Observaciones del borrador final del Diagnóstico de la información ambiental y social respecto a la actividad minera y la extracción ilícita de minerales

Sentencia T445 de 2016

PROYECTO: INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y SOCIOLÓGICA RESPECTO A LOS IMPACTOS DE LA ACTIVIDAD MINERA EN LOS ECOSISTEMAS DEL TERRITORIO COLOMBIANO

FASE 3: DIAGNÓSTICO DE LA INFORMACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL RESPECTO A LA ACTIVIDAD MINERA Y LA EXTRACCIÓN ILÍCITA EN EL TERRITORIO COLOMBIANO

Elaborado por

Corporación Geoambiental TERRAE

Profesionales:
Julio Fierro Morales, Geólogo MSc. Geotecnia
Ana Maria Llorente Valbuena, Ing. Ambiental MSc. Geomática
Erika Cuida López, Geóloga
Juan Francisco Díaz González, Geólogo
Juan Diego Escobar Mejía, Ingeniero Mecatrónico
José Sebastián Gómez Romero, Geólogo

Agosto de 2018

Transversal 15B No. 46 – 16 Of 506 Tel: 340 24 62 Bogotá D.C., Colombia
info@terraegeoambiental.org

1. OBSERVACIONES AL DOCUMENTO DE DIAGNÓSTICO

Tal como se previno a la Corte en comunicación del 11 de agosto de 2017 de 2016, la conformación de la Mesa por parte del Ministerio de Ambiente y el Instituto Humboldt auguraba un fracaso en la consecución de los objetivos que encomendó la Corte en su Sentencia T-445 de 2016. Ignorar los conocedores de los territorios, las comunidades afectadas y a los investigadores independientes y de las ciencias humanas y conformar una mesa con gran cantidad de personas con vínculos con el sector minero, cuyos análisis y posición como directores temáticos en el tema de impactos ambientales es evidente, solo podía llevar a un documento apologético de la actividad extractiva y que no solamente desinforma sino que evade los temas más sensibles como el impacto a las aguas, el cambio climático, los efectos de daños micro y macroeconómicos, el efecto negativo sobre actividades tradicionales como la agricultura y el daño ambiental por afectación de elementos no renovables de los ecosistemas (como los acuíferos) y a su funcionalidad.

El presente documento de observaciones se ha construido en el marco de la precariedad del tiempo dado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para la evaluación de un proceso que no ha sido expuesto de manera diferente a colgar documentos en su página web.

1.1 OBSERVACIONES GENERALES

La Corte en su sentencia hace un análisis centrado en el conflicto suelo/subsuelo. Este eje no es abordado en el trabajo de la mesa. De igual manera, es evidente el abordaje de impactos trasgeneracionales en la Sentencia, pero los profesionales que fueron reunidos para evaluar el impacto ambiental de la minería en Colombia no tuvieron este aspecto, central, en cuenta. Tampoco hay palabras sobre cambio climático y se desinforma cuando se expone en el documento que no hay impactos sobre aire (muy relacionados con cambio climático) ni se tiene ninguna consideración sobre los efectos del cambio del ciclo del agua por remoción de decenas de millones de acuíferos aluviales en zonas mineras de Cesar y Guajira a pesar de la sensibilidad de estos territorios al cambio climático.

Llama la atención la ausencia de análisis sobre la minería de metálicos a gran escala, cuya exploración ya causa sensibles impactos socioambientales y que ha dado lugar a las más grandes movilizaciones contra este tipo de extractivismo en Ibagué y Bucaramanga y que justamente es la que llama a la consulta popular en Pijao. Ya existen varios documentos que alertan sobre los peligros de remover las rocas asociadas a los yacimientos de pórfidos polimetálicos en Colombia (Pax Christi, 2009; Terrae, 2016; Ángel, 2017, etc.) y es cuantiosa la literatura científica al respecto. No es aceptable que se argumente que dado que aún no están en explotación no se pueden evaluar los impactos, tal como lo expresan los profesionales de la Mesa, pues ello pondría en entredicho todo el andamiaje de la realización de estudios de impacto ambiental en el mundo, donde a partir del conocimiento del territorio y de las acciones de los futuros proyectos se evalúa inicialmente su impacto.

Los participantes en la Mesa no se ocuparon de estudiar la literatura existente en Colombia y escogen pocos documentos, generalmente cortos, sin ir a la revisión de expedientes como principal fuente de información, que además proviene de las propias empresas. Tampoco evalúan documentos de carácter oficial que son hitos en el tema de los impactos socioambientales de la minería tales como la *ACTUACIÓN ESPECIAL A LA EXPLOTACIÓN MINERA DE CARBÓN EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR* liberada por la Contraloría General de la República ni a los libros que escribimos en esta misma entidad (solamente se refieren a temas puntuales de algunos pocos capítulos) y que son referenciados por la misma Corte en la Sentencia T-445 de 2016. Particularmente en los apartes de Servicios ecosistémicos (Numeral 2.1.7 del documento de la Mesa) y de Análisis de evidencia de los efectos de la actividad minera sobre la salud humana (numeral 2.4.4.) los profesionales de la Mesa argumentan que quienes hemos evaluado de manera independiente los impactos ambientales de la minería no tenemos datos suficientes, lo cual es una réplica de nuestro argumento y es también el argumento principal de la Corte para haber ordenado conformar una mesa de estudio dentro de las decisiones contenidas en la Sentencia T-445 de 2016:

> *En este orden de ideas, llama la atención cómo el Gobierno Nacional ha construido toda una política minera sin contar con los adecuados estudios técnicos, sociológicos y científicos que permitan evaluar los impactos que genera dicha actividad sobre los territorios.*
>
> *Teniendo en cuenta lo anterior, esta Sala ordenará al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, al Ministerio del Interior, a la Unidad de Parques Nacionales Naturales, al Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt y a la Contraloría General de la República que conformen una mesa de trabajo interinstitucional a las cual podrán vincular más entidades estatales y privadas, centros de investigación y miembros de la sociedad civil, con el objeto de construir una investigación oficial científica y sociológica, en el cual se identifiquen y se precisen las conclusiones gubernamentales respecto a los impactos de la actividad minera en los ecosistemas del territorio colombiano. Para la finalización de la investigación se concederá el término improrrogable de dos (2) años contados a partir de la notificación de esta sentencia. Este informe deberá de ser publicado en la página web de las respectivas entidades una vez este finalice.*
>
> *En igual medida se ordenará a los integrantes de la mesa de trabajo interinstitucional conformada para ejecutar el referido estudio, que remitan copia de los avances, cronogramas y actividades a ejecutar a la Procuraduría General de la Nación y a la Contraloría General de la República, para que en ejercicio de sus competencias adelanten el seguimiento al cumplimiento de lo ordenado en esta providencia.*

Respecto al último aparte, solicitaremos los documentos de seguimiento que han hecho las entidades de control al proceso.

El documento es desordenado y no es posible apartar, como lo pretenden, la extracción ilícita o minería ilegal de la minería con autorizaciones mineras y ambientales (que no por ello, legal)

No se hace explícito el hecho de que algunos de los calificados como expertos son (ex)empleados de las empresas mineras que han sido cuestionadas por causar los más grandes daños ambientales, tales como Cerrejón y Drummond.

No se hace explícito que algunos de los investigadores citados como referencia de la mejoría ecosistémica en zonas de minería (Báez & Trujillo, 2014 en la página 102 del documento) son o han sido empleados de la empresa Cerrejón.

En la actividad minera se hace una descripción histórica apologética pero no se habla de la historia de los conflictos socioambientales alrededor de la minería. Y se continúa con una información de catastro minero sin enfocarse en los eventuales impactos ambientales alrededor de ella.

Las descripciones de las técnicas de extracción no son descritas en función de los impactos y las cadenas de valor reseñadas no traen aparejados los principales impactos del ciclo completo de la extracción, beneficio y transformación de minerales y no se relacionan los diversos tipos de minería con cierta tipología de efectos ambientales que ya ha sido estudiada en el mundo.

En el documento hay una clara intencionalidad de endilgar todos los impactos ambientales a la minería ilegal o extracción ilícita, separando una supuesta actividad minera legal (que algunos investigadores consideramos alegal en sentido de Gudynas (2009) en los casos de gran minería en el país) que cumple estándares. No obstante a lo largo del documento se ve que esta diferenciación es artificiosa.

Los profesionales de la mesa conformada se enfocaron en una crítica no sustentada de documentos con los que hemos comprobado la falta de información de las empresas y las entidades ambientales y mineras para permitir la exploración y explotación minera. No se enfocan en generar información sino que exponen que no tenemos sustentos, lo que al final ratifica el centro de nuestras críticas y de la principal preocupación de la Corte Constitucional: **La inexistencia de estudios estatales que permitan contar con la adecuada información respecto a los impactos de la actividad minera en los ecosistemas del territorio Colombiano**. No es aceptable que se pretenda que sean investigadores independientes los que asuman los costos de demostrar el impacto ambiental cuando las empresas que se lucran del daño ambiental no tienen pruebas de la inocuidad de su actividad.

Parte del desorden que es evidente en prácticamente todo el texto, se evidencia en el hecho de incluir dentro del numeral 2.1.7. Servicios ecosistémicos, la crítica no sustentada de los profesionales de la Mesa a estudios de la Corporación Geoambiental Terrae acerca del proyecto Cerrejón, elaborados algunos de ellos a solicitud de la Corte Constitucional y a la auditoría sobre la minería de carbón a cielo abierto en el departamento del Cesar por parte de diversas trasnacionales entre las que destacan Drummond y Glencore (Prodeco). La extensión con la que se desarrolla el subcapítulo “2.1.7.4 Análisis de casos respecto al recurso hídrico como servicio ecosistémico” más allá de ahondar en el tema y presentar la información que compete a este numeral, se enfrasca en la opinión de los autores respecto a dos documentos: CGR (2014) y Fierro y Llorente (2016). De igual manera llama la atención que no dediquen ningún aparte a evaluar los impactos y daños de la minería de metálicos, representada en el país por el proyecto de extracción de hierro y níquel en Cerromatoso y de polimetálicos en Carmen de Atrato, en la mina de El Roble.

Más adelante se responderá a algunas de las observaciones puntuales de los profesionales respecto a temas de hidrogeoquímica en las que son patentes sus debilidades conceptuales, pero existen graves problemas de fondo en el abordaje del documento que no se pueden pasar por alto:

1. El hecho de que profesionales que son (ex) empleados o consultores de empresas como Drummond y Cerrejón defiendan a sus proyectos en el marco de esta investigación sin hacer patentes sus conflictos de interés, como es el caso de Amilcar Valencia y Jorge Velásquez.

2. Que a partir de documentos que, tanto en el caso del Cerrejón como en del Cesar, han planteado innumerables impactos, pasivos y daños ambientales, uno de los cuales es público (CGR, 2014), se escojan a conveniencia temas puntuales y descontextualizados para hacer crítica de los documentos sin aportar un solo dato y de manera inapropiada, cargando la prueba a los investigadores independientes y no a las empresas.

Para el caso de Cerrejón, Terrae (que es una organización sin ánimo de lucro y no una consultora, como equivocadamente se consignó en el documento en comento) planteó 15 grandes grupos de impactos, daños o pasivos ambientales relacionados con el proyecto Cerrejón en general o con la desviación del arroyo Bruno en particular, de los cuales solamente los 6 primeros son abordados de manera muy superficial por los profesionales de la Mesa:

- El inmenso y creciente consumo de agua en la operación en una zona (semi) desértica, el cual fue avalado por la propia empresa con datos que se retoman en el documento de la Mesa.

- El daño ambiental (en el sentido de lo expuesto en la ley colombiana) sobre las aguas subterráneas, tanto en términos de remoción y destrucción de acuíferos como en el efecto negativo en términos de direcciones de flujo y abatimiento a nivel local y regional.

- Las incertidumbres y omisiones con base en las cuales se tomaron las decisiones de autorizaciones ambientales respecto a las aguas subterráneas, es decir, la falta de modelos que consideren la complejidad del medio geológico tales como las fallas geológicas y fracturas en general y la interacción entre aguas subterráneas, superficiales y de lluvia.

- La afectación de acuíferos y aguas subterráneas relacionada con la desviación del arroyo Bruno y del proyecto minero en general, por pérdida de los espacios de almacenamiento (remoción de acuíferos), por cambio en la hidrogeoquímica del medio (por exposición al aire de materiales geológicos y por abatimiento de niveles freáticos) y por cambio en las relaciones entre aguas superficiales y subterráneas (y eventualmente por cambios microclimáticos)

- La contaminación de aguas desde los tajos y botaderos mineros, con indicios en los crecientes datos de conductividad conforme ríos y arroyos discurren por la zona minera.

- Impactos sobre aguas superficiales, particularmente la desviación de ríos y arroyos, muchas de ellas hechas sin que mediara ninguna información a las autoridades ambientales como el caso del arroyo Aguas Blancas, La Puente y al menos 13 arroyos más de acuerdo con memorias Wayuu.

- La inadecuada gestión ambiental (evaluación de impacto y medidas de manejo) relacionada con los botaderos por ausencia de una caracterización geoambiental de los materiales geológicos desechados en términos de concentración de especies químicas tóxicas existentes en los diferentes tipos de material botado: lodolitas, areniscas y depósitos aluviales.

- Impactos y riesgos geotécnicos (erosión y deslizamiento en tajos y botaderos) y la ausencia de consideraciones de riesgo sísmico a pesar del conocimiento y de las normas que se han planteado para construcciones, que si bien no obligan en términos de tajos mineros, si deberían ser incluidas como parte de lo que supuestamente es una minería responsable.

- Impactos en la calidad del aire, con datos suministrados por la propia empresa en sus informes de cumplimiento ambiental que demuestran que no se cumple con las consideraciones de la Organización Mundial de la Salud OMS.

- Configuración de pasivos y daños por contaminación de futuros lagos del llenado de tajos mineros por recuperación de niveles freáticos cuando ya no se bombeen aguas subterráneas y todas las rocas expuestas por la extracción minera se encuentren en procesos de oxidación.

- Configuración de pasivos por inestabilidad de largo plazo de paredes de tajos mineros y su relación con el riesgo, lo cual genera eventuales escenarios de ocurrencia de tsunamis, situación que ya se ha dado en minas de carbón en Alemania.

- Configuración de pasivos y daños ambientales por contaminación en el largo plazo originada en botaderos de roca y por la liberación de especies químicas tóxicas relacionadas con desequilibrios geoquímicos por la alcalinización que ya se ha evidenciado a partir de datos de la propia empresa minera remitidos en los informes de cumplimiento ambiental a la ANLA.

- Configuración de pasivos y daños ambientales por eventual daño permanente al ciclo de las aguas dada la pérdida por remoción de elementos geológicos no renovables tales como los acuíferos aluviales cuaternarios.

- Configuración de pasivos y daños ambientales por reconfiguración geomorfológica por fosas que no serán retrollenadas en su totalidad sino en menos del 50% del volumen.

- Eventuales pasivos y daños ambientales por deficiencias en la delimitación de las áreas de influencia que pueden estar generando enfermedades en la población humana cercana al proyecto y pérdida en el acceso a bienes naturales.

Como se ve, TERRAE se ha centrado en el análisis de los componentes no renovables del ecosistema (acuíferos, geoformas, rocas, depósitos pleistocenos, etc), cuya afectación

configura el daño ambiental. Además de lo anterior hay menciones generales sobre la remoción o sepultamiento irresponsable por parte de Cerrejón de bosques secos tropicales, quizá los ecosistemas menos representados en el país, las huellas materiales y las profundas huellas socioeconómicas y culturales, incluyendo el desplazamiento forzado.

En cuanto al estudio de la Contraloría General de la República, los profesionales de la Mesa revisaron una compilación de la *ACTUACIÓN ESPECIAL A LA EXPLOTACIÓN MINERA DE CARBÓN EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR* de abril de 2014, sin ir al informe citado, que es quizá el documento más robusto sobre impactos ambientales de la minería en Colombia, dado que contó con la participación de 22 profesionales de disciplinas que incluyen geología, ingenierías (civil, química, ambiental y de minas), biología, química, economía y derecho, entre otras. Esta actuación, como instrumento de control fiscal que está en firme, tiene una diciente introducción al documento:

> *En el caso de la minería, se considera que causa deterioro grave al ambiente y que por tanto, cualquier proyecto sin importar su escala o los materiales extraídos, debe gestionar sus impactos a través del instrumento de gestión, Plan de Manejo Ambiental (PMA) y/o Licencia Ambiental. En el caso de los tres proyectos que se analizaron en esta Actuación Especial (Operación Conjunta La Jagua, Norcarbón y La Loma), el instrumento es el PMA, el cual constituye la manera de gestionar los impactos ambientales que hayan sido detectados a partir del conocimiento del territorio[1] en interacción con las actividades del proyecto.*
>
> *Los PMA definen los proyectos obras y actividades necesarias para prevenir, corregir, mitigar o compensar los impactos generados por los proyectos. Existe acuerdo sobre la eventual configuración de daño ambiental[2] y de pasivo ambiental por la no gestión de impactos, situación que se puede dar 1) por no detectar el impacto que se genera, 2) por establecer medidas de manejo ineficientes o no pertinentes y 3) por no cumplir con las medidas de manejo.*
>
> *No obstante lo anterior, la revisión llevada a cabo por la Contraloría General de la República a estudios efectuados con anterioridad a los procesos de extracción, a los datos remitidos por las empresas mineras como parte de la información de monitoreo, a los estudios pagados por el Ministerio de Ambiente con el fin de evaluar la valoración ambiental del impacto en la zona (Universidad de Los Andes – MAVDT[3] , 2011), a la Evaluación Ambiental Estratégica para la minería en el Cesar adelantada por la UPME (Geoamérica – UPME[4], 2008), en conjunto con la*

[1] Los proyectos gestionan sus impactos con PMA dado que el inicio de los trámites es anterior a la expedición de la Ley 99 de 1993, pero no así el inicio de actividades de extracción de la mayor parte de ellos. En el marco del régimen de transición (Art. 117 Ley 99 de 1993) teóricamente no se podía contar con una línea base ambiental dado que los proyectos que gestionan sus impactos mediante PMA ya habían iniciado labores, situación que no se corresponde con el proyecto de Drummond en La Loma, que inicia su extracción en 1995.

[2] Se entiende por daño ambiental el que afecte el normal funcionamiento de los ecosistemas o la renovabilidad de sus recursos y componentes (Art. 42 Ley 99 de 1993)

[3] Universidad de Los Andes – MAVDT (2011). Valoración económica ambiental de Minería en el Cesar. Documento interno MAVDT. Bogotá.

[4] Geoamérica – UPME (2007). Programa de aprovechamiento sostenible de carbón –PASC- en la zona central del Cesar aplicando Evaluación Ambiental Estratégica -EAE-

toma de datos propios y sus análisis permite evidenciar que existe un deterioro del ambiente y que las autoridades ambientales han omitido actuar en concordancia con sus obligaciones de ley. Los instrumentos ambientales se convierten en meras formalidades sin contenido y el control y seguimiento ambiental es insuficiente y omisivo. Las licencias y permisos se convierten en patentes de corso para permitir daños y configurar pasivos ambientales, al amparo de la mencionada formalidad. Las empresas han remitido datos que muestran serias anomalías, lo cual las constituye en corresponsables por los impactos no gestionados, los daños irreversibles e irreparables y los pasivos ambientales que involucran la salud humana y la de los ecosistemas. (Subrayados fuera de texto)

3. Que se desinforme con imprecisiones que surgen o del conflicto de intereses o del desconocimiento, cuestiones igualmente graves cuando supuestamente los profesionales de la mesa han sido escogidos por su conocimiento, idoneidad e imparcialidad.

