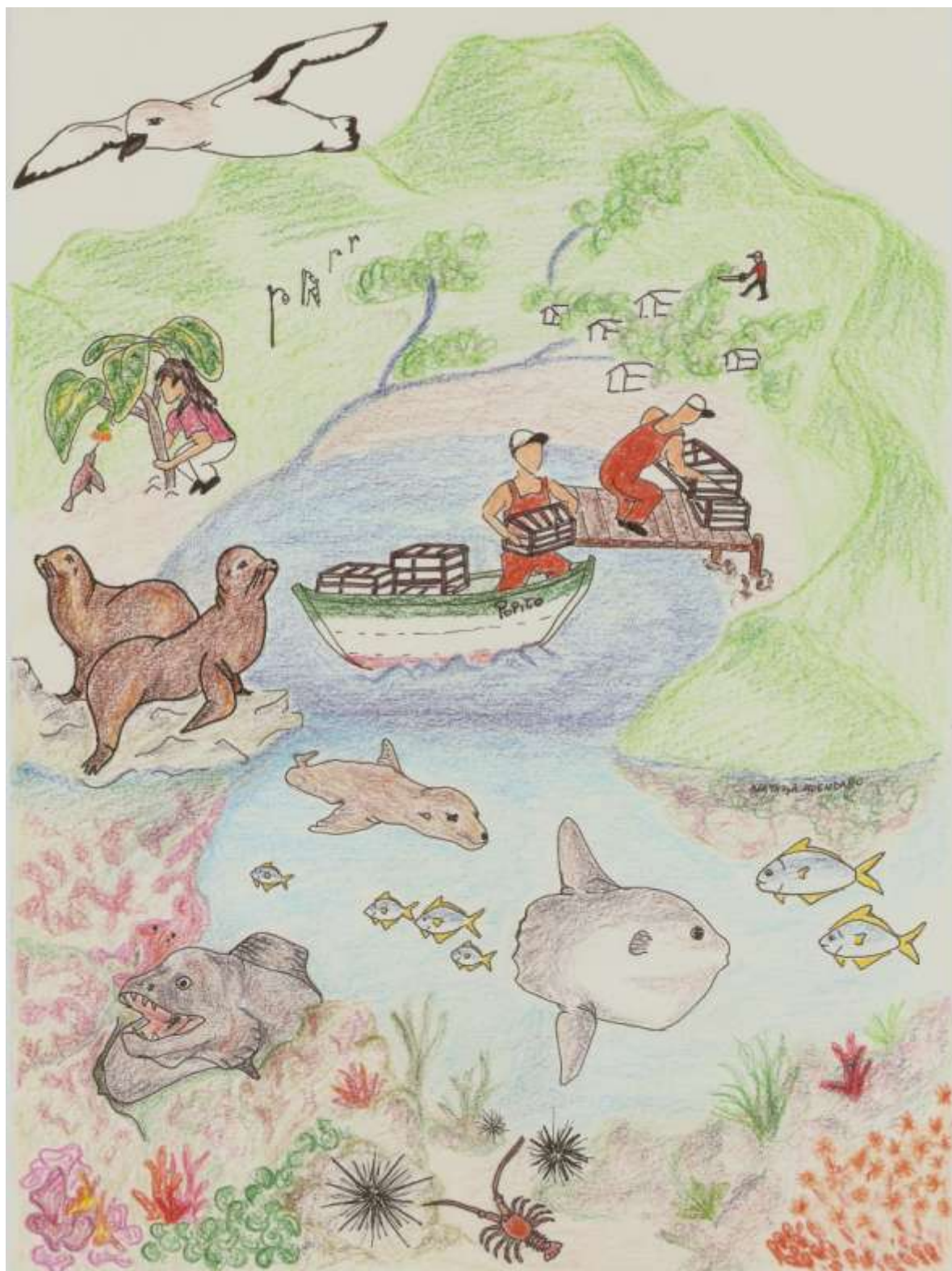




Material de Apoyo

Programa Ploto Manejo con Enfoque Ecosistémico en el Archipiélago de Juan Fernández

Lista de Acrónimos:

AJF: Archipiélago Juan Fernández

AMCP-MU: Área Marina Costera de Múltiples Usos

CBD: Convención de Diversidad Biológica

CITES: Convención Internacional sobre Comercio de Especies en Peligro.

DIA: Declaración de Impacto Ambiental

DIRECTEMAR: Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante

EE: Enfoque Ecosistémico

EEl: Especie Exótica Invasora

EIA: Estudio de Impacto Ambiental

EMV: Ecosistemas Marinos Vulnerables

FPA: Fondo de Protección Ambiental

GEF: Fondo Mundial para el Medio Ambiente

GEMCH: Gran Ecosistema Marino de la Corriente de Humboldt

IC: Island Conservation

IPCC: Panel Intergubernamental de Cambio Climático

IUCN (UICN): Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza

MEE: Manejo con Enfoque Ecosistémico

MMA: Ministerio de Medio Ambiente

ONU: Organización de Naciones Unidas

SCAM: Sistema de Certificación Ambiental de Municipal

SEIA: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

Introducción

Humanos, Mar y Tierra, componentes de un mismo ecosistema

En la actualidad, el Archipiélago de Juan Fernández enfrenta una crisis de conservación de biodiversidad. Más de la mitad de sus especies de plantas nativas están extintas, críticamente en peligro o en peligro. La mitad de las especies de aves se encuentra críticamente en peligro o en estado vulnerable. Los bosques nativos se encuentran fragmentados y una falta de regeneración y de reclutamiento significa que es muy probable que las secciones de bosques que todavía existen desaparezcan en las próximas décadas. Extensas superficies están desgastadas y sufriendo de avanzados signos de erosión. Se ha estimado que durante los últimos 80 años un tercio de la cubierta de bosques que quedaba ha sido perdida y un 50% más podría desaparecer en los próximos 80 años si no se toman acciones. El resultado general, es que se trata de un ecosistema insular en un estado de colapso. Sin una intervención urgente, habrá más extinciones, no sólo de especies sino que también de comunidades ecológicas completas.

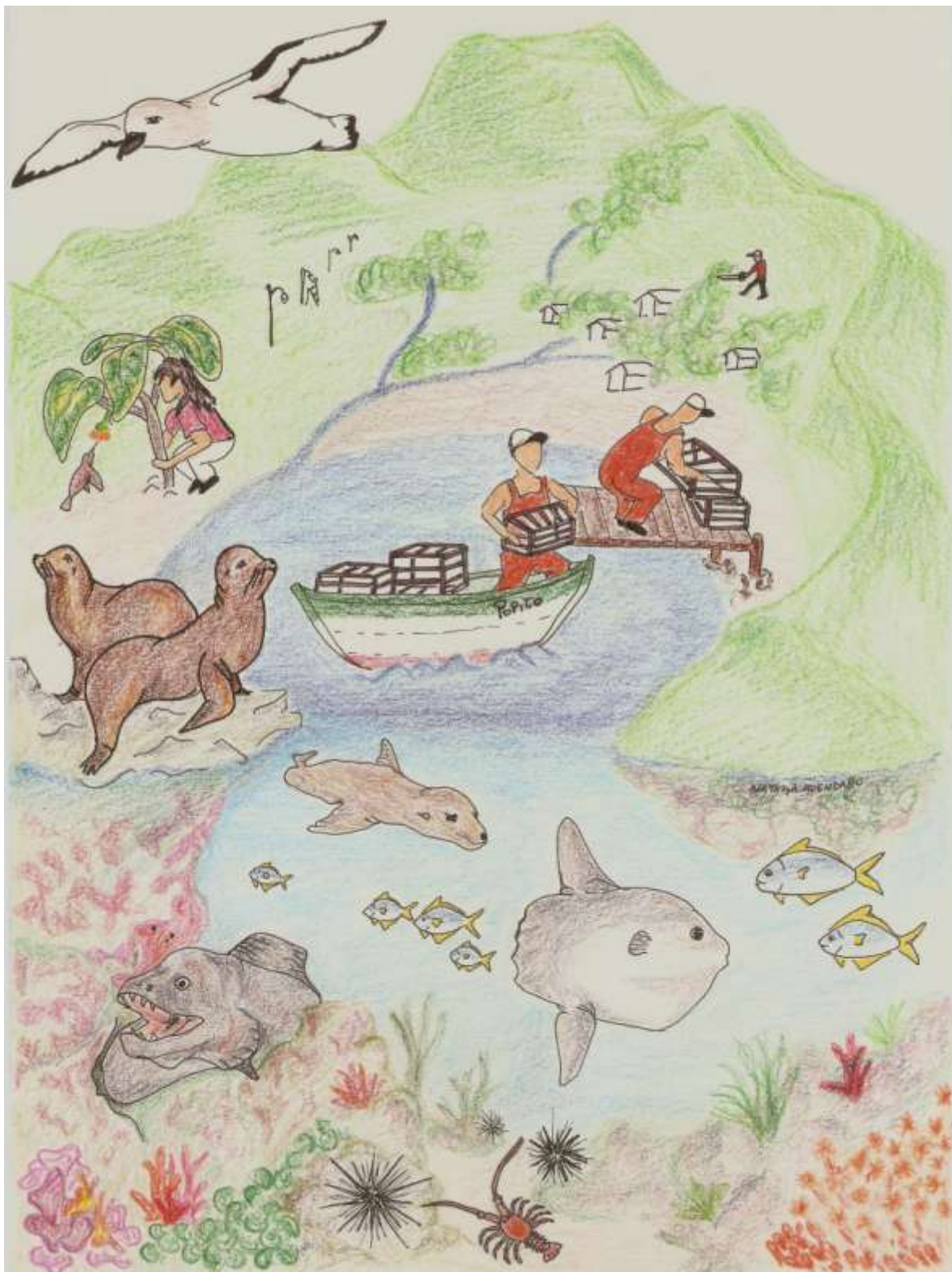
La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN) identificó las Islas de Juan Fernández como uno de los 12 Parques Nacionales más amenazados del mundo. En 1984 el Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (ICBP), designa las Islas como una de las 10 regiones de más alta prioridad para la investigación de aves marinas a nivel mundial. En 1998, BirdLife International declara a las Islas como una prioridad 1 (crítica) para Área de Aves Endémicas del Mundo. Conservation International señala que las islas que componen el AJF, forman parte del Área Crítica de Conservación de la Biodiversidad, también es parte del *Área Crítica de Conservación de Biodiversidad Polinesia-Micronesia*. La Alianza para la Cero Extinción (AZE), las define como sitio prioritario en el 2002, siendo un área de necesidad más urgente de la conservación de inversión para prevenir la inminente extinción de especies. Durrell Wildlife Conservation Trust, ha catalogado el año 2008, al Archipiélago Juan Fernández como la ecorregión de primera prioridad mundial a ser conservada. Esto aumenta la preocupación por la amenaza constante a la biodiversidad de especies a consecuencia de las especies invasoras e introducción de nuevos taxos. El Parque Nacional protege la mayor parte del ecosistema terrestre de las islas, excluyéndose sólo los sectores del poblado San Juan Bautista y el sector del aeródromo en la isla Robinson Crusoe.

En el presente documento describimos los conceptos y contenidos que se desarrollarán en un curso piloto de educación sobre Manejo con Enfoque Ecosistémico en el Archipiélago de Juan Fernández, en que esperamos mostrar cómo los humanos, el mar y la tierra, junto

a los seres vivos que habitan estos ambientes, somos parte de un mismo ecosistema y dependemos unos de otros para el bienestar de todos, y donde esperamos abordar contenidos que nos permitan profundizar en las singularidades del ecosistema del Archipiélago de Juan Fernández, para reconocer el valor ambiental y cultural de este ecosistema, e invitar a adoptar la mirada del manejo con enfoque ecosistémico en su conservación, disciplina que invita al hombre a reconocerse como protagonista del estado de conservación de los ecosistemas de los que forma parte.

Para presentar esta idea dividiremos los contenidos en tres módulos: (1) El rol del Humano en el manejo de nuestro ambiente, presentando evidencias de cambio ambiental por efecto antrópico, los principios del Manejo con Enfoque Ecosistémico y diversas acciones de conservación a nivel global, nacional y local, (2) El valor y fragilidad del ambiente terrestre del Archipiélago de Juan Fernández, explicando sus componentes, la singularidad de sus ambientes y el riesgo inminente de degradación de hábitats y pérdida de especies y (3) El valor del ambiente marino, como parte del Gran Ecosistema Marino de la Corriente de Humboldt, pero con particularidades asociadas a la presencia de las islas y montes submarinos de Juan Fernández, donde habitan especies y recursos que son el sustento de la comunidad local.

La presentación de estos contenidos, se vinculará con las presentaciones de diversos actores que nos ayudarán a entender ejemplos de cómo el trabajo de hombres y mujeres determina el bienestar de los ecosistemas de los que forman parte. Las acciones que visitaremos son: (1) las tareas de restauración ecológica realizadas en el Parque Nacional Archipiélago Juan Fernández, (2) las medidas tradicionales de administración de la langosta y la reciente declaración del Área Marina Costera de Múltiples Usos en el Archipiélago de Juan Fernández, y (3) el trabajo de la Unidad Ambiental de la Ilustre Municipalidad de Juan Fernández para llevar adelante la Política Ambiental Comunal.



Módulo 1:

Manejo con Enfoque Ecosistémico

I. SISTEMAS DE VIDA Y MEDIO AMBIENTE

La Tierra está cambiando: el aumento de la temperatura global, la pérdida y fragmentación de hábitats, la sobreexplotación de recursos pesqueros, la disminución del Ozono atmosférico y la contaminación masiva de aguas son ejemplos de los muchos problemas que existen en la actualidad y que se asocian con el aumento de la población humana y el aumento de la demanda de recursos naturales de cada habitante. Movimientos locales y políticas globales han promovido el establecimiento de medidas que frenen estos impactos y permitan la coexistencia de ambientes naturales y el hombre, muchas veces aislando espacios naturales de la presencia del hombre.

En este escenario mundial, nuestro país cuenta con una institucionalidad preocupada de medioambiente desde 1994, creada por la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente. Esta Ley define el Medio Ambiente como *“el sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química o biológica, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural y que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones”*. Destaca dentro de esta definición los elementos propios de los sistemas de vida de la especie humana – elementos socioculturales - que son parte integrante de los ecosistemas. En este sentido **entenderemos por comunidades humanas o grupos humanos** a todo conjunto de personas que comparte un territorio, en el que interactúan permanentemente, dando origen a un sistema de vida formado por relaciones sociales, económicas y culturales, que eventualmente tienden a generar tradiciones, intereses comunitarios y sentimientos de arraigo”.

De la definición de medioambiente podemos concluir que el hombre es parte de la naturaleza y no puede haber restauración ecológica sin entender que el hombre es parte de los ecosistemas y una pieza clave en su restauración.

II. MANEJO CON ENFOQUE ECOSISTÉMICO

La visión ecosistémica aparece en la Política Global desde el año 1987, en la Comisión de Desarrollo Sostenible, cuando se empieza hablar del "ecosistema" como marco integrador de las relaciones entre hombre y medio ambiente. Más adelante, la Conferencia de Medio Ambiente de Naciones Unidas en 1992 insta a los países a conservar, proteger y restaurar

la salud e integridad de los ecosistemas de la tierra, a través de la Agenda XXI. La Convención de Diversidad Biológica (CBD) es el primer tratado internacional que adopta un enfoque holístico, basado en los ecosistemas, para la conservación y el uso sustentable de la diversidad biológica. En su segunda reunión, Yakarta 1995, la Convención adoptó el Enfoque Ecosistémico como marco principal para las actividades del convenio. El manejo ecosistémico se basa en el entendimiento de la interdependencia entre los sistemas naturales, tanto físico como biológico, y los sistemas sociales, con el fin de lograr metas y políticas específicas. Actualmente, el Enfoque Ecosistémico, EE, es un marco conceptual y metodológico que incluye las bases del manejo ecosistémico, y como tal, se ha adoptado por diferentes convenciones y acuerdos internacionales. En el caso de la CBD, cada uno de sus programas de trabajo incorpora este enfoque en sus metas y actividades. En la quinta reunión, la CBD describió el enfoque, definiendo orientaciones y principios.

Desde entonces, el Manejo con Enfoque Ecosistémico, MEE, se describe como una estrategia para el manejo integrado de la tierra, el agua y los recursos vivos, promoviendo su conservación y uso sostenible, de forma justa y equitativa (CDB). La aplicación del enfoque ecosistémico, a través de los 12 principios que lo orientan, ayuda a lograr un equilibrio entre los tres objetivos del Convenio sobre la Diversidad Biológica: conservación, utilización sostenible y distribución justa y equitativa de los beneficios resultantes de la utilización de los recursos genéticos. El enfoque ecosistémico usa metodologías científicas adecuadas y pone atención en todos los niveles de la organización biológica que abarcan los procesos esenciales, las funciones y las interacciones entre organismos y su medio ambiente. Además, reconoce que los seres humanos con su diversidad cultural, constituyen un componente integral de muchos ecosistemas (Andrade et al 2011).

