



Evaluación de los posibles impactos del proyecto de gas natural licuado en ballenas y delfines del Golfo de California

MAREA

(Mar y Educación Ambiental)



ÍNDICE

- 4** El Golfo de California, "El Acuario del Mundo":
descripción e importancia
- 6** Caracterización de las principales especies
de ballenas en el Golfo de California
- 11** Importancia de las ballenas en el ecosistema marino
- 12** Proyecto Gasoducto Sierra Madre y Terminal
de Licuefacción Saguaro en Puerto Libertad, Sonora
- 13** Impactos causados por este tipo de proyectos
y casos de estudio
- 17** Conclusiones
- 18** Referencias

RESUMEN

Este documento evalúa los posibles impactos del Proyecto de Gas Natural Licuado en ballenas y delfines del Golfo de California (GDC). El proyecto busca transportar gas a través del GDC mediante buques, lo que podría tener efectos graves en la biodiversidad de esta área, especialmente en los cetáceos. El GDC alberga el 39% de los mamíferos marinos del mundo y es un área clave para ballenas y delfines, muchos de los cuales son residentes que dependen exclusivamente de estas aguas para su alimentación, crianza y reproducción; otras especies migratorias también utilizan el Golfo de manera temporal para actividades esenciales.

Los impactos potenciales incluyen: **1)** Colisiones: el incremento del tráfico marítimo podría aumentar significativamente la mortalidad de ballenas debido a colisiones con embarcaciones, riesgo que se amplifica cuando las rutas de navegación se superponen con áreas críticas para las ballenas; **2)** Contaminación acústica: los ruidos submarinos pueden interferir con la comunicación y el comportamiento de los cetáceos; **3)** Cambio climático: las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por el proyecto acelerarían el cambio climático global, aumentando la amenaza que esto ya de por sí representa para las ballenas.

Este proyecto representa una grave amenaza para el GDC y las ballenas, con el potencial de causar daños irreparables. Ahora más que nunca, es crucial actuar para proteger este invaluable ecosistema antes de que sea demasiado tarde.

EL GOLFO DE CALIFORNIA, "EL ACUARIO DEL MUNDO": DESCRIPCIÓN E IMPORTANCIA

El Golfo de California es un entorno de belleza natural inigualable y riqueza biológica extraordinaria. Es una extensión del Océano Pacífico ubicada entre la Península de Baja California y los estados de Sonora y Sinaloa. Tiene 1,126 km de largo y de 48 a 241 km de ancho, ocupando una extensión de más de 267,000 km² (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, n.d.).

El Golfo de California es uno de los lugares con mayor biodiversidad marina en el mundo y es considerado como un área de importancia para la conservación (Enrique Andrade *et al.*, 2005; Lluch-Cota *et al.*, 2007). El famoso oceanógrafo Jacques Cousteau nombró a este paraíso como "El Acuario del Mundo", debido a sus aguas cristalinas y alta riqueza, abundancia y biodiversidad marina (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, n.d.). El Golfo de California posee 922 islas, alberga 900 especies de peces de las cuales 90 son endémicas; el 39% de los mamíferos marinos del mundo, 4,500 especies de invertebrados marinos, es hábitat para 181 especies de aves marinas y seis especies de tortugas marinas (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, n.d.). Esta combinación de factores lo convierte en un santuario natural de importancia crítica para la biodiversidad.

Los procesos oceanográficos únicos del Golfo de California sustentan una alta productividad en sus aguas (Lavín y Marinone, 2003), lo que resulta en una red alimentaria compleja (Díaz-Uribe *et al.*, 2012) y una notable biodiversidad (Lluch-Cota *et al.*, 2007). Además, el golfo provee hábitats esenciales para la reproducción

y crianza de numerosas especies (Soria *et al.*, 2013) y genera una producción pesquera que representa alrededor de la mitad de la captura total de México (Brusca, 2010). Estas características excepcionales han llevado a que el Golfo de California sea considerado un "hotspot" de biodiversidad, albergando un total de 12,105 especies de flora y fauna (Morzaria-Luna *et al.*, 2018).

El Golfo de California y el Pacífico Mexicano han sido objeto de múltiples iniciativas de conservación debido a las amenazas a las que se enfrenta, como la minería (SEMARNAT, 2018), la expansión de megaproyectos turísticos (como los megacruceros fondeados en la Bahía de la Paz) (García y Hernández, 2021) y la extracción de sales y minerales (López y Martínez, 2023). Muchas de estas amenazas han sido combatidas con éxito mediante la intervención del gobierno por presión de los ciudadanos, implementación de regulaciones y la designación de áreas protegidas. En 2005, la UNESCO reconoció la importancia del Golfo de California al inscribir las Islas y Áreas Naturales Protegidas de esta región como Patrimonio Mundial Natural de la Humanidad (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, n.d.). Esta designación subraya la relevancia del Golfo y refuerza los esfuerzos continuos para preservar este invaluable ecosistema frente a desafíos ambientales cada vez mayores.

CARACTERIZACIÓN DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE BALLENAS EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

El Golfo de California alberga el 39% de los mamíferos marinos del mundo, y el 80% de los mamíferos marinos presentes en México (Niño-Torres, 2011; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, n.d.).

