



**“Detección Temprana y Respuesta Rápida para el control y erradicación de los mejillones cebra (*Dreissena polymorpha*) y quagga (*D. bugensis*) en México”**



**ROBERTO EDUARDO MENDOZA ALFARO**

**31 de agosto, 2019**

“Las opiniones, análisis y recomendaciones de política incluidas en este informe no reflejan necesariamente el punto de vista del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, como tampoco de su junta ejecutiva ni de sus estados miembros.”

**Título:** Detección Temprana y Respuesta Rápida para el control y erradicación de los mejillones cebra (*Dreissena polymorpha*) y quagga (*D. bugensis*) en México.

**Objetivo:** Desarrollar un protocolo de detección temprana y respuesta rápida que permita identificar acciones en las zonas de mayor prioridad para la conservación, y proponer medidas de prevención, control y erradicación para México

**Autor:** Roberto Eduardo Mendoza Alfaro, Sergio Luna, Israel Rojo Ramos, Flor Sánchez & Erika Medina-Arellano

**Modo de citar el informe:** PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2019. Detección Temprana y Respuesta Rápida para el control y erradicación de los mejillones cebra (*Dreissena polymorpha*) y quagga (*D. bugensis*) en México. Proyecto 083999 “Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI”. Mendoza, R., Luna, S., Rojo-Ramos, I., Sánchez, F., Medina-Arellano, E. Laboratorio de Ecofisiología, U.A.N.L., San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. 152 pp.

**Área geográfica objeto del informe:** México

**Fecha de inicio del proyecto:** 31/04/2019

**Fecha de terminación del proyecto:** 31/10/2019

**Acciones y objetivos estratégicos del proyecto GEF:**

Acciones estratégicas	Objetivos estratégicos
1. Revisar, adecuar y desarrollar el marco legal y normativo	1. Prevenir, detectar y reducir el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de especies invasoras
5. Generar conocimiento para la toma de decisiones informadas	3. Informar oportuna y eficazmente a la sociedad para que asuma responsablemente las acciones a su alcance en la prevención, control y erradicación de las especies invasoras

**Resumen:** Debido al reporte de la presencia del mejillón quagga (*Dreissena bugensis*) en Tijuana en 2011 y el impacto social y económico que este ha venido ocasionando, México se ve en la necesidad de contar con un sistema de detección temprana y respuesta rápida con el fin de tomar acciones pertinentes para impedir su

dispersión en el Norte del país y, en el caso del mejillón cebra (*D. polymorpha*), su introducción. De esta manera, en este reporte se identifican estrategias para establecer un protocolo de detección temprana y respuesta rápida para el Norte de México, permitiendo la coordinación eficaz de esfuerzos mult institucionales, bajo un Sistema de Comando de Incidentes, con el propósito de hacer frente a la invasión de éstas dos especies exóticas de alto riesgo para la biodiversidad y la economía del país.

## Contenido

1. Monitoreo para la detección temprana .....	1
1.1 Propósito del monitoreo.....	1
1.2 Permisos .....	2
1.3 Cooperación.....	2
1.4 Datos para determinar la dinámica de poblaciones y los impactos ecológicos .....	2
1.5 Selección de sitios de monitoreo .....	3
1.5.1 Parámetros ambientales .....	3
1.5.2 Proximidad a zonas de alto riesgo .....	4
1.5.3 Accesibilidad y Seguridad .....	5
1.6 Monitoreo post-detección .....	5
1.7 Métodos de detección .....	6
1.7.1 Muestreo con redes de plancton .....	6
1.7.2 Muestreo con sustratos artificiales (muestreo pasivo).....	7
1.7.3 Buceo .....	12
1.7.4 Análisis de laboratorio.....	13
1.8 Descontaminación .....	28
1.9 Recopilación de datos y presentación de informes.....	28
1.10 Inspección de medios de transporte.....	30
1.11 Análisis Situacional .....	31
1.11.1 Análisis Situacional para lagos y presas.....	32
1.11.2 Análisis Situacional - Ríos y arroyos .....	33
1.11.3 Acciones resultantes .....	34
1.12 Protocolo de monitoreo estandarizado para mejillones dreisénidos en el lago Mead .....	38
1.12.1 Consideraciones para muestrear juveniles y adultos .....	39
1.12.2 Consideraciones para muestrear las velíferas .....	42
1.12.3 Optimización del plan de muestreo .....	42
1.12.4 Muestreo de velíferas .....	44
1.13 Monitoreo en instalaciones de operaciones de acuicultura ante la amenaza de invasión de los mejillones .....	44
1.13.1 Si la Unidad de Producción Acuícola se encuentra en una región infestada.....	46

1.13.2 Si la Unidad de Producción Acuícola se encuentra en una región aún no infestada.....	52
1.13.3 Si se encuentran mejillones .....	52
1.13.4 Importación de peces de otros estados. ....	53
1.13.5 Difusión .....	53
2. Plan de respuesta rápida .....	53
2.1 Detección Temprana y Respuesta Rápida (DT/RR).....	54
2.2 Acciones pre-invasión .....	56
2.2.1 Fase de detección.....	57
2.2.2 Fase de demarcación.....	59
2.2.3 Fase de contención.....	60
2.2.4 Fase de análisis de riesgo ambiental.....	60
2.2.5 Fase de implementación .....	62
2.2.6 Fase de seguimiento .....	62
2.3 Proceso post-invasión.....	63
2.3.1 Fase de detección.....	63
2.3.2 Fase de demarcación.....	63
2.3.3 Fase de contención.....	63
2.3.4 Fase de análisis de riesgo.....	64
2.3.5 Fase de implementación .....	64
2.3.6 Fase de seguimiento .....	64
2.4 Elementos que definen el éxito o fracaso de una respuesta.....	64
2.5 Financiamiento y recursos .....	68
2.6 Establecimiento de medidas cuarentenarias .....	68
2.7 Cumplimiento de las Regulaciones Medioambientales.....	69
2.8 Pre-planificación.....	69
2.8.1 Detección temprana y respuesta rápida .....	70
2.8.2 Cuerpos de agua de alto riesgo .....	70
2.9 Verificación y respuesta inicial a los dreisénidos.....	70
2.9.1 Verificación de un reporte de introducción .....	71
2.9.2 Respuesta Rápida.....	75
2.10 Objetivos.....	78
2.11 Sistema de Comando de Incidentes (SCI) .....	80
2.11.1 Funciones, Ventajas y Beneficios.....	82

2.11.2 Componentes organizacionales del SCI .....	83
2.11.3 Flexibilidad del Comando de incidentes .....	84
2.11.4 Sección de operaciones.....	86
2.11.5 Sección de Planeación .....	87
2.11.6 Sección de Logística.....	87
2.11.7 Sección de administración y finanzas.....	88
2.11.8 Jefaturas .....	89
2.11.9 Características y principios del SCI .....	90
2.11.10 Comando Unificado.....	93
2.12 Planificación operacional “P” .....	95
2.13 Capacidad de Respuesta y Manejo .....	98
2.14 Atribuciones legales de las principales dependencias gubernamentales que participan en el sistema de comando de incidentes a nivel estatal .....	106
2.15 Papel de los diferentes organismos dentro del protocolo de Respuesta Rápida .....	114
REFERENCIAS .....	130

## **1. Monitoreo para la detección temprana**

Ya que se confirmó la presencia de dreisénidos invasores en Baja California desde 2014, el monitoreo y detección temprana surgen como una prioridad para minimizar los riesgos de dispersión hacia otros cuerpos de agua de la región y la zona norte del país. La detección temprana de la presencia de la especie incrementa la probabilidad de que las acciones de mitigación sean más contundentes retrasando así su propagación y reduciendo su impacto en la ecología local, e igualmente podrán permitir la implementación de medidas de control efectivas para la protección de la infraestructura de presas y plantas de tratamiento y suministro de agua.

Debido a que los esfuerzos de manejo de los mejillones dreisénidos dependen de un monitoreo preciso y una divulgación eficiente de la información, un componente importante de los programas de monitoreo de detección temprana es la capacidad de identificar con mucha precisión, tan pronto como sea posible, la introducción de estos mejillones en cuerpos de agua prístinos.

### *1.1 Propósito del monitoreo*

El objetivo de un programa de monitoreo es una de las primeras consideraciones que se deben tener para determinar cómo, cuándo y dónde monitorear. En esta sección se explican los principios del monitoreo para detectar una invasión en sus primeras etapas, es decir, para determinar si la especie invasora está presente o no. No obstante, existen otros propósitos para llevar a cabo el monitoreo como la evaluación de la propagación de una invasión en un cuerpo de agua o la valoración del éxito de un programa de erradicación o control. En estos casos, la especie invasora ya ha sido detectada y se requiere un programa de monitoreo más integral para manejar la población invasora.

## *1.2 Permisos*

Antes de comenzar cualquier programa de monitoreo será necesario contar con los permisos (privados, municipales, estatales, federales) necesarios para acceder de manera legal a los sitios tanto en tierra como en el cuerpo de agua.

## *1.3 Cooperación*

Se recomienda un acuerdo interinstitucional sobre métodos de muestreo y unidades de medición estandarizados para contar con datos directamente comparables recopilados por las diferentes agencias participantes. Se requiere de una comunicación fluida, como las reuniones de coordinación de programas interinstitucionales y otros medios para compartir y distribuir datos, información y hallazgos, ya que resultan cruciales para el éxito de cualquier esfuerzo de monitoreo interinstitucional. Se recomienda contar con una base de datos de mejillones para almacenar información de referencia, que puede ser útil más adelante para la estimación futura de los impactos derivados de la invasión de mejillones. Una medida prudente en el curso de la implementación del plan de monitoreo de mejillones sería que el personal de monitoreo este entrenado en reconocer las diferencias morfológicas (y sus variaciones) entre los mejillones quagga y cebra.

## *1.4 Datos para determinar la dinámica de poblaciones y los impactos ecológicos*

Los datos de la calidad del agua proveen información valiosa con la cual se puede determinar si el cuerpo de agua presenta las características idóneas para el establecimiento de los mejillones. En caso de ya estar establecidos, estos datos pueden ser utilizados para determinar las temporadas de desove de los mejillones y predecir el nivel de infestación, lo cual servirá como guía para la selección, las estrategias y los métodos necesarios para el control (US Army Corp of Engineers, 2013). Es por esto que para tener una idea más completa de las poblaciones de mejillones y su impacto a lo largo del tiempo, se sugiere



contar con los siguientes datos auxiliares: elevación del nivel del agua, conductividad, profundidad de disco de Secchi, concentración de calcio, tipo de sustrato, profundidad de muestreo, clorofila *a*, oxígeno disuelto, temperatura del agua, velocidad de la corriente, fósforo total (FT:  $\mu\text{g/L}$ ) y ortofosfato ( $\text{PO}_4\text{-P}$ :  $\mu\text{g/L}$ ), nitrógeno total (NT:  $\text{mg/L}$ ), nitratos ( $\text{NO}_3\text{-N}$ :  $\text{mg/L}$ ) y amoníaco ( $\text{NH}_3$ :  $\text{mg/L}$ ), pH, composición de la comunidad de fitoplancton, composición de la comunidad de zooplancton y poblaciones de macroinvertebrados bentónicos.

### *1.5 Selección de sitios de monitoreo*

Culvert *et al.* (2009) sugieren la utilización de diversos parámetros para seleccionar sitios de monitoreo y maximizar así el éxito del programa. El personal responsable del cuerpo de agua local deberá participar primeramente en discusiones relativas a las posibles actividades de monitoreo. Aquí, los participantes pueden proporcionar información útil sobre el cuerpo de agua para facilitar el desarrollo de un programa de detección temprana más seguro y efectivo. Además, se puede explorar la posibilidad de que puedan coordinar sus actividades con otros esfuerzos de monitoreo continuo que se estén llevando a cabo al mismo tiempo. Dentro de los aspectos a considerar para la selección del sitio se encuentran los siguientes:

- Parámetros ambientales
- Proximidad a áreas de alto riesgo
- Accesibilidad al sitio
- Seguridad

Asimismo, como se demostró en los estudios realizados en el Lago Mead (Wong *et al.* 2011), el tipo de sustrato puede ser crucial para seleccionar los sitios de muestreo (Ver sección 2.12 del presente informe)

#### *1.5.1 Parámetros ambientales*

Hay dos factores ambientales principales que se deben tener en cuenta al elegir los sitios de monitoreo para la detección temprana de los mejillones quagga y cebra: el nivel de la luz y la velocidad de la corriente.

**Nivel de luz:** Los mejillones quagga y cebra prefieren los niveles de baja intensidad luminosa, por lo que a menudo se localizan en aguas relativamente profundas (o muy profundas). Se debe aprovechar este rasgo para seleccionar los sitios de monitoreo para la detección temprana.

**Velocidad de la corriente:** Los mejillones quagga y cebra prefieren áreas de bajo flujo (1–2 m/s), por lo que los sitios con agua de movimiento lento o remolinos (en los que el agua gira lentamente), son ideales para el monitoreo para la detección temprana. Para los arroyos, las mejores ubicaciones pueden estar a lo largo de los bordes y en las pozas, donde las corrientes de agua suelen ser más lentas.

Con base en lo anterior se recomienda monitorear:

- La parte inferior de los muelles
- El lado sombreado de estructuras permanentes (por ejemplo, pilotes de los muelles)
- La parte inferior de las boyas de navegación, amarres y otros sustratos similares
- Las grietas interiores en anclas y otros sustratos.
- Los materiales naturales (rocas, madera, plantas acuáticas y animales).

#### *1.5.2 Proximidad a zonas de alto riesgo*

Las zonas de alto riesgo son los lugares en donde es más probable que los mejillones se introduzcan y es donde se deben enfocar los esfuerzos de monitoreo. Sobre la base de los principales vectores de introducción de mejillones quagga y cebra, existen tres tipos principales de áreas de alto riesgo:

- Áreas y estructuras de entrada de agua (descarga de tuberías, puntos de entrada de agua)
- Áreas de navegación de alto uso

- Los sustratos con áreas importantes (muelles, rampas para embarcaciones, tuberías)

### *1.5.3 Accesibilidad y Seguridad*

Las áreas seguras y de fácil acceso deben ser una prioridad para identificar posibles sitios de monitoreo para la detección temprana. Se debe tener especial cuidado al trabajar en áreas de alto tráfico para evitar la interferencia con la navegación, natación, pesca y otras actividades acuáticas. Se debe evaluar la seguridad general en términos de las condiciones de agua (velocidad de la corriente, profundidad, etc.) y condiciones de la carretera, así como la lejanía para cada sitio potencial. Algunas áreas pueden volverse resbaladizas o experimentar inundaciones repentinas cuando llueve. De aquí que resulte indispensable contar con algún equipo de comunicación en todo momento (celular, walkie talkie, etc). Es preferible siempre realizar el monitoreo en equipo. Si bien algunos sitios pueden ser ideales para los mejillones, pueden ser inseguros para el trabajo de campo y, por lo tanto, deben excluirse de la selección. Es necesario considerar siempre primero la seguridad.

### *1.6 Monitoreo post-detección*

Aunque el programa de monitoreo es similar, se recomienda que el muestreo de velígeras, juveniles y adultos sea más continuo. El programa de monitoreo utilizará en este caso datos preliminares recopilados en las primeras etapas de la invasión en el propio cuerpo de agua, contrariamente al monitoreo para detección que utilizaba datos preliminares de otros sitios cercanos invadidos. Estos datos formarán parte de un esfuerzo de reconocimiento rápido para establecer el número de muestras necesarias para estimar adecuadamente la abundancia. Para el monitoreo a largo plazo, se evaluará la efectividad de estas acciones emprendidas en el primer año. Se considera apropiado optimizar el régimen de muestreo después del primer año de recolección de datos, repitiendo los cálculos para el muestreo aleatorio simple (y su variación estratificada para juveniles y adultos) utilizando los datos

del primer año y decidir el nivel de confianza (95, 98 o 99%). Será importante ver qué tan bien (a qué nivel de confianza) representarán estos datos las abundancias dentro del cuerpo de agua invadido. Si se encuentra que el nivel de confianza calculado cae por debajo del intervalo de confianza deseado, el número de sitios de muestreo necesarios para evaluar la abundancia podría incrementarse, de ser posible, para alcanzar el intervalo de confianza deseado. Con esta información será aconsejable que el grupo interinstitucional revise y reevalúe sus objetivos para el programa de muestreo. Si, por ejemplo, el objetivo se limitará a sólo realizar una evaluación del cambio de densidad anual en cada sitio de muestreo, entonces sería suficiente realizar un evento de muestreo por año para cada estación fija. En cambio, si el objetivo es documentar las tendencias de la población estacional a lo largo del tiempo, serán requeridos múltiples muestreos por año.

### *1.7 Métodos de detección*

Los programas de monitoreo para los dreisénidos invasores están diseñados para evaluar su ocurrencia, distribución y densidad en distintos cuerpos de agua mediante dos enfoques diferentes. Debido a que el ciclo de vida del mejillón se divide en una fase planctónica y una bentónica, un único método de muestreo podría sesgar los resultados. Por lo que un programa de monitoreo debería al menos incluir muestreos con redes de plancton (seguido por análisis de laboratorio), muestreos pasivos (muestreos con sustrato artificial) y buceo. Complementario a estos métodos de muestreo, se deben llevar acabo monitoreos de la calidad del agua como se mencionó anteriormente en la sección 12.4 (Churchill & Baldys, 2012).

#### *1.7.1 Muestreo con redes de plancton*

La forma larvaria planctónica (velígeras) de *Dreissena* spp. es un medio primario de colonización de cuerpos de agua aún no invadidos y un primer indicio de la presencia de poblaciones de adultos reproductivos. La detección de las larvas velígeras de *Dreissena* spp.

es, por lo tanto, un componente crítico de los programas de monitoreo de detección temprana. Las redes de plancton son comúnmente utilizadas para muestrear la columna de agua en busca de larvas de mejillones dreisénidos (Fig. 1). El tamaño de la malla usada generalmente es de 63-64  $\mu\text{m}$  y el volumen muestreado dependerá del diámetro y el largo de la red, así como de la velocidad de empuje (velocidad con la que pasa el agua a través de la red). Las muestras deben ser colectadas cerca de tomas de agua, tuberías de descarga y entradas de aguas infestadas. Las velígeras se almacenan en el saco (o copo) al final de la red, y posteriormente son transferidas a un frasco para analizar la muestra en el laboratorio. Se recomienda realizar estos muestreos al menos 2 veces por año, en la época en la que sea probable que la densidad de velígeras sea la más alta (US Army Corps of Engineers, 2013).

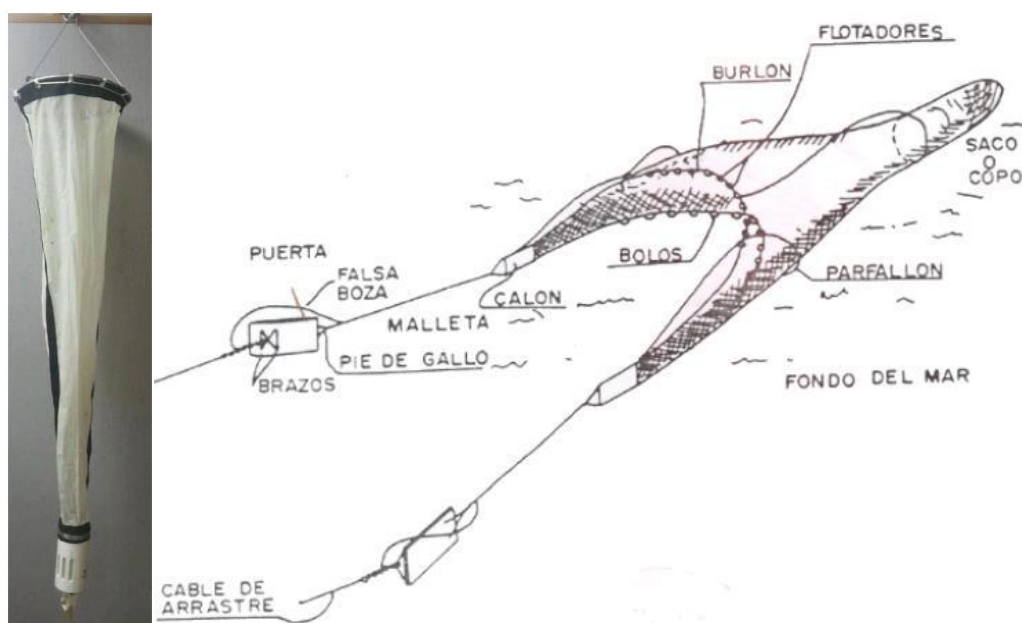


Figura 1. Red para plancton. Tomado de US Army of Corps Engineers, 2013 y de <http://elnavegador-casir.blogspot.com/>.

### 1.7.2 Muestreo con sustratos artificiales (muestreo pasivo)

Los muestreos pasivos con sustratos artificiales resultan muy útiles para monitorear sitios en donde las superficies no existen o no son visibles o accesibles. Por ejemplo, los sustratos artificiales se pueden exponer junto a tuberías que no son visibles desde la superficie. Del mismo modo, la parte inferior de los muelles puede no ser accesible para estudios táctiles

completos. Además, los sustratos existentes pueden estar ausentes en las líneas de descarga de agua (Culver *et al.*, 2009).

Los sustratos artificiales se pueden utilizar para monitoreos de detección temprana y post-invasión, para muestrear larvas y juveniles. Se utilizan tipos específicos de sustratos artificiales para facilitar el establecimiento de los mejillones al proporcionar superficies que tienen las características que éstos prefieren. Ciertos sustratos artificiales son más efectivos para detectar mejillones de tamaños específicos. Debido a que los mejillones juveniles (3 mm) se pueden unir primero a sustratos filamentosos como malezas acuáticas, se pueden utilizar sustratos artificiales con características filamentosas, como cuerdas fibrosas, cepillos y estropajos para lavar trastes (Fig. 2). Los sustratos artificiales deberán permanecer sumergidos por lo menos tres semanas antes de ser inspeccionados para permitir que se formen las condiciones adecuadas para que los mejillones se establezcan (Churchill & Baldys, 2012).

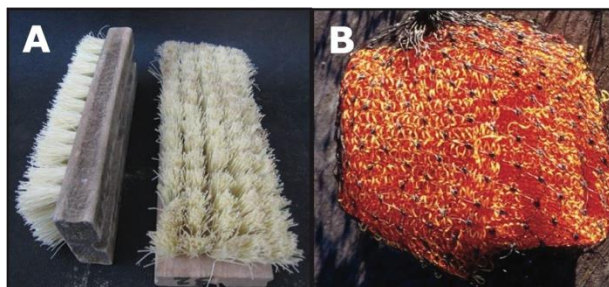


Figura 2. Sustratos filamentosos artificiales utilizados para el monitoreo de mejillones juveniles. A) Cepillos y B) Esponjas para lavar trastes.

Otra aproximación son los Bioboxes, contruidos como acuarios de flujo continuo, diseñados específicamente para muestrear mejillones que apenas se van a fijar (CDFW, 2019). Por lo general, son colocados en la entrada o salida de una instalación, en las válvulas de retención u otro punto de acceso a la línea de flotación. El biobox está diseñado para proporcionar condiciones adecuadas (superficie de unión y tasa de flujo) para la fijación. Una parte del agua de un sistema se dirige al biobox a velocidades de <30 cm/s. Antes de

fijarse, las velígeras se suspenden en la columna de agua y al llegar a la etapa de fijación, se adhieren a las superficies internas del biobox (Fig. 3).



Figura 3. Biobox en donde se muestran los tubos de conexión con la toma o la salida del agua y el interior diseñado para la fijación de las larvas (Tomado de CDFW, 2019)

Los bioboxes deben instalarse donde el agua cruda entre o salga de una instalación y/o en las válvulas de acceso al agua cruda.

Los mejillones juveniles más grandes generalmente se mueven hacia sustratos más duros para fijarse hasta que termina su ciclo de vida. Por lo tanto, los sustratos artificiales duros, como los tubos y placas de plástico (PVC/ABS) (piezas planas), cemento y materiales cerámicos (Fig. 4), se utilizan frecuentemente para inspeccionar los mejillones juveniles y adultos.

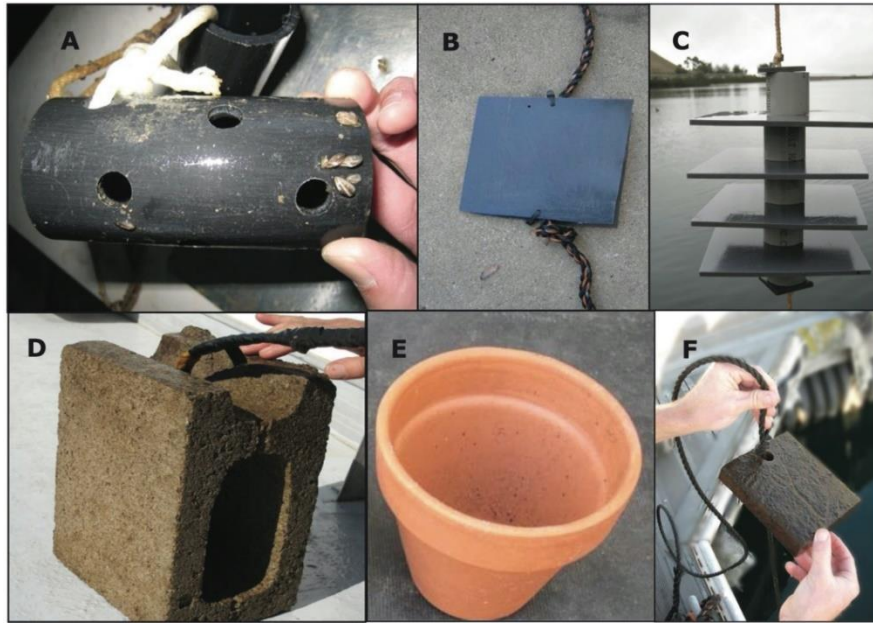


Figura 4. Sustratos artificiales duros usados para monitorear mejillones. A) Tubería plástica (PVC / ABS). B) Placas de plástico (PVC / ABS) (piezas planas): sustrato único con orientación vertical en la cuerda. C) Placas plásticas múltiples (piezas planas) - sustratos múltiples con orientación horizontal en la cuerda. D) Bloque de cemento. E) Macetero de cerámica. F) Madera sintética (Trex ©). (Tomado de Culver *et al.*, 2009)

Los sustratos artificiales se colocan típicamente unas pocas semanas antes del período de fijación esperado de las pedivelígeras y juveniles, y esto dependerá de la temporada de reproducción y por supuesto de la temperatura del cuerpo de agua.

Estos sustratos deben examinarse mensualmente, aunque si no se puede, los datos recopilados con menos frecuencia también pueden ser útiles. Se recomienda un muestreo bisemanal sólo cuando las temperaturas del agua son idóneas para una reproducción y un crecimiento óptimos. No se recomienda el muestreo diario y semanal, ya que la perturbación frecuente de los sustratos artificiales puede minimizar la capacidad de los mejillones para crear una fijación fuerte. Esto puede dificultar la recuperación de los sustratos artificiales sin que se desprendan los mejillones a medida que el sustrato se extrae del agua. Además, los mejillones pequeños requieren biopelículas naturales (una capa de microorganismos, incluidas las bacterias) para la fijación. Estas películas tardan unos días para que se formen naturalmente en el sustrato después haberse sumergido en el agua.



Al elegir sitios, se deben buscar áreas en donde sea fácil amarrar cuerdas de levantamiento a la infraestructura existente o instalar estructuras temporales sin interferir con las estructuras existentes o sus usos (Fig. 5). Es necesario consultar al personal administrativo del cuerpo de agua para determinar la profundidad promedio del agua, la claridad del agua (niveles de luz a varias profundidades), las corrientes de agua y los posibles sitios para amarrar las cuerdas en los lugares considerados para el monitoreo.

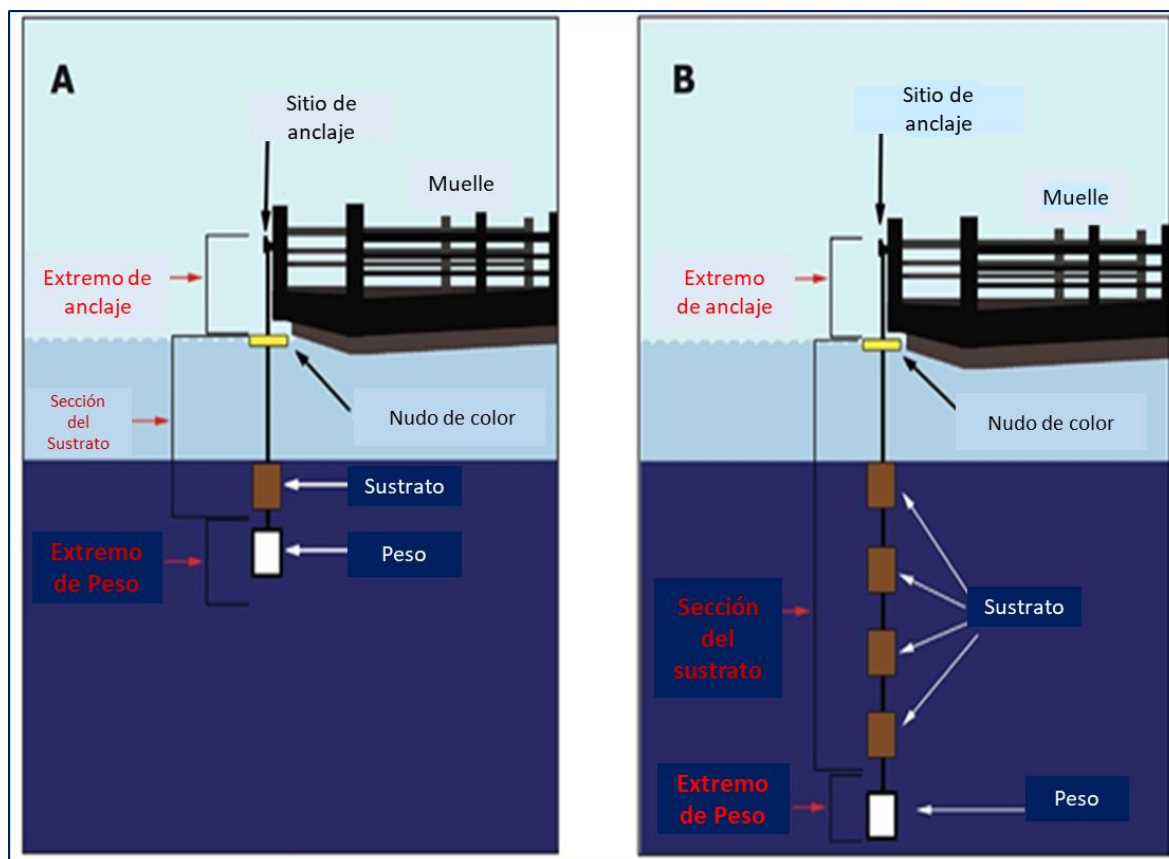


Figura 5. Cuerdas de levantamiento de sustratos artificiales colocados. A) Línea con un solo sustrato. B) Línea con múltiples sustratos. \* El nudo de color en el cable indica la ubicación de la superficie del agua. Esta marca garantiza que los sustratos estén unidos en los lugares apropiados de la cuerda y que la cuerda se despliegue correctamente para muestrear la(s) profundidad(es) de agua deseada. (Tomado de Culver *et al.*, 2009).

Actualmente existe una campaña sumamente interesante en Estados Unidos en la que se invita a voluntarios del público en general a sumarse al monitoreo para la detección temprana de los mejillones dreisénidos. Esta campaña está organizada por el Departamento de Recursos Naturales de Missouri, que de manera general contribuye a organizar equipos

para monitorear el estado de salud de los ecosistemas de agua dulce de Missouri. Dentro de esta actividad existe un equipo dedicado a monitorear el mejillón cebra, pero invitan al público a que se sume de manera individual y voluntaria si desea. Ofrecen en línea una pequeña guía (<https://dnr.mo.gov/env/wpp/vmqmp/docs/chpt-09-intro-zebra-mussel-monitoring-1-09.pdf>) en la que se detallan las generalidades de la biología de la especie y se destaca la importancia de detectarla debido a sus impactos. En la guía proponen una idea sencilla, pero original y eficaz, que consiste en invitar a la gente a introducir bloques de concreto amarrados a una cuerda que se sujeta a un árbol o un muelle y que serán revisados mensualmente para constatar si existe evidencia de incrustaciones. En caso de que se encuentren mejillones se les pide llamar a un teléfono (1-800-781-1989, que sigue vigente hasta el momento), para que en seguida se presente un biólogo del Departamento de Conservación de Missouri y pueda confirmar la identidad de los especímenes. También recomiendan guardar algunos ejemplares en alcohol comercial. Si la persona no desea esperar al biólogo puede someter su reporte en línea en el portal <http://www.mostreamteam.org/>.

### *1.7.3 Buceo*

Los esfuerzos de buceo están enfocados en conseguir datos de la ocurrencia mediante el uso típico de los patrones de establecimiento espacio-temporales de las velíferas (Churchill & Baldys, 2012). Este tipo de muestreo debe llevarse a cabo al menos una vez al año. Los muelles y rampas de acceso con altos volúmenes de tráfico deben considerarse áreas de mayor prioridad para ser inspeccionadas. Además, como ya se mencionó antes en el documento, las rejas para basura, las mallas u otros objetos sumergidos como tuberías, son lugares comunes de fijación de los mejillones y son buenos indicadores de su establecimiento (Fig. 6) (US Army Corp of Engineers, 2013).

Los mejillones pueden ser difíciles de detectar, ya que algunos están regularmente cubiertos de perifiton, lo cual los hace parecer similares a otras superficies sumergidas. Por lo que se recomienda tener personal calificado, que se encuentre certificado en actividades

de buceo, así como en la identificación de mejillones dreisénidos (Churchill & Baldys, 2012; US Army Corp of Engineers, 2013).



Figura 6. Buzos en el lago Michigan tomando datos de una tubería infestada de mejillones cebra. Tomado de Briscoe, 2017.

#### 1.7.4 Análisis de laboratorio

Una vez que el muestreo fue realizado con éxito, las muestras deben ser llevadas al laboratorio para ser analizadas. Dentro de las técnicas modernas para la detección de velíferas destacan dos aproximaciones microscópicas: a) la microscopía de luz polarizada cruzada (MLPC) y b) la microscopía de luz polarizada cruzada combinada con imágenes de citometría de flujo (ICF). Una tercera aproximación implica el uso de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) para la detección específica de DNA de *Dreissena* spp. A continuación, se presenta la descripción de estas técnicas con base en la sinopsis reportada por Frischer *et al.* (2011).

