

Si el río suena, piedras lleva

Sobre los derechos al agua y a un ambiente sano en la zona minera de La Guajira



Golda Amanda Fuentes
Jesús Olivero Verbel
Juan Carlos Valdelamar Villegas
Daniel Armando Campos
Alan Phillippe

Si el río suena, piedras lleva

**Sobre los derechos al agua y a un ambiente sano
en la zona minera de La Guajira**



Si el río suena, piedras lleva. Sobre los derechos al agua y a un ambiente sano en la zona minera de La Guajira

Todos los derechos reservados

© Indepaz

Calle 62 No. 3B-70 Bogotá, D.C. - Colombia

Teléfonos: (1) 2552672 - 2552675

<http://www.indepaz.org.co/>

ISBN: 978-958-8397-22-1

..... **Coordinación de Contenidos:**

Golda Amanda Fuentes

Benedict Weiss

Juan Carlos Jiménez Suárez

..... **Edición:**

Juan Carlos Jiménez Suárez

Camilo González Posso

..... **Autores:**

Golda Amanda Fuentes

Jesús Olivero Verbel, Ph. D.

Juan Carlos Valdelamar Villegas, Candidato al Ph.D.

Daniel Armando Campos, Candidato al Ph.D.

Alan Phillippe, Ph.D.

..... **Concepto, diseño y diagramación:**

Ediciones Antropos Ltda.

..... **Fotografía de carátula:**

con licencia Creative Commons

..... **Material fotográfico:**

Bianca Bauer, Golda Fuentes y Juan Carlos Jiménez Suárez

..... **Impresión:**

Ediciones Antropos Ltda.

..... **Con apoyo financiero de:**

AGEH - Asociación de Cooperación para el Desarrollo

ZFD - Ziviler Friedensdienst - Servicio Civil para la Paz

BMZ - Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung

FPP- Fondo de Pequeños Proyectos ITACHO

..... El contenido de la presente publicación es responsabilidad exclusiva de los autores y no representa la postura oficial de los financiadores.

Prohibida la reproducción total o parcial de este material, sin autorización por escrito de Indepaz.

Agradecimientos



A las y los representantes de las comunidades étnicas Tamaquito II, Tabaco, Chancleta Nuevo, Roche Nuevo, Patilla Nuevo, Las Casitas Nuevo, Provincial, La Horqueta II y El Rocío por permitirnos contribuir a la defensa del ambiente y participar con tanto compromiso en el proceso investigativo.

A la organización Sütsüin Jieyuu Wayúu - Fuerza de Mujeres Wayuu por acompañar este proceso como veedora y guardiana del territorio que es.

A los expertos en materia de toxicología ambiental, Jesús Olivero Verbel, PhD. y Juan Carlos Valdelamar Villegas, candidato al PhD. de la Universidad de Cartagena, así como a Daniel Armando Campos, candidato al PhD. y Allan Philippe, PhD., de la Universidad de Koblenz-Landau (Alemania), por sus aportes científicos que arrojaron nuevas luces sobre la problemática ambiental en el entorno minero.

A Hanna Thiesing, Bianca Bauer y Benedict Weiss por su compromiso con la investigación y su alegría en los viajes a terreno.

A toda las mujeres y hombres del sur de La Guajira que nos han abierto sus puertas para desvelar las problemáticas cotidianas que enfrentan. Sus testimonios nos han marcado y seguirán guiando el trabajo de Indepaz.







Contenido

AGRADECIMIENTOS
SIGLAS
RESUMEN EJECUTIVO
RECOMENDACIONES

INTRODUCCIÓN

CAPITULO 1: EL DERECHO AL AGUA Y A UN MEDIO AMBIENTE SANO

- 1.1. El derecho al agua y a un medio ambiente sano
- 1.2. El derecho al agua y a un medio ambiente sano en el caso de las comunidades étnicas

CAPÍTULO 2: LOS IMPACTOS DE LA MINERÍA DE CARBÓN

- 2.1. Impacto ambiental
- 2.2. Impacto en la salud
- 2.3. La importancia de un monitoreo ambiental
- 2.4. Importancia ambiental de los metales traza
- 2.5. Comportamiento de los metales en el ambiente
- 2.6. Toxicidad de los metales de interés ambiental

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

- 3.1. Metodología del informe de Indepaz
- 3.2. Metodologías de los estudios de calidad de agua, sedimentos de río e iguanas de las universidades de Cartagena y Koblenz-Landau, Alemania
- 3.3. Obtención, procesamiento y análisis de las muestras de agua y sedimentos
- 3.4. Evaluación del riesgo por contaminación ambiental con metales en sedimentos
- 3.5. Muestreo de chivos e iguanas

CAPÍTULO 4: LA CALIDAD DE AGUA DE LAS FUENTES DE CONSUMO DE LAS COMUNIDADES ÉTNICAS

- 4.1. Presencia de bacterias en el agua de consumo humano
- 4.2. Resultados del análisis de parámetros fisicoquímicos básicos y metales (pesados) encontrados
- 4.3. Calidad de agua lluvia en la zona de influencia de Cerrejón

4.4. Conclusión sobre calidad de agua de consumo de las comunidades étnicas

CAPÍTULO 5: LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO RANCHERÍA

- 5.1. Acerca de los parámetros pH y conductividad
- 5.2. Cuantificación de metales en el río Ranchería
- 5.3. Resultados de bacterias en el río Ranchería
- 5.4. Conclusiones de la cuantificación de metales y de bacterias en el río Ranchería

CAPÍTULO 6: RESULTADOS DE METALES EN LOS SEDIMENTOS DE RÍO Y ARROYOS

- 6.1. Concentraciones de los metales analizados en los sedimentos, agosto 2016
- 6.2. Acerca de los valores TEC y PEC
- 6.3. Factor de Contaminación (FC), Factor de Carga de Contaminación (PLI), Riesgo Ecológico Potencial (Ei) y Ambiental (PER)
- 6.4. Análisis de sedimentos de río y arroyos, julio 2017
- 6.5. Conclusiones de la cuantificación de metales en los sedimentos del río Ranchería y sus tributarios

CAPÍTULO 7: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE TEJIDOS DE CHIVOS E IGUANAS

- 7.1. Morfometría e histopatología de chivos
- 7.2. Conclusiones sobre los análisis de chivos
- 7.3. Morfometría e histopatología de iguanas
- 7.4. Conclusiones sobre los análisis de iguanas

CAPÍTULO 8: FACTORES DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL RELACIONADOS CON LA ACTIVIDAD MINERA

- 8.1. Las lagunas de vertimiento
- 8.2. Conclusión sobre el análisis de los vertimientos que salen de las lagunas de vertimientos
- 8.3. Los lodos industriales
- 8.4. Conclusión sobre el análisis de los lodos industriales
- 8.5. La calidad de aire y los procesos de acidificación de la lluvia

CAPÍTULO 9: CONCLUSIONES FINALES

ANEXO respuesta de Cerrejón, agosto 2018

Siglas



ANLA: Agencia Nacional de Licencias Ambientales

CER: Cerrejón (base de datos de Cerrejón)

CERREJÓN o La EMPRESA: Carbones del Cerrejón Limited

CGN: Contraloría General de la Nación

CIDH: Comisión Interamericana de Derechos Humanos

Corpoguajira: Corporación Autónoma Regional de La Guajira

CP: Constitución Política

DANE: Departamento Administrativo nacional de Estadísticas

El: Riesgo ecológico potencial (contaminación de sedimentos)

ICA: Informe de Cumplimiento Ambiental

Ideam: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

IRA: Infecciones Respiratorias Agudas

FC: Factor de contaminación

MRL: niveles de riesgo mínimo (siglas en inglés)

NBI: Necesidades Básicas Insatisfechas

OMS: Organización Mundial de la Salud

PEC: Concentración de Efecto Probable (contaminación de sedimentos)

PER: Riesgo ecológico ambiental (contaminación de sedimentos)

PLI: Factor de Carga de Contaminación (contaminación de sedimentos)

PMA: Plan de Manejo Ambiental

RI: Índice de Riesgo Ecológico Potencial

UMPE: Unidad de Planeación Minero Energética

UPA: Unidad Productora Agropecuaria

TEC: Concentración del Efecto Límite (contaminación de sedimentos)



Prefacio

“Si el río suena, piedras lleva”

Agosto 2018

Una frase recurrente que se escucha de boca de quienes habitan los territorios del sur de La Guajira es que “Cerrejón contamina nuestros ríos y bosques, y está afectando nuestra salud”.

Son afirmaciones que vienen de las comunidades étnicas que están resonando desde hace años, quienes han convivido desde los años setenta con la extracción de carbón más grande que se ha desarrollado en las Américas. Pueden parecer aseveraciones sin fundamento en la mente de quienes están a la expectativa de encontrar argumentos basados en datos técnicos y en hechos de características científicas. Para Indepaz, que inició su trabajo con las comunidades guajiras desde 2008, fueron palabras que siempre ameritaron ser tomadas en cuenta. Además de las quejas sobre la contaminación ambiental, sus habitantes reclaman no tener acceso a la información ambiental de la empresa minera, ni la que debe emitir las entidades de control ambiental. Este último es el caso de Corpoguajira –Corporación Autónoma Regional de La Guajira– que luego de haberse solicitado documentación, aún está en mora de su entrega.

Ante esa situación, Indepaz decidió revisar la información publicada por la misma empresa y las entidades de control ambiental. Además, gracias a la colaboración de los institutos de química ambiental de la Universidad de Cartagena y de la Universidad Koblenz-Landau (Alemania), se pudieron realizar tres muestreos de agua y de sedimentos en el

río Ranchería y sus afluentes; en las aguas de los pozos que abastecen a las comunidades; y en los tejidos de los animales en la zona, todos datos científicos que complementaron la información oficial.

Esta labor no habría podido realizarse sin la posibilidad de contar con el beneplácito y la participación activa de las comunidades étnicas afectadas. Estos son los líderes y lideresas de las comunidades indígenas wayúu de La Horqueta II y El Rocío, que actualmente viven en las afectadas riberas del arroyo Bruno; de la comunidad wayúu de Tamaquito, obligada a negociar al fragmentársele su entorno social debido al desarrollo minero; de Roche, Chancleta, las Casitas y Patilla, pueblos afrodescendientes que fueron reasentadas a la fuerza; y del resguardo wayúu de Provincial. Y de la misma manera, la vinculación de organizaciones sociales como Fuerza de Mujeres Wayúu y representantes de otras comunidades, como Tabaco y Campoalegre. Todos y todas fueron la clave principal de poder llegar a buen término esta investigación. Es necesario también mencionar la participación de entidades oficiales, quienes asistieron al primer día del primer muestreo, pero que lamentablemente dejaron de acompañar el proceso.

Ahora, el nivel participativo conllevó a que se encontraran conexiones e impactos que tienen relación con el factor ambiental*, lo que llevó a Indepaz a tomar como una de sus hipótesis iniciales si realmente se están dando las condiciones para que las poblaciones próximas de la

1. Estos impactos sociales pueden examinarse en el enlace www.empresasyddhh.co. Allí, de la voz de las comunidades, se presentan los problemas de desarticulación de las comunidades, las promesas incumplidas por la empresa, las amenazas para que abandonen sus tierras, entre otras.

actividad minera disfrutan de sus derechos al ambiente sano y al agua. Desde la perspectiva de Indepaz, garantizar el cumplimiento de los derechos humanos fundamentales, como lo son el derecho al ambiente sano y el agua, vinculados con otros como la salud, la alimentación y la vida digna, son un requisito indispensable para que las sociedades actuales puedan vivir en paz y las futuras tengan una base sólida para mejorar autónomamente las condiciones de vida. Esta premisa se hace aún más relevante en un territorio como La Guajira, en donde existe un déficit muy alto de garantías institucionales y en donde las comunidades étnicas han tenido que enfrentar largas y difíciles luchas para que se les reconozcan sus derechos. Asimismo, se ubica en un terreno de la investigación poco frecuentado en las investigaciones sociales, desde las ciencias duras, para poder tener más elementos coherentes que den con la validez a las afirmaciones de denuncia de las comunidades. En otras palabras, la perspectiva analítica del presente informe se enfoca en la preocupación por la garantía de derechos y los aborda recurriendo a la información técnica y científica.

Así, el análisis del presente informe hace foco en los procesos de contaminación relacionados con la actividad minera y muestra su preocupación por los nexos que esta labor tiene con el problema de contaminación del río Ranchería, sobre todo en épocas de sequía; en que el problema de calidad ambiental afecta también en cierta medida la calidad de agua de lluvia y en los animales; y que, por ende, existe un riesgo de daño ambiental en el entorno minero que pone en jaque derechos fundamentales. El estudio también identifica varias fallas en la gestión ambiental de Cerrejón frente al PMA (Plan de Manejo Ambiental), y manifiesta la preocupación por la falta de una gestión ambientalmente diligente de la empresa, pues no se ciñe a varias medidas dictadas en el PMA, ignora la jurisprudencia en materia ambiental, defiende la operación desde los marcos legales aprobados exclusivamente para el sector y deja de ver la precariedad global en materia de derechos humanos y ambientales en la que viven las comunidades étnicas afectadas.

Ante lo anterior, también es necesario manifestar lo siguiente: Se debe reconocer que Cerrejón no es el único factor que perjudica la calidad ambiental de la zona. Hay movimientos agrícolas y ganaderos

fuertes, con sus herbicidas y abonos químicos que terminan en el río Ranchería, que no son objeto de estudio de esta investigación. Sin embargo, en todo el proceso se deja ver que la actividad minera es un factor que se destaca por la magnitud de su operación y por la falta de un mayor control por parte de las autoridades ambientales. Si bien es cierto que los hallazgos que se presentan no son de características concluyentes, no quiere decir que los resultados finales no pueden dar pistas que lleven a preocupaciones reales. Al contrario, lo que se quiere dar a entender es que hay una necesidad prioritaria para que realicen estudios adicionales amplios, de conocimiento público y participativos, con el fin de profundizar aspectos en materia de calidad ambiental y riesgos de daño ambiental provenientes de la actividad minera. Se insiste: Esta investigación quiere presentar una lectura crítica que invita a las entidades públicas y a la empresa a tomar acciones reflexivas, correctivas y transparentes.

Un vacío del informe es que, pese a la revisión de información disponible, no se ha logrado establecer causalidades entre las concentraciones de metales medidos en el río Ranchería, cuyo resultado dio por encima del límite máximo para preservar flor y fauna, con los momentos de vertimientos de aguas industriales al río y sus tributarios realizados por las operaciones mineras. Una de las posibles explicaciones es, por un lado, la falta de levantamiento de la información relevante (por ejemplo, la medición de la totalidad de metales previstos en el PMA y que están en el decreto 1594 de 1984) y la falta de un levantamiento sistemático de información (como la medición trimestral de las concentraciones de metales en los vertimientos) por parte de Cerrejón; y, por otro, la ausencia de un seguimiento estricto por parte de las entidades públicas. Esto es que existe un PMA unificado de 2005, el cual establece reglas y parámetros de monitoreo ambiental que son claros. Una aplicación correcta por parte de la empresa habría dado a la luz, para mencionar un caso, un análisis de causalidad en cuanto a las concentraciones de contaminantes vertidos al río Ranchería por parte de Cerrejón y la calidad del agua del río Ranchería medida. Con esta información, sería posible modelar la dispersión de metales en los cuerpos de agua y constatar con mucha más precisión el cambio de calidad de los cuerpos de agua en el área intervenida por la actividad minera.

Por otra parte, es necesario y urgente aterrizar los actuales debates que se dan a nivel nacional e internacionales sobre la debida diligencia empresarial y su deber de cuidar, reconocer y respetar los derechos humanos. Y en el mismo sentido, discutir y replantear las obligaciones estatales, así como un encontrar nuevos enfoques en el seguimiento y evaluación de las políticas públicas, con el fin de que sus efectos sean realmente vinculantes y garantes de los derechos de las comunidades afectadas.

Indepaz invita a las entidades estatales y a la empresa Cerrejón, a que se tome el presente documento como un insumo y, paralelamente, a que se adelanten los estudios necesarios y se apliquen las medidas cautelares para garantizar que la población pueda plenamente disfrutar del derecho al agua, al ambiente sano, a la salud y a la vida.

Con la finalidad de completar el proceso participativo se presentó el primer borrador a las comunidades y aliados académicos en reuniones en La Guajira y Bogotá; y de la misma manera, como parte de un procedimiento corriente en Indepaz, se dio a conocer una versión preliminar a las directivas y funcionarios de Cerrejón para conocer sus apreciaciones. En efecto, la empresa abrió un espacio de diálogo, en donde hubo una retroalimentación y un compromiso por hacer entrega de un documento con sus comentarios. Sobre este escrito, Indepaz lo ha revisado y ha prestado caso a algunos apuntes que considera pertinentes de aclaración y precisión, y los ha plasmado en el presente texto final. Las observaciones de Cerrejón en su totalidad aparecerán pues al final a manera de anexo.

No es de poca importancia mencionar que el escenario de discusión se extendió más allá del encuentro entre las directivas de la Empresa y los investigadores de Indepaz. Al contrario, se saluda el interés de Cerrejón por acercarse al diálogo que sobre el tema se tuvo semanas después en la ciudad de Riohacha, en donde confluyeron representantes de las comunidades, algunos personeros municipales, delegados de la Procuraduría General de la Nación y de la Defensoría del Pueblo, al que también estuvieron invitados representantes de los ministerios de Minas y Ambiente, y funcionarios de ANLA y Corpoguaijira, quienes no asistieron. Uno de los avances más importantes de la cita

fue la concordancia entre Cerrejón y las comunidades para la realización de muestreos regulares en calidad de agua de carácter participativo.

Ahora bien, el documento final, a manera de informe técnico, contiene los siguientes apartados: En la introducción se dará a conocer el área de estudio, el espacio geográfico en que se desarrolló la investigación, en donde se destaca la cuenca hídrica; en el capítulo 1 (El derecho al agua y a un ambiente sano) se indica el porqué de la necesidad de un ambiente sano sustentado en la diferente legislación y jurisprudencia nacional; en el capítulo 2 (Los impactos de la minería de carbón), en donde los investigadores de la Universidad de Cartagena describen los impactos ambientales y en la salud, además de nombrar la importancia de realizar los estudios sobre los metales pesados en el aire y también la calidad del aire; en el capítulo 3 (Metodología de investigación), versa sobre cómo se llevó a cabo el proceso y en qué puntos geográficos se tomaron las muestras.

Los siguientes capítulos entran a mostrar los resultados concretos. El capítulo 4 (La calidad de agua en las fuentes de consumo), trata sobre la presencia de bacterias y de metales pesados en los puntos analizados en diferentes comunidades étnicas; el capítulo 5 (La calidad de agua del río Ranchería), explica los niveles de pH y conductividad, la cuantificación de los metales pesados y las bacterias encontradas en el río Ranchería; en el capítulo 6 (Resultados de metales en los sedimentos), los investigadores de las universidades Cartagena y Koblenz-Landau analizan las concentraciones de los metales que se examinaron, haciendo énfasis en los que más riesgo representan; en el capítulo 7 (Resultados de tejidos de chivos e iguanas), se describe el análisis técnico realizado por la Universidad de Cartagena; el capítulo 8 (Factores de contaminación ambiental relacionados con la actividad minera) se enfoca en la calidad del agua industrial que Cerrejón vierte al río Ranchería y sus tributarios, los lodos industriales que se acumulan en las lagunas, que después serán depositados en un botadero minero. También trata sobre el aspecto de la contaminación de aire, la acidificación de la lluvia y la generación de lixiviados. Y el capítulo 9 (Conclusiones finales), resume los hallazgos y resultados identificados en el informe.



Resumen Ejecutivo

- ❖ **El departamento de la Guajira es el mayor productor y exportador de carbón térmico de Colombia. Sin embargo, la bonanza minera no ha logrado beneficiar a la mayor parte de su población, una de las económicamente más pobres (55,8% en 2013) y socialmente más vulnerables (65% con NBI en 2015) del país. En un departamento conocido por enfrentar fuertes períodos de sequía, la minería a cielo abierto se ha convertido en un factor que contribuye a la vulneración de los derechos al agua, a la alimentación, al medio ambiente sano y a la salud.** En febrero de 2015, una delegación wayuu denunció ante la Corte Interamericana de Derechos Humanos la muerte de 4.770 niñas y niños por falta de agua y comida entre 2007 y 2015 en los municipios de Riohacha, Manaure, Uribia y Maicao. La delegación alegó que el agua del río Ranchería y sus acuíferos estarían siendo destinados prioritariamente al proyecto carbonífero de carbones del cerrejón, mientras que las comunidades no tienen garantizado el derecho al agua. En efecto, la asimetría de acceso al líquido es tal que mientras la empresa carbones del Cerrejón Limited (en adelante Cerrejón o la Empresa) reportó en 2015 un consumo de agua de más de 45.000.000 de litros por día, la población guajira no dispone en promedio el mínimo vital diario de agua por persona. Varias ONGs denunciaron en el 2016 que las comunidades ubicadas en directa proximidad de las operaciones mineras, solo dispondrían de 0,7 litros de agua por persona y día. Aún más, a la carencia del líquido, los habitantes y comunidades se las tienen que ver con otras acciones, como la ocupación de vastas áreas de tierras y territorios ancestrales (69.393,45 hectáreas), los procesos de contaminación del aire y agua y de los desvíos de fuentes hídricas (ocho arroyos), entre otras complicaciones más, que dejan ver dos panoramas frente al papel del Estado: Por un lado, la falta de protección de los derechos de la población (en el acumulado de conflictos de La Guajira, ya se habla de crisis humanitaria); y del otro, una política de entrega de licencias y concesiones al sector extractivo que no garantiza los derechos de las comunidades en las zonas de influencia.
- ❖ **El río principal del departamento, el río Ranchería, abastece un estimado de 450.000 personas con agua a través de sus acuíferos y aguas superficiales que se alimentan de un sin número de arroyos y quebradas a lo largo del cauce. Siendo de importancia vital para la población del sur y del centro de la Guajira, el río y sus acuíferos representa a su vez también la columna vertebral de las actividades económicas que se desarrollan en su directa proximidad. Esa situación culmina en un conflicto por el uso del escaso recurso hídrico, que se agudiza por el actuar poco diligente de las empresas, los vertimientos de aguas negras de los cascos urbanos y la ausencia de entidades públicas en capacidad de monitorear, regular, tomar medidas correctivas para priorizar la preservación de un medio ambiente sano y garantizar la protección de los derechos de la población, conforme con sus obligaciones.**
- ❖ **La falta de una gestión integral del río Ranchería ha llevado a que esta fuente hídrica experimente no solo mayores episodios de sequía, sino de contaminación reiterativa provenientes de varias fuentes productivas, entre ellas de la actividad minera.**
- ❖ **El enfoque del presente informe es identificar procesos de contaminación de aguas superficiales con metales pesados asociados a la actividad minería y ver cómo estos afectan el derecho al agua y un medio ambiente sano.** Como fuentes de contaminación se identificaron las lagunas de vertimiento de agua industrial, los

botaderos que generan lixiviados cuando la lluvia ácida entra en contacto con los desechos mineros y los depósitos de lodos industriales en un botadero autorizado.

- ♦ **Correjón cuenta con permisos para verter agua industrial a lo largo del río Ranchería y en los arroyos Tabaco, Bruno y Correjón, a través de quince (15) lagunas de vertimiento.** Las mediciones de los vertimientos industriales, levantado por la propia empresa demostraron alcanzar niveles de concentraciones de metales pesados como cadmio, plomo, zinc y manganeso, que sobrepasan de manera repetitiva y extrema los límites establecidos para preservar la flora y fauna. En perspectiva de más de cincuenta años de minería que se alcanzarán en 2034 y las quince (15) lagunas de vertimientos en operación, son factores de contaminación que representan un potencial enorme de generar un daño en los cuerpos de agua, los ecosistemas e incluso en personas que consumen agua del río.
- ♦ **La actividad minera produce además desechos industriales sólidos.** Entre 2013 y 2015, 19.855 toneladas de lodos industriales (secos) fueron despachados a un botadero autorizado. Los Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA) de la Empresa revisados, muestran que los lodos pueden llegar a contener metales pesados en concentraciones tóxicas para el medio ambiente.
- ♦ **En el contexto de minería a cielo abierto, la regulación de contaminantes de aire no solo es de interés para la salud de las personas que viven en sus alrededores más próximos, sino que es un importante factor a considerar en cuanto a procesos de acidificación de lluvia y los procesos de lixiviación que se desprenden una vez que las precipitaciones caen sobre los botaderos mineros.** Los episodios de lluvia ácida se reflejan en el estudio de Doria Argumedo (2017), que además advierte sobre la presencia relativamente alta de concentraciones de cadmio en el agua de lluvia. Correjón, además, confirma la presencia de metales pesados, como hierro, manganeso, sodio, calcio, zinc y litio en los lixiviados.

Se puede concluir que la actividad minera participa en la contaminación de las aguas, poniendo en riesgo los ecosistemas de la zona, puesto que los lixiviados contaminantes terminan vertidos sobre el río Ranchería y los arroyos más próximos.

- ♦ **En materia de calidad de aire y salud, un hallazgo particularmente preocupante se encontró en la revisión de los datos de los niveles de contaminación de aire en PM10 reportados por Corpoguajira y Correjón.** En ellos existen diferencias marcadas entre los niveles de contaminantes. Con la información de 2016 como base, las mediciones de calidad de aire en el área de Provincial arrojaron 37µg/m3 para Correjón y 71µg/m3 para Corpoguajira, situación similar en la estación Las Casitas, que dieron 41µg/m3 en las mediciones de Correjón, a diferencias de 91µg/m3 que reportó Corpoguajira. Estas diferencias son constantes y así se ve en la revisión de los datos entre 2009 y 2016, aunque es en el último año de este periodo que se hicieron más notables.

Se constata que, en 2016, mientras Correjón reportó cumplir con los límites máximos en calidad de aire, las mediciones de Corpoguajira demostraron que hay infracciones que puede significar riesgos negativos para la salud pública, por lo que requieren de acciones correctivas.

- ❖ **El impacto de la minería sobre el río Ranchería se refleja a través de la presencia de metales pesados, como plomo, cadmio, bario, manganeso, hierro y zinc, que sobrepasan en reiteradas oportunidades los límites máximos establecidos en el decreto 1594, Art. 45, (que quedó posteriormente inmerso en el Decreto 3930 de 2010 y luego en el Decreto 1076 de 2015) sobre criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para preservación de flora y fauna en aguas dulces cálidas y que han sido reportados por la misma empresa en sus ICA.** Una particularidad es que los metales reportados indican niveles por encima del límite máximo en época de sequía y en menor grado en época de lluvia. Adicionalmente, el informe hace énfasis en la coincidencia de las series

de mediciones de metales en agua de río, cuyos picos coinciden en algunas mediciones con los puntos donde la empresa tiene derechos de verter agua industrial al río Ranchería. Eso, en combinación con los resultados de medición de metales pesados en los vertimientos que salen de las lagunas de vertimientos industriales, sugiere la participación repetitiva en la degradación de la calidad de agua del río Ranchería y sus tributarios por parte de Cerrejón.

- ❖ **En cuanto al impacto de la actividad minera sobre los sedimentos de río (capítulo 6), la investigación de la Universidad Cartagena (2017) concluyó que existe un impacto ecológico y ambiental, potencialmente negativo para la biodiversidad** de organismos bentónicos que habitan en la mayoría de los puntos muestreados en la cuenca del río Ranchería, muy probablemente afectando aquellas especies que hacen parte del entramado trófico en el sistema y, con ello, la oferta de servicios ecosistémicos en la zona. **Los investigadores de la Universidad de Cartagena calcularon el factor de carga de contaminación (ver Tabla 38) y muestran en su análisis que los únicos puntos de muestreo libre de contaminación corresponden a las marcas de los arroyos ubicadas en zonas antes de pasar por el área intervenida por la empresa.**

En el caso del segundo muestreo de sedimentos, realizados poco después de la época de lluvias extremas del mes de mayo y junio de 2017, los analistas de la Universidad de Koblenz-Landau infieren un riesgo potencial por presencia de níquel, zinc, estroncio, bario y cobre en varias muestras de sedimento.

- ❖ **El estudio de la Universidad de Cartagena documentó además impactos negativos en los tejidos de órganos de algunos animales de la zona de influencia de la actividad minera. Los resultados encontrados permiten a los investigadores afirmar que las iguanas provenientes de las comunidades Tamaquito II y Provincial han tenido mayor grado de exposición a contaminantes ambientales, lo cual ha desencadenado procesos de metabolización de xenobióticos en el hígado. Los expertos de la Universidad de Cartagena asocian ese impacto en los tejidos**

de las iguanas con la inhalación de sustancias contaminantes derivadas de la actividad minera en la zona. En el caso de los chivos, las muestras muestran congestiones o procesos de inflamaciones leves a moderadas en sus órganos y las frecuencias de las alteraciones más severas resultaron ser bajas, por lo que los investigadores concluyen que esta especie ha desarrollado procesos de adaptación y que no resulta ser la mejor al momento de emplearla como bioindicadores de tales ecosistemas.

- ❖ **Con base en la información recopilada, el informe de Indepaz considera que el derecho al agua de algunas comunidades étnicas (Roche, Chancleta, Patilla, Las Casitas, Tamaquito II, Provincial, La Horqueta II y El Rocío) que participaron en el estudio de la Universidad de Cartagena y Universidad Koblenz-Landau, se ve vulnerado en el componente de calidad (capítulo 5). Ninguna de las comunidades mencionadas cuenta con una asistencia continua por parte de las autoridades para que se les suministre agua potable, según lo prevé la normatividad nacional y lo establecen la Resolución 64/292 de la Asamblea General de las Naciones Unidas de 2010, así como la Defensoría del Pueblo (2012). En el marco de los acuerdos de reasentamiento, Cerrejón ha asumido la instalación y entrega de agua a algunas comunidades, pero las fuentes de agua puestas a disposición no cumplen plenamente con la normativa nacional establecida, como se presenta en este informe.**

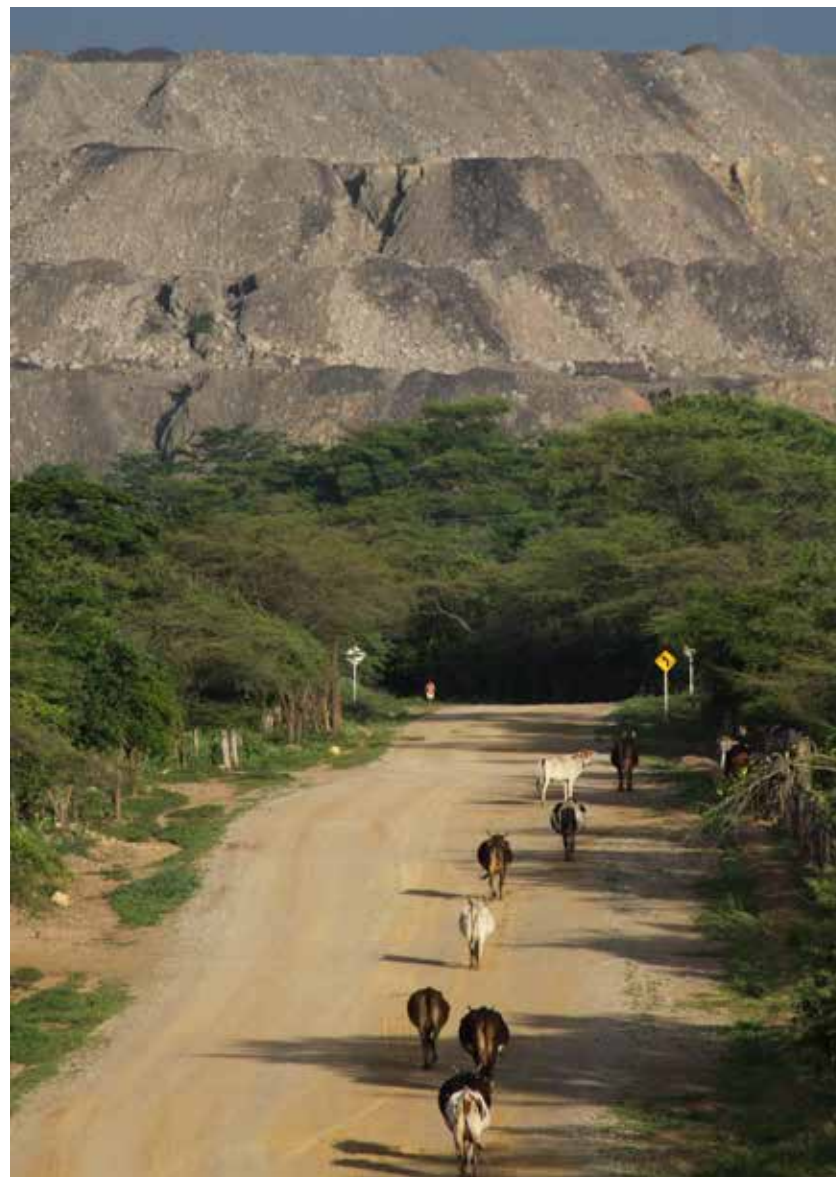
Resaltan los resultados de calidad de agua obtenidos en los pozos de agua de la comunidad wayuu del resguardo Provincial, que resultaron contaminados con varios metales pesados, como arsénico, manganeso, bario y selenio. Los cuatro metales sobrepasan los límites máximos establecidos en la Resolución 2115 de 2007 para agua potable.

- ❖ **En el caso de las comunidades que se abastecen con agua del arroyo Bruno en su cabecera, las mediciones de las universidades Cartagena y Koblenz-Landau encontraron que, con excepción del parámetro bacterias, el arroyo cuenta con una buena calidad de agua, en donde los niveles de metales pesados están por debajo**

de los límites establecidos para agua potable. La buena calidad de agua que se refleja a nivel de la cabecera del arroyo va modificándose en la medida en que el arroyo pasa por áreas intervenidas por la actividad minera.

- ❖ Los datos de calidad de agua de pozo recopilados no permiten establecer una causalidad directa entre la actividad minera y los contaminantes registrados en los pozos de las comunidades étnicas. Sin embargo, sí permite decir que, entre los informes de la empresa y la realidad descrita por las comunidades y reflejada en los resultados de las Universidades Cartagena y Koblenz-Landau, hay discrepancias. Mientras que funcionarios de la empresa afirman que las comunidades étnicas aledañas a la actividad minera tienen garantizado su derecho al agua, y que la calidad del líquido cumple con la normatividad colombiana, las mediciones reflejan que en varios de los pozos hay presencia de metales pesados por encima de los límites en alguno de los momentos de medición. **Las mediciones recopiladas en este informe entran en contradicción con las presentadas por la empresa, pues dejan a la luz vacíos e inconsistencias profundas y fallas en el manejo de la información, que trae como consecuencia el desconocimiento de la realidad en lo que concierne al ambiente sano y la calidad de las fuentes de agua de consumo potables.**
- ❖ Finalmente, los informes permiten concluir que hay una afectación considerable a los derechos al agua y un medio ambiente sano de la población aledaña. Lo anterior hace pensar que, por un lado, mientras el Estado no opte por revisar y adaptar las licencias ambientales y el plan de manejo ambiental de Cerrejón a las circunstancias ambientales y sociales dadas, difícilmente habrá forma de asegurar que la población pueda disfrutar plenamente de sus derechos. Y por otro, se observa la falta en políticas de debida diligencia empresarial en materia ambiental, pues Cerrejón no cumple de manera exhaustiva con las obligaciones establecidas por las autoridades, ni considera oportuno acoplar sus emisiones de contaminantes PM10 y PM2.5 a lo que ordena la sentencia T-154 de 2013. Esa ordena al Estado colombiano acoplar sus estándares de calidad de aire a los de la OMS

(Organización Mundial de la Salud). Cerrejón podría acogerse voluntariamente a dichas ordenes, para demostrar un actuar empresarial comprometido con un principio de precaución que buscaría evitar riesgos y posibles daños en salud y el ambiente.



Recomendaciones

A las entidades públicas, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y Ministerio de Salud y Protección Social, en aplicación del principio de precaución:

- ❖ Disponer de inmediato de recursos financieros y personal especializado para instalar plantas de purificación de agua en las comunidades étnicas afectadas y atender la falta de garantía de sus derechos al agua, a la salud y a un ambiente sano.

A las entidades públicas, ANLA, Corpoguajira y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en aplicación del principio de precaución:

- ❖ Modificar la Resolución 0631 de 2015 para vertimientos industriales del sector minero, acoplando los valores para metales pesados a los límites establecidas en el Decreto 1594 de 1984 Art. 45 (integrado en el decreto compilador 1076 de 2015, Art. Art.2.2.3.3.2.3. y 2.2.3.3.9.10) para preservación de flora y fauna.
- ❖ Realizar estudios toxicológicos del río Ranchería, sus tributarios y los ecosistemas que dependen de ellos.
- ❖ Contemplar la instalación de estaciones permanentes de mediciones de calidad de agua a lo largo de la cuenca del río Ranchería que logren medir parámetros fisio-químicos, metales pesados, herbicidas, plaguicidas y que sirvan como sistema de alarma temprana mediante el uso de macroinvertebrados específicos.
- ❖ Realizar estudios de calidad de agua de los pozos que sirven como fuente de consumo a comunidades aledañas al emprendimiento minero, de acuerdo con los parámetros establecidos en la normatividad nacional (Resolución 2115 de 2007), en lo establecido en la

Resolución 64/292 de la Asamblea General de las Naciones Unidas de 2010, así como según lo exhortado por parte de la Defensoría del Pueblo (2012) en el informe “Evaluación del cumplimiento del derecho humano al agua”.

- ❖ Estructurar una línea de base de indicadores ambientales, con el fin de contar con instrumentos de medida que permitan afirmar la mejora o desmejora de las condiciones ambientales en la cuenca del río Ranchería en el futuro.
- ❖ Garantizar que estos procesos se den de una manera culturalmente adaptada a la realidad de las comunidades étnicas, de manera que se garantice su plena participación, a través de la consulta previa, libre e informada.
- ❖ Revocar los permisos que admite a la empresa Carbones del Cerrejón verter aguas industriales al río Ranchería y sus tributarios, mientras no cuente con plantas que remuevan sustancias potencialmente tóxicas para el medio ambiente y la salud de las personas. Las respectivas resoluciones son: Resolución 984 del 23 de octubre de 1991 para las piscinas de estabilización de la mina; Resolución 1720 del 17 de diciembre de 2012, que regula los vertimientos industriales al río Ranchería y sus tributarios arroyo la Quebrada, arroyo Paladines, arroyo Tabaco y arroyo Bruno; Resolución 01038 del 18 de junio de 2014, que regula los vertimientos industriales al arroyo Tabaco; Resolución 01194 del 16 de julio de 2014, que regula los vertimientos industriales al arroyo Cerrejoncito; Resolución 1674 del 10 de septiembre de 2015, que regula los vertimientos industriales al arroyo Cequión; y Resolución 0636 del 5 de mayo de 2011, que regula los vertimientos a la laguna Ipari.

- ❖ Insistir en la implementación pronta de la sentencia T-154 de 2013, la cual ordena al Ministerio de Ambiente el cumplimiento de las recomendaciones de la OMS, en cuanto a los límites máximos para contaminación de aire por PM10, PM2.5 y la medición de partículas de metales pesados.
- ❖ Reajustar el Plan de Manejo Ambiental de la empresa Carbones del Cerrejón, tanto en relación con las licencias de aguas entregadas para las operaciones mineras (cantidad de agua regulado en Resolución 1725 del 18 de diciembre de 2012 para agua superficial y subterráneas Conceción 721 y 761), como para los permisos de desviar cuerpos de aguas que alimentan el río Ranchería y sus acuíferos (Resolución 717 del 8 de agosto de 1991 para el arroyo Aguas Blancas; Resolución 537 del 5 de marzo de 2002 para el arroyo Tabaco; numeral 4 del Artículo Séptimo de la Resolución 2097 del 16 de diciembre de 2005, Resolución 759 del 14 de julio de 2014 y Resolución 01645 del 8 de septiembre de 2015 para el arroyo Bruno; numeral 4 del Artículo Séptimo de la Resolución 2097 del 16 de diciembre de 2005 y Resolución 1386 del 18 de noviembre de 2014 para el arroyo Cerrejón y río Palomino; Resolución 01740 del 22 de septiembre de 2015 para los arroyos Cequión, Caurina y La Ceiba).
- ♦ *En relación de las licencias para uso de agua subterránea y superficial:* revisar y definir nuevos límites del permiso de uso de agua subterránea y el uso de agua superficial, estableciendo periodos calendarios (época de lluvia) y caudales mínimos ambientales por debajo de los que se prohíbe su uso, con la finalidad de proteger y restaurar los ecosistemas que actualmente se ven perjudicados y garantizar una disponibilidad mínima de agua para las poblaciones aledañas.
- ♦ *En relación con los permisos de desviar los cuerpos de agua que alimentan el Ranchería:* revocar esos permisos, con la finalidad de garantizar la recuperación de los los ecosistemas que actualmente se ven afectados y garantizar una disponibilidad mínima de agua para las poblaciones aledañas, conforme al mínimo recomendado por la organización mundial de salud.

- ♦ *En relación con las lagunas con permisos de verter aguas industriales:* instalar plantas de tratamiento, disminuir el número de puntos de vertimientos y cerrar los que se ubican en la cercanía de áreas en donde las comunidades suelen bañarse o extraer agua para su consumo.

- ❖ Dar un plazo determinado a la empresa para que cuente con los análisis pertinentes que identifiquen la composición química, incluyendo metales, rocas y lodos industriales depositados sobre los botaderos de los tajos en donde opera Carbones del Cerrejón, así como de los lixiviados; y en caso de incumplimiento proceder a suspender temporalmente la actividad minera.

A las entidades públicas, Defensoría del Pueblo, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Ministerio de Salud y Protección Social:

- ❖ Instar al Gobierno central a instalar una mesa de trabajo de carácter multiactor y multidisciplinaria para enfrentar de manera inmediata las necesidades de un plan de manejo integral de la cuenca del río Ranchería. Este espacio de discusión debería tomar acciones frente a los problemas de los vertimientos de aguas negras y aguas industriales derivadas de la actividad agroindustrial y minera, con la finalidad de priorizar la recuperación y preservación de los ecosistemas del río más importante del departamento. La Mesa de Trabajo debe garantizar:
- ♦ El financiamiento en toda la cuenca del río Ranchería de un monitoreo de calidad de agua continuo de parámetros de interés toxicológico (parámetros básicos, metales pesados, herbicidas y pesticidas, bacterias, microplásticos).
- ♦ Establecer una base de datos georreferenciados que permiten ubicar los puntos fijos y difusos de contaminación asentados a lo largo de la cuenca, que permitan identificar los contaminantes y los peligros que se derivan de ellos. Asimismo, cuantificar las cargas y la periodicidad con los que los contaminantes entran al sistema acuático para establecer modelamientos que sirven para lanzar alertas tempranas.

- ♦ La plena participación de las comunidades étnicas en las mesas de trabajo y procesos de monitoreo continuo de la cuenca de agua del río Ranchería.

A la Procuraduría General de la Nación:

- ❖ Investigar disciplinariamente a los funcionarios que hayan omitido la observación y seguimiento a las disposiciones establecidas en los planes de manejo ambiental y en leyes ambientales relevantes, en cuanto a medir y reportar regularmente las concentraciones de metales (pesados) en los cuerpos de agua superficiales, subterráneos y en los vertimientos. .
- ❖ Solicitar a ANLA y Corpoguajira que hagan públicos los criterios de monitoreo de la calidad de agua del río Ranchería y sus tributarios; que informen cómo determinan si existen riesgos ambientales y riesgos en salud para la población y qué medidas han ordenado para preservar los ecosistemas de la cuenca del río Ranchería y salvaguardar los derechos al ambiente sano con los que se busca garantizar los derechos al agua, a la salud y a la vida.

A la Contraloría General de la República:

- ❖ Hacer un seguimiento a las recomendaciones mencionadas en el presente informe para garantizar que la población más vulnerable de la Guajira pueda crecer en un Estado garante de los derechos al agua, al ambiente sano, a la salud y a la vida.

A Carbones del Cerrejón, considere en el marco de la debida diligencia empresarial y el principio de precaución:

- ❖ Trimestralmente, hacer entrega de manera transparente de los datos crudos (sin interpretación) de los muestreos de calidad de agua, lodos industriales y aire con todos los parámetros relevantes que ordena el Plan de Manejo Ambiental y la sentencia T-154/13 para PM10 y PM2.5.
- ❖ Medir y reportar, conforme al Plan de Manejo Ambiental y las resoluciones vigentes en materia ambiental, los diferentes parámetros de agua superficial, subterránea y de los vertimientos.

- ❖ Aceptar que las condiciones ambientales y climáticas actuales en La Guajira requieren de un cambio en las licencias de uso de aguas superficiales y subterráneas, así como de un cambio en el manejo de las aguas industriales generada por la actividad minera. De la misma forma, ajustarse voluntariamente a un nuevo marco regulativo que busca prevenir daños ambientales y mitigar los efectos del cambio climático.

- ❖ Difundir información detallada con indicadores de interés toxicológico sobre la calidad ambiental de los cuerpos de agua que rodean el emprendimiento y la calidad de aire en sus alrededores.

- ❖ Difundir sólo información sustentada en análisis calificados en relación con la calidad de agua de las fuentes de consumo de las comunidades reasentadas, que contemplen un análisis amplio de presencia de metales pesados y hacer entrega de los resultados completos en materia de calidad de agua de las comunidades reasentadas (Roche, Chancleta, Patilla, Las Casitas, Tamaquito II), dado que concierne derechos fundamentales.

- ❖ Promover que los boletines sobre la calidad del ambiente alrededor de la actividad minera sean publicados y difundidos por entidades públicas que se acogen a los principios de prevención de daño ambiental y riesgos en la salud y garantías de derechos.

A las comunidades étnicas y poblaciones urbanas próximas:

- ❖ Para las comunidades que se encuentran en fase de consulta previa, reclamar que las entidades públicas, como Corpoguajira, ANLA y el Ministerio del Interior den a conocer las políticas y acciones concretas que garanticen que sus derechos fundamentales a un medio ambiente sano, al agua y a la salud sean salvaguardados.
- ❖ Considerar acciones de exigencia a las entidades públicas Corpoguajira ante la omisión de acciones correctivas relacionadas con la contaminación del río Ranchería y la preservación de un ambiente sano.

- ❖ Exigir a Carbones del Cerrejón la difusión de información de manera completa, oportuna y permanente, con el fin de poder evaluar la calidad ambiental que pudiera poner en riesgo sus derechos fundamentales.
- ❖ Considerar presentar quejas ante organismos internacionales, como la OCDE, embajadas, cuerpos diplomáticos y los relatores de principios rectores de la ONU (sobre el derecho humano al agua, a la salud, asuntos étnicos, asuntos químicos tóxicos) por la falta de información clara, completa, de carácter público sobre la calidad ambiental, que pudiera poner en riesgo derechos fundamentales, como el derecho al agua y al ambiente sano.
- ❖ Promover la conformación de un comité de vigilancia y monitoreo ambiental de la sociedad civil.
- ❖ Solicitar ante la Corte Constitucional una moratoria minera temporal, mientras el Estado no logre garantizar el pleno cumplimiento del derecho al agua, al ambiente sano, a la salud y a la vida.



Introducción

El presente informe es el resultado de una lectura analítica que los investigadores de *Indepaz* realizaron basados en fuentes primarias y secundarias, y en los informes de calidad ambiental elaborados por las universidades de Cartagena y Koblenz-Landau (Alemania). Entre 2016 y 2017, *Indepaz* emprendió con los centros universitarios varias visitas a campo, en donde se recolectaron muestras de agua de río y arroyo en la zona de impacto minero de Cerrejón, muestras de agua de pozo, de sedimento de río y de algunos tejidos de animales para su respectivo análisis en los laboratorios académicos. Como se indica en los capítulos 6 y 7 la metodología de muestreo y custodia fue diseñada y ejecutada de manera rigurosa por los investigadores de la Universidad de Cartagena y contó con la colaboración en terreno de *Indepaz* y de delegados de las comunidades.

Los resultados académicos en materia de calidad ambiental, la exhausta revisión de los ICA de Cerrejón entre 2007 y 2015, así como estudios académicos más recientes sobre calidad de aire y agua de lluvia, alimentaron luego la elaboración del presente informe.

Las preguntas de investigación que guiaron el estudio de *Indepaz* fueron las siguientes:

- ❖ ¿Existe un riesgo de daño ambiental vinculado con la actividad minera?
- ❖ ¿En qué medida se deja cuantificar la contaminación existente?
- ❖ ¿Cuáles son rutas de contaminación relacionados con esa actividad?
- ❖ ¿Cómo pueden afectar el derecho al agua de las comunidades aledañas?

La cuenca del río Ranchería



El río Ranchería se caracteriza por ser la fuente de agua más importante en el departamento de La Guajira, jugando un papel determinante para el mantenimiento de los servicios ecosistémicos en su cuenca, sirviendo además como fuente de agua para el desarrollo de actividades domésticas, recreativas, culturales, espirituales, agropecuarias e industriales (Corpoguajira, 2008). Según las proyecciones poblacionales del DANE para 2016, se deduce que son aproximadamente 450.000 personas que dependen directa e indirectamente de las aguas que provee su cuenca (Corpoguajira, 2016, pág. 13).

El río abarca una extensión de 4.223 km², teniendo su origen en la laguna de Chirigua, en la Sierra Nevada de Santa Marta, municipio de Riohacha, a una elevación de 3700 m s.n.m., desde donde descienden sus aguas para atravesar nueve municipios antes de desembocar, después de 179 km, en la zona costera de Riohacha (Corpoguajira, 2016, pág. 11).

La cuenca del río Ranchería está formada por múltiples afluentes (Véase Tabla 1):

Tabla 1. Principales afluentes del río Ranchería

Tipo de Humedal	Nombre
Río	Marocazo, Palomino.
Quebrada	El Campanario, Corral Falso; De Moreno y San Francisco.
Arroyos	Pringamoza, Mapurit, La Quebrada, Conejo, Cañaverales, Mamón, Los Remedios, Jotomahana, La Cuesta, Tirajoncito, El Salado, Pital, Grande, Surimena, Paladines, La Ceiba, El Juncal, Cerejoncito, Purpurema, Aranerito y El Tabaco, El Bruno.

Fuente: Corpoguajira (2008; 2016)

Los acuíferos que componen la cuenca del río Ranchería son:

- ✓ Acuífero Libre Ranchería
- ✓ Acuífero Libre Fonseca-San Juan
- ✓ Acuífero Libre Oca
- ✓ Acuífero Monguí
- ✓ Acuífero Hatonuevo-Barrancas

La Universidad de Antioquia estima que la recarga de los acuíferos puede variar considerablemente, según si es año seco o húmedo, y calcula que en años de sequía puede reducirse a entre 5 y 360 mm/año, lo que en comparación de la tasa de evapotranspiración de 1.800 mm/año y las actividades productivas que se desarrollan en su cuenca, alcanza niveles de déficit hídrico preocupantes, ya que la tierra evapora más agua de la que recibe (Universidad de Antioquia, 2015, pág. 13-16).

La cuenca del río Ranchería ha permitido que varias actividades productivas hayan logrado desarrollarse exitosamente. Hoy en día se encuentran actividades productivas permanentes con uso intenso del agua, como los cultivos de arroz, palma, algodón y cacao; la ganadería y la explotación minera de carbón a cielo abierto. A esos se suman un total de 275 solicitudes mineras con una extensión de 653.959,5 hectáreas que se distribuyen en la cuenca del río Ranchería (2010) en espera a ser aprobados (Defensoría, 2014, pág. 119).

Lo que para unos ha significado poder desarrollar sus actividades económicas exitosamente, ha implicado un recorte drástico en el acceso a sus fuentes hídricas ancestrales de muchas comunidades étnicas. Lugares en donde familias de las comunidades wiwa, kogui, arahuacos, kankuamos, wayuu y afros solían transitar libremente para ir a pescar o instalar un cultivo próximo a un acuífero para regar sus cultivos durante todo el año, han desaparecido debido a la privatización de muchas de aquellas tierras que forman parte de su territorio ancestral¹. Una actividad productiva que, según la defensoría del pueblo (2014) y los testimonios recogidos en las comunidades étnicas, ha recortado drásticamente su acceso al agua es la actividad minera, que por la ausencia estatal y el terror que empezó a envolver el día a día de sus habitantes a partir de los años noventa, pudo desarrollarse bajo un régimen altamente autorregulado y protegido de sus detractores.

.....

1. Por ejemplo, en cuanto a los sitios sagrados que se ubican a lo largo del río Ranchería, según la cosmovisión de los pueblos de la Sierra, son según la sentencia T-005/16: 1. Jwiamuke: De San Juan del Cesar a Fonseca, Madre de los huracanes y la tempestad. 2. Seamuke: De Fonseca a Barrancas, lugar de pagos de enfermedades. 3. Kukuzha: De Barrancas hasta llegar a Hato Nuevo, pago para todo animal y persona. 4. Unkweka: De Hato Nuevo hasta llegar a Cuestecita de la sabia del árbol. 5. Java Shikaka: De Cuestecita en dirección a Riohacha, hasta la desembocadura del río Ranchería, Madre de todos los materiales del mar que se utilizan para pago. Véase: http://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2016/t-005-16.htm#_ftnref94



El desarrollo de la actividad minera



El desarrollo de la extracción del carbón inicia en 1976, cuando la extinta Carbones de Colombia S.A. (Carbocol), empresa industrial y comercial del Estado, decide firmar un contrato de asociación con la empresa estadounidense Intercor (International Colombia Resources Corporation), filial de la Exxon. Es en esta alianza que el emprendimiento minero inicia su ciclo de actividad extractiva con la fase de exploración y estudios de factibilidad del complejo, entre 1977 y 1980 (página web Cerrejón).

Le sigue una etapa de seis años de construcción y montaje de la infraestructura necesaria para que el proyecto entre en marcha. Diez mil obreros habrían estado encargados de instalar el complejo carbonífero que abarca la instalación de la mina, el ferrocarril hasta Bahía Portete y el Puerto Bolívar, en la Alta Guajira. En 1984 se extraen los primeros volúmenes de carbón en el sur de La Guajira. Una vez culminado la obra de Puerto Bolívar, se realiza el primer embarque anticipado de carbón, en 1985, con 33.000 toneladas que son enviadas con destino a Dinamarca (Cerrejón, 1985, pág. 3).

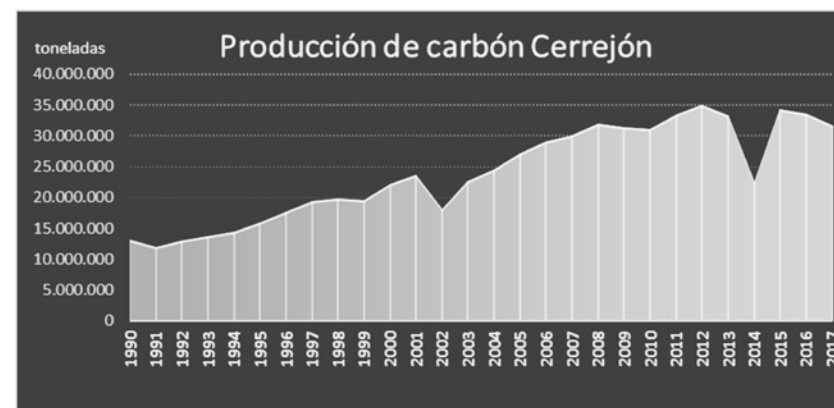
Millones de toneladas de carbón se extraen de los municipios de Barrancas, Hatonuevo y Albania, y son exportados a los mercados europeos, turcos y de Estados Unidos, en donde alimentan en su mayoría las plantas eléctricas de esos países. En 1995, la empresa reporta haber alcanzado la exportación de un total de cien millones de toneladas de carbón (página web Cerrejón).

Figura 1: Mapa de la Guajira y la zona minera de carbón.



Fuente: Semana sostenible 24/11/2016.

Tabla 2. Producción de carbón de Cerrejón 1990-2017



Fuente: Sistema de información minero Colombia.

Para este año y el siguiente, la empresa inicia las operaciones de las nuevas áreas mineras y, ante la rentabilidad del negocio, en enero de 1999, Cerrejón firma un nuevo acuerdo con el Estado colombiano que le permite extender sus operaciones por otros 25 años, hasta 2034 (Ibíd.).

Los problemas financieros del Estado colombiano, a inicios de 2000, lo llevan sucesivamente a vender sus acciones del emprendimiento minero a las empresas multinacionales BHP-Billiton Ltd., Anglo American plc y Glencore plc. En 2002, Intercor pone a la venta sus acciones y lleva a que las tres empresas se convierten en los nuevos dueños de los derechos mineros. Una vez en manos de inversionistas privados, la explotación de carbón alcanza niveles de exportación anual que superaron los 25 millones de toneladas, en 2004, llegando a alcanzar en 2016 los 32,4 millones de toneladas de carbón exportados (página web Cerrejón; Pérez Araujo, s.f.). Debido a su consumo intensivo de agua para poder extraer el carbón, testimonios locales aseguran la desaparición de numerosos arroyos y cuerpos de agua. Entre ellos se mencionan los arroyos Oscuro, Bartolito, La Reserva, San Vicente, Araña de Gato, la Pobrecita, La Latica y Bejucalito (Pérez Araujo, s.f.). Otros cauces de arroyos han sido modificados para poder ampliar los tajos, como en el caso del arroyo Aguas Blancas, en 1991, el arroyo Tabaco, en 2002, y el más reciente, el arroyo Bruno, en 2017 (ANLA, 2016, pág.18).

Actualmente, en la fase del proyecto P40, que implica la ampliación de los tajos Norte, Patilla y Oreganal, así como la apertura de un nuevo tajo llamado Anex, las aspiraciones empresariales son exportar hasta cuarenta millones de toneladas de carbón al año a partir de 2018. Al igual que en el pasado, eso implicará la ocupación de más tierras y fuentes de agua. Según la ANLA (Autoridad Nacional de Licencias

Tabla 3. Arroyos que se modificaron desde 1991.

Nombre del cuerpo hídrico	Observaciones
Arroyo Tabaco	Realineado en el año 2002 en una longitud de 700 m., para el avance del tajo Tabaco hacia el Sur.
Arroyo Aguas Blancas	Realineado en el año 1991 en una longitud de 6 km., para el avance del tajo EWP hacia el Sur.
Arroyo Bruno	Proyectado para ser realineado en el año 2016, en una longitud de 3.6 km., para el avance del tajo La Puente.
Arroyo Cerrejón	Se tiene proyectado iniciar la realineación en el año 2018, en una longitud de 1.579 m., para el avance del tajo Annex.
Río Palomino	Se tiene proyectado iniciar su realineación en el año 2025, en una longitud de 1.9 km., para la expansión minera de la zona Central de Cerrejón en el tajo Oreganal.
Arroyos Cequión, Ceiba, Caurina	Estos cuerpos de agua serán intervenidos con el avance de la explotación del Tajo Annex. Se proyecta para el año 2016.

Fuente: ANLA 2016 p.18.

ambientales), la empresa tiene previsto realizar diferentes cambios en los cauces de los arroyos en los siguientes años (ANLA, 2016, pág. 18). Son cambios que representan un potencial peligro de pérdida de tributarios importantes que abastecen actualmente el río Ranchería y recargan sus acuíferos con agua dulce.

Para las comunidades étnicas, como Oreganal, Manantial, Caracolí, Tabaco, Roche, Chancleta, Patilla, Las Casitas, Tamaquito II, Provincial, San Francisco, El Zahino, Lomamato, (Nuevo) Espinal y Campoalegre, la ampliación de las operaciones mineras los ha marcado. El avance de los tajos ha implicado un recorte drástico de su movilidad y perturbación de lo que solía ser su hábitat natural, el cual conectaba el sur de La Guajira con el norte y el oriente, frontera con Venezuela, terminando en muchos casos en un desplazamiento involuntario de su comunidad.

Comunidades étnicas y su limitado acceso a los recursos de agua

A pesar de que el departamento de la Guajira es el mayor productor y exportador de carbón térmico de Colombia, la bonanza minera no ha logrado beneficiar a la mayor parte de su población, una de las

económicamente más pobres (55,8% en el 2013) y socialmente más vulnerables (65% NBI en 2015) (Véase Defensoría, 2014 y Departamento de Planeación, 2015). Un diagnóstico sobre calidad de vida y salud en

la zona de influencia de Cerrejón realizado en el año 2009 por parte de la Universidad Javeriana en colaboración con el Centro de proyectos para el desarrollo Cendex y la empresa Cerrejón habla de un contexto rural donde la situación de seguridad alimentaria es precaria, lo cual la sitúa como población en condiciones altos riesgos alimentario y en condiciones críticas de pobreza, medida tanto a través del acceso a bienes y servicios, como mediante el índice de oportunidades humanas (Ruiz Gómez, 2011, pág. 287-88).

En un departamento conocido por enfrentar fuertes períodos de sequía, la minería a cielo abierto se ha convertido en una actividad económica que contribuye a la vulneración de los derechos al agua, a la alimentación, al medio ambiente sano y a la salud, entre otros; sus efectos acumulativos, como el excesivo consumo de agua (más de 45 millones de litros/día en 2015²), de la ocupación de vastas áreas de tierras y territorios ancestrales (69.393,45 ha³), de los procesos de contaminación del aire y agua, de la deforestación masiva y de los desvíos de fuentes hídricas (más de ocho arroyos⁴), han contribuido, al lado de las fallas de políticas públicas y de la corrupción, a que un departamento entero este pasando por una crisis humanitaria⁵.

De las 985.452 habitantes que viven actualmente en la Guajira, la mayoría forma parte de numerosas colectividades procedentes de diversas etnias, los afrodescendientes, los wayuu, etnia mayoritaria, los indígenas de la Sierra Nevada (wiwa, kogui, arhuaco y kankuamo), los pueblos receptivos por desplazamiento forzado de otras regiones como los zenues, e ingas (Procuraduría, 2016, pág. 108). De acuerdo con el PNUD (2011), en 2011 el 48,3% de la población de La Guajira carecía de alguna de las necesidades básicas. Mientras que en 2005 el indicador alcanzaba 37.4% (Defensoría, 2014, pág. 130). A diferencia

de los demás departamentos colombianos que han disminuido sus tasas de mortalidad infantil en las últimas décadas, en la La Guajira se observa lo contrario. La mortalidad en niños menores de 5 años ha subido de 42 a 60 defunciones por cada 1.000 habitantes (Banco de la República, 2017, pág. 9). La falta en el acceso al agua y a los alimentos, sobre todo en la población indígena wayuu, resulta en un 27.9% de los niños menores de 5 años que sufren de malnutrición (Ibíd. pág.136-37)⁶.

Para el Consejo de las Autoridades Indígenas Wayúu que fue entrevistado por parte de la Corte constitucional en el marco de la acción de tutela para proteger los derechos fundamentales a la salud, al agua y a la alimentación de los niños y niñas del pueblo wayuu: “la extracción minera en el Cerrejón ha cambiado el curso de las aguas de nuestro Dios-rio Perrankanagua (rio de ranchería) que durante más de treinta años ha dejado de abastecer las aguas de los ríos subterráneos que abastecía las grandes sabanas ubicadas entre las áreas rurales de Manaure, Uribia, Riohacha y Maicao” siendo un peligro potencial para la supervivencia física del pueblo Wayúu (sentencia T302/17, pág. 291).

Ante la expansión de actividades intensas en el consumo de agua como lo es la minera de carbón y las necesidades básicas insatisfechas del departamento de la Guajira, la sociedad civil en general y representantes de comunidades étnicas en particular han salido a las calles a manifestarse y emprender acciones legales contra el Estado y la empresa Carbones del Cerrejón, señalada de terminar con las fuentes hídricas de la Guajira⁷. La desigualdad en el acceso del agua se manifiesta en el hecho que mientras que la empresa carbonos del Cerrejón reporta en

2. Cerrejón, 2016, Documento 129 - Balance hídrico 2015, pág. 12

3. Agencia Nacional Minera 2017, respuesta a un derecho de petición.

4. Vea: ANLA, 2016, pág. 18; Pérez Araujo, s.f.

5. Factores adicionales son: institucionalidad débil, una baja cobertura de servicios básicos, una dinámica económica local marcada por el contrabando y el cierre de la frontera con Venezuela (Procuraduría, 2016).