Existen 36 especies registradas en el Golfo de California, agrupadas en 11 familias: *Otariidae* (2 especies; lobo marino y lobo fino), *Phocidae* (2; foca común y elefante marino), *Balaenopteridae* (6; Rorcuales), *Balaenidae* (1; ballena franca), *Eschrichtiidae* (1; ballena gris), *Physeteridae* (1; cachalote), *Kogiidae* (2, cachalote enano y cachalote pigmeo), *Ziphiidae* (6; zífidos y mesoplodontes), *Delphinidae* (13; delfines), *Phocoenidae* (1; vaquita marina) y *Vespertilionidae* (1; murciélago pescador; Niño-Torres, 2011). En México, todos los cetáceos están incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que establece las especies de flora y fauna silvestres en riesgo y se encuentran bajo protección especial (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2010).

ORDEN Cetacea

SUBORDEN Mysticeti

FAMILIA Balaenopteridae

Balaenoptera acutorostrata (Ballena minke)

Balaenoptera borealis (Rorcual de Rudolphi, Ballena Sei)

Balaenoptera edeni (Rorcual tropical, Ballena de Bryde, Ballena sardinera)

Balaenoptera physalus (Rorcual común, Ballena de aleta)

Balaenoptera musculus (Ballena azul)

Megaptera novaeangliae (Ballena jorobada)

FAMILIA *Eschrichtiidae*

Eschrichtius robustus (Ballena gris)

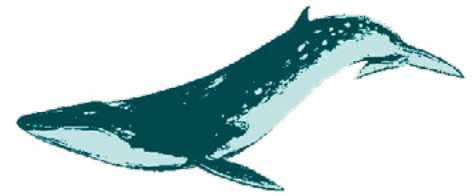
FAMILIA *Balaenidae*

Eubalaena japonica (Ballena franca)

BALAENOPTERA EDENI

• **Rorcual tropical** •

El Rorcual tropical se encuentra en aguas tropicales, subtropicales y templadas a nivel global (Reeves *et al.* 2002). Se ha propuesto la existencia de dos poblaciones en el Golfo de California: una residente, que ha mostrado la presencia de crías durante todo el año, y otra asociada a la población del Pacífico Oriental Tropical (Tershy *et al.*, 1990; Urbán y Flores-Ramírez, 1996). La estimación más reciente sugiere que alrededor de 400 individuos habitan esta región (Niño-Torres *et al.*, 2011). En el Golfo, estos cetáceos se alimentan principalmente de sardinas del Pacífico, macarelas y eufáusidos (Tershy, 1992; Gendron, 1993; Urbán y Flores-Ramírez, 1996). A lo largo de los años, se han observado variaciones en la presencia de los rorcuales de Bryde en Bahía de La Paz, lo que se relaciona con la disponibilidad de alimento y la variabilidad climática (Tershy *et al.*, 1990; 1993).



Estos estudios destacan la importancia crítica del Golfo de California para esta población, ya que, al ser residentes, realizan en esta región todas sus actividades esenciales, como la alimentación y la reproducción y crianza, convirtiendo al Golfo de California en un área clave para su supervivencia.

BALAENOPTERA PHYSALUS

• **Rorcual común** •

El rorcual común tiene una distribución cosmopolita, pero en el Golfo de California existe una población única y aislada (Urbán-Ramírez, 1997). Esta población es residente, lo que significa que no migra hacia el Pacífico, sino que permanece en el Golfo durante todo el año (Jiménez



López *et al.*, 2019). Con aproximadamente 300 individuos, esta población presenta una baja diversidad genética (Urbán-Ramírez, 1997). En el Golfo de California, los rorcuales se alimentan principalmente de eufáusidos, y en menor medida de copépodos, peces y cefalópodos (Niño-Torres *et al.*, 2011). Además, se ha identificado un área de crianza en esta región, con mayor presencia de ballenas adultas y crías durante la primavera y el verano (Jiménez López *et al.*, 2022). Durante la temporada fría, se concentran en el Corredor Loreto-La Paz, desplazándose hacia el norte en la temporada cálida. Este aislamiento y residencia en el Golfo los hacen vulnerables a amenazas naturales y antropogénicas, por lo que están clasificados como “En Peligro de Extinción” y protegidos bajo el Apéndice I de CITES (IUCN, 2024).

Estos estudios destacan la importancia crítica del Golfo de California para esta población, ya que, al ser residentes, realizan en esta región todas sus actividades esenciales, como la alimentación y la reproducción y crianza, convirtiendo al Golfo de California en un área clave para su supervivencia y recuperación.

BALAENOPTERA MUSCULUS

• Ballena azul •

La ballena azul es el animal más grande del planeta, llega a medir hasta 30 m de longitud y pesar 180 toneladas (SEMARNAT, 2018). La población del



Pacífico Norte Oriental (PNO) migra desde los mares fríos del Pacífico norte hacia el Golfo de California durante los meses de invierno, donde permanecen principalmente entre diciembre y abril, aunque se han reportado avistamientos esporádicos a lo largo del año, sugiriendo una posible población residente (Gendron, 2002; Ugalde de la Cruz, 2008; Calambokidis *et al.*, 2015).

En el Golfo de California, las ballenas azules se alimentan principalmente de langostilla, buscando aguas de alta productividad que les proporcionen suficientes recursos para mantener su enorme tamaño corporal (Branch *et al.*, 2007; Mercado-Santana *et al.*, 2017; Reilly & Thayer, 1990; Goldbogen *et al.*, 2011). Además, se ha documentado que estas aguas sirven como zonas de crianza, con frecuentes avistamientos de hembras acompañadas de crías (Sears *et al.*, 2013; Gendron, 2002).

