

CONCURSO
FONDO DE INNOVACIÓN PARA LA COMPETITIVIDAD
(FIC) AYSÉN 2018
ENTIDADES RECEPTORAS

FORMULARIO
PRESENTACIÓN DE INICIATIVAS

1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA INICIATIVA

1.1 Nombre de la Iniciativa (60 characters)

MOBI-Aysén: el lab genético para monitoreo de biodiversidad

1.2 Período de ejecución

Duración (meses): 36 meses

Fecha inicio proyectada: 01/01/2019

1.3 Ubicación y Cobertura territorial:

Indique localidades, comunas y/o provincias para:

a) Ubicación del proyecto:

Universidad de Aysén, Comuna Coyhaique, Provincia Coyhaique

Puerto Cisnes, Comuna Cisnes, Provincia Aysén

Melinka, Comuna Guaitecas, Provincia Aysén

Raúl Marín Balmaceda, Comuna Cisnes, Provincia Aysén

Puerto Chacabuco/Puerto Aysén, comuna Aysén, Provincia Aysén

b) Ubicación de beneficiarios:

Ciudad de Coyhaique

Litoral de Aysén:

Puerto Cisnes, Comuna Cisnes, Provincia Aysén

Melinka, Comuna Guaitecas, Provincia Aysén

Raúl Marín Balmaceda, Comuna Cisnes, Provincia Aysén

Puerto Chacabuco/Puerto Aysén, comuna Aysén, Provincia Aysén

1.4 Beneficiarios

Número de beneficiarios diferenciados por género. (Caracterización, cuantificación y descripción)

Este proyecto propone la aplicación de una nueva tecnología, no presente actualmente en la zona, así como el desarrollo de un prototipo eficiente y de menor costo para poder rápidamente detectar, inventariar y monitorear la biodiversidad acuática presente en la Región de Aysén a partir de material genético (ADN) ambiental. Los beneficiarios directos que identificamos son:

1. Empresas privadas

Para cumplir con los requisitos de los mercados extranjeros, empresas de acuicultura deben cumplir con medidas de protección de mamíferos marinos, además de promover un manejo sustentable de los recursos naturales. Por ello, estas empresas necesitan un método rápido y costo-efectivo para hacer monitoreo de sus salmónidos. Se buscará la participación con empresas de acuicultura operando en la Región de Aysén, en donde se han identificado: SALMONES FRIOSUR S.A., SALMONES ANTARTICA S.A., MARINE HARVEST CHILE S.A., SALMONES AUSTRALES S.A., SALMONES BLUMAR S.A., SALMONES PACIFIC STAR S.A., SALMONES AMERICANOS S.A., SALMONES ICE VAL LTDA., CERMAQ CHILE S.A., SALMONES FRIOAYSEN S.A., PACIFIC SEAFOOD S.A., AUSTRALIS MAR S.A., SALMONES MULTIEXPORT S.A.

Empresas privadas de consultoría y asesoría ambiental, a través de la ejecución de declaraciones o líneas base de evaluación ambiental, deben entregar al menos el listado de biodiversidad de los sitios a ser intervenidos por empresas acuícolas relacionadas a la producción de Salmón. La incorporación de la nueva herramienta propuesta en este proyecto reducirá los costos operativos de las potenciales empresas involucradas y mejorará la capacidad de resolución de su inventario, así como la innovación de sus servicios y productos ofrecidos.

2. Sociedad:

La información sobre mamíferos marinos generada, la atracción de turismo científico y la capacitación en tomar muestras de ADN ambiental agregará valor a los ya existentes servicios

de avistamientos de cetáceos, aumentando así los ingresos de las localidades litorales, aportando significativamente a la conservación y uso sustentable de recursos marinos que son de alta importancia para la alimentación y empleo, principalmente en el litoral de la Región de Aysén. Específicamente se trabajara con 3 operadores de turismo de Puerto Cisnes (Aysén Mira El Mar, Agrupación Náutico de Puerto Cisnes ver cartas de compromiso), Raúl Marín Balmaceda y Melinka, así como con la Fundación AMP (área marina protegida) Pitipalena-Añihue (ver carta de manifestación de interés). La Fundación AMP Pitipalena-Añihue representa a la comunidad de Raúl Marín Balmaceda, que consta de 209 personas. El directorio está compuesto por representantes de las organizaciones de Puerto Raúl Marín Balmaceda, como la junta de vecinos, el sindicato de pescadores y la agencia de turismo.

3. Sector público:

Durante el congreso “International Marine Protected Areas Congress” (IMPAC4) 2017, la Dra. Delphine Vanhaecke presentó la tecnología y herramienta genética propuesta aquí. En esa oportunidad, ella habló con representantes del Ministerio de Medio Ambiente, CONAF, SERNAPESCA, WWF Chile y Fundación Pitipalena-Añihue quienes demostraron gran interés en probar y aplicar de forma sistemática esta herramienta en áreas protegidas para el monitoreo de la biodiversidad acuática.

Esta iniciativa cuenta con el apoyo del Subsecretario del Ministerio de Medio Ambiente, lo cual demuestra el interés del sector público también a nivel nacional.

4. La comunidad científica regional, nacional e internacional

Los datos, conocimiento, capital humano, nueva infraestructura y metodologías que generará esta iniciativa serán de gran beneficio para toda la comunidad científica, avanzando y aportando a la innovación de la investigación en biodiversidad, su protección, monitoreo y uso sustentable. Esta iniciativa cuenta con colaboraciones con institutos de investigación regional, nacional e internacional, lo cual demuestra la relevancia de esta propuesta a nivel regional y mundial.

En todas las actividades se hará un esfuerzo para que haya una participación de personal manteniendo el equilibrio de género.

1.5 Monto Iniciativa

Solicitado Total a FIC	:	\$ 176.187.000
Solicitado a FIC 2018	:	\$ 176.187.000
Aporte Propio ¹	:	\$ 24.960.000
Aporte Asociados	:	\$ 71.300.000
Monto Total	:	\$ 272.447.000

1.6 LINK VIDEO:

<https://youtu.be/N7tVyKxOK9Y>

1.7 Resumen ejecutivo:

Indique brechas abordadas, mérito innovador de la solución propuesta, objetivo general y principales resultados y productos.

El mar de la Región de Aysén es una reserva de vida única y representa a las comunidades una fuente de trabajo, alimentación y recreación. Por ello es tan importante que el uso de los recursos marinos sea de forma sustentable y con mayor conocimiento. Para elaborar planes de manejo y un plan espacial marino identificando las zonas indicadas para la protección, energía renovable, acuicultura, turismo, pesca artesanal, rutas de navegación entre otros, el sector público necesita urgentemente una línea base de la biodiversidad y un método rápido, estándar y costo-efectivo para su monitoreo.

La información sobre la fauna marina de la Región es relativamente escasa y se presume que aún existe una gran cantidad de especies por descubrir. Esto es parcialmente porque los

¹ Al menos el 5%, entre aportes propios y de asociados, debe ser pecuniario.

métodos actuales para los inventarios de la biodiversidad requieren de grandes esfuerzos en terreno, recursos humanos avanzados y grandes recursos financieros. Los métodos actuales se basan en la observación directa del organismo por un experto taxonómico, mayormente en lugares accesibles y puede implicar perturbar el organismo. Cada investigador usa sus propios métodos y tiempo de esfuerzo en terreno, por lo cual los inventarios son difíciles de comparar en espacio o tiempo.

Existe una nueva tecnología genómica que está revolucionando la forma de detectar y monitorear biodiversidad acuática a nivel mundial, se llama environmental DNA (eDNA) metabarcoding. Está basada en la colección de **ADN ambiental** de los organismos. Básicamente, todos los organismos liberan su ADN en su entorno, por ejemplo botando escamas, mucus, piel. Consecuentemente, una muestra de agua de un sitio contiene el ADN ambiental de los organismos presentes ahí. La tecnología incluye la filtración del ADN de la muestra de agua, la extracción del ADN del filtro, la amplificación de genes específicos (llamados DNA barcodes), la secuenciación de los DNA barcodes a través de secuenciación masiva y finalmente contrastar las secuencias obtenidas en la base de datos de referencia de ADN (por ejemplo GENBANK o BOLD) para la identificación de los especies. El resultado es una lista de especies de un sitio desde una muestra de agua.

Este método se está aplicando alrededor del mundo para la gestión de recursos pesqueros, el monitoreo de santuarios marinos, la alerta temprana de especies invasivos en puertos, la detección de patógenos en salmonicultura, la detección de algas nocivas y tóxicas entre otros.

A través de esta iniciativa, instalaremos **un laboratorio de genética para el monitoreo de la biodiversidad de Aysén (MOBI-Aysén)** en la universidad de Aysén en donde se aplicará esta nueva tecnología y se desarrollará **un prototipo de una herramienta para detectar y monitorear de forma rápida, costo-efectivo y estándar la biodiversidad** a través de su ADN ambiental, empezando con los mamíferos marinos, por ser un grupo en peligro, por ser un atractivo con gran potencial para el turismo de Aysén y difícil de monitorear a través de métodos actuales.

Organizaremos **expediciones 'ADN Aysén'** en donde aplicaremos ciencia ciudadana para la colección y **monitoreo de ADN ambiental** de los mamíferos marinos, muestreando juntos con pobladores del litoral con interés en el tema como operadores de turismo de Puerto Cisnes y Melinka, la Fundación del Área Marina Protegida Pitipalena-Añihue, escuelas y empresas de acuicultura en Puerto Chacabuco.

A través de las expediciones en terreno y talleres en el laboratorio, los participantes estarán capacitados en la colección de ADN ambiental para lograr un futuro programa de monitoreo a través de ciencia ciudadana y compartiremos conocimientos sobre las ecosistemas, fauna marina y las nuevas tecnologías para su monitoreo.

La instalación del primer laboratorio de genética en la Región de Aysén en la Universidad de Aysén será de alta importancia para la formación de capital humano especializado y para el desarrollo de investigación genética que hoy en día es indispensable para la mejora de los principales sectores productivos de la Región de Aysén: agricultura, ganadería, acuicultura y la pesca artesanal.

Los beneficiarios directos de esta iniciativa son 1) los que viven de los recursos marinos de Aysén, los operadores de turismo, los pescadores artesanales, empresas de acuicultura, las comunidades del litoral; 2) el sector público que necesita tomar decisiones para gestionar y manejar los recursos naturales y 3) la comunidad científica que debe aportar información basado en investigación para aportar a la formulación de políticas y decisiones correctas.

Para la ejecución de esta iniciativa contrataremos a la Dra. Delphine Vanhaecke, investigadora internacional con especialización en genética, que trabajará en equipo con personal de la UAysén, y en colaboración con: (a nivel regional) Campus Patagonia (UACH), Centro Universitario Coyhaique (Universidad de Magallanes), Aysén Mira El Mar, la Agrupación de Turismo Náutico y Conservación de Cetáceos, Fundación AMP Pitipalena-Añihue; (a nivel nacional) Ministerio de Medio Ambiente (MMA), el Laboratorio de biodiversidad, genética y acuicultura (Universidad de Los Lagos), Austral-Omics (unidad genómica de UACH); (a nivel

internacional) El Instituto marino de Flandes (VLIZ, Bélgica), el laboratorio de Ecotoxicología (Universidad de Gante, Bélgica).

El equipo consta de profesionales y técnicos con experiencia en investigación genética, turismo, muestreo de biodiversidad marina, gestión de AMP, acuicultura, conservación, programas de monitoreo y vinculación con el medio lo que garantiza el éxito de las actividades propuestas, su utilidad a nivel mundial y lograr el objetivo general:

avanzar la línea base y el monitoreo de la biodiversidad de la región de Aysén a través de la aplicación de tecnologías moleculares para promover el uso sustentable de los recursos naturales objetivo de áreas productivas de la Región de Aysén.

