

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



JULIO ANTONIO BERDEGUÉ SACRISTÁN, Secretario de Agricultura y Desarrollo Rural, con fundamento en los artículos: 12, 14, 26 y 35 fracciones XXI y XXII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, 1, 2, 3, 8 fracción XVIII, 29 fracción V, 83 y 84 de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables; y el Decreto por el que se establece la Organización y Funcionamiento del Organismo Descentralizado denominado Instituto Nacional de Pesca, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 1 de julio del 2013, y de conformidad con el DECRETO por el que se reforman diversas disposiciones de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, publicado en el DOF el 04 de diciembre de 2023, el INSTITUTO NACIONAL DE PESCA Y ACUACULTURA (INAPESCA), que cambia de denominación por el INSTITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIÓN EN PESCA Y ACUACULTURA SUSTENTABLES (IMIPAS), y;

## CONSIDERANDO

Que la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables confiere a la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (AGRICULTURA), por conducto del Instituto Mexicano de Investigación en Pesca y Acuacultura Sustentables (IMIPAS), la facultad para elaborar y actualizar la Carta Nacional Acuícola, así como su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Que el mismo ordenamiento, en materia de acuacultura, tiene entre sus objetivos: fomentar el desarrollo de la acuacultura como una actividad productiva que permita diversificación; incrementar la producción acuícola y la oferta de alimentos que mejoren la dieta; impulsar el desarrollo de las actividades acuícolas para revertir los efectos de sobreexplotación pesquera y fomentar y promover la calidad y la diversidad de los recursos acuícolas, entre otros.

Que la Carta Nacional Acuícola es la presentación cartográfica y escrita de los indicadores de la actividad, de las especies destinadas a la acuacultura, del desarrollo de la biotecnología y de las zonas por su vocación de cultivo, que será un instrumento de carácter informativo para los sectores productivos y consultivo y orientador para las autoridades competentes en la resolución de solicitudes de concesiones y permisos para la realización de las actividades acuícolas.

Que la actualización inmediata anterior de la Carta Nacional Acuícola, se hizo del conocimiento del público en general mediante Acuerdo Secretarial publicado en el

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



Diario Oficial de la Federación el pasado 17 de octubre de 2022 y en ejercicio de las atribuciones conferidas he tenido a bien expedir el siguiente:

## **ACUERDO MEDIANTE EL CUAL SE APRUEBA LA ACTUALIZACIÓN DE LA CARTA NACIONAL ACUÍCOLA.**

**ARTÍCULO PRIMERO.** - Se aprueba la actualización de la Carta Nacional Acuícola, misma que contiene la presentación cartográfica y escrita de los indicadores de la actividad, de las especies destinadas a la acuicultura, del desarrollo de la biotecnología y de las zonas por su vocación de cultivo.

**ARTÍCULO SEGUNDO.** - La Carta Nacional Acuícola con la presente actualización, contenida en su conjunto en el anexo del presente instrumento, tendrá carácter informativo para los sectores productivos y será consultivo y orientador para las autoridades competentes en la resolución de solicitudes de concesiones y permisos para la realización de las actividades acuícolas.

### **TRANSITORIO**

**ÚNICO.** - El presente Acuerdo entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Ciudad de México, a XX de XXXX de 202X

PROPONE

DIRECTOR GENERAL DEL INSTITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIÓN EN PESCA Y ACUACULTURA SUSTENTABLES

---

DR. VICTOR MANUEL VIDAL MARTÍNEZ

ELABORÓ

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN EN ACUACULTURA DEL INSTITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIÓN EN PESCA Y ACUACULTURA SUSTENTABLES

---

M. EN C. EDUARDO ALFREDO MENDOZA QUINTERO MÁRMOL

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



VALIDA  
DIRECTOR JURÍDICO DEL INSTITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIÓN EN  
PESCA Y ACUACULTURA SUSTENTABLES

---

LIC. JENNIFER JIMENEZ ROBLES

## **ANEXO ÚNICO “CARTA NACIONAL ACUÍCOLA”**

### **VOCACIÓN Y POTENCIAL ACUÍCOLA**

#### **INDICE:**

#### 1. INTRODUCCIÓN

#### 2. VOCACIÓN Y POTENCIAL ACUÍCOLA

- I. LAGUNA COSTERA BAHÍA DE SAN QUINTÍN, BAJA CALIFORNIA
- II. PRESA ÁNGEL ALBINO CORZO “PEÑITAS”, CHIAPAS
- III. PRESA DR. BELISARIO DOMÍNGUEZ “LA ANGOSTURA”, CHIAPAS
- IV. LAGUNA COSTERA BAHÍA DEL PERRO, SINALOA.
- V. PRESA GUSTAVO DÍAZ ORDAZ “BACURATO”, SINALOA
- VI. PRESA JOSEFA ORTIZ DE DOMÍNGEZ “EL SABINO”, SINALOA

#### **1. INTRODUCCIÓN**

La Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, atribuye al Instituto Mexicano de Investigación en Pesca y Acuacultura Sustentables (IMIPAS), a elaboración de la Carta Nacional Acuícola (Art. 29 Fracc. V), como formular estudios y propuestas para el ordenamiento de la actividad acuícola (Art. 29 Fracc. VIII). Por su parte el artículo 84, Fracc. II, menciona que la Carta Nacional Acuícola debe de considerar la Caracterización de las zonas por su vocación y potencial de cultivo. En este sentido se publican las fichas de Capacidad de Carga Acuícola.

El concepto de capacidad de carga, en términos acuícolas se refiere al número de individuos que pueden ser cultivados en un área específica dentro de los límites de

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



los recursos naturales, y sin degradar los ambientes naturales, sociales, económicos y culturales para las generaciones existentes y futuras.

Estas fichas, se consideran base para el ordenamiento acuícola y regulación de la actividad, ya que proveen la información técnica que las autoridades necesitan para cumplir con la normativa. Permiten determinar la producción acuícola máxima sostenible de un cuerpo de agua, lo cual es vital para la emisión y renovación de permisos, previniendo la eutrofización. Además, facilitan la delimitación de zonas aptas para la acuicultura y la identificación de áreas a proteger por su valor ecológico, asegurando un uso eficiente y armonioso del espacio acuático.

Asimismo, con la información de estas fichas se optimiza el uso de los recursos naturales y la infraestructura existente, lo que se traduce en una mayor eficiencia para el sector y la viabilidad económica de las unidades acuícolas a mediano y largo plazo.

Por lo anterior, este instrumento proporciona a la autoridad datos sólidos y modelos científicos para respaldar sus decisiones, lo que reduce la arbitrariedad y aumenta la transparencia en la gestión acuícola.

Las fichas comprenden las siguientes secciones de información:

- I. **Generalidades.** Descripción de la presa o cuerpo de agua de estudio.
- II. **Caracterización limnológica.** Contiene información batimétrica y de corrientes de los cuerpos de agua sujetos a estudio.
- III. **VARIABLES ambientales.** Contiene las variables físicas, químicas y biológicas del cuerpo de agua tales como la temperatura, profundidad, transparencia, dureza, materia orgánica, amonio, nitritos etc.).
- IV. **Balance hídrico.** Refiere el equilibrio entre la cantidad de agua que entra en un sistema y la que sale de él en un período de tiempo determinado
- V. **Balance másico.** Información del equilibrio entre la cantidad de materia (nitrógeno y fósforo en todas sus formas) que entra y sale del sistema, considerando la capacidad del cuerpo de agua para asimilar los desechos y mantener una buena calidad del agua. Este balance es crucial para la sostenibilidad de la acuicultura, ya que permite determinar la cantidad máxima de organismos que se pueden cultivar sin causar daño ambiental.
- VI. **Indicadores de contaminación.** Información de elementos biológicos y elementos traza contaminantes encontrados en el agua, límites permisibles, método de obtención y normas que los regulan.
- VII. **Especies con importancia acuícola.** Refiere las especies que se cultivan actualmente en el cuerpo de agua.

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



- VIII. **Especies con potencial acuícola.** Refiere las especies que se recomienda cultivar en la zona.
- IX. **Permisos para producción acuícola.** Número de permisos y concesionada vigentes de unidades de producción acuícolas existentes, en fechas del estudio.
- X. **Indicadores acuícolas.** Refiere el estado trófico del cuerpo de agua, nutrientes limitantes y capacidad ecológica.
- XI. **Estrategias y tácticas de manejo.** Recomendaciones para el manejo del cuerpo de agua y sus cultivos acuícolas.
- XII. **Estatus del sistema en términos acuícolas.** Contiene la información sobre la capacidad de carga ecológica y recomendaciones para el desarrollo de la acuicultura.
- XIII. **Recomendaciones de manejo acuícola.** Refiere la precautoriedad y manejo acuícola en el sistema.
- XIV. **Normatividad e instrumentos de política-manejo acuícola.** Lista de normas, leyes e instrumentos en los que se basa la ficha.



## 2. VOCACIÓN Y POTENCIAL ACUÍCOLA

### 2.1 LAGUNA COSTERA BAHÍA DE SAN QUINTÍN, BAJA CALIFORNIA.

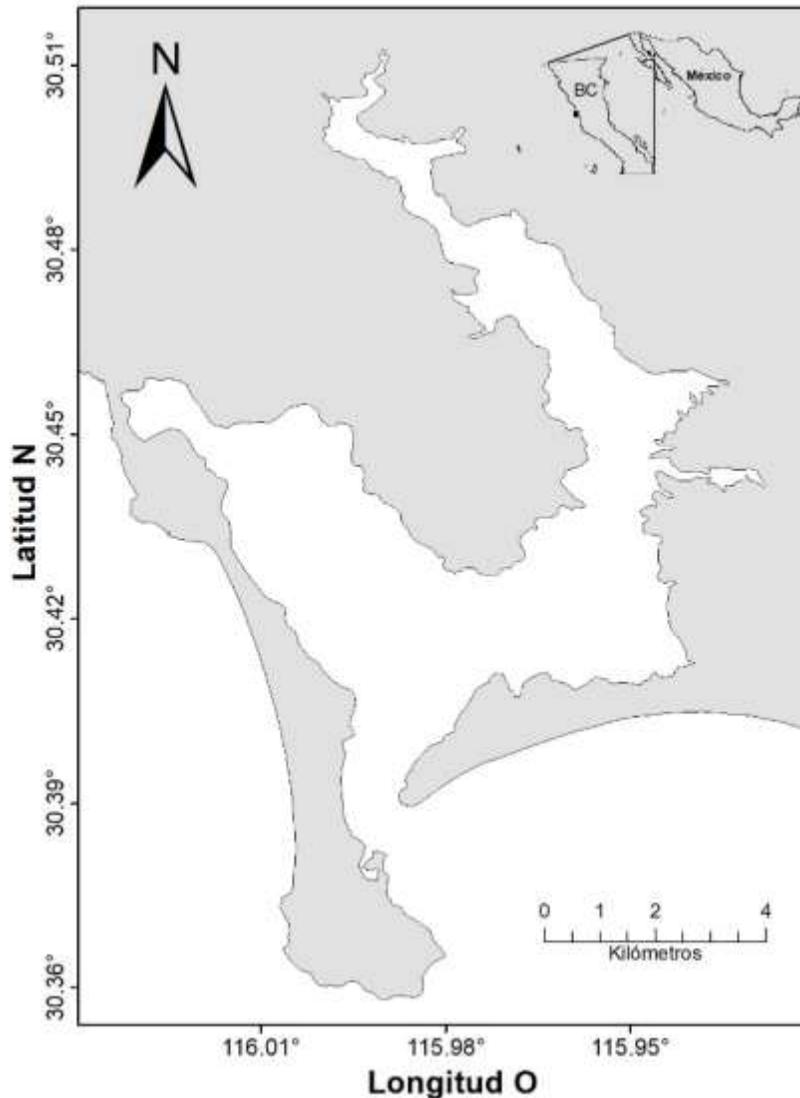


Figura 1. Localización de la Bahía de San Quintín, Baja California

#### I. GENERALIDADES

Bahía Santa Quintín es una laguna costera hipersalina y altamente productiva que se encuentra ubicada en el océano Pacífico, al norte de la península de Baja California, aproximadamente a 200 km al sur de Ensenada. Consta de dos brazos,



Bahía Falsa hacia el lado oeste y Bahía San Quintín hacia el este, cubre un área aproximada de 42 km<sup>2</sup> (**Figura 1**), el 80% del sistema está cubierto por extensos mantos del pasto marino *Zostera marina*, los que fungen como zonas de crianza para muchas especies de peces e invertebrados, y también, ayudan a estabilizar los sedimentos reduciendo la erosión costera (Poumian-Tapia y Ibarra-Obando 1999).

## II. CARACTERIZACIÓN LIMNOLÓGICA

### a. Batimetría

La batimetría en general mostró valores que oscilaron entre 0 - 21 m, con promedio general para todo el sistema de  $7.26 \pm 5.59$  m. Los valores más altos se asociaron a la zona central del sistema desde la boca hacia el fondo del mismo, con valores entre 20 – 21 m, mientras que los más bajos se asociaron a los márgenes del sistema (**Figura 2**).

