



INFORME FINAL

Estudio sobre la Contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC

Del 3 de agosto de 2021 al 12 de mayo de 2022

INFORME FINAL

Estudio sobre la Contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC

Del 3 de agosto de 2021 al 12 de mayo de 2022



INFORME FINAL

ESTUDIO SOBRE LA CONTAMINACIÓN DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA PUNTA CATALINA, CTPC

Del 3 de agosto de 2021 al 12 de mayo de 2022

REALIZADO POR:

Coalición por la Defensa de la Salud y el Medio Ambiente de la provincia Peravia

Instituto de Abogados para la Protección del Medio Ambiente, INSAPROMA

Comité Nacional de Lucha Contra el Cambio Climático, CNLCC

CON LA ASESORIA Y ACOMPAÑAMIENTO DE:

Universidad de Duke, Durham, Carolina del Norte, EUA.

Alianza Mundial de Derecho Ambiental, ELAW, Equipo científico, Oregon, EUA.

Instituto Internacional de Investigación de la Energía y la Calidad del Aire, CREA, Helsinki, Finlandia.

Instituto Internacional de Derecho y Medio Ambiente, IIDMA, Madrid, España.

Re:COMMON, Roma, Italia.

12 de mayo de 2022,
Baní, provincia Peravia,
República Dominicana

SUMARIO

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 7 |
| PROPÓSITO DEL ESTUDIO | 9 |
| REALIZACIÓN DEL ESTUDIO | 9 |
| PRINCIPALES CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 13 |
| Los impactos de la Central Térmica a Carbón Punta Catalina sobre la Calidad del Aire, la Salud y la Economía | 17 |
| INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS | 19 |
| INFORMACIÓN TÉCNICA | 21 |
| RESULTADOS: Contaminación del aire | 23 |
| RESULTADOS: Deposición tóxica | 30 |
| RESULTADOS: Exposición poblacional | 34 |
| RESULTADOS: Salud e impactos económicos | 37 |
| CONCLUSIONES | 42 |
| REFERENCIAS | 43 |
| ANEXO | 47 |
| La Calidad de Aire en la Provincia Peravia | 54 |
| CONTEXTO | 54 |
| MÉTODOS | 54 |
| PUNTOS DE MONITOREO | 55 |
| NORMAS Y GUÍAS | 57 |
| RESULTADOS | 58 |
| Partículas suspendidas totales (o partículas en suspensión totales), PST | 58 |
| Material particulado tamaño 10 micras (PM ₁₀) | 58 |
| Material particulado tamaño 2.5 micras (PM _{2.5}) | 59 |
| Gases (por puntos de monitoreo) | 60 |
| INTERPRETACIÓN | 65 |
| COMPARACIÓN CON ESTÁNDARES | 67 |
| EVALUACIÓN CON DISTANCIA | 68 |
| CONCLUSIONES | 69 |

| | |
|---|------------|
| Las Cenizas de Carbón de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC | 70 |
| RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA UNIVERSIDAD DE DUKE SOBRE LAS CENIZAS DE PUNTA CATALINA | 74 |
| RIESGO DE QUE LOS METALES PESADOS DE LAS CENIZAS CONTAMINEN SUELO Y AGUA | 74 |
| ANEXO: Texto del estudio de la Universidad de Duke | 78 |
| Impacto de La CTPC en la Agricultura del Llano de Peravia | 93 |
| 1. PRESENTACIÓN RESUMIDA DEL ESCENARIO AGRÍCOLA DE LA UBICACIÓN DE LA CTPC | 93 |
| 2. ASPECTOS METODOLÓGICOS | 94 |
| 3. RESULTADOS | 95 |
| 4. DISCUSIÓN | 98 |
| 5. CONCLUSIONES | 100 |
| 6. RECOMENDACIONES | 101 |
| Estudio de morbilidad en la comunidad de Nizao provincia Peravia, 2016-2021. República Dominicana | 102 |
| 1. RESUMEN EJECUTIVO | 102 |
| 1.1 Resumen de los resultados de grupos focales | 103 |
| 1.2 Morbilidad | 104 |
| 1.3 Conclusiones del comportamiento de la morbilidad | 113 |
| 2. MORTALIDAD | 113 |
| 2.1 Conclusiones sobre mortalidad | 118 |
| 3. RECOMENDACIONES | 119 |
| Estudio del impacto de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, en el litoral costero marino | 120 |
| RESUMEN | 120 |
| 1. ANÁLISIS DE LA PLAYA ANTES Y DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN DE LA CTPC | 121 |
| RESULTADOS | 121 |
| CONCLUSIONES | 129 |
| 2. MUESTRAS DE AGUA MARINA, DE SEDIMENTOS Y DE FOTOGRAFÍAS SUBMARINAS EN LA COSTA DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA PUNTA CATALINA (CTPC) | 130 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 131 |
| CONCLUSIONES | 141 |

INFORME FINAL

**Estudio sobre la Contaminación
de la Central Termoeléctrica
Punta Catalina, CTPC**

Del 3 de agosto de 2021 al 12 de mayo de 2022

INTRODUCCIÓN

El presente informe reúne los reportes de las cinco áreas que abarcó el estudio sobre la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, el reporte de la proyección de los impactos de esta contaminación en la calidad del aire, la salud y la economía durante los 30 años de vida útil de esta central, más una breve explicación sobre la realización de la investigación, su finalidad y sus características, y las principales conclusiones y recomendaciones arrojadas por este estudio.

Las áreas que fueron objeto de la investigación son: 1) Las emisiones áreas de gases y micropartículas de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC; 2) Las cenizas de las plantas de carbón de CTPC arrojadas a la intemperie en el batey San José y sus impactos en el aire, el suelo y en las aguas superficiales y subterráneas; 3) Los impactos de CTPC en los cultivos; 4) Los impactos de CTPC en el litoral marino costero, y 5) los impactos de CTPC en la salud de la población, específicamente en el municipio de Nizao de la provincia Peravia.

Cada uno de los reportes posee un anexo que contiene los elementos que sustentan sus afirmaciones, hallazgos, conclusiones y recomendaciones. Al final de este informe, aparece un anexo con la cronología del proceso del estudio, el primer informe de avance de la investigación, los términos de referencia del estudio, entre otros documentos de interés.

El estudio sobre la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, se realizó en cumplimiento de la orden que el presidente de la República, Luis Abinder, le dio al ministro de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Orlando Jorge Mera, para que en 60 días efectuara el estudio, de manera conjunta con la provincia Peravia, el Instituto de Abogados para la Protección del Medio Ambiente, INSAPROMA, y el Comité Nacional de Lucha Contra el Cambio Climático, CNLCC.

El 3 de agosto del año pasado 2021, el presidente de la República, recibió en compañía del ministro de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en el Palacio Nacional, a representantes de la provincia Peravia, de INSAPROMA y del CNLCC, para escuchar el reclamo de esta provincia de que se solucionara de manera urgente y definitiva la contaminación que estaba sufriendo por la quema masiva de carbón de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC.

La respuesta del primer mandatario a estos reclamos fue ordenar el estudio sobre esta contaminación con el propósito de tomar lo antes posible una decisión definitiva a la luz de los resultados de esta investigación.

El estudio se inició de manera conjunta entre el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la provincia Peravia, INSAPROMA y el CNLCC, pero al momento de tener los términos de referencia y el plan de trabajo del estudio listos y validados por las vistas públicas celebradas en las municipalidades de la provincia a principio del mes de noviembre del año pasado 2021, el Ministerio abandonó el proceso sin ofrecer hasta la fecha ninguna explicación.

La provincia Peravia, representada por la Coalición Por la Defensa de la Salud y el Medio Ambiente de la provincia Peravia, INSAPROMA y CNLCC continuaron el estudio, con el apoyo de un equipo de científicos y académicos del país y de instituciones científicas y académicas de los EUA y de Europa que brindaron de forma solidaria asesoría y contribuyeron con los análisis de laboratorios.

El equipo de científicos y académicos del país que asumió de forma voluntaria el trabajo de la investigación está constituido por el ingeniero electromecánico Raúl Cabrera y el químico, especialista en calidad de aire, Nikko Médice, para el área de emisiones áreas de gases y micropartículas; el ingeniero químico Marcos Rodríguez para el área de las cenizas de la CTPC; el ingeniero agrónomo Milton Martínez para los cultivos; los epidemiólogos Adelaida Oreste y Carlos Sánchez, para el área de la salud, y el químico, doctor en costas, Adriano Gutiérrez, para el área costero marino.

La mayoría de estos científicos son docentes de la Universidad Autónoma de Santo Domingo, UASD. El laboratorio de la Facultad de Ciencias de esta universidad contribuyó también con el estudio, así como el personal médico del Hospital de Nizao que suministró información y data, y participó en los análisis de las estadísticas y de los resultados de los grupos focales de salud. La Junta Municipal Electoral de Nizao colaboró con la entrega de las copias de las actas de defunción desde el 2016 hasta el año 2021.

Participaron en la investigación la Universidad de Duke, Durham, Carolina del Norte, EUA; la Alianza Mundial de Derecho Ambiental, ELAW, y su equipo científico, con sede en Oregon, EUA; el Instituto Internacional de Derecho y Medio Ambiente, IIDMA, de Madrid, España; Re:COMMON, de Roma, Italia, y el Centro Internacional de Investigación sobre Energía y Calidad del Aire, CREA, con sede en Helsinki, Finlandia. Colaboraron con consultas puntuales científicos y académicos de Puerto Rico, Colombia y Argentina.

PROPÓSITO DEL ESTUDIO

Los Términos de Referencia del estudio define el propósito o finalidad de la investigación de la siguiente manera:

Identificar, describir y cuantificar la contaminación y los daños de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, sus causas y sus efectos en la salud, en los sistemas productivos y en el medio ambiente, así como identificar las personas directamente afectadas por esta contaminación y estos daños.

La Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, está constituida por dos plantas de carbón pulverizado de tecnología subcrítica, con una generación entre ambas unidades de 752 megavatios nominales, ubicada en el distrito municipal de Catalina, provincia Peravia, República Dominicana (Longitud: -70.24, Latitud: 18.23). La primera unidad comenzó a generar a finales de año 2019 y la segunda unidad, en marzo de 2020.

REALIZACIÓN DEL ESTUDIO

Desde el 3 de agosto de 2021 hasta el 12 de mayo de 2022, cuando se celebró el III Taller que aprobó el informe final, se efectuó el estudio sobre la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, con una activa e intensa participación de las comunidades más directamente afectadas.

El ámbito del estudio comprende los municipios de Nizao y Baní, y los distritos municipales de Catalina, Santana, Pizarrete, Paya y Carretón, con una población de alrededor de 150 mil personas en un área de 20 kilómetros.

El plan de trabajo calendarizado del estudio, tras la celebración de las vistas públicas municipales, arrancó el 4 de noviembre de 2021, con la celebración del 1er Taller de Planificación y Capacitación de los equipos de monitoreo municipales, hasta el 16 de marzo de 2022, cuando se efectuó la reunión virtual de 17 expertos del país, EUA, España, Finlandia y de Italia que discutió los reportes de las cinco áreas del estudio.

Para realizar las tareas del estudio se conformaron cinco equipos de trabajo en cada una de las áreas del estudio, encabezados por los expertos nacionales e integrados por miembros de los equipos de monitoreo municipales que habían sido conformados en las vistas públicas realizadas entre septiembre y octubre de 2021.

Durante este período se efectuaron las visitas de campo, las tomas de las muestras de suelos y de aguas superficiales, las inmersiones submarinas y reconocimiento de la costa, el registro y análisis de las emisiones áreas de gases y micropartículas de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, las entrevistas con agroproductores, pescadores y residentes junto al litoral, las sesiones de grupos focales y el levantamiento de las estadísticas de salud, entre otras actividades.

También en este lapso se realizaron los análisis de laboratorio en el país y en el extranjero. Los análisis de laboratorio de las emisiones áreas de gases y micropartículas de CTPC se hicieron en el laboratorio GeSA del país y en laboratorios de Oregon, EUA. Los análisis del agua del mar, se llevaron a cabo en el laboratorio de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Santo Domingo, UASD, en el laboratorio GeSA y en Oregon, EUA.

Fue imposible tomar las muestras de aguas subterráneas en el entorno de las montañas de cenizas de CTPC, a pesar de que se realizaron dos incursiones que reconocieron, midieron y confeccionaron mapas de la deposición de estos residuos. Las autoridades no permitieron el acceso al cenicero o patio de las cenizas de la Central de Punta Catalina.

Por tanto, el estudio no pudo establecer en qué medida los metales pesados y otros tóxicos contenidos en las cenizas, que habían sido identificados y analizados con anterioridad (marzo de 2021) por la Universidad de Duke, han pasado a las aguas subterráneas del área donde están ubicadas las instalaciones de las plantas de carbón y las montañas de los residuos. El estudio lanza la alarma del alto riesgo de que estas cenizas tóxicas contaminen el acuífero de Valdesia, una de las más grandes reservas de agua de la isla, y urge a las autoridades a que completen esta investigación.

Las autoridades municipales y provinciales y los equipos de monitoreo municipales conocieron los avances del estudio y tuvieron la oportunidad de revisarlos y finalmente validarlos en talleres y jornadas que se realizaron en diferentes momentos del proceso.

El 1er. Taller de Planificación y de Capacitación, el 4 de noviembre de 2021, conoció y decidió el plan calendarizado del estudio; el II Taller, celebrado el 28 de diciembre de 2021, conoció, revisó y aprobó los resultados preliminares del estudio, y las jornadas del 29 de marzo, y del 1ero y del 5 de abril de 2022, revisaron y aprobaron los resultados definitivos del estudio.

Finalmente, el 12 de mayo de este año 2022, el III Taller conoció y discutió el reporte de la proyección de los impactos de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, en la

calidad del aire, en la salud y la economía realizado por el Centro Internacional de Investigación de la Energía y la Calidad del Aire, CREA, de Finlandia, y revisó y aprobó el texto de las principales conclusiones y recomendaciones del estudio.

Estos eventos contribuyeron a enriquecer el estudio. Por ejemplo, como resultado de los debates de las jornadas de finales de marzo y principios de abril de este año, fue posible cruzar las informaciones de las emisiones aéreas de CTPC, especialmente durante los eventos de máximas emisiones (crisis), con los repuntes de enfermedades asociadas a la combustión de carbón, en el municipio de Nizao, como se puede apreciar en el siguiente cuadro:

COINCIDENCIA ENTRE EVENTOS DE ALTAS EMISIONES DE CTPC Y REPUNTE DE ENFERMEDADES ASOCIADAS A LA COMBUSTIÓN DE CARBÓN EN NIZAO, PROVINCIA PERAVIA 2018-2021

| FECHA | EVENTO DE ALTA EMISIÓN CTPC | REPUNTE ENFERMEDADES ASOCIADAS A COMBUSTIÓN CARBÓN |
|------------|--|--|
| 12.10 2018 | Primer encendido de prueba de unidad No. 1 de CTPC | HTA: Del 2018 al 2021 |
| 09.2019 | Inicia operaciones regulares de unidad No. 1 de CTPC | Alergias: Del 2019 al 2020 HTA: Tendencia ascendente Muerte por infarto agudo de miocardio: 2019 a 2020 |
| 6-12.2020 | CTPC funciona con defectos en el sistema AQCS | Alergias: <i>Repunte</i> Neumonía: Del 2020 a 2021 Anemia: Del 2020 a 2021 Muertes Infarto agudo al miocardio: <i>Repunte</i> |
| 2-4.2021 | Nubes tóxicas sobre Baní y área aledaña a la CTPC | HTA: <i>Repunte</i> Neumonía: <i>Repunte</i> Anemia: <i>Repunte</i> |

De igual forma, en el III Taller se efectuó un viraje importante de la posición que hasta ese momento mantenía la provincia de Peravia, el Instituto de Abogados para la Protección del Medio Ambiente, INSAPROMA, y el Comité Nacional de Lucha Contra el Cambio Climático, CNLCC, de convertir a la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, a gas natural.

Este evento reconoció que la Central Punta Catalina se había convertido en un activo varado que no podía seguir operando a carbón por su alto precio y la gran contaminación que produce, pero tampoco puede funcionar con gas natural por la escasez y altos precios de este combustible fósil que no le permitirá competir con las energías renovables, especialmente con la solar, con precios cada vez más bajos. Por tanto, el III Taller recomendó el cierre de las plantas de carbón de Punta Catalina en un plazo de 18 meses sin prórroga, en el cual el Gobierno debe sustituir los 752 megavatios de CTPC por energías renovables.

Durante el tiempo de la investigación, se produjeron y se emitieron once programas especiales por Radio Salvación Internacional, 8:10 AM, sobre el estudio, sus avances y principales hallazgos, los sábados, en horario de 3:00 a 4:00 de la tarde.

Las emisiones de estos programas especiales, junto con la práctica del periodismo ciudadano que compartió a través de las redes sociales las imágenes de las inmensas montañas de cenizas tóxicas y de las densas nubes de gases de la chimenea central de Punta Catalina, contribuyeron a la incorporación masiva de la población al proceso de investigación, a la creación de opinión pública sobre los temas estudiados y a mantener a las comunidades alertas sobre los efectos de la contaminación.

A lo largo del proceso de estudio, se produjeron denuncias de gran incidencia de muertes por ataque agudo al miocardio registradas en el Hospital de Nizao, de hipertensión en personas jóvenes en esa localidad, y más recientemente, en febrero de 2022, de las muertes en menos de diez días, de cuatro infantes, tres de los cuales aquejados de neumonía y residentes en los lugares de mayor concentración en el municipio de Nizao de micropartículas 2.5 micras y de dióxido de nitrógeno, ambos elementos estrechamente relacionados con la combustión del carbón.

El Grupo de Alerta y Respuesta en Salud del Ministerio de Salud Pública que investigó el deceso de los infantes del municipio de Nizao, reconoció la existencia de la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, y de los graves riesgos que reporta para la salud de la población.

Este organismo oficial recomendó en su informe que se declarara a la CTPC bajo vigilancia de contaminante atmosférico, que se publique el registro de las emisiones aéreas de esta termoeléctrica, se midan éstas emisiones de forma periódica, se cree un monitoreo permanente con la participación de las comunidades y se le brinde a la población asistencia médica ante los efectos de esta contaminación. Estas recomendaciones coinciden con las que se formulan en el presente informe. *(Ver en Anexos, Grupo de Alerta y Respuesta en Salud del Ministerio de Salud Pública, Investigación de cuatro muertes en menores, Nizao, provincia Peravia, República Dominicana, febrero 2022).*

PRINCIPALES CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las principales conclusiones del estudio sobre la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, sin desmedro de aquellas contenidas en los reportes de cada una de las áreas de la investigación, son las siguientes:

- La construcción de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, para que operara a carbón mineral fue un grave error que está dañando el medio ambiente, la salud y los sistemas productivos, infligiendo grandes sufrimientos a la población, especialmente de la provincia Peravia. Este error está retrasando la adopción de energías limpias y renovables, y por tanto el desarrollo sostenible de la República Dominicana y el combate al cambio climático que amenaza la supervivencia del país y de todo el planeta.
- Los impactos negativos de la contaminación por los gases, las micropartículas y los residuos de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, abarcan gran parte del territorio dominicano, por completo a Haití y llegan próximos al litoral Este de Cuba y de Jamaica.
- Las emisiones aéreas de gases y de micropartículas de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, así como las cenizas volantes de carbón de esta central arrojadas a la intemperie en el batey San José, están afectando la calidad del aire. Estas emisiones están muy por encima de las normas de la Organización Mundial de la Salud, OMS, y de los estándares internacionales, y en muchas ocasiones de las normas dominicanas vigentes que son insuficientes para proteger a la población.
- Las cenizas de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, que son acumuladas en gigantescas montañas en el batey San José, en el distrito municipal de Catalina, son tóxicas. Estos residuos contienen metales pesados y una gran cantidad de cal. Por su naturaleza tóxica, su gran volumen y por su mala disposición en una locación totalmente inadecuada, constituyen un pasivo ambiental perenne que amenaza con contaminar el aire, el suelo y el agua tanto superficial como subterránea. Existe el riesgo de que los tóxicos de los residuos de CTPC pasen al acuífero de Valdesia, una de las más grandes reservas de agua de la isla.
- En las cercanías de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, los cultivos más sensibles como de lechosa (papaya), de melón y de tomates, están siendo afectados por las emisiones aéreas y las montañas de cenizas tóxicas de esta termoeléctrica, y por la presencia de una gran cantidad de cal en los residuos que también pueden alterar el pH de los suelos, reduciendo la productividad de éstos.

- No existen evidencias de que los planes de remediación contemplados en el estudio de impacto ambiental del proyecto de Punta Catalina, específicamente el Programa Forestal con una dotación de RD\$113.8 millones para paliar los impactos de la CTPC sobre los cultivos, se hayan aplicado.
- La construcción del espigón del puerto de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, es responsable de la pérdida de la playa de Sabana Uvero del distrito municipal de Paya. Esta infraestructura cambió la dirección de la marea y de las corrientes marinas, produciendo la erosión de la costa en el lado Oeste.
- También CTPC es responsable de la desaparición de la vida marina en este lugar como consecuencia de la sedimentación del fondo del mar con los escombros del embarcadero construido y posteriormente destruido, y de las virutas de carbón caídas de los barcos que transportan este fósil al país, y del agua caliente vertida al mar por esta central a poca distancia de la costa.
- La aparición y la cada vez más fuerte incidencia en el municipio de Nizao y en el resto de la provincia Peravia, de enfermedades asociadas a la combustión masiva de carbón, están relacionadas a la operación de estas plantas de carbón de Punta Catalina. Durante los 30 años de vida útil de esta termoeléctrica, crecerá aún más la incidencia de estas enfermedades en gran parte del país y en Haití, causando numerosas muertes prematuras, especialmente en las personas más vulnerables como son niños/as, los envejecientes y las embarazadas. Además del gran sufrimiento de la población, estas enfermedades tendrán un altísimo costo económico y de pérdida en la producción a consecuencia del ausentismo laboral que provocan.

Las principales recomendaciones de este estudio que se suman a las planteadas en los reportes de las áreas de la investigación, son las siguientes:

- Por los graves impactos que está causando la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, en la República Dominicana y en Haití, lo que procede es el cierre inmediato de esta central.
- Ya no es posible evitar este cierre mediante la conversión de estas plantas de carbón a gas natural. La actual crisis energética mundial desencadenada por el conflicto entre Rusia y Ucrania, ha creado el peor escenario posible para Punta Catalina: además de constituir una fuente enorme de contaminación que afecta a la salud y al medio ambiente, es un activo varado sin salida al mercado, que no puede continuar operando con carbón mineral pero tampoco con gas natural, dada la escasez y los altos precios históricos de este combustible.
- Para que el cierre de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, produzca el menor trauma posible en el suministro eléctrico, en la economía y en la gobernabilidad democrática del país, se deberá de efectuar en un plazo de 18 meses no prorrogable, durante el cual el Gobierno deberá reemplazar todos o una gran parte de los 752 mega vatios generados por Punta Catalina por energías renovables desde diferentes fuentes y bajo distintas modalidades.
- Durante el tiempo que la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, siga operando con carbón, se deberá dar el mantenimiento apropiado e indicado por el protocolo del sistema de seguridad del aire (AQSC), publicar semanalmente el registro de las emisiones aéreas de gases y de micropartículas, ofrecer asistencia médica especializada, oportuna y gratuita especialmente en la zona de mayor concentración de la contaminación, y poner en funcionamiento un sistema de monitoreo con participación de las comunidades con el poder de apagar de inmediato estas plantas cuando las emisiones superen las normas nacionales vigentes.
- Revisar las normas y los estándares del país que regulan las emisiones de gases y de microparticulados para actualizarlos en relación a las disposiciones adoptadas por la Organización Mundial de la Salud, OMS, con la finalidad de que la normativa proteja de manera efectiva la salud de la población.
- Sacar del país las cenizas de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, arrojadas en el batey San José, como las que continúen generando estas plantas de carbón.

- Reparar hasta donde sea posible los daños ocasionados por la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, e indemnizar a los afectados. Aplicar los recursos comprometidos en el estudio de impacto ambiental del proyecto Punta Catalina para la remediación ambiental, previa auditoría de estos fondos a fin de determinar y sancionar las irregularidades cometidas.

Los tribunales deberán establecer los responsables de los daños ocasionados por la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, y aplicar las sanciones correspondientes.

INFORME

Los impactos de la Central Térmica a Carbón Punta Catalina sobre la Calidad del Aire, la Salud y la Economía

Abril 2022



CREA es una organización de investigación independiente enfocada en revelar las tendencias, las causas y los impactos en la salud de la contaminación atmosférica, así como en proponer soluciones a la misma.

Sobre CREA

El Centro de Investigación sobre Energía y Aire Limpio (CREA) es una organización de investigación independiente centrada en comprender las tendencias, las causas, los impactos en la salud y las soluciones a la contaminación atmosférica.

CREA utiliza datos, investigaciones y evidencias científicas para respaldar los esfuerzos de gobiernos, empresas y organizaciones de todo el mundo en sus esfuerzos por promover la energía y el aire limpios, creyendo que la investigación y la comunicación efectivas son la clave para adoptar políticas exitosas, decisiones de inversión e incidir políticamente. CREA se fundó en diciembre de 2019 en Helsinki y cuenta con personal en varios países de Asia y Europa.

www.energyandcleanair.org

La elaboración de este informe ha contado con el apoyo del Instituto Internacional de Derecho y Medio Ambiente (IIDMA), organización española que tiene por objeto contribuir a la proyección del medio ambiente basándose en el derecho y la política ambiental.

www.iidma.org

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La central térmica de Punta Catalina (Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC), ubicada en República Dominicana, es la central a carbón más grande del país con una capacidad de 752 MW. Cuenta con dos unidades de 376 MW. Tanto el proyecto como la propia central térmica, ahora en funcionamiento, han sido objeto de numerosas protestas bien contra las condiciones laborales bien contra los impactos negativos en el medio ambiente y en la salud humana provocados por la central. Su puesta en marcha se retrasó debido a problemas económicos: la Unidad 1 comenzó a operar en 2019, dos años más tarde de lo programado, mientras que la Unidad 2 comenzó a operar en 2020. Desde entonces, ambas unidades han sufrido fallos en su funcionamiento ya que la Unidad 1 tuvo que desconectarse durante un periodo breve de tiempo debido a una fuga de hidrógeno, y la Unidad 2 sufrió daños en la caldera y también fue desconectada temporalmente (GEM 2022).

En este informe, CREA analiza los impactos sobre la calidad del aire, la salud y la economía de la central térmica Punta Catalina bajo cuatro escenarios distintos de emisiones, tomando como referencia el año 2021:

- 1. Escenario "DE" (emisiones declaradas).** Este escenario tiene en cuenta los valores límite de emisión declarados en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto; a saber, 400 mg/Nm³ para óxidos de nitrógeno (NOx), 400 mg/Nm³ para dióxido de azufre (SO₂) y 30 mg/Nm³ para material particulado (PM).
- 2. Escenario "best" (en el mejor de los casos).** Este escenario considera los mejores datos posibles de emisiones reales, teniendo en cuenta los valores más bajos de las fallas técnicas observadas y declaradas por la CDEEE (Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas Estatales) en sus comunicados oficiales (Anexo 1). En este escenario, la Unidad 1 tiene un filtro de mangas parcialmente dañado y valores límite de emisión de PM equivalentes a 63,44 en lugar de 30 mg/Nm³. La Unidad 1 trabaja 85 MW por debajo de su carga nominal de 360 MW, para mantener bajas las emisiones de PM (entre los límites declarados). Los sistemas de desulfuración (FGD) de las Unidades 1 y 2 funcionan al 100%.

3. Escenario "worst" (en el peor de los casos). Este escenario considera los peores datos de emisiones reales posibles, teniendo en cuenta los valores más altos de las fallas técnicas observadas y declaradas por la CDEEE. La Unidad 1 tiene un filtro de mangas extremadamente dañado y valores límite de emisión de PM de 196 en lugar de 30 mg/Nm³. La Unidad 1 funciona al 100 % de la carga nominal. Los sistemas FGD para las Unidades 1 y 2 están completamente fuera de servicio o desconectados (debido a fallas técnicas o falta de cal).

4. Escenario "mean" (medio). Considera valores medios de emisión entre los dos escenarios anteriores.

Las **emisiones anuales** totales de NO_x, SO₂, PM y Mercurio (Hg) asociadas a cada uno de los cuatro escenarios considerados se reflejan en la tabla a continuación, junto con las emisiones procedentes de la aplicación de los estándares de emisión equivalentes de la Unión Europea (UE), para realizar una comparativa.

Tabla 1. Emisiones anuales en función del escenario y de los estándares de la UE

| EMISIONES ANUALES | | | | |
|--|----------------|----------------------------|---------------|----------------|
| | Nox (t/año) | SO ₂ (t/año) | PM (t/año) | Hg (kg/año) |
| Estándares UE | 1.921,18 | 1.665,02 | 128,08 | - |
| Escenario 1: Emisiones declaradas (DE) | 5.123,14 | 5.123,14 | 384,24 | 115,20 |
| Escenario 2: Emisiones reales, mejor de los casos (Best) | 4.820,73 | 4.820,73 | 550,42 | 108,40 |
| Escenario 3: Emisiones reales, media (Mean) | 4.971,93 | 15.010,36 | 998,85 | 122,53 |
| Escenario 4: Emisiones reales, peor de los casos (Worst) | 5.123,14 | 25.200,00 | 1.447,29 | 136,65 |

Asimismo, es importante señalar que los valores límite de emisión previstos en el EIA de la central térmica de Punta Catalina también son netamente superiores a los establecidos en la normativa de la UE:

Tabla 2. Valores límite de emisión de la UE y valores declarados por la CTPC



| | Valores límite de emisión (mg/Nm ³) | | |
|--------------------------|---|-----------------|----|
| | NOx | SO ₂ | PM |
| Normas de la UE (< 2019) | 150 | 130 | 10 |
| CTPC, valores declarados | 400 | 400 | 30 |

INFORMACIÓN TÉCNICA

Utilizando el sistema de modelización CALPUFF, se ha realizado una **simulación detallada de la transformación química y de la dispersión de las emisiones** en función de la topografía y las condiciones meteorológicas locales, utilizando el 2021 como año de referencia. La propagación de estas emisiones contribuye a incrementar la concentración de contaminantes en la atmósfera, lo que aumenta la mortalidad y morbilidad como resultado de la exposición a una calidad del aire peligrosa.

La Tabla 3 a continuación, proporciona información sobre los parámetros de cada unidad de la central térmica que se han utilizado para llevar a cabo la modelización. Estos parámetros incluyen el consumo anual de carbón (millones de toneladas), el diámetro y la altura de la chimenea, la velocidad, temperatura y flujo total de los gases de salida de la chimenea. La velocidad de salida reportada en la EIA de la central ha sido corregida para tomar en cuenta la humedad relativa del aire ambiente (considerada constante e igual al 16%). Todos estos parámetros son de vital importancia para estimar las emisiones provenientes de una central térmica.

Tabla 3. Datos para la modelización de la CTPC (por unidad)

| | EIA | | CREA (corregido) |
|--------------------------------|----------------------------------|-----------|------------------|
| Coordenadas | Longitud: -70.24, Latitud: 18.23 | | |
| Máx. consumo de carbón | Mt/año | 1,05 | |
| Consumo real de carbón | Mt/año | 0,96 | |
| Factor de carga de utilización | % | 91 | |
| Diámetro de chimenea | metros | 5,77 | |
| Altura de chimenea | metros | 160 | |
| Temperatura de salida | °C | 73,89 | |
| Velocidad de salida | m/s | 17 | 20,25 |
| Flujo de los gases de salida | m ³ /min | 13.341,50 | |

La **cuantificación de los impactos sobre la salud** se ha obtenido utilizando los métodos descritos en Koplitz et al. (2017), utilizando datos de mortalidad y años de vida perdidos específicos de la República Dominicana. Estos últimos se han obtenido de los resultados del proyecto Global Burden of Disease (IHME 2020). También se han utilizado datos específicos relativos a población, edad de población, tasas de mortalidad específicas por grupo y edad y prevalencia e incidencia de determinadas condiciones de salud.

La **cuantificación económica** de esos impactos se ha obtenido siguiendo la metodología “Cuantificación de los costes económicos de la contaminación del aire por combustibles fósiles” (Myllyvirta 2020).

RESULTADOS: Contaminación del aire

Las estimaciones realizadas determinaron que si la CTPC operase de acuerdo al **escenario "DE"** (emisiones declaradas), emitiría aproximadamente 5.120 toneladas de SO₂, 5.100 toneladas de NO_x y 384 toneladas de PM por año (Figura 1). Estas emisiones son aproximadamente tres veces superiores a las permitidas por la normativa europea (ver Tabla 1).

Las emisiones estimadas para el **escenario "best"** (el mejor de los casos) son similares a las del escenario "DE" tanto para SO₂ como para NO_x (4.820 toneladas por año), mientras que las de PM aumentan a 550 toneladas por año, aproximadamente 1,5 veces más que las emisiones de PM del escenario "DE". Esto se debe a que el filtro de mangas de la Unidad 1 está parcialmente roto y se libera más PM a la atmósfera a pesar de que la capacidad de la Unidad 1 se ha reducido en aproximadamente 85 MW para cumplir con los valores límite de emisión declarados para dióxido de azufre.

Si la central funciona de acuerdo al **escenario "worst"**, con los FGD completamente desconectados para ambas unidades (lo que lleva a una temperatura de salida de los gases de combustión más alta, de aproximadamente 144 °C) y un filtro de mangas extremadamente dañado de la Unidad 1, las emisiones anuales aumentan drásticamente tanto para SO₂ (25.200 toneladas por año, o unas cinco veces más que las emisiones declaradas), como para PM (1.447 toneladas por año, unas cuatro veces más que las emisiones declaradas).

En el escenario **"mean"**, las emisiones estimadas están muy cerca de las declaradas para NO_x (4.972 toneladas por año), pero aumentan considerablemente tanto para SO₂ (15.010 toneladas por año o tres veces superior a las emisiones declaradas), como para PM (999 toneladas por año o 2,6 veces más que las emisiones declaradas).

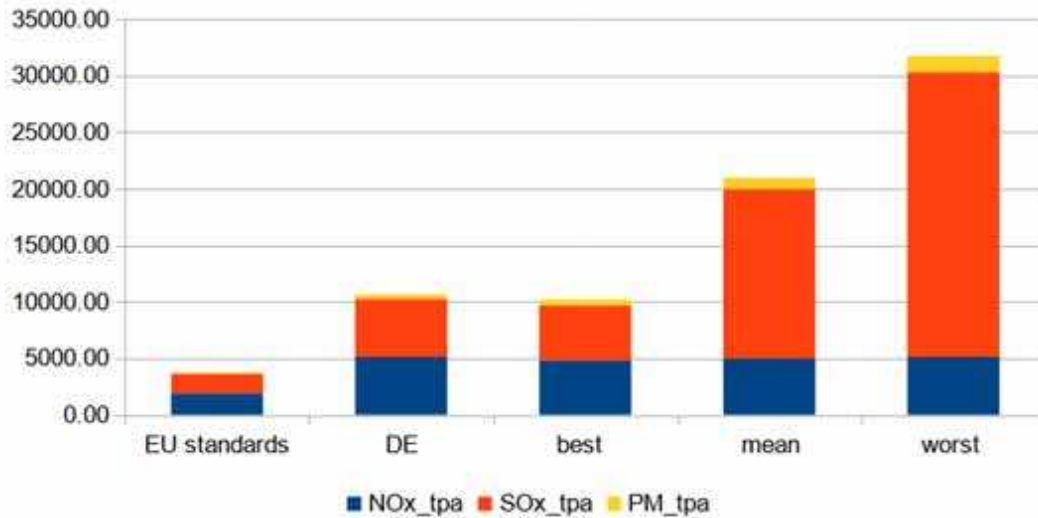
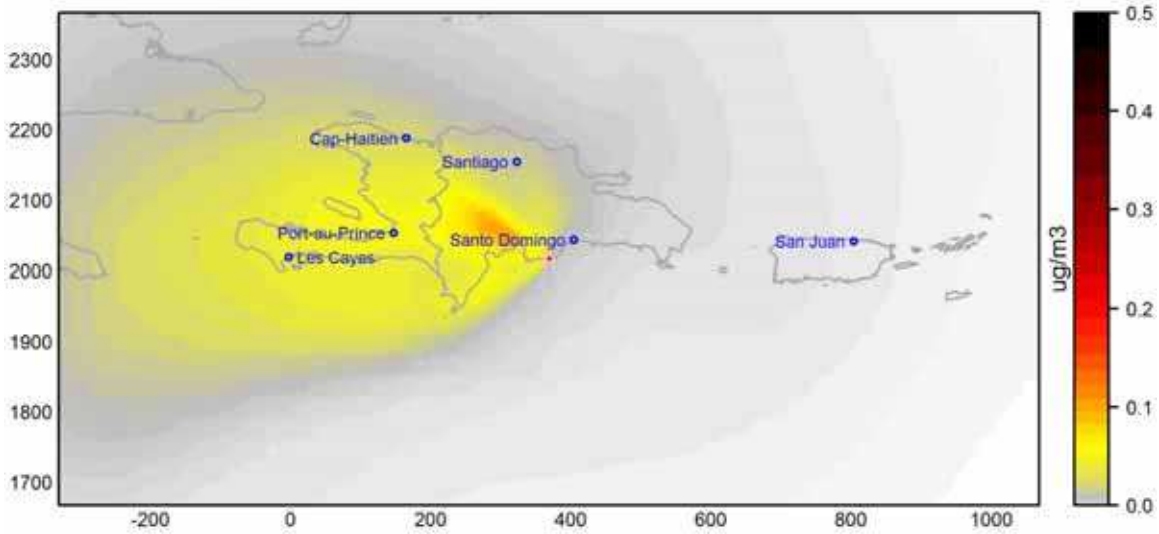


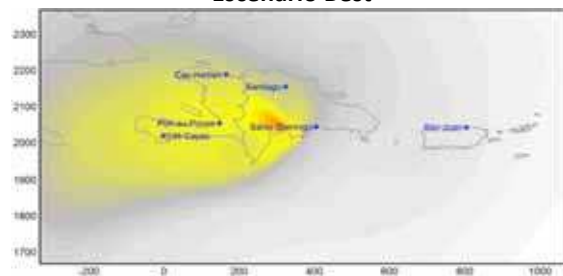
Figura 1. Emisiones anuales (tpa) procedentes de la aplicación de los estándares de la UE (EU standards), del escenario DE (emisiones declaradas) y los tres escenarios diferentes de emisiones reales ("best", "mean" y "worst")

A continuación, para cada escenario considerado, se reflejan las estimaciones de las concentraciones anuales medias de PM_{2.5}, SO₂ y NO₂ así como las estimaciones de las concentraciones máximas horarias y diarias de SO₂.