2. ANTECEDENTES DEL POSTULANTE Y ASOCIADOS

2.1 Identificación de la entidad postulante	
Nombre	Universidad de Aysén
RUT	61.980.520-8
Dirección	Obispo Vielmo 62, Coyhaique
Teléfonos	67 2214800
2.2 Identificación Representante Legal²	
Nombre	María Teresa Marshall Infante
CI	██████████
Dirección	████████████████████
Teléfonos	██████████
E-mail	████████████████████
Firma ³	(ver carta de declaración)
2.3 Identificación de Representante Técnico	
Nombre	Delphine Vanhaecke
CI	██████████
Dirección	██
Teléfonos	██████████
E-mail ⁴	██
Firma	

2.4 Presencia Regional del postulante

Refiérase a instalaciones físicas, administrativas, contables y recursos humanos presentes en la región y que el postulante pondrá a disposición para el desarrollo de la iniciativa, refiérase

² El representante legal, de la entidad receptora, es quién debe firmar cada documento enviado al GORE Aysén.

³ La postulación de iniciativas a esta Convocatoria acredita para todos los efectos legales, que el representante legal de la institución que postula conoce y acepta el contenido íntegro de las presentes bases y se sujetará a los resultados del presente Concurso.

⁴ Las comunicaciones oficiales, para efectos de coordinación de la iniciativa, se realizarán a esta dirección de correo electrónico.

además a la capacidad de gestión técnica y de interacción que tiene con el grupo de beneficiarios directos.

La Universidad de Aysén (UAysén) es una institución de educación superior, estatal y autónoma, que tiene como misión contribuir al desarrollo sustentable nacional, con especial énfasis en la Patagonia Aysén, así como también a la justicia social, a través del desarrollo, diseminación y divulgación de conocimiento, la formación integral de profesionales, la investigación e innovación, la creación artístico- cultural; basando su quehacer en una estrecha vinculación con el medio local y global.

La universidad se organiza en torno a 3 departamentos: Departamento de Ciencias de la Salud, Departamento de Ciencias Sociales e Humanidades, Departamento de Ciencias Naturales e Ingeniería. Esta iniciativa será ejecutada por el Departamento de Ciencias Naturales. El campo de trabajo de este Departamento es el desarrollo de conocimiento y de las disciplinas asociadas al estudio de la naturaleza en sus distintas realidades y de las tecnologías adecuadas e innovadoras que permitan la transformación y cuidado de los recursos naturales en el marco de la búsqueda de un desarrollo sustentable.

Recursos humanos:

La Universidad cuenta con un cuerpo de veinticuatro académicos, diez trabajando en el Departamento de Ciencias Naturales. Además cuenta con la dirección de Vinculación con el Medio y Comunicaciones y la Dirección de Administración y Finanzas.

Infraestructura

La Universidad cuenta con dos edificios: Campus Rio Simpson y Campus Lillo.

Campus Rio Simpson cuenta con 1300m² de infraestructura, que incluye la área académica y estudiantil, oficinas, salas de clases, laboratorios, áreas de trabajo y las áreas de Administración, Planificación y Vinculación con el Medio de la universidad.

Campus Lillo, ubicado en pleno centro, cuenta con 1500m² construidos con salas de clases, oficinas, biblioteca, y dos laboratorios de investigación química y biomédica de 200m².

1. Laboratorio de Productos Naturales, Síntesis Orgánica y Biotecnología: cuenta con capital humano avanzado y cuenta con equipamiento de primer nivel. Este laboratorio se encuentra ejecutando el proyecto FIC Aysén 2017 BIP #40000496 "Los bosques nativos de Aysén: cambio climático y compuestos bioactivos", cuyo objetivo es extraer e identificar los principales metabolitos secundarios de algunas especies representativas de los bosques nativos de la región de Aysén. Este laboratorio será uno de los principales proveedores del material químico que será utilizado en esta propuesta.
2. Laboratorio Fisiología Celular y Metabolismo: actualmente en proceso de implementación gracias a financiamiento externo de Fondecyt, y fondos internos de la Universidad de Aysén, cuenta con personal operativo de gestión y manejo de métodos experimentales, además de equipamiento de primera línea único en la Región de Aysén, lo que lo posiciona como un laboratorio con potencial de ser uno de los más importantes del área a nivel nacional.

La UAysén pone a la disposición de esta iniciativa sus instalaciones (laboratorios, administración, vinculación con el medio) indicadas anteriormente y sus recursos humanos necesarias para el desarrollo de las actividades propuestas. Además, tiene experiencia en la implementación de laboratorios ambientales y la organización de actividades con el medio.

2.5 Identificación de asociados

Nombre
asociado 1

Laboratorio de genética, biodiversidad y acuicultura,
Universidad de Los Lagos

Giro	Educación superior
Rut	70.772.100-6
Dirección	Avenida Alberto Fuchslocher 1305, Osorno, Región de los Lagos
Teléfonos	642333000
Contacto	Dr. Gonzalo Gajardo
E-mail	ggajardo@ulagos.cl

Nombre asociado 2	Universidad de Magallanes (Centro Universitario de Coyhaique)
Giro	Educación superior
Rut	71.133.700-8
Dirección	José Miguel Carrera 485, Coyhaique
Teléfonos	+56 (67) 2251115 (anexo 224)
Contacto	Dra. Laura Sánchez Jardón
E-mail	Laura.sanchez@umag.cl

Nombre asociado 3	Instituto marino de Flandes (VLIZ), Oostende, Bélgica
Giro	Investigación, monitoreo del Mar del Norte, gestión de datos biológicos, difusión y educación de ciencia marina, información a las políticas, biblioteca
Rut	
Dirección	Wandelaarskaai 7, 8400 Oostende, Bélgica
Teléfonos	+32-(0)59-34 21 30
Contacto	Dra. Ann-Katrien Lescrauwaet
E-mail	annkatrien.lescrauwaet@vliz.be

Nombre asociado 4	Ministerio de Medio Ambiente
Giro	Gobierno
Rut	61 .979.930-5
Dirección	San Martín 73, Santiago
Teléfonos	(56-2) 2573 5894
Contacto	Leisy Amaya Montano
E-mail	LAmaya@mma.gob.cl

Nombre asociado 5	Unidad Estudios Regionales Trapananda, Universidad Austral de Chile
Giro	Investigación
Rut	10.294.002-4

Dirección	Km 4 Camino a Coyhaique Alto, Coyhaique
Teléfonos	56-67-2526955
Contacto	Eduardo Aedo
E-mail	eaedo@uach.cl

Nombre asociado 6	Aysén Mira El Mar SPA
Giro	Operador de turismo y consultoría
Rut	76836363-3
Dirección	Puerto Cisnes y Coyhaique
Teléfonos	+56990798190
Contacto	María Jesús Montti Solís
E-mail	aysenmiraemar@gmail.com

Nombre asociado 7	Agrupación de Turismo náutico y conservación de cetáceos de Puerto Cisnes
Giro	Operadores de turismo
Rut	65.124.334-3
Dirección	Puerto Cisnes
Teléfonos	982725999
Contacto	Celestino Ancamil Hernández
E-mail	cetaceoscisnes@gmail.com

Nombre asociado 8	Laboratorio de ecotoxicología (GhenTox), Universidad de Gante
Giro	Educación superior
Rut	BE 0248.015.142
Dirección	Plateaustraat 22, 9000 Gante, Bélgica
Teléfonos	
Contacto	Prof. Dr. Colin Janssen
E-mail	Colin.janssen@ugent.be

3. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE LA INICIATIVA

3.1 Mérito innovador (máximo 1 página)

Clara descripción de la iniciativa, su mérito innovador y nivel de diferenciación respecto de soluciones disponibles o iniciativas ya desarrolladas.

Ya es claro que la biodiversidad tiene un valor muy grande para la economía, sociedad y naturaleza en donde se encuentra. Por ello, hay enormes esfuerzos a nivel mundial para conservar la biodiversidad a través de estrategias y políticas como la Convención de Diversidad Biológica (CBD),

Metas Aichi y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (SDG). Para poder proteger y conservar la biodiversidad se requiere datos ecológicos como la detección e identificación correcta de las especies, su distribución, abundancia y un monitoreo constante. Con estos datos se puede evaluar los efectos de cambios climáticos, impactos antropogénicos y esfuerzos de conservación en el tiempo. Esta información facilita al sector público la toma de decisiones trabajando hacia un uso sustentable de los recursos naturales.

La información sobre la fauna de la Región es relativamente escasa y se presume que aún existe una gran cantidad de especies por descubrir (Estrategia Regional de Desarrollo de Aysén, 2009). Esto es parcialmente porque el inventario y monitoreo de biodiversidad con los métodos tradicionales se requiere de grandes esfuerzos, recursos humanos avanzados y recursos financieros. Los métodos tradicionales se basan en la observación directa del organismo por un experto taxonómico, mayormente en lugares accesibles y puede implicar perturbar el organismo (Jerde et al., 2011; Thomsen et al., 2015; Valentini et al., 2016). Cada investigador usa sus propios métodos y tiempo de esfuerzo en terreno, por lo cual los inventarios en general no se pueden comparar en espacio ni tiempo.

Hay una tecnología genómica (eDNA metabarcoding) que hoy en día está revolucionando la forma de detectar y monitorear la biodiversidad a nivel mundial, en especial en ecosistemas acuáticos (ríos, lagos, mar), y está basada en la colección del **ADN ambiental** (eDNA, por sus siglas en inglés) (Taberlet et al., 2012). Ha demostrado ser más simple para aplicar en terreno, más costo-efectivo, más objetivo, de forma estándar y non-invasivo que los métodos tradicionales. Todos los organismos continuamente liberan partículas conteniendo su ADN en su entorno, por ejemplo en orina, escamas, mucus, piel. Entonces, una muestra de agua de un sitio contiene el ADN ambiental de los organismos locales, incluyendo especies escasas (como los especies invasivos o especies en peligro) y especies crípticos que son muy difíciles de observar con métodos tradicionales disponibles (redes, binoculares, buceo, cámaras, pesca, trampas) (Bohman et al., 2014). Además, este nuevo método muestrea todos los organismos presente en un sitio, mientras que métodos tradicionales se enfocan mayormente en uno grupo taxonómico o una sola especie (Stat et al., 2017). **eDNA metabarcoding** incluye la filtración del ADN de la muestra de agua, la extracción del ADN del filtro, la amplificación de genes específicos del ADN (DNA barcodes), la secuenciación de los DNA barcodes a través de secuenciación masiva y contrastar las secuencias en el base de datos de referencia de ADN (por ejemplo GENBANK o BOLD) para la identificación de los especies. El resultado es una lista de especies presente en el lugar de muestreo.

Para ofrecer a la Región esta última tecnología y herramienta genómica basada en ADN ambiental para la detección y monitoreo de su biodiversidad, convirtiéndola en una pionera en Chile contrataremos a la investigadora internacional Dra. Delphine Vanhaecke, experta en genética para la conservación de biodiversidad con redes de colaboración nacional e internacional, crearemos un laboratorio de genética para el monitoreo de la biodiversidad (MOBI-Aysén) en la Universidad de Aysén, y desarrollaremos un prototipo de la herramienta tecnológica genómica (conocido como eDNA metabarcoding) para el monitoreo de ADN ambiental para llegar desde una muestra de agua a una lista de especies del sitio. En una primera fase, produciremos un prototipo de la herramienta genómica para un grupo taxonómico que ha sido muy difícil de monitorear con métodos tradicionales, que es de gran interés en el sector de turismo en el litoral de esta región por su belleza y la exclusividad de tenerlo acá cerca de la costa, los mamíferos marinos. Además, es en grupo en peligro que requiere urgentemente datos e información sobre su abundancia y distribución para la identificación de áreas prioritarias para su protección. Finalmente, mamíferos marinos son bio-indicadores, su presencia nos informa sobre el bienestar de los ecosistemas marinas de Aysén. A través de expediciones “ADN Aysén” y talleres nos aseguraremos de la participación de los beneficiarios directos, trabajando en conjunto con operadores de turismo, pescadores y navegadores artesanales, fundación Pitipalena-Añihue, empresas de acuicultura, escuelas y el sector público (seremi MMA, MMA, SERNAPESCA, IFOP) para muestrear sus mares.