El caso de los hallazgos de la Contraloría General de la República respecto al incumplimiento de la gestión ambiental de las empresas mineras que extraen el carbón del Cesar es preocupante e ilustrativo en el sentido que a diferencia del panorama de aquí no pasa nada expresado por quienes evaluaron en la Mesa el impacto de la minería en el ambiente y la salud pública, existen unos hallazgos en firme que involucran no solamente a las empresas sino a la institucionalidad minera y ambiental.

1.2 Observaciones particulares

Respecto al numeral "2.1.7.4.1.3 Análisis sobre los posibles efectos de contaminación sobre las aguas superficiales y subterráneas", haremos mención a cada uno de los pronunciamientos del Ministerio resaltado en cursiva, seguido de la respuesta de nuestra organización:

1.2.1 Pp. 107

Pronunciamiento Mesa:

"La información descrita a continuación, se referencia en los Inventarios Mineros Nacionales realizados por Servicio Geológico Colombiano (anteriormente INGEOMINAS) entre 1999 y 2000"

Respuesta Terrae:

Para el presente año existe un sinfín de documentos que dan cuenta de las afectaciones sobre los componentes agua y suelo los cuales podrían haber dado elementos importantes para la construcción del argumento en el numeral *2.1.7.2 Afectaciones ambientales sobre los componentes agua y suelo*. Incluso, varias referencias que alimentan el documento elaborado por la Mesa en otros numerales, abordan este tema de manera amplia pero no son considerados en el análisis de este componente

específicamente. Por lo cual resulta precario sustentar este tema únicamente con una fuente de hace 18 años.

Algunas de las fuentes que son de conocimiento de los profesionales de la Mesa y que pudieron ser utilizados en este análisis:

- MINMINAS, UPME, & U. Córdoba. (2015). Incidencia real de la minería del carbón, del oro y del uso del mercurio en la calidad ambiental con énfasis especial en el recurso hídrico - diseño de herramientas para la planeación.

- López-Sánchez, L., López-Sánchez, M., & Medina, G. (2017). La prevención y mitigación de los riesgos de los pasivos ambientales mineros (PAM) en Colombia: una propuesta metodológica. Entramado, Vol. 13 No. 1 (78-91). Obtenido de https://doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25138

- IIAP. (2011). Choco Biogeográfico, parte I. Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP). Santiago de Cali: Publicaciones Ébano S.A.S.

- Contraloría General de la República. (2014). Minería en Colombia: daños ecológicos y socioeconómicos y consideraciones sobre un modelo minero alternativo. Contraloría General de la República.

1.2.2 Pp. 119

Pronunciamiento Mesa:

> *"En relación con los depósitos de estériles, o "botaderos", y su relación con la posible contaminación de aguas superficiales y subterráneas, el documento de Fierro y Llorente (2016) esboza una serie de riesgos ambientales derivados de la presencia de minerales y metales pesados tanto en el carbón como en la roca encajante, pero no se observa una comprobación de esta afectación soportada en mediciones de calidad de agua, de suelo o de aire. Los riesgos que esboza el documento son los siguientes:" (subrayado fuera de texto original).*

Respuesta Terrae:

Lo anterior denota un desequilibrio en los argumentos del Ministerio, que enfoca todos sus esfuerzos en desvirtuar la información independiente que organizaciones como Terrae y otras tantas hacen por conocer la realidad de los impactos ocasionados por la gran minería en el país. Su argumento es tan superficial como aseguran que es el nuestro, pues el Ministerio tampoco ofrece información "científica" como esperaría la ciudadanía a leer el documento diagnóstico. Le resulta muy fácil al este Ministerio decir que "no se observa una comprobación soportada", sin embargo, no investiga ni constata a través del análisis de la información disponible en los expedientes mineros o de información propia qué está pasando en el entorno del proyecto el Cerrejón.

Pronunciamiento Mesa:

Se menciona en los carbones de La Guajira la presencia de elementos como arsénico, mercurio, selenio, plomo, entre otros. Se menciona igualmente que las rocas encajantes tienen "trazas de especies químicas tóxicas", pero no se especifica a cuáles se hace referencia. Se hace referencia a condiciones encontradas en los proyectos mineros del Cesar intentando hacer una extrapolación de la situación a La Guajira, pero no se observan muestreos que permitan corroborar las hipótesis; al final se concluye se deben realizar estudios de geoquímica ambiental para corroborar los impactos supuestos. Más adelante se realizará el estudio de caso en la minería del Cesar, y allí se abordarán estos supuestos impactos.

Respuesta Terrae:

Morales y Carmona (2007[5]) establecen que los carbones de la cuenca de Cesar – Ranchería (con muestras en ambas zonas mineras, La Jagua y cuenca río Ranchería) tienen concentraciones de mercurio, cadmio, selenio y plomo por encima de los promedios mundiales y de la corteza terrestre, mientras que el arsénico se encuentra por debajo de los promedios mundiales pero por encima de los valores de la corteza terrestre. Ahora bien, existe la posibilidad de que las lodolitas que encajonan el carbón tengan aun valores de concentración más altos (Fierro, 2014[6]) dada las cargas negativas de las arcillas que las conforman.

Los resultados de la concentración de los elementos traza en los carbones de la Zona Carbonífera Cesar muestran que la concentración de mercurio está entre 0,017 ppm y 0,336 ppm, la de arsénico entre 0,32 ppm y 11,67 ppm, la de selenio entre 0,92 ppm y 6,63 ppm, la de cadmio entre 0,13 ppm y 0,91 ppm y la de plomo entre 0,56 ppm y 1,97 ppm.

En los carbones de la Zona Carbonífera La Guajira el mercurio se encuentra en concentraciones comprendidas en el rango 0,004 ppm – 0,187 ppm, el arsénico entre 0,26 ppm y 23,91 ppm, el selenio entre 0,97 ppm y 5,87 ppm, el cadmio entre 0,02 ppm y 1,41 ppm, y el plomo en el rango 0,30 ppm – 2,43 ppm.

[5] Morales Y. & Carmona L. (2007). *Estudio de algunos elementos traza en la cuenca Cesar - Ranchería, Colombia*. Boletín de Ciencias de la Tierra, Núm. 20, junio, 2007, pp. 75-88. Universidad Nacional de Colombia, Colombia

[6] Fierro, J. - Compilador (2014). *Análisis intersectorial sobre la minería de carbón en el Departamento del Cesar: Un enfoque desde la perspectiva del Riesgo.* En Garay, L. J. et al. Minería en Colombia. Derechos, Políticas públicas y Gobernanza. Vol. 4. Contraloría General de la República. Bogotá

Muestra	Sitio de muestreo	Sulfatos ppm	Sulfuros totales ppm	As Total ppm	Cu Total ppm	Cr Total ppm	Ni Total ppm	Ta Total ppm	Zn Total ppm
MPL-SoBR3	Botadero patio de tubos	2624	1134,3	156,375	83,897	24,771	48,48	16,5	177,9
MPL-SoBR4	Botadero patio de tubos	12846	422,7	178,55	115,12	19,415	50,205	42,65	212,6
MPL-SoS3	Botadero 3A	2040	1795,2	6,34	135,23	74,21	55,881	34,898	273,13
MPL-SoS4	Botadero 3A	671	1888,95	11,495	183,67	74,41	76,918	31,114	359,7
MPL-SoBR7	Botadero 3A	7137	437,8	216,75	141,76	25,46	47,499	45	400
MPL-SoBR10	Botadero 3A	7633	470,2	305,2	186,78	160,13	61,2	60,8	321,2
MPL-SoBR1	Botadero de retrollenado	12977	672,3	156,575	75,883	26,115	56,69	17,355	207,9
MPL-SoBR9	Botadero de retrollenado	6236	400,6	N.D.	226,87	5,514	61,365	29,5	469
MPL-SoBR8	Botadero de retrollenado	924	529,1	258,5	163,48	32,152	76,585	24,55	259,5
MPL-SoS1	Botadero W1	2436	1886,1	18,785	92,8	61,08	49,575	25,302	210,8
MPL-SoS2	Botadero W1	660	1898,3	17,61	74,17	57,55	55,881	21,141	217,97
MPL-SoBR2	Botadero W1	829	896,5	216,805	57,12	18,927	41,92	20,185	214,7
MPL-SoBR5	Botadero W1	901	506,3	92	129,69	25,422	45,375	28,335	125,1
MPL-SoBR6	Botadero E2, Cerca del relleno sanitario	543	469,7	123,99	113,99	23,161	50,152	38,81	194,2

TABLA 1. DATOS DE COMPOSICIÓN DE ROCAS Y SEDIMENTOS DE LOS BOTADEROS ANTIGUOS Y DE RETROLLENADO DE LA MINA PRIBBENOW (DRUMMOND) EN EL CESAR (COLOMBIA).
N.D. NO DETECTADO, POR DEBAJO DEL LÍMITE DE DETECCIÓN.
FUENTE: CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA, 2014

Pronunciamiento Mesa:

> *"(…) En relación con la calidad de aguas, se menciona que, aunque es natural la alcalinidad de las aguas, se observa una agudización de la alcalinidad en corrientes afectadas por la actividad minera. La razón que se argumenta es la presencia de minerales alcalinos en los depósitos de estériles, en las paredes y en los patios que aportarían a los vertimientos estas condiciones; además considera que pueden liberar elementos como aluminio, arsénico, antimonio, cromo, hierro, entre otros. Al parecer los efectos que se plantean son extrapolados de un estudio realizado en la minería del Cesar, pues se encuentra en el texto una mezcla de redacción entre la situación en el Cesar y en La Guajira; no obstante, no parece haber existido un ejercicio de comprobación de las afectaciones que se plantean en este documento en relación con la afectación a la calidad de las aguas. Sí se reconoce al final del análisis que "no se puede determinar con claridad qué minerales y elementos están interviniendo directamente en este fenómeno, también teniendo en cuenta que la química de las aguas asociadas a carbones es particularmente más complicada debido a la presencia de varios compuestos orgánicos disueltos que hacen que las relaciones acidez-alcalinidad sean inusuales".*

Respuesta Terrae:

El análisis aportado por Terrae en relación con el conocimiento de la calidad del agua del río Ranchería y sus principales tributarios, no solo es un ejercicio que ni la propia compañía minera ni las autoridades ambientales han realizado –al consolidar la información disponible de calidad de agua de los Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA)–, sino que ofrece un primer indicio de alteración de la calidad del agua que debe ser estudiado a profundidad.

Pese a que fue claro en nuestro informe que parámetros como el pH y la conductividad tienen un comportamiento particular en las estaciones con influencia minera, esto parece ser insuficiente para el Ministerio para determinar su importancia y entender el origen de estas variaciones. A cambio, no solo desvirtúa nuestra primera aproximación de la alteración de los cuerpos hídricos de la zona, sino que no aporta información que compruebe que nuestra tesis no está soportada. Bien mencionan ustedes que: "*no parece haber existido un ejercicio de comprobación de las afectaciones que se plantean en este documento en relación con la afectación a la calidad de las aguas.",* ante lo cual, respondemos con la misma lógica, indicando que ustedes **no presentan comprobaciones de que ese comportamiento en el pH y en la conductividad no es un primer indicio de contaminación generada por la mina.**

1.2.3 Pp. 120

Pronunciamiento Mesa:

> *"(…) Respecto a la calidad del agua del río Ranchería, en un análisis sobre el parámetro pH, utilizando resultados de monitoreos realizados por la misma empresa y reportados a las autoridades, el documento encuentra una alta variabilidad, con pH desde 6.51 hasta 9.4 en la estación Oreganal, observando una tenencia reciente a la alcalinización con pH superiores a 8, y algunos registros superiores a 8.5. Revisando las gráficas se observa que la estación Oreganal se ubica aguas arriba del proyecto minero, aunque no se puede precisar si es antes o después del primer vertimiento del proyecto; esa variabilidad que muestra los datos, y el reconocimiento en el documento de la influencia en la misma de otras actividades antrópicas, hace dudar de si las conclusiones de afectación presentadas son realmente asociadas a la operación minera.*
>
> *En cuanto a la Conductividad, se encuentra también variabilidad a lo largo de las diferentes estaciones de medición en el río Ranchería posiblemente producto de la variedad de actividades económicas que se desarrollan en la zona, pero se resalta que, en las estaciones de influencia exclusiva del proyecto minero, se observaron valores extremos de 1370 µS/cm para un período de análisis anterior al 2004, y de 2695 µS/cm para el período 2005-2015. Revisando en detalle la imagen que acompaña esta conclusión, y que se presenta a continuación en la Figura 20, se observa que en el último año las variaciones entre las estaciones antes del proyecto, y las estaciones aguas abajo del proyecto, presentan diferencias cercanas a los 150 µs/cm en promedio, pasando de algo más de 600 ms/cm a cerca de 750 µs/cm, sin observar valores extremos mayores a 1000 µs/cm. Es difícil obtener conclusiones de impacto sin conocer mejor las condiciones de los*

puntos muestreados, las condiciones de los vertimientos y la situación de las otras actividades.

Respuesta Terrae:

Reiteramos nuestro argumento de que Terrae presenta datos que no solo son oficiales (contenidos en los ICA), sino que muestra primeros indicios de cambios particulares en el pH y la conductividad a lo largo del recorrido del río Ranchería y su paso por la mina. Nuevamente el Ministerio toma posición técnica sobre la base de opiniones como: "(…) *posiblemente producto de la variedad de actividades económicas que se desarrollan en la zona",* sin embargo, **no demuestra que son esas otras actividades económicas las que originan estas variaciones.**

Y ante la afirmación de: "(…) *Es difícil obtener conclusiones de impacto sin conocer mejor las condiciones de los puntos muestreados, las condiciones de los vertimientos y la situación de las otras actividades.",* coincidimos en eso; para esta organización **no es posible que el Ministerio concluya que no hay impacto por la actividad minera sin conocer mejor las condiciones de los puntos muestreados, las condiciones de los vertimientos y la situación de las otras actividades.**

1.2.4 Pp. 121

Pronunciamiento Mesa:

> *"(…) En relación con el contenido de Metales y Metaloides, y basados en el estudio ambiental del proyecto P40, el documento de Fierro y Llorente (2016) identifica que existieron valores de cadmio y plomo que superaron los límites de la normatividad vigente (Decreto 1594 de 1984) para; en el caso del cadmio se dice que en la estación que tiene incidencia directa de la operación minera, se ha excedido en más del doble el valor permisible de la norma (0.01 mg/l) en relación con el criterio para conservación de flora y fauna y para uso pecuario, mientras que en plomo se ha excedido 11 veces la norma (0.01 mg/l) en relación con el criterio para conservación de flora y fauna. Aquí se observa un error de lectura de la norma, pues ésta estableció los límites para cadmio y plomo en aguas para uso de conservación de flora y fauna en 0.01 CL^{96}_{50}, pero aún no se han establecido los valores CL^{96}_{50} que permitan conocer el valor real del límite establecido; adicionalmente los límites de Cadmio y Plomo en aguas para uso pecuario son 0.05 mg/l y 0.1 mg/l respectivamente. Sin duda el documento estableció un supuesto impacto que no existe, además de que este tipo de análisis en cauces debe incluir todos*

Respuesta Terrae:

Reconoce Terrae un error en la lectura al no tener en cuenta el valor de $CL^{96}_{50.}$ No obstante, reiteramos la situación más crítica del control de la calidad del agua en el proyecto El Cerrejón al no existir registros continuos de metales y metaloides en las fuentes hídricas de la zona. Como se indicó en el informe de Terrae presentado a la

Corte, estos elementos de interés particular por los efectos negativos en la salud de la población, no se encontraron en el expediente referenciado de forma periódica y localizada que permita determinar la variabilidad que han tenido las concentraciones a lo largo de la actividad extractiva.

Se han encontrado algunos monitoreos de referencias aisladas como las presentadas en el capítulo 4 del proyecto de expansión minera P40 documento en Cerrejón e Ingetec (2014), donde se presenta un resumen de las concentraciones máximas y mínimas reportadas en elementos como arsénico, cadmio, plomo, selenio, entre otros, y otras en los anexos de monitoreos presentados en cada Informe de Cumplimiento Ambiental, únicamente los correspondientes a los años 2007, 2014 y 2015. Y de nuevo, esta situación parece no ser prioridad para el Ministerio, siendo esta la primera razón para poner en duda la tesis que repetidamente expone este ente ambiental: ""(…) *Es difícil obtener conclusiones de impacto sin conocer mejor las condiciones de los puntos muestreados (…),* cuando ni si quiera se tiene controlado y monitoreado con estricto cumplimiento los parámetros de mayor riesgo para la salud como son los metales y metaloides.

Respecto a lo presentado por Terrae y pese a los escasos datos aportados por la compañía minera, se pudo identificar la presencia de cadmio y plomo en el río Ranchería superando los límites establecidos en el Decreto 1594 de 1984. El primero ha registrado concentraciones que **superan más de dos veces** lo consignado en el artículo 39- destinación para consumo humano y doméstico y artículo 40-uso agrícola, mientras que el segundo ha superado **más de cuatro veces** lo consignado en el artículo 39- destinación para consumo humano y doméstico y **más de dos veces** el artículo 41-uso pecuario.

Por su parte, en el arroyo Bruno ha superado concentraciones de cadmio en **1,24 veces** incumpliendo los niveles definidos en el artículo 39- destinación para consumo humano y para concentración de plomo en **más de dos veces** incumpliendo los artículos 39- destinación para consumo humano y doméstico y 40-uso agrícola del Decreto 1594 e 1984.

Dicho lo anterior, invitamos al Ministerio a que consulte en la fuente principal (ICA de las compañías mineras) para confirmar los resultados aquí presentados, y sobre eso, más las comprobaciones *in situ* –que como bien lo plantean son fundamentales para concluir si hay impacto o no–, **entregue a la ciudadanía conclusiones reales** de lo que está pasando con el agua del sur del departamento de la Guajira en las inmediaciones del proyecto El Cerrejón.

1.2.5 Pp. 122

Pronunciamiento Mesa:

> *"(…) En un análisis similar en los tributarios del río Ranchería (Arroyos El Bruno y Cerrejón), se concluye de igual forma una tendencia de alcalinización de las aguas, y se resaltan valores puntuales de conductividad superiores a 2500 µS/cm en el Arroyo EL Bruno. De igual forma que en el análisis del río Ranchería presentado unos párrafos antes, las gráficas que presenta el documento muestran que, si bien se observan valores puntuales altos de conductividad como los*

mencionados arriba, los promedios poseen valores entre 500 µS/cm y 1500 µS/cm, observándose en el Arroyo El Bruno valores que se ven significativamente más altos que el resto, aunque es necesario conocer mejor el contexto del sitio donde se toman los datos para entender la fuente y saber si está asociada a la operación minera.

Respecto a la presencia de metales en los tributarios, el documento de Fierro y Llorente (2016) menciona que aguas abajo de la operación minera se detectan valores de plomo y cadmio superiores a los límites permitidos, excediéndose en varios órdenes de magnitud estos límites; además de los problemas ya mencionados anteriormente respecto a la errada lectura de la norma por parte de los consultores, el documento reconoce que es posible que estos niveles se presenten en el agua natural de los tributarios, pero esto no fue analizado en la línea base."

Respuesta Terrae:

Reiteramos que el Ministerio no aporta nueva información que explique, y sobretodo desvirtúe la tesis de Terrae de que aguas abajo de los vertimientos efectuados en los arroyos Bruno y Cerrejón, y en el recorrido del río Ranchería a lo largo de la mina se observa un aporte importante de sólidos que se ve reflejado en aumento de la conductividad. Indica nuevamente que: "(…) *es necesario conocer mejor el contexto del sitio donde se toman los datos para entender la fuente y saber si está asociada a la operación minera.",* por tanto, pediríamos que ustedes indiquen y demuestren científicamente cómo entender el contexto y la fuente para NO asociarla a la actividad minera.