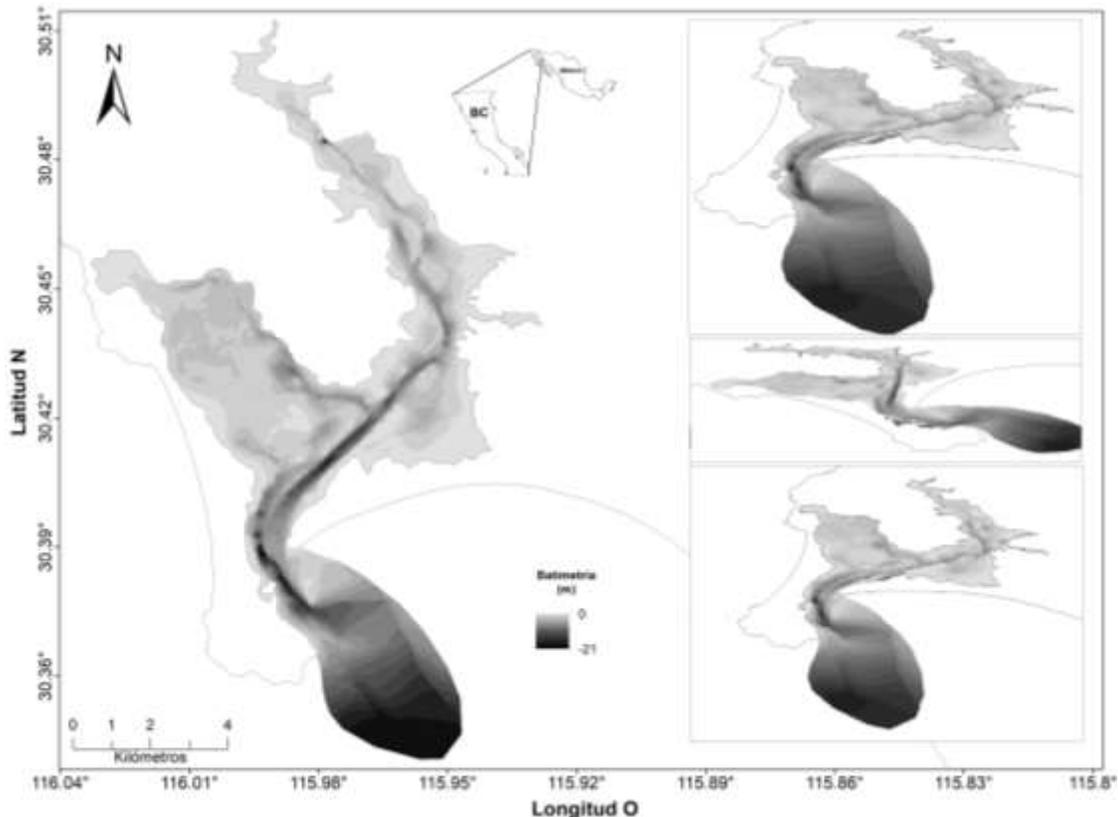


Figura 2. Batimetría 2D y 3D de la Bahía de San Quintín, Baja California



## b. Corrientes

Las corrientes de la laguna costera Bahía San Quintín promediaron 0.34 m/s, con un intervalo entre 0.14 – 0.77 m/s, las direcciones indican que el comportamiento dominante de la marea era en dirección de salida hacia la boca del sistema (**Figura 3**).

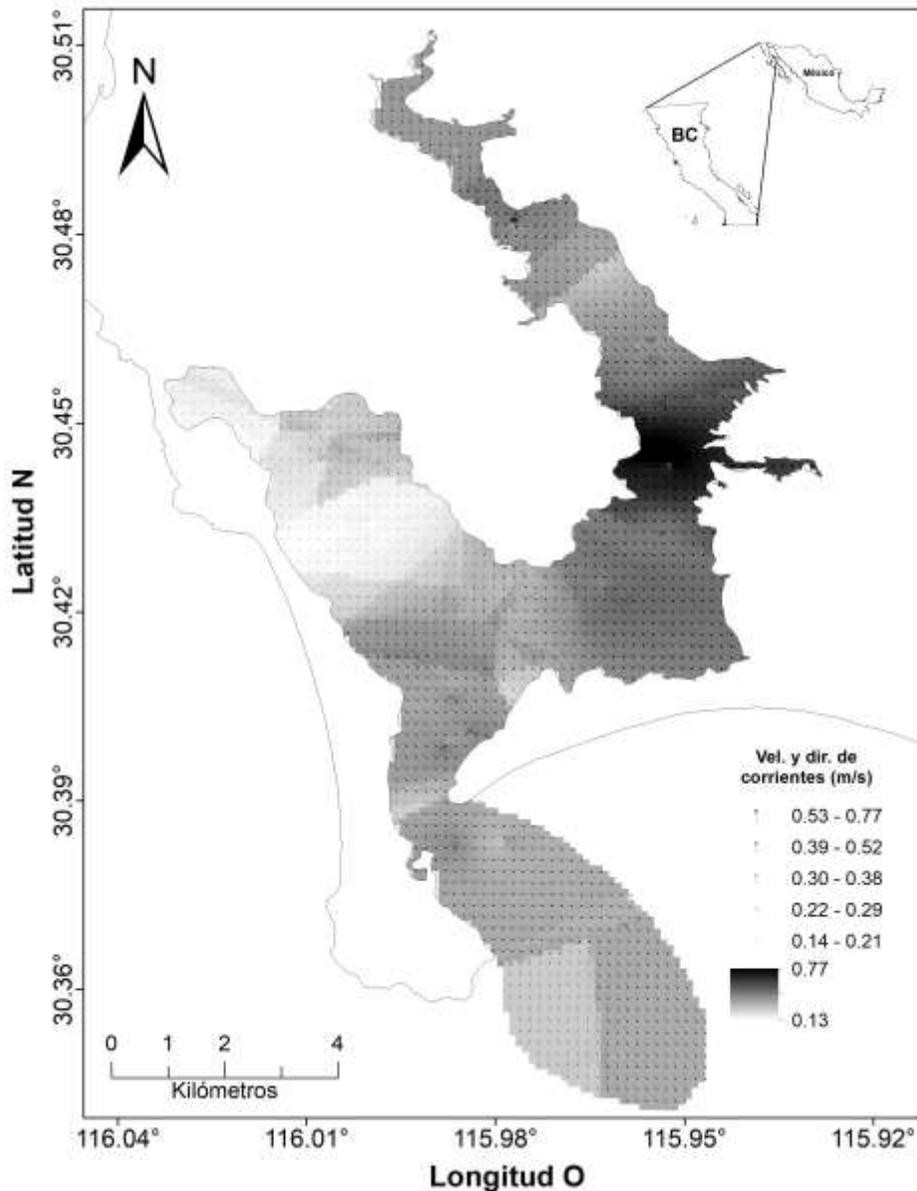


Figura 3. Dirección y velocidad de corrientes de la Bahía de San Quintín, Baja California.



### III. VARIABLES AMBIENTALES

#### a. Agua

Los valores medios de variables ambientales determinadas en la Bahía de San Quintín, Baja California, se presentan a continuación:

Tabla 1. Variables fisicoquímicas determinadas en la Bahía de San Quintín, Baja California.

Variable	Promedio	Desviación Estándar
Transparencia (m)	1.79	0.84
Temperatura (°C)	16.78	2.56
Salinidad (ups)	33.81	0.75
Potencial de hidrógeno	8.57	0.14
Oxígeno (mg/l)	8.48	1.98
Conductividad (mS/cm)	43.13	3.58
Sólidos Susp. T. (mg/l)	52.51	3.36
Materia Org. (mg/l)	18.03	1.51
Clorofilas (µg/l)	1.48	1.03
Nitritos (mg/m <sup>3</sup> )	2.14	0.79
Nitratos (mg/m <sup>3</sup> )	18.01	26.33
Amonio (mg/m <sup>3</sup> )	35.08	9.65
Fosfatos (mg/m <sup>3</sup> )	30.19	7.82
Nitrógeno total (mg/m <sup>3</sup> )	1,326	828.99
Fósforo total (mg/m <sup>3</sup> )	49.19	11.46

Tomado de Romero-Beltrán *et al.* (2023)

#### b. Sedimentos

Los resultados de los análisis realizados a los sedimentos muestran una dominancia de las fracciones arenosas en la mayoría de la superficie del sistema principalmente en la zona asociada a la boca y un aumento progresivo de las fracciones finas hacia la zona más norteña del sistema. En cuanto al contenido orgánico y químico de los sedimentos, la materia orgánica mostró datos variaron entre 0.13 y 7.97%, con promedio de 2.59% para todo el sistema. Los carbonatos van de 0.2 a 12.4% con promedio de 2.2%. En cuanto al nitrógeno y fósforo total se obtuvieron valores entre 5.6 y 9.3%, así como 0.7 – 3.8%, respectivamente.

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

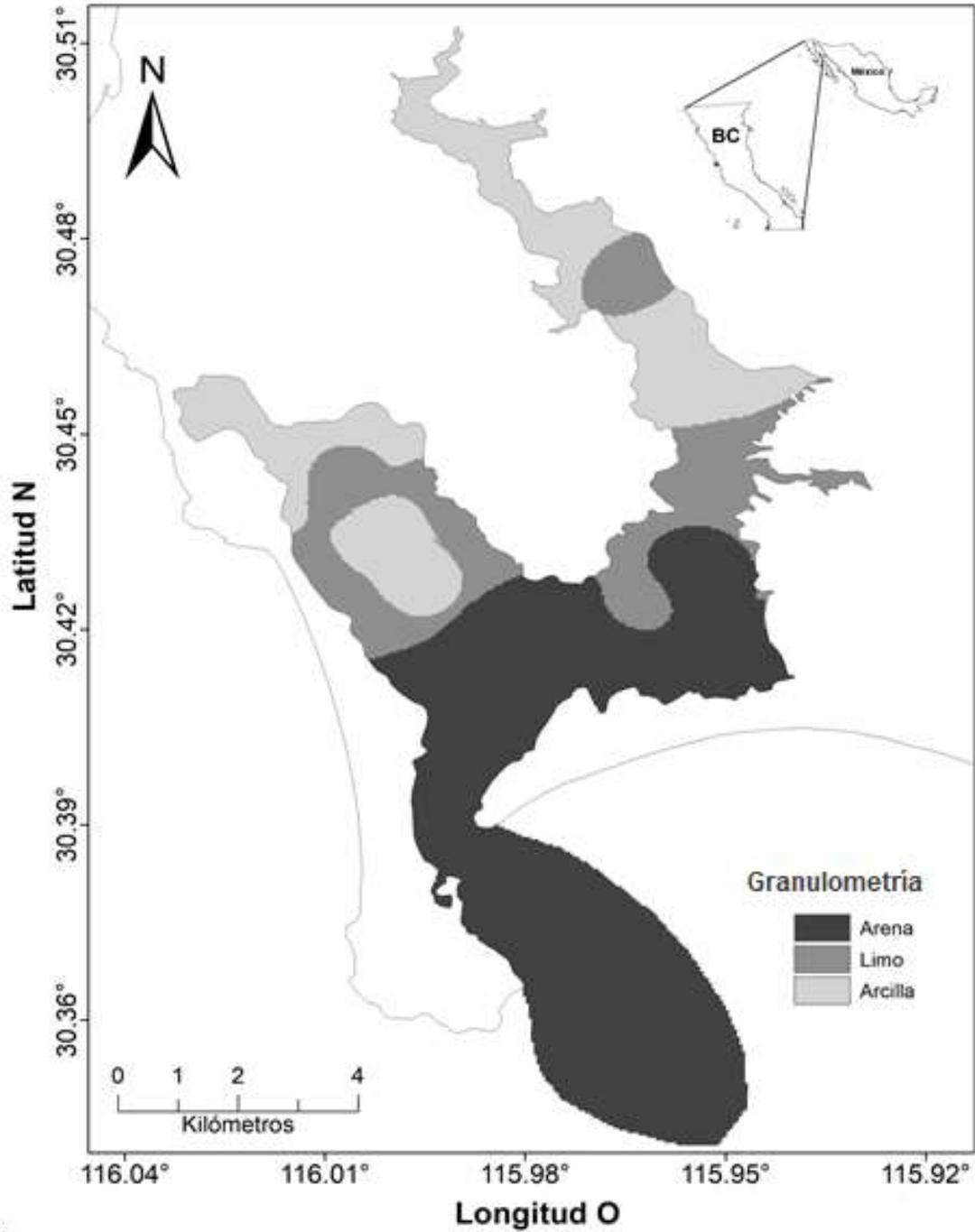


Figura 4. Clasificación de los sedimentos de la Bahía de San Quintín, Baja California.



## IV. BALANCE HÍDRICO

Los principales aportes de agua al sistema provienen de las precipitaciones, mientras que las mayores salidas de agua del mismo están asociadas a la evaporación. Por otra parte, de acuerdo con el balance salino, el sistema presenta una tasa de recambio con el océano de 3 – 10 días (**Figura 5**).

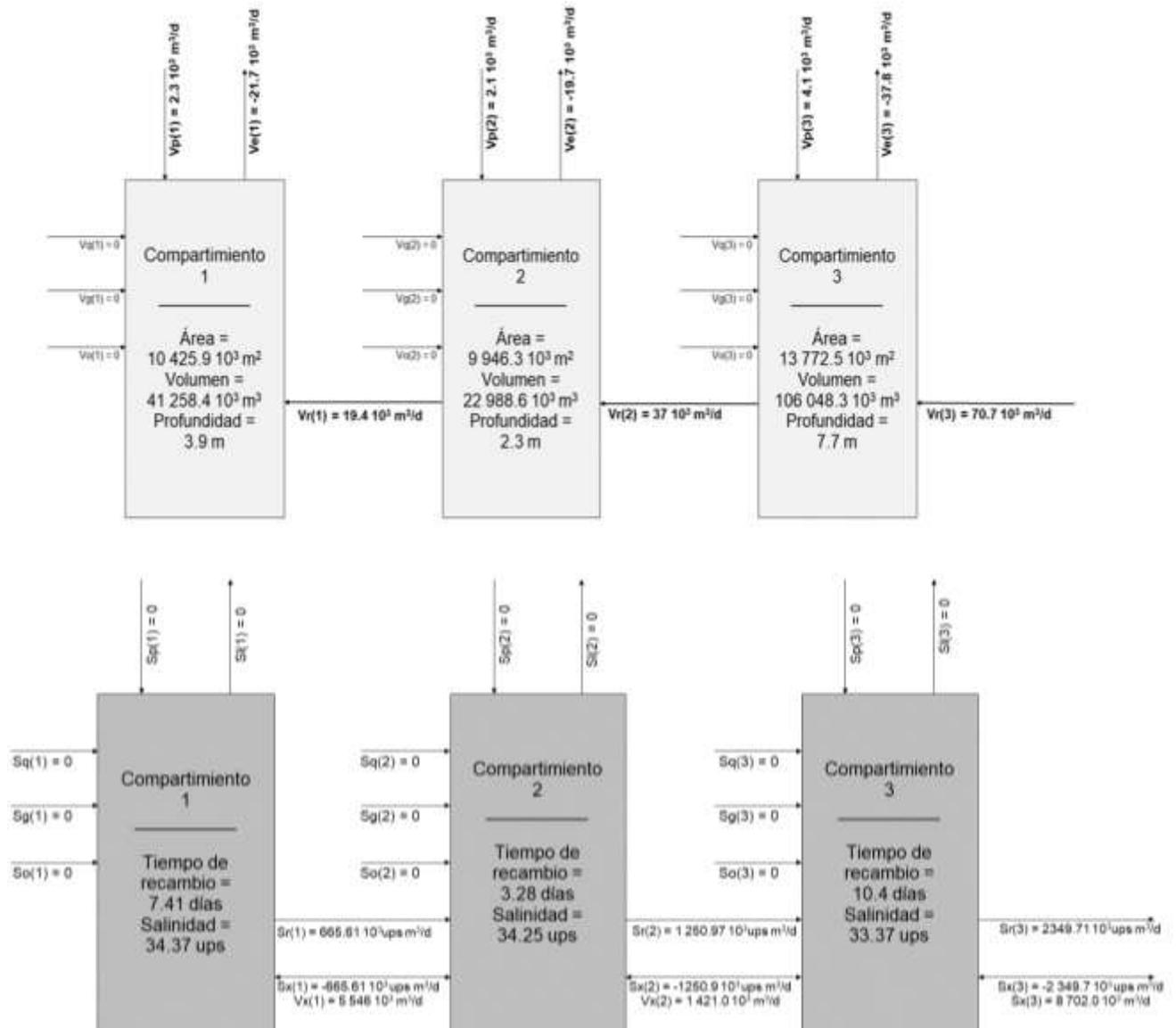


Figura 5. Balance hídrico (gris claro) y salino (gris oscuro) del sistema Bahía de San Quintín, Baja California.



