Adicionalmente, Minvivienda en el marco de sus competencias, brinda asistencias técnicas a las entidades territoriales, donde se busca la participación activa de los actores involucrados con el fin de estructurar esquemas de prestación de los servicios públicos eficientes, sostenibles y con visión regional, mediante el fortalecimiento institucional, la creación de empresas y la vinculación de operadores especializados, entre otros.

Por otra parte, los proyectos terminados en la vigencia 2020 se encuentran distribuidos en 16 departamentos del país, los cuales se encuentran desagregados a continuación (Gráfico 40):

Gráfico 40. Número de proyectos terminados por departamento, 2020



Fuente: Cálculos VASB-MVCT a partir de base de datos VASB proyectos terminados, vigencia 2020

5.3 Programas de agua y saneamiento básico liderados por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio

5.3.1 Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento (PDA)

Los PDA buscan lograr la armonización integral de los recursos y la implementación de esquemas eficientes y sostenibles en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de agua potable y saneamiento básico, teniendo en cuenta las características locales, la capacidad institucional de las entidades territoriales y personas prestadoras de los servicios públicos y la implementación efectiva de esquemas de regionalización.

Específicamente se asiste técnicamente en la elaboración de los Planes de Acción Municipal, documentos base para la identificación de necesidades y concertación de inversiones de nivel municipal, y los Planes Estratégicos de Inversiones (PEI), que se ejecutan por capítulos anuales.

En 2020, el Minvivienda participó con voz y voto en 103 sesiones de los 32 Comités Directivos del PDA, para la aprobación y modificación de estos instrumentos de planeación, adicionalmente participó en el proceso de revisión y aprobación de los Planes de Aseguramiento, Planes Ambientales, Planes de Gestión Social y Planes de Gestión del Riesgo. En 32 departamentos de Colombia⁴⁴ se asignaron recursos cercanos a \$6,99 billones para la vigencia 2020-2023, y la ejecución del Capítulo 2020 del PEI ascendió a la suma de \$1.05 Billones.

⁴⁴ Faltando únicamente el departamento del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

Los principales logros de la política del programa PDA se sintetizan a continuación:

- 928 municipios y 18 Áreas No Municipalizadas Vinculados al PDA (para un total de 946 entidades Territoriales).
- 750 municipios han mantenido o mejorado sus niveles de calidad de agua.
- 690 municipios aportan sus recursos del Sistema General de Participaciones de Agua Potable y Saneamiento Básico (SGP-APSB) al Patrimonio Autónomo FIA.
- \$9,02 billones manejados en las fiducias de los PDA.
- \$7,90 billones ejecutados en el marco de los PDA.

Es de resaltar que en el marco de la implementación Compromiso por Colombia, entre el 16 de octubre y el 31 de diciembre de 2020, se asignaron recursos por valor de \$436.488 millones a proyectos de infraestructura del sector, los cuales se ejecutarán a través de los PDA.

5.3.2 Estrategia asistencia técnica en la implementación del Programa Cultura del Agua

Cultura del Agua es un programa técnico pedagógico orientado a la construcción de cultura del cuidado, protección y uso racional y sostenible del recurso hídrico, basado en el desarrollo de procesos educativos de carácter permanente.

El programa es implementado por medio de metodologías diferenciales, que son aplicadas dependiendo del tipo de población asistida. Los talleres están dirigidos a docentes de preescolar y básica primaria, funcionarios de los Gestores Departamentales de los PDA, líderes comunitarios, técnicos en saneamiento, promotores de salud, funcionarios de empresas de servicios públicos, autoridades municipales, líderes indígenas, secretarías de educación y salud, SENA, universidades, Corporaciones Autónomas Regionales, habitantes de los proyectos de vivienda gratuita, entre otros.

Dentro de los contenidos temáticos abordados en las capacitaciones se encuentran: Uso eficiente y ahorro del agua, almacenamiento y manipulación adecuada del agua, prácticas sanitarias para el tratamiento casero, el cuidado y protección del agua para consumo humano, micro medición, consumo y tarifas, pago de los servicios.

El Minvivienda no tiene un presupuesto asignado para la implementación del programa. Los costos asociados a las capacitaciones y que se relacionan con los aspectos logísticos para los talleres de capacitación presenciales están a cargo de los gestores del PDA quienes dentro del Plan de Gestión Social del PDA incluyen estas capacitaciones y por las empresas de servicios públicos interesadas en desarrollar procesos educativos para los usuarios de los servicios públicos domiciliarios.

Durante el año 2020 en razón a las cuarentenas ocasionadas por la pandemia generada por el COVID-19 no se pudieron realizar talleres de capacitación presenciales. Todas las capacitaciones realizadas fueron virtuales.

En consecuencia, entre enero y diciembre de 2020 se capacitaron 414 personas a través de 13 talleres, los cuales se describen en la siguiente Tabla 22:

Tabla 22. Resultados Programa Cultura del Agua enero- diciembre de 2020.

