



Investigadora de la Fundación Promar y presidente de la Fundación Verde Agua (marisol.acaballero@gmail.com)



Coordinador Plan de Gestión Ambiental de la Terminal de Contenedores de Moín, Centro Científico Tropical-CCT (jaimeecheverria@gmail.com)



Investigador y coordinador del programa de Cetáceos, Asociación Ambiental VIDA (frankgarita@gmail.com)



Investigador y director ejecutivo de la Fundación Promar (jrodriguez@fundacionpromar.org)

Monitoreo de cetáceos en el Caribe Central de Costa Rica

..... **Marisol Amador-Caballero, Jaime Echeverría-Bonilla, Frank Garita-Alpizar y Javier Rodríguez-Fonseca**



Los cetáceos, incluidas las ballenas, delfines y papiotes, son un grupo de mamíferos marinos adaptados a la vida acuática, con 90 especies distribuidas en todo el mundo (Perrin & Brownell Jr., 2013). Estos mamíferos han llamado la atención de los seres humanos desde la antigüedad y por décadas se ha estudiado su comportamiento. En los últimos años, los estudios se han focalizado en sus formas de comunicación y en como los afectan los impactos de las actividades humanas. Los cetáceos son especies acústicas por naturaleza que producen una amplia gama de intensidades y frecuencias de sonido. Esto lo hacen tanto con fines sociales y reproductivos como para alimentación e identificación del entorno (tipo sonar), particularmente en profundidades donde la luz del sol comienza a faltar o bien en aguas de alta turbidez (Carwardine, 1995; Jefferson *et al.*, 1994).

Es por esto que la contaminación acústica provoca interferencias en sus actividades vitales e incluso daños físicos (oído medio y sistema respiratorio) permanentes y hasta letales (Bailey *et al.*, 2010; Wartzok *et al.*, 2003-2004). En este sentido, uno de los impactos de origen humano más



Volver al índice

relevantes, si bien no el único, es el nivel de ruido oceánico o subacuático.

Costa Rica tiene cerca el 31 % de la diversidad mundial del grupo de cetáceos, lo que significa al menos 28 especies (Rodríguez-Fonseca, 2001; May-Collado *et al.*, 2005). De acuerdo con Rodríguez-Fonseca (2001) hay 8 especies confirmadas de estos mamíferos en el Caribe del país, de las cuales dos no están en el Pacífico: el delfín tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) y el delfín manchado del Atlántico (*Stenella frontalis*). Posteriormente, Palacios-Alfaro (2010) registró por primera vez el cachalote pigmeo (*Kogia sima*) en el sector de Gandoca-Manzanillo, que ya se conocía para el Pacífico. También hay varios informes de encallamientos que suman un total de 10 casos que han involucrado al menos 4 especies (Rodríguez-Fonseca & Cubero-Pardo, 2001; D. Chacón

com. pers., 2012). En general, hay poca información disponible, estando los estudios relacionados principalmente con el delfín bufeo y el tucuxi y predominando aspectos de ecología, comportamiento y patrones de producción de sonidos (May-Collado, 2010).

Como parte del Plan de Gestión Ambiental del proyecto de construcción de la Terminal de Contenedores de Moín, se llevó a cabo un monitoreo de cetáceos abarcando el Área del Proyecto (AP) y sus Áreas de Influencia Directa (AID) e Indirecta (AII). Los objetivos fueron generar información sobre las especies del Caribe Central, su distribución y comportamiento, así como evaluar el efecto del ruido generado por algunas actividades de la construcción de la nueva terminal y especialmente el hincado de pilotes.



Marisol Amador-Caballero. Cetáceos en el área del proyecto.

El monitoreo se efectuó de mayo del 2015 hasta junio del 2016 utilizando el método de muestreo de transectos lineales (Altmann, 1974) (Figura 1). El recorrido total tenía una duración entre 6 y 7 horas al día por 5 días al mes, iniciando frente a la boca del río Matina y concluyendo frente a la boca del río Cieneguita. Al inicio y al final de cada transecto y cuando se avistaba algún cetáceo, se tomaron

