



MINISTERIO DE SALUD  
Y PROTECCIÓN SOCIAL



# INCA 2021

Informe Nacional de  
Calidad del Agua para  
Consumo Humano





**MINISTERIO DE SALUD  
Y PROTECCIÓN SOCIAL**

## **REPÚBLICA DE COLOMBIA**

**GUSTAVO FRANCISCO PETRO URREGO**  
Presidente de la República

### **MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL**

**CAROLINA CORCHO MEJÍA**  
Ministra de Salud y Protección Social

**JAIME HERNÁN URREGO RODRÍGUEZ**  
Viceministro de Salud Pública y Prestación de Servicios

**Johana Marcela Barbosa Alfonso**  
Director de Promoción y Prevención

**Jairo Hernández Márquez**  
Subdirector de Salud Ambiental

**Martha Milena Contreras Portilla**  
Profesional de la Subdirección de Salud Ambiental

**Liliana Rojas Rodríguez**  
Contratista de la Subdirección de Salud Ambiental

## **MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO**

**CATALINA VELASCO CAMPUZANO**

Ministra

**ANÍBAL JOSÉ PÉREZ GARCÍA**

Viceministro de Agua y Saneamiento Básico

**Natalia Duarte Cáceres**

Directora de Política y Regulación

**Zayda Yaneth Sandoval Núñez**

Contratista de la Dirección Política y Regulación

**Gina Alejandra Bautista Rodríguez**

Profesional del Grupo Desarrollo Sostenible

**Ángela Liliana Mejía Bustacara**

Contratista del Grupo Desarrollo Sostenible

**Andrea Carolina Barriga Pérez**

Contratista del Grupo Desarrollo Sostenible

**Nohora Stella Tovar Rey**

Subdirección de Desarrollo Empresarial

**Juan Pablo Serrano Castilla**

Subdirección de Programas

# **INSTITUTO NACIONAL DE SALUD**

**HELVER GIOVANNI RUBIANO GARCÍA**

Director General

**ASTRID CAROLINA FLÓREZ SÁNCHEZ**

Directora Técnica Redes en Salud Pública (DRSP)

**Marysol González Hormiga**

**Paula Andrea Gardeazábal Acuña**

Referente nacional SIVICAP (DRSP)

**Andrea del Pilar Mojica Cotes**

Analista SIVICAP (DRSP)

**Franklyn Edwin Prieto Alvarado**

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

**Hernán Quijada Bonilla**

Subdirector de Análisis del Riesgo y Respuesta Inmediata en Salud Pública

**Iván Camilo Sánchez Barrera**

Coordinador Grupo ERIA (DVARSP)

**Amanda Carolina Mora Guzmán**

**Yuly Andrea Gamboa Marín**

**Cristian Camilo Rodríguez Quinchia**

**Iván Rodrigo Astros Fonseca**

**Lady Catalina Morales Guio**

Profesionales Grupo ERIA (DVARSP)

**Milena Borbón Ramos**

Coordinadora del Grupo Factores de Riesgo del Ambiente (DVARSP)

**Gina Polo**

**Juan Camilo Rojas**

**Mónica Carreño**

**Jorge Alberto Gamarra Cuéllar**

Profesionales del Grupo Factores de Riesgo Ambiental (DVARSP)

**Carlos Hernández Londoño**

Referente: enfermedad diarreica aguda (DVARSP)

**Edna Carolina Ávila Villabona**

Referente: hepatitis A (DVARSP)

**Juan Nicolás Pinzón Ulloa**

Visualización mapas SIVICAP (DVARSP)

## **SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS**

**DAGOBERTO QUIROGA COLLAZOS**

Superintendente de Servicios Públicos Domiciliarios

**JORGE ENRIQUE ESPITIA ZAMORA**

Superintendente delegado para Acueducto, Alcantarillado y Aseo

**Karen Amanda Bustos Pineda**

Coordinadora del Grupo de Estudios Sectoriales

**Melani Ailyn Caceres Piraján**

Profesional del Grupo de Estudios Sectoriales

**Luis Alberto Esguerra Amaya**

Profesional del Grupo de Estudios Sectoriales

**Marlon Jaramillo Zapata**

Profesional del Grupo de Estudios Sectoriales

**Willy Alberto Zambrano Chávez**

Profesional del Grupo de Estudios Sectoriales

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

**Ministerio de Salud y Protección Social**

Carrera 13 No. 32-76

Bogotá, Colombia

Enero de 2023



# Tabla de contenido

---

Glosario.....	10
Abreviaturas.....	13
Introducción.....	14
Capítulo 1. Antecedentes y marco normativo de la vigilancia y control de la calidad del agua en Colombia .....	17
Capítulo 2. Resultados de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en Colombia (2021).....	21
2.1. Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para consumo humano (IRCA) – cálculo, interpretación y análisis .....	21
2.1.1. Fórmulas utilizadas para la estimación del IRCA .....	22
2.1.2. Recolección y análisis de la información de la vigilancia de la calidad del agua .....	23
2.1.3. Análisis de los resultados de la vigilancia de la calidad del agua en Colombia (2021).....	23
2.2. Inspección y certificación sanitarias de persona prestadora, evaluación, interpretación y análisis.....	27
2.2.1. Inspección sanitaria, cálculo de indicadores, generación de conceptos y expedición de certificación sanitaria de persona prestadora .....	28
2.2.2. Análisis de los resultados de las visitas de inspección sanitaria y la expedición de certificaciones sanitarias para Prestadores (2021) .....	29
2.2.2.1. Resultados de las certificaciones sanitarias por municipio .....	31
2.3. Diagnóstico de dificultades en la elaboración de Mapas de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano .....	32

Capítulo 3. Eventos vehiculizados por agua para consumo humano .....	37
3.1. Relación de la calidad de agua para consumo humano, la incidencia de enfermedad diarreica aguda y hepatitis A en Colombia (2021) .....	37
3.1.1. Introducción .....	37
3.1.2. Metodología .....	38
3.1.3. Resultados .....	41
3.1.4. Recomendaciones .....	43
3.1.5. Referencias bibliográficas .....	44
3.2. Asociación entre la ocurrencia de situaciones ambientales y la calidad de agua para consumo humano en Colombia (2021) .....	45
3.2.1. Introducción .....	45
3.2.2. Metodología .....	46
3.2.3. Resultados .....	47
3.2.4. Recomendaciones .....	53
3.2.5. Referencias bibliográficas .....	53
3.3. Reporte técnico: Exposición a metales de interés en salud pública, arsénico, fluoruros, cianuro, hidrocarburos aromáticos policíclicos y trihalometanos presentes en agua de consumo humano como vehículo alimentario en Colombia, con base en los resultados reportados en SIVICAP (2021) .....	55
3.3.1. Introducción .....	55
3.3.2. Metodología .....	56
3.3.3. Resultados .....	59
3.3.4. Análisis de resultados .....	63
3.3.5. Conclusiones .....	65
3.3.6. Recomendaciones .....	65
3.3.7. Referencias .....	66
3.4. Reporte técnico: Informe sobre predicción de la incidencia de enfermedad diarreica aguda en Colombia relacionada con riesgos microbiológicos en agua para consumo dietario, a través de la aplicación de un modelo de estimación probabilística (2021) .....	68
3.4.1. Introducción .....	68
3.4.2. Metodología .....	69
3.4.2.1. Modelo de predicción de casos de EDA a partir de datos de concentración de <i>E. coli</i> reportados al SIVICAP .....	69
3.4.2.2. Modelo de predicción de casos de giardiasis y criptosporidiasis a partir de datos de concentración reportados al SIVICAP .....	70
3.4.2.3. Análisis de datos y estadísticos para reporte de <i>E. coli</i> según base SIVICAP 2021 .....	71

3.4.3. Resultados y discusión.....	72
3.4.3.1. Análisis de los datos de calidad de agua y EDA 2021 .....	72
3.4.3.2. Resultados del modelo de predicción de casos de EDA para 2021 a partir de datos de concentración de <i>E. coli</i> reportados al SIVICAP en 2021 .....	74
3.4.3.3. Resultados del modelo de predicción de casos de giardiasis y criptosporidiasis a partir de datos de concentración reportados al SIVICAP .....	77
3.4.3.4. Análisis de datos y estadísticos de la base de SIVICAP y concentración de <i>E. coli</i> .....	78
3.4.4. Conclusiones .....	82
3.4.5. Recomendaciones .....	82
3.4.6. Referencias .....	83
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.....	85
4.1. Generalidades .....	85
4.2. Metodología para la determinación de prestadores sujetos a monitoreo.....	87
4.2.1. Priorización grupo de prestadores de interés del Objetivo 1.....	87
4.2.2. Priorización grupo de prestadores de interés del Objetivo 2.....	88
4.2.3. Priorización grupo de prestadores de interés del Objetivo 3.....	89
4.2.4. Muestras por necesidad de la SSPD para vigilancia y control .....	90
4.3. Determinación del número de muestras.....	91
4.4. Resultados Índice de Riesgo de Calidad del Agua.....	95
4.4.1. IRCA departamental prestadores priorizados en el proyecto y por funcionamiento .....	95
4.4.2. Resultado de análisis que reflejan incumplimientos por características de acuerdo con Resolución 2115 de 2007 .....	96
4.4.3. Cobertura y Resultados Nivel de riesgo.....	98
4.4.3.1. Mapas calidad de Agua –Vigilancia SSPD.....	100
4.5. Comportamiento de las características analizadas .....	108
4.5.1. Características microbiológicas.....	108
4.5.2. Características físicas .....	112
4.5.3. Características químicas de otras sustancias utilizadas en la potabilización .....	115
4.5.4. Características químicas que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana .....	119
4.5.5. Características químicas de sustancias que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana.....	122
4.5.6. Características químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana .....	124
4.5.7. Impacto de la medición de características de especial interés sanitario en el nivel de riesgo .....	126

Capítulo 5. Proyectos del sector de agua potable y saneamiento básico (APSB) enfocados a la calidad del agua.....	129
5.1. Resultados del IRCA sectorial de la vigencia 2021 .....	130
5.2. Análisis de proyectos de inversión ejecutados frente al IRCA sectorial.....	132
5.3. Programas de agua y saneamiento básico liderados por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio .....	135
5.3.1. Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento (PDA).....	135
5.3.2. Estrategia asistencia técnica en la implementación del Programa Cultura del Agua.....	136
5.3.3. Programa Aseguramiento de la Prestación.....	138
5.3.4. Seguimiento de proyectos .....	139
5.3.5. Programa Abastecimiento de Agua y Manejo de Aguas Residuales en Zonas Rurales – AECID.....	140
5.3.6. Contrato de Préstamo Banco Interamericano de Desarrollo 2732/OC-CO. Programa de Abastecimiento de Agua y Manejo de Aguas Residuales.....	140
5.3.7. Todos por el Pacífico .....	141
5.3.8. Programa de Conexiones Intradomiciliarias (PCI).....	141
<b>Conclusiones.....</b>	<b>144</b>

# 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 que 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 (Decreto 1575 de 2007).

**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 811 de 2008, y

para lo cual se deja constancia en el acta de concertación de puntos y lugares de muestreo (Resolución 811 de 2008).

**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, los cuales podrán ser: concepto favorable, concepto favorable con requerimientos o concepto desfavorable (Decreto 1575 de 2007).

**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, a conocer, analizar y a 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 (Decreto 1575 de 2007).

**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 (Decreto 1575 de 2007).

**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 que terceras personas tengan acceso a esta instalación y hagan mal uso de las mismas (Resolución 811 de 2008).

**NIVEL DE RIESGO INVIABLE SANITARIAMENTE.**

Agua no apta para consumo humano con clasificación IRCA entre 80.1 y 100 % (Resolución 2115 de 2007).

**NIVEL DE RIESGO ALTO.** Agua no apta para consumo humano con clasificación IRCA entre 35.1 y 80 % (Resolución 2115 de 2007).

**NIVEL DE RIESGO MEDIO.** Agua no apta para consumo humano con clasificación IRCA entre 14.1 y 35 % (Resolución 2115 de 2007).

**NIVEL DE RIESGO BAJO.** Agua no apta para consumo humano con clasificación IRCA entre 5.1 y 14 % (Resolución 2115 de 2007).

**NIVEL DE RIESGO SIN RIESGO.** Agua apta para consumo humano con clasificación IRCA entre 0 y 5 % (Resolución 2115 de 2007).

**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 2002).

**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 (Resolución 811 de 2008).

**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 2002).

**SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE, SIVICAP.** Herramienta informática que permite el reporte en línea de la información generada por las autoridades sanitarias departamentales, municipales y distritales como resultado de las acciones de inspección, vigilancia y control de calidad del agua para



consumo humano realizadas por éstas sobre los sistemas de suministro, tratamiento y distribución de agua para consumo humano. Permite también el reporte de la información de la verificación de las buenas prácticas sanitarias realizadas en las inspecciones sanitarias y los riesgos identificados en la fuente de abastecimiento a través del mapa de riesgo en sus áreas de influencia, con el fin de detectar, analizar y notificar de manera temprana los riesgos, eventos o situaciones de emergencia para la salud de la población derivados de la calidad del agua, que sirva como marco de referencia a las autoridades sanitarias, ambientales, de control; así como los sectores involucrados en la toma de decisiones, para orientar las acciones de control para la eliminación o mitigación de daños a la salud de la población (Decreto 1575 de 2007 y sus resoluciones reglamentarias).

**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

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

# Introducción

---

La calidad del agua es vital para la salud de las comunidades, por lo que la Organización Mundial de la Salud (OMS) genera recomendaciones para la protección de la salud pública, entre las que se encuentran las Guías para la calidad del agua de consumo humano. En estas se indica que el agua de consumo humano no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume a lo largo de toda una vida, pero al estar contaminada puede ser fuente de enfermedades representando una carga importante en la salud de los seres humanos. Es por esto que las intervenciones para mejorar la calidad del agua de consumo humano proporcionan beneficios significativos en la población, es especial aquellas que viven en condiciones de higiene inadecuadas<sup>1</sup>. El agua de consumo humano se requiere para todos los usos domésticos habituales, incluida el agua para beber, para la preparación de alimentos y para la higiene personal.

Con el objetivo de evaluar, analizar y presentar los resultados de la vigilancia y el control de los sistemas de suministro de agua para consumo humano, en cumplimiento del Decreto 1575 de 2007 y sus resoluciones reglamentarias, el Ministerio de Salud y Protección Social en coordinación con el Ministerio de Vivienda, Ciudad y

Territorio, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios y el Instituto Nacional de Salud, elaboran y publican cada año el presente Informe Nacional de Calidad del Agua (INCA), cuya información sirve como punto 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 Colombia se cuenta con el Índice de Riesgo de Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCA) como un indicador que evalúa la calidad del agua para consumo humano, teniendo en cuenta los resultados de las características fisicoquímicas y microbiológicas analizadas en las muestras de vigilancia reportadas por las Direcciones Territoriales de Salud (DTS), reportados a través del Sistema de Información para la Vigilancia de la Calidad del Agua Potable (SIVICAP) dando cumplimiento a lo dispuesto en el Decreto 1575 de 2007 y su Resolución reglamentaria 2115 del mismo año.

Anualmente, el Instituto Nacional de Salud como administrador del SIVICAP remite información a instituciones involucradas con la calidad del agua potable como

---

<sup>1</sup> Guías para la calidad del agua de consumo humano. Cuarta edición. OMS 2011.

Ministerios de Salud y Protección Social y Vivienda, Ciudad y Territorio, Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, entre otras para que cada una en el marco de sus competencias realice los análisis y acciones correspondientes.

Las enfermedades vehiculizadas por el agua son un problema de salud pública que afecta a las comunidades que no cuentan con un adecuado tratamiento y manejo del agua, teniendo en cuenta esto y con los datos reportados en SIVICAP, se analizó la posible asociación de incidencia de la Enfermedad Diarreica Agua (EDA) a nivel municipal, tomando en cuenta los datos notificados en el Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA) y los resultados del recálculo de IRCA con seis parámetros tomados de SIVICAP. De igual forma se analizó la asociación entre la ocurrencia de eventos ambientales y la calidad de agua para consumo humano en Colombia para la vigencia 2021.

Por otra parte, el Ministerio de Salud y Protección Social, en el marco del seguimiento al estado de avance en la elaboración de los Mapas de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano con información aportada por las Direcciones Territoriales de Salud (DTS), elaboró un diagnóstico de las dificultades que han tenido durante el año 2022 para poder finalizar la elaboración de dichos mapas. Además, en el marco de la Mesa Técnica de Calidad de Agua y Saneamiento Básico de la Comisión Técnica Nacional Intersectorial para la Salud Ambiental (CONASA), los Ministerios de Vivienda, Ciudad y Territorio; Ambiente y Desarrollo Sostenible; Salud y Protección Social; Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios; Instituto Nacional de Salud e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, en el

ámbito de sus competencias plantearon acciones para abordar y resolver las referidas dificultades identificadas por las autoridades sanitarias en la elaboración y actualización de los mapas de riesgo.

Ahora bien, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 15 de la Ley 1955 de 2019<sup>2</sup>, el cual adiciona los numerales 34, 35, y 36 al artículo 79 de la Ley 142 de 1994, en relación con las funciones de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) el cual otorga la facultad de realizar toma de muestras que sirvan como prueba para los procesos de inspección, vigilancia y control, en el capítulo 4 se presentan los resultados de calidad del agua para las muestras realizadas en las áreas priorizadas por parte de la SSPD durante la vigencia 2021.

En ejecución de la facultad de vigilancia y control otorgada a la SSPD se plantean tres objetivos (se priorizan prestadores a los cuáles se les realizará la toma de muestras):

**OBJETIVO 1:** se determina la selección y priorización de prestadores para la toma de muestras teniendo en cuenta aquellos que presentan diferencias significativas en la información de control reportada en el Sistema Único de Información (SUI), relacionada con la calidad del agua; **OBJETIVO 2:** se priorizan los prestadores que no cuentan con información reportada al SIVICAP por las autoridades sanitarias en el periodo 2018-2020; **OBJETIVO 3:** se identificaron los prestadores para los cuales se reporta agua con riesgo reiteradamente, a partir de la información reportada en SUI y SIVICAP.

Adicionalmente, se presentan las muestras por necesidad de la SSPD en el marco de las actividades de vigilancia y control en la vigencia 2021, de acuerdo con los prestadores que presentaron alertas sobre la calidad del

2 Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022 "Pacto por Colombia, pacto por la equidad".



agua distribuida y se detallan los resultados y el comportamiento de las principales características analizadas en cada muestra mediante gráficas de frecuencia; y se mapean los resultados de nivel de riesgo de calidad del agua que permite identificar el riesgo que prevalece en cada una de las regiones destacadas.

En este INCA de la vigencia 2021; se presenta por parte de Minvivienda el análisis de los resultados del proceso de depuración de la información del SIVICAP realizado en conjunto con la SSPD, a través del que se identificaron los niveles de riesgo de la calidad del agua suministrada en la zona urbana y rural de los municipios del país en la vigencia mencionada, así como también se incluye un análisis frente a la mejora que presenta el indicador IRCA en relación con la ejecución de proyectos del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (APSB) presentados ante el mecanismo de viabilización del Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico.

Adicionalmente, se realiza una breve descripción de los proyectos liderados por Minvivienda que tienen incidencia en el cumplimiento de los indicadores de prestación de los servicios públicos, como función inherente de dicha cartera frente a la formulación, implementación, seguimiento y evaluación de las políticas, estrategias, programas y planes de agua potable y saneamiento básico.

# 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.

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”, contempla 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.

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 4°, 5° y 6° de su jurisdicción.”

Sobre el particular 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, 1°, 2° y 3°, 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”.

Por su parte, el parágrafo 2 del artículo 8° 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 de 2007, 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.

De acuerdo con lo anterior, el parágrafo 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.

Por su parte, el artículo 24 del Decreto 1575 de 2007, 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 parágrafo 2° del artículo 12 del Decreto 2323 de 2006 se establece que las DTS deberán garantizar la infraestructura y el desarrollo del laboratorio de salud pública departamental, sin perjuicio de las funciones y obligaciones a su cargo; y dispone 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, señalan como responsabilidad de los Laborato-

rios de Salud Pública Departamentales (LSPD) y del Distrito Capital 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 vigilar la calidad de los exámenes de laboratorio de interés en salud pública desarrollados por los laboratorios del área de influencia.

A su vez, 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 4ª, 5ª y 6ª 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 4ª, 5ª y 6ª 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.

De conformidad con lo establecido en el artículo 3 de la Resolución 811 de 2008 de los actuales Ministerio de Salud y Protección Social y Ministerio de Vivienda, Ciudad

y Territorio, 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.

Además, el Decreto 1575 de 2007 definió el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua (IRCA), el cual 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 y 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; de igual forma, la Resolución 2115 de 2007 establece el número mínimo de las muestras que se deben realizar según la población atendida.

La estimación y reporte del IRCA, se realizará de forma mensual; en el caso del control, será realizado por parte de la persona prestadora y reportados al SUI en los términos y los plazos establecidos para el efecto por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD).

En lo que respecta 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 del presente informe.

# Capítulo 2. Resultados de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en Colombia (2021)

## 2.1. Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para consumo humano (IRCA) – cálculo, interpretación y análisis

**E**l 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, este se realiza mediante una media ponderada donde son atribuidos pesos a cada una de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua.

Basados 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 prestado-

res, 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	Inviabile 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:** Artículo 15 de la 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

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

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

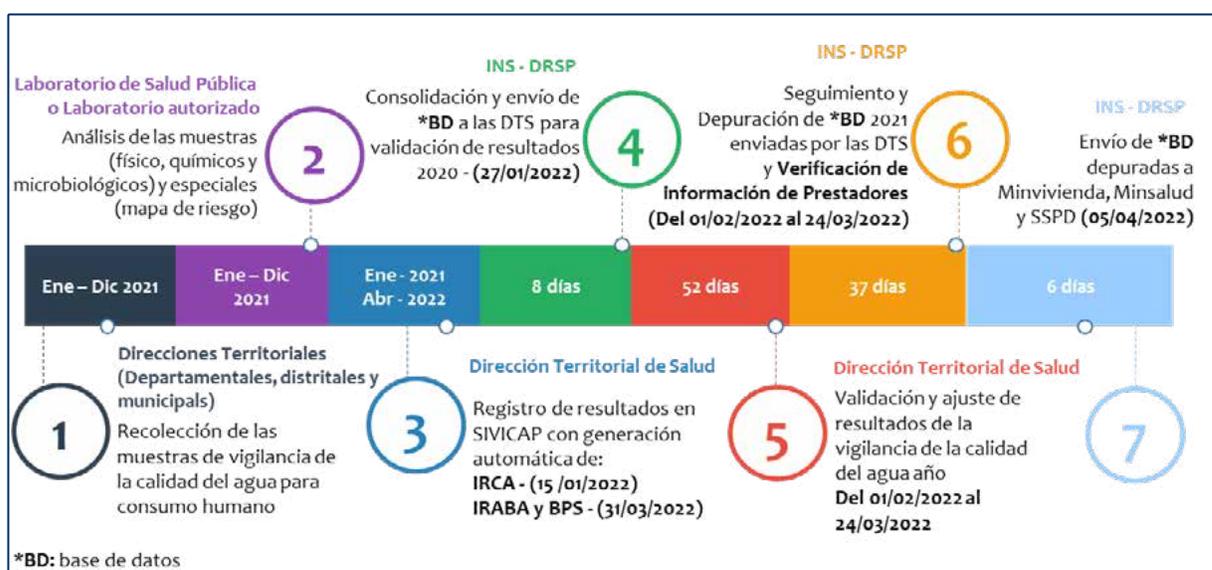
$$\text{IRCA auto abastecedores} = \frac{\sum \text{de IRCA obtenidos en las muestras analizadas de los autoabastecedores}}{\text{número total de muestras analizadas de los autoabastecedores en el municipio}}$$

### 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, que 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: INS

### 2.1.3. Análisis de los resultados de la vigilancia de la calidad del agua en Colombia (2021)

Teniendo en cuenta lo registrado por las autoridades sanitarias en el SIVICAP, para el año 2021 se analizaron **48.580 muestras**, el 82,04 % (n=39.855) de las muestras corresponde a prestadores, mientras que el 17,96 % (n=8.725) de muestras analizadas corresponde a los autoabastecedores.

Se vigilaron **5.616 entidades**. El 41,52 % (n=2.332) de estas corresponde a personas prestadoras del servicio

de acueducto y el 58,48 % (n=3.284), corresponde a autoabastecedores.

Respecto a los prestadores, el 40,44 % (n=943) presta servicio en el área urbana, el 48,63 % (n=1.134) en el área rural y el 10,93 % (n=255) presta servicio tanto en zona urbana como rural.

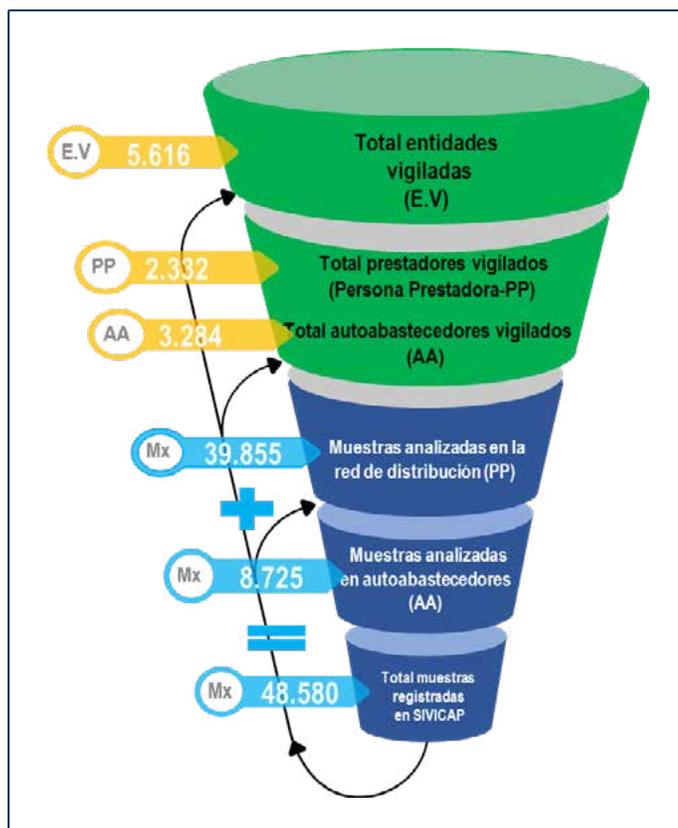
El 87,03 % (n=42.279) de las muestras corresponde a agua tratada y el 12,97 % (n=6.301) de las muestras es agua cruda o sin tratamiento; puntualmente sobre estas

últimas muestras, el 64,99 % (n=4.095) corresponde a autoabastecedores y el 35,01 % a prestadores (n=2.206).

En cuanto a los autoabastecedores, el 4,17 % (n=137) se encuentra ubicado en el área urbana, el 94,95 % (n=3.118) en área rural y el 0,88 % (n=29) se autoabastece tanto en zona urbana como en zona rural.

Aunque se vigila un mayor porcentaje de autoabastecedores, los mayores volúmenes de muestras analizadas corresponden a las **personas prestadoras** con **82,04 % (n=39.855)**, al compararlas con el **17,96 % (n=8.725)** de muestras analizadas sobre los **autoabastecedores** (Gráfico 2).

**Gráfico 2.** Entidades vigiladas y muestras analizadas por las autoridades sanitarias (2021)



Fuente: SIVICAP 2021. INS

Del total de muestras analizadas durante el año 2021, 67,02 % (n=32.556) fueron tomadas en el área urbana, el 32,98 % (n=16.024) en el área rural. Específicamente para prestadores, el 78,94 % (n=31.460) de las muestras correspondían al área urbana y el 21,06 % (n=8.395) al área rural; para los autoabastecedores se observa un área de abastecimiento mayoritariamente rural con el

87,44 % (n=7.629) de muestras analizadas para esta área y 12,56 % (n=1.096) en el área urbana.

En cuanto a los niveles de riesgo, se encontró que, del total de muestras analizadas para el 2021, el 70,53 % (n=34.262) se clasificaron en el nivel “sin riesgo” de acuerdo con el valor del IRCA, el 1,61 % (n=782) en

riesgo “bajo”, el 9,61 % (n=4.670) en riesgo “medio”, el 10,34 % (n=5.023) en riesgo “alto” y el 7,91 % (n=3.843) en “inviabile sanitariamente”. De esta manera, el 29,47 % de las muestras presentaba algún riesgo para el consumo.

El IRCA nacional de los prestadores del servicio de acueducto fue clasificado con riesgo “bajo” con el 8,77 %. De 39.855 muestras analizadas, el 79,95 % (n=31.863) está clasificado en un nivel “sin riesgo”, el 1,44 % (n=574) en riesgo “bajo”, el 9,19 % (n=3.662) en riesgo “medio”, el 5,84 % (n=2.326) en riesgo “alto” y el 3,59 % (n=1.430) en “inviabile sanitariamente”.

Del agua suministrada por personas prestadoras, el 94,46 % (n=37.649) corresponde a agua tratada y el restante el 5,54 % (n=2.206) a agua cruda.

Respecto al IRCA nacional para los autoabastecedores, este es de 47,62 %, clasificado en el nivel de riesgo “alto”. De 8.725 muestras analizadas, el 27,50 % (n=2.399) está clasificado en un nivel “sin riesgo”, el 2,38 % (n=208) en riesgo “bajo”, el 11,55 % (n=1.008) en riesgo “medio”, el 30,91 % (n=2.697) en riesgo “alto” y el 27,66 % (n=2.413) en “inviabile sanitariamente”.

Es decir que el 72,50 % de las muestras analizadas en autoabastecedores presentó algún riesgo para el consumo, frente a un 27,48 % de las muestras analizadas para personas prestadoras no presenta algún riesgo para el consumo. En el caso de los autoabastecedores, el 46,93 % (n=4.095), corresponde a agua cruda, es decir, sin tratamiento y el 53,07 % (n=4.630) a agua tratada. Por su parte, para las personas prestadoras el 5,54 % (n=2.206), corresponde a agua cruda y el 94,46 % (n=37.649) a agua tratada.

En relación con el agua cruda, esta es obtenida directamente de las fuentes como ríos, aljibes, pozos subterrá-

neos, 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 33 departamentos y el distrito capital para un cumplimiento del 100 % en la vigilancia a nivel departamental. De acuerdo con el IRCA, el 70,53 % (n=34.262) se clasificó en el nivel de riesgo “sin riesgo”, el 1,61 % (n=782) riesgo “bajo”, el 9,61 % (n=4.670) riesgo “medio” y el 10,34 % (n=5.023) en riesgo “alto” para el consumo y el 7,91 % (n=3.843) inviable sanitariamente.

En cuanto a la vigilancia departamental de los autoabastecedores, se observó que 25 departamentos reportan información para estos, de los cuales el 8 % (n=2) presentó nivel “sin riesgo”, el 28 % (n=7) riesgo medio y el 64 % (n=16) riesgo “alto”.

Por otro lado, se vigiló la calidad del agua en el 93,56 % (n=1.031) de los municipios, de los cuales el 6,08 % (n=67) corresponde a las categorías 1, 2, 3 y especial; el restante 87,48 % (n=964) corresponde a municipios de 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.

Se realizó el análisis comparativo por medio de ANOVA entre la calidad del agua vigilada por las autoridades sanitarias departamentales y los municipios de categoría

especial 1,2,3. Encontrando valores  $p > 0,05$ , por lo que se acepta la hipótesis nula, en la que se plantea que no hay diferencias estadísticamente significativas en los niveles de riesgo para la salud humana.

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 2021, tanto para personas prestadoras como autoabastecedores. Sin embargo, se destaca que tanto el IRCA departamental como el municipal agrupan 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 los cuales pueden

ser observados y analizados 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 tres vigencias, se observa que para el año 2020 se presentó una disminución en el muestreo del 17,02 % al ser comparado con el año 2019 y del 20,65 % con el año 2021, 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 abastecedores, como se observa en la siguiente tabla comparativa.

**Tabla 2. Comparación entidades y muestras vigiladas, 2018 a 2021**

Ítem	Año 2018 (14/02/2019)	Año 2019 (31/01/2020)	Año 2020 (31/01/2021)	Año 2021 (31/01/2022)
Total entidades vigiladas	6.097	5.815	4.515	5.616
Total prestadores	1.915	2.232	2.607	2.332
Total abastecedores	4.182	3.583	1.908	3.284
Total muestras analizadas	<b>51.666</b>	<b>46.454</b>	<b>38.547</b>	<b>48.580</b>
Muestras analizadas pp	39.387	37.417	31.381	39.855
Muestras analizadas autoabastecedores	12.279	9.037	7.166	8.725

Fuente: SIVICAP 2021. INS

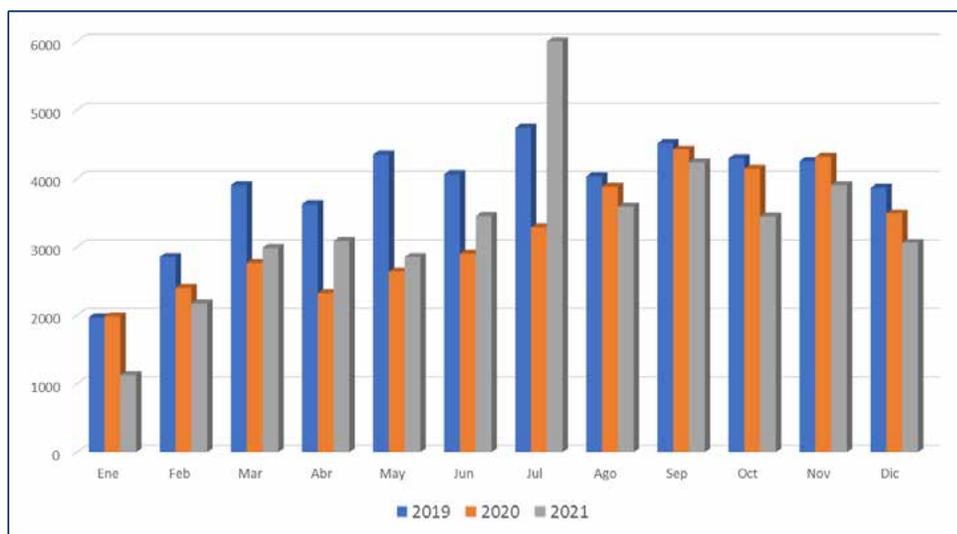
En cuanto al muestreo y análisis mensual, se observa que en promedio para el año 2019 se analizaron más 3.871 muestras en la mayoría del año, con muestreos por encima de 3.000 en 10 meses para esa vigencia, mientras que para el 2020 el promedio estuvo en 3.212 muestras, y en 6 meses muestreos por encima de 3.000 muestras

mes. Finalmente, para el año 2021, el promedio estuvo alrededor de 3.334 muestras y 8 meses por encima de 3.000 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.

**Gráfico 3. Muestras analizadas para vigilancia de la calidad del agua para consumo humano (2019 a 2021)**



Fuente: SIVICAP 2021. 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. Estas 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 evalúan los riesgos y se verifican los procesos, registros, procedimientos y BPS, los cuales se consignan en el acta de inspección sanitaria al sistema de suministro de agua para consumo humano.

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. 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.

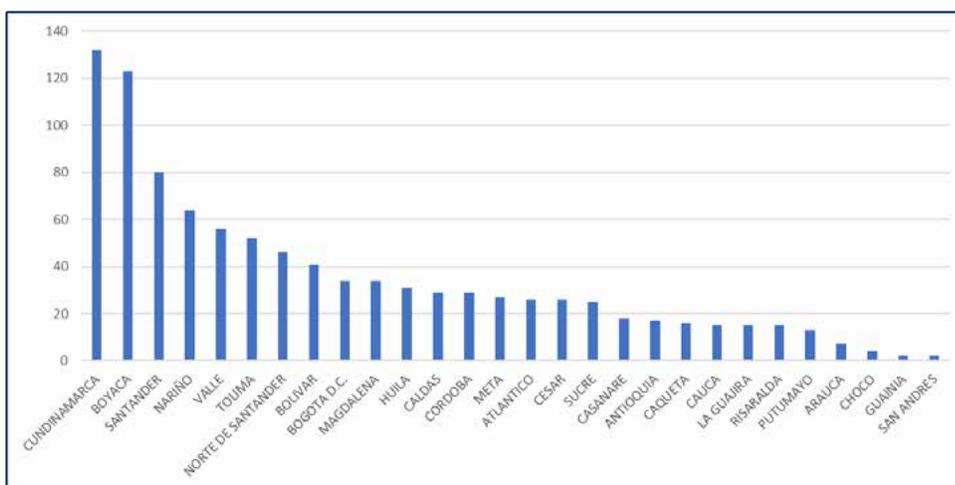
**Fuente:** Resolución 082 de 2009, Ministerio de Salud y Protección Social.

**2.2.2. Análisis de los resultados de las visitas de inspección sanitaria y la expedición de certificaciones sanitarias para Prestadores (2021)**

De acuerdo con la información registrada en SIVICAP sobre la inspección sanitaria, se observa que se realizaron 979 inspecciones sanitarias en 28 departamentos; la

distribución por departamento se puede observar en el gráfico 4. De los conceptos sanitarios generada por sistema el 46,5 % (n=455) obtuvieron concepto favorable, el 44,6 % (n=437) favorable con requerimiento, el 8,9 % (n=87) con concepto desfavorable.

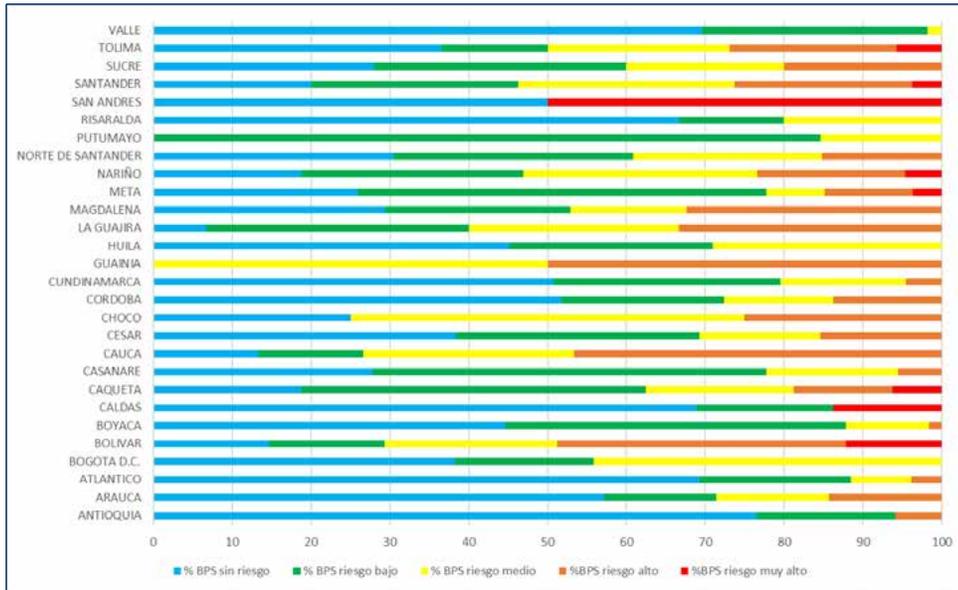
**Gráfico 4.** Inspecciones sanitarias realizadas por departamento



**Fuente:** SIVICAP 2021. INS

Por otra parte, en el gráfico 5 se observa el nivel de riesgo para la BPSpp, encontrando que los departamentos de Tolima, Santander, San Andrés, Nariño, Meta, Caquetá, Caldas y Bolívar presentan riesgo muy alto.

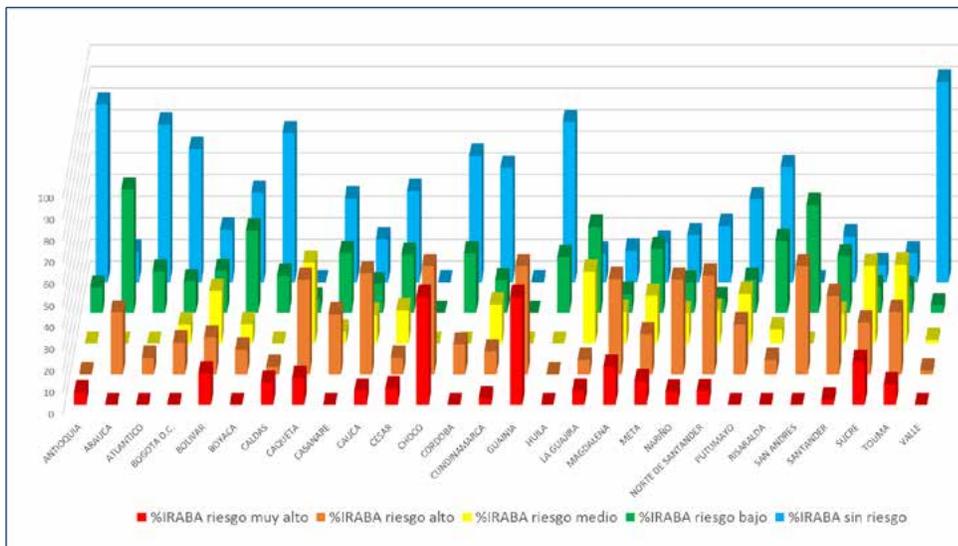
**Gráfico 5.** Distribución de los niveles de riesgo de las BPSpp, por departamento (2021)



Fuente: SIVICAP 2021. INS

En el gráfico 6 se observa el nivel de riesgo para los IRA-BApp, encontrando que los departamentos de Chocó, Guainía, Sucre y Bolívar, presentaron riesgo muy alto.

**Gráfico 6.** Distribución de los niveles de riesgo de los IRABApp, por departamento (2021)



Fuente: SIVICAP 2021. INS

### 2.2.2.1. Resultados de las certificaciones sanitarias por municipio

De acuerdo con la información registrada en SIVICAP, se observa que se generaron 773 certificaciones sanitarias municipales en 24 DTS; la distribución por departamento

se puede observar en el gráfico 7. De las certificaciones generadas por municipio el 59,7 % (n=461) obtuvieron concepto favorable, el 39,3 % (n=304) favorable con requerimiento y el 1 % (n=8) con concepto desfavorable.