Departamento	Descripción	Talleres	Capacitados
Cauca	Taller de Capacitación a Docentes Programa la Cultura del Agua	1	12
Cauca	Taller de formación a funcionarios y contratistas de EMCASERVICIOS en la Importancia del Gestión Social y la Cultura del Agua en el sector de AP y SB	1	70
Caldas	Taller de capacitación a docentes líderes de la estrategia Clubes defensores del Agua del departamento de Caldas sobre "La Cultura del Agua en Tiempos de Pandemia y Estrategias didácticas para trabajar la cultura del Agua en Casa". municipios de La Dorada, Norcasia, Samaná, La Victoria y Marquetalia	1	31
Caldas	Taller de capacitación a docentes líderes de la estrategia Clubes defensores del Agua del departamento de Caldas sobre "La Cultura del Agua en Tiempos de Pandemia y Estrategias didácticas para trabajar la cultura del Agua en Casa". Municipios Manzanares, Salamina, Pácora, Aguadas, Marulanda y Pensilvania	1	37
Caldas	Taller de capacitación a docentes líderes de la estrategia Clubes defensores del Agua del departamento de Caldas sobre "La Cultura del Agua en Tiempos de Pandemia y Estrategias didácticas para trabajar la cultura del Agua en Casa". Municipios Anserma, Benalcázar, Risaralda, San José y Viterbo	1	27
Caldas	Taller de capacitación a docentes líderes de la estrategia Clubes defensores del Agua del departamento de Caldas sobre "La Cultura del Agua en Tiempos de Pandemia y Estrategias didácticas para trabajar la cultura del Agua en Casa". Municipios Filadelfia, La Merced, Marmato, Riosucio y Supía y profesionales de los PDA de 5 Departamentos.	1	42
Caldas	Taller de capacitación a docentes líderes de la estrategia Clubes defensores del Agua del departamento de Caldas sobre "La Cultura del Agua en Tiempos de Pandemia y Estrategias didácticas para trabajar la cultura del Agua en Casa". Municipios Aranzazu, Chinchiná, Manizales, Neira, Palestina y Villamaría y profesionales de los PDA de 6 departamentos.	1	38
Santander	Taller de Capacitación a Líderes Comunitarios y funcionarios CORPACENTRO y ECOPETROL "Cultura del Agua en Tiempos de Pandemia". Corregimiento el Centro municipio de Barrancabermeja.	1	24
Santander	Taller de Capacitación a Líderes Comunitarios y funcionarios CORPOAYARIMA y ECOPETROL "Cultura del Agua en Tiempos de Pandemia". Corregimiento Yarima municipio de San Vicente del Chucurí.	1	12
Boyacá	Taller de capacitación a docentes líderes de la estrategia Clubes defensores del Agua de la ciudad de Tunja y Veolia Aguas Tunja sobre "La Cultura del Agua en Tiempos de Pandemia y Estrategias didácticas para trabajar la cultura del Agua en Casa".	1	14
Quindío	Foro "Cultura del Agua en Tiempos de COVID-19" dirigido a sector Educativo y PDA del departamento del Quindío.	1	30

Departamento	Descripción	Talleres	Capacitados
Nariño	Taller de capacitación a docentes líderes de los PRAES del departamento de Nariño tema: “La Cultura del Agua en Tiempos de Pandemia y Estrategias didácticas para trabajar la cultura del Agua en Casa”.	1	61
Cesar	Taller de Capacitación a ESP, Corpocesar y PDA del departamento del Cesar en la estrategia Clubes Defensores del Agua Programa- Cultura del Agua”	1	16
Total		13	414

Fuente: Subdirección de Desarrollo Empresarial – Minvivienda (2021)

5.3.3 Programa Aseguramiento de la Prestación

En el marco de los Planes Departamentales de Agua, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio ha brindado apoyo y asistencia técnica en el fortalecimiento institucional con el objetivo de asegurar la prestación eficiente y a costos razonables de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo, mejorando los indicadores de cobertura, continuidad y calidad para garantizar la sostenibilidad en la prestación de estos.

En adelante de dicho programa, se desarrollan los Planes de Aseguramiento de la Prestación, que es el documento que contiene el conjunto de acciones operativas, técnicas, administrativas, comerciales, financieras a implementar por los diferentes actores municipales y regionales con competencia en la prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo que permitan fortalecer las capacidades de los municipios o empresas prestadoras y garantizar, en el mediano y largo plazo, la sostenibilidad de las inversiones y de la prestación de los servicios.

Durante la vigencia 2020, se emitió concepto favorable al documento Plan de Aseguramiento por \$28.206.604.627, en dieciocho departamentos: Antioquia, Atlántico, Arauca, Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cauca, Córdoba, Cundinamarca, Guaviare, Huila, Magdalena, Nariño, Risaralda, Tolima, Valle del Cauca y Vaupés.

Adicionalmente, en la vigencia 2020 se contemplaron acciones en el marco de los Planes de Aseguramiento de la Prestación de los Servicios de Agua Potable, en diferentes actividades con incidencia en la calidad de agua en los departamentos de: Antioquia, Bolívar, Caldas, Córdoba, Cundinamarca, y Magdalena por valor de \$4.500.051.293, a continuación, se describen las diferentes acciones (Tabla 23):

Tabla 23. Planes de Aseguramiento de la Prestación de los Servicios de Agua Potable vigencia 2020

Departamento	Municipios	Monto	Actividades
Antioquia	Argelia, Cisneros, Dabeiba, Entrerrios, Giraldo, Itagüi, Murindó, San Francisco, Vigía del Fuerte y Zaragoza	\$38.000.000	Asistencia técnica y acompañamiento, a través de capacitaciones que permita el mejoramiento del índice de Riesgo de Calidad del Agua-IRCA.
Bolívar	Talaigua, Cicuco, Mompo, Arenal del Sur, Regidor, Río Viejo, Achí, Pinillos, San Jacinto del Cauca, El Guamo, Córdoba, Simití, Arroyohondo, San Pablo	\$430.000.000	CALIDAD DE AGUA Seguimiento a los resultados de los parámetros establecidos para determinar la calidad de agua. -Revisar los municipios que cuentan con un índice de riesgo de calidad de agua mayor a 5. -Realizar seguimiento a los resultados de las muestras de laboratorio

