



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES

Protocolo para el control del jacinto de agua y otras plantas acuáticas invasoras en El Salvador

Protocolo para el control de jacinto de agua y otras plantas acuáticas invasoras (PAI)

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

El Salvador, Centroamérica.

Fernando Andrés López Larreynaga

Ministro

Alex Michel Hasbun

Viceministro

Coordinación

Miguel Gallardo, Director de Ecosistemas y Biodiversidad

Javier Magaña, Gerente de Áreas Naturales Protegidas y Corredor Biológico

Ariana Bazzaglia, coordinadora del proyecto "Conservación, uso sostenible de biodiversidad y mantenimiento de servicios del ecosistema de humedales protegidos de importancia internacional"

Elaboración

Paola Parada, Rodolfo Rivera y Julio Parada, técnicos del proyecto "Conservación, uso sostenible de biodiversidad y mantenimiento de servicios del ecosistema de humedales protegidos de importancia internacional"

Revisión técnica

Ariana Bazzaglia

Diseño y montaje

Paola Parada

Primera edición

Diciembre 2019

Este documento fue elaborado por la Dirección de Ecosistemas y Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con apoyo técnico del proyecto "Conservación, uso sostenible de biodiversidad y mantenimiento de servicios del ecosistema de humedales protegidos de importancia internacional", el cual es ejecutado por el MARN con financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés) a través de la agencia implementadora del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Este documento puede ser reproducido todo o en parte, reconociendo los derechos del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

Kilómetro 5 ½ carretera a Santa Tecla, calle y colonia Las Mercedes, Edificios MARN, instalaciones ISTA, San Salvador, El Salvador, Centroamérica.

Tel: (503) 2132-6276

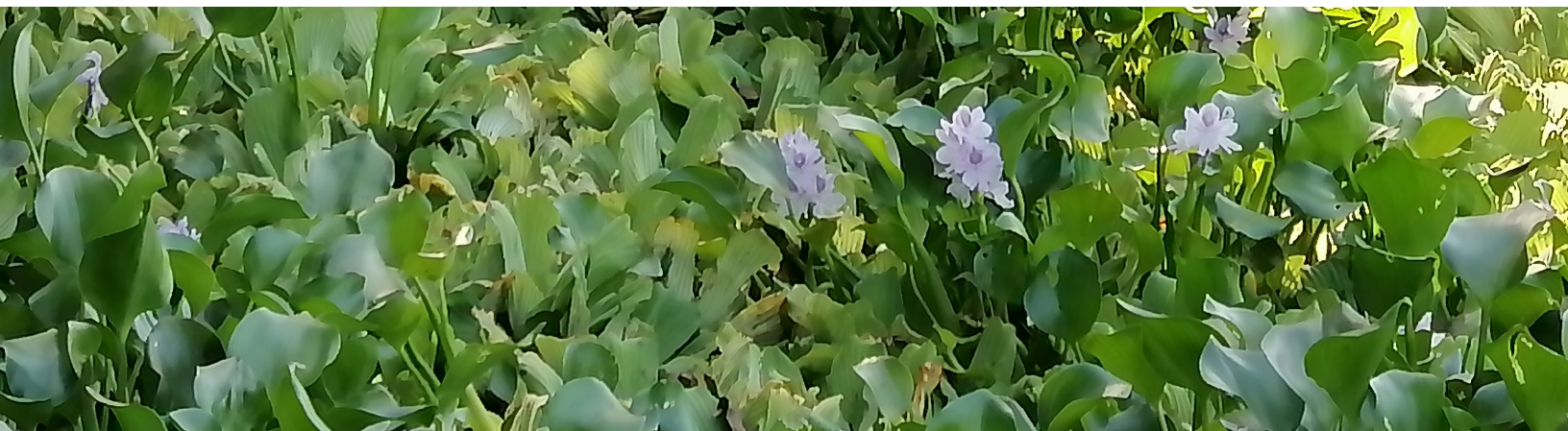
Sitio web: www.marn.gob.sv

Correo electrónico: medioambiente@marn.gob.sv

Facebook: www.facebook.com/marn.gob.sv

Twitter: @marn_sv

Youtube: [youtube/marnsv](https://youtube.com/marnsv)



Contenidos

1. Definición y alcance	P. 4
2. Objetivos	P. 4
3. Antecedentes	P. 5
3.1 Principales plantas acuáticas invasoras en El Salvador	P. 5
3.2 Problemática en El Salvador	P. 11
3.3 Qué puede causar las invasiones de PAI	P. 13
3.3.1 Caracterización de las causas en El Salvador	P. 13
4. Marco legislativo y políticas que regulan el control y manejo de las PAI	P. 16
4.1 Marco normativo nacional	P. 16
4.2 Marco normativo internacional	P. 18
5. Roles en la implementación de acciones para el control de las PAI	P. 20
6. Lineamientos para el control del jacinto de agua y otras PAI	P. 21
6.1 Fases del protocolo de control	P. 21
7. Cronograma de actividades de control y mantenimiento	P. 32
8. Pasos previos a la aplicación del protocolo	P. 35
9. Potenciales usos productivos del material vegetal extraído	P. 36
10. Plan de comunicación del protocolo de control de PAI	P. 37
11. Bibliografía	P. 43

Protocolo para el control del jacinto de agua y otras plantas acuáticas invasoras en El Salvador

1. Definición y alcance

Este protocolo da lineamientos generales para el control y manejo de poblaciones de jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) y otras plantas acuáticas invasoras (PAI) flotantes en humedales, así como la actuación ante infestaciones que han excedido los niveles de cobertura aceptables detallados en los planes de manejo para humedales protegidos de importancia internacional (HPII).

El protocolo orientará las actividades que se deberán tomar para manejar poblaciones y controlar una infestación de PAI, especialmente jacinto de agua, sin embargo, deberá adaptarse para cada sitio, considerando las características y necesidades específicas de cada humedal y las comunidades que lo habitan, al igual que otros factores que afectan la naturaleza de las infestaciones, desde la época del año hasta la velocidad del viento y la hora del día en la que se van a llevar a cabo las actividades de control, que se deberán tomar en cuenta para actualizar el protocolo año con año.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

- Controlar las poblaciones de jacinto de agua y otras plantas acuáticas invasoras en humedales a un nivel de cobertura que mantenga la salud del ecosistema y no afecte la calidad de vida de los habitantes locales.

2.2 Objetivos específicos

- Establecer mecanismos de acción ante los diferentes estados de infestación del jacinto de agua.
- Brindar lineamientos para el control y extracción de las PAI y ofrecer alternativas para el uso sostenible de la biomasa extraída.
- Evitar que las infestaciones de jacinto de agua alcancen niveles críticos, es decir, más del porcentaje de cobertura aceptable para cada humedal.
- Contar con información histórica y actualizada del comportamiento del jacinto de agua y las condiciones que propician las infestaciones.
- Establecer un mecanismo de monitoreo del jacinto de agua que permita aplicar adecuadamente las metodologías de control de la especie.

La presencia de plantas acuáticas invasoras (PAI) es uno de los principales problemas en el manejo de humedales de importancia internacional (HPII) y otros cuerpos de agua. Las infestaciones de estas plantas ocasionan graves problemas ambientales, además de dificultar o imposibilitar la actividad humana en los humedales y zonas aledañas.

Las grandes cantidades de biomasa que producen estas plantas reduce la cantidad de luz que llega al interior del cuerpo de agua, y al descomponerse disminuyen drásticamente los niveles de oxígeno disuelto, que puede ser fatal para la fauna acuática. Las densidades de PAI también constituyen un medio ideal para la proliferación de mosquitos, promoviendo la propagación de enfermedades.

Las isletas o masas de PAI impiden o dificultan la navegación de lanchas pesqueras y de transporte, y también reducen la pesca en zonas donde esta suele ser el principal medio de vida de la población local. Ocasionalmente ocasionan sedimentación que obstruye y atasca canales, impidiendo la circulación del agua, y las plantas pueden llegar a bloquear turbinas en centrales hidroeléctricas.

El costo de manejar y controlar las PAI una vez están bien establecidas, es decir, reproduciéndose y expandiéndose, puede ser elevado. El control integrado, es decir la implementación de una combinación de métodos de control en conjunto, ha demostrado ser el abordaje más efectivo y costo-eficiente. Aún cuando el costo financiero para controlar las PAI suele ser significativo, los costos ecológicos, económicos y sociales que resultan por la expansión descontrolada de estas plantas pueden ser severos, por lo que es vital que haya coordinación entre los diferentes actores involucrados en el manejo y uso de los cuerpos de agua afectados por esta problemática.

3.1 Principales plantas acuáticas invasoras en El Salvador

Jacinto de agua

El jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) es una de las peores malezas acuáticas, tanto que ha sido incluida en el reporte de la UICN “100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo”. Es una especie altamente invasiva que se origina en la cuenca del Amazonas en Suramérica, y se cree que fue introducida en otras regiones del mundo como una planta acuática ornamental. Se expande rápidamente, siendo capaz de duplicar su biomasa hasta en 5 días en condiciones óptimas (altos niveles de nutrientes en el agua y temperatura alrededor de 27.5°C, entre otros). Degrada los sistemas ecológicos de ríos y embalses, causando inundaciones y afectando la habilidad de las personas para utilizar los recursos hídricos. La polución de los ríos por nutrientes, en particular nitrógeno y fósforo provenientes de asentamientos humanos y agricultura, es considerada como el principal factor que contribuye a la rápida proliferación de jacinto de agua.

Esta planta puede flotar libremente en la superficie del agua, o estar anclada con racimos de raíces largas y plumosas. Por lo general, las plantas adultas crecen entre 10 y 20 cm de altura, pero pueden llegar a medir hasta 1 m cuando están aglomeradas en isletas sobre la superficie del agua. Sus flores, que miden aproximadamente 5 cm de ancho, son azul pálido o violeta, y el “pétalo” superior de cada flor tienen un prominente parche azul oscuro con el centro amarillo.

Esta especie se puede reproducir vegetativamente por gemación, que ocurre cuando partes de la planta se desprenden y desarrollan en nuevas plantas. Asimismo, cada planta también produce miles de semillas varias veces al año después de la floración. Las semillas germinan en sedimentos húmedos o en aguas templadas y poco profundas; la floración puede ocurrir entre 10 y 15 semanas después. Las semillas pueden permanecer viables en sedimentos acuáticos hasta 15 o 20 años, lo cual da luces del por qué esta es una especie tan difícil de controlar.

Familia/especie:

Jacinto de Agua

(*Eichhornia crassipes*)

El jacinto de agua, ninfa, lirio acuático, flor de bora, camalote, aguapey, lechuguín.

**Origen:**

Exótica, cuenca del Amazonas en Brasil; introducida en Estados Unidos, México, Centroamérica y las Antillas, así como en regiones tropicales de África, India, sur de Asia, Indonesia y Australia.

Clasificación y descripción:

Tallo vegetativo sumamente corto; hojas en rosetas, ascendentes a extendidas; pecíolos cortos, hinchados (bulbosos), con tejido aerenquimatoso; con dimorfismo foliar al crecer agrupadas: hojas puramente ascendentes y pecíolos elongados y menos hinchados; láminas de 2 a 16 cm. Inflorescencia: espiga; flores moradas, y una mancha amarilla en el lóbulo superior del perianto; fruto: cápsula de 1,5 cm. *Eichhornia crassipes* se cultiva en estanques y fuentes; es la única especie de su género estrictamente flo- tante. Está incluido en la lista 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo de la UICN.