### Microscopía de Luz Polarizada Cruzada (MLPC)

La microscopía de luz polarizada cruzada (MLPC) es la técnica más establecida entre los laboratorios. Debido a que todas las larvas de bivalvos exhiben características birrefringentes distintas, esta aproximación permite que las larvas de bivalvos se reconozcan fácilmente bajo iluminación con luz polarizada, incluso en presencia de otras especies de plancton y material típicamente presente en muestras de redes de plancton. Las larvas son birrefringentes debido a la estructura de calcita cristalina de la concha de las larvas, y aparecen como puntos radiantes bajo luz polarizada. Debido a la disposición de los cristales de calcita, las partes de la concha en línea con los ejes de los filtros de polarización cruzada no reflejan la luz y, por lo tanto, las velígeras de *Dreissena* spp. exhiben una especie de marca en forma de "X" denominada "cruz maltesa" (Fig. 7). Generalmente aparecen como objetos blancos brillantes con una cruz oscura (ángulo de 90°), mientras que otras especies de plancton tienen un brillo muy débil bajo la luz polarizada cruzada y por supuesto no presentan la cruz maltesa característica. Los microscopios estereoscópicos de disección estándar se pueden modificar fácil y económicamente con los filtros polarizadores necesarios, o se pueden comprar microscopios especializados. Además del microscopio de polarización cruzada, se requieren materiales adicionales mínimos para este tipo de análisis en muestras de plancton. Otros suministros y equipos incluyen fijadores apropiados (generalmente alcohol etílico), cámaras de conteo y posiblemente concentradores de fijación adicionales. También es útil que el microscopio esté equipado con capacidad fotográfica para que las imágenes de las larvas puedan ser fotografiadas, compartidas y estudiadas por otros expertos.

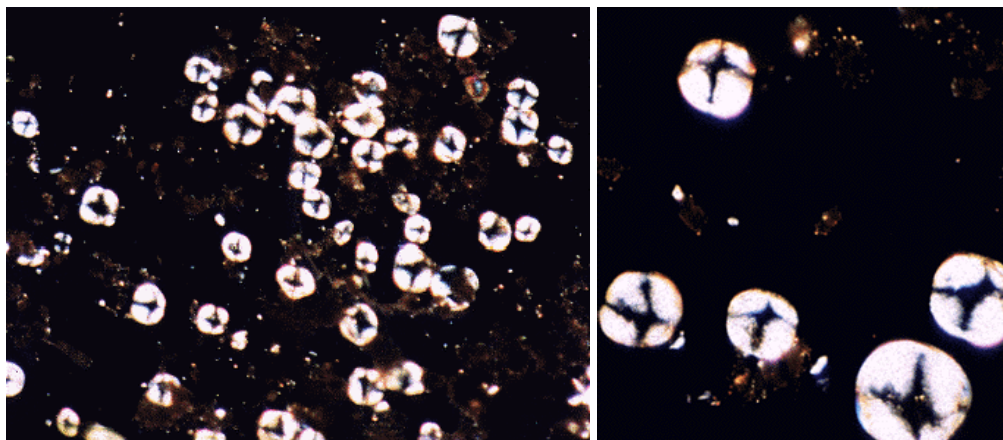


Figura 7. Larvas velígeras de mejillón cebra mostrando la cruz maltesa característica bajo microscopía de luz polarizada cruzada (MLPC). Imágenes tomadas de [https://el.erdc.dren.mil/zebra/zmis/zmishelp4/using\\_cross\\_polarized\\_light.htm](https://el.erdc.dren.mil/zebra/zmis/zmishelp4/using_cross_polarized_light.htm)

Aunque las larvas de *Dreissena* spp. son fácilmente distinguibles bajo la luz de polarización cruzada, existe la posibilidad de que se puedan confundir con otras especies de bivalvos presentes en la muestra, incluyendo a la almeja asiática (*Corbicula fluminea*), el falso mejillón oscuro *Mytilopsis* sp. y posiblemente a las larvas de la familia Unionidae que pueden coexistir con las especies *Dreissena* spp. Además, se requiere de buen entrenamiento y experiencia con zooplancton, ya que las velígeras de dreisénidos pueden llegar a confundirse con ostrácodos e incluso con partículas de sedimento. Para aumentar la probabilidad de una identificación correcta, el técnico debe poder cambiar fácilmente entre la iluminación polarizada cruzada y la no polarizada para analizar otras características de diagnóstico. Por ejemplo, las larvas de *Corbicula* pueden parecerse a las velígeras en forma de D de los dreisénidos, pero las larvas de *Corbicula* son mucho más grandes y sus rangos de tamaño no se superponen. Por otra parte, los ostrácodos tienen apéndices diferentes que pueden identificarse bajo luz no polarizada. De aquí que, si un objeto muestra una cruz maltesa bajo iluminación polarizada cruzada, el objeto también debe examinarse bajo luz normal para identificar otras características morfológicas de diagnóstico. Además, se deben tomar fotografías digitales de alta calidad de aquellas larvas que se presume que son de dreisénidos para que se envíen a expertos externos.

Se pueden presentar problemas analíticos adicionales en la detección e identificación de las larvas de dreisénidos si las muestras están mal conservadas o si contienen concentraciones extremadamente altas de plancton. La mala conservación puede resultar en la disolución de las conchas de las velígeras, generando así falsos negativos. La disolución de la concha se puede presentar si la muestra se vuelve ligeramente ácida o si se almacena durante un período prolongado de tiempo. Algunos investigadores han sugerido que no se utilice alcohol desnaturalizado. Aunque todavía no hay consenso entre los expertos con respecto a la concentración óptima de alcohol, la evidencia empírica ha mostrado que las concentraciones de etanol al 25-95% resultan adecuadas para la fijación de larvas de bivalvos. Por otra parte, las concentraciones extremadamente altas de plancton en las muestras contribuyen a ocultar la detección de las velígeras de dreisénidos incluso bajo luz de polarización cruzada. Cuando las concentraciones de plancton son demasiado altas, es necesario diluir la muestra (generalmente en agua destilada), lo que aumenta considerablemente el tiempo requerido para examinar la muestra. Finalmente, no se puede dejar de enfatizar que las comunidades de plancton varían entre los cuerpos de agua y estacionalmente, por lo tanto, los biólogos encargados de la identificación de las larvas, además de estar bien entrenados y familiarizados con las comunidades de plancton, necesitan conocer bien los ciclos de sucesión ecológica del plancton de la región para poder examinar y detectar larvas en una gran diversidad de plancton que probablemente encuentren.

#### Citometría de Flujo (ICF)

La combinación de microscopía de luz polarizada cruzada (MLPC) con Imágenes de Citometría de Flujo (ICF) llevó a desarrollar el instrumento FlowCAM<sup>R</sup> que disminuye significativamente el trabajo para examinar las muestras de plancton en busca de las larvas de dreisénidos. Como se describió anteriormente, bajo la luz polarizadora cruzada, la birrefringencia de las conchas calcáreas de los velígeras de mejillones cebrá y quagga permiten también obtener imágenes por citometría de flujo. Así que al aplicar algoritmos

automáticos de reconocimiento de patrones que incluyen la relación de aspecto y la intensidad de la escala de grises, las velíferas de mejillón cebra y quagga pueden distinguirse de otras especies del zooplancton y otras partículas. Esta tecnología se está adoptando cada vez más con el propósito de la detección temprana de larvas de *Dreissena* spp. en muestras de plancton. No obstante, hay que considerar que el precio de un citómetro de flujo está alrededor de los USD \$ 80,000-100,000.

#### Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR)

La PCR es un proceso que permite la amplificación de fragmentos de genes específicos. Dado que los fragmentos de genes son exclusivos de *Dreissena* spp., las larvas pueden ser detectadas por un ensayo de PCR específico en una muestra de plancton, incluso si están en concentraciones muy bajas. Teóricamente, los ensayos de PCR brindan varias ventajas en comparación con las estrategias de detección de luz polarizada cruzada; estas incluyen: (1) mayor sensibilidad, (2) mayor especificidad y (3) la capacidad de procesar un número mucho mayor de muestras en la misma cantidad de tiempo que el requerido para procesar muestras microscópicas. Sin embargo, la consolidación de estas ventajas todavía requiere considerable investigación y desarrollo.

En el caso de los ensayos de PCR específicos para *Dreissena* spp. se diseñan cebadores de DNA monocatenario (oligonucleótidos) que son específicos para *D. polymorpha*, *D. bugensis* o ensayos que son capaces de amplificar ambas especies. Hasta la fecha, se han diseñado cebadores dirigidos a varios genes diferentes presentes en estas especies, incluidos los genes de las subunidades pequeñas y grandes de RNA, las secuencias espaciadoras internas ribosómicas transcritas y el gen mitocondrial de la citocromo oxidasa I (COI). Las siguientes figuras (8-11) ilustran el código de barras y la secuencia de la COI de los mejillones cebra y quagga.

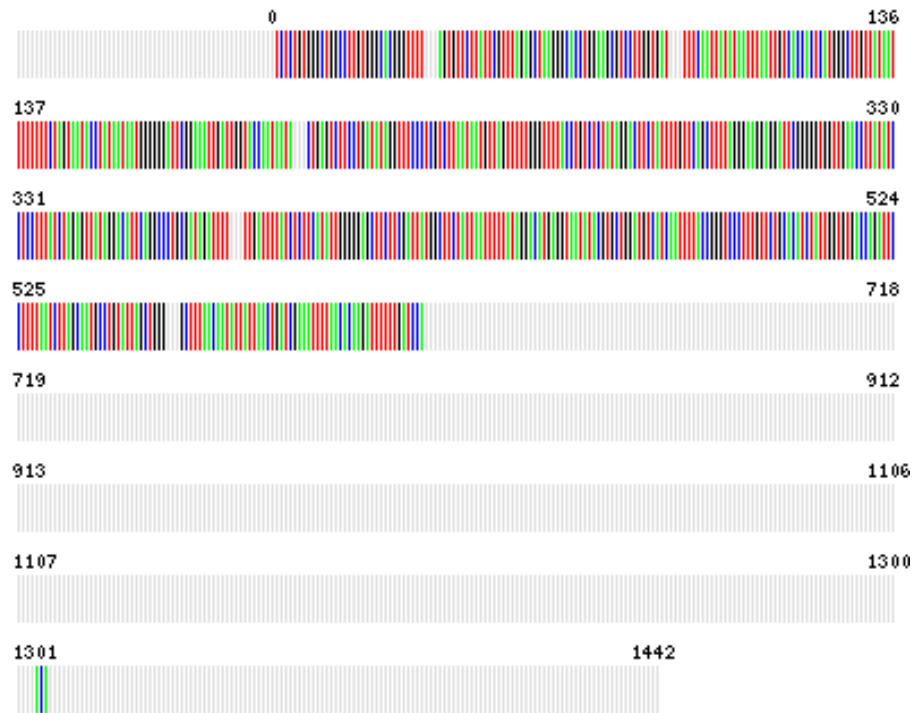


Figura 8. Secuencia de código de barras representativa de *Dreissena polymorpha*. Hay 71 secuencias de códigos de barras disponibles de BOLD y GenBank.

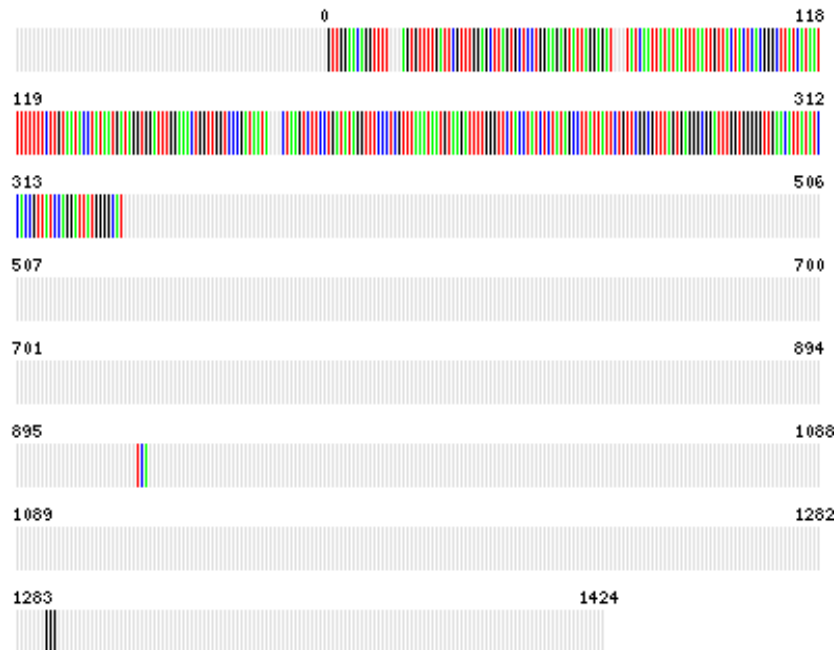


Figura 9. Secuencia de código de barras representativa de *Dreissena rostriformis bugensis*. Hay 8 secuencias de códigos de barras disponibles de BOLD y GenBank.





La infraestructura del laboratorio y los materiales necesarios para la PCR son más extensos (y más caros) que los necesarios para la microscopía de polarización cruzada. Sin embargo, los equipos de PCR actualmente están disponibles en un gran número de laboratorios de diagnóstico de investigación, clínicos y comerciales

En la práctica, la detección por PCR de las larvas de *Dreissena* spp. en muestras de plancton está sujeta a varios tipos posibles de error que pueden resultar en la detección fallida de las larvas al estar presentes (Falso negativo) o que indican la presencia de larvas aun cuando no están realmente presentes en una muestra (Falso positivo). Un factor importante que interviene en la detección correcta de las larvas o que reduce la sensibilidad de detección de los ensayos de PCR, es analizar solo una submuestra relativamente pequeña de una muestra de la red de plancton. A pesar de que generalmente resulta muy factible examinar una muestra completa de arrastre de plancton al microscopio, también se pueden obtener falsos negativos si las sustancias que se purifican conjuntamente con el DNA de la muestra de plancton inhiben la amplificación por PCR del DNA del mejillón. A este respecto, se ha demostrado que varias sustancias presentes en muestras de arrastre de plancton, como mucopolisacáridos, ácidos húmicos y metales, son potentes inhibidores de la enzima Taq polimerasa que se utiliza normalmente para la amplificación. Además, se pueden obtener falsos negativos también debido a la preservación inadecuada del material, lo que resulta en la degradación del DNA. Por otra parte, se puede presentar contaminación en diferentes partes del proceso analítico, incluida la recolección de muestras, la purificación del DNA y durante la amplificación por PCR, lo que puede provocar la detección de falsos positivos.

#### Comparación de análisis de laboratorio

En el 2011, la Oficina de Recuperación de agua del Departamento del Interior de los EE. UU. decidió examinar la precisión, eficacia y sensibilidad de los tres métodos: microscopía de luz de polarización cruzada (MLPC), imágenes de citometría de flujo (ICF) y ensayos de reacción en cadena de la polimerasa basados en el DNA (PCR). Se prepararon muestras de referencia que consisten en plancton concentrado enriquecido con números conocidos de

larvas de *Dreissena* spp. (rango de 0 - 27). Se distribuyeron las larvas a laboratorios analíticos con capacidad de análisis que ya estuvieran utilizando estas técnicas para detectar larvas de dreisénidos. Por razones prácticas, el muestreo se realizó en el invierno de 2010, aunque se reconoció que habría sido más realista muestrear en los meses más cálidos típicos de los períodos en los que se realiza la mayoría del monitoreo de rutina. Esto dio como resultado muestras de menor complejidad comparadas a las que los laboratorios analíticos procesaban de forma rutinaria, lo que podría haber sesgado el estudio hacia la subestimación de los errores analíticos. En total 18 laboratorios independientes participaron en el estudio y analizaron 216 muestras de referencia. Los resultados indicaron que MLPC fue la técnica más confiable, con una precisión general para la detección de presencia / ausencia del 96.3%. El análisis de ICF fue el segundo método más confiable, con una tasa de precisión de 91.7%. Mientras que la PCR fue el método menos confiable, con una tasa de precisión de sólo 75.8%. El tipo de error más frecuente asociado con todos los métodos fueron los falsos negativos, lo que sugiere que todos los métodos no alcanzaron a detectar la presencia de la totalidad de las larvas de *Dreissena* spp. De los dos métodos basados en microscopía (MLPC e ICF), ICF subestimó sistemáticamente la cantidad de larvas en muestras, mientras que MLPC fue más confiable con respecto a la cuantificación de larvas. Los métodos de PCR en este momento aún no eran cuantitativos (PCR en tiempo real), por lo que no podía evaluarse este aspecto. Sobre la base de este estudio, se propusieron las siguientes 10 recomendaciones específicas para mejorar la confiabilidad de los programas de monitoreo de detección temprana de dreisénidos:

1. Utilizar el análisis de MLPC como la aproximación primaria para la detección temprana de larvas de *Dreissena* spp. Todas las detecciones potenciales deberán documentarse con fotomicrografías de alta resolución.
2. Desarrollar un programa integral de capacitación de MLPC y ampliar la capacidad y experiencia actual en microscopía.
3. Establecer un pequeño grupo de expertos certificados que sean capaces de identificar de forma confiable las larvas de *Dreissena* spp. a partir de micrografías de buena calidad.

4. Financiar la investigación para mejorar la precisión de ICF como un método de rutina para detectar y enumerar larvas de *Dreissena spp.*, especialmente cuando las larvas se encuentran en concentraciones muy bajas. El enfoque se deberá dirigir a la concentración de la muestra y en los protocolos del citómetro de flujo.
5. En asociación con los laboratorios que actualmente utilizan ICF, llevar a cabo análisis de MLPC de manera rutinaria para facilitar la comparación entre estos métodos.
6. Llevar a cabo talleres técnicos para discutir los resultados de este estudio y una revisión más amplia de los métodos de diagnóstico de PCR. El producto de tales talleres debería generar el desarrollo de recomendaciones de investigación específicas.
7. Financiar la investigación para identificar las causas exactas de la variabilidad en los métodos de PCR. Llevar a cabo un estudio de métodos en el que participen los laboratorios de PCR más experimentados para evaluar todas las variantes de los métodos actualmente disponibles.
8. Establecer un estándar de certificación de laboratorios para todos los tipos de métodos de detección para larvas de *Dreissena spp.*
9. Utilizar laboratorios certificados para confirmar las detecciones de laboratorios no certificados.
10. Debido a que todos los métodos tienen errores asociados, se deben usar múltiples (al menos dos) análisis independientes para confirmar la presencia de larvas de *Dreissena spp.*, especialmente si se trata del primer reporte de dreisénidos en un cuerpo de agua.

En otro estudio llevado a cabo por la Oficina de Recuperación de aguas se evaluó la tasa de éxito de la PCR bajo cuatro escenarios diferentes: detección de cuerpos de velígeras enteras, fragmentos de velígeras, velígeras degradadas y dos concentraciones de DNA de adultos libre en agua con y sin inhibidores añadidos. En general, los resultados de este estudio indicaron que era posible obtener resultados de PCR positivos en muestras de agua que se habían clasificado como negativas por microscopía, gracias a que la PCR podía detectar DNA disuelto (dDNA) flotante libre, velígeras degradadas y fragmentos de éstas. Si bien la microscopía es una técnica importante para la detección temprana de dreisénidos,

este estudio indica que la técnica de PCR es una herramienta valiosa que es capaz de detectar signos de la presencia de dreisénidos que de otra manera no se podrían detectar por microscopía (Carmon *et al.*, 2014).

#### Desarrollo y utilización de anticuerpos monoclonales para microscopía de fluorescencia y captura de larvas

Johnson *et al.* (2015) desarrollaron una técnica para marcar con fluorescencia anticuerpos que reconocen específicamente a las larvas velígeras del mejillón quagga (*D. bugensis*) y con los mismos anticuerpos utilizaron nanopartículas magnéticas para capturar las larvas del mejillón del resto del zooplancton. Inicialmente utilizaron anticuerpos policlonales porque son más rápidos y fáciles de generar, así como también menos onerosos. Utilizaron anticuerpos generados en conejos (pR1030) que reconocían específicamente las proteínas del velo de las larvas y posteriormente utilizaron un segundo anticuerpo (anti-IgG de conejo) al que unieron con un pigmento fluorescente (Texas Red). Una vez que constataron que se unía específicamente a las larvas del quagga, en comparación con larvas de *Corbicula fluminea* utilizadas como control, unieron estos anticuerpos a nanopartículas magnéticas que también reconocían el velo de las larvas (Fig. 12).

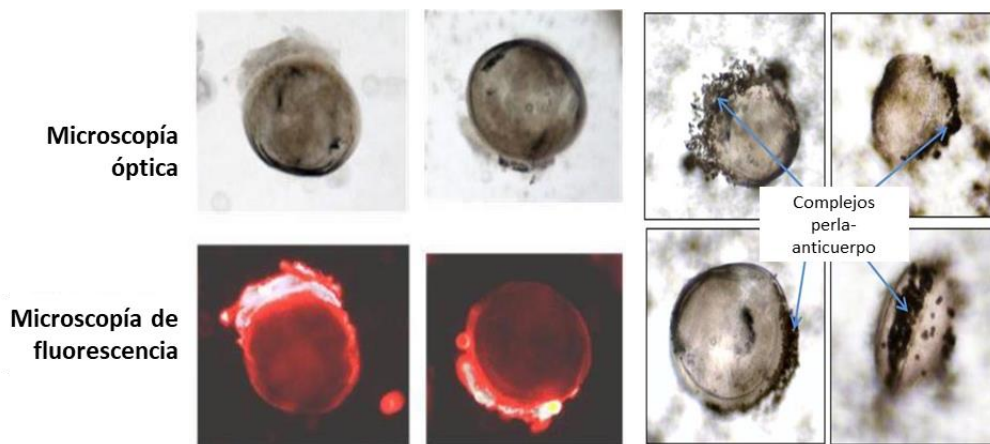


Figura 12. Coloración inmunofluorescente indirecta en larvas velígeras de mejillón quagga con un anticuerpo policlonal primario de conejo (pR1000) y un segundo anticuerpo (anti-IgG de conejo) conjugado con Texas Red (excitación del fluorocromo a 550 nm, emisión a 615 nm). Las larvas velígeras se colectaron del lago Havasu, Arizona usando una red de plancton con apertura de malla de 63- $\mu$ m. Las muestras fueron preservadas en etanol.

La eficiencia de recuperación con las nanopartículas magnéticas fluctuó entre 48 al 96%. En vista del buen funcionamiento de los anticuerpos policlonales se procedió a elaborar anticuerpos monoclonales a partir de proteínas del manto de mejillones adultos por medio de hibridomas producto de la fusión de células del bazo productoras de anticuerpos y células de dos líneas de mieloma. Los anticuerpos monoclonales se probaron con un anticuerpo de cabra anti-IgG de ratón conjugado con fluoresceína isotiocianato, cuya reacción produce fluorescencia verde como se puede apreciar en la siguiente figura (Fig. 13).

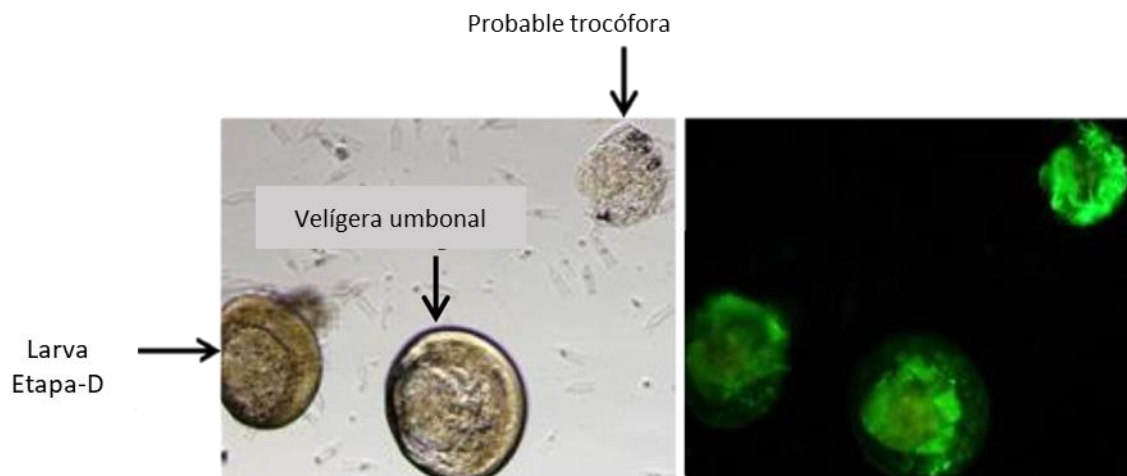


Figura 13. Larvas velígeras con forma-D, umbonales y una posible trocófora bajo microscopía de epifluorescencia.

Una aplicación importante de un anticuerpo que reconozca larvas velígeras de mejillón quagga será la inmunocaptura magnética para separar larvas velígeras de otros organismos y residuos de muestras, simplificando así la identificación y enumeración de las larvas en estas muestras "limpias". A pesar de la excelente especificidad de los anticuerpos monoclonales las eficiencias de captura magnética no fueron tan altas como con los anticuerpos policlonales. Las bajas eficiencias de recuperación pudieron deberse a una unión deficiente de las nanopartículas paramagnéticas conjugadas con el anticuerpo primario anti-quagga o al bloqueo insuficiente o inadecuado de los sitios de unión no específicos. También es posible que los sitios de unión antigénicos estuvieran dentro de las larvas velígeras en lugares inaccesibles para las nanopartículas paramagnéticas recubiertas con anticuerpos que eran relativamente grandes (2.8  $\mu\text{m}$ ). La investigación en general demostró la viabilidad de generar anticuerpos policlonales que reconocen y se unen a las velígeras de mejillón quagga específicamente. Por lo tanto, el proyecto tuvo éxito. No obstante, se requieren pruebas de especificidad adicionales, junto con las pruebas de rendimiento de los anticuerpos policlonales contra larvas velígeras en matrices más complejas, y se requiere el desarrollo continuo de la técnica de inmunocaptura. Sin

embargo, los anticuerpos producidos por esta investigación proporcionan herramientas que podrían simplificar la detección microscópica y la identificación de larvas velígeras en muestras de agua.

### Preservación de las muestras

Independientemente del método que se seleccione para la identificación de las larvas un aspecto clave será su preservación e integridad. Tanto el cuerpo de las velígeras como el DNA son sensibles a la degradación. Si la concha o el tejido de las velígeras se degrada, no se detectarán. Por lo tanto, es importante mantener la integridad de las muestras después de la recolección. Las conchas de mejillón están compuestas de carbonato de calcio y los ácidos las pueden degradar. Se pueden introducir ácidos, ya sea a partir de materiales orgánicos circundantes en el agua (inhibidores) o de los conservadores (alcohol). Los métodos de muestreo ineficaces podrían dar lugar a infestaciones de mejillones que no se detectan, lo que podría retrasar la aplicación de los tratamientos de control y la contención. Por esta razón la Oficina de Recuperación de aguas desarrolló un procedimiento de operación estándar para preservar las larvas de la mejor manera posible. Se estableció un proyecto para determinar cómo las muestras que contienen material orgánico adicional y agua de una presa afectaban la degradación de las velígeras. En este estudio de investigación se probó el impacto de diferentes escenarios de conservación de las velígeras para detectarlas por microscopía y PCR. Los escenarios de conservación consistieron en combinaciones de variables, incluidas la presencia (20%) o ausencia de alcohol, presencia (pH=8) o ausencia de buffer (pH=5) y niveles altos (inhibidores) o bajos de zooplancton. Se prepararon cinco réplicas de cada escenario de conservación en un ambiente de laboratorio controlado. La concha de las velígeras y la degradación del DNA se evaluaron después de la conservación de las velígeras durante 1, 6, 21 y 42 días.

Los resultados de esta investigación sugieren que, independientemente del contenido de alcohol, la detección de las velígeras mediante microscopía se reduce a medida que pasa el tiempo, cuando las muestras no tienen buffer y cuando contienen niveles elevados de



inhibidores. La morfología de la concha de las velígeras se puede mantener durante 42 días después de la recolección si las muestras se conservan con 20 % de alcohol por volumen y se utiliza un buffer con 0.02 gramos por litro de bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ). La detección por PCR de velígeras también fue mejor cuando las muestras se conservaron con alcohol y buffer, pero en general, la detección se redujo a medida que aumentaba el tiempo de conservación. Los resultados de este estudio indican que la preservación correcta de la muestra es fundamental para mantener la integridad de la velígera a lo largo del tiempo, especialmente porque la química del agua y el contenido orgánico parecen tener un impacto marcado en la degradación de la larva (Bureau of Reclamation, 2015).

#### *Datos que se deben tomar de las muestras de juveniles y adultos*

Para poder evaluar la escala de los impactos potenciales de los mejillones juveniles y adultos, monitorear los cambios en el tamaño poblacional a lo largo del tiempo y rastrear las cohortes de mejillones nuevos (incluyendo sus tasas de mortalidad), se requiere recopilar datos de la densidad de los mejillones, la longitud de la concha y la biomasa. Después de las colectas de campo, los mejillones adultos y juveniles deben separarse cuidadosamente entre sí y de los sedimentos. En el laboratorio, se deben contar los animales enteros (mejillón y su concha) y cualquier concha vacía completa (o casi completa), ya que los mejillones juveniles podrían estar unidos a las conchas vacías. Para asegurar que todos los individuos dentro de la muestra sean contados, las conchas deben examinarse de cerca en el microscopio. Se deben registrar las longitudes de todas las conchas ocupadas y vacías. Después de la medición, los animales enteros se congelarán a -20 °C o menos para futuros análisis de biomasa; y las conchas vacías se descartan. Hay dos formas de representar las poblaciones permanentes de mejillones: (1) por medio de su densidad (número por metro cuadrado) y (2) por su biomasa (peso seco del tejido y peso seco de la concha por metro cuadrado). Aunque el primer enfoque se ha utilizado tradicionalmente, el segundo enfoque se está volviendo popular a medida que la evidencia creciente muestra que la biomasa es más útil para evaluar los impactos de los mejillones

dreisénidos y para determinar las tasas de crecimiento y la actividad reproductiva. Si las restricciones de tiempo u otros factores impiden el análisis inmediato, las muestras juveniles y adultos pueden almacenarse congeladas hasta el momento del análisis (Wong *et al.*, 2011).

### *1.8 Descontaminación*

Para garantizar que los esfuerzos de monitoreo no propaguen los mejillones, es esencial seguir los protocolos adecuados para la descontaminación personal y del equipo al final de cada actividad de monitoreo. La descontaminación se debe llevar a cabo incluso si no se encontraron mejillones en el sitio. Los pasos esenciales para descontaminar el equipo y a uno mismo son los siguientes:

- En el sitio, será necesario limpiarse, así como al equipo con una toalla o frotar con un cepillo seco. Hay que prestar especial atención a la parte superior e inferior de los zapatos y también las agujetas.
- Es preferible quitarse el calzado y colocarlo en un recipiente o bolsa de plástico para evitar contaminar el vehículo.
- Una vez en su casa, se recomienda descontaminar los zapatos, la ropa y el equipo secándolos completamente en la secadora durante 30 minutos o exponiéndolos a pleno sol y baja humedad durante varios días. También funciona congelar los zapatos y la ropa durante 24 horas.

### *1.9 Recopilación de datos y presentación de informes*

Una parte importante del monitoreo de detección temprana es la recopilación y el informe de los datos resultantes. En particular, es necesario informar los hallazgos incluso cuando no se detecta nada. Los datos se deben recopilar en formatos como el que se muestra a continuación (Fig. 14).

**Quagga and Zebra Mussel Volunteer Monitoring  
Surface Survey Data Sheet**

Monitoring Information				
Name/Affiliation:				
Date:				
Name of Water Body:				
GPS Coordinates (Decimal Degrees, WSG84):				
Site Description:				
Contact Information (email or telephone):				
Existing Surfaces and Objects (Minimum surveying distances provided in parentheses)				
Surface Type	*Linear Ft or # and Size Examined	**Number of Mussels Present	Photograph Number (if taken)	Notes and Observations
Boat Ramp Bottom (100 ft at marina; 200 ft if solitary ramp)				
Dock/Pilings (200 ft)				
Mooring/Buoy Line (200 ft)				
Anchor/Dock Cable (100 ft)				
Concrete/Wood Structures (100 ft)				
Shoreline (100 ft)				
Buoys				
Anchors				
Logs/Woody Debris				
Aquatic Vegetation Type:				
Other (specify)				
Other Observations				
Other Species Observed	Surface Type	Number Present	Photograph Number (if taken)	Notes and Observations
New Zealand Mud Snail				
Asian Clam				
Other Organisms Present (specify)				

\*Indicate number of linear feet examined for long surfaces. Indicate number and size of objects examined.  
 \*\*Estimate the number if > 30 mussels are present. Be sure to enter '0' if no mussels are detected.



**Quagga Mussel**

Photo by Dave Brenner,  
Michigan Sea Grant  
Size: < 2" / 50 mm



**New Zealand Mud Snail**

Photo by Jane and Michael Liu,  
Oregon Sea Grant  
Size: < 3/16" / < 5 mm (TINY!)



**Asian Clam**

Photo by Noel Burkhead,  
The Nature Conservancy  
Size: < 1" / < 25 mm

**Note: Only take photographs. Do not collect any organisms or materials.**

Figura 14. Hoja de datos del monitoreo voluntario del Mejillón cebra y quagga. (Tomado de Culver *et al.*, 2009)

Si el monitoreo es parte de un esfuerzo coordinado más grande, será necesario asegurarse de que todos los participantes estén utilizando los mismos formatos y que el registro de datos se lleve a cabo de una manera consistente. Se pueden sacar fotocopias de los formatos de datos en papel normal o impermeable para usar en el campo. Se tiene que llenar toda la información de la manera más completa posible. Si no se cuenta con un GPS, será necesario describir el sitio con la mayor precisión posible utilizando parámetros físicos que probablemente no cambien (nombres de calles cercanas, número de boyas, distancia o ubicación en estructuras permanentes). Las fotografías del sitio son muy útiles y pueden ayudar para regresar al mismo lugar. La numeración de los sitios ayudará a organizar los

registros y facilitará la notificación de los hallazgos. En caso de encontrar mejillones quagga o cebra, será muy importante tomar fotos y contactar a las autoridades ambientales.

### *1.10 Inspección de medios de transporte*

El monitoreo no se debe restringir sólo a la introducción por vías naturales al cuerpo de agua. Será necesario realizar inspecciones a todos los medios que transporten agua (tuberías, pipas, etc.), o que hayan estado en contacto con el agua, botes, equipo de pesca, equipo de buceo, etc.

Es importante reconocer que cada cuerpo de agua es único, por lo que se deben identificar todas las vías y vectores que pueden facilitar la introducción de los mejillones. Para desarrollar un programa de prevención para cualquier cuerpo de agua, es fundamental que las autoridades ambientales evalúen exhaustivamente todas las actividades que involucran el movimiento de agua y el contacto con el agua como medios potenciales por los cuales se pueden introducir los mejillones. Algunas de las vías más comunes para la introducción de dreisénidos se resumen en la Tabla 1. Una vez que se han identificado y evaluado todas las vías potenciales, se pueden desarrollar, priorizar e implementar acciones para evitar que los mejillones se introduzcan. Generalmente las acciones de prevención, que son necesarias para abordar una vía, también se aplican a otras vías.