La población de ballenas azules del PNO se estima en alrededor de 1,647 individuos y se encuentran en peligro de extinción (Calambokidis & Barlow, 2013; IUCN,

2024). Parte de esta población migra al Golfo de California, donde se estimó una abundancia de 200 ballenas en promedio durante 1994-2006 (Ugalde De La Cruz, 2008). Mediante censos anuales realizados desde 1993, se ha generado un historial de avistamientos de 621 individuos en el suroeste del golfo (Gendron Cruz, 2012).

MEGAPTERA NOVAEANGLIAE

• Ballena jorobada •

La ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) es una especie migratoria que recorre grandes distancias entre sus áreas de alimentación y reproducción. El Golfo de California es una zona clave para la reproducción de esta especie, con avistamientos documentados entre diciembre y abril, que coinciden con la temporada de cría (Castro-Prieto *et al.*, 2022). Las ballenas jorobadas utilizan las cálidas y protegidas aguas del Golfo de California para dar a luz y cuidar a sus crías, un comportamiento vital para la supervivencia de la especie (Hoyos-Padilla *et al.*, 2021). En estas aguas, también se observan comportamientos sociales como el canto de los machos, que juegan un papel en el apareamiento (Martínez-Aguilar *et al.*, 2020). La población de ballenas jorobadas en el Pacífico oriental se estima en más de 18,000 individuos, una cifra que ha aumentado gracias a las medidas de conservación implementadas en las últimas décadas (NOAA, 2021). En el Golfo de California, la ballena jorobada se observa más comúnmente en Baja California Sur y en Nayarit, aunque también hay reportes en Sonora, Sinaloa y en la parte central del Golfo (Niño-Torres *et al.*, 2011).



ESCHRICHTIUS ROBUSTUS

• Ballena gris •

La ballena gris, conocida por su larga migración, también depende del Golfo de California para completar su ciclo de vida. Estas ballenas migran desde las frías aguas del Ártico hacia las lagunas costeras del Pacífico Mexicano,



donde se encuentran sus áreas de reproducción y crianza (Guerrero-Ruiz *et al.*, 2022). Las lagunas, como la Laguna San Ignacio, proporcionan un entorno seguro para que las hembras den a luz y cuiden a sus crías antes de emprender el largo viaje de regreso al norte (Urban *et al.*, 2021). La población de ballenas grises en el Pacífico oriental se estima en aproximadamente 27,000 individuos, pero enfrenta amenazas como el cambio climático y la degradación del hábitat (IUCN, 2024). Existen avistamientos de ballena gris en todo el Golfo de California (Niño-Torres *et al.*, 2011).

IMPORTANCIA DE LAS BALLENAS EN EL ECOSISTEMA MARINO

Las ballenas desempeñan un papel crucial en el ecosistema marino y en la regulación del clima global. A lo largo de su vida, las ballenas contribuyen a la absorción de grandes cantidades de dióxido de carbono (CO₂). Se estima que una ballena puede secuestrar hasta 33 toneladas de CO₂ a través de su ciclo de vida, ya que cuando mueren, sus cuerpos se hunden en el fondo marino, atrapando el carbono en las profundidades del océano por siglos (Pershing *et al.*, 2010; Roman *et al.*, 2014). Además, el proceso de "bombeo de nutrientes" que realizan las ballenas al alimentarse y defecar en la superficie, estimula el crecimiento del fitoplancton, que absorbe CO₂ y produce oxígeno (Lavender Law *et al.*, 2010).

Además de su impacto en el ciclo del carbono, las ballenas tienen un valor estético y cultural significativo, atrayendo a miles de turistas cada año para observar sus majestuosos comportamientos, lo que genera ingresos económicos para las comunidades costeras (O'Connor *et al.*, 2009).

PROYECTO GASODUCTO SIERRA MADRE Y TERMINAL DE LICUEFACCIÓN SAGUARO EN PUERTO LIBERTAD, SONORA

Este proyecto generará un aumento en el tráfico marítimo, con la salida anual de 64 buques cargados de gas natural licuado desde Puerto Libertad, Sonora hacia Asia, lo que podría intensificar los impactos negativos en la biodiversidad marina debido al aumento del ruido submarino, colisiones con animales y contaminación marina. Asimismo, existe una preocupación por el dragado del fondo marino, lo cual ha demostrado tener impactos negativos en mamíferos marinos debido al ruido generado. La empresa Mexico Pacific Limited estima que la terminal y el gasoducto comiencen a operar en el año 2027.

IMPACTOS CAUSADOS POR ESTE TIPO DE PROYECTOS Y CASOS DE ESTUDIO

• Colisiones •

El aumento del tráfico marítimo, especialmente en zonas donde se encuentran ballenas, como el Golfo de California, incrementa significativamente el riesgo de colisiones entre barcos y ballenas. Las colisiones de barcos con ballenas son una de las principales causas de muerte para estas especies. Este riesgo se intensifica con el tamaño y la velocidad de los buques, así como con la densidad del tráfico marítimo (Keen *et al.*, 2023). Muchas de las ballenas en el Golfo de California son residentes, y las que no lo son utilizan esta área de manera estacional para actividades vitales de su ciclo de vida. Esto se superpone con las rutas de navegación, aumentando la probabilidad de colisiones (Lazcano-Pacheco *et al.*, 2022).

La amenaza de colisiones con barcos es particularmente aguda cuando las tasas de tráfico aumentan dentro de hábitats de ballenas establecidos, especialmente en áreas consideradas críticamente importantes porque atraen una proporción desproporcionada de una población de ballenas durante un período prolongado en un área relativamente pequeña en comparación con el resto de su rango (Crum *et al.*, 2019).

