

Impacto de la sedimentación en los corales de Islas del Rosario y San Bernardo, Colombia.

Sedimentation's Impact on Corals in Islas del Rosario and San Bernardo, Colombia.

Laura Arroyave Acevedo*
Yuliana Bermúdez Moreno**
Laura Andrea Villada Sierra***



Tipo de artículo: Revisión

Recibido: 21 de julio, 2014
Aceptado: 3 de septiembre, 2014

Resumen

Es evidente que a lo largo del cauce del río Magdalena se dan actividades antrópicas y naturales generadoras de gran cantidad de sedimentos, los cuales corresponden a partículas suspendidas en el agua, responsables de la turbidez y alteración de su composición natural. Estos sedimentos son transportados a través de todo el río y a sus respectivas vertientes. Una de ellas es el Canal del Dique, que desemboca sus aguas en el mar Caribe, donde unas corrientes internas transportan esta masa de agua dulce hacia las Islas del Rosario y San Bernardo, impactando directamente a los manglares y, por ende, la vida de corales y demás especies que dependen de este ecosistema estratégico. Los manglares cumplen un papel fundamental en el equilibrio marino, pues ayudan a la depuración de las aguas, y se están viendo saturados por el mencionado gran aporte de sedimentos, lo que afecta el cumplimiento de su función biológica y genera entropía en este y en otros ecosistemas. El manglar está ligado a la salud de los corales, ya que de él depende la cantidad de sedimentos que transitan hacia el mar.

Palabras clave: sedimentación, corales, Canal del Dique (Colombia), erosión, río Magdalena.

Abstract

Currently, around the Magdalena River, anthropogenic and natural activities generate large amounts of sediment that corresponds to particles suspended in the water causing its turbidity and altering its natural composition. These sediments are transported across the river and their respective watersheds. One of them is the Canal del Dique, which empties into the Caribbean Sea. Some internal currents carry this body of water and sediment to the Rosario Islands and San Bernardo, affecting directly the activities of mangroves and also the life of corals and other species that depend on this ecosystem. Mangroves play a vital role in the marine balance. They help to purify water. Unfortunately, mangroves are being saturated by the large amount of sediments, blocking the development of their normal function and generating entropy in this and other ecosystems. Mangroves are connected to the coral health as the amount of sediments that move towards sea depends on them.

Keywords: sedimentation, corals, Canal del Dique (Colombia), erosion, Magdalena River.

* Estudiante de Ingeniería Ambiental. Tecnológico de Antioquia - Institución Universitaria. larroy13@correo.tdea.edu.co

** Estudiante de Ingeniería Ambiental. Tecnológico de Antioquia - Institución Universitaria. ybermud3@correo.tdea.edu.co

*** Estudiante de Ingeniería Ambiental. Tecnológico de Antioquia - Institución Universitaria. lvillad3@correo.tdea.edu.co

Introducción

Colombia es uno de los países más ricos en biodiversidad y cuencas hidrográficas del continente. Posee cuatro ríos que sobresalen en el ámbito nacional y son la vía de descarga de muchos otros ríos de menor longitud, los cuales son: Magdalena con 1.538 km, Cauca con 1.350 km, Guaviare con 1.326 km y Putumayo con 1.166 km (Suárez et al., 2002); además, por Colombia fluyen ríos que son de gran valor para Suramérica, como el Amazonas y el Orinoco.

De acuerdo con la producción y transporte de sedimentos, el río Magdalena -un sistema fluvial importante que drena la mayor parte de los Andes colombianos- tiene la producción más alta que cualquier río de tamaño mediano o grande en América del Sur (Restrepo, 2006). La cuenca del Magdalena presenta una precipitación promedio de 2.050 mm anuales, con una distribución por año similar a lo largo de toda la cuenca que se caracteriza por dos estaciones húmedas y dos estaciones secas (Snow, 1976). En el contexto nacional, la cuenca del río Magdalena ocupa el 25,5% del territorio y cuenta con 724 municipios que representan 65% del total nacional y concentran el 79% de la población colombiana (Restrepo et al., 2005).