**Gráfico 7. Certificaciones sanitarias municipales generadas por departamento (2021)**

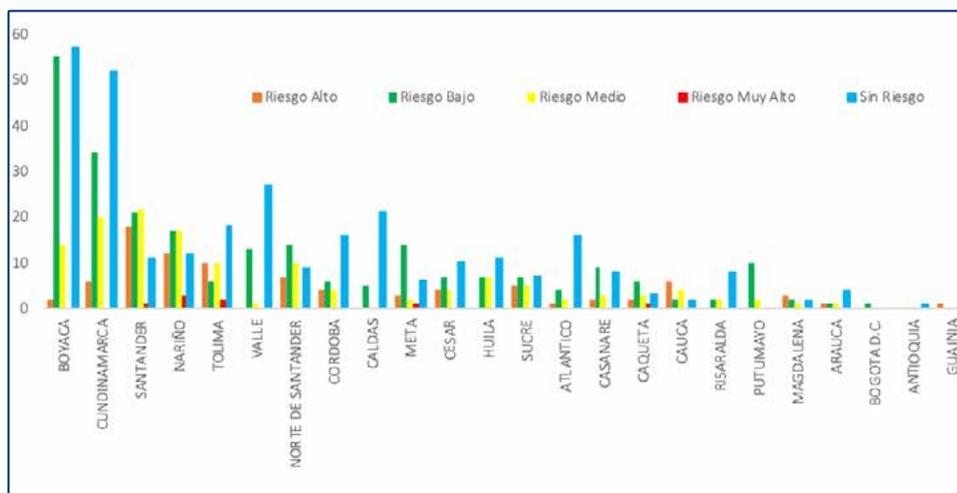


Fuente: SIVICAP 2021. INS

Por otra parte, en el gráfico 8 se observa el nivel de riesgo para la BPSm, encontrando que el 38,9 % (n=301) se encuentran sin riesgo, seguido del 31,4 % (n=243) con

riesgo bajo, el 17,3 % (n=134) con riesgo medio, el 11,3 % (n=87) riesgo alto y el 1 % (n=8) riesgo muy alto.

**Gráfico 8. Distribución de los niveles de riesgo de las BPSm por departamento (2021)**

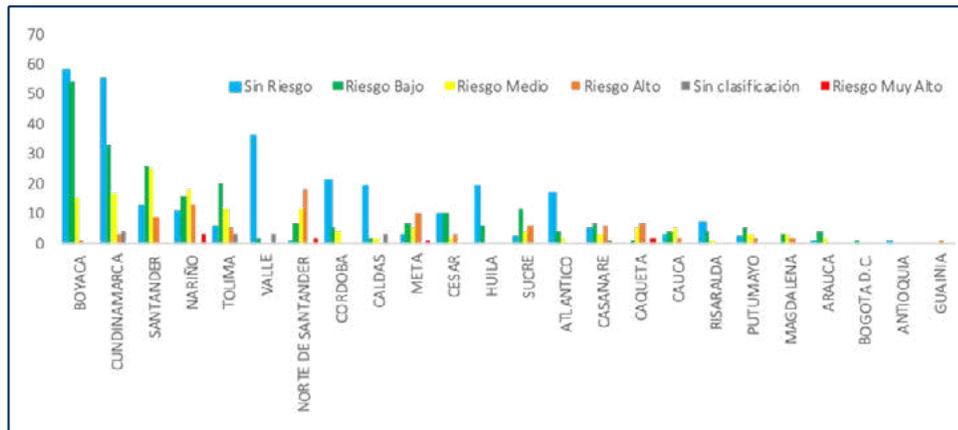


Fuente: SIVICAP 2021.INS

En el gráfico 9 se observa el nivel de riesgo para los IRABAm, encontrando que el 39,3 % (n=304) se encuentran sin riesgo, seguido del 30,1 % (n=233) con riesgo bajo, el

18,1 % (n=140) con riesgo medio, el 11,4 % (n=88) riesgo alto y el 1 % (n=8) riesgo muy alto.

**Gráfico 9.** Distribución de los niveles de riesgo para el IRABAm por departamento (2021)



Fuente: SIVICAP 2021.INS

### 2.3. Diagnóstico de dificultades en la elaboración de Mapas de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano

De acuerdo con las disposiciones establecidas en el Decreto 1575 de 2007, la vigilancia sanitaria de la calidad del agua para consumo humano en Colombia incluye la evaluación de riesgos en las fuentes abastecedoras de los sistemas de suministro de agua, con la elaboración de los Mapas de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano, como 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, 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, reglamentando las condiciones para la elaboración de los referidos mapas de riesgo en la Resolución 4716 de 2010<sup>3</sup>.

Teniendo en cuenta lo anterior, y según lo definido en el numeral 4 del artículo 5 del Decreto 1575 de 2007, el Ministerio de Salud y Protección Social tiene, entre otras, la responsabilidad de evaluar los resultados de la implementación de las disposiciones de dicho decreto por parte de las autoridades competentes. Por este motivo, desde el año 2016 el Ministerio de Salud y Protección Social ha venido realizando seguimiento al estado de avance en la elaboración de los Mapas de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano a través de las

3 Por medio de la cual se reglamenta el parágrafo del artículo 15 del Decreto 1575 de 2007.

autoridades sanitarias evidenciando falencias en la confirmación de los posibles parámetros contaminantes de las fuentes abastecedoras, razón por la cual no se finaliza la elaboración de los referidos Mapas de Riesgo.

En tal sentido, y con el fin de identificar las falencias que no permiten viabilizar su elaboración, el Minsalud solicitó a las Direcciones Territoriales de Salud (DTS) el envío de las dificultades que han tenido para poder finalizar la elaboración de dichos mapas.

Producto de este ejercicio se pudo identificar para las 36 DTS que la mayoría de dificultades radican en la entrega de información y realización de análisis de las características físicas, químicas y microbiológicas de la calidad del agua de la fuente abastecedora por parte de las Personas Prestadoras del Servicio de Acueducto y de los municipios;

falta de acompañamiento y entrega de información por parte de las autoridades ambientales; insuficiente disponibilidad y capacidad instalada de laboratorios en cuanto a análisis del agua, equipos, insumos y personal; al igual que, deficiente oferta en materia de pruebas de características físicas, químicas y microbiológicas a ser analizadas y falta talento humano para realizar las actividades que incluye el levantamiento de los mapas de riesgo.

Adicionalmente, manifiestan dificultades en logística y recursos para el desplazamiento a los sitios, situaciones de orden público, dificultades en el acceso por la alta ruralidad y las condiciones geográficas de las cuencas que abastecen las fuentes. En el gráfico 10, se puede observar el número de DTS por dificultades evidenciadas.

**Gráfico 10.** Dificultades de las DTS en la elaboración de Mapas de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano durante el año 2022



**Fuente:** Ministerio de Salud y Protección Social

En la tabla 5 se presenta el consolidado nacional de las dificultades evidenciadas por las 36 Direcciones Territoriales

de Salud en la elaboración y actualización de los Mapas de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

**Tabla 5.** Consolidado nacional de dificultades en la elaboración y actualización de los Mapas de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano durante el año 2022

DTS	Dificultad				
	Prestador/ municipio Entrega de información por parte del Prestador/ municipio (incluidos resultados de análisis)	Autoridad Ambiental Falta de acompañamiento y entrega de información por parte de la Autoridad Ambiental	Laboratorio Falta de laboratorio o disponibilidad, características, equipos, insumos o personal, costo análisis	Talento Humano	Varios (SSPD, Recursos, Acceso orden público, condiciones geográficas, SIVICAP)
Amazonas			X		
Antioquia	X	X	X	X	X
Arauca	X	X		X	
Archipiélago de San Andrés			X		X
Atlántico	X				X
Barranquilla		X			
Bogotá		X	X		
Bolívar		X			
Boyacá	X	X			
Buenaventura	X		X		X
Cali	Sin dificultades	Sin dificultades	Sin dificultades	Sin dificultades	Sin dificultades
Caldas	X				
Caquetá	X	X		X	X
Cartagena	X	X			
Casanare	X	X	X		X
Cauca					X
Cesar	X	X		X	X
Choco		X	X	X	
Córdoba					X
Cundinamarca	X	X			
Guainía	X	X			
Guaviare		X			
Huila	X	X			
La guajira	X	X	X		X
Magdalena		X		X	X
Meta	X	X			X

DTS	Dificultad				
	Prestador/ municipio Entrega de información por parte del Prestador/ municipio (incluidos resultados de análisis)	Autoridad Ambiental Falta de acompañamiento y entrega de información por parte de la Autoridad Ambiental	Laboratorio Falta de laboratorio o disponibilidad, características, equipos, insumos o personal, costo análisis	Talento Humano	Varios (SSPD, Recursos, Acceso orden público, condiciones geográficas, SIVICAP)
Nariño	X	X			
Norte de San- tander				X	X
Putumayo	X				
Risaralda	X	X	X		X
Santander		X		X	
Sucre	X	X	X		X
Tolima	X	X	X	X	X
Valle del cauca	X	X	X		X
Vaupés	X	X			
Vichada	X				

**Fuente:** Ministerio de Salud y Protección Social

En la Mesa Técnica de Agua y Saneamiento Básico de la Comisión Técnica Nacional Intersectorial para la Salud Ambiental (CONASA) algunas entidades participantes de la mesa plantearon acciones con el fin de abordar las dificultades evidenciadas por las Direcciones Territoriales de Salud, las cuales se citan a continuación:

**Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio:**

- Gestionar desde el Minvivienda la vinculación y participación activa de los Planes Departamentales de Agua PDA en los Consejos Territoriales de Salud Ambiental COTSA con el fin de que brinden fortalecimiento a las entidades territoriales y Personas prestadoras del servicio de acueducto en lo concerniente a la elaboración de los Mapas de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

- Propender por que las autoridades sanitarias socialicen en los COTSA las dificultades en la elaboración de los Mapas de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano, con el fin de que se contemplen estrategias de solución en sus respectivos planes de acción, tales como: convenios, asistencias técnicas, asignación de recursos, articulación de funciones de las entidades que los conforman, entre otras.
- Gestionar con el Minsalud la actualización conjunta de la Resolución 4716 de 2010 en la medida del alcance de cada entidad, a través de la cual se solventen las dificultades estructurales y de fondo planteadas por las respectivas autoridades sanitarias frente a la elaboración de los referidos mapas de riesgos.

**Ministerio de Salud y Protección Social:**

- Gestionar con la Dirección de Epidemiología y Demografía del Ministerio de Salud y Protección Social la realización de seguimiento al cumplimiento de los estándares de los Laboratorios de Salud Pública, de los cuales las Direcciones Territoriales de Salud, manifestaron dificultad para la realización de los análisis.

**Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible:**

- Definir estrategias para la evaluación de mejoras y generación de plan de trabajo para implementar con las Corporaciones Autónomas Regionales.

**Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios:**

- Realizar seguimiento a las acciones enmarcadas en el plan de trabajo correctivo para reducción de riesgo que adelantan las personas prestadoras, de acuerdo

con el artículo 11 de la Resolución 4716 de 2010, con las empresas prestadoras del servicio de acueducto que no han realizado la caracterización de la calidad del agua en las fuentes de abastecimiento, la SSPD realizará acciones de vigilancia y control dentro de sus competencias.

**Instituto Nacional de Salud:**

- Realizar capacitación a las Direcciones Territoriales de Salud respecto a la notificación de datos en el módulo de mapas de riesgo de SIVICAP.

**Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales:**

- Realizar capacitaciones sobre los requerimientos para llevar a cabo el proceso de acreditación de los laboratorios que aún no cuentan con el certificado.

# Capítulo 3. Eventos vehiculizados por agua para consumo humano

**E**l agua es uno de los insumos 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.

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.

A continuación, se presentan cuatro informes relacionados con eventos vehiculizados 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 2021.

## 3.1. Relación de la calidad de agua para consumo humano, la incidencia de enfermedad diarreica aguda y hepatitis A en Colombia (2021)

### 3.1.1. Introducción

El agua está conectada con todas las formas de vida en la tierra y es una necesidad humana básica que se relaciona con todos los aspectos de las actividades humanas cotidianas, directa o indirectamente, por lo que el uso de un agua para beber, cocinar o higiene personal no debe

representar un riesgo para la salud poblacional. Lo anterior, enmarcado como derecho básico fundamental y un paso esencial para mejorar el nivel de vida de todos los seres humanos (1). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el agua segura y suficiente es una medida clave para prevenir no solo las enfermedades diarreicas, también las enfermedades respiratorias gracias al lavado

de manos y numerosas enfermedades tropicales desatendidas (2).

La enfermedad diarreica aguda (EDA) es una enfermedad muy común en todo el mundo, se encuentra entre las principales causas de enfermedad a nivel mundial y se asocia con 1,5 a 2,5 millones de muertes por año. En niños menores de 5 años, la enfermedad diarreica es la segunda causa más común de muerte por enfermedades infecciosas (3). Por su parte el virus de la hepatitis A (HA), corresponde a la etiología infecciosa más común de hepatitis en el mundo, se transmite más comúnmente a través de la vía fecal-oral, a través de la exposición a alimentos, agua contaminada o al contacto físico cercano con personas infectadas (4).

Según los estudios para Latinoamérica, los factores de riesgo agua insalubre y sanidad e higiene básicos son más del 40 % de las causas de diarrea. Para Europa y Asia central el porcentaje atribuido es del 73,3 %. El reconocimiento de estos factores de riesgo es una oportunidad para la reducción de casi la mitad de los eventos diarreicos en Latinoamérica (5). Latinoamérica, era considerada como una región de alta endemicidad para hepatitis A en las décadas de los 70 y 80; sin embargo, la seroprevalencia ha cambiado a endemicidad intermedia gracias a la inversión en la infraestructura en acueductos, sistemas de alcantarillado y cobertura en vacunación (6).

Dada la posible relación que se puede presentar entre la calidad del agua y enfermedades como la enfermedad diarreica aguda y la hepatitis A, la mejora del abastecimiento de agua potable, del saneamiento y de la gestión de los recursos hídricos puede mejorar considerablemente las condiciones sociales y sanitarias de la población, generando una reducción en la vulnerabilidad asociada a salud (7).

### 3.1.2. Metodología

Estudio ecológico que utilizó como fuentes de información los casos de EDA y los casos de hepatitis A notificados por las entidades territoriales de salud al Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (Sivigila) durante el año 2021; la información correspondiente a reportes del Índice de Riesgo de la Calidad de Agua (IRCA) fue la reportada por las Direcciones Territoriales de Salud (DTS) departamentales, municipales y distritales durante 2021 en el Sistema de Información de la Vigilancia de la Calidad del Agua Potable (SIVICAP).

Para el análisis de la información del SIVICAP se tuvieron en cuenta los municipios que reportaron seis parámetros priorizados: color, turbiedad, pH, cloro residual, coliformes totales y *E. coli*, para determinar un IRCA recalculado y el promedio anual por municipio; teniendo en cuenta los siguientes puntos de corte:

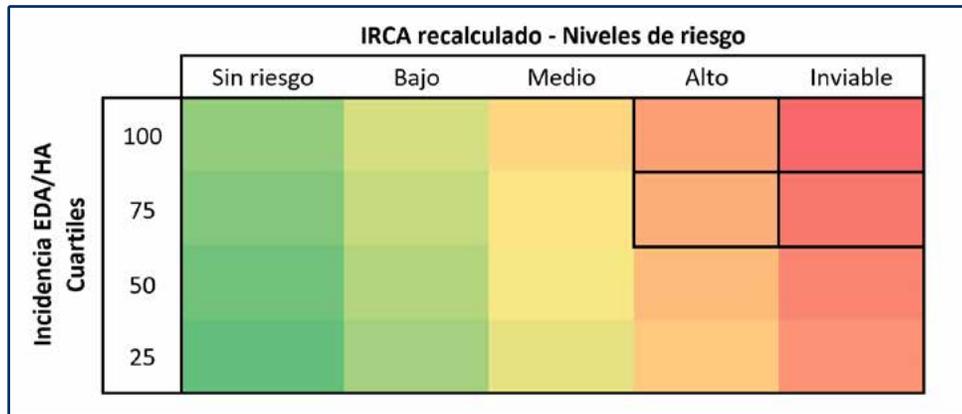
- 0 – 5: sin riesgo
- 5 – 14: riesgo bajo
- 14 – 35: riesgo medio
- 35 – 80: riesgo alto
- 80 – 100: inviable sanitariamente

Tanto para EDA como para la hepatitis A el plan de análisis incluyó la descripción de los casos por municipio y departamento de procedencia; con el número de casos de cada municipio se estableció la incidencia, con la proyección de población 2021 según Censo DANE 2018 por 1.000 o 100.000 habitantes según correspondiera para cada evento y se clasificó por cuartiles, toda la información se organizó en el programa Excel® y se analizó en el software R Ó (R 4.2.0, R Foundation for Statistical Computing, 2021).

Se construyó una matriz de priorización para los municipios del país según el nivel de riesgo de la calidad de agua IRCA recalculado y la incidencia de las enfermedades analizadas y su estratificación por cuartiles discrimina-

dos por departamento; se consideran se deben priorizar aquellos que tienen incidencias superiores al tercer cuartil (75) y un IRCA recalculado alto o inviable sanitaria- mente (Gráfico 11).

**Gráfico 11. Matriz priorización IRCA recalculado Vs. Incidencia de EDA - hepatitis A**



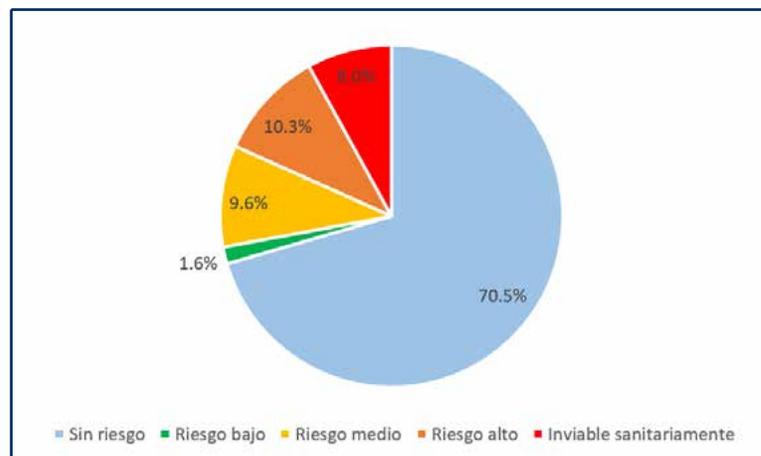
Fuente: INS

**Reportes de calidad de agua, SIVICAP 2021:**

Para 2021 se registraron 48.340 muestras en el SIVICAP, las cuales corresponden a 997 municipios del territorio nacional. De estos, el 1,6 % con riesgo bajo, el 8,0 % in-

viabile sanitariamente, el 9,6 % en riesgo medio, el 10,3 % riesgo alto y el 70,5 % fueron clasificados como sin riesgo (Gráfico 12).

**Gráfico 12. Porcentaje del nivel de riesgo de la calidad del agua en municipios, Colombia (2021)**



Fuente: INS

Del total de registros, se analizaron 25.489 por tener completitud en los seis parámetros establecidos, los cuales se distribuyen en 28 departamentos/distritos y 807 municipios, los departamentos con mayor número de mediciones evaluadas fueron Antioquia, Valle del Cauca, Nariño, Santander, Cauca, Cundinamarca, Bolívar y Risaralda.

**Comportamiento de la notificación de enfermedad diarreica aguda, Sivigila 2021 (8):**

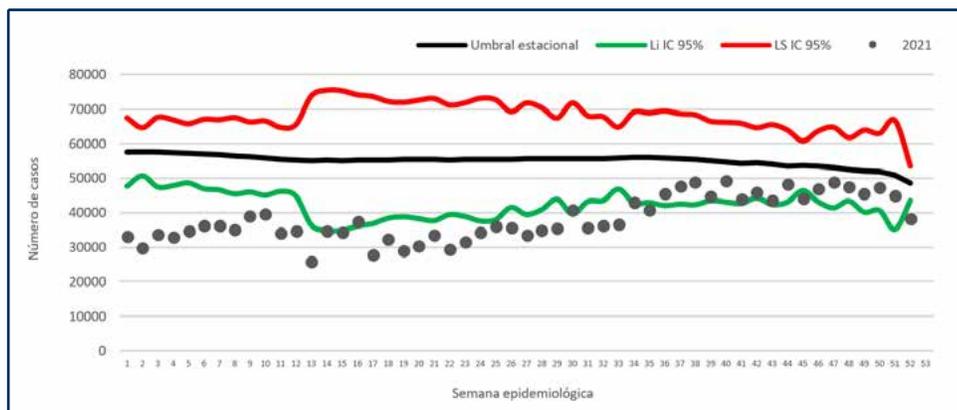
Durante 2021 en Colombia se notificaron al Sivigila 1.992.353 casos para la enfermedad diarreica aguda, en la distribución por sexo se registraron 1.050.754 casos en mujeres (52,7 %).

Para el país, en 2021 la incidencia fue de 0.39 casos por 1.000 habitantes; las tasas de incidencia a nivel departamental ubicaron a Bogotá, Antioquia, Risaralda, Amazonas y Quindío con las mayores incidencias superando los 40 casos por cada 1.000 habitantes. Vichada, Chocó, Atlántico y Buenaventura mostraron incidencias menores a 12 casos siendo las de menor reporte.

El comportamiento por grupos de edad para 2021 muestra los grupos de 0 a 4 años con la mayor cantidad de casos reportados (396.330); el grupo de menores de 1 año reportó 87.022 casos para una incidencia de 113 casos por cada 1.000 menores de 1 año; para el grupo de edad de 1 a 4 años se reportó un total de 309.308 casos para una incidencia de 98,7 casos por cada 1.000 menores de 1 a 4 años. Los grupos de edad de 25 a 29 con 215 958 casos y de mayores de 80 años con 51.174 casos, reportaron incidencias mayores a 40 casos por cada 1.000 respectivamente.

Por periodo epidemiológico se observó que para 2021 las mayores incidencias se observaron en los periodos II, III y X, XI y XII con valores entre los 2,8 y 3,7 casos por cada 1.000 habitantes. A nivel nacional, entre la semana epidemiológica (SE) 01 a 33 del 2021 el evento se ubicó dentro de lo esperado comparado con su comportamiento histórico, mientras que durante las SE 34 a 52 se ubicó por debajo del umbral estacional (Gráfico 13).

**Gráfico 13. Canal endémico enfermedad diarreica aguda (EDA), Colombia, 2021**



Fuente: INS

### Comportamiento de la notificación de Hepatitis A, Sivigila 2021 (8):

Durante 2021 se notificaron al Sivigila 406 casos de Hepatitis A, el 65,0 % (264) corresponde al sexo masculino. La mayor proporción de casos se presenta en el grupo de 10-20 años con 31,0 % (126) y el 27,8 % (113) en las edades de 21-30 años; no se presentaron mortalidades.

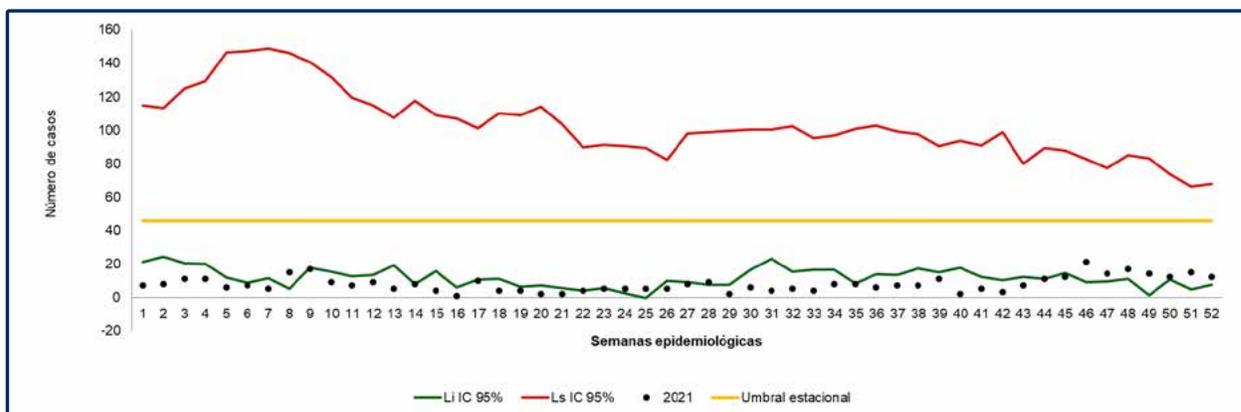
Para el país, en 2021 la incidencia fue de 0,8 casos por 100.000 habitantes; en relación con los departamentos que reportaron una incidencia mayor a la nacional son Caquetá: con 7,23 casos por 100.000 habitantes, Guaviare con 6,79 casos por 100.000 habitantes, Arauca con 4,98 casos por 100.000

habitantes, Norte Santander con 3,53 casos por 100.000 habitantes y Huila con 2,39 casos por 100.000 habitantes.

Con respecto al comportamiento a nivel municipal, los municipios que presentaron más casos fueron Acevedo – Huila (21 casos), Tame – Arauca (13 casos), Floridablanca – Santander (9 casos), Soledad – Atlántico (5 casos) y Calamar – Bolívar (5 casos).

A nivel nacional, entre la semana epidemiológica 01 a 52 de 2021 el evento se ubicó dentro de lo esperado comparado con su comportamiento histórico (Gráfico 14).

**Gráfico 14. Canal endémico hepatitis A, Colombia (2021)**



Fuente: INS

### 3.1.3. Resultados

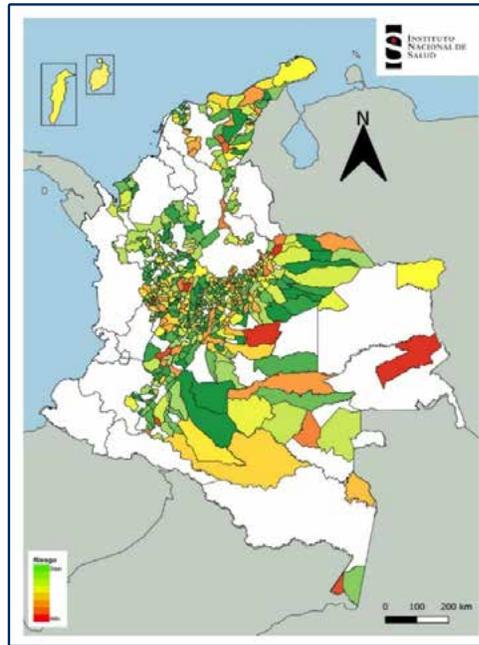
#### Enfermedad Diarreica Aguda:

De los 1.122 municipios del país, se analizó información correspondiente a 571 (50,8 %), municipios de 11 departamentos, los cuales presentan información completa correspondiente a los seis parámetros analizados para el IRCA recalculado, se identificaron 26 municipios de 11 entidades territoriales con nivel de riesgo alto o muy alto para IRCA recalculado y con incidencia de EDA por encima del tercer cuartil (Mapa 1).

Se observa un leve descenso en el número de municipios analizados el cual paso de 671 en 2020 a 571 en el 2021, de igual forma se observa un descenso en el número de municipios a priorizar pasando de 63 municipios en el 2020 a 26 en el 2021 (Tabla 6).

Los departamentos que presentan mayor número de municipios priorizados son: Amazonas, Antioquia, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cesar, Guainía, Meta, Santander, Tolima, Vaupés.

**Mapa 1.** Priorización municipios IRCA recalculado Vs. Incidencia EDA por 1.000 habitantes, Colombia (2021)



Fuente: INS

**Tabla 6.** Municipios priorizados según IRCA recalculado Vs. Incidencia EDA por 1000 habitantes, Colombia (2021)

Departamento	Municipio	Departamento	Municipio
Amazonas	Puerto Nariño	Caldas	San José
Antioquia	Cisneros	Caldas	Supía
Boyacá	Cubará	Caldas	Victoria
Boyacá	Güicán de La Sierra	Caquetá	Morelia
Boyacá	San Eduardo	Cesar	Bosconia
Boyacá	Soatá	Cesar	El Paso
Boyacá	Socotá	Cesar	Manaure Balcón del Cesar
Boyacá	Sutamarchán	Guainía	Inírida
Boyacá	Tinjacá	Meta	Puerto López
Caldas	Belalcázar	Santander	Puerto Wilches
Caldas	Marmato	Tolima	Ataco
Caldas	Risaralda	Tolima	Palocabildo
Caldas	Samaná	Vaupés	Carurú

Fuente: INS

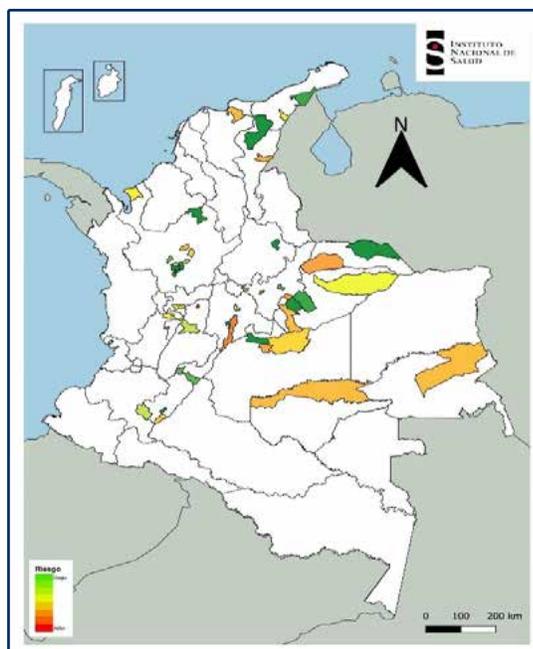
## Hepatitis A

De los 1.122 municipios del país, se analizó información correspondiente a 49 (4,4 %) municipios de 18 departamentos, los cuales presentan información completa correspondiente a los seis parámetros establecidos y a su vez resultados de hepatitis A: Antioquia, Arauca, Bogotá, D.C., Boyacá, Caldas, Casanare, Cesar, Cundinamarca, Guainía,

Guaviare, Huila, La Guajira, Magdalena, Meta, Quindío, Risaralda, Santander y Tolima.

Solamente el municipio de Palocabildo en el Tolima, presenta un IRCA recalculado muy alto y una incidencia de hepatitis A por encima del tercer cuartil.

**Mapa 2. Priorización municipios IRCA recalculado Vs. Incidencia HA por 100.000 habitantes, Colombia (2021)**



Fuente: INS

### 3.1.4. Recomendaciones

Se recomienda a las entidades territoriales realizar un análisis de la morbilidad por enfermedad diarreica aguda y hepatitis A al menos a nivel municipal para identificar y disminuir riesgos asociados a los factores que puedan estar relacionados a la presentación de casos.

Las Entidades 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.

Fortalecer las acciones de vigilancia en salud pública para enfermedad diarreica aguda y hepatitis A, específicamente en los municipios y departamentos que muestran una alta clasificación según la metodología utilizada debido a las condiciones de tratamiento de agua para uso y consumo de la población.

Se recomienda a las entidades territoriales, departamentales y locales, mediante esta metodología, focalizar la inversión de recursos en el cumplimiento de muestreos y tratamiento del agua potable; así como fortalecer las acciones de inspección, vigilancia y control sobre las redes de distribución, de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1575 de 2007 y sus resoluciones reglamentarias.

### 3.1.5. Referencias bibliográficas

**SAMRA S CJSFM.** *The right to water in rural Punjab: assessing equitable access to water in the context of the ongoing Punjab Rural Water Supply Project.* Health Hum Rights. 2011 Dec 15;13(2):E36-49. PMID: 22773031. 2011;

**ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD.** Agua para consumo humano [Internet]. 2022. 2022. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

**SINGH. SBASS.** Bacterial Gastroenteritis. StatPearls [Internet]. 2021; Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513295/>

**NATALYA IORIO SJ.** Hepatitis A [Internet]. 2022. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459290/>

**GLOBAL BURDEN OF 87 RISK FACTORS IN 204 COUNTRIES AND TERRITORIES, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019.** Lancet. 2020; 396:1223-49. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30752-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30752-2)

**TANAKA J.** Hepatitis A shifting epidemiology in Latin America. Vaccine. 2000; 18:S57–60. [https://doi.org/10.1016/S0264-410X\(99\)00466-1](https://doi.org/10.1016/S0264-410X(99)00466-1)

**WORLD HEALTH ORGANIZATION.** Drinking-water [Internet]. 2022. 2022. p. 1. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

**INSTITUTO NACIONAL DE SALUD.** Informes de evento año 2021 [Internet] 2022. Available from: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Paginas/Info-Evento.aspx>

## **3.2. Asociación entre la ocurrencia de situaciones ambientales y la calidad de agua para consumo humano en Colombia (2021)**

### **3.2.1. Introducción**

Los desastres corresponden a situaciones producto de la manifestación de eventos naturales o antropogénicos que al encontrar condiciones de vulnerabilidad (personas, bienes, infraestructura, medios de prestación de servicios o recursos ambientales) generan daños, pérdidas (humanas, materiales, económicas o ambientales) y alteraciones en las condiciones de funcionamiento de la sociedad (1). Los desastres consecuentes de situaciones ambientales pueden generar inundaciones, 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 (2–5). 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 las poblaciones damnificadas (4,5).

Situaciones 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).

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 fugas, especialmente cuando la presión del agua es baja y las plantas de tratamiento están inundadas. Ríos-Tobón y colaboradores 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 (7). 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, su posterior erosión y escorrentía a fuentes hídricas (4).

Colombia, por su diversidad climática y su ubicación geográfica, está influenciada por varios fenómenos que establecen las condiciones de lluvia en condición estacional e intraestacional; en épocas de lluvias fuertes, se presentan excesos de pluviosidad que generan amenazas de inundación. De esta forma, el caudal precipitado, dada la deforestación de las cuencas y el proceso de endurecimiento que trae consigo el continuo desarrollo urbanístico de las ciudades y municipios, genera reducción en los procesos de infiltración y por ello gran parte del agua lluvia ingresa directamente al caudal de los ríos. Este fenómeno genera una pérdida de absorción en las cuencas, disminución de recarga de acuíferos y aumento de residuos sólidos.

Existe además una presión constante de intervención antrópica sobre las zonas de protección de los cuerpos de agua, con lo cual se reduce la capacidad de amortiguamiento al rellenarse terrenos para la urbanización o realzar jarillones para la materialización de vías. Adicionalmente, la construcción de obras lineales que intervienen la zona de cauce, puede generar obstrucciones que limitan el flujo libre de los drenajes (9). A manera de ejemplo, durante los años 2010 y 2011 ante la presencia del Fenómeno de La Niña, se presentó un régimen de lluvias y niveles de los ríos sin precedentes en los registros históricos, presentando grandes impactos relacionados a inundaciones en poblaciones del centro, occidente y norte del país (10).

Según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), durante 2021 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 (11). Los incrementos más altos de precipitación se presentaron durante el mes de noviembre, registrando lluvias entre 40 % y 60 % por encima de los promedios históricos en el norte de La Guajira y centro del litoral caribe de los departamentos de Magdalena y Atlántico. Entre 20 % y 40 % a lo largo del Cesar (14).

El Grupo de Factores de Riesgo Ambiental (GFRA) del Instituto Nacional de Salud realiza seguimiento constante, análisis, evaluación y generación de alertas a situaciones ambientales que pueden desencadenar efectos en salud. Durante 2021 fueron analizadas 463 alertas ambientales, clasificadas en cuatro componentes ambientales (agua, clima, suelo y aire), donde las alertas que más se presentaron fueron: precipitaciones, movimientos en masa, inundaciones, desbordamientos de ríos (68 %). De esta

forma, tomando como base la alta frecuencia de eventos ambientales con potencial impacto en salud pública, surge la necesidad de cuantificar 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.

Respecto a los resultados de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano utilizados para el presente informe, son generados por las autoridades sanitarias departamentales, municipales y distritales como resultado de las acciones de inspección, vigilancia y control de calidad del agua para consumo humano realizadas por éstas sobre los sistemas de suministro, tratamiento y distribución de agua para consumo humano en sus áreas de influencia y registrados en el sistema de información para vigilancia de la calidad del agua potable (SIVICAP).

### 3.2.2. Metodología

#### Datos

La información de los eventos ambientales del año 2021 asociados con riesgo de inundaciones y deslizamientos se obtuvieron del histórico de los datos abiertos de Alertas Hidrometeorológicas del IDEAM recolectados por el GFRA en la matriz de alertas, seguimiento de situaciones ambientales y efectos en salud (MASSAES), para cada departamento y el distrito de Bogotá considerando una escala mensual (12). Para efectos del análisis se consideraron dos contextos: i) intensidad (nivel de alerta media para cada territorio para los eventos de deslizamiento e inundaciones para cada mes del año 2021) y ii) cantidad (número total de alertas relacionadas con inundaciones y deslizamientos presentes en una zona geográfica para cada mes del 2021).

Adicionalmente, los resultados utilizados para el análisis corresponde al promedio del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua (IRCA) mensual para cada uno de los departamentos y el distrito de Bogotá del año 2021 (12); en cuanto a las características tenidas en cuenta para el análisis, se recalculó el IRCA a partir de los seis parámetros priorizados por la frecuencia de análisis y peso atribuidos a cada uno de estos sobre el valor del IRCA: color, turbiedad, pH, cloro residual, coliformes totales y *E. coli* (13).

### Análisis

Se realizó un análisis exploratorio de las variables cuantitativas del IRCA e IRCA recalculado, la cantidad de eventos ambientales asociados con inundaciones (Inund) o deslizamientos (deslizamiento), al igual que el nivel de alerta promedio para inundaciones (Alerta\_Inund) o deslizamientos (Alerta\_des) reportados por el IDEAM para cada departamento. Fue explorada la posible asociación entre estas variables utilizando una escala temporal mensual a través del coeficiente de correlación de Pearson. Los resultados del análisis fueron clasificados según el

valor del coeficiente de correlación significativo ( $\rho$ ) de manera positiva o negativa (positivo:  $\rho > 0.5$ ; negativo:  $\rho < -0.5$ ). 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.

### 3.2.3. Resultados

Según los históricos de alertas hidrometeorológicas del IDEAM, en Colombia durante 2021 se registraron 1.420 alertas por inundaciones, 69 (4.9 %) en nivel de alerta moderado, 1.163 (81.9 %) clasificados como riesgo alto y 188 (13.2 %) como riesgo muy alto. Además, en este mismo año se reportaron 13.650 alertas por deslizamientos, siendo 3.261 (24.43 %) clasificadas como riesgo moderado, 9.269 (69.43 %) como riesgo alto y 1.120 (8.39 %) en riesgo muy alto (Gráfico 15).

**Gráfico 15. Proporción del nivel de alerta de inundaciones (izquierda) y deslizamientos (derecha), según reporte hidrometeorológico del IDEAM, Colombia (2021)**

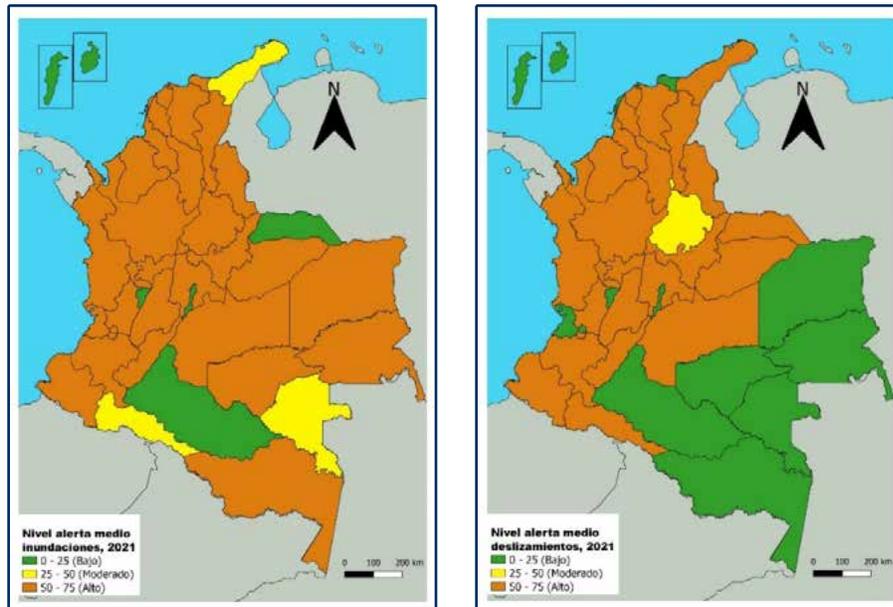


Fuente: IDEAM

Según el promedio de nivel de alerta de inundaciones y deslizamientos notificados por el IDEAM en 2021, del total de inundaciones, 25 departamentos (78.1 %) se clasificaron en riesgo alto, 3 (9.4 %) en riesgo moderado y

4 (12.5 %) en riesgo bajo. Respecto a los deslizamientos, 25 departamentos se clasificaron en riesgo alto (78.1 %), 1 en riesgo medio (3.2 %) y 6 en riesgo bajo (18.7 %) (Gráfico 16).

**Gráfico 16.** Distribución espacial del nivel de alerta promedio para inundaciones (izquierda) y deslizamientos (derecha) por departamento según histórico IDEAM, Colombia, 2021



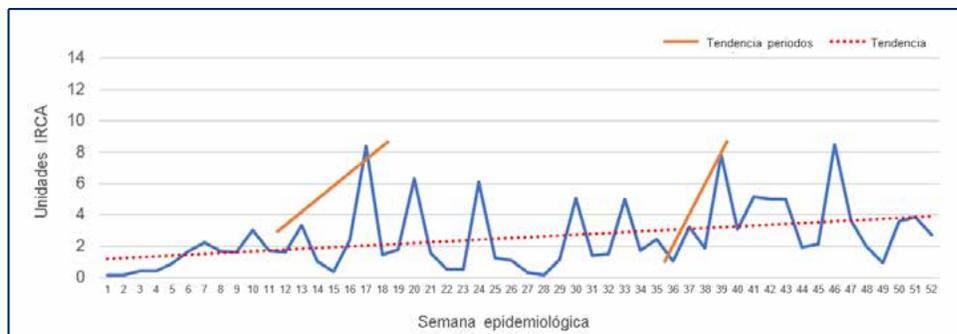
Fuente: Los autores

Durante 2021 se analizaron 48.580 reportes del IRCA para los 32 departamentos; los de mayor registro fueron Antioquia con 10.961 (22.6 %), Boyacá 4026 (8.3 %), Bogotá 3.412 (7.0 %), Valle del Cauca 3.341 (6.9 %), Cundinamarca 3.138 (6.5 %), Nariño 2.699 (5.6 %) y Atlántico 2.144 (4.4 %); representando el 61.2 % del total de reportes a nivel nacional.

Se evidenció una tendencia temporal homogénea en los reportes del IRCA a escala nacional y departamen-

tal; 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 12 a 19 y ii) entre semanas epidemiológicas 36 a 39 (Gráfico 17). Durante estos dos periodos, los valores promedio del IRCA para el país alcanzaron niveles hasta de 8.5 unidades, lo que según la Resolución 2115 de 2007 se considera un agua no apta para consumo humano.