En la Convención de Diversidad Biológica, el "Ecosistema" es entendido como un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional. Los componentes de los ecosistemas, como humanos, tierra y mar, se conectan a través de flujos de materia y energía. Dado lo anterior, la implementación de esta estrategia requiere (1) definir el área de un ecosistema, identificar los actores principales y su gobernanza, (2) conocer la estructura y funciones del ecosistema, (3) considerar aspectos económicos relacionados con el ecosistema manejado, (4) adaptar el manejo a las variaciones temporales y (5) adaptar el manejo a las variaciones espaciales de los componentes del ecosistema (Gill 2006).

¿Cuáles son los Principios del Manejo con Enfoque Ecosistémico? (CBD Decisión V/6)

Se han definido 12 principios, orientados a regular aspectos sociales, económicos y culturales (presentados a continuación en color violeta) y a reconocer aspectos biofísicos y ecológicos de los ecosistemas (a continuación en color verde). Los primeros reconocen al ser humano y los sistemas sociales como componentes intrínsecos de los ecosistemas y establecen que para comprender las relaciones entre los sistemas sociales y naturales se deben considerar el contexto político y económico, así como el rol de las instituciones, la ciencia y el conocimiento tradicional, siendo necesaria una mirada integral y articulada de estos componentes.

Principio 1: La elección de los objetivos de la gestión de los recursos de tierras, hídricos y vivos debe quedar en manos de la sociedad.

Principio 2: La gestión debe estar descentralizada al nivel apropiado más bajo.

Principio 4: Dados los posibles beneficios derivados de su gestión, es necesario comprender y gestionar los ecosistemas en un contexto económico de manera de (a) Disminuir las distorsiones del mercado que repercuten negativamente en la diversidad biológica, (b) Orientar los incentivos para promover la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica y (c) Realizar valoraciones económicas de los servicios ecosistémicos, promoviendo la incorporación de los costos ambientales así como la distribución equitativa de los beneficios.

Principio 10: En el enfoque ecosistémico se debe procurar el equilibrio apropiado entre la conservación y la utilización de la diversidad biológica, y su integración.

Principio 11: En el enfoque ecosistémico deberían tenerse en cuenta todas las formas de información pertinente, incluidos los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades científicas, indígenas y locales.

Principio 12: En el enfoque ecosistémico deben intervenir todos los sectores de la sociedad y las disciplinas científicas pertinentes.

Los otros principios se refieren a las relaciones espaciales y funcionales que tienen los ecosistemas, su caracterización estructural y funcional, la necesidad de articular el manejo en un contexto dinámico y evolutivo de los ecosistemas y considerar diferentes escenarios futuros.

Principio 3: Los administradores de ecosistemas deben tener en cuenta los efectos (reales o posibles) de sus actividades en los ecosistemas adyacentes y en otros ecosistemas.

Principio 5: A los fines de mantener los servicios de los ecosistemas, la conservación de la estructura y el funcionamiento de éstos debería ser un objetivo prioritario del enfoque por ecosistemas.

Principio 6: Los ecosistemas se deben gestionar dentro de los límites de su funcionamiento.

Principio 7: El enfoque ecosistémico debe aplicarse a las escalas espaciales y temporales apropiadas.

Principio 8: Habida cuenta de las diversas escalas temporales y los efectos retardados que caracterizan a los procesos de los ecosistemas, se deberían establecer objetivos a largo plazo en la gestión de los ecosistemas.

Principio 9: En la gestión debe reconocerse que el cambio es inevitable.

III. ECOSISTEMAS Y CICLOS BIOGEOQUÍMICOS:

Un ecosistema corresponde a un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional. Esto incluye a todos los organismos que viven en una comunidad más todos los factores abióticos con los que éstos interactúan. Independientemente de su tamaño, la dinámica de los ecosistemas implica dos procesos: los flujos de energía y los ciclos biogeoquímicos. La energía ingresa en la mayoría de los ecosistemas en forma de luz solar que los organismos autótrofos (productores primarios) convierten en energía química. Luego pasa a los organismos heterótrofos a través de los alimentos y se disipa en forma de calor. Los elementos químicos, como Carbono y Nitrógeno, cumplen un ciclo entre los componentes bióticos y abióticos del ecosistema. Los organismos fotosintéticos asimilan estos elementos en forma de compuestos inorgánicos del aire, el suelo y el agua y los incorporan a moléculas orgánicas, algunas de las cuales se consumen por los animales. Los elementos vuelven en forma inorgánica al aire, al suelo y al agua por el metabolismo de las plantas y animales y por la acción de otros organismos como bacterias y hongos, que descomponen desechos orgánicos e inorgánicos muertos.

La materia y la energía se movilizan a través de los ecosistemas por transferencia de sustancias durante la fotosíntesis y por relaciones tróficas (de alimentación). Así, la materia se va reciclando entre organismos y depósitos abióticos de los elementos indispensables para la vida. Los recursos críticos para la supervivencia y el bienestar del

ser humano y de otros seres vivos, desde el alimento que comemos hasta el oxígeno que respiramos, son productos de los procesos del ecosistema.

En los sistemas terrestres, la producción primaria depende de la energía lumínica disponible para convertirla en energía, así como de la disponibilidad de agua y elementos limitantes como Nitrógeno y Fósforo. En los ecosistemas marinos, la luz y los nutrientes también son importantes para la producción primaria. Más de la mitad de la radiación solar se absorbe en el primer metro de agua y en las aguas más cristalinas, sólo el 5 al 10% de la radiación puede llegar a una profundidad de 20 m. Sin embargo, la disponibilidad de nutrientes limita la producción primaria en océanos y lagos más que la luz. Un nutriente limitante es el elemento que se debe agregar para aumentar la producción en un área en particular. Los nutrientes que limitan la producción primaria marina son Nitrógeno o Fósforo. Las concentraciones de estos nutrientes son muy bajas en la zona fótica, en la que vive el fitoplancton, y muy abundantes en aguas profundas, donde hay oscuridad.

Podemos reconocer dos tipos de ciclos biogeoquímicos: globales y locales. El carbono, oxígeno, el azufre y el nitrógeno están en forma gaseosa en la atmósfera, y los ciclos de estos elementos son esencialmente globales. Por ejemplo, parte de los átomos de Carbono y Oxígeno que adquiere un vegetal del aire en forma de CO_2 pueden haber sido liberados a la atmósfera por la respiración de un organismo en un lugar muy distante. Otros elementos menos móviles, como el fósforo, el potasio y el calcio, por lo general, tienen un ciclo en una escala más localizada y de corto plazo. El suelo es el principal reservorio abiótico de estos elementos, que son absorbidos por las raíces de las plantas y, por último, vuelven al suelo por acción de los descomponedores ubicados en la zona.

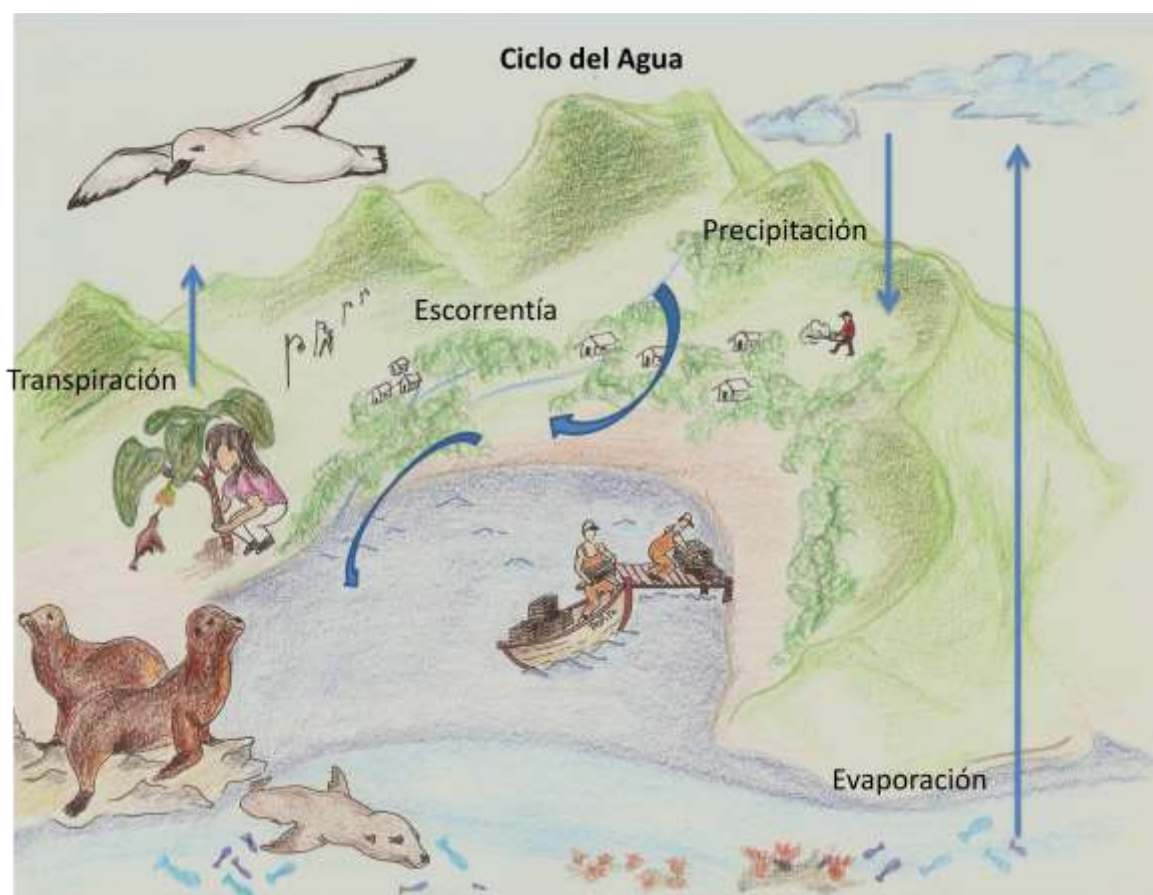
Un ciclo biogeoquímico se define por dos características: la presencia de sustancias orgánicas o inorgánicas y la disponibilidad de las sustancias para ser usadas por los organismos.

Ciclo del Agua:

El agua es esencial para todos los organismos y su disponibilidad influye en el ritmo de los procesos del ecosistema. El agua líquida es la fase física disponible para la vida. El congelamiento del agua del suelo, así como su evaporación limita su disponibilidad para muchos organismos. En la actualidad, los océanos contienen el 97% del agua de la Biosfera, cerca del 2% se encuentra en los glaciares y las capas de hielo polar y el 1% restante se encuentra en lagos, ríos y aguas subterráneas. Para que el agua esté

disponible en la superficie, la presencia de bosque u otros ecosistemas húmedos es indispensable.

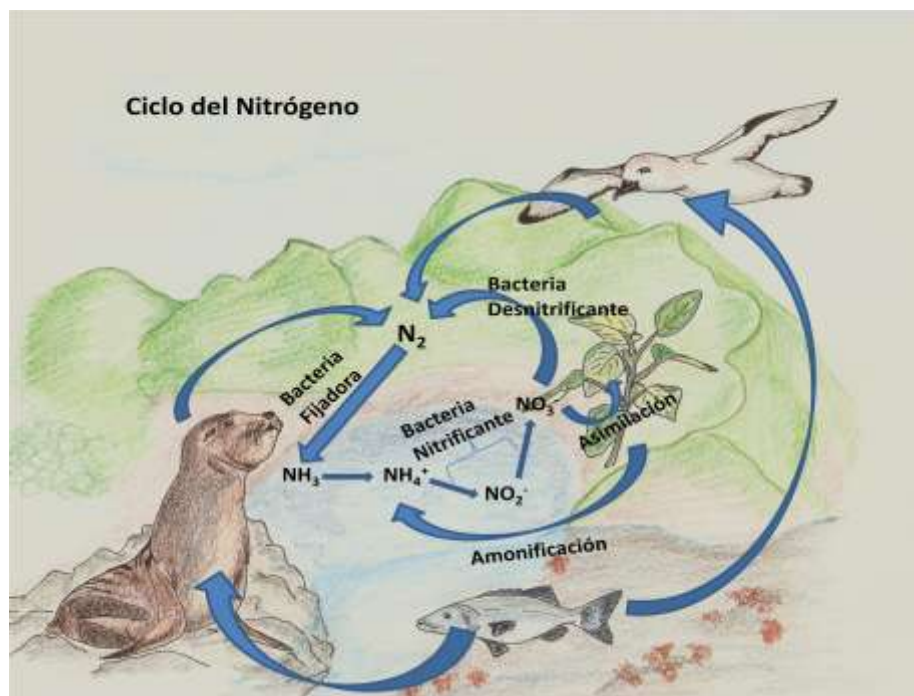
Los principales procesos que impulsan el ciclo del agua son la evaporación del agua líquida por acción de la energía solar, la condensación del vapor en las nubes y las precipitaciones. El flujo de agua superficial y subterránea hace volver el agua a los océanos, y así se completa el ciclo. La presencia de bosques saludables ayuda a que el regreso del agua al mar no sea tan rápido y podamos contar con agua en la superficie. En lugares como el Archipiélago de Juan Fernández, la presencia y salud de los bosques influye directamente en la disponibilidad y calidad del agua en el ambiente terrestre. Cuando el bosque desaparece o disminuye su biodiversidad, cambia la calidad del agua y se pierde la capacidad de retención de agua, haciendo que este elemento, vital para la vida, regrese rápidamente al mar.



Ciclo del Nitrógeno:

El nitrógeno es un componente de los aminoácidos, las proteínas y los ácidos nucleicos (compuestos básicos de la vida), y es un nutriente vegetal crucial y limitante. Las plantas y algas pueden usar el nitrógeno en dos formas inorgánicas: Amoníaco (NH_4^+) o Nitrato (NO_3^-). Diversas bacterias pueden utilizar NH_4^+ , NO_3^- y nitritos (NO_2^-). Los animales podemos utilizar sólo las formas orgánicas de Nitrógeno (como aminoácidos y proteínas). El principal reservorio de Nitrógeno es la atmósfera, que está formada por un 80% de Nitrógeno gaseoso (N_2). El resto de los reservorios se encuentran en el suelo, en los sedimentos de los lagos, ríos y océanos, disueltos en los sistemas de aguas superficiales y subterráneas y en la biomasa de organismos vivos.

El nitrógeno ingresa a los ecosistemas principalmente por Fijación de Nitrógeno, que es la conversión de N_2 (nitrógeno gaseoso) por acción de las bacterias, en formas que pueden ser utilizadas para sintetizar compuestos orgánicos nitrogenados. Los fertilizantes con nitrógeno, las precipitaciones y el polvo también traen importantes cantidades de amoníaco y nitratos a los ecosistemas. La amonificación es la descomposición del nitrógeno orgánico en amoníaco. La nitrificación es la conversión del amoníaco en nitrato en lugar de O_2 para su metabolismo, y liberan N_2 en un proceso conocido como desnitrificación. Las aves marinas, como las fardelas, pueden transportar compuestos nitrogenados orgánicos desde el mar a la tierra, al alimentarse en el mar y defecar en tierra, aportando importantes cantidades de nitrógeno orgánico al ambiente terrestre, donde este elemento es escaso.