Existe una característica común en toda la cuenca del río Magdalena y es el alto grado de transformación de sus ecosistemas y hábitats naturales, lo cual ha incidido en su pérdida y degradación acelerada, colocándolos en un estatus elevado de amenaza de destrucción. En la actualidad, los ecosistemas pertenecientes a la región son considerados estratégicos para la investigación, conservación y restauración (Restrepo et al., 2005).

La producción de sedimentos del río Magdalena está fluyendo a través de los diferentes patrones de drenaje. Uno de ellos es el Canal del Dique, que recibe el 10% de la totalidad de estos depósitos. Este canal, desde su conexión con

el río Magdalena en 1650, ha estado sometido a trabajos de mantenimiento, ampliación y rectificación, con el objetivo exclusivo de facilitar la navegación. Solamente a partir de 1998 y con el Plan de Restauración Ambiental, se inició el conocimiento de un sistema lagunar adjunto (Restrepo et al., 2005).

El Canal del Dique desemboca sus aguas en el mar Caribe, aportando un volumen anual de 228 km³ (IDEAM, 2003). En el mar, la gran mayoría de sedimentos son transportados a los arrecifes coralinos de las Islas del Rosario y San Bernardo. Muchas de estas formaciones coralinas que persisten en la actualidad se encuentran en avanzado estado de deterioro, o incluso en algunas zonas ya han desaparecido (como es el caso de las formaciones que existieron hasta hace algunas décadas al interior de la bahía de Cartagena y en torno a Tierra Bomba). En San Bernardo se ha sugerido que el deterioro alcanzó un punto tal que los corales pétreos están siendo paulatinamente desplazados y reemplazados por algas, dando paso a un proceso de transición en el paisaje submarino de predominio coralino a predominio vegetal (Díaz et al., 2000).

En los corales, los efectos negativos de la sedimentación se reflejan principalmente en una reducción de los niveles de iluminación y un incremento de la turbidez (Bak, 1978), lo cual los afecta gravemente debido a que dependen de aguas claras para vivir y crecer.

Producción de sedimentos en el río Magdalena

En Colombia, los sedimentos que desembocan en el río Magdalena se dan por los procesos de erosión y sedimentación que ocurren a lo largo de su cuenca. Los factores que controlan los suministros de sedimentos incluyen la cuenca

de drenaje, el clima, la geología, la topografía e hidrología. Además, se presentan procesos antropogénicos como embalses, cambios en el curso del río, dragado de canales, deforestación, minería, urbanización, agricultura y ganadería.

Los sedimentos provenientes de procesos humanos no se pueden cuantificar, ya que no existen mecanismos que permitan saber con exactitud cuánto es el aporte; entonces, dependiendo de la magnitud de la intervención humana, puede reflejarse en aumento o disminución en las descargas de los sedimentos. Esto se debe a que los aportes sedimentarios naturales se mezclan con los artificiales.

Las descargas de agua y sedimentos del Magdalena han sido valoradas como de la misma magnitud que las del Amazonas, Paraná y Orinoco, a pesar de que estos otros ríos tienen áreas de drenaje de superior proporción (Restrepo et al, 2005).

En general, la importancia del río Magdalena está dada por ser: a) uno de los 15 grandes ríos con una descarga de sedimentos mayor de 150 Mt/año (Milliman, 1983, 1990, 1992); b) el principal aportante directo de agua, sedimentos y sustancias al mar Caribe (Restrepo, 2000b); c) el de mayor transporte neto de sedimentos de Sur América que drena al océano Atlántico y mar Caribe (Restrepo, 2000a, 2000b); y d) la cuenca andina más representativa del continente.