## V. BALANCE MÁSICO

Los mayores aportes de nutrientes hacia la laguna provienen desde las precipitaciones y el océano, éste último controla la mayoría de los procesos hídricos del sistema. En el sistema lagunar dominan las condiciones heterotróficas, es decir, los procesos de respiración son más abundantes que los procesos de producción primaria (**Figura 6**).

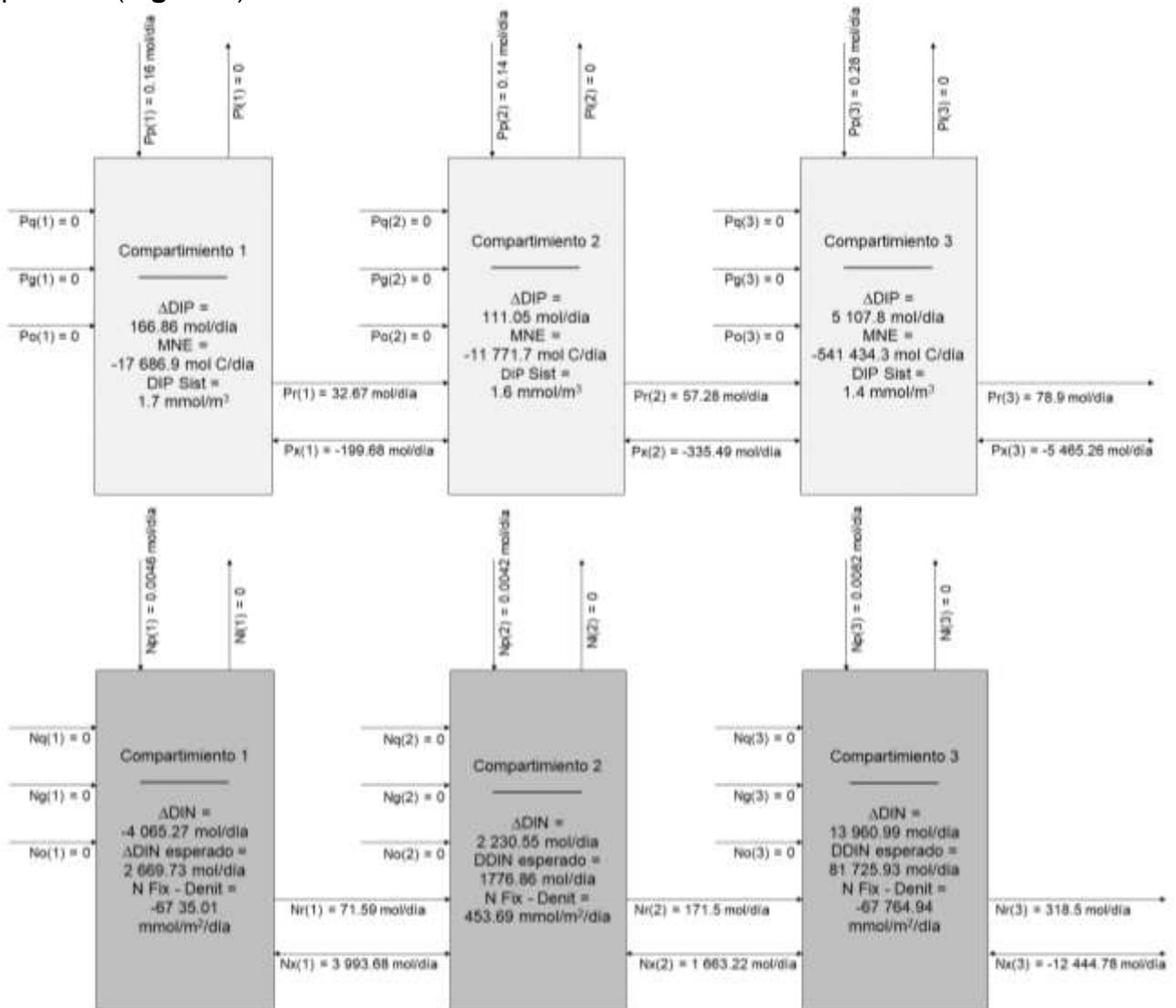


Figura 6. Balance másico y metabolismo neto del ecosistema basado en fósforo (gris claro) y nitrógeno (gris oscuro) del sistema Bahía de San Quintín, Baja California.



## VI. INDICADORES DE CONTAMINACIÓN

### a. Elementos traza

En ninguno de los casos los valores de los elementos traza, que pudieran ser tóxicos, rebasan los niveles permisibles establecidos en las normas mexicanas (Tabla 2).

Tabla 2. Elementos traza encontrados en la Bahía de San Quintín, Baja California.

Elemento	Promedio (mg/l)	Niveles permisibles (mg/l)
Al	ND	50
Sb	ND	90
As	0.0015	200
Ba	ND	10
Be	ND	1
Cd	0.0013	0.9
Cs	ND	*
Co	ND	*
Cu	0.0003	15.7
Cr	0.0014	*
Sn	ND	*
Sr	ND	*
Fe	ND	1,000.00
Li	ND	*
Mg	ND	*
Mn	ND	*
Hg	0.0003	3
Mo	ND	*
Ni	0.0007	208.3
Pd	ND	*
Pb	0.0015	4.8
Tl	ND	10
Th	ND	*
U	ND	*
V	ND	*
Zn	0.0058	16.8

Metales pesados tomados de CONAGUA (2023) (medias de 2012 – 2020); Niveles permisibles tomados de DOF (1989); ND = No detectado; \*No hay niveles en la literatura.

### b. Contaminantes Orgánicos

Los contaminantes orgánicos registrados en la literatura se encuentran por debajo de los límites permisibles de la literatura especializada.



Tabla 3. Contaminantes orgánicos encontrados en la Bahía de San Quintín, Baja California.

Contaminantes (ng/g)	Promedio (ng/g)	Niveles Permisibles DOF (1989)
<b>Hidrocarburos alifáticos</b>	1,003.8	*
<b>HAP</b>	< 50	*
<b>Clordano</b>	< 2.0	*
<b>pp DDT</b>	5.3	1000
<b>PCB</b>	< 10	*

Tomado de Gutierrez-Galindo *et al.* (1996) \*No hay niveles en la literatura

### c. Presencia de enterococos y coliformes

En ninguno de los registros de enterococos y coliformes en la Bahía de San Quintín se sobrepasó el límite legal permisible para la calidad de aguas costeras en México.

Tabla 4. Enterococos y Coliformes registrados en la Bahía de San Quintín, Baja California.

Parámetro	Unidades	Promedio	Límite	Fuente
Enterococos	NMP/100 ml	6.96	100	DOF (2016)
Coliformes	NMP/100 ml	18.5	100	

Tomado de CONAGUA (2023)

## VII. ESPECIES CON IMPORTANCIA ACUÍCOLA

De acuerdo con la información consultada, en el sistema Bahía de San Quintín, Baja California, se pueden cultivar moluscos bivalvos, algas y peces (**Tabla 5**).

Tabla 5. Listado de especies de importancia acuícola en la Bahía de San Quintín, Baja California.

IMPORTANCIA ACUÍCOLA	
Nombre común	Nombre científico
Ostión	<i>Crassostrea gigas</i>
	<i>Crassostrea sikamea</i>
	<i>Ostrea edulis</i>
Almeja	<i>Chionista fluctifraga</i>
	<i>Megapitaria squalida</i>
	<i>Nodipecten subnodosus</i>
	<i>Panopea generosa</i>

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



	<i>Panopea globosa</i>
	<i>Panopea abrupta</i>
	<i>Ruditapes philippinarum</i>
	<i>Chione californiensis</i>
	<i>Chione semidecussata</i>
	<i>Chione succinata</i>
	<i>Chione undatella</i>
	<i>Chione cortezi</i>
	<i>Chione gnidia</i>
	<i>Chione tumens</i>
	<i>Argopecten ventricosus</i>
	<i>Argopecten irradians concentricus</i>
	<i>Tapes japonica</i>
Mejillón	<i>Mytilus galloprovincialis</i>
Abulón	<i>Haliotis</i> sp.
Macroalgas	<i>Macrocystis pyrifera</i>
Pargo	<i>Lutjanus guttatus</i>
	<i>Lutjanus peru</i>

Tomado de Acuasesor CONAPESCA (2023)

## VIII. ESPECIES CON POTENCIAL ACUÍCOLA

Tabla 6. Especies con potencial acuícola en la Bahía de San Quintín, Baja California.

POTENCIAL ACUÍCOLA	
Nombre común	Nombre científico
Ostión	<i>Crassostrea gigas</i>
	<i>Crassostrea sikamea</i>

## IX. PERMISOS PARA PRODUCCIÓN ACUÍCOLA

**Permisos Acuícolas:** 19 vigentes y 47 no vigentes

**Unidades de Producción:** 85 upas

**Área concesionada:** 2 022 ha

**NOTA:** La información mostrada en esta sección se consultó en el sistema Acuasesor de CONAPESCA (2023).

## X. INDICADORES ACUÍCOLAS

**Nutrimiento limitante:** Sistema deficitario para fósforo.

**Estado trófico.** El embalse presenta condiciones de oligo a mesotrófico.

**Capacidad de carga ecológica:** 3 933 t de biomasa de ostión cultivable.

**Capacidad de carga física:** 432 ha con potencial acuícola (**Figura 7**).

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

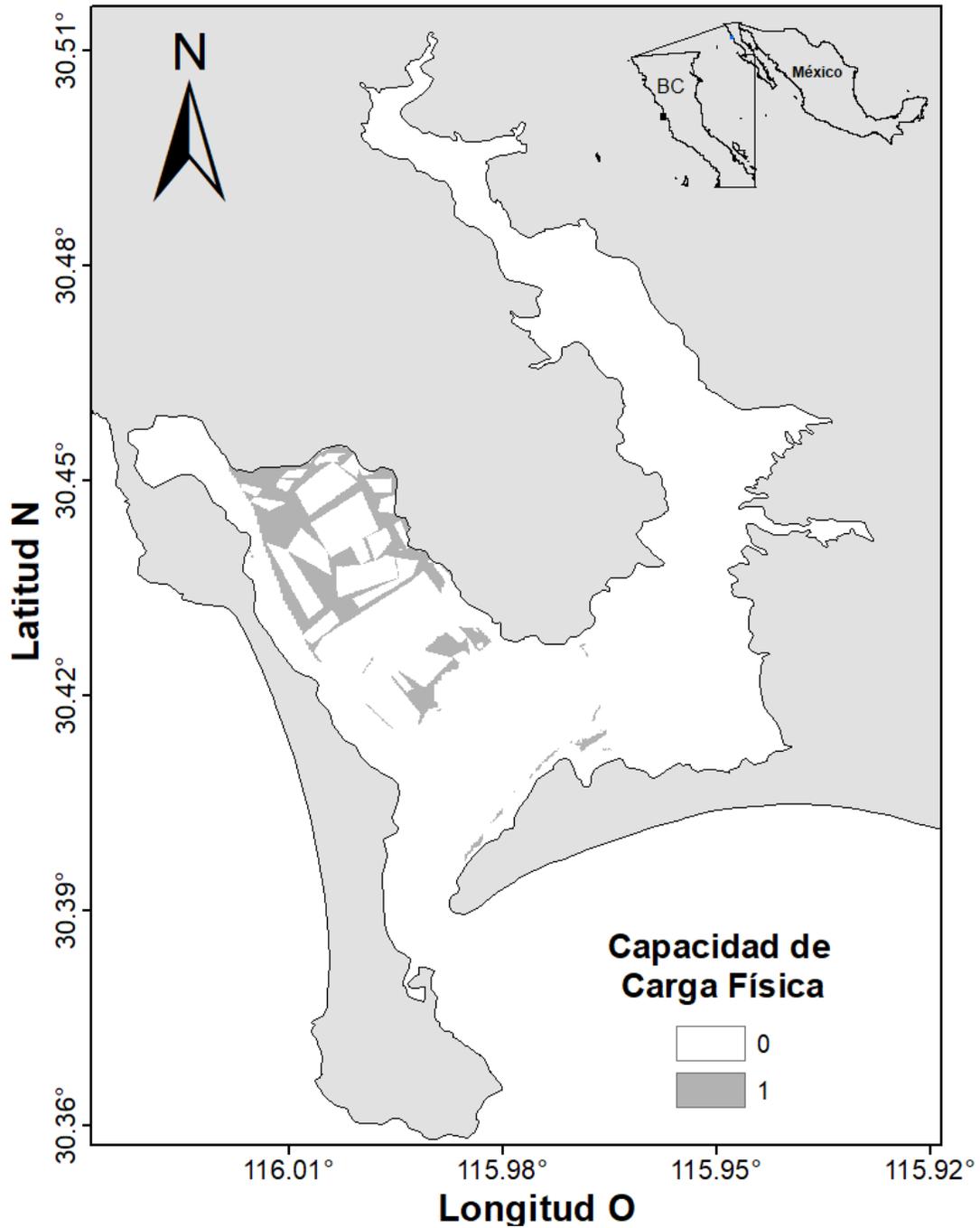


Figura 7. Capacidad de Carga física estimada en el sistema lagunar Bahía de San Quintín, Baja California. En donde el "0" significa no es apto y el "1" apto para la actividad acuícola.