6. El promedio a nivel nacional es 13.2%. Vea Defensoría del Pueblo, 2014, pág. 136.

7. Vea: El Heraldo 1/8/2012, La Guajira rebelde por el desvío del Río Ranchería <https://www.elheraldo.co/region/la-guajira-rebelde-por-el-desvio-del-rio-rancheria-77009> (accedido 1/11/2017); Petición en Change.org. Paremos la desviación del arroyo Bruno mayo 2016 en <https://www.change.org/p/paremos-la-desviaci%C3%B3n-del-arroyo-bruno-en-la-guajira-luisernestogl-causaciudadanas> (accedido 1/11/2017); El Heraldo 15/4/2016, La Guajira en defensa del arroyo Bruno: <https://www.elheraldo.co/la-guajira/la-guajira-en-defensa-del-arroyo-bruno-254757> (accedido 1/11/2017).

su informe de cumplimiento ambiental de 2015 un consumo de agua que corresponde a más de 45 millones de litros por día⁸, hay ONGs que advierten que la población étnica en la Guajira dispondría nomás de 0.7 litros de agua por persona y día (Semana 2016). A las protestas sociales que por años habían sido lideradas por las comunidades étnicas del sur de La Guajira, se sumó en febrero de 2015 una solicitud de medidas cautelares presentada por una delegación de wayuus provenientes de Maicao, Manaure, Riohacha – municipios donde desemboca el río Ranchería - y Uribí ante la Comisión Interamericana de Derechos Humanos (CIDH). Ante la muerte de 4.770 niñas y niños wayuu por falta de agua y comida entre los años 2007-2015 la delegación presentó una solicitud de medidas cautelares en busca de protección. La delegación alegaba que el agua del río Ranchería y sus acuíferos estarían siendo destinados al proyecto carbonífero de Carbones del Cerrejón y la represa El Cercado, dejando así a las comunidades indígenas sin agua. Ante la gravedad y urgencia del caso, la CIDH decidió en diciembre 2015 solicitar al Estado colombiano la adopción de medidas cautelares a favor de niños, niñas y adolescentes de las comunidades de Uribí, Manaure, Riohacha y Maicao del pueblo wayuu para garantizar el acceso a servicios de salud, alimentación y agua. En enero de 2017 la CIDH decide ampliar las medidas cautelares en favor de las mujeres wayuu en estado de gestación y lactancia (CIDH 2015, medida cautelar Nr. 51/15; CIDH 2017 ampliación de la medida cautelar).

Los clamores sociales provenientes del sur de la Guajira (área de operación minera), que hoy en día se ven multiplicado en las voces de comunidades asentadas río abajo (municipios Maicao, Manaure y Riohacha), empiezan a contar por fin, con cierto respaldo institucional,

.....

8. Este cálculo se refiere al total de agua que el emprendimiento minero reporta consumir en 2015 en su informe de cumplimiento ambiental. Esa cifra comprende el consumo de agua para la actividad extractiva, la que se usa en el momento de cargar los vagones de carbón, la usada para la irrigación de las pistas, así como la generación de neblina para evitar la dispersión de partículas finas; el consumo de sus trabajadores, de algunas comunidades que proveen con agua y que le sirven a la empresa para decir que proveen de agua a otros; los batallones del ejército que reciben agua por parte de la empresa. Véase: Cerrejón, 2016, Documento 129 - Balance hídrico 2015, pág. 12.

al reconocer que las políticas de ordenamiento territorial de los últimos cuarenta años y la falta de una gestión gubernamental (nacional y regional y municipal) ambientalmente responsable, han dejado un departamento entero a punto de crisis de agua y alimentación.

Para la Gobernación de La Guajira (2016),

“el estado de cosas se agrava cuando al evaluar las zonas que la nación ha entregado a terceros para la explotación minera (mediante títulos mineros), cubre todos los valles entre la Serranía del Perijá y la Sierra Nevada de Santa Marta, valles que son los que están en capacidad de generar la seguridad alimentaria del Departamento, pero que destinándose a la minería intensiva y extensiva, deparara un futuro difícil para el departamento, con desviación y secado de arroyos, agravando la crisis del agua” (Plan de Desarrollo Gobernación de La Guajira 2016-2019, 2016, pág. 109).

La preocupación de la Gobernación de La Guajira se da, por un lado, porque la empresa minera cuenta con licencias para realizar intervenciones en un total de ocho arroyos tributarios del río Ranchería, lo que aumenta el riesgo de pérdidas de fuentes hídricas importantes que alimentan actualmente al río y sus acuíferos. Por otro lado, se hace alusión al consumo excesivo de la actividad minera como tal.

Sin embargo, no son solo las afirmaciones de la Gobernación de La Guajira las que hacen ver que existe un problema severo en el acceso a las fuentes hídricas. La Contraloría General de la Nación (CGN) alerta: *“No se ha desarrollado la Evaluación Regional del Agua -ERA- conforme al Decreto 1640 de 2012. Documento fundamental que incorpora información sobre la oferta, demanda y riesgo hidrológico en la región, básica para la toma de decisiones, tarea establecida hace cinco (5) años y que no se ha realizado” (CGN 2017, pág.261-2)*⁹. Si no existe una Evaluación Regional del Agua, las actividades económicas de Cerrejón se realizan en un

.....

9. Contraloría General de la Nación (2017): Informe de Auditoría - AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES - ANLA VIGENCIA 2016. CGR-CDMA- No. 010, Junio 2017. La cita hace referencia a las observaciones que la CGN hace al respecto del seguimiento que le hace ANLA a la sentencia en el caso del arroyo Bruno, área de influencia de Cerrejón.

Tabla 4: UPA en territorio étnico y no-étnico según sus fuentes de agua. Elaboración propia.

	Total de UPA en % según fuentes de agua para actividades agropecuarias									
	UPA area rural dispersa territorios NO étnicos					UPA area rural dispersa territorios étnicos				
	UPA que depende de agua de CARROTANQUE	UPA que depende de agua de lluvia	UPA que depende del agua de/ tiene acceso al agua de río/ quebrada/ manantial	UPA que depende del acueducto	UPA que depende de los pozos/jaqueys	UPA que depende de agua de CARROTANQUE	UPA que depende de agua de lluvia	UPA que depende del agua de/ tiene acceso al agua de río/quebrada / manantial	UPA que depende del acueducto	UPA que depende de los pozos/jaqueys
Distracción	0,29%	8,46%	54,66%	2%	18,36%	0,00%	16,48%	28,41%	3,97%	36,93%
Fonseca	0,12%	13,15%	63,10%	4,30%	16,76%	9,09%	44,83%	5,17%	27,58%	15,52%
Barrancas	2,29%	14,65%	46,11%	17,96%	8,92%	24,02%	24,70%	17,55%	17,88%	3,24%
Hantonuevo	3,07%	7,98%	60,74%	4,29%	8,59%	3,25%	3,90%	46,75%	0,00%	36,36%
Albania	4,53%	14,86%	15,87%	4,53%	53,15%	0,92%	57,32%	7,40%	7,85%	17,41%
Maicao	8,55%	12,36%	12,77%	5,76%	57,26%	15,26%	21,06%	1,56%	2,58%	59,45%
Riohacha	3,88%	10,17%	41,84%	6,16%	27,97%	21,98%	11,94%	23,26%	12,23%	28,10%
Manaure	1,73%	13,29%	4,62%	2,89%	36,42%	2,34%	10,27%	0,79%	2,75%	59,65%

Fuente: Censo Agropecuario 2014

contexto de muchísima incertidumbre en relación con los riesgos que su consumo puede significar para el balance hídrico de toda la cuenca y por ende la disponibilidad de agua para de los habitantes ribereños. La tabla 4 permite una aproximación a la disponibilidad de agua actual que experimentan las comunidades étnicas asentadas a lo largo de la cuenca del río Ranchería para la producción de sus alimentos; en ella se compara las Unidades Productoras Agrícolas (UPA), según su fuente de agua y territorio étnico o no étnico, según el Censo Agropecuario de 2014.

La UPA es, según la definición del DANE, aquella persona natural o jurídica que dirige la Unidad Productora Agropecuaria y toma las principales decisiones sobre el cultivo de plantas, la cría de animales, las prácticas agropecuarias, el uso sobre los medios de producción y la venta de los productos agropecuarios (DANE, 2015).

La tabla 4 muestra que las UPA en territorio étnico tienen un acceso sumamente limitado a ríos, quebradas y manantiales, en comparación de una mayoría de UPA en territorio no étnico. Al igual queda evidente la dependencia de las UPA de territorio étnico a los episodios de lluvia, acceso a un acueducto o agua de pozo o jagüeyes, que son pequeñas

lagunas para recolectar agua de lluvia. El desequilibrio en el acceso al agua es solo un problema de la alta Guajira, sino uno que se extiende también en el sur. Y ese desequilibrio muestra una situación de vulnerabilidad extrema en cuanto a los criterios esenciales del derecho al agua de disponibilidad y accesibilidad que no se dan y que afectan gravemente a esas comunidades en medio de las condiciones climáticas dadas. Consecuentemente, derechos como el derecho a la alimentación y a la salud también se ven en peligro ante el limitado acceso al recurso hídrico.

Por otro lado, cabe resaltar que la ocupación territorial actual en el sur de la Guajira, lleva a que las pocas tierras y suelos que quedan disponibles para el cultivo de vegetales y para la ganadería se ven cada vez más sobreexplotados, a tal punto que el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), en 2017, advirtió las cifras para los municipios en donde se expande la actividad minera: de 45% para Fonseca, 38% para Barrancas, 49% para Hatonuevo y el 17 % para Albania¹⁰. El estudio

.....

10. Véase: IGAC, 2017, *Ganadería, la gran enemiga de los suelos de La Guajira*, en <http://noticias.igac.gov.co/ganaderia-la-gran-enemiga-los-suelos-la-guajira/>

del IGAC no menciona las áreas de potencial agropecuario perdidas debido a la actividad minera, que ocupa actualmente alrededor de quince mil hectáreas (áreas intervenidas). Las comunidades étnicas del sur de la Guajira afrontan consecuentemente no solo un limitado acceso al recurso hídrico, sino se ven también desafiado sus posibilidades de producir comida que alimente a sus familias.

Por último, se observa que la crisis del agua y del hambre se podría agudizar más en los siguientes años, pues, a parte de las economías intensivas en uso de agua y la ocupación de tierras, existe el factor agravante cambio climático. En 2014, el IDEAM tituló a La Guajira como uno de los departamentos más vulnerables del país frente a este riesgo, que afecta no solo el norte del departamento, sino también considerablemente la cuenca del río Ranchería, al indicar que las lluvias se disminuirán entre el 10 y 20% hasta el 2050 en el sur. Al respecto la Gobernación de la Guajira afirma:

“La tendencia es que los ciclos de sequías no sólo se vuelvan más repetitivos, sino más prolongados, observándose un claro proceso acelerado de desertificación del territorio, lo que implica que el agua será más escasa con los años frente a una población indígena rural dispersa con una alta tasa de crecimiento poblacional, lo que generará que la crisis humanitaria vivida en el periodo 2012-2016 serán una constante hacia el futuro con pérdida de vidas en el proceso, especialmente de niños y niñas” (Gobernación Guajira, 2016, pág. 458).

Ante la intensidad y la frecuencia de las lluvias que ya vienen variando desde algunos años, más la falta de una evaluación regional del agua que aclare la dimensión del problema, todo parece indicar que el área geográfica más rica en recursos hídricos y tierras aptas para la actividad agrícola de La Guajira, corre el peligro que el suministro permanente y continuo de agua dulce está en riesgo de desaparecer.



Capítulo 1

El derecho al agua y a un medio ambiente sano

“En lugar de la algarabía de los loros y el escándalo de los micos invisibles que en otro tiempo aumentaban el bochorno del mediodía, solo quedaba el vasto silencio de la tierra arrasada. [El río había muerto] cuando los caimanes se comieron la última mariposa, y se acabaron los manatíes maternales, se acabaron los loros, los micos, los pueblos: se acabó todo”.

Gabriel García Márquez, El amor en los tiempos del cólera

El agua dulce juega un papel clave a la hora de enfrentar los retos globales más citados de hoy en día, como lo representa también apuntalar la seguridad hídrica, alimentaria y energética, encontrar estrategias de adaptación al cambio climático y de volver realidad la recuperación de los ecosistemas y del medio ambiente, así como cuando se trata de promover paz y estabilidad política de un país (Rieu-Clarke et al., 2017).

Sin agua no somos nada. Ni el ser humano, ni los ecosistemas que proveen diariamente con alimento, aire puro y una flora y fauna diversificada, tendrían perspectiva de sobrevivencia sin la existencia de agua dulce. Los ríos juegan un papel fundamental en la provisión de estos bienes, para que la biodiversidad pueda extenderse a través de sus orillas y bosques hasta establecer los paisajes verdes que le proveen a ese mundo el oxígeno que corre por las venas de sus especies. Garantizar su sobrevivencia es asegurar no solo la calidad de vida de sus habitantes ribereños, sino el funcionamiento de ecosistemas enteros que suministran espacios de reproducción de la fauna y la seguridad alimentaria. Los ríos son claves para la sobrevivencia de las actuales y futuras generaciones y, por eso, son sujetos de especial protección en varias convenciones internacionales¹¹ que buscan preservar, proteger, y administrar correc-

tamente los cursos de agua mediante un manejo integral.

Alcanzar un manejo integral del recurso hídrico pasa por balancear adecuadamente las demandas de agua que existen entre los diferentes actores asentados en una cuenca de río, algo que solo se puede alcanzar a través de la colección continua de información cualitativa (uso de agua) y cuantitativa (cantidades consumidas y calidad de agua), la interpretación acertada de estos datos, una distribución de agua equitativa y un cumplimiento efectivo de los usuarios que es permanentemente monitoreado y regulada por parte de las entidades públicas.

En el caso de las comunidades wayúu y afrocolombianas que viven en la parte intervenida por la actividad minera en la cuenca del río Ranchería, la garantía de sus derechos no solo se ve recortada por la restricción en el acceso al agua, sino también por la falta de garantía en la calidad que es usada para el consumo y las actividades personales diarias y sus prácticas económicas de sostenibilidad, como las activida-

.....

11. Como la Convención de las Naciones Unidas sobre el derecho de los usos de los cursos de agua internacionales para fines distintos a la navegación (1997).

des agropecuarias. Es importante precisar que, actualmente, sobre la cuenca del río Ranchería no se conoce de manera pública el enfoque de preservación ambiental y garante de los derechos fundamentales de sus habitantes. Se podría considerar entonces que se convive bajo la idea de que las aguas dulces del Ranchería se entregan y se contaminan por la acción de los actores económicos y los asentamientos urbanos ubicados a lo largo del río sin ningún tipo de rechazo por parte de las instituciones.

Esta sensación no parece del todo distante, cuando se conoce que, en respuesta a un derecho de petición presentado por Indepaz,

en agosto 2017, Corpoguajira reconoce que no cuentan con estudios de calidad de agua que contemplen la identificación y presencia de metales pesados, plaguicidas, herbicidas y otros contaminantes inorgánicos en la cuenca del río Ranchería; solo realizan algunas mediciones de parámetros básicos y coliformes. Y más aún, cuando, en 2017, la Contraloría General de la Nación (2017) advirtió que, en el caso de la cuenca del río Ranchería, “no se ha desarrollado la Evaluación Regional del Agua -ERA- conforme al Decreto 1640 de 2012”, análisis necesario que permitiría contar con información sobre la oferta, demanda y riesgo hidrológico en la región.

1.1. El derecho al agua y a un medio ambiente sano

Aniza García, abogada y especialista en Derechos Humanos, señala que el derecho al agua es una condición sin la cual no se pueden ejercer otros derechos: “[...] el agua es necesaria para producir alimentos (derecho a la alimentación); para asegurar la higiene ambiental (derecho a la salud y a un medio ambiente sano); para procurarse la vida (derecho al trabajo) y para disfrutar de determinadas prácticas culturales (derecho a participar en la vida cultural)” (Ibíd. 2008, pág. 177; Observación No.15 de ONU 2002, pág. 1).

Esa afirmación aplica con mucho más rigor para comunidades rurales, cuyas vidas se desarrollan en estrecha relación con su medio ambiente.

El artículo 79 de la Constitución Política (CP) de Colombia determina que todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. Es el deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente y conservar las áreas de especial importancia ecológica. A su vez, el artículo 80 establece que el Estado deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental e imponer sanciones legales y exigir la reparación de posibles daños causados. Y finalmente, el artículo 333 establece que el Estado debe controlar abusos que empresas puedan hacer de su posición dominante en el mercado y que delimitará el

alcance de la libertad económica cuando así lo exijan el interés social, el ambiente y/o el patrimonio cultural de Colombia (Ibíd.).

Actividades productivas como la agroindustria o la actividad minera, pueden poner en peligro los cuerpos de agua y los ecosistemas que permiten que el medio ambiente pueda brindar los servicios ecológicos necesarios para la sobrevivencia, asegurando tener acceso a suficiente agua salobre. Sea a raíz del consumo excesivo del agua, la generación de contaminantes de aire o debido a las aguas industriales que terminan alterando los cuerpos de agua, las actividades productivas como la minería tienen un potencial dañino reconocido de poder afectar de manera irreversible los ecosistemas en los que se expande (vea Olivero Verbel et al. en Contraloría 2013, Vol.II, pág. 229-252; J. Fierro en Contraloría 2014, Vol. IV, pág.43-98; Kurth et. al. 2014, pág. 540-2).

Bajo contaminación se tiene que es la alteración del medio ambiente por sustancias o formas de energía producidas por la actividad humana o de la naturaleza en cantidades, concentraciones o niveles capaces de interferir con el bienestar y la salud de las personas, atentar contra la flora y fauna, degradar la calidad del medio ambiente o afectar los recursos de la nación o de los particulares (Decreto 1713 de 2002, adicionado por el Decreto 838 de 2005).

Mientras que por daño ambiental se entiende “el que afecte el normal funcionamiento de los ecosistemas o la renovabilidad de sus recursos y componentes” (Sentencias C-449/15 y T-080/15). Eso implica la existencia de una fuente de contaminación, una ruta de acción y una relación de causa-efecto que terminará generando el daño ambiental en un receptor, como el agua.

Los ecosistemas son sistemas naturales en donde se relacionan seres vivos con el medio físico que los rodea. El medio físico está compuesto por varios receptores, como el aire, el agua, la tierra y la biota (organismos vivos), que pueden verse individualmente afectados por contaminación, aunque pueden influenciarse también mutuamente. Es así como la contaminación del aire puede, por ejemplo, generar una contaminación de las aguas superficiales, de la tierra y de la fauna (biota), de tal manera que la calidad del medio ambiente no solo depende de un solo cuerpo receptor que requiere de ser analizado, sino de varios.

Por lo tanto, la necesidad de una mirada multidisciplinaria que analice los efectos de cadena que se desprende de la contaminación del agua, el aire o la biota, y cómo puede poner en riesgo derechos fundamentales (derecho al agua, a la alimentación y a la salud), también ha sido reconocida por la Constitución de 1991 y su Alta Corte¹². Es así que, en relación con la cadena de derechos que están estrechamente vinculados con un medio ambiente sano, se ve reflejado el carácter ecológico en la Carta de 1991, que junto con la suscripción de varios instrumentos internacionales adicionales¹³, ha dejado claro el papel protagónico que juega la protección del medio ambiente en el ordenamiento jurídico colombiano.

El hecho de que la preservación del medio ambiente y los recursos naturales juega un papel protagónico en el ordenamiento jurídico no lo exenta de regulaciones que pueden poner en jaque el buen funcio-

.....

12. Ver Sentencias C-671 /01, T-154/13, T-080/15 y T-622/16.

13. Declaración de Estocolmo de 1972; Declaración de río de Janeiro de 1992; Convención de las Naciones Unidas sobre el derecho de los usos de los cursos de agua internacionales para fines distintos a la navegación de 1997; Convención de Ramsar sobre la protección de humedales de 1998.

namiento de los ecosistemas ambientales y, por ende, poner en peligro derechos fundamentales. Los marcos regulativos que apuntan a preservar los ecosistemas son debilitados por otros que reglamentan actividades económicas, como es el caso de la normatividad sobre vertimientos de aguas industriales los cuales carecen de una mirada analítica en cuando a los posibles daños ambientales que puede generar el factor acumulativo de químicos al ser liberados en varios puntos de descargas industriales y domésticas en una sola cuenca de río. También quedan por fuera las implicaciones hidrogeológicas, ecosistémicas, sociales, culturales, entre otras.

En ese sentido, es más una regulación hecha para el sector económico; sus creadores no han tomado en cuenta las relaciones espirituales y los usos que las comunidades étnicas ejercen en una cuenca como la del río Ranchería.

A continuación, se ilustra las diferencias entre los límites máximos establecidos para metales pesados para la preservación de flora y fauna contra las concentraciones de metales pesados para los vertimientos industriales. Cabe mencionar que los citados decretos en la tabla 5, fueron integrados en el 2010 al Decreto 3930, Art. 11 y Art.76 (preservar flora y fauna) y 16, 76 y 77. (para vertimientos), antes de pasar al decreto 1076 de 2015, Art.2.2.3.3.2.3. y 2.2.3.3.9.10 (para preservar flora y fauna). En el caso de los límites para vertimiento hubo una modificación de varios límites en la Resolución 0631 de 2015 que entró en vigor a inicios del 2018, para las operaciones de Cerrejón.

Las discrepancias entre los límites establecidos para la preservación de una flora y fauna saludable en comparación con los límites establecidos para los vertimientos industriales son marcadas.

Resulta particularmente crítico que, en la Resolución 0631 de 2015, que regula actualmente los vertimientos industriales mineros y metales de interés toxicológico, como el selenio, manganeso, bario y plata, ya no se cuenten con límites máximos para agua industrial minera. Y en otros, como el cadmio, zinc, cromo y níquel, cuentan con límites máximos muy por encima de los permitidos para la preservación de una flora y fauna saludable. Las obligaciones del Estado, que se asocian con la garantía del derecho al ambiente sano, como:

Tabla 5. Diferencias en los límites máximos establecidos para metales pesados en las regulaciones para preservación de flora y fauna versus regulaciones para vertimientos del sector minero.

Metales de interés toxicológico	Unidad	Decreto 1594_1984 Art. para la preservación de flora y fauna en aguas cálidas	Decreto 1594_1984 Art. 72-92 para cualquier tipo de vertimiento	Diferencia	Resolución 0631_2015 Valores para vertimientos de aguas industriales sector minero	Diferencia
Arsénico	mg/L	0.1	0.5	5x más alto	0.1	Acoplado a nivel para la preservación de flora y fauna
Cadmio	mg/L	0.01	0.1	10x más alto	0.05	5x más alto
Cinc	mg/L	0.01	No regulado	Altamente tóxico para la flora	3	300x más alto
Cobre	mg/L	0.1	3	30x más alto	1	10x más alto
Cromo	mg/L	0.01	0.5	50x más alto	0.5	50x más alto
Hierro	mg/L	0.1	No regulado		2	20 x más alto
Mercurio	mg/L	0.01	0.02	2x más alto	0.002	5 x más bajo
Niquel	mg/L	0.01	2	200x más alto	0.5	50x más alto
Plata	mg/L	0.01	0.5	50x más alto	No regulado	Vacío peligroso
Plomo	mg/L	0.01	0.5	50x más alto	0.2	20x más alto
Bario	mg/L	0.1	5	50x más alto	No regulado	Vacío peligroso
Manganeso	mg/L	0.1	No regulado		No regulado	Vacío peligroso
Selenio	mg/L	0.01	0.5	50x más alto	No regulado	Vacío peligroso

Fuente: Elaboración propia

"a) garantizar a toda persona, sin discriminación alguna, un medio ambiente sano para vivir; b) garantizar a toda persona, sin discriminación alguna, servicios públicos básicos; c) promover la protección del medio ambiente; d) promover la preservación del medio ambiente, y e) promover el mejoramiento del medio ambiente" (véase CIDH,

2018, pág. 28), se ven retados por las propias regulaciones en el sector económico, de tal manera que ponen en jaque el derecho al ambiente sano y al agua de comunidades étnicas, que por costumbre o por falta de otras fuentes hídricas a su disposición suelen consumir agua de arroyos y ríos expuestos a cargas considerables de contaminantes.

Por otro lado, la legislación nacional, mediante el Decreto 1594 de 1984, apunta a establecer normas de preservación del recurso para asegurar la conservación de los ciclos biológicos y el normal desarrollo de las especies, con la finalidad de contar con límites para metales que indicaran concentraciones potencialmente dañinas para la preservación de los ecosistemas y la salud de organismos vivos. Los límites allí mencionados para preservar la flora y fauna, en el artículo 45, fueron integrados luego al Decreto 3930 de 2010, en los artículos 11 y 76, y que pasaron a hacer parte hoy del Decreto 1076 de 2015, en los artículos 2.2.3.3.2.3. y 2.2.3.3.9.10, con una particularidad especial: no hubo modificación alguna en sus cotas. La permanencia de estos límites resultó importante para el análisis del periodo de los ICA (Informes de Cumplimiento Ambiental) revisados entre 2007 y 2015.

El decreto original, junto con los que consiguientemente lo integraron, definen además que en “aquellos tramos del cuerpo de agua o acuífero en donde se asignen usos múltiples [como es el caso en la cuenca del río Ranchería], los criterios de calidad para la destinación del recurso corresponderán a los valores más restrictivos de cada referencia” (artículo 2.2.3.3.4.). Esa última aclaración resalta la importancia de contar con cuerpos de agua que preserven su capacidad de brindar un ambiente sano para los ecosistemas, incluso en cuencas donde se desarrollan actividades económicas como la minería. En ese sentido, Cerrejón no puede ignorar esta normativa, y que en el marco de su debida diligencia empresarial y el deber de cuidar, estaría obligada a hacer lo necesario para asegurar que su actividad no llegue a representar algún tipo de riesgo para los ecosistemas.

En relación con el derecho al agua, el estudio tiene presente los límites máximos establecidos en la Resolución 2115 de 2007 para agua potable, presentada por los ministerios de Protección Social y Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Si bien existe una norma genérica para agua de consumo humano proveniente de agua subterránea y superficial, estipulada en el Decreto 1076 de 2015, esta carece de una profundización en materia de la conectividad entre calidad de agua para consumo humano y el derecho a la salud, siendo eso un componente fundamental cuando se analiza la existencia de garantías para

el derecho al agua. A diferencia del Decreto 1076 de 2015, en sus artículos 2.2.3.3.9.3. y 2.2.3.3.9.4. el Decreto 1575 de 2007 y la Resolución 2115 de 2007 sí hacen esa relación, lo que los ha vuelto en el marco referente para los laboratorios y entidades del sector de salud del país.

En Colombia, el derecho al agua contempla tres componentes claves, que fueron reiterados por la Corte Constitucional en su sentencia T-256 de 2015, referida en el caso de las comunidades del sur de La Guajira:

“La disponibilidad: el abastecimiento de agua de cada persona debe ser continuo y suficiente para los usos personales y domésticos. Esos usos comprenden normalmente el consumo, el saneamiento, la colada, la preparación de alimentos y la higiene personal y doméstica. La cantidad de agua disponible para cada persona y día debería corresponder a las directrices de la OMS que ordenan una disponibilidad de agua de entre 50-100 litros/día por persona.

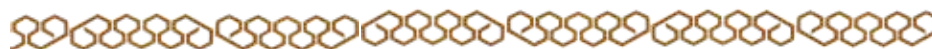
La calidad: el agua necesaria para cada uso personal o doméstico debe ser salubre y, por lo tanto, no ha de contener microorganismos o sustancias químicas o radiactivas que puedan constituir una amenaza para la salud de las personas. Además, el agua debería tener un color, un olor y un sabor aceptables para cada uso personal o doméstico.

La accesibilidad: el agua y las instalaciones y servicios de agua deben ser accesibles a todos, sin discriminación alguna, dentro de la jurisdicción del Estado colombiano. La accesibilidad presenta cuatro principios: a) accesibilidad física: el agua y las instalaciones y servicios de agua deben estar al alcance físico de todos los sectores de la población; b) accesibilidad económica: el agua y los servicios e instalaciones de agua deben estar al alcance financiero de todos. Según la OMS, un hogar no debería gastarse más del 3 % de sus ingresos mensuales totales en agua; c) no discriminación; y d) acceso a la información: la accesibilidad comprende el derecho de solicitar, recibir y difundir información sobre las cuestiones del agua (CConst, T-256, 2015).

Por definición, el agua potable es la que cumple con unas condiciones y características que permite ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a la salud. Se utiliza directamente para beber, para preparar los alimentos o en la higiene personal. Estas características se encuentran reguladas en el Decreto 1575 de 2007. Dado la realidad territorial, en donde las comunidades étnicas no necesariamente cuentan con plantas purificadoras de agua (como sucede en las comunidades de La Horqueta, El Rocío y Provincial), o en donde las existentes no brindan un servicio continuo y eficiente (es el caso de las comunidades reasentadas de Nuevo Roche, Patilla, Chancleta, Casitas y Tamaquito II), pareció importante descartar el factor de riesgos en salud que figura como componente del derecho al agua, según indica

la sentencia T-256/15. La Resolución 2115 de 2007 complementa el Decreto 1575 de 2007, ya que establece los límites máximos para sustancias (se incluye metales) que tienen un reconocido efecto adverso en la salud humana. Es una resolución vigente que pareció pertinente integrar en la perspectiva analítica para realizar el análisis sobre la garantía del derecho al agua en su componente de calidad. Sin duda el análisis hubiese podido ampliarse por la determinación del índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano IRCA, que contempla muchos más parámetros que los que se han podido medir en el presente estudio. Debido a la falta de recursos no se pudo abordar el índice, razón por la que los presentes resultados y conclusiones advierten sobre la necesidad de profundizar los análisis.

1.2. *El derecho al agua y a un medio ambiente sano para las comunidades étnicas*



Para la zona que comprende el estudio, el sur de La Guajira, existen varias sentencias dictadas que hacen especial énfasis en la necesidad de garantizar el derecho al agua y preservar el medio ambiente con beneficio a las poblaciones étnicas¹⁴, y debido a quien las emite, la Corte Constitucional, deben ser consideradas como de efectivo cumplimiento.

Aquellas tienen aún más relevancia, si se considera que son órdenes que apuntan también a proteger la población étnica que se encuentra asentada en proximidad directa del emprendimiento minero. En la jurisprudencia constitucional se ha establecido que debe existir un trato preferencial hacia las comunidades indígenas, pues son sujetos de especial protección constitucional¹⁵, y más si han sido considerados en vías

de extinción, como en el caso de los wayúu¹⁶. En ese sentido, y a pesar de que el marco legal permite y fomenta la actividad extractiva, se han establecido unos límites claros al indicar que se permite dicha actividad siempre cuando “no se generen perjuicios a la salubridad e integridad individual o colectiva y siempre que no se atente contra la diversidad e integridad del ambiente” (Magistrado Vargas Silva, 2016, pág.4)¹⁷.

De la misma forma, entidades públicas, como la Defensoría del Pueblo, han subrayado la importancia de proteger esos recursos hídricos:

En efecto, el acceso de los pueblos indígenas al agua está estrechamente relacionado con el control sobre sus tierras, territorios y recursos ancestrales. El agua desempeña un papel importante en la existencia cotidiana de los pueblos indígenas, ya que no solamente es un com-

14. Ver Sentencias T-256/15; Auto 419/17 y comunicado N°58 de la Corte Constitucional con referencia a la sentencia SU-698/17 del 29/11/2017

15. Ver Sentencia T-384A/14; T-256/15; T-65515 de 2012

16. Ver Auto 004 de 2009 Corte Constitucional

17. Ver también Sentencia T-154 de 2013

ponente central de sus tradiciones, su cultura y sus instituciones, sino también de sus estrategias de sustento, pues es clave para su uso personal y alimentación.

[...] es obligación del Estado y de sus entidades asegurar la protección de dicho recurso en condiciones de cantidad y salubridad, apta para el consumo humano (Vicedefensor del Pueblo, 2016, pág. 15).

De la misma manera, la Corte Constitucional ha dejado clara la relación de las comunidades étnicas con el medio ambiente:

No sería aventurado afirmar que el reconocimiento de la diversidad étnica y cultural de la población indígena guarda armonía con los diferentes preceptos de la Constitución Nacional relativos a la conservación, preservación y restauración del ambiente y de los recursos naturales que la conforman, si se considera que las comunidades indígenas constituyen igualmente un recurso natural humano que se estima parte integral del ambiente, más aún cuando normalmente la población indígena habitualmente ocupa territorios con ecosistemas de excepcionales características y valores ecológicos que deben conservarse como parte integrante que son del patrimonio natural y cultural de la Nación. De esta manera, la población indígena y el entorno natural se constituyen en un sistema o universo merecedor de la protección integral del Estado (C.Const. sentencia T-622/16, con referencias T-342/94).

En realidad, también existe un marco normativo y jurisprudencia favorable para la protección del medio ambiente y los derechos fundamentales de las comunidades étnicas; sin embargo, estas siguen enfrentando escenarios adversos en relación con la protección de una amplia gama de sus derechos.

En resumen, ante la importancia que tiene el río Ranchería para la población étnica, y ante las consideraciones que las fuentes de agua dulce son cada vez más escasas, las normas que guiaron el presente informe son el decreto 1594 de 1984, en especial su artículo 45, (hoy integrado en el decreto compilador 1076 de 2015, Art.2.2.3.3.2.3. y 2.2.3.3.9.10), la Resolución 2115 de 2007 para el consumo de agua potable y sentencias de la Corte Constitucional, en donde ordena que el interés privado representado por una actividad económica se subordina al interés público de contar con un ambiente sano y al derecho al agua.





Capítulo 2

Los impactos de la minería de carbón

Jesús Olivero Verbel, Ph. D.

Juan Carlos Valdelamar Villegas, Candidato al Ph. D.
Universidad de Cartagena

La minería de carbón se ha constituido en una fuente importante de recursos económicos para países en desarrollo que dependen en gran medida de la exportación de recursos naturales. Sin embargo, los efectos ambientales derivados de la extracción, transporte y almacenamiento suelen ser negativos para

el ambiente y las poblaciones circunvecinas, razón por la cual se ha considerado a este combustible como el mayor contaminante durante todo su ciclo de vida, aportando cantidades importantes de sustancias como el monóxido de carbono, metano, material particulado y residuos sólidos (Burchart-Korol et al. 2016).

2.1. Impacto ambiental



El impacto ambiental de la actividad minera se manifiesta inicialmente con la pérdida de cobertura vegetal, que sirve de hábitat para otras especies. La afectación de la matriz vegetal conduce al aumento de procesos erosivos del suelo y la destrucción de la biodiversidad del suelo (Quadros et al., 2016), lo que sin duda afecta la salud ambiental y de los organismos que habitan en los ecosistemas aledaños (Cabarcas-Montalvo et al., 2012; Guerrero-Castilla, 2014).

La afectación del suelo por la minería del carbón, reduce de manera significativa las zonas con alto potencial agrícola; también conduce al

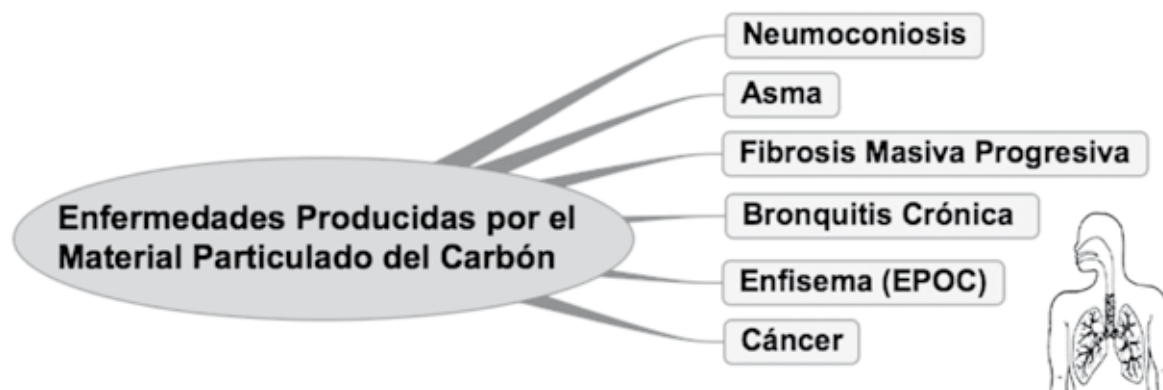
lavado del suelo y posterior transporte de sedimentos contaminantes aguas abajo, produciendo la sedimentación o pérdida de profundidad de los humedales y además alteran los parámetros fisicoquímicos normales del agua, disminuyendo la concentración de oxígeno disuelto, aumentando la cantidad de sólidos y generando desequilibrio en el pH y el potencial de óxido-reducción del agua; además incrementan el riesgo de contaminación química del agua, lo cual influye en la manifestación de efectos toxicológicos en la biota presente en los humedales impactados (Dontala et al., 2015).

2.2. Impacto en la salud

El impacto de la minería del carbón se manifiesta principalmente por las patologías cardiorrespiratorias derivadas de la exposición al material particulado (Figura 2), cuya toxicidad está directamente relacionada con el tiempo de exposición, el tamaño de las partículas (mayor toxicidad: igual o menor a 2.5 micrómetros) y la presencia de contaminantes químicos, como los metales pesados níquel, plomo, arsénico, mercurio y otros, e hidrocarburos aromáticos, entre muchas otras sustancias.

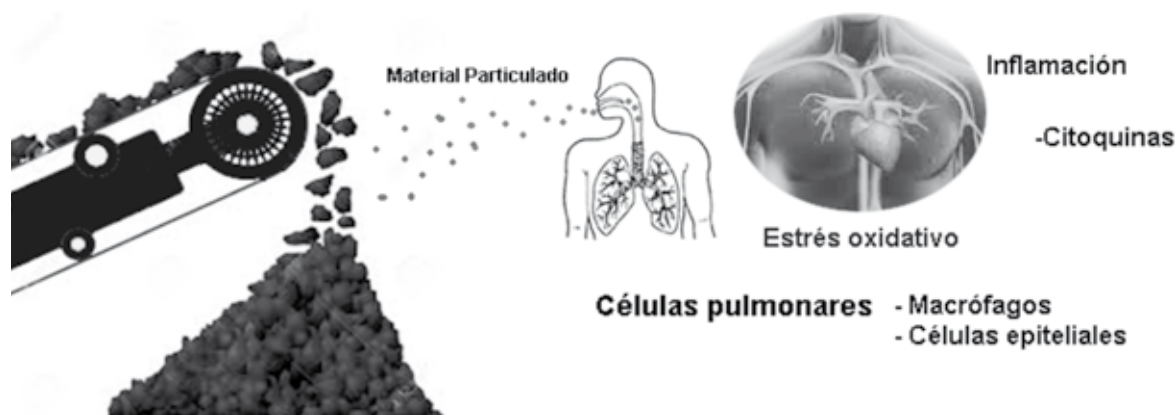
Generalmente, el material particulado derivado de la explotación carbonífera induce alternaciones a nivel celular, principalmente asociadas con la producción de estrés oxidativo (Figura 3), el cual puede mediar en la producción de células fibrosas (fibroblastos), que generan el endurecimiento del tejido pulmonar y por consiguiente la pérdida de capacidad pulmonar y en el peor de los casos inducir alteraciones moleculares generadoras de cáncer (Hendryx 2015). También se ha evidenciado en ratones expuestos al polvillo de carbón, que este tiene un alto potencial genotóxico, y además induce esteatosis en el hígado, vacuolización, alargamiento del núcleo celular y cambios histopatológicos (Caballero-Gallardo y Olivero-Verbel, 2016).

Figura 2. Principales enfermedades del sistema respiratorio generadas por el material particulado producido en la minería del carbón (Universidad de Cartagena).



Fuente: Olivero Verbel y Valdelamar Villegas, Universidad de Cartagena, 2017.

Figura 3. Mecanismo de acción del material particulado producido por la explotación del carbón (Universidad de Cartagena).



Fuente: Olivero Verbel y Valdelamar Villegas, Universidad de Cartagena, 2017.

2.3. Importancia del monitoreo ambiental



El monitoreo de las condiciones ambientales en las zonas de influencia de la actividad minera del carbón es un elemento de gran importancia para identificar de manera temprana, los efectos adversos que se puedan estar presentando en los ecosistemas a partir de las diferentes actividades que implica la explotación del este mineral, lo cual debe conducir a una pronta solución o reducción del impacto, por parte de las entidades o personas implicadas.

Tradicionalmente, el monitoreo de la calidad ambiental de los ecosistemas expuestos al impacto de la actividad minera del carbón se ha efectuado en el componente abiótico, pudiéndose destacar la medición de contaminantes químicos en el suelo, aire y agua (Dontala et al., 2015), siendo esta última matriz una de las más estudiadas debido a la ponderación que se le ha dado como elemento de vital importancia para el sostenimiento de las poblaciones acuáticas y terrestres (Karan y Samadder, 2016), ya que en este se llevan a cabo procesos esenciales para el mantenimiento de los organismos acuáticos, además sirve para que los organismos terrestres puedan llevar a cabo sus procesos bioquímicos; sin embargo cuando se alteran sus condiciones fisicoquímicas, se pueden generar alteraciones fisiológicas en los organismos; además la peligrosidad se puede incrementar por la presencia de contaminantes químicos, que desencadenan efectos tóxicos (Lanctôt et al., 2016). El monitoreo de las condiciones ambientales no solo implica la medición de contaminantes en el componente abiótico, también se debe contemplar el componente biofísico de los ecosistemas, destacándose entre estos el componente vegetal, por su importancia para el sostenimiento del resto de la red trófica, y las implicaciones ecológicas y económicas que este tiene (Park y Okudan, 2017). Sin embargo, el monitoreo de fauna se considera uno de los elementos críticos para evaluar el impacto de la actividad minera sobre el tamaño poblacional y la condición sanitaria de los animales, especialmente de aquellos que históricamente han servido como fuente de proteínas para las poblaciones humanas que tradicionalmente han habitado las zonas influenciadas por la actividad minera (Bustos et al., 2016).

Una de las formas de abordar el estudio de la salud ambiental de los ecosistemas es mediante el uso de especies bioindicadoras, las cuales pueden acumular contaminantes presentes en el ambiente (Carignan y Villard, 2002; Linton y Warner, 2003; Hodgkinson y Jackson, 2005), los cuales pueden ser medidos en sus órganos o estructuras accesorias mediante el uso de técnicas de química analítica especializadas para cada tipo de contaminante químico. Igualmente, el impacto de la contaminación ambiental puede verificarse a partir de las alteraciones moleculares y genéticas de los órganos, o mediante cambios celulares observados a partir del análisis histopatológico, el cual constituye una herramienta confiable y fácil de implementar durante la evaluación los efectos toxicológicos de la exposición a contaminantes ambientales en el corto y largo plazo (Teh et al., 1997; Reddy y Rawat, 2013).



2.4. Importancia ambiental de los metales traza

Los metales traza se encuentran naturalmente en los ecosistemas y se caracterizan por presentar una densidad por lo menos cinco veces superior a la del agua. Además, resulta casi que imposible su destrucción bajo condiciones de los ecosistemas naturales (Tchounwou et al., 2012). Estos elementos se pueden encontrar en el ambiente de manera aislada, o unidos mediante intercambio catiónico, o adheridos a compuestos quelantes húmicos, o enlazados a otros elementos como el óxido de hierro; esta condición, así como otros factores del medio tales como el pH, el potencial de óxido-reducción, la capacidad de intercambio catiónico de los sedimentos, el contenido de materia orgánica, condicionan la forma química de estos elementos (Ali et al., 2016).

Dentro del grupo de los metales traza presentes en los sedimentos se destacan el arsénico, berilio, bromo, flúor, manganeso, cobre, molibdeno, hierro, níquel y zinc, por su importancia como elementos esenciales para el desarrollo de algunas funciones bioquímicas en los organismos, y los de interés toxicológico como el mercurio, plomo, cadmio, cromo y estaño, que han sido los más estudiados en este tipo de matriz, cuya toxicidad está relacionada con su biodisponibilidad, lo cual resulta de gran importancia para determinar sus efectos ambientales en los ecosistemas acuáticos (Kabir et al. 2011; Kim et al. 2015), estando condicionado este aspecto en muchos caso por procesos bioquímicos, como ocurre en los sedimentos anóxicos, donde la reducción microbiana de sulfato a sulfuro produce sulfuros metálicos con baja solubilidad y por ende baja biodisponibilidad (Cizewski y Grygar, 2016).

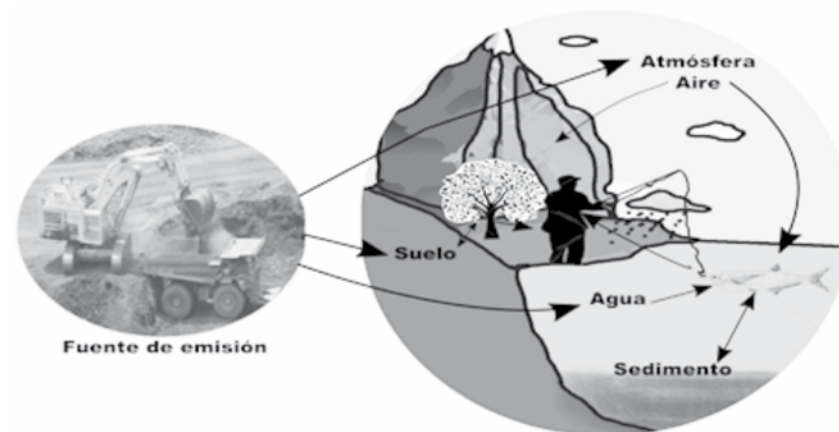
En la actualidad el estudio de los metales de interés toxicológico no solo se restringe a reportar su concentración en matrices biológicas, el material particulado suspendido en el aire, el agua o los sedimentos, sino también al uso de indicadores e índices a través de los cuales se puede estimar su grado de acumulación (Zhang et al., 2015), su toxicidad aguda potencial y el riesgo potencial que estos representan para la biodiversidad (Zhuang et al., 2016), para lo cual se tiene en cuenta la suma de cocientes de los elementos tóxicos cuantificados en las muestras de sedimentos.



2.5. Comportamiento de los metales en el ambiente

El ingreso de los metales pesados a los ecosistemas acuáticos se puede dar a partir de procesos naturales como la movilización desde la capas inferiores del suelo, también como producto de la escorrentía, por la descarga de aguas residuales urbanas e industriales, así como por la sedimentación de partículas del aire, generadas por actividades naturales como la erupción volcánica, los incendios forestales, o al uso que el hombre hace de estos, a partir de su extracción y uso industrial, lo cual acorta la permanencia de estos elementos en su forma mineral, mediante la formación de otros compuestos, que ingresan casi de manera permanente a los ciclos biogeoquímicos, estando disponibles en matrices como el aire, suelo, agua y sedimentos de los ecosistemas acuáticos (Figura 4), donde interactúan con algunos elementos biológicos que potencializan su bio-magnificación a través de la red trófica (Fu et al. 2014; Benson et al. 2016).

Figura 4. Dinámica ambiental de los metales pesados.



Fuente: Juan Carlos Valdelamar, Universidad de Cartagena, 2017.

2.6. Toxicidad de los metales de interés ambiental

La toxicidad de los metales depende en gran medida del estado químico en que estos se encuentren, lo cual determina su biodisponibilidad. Otros factores que influyen en este aspecto son el tiempo de exposición al que son expuestos los organismos a estos elementos, la vía de exposición (oral, inhalatoria, dérmica o intraperitoneal) y la concentración que pueden alcanzar en el interior de sus tejidos. Teniendo en cuenta estas consideraciones, a continuación se resumen algunos de los efectos toxicológicos de los principales metales de interés ambiental, de acuerdo con algunos aspectos reseñados en Klaassen (2013).

Plomo (Pb): El plomo es un metal tóxico cosmopolita, presente en casi la totalidad de matrices abióticas y en los seres vivos, donde puede acumularse en los huesos y el cerebro, generado para el caso del primero, problemas de osteoporosis mientras que en el segundo

contribuye con la muerte de neuronas, también genera desórdenes neurológicos como la encefalopatía, reduce la velocidad de conducción de las neuronas y afecta la capacidad cognitiva en el caso de los humanos. El plomo también genera anemia e interfiere con el transporte de oxígeno en la sangre; reportándose además toxicidad renal, conducente a nefropatía, aumento de la presión arterial. Y afecta la reproducción de hombres y mujeres.

Cadmio (Cd): Este metal puede llegar a los ecosistemas a partir de la disposición inadecuada de productos galvanizados, pilas de cadmio y níquel (Cd-Ni), pinturas que contienen este elemento, así como productos plásticos, y como subproducto de la explotación y fundición de otros metales como el plomo y el zinc. Cuando ingresa a los sistemas biológicos, el cadmio tiene la capacidad de competir

con elementos como el calcio, de gran importancia para muchos procesos celulares, remplazándolo en las proteínas transportadoras y los canales celulares de intercambio iónico. Esta condición permite que el cadmio ejerza un papel importante en la inhibición enzimática. Las manifestaciones clínicas de la intoxicación con cadmio van desde la alteración del sistema urinario, hepático y pulmonar, hasta la generación de vómitos y diarreas, siendo la ocurrencia de hipertrofia coronaria, hipertensión, y enfermedad crónica obstructiva, indicadores de exposición crónica.

Cromo (Cr): Su toxicidad depende en gran medida de su estado de oxidación, siendo el hexavalente (Cr (VI)) el más tóxico, debido a que genera alteraciones graves a nivel molecular en el ADN, conducentes a la generación de cáncer de pulmón, anormalidades cromosómicas. La exposición al polvo de este metal provoca ulceraciones de la mucosa nasal.

Zinc (Zn): Constituye uno de los denominados micronutrientes, ya que juega un papel importante para el funcionamiento de algunas enzimas e interviene en la producción de material genético, como el ácido ribonucleico (ARN), y es considerado esencial para normal desarrollo del sistema nervioso; sin embargo, el exceso de este elemento en las células puede generar estabilización de la cadena del ADN y de las membranas celulares. Dentro de las manifestaciones toxicológicas de este elemento se destacan la diarrea, producción de fiebre, náuseas y escalofríos.

Arsénico (As): Este elemento en su forma inorgánica ingresa al ambiente principalmente a partir de actividades antrópicas vinculadas a la fundición de metales como el plomo, cobre y zinc; la producción de vidrios y la industria química especializada en la producción de pesticidas. Con respecto a la toxicidad del arsénico, los compuestos trivalentes son los de mayor peligrosidad, ya que interfieren algunas funciones a nivel celular, en especial las relacionadas con la respiración celular a nivel de las mitocondrias, a partir de la reducción del Adenosín Trifosfato (ATP). La exposición crónica a este elemento genera neurotoxicidad, y también efectos teratogénicos en animales experimentales; destacándose además su relación causal con el cáncer de piel y pulmón.



Litio (Li): Se utiliza en algunas aplicaciones médicas, como el tratamiento de la depresión. Sin embargo, se considera un elemento poco nocivo, aunque la exposición prolongada a este elemento puede generar temblor, dificultad en el movimiento (ataxia), alteración de la memoria, déficit de atención, afectaciones en el campo visual y de la ubicación espacial, así como nefrotoxicidad.

Níquel (Ni): La exposición a este elemento se da por vía inhalatoria, ingestión o contacto dérmico; a partir de estas vías pueden ingresar al cuerpo, los compuestos de níquel tales como el sulfuro de níquel, óxido de níquel y níquel metálico, los cuales representan un gran peligro para las personas, debido a su alto potencial carcinogénico, especialmente en el pulmón y la nariz.

Hierro (Fe): Hace parte de los elementos esenciales para el funcionamiento del cuerpo humano. A pesar de ello, puede resultar tóxico cuando se ingieren altas dosis, produciéndose vómitos, acidosis metabólica, trastornos en la funcionalidad del hígado, los riñones y alteraciones de la coagulación sanguínea.

Bario (Ba): Los efectos de este elemento dependen en gran medida de la solubilidad que tengan los compuestos formados por este metal; por lo tanto, la ingesta de agua con una alta concentración de estos compuestos puede causar ataxia, alteración en los reflejos nerviosos, dificultad respiratoria, incremento de la presión arterial, e inflamación del hígado y el cerebro; así como nefrotoxicidad y cardiotoxicidad.

Selenio (Se): Constituye uno de los elementos esenciales de las selenio proteínas, de importancia en el funcionamiento de los sistemas antioxidantes en el cuerpo humano. Sin embargo, la ingesta excesiva de selenio puede causar problemas de toxicidad aguda, con manifestaciones que van desde las náuseas, vómito y edema pulmonar, hasta el colapso cardiovascular. Mientras que la exposición crónica a este elemento, produce selenosis, afectando la piel y en el sistema nervioso. Otros efectos de la intoxicación por selenio son la pérdida del cabello, uñas de las manos, decoloración de los dientes y hemiplejia o parálisis de la parte contralateral del cuerpo.

Manganeso (Mn): Es un elemento esencial para los animales, incluido el hombre, de utilidad para el metabolismo de carbohidratos, lípidos y proteínas, y actúa como cofactor de varias enzimas. Sin embargo, cuando se excede su concentración normal en el cuerpo, puede causar neurotoxicidad conocida como manganismo, determinada en cierta medida por el estrés oxidativo causado por este metal. Su ingreso al cuerpo puede darse por vía inhalatoria, principalmente en trabajadores que se exponen a aerosoles que contienen este elemento, aunque también se da por la ingesta de agua contaminada con este metal. Lo que también genera la manifestación de manganismo, que en sus fases iniciales se manifiesta mediante la recurrencia de dolores de cabeza, insomnio, pérdida de la memoria, calambres musculares e inestabilidad emocional.





Capítulo 3

Metodología del estudio

Las preguntas que guiaron el informe son las siguientes: ¿Existe un riesgo de daño ambiental vinculado con la actividad minera? ¿En qué medida se deja cuantificar la contaminación

existente? ¿Cuáles son rutas de contaminación relacionados con esa actividad? ¿Cómo pueden afectar el derecho al agua de las comunidades aledañas?

3.1. Metodología para la elaboración del informe de Indepaz

Como se ha mencionado en apartes, el informe es el resultado de una lectura analítica que se realizó con base en las mediciones de calidad ambiental recopilados en: a) Los ICA entre 2007 y 2015 reportados por Cerrejón ante las entidades públicas; b) tres sesiones de muestreos independientes de agua y sedimentos del río, realizados por parte de la Universidad de Cartagena y la Universidad de Koblenz-Landau, de Alemania, entre agosto 2016 y julio 2017; c) los análisis de tejidos de órganos de una pequeña selección de chivos e iguanas, realizado por los académicos Olivero Verbel y Valdelamar Villegas, de la Universidad de Cartagena (2017); d) un estudio sobre calidad de agua lluvia, de Doria Argumedo (2017); y e) las notas y entrevistas realizadas durante las 24 visitas a campo que realizó el equipo de investigación de Indepaz entre enero de 2016 y octubre de 2017.

En el proceso de examen y depuración de la información, se encontraron algunos vacíos en relación con las actividades que se desarrollan en su cuenca del río Ranchería y que requieren de una vigilancia constante para que se tomen pronto medidas correctivas. Son:

- ♦ Desconocimiento sobre la frecuencia en que la actividad minera y la agroindustria vierten aguas industriales al río Ranchería.

- ♦ Desconocimiento de los agentes químicos usados en la agroindustria¹⁸.
- ♦ Desconocimiento de las cantidades de agentes químicos aplicados para la actividad agroindustrial.
- ♦ Falta de plantas de tratamiento para aguas residuales.
- ♦ Falta de servicios sanitarios.
- ♦ Ausencia de estudios epidemiológicos.

En particular, con el sector minero se identifican los siguientes:

- ♦ Falta de acceso público a una línea de base que permita identificar cuál fue la calidad del río Ranchería antes de que se instalaran todas las actividades industriales que se desarrollan actualmente en la cuenca (antes de 1970). Indepaz intentó acceder a informes de los centros de documentación de en-

18. Según respuesta de la Corporación Regional Autónoma de la Guajira, Corpoguajira, a un derecho de petición presentado por Indepaz. Respuesta del 15/09/2017.

tidades como el Ideam y el Servicio Geológico Colombiano, en donde se podría contar con las mediciones de calidad de agua del río Ranchería de los años setenta; sin embargo, según funcionarios, en los procesos de liquidación de algunas entidades encargadas del tema ambiental o minero, los documentos fueron dados a la custodia de otras dependencias o a las recién creadas. De ahí que no sean posibles de facilitar para la consulta. Es el caso del IFI (Instituto de Fomento Industrial), cuyo material bibliográfico al parecer estaría disperso entre el Ministerio de Minas y Energía y la Agencia Nacional Minera.

- ♦ Falta de información pública sobre la composición química (incluyendo metales) de las rocas y los lodos industriales depositados sobre los botaderos.
- ♦ Cerrejón no reporta regularmente las concentraciones de metales, ni mide todos los metales que se deberían medir y reportar, según su Plan de Manejo Ambiental (PMA) y el decreto que regula la medición para agua de río y de los vertimientos de aguas industriales¹⁹.
- ♦ Cerrejón reporta las mediciones de los parámetros básicos, pero no los ofrece en el orden de la dirección de la corriente del agua, lo que dificulta que un agente público pueda identificar de manera rápida y eficaz los cambios que se suceden en el Ranchería, algo indispensable para identificar los posibles riesgos para la fauna, flora y la salud de quienes hacen uso del río, y también algo necesario para poder evaluar la posible participación de aquella actividad económica en la degradación de la calidad de agua de río.

.....

19. Véase: MINAMB (2005) Resolución 2097 por la cual se establece un plan de manejo ambiental integral y ANLA (2014): Resolución 1386 por la cual se modifica el plan de manejo ambiental de Carbones del Cerrejón, p. 128. Cerrejón está obligado de medir y reportar las concentraciones de los siguientes metales (pesados): Cadmio, mercurio, hierro, aluminio, boro, arsénico, Zinc, cromo, plomo, bario, cianuro, cobalto, manganeso, molibdeno, selenio, berilio, litio y níquel. La norma de referencia es el Decreto 1594 de 1984, según ANLA. Mediciones mensuales para agua de río y tributarios y trimestrales para vertimientos.

- ♦ Entre el momento de la medición de la calidad de agua de las lagunas de vertimiento y el momento de la medición de la calidad de agua de río, existen inconsistencias. Interesa conocer, tanto las concentraciones de metales pesados en las lagunas de vertimiento previo a la desembocadura en los ríos y arroyos, como la calidad del agua del río Ranchería una vez que se hayan realizado los vertimientos. Las fichas técnicas en los ICA permiten deducir que, por el momento, la metodología del monitoreo de la empresa carece de esa rigurosidad. Esta ausencia de información no debería existir, ya que el PMA ordena monitorear la calidad de agua de río en los rangos de 10 a 30 metros antes y después del vertimiento (Resolución 2097, PMA 2005, pág. 74). Eso implica que con 14 puntos de vertimiento, los ICA deberían contar con 36 puntos de medición de calidad de agua del río Ranchería y sus tributarios en la zona de operación de la actividad minera, situación que no se da en la actualidad. El PMA también ordena “analizar los efectos en la vida natural que puede tener el aumento de las diferentes sustancias/ elementos en la vida acuática, terrestre respecto a su reproducción y supervivencia y crecimiento” (Ibid. pág. 107). Si bien la empresa cuenta con estudios periódicos de caracterización ecológica, el hecho que son periódicos impide conocer posibles efectos negativos que pueden resultar de los momentos de descarga de los vertimientos. Por lo tanto, urgen mecanismos de monitoreo permanente e independientes.
- ♦ Falta de mediciones y/o información pública sobre la calidad de los lixiviados. Otro vacío de información que no debería existir, pues el PMA así lo dicta (Resolución 2097, PMA 2005, pág. 96).



3.2. Metodología en el estudio de calidad de agua, sedimentos de río e iguanas, realizado por las universidades de Cartagena y Koblenz-Landau

Jesús Olivero Verbel, Ph. D.

Juan Carlos Valdelamar Villegas, Candidato al Ph. D.
Universidad de Cartagena

Teniendo en cuenta la posible influencia de la explotación minera sobre las características físicoquímicas del agua superficial y subterránea disponible en la zona, fueron establecidos 22 puntos de muestreo en áreas aledañas a los principales centros de explotación de carbón en el sur de La Guajira. Los puntos de muestreo fueron clasificados en dos

subgrupos teniendo en cuenta las características de la fuente de agua, estando conformado el primer grupo por 14 sitios pertenecientes al Río Ranchería y algunos de sus tributarios (Tabla 6). El otro grupo lo constituyeron siete sitios de muestreo, en los cuales se tomó agua de pozos subterráneos y tanques de almacenamiento de agua (Tabla 7).

Tabla 6. Sitios de muestreo en río Ranchería y Afluentes

Punto	Lugar	Coordenadas WGS 84, DD	
		Norte	Este
R1	Arroyo Bruno	11.13695	-72.50257
R2	Arroyo Bruno	11.17244	-72.55656
R3	Río Ranchería	11.17503	-72.55904
R4	Río Ranchería	11.16860	-72.56905
R5	Río Ranchería	11.09956	-72.63551
R6	Río Ranchería	11.07901	-72.65462
R7	Río Ranchería	11.07551	-72.65784
R8	Arroyo Cerrejoncito	11.01569	-72.64648
R9	Arroyo Cerrejoncito	11.05407	-72.67228
R10	Arroyo Ranchería	11.06333	-72.68244
R11	Río Ranchería	11.05253	-72.70127
R12	Río Ranchería	11.01662	-72.72916
R13	Río Ranchería	10.95394	-72.78261
R14	Río Ranchería	10.92529	-72.80679

Tabla 7. Sitios de muestreo en pozos y tanques

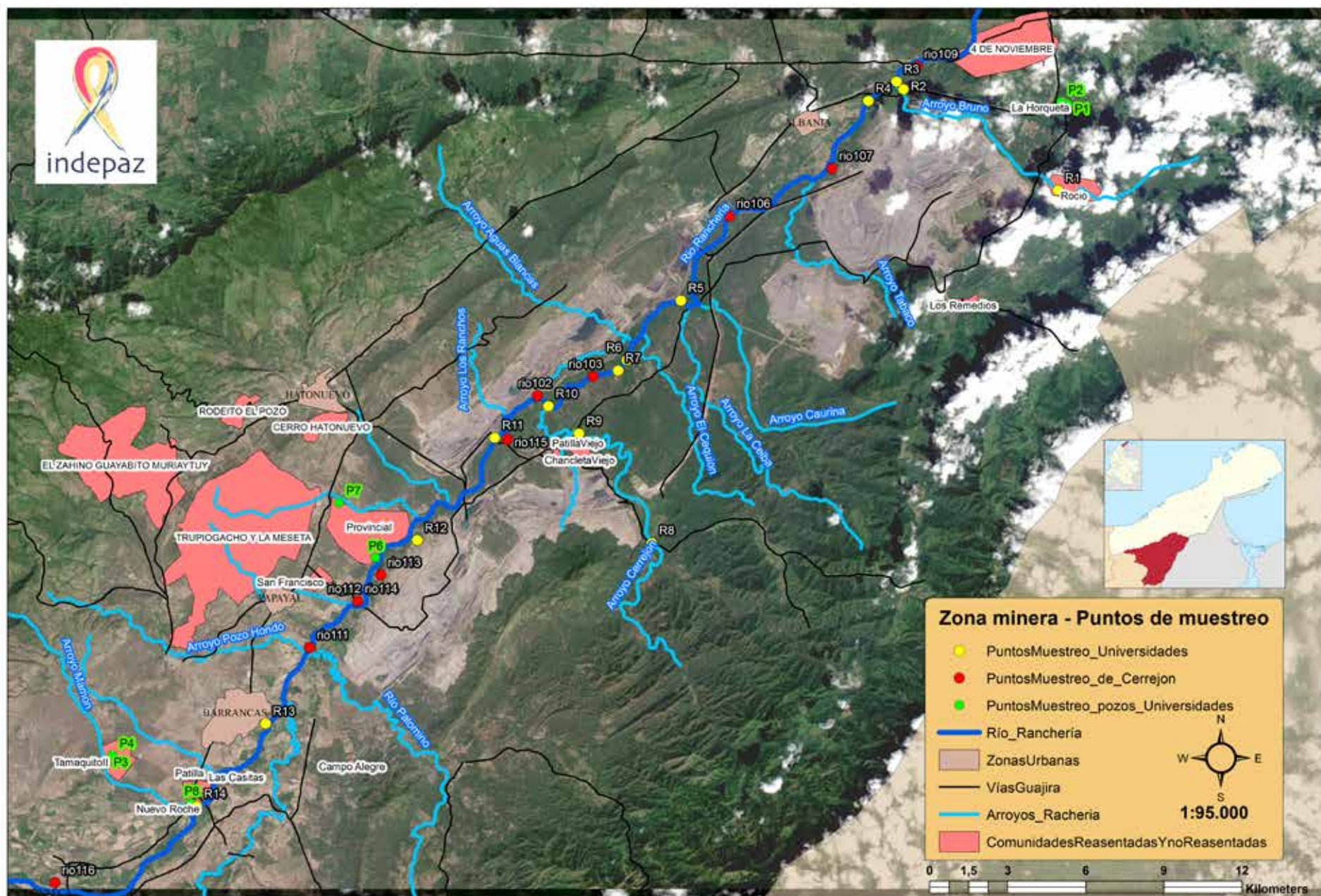
Punto	Lugar	Coordenadas WGS 84, DD	
		Norte	Este
P1	La Horqueta (Pozo 1)	11.16675	-72.49908
P2	La Horqueta (Pozo 2)	11.16753	-72.50126
P3	Tamaquito II (Pozo 2)	10.93997	-72.83864
P4	Tamaquito (Tanque)	10.94324	-72.83653
P6	Provincial (Pozo principal)	11.01115	-72.74355
P7	Provincial (Pozo)	11.03031	-72.75621
P8	Roche (Planta de tratamiento)	10.92645	-72.80904



Tabla 8. Sitios de muestreo de Cerrejón y universidades en Río Ranchería y afluentes.