En el estudio de Restrepo et al., (2005) calcularon la tasa de transporte neto de sedimentos por área a partir de la serie de transporte de sedimentos y el área de drenaje en las principales cuencas tributarias. Ambos valores fueron calculados para cada sistema tributario en la estación hidrológica más cercana a la desembocadura en el río Magdalena, ya que se asume que la carga de sedimentos registrada en este punto refleja la sumatoria de todos los procesos de sedimentación y erosión que ocurren aguas arriba del sitio de aforo. El promedio del aporte

de sedimentos por unidad de área (erosión) en la cuenca del Magdalena es $689 \pm 527 \text{ t km}^{-2} \text{ a}^{-1}$. Estos valores se consideran relativamente altos (Walling & Webb, 1983; Milliman & Syvitski, 1992).

Una de las razones por las cuales este valor se considera alto, tiene que ver con las rocas sedimentarias sobre las que corren los sistemas tributarios del río Magdalena, teniendo en cuenta que estas rocas son de fácil erosión. Asimismo, actividades humanas como la minería de esmeraldas y oro aportan grandes concentraciones de sedimentos en suspensión; sin olvidar que la deforestación causa alteración de los suelos, esto se debe a que la capa vegetal es removida y como consecuencia la infiltración es pobre, se altera la estabilidad estructural de los terrenos y la escorrentía aumenta las tasas de erosión.

Canal del Dique, conducto de descarga al mar Caribe

En 1950, el gobernador de Cartagena adelantó trabajos de limpieza y conexión de las ciénagas, y por último, rompió un “dique”, palabra que se deriva del vocablo holandés para “muro”. A partir de las ampliaciones hechas en el siglo XX, y en especial, después de la triplicación de caudal a raíz de los dragados de 1981 a 1984, el viejo Canal del Dique se convirtió en un brazo artificial del Magdalena, de gran poder destructivo durante sus crecientes por la frenética fuerza de sus aguas, que llegan hasta las bahías de Barbacoas y Cartagena. Por este motivo, se debe distinguir entre el viejo, pequeño e inofensivo Canal del Dique anterior a 1923, y el canal de hoy, que es un enorme brazo artificial del río Magdalena (Mogollón, 2013).

El Canal del Dique se caracteriza por ser un cuerpo de agua rico en recursos naturales. Posee un complejo de humedales que amortiguan el flujo del canal, presentando en gran parte de su

extensión suelos inundables ricos en vegetación acuática y de gran diversidad de especies terrestres y piscícolas (Aguilera, 2006).

Está localizado en el tramo inferior del Bajo Magdalena, al norte de Colombia. Se separa del río en la población de Calamar (Bolívar), 115 km aguas arriba de la desembocadura del río en Bocas de Ceniza (Restrepo et al., 2005). De acuerdo con sus características geológicas, se divide en tres sectores: Alto Canal del Dique, Medio Canal del Dique y Bajo Canal del Dique. El Alto comprende los primeros 33 km del canal, el medio va desde los 33 a los 80 km, y el bajo incluye la Bahía de Cartagena, Barbacoas y el Parque Nacional de los Corales del Rosario y San Bernardo (Restrepo et al., 2005).

El Canal del Dique ha sido un importante patrón de drenaje del sistema fluvial, transportando la mayoría de sedimentos provenientes del río Magdalena; parte de estos están colmatando el sistema de ciénagas. La magnitud de estos depósitos aluviales es tan grande, que con el tiempo han dado origen a las llanuras aledañas al canal.

Según estudios realizados por la Universidad del Norte (LEH-LF, 2000), más del 50% de los materiales depositados en el delta de Pasacaballos son esencialmente arenas (de finas a medias) y limos. Los limos finos, arcillas y coloides que alcanzan a pasar conforman la llamada “pluma turbia” del canal, cuya cuantía se ha estimado en apenas unos 460.000 m³/año y se distribuyen por toda la bahía, en un área muy extensa; para todos los efectos prácticos, representan acumulación de espesores anuales relativamente bajos, prácticamente indetectables, por lo tanto no forman acumulaciones peligrosas desde el punto de vista de la navegación, ni a corto ni a mediano plazo.