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



## XI. ESTRATEGIAS Y TÁCTICAS DE MANEJO

La estrategia de manejo acuícola en la laguna costera consiste en la aplicación de modelos de capacidad de carga ecológica y física para conocer la biomasa cultivable que soporta el sistema, así como las zonas con el mayor potencial acuícola del mismo sin que éste sufra alteraciones en sus condiciones ambientales originales. Lo cual puede lograrse mediante el monitoreo constante del sistema *a priori* y *a posteriori* del desarrollo acuícola.

De acuerdo con el modelo de Capacidad de Carga Física obtenido en este estudio, aún existe una fracción del total de área de la Bahía de San Quintín con capacidad para el desarrollo de proyectos acuícolas, ya que de las más de 4 000 ha disponibles en el sistema, solo el 10.3 % (432 Ha), representan sitios con vocación para el desarrollo de proyectos acuícolas. Sin embargo, estos sitios no deberán utilizarse para la instalación de nuevos polígonos de cultivo, en su lugar deben considerarse como áreas de amortiguamiento y zonas de tránsito de embarcaciones, debido a la saturación de polígonos de cultivo en bahía Falsa.

## XII. ESTATUS DEL SISTEMA EN TÉRMINOS ACUÍCOLAS

No se ha alcanzado la capacidad de carga ecológica y física del sistema. **Por lo que se puede mantener e incluso incrementar de manera ordenada la producción acuícola en las unidades de producción vigentes, siempre que no se rebase la Capacidad de Carga Ecológica y sin incrementar el número de permisos**, esto debido a que el modelo de Capacidad de Carga Física indicó muy poca área con vocación, por lo que dicha área debe mantenerse como zona de amortiguamiento y tránsito marítimo.

## XIII. RECOMENDACIONES DE MANEJO ACUÍCOLA

### a. Manejo acuícola.

Considerando como base los resultados de los modelos de Capacidad de Carga Ecológica y Física, que consideran los principios precautorios que establece la FAO (FAO 1995; 2011), es ampliamente recomendado desarrollar cualquier propuesta de Ordenamiento Acuícola, tomando como



referencia los criterios y límites ecológicos obtenidos y presentados por el IMIPAS a través de los modelos de:

**Capacidad de Carga Física:** 432 ha identificadas en zonas idóneas para la actividad, las cuales deberán mantenerse como áreas de amortiguamiento y tráfico marítimo, sin incrementar el número de permisos.

**Capacidad de Carga Ecológica:** 3 933 t

- a. Lo anterior se respalda con evidencia científica, y avala que el ecosistema permanezca saludable con la producción actual, **sin incrementar los permisos**, para lograr el desarrollo sustentable de la actividad sin deteriorar el ecosistema.
- b. Se recomienda el monitoreo constante de las variables ambientales y nutrimentos en el sistema, para conocer la evolución del estado trófico y nutrimento limitante de los sistemas.
- c. Se recomienda utilizar el modelo de capacidad de carga propuesto por Uribe y Blanco (2001), realizando un bioensayo con organismos provenientes de la zona donde se pretende estimar la capacidad de carga ecológica, para contar con los parámetros fisiológicos para alimentar el modelo final. Así como también contar con la estimación del metabolismo del ecosistema mediante el modelo LOICZ (Gordon *et al.* 1996), así como el índice de estado trófico de Vollenweider *et al.* (1998), todo lo anterior tomando como base un enfoque precautorio para el cuidado del sistema (FAO 2011).
- d. Se recomienda la construcción de un Plan de manejo acuícola, para lo cual se debe de contar con los siguientes componentes y acciones:
  - i. Características geográficas de la zona.
  - ii. Capacidad de carga del cuerpo de agua
  - iii. Forma de organización y administración de la unidad de manejo.
  - iv. Acciones a corto, mediano y largo plazo.
  - v. Crecimiento y tecnificación.
  - vi. Obras de infraestructura existentes y aquellas que se planeen desarrollar.
  - vii. Acciones de sanidad, inocuidad y calidad acuícola.
  - viii. Acciones de protección y aprovechamiento sustentable.
  - ix. Acciones de mitigación y adaptación ante la vulnerabilidad al cambio climático.
  - x. Programa de prevención y control de contingencias.
  - xi. Cumplimiento de las disposiciones legales aplicables.



## XIV. NORMATIVIDAD E INSTRUMENTOS DE POLÍTICA-MANEJO ACUÍCOLA

- a. Ley de Desarrollo Rural Sustentable. Facilitar el desarrollo de proyectos (DOF 2001).
- b. Ley de Desarrollo Rural Sustentable. Facilitar el desarrollo de proyectos acuícolas rurales y reducir heterogeneidad productiva (CEDRSSA 2007).
- c. Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables (LGPAS). Art. 4, Fracc. XLVI de la unidad de manejo, y Art. 85 y 86, de los instrumentos de manejo para la acuicultura (DOF 2018).
- d. NOM-001-ECOL-1996. Establece los límites máximos permisibles en aguas residuales (DOF 1997).
- e. NOM-027-SSA1-1993. NOM-027-SSA1-1993: Especificaciones sanitarias de pescados frescos-refrigerados y congelados (DOF 1995).
- f. NOM-242-SSA1-2009, Productos y servicios. Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba (DOF 2009).
- g. Carta Nacional Acuícola (DOF 2022).
- h. NOM-011-PESC-1993, para regular la aplicación de cuarentenas, a efecto de prevenir la introducción y dispersión de enfermedades certificables y notificables, en la importación de organismos acuáticos vivos en cualesquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuicultura y ornato en los estados unidos mexicanos (DOF 1994).
- i. NOM-030-PESC-2000, que establece los requisitos para determinar la presencia de las enfermedades virales de crustáceos acuáticos vivos, muertos, sus productos o subproductos en cualquier presentación y artemia (*Artemia* spp), para su introducción al territorio nacional y movilización en el mismo (DOF 2000).
- j. NOM-EM-006-PESC-2004, que establece los requisitos de sanidad acuícola para la producción de crustáceos acuáticos vivos, muertos, sus productos y subproductos, así como para su introducción a los Estados Unidos Mexicanos (DOF 2004).



## 2.2 PRESA ÁNGEL ALBINO CORZO “PEÑITAS”, CHIAPAS

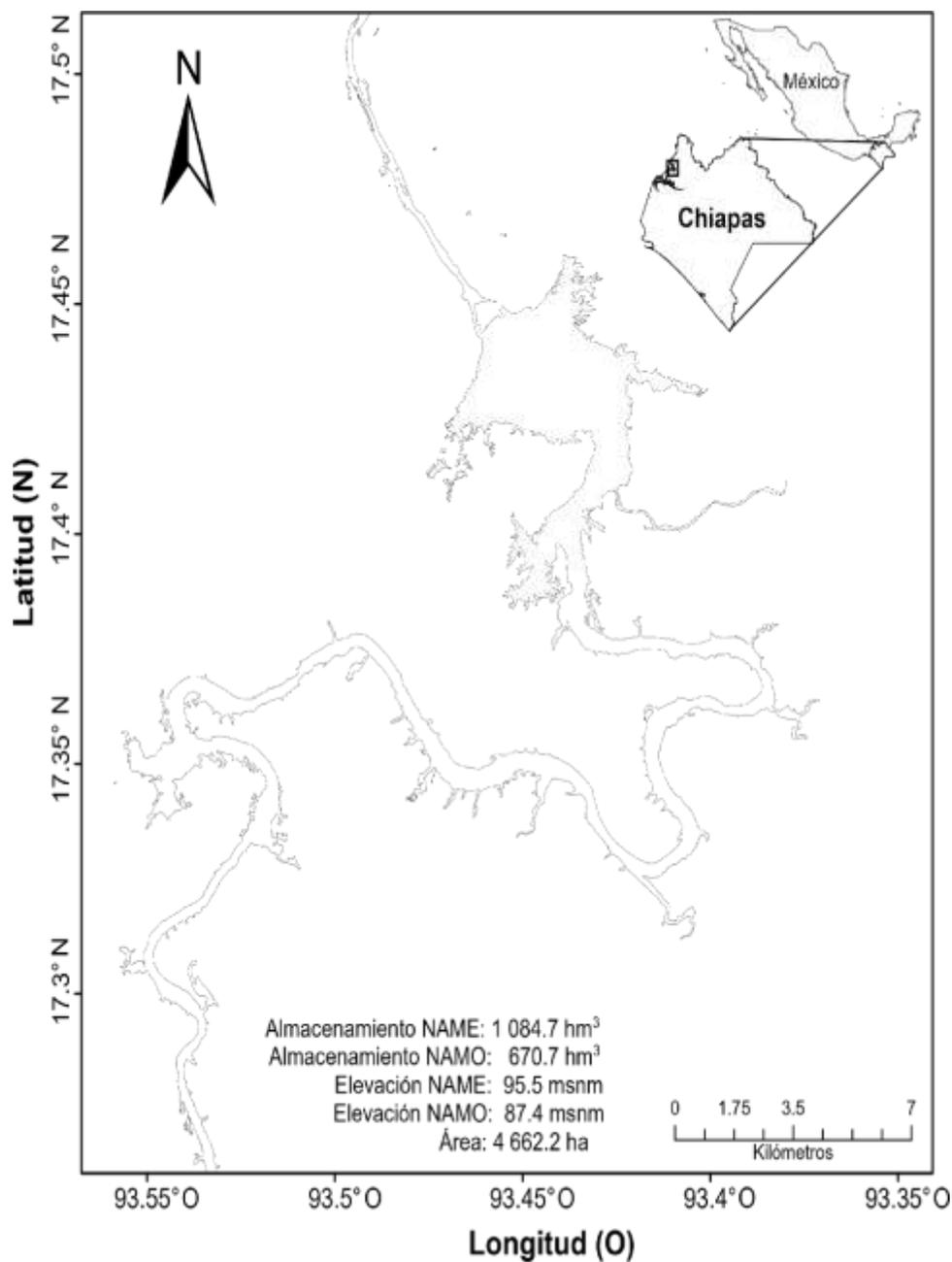


Figura 1. Localización de la presa Ángel Albino Corzo “Peñitas”, Chiapas, México.



## I. GENERALIDADES

La presa Ángel Albino Corzo “Peñitas” conforma la cuarta infraestructura de aprovechamiento asociada al sistema Grijalva. Ésta fue construida en el periodo de 1979 a 1987 en el estado de Chiapas sobre el Río Grijalva, en el municipio de Ostuacán, ésta se localiza a 72 km aguas abajo de la Presa Malpaso, en las coordenadas geográficas 17.37 – 17.46 N y 93.39 – 93.48 O (Romero-Beltrán *et al.* 2021).

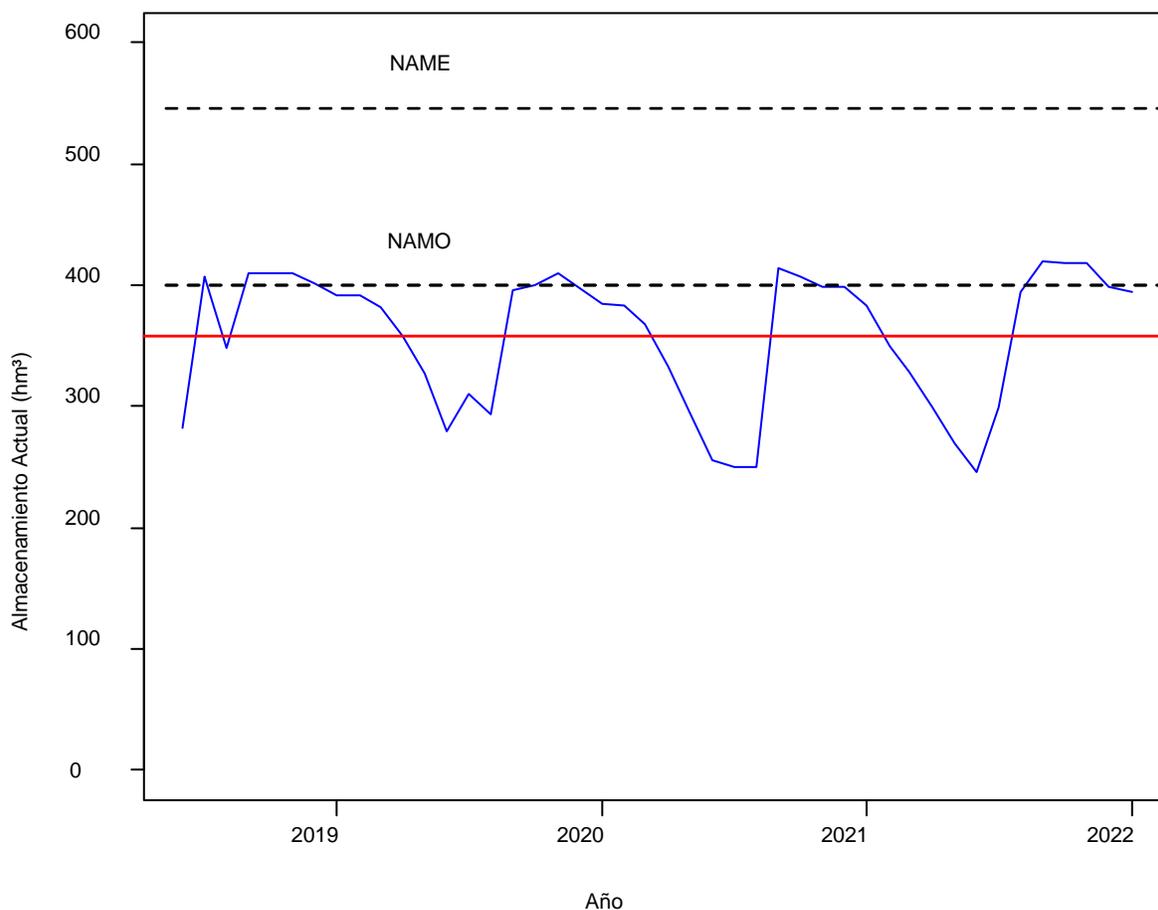


Figura 2. Variación del almacenamiento de la presa Ángel Albino Corzo “Peñitas”, Chiapas.

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



Tabla 1. Caracterización limnológica de la presa Ángel Albino Corzo “Peñitas”, Chiapas.

