

Protocolo de Bioseguridad Insular Parque Nacional Revillagigedo

Diciembre 2018



Autores:

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
Parque Nacional Revillagigedo
Secretaría de Marina – Armada de México
Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C.
Comité de Bioseguridad Insular



El Protocolo de Bioseguridad se ha realizado con fondos del Proyecto GEF-Invasoras 00089333 “Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras”, en estrecha coordinación entre la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y el Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. (GECI) y con financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés) y del Programa de Conservación de Especies en Riesgo (CONANP-PROCER/CER/071/2018), a través del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Agradecemos al Pacific Invasives Initiative (PII) por permitirnos tomar como base la plantilla de Plan de Bioseguridad que forma parte del “Paquete de Recursos de Buenas Prácticas para la Erradicación”. Para su formulación se desarrollaron talleres participativos con miembros del Consejo Asesor de la entonces Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo (2016). Posteriormente, durante una reunión ordinaria del Consejo Asesor (20/09/2016) se conformó la Comisión de Bioseguridad Insular, cuyo objetivo es procurar la implementación del protocolo de bioseguridad insular, evaluar su efectividad y actualizarlo conforme pasa el tiempo. Actualmente, ante el cambio de categoría a Parque Nacional Revillagigedo, la designación de nuevo personal en la Dirección del ANP y la conformación reciente de su Consejo Asesor, dicho borrador se encuentra proceso de revisión.

Cita de este documento:

2018. Protocolo de Bioseguridad Insular, Parque Nacional Revillagigedo. Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. La Paz, B.C.S., México. 46 pp.

Foto de la portada: Isla Socorro. © GECI / J.A. Soriano



CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	4
1.1.	Archipiélago de Revillagigedo	7
1.2.	Acciones de restauración en el Archipiélago.....	9
2.2	Marco legal en materia de especies exóticas invasoras	10
1.3.	Identificación de las EEI de riesgo.....	10
1.4.	Principales vías y vectores de introducción	16
2.	ETAPAS DE BIOSEGURIDAD INSULAR.....	22
2.1.	Prevención	22
2.2.	Detección temprana	23
2.3.	Respuesta rápida	24
3.	REFERENCIAS	26
4.	ANEXOS	35
	ANEXO I. ACCIONES DE PREVENCIÓN	35
	ANEXO II. ACCIONES DE DETECCIÓN TEMPRANA.....	39
	ANEXO III. ACCIONES DE RESPUESTA RÁPIDA	44

Protocolo de Bioseguridad Insular Archipiélago de Revillagigedo

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los más importantes impactos de las actividades humanas ha sido la introducción intencional o accidental de especies de flora y fauna a nuevos ambientes. Cuando dichas especies se encuentran fuera de su área de distribución natural original y han logrado establecerse y expandir su población causando impactos en el ecosistema se conocen como especies exóticas invasoras (EEI) (Blackburn *et al.*, 2011). Las EEI, junto con la destrucción de hábitats, son la principal amenaza de la biodiversidad, los ecosistemas y por ende de sus servicios ambientales. En los últimos 400 años, alrededor del 50% de las extinciones a nivel mundial han ocurrido en las islas (Convenio sobre Diversidad Biológica); de éstas, 67% se deben a la introducción EEI (Diamond, 1989; Blackburn *et al.*, 2004). Las EEI generan serias consecuencias sobre la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas, por ejemplo interrumpen los ciclos biogeoquímicos y la estructura de las redes tróficas. Además de los daños ecológicos, estas especies provocan pérdidas económicas y problemas sanitarios que afectan directamente la calidad de vida y salud de las comunidades (Reaser *et al.*, 2007). Las EEI más exitosas son oportunistas y generalistas, ya que tienen ventajas competitivas ante las especies nativas, además actúan como depredadores y vectores de transmisión de enfermedades afectando gravemente la supervivencia de otras especies.

En México se encuentran al menos 46 de las 100 especies invasoras más dañinas del mundo, las cuales están afectando todos los ecosistemas de nuestro país (Aguirre-Muñoz *et al.*, 2009). En particular, la riqueza biológica de los ecosistemas insulares se ha visto seriamente amenazada durante los últimos siglos por la introducción de estas especies. Las islas se caracterizan por mantener un gran número de especies endémicas, además de ser importantes áreas de refugio y crianza para diversas especies de aves y mamíferos marinos (Tershy & Breese, 1997; Aguirre Muñoz *et al.*, 2016). Por su historia evolutiva de aislamiento, las especies endémicas y nativas de las islas se han desarrollado en nichos ecológicos muy estrechos, es decir con necesidades e interacciones con especies del mismo ecosistema muy específicas, y han evolucionado en ausencia de depredadores, careciendo de mecanismos de defensa, por lo que son especies muy vulnerables y con poca resiliencia. Como consecuencia, es 40 veces más probable que ocurran extinciones de especies insulares que de especies continentales.

Debido a su gran biodiversidad, a que son hábitat clave para el descanso, refugio y reproducción de especies migratorias las islas mexicanas son de primordial importancia para la conservación. En contraste con su tamaño, las islas mexicanas, albergan 14 veces más endemismos que el territorio continental, aproximadamente el 20% del total de plantas, aves y reptiles habitan en ellas; de las cuales más de 200 vertebrados y 110 plantas son endémicas a las islas (Aguirre-Muñoz *et al.*, 2009). En las islas de México, el 76% de los vertebrados endémicos se han extinguido a causa de la depredación y



competencia por parte de las EEI (Aguirre-Muñoz *et al.* 2011). Los mamíferos invasores, entre los que se encuentran ratas, gatos, cabras y borregos ferales son las principales especies que han provocado la extinción y extirpación de especies insulares en el país. Tan sólo por citar un ejemplo, los gatos ferales han causado la extinción de al menos diez roedores endémicos en las islas del noroeste de México (Parker, 1996; Nogales *et al.*, 2004). A la fecha se han erradicado 60 poblaciones de mamíferos invasores en 39 islas mexicanas, lo que ha permitido la recuperación de una gran cantidad de especies, sin embargo, aún queda un número similar de islas por restaurar (Aguirre-Muñoz *et al.* 2018).

La globalización y mejora en el transporte ha incrementado las vías de introducción de las EEI a las islas (Shine *et al.*, 2000). Las invasiones se componen de tres fases: incursión, establecimiento y expansión. Una "incursión" se refiere al supuesto de que una especie ha llegado a una isla, pero donde aún no hay una población establecida, mientras que una "invasión" es lo que sigue a una incursión, cuando una población de la especie se establece en el ecosistema (Russell *et al.*, 2008). Por falta de vigilancia fronteriza, prevención y control en las vías de introducción aérea y marítima, se ha propiciado la introducción de estas especies a los ecosistemas. En la actualidad resulta necesario un cambio de paradigma, no solamente dedicarse a manejar EEI en las áreas donde ya se han establecido, si no ser proactivos para prevenir incursiones (CANTIM, 2012).

Implementación de la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México: prevención, control y erradicación

Publicada en 2010, la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras (ENEI) busca dirigir las acciones del país para el manejo de especies exóticas invasoras. Fue formulada de manera participativa, por un Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, el cual fue conformado por expertos en la materia pertenecientes a agencias gubernamentales, universidades y organizaciones de la sociedad civil. La Estrategia cuenta con cinco acciones transversales: 1) Revisar, adecuar y desarrollar el marco legal y normativo; 2) Desarrollar capacidades científicas, técnicas, humanas e institucionales; 3) Establecer la coordinación entre poderes, intergubernamental, interinstitucional y con la sociedad; 4) Impulsar la divulgación, la educación y la concientización de la sociedad en general; y 5) Generar conocimiento para la toma de decisiones informadas. De las acciones mencionadas devienen tres objetivos: A) Prevenir, detectar y reducir el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de especies invasoras; B) Establecer programas de control y erradicación de poblaciones de especies invasoras que minimicen o eliminen sus impactos negativos y favorezcan la restauración y conservación de los ecosistemas; y C) Informar oportuna y eficazmente a la sociedad para que asuma responsablemente las acciones a su alcance en la prevención, control y erradicación de las especies invasoras (CANEI, 2010).

La implementación de la Estrategia Nacional implica estrecha coordinación y colaboración interinstitucional en los ámbitos tanto federales como locales. Con este fin se obtuvo financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés), bajo el proyecto "Fortalecer las capacidades de México para manejar especies invasoras a



través de la implementación de la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras”. Este proyecto es ejecutado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y coordinado por la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO) junto con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), en sociedad con el Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. (GECI) para el componente insular. El proyecto se desarrolla en 15 áreas prioritarias de conservación que sustentan ecosistemas relevantes a nivel global. El objetivo principal es evitar la entrada y dispersión de EEI mediante la prevención y la aplicación de sistemas de detección temprana y respuesta rápida, a fin de evitar su establecimiento y, de esta manera, evitar el costoso esfuerzo de control y erradicación (Born-Schmidt *et al.*, 2017).

Bioseguridad Insular

La bioseguridad insular (BI) se refiere a la protección de los ecosistemas, la economía y salud humana de los impactos negativos asociados a la introducción, establecimiento o crecimiento poblacional de EEI. La BI reduce el riesgo de introducciones de EEI a través de la implementación de políticas públicas y medidas preventivas para proteger la biodiversidad de las islas (Russell *et al.*, 2008). Su objetivo es impedir la llegada o el establecimiento de cualquier EEI y consta de tres componentes: la prevención o cuarentena, la vigilancia o detección temprana y la respuesta rápida a incursiones (Wittenberg & Cock, 2001; Sagolo & Reed, 2010).

La prevención incluye la identificación de las vías de introducción de las EEI que potencialmente podrían llegar a una isla, la evaluación del riesgo de introducción y el establecimiento de procedimientos para minimizar dicho riesgo (Parkes, 2013). La clave detrás de la prevención es poner tantos obstáculos como sea posible a lo largo de las rutas de las vías de introducción para reducir la probabilidad de transportar EEI a las islas; por lo que esta fase generalmente se realiza en continente, en los puntos de embarque de bienes y personas como lo son los muelles, embarcaderos y aeropuertos. Una de las principales causas de introducción de EEI a las islas es debido a que las personas no conocen las potenciales consecuencias de la introducción de especies (Moore *et al.*, 2010), por lo que, además, es necesario realizar campañas de concientización y educación ambiental para los usuarios de las islas.

Por su parte, la detección temprana u oportuna se refiere al monitoreo, continuo y de largo plazo en zonas vulnerables, para determinar si ha ocurrido una incursión de una EEI a la isla. Para ello, es necesario contar con sitios de vigilancia que permitan la revisión de objetos que lleguen a las islas, personal que tenga conocimientos de identificación indirecta, como rastros y excretas, y monitoreo constante en sitios de afluencia. Si a través de la detección se confirma que hubo una incursión, se deberán tomar las medidas necesarias para responder de manera oportuna.

La respuesta rápida a una incursión es la estrategia a seguir con la finalidad de eliminar totalmente a dicha especie de la isla, antes de que se reproduzca y disperse u ocasione



impactos negativos significativos (Moore *et al.*, 2010). Una vez que se eliminó la posible amenaza de una nueva incursión, se deben de realizar monitoreos de confirmación para tener la certeza de que ya no hay presencia de EEI.

Para que cualquier Protocolo de Bioseguridad Insular (PBI) sea efectivo, resulta fundamental involucrar a la comunidad local, así como a los usuarios de las islas durante todas las fases; ya que, por una parte, ellos son el principal vector de introducción de EEI a las islas –al trasladarse continuamente entre el continente y las islas–, pero además, pueden ser los encargados de mantener las islas libres de dichas especies. Por ello, la educación y la sensibilización ambiental, así como la divulgación, son un componente clave (Aguirre-Muñoz *et al.*, 2013).

Este PBI está dirigido a todos los usuarios de la isla –desde habitantes locales hasta visitantes de breve estancia–, y debe implicar acciones de colaboración continua entre todos los actores involucrados, idealmente agrupados por sector o actividad. Su implementación, así como la evaluación y el seguimiento del mismo, estará a cargo de la Comisión Especial de Bioseguridad del Archipiélago de Revillagigedo, con representación del sector gubernamental, de instituciones académicas, de empresas privadas y de organizaciones de la sociedad civil.

1.1. Archipiélago de Revillagigedo

El Archipiélago de Revillagigedo está integrado por las islas Socorro, Clarión, San Benedicto y el islote Roca Partida (Figura 1). Se localiza en el Pacífico tropical mexicano a 383 km de Cabo San Lucas, Baja California Sur y a 662 km de Manzanillo, Colima (SEMARNAT, 2004).

En 1994 el archipiélago, junto con sus zonas marinas circundantes, fue declarado Área Natural Protegida con carácter de Reserva de la Biosfera, con una superficie total de 6,367.2 km². El 17 de julio de 2016 fue decretado Patrimonio Mundial Natural de la UNESCO por su Valor Universal Excepcional (VUE) gracias a la rica biodiversidad que albergan sus islas. Posteriormente, el 27 de noviembre de 2017, se decretó Parque Nacional Archipiélago de Revillagigedo, aumentando la superficie protegida a 148,087 km² (DOF, 2017). Además, es considerado Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA MX036). Por sus características, las islas del archipiélago de Revillagigedo son prioridades de conservación y restauración del país (CANTIM, 2012; Latofski-Robles *et al.*, 2014). Por otra parte, el Archipiélago está ubicado en un área importante para salvaguardar la soberanía nacional, por lo que en 1957 la SEMAR estableció un destacamento militar en la isla Socorro.

