

Ruido submarino en el mar argentino

Nicolás Kadry, Oscar Méndez,
Jeffrey Paucar y Carlos Salazar ⁽¹⁾

Resumen: El presente trabajo aborda la problemática de la contaminación acústica submarina en el Mar Argentino (específicamente en el Mar Bonaerense y Patagónico), generada por actividades antropogénicas como el tráfico marítimo comercial, las exploraciones geosísmicas y el uso de sonar militar y científico. A través de un análisis PESTLE, FODA y un mapeo de actores, se diagnostica la insuficiencia del marco normativo actual y la carencia de sistemas de monitoreo en la región, lo cual pone en riesgo la biodiversidad marina, particularmente a los cetáceos. Como respuesta, se propone un plan de acción a cuatro años basado en cuatro ejes estratégicos: la regulación del tráfico marítimo (rutas y límites de velocidad), la sanción de una Ley de Ruido Submarino, la transición hacia modelos económicos sostenibles en las comunidades costeras y la regulación específica del uso de sonares. El objetivo final es establecer un modelo de gobernanza oceánica que integre conservación, desarrollo económico y responsabilidad tecnológica.

Palabras clave: Ruido submarino - Mar Argentino - contaminación acústica - conservación marina - políticas públicas

[Resúmenes en inglés y portugués en las páginas 132-133]

⁽¹⁾ Ver CVs en la p. 133

Introducción

El documento trata sobre la problemática del ruido submarino en el Mar Argentino, producto de actividades humanas como el tráfico marítimo, exploraciones geosísmicas y el uso de sonar. Describe el impacto del ruido submarino en la vida marina, la falta de regulación en la República Argentina, y las iniciativas internacionales y nacionales para mitigar este problema. Se analizan tendencias, actores clave, y se presenta un benchmark de organizaciones involucradas, y la respectiva revisión bibliografía.

Problemas propuestos inicialmente

Se propusieron 3 problemáticas iniciales, de acuerdo a la consigna planteada por el profesor.

Ruido submarino: actividades humanas como el tráfico marítimo, exploraciones geosísmicas y el uso de sonar generan contaminación acústica que afecta a la vida marina. (Mar bonaerense y Mar patagónico - Argentina).

La falta de gestión de los residuos que generan contaminación tecnológica y pérdida de recursos que podrían ser reutilizados para reparar otras tecnologías en la Argentina. (CABA).

Minería en aguas profundas: la extracción de minerales del lecho marino es una actividad emergente que plantea riesgos ambientales significativos. (Isla de Pascua Chile).

Problemática seleccionada y el por qué de su elección

Finalmente se seleccionó, para trabajar como proyecto durante el curso, el impacto negativo del ruido submarino generado por las actividades humanas tanto por la vía de la exploración geosísmica como por el uso de sonares.

La creciente evidencia científica que alerta sobre efectos adversos, procedentes del ruido submarino, en la biodiversidad marina en el Mar Bonaerense y en el Mar Patagónico, ha motivado abordar el ruido submarino como problemática. Aunque existen otras fuentes de contaminación, las actividades humanas que generan ruido como el tráfico marítimo, las exploraciones geofísicas o el uso del sonar, aunque tiendan a ser invisibles, son persistentes y al ser transmitido en grandes distancias puede afectar a las especies que dependen de la producción y de la recepción de sonidos para su supervivencia.

En la Argentina, aunque existen mecanismos para abordar la problemática no son insuficientes. La falta de normativas específicas y de sistemas de monitoreo acuático, exponen a los ecosistemas marinos a daños que podrían ser irreversibles; la prevención (desde una mirada interdisciplinaria y propositiva) a daños en los ecosistemas marinos es tanto una amenaza ambiental como un desafío para la gestión pública, y para el desarrollo sustentable de la Argentina.

Pregunta problema

¿De qué forma el ruido submarino, producto de las actividades humanas como el tráfico marítimo, las exploraciones geosísmicas y el uso de sonar, inciden en la contaminación acústica en el Mar Bonaerense y el Mar Patagónico de la Argentina?

¿Cómo la contaminación producto del ruido submarino afecta a la vida marina en el Mar Bonaerense y el Mar Patagónico de la Argentina?

Información recogida sobre el problema

Impacto de las Exploraciones Sísmicas

Las exploraciones sísmicas, realizadas para localizar hidrocarburos, utilizan cañones de aire comprimido que generan explosiones sonoras de hasta 250 decibeles cada pocos segundos, durante días o semanas. Estas emisiones pueden alterar rutas migratorias, provocar varamientos o incluso daños fisiológicos en especies marinas, especialmente en cetáceos como las ballenas y delfines. Además, se ha identificado que las áreas de exploración se superponen con zonas clave para la alimentación y reproducción de la ballena franca austral, aumentando el riesgo para esta especie.

Falta de Normativa y Monitoreo en Argentina

A pesar de los riesgos, Argentina carece de una normativa específica para regular y mitigar el impacto del ruido submarino. Esto se ve agravado por la ausencia de sistemas de monitoreo acústico que permitan evaluar y controlar los niveles de ruido en los ecosistemas marinos. Sin embargo, se han iniciado esfuerzos para abordar esta problemática. Por ejemplo, la Prefectura Naval Argentina ha participado en mesas de trabajo sobre el ruido submarino y sus consecuencias, en el marco del proyecto Glo Noise, que busca crear conciencia y recopilar información para contribuir al diálogo político sobre la mitigación del ruido subacuático antropogénico procedente del transporte marítimo.

Iniciativas Internacionales y Nacionales

A nivel internacional, la Organización Marítima Internacional (OMI) ha acordado un plan de acción para reducir el ruido submarino radiado por los buques, con el objetivo de minimizar los efectos adversos en el medio marino. En Argentina, se han desarrollado proyectos como MaRes, destinados a fortalecer la resiliencia de las Áreas Costeras y Marinas Protegidas, con foco en sitios piloto como el Área Natural Protegida Península de Valdés y el Parque Interjurisdiccional Marino Costero Patagonia Austral.

La contaminación acústica submarina se ha convertido en una amenaza creciente para los ecosistemas marinos, particularmente en regiones de alta biodiversidad como el Mar Bonaerense y el Mar Patagónico. Actividades humanas como el tráfico marítimo comercial, la exploración sísmica para hidrocarburos y el uso de sonares de alta intensidad generan niveles de ruido que alteran significativamente el ambiente sonoro natural del océano (Cortez Oyola, 2024; Foro para la Conservación del Mar Patagónico, 2022).

A diferencia de otros tipos de contaminación, el ruido submarino es invisible pero persistente. Se transmite a largas distancias y afecta directamente a especies que dependen del sonido para orientarse, alimentarse, reproducirse o comunicarse (Instituto de Conservación

de Ballenas [ICB], 2022). Los cetáceos, como las ballenas y delfines, son especialmente vulnerables, ya que sus sistemas sensoriales pueden resultar dañados o desorientados por el impacto acústico prolongado (Greenpeace Argentina, 2023).

En el contexto argentino, diversos estudios han alertado sobre los riesgos de las exploraciones sísmicas en el Mar Argentino, que emplean cañones de aire comprimido capaces de generar explosiones de hasta 250 decibeles cada pocos segundos, durante días o semanas (ICB, 2022). Estas emisiones pueden alterar rutas migratorias, provocar varamientos o incluso daños fisiológicos en especies marinas.

En este escenario, el problema no solo es ecológico, sino también de gestión ambiental y política pública, ya que las áreas afectadas coinciden con zonas económicas y biológicamente sensibles. La carencia de monitoreo sistemático, la falta de evaluación de impacto ambiental sonora, y la débil aplicación de políticas preventivas, ponen en riesgo la sostenibilidad de las especies y el equilibrio de los ecosistemas marinos del sur argentino.

En consecuencia, resulta urgente generar conocimiento técnico y científico que permita comprender los tipos, fuentes y consecuencias del ruido submarino, identificar los actores involucrados y proponer estrategias de mitigación integradas, que equilibren las necesidades del desarrollo económico con la conservación marina.

Tendencias

El análisis de tendencias realizado en torno al problema del ruido submarino en el Mar Argentino revela un escenario marcado por fuertes tensiones entre prácticas industriales preexistentes y nuevas oportunidades de transformación ambiental.

En el cuadrante inferior izquierdo del gráfico se concentran aquellas tendencias que representan los factores más regresivos del sistema. El tráfico marítimo comercial, las exploraciones sísmicas con fines hidrocarburíferos y el uso militar de sonar aparecen como las principales fuentes de contaminación acústica. Estas actividades se desarrollan con escasa regulación y en muchos casos sin evaluaciones de impacto acústico previas, lo que genera alteraciones significativas en la vida marina. A esta situación se suma la falta de una normativa sonora actual en Argentina, lo que debilita aún más la capacidad institucional para mitigar estos efectos. Incluso el conocimiento tradicional de las comunidades costeras, que podría aportar prácticas de manejo más sostenibles, se encuentra desvalorizado o invisibilizado.

En contraste, el cuadrante superior izquierdo agrupa un conjunto de tendencias emergentes vinculadas a la educación ambiental y la innovación tecnológica. Se destaca el avance en tecnologías pasivas de monitoreo acústico, como los hidrófonos, que permiten registrar el ruido submarino sin generar impactos adicionales. Asimismo, el activismo ambiental comienza a incorporar la dimensión acústica en sus agendas, promoviendo la educación ambiental sobre el sonido como una herramienta para sensibilizar a la población. Estas tendencias, aunque incipientes, representan un giro hacia una mayor conciencia del problema y hacia la generación de herramientas concretas para abordarlo.

Por otro lado, el cuadrante superior derecho del gráfico concentra las tendencias más prometedoras desde el punto de vista de las políticas públicas y la transformación socio-cultural. La investigación científica marina avanza en la comprensión de los efectos del ruido submarino sobre la biodiversidad, mientras que la sociedad civil-particularmente las generaciones más jóvenes demanda acciones más firmes en defensa del ambiente marino. En este contexto, aparecen como claves las políticas públicas ambientales efectivas y la promoción del turismo sustentable, como el avistaje responsable de fauna marina, que demuestra que es posible generar ingresos económicos sin dañar los ecosistemas.

Finalmente, el cuadrante inferior derecho muestra ciertas tendencias productivas en transición. Actividades como la pesca industrial, que históricamente han tenido un impacto negativo, comienzan a incorporar criterios de sostenibilidad, como la presencia de observadores a bordo o la adopción de buenas prácticas. A su vez, emergen nuevas startups y comunidades costeras que apuestan por modelos económicos más respetuosos del entorno marino. Estas tendencias productivas, si bien aún requieren fortalecimiento y articulación institucional, señalan que es posible reorientar el desarrollo hacia una economía azul basada en la conservación.

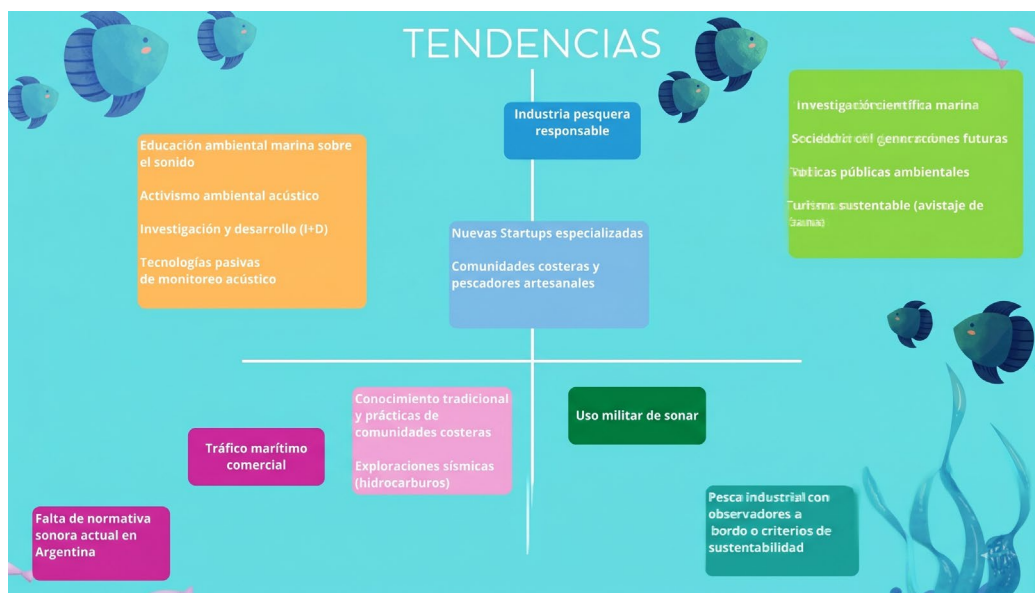


Figura 1. Tendencias

Benchmark

Comparación entre organizaciones que ofrecen soluciones al problema.