Variable	Valor
Fecha de construcción	1979-1987
Aprovechamiento	Generación de energía eléctrica
Elevación	188 msnm
Superficie (llena)	4600 Ha
Superficie (nivel bajo)	3200 Ha
Capacidad total	1091 Mm <sup>3</sup>
Gen. Energía elect. y riego (Vol.)	800 Mm <sup>3</sup>
Generación de energía	420 MW

Fuente: CONAGUA 2021, INEGI 2015

## II. CARACTERIZACIÓN LIMNOLÓGICA

### a. Batimetría

La batimetría de la presa Peñitas mostró valores que oscilaron entre 1 y 26 m, con un promedio general para todo el sistema de 13.5 m. Los valores más altos se asociaron a las zonas norte y centro del reservorio, en el área cercana a la cortina, con valores > 20 m, mientras que los más bajos estuvieron presentes en la parte sur del sistema (Romero-Beltrán *et al.* 2021).

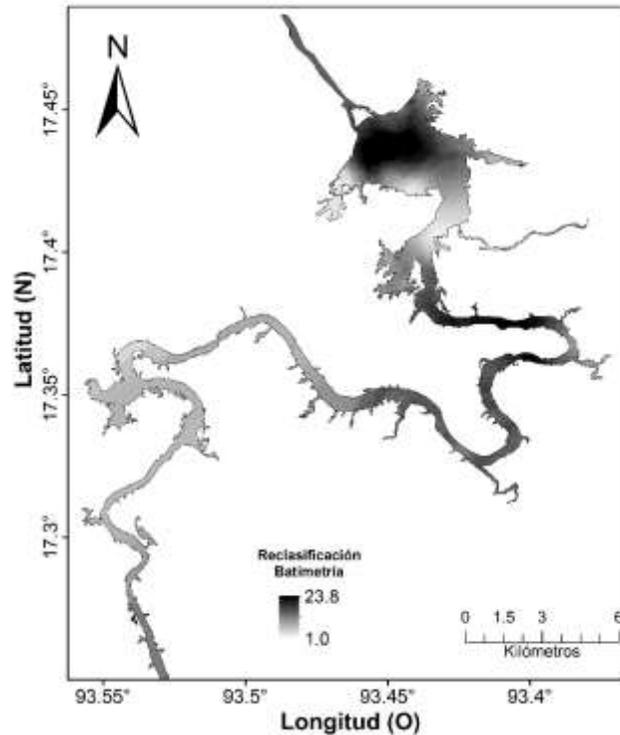


Figura 3. Batimetría de la presa Ángel Albino Corzo “Peñitas”, Chiapas.

## b. Corrientes

Los resultados de corrientes de la presa Peñitas indican velocidades muy bajas ( $\approx 0 - 3 \text{ m.s}^{-1}$ ) en la mayoría del área del embalse con un promedio para todo el sistema de  $0.52 \text{ m.s}^{-1}$  (Romero-Beltrán *et al.* 2021).

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

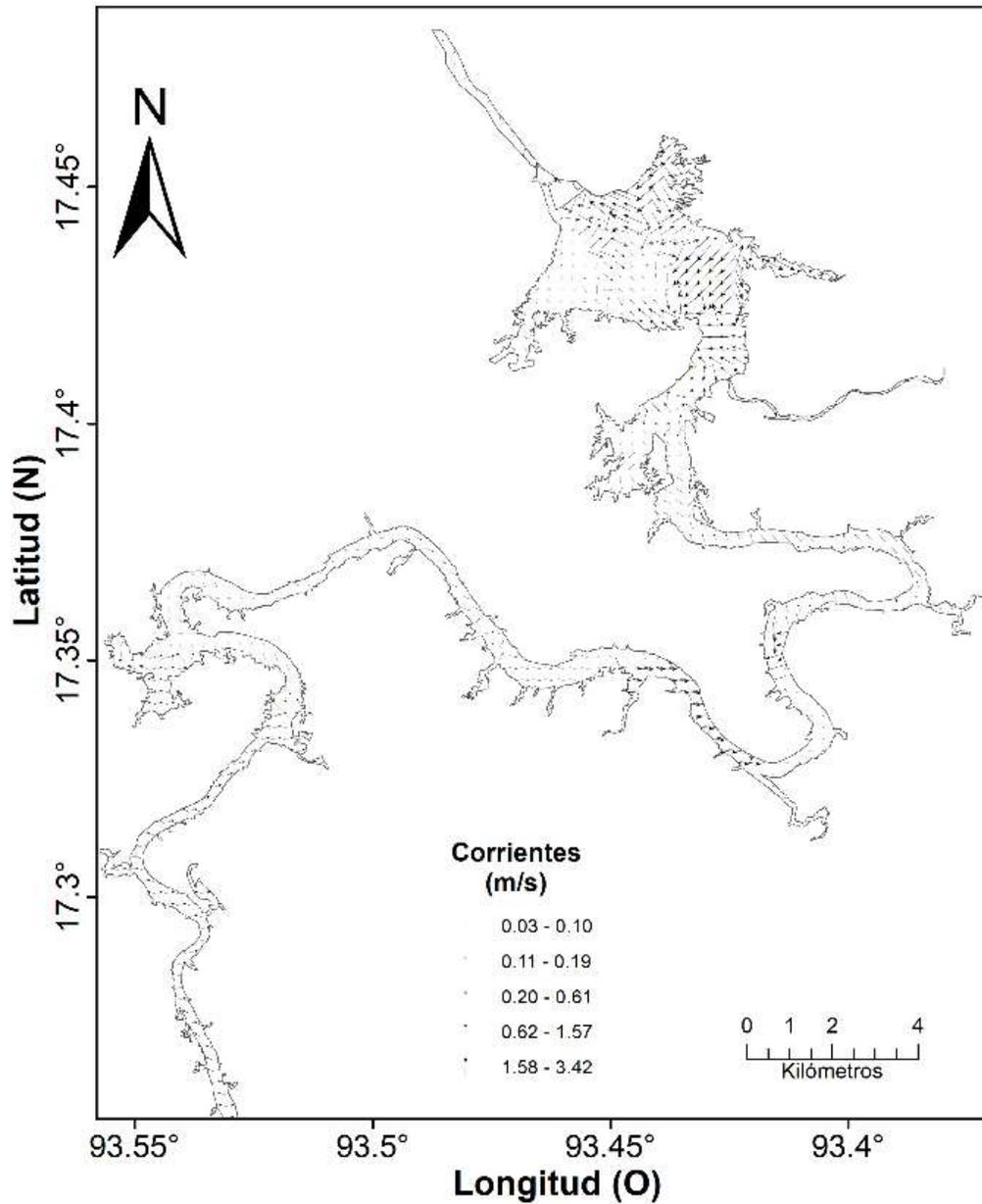


Figura 4. Dirección y velocidad de corrientes de la presa Ángel Albino Corzo “Peñitas”, Chiapas.

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



## III. VARIABLES AMBIENTALES

Tabla 2. Variables Físico-Químicas de la presa Ángel Albino Corzo "Peñitas", Chiapas.

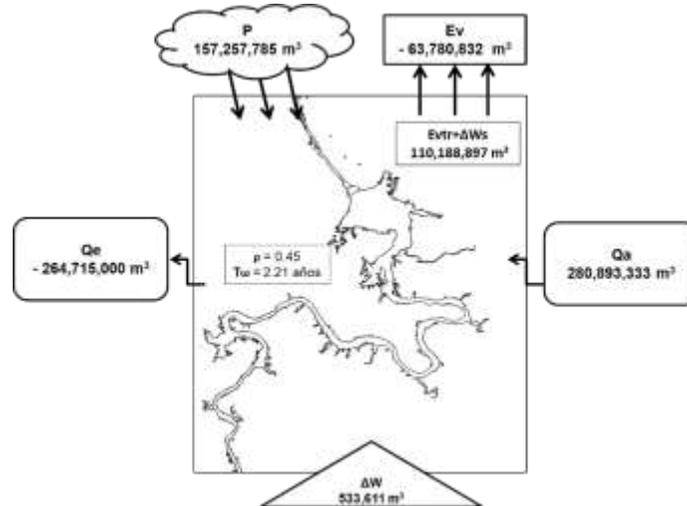
<b>Variable</b>	<b>Promedio</b>	<b>SD</b>
Profundidad (m)	20.3	4.68
Transparencia (m)	1.19	0.27
Temperatura (°C)	25.61	0.84
Potencial de hidrógeno	8.85	0.23
Oxígeno (mg/l)	4.38	1.88
Conductividad (mS/cm)	0.33	0.07
Dureza (mg/l)	78.46	68.5
Solidos Susp. T. (mg/l)	37.01	11.67
Materia Org. (mg/l)	6.86	3.25
Clorofilas (µg/l)	3.83	3.18
Nitritos (mg/m <sup>3</sup> )	2.65	2.7
Nitratos (mg/m <sup>3</sup> )	144.4	81.82
Amonio (mg/m <sup>3</sup> )	20.91	41.73
Nitrógeno I.D. (mg/m <sup>3</sup> )	168.05	85.49
Fosfatos (mg/m <sup>3</sup> )	11.52	20.34
Nitrógeno total (mg/m <sup>3</sup> )	1,309.99	805.77
Fósforo total(mg/m <sup>3</sup> )	18.45	22.77

Tomado del informe Técnico de la presa Peñitas (Romero-Beltrán *et al.* 2021)

## IV. BALANCE HÍDRICO

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



P = Precipitación; Ev = Evaporación; Qa = Caudal del afluente; Qe = Caudal del efluente;  $\rho$  = tasa de recambio;  $t_w$  = Tiempo de residencia; Evtr = Evapotranspiración;  $\Delta W$  = Variación del agua (Romero-Beltrán *et al.* 2020).

Figura 5. Balance hídrico de la presa Ángel Albino Corzo “Peñitas”, Chiapas

## V. BALANCE MÁSSICO

LI[P]-LI[N] = Aporte de nutrimento de las lluvias; A[P]-A[N] = Aporte de nutrimentos desde el afluente; E[P]-E[N] = Salida de nutrimento por los efluentes[P]-S[N] = Aporte de nutrimentos desde los sedimentos (Romero-Beltrán *et al.* 2020).

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

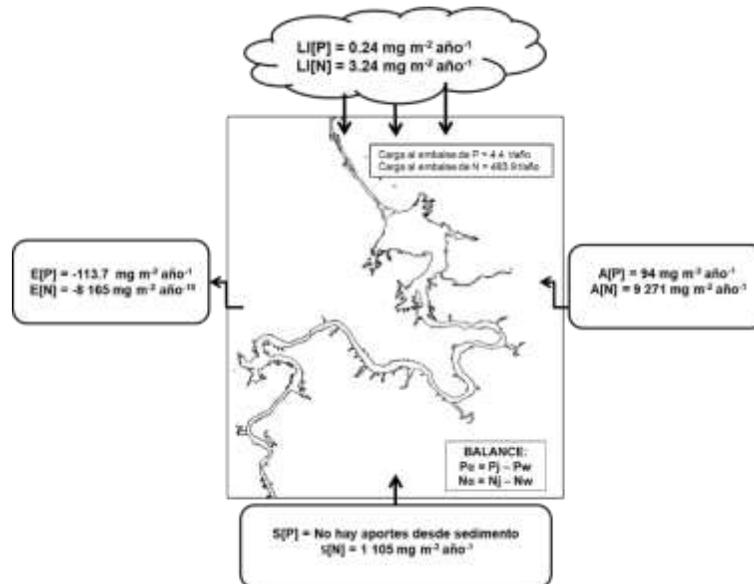


Figura 6. Balance másico de la presa Ángel Albino Corzo "Peñitas", Chiapas.

## VI. INDICADORES DE CONTAMINACIÓN

### a. Elementos Traza

Tabla 3. Elementos traza encontrados en la presa Ángel Albino Corzo "Peñitas", Chiapas.

Elemento	Promedio (mg/l)	Niveles permisibles (mg/l)
Al	*	50
Sb	*	90
As	*	200
Ba	*	10
Be	*	1
Cd	0	0.9
Cs	*	
Co	*	
Cu	*	15.7
Cr	0.001	
Sn		
Sr	0.001	
Fe	*	1,000.00
Li	*	
Mg	*	
Mn	*	
Hg	*	3
Mo	*	
Ni	0.0001	208.3

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



Pd	*	
Pb	0	4.8
Tl	*	10
Th	0.002	
U	*	
V	*	
Zn	*	16.8

\* No se realizaron análisis o no se encontraron en la literatura; niveles permisibles tomados de D.O.F. (1989)

## b. Presencia de enterococos y coliformes

Tabla 4. Enterococos y coliformes en la presa Ángel Albino Corzo “Peñitas”, Chiapas.

Variable	Enterococos	Coliformes Fecales	<i>E. coli</i>	SAAM
Unidades	NMP/100ml	NMP/100ml	NMP/100ml	mg/l
Resultado	No detectado	525.9	249.8	0.04
Fuente	CONAGUA (2020)	CONAGUA (2020)	CONAGUA (2020)	CONAGUA (2020)
Método	NOM-210-SSA1	NOM-210-SSA1	NOM-210-SSA1	No especificado
Límite	100 NMP/100ml	1000 NMP/100ml	1000 NMP/100ml	0.1 mg/l
Fuente	NMX-AA-120-SCFI	NOM-001-SEMARNAT	NOM-001-SEMARNAT	D.O.F. (1989)

## VII. ESPECIES CON IMPORTANCIA ACUÍCOLA

Tabla 5. Especies de importancia acuícola en la presa Ángel Albino Corzo “Peñitas”, Chiapas

IMPORTANCIA ACUÍCOLA	
Nombre común	Nombre científico
Tilapia	<i>Oreochromis niloticus</i>

## VIII. ESPECIES CON POTENCIAL ACUÍCOLA

Tabla 6. Especies con potencial acuícola en la presa Ángel Albino Corzo “Peñitas”, Chiapas.