El transporte de sedimentos afecta directamente la vida de algunos ecosistemas costeros, uno de ellos son los manglares. La importancia de

este ecosistema en la vida marina es de gran valor ecológico porque permite la retención de sedimentos y la filtración de materia orgánica, pero el exceso de sedimentación que lo ha venido alterando, está sobrepasando la capacidad que tienen los manglares para retenerla, por tanto, estos sedimentos siguen su camino hacia el mar Caribe, causando turbidez y contaminación en las aguas por la gran cantidad de sólidos en suspensión.

Manglares

Los manglares son bosques que se encuentran en los límites del continente y las aguas oceánicas. En ellos habita una gran variedad de flora y fauna silvestre. Son fuente de alimento (peces, crustáceos y otros), recursos forestales (madera para leña, postes y carbón), y de recursos no maderables (taninos y miel); así mismo, funcionan como biorremediadores de la contaminación marina (Foroughbakhch, et al., 2004). Además, tienen una alta importancia en la productividad primaria y secundaria de las aguas costeras (INE, 2005).

En el Caribe colombiano se han identificado 7 especies de mangle, las cuales son: *Rhizophora mangle*, *Rhizophora harrisonii*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus*, *Avicennia germinans*, *Pelliciera rhizophorae*, *Acrostichum aureum* (Villalba, s.f.). Debido a que este ecosistema posee alta cantidad de materia orgánica, su contenido de oxígeno disponible es bajo, y si a esto se le suma el gran aporte de sedimentos que llegan por el Canal del Dique, este elemento químico vital disminuirá aún más, propiciando un ambiente crítico para el desarrollo de la vida.

El exceso de sedimentos no es el único problema que hace que la vida en este tipo de ecosistema sea crítica; existen otras actividades antrópicas que lo alteran. Gran parte de los bosques de mangle ha sido ampliamente intervenida y degradada hasta su destrucción, como consecuencia básica

del desconocimiento de su importancia biológica (Prahl, 1989), y desde luego, por su atractivo para la explotación forestal, particularmente de los árboles del género *Rhizophora*. El desarrollo de infraestructuras urbanas e industrias camaroneras se suman a las principales causas de degradación (Díaz, 1997).

Los manglares son un bioma indispensable, si se da su destrucción, todos los sedimentos seguirían su curso hacia el mar sin ningún obstáculo, alterando el equilibrio marino.

Corales

En las aguas colombianas del Caribe, las áreas coralinas ocupan en conjunto una extensión aproximada de 1.820 km² (Díaz, s.f.). Los corales que conforman estas áreas son de gran importancia para el mundo y se encuentran en un grave peligro de deterioro ambiental, debido a la gran cantidad de sedimentos transportados desde el río Magdalena y otros factores, tanto antrópicos como naturales. Por ende, es de vital importancia conocer el funcionamiento de estos organismos imprescindibles para la vida marina.

Los corales son animales marinos que muchas veces son confundidos con piedras o plantas, esto se debe a que algunos poseen un exoesqueleto duro y otros un exoesqueleto blando, ambos formados por carbonato de calcio. Los corales que poseen exoesqueleto duro se denominan corales pétreos, regularmente relacionados con formaciones rocosas. Los corales que poseen exoesqueleto flexible y blando, llamados también corales córneos, suelen confundirse con plantas, ya que son fácilmente agitados por las corrientes de agua (Ortiz, 2005).

La parte viva de los corales se conoce como pólipo. Los pólipos tienen una estructura sencilla, formada por dos capas de tejidos y entre estas hay un material gelatinoso. Estos contienen células especializadas (células calciformes) que les permiten extraer el

carbonato de calcio que está disuelto en el agua de mar y depositarlo alrededor del pólipo para así formar el exoesqueleto que les sirve de sostén (Ortiz, 2005). Además, estos pólipos forman asociaciones simbióticas con algas microscópicas llamadas zooxantelas; estas algas se encargan del proceso fotosintético que proporciona nutrientes al coral y favorece su crecimiento.

En los corales pétreos, los pólipos tienen un cuerpo blando, con una serie de seis tentáculos (o múltiplos de 6) alrededor de una boca central. Los corales córneos tienen 8 tentáculos, o múltiplos de 8. En ambos casos, los tentáculos les sirven para atrapar animales muy pequeños que constituyen su alimento. En los tentáculos, los corales tienen células urticantes llamadas nematocistos (Ortiz, 2005).