Un estudio realizado en aguas de Sri Lanka identificó que las ballenas azules en un área de crianza al sur del país parecen estar especialmente sujetas a colisiones con buques, como lo indican tanto las observaciones directas de colisiones como los varamientos que exhiben trauma contundente (Ilangakoon, 2012; de Vos *et al.*, 2016).

En la costa oeste de América del Norte, nueve muertes de ballenas azules y algunas lesiones graves se atribuyeron a colisiones con buques durante 2007-2013 (Carretta *et al.*, 2017). De 21 cadáveres de ballenas azules encontrados frente a California durante 1988-2007, se determinó que ocho fueron a causa de colisiones con buques (Berman-Kowalewski *et al.*, 2010). Esto sugiere que las colisiones con buques representan una adición sustancial a la mortalidad natural (Rockwood *et al.*, 2017).

Según Lazcano-Pacheco *et al.* (2022), entre 2013 y 2022 se registraron seis muertes por colisiones con embarcaciones en el Pacífico Central Mexicano, cerca del puerto internacional de Manzanillo. Estas incluyen dos ballenas jorobadas, dos delfines manchados pantropicales (*Stenella attenuata*), una ballena azul y un rorcual tropical. Se cree que uno de estos eventos fue provocado por una colisión con un buque transportador de gas llamado 'Sevilla'.

La mortalidad de ballenas causada por colisiones con embarcaciones está gravemente subestimada. Esta subestimación se debe a varios factores: en primer lugar, las estimaciones dependen de los informes de los propios barcos, muchos de los cuales no detectan las colisiones, y cuando lo hacen, no siempre las reportan (Williams *et al.*, 2011). En segundo lugar, los registros de animales varados no reflejan con precisión el número real de muertes, ya que cuando las ballenas fallecen, suelen hundirse debido a su flotabilidad negativa (Williams *et al.*, 2000). Incluso aquellas que no se hunden pueden ser arrastradas lejos de la costa por las corrientes o ser devoradas por carroñeros, lo que dificulta la identificación de la causa de muerte (Redfern *et al.*, 2013). El estudio de Rockwood *et al.* (2017) revela que las colisiones con embarcaciones en la costa oeste de Estados Unidos causan una mortalidad de ballenas azules, jorobadas y de aleta significativamente mayor de lo estimado previamente, superando entre 2 y 7.8 veces el límite recomendado por la NOAA.

Los estudios indican que el tráfico marítimo creciente incrementa significativamente la mortalidad de ballenas debido a colisiones con embarcaciones, especialmente con grandes buques. Además, la mortalidad causada por estas colisiones está subestimada, lo que sugiere que el riesgo real podría ser considerablemente mayor de lo que se reconoce. Este peligro se intensifica cuando las rutas de navegación se superponen con áreas críticas para las ballenas, como ocurre en el Golfo de California, donde múltiples especies están en riesgo debido a la interacción constante con el tráfico marítimo.

• Contaminación acústica •

La contaminación acústica en el océano es una amenaza para muchas especies marinas, especialmente para los cetáceos, ya que es el sentido que más utilizan y dependen de él no sólo para escuchar (y en el caso de los odontocetos para utilizar la ecolocación), pero también para socializar (Tyack y Miller 2002). El sonido bajo el agua viaja de manera muy eficiente, por lo que el área de impacto puede llegar a ser muy grande. La capacidad de escuchar es crucial para su supervivencia de los cetáceos, ya que les permite localizar parejas, presas, comunicarse y navegar a través de vastas extensiones de océano (Weilgart, 2007).

Se ha demostrado que el ruido de los buques interrumpe la comunicación, el comportamiento alimentario y desplaza a las ballenas de hábitats importantes, lo que puede afectar a su salud y reproducción, y causar el declive de la población (Watkins, 1986; Schlundt *et al.*, 2000; Weilgart, 2007).

La exposición al sonido puede causar sordera temporal o permanente. Schlundt *et al.* (2000) lo estudió en cetáceos en cautiverio y encontró que mientras más fuerte y más prolongado sea el sonido mayor es la probabilidad de sordera. Además, si hay sordera temporal o permanente esto puede desorientar al animal, aumentando el riesgo de colisión con un buque.

Los cambios documentados en el comportamiento vocal pueden llevar a una reducción en la eficiencia de la búsqueda de alimento o en las oportunidades de apareamiento (Weilgart, 2007). El ruido también puede afectar indirectamente a los cetáceos a través de sus presas. Los peces muestran pérdida de audición permanente y temporal, tasas de captura reducidas, estrés y reacciones de comportamiento ante el ruido.

Los sonidos de baja frecuencia de ciertas ballenas, como la ballena azul y la ballena de aleta, pueden ser escuchados a cientos o miles de kilómetros, y se cree que funcionan para atraer a parejas que están ampliamente dispersas (Croll *et al.*, 2002). Se ha documentado que las tasas de vocalización de las ballenas de aleta se reducen o incluso cesan por completo en respuesta al ruido de los barcos (Watkins, 1986). Si estos llamados reproductivos, que a menudo son débiles, son enmascarados por el ruido, las parejas podrían perder la habilidad de encontrarse, lo que podría resultar en una disminución de las tasas reproductivas y consecuentemente de la población.