Ciclo del Fósforo:

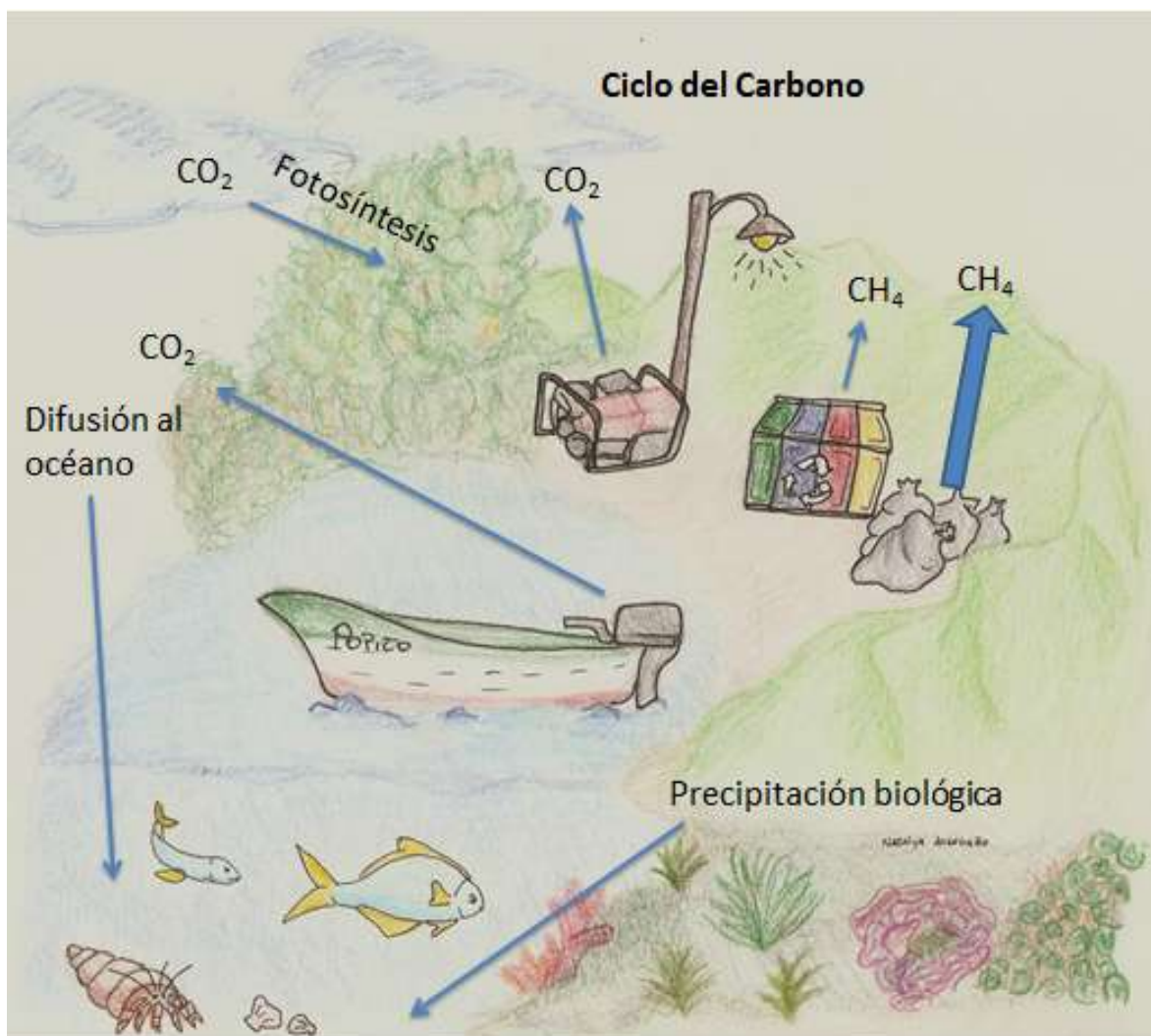
El fósforo es un constituyente principal de los ácidos nucleicos (ADN), los fosfolípidos y el ATP, así como otras moléculas almacenadora de energía, y como constituyente mineral de los huesos y dientes. La única forma de fósforo inorgánico de importancia biológica es el fosfato (PO_4^{3-}), que las plantas y algas absorben para sintetizar compuestos orgánicos. La mayor acumulación de Fósforo se encuentra en las rocas sedimentarias de origen marino. También hay grandes cantidades de Fósforo en el suelo, en los océanos (disueltos) y en los organismos. Las partículas del suelo se unen a los fosfatos y el ciclo del fósforo tienen a estar bastante localizado en los ecosistemas. Las aves marinas, como las fardelas, también pueden transportar fosfatos desde el mar a la tierra, al alimentarse en el mar y defecar en tierra, aportando importantes cantidades de Fósforo orgánico al ambiente terrestre, haciendo disponible este elemento que limita la producción primaria en tierra.



Ciclo del Carbono:

El carbono forma el esqueleto de las moléculas orgánicas esenciales para todos los organismos. Los organismos fotosintéticos utilizan el Dióxido de Carbono (CO_2) disponible en la atmósfera durante la fotosíntesis, convirtiendo al Carbono en formas orgánicas que son utilizadas por los consumidores, entre ellos, los procariontes heterótrofos. Los principales reservorios de Carbono son los combustibles fósiles, el suelo, los sedimentos de los ecosistemas acuáticos, los océanos, la biomasa vegetal y animal y la atmósfera.

Cada año, las plantas y el fitoplancton utilizan gran parte del CO_2 atmosférico para realizar fotosíntesis. Esta cantidad es casi igual al CO_2 que se agrega a la atmósfera por medio de la respiración celular que realizan los productores y los consumidores. En el tiempo geológico, los volcanes son una fuente importante de CO_2 . En el presente, la quema de los combustibles fósiles añade grandes cantidades de CO_2 a la atmósfera.



IV. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y RECURSOS NATURALES:

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, un ejercicio internacional de evaluación de los ambientes mundiales, define los “servicios ecosistémicos” como aquellos beneficios que la gente obtiene de los ecosistemas. Esos beneficios pueden ser de dos tipos: directos e indirectos. Se consideran beneficios directos la producción de provisiones, como agua y alimentos (servicios de aprovisionamiento) , o la regulación de ciclos como las inundaciones, degradación de los suelos, desecación y salinización, pestes y enfermedades (servicios de regulación). Los beneficios indirectos se relacionan con el funcionamiento de procesos de los ecosistemas que generan los servicios directos (servicios de apoyo), como el proceso de fotosíntesis y la formación y almacenamiento de materia orgánica, el ciclo de nutrientes, la creación y asimilación del suelo y la neutralización de desechos tóxicos. Los ecosistemas también ofrecen beneficios no materiales, como los valores estéticos y espirituales y culturales, o las oportunidades de recreación (servicios culturales). Existe, entonces, una amplia gama de servicios ecosistémicos, algunos de los cuales benefician a la gente directamente y otros de manera indirecta.

En relación a los Recursos Naturales, la Ley 19.300 los define como los componentes del medio ambiente susceptibles de ser utilizados por el ser humano para la satisfacción de sus necesidades o intereses espirituales, culturales, sociales y económicos. Esta Ley tiene como objetivo evitar que:

- Se afecte la permanencia de un recurso especialmente aquellos propios del país que sean únicos, escasos o representativos. La permanencia del recurso se asocia a su disponibilidad, utilización y aprovechamiento racional futuro.
- Se altere la capacidad de regeneración o renovación de un recurso: se refiere a la capacidad que tiene el recurso, ya sea por sí mismo o debido a las interacciones que mantiene con los componentes bióticos o abióticos del ambiente o el ecosistema, para mantener las funciones de procreación, reproducción, crecimiento, transformación o restablecimiento. Se entiende que si se afectan estas características o funciones se está afectando su capacidad de regeneración o renovación;
- Se alteren las condiciones que hacen posible la presencia y desarrollo de las especies y ecosistemas: se relaciona, por ejemplo, con las funciones que cumplen recursos tales como el agua, aire y suelo como estructuradores de ecosistemas y su relación con las comunidades de biota que pueden albergar. Por lo tanto, si se afectan las características de estos recursos, en términos de calidad y cantidad, se podría observar una alteración en las condiciones que hacen posible la presencia y

desarrollo de determinadas especies y en el funcionamiento y dinámica de los ecosistemas. Con lo anterior, se busca mantener las condiciones que hacen posible la evolución y el desarrollo de las especies y de los ecosistemas del país.

PATRIMONIO NATURAL Y CULTURAL

El patrimonio natural está compuesto por las características físicas, geológicas o biológicas, hábitats de especies de flora o fauna y zonas que tienen un valor relevante desde el punto de vista estético, científico y/o medioambiental de un territorio (UNESCO, 2012). Dicho patrimonio está representado por las reservas de la biosfera, los monumentos naturales, las reservas y parques nacionales, y los santuarios de la naturaleza.

El patrimonio cultural es un bien jurídico de gran complejidad y variabilidad interna, y es un recurso, por esencia, no renovable, lo que conlleva desafíos importantes en el diseño de los mecanismos de protección y gestión. Por su particular naturaleza, el patrimonio cultural incluye en sí múltiples componentes que hacen necesaria una aproximación científica y técnica al tema de su protección, donde confluyen ciencias como la paleontología, arqueología, antropología, ecología, arquitectura e historia. Las categorías de Monumentos Nacionales pertenecientes al patrimonio cultural de relevancia para el SEIA, son Monumentos Históricos, Monumentos Arqueológicos y Zonas Típicas o Pintorescas.

El patrimonio cultural concentra los bienes que son expresiones y testimonios de la creación humana propias de un país, correspondiendo al conjunto de edificios, instalaciones industriales, museos, obras de arte, sitios y restos arqueológicos, colecciones zoológicas, botánicas o geológicas, libros, manuscritos, documentos, partituras y discos, fotografías, producción cinematográfica, y objetos culturales en general que dan cuenta de la manera de ser y hacer de un pueblo. Dicho patrimonio es todo aquello que le confiere una identidad determinada a un pueblo; puede ser de propiedad pública (administrados por las distintas entidades que conforman el Estado) o bien de propiedad privada. Estos bienes son preservados porque individuos o la sociedad, a través de las organizaciones creadas para ello, le confieren algún significado especial, ya sea estético, documental, histórico, educativo o científico.

El patrimonio cultural se puede clasificar en tangible e intangible y, a su vez, el patrimonio tangible, en mueble e inmueble. El patrimonio cultural tangible presenta gran significancia

sociocultural porque constituye una parte importante de la herencia de toda comunidad o nación y de la humanidad entera, y por ser la expresión de las culturas a través de grandes realizaciones materiales. El patrimonio cultural intangible es considerado la parte invisible de las culturas y está conformado básicamente por lo intelectual o creaciones de la mente de un pueblo, a través de la literatura, teorías científicas y filosóficas, religión, ritos y música, es decir, la cosmovisión propia que un pueblo tiene del mundo y de sí mismo.

V. ÁREAS PROTEGIDAS EXISTENTES EN CHILE

Las áreas protegidas son territorios delimitados donde existe alguna figura legal que determina condiciones especiales de protección. Las primeras áreas protegidas que existen en Chile son los Parques Nacionales, Reservas Nacionales y Monumentos Nacionales, que forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE) y protegen porciones de tierra que son administradas por la Corporación Nacional Forestal (CONAF), entre éstos está el Parque Nacional Archipiélago de Juan Fernández. Por otra parte, existen los Santuarios de la Naturaleza, que corresponden a porciones de agua, tierra o mar, que son de especial de interés para la ciencia o la educación, que son declarados por el Ministerio de Medio Ambiente, pero administrados por el Consejo de Monumentos Nacionales. Los santuarios pueden ser terrestres o marinos, como en santuario Las Palmas de Viña del Mar y el santuario marino Bosque de Calabacillo de Navidad.

En el ambiente marino, existen los parques y reservas marinas, administradas por el Servicio Nacional de Pesca y las Áreas Marinas Costeras de Múltiples Usos (AMCP-MU), administradas por el Ministerio de Medio Ambiente. En Juan Fernández acaba de declararse un AMCP-MU de 12 millas alrededor del Archipiélago, cuyo Plan de Administración se está discutiendo en la actualidad. El objetivo de esta área protegida es resguardar la biodiversidad endémica de Juan Fernández y el ecosistema del que esta forma parte, que incluye hombres que realizan pesca con artes de pesca tradicionales y amigables con el ambiente, como las trampas de madera usadas en la pesquería de langostas y cangrejos y la línea de mano usada en la pesca de algunas carnadas o peces para alimentación. Este AMCP-MU incluye 5 parques marinos, zonas de mayor restricción, cuyo objetivo es la protección de las comunidades biológicas que ellos resguardan, por lo que en ellos la pesca no está permitida. Tres de estos parques se ubican en la costa de la isla Robinson Crusoe (El Palillo, Tierras Blancas y El Arenal), uno en la Lobería de Selkirk y otro en los montes submarinos JF5 y JF6.

Las áreas administradas por CONAF, como el Parque Nacional Archipiélago Juan Fernández, tradicionalmente han estado poco vinculadas a la comunidad. Sin embargo,

con la adopción del manejo con enfoque ecosistémico, la comunidad que habita cerca de un área protegida, debe ser parte de la comprensión y manejo del ecosistema resguardados en el área protegida. Adicionalmente, el Parque Nacional Archipiélago de Juan Fernández fue declarado Reserva Mundial de la Biosfera en 1977 por UNESCO. Los territorios declarados Reservas de la Biosfera son modelos de desarrollo y educación ambiental y deberían ser manejados bajo los principios del Enfoque Ecosistémico. La estrategia de Sevilla recomienda utilizar estos territorios para la conservación de la diversidad biológica natural y cultural, como modelo en la ordenación del territorio y lugares de experimentación del desarrollo sostenible y para la investigación, la observación permanente, la educación y la capacitación.

Tipos de Áreas Protegidas existentes en Chile		
TIPO DE ÁREA PROTEGIDA	AMBIENTE QUE PROTEGE	Fuente Normativa
Parque Nacional	terrestre	Convención para la Protección de Flora, Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América (Convención de Washington 1977)
Reserva Nacional	terrestre	
Monumento Natural	terrestre	
Reserva de Región Virgen	terrestre	
Reserva de Bosque o Reserva Forestal	terrestre	Ley de Bosques
Parque Marino	marino	Ley General de Pesca y Acuicultura, Reglamento de Parques Marinos y Reservas Marinas
Reserva Marina	marino	
Humedal de Importancia Internacional	marino y terrestre	Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como hábitat de especies acuáticas
Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos	marino y terrestre	Protocolo para la Conservación y Administración de las Áreas Marinas y Costeras protegidas del Pacífico Sudeste Ley General de Bases del Medio Ambiente 19.300.

Bien Nacional Protegido		
Santuario de la Naturaleza	marino y terrestre	Ley 17.288 sobre Monumentos Nacionales
Monumento Histórico	marino y terrestre	
Zona Típica o Pintoresca	terrestre	
Zona de Interés Turístico (ZOIT)	terrestre	Ley 20.423 Sobre el Sistema Institucional para el Desarrollo del Turismo
Reservas de la Biósfera	marino y terrestre (reconocimiento internacional)	Programa Hombre y Medio Ambiente, UNESCO

VI. CATEGORÍAS DE CLASIFICACIÓN DE ESPECIES

Uno de los instrumentos de protección ambiental disponibles en Chile es el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE), que permite identificar especies en riesgo de conservación y adoptar acciones que promuevan su conservación. Las categorías de conservación reconocidas por la Ley son Especie Extinta, Especie Extinta en Estado Silvestre, Especie en Peligro Crítico, Especie en Peligro, Especies casi Amenazada, Especie de Preocupación Menor y Especie con datos insuficientes. Los criterios usados por las comisiones de clasificación de especies en Chile no son exactamente los mismos que los usados a nivel internacional, por lo tanto, una especie puede estar "**en peligro**" según el RCE y "**en peligro crítico**" según los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

Categorías de Conservación reconocidas en el Reglamento de Clasificación de Especies:

"Especie Extinta (EX)": Cuando no queda ninguna duda razonable de que el último individuo existente de dicha especie ha muerto. Se presume que una especie está Extinta cuando prospecciones exhaustivas de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), y a lo largo de su área de distribución histórica, no han podido detectar un solo individuo.

"Especie Extinta en Estado Silvestre (EX-W)": Cuando sólo sobrevive en cultivo, en cautividad o como población (o poblaciones) naturalizadas completamente fuera de su distribución original.

"Especie en Peligro Crítico (CR)": Cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple con alguno de los criterios establecidos por la UICN para tal categoría y, por consiguiente, se considera que está enfrentando un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre.

"Especie en Peligro (EN)": Cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple con

alguno de los criterios establecidos por la UICN para tal categoría y, por consiguiente, se considera que está enfrentando un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre.

"Especie Vulnerable (VU)": Cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple con alguno de los criterios establecidos por la UICN para tal categoría y, por consiguiente, se considera que está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre.

"Especie Casi Amenazada (NT)" cuando ha sido evaluada y no satisface, actualmente, los criterios para las categorías En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable; pero está próximo a satisfacer los criterios de estos últimos, o posiblemente los satisfaga, en el futuro cercano.

"Especie de Preocupación Menor (LC)" cuando habiendo sido evaluada, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazada. Se incluyen en esta categoría especies abundantes y de amplia distribución, y que por lo tanto pueden ser identificadas como de preocupación menor.

"Especie con Datos Insuficientes (DD)" cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población.

En el procedimiento de clasificación de especies silvestres, se emplearán, preferentemente, para efectos de definir la correspondiente categoría de conservación, los criterios de clasificación recomendados por la UICN.

MÓDULO 2:

Islas de Juan Fernández: Singularidad y Fragilidad Ambiental

En 1977 el Archipiélago Juan Fernández fue declarado “Reserva Mundial de la Biosfera” por la UNESCO, es decir, sitio prioritario para la conservación de las especies a nivel global y modelo de desarrollo sustentable y educación ambiental. Sus islas contienen la mayor densidad de especies endémicas: 0,98 especies endémicas/km² en el mundo, con 131 especies endémicas (61% de endemismo) en tierra. El Archipiélago representa menos del 1% del territorio nacional, y en él se concentra el 60% de las especies extintas, el 55% especies catalogadas en Peligro Crítico, en Peligro y rara el 59%, siendo el área más crítica de Chile (IMJF). La principal causa de este nivel de extinción se asocia a actividades humanas (tala y ganadería), la acción de especies exóticas invasoras (flora y fauna) y la erosión del suelo. Desde que el Archipiélago fue descubierto, los ecosistemas nativos han sufrido cambios catastróficos. El impacto de 400 años de influencia humana en las islas ha determinado una severa reducción en la extensión de vegetación nativa y una creciente abundancia y diversidad de plantas introducidas, algunas de ellas invasoras. Se estima que “durante los últimos 80 años un tercio de la cubierta de bosque que quedaba ha sido perdido, y un 50% más podría desaparecer en los próximos 80 años si no se toman acciones concretas” (Dirnbock, 2009).