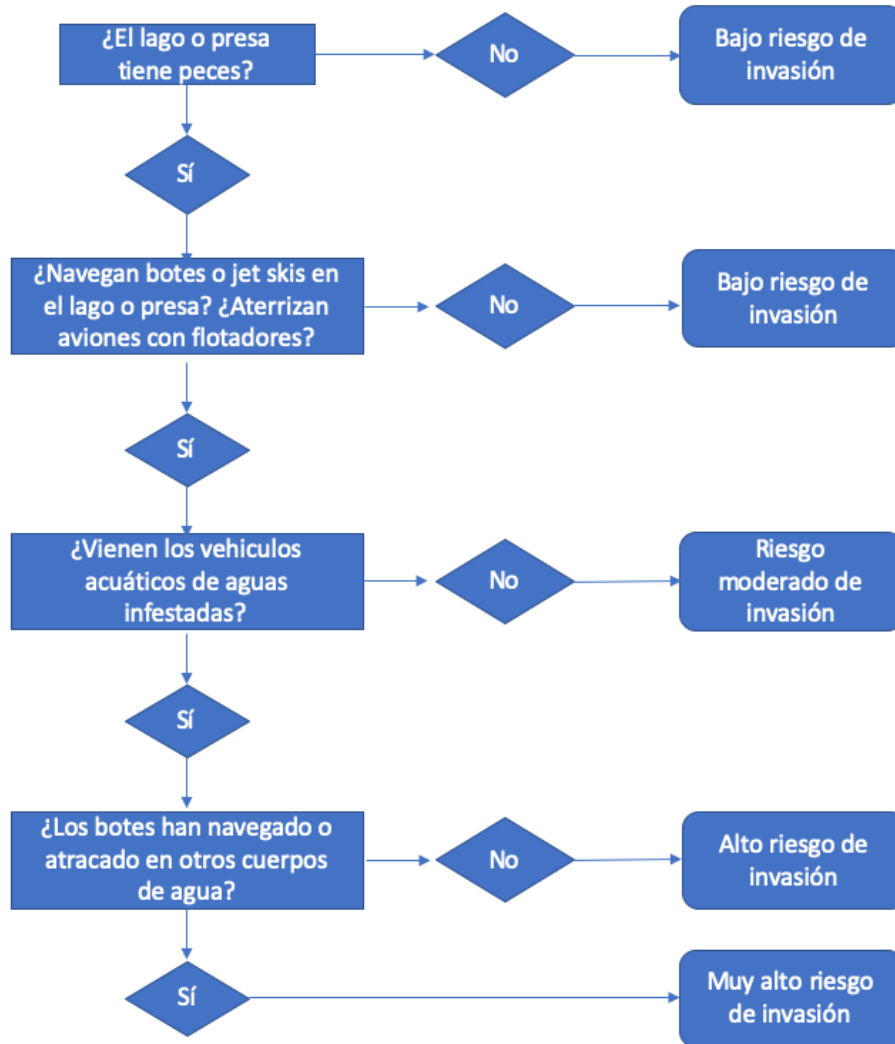
Tabla 1. Vías comunes para la introducción de los mejillones dreisénidos (Tomado de CDFW, 2017)	
Vías naturales	Posibles acciones de gestión para prevenir la introducción de mejillones dreisénidos a través de esta vía (incluyendo educación y divulgación)
Aguas abiertas que fluyen de fuentes aguas arriba	Cloración, filtración
Inundaciones	
Vías en las que interviene el hombre	
<b>Embarcaciones</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motorizadas</li> <li>• Botes para hacer esquí acuático</li> <li>• No motorizadas</li> <li>• De las autoridades (policía, ejército, etc.)</li> <li>• De agencias de recursos naturales</li> <li>• De alquiler</li> </ul>	Autoinspecciones, inspecciones por personal capacitado, períodos secos obligatorios, descontaminación, etc.
<b>Pesca</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pescadores</li> <li>• Equipo de pesca</li> <li>• Torneos de pesca</li> <li>• Carnada viva</li> <li>• Siembra de peces</li> </ul>	Inspeccionar los aparejos de pesca, establecer estaciones de limpieza para equipos de pesca, establecer condiciones en los torneos de pesca, inspeccionar la carnada viva (verificar el origen de la carnada viva), restringir la carnada viva, etc.
<b>Equipo dentro del agua</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos de construcción</li> <li>• Muelles</li> <li>• Boyas</li> <li>• Baños flotantes</li> <li>• Barcos cisterna o equipos contra incendios</li> </ul>	Inspeccionar todo el equipo que vaya a entrar al agua, permitir un tiempo de secado suficiente si no se puede drenar el equipo, coordinarse con las agencias de extinción de incendios para las inspecciones del equipo, descontaminar el equipo usado anteriormente, etc.
<b>Mantenimiento de instalaciones</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo grande</li> <li>• Equipo de campo</li> </ul>	Inspeccionar el equipo de mantenimiento, si la administración tiene participación en múltiples cuerpos de agua deberá tener equipo exclusivo para cada uno, etc.
<b>Contacto aéreo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aviones marinos</li> <li>• Aviones flotantes</li> <li>• Aviones de bomberos</li> </ul>	Prohibir el aterrizaje de aviones que provengan de cuerpos de agua infestados
Investigación	Inspeccionar el equipo, solicitar descontaminación obligatoria del equipo antes de introducirlo al cuerpo de agua

### 1.11 Análisis Situacional

Las autoridades responsables de los cuerpos de agua deben completar un Análisis Situacional para determinar el nivel de riesgo del sitio. Los siguientes árboles de decisión se utilizan como pautas generales para determinar el nivel de riesgo para un cuerpo de agua en particular. Las aguas interconectadas a menudo son manejadas por diferentes agencias que operan bajo autoridades separadas. Debido al potencial de colonización de las larvas a la deriva, una respuesta efectiva generalmente requerirá la coordinación entre estas agencias.

Este análisis es rápido y sencillo y puede dar pie a elaborar un análisis de riesgos científico más completo y profesional llevado a cabo por especialistas calificados.

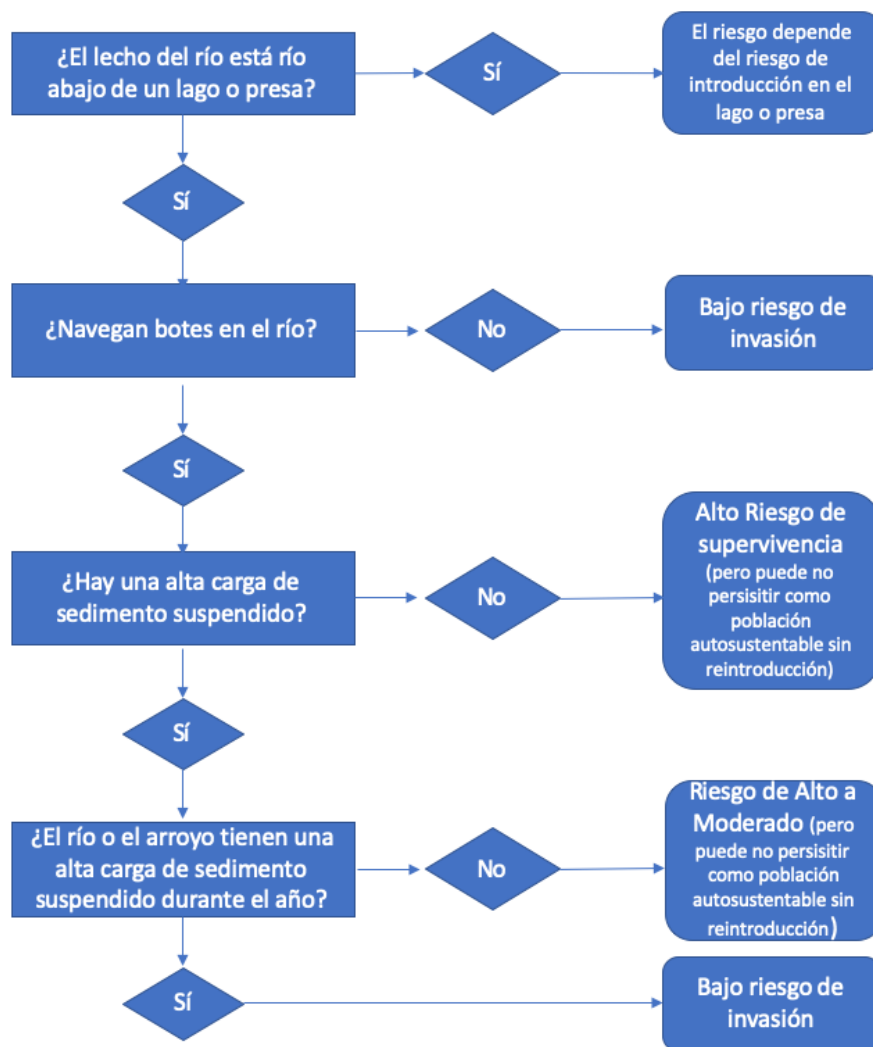
#### *1.11.1 Análisis Situacional para lagos y presas*



### 1.11.2 Análisis Situacional - Ríos y arroyos

La probabilidad de que los mejillones se establezcan en los ríos o en los arroyos depende del sedimento inorgánico suspendido, la existencia de hábitats de baja velocidad y la existencia o no de un lago o embalse aguas arriba. La carencia de hábitats de baja velocidad y las altas cargas de sedimentos reducen la probabilidad de que los mejillones se establezcan o persistan en el lecho del río. Los embalses o lagos río arriba pueden aumentar la probabilidad de que los mejillones se introduzcan mediante la corriente y pueden servir como una fuente continua de larvas velígeras que podrán mantener poblaciones que de otra forma no serían viables. En general, el riesgo de invasión es menor en un río o arroyo

que en un lago o embalse. Sin embargo, los mejillones cebra han demostrado la capacidad de proliferar en los grandes ríos que fluyen lentamente en el medio oeste de los EE. UU. Es posible que los mejillones quagga puedan persistir en ríos grandes en condiciones similares.



### 1.11.3 Acciones resultantes

Dependiendo del grado de riesgo se deberán adoptar diferentes estrategias de prevención. Normalmente se recurre a una aproximación de manejo múltiple y coordinada que implica las siguientes acciones: (1) educación; (2) inspección de botes que pretendan entrar al cuerpo de agua; (3) certificación de que los botes no tienen mejillones; (4) inspección y



descontaminación de embarcaciones; (5) desarrollar un plan de respuesta rápida; (6) aplicación de la ley y (7) controles administrativos. A continuación, se describen cada una de estas funciones (NPS, 2007).

1.- Educación. - El componente más importante de la prevención es la educación. Las autoridades responsables del cuerpo de agua y las agencias relacionadas deben continuar destacando la amenaza de los mejillones con los medios de comunicación y los usuarios en cada oportunidad. Actualmente existen muchos materiales educativos sobre mejillones que se podrían emplear para este propósito. Los visitantes pueden ser informados sobre el problema de diferentes maneras: con explicaciones en los centros de visita, en quioscos, en los comedores al aire libre, por medio de folletos, de las autoridades de vigilancia, los medios locales de comunicación, etc.

2.- Inspección de botes que pretendan entrar al cuerpo de agua. - El personal de los accesos al cuerpo de agua puede hacer una serie de preguntas para determinar si una embarcación representa un riesgo de traer mejillones quagga o cebra. Pueden hacer preguntas a los visitantes para determinar cuándo y dónde se usó por última vez su bote. Si el bote no representa ninguna amenaza, el barco puede ser introducido en el cuerpo de agua.

3.- Certificación de que los botes no tienen mejillones. - Los visitantes pueden recibir un certificado "Libre de mejillones" para mostrarlo en el tablero de su vehículo mientras están estacionados dentro de las áreas anexas al cuerpo de agua. Si los visitantes necesitan que sus embarcaciones se descontaminen, podrán dirigirse a cualquiera de las estaciones de descontaminación locales.

Otra opción que se ofrece en algunos lugares es acceder a computadoras para obtener un certificado como el que se muestra a continuación (Fig. 15). Todos los certificados tienen costo y el dinero se invierte en las campañas de prevención y monitoreo.

## Invasive Mussel Self-Certification Form

① Has this watercraft ever been used in a waterway where invasive quagga or zebra mussels have been detected?  
(List of infested waterways found on the back of this page.)

YES
NO

② Has this watercraft been thoroughly CLEANED, DRAINED, and allowed to completely DRY for at least 30 days since being launched in infested waters?  
(All dirt and organic material must be removed from the boat and trailer. All ballast systems, bilge compartments, live/bait wells and motors must be drained, cleaned, and flushed.)

NO
YES

STOP

You cannot launch at Lake Berryessa at this time.

You are required to decontaminate your watercraft. Decontamination instructions can be found at the California Department of Fish and Wildlife website  
<https://www.wildlife.ca.gov/Conservation/Invasives/Quagga-Mussels>  
 or call 1-800-440-9530

③ MUSSEL FREE

You may launch at Lake Berryessa. Fill out this form and display on the dashboard of the trailering vehicle.

*I affirm that the listed watercraft has met the criteria on the Invasive Mussel Self-Certification Form.\**

Printed Name	Launch Site
Date	Boat Registration # (CF #)

For questions regarding the invasive mussel program at Lake Berryessa, please contact the Bureau of Reclamation, Lake Berryessa Field Office at 707-966-2111. For more information on invasive mussel issues, visit [www.100thmeridian.org](http://www.100thmeridian.org).

\*Pursuant to the California Department of Fish and Wildlife, Fish and Game Code Game Code § 2301, a person shall not possess, import, ship, or transport in the state, or place, plant, or cause to be placed or planted in any water within the state, aquatic invasive mussels.

Figura 15. Certificado “Libre de mejillones”. Tomado de <https://www.usbr.gov/mp/cao/berryessa/docs/form-mussel-free-certification.pdf>

Los visitantes que no requieren descontaminación firman el certificado y los que requieren descontaminación se les ofrece un mapa que señala la localización de las estaciones de descontaminación.

4.- Inspección y descontaminación de botes. - La inspección visual no determina la ausencia de mejillones, principalmente debido al tamaño de sus fases larvarias y juveniles. De

cualquier manera, se deben inspeccionar todos los compartimientos que puedan almacenar agua. Estos compartimientos se deben secar completamente al menos por 5 días antes de introducir el bote al agua. Además, se debe prestar especial cuidado a cualquier grieta que tenga la embarcación y macrófitas que estén enredadas en las propelas. Se deben evitar los tapetes de alfombra sintética y/o esponja en los remolques que llevan los botes ya que este tipo de materiales puede atrapar larvas y juveniles.

Es imperativo que todos los botes y equipos que han estado expuestos a zonas infestadas se desinfecten antes de ser utilizados en aguas no infestadas. La desinfección se divide en dos categorías principales: lavado con secado completo y descontaminación. El lavado para desinfectar implica procedimientos normales para la limpieza de los botes, seguido de un secado completo; los tiempos de secado requeridos varían de 5 a 30 días y se pueden determinar con la herramienta *Estimador de Cuarentena* disponible en el sitio web del Meridiano100 (<http://100thmeridian.org/emersion.asp>). Este estimador está basado en un modelo matemático que determina el número de días que debe un bote estar fuera del agua de acuerdo con el mes y la región, por lo que toma en cuenta la humedad relativa y la temperatura. Si el tiempo de secado no está disponible, se requiere descontaminación. La descontaminación se logra lavando la embarcación, el remolque y todo el equipo, y limpiando todas las áreas húmedas con agua caliente (al menos 60°C).

Todas las autoridades responsables de los cuerpos de agua deben educar a los visitantes sobre los procedimientos de descontaminación, las áreas de los botes que necesitan atención y la importancia del secado para erradicar los mejillones.

Normalmente se debe concesionar el establecimiento de estaciones de descontaminación de mejillones en todas las marinas (Fig. 16). Se deben hacer planes para satisfacer la demanda esperada de descontaminación de botes. Los efluentes resultantes de la descontaminación se deben controlar y ser tratados de manera adecuada de acuerdo con los procedimientos previamente establecidos.



Figura 16. Estaciones de descontaminación en Lago Powell (Fotos tomadas de <https://www.nps.gov/glca/learn/nature/mussel-decontamination.htm>)

5. Desarrollo de un plan de respuesta. - Todos los cuerpos de agua con riesgo moderado o alto necesitan desarrollar un plan de respuesta. Desarrollar listas de contactos y organizar los horizontes de planeación (pre-plan, respuesta inicial, respuesta extendida y respuesta de largo plazo).

6.- Aplicación de la ley. - Los mejillones quagga y cebra requieren un enfoque jurisdiccional múltiple para hacer cumplir la ley estableciendo y apoyando un proceso interjurisdiccional para garantizar la compatibilidad y la coherencia entre las agencias estatales, tribales y federales. Obviamente esto dependerá de cada país y cada estado o municipio.

7.- Controles administrativos. - Las autoridades deberán desarrollar un plan HACCP para que el personal de las agencias no vaya a introducir accidentalmente mejillones.

Además, debe desarrollarse el lenguaje que describa los requisitos para tomar acciones preventivas e insertarse en los permisos, contratos, acuerdos y documentos similares pertinentes.

### *1.12 Protocolo de monitoreo estandarizado para mejillones dreisénidos en el lago Mead*

A partir de un taller denominado “Mejillones Quagga en el Oeste de los EE. UU. – Monitoreo y Manejo” llevado a cabo en San Diego, California, del 1-5 de marzo del 2010, se elaboró una publicación (Wong *et al.*, 2011), en la que se describen los pasos principales que se llevaron a cabo para establecer un plan de monitoreo antes de la invasión el mejillón quagga

al Lago Mead. A continuación, se presentan y describen estos pasos ya que constituyen un excelente ejemplo de un plan de muestreo y por tratarse de una de las invasiones más al sur de los EE. UU., por lo que podría extrapolarse a las condiciones del norte de México.

Primeramente, el programa de muestreo se desarrolló para responder a las siguientes preguntas: ¿En dónde deben recolectarse las muestras de mejillón quagga juveniles y adultos? ¿Cuántos sitios de muestreo son suficientes para proporcionar una buena representación de la población? ¿Cómo se deben coleccionar las muestras de mejillón quagga en el Lago Mead? ¿Qué datos se necesitan de las muestras y cómo se deben recopilar estos datos? ¿Qué información se necesita para recopilar datos apropiados para abordar la dinámica de las poblaciones de mejillón quagga y sus impactos ecológicos?

Se resaltó la importancia de muestrear tanto adultos y juveniles como velígeras. Esto porque si bien son los adultos y juveniles los que causan los mayores impactos, las velígeras son la etapa en la que más se dispersan y además sus fluctuaciones estacionales pueden indicar el momento más apropiado para tratar la infraestructura y evitar las incrustaciones. De tal manera que concluyeron que se requerían dos tipos de monitoreo: uno para adultos y juveniles y otro específico para velígeras.

#### *1.12.1 Consideraciones para muestrear juveniles y adultos*

Primeramente, se calculó el volumen del Lago Mead ( $36.7 \times 10^9 \text{ m}^3$ ) y se pudo constatar que sus características limnológicas eran heterogéneas ya que es un lago que se encuentra influenciado por diferentes cuencas (Fig. 17).

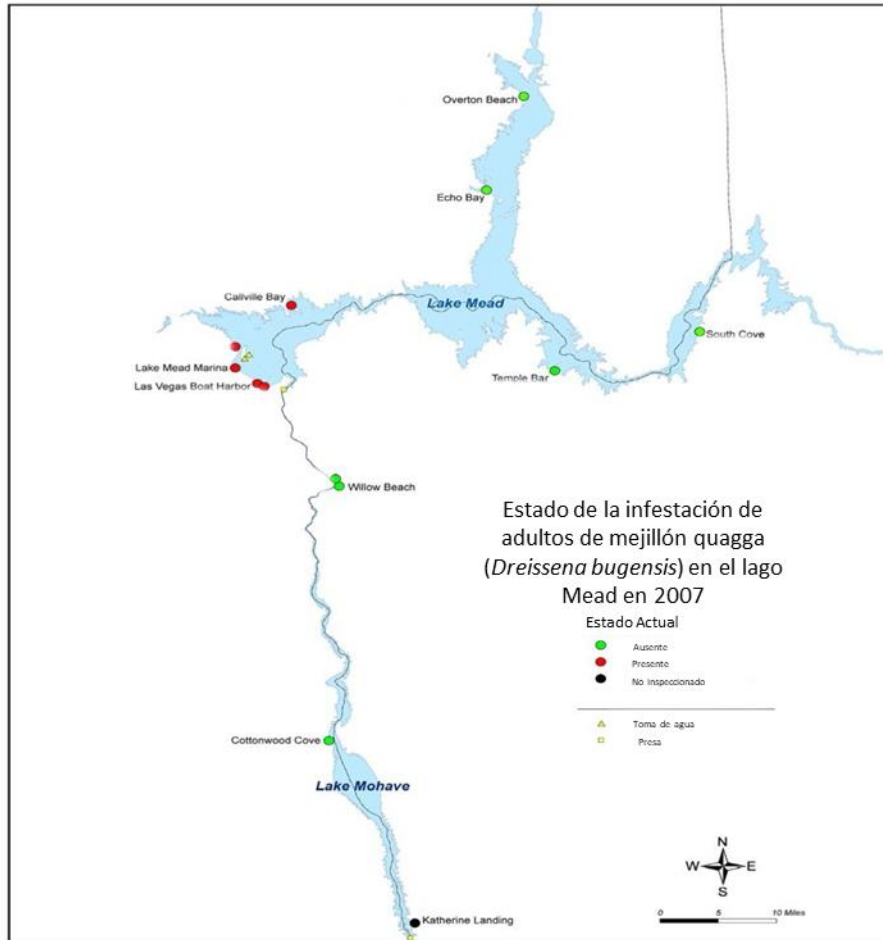


Figura 17. Presencia y ausencia de mejillón quagga en el Área Recreacional del Lago Mead en enero de 2007. Tomado de Wong *et al.*, 2011.

Se consideró que el establecimiento dependería del tipo y la textura del sustrato, así como de la exposición a la luz en las diferentes partes del lago. Esto a sabiendas de que el mejillón quagga tiene preferencia por los sustratos duros, incluyendo las conchas de otros moluscos y áreas oscuras, como esquinas y grietas. Por lo que se esperaba que este tipo de sustratos fueran más invadidos que aquellos con menor compactación como los fangosos. Sin embargo, no se descartaba el establecimiento en éstos últimos sustratos, por lo que se consideró importante muestrear ambos tipos de sustratos en proporciones representativas y de esta manera contar con datos más exactos para estimar la dinámica poblacional y tasas de colonización en las diferentes zonas del lago.

Para limitar el número de sitios muestreados requeridos para representar la abundancia de los juveniles y adultos en un lago de tan grandes proporciones, se estableció un diseño de muestreo aleatorio estratificado simple. Se consideró el número de muestras de juveniles y adultos requeridos para representar a los principales tipos de sustrato (duros y blandos). Por otra parte, inicialmente se llevaron a cabo muestreos preliminares en lagos invadidos cercanos para de esta manera obtener las densidades medias preliminares para cada tipo de sustrato. Estos datos fueron introducidos en la siguiente ecuación:

$$\# \text{ de sitios de muestreo} = \left[ \frac{t \times SD^2}{D \times Media} \right]$$

En donde  $t$  = valor de  $t$  tabulado en el nivel  $\alpha$  con los grados de libertad del muestreo preliminar (generalmente  $\alpha = 0.05$ ),  $SD$  = desviación estándar de las muestras preliminares,  $Media$  = densidad media de las muestras preliminares y  $D$  = nivel requerido de precisión expresado como decimal. Los investigadores eligen deliberadamente un valor de  $D$  en función de sus objetivos, los recursos que están disponibles para ellos y las limitaciones del sitio de estudio. Eaton (2005, citado por Wong *et al.*, 2011) afirma que valores de  $D$  de 0.30 a 0.35 generalmente producen una estimación estadísticamente confiable. En el caso del Lago Mead escogieron una tasa de precisión del 35%, lo que significa que la abundancia de la población que se puede estimar con los datos colectados del número calculado de sitios de muestreo se encuentra dentro de un rango de la abundancia real de  $\pm 35\%$ .

Basado en datos del Servicio Geológico de los EE. UU. (USGS) se estimó la siguiente proporción de tipos de sustrato de la superficie del fondo del lago: roca (dura) 44.4%, arena y grava (aluvial; suave) 26.7%, y lodo (suave) 24.3%. Para el 4.7% restante no se pudieron obtener datos. En función de estos porcentajes se decidió dividir los sustratos del Lago Mead en dos estratos homogéneos: duros y blandos.

Para determinar cuáles serían las abundancias de los juveniles y adultos cuando llegara la invasión, se realizaron colectas preliminares en 138 sitios invadidos. Los equipos de buzos utilizaron cuadrantes de 1 m<sup>2</sup> para las zonas rocosas, arenosas y fangosas, logrando estimar una densidad promedio de 624 individuos, mientras que la densidad promedio en los sustratos arenosos y fangosos (suaves) fue de 79.6 individuos/m<sup>2</sup>. La densidad promedio general fue de 505.6 individuos/m<sup>2</sup> con rangos de 0 a 3,368 individuos/m<sup>2</sup>. Con estos datos se estimó la necesidad de establecer 41 sitios de muestreo en áreas rocosas y 97 en áreas arenoso-fangosas para alcanzar un 95% de confianza (se requería de 72 y 175 sitios para alcanzar un 99% de confianza, respectivamente).

#### *1.12.2 Consideraciones para muestrear las velígeras*

La abundancia y distribución de las velígeras planctónicas se ve afectada por diversos factores ambientales, como la temperatura, el plancton, la corriente y la acción de las olas y por otros factores como la temporalidad de la reproducción de los adultos. Las temperaturas en el lago Mead fluctúan de 12 °C a principios de febrero a 27 °C a principios de agosto. La temperatura del agua promedio del metalimnion varía entre 12 y 18 °C y las temperaturas promedio del hipolimnion varían de 12 a 12.5 °C. Estas temperaturas están dentro del rango de las temperaturas de desove de mejillones quagga de > 9 -10 °C, por lo que se esperarían desoves todo el año.

Ya que las velígeras se encontrarían en la columna de agua, que es relativamente homogénea, se utilizó un diseño de muestreo aleatorio simple. Se utilizó la misma ecuación que para los juveniles y adultos para estimar el número de sitios de muestreo.

Se utilizaron datos de 64 muestreos preliminares de 4 sitios representativos de todas las cuencas. La densidad media de las velígeras fue de 1.44 velígeras/L con un rango de 0 a 18.96 velígeras/L. Con estos datos se estimó que se requerían 42 sitios de muestreo para alcanzar un 95% de confianza (se requería de 114 sitios para alcanzar un 99% de confianza).

#### *1.12.3 Optimización del plan de muestreo*



El plan de muestreo se diseñó para ser operado por personal de varias instituciones de gobierno. Lamentablemente, la realidad económica y física (las dimensiones del lago con mayor volumen en los EE. UU.) se impusieron, por lo que fue necesario establecer límites para los sitios de muestreo y restringirse al número de sitios para alcanzar 95% de confianza. Aun limitando el número de sitios propuestos, el muestreo no era financieramente realizable debido a los recursos limitados de las agencias. En particular los muestreos por medio de buceo requieren mucho tiempo y son costosos; y el número de inmersiones que pueden realizar los buzos es limitado. De aquí se consideró la utilización de Vehículos Operados Remotamente (VOR) o drones para muestrear en sitios localizados a profundidades mayores a los 30 m.

Por otra parte, para optimizar el muestreo se decidió reducir el tamaño de los cuadrantes en lugares rocosos con altas densidades para extrapolar a un metro y hacer más fácil el conteo. Así los cuadrantes pequeños ( $0.01 \text{ m}^2$ ), medianos ( $0.06 \text{ m}^2$ ) y grandes ( $1 \text{ m}^2$ ) se podrían usar para áreas donde las densidades (individuos/ $\text{m}^2$ ) de mejillones fueran altas ( $>10,000/\text{m}^2$ ), moderadas ( $\leq 10,000$ , pero  $\geq 500/\text{m}^2$ ) y bajas ( $<500/\text{m}^2$ ), respectivamente. Cada cuadrante constituía un muestreo independiente que no podría ser vuelto a muestrear. A partir del estudio se recomendó que el muestreo de juveniles y adultos se realizara cada 3 meses durante el primer año considerando que los adultos tardan 4 meses en madurar sexualmente con las temperaturas del lago Mead. Bajo la misma consideración Culver *et al.* (2009) señalan que, debido a las temperaturas de los cuerpos de agua de baja altitud del Sur de California, propicias para la reproducción del mejillón quagga, se debería monitorear todo el año. Ciertamente, la frecuencia puede aumentar durante los meses de alto riesgo (es decir, cuando existe una alta probabilidad de introducción debido al aumento de las actividades de vectores, o durante la temporada óptima de reproducción y crecimiento). Para los mejillones quagga y cebra, esto sería durante los meses en que aumentan las actividades de bombeo para el suministro de agua o en la temporada que aumentan las actividades recreativas y se vuelve más probable la introducción de

mejillones, o durante los meses en que el agua es cálida y óptima para el desove y el crecimiento.

#### *1.12.4 Muestreo de velígeras*

En el caso de las velígeras lo preferible es utilizar redes de plancton (e.g. redes Wisconsin), como se mencionó en la sección 12.7.1, para concentrarlas y reducir la muestra a un volumen mínimo. Para recoger muestras, existen dos alternativas: 1) la red se arrastra sobre el agua, o 2) el agua se bombea a través de una manguera y se filtra por la red. El bombeo permite el muestreo desde una profundidad dada, también permite muestrear aguas muy poco profundas en donde es difícil arrastrar la red y permite evitar las floraciones de algas o sedimentos suspendidos que pudieran obstruir la red. Una red de plancton con apertura de malla estándar (64  $\mu$ m) es suficiente ya que las velígeras miden más de 75  $\mu$ m. Contrariamente a los Grandes Lagos, debido a la temperatura más elevada del Lago Mead se sugiere realizar muestreos mensuales para calcular las abundancias y densidades, considerando el número de sitios de muestreo y las distancias entre estos.

Al graficar las densidades sobre el tiempo se pueden identificar las cohortes de los mejillones, determinar la temporalidad reproductiva y la supervivencia de los huevos fertilizados.

### *1.13 Monitoreo en instalaciones de operaciones de acuicultura ante la amenaza de invasión de los mejillones*

Aunque los mejillones quagga y cebra se han establecido en granjas acuícolas en los EE. UU., solo en algunos casos han causado problemas significativos a los piscicultores. Aparentemente, estos mejillones invasores no se establecen fácilmente en instalaciones acuícolas en las áreas infestadas, posiblemente debido a las altas concentraciones de depredadores (e.g., bagres, ciprínidos, truchas), el tipo de sistema de cultivo (los raceways parecen ser más vulnerables a la infestación que los estanques), temperaturas del agua que

resultan letales para los mejillones y buenas prácticas acuícolas básicas. Sin embargo, en algunas granjas la invasión ha sido importante y se han visto obligados a parar sus operaciones y efectuar costosos cambios en su sistema de suministro de agua para garantizar que los mejillones no vuelvan a introducirse en sus instalaciones. Esta situación orilló a los acuicultores de California a tomar precauciones, principalmente por el clima de este estado y las especies que se cultivan. De tal manera, que entre los acuicultores y el Departamento de Pesca y Caza de California (DPCC) elaboraron guías para asegurar que los mejillones no impactaran de manera adversa a las granjas acuícolas y a los recursos naturales del estado (Bartley *et al.*, 2008).

Las guías fueron diseñadas para:

- Evaluar el riesgo de introducir y diseminar los mejillones,
- Monitorear y reportar la presencia y ausencia de los mejillones
- Tomar medidas de precaución en zonas de alto riesgo,
- Tomar medidas adecuadas si se desarrolla una invasión, y
- Difundir información sobre buenas prácticas de cultivo a toda la industria acuícola

Estas guías brindan un enfoque basado en el riesgo para el manejo de los mejillones quagga y cebra, que incluye el desarrollo de un plan de Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos (HACCP). Los elementos básicos de las directrices se enumeran a continuación:

1.-Para instalaciones en condados en donde ya se ha detectado la invasión:

- Las operaciones acuícolas en las que aún no se han encontrado mejillones en sus instalaciones o en su suministro de agua deberán, como mínimo, llevar a cabo un monitoreo regularmente y realizar un reporte.
- Si se encuentran mejillones en el suministro de agua próximo a una granja, como mínimo se deberá desarrollar un plan de manejo del agua, se deberá tratar el agua en la que se transportan los peces y se deberá llevar a cabo un monitoreo e informe periódico.
- Si se encuentran mejillones en una granja, se deben ejecutar medidas de desinfección, cuarentena y otras medidas apropiadas.

2.-Para instalaciones en condados en los que aún no se ha detectado la presencia de los mejillones:

- Las granjas deberán desarrollar un plan HACCP.
- Las instalaciones deberán llevar a cabo un monitoreo regular y se tendrán que elaborar informes periódicos.

A continuación, se detallan los pasos a seguir para llevar a cabo el monitoreo y el establecimiento de medidas preventivas de acuerdo con la presencia o ausencia de los mejillones en el área en la que se localiza la operación acuícola.

#### *1.13.1 Si la Unidad de Producción Acuícola se encuentra en una región infestada*

Las acciones que una granja deba tomar dependerán del nivel de riesgo y la distribución de los mejillones invasores. Las acciones cambiarán a medida que cambie la distribución del mejillón.

El primer paso es obviamente constatar que la granja se encuentre en algún condado en el que ya se haya reportado la invasión. Si este fuera el caso, se deben tomar las siguientes acciones:

**1.- Identificar el riesgo:** será necesario determinar las principales vías potenciales por medio de las cuales los mejillones podrían ingresar a las instalaciones. Estas vías incluyen:

- Fuente de agua: Será necesario confirmar que la fuente de agua no contiene mejillones.
- Agua entrante para transporte de crías: Se deberá determinar si el proveedor tiene o ha tenido mejillones o si garantiza el transporte de agua sin velígeras.
- Equipo de entrega: Se tendrá que determinar si el equipo utilizado para entregar pescado después de la cosecha está en riesgo de contaminación.

Otras vías: determinar si existen otras vías por medio de las cuales los mejillones pudieran ingresar a las instalaciones

**2.- Elaborar un plan HACCP:** Se deberá realizar un plan HACCP específico para cada granja. Se puede consultar una guía para la elaboración de planes HACCP en el siguiente portal <http://seagrant.umn.edu/ais/haccp>

**3.- Monitoreo e informe:** Se deberá monitorear y reportar la identificación de los mejillones y las posibles vías de invasión. El monitoreo de la presencia y ausencia de los mejillones, así como el reporte de esta información a las autoridades ambientales son factores importantes para evaluar el riesgo que presenta esta especie invasora.

#### Monitoreo

- Primeramente, será necesario capacitarse en la identificación de ambos mejillones
- Será imperativo identificar los puntos de control críticos (PCC) en la granja. Estas son áreas por donde es probable que los mejillones puedan entrar, se puedan adherir y logren crecer, y donde los mejillones se puedan monitorear y tratar. Los mejillones prefieren áreas oscuras, tasas de flujo de 1-6 pies/s (30 cm a 1.83 m/s) y sustratos duros, como bombas, tuberías, aireadores, raceways y equipos diversos. Se pueden colocar estructuras simples como "placas de prueba" en canales de suministro de agua, estanques u otros cuerpos de agua para ayudar a detectar la presencia de velígeras al proporcionarles un lugar para que se fijen. Estas placas de prueba se pueden colocar en varios lugares dentro de una granja o justo afuera de la granja, si los distritos de agua lo permiten.
- El muestreo de rutina en el agua en busca de las velígeras planctónicas no es práctico para la mayoría de las granjas ya que requiere experiencia especial o un análisis de laboratorio costoso para detectarlas e identificarlas. Si se sospecha

que las velígeras están presentes, se deberá contactar a un laboratorio con experiencia en su detección para diseñar un plan de muestreo y diagnóstico.