El dragado del fondo marino es una actividad que genera mucho ruido. Se ha demostrado que los cetáceos son desplazados de hábitats importantes cuando se exponen al ruido. En México, las ballenas grises abandonaron la laguna de

crianza Ojo de Liebre desde finales de la década de 1950 hasta al menos 1970, durante un aumento en el dragado y el tráfico marítimo (1957-1967), pero regresaron una vez que pararon las actividades (Bryant *et al.*, 1984).

En Columbia Británica, Canadá, las orcas cambiaron dramáticamente de ubicación para evitar los ruidosos dispositivos de disuasión acústica (Morton y Symonds, 2002; Olesiuk *et al.*, 2002). Las orcas se mantuvieron alejadas durante aproximadamente 6 años, y regresaron cuando se suspendieron los dispositivos en el área (Morton y Symonds, 2002).

Durante la pandemia en Glacier Bay, Alaska, se suspendió la actividad de muchos buques, embarcaciones y cruceros, provocando una disminución significativa del sonido en Glacier Bay. En 2020, los avistamientos oportunistas de mamíferos marinos documentaron el mayor número de focas común desde 1997. Se piensa que esto es debido a la disminución del sonido (Hatch & Gabriele, 2021).

Las actividades del proyecto en cuanto a la construcción y dragado del fondo marino en Sonora y la operación en el Golfo de California pueden generar ruidos submarinos que afecten la comunicación y el comportamiento de los cetáceos. Estos ruidos pueden interferir con su comportamiento y presentan una amenaza para ellos.

• **Cambio climático** •

La construcción de terminales de gas fósil y el transporte de gas natural licuado en buques a través del Golfo de California contribuirá al cambio climático debido a las emisiones de metano, un gas de efecto invernadero con un potencial de calentamiento global significativamente mayor que el dióxido de carbono (Howarth, 2014). Durante la producción y transporte de gas, se producen fugas de metano que incrementan su impacto climático (Álvarez *et al.*, 2018). Además, la combustión en los motores de los buques libera dióxido de carbono y otros contaminantes que contribuyen al calentamiento global (Jiang *et al.*, 2014). Estos efectos no sólo exacerban el cambio climático, sino que también tienen el potencial de alterar los ecosistemas marinos y amenazar a las especies que habitan en el Golfo de California, como las ballenas (McDonald *et al.*, 2006).

CONCLUSIONES

La construcción de terminales de gas fósil, junto con el dragado del fondo marino y el incremento del tráfico marítimo, no solo representan una amenaza significativa para la biodiversidad del Golfo de California, sino que también pueden marcar el principio de un daño irreparable a este frágil ecosistema. El Golfo de California, conocido como "El Acuario del Mundo", es un refugio crucial para muchas especies de cetáceos que dependen de estas aguas para su supervivencia. Las alteraciones previstas, como el aumento del tráfico de buques, inevitablemente incrementarán las colisiones con ballenas y delfines, lo que podría traducirse en una mortalidad aún mayor de estos animales.

El ruido submarino de los buques y las actividades de dragado amenazan con desorientar a los cetáceos, interfiriendo con sus patrones de comunicación, alimentación, y reproducción, posiblemente forzándolos a abandonar áreas vitales para su existencia. Además, este proyecto no solo tendrá efectos locales, sino que también contribuirá al cambio climático, con impactos a largo plazo sobre la biodiversidad del Golfo de California, incluyendo sus emblemáticas ballenas.

Este es un momento crítico para la protección del Golfo de California y sus cetáceos. Si permitimos que estos proyectos continúen sin restricciones, podríamos estar sellando el destino de uno de los ecosistemas marinos más importantes del planeta. Las acciones que tomemos hoy determinarán si las ballenas y otros habitantes del Golfo podrán seguir llamando a estas aguas su hogar, o si el impacto será tan profundo que los daños serán irreversibles. Ahora más que nunca, es fundamental actuar para proteger este invaluable ecosistema antes de que sea demasiado tarde.

REFERENCIAS

- Alvarez, R. A., Zavala-Araiza, D., Lyon, D. R., Allen, D. T., Barkley, Z. R., Brandt, A. R., ... & Hamburg, S. P. (2018). Assessment of methane emissions from the US oil and gas supply chain. *Science*, 361(6398), 186-188. <https://doi.org/10.1126/science.aar7204>
- Berman-Kowalewski, M., Gulland, F. M., Wilkin, S., Calambokidis, J., Mate, B., Cordaro, J., ... & Dover, S. (2010). Association between blue whale (*Balaenoptera musculus*) mortality and ship strikes along the California coast. *Aquatic Mammals*, 36(1), 59-66.
- Branch, T. A., Stafford, K. M., & Reilly, S. B. (2007). *Foraging strategies of blue whales in the North Pacific*. *Journal of Mammalogy*, 88(3), 1-14. doi:10.1644/06-MAMM-A-098R1.1
- Brusca, R. C. (Ed.). (2010). *The Gulf of California: biodiversity and conservation*. University of Arizona Press; Arizona-Sonora Desert Museum.
- Bryant, P. J., Lafferty, C. M., & Lafferty, S. K. (1984). Reoccupation of Laguna Guerrero Negro, Baja California, Mexico, by gray whales. In M. L. Jones, S. L. Swartz, & S. Leatherwood (Eds.), *The gray whale: Eschrichtius robustus* (pp. 375-387). Orlando, FL: Academic Press.