Esta iniciativa garantiza un avance rápida y de punta en establecer una línea base y un programa de monitoreo para la biodiversidad acuática de la Región de Aysén, aportando al conocimiento para la conservación y su uso sustentable.

3.2 Objetivo general

Corresponde indicar cuál es el resultado directo a ser logrado como consecuencia de la utilización de los objetivos entregados por el programa. Es decir, la contribución específica a la solución del problema diagnosticado. Se debe tener en cuenta que cada programa tiene un solo propósito u objetivo general.

Avanzar la línea base y el monitoreo de la biodiversidad de la región de Aysén a través de la aplicación de tecnologías moleculares para promover el uso sustentable de los recursos marinos objetivo de las áreas productivas de Aysén.

3.3 objetivos específicos

Corresponde identificar y describir cuáles son los productos (bienes y/o servicios) específicos que produce o entrega el programa para cumplir su propósito. Cada objetivo debe ser justificado en relación a su contribución al logro del propósito.

1. **MOBI – Aysén**: La creación del laboratorio genético para el monitoreo de la biodiversidad de Aysén y para la formación y atracción de capital humano especializado (en la Universidad de Aysén).
2. **Expediciones “ADN Aysén”** en el mar a través de ciencia ciudadana y plataformas de oportunidad en localidades donde el turismo y acuicultura es importante y en áreas marinas protegidas de Aysén.
3. **Base de datos** de referencias de ADN (GENBANK, BOLD) completado con los códigos de barra de ADN (“huellas digitales”) de los mamíferos marinos de Chile.
4. **“MoAy”**: un prototipo de la herramienta desarrollada para el monitoreo de ADN ambiental de Aysén, incluyendo un kit y manual de muestreo, marcadores moleculares específicos, análisis bioinformáticos para, en una primera fase, la detección y **monitoreo del ADN ambiental** de los mamíferos marinos (MoAy-MaMa) desde una muestra de agua.
5. **Un estudio** de investigación sobre la integración de la nueva tecnología y método en (futuros) programas de monitoreo de biodiversidad (por ejemplo en áreas marinas protegidas) y su utilidad en proyectos de ciencia ciudadana.

3.4 Pertinencia y aporte de la iniciativa.

Describe el problema a abordar en relación las líneas priorizadas en el punto 3 de las Bases de concurso y su pertinencia con lo descrito en la Estrategia Regional de Innovación.

Esta iniciativa aportará al posicionamiento de la Región de Aysén como un polo de conocimiento reconocido para el uso de forma sustentable y con valor agregado sus recursos naturales.

Una brecha que fue identificada en la Estrategia de Innovación de la Región de Aysén 2014-2020 (ERI) en el conocimiento es una línea base de la biodiversidad de Aysén para poder desarrollar planes de gestión, monitoreo y criterios para el uso sustentable de los recursos naturales. Para abordar la brecha en conocimiento, la ERI de Aysén destacó la necesidad de crear más laboratorios ambientales, más infraestructura científica, la aplicación y desarrollo de nuevas tecnologías, la atracción y formación de más capital humano especializado y colaboraciones internacionales.

La iniciativa propuesta permitirá la atracción de una investigadora internacional de excelencia en

genética de conservación de biodiversidad, la creación del laboratorio de monitoreo de biodiversidad (MOBI-Aysén) y el desarrollo y aplicación de una tecnología genómica de punta que permitirá un muestreo más simple, una detección costo-efectivo, la identificación correcta de especies y un monitoreo estándar de la biodiversidad acuática de la Región de Aysén, lo cual ha sido difícil y lento con los métodos tradicionales en la actualidad.

El laboratorio MOBI-Aysén, que contará con nueva infraestructura tecnológica, permitirá la formación de más capital humano especializado en el tema de genética, un tema que además es de alto importancia en todas las áreas de ciencias, por ejemplo: Ciencia de Salud – Enfermedades genéticas; Agronomía – Mejoramiento genético de cultivos; Ciencias forestales – Diversidad genética de bosques para su adaptación a cambios climáticos entre algunas aplicaciones. Además, la infraestructura y la red nacional e internacional ya establecida (ver asociados) por la Dra. Delphine Vanhaecke incentivarán la llegada de más investigadores nacionales e internacionales y especialistas.

Esta iniciativa dará soluciones a desafíos de trabajo en el sector público como la actualización de la Estrategia de Biodiversidad, la planificación del territorio (por ejemplo identificación de zonas para acuicultura, pesca, plantas marinas de energía renovable, rutas de navegación, áreas protegidas), y la gestión y monitoreo de áreas protegidas, por lo cual conocimiento estratégico y nuevos métodos para levantar información sobre biodiversidad y los ecosistemas de forma rápida, costo-efectivo y objetivo son necesarios.

Aunque MoAy será desarrollado en una primera fase para los mamíferos marinos (MoAy-MaMa), proyectamos que, con otros fondos de investigación y desarrollo (National Geographic (en evaluación), FONDECYT (en evaluación), HORIZON) llegaremos a una herramienta que detecta todos los grupos taxonómicos (peces (para cuotas de pesca), aves, bentos (cuotas de recursos bentónicos), mamíferos, zooplancton, fitoplancton (detección de marea roja, algas nocivas), bacterias, patógenos etc.) en un sitio desde una muestra de agua (como Stat et al., 2017) y que por ejemplo servirá para el monitoreo de todas las áreas marinas protegidas de Chile, que aún no cuentan con un plan de monitoreo de biodiversidad. Este método (eDNA metabarcoding) ya ha demostrado a nivel mundial de ser adecuado para este tipo de monitoreo.

Un objetivo específico de esta iniciativa es el desarrollo y aplicación de un prototipo de una herramienta para el monitoreo de mamíferos marinos. Los mamíferos marinos son un grupo en peligro, que urgentemente necesitan datos sobre su abundancia y distribución pero ha sido muy difícil su registro porque son muy móviles y elusivos. Adicionalmente, la presencia de ciertas especies de mamíferos marinos nos dará información sobre el bienestar de los ecosistemas marinos de Aysén. Al otro lado, las ballenas y delfines son de gran atracción turística para la Región de Aysén que cuenta con la presencia de la emblemática ballena azul, pero también delfines endémicos, orcas, ballenas jorobadas.

El mismo método podrá ser desarrollado y aplicado en los ríos y lagos para la detección de toda la biodiversidad que vive en y alrededor de ellos, ya que ríos son cintas transportadoras de ADN ambiental (Deiner et al., 2016). En este momento, estamos desarrollando el método para la detección de peces nativos e invasivos en las lagunas de la Reserva Nacional de Coyhaique, gestionado por CONAF, y para evaluar esfuerzos de erradicación de especies invasivos.

3.5 Diagnóstico de la situación actual

Describe qué acciones se han realizado en el ámbito regional, nacional e internacional en relación al problema a abordar y los resultados que se han obtenido. Incluya aspectos técnicos, comerciales, sociales, ambientales incorporar

El uso del ADN ambiental para sondear biodiversidad se basa en el principio que es posible reconocer cada una de las especies existentes en el planeta a partir de un segmento del ADN. Este principio es lo que se conoce comúnmente hoy en día como DNA barcoding (Hebert et al. 2003), el estándar de identificar especies hoy en día en el mundo. En la última década ha habido grandes avances en esta disciplina, tanto a nivel técnico como práctico. A nivel técnico ha sido posible encontrar marcadores moleculares que cumplen bastante bien el principio antes mencionado. Por

ejemplo, segmentos parciales del gen mitocondrial Citocromo oxidasa I (COI), del gen ribosomal mitocondrial 16s y 12s son hoy en día usados de forma rutinaria para identificar biodiversidad (Kress et al. 2015; Leray & Knowlton 2015; Machida et al. 2017). En términos prácticos, también en los últimos años se ha visto un desarrollo sin precedentes de catálogos de biodiversidad que incluyen secuencias de ADN (BOLD, GenBank, WoRMs, Biocode, reference-midori). Estos catálogos de ADN de referencia son la columna vertebral del DNA barcoding y del barcoding a partir de ADN ambiental. Es importante anotar que una de las principales limitaciones de este método hoy en día es que los catálogos de referencia están todavía incompletos. Un proyecto global, llamado 'The Barcode of Life', está financiando el proveer de cada especie en el mundo con un código barra de ADN (DNA Barcode) y la registración de la secuencia en la base de datos de ADN, llamado Barcode of Life Database (BOLD), a lo cual estaríamos aportando con esta iniciativa.

La tecnología de eDNA metabarcoding se está aplicando en todo el mundo para la detección y monitoreo de biodiversidad y tiene un amplio rango en aplicaciones tanto en áreas productivas como científicas por ejemplo se está usando para la evaluación de impactos antropogénicos sobre tiburones (Boussarie et al., 2018), la detección de patógenos en acuicultura (Peters et al., 2017), programas de biomonitoreo de acuicultura (Pawloski et al., 2016), manejo de recursos pesqueros (Thomsen et al., 2012, Hensen et al., 2018), erradicación de especies invasivas (Mahon et al., 2013), monitoreo de la biodiversidad marina en el santuario marino de Monterey Bay (Andruszkiewicz et al., 2017). Ballenas, delfines y marsopas son buenos primeros candidatos para la colección de su ADN ambiental desde muestras de agua del superficie, porque tienden de liberar mucho ADN celular en plumas fecales, mudanza de piel, y respirando (soplido) (Baker et al., 2018). Además, la simplicidad del muestreo de ADN ambiental ha permitida la creación de programas de monitoreo a través de ciencia ciudadana en el Reino Unido y en California (Deiner et al., 2017)

Análisis de ADN ambiental ya está comercializado en el extranjero. Empresas y el sector público ofrecen servicios de eDNA metabarcoding adaptadas para la detección y monitoreo de la biodiversidad de sus países o regiones.

A nivel nacional, no se encuentran proyectos aplicando ADN ambiental para la detección o monitoreo de los mamíferos marinos. Hay un proyecto aplicando eDNA metabarcoding para la detección de la marea roja (financiado por el gobierno de Japón, JICA) y un proyecto aplicando eDNA metabarcoding para establecer una línea base de la biodiversidad en los humedales de Valdivia (Austral-Omics, Valdivia). La Región de Aysén sería un pionero en el tema, sin embargo apoyado y colaborando con laboratorios de genética de punta en Chile y Bélgica.

A nivel regional

La investigación de la biodiversidad de Aysén por instituciones en la Región de Aysén es relativamente baja y mayormente dirigida a biodiversidad terrestre por la razón que es un terreno más accesible y son organismos más fáciles de observar que la biodiversidad acuática. Los métodos de identificación de especies están basados en la observación e identificación en terreno o en el laboratorio a través de características morfológicas y hecho por expertas en taxonomía de la especie o grupo taxonómico de interés. Para la detección o captación de los organismos se usan métodos tradicionales como redes, trampas, cámaras trampas, binoculares, buceo entre otros.

Un esfuerzo digital para aportar a la elaboración de una línea base de la biodiversidad fue la recopilación de registros de organismos de Aysén y su publicación en el Sistema de Información de Biodiversidad para Aysén (SIB-Aysén), financiado por FIC-Aysén, que cuenta con datos de especies, fecha y coordinados del registro. Nuestra iniciativa aportará bastante a la actualización y aumento de registros de especies en SIB-Aysén, empezando con el grupo de mamíferos marinos. **La colaboración entre el laboratorio MOBI-Aysén (detección y monitoreo de biodiversidad) y SIB-Aysén (el sistema de información de biodiversidad de la UMAG) está formalizado a través de un compromiso de trabajo colaborativo (ver carta de compromiso UMAG).**

El método de observar e identificar mamíferos marinos de Aysén hoy en día está basado en observaciones registrados por los pobladores del litoral (Censo comunitario de Cetáceos) e de grupos científicos nacionales como el Centro Ballena Azul enfocado en ciertas especies.