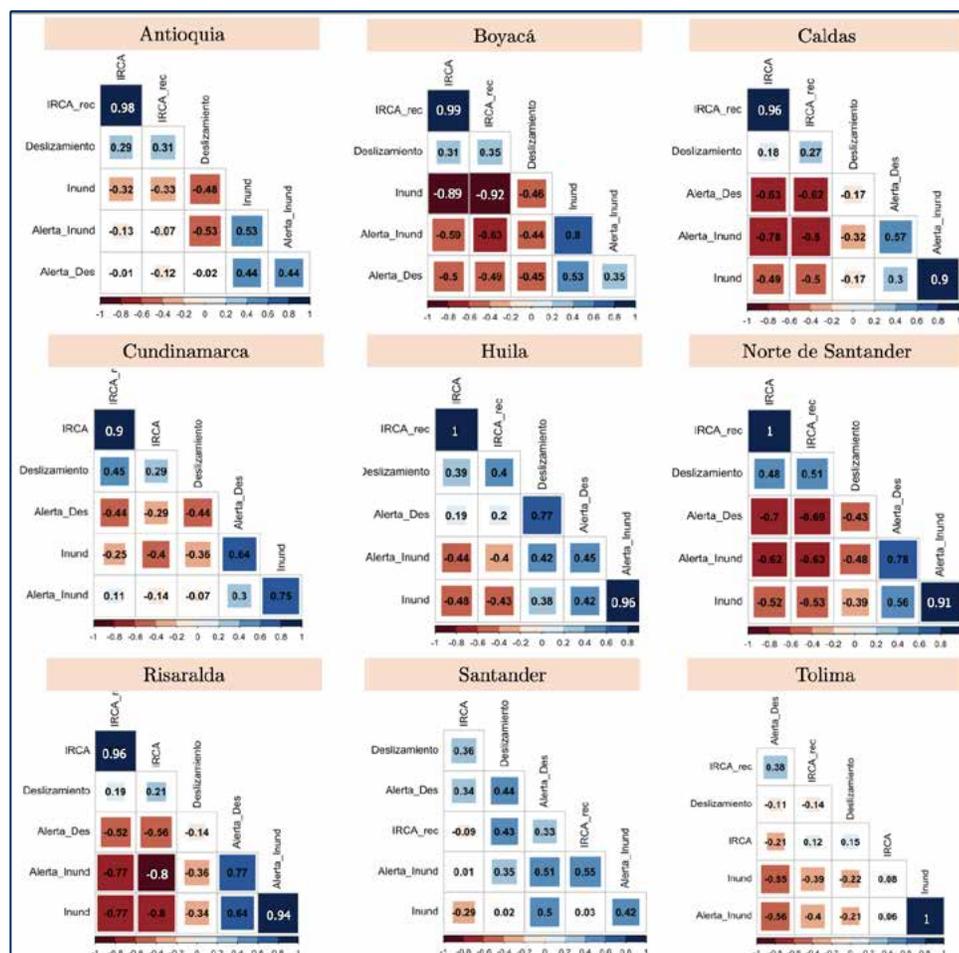
**Gráfico 17.** Tendencia temporal del IRCA a escala nacional, Colombia (2021)



Los gráficos 18 a 22 muestran los resultados del análisis de correlación entre las variables asociadas al IRCA, IRCA recalculado, la cantidad (Inund y deslizamiento) y nivel de alerta promedio de inundaciones y deslizamientos (Alerta\_Inund y Alerta\_Des) en los departamentos discriminados por región. Se observa una correlación negativa significativa entre el IRCA, IRCA recalculado y la cantidad de alertas de inundaciones (Inund) así: Boyacá para IRCA (-0.89) y para IRCA recalculado (-0.92); Risaralda para IRCA (-0.80) y para IRCA recalculado

(-0.77); Cauca para IRCA (-0.66) y para IRCA recalculado (-0.65); Nariño para IRCA (-0.56) y para IRCA recalculado (-0.55); Valle del Cauca para IRCA (-0.52); Norte de Santander para IRCA (-0.52) y para IRCA recalculado (-0.53); finalmente, Chocó para IRCA (-0.52) y para IRCA recalculado (-0.53) (Gráficos 18 y 21). Esta correlación de la cantidad de alertas de inundaciones (Inund) fue positiva significativa en Córdoba para IRCA recalculado (0.71); Putumayo para IRCA recalculado (0.8) e IRCA recalculado (0.8), Casanare para IRCA recalculado (0.59).

**Gráfico 18. Resultados de la prueba de correlación entre las variables asociadas al IRCA, inundaciones y deslizamientos en los departamentos de la región Andina**

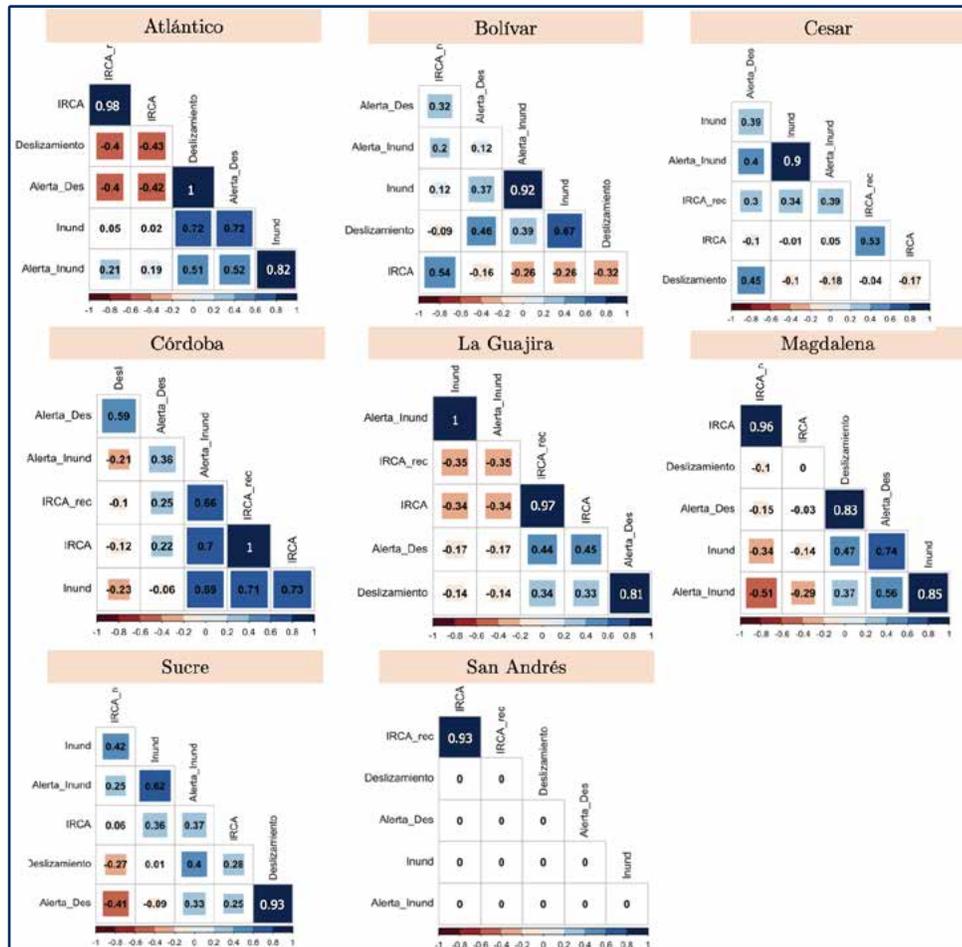


Fuente: propia

De forma similar se observa una correlación negativa significativa entre el IRCA y el nivel de alerta de inundaciones (Alerta\_Inund), así Cauca (-0.86), Risaralda (-0.8), Caldas (-0.78), Norte de Santander (-0.62), Boyacá (-0.59) y Valle del Cauca (-0.53) (Gráficos 18 y 21); para IRCA recalculado y el nivel de alerta de inundaciones (Alerta\_Inund) en Cauca (-0.85), Caldas (-0.8), Risaralda (-0.77), Boyacá (-0.63), Norte de Santander (-0.63) y

Magdalena (-0.51). Sin embargo, esta correlación fue positiva significativa en Putumayo para IRCA (0.9) y para IRCA recalculado (0.8), en Córdoba para IRCA (0.7) y en Santander para IRCA recalculado (0.55) (Gráficos 19 y 20). Se observa además una correlación positiva significativa entre el IRCA y la cantidad de alertas relacionadas con inundaciones (Inund) en Putumayo (0.9), Córdoba (0.73) y Casanare (0.53) (Gráficos 19, 20 y 22).

**Gráfico 19. Resultados de la prueba de correlación entre las variables asociadas al IRCA, inundaciones y deslizamientos en los departamentos de la región Caribe**

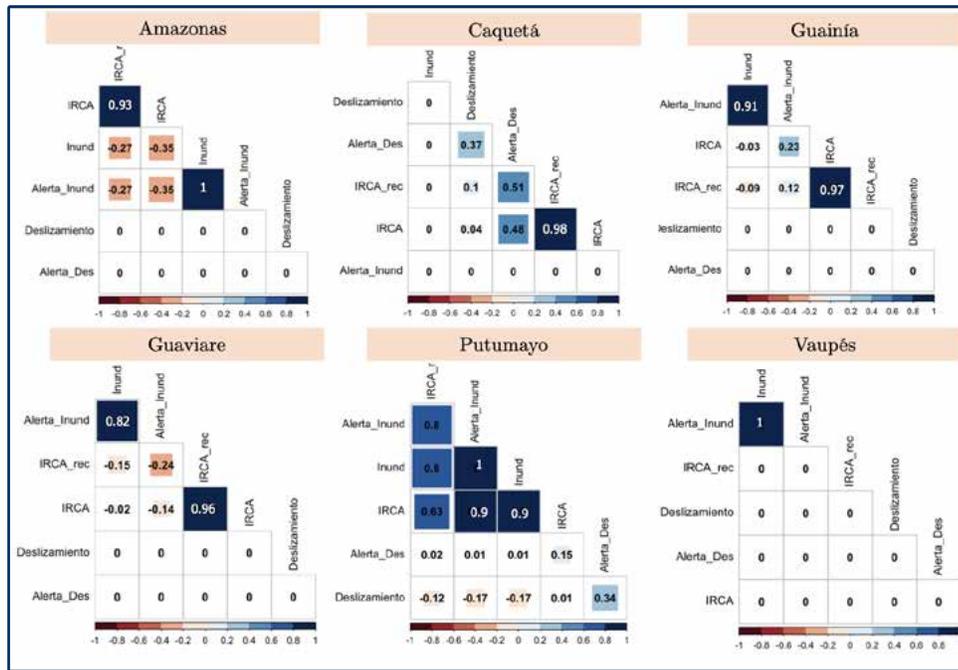


Fuente: propia

Respecto a la cantidad de alertas relacionadas con deslizamientos (deslizamiento), se observa una correlación positiva significativa en Chocó para IRCA (0.74) y para

IRCA recalculado (0.8) y en Norte de Santander para IRCA recalculado (0.51); (Gráficos 18 y 21); no se observa correlación negativa significativa en ningún departamento.

**Gráfico 20.** Resultados de la prueba de correlación entre las variables asociadas al IRCA, inundaciones y deslizamientos en los departamentos de la región del Amazonas

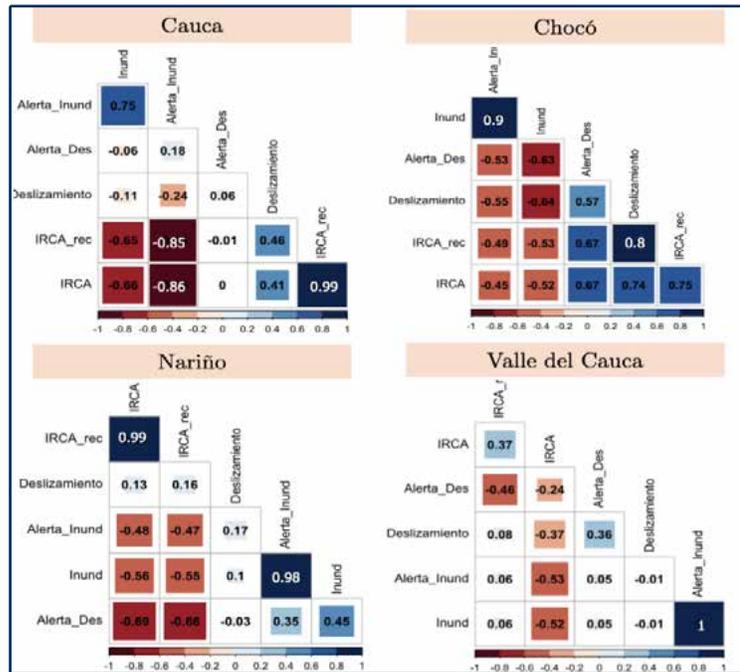


Fuente: propia

Finalmente, se presenta una correlación negativa significativa entre el IRCA e IRCA recalculado y el nivel de alertas referentes a deslizamientos (Alerta\_des) en Norte de Santander (-0.70) para IRCA y (-0.69) para IRCA recalculado; Nariño (-0.69) para IRCA y (-0.66) para IRCA recalculado; Caldas para IRCA (-0.63) y para IRCA recalculado (-0.62); Arauca para IRCA (-0.58); Risaralda

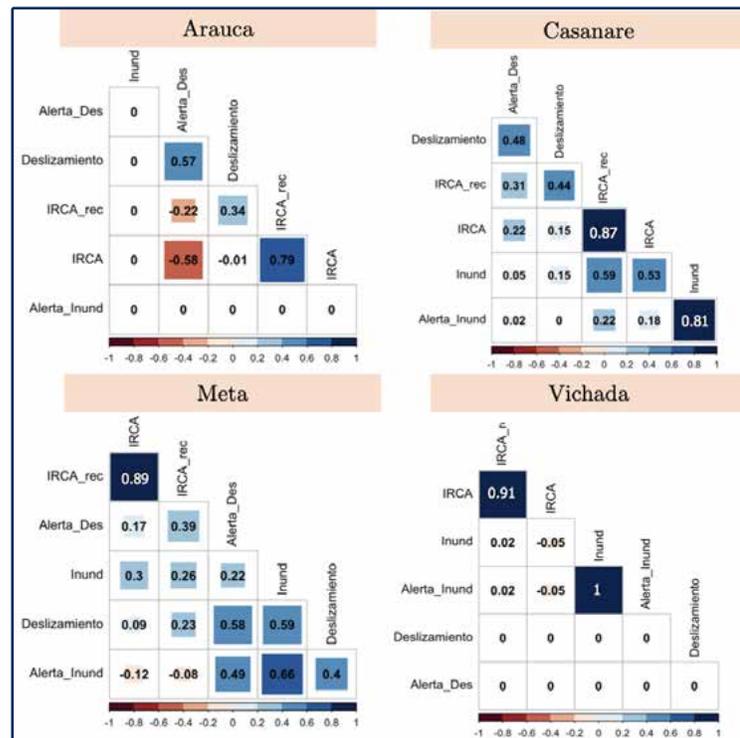
(-0.56) para IRCA y (-0.52) para IRCA recalculado (Gráficos 18, 21 y 22); se presenta una correlación positiva significativa entre el IRCA y el nivel de alertas referentes a deslizamientos (Alerta\_des) en Chocó (0.67) y para IRCA recalculado (0.67) y alerta deslizamientos en Caquetá para IRCA recalculado (0.51).

**Gráfico 21.** Resultados de la prueba de correlación entre las variables asociadas al IRCA, inundaciones y deslizamientos en los departamentos de la región Pacífica



Fuente: propia

**Gráfico 22.** Resultados de la prueba de correlación entre las variables asociadas al IRCA, inundaciones y deslizamientos en los departamentos de la región de la Orinoquía



Fuente: propia

### 3.2.4. Recomendaciones

Los resultados presentados permiten concluir que existe una correlación entre los indicadores IRCA e IRCA recalculado 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 consideren como una prioridad el control permanente de la calidad del agua, así como el abastecimiento, transporte, desinfección, almacenamiento e identificación de fuentes alternas 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 2022 para verificar los hallazgos y validez de los análisis estadísticos y generarlos a escala municipal en los departamentos donde se encontró relación estadísticamente significativa.

### 3.2.5. Referencias bibliográficas

**BRAJA D.** *Ley 1523 de 2012 - Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.* 2012;66(48):37–9.

**QUITUISACA L.** *Desastres naturales Amenazas y evolución* Quituisaca I. (2016). Desastres naturales Amenazas y evolución. *Numérica Notas*, 1(1), 9–11. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10387.89127n>. *Numérica Notas*. 2016;1(1):9–11.

**DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN.** (2009). *Lineamientos de política para la reducción del riesgo ante la amenaza de flujo de lodo (avalancha).* CONPES; 2009.

**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.

**PANAMERICANA DE LA SALUD O.** *Vigilancia epidemiológica sanitaria en situaciones de desastre.* Guía para el nivel local. 2002;1–47.

**ICLR. CAT HOTSHEET.** *Estrategias para el manejo de las aguas pluviales.* *Salud Publica Mex.* 2012;54(2):178–98.

**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.

**INSTITUTO DE HIDROLOGÍA M Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM).** *Atlas Climatológico de Colombia.* 2014;78.

**FIELD CB, BARROS VR, DOKKEN DJ, MACH KJ,**

**MASTRANDREA MD, BILIR TE, ET AL.** *Climate change 2014 impacts, adaptation and vulnerability: Part A: Global and sectoral aspects: Working group II contribution to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change.* Clim Chang 2014 Impacts, Adapt Vulnerability Part A Glob Sect Asp. 2014;1–1131.

**IDEAM.** *Seguimientos a la segunda temporada de lluvias y a la evolución del fenómeno La Niña en el país.* 2021;2021.

**INSTITUTO DE HIDROLOGÍA M Y ESTUDIOS AM-**

**BIENTALES (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.* 2021;

**INSTITUTO DE HIDROLOGÍA M Y ESTUDIOS AM-**

**BIENTALES (IDEAM).** *Boletines, Avisos y Alertas* [Internet]. 2020. Disponible en: [http://www.pronosticosyalertas.gov.co/boletines-avisos-y-alertas/-/document\\_library\\_display/6Pg0RBBHoKj7z/view/90053519](http://www.pronosticosyalertas.gov.co/boletines-avisos-y-alertas/-/document_library_display/6Pg0RBBHoKj7z/view/90053519)

**INSTITUTO NACIONAL DE SALUD (INS),** *Relación de*

*la calidad de agua para consumo humano y la incidencia de enfermedad diarreica aguda y la hepatitis A en Colombia, 2021; 2022.*

**INSTITUTO DE HIDROLOGÍA M Y ESTUDIOS AM-**

**BIENTALES (IDEAM).** *Comunicado 101. Segunda temporada de lluvias en el país y seguimiento a la evolución del enfriamiento de las aguas del océano pacífico tropical.* 2021.

### **3.3. Reporte técnico: Exposición a metales de interés en salud pública, arsénico, fluoruros, cianuro, hidrocarburos aromáticos policíclicos y trihalometanos presentes en agua de consumo humano como vehículo alimentario en Colombia, con base en los resultados reportados en SIVI-CAP (2021)**

#### **3.3.1. Introducción**

El agua es un componente básico y una condición necesaria para la existencia de la vida. La necesidad del agua se incrementa constantemente como resultado del crecimiento poblacional con el aumento de la agricultura y la industria, así como otras actividades intensivas (1). La contaminación del agua en el tiempo presente se considera una de las principales amenazas para la vida de todos los organismos vivos debido al rol que desempeña en el metabolismo y funciones vitales, especialmente en la vida humana, donde constituye aproximadamente el 70 % del peso corporal. La prevención de la contaminación y la reducción de la exposición a estos puede a su vez disminuir las consecuencias adversas en la salud como la discapacidad y la muerte (2).

En los países desarrollados, la amplia implementación de tecnologías de tratamiento de agua y la buena gestión han permitido una reducción significativa de los riesgos asociados al consumo de agua (2). Igualmente, las buenas prácticas han conducido a la reducción de la contaminación de las fuentes de agua y a una mejor remoción de los contaminantes. La legislación europea (Directiva 98/93/CE) en principio consideró un total de 48 parámetros químicos, microbiológicos e indicadores que deben ser monitoreados regularmente. Sin embargo, la lista de contaminantes que se deben tener en cuenta está en continuo crecimiento, así como los estudios para definir los efectos en salud. Adicionalmente, se espera que las dinámicas globales como el cambio climático, la escasez

de agua, el crecimiento de la población, los cambios demográficos y la urbanización, afecten la resiliencia de los sistemas y servicios de suministro y saneamiento de agua, lo que a su vez llevará a los gestores a adaptar sus infraestructuras (2). Por su parte, durante las últimas décadas, el rápido crecimiento de la población y la industrialización han puesto una gran presión sobre la calidad del agua en los países en desarrollo (3).

Considerando que el agua potable es un derecho humano fundamental, es necesaria para el bienestar y la salud (3) y que estudios recientes demuestran que la contaminación de esta en países en desarrollo es la causa del 80 % de las enfermedades y más del 33 % de las muertes aproximadamente (2), es importante incluir la vigilancia de las sustancias que pueden generar efectos adversos en salud como son: arsénico, cadmio, mercurio, plomo, selenio, fluoruros, cianuro, hidrocarburos aromáticos policíclicos, entre otros.

Así pues, el agua de consumo humano es la principal fuente global de ingesta de fluoruros. El flúor es un oligoelemento de interés esencial para la remodelación ósea, de dientes y tiene un importante impacto en la salud oral y general a lo largo de la vida; sin embargo, la ingesta excesiva puede causar una serie de efectos adversos en la salud. Es un elemento inorgánico ubicuo y considerado uno de los principales contaminantes del agua. Los niveles altos están relacionados con procesos naturales como por ejemplo la erosión natural de rocas y suelos, o actividades humanas como la fundición de aluminio

y zinc, la fabricación de fertilizantes y plaguicidas, y las industrias electrónicas. La ingesta excesiva de flúor, por encima de los niveles aceptables definidos por la OMS, puede causar problemas en los sistemas digestivo, respiratorio, renal y nervioso, y en el desarrollo de la inteligencia en los niños, así como decrecimiento de la tasa de natalidad, junto con miopatía e inducción de alteración dental y esquelética (3).

Por su parte, el arsénico y los metales tóxicos son elementos metálicos y metaloides ubicuos y peligrosos para la salud humana que pueden estar presentes en agua para consumo humano como contaminantes por fuentes naturales y antropogénicas (industria y agricultura). Se han reportado en más de 70 países, siendo una amenaza para más de 100 millones de personas en todo el mundo. La exposición al arsénico y los metales tóxicos por contaminación de agua de consumo puede conducir a la ocurrencia de enfermedades crónicas y cáncer en la población expuesta. Por esta razón se debe reportar y analizar la información de estos contaminantes y evaluar el riesgo por exposición calculando factores como la ingesta diaria promedio, el coeficiente de peligrosidad y el riesgo por carcinogenicidad. Estos análisis son útiles para la comprensión de la problemática en salud y la propuesta de soluciones políticas y administrativas a su posible impacto en la población (4).

Considerando lo anterior, la gestión y evaluación del riesgo en salud por la exposición a los contaminantes presentes en el agua de consumo humano, son los principios fundamentales para la protección de la salud de la población en los programas de desarrollo sostenible de cualquier sociedad (2). De esta forma, teniendo en cuenta las metodologías para evaluación de riesgos en inocuidad de alimentos y agua para consumo humano adoptadas de

la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), se realiza una evaluación periódica de la exposición y del riesgo a metales y no metales priorizados a partir de las características químicas incluidas en la Resolución 2115 de 2007. El presente documento incluye la evaluación de la exposición y del riesgo para los peligros químicos priorizados para el análisis, de acuerdo con las concentraciones reportadas al SIVICAP para el año 2021.

Respecto a SIVICAP, es la herramienta informática desarrollada por el INS en cumplimiento del Decreto 1575 de 2007, a través de la cual se registra la información generada por las autoridades sanitarias departamentales, municipales y distritales, como resultado de las acciones de inspección, vigilancia y control de calidad del agua para consumo humano realizadas por éstas sobre los sistemas de suministro, tratamiento y distribución de agua para consumo humano en sus áreas de influencia. Adicionalmente, se registran los resultados de las características relacionadas con los riesgos identificados en la fuente de abastecimiento a través del mapa de riesgo, con el fin de detectar, analizar y notificar de manera temprana los riesgos, eventos o situaciones de emergencia para la salud de la población derivados de la calidad del agua, de manera que sirva como marco de referencia a las autoridades sanitarias, ambientales, de control y demás sectores involucrados en la toma de decisiones, para orientar las acciones de control, eliminación o mitigación de daños a la salud de la población.

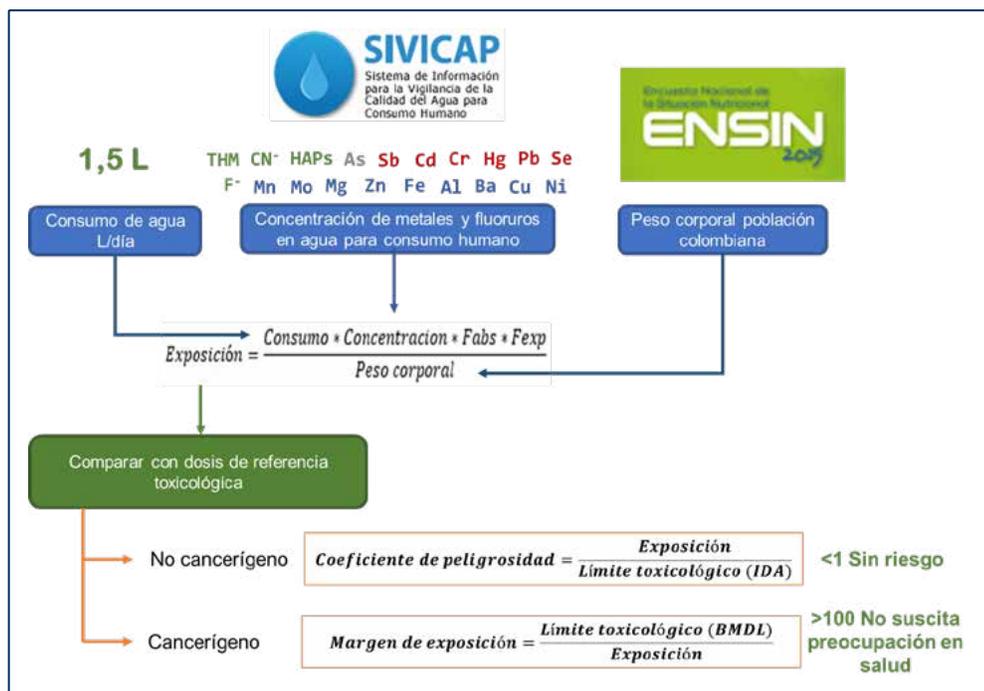
### **3.3.2. Metodología**

Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal con base en la metodología de evaluación de riesgos

en inocuidad de alimentos y agua de consumo humano adaptadas de la FAO/OMS y los datos de concentración de metales, arsénico (As), fluoruros (F-), cianuro libre y disociado (CN-), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) y trihalometanos totales (THM) suministrados en la base de datos del SIVICAP para el año 2021 por las Direcciones Territoriales en Salud (DTS). Se inició con la identificación de las concentraciones para cada sustancia química y la eliminación de los datos nulos (valores de

cero o cualitativos). Posteriormente, se llevó a cabo el cálculo de exposición para las concentraciones reportadas considerando el valor de 1,5 litros/día para el consumo diario de agua (5) y el peso corporal promedio de la población general (64,7 kg) obtenido a partir de lo reportado en la Encuesta Nacional de Situación Nutricional de 2015 (ENSIN 2015), como se muestra en el gráfico 23.

**Gráfico 23.** Diagrama de flujo de la estimación del riesgo por exposición a metales de interés en salud pública, arsénico, flúor, hidrocarburos aromáticos policíclicos, cianuro y trihalometanos en agua para consumo humano.



**Fuente:** Elaborada por los autores.

La exposición calculada se comparó con el límite toxicológico de cada contaminante (Tabla 7). Para sustancias no cancerígenas por vía oral (Antimonio (Sb), Cadmio (Cd), Mercurio (Hg), Plomo (Pb), Selenio (Se), CN- y F-) se calculó el coeficiente de peligrosidad, que es la relación entre la exposición y la dosis toxicológica corres-

pondiente, donde los valores obtenidos inferiores a uno indican exposiciones seguras. Para sustancias cancerígenas, como el arsénico, el cromo (VI) y HAPs se estima el Margen de Exposición (MOE, por su sigla en inglés), que es la relación entre una dosis de referencia toxicológica conocida como el límite inferior del intervalo de con-

fianza de la dosis de referencia (BMDL, por su sigla en inglés) y la exposición. En cuanto a la interpretación, el valor del MOE debe ser mayor a 100 para considerar que la exposición es segura (6). Estas comparaciones indican si existe preocupación en salud pública por el nivel del contaminante en el agua con base en la cantidad ingerida, pero no cuantifican el riesgo (ver gráfico 23).

Para el caso del cromo, se asumió que el resultado de cromo total corresponde a cromo (VI) y se evaluó como agente carcinogénico, calculando el margen de exposición, y como agente tóxico no carcinógeno, calculando el coeficiente de peligrosidad.

**Tabla 7. Límites toxicológicos de referencia para los contaminantes objeto de análisis**

Contaminante	Dosis de referencia toxicológica (mg/kg pc día)	Agencia, año	Referencia
Antimonio	0,0004 <sup>a</sup>	U.S. EPA, 1987	(7)
Arsénico	0,003 <sup>b1</sup>	JECFA-FAO/WHO, 2011	(8)
Cadmio	0,00083 <sup>c</sup>	WHO, 2013	(9)
Cromo (VI)	0,09 <sup>d</sup>	ATSDR, 2012	(10)
Cromo total	0,003	U.S. EPA, 1998	(11)
Mercurio	0,0006 <sup>e</sup>	U.S. EPA, 1998	(12)
Plomo	0,0036 <sup>e</sup>	JECFA-FAO/WHO, 2011	(13)
Selenio	0,005 <sup>a</sup>	JECFA-FAO/WHO, 2011	(14)
Fluoruros	0,06 <sup>a</sup>	U.S. EPA, 2012	(15)
Hidrocarburos policíclicos aromáticos	0,1b <sup>2</sup>	JECFA-FAO/WHO, 2006	(16)
Trihalometanos	0,015	WHO, 2017	(17)
Cianuro	0,045 <sup>f</sup>	WHO, 2017	(17)

**a** Ingesta Diaria Admisible (IDA)

**b<sup>1</sup>** BMDL<sub>0,5</sub>, **b<sup>2</sup>** BMDL<sub>10</sub> (Dosis de referencia más baja)

**c** Basado en la IMTP (Ingesta Mensual Tolerable Provisional) de 25 µg/kg de peso corporal

**d** BMDL<sub>10</sub> (Dosis de referencia con el efecto adverso más nocivo).

**e** PTWI (Ingesta Semanal Tolerable Provisional)

**f** TDI (Ingesta diaria tolerable)

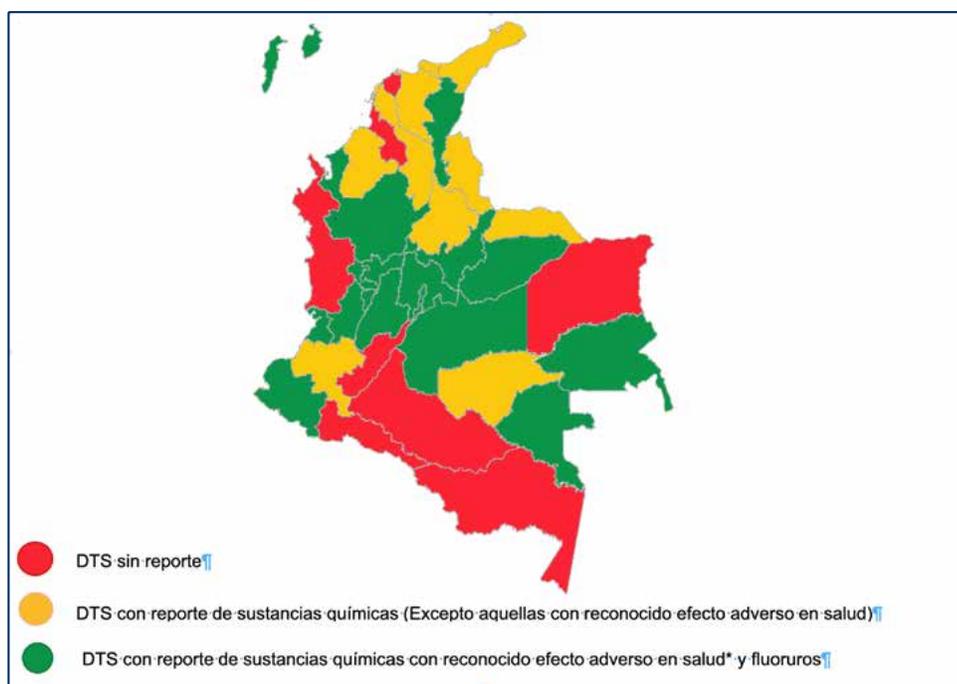
### 3.3.3. Resultados

#### Notificación de sustancias químicas de interés en salud pública

Para el periodo del año 2021 se analizaron 34.192 datos de peligros químicos priorizados reportados al SIVICAP, de los cuales 31.799 fueron válidos y 2.393 fueron da-

tos nulos (datos cualitativos o valores de cero). En el gráfico 24 se muestran las DTS que reportaron concentraciones de estos peligros. En la tabla 8 se presenta el resumen de los datos notificados por DTS para metales y en la tabla 9, el resumen de los datos notificados por DTS para peligros químicos no metálicos.

**Gráfico 24.** Notificación por Dirección Territorial de Salud de sustancias químicas incluidas en la Resolución 2115 de 2007



\* Sb, As, Cd, CN, Cr total, Hg, Pb, Se, THM y HAPs.

**Fuente:** Elaborado por los autores.

Las DTS con mayor notificación de concentraciones de sustancias químicas durante el año 2021 fueron Antioquia (n 5.040), Bogotá (n 3.882), Boyacá (n 3.746), Tolima (n 3.578), Nariño (n 3.325), Cundinamarca (n 2.873), Santander (n 1.864), Risaralda (n 1.749), Bolívar (n 1.185) y Caldas (n 1.148). Antioquia presenta la mayor cobertura de datos, reportando concentra-

ciones para todas las sustancias químicas de interés en salud pública excepto el Sb, seguido por Cundinamarca que reporta datos de 9 sustancias y Bogotá, Valle del Cauca y Guainía que reportan datos de 5 sustancias de interés en salud pública. El mayor volumen de datos se concentra en Fe total, Mg y Al (ver tabla 8).

**Tabla 8.** Reporte al SIVICAP de datos para metales de interés en salud pública durante el año 2021

DTS	Hierro total	Magnesio	Aluminio	Manganeso	Plomo	Mercurio	Cadmio	Cobre	Cromo total	Bario	Niquel	Zinc	Molibdeno	Antimonio
Antioquia	2531	15	1445	63	59	119	56	53	51	52	50	14	13	-
Boyacá	1	2091	959	545	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bogotá, D.C.	1865	-	-	1467	212	167	-	-	-	-	-	-	-	-
Tolima	977	1604	782	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nariño	2694	-	412	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cundinamarca	501	2	727	189	205	13	195	181	17	-	-	-	-	-
Santander	601	1261	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Risaralda	329	1156	-	21	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Bolívar	395	395	-	395	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caldas	381	713	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cauca	-	970	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Meta	115	90	-	70	197	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Casanare	162	100	125	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Cesar	1	375	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quindío	141	-	192	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Córdoba	274	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Archipiélago de San Andrés y Providencia, Santa Catalina	1	94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Magdalena	79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valle del Cauca	29	-	41	3	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Arauca	34	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Norte de Santander	51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vaupés	13	7	12	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Guainía	8	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	8	5	-
La Guajira	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Guaviare	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>11188</b>	<b>8920</b>	<b>4705</b>	<b>2767</b>	<b>824</b>	<b>299</b>	<b>251</b>	<b>234</b>	<b>68</b>	<b>52</b>	<b>51</b>	<b>23</b>	<b>19</b>	<b>0</b>

- No reportado

**Fuente:** Elaborada por los autores con datos reportados en SIVICAP, 2021.

Para los peligros químicos no metálicos priorizados, la mayor notificación corresponde a Antioquia y Cundinamarca entre las 14 DTS que reportan datos para estos parámetros. El mayor volumen de datos se observa para F-, THM y CN-. Para los parámetros con efectos cancerígenos como son As y HAPs se encuentra una notifica-

ción baja para el periodo con 235 datos para arsénico en Antioquia y Cundinamarca, y un dato para HAPs en Cundinamarca. Igualmente, se destaca la baja notificación para selenio con 51 datos reportados durante el segundo semestre del año (Tabla 9).

**Tabla 9.** Resumen reporte al SIVICAP de datos para peligros químicos no metálicos de interés en salud durante el año 2021

DTS	Fluoruros	THM	Cianuro	As	Se	HAPs
Cundinamarca	229	241	192	180	-	1
Antioquia	208	98	107	55	51	-
Risaralda	242	-	-	-	-	-
Nariño	219	-	-	-	-	-
Tolima	215	-	-	-	-	-
Bogotá, D.C.	171	-	-	-	-	-
Archipiélago de San Andrés y Providencia, Santa Catalina	81	-	-	-	-	-
Caldas	54	-	-	-	-	-
Casanare	23	-	-	-	-	-
Cesar	21	-	-	-	-	-
Guainía	5	-	-	-	-	-
Valle del Cauca	3	-	-	-	-	-
Meta	1	-	-	-	-	-
Quindío	1	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>1473</b>	<b>339</b>	<b>299</b>	<b>235</b>	<b>51</b>	<b>1</b>

**Fuente:** Elaborada por los autores con datos reportados en SIVICAP, 2021.

### Evaluación de la exposición y estimación del riesgo

De las sustancias químicas evaluadas, las concentraciones más altas identificadas para arsénico, cromo total (cromo VI) y fluoruros suscitan preocupación en salud pública. De los datos reportados para As, el 80,8 % de los resul-

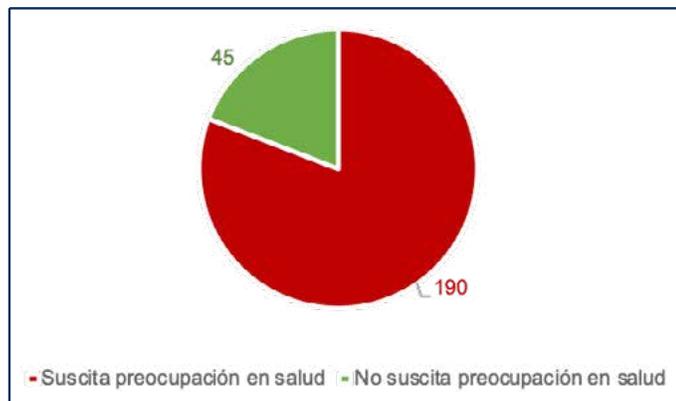
tados de MOE calculados a partir de las concentraciones suscitan preocupación en salud pública (Gráfico 25) en el municipio de Envigado, en Antioquia, y los municipios de Cundinamarca relacionados en la tabla 10. Por su parte, el 73,5 % de los datos reportados para cromo total como

cromo (VI) suscitan preocupación en salud (Gráfico 26) en Medellín y el municipio de Envigado.

La exposición calculada para las concentraciones de fluoruros reportada en los municipios de Orocué, en Casanare, y Venecia, en Antioquia, representan un posible riesgo en salud para la población local, es decir que, de los 1473 datos reportados por las DTS de Antioquia, Bogotá D.C., Caldas, Casanare, Cesar, Cundinamarca, Guainía, Meta, Nariño, Quindío, Risaralda, San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Tolima y Valle, sólo el 0,1 % superan

la dosis de referencia toxicológica. Por el contrario, las exposiciones para las concentraciones de las demás sustancias de interés en salud pública, como cromo total evaluado sin efecto cancerígeno, cadmio, cianuro, HAPs, mercurio, plomo, selenio y THM no sobrepasan las dosis de referencia establecidas. Por otra parte, en la base de datos de SIVICAP sólo se cuenta con reportes cualitativos para el antimonio; por lo tanto, no se llevó a cabo el análisis cuantitativo correspondiente.

**Gráfico 25.** Distribución de resultados de muestras que suscitan o no suscitan preocupación por exposición a arsénico



**Gráfico 26.** Distribución de resultados de muestras que suscitan o no suscitan preocupación por exposición a cromo VI



**Tabla 10.** Concentraciones más elevadas reportadas para arsénico, cromo total y fluoruros que suscitan preocupación en salud o indican riesgo

Peligro	Concentración (mg/L)	MOE	Coficiente de peligrosidad	Interpretación	Municipio	Departamento
Arsénico	0,01	12,94	N.A.	Suscita preocupación en salud	Envigado	Antioquia
Arsénico	0,005	25,88	N.A.	Suscita preocupación en salud	Municipios <sup>4</sup>	Cundinamarca
Cromo (VI)	0,05	77,64	N.A.	Suscita preocupación en salud	Envigado	Antioquia
Cromo (VI)	0,04	97,05	N.A.	Suscita preocupación en salud	Envigado y Medellín	Antioquia
Fluoruros	5,79	N.A.	2,24	Riesgo	Orocué	Casanare
Fluoruros	4	N.A.	1,54	Riesgo	Venecia	Antioquia

N.A. No aplica

**Fuente:** Elaborada por los autores.

### 3.3.4. Análisis de resultados

#### Sustancias de interés en salud pública

De manera recurrente durante los años 2020 y 2021 en el municipio de Envigado, en Antioquia, y para el año 2021 en los municipios de Cundinamarca relacionados en la tabla 10 se reportaron concentraciones de arsénico que podrían suscitar preocupación en salud pública.

Los efectos crónicos por exposición a arsénico podrían generar manifestaciones severas en piel como la melanosí, queratosis y pigmentación, así como el incremento en cánceres de piel, pulmón y vejiga cuando superan las dosis de referencia. Por su parte, los efectos por exposición aguda a concentraciones elevadas puede generar

síntomas como vómito, desórdenes cardiovasculares, daño en el sistema nervioso, entre otros (2). Los efectos adversos en salud dependen de la metilación del arsénico, que a su vez está determinada por la dosis, el mecanismo, los compuestos de arsénico presentes y del estado nutricional de la población expuesta. La exposición a arsénico en el agua como vehículo de arsénico se puede dar al beberla como tal y al emplearla en la preparación de alimentos (18).