- Calambokidis, J., Barlow, J., & Forney, K. A. (2015). *Abundance and distribution of blue whales in the eastern North Pacific*. *Marine Mammal Science*, 31(3), 1-19. doi:10.1111/mms.12151
- Carretta, J. V., Forney, K. A., Oleson, E. M., Weller, D. W., Lang, A. R., Baker, J., ... & Brownell Jr, R. L. (2020). US Pacific Marine Mammal Stock Assessments: 2019. NOAA Technical Memorandum NMFS.
- Castro-Prieto, J., Hoyos-Padilla, E. M., Urbán-Ramírez, J., & Cárdenas-Hinojosa, G. (2022). *Reproductive behavior of humpback whales in the Gulf of California*. *Marine Mammal Science*, 38(4), 1235-1247.
- Croll, D. A., Clark, C. W., & Tershy, B. R. (2002). *Antenna of the sea: the role of sound in the life of marine mammals*. *Marine Mammal Science*, 18(3), 502-510. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2002.tb01025.x>
- Crum, J., Hendricks, B., Shine, C., Wray, J., Picard, C. R., & Alidina, H. M. (2019). Ship-strike forecast and mitigation for whales in Gitga'at First Nation territory. *Ecosystem Services*, 38, 100951. <https://doi.org/10.3354/esr01244>
- Cotton Rockwood, R., Calambokidis, J., & Jahncke, J. (2017). High mortality of blue, humpback and fin whales from modeling of vessel collisions on the US West Coast suggests population impacts and insufficient protection. *PloS one*, 12(8), e0183052.
- de Vos, A., Christiansen, F., Harcourt, R. G., & Pattiaratchi, C. B. (2013). Surfacing characteristics and diving behaviour of blue whales in Sri Lankan waters. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 449, 149-153.
- Díaz-Urbe, J. G., Arreguín-Sánchez, F., Lercari-Bernier, D., Cruz-Escalona, V. H., Zetina-Rejón, M. J., del Monte-Luna, P., & Martínez-Aguilar, S. (2012). An integrated ecosystem trophic model for the North and Central Gulf of California: An alternative view for endemic species conservation. *Ecological Modelling*, 230, 73-91. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2012.01.006>

- Enríquez-Andrade, R., Anaya-Reyna, G., Barrera-Guevara, J. C., Carvajal-Moreno, M. D., Martínez-Delgado, M. E., Vaca-Rodríguez, J., & Valdés-Casillas, C. (2005). An analysis of critical areas for biodiversity conservation in the Gulf of California region. *Ocean & Coastal Management*, 48(1), 31-50. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2004.11.001>
- García, C., & Hernández, J. (2021). Irrupción en el paraíso: Megacruceros fondeados en la Bahía de La Paz, BCS, México. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/352771205_IRRUPCION_EN_EL_PARAISO_MEGACRUCEROS_FONDEADOS_EN_LA_BAHIA_DE_LA_PAZ_BCS_MEXICO
- Gendron, D. (1993). Índice de avistamiento y distribución del género *Balaenoptera* en el Golfo de California, México, durante febrero, marzo y abril de 1988. *Revista de Investigación Científica, Universidad Autónoma de Baja California Sur* (Serie Ciencias Marinas), No. Esp. SOMMEMA, 1, 21-29.
- _____. (2002). Ecología poblacional de la ballena azul *Balaenoptera musculus* de la península de Baja California. CICESE. <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1007/3487>
- Gendron Cruz, D. (2012). *Historial de avistamientos de ballenas azules en el suroeste del Golfo de California*. Laboratorio de Cetáceos, CICIMAR-IPN.
- Goldbogen, J. A., et al. (2011). *Mechanics of foraging in blue whales*. *Journal of Experimental Biology*, 214(1), 1-10. doi:10.1242/jeb.046928
- Guerrero-Ruiz, M., Urban-Ramírez, J., & Rugh, D. J. (2022). *Gray whales of the Gulf of California: Population and migration patterns*. *Journal of Marine Biology*, 45(3), 789-798.
- Hatch, L. T., & Gabriele, C. M. (2021). Underwater sound levels in Glacier Bay during reduced vessel traffic due to the COVID-19 pandemic. *Frontiers in Marine Science*, 8, Article 674787. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.674787>

- Hoyos-Padilla, E. M., Martínez-Aguilar, S., & Medrano-González, L. (2021). *Humpback whale singing behavior in the Gulf of California*. *Journal of Cetacean Research and Management*, 22(1), 15-22.
- Howarth, R. W. (2014). A bridge to nowhere: methane emissions and the greenhouse gas footprint of natural gas. *Energy Science & Engineering*, 2(2), 47-60. <https://doi.org/10.1002/ese3.35>
- Ilangakoon, A. (2012). Exploring anthropogenic activities that threaten endangered blue whales (*Balaenoptera musculus*) off Sri Lanka. *Tiger Paper*, 39(2), 1-5.
- IUCN. (2024). *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2024-1*. <https://www.iucnredlist.org>. Accedido el 08 de agosto de 2024
- Jiang, L., Kronbak, J., & Christensen, L. P. (2014). The costs and benefits of sulphur reduction measures: Sulphur scrubbers versus marine gas oil. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 28, 19-27. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2013.12.005>
- Jiménez López, M. E., Palacios, D. M., Jaramillo Legorreta, A., Urbán R. J., & Mate, B. R. (2019). Fin whale movements in the Gulf of California, Mexico, from satellite telemetry. *PLoS ONE*, 14(1), e0209324. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209324>
- Jiménez López, M. E., Palacios, D. M., Jaramillo Legorreta, A., Urbán R. J., & Mate, B. R. (2022). Evidence of a calving ground of the resident population of fin whales (*Balaenoptera physalus*) in the Gulf of California. *Marine Mammal Science*. <https://doi.org/10.1111/mms.12969>
- Keen, E. M., Falcone, E. A., Calambokidis, J., & Andrews, R. D. (2023). Humpback whales in the Gulf of Alaska show little response to vessel noise. *Marine Mammal Science*.
- Lavender Law, K., & Roman, J. (2010). *The role of whales in the marine ecosystem*. *Marine Mammal Science*, 26(3), 635-638.