En el mundo hay alrededor de 120 mamíferos marinos, de los cual 53 ocurren en el mar de Chile y

22 han sido observado en el mar de Aysén (Aguayo et al., 2006). El método del eDNA ha logrado en otros partes del mundo la detección de especies de mamíferos marinos que se creían extirpados y nuevos registros de especies. El ADN ambiental tiene un alto potencial de detectar nuevas especies en Aysén, o especies raras que son muy difíciles de observar. LA expedición 'ADN Aysén' será el primero en Chile, y tal vez en Sud-América, obteniendo rastros de ADN de los mamíferos marinos.

3.6 Resultados esperados

Enumere los principales resultados que se esperan obtener de la ejecución de la iniciativa.

1. Un laboratorio de genética en donde se hará investigación y desarrollo en el ámbito del monitoreo de la biodiversidad de Aysén
2. Aumento de capital humano especializado en análisis genéticos y bioinformáticos
3. Un prototipo de una herramienta (MoAy-MaMa) para la detección y monitoreo de los mamíferos marinos de Chile (incluyendo manual/guía, prototipo de kit de muestreo, kit de extracción, kit de amplificación)
4. Productos de difusión para las comunidades
5. Red nacional e internacional de laboratorios de genética
6. Nuevos datos ecológicos y genéticos de los mamíferos marinos ocurriendo en el mar de Aysén (presencia de especies, distribución y abundancia relativa)
7. Una propuesta de la integración de MoAy a través de ciencia ciudadana
8. Al menos una Publicación en revista ISI internacional
9. Dos presentaciones en congresos nacionales e internacionales
10. Presentaciones en seminarios regionales
11. Expediciones 'ADN Aysén' con participación de la ciudadanía del litoral
12. Vínculos permanentes con Fundación Pitipalena-Añihue, operadores de turismo de avistamientos de fauna marina, empresas de acuicultura, escuelas
13. Bases de datos regionales (SIB-Aysén), nacionales (GBIF), internacionales (GENBANK, BOLD, WoRMS) actualizados con biodiversidad chilena.
14. Profesionales, del sector público y privado, capacitados en la toma de muestras de ADN ambiental y comprensión de la nueva tecnología y método genético, sus logros y límites.

3.7 Impactos esperado (económicos, sociales y/o ambientales)

Describe la dimensión, la magnitud y el tipo de los impactos económicos, sociales y/o ambientales que la iniciativa espera causar entre los beneficiarios y la población objetivo

La biodiversidad tiene un valor muy grande para la economía, sociedad y naturaleza en donde se encuentra. Para poder proteger y conservar la biodiversidad única de Aysén y usar los recursos de forma sustentable, se necesita urgentemente una línea base y una programa de monitoreo de biodiversidad.

Impactos económicos:

La creación del laboratorio MOBI-Aysén y MoAy será de interés para todas las instituciones, públicas y privadas interesadas en el levantamiento de catastros y monitoreo de biodiversidad (MMA (ver carta de compromiso), SERNAPESCA, CONAF, SEIA, IFOP, Ministerio de Salud, ...) de

forma más costo-efectivo. Por ejemplo, en el AMCP-MU Pitipalena-Añihue, el seremi MMA está investigando la implementación de un plan de monitoreo para las aves y recursos bentónicos separados, lo cual tendría un costo estimado de 38.000.000-45.000.000 CLP para 3 eventos de monitoreo anual (Fuentes: Informe Final, Estudio de biodiversidad marina bentónica del AMCP-MU Pitipalena-Añihue, UACH, 2017 y Plan de Monitoreo de Aves Acuáticas del AMCP-MU Pitipalena-Añihue (ID 611136-4-LE15), Centro de Estudios Agrarios y Ambientales (CEA), 2016). Por un costo menor, y de forma estandarizada, más coordinada y efectiva, se podría inventariar y a continuación monitorear toda la biodiversidad marina presente en los sitios fijos de monitoreo, sin perturbar los organismos y con una identificación correcta y rápida a través del monitoreo del ADN ambiental de la biodiversidad marina.

A nivel internacional, la nueva infraestructura y tecnología (eDNA metabarcoding) que se propone desarrollar para el monitoreo de la biodiversidad de Aysén, ya está usado por empresas de acuicultura en Noruega para la ejecución de las actividades obligatorias de biomonitoreo (Pawloski et al., 2016) y para la detección rápida y completa de patógenos que afectan la industria del salmón (Peters et al., 2017).

Además, la nueva regla de comercio de Los Estados Unidos requiere la demostración de que la pesquería y acuicultura del país exportador (incluyendo Chile) cumplen con el acta de los Estados Unidos sobre la protección de mamíferos marinos para poder exportar productos marinos como salmón a este mercado. Por ello, información sobre la presencia, abundancia y distribución de los mamíferos marinos es crítico para esta industria (Williams, Burgess, Ashe, Gaines, & Reeves, 2016).

Con **MoAy**, que en una primera fase será desarrollado para el monitoreo de mamíferos marinos, la industria de acuicultura podría contar con un método costo-efectivo y rápido para levantar esta información.

La nueva tecnología y capacitación de humano avanzado tiene el potencial de incentivar el emprendimiento de nuevos servicios ofrecidos, por ejemplo empresas de consultoría e investigación aplicada en temas ecológicos y ambientales. Estas empresas prestan varios servicios entre los cuales cabe destacar el monitoreo ambiental, estudios de riesgo ecológico y estudios de líneas base. En este sentido, MoAy es de gran interés para la gestión de ambas empresas, minimizando los tiempos y costos, y maximizando la resolución espacial, temporal y taxonómica del levantamiento de información sobre biodiversidad que ofrecen a sus clientes. En el extranjero ya existen bastantes empresas que ofrecen servicios de monitoreo de ADN ambiental, por ejemplo en Francia: <http://www.spygen.com>; Suecia: <http://ednasolutions.net/index.html>; Suiza: http://www.id-gene.com/?page_id=1294; Estados Unidos: <http://www.pisces-molecular.com/>, <https://jonahventures.com/>, <https://genidaqs.com/> entre otras.

El producto final será específico para catalogar la biodiversidad de mamíferos marinos, pero con el tiempo y obteniendo más fondos será expandido a otros ecosistemas y otros grupos taxonómicos de alto interés, por ejemplo especies invasivas, bio-indicadores de calidad de agua, patógenos, recursos pesqueros, recursos bentónicos, algas nocivas y tóxicas, entre otras.

Finalmente, la creación de un laboratorio de genética para el monitoreo de biodiversidad, aplicando tecnologías y métodos de punta, colaborando con institutos internacionales y empezando con un grupo taxonómico muy emblemático y único a nivel mundial, tendrá un retorno significativo sobre el turismo de Aysén. El conocimiento de áreas ricas en cetáceos atraerá más turistas científicos, de aventura o de interés especial en avistamientos de cetáceos. La información llevará a un aumento de información y publicaciones científicas y difusión por los medios locales (radio, noticias, diarios (un ejemplo a nivel internacional es la noticia de la búsqueda del Monstruo LOch Ness a través de ADN ambiental que se hizo conocido en todo el mundo, <http://www.tvn.cl/entretencion/espectaculos/cientificos-buscaran-el-adn-del-monstruo-del-lago-ness-2721553>). Esta información funcionara como marketing para el destino Aysén Patagonia.

Impactos Sociales:

Las comunidades del litoral se verán beneficiados por la atracción de más turistas científicos y un

valor agregado a los servicios turísticos de avistamientos de ballenas, a través de publicaciones e información sobre los mamíferos marinos habitando su litoral y colaboración nacionales e internacionales científicos.

Como esta iniciativa está dirigida a aumentar el conocimiento sobre la biodiversidad de Aysén, aportara a la protección y conservación de la biodiversidad marina (en primera instancia) y su uso sustentable (por ejemplo recursos bentónicos, acuicultura), un desafío grande en la lucha contra la pobreza social.

Esta iniciativa aplicara durante las expediciones “ADN Aysén” para la colección de ADN Aysén y para validar el método de ADN ambiental, ciencia ciudadana. Trabajando en conjunto con la ciudadanía como los mismos operadores de turismo de avistamientos, los pescadores artesanales, y estudiantes y empleados de la acuicultura a cargo del biomonitoreo entre otros, se capacitarán en la toma de muestras de ADN ambiental, y al mismo tiempo se creará la conciencia de la importancia de la biodiversidad marina y la innovación tecnológica que llevo a la Región para aportar a conocer y proteger sus ballenas y delfines. Del mismo modo aprenderemos de la sociedad sobre sus experiencias con la fauna marina, las actividades y gestiones ambientales.

Específicamente se trabajara con los siguientes grupos de ciudadanos durante las expediciones y talleres de capacitación:

- La Fundación Pitipalena-Añihue, pobladores de Raúl Marín Balmaceda que están a cargo de la gestión de su AMCP – MU Pitipalena-Añihue (ver carta de manifestación de interés);
- Operadores de turismo de Puerto Cisnes (Aysén Mira El Mar), Raúl Marín Balmaceda y Melinka que ofrecen servicios de avistamientos de ballenas y ecoturismo (ver carta de manifestación de interés);
- Empleados de las salmoneras establecidos en Puerto Chacabuco.

Impactos ambientales:

El laboratorio de monitoreo de biodiversidad en Aysén dinamizara significativamente la investigación y el conocimiento en la biodiversidad de la Región de Aysén, desde la Región de Aysén. MoAy (Monitoreo del ADN Ambiental de Aysén) producida a través de esta iniciativa facilitará establecer una línea base, la implementación de programas de monitoreo de la biodiversidad acuática y la identificación de áreas prioritarios para la protección. De este modo esta iniciativa aportará a la ejecución de acciones definidas en la Estrategia de Biodiversidad de la Región de Aysén.

Obtener una herramienta estándar, costo-efectivo y repetible en tiempo y espacio para el monitoreo de biodiversidad permitirá evaluar impactos de cambios climáticos y antropogénicos, los esfuerzos de conservación como la implementación de AMPs y la gestión de ecosistemas a través de bio-indicadores (biomonitoreo).

Chile es un líder mundial en la protección marina, con 46% de su mar patrimonial protegido, 36 áreas marinas protegidas, 1. 650.000 km². MoAy será validada a través de su aplicación en el AMCP-MU Pitipalena-Añihue. Supramente, este estudio incluirá una propuesta para integrar MoAy en las planes de monitoreo para todas las AMPs de Chile.

3.8 INDICADORES

Objetivos	Indicador⁵	Meta⁶	Medios de Verificación⁷	Supuestos⁸
Objetivo general	Número de beneficiarios usando la tecnología y conocimiento generado	20	Menciones en publicaciones (revista ISI, reportes, guías, estrategias, planes, tesis, contratos, servicios...)	se destine suficiente recursos financieros públicos al monitoreo de biodiversidad marina
Objetivo específico 1: MOBI-Aysén	Número de nuevos códigos barra de ADN	20	Bases de datos de referencia de ADN de acceso libre GENBANK y BOLD	
	personas capacitadas	10	Sitio web MOBI-Aysén	
	Equipos instalados	8	Sitio web MOBI-Aysén	
Objetivo específico 2: Expediciones "ADN Aysén"	Número de participantes	100	Registro de participación y fotos en sitio web	Buenas condiciones climáticas y voluntad
	Numero de muestras de	50	eDNA BIOBANK en MOBI-Aysén	

⁵ Corresponde a una especificación cuantitativa de la relación de dos o más variables (fórmula) que permite verificar el logro alcanzado por el programa en el cumplimiento de sus objetivos. Cuando corresponda los indicadores deben incorporar el enfoque de género y territorial.

⁶ Corresponde al valor deseado del indicador al término del programa. Cada indicador debe contar con una meta.

⁷ Corresponden a las fuentes de información primaria o secundaria que se utilizarán para obtener los valores de los indicadores que verifiquen el grado de cumplimiento de los objetivos. Fuentes primarias son producidas por el programa mientras que las secundarias son independientes a él.

⁸ Son los factores externos, que están fuera del control de la Institución Responsable de un programa, que inciden en el éxito (fracaso) del mismo. Corresponden a acontecimientos, condiciones o decisiones que tienen que ocurrir para que se logren los distintos niveles de objetivos del programa. supuesto que debe ser cumplido para lograr los objetivos. El objetivo no es consignar cada eventualidad que pueda concebirse, sino identificar aquellos supuestos que tengan una probabilidad razonable de ocurrencia.