Departamento	Municipios	Monto	Actividades
			<p>tomadas por la entidad competente en el territorio e identificar posibles aspectos que estén afectando la calidad de agua asociados a la operación del sistema.</p> <p>Mejoramiento de los parámetros de cálculo de la calidad de agua (IRCA) que dependan de la operación de los sistemas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realizar capacitaciones a los operadores de las plantas de tratamiento en procesos de potabilización de agua y uso de los equipos básicos de laboratorio. - Intervenir mediante capacitaciones en aquellos procesos identificados en el producto anterior que estén afectando la calidad de agua y sean producto de la mala operación.
Caldas	Anserma, Salamina, Samaná Chinchiná, Neira, Pensilvania, Manizales, Marulanda, Riosucio, Manzanares, Filadelfia.	\$119.825.860	<p>"Técnico Operativo"</p> <p>Buenas prácticas en tratamiento de agua y operación de equipos de laboratorio</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entrenamiento y asesoría en operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de agua potable. - Entrenamiento y asesoría en uso y toma de parámetros de calidad de agua con equipos de laboratorio de cada sistema. - Entrenamiento y asesoría en uso y toma de parámetros de calidad de agua con equipos de laboratorio de cada sistema. - Entrenamiento y asesoría en interpretación de resultados obtenidos en la toma de muestras de calidad de agua. - Definición de un manual de operación y mantenimiento y material audiovisual para las adecuadas practicas operativas del personal.
Córdoba	<p>URBANO: Puerto Libertador, Ayapel, Valencia, Tierralta, Cotorra, San Bernardo del Viento y Moñitos.</p> <p>RURAL: Santa Isabel y las veredas Santa Fe, La Esperanza y Tres Vindes</p>	\$690.000.000	<p>Acompañamiento técnico para el mejoramiento operacional del servicio de acueducto</p> <ul style="list-style-type: none"> - Implementar manuales técnicos y operativos - Elaboración e implementación del manual de toma de muestras de control y de vigilancia para los municipios <p>Manual de procedimientos para el mantenimiento de las unidades de tratamiento y tanques de almacenamientos y la implementación del mismo</p>

Departamento	Municipios	Monto	Actividades
			Elaboración e implementación de manual de los procesos de potabilización del agua
Cundinamarca	Anolaima, Arbeláez, Caparrapí, Chaguani, El Peñón, Guataquí, Guayabal de Siquima, Jerusalén, Junín, La Palma, Medina, Nocaima, Pasca, Silvania, Tena, Topaipí, Venecia, Viotá, Yacopí y Zipacón	\$1.426.820.000	Fortalecimiento técnico y operativamente a 20 prestadores en sistemas de tratamiento de agua potable con buenas prácticas de operación de PTAP, así: *Capacitación en Buenas Prácticas Sanitarias * Dotación de Instrumentación y equipos de laboratorio para 20 sistemas. * Fortalecimiento técnico - operacional de 10 PTAP.
Magdalena	Guamal, Santa Bárbara de Pinto, San Sebastián de Buena vista, Corregimientos: Pueblo viejo (cabecera y corregimientos), Cauca, San Pedro, Veladero, San Rafael, Barranco de Chiloa, El Trébol	\$1.795.405.433	- Implementación Plan de Capacitación en aspectos técnicos y operativos dirigidos al personal de entidad prestadora - Capacitación en el manejo y control de la calidad del agua para el consumo humano, definición de dosis óptimas y seguimiento del funcionamiento operativo del sistema de tratamiento - Capacitación en operación sistema de acueducto (captación, tratamiento, almacenamiento y distribución) - Gestión de la calidad del agua, Asistencia técnica en la toma de muestras de calidad del agua (contra muestra) y para verificar suministro de agua sin riesgo en las redes de acueducto. - Asistencia técnica y operativa en sistemas de tratamiento Agua potable

Fuente: Subdirección de Desarrollo Empresarial – Minvivienda (2021)

5.3.4 Seguimiento de proyectos

En el ejercicio del seguimiento a los proyectos del sector de APSB, el Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico gestionó, al 31 de diciembre de 2020, la ejecución de 388 proyectos por medio de diferentes programas de inversión implementados a nivel nacional para garantizar el avance en las condiciones de acceso APSB de la población colombiana. La inversión total asciende a \$4.4 billones, de los cuales la Nación aporta \$2,4 billones y con recursos de Contrapartida \$1,8 billones. De ese total, al 31 de diciembre de 2020 se encontraban:

- En ejecución: 152 proyectos por \$2,4 billones.
- En contratación: 14 proyectos por \$202.760 millones.
- Por contratar: 107 proyectos por \$1.13 billones.
- Contratados: 20 proyectos a la espera del inicio de obras por \$180.421 millones
- Por reactivar: 95 proyectos por \$558.832 millones

Asimismo, en el periodo comprendido entre enero y diciembre de 2020, se terminaron 58 proyectos de APSB que benefician a 2.572.165 personas con una inversión total de \$483.200 millones, de los cuales la Nación aportó \$207.122 millones. También se inició la ejecución de 67 proyectos, por valor de \$334.324 millones, de los cuales la Nación aporta \$178.738 millones que beneficiarán a 2.462.996 personas en el territorio nacional.

5.3.5 Programa Abastecimiento de Agua y Manejo de Aguas Residuales en Zonas Rurales – AECID

El Minvivienda y la Cooperación Española desarrollan el Programa de Abastecimiento de Agua y manejo de Aguas Residuales en Zonas Rurales, que hace parte del convenio de financiación COL-035B suscrito entre el Ministerio y el Instituto de Crédito Oficial del Gobierno Español, en febrero de 2013. Los aportes iniciales corresponden, por un lado, a \$7.930 millones aportados por el gobierno colombiano y €13,8 millones de la cooperación española, para un valor total del programa de \$54.437 millones. El programa se focaliza en las zonas rurales de los municipios de Fonseca (La Guajira), San Onofre (Sucre) y Totoró (Cauca).