Podría esperarse que al mantener las concentraciones de arsénico bajo los niveles establecidos en la norma (Resolución 2115 de 2007), la exposición sería segura para la población, sin embargo, los resultados de esta evaluación suscitan preocupación en salud pública para efectos

4 Agua de Dios, Alban, Anolaima, Apulo, Arbeláez, Beltrán, Bituima, Bojacá, Cabrera, Cajicá, Caparrapí, Cáqueza, Carmen de Carupa, Chaguaní, Chía, Chipaque, Choachí, Chocontá, Cogüa, Cota, Cucunubá, El Colegio, El Peñón, El Rosal, Facatativá, Fomeque, Fosca, Funza, Fúquene, Fusagasugá, Gachalá, Gachancipá, Gacheta, Gama, Granada, Guachetá, Guaduas, Guasca, Guataqui, Guatavita, Guayabal de Siquima, Guayabetal, Jerusalén, Junín, La Calera, La Mesa, La Peña, La Vega, Lenguazaque, Machetá, Manta, Medina, Nariño, Nemocón, Nilo, Nimaima, Pacho, Paima, Pandi, Paratebuena, Pasca, Puerto Salgar, Puli, Quebradanegra, Quetame, Qupile, Ricaurte, San Antonio del Tequendama, San Bernardo, San Cayetano, San Francisco, San Juan de Río Seco, Sasaima, Sesquilé, Sibaté, Silvania, Simijaca, Soacha, Subachoque, Suesca, Supatá, Susa, Sutatausa, Tabio, Tausa, Tena, Tenjo, Tibacuy, Tibirita, Tocaima, Tocancipá, Topaipí, Ubalá, Ubaque, Une, Utica, Venecia, Vergara, Vianí, Villa de San Diego de Ubaté, Villagómez, Villapinzón, Villeta, Viotá, Yacopí, Zipacón, Zipaquirá.

cancerígenos a concentraciones de arsénico por encima de 0,001 mg/L, por lo tanto, surge la necesidad de generar mayor información de esos niveles en los municipios afectados, que permita verificar la seguridad del límite normativo para la población local expuesta a través del fortalecimiento de la vigilancia y verificar los procesos de tratamiento de agua para la remoción o disminución de esta sustancia química.

Por otra parte, para la evaluación de efectos cancerígenos del cromo (bajo la suposición que el cromo total corresponde a cromo VI), los resultados de las exposiciones para las concentraciones reportadas en Medellín y el municipio de Envigado, en Antioquia, suscitan preocupación en salud pública por el posible aumento de estos efectos. Por el contrario, las exposiciones calculadas para las concentraciones de cromo reportadas para la DTS de Cundinamarca no suscitan preocupación en salud. Cabe recordar que el cromo hexavalente (cromo VI) está clasificado como cancerígeno tipo I por el Centro Internacional de Investigación del Cáncer (IARC, por su sigla en inglés), dado que el Cr VI es la forma oxidada del cromo y a través del proceso de reducción a cromo trivalente (Cr III) a nivel gástrico se pueden producir radicales libres que afectan componentes celulares y la estructura del ADN. Los compuestos de cromo en sus límites inadmisibles pueden causar mutagenicidad en órganos humanos por perturbaciones en el ciclo celular. La forma carcinogénica principal del cromo es el cromo hexavalente como producto secundario de la oxidación del Cr III (19).

En el medio ambiente la distribución de los compuestos de cromo en la biota depende ampliamente del potencial redox, el pH, la presencia de compuestos oxidantes o reductores, la cinética de las reacciones de óxido-re-

ducción, la formación de complejos o sales insolubles de Cr III y la concentración de cromo total. Los óxidos de manganeso ( $MnO_x$ ) juegan un papel importante en la oxidación de Cr III como oxidantes dominantes en la superficie del suelo. Adicionalmente, los peróxidos de hidrógeno y los radicales que se producen fotoquímicamente son otros oxidantes prevalentes, tanto en condiciones aeróbicas como anaeróbicas, para la oxidación de Cr III a Cr VI; en condiciones aeróbicas sería esencial un ambiente ácido con un pH menor a 6, por el contrario, en valores superiores de pH el Mn II catalizado actúa como un oxidante en este proceso; además, el peróxido de hidrógeno puede oxidar de manera individual Cr III a Cr VI y en la superficie del suelo puede generarse el ion hidroxilo ( $OH^-$ ) por la fotólisis de  $Fe(OH)^{2+}$  resultando en la oxidación de Cr III a Cr VI. En términos de solubilidad el Cr VI se disuelve fácilmente y se mueve hacia aguas subterráneas, mientras que el Cr III es más insoluble y se solidifica en el suelo (19).

En cuanto a la exposición a fluoruros, las concentraciones máximas reportadas en los municipios de Orocué en Casanare y Venecia en Antioquia representan un posible riesgo por fluorosis dental. Para el primer municipio también se identificó una exposición superior a la dosis de referencia en el año 2020; no obstante, la concentración promedio de los datos reportados a nivel nacional para el año 2021 corresponde a 0,3 mg/L, que es inferior a la concentración máxima permitida en la Resolución 2115 de 2007. Cabe resaltar que en el municipio de Orocué las exposiciones para los años 2020 y 2021 fueron 0,146 y 0,134 mg/kg peso corporal/ día, respectivamente. De acuerdo con lo indicado por Health Canada las exposiciones superiores a 0,122 mg/kg peso corporal/ día pueden causar fluorosis dental (20) y las exposiciones

superiores 0,2 mg/kg peso corporal/ día podrían llevar a fluorosis esquelética (21).

Dentro de los efectos adversos en salud que pueden generar los fluoruros a niveles elevados en agua de consumo están la fluorosis dental y esquelética, deformación de los tejidos duros, artritis, infertilidad, hipertensión, efectos neurotóxicos, daños en tejidos como testículos, hígado, riñones y pulmones, daños en la glándula paratiroidea, problemas cardiovasculares incluyendo arterioesclerosis y calcificación arterial, daño en el miocardio, falla e insuficiencia cardíaca (21,22).

### 3.3.5. Conclusiones

- Se evaluó la exposición para sustancias químicas de interés en salud pública con base en los datos reportados en el SIVICAP para el año 2021 por las DTS que miden y reportan las concentraciones de estos parámetros. Las exposiciones estimadas para cadmio, cianuro, HAPs, mercurio, plomo, selenio y THM no suscitan preocupación en salud. Mientras que, las exposiciones estimadas para las concentraciones más altas de arsénico y cromo total (cromo VI) en Medellín y el municipio de Envigado, en Antioquia, y fluoruros en los municipios de Orocué, en Casanare, y Venecia, en Antioquia, suscitan preocupación en salud pública.
- En las DTS de La Guajira, Atlántico, Magdalena, Bolívar, Córdoba, Norte de Santander, Santander, Sucre, Chocó, Arauca, Vichada, Guaviare, Cauca, Huila, Caquetá, Putumayo y Amazonas se desconoce el riesgo por exposición a sustancias químicas de interés en salud pública debido a la ausencia de notificación durante el año 2021.

- De manera recurrente, durante los años 2020 y 2021, la exposición a fluoruros evaluada para el municipio de Orocué, en Casanare, representa un posible riesgo para la población, especialmente la infantil por posible desarrollo de fluorosis dental.
- Al igual que en el año 2020, la notificación de antimonio para el 2021 sólo presenta resultados cualitativos en la base de datos del SIVICAP; por lo tanto, no ha sido posible realizar una evaluación cuantitativa del riesgo por exposición a esta sustancia de interés en salud pública.

### 3.3.6. Recomendaciones

- Para las DTS a nivel nacional es recomendable fortalecer la vigilancia de sustancias químicas de interés en salud pública de acuerdo con los mapas de riesgo considerando los posibles efectos adversos en salud asociados a su exposición y en particular para aquellas con muy baja o ausente notificación.
- Teniendo en cuenta la importancia de los efectos adversos de estas sustancias para la salud, las autoridades sanitarias y ambientales, municipios o distritos y prestadores, deben proponer e implementar medidas de control y prevención en las cuencas de captación, para evitar, eliminar o controlar todos los riesgos señalados en el presente documento.
- Dado que los procesos ambientales, industriales y socio económicos que pueden afectar las fuentes de agua son variables, se recomienda considerar estas dinámicas en las estrategias para el fortalecimiento de la vigilancia de sustancias químicas de interés en salud pública.

### 3.3.7. Referencias

- THAMER AL-MAYAH W.** Chemical and microbial health risk assessment of drinking water treatment plants in Kut City, Iraq. *Mater Today Proc* [Internet]. 2021;42:3062–7. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.920>
- MALEKI A, JARI H.** Evaluation of drinking water quality and non-carcinogenic and carcinogenic risk assessment of heavy metals in rural areas of Kurdistan, Iran. *Environ Technol Innov* [Internet]. 2021;23:101668. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101668>
- KERDOUN MA, MEKHOLOUFI S, ADJAINE OEK, BECHKI Z, GANA M, BELKHALFA H.** Fluoride concentrations in drinking water and health risk assessment in the south of Algeria. *Regul Toxicol Pharmacol* [Internet]. 2022;128(November 2021):105086. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2021.105086>
- ABEER N, KHAN SA, MUHAMMAD S, RASOOL A, AHMAD I.** Health risk assessment and provenance of arsenic and heavy metal in drinking water in Islamabad, Pakistan. *Environ Technol Innov* [Internet]. 2020;20:101171. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.101171>
- PRAVEENA SM, KAMAL HUYOK NF, BURBURE C DE.** Public health risk assessment from drinking water from vending machines in Seri Kembangan (Malaysia). *Food Control* [Internet]. 2018;91:40–6. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.01.019>
- WHO/FAO.** *Environmental Health Criteria 240. Principles and Methods for the Risk Assessment of Chemicals in Food* [Internet]. International Programme on Chemical Safety. Geneva: World Health Organization; 2009. 6–1, 6–8 p. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241572408>
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY.** Antimony [Internet]. Integrated Risk Information System (IRIS). 1987 [cited 2021 Apr 17]. Available from: [https://cfpub.epa.gov/ncealiris2/chemicalLanding.cfm?substance\\_nmbr=6](https://cfpub.epa.gov/ncealiris2/chemicalLanding.cfm?substance_nmbr=6)
- JECFA-FAO/WHO.** Arsenic [Internet]. WHO. 2011 [cited 2021 Oct 13]. Available from: <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/1863>
- WHO.** Cadmium [Internet]. Evaluations of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). 2013 [cited 2022 May 23]. p. 1. Available from: <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/1376>
- U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES.** Toxicological Profile for Chromium. ATSDR's Toxicol Profiles [Internet]. 2002;(September). Available from: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp7.pdf>
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY.** Chromium (VI) [Internet]. Integrated Risk Information System. 1998 [cited 2022 May 24]. Available from: [https://cfpub.epa.gov/ncealiris2/chemicalLanding.cfm?substance\\_nmbr=144](https://cfpub.epa.gov/ncealiris2/chemicalLanding.cfm?substance_nmbr=144)
- JECFA-FAO/WHO.** Mercury [Internet]. WHO. 2011 [cited 2021 Sep 27]. Available from: <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/1806>

- JECFA-FAO/WHO.** Lead [Internet]. WHO. 1999 [cited 2021 Oct 29]. Available from: <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/3511>
- INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY (IPCS).** Selenium [Internet]. INCHEM. 1990 [cited 2021 Apr 23]. Available from: <https://incchem.org/documents/pims/chemical/pim483.htm>
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY.** Fluorine (soluble fluoride) [Internet]. Integrated Risk Information System (IRIS). 2012 [cited 2021 Apr 23]. Available from: [https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance\\_nمبر=53](https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance_nمبر=53)
- JECFA-FAO/WHO.** Polycyclic Aromatic Hydrocarbons [Internet]. WHO. 2006 [cited 2021 Apr 25]. Available from: <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/chemical.aspx?chemID=4306>
- WHO.** Guidelines for Drinking - water quality [Internet]. Fourth edi. World Health Organization; 2017. 329, 428 p. Available from: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254637/9789241549950-eng.pdf;jsessionid=60D95F9B6CF80A1869F8BB-DAA4A36A33?sequence=1>
- JOARDAR M, DAS A, ROY N, MRIDHA D, DAS J, DE A, ET AL.** Groundwater for Sustainable Development Impact of treated drinking water on arsenicosis patients with continuous consumption of contaminated dietary foodstuffs: A longitudinal health effect study from arsenic prone area, West Bengal, India. *Groundw Sustain Dev.* 2022;18(February).
- KAZEMI A, ESMAELBEIGI M, SAHEBI Z, ANSARI A.** Health risk assessment of total chromium in the qanat as historical drinking water supplying system. *Sci Total Environ* [Internet]. 2022;807:150795. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150795>
- HEALTH CANADA (HC).** Guidelines for Canadian drinking water quality: guideline technical document - fluoride. *Water Qual Heal Bur Heal Environ Consum Saf Branch* [Internet]. 2010;61. Available from: <https://www.canada.ca/content/dam/canada/health-canada/migration/healthy-canadians/publications/healthy-living-vie-saine/water-fluoride-fluorure-eau/alt/water-fluoride-fluorure-eau-eng.pdf>
- DUGGAL V, SHARMA S.** Fluoride contamination in drinking water and associated health risk assessment in the Malwa Belt of Punjab, India. *Environ Adv* [Internet]. 2022;8(April):100242. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2022.100242>
- SOLANKI YS, AGARWAL M, GUPTA AB, GUPTA S, SHUKLA P.** Fluoride occurrences, health problems, detection, and remediation methods for drinking water: A comprehensive review. *Sci Total Environ.* 2022;807.

### **3.4. Reporte técnico: Informe sobre predicción de la incidencia de enfermedad diarreica aguda en Colombia relacionada con riesgos microbiológicos en agua para consumo dietario, a través de la aplicación de un modelo de estimación probabilística (2021)**

#### **3.4.1. Introducción**

La enfermedad diarreica aguda (EDA) ha sido uno de los eventos de mayor interés en salud pública, que afecta a gran parte de la población mundial, afecta en mayor medida a la población riesgo y es la segunda mayor causa de muerte de niños menores de cinco años (1). Sin embargo, una proporción significativa de las enfermedades diarreicas se podría prevenir a través del acceso al agua potable; en consecuencia, la fuente de agua dietaria se ha definido como uno de los factores de riesgo de diarrea en niños, debido a que el consumo de agua contaminada favorece la transmisión de patógenos, los cuales están presentes desde la fuente, o bien durante el almacenamiento, envasado y manejo inadecuado (2).

La provisión de agua para consumo humano de una mejor calidad puede impactar en la reducción de la prevalencia de diarrea desde 9,76 % hasta 25,6 % (3). En este sentido, considerando que el agua para consumo dietario es el producto final de una cadena de producción, su calidad e inocuidad deben ser monitoreadas para proteger la salud pública. Sin embargo, en diferentes países del mundo, el monitoreo del agua presenta diferentes falencias; en consecuencia, la detección de riesgos y la toma de decisiones al respecto pueden ser tardías; lo que puede conllevar al aumento de casos de EDA. De esta manera, un enfoque basado en riesgo preventivo para todo el sistema de suministro de agua debe incluir la evaluación y la gestión de riesgos oportuno (4,5).

Si bien en Colombia la información epidemiológica de EDA por *E. coli* es escasa, se ha mostrado que este microorganismo aporta de manera significativa la morbilidad por EDA en niños menores a cinco años en el país (6). Por otra parte, en el país se ha definido que las acciones encaminadas a la vigilancia de la calidad del agua tienen una 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 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 microbiológico de calidad del agua. De esta manera, en este informe se realizan estimaciones de casos de EDA por consumo de agua dietaria, aplicando el modelo probabilístico desarrollado previamente un enfoque de QMRA (7), basado en el comportamiento de este microorganismo, acorde con los reportes de 2021; lo cual se fundamenta 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 transferencia horizontal de genes, los cuales tienen la particularidad de

tener características que les permiten persistir satisfactoriamente en los huéspedes (8).

Por otra parte, considerando los reportes en el SIVICAP en 2021 sobre la detección de *Giardia spp.* y *Cryptosporidium spp.*, se aplicó otro modelo probabilístico desarrollado previamente (9), en aras de conocer la probabilidad de enfermar por EDA asociada al consumo de agua dietaria, para los departamentos que realizaron vigilancia y detectaron estos patógenos en este periodo de tiempo. Finalmente, se realizó un análisis de la influencia de variables de ubicación, abastecimiento (prestadores y auto-abastecedores), punto de muestreo, cloro residual libre y tipo de desinfección sobre la concentración de *E. coli*.

El objetivo de este informe es presentar la aplicación dos modelos probabilísticos con enfoque de QMRA (7,9), que permiten predecir la incidencia de EDA por consumo de agua dietaria a partir de los datos notificados al SIVICAP en 2021; esta metodología utiliza herramientas de modelación matemática para generar estimaciones probabilísticas para la evaluación de la exposición y la caracterización del riesgo.

### **3.4.2. Metodología**

#### **3.4.2.1. Modelo de predicción de casos de EDA a partir de datos de concentración de *E. coli* reportados al SIVICAP**

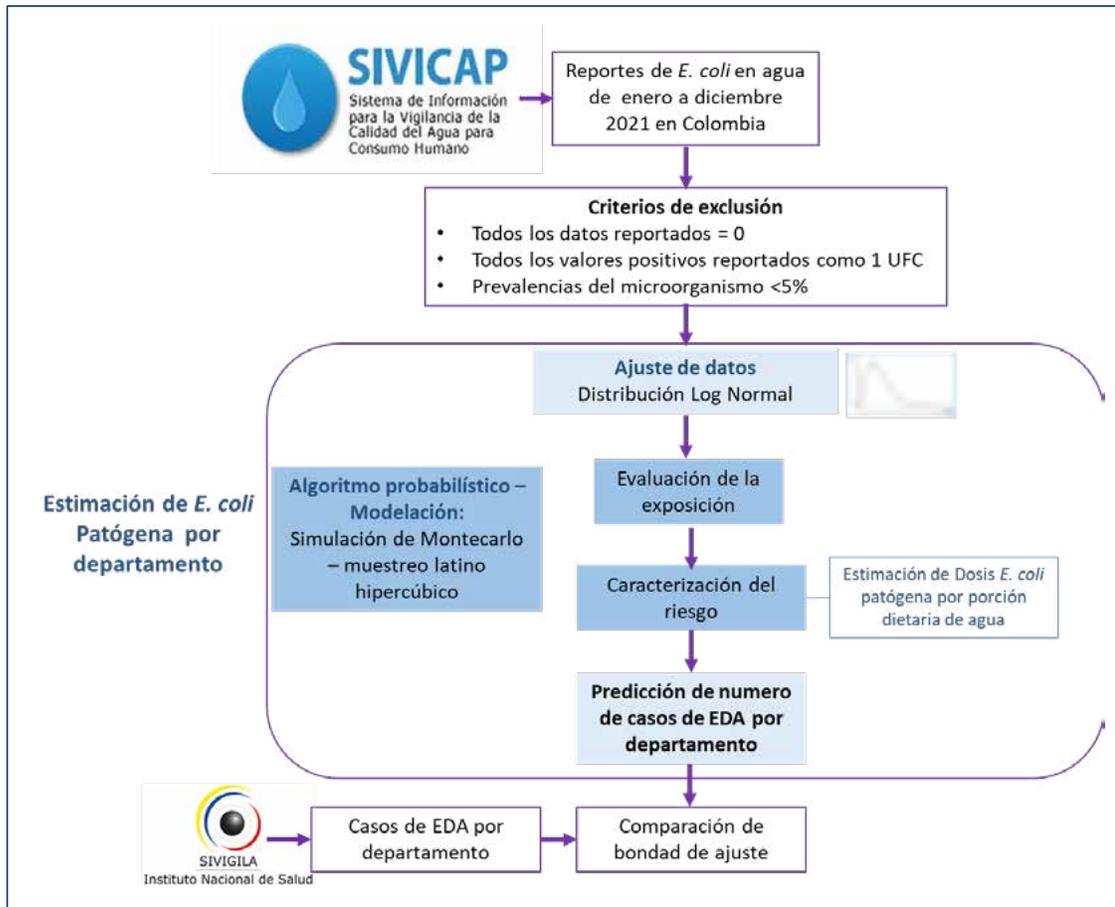
Para la aplicación del modelo se tuvo en cuenta la información reportada al SIVICAP en 2021 sobre concentra-

ción y presencia de *E. coli* en agua por departamento, así como el número de casos de morbilidad por EDA en el mismo periodo del año por departamento, suministrados por el referente del evento, en ambos casos se tomaron las bases cerradas.

Acorde con la metodología propuesta en la 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 se aplicó un modelo basado en el enfoque QMRA (Gráfico 27) (7). Inicialmente los datos de concentración de *E. coli* se ajustaron a una distribución log-normal y se estimó su prevalencia de acuerdo con una distribución beta. Así mismo, el consumo dietario de agua para adultos se simuló mediante una distribución log-normal, determinada con base en los datos reportados en Brasil para adultos correspondiente a  $1,5 \pm 0,80$  l/día (10–12). Posteriormente, se tomó la concentración de *E. coli* patógena como una proporción de 0,08 por cada UFC/ml de *E. coli* (7).

En consecuencia, se estimaron las dosis del microorganismo en función de la concentración de *E. coli* patógena y el consumo dietario de agua diario y se determinó el número de casos de EDA por departamento al año (11,13) a través de una simulación de Monte Carlo con muestreo latino hipercúbico (10.000 iteraciones) utilizando el software @Risk (Palisade, CA, USA) (7). Finalmente, para la caracterización del riesgo, fue utilizado el modelo Beta-Poisson (14).

**Gráfico 27.** Esquema metodológico para aplicación del modelo de estimación de casos de EDA a partir de datos de calidad de agua para consumo dietario



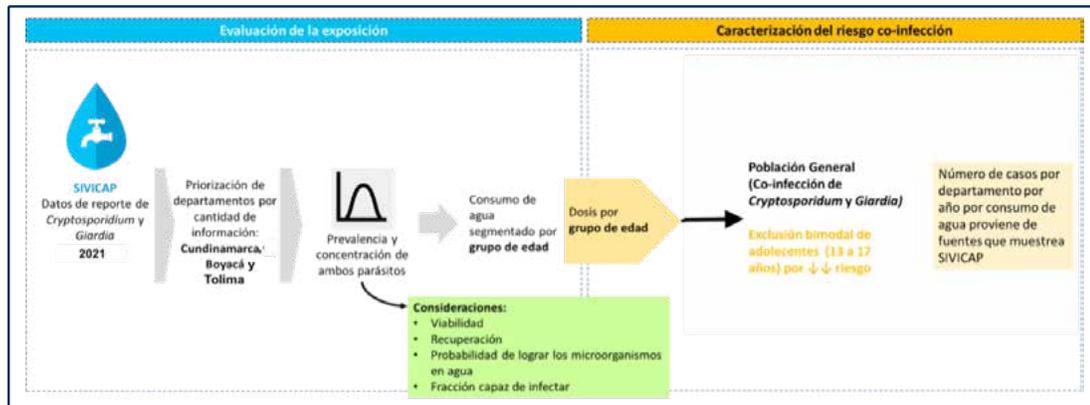
Fuente: Adaptado de (7)

### 3.4.2.2. Modelo de predicción de casos de giardiasis y criptosporidiasis a partir de datos de concentración reportados al SIVICAP

Para la aplicación del modelo se tuvo en cuenta la información reportada al SIVICAP en 2021 sobre *Giardia* spp. y *Cryptosporidium* spp. de las muestras de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano. De esta manera, se aplicó el modelo basado en el enfoque QMRA propuesto en la Evaluación de Riesgos: *Giardia* spp. y *Cryptosporidium* spp. en agua para consumo humano en Colombia, 2022 (9).

En el gráfico 28 se observa el esquema general del modelo cuantitativo de evaluación de riesgos (QMRA) empleando los datos reportados en 2021, en el cual se consideró la co-infección por *Giardia* spp. y *Cryptosporidium* spp. en agua para los departamentos de Boyacá y Cundinamarca. Es importante mencionar que para el departamento del Tolima solo se consideró la infección por *Giardia* spp. dado que no se reportaron resultados positivos para *Cryptosporidium* spp. en el año 2021. (9)

**Gráfico 28.** Esquema metodológico para aplicación del modelo de estimación de casos por consumo de agua contaminada con *Cryptosporidium* spp. y *Giardia* spp. (9)



Fuente: Adaptado de (9)

### 3.4.2.3. Análisis de datos y estadísticos para reporte de *E. coli* según base SIVICAP 2021

Se analizó el efecto entre variables con posible relación sobre la concentración de *E. coli* en agua para consumo dietario, acorde con la información reportada al SIVICAP de enero a diciembre del 2021 (Tabla 11). Para lo anterior, se tomaron las variables de clasificación de tipo de punto de muestreo y tipo desinfectante usado para tratamiento del agua de consumo, las cuales se segmen-

taron para los 18 departamentos que cumplieron con los criterios de inclusión al modelo.

Las variables de clasificación de tipo de punto de muestreo y desinfectante usado se analizaron como tratamientos independientes a través de una prueba de normalidad, estadísticas no paramétricas y modelos aditivos generalizados ( $\alpha = 0,05$ ). Todos los análisis estadísticos se realizaron en el software libre software R © (R 4.2.0, R Foundation for Statistical Computing, 2021).

**Tabla 11.** Análisis de los niveles de las variables por clasificación de punto de muestreo y desinfectante, a partir de la base de datos de SIVICAP 2021

Clasificación de punto de muestreo	Abreviatura	No. de datos	No. de muestras no aceptables*	% de muestras no aceptables+
A la salida de infraestructura ubicada en la red de distribución	Salida_Red_D	441	38	0,12 %
Carro tanque	Carro_Tan	71	23	0,07 %
En aquellos puntos de abastecimiento por otros mecanismos que tienen algunas redes de distribución.	Otros_mec	24	6	0,02 %
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.	Mezcla_Tto_In	49	9	0,03 %

Clasificación de punto de muestreo	Abreviatura	No. de datos	No. de muestras no aceptables*	% de muestras no aceptables+
En las redes de distribución sectorizadas se debe determinar al menos un punto de muestreo por cada entrada de agua al sector correspondiente.	Red_Dis_Sec	3846	832	2,61 %
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_D	3453	1869	5,87 %
Otro	Otro	129	91	0,28 %
Punto concertado con la autoridad sanitaria, teniendo en cuenta que se presentó riesgo a la población	P_Concert	71	14	0,04 %
Punto Final	P_Final	5578	608	1,91 %
Punto Inicial	P_Inicial	7263	1496	4,70 %
Punto Intermedio	P_Intermedio	10913	1123	3,53 %
Desinfectantes	Abreviatura	N. de datos	No. de muestras no aceptables	% de muestras no aceptables+
Acido hipocloroso	Ac_Hipo	1434	96	0,30 %
Cal clorada-cloruro de cal, hipoclorito de cal	Cal	265	20	0,06 %
Cloro gaseoso	Cl_Gas	13190	240	0,75 %
Dicloroisocianurato de sodio-NADCC	NaDCC	40	7	0,02 %
Dióxido de cloro	Diox_Cl	31	1	0,003 %
Hipoclorito de calcio- HTH-oxicloruro de calcio	CaHipo_HTH	6124	839	2,63 %
Hipoclorito de sodio-oxicloruro de sodio	Hipo_OXINa	4883	361	1,13 %
No declara	No_dec	1040	490	1,54 %
No usan	No_usa	4836	4054	12,73 %

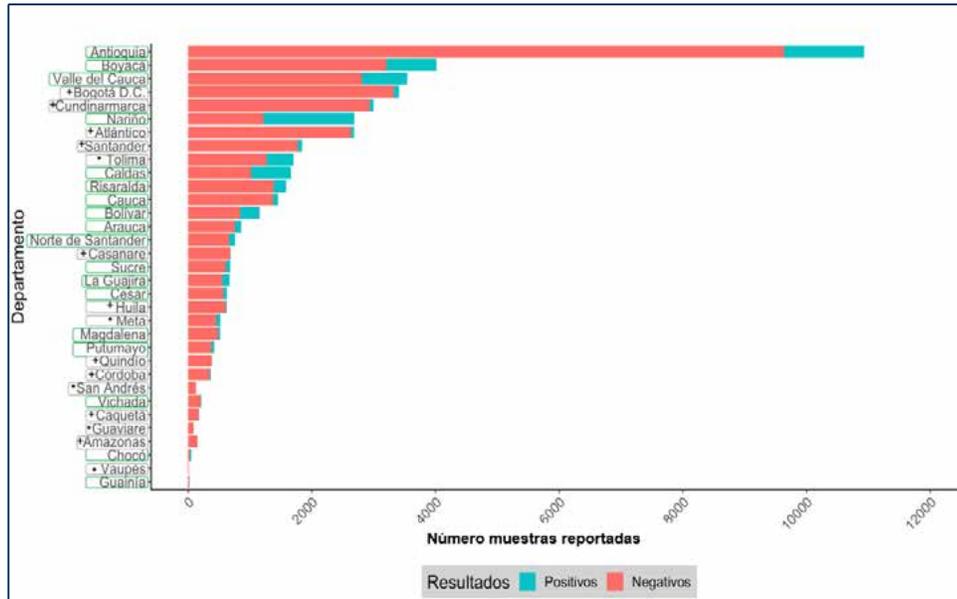
\* No aceptable por concentración de E. coli.  
+ % de muestras no aceptables del total de muestras tomadas para todos los puntos de muestreo.  
**Fuente:** Elaboración propia

### 3.4.3. Resultados y discusión

#### 3.4.3.1. Análisis de los datos de calidad de agua y EDA 2021

En Colombia, a través del SIVICAP se reportaron 47 593 muestras de agua en el año 2021. En el *Gráfico 29* se observa el reporte de las muestras analizadas y la presencia de *E. coli* por departamento en el país.

**Gráfico 29.** Datos de la calidad de agua en Colombia para 2021



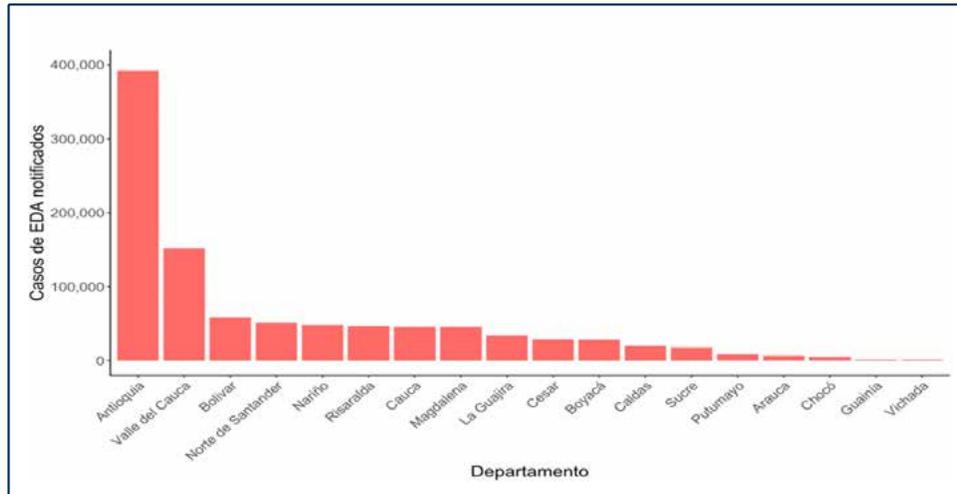
Muestras negativas para *E. coli* (•), Muestras positivas para *E. coli* (•). Departamentos excluidos del análisis (□) porque:  $\geq 95\%$  resultados negativos para *E. coli* (+), no cumplen con los criterios mínimos para realizar el modelo (\*), departamentos incluidos en el análisis (□).

Como se observa en el gráfico 29, para estimar el número de casos de EDA en 2021, se excluyeron de la simulación los datos de 15 departamentos/ciudades debido a que los datos de entrada de modelo generarían alto porcentaje de error debido a la falta de información necesaria. En este sentido, los datos de Tolima y Meta no cumplen con los criterios mínimos para realizar el modelo ya que todos los reportes positivos eran igual a 1 (uno). Así mismo, debido a que el porcentaje de muestras con resulta-

do positivo para *E. coli* fue inferior al 5% se excluyeron: Córdoba (4,67%), Santander (3,8%), Caquetá (2,9%), Bogotá D.C. (2,6%), Amazonas (2,0%), Cundinamarca (2,0%), Atlántico (1,9%), Casanare (1,5%), Huila (1,5%), Quindío (0,3%), Guaviare (0,0%), San Andrés (0,0%) y Vaupés (0,0%). Cabe resaltar, que los datos de los departamentos de Huila y Guaviare, también se excluyeron en el estudio que comprendía los reportes del año 2020 (15).

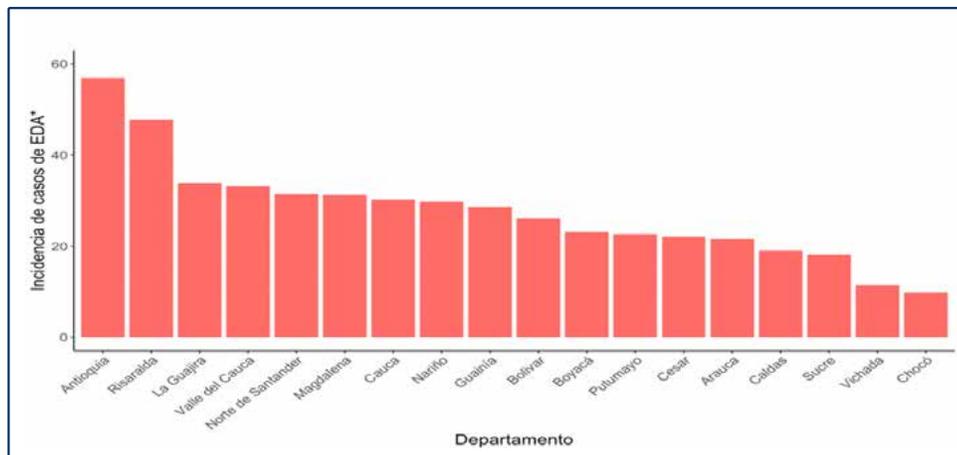
Respecto a la notificación de EDA en los 18 departamentos analizados, en el Gráfico 30 se observa que Antioquia y Valle del Cauca, presentan los mayores más altos de casos EDA.

**Gráfico 30.** Notificación de EDA por departamento para el año 2021



Al analizar la incidencia de EDA en estos departamentos, se observa que Antioquia presenta la mayor incidencia de EDA por cada 1 000 habitantes, seguido de Risaralda, La Guajira y Valle del Cauca (Gráfico 31).

**Gráfico 31.** Incidencia de casos de EDA para el 2021



\*Incidencia por 1.000 habitantes por departamento

**3.4.3.2. Resultados del modelo de predicción de casos de EDA para 2021 a partir de datos de concentración de *E. coli* reportados al SIVICAP en 2021**

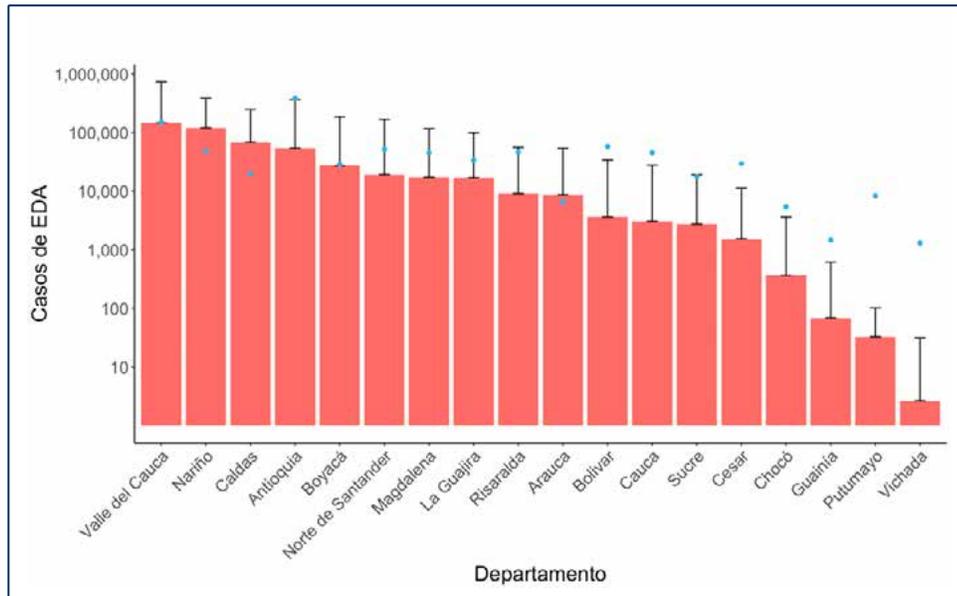
Acorde con la metodología aplicada, se observan los resultados de la simulación a través del modelo que com-

prende la aplicación del modelo con enfoque QMRA. De esta manera, en el Gráfico 32 se muestra el percentil 90 del número de casos estimados de EDA por departamento en 2021 a partir de la concentración de *E. coli* en agua reportada en SIVICAP, respecto a casos de EDA notificados por SIVIGILA en este mismo año. Además,

se evidencia el valor máximo simulado. De acuerdo con los resultados, Valle del Cauca, Nariño, Caldas y Antio-

quia fueron los departamentos con más casos estimados, tendencia que también se observó en el análisis de 2020.

**Gráfico 32.** Percentil 90 del número de casos estimados de EDA a través del modelo QMRA por departamento en Colombia del año 2021 (•) respecto a casos de EDA notificados por SIVIGILA (◦).



Nota: Los datos de EDA reportados para los distritos especiales se sumaron a los casos del departamento. La barra superior muestra el máximo valor estimado para casos de EDA.

**Fuente:** Elaboración de los autores.

La aplicación de modelo tuvo un buen ajuste para Valle del Cauca y Boyacá, departamentos que presentaron porcentajes de error menores al 20 %, (2 y 6 %, respectivamente); al contrastar los casos estimados con los casos de EDA notificados al SIVIGILA.

El mayor porcentaje de subestimación del modelo se dio en los departamentos de Vichada (100 %), Putumayo (100 %), Guainía (95 %), Cesar (95 %), Chocó (93 %), Cauca (93 %), Bolívar (88 %), Antioquia (86 %), Sucre (84 %), Risaralda (81 %), Norte de Santander (63 %), Magdalena (62 %) y La Guajira (49 %). En departamentos como Vichada, Putumayo y Guainía, esta subestimación puede estar relacionada con la baja cantidad de muestras analizadas respecto a otros departamentos u otras causas

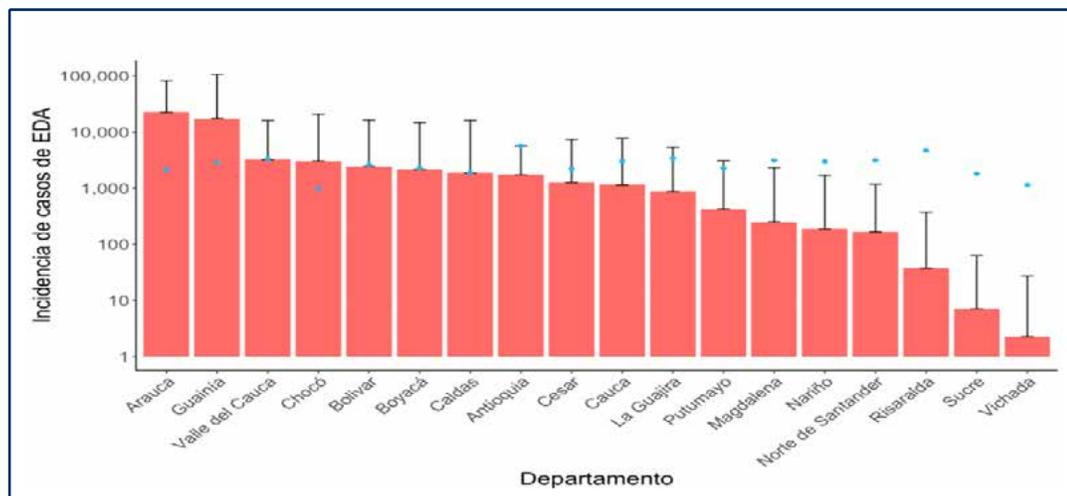
que generen enfermedad diarreica aguda. Por otra parte, Antioquia que es uno de los mayores notificadores con el 23 % de los casos, presentó subestimación probablemente debido a que la mayoría de los datos reportados al SIVICAP se concentran en el área metropolitana del Valle de Aburrá. Por lo anterior, es preciso considerar que la enfermedad diarreica tiene diferentes causas, como la transmisión de persona a persona, el consumo de alimentos contaminados y el consumo de agua contaminada con otros patógenos (16,17). Si bien *E. coli* es uno de los principales agentes causales de diarrea moderada a grave en países de ingresos bajos, también puede ser por causa de Astrovirus; parásitos como *Giardia spp.* y *Cryptosporidium spp.*; y otras bacterias como *Shigella spp.* (1).

Por otra parte, se presenta la mayor sobrestimación en Caldas (249 %) y Nariño (149 %); ambos departamentos presentaron la misma tendencia en 2020, que podría estar atribuida la alta prevalencia de *E. coli* reportada en el agua para consumo dietario en el año 2021. Esta sobrestimación se puede relacionar con factores como el subregistro de casos leves EDA en Colombia, falencias en la notificación, 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 (18).

El riesgo de infección se refiere a la probabilidad que una persona o grupo de personas en un departamento contraigan EDA, este valor se observa en el Gráfico 33, donde se expresa en número de casos por cada 100.000 habitantes por departamento. La propuesta en la legisla-

ción para agua de consumo de Países Bajos en 2010 (19), 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 10 por 100.000 individuos por año (20); no obstante, de acuerdo con los datos obtenidos para 2021 en Colombia con base en la simulación QMRA basado en el comportamiento de *E. coli*. Si bien los casos estimados para Sucre y Vichada cumplen con este parámetro propuesto por el autor, ya presentan un número de casos simulados menor a 10 casos por 100.000 individuos al año, es preciso considerar, que los casos notificados de EDA difieren significativamente de las estimaciones, por lo tanto, es preciso revisar las condiciones de los departamentos que generan un impacto tendiendo a la subestimación.

**Gráfico 33.** Percentil 90 del número de EDA estimados con el modelo QMRA para el 2021 (•) respecto a la incidencia casos de EDA notificados por SIVIGILA (◦) por cada 100.000 habitantes, por departamento en Colombia



Nota: La barra superior muestra el máximo valor estimado para la incidencia de EDA.

### 3.4.3.3. Resultados del modelo de predicción de casos de giardiasis y criptosporidiasis a partir de datos de concentración reportados al SIVICAP

A continuación se presenta el P90, P95 y el máximo de las estimaciones de la dosis de (oo)quistes para el grupo de edad de 18 a 64 años en Boyacá y Cundinamarca entre 2017 y 2021 (Tabla 12). Se puede observar que 2020 continúa siendo el año en el cual se reportó lo menores

valores de dosis estimada en ambos departamentos, no obstante, en 2021 se evidencia un leve incremento en la dosis estimada. Cabe considerar que se presenta el análisis en el grupo de edad de 18 a 64 años, ya que los resultados están influenciados por el consumo de agua reportado en la ENSIN 2015, el cual es mayor para este grupo de edad en comparación con la población infantil y adolescente.