Punto	Lugar
Río 109	Río Ranchería post. Albania
R1	Arroyo Bruno
R2	Arroyo Bruno
R3	Río Ranchería
R4	Río Ranchería
Río 107	Río Ranchería post. Arroyo Tabaco
Río 106	Río Ranchería
R5	Río Ranchería
R6	Río Ranchería
R7	Río Ranchería
Río 103	Río Ranchería
R8	Arroyo Cerrejoncito
R9	Arroyo Cerrejoncito
R10	Arroyo Cerrejoncito /río Ranchería
Río 102	Río Ranchería ante de llegar a Cerrejoncito
R11	Río Ranchería Puente Arturo
Río 115	Río Ranchería altura Puente Arturo
R12	Río Ranchería Provincial
Río 113	Río Ranchería altura Provincial
Río 112/114	Río Ranchería altura San Francisco
R13	Río Ranchería
R14	Río Ranchería
Río 116	Río Ranchería altura Fonseca





Elaborado por: INDEPAZ, Octubre 2017
 Foto Satelital: Programa Sentinel 2B de la Agencia Espacial Europea ESA, imagen del 17/01/2017; Datos de vias, rios y arroyos, IGAC 2002; Datos propios: Comunidades reasentadas y no reasentadas, PuntosMuestreo_Universidades;
 Datos de Cerrejon: PuntosMuestreo de Cerrejon, Resguardos Indigenas sin Provincial y San Francisco.
 Mapa Guajira, Wikimedia Commons.
 Sistema de coordenadas: WGS 84, UTM Zona 18N.

3.3. Obtención, procesamiento y análisis de las muestras de agua y sedimentos

Jesús Olivero Verbel, Ph. D.

Juan Carlos Valdelamar Villegas, Candidato al Ph. D.
Universidad de Cartagena

Para desarrollar el muestreo, se ubicaron las estaciones con ayuda de un mapa del área y, posteriormente, en campo con un GPS. Los sitios donde se tomaron las muestras de agua se diferenciaron en dos grupos. El primero, conformado por aquellos humedales superficiales (río Ranchería y Arroyos que lo tributan); y el segundo, con los pozos y tanques destinados para el suministro de agua potable a la población. En cada sitio se tomaron muestras de agua por duplicado que se almacenaron en tubos Falcón de 50 mL, marca Celltreat Scientific, fabricados con polipropileno y esterilizados con radiación gamma, previamente rotulados. A cada muestra se le adicionó 1 mL (2%) de ácido nítrico suprapuro (65%) y se mantuvieron refrigeradas en una nevera a una temperatura de 4°C.

De manera paralela, durante el periodo lluvioso se tomaron muestras de agua en bolsas estériles para análisis microbiológico, Whirl Pak, y se mantuvieron en refrigeración (4 °C), hasta su traslado al laboratorio, donde se cuantificó el contenido de coliformes totales (CT) y fecales (CT), mediante la metodología de filtración por membrana (APHA, AWWA y WEF, 1999). Posteriormente se midieron las variables fisicoquímicas: oxígeno disuelto (mg/L), pH, temperatura (°C), conductividad (µS/cm), salinidad y sólidos totales disueltos (mg/L), con ayuda de una sonda multiparamétrica, marca Hanna (equipo Hi9828). Una vez finalizada esta actividad, se recolectaron cuatro submuestras de sedimento superficial, de forma manual con ayuda de un envase plástico, teniendo como referencia los cuatro puntos cardinales (OHIO-EPA 2001). A las muestras de agua obtenidas durante el periodo seco, se les realizó el análisis de 44 metales, mientras que para las muestras obtenidas en el periodo lluvioso, solo se midieron once elementos, que incluyeron cuatro de alta relevancia toxicológica (cromo, arsénico,

cadmio y plomo), y otros que habían presentado en el periodo seco una concentración destacada de elementos como el bario y el azufre.

Los sedimentos fueron extraídos de forma manual en los periodos secos y de lluvia y se almacenaron en bolsas de cierre hermético rotuladas, utilizando doble protección. Se mantuvieron refrigeradas junto con las muestras de agua hasta su transporte al laboratorio del grupo de Química Ambiental y Computacional, de la Universidad de Cartagena, y a la Universidad de Koblenz-Landau (Alemania), para su procesamiento y posterior medición de elementos. La medición de los metales en agua y sedimentos se hizo de acuerdo con los lineamientos descritos en la literatura (Caballero-Gallardo et al., 2015), para lo cual no se necesitó una preparación preliminar de las muestras de agua, pero sí de los sedimentos. Estos fueron liofilizados para luego tomar una muestra de 0.5 que se homogenizó y digirió con 10 mL de ácido nítrico suprapuro, en un horno de digestión por microondas. El producto de esta se separó en filtros Whatman N°. 42, y el filtrado resultante se diluyó en agua Milli-Q hasta completar 25 mL. En esta dilución se midieron los elementos, usando la técnica de espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS), la cual se caracteriza por tener bajo límite de detección, alto grado de selectividad, alta precisión y exactitud.

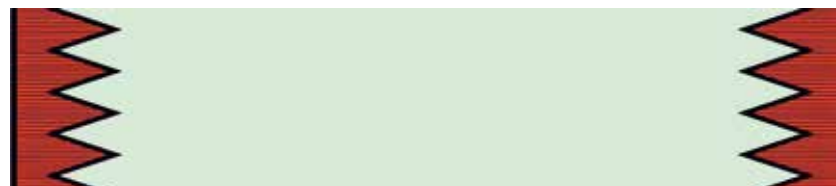


Figura 5: Resumen gráfico del muestreo de agua y sedimento en la cuenca del río Ranchería.



a. Toma de muestras de agua en Tanques, Pozos y Río y Afluentes; b. Fijación de muestras de agua; c. Medición de parámetros fisicoquímicos in situ; d-e. Toma y almacenamiento de muestras de sedimento superficial; f. Conservación y transporte de Transportes de muestras.

3.4. Evaluación del riesgo por contaminación ambiental con metales en sedimentos

Para determinar el riesgo ambiental de los sedimentos de acuerdo con el contenido de metales y otras sustancias tóxicas, se emplearon los métodos TEC y PEC, de MacDonald et al. (2002) y WDNR (2003), correspondientes a los valores de Concentración del Efecto Límite (TEC) y la Concentración de Efecto Probable (PEC) para sedimentos. Con el primero se identificaron las concentraciones por debajo de las cuales es raro que ocurran efectos dañinos en animales bentónicos, mientras que con el segundo se identificó la concentración por encima de la cual se presentan efectos adversos no cancerígenos, tales como la afectación gastrointestinal, neurológico o cardiovascular (García et al., 2012). En la tabla 9, se listan los valores de TEC y PEC para los ocho metales de interés ambiental, con los que actualmente se cuenta con información en la literatura relacionada con estos parámetros.

Tabla 9. Valores TEC y PEC para algunos metales de interés ambiental.

Metales (µg/g)	TEC	PEC
Arsénico	9.79	33.0
Cadmio	0.99	4.98
Cromo	43.4	111
Cobre	31.6	149
Plomo	35.8	128
Mercurio	0.18	1.06
Níquel	22.7	48.6
Zinc	121	459

Para el caso de los metales, adicionalmente a la comparación con TEC y PEC, también se realizó el cálculo de los siguientes índices de riesgo ambiental.

Factor de contaminación (fi). El nivel de contaminación de un sedimento se relacionará en función al contenido de metales, expresada por el factor de contaminación (fi), calculado como el cociente entre la

concentración de cada metal en el sedimento (Ci) y el valor de referencia (Cb) (Ecuación 1). Debido a la carencia de valores de referencia en las áreas estudiadas, se usó como valor de fondo, el promedio de la concentración del metal registrado en la corteza terrestre (Lide, 2008).

$$f_i = \frac{C_i}{C_b} \quad (Ec. 1)$$

Para efectos de clasificar el riesgo ambiental, valores para $f_i < 1$ indican que no hay contaminación; $1 < f_i < 3$ refleja contaminación moderada; $3 < f_i < 6$ corresponde a considerable contaminación, y $f_i > 6$ es una medida de muy alta contaminación (Hakanson 1980).

Índice de carga de contaminación (PLI). Este índice representa el número de veces que la concentración de un metal pesado excede la concentración de fondo (histórica) para un sitio de muestreo; se calculó con la ecuación 2.

$$PLI = \sqrt[n]{\prod f_i} \quad (Ec. 2)$$

Donde n es el número de metales, Si $PLI > 1$, entonces existe contaminación con metales (Harikumar et al., 2009; Chandrasekaran et al., 2015).

Índice de riesgo ecológico potencial (RI). Se utilizó para evaluar el nivel de contaminación con metales pesados en sedimentos. En este caso el índice discrimina y aplica factores de acuerdo con la toxicidad y la respuesta del ambiente a diferentes metales (Hakanson, 1980). El cálculo se basa en la ecuación 3.

$$= \sum E_i = \sum T_i f_i = \sum T_i \frac{C_i}{C_b} \quad (Ec. 3)$$

Donde E_i es el coeficiente del riesgo ecológico potencial de cada metal; T_i es el coeficiente de toxicidad de cada metal; C_i es el coeficiente entre la concentración de cada metal en el sedimento; y C_b el valor de referencia de la matriz a evaluar. De acuerdo con el coeficiente de toxicidad de metales pesados estandarizado y derivado por Hakanson (1980), los valores de T_i son: para mercurio, 40; cadmio, 30; arsénico, 10; plomo, 5; cobre, 5; cobalto, 5; níquel, 5; cromo, 2; y zinc, 1.

3.5. Muestreo de chivos e iguanas

Con el objeto de identificar la posible influencia de la actividad minera sobre la biota, durante el inicio de esta fase se realizó el muestreo de los especímenes de chivos de raza criolla e iguanas (Iguana iguana), que las comunidades destinan para su consumo. Fueron tomados diez (10) chivos en el sitio 1, conformado por las comunidades de Provincial (2), La Horqueta (1), Cerro Hato Nuevo (1), Chancleta, en el viejo Roche (3), Campo Alegre (2) y Barrancas (1). Para fines comparativos, se realizó el mismo procedimiento con cinco (5) especímenes provenientes del sitio 2, conformado por el municipio de San Juan del Cesar, ubicado en el mismo departamento, pero distante de la actividad minera de carbón. En el caso de las iguanas, se tomaron ocho (8) muestras provenientes de las comunidades Tamaquito (4), Provincial (2) y Las Casitas (2). Estos organismos fueron seleccionados por habitar de manera permanente en estos ecosistemas, teniendo como propósito la evaluación de su capacidad como bioindicadores de contaminación ambiental, a partir de la histológica de sus órganos.

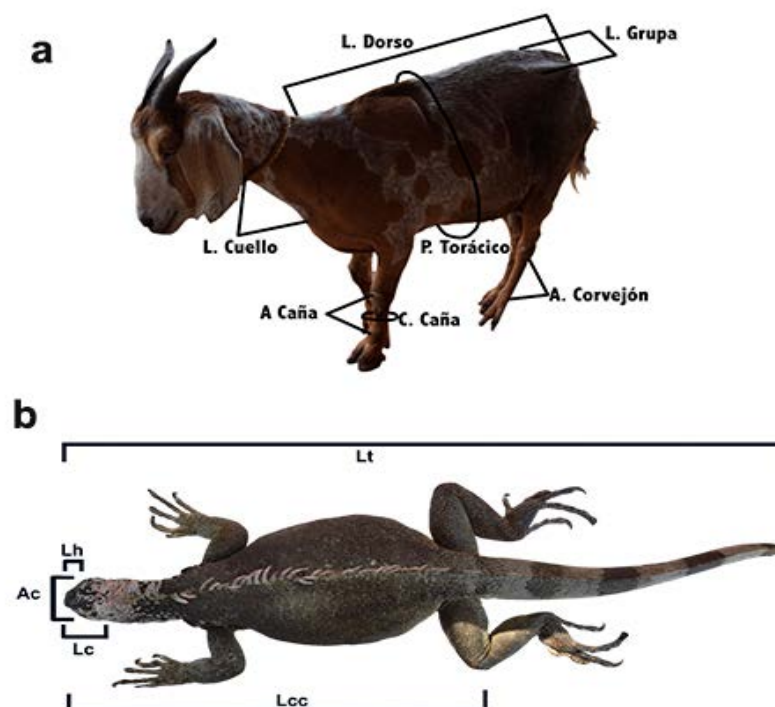
Nota aclaratoria: Dificultades que se presentaron en el muestreo de chivos: No se quería optar por analizar chivos que se ubican en la parte baja de la cuenca, por la posibilidad que aquellos podrían ingerir contaminantes a través del río Ranchería. Por esa razón, se escogió sacrificar animales provenientes de la zona de San Juan del Cesar, sin contemplar que San Juan está en la línea de vientos que pasa por la zona de la actividad minera. Por lo tanto, no se contempló que aquellos animales del grupo 2 podían verse afectados por el transporte de material particulado PM10, PM2.5, así como los gases de combustión provenientes de la actividad minera.

La falta de un verdadero grupo de control de chivos fuera de zona de influencia de la actividad minera impidió consecuentemente sacar una valoración definitiva sobre la posible participación de la actividad minera en la alteración de la salud de esos animales.

Caracterización morfométrica

Para la caracterización morfométrica de los especímenes se utilizó una cinta métrica de precisión en mm-1, con la cual se registraron las medidas de la longitud (L) del dorso, cuello, grupa; ancho (A) de la caña y corvejón, así como la circunferencia (C) de la caña y el perímetro (P) torácico, tal como se muestra en la Figura 6a. Para el caso de las iguanas, cada espécimen se caracterizó morfométricamente mediante el registro de su longitud total (Lt), cabeza-cuerpo (Lcc), cabeza (Lc) y hocico (Lh), al igual que el ancho de la cabeza (Ac) (Véase Figura 6).

Figura 6. Caracterización morfológica de las especies:
Chivos (a) e iguanas (b)





Análisis histopatológico

Los órganos, hígado, bazo, riñón, pulmón y gónada, destinados para el análisis histopatológico, se obtuvieron mediante disección, luego de que los especímenes destinados para consumo de la comunidad fueron sacrificados por uno de sus miembros. Una vez extraídos los órganos, estos se fijaron en formalina tamponada al 10% para el posterior análisis histológico. Para el procesamiento histológico, los tejidos fueron deshidratados en alcoholes crecientes e incluidos en parafina con cortes de 5 μ m, los cuales fueron teñidos con Hematoxilina y Eosina (H&E). Los cortes obtenidos se analizaron con ayuda de un microscopio óptico Nikon Eclipse 80i, con los objetivos de 10X y 40X. El parénquima tisular de los órganos fue registrado con ayuda del Software Nis-Elements F 3.0. Mientras que, para la determinación del área relativa ocupada por algunas alteraciones histológicas, como la acumulación de melanina (Pérez-Iglesias et al., 2016), se utilizó el software ImageJ 1.47, ajustando las imágenes a 16 bit, empleando la función Threshold Li (NIH).



Capítulo 4

La calidad de agua de las fuentes de consumo de las comunidades étnicas

Necesitamos que el agua permanezca. El agua es como nuestra madre: cuando estamos necesitados, vamos donde ella para que nos dé calma.

*Leobardo Sierra,
cabildo gobernador comunidad wayúu de El Rocío.*

Las fuentes de agua de consumo de las comunidades son variadas. Mientras que miembros de algunas comunidades étnicas consumen agua a través de pozos profundos, otros se abastecen del agua del arroyo Bruno o del río Ranchería; también se dan los casos en que se usan ambas fuentes hídricas o, incluso, optan por invertir un considerable porcentaje del presupuesto familiar para comprar agua del acueducto de Barrancas, pues desconfían en la calidad de agua de los pozos puestos a su disposición. Esto viene siendo particularmente el caso de varias familias de las comunidades afrodescendientes, quienes tuvieron que abandonar sus lugares de origen desde 2010 por la expansión del proyecto minero. Las comunidades que tuvieron que reasentarse involuntariamente son Roche Nuevo, Patilla Nuevo, Chancleta Nuevo y Las Casitas Nuevo.

Estas, junto con la comunidad wayúu de Tamaquito II, solían acceder a diversas fuentes hídricas para su consumo en los bosques que antiguamente habitaban, pero han experimentado un cambio drástico en su forma de abastecerse de agua dulce. Desde que fueron reubicados,

el agua de consumo ya no emerge de los arroyos o manantiales, sino desde pozos profundos que han sido instalados en los nuevos sitios. Y si bien el río Ranchería y sus tributarios quedan relativamente cerca, las comunidades afirman que el acceso está muy limitado debido a la actividad minera de Cerrejón y de varios proyectos agroindustriales, como los cultivos de arroz y palma a orillas del río, en inmediaciones de los municipios de Distracción, Fonseca y Barrancas.

Las muestras de aguas recolectadas y analizadas por los laboratorios de las universidades de Cartagena y Koblenz-Landau, arrojaron que varios pozos de las comunidades étnicas albergan concentraciones de metales que sobrepasan en algunos momentos los límites máximos permisibles para agua potable, según la Resolución 2115 de 2007. En el caso del agua del río Ranchería, se encontraron metales como manganeso y bario por encima de los límites para agua de consumo, mientras que en los ICA de la Empresa revisados, se enuncian metales como el zinc, cadmio y plomo, con la misma situación, sobretudo en épocas de sequía (véase capítulo 5). Lo mismo sucede con la presencia de bacterias.

En relación con la infraestructura, las plantas de tratamiento de agua, las comunidades La Horqueta II, El Rocío y Provincial carecen de éstas, mientras que la instalada para las comunidades reasentadas de Roche Nuevo, Chancleta Nuevo, Patilla Nuevo y Las Casitas Nuevo, hay un insatisfactorio funcionamiento, puesto que no opera las veinticuatro horas. Esta situación impidió obtener información exacta sobre las

cantidades de químicos añadidos al tratamiento en los meses agosto y noviembre de 2016. Para el equipo investigador, preocupó constatar que, en el momento de la realización del tercer muestreo de agua, en julio de 2017, la planta llevara fuera de servicio varias semanas. Lo anterior enmarca la falta de un servicio continuo y, por ende, la falta de garantías para esas comunidades de poder contar con agua potable.

4.1. Presencia de bacterias en el agua de consumo humano

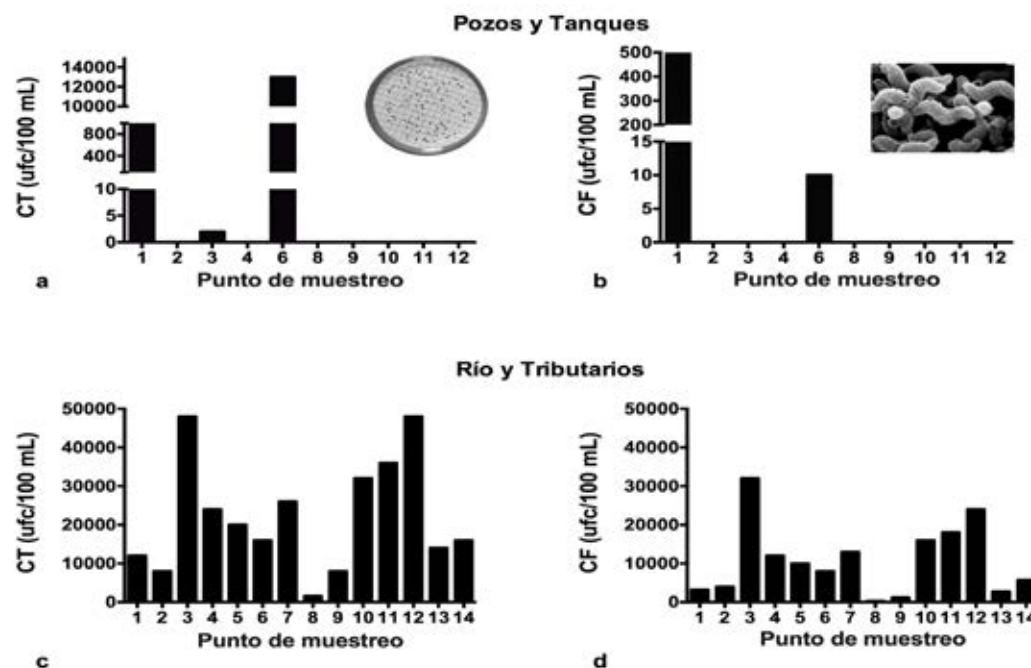
Los resultados de las mediciones del contenido de coliformes totales (CT) y fecales (CF) en el agua de los pozos y tanques, se muestran en la tabla 10 (Universidad Cartagena). Se destaca la presencia de CT en los puntos 1, 3 y 6; y CF en el 1 y el 6, lo cual resulta preocupante, ya que por ser aguas destinadas para el consumo humano, no debería haber presencia de bacterias, tal como lo establece la normatividad nacional.

En el caso de la comunidad wayúu de El Rocío, ellos no cuentan con un pozo y se abastecen únicamente de agua del arroyo Bruno (P1c y P1d, en Tabla 10). El agua del Bruno también le sirve a otras comunidades indígenas de la zona, como La Horqueta II, y de manera irregular al mismo casco urbano de Albania. Al igual que en los pozos 1, 3 y 6, se identificó la presencia de CT y CF.

En el caso del resguardo wayúu de Provincial, es importante considerar que, si bien el pozo 6 (Tabla 14) representa su principal fuente de agua de consumo, se dan momentos en donde las familias de la comunidad se ven obligadas a consumir agua proveniente del río Ranchería.

Esto debe ser motivo de observación, dado los contenidos de CT y CF medidos en la parte del río Ranchería que colinda con el resguardo, en el punto 12.

Tabla 10: Concentración de Coliformes Totales (CT) y Fecales (CF) en aguas procedentes de río y arroyos.



Los pozos corresponden a las siguientes comunidades: pozo 1, en La Horqueta 2, pozo al lado de jagüey; pozo 2, en la Horqueta 2, pozo con molino; pozo 3, segundo pozo de Tamaquito II; pozo 4, agua de carrotanque Tamaquito II; pozo 6, pozo principal de Provincial; pozo 8, pozo de Roche Nuevo, que abastece a las comunidades reasentadas Las Casitas Nuevo, Chancleta Nuevo, Patilla Nuevo y Roche Nuevo. Grifo 9-12, grifos de casas particulares en las comunidades reasentadas. (Olivero Verbel y Valdelamar Villegas, 2017)

En la medición de noviembre de 2016, los niveles de CT alcanzaron los 48.000 ufc/100ml, mientras que en CF se registra 24.000 ufc/100ml. Esto significa que el agua del río Ranchería no cumple con los parámetros para agua potable, según lo que dicta la Resolución 2115 de 2007, y no debería ser consumida sin que pase por un debido tratamiento que este en la capacidad de remover tanto bacterias como metales pesados.

Para Olivero Verbel y Valdelamar Villegas, de la Universidad de Cartagena, los anteriores resultados ameritan una revisión exhaustiva

del componente microbiológico en las fuentes de agua destinadas para consumo por parte de los pobladores de la zona. En testimonios recogidos por Indepaz durante los meses de mayo a julio de 2016, se mencionan problemas gastrointestinales (diarrea) y brotes en la piel con frecuencia. Por lo tanto, es importante identificar las poblaciones que tengan mayor riesgo de presentar problemas sanitarios asociados a la infección por este tipo de bacterias, y así diseñar estrategias que disminuyan el riesgo potencial sanitario.

4.2. Resultados del análisis de parámetros fisicoquímicos básicos y metales pesados encontrados en las fuentes de consumo

Las características químicas del agua para consumo humano, con sus elementos, compuestos y mezclas, tienen un reconocido efecto adverso en la salud humana cuando se exceden los límites establecidos, razón por la que deben enmarcarse en los valores máximos aceptables. Teniendo como referencia la Resolución 2115 de 2007, se presentan los resultados de los parámetros básicos de potencial hidrógeno (pH), oxígeno disuelto, conductividad y TDS (sólidos totales disueltos) y metales pesados, medidos en las diferentes fuentes de agua de consumo de las comunidades. Las mediciones que sobrepasaron claramente los límites establecidos por ley se resaltan en color rojo; los valores de metales pesados cercanos a los límites, se encuentran en color naranja. Para estos casos, dado que las concentraciones de metales medidos demostraron variar por un factor de X10, implica que esas fuentes de agua deben contar con seguimientos continuos.

Tabla 11. El Rocío: Parámetros fisicoquímicos en agua del arroyo Bruno – R1

Resolución 2115 de 2007 para agua potable	Medición en	Agosto 2016	Noviembre 2016	Julio 2017
pH 6.5-9.0	pH	6,17	6,6	7,17
Oxígeno disuelto s.l.	mg/L	3,69	5,58	4,32
Conductividad 1000	µS/cm	732	591	663
TDS s.l.	ppm	366	295	332
Arsénico (As) 0,01	mg/L	0,0004	Por debajo del límite detectable	0,0001
Bario (Ba) 0,7	mg/L	0,065	0,087	0,083
Cadmio (Cd) 0,003	mg/L	0,0000	0,0000	Por debajo del límite detectable
Manganeso (Mn) 0,1	mg/L	-	0,0697	0,0417
Plomo (Pb) 0,01	mg/L	0,0000	0,0000	0,0003
Selenio (Se) 0,01	mg/L	0,0000	Por debajo del límite detectable	0,0001
Estroncio (Sr) n.r	mg/L	0,8032	-	0,5216

Tabla 12. La Horqueta II: Parámetros fisicoquímicos en agua del pozo cerca de la segunda entrada – Pozo P1

Resolución 2115 de 2007 para agua potable	Medición en	Agosto 2016	Noviembre 2016	Julio 2017
pH 6.5-9.0	pH	6,48	6,16	6,65
Oxígeno disuelto s.l.	mg/L	0,75	1,53	0,28
Conductividad 1000	μS/cm	859	1042	806
TDS s.l.	ppm	429	521	403
Arsénico (As) 0,01	mg/L	0,0003	Por debajo del límite detectable	Por debajo del límite detectable
Bario (Ba) 0,7	mg/L	0,1004	0,1458	0,0920
Cadmio (Cd) 0,003	mg/L	0,0000	Por debajo del límite detectable	0,0001
Manganeso (Mn) 0,1	mg/L	-	0,1029	0,0758
Plomo (Pb) 0,01	mg/L	0,0000	Por debajo del límite detectable	0,0000

Tabla 13. La Horqueta II: Parámetros fisicoquímicos en agua del pozo principal, molino – P2

Resolución 2115 de 2007 para agua potable	Medición en	Agosto 2016	Noviembre 2016	Julio 2017
pH 6.5-9.0	pH	6,88	-	6,77
Oxígeno disuelto s.l.	mg/L	4,29	-	2,69
Conductividad 1000	μS/cm	920	-	907
TDS	ppm	460	-	454
Arsénico (As) 0,01	mg/L	0,0000	No se pudo medir	Por debajo del límite detectable
Bario (Ba) 0,7	mg/L	0,1468	pozo estaba	0,127
Cadmio (Cd) 0,003	mg/L	0,0000	en obra	0,0005
Manganeso (Mn) 0,1	mg/L	-		0,0158
Plomo (Pb) 0,01	mg/L	0,0000		0,0005

Tabla 14. Comunidad Provincial: Parámetros fisicoquímicos en agua del pozo principal, cerca del río Ranchería – P6

Resolución 2115 de 2007 para agua potable	Medición en	Agosto 2016	Noviembre 2016	Julio 2017
pH 6.5-9.0	pH	6,31	7	7,52
Oxígeno disuelto s.l.	mg/L	2,15	0,33	1,89
Conductividad 1000	μS/cm	753	630	353
TDS s.l.	ppm	377	315	177
Arsénico (As) 0,01	mg/L	0,0264	Por debajo del límite de detección	0,0027
Bario (Ba) 0,7	mg/L	0,6554	0,112	0,0639
Cadmio (Cd) 0,003	mg/L	0,0000	Por debajo del límite de detección	0,0000
Manganeso (Mn) 0,1	mg/L	-	0,547	0,2616
Plomo (Pb) 0,01	mg/L	0,0000	Por debajo del límite de detección	0,0001
Selenio (Se) 0,01	mg/L	0,0025	Por debajo del límite detectable	Por debajo del límite detectable
Estroncio (Sr) n.r.	mg/L	8,7387	-	0,2607

Tabla 15. Comunidad Provincial: Parámetros fisicoquímicos en agua del pozo, entrada de la comunidad – P7

Resolución 2115 de 2007 para agua potable	Medición en	Agosto 2016	Noviembre 2016	Julio 2017
pH 6.5-9.0	pH	7.96	-	-
Oxígeno disuelto s.l.	mg/L	1.94	-	-
Conductividad 1000	μS/cm	4361	-	-
TDS s.l.	ppm	2180	-	-
Arsénico (As) 0,01	mg/L	0,007	No se pudo sacar una muestra	No se pudo sacar una muestra
Bario (Ba) 0,7	mg/L	0,897	Bomba no funcionó	Bomba no funcionó
Cadmio (Cd) 0,003	mg/L	0,0000	-	-
Manganeso (Mn) 0,1	mg/L	-	-	-
Plomo (Pb) 0,01	mg/L	0,0000	-	-
Selenio (Se) 0,01	mg/L	0,0179	-	-
Estroncio (Sr) n.r.	mg/L	31,373	-	-

En el caso de pozo 7, instalado por parte de la NGRD (Unidad Nacional para la Gestión de Riesgos y Desastres), el Incoder y la Gobernación de La Guajira en 2015, que funciona con energía solar, fue evidente que el agua almacenada contiene hidrocarburos, los cuales eran visibles en la piscina de recolección. Los investigadores de la Universidad de Cartagena e Indepaz informaron en agosto 2016 lo siguiente: “El agua que sale del pozo contiene olores penetrantes posiblemente relacionados con la presencia de sustancias petroquímicas, lo cual, se advirtió, requiere una acción inmediata por parte de las autoridades, con el consecuente cierre del pozo para evitar intoxicaciones”. El pozo dejó de funcionar por un problema con el mecanismo de bombeo. Sin embargo, la comunidad informa que no ha recibido una atención apropiada hasta la fecha que apunte a purificar esa agua, o a sustituir esa fuente de agua con otra (agosto 2017).

Tabla 16. Parámetros fisicoquímicos en agua del pozo de las comunidades reasentadas: Roche Nuevo, Chancleta Nuevo, Las Casitas Nuevo, Patilla Nuevo. Pozo principal – P8

Resolución 2115 de 2007 para agua potable	Medición en	Agosto 2016	Noviembre 2016	Julio 2017
pH 6.5-9.0	pH	6.61	6.34	6.86
Oxígeno disuelto s.l.	mg/L	3.48	3.34	2.88
Conductividad 1000	μS/cm	1359	1332	1448
TDS s.l.	ppm	679	664	724
Arsénico (As) 0,01	mg/L	0,004	Por debajo del límite de detección	Por debajo del límite de detección
Bario (Ba) 0,7	mg/L	0,832	0,147	0,118
Cadmio (Cd) 0,003	mg/L	0,0000	Por debajo del límite de detección	0,0000
Manganeso (Mn) 0,1	mg/L	-	0,0006	0,0011
Plomo (Pb) 0,01	mg/L	0,000	Por debajo del límite de detección	0,0001
Selenio (Se) 0,01	mg/L	0,007	0,009	0,0002
Estroncio (Sr) n.r.	mg/L	15,915	-	0,6587
Uranio (U) n.r.	mg/L	0,0043	0,0042	0,0066



El pozo de agua instalado en la comunidad de Roche Nuevo, se caracterizó además por presentar costras de sedimentos que se forman dentro del sistema de filtración, cuyo origen no se logró plenamente identificar. Según el análisis de sedimento del pozo de Roche, realizado por Campos y Philippe, de la Universidad Koblenz-Landau:

La muestra de la cámara de floculación en la costra de la planta de tratamiento de agua de Roche Nuevo, presentó concentraciones altas de zinc (648 ppm), lo cual es mucho más alto que la guía de sedimentos (459 pm) en caso de que esta materia sea considerada como tal. Para futuros estudios, sería interesante analizar muestras de agua y sólidos de las fases del tratamiento del agua y determinar su efectividad al purificar. Más aún, debe acotar que Indepaz, al igual que algunos locales de

esta comunidad, han mencionado su preocupación por los daños que el agua de esta planta de tratamiento está causando en las tuberías de la comunidad. Tomando en consideración que el uso de cal, o en su mayoría hidróxido de calcio en este tipo de plantas, contribuye con un aporte de calcio y que este no sea completamente removido en las siguientes fases del tratamiento, y que el daño a las tuberías podría ser debido a una acumulación de calcio. Se recomienda, por consiguiente, el incluir al calcio en las mediciones de metales en las plantas de tratamiento de agua; y, poder determinar sus concentraciones a la salida (Campos y Philippe, Universidad Koblenz-Landau, 2017, pág. 33).



Tabla 17. Comunidad Tamaquito II:
Parámetros fisicoquímicos en agua del pozo principal – Pozo 2

Resolución 2115 de 2007 para agua potable	Medición en	Agosto 2016	Noviembre 2016	Julio 2017
pH 6.5-9.0	pH	6.45	6.89	6.90
Oxígeno disuelto s.l.	mg/L	2.6	3.06	3
Conductividad 1000	μS/cm	864	835	854
TDS s.l.	ppm	432	418	427
Arsénico (As) 0,01	mg/L	0,005	Por debajo del límite de detección.	Por debajo del límite de detección
Bario (Ba) 0,7	mg/L	0,645	0,136	0,134
Cadmio (Cd) 0,003	mg/L	0,0000	Por debajo del límite de detección	0,0003
Manganeso (Mn) 0,1	mg/L	-	0,0006	0,0018
Plomo (Pb) 0,01	mg/L	0,0000	Por debajo del límite de detección	0,0002
Selenio (Se) 0,01	mg/L	0,009	Por debajo del límite de detección	0,0001
Zinc (Zn) 3	mg/L	2,918	-	0,5848
Estroncio (Sr) n.r.	mg/L	7,898	-	0,3894
Uranio (U) n.r.	mg/L	0,0016	0,0011	0,0030



Tabla 18. Comunidad Tamaquito II:
Parámetros fisicoquímicos en agua de casa particular (agua de carro tanque y agua de tubería)

Resolución 2115 de 2007 para agua potable	Medición en	Agosto 2016	Noviembre 2016	Julio 2017
pH 6.5-9.0	pH	6.79	8.29	7.95
Oxígeno disuelto s.l.	mg/L	6.72	6.91	6.65
Conductividad 1000	μS/cm	87	74	567
TDS s.l.	ppm	44	37	238
Arsénico (As) 0,01	mg/L	0,001	Por debajo del límite de detección	Por debajo del límite de detección
Bario (Ba) 0,7	mg/L	0,171	0,023	0,033
Cadmio (Cd) 0,003	mg/L	0,0001	Por debajo del límite de detección	0,0003
Manganeso (Mn) 0,1	mg/L	-	Por debajo del límite de detección	0,0009
Plomo (Pb) 0,01	mg/L	0,0000	Por debajo del límite de detección	0,0002
Selenio (Se) 0,01	mg/L	0,0001	Por debajo del límite de detección	0,0001
Zinc (Zn) 3	mg/L	Por debajo del límite de detección	-	0,0306
Estroncio (Sr) n.r.	mg/L	2,421	-	0,240
Uranio (U) n.r.	mg/L	0,0000	Por debajo del límite de detección	0,0008

4.3. Calidad de agua lluvia en la zona de influencia de Cerrejón

Como se anotó al inicio del estudio, muchas de las UPA en territorio étnico usan el agua de lluvia para regar sus cultivos. En el proceso de las más de setenta entrevistas realizadas a las comunidades étnicas participantes en el muestreo, se identificó que para el 70% de la población el agua de lluvia representa una importante fuente para regar sus cultivos, cocinar y aseo personal, y se presentan casos en que algunas familias también la usan para el consumo, sobre todo en tiempos de mucha escasez de medios financieros. En un estudio reciente sobre metales pesados en agua lluvia de la zona minera, Carlos Doria Argumedo (2017), muestra que las concentraciones de cadmio en el casco urbano de Barrancas y Papayal, así como en veredas aledañas al tajo Oreganal, cerca de la comunidad de Campoalegre, se alcanza niveles por encima de los límites permisibles establecidos para agua potable:

Los resultados sugieren que la atmósfera no se encuentra contaminada por Pb (plomo) / pero las actividades mineras (las excavaciones y voladuras/ la combustión de combustibles fósiles/ de crudos de petróleo y

gasoil/ las fuentes de tráfico vehicular/ etc.) afectan significativamente la presencia y los niveles de los demás metales incluidos en el estudio. La contaminación en la zona influye en que el agua lluvia no cumpla con las normas de calidad/ tanto a nivel nacional como internacional/ ya que los parámetros de pH y Cd superan los límites permisibles y por tanto no es apta para el consumo humano (Doria Argumedo, 2017, pág.1).

El hallazgo de ese estudio muestra concentraciones de cadmio entre los rangos de 4,72-3,29 µg/L, considerados relativamente altos en comparación con el límite máximo, establecido en 3µg/L (véa Resolución 2115 de 2007). Ese estudio subraya la necesidad urgente de que las poblaciones aledañas al emprendimiento minero cuenten con un servicio de agua que los abastece con agua potable y que se investigue si puede haber presencia de más metales pesados que no fueron considerados en el estudio de Doria Argumedo (2017) y que pueden representar un potencial riesgo para la salud de los pobladores.

4.4. Conclusión sobre calidad de agua de consumo de las comunidades étnicas

Las fuentes de agua de consumo en las comunidades El Rocío (arroyo Bruno), La Horqueta II y Provincial (río Ranchería y pozo) se destacaron por presentar valores de CT y CF por encima de lo que establece la Resolución 2115 de 2007 para agua potable, constituyendo así un riesgo potencial para la salud de las personas que hacen uso de este recurso.

En cuanto a los parámetros básicos, se puede observar que los niveles de pH tienden a estar ligeramente por debajo de los límites establecidos en una o más mediciones en las fuentes de agua del Rocío, La Horqueta pozo 1, Provincial pozo principal, comunidades reasentadas de Roche-Chancleta-Patilla-LasCasitas y Tamaquito II pozo 2. De

interés, en relación con el pH, es la conductividad como indicador de la presencia de sales y metales. Al respecto, resaltaron las mediciones en el pozo P7 de Provincial, en donde se registró un valor extremo de conductividad de 4361µS/cm y el pozo de las comunidades reasentadas Roche-Chancleta-Patilla-Las Casitas, con valores entre 1300-1450µS/cm, ambos pozos en donde también se midieron algunos metales en concentraciones por encima de los límites establecidos por ley. Finalmente, se destacaron concentraciones bajas de oxígeno (mal estado de oxigenación del agua), lo que es un indicio de presencia de bacterias que generan los niveles bajos en La Horqueta II pozo 1, Provincial pozo principal y pozo 7, Tamaquito II pozo 2. En las mediciones de bacterias

de noviembre 2016, se midieron CT y CF en los tres pozos mencionados (véase Olivero Verbel y Valdelamar Villegas, 2017).

En relación con los metales arsénico, bario y manganeso, están presentes en concentraciones por encima de los límites en los pozos analizados de las comunidades la Horqueta 2, pozo 1, segunda entrada; la comunidad de Provincial, pozo principal y pozo P7, entrada de comunidad; y en el pozo de las comunidades reasentadas Roche Nuevo, Chancleta Nuevo, Patilla Nuevo y las Casitas Nuevo. Sin embargo, cabe mencionar que su presencia no es crónica, sino que hay variaciones.

En el caso del río Ranchería, en el capítulo 5 se describe cómo varía la presencia de metales pesados, como el bario, manganeso, plomo, cadmio y zinc, según los niveles de precipitación, y cómo estos sí sobrepasan en época de sequía por mucho los límites máximos establecidos para el agua destinada al consumo humano, consituyendo así un real riesgo para quienes se ven obligados de consumir esa agua.

La periodicidad climática parece tener una influencia en la presencia de las concentraciones de metales pesados medidos en los pozos, ya que estas pueden llegar a tener una variabilidad del factor de 10X entre los diferentes momentos de medición. Esta consideración lleva a identificar la necesidad de estudios adicionales que contemplen hacerles un seguimiento a las concentraciones de metales como el selenio, zinc, estroncio y uranio en las comunidades mencionadas, así como en la comunidad de Tamaquito II, pozo 2, debido a que son metales que se identificaron cerca de los límites establecidos en las fuentes de agua. O en el caso de los metales que no cuenten con regulación como el estroncio y uranio, fueron medidos en cantidades considerables que alcanzan niveles de riesgo mínimo (MRL) establecidos por la Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades de los Estados Unidos (ATSDR por sus siglas en inglés).

Los niveles de riesgo mínimo (MRL por sus siglas en inglés) han sido establecidos por la ATSDR para servir a los profesionales de salud y entes de fiscalización ambiental pública nortamericanos como niveles de orientación que permiten evaluar, a partir de trazas de químicos que se consumen o inhalan, los posibles riesgos en salud que puedan

presentarse con el paso del tiempo. En la elaboración de los MRL rige el principio preventivo. Ahora, la exposición a un nivel por encima de los MRL tampoco significa que los efectos adversos de salud necesariamente van a presentarse en personas expuestas. La función de este indicador es la de reflejar los niveles de concentración de las sustancias químicas, y con base en éste, las entidades públicas puedan prestar atención y evaluar el potencial riesgo de que se presenten alteraciones a la salud. Según los parámetros de los MRL, los tiempos de exposición a un elemento químico derivan entre uno a catorce días (exposición aguda), de quince a un año (exposición intermedia), y de más de un año (exposición crónica), además de existir diferencias entre la ruta de exposición a la sustancia química, que puede ser oral y/o vía respiratoria. Los niveles de riesgo mínimo para la ruta oral se expresan por la dosis humana diaria en unidades de miligramos por kilogramo al día (mg/kg/día)²⁰.

Finalmente, los hallazgos de Doria Argumedo (2017) señalan que las concentraciones de cadmio en el agua de lluvia que cae en la zona de influencia de Cerrejón, sobrepasan los límites permisibles establecidos para agua potable.

Al considerar los impactos en salud que pueden generar esos metales (Tabla 19), son hallazgos preocupantes que ameritan acciones inmediatas por parte de las entidades públicas, particularmente en la comunidad de Provincial, La Horqueta II y las comunidades reasentadas que consumen agua del pozo ubicado en la comunidad Roche Nuevo.

Al respecto del manganeso, los investigadores Olivero Verbel y Valdelamar Villegas (2017) alertan:

El hecho que elementos como el Mn (manganeso), sobrepasen el valor límite de la normativa nacional en algunos de los pozos de agua

.....

20. Véase: Minimal Risk Levels (MRLs), en Agency for Toxic Substances and Disease Registry, en <https://www.atsdr.cdc.gov/mrls/index.asp> (accedido el 1/11/2017)

Tabla 19. Posibles daños en salud relacionados con la ingestión de metales pesados

METAL	Cancerígeno	Trastornos reproductivos	Función inmunológica	Disfunción renal	Disfunción del hígado	Neurotóxico	Problemas de piel
ARSÉNICO	X	X	X	X	X	X	X
CADMIO	X	X		X			
BARIO				X			
MANGANESO						X	
SELENIO						X	X
PLOMO		X	X	X		X	

Selección de algunos metales pesados y los posibles daños en salud que pueden generar (elaboración propia, orientada en Gunnar F. Nordberg et. Al, 2014, pág. 231).

utilizados para el consumo humano, resulta preocupante, ya que en la literatura científica se ha reportado que el Mn, cuando se ingiere en exceso, puede acumularse en el tejido cerebral y producir la enfermedad conocida como manganismo, caracterizada por el deterioro progresivo del sistema nervioso, con efectos similares a los de la enfermedad de Parkinson (Crossgrove y Zheng 2004; Sidoryk-Wergzynowicz y Aschner 2013). Igualmente, la sobreexposición al Mn produce radicales libres y metabolitos tóxicos que afectan la función mitocondrial, y con ello la producción de ATP, reduciendo significativamente la capacidad antioxidante de las células (Martínez-Finley et al. 2013; Tarale et al. 2016)

Las fuentes de agua arroyo Bruno, pozo principal de la Horqueta 2, así como el agua del carrotanque que abasteció hasta el mes de marzo de 2017 a la comunidad de Tamaquito II, son las fuentes de agua de consumo en donde los análisis indicaron que los parámetros de metales no sobrepasaron los valores establecidos para agua potable.

Aun así, se hace necesaria la instalación de plantas purificadoras de agua de pozo y de agua de río que tengan la capacidad de producir de manera segura y continua agua potable. Los pozos en donde se identificaron valores superiores a las regulaciones oficiales, ameritan una suspensión del consumo de este recurso, según las recomendaciones de Olivero Verbel y Valdelamar Villegas (2017). Se hace además indispensable contar con la asistencia a la comunidad por parte de las

autoridades para que se les suministre agua potable, de acuerdo con los parámetros establecidos en la normatividad nacional (Resolución 2115 de 2007) y en lo establecido en la Resolución 64/292 de la Asamblea General de las Naciones Unidas de 2010²¹, así como lo exhortado por parte de la Defensoría del Pueblo (2012) en su documento sobre los avances del derecho humano al agua en la Constitución.

Sobre lo anterior, Indepaz recomienda la realización de análisis de calidad de agua que contemplen el examen de metales pesados con periodicidad no mayor a tres meses para prevenir riesgos en salud y garantizar que la población tenga acceso a información que genera tranquilidad sobre la calidad de agua que esta a su disposición. Se sugiere igualmente realizar medición de metales en el agua potable que consumen los habitantes de los cascos urbanos de los municipios de Barrancas, Hatonuevo y Albania, así como en todas las comunidades étnicas directa e indirectamente relacionadas con la cuenca del río Ranchería e influenciados por la actividad minera.

21. Véa: Asamblea General de las Naciones Unidas (2010): Resolución 64/292. El derecho humano al agua y el saneamiento. http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292&Lang=S (accedido el 1/2/2018)



PELIGRO NO PASE

Capítulo 5

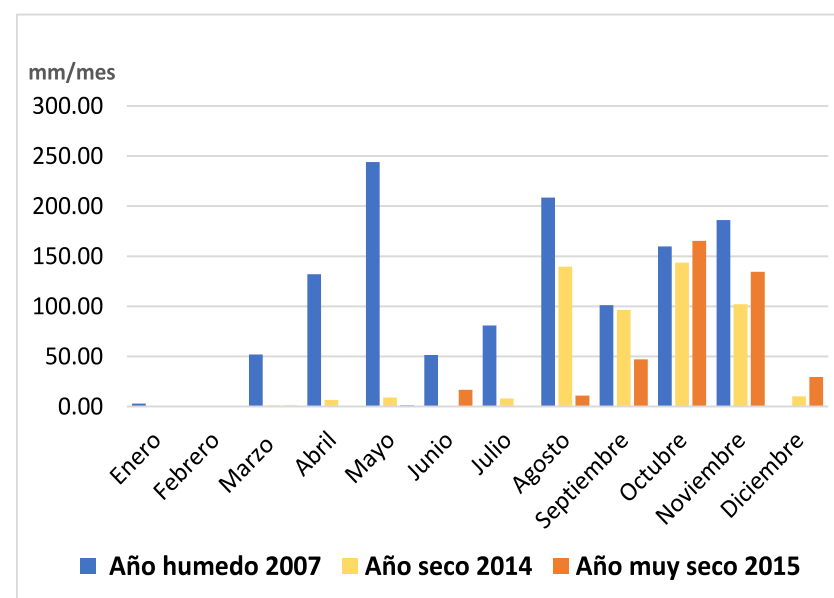
La calidad de agua del río Ranchería

La revisión de los datos de calidad de agua del río Ranchería y las visitas en el territorio, permiten establecer que no se puede partir de la suposición general que, como consecuencia de la actividad minera cercana al río Ranchería, sus aguas siempre contendrán altas concentraciones de metales pesados ya que son varios los factores que pueden incidir en las mediciones. Sin pretender que la actividad minera no contamina, hay que considerar la existencia de otros factores que influyen en las concentraciones en los momentos de medición, antes, durante y después de que se hayan vertido aguas industriales al río, como la precipitación, las cantidades de aguas que corre por el río y los niveles de potencial de hidrógenos (pH), un parámetro que indica la acidez o alcalinidad de un medio líquido; y la conductividad, un parámetro que se relaciona con la presencia de sales y metales con la capacidad de transportar energía eléctrica. Agua potable es muy mal conductor de electricidad.

En el tramo del río Ranchería que se ve intervenido por la actividad minera, se identificó una variabilidad alta en los parámetros fisicoquímicos básicos y elevada presencia de metales. Para elementos como el plomo y el zinc, se encontró una variabilidad de concentración marcada, dependiendo de si se está en época de lluvia o sequía. Otros, como manganeso, cadmio, bario y hierro, tienen variaciones en las concentraciones medidas, en donde parece que inciden otros factores que no se lograron reconocer claramente. Por otro lado, un factor de influencia importante a enfocar son las lagunas de vertimiento industrial de Cerrejón (véase capítulo 8.1).

Ahora, el sur de La Guajira aún no corresponde al imaginario de un paisaje desértico como en ocasiones se describe. Aunque los

Tabla 20. Precipitación en la Mina - Sur de la Guajira



pronósticos climáticos prevén la disminución de precipitaciones de entre el 10% y el 20% y un avance en la desertificación, el sur suele experimentar episodios de lluvias intensas, lo que hace que se puede considerar, dependiendo la cantidad de precipitación que cae en un año, como zona que oscila entre años subhúmedos (2007) a semiáridos (2014) o áridos (2015), según la clasificación de la UNEP (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). Véa tabla 20., elaboración propia basado en los criterios de la UNEP.

La cuenca del río Ranchería depende de estos episodios de lluvia que le garantizan un mínimo de agua para recargar sus acuíferos, que a su vez se encuentran actualmente intervenidos por la actividad minera (como los acuíferos Cerrejón y Fonseca), que son en su mayoría la fuente de agua de consumo de aproximadamente 450.000 personas.

En la revisión de las concentraciones de metales pesados reportados por la misma empresa Cerrejón en sus ICA de 2007 a 2015, se encontró la existencia de un gran vacío de información. En primer lugar, Cerrejón no realiza mediciones de metales de interés toxicológico, como lo representan el níquel, selenio, arsénico, mercurio y bario, que por ley están establecidos en el Decreto 1594 de 1984 (posteriormente integrado en el 2010 al Decreto 3930, Art. 11 y Art.76 (preservar flora y fauna) y 16, 76 y 77. (para vertimientos), antes de pasar al decreto 1076 de 2015),²². En segundo, los únicos registros en donde se encuentra información reportada de valores de metales pesados para el río Ranchería fueron dos mediciones en 2007 y unas cuantas más en 2014 y 2015. Para el resto de los años no se encontraron mediciones de metales pesados, sino solamente de parámetros básicos de agua, razón por la cual el análisis siguiente se concentrará en los valores de metales recogidos en los ICA 2007, 2014 y 2015, junto con las mediciones propias que se hicieron con los profesionales Olivero Verbel y Valdelamar Villegas (Universidad Cartagena) y Campos y Philippe (Universidad de Koblenz-Landau, de Alemania) en 2016 y 2017. Y por último, vale mencionar que Cerrejón no reporta los parámetros en el sentido del flujo del agua del río, sino en cualquier orden, haciéndolo imposible a primera vista identificar tendencias o ubicar los resultados

.....

22. El Plan de Manejo Ambiental de Carbones del Cerrejón indica que la empresa debe medir los parámetros que aparecen en el decreto 1594 de 1984 para la destinación del recurso según se utiliza para los fines identificados en mencionado decreto (entre otro, preservar flora y fauna Art. 45.). Eso implica mediciones mensuales de los siguientes metales pesados: cadmio, mercurio, hierro, aluminio, arsénico, boro, zinc, cromo, plomo, bario, cianuro, manganeso, molibdeno, selenio, berilio, litio, níquel, entre otros parámetros. Véase MINAMB (2005): Resolución 2097 “Por la cual se revoca la resolución n° 942 de 2002 y 1243 de 2002, se modifica la resolución n° 797 de 1983, se acumulan unos expedientes, se establece un plan de manejo ambiental integral y se dictan otras determinaciones”, pág. 39 y ANLA (2014): Resolución 1386 por la cual se modifica el plan de manejo ambiental de Carbones del Cerrejón. pág. 128-129.

medidos geográficamente con los lugares donde la empresa puede verter aguas industriales al Ranchería.

Al respecto de los parámetros básicos levantados con las universidades, los parámetros fisicoquímicos del agua, conductividad eléctrica, salinidad y sólidos totales, variaron espacial y temporalmente en la cuenca del río Ranchería, observándose un gradiente de distribución espacial de tipo creciente desde la parte alta (Roche Nuevo R14) hacia la parte baja del río Ranchería (punto R3, en donde desemboca el arroyo Bruno) y sus arroyos tributarios, Bruno y Cerrejoncito. Por el enfoque particular que se le pretende dar a este análisis, en donde interesa conocer la posible afectación del río Ranchería por metales pesados, se anexan tablas con las mediciones de parámetros básicos de las muestras recogidas con las universidades, y se enfocará a continuación en el pH y la conductividad, como indicadores de presencia de contaminantes, y también en los resultados de los metales con suficiente información.



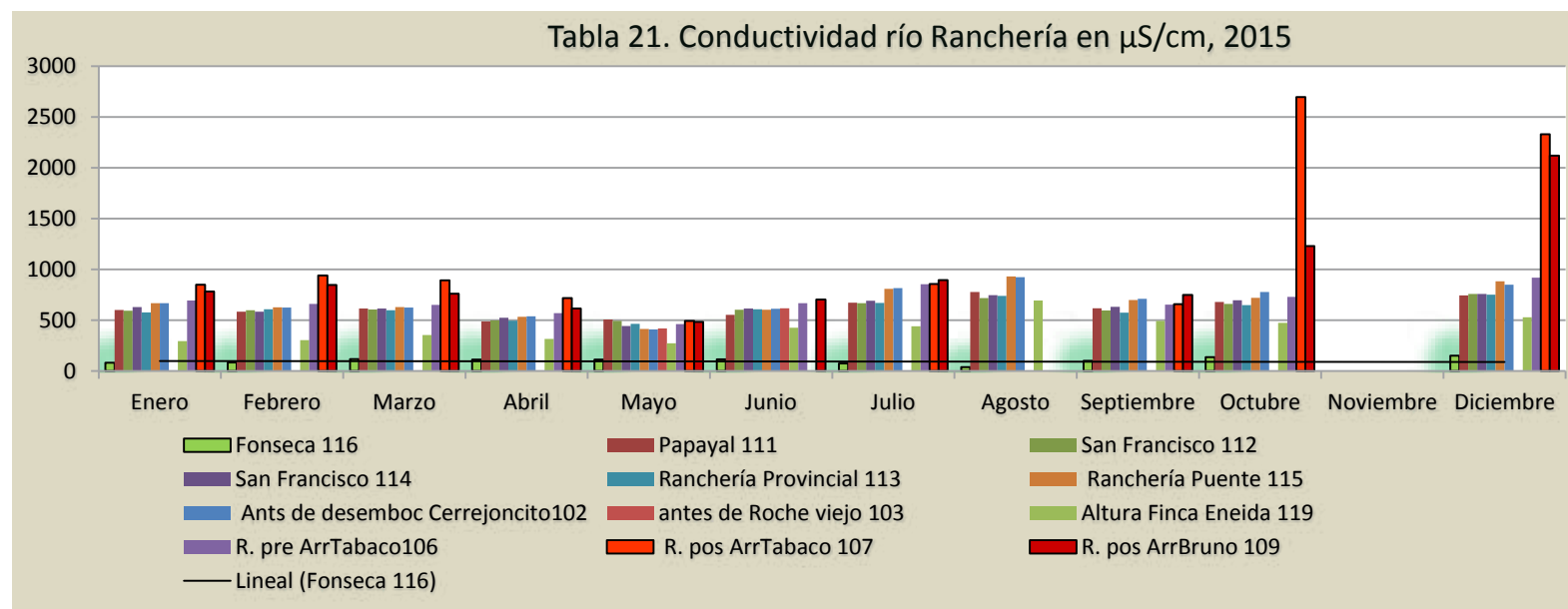


5.1 Acerca de los parámetros pH y conductividad



Los niveles de pH analizados en 2007, 2014, 2015, 2016 y 2017, mostraron que existen variaciones considerables que alcanzan extremos mínimos de pH 6,51 (ligeramente ácido) a pH máximos de 9,38 (considerado alcalino). Dos valores registrados por la empresa en la zona del tajo Oreganal (punto de muestreo río112 y río113), justo después de un punto en donde tienen permiso de verter aguas industriales al río Ranchería. Para los tres muestreos realizados con las universidades durante agosto y noviembre

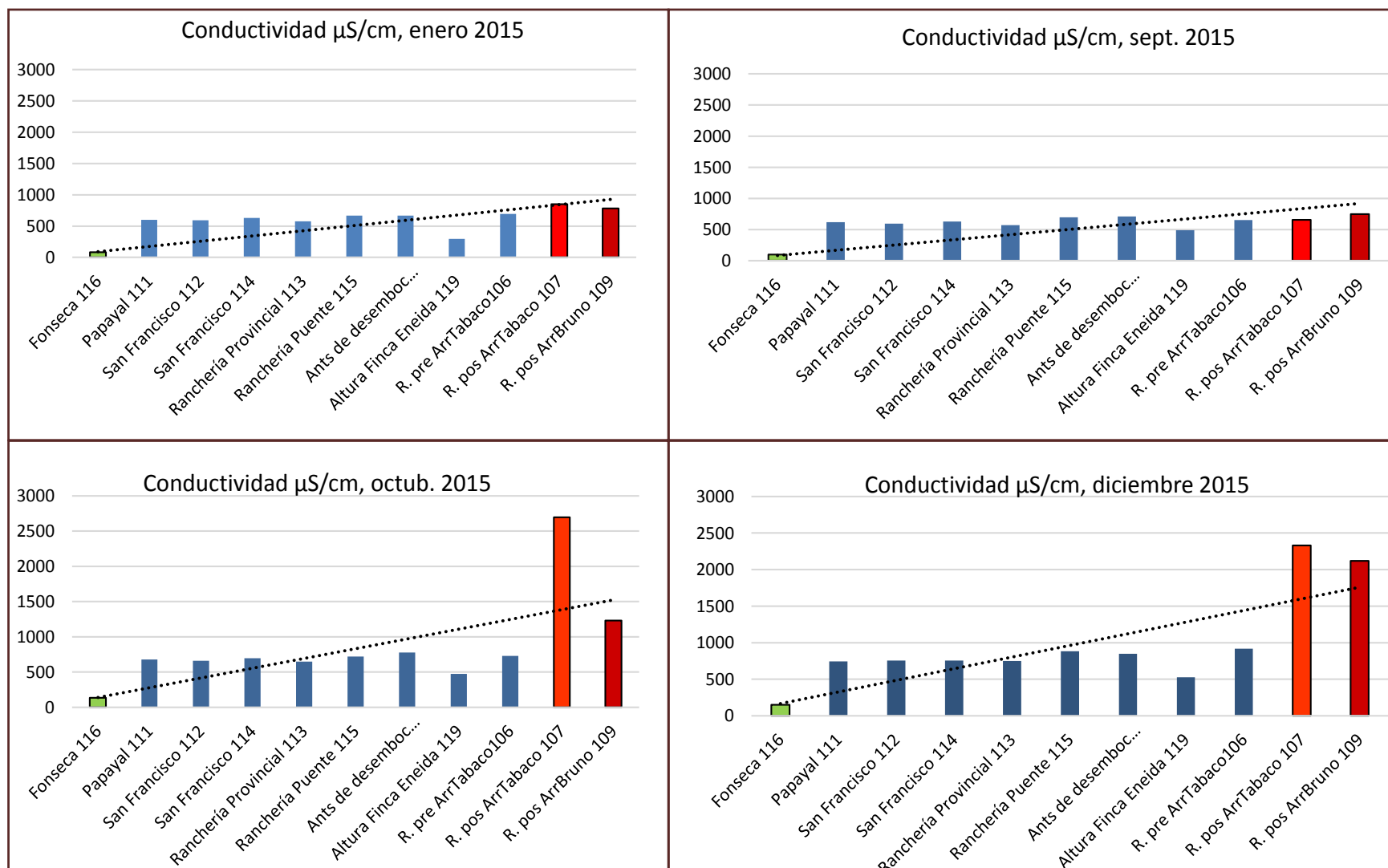
de 2016 y julio de 2017, se registraron condiciones de pH con variaciones de valores entre 6,63 (ligeramente ácido) en el punto de muestreo R5, y un valor máximo de 8,07 (ligeramente alcalino) en el punto de muestreo R7. Ambos puntos de muestreo se ubican en la zona intervenida por la actividad minera del tajo Patilla. Según estudios geológicos, son valores de pH que pueden favorecer la presencia de metales como el arsénico, molibdeno, zinc y cadmio (Fierro et. al, 2016, pág. 70).



Sobre los valores de conductividad, en los ICA se observan variaciones muy altas. El punto de muestreo río116, ubicado a catorce kilómetros antes de llegar a la zona intervenida por la actividad minera, en Fonseca, establece un referente muy interesante para el parámetro conductividad para los tres años analizados. Para efecto de demostración, se ilustran los valores de conductividad para todo 2015, en los diferentes puntos de muestreo de la empresa (tabla 21). Se observa

que el comportamiento de los valores de conductividad para los meses enero, septiembre, octubre y diciembre, se da un incremento significativo entre el punto Fonseca 116 y los puntos 107 (Ranchería pos ArrTabaco) y 109 (Ranchería pos Arr. Bruno). Resalta el punto 107, que representa una zona del río Ranchería que recibe vertimientos industriales de varias lagunas de la Empresa, y en donde no existe otra actividad productiva que pueda incidir en ese valor (vea capítulo 8.1).

Tabla 22. Conductividad 2015 para enero, septiembre, octubre y diciembre.



Fuente: Elaboración propia en base al ICA 2015 de Cerrejón.

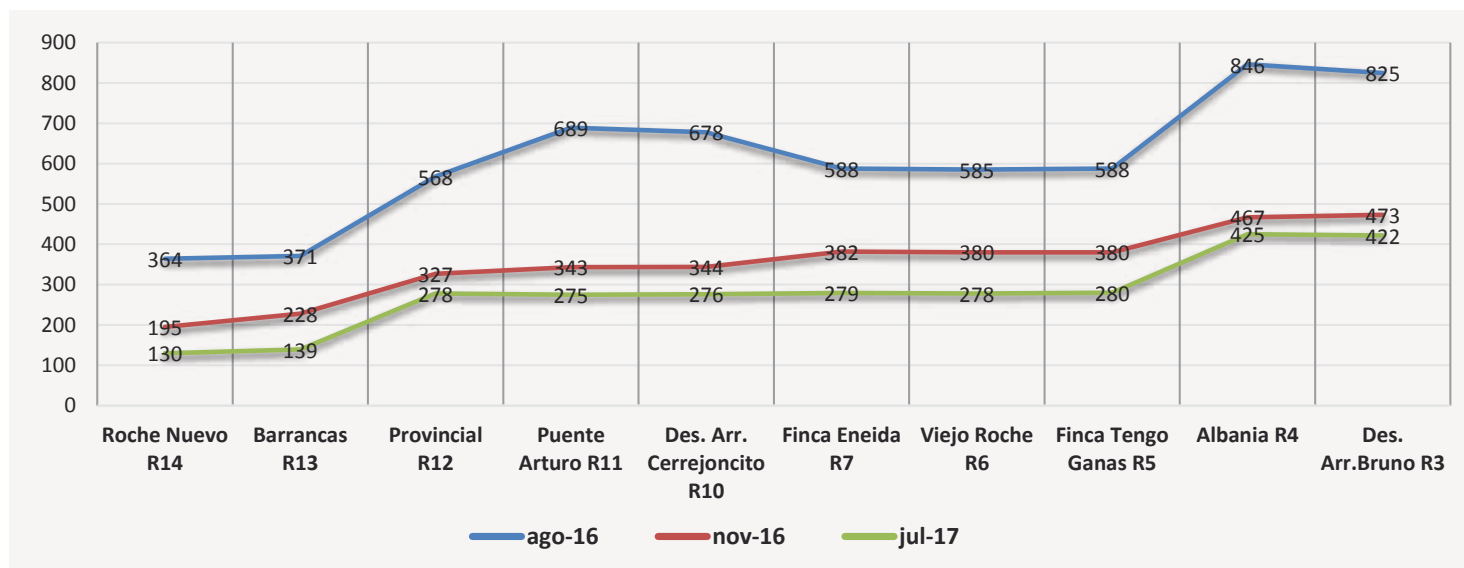
Lamentablemente, no fue posible utilizar los valores de metales pesados para los meses con valores de conductividad extrema (octubre y diciembre 2015 en los puntos 107 y 109), ya que en el ICA 2015 no

se reportaron mediciones para esos meses. Otro gran vacío de información, ya que los valores de conductividad tan marcados indican la presencia de sales, iones y metales.