Con corte a diciembre de 2020, los tres proyectos territoriales continúan en el proceso de viabilización. En el municipio de Fonseca (La Guajira), el proyecto se presentó al mecanismo del VASB, obteniendo su viabilidad en el mes de diciembre de 2020. En Totoró (Cauca) y San Onofre (Sucre), los proyectos fueron presentados ante los mecanismos de viabilidad de regalías, el primero al Órgano Colegiado de Administración y Decisión (OCAD) PAZ y el segundo al mecanismo departamental, y actualmente se encuentran en ajustes de documentación, de acuerdo con lo solicitado por cada mecanismo.

Los beneficiarios directos de estos proyectos son 2.692 personas en la zona rural de Fonseca, del Corregimiento de El Hatico y las veredas La Laguna y Guamachal, con una inversión de \$20 mil millones de pesos que permitirán la construcción de los sistemas de acueducto y alcantarillado. Para el municipio de Totoró, se tienen previstos 7.606 habitantes de 17 veredas de la zona indígena del municipio y una zona campesina, con una inversión de \$62 mil millones, con cierre financiero con aportes de la Gobernación del Cauca (\$15.000 millones), Municipio de Totoró (\$1.300 millones), PDA-Cauca (\$5.000 millones) y el resto por el Programa de Cooperación Española y Nación.

De igual forma, en San Onofre, 3.996 habitantes se beneficiarán, con una inversión de \$20.500 millones, para las zonas veredales La Libertad y Sabanetica, en donde se desarrollarán obras de acueducto y alcantarillado con la construcción adicional del sistema de tratamiento de aguas residuales. La PTAP queda con capacidad para abastecer las localidades de San Antonio y Labarcé, las cuales pertenecen a la zona rural de San Onofre (Sucre).

Actualmente se están actualizando los instrumentos de planeación con la Cooperación - AECID y de acuerdo con los recursos disponibles en el programa se definen las respectivas construcciones de las obras.

5.3.6 Contrato de Préstamo Banco Interamericano de Desarrollo 2732/OC-CO. Programa de Abastecimiento de Agua y Manejo de Aguas Residuales en zonas Rurales.

El programa contribuye al incremento de la cobertura de servicios eficientes y sostenibles de abastecimiento de agua y manejo de aguas residuales en comunidades rurales, a través de inversiones en infraestructura, desarrollo comunitario y fortalecimiento institucional de prestadores. El empréstito se encuentra vigente hasta el 30 de diciembre de 2021, por USD 30 millones, de los cuales se han comprometido recursos por el 100% del total del empréstito y desembolsados efectivamente, USD 27.3 millones, para adelantar los proyectos en ejecución relacionados en la siguiente tabla, proyectos Ejecución BID Rurales enero - diciembre 2020 (Tabla 24).

Tabla 24. Proyectos Ejecución BID Rurales enero - diciembre 2020

Municipio	Proyecto	Total Proyecto	% Avance
Manaure	Proyecto modelo distribución seis pilas públicas de Casa Azul: La Tuna, Arroyo Limón, Porky, Santa Rosa y Atapú, sostenibilidad y fortalecimiento, cogestores, PTAP y adquisiciones.	\$5.831.908.154	97%
Caloto	Construcción PTAP, optimización redes de abastecimiento y saneamiento básico vereda ASOALMA	\$4.304.319.044	100%
Trujillo	Construcción PTAP, redes de abastecimiento y soluciones individuales de saneamiento vereda Culebras	\$3.338.284.571	100%
Puerto Caicedo	Fase II - sistema de ultrafiltración 601 unidades.	\$741.000.000	0%
Aracataca	Construcción de alcantarillado sanitario corregimientos Buenos Aires y Sampués, línea de impulsión y EBAR	\$9.600.649.725	78%
Riofrío	Sistema alcantarillado y construcción PTAR corregimiento de Salónica	\$6.694.355.635	70%
Sabanalarga	Construcción de alcantarillado sanitario del corregimiento de La Peña.	\$4.846.862.317	100%
Sabanalarga	Construcción de PTAR e intradomiciliarias del corregimiento de La Peña.	\$9.387.875.643	13%
Coyaima	Construcción del acueducto de la vereda Santa Marta	\$2.854.568.889	15%
Alpujarra	Estructuración y formulación del proyecto construcción acueducto veredal Vega de Gramal y Los Medios	\$5.706.535.865	20%
Fortalecimiento	Programa de fortalecimiento empresarial y desarrollo sostenible.	\$714.000.000	70%

Fuente: Dirección de Infraestructura y Desarrollo Empresarial - Minvivienda (2021)

Entre enero y diciembre de 2020 se brindó asistencia técnica, para los modelos post-construcción y tres proyectos adelantados por los PDA, con el objetivo de desarrollar el capítulo fortalecimiento empresarial, para los prestadores de servicios públicos de acueducto y alcantarillado, en las veredas La Peña, Aguada de Pablo, Santa Marta el Gramal y Los Medios.

5.3.7 Todos por el Pacífico

Este programa tiene por objeto la construcción de sistemas de acueducto y alcantarillado en los municipios que se encuentren vinculados. El monto del programa asciende a los \$103.693 millones, que, sumado a los rendimientos financieros con corte a 31 de diciembre

de 2020, resulta un valor cercano a los \$140.800 millones de pesos. Con la finalización de este programa se espera beneficiar a 94.126 habitantes del Chocó.

Durante el 2020, no se terminaron obras, debido a que los cuatro proyectos que estaban en ejecución, con avances cercanos al 70%, tuvieron que ser suspendidos por la emergencia sanitaria, económica y ambiental ocasionada por el COVID-19.