Entre las islas del archipiélago de Revillagigedo, Isla Socorro tiene la mayor altitud (1,050 msnm) y superficie (132 km²) (Ortiz Alcaraz *et al.*, 2016a); además alberga la mayor riqueza biológica de vegetales, con 118 especies nativas (Miranda F, 1960; Rzedowski.,



1991; León de la Luz *et al.*, 1994; Rzedowski y Calderón., 2002) y 39 especies endémicas al archipiélago; de las cuales, 30 son estrictamente endémicas de isla Socorro (Martínez-Gómez y Curry, 1996; Flores-Palacios *et al.*, 2009; Martínez-Gómez, 2013). De manera similar, la mayoría de los vertebrados terrestres son endémicos; tal es el caso de las 10 especies de aves terrestres residentes –como el cenizote de Socorro (*Mimus graysoni*), y la parula de Socorro (*Setophaga pitiauyumi graysoni*), entre otras, y el único reptil, la lagartija azul (*Urosaurus auriculatus*) (Brattstrom, 1990; Galina *et al.*, 1994a; Galina *et al.*, 1994b; Rodríguez-Estrella *et al.*, 1994; Escalante-Pliego *et al.*, 1993). Se sabe además que la pardela de Revillagigedo (*Puffinus auricularis*) –probablemente el ave mexicana en mayor peligro de extinción (Everett & Anderson, 1991; Martínez-Gómez & Jacobsen, 2004)– sólo tiene colonias en esta isla, a pesar de que en el pasado contaba con colonias de anidación en las islas Clarión y San Benedicto (GECI, datos no publicados).

Por su parte, Isla Clarión, con una superficie de 19.58 km², alberga el 26% del total de las especies de plantas del archipiélago, las cuales son estrictamente endémicas para la isla (Johnston, 1931; Challenger, 1998); destacan abundantes especies de cactáceas, arbustos y pastos. También presenta un alto número de vertebrados endémicos, como la lagartija de árbol de Isla Clarión (*Urosaurus clarionensis*), la culebra chiriadora de Isla Clarión (*Masticophis anthonyi clarionensis*) y la paloma huilota de Clarión (*Zenaida macroura clarionensis*). Diversas aves marinas anidan en el archipiélago, como el albatros de Laysan (*Phoebastria immutabilis*), el bobo de patas rojas (*Sula sula*), el bobo enmascarado (*S. dactylatra*) y el bobo de nazca (*S. granti*), entre otros.

Isla San Benedicto tenía una flora similar a la de Isla Socorro, sin embargo, perdió toda su vegetación debido a la erupción del volcán Bárcena en 1952-53. Se ha recuperado lentamente a través de los años, y ya en 1994 se registraron 12 especies, 9 de las cuales son endémicas del archipiélago y 3 exclusivas de San Benedicto (Aguirre-Muñoz *et al.*, 2015).

El archipiélago también es de vital importancia para la alimentación, reproducción y migración de especies de mamíferos marinos, elasmobranquios, peces y tortugas marinas. Dentro de las especies marinas con relevancia ecológica se encuentran las morenas (géneros *Echidna* y *Gymnothorax*), peces ángel (*Holacanthus clarionensis*), ballenas grises (*Eschrichtius robustus*), toninas (*Tursiops truncatus*), anguilas y moluscos. Además, es un área importante para la generación de conocimientos científicos terrestres y marinos, por lo que tiene gran relevancia como un laboratorio natural (CONANP, 2004).

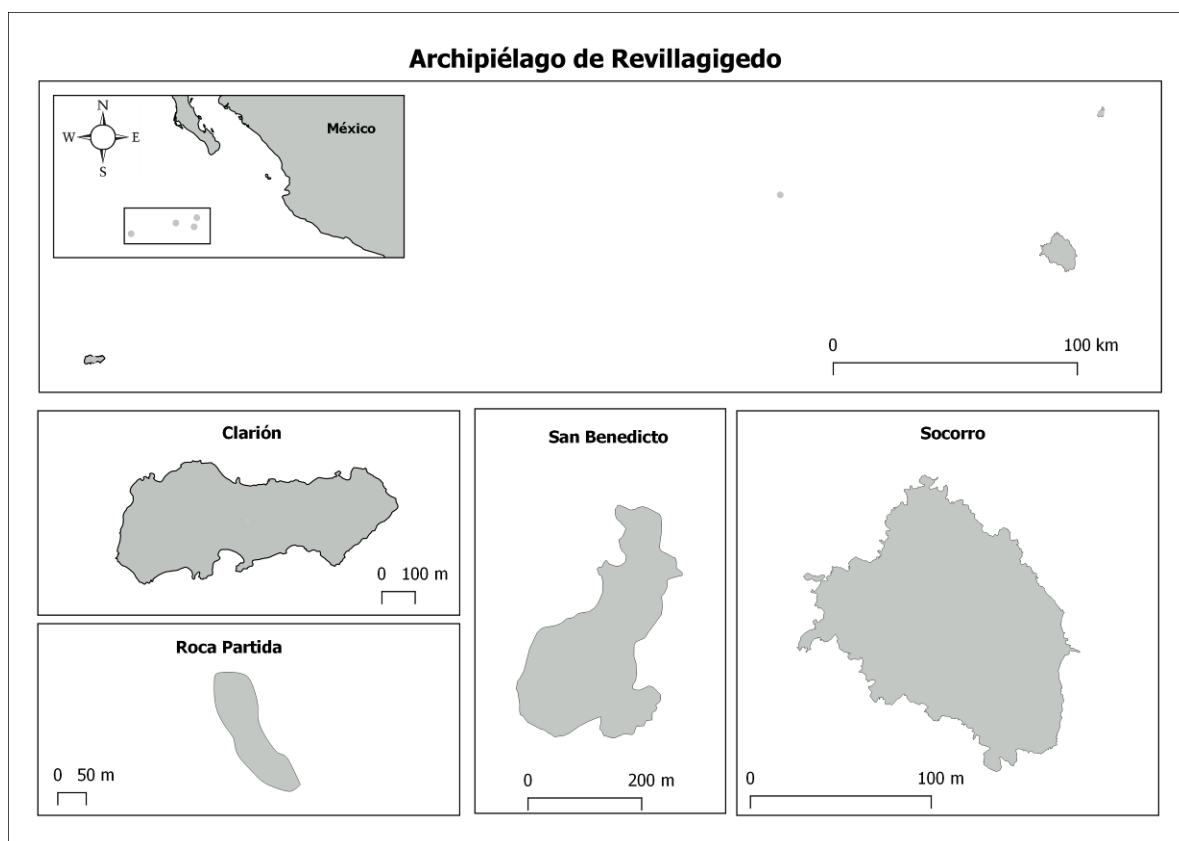


Figura 1. Ubicación geográfica de las islas del Parque Nacional Revillagigedo.

1.2. Acciones de restauración en el Archipiélago

La presencia de EEI en las islas del Archipiélago ha alterado gravemente el ecosistema durante muchos años (Levin and Moran, 1989). En isla Socorro, los gatos (*Felis silvestris catus*) y borregos (*Ovis aries*) domésticos causaron la extinción de especies endémicas y produjeron extirpaciones, pérdida de la cobertura vegetal, compactación del suelo, erosión y daño al arrecife coralino (Ortega-Rubio *et al.*, 1992; Arnaud *et al.*, 1993; Maya-Delgado *et al.*, 1994; Ochoa-López *et al.*, 1998). Actualmente, la isla pasa por un notable proceso de recuperación gracias a la exitosa erradicación de borrego –terminada en 2011–, y el avanzado estado de la erradicación de gato feral, ambos proyectos ejecutados por el Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. (GECI), en estrecha colaboración con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y la Secretaría de Marina – Armada de México (SEMAR) (Ortiz Alcaraz *et al.*, 2016b; Aguirre-Muñoz *et al.*, 2016).

Además se tiene registro de paloma turca (*Streptopelia decaocto*), especie invasora en las islas Socorro y Clarión; sin embargo, hacen falta más estudios para evaluar su distribución, abundancia e impactos (González Zamora *et al.* 2015). Por otro lado, en 1994 la SEMAR actuó de manera oportuna al erradicar la paloma doméstica (*Columba livia*) que había

llegado a la estación en isla Socorro (Soorae, 2010).

En Isla Clarión se introdujeron cerdos (*Sus scofra*), borregos (*Ovis aries*) y conejos (*Oryctolagus cuniculus*). También se tiene registros de geckos (*Gehyra mutilata*) introducidos (Gonzalez Medina *et al.*, 2017). En el 2002, GECI logró la erradicación de borregos y cerdos (Aguirre-Muñoz *et al.* 2011). Sin embargo, los conejos todavía son abundantes, causando mucho daño a la vegetación y a las especies de aves marinas que anidan en madriguera. También habitan la isla algunas poblaciones de iguana (*Ctenosaura pectinata*) introducida, aunque para esta especie no existe información sobre su estado de invasión en la isla.

2.2 Marco legal en materia de especies exóticas invasoras

Aunque existen algunos vacíos y omisiones en la normatividad en torno a las EEI, a la fecha existen diversos instrumentos legales que explícitamente prohíben la introducción de EEI al medio silvestre. La Ley General de Vida Silvestre, en el Artículo 27 Bis establece que “No se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticas invasoras” (DOF, 2014, pp. 15). En el caso de las Áreas Naturales Protegidas, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (DOF, 2014, pp. 34) plantea en el Artículo 46, que “En las áreas naturales protegidas queda prohibida la introducción de especies exóticas invasoras”. Por otro lado, los Programas de Manejo de estas áreas establecen medidas en torno a las EEI. En el Programa de Manejo de la RBAR se incluye el componente denominado “Componente protección contra especies invasoras y control de especies nocivas” que tiene como objetivos específicos: “Prevenir la introducción de especies ajenas al archipiélago mediante un programa de educación y vigilancia”, “Definir los métodos de control o erradicación de las poblaciones de flora exótica” y “Erradicar las especies exóticas de mamíferos, e implementar el control de especies nocivas o plagas” (CONANP, 2004, pp. 92). De lo anterior se desprende la necesidad de desarrollar un plan de bioseguridad que permita establecer mecanismos y acciones para prevenir la introducción y establecimiento de nuevas EEI en el Parque Nacional.

1.3. Identificación de las EEI de riesgo

Las EEI se clasifican de acuerdo a la severidad de impacto que generan en tres dimensiones, los impactos que tienen sobre la biodiversidad, los daños económicos generados y las afectaciones culturales (Cuadro 1). Teniendo dicha clasificación en cuenta, en el Cuadro 2 se describen las especies que se han identificado como EEI con posible riesgo de introducción o re-introducción al archipiélago.

Cuadro 1. Definiciones de la severidad de impacto de las EEI.

Categoría de impacto	Explicación de severidad del impacto		
	Biodiversidad	Económico	Cultural
Crítico	Pérdida de más de una especie nativa de la isla.	Pérdidas económicas graves por parte de los usuarios a corto, mediano y largo plazo.	Afectación directa a la salud de los usuarios. Pérdida del recurso biológico como parte de la herencia.
Alto	Pérdida de al menos una especie nativa de la isla.	Pérdidas económicas altas por parte de los usuarios a corto y mediano plazo.	Afectación directa a la salud de los usuarios.
Medio	Disminución en las poblaciones de varias especies nativas.	Pérdidas económicas medianas por parte de los usuarios a corto y mediano plazo.	Afectación directa a la salud de los usuarios.
Bajo	Disminución en la población de al menos una especie nativa, no endémica.	Pérdidas económicas bajas por parte de los usuarios a corto y mediano plazo.	Afectación directa a la salud de los usuarios.

Cuadro 2. Listado no exhaustivo de posibles EEI que podrían ser introducidas o re-introducidas en el Archipiélago de Revillagigedo.

Especie invasora	Severidad del impacto	Descripción del impacto	Referencia
Plantas terrestres			
Hielito <i>Carpobrotus spp.</i> Sinonimia <i>Mesembryanthemum spp.</i>	Crítico	Competencia y desplazamiento de especies nativas. Invade todo tipo de ecosistemas. Pérdida de hábitat para las aves marinas. Incrementan la salinidad del suelo.	GISD, 2014. D'Antonio <i>et al.</i> 1991. Conser & Connor, 2009.
Zacate buffel <i>Cenchrus ciliaris</i> ^o	Crítico	Incrementa el riesgo de incendio y la duración;	CONABIO, 2014.