La tendencia de crecimiento del parámetro conductividad, apenas pasa por la zona intervenida por la actividad minera, también refleja una influencia considerable, según las consideraciones de los investigadores de las dos universidades. Las diferencias entre el periodo de agosto y noviembre de 2016, y julio 2017, se deben al factor lluvia. En las tres series de muestreo se contó con meses de lluvia, las muestras

levantadas en el mes de agosto 2016 se destacaron por haber recibido menos lluvia y porque en los meses de noviembre 2016 y julio 2017, la represa El Cercado estaba liberando grandes cantidades de agua, debido a que su nivel de almacenamiento se había agotado. Esto último, un factor que sin duda tuvo una influencia marcada en las concentraciones de metales medidos.

Tabla 23. Conductividad en los muestreos realizados con los investigadores Olivero Verbel y Valdelamar Villegas (2017) de la Universidad de Cartagena y Campos y Philippe (2017) de la Universidad de Koblenz-Landau.



Fuente: Elaboración propia.

5.2 Cuantificación de metales en el río Ranchería



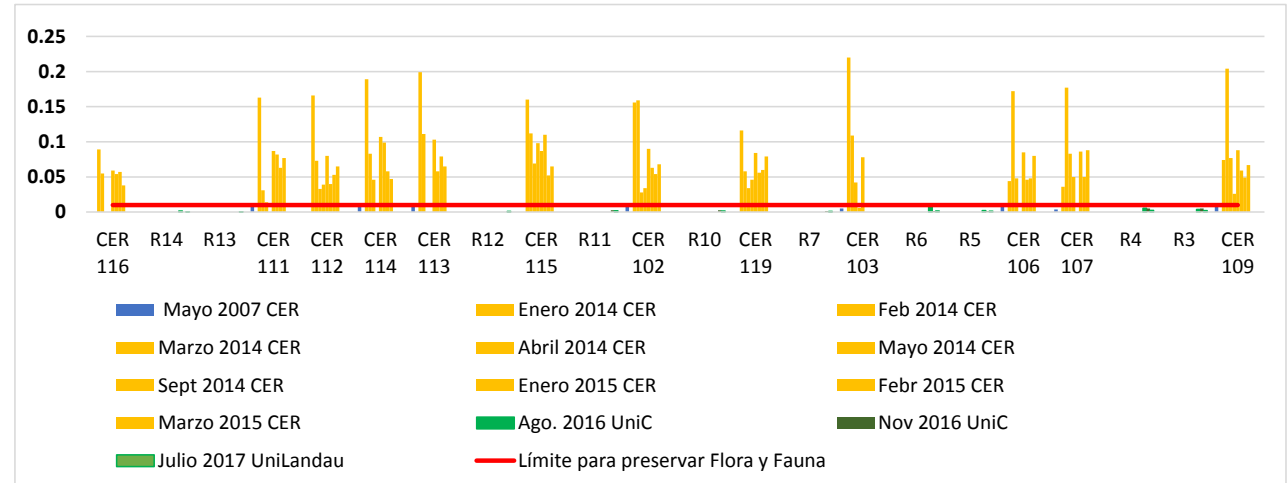
Según Olivero Verbel y Valdelamar Villegas, de la Universidad de Cartagena, la cuantificación de metales en el agua es un aspecto de gran importancia para el establecimiento de indicadores de peligrosidad frente a la exposición de la flora, la fauna y el ser humano a este tipo de elementos con alto impacto toxicológico (Chowdhury et al., 2016

en Ibid.). Como se explica en la tabla 20, 2014 y 2015 fueron marcados por un episodio largo de sequía, mientras que 2016 y 2017 se han caracterizado por ser muy húmedos. Los resultados que siguen reflejan las concentraciones de algunos metales pesados recogidos en época de sequía (muestras de Cerrejón), y también, por los niveles de preci-

pitación que cayeron, se ubicarían como en época de lluvia (muestras de las universidades y de Cerrejón para 2007). Para facilitar la identificación de las concentraciones de metales según temporada, se optó por demostrarlas en tres colores: Amarillo, representando la época de sequía; azul para la época de lluvia; y verde para representar las mediciones de las universidades, entendidas como representativas para la época de lluvias.

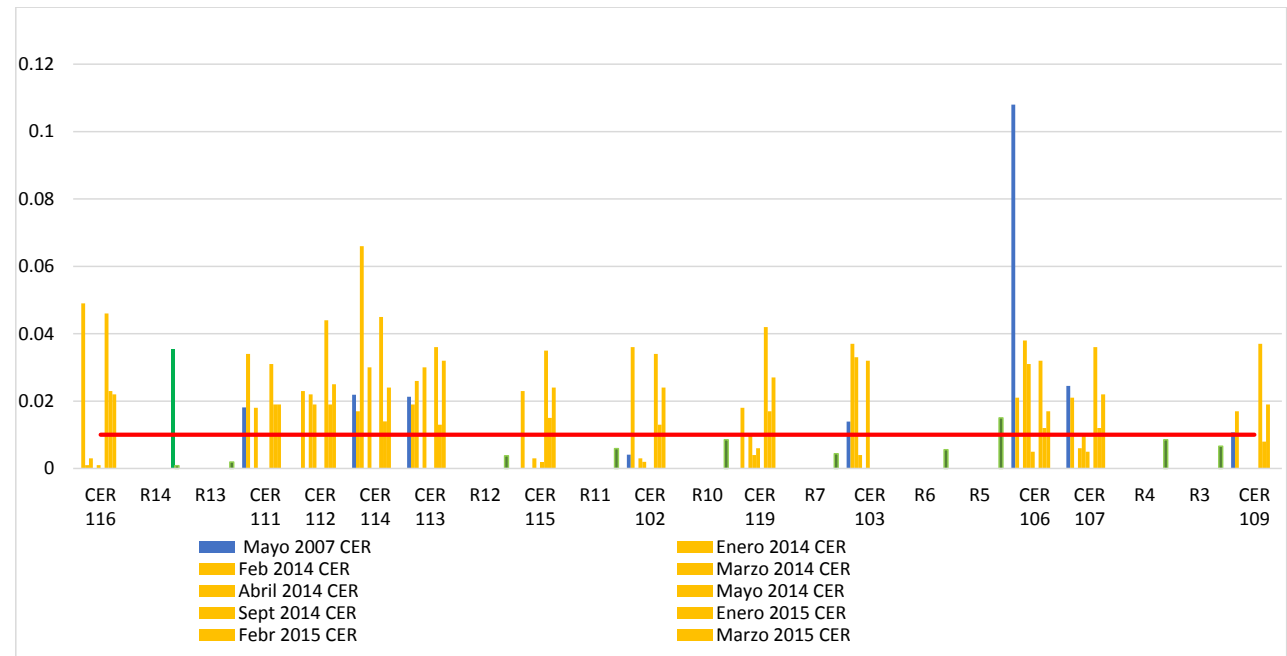
En el caso de las tablas para los metales bario y hierro, cabe aclarar la falta de una base de datos más amplia. En el caso del bario, se ubicó solo un informe en los ICA de Cerrejón que reportaron su medición, en mayo de 2007. Para el hierro, la tabla carece de resultados generados por los investigadores de las universidades, porque, según el criterio de los académicos que emprendieron el primer muestreo en agosto 2016 (de la Universidad e Cartagena), no representaba un metal de interés para la investigación. Sin embargo, dado que el Decreto 1597 de 1984 establece a este elemento de interés para la preservación de flora y fauna, se ha optado por integrar la tabla que refleja únicamente las mediciones de hierro que ha reportado la empresa en sus ICA.

Tabla 24. Plomo en mg/L en el río Ranchería.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Zinc en mg/L en el río Ranchería.

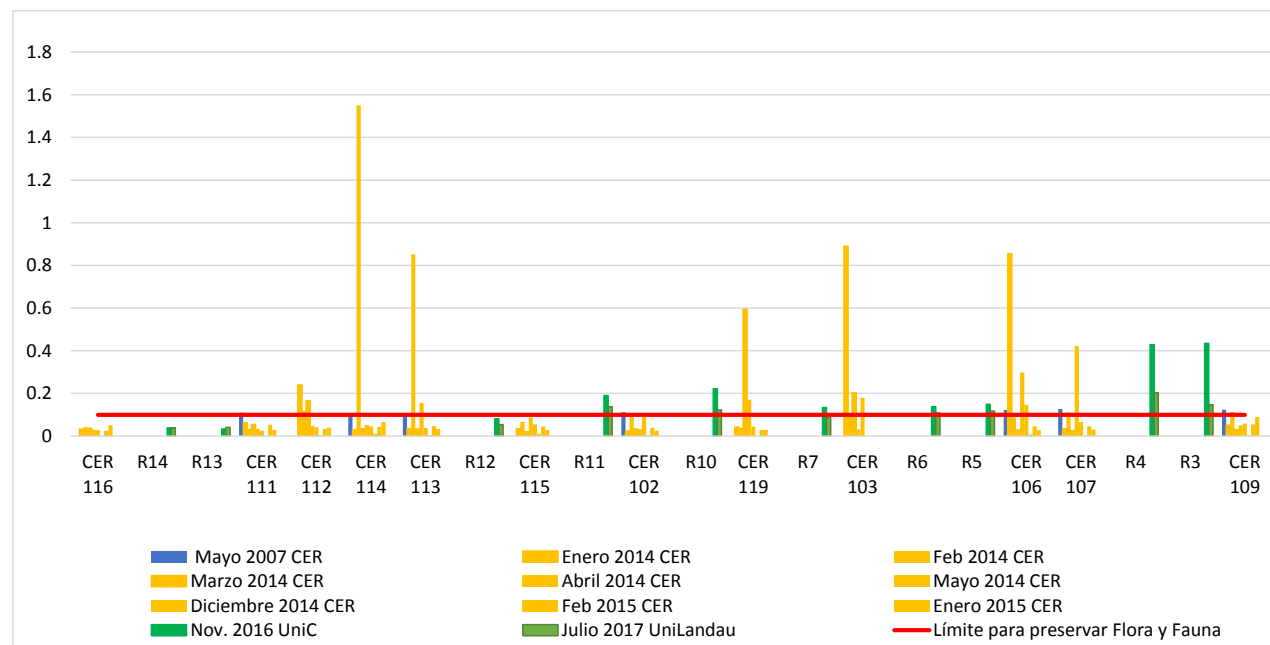


Fuente: Elaboración propia.

Las tablas 24-30 muestran que las concentraciones de zinc, plomo, manganeso, bario, cadmio, hierro y cromo, sobrepasan en algunos momentos los límites establecidos para la preservación de una flora y fauna saludable en ecosistemas acuáticos cálidos. Hay varias observaciones y preocupaciones que se desprenden de esa constatación.

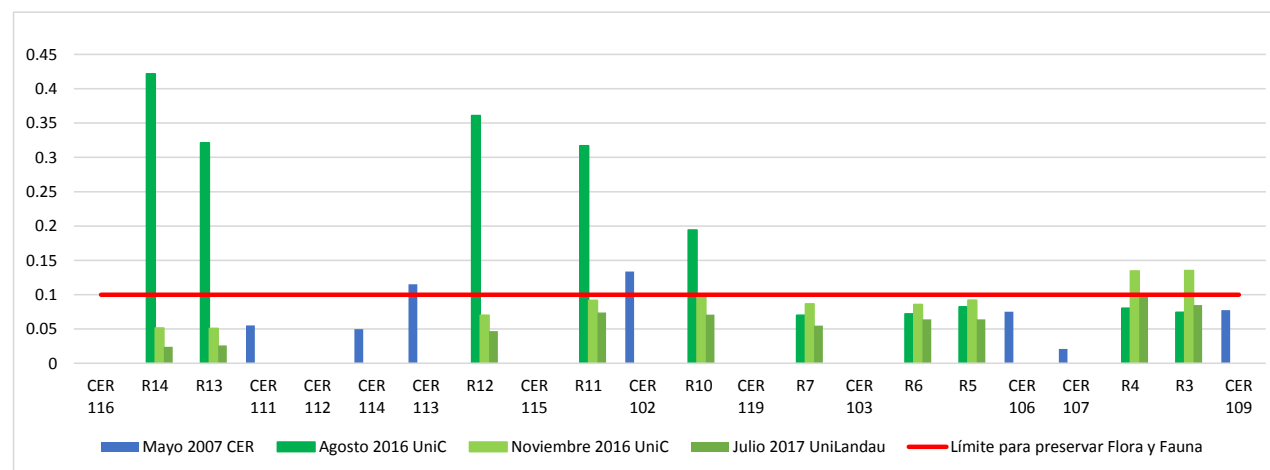
Primero, los picos más altos para los metales zinc, plomo y cadmio se presentan en los meses de mayor sequía (enero-mayo 2014, 2015). Para los ecosistemas, el cadmio y el plomo pueden resultar tóxicos agudos, generar malformaciones de fetos o pueden impactar negativamente en la capacidad de fotosíntesis de las plantas (UNEP, 2010). Tomando en cuenta los pronósticos climáticos del IDEAM de 2014, en donde se predice mayores episodios de sequía y la disminución de precipitaciones para el sur de La Guajira, se ve el riesgo de que esas concentraciones de metales se presenten en más meses del año, incrementándose el riesgo de exposición de la flora y fauna, así como de las personas que hacen uso de estas aguas. Un mayor riesgo de exposición aumenta consecuentemente las posibilidades que esos metales terminen acumulándose en los eco-

Tabla 26. Manganeso en mg/L en el río Ranchería.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27. Bario en mg/L.



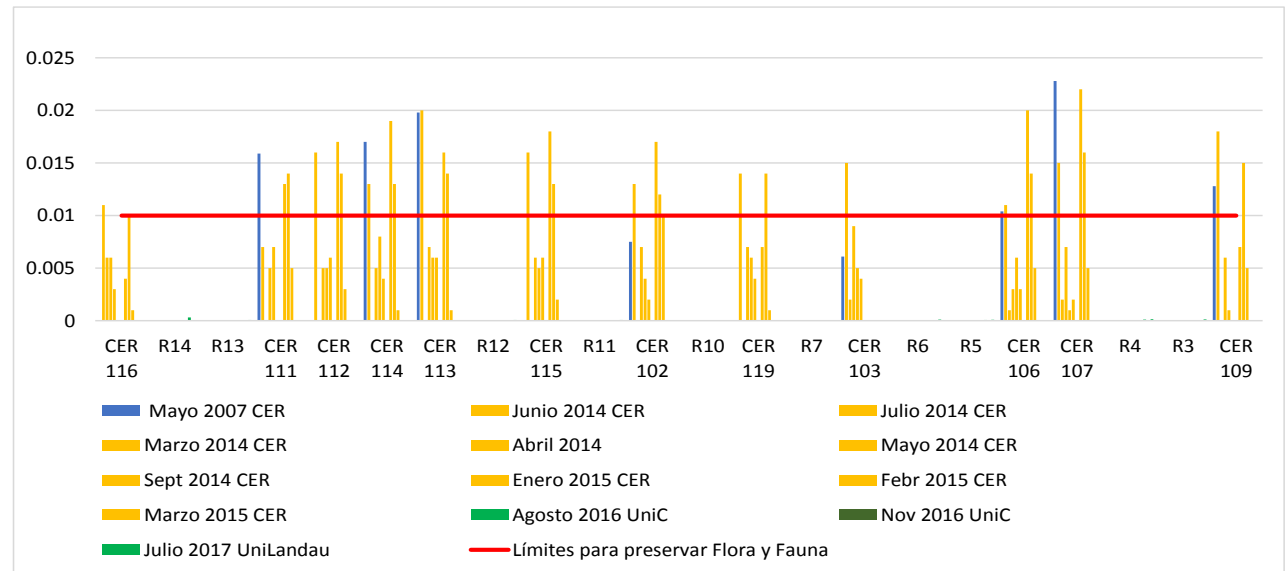
Fuente: Elaboración propia.

sistemas, la biota o personas que pueden verse en la necesidad de consumir el agua del río Ranchería o que se bañan en ella.

Segundo, las concentraciones medidas a lo largo del tramo del río Ranchería, en los casos del plomo, manganeso y cadmio, muestran niveles cerca o por encima de los límites máximos antes de pasar por la zona intervenida por la actividad minera (puntos de muestreo Fonseca 116 y Nuevo Roche R14). Esos pueden tener origen en las actividades agroindustriales, ganaderas o en la práctica de verter aguas negras al río. Sin embargo, también se observa un incremento de las concentraciones de dichos metales a partir del momento que pasan por la zona únicamente intervenida por la actividad minera (del punto de muestreo CER 111 hasta llegar a CER 109). En ese sentido, es necesario que las autoridades identifiquen claramente las fuentes puntuales y difusas de contaminación que se ubican en la zona de estudio y que afectan negativamente la calidad de agua del río Ranchería.

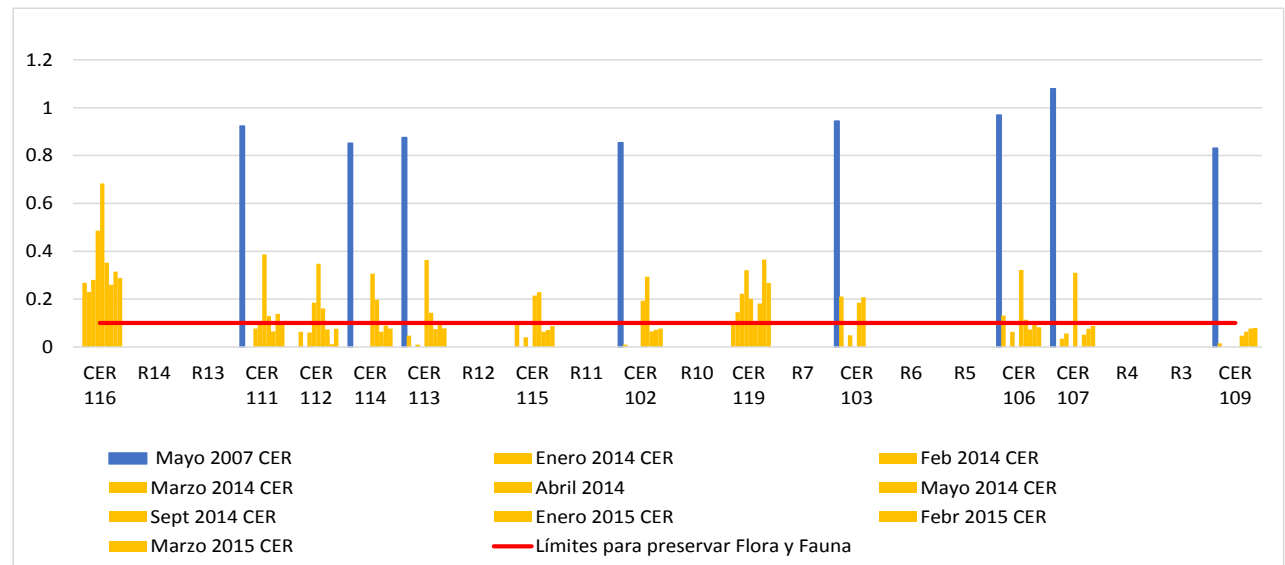
Lo que interesa identificar en este caso son los posibles patrones de incremento o reducción de concentraciones de metales

Tabla 28. Cadmio en mg/L en el río Ranchería.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29. Hierro en mg/L en el río Ranchería.

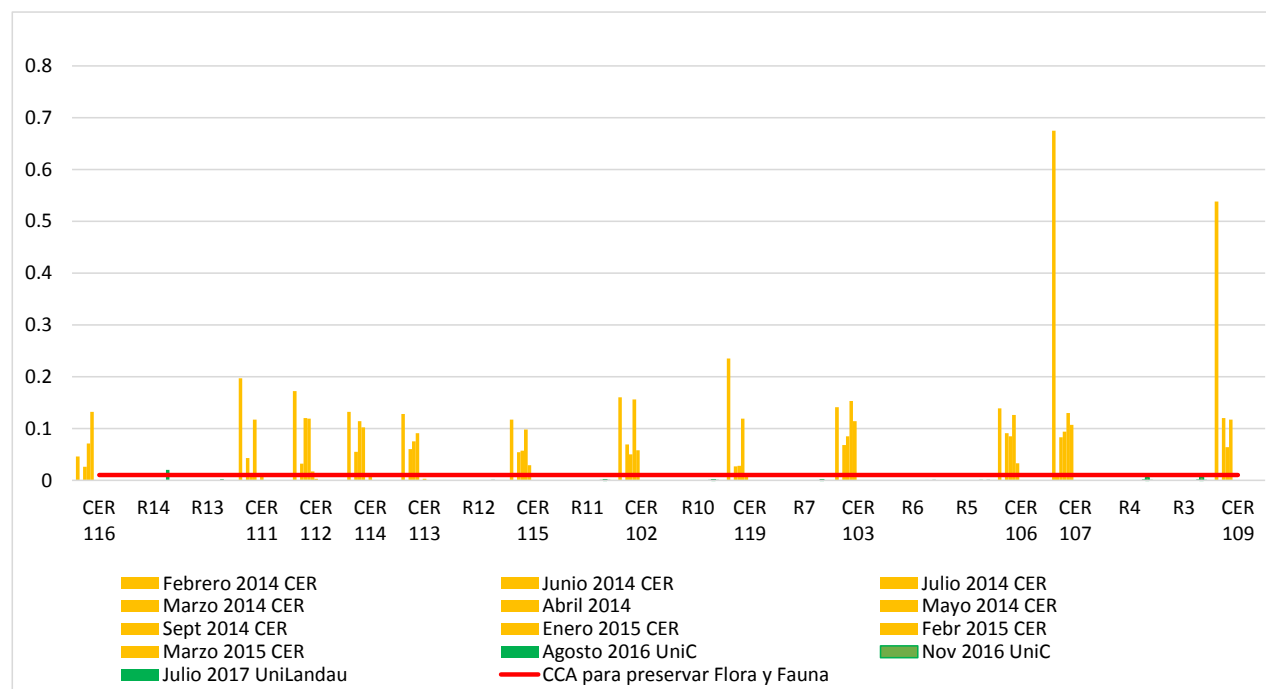


Fuente: Elaboración propia.

pesados en los cuerpos de agua que rodean el emprendimiento minero. Para las mediciones de manganeso y bario en los arroyos Cerrejón y Bruno (tablas 31-34), se puede observar un incremento de metales en la medida en que estas corrientes transitan por la zona minera.

Tercero, hay series de mediciones de metales en donde los picos medidos coinciden con los lugares en los cuales la empresa tiene derechos de verter agua industrial al río Ranchería, como el caso del manganeso. Los mayores picos (puntos CER 114 y 113) concuerdan con áreas cercanas al punto de vertimiento industrial que sale de la laguna Oreganal de Cerrejón. Igual situación de aumento de densidades ocurre con el manganeso, específicamente en el punto "Puente Arturo R11", en donde se ubican la mayoría de las lagunas de vertimiento de la Empresa. El manganeso es un metal cuya concentración se refleja en los reportes de agua de las lagunas de vertimientos y de los vertimientos de Cerrejón. La tendencia de un nuevo incremento de concentraciones de metales a partir de "Puente Arturo R11", también se marca en la medición de mayo 2007 con el cadmio, que se incrementa antes de llegar al municipio de Albania,

Tabla 30. Cromo en mg/L en el río Ranchería.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31. Manganeso en mg/L en el arroyo Cerrejón.

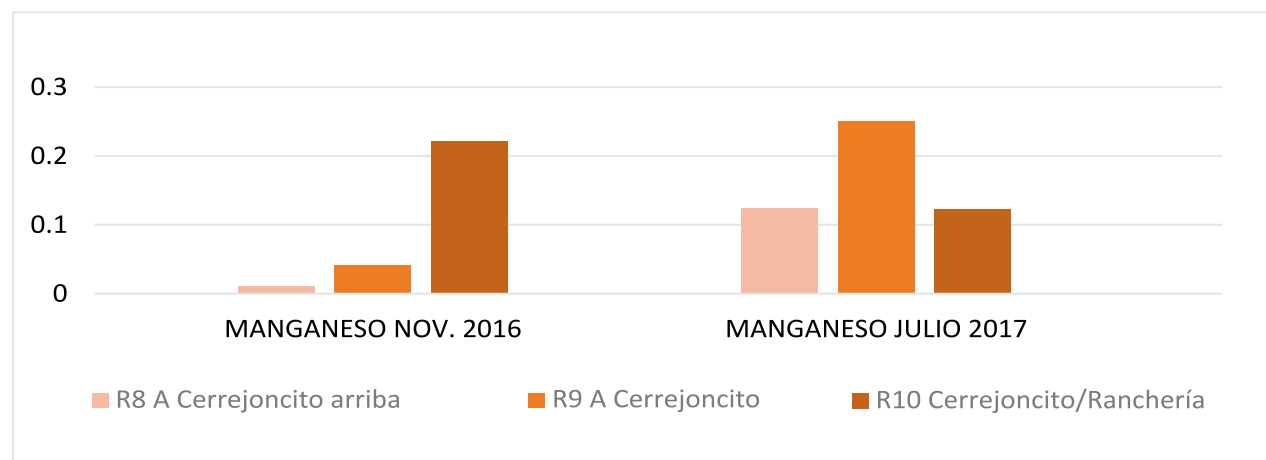
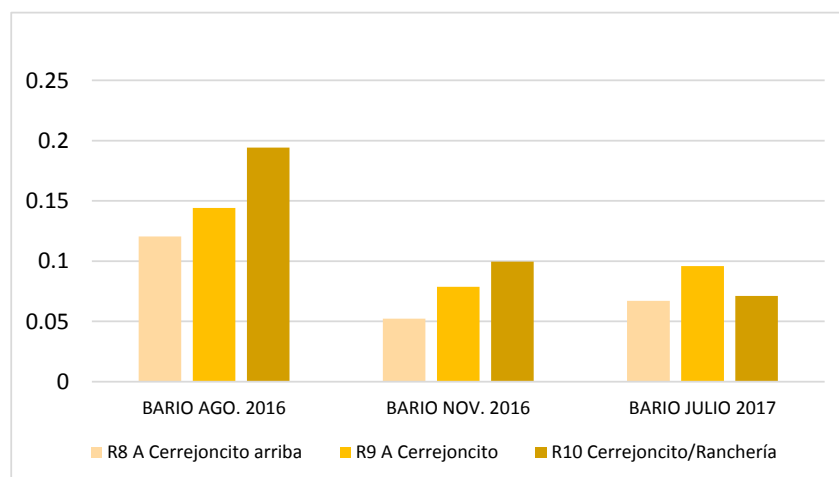


Tabla 32. Bario en mg/L en el arroyo Cerrejón



Fuente: Elaboración propia.

en los puntos CER 106 y 107, pasando por una zona en donde la única actividad productiva que se desarrollaba en ese momento es la minería. Lo mismo vale para la medición de zinc de mayo 2007, en el punto CER 106 y 107. Estas mediciones reflejan topes de concentraciones en una áreas del río en donde la empresa tiene derechos de verter agua industrial, desde las lagunas Fernández, Oeste, Sur y Este.

Cuarto, en el caso del bario, se carece de informaciones que reflejen las concentraciones en época de sequía. Es un vacío que requiere ser atendido. El bario en épocas que se consideraría de lluvias, parece alcanzar tanto concentraciones altas como moderadas en el río Ranchería, razón por la que se requiere de la generación de una mayor base de datos para poder determinar cuáles pueden ser sus diferentes orígenes (antropogénica y natural). En época de menor lluvia (agosto de 2016), las concentraciones que sobrepasaron los límites se midieron desde Roche Nuevo hasta la desembocadura del arroyo Cerrejoncito al río Ranchería, es decir, en un tramo del río que inicia antes de llegar en la zona donde se desarrolla la actividad minera, hasta una buena parte donde se desarrolla (vea mapa punto R10). Esa tendencia es contraria en los meses donde cayó más lluvia (noviembre de 2016 y julio de 2017).

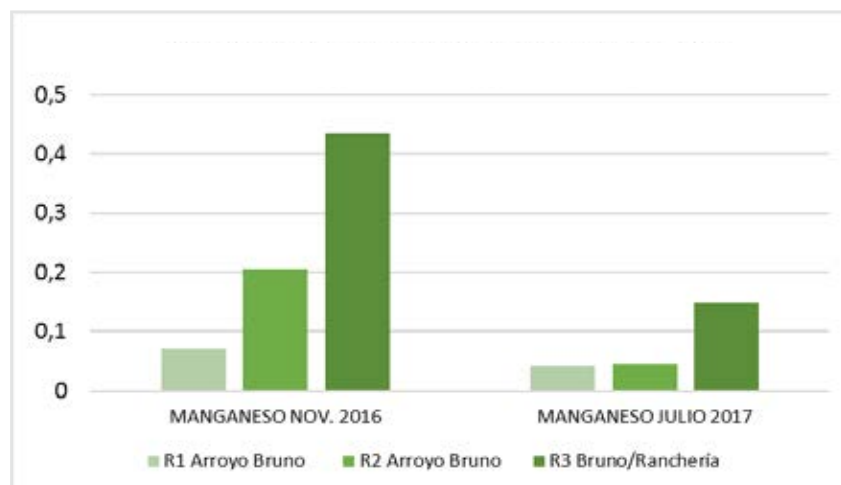


Es decir, que las concentraciones de bario sobrepasaron los límites recién en una zona después de correr por la zona intervenida por la actividad minera (P3 y P4). Se reitera esa última afirmación también en el caso de las mediciones de manganeso, lo que resalta la importancia de restringir la actividad minera mientras que se descarta con toda seguridad que su actividad no está vinculada con los valores de metales pesados tan elevados y que no contribuye a la degradación del sistema acuático (sea por descarga de vertimientos o por el ingreso de lixiviados a los cuerpos de agua).

Quinto, ante la presencia de metales pesados en el río Ranchería en altas concentraciones, se hace cuestionable la práctica empresarial de negar categóricamente su presencia en los cuerpos de agua que rodean la mina. Ha sido así durante visita a la mina de integrantes de las comunidades e Indepaz, durante un recorrido por el arroyo Bruno, en compañía de varios representantes de Cerrejón, en marzo 2017. En este sentido, surge la pregunta por la perspectiva analítica de la empresa, que califica la calidad del río Ranchería y sus tributarios, como el arroyo Bruno y el Tabaco, en perfecto estado, sin dar a conocer los parámetros considerados que les permiten sacar y difundir esa conclusión.

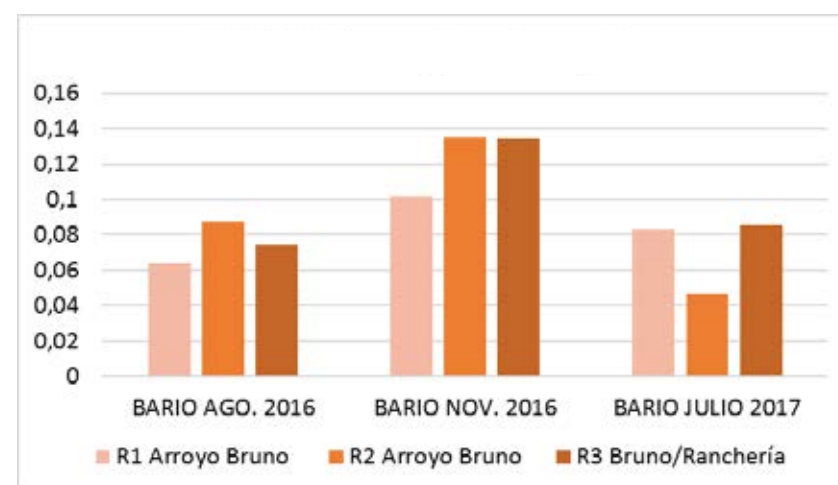


Tabla 33. Manganeso en mg/L en el arroyo Bruno.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34. Bario en mg/L en el arroyo Bruno.



Fuente: Elaboración propia.



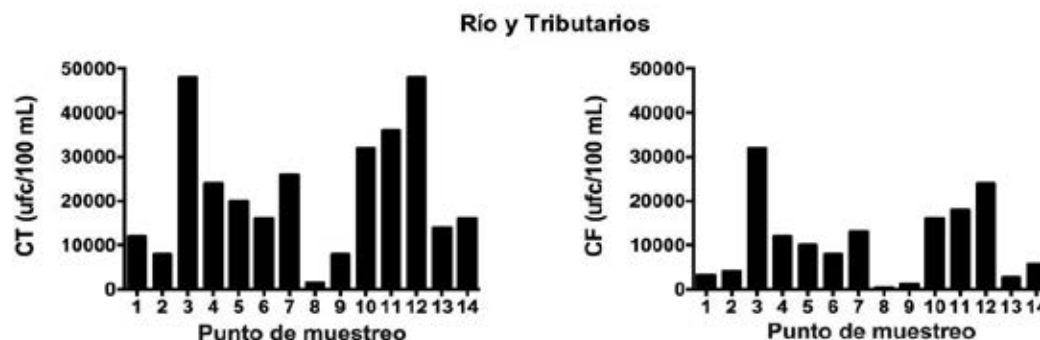
5.3. Resultados de bacterias en el río Ranchería



Para el caso del río y sus tributarios, Olivero Verbel y Valdelamar Villegas destacan la presencia de CT y CF en todos los puntos de muestreo. Los valores más altos se midieron a la altura de Provincial (P12), Puente Arturo (P11), desembocaduras del arroyo Cerrejoncito (P10) y el arroyo Bruno (P3). Sobresalen también los puntos 2, 8 y 9, correspondientes a los puntos arroyo Bruno (P2) centro y arroyo Cerrejoncito arriba (P8) y centro (P9), por ser los únicos que tuvieron concentraciones por debajo de las 10000 ufc de CT. Los puntos 1, 2, 8 y 9, que corresponden a los arroyos Bruno (P1, P2) y Cerrejoncito (P8, P9) arriba y centro, por presentar valores inferiores a las 5000 ufc de CF.

Esos resultados indican que la cuenca del río Ranchería presenta una marcada presencia de contaminantes microbiológicos asociados

Tabla 35. Presencia de CT y CF en río Ranchería y tributarios en puntos de muestreo.



Fuente: Olivero Verbel y Valdelamar Villegas, Universidad de Cartagena, 2017.

al ingreso de aguas domésticas y de uso agrícola (Verbel y Valdelamar Villegas, 2017).

5.4. Conclusiones de la cuantificación de metales y de bacterias en el río Ranchería



La revisión de los ICA de la empresa Cerrejón y de los resultados de la investigación de las universidades Cartagena y Koblenz-Landau (2017), permiten afirmar que en el río Ranchería se registran concentraciones de varios metales de carácter toxicológico en concentraciones que sobrepasan en reiteradas oportunidades los límites permisibles establecidos para preservar la flora y fauna. Eso constituye una amenaza inminente de que un daño ambiental pueda ocurrir, mucho más si se considera que estos metales no son biodegradables, sino que tienden a acumularse en el ambiente y pueden terminar bioacumulándose en organismos que lo habitan.

Dado la importancia ecológica y social que tiene el río Ranchería para la existencia de La Guajira, y los vacíos de información encontrados, se requiere de la atención inmediata de las autoridades. Aunque la calidad de agua del río Ranchería puede verse afectada por varias actividades productivas, las tablas que reflejan la presencia de plomo, cadmio y manganeso demuestran que existe un incremento de las concentraciones de esos metales a partir del momento en que el río pasa por las áreas intervenidas por la minería. Las tablas 32-34 de los arroyos Cerrejón y Bruno subrayan la observación de un patrón. Adicionalmente, existen series de mediciones de metales, cuyos picos coinciden con los

lugares en donde la empresa tiene derechos de verter agua industrial al río Ranchería. Eso, en combinación con los resultados de las lagunas de vertimientos industriales (cap. 8.1.), sugiere la participación repetitiva en la degradación de la calidad de agua del río Ranchería por parte de Cerrejón (sea por descarga de vertimientos o por el ingreso de lixiviados a los cuerpos de agua).

La evidente falta de un monitoreo constante y completo en la zona minera es otro factor preocupante. Si bien es cierto existe un plan de manejo ambiental y regulaciones ambientales que le exige a Carbones del Cerrejón un monitoreo sistemático, los ICA revisados demuestran que en la práctica no se da. La empresa no cumple integralmente y de manera exhaustiva con las obligaciones establecidas por las autoridades. Por otro lado, al notar que son varios años con este modus operandi empresarial, parece que las autoridades, como ANLA y Corpoguajira, admiten esta práctica, ignorando el principio de precaución y poniendo así en peligro la sobrevivencia de los ecosistemas frágiles de La Guajira y de la salud de las personas que dependen de las aguas y el ambiente sano. Son hallazgos que coinciden en parte con la reciente auditoría realizada por parte de la CGN (2017) a ANLA, donde se evidencia una lista de incumplimientos y debilidades institucionales frente a su deber garantizar la protección de los recursos naturales y del ambiente (Ibid. pág. 302-14).

Finalmente, se hace cuestionable la práctica empresarial de negar categóricamente la presencia de metales pesados en los cuerpos de



agua que rodean la mina. Reconocer la existencia de un río Ranchería contaminado sería la mejor manera de impulsar su pronta recuperación. En este sentido, surge la pregunta por la perspectiva analítica de la empresa, que califica la calidad del río Ranchería y sus tributarios, como el arroyo Bruno y Tabaco, en perfecto estado, sin dar a conocer los parámetros considerados que les permiten sacar y difundir esta conclusión errada. Es una práctica de difusión de información que puede llegar a sugerir que no existen riesgos ambientales, ni riesgos en salud para la población aledaña, lo que ante los hechos relevados no se puede descartar.

Capítulo 6

Resultados de metales pesados en los sedimentos de río y arroyos

A continuación, se presenta los resultados de los análisis de las muestras de sedimentos que recogieron Olivero Verbel y Valdelamar Villegas (2017) de la Universidad de Cartagena y Campos y Philippe (2017) de la Universidad

de Koblenz-Landau en varios puntos a lo largo del río Ranchería. Los números en las tablas corresponden a los números de ubicación que aparecen en el mapa en la página 68.

6.1. Concentraciones de los metales analizados en los sedimentos

Jesús Olivero Verbel, Ph. D.

Juan Carlos Valdelamar Villegas, Candidato al Ph. D.
Universidad de Cartagena

Los resultados finales arrojan el análisis de 47 elementos cuantificados en los sedimentos superficiales rastreados en el río Ranchería y sus tributarios (Véase tabla 36). Se destacan el bario, zirconio,

estroncio, vanadio y litio, por presentar las más altas concentraciones, mientras que el bismuto, titanio y cadmio fueron de menor concentración.

Tabla 36. Concentración (ppb) de los metales analizados en el sedimento.

Punto de muestreo												
Elemento	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	13	14
Li	23.37	55.19	43.97	46.23	34.64	22.47	27.45	32.10	33.58	20.88	18.12	25.50
Be	1.24	1.79	2.36	1.28	1.94	1.02	1.26	2.50	1.89	2.57	1.90	1.47

Elemento	Punto de muestreo											
	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	13	14
B	26.12	36.92	45.44	32.42	37.05	61.29	23.78	68.29	27.08	13.63	38.13	17.58
Sc	10.49	21.18	19.05	19.07	16.62	13.77	15.40	14.86	16.17	11.11	7.81	14.50
V	110.61	242.55	192.10	214.60	151.24	129.27	150.42	138.27	163.55	85.39	62.68	138.59
Cr	53.67	127.02	102.47	117.03	80.18	65.18	75.48	75.13	86.59	41.97	33.47	68.88
Co	8.46	21.04	18.28	17.72	15.01	12.60	14.64	13.47	14.52	8.30	5.94	12.97
Ni	22.30	65.49	52.63	61.36	39.14	28.07	34.91	37.52	41.17	19.86	15.61	30.84
Cu	12.35	37.82	38.91	37.74	37.58	57.20	55.43	46.07	34.96	27.74	21.11	36.08
Zn	72.67	112.88	95.09	103.26	67.80	37.82	49.33	75.02	76.67	62.66	42.42	61.32
Ga	12.18	28.64	24.00	24.54	19.69	13.77	16.38	20.04	21.22	19.47	12.77	20.96
Ge	2.07	2.99	2.72	2.77	2.19	1.72	1.95	2.52	2.39	2.28	1.80	3.13
As	7.24	10.32	7.10	5.98	5.36	3.46	3.71	5.48	6.13	3.97	3.96	6.59
Se	4.11	5.03	4.42	4.32	3.64	3.16	3.61	4.10	4.39	3.82	3.03	4.71
Rb	46.07	122.0	101.56	105.72	81.27	54.19	64.73	80.27	89.82	74.13	51.17	75.05
Sr	97.13	169.98	163.82	188.90	177.21	231.70	179.84	192.42	184.72	279.43	225.02	202.51
Y	23.48	30.31	28.81	26.98	25.46	20.45	22.83	25.88	25.23	23.73	19.03	29.77
Zr	115.07	111.39	114.18	99.82	113.41	98.13	110.23	100.18	101.02	89.57	83.38	153.97
Nb	11.22	15.61	14.67	14.08	13.86	10.67	12.01	13.72	13.07	12.62	9.62	17.45
Mo	1.52	3.79	3.80	3.73	1.66	1.18	1.04	1.83	1.95	1.77	1.36	1.51
Cd	0.39	1.09	0.86	1.20	0.61	0.15	0.33	0.76	0.70	0.34	0.35	0.43
Sn	1.60	3.34	2.67	2.72	2.09	1.57	1.72	2.19	2.57	1.98	1.35	2.21
Sb	0.47	1.22	1.09	0.82	0.56	0.23	0.32	0.49	0.65	0.77	0.21	1.74
Cs	2.70	8.20	5.90	6.50	4.13	2.37	3.00	3.99	4.92	2.42	2.09	2.88

Punto de muestreo												
Elemento	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	13	14
Ba	257.80	715.05	543.53	584.41	516.18	414.96	459.06	516.81	531.88	581.17	354.13	555.07
La	30.14	46.42	40.47	39.64	33.76	24.28	27.54	36.77	36.09	37.77	28.97	48.04
Ce	62.33	94.04	83.08	78.64	67.92	53.81	58.03	74.09	72.09	72.53	56.09	94.67
Pr	7.42	10.95	9.68	9.37	8.04	5.74	6.58	8.73	8.55	8.27	6.47	11.04
Nd	28.96	42.91	37.94	36.85	31.52	22.95	25.97	34.10	33.33	31.42	24.67	42.32
Sm	5.60	8.27	7.37	7.15	6.23	4.53	5.16	6.57	6.53	5.89	4.66	7.87
Eu	1.06	1.75	1.59	1.53	1.39	1.11	1.24	1.41	1.41	1.24	0.92	1.54
Gd	4.77	6.98	6.38	6.10	5.53	4.24	4.73	5.82	5.59	5.03	3.99	6.71
Tb	0.72	0.99	0.93	0.91	0.84	0.68	0.75	0.87	0.83	0.75	0.60	0.98
Dy	4.11	5.49	5.37	5.00	4.78	3.89	4.39	4.86	4.64	4.17	3.36	5.44
Ho	0.85	1.19	1.08	1.01	0.97	0.80	0.89	0.98	0.95	0.86	0.70	1.08
Er	2.50	3.20	3.04	2.88	2.81	2.28	2.55	2.78	2.70	2.50	1.97	3.18
Tm	0.37	0.47	0.44	0.43	0.42	0.33	0.36	0.44	0.40	0.37	0.29	0.47
Yb	2.58	3.09	2.92	2.84	2.82	2.13	2.37	2.71	2.62	2.52	1.97	3.36
Lu	0.38	0.45	0.45	0.43	0.43	0.32	0.35	0.40	0.40	0.39	0.30	0.52
Hf	3.69	3.40	3.70	3.10	3.64	3.02	3.39	3.16	3.19	3.34	2.89	5.54
Ta	0.88	1.24	1.18	1.11	1.04	0.77	0.85	1.03	0.98	0.94	0.71	1.45
W	1.27	2.10	1.83	1.88	1.51	0.85	0.98	1.47	1.57	1.07	0.92	1.35
Tl	0.43	1.16	0.89	1.04	0.66	0.36	0.47	0.68	0.76	0.48	0.37	0.53
Pb	12.06	20.50	17.66	17.68	15.34	11.91	14.21	15.28	16.13	16.04	10.75	15.81
Bi	0.19	0.27	0.23	0.28	0.22	0.14	0.21	0.19	0.20	0.20	0.14	0.18
Th	10.89	14.14	12.37	11.89	10.26	6.47	7.77	10.25	10.83	10.53	11.15	13.44
U	2.62	3.42	3.12	3.25	2.73	1.55	1.84	2.81	2.74	3.04	2.93	3.67

6.2. Acerca de los valores de TEC Y PEC (muestra de agosto 2016)

Jesús Olivero Verbel, Ph. D.

Juan Carlos Valdelamar Villegas, Candidato al Ph. D.

Universidad de Cartagena

En los resultados del cálculo de la Concentración del Efecto Límite (TEC) y la Concentración de Efecto Probable (PEC) para los metales en los sedimentos (Tabla 37), se observa la superioridad en los valores del TEC para el cromo, níquel y cobre, en la mayoría de los puntos de muestreo analizados, así como los del PEC en los puntos 2, 3 y 4 para el níquel, y el 2 y 4 para el cromo, lo cual supone el riesgo potencial de producirse efectos dañinos en los organismos bentónicos, así como la generación de efectos adversos no cancerígenos que afectan principalmente el sistema digestivo, nervioso y cardiovascular de los organismos (García et al., 2012).

Tabla 37. Puntos de muestreo en el río Ranchería y sus afluentes, en los que sobrepasaron los valores del TEC (flecha roja) y PEC (flecha azul).

Punto	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Pb
1	↑						
2	↑ ↑	↑ ↑	↑		↑	↑	
3	↑	↑	↑				
4	↑ ↑	↑ ↑	↑			↑	
5	↑	↑	↑				
8	↑	↑	↑				
9	↑	↑	↑				
10	↑	↑	↑				
11	↑	↑	↑				
12							
13							
14	↑	↑	↑				



6.3. Factor de Contaminación (FC), Factor de Carga de Contaminación (PLI), Riesgo Ecológico Potencial (Ei) y Ambiental (PER)

(muestras de agosto 2016)



Jesús Olivero Verbel, Ph. D.

Juan Carlos Valdelamar Villegas, Candidato al Ph. D.
Universidad de Cartagena.

La evaluación del riesgo por contaminación ambiental de los sedimentos es de gran relevancia para la gestión de los ecosistemas acuáticos, ya que permite priorizar estrategias para la protección y conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Teniendo en cuenta las consideraciones del párrafo anterior, y basado en los resultados encontrados para el FC y el PLI en el río Ranchería y sus tributarios (Tabla 37), existe una muy alta contaminación de elementos como el selenio y el bismuto, en la totalidad de los puntos de muestreo y, además, se

cataloga como considerable para el cadmio y el arsénico en la mayoría de las estaciones analizadas. Por su parte, el PLI indica que, a excepción de los puntos 1, 8 y 9, la totalidad de estos se encuentran fuertemente contaminados. Para el caso del cálculo del Ei y el PER, estos mostraron que existe riesgo ecológico moderado por contaminación con arsénico en siete de los doce puntos analizados, y muy fuerte por cadmio en seis de estos mismos puntos; sin embargo, se destacan los puntos 2, 3 y 4, por haber presentado el mayor riesgo ambiental (Tabla 39).

Tabla 38. Factor de contaminación (Fc) y de carga de contaminación (PLI), para los metales analizados en los puntos ubicados en río Ranchería y sus tributarios. Fuente: Olivero Verbel y Valdelamar Villegas, 2017.

Punto	Li	Be	B	Sc	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Cd	Sn	Sb	Cs
1	1.17	0.44	2.61	0.48	0.92	0.53	0.34	0.27	0.21	1.04	0.64	1.38	4.02	82.27	0.51	0.26	0.71	0.70	0.56	1.26	2.61	0.69	2.33	0.90
2	2.76	0.64	3.69	0.96	2.02	1.25	0.84	0.78	0.63	1.61	1.51	1.99	5.73	100.61	1.36	0.46	0.92	0.68	0.78	3.16	7.25	1.45	6.11	2.73
3	2.20	0.84	4.54	0.87	1.60	1.00	0.73	0.63	0.65	1.36	1.26	1.81	3.94	88.33	1.13	0.44	0.87	0.69	0.73	3.16	5.75	1.16	5.47	1.97
4	2.31	0.46	3.24	0.87	1.79	1.15	0.71	0.73	0.63	1.48	1.29	1.85	3.32	86.34	1.17	0.51	0.82	0.60	0.70	3.11	7.99	1.18	4.11	2.17
5	1.73	0.69	3.70	0.76	1.26	0.79	0.60	0.47	0.63	0.97	1.04	1.46	2.98	72.81	0.90	0.48	0.77	0.69	0.69	1.38	4.07	0.91	2.81	1.38
8	1.12	0.36	6.13	0.63	1.08	0.64	0.50	0.33	0.95	0.54	0.72	1.14	1.92	63.20	0.60	0.63	0.62	0.59	0.53	0.98	1.03	0.68	1.15	0.79
9	1.37	0.45	2.38	0.70	1.25	0.74	0.59	0.42	0.92	0.70	0.86	1.30	2.06	72.26	0.72	0.49	0.69	0.67	0.60	0.87	2.21	0.75	1.60	1.00
10	1.60	0.89	6.83	0.68	1.15	0.74	0.54	0.45	0.77	1.07	1.05	1.68	3.05	82.09	0.89	0.52	0.78	0.61	0.69	1.52	5.07	0.95	2.47	1.33
11	1.68	0.68	2.71	0.74	1.36	0.85	0.58	0.49	0.58	1.10	1.12	1.59	3.40	87.89	1.00	0.50	0.76	0.61	0.65	1.63	4.66	1.12	3.23	1.64
12	1.04	0.92	1.36	0.50	0.71	0.41	0.33	0.24	0.46	0.90	1.02	1.52	2.20	76.45	0.82	0.76	0.72	0.54	0.63	1.47	2.27	0.86	3.85	0.81
13	0.91	0.68	3.81	0.36	0.52	0.33	0.24	0.19	0.35	0.61	0.67	1.20	2.20	60.56	0.57	0.61	0.58	0.51	0.48	1.13	2.36	0.59	1.04	0.70
14	1.28	0.53	1.76	0.66	1.15	0.68	0.52	0.37	0.60	0.88	1.10	2.08	3.66	94.11	0.83	0.55	0.90	0.93	0.87	1.26	2.90	0.96	8.72	0.96

Punto	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Ti	Pb	Bi	Th	U	PLI
1	0.61	0.77	0.94	0.81	0.70	0.79	0.53	0.77	0.60	0.79	0.65	0.72	0.72	0.81	0.48	1.23	0.44	1.02	0.51	0.86	21.88	1.13	0.97	0.90
2	1.68	1.19	1.41	1.19	1.03	1.17	0.87	1.13	0.82	1.06	0.91	0.92	0.91	0.97	0.56	1.13	0.62	1.68	1.36	1.46	31.79	1.47	1.27	1.54
3	1.28	1.04	1.25	1.05	0.91	1.05	0.79	1.03	0.78	1.03	0.83	0.87	0.85	0.91	0.56	1.23	0.59	1.47	1.05	1.26	27.56	1.29	1.15	1.38
4	1.38	1.02	1.18	1.02	0.89	1.01	0.76	0.98	0.76	0.96	0.77	0.82	0.82	0.89	0.53	1.03	0.56	1.50	1.23	1.26	32.61	1.24	1.20	1.35
5	1.21	0.87	1.02	0.87	0.76	0.88	0.69	0.89	0.70	0.92	0.75	0.80	0.80	0.88	0.53	1.21	0.52	1.21	0.77	1.10	26.47	1.07	1.01	1.15
8	0.98	0.62	0.81	0.62	0.55	0.64	0.55	0.68	0.56	0.75	0.62	0.65	0.64	0.67	0.40	1.01	0.38	0.68	0.42	0.85	16.09	0.67	0.58	0.84
9	1.08	0.71	0.87	0.72	0.63	0.73	0.62	0.76	0.62	0.84	0.69	0.73	0.70	0.74	0.44	1.13	0.43	0.79	0.55	1.02	24.95	0.81	0.68	0.95
10	1.22	0.94	1.11	0.95	0.82	0.93	0.71	0.94	0.72	0.93	0.75	0.79	0.84	0.85	0.51	1.05	0.52	1.18	0.79	1.09	22.87	1.07	1.04	1.18
11	1.25	0.93	1.08	0.93	0.80	0.93	0.70	0.90	0.69	0.89	0.73	0.77	0.76	0.82	0.50	1.06	0.49	1.26	0.89	1.15	23.83	1.13	1.02	1.17
12	1.37	0.97	1.09	0.90	0.76	0.84	0.62	0.81	0.63	0.80	0.66	0.71	0.72	0.79	0.48	1.11	0.47	0.86	0.56	1.15	23.27	1.10	1.12	0.99
13	0.83	0.74	0.84	0.70	0.59	0.66	0.46	0.64	0.50	0.65	0.54	0.56	0.57	0.62	0.38	0.96	0.35	0.74	0.44	0.77	16.26	1.16	1.08	0.78
14	1.31	1.23	1.42	1.20	1.02	1.12	0.77	1.08	0.82	1.05	0.83	0.91	0.91	1.05	0.64	1.85	0.72	1.08	0.62	1.13	20.70	1.40	1.36	1.23

CF		PLI	
<1	No contaminado	<1	No contaminado
1-3	Moderado		
3 - 6	Considerable	>1	Fuertemente contaminado
>1	Muy alto		

Conclusión del análisis de sedimento

Para Olivero Verbel y Valdelamar Villegas (2017), las mediciones de metales en los sedimentos indican la existencia de un impacto ecológico y ambiental, potencialmente negativo para la biodiversidad de organismos bentónicos que habitan en la mayoría de los puntos muestreados en la cuenca del río Ranchería, muy probablemente afectando aquellas especies que hacen parte del entramado trófico en el sistema y, con ello, la oferta de servicios ecosistémicos en la zona (Ibíd.).

Tabla 39. Clasificación del riesgo ecológico potencial (Ei) y ambiental (PER), para los puntos de muestreo ubicados en río Ranchería y sus afluentes. Basado en Song et al. (2015).

Punto	Ei						PER
	Cr	Cu	Zn	As	Cd	Pb	
1	1.05	1.03	1.04	40.24	78.32	4.31	125.98
2	2.49	3.15	1.61	57.31	217.64	7.32	289.52
3	2.01	3.24	1.36	39.42	172.42	6.31	224.76
4	2.29	3.15	1.48	33.21	239.75	6.31	286.19
5	1.57	3.13	0.97	29.76	121.96	5.48	162.87
8	1.28	4.77	0.54	19.24	30.90	4.25	60.98
9	1.48	4.62	0.70	20.59	66.27	5.08	98.74
10	1.47	3.84	1.07	30.46	152.22	5.46	194.52
11	1.70	2.91	1.10	34.05	139.93	5.76	185.45
12	0.82	2.31	0.90	22.04	68.09	5.73	99.89
13	0.66	1.76	0.61	22.02	70.65	3.84	99.53
14	1.35	3.01	0.88	36.63	86.86	5.64	134.36

Ei	PER	Nivel de Contaminación
<30	<50	No contaminado
30 – 60	50 – 100	Moderadamente contaminado
60 - 120	100 – 200	Fuertemente contaminado
120 – 240	200 – 400	Muy fuertemente contaminado
>240	>400	Extremadamente contaminado

Fuente: Olivero Verbel y Valdelamar Villegas, 2017.

6.4. Análisis de sedimentos de río y arroyos (muestras de julio 2017)

Daniel Armando Campos, Candidato al Ph. D.

Alan Philippe, Ph. D.
Universidad Koblenz-Landau, Alemania

Al comparar las concentraciones actuales con los valores del TEC y PEC (tabla 40), se observó que varios sedimentos presentaron riesgos moderados para alcanzar el TEC en algunos metales, particularmente níquel en siete sitios y cobre en cuatro. Otros metales y metaloides (zinc y arsénico) fueron clasificados solamente en un punto, con un riesgo moderado para llegar al TEC. Se debe acotar que un solo punto número 2 (corresponde a R2 en el mapa), o posterior al vertimiento industrial al arroyo Bruno, cuatro metales y metaloides (arsénico, cobre, níquel y zinc) presentaron riesgos moderados para el TEC. Esto implica el aumento en concentraciones de estos metales después de esta fuente contaminante, ya que río arriba (R1 en el mapa) todos los metales presentaron solamente riesgos potenciales. Sin embargo, los riesgos para alcanzar las PEC solamente se observaron para níquel, en el punto 2 (R2 en el mapa), mientras que en la mayoría de sedimentos, el riesgo para llegar a las PEC de todos los metales fueron clasificados como “potencial” o “sin riesgo” (tabla 40). Estos resultados indican que hay una influencia por parte del punto de vertimiento y por actividades mineras en el río Ranchería y sus tributarios, particularmente río abajo y al pasar los tajos.

Tabla 40. Factores de riesgo de metales en el Río Ranchería y tributarios.
Campos y Philippe, 2017, Universidad Koblenz-Landau, pág. 29.

	HQ for Guidelines													
SQGs	TEC							PEC						
Metal Site	As	Cd	Cr	Cu	Pb	Ni	Zn	As	Cd	Cr	Cu	Pb	Ni	Zn
REF	0.46	0.23	0.49	0.51	0.33	0.77	0.38	0.14	0.05	0.19	0.11	0.09	0.36	0.10
1	0.87	0.71	0.45	0.32	0.29	0.82	0.71	0.26	0.14	0.18	0.07	0.08	0.38	0.19
2	1.00	0.95	0.55	1.17	0.43	2.16	1.10	0.30	0.19	0.22	0.25	0.12	1.01	0.29
3	0.18	0.26	0.48	0.37	0.18	0.63	0.31	0.05	0.05	0.19	0.08	0.05	0.29	0.08
4	0.63	0.86	0.54	1.04	0.35	1.73	0.90	0.19	0.17	0.21	0.22	0.10	0.81	0.24
5	0.45	0.64	0.46	0.84	0.29	1.27	0.66	0.13	0.13	0.18	0.18	0.08	0.59	0.17
8	0.25	0.09	0.86	1.04	0.32	1.20	0.37	0.08	0.02	0.34	0.22	0.09	0.56	0.10
9	0.43	0.44	0.76	1.16	0.33	1.52	0.63	0.13	0.09	0.30	0.25	0.09	0.71	0.17
10	0.23	0.19	0.72	0.84	0.24	1.04	0.40	0.07	0.04	0.28	0.18	0.07	0.49	0.10
12	0.17	0.14	0.43	0.36	0.15	0.61	0.28	0.05	0.03	0.17	0.08	0.04	0.29	0.07
13	0.04	0.04	0.12	0.11	0.07	0.13	0.11	0.01	0.01	0.05	0.02	0.02	0.06	0.03
14	0.04	0.05	0.07	0.08	0.06	0.09	0.06	0.01	0.01	0.03	0.02	0.02	0.04	0.02
15	0.68	0.85	0.55	0.95	0.28	1.65	0.86	0.20	0.17	0.21	0.20	0.08	0.77	0.23
Bruno-March	0.79	1.00	0.53	1.40	0.42	2.62	0.99	0.24	0.20	0.21	0.30	0.12	1.22	0.26

Resumen de Factores de Riesgo (HQs) para siete metales y metaloides (arsénico, cadmio, cromo, cobre, plomo y zinc) con las guías de calidad de sedimento (SQGs) establecidas: la concentración mínima de efectos (TEC) y la concentración de efectos probables (PEC). Las muestras provienen de sedimentos en un tramo del río Ranchería y dos tributarios, al su-

reste del departamento de La Guajira, Colombia. Los valores resaltados en rojo muestran HQs mayores que 1, o clasificados con “riesgo moderado”, mientras que los valores en negro muestran HQs entre 0.1 y 1, o clasificados con “riesgo potencial”. Por su parte, los valores en verde, con HQs menores a 0.1, son clasificados como “sin riesgo”.

Por otro lado, los valores de PLI en todas las muestras de sedimentos, incluyendo la muestra de marzo del 2017, mostraron ser menores de 1. Utilizando la interpretación, por lo tanto, esto sugiere que actualmente no hay contaminación aparente en los sedimentos. De la misma manera, los resultados determinaron que todos los sitios, y para todos los metales, serían clasificados como “sin contaminación o moderadamente contaminado”. Pero, aunque estos índices proveen una vista simple de la contaminación, es muy importante apuntar que estos índices dependen de las concentraciones regionales históricas

para todos los elementos estudiados, lo cual podría variar de los valores arbitrarios establecidos, por ejemplo, Turekina y Wedepohl (1961). Dichas concentraciones históricas son cruciales para el reconocimiento de áreas potencialmente contaminadas, aunque dicha determinación podría ser difícil debido a las influencias antropogénicas, sin cuantificar, y a variaciones naturales (Hamon et al., 2004). Por lo tanto, estos resultados deben incluir las consideraciones mencionadas, y los valores históricos regionales podrían proveer, en un futuro, resultados más acertados para evaluaciones de calidad en sedimentos.

6.5. Conclusión análisis de sedimentos – muestras de julio 2017

Daniel Armando Campos, Candidato al Ph. D.

Alan Philippe, Ph. D.
Universidad Koblenz-Landau, Alemania.

Los resultados de este estudio inferen un riesgo potencial de ciertos metales (níquel, zinc, estroncio, bario y cobre) en varias muestras de agua y sedimento. Además, los resultados también determinaron concentraciones en aumento de ciertos metales a causa de un punto de vertimiento de la mina (manganeso, selenio, bario y estroncio). La evaluación de riesgos en calidad del agua y sedimentos determinaron que los sedimentos no presentan riesgos altos de contaminación en la mayoría de metales; sin embargo, la mayoría de sitios presentaron niveles cercanos a las concentraciones en las guías establecidas en el caso de algunos metales. Para futuros monitoreos, se sugiere un enfoque en metales específicos que presenten mayor peligro, mientras se enfoca en una representación mayor de la sección investigada en el río Ranchería y sus tributarios. Aunque es comprensible que el acceso a ciertas partes del río Ranchería es actualmente restringido por Cerrejón, entre los tajos, un número mayor de muestras se podrían obtener de sitios antes y después de la mina.

En comparación con los resultados de la Universidad de Cartagena (2017), algunos metales se presentaron en mayor concentración durante aquel estudio. El posible “lavado” de concentraciones de metales durante los períodos de lluvia inesperados en los meses que se consideran como “normales/moderados”, al igual que el mayor flujo de agua debido al agua vertida de la represa río arriba durante ese tiempo, se debe de considerar al comparar los resultados de ambos estudios. Se recomienda un muestreo trimestral, el cual aportaría a generar una base de datos en menor tiempo, al igual que mayor información sobre la variabilidad de las concentraciones a través de las tres estaciones definidas en la región (Ibíd. pág. 35).



Capítulo 7

Resultados del análisis de tejidos de chivos e iguanas

Jesús Olivero Verbel, Ph. D.

Juan Carlos Valdelamar Villegas, Candidato al Ph. D.
Universidad de Cartagena

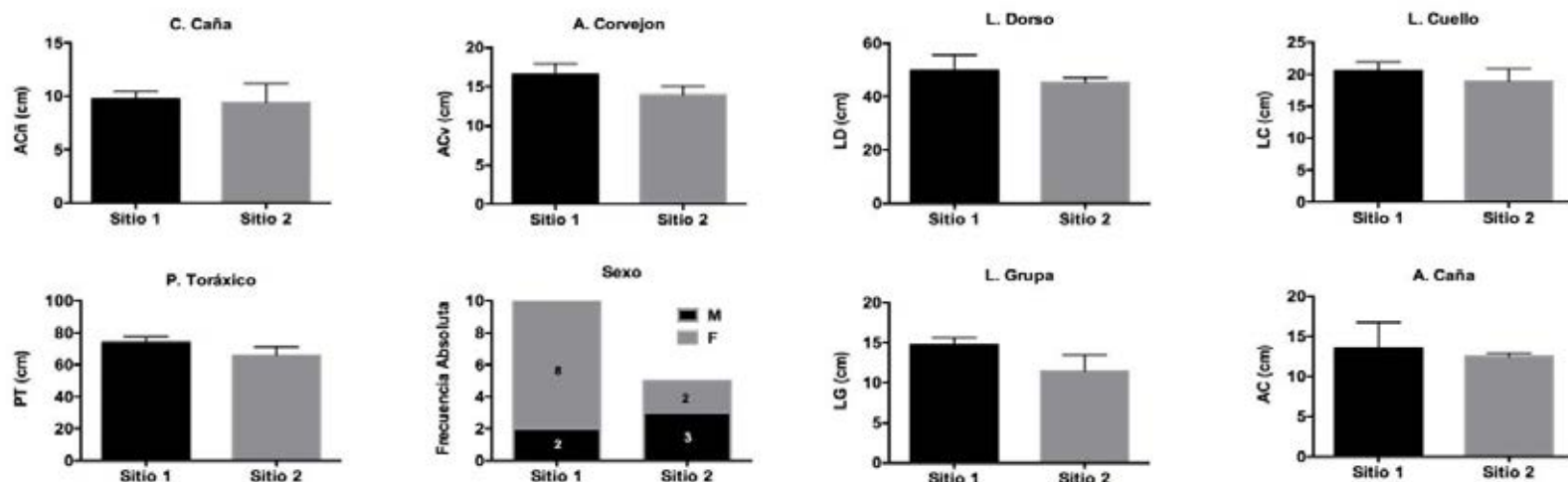
7.1. Morfometría e histopatología de chivos



Se analizaron ocho hembras y dos machos para el sitio 1, y tres machos y dos hembras para el sitio 2. Las comparaciones entre las variables morfométricas (figura 7) indican que no hay diferencias entre estas para

los especímenes de cada zona, lo cual indica que las observaciones que se deriven de estos dos grupos no estarán afectadas por aspectos asociados con el tamaño de los especímenes.