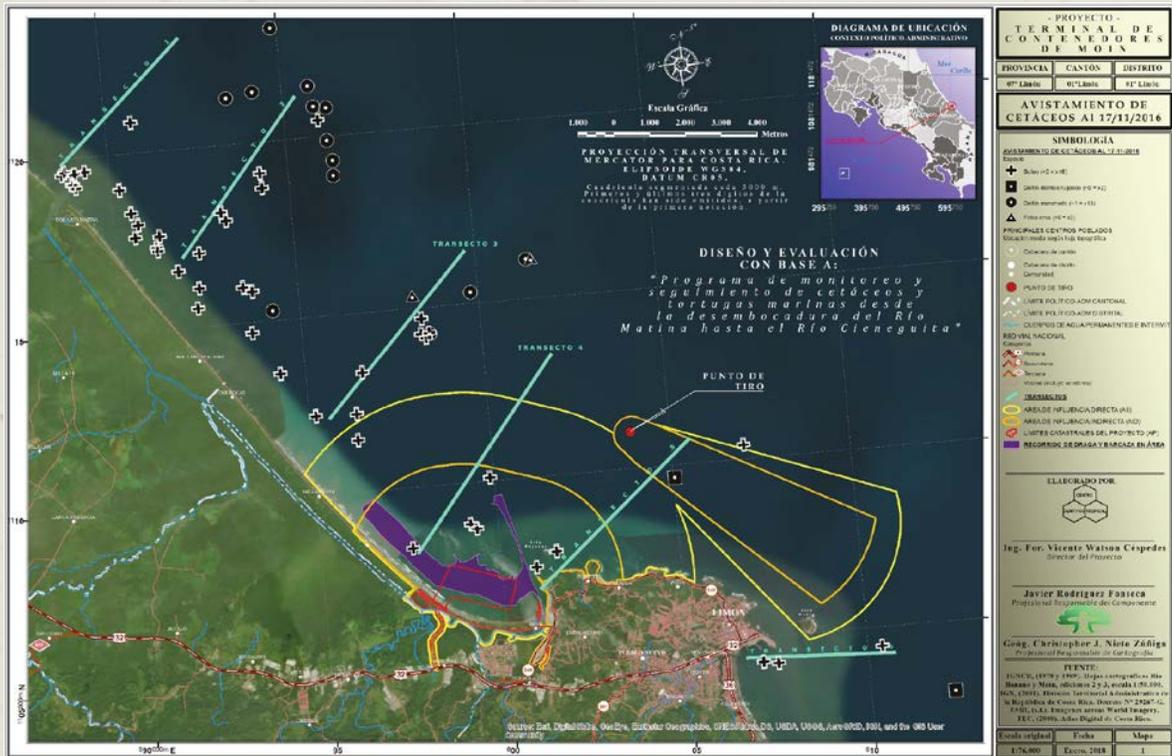


Figura 1. Mapa que muestra los transectos y los avistamientos

las coordenadas de posición, temperatura y profundidad del agua, grabaciones subacuáticas, así como el comportamiento de los animales en el momento del avistamiento (Shane, 1990; Würzig & Würzig, 1979). Los niveles de ruido oceánico actuales en las AID, AD y AP, se midieron tanto en intensidad (decibeles, db) como en frecuencia (hercios, Hz). Asimismo, esta información se evaluó en relación con los niveles conocidos de afectación del ruido oceánico en la presencia y distribución de cetáceos (Wartzok *et al.*, 2002-2003).

Además, en cada avistamiento de mamíferos marinos, se realizó foto-identificación (F-ID), con fotografía de precisión, para identificar a cada individuo

(delfín o ballena) dentro de un grupo específico (Würzig & Jefferson, 1990). Esto permitió determinar el tamaño de la población y determinar si son residentes de las diferentes especies de cetáceos observadas en la zona (Benmessaud *et al.*, 2013; Rossi-Santos, 2007).

Durante todo el período de muestreo se recorrieron 4 795 km, el tiempo de observación acumulado fue 432 horas, mientras que el área aproximada cubierta durante cada recorrido diario fue 170 km². Se contabilizaron un total de 64 avistamientos y cuatro especies diferentes (Cuadro 1). Nótese como el delfín bufeo o nariz de botella (*Tursiops truncatus*) acapara el 71,8



Frank Garita-Alpizar. Documentación de cetáceos en el área del proyecto.

% del total. En el caso del delfín de dientes rugosos, los dos avistamientos corresponden a los primeros de esta especie en el Caribe de Costa Rica¹.