Especie invasora	Severidad del impacto	Descripción del impacto	Referencia
Pasto cola de gato <i>Pennisetum setaceum</i>		Reducción de la biodiversidad vegetal. Disminución de hábitat para las poblaciones de aves nativas.	GISD, 2014.
Huizapol <i>Cenchrus echinatus</i> ¹⁰	Alto	Invasora muy efectiva. Competencia y desplazamiento de especies de plantas nativas. Afectación a las especies de aves nativas (polluelos).	CONABIO, 2014. GISD, 2014.
Chamizo o cardo ruso± <i>Salsola tragus</i> (sin. <i>S. kali</i>)	Alto	Desplazamiento de plantas nativas. Disminución de hábitat para aves terrestres. De fácil y rápida dispersión.	CONABIO, 2014. GISD, 2014.
Pino salado <i>Tamarix ramosissima</i>	Alto	Competencia y desplazamiento de plantas nativas. Alteración de la cadena trófica en ecosistemas acuáticos. Favorece la dispersión de incendios. Provoca desecación de suelos.	GISD, 2014.
Plantas para consumo humano: hortalizas, árboles frutales, etc. así como plantas de ornato incluyendo pastos y malezas.	Alto	Potencial escape de confinamiento y desplazamiento de especies vegetales nativas por medio de competencia. Alteración de las propiedades del suelo.	Reichard & White, 2001.
Invertebrados acuáticos			
Almeja asiática <i>Corbicula fluminea</i> Ostión del Pacífico <i>Crassostrea gigas</i> Mejillón cebra <i>Dreissena polymorpha</i> Caracol tornillo <i>Melanoides tuberculata</i> Caracoles de lodo de Nueva Zelanda	Alto	Competencia con especies nativas; depredación de especies nativas (plancton) y modificaciones en la cadena alimenticia; transmisión de enfermedades, hibridación con especies nativas; destrucción de hábitat y eutrofización de cuerpos de agua.	CONABIO, 2014. GISD, 2014; Goldburg & Triplett. 1997

Especie invasora	Severidad del impacto	Descripción del impacto	Referencia
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>			
Invertebrados terrestres			
Hormiga loca <i>Anoplolepis gracilipes</i> Abeja africana <i>Apis mellifera scutellata</i> Hormiga argentina <i>Linepithema humile</i> Hormiga roja de fuego <i>Solenopsis invicta</i>	Crítico	Desplazamiento de comunidades de invertebrados nativos. Depredación de especies nativas. Impacto indirecto en la polinización de la vegetación nativa. Transmisión de enfermedades.	CONABIO, 2014. Mack <i>et al.</i> 2000; Jiménez & Aguilar, 1994
Reptiles			
Lagartija común <i>Uta stansburiana</i>	Mediano	Depredación de invertebrados (artrópodos) incluyendo arañas. Competencia por el alimento con aves insectívoras. Impactos negativos en las poblaciones de aves.	Samaniego-Herrera <i>et al.</i> , 2007
Besucón <i>Hemidactylus frenatus</i> ¹⁰ Geco casero tropical <i>Hemidactylus mabouia</i>	Mediano	Competencia con otros reptiles ha causado la extirpación de especies nativas. Reducción de la biodiversidad nativa.	GISD, 2015.
Iguana negra <i>Ctenosaura pectinata</i> ¹¹	Mediano	Competencia con otros reptiles endémicos. Impactos en las poblaciones de aves por alimentarse de huevos y polluelos.	CONABIO, 2017.
Aves			
Paloma común <i>Columba livia</i>	Alto	Transmisión de enfermedades a aves nativas. Contaminación de fuentes de agua y alteraciones en suelo por	CONABIO, 2014. Olalla <i>et al.</i> , 2009.

Especie invasora	Severidad del impacto	Descripción del impacto	Referencia
		heces. Transmisión de enfermedades al ser humano (histoplasmosis, salmonelosis, psotacosis, criptococcosis).	
Gorrión doméstico <i>Passer domesticus</i>	Mediano	Competencia con aves nativas, tanto por alimento como por sitios de anidación. Potencial transmisor de enfermedades como la encefalitis equina del oeste.	CONABIO, 2014. Gómez de Silva <i>et al.</i> 2005.
Paloma de collar <i>Streptopelia decaocto</i>	Alto	Competencia con aves nativas como <i>Zenaida macroura</i> . Transmisora de enfermedades como el virus del Nilo y circovirus.	CONABIO, 2014. GISD, 2014.
Estornino pinto <i>Sturnus vulgaris</i>	Alto	Competencia con aves nativas por el alimento y sitios de anidación (usurpadores de nidos). Depredación de invertebrados nativos.	CONABIO, 2014. GISD, 2014.
Tordo cabeza café <i>Molothrus ater</i>	Alto	Parasitismo de nidos y competencia con aves nativas por el alimento.	GISD, 2017.
Mamíferos			
Perro doméstico <i>Canis familiaris</i>	Alto	Depredación de aves marinas y terrestres. Transmisión de enfermedades.	Gallo-Reynoso & García-Aguilar, 2012. Álvarez-Romero & Medellín, 2005.
Gato doméstico± <i>Felis catus</i>	Crítico	Depredación de vertebrados e invertebrados, especialmente aves marinas. Responsable de extinciones y extirpaciones en islas del Pacífico y golfo de California. Transmisión de enfermedades.	GISD, 2014. Nogales <i>et al.</i> , 2004. Luna-Mendoza <i>et al.</i> , 2011; (Llinas-Gutiérrez,

Especie invasora	Severidad del impacto	Descripción del impacto	Referencia
			1994)
Conejo europeo [∞] <i>Oryctolagus cuniculus</i>	Crítico	Grave modificación de las comunidades vegetales. Extirpación y extinción de especies de plantas. Competencia por sitios de reproducción y refugio con aves marinas nocturnas (que habitan en madrigueras). Impacto indirecto en las poblaciones de aves por un incremento en la densidad de gatos ferales (mayor disponibilidad de alimento).	CONABIO, 2014. GISD, 2014. Bried <i>et al.</i> , 2009.
Rata negra <i>Rattus rattus</i> Rata café <i>Rattus norvegicus</i>	Crítico	Depredación y competencia con especies de flora y fauna nativa. Frecuentemente asociada a extinciones y extirpaciones. Las aves marinas e invertebrados son especialmente susceptibles a los impactos por esta especie. Transmisión de enfermedades.	CONABIO, 2014. Courchamp <i>et al.</i> , 2003.
Ratón doméstico [¥] <i>Mus musculus</i>	Alto	Depredación y competencia con especies de flora y fauna nativa. Causantes de daños a equipo, infraestructura y comida de consumo humano. Transmisión de enfermedades.	CONABIO, 2014. Courchamp <i>et al.</i> , 2003
Borrego feral* <i>Ovis aries</i>	Crítico	Alteración de la estructura y composición de las comunidades de plantas, causando extinciones. Compactación y erosión del suelo.	Parkes, 1984. Ortiz Alcaraz <i>et al.</i> , 2016a; Llinas-Gutiérrez, 1994.

* Erradicada de la isla Socorro.

± Actualmente presente en la isla Socorro, pero en proceso de lograr su erradicación.

¥ Actualmente presente en isla Socorro, pero es probable que sea erradicada en un futuro.

[∞] Presente en Isla Socorro.



∞ Actualmente presente en la isla Clarión, pero es probable que sea erradicada en un futuro.

1.4. Principales vías y vectores de introducción

Las vías de introducción son aquellos procesos por los que se traslada una especie de la región de donde es nativa a una nueva área a donde no llegaría por dispersión natural por medio de vectores (Lockwood *et al.*, 2007). Estos vectores son los medios, las actividades o los productos que transportan a las EEI a un nuevo entorno, sea de manera intencional o accidental (Koike *et al.* 2006).

El análisis y manejo de las rutas de introducción representa una herramienta esencial en los PBI para prevenir la entrada y dispersión de EEI. Dicho análisis consiste en identificar los posibles procesos de introducción, los vectores y las especies potenciales que pueden ser transportadas, desde su inicio hasta su destino. Algunos de los factores que deben considerarse son la velocidad de los vectores, la frecuencia de los viajes, la temporada del año, la cantidad de individuos, el tipo de especie susceptible de ser transportada y la similitud del área con la región de origen, entre otros (Koleff, 2011).

En el Archipiélago de Revillagigedo se realizan cuatro actividades principales:

Manejo, protección e inspección del área: el Parque Nacional es administrado por la CONANP, quien lleva a cabo sus visitas a la isla en coordinación con la SEMAR y empresas turísticas. Otras autoridades involucradas, en menor medida, en esta actividad son PROFEPA, CONAPESCA y CONAFOR.

Seguridad nacional: la SEMAR cuenta con instalaciones tanto en isla Socorro como en isla Clarión, en donde se encuentran destacamentos permanentes. El personal se rota mensualmente, lo que implica el movimiento de buques que parten de la base naval de Manzanillo hacia las islas. Con mucha menor frecuencia, también se realizan visitas por medio de aviones que salen de la Ciudad de México directo a la pista de aterrizaje o helipuerto de isla Socorro e isla Clarión.

Investigación: siendo las islas del archipiélago sitios tan relevantes son muy frecuentadas por investigadores de instituciones nacionales e internacionales, la mayoría pertenecientes a universidades y centros de investigación. Debido a la actividad volcánica de la isla también es frecuentada por Servicio Sismológico Nacional (SSN). Para llegar, los investigadores necesitan contar con permiso por parte de SEGOB, SEMARNAT y de la CONANP y generalmente se hace por medio de la comunicación con la SEMAR o contratando alguna empresa turística.

Turismo: Los turistas realizan actividades de buceo y pesca deportiva, las cuales se realizan desde las embarcaciones y sólo se llega a las islas en caso de una emergencia. En algunos casos el turismo se hace en embarcaciones particulares y existen diversas empresas turísticas que suelen partir a las islas desde diversos puertos en Baja California Sur.

Para realizar estas actividades, existen al menos 14 puntos de desembarque hacia el archipiélago de Revillagigedo, que son utilizados con mayor o menor frecuencia (Cuadro 3): La Paz, Cabo San Lucas, San José de Cabo, en Baja California Sur; Topolobampo y Mazatlán, en Sinaloa; La Cruz de Huanacastle en Nayarit; Puerto Vallarta, en Jalisco; Manzanillo en Colima; Lázaro Cárdenas en Michoacán; Acapulco en Guerrero; e incluso algunos puertos de Chiapas. También existen casos (aislados) en los que las embarcaciones zarpan de San Diego, en los Estados Unidos, desde donde viajan directamente a la Isla Clarión. Además, por avión se despegan desde la Ciudad de México y Guadalajara hacia las Islas Socorro y Clarión. De todos estos, los puertos localizados en Manzanillo, La Paz, Cabo San Lucas y San José del Cabo son los puntos de salida que se usan con mayor frecuencia para viajar hacia el archipiélago, por lo que representan los principales puntos críticos de control, y por lo tanto, serán los sitios prioritarios donde se enfocarán los esfuerzos de prevención de este PBI (Figura 2).

Cuadro 3. Puntos de salida hacia las islas de los diferentes actores que frecuentan la Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo.

Actor – Punto de partida		Manzanillo	La Paz	Cabo San Lucas	San José del Cabo
Actores gubernamentales	SEMAR	X			
	CONANP	X		X	X
	CONAFOR	X			
	PROFEPA	X			
	CONAPESCA	X			
	SSN	X			
Especialistas/ Investigación	UABCS		X	X	X
	GECI	X		X	X
	CICIMAR		X	X	X
	EI-INECOL	X		X	X
	Universidad de Guadalajara	X	X		
	ConCiencia A.C.		X	X	X
	Pelagios Kakunjá		X	X	X
Actores locales/ prestadores de servicios/ visitantes ocasionales	Nat Geo - Scripps			X	X
	Sea Escape		X		X
	Southern Sport			X	
	Sandman		X		
	Nautilus Explorer			X	X
	Where's John			X	X
	Solmar V			X	
	Adventure			X	
	Quino el Guardián				X
	Rocío del Mar				X
	Valentina				X
	Pesca Deportiva	X	X	X	X
	Pesca Comercial	X	X		

	Telecom	X			
	Televisa	X			

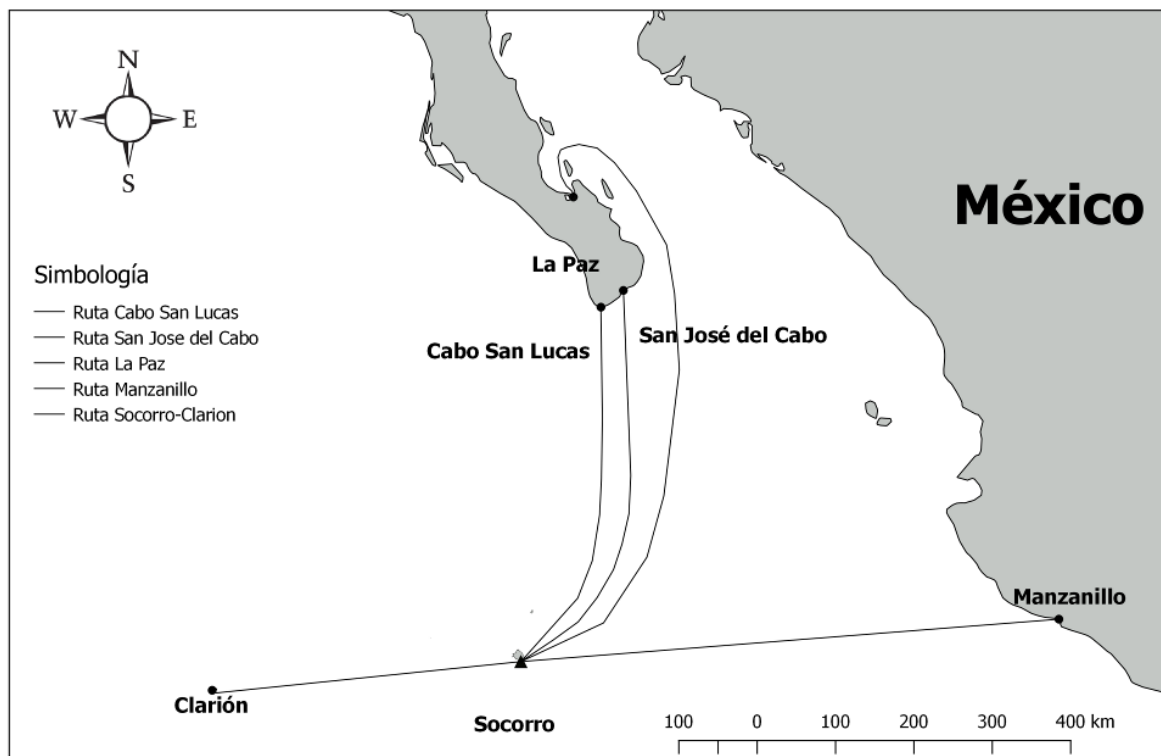


Figura 2. Principales rutas marítimas utilizadas para visitar las Islas Socorro y Clarión, en el Archipiélago de Revillagigedo.

En cuanto a los puntos de ingreso a las islas, existe un muelle del sector naval, una pista de aterrizaje y un helipuerto en isla Socorro (Figura 3). Por su parte, isla Clarión cuenta con dos puntos de acceso: un embarcadero y un helipuerto (Figura 4).