	Organización 1: Greenpeace Argentina	Organización 2: Foro Mar Patagónico	Organización 3: CCT - Conicet Mar del Plata	Organización 4: ICB (Instituto de Conservación de Ballenas)
Atributo 1. Enfoque principal	Campanías de concienciación	Investigación y asesoría técnica	Investigación científica	Protección de cetáceos
Atributo 2. Zona de acción	Europa, América, Asia, África y el Pacífico	Mar Patagónico	Mar Bonaerense	Zonas migratorias
Atributo 3. Tipo de intervención	Acción directa no violenta y la confrontación creativa: Investigación y documentación Testimonios y acción directa. Lobbying y diálogo político. Promoción para implementar acciones legales (detener proyectos o exigir responsabilidades sobre daños ambientales) Espacios formativos (charlas, conferencias, talleres, etc.)	Publicación de informes y lobby político	Estudios sobre impactos acústicos	Denuncias y propuestas regulatorias
Atributo 4. Resultados obtenidos	Alta visibilidad pública. Tratado global de los océanos. Prohibiciones de sustancias y prácticas dañinas.	Conciencia pública y propuestas normativas	Evidencia sobre daño a tortugas	Informes técnicos y alertas
Atributo 5. Colaboraciones	ONGs locales e internacionales	Científicos, ONGs	Conicet, universidades	Organizaciones científicas
Atributo 6. Propuesta de solución	Detener exploraciones sísmicas	Áreas protegidas acústicamente	Reducción de intensidad sonora	Moratoria a la prospección sísmica

Tabla de Benchmark

La tabla de Benchmark resulta fundamental para comprender la diversidad de enfoques y niveles de intervención que distintas organizaciones adoptan frente a la problemática del ruido submarino en el Mar Argentino. Actores como Greenpeace Argentina destacan por su activismo y visibilidad pública, empleando campañas de denuncia directa y presión mediática, lo que ha contribuido a instalar el problema en la agenda ambiental nacional e internacional (Greenpeace Argentina, 2023). En contraste, organizaciones como el Instituto de Conservación de Ballenas (ICB) y el Foro para la Conservación del Mar Patagónico adoptan una perspectiva más técnica y científica, centrada en la producción de evidencia empírica, asesoramiento político y propuestas normativas (Foro Mar Patagónico, 2022). Esta complementariedad muestra que no hay una única forma de intervenir, sino que las sinergias entre investigación, acción política y sensibilización ciudadana son clave para generar cambios efectivos.

El trabajo del CCT-CONICET Mar del Plata, por ejemplo, ha sido esencial para visibilizar el daño que el ruido submarino genera en tortugas marinas y otras especies vulnerables (Infobae, 2022). Esta evidencia ha sido utilizada por otras organizaciones para exigir moratorias y regulaciones más estrictas sobre las actividades sísmicas. De este modo, la tabla permite identificar buenas prácticas replicables, al tiempo que destaca la necesidad de articular los saberes científicos con estrategias de movilización y presión social, especialmente en un país como Argentina donde todavía no existe una ley específica sobre contaminación acústica submarina (Cortez Oyola, 2024).

El análisis comparativo pone en evidencia un vacío institucional en la gestión del ruido submarino. Mientras que países como Estados Unidos aplican leyes como la Marine Mammal Protection Act, en Argentina la respuesta institucional ha sido fragmentada y débil. Sin embargo, la tabla de Benchmark también deja ver oportunidades: el trabajo coordinado entre ONGs, universidades y organismos internacionales podría impulsar un marco normativo integral. Al tomar como referencia experiencias internacionales exitosas (CMS, 2022; IMO, 2023), esta tabla no solo evalúa lo hecho, sino que proyecta posibles caminos hacia una gobernanza acústica marina más robusta y equitativa.

Mapa de actores

A continuación, se detallan los actores identificados que tiene relación con la problemática.

A. Nivel Nacional. Organismos de Gobierno y reguladores

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAyDs) / Secretaría de Ambiente (SA): Responsable de la evaluación de Impacto Ambiental (EIA) para proyectos con posible efecto adverso al recurso marítimo. Máxima Autoridad Ambiental. Tipología: Ministerio Nacional.
- Secretaría de Energía de la Nación (SE): Otorga permisos para la explotación y explotación de recursos como petróleo y gas. Ejecuta y formula políticas energéticas del país. Tipología: Secretaria Nacional.

- Administración de Parques Nacionales (APN): Encargado de proteger áreas nacionales protegidas, mantiene el Sistema de Áreas Nacionales Protegidas. Implementa programas de monitoreo y desarrolla protocolos de protección de las especies en estas áreas. Tipología: Agencia Nacional Descentralizada.
- Prefectura Naval Argentina (PNA): Autoridad Marítima y Fuerza de Seguridad. Autoridad en aplicación de convenios internacionales, control de tráfico marítimo y vigilancia para prevenir la contaminación marítima. Tipología: Fuerza de Seguridad Nacional / Guardia Costera.
- Armada Argentina: Contribuye a la vigilancia y control. Potencial investigador y monitoreo del ruido submarino en convenio con otros institutos. tipología: Rama Militar Nacional.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Investigación - MinCyT: Promover investigación científica en el mar argentino a través de alianzas con otros institutos. tipología: Ministerio Nacional.
- Subsecretaría de Pesca y Acuicultura: Depende de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Regular actividades pesqueras. Tipología: Actor indirecto (depende del tipo de pesca) / Subsecretaria Nacional.
- Consejo Federal Pesquero (CFP): Define Políticas Pesqueras. Tipología: Consejo interjudicial Nacional.
- Jefaturas de Gabinete de Ministros: Coordina la administración nacional. Tipología: Oficina Ejecutiva Nacional.
- Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto: Se encarga de las relaciones exteriores, la política exterior, el desarrollo internacional, el comercio internacional, la diáspora y los asuntos relacionados con Mercosur. Tipología: Ministerio Nacional.
- Auditoría General de la Nación (AGN): Organismo de control Externo de la Nación, Realiza auditoría de las distintas gestiones del gobierno. Tipología: Institución Nacional de Auditorías.

B. Nivel Provincial. Organismos de Gobierno y Reguladores

- Gobiernos provinciales Costeros (Buenos Aires, Río Negro, Chubut, Santa Cruz, Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur): Potestad para generar regulaciones específicas, Ejercen dominio y jurisdicción de los recursos naturales en las aguas costeras hasta 12 millas náuticas. Tipología: Gobierno Provincial.
- Organismos Provinciales de Ambiente: Implementar políticas provinciales y se encargan de fiscalizar el cumplimiento de las políticas dentro de sus jurisdicciones provinciales. Tipología: Agencias Nacionales Provinciales.

C. Actores Industriales y Económicos

- Empresas de petróleo y Gas: Realizan exportaciones sísmicas, perforaciones y producciones offshore. Generadoras de Ruido Impulsivo de Alta Intensidad. Tipología: Corporaciones Multinacionales y Nacionales (privadas o estatales).
- Empresas de Servicios Sísmicos: Ejecutan campañas de prospección sísmica, operan buques y cañones de aire. Tipología: Empresas de Servicios Especializados.

- Industria Pesquera (Armadores y Flotas: costera, de altura, fresqueros, congeladores, poteros, tangoneros): Extracción pesquera, generadoras de ruido a través de la pesca y su maquinaria y sistemas de transporte. Tipología: Amplio Espectro, operadoras pequeñas hasta de gran escala.
- Cámaras y Asociaciones pesqueras: Representan y defienden los intereses de las empresas pesqueras. Tipología: Asociaciones Industriales.
- Empresas de transporte Marino: Transporte de carga por vía marina, generadoras de ruido a través de su maquinaria de transporte. Tipología: Empresas Navieras (Multinacionales o Nacionales).
- Centros de Navegación: Representan y defienden los intereses de las empresas de transporte marítimo de Argentina. Tipo: Asociación Industrial.
- Operadores Turísticos (Ej. Avistadores de Ballenas y Fauna): Ofrecer servicios turísticos en torno a la observación de la vida marítima. Tipología: Pymes.
- Autoridades Portuarias/ Consorcio de Gestión Portuario: Administrar las operaciones portuarias, ruido asociado a la maquinaria. Tipología: consorcios público-privado, administración portuaria.
- Instituto Argentino de Petróleo y Gas (IAPG): Desarrollar normas técnicas y buenas prácticas del sector y sus respectivas capacitaciones. Tipología: Asociaciones Industrial y Técnica.

D. Institutos de Investigación Académica

- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas: Promover Investigación en Ciencias y Tecnología. Realizar estudios científicos. Tipología: Consejo nacional de investigación.
- Centro Austral de Investigaciones Científicas, Investigación en Tierra del Fuego, biología marina, ecología.
- Centro Nacional Patagónico, Investigación en ecosistemas marinos de la Patagonia.
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, Biología y ecología marina, evaluación de impacto ambiental.
- Grupo de Estudios de Ecología Pesquera y Ambiental Marinas, Ecología pesquera, impactos ambientales.
- Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa, acústica submarina, caracterización y monitoreo de ruido.
- Instituto Argentino de Oceanografía, Oceanografía física, química, biológica y geológica.
- Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera, Oceanografía, clima. Investigadores con experiencia en acústica submarina como Igor Prario se vinculan a este centro.
- Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero: Investigaciones científicas y asesoramiento sobre el recurso marino y pesquero. Tipología: Organismo descentralizado.
- Universidades Nacionales (UBA, UNMdP, UNComa, UNICEN, UNLP, UNS): Formación de investigadores, investigaciones científicas aplicadas y asesoramiento técnico. Tipología: Instituciones Académicas Públicas.

E. Organismos no Gubernamentales (ONGs) y Sociedades Civiles

- Foro para la conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia: Trabajar en colaboraciones de investigación, incidencia política, gestión de los ecosistemas y elaboración de informes técnicos. Tipología: Red - Coaliciones de ONGs.
- GreenPeace Argentina: Activismo para la sensibilización y movilización pública, actividades de oposición y realizar acciones directas o de monitoreo sobre el impacto ambiental. Tipología: ONG Intencionalinal, Capítulo nacional.
- Instituto de Conservación de Ballenas: Investigación y conservación de Ballenas Franca Austral y de su hábitat. Investigación científica, educación ambiental y promoción de prácticas responsables de para el avistaje de ballenas. Tipología: ONG de Conservación nacional.
- Fundación de Ambiente y Recursos Naturales: Promoción y defensa del desarrollo sostenible. Participación activa en la formulación de políticas de protección ambiental. Tipología: ONG de Conservación Nacional.
- Wild Conservation Society - Argentina: Investigar y aplicar programas basados en ciencias Proyectos de campo. Participación activa en la formulación de políticas de protección de la vida silvestre. Tipología: ONG de Conservación Nacional.
- Fundación Patagonia Natural: Conservación natural y de la patagonia, se centra en investigación y ejecución de proyectos de conservación. Tipología: ONG de Conservación Nacional.
- Coalición “Mar sin Petroleras” y otros grupos ambientalistas (Surfrider Argentina, Kula Earth, Asociación de Surf Argentina, Organización Mar, Ecos de Mar): Movilización de organizaciones y ciudadanos en contra del desarrollo de proyectos en la alta mar. Tipología: Coaliciones de ONGs y Grupos Ambientalistas (locales y temáticos).
- Asociación Argentina de Abogados(as) Ambientalistas (AAAA): Asesoramiento profesional sobre el marco legal. Pueden participar en litigios estratégicos para la protección del medio ambiente. Tipología: Asociaciones Profesionales / ONG.
- Comunidades Costeras y Ciudadanía General: Afectados directamente por el impacto medioambiental y sus recursos de las zonas marítimas y costeras. Participan en activismos y audiencias públicas. Tipología: Público General / Comunidades Locales.

F. Organismos Internacionales e influencias Externas

- Naciones Unidas - Convención de las Naciones Unidas sobre el derecho del mar: Establece el marco general de las legislaciones y sus obligaciones a cumplir para todas las actividades oceánicas y marítimas. Tipología: Marco legal internacional / Organismo Gubernamental Internacional.
- Organización Marítima Internacional: Organismo Especializado de la ONU, responsable de la seguridad y protección de la navegación y prevención de la contaminación por el uso de maquinarias (buques). Tipología: Organismos Especializados.
- Acuerdo sobre la Conservación de los Cetáceos del Mar Negro, el Mar Mediterráneo y la Zona Atlántica Contigua - ACCOBAMS: Documentación sobre acuerdos internacionales y gubernamentales. Influye en Argentina, aunque no haga parte del acuerdo. Tipología: Acuerdos Intergubernamentales.

- Instituto Brasileño del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables - Brasil - IBAMA: Monitorear fauna marina, Referencia para la elaboración del acuerdo (Res. 201/2021 MAyDS) de la Argentina. Tipología: Agencia Gubernamental Extranjera.
- Joint Nature Conservation Committee (Reino Unido): Asesor extranjero en materia de conservación de la naturaleza, crea directrices para reducir el impacto por geo exploración a los mamíferos marinos. Tipología: Organismo Asesor Gubernamental Extranjero.
- Unión Europea: Influye en los estándares internacionales y en el conocimiento científico, financian proyectos de investigación. Tipología: Unión política y economía supranacional.

A continuación, se relacionan el/los actores, sus categorías, tipologías, funciones principales y la interacción o posturas claves.