Asimismo, el gravísimo que el Ministerio reconozca y cite el argumento de Terrae respecto a la ausencia de línea base: "(…) *el documento reconoce que es posible que estos niveles se presenten en el agua natural de los tributarios, pero esto no fue analizado en la línea base.".* Es precisamente por esos vacíos técnicos dados por la permisividad de las autoridades ambientales que se hace complejo demostrar con una baja incertidumbre que los impactos en la calidad del agua se deben a la actividad extractiva, dejando la carga de la prueba en manos de organizaciones que no cumplen ese rol.

Pronunciamiento Mesa:

"(…) En relación con las aguas subterráneas, el documento no encuentra elementos que permitan analizar si existe una afectación procedente de las operaciones; solicita más estudios."

Respuesta Terrae:

Así como fue minúsculo el abordajed el Ministerio frente al daño a acuíferos y su consecuente impacto en la disponibilidad de agua en la cuenca, lo fue el abordaje frente a su calidad. Reiteramos la información entregada a la Corte que mencionaba que si bien

el comportamiento del pH y la conductividad registrado en los pozos podría ser típico de aguas subterráneas por el contenido de iones disueltos, el cual es mencionado por Cerrejón como aguas “no potables” en Cerrejón - Ingetec (2014) al indicar que el agua del acuífero Cerrejón por la alta concentración de iones mayores en solución, **no presenta información que soporte tal argumento**. Lo anterior no evidencia las características fisicoquímicas del agua subterránea debido a que: i) no realiza un monitoreo de forma continua y sistemática, ii) los contenidos de calcio, magnesio, potasio y otros iones mayores que son el argumento presentado por Cerrejón para ser “no potables” no se encuentran estudiados a profundidad en la red piezométrica presentada por la empresa y iii) se desconoce el comportamiento del agua subterránea a diferentes profundidades donde se identifiquen realmente esos gradientes en el contenido de iones mayores que imposibiliten el consumo de esta agua de poblaciones en la región.

En ese sentido, consideramos que tales vacíos no pueden ser el argumento para pensar que el daño no existe o no está soportado, por el contrario, es la prueba fehaciente de que el conocimiento de la cuenca está limitado y con ello, imposibilita determinar y cuantificar el daño. No obstante, su ausencia no puede ser el argumento para absolver a una actividad que *per se* es altamente contaminante y destructiva.

Pronunciamiento Mesa:

> *“(…) Como conclusión de la posible afectación a las aguas (superficiales y subterráneas), el documento de Fierro y Llorente (2016) reconoce que no cuenta con los suficientes elementos técnicos que permitan asociar la presencia de algunos metales y metaloides en cauces a la operación minera; plantea la necesidad de monitoreos sistemáticos y estudios adicionales para obtener resultados más concluyentes.*

Respuesta Terrae:

En general, el informe del Ministerio pese a que insiste en que los informes presentados por Terrae no son suficientes o no demuestran el daño causado por la minería, adolece información técnica que demuestre que la minería lícita no contamina. Finalmente, la carga de la prueba la tienen las autoridades ambientales y la labor de esta mesa técnica creada para la identificación de impactos por minería, parece seguir justificando y legitimando los precarios e insuficientes controles que ejerce la ANLA, no solo al Cerrejón, sino a todos los proyectos de gran minería en el país. Resulta bastante conveniente no monitorear metales pesados en la cuenca, y carecer de línea base pues se hace imposible llegar a una relación directa de causalidad entre la abundancia e identificación de metales asociados a la mineralización y los encontrados actualmente en las aguas de la zona de influencia de la mina.

Pediríamos al Ministerio que si bien no toma en cuenta la información que ha sido aportada por Terrae pues parece ser insuficiente, cuente a la ciudadanía a través de sus informes que tampoco esta entidad están en capacidad de demostrar que lo encontrado en las aguas del río Ranchería y sus tributarios, no solo en cuanto a variabilidad de pH y

conductividad, sino a metales en concentraciones que superan normas de consumo humano, no es producto de la actividad minera sino de “otras actividades económicas”. Pedimos usar la misma lógica que el Ministerio usa para desvirtuar el trabajo que al menos otras organizaciones independientes se han tomado el tiempo de hacer, tareas que claramente no fueron realizadas por la ANLA en su momento ni por el Ministerio para evidenciar “científicamente” el daño que existe actualmente.

Para ilustrar el tono de las críticas de los profesionales de la Mesa a la evaluación de impactos ambientales hechas por Terrae al Cerrejón y la CGR al proyecto de La Loma de Drummond, haremos transcripciones literales y glosaremos sobre ellas.

1.2.6 Pp 116

> *“Para quienes conocen las operaciones mineras a cielo abierto de carbón, es claro que existen 2 tipos de fuentes de agua para el uso en las operaciones: las procedentes de cauces naturales y, en menor medida, las aguas subterráneas usadas principalmente para actividades domésticas y de consumo y que pueden considerarse de “buena calidad”, y las procedentes de infiltración de acuíferos (principalmente de mantos de carbón, caracterizadas por ser de mala calidad) y de escorrentía por lluvias, las cuales son consideradas de “baja calidad” porque no son aptas para su uso directo.*
>
> *Respecto a las aguas de “buena calidad”, el usar en promedio el 30% de lo que ha sido concesionado legalmente por la Autoridad Ambiental no parece indicar que exista un conflicto por el uso del recurso en el área de la operación minera; la mera concesión indica ya una evaluación por parte de la Autoridad Ambiental de la posibilidad de proveer el recurso sin generar afectación con los otros concesionarios de otras actividades económicas. Si a esto se le suma que la concesión del río Ranchería, que es la principal fuente de aguas superficiales del proyecto, representa tan solo el 3.1% de todas las concesiones existentes en dicho afluente, no se encuentra razonable pensar que el proyecto minero sea el causante de un conflicto por uso del agua en esa región.”*

Para cualquier investigador en temas de aguas subterráneas es claro que es necesario conocer del ciclo y que las aguas que llaman los ingenieros de minas que realizaron el aparte como de “baja calidad” están en contacto en el subsuelo con las de los acuíferos cuaternarios. Esta relación se desconoce y se habla de los diferentes tipos de aguas como si fueran sistemas desconectados e independientes.

1.2.7 Pp 117

> *“También menciona como afectación la eliminación de zonas de recarga de acuíferos, el re direccionamiento de los flujos de aguas subterráneas y la posible contaminación de las aguas subterráneas, aunque de estos efectos no se ofrecen análisis técnicos soportados en medidas o modelos que puedan cuantificarlo, por lo que no es posible hacer un análisis sobre estos supuestos impactos.”*

Los investigadores de la mesa señalan deficiencias de las revisiones de estudios, pero no enfocan que la ausencia en la generación de modelos es de las empresas que pueden

causar gravísimas afectaciones. Negar que se están removiendo los acuíferos es completamente contraevidente y calificar como supuestos los impactos que estas actividades causan al sistema es desinformar y eludir la responsabilidad de la actividad minera. Mientras que en Terrae nos tomamos el trabajo de cuantificar con base en documentos oficiales y en información de la empresa Cerrejón este impacto, los ingenieros de minas de la mesa técnica, con poca idoneidad y competencia, simplemente señalan que la ausencia de modelos elimina la crítica, sin sustentar con trabajo de campo o de oficina sus reparos.

Es pertinente señalar que para cuantificar los volúmenes que han sido removidos de acuíferos cuaternarios, Terrae efectuó cálculos basados en el TIN (red de triangulación irregular) generado a partir de la topografía correspondiente al año 2015 entregada por Cerrejón a ANLA en el proceso de solicitud de modificación de PMAI para la ejecución del proyecto P40. Por otro lado, la información sobre la caracterización hidrogeológica (porosidad, conductividad hidráulica, permeabilidad) de las unidades roca y depósitos y sus respectivos espesores se tomó del Modelo hidrogeológico y sistema de información en la Cuenca del río Ranchería (2011)[7] y de los estudios hidrogeológicos realizados por Hidrogeocol, Ingetec S.A y HMV Ingenieros Ltda entre el 2000 y el 2013 para diferentes áreas de la zona minera del Cerrejón.

> *Respecto a la afectación de las aguas superficiales producto de la afectación a las aguas subterráneas, se menciona potenciales efectos, pero no se evalúa ninguna afectación presente, concentrándose en el análisis de futuras desviaciones, que por supuesto no son del alcance de la presente investigación que se concentra en los impactos ya ocasionados por las operaciones mineras.*

Llama la atención que anuncien que se centrarán en el análisis de impactos ambientales, cosa que no ocurre a lo largo del documento.

> • *Se menciona en los carbones de La Guajira la presencia de elementos como arsénico, mercurio, selenio, plomo, entre otros. Se menciona igualmente que las rocas encajantes tienen "trazas de especies químicas tóxicas", pero no se especifica a cuáles se hace referencia. Se hace referencia a condiciones encontradas en los proyectos mineros del Cesar intentando hacer una extrapolación de la situación a La Guajira, pero no se observan muestreos que permitan corroborar las hipótesis; al final se concluye se deben realizar estudios de geoquímica ambiental para corroborar los impactos supuestos. Más adelante se realizará el estudio de caso en la minería del Cesar, y allí se abordarán estos supuestos impactos.*

La ausencia de información respecto al contenido de especies químicas tóxicas en los botaderos es una situación muy grave que ilustra la desidia con la que empresas e instituciones reguladoras ambientales tratan los efectos de la minería. Los investigadores se abstienen de hacer una contextualización con las cuales se demuestran que las especies químicas tóxicas dentro del carbón han sido estudiados, tanto a nivel nacional (Morales & Carmona, 2007) e internacional (Epstein 2011, Palmer, 2010)

[7] Corporación Autónoma de La Guajira – Universidad de Antioquía. 2011. Modelo hidrogeológico y Sistema de Información en la cuenca del río Ranchería. Convenio 057 de 2010.

Por otra parte, es palmario el desconocimiento que muestran de las cuencas geológicas. Es posible hacer correlaciones entre los yacimientos de carbón del Cesar y La Guajira dado el hecho de que durante el Cretácico y Paleógeno, dada la configuración geológica, los ambientes de depositación fueron similares[8].

2.1.7.4.2. Estudio de Caso Minería a Cielo Abierto de Carbón en el Cesar

Otra de las áreas mineras donde se ha encontrado información de investigación referente a los impactos ambientales que se asocian a la actividad, ha sido en la zona carbonífera del Cesar; sobre estas operaciones, la CGR (2014) realizó una investigación técnica amplia que permite revisar la incidencia de este tipo de operaciones de gran Estudio minería sobre el recurso hídrico, para evaluar el nivel de afectación ocasionado y aportar al conocimiento sobre los impactos ambientales de las actividades mineras. A continuación, se revisará las conclusiones encontradas por CGR (2014) y los soportes técnicos aportados, para analizar y obtener una conclusión.

Se refieren los profesionales de la Mesa al documento denominado "Análisis intersectorial sobre la minería de carbón en el departamento del Cesar. Un enfoque desde la perspectiva del riesgo", donde el geólogo Julio Fierro Morales, en ese momento asesor de la Contraloría General de la República y en la actualidad miembro activo de la Corporación Terrae, compila aspectos geoambientales de la *ACTUACIÓN ESPECIAL A LA EXPLOTACIÓN MINERA DE CARBÓN EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR*. No se entiende cómo no se analiza también la fuente primaria de información, que a diferencia de la compilación, tiene el carácter de documento oficial, el cual se encuentra en firme.

La Actuación Especial es un documento de 448 páginas en los cuales se analizan 3 proyectos de megaminería de carbón a cielo abierto en el Departamento del Cesar y donde se generan decenas de hallazgos (47) de incumplimiento de compromisos ambientales establecidos por empresas como Drummond en los instrumentos ambientales que permitieron la explotación.

En la siguiente tabla se resumen los hallazgos y los impactos ambientales con deficiencias en su gestión o no gestionados, lo cual pone en entredicho no solamente la responsabilidad de las empresas sino también de las entidades de control minero y ambiental. No es solamente un problema de cambios, a veces severos, en el pH y la conductividad en las aguas por liberación de especies químicas de las rocas desechadas en superficie, es un impacto generalizado sobre todos los componentes del ecosistema y un casi total incumplimiento en la gestión ambiental de los proyectos:

Explotación La Divisa Cerro Largo	
Norcarbón	
Hallazgos CGR (2014a)	**Impactos deficientemente o no gestionados**
1. Ausencia / deficiencia manejo de aguas	
1.1 Ausencia / deficiencia monitoreo aguas superficiales y subterráneas	Impactos en calidad y cantidad de aguas superficiales y subterráneas
1.2. Inexistencia drenajes en botaderos	Impactos en calidad y cantidad de aguas superficiales y

[8] ANH. (2007). Prospectividad de la cuenca Cesar - Ranchería.

	subterráneas
1.3. No construcción laguna sedimentación Canime	Impactos en calidad y cantidad de aguas superficiales y subterráneas
1.4. Vertimiento no autorizado	Impactos en calidad y cantidad de aguas superficiales y subterráneas
2. No rehabilitación / rehabilitación deficiente de áreas degradadas	
2.1 No rehabilitación / rehabilitación deficiente de suelos	Afectación al paisaje, ocurrencia de erosión, inestabilidad de taludes, afectación al aire.
2.2. Deficiencia manejo de taludes	Afectación al paisaje, ocurrencia de erosión, inestabilidad de taludes, afectación al aire.
2.3 Manejo deficiente coluvión	Afectación al paisaje, ocurrencia de erosión, inestabilidad de taludes, afectación al aire.
2.4 No protección caños Canime y Santiago	Afectación al paisaje, ocurrencia de erosión, inestabilidad de taludes, afectación al aire.
3. Manejo deficiente de residuos	Contaminación de aguas superficiales, subterráneas y suelos. Accidentalidad de personas.
4. Manejo deficiente de hidrocarburos	Contaminación de aguas superficiales, subterráneas y suelos. Accidentalidad de personas.
4.1 Manejo deficiente residuos peligrosos	Contaminación de aguas superficiales, subterráneas y suelos. Accidentalidad de personas.
4.2. Manejo deficiente sustancias especiales	Contaminación de aguas superficiales, subterráneas y suelos. Accidentalidad de personas.
4.3. Manejo deficiente grasas y aceites	Contaminación de aguas superficiales, subterráneas y suelos. Accidentalidad de personas.
4.4. Manejo deficiente lavadero	

Explotación Operación conjunta La Jagua	
Consorcio minero unido CMU	
Hallazgos CGR (2014a)	**Impactos deficientemente o no gestionados**
1. Ausencia / deficiencia manejo de aguas superficiales	
1.1. Sistema drenaje botaderos	Impactos en calidad y cantidad de aguas superficiales y subterráneas
1.2. Sistemas de tratamiento aguas	Impactos en calidad y cantidad de aguas superficiales y subterráneas
2. Ausencia / deficiencia manejo de aguas subterráneas	
2.1. Establecimiento red piezométrica	Impactos en calidad y cantidad de aguas superficiales y subterráneas
2.2. Red piezométrica	Impactos en calidad y cantidad de aguas superficiales y subterráneas
2.3. Control aguas bombeadas tajo	Impactos en calidad y cantidad de aguas superficiales y subterráneas
2.4. Calidad aguas consumo humano	Impactos en calidad y cantidad de aguas superficiales y subterráneas
2.5. Manejo aguas aluvión	Impactos en calidad y cantidad de aguas superficiales y subterráneas
3. No concesión o intervención dañina de manantiales	Impactos en el ciclo del agua, impactos en la calidad y cantidad de aguas.
4. Ocupación y canalización cauces	Afectación calidad del agua. Afectación a hidrobiota.
4.1. Ocupación caño Ojinegro	
4.2. Mantenimiento canal Canime	
5. No rehabilitación / rehabilitación deficiente de áreas degradadas	Afectación al paisaje, ocurrencia de erosión, inestabilidad de taludes, afectación al aire.
Almacenamiento suelo removido	
Rehabilitación botaderos inactivos	

Explotación La Loma - Pribbenow	
Drummond	
Hallazgos CGR (2014a)	**Impactos deficientemente o no gestionados**
1. Incumplimiento red piezométrica	**Imposibilidad monitoreo cantidad y calidad agua.**
2. Niveles freáticos	Abatimiento de niveles de aguas subterráneas. Cambios hidrogeoquímicos en aguas subterráneas. Afectación regional del ciclo del agua.
3. Dilución agua de minería	Contaminación de aguas superficiales. riesgos a la calidad ambiental de las aguas y restricciones de uso a futuro
4. Calidad agua subterráneas	Desconocimiento del impacto de la actividad minera en aguas subterrñaneas.
5. Desviación no autorizada caño Noliza	Pérdida de agua, deterioro del ecosistema acuático, ruptura en la composición y estructura de comunidades existentes en la zona hiporreica.
6. Plan de cierre	Incertidumbre en escenarios de riesgo y amenaza ante movimientos en masa, sismicidad o eventos hidroclimáticos, contaminación y /o degradación de los escombros de mina entre otros
6.1. Estabilidad de taludes	No se garantiza la seguridad de taludes a largo plazo. No se tienen criterios objetivos que permitan a las autoridades evaluar un cierre de actividades mineras que no genere riesgos ni configure pasivos ambientales
6.2. Amenaza alta taludes no retrollenados	Riesgo a la plantilla de trabajadores, y al territorio en el futuro. Potenciales generadores de amenaza y riesgo en el corto, mediano y largo plazo
6.3. Comportamiento hidrogeológico	Afectación del ciclo total de las aguas en su cantidad y calidad.
6.4. Carga geoquímica y orgánica tajos y botaderos	Afectación de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas a escala local y regional. Esta mina puede estar causando incremento de la salinidad en suelos a escala local y favoreciendo la acumulación de químicos potencialmente dañinos en los humedales
6.5. Análisis uso futuro	eventual toxicidad en suelos por liberación de especies químicas relacionadas con desechos de carbón y roca puede inutilizar para usos agrícolas o pecuarios la totalidad de zonas de botadero
7. Tratamiento de aguas	El uso de floculantes no se considera un tratamiento adecuado. Transfiere algunos de los contaminantes del agua a los sedimentos, los cuales a largo plazo serán transportados corriente abajo, acumulándose en lagos, campos, reservorios, humedales, etc., donde pueden ser consumidos por peces, organismos bentónicos, etc., y acumulados de forma general en el ecosistema
8. Restauración vegetal de botaderos	Generación de procesos erosivos, incremento en la concentración de material particulado y ruido, remoción de cobertura vegetal, dispersión, migración o muerte de fauna, transformación del paisaje y pérdida del hábitat para la fauna
9. Disposición suelo orgánico en acopios	Pérdida de nutrientes. Contaminación de aguas superficiales.
10. Ahuyentamiento fauna silvestre	Afectación de fauna.
11. Biorremediación suelos contaminados con hidrocarburos	Contaminación de suelos, aguas superficiales y subterráneas.
11. Disposición residuos sólidos	Contaminación de suelos, aguas superficiales y subterráneas.
12. Disposición residuos sólidos	Contaminación de suelos, aguas superficiales y

industriales	subterráneas.
13. Manejo hidrocarburos talleres	Contaminación de suelos, aguas superficiales y subterráneas.
14. Duración actividades ambientales	No gestión de impactos ambientales que puede configurar pasivos y daños ambientales
15. Áreas fuente contaminación	Afectación del aire y de la salud de los pobladores.
1. Incumplimiento red piezométrica	**Imposibilidad monitoreo cantidad y calidad agua.**

No se transcriben aquí los hallazgos que la CGR definió en cuanto a la actuación de la ANLA y la ANM, pero es evidente con este resumen que si bien existe poca información, hay suficiente para análisis serios de impacto ambiental en Colombia basados en datos oficiales.

Si los profesionales de la Mesa que evaluaron los impactos ambientales y en la salud hubiesen recurrido a la información de expedientes de las empresas mineras (o algunas de ellas) y a la información oficial de documentos públicos de la Contraloría General de la República, la Procuraduría General de la Nación, la Defensoría del Pueblo y el Centro de Memoria histórica probablemente tendríamos un panorama más ajustado del preocupante escenario de la minería, legal e ilegal, en Colombia.