Hábitat:

Habita en cuerpos de agua dulce como los son: ríos, lagos, charcas y embalses de los trópicos y subtrópicos localizados a latitudes no mayores de 40°N y 45°S. Temperaturas menores de 0° afectan su crecimiento al igual que alta salinidad. Sin embargo, cuerpos de agua eutroficados que contienen niveles altos de nitrógeno, fósforo, potasio al igual que aguas contaminada con metales pesados como cobre y plomo no limitan su crecimiento ya que puede anclarse y enraizar en suelos saturados de agua por un corto periodo.

Estado de conservación:

Ampliamente extendido en países tropicales y sub-tropicales.

Generalmente considerado una plaga, y está incluido en la lista "100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo" de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

**Familia/especie:**

Lechuga de agua
(*Pistia stratiotes*)

Repollito del agua o lechuga de agua, lechuguilla, lechuga cimarrona, quiapo.

Origen:

Exótica, cuenca del Amazonas en Brasil; introducida en Estados Unidos, México, Centroamérica y las Antillas, así como en regiones tropicales de África, India, sur de Asia, Indonesia y Australia.

Clasificación y descripción:

Tallo vegetativo sumamente corto; hojas en rosetas, ascendentes a extendidas; pecíolos cortos, hinchados (bulbosos), con tejido aerénquimatoso; con dimorfismo foliar al crecer agrupadas: hojas puramente ascendentes y pecíolos elongados y menos hinchados; láminas de 2 a 16 cm. Inflorescencia: espiga; flores moradas, y una mancha amarilla en el lóbulo superior del perianto; fruto: cápsula de 1,5 cm. *Eichhornia crassipes* se cultiva en estanques y fuentes; es la única especie de su género estrictamente flotante. Está incluido en la lista 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo de la UICN.

Hábitat:

Habita en cuerpos de agua dulce como los son: ríos, lagos, charcas y embalses de los trópicos y subtrópicos localizados a latitudes no mayores de 40°N y 45°S. Temperaturas menores de 0° afectan su crecimiento al igual que alta salinidad. Sin embargo, cuerpos de agua eutroficados que contienen niveles altos de nitrógeno, fósforo, potasio al igual que aguas contaminada con metales pesados como cobre y plomo no limitan su crecimiento ya que puede anclarse y enraizar en suelos saturados de agua por un corto periodo.

Estado de conservación:

Ampliamente extendido en países tropicales y sub-tropicales.

Generalmente considerado una plaga, y está incluido en la lista "100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo" de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

**Familia/especie:**

Natón

(*Pontederia rotundifolia*)

Pontederia, espigas de agua, camalote grande, flor de la laguna, tule y maleza pickerel.

Origen:

Su distribución abarca desde el sur de México hasta Sudamérica; en México se ha registrado en Guerrero, Oaxaca y Veracruz.

Clasificación y descripción:

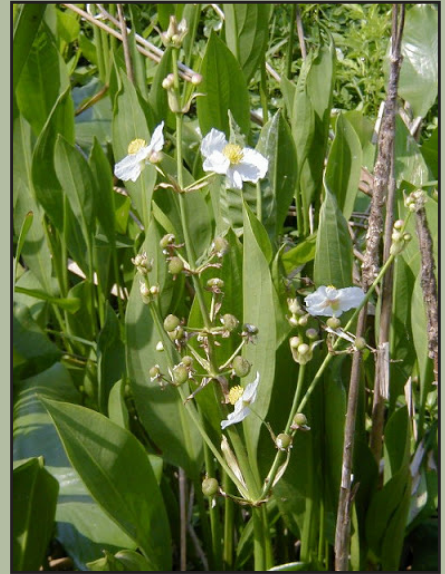
Planta perteneciente a la familia Pontederiaceae. Planta acuática, herbácea, enraizada, tallos postrados o erectos; láminas de las hojas ovadas o redondas (sagitadas o reniformes) cordadas, de 12 cm de largo y 18 cm de ancho, ápice obtuso o redondeado, lóbulos basales redondeados; inflorescencia es una espiga corta, raquis piloso, con palos largos crispados; perianto lila, piloso en el margen, tubo de 6 a 8 mm de largo; fruto ovoide, rostrado de 7 mm de largo.

Hábitat:

Habita en bordes de lagunas, ríos y en aguas abiertas de lagos y lagunas; se ha registrado desde el nivel del mar hasta los 800 m de altitud.

Estado de conservación:

No está incluido en la lista 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza UICN.

**Familia/especie:**

Cola de Pato

(*Sagittaria lancifolia*)

Cola de pato, punta de flecha de hoja ancha, patata de pato, patata india.

Origen:

Es nativa de los humedales en las regiones templadas de Eurasia, y en Gran Bretaña es la única especie nativa de *Sagittaria*.

Clasificación y descripción:

Es una planta perenne herbácea que crece en el agua hasta los 10-50 cm de profundidad. Las hojas sobre el agua tienen forma de flecha, la lámina de la hoja es de 15-25 cm de largo y 10-22 cm, sobre un pecíolo largo que sostiene la hoja hasta 45 cm por encima del nivel del agua. La planta también tiene estrechas hojas lineares sumergidas, de hasta 80 cm de largo y 2 cm de ancho. Las flores son 2-2.5 cm de ancho, con tres sépalos y tres pétalos pequeños blancos y numerosos estambres de color púrpura.

Hábitat:

Crece a bajas elevaciones en aguas poco profundas al borde de estanques, lagos, arroyos y zanjas húmedas.

Estado de conservación:

No está incluido en la lista 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza UICN.

**Familia/especie:**

Carrizo

(*Phragmites australis*)

Carricillo, carriza, carrizo, carrizo común, caña, caña borda, caña borde, caña de río, cañafila, cañavera, cañeta, cañete.

Origen:

Es nativa de Europa.

Clasificación y descripción:

Es una planta perenne, con un rizoma rastrero con capacidad para crecer en la superficie buscando agua. Puede alcanzar los 4 m de altura y 2 cm de diámetro, presentando una gran inflorescencia al final del tallo.

Los carrizales son ocupados por multitud de aves acuáticas, utilizándolos para nidificar. Algunas de ellas reciben incluso el nombre de Carriceros (como los pertenecientes al género *Acrocephalus*).

Hábitat:

Suele habitar suelos húmedos y orillas de cursos de agua y lagunas. En ríos se encuentran fundamentalmente en los tramos más bajos, en los que la velocidad del curso de agua les permite enraizar.

Puede soportar bastante bien niveles moderados de salinidad en el agua y en el suelo, necesitando suelos encharcados hasta profundidades de 5 m, por lo que es posible encontrarlo en las proximidades de marismas y zonas más salobres.

Estado de conservación:

No está incluido en la lista 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza UICN.



3.2 Problemática en El Salvador

En la última década el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) ha realizado una serie de esfuerzos por rescatar ecosistemas prioritarios como los humedales, uno de los mayores esfuerzos que ha realizado se enmarca en el control de especies invasoras, que propician la pérdida de estos ecosistemas.

Una de las problemáticas más evidentes es la sobreabundancia de plantas acuáticas que han cubierto gran parte de los espejos de agua en los humedales. Hay una amplia lista de especies acuáticas en los humedales, sin embargo, las especies que tienen más impacto negativo en estos ecosistemas son: jacinto de agua, lechuga de agua, natón, carrizo, y tule.

A la fecha, cuatro de los siete humedales de importancia internacional (sitios Ramsar) del país se encuentran afectados por la presencia de jacinto de agua. Estos son: Laguna de Olomega, Laguna de El Jocotal, Embalse Cerrón Grande y Complejo Güija. Sin embargo, la problemática de la abundancia de plantas acuáticas afecta a otros humedales no declarados, entre los que se han registrado la Laguna de Nahualapa, y otras pequeñas lagunas en el interior del país.

Desde aproximadamente 10 años se han incrementado los esfuerzos para mitigar la proliferación de estas especies de PAI, por lo que se han llevado a cabo acciones dirigidas a la extracción y la prevención de proliferaciones en varios sitios Ramsar.

Laguna El Jocotal

23 febrero de 2013, se removieron alrededor de 192 metros cúbicos de jacinto de agua del humedal Laguna el Jocotal, equivalente a unas 40 hectáreas de su superficie cubierta, con el apoyo masivo de más de mil voluntarios de la Iglesia Mormona, Municipalidades, Ministerio de la Defensa Nacional y el MARN (fig. 1). El equivalente en peso de esta maniobra fue: 1 ha= 500 toneladas, 40 ha = 20,000 toneladas métricas.

Programa Territorios de Progreso, liderados por OIKOS Solidaridad:

Diciembre de 2014, extracción coordinada por OIKOS Solidaridad, con participación del MARN, comunidades locales, Gobernación de San Miguel, Alcaldía El Tránsito. Extracción de 100 ha de plantas invasoras (*Typha*, *Eichhornia crassipes*, entre otras) en la zona de El Borbollón para facilitar la navegación en la zona y prevenir el azolvamiento al mismo tiempo. El material recolectado se depositó en las lavas del humedal (100,000 ton métricas, aproximadamente).

2016 – 2019, esfuerzos de extracción manual con apoyo de ONGs, comunidades y proyecto JICA con el objeto de dar mantenimiento al espejo de agua.

Laguna de Olomega

En este sitio se implementó por primera vez el manejo de plantas acuáticas mecanizado haciendo uso de una barcaza cosechadora.

En noviembre y diciembre de 2014, con la utilización de la barcaza, propiedad del MARN, como parte del manejo integral del jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*), se extrajeron 34 toneladas de ese material vegetal en el período señalado. En este esfuerzo participaron la Alcaldía de El Carmen, San Miguel, Chirilagua, MOP, comunidades, Gobernación de San Miguel, tanto en la logística, como en la construcción de una rampa para descargar la barcaza al agua.

Humedal Complejo Güija, Laguna de Metapán

En el periodo de febrero a mayo del 2013 con apoyo de la Benemérita Universidad de Puebla de México, Plan Trifinio, Fuerza Armada, Alcaldía de Metapán, MINSAL, UES, CEPRODE, entre otras instituciones, comunidades locales, el MARN logró la eliminación de casi un 95% del jacinto de agua que cubre las aproximadamente 477 hectáreas (238,500 toneladas) de la laguna de Metapán, Humedal Complejo Güija. La actividad se realizó entre los meses de febrero a mayo 2013. Inspección realizada en agosto del mismo año, reflejó la rápida proliferación de la especie, ya que la laguna se había cubierto de nuevo de la planta.

Embalse Cerrón Grande

En el humedal Embalse Cerrón Grande, también se ha identificado esta problemática hace más de una década, viendo un incremento progresivo en el tiempo. Por lo que, de igual manera se ha procurado intervenir para mitigar el impacto de las plantas acuáticas, en tal sentido por la magnitud de la problemática se trasladó la barcaza cosechadora desde Olomega hasta el Embalse, en octubre de 2017. Sin embargo, la operativización de la misma ha sido compleja.

3.3 Qué puede causar las invasiones de PAI

El jacinto de agua se puede esparcir a ríos, lagos y embalses a través de semillas arrastradas por el viento, plantas y semillas arrastradas por la corriente desde aguas arriba, o puede ser introducido por lanchas, aves y animales que, inadvertidamente, transportan semillas desde otros cuerpos de agua en donde crece la planta.