Actor	Categoría	Tipo Específico	Función Principal Relacionada con Ruido Submarino	Interacciones/Postura Clave
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable (MAyDS)	Gobierno Nacional	Ministerio	Regulación ambiental, EIA, protocolos de monitoreo, conservación de AMPs.	Aprueba EIAs para sísmica, emite protocolos de monitoreo de fauna
Secretaría de Energía de la Nación	Gobierno Nacional	Secretaría	Autorización de exploración y explotación de hidrocarburos.	Otorga permisos para prospección sísmica
Administración de Parques Nacionales (APN)	Gobierno Nacional	Agencia Descentralizada	Gestión de AMPs, monitoreo acústico en AMPs.	Implementa monitoreo acústico, colabora en protocolos
Prefectura Naval Argentina (PNA)	Gobierno Nacional	Fuerza de Seguridad	Control de navegación, fiscalización de contaminación por buques.	Vigila cumplimiento de MARPOL, controla tráfico marítimo
Armada Argentina	Gobierno Nacional	Rama Militar	Seguridad ambiental, vigilancia marítima.	Potencial rol en monitoreo e investigación (UNIDEP)
CONICET y sus Institutos (CADIC, CENPAT, IIMyC, GEPAMA, UNIDEP, IADO, CIMA)	Investigación/ Académico	Consejo de Investigación / Institutos	Investigación científica sobre impactos del ruido, acústica marina, fauna.	Provee datos y experticia a gobierno y ONGs, participa en Pampa Azul.
INIDEP	Investigación/ Académico	Instituto de Investigación	Investigación pesquera y marina, evaluación de recursos, campañas hidroacústicas.	Asesora en manejo pesquero, investiga ambiente marino
Universidades Nacionales (UBA, UNMDP, etc.)	Investigación/ Académico	Instituciones Académicas	Investigación, formación, asesoramiento técnico.	Colaboran en estudios de impacto y protocolos
Empresas de Petróleo y Gas (Equinor, YPF, etc.)	Industria	Corporaciones	Exploración y producción de hidrocarburos.	Generan ruido sísmico intenso, solicitan permisos

continúa en la p. 100

Industria Pesquera (Flotas diversas)	Industria	Empresas / Operadores	Actividad pesquera.	Generan ruido de embarcaciones y equipos, pueden ser afectadas por impactos en peces.
Empresas de Transporte Marítimo (Maersk, etc.)	Industria	Compañías Navieras	Transporte de carga.	Generan ruido continuo de baja frecuencia
Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia	ONG/Sociedad Civil	Red de ONGs	Investigación, incidencia, conservación.	Publica informes críticos sobre sísmica, coordina ONGs.
Greenpeace Argentina	ONG/Sociedad Civil	ONG Internacional	Campañas de sensibilización, incidencia, acciones directas.	Se opone activamente a la exploración offshore.
Instituto de Conservación de Ballenas (ICB)	ONG/Sociedad Civil	ONG Nacional	Investigación y conservación de ballenas.	Aboga por la protección de los cetáceos.
Fundación Ambiente y Recursos Naturales (FARN)	ONG/Sociedad Civil	ONG Nacional	Derecho ambiental, incidencia política, litigios.	Presenta acciones legales contra proyectos offshore.
Wildlife Conservation Society (WCS) Argentina	ONG/Sociedad Civil	ONG Internacional	Ciencia para la conservación, proyectos de campo.	Colabora en informes y estrategias de conservación.
Comunidades Costeras / Ciudadanía	ONG/Sociedad Civil	Público / Grupos Locales	Afectados por la calidad ambiental, participan en protestas.	Manifiestan preocupación por impactos.
Organización Marítima Internacional (OMI)	Internacional	Organismo ONU	Estándares para transporte marítimo.	Emite directrices para reducción de ruido de buques.
Gobiernos Provinciales Costeros	Gobierno Provincial	Gobiernos Subnacionales	Jurisdicción en aguas costeras, gestión de recursos.	Potencial para regulaciones locales.
Secretaría de Turismo (Nacional/Provincial)	Gobierno Nacional/Provincial	Organismo de Turismo	Promoción del turismo.	Interesada en la conservación de atractivos naturales como ballenas
Instituto Argentino del Petróleo y del Gas (IAPG)	Industria	Asociación Técnica	Estándares y prácticas para la industria hidrocarburífera.	Representa intereses del sector, puede influir en regulaciones.

Beneficiarios

Especies marinas

Mamíferos marinos como ballenas, delfines, lobos marinos, peces y tortugas se benefician directamente, ya que una menor contaminación acústica favorece su salud, comunicación, migración y reproducción.

Ecosistemas marinos

La reducción del ruido submarino ayuda a preservar el equilibrio natural de los ecosistemas del Mar Argentino, protegiendo cadenas alimenticias y hábitats clave.

Comunidad científica

Investigadores en biología marina, oceanografía, acústica y conservación acceden a información útil para avanzar en estudios sobre el impacto del ruido y el diseño de políticas públicas ambientales.

Comunidades costeras y pescadores artesanales

La protección de especies marinas y su entorno favorece la sostenibilidad de la pesca artesanal y la economía local, especialmente en regiones dependientes del mar.

Tomadores de decisión y organismos ambientales

Autoridades como el Ministerio de Ambiente, Prefectura Naval o la Armada Argentina se benefician con datos técnicos para diseñar normas, políticas y áreas protegidas más eficaces.

Industria pesquera responsable

Una mejor gestión del entorno marino permite compatibilizar el uso económico con la conservación, evitando impactos negativos y mejorando su reputación ambiental.

Turismo sustentable y de avistamiento de fauna

Actividades como el avistaje de ballenas y el ecoturismo marino se potencian cuando las especies no están estresadas ni desplazadas por el ruido.

Sociedad en general y generaciones futuras

La preservación de los mares argentinos garantiza el legado ecológico, los recursos naturales y el equilibrio climático para las futuras generaciones.

Influenciadores Indirectos

ONGs ambientales (Greenpeace, Instituto de Conservación de Ballenas, Foro del Mar Patagónico)

Medios de comunicación y periodistas científicos

Comunidades costeras y pueblos originarios con relación al mar

Turismo responsable y operadores de avistaje de fauna marina

Escuelas e instituciones educativas

Ciudadanía organizada (peticiones, campañas, redes sociales)

Influenciadores Directos

Industria petrolera y gasífera offshore (YPF, Equinor, Shell, entre otras)

Empresas navieras y de transporte marítimo

Fuerzas Armadas (uso de sonar militar)

Pesca industrial y flotas de gran escala

Investigadores científicos en exploraciones sísmicas o oceanográficas

Técnicos y operadores de equipos de prospección sísmica o sonar

Decisores

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Argentina
Secretaría de Energía de la Nación
Prefectura Naval Argentina
Congreso Nacional (Comisiones de Medio Ambiente, Pesca y Energía)
Autoridades provinciales y municipales costeras (Chubut, Buenos Aires, Río, Negro, Santa Cruz)

Árbol del problema

El ruido submarino en el Mar Argentino se ha convertido en un problema ambiental de gran magnitud, impulsado principalmente por diversas actividades humanas que operan en el litoral. Entre las causas más relevantes se encuentran:

- Exploraciones sísmicas para la búsqueda de hidrocarburos, que emplean potentes impulsos acústicos capaces de viajar cientos de kilómetros bajo el agua.
- Uso de sonar militar y científico, cuya intensa señal perturbadora afecta la comunicación y orientación de numerosas especies marinas.
- Tráfico marítimo comercial creciente, donde el paso de grandes barcos produce vibraciones constantes y emisiones de baja frecuencia.
- Intereses económicos extractivos: Actividades que intensifican las actividades ruidosas en las áreas costeras, como la pesca industrial y explotación petrolera y minera.
- Falta de regulación que limite y controle los niveles de ruido permitidos en aguas territoriales y zonas protegidas.

Estas fuentes de ruido alteran profundamente el hábitat acústico natural y desencadenan una serie de efectos negativos que pueden agruparse en dos ejes principales:

- Cambios en el comportamiento de cetáceos y otras especies: Daños fisiológicos: Exposición prolongada a altos niveles de ruido puede provocar pérdida de audición temporal o permanente, estrés crónico y daños en órganos internos.
- Alteración de rutas migratorias: Ballenas, delfines y otros mamíferos marinos modifican sus vías de desplazamiento para evitar zonas de intenso tráfico sonoro, lo que impacta sus ciclos de alimentación y reproducción.
- Pérdida de biodiversidad: Especies más sensibles al ruido migran o disminuyen sus poblaciones, abriendo nichos a especies invasoras o menos vulnerables.
- Ruptura de equilibrios ecológicos: La disrupción de las relaciones depredador presa altera las cadenas tróficas y la salud general del ecosistema marino.
- Efectos sobre economías locales: Aumento de varamientos: Mamíferos marinos desorientados terminan encallando en las costas, generando costos de rescate y rehabilitación.
- Afectación de pesquerías locales: La disminución de poblaciones de peces en zonas ruidosas reduce las capturas de la flota artesanal, afectando el sustento de comunidades costeras.
- Turismo: El avistaje de cetáceos y la recreación náutica pierden atractivo cuando la fauna se aleja; la percepción de contaminación acústica también disuade a los visitantes.

Posibles Soluciones

Frente al creciente impacto de la contaminación acústica submarina sobre la biodiversidad marina, especialmente en el Mar Bonaerense y el Mar Patagónico, resulta imprescindible avanzar hacia un enfoque integrado de políticas públicas, tecnología y gobernanza ambiental. En este sentido, se proponen cuatro líneas estratégicas de acción que articulan regulación normativa, desarrollo sostenible y gestión adaptativa.

En primer lugar, la regulación del tráfico marítimo comercial se presenta como una medida clave. Esta estrategia consiste en el diseño e implementación de rutas marítimas de bajo impacto acústico, así como la limitación de la velocidad de navegación en zonas de alta biodiversidad. La evidencia internacional, como los casos del Canal de Panamá y la costa este de Canadá, demuestra que la reducción de velocidad no solo disminuye el ruido submarino, sino que además reduce el riesgo de colisiones con cetáceos. Estas acciones se fundamentan en principios de precaución, prevención ambiental y el enfoque ecosistémico, priorizando la protección de los corredores biológicos marinos sin comprometer la operatividad de la actividad comercial.

La segunda propuesta apunta a la creación de una Ley de Ruido Submarino en Argentina, como base jurídica para un cambio estructural en la gestión de esta problemática. Este nuevo marco normativo deberá contemplar la fijación de estándares máximos permitidos de emisión sonora en el medio marino, la obligatoriedad de realizar evaluaciones de impacto acústico ambiental (EIAA) antes de ejecutar actividades potencialmente disruptivas, y la implementación de mecanismos de monitoreo sistemático. La experiencia de Estados Unidos, con su Marine Mammal Protection Act (MMPA), constituye un antecedente concreto sobre cómo un marco legal robusto puede prevenir daños sobre especies acústicamente sensibles.

Como tercera línea de acción, se propone promover un modelo económico sostenible de bajo impacto acústico en las zonas costeras y marinas del país. Esto incluye el impulso de actividades como el ecoturismo marino responsable, la pesca artesanal con enfoque territorial y la investigación científica aplicada a la conservación. Estas alternativas productivas no solo permiten generar ingresos y empleo en comunidades costeras, sino que también reducen la presión sobre ecosistemas vulnerables. El modelo de avistaje de fauna marina desarrollado en Costa Rica es un ejemplo concreto de cómo la economía azul puede articular conservación y desarrollo local.

Por último, se plantea la necesidad de una regulación específica sobre el uso del sonar, especialmente en actividades militares y científicas. Esta propuesta contempla la exigencia de evaluaciones de impacto acústico antes de cada operación, la delimitación de zonas de exclusión acústica en áreas críticas para la biodiversidad, y la adopción de tecnologías menos invasivas que permitan realizar tareas sin comprometer a las especies marinas. En línea con el principio precautorio y los marcos de gestión adaptativa, esta medida busca compatibilizar los objetivos de seguridad nacional y producción de conocimiento con la protección de cetáceos y otros organismos sensibles al sonido.

En conjunto, estas soluciones no solo apuntan a reducir los niveles de contaminación acústica en el Mar Argentino, sino que también representan una oportunidad para construir un modelo de gobernanza oceánica más justo, resiliente y sostenible. La articulación entre Estado, comunidades costeras, sector científico y actores privados será clave para lograr una transición hacia prácticas marítimas responsables, basadas en la conservación y el uso racional de los bienes comunes marinos.

Árbol de soluciones

La regulación del tráfico marítimo comercial se posiciona como una de las estrategias más efectivas y urgentes para reducir la contaminación acústica submarina en el Mar Argentino, particularmente en zonas de alta biodiversidad como el Mar Bonaerense y Patagónico. Esta medida se fundamenta en el principio precautorio y el enfoque ecosistémico, promoviendo una armonía entre el desarrollo de actividades económicas y la conservación de los ecosistemas marinos. (*ver Figura 3*)

Entre las acciones centrales de esta estrategia se encuentra la limitación de la velocidad de las embarcaciones en zonas críticas para la biodiversidad. Diversos estudios internacionales han demostrado que reducir la velocidad de los buques disminuye considerablemente la intensidad del ruido que generan, y al mismo tiempo reduce el riesgo de colisiones con cetáceos u otras especies marinas. Esta medida es especialmente relevante en áreas donde se detectan corredores migratorios o zonas de reproducción y alimentación de fauna marina, por lo que se plantea la necesidad de contar con zonas delimitadas y reguladas acústicamente, bajo estándares técnicos y ambientales claros.

Complementariamente, se propone el establecimiento de rutas marítimas acústicamente seguras, que eviten el cruce por hábitats sensibles. Esto implica definir trayectos alternativos que, sin comprometer la logística y el comercio, reduzcan significativamente el impacto sobre la vida marina. En este sentido, será indispensable establecer límites de ruido por zona, sustentados en mediciones técnicas y validados por organismos científicos. Estas rutas también permitirán ordenar el tránsito marítimo en función de criterios ambientales, minimizando la fragmentación de hábitats y facilitando una planificación espacial más sostenible del mar.

La creación de una Ley de Ruido Submarino aparece como un soporte normativo esencial para consolidar esta estrategia. Una ley específica brindará el marco legal necesario para fijar estándares de emisión sonora, exigir evaluaciones de impacto acústico obligatorias y establecer mecanismos de control y fiscalización efectivos. Esta normativa debería elaborarse de forma participativa, con la intervención de ministerios competentes, organizaciones ambientales y científicas, y representantes de la sociedad civil y las comunidades costeras, garantizando legitimidad, transparencia y aplicabilidad.



Figura 3. Árbol de soluciones

Los beneficios esperados de estas acciones se expresan en múltiples dimensiones. Desde el plano ecológico, se espera una reducción del ruido en hábitats sensibles, la protección de zonas marinas y una menor interferencia en los corredores biológicos y migratorios de especies emblemáticas como las ballenas y los delfines. Esto contribuirá directamente al equilibrio de los ecosistemas, promoviendo condiciones más saludables para la fauna marina. Además, el fortalecimiento de esta política puede generar impactos positivos en el ámbito científico, al facilitar el acceso a datos eficientes y robustos para el estudio de la biología marina, el comportamiento de las especies y el monitoreo acústico del océano. Desde lo social, esta medida favorece una relación más respetuosa entre las actividades humanas y el entorno natural, aportando al desarrollo de un turismo sostenible, generador de ingresos sustentables para comunidades costeras, incluidos los pueblos originarios. En síntesis, la regulación del tráfico marítimo comercial no solo es técnicamente viable y ambientalmente necesaria, sino que también es socialmente justa y económicamente compatible con el desarrollo sostenible. Implementarla representa una oportunidad concreta para que Argentina avance hacia una gobernanza oceánica responsable, alineada con los compromisos internacionales en materia de biodiversidad y cambio climático, y orientada a proteger de forma efectiva su patrimonio marino.