A diciembre de 2020, se adelanta el proceso de fortalecimiento institucional con las empresas prestadoras de los servicios públicos del Chocó, que hacen parte del Programa “Todos por el Pacífico”, como son Tadó, Nuquí, El Atrato, Bahía Solano, Acandí, Capurganá y Nóvita, en acciones para garantizar, en el mediano y largo plazo, la sostenibilidad de las inversiones y la viabilidad de la prestación de los servicios.

5.3.8 Programa de Conexiones Intradomiciliarias (PCI)

El PCI viene implementándose desde el año 2012 como solución a la falta de conectividad a los servicios de acueducto y alcantarillado en hogares colombianos de estratos 1 y 2. Tiene como objetivo fomentar el acceso a dichos servicios públicos mediante la construcción o mejoramiento de las conexiones intradomiciliarias y domiciliarias, cuando técnicamente se requieran⁴⁵. La materialización de las conexiones intradomiciliarias requiere del desarrollo preliminar de varias etapas, cuyas actividades se planifican en un cronograma que contempla un rango de tiempo de aproximadamente 12 meses⁴⁶.

El desarrollo del cronograma está condicionado principalmente a la disponibilidad presupuestal de los recursos con los cuales se financian los proyectos de conexiones intradomiciliarias⁴⁷. El avance a diciembre de 2020 se resume en la Tabla 25:

Tabla 25. Nuevas conexiones intradomiciliarias Minvivienda enero - diciembre 2020

Meta cuatrienio 2019-2022	Meta anual	Estado cumplimiento de la meta	Proyectos
10.000 nuevas conexiones intradomiciliarias	2019: 916 conexiones	CUMPLIDA. Obras financiadas y ejecutadas en el marco del Contrato Interadministrativo de Gerencia de Proyectos No. 440 de 2015 suscrito Minvivienda y ENTerritorio.	Tres proyectos viabilizados, terminados y con obras entregadas que beneficiaron a 2.931 habitantes: <ul style="list-style-type: none"> • Cotorra- Córdoba: 376 conexiones construidas. • La Apartada - Córdoba: 188 conexiones construidas. • Puerto Berrio- Antioquia: 352 conexiones construidas
	2020: 2.500 conexiones	Cuenta con recursos de las vigencias 2019 y 2020, comprometidos en el marco del Contrato Interadministrativo de Gerencia de Proyectos No. 859 de	Cinco proyectos viabilizados y en fase de ejecución de obras: María La Baja- Bolívar, Sabanas de San Ángel- Magdalena, Astrea – Cesar, Tadó y Atrato -Chocó.

⁴⁵ El programa actualmente se desarrolla bajo la estrategia del Programa CDVD del MCVT que tiene como meta en el PND 2018–2022 materializar 10.000 nuevas conexiones.

⁴⁶ Seis meses para estructuración, viabilización y contratación, y seis meses para ejecución de obras.

⁴⁷ En este sentido y teniendo en cuenta que la liberación de los recursos por parte del MHCP se efectuó en junio de 2019, el desarrollo de las etapas de estructuración, viabilización, contratación del ejecutor e inicio de obras, tuvieron que ser replanteadas a partir del mes de junio de 2019.

Meta cuatrienio 2019-2022	Meta anual	Estado cumplimiento de la meta	Proyectos
		2019 suscrito entre Minvivienda y ENTerritorio.	
	2021: 3.292 conexiones	Cuenta con recursos asignados por \$6.813.555.723 de las vigencias 2020 y 2021 para la implementación del PCI en los municipios de Manatí y Campo de la Cruz – Atlántico, para el cumplimiento parcial de la meta (827 conexiones). A 31 de diciembre de 2020 los proyectos se encuentran viabilizados.	
	2022: 3.292 conexiones	Sin recursos asignados.	

Fuente: Subdirección de Programas - Minvivienda (2021).

Con la ejecución de los proyectos se espera dar cumplimiento a la meta anual correspondiente al inicio de la materialización de las 2.500 nuevas conexiones intradomiciliarias apoyadas financieramente⁴⁸. En la Tabla 26 se relaciona del estado de avance de los proyectos a diciembre de 2020:

Tabla 26. Avance en la ejecución de proyectos PCI

Municipio	Recursos asignados	Potencial	Diagnósticos aprobados	En intervención	Terminadas
María La Baja	\$3.791.662.873	550	505	56	240
Sabanas San Ángel	\$2.981.238521	524	426	67	210
Astrea	\$1.934.543.141	258	233	3	100
Tadó	\$4.353.977.522	633	550	45	445
Atrato	\$5.284.377.830	619	615	20	376
Total	\$18.345.799.88	2.584	2.329	191	1.371

Fuente: Subdirección de Programas - Minvivienda (2021).

⁴⁸ La actual emergencia sanitaria podría afectar y alterar el cumplimiento del cronograma establecido para la entrega de obras al 30 de diciembre de 2020.

6 CONCLUSIONES

Respecto al nivel de riesgo de la calidad del agua en el país de las muestras de vigilancia reportadas en SIVICAP, se observa una mejora en el resultado del IRCA nacional y el IRCA correspondiente a la zona urbana, mientras que, el IRCA en el área rural se mantiene en el nivel de riesgo alto, lo que implica un mayor riesgo en el consumo para esta área. Adicionalmente, el mayor riesgo también se observa en los autoabastecedores (68% de las muestras analizadas presentó algún riesgo en el consumo, frente a un 19% de las muestras analizadas para personas prestadores).

Un aspecto para resaltar en el comportamiento del muestreo y análisis de las muestras de vigilancia es que se observa una disminución en la vigilancia de la calidad del agua, generalmente para los primeros trimestres de cada año, desde que el reporte se hace obligatorio en el año 2007.

Lo anterior, puede atribuirse principalmente a demoras en la contratación del personal que realiza las acciones de IVC.