- El monitoreo mensual de los PCC para detectar la presencia de mejillones juveniles y adultos deberá ser una parte rutinaria de las buenas prácticas acuícolas. Si se detectan mejillones, el Departamento de Pesca y Caza y los distritos locales de agua deberán ser notificados de inmediato.

#### Reporte

- Todas las granjas deberán someter su reporte de monitoreo a el Coordinador de Acuicultura cada tres meses. Será importante documentar la ausencia de mejillones si es que no se encontraron.
- La información sometida será utilizada de forma confidencial por el Programa de Especies Invasoras de California para contribuir con el desarrollo del mapa de distribución de los mejillones en el estado. La información (restringida) será utilizada por el Comité de Desarrollo Acuícola y el Comité de Enfermedades Acuícolas para que tomen acciones en pro de la industria y el medio ambiente.

**4.- Tratamiento del agua de la toma:** El uso de agua superficial no tratada que pueda contener mejillones representa un alto riesgo. Si la granja se encuentra en una región invadida, se deben seguir las medidas de precaución. Cuando sea posible, se deben considerar opciones como el uso de agua subterránea, la filtración o esterilización del agua de la toma para eliminar las velígeras. Las granjas deberán desarrollar un plan de gestión del agua que identifique las opciones de tratamiento. El filtrado de grandes cantidades de agua es costoso y, en ocasiones, poco práctico. Un plan de gestión de agua identificará las opciones para cuándo y dónde podrá tratarse el agua que ingresa a la instalación. Por ejemplo, se podrían identificar los períodos en los que se necesiten menores volúmenes de agua y la manera en que podrían tratarse de manera efectiva. Las opciones de filtrado pueden incluir:

- Filtros de calcetín para el agua que entra a los estanques
- Filtros de tambor
- Filtros de arena

La esterilización por ozono o peróxido de hidrógeno puede resultar efectiva, sin embargo, puede no resultar práctica en grandes volúmenes de agua. El tratamiento térmico a temperaturas superiores a 32 °C matará a los velíferas, pero se requerirán temperaturas más altas y durante períodos más prolongados para matar a juveniles y adultos.

Se recomienda que las granjas utilicen diferentes opciones según lo permitan las operaciones y las circunstancias.

**5.- Tratamiento del agua de transporte:** El manejo del agua de transporte para las granjas en los condados invadidos es un componente esencial de estas directrices. Las granjas de cría en los condados invadidos tendrán un alto riesgo de introducir velíferas a granjas de engorda. Aunque el uso del agua subterránea es menos peligroso que el uso del agua no tratada del Río Colorado existe el riesgo potencial de que los animales, las aves, el equipo y las personas puedan transportar velíferas a las granjas que usan agua subterránea. El nivel de tratamiento del agua de transporte dependerá del riesgo de la granja.

- *Agua subterránea:* Cuando sea posible y práctico, las granjas deberán utilizar agua subterránea, que no haya sido parte del proceso de producción, para el transporte de peces vivos.
- *Filtración:* En las granjas en las que no haya agua subterránea disponible, se recomienda el uso de filtros de arena portátiles. Los filtros deberán poder eliminar partículas de hasta 10 micras (las velíferas miden alrededor de 32 micras).
- *Productos químicos:* En otros estados, el uso de ciertos productos químicos ha resultado eficaz para matar a las velíferas sin dañar a los peces durante el transporte. Estos productos están siendo probados por los piscicultores de California para determinar si funcionarán en el estado. También se están examinando los requisitos para la descarga del agua tratada.

- *Combinación de filtración y tratamiento químico:* Para las instalaciones que tienen un alto riesgo de dispersar las larvas de velígeras, se deberá realizar una combinación de filtración y tratamiento químico.

**6.- Desarrollar un plan de manejo del agua en la granja:** Un plan de manejo del agua puede reducir el riesgo de que las velígeras ingresen a la granja a través de la toma de agua y luego se propaguen dentro del sistema de distribución de agua de la granja. El plan de gestión del agua será esencial para desarrollar un plan HACCP específico para la granja.

Un plan de manejo del agua se concentra en acciones operativas para reducir la introducción, supervivencia y distribución de velígeras y puede incluir:

- *Toma de agua:* Reducir la toma durante las épocas del año cuando los velígeras son abundantes en el suministro de agua, por ejemplo, se puede optar por recircular más el agua durante periodos de gran abundancia larvaria. Esto puede permitir una mayor funcionalidad y eficacia de la filtración y la esterilización.
- *Temperatura del agua:* Mantener temperaturas del agua que sean letales para las larvas velígeras. Las larvas no pueden tolerar temperaturas por encima de 32 °C o por debajo de la congelación durante largos periodos de tiempo. A través de la recirculación, el calentamiento/enfriamiento u otros medios, las granjas pueden crear condiciones que eviten la supervivencia de las velígeras.
- *Manejo de estanques:* Se debe realizar el vaciado y secado de los estanques, canalizaciones, bombas y líneas de suministro de agua para evitar que las velígeras se fijen y crezcan.
- *Cuarentena:* Aislar los sistemas de cultivo que se lleguen a infestar.

**7.- Desarrollar procedimientos de entrega de bajo riesgo del producto de la cosecha:** Los mejillones pueden ser transportados desde o hacia un cuerpo de agua por medio de agua y equipo durante la entrega del producto de la cosecha. Debido a que los peces pueden ser enviados a cuerpos de agua de regiones infestadas, existe el riesgo de que las velígeras de



un cuerpo de agua infestado sean introducidas a las instalaciones de las operaciones acuícolas en vehículos y equipos de transporte.

- *Agua de transporte*: En la mayor parte de las entregas de peces vivos, el agua de transporte se libera junto con los peces en el cuerpo de agua receptor, por lo que, se recomienda utilizar agua de transporte limpia o filtrada.
- *Siembra*: Al sembrar los peces, los vehículos de transporte y el personal deberán evitar el contacto con los cuerpos de agua receptores.
- *Aclimatación de los peces*: Cuando se siembra en un cuerpo de agua potencialmente infestado, no se deberán aclimatar los peces antes de la siembra agregando agua del cuerpo de agua receptor a los contenedores de transporte. Si fuera necesaria la aclimatación, sería necesario limpiar y secar todo el equipo de transporte una vez que se hayan sembrado los peces.
- *Equipo*: Los contenedores y el equipo de transporte deberán limpiarse y secarse después de sembrar los peces.

**8.- Limpieza y secado de equipo**: Los mejillones se pueden transportar accidentalmente durante la operación de producción tanto en vehículos de transporte, como en el equipo personal. Cualquier material en la unidad de producción acuícola que proporcione a los mejillones un sustrato para fijarse, o donde el agua pueda acumularse, deberá limpiarse y secarse. El lavado con agua caliente (60 °C) a alta presión, así como el cloro, resultan ser eficaces para matar a los mejillones. Toda el agua, así como los materiales extraños, como plantas y basura, deben retirarse del equipo. El equipo de producción que se deberá inspeccionar y limpiar incluye principalmente a los aireadores, flotadores, redes, bombas, estructuras de la entrada y salida del agua, redes para peces, etc. El equipo de transporte incluye camiones, tanques, remolques, redes, guantes, etc. El Manual de capacitación HACCP (<http://seagrant.umn.edu/ais/haccp>), tiene información adicional sobre la limpieza del equipo.

### *1.13.2 Si la Unidad de Producción Acuícola se encuentra en una región aún no infestada*

Las instalaciones de acuicultura en las regiones no infestadas deberán seguir los siguientes pasos:

- **Desarrollar un plan HACCP:** Un plan de Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos específico para cada instalación acuícola. Este incluirá la identificación de posibles fuentes de mejillones fuera del área (por ejemplo, compra de peces en un área infestada), la manera en que pueden introducirse en sus instalaciones y qué pasos pueden seguir en su granja para evitar la invasión o la dispersión.
- **Inspeccionar e informar:** Los usuarios deberán aprender a identificar los mejillones quagga y cebra y deberán realizar inspecciones periódicas de sus granjas.
- **Tratamiento:** En caso de que el equipo o vehículos entren en contacto con agua de una región infestada se deberá tratar el equipo, vehículos y agua de manera química o física.

### *1.13.3 Si se encuentran mejillones*

Si los mejillones se han fijado en estructuras dentro de la granja o en el equipo, se deben tomar las siguientes medidas adicionales para tratar la infestación:

- Detener todo el transporte de peces vivos.
- Notificar inmediatamente al Departamento de Pesca y Caza de California (DPCC) y al distrito local de agua (en los EE. UU. es una obligación notificar a las autoridades ya que poseer, importar, transportar o introducir mejillones cebra y quagga constituye un delito establecido en el Título 14 (671) del Código del Departamento de Pesca y Caza).
- Notificar a los clientes que puedan haber recibido pescado de la granja infestada.
- Aislar el área o equipo infestado del resto de la granja.
- Tratar las instalaciones y equipos infestados.

El Comité para el Desarrollo de la Acuicultura y el Comité de Enfermedades Acuícolas son notificados y estos emiten una recomendación para las acciones que se deban tomar con el

objetivo de proteger a la industria acuícola y el medio ambiente. Para la evaluación del tratamiento más adecuado tanto el DPCC como los mencionados comités considerarán el nivel de infestación de la granja y decidirán si se deberá tratar a los mejillones de manera similar a la que se tratan los patógenos.

#### *1.13.4 Importación de peces de otros estados.*

Algunos grupos de acuicultores importan peces de áreas que se sabe que tienen mejillones quagga y cebra, no obstante, hasta la fecha esto no ha resultado en ninguna introducción conocida de mejillones en California por esta vía. Al evaluar la importación de peces de estas áreas, el DPCC considerará a estos mejillones de manera similar que a una enfermedad o patógeno que podría poner en peligro los negocios o los recursos del estado. Sin embargo, los acuicultores también pueden contribuir a reducir el riesgo solicitando que los proveedores de otros estados proporcionen información sobre su programa de manejo y prevención de mejillones y tratar de comprar peces de aquellos proveedores que sigan las mejores prácticas de manejo y que puedan demostrar que no transportan mejillones.

#### *1.13.5 Difusión*

Las granjas acuícolas deberán consultar regularmente con las juntas locales de agua, los distritos de riego y los biólogos regionales del Departamento de Pesca y Caza de California sobre el estado actual de los mejillones quagga y cebra.

Hay más de 200 granjas acuícolas registradas en California y la mayoría de ellas son pequeñas empresas. Las empresas más grandes que tienen acceso a la información actualizada y pueden asistir a talleres para evitar la propagación de los mejillones deberían transmitir esa información lo más ampliamente posible al resto de los acuicultores.

## **2. Plan de respuesta rápida**

La prevención de la introducción de mejillones invasores es crucial para evitar su establecimiento y propagación. De aquí que, de acuerdo con el Plan de Detección Temprana y Respuesta Rápida del Grupo de Trabajo de Especies Invasoras del Departamento de Protección Ambiental de la ciudad de Nueva York (NYCDEP, 2017) se considere que evitar la introducción de las especies exóticas con potencial invasor constituye la primera línea de defensa contra las invasiones biológicas. Sin embargo, ya que es virtualmente imposible evitar todas las introducciones, la detección temprana (DT) y la respuesta rápida (RR) están consideradas como la segunda línea de defensa y uno de los componentes más críticos de cualquier estrategia de especies invasoras. Como se mencionó en la sección anterior la DT requiere de vigilancia y monitoreo continuo para aumentar las posibilidades de detección de las especies lo más temprano posible después de que se conoce o sospecha que una introducción ha ocurrido. Cuando una especie es detectada, se inicia un protocolo de RR para determinar el riesgo ambiental (y potencialmente económico), la extensión de su distribución, su potencial de dispersión y se evalúan las opciones de respuesta.

Para responder de forma efectiva a la presencia de nuevas especies invasoras, es imperativo analizar estos acontecimientos dentro del marco más general de las emergencias ambientales, considerando que mientras la contaminación química disminuye con el tiempo, la contaminación biológica tiende a incrementarse. En este contexto, se han reconocido los grandes costos derivados de la demora en respuesta a eventos adversos, por lo que la mayoría de los países desarrollados tienen sistemas bien definidos de respuesta ante los tipos de catástrofes más comunes, como incendios, inundaciones o terremotos. Estos sistemas están compuestos por redes de alerta temprana y los recursos necesarios para una reacción rápida.

### *2.1 Detección Temprana y Respuesta Rápida (DT/RR)*

El valor de la DT puede ser mejor apreciado con el establecimiento de un sistema de RR. Así entre más oportunamente sea detectada una especie y más rápido se responda, habrá mayores oportunidades de que la erradicación sea exitosa. De aquí se deriva igualmente la

necesidad de contar con listados de especies de alto impacto ("*watch lists*") que a menudo incluyen especies que se sabe que están presentes en una región y que de un momento a otro se pueden mover a la región adyacente por cambios en el ambiente (disponibilidad de recursos, cambio climático, etc.). En muchos casos las prácticas y herramientas asociadas con la identificación de vías de invasión y análisis de riesgo pueden contribuir a definir las estrategias de detección en términos de la priorización de localidades y especies que tendrán que ser observadas.

Por otra parte, para tener contundencia, la respuesta a una introducción debe ocurrir lo más rápidamente posible. A este respecto, el NISC define la respuesta rápida como un esfuerzo sistemático para erradicar o contener especies invasoras mientras su distribución aún se encuentra localizada (NISC, 2008). Sin embargo, organizar una respuesta apropiada requiere de coordinación y análisis significativos. El *Mid-Atlantic Panel on Aquatic Invasive Species* (MAP) ha creado un Plan de Respuesta Rápida para fomentar una respuesta oportuna y exhaustiva a las introducciones de especies invasoras acuáticas intencionales o no intencionales (Smits & Moser, 2009). Este Plan de Respuesta Rápida se enfoca en un "incidente" que representa la especie invasora, en lugar de un "problema". Dentro de este ámbito, un incidente se refiere a una introducción aislada de una especie que aún no se ha establecido en el ecosistema, mientras que un problema representa un desafío continuo con una especie que ya se ha establecido y se ha comenzado a dispersar (Smits & Moser, 2009).

Durante una acción de respuesta típica suelen existir problemas de comunicación, lo que hace fundamental una planificación previa para evitar peligros potenciales. De acuerdo con Stanford & Rodda (2007) algunos de los principales desafíos durante una acción de respuesta incluyen:

- 1) La necesidad de una acción rápida y coordinada que generalmente involucra al personal de múltiples agencias y localidades,
- 2) abordar los derechos de propiedad para tener acceso al sitio en el que se encuentra la especie, según sea necesario,

- 3) la coordinación de equipos de campo y respuesta de acuerdo con un plan de acción previamente definido,
- 4) la participación de los medios de comunicación,
- 5) el seguimiento de los sitios en los que se ha o no buscado, lo que se ha encontrado, lo que se ha preparado, y
- 6) el mapeo del área de respuesta y los esfuerzos asociados.

Aunque queda claro que la respuesta rápida es un componente clave en los programas de manejo en el caso de las especies acuáticas invasoras, aun no existe una conciencia adecuada acerca de los costos derivados de las invasiones biológicas, en particular para los ambientes marinos y de agua dulce (Mullin *et al.*, 2000; Anderson, 2005), por lo que todavía son pocos los países que han establecido oficialmente este tipo de programas (Nueva Zelanda, Australia, EE. UU.; McEnnulty *et al.*, 2001; NEANS, 2003; NISC, 2003; WANS 2003; Wotton & Hewitt, 2004). Afortunadamente, en México ya se han iniciado esfuerzos para el establecimiento de un sistema integral para responder rápidamente a las especies invasoras recién detectadas y que abarque las invasiones de todos los tipos de especies (Mendoza, 2017; PNUD, 2018). Además, este tipo de protocolo puede contribuir a asegurar que las especies invasoras que afectan áreas naturales recibirán un nivel de atención acorde con sus riesgos.

A este respecto Wotton & Hewitt (2004) mencionan que los procedimientos de RR deben constar de tres componentes: 1) procesos y planes para guiar las acciones de respuesta, 2) herramientas con que efectuar la respuesta y 3) capacidad y recursos para poder llevar a cabo la respuesta.

Del primer punto se deriva el marco de trabajo propuesto por Locke & Hanson (2009), quienes muestran que la detección temprana y la respuesta rápida son procesos complejos que constan de varias etapas por lo que señalan la necesidad de llevar a cabo acciones planeadas pre y post-invasión, las cuales se presentan a continuación.

## *2.2 Acciones pre-invasión*

**Preparación general.** - En seguida se enumeran las principales acciones de la fase de preparación

- Primeramente, resulta indispensable que todos los participantes entiendan las leyes y reglamentos relevantes que puedan afectar la habilidad para llevar a cabo la respuesta rápida.
- Será necesario identificar al responsable de toda la acción del Plan de Respuesta (e.g. Comandante del SCI), así como a los responsables en la estructura organizacional del plan (jefes de sección, directores de rama, supervisores de división o grupo, etc.). Los papeles y responsabilidades deberán de ser claramente entendidos. Normalmente la agencia o institución responsable de aplicar la ley que apoya las metas del plan de RR deberá ser la responsable de conducir el plan, aunque puede ser el representante de otra institución.
- Para que el personal de las agencias funcione como equipo será deseable la formalización de su participación mediante un Memorándum de Entendimiento.
- Se tendrán que identificar los puntos de contacto de cada agencia local, estatal o federal que participe, así como a los principales usuarios. Los contactos o el coordinador de cada agencia deberán tener la autoridad para establecer compromisos en nombre de su agencia.
- Será indispensable identificar la fuente de financiamiento. Se debe haber desarrollado un plan a nivel local, estatal y federal.
- Será importante identificar otras redes o planes de emergencia (por ejemplo, de contaminación) con los que se pueda interactuar (nacionales, internacionales o regionales).
- Es imperativo desarrollar una estructura eficaz de comunicación. Inmediatamente después de la confirmación del avistamiento se debe designar al Oficial de Comunicaciones, para asegurar que los medios y el público estén informados.

#### *2.2.1 Fase de detección*

- Se deberán desarrollar criterios para establecer una lista de especies de preocupación prioritarias. La lista deberá estar públicamente disponible. El descubrimiento de las especies de esta lista es el evento que desencadena las acciones de respuesta.
- Se tendrá que prever que probablemente serán detectadas durante la respuesta especies que no se encuentren en esta lista, y que también sean de alto riesgo. Aunque esta decisión quedará a cargo del Comandante del Incidente quien consultará con su Asesor Científico y el Grupo Operacional.
- Será necesario desarrollar una red de monitoreo. Para este propósito se requiere un representante que coordinará la red de monitoreo y se deberá de contar previamente con un protocolo de monitoreo,
- Una gran ventaja será contar con inventarios ecológicos para establecer la línea de base sobre las especies exóticas existentes en el cuerpo de agua que se muestreará. De preferencia se deberá contar con una base de datos de avistamientos, introducciones y establecimientos de especies exóticas invasoras (EEI).
- Se tendrán que desarrollar protocolos para la identificación de las especies invasoras. A este respecto, los participantes (profesionales o voluntarios) deberán estar entrenados para la identificación y preservación de especímenes y la colecta de datos ambientales relevantes de la localidad en la que se llevará a cabo la respuesta. Se deberán tomar fotografías de alta calidad de los organismos y muestras de tejidos para su identificación genética. Algunos de los ejemplares deberán ser depositados en una colección taxonómica. Se deberá establecer una cadena de custodia para especímenes que se pretendan utilizar para propósitos legales.
- Es deseable contar con capacidad de mapeo para registrar los cambios de la distribución de las EEI en el tiempo.



- Se deberá tener establecido un plan de comunicación para la fase de detección. Será necesario contar previamente con una lista de todas las agencias y usuarios que tendrían que ser notificados en el evento de detección.
- Se deberá contar con material educativo para el público en general y para grupos de interés particular (usuarios comerciales y recreacionales de los cuerpos de agua), en caso de que se requiera que voluntariamente modifiquen sus actividades.
- Es pertinente contar con un número telefónico y un sitio web para reportar los avistamientos. Este sitio servirá también para reportar el rango de invasión (fotografías y mapas de distribución).
- Se deberán preparar reportes de prensa genéricos con antelación. Por ejemplo, anuncios de detección, de implementación de respuesta rápida y acerca de los resultados de la respuesta. Los usuarios más directamente afectados por la invasión deberán ser contactados con un mensaje que indique que cualquier impacto potencial a sus actividades causado por las acciones de respuesta rápida ha sido hecho por la salud ambiental social y económica de la región.

### *2.2.2 Fase de demarcación*

- Será necesario determinar quién estará a cargo de llevar a cabo los muestreos en diferentes ambientes, para evaluar las afectaciones causadas a las especies nativas, y coleccionar los datos para evaluar los impactos. Se deberá evaluar la expansión de la invasión.
- Se deberá definir qué datos son necesarios para la evaluación de los impactos y verificar que los protocolos de muestreo sean los adecuados para conectar estos datos. Será necesario entrenar al personal y asegurarse que todo el equipo estará disponible.
- Resultará indispensable determinar la composición tentativa de miembros de un comité asesor para diferentes grupos de especies exóticas. Este grupo deberá tener la capacidad para evaluar los impactos y la magnitud de la invasión, ya que de su

opinión dependerá que se pueda garantizar que la respuesta rápida resultará factible.

- Será necesario desarrollar una estrategia para consultar a los usuarios y para comunicar la información que surja.

### *2.2.3 Fase de contención*

- Durante esta fase será muy importante desarrollar criterios para determinar la necesidad de contener o restringir el uso de un cuerpo de agua infestado (cuarentena).
- En el análisis de riesgo ambiental anterior a la invasión se deberá identificar si habrá necesidad de llevar a cabo la contención y esta decisión se ratificará o rectificará durante los muestreos. Por otra parte, deberán desarrollarse criterios para la contención o restricción de acceso, basados en la colecta de datos después de la invasión, en el caso que se requiera una respuesta rápida para especies para las cuales no se hubiera llevado cabo un análisis de riesgo pre-invasión.
- Será fundamental determinar si las autoridades legales permitirán la contención o restricción del acceso del cuerpo de agua.
- De ser así, se deberá identificar quiénes serán los responsables para aplicar la contención o restricción a los cuerpos de agua, qué tipo de medidas se requerirán y cómo se podrán obtener recursos financieros adicionales en caso de necesitarlos.
- En caso de proceder con estas medidas se deberán identificar las necesidades de comunicación asociadas con la contención por restricción.

### *2.2.4 Fase de análisis de riesgo ambiental*

- Se deberá identificar quién conducirá el análisis de riesgo. Generalmente los más indicados son los miembros del grupo de Asesores Científicos, pero pudiera ser necesario involucrar a los usuarios.

- Se tendrán que identificar las necesidades de información para llevar a cabo el análisis de riesgo ambiental, desarrollar los protocolos requeridos y asegurar que el equipo apropiado y el personal estén disponibles. Los protocolos requeridos serán determinados de acuerdo con la necesidad de recolectar datos para el análisis de riesgo post-invasión. Es posible que se requieran datos ambientales, sobre vectores y utilización de recursos en el área afectada.
- Se deberán identificar opciones de control adecuadas para las especies de preocupación. Se deberá decidir entre contención a gran escala, erradicación u otras opciones de manejo como la disminución de la expansión o el manejo activo de las poblaciones establecidas para mantener las abundancias por debajo de cierto umbral. Dentro de este contexto se deberá evaluar entre las opciones de control (físicas, químicas y biológicas) dando prioridad a los métodos selectivos, de bajo costo, fácil utilización y que no ejerzan efectos de largo plazo.
- Resultará conveniente formalizar un sistema de decisión para apoyar el análisis de riesgo ambiental. Las herramientas de decisión deberán considerar diferentes factores (biológico/ecológicos, técnicos, económicos y sociales). La decisión debe ser consultada con científicos y usuarios.
- El nivel de respuesta dependerá de:
  - los impactos potenciales del organismo en el ambiente, la economía y la salud
  - la factibilidad técnica de las opciones de respuesta
  - la habilidad para enfocarse exclusivamente sobre la especie invasora
  - los riesgos asociados con el tratamiento
  - los intereses o grado de preocupación del público y
  - la probabilidad de que el organismo sea erradicado o manejado eficazmente.
- Al adoptar un programa de erradicación se deberá considerar que existe un compromiso entre impactos localizados a corto plazo para beneficios de áreas extensas a largo plazo. Esto requerirá en ocasiones de la aceptación de altos niveles

de daño a especies no-blanco para mantener bajas abundancias de la especie invasora. Aquí se tendrán que considerar casos especiales como especies en peligro.

#### *2.2.5 Fase de implementación*

- Para esta fase se deberá identificar quien es el responsable de la implementación del Plan de Acción de Respuesta Rápida.
- De antemano se deberá haber decidido quién es el responsable del financiamiento de la respuesta y el responsable de los permisos (por ejemplo, para aplicar pesticidas).
- Se deberá contar con protocolos para implementar los métodos de control que se usarán.
- Así mismo deberán estar disponibles los protocolos para proteger al ambiente y al personal que llevará a cabo el plan de acción de la respuesta.
- Se deberá haber entrenado sobre el plan de respuesta rápida a los miembros del grupo con simulacros y ejercicios de campo.
- Se deberán tener identificadas las necesidades de comunicación asociadas con la implementación.

#### *2.2.6 Fase de seguimiento*

- Se identificará quien es el responsable del monitoreo post-tratamiento y quien lo financiará.
- Se determinarán los protocolos para el monitoreo post-tratamiento para evaluar la eficacia de la respuesta rápida seleccionada.
- Se deberán haber definido los criterios para determinar si la respuesta se ha completado (¿Hasta qué punto un cuerpo de agua se considerará limpio?)

- La duración necesaria del monitoreo dependerá del ciclo de vida de las especies.
- Se identificarán protocolos para evaluar la eficacia de la comunicación.

### *2.3 Proceso post-invasión*

Después de detectar una EEI se deben tomar las siguientes acciones a manera de checklist

#### *2.3.1 Fase de detección*

- Reporte de la EEI a la autoridad competente
- Confirmar la identidad del espécimen
- Depositar individuos voucher en una colección
- Movilizar al oficial de comunicación y al equipo científico

#### *2.3.2 Fase de demarcación*

- Determinar la distribución de la especie invasora, considerar vectores y vías, así como opciones de contención.
- Reunir un Comité Científico y revisar los datos preliminares.
- Continuar la comunicación con los usuarios a medida que surja nueva información.
- Iniciar una consulta con los usuarios para determinar la necesidad (o requerimiento legal) para el control de la EEI.

#### *2.3.3 Fase de contención*

- El Comité Científico evalúa la necesidad de contención o restricción y continúa evaluando los impactos a medida que surge nueva información.
- Se comunica la decisión e inicia la contención/restricción del cuerpo de agua infestado.
- Se continúa la consulta con los usuarios.
- Se monitorea la invasión.

#### *2.3.4 Fase de análisis de riesgo*

- Se continúan reuniendo datos del área afectada.
- Se revisan las opciones de control.
- Se identifican los riesgos y beneficios asociados con diferentes tipos de control, incluyendo la ausencia de control.
- Se consulta a los usuarios sobre particularidades del área (*e.g.* especies en peligro).
- Se selecciona las opciones de control.
- Se establece una calendarización para la implementación.
- Se comunica la decisión.

#### *2.3.5 Fase de implementación*

- Se inicia el esfuerzo de manejo experimental o a gran escala.

#### *2.3.6 Fase de seguimiento*

- Se monitorea lo suficiente para asegurar que la respuesta fue efectiva.
- Se determina si la respuesta ha sido completa.
- Se toman medidas para evitar una re-invasión.
- Se evalúa la efectividad de la comunicación.
- Se analiza el proceso y se registran todos los pasos del proceso (incluyendo las fallas).

La mayoría de las agencias con funciones de detección temprana y respuesta rápida han basado su estructura y protocolos en el Sistema de Comando de Incidentes (SCI), activando este Plan de Respuesta de Emergencia cuando se reporta la presencia de una nueva especie invasora y su identificación taxonómica es confirmada por especialistas (Maryland Department of Agriculture, 2005).

### *2.4 Elementos que definen el éxito o fracaso de una respuesta*

Saber diferenciar entre un incidente y un problema es un aspecto muy importante ya que de esto dependerá el éxito o fracaso del Plan de respuesta. De acuerdo con el Western Regional Panel on Aquatic Nuisance Species (2003) una vez que el número de individuos se expande más allá del nivel en el que se pueden eliminar individualmente, uno de los principales problemas para la erradicación será la carencia de técnicas de control altamente específicas. De manera ideal, un método de control debería ser altamente selectivo para la especie objetivo, económico y fácil de usar, y no generar efectos negativos a largo plazo sobre el medio ambiente o las especies no blanco. Los métodos de control altamente específicos generalmente requieren un conocimiento detallado de la fisiología particular de las diferentes etapas del ciclo de vida de la especie objetivo, su hábitat y su ecología. Este conocimiento detallado sobre una especie acuática invasora rara vez está disponible, incluso para las especies problemáticas más ampliamente reconocidas. Sin embargo, las tecnologías de erradicación no necesitan ser tan específicas si sus impactos en las especies no objetivo pueden minimizarse de alguna manera, como cuando se limitan a un área restringida o tienen efectos transitorios que permiten su recuperación.

Una erradicación exitosa requiere de una eficaz detección temprana, un sólido marco legal de apoyo, una importante capacidad de acción (que requiere a su vez de financiación adecuada y apoyo local y nacional), la capacidad de poner en cuarentena el área infestada si es necesario y las herramientas para erradicar a la población de la especie invasora aislada. En las erradicaciones exitosas del mejillón cebra, otros factores que han contribuido al éxito incluyen: el inicio rápido de los esfuerzos de control, la capacidad legal para ingresar o modificar el área en la que se detectó la invasión, realizar la respuesta en pequeños cuerpos de agua aislados, la capacidad de detectar embarcaciones que fueron expuestas a los mejillones y la información preexistente sobre tratamientos químicos para taxa relacionados.

Al considerar la erradicación con los actuales métodos de control disponibles, la experiencia indica que está sólo es factible para pequeñas poblaciones. Dichas poblaciones generalmente representan una etapa temprana de la invasión en una nueva área. Un

programa de erradicación ocurre en un ambiente regido por diversas leyes y regulaciones, donde interactúan organizaciones privadas y públicas, agencias gubernamentales, la industria, grupos de interés privados e individuos. Estos grupos interdependientes a menudo tienen intereses diferentes. Los límites de lo que se puede lograr en un programa de erradicación están establecidos por la tecnología disponible, y desafortunadamente a menudo algunos grupos sugieren una tecnología o tratamiento, mientras que otros se oponen a su uso. Además, rara vez hay tiempo para reunir la información suficiente para estimar de manera precisa y objetiva los costos y beneficios de un intento de erradicación particular, especialmente si no hay antecedentes para la especie objetivo. La decisión de intentar la erradicación de una especie exótica invasora puede ser difícil, ya que puede requerir un equilibrio entre cuestiones sociales, políticas y legales conflictivas en una situación en la que es probable que escasee la buena información. De los varios factores influyen en la decisión, vale la pena considerar los siguientes:

A. ¿Existe conocimiento del riesgo de reintroducción, y es el riesgo lo suficientemente bajo como para justificar la erradicación?

B. ¿Se puede iniciar rápidamente el control?

1. ¿Se detectó temprano la invasión? es decir, ¿la invasión es aún pequeña y sólo se presenta en pocos lugares?
2. ¿Fue la especie invasora identificada rápida y exactamente?
3. ¿La información sobre la biología y manejo de la especie se conoce y está disponible?
4. ¿Existen métodos de control disponibles?
5. ¿Existen problemas ambientales serios u obstáculos regulatorios que vayan a ocasionar retrasos o que aumenten enormemente el costo del tratamiento?
6. Si se requieren permisos, ¿se pueden obtener de manera oportuna?
7. ¿Se ha priorizado la especie para la respuesta y existe un plan de acción preexistente?

C. ¿Existe voluntad para actuar?



1. ¿Se cuenta con procedimientos y estructuras para la toma de decisiones con el fin de determinar si debe proceder la erradicación? y ¿cómo y quién debe financiarla?
2. ¿Ha habido una evaluación clara de los recursos técnicos, de campo, administrativos, financieros y legales disponibles para una campaña de erradicación?
3. ¿Se acepta la necesidad de proceder sólo con la mejor información disponible?
4. ¿Hay aceptación de que habrá impactos locales a corto plazo a cambio de beneficios a largo plazo y en una mayor superficie?
5. ¿Hay aceptación de que la respuesta de "no acción" podrá tener serias consecuencias y que puede ser una mala opción?
6. ¿El predominio de una agencia (y su personal) hace que tengan una clara responsabilidad para actuar, o una agencia tiene un mandato claro y autoridad para actuar?
7. ¿Existe reconocimiento y aceptación de que el esfuerzo de erradicación puede ser un esfuerzo a largo plazo, casi siempre tomando años en el caso de plantas u otros organismos con etapas de inactividad resistentes?

D. ¿Es adecuada la organización?

1. ¿Existe la posibilidad de poner en cuarentena el área infestada?
2. ¿Existe una capacidad de inspección para determinar si la especie invasora está restringida al área de cuarentena?
3. ¿Se asignará personal con experiencia en el manejo y la erradicación de especies invasoras para dirigir los esfuerzos de control y monitorear los resultados?
4. ¿Son adecuadas y de suficiente duración las fuentes de financiamiento?
5. ¿Existe una colaboración eficaz entre las partes que llevarán a cabo el esfuerzo?
6. ¿Existe colaboración regional donde la invasión cruza las jurisdicciones?
7. ¿Existe disposición para llevar a cabo el monitoreo con el fin de modificar, expandir o finalizar una campaña de erradicación?

E. Otros factores

1. ¿Hay apoyo para el esfuerzo que realizan las partes afectadas, incluido el público?
2. ¿Existe una campaña de educación y divulgación efectiva tanto para el público como para los tomadores de decisiones gubernamentales?

Claramente, muchos de estos factores están relacionados, pero todos están dirigidos a lograr un acceso fácil al objetivo, lo que implica la disponibilidad de herramientas adecuadas y la capacidad de persistir en el esfuerzo de control el tiempo suficiente para lograr la erradicación.

De manera resumida el inicio y el éxito de una respuesta rápida dependerán en gran medida del alcance de la invasión, la facilidad de control y los grupos involucrados en la respuesta. Si se anticipan los requisitos generales necesarios para iniciar un programa de erradicación y se realizan preparativos para satisfacer esas necesidades, la respuesta inicial puede implementarse de manera eficaz y oportuna.