1.2.8 Pp. 284

Pronunciamiento Mesa:

> *"En relación con el arsénico y su asociación con efectos en la salud, hay que señalar que una revisión amplia en Colombia (Alonso, Latorre, Castillo, & Brandao, 2014) revela que muchos valores encontrados como por ejemplo en Tolima, Caldas, Santander y Chocó están asociados a condiciones naturales y no a actividad minera"*

Respuesta Terrae:

Revisando el artículo citado (Alonso, Latorre, Castillo, & Brandao, 2014) se observa que lo mencionado es exactamente lo contrario, dice:

> "*The arsenic contents of soils reported by the SGC are within natural soil As levels. Of the country's 32 departments, high levels of As (>40 mg/kg) in soils and sediments have been reported in only four (Caldas, Chocó, Santander and Tolima). These concentrations can be attributed to the release of As by mining activities in those areas"*

No solamente desinforma al utilizar datos de manera parcial, si no que argumenta en contra de la intención de lo escrito por el autor.

De igual manera, ciertos interrogantes que los profesionales de la Mesa plantean en cuanto a los estudios de Terrae y a la compilación de Fierro Morales (2014) de la Actuación Especial de la CGR a la minería de carbón en el Cesar, habrían podido ser respondidos, tal como se verá en los apartes subsiguientes.

1.2.9 Interrogantes de profesionales de la Mesa respecto al documento de Fierro Morales (2014) en su compilación de la actuación de la CGR a la minería en el Cesar.

"2.1.7.4.2.1 Análisis de pH, Conductividad y otros parámetros en aguas superficiales y subterráneas.

En relación con la posibilidad de afectación a las aguas en los parámetros mencionados, el documento de la CGR (2014) presenta los siguientes resultados:

- *El documento menciona que existen anomalías en los datos de manantiales, principalmente mayores valores de conductividad en las aguas de exfiltraciones de botaderos y aguas de piezómetros dentro o adyacentes a los tajos de extracción. Para el caso de las aguas superficiales, los valores más altos de conductividad se observan en los fondos de los tajos y en algunos cursos de agua que discurren sobre los botaderos; se dice que los cauces presentan rangos entre 0-300 µS/cm mientras que valores mayores a 1000 µS /cm se encuentran en las áreas adyacentes a las áreas afectadas por minería, y valores mayores a 3000 µS/cm en el fondo de los tajos.*

(…)"

Se aclara que no "se dice" acerca de los rangos de conductividad, sino que se midieron decenas de datos (137) y se tomaron decenas de muestras (67). Los datos remitidos por empresas como Drummond generaron dudas por contener datos absolutamente imposibles como valores de pH de 21,1 (ICA del 2009 se observa un dato anómalo correspondiente a un pH de 21,1 en el punto E17A)

Respecto al análisis que se hace en el documento, y revisando la evaluación de anomalías tanto de pH como de conductividad, de acuerdo a las figuras presentadas, se encuentran que prácticamente todas estas se ubican dentro del proyecto minero, mientras que no se aprecian anomalías significativas en el área de influencia externa. Vale la pena recordar también que, entendiendo que estos proyectos están obligados a implementar medidas de prevención y mitigación de los impactos, no es claro en el documento de la CGR si las mediciones que se presentan de pH y Conductividad catalogadas como anómalas, y de las cuales se derivan muchas conclusiones, se realizaron antes o después de haber aplicado los tratamientos y controles ambientales que este tipo de proyectos tiene obligado dentro de sus Planes de Manejo Ambiental antes de realizar los vertimientos.

Llama la atención, además, el tipo de análisis geoestadístico empleado por la CGR en dichos mapas (modelación IDW), ya que el mismo no puede emplearse en aguas superficiales donde no hay continuidad en la superficie modelada; las variables medidas están en puntos discretos de ríos, manantiales o canales internos del proyecto minero, y por tanto no se pueden interpolar datos ni mucho menos tener conclusiones de la variabilidad local del pH o la Conductividad a partir de dicha interpolación.

El mismo error parece presentarse al querer interpolar los valores de conductividad y pH en las aguas subterráneas, ya que en la zona existen varias unidades acuíferas cuyas características físico- químicas difieren unas de otras y por tanto no existe una continuidad que permita utilizar análisis con modelación IDW; esta

variabilidad se evidencia en los muestreos realizados en donde puede observarse sitios contiguos con cambios drásticos en las mediciones de pH y Conductividad, lo cual no tiene una explicación para una misma unidad acuífera.

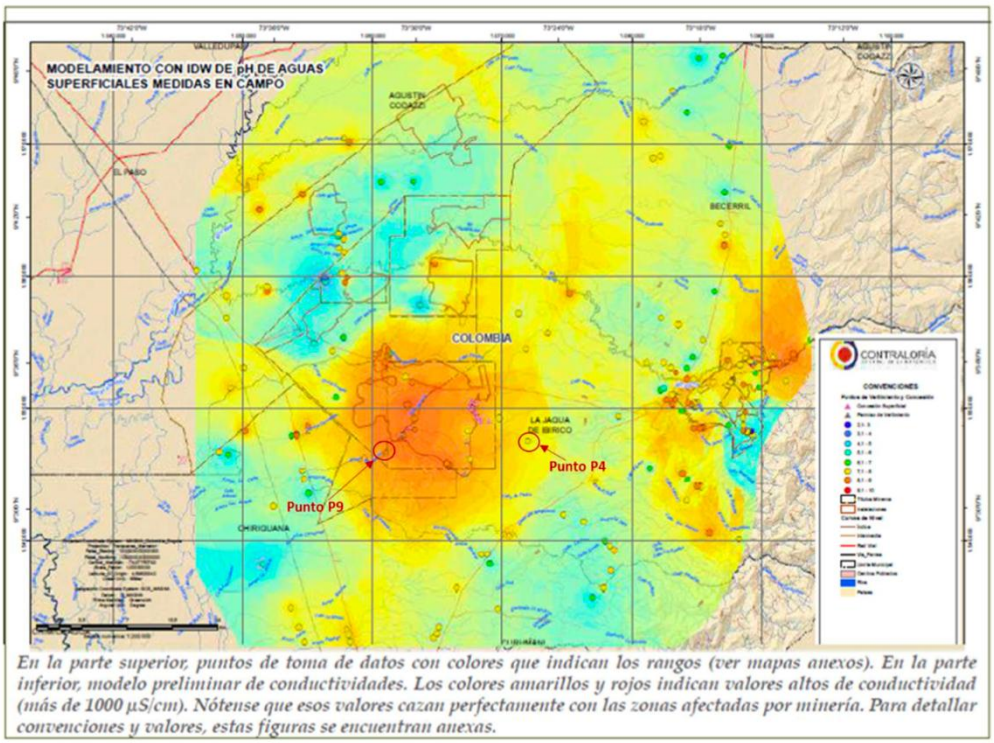


Figura 21. Modelamiento de pH de aguas superficiales. Obsérvese que los puntos P4 y P9 presentan colores distintos si bien el cambio de pH es de 0.1, generando aparentemente un efecto significativo sobre el pH del cauce, cuando no lo es. Así mismo, se puede observar la generación de una modelación IDW, que, si bien técnicamente no es correcto utilizarla, hace ver la zona minera como fuente de una anomalía regional, distorsionando un adecuado análisis de los impactos. Fuente Tomado de la Figura 3 del documento CGR (2014), pg 52.

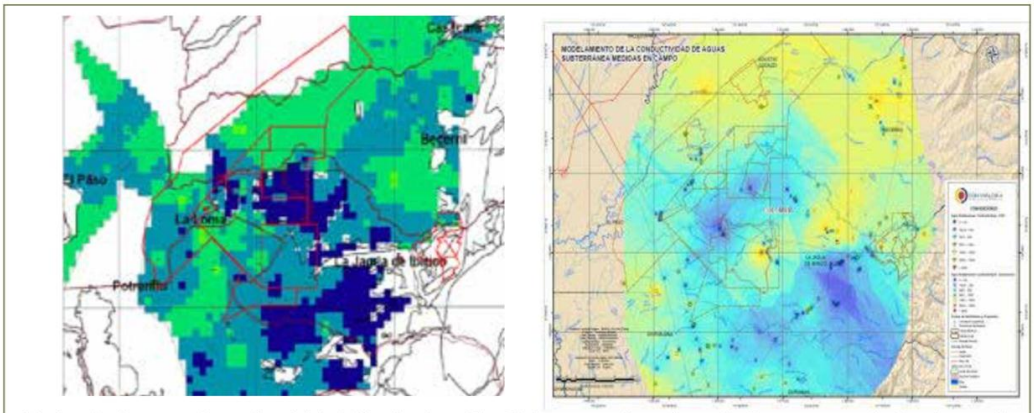
Revisando en detalle el análisis del pH, se observa que, al graficar con colores (que representan rangos de pH) los puntos de muestreo, se hace un ejercicio que distorsiona la evaluación de la supuesta afectación del proyecto minero; revisando datos se encuentra, como ejemplo, lo que sucede en el área del proyecto La Loma con el pH aguas arriba del arroyo San Antonio (7.9) denominado punto P4, y aguas abajo del mismo cauce luego de pasar el proyecto minero (8.0) denominado punto P9, lo cual, si bien es prácticamente el mismo valor, en el análisis espacial se muestran con colores distintos como si representara un cambio significativo del valor de pH.

Respecto a estas observaciones, cabe anotar:

1. La interpretación de los profesionales de la mesa es errada, puesto que existen datos que demuestran anomalías en los valores de campo de calidad de aguas fuera de las zonas mineras, aunque los datos de mayor cambio respecto a línea base se relaciona con tajos y botaderos.

2. Los análisis de cambios en la distribución espacial de valores es usada de manera extensa en la literatura científica. Se reitera (así como lo referenció la CGR dentro de la actuación especial), este tipo de representaciones espaciales se emplean en este informe como un medio indicativo de parámetros que si bien se circunscriben al río, arroyo o corriente estudiada, se basan en análisis simples de vecindad geográfica y relaciones determinadas por la distancia entre puntos muestreados. Jamás se dio un argumento concluyente de las características de los cuerpos de agua basado en este ejercicio de interpolación, pues se entiende que hay múltiples parámetros de la dinámica fluvial que intervienen. Además, es importante destacar que existen múltiples investigaciones que pese a mencionar que sigue siendo motivo de controversia ese topo de análisis para variables continuas, es empleado como ejercicio netamente geoestadístico. De hecho, los estudios de calidad de aguas de la autoridad ambiental tienen un abordaje similar, como se muestra en las siguientes figuras, tomadas del documento de Fierro Morales (2014).

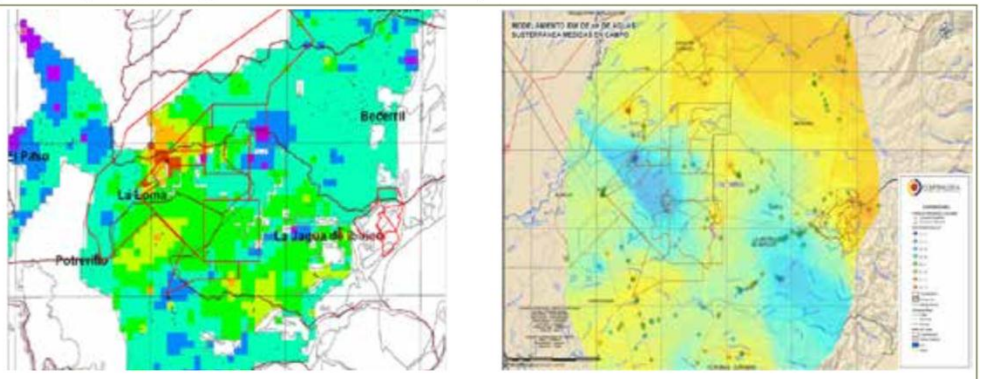
Figura 5. *Mapas de conductividad eléctrica de Corpocesar y de la CGR.*



A la izquierda, mapa de conductividad eléctrica (en µS/cm2) de aguas subterráneas de Corpocesar y a la derecha, modelo generado con los datos de la CGR. Para Corpocesar, en la zona minera de La Loma los valores principalmente están entre 250 -750, con zonas al este y al sur de 0 -250. Para la CGR la zona de la Loma presenta rangos de 1000 a 3000. En la zona de la Jagua se observaron valores entre 1000 y 3000 marcado por colores amarillos, hacia el norte se observan valores entre 500 y 1000 marcado por zonas azules pálidos y hacia el SW se observan valores entre 0 – 300 marcado por la zonas azules oscuras (Los mapas generados por la CGR se anexan).

Minería en Colombia 53

Figura 6. *Mapas de pH de aguas subterráneas de Corpocesar y de la CGR.*



A la izquierda, mapa de pH de aguas subterráneas Corpocesar y a la derecha, modelo generado con los datos de la Contraloría General de la República. Según Corpocesar se observa que en la zona minera de la Loma presenta pH entre 6 y 6,5, hacia el norte de esta mina a cielo abierto se encuentran valores entre 7 y 8. No se dan datos en la zona minera de la Jagua de Ibirico. Según el mapa de pH de la CGR, en la zona minera de la Loma se tienen valores de 6,1 a 8 hacia el oriente y hacia el NW de 4,1 a 6. En inmediaciones de la zona delimitada por el título minero, hacia el oriente de la Jagua se reporta un dato de pH mayor de 8; dentro del Título y la zona cercana al NW, se reportan datos entre 6,1 y 8. (Los mapas generados por la CGR se anexan).

3. Pueden tener razón los profesionales de la Mesa cuando hacen crítica sobre el uso de mapas de distribución espacial en aguas subterráneas mediante la espacialización de datos que pueden caracterizar datos provenientes de aguas de diferentes acuíferos. No obstante, por un lado el planteamiento del documento de la CGR (2014) en mención por parte de los de la Mesa es hipotético y condicional:

> *"los mapas de conductividad de aguas subterráneas y superficiales (…) indican una eventual contaminación de aguas relacionadas con la minería (…) En el caso de las aguas subterráneas, una posible contaminación o deterioro se constituye en pasivo y daño ambiental"*

Por otro lado, la mayor parte de pozos de agua tienen datos de acuíferos cuaternarios. Evidentemente se proponen hipótesis con base en cientos de datos de campo de parámetros de agua y la carga de la prueba para sustentar que no se ha generado la eventual contaminación es de las empresas mineras.

> *Mirando en contexto los 22 valores de pH tomados para el análisis de la supuesta afectación del proyecto minero La Loma a las aguas superficiales, se encuentra que 12 de ellos están entre 7.6 y 8.4 (siendo 8.0 el límite entre color amarillo y naranja) que, sin ser una variación significativa del pH, generan un contraste de coloración naranja resaltada en el proyecto minero que lo muestra como si fuera el factor generador de una supuesta anomalía significativa, cuando en realidad no lo es. Basta recordar que los límites permisibles por la normatividad colombiana31 para la calidad de las aguas para la destinación del recurso de preservación de flora y fauna es de entre 6.5 y 9.0, rango dentro del cual se encuentran todas las mediciones realizadas por la CGR en la zona del proyecto minero, con el 95 % de dichas mediciones con valores entre 7.4 y 8.7.*

Ante el desconocimiento que muestran quienes escribieron este aparte sobre el hecho de que el pH es una expresión logarítmica y que no es poca cosa subir una unidad puesto que ello significa realmente una variación de 10 veces, situación que puede ser crítica para muchas de las especies que habitan los mares, humedales, ríos y cursos de agua superficial, no queda sino reiterar lo expresado por la CGR (2014) en su actuación especial:

> *Por otra parte, la ANLA basa sus descargos únicamente en los datos aportados por la empresa sin hacer ninguna alusión a los datos remitidos por la CGR. De igual manera, se usan expresiones como los datos remitidos por la empresa "exhiben pH cercanos a la neutralidad, superando con una unidad dentro de la escala de potencial de hidrogeniones (pH 7)". Es necesario recordar a la ANLA que la escala de pH es logarítmica, es decir que variaciones en "una unidad" corresponden a una acidificación o alcalinización de 10 veces y cuando las variaciones son de dos unidades, corresponden a una acidificación o alcalinización de 100 veces, y así sucesivamente. De igual manera, se remiten e esta Contraloría datos de pH que varían entre 8 y 8,3. Para este tipo de valores, especies químicas tóxicas como el arsénico o cromo tienen mucha mayor probabilidad de ser liberadas al ambiente en aguas superficiales y también en subterráneas para el caso del arsénico, puesto que dicho elemento se solubiliza en estos valores de alcalinidad sin importar el potencial de oxígeno, es decir independiente de si el ambiente es anóxico u oxidante. (CGR, 2014)*

Continuando con la transcripción del documento de la Mesa, transcriben resultados de manera parcial, pero no hallaron en el documento los valores medidos que demuestran el gran desequilibrio, en más de un orden de magnitud, que se midieron en las zonas de minería, tanto en tajos como en botaderos:

> *Respecto a la conductividad de las aguas superficiales, si bien se observan aumentos en los valores de aguas abajo respecto de aguas arriba, no existe normatividad (sic) que permita categorizarla como fuera o no de rangos permisibles. En el caso del arroyo San Antonio, para el proyecto La Loma, la conductividad aguas arriba está en 179.9 µS/cm, y aguas abajo registra 472 µS/cm cuyo incremento es un poco mayor del doble, sin embargo, no es posible realizar mayores conclusiones, puesto que las mediciones no se realizaron a la misma masa de agua. En el caso de las aguas subterráneas, se observan conductividades en pozos de agua ubicados aguas arriba del proyecto minero La Loma (que se entiende sin influencia del proyecto minero) con conductividades de 329 µS/cm (punto P26) y 512 µS/cm (punto P34), demostrando que los valores medidos en el arroyo San Antonio no podrían clasificarse como fuera de un rango normal para la zona.*
>
> *La CGR expresa que los valores altos de conductividad se relacionan con altos contenidos de sales disueltas, muchas de ellas tóxicas. Se menciona específicamente el Aluminio, el Calcio, el Potasio, y en menor medida el Zinc; también se menciona el Magnesio y el Cobre.*

Tanto en el documento de Fierro Morales (2014) como en el informe de la CGR (2014) muestran las mediciones de aguas con valores anómalos en aguas de fondo de tajo y de exfiltraciones de botaderos en la mina La Loma de Drummond:

Para las aguas superficiales, los valores más altos de conductividad se observan en los fondos de los tajos y en algunos cursos de agua que discurren sobre los botaderos. Más del 80% de los va- lores de conductividad de aguas superficiales medidas sobre arroyos, ríos y caños se encuentran en el rango de 0 a 300 µS/cm, mientras que los valores mayores de 1000 µS/cm se encuentran, sin excepción, dentro o adyacente a las áreas afectadas por minería, sea por extracción o por disposición de material de botaderos. Los valores mayores a 3000 µS/cm se encuentran en el fondo de los tajos o en botaderos, así que se tienen evidencias de deterioro de la calidad de las aguas superficiales cuando se analizan los resultados en un contexto regional (Fierro, 2014)

En el mismo sentido, la propia Contraloría General de la República, en su Informe sobre la minería del Cesar (CGR, 2014) expone:

En cuanto a los análisis de la Contraloría General de la República, con base en la recolección de datos propios y de la revisión de información contenida en estudios oficiales como la propia Evaluación Ambiental Estratégica[9] *y el PMA y los ICA de Drummond permiten concluir aspectos como los que se consignan a continuación.*

Los aumentos en la carga iónica se esperan a lo largo del flujo del agua subterránea, sin embargo, se observa la superposición de los efectos de la actividad minera, como aumento de la conductividad, concentración de nitratos y sulfatos, etc. En aproximadamente 20 años de desarrollo de minería se han generado cargas contaminantes a la red de drenaje, los cuales muchas veces no son detectados en los análisis de calidad de agua, o no existe norma para medirlos, pero que degradan la calidad del agua aumentando la toxicidad de la misma al actuar en forma conjunta, sin que individualmente sobrepasen los límites permitidos.