Nombre común	Nombre científico
Pejelagarto	<i>Atractosteus tropicus</i>
Mojarra Zacatera	<i>Cincelichthys pearsei</i>
Mojarra Tenguayaca	<i>Petenia splendida</i>
Bagre	<i>Ictalurus furcatus</i>
Langostino	<i>Macrobrachium tenellum</i>
Mojarra del Sureste	<i>Mayaheros urophthalmus</i>
Langostino prieto	<i>Macrobrachium acanthurus</i>

## IX. PERMISOS PARA PRODUCCIÓN ACUÍCOLA

**Unidades Acuícolas:** 38 (vigentes)

**Jaula:** Datos no disponibles

**Área concesionada:** 324 ha

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



## X. INDICADORES ACUÍCOLAS

**Nutrimiento limitante:** Sistema deficitario para fósforo.

**Estado trófico.** El embalse presenta condiciones mesotróficas.

**Capacidad de carga ecológica:** 18 207 t de biomasa de peces (tilapia) cultivable.

**Capacidad de carga física:** 153 ha con potencial acuícola. Con los resultados del modelo de capacidad de carga física se proponen las siguientes áreas para el desarrollo de proyectos acuícolas, las cuales consisten en 25 polígonos de distintos tamaños. Dichos polígonos se concentran en su mayoría (17) en la parte norte de la presa, seguido de la parte sur con 7 y solo uno en la parte central (Romero-Beltrán *et al.* 2021).

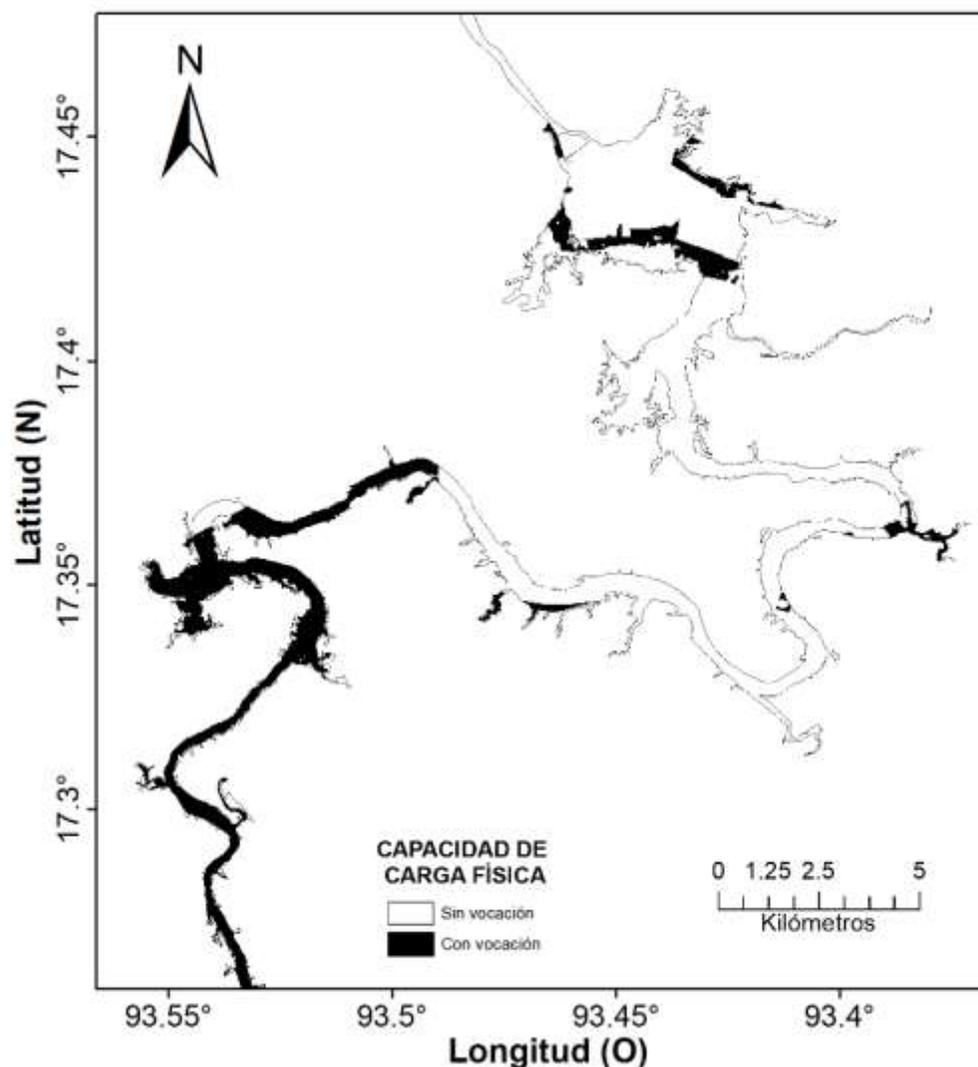


Figura 7. Capacidad de Carga Física de la presa Ángel Albino Corzo "Peñitas", Chiapas

## XI. ESTRATEGIAS Y TÁCTICAS DE MANEJO

La estrategia de manejo acuícola en la presa consiste en la aplicación de modelos de capacidad de carga ecológica y física para conocer la biomasa cultivable que soporta el embalse, así como las zonas con el mayor potencial acuícola del sistema sin que éste sufra alteraciones en sus condiciones ambientales originales. Lo cual puede lograrse mediante el monitoreo constante del sistema *a priori* y *a posteriori* del desarrollo acuícola.

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



## XII. ESTATUS DEL SISTEMA EN TÉRMINOS ACUÍCOLAS

No se ha alcanzado la capacidad de carga ecológica y física del sistema. Por lo que se puede desarrollar la acuicultura de manera ordenada.

## XIII. RECOMENDACIONES DE MANEJO ACUÍCOLA

### a. Manejo acuícola

Considerando como base los resultados de los modelos de Capacidad de Carga Ecológica y Física (Romero- Beltrán, *et al.* 2020), que consideran los principios precautorios que establece la FAO (FAO 2011), es ampliamente recomendado desarrollar cualquier propuesta de Ordenamiento Acuícola, **tomando como referencia los criterios y límites ecológicos obtenidos y presentados por el IMIPAS** (Romero- Beltrán, *et al.* 2020) a través de los modelos de:

**Capacidad de Carga Física:** 325 ha, dentro de 25 polígonos identificados en zonas idóneas para la actividad.

**Capacidad de Carga Ecológica:** 18 207 t.

- a. Lo anterior se respalda con evidencia científica, y avala que el ecosistema permanezca saludable y se elijan zonas con la mayor aptitud acuícola para el cultivo de tilapia, permitiendo un crecimiento ordenado y de manera sustentable de la actividad sin deteriorar el ecosistema.
- b. Se recomienda el monitoreo constante de las variables ambientales y nutrimentos en el sistema, para conocer la evolución del estado trófico y nutrimento limitante de la presa.

## XIV. NORMATIVIDAD E INSTRUMENTOS DE POLÍTICA-MANEJO ACUÍCOLA

- a. Ley de Desarrollo Rural Sustentable. Facilitar el desarrollo de proyectos acuícolas rurales y reducir heterogeneidad productiva (CEDRSSA 2007).
- b. NOM-010-PESC-1993. Que establece los requisitos sanitarios para la importación de organismos acuáticos vivos en cualesquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuicultura u ornato, en el territorio nacional (D.O.F. 23/11/1993).
- c. NOM-003-ECOL-1997. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratada que se reúsen en servicios al público (D.O.F. 21/09/1998).

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



- d. NOM-027-SSA1-1993. Bienes y servicios. Productos de la pesca. Pescados frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias (D.O.F. 03/03/1995).
- e. NOM-001-SEMARNAT-2021, Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación (D.O.F. 11/03/2022).



## 2.3 PRESA DR. BELISARIO DOMÍNGUEZ “LA ANGOSTURA”, CHIAPAS.

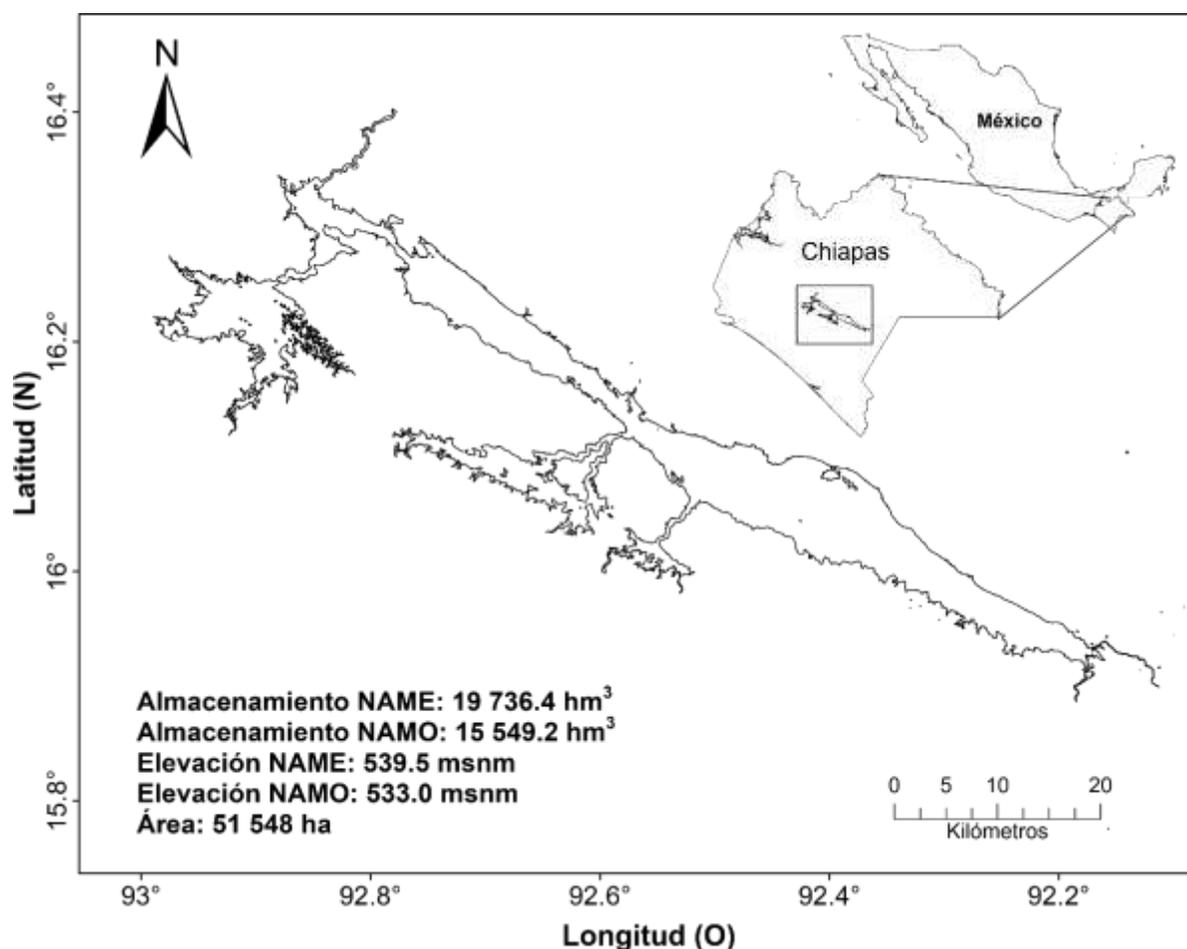


Figura 1. Localización de la presa Dr. Belisario Domínguez “La Angostura”, Chiapas.

## I. GENERALIDADES

La Presa Dr. Belisario Domínguez “La Angostura” representa la segunda zona de aprovechamiento asociada al sistema Grijalva. Se encuentra a unos 100 km de la Presa Chicoasén entre las coordenadas 15.8-16.4° latitud norte y 92–93° longitud oeste (Romero-Beltrán *et al.* 2020).

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

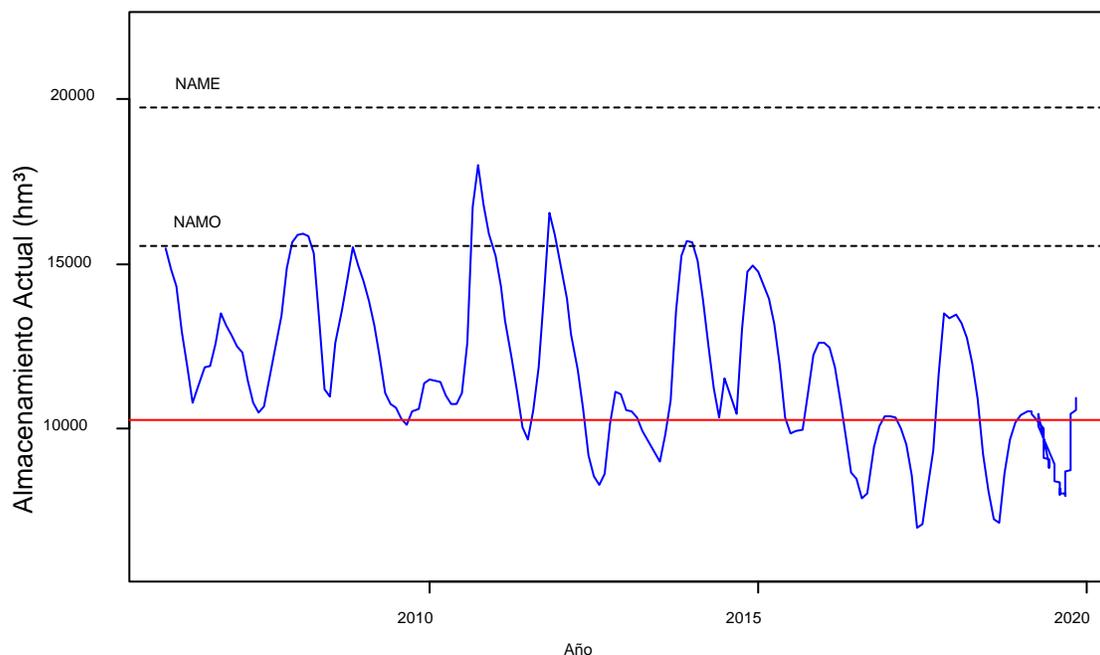


Figura 2. Almacenamiento de la presa Dr. Belisario Domínguez “La Angostura”, Chiapas.

Tabla 1. Caracterización limnológica de la presa Dr. Belisario Domínguez “La Angostura”, Chiapas.