Ríos, lagos y embalses que sufren de contaminación por nutrientes, en particular nitrógeno y fósforo, son lugares óptimos para la rápida proliferación de jacinto de agua. La falta de plantas de tratamiento para las descargas de efluentes de aguas residuales de origen doméstico, efluentes industriales, filtraciones o derrames de la red de alcantarillado, y el uso de fertilizantes en tierras agrícolas contribuyen al exceso de nitratos y fosfatos que ingresan al sistema acuático, los cuales aumentan significativamente la tasa de crecimiento del jacinto de agua.

3.3.1 Caracterización de las causas en El Salvador

Contaminación de cuerpos de agua: Se calcula que el 73 por ciento de los 55 ríos de El Salvador están contaminados. En este cálculo se incluyen los humedales, ya que están conectados por medio de ríos a cuerpos de agua continentales y marinos-costeros, tales como la Laguna El Jocotal, la Laguna de Olomega y la Bahía de Jiquilisco. En el área de la cuenca hidrográfica Jiquilisco-Goascorán hay altas concentraciones de coliformes fecales. Asimismo, hay una marcada desoxigenación del río Grande de San Miguel, la Laguna El Jocotal y la Laguna de Olomega, ya que en estos se descarga aguas de usos residenciales e industriales que no pasan por ningún proceso de tratamiento.

Las actividades de ganadería también contribuyen a la contaminación de cuerpos de agua con el mal manejo del estiércol y otros desechos de actividades relacionadas; la limpieza de tierra para pastizales con tala de árboles y quemas promueve el azolvamiento en cuerpos de agua cercanos. Mientras que en la agricultura, el uso sin control de agroquímicos (fertilizantes y pesticidas) ocasiona contaminación en los humedales, pues estos ingresan en los cuerpos de agua a través de la escorrentía, ocasionando toxicidad y eutrofización que incrementan la cantidad de nutrientes y el crecimiento de algas y plantas invasoras, las que, al descomponerse, consumen oxígeno. Esto afecta a los organismos acuáticos y a una diversidad de especies de la cadena alimenticia, así como los medios de vida de comunidades locales que dependen de estos recursos acuáticos.

El cultivo de caña de azúcar, uno de los más importantes para la economía del país, tiene, desafortunadamente, un importante impacto, ya que una buena parte se realiza en las zonas de amortiguamiento de los humedales. La aplicación de buenas prácticas ambientales en los procesos productivos de la caña de azúcar se va expandiendo lentamente. El MARN, en coordinación con el sector, está haciendo importantes esfuerzos para promover el aprendizaje e implementación de estas prácticas entre los productores y cooperativas.



También se encuentran altas concentraciones de detergentes a lo largo de las orillas del humedal laguna El Jocotal, en donde las personas acostumbran a lavar ropa y otros enseres. Agregado a esto está la acumulación de desechos sólidos de áreas como San Miguel, Usulután y Zacatecoluca, especialmente a través de arroyos y ríos tales como el Grande de San Miguel, el cual es considerado como uno de los ríos más contaminados del país y está directamente conectado a los humedales Laguna de Olomega, Laguna El Jocotal y Bahía de Jiquilisco, por lo tanto, impactando la biodiversidad de esas áreas.

Expansión no controlada de la agricultura, acuicultura, ganadería y áreas urbanas: La expansión de la agricultura, acuicultura, ganadería y límites urbanos es una de las causas directas del deterioro que enfrentan los humedales del país, y está relacionada con amenazas como el cambio en el uso de la tierra, contaminación y la degradación general de la biodiversidad. En El Salvador, las áreas urbanas ocupan más del 4 por ciento del territorio nacional, los ecosistemas agrícolas (granos básicos, café, caña de azúcar, pastos, etc.) ocupan el 74 por ciento.

Este crecimiento es evidente en áreas tales como la Bahía de Jiquilisco, en donde se talaron manglares para extender el cultivo de caña de azúcar, construir casas, para leña y para establecer granjas de camarón y sal. Los humedales continentales tales como la Laguna El Jocotal y la Laguna de Olomega también fueron afectadas por la expansión de la ganadería (nuevas áreas de pastizales), generando una reducción en el área de agua de estas lagunas y generando conflicto entre ganaderos y pescadores. Esto altera las áreas de los humedales, dejándolos vulnerables a inundaciones o sequías, con altos niveles de contaminación debido a los vertidos de agroquímicos y sedimentación (azolve) que producen toxicidad y limitan la capacidad de la vida acuática y tiene impacto sobre las cadenas alimenticias.

Programas y estrategias ambientales actuales son ineffectivas para reducir las presiones originadas por especies invasoras, generación de desechos sólidos y agroquímicos: Las iniciativas existentes para reducir amenazas a los HPII debido a la presencia de especies invasoras y la contaminación por desechos sólidos y agroquímicos no han sido efectivas ya que faltan estrategias que faciliten la coordinación de esfuerzos entre las distintas autoridades que tienen influencia sobre la gestión de humedales y áreas naturales protegidas.

Esto crea una situación en la cual los esfuerzos para dar seguimiento a la conservación y al uso sostenible de la biodiversidad en estas áreas se hacen de manera desarticulada y resultan en la duplicación de esfuerzos. Además, estas iniciativas han tenido participación limitada de las municipalidades, de las comunidades locales y del sector privado. Como resultado, carecen del apoyo local necesario para reducir la presencia de especies invasoras, controlar los desechos sólidos y agroquímicos y evitar la degradación de los manglares y facilitar la rehabilitación de humedales degradados. Adicionalmente, hay una falta de incentivos necesarios, tales como sellos verdes, para motivar la adopción de mejores prácticas de gestión en el sector agrícola y otros usos de humedales y su biodiversidad.

El jacinto de agua ha cubierto, durante algunas temporadas, hasta el 75 por ciento de la superficie el agua de algunos HPII (p. ej. El Embalse del Cerrón Grande, la Laguna El Jocotal, la Laguna de Olomega), contribuyendo con la eutrofización del agua, afectando la productividad primaria de los ecosistemas y los ciclos biológicos de las especies acuáticas, además de dificultar la navegación y la pesca. Esta especie se reproduce rápidamente creando capas que las corrientes y el viento distribuyen. Un método utilizado para erradicar el Jacinto de agua común de estos cuerpos de agua es por medio de la remoción directa.

En 2012 se realizaron dos actividades de remoción en la Laguna El Jocotal, una en la que se extrajeron 100 m³ de Jacinto de agua y la segunda 800 toneladas; en 2013 se realizó una remoción que produjo 2,400 m³. En 2011 en la Laguna de Olomega se removió un total de 4 km² de la planta. En el 2012 se removieron 100 m³ y en 2013 se removieron 4,950 m². Otros métodos para mitigar el sobrecrecimiento del Jacinto de agua común incluyen actividades realizadas por grupos de mujeres en 2014 para desarrollar un fertilizante orgánico utilizando estiércol de vaca y jacinto de agua, creación de artesanías utilizando partes de la planta y varios días en el campo extrayendo la planta. Sin embargo, la especie continúa proliferando ya que los esfuerzos no se realizaron de manera permanente y hay poco control de la reducción de contaminación de cuerpos de agua que favorecen su proliferación.



4. Marco legislativo y políticas que regulan el control y manejo de las PAI

4.1 Marco normativo nacional

El Salvador cuenta con un marco regulatorio ambiental fundamentado en lo que dispone la Constitución de la República, que en su artículo 117 establece que es deber del Estado proteger los recursos naturales, así como la diversidad e integridad del medio ambiente, con el fin de garantizar el desarrollo sostenible, declarando de interés social la protección, conservación, aprovechamiento racional, restauración o sustitución de los recursos naturales.

Para dar cumplimiento a este mandato, se promulgó el Decreto Legislativo No. 233 (El Salvador, 1998), Ley de Medio Ambiente. En el Título IX de esta ley se define el concepto de Área Natural Protegida (ANP) y se crea el Sistema de Áreas Naturales Protegidas, definiendo sus objetivos en los artículos 78 y 79, mientras que el Art. 80 establece que la gestión de las ANP se realizará de acuerdo a un Plan de Manejo Participativo.

Art. 65.- Menciona la sostenibilidad de los recursos naturales renovables, donde sostiene que el uso y aprovechamiento de estos, deberá asegurar la sostenibilidad del mismo, su cantidad y calidad, protegiendo adecuadamente los ecosistemas a que pertenezcan. Las instituciones que tengan competencias para el uso de un mismo recurso, deberán coordinar y compatibilizar su gestión con las disposiciones de la presente ley y sus reglamentos para asegurar la sostenibilidad en el aprovechamiento de dicho recurso.

En el Art. 67, establece la responsabilidad del Estado de velar por la diversidad biológica, regular el acceso, aprovechamiento y conservación de las especies amenazadas, en peligro o en vías de extinción. Enuncia que el Estado, a través de las instituciones responsables de velar por la diversidad biológica, regulará prioritariamente la conservación en su lugar de origen, de las especies de carácter singular y representativa de los diferentes ecosistemas, las especies amenazadas, en peligro o en vías de extinción declaradas legalmente, y el germoplasma de las especies nativas.

Dentro del Reglamento General de la Ley de Medio Ambiente promulgada en el 2000 y sus reformas ejecutivas del 2009, en su Art. 81, referente a Programas de promoción y regulación de especies y ecosistemas, sostiene que en cumplimiento del mandato del Art. 67 de la Ley, el Ministerio y las demás instituciones estatales responsables de velar por la diversidad biológica, promoverán, fomentarán y regularán prioritariamente los programas de protección y de manejo de especímenes, especies y ecosistemas, especialmente de aquellos que se encuentren amenazados o en peligro de extinción. Este mismo Reglamento en el Art. 82, menciona que las especies de la diversidad biológica, a que se refiere el Art. 67 de la Ley, estarán sujetas a las medidas de conservación contempladas en la Convención sobre la Diversidad Biológica y a otras disposiciones contenidas en instrumentos nacionales e internacionales relacionados con la materia.

Ley de Áreas Protegidas: promulgada en 2005, mediante Decreto Legislativo No.579, la cual presenta como objeto, regular el establecimiento del régimen legal, administración, manejo e incremento de las Áreas Naturales Protegidas, y define al MARN como la autoridad competente, para conocer y resolver sobre toda actividad relacionada con las ANP y los recursos que éstas contienen, prevaleciendo

la Ley y su Reglamento sobre otras leyes que la contraríen. En el Art.8, se establecen los niveles de participación que pueden darse en la gestión de las ANP, los cuales son: a nivel estratégico de carácter nacional, a nivel gerencial y a nivel local. Así también, en los Artículos. 9, 10, 14, 16 y 17 contempla la constitución del Sistema de Áreas Naturales Protegidas; el establecimiento de las ANP; las categorías de manejo y sus objetivos; planes de manejo y planes operativos respectivamente.

Ley de Conservación de Vida Silvestre: promulgada en 1994 y reformada en 2001, por Acuerdo Legislativo No 441, en el cual se transfiere la aplicación de la normatividad de la Ley al MARN, anteriormente a cargo del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). En este acuerdo las funciones asignadas al Servicio de Parques Nacionales y Vida Silvestre son transferidas a la División de Patrimonio Natural del MARN. En los Artículos 8 a 20 se menciona lo vinculado a la protección y aprovechamiento y su grado de aplicación.