En la mayoría de los sitios de monitoreo, las concentraciones de tan sólo unos cuantos componentes químicos sobrepasaron las normas legales. Sin embargo, la degradación de la calidad de agua documentada en esta auditoría puede generar toxicidad a organismos biológicos, porque resulta de la suma de todos los componentes químicos que se añaden al agua, y no sencillamente de los pocos que han sido regulados formalmente (véase US EPA 2004).

Es muy interesante que uno de los profesionales de la Mesa, coautor del numeral 2.1.7 sobre Servicios ecosistémicos, y que se refiere al tema de la minería de Drummond en el Cesar, sin expresar sus conflictos de interés, ilustra sobre la manera en que se deben hacer análisis para evaluar la liberación de especies químicas al ambiente, mencionando técnicas y protocolos que uno esperaría que se hayan hecho en el proyecto de La Loma:

2.1.7.4.2.2 Análisis del potencial impacto de lixiviación de metales y metaloides en depósitos de estériles para el caso del proyecto minero La Loma.

(…)

[9] Geoamérica – UPME (2007). Programa de aprovechamiento sostenible de carbón –PASC- en la zona central del Cesar aplicando Evaluación Ambiental Estratégica -EAE-

Es indudable que existe una preocupación por la potencial liberación de especies químicas que la CGR denomina tóxicas, procedente de los depósitos de estériles, y que estarían representadas en metales y metaloides, sin embargo, es necesario un mayor conocimiento de los procesos geoquímicos que potencialmente generarían dicha liberación para realizar análisis más acertados.

Dicho conocimiento lo aportan por ejemplo, los ensayos mineralógicos, ensayos de extracción, especiación química, cinéticos o estáticos, con los cuales se podría establecer si efectivamente los materiales en los cuales se encuentran presentes estas especies químicas tóxicas, son fuentes de degradación de la calidad de las aguas, ya que la sola presencia, incluso en niveles inusuales, no son indicativas de un impacto, puesto que existen reglas termodinámicas y cinéticas que determinan su potencial movilidad.

La forma en que debería abordarse una investigación para obtener un conocimiento más amplio de los fenómenos que propician la lixiviación de metales y metaloides, se describe a continuación.

2.1.7.4.2.3 Enfoque metodológico del análisis de lixiviación de metales y metaloides procedentes de depósitos de estériles.

Desde el punto de vista técnico y en el caso de una explotación de carbón, para atender la inquietud planteada por la CGR, se requiere una caracterización geoquímica y mineralógica de los principales componentes del yacimiento y la caracterización complementaria de los sedimentos de las piscinas de sedimentación y los cuerpos de agua receptores de los vertimientos de estas. El muestreo debe ser riguroso y sistemático para la matriz roca y para la matriz sedimentos, de manera que se abarque todo el proceso de transporte, desde el botadero hasta los cuerpos receptores.

La caracterización de la matriz roca debería contemplar los botaderos de estériles, la zona de retrollenado, las paredes del tajo y zonas consideradas como blanco. Para la caracterización analítica de las muestras de roca y predecir la probabilidad de formación de Drenajes Ácidos de Roca (DAR), se deben ejecutar ensayos químicos y mineralógicos como por ejemplo ICP-MS, fluorescencia (FRX) y difracción de rayos X (DRX), complementados inicialmente por ensayos estáticos (ensayos ABA y NAG), y de ser necesario por ensayos más complejos como los cinéticos o de extracción química.

Dentro de los minerales de sulfuro que pudieran generar acidez, se debería identificar la presencia de la pirita, comúnmente presente en los depósitos de carbón. Las concentraciones podrían ser relativamente bajas, pero depende de la capacidad de neutralización disponible para evaluar la generación de drenaje ácido y así determinar el potencial de acidez y el potencial de neutralización.

La caracterización de las muestras de sedimentos se debe hacer a partir de la obtención de las muestras de los cuerpos receptores y de las piscinas de sedimentación presentes en el proyecto objeto de estudio. Para la caracterización analítica de las muestras de sedimentos se debe abarcar tanto la caracterización básica, como la química; los análisis de la caracterización básica deben ser

fundamentalmente: pH, granulometría por tamizado e hidrometría, contenido de humedad, densidad real y porosidad total.

Los análisis de la caracterización química en la fase sólida deben ser al menos los siguientes: carbón orgánico total, demanda béntica, sulfuros ácidos volátiles, capacidad de intercambio, catiónico, cromo hexavalente, aceites y grasas, fenoles totales, hidrocarburos totales, metales totales (As, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn), hierro y manganeso particulado y silicio total.

Por otra parte, los análisis realizados en la fase acuosa deberían ser al menos potencial de oxidación-reducción, carbono orgánico disuelto, nitrógeno amoniacal y sulfuros.

Analizando en los sedimentos conjuntamente los valores de capacidad de intercambio catiónico, los valores de los sulfuros ácidos volátiles, el potencial redox y el pH, se puede determinar la especie más estable en la que se presentan los metales y determinar la posible liberación de estos metales de los sedimentos al agua.

Un análisis comparativo de las concentraciones de los metales en los cauces aguas arriba y aguas abajo de los proyectos mineros, permite calcular los índices de geo acumulación y con esto determinar el grado de contaminación de los sedimentos por la actividad minera.

No obstante, el trabajo de revisión del expediente ambiental que se hizo en el marco del trabajo de la CGR en su informe de auditoría sobre el proyecto de La Loma de Drummond, demuestra una total ausencia de caracterizaciones de geoquímica ambiental:

La CGR considera que Drummond Ltd. no está monitoreando ni reportando adecuadamente los impactos y efectos que la actividad minera están generando sobre el agua subterránea y su disponibilidad a otros usuarios, y por otro lado, la autoridad ambiental no está solicitando y revisando la información necesaria para evaluar la magnitud del impacto ni la efectividad de las medidas compensatorias propuestas, teniendo en cuenta la importancia del agua en una zona con alta tendencia a la desertización, lo cual implica que en escenarios de competencia por el uso del agua se genera un riesgo sobre la disponibilidad del agua subterránea a largo plazo para la región, que puede conllevar la afectación para otro tipo de usuarios que incluyen el consumo doméstico, la agricultura, la ganadería y el uso ecológico.

(…)

Los análisis de las muestras de rocas, sedimentos y agua colectadas por la CGR durante noviembre de 2013, demuestran claramente que la mina La Loma-Pribbenow de Drummond (botaderos, y drenajes del tajo, vías e instalaciones, etc.) es una de las fuentes de sedimentos suspendidos y constituyentes químicos que están degradando la calidad de las aguas superficiales y subterráneas a escala local y regional. Es probable que esta mina esté causando también el incremento de la salinidad en suelos a escala local y puede estar favoreciendo la acumulación de constituyentes químicos potencialmente dañinos en los humedales regionales

como la Ciénaga de Zapatosa. Sin embargo, como ni las empresas mineras ni las autoridades ambientales han colectado una línea base adecuada (calidad de agua, cantidad, niveles de agua, etc.), no es posible precisar y cuantificar los impactos generados por la minería.

Adicional a lo anterior, es evidente el desconocimiento y el contrasentido que plantean los profesionales en la Mesa para insistir en una supuesta minería inócua para el ambiente cuando se reconoce la tendencia a la alcalinización de las aguas pero hacen análisis de drenajes ácidos y con ello concluyen que no existe liberación de especies químicas tóxicas.

(…)

2.1.7.4.2.4 Estudio de Caracterización Geoquímica y de Sedimentos de la mina La Loma.

Relacionado directamente con este tema, se encontró un estudio radicado en el expediente LAM 0027 de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales denominado "Estudio de Caracterización Geoquímica y de Sedimentos de la mina La Loma" realizado por la firma Klohn Crippen Berger de agosto de 2017, cuyo alcance es el de "realizar una caracterización geoquímica de drenaje ácido de roca (DAR) de los principales componentes de la mina La Loma y caracterizar los sedimentos de las piscinas de sedimentación y de los cuerpos de agua receptores, donde se descargan los vertimientos de dichas piscinas.".

Las conclusiones del estudio establecen lo siguiente:

- *De acuerdo con los resultados obtenidos, es poco probable la generación de aguas ácidas y movilización de elementos potencialmente contaminantes, principalmente porque no se encontraron concentraciones importantes de azufre total, sulfuros y de minerales potencialmente generadores de ambientes ácidos, como pirita; además hay presencia de materiales que generan ambientes neutralizantes y baja presencia de metales de interés ambiental.*

- *La caracterización geoquímica de la roca presentada en este estudio y su similitud con las de otros proyectos donde no se aprecian drenajes ácidos o lixiviación de metales demuestran la poca probabilidad de que se presenten dichos fenómenos.*

Lo anterior significa que la presunción que presenta el documento de la CGR (2014) respecto a una potencial lixiviación de metales y metaloides procedentes de los depósitos de estériles, es descartada por el estudio consultado. Esto no significa que todas las operaciones mineras respondan a esta misma dinámica, por lo que se debería evaluar cada caso particular para identificar si el riesgo potencial existe o no.

Los profesionales de la mesa técnica no revisaron los impactos que sobre los acuíferos y las aguas subterráneas detectó la CGR en su informe de 2014 y que podrían darles más pistas sobre los fuertes e irreversibles impactos de la mega-minería de carbón a cielo abierto.

En lo referente a los valores de conductividad, la calificación que se hace de datos anómalos en este documento, se basa en los datos del estudio "Preliminary evaluation of the groundwater regime of the La Loma coal licences Cesar Department, Colombia, S.A." elaborado por el consultor en hidrogeología Phillip Brown en 1983, en el que los valores de conductividad de aguas subterráneas variaban entre 61 y 285 µS/cm en el aluvión, 160 a 370 µS/cm en los mantos de carbón y 590 a 950 µS/cm en las rocas encajonantes (interburden). Estos datos pueden considerarse parte de la línea base geoquímica en la zona de La Loma, puesto que parten de los pozos de exploración hidrogeológica previa a la extracción minera.

(…)

Teniendo en cuenta que en la Tabla 3.4., Brown (1983) reportó una línea base de baja conductividad para 11 piezómetros variando entre 79 and 590 µS / cm con una excepción de 950 µS/cm (que aclara el documento que estaba contaminada por la cementación del pozo), y que aunque no existen datos reportados en los ICA u obtenidos por la CGR de piezómetros localizados exactamente en los mismos puntos reportados por Brown, 1983 (porque dichos piezómetros no existen actualmente), la CGR puede afirmar a partir de las mediciones en campo, que la conductividad del agua subterránea en el área del tajo se ha incrementado por lo menos 10 veces en el periodo comprendido entre 1983 y 2013. Esto significa que las aguas subterráneas ahora presentan una concentración de alrededor de 10 veces mayor de constituyentes químicos disueltos, lo que ha tenido lugar desde que la operación minera a gran escala comenzó (la conductividad es una medida del total de componentes químicos disueltos, no simplemente los que se miden en el laboratorio).

(…)

(…)

En general, grandes concentraciones de constituyentes químicos solubles son liberados desde materiales de grano fino al drenaje local, en comparación a los que serían liberados de la roca original sin ningún tipo de intervención (extracción, fragmentación), esto sin importar el pH de las aguas en contacto con el material. Las concentraciones de muchos constituyentes químicos (metales, metaloides, no metales, etc.) incrementa altamente en contacto con aguas ácidas, es decir de bajo pH. De manera similar, las concentraciones de algunos constituyentes químicos, especialmente de aquellos que forman aniones (carga negativa) en aguas "normales" (aluminio, arsénico, antimonio, selenio, manganeso, molibdeno, vanadio, uranio, cromo, níquel, etc.), incrementarán si el pH se eleva sobre 8,5. Incluso cuando las aguas en contacto con los materiales geológicos tienen un pH casi neutro, las concentraciones de constituyentes solubles se incrementarán

cuando se encuentran en contacto con partículas de roca de menor tamaño, es decir que han sido fragmentadas. [10]

2. IMPACTOS AMBIENTALES NO CONTEMPLADOS

A continuación se plantean algunos de los impactos que no fueron abordados de manera contundente en el documento de la Mesa. Cabe aclarar que debido al tiempo limitado para realizar las observaciones, se abordaron tan solo dos temas de gran importancia ambiental y que han sido ampliamente estudiados: aguas subterráneas y aire.

En esta sección, con base en la revisión de artículos académicos publicados en revistas indexadas, se expondrán de manera resumida algunas investigaciones y estudios científicos en los cuales se evidencian claramente los impactos ambientales que genera la actividad minera alrededor del mundo en la cantidad y calidad de aguas subterráneas y calidad del aire.

2.1 Información de referencia sobre impactos en aguas subterráneas

Para el componente de aguas subterráneas, a continuación se expondrán casos de afectación a la calidad y cantidad del agua subterránea por el desarrollo de actividades mineras.

- *Destruction processes of mining on water environment in the mining area combining isotopic and hydrochemical tracer*[11]

  En este estudio, como su nombre lo indica, se emplearon trazadores isotópicos e hidroquímicos con el objetivo de identificar impactos derivados de la actividad minera tanto en la cantidad como en la calidad del agua, así como en la destrucción del ciclo hidrológico.

  Con este fin, los autores tomaron como caso de estudio la provincia de Shanxi en China, en la cual desde el año 1954 se ha llevado a cabo explotación minera de carbón a cielo abierto, lo que ha generado una afectación en el ciclo hidrológico así como una continua disminución en los niveles de agua subterránea.

  Los resultados encontrados en cuanto a la afectación del agua subterránea mostraron que con la intensidad de explotación actual los niveles de agua subterránea han presentado una disminución, con una tendencia al aumento del porcentaje de dicha disminución. Un claro ejemplo de esta situación se observó en los años 1970 – 1990, tiempo en el que las compañías mineras aumentaron la explotación de las aguas subterráneas sin ningún tipo de control, lo que generó la disminución de flujo de agua de 0,52 m^3/s en 1980 a 0,18 m^3/s en 1990.

[10] Concepto Técnico 2012, Robert Moran
[11] Y. Yang *et al.* / 2018 / Destruction processes of mining on water environment in the mining area combining isotopic and hydrochemical tracer / Environmental Pollution 237, 356 - 365

Adicionalmente, los autores afirman que la actividad minera ha cambiado drásticamente las dinámicas de recarga y descarga en los acuíferos de la zona de estudio, lo que ha generado la destrucción del ciclo hidrológico.

- *Geochemical evaluation of soil, surface water and groundwater around the Tongon gold mining area, northern Côte d'Ivoire, West Africa*[12]

  Este estudio comprende la evaluación geoquímica de los suelos, agua superficial y agua subterránea en el área de la mina de oro más grande de Costa de Marfil llamada la mina de Tongon.

  En cuanto a los impactos encontrados en aguas subterráneas es importante resaltar dos aspectos principales. El primero de ellos son los valores de pH encontrados en los puntos de muestreo de aguas subterráneas, donde el menor valor de pH encontrado fue de 6,3. Adicionalmente el mayor valor de pH encontrado fue de 8,0, el cual está relacionado espacialmente con la zona de explotación minera, y con el mayor valor de pH encontrado en aguas superficiales de 8,7, lo cual demuestra una clara tendencia a la alcalinización de las aguas tanto subterráneas como superficiales, especialmente en cercanías a la zona de explotación minera.

  El segundo de ellos son los altos valores de concentración de arsénico que sobrepasan el límite establecido por la OMS encontrados en 5 de los 11 puntos de muestreo de aguas subterráneas. Son especialmente preocupantes los valores encontrados de 350 mg/L, 380 mg/L y el dato de mayor concentración de 2300 mg/L.

  A partir de los datos obtenidos en lo concerniente a aguas superficiales y subterráneas, los autores concluyen que las actividades mineras tienen un impacto directo en la composición hidrogeoquímica de las aguas tanto subterráneas como superficiales del área circundante.

- *Groundwater chemistry and human health risk assessment in the mining region of East Singhbhum, Jharkhand, India*[13]

  Este estudio fue realizado con el fin de evaluar la composición geoquímica del agua subterránea, específicamente la concentración de metales pesados en la región minera del distrito de East Singhbhum en India, y su posible afectación a la salud de los habitantes de este sector. Es importante aclarar que en esta región se ha llevado a cabo minería de metálicos principalmente de cobre, hierro y uranio.

  Con base en los resultados obtenidos en los diferentes puntos de muestreo de aguas subterráneas, los autores encontraron que los metales que sobrepasan los

[12] A. Sako *et al.* / 2018 / Geochemical evaluation of soil, surface water and groundwater around the Tongon gold mining area, northern Côte d'Ivoire, West Africa / Journal of African Earth Sciences 145, 294 - 316

[13] U.K Singh *et al.* / 2018 / Groundwater chemistry and human health risk assessment in the mining region of East Singhbhum, Jharkhand, India / Chemosphere 204, 501 - 513

límites propuestos por la OMS fueron Cd, Cr, Ni, Fe, Mn y Pb, aclarando que esta contaminación proviene principalmente de la infiltración y acumulación de aguas residuales producto de las actividades mineras.

Es importante mencionar que tanto el Cd como el Pb, presentan niveles muy altos de concentración en todas las muestras analizadas, mientras que el Cr presentó altos niveles de concentración en 26 de las 30 muestras analizadas.

- *Using multi-isotopes (34S, 18O, 2H) to track local contamination of the groundwater from Hongshan-Zhaili abandoned coal mine, Zibo city, Shandong province*[14]

  Este estudio fue realizado en la ciudad de Zibo – provincia de Shandong en China, específicamente en la mina de carbón Hongshan-Zhaili, donde a partir de análisis de 32 pozos de aguas de uso doméstico localizadas en cercanías a la zona minera, se pretendió evaluar los componentes químicos, isotopos estables y SO_4 disuelto en estas aguas.

  Es importante mencionar que después del cierre de operaciones de dicha mina en 1994, el nivel de agua subterráneo contenido en el estrato objeto de la explotación subió alcanzando un estrato de roca superior que se caracteriza por ser un acuífero de donde la mayoría de la comunidad se abastece para su consumo y uso doméstico, lo cual ocasionó la contaminación de las aguas de dicho acuífero.

  En cuanto a las aguas residuales producto de la minería, que se encuentran en el estrato objetivo de la explotación, los resultados evidencian que dichas aguas tienen un pH mínimo de 3,49, evidenciando la acidificación de las aguas debido a la actividad minera, lo cual favorece la liberación de especies químicas tóxicas a las aguas tanto del estrato objetivo de la explotación minera, como a las aguas del acuífero ocasionando que las aguas de dicho acuífero presente contenidos de metales pesados no permitidos para el consumo humano.

2.2 Impactos identificados en Colombia

2.2.1 Calidad del aire

A diferencia de la posición del Ministerio respecto a si la minería legal en el país ha causado impactos significativos a la calidad del aire, el grupo técnico de la Corporación Terrae considera que sí los hay. La situación más crítica se da en el Cesar; de hecho, ha sido el propio Ministerio quien ha definido figuras como las "áreas fuente de contaminación". Debido a las excedencias registradas en las concentraciones de material particulado surgieron una serie de acciones por parte de Corpocesar y el MADS, al emitir en principio el Estudio de la calidad del aire en zonas urbanas y mineras del departamento del Cesar –elaborado por Corpocesar–, y luego el MADS al promulgar una serie de actos administrativos clasificando áreas fuente de contaminación en la zona minera del Cesar.