Variables	Valores
Fecha de construcción	1969-1974
Aprovechamiento	Generación de energía eléctrica
Elevación	522 msnm
Superficie (llena)	51 548 ha
Superficie (nivel bajo)	37 885 ha
Capacidad total	19 736.4 Mm <sup>3</sup>
Gen. Energía eléct.	10 000 Mm <sup>3</sup>
Generación de energía	900 MW

Fuente: CONAGUA 2020, CNA 2003

## II. CARACTERIZACIÓN LIMNOLÓGICA

### a. Batimetría

La batimetría de la presa La Angostura mostró valores que oscilaron entre 0 - 84 m, con un promedio general para todo el sistema de 19.6 m (Romero-Beltrán *et al.* 2020).



## b. Corrientes

Las corrientes de la presa La Angostura indican velocidades muy bajas ( $\approx 0.9 - 33.5$  cm/s) en la mayoría del área del embalse con un promedio para todo el sistema de 7.9 cm/s (Romero-Beltrán *et al.* 2020).

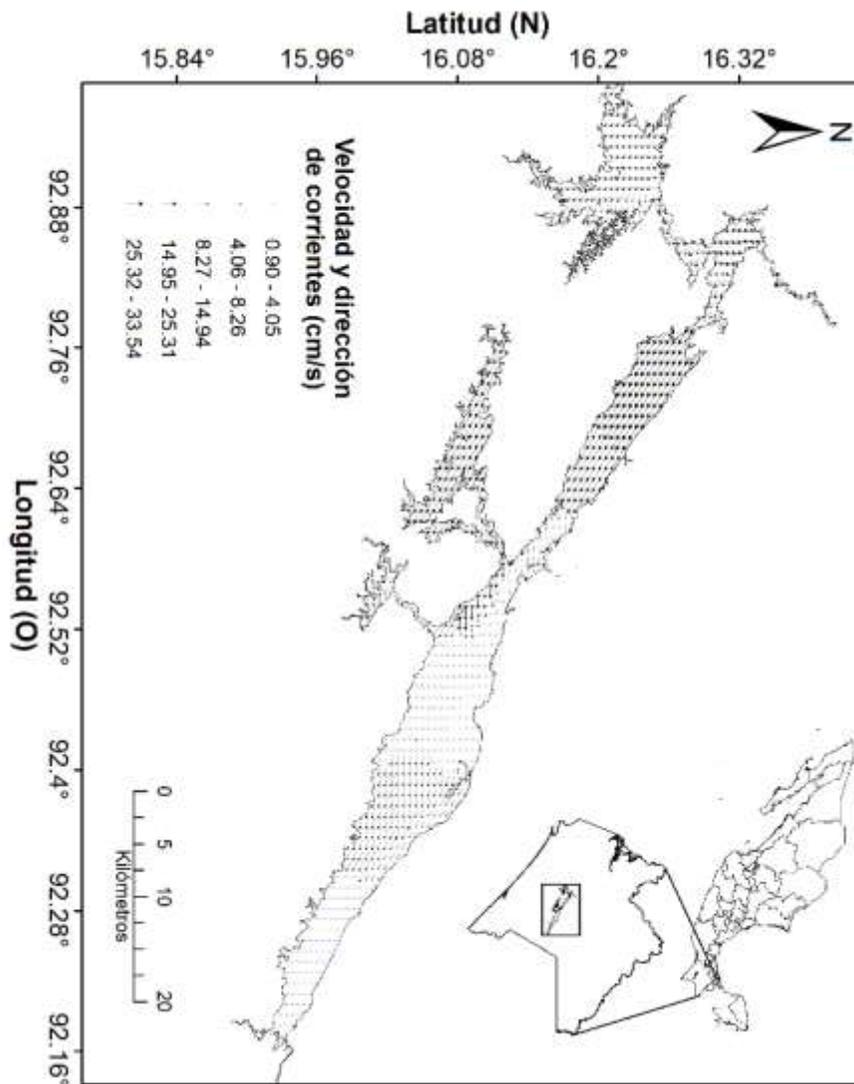


Figura 3. Dirección y velocidad de corrientes en la presa Dr. Belisario Domínguez “La Angostura”, Chiapas.

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



## III. VARIABLES AMBIENTALES

Tabla 2. Variables Físico-Químicas de la presa Belisario Domínguez "La Angostura", Chiapas.

Variable	Media	Desviación estándar SD
Profundidad (m)	19.6	11.5
Transparencia (m)	2.1	0.6
Temperatura (°C)	26.9	0.8
Potencial de hidrógeno	8.1	0.2
Oxígeno (mg/l)	4.5	2.2
Conductividad (mS/cm)	0.3551	0.0
Dureza (mg/l)	139.0	15.87
Sólidos Susp. T. (mg/l)	37.0	10.53
Materia Org. (mg/l)	8.1	2.18
Clorofilas (µg/l)	3.8	2.13
Nitritos (mg/m <sup>3</sup> )	0.5	0.38
Nitratos (mg/m <sup>3</sup> )	53.0	50.64
Amonio (mg/m <sup>3</sup> )	1.7	3.25
Nitrógeno ID (mg/m <sup>3</sup> )	55.2	50.8
Fosfatos (mg/m <sup>3</sup> )	3.3	3.15
Nitrógeno total (mg/m <sup>3</sup> )	430.0	195.35
Fósforo total (mg/m <sup>3</sup> )	9.3	5

Tomado de Plan de Ordenamiento La Angostura (Romero-Beltrán *et al.* 2020)

## IV. BALANCE HÍDRICO

P = Precipitación; Ev = Evaporación; Qa = Caudal del afluente; Qe = Caudal del efluente;  $\rho$  = tasa de recambio;  $t_w$  = Tiempo de residencia; Evtr = Evapotranspiración;  $\Delta W$  = Variación del agua (Romero-Beltrán *et al.* 2020).

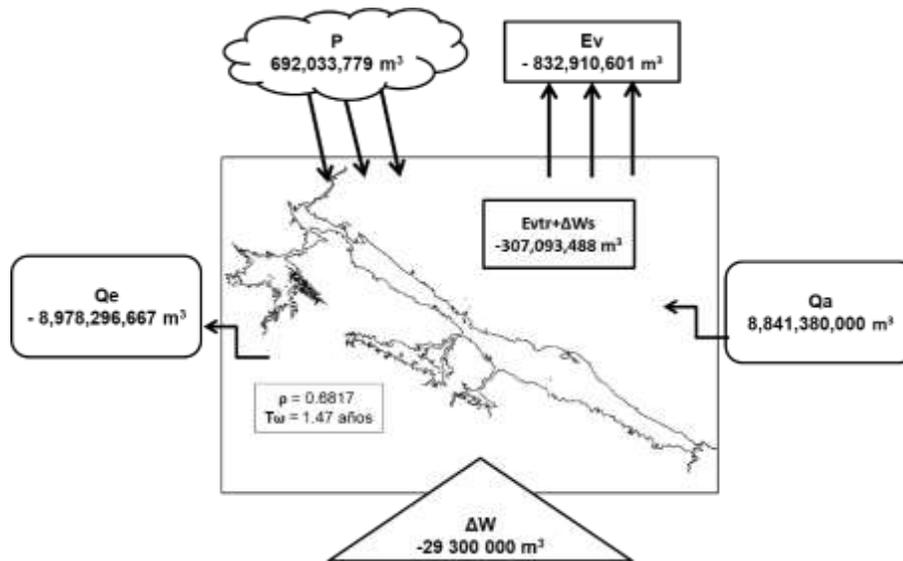


Figura 4. Balance másico de la presa Dr. Belisario Domínguez “La Angostura”, Chiapas.

## V. BALANCE MÁSSICO

$LI[P]-LI[N]$  = Aporte de nutrimento de las lluvias;  $A[P]-A[N]$  = Aporte de nutrimentos desde el afluente;  $E[P]-E[N]$  = Salida de nutrimento por los efluentes;  $[P]-S[N]$  = Aporte de nutrimentos desde los sedimentos (Romero-Beltrán *et al.* 2020).

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

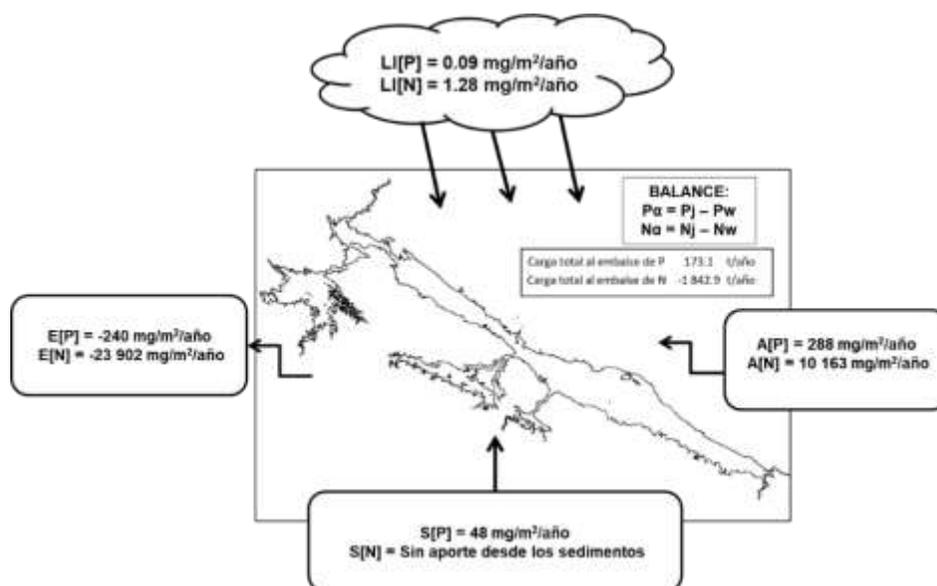


Figura 5. Balance másico de la presa Dr. Belisario Domínguez “La Angostura”, Chiapas.

## VI. INDICADORES DE CONTAMINACIÓN

### a. Elementos Traza

Tabla 3. Elementos traza encontrados en la presa Dr. Belisario Domínguez “La Angostura”, Chiapas.

Elemento	Promedio (mg/l)	SD (mg/l)	Límite (mg/l)
Al	5.1	1.9	50
Sb	0.1	0	90
As	4.5	1	200
Ba	16.7	1.1	10
Be	1.2	1.1	1*
Cd	0	0	0.9
Cs	0	0	**
Co	0	0	
Cu	1.7	1.4	15.7
Cr	0.1	0.1	
Sn	0.2	0.2	
Sr	432	38.2	
Fe	11	2.5	1,000.00
Li	1.1	0.3	
Mg	3,152.5	1,061.4	
Mn	0.4	0.2	
Hg	0.3	0	3
Mo	0.8	0	

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



Ni	1	0.2	208.3
Pd	0.1	0	
Pb	0.3	0.1	4.8
Tl	0	0	10
Th	0	0	
U	0.5	0.3	
V	1.7	0.3	
Zn	9.3	1.4	16.8

\* El asterisco indica un valor superior fuera del límite.

\*\* No existe información.

## b. Presencia de Plaguicidas

Tabla 4. Plaguicidas organoclorados obtenidos en la presa Dr. Belisario Domínguez “La Angostura”, Chiapas.

PLAGUICIDAS $\mu\text{g/L}$	Promedio ( $\mu\text{g/kg}$ )	SQUIRTS+ ( $\mu\text{g/L}$ )	NOM-127-SSA1-1994 ( $\mu\text{g/L}$ )
Aldrín	0.74	650	30
BHC a	4.53	2200	*
BHC b	0.47	490	*
BHC d	ND	2200	*
BHC g	ND	80	2000
Dieldrín	0.52	350	30
Endosulfán I	9.11	17	*
Endosulfán II	ND	17	*
Endosulfán sulfato	0.21	2220	*
Endrín	2.05	18	*
Endrín aldehído	0.48	150	*
Heptaclor	ND	26	30
Heptaclor epóxido	0.10	26	30
Metoxiclor	ND	30	20000
pp DDD	0.29	3600	1000
pp DDE	1.45	14000	1000
pp DDT	ND	66	1000

+SQuiRTs: NOAA Screening Quick Reference, Tables (Buchman 2008). Límites de la NOM-127-SSA1-1994 (D.O.F. 1996). \* No hay en la literatura; ND = No detectado.

Tabla 5. Plaguicidas organofosforados obtenidos en la presa Dr. Belisario Domínguez “La Angostura”, Chiapas (n=2).

Plaguicidas $\mu\text{g/l}$	Promedio ( $\mu\text{g/L}$ )	SQUIRTS+ ( $\mu\text{g/L}$ )
Azinfos metil (Guti3n)	ND	41
Clorpirifos	61.60	83
Coumafos	ND	*
Demet3n O & S	ND	170
Diazin3n	70.16	100

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



Diclorvos (DDVP)	5.18	*
Disulfotón	11.44	*
Etoprofos	19.74	*
Fenclorfos	129.02	*
Fensulfotión	120.31	*
Fentión	ND	*
Forato	11.05	*
Merfos	19.73	65
Metil paratión	9.22	*
Mevinfos	4.83	*
Naled	4.93	496
Stirifos	3.62	*
Sulprofos	2.98	*
Tokution	ND	*
Tricloronato	9979.33	*

+SQuiRTs: NOAA Screening Quick Reference Tables (Buchman 2008). Límites de la NOM-127-SSA1-1994 (D.O.F. 1996). \* No hay en la literatura; ND = No detectado.

## c. Presencia de Enterococos

Tabla 6. Enterococos obtenidos en la presa Dr. Belisario Domínguez “La Angostura”, Chiapas.

Muestra	Parámetro	Unidades	Resultado
1	Enterococos	NMP/100ml	< 1.1
2	Enterococos	NMP/100ml	< 1.1

## VII. ESPECIES CON IMPORTANCIA ACUÍCOLA

Tabla 7. Especies con importancia acuícola en la presa Dr. Belisario Domínguez “La Angostura”, Chiapas.

Nombre común	Nombre científico
Tilapia	<i>Oreochromis niloticus</i>

## VIII. ESPECIES CON POTENCIAL ACUÍCOLA

Tabla 8. Especies con potencial acuícola en la presa Dr. Belisario Domínguez “La Angostura”, Chiapas.

Nombre común	Nombre científico
Pejelagarto	<i>Atractosteus tropicus</i>
Mojarra Zacatera	<i>Cincelichthys pearsei</i>
Mojarra	<i>Petenia splendida</i>
Tenguayaca	
Bagre	<i>Ictalurus furcatus</i>
Langostino	<i>Macrobrachium tenellum</i>

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



## IX. PERMISOS PARA PRODUCCIÓN ACUÍCOLA

**Unidades Acuícolas:** 4 (vigentes)

**Jaula:** 968 unidades

**Área concesionada:** 373 ha

**NOTA:** Actualmente existen algunas solicitudes en el sistema con un estatus de “En trámite”, consistentes en permisos para acuicultura de fomento (CONAPESCA. SOAP 2020).