Las actividades descritas anteriormente, ponen de manifiesto que los principales vectores que podrían transportar a una EEI a las islas del Archipiélago son las embarcaciones – mayores y menores –, así como los aviones y los helicópteros que vuelan directo a las islas Socorro y Clarión. En el mismo contexto, todo el equipo transportado a las islas para las actividades que ahí se realizan, tales como equipaje y materiales, recipientes con víveres y vehículos, entre otros; representan los medios que las EEI podrían utilizar para llegar al Archipiélago (Cuadro 4), por lo que es necesario contemplarlos en las actividades de prevención de PBI.

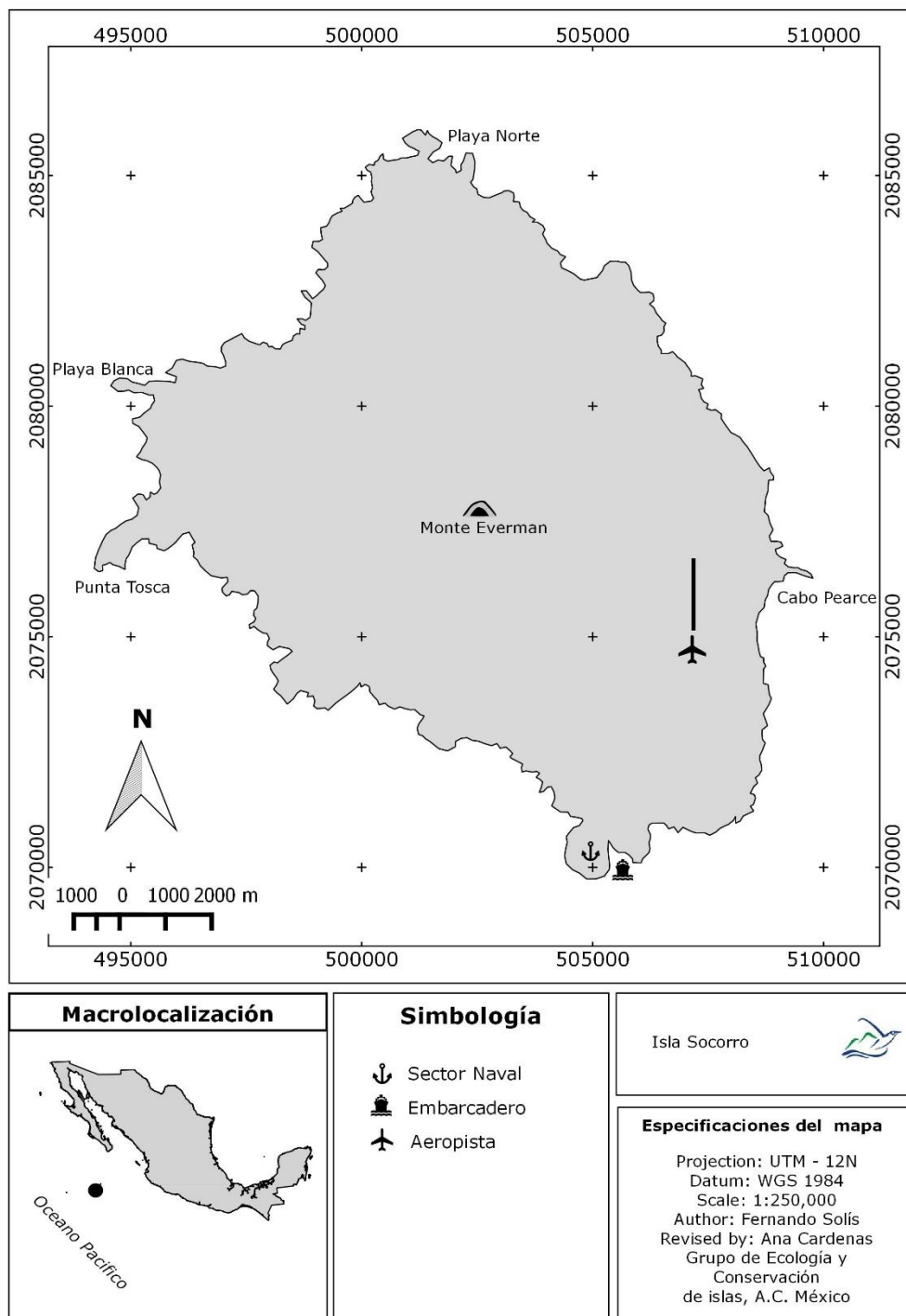


Figura 3. Puntos de acceso a la isla Socorro, Archipiélago de Revillagigedo.

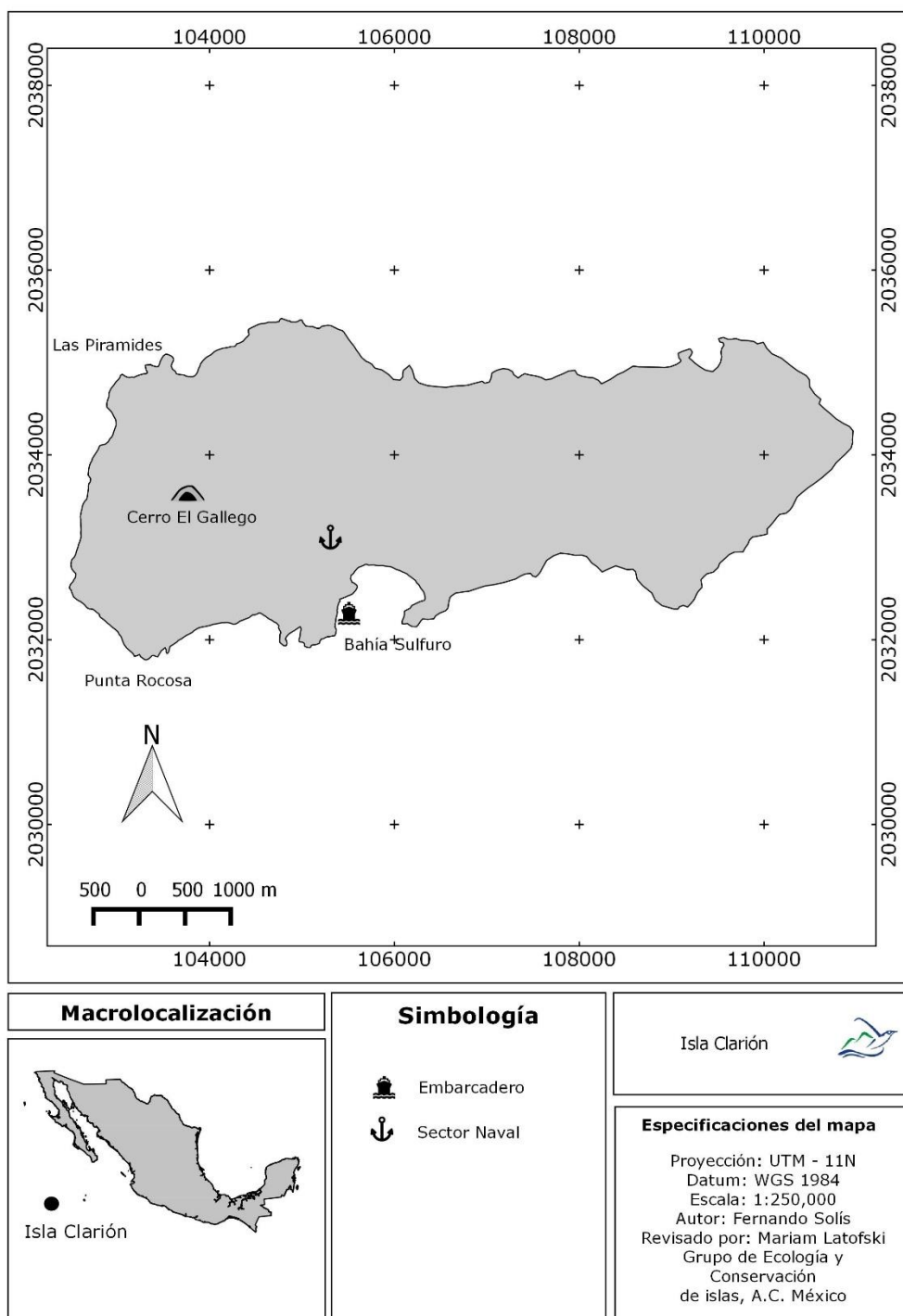


Figura 4. Puntos de acceso a la isla Clarión, Archipiélago de Revillagigedo.

Cuadro 4. Riesgos de introducción por vías y vectores de acuerdo a las características de uso del Parque Nacional Revillagigedo

Actividad	Vector	Tipo de organismo (EEI)									
		Roedores	Mascotas	Reptiles	Anfibios	Insectos	Microorganismos, quistes, esporas...	Propágulos y semillas de plantas	Ejemplares de plantas	Virus / patógenos	Invertebrados marinos
Turismo – PST – sin desembarque a las islas (buceo)	Contenedores con alimentos: cajas, bolsas, hieleras, etc.										
	Embarcaciones										
	Frutas y vegetales										
Turismo – PST – Grupos que desembarcan en las islas	Contenedores con alimentos: cajas, bolsas, hieleras, etc.										
	Pertenencias: maletas, mochilas, cajas, bolsas, costales										
	Embarcaciones menores: pangas										
	Frutas y vegetales										
	Mascotas										
	Vestimenta										
Turismo Embarcaciones privadas	Contenedores con alimentos: cajas, bolsas, hieleras, etc.										
	Equipaje: maletas, mochilas, cajas, bolsas, costales, etc.										
	Embarcaciones menores: yates y veleros										
	Equipo de acampar										
	Frutas y vegetales										
	Vestimenta y calzado										
	Mascotas										
	Plantas ornamentales										
Investigación – Actividades de monitoreo	Recipientes con víveres: cajas, bolsas, hieleras, etc.										
	Equipaje: maletas, mochilas, cajas, bolsas, costales, etc.										
	Embarcaciones menores: pangas										
	Equipo de acampar										
	Equipo de investigación										
	Frutas y vegetales										
	Vestimenta y calzado										
	Materiales de construcción, madera, tierra.										
Seguridad y Soberanía Nacional	Recipientes con víveres: cajas, bolsas, hieleras, etc.										
	Equipaje: maletas, mochilas, cajas, bolsas, costales, etc.										
	Embarcaciones menores										
	Materiales de construcción, madera, tierra.										

2. ETAPAS DE BIOSEGURIDAD INSULAR

A continuación se describen de manera general las tres fases de acción en el PBI. Para una revisión detallada será necesario consultar los anexos incluidos al final del documento.

2.1. Prevención

La prevención es la mejor manera de afrontar la problemática de las EEI, ya que representa la medida más costeable y económica que pueda aplicarse para combatir una invasión (Shine *et al.*, 2000). Las acciones durante esta etapa están enfocadas a evitar que las EEI lleguen a los ecosistemas insulares, mediante la implementación de múltiples barreras en el curso del traslado del continente hacia la isla o entre islas.

Existen dos tipos de introducciones: intencionales y accidentales. En el caso de una introducción intencional, las autoridades correspondientes deben establecer prohibiciones y aplicar las sanciones que correspondan (Anexo I). Aunque existen algunos vacíos y omisiones en la normatividad en torno a las EEI, a la fecha existen diversos instrumentos legales que prohíben su introducción al medio silvestre, entre ellos La Ley General de Vida Silvestre, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y los Programas de Manejo de cada ANP establecen medidas en torno a las EEI.

Sin embargo, en estos documentos sólo se hace referencia a las introducciones intencionales. Para asegurar la protección del archipiélago, resulta necesario establecer medidas para evitar introducciones accidentales, para lo cual se requiere de la colaboración estrecha interinstitucional, la participación de los visitantes de la isla, así como de un monitoreo constante en todas las vías de introducción previamente identificadas de acuerdo a las actividades que se realizan en el Archipiélago.

MEDIDAS PREVENTIVAS EN CONTINENTE

EN LOS MUELLES Y AEROPUERTOS:

Todas las medidas que se describen a continuación deben ser desarrolladas en los principales puntos de salida identificados como fuentes potenciales de introducción. En el Anexo I se detallan las acciones a seguir por cada actor involucrado.

1. Realizar acciones de inspección y supervisión de las instalaciones (muelles, marinas, rampas, aeropuertos, etc.) para asegurar que se encuentren limpios, o en su defecto, con densidades bajas de EEI.
2. Realizar acciones de inspección y supervisión de las embarcaciones, los aviones y los helicópteros para verificar que se encuentre limpios y que no exista evidencia de la presencia de roedores, insectos o reptiles.
3. Realizar acciones de inspección, supervisión y limpieza de pertenencias personales, equipo y víveres que se transporten a la isla.

4. Diseñar e implementar programas de control de roedores en los muelles, las marinas privadas y los aeropuertos.
5. Capacitar al personal que estará encargado de las acciones de inspección y supervisión.
6. Realizar campañas de educación ambiental y divulgación con la finalidad de informar, sensibilizar y concientizar a los diferentes actores involucrados y de esta forma se conozcan y difundan las medidas de bioseguridad que se deben realizar al visitar la isla.
7. Establecer sanciones para los usuarios que ignoren los reglamentos establecidos por las autoridades.

EN TRÁNSITO AL ARCHIPIÉLAGO:

1. Realizar recambios de agua de lastre previo a la llegada al polígono del Parque Nacional Revillagigedo, para evitar la introducción de EEI que han sido documentadas o tienen poblaciones establecidas en las cercanías de la costa (particularmente el puerto de Manzanillo).
2. Realizar inspecciones y en caso de encontrar algún individuo de una EEI durante el traslado a la isla, éste deberá ser capturado y sacrificado antes del arribo.

2.2. Detección temprana

La detección temprana se refiere a la búsqueda, activa o pasiva, de organismos que no fueron observados mediante los mecanismos de prevención y lograron incursionar a la isla. Las acciones a realizar durante esta etapa son esenciales para actuar oportunamente frente a una EEI antes de que logre establecerse (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2006).