Particularmente, para el año 2020 se observaron dificultades en el transporte de las muestras debido a falta de recursos, dificultad en el acceso, así como restricciones debidas a la pandemia, distancia del punto de muestreo y el punto de entrega para su análisis, así como una mayor demora en el inicio de las contrataciones, por un lado, debido a la posesión de Gobernadores y Alcaldes y de otra parte, por la destitución de muchos mandatarios investigados por irregularidades en contratación durante el primer semestre de 2020.

Lo anterior, también se vio fuertemente influenciado por la pandemia por COVID-19, lo que impactó la vigilancia de la calidad del agua en el país principalmente debido a:

- Dificultad en el acceso y movilización del personal de IVC en algunos municipios declarados libres de COVID-19 al inicio de la pandemia.
- Priorización de acciones en algunas DTS relacionadas con COVID-19, dejando de un lado la vigilancia de la calidad del agua.
- Situación de emergencia en algunos Departamentos y municipios (Ej. Chocó, Amazonas y San Andrés).
- Técnicos con restricciones para realizar acciones de IVC por edad y otros factores de riesgo relacionados con COVID-19.

En términos generales, se mantienen las dificultades a nivel de las Direcciones Territoriales de Salud – DTS para contar con el personal e insumos suficientes para realizar las acciones de IVC, el muestreo y el reporte de manera oportuna y permanente en SIVICAP, acorde con lo definido por la normativa colombiana en esta materia.

De otra parte, es necesario fortalecer la capacidad diagnóstica de laboratorios en todas las regiones del país, en cuanto al incremento en los análisis de las características que presenta efecto adverso sobre la salud y que estos ensayos se encuentren acreditados, lo anterior, debido a que la oferta actual es insuficiente, y no permite la generación de alertas sobre la ingesta de estas sustancias.

Lo anterior, también se ve influenciado por la falta de información y análisis de características consideradas con riesgo asociado a las condiciones de calidad de las

cuencas abastecedoras de sistemas de suministro de agua para consumo humano, las cuales deben ser identificadas en los mapas de riesgo de la calidad del agua. Un poco más del 50% de los mapas cuentan con esta información.

Respecto al análisis de eventos vehiculados a través del agua, se estimó el riesgo de infección y número de casos anuales de EDA con base en información de la concentración y presencia de *E. coli* reportada en SIVICAP y para los departamentos que presentan una mayor notificación, se pudo observar un riesgo diferenciado mayor para los autoabastecedores respecto a los prestadores, y en el área rural por encima del área urbana.

En cuanto a la asociación de eventos ambientales y la calidad de agua para consumo humano en Colombia, se observó una tendencia (patrón) temporal homogéneo en los reportes del IRCA a escala nacional y departamental. Sin embargo, en dos periodos, se observó una disminución de la calidad del agua destinada para consumo humano según el IRCA: i) entre semanas epidemiológicas 18 a 25 y ii) entre semanas epidemiológicas 32 a 39. Durante estos dos periodos, los valores del IRCA para el país presentaron un 11%, que según la Resolución 2115 de 2007 se considera en nivel de riesgo bajo, es decir agua no apta para consumo humano, susceptible de mejoramiento.

No obstante lo anterior, sin la adecuada planeación y provisión de recursos al nivel territorial y regional, el apoyo decidido y coordinado de las autoridades ambientales, y la oferta de laboratorios para el análisis de los parámetros que se identifiquen en los mapas de riesgo, no será posible establecer el nivel de riesgo real en la calidad del agua en todos los territorios, para que el muestreo, análisis y reporte de calidad de agua, y en consecuencia las acciones de Inspección, Vigilancia y Control se lleven a cabo conforme a lo dispuesto en la normativa vigente.

Además de lo señalado, en el marco de la nueva competencia de la SSPD, el análisis a las muestras tomadas del agua suministrada por los 86 prestadores en 96 municipios priorizados, permitió confirmar la existencia de características que no estaban siendo analizadas en las muestras de vigilancia tomadas por la autoridad sanitaria (vigilancia) o por el prestador (control), como por ejemplo para *Cryptosporidium* y *Giardia*, cuyo plazo de análisis tenía como último término el año 2015.

En la vigencia de 2020, para el grupo de prestadores priorizados que no contaba con información de vigilancia de calidad del agua en SIVICAP 2016-2019, se identificaron parámetros de especial interés, por los efectos que causan sobre la salud humana. Se identificó *Giardia* en los municipios de Marsella (Risaralda), Amagá (Antioquia), Sabaneta (Antioquia), Garzón (Huila); Íquira (Huila). Por su parte *Cryptosporidium* se halló en muestra tomada en el municipio de Garzón (Huila).

Los parámetros que presentaron mayor incumplimiento para el grupo sin información SIVICAP 2016-2019 son: Coliformes totales (43 muestras), cloro libre (35 muestras), *Escherichia coli* (32 muestras) y color aparente (28 muestras). Para el grupo COVID-19 los parámetros con mayor incumplimiento son Coliformes totales (32 muestras), color aparente (21 muestras), turbiedad (14 muestras) aluminio y cloro libre con trece muestras cada uno.

En el análisis para el grupo de prestadores priorizados por no contar con información de vigilancia de calidad del agua en SIVICAP 2016-2019, por grupos de características se

identificó mayor incumplimiento en las características microbiológicas; en particular la característica Coliformes totales, que se presentó en el departamento de Antioquia en los municipios de Amagá, Caldas, Ebéjico, Envigado, Puerto Berrio, Sabaneta, y Zaragoza y en el departamento de Cundinamarca en los municipios de Albán, Cogua, Granada, La Mesa, Tabio, Tena y Tenjo.