[14] J Zhou *et al.* / 2018 / •Using multi-isotopes (34S, 18O, 2H) to track local contamination of the groundwater from Hongshan-Zhaili abandoned coal mine, Zibo city, Shandong province / International biodeterioration & biodegradation 128, 48 - 55

Por tanto, es un hecho comprobado que la actividad minera en la zona carbonífera del Cesar ha incumplido la normativa y que, además, ha requerido el reasentamiento de varias poblaciones dadas las concentraciones de material particulado que se presentan en la zona, principalmente en los sectores de Plan Bonito, El Hatillo y Boquerón. Llama la atención este caso particular donde en ninguna parte del documento diagnóstico se enuncia todo el trabajo y los antecedentes del centro del departamento del Cesar desde la promulgación del Programa de reducción de la contaminación diseñado desde la primera clasificación de área fuente en el año 2007.

Es por ello, con base en el análisis realizado por Llorente para CCJ en el 2017 presentamos a continuación un análisis del estado de la calidad del aire hasta el año 2016 en la zona minera del Cesar, donde se observa, que contrario a lo que enuncia este Ministerio:

> *"Tanto por el bajo porcentaje de estaciones que exceden la norma en las zonas mineras del Cesar y La Guajira, como por la característica de las estaciones que excedieron la norma (en el caso del Cesar), es posible concluir que no parece haber evidencia de que exista una afectación significativa de las operaciones mineras en la calidad del aire de las zonas de influencia de las operaciones.*

Considera este grupo técnico que sí existe evidencia de afectación significativa a la calidad del aire y que el Ministerio no solo ignora y no informa a la ciudadanía en temas fundamentales como las áreas fuente de contaminación dentro del documento diagnóstico, sino que usa a conveniencia estudios de consulta y uso exclusivo de las autoridades competentes, que además, no son citados claramente, pues se presenta dentro del texto de la siguiente forma:

> *"Ya en la zona minera del centro del Cesar según un estudio realizado a partir de un modelo de dispersión calibrado, que incluyó todas las fuentes de la zona, se demostró que el aporte de las operaciones mineras, para el caso de PM10 y los sitios de medición al interior del centro poblado, es bajo, siendo más relevantes los aportes del tráfico de las vías, en especial las ubicadas dentro de la población."*

Los antecedentes de la problemática de contaminación por material particulado en la zona minera del Cesar se remontan al año 2007, con la primera clasificación de área fuente realizada mediante Resolución 386 del 7 de marzo. Ese mismo año, y en cumplimiento de dicho acto administrativo, el MADS emitió la Resolución 2176 del 11 de diciembre por la cual se estableció el programa de reducción de la contaminación para las áreas fuente de contaminación clasificadas en la zona carbonífera del Cesar. En dicho programa, se planteó reducir la concentración de material particulado suspendido total (PST) y material particulado menor a diez micras (PM10) en los asentamientos humanos ubicados en las áreas clasificadas como área fuente de contaminación media y moderada (clasificadas en la Resolución 386 de 2007), a niveles por debajo de los máximos establecidos en la normativa ambiental vigente.

Luego de esto, año a año el MADS ha promulgado nuevas resoluciones reclasificando las áreas de contaminación en la zona carbonífera con base en los resultados históricos de la concentración de material particulado, verificando cada una las áreas fuente de

contaminación previamente declaradas y determinando si esta debe ser eliminada, se mantiene, o incluso, aumenta de categoría. Las tablas a continuación presentan el comportamiento de las áreas fuente para PST, PM10 y PM2.5 que a la fecha ha evaluado el MADS.

TABLA 2. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS FUENTE DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE POR PST

Comportamiento Áreas Fuente de Contaminación del Aire por PST (Periodo 2007-2014) según su año de verificación									
ID	**NOMBRE**	**2007 (Resolución 386 de 2007)**	**2008 (Resolución 412 de 2008)**	**2009 (Resolución 1560 de 2009)**	**2010 (Resolución 1732 de 2010**	**2011 (Resolución 335 de 2011)**	**2012[d]**	**2013[d]**	**2014[b]**
ZM01	Loma-Centro	Media	Media	Media	Media	Moderada	Moderada	Media	Media (aumenta)
ZM02	La Jagua-Centro	.....	No clasifica[c]	No clasifica[c]	Moderada	Marginal	Moderada	Moderada	Moderada (aumenta)
ZM03	La Loma 2	.....	.....	.....	Media	Moderada	Moderada	NVD[a]	Moderada (se mantiene)
ZM04	Las Palmitas	Moderada	Moderada	Marginal	Marginal	NVD[a]	Susp. Monitoreo	Susp. Monitoreo	Susp. Monitoreo
ZM05	La Aurora	Moderada	Moderada	Marginal	Moderada	No clasifica[c]	Marginal	Marginal	Marginal (aumenta)
ZM06	Boquerón	Media	Moderada	Moderada	Media	Moderada	Moderada	Moderada	NVD[a]
ZM07	Plan Bonito	.....	Alta	Alta	Alta	Media	Alta	Alta	Media (se mantiene)
ZM09	La Jagua Vía	.....	Media	Media	Alta	Alta	Alta	Media	Media (se reduce)
ZM12	Rincón Hondo	.....	Moderada	Moderada	Moderada	Marginal	Marginal	Moderada	Moderada (se aumenta)
ZM13	El Hatillo	.....	.....	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada	Media	Moderada (se mantiene)

[a] Estaciones que no clasificaron porque no contaron con él número de datos válidos mínimo aceptado para este cálculo (75%).

[b] El periodo de cálculo va desde febrero de 2013 hasta marzo de 2014.

[c] Estaciones que no clasifican por que el porcentaje de excedencias de los muestreos diarios contra el nivel máximo permisible de la norma anual es inferior al 10%.

Comportamiento Áreas Fuente de Contaminación del Aire por PST (Periodo 2007-2014) según su año de verificación									
ID	**NOMBRE**	**2007 (Resolución 386 de 2007)**	**2008 (Resolución 412 de 2008)**	**2009 (Resolución 1560 de 2009)**	**2010 (Resolución 1732 de 2010**	**2011 (Resolución 335 de 2011)**	**2012[d]**	**2013[d]**	**2014[b]**
[d] Para este año no se realizó la re-clasificación a través de acto administrativo, pero si su evaluación a través de concepto técnico.									

FUENTE: MADS, 2014[15]. MODIFICÓ: ESTE TRABAJO

Para el caso del PST, se observa que desde el 2007 se han seguido emitiendo actos administrativos con nuevas clasificaciones en las que siguen prevaleciendo áreas de contaminación media y moderada y, además, se clasifican zonas de alta contaminación. Casos como los de La Loma-Centro (ZM01), Plan Bonito (ZM07) y la Jagua Vía (ZM09) son los más preocupantes: La Loma-Centro en 6 de los 8 años evaluados presentó la categoría de "media", y en las estaciones de Plan Bonito y La Jagua Vía hubo prevalencia de la categoría "alta".

Respecto al material particulado menor a diez micras (PM10), fue incluido como parámetro objeto de análisis y de clasificación solo hasta la Resolución 0335 de 2011. Las categorías del área fuente para esta fracción de partículas se indican en la siguiente tabla.

TABLA 3. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS FUENTE DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE POR PM10

Comportamiento Áreas Fuente de Contaminación del Aire por PM_{10} (Periodo 2011-2014)					
ID	**NOMBRE**	**2011 (Resolución 335 de 2011)**	**2012[c]**	**2013[a]**	**2014**
ZM1	Loma-Centro	Marginal	No clasifica[b]	Marginal	Marginal (se mantiene)
ZM2	La Jagua-Centro	Marginal	Marginal	Moderada	Moderada (aumenta)
ZM3	La Loma 2	Marginal	No clasifica[b]	Marginal	Moderada (aumenta)
ZM4	Las Palmitas	Marginal	No clasifica	Moderada	NVD[d]
ZM5	La Aurora	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal (se mantiene)
ZM6	Boquerón	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal (se mantiene)
ZM7	Plan Bonito	Moderada	Media	Media	Moderada (se mantiene)

[15] MADS (2014). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Concepto Técnico de Evaluación de área fuente de contaminación. Zona carbonífera del Cesar. Documento allegado a la Comisión Colombiana de Juristas (CCJ) en atención a la comunicación enviada al MADS con radicado E1-2017-007642 del 31 de marzo de 2017.

Comportamiento Áreas Fuente de Contaminación del Aire por PM_{10} (Periodo 2011-2014)					
ID	**NOMBRE**	**2011 (Resolución 335 de 2011)**	**2012[c]**	**2013[a]**	**2014**
ZM9	La Jagua Vía	Media	Media	Media	Media (se mantiene)
ZM12	Rincón Hondo	Marginal	No clasifica[b]	No clasifica[b]	NVD[d]
ZM13	El Hatillo	Marginal	Marginal	Moderada	Moderada (aumenta)
ZM15	Chiriguaná	Estas estaciones no se habían clasificado durante estos años por qué no se contaban con datos de monitoreo			Marginal
ZM19	Becerril				Marginal

[a] El periodo de cálculo va desde febrero de 2013 hasta marzo de 2014

[b] Estaciones que no clasifican por que el porcentaje de excedencias de los muestreos diarios contra el nivel máximo permisible de la norma anual es inferior al 10%

[c] Para este año no se realizó la re-clasificación a través de acto administrativo, pero si su evaluación a través de concepto técnico

[d] Estaciones que no fueron evaluadas por qué no contaron con el porcentaje mínimo de datos válidos, es decir el 75%.

FUENTE: MADS, 2014. MODIFICÓ: ESTE TRABAJO

El comportamiento de PM10 muestra que las estaciones de La Jagua Vía y Plan Bonito son las de mayor interés por los altos registros en las concentraciones. Ambas estaciones han presentado categoría “media”, es decir que la concentración de PM10 ha excedido con una frecuencia superior al cincuenta por ciento (50 %) e inferior al setenta y cinco por ciento (75 %) de los casos la norma de calidad anual. Otras zonas de interés particular son las estaciones de La Jagua Centro (ZM02), La Loma 2 (ZM03), Las Palmitas (ZM4) y El Hatillo (ZM13). Todas estas estaciones tenían categoría “marginal” y lo que se observa es que en años posteriores (2013 y 2014 especialmente), estas han aumentado la categoría a “moderada”.

Respecto al material particulado menor a dos y media micras (PM2.5), no se realizó la clasificación de áreas fuente durante el año 2011, año en que se emitió el último acto administrativo de clasificación (Resolución 0335 de 2011). La evaluación de esta fracción de material particulado se ha venido realizando desde el 2013, resultando en la categoría marginal en las dos estaciones evaluadas.

TABLA 4. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS FUENTE DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE POR PM2.5

Comportamiento Áreas Fuente de Contaminación del Aire por $PM_{2.5}$ (2013)			
ID	**NOMBRE**	**2013**	**2014**
ZM2	La Jagua-Centro	Marginal	Marginal
ZM7	Plan Bonito	Marginal	Marginal

FUENTE: MADS, 2014

Es importante resaltar que el MADS hasta el año 2011 emitió el respectivo acto administrativo reclasificando las áreas fuente de contaminación (Resolución 0335 de 2011). Posterior a esa fecha y a cambio de la reclasificación, ha elaborado conceptos técnicos de revisión y evaluación para 2012, 2013 y 2014.

Tal postulado fue confirmado en la respuesta a la comunicación enviada por la Comisión Colombiana de Juristas (CCJ) al MADS y radicada mediante número E1-2017-007642 del 31 de marzo de 2017 donde el Ministerio señala que:

> *"La razón fundamental era que la práctica de clasificar y desclasificar áreas fuente de contaminación anualmente, debido al crecimiento y estabilidad del SEVCA en ese momento, no permitía tomar un punto de referencia para determinar el impacto de la implementación de medidas en la zona, en términos del estado de la calidad del aire (…)*".

Lo anterior indica que las categorías de área fuente definidas mediante Resolución 0335 de 2011 han sido el referente del MADS para analizar si durante los años posteriores a su promulgación, ha habido un cambio significativo en la categoría de área fuente ya sea por motivo de eliminación o modificación y además, ha sido referente para tomar decisiones relativas a la suspensión o restricción en el establecimiento de nuevas fuentes de emisión, tal y como lo indica el Decreto 979 de 2006.

De todo lo anterior, se puede concluir que la obligación que estableció que máximo en un año a partir de la expedición de la Resolución 2115 de 2007, las concentraciones de material particulado deberían permitir la eliminación de la clasificación del área fuente de contaminación moderada y reclasificar el área fuente de contaminación de media a moderada, y que máximo en dos años las concentraciones de material particulado deberían permitir la eliminación de la clasificación del área fuente de contaminación reclasificada como moderada en la zona carbonífera del Cesar, **han sido incumplidas por parte de todos los actores involucrados, encontrando incluso que se ha llegado a la categoría de contaminación alta.**

El MADS, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), Corpocesar y por supuesto, las empresas mineras localizadas en la zona son responsables de que las medidas establecidas en el Programa de reducción de la contaminación no fueran suficientes o que su implementación no se hiciera con el rigor requerido para lograr un verdadero control de las emisiones de material particulado. Este incumplimiento fue previamente expuesto por la Contraloría General de la República (CGR, 2014[16]) en el informe de actuación especial en el Cesar.

[16] Op. cit.

2.2.1.1 Consideraciones finales respecto al seguimiento y control de la contaminación atmosférica mediante la clasificación de áreas fuente

En primera instancia, resulta importante saber sobre qué criterio técnico se definen los polígonos correspondientes a cada una de las clasificaciones de área fuente. Estos, como se indicó en el capítulo anterior han sido definidos desde 2007 para PST, 2011 para PM10 y 2013 para PM2.5. Como respuesta a este interrogante, en la comunicación con radicado número E1-2017-007642 del 31 de marzo de 2017 enviada a la CCJ por el MADS se señala lo siguiente:

> *"En ausencia de modelos regionales que permitan delimitar con precisión las áreas fuente de contaminación pero con la necesidad de delimitarlas se definió, entre las posibilidades analizadas, que la delimitación por efecto de las coordenadas de los títulos mineros era la más adecuada. Delimitando ya las áreas por títulos mineros se procede a asociar la ubicación de las estaciones de monitoreo con su posible área de influencia dentro de los polígonos delimitados* (Subrayado fuera de texto).

Lo anterior sugiere que no existe un criterio técnico apropiado que muestre la realidad de la dispersión de contaminantes a lo largo y ancho de la zona minera. A modo de ejemplo, en las figuras 1 y 2 se presentan los polígonos definidos para las áreas fuente de contaminación para PST y PM10 establecidos en el último acto administrativo emitido por el MADS (Resolución 0335 de 2011).

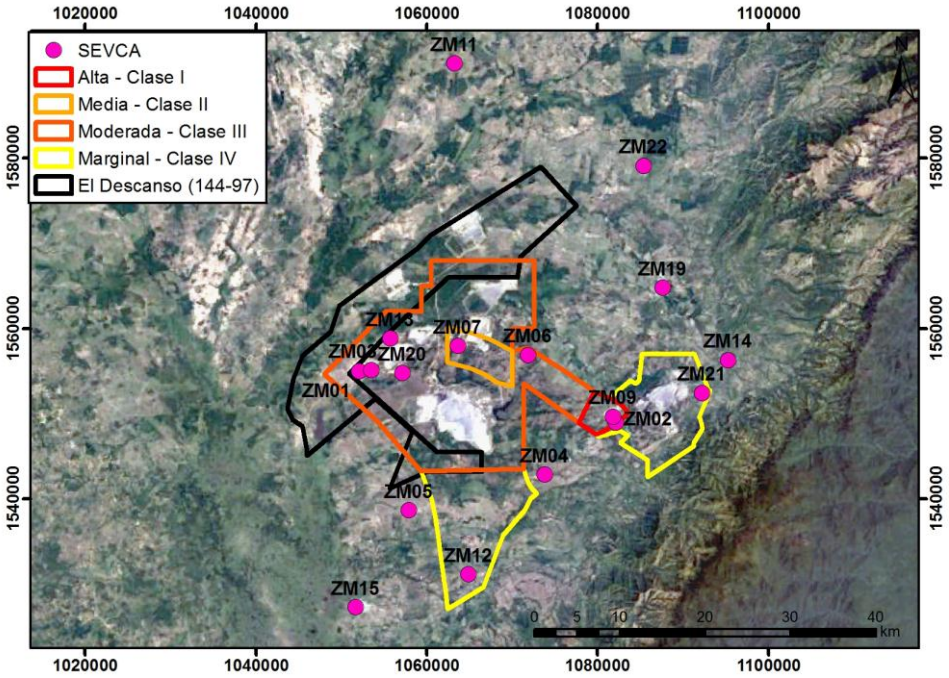


FIGURA 1. ÁREAS FUENTE DE CONTAMINACIÓN DE PST. RESOLUCIÓN 0335 DE 2011

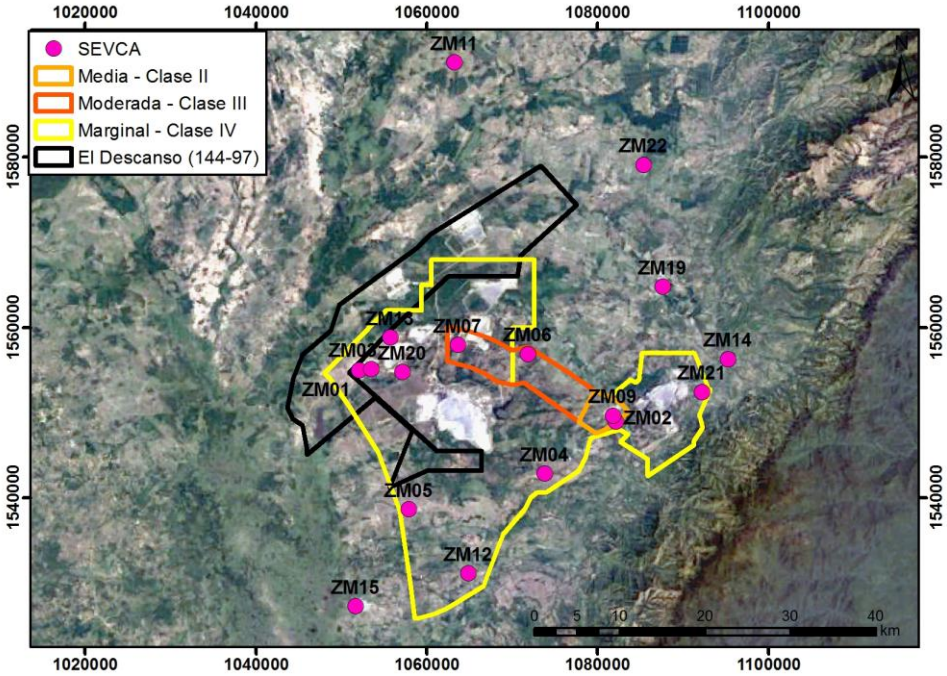


FIGURA 2. ÁREAS FUENTE DE CONTAMINACIÓN DE PM10. RESOLUCIÓN 0335 DE 2011

Otro elemento importante de analizar –teniendo claro el panorama de la declaración de áreas fuente descrito en las tablas 1,2,3 y visto en el espacio geográfico en las figuras 1 y 2–, es lo dispuesto en el artículo 4 de la Resolución 2115 de 2007. Este indica que el MADS anualmente a partir de marzo de 2008 debe verificar las condiciones de calidad del aire de la zona para mantener, reclasificar o eliminar la clasificación de las áreas fuente de contaminación. Esta obligación ha sido ejecutada por el MADS mediante la expedición de actos administrativos desde el 2007 hasta el 2011 y posteriormente mediante conceptos técnicos elaborados en los años 2012 a 2014. Sin embargo, existe una limitación al emitir durante los últimos años conceptos técnicos a cambio de actos administrativos, debido a que los primeros **no son vinculantes**.