**Tabla 12.** Dosis estimada de ooquistes/l de *Cryptosporidium* spp. para Boyacá y Cundinamarca en población de 18 a 64 años\*

Año	Boyacá		Cundinamarca	
	P90	Máximo	P90	Máximo
2017	1,53	4,29	0,24	1,58
2018	1,47	4,79	0,2	1,73
2019	1,65	4,81	0	0,24
2020	0	0,21	0	0,03
2021	0,38	2,14	0	0,35

En la tabla 13 se presenta el P90, P95 y el máximo de las estimaciones de la dosis de quistes para el grupo de edad de 18 a 64 años en Boyacá, Cundinamarca entre 2017 y 2021, así mismo se incluyeron los datos de Tolima para

2021 (Tabla 13). Se puede observar que, si bien en los departamentos de Boyacá y Cundinamarca la dosis estimada tiende a cero, para el caso de Tolima se presentan las dosis estimadas más altas.

**Tabla 13.** Dosis estimada de quistes/l de *Giardia* spp. para Boyacá, Cundinamarca y Tolima en población de 18 a 64 años

Año	Boyacá		Cundinamarca		Tolima	
	P90	Máximo	P90	Máximo	P90	Máximo
2017	0,36	2,07	0,51	1,89	NA*	NA*
2018	1,04	3,14	0,22	1,54	NA*	NA*
2019	0	0,04	0	0,08	NA*	NA*
2020	0	0,06	0	0	NA*	NA*
2021	0	0,18	0	0,38	1,68	9,13

NA\* Datos que no cumplen los criterios de inclusión para el modelo

En la tabla 14 se presenta el P90, P95 y el máximo de casos estimados anuales para *Giardia* spp. y *Cryptosporidium* spp. en Boyacá y Cundinamarca para el rango de edad de 18 a 64

años, entre 2017 y 2021, se observa que en 2021 se mantiene una tendencia a cero en Cundinamarca para el P90, y un leve incremento de los casos estimados en Boyacá.

**Tabla 14. Casos estimados anuales de coinfección por *Giardia* spp. y *Cryptosporidium* spp. en Cundinamarca y Boyacá en población de 18 a 64 años**

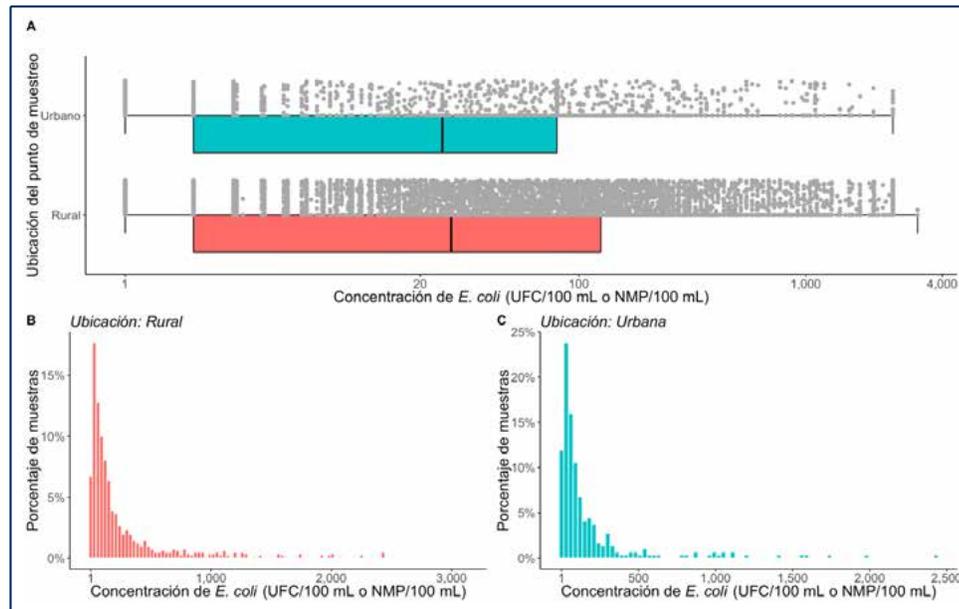
Año	Cundinamarca		Boyacá	
	P90	Máximo	P90	Máximo
2017	160.758	1.672.273	413.855	856.689
2018	111.788	1.148.742	447.800	869.409
2019	0	60.274	317.304	805.142
2020	0	24.264	0	369.198
2021	0	78.077	8.729	93.078

#### 3.4.3.4. Análisis de datos y estadísticos de la base de SIVICAP y concentración de *E. coli*

Al observar la distribución de los reportes por el número de muestras en áreas urbanas y rurales de los 18 departamentos incluidos en el análisis del informe, se encontró que hubo mayor reporte en las áreas urbanas (n= 19.473) respecto a las rurales (n= 12.373). De estos reportes, para el área rural el porcentaje de muestras no aceptables, es decir, donde el diagnóstico de *E. coli* arrojó > 10 UFC/mL o > 1 NMP/100 mL, fue de 16 % (n= 5.094); y para el área urbana fue del 3,2 % (n= 1.015). La mediana de la concentración del microorganismo fue mayor para el área rural con un valor de 27,2 (Rango intercuartílico, RIC= 2-125) UFC de *E. coli*/100 mL o NMP/100 mL, respecto a la urbana con la mediana fue de 25 (RIC= 2-80), las cuales no tuvieron diferencias significativas (P>0,05) entre sí, de acuerdo con la prueba estadística no paramétrica Kruskal-Wallis con un nivel de confianza del 95 % (Gráfico 34).

Considerando estos valores de UFC de *E. coli* /100 mL o NMP/100 mL, de acuerdo con la clasificación de riesgo propuesta por la OMS, sobre la base de un sistema de clasificación de la calidad microbiana y la clasificación o puntuaciones de inspección sanitaria, se podría clasificar como alto riesgo (11–100 UFC de *E. coli*/100 mL) el consumo de agua para el 16 % de las muestras tomadas en áreas rurales, y del 3,2 % para las tomadas en áreas urbanas (21,22). Para el área rural el valor máximo de la concentración reportado de *E. coli* fue 3 110 UFC/100 mL o NMP/100 ml y para el área urbana fue 2 419.

**Gráfico 34.** Distribución de la concentración de *E. coli* según los reportes de ubicación rural y urbana



- a. Concentración de *E. coli* según ubicación del punto de muestreo.
- b. Porcentaje y distribución de muestras aisladas de *E. coli* en área rural y
- c. área urbana.

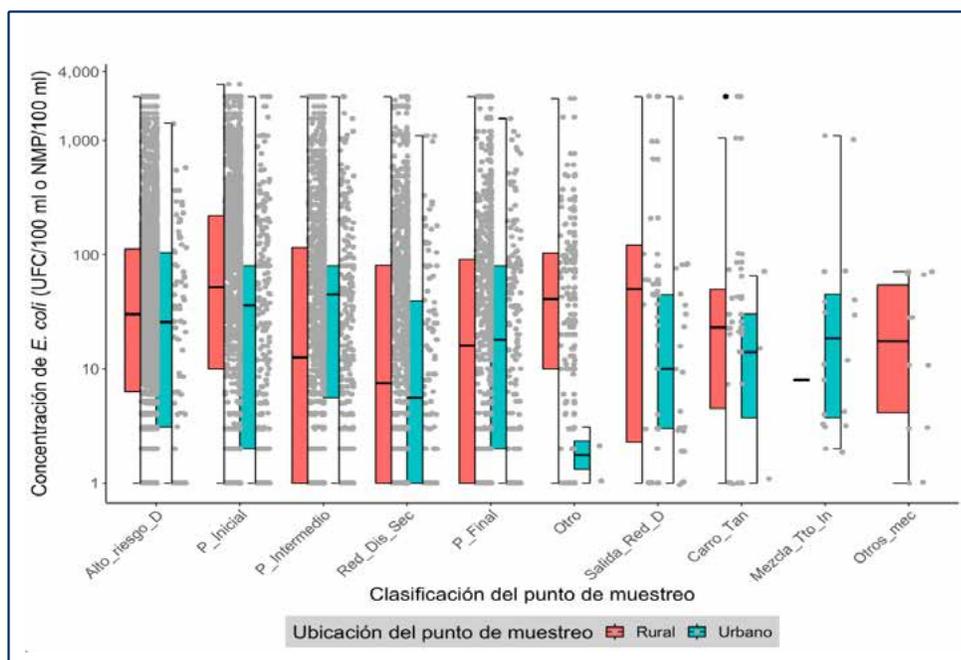
**Fuente:** Elaboración propia

Adicionalmente, se observa un alto porcentaje de muestras (> 25 %) por encima de 80 UFC de *E. coli*/100 mL o NMP/100 mL para áreas urbanas, y una mayor concentración, de 125 UFC de *E. coli*/100 mL o NMP/100 mL para áreas rurales. En este sentido, el consumo de agua para el 4 % de las muestras tomadas en áreas rurales y del 0,8 % para las tomadas en áreas urbanas se podría clasificar entre alto riesgo (11–100 UFC de *E. coli*/100 mL), para zonas urbanas; y como muy alto riesgo para las zonas rurales (> 100 UFC de *E. coli*/100 mL) (21,22).

Para los análisis estadísticos implementados para identificar efecto de la clasificación del punto de muestreo y la ubicación del punto de muestreo con respecto a la concentración de *E. coli* reportada, se utilizó el enfoque no paramétrico del modelo aditivo generalizado con un nivel de confianza del 95 %. Según los resultados de

las muestras no aceptables de acuerdo con la ubicación del punto del punto de muestreo y el área de ubicación (rural o urbana), se observó que la mediana de concentración de *E. coli* para la variable denominada “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\_D) del área rural fue de 30,05 UFC de *E. coli*/100 mL o NMP/100 mL (RIC= 6,30-111,8); mientras que para el área urbana fue de 25,60 (RIC= 3,10-103,9); no se presentó diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) (Gráfico 35).

**Gráfico 35. Concentración de *E. coli* según la clasificación del punto de muestreo en función de la ubicación (Rural y Urbana)**



En cuanto a la categoría punto inicial de muestreo (P\_Inicial), la mediana de la concentración para *E. coli* en el área rural fue de 52 UFC/100 mL o NMP/100 mL (RIC= 10- 218) y de 35,90 (RIC= 2-80), no se presentó diferencia significativa ( $p > 0,05$ ). A diferencia de las dos categorías mencionadas, donde el área rural presentó una mediana de concentración de *E. coli* mayor que el área urbana, para la categoría de punto intermedio de muestreo (P\_Intermedio) la concentración mediana de la bacteria para el área rural fue de 12,60 (RIC= 1-114,92) UFC/100 mL o NMP/100 mL, mientras que para el área urbana fue de 45 (RIC= 5,6-80), no se presentó diferencia significativa ( $p > 0,05$ ). Para la clasificación del punto de muestreo final (P\_Final), se presentó una tendencia similar al punto intermedio, ya que la concentración mediana de la bacteria para el área rural fue menor que en el área urbana, 16 UFC/100 mL o NMP/100 mL (RIC= 1-91) y 18 (RIC= 2-80), respectivamente, no se presentó diferencia significativa ( $p > 0,05$ ).

Para la clasificación del punto de muestreo en las redes de distribución sectorizadas (Red\_Dis\_Sec) la concentración mediana de la bacteria para el área rural fue mayor que en el área urbana, 7,5 UFC/100 mL o NMP/100 mL (RIC= 1-80,67) y 5,60 (RIC= 1-39,52), respectivamente, no se presentó diferencia significativa ( $p > 0,05$ ). En cuanto al punto carrotanque (Carro\_Tan), no se observó diferencia significativa entre el área rural y urbana ( $p > 0,05$ ). Es de resaltar, que para los niveles de la variable clasificación de los puntos de muestreo: otro (Otro) y a la salida de infraestructura ubicada en la red de distribución (Salida\_Red\_D), la mediana de concentración para el área rural con respecto al área urbana presentó diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) (Gráfico 35).

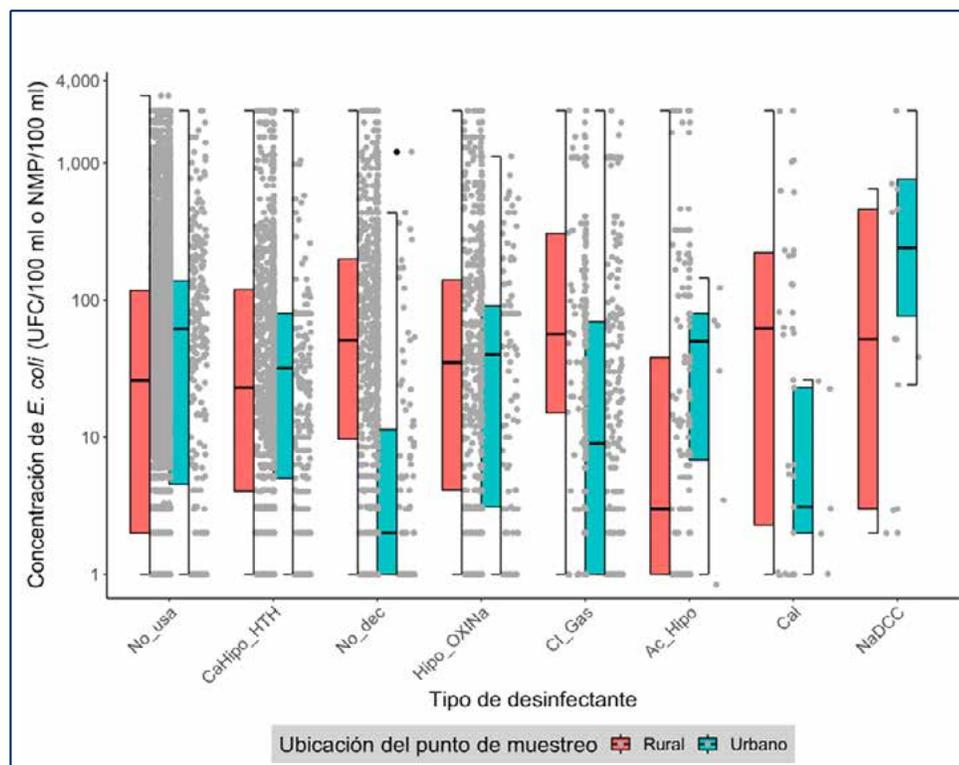
Por otro lado, para identificar efecto desinfectante usado para el tratamiento del agua y la ubicación del punto de muestreo con respecto a la concentración de *E. coli* reportada, también se utilizó el enfoque no paramétrico del

modelo aditivo generalizado con un nivel de confianza del 95 %. Con respecto a los resultados de las muestras de *E. coli* UFC/100 mL o NMP/100 mL donde no usan desinfectante (No\_Usa) fue mayor en las áreas urbanas con relación a las áreas rurales; sin embargo, no se encontró diferencia estadística significativa ( $p > 0,05$ ). En cuanto al uso del desinfectante Hipoclorito de calcio- HTH-oxi-cloruro de calcio (CalHipo\_HTH), no se presentó diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) en la concentración de *E. coli* UFC/100 mL o NMP/100 mL entre el área rural y urbana; y un similar resultado se presentó en las áreas urbanas y rurales muestreadas que utilizan el Hipoclorito de sodio-oxi-cloruro de sodio (HIPO\_OXINa) como desinfectante ( $p > 0,05$ ) (Gráfico 36).

Con respecto a las áreas rurales y urbanas que no declaran el uso de desinfectante (No\_dec) para tratar el

agua, que usan Cloro gaseoso (Cl\_gas), o que usan Cal clorada-cloruro de cal, hipoclorito de cal (Cal) se identificó una concentración mediana de *E. coli* UFC/100 mL o NMP/100 mL estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) mayor en las áreas rurales con respecto a urbanas, lo cual indica la sensibilidad en el uso de estos compuestos para las áreas rurales. Finalmente, en cuanto al uso de ácido hipocloroso (Ac\_Hipo) y dicloroisocianurato de sodio (NaDCC) para el tratamiento del agua, se observó diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ) en cuanto a la concentración mediana de *E. coli* UFC/100 mL o NMP/100 mL, siendo mayor en las áreas urbanas con respecto a las áreas rurales; lo cual plantea la posible necesidad de validar el manejo y eficacia de estos compuestos en las aplicaciones dadas.

**Gráfico 36.** Concentración de *E. coli* según el tipo de desinfectante utilizado para el tratamiento



#### 3.4.4. Conclusiones

Considerando los resultados, al aplicar los modelos probabilísticos con enfoque QMRA desarrollados para la predicción del riesgo de infección y de casos de EDA por consumo de agua dietaria, a partir de los datos notificados al SIVICAP en 2021, y comparar con la notificación de EDA para el mismo año, se presentan las siguientes conclusiones:

- El modelo presenta un ajuste apropiado de la morbilidad por EDA, se presentaron porcentajes de errores relativo menor al 20 % de casos estimados de EDA respecto a los casos notificados al SIVIGILA, en departamentos como Valle del Cauca (2 %) y Boyacá (6 %).
  - Para los departamentos donde el modelo presentó sobre o subestimación en su ajuste, la razón puede estar asociada a diferentes factores como, prevalencias altas de muestras positivas para *E. coli*, subregistro de casos leves EDA, EDA generada por virus y dificultades en la notificación.
  - En cuanto a la estimación de la dosis de (o)quistes y casos de EDA por *Giardia* spp. y *Cryptosporidium* spp., principalmente en Boyacá y Cundinamarca durante 2021, mostraron un comportamiento similar a las estimaciones de 2020 y presentaron valores inferiores respecto a las estimaciones realizadas entre los años 2017 y 2019. Por lo anterior, es importante fortalecer las capacidades de los departamentos para la detección de estos parásitos considerando su contribución en los casos de EDA.
  - Se encontró que la concentración de *E. coli* presenta diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) al comparar el tipo desinfectante y la ubicación del punto de muestreo, con respecto a la ubicación (rural y urbana).
- Finalmente, se propone una clasificación del riesgo para las muestras del país, según su resultado de concentración de *E. coli*, acorde con los criterios sugeridos por la OMS.

#### 3.4.5. Recomendaciones

- Para las entidades territoriales que no reportaron información a SIVICAP de manera periódica, se requiere realizar seguimiento acorde con lo ordenado en la normatividad legal vigente para las autoridades sanitarias.
- Para las direcciones territoriales de salud se recomienda priorizar la vigilancia de *E. coli*, especialmente en áreas rurales y unidades auto abastecedoras, así como para los puntos con clasificación de “otros” y eficacia del desinfectante empleado.
- Para los prestadores del servicio vigilados, y para los responsables del tratamiento y distribución, se recomienda realizar la validación de tratamientos aplicados al agua; así como, adicionalmente, se sugiere realizar mantenimiento preventivo de equipos e instalaciones y mantener condiciones higiénicas adecuadas de manipulación y almacenamiento.
- Verificar la procedencia de las muestras de agua de departamentos como Sucre y Vichada, considerando que tengan representatividad del territorio rural y urbano, pues este aspecto puede estar relacionado con la subestimación observada respecto a los casos notificados en SIVIGILA.
- Se sugiere desarrollar estudios de investigación sobre prevalencia de *E. coli* STEC y otros patotipos en agua dietaria en Colombia.

- En el territorio nacional, se recomienda propender por el fortalecimiento y articulación de los Laboratorios de Salud Pública y la Red Nacional de Laboratorios, para ampliar la cobertura de los análisis y garantizar el diagnóstico y la notificación de *Giardia* spp. y *Cryptosporidium* spp. en agua potable.
- Validar el manejo y eficacia de los desinfectantes según el área (rural y/o urbana) en la que se apliquen para el tratamiento del agua.

### 3.4.6. Referencias

**OMS.** Enfermedades diarreicas. 2017 [Consultado: 2022 Jun 20]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease>

**UGBOKO HU, NWINYI OC, ORANUSI SU, OYEWALE JO.** *Childhood diarrhoeal diseases in developing countries.* Vol. 6, Heliyon. Elsevier Ltd; 2020. p. e03690.

**TINTLE N, VAN DE GRIEND K, ULRICH R, WADE RD, BAAR TM, BOVEN E, ET AL.** *Diarrhea prevalence in a randomized, controlled prospective trial of point-of-use water filters in homes and schools in the Dominican Republic.* *Tropical Medicine and Health* 2021 49:1. 2021 Jan 4;49(1):1–14.

**HEALTH ORGANIZATION REGIONAL OFFICE FOR EUROPE W.** *Effective approaches to drinking-water quality surveillance, meeting report.* 2015.

**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.

**GÓMEZ-DUARTE OG.** *Enfermedad diarreica aguda por Escherichia coli enteropatógenas en Colombia.* *Revista chilena de infectología.* 2014 Oct;31(5):577–86.

**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.* INS.Vol. 1. Bogotá; 2018.

**GOMES TAT, ELÍAS WP, SCALETSKY ICA, GUTH BEC, RODRÍGUEZ JF, PIAZZA RMF, ET AL.** *Diarrheagenic Escherichia coli.* Vol. 47, *Brazilian Journal of Microbiology.* Elsevier Editora Ltda; 2016. p. 3–30.

**INS.** *Evaluación de Riesgos: Giardia spp. y Cryptosporidium spp. en agua para consumo humano en Colombia.* INS. Grupo de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos - ERIA, editor. Vol. 1. Bogotá: INS; 2022.

**SCHIJVEN JF, TEUNIS PFM, RUTJES SA, BOUWKNEGT M, DE RODA HUSMAN AM.** *QMRAspot: A tool for Quantitative Microbial Risk Assessment from surface water to potable water.* *Water Research.* 2011;45(17):5564–76. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135411004611>

**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.* *Science of the Total Environment.* 2013;442:389–96.

**PRAVEENA SM, KAMAL HUYOK NF, BURBURE C DE.** *Public health risk assessment from drinking*

water from vending machines in Seri Kembangan (Malaysia). *Food Control*. 2018;91:40–6. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713518300252>

**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.* *Science of the Total Environment*. 2013 Apr 1;449:134–42.

**HAAS CN, THAYYAR-MADABUSI A, ROSE JB, GERBA CP.** *Development of a dose-response relationship for Escherichia coli O157:H7.* *International Journal of Food Microbiology*. 2000;1748:153–9.

**INS.** *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. Blanco C, editor. 2021.

**HENAO-HERREÑO LX, LÓPEZ-TAMAYO AM, RAMOS-BONILLA JP, HAAS CN, HUSSERL J.** *Risk of Illness with Salmonella due to Consumption of Raw Unwashed Vegetables Irrigated with Water from the Bogotá River.* *Risk Analysis*. 2017;37(4):733–43.

**CORREDOR-GARCÍA D, GARCÍA-PINILLA S, BLANCO-LIZARAZO CM.** *Systematic Review and Meta-analysis: Salmonella spp. prevalence in vegeta-*

*bles and fruits.* *World J Microbiol Biotechnol*. 2021 Mar 1;37(3).

**CARLOS RIVILLAS J, IVO MONAÑO CAICEDO J, LUCÍA OSPINA MARTÍNEZ M.** *Guía Metodológica para Registros, Observatorios, Sistemas de Seguimiento y Salas Situacionales Nacionales en Salud de Colombia.* 2015 [Consultado: 2020 Aug 10]. Disponible en: [www.minsalud.gov.co](http://www.minsalud.gov.co)

**GOVERNMENT OF THE NETHERLANDS.** *Water Act.* 2010 Feb.

**BERG VAN DEN HHJL, FRIEDERICHS L, VERSTEEGH JFM, SMEETS PWMH, DE RODA HUSMAN AM.** *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;222(7):1030–7.

**WORLD HEALTH ORGANIZATION.** *Guidelines for Drinking-water Quality: fourth edition incorporating the first addendum.* Geneva; 2017.

**MAHMUD ZH, ISLAM MS, IMRAN KM, HAKIM SAI, WORTH M, AHMED A, ET AL.** *Occurrence of Escherichia coli and faecal coliforms in drinking water at source and household point-of-use in Rohingya camps, Bangladesh.* *Gut Pathogens*. 2019 Nov 1;11(1).

# 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 2018-2022<sup>5</sup>, “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<sup>6</sup> creó la función de la SSPD de, cuando lo considere pertinente, encargar a terceros especializados la toma de muestras de calidad del agua y contratar un laboratorio para el análisis de estas.

La Ley del Plan plantea un gran desafío, toda vez que fortalece las funciones de la SSPD en lo que respecta a inspección, vigilancia y control 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) verificar la calidad del agua que distribuyen los prestadores (en el momento en que

5 Ley 1955 de 2019

6 “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.”

se realiza la muestra) para mantener un seguimiento directo sobre las condiciones de suministro pudiendo integrar estos resultados a la información disponible por parte de las autoridades sanitarias, mejorando la oportunidad en la toma de decisiones y en la aplicación de medidas de control sobre los prestadores, enfocadas a la mejora en la calidad de agua que suministran a sus usuarios.

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.

En este sentido, y teniendo en cuenta que en este informe se presentan los resultados obtenidos en la vigencia 2021, se señala que, para ese año, la SSPD suscribió el Contrato Interadministrativo No 504 de 2021, con el Grupo Diagnóstico y Control de la Contaminación (GD-

CON), laboratorio de 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 priorizados. Las muestras se tomaron según lo reglamentado en la resolución 2019000040585 de 07 de octubre de 2019.

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 2023. Así las cosas, en este informe se presentan los resultados de la calidad del agua correspondientes a las muestras tomadas durante la vigencia 2021.

## 4.2. Metodología para la determinación de prestadores sujetos a monitoreo

En este capítulo se presenta la metodología utilizada para la identificación e implementación de criterios de priorización de los prestadores objeto de toma de muestras de calidad del agua en el marco del proyecto de inversión durante la vigencia 2021.

### 4.2.1. Priorización grupo de prestadores de interés del Objetivo I

En el marco del objetivo I del proyecto, se priorizaron 24 áreas de prestación que presentaron diferencias importantes en la información de muestras de vigilancia y control a la calidad del agua, disponible en las bases SIVICAP y en el SUI para vigencias 2018, 2019 y 2020, y aquellos prestadores que presentaron deficiencias en la calidad de información reportada en el SUI.

A continuación se presentan los cuatro (4) criterios de priorización por los cuales se identificó a los prestadores que presentaron presuntas deficiencias de calidad de información para el objetivo I:

- **Criterio No. 1 – Diferencia de IRCA SUI – SIVICAP, con datos base:** corresponde a las deficiencias identificadas en la calidad de la información reportada en SUI – SIVICAP, se priorizaron los prestadores

que presentaron mayores diferencias en el valor de IRCA mensual, en las bases de datos SUI vs SIVICAP.

- **Criterio No. 2 – Diferencia de nivel de riesgo SUI – SIVICAP, con datos base:** corresponde a la priorización de los prestadores que presentaron mayores diferencias en la clasificación del nivel de riesgo mensual, en las bases de datos SUI vs SIVICAP.
- **Criterio No. 3 – Diferencia del IRCA SUI base – SUI recalculado:** teniendo en cuenta las falencias en el cálculo del IRCA de las muestras de control reportadas por los prestadores, la SSPD realizó el recalculation del valor del IRCA reportado en el SUI e incluyó a los prestadores que presentaron mayores diferencias en dicho valor.
- **Criterio No. 4 – Incumplimiento de frecuencias de muestreo:** de conformidad con lo dispuesto en los artículos 21 y siguientes de la Resolución 2115 de 2007, se priorizaron los prestadores que presentaron deficiencias en la frecuencia de muestras reportadas en el SUI.

En la tabla 15, se presenta la selección del grupo de 24 áreas de prestación priorizadas, las cuales localizaron en 11 departamentos.

**Tabla 15. Municipios priorizados para toma de muestra – objetivo I**

Departamento	Municipio	Área de prestación	Departamento	Municipio	Área de prestación
Amazonas	Puerto Nariño	Urbano	Huila	La Argentina	Urbano
Antioquia	Briceño	Urbano		Teruel	Urbano
	Cisneros	Urbano	La Guajira	Urumita	Urbano

Departamento	Municipio	Área de prestación	Departamento	Municipio	Área de prestación
Boyacá	Chivor	Urbano	Meta	Uribe	Urbano
	Páez	Urbano/rural		Villavicencio	Urbano
	San Miguel de Sema	Urbano/rural	Santander	Cerrito	Urbano
	Tópaga	Urbano		Guapotá	Urbano/rural
Casanare	Orocué	Urbano	Tolima	Alvarado	Urbano
	San Luis de Palenque	Urbano/rural		Palocabildo	Urbano
Cundinamarca	El Colegio	Rural		Valle del Cauca	Suárez
	Gutiérrez	Urbano	Calima		Urbano
	Nimaima	Urbano/rural			
	Quebradanegra	Urbano			

Fuente: SSPD

#### 4.2.2. Priorización grupo de prestadores de interés del Objetivo 2

En el marco del objetivo 2 del proyecto se priorizaron 24 áreas de prestación que no contaron con información de vigilancia de calidad del agua reportada en SIVICAP por las autoridades sanitarias, en el periodo 2018-2020.

A continuación se presentan los tres (3) criterios que se tuvieron en cuenta para la priorización de prestadores para la toma de muestras de acuerdo con el objetivo 2:

- **Criterio No. 1 – Prestadores sin información de calidad del agua en SIVICAP años 2018 – 2020:** se identificaron los prestadores que no cuentan con información de vigilancia de calidad de agua en SIVICAP, no se tuvo en cuenta muestras intradomicilia-rias ya que estas no pueden ser usadas por la SSPD en acciones de IVC, de acuerdo con lo establecido en la normativa.

- **Criterio No. 2 – Prestadores que no reportan resultados de control de calidad del agua en SUI años 2018 – 2020:** complementa el criterio No. 1, se identificó aquellos prestadores que además de no contar con información de calidad en agua en SIVICAP, tampoco reportaron información de control en SUI.
- **Criterio No. 3 – Prestadores que reportan información de sistemas de potabilización en SUI:** se prioriza aquellos prestadores que no contaron con información de vigilancia y control de calidad del agua y que además reportaron en SUI sistema de tratamiento operativo, esto con el fin de adelantar acciones de vigilancia y control más efectiva.

En la tabla 16 se presenta la selección del grupo de 24 áreas de prestación priorizadas, ubicados en 21 municipios de 10 departamentos.

**Tabla 16.** Municipios priorizados para toma de muestra – objetivo 2.

Departamento	Municipio	Área de prestación	Departamento	Municipio	Área de prestación
Antioquia	Bello	Rural	Cundinamarca	Arbeláez	Rural
	Heliconia	Rural		Guachetá	Rural
	Jardín	Rural		Sesquilé	Rural
	La Estrella	Urbano/rural		Subachoque	Rural
	San Vicente Ferrer	Rural		Villeta	Rural
Boyacá	Cucaíta	Rural	Risaralda	Quinchía	Rural
Cauca	Popayán	Rural	Santander	Confines	Rural
	Sotará	Rural		Lebrija	Rural
Chocó	Acandí	Urbano	Tolima	Carmen de Apicalá	Rural
Córdoba	Lorica	Rural		Melgar	Rural
Valle del Cauca	Cali	Rural			

Fuente: SSPD

#### 4.2.3. Priorización grupo de prestadores de interés del Objetivo 3

En el marco del objetivo 3 del proyecto, se priorizaron 24 áreas de prestación que presentaron una tendencia reiterada de nivel de riesgo en la calidad del agua suministrada a sus usuarios, en los años 2020 y 2021, con el objeto de definir las acciones de control en la calidad del agua para prestadores con nivel de riesgo reiterado.

A continuación se presentan los dos (2) criterios que se tuvieron en cuenta para la priorización de prestadores para la toma de muestras de acuerdo con el objetivo 3:

- **Criterio No. 1 - Reiteración en el nivel de riesgo:** se priorizaron los prestadores que arrojaron la mayor cantidad de meses con reiteración de nivel de riesgo para las vigencias 2018,2019 y 2020, con

valores de IRCA mensual mayores a 5 %, según la información contenida en SUI y SIVICAP.

- **Criterio No. 2 – Población atendida:** con el fin de darle peso al impacto que tiene la reiteración del nivel de riesgo sobre los usuarios, se tuvo en cuenta la población atendida por las empresas prestadoras con el fin de considerar aquellos municipios con población representativa.

En la tabla 17 se presenta la selección del grupo de 24 municipios priorizados ubicados en 10 departamentos.

**Tabla 17. Municipios priorizados para toma de muestras – objetivo 3.**

Departamento	Municipio	Área de prestación	Departamento	Municipio	Área de prestación
Amazonas	Leticia	Urbano	Magdalena	Fundación	Urbano
Antioquia	Argelia	Urbano		Pedraza	Urbano
	Toledo	Urbano		Remolino	Urbano/Rural
Bolívar	María La Baja	Urbano		San Zenón	Urbano
Cesar	Agustín Codazzi	Urbano	Meta	Lejanías	Urbano/Rural
	El Copey	Urbano/Rural	Nariño	Gualmatán	Urbano/Rural
Cundinamarca	Arbeláez	Urbano/Rural	Putumayo	Puerto Guzmán	Urbano
	Cachipay	Urbano	Santander	Aguada	Urbano/Rural
	Caparrapí	Urbano/Rural		Florián	Urbano
	Gachalá	Urbano		Gámbita	Urbano/Rural
	Machetá	Urbano/Rural		Molagavita	Urbano
	Venecia	Urbano			
	Yacopí	Urbano			

Fuente: SSPD

#### 4.2.4. Muestras por necesidad de la SSPD para vigilancia y control

En la vigencia 2021 la SSPD dispuso de recursos para realizar toma de muestras a prestadores para los cuales se presentaron alertas sobre la calidad de agua distribuida, o aquellos que fueran de su interés en el marco de las actividades de vigilancia y control. Para estos casos, el proyecto de inversión, se encargó de la logística de la toma de muestras por funcionamiento, y la Dirección Técnica de Acueducto y Alcantarillado definió las áreas de prestación para las cuales se requería la toma de las muestras. Se priorizaron 43 áreas de prestación en 28 municipios y 9 departamentos los cuales se muestran en la tabla 18:

**Tabla 18. Municipios priorizados para toma de muestras – Funcionamiento vigilancia y control**

Departamento	Municipio	Área de prestación	Departamento	Municipio	Área de prestación
Atlántico	Barranquilla	Urbano/rural	Cundinamarca	El Peñón	Urbano/Rural
	Galapa	Urbano/rural		La Palma	Urbano
	Soledad	Urbano/rural		Topaipí	Urbano
Boyacá	Aquitania	Urbano	Magdalena	Ciénaga	Urbano/Rural
	Cuitiva	Urbano/rural		Santa Marta	Urbano
	Firavitoba	Urbano/rural	Quindío	Montenegro	Urbano/Rural
	Iza	Urbano/rural	Sucre	Coveñas	Urbano/Rural
	Nobsa	Urbano		San Marcos	Urbano
	Sogamoso	Urbano/Rural		San Onofre	Urbano
	Tasco	Rural		Sucre	Urbano
	Tota	Urbano	Tolima	Ibagué	Urbano/Rural
Córdoba	Ciénaga de Oro	Urbano	Chocó	Tadó	Urbano
	Sahagún	Urbano			
	San Carlos	Urbano			
	Tierralta	Urbano			
	Valencia	Urbano			

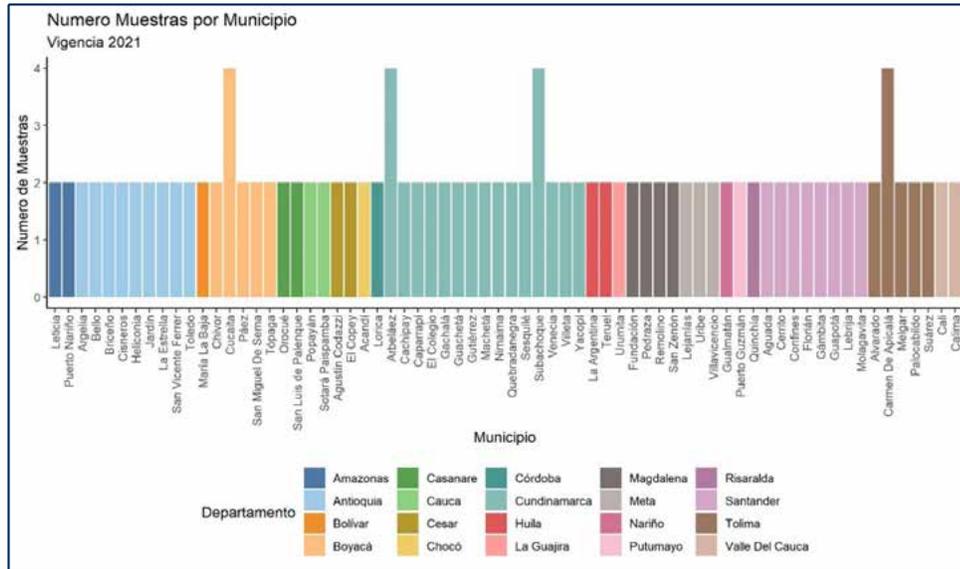
Fuente: SSPD

### 4.3. Determinación del número de muestras

En el caso de las muestras realizadas en el marco del proyecto de inversión, para cada área de prestación priorizada de los objetivos 1, 2 y 3, se tomaron dos muestras, buscando evaluar la calidad del agua suministrada en el punto más cercano al inicio de la red y hacia el final, con el fin de conocer si se presentan variaciones significativas a lo largo de la red de distribución. Para los puntos de toma de muestra donde no fue posible realizarlo al inicio de la red, se estimó efectuarla en el punto más cercano al sistema de tratamiento.

Siendo así, a continuación se presenta en el *Gráfico 37* la distribución del número de muestras a nivel municipal para la ejecución de muestras de calidad del agua de los objetivos 1, 2 y 3.

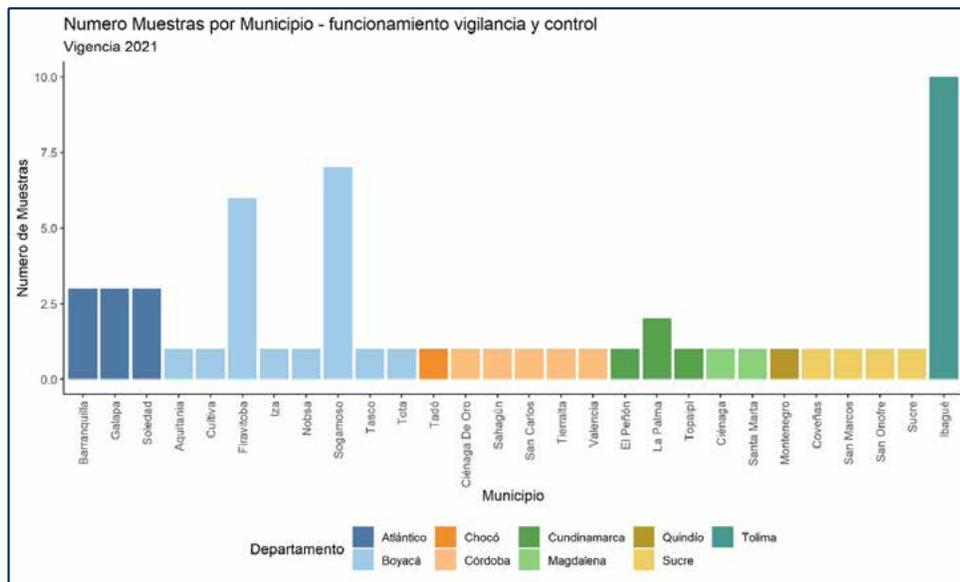
**Gráfico 37. Número de muestras por municipio – objetivo 1, 2 y 3**



Fuente: SSPD

Ahora bien, para la ejecución de muestras de calidad de se observa la distribución del número de muestras a nivel agua por funcionamiento, a continuación, en el gráfico 38 municipal.

**Gráfico 38. Número de muestras por municipio - funcionamiento vigilancia y control**



Fuente: SSPD

Para los prestadores priorizados en los tres objetivos del proyecto se definió que se incluyera la totalidad de los parámetros contemplados en la resolución 2115 de 2007, con el fin de evidenciar posibles riesgos en la calidad del

agua que presuntamente no están siendo parte del control y de la vigilancia que adelantan los prestadores y/o las autoridades ambientales, relacionados en la tabla 19.

**Tabla 19. Parámetros analizados por el laboratorio**

Parámetro	Parámetro	Parámetro	Parámetro
Alcalinidad total	Cloruros	Fosfatos	Nitritos
Aluminio	Cobre	Giardia	pH
Antimonio	Coliformes totales	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos <sup>7</sup>	Plaguicidas <sup>8</sup>
Arsénico	Color aparente	Hierro total	Plomo
Bario	Conductividad	Magnesio	Selenio
Cadmio	Cromo	Manganeso	Sulfatos
Calcio	Cryptosporidium	Mercurio	Temperatura
Carbono orgánico total (COT)	Dureza total	Molibdeno	Trihalometanos totales <sup>9</sup>
Cianuro libre y disociable	Escherichia Coli	Nitratos	Turbiedad
Cloro residual libre	Fluoruros	Níquel	Zinc

Fuente: SSPD

La distribución de parámetros a ser analizados respondió a:

- Muestras tomadas en el punto más cercano al inicio de red: se analizaron todos los parámetros mencionados en la tabla 20, excepto *Giardia* y *Cryptosporidium* (38 parámetros).
- Muestras correspondientes a los puntos cercanos al final de la red de distribución: se analizaron todos los parámetros de la tabla 20, exceptuando Plaguicidas (39 parámetros).

Para el caso de las muestras realizadas por funcionamiento, los parámetros analizados respondieron a la necesidad detectada en cada área de prestación.

A continuación, en la tabla 20 se presentan los conteos generales de los parámetros evaluados en el monitoreo, tanto en el marco del proyecto de inversión como por necesidad de las actividades de funcionamiento de la DTGAA:

7 Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos: Naftaleno, Acenaftileno, Acenafteno, Fluoreno, Fenantreno, Antraceno, Fluoranteno, Pireno, Benzo(a) antraceno, Crizeno, Benzo(b) fluoranteno, Benzo(k) fluoranteno, Benzo(a)pireno.

8 Plaguicidas: Etilentiourea, Metamidofos, Metomil, Carbofuran, Dimetoatolmidacloprid, Fention, Paration (Etil paration), Diazinon, Hexaconazol, Malatión, Clorpirifos, Profenofos, Difeconazol, Permetrin, Fipronil, 2-hidrixi-atrazina, Cymoxanil, Clorotoluron, Metribuzín, Atrazina, Diclorvos, Ametrina, Terbutilazina, Diuron, Linuron, Metil-Paratión, Alaclor, Metolacolor, Terbufos, Propiconazol, Clorfenvinfos, Metsulfurón-metil, Dimetomorf, Abamectina, Etion, Fenitrotión.