Una transformación profunda de las dinámicas económicas que operan en las regiones costeras del Mar Argentino resulta indispensable para garantizar un modelo de desarrollo más justo, equitativo y ambientalmente sostenible. Frente al predominio de industrias extractivas que generan altos niveles de contaminación acústica y presión sobre los ecosistemas marinos, se plantea la necesidad de una reorientación económica hacia actividades sostenibles de menor impacto.

Esta estrategia implica, en primer lugar, el fomento de actividades económicas vinculadas al uso responsable del mar, entre ellas el ecoturismo marino, la pesca artesanal regulada y la gastronomía basada en productos locales. Estas prácticas no solo permiten generar ingresos económicos sin recurrir a la explotación intensiva de recursos naturales, sino que también se alinean con los principios de la conservación ambiental y el respeto a las comunidades costeras.

Ejemplos como los tours de avistaje de fauna marina, el buceo responsable o las excursiones científicas han demostrado que es posible construir experiencias turísticas que valoren la biodiversidad y al mismo tiempo generen beneficios económicos. Para garantizar su efectividad, estas prácticas deben cumplir con protocolos ambientales, como rutas definidas, límites de acercamiento a los animales y formación especializada del personal involucrado. Incluir estos criterios dentro de los planes de desarrollo costero representa un paso clave hacia la planificación territorial con enfoque de sostenibilidad.

La reorientación económica también contempla la necesidad de implementar prácticas sostenibles en hoteles, comercios, industrias locales y otros actores económicos, promoviendo una transición hacia modelos de economía verde y economía circular. Esto implica repensar desde la fabricación de productos (como los dispositivos acústicos y sonares) hasta la gestión de residuos, fomentando la eficiencia energética, el reciclaje y la innovación tecnológica de bajo impacto.

Para que esta transformación sea viable y escalable, es fundamental invertir en capital humano y habilidades verdes, generando oportunidades de formación para jóvenes, pescadores, trabajadores turísticos y técnicos especializados. El fortalecimiento de las economías locales costeras, a través de políticas de incentivo a emprendimientos sostenibles y empleo decente, también resulta esencial para consolidar una base económica resiliente, menos dependiente de industrias extractivas y más conectada con la protección del patrimonio marino.

A nivel social, esta estrategia puede activar nuevas formas de movilización ciudadana, compromiso ambiental y participación de ONGs, reforzando la cultura de conservación. Y desde el punto de vista científico, puede contribuir a la generación de conocimiento sobre el océano, facilitando estudios de biodiversidad, impactos del ruido submarino y monitoreo de las especies en zonas protegidas.

Por todo ello, la reorientación económica no solo es una solución frente al ruido submarino, sino una oportunidad estructural para construir un nuevo paradigma productivo y territorial, que combine desarrollo local, equidad social y protección de los bienes comunes naturales.

La actividad humana en el ámbito marino no solo genera impactos visibles, sino también perturbaciones invisibles, pero profundamente disruptivas, como lo es el ruido submarino de origen antropogénico. En este contexto, la regulación del uso del sonar, tanto en operaciones militares como científicas, se presenta como una acción clave para reducir los niveles de contaminación acústica en el Mar Argentino.

Los sistemas sonar, especialmente los de tipo activo, generan emisiones sonoras de alta intensidad que pueden interferir con el sistema sensorial de cetáceos y otras especies sensibles al sonido. Esto puede causar desde desorientación y alteraciones en patrones migratorios hasta varamientos masivos y daños fisiológicos. Por lo tanto, su regulación requiere una respuesta sistémica, fundamentada en la ciencia y en principios de precaución ambiental.

Uno de los pilares de esta estrategia es la elaboración de políticas públicas específicas para el uso del sonar. Estas deben incluir requisitos rigurosos en las Evaluaciones de Impacto Ambiental Acústico (EIAA), donde se establezca con claridad el tipo de actividad, el área de operación, los niveles de emisión sonora esperados y los mecanismos de mitigación a aplicar. Asimismo, resulta esencial definir zonas de exclusión acústica, particularmente en áreas protegidas o rutas migratorias, donde se prohíba el uso de sonar durante todo el año o de manera temporal, según la presencia de fauna marina.

Otra medida clave es el establecimiento de horarios o estaciones críticas en las que el uso del sonar debe ser restringido o directamente prohibido, a fin de evitar interferencias en momentos reproductivos, de cría o migración. Esta planificación debe integrarse a los Planes de Gestión del Ruido y a los marcos de Planificación Espacial Marina (PEM), permitiendo así una gobernanza territorial más coherente y adaptativa.

En términos de gobernanza, es indispensable la participación de ministerios sectoriales, organizaciones científicas, ONGs ambientales y comunidades locales, promoviendo procesos de decisión transparentes, informados y basados en la evidencia. Además, se sugiere incorporar la voz de la ciudadanía mediante procesos de consulta pública o votación local en territorios donde el impacto acústico puede ser significativo.

Desde una perspectiva técnica, la innovación en tecnologías acústicas menos invasivas también debe ser promovida. El uso de hélices tipo Kappel, el diseño optimizado de arreglos de Airguns (en términos de volumen, geometría y presión), así como la implementación de protocolos de frecuencia regulada, permiten reducir el impacto sin comprometer la operatividad de las embarcaciones. Estos desarrollos pueden ser acompañados por incentivos económicos y compras públicas verdes, que estimulen a las instituciones y empresas a adoptar estas nuevas tecnologías.

Finalmente, se debe establecer una estrategia de monitoreo continuo en áreas protegidas, lo que no solo permitirá evaluar el cumplimiento de las normativas, sino también generar datos científicos valiosos sobre el estado acústico del ecosistema marino. Esto contribuirá a una mejor comprensión de los efectos acumulativos del ruido y a una gestión ambiental basada en evidencia.

En conclusión, la regulación del uso del sonar no es un freno a la investigación o a la defensa nacional, sino una oportunidad para avanzar hacia un modelo más responsable de ocupación del espacio marino, compatible con la protección de los cetáceos migratorios, la conservación de los ecosistemas y la mejora de la percepción pública sobre las prácticas responsables en el mar.

FODA

El análisis FODA constituye una herramienta clave para comprender la situación actual del proyecto desde una mirada interna (Fortalezas y Debilidades) y externa (Oportunidades y Amenazas), permitiendo así definir estrategias integradas y realistas para la toma de decisiones. (Ver Figura 4)

Fortalezas

Entre los elementos internos positivos se destaca una capacidad de análisis técnico-científico sólida, apoyada en la experiencia del equipo en normativas internacionales como la MMPA (EE.UU.), CMS o la Estrategia Marina de España. El proyecto también cuenta con acceso a redes académicas, ONGs y comunidades costeras, lo cual habilita procesos participativos de base territorial. Sin embargo, una debilidad latente es que el equipo interdisciplinario aún no está plenamente consolidado, lo que limita la articulación plena entre sectores.

Debilidades

Las debilidades se vinculan principalmente con limitaciones en recursos técnicos, humanos y financieros para implementar acciones de monitoreo o mitigación a gran escala. También se observa falta de experiencia legislativa específica, lo cual dificulta la elaboración de una ley nacional. A esto se suma una articulación institucional fragmentada y una participación ciudadana intermitente, que debilitan la gobernanza y continuidad del proceso.

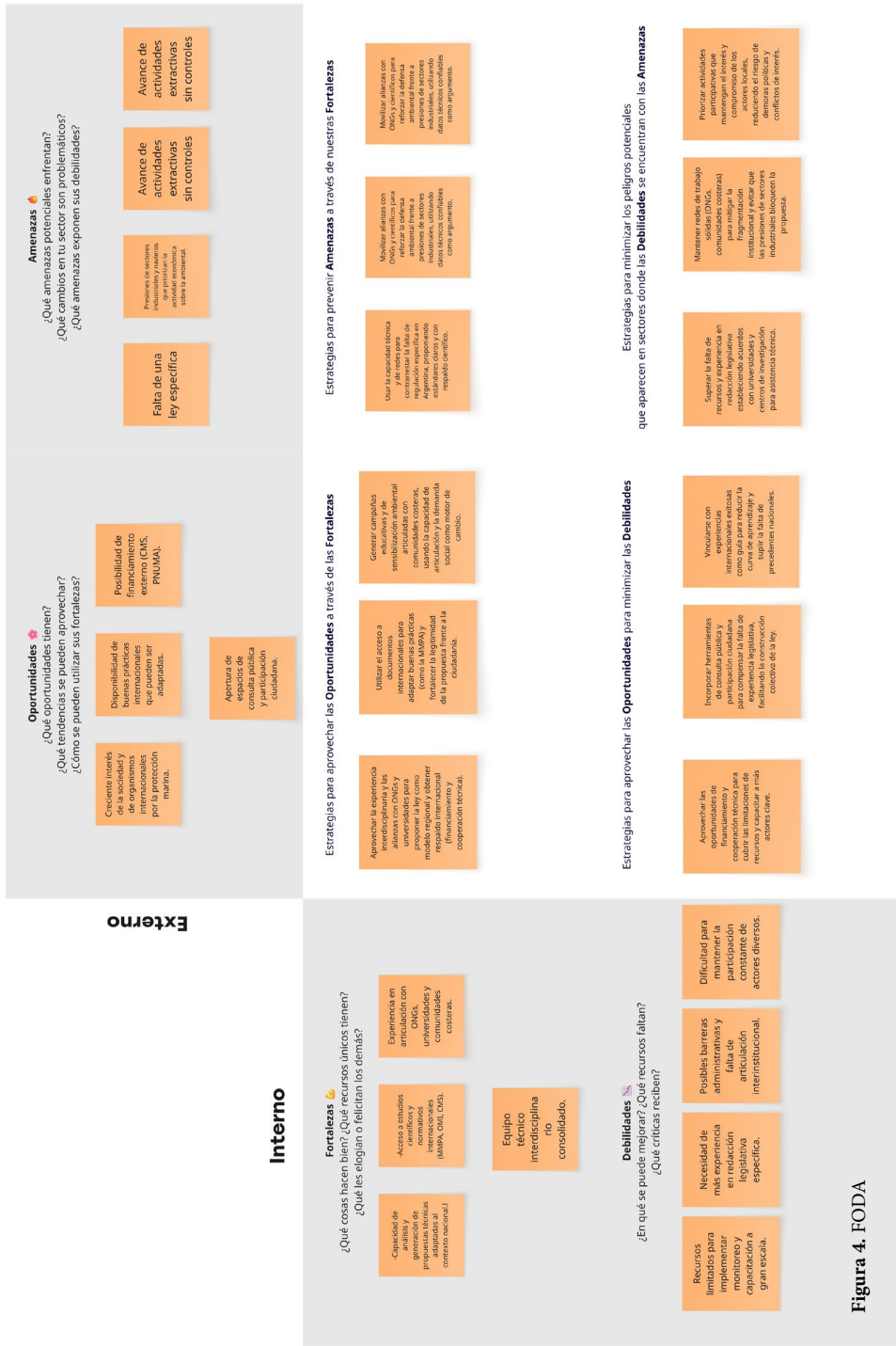


Figura 4. FODA

Oportunidades

El contexto externo ofrece importantes oportunidades: creciente interés social por la protección marina, apertura de espacios de consulta pública y disponibilidad de financiamiento internacional (como el CMS o el PNUMA). Además, el avance de prácticas sostenibles en otros países brinda modelos replicables que pueden ser adaptados localmente.

Amenazas

Entre las amenazas más preocupantes se encuentra la falta de una ley específica sobre contaminación acústica submarina, así como el avance descontrolado de actividades extractivas (como exploraciones sísmicas) que operan sin evaluar impactos acústicos. También existe resistencia desde sectores tradicionales, que perciben estas propuestas como restrictivas o ideologizadas.

Análisis PESTLE

El desarrollo de políticas públicas orientadas a mitigar la contaminación acústica submarina en el Mar Argentino se encuentra condicionado por múltiples factores contextuales que interactúan entre sí y que deben ser comprendidos en su totalidad para garantizar estrategias efectivas y sostenibles. A continuación, se describen los principales elementos que componen el análisis PESTLE de la situación actual.

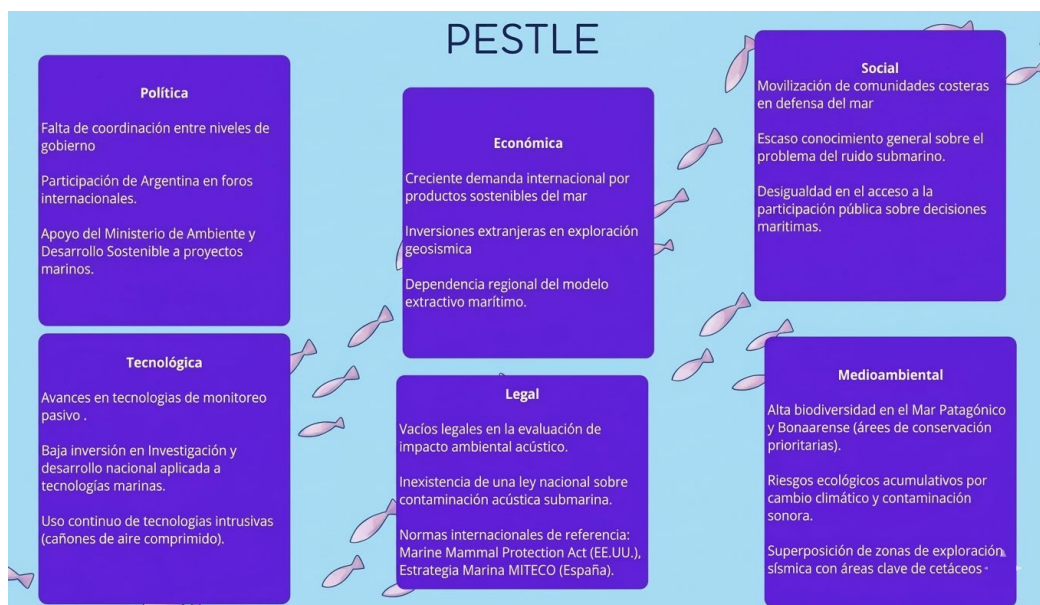


Figura 5. Análisis PESTLE

Político

Desde el ámbito político, se destaca el apoyo institucional por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a proyectos orientados a la protección marina. Asimismo, la participación activa de Argentina en foros internacionales como el Foro para la Conservación del Mar Patagónico brinda legitimidad y posicionamiento regional frente a la agenda oceánica. Sin embargo, persisten obstáculos significativos vinculados a la falta de coordinación entre los diferentes niveles de gobierno (nacional y provincial) en materia de gestión marina, lo cual dificulta la implementación integrada de acciones en territorio costero.

