



RESUMEN EJECUTIVO

Ante la necesidad de evaluar los impactos producidos en el medio marino, tras las acciones de contingencia adelantadas por American Port Company Inc. (APCI) durante el conato de hundimiento de una de sus barcazas el pasado 13 de enero de 2013, el personal científico y técnico de la Universidad Jorge Tadeo Lozano (Sede Santa Marta) adelantó un estudio integral con el propósito de estimar la magnitud y trascendencia ambiental del incidente, delimitando el radio de acción de dicha afectación. Para ello se llevaron a cabo desplazamientos a la zona e inspecciones submarinas con recolección de muestras; complementándose el análisis con una caracterización del estado actual de los componentes abióticos y bióticos más representativos del lugar (océano-atmósfera, condiciones edáficas, determinación de carbón acumulado, fitoplancton, zooplancton y bentos-infauna). En términos generales, las estaciones consideradas estuvieron distribuidas en áreas adyacentes a la Boya 23 (epicentro del evento) con una profundidad aproximada de 13 m, Canal de Acceso (por donde se remolcó la barcaza) y la Boya Roja de la parte somera a 3 m de profundidad (donde reflató y se logró su nivelación); así mismo, se tomaron tres estaciones como “referencia” fuera del área de Puerto Drummond, correspondiendo a puntos frente a PRODECO S.A., Bello Horizonte y Rodadero, siguiendo la longitud 74° 15' W hacia el norte.

A pesar de ser el recurso íctico una medida de estrés ambiental importante, no se incluyó en el estudio su estimación, debido a que los peces son organismos móviles que tienen la capacidad de desplazarse frente a una condición adversa, evadiendo cualquier situación que ponga en riesgo su desarrollo y/o sobrevivencia. Adicionalmente, la visibilidad del área en general no supera los 2 m, limitando el empleo de métodos por detección (censos visuales), y si bien la evaluación de la pesca artesanal marítima que se efectúa en la zona podría revisarse, el análisis de la composición de especies desembarcadas así como de los volúmenes de captura en biomasa y número de individuos con respecto al esfuerzo demandado por las unidades económicas de pesca, no son viables para determinar los impactos de un derrame puntual de carbón mineral, aunque son indicadores en el mediano y/o largo plazo tanto de cambios naturales como de posibles efectos de las



actividades antrópicas. En este sector de hecho, no se permite la pesca y la reducción en los desembarcos en sitios aledaños puede ser producto de otras razones como la sobrepesca, la contaminación, la extracción histórica y sostenida de ejemplares por debajo de su talla de madurez sexual e incluso por el uso de artes nocivos como la changa que opera en áreas aledañas.

La climatología de la zona costera del Departamento del Magdalena, por su parte, se evaluó a partir de información meteorológica del Centro de Observación Marina Tadeísta (COMARTA); específicamente se tuvo en cuenta la velocidad y dirección del viento a 10 m de altura para los meses de enero y febrero de 2013, así como para los mismos meses del año 2010 a 2012. Los análisis de altura de la ola se realizaron mediante las bases de imágenes satelitales del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH) de la Armada Nacional de Colombia. Se definió una grilla de 40 estaciones para la determinación de las variables fisicoquímicas de la columna de agua y del establecimiento de la zona fótica. Los resultados mostraron un comportamiento típico a la tendencia histórica registrada desde hace tres años atrás (vientos de alta velocidad con máximas de 15,2 m/s y una dirección de salida entre SW y WNW para la época, olas con alturas significativas de hasta de 4 m, las cuales se desplazan en dirección SSW, con una frecuencia relativa superior al 90 %).

Se evidenció un rango de temperatura de 25,20 °C a 30,60 °C, mientras que la salinidad fluctuó entre 29,90 y 37,6 UPS. Los valores de estas dos variables se encuentran dentro de los rangos históricos reportados para la plataforma continental del Departamento del Magdalena, destacando que los bajos valores de salinidad obtenidos en algunas estaciones (~30 UPS) de Puerto Drummond corroboran los aportes de aguas continentales por cuerpos lagunares costeros como la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM). Los valores registrados para el pH oscilaron entre 8,07 y 8,24, siendo coincidentes con las tendencias de esta variable en la plataforma continental del Golfo de Salamanca. Para el caso del oxígeno disuelto, los niveles fluctuaron desde 49,64 % hasta 100,98 % reflejando aguas subsaturadas, producto de la alta carga de materia orgánica que afecta la región por los aportes de aguas continentales, principalmente influenciados en ésta época climática por la CGSM. En términos de temperatura, salinidad y pH, la zona presenta niveles típicos y adecuados para sistemas tropicales y acorde a los registros



históricos que existen para la región del Magdalena, resaltando que no se evidencian aguas acidificadas en superficie como tampoco en fondo.