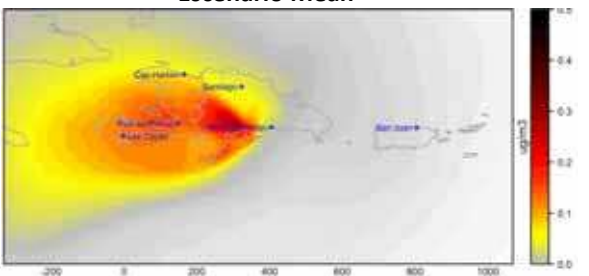
Escenario DE



Escenario Best



Escenario Mean



Escenario Worst

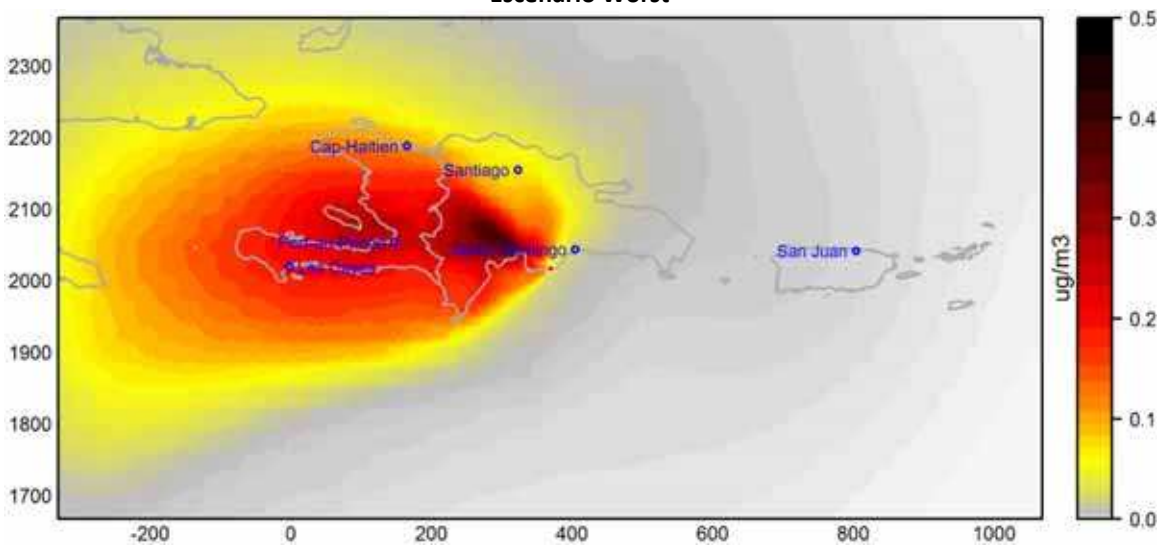


Figura 2. Concentraciones anuales medias estimadas de PM2.5 de la CTPC por escenario

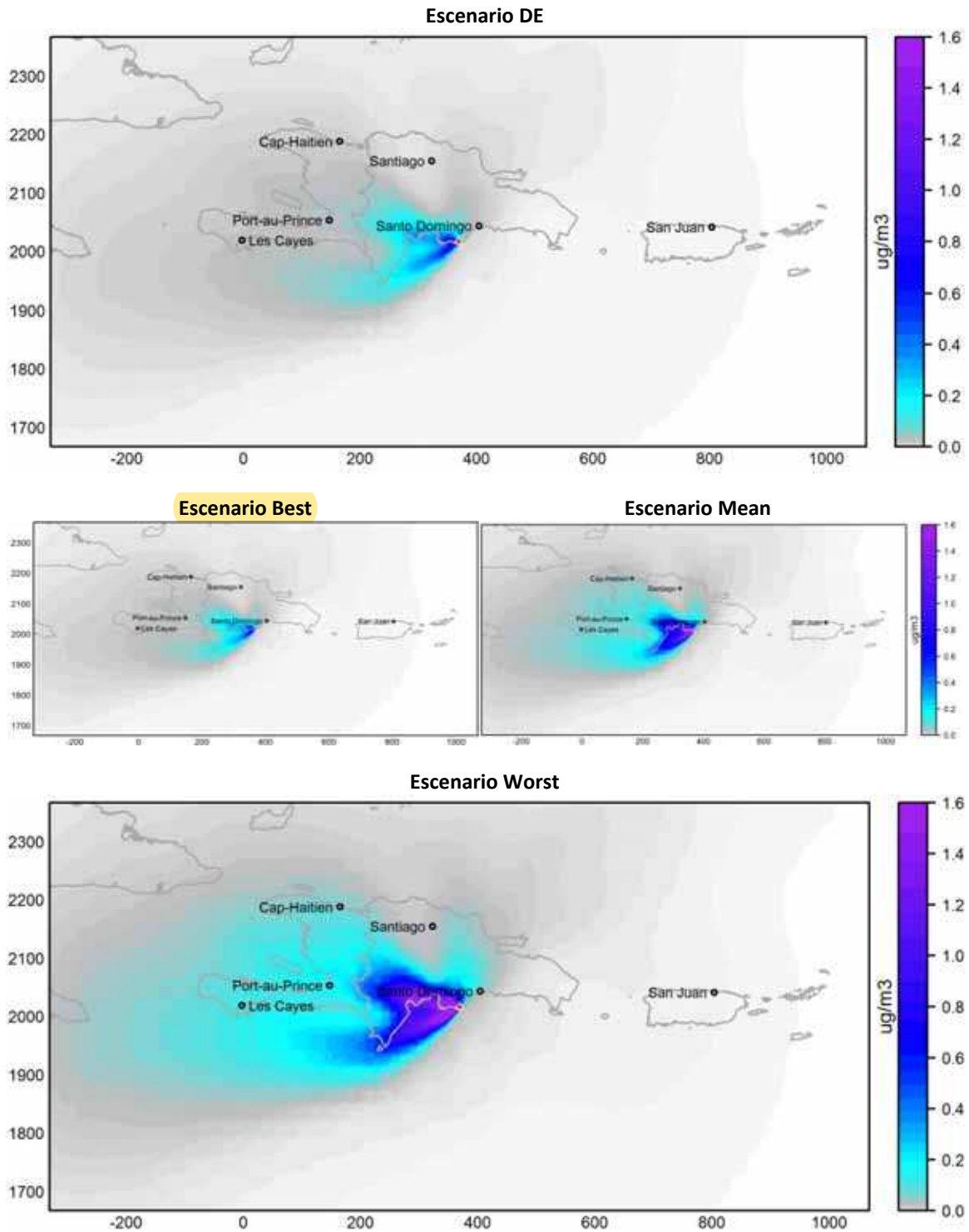


Figura 3. Concentraciones anuales medias estimadas de SO₂ de la CTPC por escenario

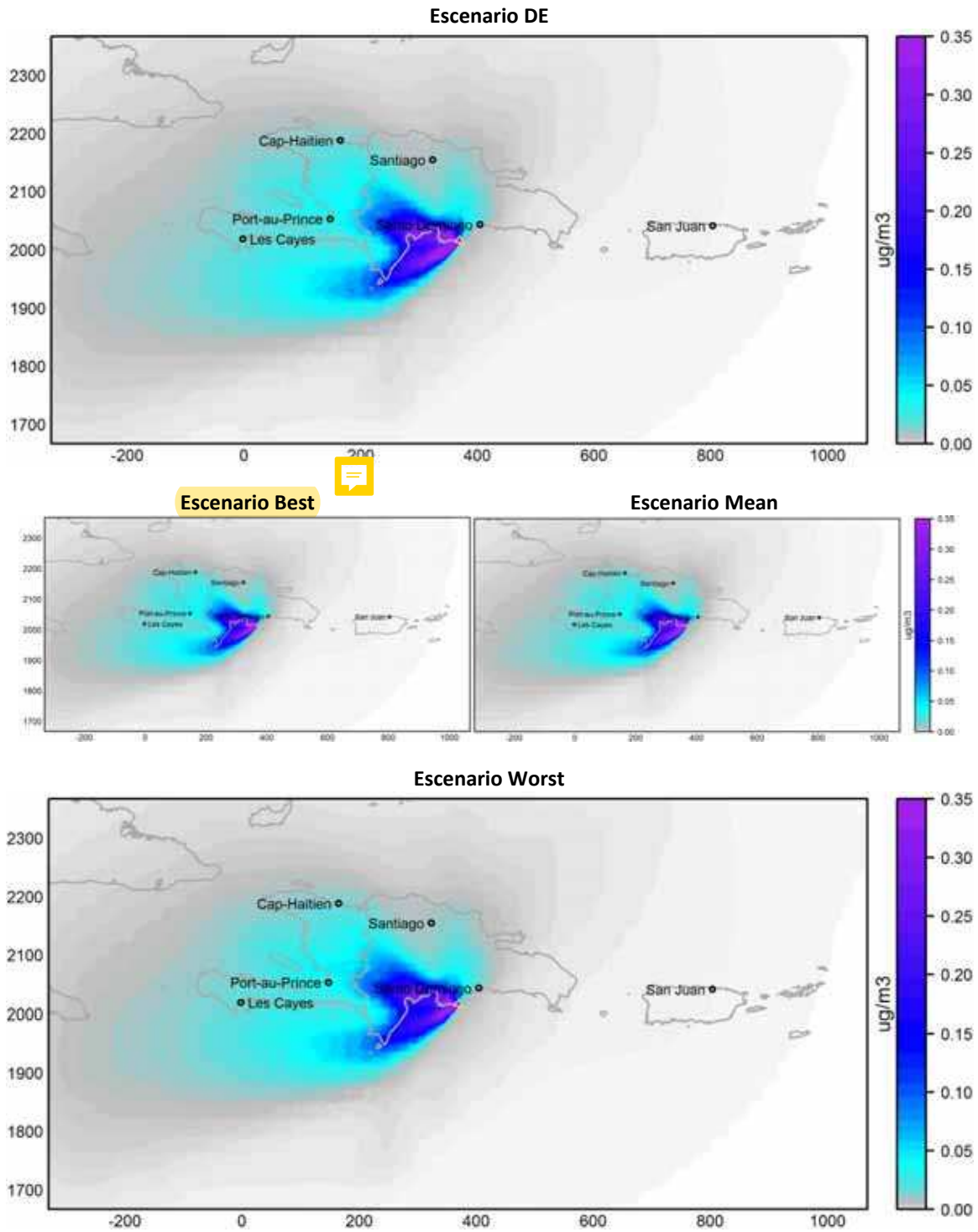


Figura 4. Concentraciones anuales medias estimadas de NO₂ de la CTPC por escenario

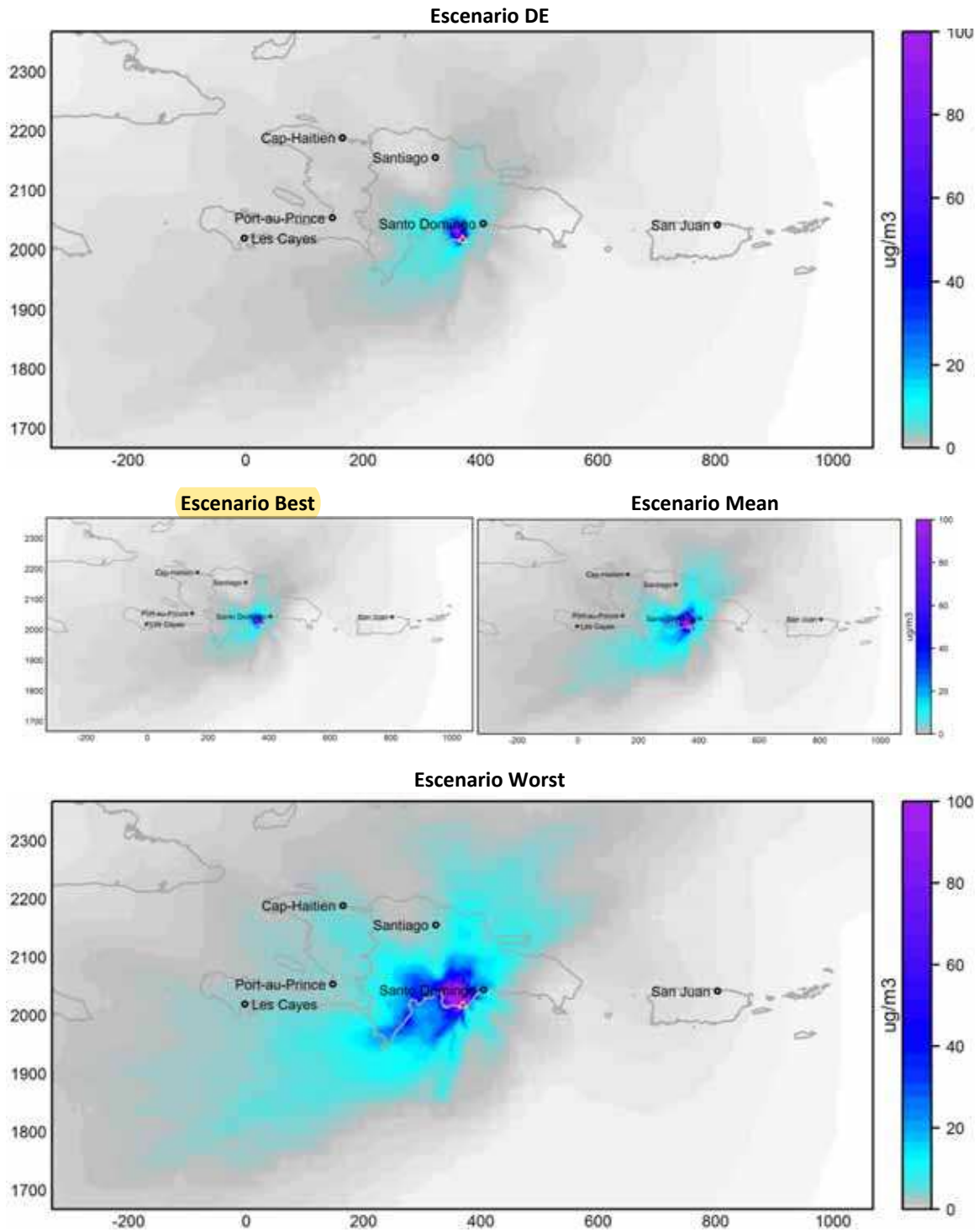


Figura 5. Concentraciones máximas horarias estimadas de SO_2 de la CTPC por escenario

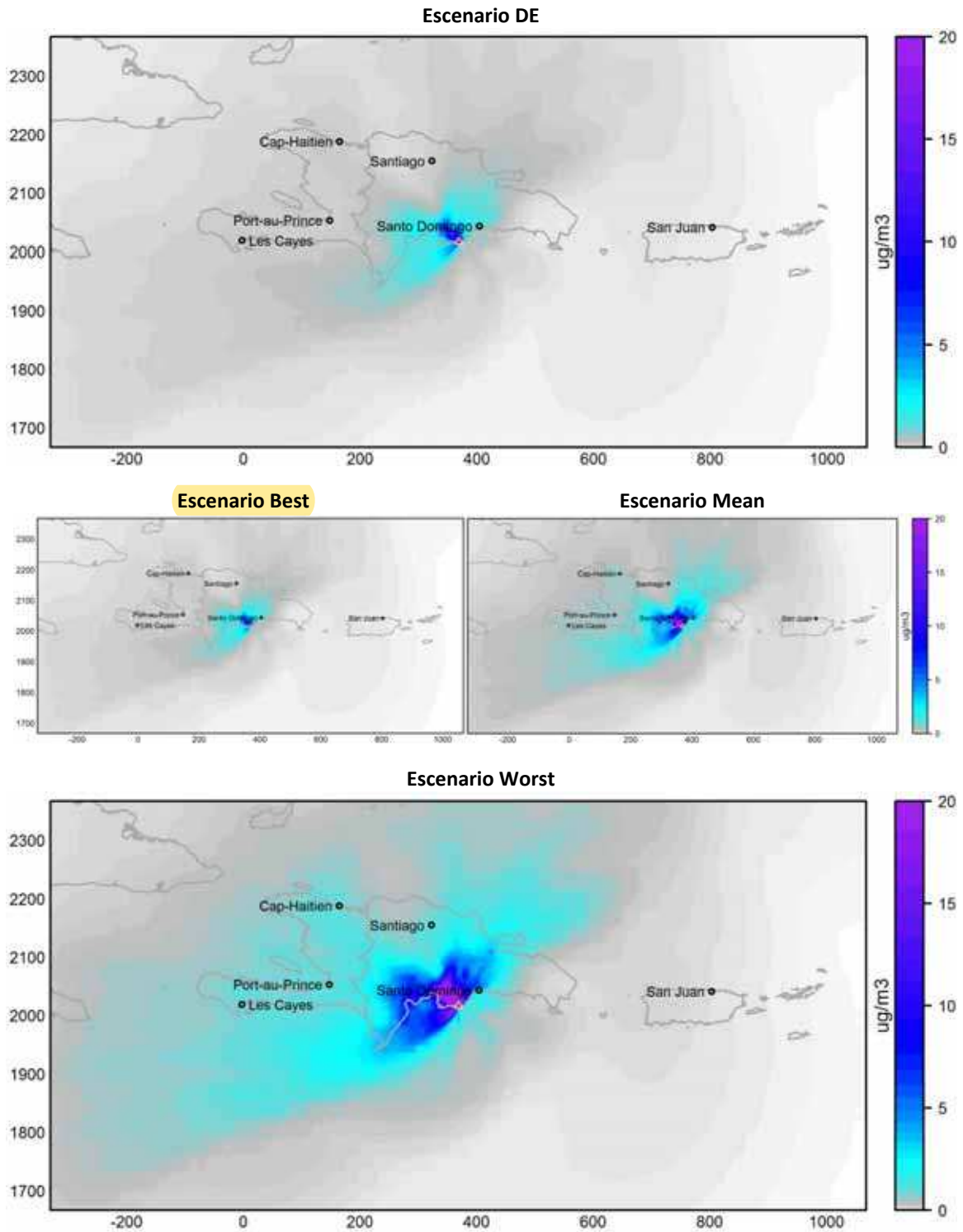


Figura 6. Concentraciones máximas diarias estimadas de SO₂ de la CTPC por escenario

RESULTADOS: Deposición tóxica

La deposición total de mercurio (Hg), ácido y cenizas volantes en las áreas circundantes aumentaría en los escenarios "worst" y "mean", y disminuiría ligeramente en el escenario "best" en comparación con el escenario "DE".

En el caso del mercurio, la presencia de un sistema FGD en ambas unidades reduciría las emisiones. Mientras que las emisiones de Hg en el escenario "DE" son de 115 kg anuales, en el escenario "best" serían de 108 kg anuales.

No obstante, **en ausencia de un sistema FGD para ambas unidades, es decir, el escenario "worst", se estima que alrededor de 137 kg de mercurio se depositarían anualmente en el suelo y en los ecosistemas acuáticos circundantes** (Figura 7). Esto equivale aproximadamente a 1,2 veces más que las emisiones de Hg declaradas. En este mismo escenario, la deposición de mercurio por encima de 125 mg/ha por año expondría anualmente a casi 3.870 personas a niveles peligrosos de mercurio procedente del carbón.

Esto no solo tendría impactos peligrosos en la salud humana, sino que también afectaría a las concentraciones de mercurio en el agua, lo que puede provocar una disminución en el rendimiento de los cultivos y las poblaciones de peces. De hecho, las deposiciones de mercurio superiores a 125 mg/ha/año ya se consideran niveles inseguros para las poblaciones de peces (Swain et al. 1992).

A continuación, para cada escenario considerado, se reflejan las estimaciones de las deposiciones totales anuales para Hg, ácido y cenizas volantes (Figuras 7, 8 y 9).

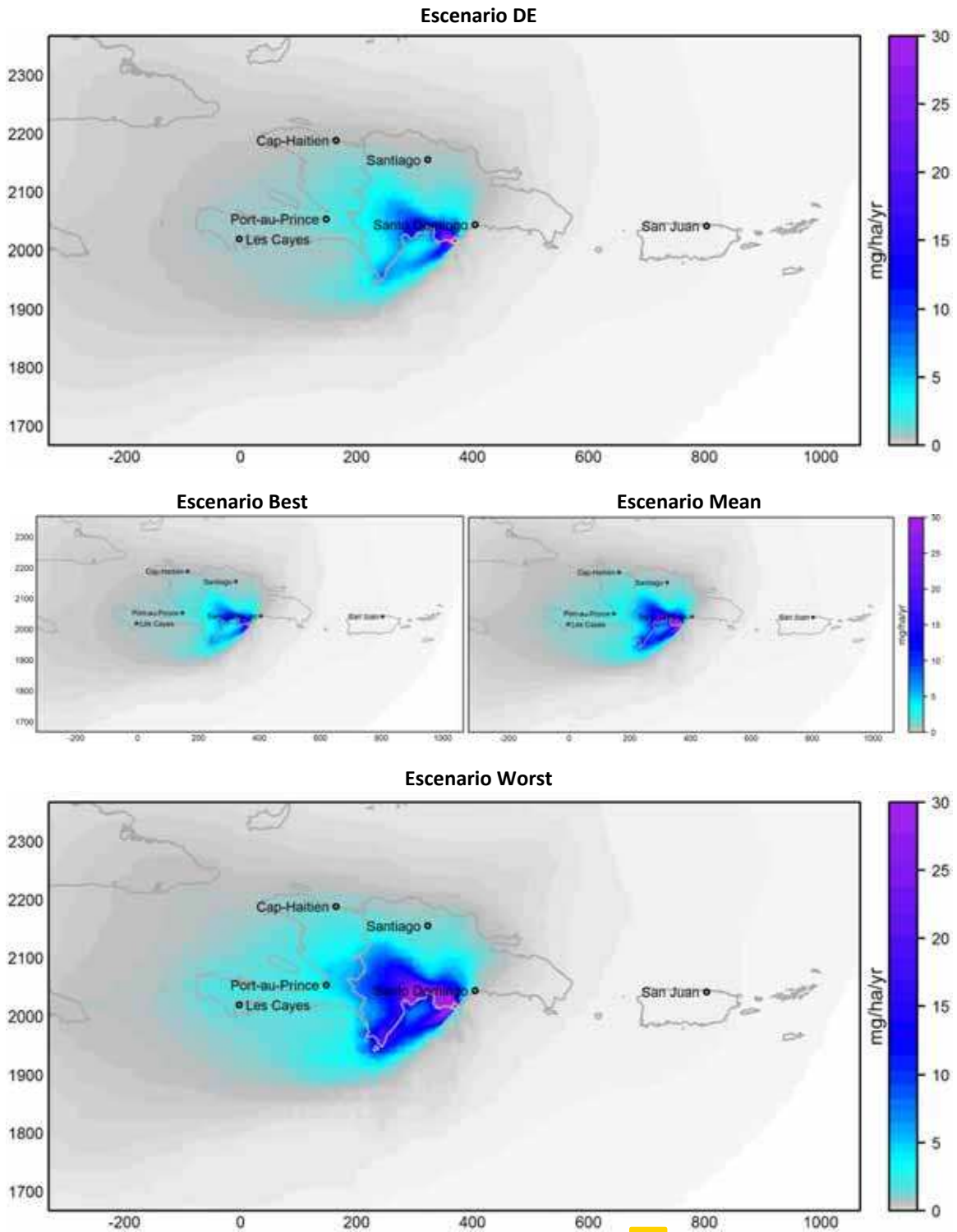


Figura 7. Deposición total anual de mercurio por escenario

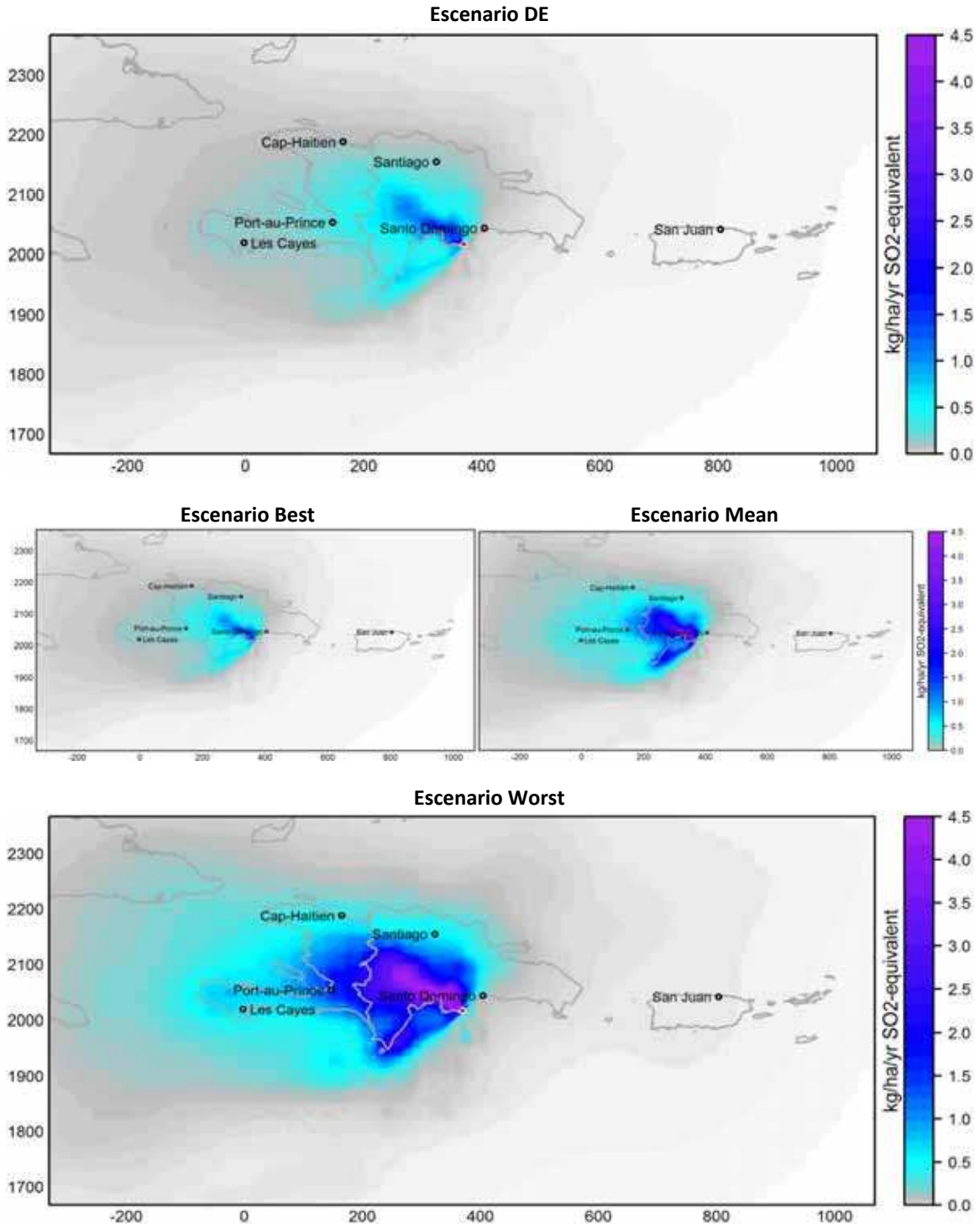


Figura 8. Deposición total anual de ácido por escenario

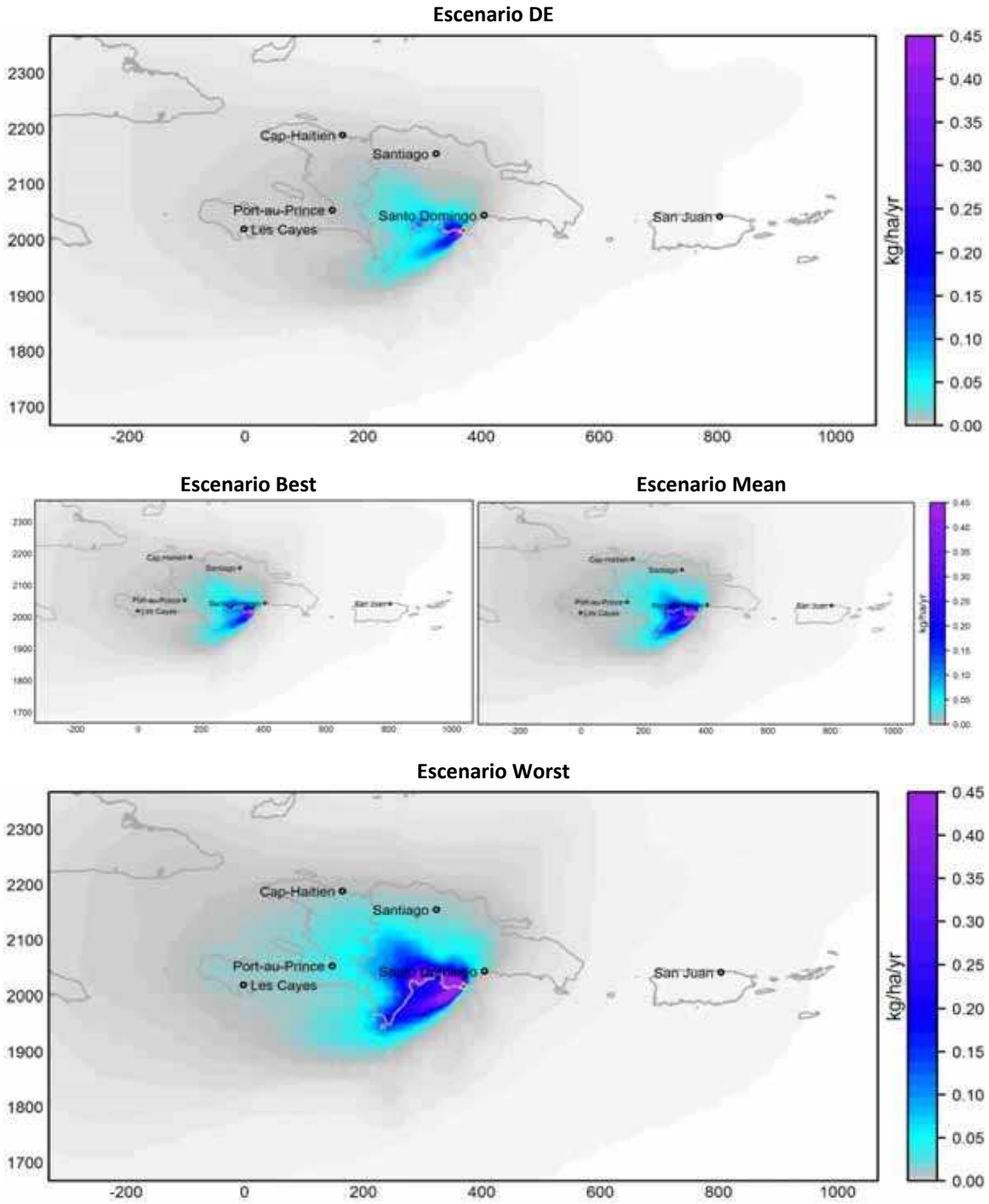


Figura 9. Deposición total anual de cenizas volantes por escenario

RESULTADOS: Exposición poblacional

En el **escenario "DE"**, los contaminantes emitidos por la CTPC exponen a unas 751 personas a una concentración media anual de Hg que supera el valor guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y a 1.154 personas a concentraciones medias horarias de SO_2 que superan el valor guía de la OMS de $196,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en un área de unos 2 km^2 (OMS 2021).

En el **escenario "best"**, se emite menos mercurio que en el escenario "DE" debido a la reducción en la capacidad de generación de energía de la central. Sin embargo, las emisiones de azufre siguen siendo demasiado altas y alrededor de 769 personas están expuestas a concentraciones medias horarias de SO_2 que superan los valores guía de la OMS.

En el escenario **"worst"**, las emisiones de la CTPC exponen a unas 3.870 personas a una concentración media anual de Hg superior a los valores guía de la OMS en un área de 16 km^2 (Figura 10), a 158.578 personas a concentraciones máximas horarias de SO_2 que exceden los valores guía de la OMS en un área de 387 km^2 (Figura 11) y a 49.064 personas a concentraciones máximas diarias de SO_2 que superan los valores guía de la OMS ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en un área de 118 km^2 (Figura 12).

En el escenario **"mean"**, la exposición de la población a la contaminación del aire ambiente que excede los umbrales de la OMS es similar al escenario "worst". Las concentraciones de Hg y SO_2 en el aire ambiente exponen a 4.736 personas (en un área de 12 km^2) a excedencias en la concentración promedio anual de Hg, a 108.586 personas (en un área de 251 km^2) a excedencias de concentración máxima horaria de SO_2 y a 4.615 personas (en un área de 11 km^2) a excedencias de la concentración máxima diaria de SO_2 .

A continuación, se reflejan las estimaciones de deposiciones medias anuales de Hg, de concentraciones máximas horarias y concentraciones máximas diarias de SO_2 para el escenario "worst" (Figuras 10, 11 y 12).



Figura 10. Deposición media anual estimada de Hg en el escenario "worst". Los gráficos de contorno indican áreas con valores más altos de 20 - 30 (amarillo), 30 - 125 (naranja) y más de 125 (negro) mg/ha/año.



Figura 11. Concentraciones máximas horarias estimadas de SO₂ en el escenario "worst". Los gráficos de contorno indican áreas con valores más altos de 80 - 100 (amarillo), 100 - 196,5 (naranja) y por encima de 196,5 (negro) µg/m³



Figura 12. Concentraciones máximas diarias estimadas de SO_2 en el escenario "worst". Los gráficos de contorno indican áreas con valores más altos de 10 - 20 (amarillo), 20 - 40 (naranja) y por encima de 40 (negro) $\mu\text{g}/\text{m}^3$

RESULTADOS: Salud e impactos económicos

Las emisiones de la central térmica de Punta Catalina contribuyen a concentraciones en la atmósfera de PM2.5, NO2 y SO2 que afectan la salud de la población tanto a nivel regional como transfronterizo. A su vez, originan graves impactos económicos.

En este estudio, se han modelizado y estimado los **impactos anuales** (tomando como año base 2021) y **acumulativos de una vida útil de operación de 30 años (2021-2051) para la República Dominicana** así como los **impactos anuales para Haití y la provincia Peravia**, bajo los cuatro escenarios. Los mayores impactos económicos y de salud se sufren en Haití debido a la contaminación transfronteriza, pero la provincia Peravia, donde se ubica la planta, también experimenta efectos graves.

A continuación se muestran las diferencias entre los escenarios "DE" y "worst".

Impactos del escenario "DE"

El análisis realizado muestra que de acuerdo con los valores límites de emisión declarados en el EIA de la CTPC, los impactos en términos de **mortalidad** atribuidos a las emisiones de contaminantes atmosféricos de la CTPC incluyen:

- **Provincia Peravia:** 1 muerte prematura anual (7% del total nacional).
- **República Dominicana**
 - 14 muertes prematuras anuales (causadas por diabetes, cardiopatía isquémica, cáncer de pulmón, infecciones de las vías respiratorias inferiores y otras enfermedades no transmisibles)
 - 596 muertes en los 30 años de vida útil de la central.
- **Haití:** 26 muertes prematuras anuales. Los impactos son mayores en este país dado que el viento en la región viaja de este a oeste, llevando gran parte de la contaminación hacia la parte occidental de la isla, afectando a los haitianos incluso más que al propio país donde se ubica la central.

En cuanto a la morbilidad, el estudio arroja los siguientes datos:

- **Provincia Peravia:**
 - 186 días de baja por enfermedad (5% del total nacional).
 - 30 años de vida perdidos (9% del total nacional).
 - 2 años de vida vividos con discapacidades (6% del total nacional).

- **República Dominicana:**
 - 3.430 días de baja por enfermedad; 130.915 en total para 2051.
 - 319 años de vida perdidos; 13.810 para 2051.
 - 31 años de vida con discapacidades como accidente cerebro vascular, diabetes y enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC); 1.352 para 2051.

- **Haití:**
 - 130.915 días de baja por enfermedad.
 - 13.810 años de vida perdidos.
 - 1.352 años de vida vividos con discapacidad.

Todos estos impactos sobre la salud tienen un **coste económico**, que incluye las facturas hospitalarias y las pérdidas en la productividad laboral. Este coste en la **República Dominicana equivale a 7,5 millones de dólares (USD) al año**. No obstante, si la central opera durante los próximos **30 años**, el coste total acumulado que enfrentaría el país es de **319 millones de dólares (USD)**. En el caso de **Haití**, el país enfrentaría costes anuales de alrededor de **4,7 millones de dólares (USD)**. Los costes de la República Dominicana son más altos que los de Haití, ya que el PIB del país es superior: 78.800 millones de dólares (USD) en República Dominicana frente a 13.400 millones de dólares (USD) (Banco Mundial, 2020).

Tabla 4. Impactos sobre la salud anuales (2021) y acumulativos en el distrito de Peravia, República Dominicana y Haití bajo el escenario DE.

* los paréntesis indican un intervalo de confianza del 95%

| Causa | Contaminantes | Provincia Peravia (2021) | República Dominicana (2021) | Haití (2021) | República Dominicana (2021 – 2051) |
|--|-----------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| Fallecidos | Todos | 1 (1-2) | 14 (9-21) | 26 (16-42) | 596 (384-889) |
| Visitas a la sala de emergencias por asma | PM2.5 | 1 (0-1) | 7 (4-10) | 53 (30-76) | 268 (152-382) |
| Nuevos casos de asma en niños | NO ₂ | 3 (1-7) | 19 (4-41) | 33 (8-66) | 725 (171-1.565) |
| Número de niños que padecen asma debido a la exposición a la contaminación | NO ₂ | 13 (4-28) | 82 (22-169) | 162 (46-309) | 3.123 (824-6.447) |
| Nacimientos prematuros | PM2.5 | 0 | 0 | 1 (0,5-1) | 4 (2-4) |
| Nacimientos con bajo peso | PM2.5 | 0 | 4 (1-7) | 8 (2-13) | 104 (32-181) |
| Ausencia laboral (días de baja por enfermedad) | PM2.5 | 186 (158-214) | 3.430 (2.918-3.939) | 8.780 (7.470-10.083) | 130.915 (111.371-150.330) |
| Años de vida perdidos | Todos | 30 (18-48) | 319 (198-490) | 718 (438-1.143) | 13.810 (8.557-21.202) |
| Años de vida vividos con discapacidad | PM2.5 | 2 (1-3) | 31 (5-52) | 106 (36-169) | 1.352 (225-2.270) |
| Costes totales (millones de dólares – USD) | | N / A | 7,5 (4,3-11,8) | 4,7 (2,7-7,9) | 319 (186-502) |

Impactos del escenario “worst”

Si las unidades de la CTPC tuvieran fallas y problemas técnicos durante su funcionamiento, los daños al medio ambiente, la salud humana y la economía serían severos. Este escenario prevé los volúmenes más altos de emisiones totales, especialmente de PM_{2.5} y SO₂, y la mayoría de los impactos en la salud están vinculados a la contaminación primaria y secundaria por PM, ya que es el contaminante más peligroso debido a su tamaño microscópico y su gran capacidad para penetrar en los pulmones.

Durante 2021, los principales impactos en la salud en términos de mortalidad y morbilidad bajo este escenario fueron los siguientes:

- **Provincia Peravia:**

- 5 muertes prematuras anuales (9% del total nacional).
- 510 días de baja por enfermedad (4% del total nacional).
- 108 años de vida perdidos (8% del total nacional).
- 5 años de vida vividos con discapacidades (4% del total nacional).

- **República Dominicana:**

- 57 muertes prematuras al año.
- 2.473 muertes prematuras durante los 30 años de vida útil de la central. Esta cifra es cuatro veces mayor que la del escenario “DE”.
- 13.896 días de baja por enfermedad; 530.341 en total para 2051.
- 1.325 años de vida perdidos; 57.311 en total para 2051.
- 125 años de vida vividos con discapacidades; 5.399 en total para 2051.

- **Haití:** Nuevamente, los impactos son aún mayores, debido a la contaminación transfronteriza provocada por la dirección del viento.

- 127 muertes prematuras anuales.
- 41.655 días de baja por enfermedad.
- 3.434 años de vida perdidos.
- 418 años vividos con discapacidades.

Tabla 5. Impactos en salud anuales (2021) y acumulativos en el distrito de Peravia, República Dominicana y Haití bajo el escenario "worst".

* los paréntesis indican un intervalo de confianza del 95%

| Causa | Contaminantes | Distrito de Peravia (2021) | República Dominicana (2021) | Haití (2021) | República Dominicana (2021 - 2051) |
|--|-----------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| Fallecidos | Todos | 5 (3-7) | 57 (37-85) | 127 (80-198) | 2.473 (1.590-3.695) |
| Visitas a la sala de emergencias por asma | PM2.5 | 3 (2-4) | 28 (16-39) | 255 (144-364) | 1.057 (602-1.507) |
| Nuevos casos de asma en niños | NO ₂ | 1 (0-1) | 16 (5-27) | 36 (11-63) | 423 (131-734) |
| Número de niños que padecen asma debido a la exposición a la contaminación | NO ₂ | 2 (1-5) | 17 (4-36) | 36 (9-73) | 643 (152-1.389) |
| Nacimientos prematuros | PM2.5 | 10 (3-20) | 73 (19-150) | 177 (51-338) | 2.772 (732-5.721) |
| Nacimientos con bajo peso | PM2.5 | 0 | 1 (0-1) | 6 (3-7) | 15 (7-16) |
| Ausencia laboral (días de baja por enfermedad) | PM2.5 | 610 (519-700) | 13.896 (11.822-15.956) | 41.655 (35.438-47.829) | 530.341 (451.183-608.964) |
| Años de vida perdidos | Todos | 108 (64-171) | 1.325 (819-2.037) | 3.434 (2.091-5.480) | 57.311 (35.420-88.126) |
| Años de vida vividos con discapacidad | PM2.5 | 5 (2-8) | 125 (22-213) | 418 (170-782) | 5.399 (948-9.205) |
| Costes totales (millones de dólares - USD) | | N / A | 30,1 (17,6-47) | 21,8 (12,6-36,1) | 1.290 (756-2.004) |

CONCLUSIONES

Si bien los impactos en la salud son casi los mismos entre el escenario "DE" y el escenario "best", los impactos son mucho más severos en el escenario "mean" y en el escenario "worst".

En el caso de República Dominicana, los datos muestran que los impactos modelados en el escenario "mean" son aproximadamente tres veces mayores que en los escenarios "DE" o "best", y hasta cuatro veces mayores en el escenario "worst", en una escala anual (Figura 13). El impacto en la provincia Peravia representa aproximadamente el 9% de los valores nacionales.

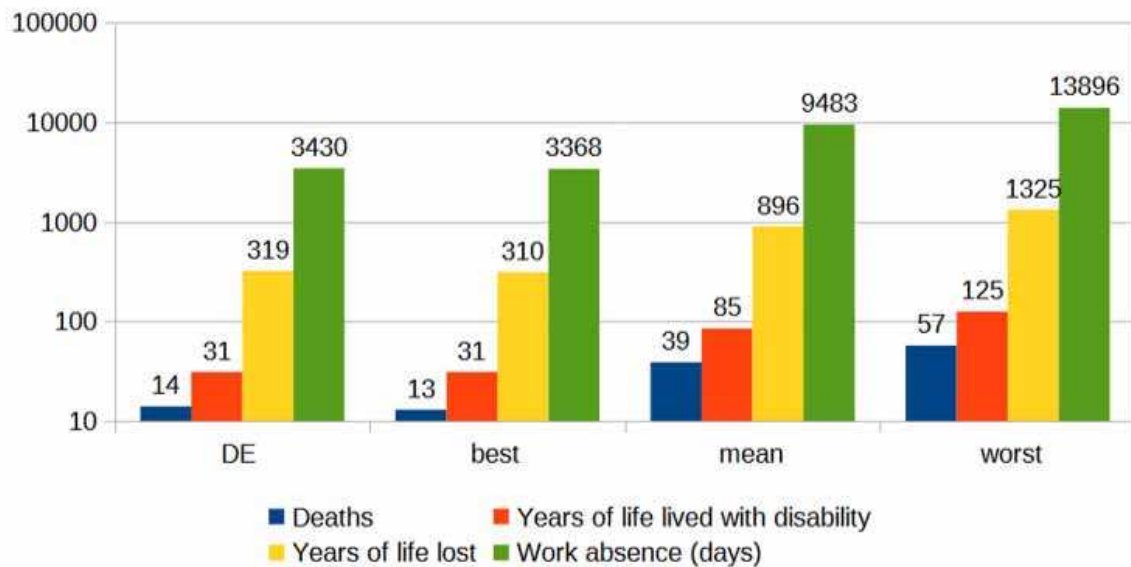


Figura 13. Impacto anual estimado en la salud por escenario en República Dominicana para 2021 (el eje y está en escala logarítmica).