	<p>ADN ambiental</p> <p>Vínculos permanentes con los beneficiarios y asociados</p>	3	<p>y Sitio web MOBI-Aysén</p> <p>Borrador de propuesta de acuerdo entre UAysén (MOBI-Aysén) y empresa/instituto</p>	
<p>Objetivo específico 3: Completar bases de datos</p>	<p>Número de especies de mamíferos marinos de Chile con un DNA Barcode</p>	22	<p>BOLD, GENBANK</p>	<p>Obtención de tejidos de TODAS las especies de Chile</p>
<p>Objetivo 4: Desarrollo MoAy para Mamíferos marinos</p>	<p>Número de de especies de mamíferos marinos detectadas en muestras de agua</p> <p>Marcadores específicas para mamíferos marinos de Chile</p> <p>Secuencias de especies de mamíferos marinos</p>	<p>15</p> <p>3</p> <p>1000</p>	<p>Bases de datos de acceso libre:</p> <p>GENBANK, BOLD, SIB-Aysén, GBIF</p>	<p>Grupo de Marcadores que funciona para <u>todas</u> las especies</p>
<p>Objetivo 5: Estudio para integrar MoAy en planes de monitoreo y ciencia</p>	<p>Participación y contribución de beneficiarios, asociados y expertas</p>	10	<p>Registro de participantes en talleres</p> <p>Estudio publicado en línea</p>	<p>Poca asistencia al taller</p>

ciudadana				
-----------	--	--	--	--

3.10 Detalle de Actividades

Corresponde indicar cuáles son las principales actividades que se deben desarrollar para generar los productos (objetivos) del programa. Las actividades deben presentarse agrupadas por objetivo. De ser necesario, considerar el enfoque de género y territorial.

OBJETIVO	Actividad	Descripción
1. MOBI-Aysén	Adquirir equipos; Instalación; Formación profesionales	Para la instalación del lab MOBI-Aysén se cotizará, comprará e instalará los equipos. Para asegurar su operación continuo se capacitarán profesionales en análisis genéticos.
2. Expediciones 'ADN Aysén'	Vínculos/organización; Expediciones ciudadana; Procesar muestras	Para lograr la participación y capacitación de los beneficiarios se harán expediciones estableciendo vínculos con pobladores del litoral, especialmente los que están vinculados a actividades de turismo, acuicultura, enseñanza, gestión de AMPS. Las expediciones se harán dos veces al año (en diferentes estaciones) con 4-6 comunidades por una duración de 1-3 días por localidad por expedición. Juntos se tomarán muestras de ADN ambiental, y se establecerá un programa de monitoreo y se aprenderá sobre la tecnología. Las muestras obtenidas de ADN durante las expediciones estarán procesadas y preservadas en el BIOBANK del MOBI-Aysén.
3. DNA Barcoding	Obtener tejidos; DNA Barcoding; publicar datos	Para asegurar la representación de los DNA Barcodes ("huellas digitales") de las especies de mamíferos marinos en las bases de datos de referencia de ADN, se obtendrán tejidos a través de colaboraciones con grupos de investigación que ya los tienen en su laboratorio, se harán los análisis genéticos llamado DNA Barcoding y se completarán las bases de datos de referencia de ADN con los Barcodes obtenidos.

4. Desarrollo MoAy	Desarrollo de Kit de muestreo; Kit de extracción de ADN; Kit de amplificación ADN; Kit de secuenciación ADN; Taller internacional; Kit de bioinformática	Para el desarrollo de MoAy para el monitoreo de ADN ambiental de Aysén, se desarrollara un kit de muestreo que puede ser utilizado por ciudadanos , un kit de extracción, amplificación y secuenciación que tendrá una descripción de los análisis y las marcadores moleculares específicos para la detección de los mamíferos. Se establecerá a través de una colaboración y estadía en un laboratorio de genética de alto nivel en Bélgica un kit para los análisis bioinformáticas de las millones de secuencias obtenidas.
5. Estudio integración MoAy	Evaluación MoAy; Evaluación monitoreo; Colaboración internacional; Estudio integración MoAy	A través de la comparación con métodos tradicionales, evaluaremos la costo-efectividad de la nueva tecnología para detectar mamíferos marinos y su implementación/complementación en programas de monitoreo de biodiversidad marina. Se invitaran investigadores internacionales, sector público y privado y todos interesados de excelencia para participar en el estudio de la integración de MoAy en los servicios de estudios ambientales y monitoreos actuales, su potencial en ciencia ciudadana a través de un taller.

3.11 Metodología

Debe señalar la modalidad de producción de cada objetivo (mecanismos de ejecución o formas de proveer los productos y/o servicios, especificando en quién recae la responsabilidad de la ejecución de los productos o parte de ellos (entidades públicas o privadas).

Objetivo específico 1: MOBI – Aysén: laboratorio de genética para el monitoreo de la biodiversidad de Aysén

Responsable: Universidad de Aysén con el apoyo del Laboratorio GhenTox, Universidad de Gante, Bélgica; Laboratorio de biodiversidad, genética y acuicultura, Universidad de Los Lagos, Chile y Austral-Omics, Universidad Austral de Chile.

La Dra. Delphine Vanhaecke, que será contratada a través de esta iniciativa, estará a cargo de cotizar, comprar e instalar los equipos necesarios. El laboratorio MOBI-Aysén combinara una infraestructura básica de laboratorio de biología molecular para la extracción, amplificación (PCR), visualización (espectrofotometría) y preservación de ADN (eDNA biobank) con capacidad de computación, software y bioinformática. Para las aplicaciones como la secuenciación masiva, se colaborara con Austral-Omics (Universidad Austral de Chile) bajo la supervisión de Dr. Pablo Saenz.

El ADN ambiental que se filtra durante las expediciones y que representa toda la biodiversidad presente se conservará en el eDNA BioBank y servirá para próximos análisis de otros grupos taxonómicos de alto

interés por ejemplo peces, fitoplancton, bentos. Manteniendo un biobank con ADN ambiental se puede hacer estudios temporales, averiguando cambios en el tiempo en la presencia de biodiversidad en un o diferentes lugares, conectándolo con cambios en factores abióticos y bióticos (Jarman et al., 2018).

Se elaborara un manual de procedimientos de residuos peligrosos y tóxicos que describe el manejo de residuos y normas de bioseguridad. Los residuos tóxicos consistirán principalmente de soluciones y geles que contienen “SYBR Green”, etanol, sales (Acetato de sodio) y enzimas como Proteinasa K y ARNasa. Este proyecto no contempla el uso de radioisótopos ni otras sustancias peligrosas.

Para asegurar el éxito de la creación de un laboratorio de punta, la Dra. Delphine Vanhaecke colaborara con dos laboratorios de genética nacionales y uno internacional, especializado métodos de ADN ambiental (ver cartas de compromiso) y organizara talleres de capacitación de profesionales en análisis y técnicas genéticas.

Objetivo específico 2: Expediciones “ADN Aysén”

Responsable: Universidad de Aysén con apoyo del Campus Patagonia (UACH) y con la participación de los pobladores del litoral de Aysén (actividades de ciencia ciudadana)

Las expediciones para la colección de ADN ambiental de los mamíferos marinos de Aysén se organizarán a través de actividades de ciencia ciudadana. Personas interesados en el tema, como operadores de turismo, pescadores artesanales, personas en cargo de las AMPs, estudiantes, empleados de salmicultura, y pobladores del litoral de Aysén estarán contactados e invitados para participar en las expediciones (ver cartas de compromiso y manifestaciones de interés). De este modo, se capacitaran las personas en la toma de muestras de ADN ambiental y se creará conciencia sobre la biodiversidad marina y las nuevas tecnologías en Aysén para estudiarla. Expediciones ‘ADN Aysén’ se harán en Puerto Cisnes, Melinka, Puerto Chacabuco, Raúl Marín Balmaceda (AMP) (con potencial de ampliar a Puerto Gala y Melimoyu), dos veces por año para cubrir diferentes estaciones y presencia de diferentes especies de mamíferos marinos. Los sitios exactos para la toma de muestras estarán identificados en conjunto con expertos en ecología de mamíferos marinos de Aysén (por ejemplo Centro Ballena Azul) y los pobladores del litoral, beneficiando de su conocimiento local. Cada expedición tendrá una duración de 1 a 3 días de salida en terreno, tomando muestras desde barcos o desde la playa. Para aplicar y validar la colección y metabarcoding de la ADN ambiental (eDNA) de los mamíferos marinos de Chile por primera vez, ejecutaremos una serie de pruebas-de-concepto, secuenciando (metabarcoding) el eDNA filtrado desde muestras de agua marina que fueron tomados al observar mamíferos marinos in situ y durante diferentes encuentros. ADN ambiental en el agua marina está sujeto a degradación y transportación, lo cual estará asumido usando estudios previos (e.g. Andruskiewicz et al., 2017b, Colin Janssen pers. comm., Cowart et al., 2017) y tomando factores abióticos en cuenta como salinidad, temperatura, velocidad y dirección de corrientes serán medidos y/o tomados desde bases de datos oceanográficos. En cada sitio de muestreo (que serán identificados en colaboración se tomara 2L de agua superficial usando guantes y botellas estériles. El eDNA en al agua será filtrado de inmediato usando una bomba de filtro (Sentino, Microbiology pump o bomba manual) y filtros estériles. Después de la filtración, los filtros estarán guardadas en tubos estériles y dejados en hielo hasta llegar al laboratorio MOBI-Aysén.

La Universidad Austral de Chile pondrá a nuestra disposición su infraestructura y contactos en las localidades de Puerto Raúl Marín Balmaceda y Melinka, denominadas Estación Costera Piti Palena y Estación Costera de Investigaciones Marinas, respectivamente. Ambas instalaciones, que cuentan con laboratorio, oficina, sala de reuniones y bodega, tienen por objetivo realizar investigación en ciencias del mar que permita crear puentes entre la investigación y los grupos sociales de ambas comunas, por medio de transferencia de conocimiento y asesoría a autoridades locales, pescadores, empresas. Esto facilitará una real contribución de la presente propuesta, al desarrollo socioeconómico local.

Un manual será elaborado que describe paso por paso las técnicas de la colección de ADN ambiental, las herramientas necesarias y el workflow. La metodología incluirá recomendaciones para densidad de muestreo (número de sitios y volúmenes de agua para filtrar) y la frecuencia.

Objetivo específico 3: Bases de datos mundiales de ADN completado para mamíferos marinos chilenos

Responsable: UAysén en colaboración con Austral-Omics (UACH, dr. Pablo Saenz) y el laboratorio de genética, biodiversidad y acuicultura (Universidad de Los Lagos, Dr. Gonzalo Gajardo)

Se establecerá una línea base genética para la detección genética de los mamíferos marinos de Chile. Un desafío en eDNA metabarcoding para la detección e identificación de especies es la falta de secuencias de ADN de referencia en los bases de datos para contrastar las secuencias obtenidas por las análisis de ADN ambiental. Consecuentemente, se completará las bases de datos de referencia de ADN (GENBANK y BOLD) con los DNA Barcodes de los mamíferos marinos de Chile que no están presentes en los bases de datos. Se obtendrán muestras de tejidos de las especies de mamíferos a través de colegas, grupos de investigación y laboratorios nacionales e internacionales ya contactados. Las extracciones de ADN y la amplificación (PCR) de los genes específicos (Cytochromo Oxidase I, 16S, 12S) se ejecutarán en el lab MOBI-Aysén. La secuenciación se hará en Austral-Omics. Los análisis bioinformáticos serán ejecutados en MOBI-Aysén. Las secuencias obtenidas serán ingresadas en los bases de datos GENBANK y BOLD y serán de acceso libre. Dra. Delphine Vanhaecke tiene amplia experiencia en DNA Barcoding y procederá según Vanhaecke et al., 2012.