El Archipiélago de Juan Fernández forma parte de un ecosistema de gran valor biológico, pero existen diversos factores que amenazan la integridad de su biodiversidad y población. Es un lugar de gran interés mundial, ya que las plantas que allí viven son fascinantes y la tasa de endemismo, es decir, el porcentaje de especies vegetales que no

se puede encontrar más que en ese lugar del mundo es una de las más elevadas del planeta. Lamentablemente, como describe Philippe Danton (2004) "desde el descubrimiento de estas islas en el siglo XVI, las personas hemos modificado demasiado su fisonomía: deforestación para abrir espacios, incendios, explotación de especies nativas (sándalo, chonta, luma, canelo...), introducción de especies vegetales animales exóticos (árboles frutales, plantas ornamentales, hortalizas, especies forestales y también perros, gatos, ratas, lauchas, coatíes, gorriones, palomas, sapos, insectos dañinos), ganado doméstico (cabras, vacas, ovejas, caballos), caza de especies de animales silvestres (lobo finos, picaflores, langostas)., etc. Es así que todo un equilibrio se ha perdido a lo largo del tiempo, y como predadores que aún somos nos hemos preocupado poco por equilibrar los desórdenes que hemos provocado en estas tierras tan frágiles y aisladas. Pero los tiempos cambian de manera positiva y la protección de especies y espacios sensibles se ha vuelto una preocupación legítima cada vez más compartida, a pesar de las resistencias provenientes del peso de la tradición".

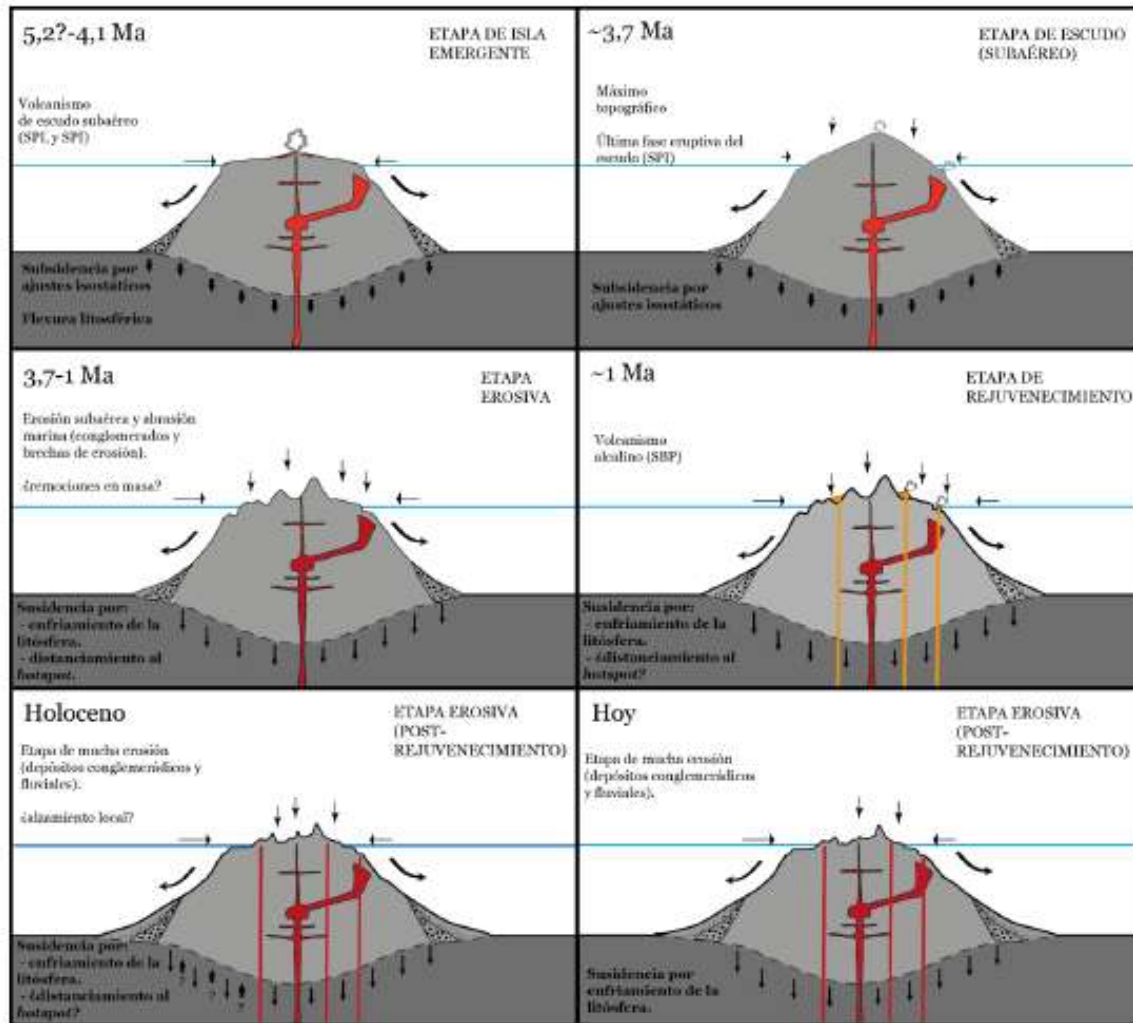
El endemismo del archipiélago no sólo ocurre en plantas vasculares, las más conocidas, sino también en aves marinas y peces costeros (Vargas et al. 2011). El 75% de la flora endémica del archipiélago se encuentra en grave peligro de extinción y algunas de sus aves habitan sólo alguna isla del Archipiélago de Juan Fernández, como el Rayadito de Mas Afuera en Alejandro Selkirk y el picaflor de Juan Fernández en Robinson Crusoe, lo que las hace altamente vulnerables.

El Archipiélago Juan Fernández es uno de los pocos lugares en el Océano Pacífico que se mantuvo exento de influencia humana hasta después del descubrimiento de América. Los polinesios no llegaron más al Este de Isla de Pascua, y los indígenas americanos no se habrían alejado mayormente del continente en Sudamérica (Hahn et al. 2009). El aislamiento del archipiélago es considerable, ya que no existen islas vecinas a menos de 500 km y el continente se encuentra a más de 650 km.

El diagnóstico ambiental comunal ha detectado deterioro de los suelos y recurso hídrico por la contaminación del vertedero, deterioro de los esteros, anegamiento de los cursos de agua por restos orgánicos de las podas de árboles, alto material combustible en la zona periférica del poblado por presencia de especies exóticas invasivas, creciente pérdida y degradación de suelos debido a erosión, riesgos para los ecosistemas naturales por presencia de especies exóticas invasoras, bajo nivel de los cursos de agua en época de verano y alta tasa de peligro de extinción de especies endémicas, entre otros (IMJF en desarrollo). La bandera insular tiene en el centro una franja verde que representa el bosque de Juan Fernández, donde destacan cinco langostas que representan la principal

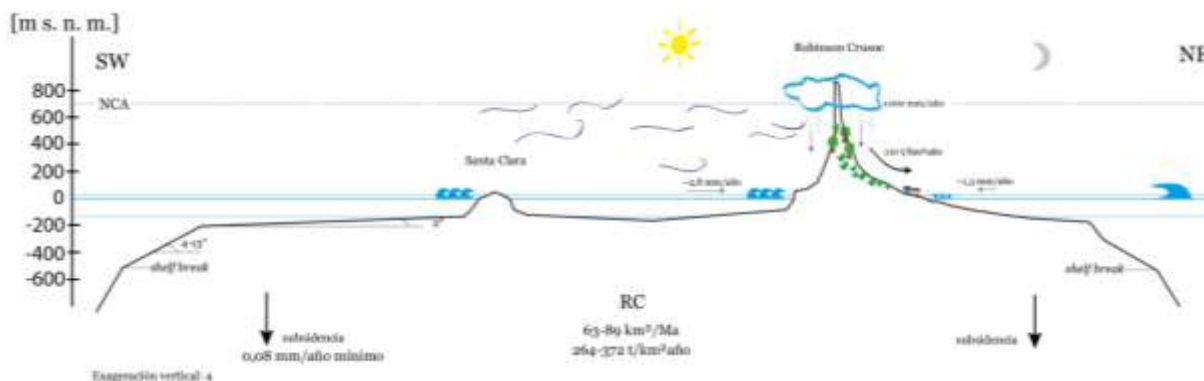
fuelle económica del territorio y que rodean a una flor de sándalo, especie endémica que fue depredada y que ya está extinta.

I. GEOMORFOLOGÍA Y FORMACIÓN DE SUELOS DEL ARCHIPIÉLAGO



La figura superior muestra la evolución de las islas desde que emergen hasta el presente. Las flechas verticales cortas y gruesas indican subsidencia o alzamiento isostático, flechas largas y delgadas indican procesos de subsidencia de largo plazo, flechas horizontales indican abrasión marina, flechas curvas indican remociones en masa y transporte de sedimentos hacia mayores profundidades y flechas verticales subaéreas indican erosión subaérea. EN color naranja se presenta la cámara magmática o las intrusiones de magma y en rojo cuando quedan inactivos, el brazo lateral representa un rift volcánico.

Las islas habrían emergido desde el fondo marino como grandes volcanes hace aproximadamente 5,8 millones de años en el caso de la isla Santa Clara, 4 millones de años, en el caso de la isla Robinson Crusoe y alrededor de 2 millones de años en el caso de la isla Alejandro Selkirk (Stuessy et al. 1984), con un área inicial estimada de al menos 10 veces la actual, que se habrían vuelto a sumergir por subsidencia, erosión y el aumento del nivel del mar después del último periodo glacial hace 10 a 15 mil años atrás (Stuessy et al. 2005).



La figura superior, tomada de Astudillo 2014, muestra el estado actual de Robinson Crusoe y la interacción de agentes erosivos (perfil SW-NE). Se indica un quiebre en la plataforma, las pendientes promedio y las tasas de subsidencia, abrasión marina diferencial, erosión de las cuencas y de precipitación moderna. En el extremo derecho se muestra una ola que indica los tsunamis esporádicos que llegan a la isla, la luna indica el aporte de las mareas en la formación de la plataforma insular y las líneas curvas de color azul oscuro indican vientos predominantes. La línea horizontal azul indica el nivel del mar actual y las líneas punteadas indican máximas variaciones del nivel del mar durante los últimos 5 Ma. (Miller et al 2005). El bosque se encuentra en sectores altos y las nubes se concentran en sectores altos.

En la isla Robinson Crusoe se distinguen dos tipos de climas, limitados por la cima del cerro El Yunque, que tienen influencia en la vegetación, con claros sectores áridos y otros de vegetación exuberante. El Yunque atrapa las nubes que se desplazan a altura media en el océano y las hace subir, provocando que se condense la humedad y precipite en forma de lluvia. Esto a lo largo de su historia ha creado el clima particular que se genera en la isla.

El mapa que se presenta a continuación muestra las pendientes de Robinson Crusoe, mostrando líneas de divisoria de aguas de las cuencas seleccionadas (líneas negras), red hídrica (líneas azules) y ríos para perfiles de talweg. Los números indican nombres de las cuencas. Las áreas de drenaje varían de 0,2 a 6,1 km² para las cuencas seleccionadas. Estas

La figura anterior muestra un mapa geológico de la isla Robinson Crusoe, donde las líneas claras indican la red fluvial (editado de Reyes (2012) y corregido de Morales (1987) por AAA (2014).

II. BIODIVERSIDAD Y ENDEMISMO DE FLORA

El Archipiélago de Juan Fernández es uno de los lugares de importancia global por su aporte a la diversidad biológica, donde el endemismo de plantas vasculares es superior al registrado en otros archipiélagos como los archipiélagos Galápagos, Mauricio y Hawaii, lo que justificó su declaración como Reserva de la Biosfera en 1977.

La flora y su endemismo debe haber recorrido un camino de más de un millón de años, desde que las islas surgieron, se enfrió su superficie y se acumuló suficiente suelo para cobijar las primeras plantas. Los vientos, las aves migratorias, las corrientes marinas y algunos mamíferos marinos deben haber contribuido a que arribaran a estas islas semillas que luego prosperaron formando praderas y bosques. Entre los primeros organismos que arriban a las islas vírgenes se encuentran probablemente los líquenes, que al incrustarse en las piedras, empiezan una lenta degradación del material mineral, y provocan así, con la ayuda de la erosión natural, el comienzo de la formación de los suelos orgánicos. Al acumularse estos suelos ricos forman poco a poco ambientes favorables para la llegada de organismos más complejos, como los musgos, helechos y plantas con flores. Los vientos, las aves marinas, las aves migratorias y los lobos marinos fueron ciertamente los principales agentes transportadores de estos pioneros de la diversidad viviente, desde diversas procedencias (Centroamérica, Sudamérica, América Austral, Hawaii, Polinesia, Nueva Zelanda). Sin embargo, la diversidad terrestre nativa se asemeja más a la diversidad de Magallanes que a cualquier otra biota, con presencia de diversas briófitas y helechos, por lo que diversos autores han planteado hipótesis acerca de que la ubicación de estas islas habría sido más austral en el pasado. Las adaptaciones requeridas ante las exclusivas condiciones a las que debieron adecuarse algunos de estos vegetales contribuyeron a que, con el tiempo, las primeras especies evolucionaran y se transformaran en nuevas especies. En palabras de Philippe Danton "En islas como las del Archipiélago de Juan Fernández, la naturaleza ha construido poco a poco ecosistemas completamente originales, poblados por seres únicos, cuya desaparición representaría una pérdida irreparable para el conjunto de todo lo que vive en el planeta"

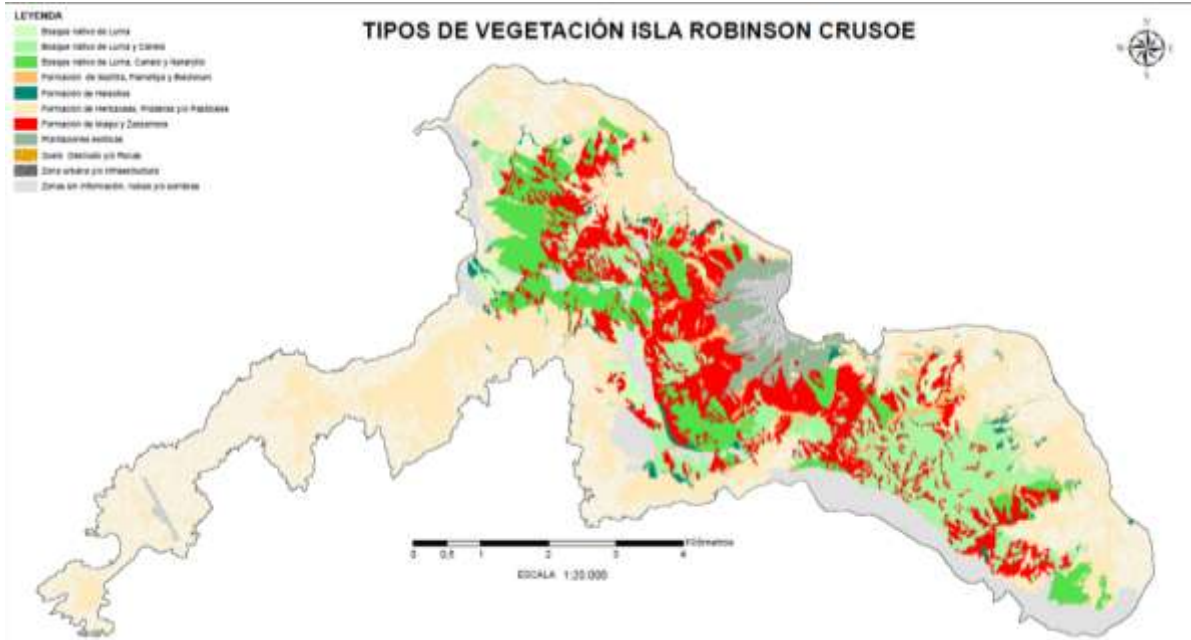


La flora nativa tiene 11% de endemismo a nivel de géneros y 62% de endemismo a nivel de especies. Esto representa una de las tasas de endemismo más altas de la Tierra y posiciona al archipiélago como uno de los lugares de mayor atracción para los botánicos a nivel mundial. El alto endemismo registrado en el archipiélago sustenta la hipótesis de que la superficie original del Archipiélago habría sido mucho mayor.

En la actualidad, la cantidad de especies presentes en el archipiélago se ha duplicado desde 1574, por un aporte de especies de distintos lados del mundo transportados con la gente. De las 211 especies nativas conocidas, de las cuales 132 son endémicas, se llega hoy a cerca de 450 especies inventariadas en el archipiélago. La isla Santa Clara y las zonas bajas de Robinson Crusoe se caracterizan por la presencia de pastizales, con alta presencia de especies exóticas. En zonas más alta se presenta un matorral mixto y el bosque endémico se concentra sólo en las zonas altas de Robinson Crusoe y Alejandro Selkirk, sobre los 400 m.s.n.m. Dentro de las zonas cubiertas con flora nativa, se encuentran ambientes singulares de composición propia de cada altura. Así, puede distinguirse diferentes biotas, por ejemplo, sólo en Robinson Crusoe puede distinguirse cuatro unidades vegetacionales diferentes: Bosque endémico montano alto, de 750 ha de extensión, entre los 350-650 m.s.n.m., Bosque endémico montano bajo, de 440 ha, entre los 220-410 m.s.n.m., Matorral de Murta, de 235 ha de extensión, entre los 220 y 650 m.s.n.m. y Matorral de Maqui-Mora, de 718 ha. de extensión, entre los 140 y 420 m.s.n.m.