REFERENCIAS

- Achakulwisut, P., Brauer, M., Hystad, P. & Anenberg, SC 2019. Cargas globales, nacionales y urbanas de la incidencia de asma pediátrica atribuible a la contaminación ambiental por NO₂: estimaciones de conjuntos de datos globales. *Lanceta* 3(4):E166-E178.
- Anenberg, SC, Henze, DK, Tinney, V., Kinney, PL, Raich, W., Fann, N., Malley, CS, Roman, H., Lamsal, L., Duncan, B., Martin, RV, Donkelaar, van A., Brauer, M., Doherty, R., Jonson, JE, Davila, Y., Sudo, K. & Kuylenstierna, JCI 2018. Estimaciones de la carga global de PM_{2.5} ambiental, ozono y NO₂ sobre la incidencia del asma y las visitas a la sala de emergencias. *Perspectivas de Salud Ambiental* 126:10. <https://doi.org/10.1289/EHP3766Bi>
- Birchby, D., Stedman, J., Whiting, S. & Vedrenne, M. 2019. Actualización de costes de daños a la calidad del aire 2019. Informe para Defra. AQ0650. Ricardo Energy & Environment, Reino Unido. https://uk-air.defra.gov.uk/assets/documents/reports/cat09/1902271109_Damage_cost_update_2018_FINAL_Issue_2_publication.pdf
- Burnett, R. et al. 2018. Estimaciones globales de mortalidad asociada con la exposición a largo plazo a partículas finas al aire libre. *Procedimientos de la Academia Nacional de Ciencias* 115 (38): 9592-9597. <https://doi.org/10.1073/pnas.1803222115>
- Centro para la Red Internacional de Información sobre Ciencias de la Tierra (CIESIN). 2017. Universidad de Columbia. Gridded Population of the World, Versión 4 (GPWv4): Densidad de población, Revisión 10. Palisades, NY: Centro de aplicaciones y datos socioeconómicos de la NASA (SEDAC). <https://doi.org/10.7927/H4DZ068D>
- Chawanpaiboon, S., Vogel, JP, Moller, AB, Lumbiganon, P., Petzold, M., Hogan, D., Landoulsi, S., Jampathong, N., Kongwattanakul, K., Laopaiboon, M., Lewis, C., Rattanakanokchai, S., Teng, DN, Thinkhamrop, J., Watananirun, K., Zhang, J., Zhou, W. & Gülmezoglu, AM 2019. Estimaciones globales, regionales y nacionales de los niveles de parto prematuro en 2014: una revisión sistemática y análisis de modelos. *Lancet Glob Health* 7(1):e37-e46. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(18\)30451-0](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30451-0)
- Combo, JX, Brown, DM, Pulver, HF y Taylor, DA 1949. Recursos carboníferos de Montana. Departamento del Interior de los Estados Unidos, JA Krug; Servicio Geológico, WE Wrather. <https://pubs.usgs.gov/circ/1949/0053/report.pdf>
- Donkelaar, van A., Martin, RV, Brauer, M., Hsu, NC, Kahn, RA, Levy, RC, Lyapustin, A., Sayer, AM y Winker, DM 2016. Estimaciones globales de partículas finas utilizando un Método Combinado Geofísico-Estadístico con Información de Satélites, Modelos y Monitores,

Medio Ambiente. ciencia Tecnología 50(7): 3762-3772.
<https://doi.org/10.1021/acs.est.5b05833>

Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA) 2014. Costes de la contaminación del aire de las instalaciones industriales europeas 2008-2012: una evaluación actualizada. Informe técnico de la AEMA n.º 20/2014. <https://www.eea.europa.eu/publications/costs-of-air-pollution-2008-2012>

Exponente (2015). Sistema de Modelado CALPUFF. <http://www.src.com/>

Faustini, A., Rapp, R. & Forastiere, F. 2014. Dióxido de nitrógeno y mortalidad: revisión y metanálisis de estudios a largo plazo. Eur Respir J. 2014 Sep;44(3):744-53. <https://doi.org/10.1183/09031936.00114713>. Epub 2014 20 de febrero. PMID: 24558178.

Global Energy Monitor (GEM) 2022. Central eléctrica Punta Catalina. https://www.gem.wiki/Punta_Catalina_power_station

Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) 2020. Herramienta de resultados de la carga global de morbilidad de 2019. <http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool>

Khreis, H., Kelly, C., Tate, J., Parslow, R., Lucas, K. & Nieuwenhuijsen, M. 2017. Exposición a la contaminación del aire relacionada con el tráfico y riesgo de desarrollar asma infantil: una revisión sistemática y metanálisis. Medio Ambiente Int. 2017; 100:1-31. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.11.012>

Kilgroe, JD, Sedman, CB, Srivastava, RK, Ryan, JV y Thorneloe, S. 2001. CONTROL DE EMISIONES DE MERCURIO DE LAS CALDERAS DE SERVICIOS ELÉCTRICOS DE CARBÓN: INFORME PROVISIONAL. Agencia de Protección Ambiental de EE. UU., Washington, DC, EPA/600/R-01/109 (NTIS PB2002-105701), 2001.

Kopplitz, SN, Jacob, DJ, Sulprizio, MP, Myllyvirta, L. & Reid, C. 2017. Carga de enfermedad por el aumento de las emisiones de centrales eléctricas alimentadas con carbón en el sudeste asiático. Ciencia y tecnología ambiental 2017 51 (3): 1467-1476. DOI: 10.1021/acs.est.6b03731

Larkin, A., Geddes, JA, Martin, RV, Xiao, Q., Liu, Y., Marshall, JD, Brauer, M. & Hystad, P. 2017. Modelo de regresión global del uso de la tierra para la contaminación del aire por dióxido de nitrógeno. Ciencia y tecnología ambiental 51(12):6957-6964. <https://dx.doi.org/10.1021/acs.est.7b01148>

Lelieveld, J., Klingmüller, K., Pozzer, A., Burnett, RT, Haines, A. y Ramanathan, V. 2019. Efectos de los combustibles fósiles y la eliminación total de emisiones antropogénicas en la salud

- pública y el clima. Procedimientos de la Academia Nacional de Ciencias 116 (15): 7192-7197. <https://doi.org/10.1073/pnas.1819989116>
- Myllyvirta, L. 2020. Cuantificación de los costes económicos de la contaminación del aire por combustibles fósiles. Centro de Investigación en Energía y Aire Limpio. <https://energyandcleanair.org/publication/quantifying-the-economic-costs-of-air-pollution-from-fossil-fuels/>
- Economía de Oxford (2020). Servicios de ciudades y regiones de Oxford Economics. <https://www.oxfordeconomics.com/microsites/cities>
- Sapkota, A., Chelikowsky, AP, Nachman, KE et al. Exposición a partículas y resultados adversos del nacimiento: una revisión exhaustiva y un metanálisis. Calidad del aire Atmos Health 5, 369–381 (2012). <https://doi.org/10.1007/s11869-010-0106-3>
- Scire, JS, Strimaitis, DG & Yamartino, RJ 2000. Guía del usuario para el modelo de dispersión CALPUFF. http://www.src.com/calpuff/download/calpuff_usersguide.pdf
- Skamarock, WC, Klemp, JB, Dudhia, J., Gill, DO, Barker, D., Duda, MG, ... Powers, JG 2008. Una descripción de Advanced Research WRF Versión 3 (n.º NCAR/TN-475+ STR). Corporación Universitaria de Investigaciones Atmosféricas. doi:10.5065/D68S4MVH
- Stieb, DM, Berjawi, R., Emode, M., et al. 2021. Revisión sistemática y metanálisis de estudios de cohortes sobre exposición y mortalidad a largo plazo al dióxido de nitrógeno al aire libre. Más uno. 2021;16(2):e0246451. Publicado el 4 de febrero de 2021. doi:10.1371/journal.pone.0246451
- Swain, EB, Engstrom, DR, Brigham, ME, Henning, TA y Brezonik, PL 1992. Tasas crecientes de deposición de mercurio atmosférico en América del Norte continental central. Ciencia 257:784-787.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) 2017. Conjunto de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de mercurio. Subdivisión de Productos Químicos de ONU Medio Ambiente, Ginebra, Suiza.
- US EPA 1998. AP-42: Compilación de Factores de Emisión de Contaminantes del Aire, Ed. 2, quinta edición, volumen I. <https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors>
- Banco Mundial (sin fecha). Datos del PIB. <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD>
- Organización Mundial de la Salud (OMS) 2021. Las nuevas Directrices globales de calidad del aire de la OMS tienen como objetivo salvar millones de vidas de la contaminación del aire.

<https://www.who.int/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution>

Organización Mundial de la Salud (OMS) 2013. Riesgos para la salud de la contaminación del aire en Europa-Proyecto HRAPIE.

http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/238956/Health_risks_air_pollution_HRAPIE_project.pdf?ua=

Zheng, X., Ding, H., Jiang, L., Chen, S., Zheng, J., Qiu, M., Zhou, X., Chen, Q. & Guan, W. 2015. Asociación entre contaminantes del aire y visitas a la sala de emergencias por asma y admisiones hospitalarias en estudios de series de tiempo: una revisión sistemática y metanálisis. PloSOne 10(9): e0138146, PMID: 26382947.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138146>

ANEXO

Materiales y métodos

Cálculo de emisiones

Los factores de emisión para los principales contaminantes atmosféricos (SO₂, NO_x y PM), el consumo de carbón y la tasa de gases de combustión, así como parámetros importantes de la central, como las tecnologías instaladas o las dimensiones de la chimenea, estaban disponibles en el EIA de la CTPC.

Los parámetros del carbón utilizado se reportan en la Tabla A-1 (Combo et al. 1949; Kilgroe et al. 2001), a continuación:

Tabla A-1. Parámetros del carbón

| | |
|------------------------------------|--------------------------------|
| Origen | Montana, cuenca del río Powder |
| Tipo | subbituminoso |
| Contenido de azufre (% kg) | 0,75 |
| Contenido de mercurio (ppm) | 0,1 |
| Contenido de cenizas (%) | 7,5 |

Los volúmenes de emisión anual de NO_x (E) del contaminante P se obtuvieron a partir de las tasas de emisión (ER), el flujo total de los gases de salida (FGV) y el factor de carga de la planta (LF) establecidos en el EIA:

$$E_p = FGV_p \times ER_p \times LF$$

Las emisiones de mercurio (EHg) se calcularon utilizando datos sobre el contenido de mercurio del carbón y la eliminación de mercurio por parte de los dispositivos de control de partículas de la central obtenidos en UNEP (2017) Mercury Toolkit:

$$EHg = CC \times CHg \times (1 - CEHg),$$

donde CHg es el contenido de mercurio del carbón y CE es la eficiencia del control, la cantidad de mercurio retenido por los controles de emisiones de la planta.

Cuando los sistemas FGD no están presentes y las tasas oficiales de emisión de SO₂ no se pueden utilizar, los volúmenes de emisiones se derivan como:

$$E_p = CC \times CS \times UCEF$$

donde CS es el contenido de azufre del carbón y UCEF es el factor de emisión de combustión no controlada para el carbón subbituminoso obtenido del documento "Compilación de factores de emisión de contaminantes atmosféricos" de la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU (EPA), denominado AP-42. Este documento también se proporciona en el sitio web de la EPA en su tablón de anuncios CHIEF (Cámara de compensación para inventarios y factores de emisión; EPA de los EE. UU. 1998).

Modelización de dispersión

La modelización de la dispersión atmosférica se llevó a cabo utilizando la versión 7 (junio de 2015) del sistema de modelado CALPUFF (Scire et al. 2000; Exponent 2015). Los datos meteorológicos y geofísicos para las simulaciones se generan con el modelo WRF (Weather Research and Forecasting) (Skamarock et al. 2008), versión 4.2.2. WRF se configuró con 33 niveles verticales y 2 cuadrículas anidadas de 15 y 13 km de resolución, centradas en el distrito de Peravia en la República Dominicana. Los dominios madre e interno utilizan una técnica de anidamiento bidireccional que garantiza una interacción dinámica entre ellos. Las simulaciones WRF utilizan condiciones de contorno iniciales y laterales del conjunto de datos CFSR (reanálisis del sistema de pronóstico climático) de NCEP (Centros Nacionales para la Predicción Ambiental) y de NOAA (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica) que producen datos meteorológicos tridimensionales por hora que cubren todo el año 2021.

El modelo CALPUFF utiliza el conjunto de datos meteorológicos para predecir el transporte atmosférico, la dispersión, la transformación química, la deposición de los contaminantes, y las concentraciones a nivel del suelo atribuidas a las fuentes de emisiones estudiadas. El modelo realiza una simulación detallada del ascenso de la pluma desde la chimenea de la central térmica, a través de la cual se producen las emisiones.

Evaluación de los impactos en la salud

CREA ha desarrollado un marco detallado de evaluación de los impactos en la salud de aplicación a nivel mundial basado en la ciencia más reciente. Este marco incluye un conjunto de resultados de salud lo más completo posible sin superposiciones obvias.

El énfasis está puesto en los resultados para los que existen datos de incidencia disponibles a nivel nacional provenientes de bases de datos a nivel global y en los resultados que tienen una gran relevancia para los costes de atención médica y la productividad laboral. Estos criterios se seleccionaron y cuantificaron de una manera que permite la valoración económica, ajustada por niveles de producción económica e ingresos en diferentes jurisdicciones.

Para cada resultado de salud evaluado, hemos seleccionado una relación de concentración-respuesta que ya se ha utilizado para cuantificar los impactos sobre la salud de la contaminación del aire a nivel mundial en la literatura revisada por pares. Esto indica que la evidencia es lo suficientemente fuerte como para aplicarse en diferentes geografías y niveles de exposición. El cálculo de los impactos en la salud sigue un cálculo epidemiológico estándar:

$$\Delta \text{cases} = \text{Pop} \times \sum_{\text{age}} \left[\text{Frac}_{\text{age}} \times \text{Incidence}_{\text{age}} \times \frac{RR_{\text{conc, age}} - 1}{RR_{\text{conc, age}}} \right],$$

donde Pop es la población total en la ubicación analizada, age es el grupo de edad analizado (en el caso de funciones de concentración-respuesta dependientes de la edad, un segmento de edad de 5 años; en otros casos, el rango de edad total al que se aplica la función). Frac_{age} es la fracción de la población que pertenece al grupo de edad analizado, $\text{Incidence}_{\text{age}}$ es la incidencia de referencia de la condición de salud analizada, y c es la concentración del contaminante, con c_{base} refiriéndose a la concentración de referencia (concentración ambiental actual). $RR_{(c, \text{age})}$ es la función que proporciona la relación de riesgo entre el impacto analizado y una determinada concentración atmosférica para un grupo de edad determinado en comparación con el aire limpio. En el caso de una función de concentración-respuesta log-lineal, no específica para la edad, la función RR se convierte en: $RR = c - c_0 \Delta c_0$ when $c > c_0$, 1 otherwise donde RR_0 es la razón de riesgo encontrada en la investigación epidemiológica, Δc_0 es el cambio de concentración al que se refiere RR_0 , y c_0 es la concentración supuesta sin daño (en general, la concentración más baja encontrada en los datos del estudio).

Los datos sobre la población total y la estructura de edad de la población se tomaron de Oxford Economics (Oxford economics 2021) así como de Global Burden of Disease para 2019 (IHME 2020). La distribución espacial de la población dentro de cada ciudad y país, como se proyectó para 2020, se basó en Gridded Population of the World v4 (CIESIN 2018).

Tras la actualización de las Directrices de calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud, que ahora reconocen el daño a la salud debido a bajas concentraciones de NO₂, hemos actualizado la función de riesgo de mortalidad para NO₂ en base a los hallazgos de Faustini et al. (2014), e incluye impactos derivados de hasta una concentración de 4,5 µg/m³, el nivel más bajo en los estudios que encontraron un incremento en el riesgo de mortalidad.

Los decesos de adultos y los años de vida perdidos por la exposición a PM_{2.5} se estimaron utilizando las funciones de riesgo desarrolladas por Burnett et al. (2018), según lo aplicado por Lelieveld et al. (2019). Para los decesos, se eligió el modelo de riesgo GEMM (Burnett et al. 2018) en lugar del modelo Global Burden of Disease, que incluye la contaminación del aire interior y el tabaquismo además de la contaminación del aire exterior. Aunque el modelo GBD se usa más ampliamente, incorpora suposiciones excesivamente conservadoras sobre los riesgos para la salud en los extremos bajo y alto del rango de concentración. Así, el modelo indica que no hay reducción en el riesgo cuando las concentraciones de contaminantes del aire se reducen en una pequeña cantidad con respecto a concentraciones bajas y altas, como se aplicaría aquí para la reducción del sector energético únicamente. El GEMM se basa en la evidencia más reciente y se centra en la contaminación del aire exterior, que es el objeto de este estudio.

Las muertes por exposición prolongada a NO₂ se cuantificaron aplicando los hallazgos del metanálisis de Faustini et al. (2014), que prestó especial atención a los impactos combinados de PM_{2.5} y NO₂ en modelos de riesgo de múltiples contaminantes. La relación concentración-respuesta (odds ratio de 1,04) también se alinea estrechamente con las recomendaciones del proyecto HRAPIE de la OMS (WHO 2013), que recomendó un odds ratio de 1,057 pero indicó que hasta un tercio de las muertes atribuidas a la exposición a NO₂ podrían superponerse con muertes atribuidas a PM_{2.5}. Como Faustini et al. (2014) no documentaron las concentraciones más bajas encontradas en los estudios incluidos, la concentración supuesta sin daño se adoptó de Stieb et al. (2021).

Las muertes de niños pequeños (menores de 5 años) por infecciones de las vías respiratorias inferiores vinculadas a la contaminación por PM2.5 se evaluaron utilizando la función de riesgo del Global Burden of Disease para enfermedades de las vías respiratorias inferiores (IHME 2020). Para todos los resultados de mortalidad, los datos específicos por ciudad relativos a la tasa bruta de mortalidad por grupo de edad se obtuvieron de Oxford Economics (Oxford Economics 2021). Las tasas generales de mortalidad se desglosaron en tasas por causa específica, asumiendo que la proporción relativa de diferentes causas en diferentes grupos de edad es la misma que a nivel nacional. Los datos específicos de la causa requeridos se tomaron de los resultados del proyecto Global Burden of Disease para 2019 (IHME 2020).

Para otros resultados de salud, se utilizaron datos de incidencia a nivel nacional.

El modelo de impacto en la salud proyecta los efectos de la exposición a contaminantes durante el año de estudio. Algunos impactos en la salud son inmediatos, como la exacerbación de los síntomas del asma y la pérdida de días de trabajo, mientras que otros impactos crónicos pueden tener una duración de varios años. Las relaciones de concentración-respuesta para las visitas a la sala de emergencias por asma y las ausencias laborales se basaron en estudios que evaluaron las variaciones diarias en las concentraciones de contaminantes y los resultados de salud; estas relaciones se aplicaron a los cambios en las concentraciones promedio anuales. Las concentraciones iniciales promedio anuales de PM2.5 y NO₂ se tomaron de van Donkelaar et al. (2016) y Larkin et al. (2017), respectivamente.

Tabla A-2. Parámetros de entrada y datos utilizados en la estimación de los impactos en la salud física

| Grupo de edad | Efecto | Contaminante | Concentración-función de respuesta | Cambio de concentración | Umbral sin riesgo | Referencia | Datos de incidencia |
|---------------|--|-----------------|------------------------------------|-------------------------|------------------------|--|---------------------------|
| 1-18 | Nuevos casos de asma | NO ₂ | 1,26 (1,10 - 1,37) | 10 ppb | 2 partes por billón | Khreis et al. 2017 | Achakulwisut et al. 2019 |
| 0-17 | Visitas a la sala de emergencias por asma | PM2.5 | 1.025 (1.013 - 1.037) | 10 µg/ m ³ | 6 µg/ m ³ | Zheng 2015 | Anenberg et al. 2018 |
| 18-99 | Visitas a la sala de emergencias por asma | PM2.5 | 1.023 (1.015 - 1.031) | 10 µg/ m ³ | 6 µg/ m ³ | Zheng 2015 | Anenberg et al. 2018 |
| Recién nacido | Parto prematuro | PM2.5 | 1,15 (1,07 - 1,16) | 10 µg/ m ³ | 8,8 µg/ m ³ | Sapkota et al. 2012 | Chawanpaiboon et al. 2019 |
| 20-65 | Ausencia laboral | PM2.5 | 1.046 (1.039 - 1.053) | 10 µg/ m ³ | N / A | OMS 2013 | AEMA 2014 |
| 0-4 | Muertes por infecciones de las vías respiratorias bajas | PM2.5 | IHM 2020 | | 5,8 µg/ m ³ | IHM 2020 | IHM 2020 |
| 25-99 | Muertes por enfermedades no transmisibles, desagregadas por causa, y por infecciones de las vías respiratorias bajas | PM2.5 | Burnett et al. 2018 | | 2,4 µg/ m ³ | Burnett et al. 2018 | IHM 2020 |
| 25-99 | Invalidez causada por diabetes, accidente cerebrovascular y enfermedad respiratoria crónica | PM2.5 | IHM 2020 | | 2,4 µg/ m ³ | Burnett et al. 2018 | IHM 2020 |
| 25-99 | Muertes prematuras | NO ₂ | 1,04 (1,02 - 1,06) | 10 µg/ m ³ | 4,5 µg/ m ³ | Faustini et al. 2014; NRT de Stieb et al. 2021 | IHM 2020 |

Los valores numéricos en la columna "Función de concentración-respuesta" se refieren a las probabilidades correspondientes al aumento en las concentraciones dadas en la columna "cambio de concentración". Las referencias bibliográficas indican el uso de una función de concentración-respuesta no lineal. El umbral sin riesgo se refiere a una concentración por debajo de la cual no se cuantifica el impacto en la salud, generalmente porque los estudios en los que se basa la función no incluyeron personas con niveles de exposición más bajos. Los datos sobre las relaciones concentración-respuesta no

existen para todas las geografías, por lo que se aplica un modelo de riesgo global a todas las ciudades. Los datos de incidencia generalmente no están disponibles a nivel de ciudad, por lo que se deben aplicar los promedios nacionales.

Valoración económica

Las pérdidas económicas como resultado de la contaminación atmosférica de la central se calcularon utilizando los métodos descritos en "Cuantificación de los costes económicos de la contaminación del aire por combustibles fósiles" (Myllyvirta 2020).

La contaminación del aire aumenta el riesgo de desarrollar enfermedades respiratorias y cardiovasculares y aumenta las complicaciones de las mismas, lo que reduce significativamente la calidad de vida y la productividad económica de las personas afectadas y aumenta los costes de atención médica. El proyecto Global Burden of Disease ha cuantificado el grado de discapacidad causado por cada enfermedad en un "peso de discapacidad" que puede usarse para comparar los costes de diferentes enfermedades. El coste económico de la discapacidad y la reducción de la calidad de vida causada por estas enfermedades y discapacidades se evalúan en función de los pesos de discapacidad, combinados con la valoración económica de la discapacidad utilizada por el regulador ambiental del Reino Unido DEFRA (Birchby et al. 2019), y ajustada por GNI PPP para Indonesia.

La Calidad de Aire en la Provincia Peravia

CONTEXTO

En 2021, el Presidente de la República Dominicana ordenó un estudio de los efectos en la salud de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC. Como parte de este estudio, medimos la contaminación del aire en varios lugares de la zona donde está ubicada la central. La meta de este estudio consiste en evaluar los impactos de la termoeléctrica en la salud.

En este informe, reportamos nuestros resultados, y los comparamos con estándares de Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA) y con las guías de Organización Mundial de la Salud (OMS). El estudio se realizó en condiciones del tiempo favorables a obtener bajas concentraciones de partículas suspendidas en el ambiente tal como lo advierte el laboratorio GeSA en su informe, y tras varias semanas de estar apagada una de las unidades de la central.

No se pudo tener acceso a los registros digitalizados de las emisiones de gases y de micropartículas de las plantas de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, a pesar de haber sido solicitados en varias ocasiones. Con esta carencia no se pudo comparar las mediciones tomadas en el exterior con las registradas en las plantas, ni comparar los valores presentes al momento de la medición con el registro histórico de estas emisiones a lo largo del tiempo en que la central ha estado en funcionamiento.

MÉTODOS

Para el monitoreo de dichos puntos se seleccionó el laboratorio ambiental Gestiones Sanitarias y Ambientales (GESA), registrado en el Ministerio de Medioambiente y Recursos Naturales de la República Dominicana (RD). Para el material particulado se trabajó por 24 horas corridas y para los demás parámetros 1 hora. Ver más detalles de la realización del monitoreo en el documento anexo. Resultados comparados con el valor de referencia establecido para cada contaminante, según lo estipulado en el Reglamento Técnico Ambiental de Calidad del Aire, 2018, emitido por el Ministerio de

Medio Ambiente y Recursos Naturales de la República Dominicana; con los valores de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA, por sus siglas en inglés) y con los valores de la norma de Organización Mundial de la Salud, OMS, revisión 2021 (OMS21).

PUNTOS DE MONITOREO

Se determinaron 7 lugares en donde se llevaron a cabo las medidas de los parámetros de calidad de aire. Se recuerda que los parámetros medidos fueron los siguientes: material particulado tamaño 2.5 micras (PM2.5), 10 micras (PM10) y en suspensión totales (PST), dióxido de nitrógeno (NO₂), dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), sulfuro de hidrógeno (H₂S) y ozono (O₃). Los lugares, con sus coordenadas se describen a continuación:

Punto 1. Este punto corresponde a la ubicación del Ayuntamiento de Nizao, está localizado a 3.28 km lineales de la Central Termoeléctrica Punta Catalina (CTPC) según Google Maps en dirección nordeste (NE).

Coordenadas: 18° 14.799' N; 70° 12.634' O (18.24665, -70.21056666666667).

Punto 2. Este punto corresponde a la ubicación del sector Cova Casa, perteneciente al municipio de Nizao; está localizado a 2.86 km lineales de la Central Termoeléctrica Punta Catalina (CTPC) según Google Maps en dirección este (E).

Coordenadas: 18° 14.219' N; 70° 12.635' O (18.2369833, -70.21058333333333).

Punto 3. Este punto corresponde a la ubicación del batey San José; está localizado a 2.77 km lineales de la Central Termoeléctrica Punta Catalina (CTPC) y a 677.30 m de la montaña de cenizas según Google Maps en dirección norte noroeste (NNO).

Coordenadas: 18° 15.422' N; 70° 14.670' O (18.2570333, -70.2445).

Punto 4. Este punto corresponde a la ubicación de Sabana Uvero; está localizado a 2.88 km lineales de la Central Termoeléctrica Punta Catalina (CTPC) según Google Maps en dirección “casi” oeste (O).

Coordenadas: 18° 14.227' N; 70° 15.857' O (18.2371167, -70.26428333333334).

Punto 5. Este punto corresponde a la ubicación de Paya; está localizado a 7.27 km lineales de la Central Termoeléctrica Punta Catalina (CTPC) según Google Maps en dirección oeste noroeste (ONO).

Coordenadas: 18° 15.505' N; 70° 18.051' O (18.2584167, -70.30085).

Punto 6. Este punto corresponde a la ubicación del Centro Comunal de Bocacanasta de Baní; está localizado a 10.78 km lineales de la Central Termoeléctrica Punta Catalina (CTPC) según Google Maps en dirección oeste noroeste (ONO).

Coordenadas: 18° 15.324' N; 70° 20.202' O (18.2554, -70.3367).

Punto 7. Este punto corresponde a la ubicación del barrio Los Cajuilitos de Baní; está localizado a 12.17 km lineales de la Central Termoeléctrica Punta Catalina (CTPC) según Google Maps en dirección oeste noroeste (NO).

Coordenadas: 18° 17.275' N; 70° 20.229' O (18.2879167, - 70.33715).

NORMAS Y GUÍAS

Material particulado, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

| | RD 24-hora | EPA 24-hora | EPA annual | OMS21 24-hora | OMS21 annual |
|-------------------|---------------|----------------|---------------|------------------|-----------------|
| PM totales | 230 | - | - | - | - |
| PM ₁₀ | 150 | 150 | - | 45 | 15 |
| PM _{2,5} | 65 | 35 (65) | 12 (15) | 15 | 5 |

Gases, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

| | RD 1-hora | EPA 1-hora | EPA 8-hr | OMS21 1-hora | OMS 2000 30-min | OMS21 8-hr | OMS21 24-hora |
|------------------|--------------|---|---|-----------------|--------------------|------------------------|------------------|
| SO ₂ | 450 | 75 ppb = 197 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | - | | | 40 |
| NO ₂ | 400 | 100 ppb = 188 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | 200 | | | 25 |
| CO | 40,000 | 35 ppm = 40,075 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | 35,000 | | | 4000 |
| O ₃ | 250 | - (0.12 ppm = 239.484 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 0.070 ppm = 140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | - | | 100 60 ¹ | |
| H ₂ S | - | - | - | - | 7 | - | - |

Referencias:

- EPA ²
- OMS 2021 ³
- OMS 2000 ⁴
- Conversión de unidades ⁵

1 8-hora medio durante la temporada alta .

2 <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>

3 <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf>

4 https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf

5 https://www2.dmu.dk/atmosphericenvironment/expost/database/docs/ppm_conversion.pdf

RESULTADOS

Partículas suspendidas totales (o partículas en suspensión totales), PST

| N.º | Punto | Resultados | Norma, µg/Nm³ | | | Distancia desde la CTPC |
|-----|----------------------|------------|---------------|-----|-------|-------------------------|
| | | µg/Nm³ | RD | EPA | OMS21 | |
| 1 | Escuela Máximo Gómez | 33.52 | 230 | - | - | a 12.17 km |
| 2 | Boca Canasta | 24.29 | 230 | - | - | a 10.78 km |
| 3 | Paya | 27.65 | 230 | - | - | a 7.27 km |
| 4 | Sabana Uvero | 100.62 | 230 | - | - | a 2.88 km |
| 5 | Batey San José | 67.13 | 230 | - | - | a 2.77 km |
| 6 | Nizao, Ayuntamiento | 47.76 | 230 | - | - | a 3.28 km |
| 7 | Covacasa | 61.03 | 230 | - | - | a 2.86 km |

En la tabla anterior se muestra que todos los valores están por debajo del límite que establece la ley ambiental dominicana, ni la EPA, ni la OMS21 tienen valores de referencia para estos parámetros.

Material particulado tamaño 10 micras (PM₁₀)

(Muestras de 24 horas)

| N.º | Punto | Resultados | Norma, µg/Nm³ | | |
|-----|----------------------|------------|---------------|-----|-------|
| | | µg/Nm³ | RD | EPA | OMS21 |
| 1 | Escuela Máximo Gómez | 21.28 | 150 | 150 | 45 |
| 2 | Boca Canasta | 20.06 | 150 | 150 | 45 |
| 3 | Paya | 15.78 | 150 | 150 | 45 |
| 4 | Sabana Uvero | 28.23 | 150 | 150 | 45 |
| 5 | Batey San José | 32.96 | 150 | 150 | 45 |
| 6 | Nizao, Ayuntamiento | 35.86 | 150 | 150 | 45 |
| 7 | Covacasa | 36.74 | 150 | 150 | 45 |

 = excedan OMS guía anual.

En la tabla anterior se muestra que todos los valores están por debajo del límite que establece la ley ambiental dominicana, la EPA y la OMS21.

En el estudio de impacto ambiental de la CTPC que se realizó antes de la construcción de dicha planta se midieron tres lugares y el PM10 fue uno de los parámetros medidos. Los resultados se muestran en la tabla siguiente:

| | | |
|---|---------------------|------|
| 4 | Sabana Uvero | 65.5 |
| 6 | Nizao, Ayuntamiento | 26.8 |
| 7 | Covacasa | 44.1 |

Comparando dichos resultados se observa que solo un lugar, Nizao-Ayuntamiento, tiene valor mayor que antes de la construcción.

Material particulado tamaño 2.5 micras (PM_{2.5})

(Muestras de 24 horas)

| N.º | Punto | Resultados | Norma, µg/Nm ³ | | |
|-----|----------------------|-------------------|---------------------------|-----|-------|
| | | PM _{2.5} | RD | EPA | OMS21 |
| 1 | Escuela Máximo Gómez | 12.27 | 65 | 35 | 15 |
| 2 | Boca Canasta | 11.05 | 65 | 35 | 15 |
| 3 | Paya | 10.64 | 65 | 35 | 15 |
| 4 | Sabana Uvero | 12.57 | 65 | 35 | 15 |
| 5 | Batey San José | 12.42 | 65 | 35 | 15 |
| 6 | Nizao, Ayuntamiento | 25.45 | 65 | 35 | 15 |
| 7 | Covacasa | 24.65 | 65 | 35 | 15 |

 = excedan OMS guía anual.

 = excedan OMS guía y EPA estándar anual.

 = excedan OMS guía de 1-24 horas.

En la tabla anterior se muestra que todos los valores están por debajo del límite que establece la ley ambiental dominicana, la EPA y la OMS21, con excepción de dos lugares -Nizao, Ayuntamiento y Covacasa- que están por encima de la OMS21.

En el estudio de impacto ambiental de la CTPC que se realizó antes de la construcción de dicha planta se midieron tres lugares y el PM_{2.5} fue uno de los parámetros medidos. Los resultados se muestran en la tabla siguiente:

| | | |
|---|---------------------|------|
| 4 | Sabana Uvero | 27 |
| 6 | Nizao, Ayuntamiento | 13.3 |
| 7 | Covacasa | 11.8 |

Comparando dichos resultados se observa que dos lugares, Nizao-Ayuntamiento y Covacasa, tienen valores mayores que antes de la construcción.

Gases (por puntos de monitoreo)

(Muestras de 1 hora)

| ESCUELA MÁXIMO GÓMEZ | | | | | | |
|----------------------|------------------|--------------------------------------|----------------------------------|------------------|--------|----------|
| N.º | Punto | Resultados $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ | Norma, $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ | | | |
| | | | RD | EPA | OMS21 | OMS 2000 |
| 1 | SO ₂ | <260 | 450 | 197 | - | - |
| 2 | NO ₂ | <40 | 400 | 188 | 200 | - |
| 3 | CO | <600 | 40,000 | 40,075 | 35,000 | - |
| 4 | O ₃ | 102.25 | 250 | 140 ⁶ | 100* | - |
| 5 | H ₂ S | 14.06 | - | - | - | 7 |

■ = excedan OMS y/o EPA estándares de 8-horas.

En la tabla anterior se muestra que todos los valores están por debajo del límite que establece la ley ambiental dominicana, la EPA y la OMS21. Donde aparece “-” es porque la norma no contempla valor de referencia para ese parámetro en el tiempo de medición (1 hora).

6 Estándar de 8-horas.

| BOCA CANASTA | | | | | | |
|--------------|------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------|--------|----------|
| | | | Norma, $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ | | | |
| N.º | Punto | Resultados $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ | RD | EPA | OMS21 | OMS 2000 |
| 1 | SO ₂ | <260 | 450 | 197 | - | - |
| 2 | NO ₂ | 148.74 | 400 | 188 | 200 | - |
| 3 | CO | <600 | 40,000 | 40,075 | 35,000 | - |
| 4 | O ₃ | 120.1 | 250 | 140* | 100* | - |
| 5 | H ₂ S | 18.41 | - | - | - | 7 |

□ = excedan OMS y/o EPA estándares de 8-horas.

En la tabla anterior se muestra que todos los valores están por debajo del límite que establece la ley ambiental dominicana, la EPA y la OMS21. Donde aparece “-” es porque la norma no contempla valor de referencia para ese parámetro en el tiempo de medición (1 hora).

| PAYA | | | | | | |
|------|------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------|--------|----------|
| | | | Norma, $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ | | | |
| N.º | Punto | Resultados $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ | RD | EPA | OMS21 | OMS 2000 |
| 1 | SO ₂ | <260 | 450 | 197 | - | - |
| 2 | NO ₂ | 50.39 | 400 | 188 | 200 | - |
| 3 | CO | <600 | 40,000 | 40,075 | 35,000 | - |
| 4 | O ₃ | 136.69 | 250 | 140* | 100* | - |
| 5 | H ₂ S | 59.76 | - | - | - | 7 |

□ = excedan OMS y/o EPA estándares de 8-horas.

En la tabla anterior se muestra que todos los valores están por debajo del límite que establece la ley ambiental dominicana, la EPA y la OMS21. Donde aparece “-” es porque la norma no contempla valor de referencia para ese parámetro en el tiempo de medición (1 hora).

| SABANA UVERO | | | | | | |
|--------------|------------------|-------------------------------|---------------------------|--------|--------|----------|
| N.º | Punto | Resultados µg/Nm ³ | Norma, µg/Nm ³ | | | |
| | | | RD | EPA | OMS21 | OMS 2000 |
| 1 | SO ₂ | <260 | 450 | 197 | - | - |
| 2 | NO ₂ | 64.68 | 400 | 188 | 200 | - |
| 3 | CO | <600 | 40,000 | 40,075 | 35,000 | - |
| 4 | O ₃ | 116.39 | 250 | 140* | 100* | - |
| 5 | H ₂ S | 17.98 | - | - | - | 7 |

□ = excedan OMS y/o EPA estándares de 8-horas.

En la tabla anterior se muestra que todos los valores están por debajo del límite que establece la ley ambiental dominicana, la EPA y la OMS21. Donde aparece “-“ es porque la norma no contempla valor de referencia para ese parámetro en el tiempo de medición (1 hora).

En el estudio de impacto ambiental de la CTPC que se realizó antes de la construcción de dicha planta se midieron tres lugares incluyendo Sabana Uvero; el SO₂ y NO₂ fueron de los parámetros medidos. Los resultados se muestran en la tabla siguiente:

| N.º | Punto | Resultados µg/Nm ³ |
|-----|-----------------|-------------------------------|
| 1 | SO ₂ | 1.6 |
| 2 | NO ₂ | 2.4 |

Comparando dichos resultados se observa que el NO₂ tiene valor mayor que antes de la construcción; el SO₂ no sabemos con seguridad, ya que el límite detectado por el equipo es mayor que la concentración del parámetro.

| BATEY SAN JOSÉ | | | | | | |
|----------------|------------------|-------------------------------|---------------------------|--------|--------|----------|
| N.º | Punto | Resultados µg/Nm ³ | Norma, µg/Nm ³ | | | |
| | | | RD | EPA | OMS21 | OMS 2000 |
| 1 | SO ₂ | <260 | 450 | 197 | - | - |
| 2 | NO ₂ | 50.79 | 400 | 188 | 200 | - |
| 3 | CO | <600 | 40,000 | 40,075 | 35,000 | - |
| 4 | O ₃ | 122.04 | 250 | 140* | 100* | - |
| 5 | H ₂ S | 30.35 | - | - | - | 7 |

□ = excedan OMS y/o EPA estándares de 8-horas.

En la tabla anterior se muestra que todos los valores están por debajo del límite que establece la ley ambiental dominicana, la EPA y la OMS21. Donde aparece “-” es porque la norma no contempla valor de referencia para ese parámetro en el tiempo de medición (1 hora).

| NIZAO, AYUNTAMIENTO | | | | | | |
|---------------------|------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------|--------|----------|
| N.º | Punto | Resultados $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ | Norma, $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ | | | |
| | | | RD | EPA | OMS21 | OMS 2000 |
| 1 | SO ₂ | <260 | 450 | 197 | - | - |
| 2 | NO ₂ | <40 | 400 | 188 | 200 | - |
| 3 | CO | 933.49 | 40,000 | 40,075 | 35,000 | - |
| 4 | O ₃ | 115.9 | 250 | 140* | 100* | - |
| 5 | H ₂ S | 15.24 | - | - | - | 7 |

* = excedan OMS y/o EPA estándares de 8-horas.

En la tabla anterior se muestra que todos los valores están por debajo del límite que establece la ley ambiental dominicana, la EPA y la OMS21. Donde aparece “-” es porque la norma no contempla valor de referencia para ese parámetro en el tiempo de medición (1 hora).

En el estudio de impacto ambiental de la CTPC que se realizó antes de la construcción de dicha planta se midieron tres lugares incluyendo Nizao, Ayuntamiento; el SO₂ y NO₂ fueron de los parámetros medidos. Los resultados se muestran en la tabla siguiente:

| N.º | Punto | Resultados $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ |
|-----|-----------------|--------------------------------------|
| 1 | SO ₂ | 2.1 |
| 2 | NO ₂ | 4.5 |

Comparando dichos resultados se observa que no podemos establecer con seguridad, ya que el límite detectado por el equipo es mayor que la concentración de los parámetros.

| COVACASA | | | | | | |
|----------|------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------|--------|----------|
| N.º | Punto | Resultados $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ | Norma, $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ | | | |
| | | | RD | EPA | OMS21 | OMS 2000 |
| 1 | SO ₂ | <260 | 450 | 197 | - | - |
| 2 | NO ₂ | 71.79 | 400 | 188 | 200 | - |
| 3 | CO | <600 | 40,000 | 40,075 | 35,000 | - |
| 4 | O ₃ | 114.01 | 250 | 140* | 100* | - |
| 5 | H ₂ S | 25.42 | - | - | - | 7 |

* = excedan OMS y/o EPA estándares de 8-horas.

En la tabla anterior se muestra que todos los valores están por debajo del límite que establece la ley ambiental dominicana, la EPA y la OMS21. Donde aparece “-” es porque la norma no contempla valor de referencia para ese parámetro en el tiempo de medición (1 hora).

En el estudio de impacto ambiental de la CTPC que se realizó antes de la construcción de dicha planta se midieron tres lugares incluyendo Covacasa; el SO₂ y NO₂ fueron de los parámetros medidos. Los resultados se muestran en la tabla siguiente:

| N.º | Punto | Resultados $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ |
|-----|-----------------|--------------------------------------|
| 1 | SO ₂ | 2.4 |
| 2 | NO ₂ | 1.9 |

Comparando dichos resultados se observa que el NO₂ tiene valor mayor que antes de la construcción; el SO₂ no sabemos con seguridad, ya que el límite detectado por el equipo es mayor que la concentración del parámetro.

INTERPRETACIÓN

Al comparar los datos de calidad del aire con los estándares o guías ambientales, es muy importante que elijamos los estándares correctos para compararlos. Si bien los estándares de contaminación del aire de la República Dominicana son legalmente el punto de comparación, estos no son los apropiados para evaluar los impactos en la salud por la contaminación del aire.

Los estándares de contaminación del aire (en inglés: National Ambient Air Quality Standards, NAAQS) varían ampliamente en todo el mundo. Pero, por supuesto, la susceptibilidad humana a los efectos en la salud de estos contaminantes del aire no varía⁷.

Los estándares específicos establecidos en un país dependen de muchos factores, incluida la base legal para la regulación y la interpretación de los datos científicos. Además, establecer estándares de contaminación del aire es un acto de equilibrio entre la necesidad de proteger a las personas y la necesidad de no restringir la actividad industrial económicamente vital. (Por supuesto, a menudo vemos que la capacidad de la industria para controlar la contaminación se desarrolla solo después de que se aprueban los reglamentos; por lo tanto, la compensación entre la salud y la actividad industrial es una falsa dicotomía. Pero la percepción de esa compensación es un factor importante en el establecimiento de estándares regulatorios.)