Con este conocimiento previo acerca de los corales, es importante conocer también las consecuencias de la sedimentación sobre estos animales, que están siendo destruidos. El aumento de los sedimentos en el agua taponan progresivamente los orificios de los pólipos, impidiéndoles captar el alimento, expulsar los materiales de desecho y realizar el intercambio gaseoso (Pinilla, 2007). Igualmente, la gran cantidad de sedimentos generan turbidez en las aguas, afectando la reacción fotosintética de las zooxantelas. Todo lo anterior conduce a la muerte gradual de los corales por aumento de la sedimentación aportada por la gran cantidad de agua dulce que descarga el Canal del Dique y que es transportada hasta los corales.

Desde otra perspectiva, el aumento de aguas dulces y sedimentos está acompañado de mayores concentraciones de nutrientes, los cuales podrían promover el crecimiento de macroalgas marinas sobre el coral, transformando el paisaje submarino y provocando su muerte por la colonización que hacen estas algas sobre las estructuras coralinas (Pinilla, 2007). Tal es el caso de San Bernardo, donde se sugiere que el

deterioro alcanzó un punto tal que los corales pétreos están siendo paulatinamente desplazados y reemplazados por algas, pasando el paisaje subacuático de un predominio coralino a un predominio vegetal (Díaz et al., 2000).

La situación actual de los arrecifes coralinos en los archipiélagos de San Bernardo y de Nuestra Señora del Rosario se encuentra en avanzado estado de deterioro, dando origen a un proceso de extinción. Taxonómicamente, los órdenes de corales reportados en un estudio realizado hace algunos años fueron: Milleporina, Stylasterina, Scleractinia (López, 2000). En el 2005, las formaciones de *Acropora* spp., pertenecientes al orden Scleractinia, que antes cubrían una amplia zona en las islas, se encontraron muertas en un valor cercano al 100% y reducidas a escombros cubiertos por algas (Restrepo, 2005). Estos estudios demuestran una acelerada tasa de mortalidad en un período de cinco años, lo que debe motivar una intervención ambiental inmediata y efectiva, aunque se debe tener en cuenta que se trata de un problema nacional, debido a que estos sedimentos provienen de aguas arriba del río Magdalena. Por estos motivos, se deben tomar medidas nacionales que fomenten la conciencia ambiental y el cuidado de nuestros ríos. Adicionalmente, los intereses económicos -en la mayoría de los casos- no tienen en cuenta el impacto ambiental que se genera al realizar actividades industriales que alteran los causes de los ríos.

El cuidado de los corales de las islas del Rosario y de San Bernardo compete a toda la población y no solamente a las autoridades ambientales. El turismo en estas islas produce problemas en los ecosistemas marinos; actividades como el buceo, sin la debida instrucción a sus practicantes, ocasionan maltrato del ecosistema. La demanda de insumos para la construcción de hoteles, crea la necesidad de extraer materiales cercanos para evitar costos de transporte. Los materiales que así se utilizan provienen de los arrecifes de coral. De igual forma, los corales son usados

en los comercios locales, donde los turistas los compran como recuerdos. Otro factor que afecta el deterioro acelerado de este ecosistema es la sobrepesca con artefactos destructivos, como la dinamita y redes de arrastre. A parte de esto, el mal diseño de las redes de alcantarillado provoca descargas directas al mar, tanto de aguas negras como de aguas continentales, generando estrés adicional en los corales.

Dejando atrás las causas de destrucción provocadas por el hombre, las procedencias naturales también juegan un papel importante en este proceso de destrucción coralina. El calentamiento de la atmósfera y el fenómeno de El Niño inciden directa o indirectamente en el deterioro coralino, causando blanqueamiento de los corales. Los huracanes también aportan su parte en este proceso de degradación, ya que sus vientos provocan oleajes de gran fuerza que golpean los corales (Vives de Andreis, s.f.).