Figura 7: Variables morfométricas de los chivos procedentes de los dos sitios analizados.



El resumen de las frecuencias de alteraciones encontrados a través de la observación histopatológica de los tejidos hígado, bazo, riñón y pulmón, es presentado en la siguiente figura. De acuerdo con ella, los hallazgos para distintas alteraciones en los órganos examinados oscilaron entre leves y moderados. Muy pocas manifestaciones histopatológicas marcaron una tendencia hacia mayores afectaciones entre uno y otro grupo, siendo destacable una mayor inflamación moderada y presencia de tejido conectivo en pulmón de especímenes de la zona minera, probablemente asociado con el desarrollo de procesos inflamatorios, incluyendo fibrosis. Algunas microfotografías de los hallazgos histopatológicos encontrados en hígado, bazo, riñón y pulmón, son mostrados en las figuras 9 - 12, respectivamente.

Figura 8. Frecuencia de alteraciones histológicas en chivos.

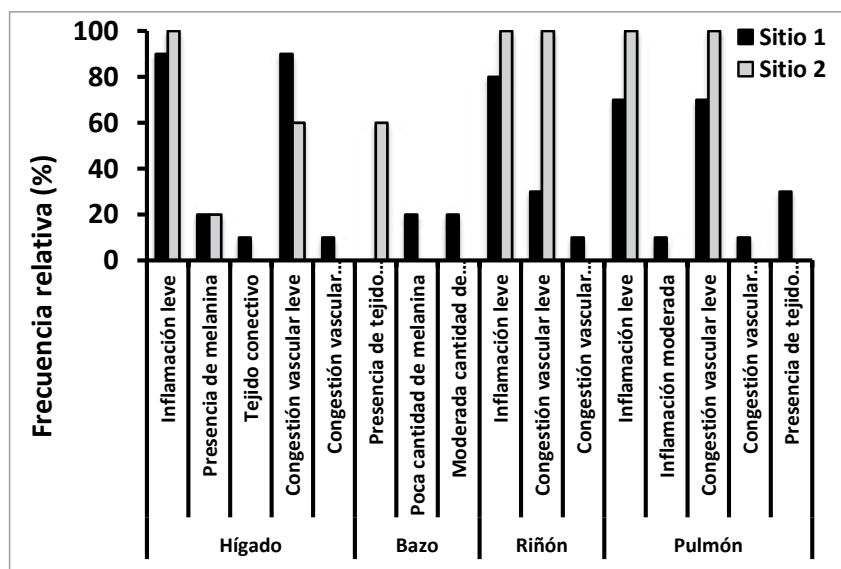


Figura 9: Histología del hígado de chivos provenientes del sitio 1 (A-B) y el sitio 2 (C-D).

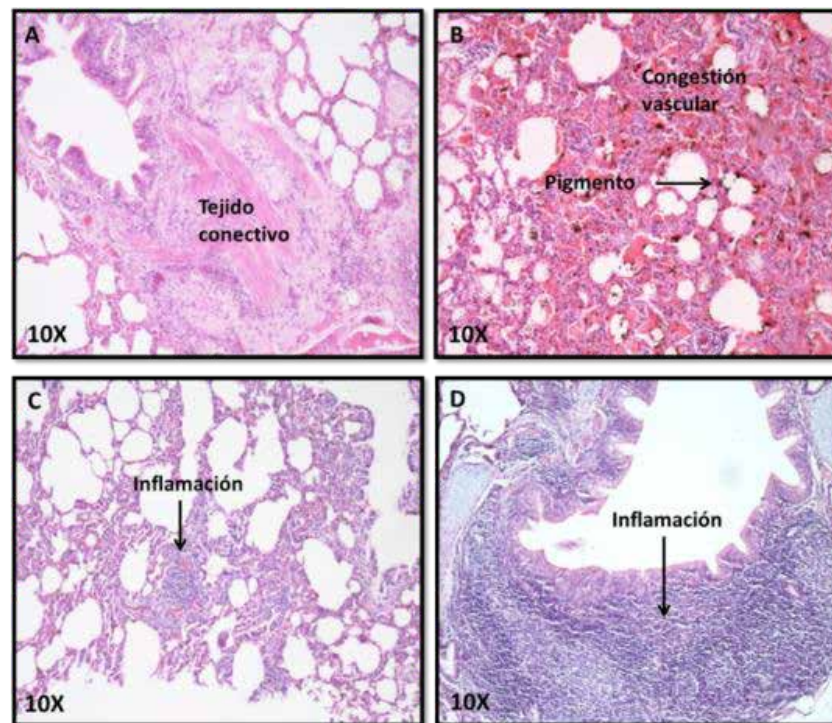


Figura 10. Histología del bazo de chivos provenientes de La Guajira.

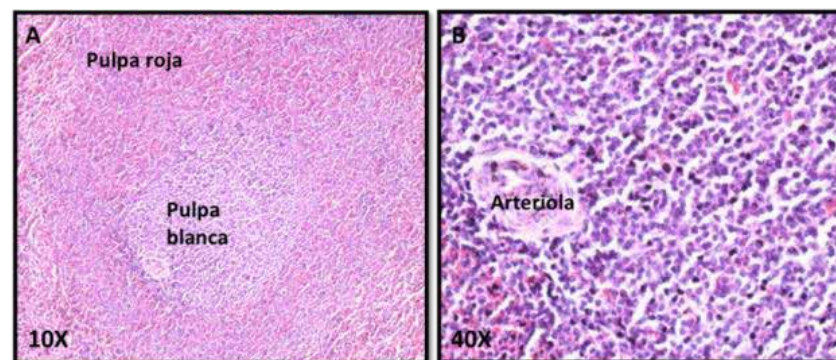
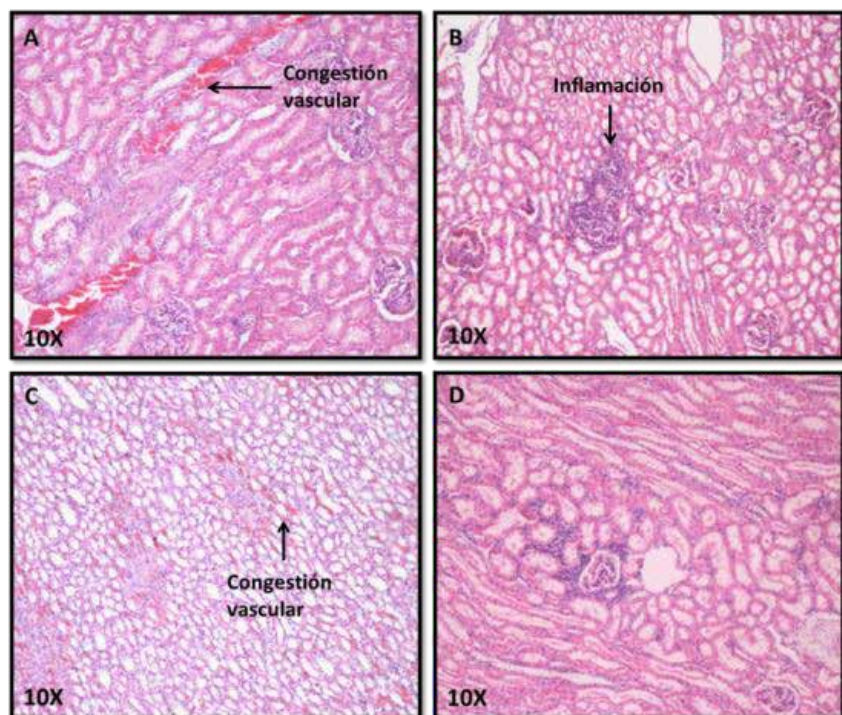
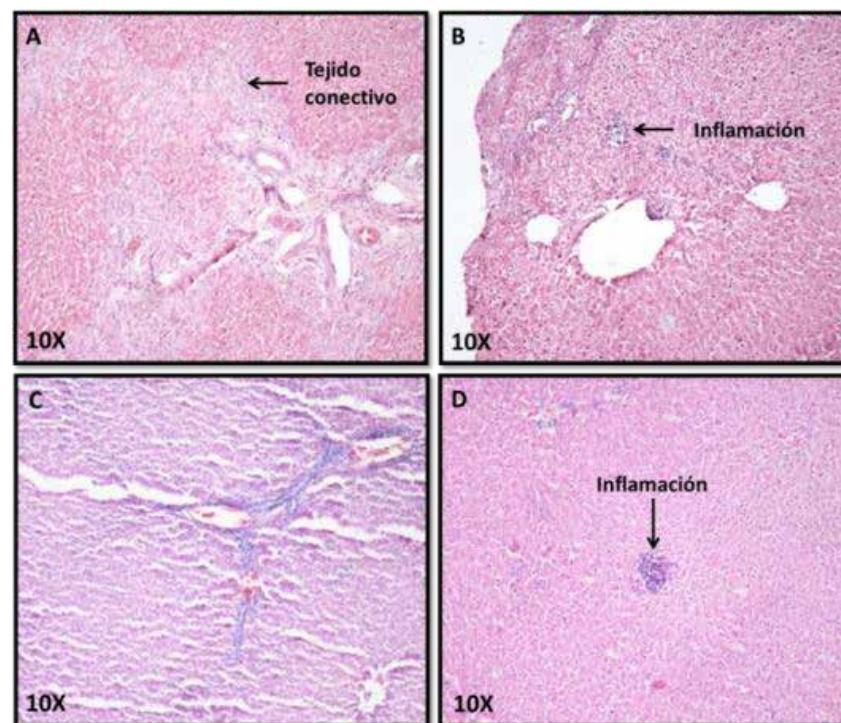


Figura 11. Histología del riñón de chivos provenientes del sitio 1 (A-B) y el sitio 2 (C-D).



La histopatología ha sido considerada como una respuesta de alto nivel que refleja la alteración existente en funciones fisiológicas y/o bioquímicas (Nero et al., 2006). Por tanto, son una herramienta útil para determinar el grado de contaminación de un ecosistema, dado a que los cambios en la función son iniciados a nivel celular y tisular, permitiendo caracterizar el punto final biológico de la exposición tóxica (Jagoe 1996; Stentiford et al. 2003; Flores-Lopes y

Figura 12. Histología del pulmón de chivos provenientes del sitio 1 (A-B) y el sitio 2 (C-D).



Thomaz 2011; Yasser y Naser 2011; Abdel-Moneim et al. 2012). De forma especial, la histopatología de órganos expresa la condición y representan impactos endógenos y exógenos integrados en el tiempo de los organismos, siendo por tanto los cambios histopatológicos en tejidos animales, indicadores confiables y el método más fácil de evaluar los efectos tóxicos, tanto a corto, como a largo plazo (Teh et al. 1997; Reddy y Rawat 2013).

7.2. Conclusiones sobre los análisis de los chivos



Debido al hecho que ambos grupos se encuentran en la potencial zona de influencia de la actividad minera, son mínimas las diferencias que se encuentra entre los individuos provenientes de los diferentes lugares. Ambos demuestran congestiones o procesos de inflamaciones leves a

moderadas en sus órganos, mientras que las frecuencias de las alteraciones más severas son bajas, por lo que se considera que esta especie ha desarrollado procesos de adaptación y que no resulta ser la mejor al momento de emplearla como bioindicadores de tales ecosistemas.

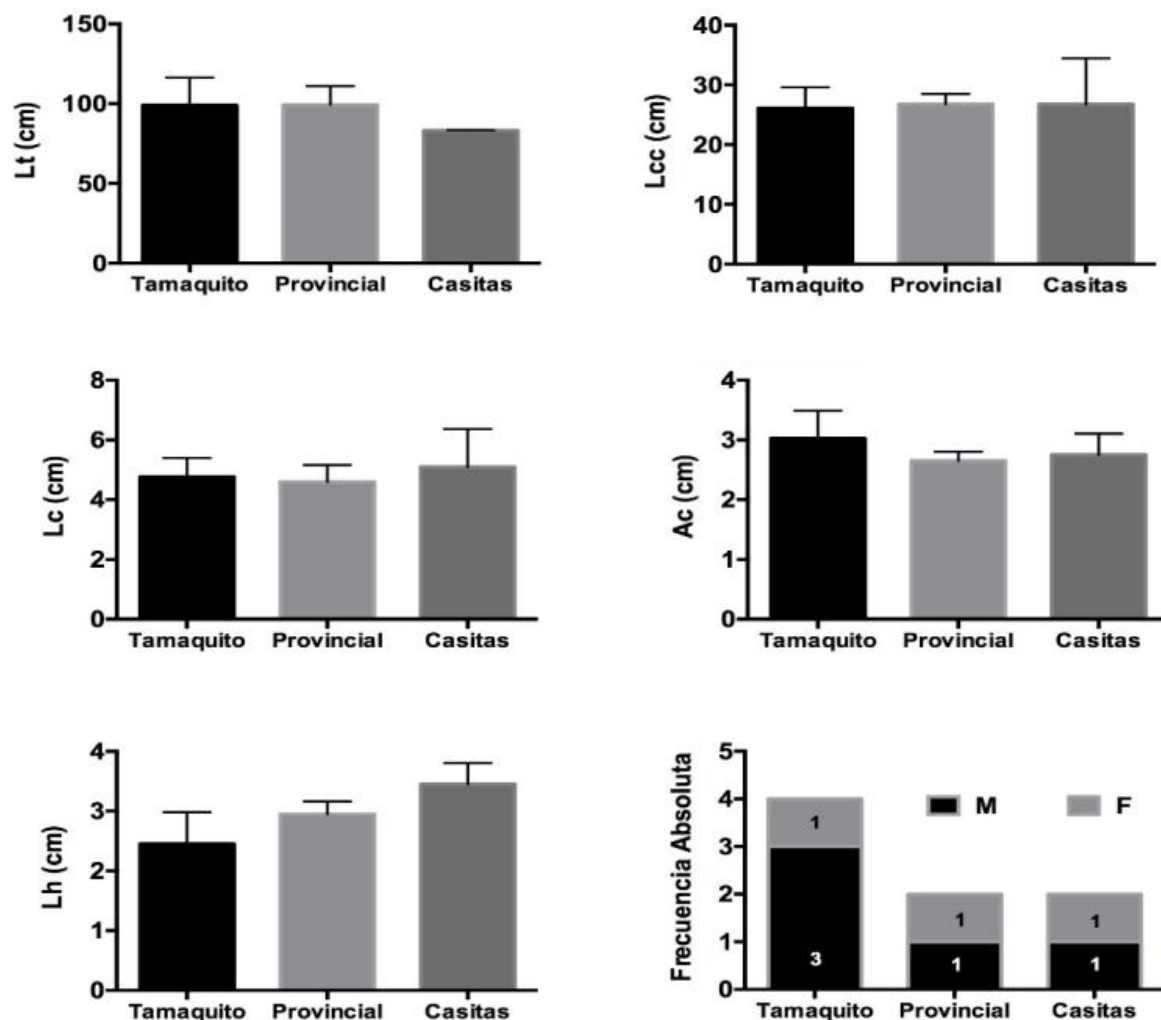


Figura 13. Variables morfométricas de las iguanas procedentes de los sitios analizados.



7.3. Morfométrica e histopatología de iguanas

Se analizaron tres machos y una hembra de Tamaquito, mientras que para las zonas de Provincial y Casitas se analizó un macho y una hembra de cada una. Las comparaciones entre las variables morfométricas (figura 13), indican que no hubo diferencias entre estas variables para los especímenes de cada zona, lo cual revela que las observaciones que se deriven de estos dos grupos no estarán afectadas por aspectos asociados con el tamaño de los especímenes.

La observación microscópica de los tejidos de las iguanas provenientes de las comunidades de Tamaquito, Provincial y las Casitas, mostró un parenquima tisular normal para los órganos, gónada y bazo. Por su parte, pulmón e Hígado presentaron alteraciones en su arquitectura. En el tejido pulmonar fue apreciada congestión vascular leve en un espécimen y moderada en otro, afectando con ello el intercambio gaseoso debido al compromiso de los espacios alveolares. A nivel hepático, se observó aumento en la producción de melanina, siendo mayor en los especímenes provenientes de las comunidades, Tamaquito y Provincial, con respecto a las de Las Casitas (figura 15). La acumulación de melanina en el hígado está directamente relacionada con la presencia de células de origen histiocítico, denominadas melanosomas, que tienen capacidad melanosintética, la cual se incrementa como respuesta a la actividad antioxidante del hígado por la presencia de sustancias citotóxicas, como los cationes orgánicos e inorgánicos y los hidrocarburos aromáticos nucleares (Gallone et al. 2007; Klaassen 2013; Emami et al. 2017).

Figura 14. Histología de órganos de Iguana iguana, observadas en objetivo de 10X. A. Tejido pulmonar con presencia de congestión vascular. B. Tejido esplénico de arquitectura normal, se aprecia la presencia de pulpa blanca y pulpa roja.

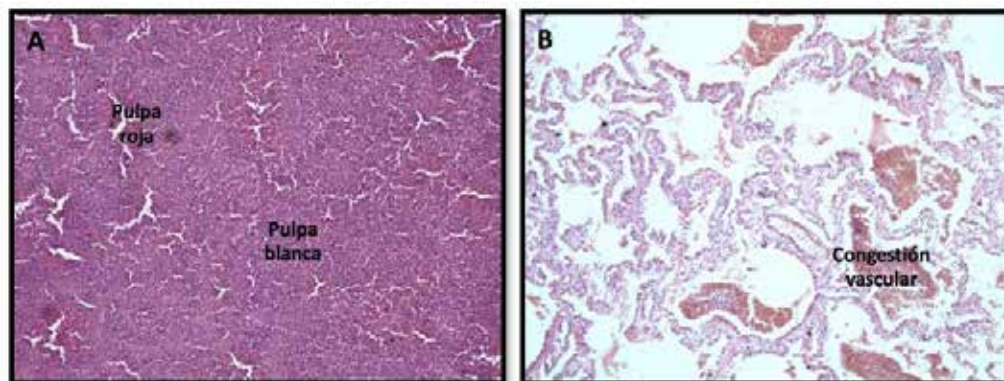


Figura 15. área relativa ocupada por la melanina en los cortes histológicos analizados para las iguanas de cada comunidad.

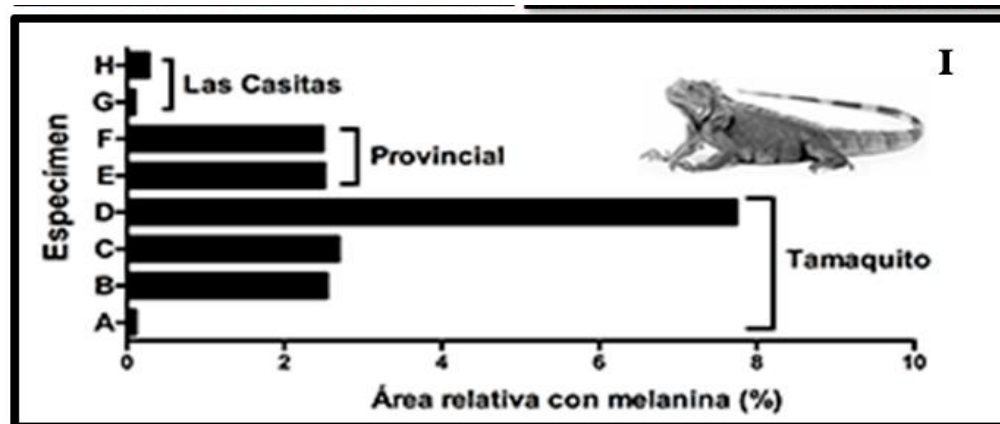
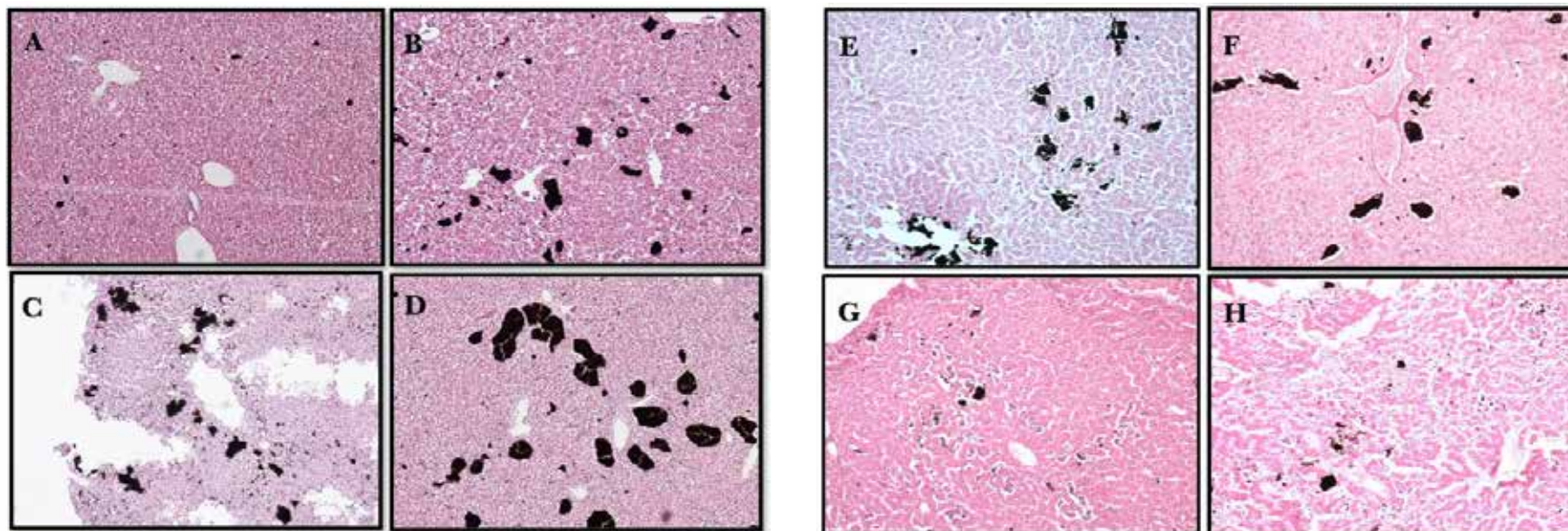


Figura 15 B. Características histológicas de los hígados de especímenes de Iguana iguana de la Guajira, observados en objetivo de 10X. Se destaca la presencia de melanina en el parénquima tisular. Las microfotografías corresponden a los organismos capturados en las inmediaciones de las comunidades: Tamaquito (A-D); Provincial (E y F), y Las Casitas (G y H).



7.4. Conclusiones sobre los análisis de de las iguanas

Los resultados encontrados permiten afirmar que las iguanas provenientes de las comunidades Tamquito II y Provincial han tenido mayor grado de exposición a los contaminantes ambientales, lo cual ha desencadenado procesos de metabolización de xenobióticos en el hígado. Esto puede estar asociado con la inhalación de sustancias

contaminantes derivadas de la actividad minera en la zona, como se ha evidenciado en el estudio de Olivero et al. (2014), en donde se encontraron mayores depósitos de melanina en hígados de iguanas provenientes de la zona minera del Cesar, en comparación con el grupo control.

Capítulo 8

Factores de contaminación ambiental relacionados con la actividad minera

Basados en los Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA) de Cerrejón entre 2007 y 2015, se han identificado tres procesos en la actividad industrial que se asocian con la contaminación de las aguas superficiales, sedimentos de río y tejidos de animales analizados previamente. Esos son: El verti-

miento de aguas industriales provenientes de lagunas de retención; el depósito de lodos industriales sobre un botadero autorizado; y las cargas de contaminación de aire, que contribuyen a la acidificación de la lluvia y consecuente lixiviación de metales que se encuentran en las escombras de los botaderos.

8.1. Las lagunas de vertimiento



Con el termino laguna de vertimiento, se hace referencia a las lagunas de sedimentación y almacenamiento que existen dentro del complejo minero, en las cuales se retiene el agua proveniente de tajos, botaderos, planta de carbón, patio de acopio, o de las aguas de escorrentía de áreas mineras que pueden ser vertidos al río Ranchería o ser reutilizadas para el riego de vías u otros fines mineros (ANLA, 2014, pág. 112-13). Los resultados reflejados en las tablas 42 a 54 corresponden a las mediciones de metales en los vertimientos que la empresa debe realizar mensualmente y que son despachados a los cuerpos de agua que rodean el emprendimiento.

Según reporte de la misma empresa:

El agua residual industrial se genera en las plantas de trituración y lavado del carbón producto de la limpieza de las áreas y equipos. Aproxima-

damente el 80% se recircula nuevamente para los procesos industriales distribuyéndose de la siguiente manera: 60% para la planta de trituración No. 1, 25% para la planta de trituración No. 2 y el 15% restante para la planta de lavado del carbón. El 20% restante llega a la laguna de retención Oeste en donde después de un proceso de sedimentación de los sólidos, esta laguna vierte al río Ranchería a través de un canal. Este vertimiento cuenta con su respectivo permiso otorgado por Corpoguajira²³ (Cerrejón, 2016, 40-ARI, pág. 2).

A diferencia de las lagunas Oeste, Este y Sur, que parecen recibir aguas del proceso de carga de vagones de tren y limpieza del equipo

23. Permisos para realizar vertimientos: Resoluciones 636 del 5/5/2011; 1720 del 17/12/2012; 1038 del 18/6/ 2014; 1194 del 16/7/2014 y 1674 del 10/9/2015 emitidos por Corpoguajira.

Figura 16: Área de almacenamiento del carbón triturado de la mina Cerrejón, rodeado por algunas lagunas que vierten agua al río Ranchería.



Fuente Foto: Programa Satelital Sentinel 2B de la Agencia Espacial Europea. Foto infrarrojo del 23 de julio de 2017

de trabajo, se constató que las demás lagunas están conectadas con las zonas de operación en donde se practican las voladuras para extraer el carbón, y en donde reciben más aguas cuyos orígenes son las escorrentías y otras lagunas que se encuentran al interior de los tajos Oreganal, Patilla y Zona Norte. Cada laguna tiene asignado un cierto tiempo de retención para que los sedimentos puedan caer al fondo de la laguna, antes de que se realice el vertimiento de las aguas industriales al río Ranchería y sus tributarios²⁴. Se recogió información que indica

.....

24. Cerrejón (2014) 122-Plano de vertimiento: Mapa Vertimientos 2014.

que los momentos de vertimiento no necesariamente tienen que corresponder a los tiempos de retención establecidos, sino que pueden variar, según la capacidad de la laguna de retener aguas y la temporada del año. Por lo tanto, durante un año de sequía, la frecuencia de verter agua industrial a los cuerpos de agua superficiales puede ser menos, mientras que en años con mucha lluvia se hace indispensable verter con más frecuencia esas aguas industriales. Otro factor adicional es que, además del factor clima, existe el de la gestión empresarial que influye en el momento del vertimiento. Esa libertad de poder tomar la decisión sobre los momentos para realizar los vertimientos, abre un margen de influencia directa sobre la medición de las concentraciones

Tabla 41: Tabla de tiempos de retención de aguas industriales en algunas lagunas de vertimiento. I

ZONA	CUERPOS DE AGUA MODELADOS	TIEMPO DE RETENCIÓN (día)
Centro	Laguna Aeropuerto	15
	Laguna Oreganal	15
EWP	Laguna Estabilización	30
	Laguna Sur	15
	Laguna Este	15
	Laguna Oeste	30
	Embalse Muerto	30
	Reservorio	30
NAM	Sumidero Puente Ext 1	5
	Sumidero Puente Ext 2	15
	Sumidero La Puente	30
	Embalse El Bagre	30
	Embalse Potrerito	1
	Embalse Samaleón	30
	Embalse III	30

Fuente: Informe INGETEC, 2014, ICA Cerrejón, pág. 68

de metales pesados y otros parámetros de agua en río Ranchería y sus tributarios que la empresa manda medir y analizar ²⁵. Eso representa un real reto al momento de buscar establecer la causalidad exacta entre la actividad minera y las concentraciones de metales pesados y

demás parámetros medidos en los cuerpos de agua superficiales, y lo que a su vez abre posibilidades de influenciar los resultados. Por el momento, la base de datos analizados permite meramente afirmar que hay una participación en la contaminación de las aguas superficiales por parte de la actividad minera, pero no permite identificar causalidades exactas entre los valores medidos en el río Ranchería y las mediciones extraídas de los informes de calidad de agua de los vertimientos.

En total, se identificaron 16 lagunas de vertimientos que cuentan con sus debidos permisos²⁶. El río Ranchería recibe agua industrial de: Laguna Oreganal, 831 Sur, 831 Norte, Pista aérea, Laguna Fernández, Laguna CRS, Laguna Oeste, Laguna Este, Laguna Sur, Laguna de Estabilización y Laguna Samaleón.

Mientras que el arroyo Bruno recibe vertimientos de las lagunas Porterito y La Puente, que según reporta la empresa ya no estaría funcionando, el arroyo Tabaco recibe las aguas industriales del Embalse 3 y la Laguna Trituradora. Finalmente, se identificó que el arroyo Cerrejoncito recibe vertimientos de la Laguna Comuneros.

Existe una falta de información relacionada con la medición de concentraciones de metales en las muestras de agua recogidas en los vertimientos provenientes de las lagunas de vertimientos. De los nueve años de revisión de los ICA, Cerrejón reporta mediciones de concentraciones en algunos metales, en los vertimientos de contadas lagunas,

25. Deducimos esa afirmación por el mismo análisis de los ICA que hace evidente el manejo auto-regulado por parte de la empresa. Además hay informes de ANLA donde esa hace referencia que, en el caso de la Laguna Porterito, que cuenta con licencia para verter diariamente sus aguas industriales al arroyo Bruno, no se realizó tal actividad durante la visita de la funcionaria de ANLA en 2016. Véase: ANLA, 2016, Auto No. 04983, pág. 18.

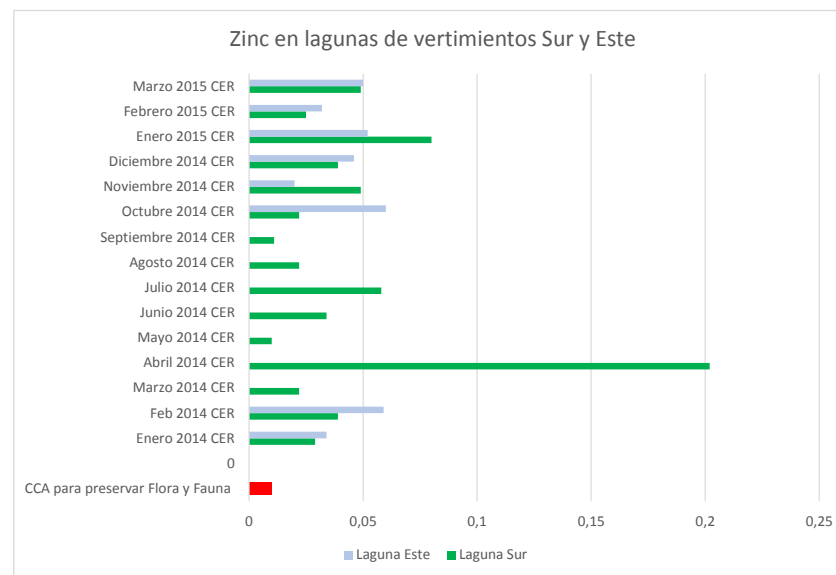
26. Resoluciones 636 del 5/5/2011; 1720 del 17/12/2012; 1038 del 18/6/ 2014; 1194 del 16/7/2014 y 1674 del 10/9/2015 emitidos por Corpoguajira.

27. ANLA 2014: Resolución 1386 por la cual se modifica el plan de manejo ambiental de Carbones del Cerrejón, p. 130-33. Cerrejón está obligado de medir y reportar las concentraciones de los siguientes metales (pesados): Cadmio, Mercurio, Hierro, Cromo, Arsénico, Plomo, Bario, (Manganeso), Cobre y Níquel. Norma de referencia es el decreto 1594 de 1984, según ANLA.

con análisis realizados solo en determinados meses. Eso representa un vacío de información que no debería existir, ya que las licencias ambientales ordenan su medición y reporte de información trimestral, así como la medición de muchos más metales de los encontrados en los documentos examinados²⁷. A eso se suma, que entre el momento de medición de la calidad de agua de los vertimientos y el momento de la medición de la calidad de agua de río, existen inconsistencias. Interesa conocer, tanto las concentraciones de metales pesados en los vertimientos provenientes de las lagunas de vertimiento previo a la desembocadura a los ríos y arroyos, como la calidad del agua del río Ranchería una vez que se hayan realizado los vertimientos. Es un vacío de información que no debería existir ya que el plan de manejo ambiental ordena monitorear la calidad de agua de río 10 a 30 metros antes y después del vertimiento (Resolución 2097, PMA 2005, pág. 74). Eso implica que con 14 puntos de vertimiento, los ICA deberían contar con 36 puntos de medición de calidad de agua del río Ranchería y sus tributarios en la zona de operación de la actividad minera, cosa que no se da en la actualidad y que impide consecuentemente realizar modelamientos de dispersión de contaminantes en un río como el Ranchería lo que ayudarían a determinar con más claridad la participación de Cerrejón en la degradación del río.

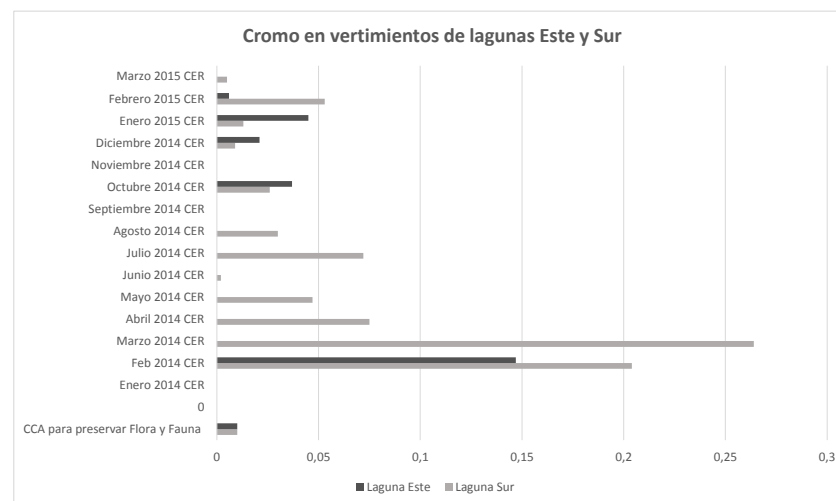
Esta ausencia de información es aún más grave si se consideran los resultados de concentración de metales, como el cromo, zinc, plomo, manganeso y cadmio (ver tablas 42-50), que se han logrado identificar con base en la poca información que sí fue reportada por la Empresa. Los datos reflejados en las tablas demuestran que las concentraciones de los metales reportados sobrepasan en gran medida los límites establecidos para la preservación de la flora y fauna (CCA).

Tabla 42. Mediciones zinc en vertimiento de las lagunas Este y Sur.



Fuente: ICA 2014 y 2015 de Cerrejón.

Tabla 43. Mediciones de cromo en vertimiento de las lagunas Este y Sur.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 44. Mediciones de manganeso en vertimiento de lagunas Este y Sur.

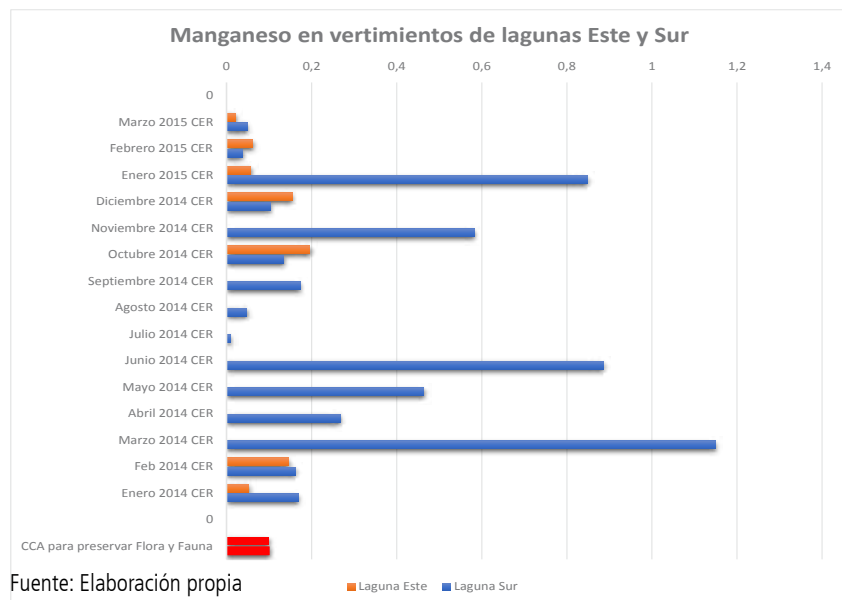


Tabla 45. Mediciones de cadmio en vertimiento de las lagunas Este y Sur.

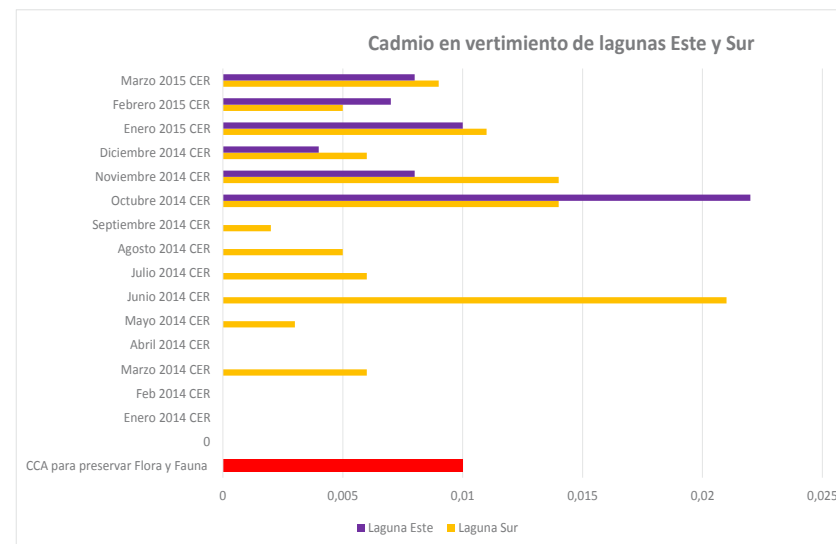
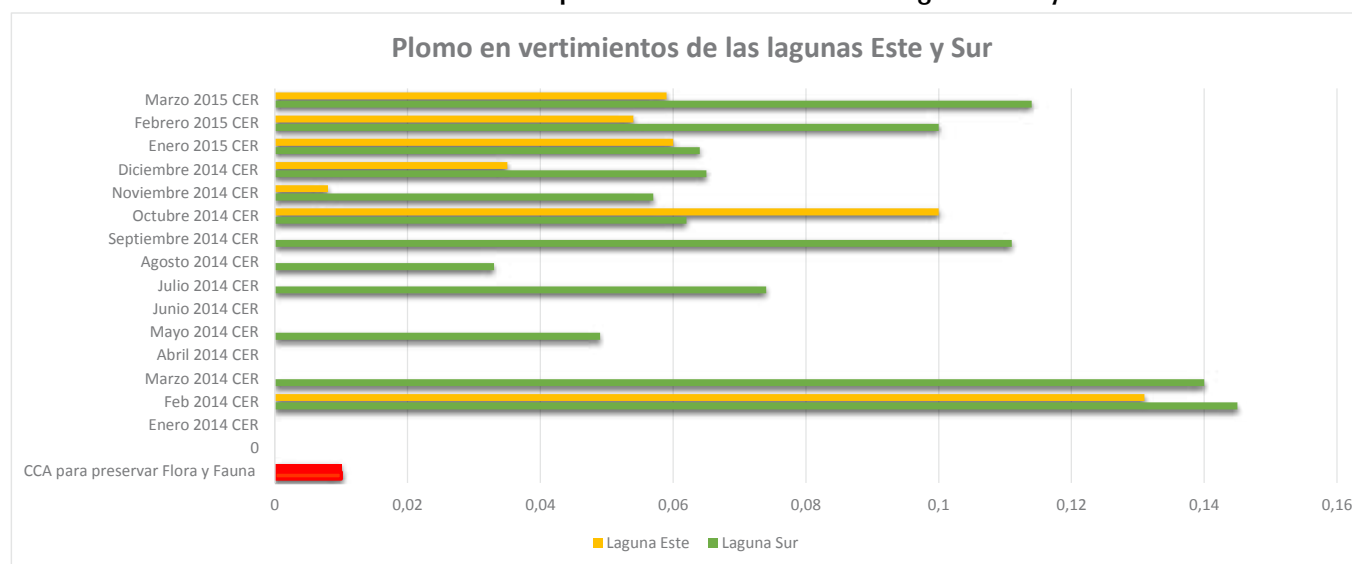


Tabla 46. Mediciones de plomo en vertimiento de las lagunas Este y Sur.



A continuación, las figuras 16-19 y tablas 47-50, permiten una aproximación a la contaminación que la Empresa ocasiona al arroyo

Bruno. En las imágenes, el arroyo Bruno antes y después del punto de vertimiento de la laguna Potrerito.

Figura 16. Arroyo Bruno en la comunidad El Rocío.

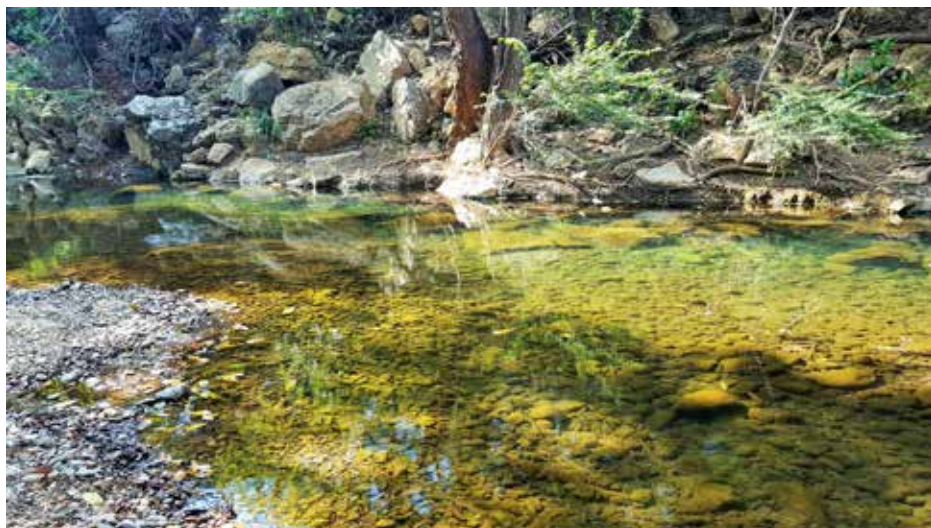


Figura 17. Arroyo Bruno.



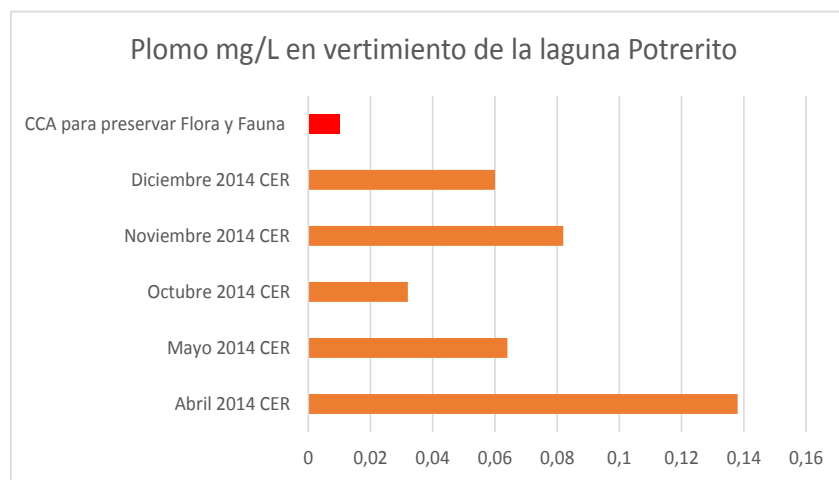
Figura 18 Arroyo Bruno en la comunidad El Rocío.



Figura 19. Arroyo Bruno.

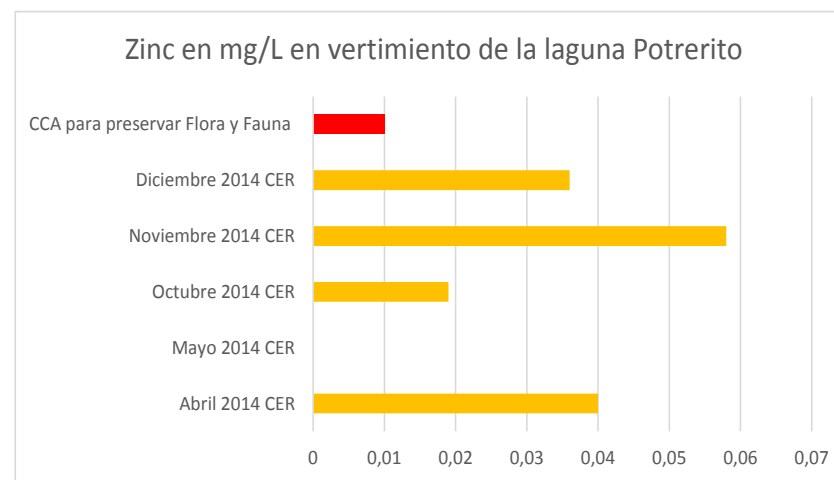


Tabla 47. Mediciones de plomo en vertimiento de la laguna Potrerito, que vierte al arroyo Bruno.



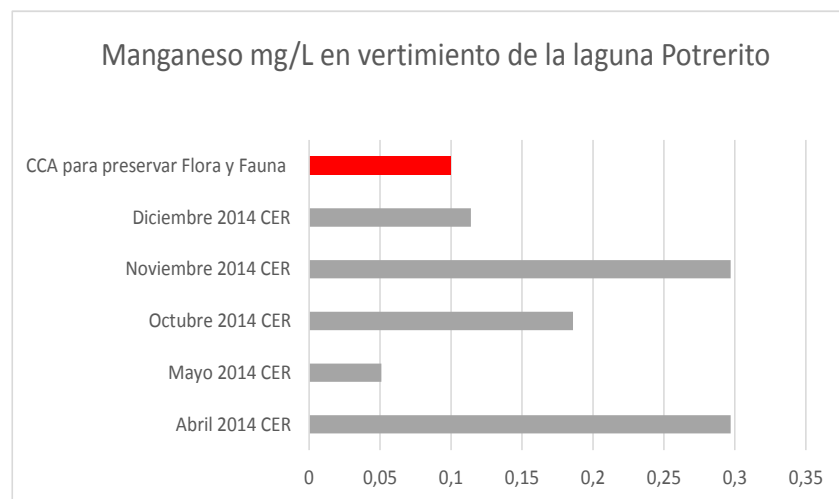
Elaboración propia. Fuente: ICA 2014 de Cerrejón.

Tabla 48. Mediciones de zinc en vertimiento de la laguna Potrerito, que vierte al arroyo Bruno.



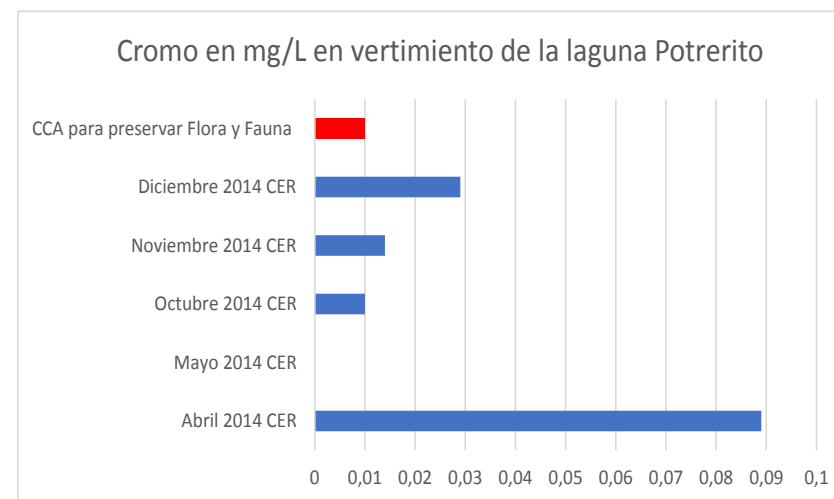
Elaboración propia. Fuente: ICA 2014 de Cerrejón.

Tabla 49. Mediciones de manganeso en vertimiento de la laguna Potrerito, que vierte al arroyo Bruno.



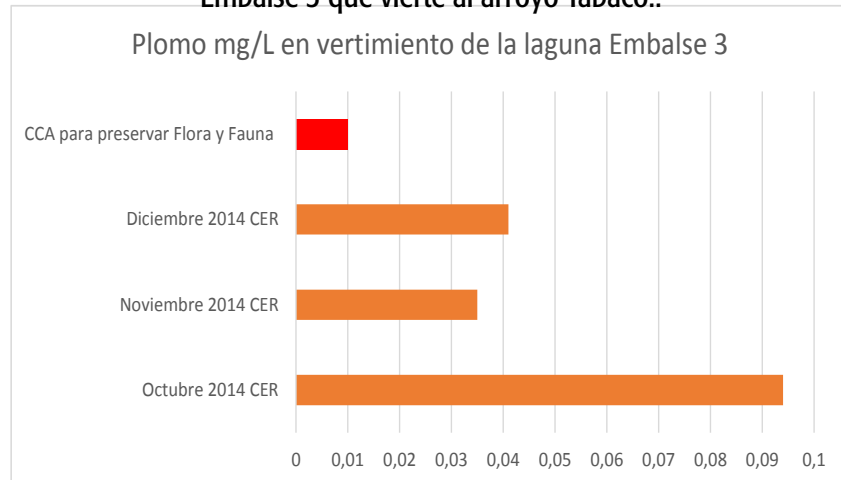
Elaboración propia. Fuente: ICA 2014 de Cerrejón.

Tabla 50. Mediciones de cromo en vertimiento de la laguna Potrerito, que vierte al arroyo Bruno.



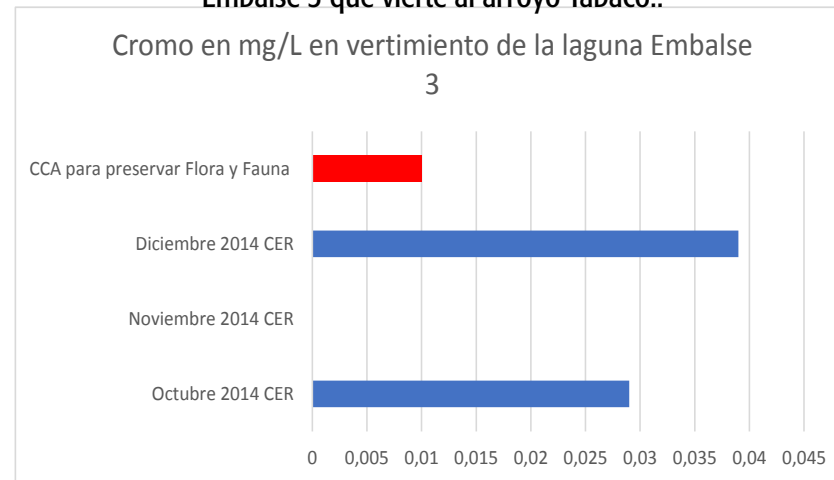
Elaboración propia. Fuente: ICA 2014 de Cerrejón.

Tabla 51. Mediciones de plomo en vertimiento de la laguna Embalse 3 que vierte al arroyo Tabaco..



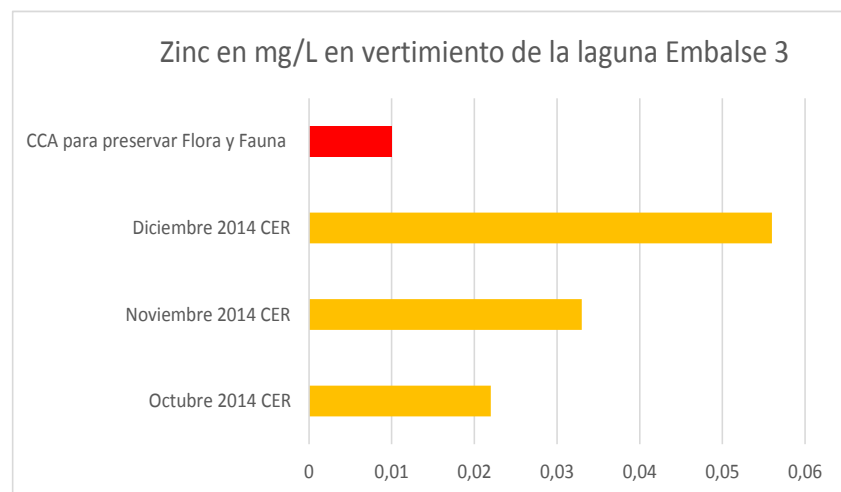
Elaboración propia. Fuente: ICA 2014 de Cerrejón.

Tabla 52. Mediciones de cromo en vertimiento de la laguna Embalse 3 que vierte al arroyo Tabaco..



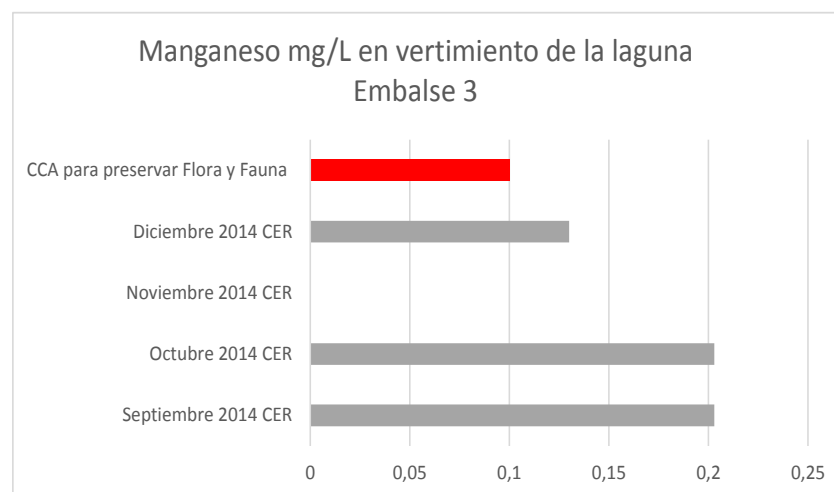
Elaboración propia. Fuente: ICA 2014 de Cerrejón.

Tabla 53. Mediciones de zinc en vertimiento de la laguna Embalse 3 que vierte al arroyo Tabaco.



Elaboración propia. Fuente: ICA 2014 de Cerrejón.

Tabla 54. Mediciones de manganeso en vertimiento de la laguna Embalse 3, que vierte al arroyo Tabaco.

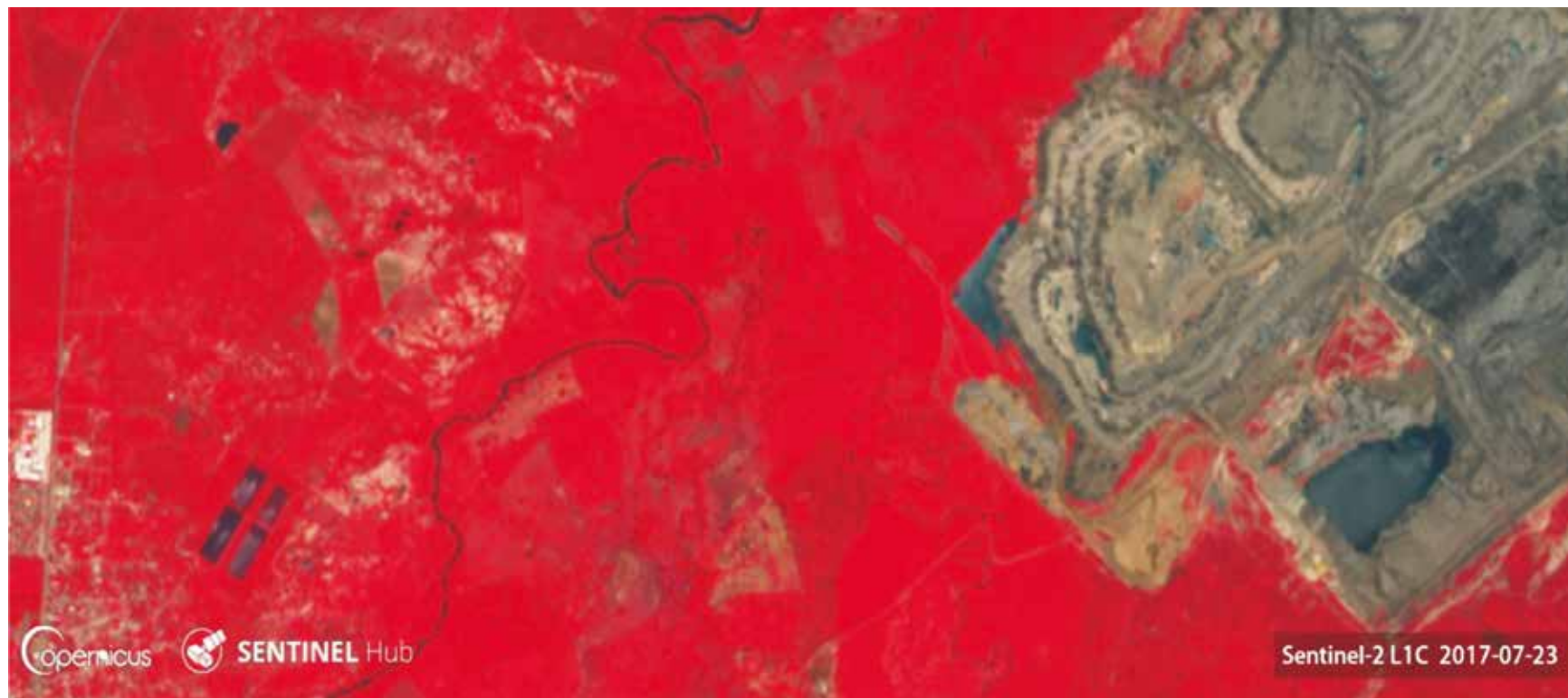


Elaboración propia. Fuente: ICA 2014 de Cerrejón.

Finalmente, la figura 20 demuestra la ubicación de la laguna de vertimiento Embalse 3, ubicado en el tajo Tabaco, en la zona Norte, y las tablas 51- 54 permiten apreciar las concentraciones de varios metales vertidos al arroyo Tabaco, en 2014, único año para el que se logró encontrar información de dicha laguna.

En el caso de mediciones reportadas en lagunas con permiso de verter agua al río Ranchería, los resultados de la empresa para 2007 arrojaron, además de concentraciones de metales como el plomo y el cadmio, compuestos como el sulfuro de carbono con niveles muy por encima de los límites establecidos para la conservación de la flora y fauna, e incluso bastante por encima de la norma de vertimientos industriales (tabla 55).

Figura 20: Laguna Embalse 3 que vierte las aguas industriales del tajo Tabaco al arroyo Tabaco.



Fuente Foto: Programa Satelital Sentinel 2B de la Agencia Espacial Europea. Foto infrarrojo del 23/7/2017.

Tabla 55: Mediciones de diferentes metales en varias lagunas de vertimiento que vierten al río Ranchería, 2007.

PARAMETRO ANALIZADO/ENSAYO	03800	03803	03804	03805	03806	03807	UNIDADES	Norma: Artículo 72 y 74 del decreto 1594/84
	L. oeste	L.R.S	Pista aérea salida	L. Bouscoup	L. sur	L. sur Zona sur		
Arsénico	<0,00001	<0,00001	<0,00001	< 0,00001	<0,00001	<0,00001	mg As/L	0,5
Bario	0,2415	1,0870	< 0,0001	0,2415	0,2415	0,2415	mg Ba/L	5,0
Cadmio	< 0,0001	0,2852	0,0150	0,3977	< 0,0001	< 0,0001	mg Cd/L	0,1
Cobre	0,2315	0,7870	0,1019	0,0926	0,0926	0,0833	mg Cu/L	3,0
Hierro	1,4327	4,3347	1,5306	9,0857	1,0898	0,0980	mg Fe/L	-
Mercurio	< 0,00001	0,0205	0,0037	0,0503	0,0391	<0,00001	mg Hg/L	0,02
Níquel	0,0111	0,0111	0,0111	0,0111	0,0111	< 0,0001	mg Ni/L	2,0
Plomo	1,2940	0,3530	1,0590	6,7060	6,5882	7,4120	mg Pb/L	0,5
Sulfuro de carbono	< 0,1	< 0,1	23,0	58,4	58,4	< 0,1	mg CH ₂ S/L	1,0
Sulfuros totales	< 0,1	< 0,1	16	40,6	40,6	<0,1	mg S/L	-
Compuestos fenólicos expresados como fenol total	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,08	< 0,001	< 0,001	mg /L	0,2

Fuente: ICA 2007 de Cerrejón.

8.2. Conclusión sobre el análisis de los vertimientos que salen de las lagunas de vertimientos

Los resultados representados en las tablas 42-54 permiten deducir que, hasta el momento, existe una actividad minera cuyas aguas industriales vertidas al río Ranchería y sus tributarios, los arroyos Bruno y Tabaco, sobrepasan claramente de manera repetitiva los límites establecidos para la conservación de la flora y fauna en metales.

En perspectiva de más de cincuenta años de minería que se alcanzarán en 2034, con las 15 lagunas de vertimientos en operación, sus factores de contaminación representan un potencial enorme de generar daño en los cuerpos de agua, los ecosistemas e incluso en personas

que consumen agua del río. Sin duda alguna, existe la necesidad de realizar análisis adicionales que puedan establecer una base de datos, con mediciones de concentraciones de metales de carácter mensual en la totalidad de lagunas de vertimientos existentes. Igual, parece indispensable considerar variables como la distribución de esos metales en la cuenca del Ranchería y sus tributarios a partir de los momentos de vertimientos; analizar de manera regular la concentración de esos metales en los lodos y en el agua del río, así como identificar la biodisponibilidad de los metales medidos para los sistemas acuáticos, marinos y ecosistemas que dependen de las aguas del Ranchería y sus tributarios.

Se concluye que existe riesgo de daño ambiental por las concentraciones de metales reportados en los vertimientos que salen de las lagunas. Lo anterior debería ser motivo suficiente para que las entidades públicas de gestión ambiental y recursos hídricos adopten acciones para salvaguardar los derechos a un ambiente sano y a la salud, en estrecha conexidad con el derecho a la vida.

Aparte de estas revelaciones, la revisión de literatura ha permitido ubicar un estudio reciente que analizó las concentraciones de algunos

metales en la bahía donde el río Ranchería desemboca en el mar. El estudio demostró la presencia de concentraciones de metales como el hierro, manganeso, zinc y níquel por encima de los límites establecidos por ley, y advierte sobre su posible acumulación en la biota y relación con la actividad minera (Doria Argumendo y Deluque Viloria, 2015, pag.1)²⁸. Son algunos de los metales que destacan en las tablas 42-54 por sobrepasar en varios momentos los límites establecidos para la preservación de un medio ambiente sano.

8.3. El manejo de los lodos industriales

En su operación, la Empresa genera aguas industriales y también residuos sólidos, denominados lodos industriales. Un lodo industrial es un sedimento que cae al fondo de las lagunas de vertimientos, que se acumula en los sistemas de canales que conectan las lagunas, zonas industriales y los lavaderos de equipos dentro del complejo minero.

Según reporta Cerrejón, esos lodos industriales presentan ciertos niveles de contaminación por residuos de aceites, grasas, combustibles y metales. Los contaminantes se concentran en los lodos, que van acumulándose al fondo de las lagunas de vertimiento durante el proceso de las actividades de lavado de equipos, maquinaria y vehículos, y durante los procesos de acumulación de aguas industriales que caen en la laguna (Cerrejón ICA 2014 y 2015). A diferencia de los residuos orgánicos, como aceites y combustibles, los metales pesados suelen ser imperceptibles para el ser humano y altamente dañinos a nivel de trazas, razón por la cual son considerados residuos peligrosos que requieren de un especial manejo.

Los lodos de las lagunas de vertimiento y de los canales que conectan el sistema de lagunas existentes, suelen ser removidos antes de pasar por un proceso de deshidratación en un lecho de secado, según reporta la Empresa. Posteriormente, los lodos que evidencian contaminación por aceites son tratados con cal, lo que permitiría la eliminación de grasas y aceites antes de su disposición final en el botadero autorizado, según reporta ANLA.