### *2.5 Financiamiento y recursos*

Un aspecto crucial para el inicio de la RR es la disponibilidad de un fondo de contingencia. Para tener una idea de la dimensión del monto el equipo de Control de Especies Invasoras de Oregón contaba con USD \$356,210 (equivalente a MX \$7, 124,200 de agosto del 2019) sólo como dinero semilla para iniciar la respuesta contra el mejillón quagga, pero insuficiente para llevar a cabo una respuesta de gran escala, ya que en California se recomienda una cantidad inicial de 1 a 2 millones de USD (equivalente a 20–40 millones de pesos). Un monto de un orden próximo (€ 750,000, equivalente a MX \$16,314,525) se consideró en Andalucía, España para el plan de acción del mejillón cebra.

### *2.6 Establecimiento de medidas cuarentenarias*

Para prevenir o retrasar la propagación de mejillones dreisénidos, será necesario establecer medidas cuarentenarias consistentes en el cierre de emergencia del cuerpo de agua afectado y todos sus accesos inmediatamente tras la detección y verificación de una introducción. Esto puede resultar difícil, si no imposible, en grandes cuerpos de agua

abiertos, o sistemas que fluyen, como ríos y cuerpos de agua que abarcan múltiples jurisdicciones. Varias acciones de manejo pueden requerir la intervención de la autoridad responsable del cuerpo de agua para proteger otras áreas de la infestación o para retrasar la propagación en un contexto regional.

Aunque el cierre puede no ser práctico en el caso de cuerpos de agua muy grandes, puede ser posible el aislamiento en cuerpos de agua o escenarios de infestación localizados. La capacidad de cerrar o limitar la entrada y/o salida a todos los vehículos y equipos capaces de transportar mejillones dreisénidos y mantener cierres o accesos limitados (controlados) hasta que se haya desarrollado e implementado un plan de manejo aceptable es de crucial importancia. En caso de que ninguna dependencia tenga jurisdicción sobre el cuerpo de agua será necesario que el gobierno del estado en el que se encontró la infestación emita una medida de emergencia para garantizar una cuarentena temporal.

## *2.7 Cumplimiento de las Regulaciones Medioambientales*

El éxito de cualquier esfuerzo de erradicación dirigido a mejillones dreisénidos dependerá de la disponibilidad de herramientas para una respuesta rápida. Será necesaria una combinación de esfuerzos de planificación previa y la adaptabilidad a los avances en la tecnología de control en conjunto con los esfuerzos de otras entidades. Los ejercicios de planificación de contingencia (simulacros) permitirán a los participantes en la RR determinar qué herramientas serán apropiadas para cada área en particular, de acuerdo con el cumplimiento de las normas ambientales y el requerimiento de autorización antes y durante las operaciones tácticas de control. Así, por ejemplo, si los objetivos de control o erradicación requieren de la utilización de venenos o pesticidas (de acuerdo con los principios del manejo integrado de plagas) se deberá cumplir con la normativa ambiental estatal y federal.

## *2.8 Pre-planificación*

### *2.8.1 Detección temprana y respuesta rápida*

Como se mencionó en la sección 12 la detección temprana es la clave para una respuesta rápida exitosa. En efecto, en ocasiones la detección temprana brinda la única posibilidad de erradicación, especialmente para aquellas especies acuáticas invasoras que son notoriamente difíciles de erradicar, controlar o manejar con éxito. En función de lo anterior se debe considerar que el costo de no haber respondido a una población que no fue detectada durante las primeras etapas de una invasión aumenta exponencialmente con el tiempo. Es debido a los recursos limitados disponibles para la detección temprana y el gran número de cuerpos de agua en la frontera norte del país, que los esfuerzos deberán enfocarse con prioridad en aquellos cuerpos de agua con alto riesgo de introducción y de establecimiento.

### *2.8.2 Cuerpos de agua de alto riesgo*

Como ya se ha mencionado, la navegación recreativa es el vector principal para el transporte terrestre de mejillones y aumenta el riesgo de introducción de dreisénidos entre cuencas. El uso diurno de un cuerpo de agua, la presencia de puertos deportivos, botes motorizados y actividades pesqueras, incluidos los torneos de pesca que atraen botes de otras regiones, son determinantes de riesgo importantes. Y por supuesto también los parámetros ambientales (calcio, alcalinidad, conductancia etc.) que favorezcan el éxito de establecimiento de los dreisénidos, serán fundamentales para la priorización de lagos, presas y ríos de la región. El monitoreo de mejillones dreisénidos en cuerpos de agua con el mayor riesgo de introducción y establecimiento deberá realizarse utilizando protocolos estandarizados para el examen de superficies sólidas, muestras de sedimentos para la detección de mejillones adultos y muestras de plancton para el análisis de velígeras. El monitoreo deberá estar coordinado regionalmente.

## *2.9 Verificación y respuesta inicial a los dreisénidos*

Determinar la credibilidad de cualquier reporte sobre una especie invasora y aún más verificar su introducción puede ser difícil y llevar mucho tiempo. La respuesta inicial a un informe de dreisénidos, dependerá de los protocolos y pasos establecidos antes de cualquier introducción. Anticiparse a los matices de cualquier informe puede ser difícil, por lo que la determinación final del estatus será responsabilidad en última instancia de los coordinadores de la respuesta. Se han establecido guías para verificar un informe, asignar un estatus a los cuerpos de agua de interés, y llevar acabo las acciones asociadas con cada nivel de estatus para facilitar los objetivos del plan de respuesta, así como prepararse para una respuesta completa a una Introducción positiva. Los pasos se centran principalmente en la recopilación de información y la prevención de una mayor propagación mientras se espera la confirmación final de la presencia de dreisénidos.

#### *2.9.1 Verificación de un reporte de introducción*

Normalmente se sigue un proceso de tres pasos en relación con la identificación positiva del mejillón. El proceso asigna un nivel de estatus al cuerpo de agua en cuestión y establece una lista de las acciones correspondientes que deben realizar los coordinadores de la respuesta a medida que avanza la verificación. La Tabla 2 muestra una línea de tiempo simulada de cómo podrían desarrollarse estas acciones de verificación del informe.

El proceso de verificación se divide en categorías basadas en la etapa de vida y técnica de identificación: mejillones adultos, velígeras descubiertas bajo microscopía óptica de polarización cruzada (XPLM), o velígeras detectadas mediante un ensayo de PCR. Cada una de estas categorías se subdivide para permitir varios niveles de confianza dentro de cada tipo de muestra o reporte.

Después de que se recibe y evalúa un reporte de detección inicial los coordinadores activan la matriz de verificación. En una situación ideal, no deberían transcurrir más de 7 días hábiles entre los resultados de la notificación inicial y el paso de verificación. En realidad, los tiempos probablemente variarán en función de cada caso.

Si los resultados de la verificación son contradictorios o vagos, el estatus del cuerpo de agua permanecerá como "no conclusivo" hasta que haya más resultados de verificación disponibles. El estatus "no conclusivo" permanecerá hasta que se proporcione y acepte una justificación. Esto puede requerir un muestreo adicional en la siguiente temporada o reevaluar las muestras archivadas del cuerpo de agua. Esto se realizará caso por caso por un equipo asesor reunido por los coordinadores de la respuesta.

Si los esfuerzos de verificación adicionales no logran confirmar la detección inicial, los coordinadores de la respuesta podrán evaluar la situación y determinarán si se justifica el cambio de nivel del estado del cuerpo de agua a uno menor o si se requiere de investigación o monitoreo adicional y de acuerdo con los protocolos sugeridos a continuación.

Cabe señalar que los informes verificados de las velígeras de dreisénidos o de un solo mejillón adulto no indican que un cuerpo de agua sea "positivo" para una infestación de mejillón o que esté "infestado", es decir, que soporte una población reproductora de mejillones.

Las definiciones de las categorías de estado del cuerpo de agua y los requisitos para la exclusión de la lista son las siguientes:

#### Definiciones:

**Verificación:** el proceso con base científica para confirmar la presencia de especies acuáticas invasoras (EAI).

**Detección o detectado:** la presencia verificada de EAI.

#### Definiciones de cuerpos de agua:

**Estado desconocido:** aguas que no han sido monitoreadas.

**No detectado/Negativo:** el muestreo/investigación está en curso y no se ha detectado nada, o no se ha detectado nada dentro del periodo de tiempo para la eliminación de la lista.

**No conclusivo** (estado temporal): el cuerpo de agua no ha cumplido los criterios mínimos para la detección, pero ha tenido un resultado de prueba positivo.

**Sospechoso:** cuerpo de agua que cumple con los criterios mínimos para la detección.

**Positivo:** múltiples (2 o más) eventos de muestreo subsecuentes que cumplen con los criterios mínimos para la detección.

**Infestado:** un cuerpo de agua que tiene una población establecida de EAI.

Para la eliminación de la lista de un cuerpo de agua para dreisénidos se requiere de:

**No conclusivo:** 1 año de pruebas negativas que incluyan al menos una muestra tomada en el mismo mes del año siguiente que cuando se detectó la muestra positiva (teniendo en cuenta la variabilidad medioambiental estacional) para resultar no detectado o negativo.

**Sospechoso:** 3 años de pruebas negativas para no ser detectado o negativo.

**Positivo:** 5 años de pruebas negativas para no ser detectado o negativo.

**Infestado:** después de un evento exitoso de erradicación o extirpación que incluye un mínimo de 5 años de prueba/monitoreo posterior al evento con resultados negativos.

Tabla 2. Protocolos para verificar las etapas adultas y velígeras de mejillones dreisénidos, con las correspondientes determinaciones de los cuerpos de agua.

Adultos		Velígeras/XPLM			Velígeras/PCR	
		Microscopía de luz polarizada cruzada (XPLM) (muestras de velígeras preservadas/manipuladas para cumplir con los requisitos mínimos de PCR (e.g., buffer con 70% de etanol, almacenamiento en frío)			Los resultados de la PCR requieren fotografías Polaroid y los datos de secuenciación para su revisión, los resultados de la PCR sin la correspondiente confirmación por XPLM pueden requerir múltiples genes blanco, qPCR y/u otra información a medida que la tecnología continúa desarrollándose	
Identificación visual por un experto de mejillones adultos incrustados	Posible reporte, no hay conchas o especímenes disponibles	Identificación totalmente positiva, múltiples estadios larvarios, muestras de alta calidad	Identificación visual positiva (se carece de criterios sólidos)	Identificación visual débil (bivalvo sospechoso, muestra de mala calidad)	Positiva	Sospechoso; resultados ligeramente positivos -- > evaluar preservación de las muestras y manipulación; evaluar técnica de PCR; secuencias génicas; buscar confirmación de un laboratorio independiente, volver a correr las muestras
Confirmación visual por otro experto (fotos)		Confirmación de larvas de dreisénidos por un experto independiente (foto). Debe ser confirmado por al menos 2 expertos	Confirmación de larvas de dreisénidos por un experto independiente (foto). Debe ser confirmado por al menos 2 expertos	Evaluar otras muestras en caso de estar disponibles	Validación de los resultados de PCR por un revisor independiente	
Confirmación de la identificación y determinación de la especie		Microscopía por un laboratorio independiente y/o PCR por un laboratorio independiente	Microscopía por un laboratorio independiente y/o PCR por un laboratorio independiente	Confirmación por PCR por dos laboratorios y confirmación de que corresponde la secuencia	Verificación por microscopía por un laboratorio independiente y dos confirmaciones por PCR por laboratorios independientes	

"No conclusivo"	Inicia la preparación de la respuesta	"Sospechoso"
-----------------	---------------------------------------	--------------

Los resultados poco usuales o contradictorios deben ser revisados por un comité caso por caso.



### *2.9.2 Respuesta Rápida*

La siguiente guía para dirigir los esfuerzos de respuesta rápida para nuevos incidentes de mejillones cebra o quagga es la que se ha venido aplicando a la región del Delta de California (Smith & McMartin, 2011). Se seleccionó este plan ya que es más moderno que el plan modelo para los EE. UU. desarrollado por el Panel del Atlántico Medio de Especies Invasoras y el Sea Grant de Maryland (MAP, 2009), porque ha funcionado durante varios años y por estar basado en el Sistema de Comando de Incidentes, lo que permitiría que en un momento dado pudiéramos trabajar con los grupos de los EE. UU. bajo el mismo protocolo, particularmente por tratarse de una invasión de interés mutuo en la frontera de ambos países.

El diagrama de flujo siguiente detalla el plan de operaciones para responder a un posible incidente de los mejillones quagga o cebra (Fig. 18). El diagrama trata de reflejar una aproximación holística de lo que se necesita llevar a cabo en respuesta a una nueva introducción.

## Panorama General del esfuerzo de la Respuesta Rápida

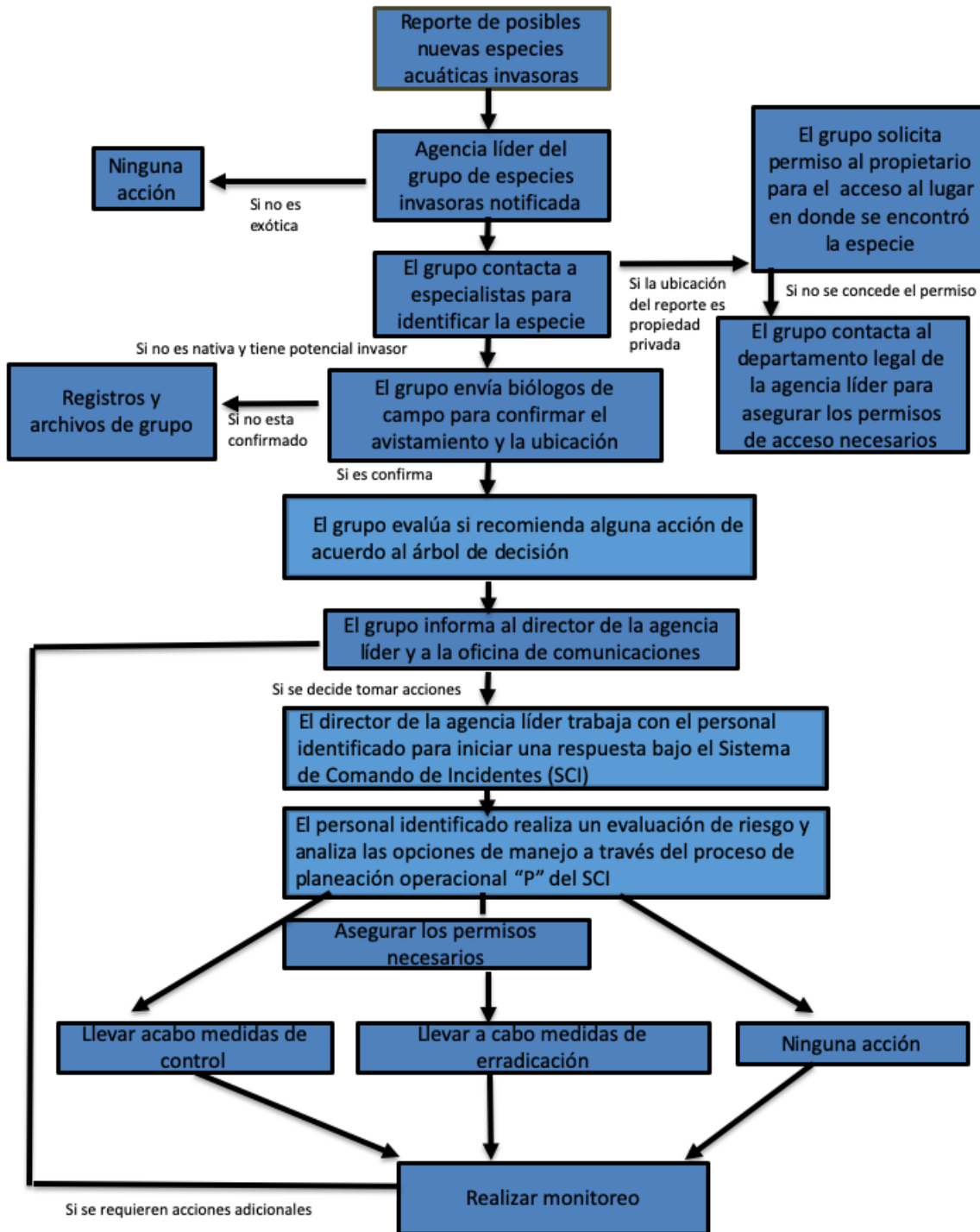


Figura 18. Diagrama de flujo detallando las operaciones para responder a posibles incidentes de mejillón quagga y cebra.

El Grupo de Especies Invasoras (GEI) de la Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California sería el primer punto de contacto para el reporte de la presencia de mejillones en la región. Si el reporte resulta creíble el GEI enviará personal para identificar el espécimen con el fin de confirmar el avistamiento y la ubicación. Si se confirma la presencia de mejillones dreisénidos, el GEI utilizará los criterios descritos en el siguiente árbol de decisión para determinar si se deben tomar medidas (Fig. 19).

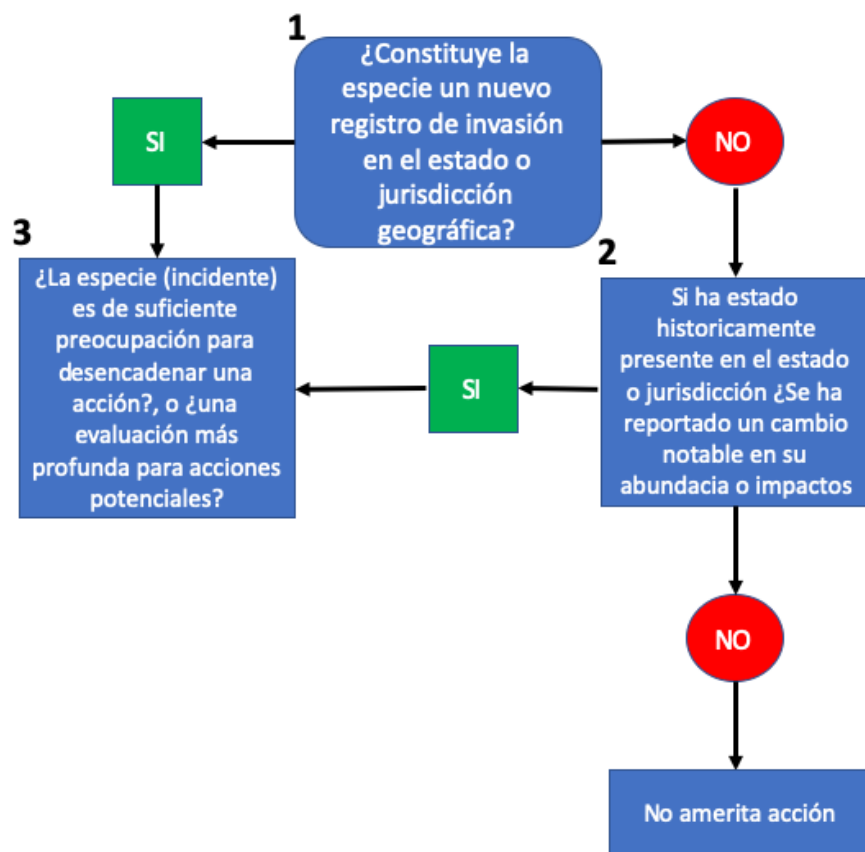


Figura 19. Árbol de decisión de especies invasoras para determinar si se amerita actuar ante la invasión.

Cada especie que llega al Paso 3 ameritará como resultado una “reunión del incidente”, de la que emanará una recomendación de "Acción", "No acción" o "Evaluación adicional de la acción potencial". Todos estos Informes de incidentes se envían al director de la agencia principal, pero no todos desencadenan una "Reunión de Comando Unificado Inicial", sólo aquellos recomendados para la Acción.

## 2.10 Objetivos

Este plan está diseñado para integrarse mediante un esfuerzo regional integral con el fin de proteger los recursos acuáticos existentes en el noroeste del país al evitar la introducción de los mejillones dreisénidos, empleando diferentes estrategias de detección para descubrir invasiones incipientes lo suficientemente temprano como para facilitar la erradicación exitosa o los esfuerzos de control. Aunque la erradicación siempre debe ser el objetivo principal de cualquier plan de Respuesta Rápida, ésta no siempre es siempre factible, especialmente en los sistemas acuáticos donde la remoción y/o el tratamiento a veces pueden ser desafiantes, si no es que imposible. En estos casos, el equipo de respuesta deberá determinar cuáles objetivos son alcanzables y realizables desde el punto de vista económico. Los objetivos de la respuesta final pueden variar, y pueden consistir en contener la invasión y restringirla a un área determinada, suprimir las densidades de la población lo suficiente como para reducir la tasa de propagación, prohibir vectores de transporte de alto riesgo o, en el peor de los casos, desarrollar estrategias adaptativas para coexistir con la especie invasora (DeBruyckere *et al.*, 2014). Hay un margen de tiempo muy escaso para responder una vez que se sospecha de una introducción o que una población es identificada, por lo tanto, es imperativo contar con un plan que describa las tareas, acciones y responsabilidades de las instituciones participantes para aumentar la efectividad de la respuesta. Dicho plan se considera un documento de trabajo, actualizado y/o revisado en el que se considera nueva información y tecnologías emergentes. La base para el plan de respuesta es el Sistema de Comando de Incidentes, un protocolo estandarizado para la cooperación y coordinación entre agencias estatales y federales, así como la industria y diferentes usuarios. Este protocolo aborda:

- Las responsabilidades y las autoridades para una respuesta rápida que comienzan desde el descubrimiento de una introducción y continuando hasta la respuesta de contención.
- El monitoreo y control a largo plazo de las infestaciones cuando la erradicación no sea viable.

Los objetivos incluyen:

- Responder a, y minimizar, los impactos de la invasión de mejillones dreisénidos.
- Brindar información oportuna y precisa a los participantes, partes interesadas y público en general
- Garantizar la seguridad del público y de todo el personal involucrado en cualquier etapa de la respuesta.

El plan de respuesta se divide en las siguientes secciones funcionales: planificación previa, respuesta inicial (plan de acción del incidente) y respuesta extendida.

Los pasos habituales en una respuesta básica a una amenaza conocida son: 1)

Confirmación rápida y precisa de la identidad del organismo sospechoso

2) Monitoreo (delimitación) para constatar la extensión de la invasión

3) Cuarentena del área infestada si es posible

4) Una revisión muy rápida de las opciones de control disponibles para elegir la más adecuada para las condiciones del lugar (extensión, profundidad, tipo de cuerpo de agua, etc.), la etapa del ciclo de vida de la especie, la presencia de especies en peligro etc.

5) Aplicación de las opciones de control elegidas, con al menos una evaluación visual de los resultados en las especies objetivo y no objetivo

6) Modificación de la estrategia de control según lo indicado por los resultados (a veces llamado "manejo adaptativo").

En casi todas las situaciones que involucran especies acuáticas, las circunstancias de la respuesta probablemente serán complejas. En una situación compleja, los elementos de una respuesta que deben considerarse incluyen:

1. Autoridad, liderazgo y organización (es decir, quién tiene la capacidad legal de actuar, así como quién tiene la capacidad operativa).
2. Coordinación y cooperación entre las diferentes partes.
3. Financiamiento, recursos.
4. Establecimiento de cuarentena y ejecución.

5. Cumplimiento normativo ambiental: obtención de permisos, desarrollo de documentación conforme avance la respuesta.
6. Sensibilización pública y educación; divulgación a los propietarios y partes afectadas.
7. Monitoreo para delimitación (posiblemente también monitoreo para detección de la extensión de la invasión) y mapeo; evaluación del riesgo de propagación.
8. Revisión del conocimiento sobre la biología de la especie y controles existentes. Convocar un panel asesor de ciencia, manejo y medio ambiente y un grupo de investigación y transferencia de tecnología para llevar a cabo la identificación de posibles métodos de tratamiento.
9. Implementación de métodos de erradicación, incluyendo monitoreo continuo para asegurar la erradicación.
10. Evaluación del tratamiento y adaptación. Adjudicarse la responsabilidad por el nivel de progreso hacia la erradicación.
11. Monitoreo ambiental.
12. Restauración y mitigación.

### *2.11 Sistema de Comando de Incidentes (SCI)*

Con el fin de minimizar los costos y garantizar la seguridad durante una acción de respuesta es imperativo contar con un plan apropiado, lo que requiere de análisis y coordinación significativa. En general, la solución a todos estos problemas es el desarrollo de una cadena de comando adecuada y de procedimientos oportunos para el mantenimiento de registros antes y durante el incidente. Durante el transcurso del evento las líneas de responsabilidad y comunicación deben ser trazadas y respetadas rigurosamente y las solicitudes de información de los medios deben ser canalizadas hacia una sola autoridad. Una de las estrategias actuales más eficaces y probadas en el ambiente acuático para responder a las invasiones biológicas es el Sistema de Comando de Incidentes (*Incident Command System*),

un concepto de manejo de incidentes estandarizado (Bigley & Roberts, 2001; Burkle & Hayden, 2001; Stanford & Rodda, 2007).

Este sistema funciona en torno a una estructura de mando temporal formalizada (Fig. 20) dirigida por las acciones y específicamente diseñada para responder a incidentes. Se ha ganado una buena reputación como una herramienta de respuesta a "todo riesgo, todo peligro". Este sistema fue originalmente desarrollado por el Servicio Forestal de los Estados Unidos y ahora es el sistema recomendado por la Aquatic Nuisance Species Task Force de los Estados Unidos, igualmente otras agencias como Homeland Security, EPA y NOAA utilizan el SCI como una estrategia de respuesta para enfrentar incidentes de derrames de petróleo y desastres naturales. El uso del comando unificado (CU) y de una terminología en común permite la comunicación y coordinación entre organismos y jurisdicciones. Este proceso de planificación común y el esquema de gestión basado en objetivos convierten la respuesta reactiva inicial del incidente en una respuesta proactiva (Deal, 2006; Smits & Moser, 2009).



Figura 20. Estructura básica del Sistema de Comando de Incidentes (Moynihan, 2008).

Sin una estructura de mando, las dependencias que están cooperando en una respuesta rápida a menudo experimentan dificultades debido a una autoridad ambigua, el choque de culturas organizacionales, cuestiones de jurisdicción, mala asignación de recursos, etc.

#### *2.11.1 Funciones, Ventajas y Beneficios*

La organización del SCI está construida alrededor de cinco funciones principales:

*Comando.* - Establece objetivos y prioridades, tiene toda la responsabilidad en el incidente o evento.

*Planificación.* - Desarrolla el plan de acción para lograr el cumplimiento de los objetivos, recopila y evalúa la información, mantiene el estado del recurso.

*Operaciones.* - Realiza operaciones tácticas para llevar a cabo el plan, desarrolla los objetivos tácticos y la organización, además de dirigir todos los recursos.

*Logística.* - Proporciona apoyo para satisfacer las necesidades para enfrentar el incidente, proporciona recursos y todos los demás servicios necesarios.

*Finanzas y Administración.* - Monitorea los costos relacionados con el incidente, proporciona la contabilidad, adquisiciones, registro del tiempo, análisis de costos.

*Margen de control.* – El SCI opera bajo un concepto de margen de control que se refiere al número de individuos o recursos que una persona (supervisor) puede manejar de manera eficaz. El margen de control efectivo varía entre 3 y 7 elementos que se reportan a un supervisor. Se recomienda la relación de un supervisor por cada cinco elementos.

Algunas ventajas del SCI son:

- Ser organizacionalmente flexible, de tal manera que puede crecer o hacerse más pequeño, para satisfacer las necesidades de incidentes de cualquier tipo y magnitud.
- Estar lo suficientemente estandarizado, por lo que el personal de una gran variedad de dependencias y diversas ubicaciones geográficas podrá rápidamente unirse en una estructura de gestión común.
- Ser flexible, de manera que las dependencias pueden utilizar el sistema sobre una base diaria para situaciones rutinarias, así como para emergencias graves.



- Ser rentable.
- Asegurar la seguridad de la gente que responde.
- Garantizar el uso eficiente de recursos.
- Alcanzar los objetivos de la respuesta.

### 2.11.2 Componentes organizacionales del SCI

El SCI se puede dividir en varios niveles de supervisión (Tabla 3). En cada nivel las personas con una posición de responsabilidad primaria tienen distintos títulos. Los títulos específicos en la estructura del SCI tienen tres propósitos importantes:

- 1.- Los títulos proporcionan un estándar común para todos los usuarios, para no causar confusión entre las agencias
- 2.- Los distintos títulos permiten al Comandante del Incidente llenar las posiciones del SCI con personal calificado y no por antigüedad o jerarquía dentro de las agencias
- 3.- Los títulos estandarizados permiten a las agencias determinar quién es la persona más calificada para servir en base a la posición del título

**Tabla 3. Títulos según las posiciones en el Sistema de Comando de Incidentes**

Nivel organizacional	Título	Posición de apoyo
<b>Comando de Incidentes</b>	Comandante del incidente	Suplente
<b>Personal del comando</b>	Oficial	Asistente
<b>Sección (personal general)</b>	Jefe	Suplente
<b>Rama</b>	Director	Suplente
<b>División/Grupo</b>	Supervisor	N/A
<b>Fuerza de tarea</b>	Líder	N/A
<b>Unidad</b>	Líder	Gerente
<b>Recursos únicos</b>	Líder	N/A

El SCI se compartimentaliza para expandirse o contraerse según la dimensión del incidente. A continuación se presentan los principales componentes y responsables dentro de la estructura del SCI.

**Secciones-** (Comando de Incidentes, Sección de Operaciones, Sección de Planeación, Sección de Logística, Sección de Administración y Finanzas) responsables de funcionamiento principal de las áreas del incidente (Jefe).

**Divisiones-** responsables de ciertas áreas geográficas en el incidente (Supervisor).

**Grupos-** responsable del funcionamiento de las áreas para operaciones (Supervisor).

**Ramas-** utilizadas cuando el número de divisiones o grupos excede el margen de control (Director). Pueden ser geográficas o funcionales.

**Fuerza de tarea-** mezcla de recursos con comunicaciones comunes (Líder de la fuerza de tarea).

**Equipo de asalto-** recursos del mismo tipo con comunicaciones comunes (Líder del equipo de asalto).

**Unidad-** tiene la responsabilidad de la actividad de planeación, logística o finanzas y administración de un incidente específico. Ejemplo de unidades incluyen las unidades de “costo” y “tiempo” que se encuentran bajo la Sección de Administración y Finanzas. Otro ejemplo es la unidad de “Situación” bajo la sección de Planeación.

**Recursos únicos** individuos únicos o un grupo de individuos con un supervisor identificado o un equipo. Por ejemplo, la persona que opera un generador.

### *2.11.3 Flexibilidad del Comando de incidentes*

En un pequeño incidente, todas estas actividades pueden ser manejadas por una sola persona, el Comandante del incidente (CI), el cual puede llevar acabo las cinco funciones de manejo que se mencionaron anteriormente (Comando del Incidente, operación, planeación, logística, finanzas y administración. De hecho, el Comandante del Incidente es la única posición fija y comprometida con el SCI. Si las necesidades crecen, se agregará personal. Una directriz de funcionamiento básico del SCI consiste en que la persona en la

parte superior de la organización sea responsable, a menos y hasta que se delegue la autoridad a otra persona. Así, en pequeñas situaciones en las que no son necesarias personas adicionales, el Comandante administra directamente todos los aspectos de la organización del incidente (Smits & Moser, 2009). No obstante, en incidentes más grandes el Comandante designará algunas responsabilidades al personal de comando que está integrado por:

**Oficial de información pública.** - se encarga de proporcionar información a usuarios internos y externos, incluyendo los medios de comunicación y el público.

- Asesora al Comandante de incidente sobre la información que debe circular y las relaciones con los medios.
- Obtiene y ofrece información a la Sección de Planeación, el público y los medios.

**Oficial de seguridad.** - trabaja en el monitoreo de las condiciones de seguridad del incidente y el desarrollo de protocolos para garantizar la seguridad de todo el personal de respuesta.

- Asesora al Comandante de incidente en aspectos relacionados con seguridad.
- Trabaja con la sección operaciones para garantizar la seguridad del personal de campo.

**Oficial de relaciones.** - establece y mantiene relaciones entre las agencias que apoyan el incidente.

- Apoya al Comandante sirviendo como punto de contacto para los representantes de otras organizaciones de respuesta.
- Proporciona informes y responde a las preguntas de las organizaciones de apoyo.
- Responde a requerimientos del personal de respuesta residente contactándolos con las agencias que apoyan y cooperan.
- Monitorea las operaciones para detectar problemas en las respuestas de las agencias.

**Asesor Científico.** - conoce la biología y la taxonomía de la especie invasora y el estado de los ecosistemas invadidos. Esto le permite asesorar al Comandante de Incidente sobre los posibles impactos, expansión potencial de la EEI y los métodos de contención y erradicación.

**Asesor Legal.** - asesora al Comandante sobre cuestiones legales relacionadas con los permisos de los lugares en donde sucedió el incidente.

**Suplente del Comandante de Incidentes.** - lleva a cabo tareas específicas que se le asignen, así como algunas de las funciones del Comandante para liberarlo de trabajo.

No obstante, la estructura del Comando de Incidentes completamente desarrollada puede llegar a ser muy burocrática y formal; por lo que se ha sugerido apegarse a la formalidad solo en función del tamaño y la complejidad de la respuesta (Stanford & Rodda, 2007).

#### *2.11.4 Sección de operaciones*

Es la Sección del Sistema de Comando de Incidentes, y se encarga de implementar el Plan de acción, llevando a cabo las operaciones tácticas de campo y de mayor riesgo. Debido a esto el margen de control es más crítico en esta sección, y se le asignan la mayor parte de los recursos.

Existen múltiples maneras en que la Sección de Operaciones puede ser estructurada, basada en el tipo de incidente. En incidentes pequeños es común que esté comprendida por un Jefe de Operación y Recursos Únicos. De forma que sea conveniente para la respuesta del incidente, se organizará a los Recursos Únicos en equipos de asalto, en el caso de aquellos que tengan características similares, o en Fuerzas de Tarea, para aquellos con características diferentes.

Las secciones de Planeación, Logística y Finanzas se activarán a medida que se requieran para apoyar en la respuesta del incidente y serán dirigidas por la Sección de Operaciones.

### *2.11.5 Sección de Planeación*

Ya que cada incidente es diferente, se debe de contar con un plan de acción distinto para cada uno. El Comandante del incidente puede desarrollarlo si es que aún no se ha establecido una Sección de Planeación. Dentro del plan, se describirán las direcciones para las acciones que se realizarán durante el periodo operacional. Los periodos operacionales pueden variar en la duración, pero no deben exceder las 24 horas. El plan debe contar con cuatro elementos:

- 1.- ¿Qué se quiere hacer?
- 2.- ¿Quién lo va a hacer?
- 3.- ¿Cómo se van a comunicar?
- 4.- ¿Que se hace si alguien sale herido?

Para la realización del plan deberán existir distintas unidades que llevarán a cabo tareas específicas:

**Unidad de Recursos.-** registra el estatus, de todos los recursos comprometidos para el incidente y anticipa las necesidades de más recursos.

**Unidad de Situación.-** colecta, organiza y analiza el estatus de la información del incidente.

**Unidad de Documentación.-** colecta registra y salvaguarda todos los documentos relacionados con el incidente.

**Unidad de Desmovilización.-** asegura una desmovilización ordenada, segura y eficiente de los recursos del incidente.

**Especialistas Técnicos.-** tienen habilidades especiales que pueden ser utilizadas en cualquier parte dentro de la organización del SCI.