9 Trihalometanos: Cloroformo, Bromodiclorometano, Dibromoclorometano, Bromoformo

**Tabla 20. Aspectos del plan de monitoreo**

Aspecto	Cantidad						
	Objetivo 1		Objetivo 2		Objetivo 3		Funcionamiento
Número de departamentos	11		10		10		9
Número de municipios	24		21		24		28
Número de prestadores	24		24		24		43
Número de características	Inicio red	Final red	Inicio red	Final red	Inicio red	Final red	40*
	38	39	38	38	38	39	
Número de muestras	48		48		48		55
Número de Análisis	3.792		3.792		3.792		2.200

**Fuente:** SSPD

\* 26 muestras con los siguientes parámetros analizados: pH, Temperatura, Cloro Libre, Conductividad, Color Aparente, Turbiedad, Coliformes Totales, Escherichia Coli, Giardia, Cryptosporidium, Cianuro, Alcalinidad Total, Fósforo, Dureza Total, Sulfatos, Cloruros, Nitratos, Nitritos, Fluoruros, COT, Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Cobre, Cromo, Hierro, Calcio, Manganeseo, Molibdeno, Magnesio, Zinc, Mercurio, Níquel, Plomo, Selenio, Trihalometanos Totales, Hidrocarburos Aromáticos, Plaguicidas

7 muestras con los siguientes parámetros analizados (pH, Temperatura, Cloro Libre, Color Aparente, Turbiedad, Coliformes Totales, Escherichia Coli, Cianuro, Alcalinidad Total, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Cobre, Cromo, Hierro, Mercurio, Níquel, Plomo, Selenio, Trihalometanos Totales)

22 muestras con los siguientes parámetros analizados (pH, Temperatura, Cloro Libre, Conductividad, Color Aparente, Turbiedad, Coliformes Totales, Escherichia Coli, Giardia, Cryptosporidium, Cianuro, Alcalinidad Total, Fósforo, Dureza Total, Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Cobre, Cromo, Hierro, Calcio, Manganeseo, Molibdeno, Magnesio, Zinc, Mercurio, Níquel, Plomo, Selenio).

## 4.4. Resultados Índice de Riesgo de Calidad del Agua

Los resultados del Índice de Riesgo de la Calidad de Agua (IRCA) se presentan a continuación para los prestadores priorizados por los objetivos 1, 2, 3 del proyecto de inversión y por funcionamiento para el período 2021.

### 4.4.1. IRCA departamental prestadores priorizados en el proyecto y por funcionamiento

En el *Gráfico 39* se presenta el número de muestras analizadas por departamento y la distribución del IRCA y nivel de riesgo obtenido de las 144 muestras tomadas a partir de la priorización de prestadores de los objetivos 1, 2 y 3 en el marco del proyecto.

**Gráfico 39.** IRCA departamental de muestras - Proyecto de inversión



Fuente: SSPD

Del gráfico anterior se destaca que, del total de muestras ejecutadas, 54 arrojaron resultado de agua apta para consumo humano, los departamentos cuya totalidad de muestras tuvieron esta condición fueron Valle del Cauca (4), Huila (4) y Cauca (4). Por otro lado, 13 muestras presentaron un nivel de riesgo Inviabile Sanitariamente; los departamentos en los cuales se presentaron estos resultados de calidad de agua fueron Cundinamarca (7), Magdalena (2) y Santander (4), teniendo en cuenta que en estos departamentos se ejecutó mayor número de muestras. Con respecto al nivel de riesgo Alto, se presentó en 26 muestras con mayor concentración en los departa-

mentos de Antioquia (6 de 18 muestras) y Boyacá (4 de 12 muestras). La mayoría de muestras que resultaron con agua no apta para consumo humano presentan un nivel de riesgo medio, para un total de 46 muestras. Por último, solo 5 muestras de 140 presentan un nivel de riesgo Bajo.

Con respecto a las muestras analizadas por funcionamiento, en el *Gráfico 40* se presenta el número de muestras analizadas por departamento y la distribución del IRCA y nivel de riesgo a nivel departamental, obtenido de las 55 muestras analizadas.

**Gráfico 40. IRCA departamental de muestras - Funcionamiento**



Fuente: SSPD

Se destaca que, del total de muestras ejecutadas (55), 19 arrojaron resultado de agua apta para consumo humano, la mayoría de las muestras presentan este nivel de riesgo. Por otra parte, 14 muestras presentaron un nivel de riesgo Inviabile Sanitariamente; los departamentos de Atlántico (6), Chocó (1), Cundinamarca (3) y Sucre (3) presentan en su mayoría de muestras este nivel de riesgo y Tolima solo en 1 de las 10 muestras tomadas. El nivel de riesgo Alto se encontró en 7 muestras, y es de resaltar que, de 19 muestras tomadas en Boyacá, 3 presentan este nivel de riesgo. En cuanto al nivel de riesgo medio, se destaca que fue recurrente y se encontró en 13 muestras, con mayor proporción en el departamento de Boyacá (8). Finalmente, solo 2 muestras de 55 presentan un nivel de riesgo Bajo.

#### 4.4.2. Resultado de análisis que reflejan incumplimientos por características de acuerdo con Resolución 2115 de 2007

La tabla 21 representa el porcentaje de análisis de incumplimientos de las características físicas y químicas que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana y características microbiológicas<sup>10</sup>, para las muestras analizadas de los objetivos 1, 2 y 3 del proyecto de inversión.

<sup>10</sup> Resolución 2115 de 2007, Artículo 2, Características Físicas, Artículo 5. Características químicas de sustancias que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana, Artículo 6. Características químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana, Artículo 7. Características químicas que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana, Artículo 8. Características químicas relacionadas con los plaguicidas y otras sustancias, Artículo 9. Características químicas de otras sustancias utilizadas en la potabilización, Artículo 10. Características Microbiológicas.

**Tabla 21. Resultado de análisis de muestras completas que reflejan incumplimientos por características según Resolución 21 I 5 de 2007 – Proyecto de inversión**

Características	Número de análisis	Número de análisis incumplidos	% de incumplimiento
Características físicas	576	152	26,4
Características químicas de sustancias que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana	1872	16	0,8
Características químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana	576	19	3,3
Características químicas que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana.	1728	102	5,9
Características químicas relacionadas con los plaguicidas y otras sustancias	72	0	0
Características químicas de otras sustancias utilizadas en la potabilización	144	47	32,6
Características microbiológicas	432	54	12,5

Fuente: SSPD

En la *Tabla 22* se puede observar el porcentaje de análisis que reflejan incumplimientos de las características físicas y químicas de sustancias que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana y características microbiológicas, para las muestras analizadas por funcionamiento.

**Tabla 22. Resultado de análisis de muestras completas que reflejan incumplimientos por características según Resolución 21 I 5 de 2007 – Funcionamiento**

Características	Número de análisis	Número de análisis incumplidos	% de incumplimiento
Características físicas	213	42	19,7
Características químicas de sustancias que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana	668	23	3,4
Características químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana	104	5	4,8
Características químicas relacionadas con los plaguicidas y otras sustancias	38	0	0
Características químicas de otras sustancias utilizadas en la potabilización	55	22	40
Características microbiológicas	206	13	6,3

Fuente: SSPD

#### 4.4.3. Cobertura y Resultados Nivel de riesgo

La información presentada en esta sección corresponde a los resultados de la toma de muestras de calidad de agua realizadas para el grupo de prestadores priorizados de cada uno de los objetivos del proyecto de inversión, y muestras tomadas por necesidad de las actividades de funcionamiento de la DTGAA para el período de la vigencia 2021.

Para el caso del proyecto de inversión, se realizaron 144 muestras a 72 prestadores, distribuidos en 68 municipios

en 20 departamentos. En *Tabla 23* se presentan los resultados generales, se observa que de los departamentos de Cundinamarca y Antioquia presentan mayor cantidad de municipios cubiertos con un total de 15 y 9 municipios respectivamente, mientras que en los departamentos de Bolívar, Chocó, Córdoba, La Guajira, Nariño, Putumayo y Risaralda solo se realizó toma de muestra en 1 municipio.

De las 144 muestras a nivel nacional, se destaca que la mayor cantidad se han tomado en el departamento de Cundinamarca (34), seguido de los departamentos de Antioquia (18) y Santander (16).

**Tabla 23.** Nivel de riesgo por muestras – proyecto de inversión

Departamento	Cantidad municipios	Cantidad prestadores	Nivel de riesgo Calculado					Total muestras
			Inviabile Sanitariamente	Riesgo Alto	Riesgo Medio	Riesgo Bajo	Sin Riesgo	
Amazonas	2	2	-	-	4	-	-	4
Antioquia	9	9	-	6	5	-	7	18
Bolívar	1	1	-	1	-	1	-	2
Boyacá	5	6	-	4	5	-	3	12
Casanare	2	2	-	-	1	1	2	4
Cauca	2	2	-	-	-	-	4	4
Cesar	2	2	-	-	2	-	2	4
Chocó	1	1	-	1	1	-	-	2
Córdoba	1	1	-	-	1	-	1	2
Cundinamarca	15	17	7	3	9	2	13	34
Huila	2	2	-	-	-	-	4	4
La Guajira	1	1	-	-	1	-	1	2
Magdalena	4	4	2	3	1	-	2	8
Meta	3	3	-	-	4	-	2	6
Nariño	1	1	-	-	2	-	-	2
Putumayo	1	1	-	2	-	-	-	2
Risaralda	1	1	-	-	2	-	-	2
Santander	8	8	4	3	7	-	2	16

Departamento	Cantidad municipios	Cantidad prestadores	Nivel de riesgo Calculado				Sin Riesgo	Total muestras
			Inviabile Sanitariamente	Riesgo Alto	Riesgo Medio	Riesgo Bajo		
Tolima	5	6	-	3	1	1	7	12
Valle Del Cauca	2	2	-	-	-	-	4	4
Total	68	72	13	26	46	5	54	144

Fuente: SSPD

Correspondiente a las muestras de funcionamiento, en la *Tabla 24* se señala que fueron realizadas 55 muestras a 45 prestadores, distribuidas en 28 municipios de 9 departamentos.

Se observa que los departamentos de Boyacá y Córdoba presentan mayor cantidad de municipios cubiertos con un total de 8 y 5 municipios respectivamente, mientras que en los departamentos de Chocó, Quindío y Tolima solo se realizó toma de muestra en 1 municipio.

**Tabla 24.** Nivel de riesgo por prestador muestras por funcionamiento

Departamento	Cantidad municipios	Cantidad prestadores	Nivel de riesgo Calculado				Sin Riesgo	Total muestras
			Inviabile Sanitariamente	Riesgo Alto	Riesgo Medio	Riesgo Bajo		
Atlántico	3	2	6	-	-	-	3	9
Boyacá	8	19	-	3	8	-	8	19
Chocó	1	1	1	-	-	-	-	1
Córdoba	5	3	-	1	1	-	3	5
Cundinamarca	3	4	3	1	-	-	-	4
Magdalena	2	2	-	-	-	1	1	2
Quindío	1	1	-	1	-	-	-	1
Sucre	4	4	3	-	-	-	1	4
Tolima	1	10	1	1	4	1	3	10
Totales	28	46	14	7	13	2	19	55

Fuente: SSPD

El valor específico de los resultados del análisis de cada una de las características para cada prestador se describe en el anexo 2 (clasificación IRCA y nivel de riesgo priorización objetivos 1, 2 y 3 y clasificación IRCA

y nivel de riesgo priorización funcionamiento) a través de la siguiente URL: <https://superservicios.gov.co/sites/default/files/2022-08/Anexos%20INCA%202021%20%281%29.xlsx>, para vigencia 2021.

#### 4.4.3.1. 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 en los Mapas 3 (Re-

gión Caribe), 4 (Región Andina), 5 (Región Orinoquía), 6 (Región Amazonía), 7 (Región Pacífica), 8 (Región Caribe), 9 (Región Andina) y 10 (Región Pacífica), teniendo en cuenta que el resultado ilustrado obedece a la muestra con el nivel de riesgo menos favorable en que se obtuvo en cada municipio.

**Mapa 3. Proyecto de inversión - Nivel de riesgo de las muestras tomadas por parte de la SSPD en la Región Caribe**



Fuente: SSPD



**Mapa 5. Proyecto de inversión - Nivel de riesgo de las muestras tomadas por parte de la SSPD en la Región Orinoquía**



Fuente: SSPD

**Mapa 6. Proyecto de inversión - Nivel de riesgo de las muestras tomadas por parte de la SSPD en la Región Amazonía**



Fuente: SSPD

**Mapa 7. Proyecto de inversión - Nivel de riesgo de las muestras tomadas por parte de la SSPD en la Región Pacífica**



Fuente: SSPD

**Mapa 8. Funcionamiento - Nivel de riesgo de las muestras tomadas por parte de la SSPD en la Región Caribe**



Fuente: SSPD

**Mapa 9. Funcionamiento - Nivel de riesgo de las muestras tomadas por parte de la SSPD en la Región Andina**



Fuente: SSPD

**Mapa 10.** Funcionamiento - Nivel de riesgo de las muestras tomadas por parte de la SSPD en la Región Pacífica



Fuente: SSPD

## 4.5. Comportamiento de las características analizadas

El estudio de las características analizadas identifica los problemas de la calidad del agua que estaban suministrando 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 en el proyecto de inversión y por funcionamiento.

A continuación se presentan mediante gráficas de frecuencias 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 uno de los prestadores se describen a través de la siguiente URL: <https://superservicios.gov.co/sites/default/files/2022-08/Anexos%20INCA%202021%20%281%29.xlsx>.

### 4.5.1. 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*.

De acuerdo con la OMS, es importante resaltar que *Escherichia coli* 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*.

Por otra parte, la infección por *Giardia* es una de las causas más frecuentes de las enfermedades transmitidas por el agua. Los parásitos se encuentran en lagos y arroyos en las zonas rurales, pero también en suministros públicos de agua. La infección por *Giardia* puede transmitirse a través de los alimentos y mediante el contacto de persona a persona.

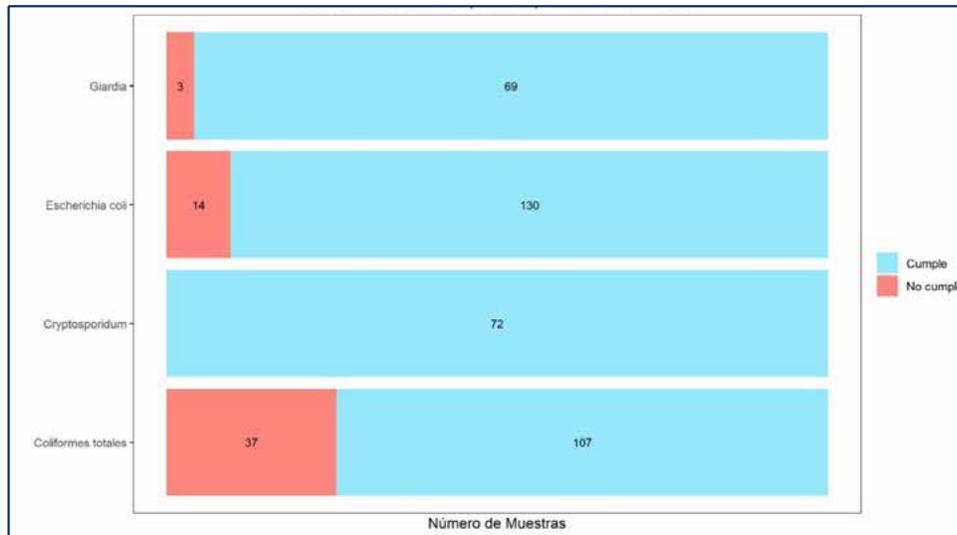
Referente a los resultados del proyecto de inversión, los resultados muestran: i) *E. coli*: el 9,7 % de los valores (14 de 144 resultados) se encuentran superiores al valor máximo de referencia (0 UFC/100cm<sup>3</sup>). ii) *Giardia*: el 4,2 % de los valores (3 de 72 resultados) se encuentran superiores al valor de referencia (0 quistes/L) encontrándose hasta 0.39<sup>11</sup> quiste/L en una de las muestras, iii) Coliformes totales: el 25,6 % de los valores (37 de 144 resultados)

11 Resultado corresponde a municipios de Aguada, Confines y Guapotá del departamento de Santander, Corporación de Acueductos Comunitarios de Guapotá Santander CORAGUAS O.N.G - E.S.P, Corporación de Servicios del Acueducto de las Veredas Pavas y Aguabuena de Municipio de Palmas del Socorro y Aguabuena y Unidad Administradora de Servicios Públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Aguada Santander.

se encuentran superiores al valor de referencia (0 UFC/100cm<sup>3</sup>) encontrándose hasta 1130<sup>12</sup> UFC/100cm<sup>3</sup>. iv) *Cryptosporidium*: No se encontraron valores superiores al valor de referencia (0 quistes/L).

El Gráfico 41 evidencia un análisis del número de muestras con incumplimientos a partir de los resultados obtenidos para este grupo de características.

**Gráfico 41. Características microbiológicas análisis de muestras, objetivo 1, 2 y 3**



Fuente: SSPD

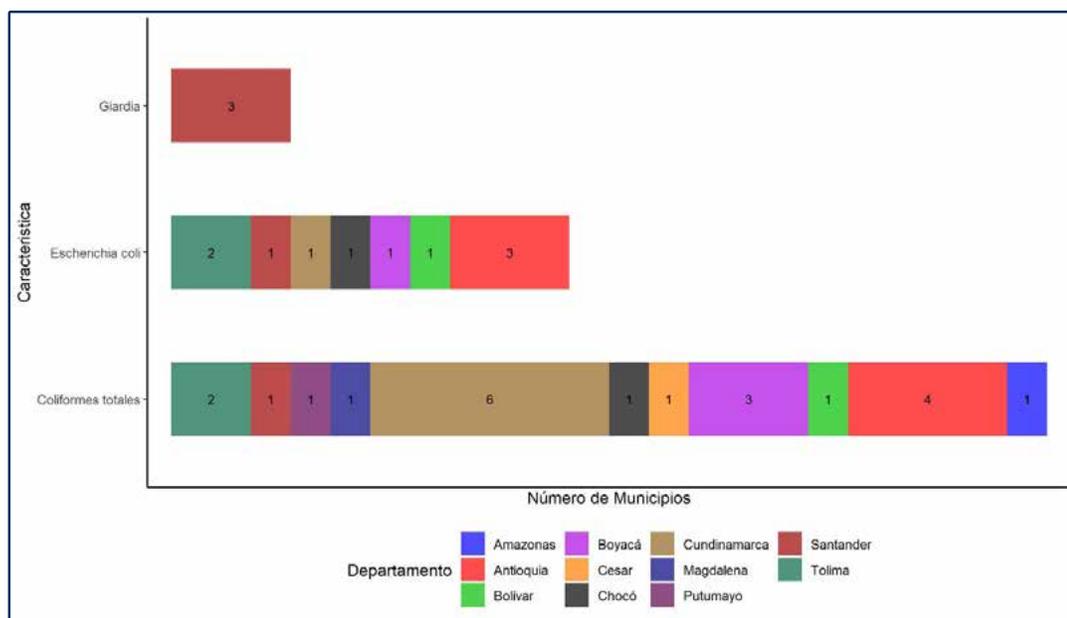
El Gráfico 42 muestra el comportamiento a nivel departamental de los resultados de las características analizadas para las muestras tomadas en los municipios priorizados del proyecto de inversión. Cabe resaltar que para cada municipio se tomó la peor muestra tomada, es decir la que mayor puntaje de IRCA y nivel de riesgo se obtuvo.

Los resultados indican que en 7 departamentos hubo presencia de *E. coli* con mayor número de municipios en el departamento de Antioquia (3 de 9 municipios, La Estrella, Bello y Toledo), en el departamento de Santander hubo presencia de *Giardia* (3 municipios de 8 municipios, Guapotá, Confines y Aguada), en 11 departamentos se encontró *Coliformes totales*, con mayor concentración en

los departamentos de Cundinamarca (6 de 15 municipios, Arbeláez, Cachipay, Caparrapí, Nimaima, Subachoque y Venecia) y Antioquia (4 de 9 municipios, Briceño, La Estrella, Bello y Toledo). *Cryptosporidium* presentó incumplimientos. En los departamentos de Antioquia, Bolívar, Boyacá, Chocó, Cundinamarca, Santander y Tolima hubo presencia de *E. coli* y *Coliformes totales*.

12 Resultado corresponde a municipio de La Estrella, Antioquia, prestador Asociación de Usuarios del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado del Barrio La Inmaculada No. 1.

**Gráfico 42. Características microbiológicas, que presentan incumplimiento a nivel municipal y departamental objetivo 1, 2 y 3**



Fuente: SSPD

Con respecto a los resultados de las muestras realizadas por funcionamiento, el Gráfico 43 muestra un análisis de frecuencia de características microbiológicas.

Los resultados muestran: i) *E. coli*: algunos valores se encuentran superiores al valor de referencia y el 3,4 % de los valores (2 de 55 resultados) se encuentran superiores al valor de referencia y hasta 36<sup>13</sup> Unidades Formadoras de Colonias (UFC/cm<sup>3</sup>). ii) *Giardia*: el 0 % de los valores (0 de 48 resultados) se encuentran superiores al valor de referencia y menor que 0.1 quiste/L, iii) Coliformes totales: el 18 % de los valores (10 de 55 resultados) se en-

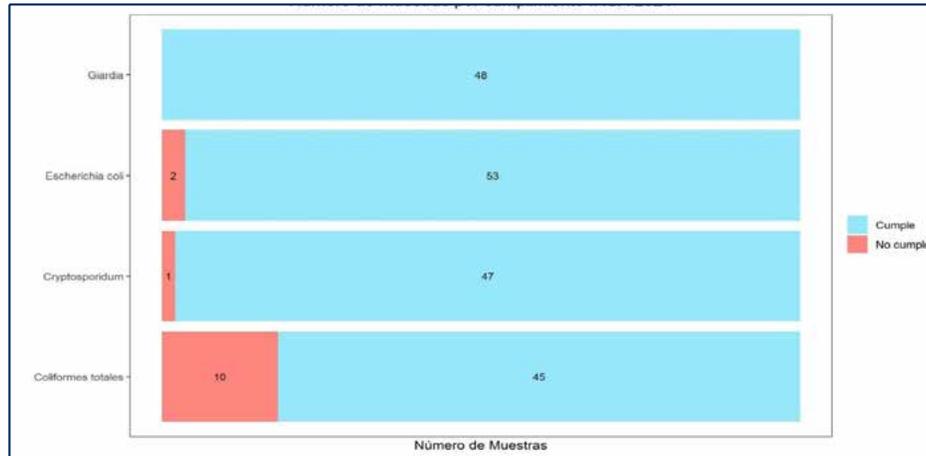
cuentran superiores al valor de referencia y hasta 5875<sup>14</sup> UFC/100cm<sup>3</sup>. iv) *Cryptosporidium*: el 2 % de los valores (1 de 48 resultados) se encontraron superiores al valor de referencia (0 quistes/litro) y hasta 0.2 quistes/litro<sup>15</sup>.

13 Resultado corresponde a los municipios de La Palma, Cundinamarca, prestador Asociación de Usuarios del Acueducto Vereda Minipi de Quijano y Sucre, Sucre, prestador Empresas de Servicios Públicos Domiciliarios y Ecológicos de Sucre ECOSUC S.A.S. E.S.P.

14 Resultado corresponde a municipio de Sogamoso, Boyacá, prestador Junta Administradora de Acueducto Cañas Centro.

15 Resultado corresponde a municipio de Ibagué, Tolima, prestador Asociación de Acueducto y Alcantarillado Barrio Ambala.

**Gráfico 43. Características microbiológicas análisis de muestras por funcionamiento**



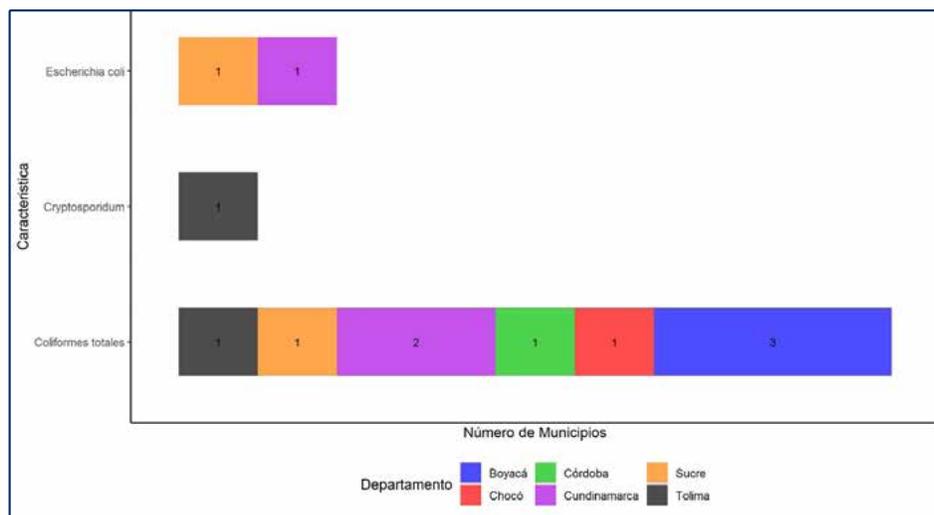
Fuente: SSPD

El Gráfico 44 muestra el comportamiento a nivel departamental de los resultados de las características analizadas a municipios priorizados por funcionamiento.

Los resultados indican que en 2 departamentos, Cundinamarca (1 de 3 municipios, La Palma) y Sucre (1 de 4 municipios, Sucre), hubo presencia de *Escherichia Coli*, la ca-

racterística de *Coliformes totales* tuvo presencia en 6 departamentos con mayor concentración en el departamento de Boyacá (3 de 8 municipios, Sogamoso, Nobsa y Cuitiva), en el departamento de Tolima (Ibagué) hubo presencia de *Cryptosporidium* y ningún departamento tuvo presencia de *Giardia*. En los departamentos de Sucre y Cundinamarca hubo presencia de *E. Coli* y *Coliformes Totales*.

**Gráfico 44. Características microbiológicas, que presentan incumplimiento a nivel municipal y departamental por funcionamiento**



Fuente: SSPD

#### 4.5.2. Características físicas

Las características físicas que se tendrán en cuenta en relación con la frecuencia son el Color, pH, Turbiedad y la Conductividad.

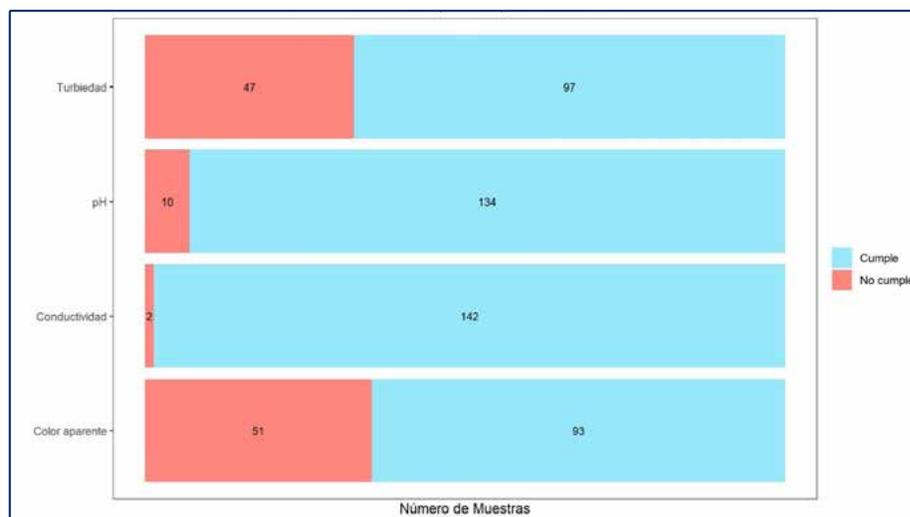
El *Gráfico 19* representa la frecuencia de las características físicas básicas de calidad de agua, para las muestras realizadas en el marco del proyecto. De manera general, los resultados de las características de turbiedad y color se encuentran por encima del valor de referencia, situación que puede obedecer a deficiencias en los procesos de pre-sedimentación, coagulación, floculación y sedimentación en sistemas de potabilización.

El *Gráfico 45* representa la frecuencia de los datos: i) aproximadamente un 64,6 % (93 de 144) de los resulta-

dos de las muestras con análisis de Color se encuentran acumuladas dentro del límite aceptable (15 UPC), ii) más del 93 % (134 de 144) de resultados de pH se encontraron dentro del límite aceptable (6.5-9), iii) el 33 % (47 de 144) de los resultados de Turbiedad se situaron por encima del límite aceptable (2 UNT) y iv) los datos de Conductividad representan aproximadamente un 99 % (142 de 144) de resultados que cumplen con el valor aceptable (1000 microsiemens/cm) por norma.

En el caso de pH, los resultados 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 45. Características físicas análisis de muestras – Proyecto de inversión**

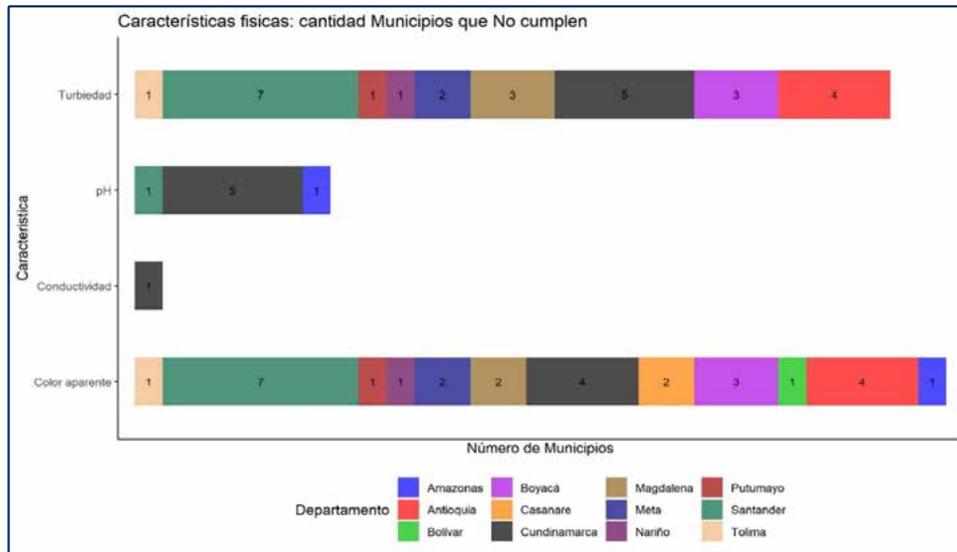


Fuente: SSPD

El *Gráfico 46* muestra el comportamiento de los resultados de las características pH, Turbiedad, Color y conductividad a nivel departamental, 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, seguido por la característica de pH.

**Gráfico 46. Características físicas, que presentan incumplimiento a nivel municipal y departamental - Proyecto de inversión**



Fuente: SSPD

El Color aparente tuvo un comportamiento dinámico y sus resultados muestran incumplimiento en 29 municipios de 12 departamentos. El 51 % de los resultados se concentran por debajo del valor de referencia (menor o igual a 15 UPC). Los departamentos que presentaron mayores incumplimientos fueron Antioquia (4 de 9 municipios, Bello, La Estrella, San Vicente Ferrer y Toledo), Magdalena (2 de 4 municipios, Remolino y San Zenón), Santander (7 de 8 municipios, Aguada, Confines, Florián, Gámbita, Guapotá, Lebrija y Molagavita) y Cundinamarca (4 de 15 municipios, (Arbeláez, Caparrapí, Mchetá y Subachoque).

La Turbiedad es la característica física que representa puntaje más alto dentro del cálculo del IRCA, el máximo permisible es menor o igual a 2 NTU. Los prestadores de los departamentos de Boyacá (3 de 5 municipios, Cucaita, Páez y Tópaga), Cundinamarca (5 de 15 municipios, Arbeláez, Cachipay, Caparrapí, Mchetá y Nimaima), Magdalena (3 de 4 municipios, Pedraza, Remolino y San Zenón) y

Santander (7 de 8 municipios, Aguada, Confines, Florián, Gámbita, Guapotá, Lebrija y Molagavita) mostraron una concentración de resultados por encima de los niveles aceptables.

El pH, fue una de las características con la mayor cantidad de resultados aceptables. Los departamentos de Amazonas (1 de 2 municipios, Leticia), Cundinamarca (5 de 15 municipios, Arbeláez, Cachipay, El Colegio, Mchetá y Yacopí) y Santander (1 de 8 municipios, Lebrija) presentaron valores mayores al límite aceptable, sin embargo, la mayoría de los resultados estuvieron dentro de los límites regulatorios.

En relación con la Conductividad prácticamente todos los resultados estuvieron dentro del límite regulatorio, excepto un valor del departamento de Cundinamarca (Municipio Quebradalanegra).

Para los prestadores priorizados por funcionamiento, el Gráfico 47 muestra que el 64 % de los resultados de

Color Aparente se concentran por debajo del valor de referencia. Los departamentos que presentaron mayores incumplimientos fueron Atlántico (3 de 3 municipios, Barranquilla, Galapa y Soledad), Boyacá (3 de 8 municipios, Firavitoba, Sogamoso y Tota), Chocó (Tadó), Córdoba (2 de 5 municipios, Tierralta y Valencia), Magdalena (1 de 2 municipios, Santa Marta), Sucre (1 de 4 municipios, Coveñas), Cundinamarca (1 de 3 municipios, Topaipí) y Tolima (Ibagué).

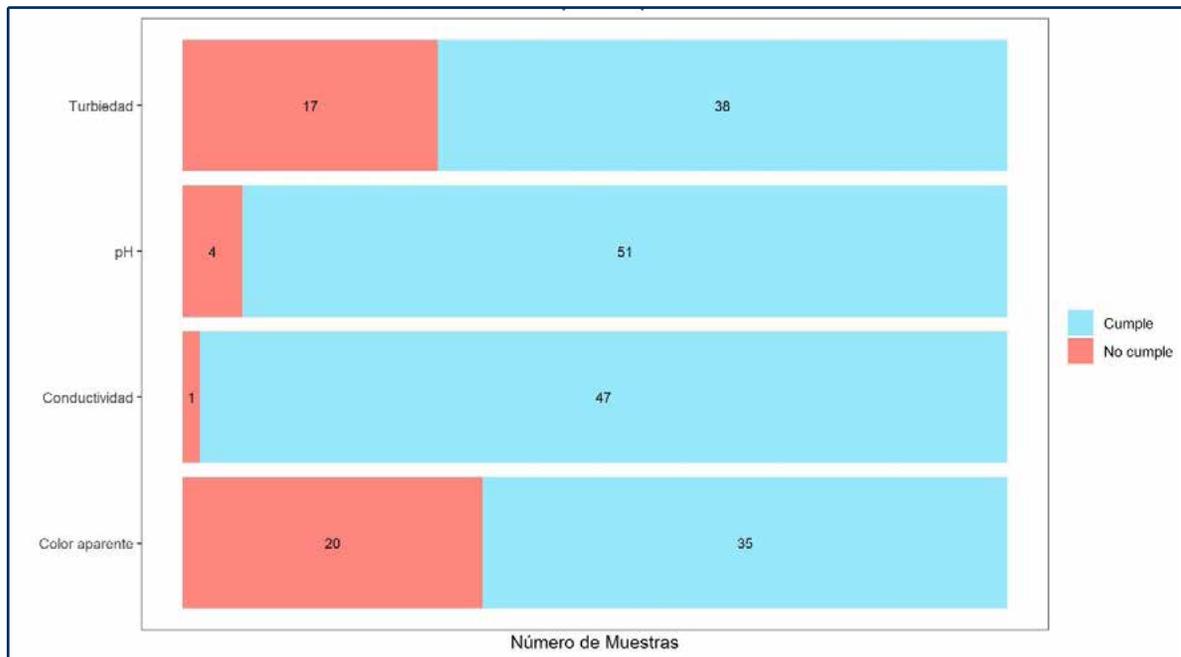
La Turbiedad es la característica física con puntaje de riesgo más alto dentro las características definidas para el cálculo del IRCA. Los prestadores de los departamentos de Boyacá (3 de 8 municipios, Firavitoba, Sogamoso y Tota), Córdoba (2 de 5 municipios, Tierralta y Valencia),

Cundinamarca (1 de 3 municipios, Topaipí) y Tolima (Ibagué) mostraron una concentración de resultados por encima del máximo permisible considerando que el valor de referencia máximo aceptable es menor o igual a 2 NTU.

El pH fue una de las características con la mayor cantidad de resultados aceptables. Los departamentos de Boyacá (1 de 8 municipios, Sogamoso), Chocó (Tadó) y Tolima (Ibagué), presentaron incumplimientos con respecto al valor máximo permisible, sin embargo, la mayoría de los resultados estuvieron dentro de los límites regulatorios.

La Conductividad se enmarcó dentro de los límites máximos de la normatividad.

**Gráfico 47. Características físicas análisis de muestras por funcionamiento**



Fuente: SSPD

El Gráfico 48 muestra el comportamiento de los resultados de las características pH, Turbiedad, Color y

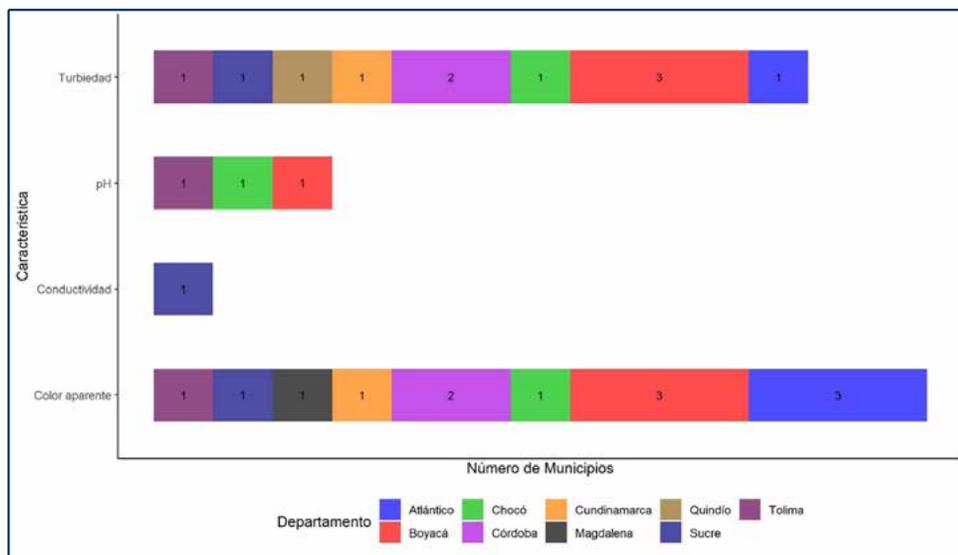
conductividad a nivel departamental, de los municipios priorizados por funcionamiento y referentes para evi-

denciar las condiciones y buenas prácticas en los procesos de potabilización.

La conductividad fue la única característica con resultados dentro de los límites regulatorios, seguido por la ca-

racterística de pH, excepto por muy pocos valores que arrojaron resultados por debajo del límite inferior en los departamentos de Boyacá, Chocó y Tolima.

**Gráfico 48. Características físicas, que presentan incumplimiento a nivel municipal y departamental por funcionamiento**



Fuente: SSPD

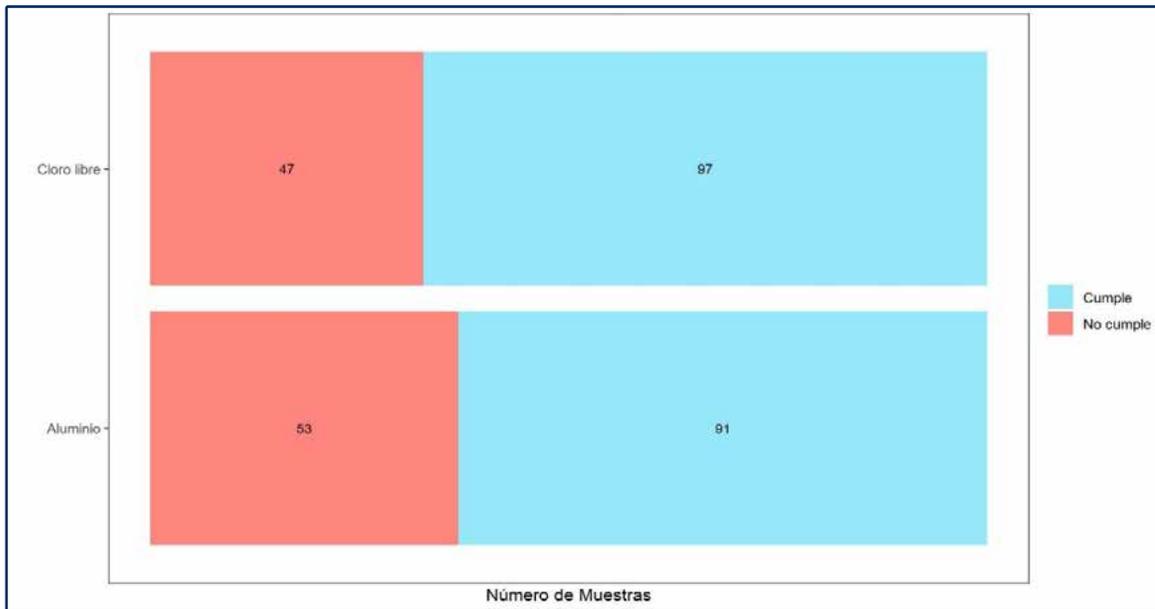
#### 4.5.3. Características químicas de otras sustancias utilizadas en la potabilización

El Cloro Libre y el Aluminio son características derivadas de los procesos de potabilización.

Para el Cloro residual libre, el 33 % (47 de 144 resultados) - de los valores se manifiestan por fuera de los límites establecidos (rango aceptable 0,3-2,0 Mg/L). (Gráfico 49)

Mientras que el 37 % (53 de 144) de los valores del Aluminio, se concentra fuera de los límites menor o igual a 0,2 mg Al/L (Gráfico 49).