Ley Forestal: promulgada en 2002 por Decreto Legislativo No 852, cuya aplicación pertenece al MAG; en los Artículos del 8 al 12 se regula el aprovechamiento de los bosques naturales privados, no permitiendo el cambio de uso en los suelos con cobertura forestal de las clases de capacidad VI, VII, VIII. En el Art. 23 se declaran las áreas de uso restringido y la forma de manejo por parte de sus propietarios y en los Artículos 25 y 26 se habla de la prevención y control de incendios y su extinción, así como de la prohibición de quemas en los bosques naturales en el Art. 28.

Ley General de Ordenación y Promoción de Pesca y Acuicultura: promulgada en 2001, el fin de dicha ley es Regular, Ordenar y Promover la pesca y la acuicultura, conservar y desarrollar de manera sostenible los recursos hidrobiológicos de nuestro país. Para el cumplimiento de este fin, establece en el artículo en principio de Precaución, y cuando no se cuente con información verídica de las especies hidrobiológicas, se puede establecer Medidas temporales de Ordenación. Da la competencia al Ministerio de Agricultura y Ganadería a través de CENDEPESCA para hacerla cumplir.

También, se cuenta con una resolución ministerial elaborada por CENDEPESCA, publicada en el Diario Oficial con número 114, tomo 359, el día 23 de junio del 2003, con fecha de resolución del 29 de abril del 2003, siendo el objeto de la misma la regulación de pesca artesanal del Embalse del Cerrón Grande para impulsar, promover y establecer medidas para la conservación, administración y desarrollo de los recursos hidrobiológicos contenidos en el Embalse.

Ordenanza Municipal para Protección de Recursos Forestales, arbóreos e hídricos del Municipio de Chalatenango, departamento de Chalatenango: promulgada en 2004 por Decreto Municipal No.5; en el Art. 17, inciso i) se declara la zona del embalse Cerrón Grande como una AREA DE USO RESTRINGIDO, por razones de recarga forestal, arbórea o hídrica, o por el riesgo que representan, en donde sus propietarios tendrán la obligación de manejar de manera sostenible la vegetación existente.

Finalmente, uno de los instrumentos normativos más importantes para el control y manejo de las especies invasoras es el **Plan Nacional de Mejoramiento de Humedales** (Acuerdo No. 292 del Órgano Ejecutivo en el Ramo de Medio Ambiente y Recursos Naturales), el cual se constituye como elemento orientador de las acciones a desarrollar en los sitios Ramsar.

Este Plan establece las actividades que el MARN, a través del Área de Humedales, deberá desarrollar para lograr el uso racional de los humedales y contribuir al cumplimiento de la Convención Ramsar. El Componente 2 – Manejo integral de aguas residuales, detalla en la Actividad 1 que el Área de

Humedales, en coordinación con la Dirección de Saneamiento Ambiental, realizará los monitoreos pertinentes en puntos específicos de las descargas de aguas residuales en los humedales Ramsar. El Componente 3 – Investigación científica en sitios Ramsar, en la Actividad 1, numeral 1.2 dicta que se deberá hacer monitoreos de especies exóticas invasoras. Del mismo componente, la Actividad 2 detalla que el Área de Humedales deberá realizar monitoreos de parámetros básicos del agua, así como mantenimiento del equipo de monitoreo.

Específicamente relacionado al control y manejo de plantas acuáticas invasoras, el Componente 6 – Gestión de vida silvestre, en la Actividad 2, numeral 2.2, el Plan indica que el Área de Humedales, en coordinación con otras dependencias y en forma integrada e inclusiva, deberá controlar la población de jacinto de agua en los humedales del país, priorizando los sitios Ramsar.

4.2 Marco normativo internacional

Leyes relacionadas y los tratados y acuerdos internacionales que el país ha ratificado, incluyendo:

Convenio de Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica (CDB, 1992)

Sus objetivos son “la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa de los beneficios resultantes de la utilización de los recursos genéticos”. Es el primer acuerdo global para abordar todos los aspectos de la diversidad biológica: recursos genéticos, especies y ecosistemas, y el primero en reconocer que la conservación de la diversidad biológica es “una preocupación común de la humanidad”, y una parte integral del proceso de desarrollo.

La Biodiversidad o diversidad biológica es la variedad de la vida. Este reciente concepto incluye varios niveles de la organización biológica. Abarca a la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies, y los paisajes o regiones donde se ubican los ecosistemas. También incluye los procesos ecológicos y evolutivos que se dan en genes, especies, ecosistemas y paisajes. (MARN, s.f.).

Convención sobre Humedales RAMSAR (1971)

La Convención de Ramsar, aprobada en 1971 y ratificada por El Salvador en 1998, es el primer acuerdo multilateral sobre el medio ambiente (AMMA) que se firmó a escala mundial. La red de sitios Ramsar constituye la mayor red de áreas de importancia internacional reconocidas oficialmente en el mundo. Esta red de humedales, que al 8 de junio de 2015 estaba compuesta por 2.208 sitios Ramsar que abarcaban 210,7 millones de hectáreas, constituye el eje principal de una red mundial de humedales que mantienen funciones vitales y prestan servicios de los ecosistemas tanto para las personas como para la naturaleza. La identificación y el manejo de dichos humedales en pro de su conservación y uso sostenible es uno de los objetivos centrales de la Convención, esencial para la obtención de beneficios a largo plazo para la diversidad biológica y las personas teniendo en cuenta distintos enfoques y visiones. (Ramsar, 2015).

La Convención aplica una definición amplia de los humedales, que abarca todos los lagos y ríos, acuíferos subterráneos, pantanos y marismas, pastizales húmedos, turberas, oasis, estuarios, deltas y bajos de marea, manglares y otras zonas costeras, arrecifes coralinos, y sitios artificiales como estanques piscícolas, arrozales, reservorios y salinas.

En el marco de los “tres pilares” de la Convención, las Partes Contratantes se comprometen a:

- Trabajar en pro del uso racional de todos los humedales de su territorio;
- Designar humedales idóneos para la lista de Humedales de Importancia Internacional (la “Lista de Ramsar”) y garantizar su manejo eficaz;
- Cooperar en el plano internacional en materia de humedales transfronterizos, sistemas de humedales compartidos y especies compartidas. (MARN, s.f).

Convención sobre el Cambio Climático

El Salvador ratificó la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en agosto de 1995 y el Protocolo de Kioto (PK) en 1998. En cumplimiento de las obligaciones asumidas como parte de la Convención, el Gobierno de El Salvador presentó su Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático (PCNCC) en el año 2000 y la Segunda Comunicación Nacional (SCNCC) en 2013. Actualmente se encuentra en elaboración la tercera Comunicación.

El MARN es el punto Focal ante la CMNUCC y el encargado de coordinar, impulsar y apoyar las acciones vinculadas a la gestión de los riesgos ante el cambio climático. En el 2012 el Concejo de Ministros aprobó la nueva Política del Medio Ambiente que tiene como objeto “Revertir la degradación ambiental y reducir la vulnerabilidad frente al cambio climático”. En el mismo año se hicieron importantes reformas a la Ley del Medio Ambiente, incorporando instrumentos que facilitan la implementación de acciones para impulsar la adaptación y afrontar el cambio climático. En 2013, el MARN lanzó la Estrategia Nacional de Cambio Climático, y en junio de 2015 se oficializó el primer Plan Nacional de Cambio Climático, cuyo objetivo es “Construir una sociedad y una economía resiliente al cambio climático y baja en carbono”.

Durante noviembre de 2015, previo a la Conferencia de las Partes COP 21, El Salvador presentó ante la Convención sus Contribuciones Tentativas Nacionalmente Determinadas, (INDC, por sus siglas en inglés) destinadas en primer lugar, a establecer un marco de legislación y arreglos institucionales que orientan el desarrollo económico y social hacia las bajas emisiones y la adaptación al cambio climático.

Estrategia Nacional de Cambio Climático

La Estrategia Nacional de Cambio Climático de El Salvador, pretende trazar el rumbo, así como proponer ciertos mecanismos y principios en esa materia. La estrategia en el eje de Adaptación al Cambio Climático; aborda la necesidad de reducir pérdidas y daños futuros mediante la implementación acelerada de medidas de adaptación al cambio climático; y entre las líneas de acción prioritarias para este eje se encuentran:

- Estrategias sectoriales de adaptación con énfasis en agricultura, recursos hídricos, infraestructura y salud.
- Restauración de los ecosistemas críticos y paisajes naturales.
- Ordenamiento urbano y costero.
- Mitigación del Cambio Climático (reducción de emisiones). (MARN, s.f.)

5. Roles en la implementación de acciones para el control de las PAI

Actores con vinculación legal:

- A nivel nacional, el **MARN** ha sido designado para coordinar los esfuerzos de control y mantenimiento del jacinto de agua, especialmente cuando las infestaciones afectan la integridad de ecosistemas, infraestructura y medios de vida de las poblaciones locales.
- **Comité Nacional Ramsar**: La principal función del Comité es la aplicación de la Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, suscrita por El Salvador. Para ello, deberá coordinar acciones y tomar acuerdos sobre la gestión sostenible de los siete HPPI del país. En las iniciativas de control de PAI, el Comité promoverá la coordinación y el trabajo conjunto de sus miembros:
 - **CEL**: Co-coordinará actividades de control en los humedales en los que tiene presencia.
 - **ANDA**: Deberá ser uno de los actores principales en la creación, junto con el MARN, de políticas, estrategias y planes para el mejoramiento de humedales, y rescate y limpieza de ríos en el país.
 - **MOP**: podrá proveer recursos materiales (maquinaria) y humanos para las actividades de control y prevención.
 - **MAG**: participará en actividades educativas con productores de las zonas de amortiguamiento, encaminadas a prevenir y disminuir la contaminación de los humedales.
 - **MITUR**: participará en actividades de coordinación y movilización de recurso humano en las comunidades locales, así como en actividades educativas encaminadas a prevenir y disminuir la contaminación de los humedales
- **CENDEPESCA**: Coordinará con pescadores de las zonas de amortiguamiento para la participación activa en actividades de control.
- **COMURES**: Coordinará, a través de las municipalidades de los humedales, trabajo conjunto con el MARN en el control y prevención.
- **Otras instituciones gubernamentales (FIAES, FISDL)**: podrán proveer apoyo técnico, así como recursos materiales y financieros para la implementación de actividades de control.
- **Comité Local Ramsar**: como encargados de la aplicación de la Convención Ramsar a nivel local, el comité deberá participar activamente en las actividades de control y prevención, movilizándolo a sus comunidades y coordinando con otras organizaciones locales, municipalidades, cooperativas, etc.
- **ROLA**: podrá cumplir un rol importante en el monitoreo de indicadores en campo, reportando hallazgos al MARN que determinarán las acciones a implementar a lo largo del año.

Actores con rol colaborativo:

- **ONGs (locales y nacionales)**: podrán compartir recursos materiales y humanos, así como apoyo técnico.
- **Universidades (UCA, UES, UJMD)**: brindará apoyo técnico en el estudio y selección de métodos de control, así como en el monitoreo de indicadores en campo y pruebas en laboratorio.
- **Consejo Nacional de Energía**: participa en las actividades del Comité Nacional Ramsar.
- **Ministerio de Educación**: cumple un importante rol en la inclusión de temas de educación ambiental, específicamente sobre humedales, en el currículo nacional y en instituciones educativas de las zonas de amortiguamiento. Se coordinará con el MARN para la implementación de actividades de educación ambiental a nivel local en las zonas de amortiguamiento, pueblos y ciudades cercanas a los humedales.