Los cetáceos tienden a ser especies muy sociales por lo que con frecuencia viven en grupos. Se ha observado en diferentes estudios que para las especies que viven cerca de la costa los grupos sociales son más pequeños mientras que en las especies que viven en alta mar o más lejos de la costa, los grupos son más grandes (Carwardine, 1995; Jefferson *et al.*, 1994; Leatherwood & Reeves, 1983). En esta investigación se encontró coincidencia con esos patrones generales ya que, a mayor

profundidad, mayor es el tamaño de grupo. El delfín manchado mostró el tamaño de grupo promedio más grande y el delfín bufeo el más pequeño.

Durante los avistamientos la profundidad promedio máxima fue de 228 m y la mínima de 24,7 m. El delfín bufeo es más común en aguas poco profundas, muy costeras y las tres especies restantes en aguas más profundas como se observa en el **Cuadro 1**. Esto también es consistente con lo observado en otras regiones del Caribe y del Atlántico Tropical en general (Jefferson *et al.*, 1994; Shirihai y Jarrett, 2006). La plataforma continental en Moín es corta y desciende abruptamente hacia la zona abisal. Por ejemplo, en la parte final de los transectos 2 y 3 (entre 10°05' y 10°08') hay profundidades de 470 m y 290 m respectivamente. La carta náutica

¹ En el Pacífico es una especie oceánica (mar abierto) común y en ocasiones se puede observar cerca de la costa (Martínez-Fernández *et al.*, 2011; May-Collado *et al.*, 2005; Rodríguez-Fonseca, 2001).

Cuadro 1. Tamaño de grupo y profundidad/avistamiento e individuos fotografiados

Especies registradas	Número de avistamientos y % del total	Tamaño promedio de grupo estimado	Profundidad promedio (m)	Individuos fotografiados (recapturas)
Delfín bufeo o nariz de botella (<i>Tursiops truncatus</i>)	46 (73,0)	6,2 individuos	24,7	75 (19)
Delfín manchado del Atlántico (<i>Stenella frontalis</i>)	14 (21,8)	14,1 individuos	162,1	44 (6)
Delfín de dientes rugosos (<i>Steno bredanensis</i>)	2 (3,1)	14,0 individuos	44,0	18 (6)
Falsa orca (<i>Pseudorca crassidens</i>)	2 (3,1)	24,0 individuos	228,0	11 (0)
Total	64 (100)			148 (31)

indica la existencia un cañón profundo de ancho muy variable en ese sector. Esto podría favorecer la presencia de especies oceánicas o de mayores profundidades en áreas cercanas a la costa, aunque no sea de forma regular.

Usando la fórmula de Rossi-Santos (2007), se determinó que tanto el bufeo (*Tursiops truncatus*), con un valor de 7,35 %, como el delfín manchado (*Stenella frontalis*) con un 8,82 %, muestran algún grado de residencia en la zona. Con base en Benmessouady *et al.* (2013), se considera que el bufeo tiene una población/subpoblación en la zona de al menos unos 75 individuos y el manchado de 44 individuos.

También, es importante evaluar el efecto del ruido sobre las poblaciones de cetáceos en el Caribe costarricense en el contexto de la gestión ambiental. Inicialmente, se pronosticó que el ruido subacuático (tanto frecuencia como intensidad) provocado durante la construcción

de la terminal, por ejemplo, el hincado de pilotes, tendría un efecto negativo sobre los avistamientos de cetáceos.

Aplicando un análisis de varianza de dos vías los resultados preliminares contradicen este supuesto, es decir, no se encontró relación entre el nivel de ruido subacuático y el número de avistamientos. Sin embargo, se encontró una leve relación positiva entre ruido y el número de avistamientos durante el período cuando se realizó el hincado de pilotes.

Lo anterior puede tener varias explicaciones, y estar relacionado con factores que habría que investigar con mayor detalle. Sin embargo, el hincado de pilotes se hizo en seco (no directamente sobre el fondo marino), lo que redujo el nivel de ruido. Por otra parte, en los transectos más lejanos al área portuaria de Moín-Limón se concentran la gran mayoría de los avistamientos, 51 de ellos (80,9 % del total). Ninguno de los dos transectos correspondientes a las áreas portuarias



Marisol Amador-Caballero. Cetáceos en el área del proyecto.

llega a acumular individualmente el 10 % del total de los avistamientos. Los avistamientos de cada especie, tienden a ocurrir en promedio a 9,6 km de distancia. Los avistamientos del delfín manchado son los que promediaron mayor distancia y es la especie en que los avistamientos tienden a estar más lejos del AP (11,7 km).