Los bosques nativos de Juan Fernández, correspondientes al bosque montano alto y el bosque montano bajo, acuñan el nombre de Myrtiselva, con el propósito de distinguirlos

globalmente, dada la presencia de especies de la familia Mirtacea que denominaban estos bosques en el pasado. Los matorrales de murta y de maqui-mora están constituidos principalmente por especies exóticas que fueron introducidas al archipiélago en el siglo XIX y que actualmente aumentan su superficie, amenazando al bosque.



El bosque fernandeziano en buen estado de conservación, asegura la provisión constante de agua a los habitantes del poblado de Juan Bautista, ya que la comunidad de plantas vasculares y no vasculares asociada al bosque actúa como una esponja reteniendo el agua de las lluvias en el piso del bosque, lo que permite una provisión constante de agua al poblado durante todo el año. En la actualidad, el 45% de la flora terrestre se encuentra con problemas de conservación y hay 6 especies declaradas extintas, entre las que se cuentan la hierba *Podophorus bromoides* y los arbustos *Chenopodium nesodendron*, *Eryngium sarcophyllum*, *Robinsonia berteroi* (Resino hembra), *Robinsonia macrocephala* (Incienso) y *Santalum fernandezianum* (Sándalo de Juan Fernández).



La fotografía superior muestra hepáticas viviendo en el suelo del bosque en la plazoleta de El Yunque. Las hepáticas son plantas no vasculares que necesitan el agua para reproducirse.

III. BIODIVERSIDAD Y ENDEMISMO DE FAUNA:

En Juan Fernández habitan varias aves endémicas como el Picaflor de Juan Fernández, el Cachudito de Juan Fernández, el Rayadito de Masafuera y el Blindado de Selkirk. Todas estas especies se encuentran en categorías de conservación, catalogadas en peligro o en peligro crítico. La conversión del bosque a matorral con especies exóticas restringe el espacio disponible para algunas aves endémicas, por la falta de alimento. Por otra parte, algunos mamíferos domésticos asilvestrados en el Archipiélago, como gatos, coatíes, conejos y roedores, ejercen una depredación directa sobre la fauna, al consumir huevos, polluelos o incluso individuos adultos de picaflor y fardelas, o afectando los ambientes donde éstas anidan (conejos compiten por cuevas con fardelas).

Las islas Juan Fernández también alojan a un grupo importante de aves marinas con un amplio rango de distribución en su vida adulta, pero que comienzan su vida en estas islas. Particular atención merecen la Fardela Blanca de Juan Fernández y la Fardela de Más Afuera, que nidifican exclusivamente en la isla Alejandro Selkirk. Dado su reducida área geográfica de nidificación, la mayoría de estas especies está catalogada en peligro de conservación. La presencia de estas aves en el archipiélago no sólo es importante por su aporte a la diversidad global, sino que también por el rol ecológico que cumplen al transportar nutrientes desde el ambiente marino, donde se alimentan, al ambiente terrestre, donde dejan deposiciones ricas en nitratos y fosfatos. Estos nutrientes contribuyen a la formación de suelos y bosques, que a su vez sustentan altos niveles de endemismo.



Algunas especies en peligro de extinción en el Archipiélago de Juan Fernández: de izquierda a derecha se presentan el Blindado o Aguilucho de masafuera, *Buteo polyosoma exsul*, el Cachudito de Juan Fernández, *Anairetes fernandezianus*, el Rayadito de Más Afuera, *Aphrastura masafuerae* y la hembra del Picaflor de Juan Fernández, *Sephanopides fernandensis*.

El lobo fino de Juan Fernández había sido declarado extinto hasta 1965, cuando se encontró una colonia de 200 individuos en la isla Alejandro Selkirk. En la actualidad la especie se encuentra protegida por una veda nacional y sus zonas loberías tanto por el parque nacional Archipiélago Juan Fernández, como por los parques marinos Tierras Blancas, en Robinson Crusoe, y Lobería de Selkirk, en Alejandro Selkirk.

IV. SOBREEXPLOTACIÓN DE RECURSOS Y CAMBIO AMBIENTAL EN EL ARCHIPIÉLAGO:

La actividad humana es la causa principal de la pérdida de la vegetación endémica en el Archipiélago. Este proceso comenzó cuando Juan Fernández introdujo las cabras a las islas y en el tiempo se sumaron la introducción de especies vegetales y animales exóticos (árboles frutales, hortalizas, plantas ornamentales, especies forestales y también perros, gatos, ratas, lauchas, coatís, gorriones, palomas, sapos, insectos dañinos entre otros), ganado doméstico (cabras, vacas, cerdos, ovejas, caballos) y caza de especies de animales silvestres (lobos finos, picaflores, langostas).

Las primeras descripciones de las islas, de los siglos XVII y XVIII, se refieren principalmente a los bosques, que aportaban enormes cantidades de madera útil a los marineros para reparar sus barcos o como combustible, y a la presencia de agua dulce y alimentos frescos, tan importantes para la navegación de ese entonces. Sin embargo, la llegada del hombre modificó brutalmente el destino de estos pequeños trozos de tierra perdidos en el océano pacífico, la explotación de la madera, la apertura de espacios al incendiar el bosque y la ganadería fueron las principales actividades durante los múltiples intentos de colonización que se desarrollaron entre el descubrimiento y la mitad del siglo XIX, hasta que Alfred von Rodt organizara una colonia permanente para explotar los recursos naturales del Archipiélago, tanto terrestres como marinos.

En 1624 el holandés Jakob L'Hermite sería el primero en señalar la presencia en el archipiélago de la madera de sándalo. En 1908 fue descubierto el último árbol vivo, el cual fue encontrado al interior de la quebrada de puerto inglés por el naturalista sueco Carl Skottberg quien describió emotivamente su encuentro con este ejemplar de la siguiente manera: *"Es irrevocablemente el último descendiente del Sándalo. Es una sensación extraña sentirse ante el hecho de la muerte de una especie, quizás, y muy probablemente, somos los postreros científicos que lo ven en vida. Con respeto religioso observamos al viejo árbol, tocamos su tronco y hojas. Lo fotografiamos y tomamos notas de su ubicación y luego nos despedimos"*. Poco tiempo después este árbol se dio por desaparecido.

La corta de árboles, la degradación del bosque, así como también el impacto de los animales, han preparado el terreno para una erosión intensiva. La introducción

involuntaria de ratas, lauchas, gorriones, palomas, hormigas, cochinillas y avispas que llegaron con la recalada de los barcos, así como el ganado doméstico deambulando suelto y la presencia de perros, gatos, coatíes, conejos y hasta sapos exóticos en ambientes naturales, ponen en la actualidad en graves problemas la preservación y conservación de los ambientes silvestres y sus especies en las islas. Si a esto se le añade la introducción de plantas exóticas como zarzamora, maqui y murtilla, con características colonizadoras muy peligrosas, son todas estas intervenciones humanas las que han provocado importantes y graves desequilibrios en la vida silvestre insular.

Desde la colonización inicial del Archipiélago fueron introducidas a Robinson Crusoe cabras europeas para la mantener carne fresca en las Islas. Con posterioridad siguió la introducción del ganado bovino, ovino y equino. Esto en el tiempo ha generado una merma de la regeneración de especies de flora endémicas producto del ramoneo, consumo de brotes y pisoteo de plántulas, llegando al punto en que muchas de ellas que en el pasado se presentaban como frecuentes, hoy son escasas y difíciles de encontrar incluso en lugares donde existen registros de colectas anteriores (Ruiz & Silva, 1999).

Tala y deforestación

La Chonta (*Juania Australis*) es un ejemplo de lo ocurrido con la tala de especies. Durante el siglo XIX y XX su estípite de vetas negras y blancas fue cosechado de forma indiscriminada para la elaboración de todo tipo de muebles, ebanistería y artesanías. Así también las porciones apicales se consumen como ensaladas y el fruto es comestible; debido a su escasez observada luego de la corta indiscriminada está prohibida su corta desde comienzos de siglo. Caso similar y emblemático es el ocurrido con el extinto Sándalo de Juan Fernández (*Santalum fernandezianum*), árbol de gran atractivo por el aroma de su madera cuyo último ejemplar vivo fue talado cerca de 1910. En 1908 Carl Skottsberg registra el último ejemplar vivo, no permitiendo su extinción temprana conocer aspectos importantes sobre su ecología, distribución, fenología, etc. después de haber sido explotado en forma indiscriminada desde los tiempos de ocupación de las islas, para la mantención de un comercio activo hacia Europa y Estados Unidos. Actualmente solo se conservan muestras de madera en manos de algunas familias isleñas (Danton, 2004) y al no poseer más información botánica de la especie, su posible reconocimiento (de existir un ejemplar vivo), se vería dificultado. Otro caso similar ocurrió con la extinta *Robinsonia macrocephala* cuya resina era utilizada para fines terapéuticos e incienso, por lo cual fue cosechada constantemente y su hábitat de reproducción destruido.

V. AMENAZAS CRÍTICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN LA ACTUALIDAD:

Erosión

Siendo una de los agravantes el impacto de las cabras, el avance de los procesos erosivos presenta serias amenazas para la biodiversidad del Archipiélago. En el caso de Robinson Crusoe los mayores niveles de amenaza se presentan en los herbazales con especies alóctonas, seguidas por la estepa herbácea con coirón. En la zona de bosque se presenta con mayor severidad en las formaciones de matorral de maqui y murtila, seguida por los bosques de luma, canelo y maqui. En el caso de Selkirk la erosión se da en todo el cordón litoral principalmente la zona oeste.

Especies exóticas invasoras de flora

Del total de especies del archipiélago Juan Fernández (584), 367 (62.84%) corresponden a especies alóctonas, de las cuales algunas consideradas como invasoras. Diez son consideradas las más graves, destacándose la Zarzamora (*Rubus ulmifolius*), Maqui (*Aristotelia chilensis*) y la Murta (*Ugni molinae*). Actualmente la proporción de bosque nativo en Robinson Crusoe ha disminuido en un tercio del original. En Robinson Crusoe, el área ocupada por *Aristotelia chilensis* es alrededor de un 14%, con *Ugni molinae* 4,5% y con *Rubus ulmifolius* 7%. En general el impacto de la flora invasora se produce debido a que estas especies producen parches de vegetación muy densos, lo que hace muy difícil para la flora nativa germinar y establecerse. En el caso del Maqui, existe competencia directa con la luma, el canelo, el manzano y el espinillo, entre otras especies nativas. Se debe destacar que las tres especies principales han potenciado su colonización por la acción del Zorzal (*Turdus falcklandii*), especie que se alimenta de las semillas de Maqui, Zarzamora y Murtila y las dispersa a través de sus fecas por todo el Archipiélago .

Especies exóticas invasoras de fauna

Las frecuentes y variadas introducciones de animales han traído consecuencias nefastas para el Archipiélago, su influencia sobre la regeneración de la vegetación natural y los efectos de la depredación en animales nativos o endémicos. Se han intentado en AJF reiteradas acciones y campañas de erradicación de animales, de concientización de la población local, pero los resultados no han sido suficientes. Las principales especies son el zorzal, el conejo silvestre, el gato doméstico, el coatí, roedores, perros y cabras. El siguiente cuadro muestra las principales características de las especies de fauna exóticas invasoras.

Especies Exóticas de Fauna en Estado Silvestre:
Zorzal (<i>Turdus falcklandii</i>) Reviste un caso particular dentro de la problemática de las introducciones, ya que corresponde a un ave nativa del territorio Nacional que ingresó a la isla Robinson Crusoe a través de una única introducción, luego colonizó el Archipiélago. Se desconoce si su introducción es de origen antrópico o natural. Su problemática radica en su efecto dispersor de semillas de floras invasoras Maqui, Zarzamora y Murtilla y la competencia por alimento (invertebrados) con otras especies de aves, principalmente picaflors. Se encuentra presente en Robinson Crusoe y Alejandro Selkirk.
Conejo Silvestre (<i>Oryctolagus cuniculus</i>) Introducido desde Europa con el fin de mantener una fuente constante de alimento. Ha causado impacto en la vegetación natural del Archipiélago, ya que presenta preferencias por el consumo de plantas nativas como Juan Bueno, Col, Naranjillo, junto con el consumo de los troncos de especies del género Dendroseris, provocando su anillamiento y posterior muerte. Fue eliminado exitosamente de la Isla Santa Clara, pero aún se encuentra presente en casi toda Robinson Crusoe. Suele ser fuente de alimentación para la comunidad. (Danton, 2004).
Cabra europea (<i>Capra hircus</i>) Introducida casi al mismo tiempo de colonización del Archipiélago para la obtención de carne y leche, las cabras han producido parte de las devastaciones más grandes en el paisaje y dinámica de procesos en el Archipiélago. Se internan en las zonas altas de cerros y laderas, ramoneando principalmente la vegetación nativa, pisoteo de vegetación lo que al día de hoy ha generado eventos erosivos y pérdida de especies. La población se estima en unos 600 individuos que son consumidos por la población a tasas menores que su reproducción (Danton, 2004). Es posible encontrarlo en Robinson Crusoe y Alejandro Selkirk donde la población es cercana a los 4.000 individuos.
Gato (<i>Felis silvestre</i>) Introducido por la comunidad isleña como animal de compañía y ahuyentador de ratones. Se ha encontrado mayor éxito de caza sobre aves endémicas debido a la poca costumbre y habilidad para enfrentar depredadores, especialmente Picaflor de Juan Fernández (<i>Sephanoides fernandensis</i>) y Fardelas (<i>Pterodroma</i> spp.) (Danton, 2004). Se encuentra presente en Robinson Crusoe y Alejandro Selkirk, en ambas islas se está dando el proceso de asilvestramiento.
Coatí (<i>Nasua nasua</i>) Introducido como controlador biológico de roedores exóticos (<i>Rattus rattus</i> y <i>R. norvegicus</i>). Actualmente la base dietética de este mamífero son aves, frutos e invertebrados. Sus efectos reales en el ecosistema aún no han sido estudiados en profundidad, (Danton, 2004). Solamente se encuentra en Robinson Crusoe.
Roedores (<i>Rattus norvegicus</i>, <i>Rattus rattus</i>, y <i>Mus musculus</i>)

Introducidos a través de las embarcaciones que han arribado al Archipiélago desde su colonización en 1574, estos ejemplares han efectuado fuertes presiones a las especies de ornitofauna en la depredación de crías en el nido (pollos), consumo de granos y semillas de especies endémicas, por lo cual además generan fuertes impactos en el reclutamiento de individuos en la flora nativa (Danton, 2004) y depredarían el 40% de la lluvia de semillas del bosque nativo.

VI. ÁREAS PROTEGIDAS TERRESTRES EN JUAN FERNÁNDEZ

En 1935 fue creado el parque nacional Archipiélago Juan Fernández, no obstante en 1973, cerca de cuarenta años después de la creación del parque nacional, se instala el primer administrador funcionario de CONAF. Datan de esta época las plantaciones masivas de arboles exóticos alrededor del poblado (pinos, cipreses, eucaliptos, acacias), para satisfacer las necesidades de madera de la comunidad.

Áreas Protegidas Terrestres en el Archipiélago de Juan Fernández		
Área Protegida:	Fecha creación:	Características:
Parque Nacional Archipiélago Juan Fernández	1935	Área de protección estricta administrada por CONAF (Corporación Forestal Nacional). Su plan de manejo fue actualizado el 2014.
Reserva de la Biósfera Archipiélago Juan Fernández	1977	Nominación internacional. En la actualidad sus límites coinciden con los del parque nacional, pero su expediente se encuentra en actualización por lo que podrían expandirse, incluyendo el poblado y el área marina cosera protegida colindante.
Zona de Interés Turístico		Zona de Interés Turístico



Gato asilvestrado asechando fardelario

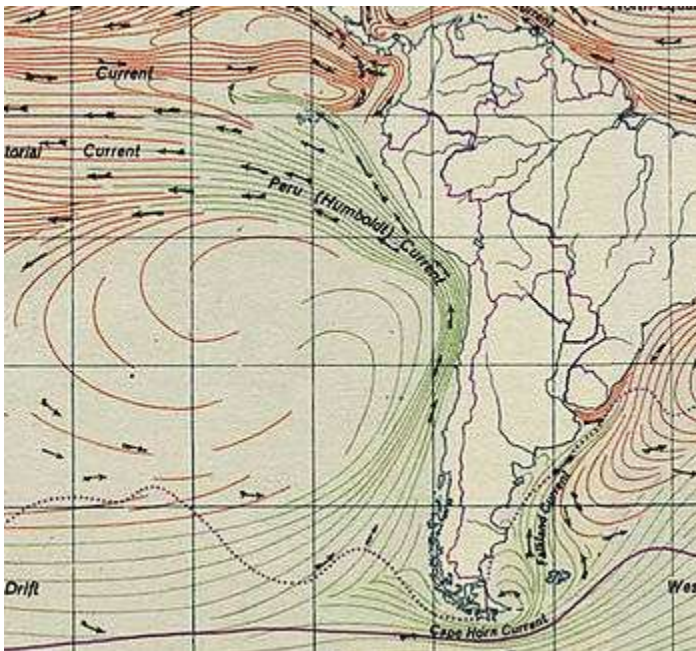
Módulo 3:

**Gran Ecosistema Marino de la Corriente de Humboldt (GEMCH) y
Biodiversidad Marina del Archipiélago de Juan Fernández**

I. GRAN ECOSISTEMA MARINO DE LA CORRIENTE DE HUMBOLDT

El gran ecosistema marino de la Corriente de Humboldt (GEMCH) es uno de los ecosistemas marinos más productivos de la Tierra. Este ecosistema se extiende a lo largo de la costa Oeste de Sudamérica desde el sur de Chile (42°S) hasta Ecuador y las islas Galápagos, cerca de la línea del Ecuador. La oceanografía general se caracteriza por un flujo predominante hacia el norte, de aguas superficiales de origen subantártico y por surgencias de aguas subsuperficiales frías ricas en nutrientes de origen ecuatorial (Thiel et al 2007). A lo largo de la costa del centro y norte de Chile, las surgencias son localizadas y su ocurrencia cambia de continua, en el norte, a más estacional, en el centro-sur. Varios centros de surgencia importantes se intercalan con zonas de la costa con esporádica o ninguna influencia de surgencias. Por otra parte, fenómenos climáticos de gran escala, como La oscilación del Sur El Niño (ENSO) se superponen a los patrones regionales, que determinan una alta variabilidad espacio-temporal, complicando la predicción de procesos ecológicos a lo largo de la costa chilena (Thiel et al 2007).