Objetivo específico 4: “MoAy”: Un prototipo de una herramienta genómica para el monitoreo de ADN ambiental de Aysén

Responsable: Universidad de Aysén en colaboración con laboratorios genéticos asociados nacionales e internacionales (ver cartas de compromiso)

MoAy estará desarrollada por cada grupo taxonómico, empezando con los mamíferos marinos. Para el desarrollo de MoAy, se debe desarrollar el kit de extracción de ADN, un kit de amplificación de ADN, un kit de secuenciación masiva y un kit de análisis bioinformáticas. En MOBI-Aysén el ADN estará extraída de los filtros usando el DNeasy Blood and Tissue Kit (Qiagen; Venlo, Netherlands) junto con una muestra de control. Los marcadores moleculares para amplificar los genes específicos de los mamíferos marinos de Chile estarán desarrollados y optimizados a través de polymerase chain reactions (PCR) y visualizados a través de gel electroforesis y espectrofotometría (NanoDrop). Después de tener los marcadores funcionando, el ADN y los marcadores serán enviados al laboratorio de Austral-Omics donde se hará la secuenciación masiva (MiSeq Illumina platform). Una asistente de Investigación estará contratado y entrenado para hacer estos análisis bajo la supervisión de Dr. Pablo Saenz de Austral-Omics (Universidad Austral de Chile, Valdivia).

Usaremos los marcadores del gen COI (Leray et al., 2013), 12Smammal (Stat et al., 2017) e investigaremos otros marcadores usados rutinariamente para la amplificación de la región control de cetáceos, dlp4 and dlp5 (Dalebout et al., 2004; Baker et al., 2006).

La investigadora Delphine Vanhaecke tiene experiencia en el diseño y optimización de marcadores moleculares (Vanhaecke et al., 2011) y cuenta con el apoyo del laboratorio Austral-Omics y Laboratorio de biodiversidad, genética y acuicultura de la Universidad de Los Lagos (ver carta de compromiso) donde se ponen a la disposición esta iniciativa el laboratorio, los equipos y conocimiento.

Para los análisis bioinformáticos de los millones de secuencias resultando de la secuenciación masiva de ADN ambiental, compraremos un PC apto para la gestión datos masivos en MOBI-Aysén y desarrollaremos una kit de bioinformática para procesar y analizar las millones de secuencias. Contaremos con el apoyo del laboratorio de Ecotoxicología (GhenTox), donde ya tienen una caja de herramientas desarrolladas para el análisis de las secuencias de ADN ambiental. Nomenclatura taxonómica estará basada en World Register of Marine Species (WoRMS, gestionado por el Instituto Marino de Flandes (VLIZ), Bélgica). La Dra. Delphine Vanhaecke visitara el laboratorio GhenTox y VLIZ para capacitación en análisis bioinformáticas.

Las colaboraciones internacionales garantizaran el éxito y calidad de la investigación, su difusión a nivel internacional y facilitaran futuros proyectos de colaboración en investigación.

Objetivo específico 5: Un estudio sobre la integración de la nueva tecnología en programas de monitoreo

Responsable: UAysén en colaboración con el Instituto marino de Flandes (VLIZ), el sector público, sector privado, grupos científicos, GORE Aysén y los pobladores del litoral.

Para evaluar la efectividad de la tecnología y prototipo de herramienta desarrollado para detectar y

monitorear mamíferos marinos, se contrastarán los resultados de ADN Ambiental (MoAy) con los resultados de 'muestreo a distancia' (Distance Sampling), que es el método de hoy en día para detectar mamíferos marinos. Asimismo, se compararán los resultados de MoAy con observaciones previas de mamíferos marinos durante inventarios y muestreos en los mismos lugares. Diferencias significativas entre métodos serán probados estadísticamente (Kruskal-Wallis test y Dunn's test). También, investigaremos la potencial del método para hacer estimaciones de abundancia relativa a través del número de secuencias obtenidos por especie por sitio y comparando con número de registros visuales.

A través de un taller interactivo con todos grupos de beneficiarios el sector público, empresas privadas de turismo, de acuicultura, de consultoría ambiental, la comunidad científica, los pobladores del litoral y investigadores internacionales de excelencia se estudiara la potencial y los límites de la nueva metodología para el monitoreo de la biodiversidad marina, su integración en programas de monitoreo y su aplicación en ciencia ciudadana.

Se invitarán expertos internacionales para compartir sus experiencias en ADN ambiental y planificación espacial marina, monitoreo de biodiversidad, proyectos de ecoturismo, acuicultura, pesquerías, gestión de áreas marinas protegidas. El producto será una propuesta sobre la integración de MoAy para establecer una línea base de la biodiversidad marina y su monitoreo con potencial de un colaboración internacional.

Colaboración con entidades extranjeras

La colaboración con las 2 entidades extranjeras se verá efectuado durante diferentes actividades para lograr los objetivos propuestos.

El laboratorio de Toxicología Ambiental (Lab for Environmental Toxicology, GhenTox lab) a cargo del Profesor Dr. Ir. Colin Janssen, de la Universidad de Gante en Bélgica está especializado en análisis de toxinas marinas, investigación en la contaminación de microplásticos y análisis de ADN ambiental para la detección de especies de interés para las pesquerías en el mar del Norte.

En este sentido la colaboración con GhenTox lab será de gran importancia para el desarrollo de la nueva tecnología y método de análisis de ADN ambiental para el monitoreo de biodiversidad de Aysén (**objetivo 4**). Específicamente, ofrecieron una capacitación en análisis bioinformático (de un mes) en su laboratorio y apoyo (a distancia) en los análisis de ADN ambiental en general, por la Doctora Ingeniera Jana Asselman. El análisis bioinformático de los millones de secuencias obtenidas a través de la secuenciación masiva es la etapa con mayor desafío durante los análisis de ADN ambiental. Se necesita establecer un flujo de trabajo y un entendimiento de todos los programas software que implica. En lab GhenTox, tienen el flujo de trabajo ('workflow y bioinformatics pipeline') establecida y ofrecen su apoyo durante el desarrollo de nuestro 'bioinformatics pipeline', la gestión e interpretación de los datos.

Al mismo tiempo, como ya tienen sus laboratorios de genética con las últimas tecnologías instaladas y muchos años de experiencia nos asesorarán durante la instalación de nuestro propio laboratorio de genética en la Universidad de Aysén (**objetivo 1**).

Finalmente, un investigador(a) del Lab GhenTox será responsable de capacitar y compartir experiencias en terreno (la toma de muestras de ADN ambiental, equipos utilizados, diseño de muestreo) participando en una expedición de 'ADN Aysén' (**objetivo 2**) y en el seminario para evaluar la implementación de ADN ambiental en programas constantes de monitoreo de biodiversidad (**objetivo 5**). Se evaluará la posibilidad de intercambiar estudiantes (BSc, MSc, PhD) y el desarrollo de proyectos colaborativos de investigación.

El Instituto marino de Flandes (Flanders Marine Institute, VLIZ, Bélgica) se especializa en múltiples áreas de las ciencias marinas de las cuales se distinguen 1) el monitoreo de la biodiversidad en el mar del Norte con a través del buque oceanográfico Simon Stevin, 2) Infraestructura para la investigación marina (Marine Robotics Centre), 3) Investigación marina, 4) Aconsejar la toma de decisiones políticas nacionales y Europeas, 5) Gestión de datos marinos (Marine Data Centre), 6) Difusión y Educación de ciencias marinas y 7) Coordinación de colaboraciones nacionales/internacionales. Además, están implementando su propia plataforma genómica para el monitoreo de biodiversidad marina.

En este sentido, VLIZ, a través de la Dra. Ann-Katrien Lescauwae (especialista en planes espaciales marinas, monitoreo de biodiversidad marina, áreas marinas protegidas y políticas marinas), nos apoyará durante la instalación del laboratorio de genética para el monitoreo de biodiversidad (**objetivo 1**) y durante el estudio para evaluar la integración de la nueva tecnología y método MoAy (Monitoreo de ADN ambiental de Aysén) en planes de monitoreo marino (**objetivo 5**). Se conversara la posibilidad de intercambiar estudiantes y desarrollar futuros proyectos colaborativos de investigación.



3.12 Carta Gantt

Objetivo / ACTIVIDAD	TIEMPO 2019												TIEMPO 2020												TIEMPO 2021											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Objetivo 1. Creación MOBI-Aysén	[Green bars]																																			
Actividad 1.1 Adquirir equipos	[Green bars]																																			
Actividad 1.2 Instalación	[Green bars]																																			
Actividad 1.3 Formación profesionales	[Green bars]																																			
Hito MOBI-Aysén operativo	[Green bars]																																			
Objetivo 2. Expediciones 'ADN Aysén'	[Green bars]																																			
Actividad 2.1 Vínculos/organización	[Green bars]																																			
Actividad 2.2 Expediciones ciudadana	[Green bars]																																			
Actividad 2.3 Procesar muestras	[Green bars]																																			
Hito 5 Expediciones hechas	[Green bars]																																			
Objetivo 3. DNA Barcoding biodiversidad	[Green bars]																																			
Actividad 3.1 Obtener tejidos	[Green bars]																																			
Actividad 3.2 DNA Barcoding	[Green bars]																																			
Actividad 3.3 publicar datos	[Green bars]																																			
Hito Base de datos complementado	[Green bars]																																			
Objetivo 4. Desarrollo toolkit MoAy	[Green bars]																																			
Actividad 4.1 Kit de muestreo	[Green bars]																																			
Actividad 4.2 Kit de extracción de ADN	[Green bars]																																			
Actividad 4.3 Kit de amplificación ADN	[Green bars]																																			
Actividad 4.4 Kit de secuenciación ADN	[Green bars]																																			
Actividad 4.5 Taller internacional	[Green bars]																																			
Actividad 4.6 Kit de bioinformática	[Green bars]																																			
Hito Herramienta MoAy listo	[Green bars]																																			
Objetivo 5. Estudio integración MoAy	[Green bars]																																			
Actividad 5.1 Evaluación MoAy	[Green bars]																																			
Actividad 5.2 Evaluación monitoreo	[Green bars]																																			
Actividad 5.2 Colaboración internacional	[Green bars]																																			
Actividad 5.3 Estudio integración MoAy	[Green bars]																																			
Hito Reporte MoAy	[Green bars]																																			
Objetivo 6 Difusión	[Green bars]																																			
Actividad 6.1 Pagina web	[Green bars]																																			
Actividad 6.2 Seminario inicio/inaugurar	[Green bars]																																			
Actividad 6.3 Difundir datos	[Green bars]																																			
Actividad 6.4 Reportar expediciones	[Green bars]																																			
Actividad 6.5 Presentaciones	[Green bars]																																			
Actividad 6.6 Talleres de capacitación	[Green bars]																																			
Actividad 6.7 Colaboración internacional	[Green bars]																																			
Actividad 6.8 Seminario termino	[Green bars]																																			
Actividad 6.9 Publicación revista ISI	[Green bars]																																			
Hito Difusión completa lograda	[Green bars]																																			
Entrega informes de avance técnicos	[Green bars]																																			
Entrega Informe Final	[Green bars]																																			

3.13 Equipo técnico

Señalar el equipo técnico que desarrollará la iniciativa. Indicar quién actuará de coordinador técnico.