Las aguas y los residuos industriales [lodos] colectados en estos sitios, son conducidas a través de estructuras de concreto hacia separadores de aceite y lodos (piscina de retención y trampas de aceite). Los lodos aceitosos que resultan de estas trampas de grasas son llevados a la zona de biorremediación [...]. El agua separada en estas trampas de grasas y aceites, se conducen a lagunas de sedimentación para terminar su tratamiento. En algunos casos, serán vertidas al río Ranchería o a uno de sus tributados, en otros, serán reutilizadas dentro del complejo minero (riego de vías o humectación de carbón) (ANLA 2014: p.113)²⁹.

Para los demás lodos que contienen metales, vale lo siguiente:

“Los lodos que son removidos de las canales pavimentadas [y de las lagunas] se disponen en bahías o lechos de secado para su deshidratación. Una vez este lodo está seco, se procede a evacuarlos hacia botaderos autorizados con el apoyo de un equipo de cargue y uno de acarreo” [al parecer sin tratamiento adicional] (Cerrejón 2016: p.4).

-
28. Doria Argumendo, Carlos y Deluque Viloria, Haroldo (2015): Nivel y distribución de metales pesados en la zona de playa de Riohacha, La Guajira, Colombia. Volumen 6 nr.1 enero-junio 2015; Revista de Investigación Agraria Ambiental.
 29. ANLA 2014: Resolución 1386 por la cual se modifica el plan de manejo ambiental de Carbones del Cerrejón.
 30. Cerrejón (2016): INFORME DE MANEJO DE LAS AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DEL AREA DE LAS PLANTAS DE CARBON Y LAVADO. ICA 2015.

Figura 20: Trabajos de limpieza dentro del complejo minero, recogiendo lodos industriales.



Casos: La Laguna Este y Oeste

Las lagunas Este y Oeste cuentan con permiso para verter sus aguas al río Ranchería³¹. Ellas presentaban una gran sedimentación que im-

pedía el ingreso normal del agua a las lagunas, generando un riesgo de inundación al área industrial y a planta de carbón respectivamente, según reporta la misma empresa.

Figura 21: Lagunas de vertimiento Este y Oeste con un acumulado de sedimentos.



Fuente: Cerrejón (2016), ICA 2015 Informe 24-31 ARI, pág.8.

31. Véa: Resolución 1720 del 17/12/2012 de Corpoguajira.

Entre 2014 y 2015, la Empresa realizó trabajos de dragado en estas dos lagunas, removiendo un total de 200.000 toneladas de lodo. En la Laguna Oeste se removieron “alrededor de 125.000 metros cúbicos [y] en la otra laguna fueron removidos alrededor de 75.000 metros cúbicos de sedimentos” (Cerrejón, 2016, l.nr. 24-31: p.7-8)³². Similar a los lodos removidos de los canales, los sedimentos mojados fueron transportado a los lechos de secado, antes de ser depositados en el botadero (Ibíd.).

Tabla 56. Cantidades en toneladas de lodo industrial seco.

Año	Toneladas de lodo industrial seco
2013	7.135
2014	6.960
2015	5.760

Fuente: ICA 2013-15.

Los lodos que surgen de una actividad industrial como la minera, suelen contener mayores cantidades de contaminantes orgánicos e inorgánicos. Las concentraciones de metales reportadas en las muestras de aguas de las lagunas de vertimiento son un primer indicador de que, debido a procesos de precipitación, exista mayor acumulación de esos metales en los lodos en el fondo. Depositados en una sola área, aquellos terrenos pueden convertirse en verdaderas zonas contaminadas. Por sus elevadas concentraciones de contaminantes, al moverse esos metales pueden poner en riesgo los cuerpos de agua superficiales y subterráneos (a través de procesos de lixiviación), en caso de ser expuestos al arrastre eólico o a ciertas condiciones climáticas a la población aledaña (en procesos de dispersión y volatilización), y dificultan el futuro aprovechamiento agrícola de aquellas tierras (en procesos de absorción de contaminantes por las plantas).

.....

32. Cerrejón (2016) Reporte nr. 24-31 ARI: INFORME OBRAS DE MODIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS DE MANEJO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES LA MINA 2015.

Conocer las cantidades de lodos industriales producidos, la ubicación de despacho, así como las concentraciones exactas de contaminantes de interés toxicológico, es indispensable en zonas donde se practican actividades industriales a gran escala, como es el caso de Cerrejón.

Por otra parte, la revisión de los ICA no ha permitido ubicar el botadero en donde se depositan estos lodos. En cuanto a la información relacionada con las cantidades de lodos industriales que fueron depositados en los botaderos autorizados, solo se logró identificar el registro para tres años (Tabla 56).

Con 19.855 toneladas de desechos industriales acumulados en tan solo tres años, se generan inquietudes sobre las cantidades de lodos que han sido botados en el curso de más de treinta años de minería en el sur de La Guajira.

Contrario a lo esperado de una empresa que pretende tener una gestión ambientalmente sostenible, fue difícil encontrar información sobre las concentraciones de metales y aceites presentes en aquellos lodos. Con excepción de una medición del mes de diciembre de 2007, no existe información de calidad de esos lodos. Al parecer, Cerrejón no reporta la calidad de esos lodos ante las autoridades ambientales, lo que resulta ser un motivo de preocupación, pues metales como el plomo, bario, cadmio y níquel han sido medidos en concentraciones altas. En el caso de los tres primeros, sus mediciones han sobrepasado lo expuesto en el Decreto 4741 de 2005 que aplica para residuos caracterizados como peligrosos (tabla 57).

El Ministerio del Ambiente (2007) define un residuo peligroso de la siguiente manera:

Característica que hace a un residuo peligroso por ser tóxico: Se considera residuo o desecho tóxico aquel que en virtud de su capacidad de provocar efectos biológicos indeseables o adversos puede causar daño a la salud humana y/o al ambiente. Para este efecto se consideran tóxicos los residuos o desechos que se clasifican de acuerdo con los criterios de toxicidad (efectos agudos, retardados o crónicos y ecotóxicos) Ministerio de Ambiente, 2007, pág. 28.

Tabla 57: Concentraciones de metales en los lodos aceitosos de la mina Cerrejón.

PARÁMETRO/ENSAYO	UNIDADES	NORMA: DECRETO 4741/05 MVADT (RESIDUOS PELIGROSOS)	05371 Lavadero Equipo liviano	05372 Isla punto com	OBSERVACIONES /CUMPLIMIENTO
Bario	mg Ba/L	100	100.718	25.0754	NO CUMPLE PARA EL CODIGO 05371
Cadmio	mg Cd/L	1.0	1.1388	0.5601	NO CUMPLE
Cobre	mg Cu/L	-	16.6898	9.337	CUMPLE
Cromo Hexavalente	mg Cr6+/L	-	<0.02	<0.02	CUMPLE
Molibdeno	mg Mo/L	-	2.2912	3.7999	CUMPLE
Níquel	mg Ni/L	-	23.5600	15.6945	CUMPLE
Plomo	mg Pb/L	5.0	48.5869	5.5805	NO CUMPLE
Cinc	mg Zn/L	-	93.1827	43.9050	CUMPLE
Compuestos fenólicos expresados como fenol total	mg /L	-	<0.001	<0.001	CUMPLE
Hidrocarburos totales	mg/Kg	-	916.1	100.1	CUMPLE

Fuente: ICA 2007 Diciembre, Cerrejón, pág.8

De proyectar las concentraciones de metales pesados medidos por Cerrejón (Tabla 57) con las toneladas de lodo industrial desechado

año tras año, se llegaría a hablar de un despacho de varios kilogramos de metales al año a un botadero de la mina.

8.4. Conclusiones sobre el análisis de los lodos industriales

La información sobre lodos industriales que Cerrejón deposita sobre uno de los botaderos de la zona, indica que la actividad minera produce varios miles de toneladas de desechos industriales al año, los cuales concentran sustancias potencialmente tóxicas para el medio ambiente, si es que esos metales llegan a moverse mediante procesos de lixiviación, dispersión, volatilización o absorción, y alcanzan así receptores como cuerpos de agua, el aire, la biota y la cadena de alimentación. Tomando como principio que la manera más eficaz de proteger la salud humana y el medio ambiente contra los daños que entrañan esos desechos es reducir al mínimo posible sus concentraciones, se considera que la práctica empresarial actual resulta cuestionable y responden más bien a una lógica de ahorrar gastos operacionales, a cambio de generar pasivos ambientales. En el marco de la debida diligencia empresarial, se esperaría a que Cerrejón se acogiera también al principio de precaución y acoplara su gestión de residuos sólidos.

En este sentido, es importante que Cerrejón haga públicos los análisis de calidad de los lodos industriales y de los suelos en el depósito final. En ambos casos, urge identificar la variedad de contaminantes presentes que son de interés toxicológico (insuficiente por el momento), conocer el lugar, la extensión y las propiedades hidrogeológicas del depósito final; entender qué tan movibles son los contaminantes identificados bajo condiciones climáticas y de los suelos de La Guajira, para poder identificar cuán grande es la capacidad de absorción de los suelos y cuáles pueden ser las posibles rutas de exposición.

Contar con esa información debería ser también de interés de las entidades públicas de control ambiental (ANLA y Corpoguajira) para prevenir la degradación continua del medio ambiente y evitar exposiciones de personas. Permitiría además prevenir posibles costos de saneamiento que pueden surgir en un futuro para recuperar esos suelos y garantizar que en el futuro se puedan reutilizar para cultivos agrícolas.

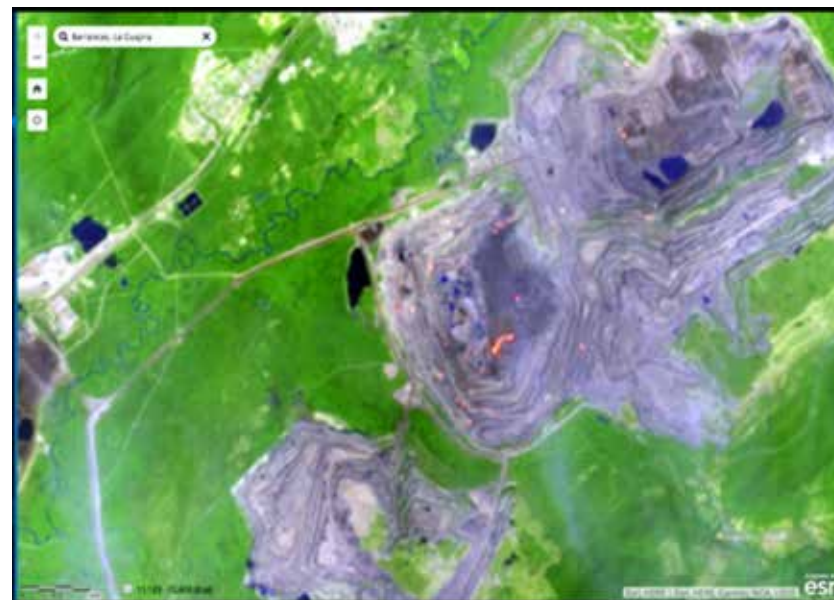
8.5. Calidad de aire, salud y medio ambiente

“La contaminación del aire representa un importante riesgo medioambiental para la salud. Mediante la disminución de los niveles de contaminación del aire los países pueden reducir la carga de morbilidad derivada de accidentes cerebrovasculares, cánceres de pulmón y neumopatías crónicas y agudas, entre ellas el asma. Cuanto más bajos sean los niveles de contaminación del aire mejor será la salud cardiovascular y respiratoria de la población, tanto a largo como a corto plazo [...]. La contaminación con partículas conlleva efectos sanitarios incluso en muy bajas concentraciones; de hecho, no se ha podido identificar ningún umbral por debajo del cual no se hayan observado daños para la salud.”

Organización Mundial de Salud (OMS) 2016³³

La OMS ha manifestado que, cuanto más bajos los niveles de contaminación del aire, mejor será la salud cardiovascular y respiratoria de la población, tanto a largo como a corto plazo. Por ese motivo, hace llamados explícitos a los Estados de fijar normas más estrictas que parten del principio de prevenir daños en salud³⁴. En cuanto a la regulación de material particulado PM10 y PM2.5, la OMS (2006) establece valores de 20µg/m3 (en PM10) y 10µg/m3 (en PM2.5) como límites anuales que no deberían sobrepasarse. En Colombia, el límite para PM10 se mantuvo por muchos años a un nivel de 100µg/m3, antes de que la Resolución 610 de 2010 ajustara el tope a 50µg/m3 promedio anuales y 100µg/m3 como máximo valor diario. Son límites que han sido cuestionado por la Corte Constitucional en la sentencia T-154/13, en donde ordena al Estado colombiano adaptar los límites actualmente establecidos a los niveles que recomienda la OMS, de manera que la población particularmente en zonas donde se practica minería a cielo

Figura 21: Tajo de carbón en pleno proceso de combustión, Sur de la Guajira.



abierto cuentan con marcos normativos que logren mejor protegerlos de posibles enfermedades respiratorias y cardiovasculares.

Según reporta ANLA (2016), para cada tonelada de carbón minado, Cerrejón genera actualmente siete toneladas de material estéril que terminan sobre los botaderos, que después de 2015 subirían a ocho toneladas³⁵.

La actividad minera también produce emisiones de dióxido de azufre (SO2), óxidos de nitrógeno (NOx) y ozono proveniente de procesos de combustión en los vehículos y combustiones espontáneas que se dan

33. OMS 2016: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/> (accedido 15/11/2017)

34. Véa OMS 2006: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2006/pr52/es/> (accedido 15/11/2017)

35. Véa ANLA (2016): Auto Nr. 04983 Por el cual se efectúa seguimiento y control ambiental.

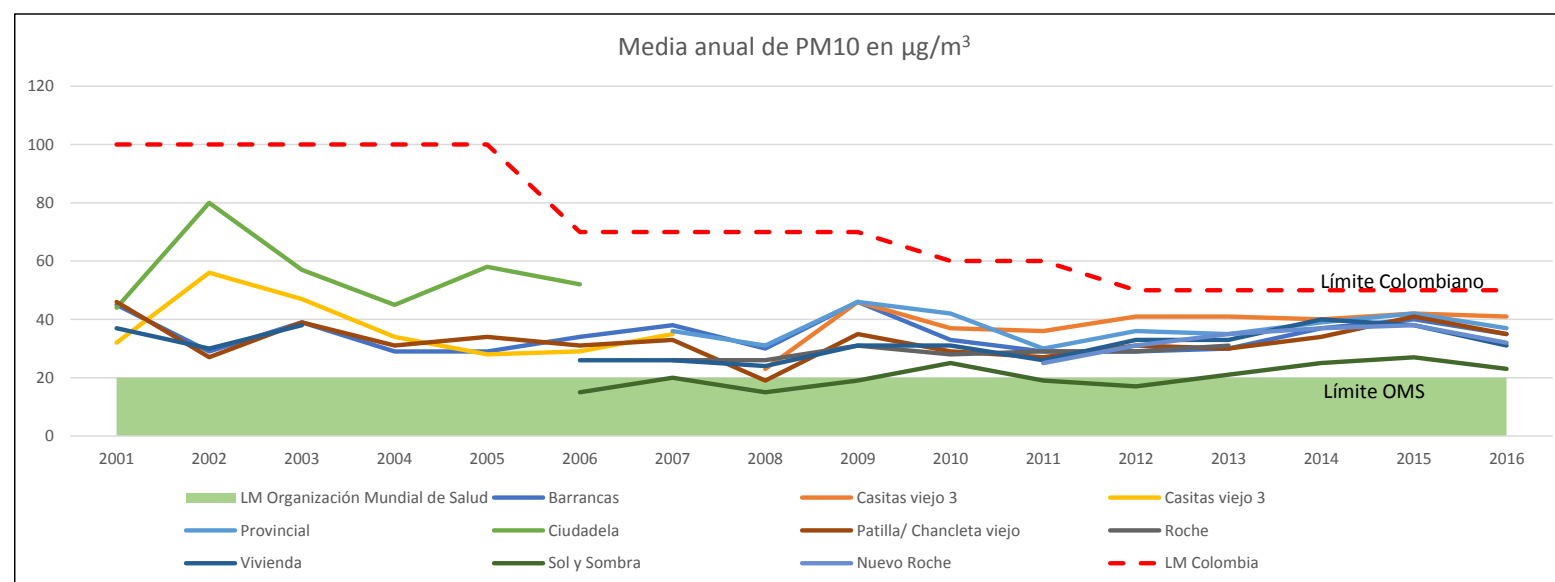
en los tajos durante las excavaciones y voladuras. Al igual que en el caso de la regulación colombiana para PM10, existen grandes discrepancias en la regulación para dióxido de azufre y óxido de nitrógeno. Mientras que para el dióxido de azufre la regulación colombiana permite un límite máximo de 250µg/m3, la OMS recomienda aplicar un límite de 20µg/m3.

El dióxido de azufre puede producir irritaciones en los ojos, nariz, garganta y pulmones después de tan solo diez a quince minutos de exposición; puede causar asma a partir de una exposición corta y, en caso de exposiciones permanentes, tiene el potencial de crear diversas enfermedades respiratorias³⁶, que en el peor de los casos se convierten

en un edema pulmonar. Así mismo, sus efectos negativos en la actividad minera son bien documentados³⁷. Existen estudios que han demostrado que, en tiempos que con registros altos de contaminantes de PM10, se han incrementado las demandas de citas médicas para atender problemas de respiración aguda en menores que viven en las cercanías de emprendimientos de carbón a cielo abierto, en comparación con otros que viven en áreas alejadas³⁸.

Ahora, en el caso de las mediciones de PM10 en las áreas geográficas más próximas al emprendimiento minero, Cerrejón reporta las concentraciones que se encuentran claramente por encima de los

Tabla 58: Promedio anual de contaminantes PM10 entre 2001-2015 en el área de influencia de Cerrejón. Mediciones de la misma empresa.



Elaboración propia en base a los ICA 2007-2015 y el Informe de sostenibilidad 2016.

36. Vea: Gobierno de Australia – Departamento del medio ambiente y energía: Fact sheet on Sulfur Dioxide (SO2): <http://www.environment.gov.au/protection/publications/factsheet-sulfur-dioxide-so2> y Centro canadiense para salud y seguridad ocupacional: Chemical profile on Sulfur Dioxide (SO2): http://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/chem_profiles/ (accedido el 01/12/2017)

37. Hendryx / Palmer et al. (2010): Consequences of mountain top coal mining, Science 2010, 327, p. 148-49; Hendryx, Personal and family health in rural areas of Kentucky with and without mountaintop coal mining. Journal of rural health 2013, Vol. 29, p.79-88; Jesús Olivero Verbel (2014), Efectos de la Minería en Colombia sobre la Salud Humana, p.13.

38. Vea: Pless-Mulloli et. al. (2000): Living near opencast coal mining sites and children's respiratory health, en Occupational and Environmental Medicine 2000, Vol. 57, p. 145-151; <https://>

límites recomendados por la OMS (2006) y alcanzan niveles que son comparables con las reportadas en mega urbes, como Bogotá. Preocupa constatar que, a pesar de las advertencias de la OMS en materia de salud y contaminación de aire, así como la sentencia T-154/13, la empresa no considera comprometerse con aquellos estándares más severos, lo que en materia de debida diligencia empresarial demostraría un compromiso basado en los principios de prevenir riesgos y posibles daños en salud y el ambiente, así como lo prevé los principios rectores de Naciones Unidas sobre empresas y derechos humanos (2011)³⁹.

Por su lado, Corpoguajira (2017) reporta que, para 2016, en cuatro de sus estaciones de medición de calidad de aire se alcanzó y superó la media anual para mediciones de PM_{10} (tabla 59), lo que demuestra una vez más los niveles elevados de exposición a contaminantes que experimentan las poblaciones que viven en las cercanías de la mina⁴⁰. Las estaciones son las ubicadas en Hatonuevo ($50\mu g/m^3$), Papayal ($50\mu g/m^3$), Provincial ($71\mu g/m^3$) y Viejo Casitas ($91\mu g/m^3$). En el caso de la estación de medición Las Casitas, Corpoguajira no registra la contaminación de aire del asentamiento wayuu Campoalegre, cercano al viejo asentamiento de Las Casitas, en donde también se han recogido testimonios de personas que sufren de infecciones respiratorias agudas. La comunidad cuenta con aproximadamente 18 familias, que no necesariamente acceden al servicio de salud en Barrancas por las condiciones financieras precarias en las que viven.

Durante la revisión de los datos de los niveles de contaminación de aire en PM_{10} reportados por Corpoguajira y Cerrejón, resaltaron diferencias marcadas entre los niveles de contaminantes que aparecen en sus informes.

.....

www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1739923/; Bakonyi et al., Air pollution and respiratory diseases among children in the city of Curitiba, Brazil, Revista Saúde Pública 2004, Vol. 38 No. 5, p. 695-700. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-89102004000500012&script=sci_arttext&lng=en (accedido el 30/11/2017)

39. Vea Principios Rectores de Naciones Unidas 2011: http://www.ohchr.org/Documents/Publications/GuidingPrinciplesBusinessHR_SP.pdf (accedido el 30/11/2017)

40. Corpoguajira (2017): Informe del estado actual de la calidad del aire a partir de las mediciones disponibles realizados por Corpoguajira en nuestra jurisdicción. Informe solicitado por derecho de petición.

Tabla 59: Promedio de contaminantes PM_{10} (azul) y TSP (rojo) en el área de influencia de Cerrejón, según mediciones de Corpoguajira en 2016.



Fuente: Corpoguajira (2017)

Con 2016 como base, las mediciones de calidad de aire en Provincial arrojaron $37\mu g/m^3$ para Cerrejón y $71\mu g/m^3$ para Corpoguajira, situación similar en la estación Las Casitas, que dieron $41\mu g/m^3$ de Cerrejón, a diferencias de $91\mu g/m^3$ que reportó Corpoguajira. En la revisión de los de datos de 2009 a 2016, son constantes estas diferencias, pero que en el último año de este periodo se hicieron más notables. Por falta de conocimiento en la forma de realizar los muestreos y cálculos anuales de contaminación con PM_{10} , se dificulta la profundización del análisis. Sin embargo, las discrepancias reveladas para las mediciones de 2016 son suficientes para que las entidades públicas a nivel nacional soliciten a la Empresa explicar las diferencias entre las mediciones y, de ser necesario, tomen acciones correctivas para bajar los niveles de contaminación de aire en las áreas de influencia donde se registraron valores por encima de los límites establecidos (Resolución 610 de 2010: $50\mu g/m^3$ para PM_{10}).

Tabla 60: Promedio de contaminantes PM 10 medidos en las estaciones de medición de Cerrejón 2016

RESULTADOS MONITOREO 2016, PARTÍCULAS RESPIRABLES PM10



Fuente: Cerrejón, 2017, pág 43⁴¹.

En cuanto a las mediciones de los valores máximos diarios registrados para PM10, la misma Empresa registra, para el segundo trimestre de 2017, niveles por encima del límite establecido por ley, como sucede en Provincial, y valores muy altos en las zonas ubicadas en el sur, en donde se asientan comunidades como Las Casitas, Roche Nuevo, Campoalegre y el suroccidente de Provincial, y el municipio de Barrancas (tabla 63). No es la primera vez que las mediciones de PM10 sobrepasan el límite máximo establecido en la resolución 610 de 2010 y, sin embargo, las autoridades ambientales no han intervenido. Si bien organismos como ANLA o Corpoguajira mencionan los hechos,

no parecen interpretarlos como infracciones y mucho menos como potencial peligro para la salud de la población.

Las mediciones recopiladas preocupan particularmente en un contexto donde no se reportan estudios epidemiológicos en la población asentada en la zona de estudio.

Las únicas cifras disponibles son las de infecciones de respiración aguda (IRA) que menciona Corpoguajira (2017) en relación con la presencia de los contaminantes PM₁₀ en los municipios aledaños al emprendimiento minero. Eso son las siguientes⁴²:

41. Cerrejón (2017): Informe de sostenibilidad 2016. Año de alianzas con el territorio.

42. Vea: Corpoguajira (2017): Informe del estado actual de la calidad del aire a partir de las mediciones disponibles realizados por Corpoguajira en nuestra Jurisdicción pág.s.r.

Tabla 61. IRA en niños menores de 5 años

Municipio/ Año	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Fonseca	1024	956	242	565	997	1894	1602
Barrancas	1031	642	126	520	1021	1646	1156
Hato Nuevo	291	476	174	436	367	1460	1120
Albania	-	-	-	1021	1166	2095	-

Tabla 62: IRA en población mayor de 5 años

Municipio/ Año	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Fonseca	1601	2182	279	582	915	1801	1450
Barrancas	1165	768	193	668	1286	2124	1300
Hato Nuevo	357	634	176	534	200	1030	1263
Albania	-	-	-	1435	3372	3765	-

Al respecto, el director general del Instituto Nacional de Salud remitió a la Corte Constitucional, en respuesta a sus preguntas vinculadas con la sentencia T-256/15, que en 2014, en el municipio de Barrancas, de las 14.241 consultas externas y urgencias por todas las causas reportadas, el 48% de las citas correspondía a casos de infección respiratoria aguda (IRA)⁴³. En un reciente reportaje, el médico coordinador del Hospital Local de Barrancas, Ricardo José Romero, confirmó que se ha visto un aumento de las enfermedades relacionadas con el trabajo de la mina⁴⁴.

En vista de los niveles de contaminantes atmosféricos altos (PM10) (tablas 58 y 59) que se han medido y las afirmaciones del personal médico, sería de esperarse que existiera un servicio de salud especializado en

patologías respiratorias, que atienda a las poblaciones más expuestas y, además, se dispusiera de una base de datos que rinda cuenta sobre el estado de salud de las poblaciones aledañas a la mina. Sin embargo, los vacíos de información del estado de salud de las poblaciones que viven en esos alrededores son evidentes y, por ser población expuesta a una actividad conocida por sus daños potenciales que puede causar en la salud, inaceptables. La falta de una atención médica pertinente para población expuesta a mayores cargas de contaminantes, tanto atmosféricas como por el agua que consumen, permite reconocer el actuar negligente de las entidades públicas a nivel nacional y regional, y obliga a solicitar acciones correctivas urgentes.

El caso del niño wayuu Moisés Guette – Resguardo Provincial⁴⁵

Desde que nació, el niño Wayuu Moisés, hoy de cuatro años, padece de una enfermedad respiratoria. Moisés vive en el resguardo indígena Provincial, en el municipio de Barrancas, a escasos kilómetros de los tajos de carbón Oreganal y Patilla.

Todos los días, a mediodía, las paredes de su hogar suelen temblar y nubes de polvillo se alzan visiblemente por encima de los tajos. Las voladuras que la empresa realiza diariamente para extraer más carbón no solo han trazado grietas en las muchas casas de su comunidad, sino han depositado polvillo fino sobre los arbustos, las hojas de árboles, los techos y sus juguetes.

De manera repetitiva, la madre del niño Moisés ha tenido que acudir a los médicos para que atienden los problemas respiratorios de los que padece. Ante las condiciones ambientales adversas, el pediatra le recomendó a la madre de Moisés que se mudaran

43. Sentencia T256 de 2015, p.13. <http://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2015/t-256-15.htm> (accedido el 30/11/2017).

44. Vea: <http://pacifista.co/cerrejon-mina-carbon-contaminacion/> (accedido 12/12/2017).

45. Vea: Indepaz, Cajar y Censat (2017): The open wounds of coal mining in Colombia, p.9.



a otro lugar, algo no imaginable para una familia indígena wayuu. Acompañado por el Colectivo de Abogados José Alvear Restrepo (Cajar), la familia wayuu decide presentar una tutela ante la Corte Constitucional en contra de la empresa Carbones del Cerrejón, las autoridades ambientales y de salud. La acción jurídica reclamaba el cierre temporal de la actividad minera mientras que se realice un estudio sobre los impactos en salud relacionados con la minería y mientras se garantice un adecuado servicio de salud para el niño Moisés. En noviembre 2015, el juez en primera instancia (Barrancas) reconoce que varios derechos fundamentales están en riesgo y ordena a Carbones del Cerrejón y CorpoGuajira (bajo el principio de precaución) implementar un plan de reducción de material particulado y emisión de gases de combustión en un término de dos meses⁴⁶.

En febrero 2016, una decisión de segunda instancia (San Juan de Cesar) respalda la sentencia de 2015. Hasta la fecha, las ordenes habrían sido cumplidas de manera parcial, razón por la que la madre del pequeño Moisés, Luz Angela Urian, a través del Cajar, exigen la plena implementación de los fallos.

Moisés, un niño entre varios que sufren de problemas respiratorios y que hemos podido conocer en el curso del año durante las visitas a las comunidades étnicas del sur de La Guajira. La necesidad de contar con estudios epidemiológicos se hace cada vez más evidente.

.....
46. Vea: <https://www.colectivodeabogados.org/?Jueza-ordena-a-Carbones-del-Cerrejon-reducir-niveles-de-contaminacion> y <https://www.colectivodeabogados.org/Juez-confirma-orden-a-Cerrejon-de-reducir-contaminacion-y-fija-plazo-de-dos> (accedido 1/11/2017)

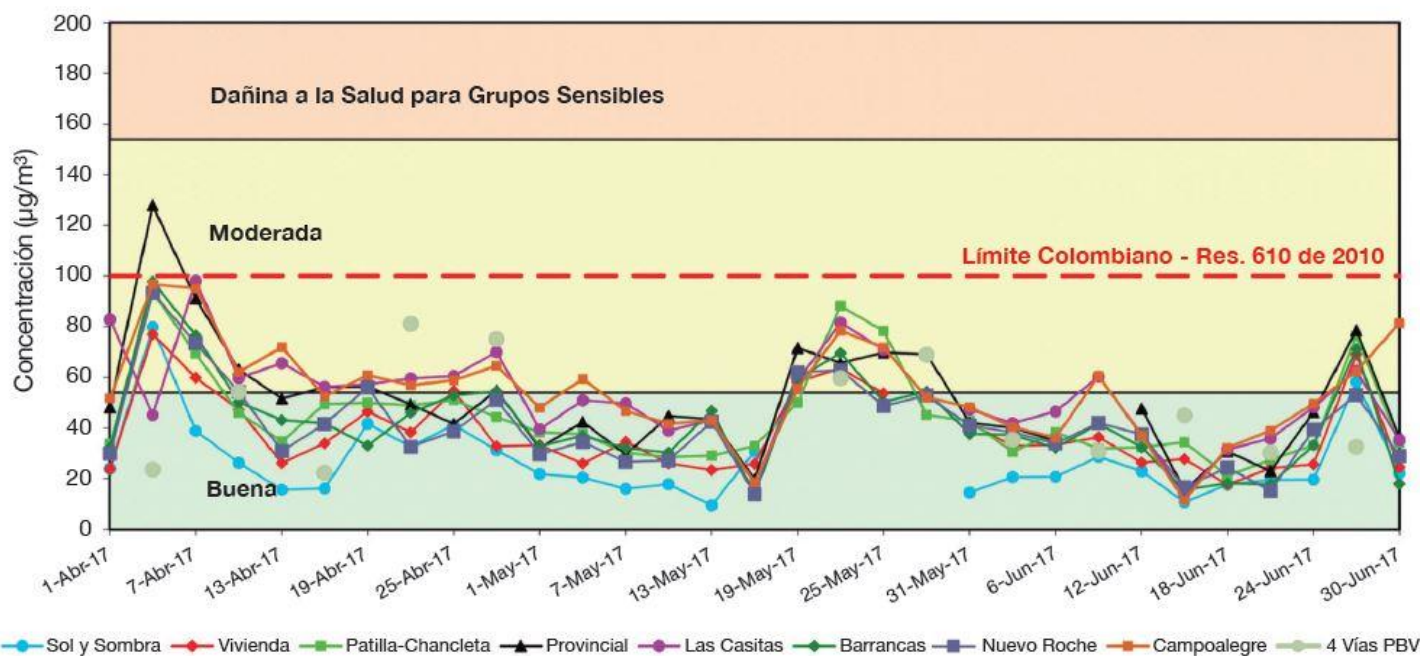
Pese al panorama crítico en materia de contaminación de aire, la empresa no ajusta sus emisiones a la normativa ordenada a implementar por la sentencia T-154/13 o las sentencias de primera y segunda

instancia relacionadas al caso de Moisés. Al contrario, ha optado por recurrir a prácticas de publicidad que establece un imaginario de actividad extractiva libre de generar alteraciones e impactos en salud en las

poblaciones aledañas. Sigue refiriéndose en sus informes a un índice nacional de calidad del aire⁴⁷ que es obsoleto e ignora la sentencia

T-154/13, en donde los jueces ordenan disminuir los límites máximos para contaminación de aire PM₁₀ a 20µg/m³.

Tabla 63: Valoración del comportamiento de concentraciones diarias de PM₁₀ en la zona de influencia de Cerrejón.



Fuente: Extraído del boletín Calidad de Aire, segundo trimestre 2017, Cerrejón 2017: p.3.

8.5.1. Acidificación de la lluvia y lixiviación como factor de contaminación ambiental

En el contexto de minería a cielo abierto, la regulación de contaminantes de aire no solo es de interés para la salud de las personas que viven en sus alrededores más próximos, sino es un importante factor que considerar en cuanto a procesos de acidificación de lluvia y los

procesos de lixiviación que se desprenden una vez que esa lluvia cae sobre los botaderos mineros.

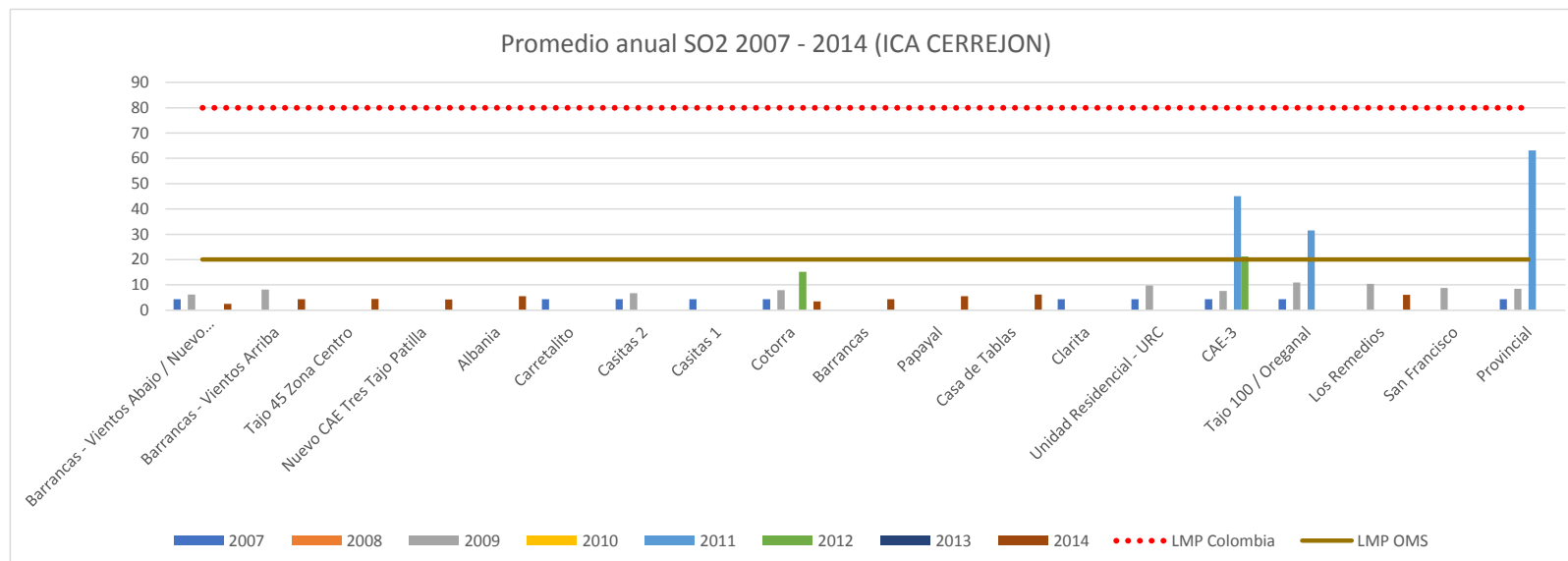
Las emisiones de dióxido de azufre (SO₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x) provenientes de procesos de combustión en los vehículos (de la mina y de la población aledaña), junto con las combustiones espontáneas de los tajos durante el proceso de excavación y voladura, son liberados a la atmósfera, en donde pueden pasar por procesos de

47. Resolución 2154 de 2010 Ministerio de Ambiente, pág. 219.

oxidación que dan lugar a la formación de ácido sulfúrico (H₂SO₄) y ácido nítrico (HNO₃), así como procesos químicos secundarios con el material particulado (PM₁₀ y PM_{2.5}), que también se pueden encontrar en el aire, debido a actividades como la minería. La lluvia ácida se da una vez que los dióxidos de azufre y nitrógeno se disuelven en las

gotas de agua existentes en nubes y regresan a la superficie terrestre con las precipitaciones. Es un fenómeno que produce cambios considerables en los ecosistemas, modificando las características químicas de los suelos y aguas superficiales, así como puede afectar también a los bosques.

Tabla 64: Concentraciones de dióxido de azufre (SO₂) entre 2007-2014 medidos en las estaciones de medición de calidad de aire de Cerrejón.



Fuente: Elaboración propia con base de los ICA Cerrejón

Las distancias que pueden recorrer los gases, como el dióxido de azufre y nitrógeno o el material particulado PM₁₀ y PM_{2.5}, evidencian una fluctuación significativa (tabla 66). De manera que el alcance geográfico que puede llegar a alcanzar esas partículas depende de factores como velocidad y dirección de los vientos, la estabilidad atmosférica y la topografía, lo que implica dimensionar, en el caso de la actividad minera de La Guajira, un potencial alcance de contaminantes hasta Valledupar o incluso más allá (véase: EPA 2010, Modulo 3)⁴⁸.

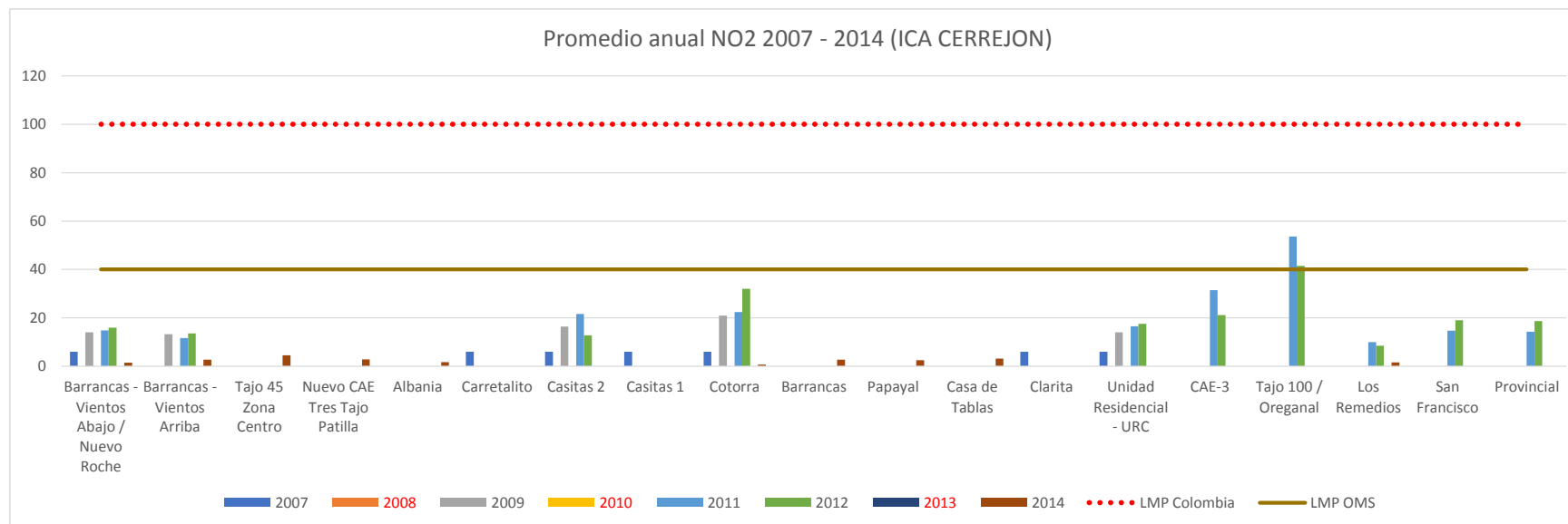
En el sur de la Guajira predominan los vientos con dirección de norte a sur, con algunas rotaciones que registran en ocasiones corrientes

de occidente a oriente. De manera que las comunidades más expuestas resultan ser Provincial, San Francisco, viejo Casitas, viejo Chancleta y Patilla y Campoalegre. De igual forma, los cascos urbanos de Papayal y Barrancas (Cerrejón 2015:115-171; Arregoces Reinoso 2016)⁴⁹.

.....

48. US Environmental Protection Agency 2010, Basic Concepts in Environmental Sciences, Module 3: Characteristics of Particles – Size Distribution. (accedido 09/09/2016)
49. Arregoces Reinoso, Heli Alfonso (2016): ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE EL PM₁₀ Y LAS INFECCIONES RESPIRATORIAS EN EL SECTOR MINERO DE LA BAJA GUAJIRA COLOMBIANA. Tesis de maestría, Universidad de Antioquia. Cerrejón(2015): 115-171 Modelación LMN 2015 - Modelación de Calidad de Aire Plan Minero 2015.

Tabla 65: Concentraciones de dióxido de nitrógeno (NO₂) entre 2007-2014 medidos en las estaciones de medición de calidad de aire de Cerrejón.



Fuente: Elaboración propia con base de los ICA Cerrejón

En su estudio sobre la calidad de agua de lluvia en el entorno del contexto minero, Argumedo (2017) evidencia que la lluvia alcanza niveles de pH entre 4,4-7,8 (ácidos como alcalinos). Los procesos de acidificación de la lluvia en el área de influencia minera de Cerrejón, han sido registrados en reiteradas oportunidades y representan momentos de posible contaminación por metales, que se desprenden a través de los lixiviados de los botaderos que rodean los tajos de carbón en los municipios Barrancas, Hatonuevo y Albania cuando hay eventos de lluvia ácida⁵⁰.

.....

50. Véa Argumedo, Carlos Doria (2017): Metales pesados (Cd, Cu, -V, Pb) en agua lluvia de la zona de mayor influencia de la mina de carbón en La Guajira, Colombia. Rev. Colomb.Quim. 2017, 46 (2), p.37-44.

Tabla 66: Tabla sobre las distancias recorridas y el tiempo de permanencia del material particulado en la atmósfera

PARTÍCULA	DESCRIPCIÓN	PERMANENCIA EN LA ATMOSFERA	DISTANCIA QUE PUEDE RECORRER
TSP	Material particulado suspendido total.	Minutos a horas	Depósitos de polvo en las áreas más próximas del área de operación.
PM 10	Material particulado fino, que no logramos ver.	Días	Hasta 100 km.
PM 2.5	Material particulado fino, que no logramos ver.	Días a semanas	Cientos a miles de kilómetros.

Lluvia ácida y los botaderos

“La mayor fuente de contaminación en el agua relacionada a minería de carbón se debe principalmente a la filtración de agua a través de los botaderos y de las paredes y los patios de las minas a cielo abierto. La calidad del agua se ve más afectada en zonas con temperaturas altas ya que hay una alta tasa de evaporación haciendo que aumente la salinidad de los suelos de todas las aguas en general (...)”

(Fierro 2016: p.59)

Para el geólogo Julio Fierro (2016), la mayor fuente de contaminación vinculado con la actividad minera son los botaderos. Miles de toneladas de rocas son desechadas cada día. Por cada tonelada de carbón minada en los tajos operados por Cerrejón actualmente, se generan siete toneladas de rocas desechas, según reporta la Empresa ante ANLA (2014, p. 55)⁵¹. Para 2025, la relación será de ocho toneladas de desechos por cada tonelada de carbón extraída (Ibíd.). Sumando eso, implica que, si entre 1990 y 2016 se exportaron 614 millones de toneladas de carbón, la producción de piedra estéril ascendería a 4.298 millones de toneladas (cifras UMPE, cálculo propio)⁵².

Las preocupaciones en materia ambiental que se relacionan con esos kilómetros de rocas de desecho que se han depositado en más de 35 años de actividad minera en los municipios de Barrancas, Hatonuevo y Albania, es el desconocimiento de las concentraciones de metales en los escombros. Dado que los metales son elementos químicos que se encuentran en las rocas y tierras removidas, es inevitable que, en episodios de lluvias ácidas, estos elementos que se encuentran en los escombros se movilicen con mayor facilidad,

y que crezca la probabilidad que, por la cercanía de los botaderos al río Ranchería y sus tributarios, los metales en forma de lixiviados terminen contaminando esos cuerpos de agua.

La revisión de los ICA solo ha permitido encontrar información sobre la presencia de metales en los lixiviados en unas muestras que se realizaron en 2012. En el ICA de 2013 (Cerrejón 2014), se puede apreciar que la Empresa menciona que los análisis de lixiviados arrojaron la presencia de metales como el hierro, manganeso, zinc y litio. Siendo los tres primeros metales que se han identificado también en concentraciones por encima de los valores para la preservación de una flora y fauna saludable en el río Ranchería, se considera que debería ser de interés de las entidades públicas ambientales de conocer y difundir la información de las fichas de laboratorios de dichos análisis y, en caso de que no existan estudios regulares, que rindan cuenta sobre la calidad de lixiviados, exigir su realización.

Los resultados de las muestras de las cajuelas presentan altas concentraciones de sulfatos y cloruros como también valores altos de conductividad y sólidos disueltos. Estos parámetros son característicos de las aguas de minería, las cuales, generalmente, contienen altas concentraciones de sulfatos por encima de 3000 mg/L y de cloruros por encima de 500 mg/L, aunque en algunos casos se presentan concentraciones de clo-

51. ANLA (2016): Auto Nr. 04983 Por el cual se efectúa seguimiento y control ambiental.

52. Cifras de exportación extraídas de: Unidad de Planeación Minera (UMPE) http://www.upme.gov.co/generadorconsultas/Consulta_Series.aspx?idModulo=4&tipoSerie=2&grupo=17&grupo=18 (Accedido 12/12/2017) y <http://www.simco.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=ABaDjv5Q1Jo%-3d&tabid=110> p. 74-5. Estadísticas mineras boletín minero (Accedido: 10/08/2016)



ruros mayores a 700 mg/L, dependiendo de la composición química de la roca que conforman los botaderos, por ejemplo, en Potrerito se han detectado mayores valores de este parámetro. También se realizaron análisis de metales en un laboratorio externo.

Se analizaron 21 elementos en cada una de las muestras, se encontró la presencia de hierro, manganeso, sodio, calcio, zinc y litio, para el resto de los elementos el resultado fue “no detectable (Cerrejón 2014, ICA 2013- informe 19-Avances pruebas de lixiviación: p.5)⁵³.

-
53. Cerrejón (2014) 19-Avances de pruebas de lixiviación: SEGUIMIENTO A PRUEBA PILOTO SOBRE LIXIVIACION DE BOTADEROS. REQUERIMIENTO AUTO 2886 DE 2012 ART. 2.3.4 – 3.4.11.



Foto: Bianca Bauer



Capítulo 9

Conclusiones finales

En un territorio como el de La Guajira, donde los efectos del cambio climático y de la deforestación se vuelven cada vez más notables, cuidar los escasos recursos hídricos dulces es de importancia fundamental. El agua dulce es crucial para la sobrevivencia de los ecosistemas y de la vida humana, sin agua no somos nada. Sin embargo, ese escaso recurso que corre por las venas del río Ranchería y sus tributarios y que es tan apreciado por varios actores en la Guajira, se está deteriorando y corre riesgo de dañarse irreversiblemente y sufrir el agotamiento total en un futuro próximo.

El presente informe revela que urgen acciones correctivas en la política pública para rescatar la fuente de agua más importante del departamento de La Guajira, el río Ranchería, junto con sus tributarios y acuíferos, y así garantizar a la población étnica sus derechos, que se ven actualmente vulnerados.

Con base en la información recopilada de los ICA 2007-2015 de Cerrejón, los estudios de calidad de agua y lodo realizados por investigadores de las universidades de Cartagena (2017) y Koblenz-Landau (2017), el presente informe concluye:

- Que existe un riesgo de daño ambiental en el sur de La Guajira relacionado con la actividad minera de carbón, que incide además en el derecho al medio ambiente sano.
- Que varias comunidades étnicas del sur de la Guajira experimentan una vulneración de su derecho al agua en el componente de cali-

dad de agua, que no está garantizado, lo que pueden representar un potencial riesgo en la garantía del derecho a la salud.

Aunque la extracción de carbón no es la única actividad productiva que contribuye a la contaminación del río Ranchería (y posiblemente a sus acuíferos), el presente informe identifica procesos de contaminación con metales asociados a la minería. Se identificaron fuentes de potencial contaminación, como las lagunas de vertimiento de agua industrial, los lodos industriales que son depositados en un botadero y los lixiviados que surgen de los procesos de acidificación de lluvia y formación de lixiviados (capítulo 8); el impacto de la minería sobre sus receptores, como el río Ranchería y sus tributarios (capítulo 5); los lodos de río (capítulo 6); el aire y algunos animales que viven en la zona de influencia de la mina fueron documentados y analizados, recopilando la información de los estudios de las universidades Cartagena (2017) y Koblenz-Landau (2017), así como de los informes de cumplimiento ambiental de Cerrejón (ICA 2007-2015).

A partir de esos informes, se presentan de manera cuantitativa los metales pesados en concentraciones que sobrepasan reiteradamente los límites establecidos para la conservación de flora y fauna en agua de río en clima cálido (Decreto 1594 de 1984 Art. 45) y los límites establecidos para calidad de aire (Resolución 610 de 2010 y límites recomendado por la OMS 2006 cuya implementación fue ordenada por la sentencia T-154/13).

En lo relacionado con la calidad del agua de río, se muestra la presencia de metales, como el plomo, cadmio, bario, manganeso, hierro y zinc en el río Ranchería, que sobrepasan en reiteradas oportunidades los límites máximos establecidos en el Decreto 1594, Art. 45. (Decreto que quedó inmerso en los posteriores Decretos, 3930 de 2010 y luego en el Decreto 1076 de 2015). Además, existen series de mediciones de metales, cuyos picos coinciden en parte con los lugares en donde la empresa tiene derechos de verter agua industrial al río Ranchería. Eso, en combinación con los resultados de medición de metales pesados en los vertimientos salientes de las lagunas de vertimientos industriales (cap. 8.1.), sugieren la participación repetitiva en la degradación de la calidad de agua del río Ranchería y sus tributarios por parte de Cerrejón. La falta de un monitoreo constante y completo en la zona minera es otro factor preocupante que además hace actualmente imposible que se pueda recurrir al modelamiento de dispersión de contaminantes en un río como el Ranchería.

Si bien es cierto existe un plan de manejo ambiental y regulaciones ambientales que le exigen a Carbones del Cerrejón un monitoreo sistemático, los ICA revisados demuestran que, en la práctica, son irregulares, lo que se aleja de la debida diligencia que debe enmarcar la operación empresarial. La empresa no cumple, por lo tanto, integralmente con las exigencias establecidas por las autoridades y, al notar que son varios años con este modus operandi, parece que autoridades, como la ANLA y a Corpoguajira, son negligentes ante esa práctica, apartándose así con sus deberes constitucionales y legales de proteger el ambiente y los recursos naturales, como de garantizar a las comunidades sus derechos ambientales y a la salud.

En lo relacionado con la calidad de aire, el informe recoge la base de datos reportados por la empresa Cerrejón y demuestra, de manera tabular, que la contaminación con material particulado PM10 alcanza niveles por encima de los límites recomendados por la OMS (20µg/m³) y cerca de los límites obsoletos de la resolución 610 de 2010 (50µg/m³). Al respecto, cabe mencionar que la Corte Constitucional, en su sentencia T-154/13, ordenó a las entidades públicas responsables de ajustar la normativa colombiana a los valores recomendados por la OMS. Eso incluye medir y acoplarse a los límites máximos del material

particulado PM2.5. A la fecha de este informe, la orden del Tribunal Constitucional no se ha cumplido y la Empresa tampoco ha demostrado acogerse a una política de debida diligencia que reconozca el principio de precaución, y mucho menos que incorpore las recomendaciones de la OMS en sus políticas empresariales.

Un hallazgo particular en relación con la revisión de los datos de los niveles de contaminación de aire en PM10 que fueron reportados por Corpoguajira y Cerrejón, es la diferencia marcada entre los resultados. Con la información de 2016 como base, las mediciones de calidad de aire en el área del resguardo wayúu de Provincial arrojaron 37µg/m³ para Cerrejón y 71µg/m³ para Corpoguajira. Situación similar se presentó en la estación Las Casitas, que dio 41µg/m³ para Cerrejón y 91µg/m³ para Corpoguajira. En la revisión de los de datos de 2009 a 2016, las diferencias son constantes, aunque es en el último año de este periodo en que se hicieron más notables. Mientras Cerrejón reporta en 2016 cumplir con los límites máximos en calidad de aire, Corpoguajira señala excesos en la contaminación del aire. En consecuencia, la acción a seguir es exigir a las autoridades locales y nacionales que se tomen prontamente las medidas correctivas pertinentes y que se adelanten de manera urgente estudios que sirvan como línea de base para posteriores monitoreos en salud. Es de recordar que los municipios no cuentan con servicios de atención especializada en la patología de IRA, ni con estudios epidemiológicos que busquen identificar la relación entre la degradación ambiental, las afectaciones en la salud y los factores detonantes de mortalidad y morbilidad de la población en la zona.

Aparte de generar problemas en salud, la contaminación de aire también puede incidir en procesos de contaminación de aguas superficiales y subterráneas. Parece particularmente crítica la generación de lluvias ácidas que se transforman en lixiviados, una vez que las precipitaciones alcanzan los botaderos de la mina, que por sus posibles concentraciones críticas de metales pesados puede representar un factor de contaminación crítico y subestimado hasta el momento. Los episodios de lluvia ácida fueron descritos en el estudio de Argumedo (2017), que además advierte sobre la presencia relativamente alta de concentraciones de cadmio en el agua de lluvia. Por falta de

acceso a los análisis de laboratorio que Cerrejón mandó realizar de los lixiviados, solo se puede afirmar que la Empresa confirma la presencia de metales, como hierro, manganeso, sodio, calcio, zinc y litio, sin que se tenga conocimiento sobre las concentraciones exactas para los diferentes años de los ICA analizados. Sin embargo, al ser metales que se han reportado no solo en los ICA, sino también en los análisis de las universidades de Cartagena y Koblenz-Landau, y al constatar que hay un incremento en las concentraciones de esos metales (ej. manganeso) a partir del momento en que el río pasa por el área intervenida por la actividad minera, se puede deducir que la actividad minera tiene una activa participación en la contaminación de las aguas.

El presente informe recopila además información cuantitativa sobre la presencia de metales pesados en los sedimentos del río Ranchería, lo que permitió a los investigadores de la Universidad de Cartagena concluir que existe un impacto ecológico y ambiental potencialmente negativo para la biodiversidad de organismos bentónicos que habitan en la mayoría de los puntos muestreados en la cuenca del río Ranchería, muy probablemente afectando aquellas especies que hacen parte del entramado trófico en el sistema y, con ello, la oferta de servicios ecosistémicos en la zona. En el caso del segundo muestreo de sedimentos, realizado después de la época de lluvias extremas en los meses de mayo y junio de 2017, la Universidad de Koblenz-Landau concluye que existe un riesgo potencial por presencia de níquel, zinc, estroncio, bario y cobre en varias muestras de sedimento. Así mismo, los estudios de ambas universidades determinaron concentraciones de ciertos metales, como manganeso, selenio, bario y estroncio, a causa de un punto de vertimiento de la mina en el arroyo Bruno. La evaluación de riesgo en calidad de sedimentos identificó, para las muestras recogidas en julio 2017, que los sedimentos no presentan riesgos altos de contaminación en la mayoría de metales. Sin embargo, la mayoría de sitios presentaron niveles cercanos a las concentraciones en las guías establecidas en el caso de algunos metales. En comparación con los resultados de la Universidad de Cartagena, algunos metales en las muestras de sedimento se presentaron en menor concentración en el estudio de la Universidad de Koblenz-Landau. Al momento de comparar am-

bos estudios en lodos de río, los investigadores Campos y Philippe (2017) de la Universidad de Koblenz-Landau advierten que se debe considerar el posible “lavado” de concentraciones de metales durante los períodos de lluvias extremas que ocurrieron en mayo y junio de 2017, al igual que el mayor flujo de agua, debido al agua vertida de la represa río arriba durante ese tiempo, razón por la que recomendó realizar estudios periódicos y adicionales (Ibíd.).

Finalmente, en relación con el derecho al agua de las comunidades étnicas (Roche, Chancleta, Patilla, Las Casitas, Tamaquito II, Provincial, La Horqueta II y El Rocío), los investigadores de Indepaz concluyen que se ve vulnerado el componente de calidad (capítulo 4) en varias de ellas. Por un lado, las fuentes de agua de consumo en las comunidades El Rocío (arroyo Bruno), La Horqueta II y Provincial (río Ranchería y pozo) se destacaron por presentar valores de Coliformes Totales y Coliformes Fecales por encima de lo que establece la Resolución 2115 de 2007 para agua potable, constituyéndose así en un riesgo potencial para la salud de quienes hacen uso de este recurso. Por otro lado, se identificó la presencia de varios metales que sobrepasan el límite máximo en las comunidades La Horqueta II, Roche nuevo, Chancleta nuevo, Patilla nuevo, Las Casitas nuevo y Provincial. Resalta el caso de calidad de agua en el resguardo indígena wayúu de Provincial, ubicado en el municipio de Barrancas, a orillas del río Ranchería y a pocos metros de uno de los tajos y de una laguna de vertimiento. Allí se encontraron concentraciones de metales, como arsénico, manganeso, bario y selenio, que sobrepasan los límites máximos establecidos en la Resolución 2115 de 2007. En épocas de escasez de agua, el río se convierte en una fuente más de agua, que al igual que el pozo, evidencia concentraciones críticas de metales como el bario, manganeso, plomo y cadmio.

De carácter positivo fueron los resultados de calidad de agua del arroyo Bruno, pozo principal de la Horqueta II y el agua del carrotanque que abasteció hasta el mes de marzo de 2017 a la comunidad de Tamaquito II.

En el caso de la cabecera del arroyo Bruno, los estudios de las universidades de Cartagena y Koblenz-Landau indican que, con excepción del parámetro bacterias, la corriente cuenta con buena calidad, en

donde los niveles de metales pesados están por debajo de los límites para agua potable.

Otra fuente de agua a la que recurren las comunidades étnicas para sus actividades cotidianas, como cocinar, lavar y bañarse, y en ocasiones también para consumo, es la recolección del agua de lluvia. Los hallazgos de Carlos Doria Argumedo (2017) revelan que existe concentración de cadmio en el agua de lluvia que cae en la zona de influencia de Cerrejón, alcanzando niveles por encima de los límites permisibles establecidos para agua potable, lo que representa un potencial riesgo para la salud.

Para finalizar, en cuanto a los análisis de calidad de agua de pozos, los datos recopilados no permiten establecer una causalidad directa entre la actividad minera y los contaminantes registrados en los pozos de las comunidades étnicas. No obstante, es conveniente recordar que es la Empresa la que se ha comprometido con la entrega del agua potable, lo cual depende de ella que se cumplan integralmente con los tres criterios del derecho al líquido vital: acceso, disponibilidad y calidad.