La pérdida de este ecosistema provoca la desaparición de otros, afectando la biodiversidad marina del país, por lo cual se hace necesario tomar medidas efectivas que contrarresten los efectos de la sedimentación. Estas medidas se deben enfocar principalmente en educar comunidades y hacerlas tomar conciencia del impacto que generan ciertas actividades sobre los corales y zonas contiguas a estos.

Resultados

Este artículo busca reflejar una problemática que viene creciendo a medida que el tiempo pasa y la humanidad evoluciona alrededor de los ríos. La gran cantidad de sedimentos producidos altera una variedad significativa de ecosistemas, como los mencionados durante el desarrollo de este escrito.

Dando más relevancia a soluciones ambientalmente sostenibles, se puede contemplar la reforestación de toda la zona. Esta reforestación sería a gran escala y requeriría un

compromiso por parte de la población y de las industrias. Otro aspecto a considerar son las montañas que tienen influencia en el río, que por su topografía, son susceptibles a la erosión producida por efecto de las lluvias; por tal razón es vital la adecuación de cobertura vegetal que evite la producción de más sedimentos.

Desde una perspectiva educativa, se debe dar a conocer a las comunidades y a las industrias que tienen predominio sobre el río, la importancia de este gran afluente y el efecto que generan en él sus actividades.

Conclusiones

El río Magdalena es una de las arterias fluviales que más sedimentos aportan al mar Caribe, esto se debe principalmente a la gran concentración de poblaciones que habitan alrededor del cauce. Por tal motivo, la producción de sedimentos arrojados al río nunca se va a detener, pero sí puede ser disminuida para mitigar su impacto en este ecosistema.

La sedimentación es el agente principal de deterioro de los corales, aunque se debe tener en cuenta que no es el único, ya que existen causas antrópicas y naturales que también contribuyen en este proceso. Por ende, si en un futuro se llegara a dar solución completa al problema principal, no es garantía de que este ecosistema detenga su deterioro.

Ecosistemas costeros como el manglar contribuyen al buen estado de los corales. Se deben tomar medidas para la protección de los manglares, ya que cumplen un papel fundamental en el buen mantenimiento de la salud marina.

Los corales son de gran importancia en la cadena trófica y en los procesos marinos que involucran la salud de las aguas, por lo cual su conservación debe ser una prioridad para la población y las autoridades ambientales del país. Finalmente,