Económico

En términos económicos, el contexto presenta tensiones entre un modelo extractivo consolidado y nuevas demandas sostenibles. Por un lado, la región muestra una fuerte dependencia del modelo económico extractivo vinculado a la explotación de recursos del mar, incluyendo las inversiones extranjeras en exploración geosísmica para hidrocarburos. Por otro lado, se observa una creciente demanda internacional por productos del mar obtenidos bajo criterios sostenibles, como la pesca artesanal certificada. Esta dualidad abre un campo de disputa entre prácticas tradicionales intensivas y alternativas de bajo impacto acústico.

Social

A nivel social, existe un movimiento creciente de comunidades costeras que se organizan y movilizan en defensa del mar y de sus ecosistemas, generando presión sobre las decisiones estatales. Sin embargo, el conocimiento generalizado sobre el problema específico del ruido submarino aún es limitado, y se evidencian barreras de acceso a la participación pública en los procesos de toma de decisiones marítimas. Esta situación acentúa la desigualdad en la representación de actores locales, especialmente en zonas vulnerables.

Tecnológico

El componente tecnológico revela tanto avances como limitaciones. Por un lado, se ha progresado en el desarrollo e implementación de tecnologías pasivas de monitoreo acústico, como hidrófonos y boyas inteligentes, que permiten registrar la presencia de especies sensibles y medir el ruido submarino de forma no invasiva. Por otro lado, se mantiene el uso continuado de tecnologías altamente intrusivas, como los cañones de aire comprimido utilizados en las exploraciones sísmicas. A esto se suma la baja inversión nacional en investigación y desarrollo \$(I+D)\$ aplicada al ámbito marino, lo que impide el desarrollo autónomo de tecnologías de mitigación.

Legal

En el plano legal, se evidencia un vacío normativo significativo. La inexistencia de una ley nacional específica sobre contaminación acústica submarina impide establecer estándares, límites y mecanismos de control. Asimismo, hay falencias en la evaluación de impacto ambiental acústico, que no está regulada como una categoría específica dentro de los procedimientos actuales. No obstante, existen marcos internacionales de referencia como la Marine Mammal Protection Act de Estados Unidos o la Estrategia Marina del Ministerio

para la Transición Ecológica de España (MITECO), que pueden servir como guía para el diseño normativo local.

Medioambiental

Finalmente, el componente medioambiental presenta tanto fortalezas como amenazas. Las aguas del Mar Patagónico y del Mar Bonaerense albergan una biodiversidad marina excepcional, siendo reconocidas como áreas prioritarias de conservación a nivel regional e internacional. Sin embargo, estas zonas se superponen con áreas activas de exploración sísmica, lo que pone en riesgo la integridad de especies sensibles al sonido, como las ballenas y los delfines. A ello se suman los riesgos ecológicos acumulativos asociados al cambio climático, que exacerban los efectos del ruido submarino en los ecosistemas.

Matriz de Marco Lógico

Generalidades

Objetivo: Reducir el impacto del ruido submarino en la biodiversidad marina de las regiones Bonaerense y Patagónica.

Propósito: Tras cuatro años de ejecución, se implementarán políticas públicas integradas y efectivas para reducir hasta un 20% los niveles de ruido submarino en áreas marinas ecológicamente sensibles de las regiones Bonaerense y Patagónica.

Indicadores

- Porcentajes de reducción del ruido submarino (leve: 5%; moderada: 10% a 20%).
- Implementación de al menos una estrategia piloto para la mitigación del ruido submarino.
- Ejecución de una fase de diagnóstico y definición de al menos una propuesta de línea base para la medición de la reducción del ruido submarino.
- Número de capacitaciones realizadas (durante el periodo de 4 años).
- Número de personas capacitadas en mitigación del ruido submarino.
- Diseño de un programa formativo obligatorio y evaluable, con informes de impacto que aseguren la implementación de políticas públicas para la mitigación del ruido submarino.
- Diseño y entrega para aprobación de una política pública para la reducción del ruido submarino.

Medios de Verificación

- Informes de monitoreo acústico (Prefectura, CONICET).
- Reportes de los estudios de impacto ambiental.
- Informes técnicos con registros de hidrófonos, mapas de calor acústico (GIS), bases de datos oceanográficos.
- Boletines Oficiales de las entidades y entes gubernamentales.
- Mapas, resoluciones, acuerdos y decretos marítimos.
- Registros de capacitación.
- Informes de zonas marcadas.
- Certificados entregados de participación.
- Convenios con sindicatos o cámaras navieras.

Supuestos Esperados

- Compromiso institucional sostenido.
- Financiamiento disponible para monitoreo e instalación continua.
- Interés político y social.
- Colaboración continua de navieras, pescadores y autoridades marítimas.

Componentes de Trabajo (Periodo de 4 años)

A continuación, se describen los componentes principales sobre los que se trabajará durante los cuatro años de ejecución del proyecto:

- Componente Regulación del tráfico marítimo comercial: Implementación de medidas para controlar y reducir el ruido generado por embarcaciones comerciales.
- Componente Creación de una Ley de ruido submarino: Desarrollo de una propuesta de legislación específica para la protección del ambiente marino frente a la contaminación acústica submarina.
- Componente Adaptaciones en modelos económicos sostenibles: Fomentar ajustes de las prácticas de ecoturismo marino, pesca artesanal responsable e investigación científica para minimizar su impacto acústico.
- Componente Regulación del uso de sonar: Establecimiento de normativas para el control del uso de tecnologías de sonar, identificando y mitigando sus efectos en la vida marina.
- Componente para la Regulación del tráfico marítimo comercial: Implementación de medidas para controlar y reducir el ruido generado por embarcaciones comerciales.

A continuación, se desglosan los puntos clave y actividades a realizar durante el periodo de cuatro años, medios de verificación e impacto esperado en relación a los diferentes componentes.

Componente 1

A. Puntos claves

- Identificación de zonas de tránsito crítico de fauna marina: Al término del proyecto, se habrán delimitado y caracterizado las áreas marítimas donde la actividad del tráfico naval tiene un impacto acústico significativo sobre la fauna.
- Establecimiento de rutas marítimas seguras: Se habrán diseñado e implementado rutas de navegación alternativas o modificadas para el tráfico marítimo, priorizando la reducción del ruido en zonas ecológicamente sensibles.
- Definición e implementación de límites de velocidad: Se habrán establecido y puesto en marcha límites de velocidad obligatorios para las embarcaciones en corredores marítimos clave, contribuyendo a la disminución de la contaminación acústica submarina.

B. Actividades

1er Año: Diagnóstico y Diseño

- Actividad 1: Realizar un estudio técnico sobre el tráfico marítimo actual y su impacto acústico en zonas marinas sensibles.
- Actividad 2: Formular una propuesta normativa que incluya límites de velocidad y desvíos de rutas en zonas de biodiversidad prioritaria.
- Actividad 3: Establecer acuerdos voluntarios piloto con empresas navieras con el fin de minimizar el ruido submarino hasta un 20%.

2do Año: Implementación Parcial

- Actividad 1: Establecer límites de velocidad obligatorios en dos corredores marítimos clave.
- Actividad 2: Proponer rutas de navegación para minimizar el paso de las embarcaciones por áreas críticas.

3er Año: Expansión

- Actividad 1: Ajustar y ampliar la normativa según los resultados del piloto.
- Actividad 2: Extender la implementación a zonas prioritarias adicionales, con controles a cargo de la Prefectura Naval.

4to Año: Optimización

- Actividad 1: Lograr la optimización total del tránsito marítimo en zonas de alto valor ecológico.
- Actividad 2: Implementar la fiscalización activa del cumplimiento (mediante radares, sensores y patrullas).

C. Medios de Verificación

A continuación, se listan los documentos, registros y fuentes de información que permitirán confirmar la ejecución de las actividades y el logro de los objetivos del proyecto:

- Reportes de incidentes: Incluye informes de varamientos de fauna marina, registros de rescates por parte de ONGs, e informes veterinarios.

- Bases de datos: Acceso a bases de datos regionales pertinentes.
- Documentación de rutas marítimas: Publicaciones de rutas oficiales por Prefecturas y municipios.
- Registros de monitoreo acústico: Certificados de instalación de boyas acústicas, informes de mantenimiento y registros de transmisión de datos.
- Documentación oficial de navegación: Mapas aprobados por autoridades marítimas, resoluciones de la Prefectura Naval y datos de GPS de flotas comerciales.
- Información de cumplimiento: Registros de velocidad del Sistema de Identificación Automática (AIS), notificaciones de sanciones y protocolos de colaboración firmados.
- Comunicación y difusión: Publicaciones o menciones en medios de comunicación (ej. TV pública).

D. Impacto Esperado

- Al final del componente 1, se espera conseguir o esbozar los siguientes impactos:
- Cumplimiento normativo: Incremento en el cumplimiento voluntario o fiscalizado de la normativa sobre ruido submarino por parte de las embarcaciones.
- Colaboración intersectorial: Fortalecimiento de la colaboración con empresas navieras y una mayor participación activa del sector privado y público.
- Capacitación y compromiso: Mejora en la disponibilidad de tiempo de las tripulaciones para participar en capacitaciones y adoptar nuevas prácticas como medio de compromiso hacia la mitigación del ruido submarino.

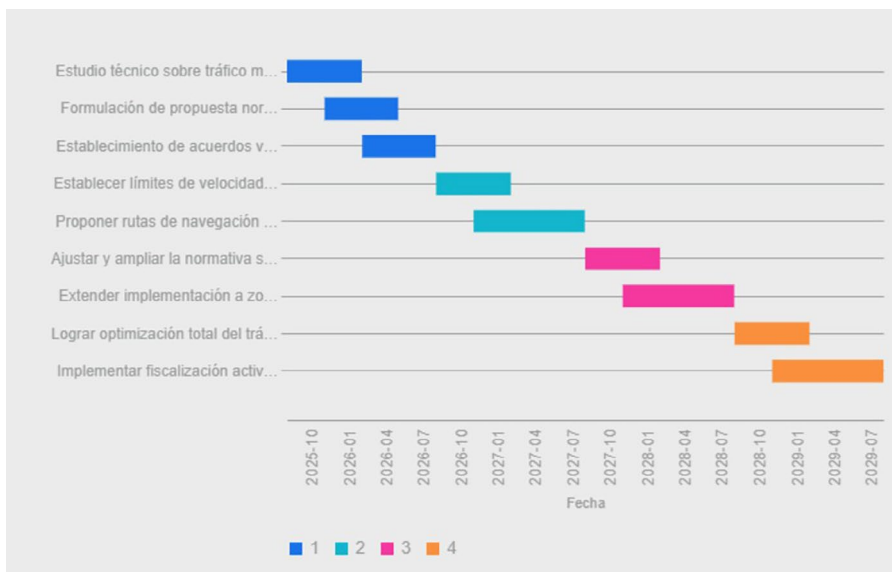


Figura 6. Diagrama de Gantt. Componente para la regulación del tráfico marítimo comercial

Componente 2

Contempla el desarrollo de una propuesta de legislación específica para la protección del ambiente marino frente a la contaminación acústica submarina. Para lograr el segundo componente, se desglosan los puntos claves, siguientes actividades a realizar durante el periodo de cuatro años, medios de verificación e impacto esperado:

A. Puntos claves

- Redacción del anteproyecto de ley: Elaboración de la primera versión del documento legal, incluyendo todos los elementos necesarios para su posterior tramitación.
- Realización de consulta pública: Apertura de un proceso participativo para recoger comentarios y aportes de diversos actores (ciudadanía, expertos, sectores interesados) sobre el anteproyecto de ley.
- Presentación y debate del proyecto: Presentación formal del proyecto de ley ante entes gubernamentales de interés y participar en debates para el avance del proyecto de ley.

B. Actividades

1er Año: Consolidación y Diseño Legal

Durante este primer año, el enfoque estará en la formación del equipo y la elaboración inicial del marco legal.

- . Conformación de un equipo técnico-jurídico.
- . Revisión exhaustiva de marcos legales nacionales e internacionales relevantes (como la Ley de Protección de Mamíferos Marinos de EE. UU. - MMPA, regulaciones de la OMI y CMS, entre otros).
- . Redacción inicial del anteproyecto de ley.
- . Celebración de al menos dos reuniones interministeriales preparatorias.

2do Año: Desarrollo y Consulta Pública

Este año se centrará en finalizar el anteproyecto de ley y someterlo a un proceso de consulta y validación.

- . Finalización del anteproyecto de ley.
- . Publicación del borrador para consulta pública.
- . Realización de cuatro talleres participativos con ONGs, actores locales y comunidades costeras.
- . Incorporación de ajustes y validación técnica del anteproyecto de ley.
- . Validación técnica del documento por parte de organismos asesores clave (CONICET, universidades y Prefectura Naval).

3er Año: Presentación y Difusión Legislativa

El tercer año estará dedicado a la presentación formal del proyecto de ley y a su difusión a nivel nacional.

- . Presentación formal del proyecto de ley ante el Congreso Nacional.
- . Difusión pública de la propuesta a través de medios de comunicación, universidades y redes ambientales.