Referencias

Estudios especializados

- Apha, Awwa y Wef. (1999) Standard methods for the examination of water and wastewater. Part 9000. Microbiological examination.
- Abdel-Moneim, A., Al-Kahtani, M., and Elmenshawy, O. (2012) Histopathological biomarkers in gills and liver of *Oreochromis niloticus* from polluted wetland environments, Saudi Arabia. *Chemosphere*, Volume 88, Issue 8.
- Argumedo, Carlos Doria (2017): Metales pesados (Cd,Cu,V,Pb) en agua lluvia de la zona de mayor influencia de la mina de carbón en La Guajira, Colombia. *Revista Colombiana de Química*, Vol. 46, No. 2. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el (1.10.2017), <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcolquim/article/view/60533>
- Argumedo Doria, C., Deluque, H. (2015) Nivel y distribución de metales pesados en la zona de playa de Riohacha, La Guajira, Colombia. *Revista de Investigación Agraria Ambiental*, Vol. 6, No. 1 enero-junio. Riohacha: Universidad de La Guajira.
- Burchart-Korol, D., Fugiel, A., Czaplicka-Kolarz K., Turek M. (2016) Model environmental life cycle assessment for coal mining operations. *Science of Total Environment*. Volume. 562. Recuperado el (fecha), <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.202> Barni, S., Bertone, V., Croce, A.C., Bottirol, G., Bernini, F., Gerzeli, G. (1999) Increase in liver pigmentation during natural hibernation in some amphibians. *J. Anat.* Volumen 195.
- Caballero-Gallardo, K., Guerrero-Castilla, A., Johnson-Restrepo, B., de la Rosa, J., & Olivero-Verbel, J. (2015). Chemical and toxicological characterization of sediments along a Colombian shoreline impacted by coal export terminals. *Chemosphere*. Volume 138. Recuperado el (10.5.2017), <http://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.07.062>
- Cabarcas-Montalvo, M., Olivero-Verbel, J., Corrales-Aldana, H. (2012) Genotoxic effects in blood cells of *Mus musculus* and *Iguana iguana* living near coal mining areas in Colombia. *Science of The Total Environment*. Volume 416. Recuperado el (3.2.2017), <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.11.080>.
- Carignan, V. and M. Villard. 2002. Selecting indicator species to monitor ecological integrity: a review. *Environ Monit Assess*, volume 78.
- Chacón-Chaves, Ronald A., Sibaja-Campos, Mario, Dávila-Haas, Juan A., Gutiérrez-Pimentel, Rodolfo, Gutiérrez-Sanabria, Alexis, Rocha-Contreras, Betty, & Sánchez-Romero, Gabriela. (2003). Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC). *Acta Médica Costarricense*, 45(Suppl. 1). Recuperado el 11 de septiembre de 2017, http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-60022003000500003&lng=en&tlng=es
- Chowdhury, S., Mazumder, M. A. J., Al-Attas, O., & Husain, T. (2016). Heavy metals in drinking water: Occurrences, implications, and future needs in developing countries. *Science of The Total Environment*, 569. Recuperado el (3.2.2017), <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.166>
- Coronado-Posada, N., Cabarcas-Montalvo, M., Olivero-Verbel, J., 2013. Phytotoxicity assessment of a methanolic coal dust extract in *Lemna minor*. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 95. Recuperado el (fecha), <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2013.05.001> 61
- Crossgrove, J., & Zheng, W. (2004). Manganese toxicity upon overexposure. *NMR in Biomedicine*, 17(8). Recuperado el (fecha), <http://doi.org/10.1002/nbm.931>
- Da Silva R, da Silva Fr, Sarmento M, Porto C, Debastiani R, Dos Santos C, Dias J, Kvito K. 2013. Evaluation of genetic damage in open-cast coal mine wor-

- kers using the bucal micronucleus cytome assay. *Environ Mol Mutagen.* 54(1). Recuperado el (fecha), Doi: 10.1002/em.21744.
- Dontala, S. P., Reddy, T. B., & Vadde, R. 2015. Environmental Aspects and Impacts its Mitigation Measures of Corporate Coal Mining. *Procedia Earth and Planetary Science*, 11. Recuperado el (fecha), <http://doi.org/10.1016/j.proeps.2015.06>.
- Emami, S., Yazdian-Robati, R., Sadeghi, M., Baharara, J., Amini, E., Salek, F., & Tayarani-Najaran, Z. (2017). Inhibitory effects of different fractions of *Nepeta saturoioides* on melanin synthesis through reducing oxidative stress. *Research in Pharmaceutical Sciences*, 12(2). Recuperado el (fecha), <http://doi.org/10.4103/1735-5362.202455>
- Flores-Lopes, F. and A. Thomaz. 2011. Histopathologic alterations observed in fish gills as a tool in environmental monitoring. *Brazilian Journal of Biology*, 71.
- Gallone, A., Sagliano, A., Guida, G., Ito, S., Wakamatsu, K., Capozzi, V., Perna, G., Zanna, P., Cicero, R. 2007. The melanogenic system of the liver pigmented macrophages of *Rana esculenta* L tyrosinase activity. *Histol. Histopathol.* 10.
- García, A. (2008) El derecho humano al agua. Madrid, España: Ed. Trotta
- Gómez, J. La proteína C reactiva como marcador de cualquier tipo de inflamación. *Clin Invest Arter.* 2006, 18, 96–98.
- Guerrero-Castilla, A., Olivero-Verbel, J., Marrugo-Negrete, J., 2014. Heavy metals in feral mice from coal-mining areas of Colombia and expression of genes related to oxidative stress, DNA damage and exposure to metals. *Mutat. Res.* 762. Recuperado el (fecha), <http://dx.doi.org/10.1016/j.mrgentox.2013.12.005>.
- Gunnar, N., Fowler, M., Friberg, L. (2014) Handbook on the Toxicology of Metals. (Cuarta edición). Estados Unidos: Academic Press.
- Hankinson, J. L., Kawut, S. M., Shahar, E., Smith, L. J., Stukovsky, K. H., & Graham Barr, R. (2010). Performance of american thoracic society recommended spirometry reference values in a multiethnic sample of adults the multi-ethnic study of atherosclerosis (MESA) lung study. *Chest*, 137(1). Recuperado el (fecha), <http://doi.org/10.1378/chest.09-0919>
- Hendryx, M. 2015. The public health impacts of surface coal mining. *The Extractive Industries and Society*, 2. Recuperado el (fecha), <http://doi.org/10.1016/j.exis.2015.08.00662>
- Hodkinson, I. and J. Jackson. 2005. Terrestrial and aquatic invertebrates as bioindicators for environmental monitoring, with particular reference to mountain ecosystems. *Environ Manage* 35:649-666.
- Jagoe, C. 1996. Responses at the tissue level: quantitative methods in histopathology applied to ecotoxicology. M. Newman and C. Jagoe, editors. *Ecotoxicology: A Hierarchical Treatment*. Lewis Publishers, Florida.
- Karan, S. K., & Samadder, S. R. (2016). Reduction of spatial distribution of risk factors for transportation of contaminants released by coal mining activities. *Journal of Environmental Management*, 180. Recuperado el (fecha), <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.05.042>
- Kato, M., Kumasaka, M. Y., Ohnuma, S., Furuta, A., Kato, Y., Shekhar, H. U., Yajima, I. (2013). Comparison of Barium and Arsenic Concentrations in Well Drinking Water and in Human Body Samples and a Novel Remediation System for These Elements in Well Drinking Water. *PLoS ONE*, 8(6), e66681. Recuperado el (fecha), <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0066681>
- Klaassen D. (ed). (2013) Casarett and Doull's Toxicology. The basics sciences of poisons. 8º edition. MacGraw Hills.
- Kurth, L., Koller, A., et al. (2015) Atmospheric particulate matter in proximity to mountaintop coal mines: sources and potential environmental and human health impacts. *Environ Geochem Health*, junio. Recuperado el (fecha), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25537164>
- Linton, D. M. and G. F. Warner. (2003) Biological indicators in the Caribbean coastal zone and their role in integrated coastal management. *Ocean & Coastal Management* 46.
- Martinez-Finley, E. J., Gavin, C. E., Aschner, M., & Gunter, T. E. (2013). Manganese Neurotoxicity and the Role of Reactive Oxygen Species. *Free Radical Biology & Medicine*, 62. Recuperado el (fecha), <http://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2013.01.032>
- Mccarthy, A. K., Editor, C., & Mosenifar, Z. (2014). Pulmonary Function Testing, D(2). Recuperado el (fecha), <http://doi.org/10.4187/respcare.01640>
- Mo, L., Ma, Z., Xu, Y., Sun, F., Lun, X., Liu, X., ... Yu, X. 2015. Assessing the capacity of plant species to accumulate particulate matter in Beijing, China. *PLoS ONE*, 10(10). Recuperado el (fecha), <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0140664>
- Montgomery, D. C. (2000). Design and Analysis of Experiments, 5th Edition. America. Recuperado el (fecha), <http://doi.org/978-0-470-56319-9>

- Morakinyo, O. M., Mokgobu, M. I., Mukhola, M. S., & Hunter, R. P. (2016). Health outcomes of exposure to biological and chemical components of inhalable and respirable particulate matter. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(6). Recuperado el (fecha), <http://doi.org/10.3390/ijerph13060592>
- National Institutes of Health (NIH), USA. Recuperado el (fecha), <http://imagej.nih.gov/ij>
- Nero, V., A. Farwell, A. Lister, G. V. D. Kraak, L. E. J. Lee, T. V. Meer, M. D. MacKinnon, and D. G. Dixon. (2006) Gill and liver histopathological changes in yellow perch (*Perca flavescens*) and goldfish (*Carassius auratus*) exposed to oil 63 sands process-affected water. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 63.
- Olivero J. Guerrero A., Cabarcas M., García M. Marrugo J. (Eds). 2014. Marcadores moleculares, celulares e histopatológicos en ratones e iguanas provenientes de la zona de minería carbonífera en el departamento del Cesar. Universidad de Cartagena, Editorial Universitaria.
- Pellegrino, R., Viegli, G., Brusasco, V., Crapo, R. O., Burgos, F., Casaburi, R., ... Wanger, J. (2005). Interpretative strategies for lung function tests. *European Respiratory Journal*, 26(5). Recuperado el (fecha), <http://doi.org/10.1183/09031936.05.00035205>
- Pérez-Iglesias, J. M., Franco-Belussi, L., Moreno, L., Tripole, S., de Oliveira, C., & Natale, G. S. (2016). Effects of glyphosate on hepatic tissue evaluating melanomacrophages and erythrocytes responses in neotropical anuran *Leptodactylus latinasus*. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(10). Recuperado el (fecha), <http://doi.org/10.1007/s11356-016-6153-z>
- Quadros, P. D. de, Zhalnina, K., Davis-Richardson, A. G., Drew, J. C., Menezes, F. B., Camargo, F. A. de O., & Triplett, E. W. 2016. Coal mining practices reduce the microbial biomass, richness and diversity of soil. *Applied Soil Ecology*, 98. Recuperado el (fecha), <http://doi.org/10.1016/j.apsoil.2015.10.016>
- Reddy, P. and S. Rawat. 2013. Assessment of Aquatic Pollution Using Histopathology in Fish as a Protocol. *Int. Res. J. Environment Sci* 2:79-82.
- Rieu-Clarke, A., Allan, A., Hendry, S. (2017). *Handbook of Water Law and Policy*. United Kingdom: Routledge Handbook.
- Ruiz Gómez, Fernando et. al. (2011): *Calidad de vida y salud: Un diagnóstico de la zona de influencia de El Cerrejón*. 1ª edición. Bogotá: Ecoe Ediciones: Incitudo Cendex-Universidad Javeriana, 2011. ISBN 978-958-648-785-6.
- Sauleda, J. Garcia-aymerich, J. Noguera, A. (2016) Ausencia de correlación entre marcadores de inflamación pulmonar y sistémica en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica: un análisis bi-compartimental simultáneo. XXX
- Sidoryk-Wegrzynowicz, M., & Aschner, M. (2013). Manganese toxicity in the CNS: the glutamine/glutamate-γ-aminobutyric acid cycle. *Journal of Internal Medicine*, 273(5). Recuperado el (fecha), <http://doi.org/10.1111/joim.12040>
- Stentiford, G. D., M. Longshaw, B. P. Lyons, G. Jones, M. Green, and S. W. Feist. 2003. Histopathological biomarkers in estuarine fish species for the assessment of biological effects of contaminants. *Mar Environ Res* 55.
- Tarale, P., Chakrabarti, T., Sivanesan, S., Naoghare, P., Bafana, A., & Krishnamurthi, K. (2016). Potential Role of Epigenetic Mechanism in Manganese Induced Neurotoxicity. *BioMed Research International*, 2548792. Recuperado el (fecha), <http://doi.org/10.1155/2016/2548792>
- Teh, S., S. Adams, and D. Hinton. 1997. Histopathologic biomarkers in feral freshwater fish populations exposed to different types of contaminant stress. *Aquatic Toxicology* 37.
- OHIO-EPA. (2001). *Sediment Sampling Guide and Methodologies*, 2nd Edition, (November), 35.
- Tejeda-Benitez, L., Flegal, R., Odigie, K., & Olivero-Verbel, J. (2016). Pollution by metals and toxicity assessment using *Caenorhabditis elegans* in sediments from the Magdalena River, Colombia. *Environmental Pollution*, 212. Recuperado el (fecha), [doi:10.1016/j.envpol.2016.01.057](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.01.057)
- Weillbauer, F., Sánchez, M., & Posligua, P. (2009). *Atlas de Hematología*. Ecuador: El Chasqui Ediciones.
- Yasser, A. and M. Naser. 2011. Impact of pollutants on fish collected from different parts of Shatt Al-Arab River: a histopathological study. *Environmental monitoring and assessment* 181.



Documentos institucionales

ANLA (Agencia Nacional de Licencias Ambientales)

- (2016) Auto No.04983, por el cual se efectúa seguimiento y control ambiental.
- (2014) Resolución 1386, por la cual se modifica el plan de manejo ambiental de Carbones del Cerrejón

Banco de La República

- (2017): La mortalidad y desnutrición infantil en la Guajira. Recuperado el (20.11.2017), http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/dtser_255.pdf

Contraloría General de la República

- (2014) Control público, memoria y justicia socio-ecológica, movimientos sociales y posconflicto. Vol. IV, Bogotá: Contraloría General de la República de Colombia.
- (2013) Minería en Colombia: Institucionalidad y territorio, paradojas y conflictos. Vol. II. Bogotá: Contraloría General de la República de Colombia.
- (2017): Informe de Auditoría - AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES – ANLA VIGENCIA 2016. CGR-CDMA- No. 010, Junio 2017.

Corpoguajira

- (2016) Plan de acción 2016-2019 prosperidad, paz y sostenibilidad. Recuperado el (1.11.2017) <http://corpoguajira.gov.co/wp/wp-content/uploads/2016/03/Documento-Preliminar-Plan-de-Accion-2016-2019.pdf>
- (2012) Resolución 1720, por la cual se dan permisos para las lagunas de vertimiento.
- (2011) Resolución 636, por la cual se dan permisos para las lagunas de vertimiento.
- (2008) Diseño e implementación de un sistema SIG de captaciones de aguas subterráneas de las cuencas del río Tapias u Ranchería en la Corporación

Autónoma Regional de La Guajira. Recuperado el 8 de noviembre de 2016, <http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/acuiferos/Sistema-de-capacitacion-de-aguas-subterranas-cuentas-del-rio-Tapias-y-Rancheria.pdf/>

DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística)

- (2015) Censo Nacional Agropecuario. Caracterización de los productores residentes en el área rural dispersa censada. Recuperado el (3.9.2017), https://www.dane.gov.co/files/CensoAgropecuario/avanceCNA/Boletin%20tecnico_8sep.pdf

Defensoría del Pueblo

- (2016) Solicitud de insistencia del vicedefensor del Pueblo en revisión del expediente de tutela N° T. 5.443.609 del 16 de mayo.
- (2014) Crisis humanitaria en la Guajira. Bogotá: Defensoría del Pueblo. Recuperado el (fecha) <http://www.defensoria.gov.co/public/pdf/informede-fensorialguajira11.pdf>
- (2012) Avance del Derecho Humano al Agua en la Constitución, la ley, la jurisprudencia y los instrumentos internacionales 2005-2011. Bogotá: Defensoría del Pueblo.

Departamento Nacional de Planeación

- (2015) Información Departamental – La Guajira. Recuperado (1.2.2018) <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Inversiones%20y%20finanzas%20pblicas/La%20Guajira%2015.pdf>

Gobernación de La Guajira

- (2016) Proyecto Plan de Desarrollo 2016-2019 “Oportunidad para Todos y propósito de País. Recuperado el (3.9.2017), <http://www.laguajira.gov.co/web/la-gobernacion/planes-de-desarrollo/3371-plan-de-desarrollo-2016-2019.html>

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi)

(2017) Ganadería, la gran enemiga de los suelos de La Guajira, 1 de julio de 2017. Recuperado el (3.9.2017), <http://noticias.igac.gov.co/ganaderia-la-gran-enemiga-los-suelos-la-guajira/>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

(2005) Resolución 2097 “Por la cual se revoca la resolución n° 942 de 2002 y 1243 de 2002, se modifica la resolución n° 797 de 1983, se acumulan unos expedientes, se establece un plan de manejo ambiental integral y se dictan otras determinaciones”

(2007) Gestión integral de Residuos o Desechos peligrosos. Bases conceptuales. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Procuraduría General de la República

(2016) La Guajira: Pueblo Wayuu con hambre de dignidad, sed de justicia y otras necesidades insatisfechas. Bogotá: Procuraduría General de la República. Recuperado el (3.9.2017), [https://www.procuraduria.gov.co/portal/media/file/Informe\(1\).pdf](https://www.procuraduria.gov.co/portal/media/file/Informe(1).pdf)

SIMCO (Sistema de Informacion Minero de Colombia)

(2017) Sistema de información minero Colombia. Recuperado el (1.12.2017), http://www1.upme.gov.co/simco/Reportes_SIMCO/Paginas/MS1.aspx (accedido 1/12/2017)

Universidad de Antioquia

(2015): PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE ACUÍFEROCUENCA DEL RÍO RANCHERÍA, SEGUNDA FASE –CONVENIO 326 de 2015.

*Referencias jurídicas**Corte Constitucional*

C-671 de 2001

T-154 de 2013

T-080 de 2015

T-622 de 2016

T-888 de 2008

T-384A de 2014

T-256 de 2015

T-65515 de 2012

T-302 de 2017

T-342 de 1994

*Organismos internacionales**CIDH (Corte Interamericana de Derechos Humanos)*

CIDH (2018): Opinión consultativa OC23-17. Recuperado el (18.2.2018), http://www.aida-americas.org/sites/default/files/oc23_corte_idh.pdf

CIDH (2017): Ampliación de la medida cautelar Nr.51/15. Recuperado el (5.11.2017), <https://www.oas.org/es/cidh/decisiones/pdf/2017/3-17MC51-15-CO.pdf>

CIDH (2015): Medida cautelar Nr.51/15. Recuperado el (5.11.2017), <https://www.oas.org/es/cidh/decisiones/pdf/2015/MC51-15-Es.pdf>

(ONU) Organización de las Naciones Unidas

(2010) Resolución 64/292, El derecho humano al agua y el saneamiento, recuperado el (12.11.2017), http://www.un.org/ga/search/view_doc

asp?symbol=A/RES/64/292&Lang=S (1/2/2018) (2010) United Nations Environment Programme. Final review of scientific information on lead. Recuperado el (1.12.2017), http://www.cms.int/sites/default/files/document/UNEP_GC26_INF_11_Add_1_Final_UNEP_Lead_review_and_appendix_Dec_2010.pdf

(2010) United Nations Environment Programme. Final review of scientific information on cadmium. Recuperado el (1.12.2017), http://drustage.unep.org/chemicalsandwaste/sites/unep.org.chemicalsandwaste/files/publications/GAELP_PUB_UNEP_GC26_INF_11_Add_2_Final_UNEP_Cadmium_review_and_appendix_Dec_2010.pdf

(2002) El derecho al agua (artículos 11 y 12 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. Observación No.15. Recuperado el 1 de febrero de 2018, http://www.solidaritat.ub.edu/observatori/general/docugral/ONU_comentariogeneralagua.pdf

(1998) Convención sobre los Humedales (Convención de Ramsar).

(1997) Convención de las Naciones Unidas sobre el derecho de los usos de los cursos de agua internacionales para fines distintos a la navegación.

(1992) Conferencia de las Naciones Unidas sobre medio ambiente y desarrollo.

(1972) Declaración sobre el medio ambiente humano (Declaración de Estocolmo).

Medios de Comunicación

Dinero

(2002) Los dueños del Cerrejón, 2 de agosto. Recuperado el (fecha), <http://www.dinero.com/edicion-impresa/negocios/articulo/los-duenos-del-cerrejon/6226>

Semana

(2016) Ayuda al desarrollo: ¿Un negocio?, 24 de noviembre. Recuperado el (fecha), <http://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/agua-potable-para-la-guajira-ayuda-o-negocio/36545>

AUTO 2886 DE 2012 ART. 2.3.4 – 3.4.11.

Sector Privado

Intercor

(1985) Cerrejón – Zona Norte. Relaciones Públicas de Intercor.

Carbones del Cerrejón

(2017): Página web de Cerrejón <http://lanzamiento.cerrejon.com/index.php/nuestra-empresa/> (1/11/2017)

(2016) ICA 2015, Documento 129 – Balance hídrico.

(2016) ICA 2015, Informe de manejo de las aguas residuales industriales del área de las plantas de carbón y lavado.

(2016) ICA 2015, Reporte No. 24-31. Informe obras de modificación de estructuras de manejo de aguas residuales industriales la mina, 2015.

Informe de Cumplimiento Ambiental 2015 (40-ARI).

(2015): informe 52: Informe de manejo de las aguas residuales industriales del área de las plantas de carbón y lavado. Informe de Cumplimiento Ambiental 2014.

(2014) ICA 2013, 122 – Plano de vertimiento: Mapa Vertimientos.

(2014) ica 2013, 19 – Avances de pruebas de lixiviación: Seguimiento a prueba piloto sobre lixiviación de botaderos. Requerimiento.



Comentarios de Cerrejón al documento de Indepaz:

*“Si el río suena, piedras lleva.
Sobre los derechos al agua y a un ambiente sano en la zona minera de la guajira”*

Agosto de 2018

1. Apreciaciones generales

- 1.1 Debe señalarse que en este documento se habla en primer lugar de los impactos que en general causa la actividad minera en el ambiente. Al respecto vale decir que en lo que toca con la explotación minera de Cerrejón, estos impactos fueron valorados y contemplados tanto en el Estudio de Impacto Ambiental, como en el Plan de Manejo Ambiental Integral (en adelante “PMAI”), cuya explicación en detalle ha sido presentada a la Corte en un memorial aparte, en el cual se explica y evidencia cómo el Cerrejón cuenta con un robusto PMAI que cumple con los parámetros constitucionales de protección al medio ambiente.
- 1.2 El propio documento indica en su introducción y en diferentes apartes que los hallazgos no son concluyentes, lo cual es inconsistente con las conclusiones en las que se afirma que necesitan de forma urgente acciones correctivas, que además se centran la actividad de Carbones del Cerrejón. En este mismo sentido, el informe reconoce en el Capítulo 3 grandes lagunas de información sobre las actividades que tienen lugar en la cuenca del río Ranchería y sobre sus vertidos, pero estas importantes lagunas de información no han supuesto ningún inconveniente para concluir que requieren de forma urgente acciones correctivas y plantear numerosas recomendaciones relativas a Carbones del Cerrejón.
- 1.3 Otro tema tratado en el estudio es sobre los valores de metales presentes en el ambiente; sin embargo, se debe resaltar que los resultados presentados no son estadísticamente representativos ni permiten relacionarlos directamente con los procesos de actividad minera. Estas valoraciones pueden tener su origen en resultados de procesos de dilución de materiales del cual está hecho el cauce del río, de procesos geológicos y biológicos naturales que se dan con el tiempo y que además son potenciados por aportes de actividades industriales, agrícolas y urbanas, entre otros.
- 1.4 El estudio no determina las fuentes directas de contaminación; es más, concluye que se debe realizar estudios más detallados y con mayor representatividad estadística. Adicionalmente debe señalarse que el estudio no informa, ni la técnica, ni la metodología, ni el equipo de medición utilizado, lo cual es de suma importancia para determinar la calidad, exactitud, representatividad y validez de los datos y resultados que suministra y para establecer si son o no comparables con los datos medidos por Cerrejón de manera directa o a través de los diferentes estudios técnicos contratados.

- 1.5 Existen apreciaciones que al carecer de sustento técnico y al no estar en el marco de un proceso legal, se encuentran desmedidas y desafortunadas, como cuando recomienda “Considerar acciones de exigencia a la empresa Carbones del Cerrejón por prácticas de difusión de información dudosa sobre la calidad ambiental que ponen en riesgo derechos fundamentales, como el derecho al agua y al ambiente sano”.
- 1.6 Se presentan errores conceptuales de fondo, al mezclar en la tabla 5, pág. 29 “vertimiento” y “calidad del recurso”, comparando equivocadamente los límites de vertido con parámetros de calidad de las aguas para preservación de flora y fauna, sin tener en cuenta que existe técnica y legalmente el efecto de dilución en el medio receptor y la zona de mezcla.
- 1.7 Al hablar del impacto sobre la salud, lo que plantea parece más orientado a seguridad laboral que al impacto en las poblaciones cercanas, pero la posible argumentación al respecto estaría condicionada por las medidas preventivas adoptadas para proteger la salud de los trabajadores, y para disminuir la afección a las poblaciones cercanas (control de emisiones difusas).
- 1.8 En cuanto a la evaluación del riesgo de contaminación ambiental por metales, en el capítulo 3.4, se define el factor de contaminación como el cociente entre la concentración de cada metal en el sedimento y el valor de referencia, pero no hay valores de referencia para el entorno (una línea base con la concentración de referencia en los sedimentos de zonas del entorno no afectadas por la actividad minera). La metodología empleada por el estudio de INDEPAZ ha tomado como referencia el promedio de la concentración del metal en la corteza terrestre, lo cual no es representativo de los valores naturales en el entorno y que se consideran que invalidan la metodología y los resultados obtenidos (si se dispusiese de tiempo y recursos se podría realizar una búsqueda para ver si existe información sobre dichas concentraciones en entornos de minas de carbón que no estén afectadas por la extracción del carbón, y muy probablemente encontraríamos que para la mayoría de metales estos valores serían superiores a los promedios

de la corteza terrestre). Por tanto, al tomar un valor de referencia no representativo, se considera que carecen de fundamento los resultados mostrados en los capítulos 6.2 (tabla 37) y 6.3 (tablas 38 y 39).

- 1.9 En la página 93 se indica que las concentraciones de metales reportados en las lagunas de vertimiento sobrepasan en gran medida los límites establecidos para preservación de flora y fauna, pero al ser las lagunas de vertimiento una etapa del proceso de depuración antes de su vertido al cauce en lugar de comparar con parámetros de calidad del medio receptor habría que comparar con los valores límite de vertido (y, por tanto, las tablas 47 a 50 y las conclusiones del apartado 8.2 no son adecuadas).
- 1.10 En cuanto a calidad del aire, se considera que la referencia válida a tener en cuenta es la establecida en la normativa colombiana y no las recomendaciones de la OMS (de hecho, la Unión Europea no ha adaptado su normativa a las recomendaciones de la OMS); además, la redacción resulta confusa para el lector no especializado, pues menciona normativa de calidad del aire al reclamar que la empresa ajuste sus emisiones, dando a entender que Carbones del Cerrejón incumple la normativa de emisiones.
- 1.11 Para poder argumentar contenidos relativos a lluvia ácida, es necesario tener información sobre las emisiones de SO₂ (concentraciones y masa total), pero a priori la lluvia ácida está ligada a grandes focos de emisión (como por ejemplo centrales térmicas de carbón sin sistemas de desulfuración), el cual no es el caso de Carbones del Cerrejón, haciendo de este un argumento inválido.
- 1.12 El documento carece de un análisis detallado y riguroso de la geología, hidrogeología y geoquímica de la zona; se atribuye la presencia de metales en las aguas subterráneas, aguas superficiales y sedimentos a la actividad minera, aunque estos pueden ya estar presentes en el medio de forma natural. Los elementos traza se encuentran de forma natural en el fondo geoquímico, dependiendo de la geología, hidrogeología, etc., de cada lugar: la zona objeto del estudio es naturalmente rica en carbón, por lo que es

normal y lógico que el subsuelo, los sedimentos de los arroyos y ríos contengan metales pesados, sin que esto tenga porque tener una relación directa con la actividad minera.

- 1.13 En el documento asocia, sin argumentos ni pruebas basadas en estudios específicos y especializados, a la actividad minera la presencia de metales pesados en los pozos. Hace referencia a la presencia de hidrocarburos y bacterias en agua de consumo, dando a entender que la mina es responsable de todo lo que pueda ocurrir en la zona de estudio e ignorando que la actividad humana y las agroindustrias aportan compuestos químicos como metales pesados, hidrocarburos y, por supuesto, bacterias a las aguas de consumo.

2. *Apreciaciones específicas en el tema de fauna*

Sobre los resultados presentados en el capítulo 7: Resultados del análisis de tejidos de chivos e iguana, se tienen las siguientes observaciones:

- 2.1 Para efectos del análisis de tejidos de iguanas, no se aclara que se realizaron pruebas sobre un grupo control fuera de la zona de influencia de la actividad minera (página 90). Igualmente, es importante indicar que para este tipo de análisis es necesario que en principio, se valide la designación de esta especie como bioindicadora; además, se debe tener en cuenta que para éste reporte, el análisis solo se llevó a cabo en 6 ejemplares y, por ende, las conclusiones acerca de las alteraciones en la arquitectura del hígado y del pulmón (página 89) no pueden tomarse como representativas ni concluyente y merecen ser reevaluadas.
- 2.2 En la página 76, el párrafo: “la evidente falta de monitoreo constante y completo en la zona minera es otro factor preocupante. Si bien existe un plan de manejo ambiental y regulaciones ambientales que le exige a Carbones del Cerrejón un monitoreo sistemático, los ICA revisados demuestran que en la práctica no se da”. No obstante, los reportes de seguimiento ambiental realizados por la ANLA desde 2005, así como el análisis de efectividad de las me-

didias ambientales 2006-2017, efectuadas por Cerrejón en 2017 a través de un tercero contratado (INERCO Consultoría Colombia), dan cuenta del cumplimiento y monitoreo sistemático que se reporta en los ICA anuales.

- 2.3 Como parte del PMAI, específicamente los programas de seguimiento y monitoreo de fauna, Cerrejón realiza monitoreos de fauna terrestre del Valle del Cerrejón cada dos años, durante los meses de sequía y de lluvia, que permiten identificar especies de importancia para la conservación, especies endémicas y especies migratorias; así como valores de riqueza y abundancia poblacional. De igual modo, se hace monitoreo poblacional en especies centinela (mono aullador: *Alouatta seniculus*) y mediante el uso de cámaras trampa, se hace un seguimiento del estado poblacional de la comunidad de felinos, con el fin de abordar el estudio y la conservación de los mismos, desde la perspectiva de áreas o zonas núcleo de conservación.

3. *Apreciaciones específicas sobre el componente agua*

Capítulo 1. El derecho al agua y a un medio ambiente sano

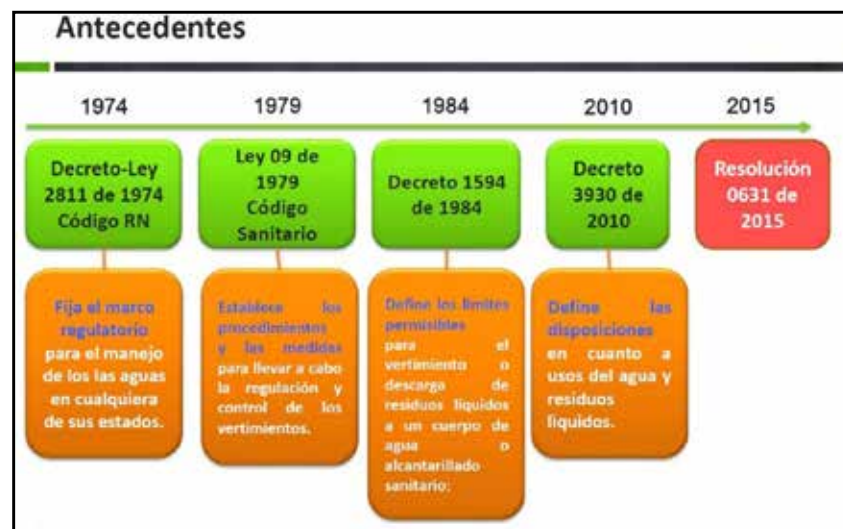
En este numeral, se realiza una descripción de las consideraciones en el ámbito nacional como internacional sobre el derecho al agua y a un ambiente sano definido por la constitución de 1991 y definido en estancias internacionales, a su vez da definiciones de lo que se establece como contaminación y daño ambiental de acuerdo con la normativa nacional. Así mismo, expone su posición acerca de las disposiciones y normativas nacionales que regulan los vertimientos diciendo:

“los marcos regulativos que apuntan a preservar los ecosistemas son debilitados por otros que regulan actividades económicas, como es el caso de la regulación de vertimientos de aguas industriales, que carecen de una mirada analítica en cuando a los posibles danos ambientales que puede generar el factor acumulativo de químicos

cuando son liberados por varios puntos de descargas industriales y domésticos en una sola cuenca de río, y dejan también por fuera factores hidrogeológicos, ecosistémicos, sociales, culturales y muchos más". Y añade: "En ese sentido, es una regulación hecha para el sector económico; sus creadores no han tomado en cuenta las relaciones espirituales y los usos que las comunidades étnicas ejercen en una cuenca como la del río Ranchería".

A este respecto, es importante mencionar que la normativa nacional ha considerado los estándares internacionales para el vertimiento de ARND de acuerdo con lo definido por el Banco Mundial (IFC), quienes a su vez han establecido parámetros con base en las experiencias internacionales de cada uno de los sectores industriales analizados. En su análisis, INDEPAZ realiza un comparativo de la normativa entre el Decreto 1594 de 1984 y la Resolución 0631 de 2015 (para vertimientos) y el Decreto 1076 de 2015 Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible sin tener en cuenta los antecedentes normativos y su aplicabilidad:

Figura 1. Antecedentes normativos y su aplicabilidad



Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Presentación Resolución 0631 de 2015.

Como se puede observar, el Decreto 1594 de 1984, ha sido derogado por los decretos subsiguientes hasta llegar a la Resolución 0631 de 2015 en lo referente a vertimientos y el Decreto 1076 de 2015-“Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”, contiene la calidad del agua para diversos usos, los cuales presentan una norma mucho más estricta y particularizada de acuerdo con los sectores económicos del país, lo cual deja sin fundamento la comparación realizada por INDEPAZ.

Capítulo 3. Pregunta de investigación y metodología

La metodología empleada para el análisis de la cuenca del río Ranchería parte de la toma de información primaria a través de entrevistas en la zona de estudio, así como la consulta de información secundaria de muestreos de agua y tejidos de algunas especies realizada por la Universidad de Cartagena y Koblenz-Landau de Alemania, además de los reportes ICA de Cerrejón. A su vez, presenta un resumen ejecutivo de los estudios de las universidades, en los que se define la metodología seguida para la toma de muestras, se presenta un análisis de resultado, una evaluación del riesgo de contaminación por los metales presentes en los sedimentos y el impacto en algunas especies analizadas y se hace referencia de la manera en que se tomaron las muestras.

Sin embargo, no se indica cómo se garantizó la cadena de custodia de las muestras, porque desde Roche o Tamaquito II hasta llegar a los laboratorios en Alemania, hay varios días, lo cual puede afectar la calidad de las muestras de agua enviadas y puede dejar duda acerca de los resultados obtenidos.

- Sobre la frecuencia en que la actividad minera y la agroindustria vierten aguas industriales al río Ranchería.

Como Cerrejón ha indicado, definir un periodo de tiempo en el cual se pueda establecer las descargas al río es imposible dada la dinámica propia de la Mina. Sin embargo, y con base en el PMAI, los muestreos se hacen de manera mensual sobre las fuentes de aguas superficiales para llevar un seguimiento de la calidad del recurso. En particular, con el sector minero.

- *Falta de una línea de base que permita identificar cuál fue la calidad del río Ranchería antes de que se instalaran todas las actividades industriales que se desarrollan actualmente en la cuenca (antes de 1970).*

Cerrejón tienen a su haber un registro de análisis de calidad de agua y monitoreo en esta fuente hídrica, (río Ranchería) en forma histórica, realizado por el Departamento de Gestión Ambiental, que datan de los inicios de la operación.

- *Carbones del Cerrejón no reporta regularmente las concentraciones de metales ni mide todos los metales que se deberían medir y reportar, según su plan de manejo ambiental y el decreto que regula la medición para agua de río y de los vertimientos de aguas industriales.*

De la revisión de los diferentes ICA presentados por Cerrejón ante la ANLA se puede establecer que como parte del PMAI, en el programa de monitoreo de aguas, los metales pesados deben ser monitoreados de manera mensual, lo cual no se ve reflejado en los análisis mensuales reportados. Con base en la información, entregada se observa que hasta antes de que CERREJÓN asumiera la realización de los análisis de manera directa, los muestreos realizados a cuerpos de agua superficiales, subterráneas, lagunas y lodos contemplaban el análisis de los metales pesados definidos en el PMAI.

Como complemento a los análisis que viene realizando CERREJÓN en la mina, se ha tomado la decisión de manera autónoma de realizar el muestreo de los siguientes metales a partir de mayo de 2018: zinc, plomo, molibdeno, mercurio, manganeso, magnesio, mercurio, hierro, cromo, cobre, calcio, bario, cadmio, arsénico, antimonio y aluminio.

- *Falta de información pública sobre la composición química (incluyendo metales) de las rocas y los lodos industriales depositadas sobre los botaderos.*

De la revisión de los diferentes ICA presentados por Cerrejón ante la ANLA, se evidencia que se realizan análisis a los lodos y se aclara que: “cuando las concentraciones de grasas y aceites de los lodos sobrepasan altos niveles de concentración se llevan al área de lodos aceitosos (Landfarming) para su tratamiento por biorremediación”; es decir, no

hay desconocimiento de la composición de las rocas y lodos ni de hacia dónde o en donde son dispuestos.

De otra parte, el material estéril de los botaderos de la mina de Cerrejón está constituido, principalmente, por arcillolitas, lutitas y areniscas. A su vez, contienen óxidos de calcio, sodio, hierro, magnesio, potasio, manganeso (en mayor cantidad) y elementos trazas (en menor cantidad), como cobre, cromo, mercurio, plomo, níquel, plata, cadmio y selenio, entre otros. También, están presentes sales minerales como sulfatos, cloruros, carbonatos.

Todos los elementos mencionados anteriormente, también están presentes en los suelos dedicados a la agricultura y ganadería, aclarando que en estos suelos las concentraciones son menores que en los estériles de los botaderos. Esto es obvio, ya que el estéril de los botaderos es el material de contacto con los yacimientos carboníferos, por lo tanto es típico encontrar concentraciones superiores que otro tipo de recursos como el suelo. En la tabla 1 se presentan los resultados de la caracterización geo-química de estos botaderos.

En dicha tabla, las unidades están expresadas en ppm (partes por millón). Esto quiere decir que una parte del metal (Arsénico, plomo, zinc, etc.) está presente en un millón de partes del estéril del botadero. Por ejemplo, en el Botadero la estrella, se encontró 159 ppm de zinc, quiere decir que solo hay 159 miligramos (mg) de zinc en 1.000.000 de miligramos del material estéril (y un millón de miligramos es igual a 1 kilogramos), lo que equivale decir que 159 ppm = 159 mg/Kg.

- *Relación entre los elementos presentes en estéril de botaderos y las aguas superficiales y subterráneas en áreas aledañas.*

Los elementos encontrados en los botaderos, también pueden ser identificados en las lagunas de retención y en los acuíferos aledaños a éstos, debido a los procesos de lixiviación* de estos botaderos de

.....

*. Lixiviación, es un proceso en el que un disolvente líquido (en este caso agua) se pone en contacto con un sólido pulverizado (en este caso material estéril) produciéndose la disolución de uno o más de los componentes del sólido.

Tabla 1. Resultados de análisis geoquímico en botaderos (elementos químicos encontrados en el estéril).

BOTADERO UNIDAD	Arsénico ppm	Cobre ppm	Plomo ppm	Zinc ppm	Mercurio ppm	Níquel ppm	Cromo ppm	Selenio ppm	Cadmio ppm
Botadero La Estrella	7.3	40.7	14.4	159	0.06	55.4	50.2	1.7	1.1
Botadero Potrerito Norte	3.0	44.6	11	110	0.07	37.1	22	3.6	1.4
Botadero Potrerito Norte-D	3.9	63.4	12.5	190	0.07	42.8	30.7	2.6	2.0
Botadero Patilla	6.9	47.2	14.3	148	0.06	45.9	30.4	1.7	1.6
Botadereo Norte	75	40.3	15.3	126	0.01	41.7	45.1	2.9	1.2
Botader Tipala	6.3	54.7	14.6	148	0.06	45	28.8	2.9	1.4
Botadero Oreganal	6.6	46.4	15.2	144	0.05	53.2	51.9	1.9	1.5

Nota: Análisis realizados en el Laboratorio Vizon Scitec de Canadá – Agosto 2004

estéril, lo cual es generado por el agua lluvia que cae en su superficie. Esto se explica porque al caer el agua lluvia sobre la superficie, esta se infiltra, y en su tránsito al interior de estos botaderos se le van incorporando los elementos presentes en dicho material estéril. Pero las concentraciones de estos elementos en las lagunas son inferiores a las encontradas en el material estéril de los botaderos, lo cual se puede apreciar en la Tabla 2, que muestra la calidad del agua de estas lagunas. Esto se puede demostrar, al comparar las tablas 1 y 2. Por ejemplo, los elementos presentes en el Botadero La Estrella (Tabla 1) están en mayor concentración a los registrados en el Embalse 3 (Tabla 2), la cual recoge las aguas de la lixiviación y escorrentías de dicho botadero. Lo mismo se puede decir de la Laguna Fernández y Laguna CRS, que recogen las aguas del Botadero Norte (retrollenado). Estos resultados, están comparados con los valores límites requeridos en la norma de vertimiento, Resolución 0631 de 2015, vigente a partir de enero de 2018. La comparación se hace para facilitar la interpretación de los resultados.

Cabe aclarar que todos los vertimientos que se realizan en la mina de aguas residuales tratadas, están autorizados debidamente por la autoridad ambiental competente, en este caso, Corpoguajira.

Tampoco, hay evidencia de que las aguas que lixivian y que escurren desde los botaderos de material estéril estén llegando a los acuíferos (que contienen las aguas subterráneas) del río Ranchería o de sus arroyos tributarios. Registros históricos de análisis de laboratorio tomados desde el año 2012, cuya tabla mostrada es solamente de 2017 como ejemplo, muestran concentraciones muy bajas de estos elementos en las aguas del acuífero superficial del río Ranchería. Los valores obtenidos se encuentran por debajo del Límite de Cuantificación del Método (LCM)¹.

- *La empresa reporta las mediciones de los parámetros básicos, pero no se da en el orden de la corriente del agua, lo que dificulta que un agente público pueda identificar de manera rápida y eficaz los cambios del agua del Ranchería, algo indispensable para identificar posibles riesgos para la fauna, flora y la salud de las personas que hacen frecuente uso del río, y también algo necesario para poder*

.....

1. Límite de Cuantificación del Método-LCM (El LCM se define como “La concentración más baja a la cual el analito (en este caso el metal) puede cuantificarse con una precisión y veracidad aceptables bajo las condiciones experimentales establecidas”).

evaluar la posible participación de aquella actividad económica en la degradación de la calidad de agua de río.

La información relacionada está referida a los puntos establecidos dentro del PMAI y a coordenadas, para su fácil ubicación.

- Entre el momento de medición de la calidad de agua de las lagunas de vertimiento y el momento de la medición de la calidad de agua de río, existen inconsistencias. Interesa conocer, tanto las concentraciones de metales pesados en las lagunas de vertimiento previo a la desembocadura en los ríos y arroyos, como la calidad del agua del río Ranchería una vez que se hayan realizado los vertimientos. Las fichas técnicas en los ICA permiten deducir que, por el momento, la metodología del monitoreo de la empresa carece de esa rigurosidad.

La información de los muestreos está definida en el PMAI y se debe realizar antes y después de la descarga para el río Ranchería, así como para cada uno de los arroyos y sitios de vertimiento.

Desde el año 2006, Cerrejón empezó el programa de remplazo de agua de alta calidad por agua de baja calidad, es así, que a la fecha solo existen dos bocatomas, en donde se capta agua solamente para consumo humano y doméstico y algunas actividades industriales (por ejemplo en lavado de equipos).

Así, la distribución de la captación por fuentes, muestra que más del 90 % del agua captada proviene del agua de baja calidad (BC), constituida por agua de minería, agua de escorrentías y agua de mar.

El agua se usa para el control de emisiones de polvo (por ejemplo en el riego de vías de acarreo) y lavado de carbón. Menos del 10 % del volumen captado corresponde al agua de alta calidad (AC), la cual proviene del agua superficial del río Ranchería y de su acuífero superficial.

La figura a continuación muestra la relación de los volúmenes captados durante 2017 para agua de alta calidad (AC) y agua de baja calidad (BC).

Figura 2. Distribución de consumo de agua (año 2017 Corte Diciembre)

TIPO DE AGUA		FUENTE		USO	TRATAMIENTO Y DISPOSICION
Baja Calidad	Subterránea	Mantos de carbón	7%		
	Superficial	Escorrentía en áreas de disposición de estériles y tajos mineros	80%	Control de polvo - Riego de vías - Humectación por aspersión en frentes de avance Plantas de carbón 67% del permiso	Canales perimetrales Lagunas de retención
	Marina	Mar Caribe - Puerto	6%	Doméstico Industrial	Lagunas de oxidación Lagunas de retención
Alta Calidad	Subterránea	Acuífero	3%	Doméstico – 65%	Lagunas de retención
	Superficial	Río	4%	Industrial – 35% 12% del permiso	Separadores de aceite Reuso

Fuente: Cerrejón, 2018.

En lo referente a la lixiviación de roca, esta no se da al interior de la mina por cuanto la misma no se localiza en un área de alta pluviosidad o humedad, sino por el contrario en una zona de baja precipitación, lo cual hace que el lavado del material rocoso sea bajo acercándose a valores de cero, no siendo la lixiviación de roca un factor contaminante.

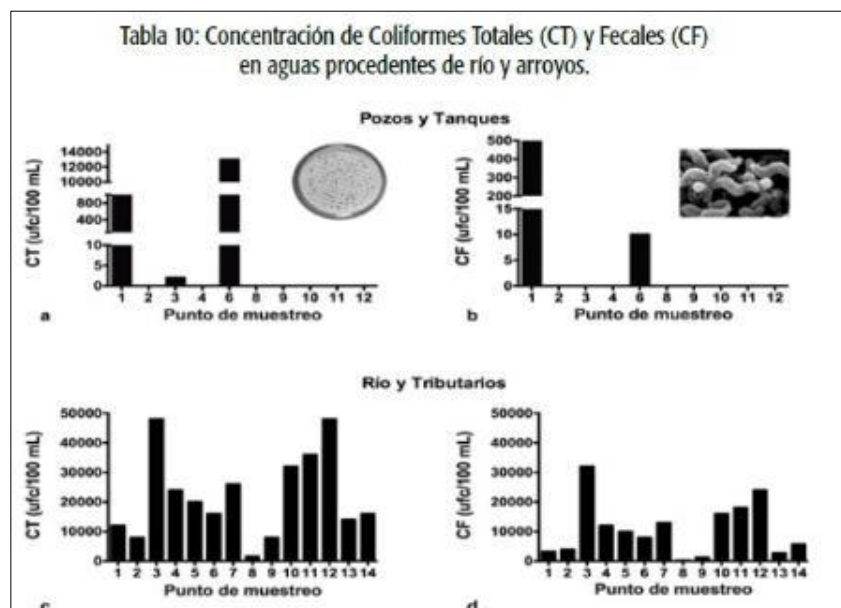
Capítulo 4. La calidad de agua de las fuentes de consumo de las comunidades étnicas

Es importante anotar que la estación R14 referenciada por INDEPAZ se localiza por fuera del área de influencia de las operaciones mineras, de acuerdo al informe de INDEPAZ en este sitio se encontraron valores de cadmio (Cd) y plomo (Pb) por debajo de los límites de la norma, en este punto se encontraron los máximos valores de zinc (Zn) reportados por el estudio de INDEPAZ.

De otra parte, se presentan en el INFORME los resultados de los análisis físicos químicos y bacteriológicos realizados en diferentes puntos de la cuenca del río Ranchería, en donde encuentran:

- Niveles altos de coliformes totales y fecales en pozos, ríos y arroyos, carro tanques.

Figura 3. Concentración de coliformes totales.



Fuente: El INFORME. INDEPAZ, 2018.

Los niveles de coliformes presentes en las fuentes de agua superficial pueden estar condicionados a la época en la cual se tomó la muestra, dado que en épocas secas estos niveles presentan altas concentraciones. Para las concentraciones en el carro tanque, no debiera ser un parámetro de análisis, debido a que se desconoce la fuente así como la manipulación y limpieza del mismo.

- Niveles de pH por debajo de manera leve de la norma en el arroyo Bruno:

Tabla 3. Parámetros fisicoquímicos en agua del arroyo Bruno

Tabla 11. El Rocio: Parámetros fisicoquímicos en agua del arroyo Bruno - R1

Resolución 2115 de 2007 para agua potable	Medición en	Agosto 2016	Noviembre 2016	Julio 2017
pH 6.5-9.0	pH	6,17	6,6	7,17
Oxígeno disuelto s.l.	mg/L	3,69	5,58	4,32
Conductividad 1000	µS/cm	732	591	663
TDS s.l.	ppm	366	295	332
Arsénico (As) 0,01	mg/L	0,0004	Por debajo del límite detectable	0,0001
Bario (Ba) 0,7	mg/L	0,065	0,087	0,083
Cadmio (Cd) 0,003	mg/L	0,0000	0,0000	Por debajo del límite detectable
Manganeso (Mn) 0,1	mg/L	-	0,0697	0,0417
Plomo (Pb) 0,01	mg/L	0,0000	0,0000	0,0003
Selenio (Se) 0,01	mg/L	0,0000	Por debajo del límite detectable	0,0001
Estroncio (Sr) n.r.	mg/L	0,8032	-	0,5216

Fuente: El INFORME. INDEPAZ, 2018.

- Niveles de PH, cadmio, bario, manganeso, selenio en los límites de la norma por encima o por debajo en pozos profundos:

Tabla 4 Parámetros fisicoquímicos en agua del pozo principal

Tabla 14. Comunidad Provincial: Parámetros fisicoquímicos en agua del pozo principal, cerca del río Ranchería - P6

Resolución 2115 de 2007 para agua potable	Medición en	Agosto 2016	Noviembre 2016	Julio 2017
pH 6.5-9.0	pH	6,31	7	7,52
Oxígeno disuelto s.l.	mg/L	2,15	0,33	1,89
Conductividad 1000	µS/cm	753	630	353
TDS s.l.	ppm	377	315	177
Arsénico (As) 0,01	mg/L	0,0264	Por debajo del límite de detección	0,0027
Bario (Ba) 0,7	mg/L	0,6554	0,112	0,0639
Cadmio (Cd) 0,003	mg/L	0,0000	Por debajo del límite de detección	0,0000
Manganeso (Mn) 0,1	mg/L	-	0,547	0,2616
Plomo (Pb) 0,01	mg/L	0,0000	Por debajo del límite de detección	0,0001
Selenio (Se) 0,01	mg/L	0,0025	Por debajo del límite detectable	Por debajo del límite detectable
Estroncio (Sr) n.r.	mg/L	8,7387	-	0,2607

Fuente: El INFORME. INDEPAZ, 2018.

De acuerdo, con lo referido en el decreto 1076 de 2015, en donde se normaliza la calidad del agua para consumo humano se tiene:

ARTÍCULO 2.2.3.3.9.4. TRANSITORIO. Desinfección y criterios de calidad para consumo humano y doméstico. Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico son los que se relacionan a continuación, e indican que para su potabilización se requiere sólo desinfección:

Referencia	Expresado como	Valor
Amoníaco	N	1.0
Arsénico	As	0.05
Bario	Ba	1.0
Cadmio	Cd	0.01
Cianuro	CN ⁻	0.2
Cinc	Zn	15.0
Cloruros	Cl ⁻	250.0
Cobre	Cu	1.0
Color	Color Real	20 unidades, escala Platino - cobalto
Compuestos Fenólicos	Fenol	0.002
Cromo	Cr ⁺⁶	0.05
Difenil Policlorados	Concentración de agente activo	No detectable
Mercurio	Hg	0.002
Nitratos	N	10.0
Nitritos	N	1.0
pH	Unidades	6.5 - 8.5 unidades
Plata	Ag	0.05
Plomo	Pb	0.05
Selenio	Se	0.01
Sulfatos	SO ₄ ⁼	400.0
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	0.5
Turbiedad	UJT	10 Unidades Jackson de Turbiedad, UJT
Conformes totales	nMP	1.000 microorganismos/100 ml.

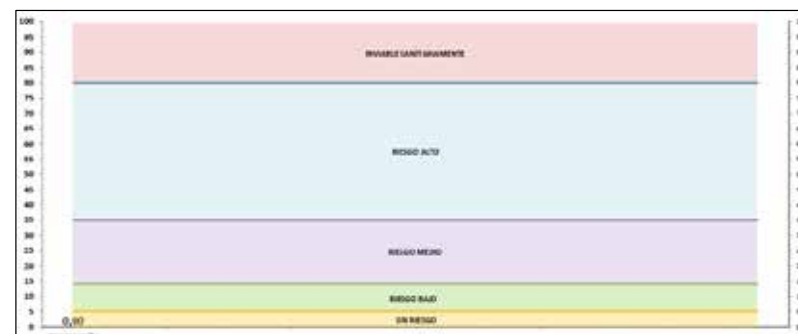
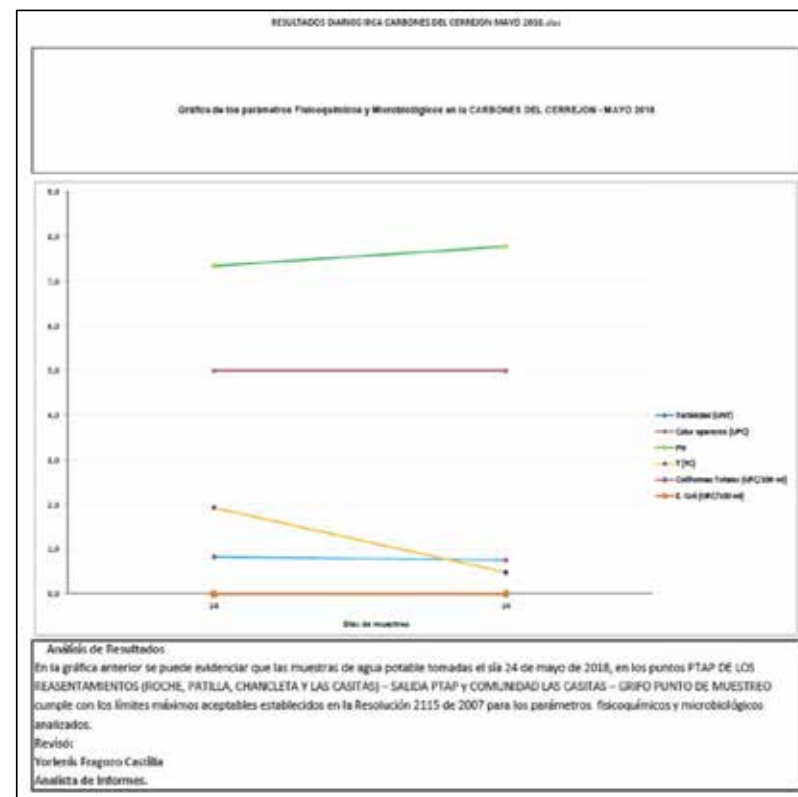
Fuente: Decreto 1076 DE 2015.

Por lo anterior, se puede establecer que los resultados obtenidos para las fuentes superficiales, arroyos y río, así como para los pozos se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la norma nacional vigente. Así mismo, la Norma establece que la presencia de estos componentes solo requeriría para su consumo de desinfección. Como análisis, se establece que el informe de INDEPAZ no está basado en la normatividad vigente ya que los resultados obtenidos no representan peligro para la salud humana.

Cerrejón ha determinado el Índice de Riesgo de la Calidad Del Agua Para Consumo Humano (IRCA) establecido en el artículo 12 del decreto 1575 de 2007 y reglamentado en el 2115 de 2007a través de muestras en los en los puntos de la PTAP de los reasentamientos (Roche, Patilla, Chancleta y Las Casitas) – Salida PTAP y Comunidad Las Casitas – Grifo Punto De Muestreo encontrándose un IRCA de Cero.

Lo cual indica que en las fuentes de agua potable no se encontraron valores de metales pesados, ni bacterias que puedan ser relacionadas con la actividad minera y/o puedan afectar la salud humana.

Figura 4. Resultados del IRCA Mayo de 2018



Fuente: Cerrejón, 2018.

Como complemento a lo anterior, se tiene que:

En las mediciones de pH de los pozos se pudo observar para el mismo periodo que los resultados obtenidos para las mediciones realizadas se encuentran en el rango de 6,9-7,5 ubicándose dentro de la norma. Es de anotar que la baja en el pH se debe a las épocas de lluvia que reducen las sales disueltas y reducen la alcalinidad de las aguas.

En lo referente al cromo al que se refiere dicho artículo no es cromo total sino cromo hexavalente, por lo tanto, las concentraciones son diferentes, y también su naturaleza química, siendo el cromo hexavalente el más tóxico de las diferentes formas del cromo y no se encuentra presente.

Las concentraciones expresadas en este artículo, no son valores absolutos, sino que se deben expresar bajo la denominación CL9650, tal como está definido en el artículo 19 de la norma por ellos analizada. En el caso de tener presente el Decreto 1594/84 este define en el:

“Artículo 19: Denominase CL9650 a la concentración de una sustancia, elemento o compuesto, solos o en combinación, que produce la muerte al cincuenta por ciento (50%) de los organismos sometidos a bioensayos en un período de noventa y seis (96) horas”.

A pesar de la solicitud de Indepaz para medición de 19 metales, solo 7 se pudieron realizar, tanto por los equipos usados en terreno y porque sencillamente en las normas o directivas (OMS 2006 y Resolución 2115/07) no las contempla.

El estudio hace referencia a medición de Fuentes hídricas como ríos, y pozos, que es agua cruda y no tratada, lo cual hace una gran diferencia.

La medición enfocada a la relación efectos biológicos y concentraciones de metales no es exigida por las normas de calidad de agua apta para el consumo humano, con este estudio Indepaz se apoyó en esta Universidad para enmarcar el tema en toxicología.

Como se ha indicado antes, solo se hace referencia sonera a la manera en que se tomaron las muestras, pero no se indica cómo se garantizó la cadena de custodia de las muestras, porque desde Roche

o Tamaquito II hasta laboratorios en Alemania, hay varios días hasta que se recibe en laboratorios.

Se compara los resultados de metales con dos indicadores TEC y PEC que no se contemplan en las normas colombianas.

Riesgo potencial de metales: basados en resultados de una muestra adicional analizada por el laboratorio Nancy Florez de Colombia, certificado por el IDEAM, las concentraciones de los metales enunciados están por debajo de la norma ambiental colombiana (Resolución 2115/07), es decir, de acuerdo a esos resultados se infiere que no hay riesgo potencial de los siguientes metales:

- zinc (Zn) < 0.05 cuando la norma tiene por límite 3 mg / L
- estroncio (Sr) < 0.1 cuando la norma no lo tiene contemplado
- bario (Ba) < 0.3 cuando la norma tiene por límite 0.7 mg / L

Sedimentos no presentan riesgos: El informe de Indepaz reconoce que los sedimentos no presentan riesgo. Precisamente las normas tienen límites por cada parámetro, así las cosas si las concentraciones son inferiores, simplemente quiere decir que se cumple con las normas ambientales.

Monitorear metales específicos: De manera autónoma, Cerrejón ha venido monitoreando varios metales pesados, como son: zinc, plomo, molibdeno, mercurio, manganeso, magnesio, mercurio, hierro, cromo, cobre, calcio, bario, cadmio, arsénico, antimonio y aluminio. Esta actividad se realiza desde el 17 de mayo de 2018.

Monitoreo en Planta de Tratamiento en Tamaquito II: Por disposición de Corpoguajira, en junio y diciembre de cada año se realiza monitoreo y se reporta a la autoridad ambiental, además de estos meses se hacen tres muestreos adicionales.

En cuanto al monitoreo de Calcio, se ha realizado tanto en salida PTAP como en punto de muestreo de la comunidad, con resultados inferiores a la norma, en su orden hemos tenido 48 mg /L y 54 mg /L inferiores a 60 mg /L de la resolución 2115/07.

Monitoreo Planta de Tratamiento reasentamientos: Esta planta suministra agua tratada a las comunidades reasentadas de Roche, Patilla, Chancleta y Las Casitas, a la cual también se hace monitoreo periódico no solo en junio y diciembre de cada año, también tres o más muestreos a los largo del año. El último muestreo (24 de mayo de 2018) realizado por laboratorio Nancy Florez se tiene IRCA 0, lo que indica que el nivel de riesgo es nulo y el agua es apta para el consumo humano.

NOTA: Se anexa análisis de calidad de agua más índice de Riesgo de Calidad del Agua - IRCA por laboratorio Nancy Florez del 24 de mayo de 2018 con IRCA 0

- Niveles altos de conductividad en pozos profundos:

Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos en agua del pozo, entrada de la comunidad – PZ

Resolución 2115 de 2007 para agua potable	Medición en	Agosto 2016	Noviembre 2016	Julio 2017
pH 6.5-9.0	pH	7.96	-	-
Oxígeno disuelto s.l.	mg/L	1.94	-	-
Conductividad 1000	µS/cm	4361	-	-
TDS s.l.	ppm	2180	-	-
Arsénico (As) 0,01	mg/L	0,007	No se pudo sacar una muestra	No se pudo sacar una muestra
Bario (Ba) 0,7	mg/L	0,897	Bomba no funcionó	Bomba no funcionó
Cadmio (Cd) 0,003	mg/L	0,0000	-	-
Manganeso (Mn) 0,1	mg/L	-	-	-
Plomo (Pb) 0,01	mg/L	0,0000	-	-
Selenio (Se) 0,01	mg/L	0,0179	-	-
Estroncio (Sr) n.r.	mg/L	31,373	-	-

Fuente: El INFORME. INDEPAZ, 2018.

Cerrejón cuenta con un programa de monitoreo de aguas subterráneas, mediante la cual se puede comprobar que estas aguas no han sido contaminadas por la operación minera de Cerrejón, como lo muestra principalmente el cumplimiento de los parámetros establecidos en la Resolución 2115 de 2007 para agua potable, ya que el acuífero aluvial del río Ranchería es una de las dos fuentes de captación, con el mismo río Ranchería, para el consumo humano de la operación minera y su unidad residencial, en donde habitan los empleados de la empresa y sus familias.

Para el periodo (enero – abril de 2018), las concentraciones de manganeso, están entre 0.006 mg/L y 0.053 mg/, las cuales también se encuentran por debajo del límite para agua potable.

Con respecto al área de Provincial, Cerrejón tiene un piezómetro localizado en la margen contraria del río a una distancia menor de 1 km de los pozos de abastecimiento del resguardo Provincial. Los resultados históricos este piezómetro de referencia, reportados a las autoridades ambientales de para el área rehabilitada 831 y Oreganal 2, evidencian que no hay presencia de arsénico en concentraciones que superen la norma citada. En este piezómetro, denominado RA10, las concentraciones de arsénico son inferiores a 0.0002 mg/L, o sea por debajo de los límites de cuantificación del método y en concordancia con la calidad de agua que se encuentra en la cuenca del río Ranchería.

Los valores altos de conductividad indican contenido de sólidos disueltos formados por las reacciones químicas con los minerales de las paredes del pozo. De igual manera los sólidos disueltos proporcionales a la dureza, se manifiestan cuando el agua disuelve carbonatos de calcio y magnesio presentes en el subsuelo siendo esta una condición endógena del área de la mina que aporta al incremento de la conductividad.

Por todo lo anterior, afirmaciones como las incluidas en el informe de INDEPAZ, requieren soporte previo en una caracterización previa de los suelos de la zona para establecer la composición químico - física de los mismos que permita comparar los valores obtenidos con los valores propios de la zona.

Para las aguas subterráneas, Cerrejón, de la revisión de los informes ICA reportados ante la autoridad ambiental se tiene:

Respecto al monitoreo de la calidad del agua contenida en los acuíferos dentro del área de influencia del proyecto, en el marco del PMAI, no se evidencia un análisis del cambio potencial de la calidad del agua subterránea a causa de la intervención minera y procesos asociados (excavación de tajos, botaderos, drenaje ácido de rocas, barreras impermeables, desvío de cauces, etc.). Se ha realizado el monitoreo multitemporal de los parámetros fisicoquímicos en una batería de pozos localizados en un solo sector de la mina (sitio de captación de agua para consumo doméstico

Al respecto, INDEPAZ concluye que:

- *Las fuentes de agua arroyo Bruno, pozo principal de la Horqueta 2, así como el agua del carro tanque que abasteció hasta marzo de 2017 a la comunidad de Tamaquito II, son las fuentes de agua de consumo en donde los análisis indicaron que los parámetros de metales no sobrepasaron los valores establecidos para agua potable.*
- *Aun así, se hace necesaria la instalación de plantas purificadoras de agua de pozo y de agua de río que tengan la capacidad de producir de manera segura y continúa agua potable.*

Una vez analizados los resultados presentados a la luz de la normatividad vigente descrita anteriormente, es claro que las características de las aguas de los cuerpos de aguas superficiales así como de los pozos profundos requieren de tratamiento con desinfección, lo cual y de acuerdo al resultado obtenido en el IRCA determinado por CERREJON en mayo de 2018, es responsabilidad y se viene realizando por parte de entes prestadores del servicio de acueducto, no requiriéndose la implementación de plantas adicionales.

- *Sobre lo anterior, INDEPAZ recomienda la realización de análisis de calidad de agua que contemplen el examen de metales pesados con periodicidad no mayor a tres meses para prevenir riesgos en salud y garantizar que la población tenga acceso a información que genera tranquilidad sobre la calidad de agua que está a su disposición.*

Cerrejón viene realizando monitoreo en Planta de Tratamiento en Tamaquito II en los meses de junio y diciembre de cada año se realiza monitoreo y se reporta a la autoridad ambiental, además de estos meses se hacen tres muestreos adicionales.

Al respecto, es evidente que Cerrejón ha incluido sistemáticamente en sus análisis los parámetros exigidos por la normatividad vigente y que ante el cambio planteado por la Resolución 0631 de 2015, ha venido incorporando los nuevos parámetros y exigencias que aplicables.

Adicionalmente, INDEPAZ concluye:

- *Se evidencia presencia de los metales arsénico, bario y manganeso por encima de los límites en los pozos analizados, se menciona que su presencia no es crónica, sino que existen variaciones.*
- *La periodicidad climática parece tener una influencia en la presencia de las concentraciones de metales pesados medidos en los pozos, ya que estas pueden llegar a tener una variabilidad del factor de 10X entre los diferentes momentos de medición.*
- *Las concentraciones de cadmio en el agua de lluvia que cae en la zona de influencia de Cerrejón, sobrepasan los límites permisibles establecidos para agua potable.*

Lo anterior deja ver claramente que los resultados obtenidos para los diferentes puntos de muestreo establecidos no están influenciados por la actividad minera, ya que pueden deberse a factores endógenos propios de la región.

Respecto al Bario (Ba), se puede decir que es un elemento común en la naturaleza, ocupando el número 18 en la lista de elementos presentes en la corteza terrestre. Hay dos formas del Bario, el sulfato de bario y el carbonato de bario, que se encuentran a menudo en la naturaleza en forma de depósitos minerales subterráneos. A veces el Bario se encuentra naturalmente en el agua potable y en alimentos. Es conocido que en las aguas naturales que contienen bicarbonato y sulfato, la solubilidad del Bario está por debajo de 0.1 mg/L y rara vez se encuentra en concentraciones mayores a 0.05 mg/L. No obstante lo anterior, en análisis realizados por Cerrejón, se ha detectado concentraciones de bario entre 0.10 mg/L 0.17 mg/L.

En muestras tomadas en abril de este año en el río Ranchería y sus arroyos tributarios, junto con el CTI de la Fiscalía General de la Nación, se encontró la presencia de Bario en todas las estaciones de la red, en concentraciones entre 0.0021 mg/L y 0.2053 mg/L. Precisamente, la concentración más baja de 0.0021 mg/L se encontró un punto aguas debajo de la laguna de retención 831 Norte, la cual está localizada cerca del área de Provincial. Inclusive, en la muestra tomada cerca a Puente Guajiro (Barrancas), aguas debajo de la mina, el valor de bario fue de 0.0719 mg/L, que es un valor más alto al punto cerca a Provincial.

Todos estos valores están por debajo de lo establecido en la Resolución 2115/07, que aplica para agua potable y fija un límite máximo de 0.7 mg/L.

Es importante anotar que el Bario como elemento reacciona intensamente con el agua, y se corroe rápidamente en aire húmedo. De hecho, el elemento es tan reactivo que sólo existe en la naturaleza como compuesto. Sus compuestos más importantes son minerales: el sulfato de bario (barita), BaSO_4 y el carbonato de bario (witherita), BaCO_3 .

La baritina o barita, del griego baros (“pesado”, palabra que también dio origen al bario), es un mineral de la clase de los sulfatos y del tipo AXO₄. Químicamente es el sulfato de bario BaSO_4 . Es un mineral muy común. Aparece frecuentemente junto con la calcita y el cuarzo, pero no es un elemento muy común en rocas sedimentarias como las encontradas en Cerrejón. Variedades de Barita son utilizadas en la industria petrolera y en la agroindustria en la forma de roca fosfórica.

De otra parte, los análisis realizados entre enero y abril de 2018, correspondiente al programa de monitoreo de calidad de agua en el río Ranchería, se encontró la presencia de manganeso en todas las estaciones de la red de monitoreo de calidad; pero estas concentraciones no superan las normas mencionadas. Es así, que las concentraciones están entre 0.006 mg/L y 0.052 mg/L. Ambas normas fijan un valor de 0.1 mg/L.