Por ejemplo, en India, el NAAQS para la exposición a PM_{2.5} es de 40 µg/m³ en promedio anual y de 60 µg/ m³ en promedio de 24 horas. En los Estados Unidos de América, el NAAQS para PM_{2.5} es de 12 µg/ m³ (promedio anual) y 35 µg/ m³ (promedio de 24 horas). En República Dominicana, el estándar de exposición a PM_{2.5} es de 15 µg/ m³ (promedio anual) y 65 µg/ m³ (promedio de 24 horas). Si bien los estándares anuales en los EEUU y la RD son similares, los estándares de la RD permiten una exposición a corto plazo a concentraciones casi el doble que en los EEUU. Estos episodios a corto plazo causan casi todos los mismos resultados de salud que las exposiciones a largo plazo, incluida la reducción del desarrollo pulmonar en los niños; función pulmonar reducida; aumentos en el asma y en las hospitalizaciones por asma; enfermedades

⁷ Nazarenko, Y., Pal, D., & Ariya, P. A. (2021). Air quality standards for the concentration of particulate matter 2.5, global descriptive analysis. *Bulletin of the World Health Organization*, 99(2), 125.

cardiovasculares y admisiones hospitalarias relacionadas; resultados de salud mental⁸, y mortalidad por todas las causas^{9, 10}.

Por lo tanto, los estándares NAAQS son decisiones políticas que toman los gobiernos; no responden a la pregunta de cuánto impacto tiene la contaminación del aire en la salud en un lugar en particular. Históricamente, vemos que los estándares NAAQS disminuyen (se vuelven más estrictos) a medida que hay más datos disponibles y se mejora la comprensión científica de los impactos de la contaminación del aire. Por lo tanto, cuando queremos evaluar los posibles impactos de la contaminación del aire en la salud, debemos usar los estándares que reflejen la mejor ciencia y que estén menos influenciados por otras presiones gubernamentales.

Los estándares más estrictos son los valores de referencia o directrices de calidad del aire ambiental de la Organización Mundial de la Salud (OMS)¹¹. Las normas de la OMS son recomendaciones que no se cumplen. Pero dado que la OMS no enfrenta los desafíos prácticos que enfrenta un gobierno cuando intenta establecer regulaciones más estrictas, la OMS puede establecer sus estándares únicamente sobre la base de la mejor ciencia actual, y los revisa y actualiza con frecuencia para reflejar los nuevos datos científicos. Por lo tanto, estos son los estándares científicamente más válidos y actualizados disponibles para la contaminación del aire ambiental.

Debido a que el Presidente de la República Dominicana ordenó un estudio de los efectos en la salud de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, para determinar si la calidad del aire en las cercanías de la central genera riesgos de efectos en la salud, se debe cumplir este propósito mediante el uso de los valores guía de calidad del aire ambiental de la OMS, no con los Estándares Nacionales de Calidad del Aire Ambiental de la República Dominicana o de cualquier otro país. Aquí, comparamos la contaminación del aire medida cerca de Punta Catalina con las pautas de calidad del aire ambiental de la OMS.

8 Lee, Suji, et al. "Short-Term PM2.5 Exposure and Emergency Hospital Admissions for Mental Disease." *Environmental Research*, vol. 171, Apr. 2019, pp. 313–20. ScienceDirect, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.01.036> <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935118301415>

9 Short-Term Effects of PM2.5, PM10 and PM2.5–10 on Daily Mortality in the Netherlands - ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969713006050>

10 Li, Tiantian, et al. "Estimating Mortality Burden Attributable to Short-Term PM2.5 Exposure: A National Observational Study in China." *Environment International*, vol. 125, Apr. 2019, pp. 245–51. ScienceDirect, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.01.073>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412018327739>

11 Ambient (Outdoor) Air Pollution. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

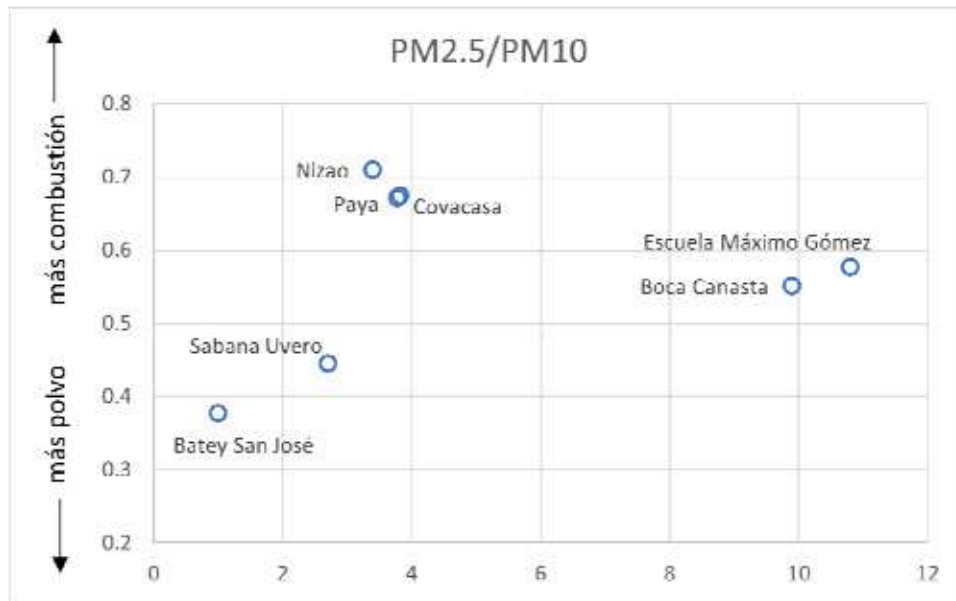
COMPARACIÓN CON ESTÁNDARES

- Para **partículas suspendidas totales (PST)**, ninguna medida supera los estándares de RD. No existen estándares EPA u OMS.
- Para **PM₁₀**, que es más relevante para la salud que PST, ninguna medición supera los estándares de 24 horas de RD, EPA u OMS. Sin embargo, la guía OMS para todo el año es mucho más baja (15 µg/ m³). Si nuestra muestra de 24 horas es típica de todo el año, es probable que cada ubicación de muestreo exceda la guía OMS. Sin una medición mucho más larga, no podemos concluir que el nivel de contaminación por PM10 en la región sea seguro o insalubre.
- Para **PM_{2.5}**, el componente más peligroso, ninguna medición excede los estándares de 24 horas de RD, EPA u OMS. Sin embargo, al igual que con el PM10, tanto la EPA como la OMS tienen estándares mucho más bajos para el promedio anual. Si nuestra muestra de 24 horas es típica de todo el año, cada ubicación de muestreo superaría la guía OMS y dos de las seis ubicaciones superarían el estándar de la EPA. Sin una medición mucho más larga, no podemos concluir que el nivel de PM2.5 en la región sea seguro o nocivo para la salud.
- Para **SO₂**, ninguna medida supera los estándares de RD. Sin embargo, los límites de detección no están suficientemente bajos para comparar con precisión estas concentraciones con la guía de EPA.
- Para **NO₂ y CO**, ninguna medición excede los estándares RD, EPA o OMS.
- Para **O₃**, ninguna medición excede los estándares de RD. EPA y OMS no tienen estándares de 1 hora, sino estándares de 8 horas. La concentración de O₃ en cada sitio estuvo por encima del estándar de la EPA o de la OMS. Si bien la medición de 1 hora no se puede comparar directamente con el estándar de 8 horas, parece que los niveles de O₃ son motivo de preocupación. Se necesitarían muestras más largas para una comparación más precisa.
- Para **H₂S**, la OMS fija un máximo recomendado de 7 µg/m³. Todas nuestras muestras están mucho más altas que esta guía.

EVALUACIÓN CON DISTANCIA

Típicamente, las partículas de diferentes tamaños se derivan de fuentes diferentes. Las partículas más grandes se derivan de polvo o ceniza; las partículas más finas se derivan específicamente de la combustión.

Por eso, la relación entre PM2.5 y PM10 puede decir algo sobre la fuente de la contaminación. Una alta relación entre PM2.5/PM10 indica que tendríamos muchas partículas finas, de combustión; y una relación baja indica que tendríamos más polvo (y ceniza).



Aquí, trazamos la relación PM2.5/PM10 con la distancia de la montaña de ceniza. Es muy claro que el aire más cerca de la ceniza tiene las relaciones más bajas. Esta relación nos dice que la ceniza es una fuente importante de la contaminación, y que la ceniza sopla hacia las comunidades. (Los puntos Nizao y Covacasa están contra el viento, entonces, tienen las relaciones muy altas, lo que quiere decir que en esos lugares existe una alta concentración de PM 2.5 provenientes de la combustión).

CONCLUSIONES

Los datos que se muestran aquí indican que la contaminación del aire, especialmente de PM y O₃, es probable que representen un problema de salud importante en la zona cercana a la Central Punta Catalina. Si bien ninguna medida excedió los estándares de RD, algunas de estas medidas excedieron los estándares de la EPA o las pautas sugeridas por la OMS. En dos de los tres lugares que se habían tomado medidas de los valores antes de la construcción de la CTPC, Nizao-Ayuntamiento y Nizao-Covacasa, los valores actuales son más altos que los anteriores en micropartículas 10 y 2.5 micras, y en NO₂ en Nizao-Covacasa, lo que podría indicar pérdida en la calidad del aire en esos lugares.

Todas nuestras mediciones fueron necesariamente breves debido a las limitaciones de tiempo del corto período de estudio, por lo que no podemos comparar nuestros datos con los estándares anuales más protectores de la EPA y la OMS. Mediciones más largas nos permitirían evaluar mejor los efectos a largo plazo de estos contaminantes. Recomendamos encarecidamente que el gobierno instale monitores continuos de contaminación del aire en las comunidades más afectadas para obtener mejores datos de referencia sobre la exposición continua a la contaminación del aire.

La contaminación del aire puede derivar de la quema de carbón que es la mayor combustión en la zona a causa de que la Central Punta Catalina genera electricidad en base a la quema masiva de ese combustible. Nuestros datos sobre la relación PM_{2.5}/PM₁₀ sugieren que las cenizas que soplan desde las montañas de ceniza depositadas al aire libre están contribuyendo a la contaminación en las comunidades. La ceniza de carbón contiene una variedad de metales pesados y, por lo tanto, es probable que represente un riesgo especial para la salud de las personas expuestas. Recomendamos enfáticamente que las montañas de cenizas se manejen de una manera más protectora para la salud conforme a lo indicado en el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto que forma parte de la licencia ambiental otorgada.

A medida que los científicos aprenden más sobre los impactos de la contaminación del aire, la cantidad de contaminación considerada aceptable continúa disminuyendo. Aunque nuestras mediciones no excedieron los estándares de RD, estos estándares no brindan una protección adecuada y deben modificarse para alinearlos con la opinión científica internacional. La cantidad de contaminación que encontramos es preocupante, y es probable que tanto la Central Punta Catalina a través de la quema masiva de carbón como las montañas de cenizas contribuyan a generar esta contaminación.

REPORTE SOBRE

Las Cenizas de Carbón de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC

En menos de tres años, la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, ha acumulado cenizas de carbón en tres grandes montañas al aire libre en el batey San José, ubicado entre la central y la comunidad de Catalina, en dirección norte. La primera unidad de esta central entró en operaciones en septiembre de 2019.

Cada una de estas montañas de cenizas de carbón posee una altura mayor que un edificio de ocho pisos y una extensión de cinco estadios de pelota cada una. Entre las tres acumulan, a la fecha, un volumen de alrededor de seiscientas mil toneladas de cenizas. A continuación, una secuencia fotográfica de cómo han crecido las cenizas de carbón arrojadas a la intemperie en el batey San José desde 2020 hasta la fecha.



Fecha: 1ero. de junio de 2020.



Fecha: 31 de julio de 2020.



Fecha: 12 de agosto de 2020



Fecha: 12 de marzo de 2021.



Fecha: 20 de marzo de 2021.



Fecha: 23 de noviembre de 2021.

En un cálculo conservador basado en las licitaciones para la compra de carbón que consume Punta Catalina, de continuar acumulándose las cenizas como lo han hecho hasta ahora, al término de los treinta años de su vida útil, estarán depositadas alrededor de seis millones de toneladas de cenizas distribuidas en unas treinta montañas de las dimensiones de las actuales.¹²

Este gigantesco pasivo ambiental estará enclavado en medio de comunidades, de cultivos y a unos dos mil metros de la costa, por donde transitan todos los años los ciclones, tormentas y demás hidrometeoros en su paso por el mar Caribe durante la temporada ciclónica.

¹² La Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, ha adquirido 2 millones de toneladas de carbón al año. El 10% de este carbón se convierte en residuos o cenizas de carbón, produciéndose 200 mil toneladas de cenizas de carbón por año.

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA UNIVERSIDAD DE DUKE SOBRE LAS CENIZAS DE PUNTA CATALINA

Los resultados del análisis que realizó la Universidad de Duke, Durham, Carolina del Norte, EUA, a principios del año 2021, sobre las cenizas de carbón de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, determinaron que estos residuos son tóxicos.

El análisis de la Universidad de Duke, encontró en las cenizas de Punta Catalina niveles elevados, muy por encima de las normas, de metales pesados como Boro, Bario, Talio, Molibdeno, Arsénico, Selenio, Litio, Plomo, Rubidio, Estroncio y Calcio.

La principal conclusión de esta investigación es que las cenizas de la Central Termoeléctrica de Punta Catalina, CTPC, contienen metales pesados que exceden valores de umbral para agua potable y ecología de la Organización Mundial de la Salud, OMS, el Nivel Máximo de Contaminación (MCL) para agua potable de la EPA de los EUA y de los Criterios Nacionales de Exposición Crónica para la Vida Acuática (CCC) recomendados por la EPA de EUA.

Este estudio advierte claramente que el manejo descontrolado y la liberación de las cenizas de carbón de la Central Punta Catalina en el medio ambiente y los recursos hídricos presentan altos riesgos al ambiente y a la salud humana.

RIESGO DE QUE LOS METALES PESADOS DE LAS CENIZAS CONTAMINEN SUELO Y AGUA

Establecida la naturaleza tóxica de estos residuos, por su gran volumen y mal disposición al aire libre, existe un gravísimo riesgo de que los metales pesados contenidos en estas cenizas contaminen el suelo, las aguas superficiales y subterráneas, y la calidad del aire de la zona, afectando el medio ambiente y la salud de la población.

El depósito al aire libre de estas cenizas y la aplicación del procedimiento de cierre de mina que recientemente se está aplicando a la primera de las montañas de estos residuos, violan la Licencia Ambiental No. 0267-14, de fecha 14 de agosto de 2014, y el Estudio de Impacto Ambiente del proyecto presentado que forma parte de esta licencia.

El compromiso que asumieron los promotores de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, era de depositar estas cenizas en un relleno sanitario completo dotado

de una planta de tratamiento de los lixiviados de aguas de correntías como de los lixiviados tóxicos de estos residuos y de la central.

El Estudio de Impacto Ambiental de Punta Catalina establece en el Dispositivo Vigésimo Noveno, página 8-9 que estos residuos *“en ningún caso podrán ser vertidos en espacios ambientales frágiles, de igual manera aplicará medidas en el control en los lixiviados generados en el sistema de tratamiento de las aguas de escorrentía pluviales.”*

El lugar donde están siendo colocadas estas montañas de cenizas tóxicas es frágil. Sobre un suelo cuyo manto freático es alto, se están arrojando cada día 5,500 toneladas de cenizas a la intemperie. Estas montañas de cenizas están ubicadas a alrededor de 400 metros de distancia del río Catalina y del arroyo Pastor o Naranjo, y a dos mil metros de la costa.



Distancia entre las montañas de cenizas de Punta Catalina y el arroyo Pastor o Naranjo, a la izquierda, es de 444.563 metros, mientras que la distancia que media entre estas cenizas y el río Catalina es de 370.39 metros, como se puede observar a la derecha de esta imagen.

Existe el peligro de que estas montañas de cenizas contaminen las aguas superficiales, el acuífero de Valdesia y los suelos del entorno. También existe el riesgo de que a causa de la ocurrencia de un hidrometeoro, estas cenizas sean esparcidas hacia las comunidades

próximas y aún más lejos por aire y a través de la correntía de estas montañas. Este último evento ya ha sucedido en varias ocasiones. Solo en el año 2021, con la tormenta Elsa, en el mes de julio, con la tormenta Fred, el 11 de agosto, y con la tormenta Grace, el 16 de agosto.

Además esta zona es sísmicamente activa, con fallas tectónicas y regionales activas que atraviesan el área en dirección Noroeste-Suroeste con áreas de eventos históricos devastadores, lo que permite establecer que las magnitudes sísmicas esperadas son del orden de $M=7.0$ R.

El presente estudio sobre la contaminación de Punta Catalina que fuera ordenado el 3 de agosto del año pasado por el presidente de la República, Luis Abinader, al ministro de Medio Ambiente y Recursos Naturales para que lo realizara junto con la provincia Peravia, el Comité Nacional de Lucha Contra el Cambio Climático, CNLCC, y el Instituto de Abogados para la Protección del Medio Ambiente, INSAPROMA, se propuso establecer la presencia y la cuantía de los metales pesados que los análisis de la Universidad de Duke determinaron que están contenidos en las montañas de cenizas depositadas en el batey San José.

Aunque se solicitaron los registros de los dos pozos de control abiertos por la gerencia de Punta Catalina para detectar y medir metales pesados en agua subterránea y el acceso al patio de cenizas y demás instalaciones de la Central Punta Catalina, nunca se recibió las respuestas a estas peticiones.¹³

Existe el precedente en la toma de muestras de las cenizas de Punta Catalina para ser enviadas a la Universidad de Duke, en diciembre de año 2020, de que las autoridades prohibieron que la Comisión Ambiental de la Universidad Autónoma de Santo Domingo, UASD, con autorización por escrito de la Procuraduría especializada en Medio Ambiente

¹³ En carta fechada 15 de noviembre de 2021, el Comité Nacional de Lucha Contra el Cambio Climático, CNLCC, y el Instituto de Abogados para la Protección del Medio Ambiente, INSAPROMA, solicitan, a nombre de la Coalición Por la Defensa de la Salud y el Medio Ambiente de la provincia Peravia, al ministro de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Orlando Jorge Mera, que cumpla con la entrega de los registros de las emisiones de gases y de micropartículas, los mapas y los registros de los pozos de control de metales pesados abiertos por la Central Termoeléctrica Punta Catalina, y suministro de informaciones generales sobre las plantas. También en esta carta se reclama el envío de comunicaciones al Ministerio de Salud Pública, al Instituto Dominicano de Recursos Hidráulicos, INDRHI, y al Ministerio de Agricultura para que colaboren con la investigación. También en la comunicación se demanda que proceda a fijar fecha para abrir los nuevos pozos de control de aguas subterráneas y superficiales en el entorno de las montañas de cenizas de carbón, a fin de tomar las muestras para ser enviada a la Universidad de Duke, la toma de temperatura de las aguas retornadas al mar después de ser usadas en las plantas, las inmersiones de los buzos para tomar muestras del fondo marino, y para establecer la veeduría comunitaria sobre las emisiones aéreas de la CTPC. Copia de esta carta fue remitida al presidente de la República, Luis Abinader, el 15 de noviembre de 2021, el mismo día en que fuera depositada en el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, solicitándole al primer mandatorio su intervención para el cumplimiento de estos compromisos.

y Recursos Naturales entraran en el recinto donde están depositados estos residuos. Finalmente se tomaron las muestras burlando la vigilancia de las autoridades.

En dos ocasiones el equipo de la presente investigación visitó las inmediaciones de las montañas de cenizas para recoger muestras de suelo y agua, el martes, 23 de noviembre de 2021 y el jueves, 20 de febrero de este año 2022. En esta última ocasión se recogieron en total cuatro muestras, dos de suelos y otras dos de suelos y aguas superficiales, que fueron enviadas a la Universidad de Duke para su examen.

Las muestras resultaron insuficientes en cantidad y calidad, así como poco representativas en relación a las dimensiones del área a examinar a fin de realizar un estudio concluyente, por lo que la Universidad de Duke no pudo completar este estudio.

Para que la Universidad de Duke realizara este estudio, era esencial que recibiera muestras de aguas subterráneas de al menos de 10 pozos de control en el entorno de las montañas de cenizas de carbón.

Por las restricciones y la total carencia de colaboración de parte del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y de la gerencia de la Central de Punta Catalina, fue imposible obtener estas muestras. Tanto el equipo de investigadores en el país como la Universidad de Duke hicieron todo lo posible para efectuar esta investigación sobre la presencia y cuantía de metales pesados de las cenizas de Punta Catalina en suelo y aguas en el entorno de las montañas de estos residuos.

Se recomienda muy encarecidamente a las autoridades efectuar este estudio pendiente lo antes posible por su importancia para prevenir la muy peligrosa contaminación del suelo y el agua del entorno del batey San José y del acuífero de Valdesia con metales pesados contenidos en las cenizas de carbón de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, nocivos para el medio ambiente, la calidad del agua potable y la salud humana.

ANEXO

Traducción del Estudio titulado, “Presencia de metales y características de lixiviación de las cenizas de carbón sobre las cenizas de la Central Termoeléctrica Punta Catalina en la República Dominicana”, Duke University, supervisado por el Dr. Avner Vengosh, realizado por Zhen Wang.

Presencia de metales y características de lixiviación de las cenizas de carbón de Punta Catalina en la República Dominicana

Zhen Wang, Avner Vengosh

Escuela Nicholas de Medio Ambiente, Duke University, Durham, Carolina del Norte, EE. UU.

Abstracto

Este informe proporciona los resultados de la investigación de la presencia de trazos de metales en una muestra de ceniza de carbón que recibimos de la Central Termoeléctrica de Punta Catalina (CTPC), una central eléctrica de carbón de 752 megavatios (MW) ubicada en el distrito municipal de Catalina, provincia de Peravia, República Dominicana. Llevamos a cabo experimentos de lixiviación sistemáticos de la muestra de cenizas de carbón siguiendo el sistema conocido como Leaching Environmental Assessment Framework (LEAF, Marco de Evaluación de Lixiviación Ambiental) de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (U.S. EPA). Las concentraciones de elementos tóxicos como arsénico (As), selenio (Se), molibdeno (Mo), antimonio (Sb) y talio (Tl) en la muestra de ceniza de carbón investigada son significativamente más altos que los de suelo. Una comparación de las concentraciones a granel de elementos con una muestra de cenizas volantes de EE. UU. procedente de los carbones de la Cuenca de los Apalaches (Appalachian) muestran que la mayoría de los elementos en las cenizas de carbón de Punta Catalina tienen concentraciones más bajas (excepto calcio y boro), lo más probable es que reflejen fuentes mixtas de ceniza volantes y ceniza de fondo, como lo demuestra también el tamaño de partículas más gruesas de la muestra de ceniza de carbón. La concentración relativamente menor de trazos de elementos en la ceniza de carbón también se refleja en los resultados de los experimentos de lixiviación LEAF que muestran concentraciones generales más bajas de elementos en los lixiviados en comparación con las concentraciones en los lixiviados generados a partir de las cenizas

volantes de EE. UU. No obstante, las concentraciones de ciertos metales pesados tóxicos en los lixiviados, incluidos molibdeno, selenio, litio, talio, bario y plomo, superan algunos de los umbrales ecológicos y valores de agua potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el nivel máximo de contaminantes (MCL) para agua potable de la EPA de EE. UU. y los Criterios nacionales recomendados para la vida acuática para la exposición crónica (CCC) de la EPA de EE. UU. Por lo tanto, el manejo descontrolado y la liberación de las cenizas de carbón de la planta de Punta Catalina en el medio ambiente y los recursos hídricos plantea importantes riesgos para el medio ambiente y la salud humana.

1. Introducción

El sistema de Leaching Environmental Assessment Framework (LEAF, Marco de Evaluación de Lixiviación Ambiental) de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (U.S. EPA) consiste de cuatro métodos de lixiviación diseñados para proporcionar una descripción de la liberación de constituyentes inorgánicos de posible preocupación (COPC) para una amplia gama de materiales sólidos.

Se realizaron dos de estos métodos en la muestra de ceniza de carbón de la República Dominicana para evaluar la lixiviación de trazos de elementos en un rango de valores de pH (método LEAF 1313) y proporciones de líquido a sólido (Método LEAF 1316). Los datos se presentan a continuación con la comparación con una muestra de cenizas volantes de una planta de energía de carbón en los Estados Unidos. Recibimos una sola muestra de ceniza de carbón de la Central Termoeléctrica de Punta Catalina en República Dominicana, tomada por la Comisión Ambiental de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD).

2. Métodos

El método LEAF 1316 es una prueba de lixiviación basada en el equilibrio, destinada a evaluar un rango de proporciones de líquido a sólido (US EPA, 2017a). Seis botellas de polietileno de alta densidad (HDPE) fueron preparadas para cada muestra de ceniza, incluidas cinco botellas con proporciones de líquido a sólido (L / S) de 0,5, 1, 2, 5, y 10 (mL / g-seco), y un método en blanco que contiene solo 20 mL de agua desionizada (DI). Estas se agitaron en un agitador de plataforma New Brunswick Scientific C1 a 180 rpm durante 24 h a temperatura ambiente.

El método LEAF 1313 está diseñado para evaluar el reparto de constituyentes entre líquidos y fases sólidas en o cerca de las condiciones de equilibrio en un amplio rango de

valores de pH (US EPA, 2017b). En el estudio actual, los fluidos de extracción con valores de pH objetivo que van de 2 a 13 (es decir, 2, 3, 4, 5.5, 7, 9, 10.5, 12, 12.6) se prepararon soluciones mediante valoración de HNO₃ 0,01 M y NaOH 0,01 M. Se prepararon nueve botellas de HDPE para cada muestra de ceniza, más tres botellas adicionales para un blanco de DI, un blanco de solución de NaOH y un blanco de solución de HNO₃. Las muestras de cenizas prepesadas fueron mezcladas con fluido de extracción en una relación L / S de 10: 1 (mL / g-seco) en botellas de HDPE y luego agitado en un agitador de plataforma New Brunswick Scientific C1 a 180 rpm durante 24 horas a temperatura ambiente.

Para ambos métodos, los lixiviados se extrajeron utilizando jeringas libres de metal de 5 ml equipadas con Unidades de filtro de jeringa de 0,45 µm y luego se almacenan en botellas de HDPE lavadas con ácido. Los valores de pH fueron medidos con una sonda de pH YSI precalibrada inmediatamente después de la extracción. Para los lixiviados del método LEAF 1313, se tomó una alícuota de 5 ml para la medición de cromo hexavalente (Cr (VI)) a través de una cromatografía de intercambio aniónico en un Thermo Scientific Dionex IonPac Columna AS7 (4 mm × 250 mm) de acuerdo con el método 218.6 de la EPA (Laboratorio de Sistemas de Monitoreo Ambiental, 1996). El resto de los lixiviados extraídos se acidificó aún más con HNO₃ a pH <2 para el almacenamiento antes del análisis de elementos traza en un Thermo Fisher X-Series II de forma inductiva espectrómetro de masas de plasma acoplado (ICP-MS). El método de límite de detección (MDL) para cada elemento traza analizado se calculó mediante la concentración media determinada más tres veces la desviación estándar de un conjunto de métodos en blanco (US EPA, 2016) los MDL para toda la traza analizada.

Los elementos se enumeran en la Tabla 1. Cabe señalar que las concentraciones elementales que están por debajo del MDL correspondiente se sustituyeron por un valor positivo justo debajo del MDL para hacer posible el trazado (tabla de datos del Apéndice). Para referencia, el nivel máximo de contaminantes (MCL) en el agua potable de la EPA de EE. UU. (US EPA, 2015a), el criterio de concentración continua para la vida acuática de agua dulce (CCC) de la EPA de EE. UU. (US EPA, 2015b) y los valores de referencia (GLV) para la calidad del agua potable la Organización Mundial de la Salud (OMS) (OMS, 2008) también se enumeran en la Tabla 1.

Además de los experimentos de lixiviación, la muestra de ceniza de carbón se sometió a una digestión completa en una mezcla de ácido fluorhídrico (HF) y ácido nítrico (HNO₃), de la cual la química a granel (principal y elementos trazos) se determinó en ICP-MS. (Wang et al., 2020) El QA / QC se logró midiendo un estándar de cenizas volantes de carbón, SRM 1633c, del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST).

TABLA 1. Límite de detección del método (MDL), nivel máximo de contaminantes (MCL) de la EPA de EE. UU. en agua potable, el criterio de concentración continua (CCC) para la vida acuática de agua dulce de la EPA de EE. UU., y el valor de referencia para el agua potable para los trazos de elementos analizados (en $\mu\text{g} / \text{L}$) de la OMS.* CCC para Cr (VI).

| Elements | Li | B | V | Cr | Mn | Co | Ni | Cu | Zn | As |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| MDL | 0.000 | 2.542 | 0.055 | 0.374 | 0.329 | 0.017 | 0.131 | 3.705 | 3.948 | 0.011 |
| USEPA MCL | | | | 100 | | | | 1300 | | 10 |
| WHO GLV | | 500 | | 50 | 400 | | 20 | 2000 | | 10 |
| USEPA CCC | | | | 11* | | | 52 | | 120 | 150 |
| Elements | Se | Rb | Sr | Mo | Cd | Sb | Ba | Tl | Pb | |
| MDL | 0.021 | 0.032 | 0.011 | 0.000 | 0.000 | 0.011 | 0.344 | 0.000 | 0.137 | |
| USEPA MCL | 50 | | | | 5 | 6 | 2000 | 2 | 15 | |
| WHO GLV | 10 | | | 70 | 3 | 20 | 700 | | 10 | |
| USEPA CCC | | | | | 0.72 | | | | 3.2 | |

3. Resultados

3.1 Metales a granel en las cenizas de carbón

La data química a granel de la muestra de cenizas de carbón de la central eléctrica de Punta Catalina (DO) se presentan en la tabla de datos del Apéndice. Según se muestra en la Figura 1, la mayoría de los trazos de elementos analizados en la muestra de cenizas de carbón DO se agotan en relación con la muestra de cenizas volantes de EE. UU. de los carbones de la Cuenca de los Apalaches (BRFA), excepto el calcio y el boro, que están relativamente enriquecidos en las cenizas de carbón de DO. Las concentraciones de metales más bajas en la muestra de DO podrían reflejar la posible mezcla de cenizas de fondo y cenizas volantes en la muestra, que también se refleja en un mayor tamaño de partícula de la muestra de ceniza de carbón DO en comparación con la ceniza volante común. Una comparación de las concentraciones a granel de metales en la muestra de ceniza de carbón DO a los valores promedio de metales en los suelos de Carolina del norte (Figura 2) muestran un enriquecimiento relativo sistemático de algunos de los elementos tóxicos, particularmente As, Se, Sr, Mo y Tl (Figura 2).

FIGURA 1. Comparación de las concentraciones a granel de trazos de elementos en la muestra de ceniza de carbón DO con la muestra de cenizas volantes de EE. UU.

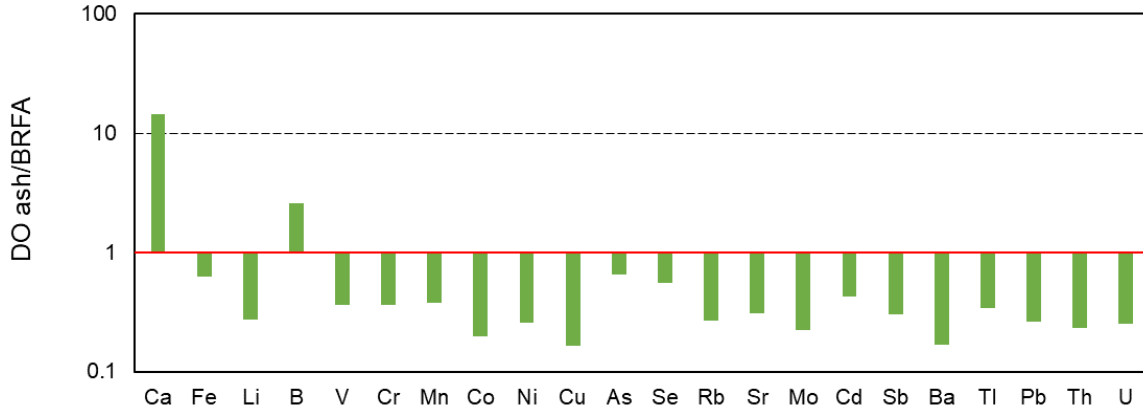
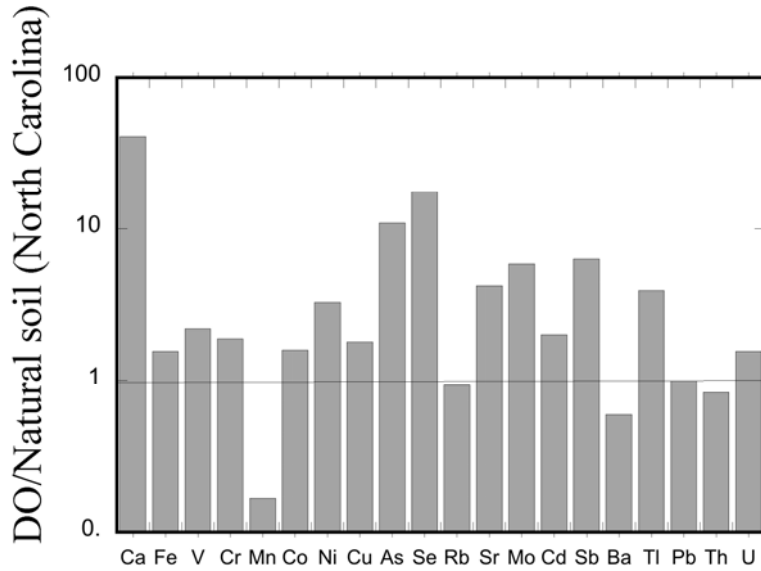


FIGURA 2. Comparación de las concentraciones a granel de trazos de elementos en la muestra de ceniza de carbón DO con los valores promedio de metales en los suelos de Carolina del Norte.



3.2. Características de lixiviación en función de la relación L / S (método LEAF 1316)

Los valores finales de pH de los lixiviados extraídos de la muestra de ceniza de carbón DO, así como una muestra de cenizas volantes de EE. UU. sobre todo el rango de líquido a sólido (L / S) aparecen en la Figura 3. Los valores de pH posteriores a la lixiviación de la ceniza de DO son relativamente estables, más altos que los de BRFA. Dado que el "pH natural" de la ceniza de carbón se define generalmente como el pH final cuando la ceniza

se extrae con agua DI en una proporción L / S de 10 mL / g (Kosson et al., 2010), la muestra de ceniza de DO se clasifica como ceniza alcalina.

A pesar de ligeras variaciones, todos los elementos graficados en la Figura 3 exhiben un comportamiento de lixiviación similar en el rango de relaciones de líquido a sólido (L / S) entre 0.5 y 10 mL / g. Las concentraciones de elementos trazos (es decir, Sb, Mo, Se, Cu, As, V y Cr) en los lixiviados en las cenizas de DO son relativamente estables a medida que aumenta la relación L / S, y son más bajas que las de BRFA, que corresponden al agotamiento relativo de estos elementos en la ceniza de carbón a granel en comparación con las cenizas volantes de EE. UU. (Figura 1).

A diferencia de la tendencia relativamente estable de los elementos que se muestran en la Figura 3, los elementos trazados en la Figura 4 muestran algunas variaciones en todo el rango L / S. Las concentraciones de Mn y Ni tienen la concentración más alta en la relación L / S de 0.5, que disminuye al nivel de MDL en las relaciones L / S de 0.5, 2 y 5, y luego se ve un aumento en la relación L / S de 10. Los otros elementos, incluidos Li, Tl, Ba, Pb, Rb y Sr, muestran una tendencia decreciente notable a medida que aumenta la relación L / S, lo que refleja el "Efecto de dilución". En comparación con los niveles de detección respectivos recomendados por la EPA de EE. UU. y OMS enumerados en la Tabla 1, los datos muestran que las concentraciones de Tl, Ba y Pb en los lixiviados exceden a al menos uno de los niveles de detección de agua potable (OMS o MCL) y ecológico (Figura 4).

FIGURA 3. Los valores finales de pH y concentraciones ($\mu\text{g} / \text{L}$) de elementos seleccionados en los lixiviados a través de un rango de relaciones de líquido a sólido (L / S) según el método LEAF 1316. MDL, U.S. EPA MCL, OMS GLV y U.S. EPA CCC se trazan cuando están disponibles (Tabla 1).

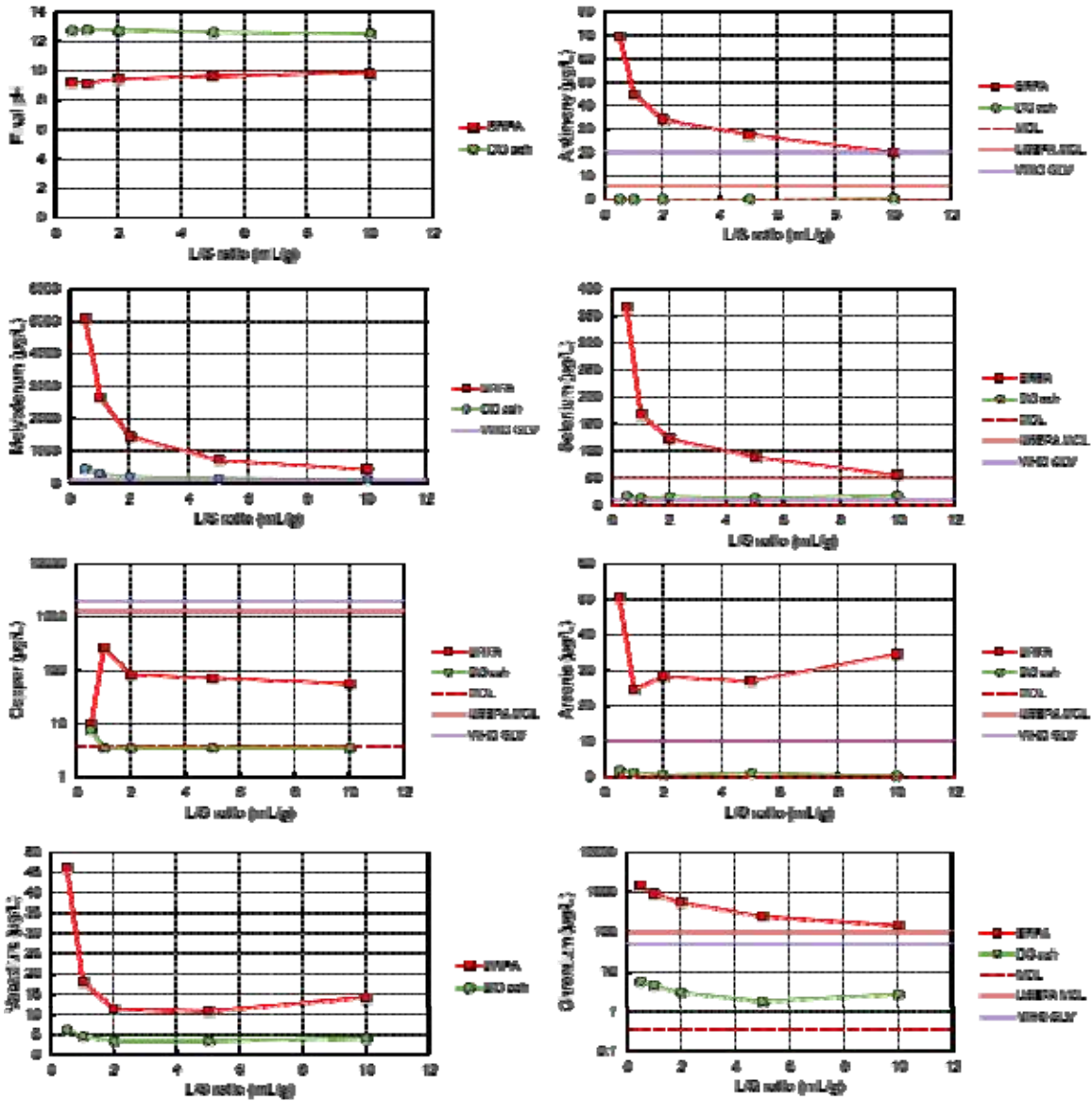
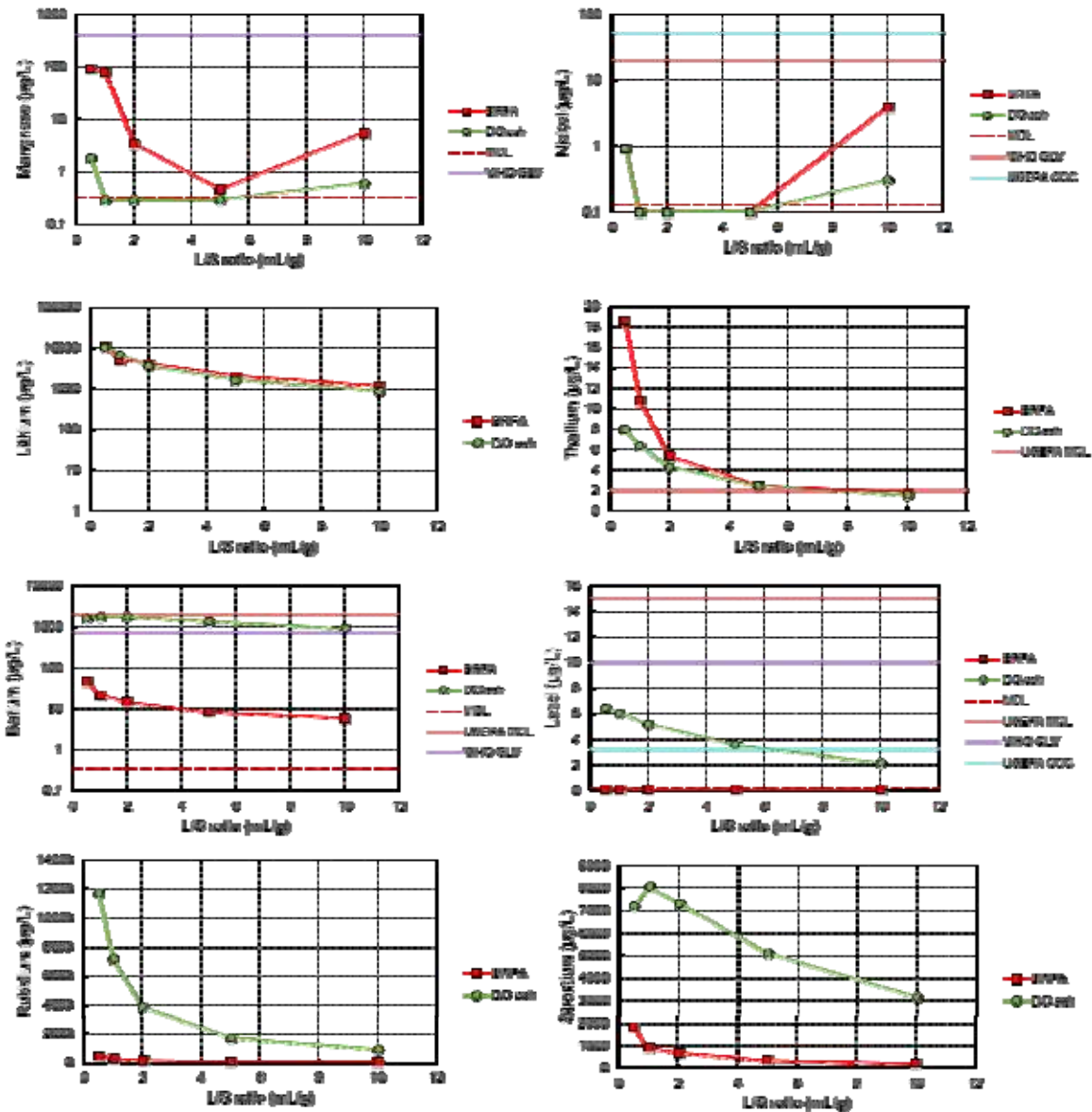


FIGURA 4. Concentraciones ($\mu\text{g} / \text{L}$) de elementos seleccionados en los lixiviados en un rango de líquido a sólido (L / S) según el método LEAF 1316. MDL, U.S. EPA MCL, OMS GLV y U.S. EPA CCC se trazan cuando están disponibles (Tabla 2).