### *2.11.6 Sección de Logística*

En esta Sección se manejan todas las necesidades de servicio y apoyo, que incluyen:

#### **Rama de Servicios**

- **Unidad de comunicaciones.-** se encarga del uso efectivo del equipo de comunicaciones y de las instalaciones del incidente, así como de la distribución de

equipos de comunicaciones para todo el personal del incidente, su mantenimiento y reparación.

- **Unidad de servicios de alimentación.-** proporciona los alimentos necesarios para el personal del incidente, principalmente de aquellos que no pueden abandonar las tareas tácticas en el campo.
- **Unidad de servicios médicos.-** desarrolla el Plan Médico para que todo el personal pueda obtener asistencia médica y transporte si alguno llegara a lesionarse o enfermarse.

#### **Rama de Apoyo**

- **Unidad de instalaciones.-** establece y da mantenimiento a las instalaciones del incidente.
- **Unidad de suministro.-** se encarga de suministrar los materiales necesarios para manejar el incidente.
- **Unidad de apoyo en el campo.-** proporciona apoyo de todo tipo incluido el transporte.

#### *2.11.7 Sección de administración y finanzas*

La sección de finanzas y administración se encarga de cotizar equipo e insumos necesarios, conseguir fondos para equipo especial, establecer contratos con los vendedores y realizar cotizaciones para estrategias de respuesta alternativas. La sección de Finanzas y Administración puede establecer cuatro unidades:

**Unidad de adquisiciones.-** maneja los aspectos financieros relacionados con los contratos de los vendedores,

**Unidad de tiempo.-** registra el tiempo en el que el personal participa en el incidente y el tiempo en que se utilizó el equipo rentado.

**Unidad de costos.-** rastrea los costos, los analiza, hace estimaciones y recomienda medidas para ahorrar.

**Unidad de reclamos y compensaciones.-** maneja los reclamos por daño de propiedad, lesiones o muerte en el lugar del incidente.

#### *2.11.8 Jefaturas*

##### **Jefe de Operaciones**

- Responsable de desarrollar e implementar tácticas y estrategias para alcanzar los objetivos del incidente.
- Organiza, asigna y supervisa todos los recursos tácticos o de respuesta, asignados al incidente.
- Se encarga de las áreas de reagrupamiento.

##### **Jefe de Planeación**

- Lleva a cabo la colecta, evaluación y circulación de la información operacional relacionada con el incidente.
- Prepara y circula el Plan de Acción del incidente.
- Rastrea el estatus de todos los recursos del incidente.
- Ayuda a asegurar que el personal de respuesta tenga información precisa.
- Proporciona mapas e información de localización del incidente.

##### **Jefe de Logística**

- Administra y proporciona instalaciones, servicios y materiales para apoyar el incidente.
- Responsable de asegurar el bienestar de todo el personal de respuesta (alimento, agua y servicios médicos).
- Proporciona instrumentos de comunicación, computadoras y transporte.

##### **Jefe Finanzas**

- Responsable del análisis de los costos del incidente.

- Realiza los contratos y negociaciones, evalúa el tiempo del personal y del equipo.
- Se encarga de los reclamos de accidentes o lesiones.

#### *2.11.9 Características y principios del SCI*

El SCI utiliza características de manejo que incluyen el uso de terminología común y una estructura organizacional modular. Enfatiza la planeación efectiva a través del manejo por objetivos y el plan de acción del incidente. Apoya al personal de respuesta proporcionándole los datos que necesitan mediante información eficaz y manejo de inteligencia.

La habilidad para comunicarse dentro del SCI es crítica y la utilización de terminología estandarizada es esencial. El único acrónimo utilizado es SCI: la comunicación clara significa el uso de textos en un lenguaje explícito evitando los acrónimos de las agencias. Esto es importante porque no importa en donde estén o cual sea el incidente, la estructura del SCI y sus elementos siempre serán los mismos.

***Terminología común.*** El uso de una terminología común implica diferentes ventajas:

- Mantener una estructura organizacional consistente.
- Referirse a títulos de cargo de manera consistente.
- Facilitar las comunicaciones integradas.
- Nombrar de la misma manera a las instalaciones de incidente, lo que contribuye a clarificar que ocurre en esa instalación, y a identificar quién se puede encontrar en esa instalación.

#### ***Plan de comunicaciones***

Todos los incidentes requieren de un plan de comunicaciones que cubra:

- Equipo eficaz y similar para transmitir información.



- Planes para que los recursos de comunicación estén siempre disponibles y funcionales
- Asesoría para transferir información interna o externamente
- Interoperabilidad, i.e. utilizar equipos con el mismo software para que siempre exista compatibilidad.

### **Instalaciones de incidente**

- Puesto del Comando del Incidente
- Base
- Área de reagrupamiento (Zona de concentración)
- Campamento
- Helibase
- Helispots

El Comandante se encontrará en el **Puesto de Comando del incidente**. Puede ser un vehículo, un tráiler, una tienda de campaña o un edificio. Normalmente se localiza en lugares fuera de peligro, pero suficientemente cerca del incidente para mantener el comando.

**La Base** es el lugar en donde se coordinan y administran las funciones primarias de logística y administrativas. Puede estar localizada cerca del puesto de comando.

**El Área de reagrupamiento** es una instalación temporal donde el personal y equipo son mantenidos mientras esperan asignaciones tácticas. Debe encontrarse cerca del incidente para una probable asignación operacional. Se puede tener más de una Área de reagrupamiento por incidente en caso de incidentes complejos. Cada Área de reagrupamiento cuenta con un administrador quien se reporta con el Jefe de la Sección de Operaciones o con el Comandante del Incidente.

**El Campamento** es donde se mantienen los recursos para apoyar a las operaciones del incidente si no existe una Base accesible para todos los recursos.

**La Helibase** es el lugar en donde se conducen las operaciones aéreas centradas en helicópteros. Es para operaciones a largo plazo e incluye servicios como suministro de combustible y mantenimiento.

**El Helispot** es un lugar para descargar personal y suministros.

Además, el SCI utiliza los principios de cadena de comando, unidad de comando y transferencia de comando, para asegurar la completa utilización de los recursos del incidente:

- Manteniendo un margen de control manejable.
- Estableciendo instalaciones del incidente pre designadas.
- Implementando prácticas de manejo integral de recursos.
- Asegurando comunicaciones integradas.

#### **Transferencia de comando**

- Ocurre porque llega un Comandante del Incidente más calificado.
- Porque se requiere que legalmente una agencia o una jurisdicción tome el mando (comando).
- Porque cambiar la complejidad del incidente y se presenta un Comandante más apto para la nueva situación
- El Comandante del Incidente a cargo requiere descansar (o porque está herido o muerto).

#### **Cadena de comando**

- La Cadena de comando se refiere a una línea ordenada de autoridad en una organización. Implica que todos los participantes en la acción de respuesta se reportarán con un solo superior.
- Permite al Comandante del Incidente dirigir y controlar acciones de todo el personal.
- Evita la confusión.

- No obstante, no evita que el personal comparta información.

### **Como ocurre la Transferencia de comando**

Incluye una sesión informativa o informe (oral o escrita) para transferir el comando.

1.-El nuevo Comandante de Incidente lleva acabo personalmente una evaluación de la situación del incidente con el Comandante de Incidente que sale.

2.- El nuevo Comandante del Incidente es adecuadamente informado y se le entrega el informe de la manera en que se llevó el Plan de acción.

3.- El nuevo Comandante del Incidente determina el momento apropiado para transferir el comando.

4.- Se notifica el cambio del Comandante de Incidente a todo el personal.

5.- El nuevo Comandante del Incidente asigna otra tarea al Comandante del Incidente saliente.

#### *2.11.10 Comando Unificado*

Un Comando Unificado se establece bajo el SCI cuando responde más de una agencia con responsabilidad para el incidente, o cuando un incidente cruza jurisdicciones políticas.

El Comando Unificado no cambia ninguno de los aspectos del SCI, sólo permite a las agencias con responsabilidad del incidente participar juntas en el proceso de toma de decisiones. Ofrece como ventaja sumar esfuerzos y no duplicarlos. Permite que instituciones y agencias con diferentes responsabilidades legales, geográficas y funcionales se coordinen, planeen e interactúen en forma efectiva.

Bajo un Comando Unificado aplica lo siguiente:

1.- Las acciones del personal de respuesta se ejecutarán bajo un único Plan de Acción del Incidente coordinado.

2.- Un solo Jefe de Sección de Operaciones tiene la responsabilidad de implementar el Plan de Acción del Incidente.

3.- Se establece un solo puesto de Comando de Incidentes

Utilizan los principios de Cadena de comando, Unidad de comando y Transferencia de comando.

### **Beneficios**

- Se comparte el entendimiento de las prioridades y restricciones.
- Se plantea un único conjunto de objetivos.
- Se definen estrategias colaborativas.
- Flujo de información mejorado a nivel interno y externo.
- Mejor utilización de recursos.

### **Características**

- Una sola organización integrada para responder al incidente.
- Instalaciones compartidas.
- Trabajar bajo un conjunto de objetivos único y un Plan de Acción del Incidente único.
- Personal General integrado (un solo Jefe de Operación).
- Proceso coordinado para ordenar los recursos.

### **El manejo del Comando Unificado:**

- Asegura la participación de Personal de Respuesta clave.
- Deben conocer sus responsabilidades legales.
- Deben conocer el Sistema de Comando de Incidentes.
- Deben entrenar y hacer ejercicios (simulacros) juntos.

### **La Coordinación del incidente implica:**

- Establecer una política única de acción.

- Colectar información común (mayor capacidad para colectar información y más variada).
- Establecer prioridades.
- Resolver problemas de recursos (mayor capacidad de financiamiento).
- Facilitar el apoyo (mayor capacidad para apoyar al disponer de más recursos).
- Sincronizar mensajes públicos.

#### **Centro información conjunto**

- Permite coordinar las actividades de información pública.
- Sirve como Punto central de Contacto para todos los medios información

#### **Envío/despliegue**

- Antes del envío o despliegue del personal de respuesta la situación debió ser analizada y la respuesta planeada. Esto es indispensable para manejar los recursos de manera segura y efectiva.

El personal debe responder únicamente cuando se le requiera o cuando se le envíe por una autoridad apropiada.

### ***2.12 Planificación operacional "P"***

El eje del Plan de respuesta rápida es el proceso de planificación operacional "P", desarrollado por la Guardia Costera de los EE. UU., el cual es una representación visual del proceso de planificación del SCI. La "P" sirve como una guía paso a paso de la respuesta desde el inicio de un incidente hasta la evaluación y el monitoreo (Fig. 21).

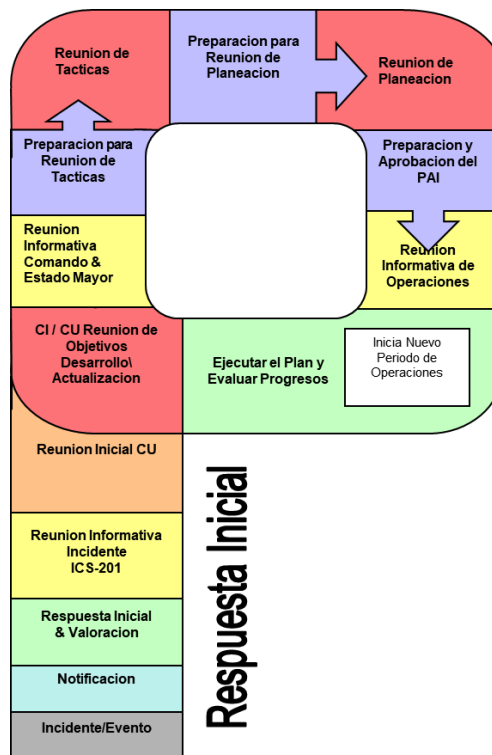


Figura 21. Representación visual del proceso de planificación operativa "P" (Smits & Moser, 2009).

A continuación, se presenta el significado de cada uno de los pasos del ciclo de planeación operacional "P" desde la aparición de un incidente hasta la evaluación y el monitoreo para constatar la erradicación.

- 1.- Se descubre el Incidente.
- 2.- Se reporta a las autoridades competentes.
- 3.- Se genera una respuesta inicial basada en la valoración del incidente, la confirmación de la presencia de la EEI, el desarrollo de un Plan de Acción y la preparación para informar al Comando.
- 4.- Se informan al Comando las actividades de respuesta inicial. En este punto se aclaran todas las dudas y preocupaciones, se discute el Plan de Operación, se identifica el potencial de la invasión, se prevé como puede escalar el incidente y se asigna al Director de Comunicaciones y Director Legal, para que inmediatamente preparen comunicados de prensa y esclarezcan la necesidad de contar con permisos para operar en el área del incidente.

- 5.- Se determinan los representantes del Comando Unificado. Se acuerda la estructura de la Organización. Se identifican los puestos de los jefes del Comando e instalaciones de apoyo. Se revisan los Fondos. El personal Científico y Legal definen Prioridades. Se evocan los objetivos de Respuesta.
- 6.- Se establecen prioridades y con esto se desarrollan y refinan los objetivos de la Respuesta. Se evalúa el estatus del incidente y se acuerdan las políticas de operación, procedimientos, guías y permisos.
- 7.- Se informan al personal del Comando y al personal general del CI/CU los objetivos, las prioridades, la asignación de tareas, la resolución de problemas y se aclaran los papeles del personal de respuesta y las responsabilidades. Se emite un mensaje para el Oficial de Enlace y para el Oficial de Información Pública.
- 8.- Se discuten los tiempos para las operaciones y planes: se discuten las estrategias y tácticas y se identifican los requerimientos organizacionales de las operaciones.
- 9.- El Jefe de la Sección de Operaciones presenta el Plan de Acción para involucrar al personal de respuesta y obtener el apoyo para las acciones de respuesta planeadas. Se evalúan las limitaciones y medidas de control. Se asignan las tareas. Se enlistan los recursos.
- 10.- El Comando y el Personal General se preparan para la reunión de planeación. Se actualizan los mapas. El Jefe de Operaciones presenta el Plan de acción y de seguridad. Se plantean las opciones para erradicación. Se constata la disponibilidad de recursos.
- 11.- Se reúnen el CU/CI, el Personal de Comando y el Personal General. Revisan las acciones planeadas y finalizan la información que debe ser incorporada al Plan de Acción de Incidente (PAI). Se obtiene la aprobación táctica del CI/CU sobre las acciones planeadas.
- 12.- El Jefe de la Sección de Planeación completa toda la documentación asociada al PAI. El CI/CU aprueban el PAI para su distribución.

13.- Se presenta un resumen para el personal de la Sección de Operaciones. Se asegura el apoyo para las operaciones en el lugar. Se alistan los recursos para el siguiente periodo operacional.

14.- Se monitorea el desarrollo de las operaciones, se realizan los ajustes tácticos. Se evalúa y se asegura el progreso con respecto a los objetivos definidos. Se informa sobre los recursos que fueron removidos. Se prepara un resumen sobre las conclusiones al CI/CU.

### *2.13 Capacidad de Respuesta y Manejo*

Con el propósito de definir un esquema de coordinación en base a las atribuciones legales de las dependencias gubernamentales, Mendoza (2017) llevó a cabo un análisis del marco legal imperante para el establecimiento e implementación de un Sistema de Detección Temprana Respuesta Rápida (DTRR) y ante alertas de especies exóticas invasoras (EEI). En el cual se mencionan numerosas dependencias implicadas en la RR para el manejo de las EEI. Con base en este análisis, y en la revisión del marco regulatorio del Gobierno de Baja California, se definieron las dependencias que deberán atender este problema y se muestran a continuación:

#### SEMARNAT

- CONANP
- PROFEPA
- CONAGUA
- IMTA
- INECC



## SAGARPA<sup>1</sup>

- CONAPESCA
- INAPESCA
- SENASICA

## CONABIO

### Gobierno de Baja California

- Secretaría de Protección al Ambiente (SPA), Dirección de Planeación/ Política Ambiental, Coordinación Jurídica, Departamento Administrativo, Dirección de Comunicaciones.
- Secretaría de Pesca y Acuicultura de Baja California (SEPESCA-BC), Unidad de Planeación e Inversión de la Sepesca BC, Unidad de Comunicación, Dirección Administrativa.
- Secretaría de Salud de Baja California (SS-BC), Instituto de Servicio de Salud Pública.
- Secretaría de Educación y Bienestar Social de Baja California (SEBS-BC).
- Secretaría de Desarrollo Social. Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia del Estado de BC (DIF).
- Coordinación Estatal de Protección Civil de Baja California (CEPC-BC).
- Coordinación General de Comunicación Social del Gobierno del Estado de Baja California (CGCS-BC).
- Secretaría General del Gobierno de Baja California (SGG-BC).

### Gobiernos Municipales de Tijuana y Tecate

- Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT).
- Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tecate (CESPTE).
- Universidad Autónoma de Baja California (UABC)

---

<sup>1</sup> La inclusión de CONAPESCA e INAPESCA se justifica por que, aunque las presas “El Carrizo y “Abelardo L. Rodríguez” están bajo el orden jurisdiccional de la CONAGUA, estas presas son utilizadas para pesca deportiva, por lo que aplica la ley y el reglamento de la LGPAS

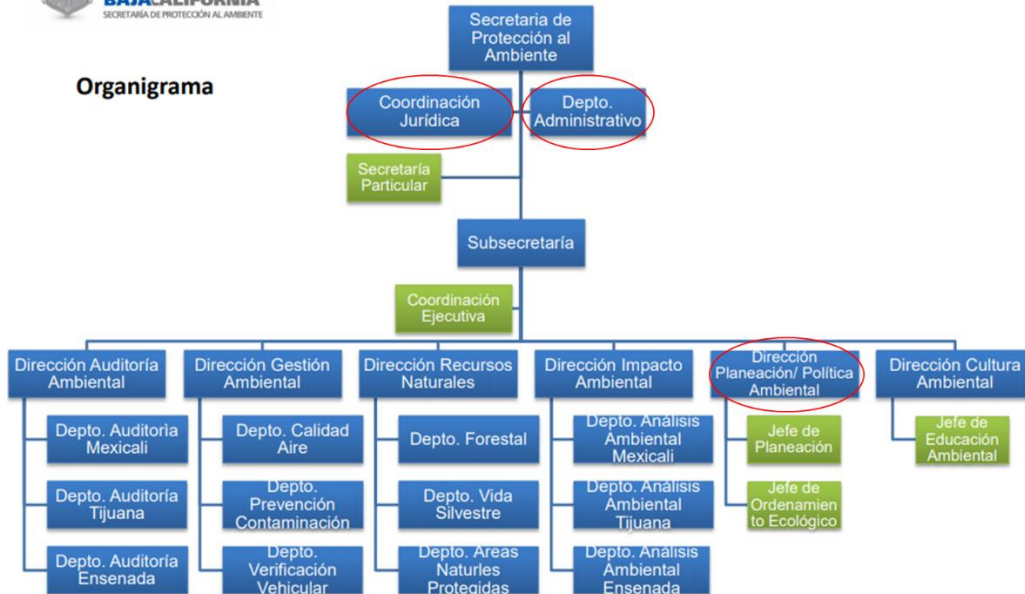
- Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE).

A continuación, se muestran los organigramas de las dependencias del Gobierno de Baja California en donde se destacan las dependencias antes mencionadas, así como los organigramas de la SPA y la SEPESCA-BC, en los que se indican las unidades administrativas que podrían participar en la estructura del SCI para la respuesta en la entidad federativa.

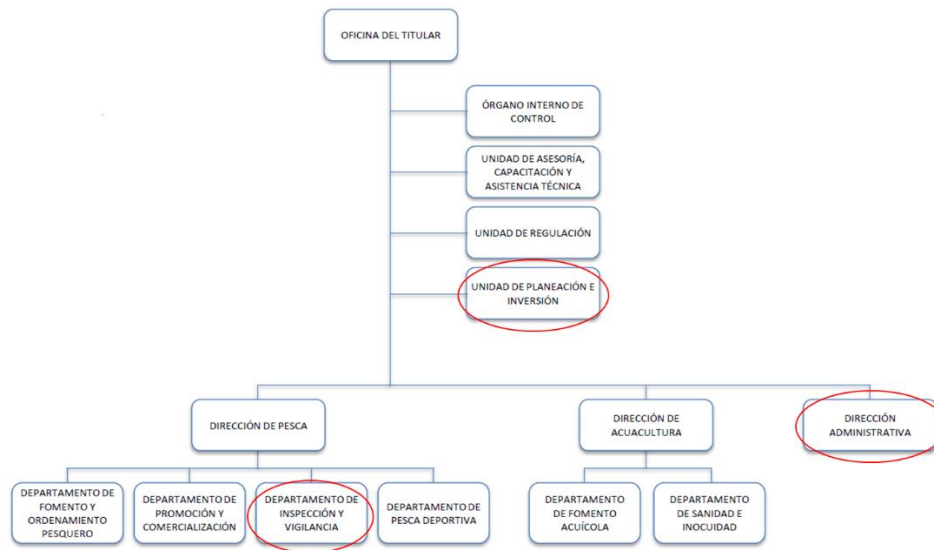


## Secretaría de Protección al Ambiente

### Organigrama



## Estructura Organizacional



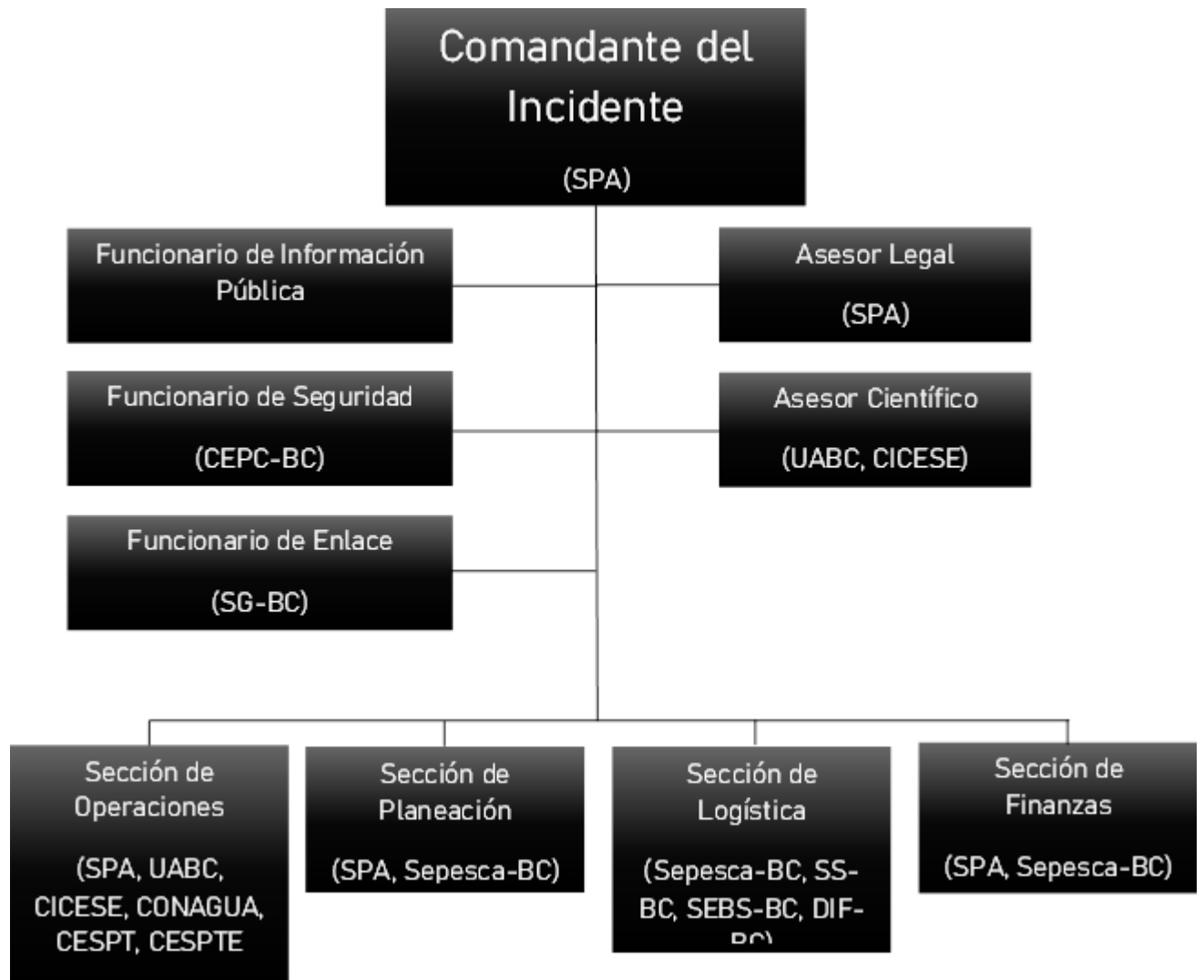
En la actualidad aún no existe ningún marco legal para articular un sistema de respuesta rápida, no obstante, las leyes y reglamentos de las diferentes dependencias de la APF, del Gobierno de BC y de los gobiernos municipales permitirían que éstas se pudieran coordinar para actuar bajo un esquema de SCI.

### **Constitución del Comando**

Para fines de ejecutar la RR se sugiere que la SPA constituya lo antes posible un grupo multidisciplinario de especies invasoras en el que participen otras dependencias con atribuciones sobre el incidente (Sepesca BC), así como instituciones académicas (UABC, CICESE).

- **Comandante del Incidente.** - La dependencia local con mayores atribuciones legales directas relacionadas con el incidente de los mejillones dreisénidos es la SPA. Por lo que lo más conveniente sería que el Comandante del Incidente surgiera de esta secretaría.
- **Sección de Operaciones.** - La SPA estaría a cargo igualmente de esta sección y podría constituir equipos de trabajo especializados para el control de los mejillones. Estos equipos deberán estar constituidos por gente con experiencia en la biología de los mejillones, así como en métodos químicos y físicos de control y erradicación (UABC y CICESE). La participación de las autoridades ambientales en esta sección facilitaría en gran medida la concesión de permisos para ejercer los métodos de control en el cuerpo de agua infestado. Igualmente se requiere gente que tenga conocimiento del área (presas o cuerpos de agua naturales) y atribuciones legales para establecer cuarentena y control de acceso del sitio invadido (SPA, CONAGUA, CESPT, CESPT), así como el establecimiento de sitios de control e inspección de botes de pesca o recreativos que hayan estado en el área (Sepesca BC).
- **Sección de Planeación.** - Esta sección podría quedar a cargo de la Dirección de Planeación/ Política Ambiental de la SPA, así como de la Unidad de Planeación e Inversión de la Sepesca BC.

- **Sección de Logística.** - Esta sección podría estar integrada por Unidad de Comunicación de la Sepesca BC, el Instituto de Servicio de Salud Pública de la Secretaría de Salud de Baja California, la Secretaría de Educación y Bienestar Social y por Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia del Estado de Baja California. Estos organismos se podrán encargar del plan de comunicaciones y de la provisión de servicios médicos, en caso de requerirse, así como de albergue y alimentación para el personal que interviene en la RR.
- **Sección de Finanzas y Administración.** - Esta sección estaría constituida por el Departamento Administrativo de la SPA, Dirección Administrativa de la Sepesca BC.
- **Funcionario de Información Pública.** Podría participar el personal de la Coordinación General de Comunicación Social del Gobierno del Estado de Baja California.
- **Funcionario de Seguridad.**- En este caso lo más viable sería integrar al personal de la Coordinación Estatal de Protección Civil de Baja California.
- **Funcionario de Enlace.**- Podría participar el personal de la Secretaría General del Gobierno de Baja California.
- **Asesor Legal.**- Coordinación Jurídica de la Secretaría de Protección al Ambiente de BC.
- **Asesor Científico.**- Personal de la Facultad de Ciencias de la UABC y del Laboratorio de Bioquímica y Ecología del Zooplancton Marino del Departamento de Ecología Marina de CICESE.



## *2.14 Atribuciones legales de las principales dependencias gubernamentales que participan en el sistema de comando de incidentes a nivel estatal*

**Atribuciones legales de la Secretaría de Protección al Ambiente de acuerdo con la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Baja California (LOAP-BC), la Ley de Protección al Ambiente para el Estado de Baja California (LPA-BC) y la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Estado de B.C. (LPGIR-BC).**

En el ámbito local, está dentro de las atribuciones legales de la SPA BC prevenir y controlar las emergencias ecológicas y contingencias ambientales cuando la magnitud o repercusiones así lo requieran (**Artículo 39, IV LOAP-BC**), lo que la facultaría para actuar en casos de programas de control y erradicación de especies invasoras. A esto se debe añadir que debe participar conforme a las políticas y programas de protección civil, en las contingencias ambientales y emergencias ecológicas, cuando se afecten zonas de dos o más municipios de la entidad, o bien cuando por su magnitud o repercusiones así se requiera (**Artículo 8, XV LPA-BC**). A este respecto el **Artículo 2, X LPA-BC** establece que una contingencia ambiental se define como una situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas, declarada por las autoridades competentes cuando se presenta o se prevé con base en objetivos o en el monitoreo de la contaminación ambiental. De aquí que a la SPA le corresponda participar ya que por mandato (**Artículo 1, V y VI y Artículo 8, IV LPA-BC**), es su obligación aplicar los instrumentos de política ambiental previstos en la Ley de Protección al Ambiente para el Estado de Baja California, para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente en bienes y zonas de su jurisdicción, así como prevenir el deterioro ambiental y de la vida silvestre, y establecer, regular y administrar las áreas naturales protegidas de competencia del Estado, así como manejar y vigilar las que se asuman por convenio con la Federación.



Tiene además la facultad de administrar los recursos destinados a la investigación sobre ecología y el medio ambiente que para dicho efecto destine el Gobierno del Estado con el propósito de ampliar el conocimiento científico sobre los problemas ambientales (**Artículo 39, IX LOAP-BC**) y promover la creación de un fondo y establecer convenios mediante los cuales se obtengan recursos materiales y económicos para la investigación científica y tecnológica de aquellos asuntos que en materia ambiental se consideren de interés para el Estado, en coordinación con las autoridades y dependencias correspondientes (**Artículos 8, VI y IX LPA-BC**), lo cual podría ser aprovechado para la realización de análisis de idoneidad ambiental, para de esta manera priorizar los cuerpos de agua susceptibles a ser invadidos, lo que facilitaría su monitoreo.

Por otra parte, está facultada para realizar proyectos específicos de información y educación ecológica, de alcance general en la entidad o de interés del Estado (**Artículo 16, IV LPA-BC y Artículo 39, XI LOAP-BC**), así como para promover y realizar acciones relacionadas con la protección, preservación y restauración del ambiente, entre los diferentes sectores de la comunidad y promover la participación de la sociedad en materia ambiental (**Artículo 8, XXII y XXIII LPA-BC**), lo que se podría aprovechar para la creación de capacidades para el monitoreo y la erradicación de los mejillones, así como para involucrar a parte de la sociedad en las actividades de monitoreo, de la misma manera en que se realiza en los EE. UU, de acuerdo al **Artículo 1, XI LPA-BC**. A este respecto, se debería promover en lo inmediato la aplicación del **Artículo 61, V LPA-BC** que indica que las autoridades ambientales estatales y municipales, en el ámbito de su competencia, así como las instituciones que integran el sistema educativo estatal, en su caso, promoverán la formación de especialistas, la investigación y el desarrollo tecnológico en materia ambiental, que permita prevenir, controlar y abatir la contaminación, propiciar el aprovechamiento sustentable de los recursos y proteger los ecosistemas, para que se formen especialistas de alto nivel en el área de especies invasoras.

La regulación del monitoreo está implícita en el **Artículo 8 XXIV LPA-BC** que faculta a la SPA BC para realizar visitas de inspección y vigilancia y al **Artículo 8 XXVII** que pone fin a este procedimiento.

Un aspecto importante y que contribuiría a facilitar la formación del Comando es que en sus atribuciones está la celebración de convenios con instituciones de educación superior, centros de investigación, instituciones privadas o públicas, investigadores y especialistas en la materia para promover y realizar programas para el desarrollo de técnicas y procedimientos que permitan prevenir, controlar y abatir la deterioración ambiental, propiciar el aprovechamiento racional de los recursos y la conservación de los ecosistemas (**Artículos 8, XIX LPA-BC y 39, XVIII LOAP-BC**), lo que garantizaría el desarrollo de técnicas apropiadas para la identificación precisa de los mejillones, la priorización de los cuerpos de agua para su monitoreo y la correcta elección de métodos de control para los diferentes lugares susceptibles de ser invadidos. Igualmente, aseguraría la participación de los asesores científicos dentro del Comando. Cabe mencionar que las actividades de investigación, desarrollo, incorporación y utilización de mecanismos, equipos y tecnologías que tengan por objeto evitar, reducir o controlar la contaminación o deterioro ambiental, así como el uso eficiente de energía y recursos naturales, se considerarán prioritarias, para efectos de la aplicación de instrumentos económicos (**Artículo 38, II LPA-BC**).

Una de las atribuciones de la SPA BC que podría resultar útil es la de aplicar las sanciones administrativas correspondientes por infracciones a la Ley y sus reglamentos (**Artículo 39, XXIII LOAP-BC, Artículo XXV LPA-BC**). De esta manera la ley podría aplicarse para la gente que no haya realizado la limpieza adecuada de sus botes al entrar o salir de los cuerpos de agua del estado. El dinero colectado de las sanciones se podría destinar a mantener un fondo de contingencia para el monitoreo y/o el control de los mejillones como lo sugiere el **Artículo 39, I LPA-BC**.

La SPA BC puede, además, de acuerdo con sus **Artículos 8, XX LPA-BC y 39, XXVI LOAP-BC**, promover la creación de normas ambientales estatales lo que podría facilitar la implementación del protocolo para la RR.

Conforme a su **Artículo 8, II LPA-BC**, corresponde a la Secretaría de Protección al Ambiente proponer, ejecutar y evaluar el Programa Estatal de Protección al Ambiente, lo que podría aprovecharse para introducir dentro de este programa los lineamientos para el establecimiento de medidas preventivas y el monitoreo continuo de los mejillones.

La SPA BC está facultada para promover convenios de coordinación administrativa con otros estados (**Artículos 1, VIII y 8, VII LPA-BC**) y participar en coordinación con la Federación, en asuntos que afecten el equilibrio ecológico o el ambiente de dos o más entidades federativas (**Artículo 8, XIII LPA-BC**), lo que facilitará las tareas de respuesta multijurisdiccionales incluyendo la creación de un Comando Unificado.

La integración y el funcionamiento del Comando se podría ver facilitada por su atribución de emitir recomendaciones a las autoridades federales, estatales y municipales, con el propósito de promover el cumplimiento de la legislación ambiental (**Artículo 8, XI LPA-BC**), y porque le corresponde coordinar la participación de las dependencias y entidades de la administración pública estatal en las acciones de cultura ambiental, de prevención y control del deterioro ambiental, preservación, protección y restauración del ambiente en el territorio del Estado, así como celebrar con éstas los acuerdos que sean necesarios con el propósito de dar cumplimiento a la Ley de Protección al Ambiente para el Estado de Baja California (**Artículo 8, XII LPA-BC**).