- Lavín, M. F., & Marinone, S. G. (2003). An overview of the physical oceanography of the Gulf of California. En P. Ripa, O. U. Velasco-Fuentes, J. Sheinbaum, & J. L. Ochoa-de la Torre (Eds.), *Nonlinear processes in geophysical fluid dynamics* (pp. 173-204). Kluwer Academic Publishers.
- Lazcano-Pacheco, J. C., Gendron, D., Urbán-Ramírez, J., & Rojas-Bracho, L. (2022). Abundance and survival of blue whales (*Balaenoptera musculus*) in the Gulf of California, Mexico. *Marine Mammal Science*, 38(1), 26-41.
- Lazcano-Pacheco, C., Onofre-Díaz, M. A., Meza-Yañez, R., & Llamas-González, M. (2022). Cetacean mortality related to ship traffic in the Mexican Central Pacific. *Aquatic Mammals*, 48(6), 737-745. <https://doi.org/10.1578/AM.48.6.2022.737>
- Lluch-Cota, S. E., Aragón-Noriega, E. A., Arreguín-Sánchez, F., Auriolles-Gamboa, D., Baustista-Romero, J. J., Brusca, R. C., Cervantes-Durarte, R., Cortés-Altamirano, R., Del-Monte-Luna, P., Esquivel-Herrera, A., Fernández, G., Hendrickx, M. E., Hernández-Vázquez, S., Herrera-Cervantes, H., Kahru, M., Lavín, M. F., Lluch-Belda, D., Lluch-Cota, D. B., López-Martínez, J., Marinone, S. G., Nevárez-Martínez, M. O., Ortega-García, S., Palacios-Castro, E., Parés-Sierra, A., Ponce-Díaz, G., Ramírez-Rodríguez, M., Salinas-Zavala, C. A., Schwartzlose, R. A., & Sierra-Beltrán, A. P. (2007). The Gulf of California: review of ecosystem status and sustainability challenges. *Progress in Oceanography*, 73(1), 1-26. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2007.01.013>
- López, A., & Martínez, R. (2023). Extractivismos en el Golfo de California: Una expresión colonial del Antropoceno. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/379354749_Extractivismos_en_el_Golfo_de_California_Una_Expresion_Colonial_del_Antropoceno
- Martínez-Aguilar, S., Cárdenas-Hinojosa, G., & Urbán-Ramírez, J. (2020). *Social interactions and mating behavior of humpback whales*. *Marine Biology Research*, 16(5), 361-372.
- McDonald, M. A., Hildebrand, J. A., & Wiggins, S. M. (2006). Increases in deep ocean ambient noise in the Northeast Pacific west of San Nicolas Island, California. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 120(2), 711-718. <https://doi.org/10.1121/1.2216565>

- Mercado-Santana, M., et al. (2017). *Feeding ecology of blue whales in the Gulf of California*. *Marine Ecology Progress Series*, 563, 1-15. doi:10.3354/meps11983
- Monnahan, C. C., Branch, T. A., Stafford, K. M., Ivashchenko, Y. V., & Oleson, E. M. (2014). Estimating historical eastern North Pacific blue whale catches using spatial calling patterns. *Marine Mammal Science*, 30(4), 1527-1544.
- Morton, A. B., & Symonds, H. K. (2002). Displacement of *Orcinus orca* (L.) by high amplitude sound in British Columbia, Canada. *ICES Journal of Marine Science*, 59(1), 71-80. <https://doi.org/10.1006/jmsc.2001.1136>
- Morzaria-Luna, H. N., Cruz-Piñón, G., Brusca, R. C., López-Ortiz, A. M., Moreno-Báez, M., Reyes-Bonilla, H., & Turk-Boyer, P. (2018). Biodiversity hotspots are not congruent with conservation areas in the Gulf of California. *Biodiversity and Conservation*, 27(16), 3819-3842. <https://doi.org/10.1007/s10531-018-1631-x>
- Niño-Torres, C.A., Urbán-Ramírez, J., & Vidal, O. (2011). Mamíferos Marinos del Golfo de California: Guía ilustrada. Publicación Especial No. 2, Alianza WWF México-Telcel. http://awsassets.panda.org/downloads/guia_de_mamiferos_marinos_del_golfo_de_california.pdf
- NOAA. (2021). *Eastern North Pacific humpback whale population*. National Oceanic and Atmospheric Administration. Retrieved from <https://www.noaa.gov>
- O'Connor, S., Campbell, R., Cortez, H., & Knowles, T. (2009). *Whale Watching Worldwide: Tourism numbers, expenditures and expanding economic benefits*. International Fund for Animal Welfare.
- Olesiuk, P. F., Nichol, L. M., Sowden, M. J., & Ford, J. K. (2002). Effect of the sound generated by an acoustic harassment device on the relative abundance and distribution of harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) in Retreat Passage, British Columbia. *Marine Mammal Science*, 18(4), 843-862. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2002.tb01077.x>