- . Elaboración de los anexos técnicos necesarios (incluyendo definiciones, límites acústicos y procedimientos de monitoreo).
- . Capacitación inicial a funcionarios, inspectores y operadores sobre los contenidos de la ley propuesta.

4to Año: Seguimiento, Adopción y Evaluación

El último año se enfocará en el seguimiento del proceso legislativo, la adopción de la ley a nivel provincial y una evaluación integral.

- . Seguimiento activo del proceso legislativo.
- . Adopción de la ley por al menos dos provincias.
- . Evaluación técnica del marco regulatorio implementado (en su versión piloto).
- . Elaboración de un informe final con recomendaciones para su reglamentación, ampliación y aplicación federal.

C. Medios de Verificación

A continuación, se listan los documentos, registros y fuentes de información que permitirán confirmar la ejecución de las actividades y el logro de los objetivos del proyecto:

- Documentación legal y técnica: Incluye el anteproyecto de ley redactado y registrado, así como el documento legal final con todos sus anexos técnicos (límites, procedimientos, penalidades).
- Registros de participación: Informes detallados de los talleres participativos y audiencias públicas, incluyendo actas, formularios y encuestas.
- Evidencia legislativa: Publicación en el Boletín Oficial del ingreso parlamentario del proyecto de ley.
- Material de capacitación: Manuales oficiales de monitoreo entregados a los operadores, y listados de capacitaciones realizadas con los certificados emitidos.

D. Impacto Esperado

Al finalizar el componente 1 (sic, debería ser componente 2), se espera conseguir o esbozar los siguientes impactos:

- Voluntad política y técnica: Existencia de un compromiso político y técnico sólido para impulsar la legislación de reducción de ruido submarino.
- Participación interinstitucional: Logro de una participación activa de actores clave del gobierno (ministerios, Prefectura), la sociedad civil (ONGs, pueblos originarios) y la academia (universidades).
- Apoyo técnico y colaboración: Consolidación del apoyo técnico de instituciones de investigación como el CONICET y de organismos internacionales relevantes (CMS, PNUMA, IMO).
- Sostenibilidad financiera: Aseguramiento de la disponibilidad presupuestaria necesaria para la ejecución de actividades participativas y de capacitación.

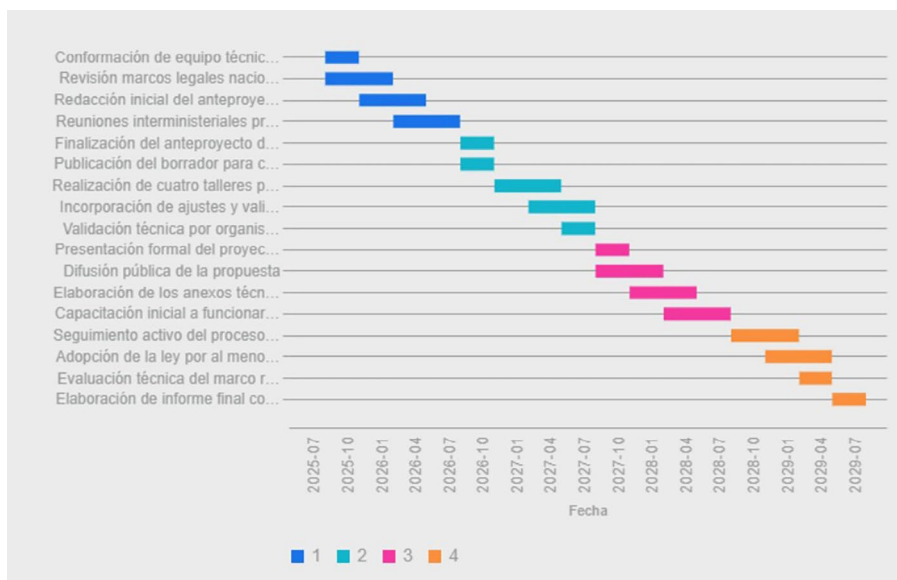


Figura 7. Diagrama de Gantt. Componente de creación de una ley de ruido submarino

Componente para las adaptaciones en modelos económicos sostenibles

Fomentar ajustes de las prácticas de ecoturismo marino, pesca artesanal responsable e investigación científica para minimizar su impacto acústico. Para lograr el tercer componente, se desglosan los puntos claves, siguientes actividades a realizar durante el periodo de cuatro años, medios de verificación e impacto esperado:

A. Puntos Claves

- **Comprensión Profunda (Año 1):** Se inicia con una caracterización detallada de los modelos económicos y una identificación precisa de los puntos críticos de ruido. Esto se complementa con talleres participativos que incorporan el conocimiento local para un diagnóstico robusto y validado. El objetivo es tener una base sólida de información sobre los modelos y cómo el ruido los afecta.
- **Diagnóstico y Opciones (Año 2):** El segundo año se enfoca en el análisis de la vulnerabilidad y resiliencia de los modelos frente al ruido. Paralelamente, se realiza una investigación exhaustiva de prácticas y tecnologías de adaptación ya existentes. Culmina con sesiones de ideación para generar un portafolio de más de cien ideas de adaptación innovadoras y específicas, co-diseñadas con los actores clave. Aquí se trata de entender el problema en profundidad y empezar a generar soluciones.

- Desarrollo y Viabilidad (Año 3): Este año se dedica al desarrollo detallado de las propuestas de adaptación más prometedoras (al menos tres por modelo económico), analizando sus costos, beneficios y requisitos de implementación. Un paso crucial es la evaluación de la viabilidad y aceptabilidad de estas propuestas, asegurando que sean prácticas y que los usuarios finales estén dispuestos a adoptarlas. La meta es seleccionar las mejores soluciones que realmente puedan implementarse.
- Implementación y Difusión (Año 4): La fase final se centra en la planificación de la transición y adopción de las adaptaciones más viables, creando una hoja de ruta práctica para su implementación gradual. Finalmente, se crearán y distribuirán guías de buenas prácticas adaptadas, equipando a los operadores económicos con herramientas claras para implementar soluciones más silenciosas y resilientes. El objetivo es asegurar que el conocimiento se transforme en acción.

B. Actividades

1er Año: Compresión Profunda

Caracterización Detallada de Modelos Económicos Actuales:

- Actividad: Realizar una caracterización exhaustiva de los tres (3) modelos económicos, detallando sus prácticas operativas y tecnologías actuales.
- Entregables: Documento de caracterización: Para cada modelo económico, publicado o archivado, Diagramas de flujo de procesos operativos.
- Frecuencia: Una (1) caracterización completa cada cuatro (4) meses.
- Impacto Esperado: Obtener una comprensión profunda de las operaciones y tecnologías de cada modelo económico.

Identificación de Puntos Críticos de Generación o Impacto de Ruido

- Actividad: Identificar las principales fuentes de contribución al ruido o vulnerabilidad en cada modelo económico.
- Entregables: Mapas de procesos: Para cada modelo económico, con al menos dos (2) puntos críticos de ruido identificados y descritos. Informes de análisis de puntos críticos.
- Frecuencia: Identificación de dos (2) puntos críticos cada cuatro (4) meses.
- Impacto Esperado: Realizar una identificación precisa de las fuentes de ruido y vulnerabilidad para enfocar los esfuerzos de adaptación.

Realización de Talleres de Diagnóstico Participativo

- Actividad: Conducir talleres para enriquecer el diagnóstico del ruido con conocimiento local y validar la información con expertos y operadores.
- Entregables: Informe de diagnóstico de la contribución/vulnerabilidad al ruido: Validado por operadores y científicos. Actas y listas de asistencia de al menos diez (10) talleres realizados. Un Informe de diagnóstico participativo aprobado.
- Frecuencia: Cinco (5) talleres en la primera mitad del año y cinco (5) en la segunda mitad.
- Impacto Esperado: Asegurar un diagnóstico robusto y validado, relevante para futuras propuestas de adaptación.

2do Año: Diagnóstico y opciones

Completar el Análisis de Vulnerabilidad y Resiliencia Actual

- . Actividad: Analizar la vulnerabilidad actual de los modelos económicos frente al ruido submarino y evaluar su resiliencia.
- . Entregables: Informe de análisis de vulnerabilidad: Para los tres (3) modelos económicos. Línea base de indicadores de resiliencia socioecológica: Con indicadores base.
- . Fecha de entrega: A mediados del segundo año.
- . Impacto Esperado: Comprender los riesgos específicos del ruido para la sostenibilidad económica y ecológica, y la capacidad actual para enfrentarlos.

Investigación de Prácticas y Tecnologías de Adaptación

- . Actividad: Documentar y evaluar prácticas y tecnologías de adaptación (reducción de generación o mitigación de impacto).
- . Entregables: Base de datos accesible: Con registro de prácticas y tecnologías de adaptación. Fichas técnicas de tecnologías/prácticas. Informes de evaluación.
- . Fecha de entrega: A finales del segundo año.
- . Impacto Esperado: Conocer un amplio abanico de opciones de adaptación probadas, con sus ventajas y desventajas.

Sesiones de Ideación para Adaptaciones Específicas

- . Actividad: Co-diseñar propuestas de adaptación innovadoras y contextualmente apropiadas con los principales involucrados.
- . Entregables: Registros de talleres de ideación. Documento de portafolio de ideas de adaptación: Con al menos cien (100) ideas específicas generadas y priorizadas para cada modelo económico. Matriz de priorización.
- . Fecha de entrega: A finales del segundo año.
- . Impacto Esperado: Generar un portafolio robusto de ideas de adaptación específicas y priorizadas.

3er Año: Desarrollo y Viabilidad

Desarrollo de Propuestas de Adaptación

- . Actividad: Detallar las propuestas de adaptación seleccionadas.
- . Entregables: Fichas descriptivas detalladas: Para al menos tres (3) propuestas de adaptación por cada modelo económico (incluyendo costos, beneficios e implementación). Presentación de las propuestas.
- . Fecha de entrega: A mediados del tercer año.
- . Impacto Esperado: Obtener una comprensión clara de la implementación, beneficios y costos de cada adaptación.

Evaluación de Viabilidad y Aceptabilidad de las Adaptaciones

- . Actividad: Evaluar la factibilidad, costo-efectividad y probabilidad de adopción de las adaptaciones propuestas.

- Entregables: Informe de viabilidad y aceptabilidad: Para el 100% de las tres (3) propuestas, con recomendaciones. Registros de consultas/encuestas de aceptabilidad.

Fecha de entrega: A finales del tercer año

- Impacto Esperado: Seleccionar las adaptaciones más factibles, costo-efectivas y con alta probabilidad de ser adoptadas por los usuarios finales.

4to año: Implementación y Difusión

Diseño de un Plan de Transición y Adopción

- Actividad: Co-diseñar un plan de implementación gradual y efectiva de las adaptaciones con actores clave.
- Entregables: Documento de Plan de Transición y Adopción aprobado: Para las dos (2) adaptaciones más viables. Acuerdos/compromisos firmados (si aplica).
- Fecha de entrega: A mediados del cuarto año.
- Impacto Esperado: Establecer una hoja de ruta práctica para que los sectores implementen las adaptaciones de manera gradual y efectiva.

Creación de Guías de Buenas Prácticas Adaptadas

- Actividad: Elaborar, validar y distribuir guías de buenas prácticas para operadores económicos.
- Entregables: Al menos una (1) guía de buenas prácticas adaptadas (una por sector/modelo): Elaboradas, validadas y distribuidas al 50% de los operadores identificados. Guías impresas y digitales. Listas de distribución. Encuestas de recepción y utilidad de las guías.
- Fecha de entrega: A finales del cuarto año.
- Impacto Esperado: Proveer a los operadores económicos herramientas claras y accesibles para implementar prácticas más silenciosas y resilientes.

Componente de Regulación del Uso de Sonar

Establecimiento de normativas para el control del uso de tecnologías de sonar, identificando y mitigando sus efectos en la vida marina. Para lograr el cuarto componente, se desglosan los puntos claves, siguientes actividades a realizar durante el periodo de cuatro años, medios de verificación e impacto esperado:

A. Puntos claves

- Elaboración de un protocolo de Evaluación de Impacto Acústico Ambiental (EIAA).
- Identificación y zonificación de áreas críticas para la biodiversidad acústicamente sensible.
- Desarrollo y prueba de tecnologías acústicas alternativas de bajo impacto.
- Creación y capacitación de un grupo especializado en el uso responsable del sonar.

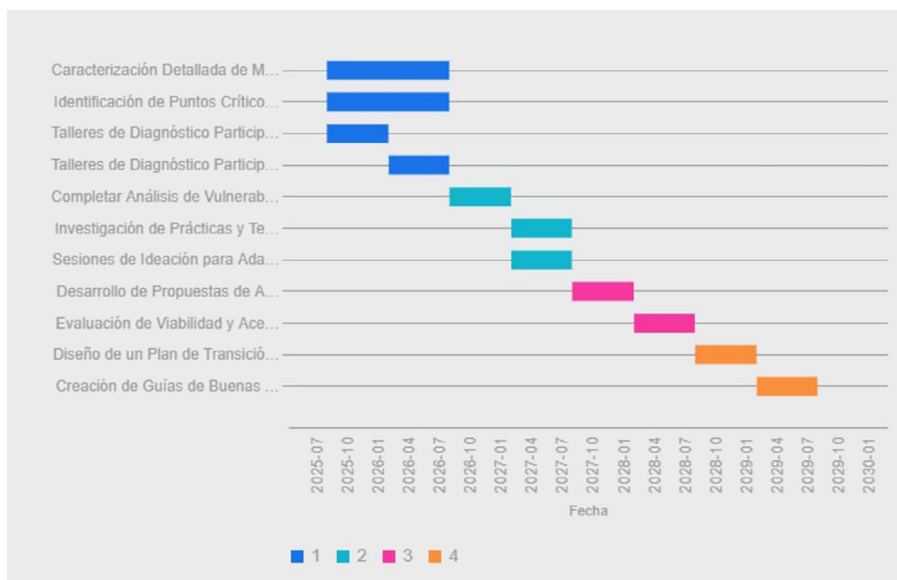


Figura 8. Diagrama de Gantt. Componente para la Adaptaciones en modelos económicos sostenible

B. Actividades

1er Año: Diseño y Base Normativa

El primer año se enfoca en establecer los fundamentos técnicos y normativos del proyecto. Actividad: Desarrollo y Validación del Protocolo de Evaluación de Impacto Acústico Ambiental (EIAA). Se creará y revisará el documento que guiará la evaluación del impacto acústico.