3.3. Características de lixiviación en función del valor de pH (método LEAF 1313)

Los valores finales de pH de los lixiviados extraídos para la muestra de cenizas de DO, así como los de EE. UU. de la muestra de cenizas volantes BRFA sobre todo el rango de pH de lixiviación inicial se muestra en la Figura 5. El pH final del lixiviado es una función del pH natural de la muestra de ceniza y el pH de lixiviación inicial del líquido de extracción agregado (US EPA, 2017b; Zhao et al., 2020). El pH natural de la ceniza de carbón controla su capacidad de amortiguamiento (almacenamiento en búfer). Los valores finales de pH de los lixiviados de cenizas de DO son relativamente estables en todo el rango de pH inicial, lo que refleja una fuerte capacidad amortiguadora que arrastra el pH del lixiviado hasta su propio pH natural (determinado por la lixiviación de agua DI a una relación L / S de 10 mL / g) (Figura 3), incluso con un pH de lixiviación inicial muy ácido, tan bajo como 2.

FIGURA 5. Valores y concentraciones finales de pH ($\mu\text{g} / \text{L}$) de elementos seleccionados en los lixiviados con un rango de valores de pH de lixiviación inicial según el método LEAF 1313. MDL, U.S. EPA MCL, OMS GLV y U.S. EPA CCC se trazan cuando están disponibles (Tabla 2).

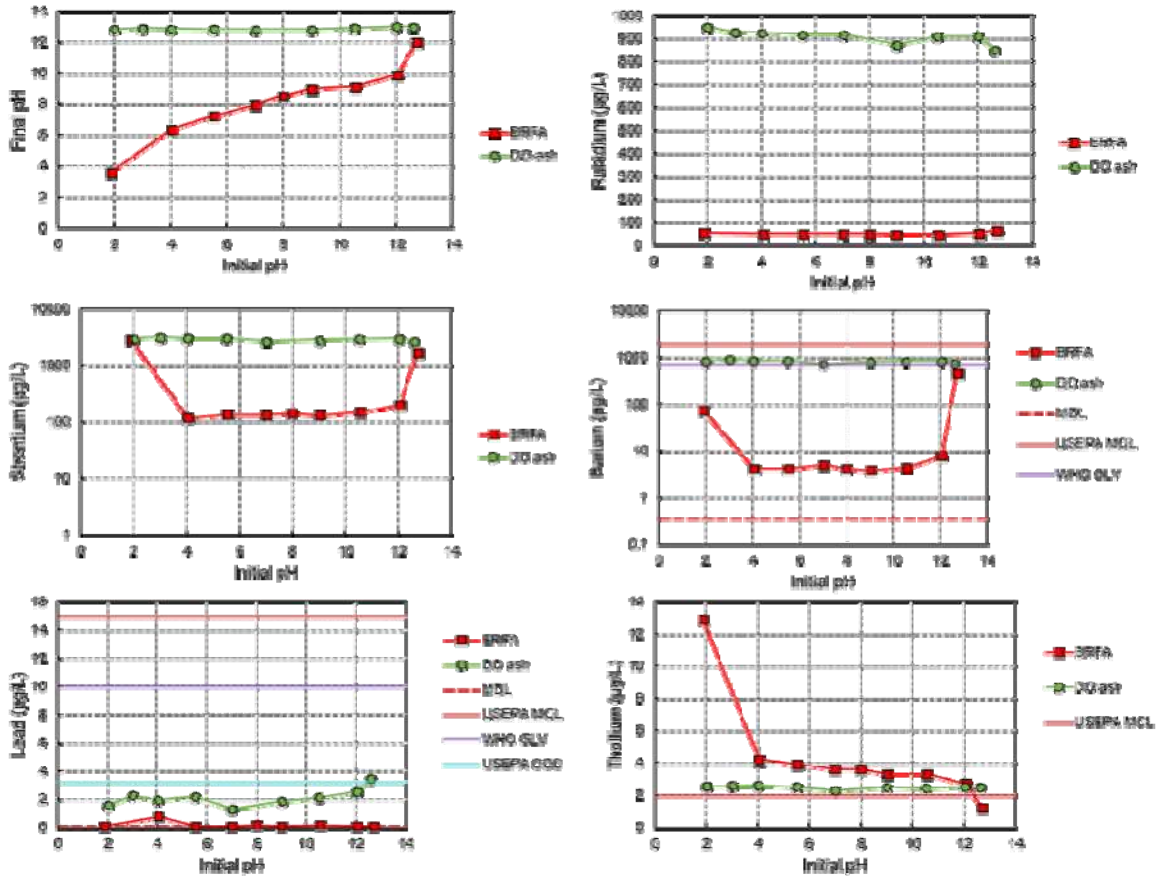
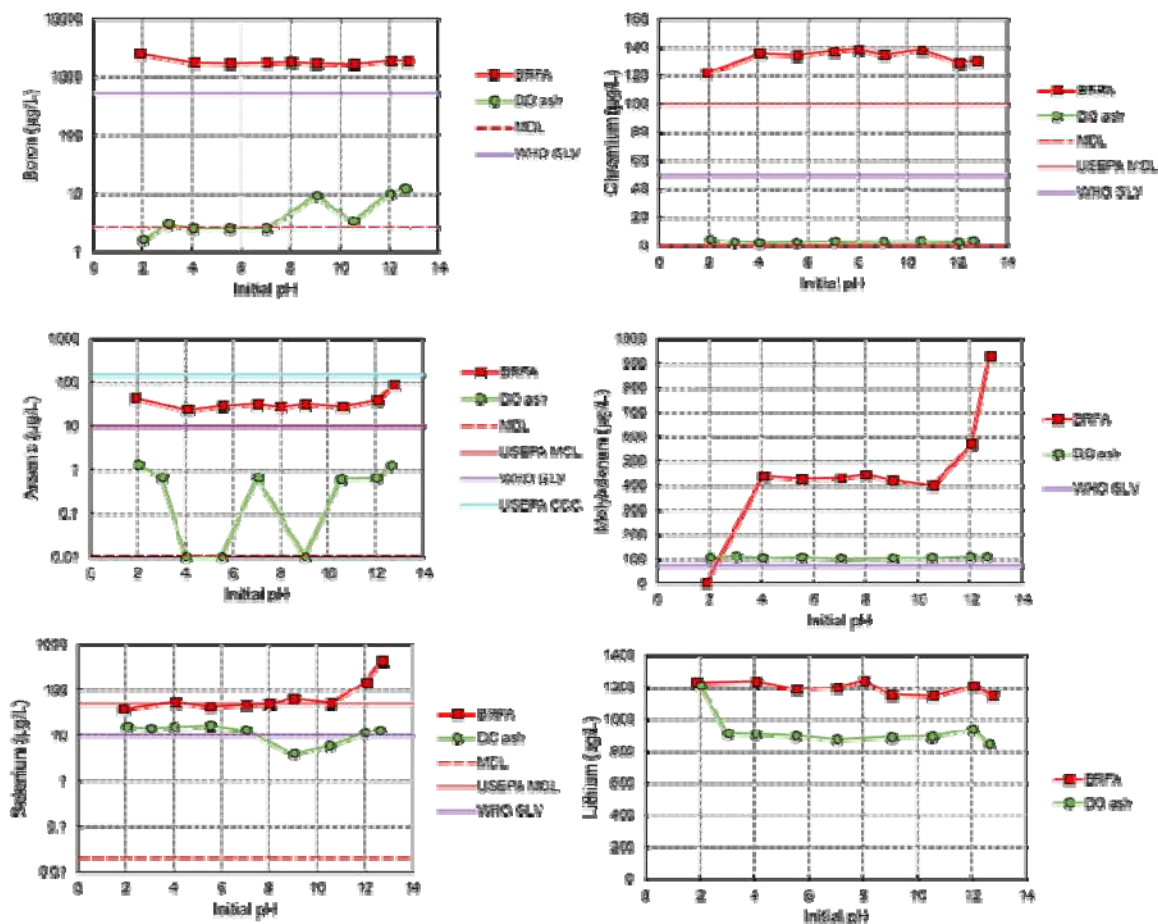


FIGURA 6. Concentraciones ($\mu\text{g/L}$) de elementos seleccionados en los lixiviados en un rango de lixiviación inicial de valores de pH según el método LEAF 1313. MDL, U.S. EPA MCL, OMS GLV y U.S. EPA CCC se trazan dónde están disponibles (Tabla 2).



Correspondiente al pH estable en los lixiviados, las concentraciones de la mayoría de los elementos en los lixiviados en todo el rango de pH también son estables (Figuras 5 y 6). Las concentraciones de Rb, Sr y Ba en los lixiviados de cenizas de DO son más altas que los de los BRFA de cenizas volantes de EE. UU., Mientras que el resto de los elementos son generalmente más bajos en los lixiviados de cenizas de DO que en los lixiviados de BRFA (Figuras 5 y 6) en comparación con los niveles de detección respectivos recomendados por la EPA de EE. UU. y la OMS enumerados en la Tabla 1, las concentraciones de Ba, Tl, Mo y Se en los lixiviados de cenizas de DO exceden las niveles de detección, mientras que el resto de elementos tienen concentraciones más bajas que los niveles de detección.

4. Conclusiones

Al realizar los experimentos de lixiviación LEAF de la EPA de EE. UU. en una sola muestra de ceniza de carbón de la estación generatriz de Punta Catalina en la República Dominicana, el estudio actual presenta una caracterización y evaluación sistemática de la ocurrencia de metales y las características de lixiviación de un conjunto de trazos de elementos en diversas condiciones de pH y proporciones de líquido a sólido, en comparación con las muestras de cenizas volantes de EE. UU. Las concentraciones de elementos tóxicos como As, Se, Mo, Sb y Tl en la muestra de ceniza de carbón investigada son significativamente más altos que los de suelo común cuando comparamos la data nueva con la concentración promedio de metales de suelo de Carolina del Norte. La data muestra una concentración relativamente menor de metales en la muestra de ceniza de carbón en comparación a las cenizas volantes de EE. UU. y, por lo tanto, la mayoría de los trazos de elementos exhiben diferentes tendencias de lixiviación para la ceniza de DO (Republica Dominicana) que la ceniza volante de EE. UU. en el rango de valores de pH de lixiviación iniciales y relaciones L / S. No obstante, las concentraciones de ciertos metales pesados tóxicos en los lixiviados incluyendo Mo, Se, Li, Tl, Ba y Pb exceden valores de umbral para agua potable y ecología de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Nivel Máximo de Contaminación (MCL) para agua potable de la EPA de EE. UU. y los Criterios Nacionales de Exposición Crónica para Vida Acuática (CCC) recomendados por la EPA de EE. UU. Por lo tanto, el manejo descontrolado y la liberación de las cenizas de carbón de la planta de Punta Catalina hacia el medio ambiente y los recursos hídricos presentan altos riesgos al ambiente y a la salud humana.

Referencias

Environmental Monitoring Systems Laboratory, 1996. DETERMINATION OF DISSOLVED HEXAVALENT CHROMIUM IN DRINKING WATER, GROUNDWATER, AND INDUSTRIAL WASTEWATER EFFLUENTS BY ION CHROMATOGRAPHY, in: Methods for the Determination of Metals in Environmental Samples. Elsevier, pp. 290–304. <https://doi.org/10.1016/B978-0-8155-1398-8.50016-1>

Izquierdo, M., Querol, X., 2012. Leaching behaviour of elements from coal combustion fly ash: An overview. International Journal of Coal Geology, Minerals and Trace Elements in Coal 94, 54– 66. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2011.10.006>

Kosson, D.S., Garrabrants, A., Sanchez, F., Kariher, P., Thorneloe, S., Helms, G., 2010. Use of a Leaching Assessment Framework for Evaluation of the Impacts of Coal Type and Facility Configuration on Beneficial Use Scenarios for Coal Combustion Residues.

US EPA, O., 2017a. SW-846 Test Method 1316: Liquid-Solid Partitioning as a Function of Liquid-toSolid Ratio in Solid Materials Using a Parallel Batch Procedure [WWW Document].

US EPA. URL <https://www.epa.gov/hw-sw846/sw-846-test-method-1316-liquid-solid-partitioningfunction-liquid-solid-ratio-solid> (accessed 10.4.20). US EPA, O., 2017b. SW-846 Test Method 1313: Liquid-Solid Partitioning as a Function of Extract pH Using a Parallel Batch Extraction Procedure [WWW Document].

US EPA. URL 11 of 9 <https://www.epa.gov/hw-sw846/sw-846-test-method-1313-liquid-solid-partitioning-functionextract-ph-using-parallel-batch> (accessed 8.16.20).

US EPA, O., 2016. Definition and Procedure for the Determination of the Method Detection Limit, Revision 2 [WWW Document]. US EPA. URL <https://www.epa.gov/cwa-methods/methoddetection-limit-frequent-questions> (accessed 10.4.20). US EPA, O., 2015a. National Primary Drinking Water Regulations [WWW Document].

US EPA. URL <https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/national-primary-drinking-waterregulations> (accessed 9.29.20). US EPA, O., 2015b. National Recommended Water Quality Criteria - Aquatic Life Criteria Table [WWW Document].

US EPA. URL <https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-qualitycriteria-aquatic-life-criteria-table> (accessed 10.4.20).

Wang, Z., Coyte, R.M., Dwyer, G.S., Ruhl, L.S., Hsu-Kim, H., Hower, J.C., Vengosh, A., 2020. Distinction of strontium isotope ratios between water-soluble and bulk coal fly ash from the United States. International Journal of Coal Geology 222, 103464. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2020.103464>

WHO (Ed.), 2008. Guidelines for drinking-water quality, 3rd ed. ed. World Health Organization, Geneva.

Zhao, L., Dai, S., Finkelman, R.B., French, D., Graham, I.T., Yang, Y., Li, J., Yang, P., 2020. Leaching behavior of trace elements from fly ashes of five Chinese coal power plants. *International Journal of Coal Geology* 219, 103381. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2019.103381>

Data Appendix to the Report “Occurrence of Metals and Leaching characteristics of Coal Ash from Punta Catalina in Dominican Republic”

Table 1: Chemical data of the coal ash sample from Punta Catalina in Dominican Republic as compared to fly ash from Bull Run coal plat in TN, USA. Results are reported in ppm.

| ID | Na | Mg | Al | K | Ca | Fe | Li | B | V | Cr | Mn | Co | Ni | Cu | As | Se | Rb | Sr | Mo | Cd | Sb | Ba | Tl | Pb | Th | U |
|------------------|--------|---------|-----------|--------|----------|----------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|------|------|---------|------|-------|-------|-------|
| BR fly ash (USA) | | 5684.32 | 178201.70 | | 11022.02 | 47035.23 | 165.43 | 63.06 | 299.13 | 170.03 | 186.08 | 65.68 | 149.57 | 186.73 | 62.46 | 17.96 | 151.24 | 973.64 | 16.41 | 0.78 | 7.10 | 1147.84 | 4.24 | 80.42 | 29.29 | 12.05 |
| ID | Na | Mg | Al | K | Ca | Fe | Li | B | V | Cr | Mn | Co | Ni | Cu | As | Se | Rb | Sr | Mo | Cd | Sb | Ba | Tl | Pb | Th | U |
| D.O-ash 1 | 1049.0 | 2009.6 | 34872.9 | 5729.4 | 157662.3 | 29043.5 | 44.3 | 141.1 | 107.2 | 60.5 | 69.4 | 12.8 | 37.7 | 30.5 | 40.3 | 9.0 | 40.0 | 296.2 | 3.7 | 0.3 | 2.2 | 190.0 | 1.5 | 21.2 | 6.7 | 3.0 |
| D.O-ash 2 | 1090.8 | 2089.6 | 35998.7 | 6001.9 | 158874.2 | 30091.5 | 45.7 | 184.2 | 109.0 | 62.0 | 71.9 | 13.1 | 38.3 | 30.5 | 40.3 | 11.0 | 40.8 | 308.5 | 3.6 | 0.3 | 2.1 | 194.5 | 1.4 | 21.4 | 6.9 | 3.1 |
| DO-ash mean | 1069.9 | 2049.6 | 35435.8 | 5865.7 | 158268.2 | 29567.5 | 45.0 | 162.7 | 108.1 | 61.2 | 70.6 | 13.0 | 38.0 | 30.5 | 40.3 | 10.0 | 40.4 | 302.3 | 3.6 | 0.3 | 2.1 | 192.2 | 1.4 | 21.3 | 6.8 | 3.0 |

Table 2: Chemical data of leaching experiments (EPA method 1313) of the coal ash sample from Punta Catalina in Dominican Republic as compared to fly ash from Bull Run coal plat in TN, USA. Results are reported in µg/L.

| Bull Run fly ash | starting pH | final pH | Ca | Fe | Li (µg/L) | B | V | Cr | Mn | Co | Ni | Cu | Zn | As | Se | Rb | Sr | Mo | Cd | Sb | Ba | Tl | Pb |
|------------------|-------------|----------|----------|-------|-----------|--------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-------|------|------|-------|------|-----|
| EPA1313 1-1 | 1.87 | 3.59 | 182043.0 | 105.3 | 1229.4 | 2491.1 | 77.7 | 121.6 | 365.6 | 60.3 | 385.0 | 320.1 | 274.6 | 43.2 | 38.7 | 54.0 | 2878.2 | 1.2 | 15.6 | 5.7 | 73.4 | 12.9 | bdl |
| EPA1313 1-2 | 4.04 | 6.36 | 90363.0 | 9.6 | 1236.6 | 1772.9 | 13.8 | 135.1 | 1.1 | 0.3 | 0.2 | bdl | 46.9 | 24.0 | 53.7 | 49.5 | 116.1 | 437.4 | 0.3 | 22.8 | 4.1 | 4.2 | 0.8 |
| EPA1313 1-3 | 5.52 | 7.24 | 87399.0 | bdl | 1188.9 | 1728.8 | 13.5 | 133.9 | 0.8 | 0.0 | 0.5 | bdl | 55.3 | 29.7 | 42.6 | 49.2 | 133.2 | 425.1 | 0.3 | 22.2 | 4.1 | 3.9 | bdl |
| EPA1313 1-4 | 7.00 | 7.95 | 91173.0 | bdl | 1199.4 | 1766.0 | 13.5 | 136.9 | 0.8 | 0.3 | 0.8 | bdl | 40.6 | 32.4 | 46.8 | 49.5 | 131.7 | 429.3 | 0.6 | 22.2 | 5.0 | 3.6 | bdl |
| EPA1313 1-5 | 7.98 | 8.53 | 91233.0 | 39.3 | 1240.2 | 1817.0 | 13.2 | 138.1 | 1.1 | 0.6 | 0.5 | bdl | 326.5 | 27.3 | 49.2 | 49.2 | 140.4 | 442.2 | 0.3 | 21.6 | 4.1 | 3.6 | 0.2 |
| EPA1313 1-6 | 9.00 | 9 | 82233.0 | 92.1 | 1152.3 | 1715.0 | 14.4 | 134.2 | 1.4 | 3.6 | bdl | bdl | 255.4 | 32.4 | 63.9 | 46.5 | 129.9 | 420.0 | 0.3 | 21.3 | 3.8 | 3.3 | bdl |
| EPA1313 1-7 | 10.55 | 9.13 | 85953.0 | 184.5 | 1147.2 | 1680.2 | 12.6 | 137.8 | 1.7 | 0.3 | 1.4 | bdl | 295.0 | 27.9 | 51.9 | 46.5 | 147.6 | 399.3 | 0.3 | 20.1 | 4.4 | 3.3 | 0.2 |
| EPA1313 1-8 | 12.04 | 9.88 | 75063.0 | bdl | 1207.5 | 1878.2 | 36.6 | 128.8 | bdl | bdl | bdl | bdl | 292.6 | 39.0 | 143.1 | 51.6 | 196.2 | 570.3 | 0.3 | 23.7 | 7.7 | 2.7 | bdl |
| EPA1313 1-9 | 12.72 | 11.98 | 45483.0 | 56.4 | 1149.6 | 1883.0 | 533.1 | 130.3 | 1.7 | 0.3 | bdl | bdl | 239.5 | 86.7 | 439.8 | 64.2 | 1647.6 | 927.3 | 0.9 | 19.2 | 458.6 | 1.2 | bdl |
| DO-ash | Initial pH | Final pH | Ca | Fe | Li | B | V | Cr | Mn | Co | Ni | Cu | Zn | As | Se | Rb | Sr | Mo | Cd | Sb | Ba | Tl | Pb |
| 1313 1-1 | 2 | 12.84 | 391448.9 | 41.8 | 1212.1 | 1.6 | 5.4 | 4.5 | 1.0 | bdl | bdl | 9.9 | bdl | 1.3 | 15.2 | 949.5 | 2977.9 | 106.4 | bdl | bdl | 835.7 | 2.5 | 1.6 |
| 1313 1-2 | 3 | 12.9 | 425238.0 | bdl | 911.5 | 2.9 | 4.9 | 2.6 | bdl | bdl | bdl | bdl | bdl | 0.7 | 14.2 | 929.0 | 3149.9 | 110.6 | bdl | bdl | 915.8 | 2.6 | 2.3 |
| 1313 1-3 | 4 | 12.86 | 407627.8 | bdl | 907.2 | bdl | 5.2 | 2.0 | bdl | bdl | bdl | bdl | bdl | bdl | 15.2 | 925.0 | 3022.8 | 103.7 | bdl | bdl | 851.6 | 2.6 | 1.9 |
| 1313 1-4 | 5.5 | 12.83 | 404707.4 | 20.2 | 895.8 | bdl | 4.7 | 2.5 | 1.3 | bdl | bdl | bdl | bdl | bdl | 16.6 | 917.7 | 3022.9 | 105.3 | bdl | bdl | 868.7 | 2.5 | 2.2 |
| 1313 1-5 | 7 | 12.82 | 351147.8 | 2.5 | 873.6 | bdl | 5.9 | 3.0 | bdl | bdl | bdl | bdl | bdl | 0.7 | 13.0 | 917.6 | 2686.3 | 102.2 | bdl | bdl | 723.8 | 2.3 | 1.3 |
| 1313 1-6 | 9 | 12.82 | 381232.9 | 7.4 | 887.3 | 9.0 | 5.6 | 3.1 | bdl | bdl | bdl | bdl | bdl | bdl | 4.0 | 873.7 | 2835.8 | 103.5 | bdl | bdl | 803.9 | 2.5 | 1.9 |
| 1313 1-7 | 10.5 | 12.91 | 398834.7 | 49.6 | 891.1 | 3.3 | 4.6 | 3.3 | 0.3 | bdl | bdl | bdl | bdl | 0.6 | 6.1 | 909.3 | 2969.4 | 104.2 | bdl | bdl | 834.1 | 2.4 | 2.1 |
| 1313 1-8 | 12 | 13 | 391150.3 | 26.8 | 937.1 | 9.8 | 5.0 | 2.5 | bdl | bdl | bdl | bdl | bdl | 0.6 | 11.3 | 909.8 | 2979.7 | 108.2 | bdl | bdl | 837.1 | 2.5 | 2.5 |
| 1313 1-9 | 12.6 | 12.99 | 338953.6 | 57.2 | 845.3 | 12.1 | 4.7 | 3.4 | 0.6 | bdl | bdl | 0.3 | bdl | 1.2 | 12.7 | 850.6 | 2674.2 | 108.5 | bdl | bdl | 752.1 | 2.5 | 3.4 |

bdl- below detection limit

Table 3: Chemical data of leaching experiments (EPA method 1316) of the coal ash sample from Punta Catalina in Dominican Republic as compared to fly ash from Bull Run coal plat in TN, USA. Results are reported in µg/L.

| Bull Run fly ash | L/S ratio (DI mL/ash g) | final pH | Li (µg/L) | B | Ca | V | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | As | Se | Rb | Sr | Mo | Cd | Sb | Ba | Tl | Pb |
|----------------------------|-------------------------|-----------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| EPA1316 1-1 | 0.5 | 9.24 | 11537.9 | 12855.2 | 451233.9 | 46.2 | 1502.1 | 93.5 | 283.1 | 0.9 | 0.9 | 9.6 | 64.9 | 50.4 | 365.4 | 416.3 | 1830.4 | 5078.4 | 5.4 | 69.6 | 45.5 | 18.6 | bdl |
| EPA1316 1-2 | 1 | 9.15 | 5147.3 | 8679.2 | 599793.9 | 18.0 | 918.3 | 79.7 | 164.9 | 3.3 | bdl | 269.4 | 157.9 | 24.6 | 168.0 | 249.5 | 884.8 | 2652.0 | 3.0 | 45.0 | 21.5 | 10.8 | bdl |
| EPA1316 1-3 | 2 | 9.47 | 4178.3 | 5467.4 | 438633.9 | 11.4 | 550.5 | 3.5 | 12.5 | bdl | bdl | 82.2 | 73.3 | 28.2 | 123.0 | 126.5 | 653.2 | 1450.2 | 1.8 | 34.2 | 14.9 | 5.4 | bdl |
| EPA1316 1-4 | 5 | 9.65 | 2078.3 | 3111.8 | 190893.9 | 10.8 | 251.1 | 0.5 | -2.5 | 0.3 | bdl | 70.8 | 84.7 | 27.0 | 88.8 | 59.9 | 337.6 | 717.6 | 0.6 | 27.6 | 8.3 | 2.4 | bdl |
| EPA1316 1-5 | 10 | 9.84 | 1169.9 | 1855.4 | 97323.9 | 14.1 | 144.3 | 5.6 | 643.1 | 28.5 | 3.9 | 55.8 | 43.0 | 34.5 | 55.5 | 36.2 | 190.6 | 421.2 | 0.3 | 20.1 | 5.9 | 1.8 | bdl |
| DO ash | L/S ratio (mL/g) | Final pH | Li | B | Ca | V | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | As | Se | Rb | Sr | Mo | Cd | Sb | Ba | Tl | Pb |
| 1316 1-1 | 0.5 | 12.8 | 10570.7 | bdl | 396198.9 | 6.1 | 5.8 | 1.8 | 30.1 | 1.8 | 0.9 | 7.7 | bdl | 1.8 | 15.6 | 11680.7 | 7184.7 | 443.0 | bdl | bdl | 1552.3 | 8.0 | 6.4 |
| 1316 1-2 | 1 | 12.81 | 6823.3 | bdl | 480043.1 | 4.5 | 4.5 | bdl | 16.6 | 1.2 | bdl | bdl | bdl | 1.2 | 12.1 | 7164.0 | 8043.5 | 292.7 | bdl | bdl | 1746.0 | 6.3 | 6.0 |
| 1316 1-3 | 2 | 12.75 | 3668.4 | bdl | 537500.2 | 3.4 | 3.1 | 0.3 | 21.8 | 0.9 | bdl | bdl | bdl | 0.6 | 15.0 | 3845.7 | 7310.7 | 197.7 | bdl | bdl | 1725.4 | 4.3 | 5.2 |
| 1316 1-4 | 5 | 12.64 | 1672.9 | bdl | 500121.2 | 3.3 | 1.8 | bdl | 3.3 | 0.6 | bdl | bdl | bdl | 0.9 | 12.6 | 1729.0 | 5098.7 | 139.7 | bdl | bdl | 1344.8 | 2.4 | 3.6 |
| 1316 1-5 | 10 | 12.56 | 888.7 | bdl | 429823.0 | 4.0 | 2.8 | 0.6 | 17.8 | 0.3 | 0.3 | bdl | bdl | 0.3 | 17.2 | 898.6 | 3149.7 | 107.9 | bdl | 0.3 | 895.8 | 1.5 | 2.1 |
| bdl: below detection limit | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Impacto de La CTPC en la Agricultura del Llano de Peravia

1. PRESENTACIÓN RESUMIDA DEL ESCENARIO AGRÍCOLA DE LA UBICACIÓN DE LA CTPC

La Central Termoeléctrica Punta Catalina (CTPC) está ubicada en suelos de las Series de Suelos San José (156) y Pizarrete (157), en la franja litoral del extremo centro oriental del *Llano Costero de Peravia*, que tiene una superficie superior a los 400 Km² de suelo arable en más de 60% e irrigado por un canal de 7 m³/seg, constituyendo una zona agrícola que una vez fue considerada la más eficiente de la República Dominicana, debido a que la parcela promedio obtenía hasta tres cosechas por año cuando disponía del agua segura del complejo de aprovechamiento hídrico del río Nizao.

Este llano, totalmente accesible por carretera y a minutos de la ciudad capital y del principal muelle de exportación del país, es el principal productor de mangos, papaya, cebolla, tomates, entre otros cultivos intensivos, y por mucho es asiento de la ganadería lechera más productiva y de mayor valor agregado de todo el país, aunque bastante venida a menos en las últimas décadas ante la falta de coherencia de la política agrícola dominicana desde la firma del CAFTA en el año 2006.

En este espacio ha sido instalada la CTPC, para quemar 160,000 toneladas de carbón por mes y a cuya ceniza le agrega nada menos que cal a ser dispuesta en montañas y vertida al aire como partícula pulverizada combinada con cenizas de carbón para conformar una mezcla alcalina que terminará asentándose en unos suelos de naturaleza calcárea.

Los terrenos han sido comprados por el Estado a la Compañía Anónima de Empresas Industriales, S.A., propietaria de miles de hectáreas en las comunidades aledañas dedicadas a la producción de caña de azúcar certificada orgánica. Dicha empresa, que posee plantas generadoras a gas natural y “granjas solares” en el mismo Llano de Peravia, hizo incluir y el Estado aceptó, una cláusula que establece el monto a pagar por daños a sus plantaciones cañeras.

En el Llano Costero de Peravia existen más de 7,000 explotaciones agrícolas y pecuarias, la mayoría entre 0.5 y 5 hectáreas de superficie, dedicadas a la producción intensiva de alimentos y empleos incluyendo agroindustrias emblemáticas como el dulce de leche, mucho más susceptibles que la caña de azúcar a los polvos y gases contaminantes.

2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Esta evaluación tiene un carácter cualitativo y ha incluido las actividades siguientes:

- 2.1 Lectura anotada del “Contrato 108-15” (Enfiteusis), entre el Estado y la Compañía Anónima de Empresas Industriales, para la instalación de la CTPC, y sus *Adenda* No.1, del 2016; y No.2, del 2017.
- 2.2 Lectura anotada del Contrato 076/ 2020, de “Compraventa y Cancelación de Enfiteusis”.
- 2.3 Lectura del documento “Descripción del proyecto CTPC”.
- 2.4 Lectura anotada del documento “TDR 8326”, emitido por el Ministerio de Medio Ambiente y los Recursos Naturales (MARN), para la realización del Estudio de Impacto Ambiental (EsiA).
- 2.5 Lectura anotada del documento “Resumen Ejecutivo del EsiA de la Central Termoeléctrica Punta Catalina”, elaborado por la contratista G&S Natural Group, SRL.
- 2.6 Lectura anotada del “Contrato CDEE-G&S Natural Group”.
- 2.7 Lectura del “Acuerdo para la ejecución del Programa Forestal de Punta Catalina”.
- 2.8 Entrevistas grupales con agricultores residentes en las inmediaciones de la CTPC: Aplicación de un cuestionario estándar de manera individual, seguido de una sesión de profundización para fijar la percepción local de las situaciones concretas.
- 2.9 Visita a fincas ubicadas en las inmediaciones de la CTPC. Como norma general y por razones prácticas se visitó casi siempre las fincas de los entrevistados.
- 2.10 Lectura anotada del informe “Presencia de metales y características de lixiviación de las cenizas de carbón de Punta Catalina en la República Dominicana”, elaborado por la Universidad de Duke, Estados Unidos.
- 2.11 Lectura anotada del “Reporte de resultados de caracterización de calidad del aire (contaminante criterio)”, elaborado por la contratista G^eSA.

3. RESULTADOS

- 3.1 Contrato 108-15 de Enfiteusis: El Estado Dominicano reconoce, en el acápite 6.2.7, que “...si como consecuencia de un deficiente tratamiento de (...) residuos, se produjera algún daño en los cultivos de caña de azúcar orgánica (...) en las colonias Catalina y Pizarrete dentro de un radio de 5 Km, (...) se obliga a indemnizar a la PROPIETARIA por los daños causados a los mismos con un monto de 36,375.00 \$US/Ha, pagaderos 60 días después del daño ocurrido”.
- 3.2 Contrato 076/ 2020: El Estado adquiere la superficie establecida en la adenda No.1 por valor de US\$ 6, 991, 924.09 por la superficie establecida en la adenda No.1, es decir, a razón de US\$ 5.12/M², que es apenas 39% superior al valor aceptado para los daños potenciales a sus cultivos de caña de azúcar “orgánica”. Documento “Descripción del proyecto”: En el acápite Equipos de Calidad del Aire (AQCS, en inglés), se explica que los gases de combustión que salen de las calderas contienen partículas y otros constituyentes que deben ser removidos (...). La cal hidratada y los productos recirculados entran en contacto con los gases (...), se inyecta agua en forma de rocío para que la reacción del calcio con el SO₂ produzca partículas sólidas de Sulfato de calcio, Sulfito de calcio y **Cal sin reaccionar** (negritas CNLCC)... El mercurio (Hg) es absorbido por las partículas sólidas (...). Luego por filtración los sólidos son separados del gas que sale por la chimenea.
- 3.3 TDR 8326 del MARN: Pide al *Es/A* describir las características de la chimenea, temperatura de salida de gases, concentración de NO₂, SO₂, CO y CO₂; e igualmente pide describir las características del carbón mineral, incluyendo contenido de cenizas, poder calórico, humedad, carbono, azufre y consumo de carbón en Tn/MW.
- 3.4 Estudio de Impacto Ambiental: *Vientos* dominantes en dirección noreste-suroeste, suelos de topografía plana y naturaleza calcárea; *Paisaje* dominado por cultivos de caña de azúcar y cultivos intensivos en 12.3 km² circundantes.
- 3.5 Contrato CDEE-G&S Natural Group: Asigna un monto de RD\$ 238,649,140.00, para aplicar el PMAA, en cuyo contexto se ha firmado el Acuerdo para la ejecución del Programa Agroforestal.

CAPÍTULO 9: Matriz resumen del PMAA

- Elemento Aire: Medición de emisiones de CO, NO₂, CO₂, SO₂ y O₃.; Monitoreo de metales pesados en ambiente (Hg, As, Ca {sic Cd}, V, Ni, Pb, Zn).

- Elemento Flora terrestre y acuática: Realizar mejoras en los arroyos Catalina y Naranjo.
- Elemento Social: Mantener puntos de información a la comunidad (PIC).
- Elemento humano: Incluye medidas precautorias referidas al personal contratado por la empresa para las labores de instalación, operación y mantenimiento. No considera a la población circundante en los 12.3 km² descritos o los 5 km radiales descritos en la Enfiteusis derogada.

CAPÍTULO 10: Declaración de compromiso: Se invertirá un total de RD\$ 238.64 millones en un PMAA que entre otras incluye los siguientes acápite:

DÉCIMO: En la fase de operación y mantenimiento de las plantas de generación se incluye: carbón, agua, cenizas volantes y de fondo, campamento, aguas residuales y desechos sólidos.

DÉCIMO PRIMERO: Menciona como *Impactos* la posible alteración del suelo y las aguas superficiales y subterráneas por VERTIDOS ACCIDENTALES (mayúsculas CNLCC), así como la posible afectación de la fauna y la flora nativas.

DÉCIMO QUINTO: Señala que el PMAA contempla la implementación de medidas aplicadas, (...) incluyendo los impactos a controlar, las tecnologías de adecuación ambiental a utilizar para alcanzar los objetivos planteados (...), monitoreo para verificar el cumplimiento de las medidas y los recursos necesarios para su aplicación.

Acuerdo para la Ejecución del Programa Forestal del PMAA: Suscrito en el contexto del Capítulo 10 citado en el inciso 3.5, entre CDEE, MARN y el Consorcio Caoba Dominicana (**CONCADOM**), que incluye al Jardín Botánico Nacional, la Cámara Forestal Dominicana, la Fundación Atabey, la Fundación Frontera Futuro y el Plan Sierra. Este Programa tiene una duración de cinco años (2015-2020), un presupuesto de RD\$ 113.8 millones y sus objetivos son plantar 1.5 millones de árboles suministrados por el MARN y mejorar genéticamente a la Caoba dominicana (*Swietenia mahagoni*). Las dos líneas de fomento forestal del Acuerdo son el financiamiento de fincas forestales con certificado de derecho a corte y la plantación en los terrenos de la CTPC. La base teórica de este acuerdo es la llamada “ecuación maestra de las plantas de carbón”, que se resume en el recuadro siguiente:

Cada 100 KWh = 91 Kg de CO₂

1 MW = 1000 KW

CTPC: 720 MW = 720,000 KWh = 655,200 Kg CO₂/ año (655 ton)

Caoba dominicana en Peravia: 100 árboles = 1 ton CO₂/ Año

655 x 100 = 65,500 caobas/ año (todos los años)

30 años: 30 x 65,500 = **1,965,000 árboles**

- 3.6 Entrevistas grupales con agricultores de los alrededores de la CTPC: Se realizaron 5 (cinco) entrevistas grupales, la primera el 9/11/21 en Sabana Uvero con siete agricultores; la segunda el 12/11/21 en Nizao-Don Gregorio con nueve agricultores; la tercera el 9/12/21 en Sabana Uvero con un grupo de cuatro agricultores de Finca La Gloria, la cuarta con cinco integrantes de la Junta de Regantes de Nizao-Santana el 12/11/21 y la quinta en Paya el 23/11/21, con seis participantes. Los entrevistados reportaron la ocurrencia de ráfagas de polvo cáustico que provoca sarpullidos en las personas y animales domésticos, una ceniza que cubre el follaje, dificultades de transporte por la ruptura de la carretera costera, “enfermedades raras en los cultivos” desde la llegada de la CTPC, e incluso de familiares que han debido abandonar las fincas por no poder soportar el nivel de polvo. Un finquero de Sabana Uvero reportó que en los últimos tres años no ha podido levantar cosechas de sandía, lechosa y tomate.
- 3.7 Visita a fincas de los alrededores de la CTPC: Se constató en Sabana Uvero la pérdida de una plantación de 1 hectárea (16 tareas) de sandía afectada de la enfermedad foliar conocida como “añublo (mildew) polvoso”, atribuido por los lugareños al calentamiento del aire; pérdida de semillero de tomate industrial provocada por la enfermedad fungosa conocida como “mal de las posturas” (damping off); plantación de lechosa afectada por amarillamiento y deformación del cogollo, enfermedad provocada tanto por el virus del “bunchy top” como por la deficiencia de Boro provocada generalmente por pH alcalino. En una finca familiar se reportó la muerte masiva de gallos y gallinas de pelea atribuida a las polvaredas frecuentes.
- 3.8 Informe “Presencia de metales y características de lixiviación de las cenizas de carbón de Punta Catalina en la República Dominicana”: La ceniza de la CTPC es calificada en este informe como “ceniza alcalina”, con un pH siempre superior a 12 (Fig. 5 del Apéndice), y en la Figura 1 los análisis presentan unos niveles de Calcio y Boro que superan claramente los umbrales de seguridad ambiental, agregando que las concentraciones de elementos tóxicos como arsénico (As),

selenio (Se), molibdeno (Mo), antimonio (Sb) y talio (Tl) en la muestra de ceniza de carbón investigada son significativamente más altos que los de suelo.

- 3.9 Reporte de resultados de caracterización de calidad del aire (contaminante criterio): Presenta resultados de muestreos hechos en tres puntos del entorno de la CTPC (Paya, Sabana Uvero y Batey San José de Catalina), y en todos la dirección del viento es Noreste, es decir, de la central termoeléctrica hacia dichas comunidades y, por tanto, hacia los campos cultivados.

4. DISCUSIÓN

¿Cuál es la imagen de la agricultura del Valle de Peravia que queda perfilada en la documentación y los testimonios reseñados? A nuestro entender, una palabra lo resume con precisión, y es la palabra incertidumbre. El núcleo conceptual de este capítulo es la fundamentación de este hallazgo. Veamos algunos detalles de dicha situación.

Lo primero es que se trata de una incertidumbre relativa, puesto que a cada metro cuadrado de caña del CAEI se le reconoce un valor potencial de US\$ 3.67, mientras en ninguna parte de la permisología y los contratos se contempla procedimiento alguno para valorar los centenares de hectáreas de cultivo intensivo permanente de casi todos los productos de la canasta básica y el mercado interno y de exportación; y eso a pesar de que el EsIA reconoce que las dos series de suelos expuestas son de naturaleza calcárea y de que las cenizas son alcalinas, es decir, que pueden elevar el pH y con ello modificar la fisiología de la nutrición de los cultivos.