Por su parte, en el grupo COVID-19 el mayor incumplimiento de esta característica microbiológica se presentó en el departamento de Antioquia, en los siguientes municipios: Armenia, Olaya, Puerto triunfo y Titiribí y en el departamento de Magdalena en los municipios de Chivoló, Pijiño del Carmen y Zona Bananera.

Respecto a las muestras analizadas en el grupo COVID-19, 23 de las 60 muestras presentan resultados de agua apta para el consumo humano. Los resultados se distribuyen de la siguiente manera: una muestra riesgo bajo, 20 riesgo medio, 14 riesgo alto y dos invariable sanitariamente.

Sin embargo, para el grupo de prestadores priorizados por no contar con información de vigilancia de calidad del agua en SIVICAP 2016-2019, el 74% de las muestras registraron un nivel de riesgo de calidad de agua “Inviabile Sanitariamente”, “Alto”, “Medio” y “Bajo”, situación que evidencia problemas estructurales, operativos y de planeamiento de los sistemas de potabilización de acueductos en ciertos municipios.

Además de los resultados obtenidos en cuanto a la vigilancia de la calidad de agua, Minvivienda ha contribuido con una inversión de \$141.076.260.105 pesos, para el beneficio de la población en todo el territorio nacional mediante la dotación de infraestructura para el abastecimiento de agua y saneamiento a través de sus programas y proyectos.

Es importante señalar que la sola ejecución de estos programas y proyectos no implica un mejoramiento inmediato de la calidad del agua para consumo humano de los municipios en el país, de ahí la necesidad de fortalecimiento institucional por parte de los entes territoriales para garantizar una correcta operación, mantenimiento y aseguramiento de la prestación del servicio público de acueducto.

Asimismo, a partir de la vigencia 2020, y según la depuración y revisión metodológica desarrollada por el Minvivienda y la SSPD sobre las muestras de vigilancia de calidad de agua exclusivamente tomadas en red de distribución, y asociadas a los prestadores del servicio público de acueducto, se encontró que, a nivel urbano, en 573 municipios se suministró agua “sin riesgo”; en 157 agua con nivel de riesgo “bajo”; en 117 con nivel de riesgo “medio”; 70 con nivel de riesgo “alto” y en 8 municipios se suministró agua con nivel de riesgo “inviabile sanitariamente”. En 177 municipios no hubo reporte de información en SIVICAP, todo esto por las limitaciones de las autoridades sanitarias en la toma de muestras por la emergencia sanitaria de la pandemia COVID-19, situación que se ve reflejada en la zona rural con 691 municipios donde se desconoce su calidad del agua; mientras que en los otros niveles de riesgo se registra una mejoría en número de municipios con información de calidad de agua registrada en SIVICAP.

7 ANEXOS

Anexo 1. Consolidado de proyectos de inversión en el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – APSB, terminados en el año 2020.

Anexo 1. Consolidado de proyectos de inversión en el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – APSB, terminados en el año 2020.											
N.	Depto.	Municipio	No. de proyectos por municipio	Definición área de prestación municipio beneficiado		IRCA promedio por proyecto 2019	Nivel de riesgo promedio por proyecto 2019	IRCA promedio por proyecto 2020	Nivel de riesgo promedio por proyecto 2020	Nombre del Proyecto	Valor Proyecto en pesos
1	ANTIOQUIA	Apartadó	1	Urbana		0,7	SIN RIESGO	4,1	SIN RIESGO	Optimización sistema de acueducto municipio de Apartadó	9.114.367.265
2	ANTIOQUIA	Jericó	1	Urbana		0,0	SIN RIESGO	0,0	SIN RIESGO	Construcción, ampliación y optimización del sistema de acueducto y alcantarillado urbano municipio de Jericó	8.130.703.318
3	ANTIOQUIA	Necoclí	1		Rural	S.D	S.D	0,0	SIN RIESGO	Construcción del plan maestro de acueducto del corregimiento el Totumo del municipio de Necoclí	6.365.122.249
4	ATLANTICO	Galapa	1	Urbana		0,0	SIN RIESGO	0,0	SIN RIESGO	Ampliación del sistema de almacenamiento de agua potable para el municipio de Galapa	3.775.431.628
5	CALDAS	Riosucio	1		Rural	S.D	S.D	S.D	S.D	Mejoramiento de acueducto y construcción de la planta de tratamiento de agua potable centro poblado Tumbabarreto municipio de Riosucio	2.139.394.744
6	CASANARE	Trinidad	1	Urbana		4,1	SIN RIESGO	8,8	BAJO	Ampliación de la red de distribución de agua potable y alcantarillado sanitario, para la zona de expansión entre calles 1 y 6 sur, y de la carrera 6" a la carrera 8" del municipio de Trinidad, departamento de Casanare	2.273.847.896
7	CAUCA	Caloto	1		Rural	S.D	S.D	S.D	S.D	Construcción del sistema de tratamiento de agua potable, optimización de las redes de abastecimiento y construcción de soluciones individuales de saneamiento para el sistema interveredal ASOALMA del municipio de Caloto	4.322.942.345
8	CAUCA	Popayán	1	Urbana		1,3	SIN RIESGO	S.D	S.D	Construcción de sedimentadores para la ampliación del caudal a 500 lps de la planta de	1.830.792.558