**Gráfico 49. Características químicas de otras sustancias utilizadas en la potabilización análisis de muestras, objetivo 1, 2 y 3**



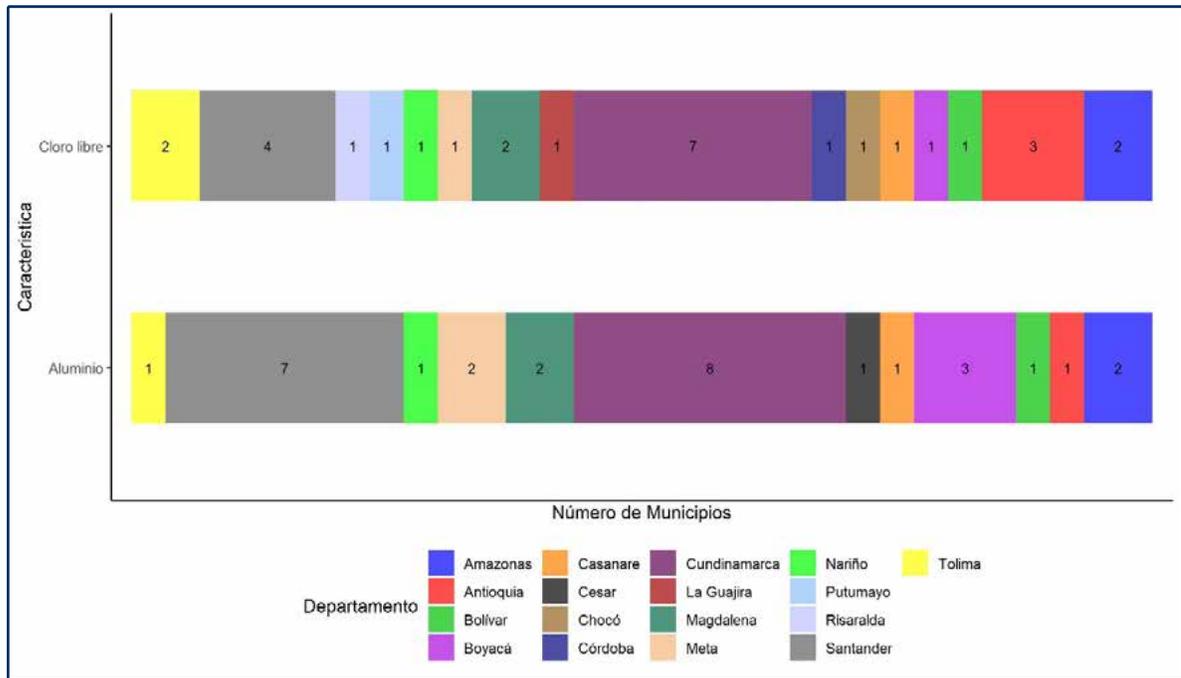
Fuente: SSPD

En cuanto a los resultados (Gráfico 50), el Cloro residual libre en los departamentos de Cauca, Cesar, Huila, y Valle del Cauca cumplieron en su totalidad los resultados de conformidad con la norma; los resultados que arrojaron mayor incumplimiento se presentan en los departamentos de Cundinamarca (7 de 15 municipios, Arbeláez, Guachetá, Gutiérrez, Machetá, Nimaima, Subachoque y Venecia), Santander (4 de 8 municipios, Confines, Gámbita, Lebrija y Molagavita), y Antioquia (3 de 9 municipios, Bello, Jardín y La Estrella); los departamentos en los que solo se tomó muestra en 1 municipio y presentan incumplimiento son Bolívar (María la Baja), Chocó (Acandí, Córdoba (Lorica), La Guajira (Urumita), Nariño (Gualmatán), Putumayo (Puerto Guzmán) y Risaralda (Quinchía).

Para el aluminio, los prestadores de los departamentos de Amazonas (2 de 2 municipios, Leticia y Puerto Nariño), Antioquia (1 de 9 municipios, La estrella), Bolívar

(María La Baja), Boyacá (3 de 5 municipios, Chivor, Cucaita, Tópaga), Casanare (1 de 2 municipios, Orocué), Cesar (1 de 2 municipios, Agustín Codazzi), Cundinamarca (8 de 15 municipios, Arbeláez, Cachipay, Caparrapí, Machetá, Nimaima, Subachoque, Venecia y Yacopí), Magdalena (2 de 4 municipios, Pedraza y Remolino), Meta (2 de 3 municipios, Lejanías y Uribe), Nariño (Gualmatán), Santander (7 de 8 municipios Aguada, Confines, Florián, Gámbita, Guapotá, Lebrija y Molagavita, y Tolima (1 de 5 municipios, Alvarado) sus resultados se encuentran por encima del límite presentando incumplimientos. En los departamentos de Cauca, Chocó, Córdoba, Huila, La Guajira, Putumayo, Risaralda y Valle del Cauca se cumplieron en su totalidad los resultados de conformidad con la norma.

**Gráfico 50. Características químicas de otras sustancias utilizadas en la potabilización, que presentan incumplimiento a nivel municipal y departamental objetivo 1, 2 y 3**



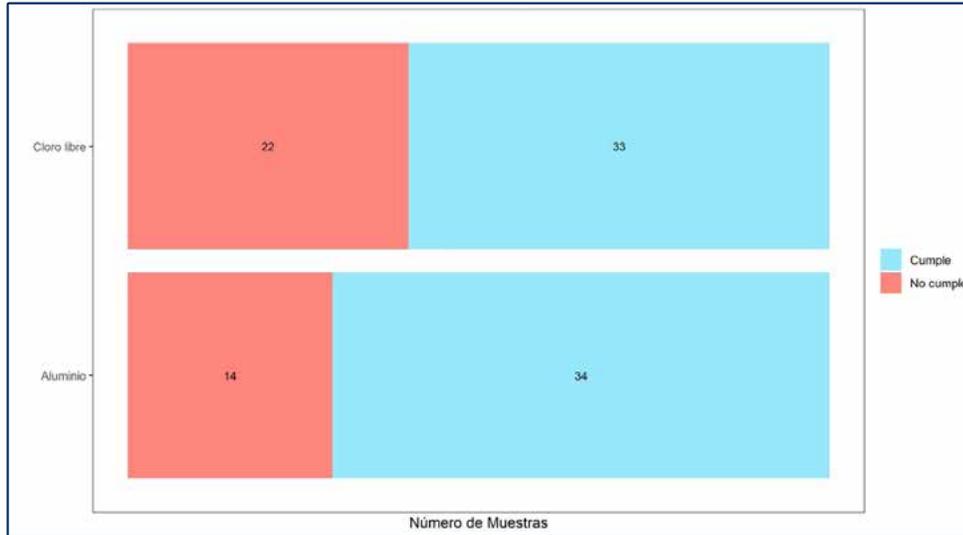
Fuente: SSPD

Para los prestadores del grupo de municipios priorizados por funcionamiento, en cuanto a los resultados (Gráfico 51 y Gráfico 52) el cloro libre, presentó incumplimiento principalmente en los departamento de Atlántico (3 de 3 municipios, Barranquilla, Galapa y Soledad), Boyacá (3 de 8 municipios, Firavitoba, Sogamoso y Tasco), Córdoba (1 de 5 municipios, Valencia), Cundinamarca (2 de 3 municipios, La Palma y Topaipí), Magdalena (1 de 2 municipios, Santa Marta), Quindío (Montenegro), Sucre (1 de 4 municipios, Sucre) y Tolima (Ibagué), con todos los resultados por fuera del límite establecido regulatoriamente. El departamento de Chocó (Tadó) cumplió en su totalidad los resultados de conformidad con la norma.

Para el aluminio, los prestadores del departamento de Atlántico y Sucre, sus resultados se enmarcan en los límites permisibles, mientras que al menos dos muestras del

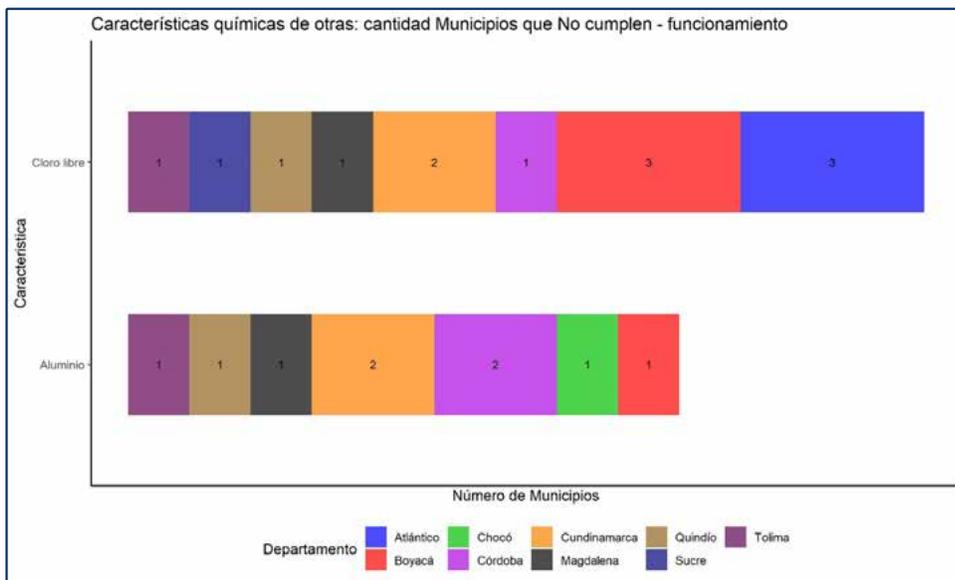
resto de prestadores arrojan resultados por encima del límite. Chocó (Tadó), Cundinamarca (2 de 3 municipios, La Palma y Topaipí), Magdalena (1 de 2 municipios, Santa Marta) Quindío (Montenegro) y Tolima (Ibagué) tuvieron mayor número de resultados con incumplimientos.

**Gráfico 51.** Características químicas de otras sustancias utilizadas en la potabilización análisis de muestras por funcionamiento



Fuente: SSPD

**Gráfico 52.** Características químicas de otras sustancias utilizadas en la potabilización, que presentan incumplimiento a nivel municipal y departamental por funcionamiento



Fuente: SSPD

#### 4.5.4. Características químicas que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana

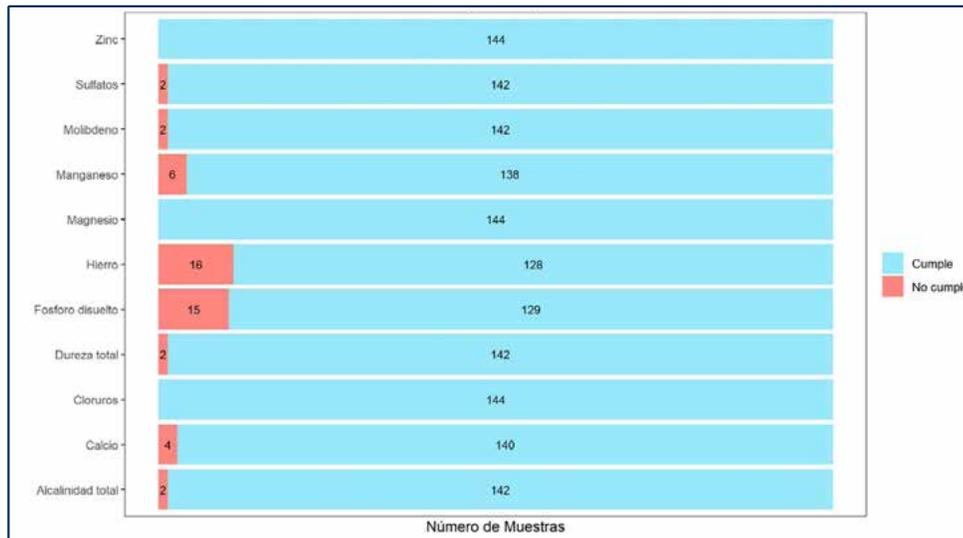
En esta categoría se presentan las gráficas de las características de Hierro, Manganeso, Fosfatos, Dureza Total, Alcalinidad, Calcio y Magnesio. El Gráfico 53 y el Gráfico 54, representan la frecuencia de los resultados para estas. En ella se muestra que:

- I. Los valores de Manganeso, Fosfatos, Magnesio, Calcio, Dureza total, Alcalinidad Total, Sulfatos, Molibdeno, Zinc, y Cloruros se concentraron principalmente por debajo del rango máximo permitido con un por-

centaje de 97 % (138 de 142 resultados), 91 % (129 de 142 resultados), 100 % (142 de 142 resultados), 97 % (140 de 144 resultados), 99 % (142 de 144 resultados), 99 % (142 de 144 resultados), 100 % (142 de 142 resultados), 100 % (142 de 142 resultados) respectivamente.

2. El 11 % (16 de 144) de datos de Hierro, superan el valor permitido.
3. Todos los resultados de las características se acumulan en su mayoría por debajo del límite permitido, excepto el Aluminio.
4. El 1 % (2 de 144) de los valores de Alcalinidad total presentan incumplimientos

**Gráfico 53. Características químicas que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana análisis de muestras, objetivo 1, 2 y 3**



Fuente: SSPD

En cuanto a los resultados, el Gráfico 54 para la característica de hierro, los departamentos de Antioquia (1 de 9 municipios, San Vicente Ferrer), Boyacá (1 de 5 municipios, Cucaita), Cundinamarca (1 de 15 municipios, Arbeláez), Magdalena (1 de 4 municipios, Remolino) Santander (6 de 8 municipios, Aguada, Confines, Florián, Guapotá,

Lebrija y Molagavita) fueron los que presentaron valores máximos al permisible de acuerdo con la norma.

Los departamentos de, Amazonas, Bolívar, Casanare, Cauca, Cesar, Chocó, Córdoba, Huila, La Guajira, Meta, Nariño, Putumayo, Risaralda, Tolima y Valle del Cauca totalizaron todos sus resultados aceptables (0,3 mg/L).

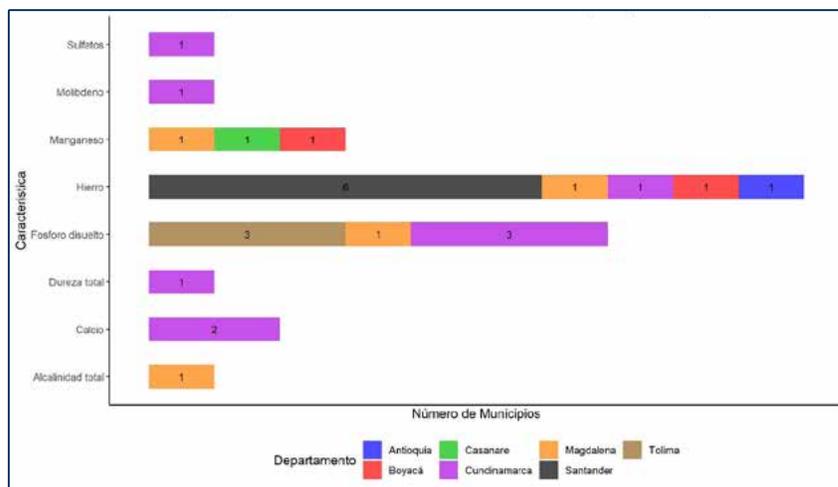
En cuanto a los resultados de los fosfatos la mayoría de los departamentos obtuvieron resultados aceptables (0,5 mg/L), excepto los departamentos de Cundinamarca (3 de 15 municipios, Cachipay, Caparrapí y Subachoque), Magdalena (1 de 4 municipios, San Zenón) y Tolima (3 de 5 municipios, Carmen de Apicalá, Melgar y Suárez) que superan el límite establecido por la norma en sus resultados.

El municipio de Quebradalanegra, Cundinamarca, obtuvo resultados mayores a los valores permisibles en

las características de Dureza Total (300 mg/L), Sulfatos (250 mg/L), Molibdeno (0,07 mg/L) y Calcio (60 mg/L), en cuanto a los demás departamentos consiguieron resultados aceptables para estas características. El municipio de San Zenón, Magdalena, fue el único que presentó valores mayores a los permisibles sobre las características de Alcalinidad Total (200 mg/L) y Manganeseo (0,1 mg/L).

Los resultados de Zinc (3 mg/L) y Cloruros (250 mg/L) presentaron cumplimiento en la totalidad de las muestras tomadas para los 20 departamentos.

**Gráfico 54.** Características químicas que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana, que presentan incumplimiento a nivel municipal y departamental objetivo 1, 2 y 3



Fuente: SSPD

Para los prestadores del grupo priorizados por funcionamiento, en el Gráfico 55 y el Gráfico 56 se representa los valores para la característica de Hierro, los departamentos de Boyacá (2 de 8 municipios, Firavitoba y Sogamoso), Córdoba (1 de 5 municipios, Tierralta) y Tolima (Ibagué) fueron los que presentaron valores mayores a los permisibles de acuerdo con la norma. Los restantes departamentos obtuvieron resultados dentro de lo especificado por la norma.

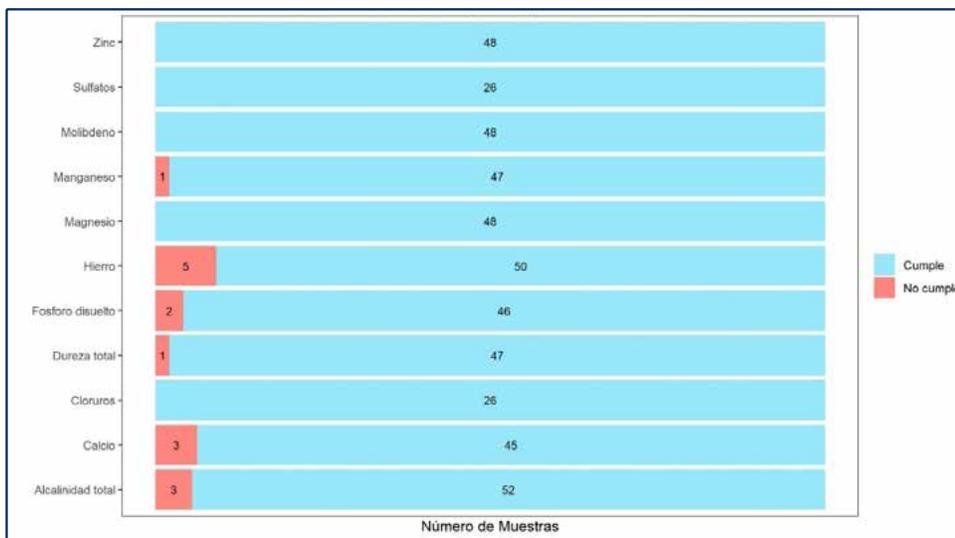
Los Sulfatos, Molibdeno, Zinc, Cloruros fueron los únicos que presentaron los datos aceptables en todos los municipios. El municipio de Sogamoso, Boyacá, presentó incumplimiento en la característica química de Fosfatos, el resto de municipios mantuvo los valores máximos permisibles.

El Manganeseo (Santa Marta, Magdalena) y la Dureza total (Coveñas, Sucre) tuvieron unos pocos incumplimientos. En el departamento de Sucre (3 de 4 municipios, Coveñas, San Onofre y Sucre) se presentaron incumplimientos.

tos en la característica química Alcalinidad Total. Por otra parte, los resultados del Magnesio arrojaron cumplimiento de la normatividad en todos los departamentos.

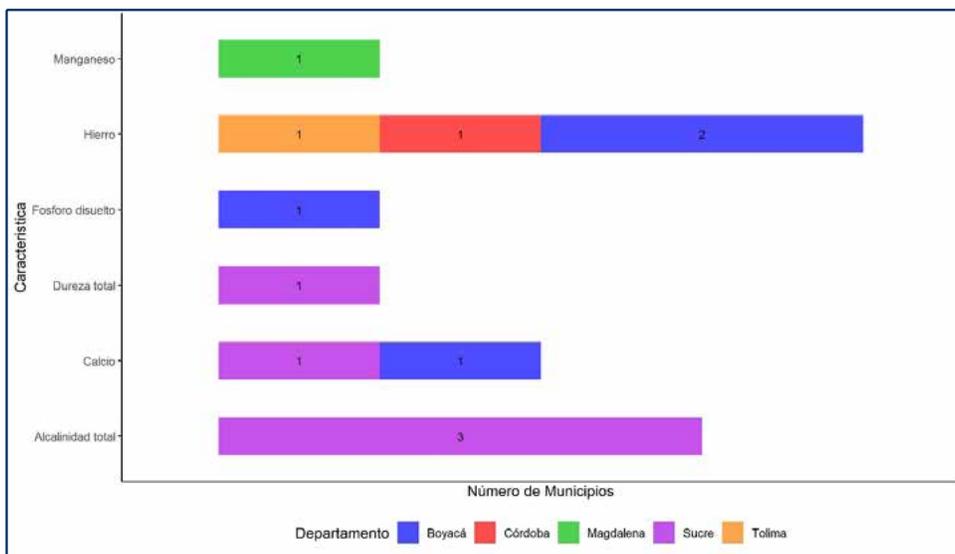
En los resultados del Calcio los departamentos de Boyacá (1 de 8 municipios, Firavitoba) y Sucre (1 de 4 municipios, Coveñas) presentan valores fuera de la norma.

**Gráfico 55.** Características químicas que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana análisis de muestras, por funcionamiento



Fuente: SSPD

**Gráfico 56.** Características químicas que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana, que presentan incumplimiento a nivel municipal y departamental por funcionamiento



Fuente: SSPD

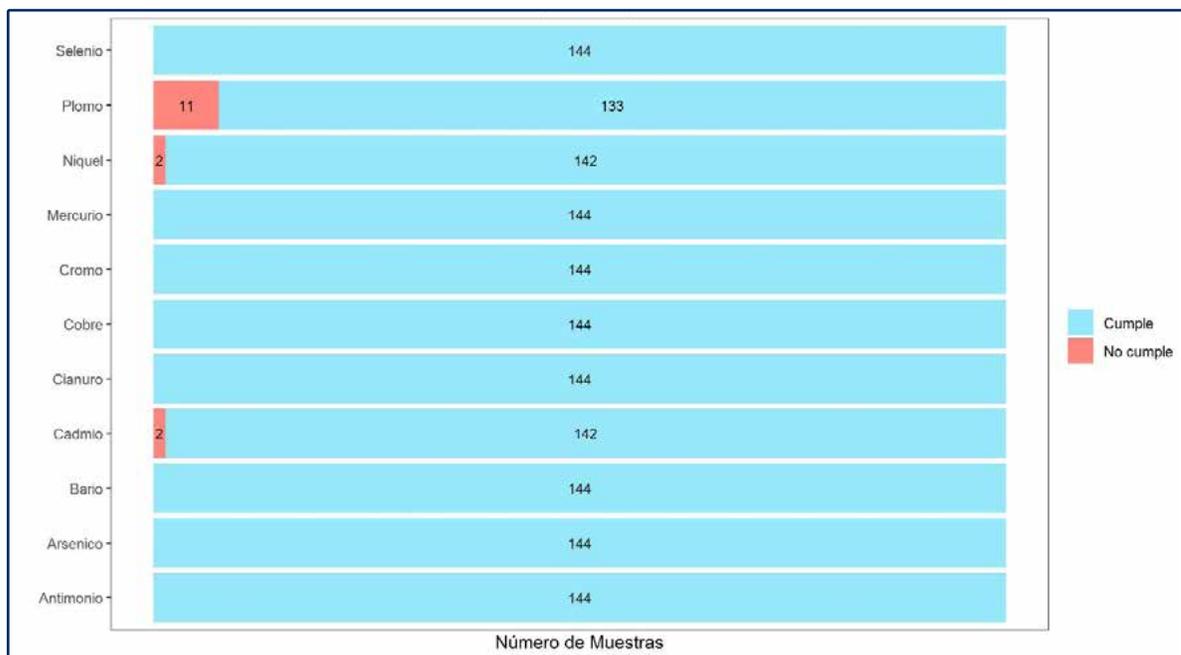
#### 4.5.5. Características químicas de sustancias que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana

En los Gráficos 57 y 58 se observa que los valores de Mercurio (0,001 mg/L), Cianuro libre y disociable (0,05 mg/L), Antimonio (0,02, mg/L) Arsénico (0,01 mg/L), Bario (0,7 mg/L), Cobre (1,0 mg/L), Cromo total (0,05 mg/L) y Selenio (0,01 mg/L) se concentran en valores aceptables, 100 % es decir 144 de 144 resultados, mientras que para el caso del Plomo (0,01 mg/L) el 8 % de las muestras (11 de 144 resultados) superaron el valor máximo permitido por norma de manera relevante en los departamentos de Cundinamarca (3 de 15 municipios, Cachipay, Nimaima y

Quebradanegra), Magdalena (1 de 4 municipios, San Zenón), Meta (1 de 3 municipios, Lejanías) y Santander (1 de 8 municipios, Florián). En cuanto a Cadmio (0,003 mg/L) y Níquel (0,02 mg/L) 1,3 % de las muestras (2 muestras de 144 resultados) superaron el valor máximo permitido por la norma en el municipio de Yacopí, Cundinamarca.

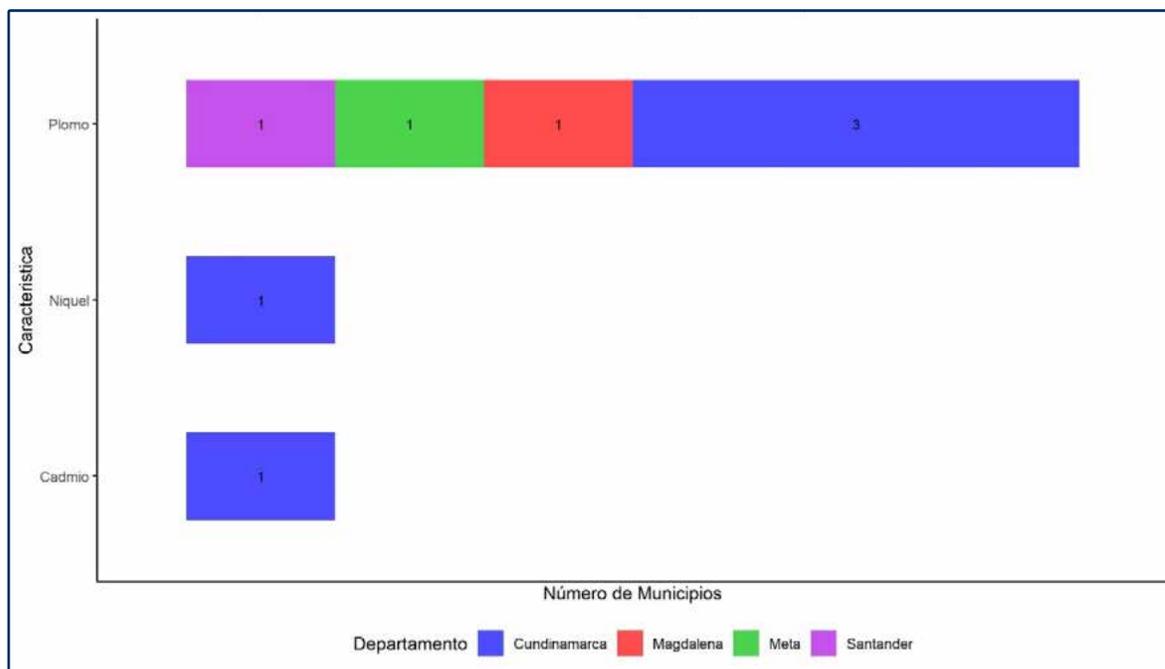
Para las características Trihalometanos Totales (0,2 mg/L), de un total de 144 muestras, 1 no cumple condicionalmente, el valor máximo permisible en el municipio de Puerto Nariño, Amazonas. A su vez las características Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) (0,01 mg/L) el total de las 144 muestras todas cumplen.

**Gráfico 57. Características químicas de sustancias que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana análisis de muestras, objetivo 1, 2 y 3**



Fuente: SSPD

**Gráfico 58.** Características químicas de sustancias que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana, que presentan incumplimiento a nivel municipal y departamental objetivo 1, 2 y 3



Fuente: SSPD

En relación con la frecuencia de las características químicas de sustancias que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana del grupo prestadores priorizados por funcionamiento, en los Gráficos 59 y 60 se observa que, en lo referente a los valores de la característica de Plomo, los departamentos de Atlántico (3 de 3 municipios, Barranquilla, Galapa y Soledad), Sucre (3 de 4 municipios, Coveñas, San Onofre y Sucre) y Chocó (Tadó) fueron los que arrojaron valores superando los límites máximos de la normatividad.

Respecto a la característica de Cadmio, el departamento de Cundinamarca (2 de 3 municipios, Topaipí y El Peñón) superan los valores máximos y con relación a la de Níquel también se supera en Topaipí y La Palma del mismo departamento.

Las características de Cianuro libre y dissociable, Mercurio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cobre, Cromo total y Selenio todas arrojaron valores enmarcados dentro del límite establecido por la norma.

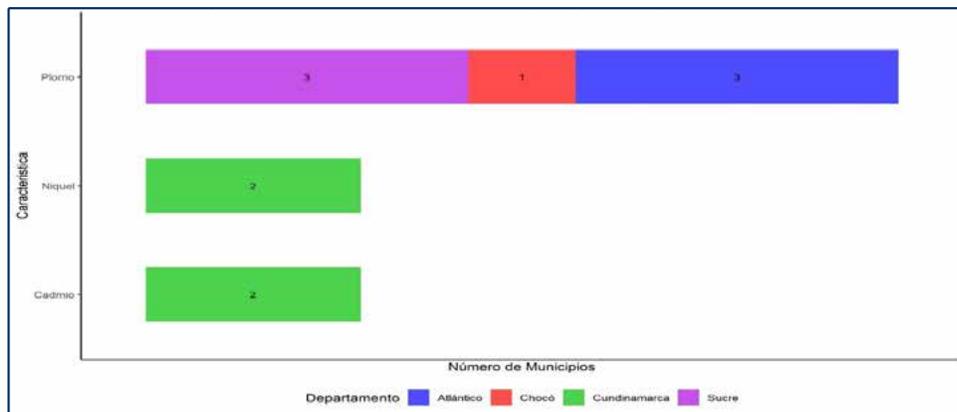
Para las características Trihalometanos Totales, de las 33 muestras, 30 cumplen con el valor máximo permisible y 3 no cumplen en el departamento de Atlántico en la totalidad de los municipios donde se realizó muestras (Barranquilla, Galapa y Soledad). A su vez las características Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP), el total de las 26 muestras cumplen con los valores permisibles.

**Gráfico 59.** Características químicas de sustancias que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana análisis de muestras por funcionamiento



Fuente: SSPD

**Gráfico 60.** Características químicas de sustancias que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana, que presentan incumplimiento a nivel municipal y departamental por funcionamiento



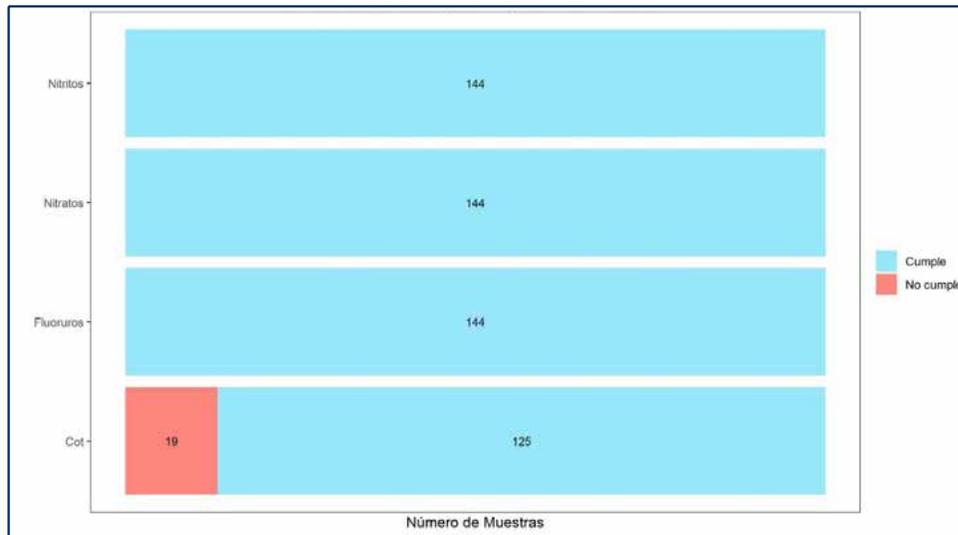
Fuente: SSPD

#### 4.5.6. Características químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana

En los Gráficos 61 y 62 se observa que para la característica de Carbono orgánico total (COT), los departamentos de Bolívar (María La Baja), Boyacá (1 de 5 municipios, Cucaita), Cundinamarca (1 de 15 municipios, Arbeláez), Magdalena (1 de 4 municipios Remolino), Meta (1 de 3

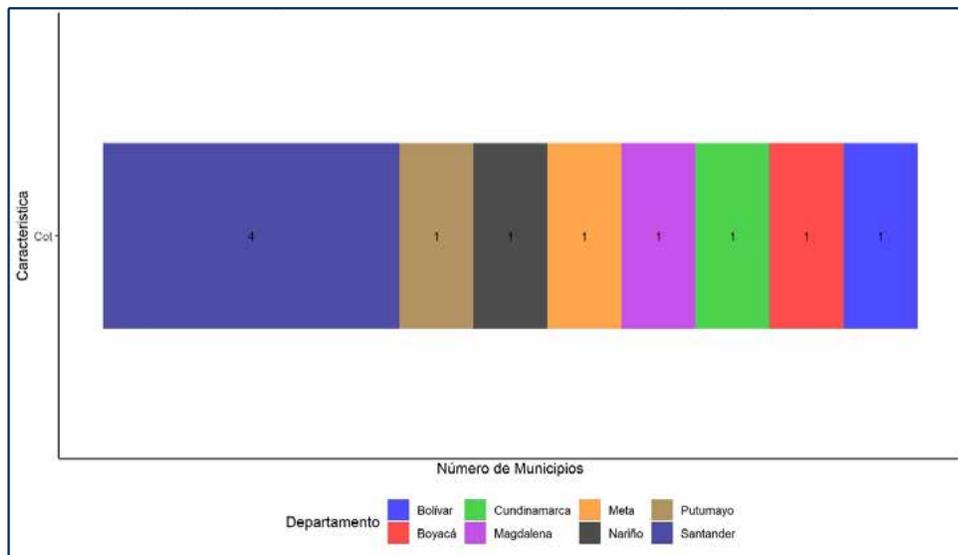
municipios de Lejanías), Nariño (Gualmatán), Putumayo (Puerto Guzmán) y Santander (4 de 8 municipios, Lebrija, Confines, Molagavita y Gámbita) arrojaron valores superiores al máximo permitido (5,0 mg/L). Las características de Nitritos, (0,1 mg/L) Nitratos, (10 mg/L) y Fluoruros (1,0 mg/L) todas están dando cumplimiento a la normatividad vigente.

**Gráfico 61.** Características químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana análisis de muestras, objetivos 1, 2 y 3



Fuente: SSPD

**Gráfico 62.** Características químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana, que presentan incumplimiento a nivel municipal y departamental objetivo 1, 2 y 3



Fuente: SSPD

Para los prestadores del grupo priorizados por funcionamiento, como se muestra en los Gráficos 63 y 64, los resultados de Nitritos, Nitratos y Fluoruros muestran cumplimiento de la norma en la totalidad de municipios.

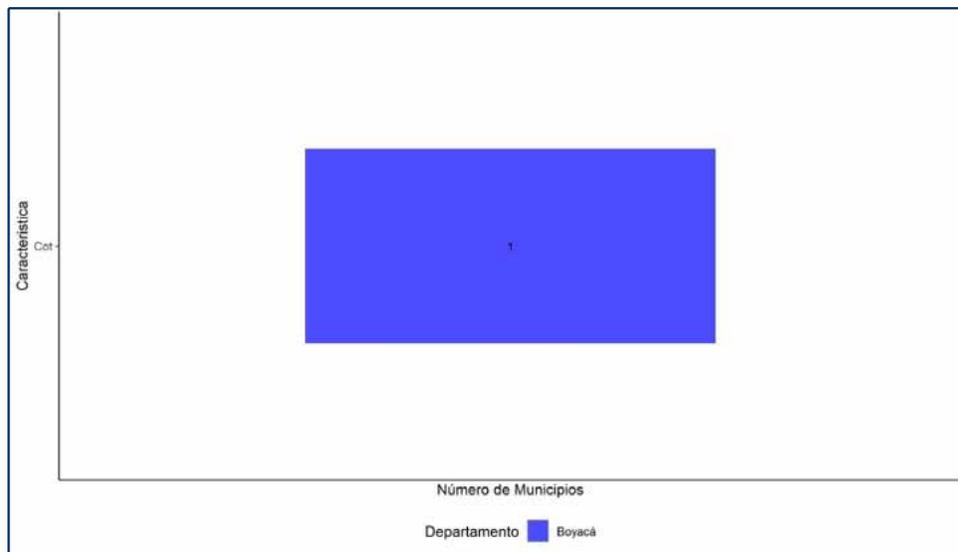
El Carbono orgánico total (COT) sólo presentó un dato atípico en el departamento de Boyacá, municipio de Sogamoso y los demás resultados se ajustaron dando cumplimiento al límite máximo.

**Gráfico 63.** Características químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana análisis de muestras por funcionamiento



Fuente: SSPD

**Gráfico 64.** Características químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana, que presentan incumplimiento a nivel municipal y departamental por funcionamiento



Fuente: SSPD

#### 4.5.7. Impacto de la medición de características de especial interés sanitario en el nivel de riesgo

A lo largo del presente capítulo se ha presentado el incumplimiento de los diferentes grupos de parámetros

que se han muestreado y analizados en el marco del proyecto de inversión y por funcionamiento. Sin embargo, en esta sección se quiere mostrar la relevancia de tomar muestras con las características que son de especial in-

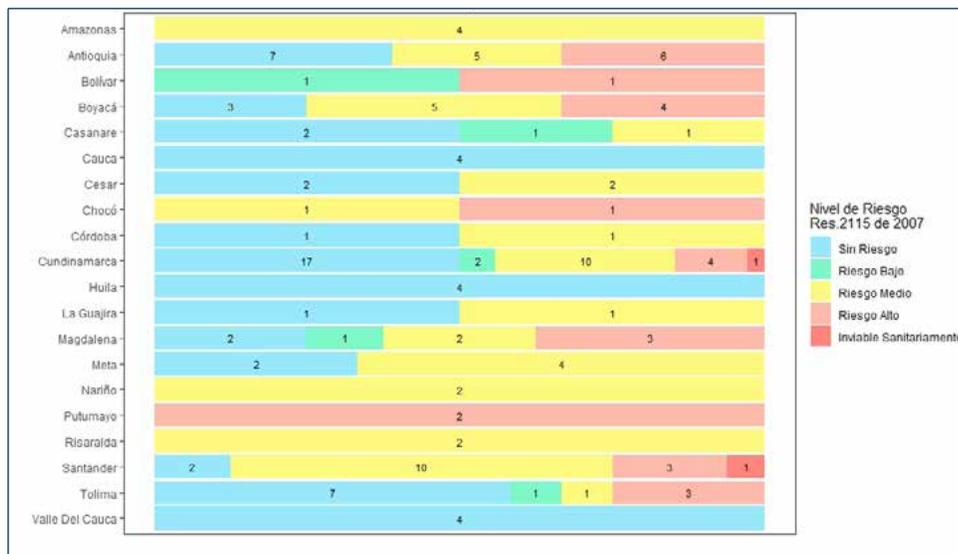
terés sanitario, es decir, que según el artículo 13 de la Resolución 2115 de 2007, su presencia o su detección por fuera de los límites permisibles generan un IRCA de 100 %, es decir, un nivel de riesgo inviable sanitariamente.

A nivel proyecto, para el año 2021, se tienen 54 muestras aptas para consumo humano, 5 muestras con nivel de riesgo bajo, 46 muestras con nivel de riesgo medio, 26 muestras con nivel de riesgo alto, y 13 muestras con nivel de riesgo in-

viable sanitariamente; del total de 144. 11 de las 13 muestras con nivel de riesgo inviable sanitariamente estaban dadas por estos parámetros de especial interés sanitario, y si estos no se tienen en cuenta, 4 pasarían a ser aptas para consumo humano (sin riesgo), 1 pasó a nivel de riesgo bajo, 5 a nivel de riesgo medio, y 1 a nivel de riesgo alto.

Después de este ejercicio, la distribución de nivel de riesgo quedaría de la siguiente forma:

**Gráfico 65. IRCA departamental de muestras - Proyecto de inversión**



Fuente: SSPD

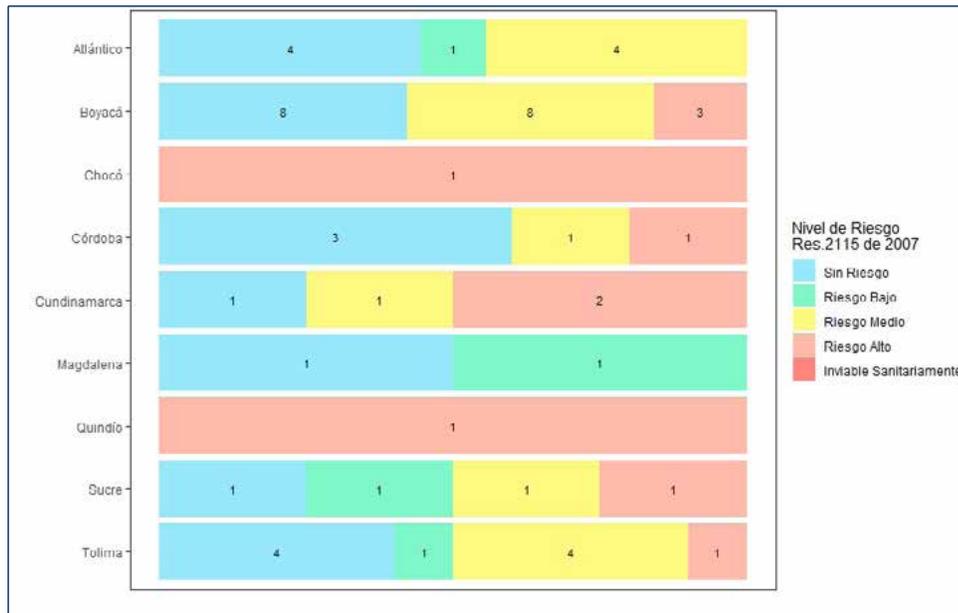
El Gráfico 70 al ser comparado con el Gráfico 39 permite visualizar cómo se ha redistribuido el nivel de riesgo, teniendo como principal hallazgo que ahora en el departamento de Magdalena no se tienen muestras con un nivel de riesgo inviable sanitariamente; y como en el departamento de Santander y de Cundinamarca, la cantidad de muestras inviables sanitariamente se reducen a 1.

A nivel de muestras a demanda, para el año 2021 se tienen 19 muestras aptas para consumo humano, 2 muestras con nivel de riesgo bajo, 13 muestras con nivel de

riesgo medio, 7 muestras con nivel de riesgo alto, y 14 muestras con nivel de riesgo inviable sanitariamente; del total de 55. La totalidad de muestras con nivel de riesgo inviable sanitariamente estaban dadas por estos parámetros de especial interés sanitario, y si estos no se tienen en cuenta, 3 pasarían a ser aptas para consumo humano (sin riesgo), 2 pasaron a nivel de riesgo bajo, 6 a nivel de riesgo medio, y 3 a nivel de riesgo alto.

Después de este ejercicio, la distribución de nivel de riesgo quedaría de la siguiente forma:

**Gráfico 66. IRCA departamental de muestras - Proyecto de inversión**



**Fuente:** SSPD

El Gráfico 66, al ser comparado con el Gráfico 40 permite visualizar cómo se ha redistribuido el nivel de riesgo, teniendo como principal hallazgo que ahora en ningún departamento tienen muestras con un nivel de riesgo inviable sanitariamente.