Estos resultados se deben contextualizar considerando que la actividad portuaria en la bahía de Moín se ha desarrollado desde varias décadas atrás, incluyendo los puertos de Moín, administrados uno por la Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE) y el otro por la

Junta de Administración Portuaria y de Desarrollo Económico de la Vertiente Atlántica (JAPDEVA), mientras que al otro lado de punta Moín se encuentra el muelle de Limón (también conocido como Muelle de El Alemán). Estas son áreas con altos niveles de ruido oceánico, con muy baja frecuencia de avistamientos de cetáceos, incluso desde antes de la construcción de la nueva terminal. El promedio total de avistamientos mensuales en esas áreas es de 0,23, mientras que el promedio total de los restantes transectos más lejanos es de 0,95, es decir, cuatro veces más.

Referencias

- Altmann, J. (1974). Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49, 267-277.
- Bailey, H., Senior, B., Simmons, D., Rusin, J., Picken, G. y Thompson, P.M. (2010). Assessing underwater noise levels during pile-driving at an offshore windfarm and its potential effects on marine mammals. *Marine Pollution Bulletin*, 60, 888-897
- Benmessaoud, R., Cherif, M. y Bejaoui, N. (2013). Baseline data on abundance, site fidelity and association patterns of common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) off the northeastern Tunisian coast (Mediterranean Sea). *Journal of Cetacean Research Management*, 13(3), 211-220
- Carwardine, M. y Camm, M. (1995). Whales, dolphins and porpoises. DK Publishing (New York) and Dorling Kindersley Ltd (London). 256 p.
- Jefferson, T.A., Leatherwood, S. y Webber, M.A. (1994). Marine Mammals of the World. FAO Species Identification Guide. UNEP/FAO, Roma. 320 p.
- Krebs, C. J. (1985). Ecología: Estudio de la distribución y la abundancia. Harla Ediciones, México D.F. 753 p.
- Leatherwood, S. y Reeves, R.R. (1983). Whales and dolphins. Sierra Club, San Francisco. 302 p.
- Martínez-Fernández, D., Montero-Cordero, A. y May-Collado, L. (2011). Cetáceos de las aguas costeras del Pacífico Norte y Sur de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 59(1), 283-290.
- May-Collado, L. J. (2010). Changes in whistle structure of two dolphin species during interspecific associations. *Ethology*, 116, 1065-1071.
- May-Collado, L. J., Gerrodette, T., Calambokidis, J., Rasmussen, K. y Sereg, I. (2005). Patterns of Cetacean sightings distribution in the Pacific Exclusive Economic Zone of Costa Rica, based on data collection between 1979-2001. *Revista de Biología Tropical*, 53, 249-263.
- Palacios, J.D. (2009). First record of the dwarf sperm whale (*Kogia sima*) in Caribbean waters of Costa Rica. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 7(1-2), 103.
- Perrin, W. y Brownell Jr., R. L. (2013). Proposed 2013 updates to the IWC List of Recognised Species of Cetaceans. SC/65a/001. International Whaling Commission (IWC), Scientific Committee. 4 p.
- Rodríguez-Fonseca, J. (2001). Diversidad y distribución de los Cetáceos de Costa Rica (Cetacea: Delphinidae, Physeteridae, Ziphiidae y Balaenopteridae). *Revista Biología Tropical*, 49 (Supl. 2), 135-143.
- Rodríguez-Fonseca, J. y Cubero-Pardo, P. (2001). Marine mammal strandings in Costa Rica 1966-1999. *Revista Biología Tropical*, 49, 667-672.
- Shane, S.H. (1990). Behaviour and ecology of the bottlenose dolphin at Sanibel Island, Florida. Pp: 245-266. In: The bottlenose dolphin. S. Leatherwood and R. R. Reeves (editors). Academic Press Inc., San Diego, California, USA. 641 p.
- Shirihai, H. y Jarrett, B. (2006). Whales, dolphins and other marine mammals of the world. Princeton University Press. Princeton, New Jersey, USA. 384 p.
- Wartzok, D., Popper, A.N., Gordon, J. y Merrill, J. (2003/2004). Factors affecting the responses of marine mammals to acoustic disturbance. *Marine Technology Society Journal*, 37(4), 4-13.
- Würzig, B. y Würzig, M. (1979). Behavior and ecology of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in the South Atlantic. *Fishery Bulletin*, 77, 339-412.
- Würzig, B. y Jefferson, T. (1990). Methods of Photo-Identification for Small Cetaceans. *Report for Scientific Comité of the International Whaling Commission*, 12 (Special Issue): 43-52.