Las acciones de detección temprana en el Parque Nacional Revillagigedo estarán basadas en un programa de vigilancia continua en las Islas Socorro y Clarión. Su implementación será dividida por zonas; en el Anexo II se detallan las acciones a seguir por cada actor involucrado durante esta etapa.

EN MUELLES DE LAS ISLAS SOCORRO Y CLARIÓN:

1. Instalación de una caseta de inspección, que cuente con todos los recursos necesarios (materiales y personal capacitado) para revisar todo lo que llegue a las islas y hacer frente a una posible incursión.
2. Colocación de dispositivos de detección en muelles y pistas aéreas.
3. Monitoreos periódicos enfocados a la detección de EEI de alto riesgo.

EN LAS INSTALACIONES:

1. Acciones de control periódicas en bodegas y cocinas.
2. Capacitación del personal para la identificación de rastros y manejo adecuado de la basura.



AL INTERIOR DE LA ISLA:

1. Implementación de monitoreos preventivos mediante transectos ubicados en sitios de mayor afluencia y con alto riesgo de introducciones.
2. Capacitación del personal para la implementación de los monitoreos de detección.

EN EL MAR:

1. Fomentar entre los buzos que frecuentan la zona el conocimiento de las EEI consideradas una amenaza para que den aviso a las autoridades pertinentes en caso de alguna observación en el área.

2.3. Respuesta rápida

La respuesta rápida hace referencia a todas aquellas acciones que deben realizarse de manera inmediata una vez que se detectó una EEI, con el objetivo de detener su establecimiento y dispersión en la isla (CANEI, 2010). Para agilizar el tiempo que transcurre desde la detección de la EEI hasta la implementación de una respuesta, es necesario contar con protocolos de contingencia en los que se establezcan las actividades que se deben seguir. También se debe de asegurar que existan fondos, materiales y equipo adecuados para llevar a cabo la respuesta rápida frente a nuevas invasiones. Tanto en esta etapa como en todas las anteriores, la cooperación interinstitucional es indispensable para que el PBI genere los resultados esperados (Capdevila *et al.*, 2006).

El tipo de respuesta dependerá de qué especie fue detectada y cuál es la amenaza que representa para el ecosistema. Las acciones que deben implementarse ante una posible incursión para controlar y remover a las EEI de manera eficiente en el Archipiélago de Revillagigedo son las siguientes:

1. Confirmar y reunir la información necesaria en caso de tener algún reporte de la presencia de una EEI en las islas, con la finalidad de evaluar el alcance y la severidad del problema.
2. Mantener un manual y personal capacitado en la isla para que realice las actividades correspondientes ante una posible incursión en la isla.
3. Asegurar que se cuente con el equipo adecuado y en buen estado para que, en caso de tener un reporte de EEI, sea posible dar una respuesta rápida y eficaz.
4. Mantener vigentes los permisos necesarios para poder implementar una respuesta rápida y eficiente.
5. Establecer convenios de colaboración con otras dependencias gubernamentales, instituciones académicas y organizaciones de la sociedad civil para llevar a cabo las



acciones de respuesta rápida.

6. Implementar las medidas de contención y vigilancia seleccionadas para detener la invasión.
7. Realizar un reporte de los procedimientos implementados y los resultados obtenidos, que servirá de referencia para evaluar fallas en las medidas preventivas para que se diera la incursión y permita realizar las correcciones pertinentes al PBI.

En el Anexo III se establecen las actividades de respuesta rápida que debe implementar cada actor involucrado en este PBI.

3. REFERENCIAS

- Aguirre-Muñoz, A., R. Mendoza Alfaro, H. Arredondo Ponce Bernal, L. Arriaga Cabrera, E. Campos González, S. Contreras Balderas†, M. Elías Gutiérrez, F. J. Espinosa García, I. Fernández Salas, L. Galaviz Silva, F. J. García de León, D. Lazcano Villarreal, M. Martínez Jiménez, M. Esther Meave del Castillo, R. A. Medellín, .E. Naranjo García, M. Teresa Olivera Carrasco, M. Pérez Sandi, G. Rodríguez Almaraz, G. Salgado Maldonado, A. Samaniego Herrera, E. Suárez Morales, H. Vibrans, J. Antonio Zertuche González. 2009. Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía, en *Capital natural de México*, vol. II: *Estado de conservación y tendencias de cambio*. CONABIO, México, pp. 277-318.
- Aguirre-Muñoz, A., A. Samaniego-Herrera, L. Luna-Mendoza, A. Ortiz-Alcaraz, M. Rodríguez-Malagón, F. Méndez-Sánchez, M. Félix-Lizárraga, J.C. Hernández-Montoya, R. González-Gómez, F. Torres-García, J.M. Barredo-Barberena, y M. Latofski-Robles. 2011. Island restoration in Mexico: ecological outcomes after systematic eradications of invasive mammals. *Island Invasives: Eradication and Management. Proceedings of the International Conference on Island Invasives*, editado por C. R. Veitch, M. N. Clout y D.R. Towns, 250-258. Documento ocasional de la Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN Núm. 42. Gland, Suiza: UICN y Auckland, Nueva Zelanda: CBB.
- Aguirre-Muñoz, A., F. Méndez Sánchez, L. De la Rosa Conroy, M. Latofski Robles & A. Manríquez Ayub. 2013. Diagnóstico de especies exóticas invasoras en las Reservas de la Biosfera y Áreas Naturales Protegidas (ANP) insulares seleccionadas, a fin de establecer actividades para el manejo de las mismas. Tercer informe de actividades presentado a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad dentro de la fase preparatoria del proyecto GEF "Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras". Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. Ensenada, Baja California, México. 128 pp. + 2 Anexos
- Aguirre-Muñoz, A., F. Méndez Sánchez, A. Ortiz Alcaraz, A. Del Mazo Maza, L. Fueyo Mac Donald, A. Rhodes Espinoza, M. Bellot Rojas, B. Bermúdez Almada, M.J. Navarro Sánchez, M.P. Gallina Tessaro y S.A. García Martínez. (Eds) 2015. Formulario de Nominación del Bien Natural "Archipiélago de Revillagigedo" para su Inscripción en la Lista del Patrimonio Mundial, presentado al Centro de Patrimonio Mundial de la UNESCO. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. Ensenada, Baja California, México. 149 pp. + 5 Anexos.
- Aguirre-Muñoz, A., A. Samaniego Herrera, L. Luna Mendoza, A. Ortiz Alcaraz, F. Méndez Sánchez, & J. Hernández Montoya. 2016. La restauración ambiental exitosa de las islas de México: una reflexión sobre los avances a la fecha y los retos por venir. 29 pp. En: Ceccon, E. y C. Martínez Garza (Coords). *Experiencias mexicanas en la*



restauración de los ecosistemas.

Aguirre-Muñoz, A., Y. Bedolla-Guzmán, J. Hernández-Montoya, M. Latofski-Robles, L. Luna-Mendoza, F. Méndez-Sánchez, A. Ortiz-Alcaraz & E. Rojas Mayoral. 2018. The Conservation and Restoration of the Mexican Islands, a Successful Comprehensive and Collaborative Approach Relevant for Global Biodiversity. Pp: 177-192. En: A. Ortega-Rubio (ed.). Mexican Natural Resources Management and Biodiversity Conservation. Springer International Publishing.

Álvarez-Cárdenas S., A. Castellanos, P. Galina, A. Ortega-Rubio & G. Arnaud. 1994. Aspectos de la población y el hábitat del borrego doméstico (*Ovis aries*). En: Ortega-Rubio, A. y A. Castellanos-Era (eds.). La isla Socorro, Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo, México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. pp 301-317.

Álvarez-Romero, J. & R. A. Medellín. 2005. *Canis lupus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.

Arnaud, G. A. Rodríguez, A. Ortega-Rubio & C.S. Álvarez. 1993. Predation by cats on the unique endemic lizard of Socorro Island (*Urosaurus auriculatus*), Revillagigedo, México. Ohio J Sci 93:101-104.

Arnaud G., A. Rodríguez & S. Álvarez. 1993. El gato doméstico (*Felis catus*), implicaciones de su presencia y alternativas para su erradicación. En: Ortega, R. A. y A. Castellanos Vera (Eds.). La Isla Socorro, Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo, México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. pp. 341-359.

Born-Schmidt, G., J. Parpal Servole, y P. Koleff. 2017. De la elaboración a la implementación de la estrategia nacional sobre especies invasoras. Reporte CESOP. Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública. Cámara de Diputados.

Blackburn, T.M., P. Cassey, R.P. Duncan, K.L. Evans, & K. J. Gaston. 2004. Avian extinction and mammalian introductions on oceanic islands. Science. 24 305(5692):1955-1958.

Blackburn, T.M., P. Pysek, S. Bacher, J.T. Carlton, R.P. Duncan, V. Jarosik, J.R.U. Wilson & D.M. Richardson. 2011. A proposed unified framework for biological invasions. Trends in Ecology and Evolution. 26(7):333-339.

Bried J., Magalhaes M.C., Bolton M., Neves V.C., Bell E., Pereira J.C., Aguiar L., Monteiro L.R. & R.S. Santos. 2009. Seabird habitat restoration on Praia Islet, Azores Archipelago. *Ecological Restoration* 27(1):27-36

Brattstrom B.H. 1990. Biogeography of the Islas Revillagigedo, México. *Journal of*
Protocolo de Bioseguridad Insular para el Archipiélago de Revillagigedo



Biogeography 17:177–183.

- Bried J., Magalhaes M.C., Bolton M., Neves V.C., Bell E., Pereira J.C., Aguiar L., Monteiro L.R. & R.S. Santos. 2009. Seabird habitat restoration on Praia Islet, Azores Archipelago. *Ecological Restoration* 27(1):27-36
- Capdevila C.L., A.G. Iglesias, JF. Orueta & B. Zilleti. 2006. Especies Exóticas Invasoras: Diagnóstico y bases para la prevención y el manejo. Naturaleza y Parques Nacionales. Serie técnica. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General para la Biodiversidad.
- Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras (CANEI). 2010. *Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- Comité Asesor Nacional sobre el Territorio Insular Mexicano (CANTIM). 2012. *Estrategia Nacional para la Conservación y el Desarrollo Sustentable del Territorio Insular Mexicano*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Secretaría de Gobernación, Secretaría de Marina – Armada de México y Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. México, D.F. y Ensenada, B.C. 125 pp.
- CONABIO. 2014. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad – Sistema de Información sobre especies invasoras en México. Consultado el 20 de junio de 2014 en: <http://www.conabio.gob.mx/invasoras-cp/index.php/Especies>.
- CONABIO. 2017. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad – Sistema de Información sobre especies invasoras en México. Consultado el 24 de julio de 2017 en: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/ise/fichasnom/Ctenosaurapectinata00.pdf>
- CONANP. 2004. Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo. México, D.F. 222 pp.
- Conser, C., & Connor, E. 2009. Assessing the residual effects of *Carpobrotus edulis* invasion, implications for restoration. *Biological Invasions*, 11(2), 349-358.
- Courchamp, F., Chapuis, J.-L., & Pascal, M. 2003. Mammal invaders on islands: impact, control and control impact. *Biological Reviews*, 78(3), 347-383.
- Challegger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. México: Conabio, IBUMNAM y Agrupación sierra Madre.
- D'Antonio, C.M. & B.E. Mahall. 1991. Root profiles and competition between the invasive,



exotic perennial *Carpobrotus edulis*, and two native shrub species in California coastal scrub. *American Journal of Botany* 78: 885 – 894.

Diamond, J.M., Ashmole N.P. y P.E. Purves. 1989. The Present, Past and Future of Human-Caused Extinctions [and Discussion]. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences* 325(1228), 469-477.

DOF. 2014. Ley General de Vida Silvestre. Nueva ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 03 de julio de 2000. Diario Oficial de la Federación, 19 de marzo de 2014. Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5328033&fecha=26/12/2013

DOF. 2014. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Nueva ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988. Diario Oficial de la Federación, 16 de enero de 2014. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_050618.pdf

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2017. Decreto por el que se declara como área natural protegida, con el carácter de parque nacional, la región conocida como Revillagigedo, localizada en el Pacífico Mexicano. Publicado el 27 de noviembre de 2017. Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5505736&fecha=27/11/2017

Escalante-Pliego A.G., Navarro S. & Peterson T. 1993. A Geographic, Ecological and Historical Analysis of land Bird Diversity in México. En: Ramamoorthy T.P, Bye R., Lot A. y Fa J. Eds. *Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution*, pp 281–307, Oxford University Press.

Everett, W. T. & D.W. Anderson. 1991. Status and conservation of the breeding seabirds on offshore islands of Baja California and the Gulf of California. In: J. Croxall editor. *Seabird status and conservation: A supplement*. ICBP Technical Publication 11; 115-139.

Flores-Palacios, A., Martínez-Gómez, J. E. & Curry, R I. 2009. La Vegetación de Isla Socorro, Archipiélago de Revillagigedo, México Boletín de la Sociedad Botánica de México, núm. 84, junio, 2009, pp. 13-23.

Gallina, P., S. Álvarez, & A. Ortega-Rubio 1994b. Aspectos ecológicos de la herpetofauna. En: Ortega-Rubio, A. y A. Castellanos-Era (eds.). *La isla Socorro, Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo, México*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. pp 185-197.

Gallina, P., S. Alvarez & A. Ortega 1994a. Aspectos Ecológicos de la Herpetofauna. (Resumen) In: Ortega, A y A. Castellanos 8Eds). *La Isla Socorro, Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo, México*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. Reunión Internacional de Investigadores del Archipiélago Revillagigedo. Instituto Oceanográfico del Pacífico. Colima, México. 35



p.

Gallo-Reynoso, J.P. & M.C. García-Aguilar. 2012. Perros ferales en la isla de Cedros, Baja California, México: una posible amenaza para los pinnípedos. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: 785-789.