Lo anterior quiere decir que las últimas tres reclasificaciones (2012 a 2014), no han dado origen a cambios sustantivos en las actividades mineras que se lleven a cabo en cada proyecto, cambios que se relacionan con la *suspensión*, *restricción* o *control* de nuevas fuentes de emisión, tal y como se describe en la definición de cada categoría de área fuente en el Decreto 979 de 2006. En otras palabras, se han mantenido las categorías definidas en 2011 pese a que se han registrado mayores excedencias de material particulado que han terminado por definir categorías más altas. Ejemplo de esto es la clasificación de PST y PM10 en la estación Plan Bonito (ZM07). Para PST, 2012 y 2013 registraron categoría alta y aún así se ha mantenido la categoría definida en la Resolución 0335 de 2011 que para este sector fue “media” (ver Tabla 1). Por su parte, el PM10 se mantiene la categoría pese a que para los mismos años que PST fue categoría “media” (ver Tabla 2).

2.2.2 Análisis histórico de las concentraciones de material particulado registradas en las estaciones del SEVCA-ZCC

El SEVCA inició operaciones en abril de 2007 con la entrada de algunas de las estaciones empleadas para la clasificación de las áreas fuente en 2007. Sin embargo, este informe incluyó el análisis de datos de material particulado disponibles a partir de 2008, año en que debían iniciarse las tareas orientadas al cumplimiento de las obligaciones establecidas en la Resolución 2115 de 2007 para con el MADS, Corpocesar y las empresas mineras.

Los datos analizados se encuentran disponibles en el Subistema de información sobre calidad del aire (Sisaire) y corresponden a concentraciones de material particulado menores a diez micras (PM10) y menores a dos y media micras (PM2.5) para periodos de exposición diario (24 horas) y anual, periodos sobre los cuales se determinan las normas ambientales y recomendaciones relativas a la salud pública. Los promedios acá incluidos corresponden a valores que cumplieron con el 75 % de representatividad temporal exigida por el Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire del MADS.

Las concentraciones de material particulado analizadas en el presente informe serán comparadas con la normativa ambiental aplicable a la época de medición (Resoluciones 601 de 2006 y 610 de 2010 del MAVDT hoy MADS) y las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Esta última, tenida en cuenta pese a la posición del Ministerio:

> *"Si bien la OMS establece unos valores guía para los contaminantes criterios de la calidad del aire, los países determinan sus normas nacionales, teniendo en cuenta factores de salud, económicos, políticos y sociales. Por tanto, NO constituyen en sí mismas una normatividad del país que pueda ser aplicada para evaluar el cumplimiento ambiental de operaciones extractivas."*

por su importancia en la investigación y pruebas científicas relativas a la contaminación del aire y sus consecuencias para la salud, pues se estima que a nivel mundial aproximadamente el 3 % de las muertes cardiopulmonares y el 5 % de las muertes por cáncer de pulmón son atribuibles al material particulado (WHO, 2013[17]). Y además, por el llamado que hizo la Corte Constitucional al MADS para atender los estándares internacionales relativos a la calidad del aire en el sector minero a través de la sentencia T-154 de 2013.

2.2.3 Concentración promedio anual de PST

En proyectos mineros a cielo abierto es importante el estudio de la concentración de material particulado debido a que es el contaminante que registra las mayores concentraciones. Según Huertas *et al*. (2009) citado en Angulo *et al*. (2011[18]), en un

[17] WHO (2013). Health effects of particulate matter. Policy implications for countries in eastern Europe, Caucasus and Central Asia. World Health Organization Regional Office for Europe Copenhagen, Denmark.

[18] Angulo Luis C. *et al.* (2011). Caracterización de Partículas Suspendidas (PST) y partículas respirables (PM10) producidas en áreas de explotación carbonífera a cielo abierto. Información Tecnológica. Vol. 22(4), 23-34 (2011). doi: 10.4067/S0718-07642011000400004. Enero 14 de 2011.

estudio realizado para seis de las siete empresas mineras situadas en el centro del departamento del Cesar se estimó que en promedio se producen **0,726 kg de PST y 0,180 kg de PM10 por tonelada de carbón extraído**. También se observó, que en promedio para todas las empresas, la fuente de emisión que emite la mayor cantidad de material particulado (42%) corresponde al tajo para el caso de PST y el botadero (60%) para el caso de PM10.

La remoción del suelo, el transporte de material, el acopio del carbón y las actividades de perforación y voladura, son otras de las principales fuentes de emisión de partículas a la atmósfera producidas por esta actividad. En el caso particular de PST, y según lo descrito por Angulo *et al.* señalado en el párrafo anterior, se encuentra que es el contaminante que mayores concentraciones registra en la zona minera del Cesar.

La Figura 4 muestra los promedios anuales de PST registrados en las estaciones catalogadas como tipo tráfico. Estas estaciones se localizan en los sectores de Boquerón, Plan Bonito y La Jagua, sectores donde el nivel de contaminación está determinado principalmente por las emisiones de tráfico cercano.

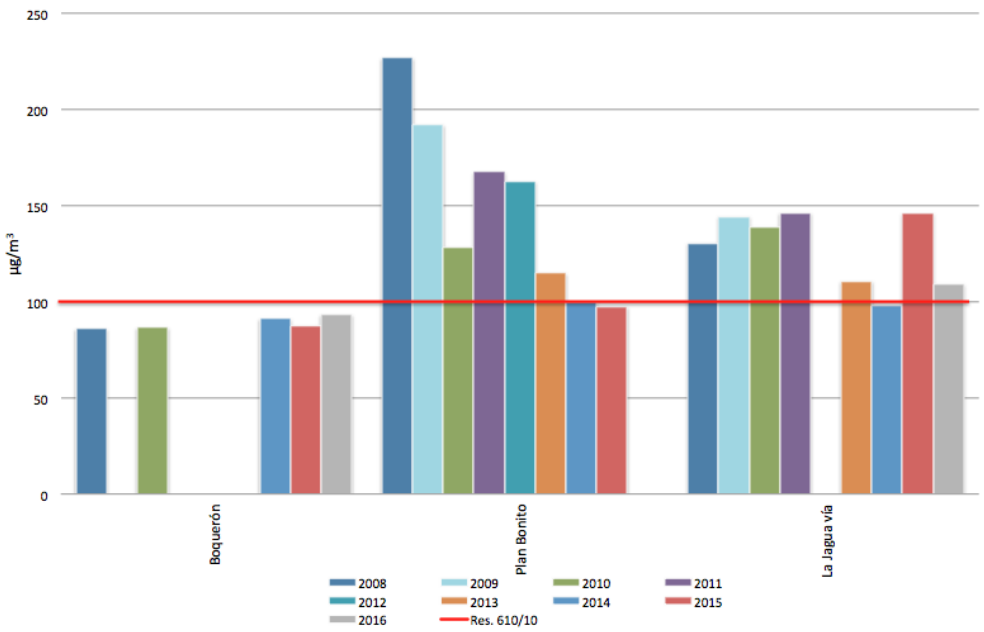


FIGURA 3. CONCENTRACIÓN ANUAL DE PST. ESTACIONES DE TRÁFICO. FUENTE: ESTE TRABAJO, CON BASE EN SISAIRE. EN EL EJE HORIZONTAL ROJO EL LÍMITE ESTABLECIDO EN LA RESOLUCIÓN 610 DE 2010

Las estaciones Plan Bonito (ZM07) y La Jagua Vía (ZM09) han registrado las mayores concentraciones de PST para el periodo de exposición anual. En ambas, la totalidad de mediciones registradas desde el 2008 hasta el 2016 han superado el límite establecido en la Resolución 610 de 2010 que corresponde a un valor de 100 µg/m^3 (línea horizontal roja), en especial la estación Plan Bonito que en 2008 estuvo dos veces por encima de lo establecido en la normativa colombiana. En 2008 y 2009 (ambos años con

concentraciones críticas), ya habían sido emitidos tres actos administrativos clasificando este sector como área fuente de contaminación por material particulado.

La otra categoría definida para la mayoría de estaciones del SEVCA es la urbana. Todas estas estaciones se encuentran cercanas a poblaciones expuestas permanentemente al material particulado. En la Figura 5 se muestra su comportamiento anual.

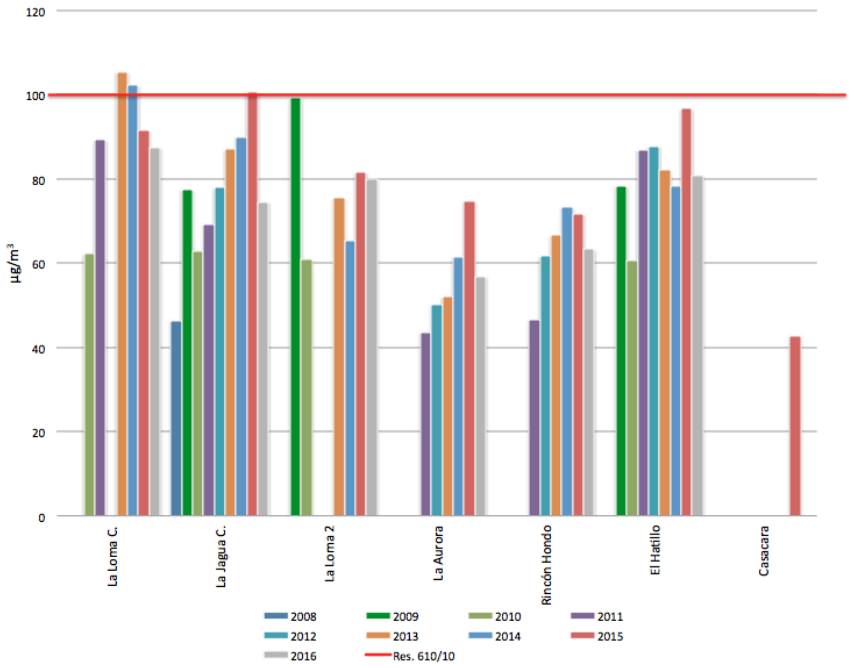


FIGURA 4. CONCENTRACIÓN ANUAL DE PST. ESTACIONES URBANAS. FUENTE: ESTE TRABAJO, CON BASE EN SISAIRE. EN EL EJE HORIZONTAL ROJO EL LÍMITE ESTABLECIDO EN LA RESOLUCIÓN 610 DE 2010

Se observa que a diferencia de las estaciones tipo tráfico, las estaciones urbanas no han excedido los límites de concentración anual establecidos en la Resolución 610 de 2010, salvo las estaciones de La Loma-Centro (ZM01) y La Jagua Centro (ZM02). El valor más alto se registró en La Loma-Centro el año 2013 con una concentración de 105,41 µg/m^3, valor que excedió la norma en tan solo 5,51 µg/m^3.

2.2.4 Concentración promedio diaria de PST

Las concentraciones diarias de PST en las estaciones tipo tráfico muestran excedencias en los límites establecidos en la Resolución 610 de 2010 en las estaciones de Plan Bonito (ZM07) y La Jagua Vía (ZM09). En toda la serie de tiempo analizada (2008 a 2016) se presentaron 124 excedencias a la norma diaria establecida en 300 µg/m^3, de las cuales el 77 % corresponde a la estación de Plan Bonito.

En la Figura 6 se presenta un diagrama de cajas con la distribución de las concentraciones de las tres estaciones tipo tráfico y además se incluyen –como elemento

de referencia– las dos estaciones del SEVCA consideradas como de fondo; es decir, que tienen como propósito medir en zonas que no estén influenciadas por la actividad minera.

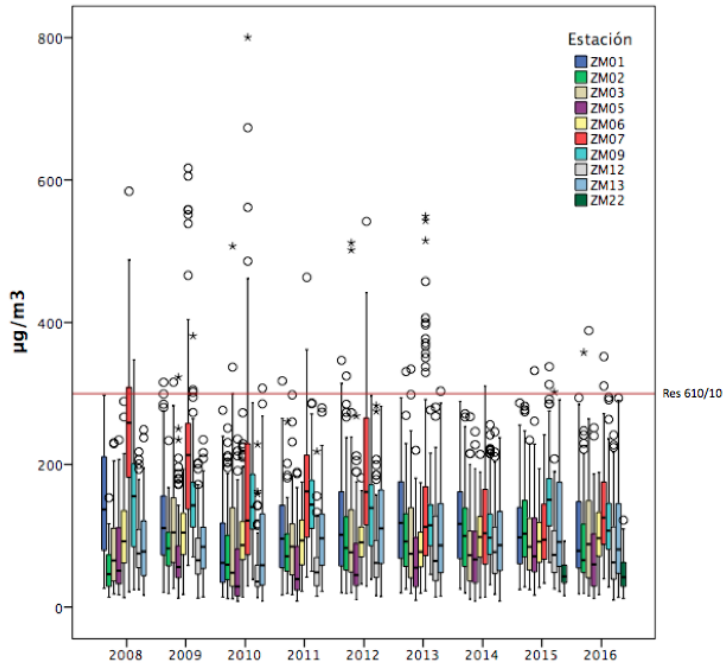


FIGURA 5. CONCENTRACIÓN DIARIA DE PST. ESTACIONES DE TRÁFICO, URBANAS Y DE FONDO. FUENTE: SISAIRE. EN EL EJE HORIZONTAL ROJO EL LÍMITE ESTABLECIDO EN LA RESOLUCIÓN 610 DE 2010

Lo que indica el gráfico anterior es que existe una variabilidad marcada entre los diferentes tipos de estaciones. El comportamiento de la estación de fondo (ZM22) presenta en general baja dispersión; valores entre 12,2 y 122,29 µg/m^3 han sido el rango de variación de todos los registros. Por su parte, las estaciones tipo tráfico tienen un rango de variación mucho más amplio de 13,39 a 800,29 µg/m^3. Lo anterior, evidencia que el PST ha alcanzado niveles excepcionales de **prevención** y **alerta** fijados en el artículo 10 de la Resolución 610 de 2010. En total se han presentado en todo el registro de medición (2008 a 2016), 44 episodios de prevención (es decir que las concentraciones superaron los 375 µg/m^3) y **dos de esos 44 episodios han superado los 625 µg/m^3 para catalogarse como estado excepcional de alerta**.

Para este parámetro la Organización Mundial de la Salud (OMS) no cuenta con un límite establecido debido a que este organismo internacional da especial interés a las fracciones de partículas consideradas como respirables (PM10) y finas (PM2.5) por sus graves implicaciones en la salud de la población.

2.2.5 Concentración promedio anual de PM10

El PM10 es considerado uno de los contaminantes criterio de mayor importancia en el ámbito de la salud pública. Según la WHO (2013[19]), la mortalidad diaria por enfermedades

[19] *Op. Cit.*

cardiovasculares y respiratorias y cáncer de pulmón se estima que aumenta en 0,2 – 0,6 % por 10 g/m^3 de PM10. En minería, dada la gran cantidad de material rocoso que es extraído de la corteza terrestre y que luego es transportado hasta centros de acopio, facilita la movilización y dispersión de estas particulas cuyo control requiere de altos costos tecnológicos y el consumo de grandes volúmenes de agua.

La Figura 7 muestra los promedios anuales de PM10 registrados en las estaciones catalogadas como tipo tráfico. Estas estaciones se localizan en los sectores de Boquerón (ZM06), Plan Bonito (ZM07) y La Jagua Vía (ZM09), sectores donde el nivel de contaminación está determinado principalmente por las emisiones de tráfico cercano.

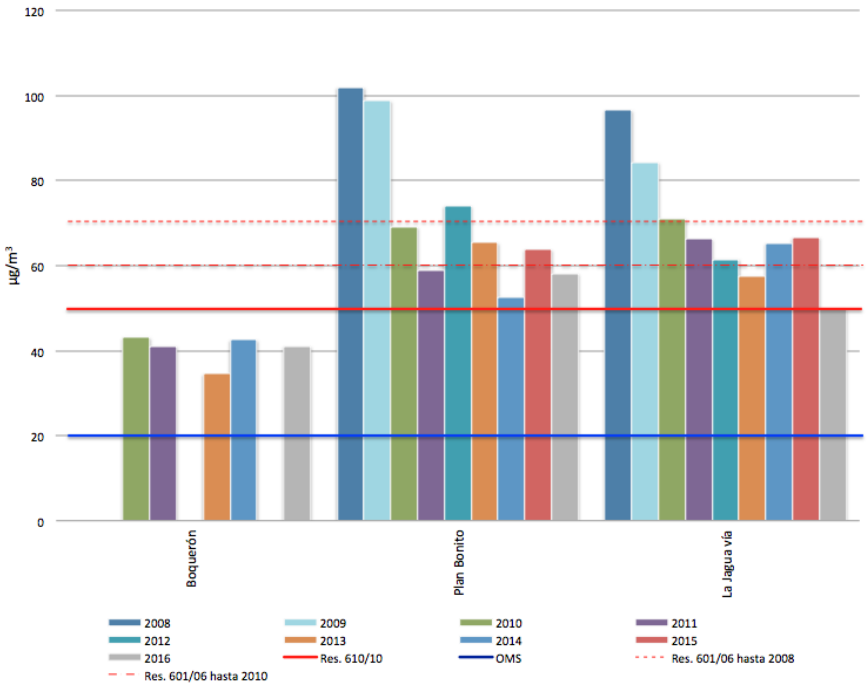


FIGURA 6. CONCENTRACIÓN ANUAL DE PM10. ESTACIONES DE TRÁFICO. FUENTE: ESTE TRABAJO, CON BASE EN SISAIRE. EN EL EJE HORIZONTAL ROJO EL LÍMITE ESTABLECIDO EN LAS RESOLUCIONES 601 DE 2006 Y 610 DE 2010 Y EN AZUL LA OMS

Las estaciones tipo tráfico, especialmente Plan Bonito y La Jagua Vía han registrado las mayores concentraciones para el periodo de exposición anual. En ambas, durante los años 2008 y 2009 se presentó incumplimiento a la normativa vigente para la época (Resolución 601 de 2006) cuyo límite de concentración estaba en 70 µg/m^3. A partir de 2009 hasta 2010 la norma fue más restrictiva pasando a una concentración de 60 µg/m^3, donde aún las estaciones de Plan Bonito (ZM07) y La Jagua Vía (ZM07) presentaban incumplimiento.

Finalmente, con la expedición de la Resolución 610 de 2010, el límite permisible para periodos de exposición anual a PM10 se estableció en 50 µg/m^3. Este límite ha sido superado todos los años analizados –excepto el año 2016 para la estación La Jagua Vía– en estas tres estaciones. La estación Plan Bonito es la que ha registrado mayores concentraciones de PM10 durante los nueve años analizados y, teniendo en cuenta el

cambio en los límites permisibles en cada norma, ha estado en promedio **17 µg/m^3** por encima**.**

Por su parte, las recomendaciones de la OMS (línea horizontal azul) fijan una concentración anual de 20 µg/m^3, concentración que ha sido superada **entre una y cuatro veces** durante todo el registro de medición. La estación Plan Bonito durante los nueve años analizados y teniendo en cuenta el valor recomendado por la OMS ha estado por encima de la norma **51,4 µg/m^3 en promedio**.

La otra categoría definida para la mayoría de las estaciones del SEVCA es la urbana. Todas estas estaciones se encuentran cercanas a poblaciones expuestas permanentemente al material particulado. En la Figura 8 se muestra su comportamiento anual.