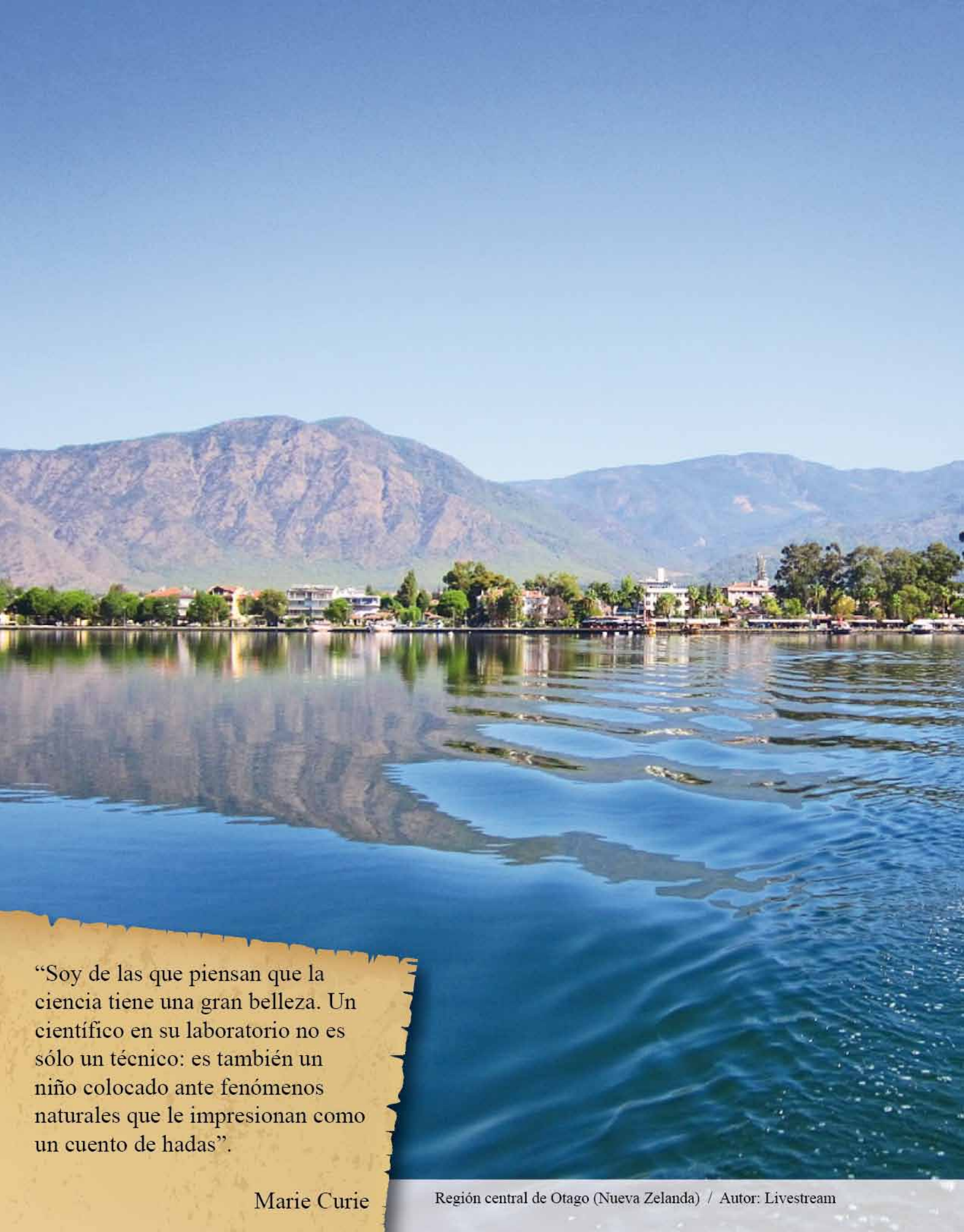
se recomienda la actualización de los estudios sobre los temas tratados para así determinar el estado actual de los corales.

Referencias

- Aguilera, M. M. (2006). *El Canal del Dique y su subregión: una economía basada en la riqueza hídrica*. Recuperado de [http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/DTSER-72_\(VE\).pdf](http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/DTSER-72_(VE).pdf)
- Bak, R. (1978). Lethal and Sublethal Effects of Dredging on Reef Corals. *Marine Pollution Bulletin*, 9 (1), 14-16.
- Díaz, J. M. (s.f.). *Evaluación de los arrecifes coralinos y praderas de pastos marinos en el Caribe colombiano*. Recuperado de http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/T13Evaluacion_de_arrecifes_y_pastos.PDF
- Díaz, J. M., Barrios L., Cendales, J., Garzón, J., Geister, J., López, M., Ospina, G., Parra, F., Pinzón, J., Vargas, B., Zapata, F. & Zea, S. (2000). Áreas coralinas de Colombia. *Serie de publicaciones especiales de INVEMAR*, 8, 175.
- Díaz, G. (1997). *Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad en Colombia - Ecosistemas marinos y costeros*. Recuperado de <http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/2200IEAMC1997.pdf>
- IDEAM, 2003 (s.f.). *River Database of the Magdalena Drainage Basin*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Bogotá, Colombia.