Anexo 1. Consolidado de proyectos de inversión en el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – APSB, terminados en el año 2020.											
N.	Depto.	Municipio	No. de proyectos por municipio	Definición área de prestación municipio beneficiado		IRCA promedio por proyecto 2019	Nivel de riesgo promedio por proyecto 2019	IRCA promedio por proyecto 2020	Nivel de riesgo promedio por proyecto 2020	Nombre del Proyecto	Valor Proyecto en pesos
										tratamiento de agua potable de Palace municipio de Popayán	
9	CESAR	La Paz	1	Urbana		16,7	MEDIO	9,0	BAJO	Construcción y optimización de las redes del sistema de acueducto en la cabecera municipal de la paz-departamento del Cesar fase ii	2.986.028.560
10	CHOCO	Quibdó	1	Urbana		0,6	SIN RIESGO	0,0	SIN RIESGO	Estudios y diseños a nivel de detalle, del sistema de tratamiento de lodos para las plantas de tratamiento de agua potable playitas 1 y 2 del municipio de Quibdó, Chocó	250.000.000
11	CUNDINAMA RCA	Chaguani*	1	Urbana		12.2**	BAJO**	11.6**	BAJO**	Construcción de conexiones intradomiciliarias para las zonas mas afectadas por el conflicto armado "zomac" de departamento de Cundinamarca	2.125.246.009
12	CUNDINAMA RCA	La Palma*		Urbana							
13	CUNDINAMA RCA	Paratebueno*		Urbana							
14	CUNDINAMA RCA	Pulí*		Urbana							
15	CUNDINAMA RCA	Viota*		Urbana							
16	CUNDINAMA RCA	Pandi	1	Urbana		3,1	SIN RIESGO	0,0	SIN RIESGO	Optimización de redes principales y construcción de redes secundarias acueducto regional de Pandi Cundinamarca fase III	1.702.522.308
17	CUNDINAMA RCA	Villetea	1		Rural	5,4	BAJO	35,9	ALTO	Construcción para la optimización del sistema acueducto y alcantarillado del centro poblado el puente municipio de Villetea	1.264.333.207
18	HUILA	Neiva	1	Urbana		0,0	SIN RIESGO	0,0	SIN RIESGO	Implementación de la sectorización segunda fase para la optimización de la red de acueducto del municipio de Neiva departamento del Huila	15.078.910.751
19	MAGDALENA	Aracataca*	1	Urbana		19.9**	MEDIO**	24.3**	MEDIO**	Construcción de las redes de acueducto y alcantarillado de los	29.519.963.930

Anexo 1. Consolidado de proyectos de inversión en el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – APSB, terminados en el año 2020.											
N.	Depto.	Municipio	No. de proyectos por municipio	Definición área de prestación municipio beneficiado		IRCA promedio por proyecto 2019	Nivel de riesgo promedio por proyecto 2019	IRCA promedio por proyecto 2020	Nivel de riesgo promedio por proyecto 2020	Nombre del Proyecto	Valor Proyecto en pesos
20	MAGDALENA	Ariguani*		Urbana						municipios de Aracataca, Nueva Granada, Ariguani, Plato y cerro de San Antonio, en el departamento del Magdalena	
21	MAGDALENA	Cerro San Antonio*		Urbana							
22	MAGDALENA	Nueva Granada*		Urbana							
23	MAGDALENA	Plato*		Urbana							
24	MAGDALENA	Ariguani	1	Urbana		21,1	MEDIO	29,1	MEDIO	Construcción de la línea de conducción de la ebap 2 a la ebap 3 del sistema de acueducto del municipio de Ariguani (poi 3)	5.387.214.653
25	META	Mesetas	1	Urbana		87,8	INVIABLE SANITARIAMENTE	68,6	ALTO	Ampliación y optimización del sistema de acueducto del municipio de Mesetas.	4.466.924.836
26	META	Vista Hermosa	1		Rural	78,6	ALTO	S.D	S.D	Construcción plan maestro de acueducto y alcantarillado centro poblado Maracaibo y vereda Guapaya bajo del municipio de Vista Hermosa	8.808.562.511
27	PUTUMAYO	Sibundoy	1	Urbana		27,7	MEDIO	53,2	ALTO	Rehabilitación y mejoramiento del sistema de acueducto del casco urbano del municipio de Sibundoy I etapa ola invernal municipio de Sibundoy-Putumayo	925.270.027
28	QUINDIO	Circasia	1		Rural	5,4	BAJO	S.D	S.D	Construcción de la línea de expansión del sistema de acueducto hacia el sector rural del municipio de Circasia sector hojas anchas y la cristalina	3.560.314.006
29	SANTANDER	Piedecuesta	1	Urbana		2,1	SIN RIESGO	1,9	SIN RIESGO	construcción del sistema de distribución de agua potable sector ciudad Teyuna fase II, municipio de Piedecuesta	2.725.757.354
30	SUCRE	Sincelejo	1	Urbana		0,0	SIN RIESGO	0,0	SIN RIESGO	Construcción del tramo II de la línea de aducción del campo de pozos san Jorge para el municipio de Sincelejo desde el k0+000 hasta k9+100 para el municipio de Sincelejo	20.909.791.629

Anexo 1. Consolidado de proyectos de inversión en el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – APSB, terminados en el año 2020.											
N.	Depto.	Municipio	No. de proyectos por municipio	Definición área de prestación municipio beneficiado		IRCA promedio por proyecto 2019	Nivel de riesgo promedio por proyecto 2019	IRCA promedio por proyecto 2020	Nivel de riesgo promedio por proyecto 2020	Nombre del Proyecto	Valor Proyecto en pesos
31	VALLE DEL CAUCA	Trujillo	1		Rural	50,0	ALTO	30,6	MEDIO	Construcción del sistema de tratamiento de agua potable, redes de abastecimiento y soluciones individuales de saneamiento para la vereda culebras del municipio de Trujillo	3.412.818.321
TOTAL			23	16 proyectos en zona urbana de 24 municipios	7 proyectos en zona rural de 7 municipios				VALOR TOTAL	141.076.260.105	

Fuente: Dirección de Infraestructura y Desarrollo Empresarial

* Municipio que hace parte de un mismo proyecto.

** IRCA promedio calculado a partir del IRCA de cada municipio que hace parte de un mismo proyecto.