En segundo lugar, la CTPC sólo reconoce daños por “mal manejo” o por “accidentes”, teniendo ella decidido cuándo, cómo y quién monitorea; es decir, que no contempla la intervención de ninguna entidad de derecho interesada en dar seguimiento formal a los indicadores de impacto identificados en los TDR y en la matriz de PMAA.

En tercer lugar, el MARN está en una situación de conflicto de intereses, tras haber firmado con CDEE y el CONCADOM el “Acuerdo para la ejecución del Programa Forestal de Punta Catalina”, que pretendía plantar en cinco años 1,500,000 árboles con la idea de neutralizar la huella de carbono de la CTPC. Pero lo peor es que de los centenares de módulos forestales plantados, ninguna de las familias entrevistadas dio testimonio ni de haberlos establecido ni de estar enteradas de que algún vecino haya participado en un programa forestal, y la única evidencia notable de dicho “programa” es la mancha de

caoba que ocupa la berma a ambos lados de la carretera de entrada a Nizao. En consecuencia, el nivel de ejecución de este componente del PMAA, con un presupuesto de RD\$ 113.8 de los RD\$ 238.6 millones de la inversión prevista, puede tomarse como medida tanto del nivel de compromiso de este proyecto energético, como del doble papel jugado por el MARN ejecutando acciones que tiene a cargo auditar.

Por otro lado, la CTPC ni siquiera representa la mayor fuente de incertidumbre de la otrora pujante agricultura del Llano de Peravia, sino que viene a sumarse a la estocada de muerte que ha significado el Acueducto Valdesia-Santo Domingo, que ha arrebatado la friolera de 6 M³/Seg a la agricultura, exponiéndola al desabastecimiento durante los frecuentes períodos de sequía plurianual. Pero igualmente este despojo es relativo, porque los agricultores grandes y capitalizados tienen las opciones de construir pozos y reservorios para vadear o mitigar la falta de agua; los que se quedan sin opción son los miles de pequeños propietarios. Al final esta notable disparidad termina creando un espacio de desacuerdo que imposibilita la concertación de respuestas unificadas como las que exhibe, por ejemplo, la agricultura de los valles de San Juan y Constanza.

Al estudiar el documento “Descripción del proyecto CTPC”, se constata la empresa constructora informa que el particulado de las chimeneas incluirá “cal sin reaccionar”, un elemento que debe ser objeto de seguimiento detallado por un MARN en capacidad de hacer valer el Eje Transversal “Cambio Climático” de la Estrategia Nacional de Desarrollo. Esas partículas de cal sin reaccionar pueden estar detrás de los accesos de irritación cutánea reportadas por las familias en las entrevistas grupales, e igualmente pueden estar detrás de los síntomas de déficit de Boro ya visibles en el cultivo de lechosa (*Carica papaya*), pero demanda una revisión exhaustiva de las emisiones de gases de las chimeneas, lo cual ni permite la CTPC ni es exigido por un MARN que ni siquiera ha participado en este Estudio. Es inconcebible que ni los TDR ni el PMAA incluyan actividades específicas de seguimiento al nivel de vertido de esta cal en un contexto de suelos calcáreos.

Otra medida de la falta de compromiso de la CTPC con el PMAA es la ausencia de “mejoras” a los arroyos Catalina y Naranja, en los cuales intervendría las bermas con el fin recuperar sus bosques de galería. En los descensos realizados no se pudo constatar dichas intervenciones, que se supone son partes del proyecto forestal.

Los agricultores de las comunidades aledañas, con su experiencia como testigos, reportan cambios bruscos en la salud de los últimos tres años, atribuyéndolos al polvillo de la CTPC, pero a pesar de haber constatado dichos efectos, es imposible en el marco de este estudio, afirmar con certeza estadística que los fenómenos observados tengan

una relación causal precisa con el funcionamiento de la Central, debido a que Catalina, Paya y Nizao constituyen el extremo más húmedo del Llano de Peravia, por lo que se precisa de un estudio en todo el Llano, con la variable climática y las emisiones como factores de estudio.

Pero lo que resulta seguro de afirmar es que las frutas y vegetales del Llano corren un alto riesgo de resultar contaminados por tóxicos como arsénico (As), selenio (Se), molibdeno (Mo), antimonio (Sb) y talio (Tl) que las cenizas contienen en niveles “superiores a los suelos” según el informe de la Universidad de Duke, otro aspecto que necesita del seguimiento a las emanaciones, información que sólo es conocida por la CTPC, al parecer con el visto bueno del Ministerio de Medio Ambiente.

5. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones del presente estudio cualitativo de los efectos de la CTPC sobre la agricultura del Llano de Peravia se resumen como sigue:

1. La CTPC es una nueva amenaza para la agricultura del Llano, que agrava la situación creada por el desvío hacia Santo Domingo de las aguas del río Nizao.
2. Los agricultores entrevistados reportan “enfermedades nuevas” que han sido verificadas en el campo, pero el alcance de este estudio no permite establecer una relación causa-efecto estadísticamente válida.
3. El “Programa Forestal” es el principal componente del presupuesto del PMAA, representando un 47.7%, y este estudio no ha encontrado constancia de que haya alcanzado ninguno de sus objetivos y metas.
4. El Ministerio de Medio Ambiente está en una situación de conflicto de intereses cuando se hace parte del “Programa Forestal” estando al mismo tiempo a cargo de supervisar la ejecución del PMAA.
5. La única fuente identificada de compensación al sector productivo circundante a la TPC fue el aparentemente FALLIDO fomento de cientos de parcelas forestales con certificado de posterior aprovechamiento maderero.

6. RECOMENDACIONES

1. Reclamar, vía Defensor del Pueblo, el acceso a la data automatizada emitida por la CTPC, a fin de hacer de conocimiento público las emisiones reales de las chimeneas.
2. Proceder judicialmente contra la no ejecución del “Programa Forestal” del PMAA de la CTPC, incluyendo solicitud de auditorías técnica y financiera.

Estudio de morbilidad y mortalidad en la comunidad de Nizao provincia Peravia, 2016-2021. República Dominicana

1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio corresponde al componente de salud de la investigación sobre el impacto de la contaminación de las plantas a carbón de Punta Catalina, que producen un estimado de 750 MG de electricidad en el municipio de Nizao, provincia Peravia en la República Dominicana. Otros estudios realizados en dicha investigación fueron sobre la contaminación del aire, de las cenizas, de los suelos y de las zonas costero marino circundante a las plantas.

El objetivo del componente de salud, fue identificar la relación que pudiera existir entre la contaminación que producen las plantas, con la salud de la población, a través de las cenizas, los gases y micro partículas que emiten dichas plantas

Para tales fines se realizó un estudio descriptivo y exploratorio, que tomó como base una serie de cinco años, partiendo de 2016 hasta el año 2021, lo que le confirió un carácter longitudinal desde el punto de vista del tiempo de estudio. Esta serie de años seleccionadas, está relacionada con la entrada en operación de una de las plantas ocurrida en el año 2019, que divide el periodo de estudio en dos tiempos, antes y posterior al inicio de operaciones de las plantas.

Para fines de recolección de datos, se trabajó con los certificados de defunción registrados en la Junta Municipal Electoral de Nizao y las estadísticas de morbilidad de las consultas generales, las emergencias y de los ingresos registrados en el hospital municipal, durante los años antes mencionados.

Se trata de un estudio de enfoque mixto, ya que fueron utilizadas técnicas cuantitativas y cualitativas para la recolección y análisis de los datos. En tal sentido, se elaboró unas guías de preguntas que fueron aplicadas para el llenado de los datos de morbilidad, conjuntamente con unas guías de preguntas y entrevistas para grupos focales e informantes claves.

La importancia del estudio y por ende su justificación, está dada en la medida en que pueda servir para identificar determinantes, que, producto de la contaminación

ambiental que generan las plantas, puedan ser asociadas a determinadas enfermedades como las del sistema respiratorio, de la piel, del sistema cardiovascular y neurológico que, por estudios realizados en otros lugares ya se conocen su vínculo con la contaminación ambiental.

Aun cuando las series estudiadas, reflejan ciertas inconsistencias en el llenado de los certificados de defunción y en el registro de las estadísticas hospitalarias; entre las principales causas de muertes encontradas están las enfermedades crónicas degenerativas y las asociadas a estas, como el infarto agudo de miocardio para un 35.8 %, accidentes cerebro vascular 11.3%, diabetes mellitus tipo 2 un 8.8% y tumores de diferentes órganos. Estos resultados se corresponden con las estadísticas de mortalidad en el país y en la región de Las Américas.

1.1 Resumen de los resultados de grupos focales

Se realizaron tres grupos focales con líderes comunitarios del municipio de Nizao, los cuales identificaron y describieron algunas enfermedades que según afirman, han estado ocurriendo con mayor frecuencia a partir de los últimos años; entre las más frecuente de acuerdo a lo expresado, están infartos agudos al miocardio, enfermedades de la piel, enfermedades respiratorias, del sistema cardiovasculares, y del sistema neurológico.

Indicando que en cuanto a frecuencia ahora existen más enfermedades que antes y atacan a todo el mundo por igual, sin importar la edad o el sexo.

En cuanto a las causas de las enfermedades y muerte, indican que la zona es un lugar de mucha contaminación y que es necesario descartar a Punta Catalina como fuente del aumento de las enfermedades y las muertes, así como revisar otras posibles fuentes como la contaminación por transporte, depósitos de basuras a cielo abierto, ruidos y daños a los ríos.

Los participantes sugieren comparar los registros hospitalarios con los señalamientos que ellos ofrecieron sobre la aparición de enfermedades, fallecimiento y sus causas.

Sobre los daños que causa Punta Catalina, presentaron testimonios de los fuertes daños causados a las playas, a la vida marina y silvestre, así como a las plantaciones de víveres y frutos.

Un dato revelador de la situación en la zona de influencia de las Plantas de Punta Catalina es el testimonio de una de las participantes cuando dijo: “Antes todas las

personas querían que las plantas se construyeran porque supuestamente generarían empleos, ahora, todos quieren que las conviertan a gas porque producen enfermedades”. Intervención de participantes y respuestas a las preguntas según la guía.

1.2 Morbilidad

En relación a los resultados sobre morbilidad registradas en la consulta general, las principales enfermedades fueron las Infecciones respiratorias agudas, IRA, las enfermedades diarreicas agudas, EDA, la hipertensión arterial, HTA y la neumonía.

Las IRA tuvieron una variación entre el año 2017 de un 27.13 % a un 31.56 % en el año 2019, siendo este último el mayor porcentaje de casos en el periodo completo; pero en el año 2020, solo hubo un 25.88%, esta baja pudo haber sido por ser un año de pandemia, durante el cual hubo una disminución considerable en el número de consultas en los hospitales. Coherente con esa presunción es que no se encontraron casos registrados en el año siguiente, 2021, cuando la crisis sanitaria alcanzo los mayores niveles de gravedad e impacto negativo en la población.

Mientras que, en relación a las enfermedades diarreicas agudas, EDA, estas se convirtieron en la 3era causa de consulta registrada en el año 2019, para un 8.75%, seguido por un descenso en los 2 años posteriores, 2020 y 2021. Esto podría ser por la misma razón explicada en el párrafo anterior.

Sobre la hipertensión arterial, HTA, se puede observar desde el inicio del estudio, unas fluctuaciones no significativas a lo largo del periodo, hasta que en el año 2021 se produce un incremento en las consultas registradas, representando un 11.64% del total. Si comparamos el porcentaje al inicio del estudio un 2.21% de consultas en el 2016 con el del año 2021, se evidencia el incremento considerable de las consultas por HTA. ¿Este dato podría estar relacionado al alto porcentaje de mortalidad encontrada por infarto agudo de miocardio y accidentes cerebrovasculares?

La otra causa de consulta importante fue la neumonía con un 0.10% de casos registrados en el año base del estudio, 2016, luego no hubo registro de datos en los 2 años siguientes, en cambio se presentó un incremento de consultas por esta causa, desde el 2019 hasta el año 2021, pasando de 0.8% a 1.93% respectivamente. Estos datos al igual que los antes descritos y analizados, podrían ser las primeras evidencias de la relación entre la contaminación ambiental en el municipio de Nizao y las patologías típicas que esta produce en las poblaciones.

El año en que hubo un mayor incremento de morbilidad registrado corresponde al año 2017 con un total de 24.306 consultas, en los años siguientes hubo una disminución considerable en el número de casos, llegando hasta 5,560 consultas médicas en el año 2021, según lo registrado.

1.2.1 Morbilidad en consulta general

Del 2016 al 2021 el perfil epidemiológico expresado en las consultas realizadas por la población general al hospital municipal muestra un predominio franco de las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) que ocupó, en promedio, un 25% de todas las consultas realizadas cada año. Se puede observar que, durante los 6 años de estudio su comportamiento anual no registro grandes variaciones salvo el *2019, año en que ingresó al sistema eléctrico una de las plantas a carbón de Punta Calina, que registro el mayor pico de todas las consultas realizadas con 31.56%*. Esto sin incluir el año 2021.

Las Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA), igual que las IRA, tuvieron un comportamiento que favorecen el reforzamiento del perfil epidemiológico predominante en la sociedad dominicana de las últimas décadas, registrando un nivel de consulta anual de 3%, en promedio, del total de consultas realizadas.

Al perfil epidemiológico antes descrito es necesario agregar que durante estos mismos años (2016-2021), la presencia de enfermedades crónicas como la Hipertensión arterial y la diabetes, también se manifestaron con fuerza teniendo la primera un porcentaje de consulta promedio anual de 5.3 y la segunda, de 2.96%.

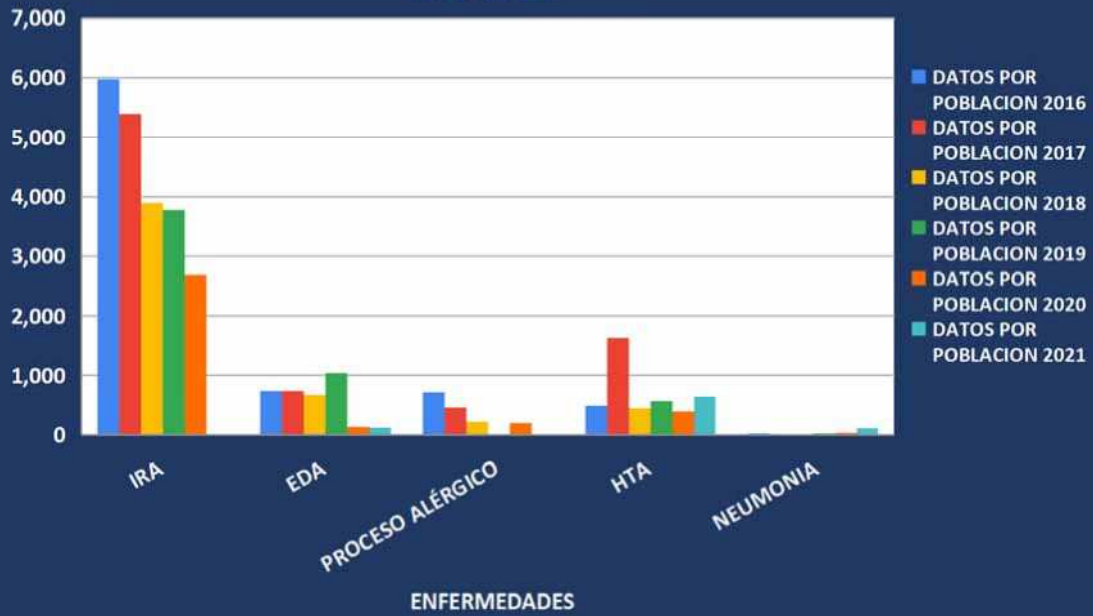
En el registro de consultas es necesario destacar por su vínculo con la contaminación ambiental que pudiera estar presente en la zona, aun y cuando no se notificaron todos y cada uno de los años estudiados, la presencia de enfermedades como la neumonía, la dermatosis, las bronquitis y el asma, contabilizadas básicamente durante el año 2021.

PRINCIPALES CAUSAS DE CONSULTA GENERAL, HOSPITAL MUNICIPAL NIZAO, RD. AÑOS 2016-2021

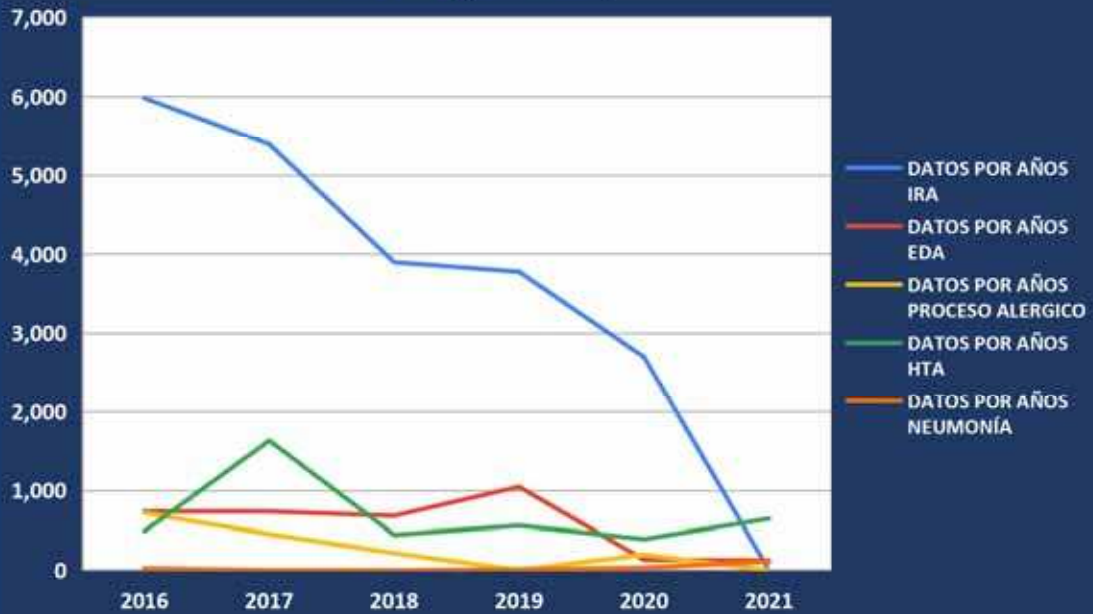
| ENFERMEDADES | AÑO 2016 | | AÑO 2017 | | AÑO 2018 | | AÑO 2019 | | AÑO 2020 | | AÑO 2021 | |
|--------------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|
| | Población | Porcentaje (%) | Población | Porcentaje (%) | Población | Porcentaje (%) | Población | Porcentaje (%) | Población | Porcentaje (%) | Población | Porcentaje (%) |
| IRA | 5.979 | 27,13 | 5.392 | 22,18 | 3.896 | 27,46 | 3.775 | 31,56 | 2.696 | 25,88 | - | - |
| DOLOR | 2.07 | 9,39 | 1.623 | 6,68 | 827 | 5,83 | 2.178 | 18,21 | 453 | 4,35 | 657 | 11,84 |
| EMBARAZADAS | 1.576 | 7,15 | 2.598 | 10,69 | 1.316 | 9,28 | 809 | 6,76 | 1.092 | 10,48 | 1.596 | 28,76 |
| EDA | 737 | 3,34 | 737 | 3,03 | 682 | 4,81 | 1.046 | 8,75 | 131 | 1,26 | 121 | 2,18 |
| PROCESO ALÉRGICO | 718 | 3,26 | 453 | 1,86 | 213 | 1,50 | - | - | 195 | 1,87 | - | - |
| CEFALEA | 528 | 2,40 | 563 | 2,32 | 247 | 1,74 | - | - | 304 | 2,92 | - | - |
| VAGINITIS | 509 | 2,31 | 586 | 2,41 | 385 | 2,71 | - | - | 120 | 1,15 | 37 | 0,67 |
| TRAUMA | 509 | 2,31 | 580 | 2,39 | 290 | 2,04 | 90 | 0,75 | 325 | 3,12 | - | - |
| HTA | 488 | 2,21 | 1.63 | 6,71 | 442 | 3,12 | 559 | 4,67 | 389 | 3,73 | 646 | 11,64 |
| VÉRTIGO | 453 | 2,06 | 408 | 1,68 | - | - | 354 | 2,96 | 179 | 1,72 | - | - |
| DIABETES | 445 | 2,02 | 648 | 2,67 | - | - | - | - | 272 | 2,61 | 252 | 4,54 |
| INFECCIÓN URINARIA | 360 | 1,63 | 476 | 1,96 | 314 | 2,21 | 50 | 0,42 | 228 | 2,19 | 44 | 0,79 |
| ARTRITIS | 341 | 1,55 | 179 | 0,74 | - | - | - | - | 70 | 0,67 | - | - |
| ANEMIA | 341 | 1,55 | 266 | 1,09 | 235 | 1,66 | 120 | 1,00 | 75 | 0,72 | 7 | 0,13 |
| GASTRITIS | 219 | 0,99 | 287 | 1,18 | 267 | 1,88 | 641 | 5,36 | 109 | 1,05 | - | - |
| NEUMONÍA | 22 | 0,10 | - | - | - | - | 9 | 0,08 | 31 | 0,30 | 107 | 1,93 |
| CIRUGÍA | - | - | - | - | - | - | 19 | 0,16 | - | - | - | - |
| AMIGDALITIS | - | - | - | - | - | - | - | - | 136 | 1,31 | 73 | 1,32 |
| PARASITOSIS | - | - | - | - | - | - | - | - | 94 | 0,90 | 69 | 1,24 |
| FIEBRE | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 516 | 9,30 |
| GRIPE | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 329 | 5,93 |
| DERMATOSIS | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 197 | 3,55 |
| BRONQUITIS | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 177 | 3,19 |

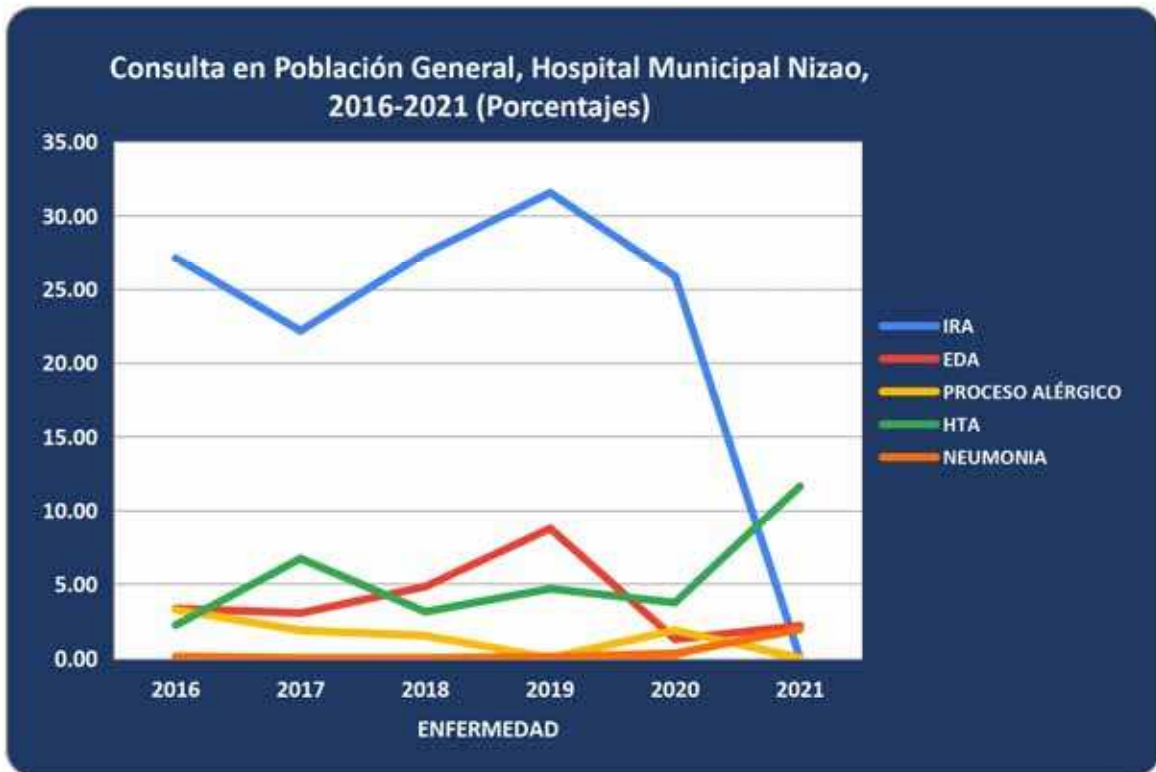
Fuente: Registro Dirección Provincial de Salud

Consulta en Población General, Hospital Municipal Nizao, 2016-2021



Consulta en Población General, Hospital Municipal Nizao, 2016-2021 (Tendencia)





1.2.2 Hospitalización año 2019

Para el 2019, la principal causa de internamiento de la población general en el hospital de Nizao fueron las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA), con casi un 50% del total de internamiento realizados ese año, en franca coincidencia con el número de consultas ocurridas ese mismo año.

Es notorio que, para ese año, el segundo porcentaje de casos de internamiento lo ocupó la Neumonía, con un 6.7% del total de personas que requirieron ingreso al hospital para ser atendidas, por encima de las Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA) y la Hipertensión Arterial, que ocuparon el 4.8% y el 3.0% respectivamente.

1.2.3 Hospitalización año 2021

Durante el año 2021, en el hospital de Nizao la principal causa de internamiento fue la neumonía con 89 casos de un total de 674 casos que fueron ingresados, para un 13.2% del total.

Si a la neumonía le sumamos los 27 casos de bronco espasmos producidos ese año, tendríamos que para el 2021, el 17.2% del total de internamientos en el hospital de

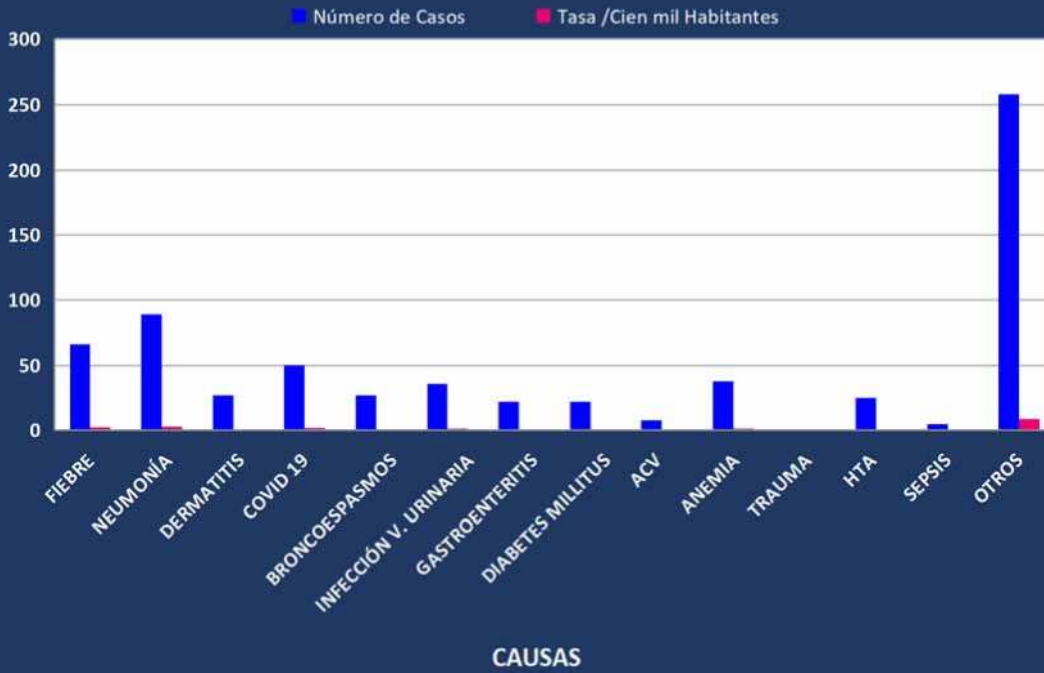
Nizao están fuertemente vinculados a causas relacionadas con la contaminación ambiental y las infecciones Respiratorias Agudas.

| CAUSAS DE HOSPITALIZACIÓN | | |
|--|------------------------|----------------------------------|
| Provincia: PERAVIA, MUNICIPIO NIZAO | | |
| Año: 2021 | | |
| Causas | Número de Casos | Tasa /Cien mil Habitantes |
| FIEBRE | 66 | 2 |
| NEUMONIA | 89 | 3 |
| DERMATITIS | 27 | 1 |
| COVID 19 | 50 | 2 |
| BRONCOESPASMOS | 27 | 1 |
| INFECCION V. URINARIA | 36 | 1 |
| GASTROENTERITIS | 22 | 1 |
| DIABETES MILLITUS | 22 | 1 |
| ACV | 8 | 0 |
| ANEMIA | 38 | 1 |
| TRAUMA | 1 | 0 |
| HTA | 25 | 1 |
| SEPSIS | 5 | 0 |
| OTROS | 258 | 9 |
| Total | 674 | 24 |

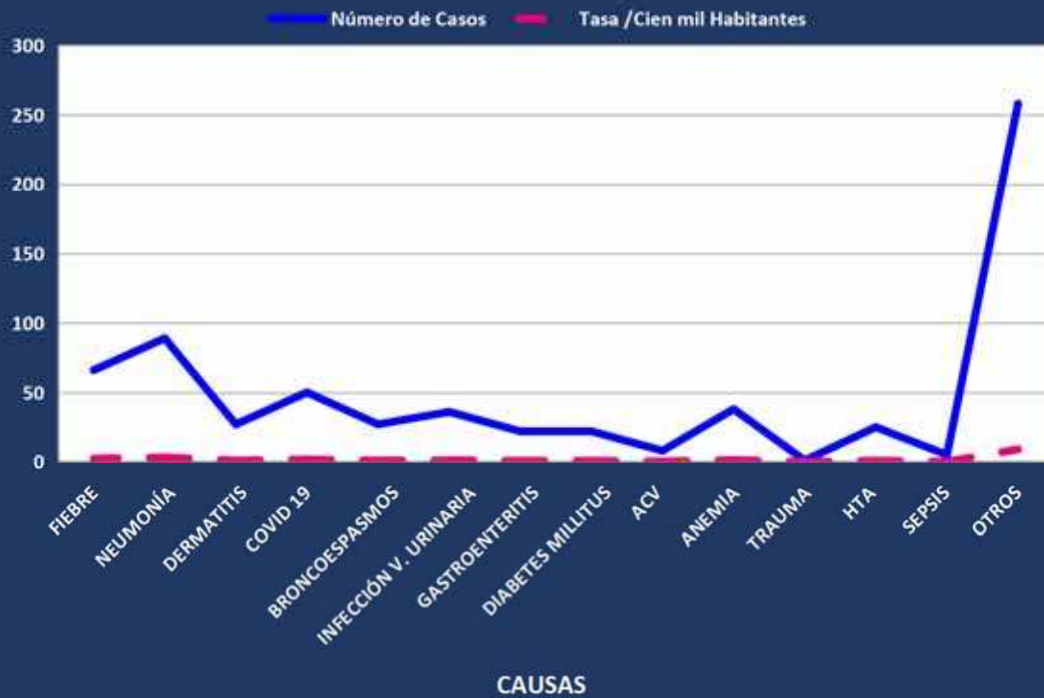
Población: 28,568

Fuente: Registro Dirección Provincial de Salud

Causas de Hospitalización, Hospital Municipal Nizao, 2021



CAUSAS DE HOSPITALIZACIÓN



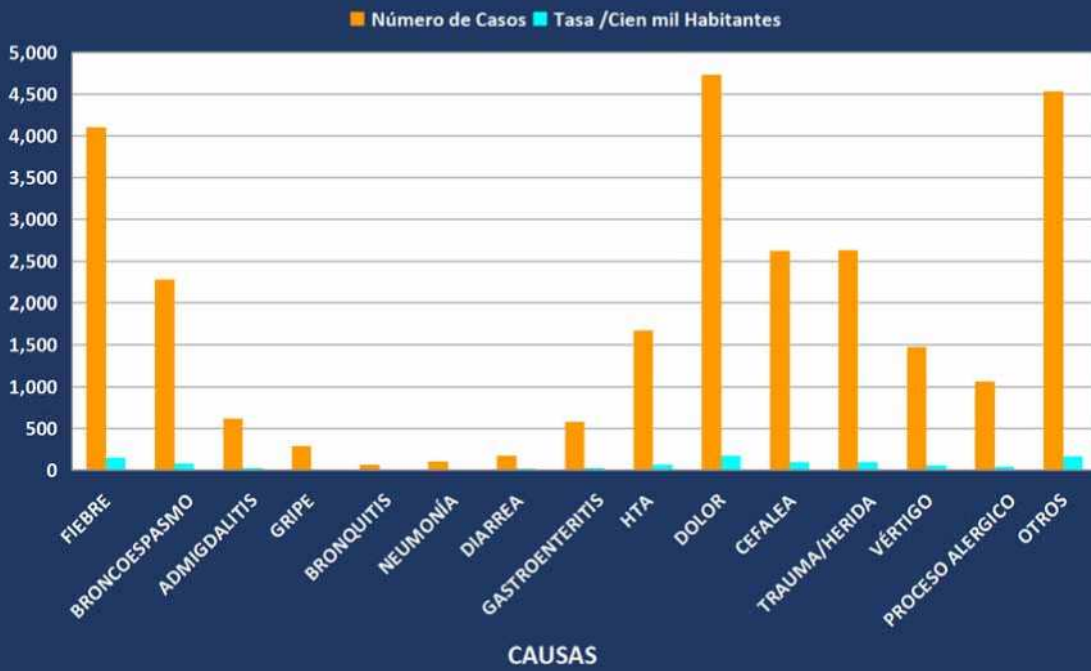
1.2.4 Consultas en emergencia año 2021

Durante el año 2021, se produjeron en el municipio de Nizao 26,943 consultas que requirieron ser atendidas de emergencias, de las cuales 3,348 para un 12%, correspondieron a enfermedades como broncoespasmo, amigdalitis, gripe, bronquitis y neumonía, relacionadas a las Infecciones Respiratorias Agudas y a posibles factores ambientales.

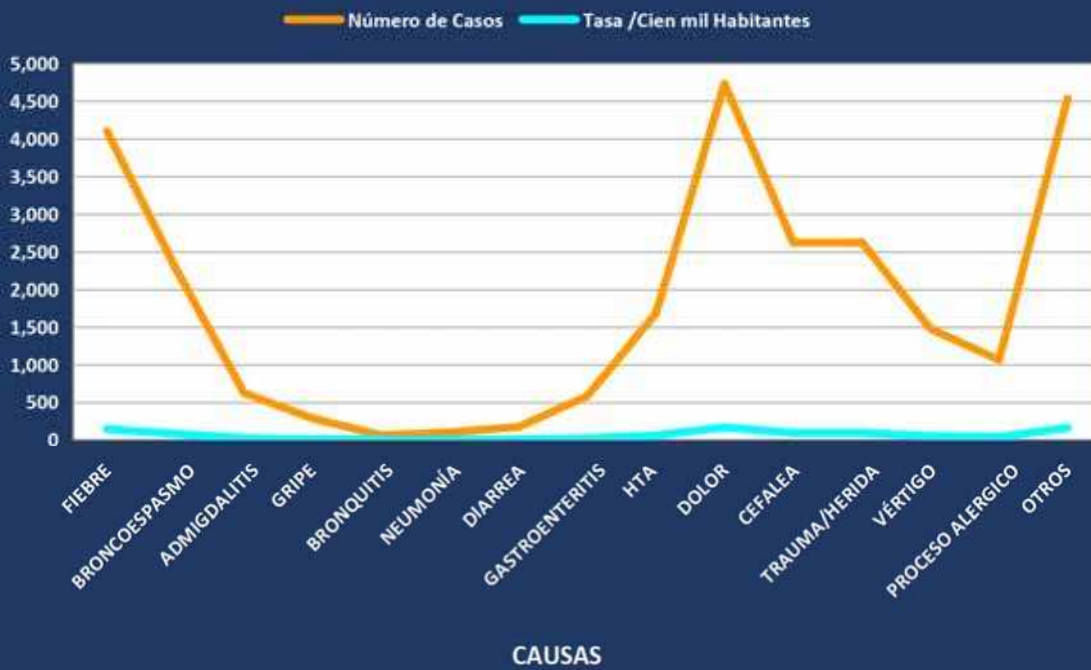
| CAUSAS DE CONSULTAS DE EMERGENCIA | | |
|-------------------------------------|-----------------|---------------------------|
| Provincia: PERAVIA, MUNICIPIO NIZAO | | |
| Año: 2021 | | |
| Causas | Número de Casos | Tasa /Cien mil Habitantes |
| FIEBRE | 4.104 | 144 |
| BRONCOESPASMO | 2.283 | 80 |
| ADMIGDALITIS | 621 | 22 |
| GRIPE | 284 | 10 |
| BRONQUITIS | 61 | 2 |
| NEUMONÍA | 99 | 3 |
| DIARREA | 171 | 6 |
| GASTROENTERITIS | 581 | 20 |
| HTA | 1.679 | 59 |
| DOLOR | 4.733 | 166 |
| CEFALEA | 2.622 | 92 |
| TRAUMA/HERIDA | 2.629 | 92 |
| VÉRTIGO | 1.476 | 52 |
| PROCESO ALÉRGICO | 1.062 | 37 |
| OTROS | 4.538 | 159 |
| Total | 26.943 | 943 |
| Población: 28,568 | | |

Fuente: Registro Dirección Provincial de Salud

Causas Consultas Emergencias, Hospital Municipal Nizao, 2021



CAUSAS DE EMERGENCIAS



1.3 Conclusiones del comportamiento de la morbilidad

Los datos obtenidos para el estudio provenientes del Sistema de Registro de la Dirección Provincial de Salud de la Provincia Peravia, no están completos y muestran cierto nivel de inconsistencia en la medida que no son homogéneos impidiendo de alguna manera la comparación de la frecuencia y la evolución de las enfermedades en tiempo y espacio.

Es importante señalar que los años 2020 y 2021, fueron años pandémicos debido a la presencia de la Covid-19, situación que pudo afectar de manera considerable las consultas hospitalarias, las emergencias y el internamiento.

Aún, con las deficiencias que pudieran existir en el registro de la morbilidad, es evidente el predominio de las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) tanto a nivel de consultas, como de hospitalización y emergencias.

2. MORTALIDAD

Según los resultados obtenidos, se observa un incremento de un 50% aproximadamente, de los infartos agudos de miocardio como causa de muerte en los residentes del municipio de Nizao, del 2015 /16 cuando se registraron 13 casos, pasando a 29 casos en el año 2020. La edad más afectada por infartos fue en personas mayores de 60 años del sexo masculino, residentes en el municipio de Nizao, provincia Peravia

Los accidentes cerebro vasculares tuvieron un comportamiento sin considerables fluctuaciones, pasando de 7 casos en los años 2015/16 a 12 casos en el 2018 y una disminución a 4 casos en el 2020; en estos casos al igual que como resultado en las defunciones por infarto de miocardio, el sexo masculino y mayores de 60 años resultaron ser los más afectados.

En relación a los tumores malignos en órganos como pulmones, órganos reproductivos, gastrointestinales, próstata, sistema sanguíneo, hepatitis y la piel, no se presentaron variaciones importantes en el número de caso en los años estudiados.

Por diabetes mellitus tipo 2 hubo un incremento de más de un 50% de casos entre los años 2015/2016 y el 2017.

La neumonía fue otra causa de muerte que experimento un aumento durante el año 2017, pasando de 3 casos en el 2015/16 a 14 casos en el 2017, años en el cual aún no estaba en funcionamiento la planta; la mayoría de las defunciones se produjeron en el

sexo femenino en edades entre 40 y 59 años, lo que significa que ocurrieron en población de adultos jóvenes.

En cuanto a las defunciones por varias causas como violencia, enfermedades infecciosas, enfermedades virales y asma bronquial, los resultados no son significativos en cuanto a la cantidad y variación del número de casos por años.

Es importante destacar que aun cuando siendo el año 2020 un año pandémico, no hubo registro de defunciones por causa del COVID-19, lo cual puede ser otra una evidencia de limitaciones en el llenado de las actas de defunción.

El porcentaje de mortalidad general más elevado correspondió al sexo masculino en un 53%, mientras que el porcentaje de edad más afectado corresponde a los mayores de 60 años con un 70% y la comunidad con mayor número de defunciones fue Santana seguido por Nizao.

El año de mayores casos de defunciones fue el 2018 con un total de 80 casos para un 25%, mientras que el de menor número de casos fue el 2020 con 44 casos para un 14%.