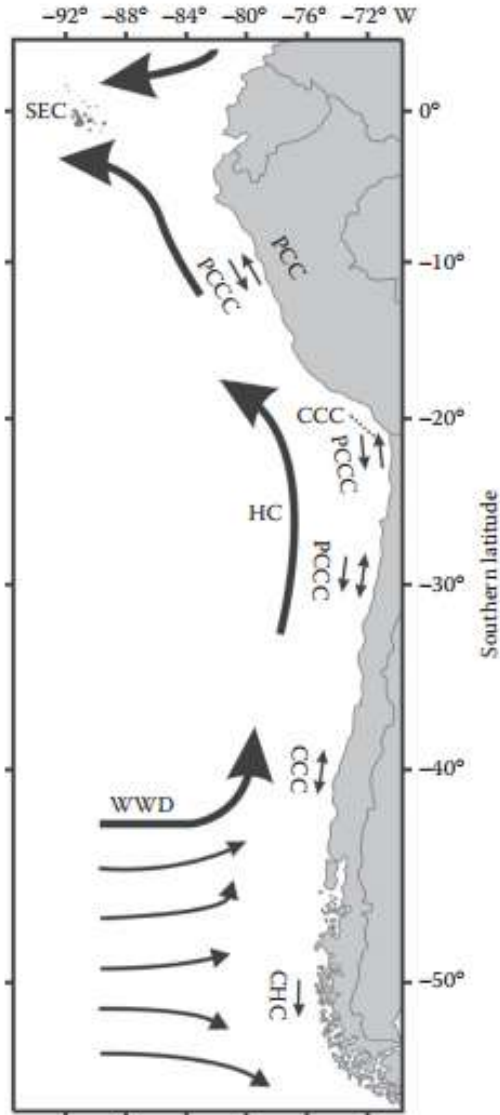
Figura 3.1: Dibujo de la Corriente de Humboldt, 1943.



La inyección de nutrientes por las surgencias costeras determina una productividad primaria extremadamente alta, que sostiene una enorme cantidad de zooplancton y una gran producción pesquera en áreas extensas, permitiendo la existencia de tramas tróficas extensas que incluyen poblaciones de aves y mamíferos marinos.

Las aguas subsuperficiales del GEMCH se caracterizan por la existencia de zonas de mínimas de oxígeno, que influenciarían las relaciones depredador-presa en el plancton, al evitar la

migración de especies a aguas profundas. Las comunidades microbianas asociadas a estas zonas de mínimas de oxígeno y sus funciones ecológicas son escasamente conocidas (Thiel et al 2007).



El GEMCH es un ecosistema que se presenta en las costas de Chile y Perú, caracterizado por aguas frías, que se desplazan de sur a norte, desde la costa de Chile, latitud 40° (Chiloé) hasta la costa de Perú, casi hasta la línea del Ecuador, hasta donde llegan sus aguas frías, muy contrastantes a las del Hemisferio Norte en la misma latitud. Este ecosistema fue descrito por el naturalista alemán Alex von Humboldt, a quien se le atribuye su nombre (Figura 3.1). El oxígeno es más soluble en aguas frías que en aguas cálidas, por lo tanto, este ecosistema contiene gran cantidad de oxígeno en sus aguas superficiales, lo que permite la existencia de una gran biomasa de peces y otros organismos. Así, con sólo un 1% de la extensión de los océanos, el GEMCH sustenta el 20% de las pesquerías del mundo.

Figura 3.2: Vista general de las corrientes superficiales que influyen la costa de Chile, mostrando la Deriva del Oeste (WWD), el flujo principal de la Corriente de Humboldt (HC), la Corriente del Cabo de Honos (CHC), la Corriente Costera Chilena (CCC), la Corriente Costera Peruana (PCC), la

Contracorriente Chile-Perú (PCCC) y la Corriente Sub Ecuatorial (SEC).

¿Cómo afecta el GEMCH el clima del Archipiélago de Juan Fernández?

El agua marina se evapora y circula por la atmósfera, transportando agua dulce que precipita en forma de lluvia sobre el mar y en la tierra. Sin embargo, la evaporación de

agua desde masas de agua fría es menor que en aguas cálidas, por lo que los ambientes terrestres colindantes a este ecosistema marino son áridos. Así, las costas de Chile y Perú, incluyendo el archipiélago de Juan Fernández, son más áridas que otras zonas terrestres ubicadas en la misma latitud, en otras partes del planeta. Esta relación entre océano y atmósfera se modifica en años en que se presenta el fenómeno de Oscilación del Sur El Niño, en el cual se presentarían aguas cálidas más cerca de la costa que disminuirían la influencia de las surgencias y aumentarían la pluviosidad en tierra.

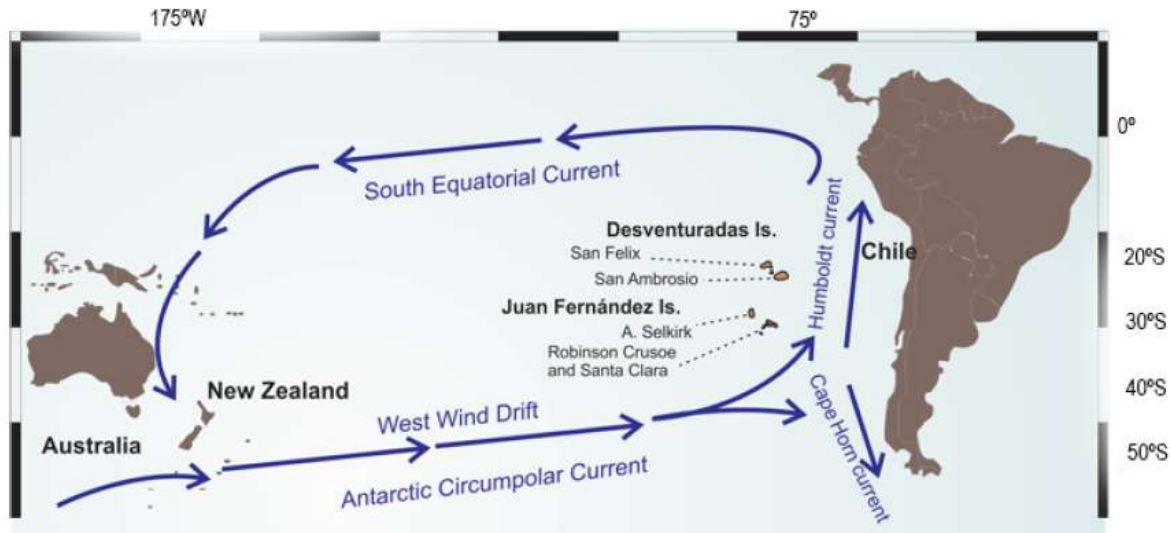


Figura 3.3: Principales corrientes del Océano Pacífico Sur. Se observan las islas del Archipiélago de Juan Fernández y Desventuradas, como parte del ecosistema marino de la Corriente de Humboldt. Fuente:

II. DORSAL DE JUAN FERNÁNDEZ: ISLAS Y MONTES SUBMARINOS

En medio de este ecosistema marino altamente productivo se encuentra el archipiélago de Juan Fernández, formado por islas y montes submarinos, que permiten la existencia de un ambiente marino circundante de especiales condiciones. El archipiélago se ubica en el sector del océano pacifico suroriental, donde está la Placa de Nazca, que colisiona con la Placa Sudamericana, en la zona de subducción a lo largo de la fosa Perú-Chile. El punto caliente (hot-spot) del archipiélago está ubicado a 200 km al Oeste de la isla Alejandro Selkirk. Las erupciones se han producido en intervalos de cientos de miles de años, lo que ha formado una serie de montes que se ubican en una línea en forma perpendicular al continente, que denota la dirección en la cual se está desplazando el fondo marino.

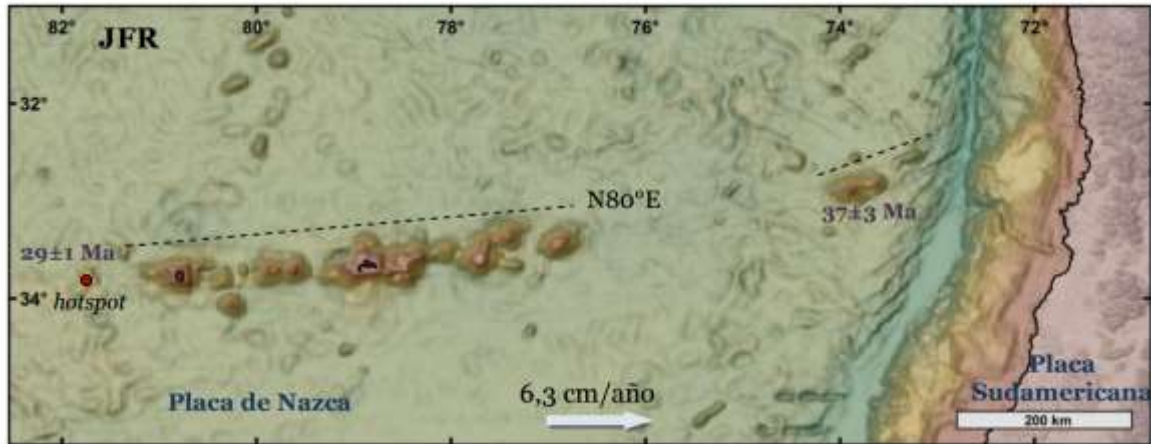


Figura 3.4: Características de la dorsal de Juan Fernández. La flecha indica la velocidad de la placa de Nazca, el punto rojo la posición del hotspot y los colores indican la edad de la corteza oceánica (Fuente: Astudillo 2014).

El fondo marino de esta vasta llanura abisal se extiende bajo una capa de más de cuatro kilómetros de agua oceánica, salpicado por algunas montañas submarinas y algunas fracturas que rompen la monotonía del fondo. En medio de esta placa destaca el cordón submarino de Juan Fernández, con dos de sus cimas emergiendo sobre la superficie, Alejandro Selkirk y Robinson Crusoe-Santa Clara, las islas del archipiélago, mientras que las restantes cumbres quedan a algunos cientos de metros bajo la superficie del mar. La dorsal de Juan Fernández está compuesta por once montes grandes: Montes O'Higgins, Gamma, Beta2, Beta3, Omega, Fi, Épsilon, Delta, Xi, Friday y Domingo. Además hay tres guyots (O'Higgins, Beta1 y Alfa), dos islas (Robinson Crusoe/Santa Clara y Alejandro Selkirk) y al menos cinco montes pequeños en las cercanías de los volcanes principales. Además, podemos identificar cuatro conjuntos volcánicos: Beta, O'Higgins, Delta y Selkirk.

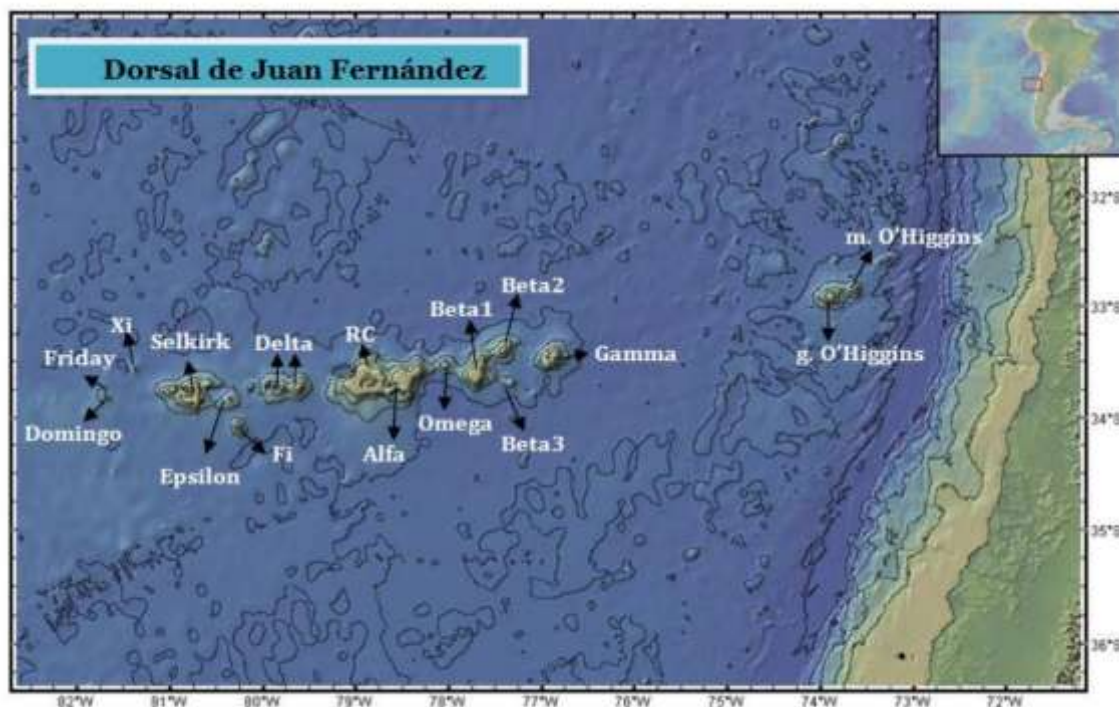


Figura 3.6: Montes submarinos, guyots e islas de la dorsal de Juan Fernández (m= monte; g=guyot). Curvas de nivel cada 1.000 m de profundidad (Fuente: Astudillo 2014)

Los montes submarinos son cadenas de montañas sumergidas que surgen por acción volcánica, donde habitan corales, grandes peces y enormes especímenes de cangrejos y gusanos (Droguet et al 2015). Los montes constituyen hábitats únicos y por ser extremadamente frágiles han sido catalogados como Ecosistemas Marinos Vulnerables (EMV). A nivel internacional existe una creciente preocupación por los efectos de las actividades humanas sobre ellos. Las Naciones Unidas han instado a emprender acciones de investigación y, de ser necesario, implementar normas de protección de los EMV de alta mar, entre ellos los montes submarinos. Chile se ha comprometido a proteger estos ecosistemas y es así como en las modificaciones a Ley General de Pesca y Acuicultura se ha incorporado la prohibición de las actividades de pesca que afecten el fondo marino en todos los montes submarinos y se ha aplicado el principio de precaución sobre los 118 montes submarinos que se conocen hasta ahora en el Océano Pacífico Suroriental.