6. Lineamientos para el control del jacinto de agua y otras PAI

Con el fin de controlar exitosamente la proliferación de jacinto de agua, se debe considerar toda la cuenca, y todos los actores clave deben estar involucrados en los esfuerzos de control - tanto en el abordaje de la calidad del agua en el sistema, como en el control de las infestaciones de jacinto de agua. El MARN liderará la coordinación, gestión y documentación continua de todos los esfuerzos de control. Asimismo, se asegurará de que sean diseñados planes exhaustivos para el control del jacinto de agua para cada HPII, los cuales deberán incluir consideraciones de financiamiento y objetivos de corto, mediano y largo plazo.

Un buen abordaje para controlar jacinto de agua de manera integrada en una cuenca – en donde hay varios dueños de tierras, usuarios y manejadores – es buscar aceptación y participación de todos los actores en la cuenca, incluyendo municipalidades, instituciones del gobierno central, empresas y comunidades.

Para propietarios de tierras y empresas, formar una “co-manejadora” puede ser una manera eficaz de lograr la participación de múltiples grupos de interés en un área específica. Es importante que los actores estén de acuerdo en los métodos de control a ser utilizados, y que se lleven a cabo reuniones periódicas para seguir el progreso de las actividades. Es recomendable que cada actor tenga un rol activo en el proceso de control, ya sea para proveer insumos o equipo, monitoreo de los métodos de control, mano de obra, o para ayudar a diseminar información y crear conciencia entre el público.

6.1 Fases del protocolo de control

El protocolo se divide en cuatro fases operativas: la **preparación**, la **aplicación**, la **disposición** y el **monitoreo**.

Fase 1 - Preparación

1. Ubicación del sitio.

Se realizarán recorridos o visitas de campo para identificar nuevas infestaciones de PAI o el estado de poblaciones de plantas previamente identificadas y que se encuentran en control por mantenimiento. Incluir fotografías del sitio en diferentes direcciones.

2. Caracterización del área afectada – Línea base

- a. Mapa de la superficie total infestada. Para esto, será necesario georreferenciar el sitio con GPS o utilizar imágenes satelitales recientes, medir el área de la superficie afectada y crear el polígono.
- b. Mapa de las unidades de manejo. Dividir el cuerpo de agua en unidades de manejo, de acuerdo a:
 - Uso o importancia socio-económica del área (pesca, turismo, movilización, comercio, acceso de comunidades, ecosistemas).
 - Características geomorfológicas del humedal, es decir, la existencia de puntos de acumulación de plantas.
 - La existencia de sitios adecuados para la extracción y disposición.

Utilizando los datos obtenidos el primero paso, se utilizarán los puntos para formar polígonos más pequeños. Se asignará un nombre o número a cada unidad. Esta división es útil para determinar cuál es el mejor método de control para las distintas áreas de un cuerpo de agua de acuerdo a sus características, y para hacer más manejable la aplicación de los métodos de control.

- a. Mapa de poblaciones de jacinto por unidades de manejo. Mapear las poblaciones de plantas, indicando el porcentaje de cobertura, densidad y volumen de infestación en cada unidad de manejo. Para esto se hará un muestreo de cuadrante por unidad, el cual consiste en colocar un cuadrado sobre la vegetación para determinar la densidad, cobertura y frecuencia de las plantas. El tamaño del cuadrado es de 1 m², por lo general.
- b. Determinar el tipo de flora y fauna presente en el lugar de la infestación. Verificar si hay otras plantas acuáticas presentes (nativas, exóticas e invasoras), e incluirlas en el mapeo. De igual forma, confirmar si hay agentes de control biológico presentes en las colonias de jacinto de agua, y si hay daño observable en las plantas.
- c. Estudio de calidad del agua, incluyendo descripción y localización de las principales fuentes de nutrientes, y las instituciones que deberán estar involucradas en su control.
- d. Mapa de unidades de manejo prioritarias. Indicar otros factores a tomar en cuenta para la selección y aplicación de métodos de control: asentamientos humanos en el área y su cercanía al sitio de la infestación, lugares de pesca o tránsito de pobladores, áreas recreativas o turísticas, etc.

3. Inventario de recursos materiales, humanos y económicos.

- a. Con base en los datos superficie afectada, porcentajes de cobertura y densidad de plantas, se estiman los recursos humanos y financieros requeridos para la implementación de actividades de control del jacinto de agua. De acuerdo con la densidad y extensión de la infestación, así como la accesibilidad de cada unidad de manejo, se determinará el equipo y mano de obra que se requerirá. Tomar en cuenta el cálculo de costo por hectárea de campañas de extracción realizadas en el pasado.
- b. Acervo bibliográfico de documentación sobre proyectos o investigaciones relacionadas a la caracterización y control de PAI en el país.
- c. Identificar los grupos de interés indicados a participar en las actividades de control de jacinto de agua (municipalidades, empresa privada, ADESCO, cooperativas y asociaciones locales, etc.) y los recursos que estos podrían aportar (financiamiento, maquinaria, mano de obra).
- d. Identificar las fuentes de financiamiento para la implementación de las actividades de control del jacinto de agua, ya sea adentro de la institución, con proyectos bilaterales o a través de la formulación de un proyecto específico.

4. Es absolutamente necesaria la preparación de instalaciones para los operarios, especialmente a los de campañas de extracción manual. Estas instalaciones deberán contar con áreas de alojamiento, baños y vestideros, y áreas de descanso. De igual forma, se deberá asegurar la alimentación oportuna y suficiente de los trabajadores, transporte, permisos (misiones oficiales) y equipo de protección. Las instalaciones para operarios y los parqueos deberán estar ubicadas fuera de áreas naturales sensibles, no restringir el acceso de residentes locales, y no invadir o dañar propiedad privada o comunitaria.

Antes de iniciar la aplicación de los métodos de control y manejo del jacinto de agua:

- Si el área donde se llevará a cabo la extracción de jacinto de agua no es pública, el propietario deberá ser informado de las actividades de limpieza antes de que estas inicien. Si hay comunidades que podrían ser afectadas por la aplicación de herbicidas como parte de las actividades de control, estas también deberán ser informadas previamente.
- Los herbicidas, maquinaria y equipo de protección personal deberán ser obtenido y estar en el sitio antes de que inicien los trabajos. También es necesario instalar una estructura para el almacenamiento seguro de los herbicidas, con piso impermeable para evitar filtraciones de químico al suelo, cuerpo de agua, alcantarillas, vegetación o asentamiento humano. Este almacén también deberá estar protegido para evitar el ingreso de animales o personas ajenas a las actividades de control, y para minimizar las posibilidades de robo.

Fase 2 - Aplicación

1. Metodología

Los métodos utilizados para el control del jacinto de agua son el manual, el mecánico, el químico y el biológico.

Control manual	Control mecánico	Control químico	Control biológico
La remoción manual se realiza a través de la extracción a mano de jacinto de agua utilizando azadones, rastrillos y otras herramientas. Este método es bastante laborioso y solamente es efectivo en áreas pequeñas de infestación.	El control mecánico se lleva a cabo a través de varios métodos, incluyendo el uso de lanchas equipadas con rastrillos metálicos, retroexcavadoras, bandas transportadoras y cosechadoras mecánicas. El control mecánico suele ser caro, pero ha demostrado ser exitoso en infestaciones de alta densidad y grandes extensiones.	Hay dos métodos para la aplicación de herbicidas: aérea, utilizando aviones o helicópteros rociadores; y la aplicación foliar, en el que el operario utiliza una bomba de mochila. Únicamente herbicidas aprobados para el control de plantas acuáticas deben ser utilizados. El jacinto de agua es muy susceptible a herbicidas como el 2,4-D.	El control biológico es la introducción de estos enemigos naturales para remover la ventaja competitiva de la planta y reducir su vigor a un nivel comparable al de la vegetación nativa. El control biológico más frecuentemente utilizado son los insectos, ácaros o patógenos (organismos como hongos o bacterias que causan enfermedades).

Para decidir qué métodos de control van a ser implementados en cada unidad de manejo, incluyendo el programa de seguimiento y mantenimiento, así como los responsables de la implementación, hay que tomar en cuenta:

- El mapa de distribución de jacinto de agua, detallando las unidades de manejo.
- El estudio de calidad del agua, incluyendo descripción y localización de las principales fuentes de nutrientes, y las instituciones que deberán estar involucradas en su control.
- Los recursos necesarios para el manejo - mano de obra, maquinaria, equipo de seguridad – por unidad de manejo.
- Los requerimientos de entrenamiento para el personal involucrado.

- El mapa de actores involucrados en el programa de manejo, y/o afectados por la implementación del plan.
- Los usos del cuerpo de agua (pesca, transporte, recreación, generación de electricidad, etc.) y las zonas prioritarias para mantener estos servicios.
- El presupuesto y las fuentes de financiamiento disponibles.

Tabla 2. Matriz de control integrado de las PAI.

Extensión/% área de cobertura	Alta cobertura	Cobertura media	Baja cobertura	Mantenimiento
Grande	Control mecánico	Control mecánico	Control mecánico	Control biológico
	Control químico	Control químico		Control mecánico
Pequeña	Control mecánico	Control manual	Control manual	Control manual
	Control químico	Control mecánico		Control biológico

Cobertura baja: 20-30% - Cobertura media: 30-40% - Cobertura alta: 40-60%

2. Métodos de control del jacinto de agua

Cuatro métodos, o una combinación de estos, son los que generalmente se utilizan para el control del jacinto de agua. Es importante identificar los métodos de control más apropiados para el programa de control/erradicación que se va a implementar.

A. Control manual

La remoción manual se realiza a través de la extracción a mano de jacinto de agua utilizando azadones, rastrillos y otras herramientas. Este método es bastante laborioso y solamente es efectivo en áreas pequeñas de infestación. En muchos países, este método se implementa principalmente como iniciativa de creación de empleos.

La frecuencia de los tratamientos de seguimiento dependerá del nivel inicial de la infestación, la época del año (en El Salvador, el jacinto de agua crece más en la época lluviosa), y de los niveles de nutrientes del cuerpo de agua. Si inicialmente el área estaba densamente infestada y las actividades de control han limpiado la mayor parte, se puede permitir llegar hasta un 20% de cobertura antes de aplicar tratamientos de seguimiento.

Otra desventaja del método manual es que, en aguas profundas (por ejemplo, embalses y canales), se requiere el uso de equipo adicional tales como lanchas o cayucos, así como una serie de medidas de seguridad, tales como el uso de chalecos salvavidas.

Tabla 3. Ventajas y desventajas del control manual.

Ventajas	Desventajas
Método efectivo en pequeñas áreas con infestación limitada de jacinto de agua.	No es un método efectivo para grandes áreas o infestaciones muy densas, ya que el costo de remoción es extremadamente alto.
Alta creación de trabajo y reducción potencial de pobreza.	No siempre es adecuado para áreas de aguas profundas o muy contaminadas, debido al riesgo que los empleados puedan ahogarse o enfermarse.
No hay contaminación de agua por herbicidas.	
Las plantas son removidas, evitando crear grandes volúmenes de materia vegetal en descomposición en el cuerpo de agua que puede conducir a la eutrofización y la muerte de peces.	Las semillas y trozos de plantas que quedan pueden crear rápidamente nuevas plantas.