- . Entregable: Protocolo de Evaluación de Impacto Acústico Ambiental (EIAA) validado.
- . Impacto Esperado: Sentar las bases técnicas y metodológicas para evaluar el ruido sub marino.

Actividad: Presentación Pública del Documento Oficial. Se dará a conocer el protocolo EIAA a las autoridades y al público.

- . Entregable: Documento oficial del protocolo EIAA presentado públicamente.
- . Impacto Esperado: Lograr el reconocimiento y respaldo oficial del protocolo.

Actividad: Inicio de Mesas Técnicas con Actores Clave. Se establecerá un diálogo y coordinación con instituciones relevantes como el Ministerio de Defensa, la Prefectura y ONG.

- . Entregable: Actas de reuniones y acuerdos iniciales con los actores clave.
- . Impacto Esperado: Fomentar la colaboración interinstitucional para la implementación.
- . Impacto General del Año 1: Establecimiento de la base legal y técnica para la regulación del sonar.

2do año: Implementación Inicial y Diagnóstico de Áreas Sensibles

El segundo año se centra en la aplicación piloto del protocolo y el inicio de la identificación de zonas críticas.

Actividad: Aplicación Piloto del Protocolo EIAA. Se pondrá a prueba el protocolo en al menos dos (2) actividades militares o científicas para obtener retroalimentación.

- . Entregable: Informes de aplicación piloto del protocolo EIAA.
- . Impacto Esperado: Obtener retroalimentación práctica y ajustar el protocolo.

Actividad: Inicio del Estudio de Identificación de Zonas Críticas Acústicas. Se comenzará la investigación para localizar áreas marinas sensibles al ruido en el Mar Argentino.

- . Entregable: Reportes de avance del estudio de identificación de zonas críticas acústicas.
- . Impacto Esperado: Iniciar la delimitación geográfica de áreas prioritarias para la protección.

Actividad: Revisión de Tecnologías Acústicas Existentes y Viables. Se evaluarán las opciones de tecnologías de bajo impacto disponibles.

- . Entregable: Inventario y análisis de viabilidad de tecnologías acústicas alternativas.
- . Impacto Esperado: Identificar las mejores opciones tecnológicas para futuras pruebas.

Actividad: Creación y Formación Inicial de un Grupo Especializado. Se conformará un equipo técnico capacitado por expertos en bioacústica y gestión ambiental para el uso responsable del sonar.

- . Entregable: Grupo especializado en uso de sonar conformado y plan de capacitación inicial.
- . Impacto Esperado: Disponer de personal cualificado para asesorar y monitorear el uso del sonar.

3er año: Expansión y Adopción

El tercer año busca la consolidación del protocolo y la zonificación, además de avanzar en la adopción de nuevas tecnologías.

Actividad: Adopción Oficial del Protocolo EIAA por Instituciones. Se buscará que al menos tres (3) instituciones integren formalmente el protocolo EIAA en sus operaciones.

- . Entregable: Documentación oficial de adopción del protocolo EIAA por parte de al menos tres (3) instituciones.
- . Impacto Esperado: Consolidar la implementación del protocolo en el sector público y privado.

Actividad: Publicación del Mapa de Zonificación Acústica. Se hará oficial la identificación de áreas marinas protegidas del ruido, con un mínimo de tres (3) zonas delimitadas.

- . Entregable: Mapa de zonificación acústica publicado, con un mínimo de tres (3) áreas protegidas.
- . Impacto Esperado: Proporcionar una herramienta oficial para la gestión espacial del ruido submarino.

Actividad: Inicio de Pruebas Piloto con Tecnologías Acústicas Alternativas. Se evaluará el desempeño de tecnologías de bajo impacto (sonares pasivos, sistemas de baja intensidad) en un entorno controlado.

- . Entregable: Informes de pruebas piloto de tecnologías acústicas alternativas.
- . Impacto Esperado: Validar la eficacia y viabilidad de las nuevas tecnologías.

Actividad: Despliegue Operativo del Grupo Especializado. El equipo capacitado se pondrá en acción para monitorear la aplicación del protocolo y asesorar en el uso responsable del sonar.

- . Entregable: Informes de monitoreo y asesoramiento del grupo especializado.
- . Impacto Esperado: Asegurar el cumplimiento del protocolo y promover buenas prácticas en tiempo real.

4to año: Medición de Impacto

El cuarto y último año se dedicará a la evaluación de la efectividad del proyecto y la documentación de sus resultados positivos.

Actividad: Evaluación del Desempeño del Protocolo. Se analizará la efectividad del protocolo en términos del número de actividades mitigadas y el nivel de cumplimiento.

- . Entregable: Informe de evaluación del desempeño del protocolo.
- . Impacto Esperado: Cuantificar la efectividad de la regulación y su aplicación.

Actividad: Medición de la Reducción Promedio de Decibelios. Se cuantificará la reducción de ruido lograda en actividades que implementaron tecnologías alternativas.

- . Entregable: Reporte de la reducción promedio de decibelios en actividades con tecnologías alternativas.
- . Impacto Esperado: Demostrar el beneficio ambiental directo de las nuevas tecnologías.

Actividad: Primer Informe de Impacto Ambiental Positivo. Se documentarán los beneficios para las especies marinas sensiblemente afectadas por el ruido submarino.

- . Entregable: Informe que documenta el impacto ambiental positivo en relación con especies acústicamente sensibles.
- . Impacto Esperado: Evidenciar la contribución del proyecto a la protección de la biodiversidad marina.

Gigamap final

Una vez implementadas las acciones propuestas, se configura un nuevo ensamble socio-técnico que articula regulaciones estatales, innovación tecnológica, participación científica y responsabilidad ambiental en torno a la protección del ecosistema marino frente al ruido antropogénico.

Actores relevantes

Decisores (Participación directa)

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: diseña la Ley de ruido submarino, supervisa el monitoreo y aplica sanciones.
- Ministerio de Defensa / Armada Argentina: aplica las regulaciones sobre uso de sonar y colabora con evaluaciones acústicas en actividades militares.
- Ministerio de Transporte / Prefectura Naval Argentina: regula rutas marítimas y velocidad de embarcaciones.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación: financia e impulsa investigación científica y tecnología acústica alternativa.
- Congreso Nacional: aprueba la Ley específica y asigna presupuesto.

Influenciadores (Participación indirecta)

- Organismos internacionales (PNUMA, OSPAR, CMS): brindan marcos y cooperación técnica.
- ONGs ambientales (Greenpeace, Fundación Vida Silvestre, etc.): presionan, difunden y verifican el cumplimiento de políticas.
- Comunidades costeras y cooperativas pesqueras: se adaptan a la regulación y participan en la vigilancia comunitaria.
- Sector turístico: implementa prácticas sostenibles como el avistaje responsable.
- Empresas navieras y de investigación científica marina: ajustan sus operaciones al marco regulatorio.

Artefactos tecnológicos

- Hidrófonos y sensores submarinos: para el monitoreo continuo del ruido.
- Software de modelado acústico: simula rutas y su impacto sonoro.
- Sistemas de navegación asistida: regulan velocidad y trayectorias en zonas sensibles.
- Sonar de baja frecuencia/modificado: tecnología alternativa menos invasiva.

Componentes normativos y operativos

- Ley nacional de ruido submarino
- Rutas marítimas de bajo impacto
- Protocolos de evaluación de impacto acústico
- Áreas marinas protegidas con restricciones acústicas
- Incentivos fiscales al ecoturismo y a la pesca artesanal regulada
- Bases de datos sonoras integradas con acceso público
 - Las regulaciones obligan a empresas navieras, militares y científicas a evaluar y reducir su impacto acústico.
 - La tecnología permite monitorear y ajustar las rutas y velocidades en tiempo real.
 - El conocimiento científico guía las zonas de protección y la evolución de los estándares.
 - Las comunidades costeras y ONGs actúan como garantes ciudadanos del cumplimiento.

El turismo responsable y la pesca artesanal se benefician del equilibrio ecológico y del atractivo ambiental.

Bibliografía

- Foro para la Conservación del Mar Patagónico. (2022). Informe colaborativo sobre el Estado de situación. Riesgos e impactos de la prospección sísmica en el Mar Argentino. [https://marpatagonico.org/descargas/Prospeccion%20Sismica%20en%20el%20Mar%20Argentino%20-%20Riesgos%20e%20Impactos%20\(FORO%20Mar%20Patagonico%202022\)%20LR.pdf](https://marpatagonico.org/descargas/Prospeccion%20Sismica%20en%20el%20Mar%20Argentino%20-%20Riesgos%20e%20Impactos%20(FORO%20Mar%20Patagonico%202022)%20LR.pdf)
- Fundación Ambiente y Recursos Naturales. *Riesgos e impactos de la prospección sísmica en el Mar Argentino*. https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2022/05/Prospeccion-Sismica-en-el-Mar-Argentino-FORO-Mar-Patagonico-2022-RGB-LR_compressed.pdf
- Ladera Sur. *Contaminación Acústica Marina: la amenaza invisible que pone en peligro a los cetáceos*. <https://laderasur.com/articulo/contaminacion-acustica-marina-la-amenaza-invisible-que-pone-en-peligro-los-cetaceos/>
- Climate Case Chart. (2022). Adecua Habeas Corpus a Amparo Ambiental Preventivo y Ecocéntrico. Solicita Medidas Cautelares. https://climatecasechart.com/wp-content/uploads/non-us-case-documents/2022/20220114_FMP-702022_petition-1.pdf
- AWI Online. *Un llamado a la acción internacional para proteger los recursos de la vida marina*. <https://awionline.org/sites/default/files/products/13DrowningInSoundSpanish.pdf>
- Infobae. (2021). *Exploración sísmica en el Mar Argentino: la tortura de los animales que viven entre explosiones*. <https://www.infobae.com/america/carbononews/2021/03/15/exploracion-sismica-en-el-mar-argentino-la-tortura-de-los-animales-que-viven-entre-explosiones/>
- Greenpeace Argentina. *Frenemos la explotación petrolera en el Mar Argentino*. <https://www.greenpeace.org/argentina/tag/marargentino/>
- Unidiversidad. *Empezaron los bombardeos acústicos en el Mar Argentino y ambientalistas renovaron las alertas*. <https://www.unidiversidad.com.ar/empezaron-los-bombardeos-acusticos-en-el-mar-argentino-y-ambientalistas-renovaron-las-alertas>
- Blog USIL. *Los cetáceos y el ruido generado por el tráfico de embarcaciones y la instalación de infraestructura marina*. <https://blogs.usil.edu.pe/facultad-ingenieria/ingenieria-ambiental/los-cetaceos-y-el-ruido-generado-por-el-trafico-de-embarcaciones-y-la-instalacion-de-infraestructura-marina>
- Maersk. *Shipping to and from Argentina*. <https://www.maersk.com/es-mx/local-information/latin-america/argentina>
- Patagonia Shipping Lines. <https://www.patagonialines.com/>
- Consejo Portuario Argentino. *Puertos Argentinos*. <https://consejoportuario.com.ar/puertos-argentinos/>
- Argentina.gob.ar. (2024). *Título III*. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2024/06/titulo233_compressed.pdf

- ARVI. *Estudio del impacto del ruido en la salud de los trabajadores del mar*. <https://www.arvi.org/publicaciones/coapre/MAN09.pdf>
- Argentina.gob.ar. *Pesca y acuicultura 2024*. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/pesca_y_acuicultura_2024_0.pdf
- OpenEdition Journals. *Los agentes económicos de la pesca industrial en la Argentina: las cámaras empresariales pesqueras*. <https://journals.openedition.org/nuevomundo/87136?lang=en>
- UNIDEF - CONICET. *Integrantes AS 2021*. <https://unidef.conicet.gov.ar/integrantes-as-2021/>
- Argentina.gob.ar. *Servicio de Seguridad Ambiental de la Armada (SIAM)*. <https://www.argentina.gob.ar/armada/servicio-de-seguridad-ambiental>
- SEA (Chile). *Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y evaluación de impactos por ruido submarino*. https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2022/08/31/dt_ruido_submarino.pdf
- Museo de la Ciencia y el Agua. *Ruido submarino: el gran desconocido de los mares*. <https://cienciayagua.org/exposicion/ruido-submarino-proyecto-silemar/>
- Instituto de Conservación de Ballenas. *La técnica patagónica de avistaje*. <https://ballenas.org.ar/descargas/recursos/Guia-Avistaje-2018.pdf>
- Argentina Ambiental. *Ley 24.543 Protección y preservación del Medio Marino*. <https://argentinambiental.com/legislacion/nacional/ley-24-543-proteccion-y-preservacion-del-medio-marino/>
- IMO (Organización Marítima Internacional). (2023). *Directrices revisadas para reducir el ruido submarino radiado debido al transporte marítimo (MEPC.1/Circ.906)*. <https://wwwcdn.imo.org/localresources/es/MediaCentre/MeetingSummaries/Documents/MEPC.1-Circ.906%20-%20Directrices%20Revisadas.pdf>
- Argentina.gob.ar. *Ambiente establece un protocolo para el monitoreo de fauna marina durante la exploración sísmica*. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/ambiente-establece-un-protocolo-para-el-monitoreo-de-fauna-marina-durante-la-exploracion>
- Auditoría General de la Nación (AGN). *Informe 2020-181*. <https://www.agn.gob.ar/sites/default/files/informes/2020-181-Informe.pdf>
- Argentina.gob.ar. *Medio Ambiente - Armada Argentina*. <https://www.argentina.gob.ar/armada/intereses-maritimos/ambiente>
- Ladera Sur. *Argentina: Gobierno autoriza polémico proyecto de exploración offshore de hidrocarburos en costa de Mar del Plata*. <https://laderasur.com/articulo/argentina-gobierno-autoriza-polemico-proyecto-de-exploracion-offshore-de-hidrocarburos-en-costa-de-mar-del-plata/>
- Argentina.gob.ar. (2023). *Informe técnico de revisión proyecto "Argentina Sísmica 3D CAN_107 y CAN_109"*. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/if-2023-125716655-apn-dneamad_1.pdf
- UNDEF. *La importancia geopolítica de las áreas marinas protegidas oceánicas: el caso argentino*. <https://www.undef.edu.ar/libros/wp-content/uploads/2023/07/8-1-6.pdf>
- Argentina.gob.ar. *Parques Nacionales implementa el monitoreo acústico del Mar Argentino*. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/parques-nacionales-implementa-el-monitoreo-acustico-del-mar-argentino>
- Prefectura Naval Argentina. *Ordenanza N° 8-98 (DPMA)*. <https://www.ecofield.net/Legales/>