Nombre completo	Profesión	Rol	Funciones Principales	Dedicación (hrs. semanales)	Relación Contractual y financiamiento (1)
Delphine Vanhaecke	Doctora en genética de conservación	Investigadora Principal	Coordinadora técnica, Gestión, ejecución del proyecto	44	CH FIC
Mauricio González Chang	Ingeniero Agrónomo, Doctor en Ecología	Co-Investigador	Apoyo establecimiento de laboratorio. Colaborador en investigación.	6	CT Aporte propio
NN	Magister ecología aplicada/Genética	Asistente de investigación	Elaboración de librerías, secuenciación masiva y secuenciación capilar.	5	CH FIC
NN	Diploma en turismo, desarrollo rural o acuicultura	Persona apoyo en vinculación con el medio	Vinculación y trabajo con comunidades, empresas, sector público	5	CH FIC
NN	Técnico	Persona de apoyo logístico y técnico	Coordinar y elaborar actividades en terreno	5	CH FIC
Jana Asselman	Ingeniera ambiental	Persona de apoyo en análisis bioinformático	Apoyo en análisis de ADN ambiental y bioinformático (1 mes)	1	EX Aporte asociados

Jacqueline Boldt	Ecóloga/Geógrafa	Persona de apoyo en ecología de mamíferos marinos y difusión	Apoyo en estudio de integración del método en programas de monitoreo	2	EX Aporte asociados
Celestino Ancamil Hernández	Guía de turismo nautico	Persona de apoyo	Apoyo en conocimiento local de fauna marina y difusión	2.5	EX Aporte asociados
Ann-Katrien Lescauwaet	Bióloga	Persona de apoyo	Apoyo en estudio de integración del método, ecoturismo y planes de monitoreo marino	2.5	EX Aporte asociados
Leisy Amaya Montano	Bióloga	Persona de apoyo	Apoyo en la gestión de datos (a través de GBIF Chile) y políticas de conservación y recursos naturales	2.5	EX Aporte asociados
Laura Sánchez Jardón	Bióloga	Persona de apoyo	Apoyo en la gestión de datos (a través de SIB-Aysén) y apoyo en terreno	1	EX Aporte asociados

(1) Relación contractual: **CT**: Contrato código del trabajo; **CH**: Contrato a honorarios;
EX: Externo/a (a través de una subcontratación)
Financiamiento: FIC - Aporte Propio - Asociados

3.14 Subcontrataciones

Señalar, si los habrá, contratos con personas jurídicas para la prestación de servicios relacionados directamente con las actividades del programa. Se excluye de este ítem todo gasto destinado a contratar servicios de administración y apoyo. Indicar razón social, RUT, giro, descripción de los servicios a contratar y experiencia relevante.

SURGRAF LTDA

Razon social: Diseñadores del sur limitada

RUT 76.002.966-1

Servicios de impresiones, artículos corporativos, diseños, publicidad para actividades de difusión y comunicación.

3.15 Estrategia de Comunicación, Difusión y/o Transferencia

La estrategia deberá ser desarrollada durante toda la ejecución de la iniciativa y remitirse solo resultados finales.

Deberá detallar el o los mecanismos, instituciones, organismos empresariales o empresas involucradas y tiempos. Si la iniciativa no contempla transferencia tecnológica como parte de su desarrollo, analizar al menos su proyección para una etapa siguiente.

Para hacer conocer la iniciativa habrá una ceremonia de inicio en la Universidad de Aysén, y para dar a conocer los resultados habrá una ceremonia con seminario de término. Será abierto a toda la comunidad y serán invitados específicamente GORE Aysén, institutos públicos (MMA, SERNAPESCA, SERNATUR Aysén, CONAF, UACH, CIEP, IFOP, SAG, UMAG), y privados (empresas de turismo, acuicultura, de consultoría ambiental) y los pobladores del litoral que participaron en el proyecto.

Para difundir la implementación del laboratorio de genética se creará una página web en el sitio web de la UAysén. Se organizarán talleres de capacitación en el laboratorio para profesionales del sector público y privado, para estudiantes y técnicos.

A través de la Ciencia ciudadana durante las expediciones 'ADN Aysén' se capacitarán personas de interés en la toma de muestras de ADN ambiental y se transferirá conocimientos tecnológicos y biológicos sobre el monitoreo genético en ecosistemas marinos.

Para difundir la iniciativa y sus productos y resultados a la comunidad científica se publicará a menos una publicación en revista ISI y dos presentaciones en congresos regionales y nacionales. Los equipos y herramientas estarán a la disposición de la comunidad científica de Aysén y los servicios subsecuentes de análisis de ADN podrán ser contratados.

Los datos (genéticos, biológicos, abióticos) generados por la iniciativa serán accesibles a través de las Bases de datos de acceso libre de SIB-Aysén (Sistema de Información de la Biodiversidad para Aysén, <https://kataix.umag.cl/sib-aysen/>), GBIF (Global Biodiversity Information System, Nodo Chile), OBIS (Ocean Biogeographic Information System (OBIS) (www.iobis.org) de IOC-UNESCO), GENBANK, BOLD, WoRMS.

La iniciativa, sus actividades y resultados se difundirán también a través de la radio, los diarios e redes sociales.

4. FINANCIAMIENTO

El financiamiento debe incluir todos los gastos en que incurre la iniciativa. (De estimarse necesario se solicitarán cotizaciones y detalles de la valoración de ciertos ítems).

4.1 Presupuesto Total	
Monto total solicitado al FIC	M\$ 176.187.000
2018	M\$ 176.187.000
Aporte Propio (1)	M\$ 24.960.000
Aporte Asociados (1)	M\$ 71.300.000
COSTO TOTAL INICIATIVA	M\$ 272.447.000

(1) Los aportes Propio y de Asociados, en conjunto deben ser iguales o superiores al 10% (5% pecuniario) del costo total de la iniciativa y debe estar respaldado por cartas compromiso.

4.2 Presupuesto General Aporte propio y Asociados				
Cuentas (a)	Unidad	Cantidad	Costo Unitario M\$	Costo
	de Medida			Total M\$
Recursos humanos (b)				
Profesionales internacionales	Mes	4	4000	16000
Profesional Ministerio MMA	Mes	3	3000	9000
Profesionales	Mes	5	2000	10000
Profesional UMAG	Mes	1	1500	1500
Profesional UAYSÉN	Mes	3	4320	12960
Técnico	Mes	3	2000	6000
Subtotal				55460
Operación				
Difusión	eventos en RMB y Melinka	2	1000	2000
(c) equipamiento	infraestructura estaciones marinas UACh	2	2000	4000
	Laboratorio y equipo GhenTOX lab	1	10000	10000
	Laboratorio y equipo ULosLagos lab	1	12800	12800
	Laboratorio y equipo Uaysén	1	12000	12000
Subcontrataciones (d)				
Viáticos	Mes			
Otros gastos (e)				
Subtotal				40800
5. Overhead (máximo 5%)				
TOTAL M\$	----	----	54620	96260

(a) Ver Bases Concurso FIC 2018 (Punto 12.2 Gastos permitidos)

(b) Detallar recurso humano agrupado por tipo y nivel de remuneraciones, la unidad de medida debe la remuneración mensual.

Coordinadores de proyecto cargados a la provisión FIC, deberán cumplir funciones Técnicas dentro de la iniciativa y demostrar su experiencia técnica y aporte a la iniciativa.

(c) Detallar por tipo de equipamiento considerado.

(d) Detallar a nivel de contrato.

(e) otros cargos a operación deberán ser detallados conformes a por partidas principales, cálculo de estimación y cotizaciones correspondientes.

4.4 Presupuesto Total Detallado (solicitado FIC)

Para cada año calendario de ejecución de la iniciativa llenar el siguiente cuadro:

Presupuesto Solicitado FIC 2019					
Cuentas (a)	Actividad asociada	Unidad	Cantidad	Costo Unitario M\$	Costo
		de Medida			Total M\$
1. Recursos humanos (b)					
Profesionales	gestión, coordinación y ejecución del proyecto	Mes	12	2000	24000
Profesionales	Asistente de investigación (sector turismo, acuicultura, AMP)	Mes	2	1000	2000
Técnico	Apoyo en terreno	Mes	2	800	1600
Subtotal					27600
2. Equipamiento (c)					
Bomba de agua	Filtración de ADN del agua en terreno	Equipo	1	1529	1529
Disección Kit	Muestras de tejido	Kit	1	100	100
pipetas	Análisis genético	Pipeta	4	400	1600
vortex	Extracción de ADN	Equipo	1	350	350
Thermomixer (incubadora)	Extracción de ADN	Equipo	1	4100	4100
Sigma 4-15C centrifuga	Extracción de ADN, preparación muestras PCR (amplificación de ADN)	Equipo	1	7100	7100
Nanodrop + laptop	cuantificación y cualificar de ADN y producto de PCR	Equipo	1	9678	9678
PC alto potencial	Exclusivo para Análisis de secuenciación masiva	Equipo	1	3000	3000
Real Time PCR	Amplificación	Equipo	1	4000	4000
UV transiluminador	Visualización ADN y productos de PCR	Equipo	1	1000	1000
Cámara (waterproof)	Fotos y videos en terreno, difusión	Equipo	1	500	500
Sistema de gel electroforesis	gel electroforesis	Equipo	1	1000	1000
Subtotal					33957
3. Operación					
Difusión	seminario inicio, inauguración MOBI-Aysén	seminario	1	1000	1000
	presentación congreso	congreso	1	500	500
	expediciones con las comunidades	día	12	100	1200
	Talleres laboratorio	Taller	1	500	500
Subcontrataciones (d)	Producción artículos de difusión (SURGRAF LTDA)	tipos de artículos	3	200	600
Fungibles	análisis y formación en el laboratorio (filtros, guantes, tubos, tips, kit para extracción ADN, secuenciación, PCR) y secuenciación masiva, software	Pack	50	100	5000
Embarcaciones y vehiculos	expediciones con salidas al mar	día	6	200	1200
Pasajes	reunión de proyecto (nacional)	reunión	2	500	1000
Subtotal					11000
5. Overhead (máximo 5%)	seguimiento del proyecto	Mes	12	300	3600
SUB-TOTAL 20__ M\$					76157

Presupuesto Solicitado FIC 2020					
Cuentas (a)	Actividad asociada	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario M\$	Costo Total M\$
1. Recursos humanos (b)					
Profesionales	coordinación, gestión y ejecución del proyecto	Mes	12	2000	24000
Profesionales	Asistente de investigación (eDNA metabarcoding, Diploma Magister)	Mes	3	1200	3600
Profesionales	Asistente de investigación (sector turismo, acuicultura, AMP)	Mes	2	1000	2000
Técnico	Apoyo en terreno, expediciones, organización	Mes	2	800	1600
Subtotal					31200
2. Equipamiento (c)					
Laptop	Trabajo en terreno y difusión	equipo	1	600	600
Subtotal					600
3. Operación					
Difusión	presentaciones en congresos	congreso	2	500	1000
	Expediciones con las comunidades	días	24	100	2400
	Taller laboratorio	taller	1	500	500
Subcontrataciones (d)	Producción artículos de difusión (SURGRAF LTDA)	tipos de artículos	3	200	600
Fungibles	análisis laboratorio (filtros, guantes, tubos, tips, kit para extracción ADN, secuenciación, PCR) y secuenciación masiva, software	pack	100	100	10000
Embarcaciones/vehículos	expediciones con salidas al mar	días	12	200	2400
Pasajes	reunión nacional	pasaje	2	250	500
Subtotal					17400
5. Overhead (máximo 5%)	seguimiento del proyecto	Mes	12	170	2040
SUB-TOTAL 20__ M\$		---	---	---	51240

Presupuesto Solicitado FIC 2021					
Cuentas (a)	Actividad asociada	Unidad	Cantidad	Costo Unitario M\$	Costo
		de Medida			Total M\$
1. Recursos humanos (b)					
Profesionales	coordinación y ejecución del proyecto (diploma de doctor)	Mes	12	2000	24000
Profesionales	Asistente de investigación (eDNA metabarcoding, Diploma Magister)	Mes	3	1200	3600
Profesionales	Asistente de investigación (sector turismo, acuicultura, AMP, diploma Magister)	Mes	2	1000	2000
Técnico	Apoyo en terreno	Mes	2	800	1600
Subtotal					31200
2. Equipamiento (c)					
Subtotal					
3. Operación					
Difusión	presentaciones en congresos	congresos	1	500	500
	seminario de termino de proyecto	seminario	1	1000	1000
	expediciones con las comunidades	días	24	100	2400
	Taller laboratorio	Taller	1	500	500
	Publicacion ISI	Publicacion	1	250	250
Subcontrataciones (d)	Producción artículos de difusión (SURGRAF LTDA)	tipos de artículos	5	200	1000
Fungibles	análisis laboratorio (filtros, guantes, tubos, tips, kit para extracción ADN, secuenciación, PCR) y secuenciación masiva, software	pack	60	100	6000
Pasajes	reuniones nacionales	pasajes	2	250	500
Embarcaciones/vehiculos	expediciones con salidas al mar	días	12	200	2400
Subtotal					14550
5. Overhead (máximo 5%)	seguimiento del proyecto	Mes	12	170	2040
SUB-TOTAL 20__ M\$		---	---	---	47790