Ya que está dentro de las facultades de la SPA BC el otorgar y revocar permisos y licencias (**Artículo 8, XXI LPA-BC**), se podría aprovechar esta facultad para condicionar a los poseedores de botes para pesca o actividades recreativas a que tomen un pequeño curso en línea para tomar conciencia de la problemática de los mejillones y para aprender a limpiar de manera adecuada sus botes con el fin de que se les conceda permiso para introducir sus botes en los cuerpos de agua del estado, tal y como se realizó durante varios años en la iniciativa de Meridiano 100 en los EE. UU. Por otra parte, la misma SPA BC bajo este Artículo podría extender los permisos necesarios para ejecutar las medidas de control en los cuerpos de agua naturales y artificiales.

Se podría restringir el acceso a los sitios infestados para su control considerando el **Artículo 8 XXVI LPA-BC** que indica que al existir daños o presencia inminente de desequilibrio ecológico que afecte la salud pública o al ambiente, se pueden aplicar las medidas de seguridad previstas en esta Ley.

La SPA BC está facultada por el **Artículo 5 II LPGIR-BC** para establecer medidas de control, medidas correctivas y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y disposiciones que de ella emanen, así como para la imposición de las sanciones que correspondan, por las infracciones a esta Ley y su reglamento y en particular de prevenir la creación de tiraderos de residuos (mejillones) a cielo abierto (**Artículo 5 V LPGIR-BC**) (como se ha venido haciendo hasta el momento) y llevar a cabo un manejo adecuado y confinamiento de los residuos (en este caso mejillones que sean removidos mediante las actividades de control y erradicación) (**Artículo 5 VII LPGIR-BC**), lo que también está en línea con el **Artículo 1 VII LPA-BC** que trata sobre la prevención y control de la contaminación del aire, agua, atmósfera y suelo en las áreas que no sean competencia de la Federación.

#### **Atribuciones legales de la Secretaría de Pesca del Estado de Baja California conforme a la Ley de Pesca y Acuacultura Sustentable para el Estado de Baja California (LPAS-BC) y Reglamento Interno de la Secretaria de Pesca y Acuacultura de Baja California (RI-Sepesca-BC)**

Por obligación legal, la Sepesca BC deberá administrar los permisos para la realización de pesca deportivo-recreativa, así como la pesca en cuerpos de agua federales (**Artículo 13, I, III, LPAS-BC**), lo cual podría utilizarse para establecer el control del ingreso y egreso de los botes a los cuerpos de agua en donde se realicen actividades recreativas. Para esto se podría considerar el establecimiento de medidas similares a las tomadas en el Meridiano 100 para la prevención de la dispersión del mejillón al Oeste de los EE. UU.

Por otra parte, está en sus atribuciones el establecimiento de infracciones y sanciones correspondientes (**Artículo 3, XI, LPAS-BC**), lo cual permitiría sancionar a aquellos que incumplan con las normas y reglas que se establezcan sobre la revisión de botes. Las

sanciones que se deberán llevar acabo dependerán de la magnitud del delito, y pueden ir desde una amonestación o una multa, hasta la suspensión o revocación de los permisos y autorizaciones correspondientes (**Artículo 49, I, II, III, LPAS-BC**).

Adicionalmente, debido a sus facultades legales la Sepesca-BC podrá participar en la elaboración, formulación y ejecución de programas, planes, proyectos y en general en políticas de inspección y vigilancia pesquera (**Artículo 8, IX; Artículo 13, VI; Artículo 25, VII; Artículo 45, LPAS-BC**), lo que se podría aprovechar para establecer puntos de inspección y limpieza de botes en los cuales se revisaría que los propietarios hubieran cumplido con las medidas preventivas adecuadas para evitar la dispersión de los mejillones (**Artículo 8, XVII, y Artículo 19, II RISepesca-BC**).

Para el establecimiento de los puntos de control, la Sepesca-BC cuenta con un departamento dedicado especialmente a este tipo de trabajo, el Departamento de Inspección y Vigilancia (**Artículo 16, a RISepesca-BC**). Este departamento cuenta con las atribuciones necesarias para participar en la instalación de puntos de control, verificación e inspección en cualquier punto físico del estado (**Artículo 17, III RISepesca-BC**). Para este fin, el Departamento podrá coordinarse con autoridades de los diversos niveles de gobierno, con el fin de implementar operativos de inspección y vigilancia (**Artículo 17, IV RISepesca-BC**).

Por otra parte, le corresponde a la Sepesca-BC regular y garantizar la conservación, preservación y el control de los recursos pesqueros en el estado de Baja California, así como también la de coordinar acciones para la conservación de las obras de infraestructura pesquera (**Artículo 11, IV, LPAS-BC y Artículo 8, II y V RISepesca-BC**), por lo que la ley les obliga a asumir un papel clave dentro del control de aquellos organismos que pudieran afectar los recursos y bienes antes mencionados. Adicionalmente, deberán participar con las dependencias competentes de la Administración Pública Federal en la determinación de especies acuáticas sujetas a la protección especial, amenazadas o en peligro de extinción (**Artículo 29, III, LPAS-BC**), lo podría contribuir a la identificación de aquellos organismos

que requieran medidas especiales de conservación (uniónidos) antes de realizar cualquier método de control.

En el aspecto sanitario, la Sepesca-BC podrá participar en la medida de su competencia en la integración de las normas oficiales con relación a campañas sanitarias, entendidas como el conjunto de medidas para prevenir, controlar o erradicar enfermedades de las especies acuáticas vivas en un área o zona determinada (**Artículo 41, I, LPAS-BC y Artículo 8, VI RISepesca-BC**), lo que les da autoridad de establecer áreas en cuarentena, siendo una medida basada en el aislamiento, observación y restricción de la movilización de especies acuáticas vivas (**Artículo 41, II, LPAS-BC**). Estas medidas regulatorias son relevantes debido a la cantidad de patógenos y parásitos que pueden encontrarse en los mejillones.

Otra atribución destacada de la Sepesca-BC es la de apoyar y facilitar la investigación científica y tecnológica en materia de pesca, así como el fomento de la investigación aplicada en los centros de investigación (**Artículo 3, III LPAS-BC; Artículo 8, IX y Artículo 20, VI RI Sepesca-BC**). Esto podría conllevar al trabajo en conjunto con la SPA para dirigir esfuerzos en materia de especies invasoras.

Adicionalmente, la Sepesca-BC tiene por mandato la promoción, planeación, desarrollo, instalación, conservación, preservación y aprovechamiento de las instalaciones acuícolas en el estado de Baja California (**Artículo 21, V y Artículo 24, V RISepesca-BC**), de tal manera que puede establecer las medidas de prevención necesarias contra organismos que pongan en riesgo la producción y la infraestructura acuícola. Además, ya que deberá coordinarse con las instituciones competentes del gobierno, para la realización de visitas de inspección y vigilancia para revisar que se estén cumpliendo los requerimientos mínimos de prevención (**Artículo 21, XII RISepesca-BC**), se podría aprovechar esta medida regulatoria para constatar la ausencia de mejillones en las instalaciones de las operaciones acuícolas.

#### **Atribuciones legales de la Secretaría de Educación y Bienestar Social de Baja California conforme a la Ley de Educación del Estado de Baja California (LE-BC).**

Uno de los principales atributos de la LE-BC es el respaldo legal que otorga a la SEBS-BC para promover permanentemente la investigación científica y tecnológica (**Artículo 16, V y**

**16BIS, X LE-BC, Artículo 41**), y específicamente fomentar y encausar el desarrollo y la aplicación del avance científico y tecnológico de acuerdo con las necesidades del crecimiento económico y social de la entidad, propiciando el uso racional de los recursos naturales a fin de preservar el equilibrio ecológico, promoviendo entre los individuos el cuidado, rehabilitación y mantenimiento del medio ambiente y la naturaleza (**Artículo 14, XII LE-BC**). Lo cual se puede aprovechar para el fomento de la investigación por parte de las universidades y centros de investigación regionales en torno al monitoreo y erradicación de los mejillones.

De la misma manera se puede aprovechar la vocación de la SEBS-BC para la creación de capacidades para el monitoreo y la erradicación de los mejillones, así como para involucrar a parte de la sociedad en las actividades de monitoreo considerando que en sus atribuciones está el inculcar los conceptos y principios fundamentales de la ciencia ambiental, el desarrollo sustentable, la prevención del cambio climático, así como de la valoración de la protección y conservación del medio ambiente como elementos esenciales para el desenvolvimiento armónico e integral del individuo y la sociedad. Adicionalmente, queda estipulado que la educación brindada fomentará el entendimiento de los problemas ambientales, así como las medidas para prevenirlos y solucionarlos (**Artículo 14, XVIII LE-BC, Artículo 15, XX LE-BC, Artículo 41, VI LE-BC**). Igualmente, se puede aprovechar la facultad de la LE-BC para impulsar programas y prácticas en materia de respeto y cuidado del medio ambiente en general (**Artículo 46, III LE-BC**), así como en vinculación con empresas prestadoras de servicios turísticos (**Artículo 30BIS, III LE-BC**), con lo que se podrían promover campañas para la limpieza de los botes en los cuerpos de agua con actividades recreativas, y se podría hacer difusión del problema de los mejillones por medio de revistas y folletos para la población en general (**Artículo 49 LE-BC**).

Finalmente, también se podría aprovechar la atribución para disponer el uso temporal de los planteles educativos oficiales para albergue de la población, cuando por razón de siniestros naturales u otro tipo de contingencias sean requeridos (**Artículo 15, XVI LE-BC**).

Por otra parte, Mendoza (2017) llevó a cabo un análisis de las leyes vigentes para definir un esquema de coordinación en base a las atribuciones legales de las dependencias gubernamentales a nivel federal para responder ante alertas de especies exóticas invasoras acuáticas y en el Anexo A se presenta un resumen de los artículos de estas leyes que aplicarían para sustento legal para la puesta en marcha del protocolo de Respuesta Rápida para los mejillones dreisénidos.

Así, de acuerdo con las distintas áreas de regulación, ante una alerta de la presencia de individuos de mejillones dreisénidos se debería proceder de la siguiente manera:

Uno de los aspectos fundamentales para detonar un protocolo de RR es la disposición de fondos para ejecutar el Plan de Acción.

### *2.15 Papel de los diferentes organismos dentro del protocolo de Respuesta Rápida*

#### **Fondo de contingencia**

A nivel federal el fondo de contingencia para el monitoreo y el inicio del protocolo de RR y se podría establecer a partir del dinero colectado producto de ingresos de permisos, autorizaciones y licencias como lo establece la LGEEPA, igualmente la Ley General de Cambio Climático señala la existencia de recursos para la conservación y biodiversidad, mientras que la Ley General de Protección Civil promueve la constitución de fondos de las entidades federativas para la prevención y atención de emergencias y desastres de origen natural. A nivel local el fondo podría surgir de las sanciones administrativas impuestas por la SPA, así como por la venta de bienes por decomisos o expropiaciones. Por otra parte, existe un fondo para desastres naturales (FONDEN) que administra la Secretaría General del Gobierno del estado de Baja California que eventualmente se podría canalizar para este propósito. De igual manera, se podría aprovechar el Fideicomiso Fondo Mixto Conacyt del Estado de Baja California para financiar las investigaciones necesarias para el control del mejillón.



### **Creación de capacidades**

Inicialmente, un aspecto fundamental para la acción conjunta del personal de las distintas dependencias en un protocolo de Respuesta Rápida es la creación de capacidades en SCI y sobre este aspecto juega un papel muy importante SEMARNAT, porque a través de la LGEEPA la STPS tiene la facultad de capacitar a la gente para hacer frente a la problemática ambiental. De la misma manera nivel local la SPA-BC por las atribuciones que le confiere la LPA-BC y la SEBS-BC por las de la LE-BC están facultadas para este propósito.

### **Descubrimiento de la especie**

El siguiente paso involucraría el descubrimiento de la especie. Esta acción sería el resultado de acciones de monitoreo, inspección y vigilancia, en cuyo caso podría ser cualquiera de las dependencias con atribuciones sobre estas actividades. Aquí, es pertinente remarcar que estos programas de monitoreo tuvieron lugar previa autorización legal, por lo que el Asesor legal es parte fundamental desde el inicio de la respuesta. Estas podrían ser distintas dependencias de SEMARNAT por lo especificado en la LGEEPA y LGVS, en particular la CONANP por las atribuciones del Reglamento Interior SEMARNAT – CONANP, SENASICA por las atribuciones de la LFSA, CONAPESCA-INAPESCA por las atribuciones de la LGPAS y el reglamento de la Ley de Pesca, e incluso Protección Civil por las atribuciones de la LGPC. Adicionalmente, el Reglamento de la Ley de Pesca menciona la distribución de los fondos provenientes de multas, ventas directas y remates para inspección y vigilancia en materia pesquera. A nivel local estas actividades estarían cubiertas por la SPA de acuerdo con la LPA-BC, la Sepesca-BC en función con lo estipulado en la LPAS-BC y el RI-Sepesca-BC. Por otra parte, no se debe perder de vista que se puede crear un fondo económico para investigación que se podría canalizar para los estudios de idoneidad ambiental lo que contribuiría a facilitar las labores de monitoreo de los cuerpos de agua de la región de acuerdo con la LOAP-BC, la LPA-BC y la LE-BC.

En este punto CONABIO, a través de su red de expertos, y los Asesores científicos locales (UABC y CICESE) podrían contribuir con la correcta identificación de la especie. En este caso

se tendría que notificar de inmediato a la SPA para que iniciara una alerta con el apoyo de otras dependencias.

### **Alerta**

Sobre esta acción en particular, podrían participar el INECC por sus atribuciones de acuerdo con la Ley General CC, y SENASICA por medio de un convenio con la SEMARNAT, principalmente por las atribuciones legales y los sistemas de alerta nacionales que ya tienen establecidos. Un papel activo en este punto lo jugarían las estructuras de colaboración ya existentes entre PROFEPA y SENASICA a las cuales debería sumarse la DG de Vida Silvestre, de SEMARNAT, y la CONABIO. Otra posibilidad es la creación de un sistema de alerta a nivel estatal auspiciado por una norma que podría ser emitida por la SPA e incluida en el Programa Estatal de Protección al Ambiente. Además, la SPA está facultada para promover convenios de coordinación administrativa con otros estados y participar en coordinación con la Federación, en asuntos que afecten el equilibrio ecológico o el ambiente, por lo que se podría recurrir a la elaboración de un convenio con SENASICA para este propósito.

### **Plan de acción**

El presente Plan de Acción debería ser revisado y discutido por el personal de INAPESCA, SENASICA, IMTA y, la SPA y Sepesca de Baja California, ya que la LGPAS, el Reglamento de la Ley de Pesca, el Estatuto Orgánico INAPESCA, la LPA-BC y la LPAS-BC les confieren facultades de investigación.

### **Respuesta rápida**

Primero tendrían que participar todas aquellas dependencias que por sus reglamentos estén facultadas para hacerlo, que básicamente son la mayor parte de las secretarías, aunque tienen mayor responsabilidad aquellas dependencias pertenecientes a SEMARNAT, así como INECC y CONABIO, ya que la política ambiental es su prioridad y las primeras dos instituciones por su facultad para poder aplicar instrumentos legales (LGEEPA, LGVS y Ley

General de CC), mientras que la función principal de CONABIO consistiría en proveer información relevante. De hecho, a las dependencias de SEMARNAT les correspondería actuar primordialmente en el caso de especies invasoras de vida silvestre que se llegaran a encontrar en territorio nacional.

Por otra parte, por el daño potencial que representa para las especies comerciales podrían participar igualmente las dependencias pertenecientes a SAGARPA (CONAPESCA, INAPESCA, SENASICA), ya que, de acuerdo con lo especificado en la LGPAS y la LFSA, sobre ellos recae la regulación para vigilar que se lleven a cabo de manera responsable y sustentable las actividades productivas.

Si la EEI detectada pudiera afectar a especies nativas de vida silvestre las entidades directamente responsables serían las dependencias de la SEMARNAT y si la EEI detectada afectara a especies nativas de peces comerciales las entidades directamente responsables serían las dependencias de la SAGARPA, sin embargo, esto no exime la participación de dependencias de otras secretarías apelando a su compromiso tácito con la biodiversidad.

En todos estos casos, SENASICA puede jugar un papel fundamental gracias a sus exitosos sistemas de alerta temprana y respuesta rápida. Para ello sería necesaria una modificación reglamentaria que les facultara a actuar, también, en la regulación de la entrada de nuevas EEI que no necesariamente afecten a especies comerciales de fauna y flora.

A nivel local, correspondería sin duda a la SPA primeramente y a la Sepesca en segundo lugar el inicio de la Respuesta Rápida como quedó señalado en el organigrama del Sistema de Comando de Incidentes.

Para este momento, el Asesor legal debería haber tramitado todos los permisos necesarios para realizar el control en el área en donde se localizaron los mejillones. Igualmente, se habilitaría la participación del Oficial de comunicaciones para que emitiera un comunicado a los medios.

## **Mobilización**

Como parte de las acciones conjuntas de movilización, podrían participar PROFEPA y otras dependencias de SEMARNAT de acuerdo con la LGEEPA, Reglamento de LGVS, Reglamento interior SEMARNAT-PROFEPA, también el INECC por la Ley General de Cambio Climático, INAPESCA por la LGPAS, el Estatuto Orgánico INAPESCA y SENASICA por LFSA y el Reglamento SENASICA, Protección Civil por la LGPC, etc. Mientras que a nivel local la responsabilidad sería de la SPA por la LPA-BC y la Sepesca por la LPAS-BC, que les otorgan facultades para coordinarse con dependencias gubernamentales locales y federales.

## **Aplicación de medidas de contención, control o erradicación**

Para aplicar las medidas de contención, control o erradicación están facultadas las dependencias de SEMARNAT por su reglamento interior, la LEGEEPA y por la LGVS y su reglamento), INECC por la Ley General CC, SEMAR (por el reglamento interior de la Secretaría de Marina), SAGARPA (SENASICA por su reglamento, CONAPESCA-INAPESCA por la LGPAS, el reglamento de la Ley de Pesca, el estatuto orgánico del INAPESCA y por LFSA y su reglamento) y Protección Civil (por la LGPC y su reglamento) y la SEDENA (por su Reglamento Interior y la LOEFAM). A nivel local estaría facultada principalmente la SPA por sus atribuciones legales prevenir y controlar las emergencias ecológicas y contingencias ambientales cuando la magnitud o repercusiones así lo requieran y la Sepesca por la facultad de poder establecer medidas cuarentenarias y cercos sanitarios. De esta manera se restringiría el acceso al cuerpo de agua infestado para que iniciaran las labores de control.

## **Acciones transjurisdiccionales**

Ya que se pueden presentar problemas legales por la dispersión transjurisdiccional de la especie en cuestión, podrían participar SEMARNAT, Protección Civil y la SPA ya que están facultadas por la ley para este fin, así como la SPA que a nivel local tiene esas atribuciones

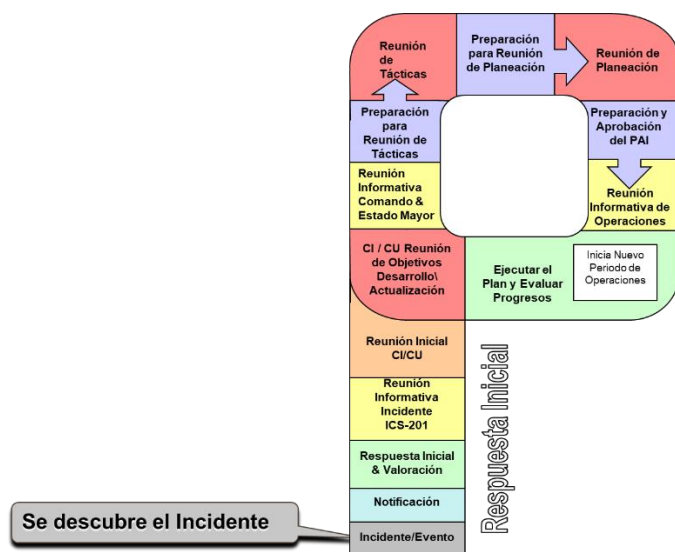
## Participación Social

Finalmente, si en el dispositivo se requiere la participación de la sociedad, entonces está facultada SEMARNAT (por la LGEEPA y la LGVS) para promover la participación corresponsable de la sociedad. Mientras que a nivel local tienen esas atribuciones, la SPA y la SEBS (por la LPA-BC y la LE-BC).

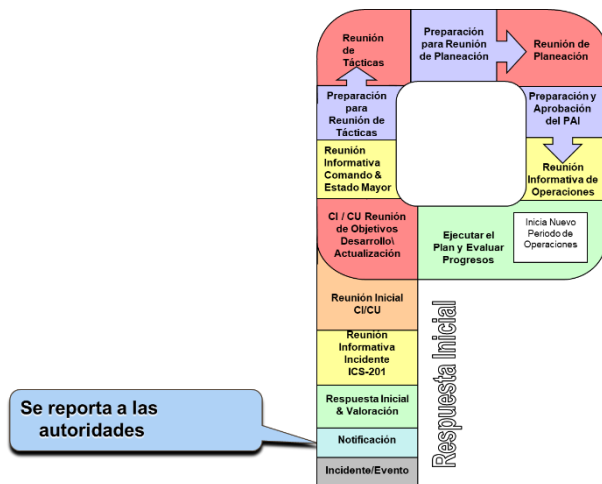
Bajo estas consideraciones legales el Plan de Acción se ejecutaría de la siguiente manera considerando el SCI:

### 1.- Incidente

El descubrimiento de moluscos que posiblemente sean mejillones quagga o cebra inicia la planeación operacional “P”.



### 2.- Notificación



**Quién:** Cualquier persona que aviste un mejillón quagga o cebra en Baja California (e.g. usuarios de botes, pescadores, usuarios recreacionales, etc.)

**Qué:** Contactar a las autoridades locales, estatales o federales para reportar el avistamiento de un mejillón quagga o cebra

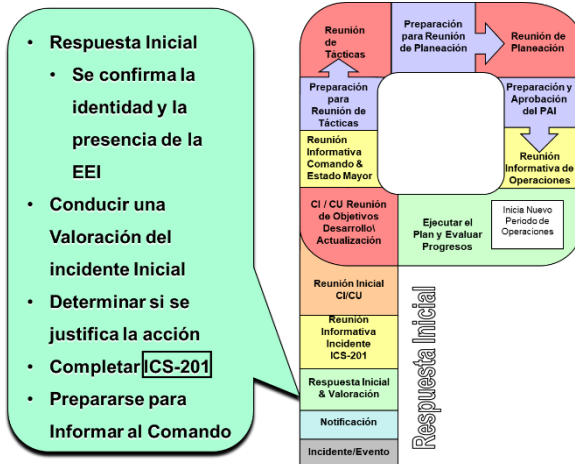
**Cómo:** Acudiendo a las autoridades locales

de SPA o completando un formulario de avistamiento y mandarlo a el Grupo de Especies Invasoras de la CONABIO o de la CONANP.

Al recibir el informe, los funcionarios de las dependencias anteriores se comunicarán con la SPA.

### 3.- Respuesta y Evaluación Inicial

#### Respuesta



**Quién:** El Grupo de Especies Invasoras de la SPA de BC (GEI-SPA)

**Qué:** Recibe el informe de la presencia potencial de mejillones dreisénidos en BC y contacta a los expertos apropiados para identificar positivamente los especímenes

**Cómo:** Los especímenes y o fotografías se mandan a expertos y a laboratorios (los laboratorios del Departamento de Alimentos y

Agricultura de Sacramento, al de la Bahía de Bodega de UC Davis, al de la Facultad de Ciencias Biológicas de a UABC y al de Bioquímica y Ecología de Zooplancton de CICESE).

## Evaluación inicial

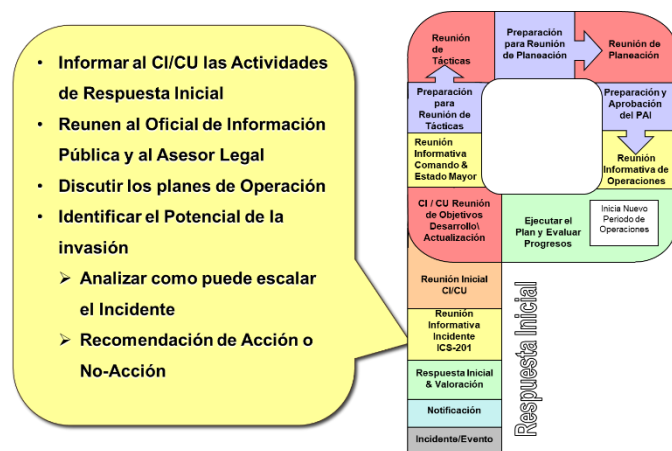
**Quién:** GEI-SPA

**Qué:** Confirmar el avistamiento de los mejillones, su ubicación exacta, extensión geográfica, y evaluar si se justifica una acción

**Cómo:**

- Entrevistar a la persona que informó de presencia de los mejillones
- Visitar el sitio. (Contactar al Propietario para la autorización de acceso al sitio en caso de ser necesario o trabajar con el Departamento Legal de la SPA y Gobierno de BC para obtener los permisos de acceso necesarios)
- Llevar a cabo un muestreo
- Llevar a cabo la identificación visual y taxonómica completa
- Identificar las etapas del ciclo de vida
- Calcular la extensión de la invasión
- Registrar la información el Reporte de Avistamiento
- Determinar si la especie es un "incidente" en lugar de un potencial "problema"
- Evaluar si se justifica una acción

## 4.- Informe sobre el Incidente



**Quién:** GEI-SPA

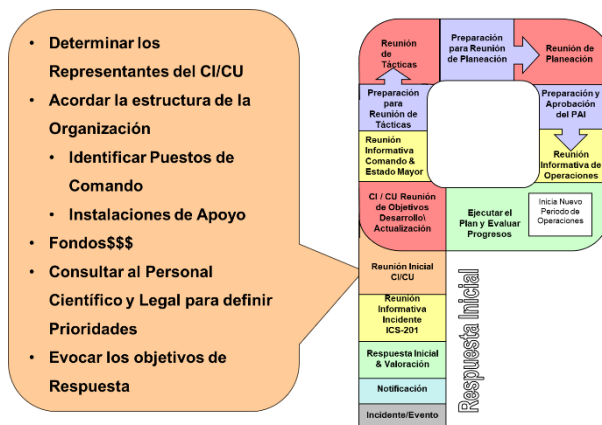
**Qué:** Notifica al Secretario de la SPA, Director de Comunicaciones SPA, Unidad de Comunicaciones de Sepesca-BC y la Coordinación Social de Comunicaciones del Gobierno de BC, y al Director legal del SPA sobre la presencia de la EEI y sobre los posibles próximos pasos que se tomarán

**Cómo:** A través del informe escrito del incidente

El Informe incluirá información tal como:

- Nombre del Incidente
- Situación actual (Mapa/boceto)
- Objetivos de la respuesta inicial
- Las medidas que se están tomando en ese momento
- Acciones planeadas (recomendación de "Acción", "No Acción ", o una "Evaluación adicional para acción potencial"
- Los nombres del personal que participa
- Recursos en uso
- Recursos necesarios

## 5.- Reunión Inicial del Comando Unificado



**Quién:** El Secretario de GEI-SPA como Comandante del Incidente o su designado y el personal de apoyo científico y legal clave o asesores a quienes el Secretario identifica

**Qué:** Establecer curso de la acción

**Cómo:** Identificar quién (si se requiriera) debería estar en el Comando Unificado

- Determinar las prioridades para el incidente.

Las prioridades pueden incluir:

- Evitar daños ecológicos
- Proteger la salud humana
- Mantener el valor económico
- Reducir el riesgo de propagación

- Determinar los objetivos de respuesta al incidente.

Los objetivos deben ser alcanzables, medibles y flexibles.

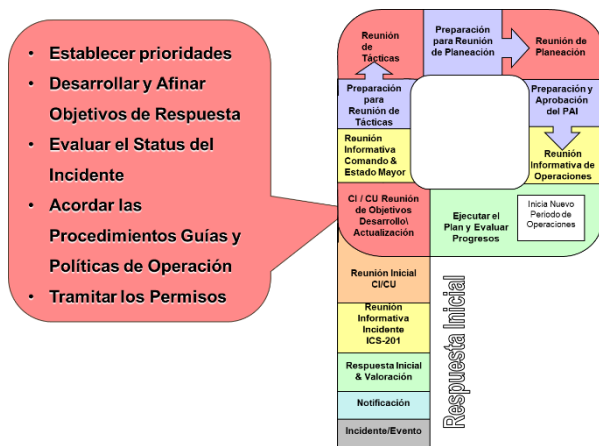
Los objetivos pueden incluir:

- Determinar la extensión de la invasión (es decir, a nivel local y regional, las fuentes de ingreso, el acceso al drenaje público, vías de propagación potencial).
- Determinar el origen de la invasión.



- Determinar si se requiere una acción legal.
  - Determinar el riesgo para el medio ambiente, la salud humana, la economía, etc.
  - Determinar los métodos de control y/o erradicación para minimizar el potencial de los impactos al medio ambiente, la salud y la economía.
  - Determinar el uso y los costos de los métodos de control/erradicación apropiados.
  - Contener o erradicar los mejillones en las zonas de infestación conocidas.
  - Distribuir información oportuna y mensajes coordinados a los usuarios, colegas locales, estatales y agencias federales afectadas por la infestación.
  - Realizar el monitoreo.
- Acordar la estructura organizacional básica
  - Ponerse de acuerdo sobre los individuos mejor calificados y aceptables para cubrir los puestos de Personal General (es decir, el Jefe de Sección de Operaciones, Jefe de la Sección de Planificación, Jefe de la Sección de Logística, Jefe de la Sección de Finanzas / Administración)
  - Ponerse de acuerdo sobre quién ocupará las posiciones del Personal de Comando (es decir, Asesor Legal, Asesor Científico, Oficial de Información Pública, Oficial de Enlace, Oficial Responsable de seguridad).
  - Identificar los mecanismos de financiación y acordar medidas para asegurar fondos para la respuesta.
  - Ponerse de acuerdo sobre los procedimientos de solicitud de recursos.

## **6.- Objetivos de la Reunión**



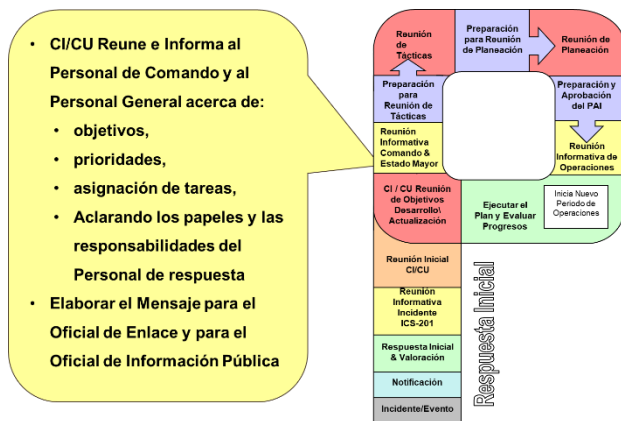
**Quién:** Comandante del Incidente / Comando Unificado

**Qué:** Evalúa el estado actual del incidente, las acciones que se van a tomar de inmediato, y cómo se van a lograr. Refina los objetivos (esbozados en el paso anterior) que impulsarán la respuesta al incidente para la siguiente fase.

**Cómo:** Determinar el tiempo que tomará la respuesta. Tener en cuenta la dinámica de las operaciones, los cambios en la situación del incidente, el clima u otros criterios

- Establecer una organización para ocuparse del incidente que sea capaz de hacer frente a los retos iniciales y a largo plazo para su mitigación.
- Considerar la necesidad de un Segundo Comandante del Incidente.
- Identificar y seleccionar las instalaciones de apoyo para el control de incidentes y / o los esfuerzos de erradicación (es decir, Puesto de Mando, Base, áreas de reagrupamiento).
- Asegurar la integridad de la escena y preservación de pruebas.
- Identificar las restricciones y limitaciones, que pueden incluir:
  - Situación medioambiental desafiante para el muestreo
  - Cuestiones jurisdiccionales o relativas a la autoridad legislativa
  - Financiación para cubrir todos los aspectos de la respuesta rápida
  - Disponibilidad de opciones de control
  - Aseguramiento de permisos (tiempo y autoridad)
  - Entrenamiento del personal
  - El acceso a la propiedad privada
  - Lagunas en el conocimiento de la biología de las especies
  - Incertidumbres ecológicas

## 7.-Reunión del Comandante del Incidente y Personal General



**Quién:** Los miembros, el Comandante de Incidentes, Comando Unificado y Personal General

**Qué:** Asegurarse de que el Comando de Incidentes y el Personal del Comando serán informados de la situación y los pasos siguientes.

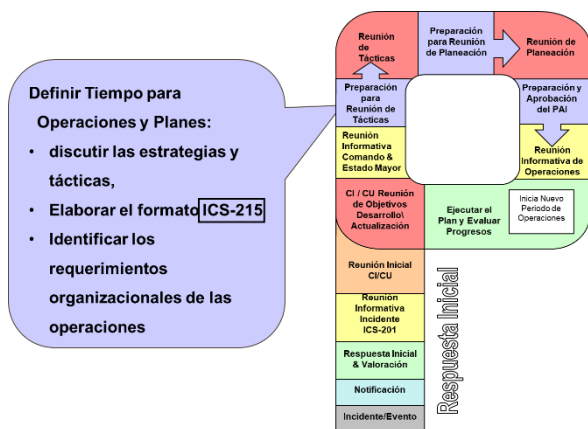
**Cómo:** Comandante del Incidente /

## Comando Unificado

Informarán de sus decisiones y objetivos para el próximo período de funcionamiento, prioridades, limitaciones / restricciones y expectativas.

- Revisar el estado de la situación
- Determinar el mensaje del Oficial de Enlace y del Oficial de Información Pública acerca de la distribución de los recursos locales, estatales y federales, los usuarios y los medios
- Si se utiliza Comando Unificado, determinar si se requiere Centro de Información Conjunta

## 8.-La preparación para la Reunión Táctica



**Quién:** Jefe de la Sección de Operaciones, Jefe de la Sección de Planificación, Asesor Legal, Asesor Científico.

**Qué:** Prepararse para la próxima Reunión táctica.

**Cómo:**

- Desarrollar proyectos de estrategias sobre cómo lograr cada objetivo.

- Detallar el equipo y el personal necesarios para implementar las estrategias.
- Confirmar quien tiene autoridad para suministrar los recursos.
- Identificar los objetivos que requerirán la aprobación legal

## 9.- Reunión Táctica



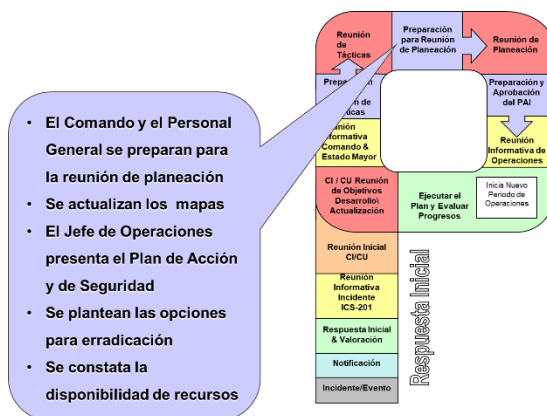
**Quiénes:** Jefe de la Sección de Planificación, Jefe de la Sección de Operaciones, Jefe de la Sección de Logística, Asesor Legal, Asesor Científico, Responsable de seguridad.