Municipio Nizao

Mortalidad según causa, sexo, edad, año de fallecimiento y lugar de residencia

Tabla-2

| Causa de defunción debido o como consecuencia de: | SEXO | | EDAD CUMPLIDA | | | | | AÑO DE DIFUSIÓN | | | | | RESIDENCIA | | | | |
|--|------------|------------|---------------|-----------|------------|------------|----------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|------------|------------|----------|
| | Mas | Fem | 20-39 | 40-59 | 60-79 | 80-99 | Mas 100 | 15/16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | B/PZ | Niz | San | DG |
| Infarto Agudo de Miocardio/H.A. | 57 | 54 | 7 | 7 | 40 | 57 | | 13 | 13 | 26 | 30 | 29 | 36 | 2 | 48 | 55 | 6 |
| Accidente cerebro vascular/Derrame Cerebral/ enfermedad cardiovascular | 23 | 17 | | 2 | 16 | 22 | | 7 | 9 | 12 | 8 | 4 | 6 | 2 | 19 | 19 | |
| Cáncer de Útero /Ovario | | 8 | 3 | | 4 | 1 | | | | 3 | 4 | 1 | 1 | | 3 | 5 | |
| Cáncer de mama | | 6 | | 3 | 2 | 1 | | 3 | | 1 | 2 | | | | 4 | 2 | |
| Cáncer de Próstata | 12 | | | 2 | 8 | 2 | | 3 | 6 | 1 | 2 | | | | 7 | 5 | |
| Leucemia /Cáncer en la sangre | | 1 | | | 1 | | | | 1 | | | | | | 1 | | |
| Cáncer de la piel/ CA de Cráneo | | 1 | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 |
| Diabetes Mellitus, tipo 2 | 15 | 13 | 1 | 6 | 13 | 8 | | 5 | 11 | 7 | 3 | 2 | 7 | 1 | 15 | 12 | |
| Cáncer de Pulmón | 8 | 10 | | 4 | 9 | 5 | | | 4 | 5 | 6 | 3 | 3 | | 11 | 7 | |
| Cáncer de Estomago /Páncreas | 2 | 1 | | 2 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | | | | 2 | 1 | |
| Cáncer de Colon/recto/intestinos | 1 | 5 | | 2 | 2 | 2 | | 1 | 1 | 0 | 3 | 1 | | | 4 | 2 | |
| Cáncer de hígado/Cirrosis hepática | 8 | 5 | 1 | 3 | 9 | | | 1 | 4 | 4 | 3 | 1 | 1 | | 5 | 8 | |
| Muertes violentas (accidente / Suicidio/asesinato) | 23 | 7 | 16 | 9 | 5 | | | 6 | 8 | 9 | 7 | 0 | 2 | | 14 | 16 | |
| Enfermedad de transmisión sexual (VIH, Hepatitis.) | 5 | 2 | 4 | 2 | 1 | | | 5 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | 2 | 4 | 1 |
| Neumonía | 12 | 15 | 4 | 11 | 9 | 3 | | 3 | 14 | 4 | 3 | 3 | 4 | | 10 | 17 | |
| Crisis de asma | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Enfermedad viral: Covid-19 | | | | | | | | | | | | | 6 | | | | |
| Dengue | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Malaria | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Otras | 4 | 6 | | 2 | 2 | 3 | 3 | | 1 | 6 | 3 | | 5 | | 4 | 6 | |
| Totales | 170 | 151 | 37 | 55 | 122 | 104 | 3 | 48 | 73 | 80 | 76 | 44 | 71 | 5 | 149 | 159 | 8 |

Fuente: Certificados de defunción MSP/ Oficialía Civil/ JME

Lugar de Residencia: 1.Bani/Pizarrete; 2. Nizao; 3. Catalina, Santana, Don Gregorio; 4. Boca Canasta; 5. Paya

| Tabla -1 | | | | |
|---|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|
| Mortalidad por causas según sexo en el Municipio de Nizao | | | | |
| Causa de defunción debido o como consecuencia de: | SEXO | | SEXO | |
| | Mas (Frecuencia F) | Porcentaje (%) | Fem (Frecuencia F) | Porcentaje (%) |
| Infarto Agudo de Miocardio/H.A. | 57 | 33.5 | 54 | 35.8 |
| Accidente cerebro vascular/Derrame Cerebral/enfermedad cardiovascular | 23 | 13.5 | 17 | 11.3 |
| Cáncer de Útero /Ovario | - | - | 8 | 5.3 |
| Cáncer de mama | - | - | 6 | 4.0 |
| Cáncer de Próstata | 12 | 7.1 | - | - |
| Leucemia /Cáncer en la sangre | - | - | 1 | 0.7 |
| Cáncer de la piel/ CA de Cráneo | - | - | 1 | 0.7 |
| Diabetes Mellitus, tipo 2 | 15 | 8.8 | 13 | 8.6 |
| Cáncer de Pulmón | 8 | 4.7 | 10 | 6.6 |
| Cáncer de Estomago /Páncreas | 2 | 1.2 | 1 | 0.7 |
| Cáncer de Colon/recto/intestinos | 1 | 0.6 | 5 | 3.3 |
| Cáncer de hígado/Cirrosis hepática | 8 | 4.7 | 5 | 3.3 |
| Muertes violentas (accidente / Suicidio/asesinato) | 23 | 13.5 | 7 | 4.6 |
| Enfermedad de transmisión sexual (VIH, Hepatitis.) | 5 | 2.9 | 2 | 1.3 |
| Neumonía | 12 | 7.1 | 15 | 9.9 |
| Crisis de asma | - | - | - | - |
| Enfermedad viral: Covid-19 | - | - | - | - |
| Dengue | - | - | - | - |
| Malaria | - | - | - | - |
| Otras | 4 | 2.4 | 6 | 4.0 |
| Totales | 170 | 100 | 151 | 100.0 |

Fuente: Certificados de defunción MSP/ Oficialía Civil/ JME

Tabla -2
Mortalidad por causas según edad en el Municipio de Nizao

| Edad Cumplida | | | | | | | | | |
|---------------|----------------|-----------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|----------|----------------|
| 20-39 | Porcentaje (%) | 40-59 | Porcentaje (%) | 60-79 | Porcentaje (%) | 80-99 | Porcentaje (%) | Más 100 | Porcentaje (%) |
| 7 | 18.9 | 7 | 12.7 | 40 | 32.8 | 57 | 54.8 | - | - |
| | 0.0 | 2 | 3.6 | 16 | 13.1 | 22 | 21.2 | - | - |
| 3 | 8.1 | - | - | 4 | 3.3 | 1 | 1.0 | - | - |
| - | - | 3 | 5.5 | 2 | 1.6 | 1 | 1.0 | - | - |
| - | - | 2 | 3.6 | 8 | 6.6 | 2 | 1.9 | - | - |
| - | - | - | - | 1 | 0.8 | - | - | - | - |
| 1 | 2.7 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1 | 2.7 | 6 | 10.9 | 13 | 10.7 | 8 | 7.7 | - | - |
| - | - | 4 | 7.3 | 9 | 7.4 | 5 | 4.8 | - | - |
| - | - | 2 | 3.6 | 1 | 0.8 | - | - | - | - |
| - | - | 2 | 3.6 | 2 | 1.6 | 2 | 1.9 | - | - |
| 1 | 2.7 | 3 | 5.5 | 9 | 7.4 | - | - | - | - |
| 16 | 43.2 | 9 | 16.4 | 5 | 4.1 | - | - | - | - |
| 4 | 10.8 | 2 | 3.6 | 1 | 0.8 | - | - | - | - |
| 4 | 10.8 | 11 | 20.0 | 9 | 7.4 | 3 | 2.9 | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 0.0 | 2 | 3.6 | 2 | 1.6 | 3 | 2.9 | 3 | 100.0 |
| 37 | 100 | 55 | 100.0 | 122 | 100.0 | 104 | 100.0 | 3 | 100.0 |

Fuente: Certificados de defunción MSP/ Oficialía Civil/ JME

Tabla -3
Distribución de la mortalidad según años de defunciones en el Municipio de Nizao

| Año de defunción | | | | | | | | | | | |
|------------------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|
| 2015-2016 | Porcentaje (%) | 2017 | Porcentaje (%) | 2018 | Porcentaje (%) | 2019 | Porcentaje (%) | 2020 | Porcentaje (%) | 2021 | Porcentaje (%) |
| 13 | 27.1 | 13 | 17.8 | 26 | 32.5 | 30 | 39.5 | 29 | 65.9 | 36 | 50.7 |
| 7 | 14.6 | 9 | 12.3 | 12 | 15.0 | 8 | 10.5 | 4 | 9.1 | 6 | 8.5 |
| - | - | - | - | 3 | 3.8 | 4 | 5.3 | 1 | 2.3 | 1 | 1.4 |
| 3 | 6.25 | - | - | 1 | 1.3 | 2 | 2.6 | - | - | - | - |
| 3 | 6.3 | 6 | 8.2 | 1 | 1.3 | 2 | 2.6 | - | - | - | - |
| - | - | 1 | 1.4 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1 | 2.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 5 | 10.4 | 11 | 15.1 | 7 | 8.8 | 3 | 3.9 | 2 | 4.5 | 7 | 9.9 |
| - | - | 4 | 5.5 | 5 | 6.3 | 6 | 7.9 | 3 | 6.8 | 3 | 4.2 |
| - | - | 1 | 1.4 | 1 | 1.3 | 1 | 1.3 | - | - | - | - |
| 1 | 2.1 | 1 | 1.4 | - | - | 3 | 3.9 | 1 | 2.3 | - | - |
| 1 | 2.1 | 4 | 5.5 | 4 | 5.0 | 3 | 3.9 | 1 | 2.3 | 1 | 1.4 |
| 6 | 12.5 | 8 | 11.0 | 9 | 11.3 | 7 | 9.2 | - | - | 2 | 2.8 |
| 5 | 10.4 | - | - | 1 | 1.3 | 1 | 1.3 | - | - | - | - |
| 3 | 6.3 | 14 | 19.2 | 4 | 5.0 | 3 | 3.9 | 3 | 6.8 | 4 | 5.6 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 6 | 8.5 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | 1 | 1.4 | 6 | 7.5 | 3 | 3.9 | - | - | 5 | 7.0 |
| 48 | 100 | 73 | 100.0 | 80 | 100.0 | 76 | 100.0 | 44 | 100.0 | 71 | 100.0 |

Fuente: Certificados de defunción MSP/ Oficialía Civil/ JME

Tabla-4

Distribución de la mortalidad según lugar de residencia

| Residencia | | | | | | | |
|------------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|--------------|----------------|
| Baní / Pizarrete | Porcentaje (%) | Nizao | Porcentaje (%) | Santana | Porcentaje (%) | Don Gregorio | Porcentaje (%) |
| 2 | 40.0 | 48 | 32.2 | 55 | 34.6 | 6 | 75.0 |
| 2 | 40.0 | 19 | 12.8 | 19 | 11.9 | - | - |
| - | - | 3 | 2.0 | 5 | 3.1 | - | - |
| - | - | 4 | 2.7 | 2 | 1.3 | - | - |
| - | - | 7 | 4.7 | 5 | 3.1 | - | - |
| - | - | 1 | 0.7 | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | 1 | 12.5 |
| 1 | 20.0 | 15 | 10.1 | 12 | 7.5 | - | - |
| - | - | 11 | 7.4 | 7 | 4.4 | - | - |
| - | - | 2 | 1.3 | 1 | 0.6 | - | - |
| - | - | 4 | 2.7 | 2 | 1.3 | - | - |
| - | - | 5 | 3.4 | 8 | 5.0 | - | - |
| - | - | 14 | 9.4 | 16 | 10.1 | - | - |
| - | - | 2 | 1.3 | 4 | 2.5 | 1 | 12.5 |
| - | - | 10 | 6.7 | 17 | 10.7 | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | 4 | 2.7 | 6 | 3.8 | - | - |
| 5 | 100.0 | 149 | 100.0 | 159 | 100.0 | 8 | 100.0 |

Fuente: Certificados de defunción MSP/ Oficialía Civil/ JME

2.1 Conclusiones sobre mortalidad

Existe cierto nivel de inconsistencia entre los datos, debido entre otras causas a limitaciones en el llenado de los certificados de defunción, también debido a que algunas definiciones pueden haberse producido y registrado fuera del municipio.

Otra conclusión importante es, el hecho de la reducción de la mortalidad general para el año 2020, el cual es la más baja de los 5 años del periodo de estudio.

El resultado más notorio es el elevado número de defunciones por infarto agudo de miocardio a partir de los años 2019 y 2020, años que coinciden con la puesta en funcionamiento de las plantas a carbón para producción de energía eléctrica en Punta Catalina.

La mayoría de las causas de defunciones fueron por enfermedades crónicas degenerativas, las cuales coinciden con las estadísticas nacionales y de la región de las Américas, en un cambio de perfil epidemiológico que viene produciéndose en los últimos años.

3. RECOMENDACIONES

Partiendo de los resultados obtenidos, se puede concluir que existen indicios que podrían estar sugestivo de que algunas de las enfermedades y causas de muertes registradas, pudieran estar vinculadas a la contaminación ambiental que se genera en el municipio de Nizao, situación que requiere del monitoreo de la contaminación, de estudios epidemiológicos y autopsias forense cuando los casos lo requieran.

Es indispensable la creación de un sistema de monitoreo, elaborando una base de datos con los estudios realizados y los que se hagan en el futuro, para vigilar el impacto que las emisiones de gases, macropartículas y cenizas puedan tener sobre la salud de la población. Debe ser un sistema que, con una gestión participativa, en la que la comunidad tenga un papel preponderante.

Por el notable número de hospitalización de casos de neumonías, broncoespasmos y otras enfermedades relacionadas con vías respiratorias, sobre todo a partir del año 2019, sugerimos profundizar en estudios que permitan identificar con mayor nivel de precisión las posibles causas de estas patologías.

Equipo de Salud / abril 2022, R.D.

| Dr. Carlos Sánchez MPH | Dra. Adelaida Oreste MPH |
| Lic. Ingrid Paulino | Dra. Aida Tavárez MPH |

REPORTE

Estudio del impacto de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, en el litoral costero marino

ENFOQUE: Litoral Marino Costero de Nizao y Paya

PERIODO: Noviembre - Diciembre de 2021

RESUMEN

El presente informe recoge los principales resultados de las acciones experimentales realizadas en el estudio de contaminación ambiental en el área costero marino en la zona adyacente a la Central Termoeléctrica de Punta Catalina (CTPC), en el marco de acuerdos concertados en el estudio sobre la contaminación de la planta, coordinado por el Comité Nacional de Lucha Contra el Cambio Climático (CNLCC) y el Instituto de Abogados para la Protección del Medio Ambiente.

Se da cuenta del análisis desarrollado en función a diversos objetivos. En primer lugar, verificar la posible relación existente entre la instalación de dique o muro de construcción hacia el mar y los cambios en el entorno costero asociados a la CTPC. En tal sentido, se detectaron alteraciones significativas en los patrones de la corriente marina que modifican a su vez la disponibilidad de costa en ambos lados del muro. Para este análisis, se analizó la evolución del área costera mediante imágenes satelitales durante el periodo comprendido entre los años 2007 al 2021, que incluye la etapa previa y posterior a la construcción del muro. Seguidamente, estos hallazgos fueron corroborados mediante la visita a esta zona, con el objetivo de medir *in situ* la disponibilidad de estos espacios costeros, los cuales fueron coherentes con los hallazgos encontrados a partir del análisis de las imágenes satelitales.

Asimismo, se informa del análisis muestras de agua de fondo marino y sedimentos, a fin de cuantificar distintos parámetros físicos y químicos de entorno costero a la CTPC. Finalmente, diferentes tomas de fotografías submarinas, pudieron reflejar la escasa y afectadas formas de vida macroscópica existentes en zona observada. La no disponibilidad de información que explique la biodiversidad existente previa a la construcción de la planta, limita establecer comparaciones que arriben a conclusiones precisas de su impacto en los ecosistemas submarinos.

1. ANÁLISIS DE LA PLAYA ANTES Y DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN DE LA CTPC

El objetivo fue verificar los cambios en el entorno costero asociados a la CTPC, usando como metodología la observación de las imágenes satelitales de alta calidad disponibles para la zona a partir de 2007. Las mediciones del ancho de la playa, definida como la extensión de arena entre un hábitat costero no arenoso y el comienzo del agua de mar a ambos lados de la planta, se realizaron en 4 sitios diferentes (Fig. 1) en un conjunto representativo de imágenes satelitales obtenidas de Google Earth de 2007-2021. Esto permitió comparar la cantidad de playa y su tasa de cambio sobre los 7 años anteriores a la construcción de la CTPC (operaciones iniciadas en el 2014) con los 7 años posteriores.

El ancho de la playa es un parámetro útil que sirve como un indicador de los cambios en los hábitats en espacio costero marino. Por ejemplo, más playa significa menos hábitat marino costero y proporciona una indicación de los cambios en el transporte de sedimentos y la acumulación de material indica un cambio en comparación con los patrones anteriores de transporte de agua y sedimentos. Las mediciones se realizaron en GoogleEarthPro utilizando la herramienta de regla y se exportaron imágenes que incluyen las barras de medición de los 3 años clave (2007, 2014 y 2021).

RESULTADOS

Los datos registrados en **Tabla 1** y **Gráfico 1** verifican un aumento del tamaño de la playa hacia el este de la CTPC y disminución de tamaño hacia el oeste, mucho más rápidamente en los 7 años posteriores a la instalación de la planta (2014-2021) en comparación con los 7 años anteriores (2007-2014).

Tabla 1. Mediciones tomadas de imágenes satelitales de sitios de playa al este (sitios 1-3) y oeste (sitio 4) de la CTPC en 2007, 2014 y 2021.

| <i>Sitio</i> | <i>Ancho (m) en febrero 2007</i> | <i>Ancho (m) en marzo 2014</i> | <i>Ancho (m) en enero 2021</i> | <i>Cambio 2007 y 2014</i> | <i>Cambio 2014 y 2021</i> |
|--------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | 10 | 25 | 140 | +150 % | +460 % |
| 2 | 15 | 28 | 101 | +86 % | +260 % |
| 3 | 23 | 33 | 62 | +43 % | +87 % |
| 4 | 14 | 14 | 6 | 0 % | -57 % |

Gráfico 1. Mediciones tomadas de imágenes satelitales de sitios de playa al este (sitios 1-3) y oeste (sitio 4) de la CTPC en 2007, 2014 y 2021. (Ver Fig. 1 para ubicaciones de sitios).



Se produjo una acumulación 3 veces mayor en los dos sitios más cercanos a la planta en el lado este (**ver sitios 1 y 2 Fig. 1**) en los 7 años posteriores a la instalación de la planta en comparación con los 7 años anteriores a su construcción. La playa en el lado oeste del punto (**sitio 4, Fig.1**) se mantuvo estable desde 2007 hasta 2014, y luego se erosionó a la mitad del ancho que anteriormente había mantenido de manera estable una vez que se construyó la CTPC. Las imágenes satelitales muestran claramente cambios sustanciales en la morfología de la playa a ambos lados de la CTPC que indican variaciones importantes en el transporte de sedimentos y el movimiento del agua, probablemente debido a la infraestructura como el gran embarcadero que se extiende desde el punto hacia el medio marino que bloquea inherentemente el flujo natural en ese entorno costero.

Imágenes satelitales:



Figura 1a. Una imagen general de 2007 que apunta los 4 sitios que se muestrearon para el ancho de la playa a lo largo de la serie de tiempo con 3 marcadores de medición señalados en cada sitio para indicar el ancho de la playa en cada uno en 2007 (rojo), 2014 (rosa) y 021(naranja). Los sitios 1-3 están ubicados al este de la CTPC, y el sitio 4 está al oeste.



Figura 1b. Una imagen general de 2014 que apunta los 4 sitios que fueron muestreados para el ancho de la playa a lo largo de la serie de tiempo con 3 marcadores de medición señalados en cada sitio para indicar el ancho de la playa en 2007 (rojo), 2014 (rosa) y 2021(naranja). Los sitios 1-3 están ubicados al este de la CTPC (los inicios de su construcción son visibles en esta imagen), y el sitio 4 está al oeste.



Figura 1c. Una imagen general de 2021 que apunta los 4 sitios que se muestrearon para el ancho de la playa a lo largo de la serie de tiempo con 3 marcadores de medición señalados en cada sitio para indicar el ancho de la playa en 2007 (rojo), 2014 (rosa) y 2021(naranja). Los sitios 1-3 están ubicados al este de la CTPC, y el sitio 4 está al oeste.

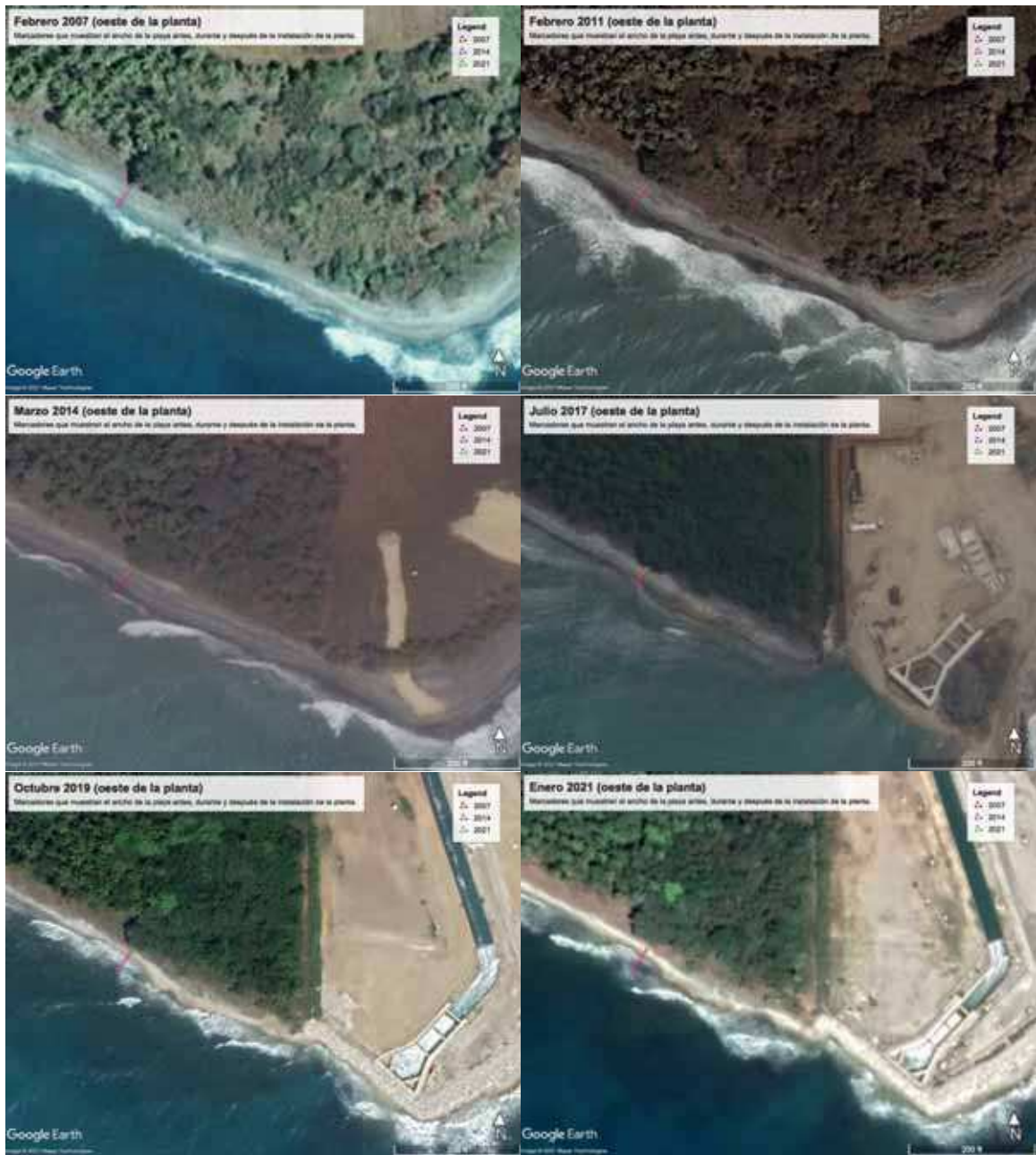


Figura 2. Una serie temporal detallada (2007, 2011, 2014, 2017, 2019, 2021) de la playa al oeste de la planta que señala 3 marcadores de medición en cada imagen que indican el ancho de la playa en este sitio en 2007 (rojo), 2014 (rosa) y 2021 (verde). Está claro que la playa sigue siendo del mismo tamaño desde 2007 hasta 2014, y luego comienza a reducirse a lo largo de la serie temporal desde 2014 hasta la actualidad (2021).

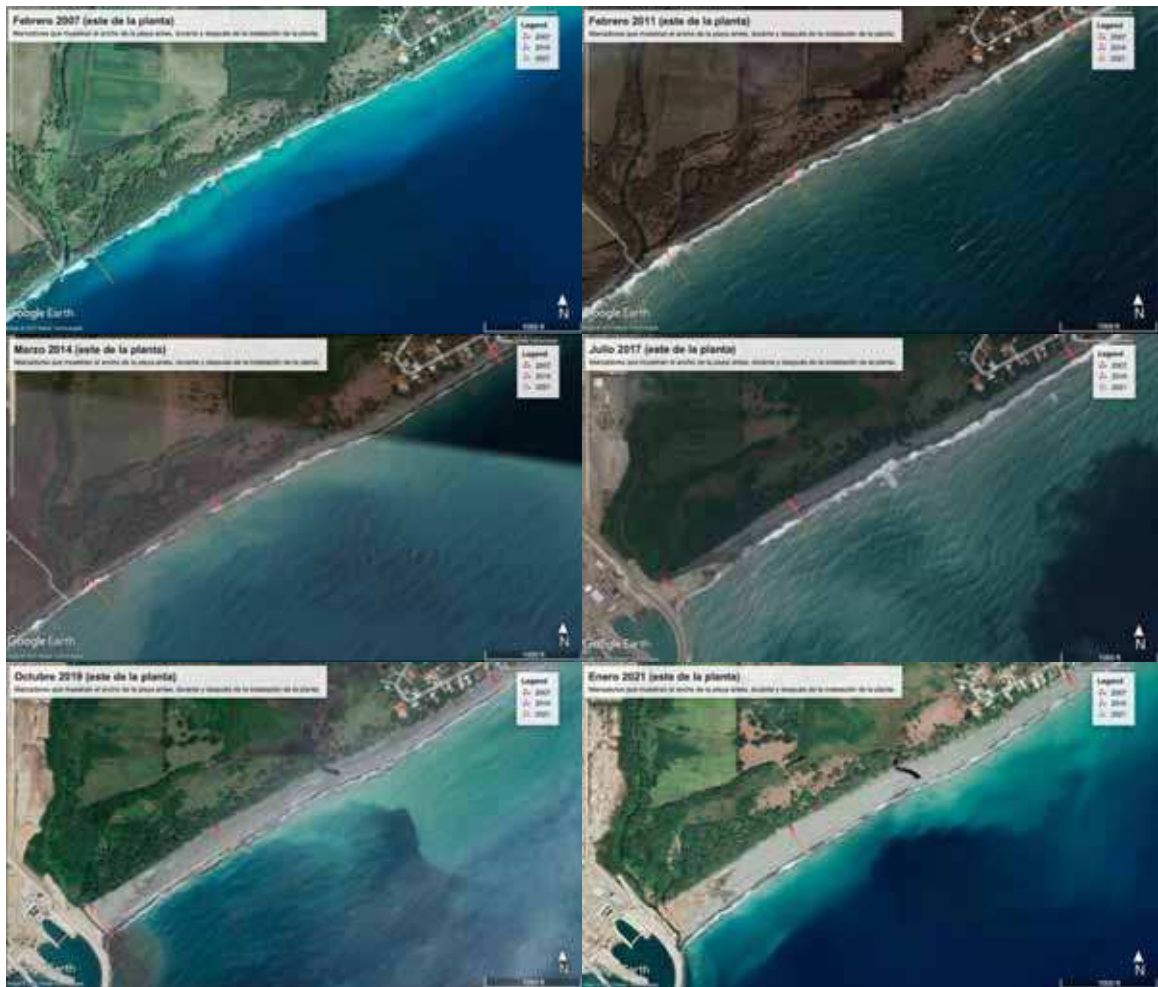


Figura 3. Una serie temporal detallada (2007, 2011, 2014, 2017, 2019, 2021) de la playa al este de la planta con 3 marcadores de medición mostrados en cada sitio (1-3) que indican el ancho de la playa en 2007 (rojo), 2014 (rosa) y 2021 (naranja). El área de la playa comienza a acumularse notablemente contra la pared del rompeolas y el embarcadero después de su instalación (es decir, ver el sitio 1 en 2014 vs. imágenes de 2017).



Figura 4a. Una vista ampliada de los sitios 1 y 2 en 2007 con los 3 marcadores de medición que indican el ancho de la playa en 2007 (rojo; esta imagen), 2014 (rosa) y 2021 (naranja).



Figura 4b. Una vista ampliada de los sitios 1 y 2 en 2014 con los 3 marcadores de medición que indican el ancho de la playa en 2007 (rojo), 2014 (rosa; esta imagen) y 2021(naranja).



Figura 4c. Una vista ampliada de los sitios 1 y 2 en 2011 con los 3 marcadores de medición que indican el ancho de la playa en 2007 (rojo), 2014 (rosa) y 2021 (naranja; esta imagen).

Imágenes fotográficas *in situ*:



Figura 5. Fotografías del Litoral Oeste. Playa de Sabana Uvero, Paya, hasta la construcción del muro o dique de la CTPC.

CONCLUSIONES

Si bien se puede anticipar cierta cantidad de cambio en la morfología de la playa a lo largo del tiempo debido a los procesos de transporte natural del entorno costero y los ríos locales, un cambio dramático en la rapidez con la que varía indica la influencia de un proceso antinatural. La playa que rodea la CTPC experimentó claramente un cambio significativo después de la construcción en comparación con el estado relativamente estable que poseía antes de la construcción.

De las imágenes se desprende claramente que el muro de rompeolas y el embarcadero bloquean el flujo de agua en el área cercana a la costa alrededor del punto, y por lo tanto capturan sedimentos (arena) y permiten que se acumule en el lado este de la instalación. El sitio directamente al este (**sitio 1**) ha sufrido el cambio más dramático en la tasa de acumulación con el efecto, disminuyendo un poco con la distancia de la planta. Es decir, que si bien todo el tramo este de playa parece verse afectado por la CTPC, la tasa de crecimiento aumentó 3 veces en los sitios más cercanos (sitios 1 y 2) y pareció disminuir un poco en el sitio 3, que aún duplicó su tamaño entre 2014 y 2021, y experimentó un aumento de 2 veces en la tasa de cambio durante esos 7 años después de la construcción en comparación con su tasa de cambio en los 7 años anteriores a la construcción. Mientras tanto, la pérdida rápida y repentina de la mitad de la playa en el lado oeste de la planta en solo 7 años también es un impacto dramático y preocupante que parece provenir de la planta que bloquea la entrega de sedimentos a esa área.

Finalmente, de las observaciones a partir de las mediciones y captura de imágenes fotográficas in situ realizada seguidamente del análisis de imagen satelital, se confirma que la playa en el Litoral Oeste desapareció. A su vez, en el Litoral Este, la playa de Nizao permanece a pesar de la construcción del espigón del puerto de Punta Catalina.

2. MUESTRAS DE AGUA MARINA, DE SEDIMENTOS Y DE FOTOGRAFÍAS SUBMARINAS EN LA COSTA DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA PUNTA CATALINA (CTPC)

En la cercanía del dique o muro construido en la CTPC (**Fig.II.1**), fueron tomadas distintas muestras de fondo marino (agua y sedimentos) con el propósito de cuantificar diversos parámetros físicos y químicos. Durante las inmersiones realizadas para las tomas de estas muestras, se capturaron diferentes fotografías a fin de establecer una caracterización del ecosistema existente.

Se tomaron siete muestras de agua del fondo marino y sedimento en los puntos indicados en la **Figura II.1**. En cada punto fueron establecidos debidamente los parámetros de localización geográfica, profundidad y temperatura (**Tabla II.1**), así como una captura fotográfica del entorno que ilustre los aspectos más relevantes en cuanto a los ecosistemas asociados, si existen (ver fotos).

Figura II.1. Puntos establecidos en muestreo de agua de fondo marino y sedimentos en zona próxima al dique de construcción en el mar y área adyacente a la CTPC.



Las muestras de agua del fondo (1 litro/envase) y de sedimento (aproximadamente 2 kg) se tomaron por duplicado. Se almacenaron en frío (3-4 °C) y se trasladaron a los laboratorios para desarrollar otras mediciones. Pasadas dos a tres horas, a las de agua se les midieron parámetros de pH, Conductividad, Salinidad y Turbidez en el laboratorio Gestiones Sanitarias y Ambientales (GSA-LAB); mientras que las demás (sedimentos y

agua), fueron llevadas a laboratorios del Instituto de Física de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), donde se analizaron la presencia de diferentes metales (As, Se, Mo, Sb, Tl, Ca, B, Rb, Sr, Ba, Pb, Li, Hg) por técnicas basadas en espectrometría de Fluorescencia de Rayos X (XRF). Los análisis de As, Cd, Cu, Pb, Ni, Se, Zn, fueron repetidos por la misma técnica en el laboratorio Specialty Analytical, Clackamas, Oregon, USA.

Tabla II.1. Mediciones tomadas en los diferentes puntos.

| <i>Puntos Muestreados</i> | <i>Coordenadas</i> | <i>Temperatura (°C)</i> | <i>Profundidad (metros)</i> | <i>Hora</i> |
|---------------------------|---------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------|
| Punto 1 (P1) | 18 12 46.51 N, 70 13 36.58 W | 29 | 16.2 | 9: 16 AM |
| Punto 2 (P2) | 18 13 03.49 N 70 13 59.1 W | 29 | 10.5 | 10:00 AM |
| Punto 3 (P3) | 18 13 14.2 N 70 40 20.15 W | 30 | 6.9 | 10:14 AM |
| Punto 4 (P41) | 18 13 28.9 N 70 14 31.74 W | 30 | 2.7 | 10:31 AM |
| Punto 5 (P5) | 18 12 40.11 N 70 13 31 W | 30 | 16.0 | 10:56 AM |
| Punto 6 (P6) | 18 13 01.06 N 70 13 28.99 W | 30 | 12.0 | 11:47 AM |
| Punto 7 (P7) | 18 13 12.9 N 70 13 33.03 W | 30 | 6.2 | 12:27 PM |

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Observaciones del hábitat marino en zona muestreada.

La pérdida de la calidad de los arrecifes conlleva una pérdida importante de servicios ecosistémicos que típicamente ofrece un arrecife saludable¹⁴. En la medida que el hábitat se aplana con el tiempo debido a la falta de especies de construcción tridimensionales, también se van perdiendo todos los rincones y grietas que el arrecife tradicionalmente proporciona para que se escondan los peces juveniles y la langosta, etc. Esto causa una reducción de la productividad del arrecife afectando de esta manera su valor para la pesca. El cambio progresivo hacia una estructura menos tridimensional cuando los corales constructores de arrecifes son reemplazados por sedimentos, algas de césped y especies que no construyen arrecifes como las gorgonias (abanicos de mar), resulta en una reducción de la función de un arrecife como medio de protección contra las tormentas.

¹⁴ El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2022) *Informe de Línea Base sobre el Estado de Especies Marinas*. <https://presidencia.gob.do/noticias/medio-ambiente-presenta-informe-sobre-estado-de-especies-marinhas-en-el-pais>.

Para establecer comparaciones de los entornos marinos encontrados en la zona de CTPC, es útil tener como referencia la ilustración de un arrecife caribeño de aspecto saludable¹⁵, como el mostrado a continuación:



Arrecife caribe saludable, ©Lorenzo Mittiga, Dic 2018, Kralendijk, Bonaire, San Eustaquio y Saba.

Así, es posible establecer algunas comparaciones con los encontrados en los distintos puntos muestreados, tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- i.* Estructura tridimensional bien desarrollada que está muy bien construida por muchos corales vivos.
- ii.* Esencialmente, toda el área visible “desnuda” está cubierta por el alga calcificada verde (halimeda) o las algas coralinas crustosas (rosadas, CCA) en lugar de césped de algas. Las CCA son importantes porque ayudan a reclutar corales juveniles y los ayudan a adherirse al arrecife, mientras que las algas de césped los sofoca y compiten por el espacio.

Los arrecifes de coral se observan muy degradados a ambos lados de la CTPC. Las ilustraciones de los Puntos 1, 3, 4, 5, 6 y 7 muestran evidencia de estructuras pedregosas de arrecifes de coral que ya no viven y se han cubierto de sedimentos y

¹⁵ <https://photocontest.smithsonianmag.com/photocontest/detail/pristine-caribbean-coral-reef/>

césped de algas¹⁶. La profundidad del sedimento visible en el punto 2, impide cualquier caracterización de la estructura del arrecife a partir de las imágenes. Es posible que las mismas estructuras de arrecife existieran allí, pero si es así, ya no son visibles.

A pesar de los extensos sedimentos limosos presentes en el Punto 1 (al lado oeste de la CTPC), hay evidencia clara de una estructura previa del arrecife. Esto todavía puede verse en estas dos imágenes del Punto 1 a pesar de que el esqueleto ahora está predominantemente cubierto por esponjas y céspedes algales, y que los corales originales de construcción del arrecife ya no viven ni están presentes:

Imágenes Punto 1 (P1)



Imágenes Punto 2 (P2)



¹⁶ Gómez-Cubillos, Catalina, Gómez-Cubillos, Camila, Sanjuan-Muñoz, Adolfo, & Zea, Sven. (2019). Interacciones de corales masivos con céspedes algales y otros organismos en arrecifes del Parque Nacional Natural Tayrona. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR, 48(2), 143-171. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2019.48.2.770>

Imágenes Punto 3 (P3)



Imágenes Punto 4 (P4)



Imágenes Punto 5 (P5)



La imagen de la comunidad bentónica tomada en el Punto 6 (al lado este de la CTPC) muestra estar impactada por la sedimentación, e indica que un gran porcentaje del área

visible que había sido alguna vez un coral pedregoso ha sido reemplazado predominantemente por sedimentos y céspedes algales:

Imágenes Punto 6 (P6)



El Punto 7 (al lado este de la CTPC) muestra un hábitat bentónico similarmente degradado con una cobertura sustancial de sedimentos y césped de algas en lugar de las algas coralinas crustosas y los corales pedregosos que parecen haber existido anteriormente. Si bien este sitio podría ser el menos degradado de los sitios muestreados, permanece en un estado muy pobre desde la perspectiva de los estándares de salud de los arrecifes de coral¹⁷. Ya está bastante lejos en el camino de perder la estructura tridimensional creada por los corales vivos que construyen arrecifes:

Imágenes Punto 7 (P7)



¹⁷ Gómez-Cubillos et.al. (2019). Interacciones de corales masivos con céspedes algales y otros organismos en arrecifes del Parque Nacional Natural Tayrona. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras INVEMAR, 48(2), 143-171.

Si bien toda la zona estudiada parece ser un hábitat de arrecifes de coral muy degradado, el lado oeste parece estar más afectado por la sedimentación. Los sitios al oeste del embarcadero muestran menos signos de flora y fauna típica de los arrecifes que persisten que el lado este. Aunque no conocemos todos los factores que podrían estar en juego, parece que los sedimentos suaves y limosos pueden acumularse más fácilmente en el oeste que en el lado este, dado que el embarcadero crea protección contra la corriente predominante que parece correr en dirección este a oeste paralela a la costa. La corriente predominante puede ayudar a mantener los sitios al lado este con una mejor circulación de agua y, por lo tanto, permite que algunas especies de corales y octocorales (abanicos de mar) persistan a pesar del estrés persistente de sedimentación. El lado oeste del embarcadero parece estar a la sombra de sotavento del espigón que hace posible la acumulación de sedimentos en el fondo marino.

Observaciones sobre el análisis de parámetros físico químico de agua y sedimentos:

Las muestras de agua de mar y sedimento se enviaron a Specialty Analytical en Oregon, EE. UU. para su análisis. Los resultados (Tabla II.2) muestran algunos niveles de cobre (Cu, Tabla 11.2 Punto 2 y Punto 4) y arsénico (As, Tabla 11.2 Punto 7) en sedimentos que superan las pautas de sedimentos marinos canadienses para la protección de la vida acuática.

Tabla II.1. Resultados análisis de agua del fondo del mar por XRF Specialty Analytical, Clackamas, Oregon, USA.

| Levels of elements in marine sediments, mg/kg | As | Cd | Cu | Pb | Ni | Se | Zn |
|---|------|-------|-------|--------|------|------|------|
| Punto 1 | 6.43 | < 0.1 | 16.4 | 1.09 | NA | NA | 32.9 |
| Punto 2 | 4.14 | < 0.1 | 21.8 | 1.38 | NA | NA | 39.6 |
| Punto 3 | < 1 | < 0.1 | < 0.5 | < 0.25 | NA | NA | ND |
| Punto 4 | 5.09 | < 0.1 | 21.2 | 1.24 | NA | NA | 35.5 |
| Punto 5 | < 1 | < 0.1 | < 0.5 | < 0.25 | NA | NA | 1.01 |
| Punto 6 | < 1 | < 0.1 | 1.0 | < 0.25 | NA | NA | 2.54 |
| Punto 7 | 9.80 | < 0.1 | 10.5 | < 0.25 | NA | NA | 14.0 |
| Canadian Marine Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life | | | | | | | |
| ISQG | 7.24 | 0.7 | 18.7 | 30.1 | none | none | 124 |
| PEL | 41.6 | 4.2 | 108.0 | 112 | none | none | 272 |

Tabla II.2. Resultados análisis de sedimentos por XRF Specialty Analytical, Clackamas, Oregon, USA.

| Levels of elements in marine water, µg/L | As | Cd | Cu | Pb | Ni | Se | Zn |
|--|------|-------|------|-------|------|------|------|
| Punto 1 | 14.6 | < 2.0 | < 10 | < 2.0 | < 10 | < 20 | < 40 |
| Punto 2 | 15.8 | < 2.0 | < 10 | < 2.0 | < 10 | < 20 | < 40 |
| Punto 3 | 14.3 | < 2.0 | < 10 | < 2.0 | < 10 | < 20 | < 40 |
| Punto 4 | 15.3 | < 2.0 | < 10 | < 2.0 | < 10 | < 20 | < 40 |
| Punto 5 | 16.1 | < 2.0 | < 10 | < 2.0 | < 10 | < 20 | < 40 |
| Punto 6 | 15.0 | < 2.0 | < 10 | < 2.0 | < 10 | < 20 | < 40 |
| Punto 7 | 15.1 | < 2.0 | < 10 | < 2.0 | < 10 | < 20 | < 40 |
| USEPA Aquatic Life Water Quality Criteria | | | | | | | |
| Saltwater Chronic | 36 | 7.9 | 3.1 | 8.1 | 8.2 | 71 | 81 |
| Saltwater Acute | 69 | 33 | 4.8 | 210 | 74 | 290 | 90 |

En sentido general, los resultados muestran poco deterioro de la calidad del agua de mar (Tabla 11.3) en las cercanías del emisario de la central eléctrica de Punta Catalina. Dado que el efluente líquido de una planta de energía consiste principalmente en agua que se ha calentado y enfriado, esta agua no suele estar en contacto directo con la planta, por lo cual no se espera que exista mayor contaminación que la contaminación térmica. Es poco común que el efluente de una planta de energía esté tan altamente contaminado con metales tóxicos como para afectar la calidad del agua de mar y los sedimentos.