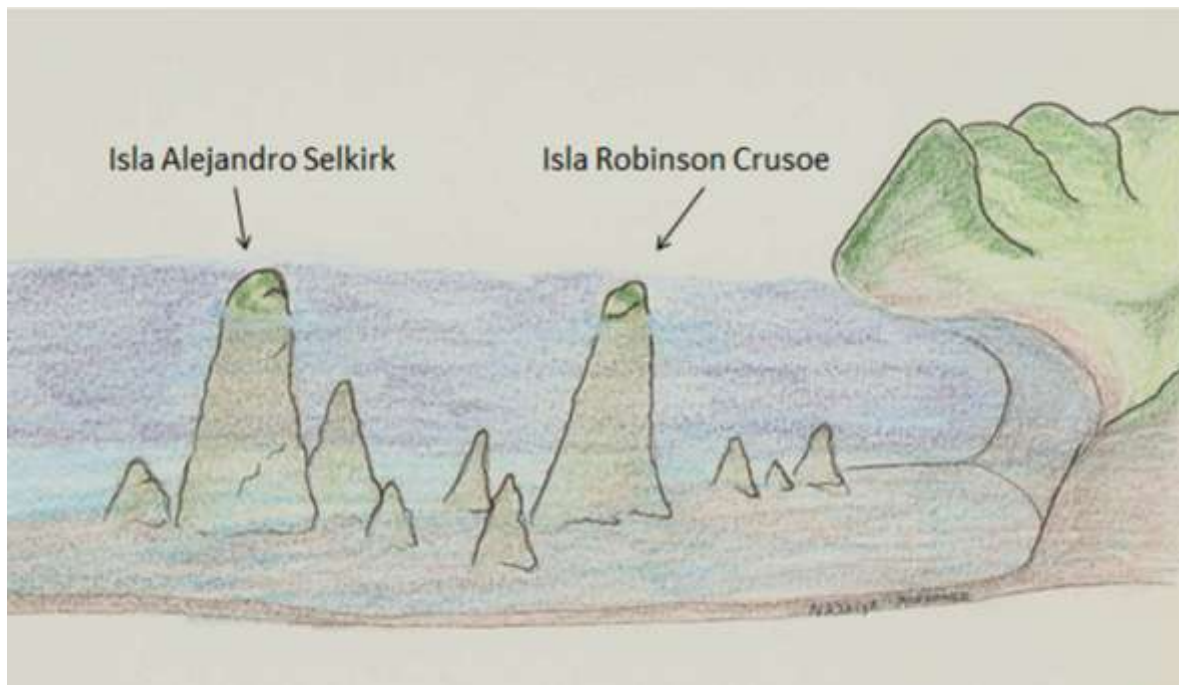


Figura 3.5: Dibujo esquemático del fondo marino que muestra la configuración de los montes del cordón submarino e islas del archipiélago de Juan Fernández, formado por acción volcánica.

Las islas Robinson Crusoe y Santa Clara corresponden a dos cimas ubicadas en un gran edificio volcánico, que habría sido una isla de mayor tamaño cuando el nivel del mar era más bajo que el actual. En el presente, el piso marino que rodea a estas islas se caracteriza por una plataforma que genera sustrato para una diversidad de especies, como la langosta de Juan Fernández.

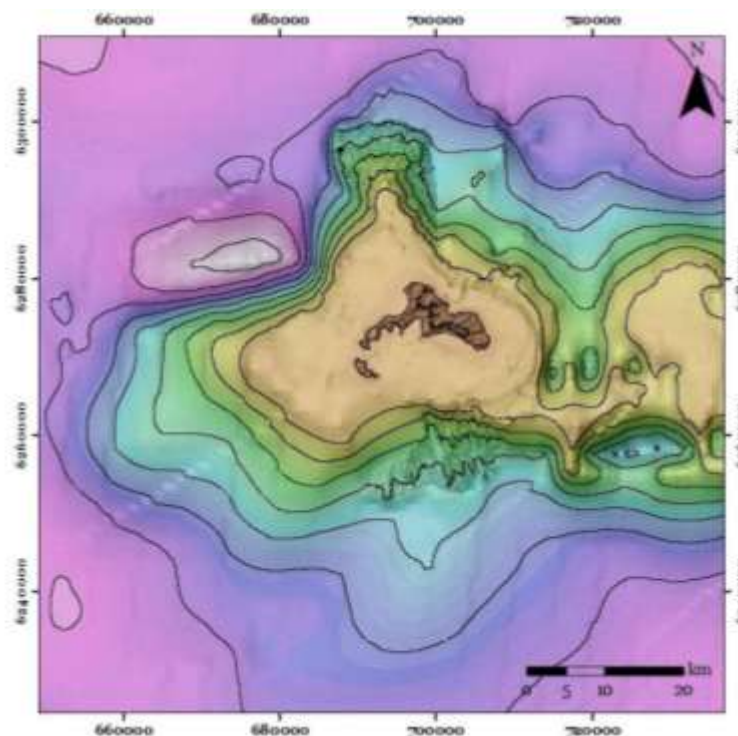


Figura 3.7: Modelo Ráster multi-resolución de Robinson Crusoe (edificio volcánico Robinson Crusoe y Santa Clara), incluyendo datos de alta resolución de Bentos, de alta y baja resolución del SHOA y del modelo GEBCO. Al Este se distingue parte del guyot Alfa. Curvas de nivel cada 500 m. (Fuente: Astudillo 2014).

III. OCEANOGRAFÍA DEL ARCHIPIÉLAGO DE JUAN FERNÁNDEZ

Hasta el año 1970, la única información disponible sobre las características de las aguas adyacentes al archipiélago se había logrado como resultado de algunos cruceros de investigación que habían realizado muestreos en estaciones oceanográficas cercanas a la isla Robinson Crusoe. Luego se han efectuado diversos estudios sobre la circulación oceánica entre el archipiélago y el continente (MARCHILE, CIMAR, AGOR, entre otros). Las islas que conforman el Archipiélago de Juan Fernández (Alejandro Selkirk y Robinson Crusoe-Santa Clara) se encuentran ubicadas en zonas de distintas características, separadas por 200 km. Las islas Robinson Crusoe y Santa Clara se encuentran en una zona caracterizada como una zona de alta energía cinética y rangos de clorofila a entre $0,3$ y 1 mg m^{-3} . La isla Alejandro Selkirk, en cambio, se ubica en una zona de baja energía cinética que ha sido caracterizada por presentar concentraciones de clorofila- a menores a $0,1 \text{ mg m}^{-3}$ (Correa-Ramírez et al. 2012).

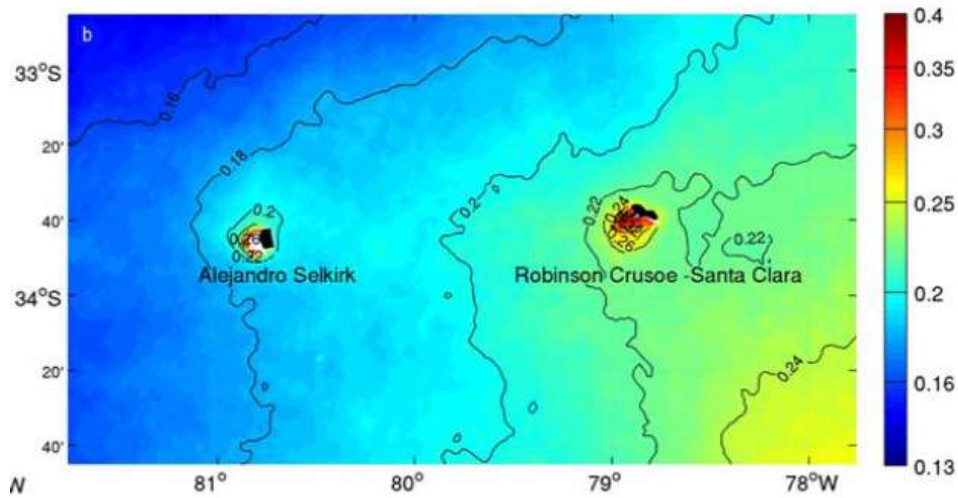


Figura 3.8: Promedio de Clorofila-a satelital (mg m^{-3} , líneas de contorno) durante el periodo 2002-2010, alrededor de las islas Alejandro Selkirk y Robinson Crusoe-Santa Clara. Fuente: Andrade et al. 2012.

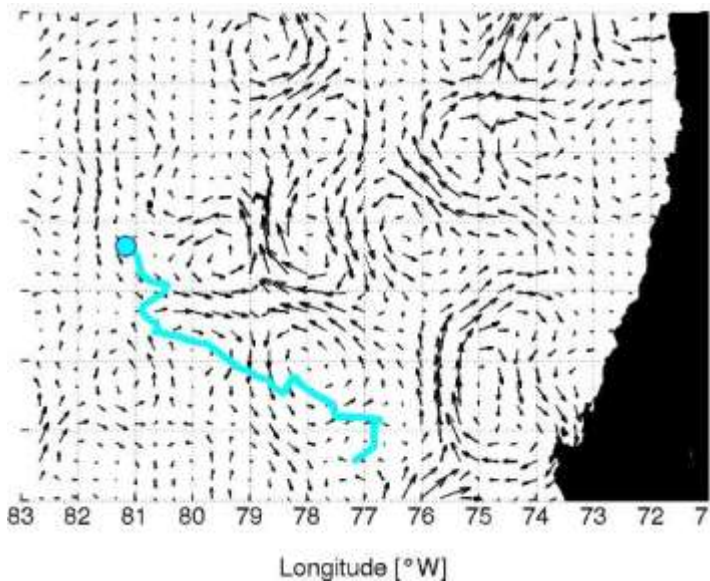


Figura 3.9. Remolinos de mesoescala entre el continente y el Archipiélago de Juan Fernández (Fuente: Andrade et al 2014)

A diferencia de lo que ocurre en la costa continental del Pacífico Suroriental, en el Archipiélago de Juan Fernández el viento no determina la variabilidad espacial y temporal de la clorofila-a, sino que se presentaría un "efecto de masa de isla" que determina un aumento importante de

la clorofila-a alrededor de las islas. La clorofila-a, estimada en estos trabajos a partir de datos satelitales, es un indicador de la productividad de un ecosistema. En el caso del Archipiélago de Juan Fernández, la productividad marina sería mayor alrededor de las islas que en el resto del ecosistema marino donde está inserto, siendo mucho mayor la productividad alrededor de las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, que en Alejandro Selkirk. Esta combinación de alta productividad costera sumado a aguas frías superficiales del gran ecosistema de la Corriente de Humboldt, que permiten la solubilidad de altas concentraciones de Oxígeno, determinan la existencia de una comunidad marina diversa,

caracterizada por alto endemismo y abundancia, con más de 700 especies descritas, de las cuales el 18% es endémica del Archipiélago y otro tanto es compartida sólo con las islas Desventuradas, como la langosta, su principal recurso.

Andrade et al (2014), analizando los resultados de un modelo oceánico regional (ROMS), combinado con información de clorofila-*a* (Clo-*a*) y altimetría satelital, además de información proveniente de cruceros oceanográficos, identificaron la interacción entre remolinos intratermoclinas (ITEs) de mesoescala y el Archipiélago Juan Fernández (AJF). Los resultados indican que los remolinos anticiclónicos superficiales y subsuperficiales que interactúan con el AJF se forman principalmente en la zona de transición costera entre 33° y 39°S. Los remolinos de mesoescala se presentan en la región del AJF con una frecuencia semianual, principalmente durante el período de otoño austral, y poseen una débil expresión superficial respecto de los remolinos superficiales adyacentes, un lento desplazamiento (1,16-1,4 km d⁻¹) con dirección noroeste y una estructura coherente por períodos ≥ 1 año. Durante la interacción de los remolinos con las islas RC-SC y el monte submarino adyacente, se observó una leve (prominente) deflexión del límite superior (inferior) de la termoclina. La escala horizontal (~70-100 km) fue mayor que el radio interno de deformación de Rossby y la escala vertical promedio fue de ~400 m. La interacción entre el ITE de débil expresión superficial identificada con altimetría satelital durante el período de otoño y el AJF perduró durante nueve semanas alcanzando el período invierno. Aproximadamente un mes después del comienzo de la interacción entre el ITE y las islas, se observaron incrementos de Clo-*a* superficial asociados al remolino con valores hasta tres veces mayores, respecto de las aguas oceánicas adyacentes. Estos procesos dan cuenta de una conexión entre los eventos oceanográficos costeros y de alta mar en el Gran Ecosistema de la Corriente de Humboldt, donde las características de aguas ecuatoriales subsuperficiales propagadas hacia el sur, y las aguas subantárticas superficiales propagadas hacia el norte, interactuarían con las aguas del Archipiélago de Juan Fernández, generando un ecosistema marino único, de singulares características, capaz de sustentar un alto endemismo y una alta productividad.

IV. BIODIVERSIDAD MARINA DEL ARCHIPIÉLAGO DE JUAN FERNÁNDEZ

La flora y fauna bentónica del archipiélago es rica y diversificada, siendo algunas especies de distribución exclusiva o endémica. En el sustrato submarino predominan las rocas de tipo volcánico altas y escarpadas junto a la acumulación de rocas desprendidas del sector costero con abundantes grietas cuevas y laberintos que permiten el refugio y albergue de numerosas especies. La ubicación de esta isla alejada del continente y rodeada por un extenso océano con profundidades que por lo general superan los 4 mil metros le confiere

a la flora y fauna de estas islas, características únicas. Las algas marinas de estas islas se caracterizan por un alto endemismo y por la existencia de sólo algunos géneros y especies de agua cálida atribuyéndose la escasa abundancia específica a la naturaleza geológica de sus rocas. El alga mas típica de este archipiélago es *Padina Fernandeziana*, de aspecto calcáreo. Otras especies bentónicas que destacan son el erizo negro (*Aspirodiadema microtuberculatum*) y el pulpo (*Octopus crusoe*). Con respecto a los peces, existe en torno a esta isla una diversidad de alrededor de 150 especies.

Entre los peces costeros se encuentra la corvina (*Umbrina reedi*) y la jerguilla (*Girella alboatrjata*). los peces bentónicos hasta los 3300 metros de profundidad están representados por la morena, murena o anguila (*Gymnathorax porphyreus*) y algunos lenguados. entre los peces pelágicos con distribución cercana a la costa, se encuentra principalmente el jurel o jurelillo (*Caranx georgianus*) y el pampanito (*Scorpius chilensis*). Entre los peces pelágicos oceánicos que visitan este archipiélago destaca principalmente la vidriola (*Seriola lalandii*) y atunes (*Thunnus spp.*), sierras (*Thyrssites atun*), y el jurel continental (*Trachurus murphyi*)

Las aguas próximas al archipiélago reciben esporádicamente la visita de cachalotes (*Physeter macrocephalus*) y ballenas (*Balaenoptera spp.*) , estas últimas en ruta de migración entre aguas antárticas, donde se alimentan en verano, y la zona ecuatorial donde se reproducen en invierno. Ocasionalmente es posible observar la presencia de delfines y calderones negros, que en grandes manadas suelen desplazarse cerca de la costa. El lobo fino de Juan Fernández o lobo de dos pelos (*Arctocephalus philippii*) que fue considerado especie extinta debido a la caza hasta fines del siglo XIX. En 1958 se avistaron algunos ejemplares de esta especie. Desde entonces hasta la fecha se ha mantenido una veda de lobos y la población se ha ido recuperando lentamente. La abundancia y diversidad de especies marinas presentes en el Archipiélago, permiten la existencia de una comunidad de personas que vive del mar. La comprensión del ecosistema es complejo, ya que parte del ciclo de vida de las especies ocurre en forma microscópica.



Figura 3.10: Pulpo de Juan Fernández



Figura 3.11 Pampanitos de Juan Fernández

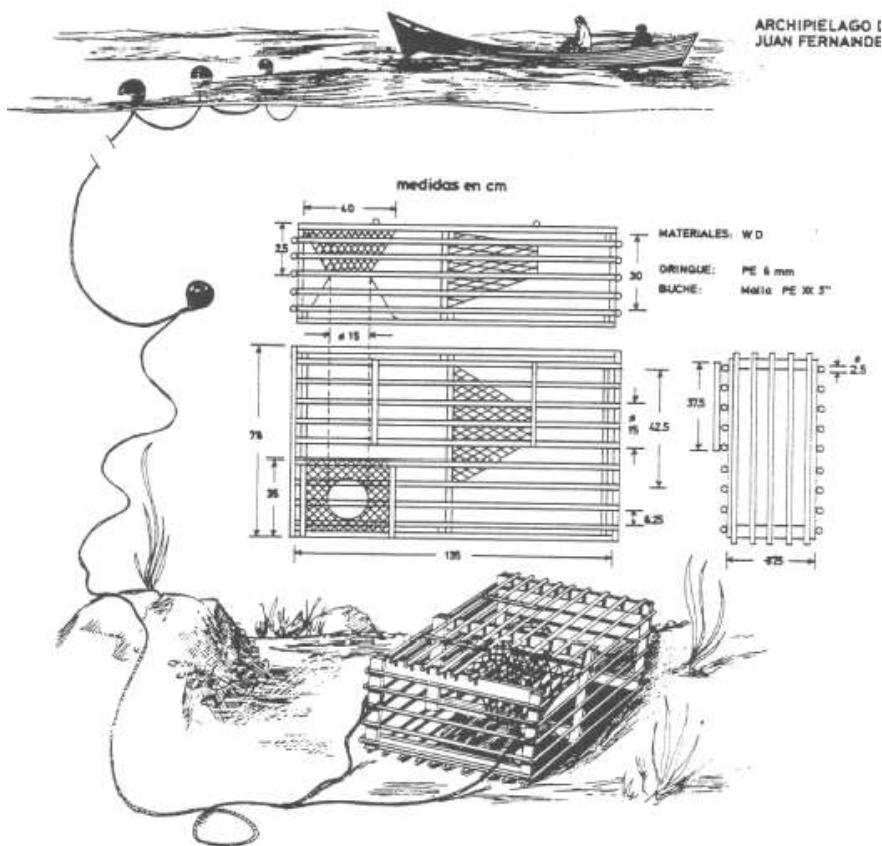
V. RECURSOS MARINOS DEL ARCHIPIÉLAGO DE JUAN FERNÁNDEZ

En el archipiélago de Juan Fernández se encuentra una gran cantidad de recursos marinos, corresponden al Alfonsino, Atún de aleta amarilla, Atún aleta larga, Bacalao de Juan Fernández, Brea, Cangrejo Dorado, Centolla de Juan Fernández, Erizo Negro, Jurel, Jurel de Juan Fernández, Langosta de Juan Fernández, Langosta enana, Morena, Orange Roughy, Pampanito, Pez Espada o Albacora, Sierra y Vidriola

Foto: Pesca de langosta y anguila en aguas del Archipiélago de Juan Fernández



El uso de artes de pesca poco invasivas, como trampas de madera que minimizan la pesca fantasma, y pesca con línea de mano, que minimiza el impacto sobre especies no objetivo, como aves marinas, permite que este ecosistema marino se mantenga saludable y su explotación sea sustentable. La sustentabilidad de la pesquería de la langosta fue reconocida internacionalmente el año 2015, a través de la entrega del sello MSC, del Marine Stewardship Council. Además, dado el alto valor del ecosistema marino del Archipiélago, el año 2015 se declaró oficialmente la creación de un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos de aproximadamente 12 millas alrededor del Archipiélago, que reconoce la actividad pesquera como un valor cultural e incluye cinco parques marinos para proteger la biodiversidad del Archipiélago.