**Qué:** Organizar la manera en que se realizará la operación.

**Cómo:**

- Revisar las prioridades y objetivos.
- Revisar las prioridades y objetivos con el Jefe de la Sección de Planificación
- Considerar las limitaciones y restricciones del incidente.
- Determinar las medidas de control o erradicación a realizar (podría incluir control mecánico, o biocontrol)
- Dividir el trabajo de la Sección de Operaciones en unidades manejables (Divisiones, Grupos, etc.).
- Asignar tareas para cada unidad identificada.
- Enumerar los recursos necesarios para realizar el trabajo asignado

## 10.-Preparación para la reunión de Planificación



**Quiénes:** CI/CU, Comando y Personal del Comando, técnicos especialistas según sea necesario.

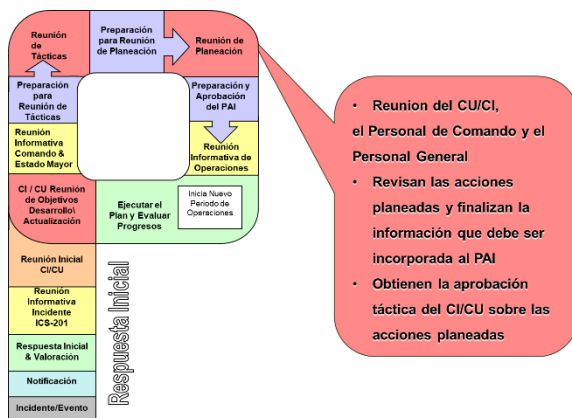
**Qué:** Prepararse para la Reunión de Planificación.

**Cómo:**

- Recopilar información actual del incidente (incluyendo las opciones posibles para el control / erradicación).
- Confirmar la disponibilidad de los recursos (por ejemplo, botes, molusquicidas, etc.).
- Verificar que la información que se ha presentado en la Reunión de Planificación sea precisa

## 11.-Reunión de Planeación

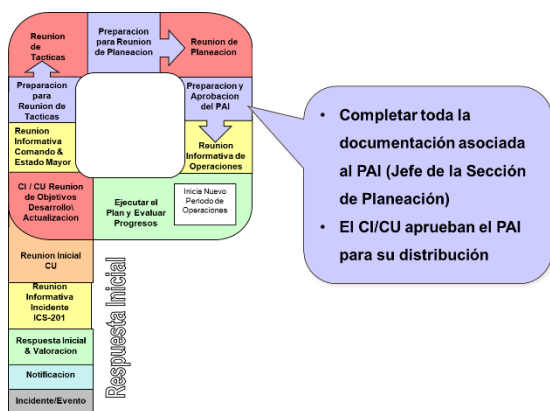
**Quién:** Los miembros de CI/CU, y Personal del Comando, técnicos especialistas según sea necesario.



**Qué:** Reunir a los participantes claves para ponerse de acuerdo sobre plan de acción propuesto

**Cómo:** Presentar plan táctico y producir un Plan de Acción del Incidente coordinado y sostenible en el que todos están de acuerdo y que pueden apoyar

## 12.- Preparación y aprobación del Plan de Acción del Incidente



**Quién:** Jefe de Sección de Planeación, Jefe de la Sección de Operaciones.

**Qué:** Reunir el Plan de Acción del Incidente para su aprobación final por parte del CI/CU.

**Cómo:** Completar las siguientes formas:

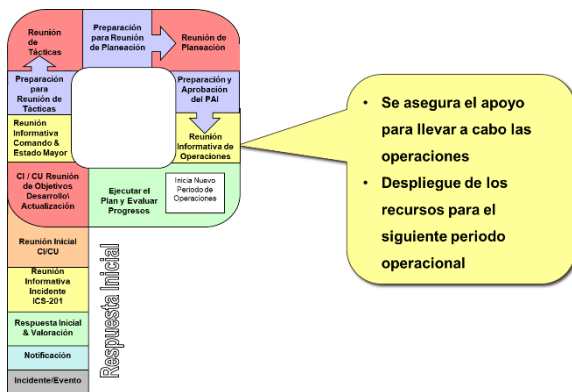
- **ICS-202**, Objetivos del incidente: El Jefe de la Sección de Planeación prepara el ICS-202, pero no establecerá los objetivos, ya que son

responsabilidad del CI / CU.

- **ICS-203**, Lista de organización y asignaciones: El Jefe de la Sección de Operaciones prepara el ICS-203, que enumera los nombres y cargos del equipo directivo.
- **ICS-204**, Lista de asignaciones: El ICS-204 contiene información sobre las operaciones y el trabajo que se llevará a cabo - esta información proviene directamente del Jefe de la Sección de Operaciones

## 13.- Reunión informativa de Operaciones

**Quién:** CI/CU, Personal de Comando, Personal General, Directores de Rama y División / Supervisores de Grupo, Gerentes de Área de reagrupamiento, Líderes de equipo de asalto y de Fuerza de Tarea y líderes de las unidades.



**Qué:** Reconocer que no todo el mundo ha estado presente en las reuniones anteriores; informar a los que van a llevar a cabo el Plan de Acción del Incidente para asegurarse de que todo el mundo entienda su papel.

**Cómo:** Cubrir las siguientes áreas:

- Situación actual
- Estrategia general y prioridades

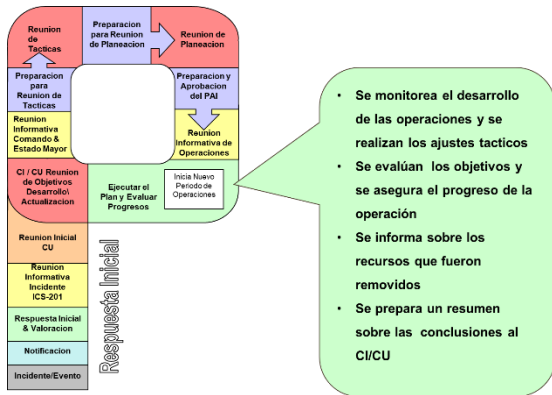
- Predicciones de corto y de largo alcance
- Seguridad y problemas relacionados con la seguridad
- Manera de reportar accidentes/lesiones
- Resultados y logros esperados
- Solicitud de recursos y reabastecimiento
- Cambios en el estado de recursos
- Asignación de tareas y recursos
- Cadena de mando
- Comunicación interna y externa
- Problemas de transporte
- Problemas de descontaminación
- Manera de reportar el tiempo y la ubicación
- Expectativas de desempeño
- Manera de reportar información sensible/crítica
- Actualización de logros de trabajo
- Reporte de cualquier cambio en las tácticas
- Técnicos especialistas asignados a las operaciones
- Instrucciones para reunión informativa

#### 14.- Ejecutar el plan y evaluar el progreso

**Quién:** Todo el equipo de SCI.

**Qué:** Llevar a cabo el Plan de Acción del Incidente y monitorear los resultados.

## Cómo:



• Seguir los pasos descritos en el Plan de Acción del Incidente que se preparó

• Ajustar los objetivos y las acciones según sea necesario.

• Monitorear los éxitos y fracasos de los objetivos preparados

El periodo de tiempo para los esfuerzos de control y erradicación de los mejillones dreisénidos puede

variar significativamente de acuerdo con varios factores, incluyendo: la extensión de la invasión, las particularidades del sitio infestado, las condiciones climáticas, etc. Al fin de cada periodo operacional el GEI-SPA debe evaluar el progreso y determinar si se requieren acciones adicionales. Si se requieren acciones adicionales el proceso de planeación del SCI deberá comenzar nuevamente. Al concluir la respuesta rápida se debe preparar un reporte final y un comunicado de prensa conteniendo las acciones y los logros alcanzados.

## REFERENCIAS

- Anderson, L. W.** 2005. California's reaction to *Caulerpa taxifolia*: a model for invasive species rapid response. *Biological Invasions*. 7 (6): 1003-1016.
- Bigley, G. A. & Roberts, K. H.** 2001. The incident command system: high reliability organizing for complex and volatile task environments. *Academy of Management Journal*. 44: 1281-1300.
- Briscoe, T.** 2017. Underwater sanctuary plan aims to preserve Lake Michigan shipwrecks off Wisconsin. Consultado en agosto del 2019 <https://www.chicagotribune.com/news/breaking/ct-lake-michigan-marine-sanctuary-shipwrecks-met-20170915-story.html>
- Bureau of Reclamation.** 2015. Impact of Sample Preservation on Detection of Invasive Mussels. Summer 2015. Bulletin 2015-13
- Burkle, F. M. & Hayden, R.** 2001. The concept of assisted management of large-scale disasters by horizontal organizations. *Prehospital and Disaster Medicine*. 16: 87-96.
- Carmon J., Keele, J., Pucherelli, S. F., & Hosler, D.** 2014. PCR Detection of Quagga Mussel Intracellular DNA and Dissolved DNA. Research and Development Office. Invasive Mussels Final Report 2014 01 (8912). Technical Memorandum No. 86-68220-14-12. Research and Development Office Bureau of Reclamation U.S. Department of the Interior. 27 pp
- CDFW.** 2017. Guidance for Developing a Dreissenid Mussel Prevention Program. California Department of Fish and Wildlife. <https://nrm.dfg.ca.gov/FileHandler.ashx?DocumentID=140345&inline>
- CDFW.** 2019. Quagga/Zebra Mussel Biobox Monitoring Protocol. California Department of Fish and Wildlife's protocols for Aquatic Invasive Species Monitoring at CDFW Hatcheries. 6 pp.
- Churchill, C. J., & Baldys, S.** 2012. USGS Zebra Mussel Monitoring Program for North Texas: U.S. Geological Survey Fact Sheet 2012-3077, 6 p.
- Culver C. S., Drill, S. L., Myers, M. R., & Borel, V. T.** (2009) Early Detection Monitoring Manual for Quagga and Zebra Mussels. California Sea Grant Extension Program. University of California Cooperative Extension. 48 pp
- Deal, T., de Bettencourt, M., Huyck, V., Merrick, G. y Mills, C.** 2006. Beyond initial response: using the national incident management system's incident command system. Author House, Bloomington, Indiana.
- DeBruyckere, L. A., Brown, W., & Tweit, B.** 2014. Washington Dreissenid Mussel Rapid Response Plan. Version 1. Washington Invasive Species Council. *Washington Department of Fish and Wildlife*. 63 pp.
- Frischer, M. E., Nierzwicki-Bauer, S. A., & Kelly, K. L.** 2011. Reliability of Early Detection of Dreissena spp. Larvae by Cross Polarized Light Microscopy, Image Flow Cytometry, and Polymerase Chain Reaction Assays. Results of a Community Double-Blind Round Robin Study (Round Robin Study Phase II). U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation. Skidaway Institute of Oceanography. Darrin Fresh Water Institute. 38 pp.



- Johnson, A. M., Rochelle P.A., De Leon, R., & Kelly, K. L.** 2015. Monoclonal Antibodies for Improved Detection of Quagga Mussel Larvae. Research and Development Office. Science and Technology Program. Program Priority: Mitigating the Impact of Invasive Mussels on Water and Power Operations Final Report ST-2014-9640-01. U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation Research and Development Office. 50 pp.
- Locke, A. & Hanson, J. M.** 2009. Rapid response to non-indigenous species. 3. A proposed framework. *Aquatic Invasions*. 4 (1): 259-273.
- McEnnulty, F. R., Bax, N. J., Schaffelke, B. & Campbell, M. L.** 2001. A review of rapid response options for the control of ABWMA listed introduced marine pest species and related taxa in Australian waters. Centre for Research on Introduced Marine Pests Technical Report 23. CSIRO Marine Research, Hobart, Australia. 101 p.
- Mendoza, R.** 2017. Conclusiones sobre la mesa de discusión para analizar y definir un esquema de coordinación en base a las atribuciones legales de las dependencias gubernamentales para responder ante alertas de especies exóticas invasoras acuáticas. Informe entregado a la CONABIO y al PNUD en el marco del proyecto GEF 083999 “Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI”. 66 pp.
- Mid-Atlantic Panel on Aquatic Nuisance Species (MAP).** 2009. Rapid Response Planning for Aquatic Invasive Species: A Maryland Example RR Plan. <http://www.midatlanticpanel.org/resources/documents/MarylandPlanFinal.pdf>
- Moynihan, D. P.** 2008. Combining structural forms in the search for policy tools: Incident command systems in US crisis management. *Governance*. 21 (2): 205-229.
- Mullin, B. H., Anderson, L. W. J., Ditomasi, J. M., Eplee, R. E. & Getsinger, K. D.** 2000. Invasive Plant Species. *Council for Agricultural Science and Technology (CAST) Issue Paper* No. 13, 18 p
- NEANS (Northeastern Aquatic Nuisance Species Panel).** 2006. Implementing rapid response to aquatic nuisance species in the northeast: Key components of a successful program. Proceedings of a workshop, Portsmouth NH, May 3 2005. 19 pp.
- NISC (National Invasive Species Council).** 2003. General guidelines for the establishment and evaluation of invasive species early detection and rapid response systems. Version 1. June 2003, 16 p.
- NISC (National Invasive Species Council).** 2008. National Invasive Species Management Plan: 2008-2012.
- NPS.** 2017. Quagga/Zebra Mussel Infestation Prevention and Response Planning Guide. National Park Service. U. S. Department of the Interior. Natural Resources Program Center Fort Collins, Colorado. 43 pp.
- NYCDEP.** 2017. New York City Department of Environmental Protection Invasive Species Working Group Early Detection & Rapid Response Plan [http://www.nyc.gov/html/dep/pdf/watershed\\_protection/early-detection-rapid-response-plan.pdf](http://www.nyc.gov/html/dep/pdf/watershed_protection/early-detection-rapid-response-plan.pdf).
- PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo).** 2018. Capacitación a funcionarios de Gobierno en procedimientos de respuesta rápida ante alertas de

- especies acuáticas exóticas invasoras de alto impacto. Mendoza Alfaro, R. y S. Luna. 50 p.
- Smith, R. & McMartin, L.** 2011. Bay Delta Rapid Response Plan for Dreissenid Mussels. Aquatic Invasive Species Program Pacific Southwest Region U.S. Fish and Wildlife Service Stockton, CA. Developed for: California Department of Fish and Game Invasive Species Program Sacramento, CA. Funding: CalFed Non-native Invasive Species Program – California Department of Fish and Game #P0685514
- Smits, J. & Moser, F.** 2009. Rapid response planning for aquatic invasive species: a Maryland example. *Mid-Atlantic Panel on Aquatic Invasive Species*. 44 p.
- Stanford, J. W. & Rodda, G. H.** 2007. The brown tree snake rapid response team. Managing Vertebrate Invasive Species. Proceedings of an International Symposium. Witmer, G. W., Pitt, W. C. y Fagerstone K. A. (eds). USDA/APHIS/WS, National Wildlife Research Center, Fort Collins, CO. 175-217 p.
- US Army Corp of Engineers.** 2013. ZEBRA MUSSEL RESOURCE DOCUMENT: Trinity River Basin, Texas. Alan Plummer Associates, Inc. Pp. 207.
- WANS (Western Aquatic Nuisance Species Panel).** 2003. Model rapid response plan for aquatic nuisance species. Prepared for the Western Regional Panel on Aquatic Nuisance Species by California Department of Food and Agriculture. <http://www.fws.gov/answest/documents.htm>
- Western Regional Panel on Aquatic Nuisance Species.** 2003. Model Rapid Response Plan for Aquatic Nuisance Species. Denver, CO. 82 pp.
- Wong W.H., Gerstenberger, S. L., J. M. Miller, Palmer, C. J. & Moore, B.** 2011. A standardized design for quagga mussel monitoring in Lake Mead, Nevada-Arizona. *Aquatic Invasions* 6(2): 205–215
- Wotton, D. M. & Hewitt, C. L.** 2004. Marine biosecurity postborder management: developing incursion response systems for New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*. 38: 553-559.

## **Anexo A**

### **ACCIONES DE PRESERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD**

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental

Art 1º III y IV. Preservación biodiversidad

Art 2º II. Preservación ANP

Art 2º III. Acciones de protección y preservación de la biodiversidad

Art 5º VI. Preservación biodiversidad

Art 80º. Protección y conservación de la flora y fauna del territorio nacional, contra la acción perjudicial de especies exóticas invasoras, plagas y enfermedades

Art 86º. Preservación biodiversidad

Art 96º. Preservación y restauración ecosistemas acuáticos

.....

Ley General de Vida Silvestre

Art 3º XIV, XVII, XVIII. Especies exóticas, poblaciones que se tornen perjudiciales, especie exótica invasora

Art 5º. Conservación

Art 27º bis. Se prohíbe la liberación de especies exóticas

.....

Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre

Art 83º. Autorización para liberar especies de vida silvestre

Art 90º. Se prohíbe la liberación especies exóticas

Transitorio 4º. Orientación para disposición final de ejemplares de especies exóticas

.....

Ley General de Cambio Climático

Art 6º VI. Preservación, restauración, conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; pesca y acuacultura

Art 8º. Preservación, restauración, conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; pesca y acuacultura (estatal)

Art 27, VI. Seguridad acuícola y pesquera

Art 30, XVII. Programa especial preservación ecosistemas y biodiversidad

Art 102, VIII. Conservación, protección y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad

.....

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad -Acuerdo Presidencial

Art 6º, IV. Asesorar en aspectos técnicos y de investigación aplicada tanto a los organismos gubernamentales como a los sectores social y privado, en relación con la utilización y la conservación de los recursos biológicos.

Art 6º, V. Promover la difusión de las medidas que se propongan para evitar el deterioro y la destrucción de estos recursos.

.....

Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables

Art 29, II. INAPESCA conservación

.....

Reglamento de la Ley de Pesca

Art 85, II. Pesca deportivo-recreativa, conservación y protección

.....  
Estatuto Orgánico del Instituto Nacional de Pesca

Art 24, II, IV. Políticas y estrategias de los programas de desarrollo, protección ambiental y de aprovechamiento racional de los recursos bióticos acuáticos  
.....

Reglamento Interior de la Secretaría de la Defensa Nacional

Art 42, X. Desarrollar programas y actividades tendientes a preservar el medio ambiente  
.....

Ley General de Salud

Art 6º, V. Mejoramiento de las condiciones sanitarias del medio ambiente  
.....

---

## **PRESERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS**

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental

Art 5º XI. Preservación biodiversidad y regulación aprovechamiento sustentable

Art 88 y 94. Protección ecosistemas acuáticos (IX y X) acuacultura y pesca

Art 28, XII. Impacto ambiental para actividades pesqueras y acuícolas  
.....

Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables

Art 103, Art 105, II, V, Art 106, I, II, III. Sanidad de especies acuícolas  
.....

Reglamento de de la Ley Pesca

Art 125. Certificado de sanidad, genoma de la especie

.....

Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura decreto de Creación

Art 2º XXI. Regular la introducción de especies de la flora y fauna acuáticas en cuerpos de agua de jurisdicción federal

.....

Estatuto Orgánico de la Instituto Nacional de Pesca

Art 24, IX. Investigaciones y desarrollo de metodología para el diagnóstico y control de enfermedades

---

## **FACULTADES DE MONITOREO, INSPECCIÓN Y VIGILANCIA**

Reglamento Interior de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales – Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Art 149, VI. Sistema de Información, monitoreo y Evaluación para la Conservación

Art 149, VIII. Coordinar los programas y estrategias de monitoreo en ANP y áreas de refugio para proteger especies acuáticas

.....

Ley Federal de Sanidad Animal

Art 84, 86. Trazabilidad

Art 158. Sistema de Vigilancia de Sanidad Animal

.....  
Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable

Art 86, X. Monitoreo de unidades de manejo acuícolas

.....  
Reglamento de la Ley de Pesca

Art 111, X. Inspección de unidades acuícolas

.....  
Ley General de Protección Civil

Art 19, IX. Operar redes de detección, monitoreo, pronóstico y sistemas de alertamiento,  
en coordinación con las dependencias responsables

.....  
Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental

Art 161, 162 Inspección y vigilancia

.....  
Ley General de Vida Silvestre

ART 110 Inspección y vigilancia

---

## **PARTICIPACIÓN EN EL DESARROLLO DE PLANES DE ACCIÓN**

Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable

Art 17, IV. Investigación científica para la definición e implementación de políticas, sobre conservación, restauración, protección y aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas

Art 28. VI. Desarrollar investigación en materia de sanidad e inocuidad acuícola y pesquera

.....

Reglamento de la Ley de Pesca

Art 108. Estudio económico, aspectos biológicos de la especie, medidas sanitarias

Art 125, III, V. Estudio de enfermedades, historial genético y posible efecto que causaría la introducción de especies exóticas

.....

Estatuto Orgánico del Instituto Nacional de Pesca

Art 24, VI. Estudios sobre diseminación, medidas de contingencia, control y erradicación de especies exóticas

Art 24, XI. Estudios sobre causas, efectos y soluciones al deterioro ecológico

---

## **DENUNCIA**

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental

Art 189. Denuncia de cualquier persona ante PROFEPA

.....



Ley General de Vida Silvestre

Art 107. Denuncia de cualquier persona ante PROFEPA

.....

Ley Federal de Sanidad Animal

Art 165. Denuncia ante la Secretaría (SAGARPA) hechos, actos u omisiones contra sanidad animal

---

## **CONTINGENCIA AMBIENTAL Y EMERGENCIA ECOLÓGICA**

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental

Art 146. Clasificación de actividades riesgosas, incluyendo biológico-infecciosas

Art 2º IV. Zonas de salvaguardia por presencia de actividades riesgosas

Art 3º VIII. Contingencia ambiental

Art 3º XVI. Emergencia Ecológica

Art 5º VII. Participación en la prevención y el control de emergencias y contingencias ambientales, conforme a las políticas y programas de protección civil

Art 5º XVII y 159 bis. La integración del Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales

.....

Reglamento Interno de la Ley General de Vida Silvestre

Art 50. Informe de contingencias, incluyendo fugas y enfermedades

.....

Reglamento interior Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales - Procuraduría  
Federal de Protección al Ambiente

Art 60. La Dirección General de Inspección Ambiental en Puertos, Aeropuertos y Fronteras  
podrá coadyuvar en la aplicación de las medidas necesarias para atender y controlar los  
efectos de las contingencias ambientales

.....

Ley General de Cambio Climático

Art 30, IV.- Establecer planes de protección y contingencia ambientales en zonas de alta  
vulnerabilidad,

.....

Ley Federal de Sanidad Animal

Art 63. Cuarentena preventiva, condicionada o definitiva

Art 78. Plagas exóticas, situaciones de emergencia. Dispositivo Nacional de Emergencia de  
Salud Animal

Art 136. I, II, III, IV. Riesgo inminente Suspensión, clausura, aseguramiento

.....

Reglamento Interno de Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria  
ART 16, XV. Operar, coordinar Dispositivo Nacional de Emergencia

.....

Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable

Art 29, XV. Planes de manejo

Art 86, VI, VIII, X. Descripción de unidades de manejo, acciones de sanidad, programa de  
prevención y control de contingencias

.....

Estatuto Orgánico de Instituto Nacional de Pesca

Art 24, VI. Estudios sobre diseminación, medidas de contingencia, control y erradicación de especies exóticas

.....

Ley Orgánica del Ejército y Fuerza Aérea Mexicanos

Art 1º III. Auxiliar a la población civil en casos de necesidades públicas

Art 42. Auxiliar a la población civil en caso de emergencias y desastres

.....

Reglamento Interior de la Secretaría de la Defensa Nacional

Art 42, VII. Ordenar y supervisar la participación del servicio en trabajos derivados de emergencias químicas, biológicas y radiológicas

.....

Ley General de Salud

Art 156, I, II, III. Zoonosis

.....

Ley General de Protección Civil

Art 2º, XXVI, XXVIII, XXXVI, XXXVII, XLIII, XLVI. Reducción y control de riesgos de origen natural o antrópico

Art 7º, IV. Emitir declaratorias de emergencia o desastre de origen natural

Art 19, XI. Declaratoria de emergencia

.....

Ley Orgánica de la Armada de México

Art 20, VII. Ayudar a la población en caso de desastre o emergencia; aplicando los planes institucionales de protección civil

---

## **APLICACIÓN DE MEDIDAS DE CONTROL**

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental

Art 1º X.- Medidas de control y seguridad

Art 11 V, VIII. Acciones operativas

Art 80, VIII. La determinación de los métodos y medidas para la conservación de los recursos pesqueros

Art 91. Autorizaciones para afectar el curso o cauce de las corrientes de agua

Art 5º VI. Control de las actividades consideradas como altamente riesgosas

Art 170. Medidas de control ante riesgo inminente de desequilibrio ecológico, incluyendo las de otros ordenamientos

.....

Ley General de Vida Silvestre

Art 5º VII y Art 9º. Control y erradicación de ejemplares y poblaciones perjudiciales

Art 27. Manejo de ejemplares y poblaciones exóticas sólo en condiciones de confinamiento

Art 27 bis. Normas para manejo, control y erradicación de especies exóticas

Art 72. Medidas de control en UMA

Art 117. I, II, III, IV. Medidas de control ante riesgo inminente de daño a la vida silvestre

.....

Reglamento Interno de la Ley General de Vida Silvestre

Art 2º, XVIII. Manejo y control de poblaciones que se tornen perjudiciales

Art 42. I y II. Medidas de control en plan de manejo para especies exóticas

Art 78.IV, V, VI. Medidas de manejo y control (captura, eliminación, etc.)

Art 79. Establecimiento o autorización de medidas de control

Art 80, 81 y 82. Autorización para medidas de control en zonas

.....

Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Art 32 XIX, XX, XXII. La DGVS tiene como atribución el manejo, control y remediación y medidas sanitarias de poblaciones de vida silvestre que se tornen perjudiciales

.....

Reglamento Interior Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales - Dirección de Especies Prioritarias para la Conservación

— Control, seguimiento, erradicación y remediación de las especies exóticas invasoras

.....

Ley General de Cambio Climático

Art 30, XX. Atender y controlar los efectos de especies invasoras

.....

Ley Federal de Sanidad Animal

Art 6. II, VII, XV, XVIII. Control zoosanitario

Art 6. LXIII. Retención, cuarentena, disposición, destrucción,

Art 35. II, III, XI. Restricción de movilización, aseguramiento, sacrificio

Art. 71, I, II. Restricción de movilización, aseguramiento, sacrificio

Art 97. Cuarentenas plagas exóticas, control, erradicación

.....

Reglamento Interior del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria

Art 16, VII. Control

.....

Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable

Art 109. Control de enfermedades y plagas de las especies acuáticas

Art 109. I. Campañas sanitarias para control de enfermedades y plagas de las especies acuáticas

Art 109. II. Cuarentenas, observación y restricción de la movilización de especies acuáticas

.....

Reglamento de la Ley de Pesca

Art 117, XI. Medidas preventivas, de diagnóstico y de control sanitario

.....

Estatuto Orgánico del Instituto Nacional de Pesca

Art 24, VI. Estudios sobre diseminación, medidas de contingencia, control y erradicación de especies exóticas

.....

Ley General de Protección Civil

Art 10, V. Acciones y mecanismos para la prevención y mitigación de riesgos

---

## **ACCIONES TRANS-JURISDICCIONALES**

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental

Art 5º III, IV. Atención de los asuntos que afecten el equilibrio ecológico en el territorio nacional y de manera trans-jurisdiccional (inter y trans-estatal)

Art 7º XI, 8 º X. Inter y trans municipal

Art 7º XX. Coordinación de dos o más Entidades Federativas

---

## **SEGURO DE RIESGO AMBIENTAL**

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental

Art 147 bis. Sistema Nacional de Seguros de Riesgo Ambiental

Art 16. III. Medidas sanitarias complementarias

---

## **FONDO DE CONTINGENCIA**

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental

Art 87 bis 1. Ingresos de permisos, autorizaciones y licencias se destinarán a la realización de acciones de preservación y restauración de la biodiversidad

.....

Ley General de Cambio Climático

Art 82. Recursos del fondo para CC para conservación y biodiversidad

.....

Reglamento de la Ley de Pesca

Art 156. De la a distribución de los fondos provenientes de multas, ventas directas y remates para inspección y vigilancia en materia pesquera

.....

Ley General de Protección Civil

Art 19, XII. Promover la constitución de fondos de las entidades federativas para la prevención y atención de emergencias y desastres de origen natural;

---

## **INFRACCIONES Y REPARACIÓN DE DAÑOS**

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental

Art 15, IV.- Reparación de daños

.....

Ley General de Vida Silvestre

Art 106. Reparación de daños

.....

Ley General de Cambio Climático

Art 26 VIII.- Reparación de daños

.....

Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable



Art 132, XXIV, XXIX. Infracciones por introducir especies o no cumplir con las disposiciones sanitarias

---

## **INVOLUCRAMIENTO DE LA SOCIEDAD**

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental

Art 5º XVI. Promoción de la participación de la sociedad

Art 7º XVIII. (Estatal)

Art 8º XV. (municipal)

Art 157 II. Promover la participación corresponsable de la sociedad

.....

Ley General de Vida Silvestre

ART 15. Secretaría promoverá la participación de todas las personas y sectores

---

## **COLABORACIÓN CON OTRAS DEPENDENCIAS DE LA APF**

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AMBIENTAL

Art 85. SEMARNAT promoverá ante la SE medidas de regulación para restringir circulación o tránsito de especies provenientes o destinadas al extranjero

Art 14. Las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal se coordinarán con la Secretaría para la realización de las acciones conducentes, cuando exista peligro para el equilibrio ecológico de alguna zona o región del país

Art 146. SEMARNAT con SENER, SE, SS, SEGOB y STPS clasificarán actividades riesgosas

Art 161. Inspección y vigilancia con SEMAR

Art 15, IX. Coordinación entre las dependencias y entidades de la administración pública y entre los distintos niveles de gobierno y la concertación con la sociedad para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas

.....

Reglamento Interior del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria

Art 16, II. Director podrá ejecutar, coordinar, supervisar, evaluar programas sobre campañas plagas y enfermedades que afecten producción acuícola

.....

## **CONVENIOS Y COORDINACIÓN ENTRE ENTIDADES**

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental

Art 11 y 12. La Federación, por conducto de la Secretaría, podrá suscribir convenios o acuerdos de coordinación, con Estados (incluida la CDMX) y municipios

Art 13. Los Estados y la CDMX podrán suscribir entre sí convenios o acuerdos de coordinación y colaboración administrativa, con el propósito de atender y resolver problemas ambientales comunes

.....

Ley General de Vida Silvestre

Art 7º. Coordinación de municipios gobiernos de Estados y Gobierno Federal

Art 11. Coordinación de municipios gobiernos de Estados y Gobierno Federal, manejo y control, medidas sanitarias, medidas de hábitat crítico

.....

Ley General de Protección Civil

Art 19, XIII. Suscribir convenios de colaboración administrativa con las entidades federativas en materia de prevención y atención de emergencias y desastres

---

## **CAPACITACIÓN**

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental

Art 40. La Secretaría del Trabajo y Previsión Social, promoverá el desarrollo de la capacitación y adiestramiento en y para el trabajo en materia de protección al ambiente, y de preservación y restauración del equilibrio ecológico

---

**Diagrama de flujo de procesos a realizar entre las dependencias implicadas en la gestión ante la alerta de especies exóticas invasoras acuáticas.**

**Procedimiento para estructurar el Marco Legal que dé lugar a la vinculación entre las dependencias de la APF para el establecimiento de un Sistema de Respuesta Rápida**

De los instrumentos regulatorios anteriormente expuestos destacan tres por su pertinencia para la gestión de un Sistema de Respuesta Rápida para una eventual alerta de especies exóticas invasoras acuáticas:

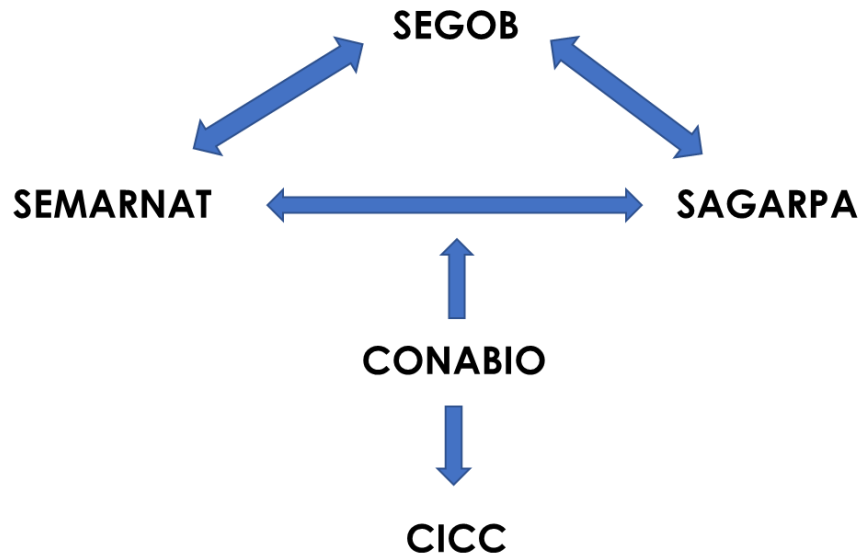
a) Las leyes y reglamentos concernientes a la facultad que tienen ciertas dependencias para la emisión de normas oficiales, dentro de las que sobresale la SEMARNAT bajo las atribuciones que le confieren la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental y la Ley General de Vida Silvestre

b) Las atribuciones legales que les permiten a algunas dependencias la elaboración de convenios de colaboración con otras de la APF, dentro de las que destacan SEMARNAT por la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental y SAGARPA por el Reglamento Interior del SENASICA

c) Los instrumentos legales que facultan a las dependencias para la elaboración de convenios y coordinación entre diferentes entidades federativas, dentro de las que resaltan la SEMARNAT por sus atribuciones a través de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental y la Ley General de Vida Silvestre y la SEGOB por sus atribuciones a través de la Coordinación Nacional de Protección Civil y la reglamentación de la LGPC

Por otra parte, el carácter y vocación de otras instituciones los hace actores obligados en esta gestión. Dentro de éstas, vale la pena remarcar el carácter inter-institucional, el compromiso con el medio ambiente y el gran poder de convocatoria de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC).

Procedimiento para estructurar el Marco Legal que dé lugar a la vinculación entre las dependencias de la APF para el establecimiento de un Sistema de Respuesta Rápida



27

28 Considerando las atribuciones de las principales dependencias involucradas, la gestión  
29 debería iniciar entre aquellas dependencias que integran tanto la SEMARNAT (CONANP,  
30 PROFEPA, CONAGUA, INECC), como la SAGARPA (SENASICA, INAPESCA, CONAPESCA).  
31 Posteriormente, se podría proponer una reunión en el seno de las Comisiones  
32 intersecretariales y en especial con sus comités ejecutivos, ya que aquí se encuentran los  
33 tomadores de decisiones.

34

35

36

37

38

39