Con el fin de determinar las condiciones edáficas del sector, fueron procesadas 47 muestras de sedimento, recolectadas con una draga Van Veen de área 0,05 m² en las estaciones de la Boya 23, Boya Roja, boyas B1, B5, B11, B17 del canal de acceso y en tres estaciones de referencia (PRODECO, Bello Horizonte y Rodadero). En la mayor parte de las muestras el material con el más alto porcentaje fue cieno, lo cual puede indicar que todos estos materiales finos que conforman el sedimento provienen de procesos de suspensión en la zona. En la Boya 23 se obtuvo un porcentaje promedio alto ($81,53 \pm 5,41$ %), mientras que en la Boya Roja se presentó el más bajo ($52,88 \pm 17,83$ %) por estar en la parte más somera donde sobresalen el grano fino y grueso. Las arenas muy finas le siguieron en porcentaje, ya que estas partículas se transportan fácilmente a través de la columna de agua y por ende dominan en casi todo el sedimento. En ese sentido, en términos generales se infiere que en el sector predominan los cienos y que la estructura de estos es homogénea, concordando con la composición del grano en las estaciones de referencia, que reportan un valor promedio alto de cieno de $73,45 \pm 4,66$ %.

En cuanto se refiere a los valores de materia orgánica, sí existe una heterogeneidad en el área, entre 0,41% y 3,92 %, resultado de los cambios en profundidad y tamaño de grano por la distancia entre las boyas evaluadas (Boya 23: 2,21 % y Boya Roja 1,53 %), permitiéndose un gradiente batimétrico. Además, es importante mencionar que el tramo noreste de la Boya 23 evidencia los mayores porcentajes de materia orgánica con respecto al resto de los cuadrantes, coincidiendo con el sitio de mayor acumulación de carbón; quizás debido a su propiedad física de absorber y captar materia orgánica, lo cual sería de gran relevancia confirmar. Para las estaciones de referencia los valores obtenidos fueron PRODECO 3,95 %, Bello Horizonte 2,04 % y Rodadero con 6,00 %.

Con relación a los carbonatos, el rango en general del área muestreada se encontró entre 0,73 % y 11,45 %, porcentajes que fueron mayores en las estaciones someras posiblemente debido a la presencia de fragmentos de conchas de moluscos, principalmente bivalvos y gasterópodos, con un promedio menor de 7,13 % para las estaciones ubicadas al oeste y de 10,39 % al este de la Boya Roja; según la clasificación



calcimétrica de los sedimentos, los valores obtenidos se ubican en el rango de 0 % a 15 %, caracterizándose por ser del tipo litoclástico.

Para cuantificar el porcentaje en peso del carbón mineral presente en el área, de cada muestra de sedimento tomada se extrajeron cuatro submuestras de 150 g cada una, que fueron secadas y tamizadas (250 μ m). El contenido de carbón fue separado por esteroscopia, cuantificado por gravimetría y extrapolado a porcentaje considerando la fracción total retenida en el filtro. Los porcentajes de carbón mineral no quemado presentes en la Boya 23 ($0,88 \pm 0,65$ % mínimo y $99,56 \pm 0,71$ % máximo), en las boyas del Canal de Acceso evaluadas ($14,02 \pm 5,29$ % y $40,00 \pm 27,70$ %) y en la Boya Roja ($0,27 \pm 0,07$ % y $2,12 \pm 1,2$ %) fueron mayores a los estimados en 2011 y aún más altos en la Boya 23, como posible consecuencia del incidente. En las estaciones de referencia se obtuvieron valores de PRODECO: $0,76 \pm 0,60$ %; Bello Horizonte: $0,13 \pm 0,02$ % y Rodadero $0,58 \pm 0,65$ %).