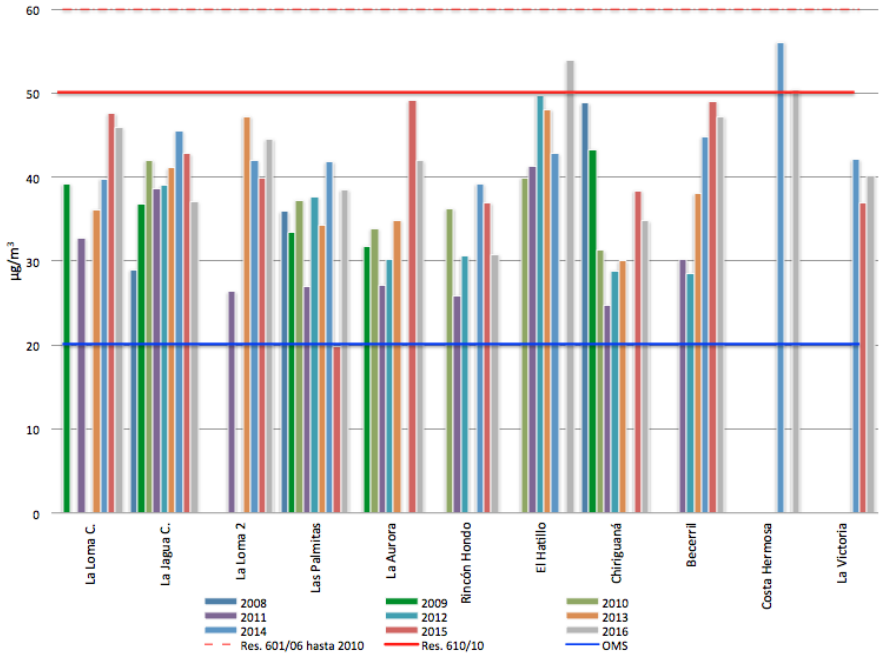


FIGURA 7. CONCENTRACIÓN ANUAL DE PM10. ESTACIONES URBANAS. FUENTE: ESTE TRABAJO, CON BASE EN SISAIRE. EN EL EJE HORIZONTAL ROJO EL LÍMITE ESTABLECIDO EN LAS RESOLUCIONES 601 DE 2006 Y 610 DE 2010 Y EN AZUL LA OMS

Se observa que a diferencia de las estaciones tipo tráfico, las estaciones tipo urbano no han excedido de forma reiterada los límites de concentración anual exigidos en las resoluciones 601 de 2006 y 610 de 2010, salvo las estaciones El Hatillo (ZM13) y Costa Hermosa (ZM20) los años 2014 y 2016. Sin embargo, al comparar con las recomendaciones de la OMS, se encuentra que **67 de los 68 promedios anuales** evaluados en el total de estaciones **superan más de dos veces** los límites recomendados.

2.2.6 Concentración promedio diaria de PM10

Las concentraciones diarias de material particulado en las estaciones tipo tráfico, muestran excedencias de los límites establecidos en la Resolución 610 de 2010 y en los

límites recomendados por la OMS, especialmente en las estaciones de Plan Bonito (ZM07) y La Jagua Vía (ZM09). La estación Boquerón (ZM06) también presenta excedencias a la norma diaria, al igual que la de promedios anuales, pero sus concentraciones son significativamente más bajas que en Plan Bonito y La Jagua Vía.

En la Figura 9 se presenta un diagrama de cajas con la distribución de las concentraciones de las tres estaciones tipo tráfico y además se incluyen –como elemento de referencia– las dos estaciones del SEVCA consideradas como de fondo; es decir, que tienen como propósito medir en zonas que no estén influenciadas por la actividad minera.

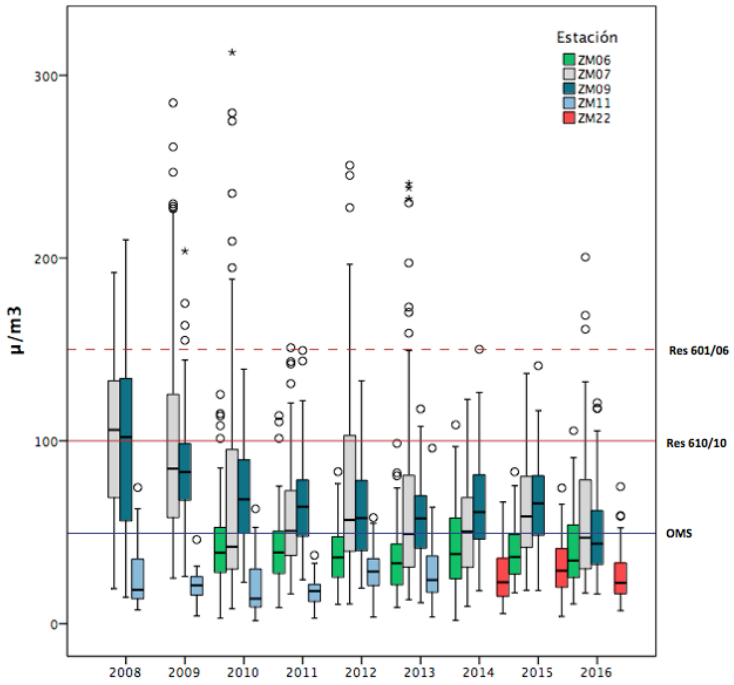


FIGURA 8. CONCENTRACIÓN DIARIA DE PM10. ESTACIONES DE TRÁFICO Y DE FONDO. FUENTE: ESTE TRABAJO, CON BASE EN SISAIRE. EN EL EJE HORIZONTAL ROJO EL LÍMITE ESTABLECIDO EN LAS RESOLUCIONES 601 DE 2006 Y 610 DE 2010 Y EN AZUL LA OMS

Lo que indica el gráfico anterior es que existe una diferencia marcada entre las estaciones tipo tráfico con las estaciones de fondo. El comportamiento de estas últimas presenta en general baja dispersión; valores entre 3,95 y 75 µg/m^3 han sido el rango de variación de todos los registros. Por su parte, las estaciones de tráfico tienen un rango de variación mucho más amplio de 1,86 a 312,51 µg/m^3. Este último, considerado como un estado excepcional prevención al presentar una concentración igual o superior que 300 µg/m^3 fijada por la Resolución 610 de 2010. Esto permite ver el impacto negativo que sobre el aire genera la actividad minera al presentar **concentraciones que cuadruplican las concentraciones de fondo**; es decir, sin influencia minera.

En lo que respecta al cumplimiento de los límites recomendados por la OMS en todo el registro analizado **se ha incumplido un 63 %**. Esto quiere decir que las poblaciones asentadas en cercanías a este sector han estado expuestas más de la mitad del tiempo a concentraciones muy superiores a las que recomienda este organismo internacional, que

por la investigación que ha realizado y por las pruebas científicas relacionadas con exposición de la población a material particulado han determinado un límite mucho más estricto que el establecido en la normativa nacional. Con ello, hay que recordar que en Colombia desde la promulgación de la Sentencia T-154 de 2013, la Corte Constitucional ordenó al MADS atender las recomendaciones de la OMS en la evaluación del cumplimiento de la calidad del aire en zonas mineras a cielo abierto.

En cuanto a las estaciones restantes consideradas de tipo urbano, han presentado incumplimientos a la norma nacional y a los estándares de la OMS. La Figura 10 presenta el diagrama de cajas para los promedios diarios registrados durante el periodo comprendido entre 2008 y 2016.

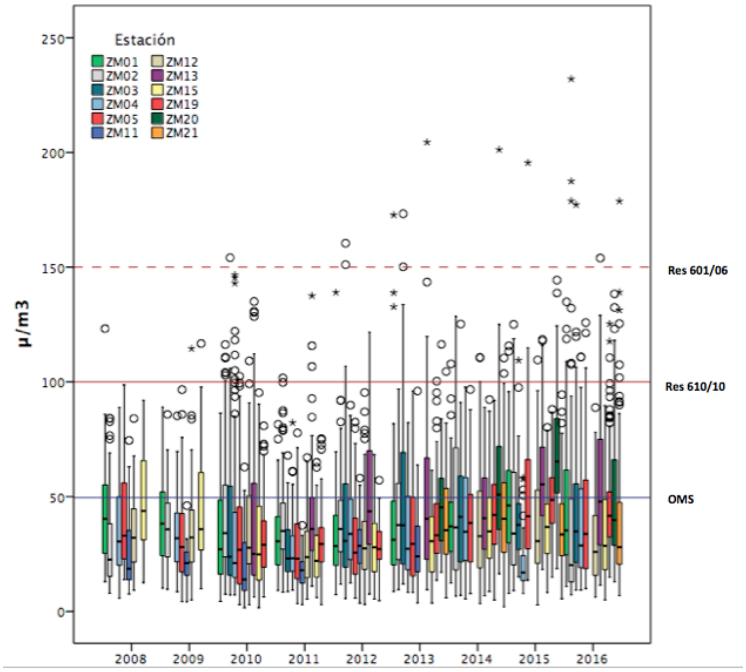


FIGURA 9. CONCENTRACIÓN DIARIA DE PM10. ESTACIONES URBANAS Y DE FONDO. FUENTE: ESTE TRABAJO, CON BASE EN SISAIRE. EN EL EJE HORIZONTAL ROJO EL LÍMITE ESTABLECIDO EN LAS RESOLUCIONES 601 DE 2006 Y 610 DE 2010 Y EN AZUL LA OMS

Las concentraciones de material particulado en el periodo de exposición diaria muestran que en todo el registro evaluado menos del 2 % de las concentraciones estuvieron por encima del límite permitido en las resoluciones 601 de 2006 y 610 de 2010 y un **25 % por encima de las recomendaciones de la OMS**. Las estaciones de mayor importancia por presentar las más altas concentraciones y que han estado incluidas dentro de la clasificación de área fuente de contaminación son La Loma Centro (ZM01), Rincón Hondo (ZM12) y El Hatillo (ZM13).

2.2.7 Concentración promedio anual de PM2.5

El material particulado en su fracción fina (PM2.5) es considerado el de mayor riesgo en la salud de la población. Al ser estas particulas tan diminutas pueden alojarse en los pulmones aumentando el riesgo de adquirir alguna enfermedad de tipo respiratorio,

esencialmente. De acuerdo con WHO (2013[20]), la exposición a largo plazo a PM2.5 se asocia con un aumento en el riesgo de mortalidad cardiopulmonar en un 6-13% por 10 µg/m^3 de PM2.5.

Dada su importancia en la salud de la población, a partir del año 2009 la red de Corpocesar inició la medición de este parámetro que fue incluido en la normativa colombiana con la promulgación de la Resolución 610 de 2010. Los límites establecidos para PM2.5 en este acto administrativo para periodos de exposición diaria y anual fueron de 25 µg/m^3 y 50 µg/m^3, respectivamente. Por su parte, la OMS recomienda una concentración de 10 µg/m^3 en el periodo de exposición anual y 50 µg/m^3 en el periodo de exposición diaria.

La Figura 11 muestra los promedios anuales de PM2.5 registrados en las cinco estaciones objeto de monitoreo, dos de ellas consideradas de tipo tráfico: Plan Bonito (ZM07) y La Jagua Vía (ZM09).

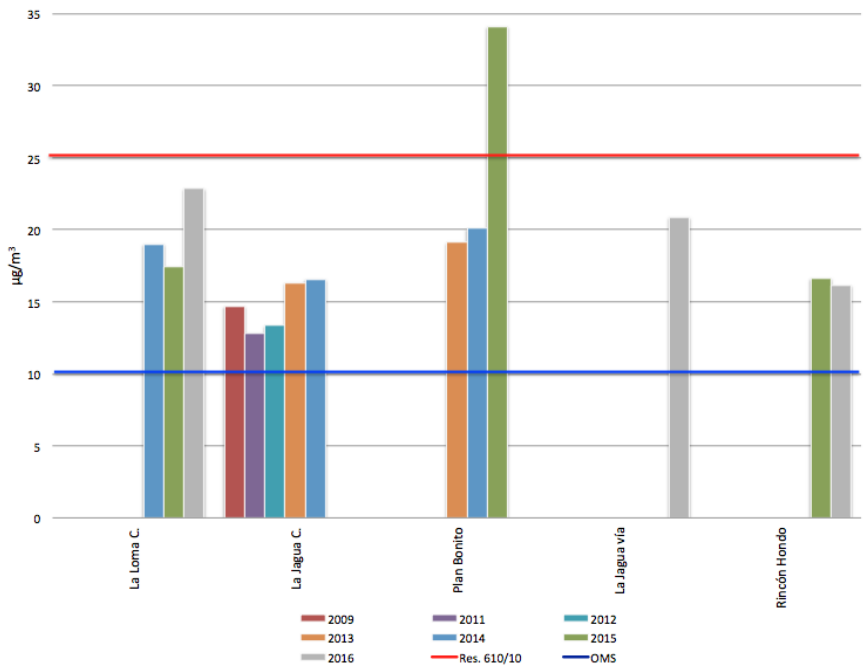


FIGURA 10. CONCENTRACIÓN ANUAL DE PM2.5. FUENTE: ESTE TRABAJO, CON BASE EN SISAIRE. EN EL EJE HORIZONTAL ROJO EL LÍMITE ESTABLECIDO EN LA RESOLUCIÓN 610 DE 2010 Y EN AZUL LA OMS

En la figura anterior se observa que solo la estación de Plan Bonito ha incumplido los niveles establecidos en la Resolución 610 de 2010. No obstante, al referir las recomendaciones de la OMS es claro que el incumplimiento es significativamente más alto, dado que en todas las estaciones monitoreadas –sin excepción– se han superado las

[20] *Op.cit.*

concentraciones de este contaminante. El año de mayores registros junto con el 2015 en la estación Plan Bonito, fue el 2016 en las estaciones La Jagua Vía y La Loma Centro (ZM01) **superando más de dos veces** la concentración recomendada.

2.2.8 Concentración promedio diaria de PM2.5

La concentraciones diarias de PM2.5 reportan 40 excedencias a la norma nacional principalmente en las estaciones de La Loma Centro (ZM01) y Plan Bonito (ZM07), mientras que en las estaciones de fondo (ZM11 y ZM22) se presentó una excedencia. En la Figura 12 se presenta un diagrama de cajas con la distribución de las concentraciones en las cinco estaciones estudiadas.

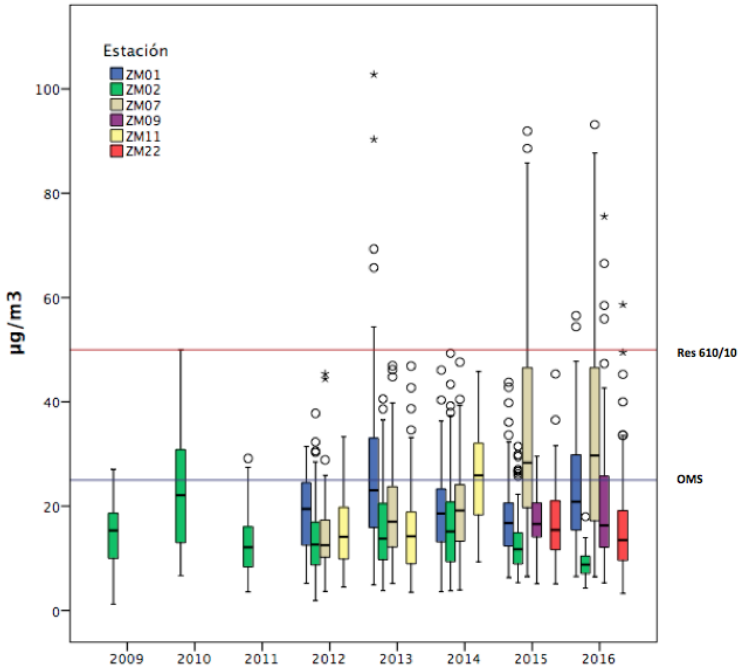


FIGURA 11. CONCENTRACIÓN DIARIA DE PM2.5. FUENTE: ESTE TRABAJO, CON BASE EN SISAIRE. EN EL EJE HORIZONTAL ROJO EL LÍMITE ESTABLECIDO EN LA RESOLUCIÓN 610 DE 2010 Y EN AZUL LA OMS

Respecto a las recomendaciones de la OMS, se encuentra que todas las estaciones, incluidas las de fondo han incumplido estos estándares. En **366 oportunidades esta norma ha sido excedida** en las estaciones de tráfico (ZM07 y ZM09) y urbanas (ZM01 y ZM02), mientras que en las estaciones de fondo se han reportado **61 excedencias** en todo el registro analizado (2009 – 2016).

2.2.9 2.2.4 Consideraciones finales del estado de la calidad del aire en la zona carbonífera del Cesar

Los resultados presentados en los numerales anteriores respecto a las concentraciones registradas a lo largo de los nueve años de monitoreo del SEVCA, han mostrado que, si bien se han reducido significativamente las concentraciones de material particulado, no se ha logrado alcanzar el cumplimiento total. La estación Plan Bonito p.ej., es el referente

más importante pues en ella se han registrado la mayor parte de los incumplimientos a la norma nacional y a las recomendaciones de la OMS.

Desde el año 2010 Plan Bonito (ZM07) pasó de registrar 150,61 µg/m^3 por encima de la norma nacional de PST (promedio anual registrado en 2008), a 49,4 µg/m^3 en promedio los años posteriores. Y en PM10 pasó de registrar 31,98 µg/m^3 por encima de la norma nacional a 15,1 µg/m^3 en promedio.

Esta situación, aunque demuestra que lo consignado en el Programa de reducción de la contaminación atmosférica establecido en la Resolución 2115 de 2007 ha tenido un impacto positivo en la reducción de emisiones, no ha sido suficiente debido a que los incumplimientos se mantienen. Más complejo aún, cuando se sabe que la normativa colombiana está lejos de atender las recomendaciones de la OMS en lo que a riesgos a la salud por la exposición a material particulado se refiere.

No cumplir con los estándares recomendados por la OMS que indican que superado ese umbral pueden existir efectos adversos en la salud, se configura desde el año 2013 como desacato a los mandatos de la Corte Constitucional, que bien describió la obligación de los entes ambientales de hacer cumplir las recomendaciones de organizaciones internacionales en lo que a efectos en la salud se refiere originados por actividades mineras a cielo abierto en la **Sentencia T-154 en 2013**.

Para concluir este capítulo, se hace referencia a la investigación desarrollada por una de las autoras de este documento a través de su tesis de maestría (Llorente A., 2018[21]). Mediante análisis de fotometría solar y sensoramiento remoto, estudió el comportamiento del espesor óptico de aerosol (AOD) en la zona minera del Cesar, encontrando que en gran parte de la serie evaluada (2012 – 2015) no existen diferencias significativas entre el AOD de la zona minera y el AOD de la zona no minera o donde se localizan las estaciones de fondo. Esto se interpreta, además del efecto del transporte producto del comportamiento de los vientos en la región, a que la zona estudiada es en realidad una fuente común. Es decir, los datos de AOD que resultaron significativamente relacionados en la mayor parte del tiempo evaluado en la zona minera y en la zona no minera, dejan ver que la pluma de contaminación se conserva, solo que ya no está impactando en superficie (distribución vertical). Esto significa que, si bien puede no haber impacto significativo en la calidad del aire en la zona no minera o denominada también como “de fondo”, sí pueden existir impactos asociados a aspectos como el clima y el ciclo hidrológico, lo que indica que en el Cesar no solo se evidencia situaciones críticas localizadas en la baja atmósfera asociados a “la calidad del aire por la exposición de poblaciones”, sino a toda la columna atmosférica lo que se consideraría un impacto de tipo regional.

Adicionalmente, Lyda Espitia-Pére en su tesis doctoral presentada en el año 2016 *“Efeitos biológicos do material particulado gerado em sistemas de mineração de carvão a céu aberto em populações humanas com exposição ambiental*” estudio realizado en 139

[21] Llorente A., (2018). Evaluación de la variabilidad espaciotemporal de la profundidad óptica de aerosoles en la zona carbonífera del Cesar a partir de observaciones satelitales. Disponible en: http://www.bdigital.unal.edu.co/62133/

individuos que habitan o desarrollan actividades productivas en cercanías del área de operación de la mina de El Cerrejón y del puerto de carga de carbón Puerto Bolivar concluye que la exposición ambiental a residuos de minería de carbón constituye un factor de riesgo, posibilitando la generación de daño en el ADN y la inducción de inestabilidad cromosómica en individuos que residen en las proximidades de las zonas de operación minera. Además agrega que producto de la investigación fue posible establecer que estos efectos sobre la integridad del material genético está estrechamente correlacionado con las características físicas y químicas de la fracción fina del material particulado cuya composición química está constituida principalmente por grandes cantidades de elementos inorgánicos y material orgánico de naturaleza apolar.