- Navegacion/pna/TOMO6/6-1998-8.pdf
- Dialogue Earth. *Offshore: Empresas, derrames y el proyecto petrolero que se instala en Argentina*. <https://dialogue.earth/es/energia/57665-offshore-empresas-derrames-y-el-proyecto-petrolero-que-se-instala-en-argentina/>
- Argentina.gob.ar. *La Armada Argentina participó de una nueva operación de control y vigilancia del Mar Argentino*. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/la-armada-argentina-participo-de-una-nueva-operacion-de-control-y-vigilancia-del-mar>
- Argentina.gob.ar. *Subsecretaría de Pesca y Acuicultura*. <https://www.argentina.gob.ar/agricultura/agricultura-ganaderia-y-pesca/subsecretaria-de-pesca-y-acuicultura>
- Argentina.gob.ar. (2022). *Informe final de la audiencia pública N°1/22 MAYDS*. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe_final_audiencia_1-22_if-2022-118464801-apn-deiayaramad.pdf
- La Nación. *¿Quién tira los cajones? Las impactantes imágenes de la contaminación en las playas patagónicas*. <https://www.lanacion.com.ar/sociedad/quien-arruino-el-mar-argentino-un-road-trip-patagonico-tras-las-huellas-de-la-contaminacion-nid18092023/>
- Parques Nacionales. *Plan de Gestión Área Marina Protegida Namuncurá Banco Burdwood*. https://sib.gob.ar/archivos/Plan_Gestion_AMP_Namuncura_Banco_Burwood_2022.pdf
- Río Negro. *Llegaron las ballenas a Puerto Madryn: cuánto cuesta embarcarse*. <https://www.rionegro.com.ar/voy-turismo/llegaron-las-ballenas-a-puerto-madryn-cuanto-cuesta-embarcarse-para-verlas-y-la-playa-donde-estan-a-metros-de-la-orilla-3608848/>
- WCS Argentina. *Oleoducto y Terminal Petrolera Punta Colorada - Golfo San Matías*. <https://argentina.wcs.org/DesktopModules/Bring2mind/DMX/API/Entries/Download?EntryId=51328&PortalId=125>
- IAPG (Instituto Argentino del Petróleo y del Gas). <https://www.iapg.org.ar/>
- CONICET. *The CADIC and the CENPAT are represented at the Argentine Ocean Data Portal*. <https://www.conicet.gov.ar/the-cadic-and-the-cenpat-are-represented-at-the-argentine-ocean-data-portal/>
- Greenpeace. *Expedición por el Mar Argentino*. <https://www.greenpeace.org/argentina/participa/frena-la-exploracion-sismica-en-el-mar-argentino/expedicion-por-el-mar-argentino/>
- ResearchGate. *Capítulo 8: Oceanografía*. https://www.researchgate.net/publication/304425032_Capitulo_8_Oceanografia
- CIMA (Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera). <https://www.cima.fcen.uba.ar/PampaAzul>. <https://www.pampazul.gob.ar/>
- INIDEP. <https://www.argentina.gob.ar/inidep>
- INIDEP. (2020). *Memoria INIDEP 2020*. <https://www.inidep.edu.ar/images/adjuntos/memoria2020-comprimido.pdf>
- Foro para la Conservación del Mar Patagónico. *Síntesis del estado de conservación del Mar Patagónico y áreas de influencia*. <https://www.marpatagonico.org/libro/sintesis-mar-patagonico.pdf>
- Cartagena Actualidad. *El proyecto ECOSS culmina con un hito en la investigación del ruido submarino y la conservación marina*. <https://www.cartagenaactualidad.com/articulo/universidad-e-innovacion/proyecto-ecoss-culmina-hito-investigacion-ruido-submarino-conservacion-marina/20250312105910179169.html>
- CTNAVAL. *Proyecto SILEMAR*. <https://ctnaval.com/proyectos/silemar/>

- Investigaciones Geográficas. *Análisis del sistema socio-ecológico del estuario Bahía Blanca (Argentina)*. <https://www.investigacionesgeograficas.com/article/view/2020-analisis-del-sistema-socio-ecologico-del-estuario-bahia-bla/pdf>
- Buenos Aires Ciudad. *Normativa Impacto Acústico*. <http://buenosaires.gob.ar/impacto-acustico/normativa>
- Boletín Oficial CABA. *Ley 1540 (2004)*. <https://boletinoficial.buenosaires.gob.ar/normativa/norma/67210>
- CMS (Convention on the Conservation of Migratory Species). (2022). *Reducing the impact of noise pollution on marine biodiversity*. <https://www.cms.int/es/news/nuevo-informe-de-la-onu-sobre-la-reducci%C3%B3n-de-los-principales-efectos-de-la-contaminaci%C3%B3n>
- Cortez Oyola, M. A. (2024). *La contaminación acústica y su impacto en el desarrollo de la vida marina*. *Revista Científica de Biología y Conservación*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8600057>
- Cortez Oyola, M. A. (2024). *La contaminación acústica y su impacto en el desarrollo de la vida marina*. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/367368368_LA_CONTAMINACION_ACUSTICA_Y_SU_IMPACTO_EN_EL_DESARROLLO_DE_LA_VIDA_MARINA
- Desinformémonos. (2022). *Un peligro más para el Mar Argentino: las exploraciones sísmicas*. <https://desinformemonos.org/un-peligro-mas-para-el-mar-argentino-las-exploraciones-sismicas/>
- Foro para la Conservación del Mar Patagónico. (2022). *El mar arde y pide silencio*. <https://marpatagonico.org/elmarardeypidesilencio/>
- Foro para la Conservación del Mar Patagónico. (2022). *Información científica muestra que el mar pide silencio*. <https://marpatagonico.org/informacion-cientifica-muestra-que-el-mar-pide-silencio/>
- Fundación Biodiversidad. (2021). *Guía metodológica SILEMAR*. https://fundacion-biodiversidad.es/wp-content/uploads/2021/07/guia_metodologica_silemar.pdf
- Greenpeace Argentina. (2023). *Día de la descontaminación acústica: No a las exploraciones sísmicas*. <https://www.greenpeace.org/argentina/blog/problemas/oceanos/dia-de-la-descontaminacion-acustica-no-a-las-exploraciones-simicas-en-el-mar-el-ruido-mata/>
- Greenpeace México. (2021). *50 años de Greenpeace: los logros que cambiaron el rumbo*. <https://www.greenpeace.org/mexico/blog/49157/50-anos-de-greenpeace-los-logros-que-cambiaron-el-rumbo/>
- IMO (Organización Marítima Internacional). (s.f.). *Zonas Marinas Especialmente Sensibles (ZMES)*.
- Infobae. (2022). *La contaminación acústica en el mar produce sordera en las tortugas marinas*. <https://www.infobae.com/america/perrosygatos/2022/03/09/la-contaminacion-acustica-en-el-mar-produce-sordera-en-las-tortugas-marinas/>
- MITECO (España). (2021). *Estrategias de seguimiento del ruido submarino y programas asociados*. https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/estrategiasseguimientorsyprogramasasociados_tcm30-518610.pdf
- Mongabay Latam. (2023). *Argentinos intentan detener exploraciones de gas y petróleo en el Mar Argentino*. <https://es.mongabay.com/2023/03/exploraciones-de-gas-y-petroleo-en-el-mar-argentinooceanos/>

NOAA Fisheries. (2023). *Acoustic impacts on marine mammals*. <https://www.fisheries.noaa.gov/national/marine-mammal-protection/acoustic-impacts-marine-mammals>

PNUMA. (2020). *Economía azul en América Latina y el Caribe: oportunidades y desafíos*. <https://www.unep.org/resources/report/economia-azul-en-america-latina>

Programa CETAMAR. (s.f.). *Ecoturismo responsable y conservación marina en Costa Rica*. <https://cetamarmarino.org>

Abstract: His paper addresses the issue of underwater noise pollution in the Argentine Sea (specifically in the Buenos Aires and Patagonian Sea regions), caused by anthropogenic activities such as commercial maritime traffic, geoseismic exploration, and the use of military and scientific sonar. Through PESTLE and SWOT analyses, alongside stakeholder mapping, the study diagnoses the insufficiency of the current regulatory framework and the lack of monitoring systems in the region, which endangers marine biodiversity, particularly cetaceans. In response, a four-year action plan is proposed based on four strategic axes: maritime traffic regulation (routes and speed limits), the enactment of an Underwater Noise Law, the transition towards sustainable economic models in coastal communities, and specific regulation of sonar use. The ultimate goal is to establish an ocean governance model that integrates conservation, economic development, and technological responsibility.

Keywords: Underwater noise - Argentine Sea - acoustic pollution - marine conservation - public policy

Resumo: Este trabalho aborda a problemática da poluição sonora subaquática no Mar Argentino (especificamente no Mar de Buenos Aires e da Patagônia), gerada por atividades antropogênicas como o tráfego marítimo comercial, as explorações geossísmicas e o uso de sonar militar e científico. Por meio de análises PESTLE e SWOT (FODA), juntamente com um mapeamento de atores, diagnostica-se a insuficiência do atual quadro regulatório e a falta de sistemas de monitoramento na região, o que coloca em risco a biodiversidade marinha, particularmente os cetáceos. Como resposta, propõe-se um plano de ação de quatro anos baseado em quatro eixos estratégicos: a regulação do tráfego marítimo (rotas e limites de velocidade), a promulgação de uma Lei de Ruído Subaquático, a transição para modelos econômicos sustentáveis nas comunidades costeiras e a regulação específica do uso de sonares. O objetivo final é estabelecer um modelo de governança oceânica que integre conservação, desenvolvimento econômico e responsabilidade tecnológica.

Palavras-chave: Ruído subaquático - Mar Argentino - poluição sonora - conservação marinha - políticas públicas

[Las traducciones de los abstracts fueron supervisadas por el autor de cada artículo.]

Nicolás Kadry. Es un diseñador multimedia y especialista en diseño UX/UI con formación en Diseño de Imagen y Sonido por la Universidad de Palermo, donde actualmente está terminado la Maestría en Gestión de Diseño. Su enfoque combina la creatividad técnica con una sólida base en experiencia de usuario, habiendo desarrollado interfaces en entornos de e-commerce. Gracias a su experiencia multidisciplinaria, que integra herramientas de diseño multimedia y UX, Nicolás aporta una visión integral que garantiza soluciones digitales centradas en el usuario, con un alto estándar de usabilidad y accesibilidad.

Oscar Méndez. Es un diseñador gráfico egresado de la Universidad del Norte, con formación de posgrado en Diseño Centrado en el Usuario y Diseño UX por la Universidad Internacional de La Rioja, y en Pensamiento de Diseño (Design Thinking) por el Instituto Europeo de Posgrado. Su especialización se complementa con estudios en innovación social, narrativa estratégica (storytelling), mercadeo de contenidos y analítica de impacto social orientada a organizaciones no gubernamentales. En el plano profesional, cuenta con una sólida trayectoria como diseñador de marca y comunicador visual, habiéndose desempeñado en agencias de comunicación, organizaciones del sector público como la Alcaldía de Barranquilla, y diversas entidades sin fines de lucro. Su práctica integra la gestión estratégica de identidad visual con un enfoque centrado en las personas, orientando el diseño gráfico, la ilustración digital y el desarrollo de marcas hacia la resolución de problemas de comunicación e impacto social.

Jeffrey Paucar. Profesional en Comunicación por la Universidad de Ciencias y Artes de América Latina (UCAL), con mención en Comunicación Corporativa, y actualmente en proceso de desarrollo de tesis de la Maestría en Gestión del Diseño en la Universidad de Palermo. Cuenta con experiencia en marketing, nuevos medios y publicidad, liderando proyectos que abarcan desde estrategias digitales hasta campañas integrales 360°, orientadas al fortalecimiento de marcas y la construcción de vínculos relevantes con sus públicos. Actualmente me desempeño de manera independiente asesorando a marcas en el desarrollo y consolidación de su identidad, integrando pensamiento estratégico, comunicación y creatividad para generar propuestas con valor diferencial. De forma paralela, desarrollo proyectos de emprendimiento en el rubro del café, ámbito en el que aplico herramientas de comunicación, marketing, diseño y gestión para construir experiencias de marca coherentes, innovadoras y con identidad propia.

Carlos Salazar. Es diseñador gráfico formado en la Facultad de Artes de la Universidad de Cuenca, Ecuador, con experiencia en branding, desarrollo de páginas web, gestión de proyectos digitales y dirección creativa de desfiles artísticos. Actualmente se encuentra en la etapa final de entrega de tesis de la Maestría en Gestión de Proyectos de Diseño en la Universidad de Palermo, en Buenos Aires, Argentina, complementando su formación con un diplomado en colorimetría orientado a la percepción visual y estrategias cromáticas aplicadas al diseño contemporáneo.

Su enfoque profesional se orienta hacia la gestión de proyectos vinculados con la digitalización de espacios ambientales y sociales, integrando diseño, tecnología y comunicación visual desde una perspectiva multidisciplinaria.