El lugar de disposición de las cenizas de carbón de la central eléctrica está a más de 2000 metros de la costa, por lo que también es poco probable que la eliminación de cenizas de carbón haya afectado la calidad del agua de mar y los sedimentos en las cercanías del emisario de la central eléctrica de Punta Catalina.

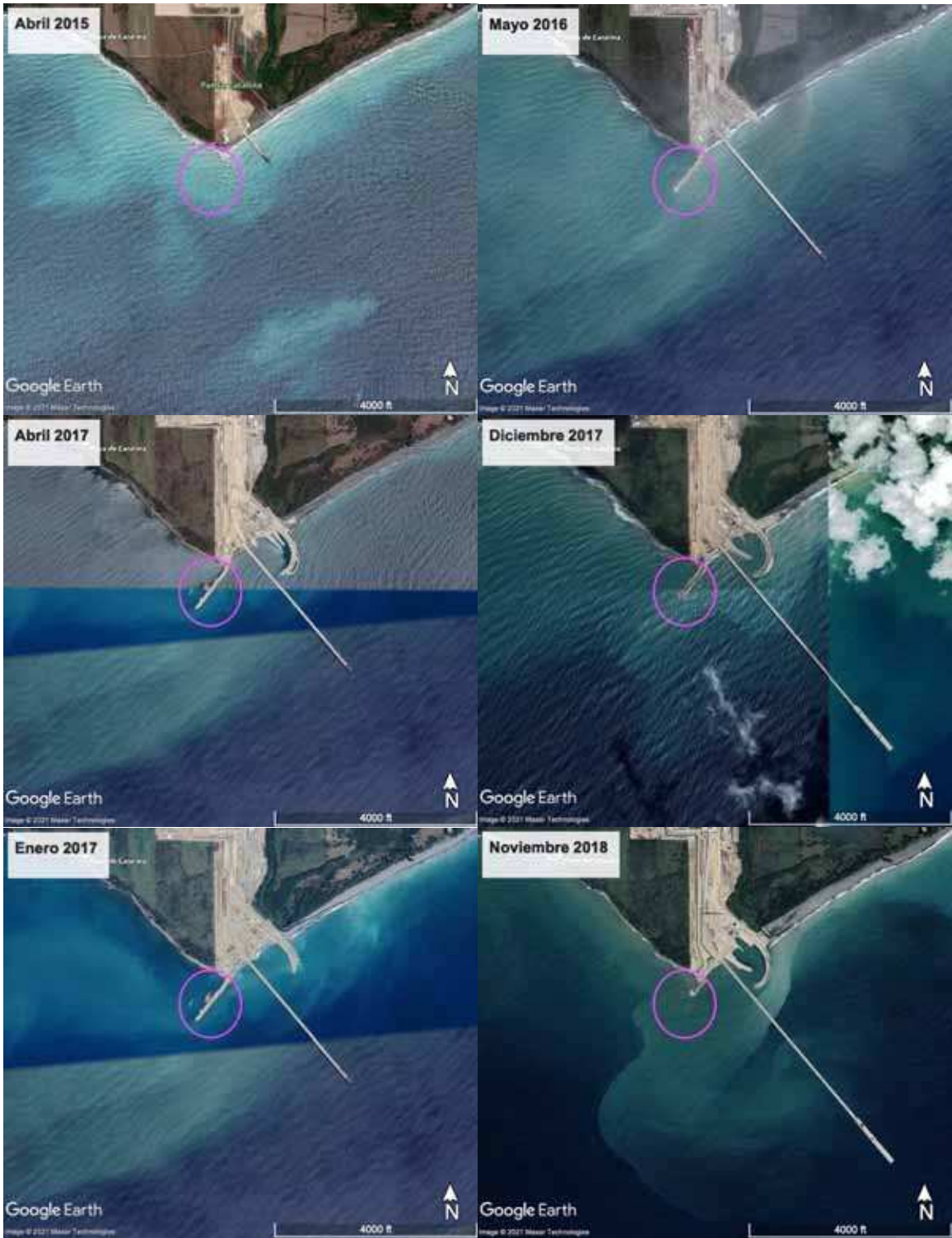
Siendo así, la ausencia de niveles tóxicos de metales en muestras de agua de mar y sedimentos en las cercanías de la central de Punta Catalina no excluye la posibilidad de que otros impactos relacionados con la central de Punta Catalina hayan causado la pérdida de vida marina en la parte oeste del espigón de Punta Catalina. Por ende, las conclusiones presentadas a continuación se orientan a los impactos la planta en la costa y los recursos costeros.

Para obtener mayores informaciones tendentes a la explicación de la sedimentación y escasa vida macroscópica en la zona oeste del muro, observamos satelitalmente los posibles efectos de la tubería de descarga de agua de las operaciones de la CTPC, incluidas superposiciones batimétricas con los sitios de muestreo. Es posible que siendo

dicho vertido a muy pocos metros de la costa, la poderosa descarga tiene un efecto de raspado en el fondo marino (imagen abajo). Además, la creación y posterior demolición de un gran espigón durante la fase de construcción parece haber requerido un gran volumen de materiales sedimentarios que no fueron removidos del área, sino que pudieron haber sido arrojados al fondo marino directamente adyacente al sitio (serie de imágenes satelitales a continuación).



Imagen satelital de zona de descarga de agua de las operaciones de la CTPC.





Serie de imágenes de satélite que muestran la aparición de un pantalán temporal utilizado durante la construcción y luego la desaparición resaltada en los círculos rosas. Parece probable que la gran cantidad de sedimentos encontrados cubriendo el fondo marino en el Sitio 2 se haya originado en esta fuente.

CONCLUSIONES

- La construcción del espigón del puerto carbonero de la Central Termoeléctrica Punta Catalina es la causa de la desaparición de la playa de la parte oeste (Sabana Uvero de Paya), al hacer que la marea y las corrientes marinas cambiaran su curso. Es visible por las fotos satelitales que el cambio de la marea y de las corrientes marinas coincidieron con el inicio de la construcción de este espigón y este cambio se efectuó de manera muy rápida en un lapso de dos años.
- En el lado oeste del espigón del puerto carbonero de CTPC, existe muy poco vida marina.
- El grave deterioro de la vida marina en el lado oeste del espigón del puerto carbonero de CTPC, se debe a múltiples factores, entre los cuales están:
 - a) Los escombros de la construcción de la central y del puerto cubrieron una considerable parte de lecho marino.
 - b) El vertido del agua utilizada por las plantas al mar se realiza a muy pocos metros de la costa (alrededor de cien metros) y con varios grados por encima de la temperatura promedio del mar. Tanto el impacto de la fuerza de esta agua como su temperatura afecta la vida de los corales y de otras especies¹⁸.
 - c) La cantidad y composición de las virutas de carbón que caen al lecho marino mar durante los desembarcos de toneladas de carbón que alimentan las plantas¹⁹. También es probable que se depositen cenizas volantes de carbón arrastradas por el viento y por las corrientes de aguas que desembocan en esa parte de la costa (Río Catalina y arroyo Pastor o Naranja).

18 Dixon, A. M., Forster, P. M., Heron, S. F., Stoner, A. M., & Beger, M. (2022). Future loss of local-scale thermal refugia in coral reef ecosystems. *PLOS Climate*, 1(2), e0000004.

19 Ahrens, M. J., & Morrissey, D. J. (2005). Biological effects of unburnt coal in the marine environment. *Oceanography and Marine Biology*, p. 69-122.





ANEXOS

CRONOLOGÍA

ESTUDIO SOBRE LA CONTAMINACIÓN DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA PUNTA CATALINA, CTPC

Del 11 de abril de 2022 al 3 de agosto de 2021

| FECHA | DESCRIPCIÓN |
|--|---|
| Lunes, 11 de abril de 2022 | Reunión de facilitadores del estudio sobre la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, en Paya, provincia Peravia. |
| Martes, 5 de abril de 2022 | 3era. Jornada sobre los resultados del estudio sobre los impactos de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, en salud y en el litoral costero marino, en el Salón Parroquial de la catedral Nuestra Señora de Regla, Baní, provincia Peravia. |
| Viernes, 1ero. de abril de 2022 | 2da. Jornada sobre los resultados del estudio de las cenizas de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, y los impactos de esta central en los cultivos, en el Salón Parroquial de la Catedral Nuestra Señora de Regla, Baní, provincia Peravia. |
| Martes, 29 de marzo de 2022 | 1era. Jornada sobre los resultados del estudio de las emisiones aéreas de gases y micropartículas de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, en el Salón Parroquial de la catedral Nuestra Señora de Regla, Baní, provincia Peravia. |
| Miércoles, 16 de marzo de 2022 | Reunión virtual de expertos y facilitadores del estudio sobre la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, con la participación de 17 expertos de EUA, España, Finlandia y de Italia. Presentación general de los reportes de las cinco áreas del estudio. |
| Sábado, 12 de marzo de 2022 | Reunión de facilitadores, Baní, provincia Peravia. |
| Lunes, 7 de marzo de 2022 | Reunión con la comisión que investigó muertes de niños en Nizao, en el Instituto de Epidemiología, Santo Domingo, D.N. |
| Martes, 1ero. de marzo de 2022 | Reunión con la comisión investigadora de las muertes de infantes, en Nizao, provincia Peravia, en el Instituto Nacional de Epidemiología, Santo Domingo, D.N. |
| Miércoles, 25 de febrero de 2022 | Reunión del equipo de monitoreo de Nizao, en Don Gregorio, Nizao, provincia Peravia. |
| | Reunión con el equipo de monitorio de Santana, en la sede del distrito municipal de Santana, provincia Peravia. |

ANEXO 1

| FECHA | DESCRIPCIÓN |
|--|---|
| Lunes, 21 de febrero de 2022 | Representantes de la Coalición Por la Defensa de la Salud y el Medio Ambiente de la provincia Peravia visitan a las familias de los infantes fallecidos en Nizao y Santana, provincia Peravia. |
| | Reunión de los facilitadores del estudio sobre la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, en Baní, provincia Peravia. |
| Jueves, 17 de febrero de 2022 | Celebración simultánea de vigiliyas y encendidos de luces en Santo Domingo, Nizao y Baní, en protesta por el fideicomiso de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, y por la muerte de infantes de Nizao. |
| Viernes, 11 de febrero de 2022 | Panel sobre el Fideicomiso de Punta Catalina y sus posibles repercusiones en la provincia Peravia, Palacio Municipal, Baní, provincia Peravia. |
| Lunes, 7 de febrero de 2022 | Reunión de los facilitadores del estudio sobre la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, Baní, provincia Peravia. |
| Viernes, 28 de enero de 2022 | Reunión virtual de expertos y facilitadores sobre los impactos de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, en el litoral marino costero. |
| Miércoles, 26 de enero de 2022 | Reunión virtual de expertos y facilitadores sobre las emisiones de gases y micropartículas de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC. |
| Jueves, 20 de enero de 2022 | Toma de muestra de suelo y de agua en el entorno de las montañas de cenizas de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, batey San José, Catalina, provincia Peravia. |
| Lunes, 17 de enero de 2022 | Reunión virtual de expertos para coordinar el cierre de las áreas del estudio sobre la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC. |
| Lunes, 10 de enero de 2022 | Reunión virtual de expertos y facilitadores del estudio sobre la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC. |
| Sábado, 8 de enero de 2022 | Reunión de facilitadores del estudio sobre la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, Baní, provincia Peravia. |
| Martes, 28 de diciembre de 2021 | Celebración del II Taller Presentación de Resultados Preliminares del Estudio sobre la Contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, Palacio Municipal, Baní, provincia Peravia. |
| Lunes, 27 de diciembre | Reunión virtual de expertos y facilitadores del estudio sobre la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC. |

ANEXO 1

| FECHA | DESCRIPCIÓN |
|--|--|
| de 2021 | |
| Lunes, 20 de diciembre de 2021 | Reunión virtual de expertos y facilitadores del estudio sobre la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, para la preparación del II Taller Presentación de Resultados Preliminares del Estudio sobre la Contaminación de CTPC. |
| Sábado, 18 de diciembre de 2021 | Producción y emisión de programa especial Balance del año de lucha contra el carbón de Punta Catalina, No. 11, por Radio Salvación Internacional, 810 AM, Baní, provincia Peravia. |
| | Reunión de facilitadores del estudio sobre la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, Baní, provincia Peravia. |
| Del lunes 13 al viernes 17 de diciembre de 2021 | Registro de emisiones de gases y micropartículas de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, en Boca Canasta, Paya, Baní, Sabana Uvero, batey San José, COVACASA de Nizao y centro de Nizao, provincia Peravia, con el apoyo de Laboratorio GeSA. |
| Lunes, 13 de diciembre de 2021 | Reunión virtual de expertos y facilitadores del estudio sobre la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC. |
| Sábado, 11 de diciembre de 2021 | Producción y emisión de programa especial sobre impactos de Punta Catalina en el litoral costero marino y más avances del estudio de esta contaminación, No. 10, por Radio Salvación Internacional, 810 AM, Baní, provincia Peravia. |
| | Reunión de facilitadores del estudio sobre la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, Baní, provincia Peravia |
| Viernes, 10 de diciembre de 2021 | Reunión virtual de expertos y facilitadores sobre los impactos de Punta Catalina en el litoral costero marino. |
| Lunes, 6 de diciembre de 2021 | Reunión virtual de expertos y facilitadores del estudio sobre la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC. |
| Sábado, 4 de diciembre de 2021 | Producción y emisión del programa especial sobre querrela por el tapado de cenizas y avances del estudio de la contaminación de Punta Catalina en emisiones aéreas, en salud y mar muerto, No. 9, por Radio Salvación Internacional. 810 AM, Baní, provincia Peravia. |
| Viernes, 3 de diciembre de 2021 | Capacitación sobre calidad de aire, Iglesia de Nuestro Señor Jesucristo de Los Santos de los Últimos Días, Nizao, provincia Peravia. |

ANEXO 1

| FECHA | DESCRIPCIÓN |
|---|--|
| Lunes, 29 de noviembre de 2021 | Reunión virtual de expertos y facilitadores del estudio sobre la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC. |
| Sábado, 27 de noviembre de 2021 | Producción y emisión de programa especial sobre nuevos avances del estudio de la contaminación de Punta Catalina en cultivos, aguas, suelos y en salud, número 8, por Radio Salvación Internacional, 810 AM, Baní, provincia Peravia. |
| Viernes, 26 de noviembre de 2021 | Inmersión submarina en el litoral de Catalina, provincia Peravia, para toma de muestras de agua y de fondo marino. y fotografiar corales. |
| Martes, 23 de noviembre de 2021 | Determinación de puntos para tomar muestras de aguas superficiales y subterráneas y de suelos alrededor de cenizas de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, en el batey San José, Catalina, provincia Peravia. |
| Lunes, 22 de noviembre de 2021 | Reunión virtual de expertos y facilitadores del estudio sobre la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina. |
| Sábado, 20 de noviembre de 2021 | Celebración de grupo focal de Salud, en Boca Canasta, Baní, provincia Peravia. |
| | Producción y emisión del programa especial sobre a avances del estudio de los impactos de Punta Catalina en la costa y en la salud, número 7, por Radio Salvación Internacional, 8:10 AM, Baní, provincia Peravia. |
| Jueves, 18 de noviembre de 2021 | Celebración de grupos focales de salud en Santana y Nizao, provincia Peravia. |
| Lunes, 15 de noviembre de 2021 | Reunión virtual de expertos y facilitadores del estudio sobre la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC. |
| Sábado, 13 de noviembre de 2021 | Producción y emisión de programa especial sobre la falsa solución de tapar las cenizas tóxicas de Punta Catalina, número 6, por Radio Salvación Internacional, 8;10 AM, Baní, provincia Peravia. |
| Viernes, 12 de noviembre de 2021 | Descenso a las costas cercanas a la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, para verificar los cambios en el litoral mostrado por secuencia de fotografías satelitales, provincia Peravia. |
| Lunes, 8 de noviembre de 2021 | Reunión de facilitadores del estudio sobre la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, en Paya, provincia Peravia. |

A N E X O 1

| FECHA | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| Jueves, 4 de noviembre de 2021 | 1er. Taller de Capacitación y Planificación de Equipos de Monitoreo Municipales, en el Ayuntamiento de Baní, provincia Peravia. |
| Lunes, 1ero. noviembre de 2021 | Reunión virtual de expertos y facilitadores sobre primer informe de avances del estudio sobre la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina. |
| Martes, 26 de octubre de 2021 | Reunión del equipo de monitoreo municipal de Baní, Ayuntamiento de Baní, provincia Peravia. |
| Sábado, 23 de octubre de 2021 | Producción y emisión de programa especial sobre impactos de Punta Catalina en la salud y no a las falsas soluciones, número 5, por Radio Salvación Internacional, 810 AM, Baní, provincia Peravia. |
| Viernes, 22 de octubre de 2021 | Vista pública para la planificación del estudio sobre la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, en la sede de la junta distrital de Carretón, provincia Peravia. |
| | Reunión del equipo de monitoreo de Santana, Centro comunal Buenas Nuevas, Santana, provincia Peravia. |
| | Reunión del equipo de monitoreo de Nizao, en Don Gregorio, Nizao, provincia Pera. |
| Sábado, 16 de octubre de 2021 | Producción y emisión de programa espacial sobre daños en cultivos y en el litoral de Nizao y Paya causados por Punta Catalina, número 4, por Radio Salvación Internacional, 8:10 AM, Baní, provincia Peravia. |
| Viernes, 15 de octubre de 2021 | Vista pública para planificar participación comunitaria en estudio sobre contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, en el centro comunal Buenas Nuevas, Santana, provincia Peravia. |
| Sábado, 9 de octubre de 2021 | Producción y emisión de programa especial sobre cenizas tóxicas de Punta Catalina, número 3, por Radio Salvación Internacional, 8:10 AM, Baní, provincia Peravia. |
| Jueves, 7 de octubre de 2021 | Vista pública para planificar estudio sobre contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, con la participación del viceministro de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Eduardo Julia, Ayuntamiento de Baní, provincia Peravia. |
| Martes, 5 de octubre de 2021 | Reunión virtual de expertos y facilitadores sobre emisiones aéreas de Punta Catalina. |
| Lunes, 4 de octubre de 2021 | Reunión virtual de expertos y facilitadores sobre contaminación de Punta Catalina en salud humana. |

A N E X O 1

| FECHA | DESCRIPCIÓN |
|--|--|
| Sábado, 2 de octubre de 2021 | Producción y emisión de programa especial sobre emisiones áreas de Punta Catalina, número 2, por Radio Salvación Internacional, 8:10 AM, Baní, provincia Peravia. |
| Viernes, 1ero, de octubre de 2021 | Reunión virtual de expertos y facilitadores sobre daños en el litoral costero marino causados por Punta Catalina. |
| | Reunión virtual de expertos y facilitadores sobre emisiones áreas de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC. |
| Lunes, 27 de septiembre de 2021 | Vista pública para planificar estudio sobre contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, Ayuntamiento de Nizao, provincia Peravia. |
| Sábado, 25 de septiembre de 2021 | Reunión del equipo de Coordinación y Enlace de la Coalición Por la Defensa de la Salud y el Medio Ambiente de la provincia Peravia, Baní, provincia Peravia. |
| Martes, 21 de septiembre de 2021 | Reunión entre los funcionarios y técnicos del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y los expertos y facilitadores del estudio sobre la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, en la sede del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Santo Domingo, D.N. |
| Lunes, 20 de septiembre de 2021 | Reunión virtual de expertos del estudio sobre la contaminación de CTPC con el equipo de la Universidad de Duke, Durham, Carolina del Norte, E.U.A. |
| Sábado, 18 de septiembre de 2021 | Producción y emisión de programa especial sobre la contaminación letal de Punta Catalina y el estudio de esta contaminación, número 1, por Radio Salvación Internacional, 8:10 AM, Baní, provincia Peravia. |
| Miércoles, 15 de septiembre de 2021 | Reunión de funcionarios y técnicos del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, encabezados por el viceministro Eduardo Julia, y los expertos y facilitadores del estudio sobre la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, en la sede del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Santo Domingo, D.N. |
| Martes, 14 de septiembre de 2021 | Reunión de expertos del estudio sobre la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, en el Instituto de la Asociación Dominicana de Profesores, ADP, Santo Domingo, D.N. |
| Lunes, 13 de septiembre de 2021 | Reunión virtual de expertos con el equipo de la Universidad de Duke, Durham, Carolina del Norte, EUA. |
| Domingo, 12 de septiembre de 2021 | Reunión de planificación de programas especiales sobre el estudio de la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, con Radio Salvación Internacional, Baní, provincia Peravia. |

ANEXO 1

| FECHA | DESCRIPCIÓN |
|---|--|
| Martes, 7 de septiembre 2021 | Reunión de funcionarios y técnicos del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y los expertos y facilitadores del estudio sobre la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC, en la sede del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Santo Domingo, D.N. |
| Lunes, 6 de septiembre de 2021 | Reunión del Equipo de Coordinación y Enlace de la Coalición Por la Defensa de la Salud y el Medio Ambiente de la provincia Peravia, Ayuntamiento de Baní, provincia Peravia. |
| Jueves, 26 de agosto de 2021 | Encuentro del Ministro de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Orlando Jorge Mera, y la Coalición Por la Defensa de la Salud y el Medio Ambiente de la provincia Peravia, el Comité Nacional de Lucha Contra el Cambio Climático, CNLCC, y el Instituto de Abogados para la Protección del Medio Ambiente, INSAPROMA, en el despacho del ministro de Medio Ambiente y Recursos Naturales. |
| Lunes, 23 de agosto de 2021 | Reunión del Equipo de Coordinación y Enlace de la Coalición Por la Defensa de la Salud y el Medio Ambiente de la provincia Peravia, Ayuntamiento de Baní, provincia Peravia. |
| Martes, 10 de agosto de 2021 | Encuentro de la Coalición Por la Defensa de la Salud y el Medio Ambiente de la provincia Peravia para informar sobre la reunión con el presidente de la República del 3 de agosto de ese año, en el Palacio Nacional. Este encuentro se celebró en el Ayuntamiento de Baní, provincia Peravia. |
| Martes, 3 de agosto de 2021 | Reunión de representantes de la Coalición por la Defensa de la Salud y el Medio Ambiente de la provincia Peravia, del Comité Nacional de Lucha Contra el Cambio Climático, CNLCC, y el Instituto de Abogados por la Protección del Medio Ambiente, INSAPAROMA, con el presidente de la República, Luis Abinader, y el ministro de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Orlando Jorge Mera, en el Palacio Nacional. En esta reunión el Presidente de la República ordena al ministro de Medio Ambiente y Recursos Naturales que realice, en 60 días, junto con la provincia Peravia y las organizaciones, un estudio sobre la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC. |

ENLACES DE ACCESO A LAS PUBLICACIONES

ESTUDIO SOBRE LA CONTAMINACIÓN DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA PUNTA CATALINA, CTPC

<http://nuevoeco.net/recomiendan-colocar-a-punta-catalina-bajo-vigilancia-de-contaminantes-atmosfericos/?fbclid=IwAR1TPd2FQJ9dbpH69BuKNYjTSO3VYJTD-k2qpBqpaF4VAruxvrfInIUUEYU>

<https://elnacional.com.do/repunte-enfermedades/?fbclid=IwAR2J49LDFeeuHn42oVBdrTOwnPGyMnKV-GQiePOeg9YJHdNbh21rZ2iOLm8>

<https://redsocialcodi.com/revelan-coincide-repunte-de-enfermedades-en-nizao-con-eventos-de-altas-emisiones-de-gases-y-de-microparticulas-de-punta-catalina/?fbclid=IwAR2gRzkGk3nTaaOujNcgfmRXAeLRoz4N8rYrKCURNYbcreYjGVBPCGjhhY>

<https://primermomento.com/?p=361127&fbclid=IwAR3thBNu2siDXmFy4MjB9T6uR2osChPR60hLMqhs6CSZPs5sL0AcXk06z0>

https://www.dominicanodigital.com/dicen-punta-catalina-destruyo-playa-y-vida-marina-en-bani/?fbclid=IwAR14K-veTdEpiMrO631IEK6E_SBAkff37eljgXOp0of0sda91ZWusluSs2s

https://elnacional.com.do/dicen-punta-catalina-dana-playa-en-bani/?fbclid=IwAR0C50hegpxd6gmJ2yf_hFf-Mt9p_Y7fy7uHI-kL6Ep1ex0kWRtXb0bTFgk

<https://elnacional.com.do/gases-aereos/?fbclid=IwAR2gRzkGk3nTaaOujNcgfmRXAeLRoz4N8rYrKCURNYbcreYjGVBPCGjhhY>

<https://ahoramismo.com.do/economia/punta-catalina-esta-fatalmente-atrapada-entre-las-altas-emisiones-de-gases-y-microparticulas-por-chimenea-y-las-montanas-de-cenizas-toxicas/?fbclid=IwAR0wc7INldr3Z1avvU99AfiFtPf2W8NSokdesvrfLrGjHA1ZWgeWM88Oa7o>

<https://elnacional.com.do/hacen-estudio-cenizas-punta-catalina/?fbclid=IwAR2J49LDFeeuHn42oVBdrTOwnPGyMnKV-GQiePOeg9YJHdNbh21rZ2iOLm8>

<http://primermomento.com/?p=360933&fbclid=IwAR0wc7INldr3Z1avvU99AfiFtPf2W8NSokdesvrfLrGjHA1ZWgeWM88Oa7o>

<https://www.armariodenoticias.com/2022/04/punta-catalina-y-las-cenizas-toxicas.html?fbclid=IwAR1CS8JUp3jLizpSnmPUqc3xmgs0r2kl-7DuwsINhcmSc1saFCEOTGLISsc>

https://www.reporteextra.com/actualidad/punta-catalina-esta-atrapada-entre-emisiones-de-gases-y-montanas-de-cenizas-toxicas/?fbclid=IwAR2tdKGQKfqKoaz2PzNNNI62-R2fRNLk_Er83ieWh0GCv4KTISWMz9IzNSA

https://ojadiario.com/estudio-determina-emisiones-aereas-de-gases-y-de-microparticulas-de-punta-catalina-afectan-calidad-del-aire-y-causan-danos-a-la-salud-de-la-poblacion/?fbclid=IwAR0XboPDAYPxAYN8E0Bz_Ii88R9kV_OIz1v4rLn_S8Wz9wddFZCXDAH_OTk

<https://lalupadelsur.com/2022/03/31/punta-catalina-causan-danos-a-salud-de-banilejos/?fbclid=IwAR1TPd2FQJ9dbpH69BuKNYjTSO3VYJTD-k2qpBqpaF4VAruxvrfInIUUEYU>

ANEXO 2

https://somospueblo.com/muerte-de-3-bebes-por-problemas-respiratorios-en-menos-de-10-dias-levanta-alarma-a-bani/?fbclid=IwAR3tQBgAX9f7xKVX2MTIgn_9U6FCfjJY3b8snJNZHnESFGmCOGF0kGHYTSM

<https://elnuevodiario.com.do/realizan-vigilias-y-encendido-de-luces-contrafideicomiso-de-punta-catalina/>

<https://www.diariodigital.com.do/2022/02/18/expresan-oposicion-al-fideicomiso-de-punta-catalina-y-a-favor-de-su-conversion-a-gas-natural.html>

<https://lalupadelsur.com/2022/02/17/encendido-de-velas-contrafideicomiso-punta-catalina/>

<https://do.municipiosaldia.com/suroeste/valdesia/peravia-ban%C3%AD/nizao/item/36969-causa-alarma-en-nizao-muerte-de-cuatro-bebes-en-menos-de-diez-dias>

<https://lalupadelsur.com/2022/02/14/muertes-de-bebe-4-en-menos-de-10-dias-alarma-a-nizao/>

<https://www.diariohispaniola.com/noticia/79097/mundo-verde/panel-sugiere-que-se-priorice-poner-fin-a-contaminacion-de-punta-catalina.html>

<https://www.labazuca.com/2022/02/13/panel-sugiere-que-se-priorice-poner-fin-a-contaminacion-de-punta-catalina/>

<https://elnacional.com.do/anuncian-panel-para-debatir-fideicomiso-punta-catalina-en-bani/>

<https://elnuevodiario.com.do/debatiran-fideicomiso-de-punta-catalina-y-sus-repercusiones-en-la-provincia-peravia/>

<https://www.armariodenoticias.com/2022/01/fideicomiso-de-punta-catalina-alejaria.html>

<https://www.reporteextra.com/nacionales/varias-organizaciones-interponen-recurso-de-oposicion-al-fideicomiso-de-punta-catalina/>

<https://lalupadelsur.com/2022/01/28/interponen-acto-de-oposicion-a-fideicomiso-punta-catalina-en-el-senado/>

<https://deultimominuto.net/contaminacion-punta-catalina-amenaza-al-desarrollo-turistico-en-peravia/>

<https://do.municipiosaldia.com/suroeste/valdesia/peravia-ban%C3%AD/item/36695-estudio-arroja-contaminacion-punta-catalina-es-grave-amenaza-para-desarrollo-turistico-de-peravia>

<https://primicias.net/web/estudio-arroja-contaminacion-punta-catalina-es-grave-amenaza-al-desarrollo-turistico-provincia-peravia/>

<https://lalupadelsur.com/2021/12/29/punta-catalina-es-una-bomba-de-tiempo-que-amenaza-peravia/>

<https://do.municipiosaldia.com/suroeste/valdesia/peravia-ban%C3%AD/ban%C3%AD/item/36656-presentaran-y-discutiran-resultados-preliminares-de-estudio-sobre-contaminacion-de-punta-catalina>

<https://elnacional.com.do/medio-ambiente-10/>

ANEXO 2

<https://www.diariohispaniola.com/noticia/78047/mundo-verde/presentaran-y-discutiran-resultados-preliminares-de-estudio-sobre-contaminacion-punta-catalina.html>

<https://elnacional.com.do/contaminacion-peravia/>

<https://ojadiario.com/miden-contaminacion-del-aire-producida-por-punta-catalina-en-la-provincia-peravia/>

<https://primicias.net/web/miden-contaminacion-del-aire-producida-por-punta-catalina-en-la-provincia-peravia/>

<https://ciudadoriental.com/miden-contaminacion-del-aire-producida-por-punta-catalina-en-la-provincia-peravia/>

<https://www.dominicanoshoy.com/2021/11/26/denuncian-golpe-de-carambola-para-entregar-punta-catalina-a-poderosas-familias/>

<https://ahoramismo.com.do/nacionales/cnlcc-denuncia-golpe-de-carambola-para-entregar-punta-catalina-a-grupos-oligarquicos/>

<https://lainformacion.com.do/nacion/santo-domingo/denuncian-buscan-entregar-punta-catalina-a-oligarquia-tradicional>

<http://proceso.com.do/2021/11/25/cambio-climatico-denuncia-gobierno-pretende-dar-golpe-de-carambola-y-vender-punta-catalina/>

<https://www.diariohispaniola.com/noticia/77010/mundo-verde/rechazan-como-falsa-solucion-tapar-cenizas-toxicas-de-punta-catalina.html>

<https://hoy.com.do/advierten-es-una-falsa-solucion-tapar-cenizas-de-punta-catalina-con-malla-sintetica/>

<https://eldia.com.do/rechazan-tapar-cenizas-toxicas-de-punta-catalina/>

<https://primicias.net/web/rechazan-como-falsa-solucion-tapar-cenizas-toxicas-de-punta-catalina/>

<https://www.elpoderbanilejo.com/v6/index.php/bani/7189-prometen-defender-a-carreton-de-la-contaminacion-de-punta-catalina>

<https://elnacional.com.do/efecto-planta/>

<https://elnacional.com.do/dicen-contaminacion-catalina-dana-la-piel/>

<https://scharboy2009.wordpress.com/2021/10/16/atribuyen-a-contaminacion-de-punta-catalina-enfermedades-de-la-piel-y-dolores-en-articulaciones-y-huesos/>

<https://primicias.net/web/atribuyen-a-contaminacion-de-punta-catalina-enfermedades-de-la-piel-y-dolores-en-articulaciones-y-huesos/>

<https://ojadiario.com/exhortan-al-presidente-abinader-acoger-propuesta-de-japon-de-convertir-punta-catalina-a-gas-natural/>

ANEXO 2

<https://ahoramismo.com.do/nacionales/exhortan-al-presidente-abinader-acoger-propuesta-de-japon-de-convertir-punta-catalina-a-gas-natural/>

<https://elnuevodiario.com.do/exhortan-abinader-acoger-propuesta-de-japon-de-convertir-punta-catalina-a-gas-natural/>

<https://elnuevodiario.com.do/medio-ambiente-se-compromete-hacer-que-punta-catalina-cumpla-normas-ambientales/>

<https://ojadiario.com/en-feria-ecoturistica-declaran-a-punta-catalina-a-carbon-principal-amenaza-al-desarrollo-de-la-provincia-peravia/>

<https://www.elfarodelsur.com/2021/10/en-feria-ecoturistica-declaran-punta.html>

<https://www.diariohispaniola.com/noticia/76067/mundo-verde/en-feria-ecoturistica-declaran-punta-catalina-a-carbon-principal-amenaza-al-desarrollo-de-la-provincia-peravia.html>

<https://elnuevodiario.com.do/expertos-dicen-punta-catalina-es-una-amenaza-para-el-desarrollo-sostenible-de-peravia/>

<https://lalupadelsur.com/2021/09/28/comienza-estudio-para-medir-contaminacion-punta-catalina/>

<https://lainformacion.com.do/economia/empresas/advierten-sobre-escasez-de-carbon-para-punta-catalina>

<https://elnuevodiario.com.do/comunidad-nizao-participara-en-estudio-sobre-contaminacion-de-punta-catalina/>

<https://elnacional.com.do/preven-se-agravara-suministro-carbon-pc/>

<https://elnuevodiario.com.do/advierten-que-escasez-de-carbon-no-es-pasajera-ni-accidental/>

<https://ciudadoriental.com/advierten-que-escasez-de-carbon-no-es-pasajera-ni-accidental/>

<https://aguajero.com/entidades-se-querellan-en-contra-de-exfuncionarios-punta-catalina>

<https://www.diariohispaniola.com/noticia/75479/mundo-verde/piden-diez-anos-de-carcel-y-500-millones-de-dolares-por-danos-causados-por-punta-catalina.html>

<https://www.diariodigital.com.do/2021/09/13/piden-diez-anos-de-carcel-y-500-millones-de-dolares-por-danos-causados-por-punta-catalina.html>

<https://elnacional.com.do/acuerdos-ambientales/>

<https://www.diariohispaniola.com/noticia/75391/mundo-verde/medio-ambiente-y-comision-de-peravia-establecen-acciones-para-realizar-estudio-de-la-contaminacion-de-punta-catalina.html?fbclid=IwAR00i5z40vgEpYesXlxlQdlZEKfr2EXvfJfEngk17-6476nWHvUvrfDHUA>

<https://elnacional.com.do/conversion-punta-catalina-3/>

<https://www.dominicanodigital.com/aseguran-si-punta-catalina-no-se-convierte-a-gas-natural-tendra-que-cerrar/>

ANEXO 2

<https://www.labazuca.com/2021/09/07/aseguran-si-punta-catalina-no-se-convierte-a-gas-natural-tendra-que-cerrar/>

<https://almomento.net/medio-ambiente-iniciara-estudio-contaminacion-de-punta-catalina/>

<https://elnacional.com.do/acuerdan-estudio-contaminacion-punta-catalina/>

<https://elnacional.com.do/sobre-ambiente/>

<https://hoy.com.do/entidades-sugieren-sacar-cenizas-del-pais/>

<https://www.labazuca.com/2021/08/22/proponen-iniciar-de-inmediato-traslado-de-cenizas-de-punta-catalina-al-exterior/>

<https://almomento.net/proponen-iniciar-traslado-cenizas-de-punta-catalina-al-exterior/>

<https://acento.com.do/actualidad/piden-inmediato-traslado-al-exterior-de-cenizas-de-punta-catalina-8977819.html>

<https://proceso.com.do/2021/08/17/aseguran-ya-se-produjo-el-desastre-de-las-cenizas-toxicas-de-punta-catalina-que-tanto-se-advirtio/>

<https://elnacional.com.do/cambio-climatico-8/>

<https://lainformacion.com.do/economia/empresas/exhortan-abinader-anunciar-prioridad-del-gobierno-sera-enfrentar-cambio-climatico>

<https://elnuevodiario.com.do/comunidades-deciden-participar-en-estudio-sobre-contaminacion-de-punta-catalina-ordenado-por-abinader/>

<https://elnuevodiario.com.do/exhortan-al-presidente-abinader-anunciar-prioridad-de-cambio-climatico-el-16-de-agosto/>

<https://rnn.com.do/abinader-reclama-estudio-ambiental-sobre-punta-catalina/>

<https://almomento.net/luis-abinader-ordeno-realizar-estudio-sobre-contaminacion-punta-catalina/>

<https://www.diariodigital.com.do/2021/08/04/presidente-abinader-ordena-estudio-sobre-contaminacion-de-punta-catalina.html>

<https://elnacional.com.do/haran-estudio-cenizas-en-punta-catalina/>

<https://www.diariolibre.com/actualidad/medioambiente/presidente-abinader-ordena-estudio-para-definir-futuro-de-punta-catalina-OJ27952158>

PERFILES

Equipo interdisciplinario de expertos que participaron en el estudio sobre la contaminación de la Central Termoeléctrica Punta Catalina, CTPC.

Raúl Cabrera Peña

Ingeniero mecánico electricista, especializado en Alemania en plantas térmicas, hidroeléctricas y plantas de gas, y en líneas de distribución y transmisión eléctricas. Ejerció como Subadministrador Técnico de la Corporación Dominicana de Electricidad (CDE), donde estuvo a cargo de la generación de plantas eléctricas de alta tensión, de las líneas de distribución en Santo Domingo, Departamento de Emergencias, Departamento de Almacén, Programa de Electrificación Rural, líneas de alta tensión y subestaciones. Docente por más de 20 años en la Universidad Autónoma de Santo Domingo, UASD. Empresario del sector eléctrico.

Adrián Gutiérrez Cepeda

Se ha dedicado fundamentalmente a la actividad académica como **docente e investigador universitario**. Formado como Licenciado en Química, con **Maestría en Investigación y Doctorado en Química e Ingeniería Química**. Se ocupa de líneas de investigación tendentes al **descubrimiento de nuevas moléculas con aplicaciones farmacéuticas a partir de organismos marinos**. Ha dirigido importantes proyectos de investigación y descubierto aproximadamente cincuenta moléculas nuevas en la literatura científica, muchas de las cuales han mostrado relevantes actividades **anticancerígenas y antibióticas**. Ha publicado múltiples artículos científicos de las revistas alto factor de impacto dentro de su área, así como en decenas de congresos científicos nacionales e internacionales. Es **miembro de número de la Academia de Ciencias de la República Dominicana**.

Milton Martínez

Graduado de Ingeniero Agrónomo en la Universidad Autónoma de Santo Domingo, UASD, con Maestría en Ciencias Hortícolas en la Universidad de Puerto Rico, Diplomado en Uso Sostenible de la Tierra en el CATIE de Costa Rica. Investigador docente de Fruticultura Tropical y Agricultura de Montaña de la Escuela de Agronomía de la UASD. Miembro de la Comisión Ambiental de la UASD.

Nikko Médici

Ingeniero químico; Especialidad en calidad y tratamiento de agua; Maestría Ingeniería y Tecnología Ambiental; **Maestría Ingeniería Térmica**; Doctor en Eficiencia Energética y Sostenibilidad en Ingeniería y Arquitectura, con línea de investigación en calidad de aire interior, confort térmico, ventilación y eficiencia energética en la edificación. Docente universitario e Investigador científico.

Adelaida Felicia Oreste Sembileon, MD, MPH, MAGP

Estudio de Medicina y Licenciatura en Enfermería, Master en Salud Pública, Master en Alta Gestión Pública. Especialidad en Planificación y Desarrollo de Recursos Humanos de Salud. También especialidad en Género y Desarrollo, y en Entornos virtuales de Aprendizaje. Laboró 38 años en el Ministerio de Salud Pública en cargos técnicos y de dirección. Docente de pre y postgrado en la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma de Santo Domingo, UASD, del Instituto Tecnológico de Santo Domingo, INTEC, y de la Universidad Católica de Santo Domingo, UCSD. Primera directora del Instituto de Investigación en Salud, INSIS, en la Facultad de Ciencias de la Salud, periodo 2014-2018, y ex directora de Programas tecnológicos, 1993-2006. Ex Consultora nacional e internacional de la OPS/OMS, consultora nacional del BID, UNICEF Y Unión Europea. Representante en el país del programa Mundial Solving for Better Health de la Dreyfus Health Foundation, DHF de New York, con los que ha facilitado talleres en tres universidades estadounidenses y más de doce talleres comunitarios en seis países de Latinoamérica. Ha recibido tres reconocimientos académicos: dos de la UASD y uno de INTEC. Reconocimiento del Colegio Médico Dominicano con el **premio Dra. Evangelina Rodríguez Perozo 2016**, como médica destacada del año, sumados a otros reconocimientos de organizaciones sociales, deportivas y culturales. Publicación de dos investigaciones en revistas internacionales indexadas.

Marcos Rodríguez

Licenciado en Química, en la Universidad Autónoma de Santo Domingo, UASD, con Maestría en Química Ambiental de esa univesidad. Se ha dedicado a la investigación científica. Es encargado de los laboratorios del Instituto de Química de la UASD. Se ha capacitado y ha recibido entrenamiento en el área ambiental en el Centro de Investigación de Contaminación Ambiental de la Universidad de Costa Rica, en el Centro de Investigación y Gestión Ambiental de la Universidad de Hirohima, Japón, en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados, de Yucatán, México, y en el Centro de Gestión y Estudios Ambientales, Cienfuegos, Cuba.

Carlos Sánchez

Doctor en medicina, egresado de la Universidad Autónoma de Santo Domingo, UASD, con especialidad en Salud Pública y Nutrición Infantil. Con maestría en Gestión de Partidos políticos y Políticas Públicas. Pasado encargado de desarrollo institucional y pruebas diagnósticas de la Facultad de Ciencias de la Salud, de la UASD. Director del Programa Provincial de Desarrollo de Puerto Plata, financiado por la Unión Europea. Diputado al Parlamento Centroamericano, 2020/2024. En el PARLACEN es miembro de las comisiones de salud y de asuntos agropecuarios, pesca, ambiente y recursos naturales.