Lo presentado antes, muestra que el hecho de la cantidad limitada de parámetros de especial interés sanitario en el nivel de riesgo, que se monitorean, puede ser causante de una falsa percepción de que el agua distribuida es apta para consumo humano.

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

El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Minvivienda), por disposición del Decreto Ley 3571 de 2011 y el artículo 1° del Decreto 1604 de 2020, es la entidad cabeza del sector en Agua Potable y Saneamiento Básico, que 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.

Se 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.

Lo anterior busca mejorar los indicadores de calidad, cobertura y continuidad en la prestación de los servicios públicos domiciliarios, mediante la implementación de los programas liderados por el 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 otros<sup>16</sup>.

En este capítulo del INCA, correspondiente a la vigencia 2021, se analizan los resultados de la información depurada de la calidad del agua sectorial proveniente del SIVICAP, así como también la incidencia de la implementación de programas y proyectos frente al indicador municipal de calidad del agua. Por último, se detallan los programas que se lideran desde este ministerio orientados a beneficiar, entre otros, el indicador de calidad del agua en el marco de la prestación del servicio público de acueducto.

<sup>16</sup> Programas detallados en el numeral 5.3. del presente informe.

## 5.1. Resultados del IRCA sectorial de la vigencia 2021

Para la elaboración de este numeral del INCA, el Minvivienda tiene en cuenta los resultados del proceso de depuración que se realiza de manera conjunta con la SSPD, a partir de la información de la vigilancia de la calidad del agua reportada en el SIVICAP de la vigencia 2021, la cual es remitida anualmente por el INS. Es importante señalar que esta depuración 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.

Mediante este proceso de depuración, se realiza el cálculo del IRCA mensual y anual por municipio y por prestador desagregado para la zona urbana y rural para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (APSB). Los resultados de este proceso pueden consultarse en el siguiente enlace de la página web del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio: <https://minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/gestion-institucional/calidad-del-agua-para-consumo-humano>.

Sea del caso mencionar que, para los procesos de depuración realizados en vigencias anteriores, se emplearon únicamente las muestras en red de distribución, las cuales fueron consideradas por el Minvivienda en los análisis de los respectivos INCA anuales. Sin embargo, para que ningún municipio y departamento registrado en el SIVICAP quedara sin registro de información en la vigencia 2021, se utilizaron de manera excepcional las muestras intradomiciliarias de aquellos municipios que no contaron con información de muestras tomadas en red de distribución, encontrando 41 municipios en la zona urbana y 223 en la zona rural.

En consecuencia, se detalla a continuación el número de municipios por nivel de riesgo en la calidad del agua obtenidos tanto para red de distribución como para muestras intradomiciliarias de la vigencia 2021 para la zona urbana y rural:

**Tabla 25.** Número de municipios por nivel de riesgo (muestras en red de distribución e intradomiciliarias)

Nivel de Riesgo	Número de municipios Zona Urbana	Número de municipios Zona Rural
Inviabile sanitariamente	8	77
Alto	85	220
Medio	154	125
Bajo	218	90
Sin riesgo	619	145
Sin información	19	446
<b>Total, general</b>	<b>1103</b>	<b>1103</b>

**Fuente:** Cálculos VASB-Minvivienda a partir del SIVICAP

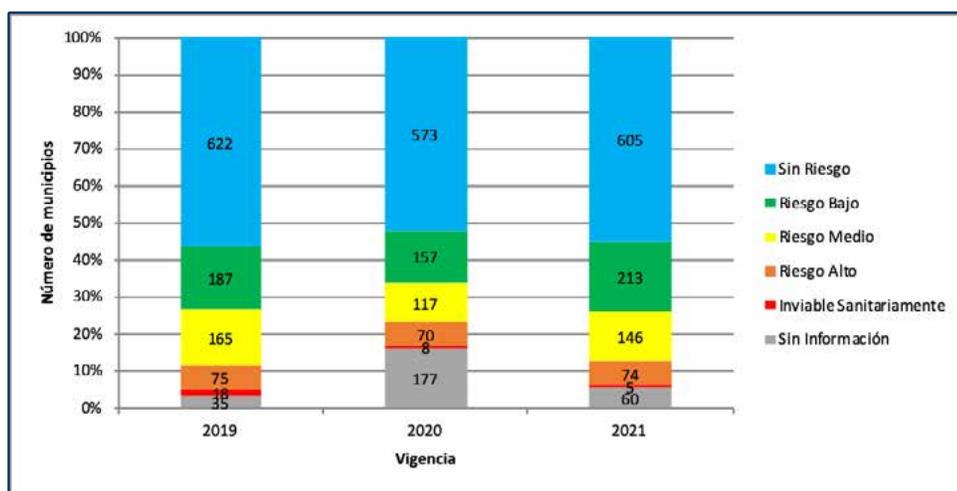
Como se puede observar, para la zona urbana en más de la mitad de los municipios del país (56 %) se suministró agua apta para el consumo humano en la vigencia 2021; así mismo, se observa que a medida que aumenta el nivel de riesgo de bajo a inviable sanitariamente, disminuye el número de municipios pasando de 218 a 8, respectivamente. Es importante señalar que en la vigencia 2021 se presentó el menor número de municipios (19) sin información de la vigilancia de la calidad del agua en la zona urbana, en comparación con vigencias anteriores; situación dada por haber incluido los registros de las muestras intradomiciliarias.

En contraste, para la zona rural, en 145 municipios se suministró agua potable y no se obtuvo información de

calidad del agua para 446 municipios. En 77 municipios se presentó un IRCA con nivel de riesgo inviable sanitariamente, situación que conlleva a mejorar el indicador de calidad del agua mediante la implementación de los esquemas diferenciales rurales definidos en el Decreto 1898 de 2016, compilado en el Decreto 1077 de 2015.

Ahora bien, con el fin de realizar un análisis comparativo que permita visualizar la mejora del indicador de calidad del agua en las vigencias 2019 a 2021 a partir de las muestras de vigilancia tomadas en red de distribución, se presenta a continuación el número de municipios en zona urbana y zona rural por niveles de riesgo de la calidad del agua:

**Gráfico 67. Número de municipios (zona urbana) por niveles de riesgo de la calidad del agua, vigencias 2019 a 2021**



**Fuente:** Cálculos VASB-Minvienda a partir del SIVICAP

Se observa que la calidad del agua fue apta para el consumo humano en 573 municipios en el 2020 y 605 en el 2021, situación que refleja una mejora del 5,6 % en el número de municipios que suministraron agua potable en los cuales se concentra la mayor parte de la población urbana del país.

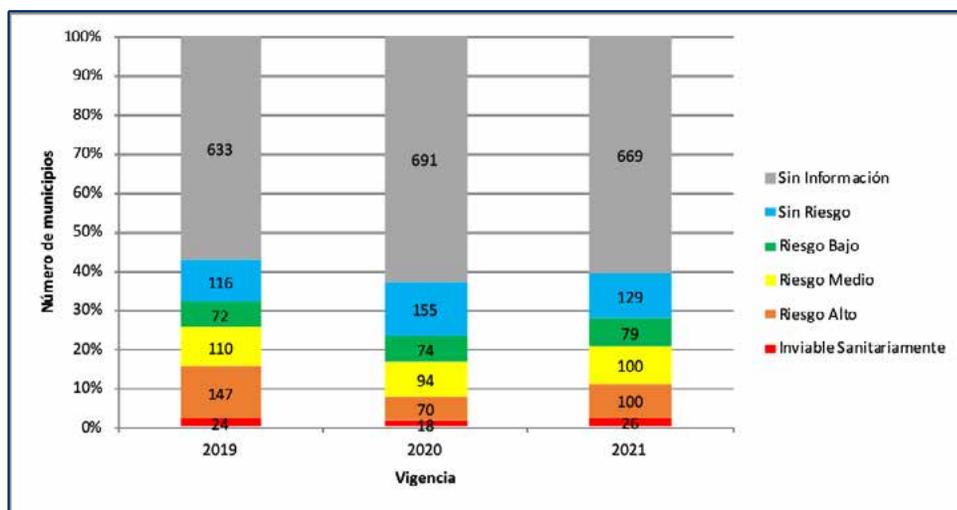
Por su parte, se observa que disminuyó el número de municipios con nivel de riesgo “inviabile sanitariamente”, pasando de 18 a 8 de 2019 a 2020 y posteriormente a 5 al 2021.

De igual forma, se evidencia una mejora en la captura de información de la vigilancia de la calidad del agua en las vigencias 2020 y 2021, con un incremento del 66 % pasando de 177 a 60 municipios sin información. Sin embargo, hay que mencionar que para el año 2020 la poca captura de información en los municipios se debió a la situación de Emergencia Sanitaria por el covid-19, ocasionando di-

ficultades en la toma de muestras para la vigilancia de la calidad de agua por parte de la Autoridad Sanitaria.

En el siguiente gráfico se muestran los niveles de riesgo por número de municipios en la zona rural del país de 2019 a 2021:

**Gráfico 68. Número de municipios (zona rural) por niveles de riesgo de la calidad del agua, vigencias 2019 a 2021**



Fuente: Cálculos VASB-Minvienda a partir del SIVICAP

Del gráfico se observa que para la zona rural se mantiene una tendencia en el número de municipios en los niveles de riesgo “Sin Riesgo”, “Bajo” y “Medio” del 2019 al 2021, y un incremento en los municipios “Inviabilidad Sanitaria” de 2020 a 2021.

La tendencia evidencia la dificultad que tienen las autoridades sanitarias para el cumplimiento de sus acciones de vigilancia de la calidad del agua en la zona rural.

## 5.2. Análisis de proyectos de inversión ejecutados frente al IRCA sectorial

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 que adelanta Minvienda 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 2021 y avance físico del 100 %, relacionándoles los resultados de la calidad del agua para consumo humano producto de la

depuración del SIVICAP realizada entre Minvivienda y la SSPD<sup>17</sup>.

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.

Cabe mencionar que el mecanismo de viabilización de proyectos está amparado en la Resolución 0661 de 2019, en la cual se establecen los requisitos<sup>18</sup> para la presentación de proyectos de Agua Potable y Saneamiento Básico que soliciten apoyo financiero de la Nación por parte de las entidades territoriales.

Así las cosas, se tiene un registro de 40 proyectos terminados en el año 2021, de los cuales 27 son para la zona urbana y 13 para la rural, por un valor total de \$287.309.220.409, beneficiando así a 36 municipios.

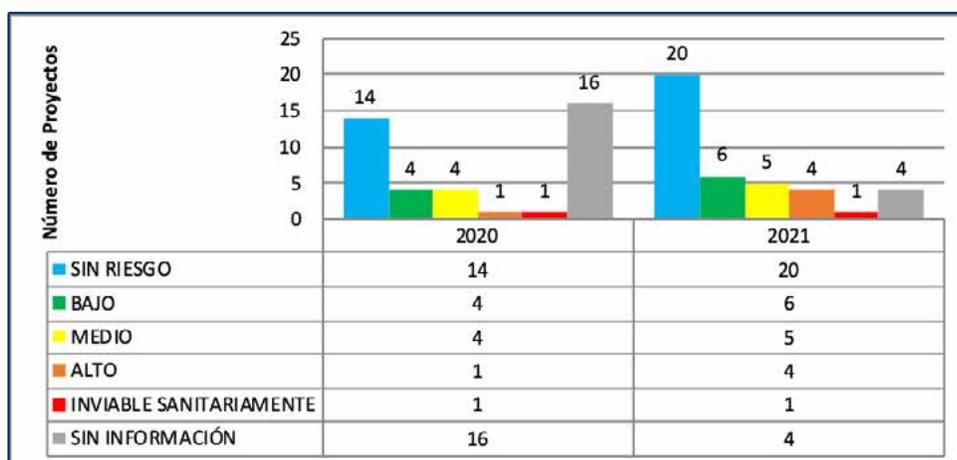
En el Anexo 1 denominado “Consolidado de proyectos de inversión en el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico

– APSB, terminados en el año 2021”, se presenta el detalle de esta información.

Estos proyectos están formulados como: i) estudios y diseños, los cuales no inciden directamente en el mejoramiento de la calidad del agua, pero sí fortalecen la intervención en territorio para el cumplimiento de los indicadores de prestación; 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.

Se compararon los niveles de riesgo de la calidad del agua de las vigencias 2020 y 2021 de los 36 municipios beneficiados con los 40 proyectos terminados en el 2021, 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 69).

**Gráfico 69. Niveles de riesgo de la calidad del agua de las vigencias 2020 y 2021 de los municipios beneficiados con los proyectos terminados en la vigencia 2021**



**Fuente:** Cálculos VASB-Minvivienda a partir de SIVICAP 2020-2021 y base de datos VASB proyectos terminados en 2021

<sup>17</sup> Proceso detallado en el numeral 5.1 del presente informe.

<sup>18</sup> Adicionalmente se verifican los parámetros definidos en el reglamento técnico del sector RAS.

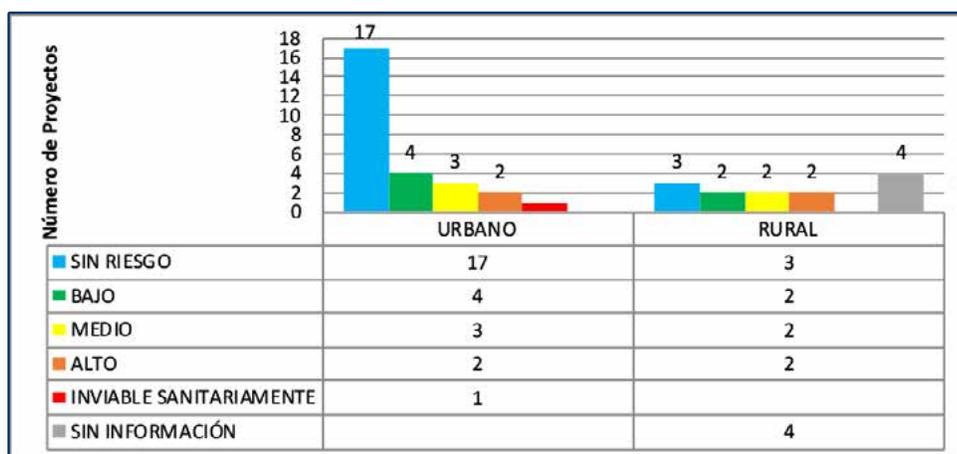
De acuerdo con el gráfico, se observa que de los 40 proyectos terminados en la vigencia 2021, la mitad de estos presentaron agua apta para el consumo humano; mientras que para el 2020, en 16 de ellos no se obtuvo información de la calidad del agua reportada en el SIVICAP, razón por la cual no fue posible identificar la mejora en el indicador al no poder compararlo en las dos vigencias.

Es preciso señalar que los proyectos que son presentados al mecanismo de viabilización del Minvivienda no

siempre corresponden a municipios con dificultades en el indicador de calidad del agua, pues esto dependerá de la necesidad puntual del respectivo municipio relacionada con la prestación de los servicios públicos domiciliarios, además de la disponibilidad de recursos con la que cuenta para inversión.

Considerando lo anterior, para la zona urbana y rural en la vigencia 2021, los proyectos ejecutados presentan los siguientes niveles de riesgo (Gráfico 70).

**Gráfico 70. Niveles de riesgo de la calidad del agua urbano y rural por proyecto terminado, 2021**



**Fuente:** Cálculos VASB-Minvivienda a partir de SIVICAP y base de datos VASB proyectos terminados, vigencia 2021

Como se puede observar, los proyectos que se presentan ante el mecanismo de viabilización del Minvivienda, se desarrollan mayoritariamente para la zona urbana, pues 27 proyectos fueron para dicha zona, mientras que 13 para la zona rural. Esto implica un mayor impacto en la población que va a ser atendida, por cuanto es en la zona urbana donde habita un mayor número de personas que podrían verse beneficiadas con la implementación de este tipo de proyectos.

Sin embargo, se manifiesta que la mejora en el indicador de la calidad del agua no depende únicamente de la ejecu-

ción de proyectos asociados a la prestación del servicio de acueducto, sino también de una correcta operación, mantenimiento y aseguramiento de dicha prestación.

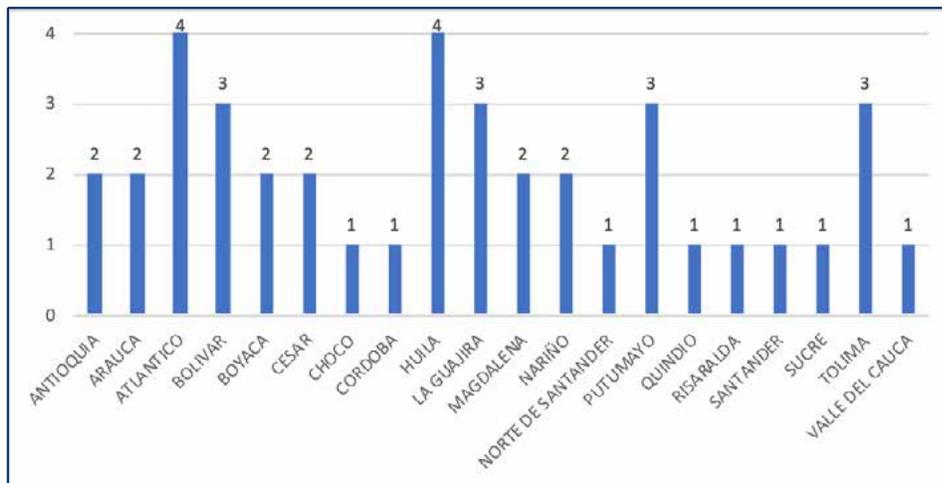
De allí que las causas que conllevan al nivel de riesgo “*invariable sanitariamente*”, no están directamente relacionadas con la infraestructura de los sistemas de acueducto, sino también a su sostenibilidad y a las fallas en la operación que se puedan llegar a presentar.

En consecuencia, Minvivienda en el marco de sus competencias, propende por el mejoramiento del indicador de

calidad del agua de los municipios del país, para lo cual brinda asistencia técnica a las entidades territoriales buscando la participación de los actores involucrados, con el fin de estructurar esquemas de prestación de servicios públicos eficientes, sostenibles y con visión regional.

Por otra parte, los proyectos terminados en la vigencia 2021 se encuentran distribuidos en 20 departamentos del país, los cuales se encuentran desagregados a continuación (Gráfico 71).

**Gráfico 71. Número de proyectos terminados por departamento, 2021**



Fuente: Cálculos VASB-Minvienda a partir de base de datos VASB proyectos terminados, vigencia 2021

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

En la vigencia 2021, Minvienda participó con voz y voto en 68 sesiones de 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 los 32 departamentos de Colombia se asignaron recursos cercanos a \$2,98 billones de pesos para la vigencia 2021. Los principales logros de la política del programa PDA se sintetizan a continuación:

- 937 municipios y 18 áreas No Municipalizadas Vinculados al PDA (para un total de 955 entidades Territoriales).
- 750 municipios han mantenido o mejorado sus niveles de calidad de agua.
- 690 municipios aportan sus recursos de SGP-APSB al Fideicomiso de Patrimonio Autónomo.
- \$9,02 billones de pesos manejados en las fiducias de los PDA.
- \$7,90 billones de pesos ejecutados en el marco de los PDA.

En el marco de la implementación Compromiso por Colombia, gracias a la gestión realizada por esta cartera entre enero y septiembre de 2021, de los 130 proyectos que hacen parte de reactivación económica Compromiso por Colombia, 72 de ellos serán ejecutados por los PDA. Dichos proyectos alcanzan el valor de \$1,1 billones, de los cuales, a la fecha, la Nación ha comprometido \$634.823 millones, y se han gestionado hasta el momento contrapartidas por valor de \$465.168 millones.

### 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. Durante la vigencia 2021 se capacitaron 1093 personas a través de 41 eventos, como se describe en la siguiente tabla.

**Tabla 26. Resultados Programa Cultura del Agua enero - septiembre 2021**

Departamento	Descripción	Eventos	Capacitados
Antioquia	Capacitación Virtual 1. A Líderes Vereda Granizal Municipio de Bello "Problemas de abastecimiento de agua y Saneamiento".	1	16
Antioquia	Capacitación Virtual 2. A Líderes Vereda Granizal Municipio de Bello "Hábitos de Higiene personal, de la vivienda y los alrededores"	1	16
Antioquia	Capacitación Virtual 3. A Líderes Vereda Granizal Municipio de Bello "Tratamiento, Manejo y uso adecuado del agua para consumo humano"	1	18
Antioquia	Capacitación Virtual 4. A Líderes Vereda Granizal Municipio de Bello "Manejo adecuado de residuos en la vivienda y sus alrededores"	1	15
Antioquia	Capacitación Virtual 5. A Líderes Vereda Granizal Municipio de Bello. "Técnicas de Educación Sanitaria Comunitaria"	1	14
Caldas	Capacitación en Formulación y diseño de proyectos en Cultura del Agua a Grupo 1. Docentes que lideran la estrategia Clubes Defensores del Agua los municipios de La Dorada, Norcasia, Samaná, La Victoria, Marquetalia y Villamaría.	1	24

Departamento	Descripción	Eventos	Capacitados
Caldas	Capacitación en Formulación y diseño de proyectos en Cultura del Agua a Grupo 2. Docentes que lideran la estrategia Clubes Defensores del Agua los municipios de Manzanares, Salamina, Pacora, Aguadas, Marulanda y Pensilvania, Palestina	1	43
Caldas	Capacitación en Formulación y diseño de proyectos en Cultura del Agua a Grupo 3. Docentes que lideran la estrategia Clubes Defensores del Agua los municipios de Anserma, Belalcázar, Risaralda, San José, Viterbo, Manizales, Neira	1	35
Caldas	Capacitación en Formulación y diseño de proyectos en Cultura del Agua a Grupo 4. Docentes que lideran la estrategia Clubes Defensores del Agua los municipios de Filadelfia, La Merced, Marmato, Riosucio, Supía, Aránzazu y Chinchiná	1	36
Caquetá	Capacitación Virtual a profesionales y docentes del Departamento del Caquetá en la estrategia Clubes Defensores del Agua”	1	14
Choco	Capacitación a Docentes del municipio Rioquito que adelantan la estrategia de los Clubes Defensores del Agua en el tema: “Cultura del Agua en Tiempos de Pandemia”	1	23
Chocó	Capacitación a funcionarios de las Empresas de Servicios Públicos Domiciliarios del Departamento del Chocó en el tema: “Cultura del Agua en Tiempos de Pandemia”.	1	14
Chocó	Capacitación Sesión 1. Cultura del Agua dirigido a estudiantes de Servicio Social Estudiantil de Bojayá	1	14
Chocó	Capacitación Sesión 2. Cultura del Agua dirigido a estudiantes de Servicio Social Estudiantil de Bojayá	1	24
Chocó	Capacitación Sesión 3. Cultura del Agua dirigido a estudiantes de Servicio Social Estudiantil de Bojayá	1	7
Chocó	Capacitación Departamental a Docentes que lideran las estrategias Clubes Defensores del Agua y Servicio Social Estudiantil en “Cultura del Agua”.	1	20
Chocó	Capacitación Virtual a gerentes empresas de acueducto municipios proyecto todos por el pacífico “Agua salud y vida y uso eficiente y ahorro del agua” programa cultura del agua	1	41
San Andrés-Providencia	Campaña de Sensibilización a la comunidad sobre consumo de agua potable en Providencia y Santa Catalina	10	377
San Andrés-Providencia	Segunda fase Campaña de Sensibilización a la comunidad sobre “Uso Eficiente y Ahorro de Agua” en Providencia y Santa Catalina	11	271
Sucre	Taller de Capacitación presencial a líderes comunitarios en Educación Sanitaria- Programa la Cultura del Agua	1	17
Nariño	Taller de Capacitación presencial dirigido a líderes comunitarios beneficiarios de proyectos de agua y saneamiento de comunidades rurales del municipio de Tumaco-Nariño	1	31
Putumayo	Capacitación Virtual a profesionales del Departamento del Putumayo “La Cultura del Agua en Tiempos de Pandemia”	1	23
<b>TOTAL</b>		<b>41</b>	<b>1093</b>

**Fuente:** Subdirección de Desarrollo Empresarial- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (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 ese sentido, la estrategia de aseguramiento de la prestación del servicio se concreta en el instrumento deno-

minado Plan de Aseguramiento, documento que contiene el conjunto de acciones a desarrollar por los diferentes actores municipales y regionales con competencia en la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, para garantizar en el mediano y largo plazo la sostenibilidad de las inversiones y la prestación sostenible de los servicios.

En la siguiente tabla se relacionan los Planes de Aseguramiento adelantados desde el año 2013 hasta septiembre de 2021. Hasta el 30 de septiembre de 2021 se han aprobado Planes de Aseguramiento por \$358.421.489157 en 31 departamentos con intervención en 872 municipios.

**Tabla 27. Consolidado Planes de Aseguramiento 2013 – septiembre 2021**

ITEM	Departamento	Estado	Valor	Municipios intervenidos por departamento
1	Amazonas	Aprobado	\$2.715.464.000	1
2	Antioquia	Aprobado	\$19.886.500.000	81
3	Arauca	Aprobado	\$2.805.332.161	6
4	Atlántico	Aprobado	\$17.008.974.047	9
5	Bolívar	Aprobado	\$9.629.726.823	34
6	Boyacá	Aprobado	10.756.590.135	103
7	Caldas	Aprobado	2.473.936.772	26
8	Caquetá	Aprobado	\$1.962.628.284	16
9	Casanare	Aprobado	\$1.007.930.000	2
10	Cauca	Aprobado	\$8.187.153.129	25
11	Cesar	Aprobado	\$5.618.295.957	20
12	Chocó	Aprobado	\$ 8.681.819.586	28
13	Córdoba	Aprobado	\$12.592.638.11	30
14	Cundinamarca	Aprobado	\$100.812.853.06	106
15	Guainía	Aprobado	\$3.457.290.913	1
16	Guaviare	Aprobado	\$1.732.553.621	4
17	Huila	Aprobado	\$13.741.000.000	35

ITEM	Departamento	Estado	Valor	Municipios intervenidos por departamento
18	La Guajira	Aprobado	\$5.760.000.000	15
19	Magdalena	Aprobado	\$52.499.917.738	23
20	Meta	Aprobado	\$16.794.316.46	27
21	Nariño	Aprobado	\$8.622.434.867	64
22	Norte de Santander	Aprobado	5.140437.035	23
23	Putumayo	Aprobado	\$5.091.408.072	13
24	Quindío	Aprobado	\$1.850.344.074	9
25	Risaralda	Aprobado	\$2.515.857.746	9
26	Santander	Aprobado	\$7.489.828.837	82
27	Sucre	Aprobado	\$5.638.302.000	20
28	Tolima	Aprobado	13.776.455.175	32
29	Valle Del Cauca	Aprobado	\$7.274.992.587	21
30	Vaupés	Aprobado	\$1.699.067.955	3
31	Vichada	Aprobado	\$1.197.440.000	4

**Fuente:** Subdirección de Desarrollo Empresarial- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2021).

En la vigencia 2021, se otorgaron 9 conceptos favorables a los planes de aseguramiento en ocho (8) Departamentos: Chocó, Córdoba, Cundinamarca, La Guajira, Meta, Norte de Santander, Santander y Valle del Cauca, por valor de \$33.878.495.632. Se realizó, además, seguimiento a los planes de aseguramiento aprobados en vigencias anteriores. Por último, se brindó acompañamiento a otros gestores del PDA en la estructuración del Plan de Aseguramiento.

#### 5.3.4. Seguimiento de proyectos

En el ejercicio del seguimiento a los proyectos del sector de APSB, el VASB gestionó, entre enero y diciembre de 2021, la ejecución de 364 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 \$4.8 billones, de los cuales la Nación aporta \$2.6 billones. De ese total, al 31 de diciembre de 2021 se encontraban:

- En ejecución: 147 proyectos por \$2,3 billones.
- En contratación: 26 proyectos por \$268.653 millones.
- Por contratar: 79 proyectos por \$1.17 billones.
- Contratados: 15 proyectos a la espera del inicio de obras por \$326.309 millones.
- Por reactivar: 97 proyectos por \$718.950 millones

Asimismo, en el periodo comprendido en la vigencia, se terminaron 66 proyectos de APSB que benefician a más de 1,6 millones de personas con una inversión total de \$404.257 millones, de los cuales la Nación aportó \$218.136 millones.

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

El Minvivienda y la Cooperación Española (AECID) vienen desarrollando el Programa de Agua y Saneamiento para el Sector Rural, “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) y San Onofre (Sucre).

Sumado a lo anterior, se cuenta con rendimientos financieros, que prevén una inversión total de \$69.000 millones, con los cuales se ejecutarán las obras de acueducto y alcantarillado, se creará o fortalecerá el prestador de los servicios, se desarrollará la gestión social orientada al pago y al uso racional y eficiente del recurso hídrico. Durante el ejercicio de planeación 2021, se presupuestaron recursos para desarrollar, las conexiones intradomiciliares en los hogares beneficiarios del programa.

Los beneficiarios del proyecto en el departamento de La Guajira son las poblaciones del Corregimiento de El Hatío y las veredas La Laguna y Guamachal, para un total de 2.692 personas beneficiadas, con una inversión de

\$20 mil millones de pesos. En los corregimientos de Libertad y Sabanetica (San Onofre), se desarrollarán obras de acueducto y alcantarillado con la construcción adicional del sistema de tratamiento de aguas residuales. Se beneficiará adicionalmente a las localidades de San Antonio y Labarcé, las cuales pertenecen a la zona rural de San Onofre (Sucre), para un total de 6.606 personas. La inversión en este caso se estima en \$22 mil millones.

### 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 de Abastecimiento de Agua y Manejo de Aguas Residuales en Zonas Rurales 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 30.000.000 millones, para adelantar los proyectos en ejecución relacionados en la siguiente tabla:

**Tabla 28. Proyectos ejecución BID Rurales vigencia 2021**

Municipio	Proyecto	Total Proyecto	% Avance
Caloto	Construcción PTAP, optimización de las redes de abastecimiento y construcción de soluciones individuales de saneamiento para el sistema interveredal ASOALMA.	\$4.304.319.004	100 %
Trujillo	Construcción PTAP, redes de abastecimiento y soluciones individuales de saneamiento para la vereda Culebras.	\$3.338.284.571	100 %

Municipio	Proyecto	Total Proyecto	% Avance
Aracataca	Construcción del sistema de alcantarillado sanitario de los corregimientos de Buenos Aires y Sampués.	\$17.673.999.662	63 %
Alpujarra	Construcción acueducto veredal Vega de Gramal y Los Medios.	\$5.706.535.865	69 %
Sabanalarga	Construcción de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para los corregimientos de Aguada de Pablo y La Peña.	\$9.287.399.692	70 %
Riofrío	Mejoramiento y ampliación del sistema de alcantarillado y construcción de la PTAR del corregimiento de Salónica.	\$7.002.295.712	99 %

**Fuente:** Grupo BID Rurales - Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2021).

Adicionalmente, entre enero y septiembre 2021 se brindó asistencia técnica para 7 proyectos rurales en los municipios de Caloto, Trujillo, Puerto Caicedo, Zetaquirá, Riofrío, Alpujarra y Manaure, con el objetivo de desarrollar el capítulo de fortalecimiento empresarial.

### 5.3.7. Todos por el Pacífico

El Plan de Inversiones “*Todos por el Pacífico*” tiene como objeto la construcción de sistemas de acueducto y alcantarillado en los municipios que se encuentren vinculados y el aseguramiento de la prestación de los servicios que garanticen la sostenibilidad de la inversión. El monto del programa asciende a los \$103.693 millones, que, sumado a los rendimientos financieros, resulta en un valor de \$140.401 millones. Con la finalización de este programa, se espera beneficiar a 94.126 habitantes del Chocó.

En la vigencia de 2021, se concluyó el acueducto del municipio de Río Quito, con lo cual se encuentran terminadas las obras en 7 de los 10 municipios en los cuales se han hecho intervenciones.

Adicionalmente, con corte 30 de septiembre de 2021, 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 Istmina, Tadó, Nuquí, El Atrato, Bahía Solano, Acandí, Capurganá y Medio Baudó, Río Quito y Nóvita, ejecutando diferentes acciones para garantizar en el mediano y largo plazo la sostenibilidad de las inversiones y la viabilidad de la prestación de los servicios. Todas las empresas de servicios públicos creadas o fortalecidas en el marco del Programa, cuentan con condiciones de operación administrativa, comercial y financiera. También, se ha desarrollado en los municipios beneficiarios, el plan de gestión social orientado a la sostenibilidad de la prestación y al uso eficiente y racional del agua.

### 5.3.8. Programa de Conexiones Intradomiciliarias (PCI)

El PCI se ha implementado desde 2012 para dar solución a la falta de conectividad a los servicios de acueducto y alcantarillado en hogares colombianos estratos 1 y 2 mediante la construcción o mejoramiento de las conexiones intradomiciliarias y domiciliarias, cuando técnicamente se requieran<sup>19</sup>. La materialización de las conexiones intradomiciliarias requiere del desarrollo preliminar de varias etapas<sup>20</sup>, cuyas actividades se desarrollan en un rango de

19 El Programa actualmente se desarrolla bajo la estrategia del Programa Casa Digna Vida Digna del MCVT, que tiene como meta materializar 10.000 nuevas conexiones en el PND 2018–2022.

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

tiempo de aproximadamente 12 meses<sup>21</sup>. El avance a septiembre de 2021, con respecto a la meta del Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2022 “Pacto por Colombia, pacto

por la equidad”, es de 4.210 nuevas conexiones, equivalente a un 42 %, como se resume en la siguiente tabla.

**Tabla 29. Nuevas conexiones intradomiciliarias**

Meta cuatrienio 2019-2022	Meta anual	Estado cumplimiento de la meta	Proyectos
10.000 nuevas conexiones intradomiciliarias	2019: 916 conexiones	CUMPLIDA. Obras financiadas, ejecutadas y entregadas, por más de \$6.500 millones de pesos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puerto Berrio (Antioquia): 352</li> <li>• La Apartada (Córdoba): 188</li> <li>• Cotorra (Córdoba): 376</li> </ul>
	2020: 2.500 conexiones	CUMPLIDA. Obras financiadas, ejecutadas y entregadas, por más de \$18.500 millones de pesos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• María la Baja (Bolívar): 511</li> <li>• Sabanas de San Ángel (Magdalena): 517</li> <li>• Tadó (Chocó): 552</li> <li>• Atrato (Chocó): 615</li> <li>• Astrea (Cesar): 272</li> </ul>
	2021: 3.292 conexiones	El programa de conexiones intradomiciliarias cuenta con recursos asignados por \$28.490.000.000 M/CTE correspondientes a la vigencia PGN 2021. Con los recursos disponibles, el estimado de conexiones a apoyar financieramente es de 3.292, de las cuales ya se han apoyado 827, con los proyectos de Manatí y Campo de la Cruz en el departamento de Atlántico.	<p>Proyectos viabilizados en ejecución de obras:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manatí (Atlántico): 456</li> <li>• Campo de la Cruz (Atlántico): 371</li> </ul> <p>Cuatro (4) municipios priorizados con los cuales el Ministerio suscribió convenios de cooperación para la implementación del PCI. A la fecha se encuentran en la etapa de estructuración de proyectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El Carmen de Bolívar (Bolívar)</li> <li>• Córdoba (Bolívar)</li> <li>• Sincelejo (Sucre)</li> <li>• Sampedra (Sucre)</li> </ul>

**Fuente:** Subdirección de Programas- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2021).

Con los recursos disponibles se espera dar cumplimiento a la meta anual correspondiente a 3.292 nuevas conexiones intradomiciliarias apoyadas financieramente. En la siguiente tabla se relaciona el estado de los proyectos de la vigencia 2021.

21 El desarrollo de las etapas está condicionado a la disponibilidad presupuestal para financiar los proyectos de conexiones intradomiciliarias. 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.

**Tabla 30.** Avance en la ejecución del PCI vigencia 2021

Municipio	Estado del proyecto	Recursos asignados	Potencial
Manatí	En ejecución	\$ 3.030.438.991	456
Campo de la Cruz	En ejecución	\$ 2.847.693.371	371
El Carmen de Bolívar	En estructuración	Por definir, según evaluación del proyecto programada para octubre de 2021	
Córdoba	En estructuración		
Sincelejo	En estructuración		
Sampués	En estructuración		

**Fuente:** Subdirección de Programas - Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2021)

## Conclusiones

---

**R**especto 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.

Las personas prestadoras en comparación con los autoabastecedores presentan un menor nivel de riesgo, ya que el país tiene un nivel de riesgo bajo y los autoabastecedores un nivel de riesgo alto, esto puede ser debido a que la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano es mayor en los autoabastecedores que en las personas prestadoras.

Como resultado de la identificación de las dificultades para hacer viables los Mapas de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano se plantearon acciones por parte de los Ministerios de Vivienda, Ciudad y Territorio; Ambiente y Desarrollo Sostenible; Salud y Protección Social; Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, Instituto Nacional de Salud e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, orien-

tadas a abordar y resolver las referidas dificultades identificadas por las autoridades sanitarias en la elaboración y actualización los referidos mapas de riesgo.

En cuanto a lo relacionado con las muestras analizadas por la SSPD, de las 144 muestras analizadas de los objetivos 1, 2 y 3 en el marco del proyecto, 13 muestras presentaron un nivel de riesgo inviable sanitariamente; 26 muestras presentaron nivel de riesgo alto; 46 muestras presentaron nivel de riesgo medio y solo 5 muestras presentaron un nivel de riesgo bajo. Es de resaltar que, se obtuvo un IRCA del 0 % para 54 muestras, los departamentos cuya totalidad de muestras tuvieron esta condición fueron Valle del Cauca (Calima y Cali), Huila (Teruel y La Argentina) y Cauca (Sotará y Popayán).

En el análisis para el grupo de muestras en el marco de las necesidades de la SSPD para vigilancia y control se realizó un total de 55 muestras de calidad del agua de las cuales 14 muestras presentaron un nivel de riesgo inviable sanitariamente; 7 muestras presentaron nivel de riesgo alto; 13 muestras presentaron nivel de riesgo medio y solo 2 muestras presentaron un nivel de riesgo bajo. Se destaca que, 19 muestras arrojaron un resultado de agua

apta para consumo humano, los prestadores encuestados prestan el servicio en los departamentos de Atlántico (Barranquilla Galapa y Soledad), Boyacá (Firavitoba, Iza, Sogamoso, Aquitania), Córdoba (Sahagún, Ciénaga de Oro, San Carlos), Magdalena (Ciénaga), Sucre (San Marcos) y Tolima (Ibagué).

Las características con mayor reiteración de incumplimiento en las 144 muestras realizadas en el marco de los objetivos 1,2 y 3 fueron: *color aparente* (93 muestras), *aluminio* (53 muestras), *cloro residual libre* (47 muestras), *turbiedad* (47 muestras) y *coliformes totales* (37 muestras). En cuanto al grupo de muestras en el marco de las necesidades de la SSPD para vigilancia y control, las características con mayor reiteración de incumplimiento en las 55 muestras realizadas fueron: *cloro residual libre* (22 muestras), *color aparente* (20 muestras), *turbiedad* (17 muestras), *aluminio* (14 muestras), y *coliformes totales* (10 muestras).

En cuanto a las características microbiológicas en el marco de los objetivos 1,2 y 3, solo 3 de las 72 muestras tomadas para la característica de *Giardia*, presentaron incumplimiento en el departamento de Santander en los municipios de Guapotá, Confines y Aguada, caso contrario en el marco de las necesidades de la SSPD para vigilancia y control, el total de las 48 muestras tomadas cumplió con el valor máximo permisible (0 Quistes) de acuerdo con la Resolución 2115 de 2007. En cuanto a la característica *Escherichia Coli* de las 144 muestras tomadas en el marco del objetivo 1,2 y 3, 14 muestras presentaron incumplimiento en los departamentos de Antioquia, Bolívar, Boyacá, Chocó, Cundinamarca, Santander y Tolima, con respecto a las 55 muestras tomadas en el marco de las necesidades de la SSPD esta característica solo incumplió en 2 de las muestras tomadas en los departamentos de Cundinamarca y Sucre.

Es posible percibir el impacto de la medición de características de especial interés sanitario en el nivel de riesgo. Para el caso de las 144 muestras analizadas de los objetivos 1, 2 y 3 en el marco del proyecto, se tienen 13 muestras con nivel de riesgo invariable sanitariamente, de las cuales, en caso de no analizar este tipo de características, 4 pasarían a ser aptas para consumo humano (sin riesgo), 1 pasó a nivel de riesgo bajo, 5 a nivel de riesgo medio, y 1 a nivel de riesgo alto.

Para el caso del grupo de muestras en el marco de las necesidades de la SSPD para vigilancia y control, del total de 55 muestras, se tienen 13 muestras con nivel de riesgo invariable sanitariamente, de las cuales, en caso de no analizar características de especial interés sanitario en el nivel de riesgo, 4 pasarían a ser aptas para consumo humano (sin riesgo), 1 pasó a nivel de riesgo bajo, 5 a nivel de riesgo medio, y 1 a nivel de riesgo alto.

Adicional a lo señalado anteriormente, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, pudo establecer, con base en el resultado del proceso de depuración de la información del SIVICAP, que en la zona rural se mantiene una tendencia en el número de municipios que registran niveles de IRCA “sin riesgo”, “bajo”, y “medio”, entre los años 2019 a 2021; sin embargo, se presenta un aumento en el número de municipios con nivel de IRCA “Invariable sanitariamente” en la zona rural para el año 2021 en comparación con el año inmediatamente anterior, lo que puede estar relacionado con dificultades o debilidades de los municipios y/o prestadores para garantizar agua apta para consumo humano en algunas zonas rurales del país.

En contraste con lo anterior, se destaca que para la zona urbana se registró un incremento del 5,6 % en el año 2021 comparado con la vigencia 2020, en el número de municipios que suministraron agua apta para consumo



humano. Asimismo, se destaca una disminución en el número de municipios con IRCA en nivel de riesgo *inviable sanitariamente* para la zona urbana. Esta situación deja en evidencia que se mantienen las brechas entre lo urbano y lo rural en relación con el suministro de agua para consumo humano.

En lo relacionado con los proyectos presentados ante el mecanismo de viabilización de Minvivienda, se tiene que para la vigencia 2021 se ejecutaron un total de 40 proyectos que ascienden a una suma aproximada de \$288 mil millones de pesos, beneficiando a 36 municipios del país, sobre lo cual es importante mencionar que la mejora del indicador de calidad del agua no depende únicamente de la ejecución de proyectos, sino también de la correcta operación, mantenimiento y aseguramiento de la prestación del servicio de acueducto que se brinde.



**MINISTERIO DE SALUD  
Y PROTECCIÓN SOCIAL**

Carrera 13 No. 32-76 • Bogotá D.C., Colombia

Teléfono: 601 330 50 00

Línea de atención al usuario desde Bogotá: 601 330 50 43

Resto del país: 01 8000 96 00 20

[www.minsalud.gov.co](http://www.minsalud.gov.co)