En cuanto a la presencia de arsénico (As), se debe precisar que la calidad del agua subterránea y las variaciones en su composición, están determinadas por muchas variables, tales como: la acción del suelo o capa vegetal, la estratigrafía del acuífero, la composición del agua de recarga, la interacción del agua y el medio granular, y de las reacciones que tienen lugar en el acuífero. También, la calidad varía de acuerdo con los períodos de invierno y verano y a su distancia del río.

Capítulo 5. Calidad del agua del río Ranchería

Según el informe:

La revisión de los datos de calidad de agua del río Ranchería y las visitas en el territorio permiten establecer que no se puede partir de la supo-

sición general que, como consecuencia de la actividad minera cercana al río Ranchería, sus aguas siempre contendrán altas concentraciones de metales pesados.

Por lo tanto, es evidente que deben tenerse en cuenta otros factores en el momento de analizar y concluir al respecto.

Acerca de los parámetros de pH y conductividad

Según los resultados de los reportes realizados por Cerrejón y reportados a las entidades de control, así como las muestras que fueron tomadas por la universidad, es evidente que en ninguno de los dos casos el pH supera o está por debajo de los límites establecidos por la Resolución 2115 de 2007.

La turbiedad es un parámetro que está directamente relacionado con la concentración de sólidos suspendidos, los cuales se incrementan con las lluvias que arrastran material orgánico e inorgánico en sus escorrentías así mismo los cloruros y los sulfatos, que son sales que se incrementan en el verano y disminuyen en el invierno lo cual hace que los valores de la conductividad en la cuenca del Río Ranchería oscile por los aportes de la zona alta y media de la cuenca los cuales en épocas de lluvia aportan altos valores de sólidos y sales al cauce.

Por lo anterior, los valores reportados tanto por Cerrejón como por el informe de INDEPAZ dan cuenta de valores altos en épocas de lluvias, debido a que estas cambian las concentraciones de la conductividad en los suelos y, por ende, en los cauces.

Cuantificación de metales en el río Ranchería

INDEPAZ hace un análisis con base en la información reportada en los ICA y en los resultados obtenidos de las universidades para el Bario, manganeso, cadmio, zinc, plomo y hierro, metales pesados que presentan valores por encima de lo definido en el Decreto 1594 de 1984, para la preservación de la fauna y la flora y el ser humano; no obstante, como se ha indicado anteriormente, este decreto fue derogado por el decreto 3930 de 2010 en su artículo 79, que a su vez fue remplazado por el Decreto 1076 de 2015 para aguas de consumo y otras disposiciones

y por el 0631 de 2015 para vertimientos; por lo tanto, no es válido el análisis de los resultados para fechas posteriores al 2015.

Artículo 79. Vigencia y derogatorias.

El presente decreto rige a partir de la fecha de su publicación y deroga las disposiciones que le sean contrarias, en especial los artículos 193, 213 a 217 y 231 del Decreto 1541 de 1978 y el Decreto 1594 de 1984, salvo los artículos 20 y 21.

Es importante recalcar que en algunos apartes del documento se hace un análisis con base en la Resolución 2115 de 2007, y en otros como es el caso con base en el Decreto 1594 de 1984, como se puede observar en la página 69 del documento, donde se expresa: *“sin embargo, dado que el Decreto 1597 de 1984 establece a este elemento de interés para la preservación de flora y fauna se ha optado por integrar la tabla que refleja únicamente las mediciones de hierro que ha reportado la empresa en sus ICA”*.

Desde este punto de vista, los parámetros analizados no pueden ser validados y constituye un error hacerlo con base en el Decreto 1594 de 1984 y no con el 1076 de 2015.

Bacterias en el río Ranchería

INDEPAZ indica que *“esos resultados indican que la cuenca del río Ranchería presenta una marcada presencia de contaminantes microbiológicos asociados al ingreso de aguas domésticas y de uso agrícola”*; de esta forma, se puede concluir que la presencia de bacterias en el río no es producto de vertimientos realizados por Cerrejón.

Así mismo, concluye este INFORME que: *“aunque la CALIDAD DE AGUA DEL RÍO RANCHERÍA PUEDE VERSE AFECTADA POR VARIAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS, las tablas que reflejan la presencia de plomo, cadmio y manganeso demuestran que existe un incremento de las concentraciones de esos metales a partir del momento en que el río pasa por las áreas intervenidas por la minería”*.

Al respecto, es importante resaltar, sobre los cultivos de palma y arroz ubicados aguas arriba de la zona minera que:

Para los cultivos de Palma de Aceite, los elementos más usados son Nitrógeno, Potasio, Calcio, Fósforo, Magnesio, Azufre, Boro y Zinc. Se está impulsando el uso de otros elementos menores como el Manganeso y el Hierro.

Aguas arriba del resguardo de provincial hay cerca de 358 hectáreas de Palma de Aceite (censo nacional agropecuario 2016), en promedio cada palma adulta requiere 6 kilos de fertilizante al año y de estos el Manganeso equivale a 6.2 gramos. Con una densidad media de 450 palmas por ha, se aplican 2,790 gr (2.7 kg) por ha al año y un total de 966.6 kg de este elemento al año en los cultivos aguas arriba de Provincial.

De la misma forma el cultivo de arroz a pesar de no tener tan altas demandas de Mn por planta, si tiene altas demandas de este elemento menor por ha, datos CompoExperts, conocidos vendedores de fertilizantes para el cultivo de arroz recomiendan la aplicación de 6118 g/ha de este elemento y aguas arriba se encuentran 1,964 ha (censo nacional agropecuario 2016) equivale a 11.9 toneladas de este elemento aplicado en estos cultivos cada año.

En este sentido, los resultados presentados por Cerrejón no reflejan las condiciones que establece INDEPAZ en su informe; sin embargo, es importante recalcar que hay parámetros que no son tomados en todos los meses, y/o en todas las estaciones, lo cual lleva a un análisis de la calidad del agua desviado que puede no estar reflejando la gestión realizada.

Resultados de metales pesados en los sedimentos de río y arroyos

Se realizan análisis a los sedimentos en varios sitios del río Ranchería, a los cuales le midieron 47 parámetros que afectan la biodiversidad de la zona. Al finalizar el INFORME, se concluye: *“que de los 47 parámetros medidos el níquel, zinc, estroncio, bario y cobre, así como otros medidos en un sitio de vertimiento de la mina, como manganeso, selenio, bario y estroncio representan un alto grado de riesgo para la biodiversidad”*.

Al respecto se considera que la evaluación tomó como parámetro de medida la definida por la Universidad Koblenz-Landau de Alemania, para definir los factores de riesgo de estos metales sobre la

biodiversidad de la zona de estudio, pero no muestra el sitio de toma de muestra referido a la salida del vertimiento de la mina, por lo cual no se puede comparar con los resultados analizados por Cerrejón en los sitios establecidos para el vertimiento.

Igualmente, el estudio concluye que: *“la evaluación de riesgos en calidad del agua y sedimentos determinaron que los sedimentos no presentan riesgos altos de contaminación en la mayoría de metales; sin embargo, la mayoría de sitios presentaron niveles cercanos a los valores de concentraciones en las guías establecidas para el caso de algunos metales”*.

Sin embargo, de acuerdo con el Decreto 1076 de 2015, es evidente que la calidad del agua presente en las zonas aledañas a la mina, aun cuando reportan valores altos, estos no representan riesgo para la biodiversidad o para el ser humano. El mismo estudio reconoce que los sedimentos no presentan riesgo, por ende, aseverar que las concentraciones presentan niveles cercanos a las guías es inapropiado; precisamente las guías o normas tienen límites por cada parámetro, así las cosas si las concentraciones son inferiores, simplemente quiere decir que se cumple con las normas ambientales. De acuerdo a lo anterior, no hay fundamento ni bases para adelantar un análisis de especiación de los metales indicados ni de otros metales que reconoce el estudio no pudieron medirse.

Capítulo 8. Factores de contaminación ambiental relacionados con la actividad minera

INDEPAZ identifica tres actividades que, de acuerdo con la información suministrada, son altamente contaminantes de los cuerpos de agua, los lodos y los tejidos animales.

Lagunas de vertimiento

INDEPAZ indica que al revisar la información reportada por Cerrejón en los ICA existen vacíos en información que sin embargo, hace un comparativo con los parámetros del Decreto 1594 de 1984 para la claridad del agua, con fines de preservación y conservación de la fauna y la flora.

Al respecto se debe aclarar que parámetros como el manganeso, cadmio, zinc, cromo y plomo fueron presentados en los ICA's para los años 2014 y/o 2015, por lo que no son datos que permitan tener un reporte claro de las variaciones temporales de los metales presentes en las lagunas; por ende, se requiere un análisis multitemporal de al menos diez años que permita ver las fluctuaciones en las diferentes épocas del año, tanto periodos secos como periodos de lluvias, y, de esta forma, llegar a conclusiones válidas y sustentadas.

Los análisis después de 2015, deben ser confrontados con la Resolución 0631 de 2015 de vertimientos y la Resolución 2115 de 2007 de agua potable. Igualmente, ocurre con otros datos analizados para las lagunas, en los que se toman los resultados de 2007, información con la que no se puede comparar con resultados de años anteriores o posteriores.

Capítulo 9. Conclusiones finales

- La contaminación presente en la cuenca del río Ranchería no puede atribuirse a la actividad minera, dado que hay otros actores que pueden estar aportando a la contaminación de las aguas y los suelos (ganadería, agricultura y otras actividades humanas).
- Es importante tener presente que para realizar un estudio de la calidad del agua en la cuenca, se debe contar con una línea base que muestre el antes y el después de su intervención, como este no es el caso, el análisis de la calidad de agua basado en tres años de reportes, no es base suficiente para establecer la calidad del agua en la cuenca, por lo que el soporte técnico es insuficiente y no presenta una muestra representativa de datos que permita llegar a conclusiones respecto de la calidad del agua.
- En las conclusiones se indica que la presencia de metales es en vertimientos de la mina, es decir, agua usada en minería, agua lluvia en contacto con tajos o botaderos, mas no agua tratada para consumo humano, el informe no reporta las mediciones del IRCA en los diferentes puntos requeridos por la norma, según el decreto 2115 de 2007, el cual a su vez permite determinar el grado de riesgo de bacterias, metales y/o sustancias peligrosas para el consumo humano.

- El informe no presenta los resultados obtenidos en el resto de la cuenca y solo se limita a mostrar lo relacionado con CERREJON, no siendo este el único actor presente en la cuenca. De esta forma y para establecer la calidad de la información, su análisis y su discrecionalidad se requiere del conocimiento completo del estudio.
- Se compara los resultados de metales con dos indicadores TEC y PEC que no se contemplan en las normas colombianas.
- El informe de INDEPAZ no tiene en cuenta los estudios realizados para la cuenca del Río Ranchería, entre los cuales se cuenta con POMCA del año 2010 y su actualización del año 2017, realizados por CORPOGUAJIRA, estos documentos incluyen un diagnóstico, una zonificación y unos programas para el manejo integrado de la cuenca a nivel regional y local, siendo un soporte importante para establecer las políticas y programas para la conservación del Río, con la participación de todos los actores y usuarios del río.
- Es claro que para determinar el grado de contaminación de la cuenca, se hace necesario establecer parámetros medioambientales (indicadores) que pueden ser propios de la región, y que al momento de ser activados por las descargas o vertimientos de los diferentes actores agroindustriales presentes en la zona, exhiban un grado de contaminación mayor al existente en el entorno.
- El estudio toma como base el Decreto 1594 de 1984, sin tener cuenta que el mismo fue derogado y sustituido por la Resolución 2115 de 2007 y luego por la 1076 de 2015 para agua potable de consumo humano y otras actividades, y por la Resolución 0631 de 2015 para vertimientos, normas de mayor detalle y rigor. El documento no es claro en cuanto al marco jurídico soporte de sus argumentos ya que en algunos casos se parte del Decreto 1594 de 1984 y en otros con la Resolución 2115 de 2007, no permite identificar claramente los supuestos incumplimientos que quieren resaltar, y tomando la comparación legislativa a conveniencia.
- Las conclusiones presentadas van enfocadas a la conservación de la biodiversidad presente en la zona de influencia; sin embargo,

los resultados presentados de manera discreta para tres años no revelan influencia de la industria de la minería sobre la biodiversidad presente en el área de trabajo y tampoco concluye que los valores reportados sean peligrosos para el consumo humano, por tanto se puede concluir, que la calidad de las aguas dentro del área de influencia de la mina cumple con los parámetros definidos en la norma vigente.

- La medición enfocada a la relación efectos biológicos y concentraciones de metales no es exigida por las normas de calidad de agua apta para el consume humano, con este estudio INDEPAZ se apoyó en esta Universidad para enmarcar el tema en toxicología.
- Las recomendaciones y/o sugerencias dadas por INDEPAZ en cuanto al análisis de parámetros toxicológicos, no deben estar encaminados de manera expresa hacia CERREJON, dado que como ha sido indicado y es conocido, existen otros actores y usuarios en la zona que hacen parte de la cuenca.

4. Apreciaciones específicas en el tema de calidad del aire

Capítulo 2, numeral 2.2: impacto de la minería del carbón en la salud

En este capítulo, INDEPAZ presenta de manera somera la afectación del material particulado en el sistema respiratorio, y en su redacción lo refiere como únicamente al polvo de carbón. Se considera que el análisis es sesgado a una única fuente que contribuye a ese material particulado; si bien, es evidente y concluyente, los efectos en salud pública asociados a la exposición de material particulado, como lo ha respaldado la Organización Mundial de la Salud – OMS, la composición química, el tamaño de partícula y el tiempo de exposición, son factores que determinan los niveles de afectación en los individuos.

En este contexto la OMS establece que:

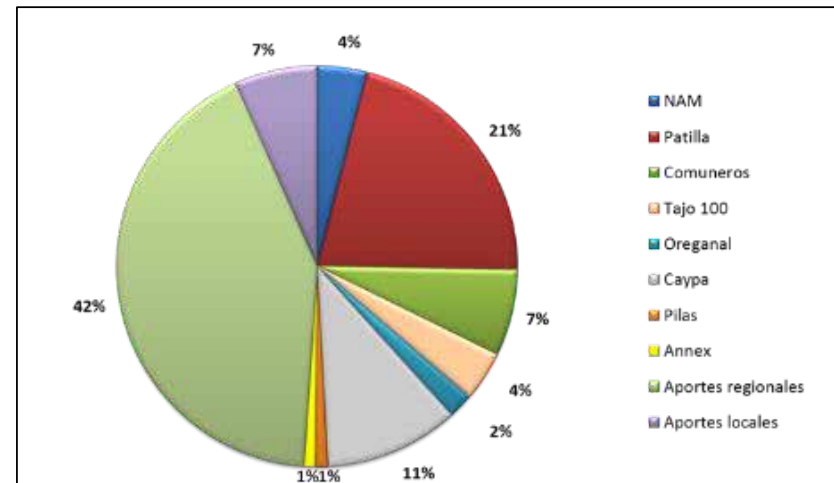
“Las normas nacionales varían en función del enfoque adoptado con el fin de equilibrar los riesgos para salud, la viabilidad tecnológica, los aspectos económicos y otros factores políticos y sociales de diversa índole, que a su vez dependerán, entre otras cosas, del nivel de desarrollo y la capacidad nacional en relación con la gestión de la calidad del aire, OMS tiene en cuenta esta heterogeneidad y se reconoce, en particular, que cuando los gobiernos fijan objetivos para sus políticas deben estudiar con cuidado las condiciones locales propias antes de adoptar las guías directamente como normas con validez jurídica”.

El material particulado presente en las zonas de influencia de minería de carbón procede de diversas fuentes: erosión de suelo, fuentes vehiculares requeridas en el transporte al interior de la zona minera y el polvo de carbón, determinando propiedades físicas y químicas diversas que se deben considerar al evaluar el impacto ambiental y en salud pública, además de involucrar otras fuentes de emisión como naturales y actividades propias de habitantes de la zona.

El INFORME generaliza la procedencia del material particulado asociada a polvo de carbón, como única fuente, atribuyendo una característica particular de composición química, que determina la tasa de penetrabilidad al organismo y mecanismos de incorporación a los tejidos. Para realizar una adecuada valoración del impacto ambiental y en la salud de la población del carbón, se deben incluir aspectos de composición química, como el análisis elemental de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, y determinar el contenido de azufre orgánico y pirolítico, elementos traza y compuestos orgánicos de carácter aromático (Finkelman y Gross, 1999).

Con dicho fin, Cerrejón ha implementado y reportado en los ICA, modelos de dispersión como ayuda para la identificación de la procedencia de los contaminantes. En la figura 3 se observa que el material particulado que llega a la comunidad se distribuye de la siguiente manera:

Figura 5. Contribución de material particulado a Provincial



Fuente: Cerrejón, 2018.

De esta manera se evidencia que el 60% de las emisiones totales que llegan a Provincial provienen de actividades externas a Cerrejón (aportes regionales, locales y operaciones mineras de terceros –Caypa-). Del restante 40% el 21% provienen de las actividades desarrolladas en el tajo Patilla. Los tajos Comuneros, Tajo 100 y Oreganal, aportan el 7%, 4% y 2%, respectivamente.

En las últimas décadas ha tomado importancia el monitoreo y caracterización de partículas finas en lugares donde la antropogénica predomina (entendiendo estas partículas finas, como aquellas que tienen un diámetro aerodinámico inferior a $2,5 \mu\text{m}$); este interés procede de las evidencias que relacionan el aumento de las tasas de mortalidad y morbilidad en la población con exposición permanente a concentraciones significativas de PM_{2.5} (Committee on the Medical Effects of air Pollutants, 2009).

Un número cada vez mayor de estudios se han enfocado en relacionar la concentración de partículas finas en el ambiente, con las tasas de mortalidad y morbilidad de la población en las ciudades, demostrando que el PM_{2.5} tiene efectos inmediatos en la salud de la

población expuesta, mientras que PM10 tienen efectos a largo plazo. Los efectos inmediatos están relacionados con los decesos por enfermedades respiratorias, los efectos a largo plazo y con morbilidad por enfermedades cardiovasculares (Pekkanen J, Timonen KL, Tiittanen P, Vallius M, Lanki T, Sinkko H y Mirme A, Kulmala M, Vanninen E, 2000).

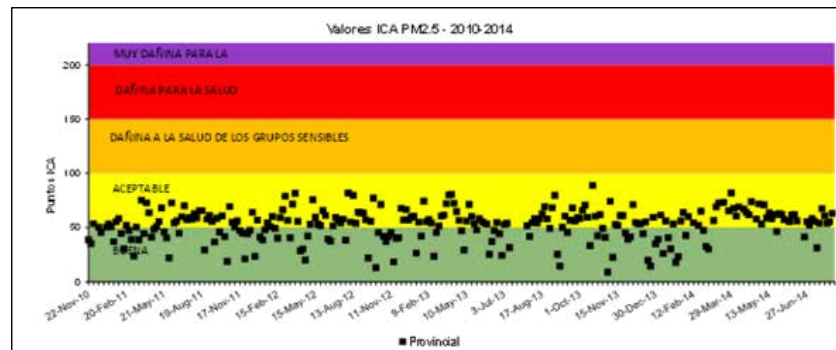
Según el tamaño y la composición del material particulado, la salud de la población puede ser afectada por mortalidad prematura y agravamiento de enfermedades del sistema respiratorio y cardiovascular debido a las alteraciones en: 1) las funciones del sistema nervioso autónomo, 2) en la función pulmonar, 3) tejidos y estructura de los pulmones, y 4) mecanismos de defensa del sistema respiratorio. El libro *Health Impacts of Ultrafine Particles* (Morawska et al. 2004) provee información detallada de estudios clínicos y toxicológicos que se han llevado a cabo para evaluar el impacto que tienen las partículas ultrafinas en la salud de la población expuesta.

Cerrejón desarrolló entre los años 2010 y 2014 una campaña de monitoreo de PM2.5. En la figura 4 se presenta el ICA calculado según EPA y adoptado por IDEAM (protocolo de monitoreo y seguimiento, 2010). Se observa que para el escenario de tiempo analizado, para conocer el comportamiento y todos los resultados estuvieron en las categorías buena y aceptable del índice de calidad del aire, sin estar en ningún caso en la categoría dañina a la salud de grupos sensibles, es decir que no se generó afectación a afectó ni siquiera la salud de las personas más vulnerables como aquellos con enfermedades pulmonares, mujeres embarazadas, niños y adultos mayores, teniendo en cuenta que estos resultados son para la fracción fina del material particulado y cuya penetrabilidad en el organismo es mayor.

Consecuentemente, la autoridad ambiental en Colombia ha incluido en la normativa el monitoreo de concentración de PM2.5 con el fin de "...impulsar la gestión de calidad del aire en el corto, mediano y largo plazo, con el fin de alcanzar niveles de calidad del aire adecuados para proteger la salud y el bienestar humano..." (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 2017).

Por esta razón, se han establecido normativas que regulan los niveles de inmisión en los centros urbanos, que incluyen concentraciones

Figura 6. ICA para PM2.5 – Estación Provincial



Fuente: Cerrejón, 2018.

máximas permisibles de PM10 y PM2.5, pero estas restricciones no son suficientes para determinar el impacto que tienen las partículas finas y ultrafinas en la salud de la población que habita en los centros urbanos. Por ejemplo, actualmente, se reconoce que las emisiones vehiculares son la principal fuente de material particulado en los centros urbanos (Vu, Delgado-Saborit, y Harrison 2015), emitiendo partículas con diámetros inferiores a 1.000 nm (1µm), pues entre más pequeñas son las partículas, estas pueden permanecer durante más tiempo suspendidas en la atmósfera y tienen mayor grado de penetrabilidad en el sistema respiratorio de la población. Igualmente, tienen mayor área superficial, favoreciendo la capacidad de adsorber compuestos orgánicos con potencial cancerígeno, y causando mayor impacto en la salud de la población (Kumar et al. 2010). Por lo tanto, reconocer los estándares de medición de partículas finas, sus fuentes, su distribución espacial y temporal es una información valiosa para contribuir en determinar el impacto que tienen en la salud de la población.

Capítulo 8, numeral 8.5: Calidad de aire, salud y medio ambiente

El capítulo 8.5 del INFORME se enfoca en los diferentes factores de contaminación ambiental relacionados con la actividad minera, basados en los Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA) de Cerrejón

entre 2007 y 2015. El análisis de calidad del aire allí descrito se basa en correlacionar diferentes fuentes de acidificación y cargas de metales, que pueden transportarse por acción del viento y depositarse en cuerpos de agua y ecosistemas.

- El INFORME inicia citando los niveles recomendados por la OMS para material particulado (PM10 y PM2.5) y se compara con los límites admisibles en la normativa colombiana, como se presenta en la tabla:

Límites máximos admisibles para PST y PM10 vs. niveles recomendados OMS

Contaminante	Tiempo de exposición	Nivel máximo admisible ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
		Resolución 601 de 2006	Resolución 610 de 2010	OMS
PM10	Anual	70	50	20
	24 h	150	100	50
PM 2.5	Anual	15 ²	25	10
	24 h	65	50	25

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006; Ministerio De Ambiente, Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010; OMS, 2006. Adaptado por INERCO Consultoría Colombia, 2018.

En este aspecto, es muy importante aclarar que si bien los límites recomendados por la OMS son más restrictivos (lo cual también es precisado en la sentencia T-154/13), se debe tener en cuenta que Cerrejón se rige por el cumplimiento de la normativa ambiental colombiana (Res. 601/2006, Res. 610/2010 y Res. 2254/2017). El análisis de INDEPAZ en este sentido se debe trasladar a la autoridad ambiental, de manera que sea esta quien responda o determine si esta ha sido flexible o no con relación a las recomendaciones y reglamentaciones internacionales tales como las de la OMS.

.....

2. Resolución 601 de 2006, artículo 4, parágrafo 2: Las autoridades ambientales competentes, deberán iniciar las mediciones de PM 2.5, cuando por las concentraciones de PST y PM10, por mediciones directas de PM 2.5 o por medio de estudios técnicos, identifiquen probables afectaciones a la salud humana. Para tal efecto, tomarán como valor guía los estándares de la EPA (15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como concentración anual a partir de la media aritmética y de 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como concentración diaria).

- La red de monitoreo de Cerrejón en el área de la Mina está compuesta por once (11) estaciones ubicadas estratégicamente en las comunidades vecinas a ésta, de acuerdo con los requerimientos establecidos en el Plan de Manejo Ambiental Integrado, establecido por la Resolución 2097 de 2005 y demás normas legales que regulan la materia. Especialmente en el Resguardo Indígena Provincial, Cerrejón ha venido monitoreando la calidad del aire desde hace más de quince (15) años.
- En el análisis multitemporal para el periodo 2001-2015 de PM10 en las estaciones de la red de Cerrejón, el valor promedio anual no presentan incumplimiento con relación a la norma colombiana vigente para dicho periodo.

A este respecto, es evidente que INDEPAZ solo considera el cumplimiento de los niveles anuales medidos de PM10 referente a los niveles anuales recomendados por la OMS, para los cuales hay excedencias, toda vez que son niveles más restrictivos (más de la mitad), y son muy próximos a niveles de fondo. Se debe tener presente que la OMS presenta dichos niveles recomendados con base en estudios de riesgo a la exposición, y el fin es instar a las instituciones a lograrlo en un escenario de tiempo integrando diferentes medidas de control y programas de reducción de la contaminación.

Así mismo lo indica IDEAM en el *Informe del estado de la calidad del aire en Colombia* (2016), página 34:

(...) Los niveles máximos permisibles para los contaminantes criterio se encuentran regulados por la Resolución 610 de 2010, la cual establece los niveles máximos de inmisión a nivel nacional. Esta norma atiende a publicaciones realizadas por la Organización Mundial de la Salud – OMS, entidad que ha promulgado una serie de recomendaciones orientadas a proteger la salud pública, las cuales se basan en los resultados de múltiples estudios epidemiológicos.

A partir de dichos estudios, la OMS estableció unos valores guía, en los cuales la morbilidad y mortalidad ocasionada por factores asociados a la calidad del aire disminuye. Sin embargo, y teniendo en cuenta que cada país cuenta con una capacidad económica, política, social, e institucional diferente, la OMS definió varios niveles objetivo, para que los

países, de acuerdo con su nivel de desarrollo y a su propia capacidad, avancen en relación con la gestión de la calidad del aire.

De este modo, la normativa establecida en la Resolución 610 de 2010, es correspondiente con el objetivo intermedio – 2 de la Organización Mundial de la Salud (...).

- INDEPAZ presenta registros de excedencias para el segundo trimestre de 2017, que también han sido reportados por Cerrejón para este mismo año.
- INDEPAZ presenta un análisis comparativo con las estaciones de la red de CORPOGUAJIRA ubicadas en zona de influencia minera, afirmando que: “(...) Durante la revisión de los datos de los niveles de contaminación de aire en PM10 reportados por Corpogujaira y Cerrejón, resaltaron diferencias marcadas entre los niveles de contaminantes que aparecen en sus informes (...)”.

Dicho análisis comparativo de los niveles de PM10 reportados por Corpogujaira y Cerrejón para 2016 comprende las estaciones Hato Nuevo, Papayal, Provincial y Viejo Casitas. Además, concluye que se dan diferencias marcadas (del orden de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Para sus conclusiones, INDEPAZ no analizó debidamente la localización de dichas estaciones versus las de Cerrejón, para realizar un análisis más profundo de las condiciones y actividades del microentorno de la estación que pueda generar dichas variaciones. Aunque, las estaciones se ubican a más de 10 metros de distancia, lo que se busca es conocer la calidad del aire en su microentorno, pero no funcionan como testigos la una de la otra.

En esos criterios de micro-localización debería enfocarse el análisis de INDEPAZ, en algunas estaciones de Corpogujaira. En el caso particular de La estación Casitas de Corpogujaira, se encontraba ubicada en una zona cercana a una vía destapada y una casa donde cocinaban con leña, lo cual, de acuerdo al Numeral 6.4.1, del Anexo 1 de la Resolución 2154 del Ministerio de Ambiente afecta la representatividad de las mediciones, citando: “Exposición de los toma-muestras y sensores. Una adecuada ubicación de los toma muestras y de los sensores es

fundamental para lograr mediciones representativas y significativas. Los sitios de vigilancia deberán estar suficientemente separados de fuentes locales de contaminación, como parqueaderos, vías sin pavimentar, calderas o de sumideros como por ejemplo vegetación densa” (ver Figura 7 y Figura 8).

Figura 7. Estación Casitas Corpogujaira (Izquierda)
– Estación Casitas Cerrejón (Derecha)



Figura 8. Ubicación Provincial Cerrejón y Corpogujaira



En consecuencia, se debe precisar que para poder llegar a las conclusiones expuestas en su informe, INDEPAZ debería tener en cuenta e incluir el análisis de criterios de micro-localización de las estaciones de Corpogujaira y, además, tener en cuenta la representatividad de las mediciones.

- Así, tomando la información oficial que está disponible en SISAIRE, se evalúan las diferencias en las estaciones anteriormente nombradas. De acuerdo con la información suministrada por en dicho portal, a continuación, se presenta el análisis comparativo de los registros

diarios de PM10 en la estación administrada por CORPOGUAJIRA y la estación de Cerrejón, y considerando que la información suministrada a SISAIRE ha sido validada por cada entidad.

Para el periodo 2011 en adelante, la operación de un SVCA debe regirse por el “Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire – manual de diseño de sistemas de vigilancia de calidad del aire” (IDEAM, 2010), para poder identificar la información faltante y realizar el análisis multianual según lo establecido dentro de la normativa vigente en el tema (Manual de operación de sistemas de vigilancia de calidad del aire, 2010), donde se indica que es necesario que el porcentaje de datos representativos empleados en la realización de los correspondientes cálculos de promedios, comparaciones con la norma de calidad de aire y estimación del número de excedencias no debe ser inferior del 75 %.

Para las tres estaciones analizadas, se observa que mientras las estaciones de Cerrejón cumplen con lo indicado en dichos protocolos, las de Corpoguajira, no cumplen con la frecuencia de monitoreo propuesta para cada uno de los parámetros de medición, esto es, 91 datos de 121 datos anuales posibles para estaciones manuales (75%):

- **Estación Provincial**

Según la base de datos SISAIRE³, en 2016 se observa que la red de CORPOGUAJIRA solo registra datos entre febrero y marzo de 2016, con dichos datos es insuficiente e inválido estimar un promedio anual toda vez que NO se alcanza el mínimo de datos (75%). El promedio anual reportado en SISAIRE para 2016 es de 42,74 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ –CORPOGUAJIRA, contra 39,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de Cerrejón. Lo cual es diferente de lo que relaciona INDEPAZ en su informe indicando diferencias del orden de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

INDEPAZ en su informe solo indica de manera general que las mediciones en ambas estaciones son diferentes, pero desconoce varios

..... •

3. SISAIRE. Mediciones [en línea]. Bogotá, 2017 [citado en 28 de mayo de 2017]. Disponible en Internet: <<http://www.sisaire.gov.co:8080/faces/mediciones/medicionesGrafica.jsp>>

aspectos inherentes al monitoreo: i) la periodicidad y representatividad de los datos a lo largo del año; ii) la época del año que representan dichos datos, que para el caso de Corpoguajira entre febrero y marzo es época seca y se esperan mayores registros; iii) fuentes de emisión y actividades propias realizadas en el entorno a la estación, para dicha época, por ejemplo, es común que en la zona se realicen quemas como mecanismo de preparación de cultivos, iv) procedimiento de custodia y pesaje de las muestras, según el protocolo de operación de un SVCA (IDEAM, 2010).

Nuevamente consultado con la base de datos SISAIRE, en comparativo en 2015 en la estación Provincial las dos redes reportan datos a lo largo del año. Sin embargo, aunque no se excede la norma diaria, se debe detallar que a partir de mayo de 2015 la red de Corpoguajira reporta datos diarios aproximadamente 15-25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ por encima del valor reportado por Cerrejón. El promedio anual reportado en SISAIRE para 2015 es de 47.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ –CORPOGUAJIRA, contra 41.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de Cerrejón. Lo cual es diferente de lo que relaciona INDEPAZ en su informe con diferencias de aproximadamente 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

- **Estación Las Casitas**

En esta estación, se observa que la red de CORPOGUAJIRA solo registra datos entre febrero y marzo de 2016, con dichos datos es insuficiente e inválido estimar un promedio anual toda vez que no se alcanza el mínimo de datos (75 %). El promedio anual reportado en SISAIRE para 2016 es de 91,16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ –CORPOGUAJIRA, contra 40,86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de Cerrejón, pero dichas diferencias corresponden al número de datos utilizados para estimar ese promedio y CORPOGUAJIRA no cumple con el criterio mínimo de representatividad.

Sin embargo, como ya se ha expuesto, a pesar que las estaciones llevan el mismo nombre y evalúan el receptor tienen un radio de influencia diferente, no son testigos o duplicado la una de la otra. Evaluar dichas diferencias, requiere de un profundo conocimiento de las fuentes de emisión, y de las condiciones de transporte (velocidad y dirección del viento).

- **Estación Barrancas**

En esta estación se observa que la red de CORPOGUAJIRA solo registra datos entre febrero y marzo de 2016, con dichos datos es insuficiente e inválido estimar un promedio anual toda vez que no se alcanza el mínimo de datos (75 %). Para esta estación, no se observan diferencias importantes en los valores diarios registrados por las dos redes de monitoreo.

- El IDEAM es la entidad encargada de consolidar la información medida en los SVCA. Así, en el Informe del estado de la calidad del aire en Colombia (2016), se presenta la siguiente información con relación al SVCA de Corpoguajira:

De los 23 sistemas de vigilancia de calidad de aire existentes en el país, únicamente 2 (CORPOGUAJIRA y CORPOCESAR) se encuentran acreditados ante el IDEAM. Para 2016, de las 142 estaciones fijas que funcionaron en el país, únicamente 68 cumplieron con el criterio de representatividad temporal (superior al 75 %) en al menos uno de los parámetros evaluados, mientras que, del número total de estaciones que monitorearon PM10 y PM2.5 únicamente el 41 % y 38 % cumplieron con el porcentaje de datos mínimos exigidos (página 42-43), que corresponden a las siguientes autoridades: AMVA, CAR, CORPAMAG, CORPOBOYACA, CORPOCESAR, CORPOTOLIMA, CVC, DAGMA, EPA CARTAGENA, SDA. En esta lista no se incluyó Corpoguajira, entonces para 2016 los datos tomados no son válidos para estimar un promedio anual que sea comparable con los límites normativos.

La misma resolución 2154 de 2010, en el numeral 7.3.2.8 del Anexo 2 establece: “Para la comparación con la norma anual, debe emplearse el promedio geométrico (sección 7.3.2.5) –en caso de PST- en vez del promedio aritmético –para PM10-. Los datos incluidos serán los promedios diarios de concentración, por tal motivo para hablar de media móvil debe contarse con datos históricos superiores a un año y anteriores al año para el que se desea realizar el informe. Esta comparación es posible realizarla tanto para estaciones manuales como para automáticas, haciendo la salvedad que la cantidad de datos obtenidos por los equipos manuales que operan cada tercer día durante el año

no debe ser inferior a 91 datos (75% de los 121 datos que serían el total de mediciones posibles por muestreadores manuales cada tercer día) y que la cantidad de datos obtenidos a través de muestreo automático corresponderán a 274 datos, que corresponden al 75% de los 365 datos que se pueden obtener durante un año de monitoreo continuo.”

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales reconoce este hecho de que se requiere al menos el 75% de los datos de un año para poder realizar cálculos de promedios anuales y compararlos con la norma; razón por la cual en los informes del estado de la calidad del aire en Colombia para el año 2016, establece en el numeral 5.1 “Un conjunto de datos representativo del comportamiento de la calidad del aire de un año determinado, debe contar con una cobertura temporal mínima de 75% con respecto al total de datos posibles a medir, de acuerdo con lo establecido en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire”

De esta manera en el numeral 5.3 de ese mismo informe, presenta la tabla de las estaciones con representación temporal superior al 75%, en la cual no figura Corpoguajira:

En 2016 Corpoguajira solo realizó mediciones entre el 10 de febrero y el 3 de abril, es decir el 16% de las muestras totales de un año, que particularmente correspondieron a la época más seca del año y cuando aún persistía el fenómeno El Niño más adverso de la historia, por lo que resulta improcedente cualquier comparación con la norma de doce meses, que según la Res. 2254 solo se puede hacer cuando se tiene el 75% de los datos de un año. El Ideam así lo reconoció y en su informe del estado de la calidad del aire de 2016 no mencionó a Corpoguajira como red con datos suficientes (representatividad temporal) para hacer comparaciones con la norma anual.

Ahora bien, es importante resaltar que en el año 2016 las estaciones Casitas y Provincial de la red de Cerrejón tuvieron una representatividad temporal del 98% (119 muestreos efectuados de 122 programados) y 97% (118 muestreos efectuados de 122 programados), respectivamente; de tal manera que los monitoreos de esta red SÍ son válidos para ser promediados y comparados con la norma anual de calidad del aire.

De esta manera se demuestra que los argumentos inicialmente presentados no corresponden y que los datos de la red de Cerrejón reflejan el comportamiento de la calidad del aire en el área de influencia de la mina; y que las mediciones de la red de Corpoguaijira en las estaciones mencionadas no pueden promediarse ni compararse con la normatividad toda vez que no cumplen con el criterio de datos representativos, y por tanto no pueden ser usada como una prueba de infracciones a la norma con riesgos negativos para la salud pública puesto que no cuenta con la captura de datos mínima requerida, lo cual es reconocido por instituciones como el IDEAM.

- Para 2017, CORPOGUAIJIRA informa en su página web que durante la vigencia anterior se presentó un aporte menor a la norma anual de emisiones de partículas PM10 y PST, los resultados no excedieron lo contemplado en la normatividad actual colombiana.⁴
- INDEPAZ no consideró en sus análisis ni concluyó nada enfocado hacia el procedimiento de muestreo del material particulado y el cumplimiento de los protocolos del IDEAM, así como ellos afirman en la página 105: "(...) Por falta de conocimiento en la forma de realizar los muestreos y cálculos anuales de contaminación con PM10, se dificulta la profundización del análisis (...)".
- INDEPAZ afirma que Cerrejón, solo se atañe a calcular y estimar un Índice de calidad de Aire –ICA– que es obsoleto. Dicho ICA, definición y procedimiento de cálculo, está reglamentado en el protocolo de 2010. La apreciación de INDEPAZ se enfoca al uso que le da Cerrejón para mejorar sus acciones ambientales y sociales en la zona de influencia.

Además del cumplimiento normativo, es importante analizar los datos de los monitoreos en Provincial a la luz del índice de calidad del aire. De acuerdo a la Resolución 2154 de 2010 "El Índice de Calidad del Aire (ICA) permite comparar los niveles de contaminación de calidad del aire, de las estaciones que pertenecen a un SVCA. Es un indicador de la calidad del

aire diaria. El ICA corresponde a una escala numérica a la cual se le asigna un color, el cual a su vez tiene una relación con los efectos a la salud". De esta manera, ésta misma resolución establece las siguientes categorías:

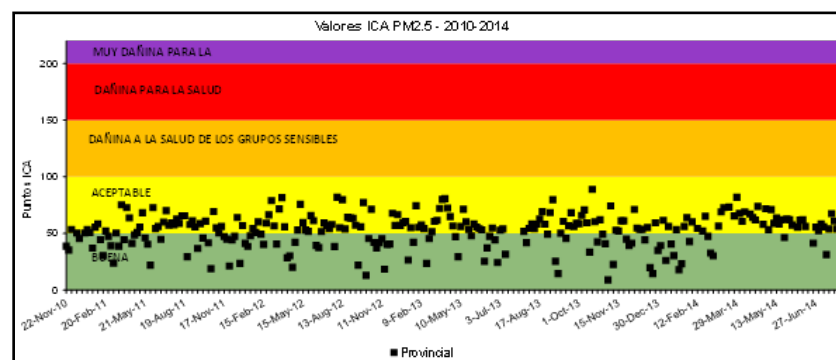
Tabla 6. Puntos de Corte del ICA

Categoría	Punto ICA
Buena	50
Aceptable	51-100
Dañina a la salud de grupos sensibles	101-150
Dañina a la salud	151-200
Muy dañina a la salud	201-250
Peligrosa	251-300

Fuente: IDEAM; 2010

La figura 9 presenta el presenta el índice de calidad del aire en la estación Provincial, para los datos diarios de PM2.5 obtenidos entre los años 2010 y 2014, de acuerdo a los rangos establecidos en la Resolución 2154 de 2010 entre los años 2010 y 2014, de acuerdo a los rangos establecidos en la Resolución 2154 de 2010.

Figura 9. Concentraciones de PST, PM10 y campaña de muestreo PM2.5 – Estación Provincial



Fuente: Cerrejón, 2018.

Por otra parte, y en línea con la nueva normatividad de calidad del aire, la Res. 2254 de 2017, Cerrejón instaló el 11 de abril de 2018 en Provincial, una estación permanente de PM2.5, tal como lo evidencia la figura 9.

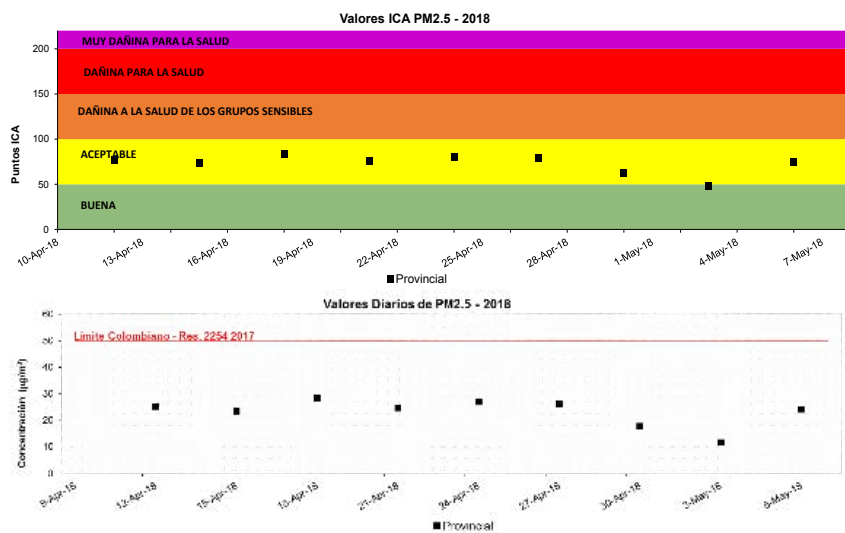
4. CORPOGUAIJIRA. Así se registró la calidad del aire durante el 2017 [en línea]. Riohacha: 2018 [citado en 3 de junio de 2018]. Disponible en Internet: <ahttp://corpoguaijira.gov.co/wp/asi-se-registro-la-calidad-del-aire-durante-el-2017/>

Figura 10. Estación Provincial con Estación de Monitoreo PM2.5



Fuente: Carrejón, 2018.

Figura 11. Concentraciones de PM2.5 y ICA para PM2.5–Estación Provincial



Los resultados de los monitoreos de PM2.5, entre el 13 de abril y el 10 de mayo de 2018 en Provincial han estado muy por debajo de los límites normativos y dentro de las categorías buena y aceptable del índice de calidad del aire, sin estar en ningún caso en la categoría dañina a la salud de grupos sensibles, es decir que no se afectó ni siquiera la salud de las personas más vulnerables como aquellos con enfermedades pulmonares, mujeres embarazadas, niños y adultos mayores (ver Figura 9).

Capítulo 8, Numeral 8.5.1. Acidificación de la lluvia y lixiviación como factor de contaminación ambiental

En este numeral, INDEPAZ presenta, de manera general, los efectos de la presencia de óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno en la atmósfera y su potencial de acidificación del agua, y se enfoca en dos aspectos: los niveles de concentración de SOx y NOx a partir de datos de monitoreo reportados en los ICA de Carrejón, y las distancias que pueden recorrer gases y partículas:

- En cuanto a los niveles de concentración de gases (SOx y NOx), INDEPAZ presenta un análisis multitemporal entre 2007-2014, y compara el promedio anual, según la norma nacional promedio anual (Resolución 610 de 2010, NO2, 100 µg/m3; SO2, 80 µg/m3), y las recomendaciones de la OMS (20 µg/m3). Esta comparación es errada, puesto que el monitoreo de gases se realiza cada dos años (según PMAI e ICA reportados), y durante 21 días de monitoreo, siguiendo la frecuencia establecida en el Manual de Operación (IDEAM), para un monitoreo indicativo. La cantidad de registros diarios obtenidos de esta manera no es suficiente para comparar con la norma anual.
- Los hallazgos y recomendaciones hechas en este apartado por INERCO se enfocaron hacia el cumplimiento del protocolo de monitoreo del IDEAM. INDEPAZ, no considera en sus análisis ni conclusiones nada enfocado hacia el procedimiento de muestreo, así como tampoco evalúa los niveles medidos de CO.
- En el informe elaborado por INERCO, se presentó que en cuanto al programa de monitoreo de gases (NO2, SO2 y CO), este fue reportado en

los informes ICA 2007, 2009, 2011, 2012 y 2014. Estos monitoreos se han realizado en 10 estaciones de monitoreo. Los resultados comparados con la norma diaria NO presentan excedencias (NOx, norma diaria 150 µg/m³; Sox, norma diaria 250 µg/m³; CO, Norma 8 h 10.000 µg/m³).

- De acuerdo con lo anterior, se concluye que las concentraciones de gases en el área de influencia de Cerrejón se encuentran muy por debajo del límite establecido por la norma colombiana. Para especificar cómo ha sido el comportamiento histórico de los niveles de gases, que pueden ocasionar molestias, el área de influencia de las operaciones mineras de Cerrejón, es necesario conocer el marco normativo que regula a dichos gases en Colombia y particularmente en Cerrejón.

Frente a todo esto es importante aclarar que existen niveles de concentración de estos contaminantes en el aire que son legalmente permisibles y que en Colombia han estado regidos por diferentes normatividades.

Para el periodo 2006 a 2010, éstos límites máximos permisibles en el aire están definidos en el artículo 4º de la Resolución 601 de 2006, el cual fue modificado por el artículo 2º de la Resolución 610 de 2010, del entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), lo que rige para el periodo 2011-2017. En 2018 entró en vigencia la Resolución 2254 de 2017, que estableció límites aún más restrictivos, según Tabla 8.

Tabla 7. Límites máximos admisibles para gases en Colombia

Contaminante	Tiempo de Exposición	Nivel Res. 610 de 2010	Nivel Res. 2254 de 2017
		(µg/m ³)	
SO ₂	Anual	80	
	24 horas	250	50
	3 horas	750	
	1 hora		100
NO ₂	Anual	100	60
	24 horas	150	
	1 hora	200	200
CO	8 horas	10.000	5.000
	1 hora	40.000	35.000

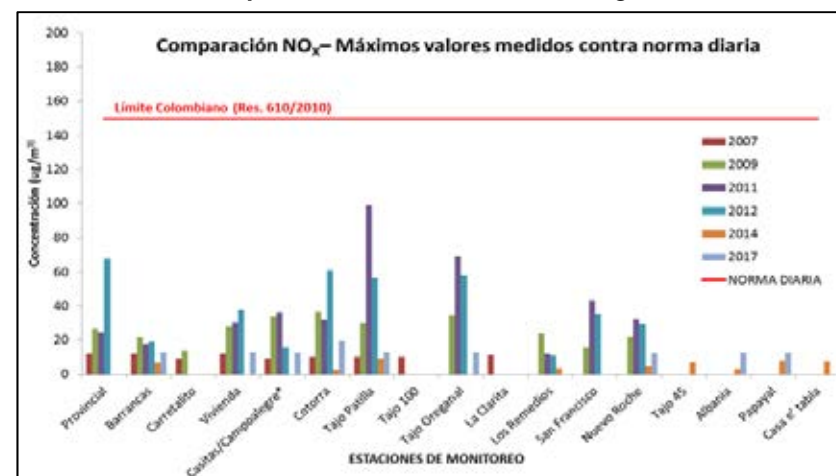
Fuente: IDEAM, 2018.

- En este sentido normativo, dentro del PMA de Cerrejón se estableció la obligación de realizar monitoreos periódicos de óxidos de nitrógeno (NO₂), óxidos de azufre (SO₂) y monóxido de carbono (CO) para evaluar las concentraciones de estos gases y determinar cualquier incremento o disminución significativa de las emisiones de estos gases en el tiempo. En cumplimiento de esta obligación legal, Cerrejón desde el año 2007 viene realizando muestreos periódicos de estos gases en la mina y su área de influencia.

INDEPAZ desconoce que las mediciones de calidad del aire para gases (NO₂, SO_x y CO) se realizan cada dos (2) años, en diez (10) estaciones de monitoreo definidas de acuerdo con las condiciones establecidas en el PMA, tanto en el área misma de las operaciones mineras, como en las comunidades de su zona de influencia.

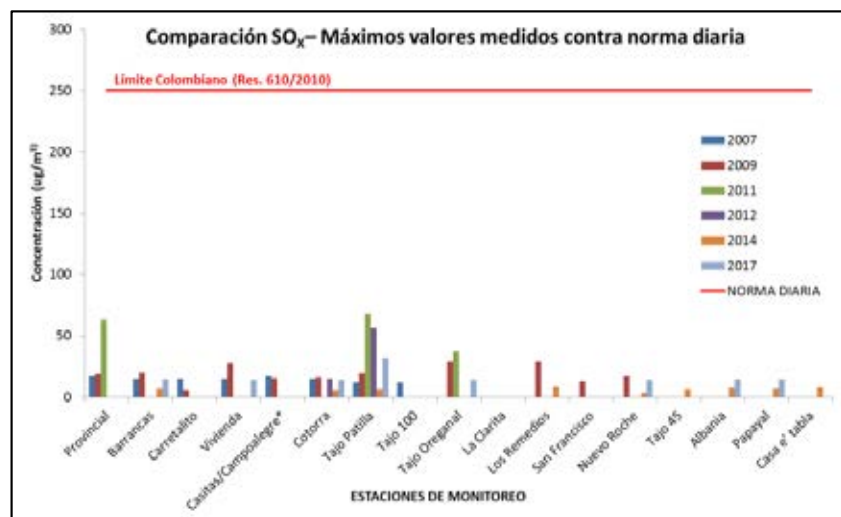
Las Figuras siguientes presentan los resultados diarios y promedios comparativos de las diferentes campañas de muestreos (2007, 2009, 2011, 2012, 2014 y 2017-2018), y los límites establecidos por la normatividad colombiana en la Resolución 610 de 2010 vigente hasta 2017, así como la comparación de los monitoreos realizados en enero de 2018 con la norma vigente para ese año, la Resolución 2254 de 2017.

Figura 12. Concentración Máximas de NO_x Comparadas con la Norma Diaria Vigente



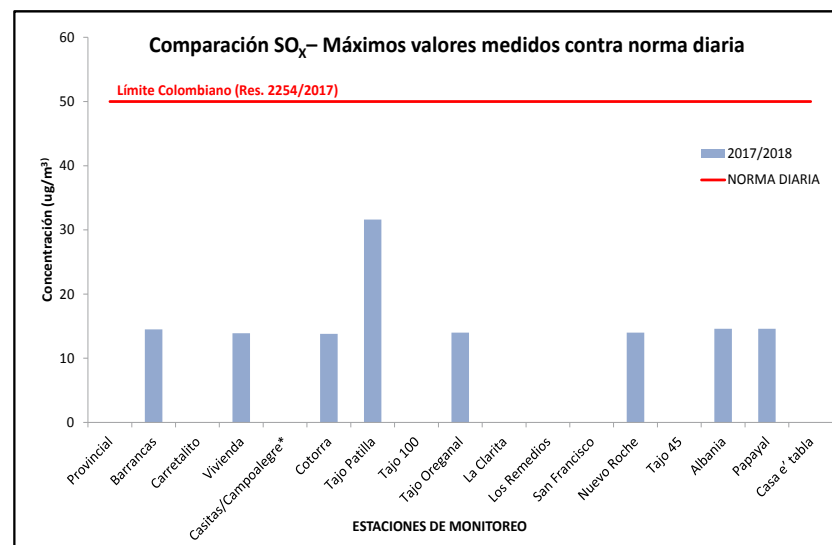
Fuente: Cerrejón, 2018.

Figura 13. Concentración Máximas de SO_x Comparadas con la Norma Diaria Vigente



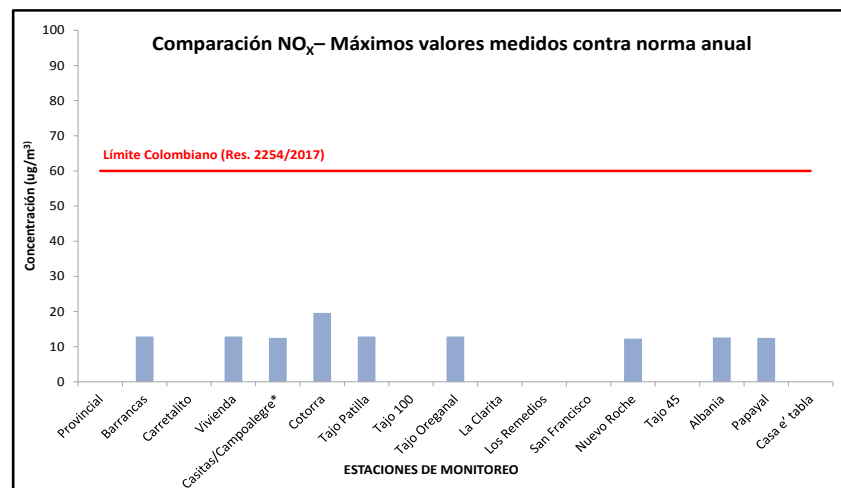
Fuente: Cerrejón, 2018.

Figura 15. Concentración Máximas de SO_x Comparadas con la Norma Diaria Vigente, año 2018



Fuente: Cerrejón, 2018.

Figura 14. Concentración Máximas de NO_x Comparadas con la Norma Anual (como referencia, en ausencia de norma diaria), año 2018



Fuente: Cerrejón, 2018.

Durante estos años los resultados de CO estuvieron fueron despreciables, ya que estuvieron por debajo del límite de detección del instrumento de medición y por tanto, tampoco superiores al límite máximo de 40.000 µg/m³ para 1 hora dado por la Resolución 610 de 2010 del MADS y las mediciones realizadas en enero de 2018 estuvieron muy por debajo de la Resolución 2254 de 2017.

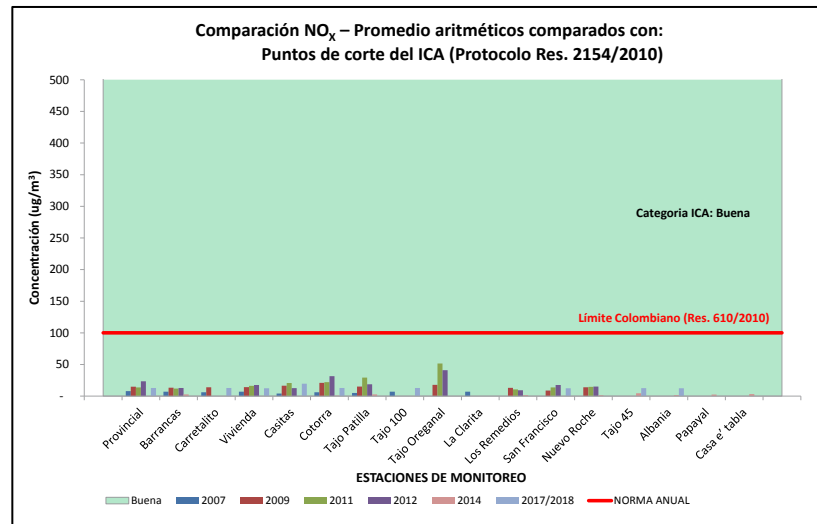
Los resultados de dióxido de azufre (SO₂) fueron significativamente inferiores al límite máximo de 250 µg/m³ para 24 horas establecido por la Resolución 610 de 2010 del MADS y en 2018 muy por debajo el límite establecido por la Resolución 2254 de 2017. Por otra parte, al tomar los promedios de la concentración obtenida durante los 21 días de monitoreo y compararlos indicativamente con la norma anual de la Res. 610 de 2010, 80 µg/m³, se observa que en ninguna de las estaciones evaluadas se presenta excedencia a dicho parámetro.

Los resultados de dióxido de nitrógeno (NO₂) fueron significativamente inferiores al límite máximo de 150 µg/m³ para 24 horas establecido por la Resolución 610 de 2010 del MADS. La Res. 2254/2017 no establece límite diario para este parámetro.

Al tomar los promedios de la concentración obtenida durante los 21 días de monitoreo y comparar los monitoreos hasta 2017 indicativamente con la norma anual de 100 µg/m³ (Res. 610 de 2010) y los monitoreos de enero de 2018 con la norma anual vigente de 60µg/m³, se observa que en ninguna de las estaciones evaluadas se presenta excedencia a dicho parámetro.

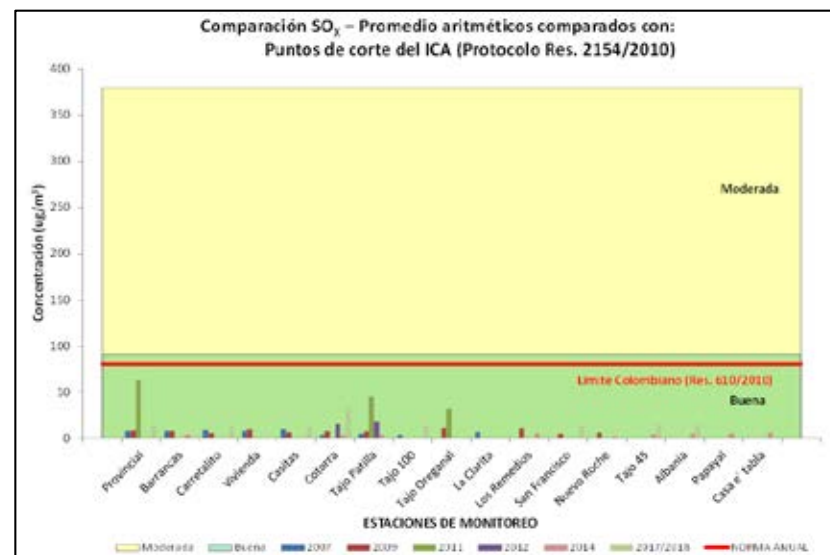
Las figuras siguientes presentan los resultados de NO_x y SO_x comparados con los puntos de corte del Índice de Calidad del aire establecidos por la Resolución 2154 de 2017.

Figura 16. Concentraciones de NO_x comparados con los puntos de corte del ICA. Norma Vigente



Fuente: Cerrejón, 2018.

Figura 17. Concentraciones de SO_x comparados con los puntos de corte del ICA. Norma Vigente



Fuente: Cerrejón, 2018.

De acuerdo con estos resultados, se observa que los niveles de gases estuvieron en todos los casos dentro de la categoría buena del índice de calidad del aire con el cual se demuestra que no existe afectación sobre la salud de los habitantes del área de influencia de Cerrejón por emisiones de gases contaminantes.

Se debe tener en cuenta que si bien existen emisiones de los mantos prendidos, hay otras fuentes más cercanas a la comunidad que pueden también influir en la calidad del aire de su entorno, tales como la quema de material vegetal para preparación de terrenos y el uso de hornos de leña son factores influyentes que no se mencionan en ningún aparte y se omiten deliberadamente.

- El análisis de distancias recorridas por gases y partículas, se basa en reportes elaborados por la EPA, considerando que el alcance geográfico es dependiente de factores como velocidad y dirección del viento

y topografía, dando como primera conclusión que el alcance podría llegar “(...) hasta Valledupar e incluso más allá (...)”.

Dichas conclusiones no tienen en cuenta la contribución de otras fuentes (fuentes móviles como vehículos de las poblaciones presentes hasta Valledupar), y para poder llegar a ellas, se requiere implementar de un modelo regional en el que se considere la diversidad de las fuentes de emisión, e incluso, aspectos tales como la contribución por quema de biomasa al material particulado de la región, así como un análisis detallado de la meteorología de la región la cual es dinámica y no solo analizar una única dirección predominante del viento. Así mismo, para evaluar el impacto en el transporte de gases (Sox, Nox) y su transformación en la atmósfera, se requiere implementar un modelo fotoquímico.

El informe de INDEPAZ principalmente, desconoce o no considera el modelo de dispersión (para material particulado), que ha venido implementando Cerrejón. El último estudio de modelación, presentado por Cerrejón en el ICA de 2016, considera un área de 40 km*40 km que abarca el área actual de la mina y los receptores (poblaciones). En el informe de 2016, se presenta un análisis de rotación de la dirección del Viento en Área de Influencia de Cerrejón con el fin de validar los resultados y obtener mejores correlaciones.

INDEPAZ concluye sobre un aporte de metales a los cuerpos de agua, transportados en la atmósfera por la acción del viento; sin embargo, no cuenta con información de soporte para dichas conclusiones, tal como informes de caracterización química del material particulado (en las diferentes fracciones medidas en la red de Cerrejón: PST, PM10 y PM2.5).

Capítulo 9: Conclusiones finales

- *Análisis de la base de datos de Cerrejón para PM10, y concluye que excede los niveles anuales de la OMS. Como ya se aclaró anteriormente, si bien los límites recomendados por la OMS son más restrictivos (lo cual también es precisado en la sentencia T-154/13) e incluso son muy próximos a concentraciones de fondo, se debe tener en cuenta que*

Cerrejón se rige por el cumplimiento de la normatividad ambiental colombiana Res 601/2006, Res 610/2010 y Res 2254/2017).

- *INDEPAZ concluye una marcada diferencia entre los niveles medidos por Corpoguajira y por la red de Cerrejón, tomando como base la información de 2016.*

Frente a estas conclusiones se considera que para poder llegar a ellas, INDEPAZ debió considerar los criterios de microlocalización de las estaciones de Corpoguajira para analizar en primera instancia la representatividad de las mediciones, siguiendo los lineamientos del Anexo 1 de la Resolución 2154 de 2010 MADV, y verificar que todos los sitios de emisión se encuentren debidamente separados de fuentes locales y así garantizar la representatividad de las emisiones, todo lo cual no hizo.

Según los reportes gráficos disponibles para consulta en el portal SISAIRE, las diferencias que trata INDEPAZ en su informe para el promedio anual de 2016, obedece a la cantidad de datos disponibles en ese periodo (2016) en el que CORPOGUAJIRA reporta datos solo entre febrero y marzo (estaciones Barrancas, Provincial y Casitas), puesto no se cumple con el mínimo de datos validos (75 %), no es válido estimar un promedio anual que sea comparable con los niveles normativos. Las diferencias en los registros entre las estaciones de CORPOGUAJIRA con relación al dato reportado por Cerrejón, deben ser analizadas con un profundo conocimiento de la época climática a que corresponden y el contexto de las actividades que en la región se desarrollan.

INDEPAZ en su informe solo indica de manera general que las mediciones en ambas estaciones son diferentes, pero desconoce varios aspectos inherentes al monitoreo: i) la periodicidad y representatividad de los datos a lo largo del año; ii) la época del año que representan dichos datos, que para el caso de Corpoguajira entre febrero y marzo es época seca y se esperan mayores registros, y iii) fuentes de emisión y actividades propias realizadas en el entorno de la estación, para dicha época, por ejemplo, es común que en la zona se realicen quemas en dicha época como mecanismo de preparación de cultivos. Evaluar dichas diferencias, requiere de un profundo conocimiento de las fuentes

de emisión, y de las condiciones de transporte (velocidad y dirección del viento). Evaluando el reporte de datos en 2015, para la estación Provincial, estación señalada por INDEPAZ por registrar diferencias marcadas, no se evidencia dicho comportamiento, que fue tendencia a lo largo de 2015 muy similar entre los datos reportados por las dos redes.

- *Presencia de metales pesados en aguas provenientes de lluvias ácidas y lixiviados, página 114: "(...) Parece particularmente crítica la generación de lluvias ácidas que se transforman en lixiviados, una vez que las precipitaciones alcanzan los botaderos de la mina, que por sus posibles concentraciones críticas de metales pesados puede representar un factor de contaminación crítico y subestimado hasta el momento (...)".*

En esta conclusión, se mezclan diferentes procesos: uno es la acidificación del agua lluvia por un exceso de SO₂ y NO₂ en la atmósfera, sin embargo, estos gases se encuentran muy por debajo de los niveles máximos admisibles diarios. El otro es el aporte de metales por lixiviación desde el material dispuesto en botaderos. Entonces, se entiende que el proceso de aporte de metales a cuerpos de agua es debido al lavado de la lluvia en las superficies expuestas (tales como botaderos), y no directamente como un aporte del material suspendido en la atmósfera. Así, para llegar a concluir que se trata de un problema de contaminación del aire (específicamente por material particulado), se requiere de estudios detallados como análisis de composición química del material y distribución de tamaño de partícula.





Una publicación de:



En colaboración con:



CON APOYO FINANCIERO DE



“El contenido de la presente publicación es responsabilidad exclusiva de los autores y no representa la postura oficial de los financiadores”.