- INE, Semanart, (2005). *Evaluación preliminar de las tasas de pérdida de superficie de manglar en México*. Recuperado de http://www.inecc.gob.mx/descargas/con_eco/informe_manglar.pdf
- LEH-LF. (2000). Manejo de los sedimentos de la desembocadura del Canal del Dique en la bahía de Cartagena – Una primera aproximación sobre la viabilidad de uso de las lengüetas de Pasacaballos. *Laboratorio de Ensayos Hidráulicos de Las Flores*.
- López, M. & Díaz, J. M. (2000). Morfología y estructura de las formaciones coralinas del Archipiélago de San Bernardo, Caribe colombiano. *Revista académica colombiana de ciencias*, 24 (91), 219-230.
- Milliman, J. D. & Meade, R. H. (1983). World-wide Delivery of River Sediment to the Oceans. *Journal of Geology*, 91 (1), 1-21.
- Milliman, J. D. (1990). Fluvial Sediment in Coastal Seas: Flux and Fate. *Nature and Resources*, 26, 12-22.
- Milliman, J. D., & Syvitski, P. M. (1992). Geomorphic/tectonic Control of Sediment Transport to the Ocean: the Importance of Small Mountainous Rivers. *Journal of geology*. Vol. 100, pp. 525-544.
- Mogollón, J. V. (2013). *El Canal del Dique, historia de un desastre ambiental*. Bogotá: El Áncora Editores.
- Ortiz, A. (2005). Los arrecifes de coral. Puerto Rico: Sea Grant.
- Prahl, H.V. (1986). Crustáceos decápodos asociados a diferentes hábitats de la ensenada de Utría, Chocó, Colombia. *Actualidades Biológicas. Actualidades biológicas*, 15 (57), 95-99.
- Pinilla, G., Gutiérrez, A. & Ulloa, G. (2007). *Efectos ecológicos de la derivación de aguas y sedimentos hacia la bahía de Barbacoas*. Recuperado de http://www.bdigital.unal.edu.co/3490/1/Estudio_Ecol%C3%B3gico_de_la_derivaci%C3%B3n_de_aguas_y_sedimentos_del_Canal_del_Dique_hacia_la_bah%C3%ADa_de_Barbacoas.pdf
- Restrepo, J. & Kjerfve, B. (2000a). Water Discharge and Sediment Load from the Western Slopes of the Colombian Andes with Focus on Río San Juan. *Journal of Geology*, 108, 17-33.
- Restrepo, J. & Kjerfve, B. (2000b). Magdalena River: Interannual Variability (1975-1995) and Revised Water Discharge and Sediment Load Estimates. *Journal of Hydrology*, 235, 137-149.
- Restrepo, J. D., Alvarado, M., Armenteras, D., Díaz, J. M., García, C., Garzón, J., Hermelín, M., López, E., Martínez, J. I., Miranda, J., Restrepo, J. C., Rodríguez, N., & Zapata, P. (2005). *Los sedimentos del río Magdalena: Reflejo de la crisis ambiental*. Medellín: Fondo Editorial Universidad EAFIT.
- Restrepo, J. & Kjerfve, J. (2006). Factors Controlling Sediment Yield in a Major South American Drainage Basin: the Magdalena River, Colombia. *Journal of Hydrology*. 316, 213-232.

- Snow, J. (1976). *The climate of northern South America: Colombia*. Amsterdam: Schwerdtfeger, W.
- Suárez, C., Rengifo, B., Martí, A., & Cárdenas, V. (2002). *Colombia: historia, geografía, arte, atlas universal y de Colombia*. Colombia: Grupo Editorial Norma.
- Villalba, J.C. (s.f.). *Los manglares en el mundo y en Colombia - Estudio descriptivo básico*. Recuperado de <http://www.sogeocol.edu.co/documentos/Manglares.pdf>
- Vives de Andreis, J. B. (s.f.). *Problemática de deterioro y conservación de los arrecifes coralinos en Colombia*. Recuperado de https://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Biodiversidad/241012_Cap5_Areas_Coralinas_Colombia_Inv.pdf
- Walling, D. & Webb, B. (1983). *Patterns of Sediment Yield*. UK: Gregory, K.



“Soy de las que piensan que la ciencia tiene una gran belleza. Un científico en su laboratorio no es sólo un técnico: es también un niño colocado ante fenómenos naturales que le impresionan como un cuento de hadas”.

Marie Curie

Región central de Otago (Nueva Zelanda) / Autor: Livestream