Presupuesto Solicitado FIC GENERAL TOTAL (2019-2021)					
Cuentas (a)	Actividad asociada	Unidad	Cantidad	Costo Unitario M\$	Costo
		de Medida			Total M\$
1. Recursos humanos (b)					
Profesional	Responsable para coordinación y ejecución del proyecto (diploma de doctor)	Mes	36	2000	72000
Profesional	Asistente de investigación (eDNA metabarcoding, Diploma Magister)	Mes	6	1200	7200
Profesional	Asistente de investigación (sector turismo, acuicultura, AMP, diploma Magister)	Mes	6	1000	6000
Técnico	Apoyo en terreno	Mes	6	800	4800
Subtotal					90000
2. Equipamiento (c)					
Bomba de agua	Filtración de ADN del agua en terreno	Equipo	1	1529	1529
Disección Kit	Muestras de tejido	Kit	1	100	100
pipetas	Análisis genético	Pipeta	4	400	1600
vortex	Extracción de ADN	Equipo	1	350	350
Thermomixer (incubadora)	Extracción de ADN	Equipo	1	4100	4100
Sigma 4-15C centrifuga	Extracción de ADN, preparación muestras PCR (amplificación de ADN)	Equipo	1	7100	7100
Nanodrop + laptop	cuantificación y cualificar de ADN y producto de PCR	Equipo	1	9678	9678
PC alto potencial	Exclusivo para Análisis de secuenciación masiva	Equipo	1	3000	3000
Real Time PCR	Amplificación	Equipo	1	4000	4000
UV transilluminador	Visualización ADN y productos de PCR	Equipo	1	1000	1000
Cámara (waterproof)	Fotos y videos en terreno, difusión	Equipo	1	500	500
Sistema de gel electroforesis	gel electroforesis	Equipo	1	1000	1000
Laptop	Trabajo en terreno y difusión	equipo	1	600	600
Subtotal					34557
3. Operación					
Difusión	seminario inicio, inauguración MOBI-Aysén	seminario	1	1000	1000
	seminario de termino de proyecto	seminario	1	1000	1000
	presentaciones en congresos	congresos	4	500	2000
	Publicacion ISI	Publicacion	1	250	250
	expediciones con las comunidades	días	60	100	6000
	Taller laboratorio	Taller	3	500	1500
Subcontrataciones (d)	Producción artículos de difusión (SURGRAF LTDA)	tipos de artículos	11	200	2200
Fungibles	análisis laboratorio (filtros, guantes, tubos, tips, kit para extracción ADN, secuenciación, PCR) y secuenciación masiva, software	pack	210	100	21000
Pasajes	reuniones nacionales	pasajes	8	250	2000
Embarcaciones/vehículos	expediciones con salidas al mar	días	30	200	6000
Subtotal					42950
5. Overhead (máximo 5%)					
	seguimiento del proyecto	Mes	36	213	7680
SUB-TOTAL 20__ M\$		----	----	----	176187

Bibliografía

Aguayo-Lobo A, Acevedo J, Vargas R (2006). Diversity of marine mammals in the Los Chonos archipelago (43°39'S 45°50'S), XI Region of Chile. *Ciencia y Tecnología del Mar* 29: 129-145.

Andruszkiewicz EA, Starks HA, Chavez FP, et al. (2017a). Biomonitoring of marine vertebrates in Monterey Bay using eDNA metabarcoding. *PLoS ONE* 12(4): e0176343.

Andruszkiewicz EA, Sassoubre LM, Boehm AB (2017b). Persistence of marine fish environmental DNA and the influence of sunlight. *PLoS ONE* 12(9): e0185043

Baker CS, Lukoschek V, Lavery S, et al. (2006). Incomplete reporting of whale, dolphin and porpoise 'bycatch' revealed by molecular monitoring of Korean markets. *Animal Conservation* 9, 474–482. doi: 10.1111/j.1469-1795.2006.00062.x

Bakker J, Owen S, Wangensteen D, et al. (2017). Environmental DNA reveals tropical shark diversity in contrasting levels of anthropogenic impact. *SCiEntifiC REPORTS* | 7: 16886.

Bohmann K, Evans A, Gilbert MTP, et al. (2014). Environmental DNA for wildlife biology and biodiversity monitoring. *Trends in Ecology and Evolution*, 29, 358–367.

Boussarie G, Bakker J, Wangensteen O, et al (2018). Environmental DNA illuminates the dark diversity of sharks. *Science Advances* Vol. 4, no. 5, DOI: 10.1126/sciadv.aap9661 *Sci. Adv.* 2018;4: eaap9661

Centro de Estudios Agrarios y Ambientales (2016). Programa de monitoreo para la comunidad de aves costeras en AMPC-MU Pitipalena-Añihue (id 611136-4-le15). Informe final p. 37

Cowart DA, Murphy KR, Cheng K (2017). Metagenomic sequencing of environmental DNA reveals marine faunal assemblages from the West Antarctic Peninsula. *Marine Genomics*. <https://doi.org/10.1016/j.margen.2017.11.003>

Dalebout ML, Baker CS, Cockroft VG et al. (2004). A comprehensive molecular taxonomy of beaked whales (Cetacea: Ziphiidae) using a validated mitochondrial and nuclear DNA database. *J. Heredity* 95, 459–473. doi: 10.1093/jhered/esh054

Deiner K, Fronhofer EA, Mächler E (2016) Environmental DNA reveals that rivers are conveyor belts of biodiversity information. *Nature Communications*, 7, 12544.

Deiner K, Bik HM, Mächler E, et al. (2017). Environmental DNA metabarcoding: transforming how we survey animal and plant communities. *Molecular Ecology* 26 (21): 5872–5895.

Gobierno Regional de Aysén (2009). Estrategia Regional de Desarrollo de Aysén. Convenio amplio de cooperación entre el Gobierno Regional de Aysén, Chile, y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe de las Naciones Unidas. p. 225

Gobierno Regional de Aysén (2014). Estrategia Regional de Innovación 2014-2020, Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo. Informe 2: Propuesta de Estrategia Regional de Innovación Región de Aysén, Región de Aysén, Chile. p.122

Hansen B, Bekkevold D, Worsøe Clausen L, et al. (2018). The sceptical optimist: challenges and perspectives for the application of environmental DNA in marine fisheries. *Fish and Fisheries*. 2018; 1–18. DOI: 10.1111/faf.12286

Hebert PDN, Cywinska A, Ball SL, et al. (2003). Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, **270**, 313–321.

Jarman and Bunce et al. (2018). The value of environmental DNA biobanking for long-term biomonitoring. *Nature: Ecology & Evolution*

Jerde CL, Mahon AR, Chadderton C, et al. (2011). “Sight-unseen” detection of rare aquatic species using environmental DNA. *Conservation Letters*, **4**, 150–157.

Kress WJ, García-Robledo C, Uriarte M, et al. (2015). DNA barcodes for ecology, evolution, and conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, **30**, 25–35.

Leray M, Knowlton N (2015). DNA barcoding and metabarcoding of standardized samples reveal patterns of marine benthic diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **112**, 2076–2081.

Machida RJ, Leray M, Ho S-L, et al. (2017). Metazoan mitochondrial gene sequence reference datasets for taxonomic assignment of environmental samples. *Scientific Data*, **4**, 170027.

Mahon AR, Jerde CL, Galaska M, et al. (2013). Validation of eDNA Surveillance Sensitivity for Detection of Asian Carps in Controlled and Field Experiments. *PLoS ONE* **8**(3): e58316. doi:10.1371/journal.pone.0058316

Pawlowski J, Esling P, Lejzerowicz F, et al. (2016). Benthic monitoring of salmon farms in Norway using foraminiferal metabarcoding. *Aquaculture Environment Interactions* Vol. **8**: 371–386, 2016 doi: 10.3354/aei00182

Peters L, Spatharis S, Dario MA, et al. (2017). Environmental DNA: a new low-cost monitoring tool for pathogens in salmonid aquaculture. <http://dx.doi.org/10.1101/215483>doi:

SEREMI MMA-AYSÉN (2018). Estrategia regional de Biodiversidad 2015-2030, Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo. Documento técnico de la Secretaría Regional Ministerial de Medio Ambiente, Región de Aysén. 80 pp.

Stat M, Hugget MJ, Bernasconi R, et al. (2017). Ecosystem biomonitoring with eDNA: metabarcoding across the tree of life in a tropical marine environment. *Scientific Reports*, **7**(1), 12240. Estrategia de Innovación de la Región de Aysén 2014-2020

Taberlet P, Coissac E, Hajibabaei M, et al. (2012). Environmental DNA. *Molecular Ecology*, **21**, 1789–1793.

Thomsen PF, Kielgast J, Iversen LL, et al. (2012). Detection of a diverse *marine fish* fauna using environmental DNA from seawater samples. *PLoS ONE* 7(8): e41732.

Thomsen PF, Willerslev E (2015). Environmental DNA – An emerging tool in conservation for monitoring past and present biodiversity. *Biological Conservation*, 183, 4-18.

Universidad Austral de Chile, 2017. Informe Final, Estudio de biodiversidad marina bentónica del AMCP-MU Pitipalena-Añihue.

Valentini A, Taberlet P, Miaud C, et al. (2016). Next-generation monitoring of aquatic biodiversity using environmental DNA metabarcoding. *Molecular Ecology*, 25, 929–942.

Vanhaecke D, Allainguillaume J, Croxford A, et al. (2011). Development of 13 microsatellite markers for the threatened galaxiid fish *Aplochiton zebra* (Jenyns, 1842). *Molecular Ecology Resources* 11: 219-222.

Williams R, Burgess MG, Ashe E, et al. (2016). U.S. seafood import restriction presents opportunity and risk. *Science*, 354, 1372–1374. <https://doi.org/10.1126/science.aai8222>

ANEXO 2
CARTA COMPROMISO APOORTE FINANCIERO

En Coyhaique a 17/08/2018, María Teresa Marshall Infante, cédula de identidad [REDACTED], actuando en representación de *Universidad de Aysén*, RUT 61.980.520-8, declara conocer el contenido de la iniciativa de nombre “MOBI-Aysén: laboratorio genético para monitorear biodiversidad” a presentar por *Universidad de Aysén*, RUT 61.980.520-8, al Fondo de Innovación de la Competitividad (FIC) 2018 de la Región de Aysén y compromete, en caso de acceder a los recursos de este fondo y en forma oportuna, los siguientes aportes:

a) Aportes pecuniarios

<i>Descripción del aporte</i>	<i>Valor unitario (\$)</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Valor total (\$)</i>
Sub-total Aportes no pecuniarios (A)0..... \$			

b) Aportes no pecuniarios

<i>Descripción del aporte</i>	<i>Valor unitario (\$)</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Valor total (\$)</i>
Recursos humanos (6 horas semanales por año)	4.320.000	3	12.960.000
Laboratorio y equipo	12.000.000	1	12.000.000
Sub-total Aportes no pecuniarios (B)24.960.000..... \$			

TOTAL APOORTE (A + B).....0 + 24.960.000..... \$

(ver carta declaración)

(Nombre del representante legal de la
institución que aporta)
(# cédula)

CARTA DECLARACIÓN

En *Coyhaique* a 17/08/2018, *María Teresa Marshall Infante*, cédula de identidad [REDACTED], actuando en representación de *Universidad de Aysén*, RUT 61.980.520-8, declara conocer las Bases de Concurso Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC) Aysén 2018 Entidades Receptoras y aceptar la totalidad de su contenido.

(ver carta declaración)

*(Nombre del representante legal de la
institución que aporta)
(# cédula)*