En faenas de pesca exploratoria realizadas hacia finales del siglo XIX se descubrieron diversas especies potenciales de ser explotadas en los montes submarinos, en atención a que estos se encontraban en las cumbres de las montañas que conformaban este cordón montañoso. Dos de ellas corresponden a los peces de alto interés pesquero como son el alfonsino (*Beryx splendens*) y el Orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*), pescados por redes de arrastre mayores a 500 metros. Ambas especies presentan las mismas características especiales, son de color rojizo y se les considera de crecimiento lento, longevas con reclutamiento posiblemente intermitente, madurez a edad avanzada, desove no necesariamente en todos los años y bajas tasas de renovación. No obstante, pese al gran valor que alcanzan estas especies en el mercado internacional y su atractivo, el conocimiento disponible sobre estos recursos es todavía escaso. El Orange roughy, que es un pez que madura a edades superiores a 25 años y que puede vivir más de 100 años. En la actualidad los montes submarinos son considerados ambientes marinos vulnerables (EVM) y la pesca en ellos está prohibida, por principio precautorio.

VI. ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS EN EL ARCHIPIÉLAGO DE JUAN FERNÁNDEZ:

El ambiente marino estuvo desprovisto muchos años de protección oficial. Sin embargo, el año 2015 se declaró un Área Marina Costera de Múltiples Usos (AMCP-MU) de 12 millas alrededor del Archipiélago de Juan Fernández, en el cual se reconoce en valor de la biodiversidad marina de Juan Fernández y de sus pesquerías, que usan artes de pesca sustentables. Este AMCP-MU incluye en su interior 5 parques marinos, zonas de protección estricta, que abarcan 3 zonas costeras de la isla Robinson Crusoe (Tierras Blancas, El Palillo y El Arenal), una zona costera de la isla Alejandro Selkirk (la lobería de Selkirk) y los montes submarinos que se encuentran entre ambas islas (JF5 y JF6). Además, a fines del año 2015, se comprometió la declaración de un parque marino alrededor de las islas San Félix y San Ambrosio, el parque Nazca-Desventuradas.

Áreas Marinas Protegidas existentes en el Archipiélago de Juan Fernández		
Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos	Archipiélago de Juan Fernández	Ministerio de Medio Ambiente
Parque Marino	El Arenal	Subsecretaría de Pesca
Parque Marino	Tierras Blancas	Subsecretaría de Pesca
Parque Marino	El Palillo	Subsecretaría de Pesca
Parque Marino	Montes Submarinos	Subsecretaría de Pesca
Parque Marino	Lobería de Selkirk	Subsecretaría de Pesca
Parque Marino	Nazca-Desventuradas	Subsecretaría de Pesca

Glosario:

ACERVO GENÉTICO: Conjunto total de genes en una población en un momento determinado.

ADAPTACIÓN: Acumulación de características heredadas que facilita la capacidad del organismo para sobrevivir y reproducirse en ambientes específicos.

ASLAMIENTO REPRODUCTIVO: Existencia de factores biológicos (barreras) que impiden a los miembros de dos especies producir híbridos viables y fértiles.

ÁREA CRÍTICA DE BIODIVERSIDAD: Área relativamente pequeña con una concentración excepcional de especies endémicas y un gran número de especies amenazadas y en peligro.

BIODIVERSIDAD O DIVERSIDAD BIOLÓGICA: Variabilidad de los organismos vivos, que forman parte de todos los ecosistemas terrestres y acuáticos. Incluye la diversidad dentro de una misma especie, entre especies y entre ecosistemas (Ley 19.300, LGBMA).

BIOGEOGRAFÍA: Estudio de la distribución pasada y presente de las especies.

BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN: Estudio integrado de la ecología, biología evolutiva, fisiología, biología molecular, genética y biología de la conducta, en un esfuerzo para mantener la diversidad biológica en todos los niveles.

BIORREMEDIACIÓN: Utilización de organismos vivos para desintoxicar y restaurar ecosistemas contaminados y degradados.

BIOSFERA: Porción total de la Tierra habitada por vida; suma de todos los ecosistemas del planeta.

BRIOFITA: Una planta no vascular que habita en la tierra pero carece de muchas de las adaptaciones terrestres de las plantas vasculares, por lo que deben mantenerse cercanas al agua para reproducirse. Los musgos y hepáticas son representantes de este grupo.

CAMBIO CLIMÁTICO: cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.

CAMBIO GLOBAL:

CAPACIDAD DE CARGA: Tamaño máximo de la población que puede ser soportado por los recursos disponibles, simbolizado como K.

CAPACIDAD ECOLÓGICA: Base actual de recursos de un país.

CICLO BIOGEOQUÍMICO: Uno de los varios circuitos nutritivos, en el que participan tanto componentes bióticos como abióticos de los ecosistemas.

COEVOLUCIÓN: Influencia evolutiva mutua entre dos especies diferentes que interactúan entre sí y que recíprocamente influyen en las adaptaciones de la otra.

CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO AMBIENTAL: el uso y aprovechamiento racionales o la reparación, en su caso, de los componentes del medio ambiente, especialmente aquellos propios del país que sean únicos, escasos o representativos, con el objeto de asegurar su permanencia y su capacidad de regeneración (Ley 19.300, LGBMA).

CONTAMINACIÓN: la presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, en concentraciones o concentraciones y permanencia superiores o inferiores, según corresponda, a las establecidas en la legislación vigente (Ley 19.300, LGBMA).

CONTAMINANTE: Todo elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energía, radiación, vibración, ruido, o una combinación de ellos, cuya presencia en el ambiente, en ciertos niveles, concentraciones o períodos de tiempo, pueda constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental(Ley 19.300, LGBMA).

ECOLOGÍA DE ECOSISTEMAS: Estudio del flujo de energía y el ciclo de los compuestos químicos entre los diversos factores bióticos y abióticos de un ecosistema.

ECOSISTEMA: Complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional (CBD).

EFFECTO CUELLO DE BOTELLA: Deriva genética resultante de la reducción de una población, típicamente por un desastre natural, de manera que la población sobreviviente ya no es más genéticamente representativa de la población original.

EFFECTO FUNDADOR: Deriva genética que se produce cuando unos pocos individuos quedan aislados de una población más grande, con el resultado de que el acervo genético de la nueva población no refleja a la población original.

EMBIOFITO: Nombre dado a las plantas terrestres que reconoce que éstas contienen un embrión dependiente

EMBRION: Nuevo individuo en desarrollo.

ESPECIE: Grupo cuyos miembros poseen características anatómicas similares y tienen la capacidad de cruzarse.

ESPECIE CLAVE: Especie que no es necesariamente abundante en una comunidad, pero que ejerce un fuerte control de la estructura de la comunidad por la naturaleza de su papel o nicho ecológico.

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA: Disciplina orientada a recuperar ecosistemas degradados, para que retornen a las condiciones más similares posibles a su estado natural antes de la degradación, usando principios ecológicos.

ESPECIE INTRODUCIDA o EXÓTICA: Especie trasladada por el ser humano, tanto intencionalmente como accidentalmente, de su localización original a una nueva región geográfica.

ESPECIE INVASORA: Especie que se desarrolla y mantiene afuera de su rango original; generalmente introducida por el ser humano, que desplaza a otras especies nativas.

ESPECIE ENDÉMICA: Especie confinada a un área geográfica específica, relativamente pequeña.

ESPECIE DOMINANTE: Especie que tienen la mayor abundancia o biomasa en una comunidad. Estas especies ejercen un control poderoso sobre la aparición y distribución de las otras especies.

ESPORANGIO: Cápsula en los hongos y plantas en la cual se produce la meiosis y se desarrollan esporas haploides.

ESPOROFILO: Hoja especializada en la reproducción.

ESTAMBRE: Órgano reproductivo productor de polen de una flor, que consta de una antera y un filamento.

ETOLOGÍA: Estudio el comportamiento animal.

EUTROFICACIÓN: Proceso por el cual los nutrientes, particularmente el fósforo y el nitrógeno, se tornan altamente concentrados en un cuerpo de agua, lo que conduce a un elevado crecimiento de organismos como las algas. La eutroficación puede ocurrir por situaciones en que los nutrientes agregados al agua se originen de fuentes humanas, como el drenaje de alcantarillados o agrícolas.

FOTOSÍNTESIS: Unidad de captación de la luz localizada en la membrana tilacoidal del cloroplasto, constituida por un centro de reacción rodeado por numerosos complejos colectores de la luz.

GEN: Unidad discreta de información hereditaria que consiste en una secuencia de nucleótidos específica en el DNA o el RNA.

HUELLA ECOLÓGICA: Método que utiliza múltiples restricciones para estimar la capacidad de carga de la Tierra, calculando la superficie del agua y tierras agregadas en varias categorías de ecosistemas apropiados para que una nación produzca todos los recursos que consume y para que absorba todos los desechos que genera.

IMPACTO AMBIENTAL: La alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada(Ley 19.300, LGBMA).

LÍQUEN: Colectivo simbiótico formado por la asociación mutualista entre un hongo y un alga fotosintética o cianobacteria.

MANEJO CON ENFOQUE ECOSISTÉMICO: Estrategia para el manejo integrado de la tierra, el agua y los recursos vivos, promoviendo su conservación y uso sostenible, de forma justa y equitativa (CDB)

MEDIO AMBIENTE: Sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química o biológica, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural y que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones (Ley 19.300, LGBMA).

MEDIO AMBIENTE LIBRE DE CONTAMINACIÓN: Aquél en el que los contaminantes se encuentran en concentraciones y períodos inferiores a aquéllos susceptibles de constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental(Ley 19.300, LGBMA).

PESCA FANTASMA: Pesca incidental causada por artes de pesca que son perdidas en el mar, como redes o trampas, que continúan pescando organismos hasta que se degradan.

PLASTICIDAD: Capacidad de un organismo de alterarse o "moldearse" a sí mismo, en respuesta a condiciones ambientales locales.

POBLACIÓN: Grupo localizado de individuos que pertenecen a la misma especie biológica (que son capaces de cruzarse y producir descendencia fértil).

PLAN DE MANEJO:

PRESERVACIÓN DE LA NATURALEZA: el conjunto de políticas, planes, programas, normas

y acciones, destinadas a asegurar la mantención de las condiciones que hacen posible la evolución y el desarrollo de las especies y de los ecosistemas del país (Ley 19.300, LGBMA).

PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE: Conjunto de políticas, planes, programas, normas y acciones destinados a mejorar el medio ambiente y a prevenir y controlar su deterioro (Ley 19.300, LGBMA).

REPARACIÓN: Acción de reponer el medio ambiente o uno o más de sus componentes a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas (Ley 19.300, LGBMA).

RIQUEZA DE ESPECIES: Número de especies en una comunidad biológica.

SUCESIÓN ECOLÓGICA: Establecimiento de una comunidad en un área estéril de vida y transición en la composición de las especies de una comunidad biológica, con frecuencia luego de un disturbio ecológico de la comunidad.

SUCESIÓN PRIMARIA: Tipo de sucesión ecológica que se produce en un área virtualmente sin vida, donde no hubo originalmente organismos y donde el suelo todavía no se ha formado.

SUCESIÓN SECUNDARIA: Tipo de sucesión que se produce donde una comunidad existente ha sido eliminada por algún disturbio que dejó el suelo intacto.

SORO: Grupo de esporangios en el esporofilo de un helecho. Los soros pueden distribuirse formando diferentes patrones, como líneas paralelas o puntos, que son de utilizada para la identificación del helecho.

TAMAÑO EFECTIVO DE LA POBLACIÓN: Estimación del tamaño de una población basado en el número de hembras y machos que se cruzan con éxito. Generalmente es menor que la población total.

TRANSGÉNICO: Concerniente a una planta o animal individual cuyo genoma contiene un gen introducido de otro organismo, tanto de la misma o de una especie diferente.

ZONA FÓTICA: Zona marina donde llega la luz, lo que permite a organismos autótrofos realizar el procesos de fotosíntesis.

ZONA AFÓTICA: Parte del Océano donde no llega la luz y por lo tanto, no existen organismos fotosintetizadores.



Bibliografía

Andrade, A, Arguedas S., & Vides, R. 2011. Guía para la aplicación y monitoreo del Enfoque Ecosistémico. CEM-IUCN, Colombia, ELAP-UCI, FCBC, UNESCO-Programa MAB, 42 p.

Andrade, I., Hormazaval, S. & Correa-Ramírez, M. 2012. Ciclo anual de la clorofila-a satelital en el archipiélago de Juan Fernández (33°S), Chile. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 40(3): 657-667.

Andrade, I., Hormazaval, S. & Combes, V. 2014. Intrathermocline eddies at the Juan Fernández Archipelago, southeastern Pacific Ocean. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 42(4): 888-906.

Astudillo, V. (2014) Geomorfología y evolución geológica de la isla Robinson Crusoe, Archipiélago Juan Fernández . Memoria para optar al título de geóloga. Universidad de Chile

Droguet, D., Sánchez, Y., Fernández, M. & Vila, A. (2015) Chile es Mar: guía para aprender , conservar y cuidar nuestro océano. Editorial Pehuel, Santiago de Chile

Gill, Sh. 2006. El Enfoque Ecosistémico: Cinco pasos para su implementación. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido, 30p.

Hahn, I., Vergara, P.M.; Romer, U. (2011) Habitat selection and population trends in terrestrial bird species of Robinson Crusoe Island: habitat generalist versus forest specialists. *Biodiversity and Conservation* 20 (12): 1-17.

Ilustre Municipalidad de Juan Fernández (IMJF, en desarrollo) Política Ambiental Comunal, Juan Fernández.

Mittermeier, R.A., Robles-Gil, P., Hoffman, M., Pilgrim, J.D., Brooks, T.B., Mittermeier, C.G., Lamoreuz, J.L., Fonseca, G.A.B: 2004. Hotspots Revisited: Earth's Biological Richest and Most Endangered Ecoregions. CEMEX, México.

Moreira-Muñoz, A. (2011) Plant Geography of Chile. Plant and Vegetation series vol. 5 Springer, Dordrecht.

Palma, A., Cáceres-Montenegro, I., Bennet, R., Magnolfi, S., Henríquez, L., Guerra, J., Manríquez, K. & Palma, E. 2011. Near-shore distribution of phyllosomas of the two only lobster species (Decapoda: Achelata) present in Robinson Crusoe Island and endemic of the Juan Fernández archipelago. *Revista Chilena de Historia Natural* 84: 379-390.

Porovic, J., Parada, C., Ernst, B. , Hormazaval, S. & Combes, V. 2012. Modelación de la conectividad de las subpoblaciones de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*), a través de un modelo biofísico. Lat. Am. J. Aquat. Res. 40(3): 613-632.

Stuessy, T.F., Foland, K.A., Sutter, J.F., Sanders, R.W., Silva, M. (1984) Botanical and Geological Significance of Potassium-Argon Dates from the Juan Fernandez Islands. Science 225(4657): 49-51.

Thiel, M., E.C. Macaya, E. Acuña, W.E. Arntz, H Bastías, K Brokordt, P Camus, JC Castilla, LR Castro, M Cortés, CP Dumont, R Escribano, M Fernández, JA Gajardo, CF Gaymer, I Gomez, AE González, HE González, PA Haye, JE Illanes, JL Iriarte, DL Lancellotti, G Luna-Jorquera, C Luxoro, PH Manriquez, V Marín, P Muñoz, SA Navarrete, E Pérez, E Poulin, J Sellanes, HH Sepúlveda, W Stotz, F Tala, A Thomas, CA Vargas, JA Vásquez & JMA Vega. 2007. The Humboldt Current system of northern and central Chile oceanographic processes, ecological interactions and socioeconomic feedback. Oceanography and Marine Biology: an Annual Review 45: 195-344.

Vargas, R. Smith-Ramírez, C., González, C. & Fernández, M. 2011. Reservas de la Biósfera Archipiélago Juan Fernández: endemismo para conservar. En (Moreira-Muñoz, A.) Reservas de la Biósfera de Chile: laboratorios de sustentabilidad.