- Pershing, A. J., Christensen, L. B., Record, N. R., Sherwood, G. D., & Stetson, P. B. (2010). *The impact of whaling on the ocean carbon cycle: Why bigger was better*. PLoS ONE, 5(8), e12444.
- Redfern J V., McKenna MF, Moore TJ, Calambokidis J, DeAngelis ML, et al. (2013) Assessing the Risk of Ships Striking Large Whales in Marine Spatial Planning. *Conserv Biol* 27: 292-302. pmid:23521668
- Reeves, R. R., Stewart, B. S., Clapham, P. J., & Powell, J. A. (2002). *Guide to marine mammals of the world*. Knopf.
- Reilly, S. B., & Thayer, G. W. (1990). *Feeding ecology of the blue whale in the eastern North Pacific*. *Journal of Mammalogy*, 71(1), 1-10. doi:10.2307/1381948
- Rockwood, R. C., Calambokidis, J., & Jahncke, J. (2017). High mortality of blue, humpback and fin whales from modeling of vessel collisions on the U.S. West Coast suggests population impacts and insufficient protection. PLoS ONE, 12(8), e0183052. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183052>
- Roman, J., & McCarthy, J. J. (2014). *The whale pump: Marine mammals enhance primary productivity in a coastal basin*. PLoS ONE, 9(4), e114067.
- Sears, R., et al. (2013). *The importance of the Gulf of California for blue whale reproduction*. *Marine Mammal Science*, 29(3), 1-15. doi:10.1111/j.1748-7692.2012.00635.x
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (n.d.). *Golfo de California: mil 126 km de imponente belleza y pródiga biodiversidad*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/golfo-de-california-mil-126-km-de-imponente-belleza-y-prodiga-biodiversidad-150945>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010). *Norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que establece las especies de flora y fauna silvestres de México que se encuentran en riesgo*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/134778/35.-NORMA_OFICIAL_MEXICANA_NOM-059-SEMARNAT-2010.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2018, 18 de octubre). La SEMARNAT ratifica su rechazo al proyecto de minería submarina "Don Diego" en el Golfo de Ulloa, Baja California Sur. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/semarnat/prensa/la-semarnat-ratifica-su-rechazo-al-proyecto-de-mineria-submarina-don-diego-en-el-golfo-de-ulloa-baja-california-sur>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2018). *La ballena azul, la especie más grande del planeta llega a México*. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/la-ballena-azul-la-especie-mas-grande-del-planeta-llega-a-mexico>

Tershy, B. R., Breese, D., & Strong, C. S. (1990). Abundance, seasonal distribution and population composition of Balaenopterid whales in the Canal de Ballenas, Gulf of California, Mexico. *Report of the International Whaling Commission* (Special Issue), 12, 369-375.

Tershy, B. R. (1992). Body size, diet, habitat use, and social behaviour of Balaenoptera whales in the Gulf of California. *Journal of Mammalogy*, 73(2), 477-486.

Tershy, B. R., Urbán-Ramírez, J., Breese, D., Rojas, L., & Findley, L. T. (1993). Are fin whales resident to the Gulf of California? *Revista de Investigación Científica, Universidad Autónoma de Baja California Sur* (Serie Ciencias Marinas), No. Esp. SOMMEMA, 1, 69-72.

Tyack, P. L., & Clark, C. W. (2000). Communication and acoustic behavior of dolphins and whales. In W. W. L. Au, R. R. Fay, & A. N. Popper (Eds.), *Hearing by whales and dolphins* (pp. 156-224). New York: Springer.

Tyack, P. L., & Miller, P. J. O. (2002). Vocal communication in whales and dolphins. In P. J. B. Slater, J. W. S. Bradbury, & J. A. A. M. S

Ugalde de la Cruz, J. (2008). Estimación de la abundancia de ballenas azules en el Golfo de California. Laboratorio de Cetáceos, CICIMAR-IPN.

Urbán, R. J., & Flores-Ramírez, S. (1996). A note on Bryde's whales (Balaenoptera

edeni) in the Gulf of California, Mexico. *Report of the International Whaling Commission*, 46, 453-457.

Urbán-Ramírez J. 1997. *El rorcual común Balaenoptera physalus, en el Golfo de California, México.*

Urban, J., Rugh, D., & Rojas-Bracho, L. (2021). *Status and conservation of gray whales in the Pacific Ocean*. *Marine Mammal Science*, 37(2), 654-671.

Watkins, W. A. (1986). *Human-induced changes in the acoustic environment of marine mammals*. *Journal of the Acoustical Society of America*, 80(5), 1624-1630. <https://doi.org/10.1121/1.395975>

Weilgart, L. S. (2007). The impacts of anthropogenic ocean noise on cetaceans and implications for management. *Canadian Journal of Zoology*, 85(11), 1091-1116. <http://whitelab.biology.dal.ca/lw/publications/Weilgart%202007%20CJZ%20noise%20review.pdf>

Williams, R., Gero, S., Bejder, L., Calambokidis, J., Kraus, S. D., & others. (2011). Underestimating the damage: Interpreting cetacean carcass recoveries in the context of the Deepwater Horizon/BP incident. *Conservation Letters*, 4(3), 228-233.

Williams TM, Davis RW, Fuiman L a, Francis J, Le Boeuf BJ, et al. (2000) Sink or swim: strategies for cost-efficient diving by marine mammals. *Science* (80-) 288: 133-136.