Desde el punto de vista de las comunidades biológicas asociadas a la columna de agua, se evaluó la estructura del ensamblaje fitoplanctónico y zooplanctónico en el sector de Puerto Drummond. Se siguió la misma grilla de muestreo aplicada a las condiciones fisicoquímicas del agua, y se tomaron 70 muestras de agua para caracterizar fitoplancton, zooplancton y cuantificar fotopigmentos. En total se encontraron 163 especies/taxa que incluyen 13 morfotipos fitoplanctónicos; la dominancia estuvo dada principalmente por diatomeas (Bacillariophyceae) y dinoflagelados (Dinophyceae), siendo las especies más frecuentes *Rhizosolenia* sp. 2, *Thalassionema nitzschioides*, *Bacillaria* sp., *Cylindrotheca closterium*, *Pseudo-nitzschia* sp., *Coscinodiscus radiatus*, *Asterionella glacialis*, *Cerataulina pelagica*, *Leptocylindrus danicus*, *Guinardia flaccida*, *Guinardia striata*, *Rhizosolenia imbricata* y *Rhizosolenia setigera*. Estas especies son típicas de las aguas costeras del Departamento del Magdalena, y la alta representatividad de las diatomeas evidencia que en el área existe un constante aporte de silicio mediado por la surgencia o por los aportes continentales. *A. glacialis* se caracterizó por ser la especie de mayor densidad alcanzando una abundancia relativa del 10,63 %. El análisis de fotopigmentos refleja una mayor tendencia a presentar concentraciones elevadas de clorofila *a* que de feopigmento *a*, excepto en la Boya Roja,.

A nivel de zooplancton, se identificaron 40 familias y 10 morfotipos, distribuidos taxonómicamente en 9 phyla, 10 clases y 16 órdenes. Entre la categoría de clase,



Maxillopoda (35,29 %) y Malacostraca (29,41 %) fueron las más representativas. De esta manera, la comunidad zooplanctónica estuvo conformada por zoopláncteres típicos de aguas costeras y oceánicas del departamento del Magdalena y otras regiones del Caribe colombiano. La densidad total registrada osciló entre 38,22 – 3.779,91 ind./m³, la cual en comparación con otras zonas analizadas en el Caribe colombiano fue mayor. De acuerdo a los atributos ecológicos, se presentó una alta dinámica entre las boyas y los sectores muestreados.

Se analizaron 47 muestras de sedimento para estudiar la comunidad bentónica-infaunal, distribuidas en las cuatro (4) áreas mencionadas previamente (Boya 23, Canal de Acceso, Boya Roja y estaciones de referencia), encontrándose un total de 59 familias/taxas donde las más importantes fueron Polychaeta (clase) con 65 %, Crustácea (subphylum) con 14 % y Molusca (phylum) con el 13 % respectivamente. En cuanto a las densidades obtenidas, la mayor se presentó en la estación 14 de la Boya Roja con 163 ind/0,1 m² y la menor en la estación 4 en la Boya 23 con 2 ind/0,1 m². Las familias/taxas más representativas para cada área fueron: Boya 23 – Spionidae (Polychaeta) 15,45 %, Canal de Acceso – Amphipoda (Crustacea) 22,60 %, Boya Roja - Spionidae 16,28 % y en las estaciones de referencia- Lumbrineridae (Polychaeta) 16,98 %. La composición y abundancia reportadas son similares a los estudios realizados anteriormente en la zona (área de anclaje de Puerto Drummond). De acuerdo a los resultados de los informes disponibles y proporcionados por la Empresa desde el 2009 hasta el 2012, se evidencia que las familias de poliquetos coinciden con las obtenidas en el presente estudio en más del 80%, destacándose las familias Magelonidae, Spionidae, Lumbrineridae, Glyceridae, difiriendo con la familia Maldanidae, la cual sí fue representativa para este caso. También se pudieron apreciar algunos pequeños organismos epifaunales (Péctinidos y Cirripedios), establecidos sobre los grandes fragmentos de carbón; esto se explica como una situación temporal en donde sus larvas oportunistas, encontraron un sustrato adecuado para asentarse, sin embargo, no se espera que prosperen o que causen un impacto negativo en el área.

Con base en los resultados hallados para los diferentes componentes bióticos y abióticos considerados, se procedió a efectuar la evaluación del impacto ambiental, empleándose el método de interacción causa-efecto (matriz de Leopold modificada), el cual implica la identificación, predicción y cuantificación de los impactos. Para su cuantificación, se



determinó su magnitud, intensidad, radio de acción, duración, incidencia, sinergia y reversibilidad; de manera cualitativa, estos fueron clasificados en bajos, medios, altos y muy altos.