B. Control mecánico

El control mecánico se lleva a cabo a través de varios métodos (Anexo 5), incluyendo el uso de lanchas equipadas con rastrillos metálicos, retroexcavadoras, bandas transportadoras y cosechadoras mecánicas. El control mecánico suele ser caro, pero en áreas donde el jacinto de agua ha causado que el cuerpo de agua sea impenetrable, ha demostrado ser exitoso. En muchos casos, la extracción mecánica es necesaria para crear accesos para las lanchas que se utilizarán para la aplicación de herbicidas.

Otra técnica de control en lugares donde el jacinto de agua se encuentra cerca de bombas de extracción de agua o en turbinas hidroeléctricas, es el uso de cables o barras para prevenir que las plantas entren en las tuberías y bombas. Esta técnica también es efectiva para acumular densidades de jacinto de agua en áreas reducidas y facilitar la extracción o aplicación de herbicida.

El uso de cables ha demostrado ser útil para separar secciones del cuerpo de agua que son importantes para las comunidades locales por ser áreas de pesca, transporte o turismo, por ejemplo, las entradas de ríos y pequeñas bahías. En estas áreas también se facilita la colocación de cables ya que puede haber menos distancia de orilla a orilla.



Fig. 1 – Colocación de cables para el control de jacinto de agua en el sitio Ramsar embalse Cerrón Grande, noviembre 2019.

Sin embargo, esta técnica no es apropiada para algunas áreas, por estas razones:

- Asegurar los cables a orillas del río, lago o embalse a veces es difícil, especialmente si no hay estructuras sólidas cerca.
- Muchas veces, los cuerpos de agua son demasiado anchos, o las riveras muy altas o irregulares.
- El robo de cables es un problema común.
- Extender cables en áreas de tráfico de lanchas o barcos puede causar problemas.

Tabla 4. Ventajas y desventajas del control mecánico.

Ventajas	Desventajas
Es útil si se han formado esteras densas que imposibilitan o dificultan el paso.	Es más caro, ya que requiere el uso de un equipo especializado.
Una vez que se ha logrado el acceso a través de los métodos de control manual, entonces se puede comenzar a utilizar otras formas de remoción como control con herbicidas o control biológico.	Las semillas y trozos de plantas que pueden quedar pueden crear rápidamente nuevas plantas.
Se eliminan las plantas, evitando crear grandes volúmenes de materia en descomposición en el cuerpo de agua que puede conducir a la eutrofización y la muerte de los peces. El material vegetal eliminado puede usarse productivamente como biomasa o para abono orgánico.	La naturaleza especializada del equipo y el trabajo hace que requiera menos mano de obra que el control manual, con menos potencial para la creación de empleo.

C. Control químico (herbicida)

La aplicación de herbicida es uno de los métodos más usados en el control de jacinto de agua alrededor del mundo. Aunque actúa rápido, un control efectivo con este método requiere un compromiso a largo plazo, con aplicaciones de seguimiento periódicas por varios años. El jacinto de agua es muy susceptible a herbicidas como el 2,4-D, diquat, paraquat y glifosato. Únicamente herbicidas aprobados para el control de plantas acuáticas deben ser utilizados; se puede utilizar los lineamientos de la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) como guía para la selección de un herbicida aprobado y apropiado para cada caso.

Tabla 5. Ventajas y desventajas del control químico.

Ventajas	Desventajas
Impacto inmediato en infestaciones de jacinto de agua de alta y baja densidad en áreas grandes o pequeñas, logrando resultados dentro de las 6 semanas de aplicación.	Los herbicidas son caros, pero esto se puede equilibrar con la reducción de los requisitos de mano de obra en comparación con los métodos de eliminación manual.
El herbicida mata completamente las plantas, lo que reduce la posibilidad de que pequeñas piezas de material vegetal rezagadas se transformen en plantas completamente desarrolladas, como ocurre con los métodos de control manual.	Problemas de calidad del agua (la descomposición de grandes masas de plantas de jacintos de agua muerta a menudo provoca la muerte severa de peces debido a condiciones anaeróbicas), así como la deriva por pulverización y los impactos de los herbicidas en organismos no objetivo.
Permite la extracción más rápida al reducir el volumen de biomasa.	El uso de herbicidas puede contaminar los sitios utilizados para agua potable, el lavado y la pesca y, por lo tanto, puede poner en peligro la salud humana.
	El uso de herbicidas requiere de capacitaciones especializadas y medidas de seguridad.

Hay dos métodos de aplicación de herbicidas para infestaciones de plantas acuáticas:

1. Aplicación aérea: se lleva a cabo utilizando aviones livianos o helicópteros, los cuales atomizan el herbicida desde el vehículo. La aplicación aérea se utiliza mayormente para el control de jacinto de agua en embalses, ríos o lagos de grandes extensiones, y en sitios donde las infestaciones son tan densas que dificultan el paso de lanchas. Este método es más caro, y solo debe utilizarse cuando no hay riesgo de afectar vegetación nativa, cultivo o asentamientos humanos.

2. Aplicación foliar: con este método, el operario utiliza una bomba de mochila con el que aplica el herbicida manualmente sobre las plantas, ya sea caminando sobre la orilla o en una lancha. También se puede adaptar una bomba a presión con una boquilla en una lancha, para aplicación a infestaciones más densas o menos accesibles. Es necesario tener cuidado de entrenar a todo el personal involucrado en las operaciones de aplicación, y asegurarse de tomar todas las precauciones de seguridad (uso de mascarillas y anteojos de seguridad, chalecos salvavidas, etc.)

D. Control biológico

Las plantas acuáticas invasoras prosperan y se expanden de manera exponencial, en parte debido a la falta de depredadores naturales que pueden estar presentes en su lugar de origen. El control biológico es la introducción de estos enemigos naturales para remover la ventaja competitiva de la planta y reducir su vigor a un nivel comparable al de la vegetación nativa (Anexo 4).

El control biológico más frecuentemente utilizado son los insectos, pulgas o patógenos (organismos como hongos o bacterias que causan enfermedades). Los agentes de control biológico muchas veces atacan órganos específicos de las plantas objetivo (sus hojas, tallos o raíces) o las partes reproductivas (flores, frutos o semillas).

Tabla 6. Ventajas y desventajas del control biológico

Ventajas	Desventajas
El más ecológico y más sostenible de todos los métodos disponibles de control de jacintos de agua.	Generalmente lento para lograr su objetivo, especialmente al principio.
Por lo general, no requiere mantenimiento a largo o largo plazo.	Los bajos niveles de infestación, con brotes ocasionales, seguirán siendo una característica de los sistemas bajo control biológico.
Requisitos de costo relativamente bajo a largo plazo.	

E. Control Integrado

El control integrado se logra a través de la implementación de una combinación de métodos para controlar las infestaciones de PAI. Generalmente, el control biológico y la aplicación de herbicida son utilizados de manera complementaria. En algunos casos, por ejemplo, cuando el jacinto de agua ha creado esteras densas que hacen imposible el acceso en lancha, el control mecánico (por ejemplo, con cosechadora mecánica) pueden ser utilizado. Esto asegura la creación de accesos que permiten que entren las lanchas para la aplicación de herbicidas.

Las diferentes secciones (unidades de manejo) de un cuerpo de agua pueden requerir diferentes métodos de control. Por ejemplo, en un embalse grande que está densamente invadido, la aplicación de herbicida a través de lanchas o aeroplanos puede ser la mejor opción; por otro lado, en un área escasamente invadida que esté cerca de vegetación sensible, el control biológico podrían ser la alternativa más responsable.

A nivel de cuenca, en donde los niveles de infestación de jacinto de agua varían, y donde hay diversos grupos de interés y consideraciones económicas y ecológicas, el control integrado es la opción de control más efectiva. La decisión de qué abordaje elegir debe estar basada en el entendimiento de:

1. La relación costo-beneficio de los diferentes métodos de control; y
2. Los riesgos y beneficios económicos, sociales y ambientales asociados a cada método.
3. La geomorfología del humedal.

3. Materiales y recursos

Control manual

Vestuario de protección	Equipo
Guantes de hule (hasta el codo)	Rastrillo, suacho, azadón, pala
Botas altas de hule	Lancha
Casco	Chaleco salvavidas
Traje de vadeo tipo overall	Lentes protectores
	Machete
	Redes de pesca

Control químico

Vestuario de protección	Equipo
Traje protector (De dos piezas, pantalón y manga larga)	Atomizador de 16 litros (Atomizador estándar con boquilla cónica, con partes de repuesto fáciles de encontrar)
Botas de hule	Recipiente para mezcla (Con capacidad de, por lo menos, 1000 ml)
Mascarilla (Especifica para la aplicación de herbicidas, para evitar la inhalación)	Embudo (Embudo amplio compatible con contenedores de 25 l)
Gafas de protección (Es importante que las gafas sean cerradas alrededor de los ojos)	Lona plastificada (o recipiente amplio para realizar las mezclas y prevenir derrames en el suelo)
Sombrero contra el sol	Contenedores de 25 litros (Utilizados para llevar agua limpia para mezclar con el herbicida)
Guantes de hule (Que cubran la muñeca, para prevenir el contacto de la piel con el herbicida)	Jabón y agua (Para lavar manos y piel que haya entrado en contacto con herbicida)
Chaleco salvavidas (Esenciales para equipos trabajando en aguas profundas)	

Control mecánico

Vestuario de protección	Equipo
Guantes de hule (hasta el codo)	Lancha pantanera
Botas altas de hule	Barcaza cosechadora de plantas acuáticas
Casco	Banda transportadora de plantas acuáticas
Traje de vadeo tipo overall	Retroexcavadora
	Camión de volteo de 20 ton
	Lanchas y motores de gasolina (mínimo 2 de cada uno por cuadrilla)
	Cables de acero
	Boyas plásticas
	Redes de pesca

Fase 3 - Disposición

El uso o disposición final de la biomasa extraída con distintos métodos es uno de los elementos más complejos de un plan de control y manejo de jacinto de agua. Las plantas pueden proveer un importante volumen de biomasa, el cual, una vez secado, puede ser utilizado para la creación de bioenergía, así como para la producción de productos artesanales, para el compostaje o como forraje para ganado (ver sección 8).

Sin embargo, es necesario considerar los requerimientos de equipo, mano de obra y recursos para movilizar y procesar la biomasa, y decidir si la relación costo-beneficio es aceptable. La cantidad de metales pesados y sustancias tóxicas que el jacinto de agua absorbe del agua también limita las posibilidades, ya que no se podría recomendar su uso como forraje o composta. Asimismo, es importante considerar que la manipulación y transporte de algunas especies, como el jacinto de agua, puede promover su propagación.

La disposición dependerá del Plan de Manejo de cada humedal y la disponibilidad de sitios para la disposición final. Se deberá seleccionar los métodos más efectivos y de menor costo disponibles. En algunos lugares, la disposición final de la materia vegetal en botaderos o predios, o su incineración para cogeneración podrían ser las mejores alternativas.