Global Invasive Species Database (GISD). 2015. Consultado el 26 de noviembre de 2015 consultado en: <http://www.issg.org/database/welcome/>.

Global Invasive Species Database (GISD). 2017. Species profile: *Molothrus ater*. Descargado de: www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Molothrus+ater el 13/06/17

Goldburg, R., & T. Triplett. 1997. *Murky waters: Environmental effects of aquaculture in the United States*. The Environmental Defense Fund, Nueva York.

Gómez de Silva, H., A. Oliveras de Ita & R. A. Medellín. 2005. *Passer domesticus domesticus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB -CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.

González-Zamora, D.A., L.F. Angulo-Castellanos, S. Hernández-Vázquez, H. Almanza-Rodríguez & L.A. Aguilar-Nuño. 2016. Presencia de la paloma turca (*Streptopelia decaocto*) en el archipiélago de Revillagigedo, México. *Huitzil. Rev. Mex. Ornitol.* 17(1):151-154.

Hathaway, S.A. & Fisher, R.N. 2010. Biosecurity plan for Palmyra Atoll: U.S. Geological Survey Open-File Report 2010-1097, 80 p.

Jiménez. M., A. Tejas & R. Aguilar 1994. Los artrópodos terrestres. En: Ortega-Rubio, A. y A. Castellanos-Era (eds.). *La isla Socorro, Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo, México*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. pp 153-183.

Johnston I.M., 1931. The flora of the Revillagigedo Island. *Proceedings of the California Academic of Sciences Series*, 4(20): 9-104.

Koike, F., M.N. Clout, M. Kawamichi, M. DePoorter, & K. Iwatsuki. 2006. Assessment and control of biological invasion risks. Shoukadoh Book Sellers e IUCN. Kyoto y Gland, Suiza.

Koleff, P. 2011. Diplomado Fundamentos para la prevención y manejo de especies exóticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de las Biodiversidad.

Lockwood, J.L., Hoopes, M.F. & M.P. Marchetti. 2007. *Invasion Ecology*. Blackwell Publishing, Oxford, UK. Vii + 312 pp



- Latofski-Robles, M., A. Aguirre Muñoz, F. Méndez Sánchez, H. Reyes Hernández & S. Schlüter. 2014. Prioritizing restoration actions for the islands of Mexico. *Monographs of the Western North American Naturalist*. 7:435-441.
- León de la Luz, J., A. Breceda, R. Coria & J. Cancino 1994. Asociaciones vegetales. En: Ortega-Rubio, A. y A. Castellanos-Era (eds.). *La isla Socorro, Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo, México*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. pp 115-141.
- Levin, G. y R. Moran. 1989. *The Vascular Flora of Isla Socorro, Mexico*. Society of Natural History. San Diego. Memoir 16.
- Luna-Mendoza, L.M., J. M. Barredo-Barberena, J. C. Hernández-Montoya, A. Aguirre-Muñoz, F. A. Méndez-Sánchez, A. Ortiz-Alcaraz y M. Félix-Lizárraga. (2011). Planning for the eradication of feral cats on Guadalupe Island, Mexico: relative abundance, home range, diet, and bait acceptance. En: Veitch, C.R., M.N. Clout y D.R. Towns (eds.). *Island invasives: Eradication and management*, pp. 192-197. IUCN, Gland, Switzerland.
- Llinas Gutierrez, J. 1994. Las aves marinas. En: Ortega-Rubio, A. y A. Castellanos-Era (eds.). *La isla Socorro, Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo, México*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. pp 277-297.
- Mack, R.N., D. Simberloff, W.M. Lonsdale, H. Evans, M.N. Clout, & F. Bazazz. 2000. Biotic Invasions: Causes, Epidemiology, Global Consequences and Control. *Ecological Applications*. 10: 689-710.
- Maya-Delgado, Y., F. Salinas-Zavala, y E. Troyo-Diéguez. 1994. Estado actual del suelo y propuestas para su conservación en: Ortega-Rubio, A., y A. Castellanos-Vera (eds.). *La isla Socorro, Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo, México*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. pp63-75.
- Martínez-Gómez, J.E. y Curry, R.L. 1996. The conservation status of the Socorro Mockingbird *Mimodes graysoni* in 1993-1994. *Bird Conservation International* 6:271-283.
- Martínez-Gómez, J.E. y J. Jacobsen. 2004. The Conservation Status of Townsend's Shearwater *Puffinus auricularis auricularis*. *Biol Conserv* 116:35-47.
- Martínez-Gómez, J. 2013. La avifauna del Archipiélago de Revillagigedo. Instituto de Ecología, A.C. ResearchGate. 4 pp.
- Miranda F. 1960. Vegetación. En: Adem J., Cobo E., Blásquez L., Miranda F., Villalobos A., Herrera T., Villa B. y Vásquez L. Eds. *La Isla Socorro, Archipiélago de Revillagigedo*, pp 126152, Monografías del Instituto de Geofísica. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Moore, J. L., T. M. Rout, C. E. Hauser, D. Moro, M. Jones, C. Wilcox, & H. P. Possingham.



2010. Protecting islands from pest invasion: optimal allocation of biosecurity resources between quarantine and surveillance. *Biological Conservation*, 143(5), 1068-1078. doi:10.1016/j.biocon.2010.01.019
- Nogales, M., A. Martín, B.R. Tershy, C. J. Donlan, D. Veitch, N. Puerta, B. Wood & J. Alonso. 2004. A review of feral cat eradication on islands. *Conservation Biology* 18 (2): 310-319.
- Ochoa-López, E., H. Reyes-Bonilla, & J. Ketchum-Mejía. 1998. Daños por sedimentación a las comunidades coralinas al sur de la isla Socorro, Archipiélago de Revillagigedo, México. *Ciencias Marinas*. 24:233-240.
- Ortega-Rubio, A., A. Castellanos, G. Arnaud, Y. Maya, R. Rodríguez, J. L. León, J. Cancino, C. Jiménez, J. Llanas, S. Álvarez, P. Galina, A. Breceda, E. Troyo, F. Salinas, S. Díaz, R. Servin, H. Romero, A. Rodríguez & R. Coria. 1992. Estudio de los Recursos Naturales de la Isla Socorro, Revillagigedo. *Ciencia*. 43:175-184.
- Ortiz Alcaraz, A., A. Aguirre Muñoz, F. Méndez Sánchez & A. Ortega Rubio. 2016a. Feral sheep eradication at Socorro Island, Mexico: a mandatory step to ensure ecological restoration. *Interciencia*. 41(3):184-189.
- Ortiz Alcaraz, A., Y. Maya Delgado, P. Cortés Calva, A. Aguirre Muñoz, E. Rojas Mayoral, M.V. Cordoba Matson, & A. Ortega Rubio. 2016b. Recovery of vegetation cover and soil after the removal of sheep in Socorro Island, Mexico. *Forests*. 7(91).
- Ortiz-Alcaraz, A., N. Castillo-Huerta, C. Gámez-Brunswick, F. Solís-Carlos, E. Benavides-Ríos & F. Méndez-Sánchez. 2018. Plan de erradicación de conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*) en Isla Clarión, Parque Nacional Revillagigedo, Primer borrador. Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. – CONANP-PROCER/CER/071/2018. La Paz B.C.S., México. 25 pp.
- Olalla, A., G. Ruiz, I. Ruvalcaba & R. Mendoza. 2009. Palomas, especies invasoras. CONABIO. *Biodiversitas* 82:7-10
- Parker J.P, 1984. Federal goats of Raoul island. II. Diet and notes on the flora. *New Zealand Journal of Ecology* 7:95-101.
- Parkes J., R. Hezell & P. Greg. 1996. Managing Vertebrate Pests: Feral Goats. Australian Government Publishing Service. Canberra.
- Parkes, J. 2013. *Strategies to detect and manage incursions of exotic species on Mexican islands*. Report presented to UNDP-Mexico and CONABIO as part of the preparatory phase of the GEF-ENCIS Project. Christchurch, New Zealand: Kurahaupo Consulting.
- Reaser, J.K. y Meyerson, L.A. 2007. Ecological and socioeconomic impacts of invasive alien species in island ecosystems. *Environmental Conservation* 34:98-111.



- Reichard, S. H., & White, P. 2001. Horticulture as a pathway of invasive plant introductions in the United States: Most invasive plants have been introduced for horticultural use by nurseries, botanical gardens, and individuals. *BioScience*, 51(2), 103-113.
- Rodríguez-Estrella, R. L. Rivera, & E. Mata. 1994. Avifauna terrestre. En: Ortega-Rubio, A. y A. Castellanos-Era (eds.). La isla Socorro, Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo, México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. pp 199-224.
- Russell, J.C., Towns, D.R. y Clout, M.N. 2008. Review of rat invasion biology: implications for island biosecurity. *Science for Conservation* 286. 53pp.
- Rzedowski J. 1991. El endemismo en la flora fanerogámica Mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botánica Mexicana* 15:47-64.
- Rzedowski, J. y G. Calderón de R., 2002. Verbenaceae. En: Rzedowski, G. C. de y J. Rzedowski (eds.). Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Fascículo 100. Instituto de Ecología-Centro Regional del Bajío. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México
- Sagolo, D. & Reed, L. 2010. Biosecurity Plan for the Eradication of Rats from Far and Away Islands, Republic of Pacifica. Unpublished report prepared for National Parks and Conservation Department, Republic of Pacifica.
- Samaniego-Herrera, A., A. Peralta-García y A. Aguirre-Muñoz (eds.). (2007). *Vertebrados de las islas de la península de Baja California. Guía de campo*. Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. Ensenada, 178 pp
- SEMARNAT. 2004. Programa de Conservación y Manejo, Reserva de la Biósfera Archipiélago de Revillagigedo. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas – Secretaría de Marina Armada de México. México, D.F. 219 pág.
- Shine, C., N. Williams & L. Gündling. 2000. *A guide to designing legal and institutional frameworks on alien invasive species*. uicn, Gland.
- Soorae, P. 2010. Global Re-introduction Perspectives: additional case-studies from around the globe. IUCN / SSC Re-introduction Specialist Group.
- Tershy, B. y D. Breese 1997. Human perturbations and conservation strategies on San Pedro Mártir Island, Gulf of California, Mexico. *Environmental Conservation*, 24: 161-170.
- Valdez-Gómez H., Contreras-Balderas A., Holroyd G., Trefry E., 2008. En: Lara Rodríguez, C. A. 2008. Reunión: VIII Congreso para el estudio y conservación de las aves en México Durango 2008. Consejo Internacional para la Preservación de las Aves-Sección Mexicana. Informe final SNIBCONABIO proyecto No. GU003. México. D. F.



Wittenberg, R. & Cock, M.J.W. (eds.) 2001. Especies exóticas invasoras: Una guía sobre las mejores prácticas de prevención y gestión. CAB Internacional, Wallingford, Oxon, Reino Unido, xvii – 228

4. ANEXOS

Esta sección tiene la finalidad de especificar las acciones que se llevarán a cabo para el cumplimiento de PBI en el Archipiélago de Revillagigedo. Dichas acciones estarán divididas según los actores involucrados, y corresponde a la Comisión Especial de Bioseguridad Insular verificar su correcta implementación, así como su evaluación y actualización en caso de que se identifiquen cambios que mejoren o complementen las acciones a seguir, o se realicen ajustes con los actores involucrados.

ANEXO I. ACCIONES DE PREVENCIÓN

Todas las acciones de prevención, enfocadas a evitar que cualquier EEI llegue a la isla, se realizarán en los puntos de salida que son usados con mayor frecuencia para viajar hacia el Parque Nacional Revillagigedo, en los muelles localizados en Manzanillo, Colima, y en La Paz, Cabo San Lucas y San José del Cabo, en Baja California Sur.

Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. (GECI)

EDUCACIÓN AMBIENTAL Y DIFUSIÓN

Como parte de las medidas preventivas es necesario un esfuerzo que responda a las dimensiones del problema para informar, sensibilizar y concientizar a los diferentes actores involucrados de forma directa e indirecta (CANEI, 2010). GECI diseñará y ejecutará un programa de divulgación y aprendizaje ambiental, el cual deberá dar a conocer los efectos negativos que ocasionan las EEI, informar sobre las medidas de bioseguridad que se deben realizar al visitar el Parque Nacional, así como implementar campañas de difusión de los reglamentos a seguir en las islas del Archipiélago.

El programa contempla las siguientes actividades:

1. Diseño y producción de material de divulgación como posters, folletos y videos, entre otros, con las medidas de bioseguridad como se muestra en la Figura 5.
2. Distribución de material de difusión en lugares estratégicos y de mayor afluencia como en las marinas, muelles, universidades, hoteles, museos, centros recreativos y oficinas de turismo. Este material también podrá ser distribuido de manera digital en páginas de internet de prestadores de servicios turísticos y CONANP.
3. Difusión a través de los medios de comunicación más utilizados por la comunidad, como la televisión, radio, periódico y redes sociales.
4. Colocación de letreros informativos con las medidas de bioseguridad que deben tomarse antes de visitar una isla. Esta señalización debe ubicarse a la vista de todos los usuarios en sitios estratégicos: marinas, muelles, rampas y aeropuertos, así como playas con mayor afluencia y campamentos permanentes y temporales.

NOTA. Se buscará involucrar a diversas organizaciones de la sociedad civil (OSC) para la difusión de la información y distribución del material educativo.

CAPACITACIÓN



GECI capacitará a personal de instituciones gubernamentales, así como a los prestadores de servicios turísticos para que lleven a cabo las medidas preventivas correspondientes antes de embarcar y desembarcar. La capacitación estará enfocada a los diferentes actores e incluye:

1. Medidas que deben llevarse a cabo para una correcta inspección y supervisión de instalaciones (muelles, marinas, rampas, aeropuertos, etc.).
2. Acciones a realizar para una correcta inspección, supervisión y limpieza de pertenencias personales, equipo y víveres que se transporten a la isla.
3. Reconocimiento de evidencias que indiquen la presencia de una EEI; así como manejo y uso de los dispositivos de detección de EEI.
4. Respuestas oportunas ante una eventualidad; qué hacer en caso de encontrar y/o capturar una EEI.