Cabe aclarar que la afectación de todos los componentes analizados es del tipo sinérgica, es decir los efectos causados provienen de un mismo disturbio. El análisis evidenció también que el componente fitoplanctónico y zooplanctónico presentaron impactos de magnitud media con radio de acción reducido. Se infiere que durante el incidente estos organismos se vieron afectados en el momento del vertimiento, debido a que las partículas del carbón se mezclaron temporalmente con el agua marina, precipitándose en el fondo por los procesos físicos de decantación; se considera entonces, un impacto reversible que puede recuperarse y volver al estado previo al disturbio. Lo anterior se ve reflejado ya que en la actualidad se observa que la riqueza, densidad y diversidad del fitoplancton es bastante homogénea en toda el área de estudio, mostrando una comunidad joven, fotosintéticamente activa y en fase de crecimiento exponencial. En cuanto al zooplancton, los altos valores de familias, riqueza de Margalef, diversidad y uniformidad, indican actualmente una comunidad saludable y típica para la región tropical.

En relación con el grupo bentónico-infaunal, se observó una magnitud baja y un radio de acción focal, sin extenderse a otras áreas, y aunque sin duda la presencia de partículas de carbón llegó a modificar el sedimento, esto no se puede establecer como una alteración perjudicial para su fauna acompañante, ya que los diferentes organismos que se evidenciaron, tienen la capacidad de responder a las alteraciones ambientales y adaptarse a los cambios para mantener su equilibrio. Los grupos epibentónicos que se apreciaron ocupando los fragmentos de carbón, no tienden a modificar los valores de composición ni diversidad reportados para la zona; hay una alta probabilidad de que sus estadíos larvales o fases planctónicas, estén circundando por el área a merced de las corrientes y ante la oportunidad de encontrar un sustrato adecuado, lo aprovechan para asentarse en él.

Se resalta que el incidente ocurrido el día 13 de enero del año en curso, junto con las acciones de contingencia tomadas por APCI, afectaron directamente el componente edáfico en cuanto al tipo de grano predominante, con una magnitud baja, radio de acción focal, duración permanente e irreversible. Este mineral quedó inmerso en la dinámica del suelo cienoso, de textura viscosa, haciendo parte de los procesos de consolidación,



compactación temporal y/o resuspensión eventual (efectos mares de leva), a los que están sujetos los fondos blandos, sin evidenciarse un desmejoramiento de la calidad ecológica de los mismos.

El impacto fue significativo para el lecho marino, en particular en el área específica del derrame y acumulación del carbón vertido, estimada y aproximada entre 10200 m² a 11100 m² (dependiendo de la aplicación de los programas de determinación de áreas implementados como el Coral Point Counter CPCe y el ImageJ), con fragmentos de carbón entre medianos (3.8 cm a 6.7 cm) y grandes (6.8 cm a 12.2 cm). En general la menor proporción del efecto referido, se da en el tramo circundante al “montículo de carbón” (entre 25.700 m² a 29.900 m²), en donde se apreciaron pequeños fragmentos del mineral (0.4 cm a 3,7 cm) y, de forma indirecta en el área adyacente a éstas (entre 80.300 m² a 89.500 m²), en la cual se evidenciaron restos de polvillo (de 0.05 mm a 0.08mm) que delimitan el máximo radio de dispersión del mismo. De ésta manera, se demarca un área total aproximada de 116.200 m² a 130.500 m², con diferentes niveles de afectación.

Con respecto a lo anterior cabe recomendar que, dada la forma en que se encuentra el carbón en el lecho marino (embebido dentro del cieno viscoso que tipifica el sedimento y que a manera de trampa lo retiene) y con el fin de evitar mayores alteraciones al medio, no se considera pertinente ni favorable ambientalmente que se proceda a remover, retirar o sustraer el mineral vertido ante la contingencia del conato de hundimiento de la Barcaza TS-115; ésta acción impactaría fuertemente al actual sustrato y la compleja inestabilidad que lo caracteriza, generando también nuevas alteraciones en las comunidades infaunales y planctónicas y, en los factores fisicoquímicos de la columna de agua.

De acuerdo al Diagnóstico Ambiental realizado, se puede inferir que si bien los porcentajes de carbón estimados para las diferentes estaciones evaluadas, reflejan la presencia conspicua de carbón mineral en algunos de éstos puntos muestreados, un mes después de haberse presentado el conato de hundimiento en el sector de la Boya 23 de Puerto Drummond, las condiciones fisicoquímicas en el área impactada, así como de las comunidades biológicas asociadas a la columna de agua (i.e. fitoplancton, zooplancton) y del fondo marino (i.e. infauna), no presentan en general características físico químicas ni biológicas diferentes a las de áreas adyacentes al incidente, no impactadas por el mismo.