Fase 4 - Monitoreo

Una parte muy importante de una implementación efectiva es asegurarse de una sistematización adecuada de todos los costos, horas-hombre, personal y métodos utilizados. Estos registros luego serán usados para determinar costos de control para un cuerpo de agua en particular, o de referencia cuando se costean futuros planes de control.

El monitoreo es crítico para asegurar que el plan de control esté siendo implementado de manera efectiva. Si el método de control no está funcionando, entonces un método alternativo debe ser considerado. El manejo adaptativo debe ser utilizado siempre. Así, todas las iniciativas deben ser monitoreadas y evaluadas para que las acciones de manejo sean adaptadas con base en lo que se observa. Para llevar a cabo un análisis de costo-beneficio del control del jacinto de agua, la siguiente información debe ser registrada:

- El método de control utilizado
- El nivel éxito alcanzado
- El costo por unidad de manejo

El monitoreo de la efectividad de los métodos de control es responsabilidad de la institución coordinadora (MARN), sin embargo, es importante que las municipalidades y otros grupos de interés estén involucrados en el seguimiento del progreso.

Si todo el cuerpo de agua no está infestado, es importante monitorear las áreas libres. Cualquier invasión de PAI en esas áreas debe ser inmediatamente abordada. Si se encuentra jacinto de agua en estas áreas "limpias", debe ser removido lo más pronto posible, a menos que estas áreas hayan demostrado resistencia a las infestaciones de alta densidad, por ejemplo, si hay corrientes rápidas, o bajos niveles de nutrientes. Siempre debe haber un presupuesto destinado para lidiar con emergencias por invasiones.

1. Planificación del monitoreo

El monitoreo se realizará mensual y semanalmente. Las actividades a desarrollar y los parámetros que se deben determinar se detallan a continuación:

Pasos:

1. Determinación de cobertura y densidad actual (porcentaje). Por área total del espejo de agua y por unidades de manejo. Utilizando análisis espacial con dron o satélite, y muestreo por unidad de área.
2. Realizar un monitoreo semanal por unidad de manejo, que incluya:
 - a. Cobertura
 - b. Densidad
 - c. Nivel de desarrollo de las plantas
 - d. Presencia de peces muertos
 - e. Otras afectaciones al ecosistema: olor y color del agua, cuerpos extraños
3. Muestreo de calidad del agua (semanal, idealmente. Como mínimo, mensual). Determinar los siguientes parámetros:
 - a. Temperatura
 - b. pH
 - c. Nitratos
 - d. Fosfatos
 - e. Turbidez
 - f. DBO
 - g. Conductividad
 - h. Coliformes fecales
4. Verificación de condiciones ambientales, con monitoreo diario desde el Observatorio Ambiental. Parámetros:
 - a. Temperatura ambiental
 - b. Velocidad y dirección del viento
5. Priorizar en qué unidades de manejo se va a continuar la intervención.
6. Sistematización de hallazgos

¿Qué niveles de control de jacinto de agua son aceptables?

La completa erradicación de jacinto de agua en un cuerpo de agua no siempre es posible, y el control es siempre un compromiso a largo plazo. Esto es en parte porque las semillas pueden permanecer viables en el sedimento hasta 15 o 20 años, pero también porque es casi imposible extraer todas y cada una de las plantas. Un nivel aceptable de control es por lo general:

- 5% de cobertura del cuerpo de agua cuando hay agentes de control biológico presentes.
- Si se utiliza control manual, mecánico o químico (herbicidas), hasta 20% de cobertura es un nivel aceptable.

El control activo de la planta se debe iniciar tan pronto como la cobertura en un cuerpo de agua exceda estos niveles. Qué tan rápido la cobertura alcanzará 20% después de una limpieza dependerá de la temporada del año, los niveles de nutrientes en el agua y la corriente o el flujo. Si un cuerpo de agua tiene una infestación nueva, y el control es implementado inmediatamente para evitar altas tasas de infestación, estos porcentajes no aplican.



7. Cronograma de actividades de control y mantenimiento

Requerimiento	Actividades	Producto	2020												Recursos	Responsables
			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Control de PAI																
Coordinación inter-institucional	Reunión con actores involucrados en la problemática	Minutas de reuniones	x			x					x				Lugar de reuniones	MARN, Comité Nacional Ramsar, municipalidades, Comités Locales Ramsar, universidades, autónomas, ONG, asociaciones y cooperativas locales.
	Validación de plan de acción (propuesta MARN) y ajustes a partir de propuestas actores	Plan de acción final														
	Campañas de extracción manual/mecánica (3-5 días), según caso (humedal evaluado individualmente)	Informe de registro de campaña de control (número de participantes, equipo y recursos utilizados, costos, etc.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Financiamiento designado por actores. Mano de obra pagada o voluntaria. Equipo de protección. Maquinaria y herramientas. Apoyo logístico y administrativo (vehículos para transporte, alojamiento, alimentación)	MARN (coordinación), municipalidades de la Unidad de Manejo inter-venida, asociaciones locales (pescadores, lancheros, turísticas), CLR, autónomas (según caso).
Control activo – Aplicación de métodos de control de PAI	Disposición final de biomasa extraída (en botaderos o sitios designados para su posterior uso por actores locales)	Registro de disposición		x				x			x				Botadero o lugares de secado. Camiones para transporte. Picadora.	MARN (coordinación), municipalidades de la Unidad de Manejo inter-venida, asociaciones locales (pescadores, lancheros, turísticas), CLR, autónomas (según caso).
	Verificación funcionamiento de la maquinaria y mantenimiento preventivo de partes.	Programa de mantenimiento de equipo (en coordinación c/ proveedor) y rampa.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		MARN o dueño de equipo. Proveedor (en período de garantía).

[illegible]

[illegible]

8. Pasos previos a la aplicación del protocolo

a. Adecuación a cada humedal

- i. Caracterización inicial del humedal individual
 - 1. Área total y geografía
 - 2. Diagnóstico general de la infestación (especies, área total, densidad, etc.)
 - 3. Factores socio-culturales (población, usos del humedal, etc.)
 - 4. Factores biológicos (especies presentes, factores de riesgo, etc.)
- ii. Mapa de actores involucrados
- iii. Inventario de recursos disponibles
- iv. Adaptación del protocolo de acuerdo a necesidades y características del humedal (preparación, aplicación de métodos, disposición y monitoreo).

b. Socialización y validación de protocolo con actores locales

9. Potenciales usos productivos del material vegetal extraído

Hay algunos beneficios potenciales del jacinto de agua y otras especies cosechadas en operaciones de limpieza. Las plantas pueden proveer un importante volumen de biomasa, el cual, una vez secado, puede ser utilizado para la creación de bioenergía, así como para la producción de muebles, cuerdas, artesanías y otros productos. El siguiente cuadro brinda algunas alternativas de uso para el jacinto de agua y otras PAI:

Tabla 7 - Productos actuales elaborados a partir del jacinto de agua

PRODUCTOS	GENERALIDADES	FACTIBILIDAD	
		Técnica	Financiera*
A largo plazo			
Biogás (Gas mediante Biodigestores)	El biogás se obtiene a partir de la digestión anaeróbica de los materiales orgánicos, utilizando el jacinto de agua y las heces del ganado bovino	Media	Media
Depurador de aguas residuales industriales	Por ser una planta bioacumuladora de metales pesados, esta es utilizada en lagunas como filtrador y purificador de aguas residuales.	Baja	Alta
A mediano plazo			
Papel (a escala industrial)	Fuente de pulpa para la producción de papel a escala industrial.	Media	Alta
Tableros aglomerados de fibras	Este producto se obtiene procesando la planta completa y seca en un molino de martillo que la convierte en un tipo de harina o aserrín que será la base para la fabricación de los tableros.	Media	Baja
A corto plazo			
Abono orgánico, compost o Bioabono	El compostaje es un proceso biológico en el cual las materias orgánicas se transforman en tierra de humus (abono orgánico) por medio de microorganismos. El jacinto y otras PAI poseen propiedades y requerimientos necesarios de compostaje para la aplicación en los suelos o cultivos.	Alta	Media
Forraje (ensilaje)	Aquí el jacinto de agua es picado y se deja secar, convirtiéndolo en heno que es de gran utilidad en los tiempos de sequía.	Media	Baja
Alimento para animales (pasto verde)	El jacinto de agua es consumido por los animales como vacas, caballos, cerdos y gallinas a la orilla de la laguna, donde su proliferación es evidente.	Baja	Baja
Mueblería	En este caso son productos característicos fabricados con fibras vegetales, de una manera artesanal.	Alta	Media
Cordelería		Alta	Media
Textil	Son productos elaborados en forma manual por artesanas utilizando el tallo del jacinto de agua.	N/D	N/D
Artesanías		Alta	Alta
Papel (a menor escala)	Es un producto obtenido del molido de las fibras de los tallos y hojas del jacinto de agua. Puede ser utilizado para pasta de cuadernos y libretas, bolsas para regalos, diplomas, arreglos florales, tarjetas, sobres, accesorios de belleza y mucho más.	Alta	Media

Fuente: Cabrera, L., et al. 2016

*Para determinar la factibilidad financiera, será necesario considerar no solo los costos de la operación y disponibilidad de fuentes de financiamiento, sino también las condiciones del mercado y las posibilidades de comercialización de los productos.

10. Plan de comunicaciones del protocolo de control de PAI

Es importante que la implementación de los protocolos y planes de control de jacinto de agua y otras PAI esté acompañada de campañas de comunicación, las cuales brindarán información precisa y claridad sobre los métodos, actores y tiempos en los que se llevarán a cabo las actividades. Las campañas deberán construirse con mensajes y canales adaptados a los distintos actores involucrados y públicos prioritarios de cada humedal, tomando en cuenta sus características, necesidades y preferencias, así como los recursos disponibles en cada área.

Se ha hecho una clasificación general de los públicos prioritarios, comunes en todos los humedales a ser intervenidos, a quienes se deberá dirigir principalmente los mensajes

- Pescadores y lancheros
- Medios de comunicación
- Turistas y visitantes
- Comunidades del área de amortiguamiento

Entre los públicos de este plan, no se considera a las municipalidades, ONG u otras organizaciones locales, ya que se consideran aliados con quienes el MARN trabajará directamente en la implementación de las actividades de control; mientras que las actividades y productos del plan de comunicaciones están enfocados, mayormente, a actores y comunidades que no estén directamente involucradas en la coordinación de actividades del protocolo, aunque sí en su implementación como colaboradores y beneficiarios (tales como los pescadores y los lancheros, entre otros).

Sobre los mensajes

Los mensajes deberán estar enfocados a la importancia de los humedales como ecosistemas de alta biodiversidad, y cómo estos son afectados por la proliferación descontrolada de PAI. Además, cómo la sobrepoblación de PAI afecta las actividades productivas y los medios de vida de los habitantes locales. Es muy importante resaltar el papel que juegan las comunidades y actores locales en la prevención de las infestaciones de PAI a través de la reducción de la contaminación de los humedales, pero sin asignar responsabilidades directas a un actor, grupo o población.

Se deberá recalcar que, a pesar de que la proliferación de PAI no es una dinámica natural de un humedal saludable, sí es un fenómeno al que, desafortunadamente, nos enfrentamos año con año en la época de lluvias. Se deberá evitar el uso de palabras como “desastre”, “catástrofe” u otras similares, utilizando “fenómeno”, “proliferación”, “sobrepoblación”, etc. Se pueden mencionar las condiciones de cada humedal que, posiblemente, favorecen la sobrepoblación de PAI, pero sin detallar causas específicas con certeza.