RECURSOS

1. GECI proveerá equipo de prevención para que sea ubicados en los principales accesos y los usuarios puedan hacer uso de éstas.
2. GECI proveerá los dispositivos que serán utilizados para la implementación del programa de control de roedores que se llevará a cabo en los muelles, marinas privadas y aeropuertos (estaciones de veneno, trampas golpe).

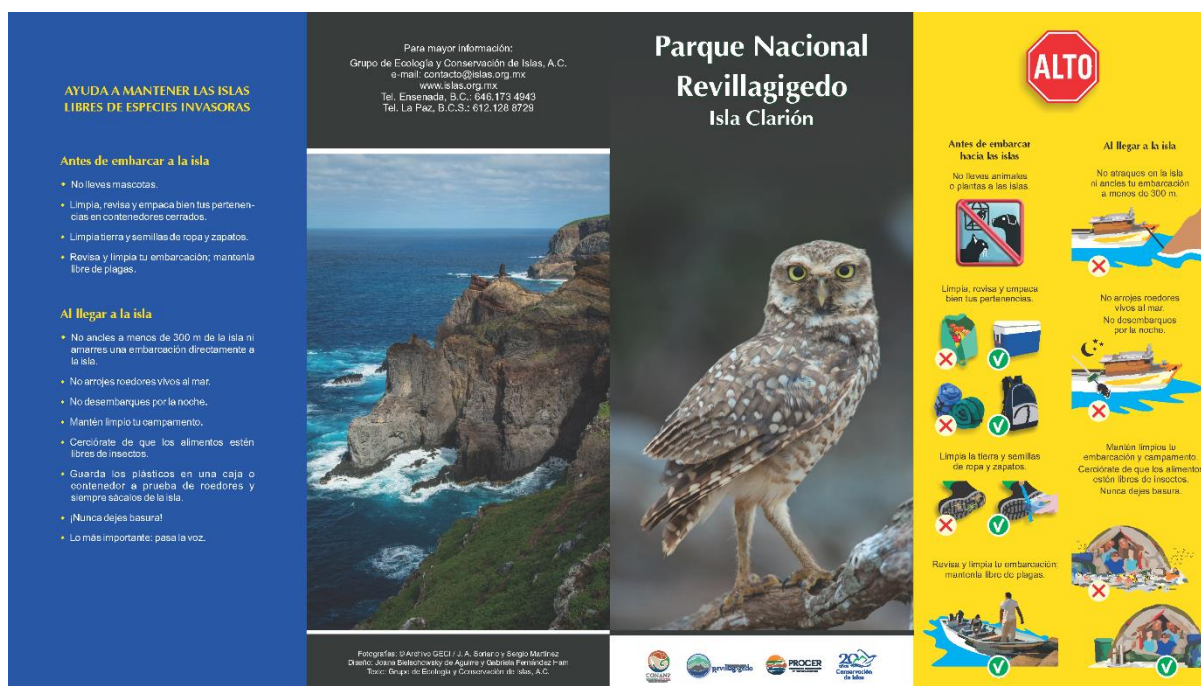


Figura 5. Ejemplo de folleto de bioseguridad insular.

Autoridades (CONANP y SEMAR)

INSPECCIÓN Y SUPERVISIÓN DE LOS PUNTOS DE PARTIDA

Se deberá asignar a personal que estará encargado de supervisar las instalaciones en continente (muelles, marinas, rampas, aeropuertos, etc.) para asegurar que se encuentren limpios, o en su defecto, con densidades bajas de EEI.

El personal asignado deberá implementar el programa de control de roedores en los muelles. Las acciones a seguir dentro del programa incluyen fumigaciones periódicas e instalación de dispositivos de detección y control (proporcionados por GECI; Figura 6).

Las estaciones de veneno deberán ubicarse en sitios estratégicos donde pueda haber roedores; se revisarán y se les dará mantenimiento cada 2 meses.



Figura 6. Ejemplo de estación de veneno para roedores.

INSPECCIÓN Y SUPERVISIÓN DE LOS VECTORES DE INTRODUCCIÓN

Se deberá asignar a personal que estará encargado de supervisar los vectores de introducción (embarcaciones, aviones, helicópteros) para asegurar que se encuentren limpios de EEI.

El personal asignado y capacitado deberá supervisar las embarcaciones antes de zarpar o de las aeronaves antes de despegar:

1. Verificar que no se trasladen mascotas, plantas o semillas.
2. Inspeccionar el equipo de trabajo, el equipaje personal y los víveres para verificar que se encuentren limpios y se transporten en contenedores completamente cerrados (Figura 7).
3. Verificar que todos los usuarios realicen la limpieza de su calzado utilizando las bandejas de agua con cloro y los cepillos disponibles (Figura 7).
4. Establecer sanciones para los usuarios que ignoren los reglamentos establecidos por las autoridades.



Figura 7. Ejemplo de contenedor adecuado para transportar equipo y víveres a la isla (izquierda). Cepillos para limpieza de calzado que debe realizarse antes de subir a cualquier embarcación (derecha).



Actores locales y visitantes (frecuentes y ocasionales)

Es su obligación estar informados y actualizarse continuamente sobre las medidas preventivas a seguir. Los prestadores de servicios deberán transmitir todas las medidas de BI que deben llevarse a cabo a los visitantes que contraten sus servicios.

Deberán mantener limpias sus embarcaciones, equipo y otras pertenencias personales con el fin de agilizar las inspecciones que se llevarán a cabo antes de desembarcar hacia las islas.

Reportar oportunamente al personal de SEMAR y CONANP cualquier observación, ocurrencia o registro de una EEI. Acciones que deberán realizar todos los usuarios que visiten la Reserva.

ANTES DE EMBARCARSE

Sin ninguna excepción, todos los visitantes deberán limpiar la suela de su calzado antes de subir a cualquier embarcación o avión, haciendo uso de las bandejas de agua con cloro y cepillos ubicados en los principales accesos. Deberán asegurarse que las suelas queden libres de lodo y semillas. También es necesario asegurarse de que sus pertenencias personales estén libres de cualquier organismo (roedores, insectos, reptiles o semillas)

En cada viaje que se realice al Archipiélago, los actores involucrados deberán asegurarse de que las embarcaciones o aeronaves estén libres de organismos mediante una revisión exhaustiva que se realizará siempre antes de zarpar o de despegar hacia las islas.

EN TRÁNSITO AL ARCHIPIÉLAGO

Todas las embarcaciones mayores deberán realizar recambios de agua de lastre previo a la llegada al polígono de la Reserva.

Si durante el recorrido al Archipiélago se encontró alguna EEI, éste deberá ser capturado y sacrificado antes del arribo; por ningún motivo debe arrojar al mar vivo. El personal a bordo tiene la obligación de informarse sobre el manejo adecuado de las EEI.

ANEXO II. ACCIONES DE DETECCIÓN TEMPRANA

Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. (GECI)

GECI proveerá capacitación para el conocimiento de las EEI de riesgo y el monitoreo continuo de éstas en la isla, que será realizado por personal asignado de CONANP y SEMAR. Además, se proporcionará todo el equipo y los dispositivos necesarios para la implementación de los mismos. Además, se brindará capacitación al personal para el manejo adecuado de la basura en muelles.

También se apoyará en la instalación de una caseta de inspección hermética en la isla, con



todos los recursos necesarios (materiales y dispositivos de detección) para inspeccionar todo lo que llegue a las islas y hacer frente a una posible incursión.

Autoridades (CONANP y SEMAR)

1. Se deberá asignar a personal que estará encargado de la caseta de inspección. Dicho personal deberá llevar a cabo inspecciones a todo el equipo, equipaje personal y cualquier otro material que llegue a las islas para asegurar que ningún organismo haya llegado a la isla.
 - a) Las inspecciones serán de manera constante, los esfuerzos se intensificarán en cada cambio de personal o bien cuando investigadores lleguen a la isla a desembarcar.
2. El personal asignado deberá supervisar todas las embarcaciones que lleguen a la isla:
 - b) Verificar que no exista evidencia alguna de la presencia de roedores y/o insectos.
 - c) Verificar que no se trasladen mascotas, plantas o semillas en las embarcaciones.
 - d) Verificar que el equipo de trabajo, equipaje personal, víveres estén limpios y en contenedores completamente cerrados.
3. El personal asignado deberá asegurarse de mantener limpias las zonas de campamentos permanentes y temporales, así como de implementar un programa para el manejo adecuado de la basura generada por los usuarios que permanecen en la isla.
4. El personal asignado deberá evaluar todas las actividades que se realizan en el Archipiélago de Revillagigedo con el fin de identificar el riesgo de una posible introducción/ reintroducción de EEI.
5. El personal asignado deberá llevar a cabo monitoreos constantes de los dispositivos de detección ubicados en muelles y pistas aéreas para detectar cualquier posible incursión.

El personal asignado deberá llevar a cabo los monitoreos en zonas estratégicas dentro de la isla. Debido a que los recursos son limitados no se puede llevar a cabo el monitoreo para todas las EEI, por esto se debe dar prioridad a las especies que representen un mayor riesgo (Hathaway & Fisher, 2010).

Monitoreo de roedores (Rata negra, rata café y ratón casero)

Por tratarse de una de las especies que más afecta los ecosistemas insulares es importante estar alerta ante cualquier señal de presencia. Revillagigedo carece de mamíferos terrestres, a excepción de los que han sido introducidos por el hombre. Por lo anterior, es vital estar atento ante cualquier emergencia que se presente en las islas, así como estar

preparados con el equipo adecuado y en buen estado. Además, es necesario que el personal asignado cuente con guías de identificación y otros medios que sirvan de consulta para identificar las especies que pudieran incursionar en las islas.

En Isla Socorro el ratón doméstico (*Mus musculus*) fue introducido accidentalmente por el hombre, no se tiene claro qué tan abundante es la población en la isla, por lo que se debe de realizar estudios previos antes de planear una erradicación. Para el monitoreo de roedores es necesario lo siguiente:

1. GECI capacitará al personal asignado acerca de roedores invasivos, su captura, manipulación e identificación, para que, en caso de detectar algún organismo, logren identificar cuáles son las señales que indican presencia y puedan dar la voz de alerta a CONANP.
2. Los monitoreos preventivos deberán realizarse al menos 2 veces al año. La dependencia encargada de realizarlos será la CONANP.
3. Los monitoreos se realizan por medio de trampas Sherman, trampas Tomahawk (utilizando como cebo avena y crema de cacahuete) y bloques indicadores (bloques de cera con avena y crema de cacahuete) (Figura 8), los cuales son ubicados en transectos lineales con una separación entre cada trampa o bloque de 20 metros. Los dispositivos de captura y detección se muestran en la figura 8. Dichos transectos se colocarán en campamentos permanentes y sitios de mayor frecuencia y con alto riesgo de introducciones.
4. Cualquier posible avistamiento deberá ser comunicado inmediatamente a CONANP.



Figura 8. Dispositivos de detección de roedores. Arriba: trampa Sherman (izquierda) y trampa Tomahawk (derecha). Abajo: bloque indicador.

Monitoreo de gato feral:

Esta especie es considerada una de las más dañinas en el mundo, su presencia ha llevado a varias especies a la extinción y ha extirpado a numerosas especies de su hábitat natural como aves, reptiles y mamíferos terrestres pequeños. Por muchos años, esta especie ha estado presente en Isla Socorro y las afectaciones que ha tenido su presencia son irreversibles. La erradicación de gatos se está llevando a cabo, actualmente con un avance del 95%, es decir, la isla pronto estará libre de gatos. Para el monitoreo de esta especie se realizarán las siguientes actividades tanto en Isla Socorro como en Isla Clarión. En esta última no existen reportes de gatos, pero es necesario estar alerta ante cualquier señal de su presencia.

1. Se capacitará al personal asignado para la captura de gatos y para su remoción de la isla.
2. Se continuará con el programa de monitoreo actual de gatos ferales en isla Socorro, donde está presente actualmente esta especie.
3. Para los monitoreos se realizarán recorridos en busca de algunas evidencias como excretas, huellas, rascaderos y comederos. Se colocaran cámaras trampa y se harán recorridos nocturnos con lámparas de alta potencia. Si se detecta su presencia, se actuará de inmediato para su captura:
 - a. Se colocarán trampas cebo o Tomahawk (Figura 9) con cebo atrayente (atún o sardina) en el lugar donde se observó.
 - b. Si se captura algún ejemplar, éste será removido de la isla inmediatamente.
4. Además será necesario realizar monitoreos preventivos estacionales 2 veces al año en Isla Socorro e Isla Clarión.



Figura 9. Ejemplo de trampas utilizadas para captura de gatos. Trampa cebo (derecha) y Tomahawk (izquierda).

Monitoreo de conejo europeo

En Isla Clarión la presencia del conejo europeo ha causado graves daños al ecosistema insular, modificando por completo la estructura vegetal y afectando, de manera indirecta debido a la alta densidad de depredadores naturales – cuervos (*Corvus clarionensis*) y culebras (*Masticophis anthonyi*) – que se alimentan de las crías de conejo, el éxito reproductivo de las aves marinas anidantes. Aunque actualmente (2018) se está llevando a cabo un programa de control de la especie, para alcanzar el equilibrio natural de este ecosistema insular, es indispensable continuar con las acciones dirigidas a la erradicación del conejo. Con este objetivo, se ha desarrollado el “Plan de Erradicación de conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*) en la Isla Clarión, Parque Nacional Revillagigedo” (Ortiz-Alcaraz *et al.*, 2018), mismo que trata sobre los monitoreos a realizar, a la vez que servirá de guía para acciones futuras.