En los materiales y mensajes se deberá resaltar las acciones que el MARN está realizando para la prevención y control de proliferaciones de jacinto de agua y otras PAI, y la coordinación que ha realizado con actores locales y nacionales para el trabajo conjunto.

Punteo de comunicaciones

- En El Salvador, hay registros de la presencia de jacinto de agua en el embalse 5 de Noviembre, la laguna de Olomega, la laguna El Jocotal y la laguna de Chalchuapa que datan de la década de los '60. Durante la construcción del Embalse Cerrón Grande, el jacinto de agua ya se consideraba un problema en la presa 5 de Noviembre, desde donde pudo haberse trasladado para poblar el nuevo embalse.
- La proliferación de jacinto de agua en el Embalse Cerrón Grande es un fenómeno cíclico y recurrente (anual). La dinámica de proliferación de la planta varía entre la época seca y época lluviosa, y alcanza su auge entre septiembre y noviembre.
- El jacinto de agua no es una especie nativa de El Salvador, sin embargo, en el país sí hay especies de plantas acuáticas nativas, tales como el carrizo, la lechuga de agua o el natón, cuyas sobrepoblaciones pueden considerarse un problema para el ecosistema del humedal.
- La sobrepoblación de jacinto de agua y otras PAI produce grandes cantidades de biomasa, que reducen la cantidad de luz que llega al interior del cuerpo de agua, y al descomponerse disminuyen drásticamente los niveles de oxígeno disuelto, que puede ser fatal para la fauna acuática.
- De igual forma, la sobrepoblación de PAI constituye un riesgo para los medios de vida y bienestar de las poblaciones locales, ya que dificultan la pesca y el transporte. Las densidades de PAI también constituyen un medio ideal para la proliferación de mosquitos, promoviendo la propagación de enfermedades.
- La erradicación total del jacinto de agua en un cuerpo de agua que está frecuente o abundantemente infestado rara vez es posible (por lo que es recomendable no utilizar el término "erradicación", sino términos como "control" o "manejo"). Esto se debe en gran medida a las características de la planta (adaptabilidad, rápida propagación, resistencia) y a las condiciones de los lugares que infesta (que son, por lo general, cuerpos de agua con altos niveles de nutrientes).
- La erradicación total de las plantas acuáticas de un humedal no es posible, ni recomendable, ya que son una parte fundamental del ecosistema, y brindan hábitat, alimentación y lugar de anidación para múltiples especies en los humedales.
- En la implementación de programas de control, la meta es tener niveles de cobertura o poblaciones aceptables, que no pongan en riesgo el equilibrio ecológico del humedal ni amenacen los medios de vida de las poblaciones locales.
- En los humedales que son afectados por infestaciones de jacinto de agua y otras PAI (Embalse Cerrón Grande, laguna de Olomega, laguna El Jocotal y lago de Güija), muchos actores, coordinados por el MARN, han trabajado en la extracción y control de la planta, entre ellos municipalidades, los Comités Locales Ramsar, asociaciones locales (ADESCOS, cooperativas, asociaciones juveniles y de mujeres, iglesias, etc.), ONG, escuelas, y voluntarios de las comunidades locales.
- En el caso del Cerrón Grande, en específico, será necesaria la participación de ANDA para la implementación de iniciativas a largo plazo para limitar las cantidades de nutrientes que ingresan al

embalse y promueven la proliferación de plantas acuáticas invasoras como el jacinto de agua y la lechuga de agua.

- Las municipalidades del área de amortiguamiento de los humedales deben tener un papel más activo en las iniciativas de control y manejo de las poblaciones de plantas acuáticas invasoras en el futuro.
- Palabras o términos que no debemos utilizar al referirnos a la situación de la ninfa en el Cerrón Grande o en otros humedales afectados:
 - Catástrofe
 - Desastre
 - Emergencia
 - Erradicación
 - Negligencia
 - Irresponsabilidad
- Palabras que es recomendable utilizar al referirse a las iniciativas de extracción y limpieza:
 - Control
 - Manejo
 - Proliferación
 - Sobrepopulación
 - Situación
 - Fenómeno anual

Tabla 8. Plan de comunicación del protocolo de control de PAI.

Objetivo general: Sensibilizar a la población sobre la necesidad de implementar métodos para el control de las plantas acuáticas invasoras y las maneras de prevenir infestaciones dañinas para el humedal.					
Objetivos específicos	Públicos Meta	Acciones/actividades	Mensajes	Canales/Productos	Humedal Ramsar en donde se implementará
Generar interés en los pescadores a efecto de que se incorporen a la aplicación de los métodos de control de las PAI	Pescadores y lancheros	Talleres prácticos	“¿Qué efectos tienen las infestaciones de PAI en los humedales?” “El control de las PAI permitirá la recuperación de la pesca” “El control de las poblaciones de PAI es necesario para el manejo sostenible de los humedales”	Cabildos y reuniones con la comunidad	Embalse Cerrón Grande, Laguna El Jocotal, Laguna de Olomega Complejo Lago de Güija Puerto de San Juan, Suchitoto
		Cuñas radiales, programas temáticos cortos, entrevistas con especialistas en el tema.	“La pesca y la economía local mejoran si controlamos las poblaciones de PAI” “La participación de la comunidad en el control de las PAI es vital”	Radios comunitarias. Circuitos municipales cerrados de las alcaldías de Tejutla, Chaltenango, Potonico, Suchitoto, Cinquera, San Luis del Carmen, San Francisco Lempa.	
		Diseminación de información en sitio: Difusión de material impreso en lugares públicos. Instalación de rótulos informativos en los humedales Ramsar. Perifoneo	“¿Qué efectos tiene la sobrepoblación de PAI en los humedales?” “El control de las poblaciones de PAI es necesario para el manejo sostenible de los humedales” “La participación de la comunidad en el control de las PAI es vital”	Afiches Rótulos informativos (formato ANP) Perifoneo	

Capacitar a los medios de comunicación sobre la aplicación de métodos de control y prevención de sobrepoblación de PAI	Medios de comunicación	Capacitación a periodistas locales, regionales y nacionales.	“El aumento de la cantidad de PAI en los humedales es un fenómeno anual” “El jacinto de agua es una planta altamente adaptable, resistente y prolífica” “¿Qué efectos tiene la sobrepoblación de PAI en los humedales?” “El control de las poblaciones de PAI es necesario para el manejo sostenible de los humedales”	Dossier de prensa: comunicado, resumen del proyecto, tríptico	Implementación local en Embalse Cerrón Grande, Laguna El Jocotal, Laguna de Olomega, Complejo Lago de Güija, Puerto de San Juan Suchitoto Implementación a nivel nacional
		Envío de comunicados de prensa e información sobre el proyecto a medios nacionales		Dossier de prensa: comunicado, resumen del proyecto, tríptico	
		Visita de campo con periodistas locales, regionales y nacionales a humedales con mayor afectación.	“Es necesaria la participación de la comunidad en el control de las PAI” “Es necesario que todos los actores involucrados trabajen juntos en las iniciativas de control de las PAI” “El método de control de la población de PAI será...”	Carpeta de la visita: agenda e itinerario, información del proyecto, tríptico.	
Dar a conocer al turista la problemática de las PAI y los métodos de control de las especies	Turistas y visitantes	Difusión de material impreso en lugares públicos.	“¿Qué efectos tiene la sobrepoblación de PAI en los humedales?”	Afiches Trípticos	Embalse Cerrón Grande, Laguna El Jocotal, Laguna de Olomega, Complejo Lago de Güija, Puerto de San Juan Suchitoto
		Instalación de rótulos informativos en los humedales Ramsar.	“El control de las poblaciones de PAI es necesario para el manejo sostenible de los humedales”	Rótulos informativos (formato ANP)	
		Charlas cortas y visitas guiadas por guardas/recursos de los humedales Ramsar y personal de atención al turista.	“El método de control de la población de PAI será...”	Centro de Atención Turística de Suchitoto. Centro de Operaciones o Interpretación de las ANP	

Motivar a las comunidades para que participen colectivamente en la aplicación de los métodos de control de las PAI y prevención de infestaciones.	Comunidades del área de amortiguamiento (particularmente agricultores, ganaderos y otros productores)	Cuñas radiales, programas temáticos cortos de radio y entrevistas con expertos, con énfasis en espacios en programas para mujeres, jóvenes y niños.	“La aplicación de Buenas Prácticas Ambientales en agricultura y ganadería ayudan a prevenir las invasiones de PAI” “Debemos evitar echar jabones y basura en los humedales” “La participación de la comunidad en el control de las PAI es vital para el la mejora y mantenimiento de los humedales”	Radios comunitarias y circuitos municipales cerrados Redes sociales Televisión local	Embalse Cerrón Grande, Laguna El Jocotal, Laguna de Olomega, Complejo Lago de Güija, Puerto de San Juan Suchitoto
		Talleres y charlas técnicas para productores sobre la importancia y aplicación de Buenas Prácticas Ambientales en la agricultura y la ganadería.		Convocatorias locales en comunidades del área de amortiguamiento.	
		Diseminación de información en sitio: Difusión de material impreso en lugares públicos. Perifoneo Rótulos		Afiches Trípticos Rótulos en las ANP	

11. Bibliografía

- Cabrera, L., Cruz, N. y Ramírez, M., Estudio de la Factibilidad y Viabilidad para la Industrialización de la Planta Jacinto de Agua en el Marco del Movimiento “Un Pueblo, Un Producto”. Cantón Olomega Municipio de El Carmen, Departamento de la Unión, Año 2015. Universidad de El Salvador, San Miguel, El Salvador.
- MARN, s.f. Consultado el 12 de diciembre de 2019 a través de: <http://www.marn.gob.sv/convenio-sobre-diversidad-biologica/>
- MARN, s.f. Consultado el 12 de diciembre de 2019 a través de: <http://www.marn.gob.sv/conven-cion-de-ramsar/>
- MARN, s.f. Consultado el 12 de diciembre de 2019 a través de: <http://www.marn.gob.sv/destacado-cp/cambio-climatico/>
- MARN. 2013. Estrategia Nacional de Recursos Hídricos.
- MARN (Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2014. Quinto Informe Nacional para el Convenio sobre la Diversidad Biológica 2011-2020.
- MARN/AECID. 2014. Plan Nacional de Gestión Integrada del Recurso Hídrico en El Salvador: Zona Hidrográfica III-Jiquilisco-Goascorán.
- MARN. 2004. Ficha Informativa de los Humedales de RAMSAR: Laguna de Olomega, El Salvador.
- MARN/AECID. 2014. Plan Nacional de Gestión Integrada del Recurso Hídrico en El Salvador: Zona Hidrográfica III-Jiquilisco-Goascorán.
- MARN. 2013. Estrategia Nacional de Biodiversidad
- MARN/AECID. 2003. Plan de Manejo del Área Natural Humedal de Olomega. Propuesta Final. El Salvador,
- MARN. 2012. Ficha Informativa de los Humedales RAMSAR: Área Natural Protegida El Jocotal. El Salvador.
- MARN (Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2013. Estrategia Nacional de la Biodiversidad. San Salvador, El Salvador.
- MARN (Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2009. Listado oficial de especies de vida silvestre amenazados o en Peligro de Extinción.