Monitoreo de iguana negra

Aunque existen registros de la presencia de esta especie en las islas, no se cuenta con información suficiente para implementar ningún programa de control. Por lo que, antes de cualquier acción, será necesario realizar investigación a futuro para conocer la problemática en las islas. Por tal razón, actualmente no se tienen contempladas acciones para esta especie dentro del PBI, pero podrán ser incluidas posteriormente si la Comisión Especial lo considera pertinente.

Monitoreo de vegetación exótica invasora

Para la detección de plantas invasoras el personal asignado deberá realizar inspecciones periódicas en las zonas de desembarque y en los alrededores de los campamentos permanentes que hay en la isla. Si se llega a detectar una nueva especie se deberá realizar de inmediato un control mediante arranque manual desde la raíz, o bien, utilizando herramientas que permitan el manejo adecuado de la planta.

Monitoreo de invertebrados terrestres

Para la detección de insectos es necesario instalar trampas de caída (tipo “pitfall”) y trampas atrayentes para grupos específicos (como hormigas). Para la identificación de estos grupos se necesita acudir a los especialistas.

Monitoreo en zonas de embarque en las islas (marítima y aérea)

La zona de embarque es un punto crítico que tiene que ser vigilado constantemente para detectar la presencia de EEI en embarcaciones o medios de transporte aéreos que van a la isla. Por lo que es necesario implementar inspecciones a las cosas que van a entrar y salir de la isla:

1. Se colocarán moteles para detectar la presencia de roedores, y el personal asignado

deberá revisar mensualmente para darles mantenimiento y revisar que estén en buen funcionamiento los dispositivos (Figura 10). Estos se colocaran en muelles y pistas aéreas.

2. Deberán realizarse fumigaciones 2 veces al año en bodegas de las islas, y se colocarán trampas como método de prevención.
3. Deberán realizarse inspecciones en cocinas de los barcos para verificar que no exista una intrusión entre los alimentos.



Figura 10. Motel de roedores para detección temprana: consta de túnel para huellas, bloque indicador y bloque de veneno.

ANEXO III. ACCIONES DE RESPUESTA RÁPIDA

En la

Figura 11 se muestra el procedimiento a seguir en caso de una incursión en Revillagigedo.

Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. (GECI)

GECI proveerá capacitación para el conocimiento de las EEI de riesgo y las acciones de respuesta rápida que pueden aplicarse en caso de una incursión y en caso de requerirse se brindará apoyo para su implementación. Además, se proporcionará todo el equipo y los dispositivos necesarios.

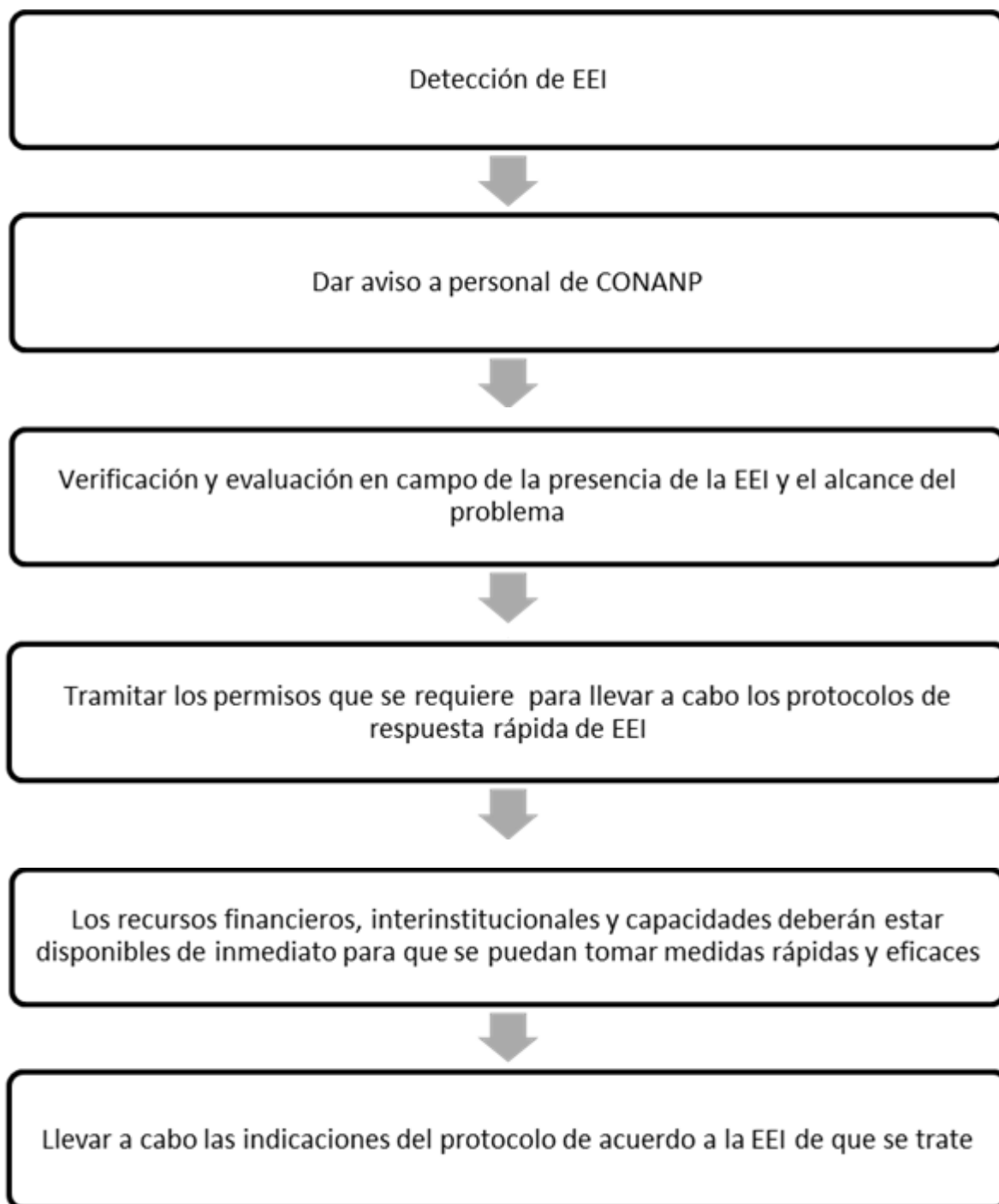


Figura 11. Diagrama de respuesta rápida ante una incursión de EEI en las islas.

Autoridades (CONANP y SEMAR)

Se debe buscar establecer convenios de colaboración con otras dependencias gubernamentales, instituciones académicas y organizaciones de la sociedad civil para llevar a cabo las acciones de respuesta rápida.

Será necesario implementar dos equipos en donde un biólogo de la SEMAR o CONANP estará capacitado para el uso de trampas de roedores; garantizando una respuesta rápida ante la presencia de un roedor invasor.

Ante un reporte de la presencia de una EEI en las islas, se procederá a verificar que la información sea verídica y si es necesario una acción rápida. Si la información no es clara se enviará a un equipo para confirmar y reunir toda la información necesaria (como fotografías, vídeos, huellas, cadáveres recientes, excretas o cualquier otra evidencia indirecta que confirmen su presencia). La información recabada debe servir para evaluar la gravedad de la situación.

TOMA DE DECISIONES

Los responsables en dirigir las acciones a tomarse ante una incursión se detallan en el Cuadro 5.

Cuadro 5 Descripción de los pasos a seguir ante una incursión en las islas del Archipiélago de Revillagigedo.

	Acción	Responsable
1	Elaborar reporte de incursión de EEI en el Archipiélago de Revillagigedo.	CONANP, SEMAR
2	Entrevistar a la persona que dio aviso de la posible introducción.	CONANP, SEMAR
3	Consultar a los expertos para decidir qué acciones tomar ante la incursión.	CONANP, GECI
4	Confirmación de la incursión.	CONANP, GECI
5	Evaluar el alcance y severidad del problema.	CONANP, GECI
6	Si se trata de una reintroducción, se tomarán muestras de ADN para discernir entre una reintroducción o una nueva incursión.	CONANP, especialistas
7	Acciones de respuesta rápida, reporte sobre las acciones y medidas tomadas para la contención de la EEI.	CONANP, SEMAR

PREPARACIÓN DE RESPUESTA

La dependencia encargada de tomar las acciones correspondientes será la CONANP, quien fungirá como responsable a la respuesta rápida ante una posible introducción. Se asignará una persona encargada de atender los reportes y determinar qué pasos seguir dependiendo de la gravedad de la situación. El responsable se dará a la tarea de contactar a los especialistas de manera inmediata, en caso de tratarse de roedores o gatos se comunicara con el Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A. C., si se trata de otras especies como plantas o insectos se contactará a especialistas en el tema. Además, el responsable será el enlace con los especialistas en el tema y otras dependencias para apoyar en la logística y brindar información en el reporte. Una vez determinada la especie de la cual se trata y el alcance del problema, se seleccionará el equipo de trabajo que incursionará a la isla para hacerse cargo del rastreo y contención de la EEI (Figura 12). Las acciones a seguir en caso de detección se describen en el Cuadro .

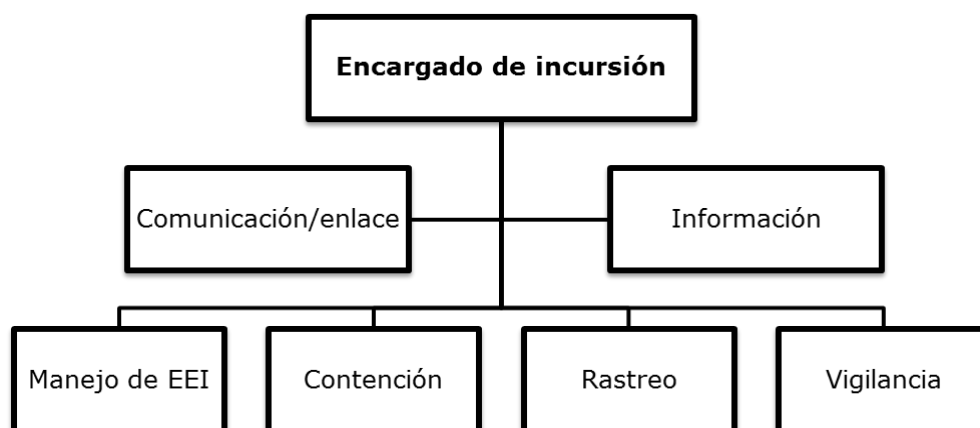


Figura 12. Diagrama de los roles y actividades a seguir en la preparación de respuesta.

Cuadro 7. Descripción de los roles, actividades y responsables ante una incursión.

Roles	Actividades	Responsables
Encargado de incursión	Encargado de informar a los involucrados este plan de bioseguridad. Sera el responsable de levantar un reporte de la incursión. Tomará las decisiones de acuerdo a la gravedad de la situación.	CONANP, SEMAR
Comunicación/enlace.	Se encargará de informar a los involucrados y establecer una buena comunicación con los	CONANP

	especialistas.	
Información.	Se encargará de recabar la información de necesaria de la especie introducida.	CONANP, GECI
Manejo de EEI	Se consultará a los expertos para el manejo adecuado de las EEI.	CONANP, GECI
Contención	Aplicar los protocolos de contingencia de acuerdo a la especie.	CONANP, GECI
Rastreo	En relación a la información obtenida durante los monitoreos, se buscará las rutas de riesgo y de dispersión para impedir que la EEI se disperse por toda la isla, se contendrá el problema.	CONANP, GECI
Vigilancia	Se encargaran de verificar que las medidas de bioseguridad se lleven a cabo por los usuarios.	CONANP, SEMAR

EQUIPO

El equipo y material necesario estará disponible y en condiciones adecuadas para su buen funcionamiento. El personal asignado deberá cerciorarse de que existe el equipo suficiente y necesario para dar una respuesta rápida. Para ello, será necesario realizar inventario del equipo básico para contar con lo necesario. El equipo que se necesitará varía dependiendo de la especie que hubiera sido reportada, por eso es vital adquirir el material básico (Cuadro 86). Se diseñarán protocolos de contingencia que pueden variar de acuerdo a la especie.

Cuadro 86. Material y equipo necesario para dar una respuesta rápida ante cualquier incursión.

Artículo	Número/cantidad
Equipo de acampar básico	
Lámparas de cabeza	4
Casas de campaña	4
Sleeping	4
Cajas de plástico con tapa para trasladar equipo a la isla	6
Bidones de agua	4
Botiquín de primeros auxilios	1
Equipo de monitoreo básico	
Mapas de la isla	2
Protocolos de monitoreo de EEI	1
Binoculares	4
GPS	1
Radios de banda marina	2
Pilas para el equipo	Varios
Cámara fotográfica	1
Trampas Sherman	50
Trampas Tomahawk	50

Bloques indicadores	200
Pesola de 100 gr	1
Pesola de 500 gr	1
Pesola de 5 Kg (para gatos)	1
Regla de 30 cm	1
Flexómetro 5 m	1
Tarjetas de huellas	varias
Trampas cepo	15
Cámaras trampa	6
Trampas tipo "Pitfall"	15
Bolsas ziploc grandes de 1 L	1 caja
Bolsas ziploc medianas	1 caja
Bote de crema de cacahuete	1 bote
Bolsa de avena	1 bolsa
Latas de atún	15
Banderillas o flagging (marcaje sitios)	Varias
Estuche de disección	1
Jeringas para diabético	2
Frasco de solución letal	1
Guantes de látex	1 caja
Guantes de carnaza	4 pares
Pala	1
Frasco para depositar muestras	4
Alcohol 70%	2 L
Cinta azul (marcaje trampas)	2
Plumón tipo sharpie	2
Libreta de campo	4
Lápices	4
Borrador	4
Sacapuntas	4
Guías de identificación (roedores, plantas, aves, etc.)	2