## X. INDICADORES ACUÍCOLAS

**Nutrimiento limitante:** Sistema deficitario para fósforo.

**Estado trófico.** El embalse presenta condiciones de oligotrofia.

**Capacidad de carga ecológica:** 394 251 t de biomasa de peces cultivable.

**Capacidad de carga física:** 10, 372 ha con potencial acuícola (Romero-Beltrán *et al.* 2020). Se han determinado total de 35 524 ha de aptitud acuícola mediante el modelo de Capacidad de Carga Física, sin embargo, mediante el Ordenamiento Acuícola se ha propuesto 49 polígonos con potencial para el desarrollo de cultivo de tilapia en jaulas en la presa “La Angostura”, que comprenden un total de 10, 372 ha.

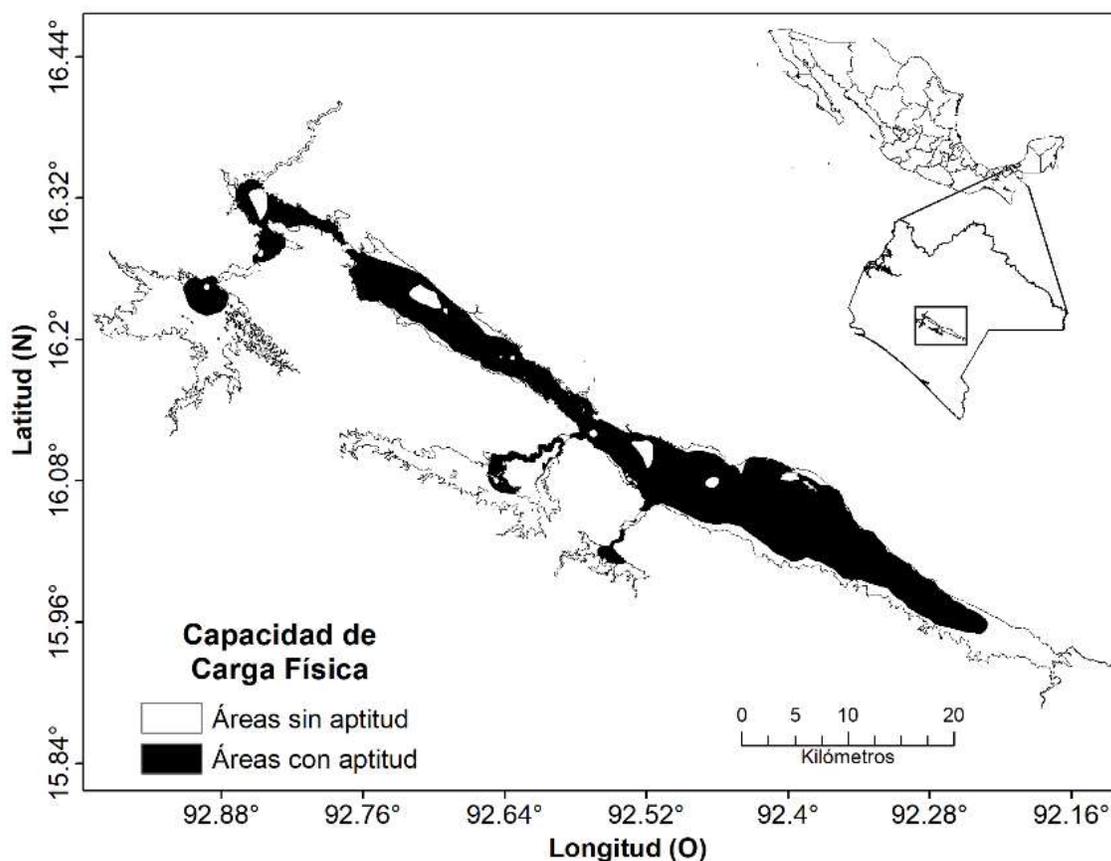


Figura 6. Capacidad de carga física de la presa Dr. Belisario Domínguez "La Angostura", Chiapas.

## XI. ESTRATEGIAS Y TÁCTICAS DE MANEJO

La estrategia de manejo acuícola en la presa consiste en la aplicación de modelos de capacidad de carga ecológica y física para conocer la biomasa cultivable que soporta el embalse, así como las zonas con el mayor potencial acuícola del sistema sin que éste sufra alteraciones en sus condiciones ambientales originales. Lo cual puede lograrse mediante el monitoreo constante del sistema *a priori* y *a posteriori* del desarrollo acuícola.

## XII. ESTATUS DEL SISTEMA EN TÉRMINOS ACUÍCOLAS

No se ha alcanzado la capacidad de carga ecológica y física del sistema. Por lo que se puede desarrollar la acuicultura de manera ordenada.



## XIII. RECOMENDACIONES DE MANEJO ACUÍCOLA

### a. Manejo acuícola

1. Considerando como base los resultados de los modelos de Capacidad de Carga Ecológica y Física (Romero- Beltrán, *et al.* 2020), que consideran los principios precautorios que establece la FAO (FAO 2011), es ampliamente recomendado desarrollar cualquier propuesta de Ordenamiento Acuícola, **tomando como referencia los criterios y límites ecológicos obtenidos y presentados por el IMIPAS** (Romero- Beltrán, *et al.* 2020) a través de los modelos de:

**Capacidad de Carga Física:** 10 372 ha, dentro de 49 polígonos identificados en zonas idóneas para la actividad.

**Capacidad de Carga Ecológica:** 394 251 t

- a. Lo anterior se respalda con evidencia científica, y avala que el ecosistema permanezca saludable y se elijan zonas con la mayor aptitud acuícola para el cultivo de tilapia, permitiendo un crecimiento ordenado y de manera sustentable de la actividad sin deteriorar el ecosistema.
- b. Se recomienda el monitoreo constante de las variables ambientales y nutrimentos en el sistema, para conocer la evolución del estado trófico y nutrimento limitante de la presa.
- c. Se recomienda utilizar el modelo de capacidad de carga propuesto por Beveridge (1984), calculando el parámetro  $\Delta P$  usando la concentración media del sistema y la concentración máxima aceptable utilizando el índice de estado trófico de Carlson (1977) modificado por Toledo (1983) como un enfoque precautorio para el cuidado del sistema.

## XIV. NORMATIVIDAD E INSTRUMENTOS DE POLÍTICA-MANEJO ACUÍCOLA

- a. Ley de Desarrollo Rural Sustentable. Facilitar el desarrollo de proyectos acuícolas rurales y reducir heterogeneidad productiva (CEDRSSA 2007).
- b. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación (D.O.F. 11/03/2022).
- c. NOM-010-PESC-1993. Que establece los requisitos sanitarios para la importación de organismos acuáticos vivos en cualesquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuicultura u ornato, en el territorio nacional (D.O.F. 23/11/1993).

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



- d. NOM-003-ECOL-1997. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratada que se reúsen en servicios al público (D.O.F. 21/09/1997).
- e. NOM-027-SSA1-1993. Bienes y servicios. Productos de la pesca. Pescados frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias (D.O.F. 03/03/1995).



## 2.4 LAGUNA COSTERA BAHÍA DEL PERRO, SINALOA.

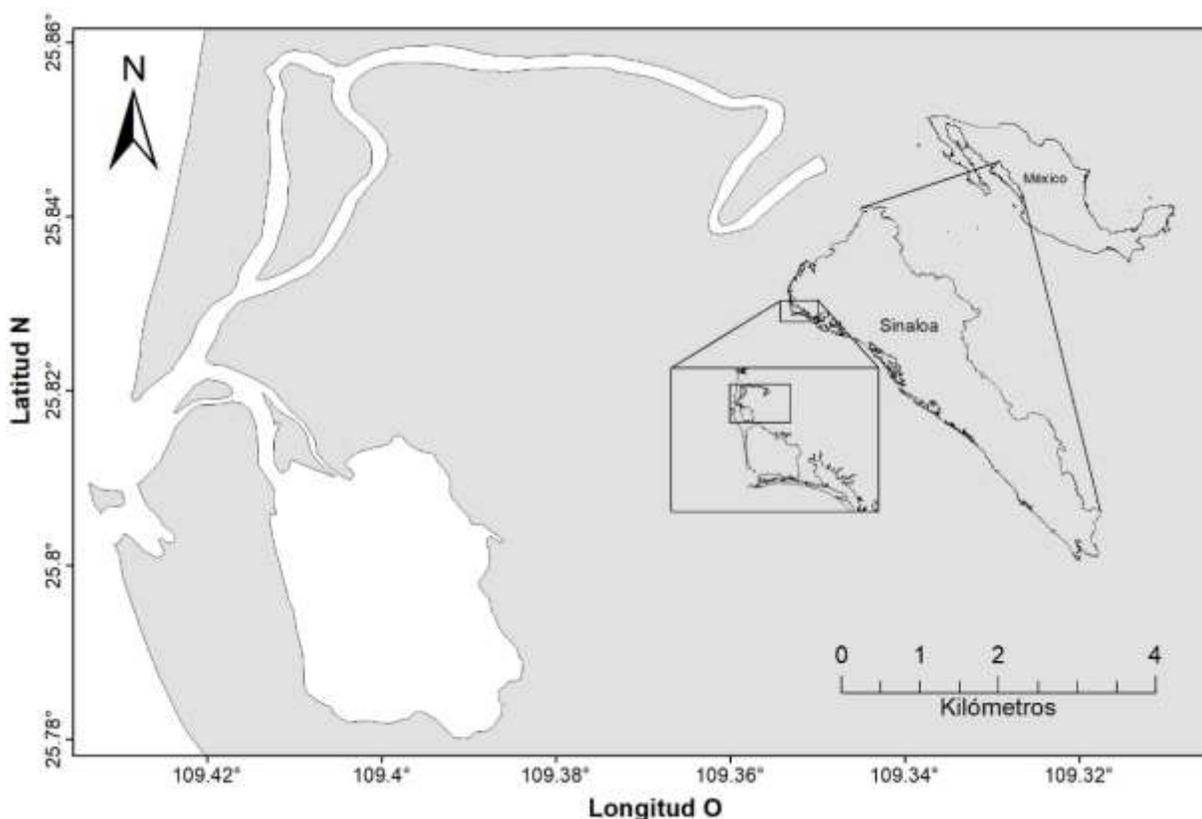


Figura 1. Localización de la Bahía del Perro, Sinaloa.

### I. GENERALIDADES

La laguna Bahía El Perro se ubica en el municipio de Ahome entre la latitud  $27.78^{\circ}$  y  $25.86^{\circ}$  norte, así como las longitudes  $-109.36^{\circ}$   $-109.44^{\circ}$  oeste, y cubre una superficie de 1 582 ha (**Figura 1**). Es un sistema lagunar tipo II-A de sedimentación terrígena diferencial, constituido por depresiones marginales e intra-deltaicas con barreras arenosas del tipo de lagunas que presentan rápidas modificaciones en su forma y batimetría (Lankford 1977).

### II. CARACTERIZACIÓN LIMNOLÓGICA

#### a. Batimetría

La batimetría en general mostró valores que oscilaron entre 0 – 8.2 m, con un promedio general para todo el sistema de  $1.69 \pm 1.71$  m. Los valores más altos se



asociaron a la zona central del sistema desde la boca hacia el fondo del mismo, con valores entre 6 - 8 m, mientras que los más bajos se asociaron a los márgenes del sistema (**Figura 2**).

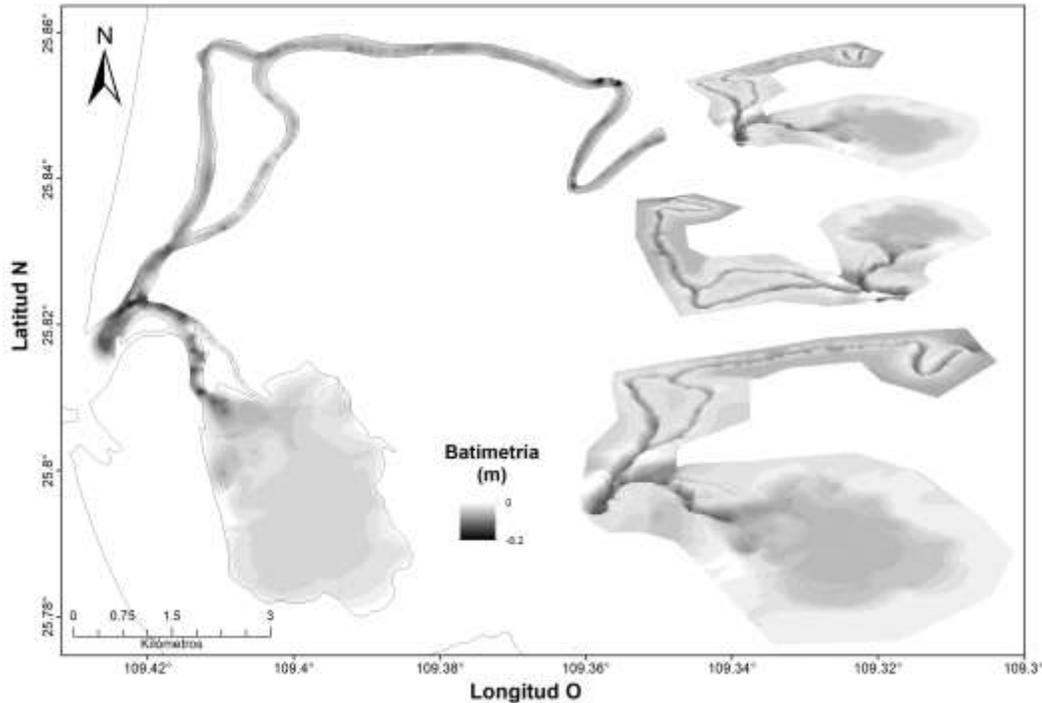


Figura 2. Batimetría 2D y 3D de la Bahía del Perro, Sinaloa.

## b. Corrientes

Las corrientes de la laguna costera Bahía El Perro promediaron 1.05 m/s, con un intervalo entre 0.28 – 2.69 m/s, el promedio de las direcciones indica que el comportamiento dominante de la marea era en dirección de entrada hacia el sistema (**Figura 2**).

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

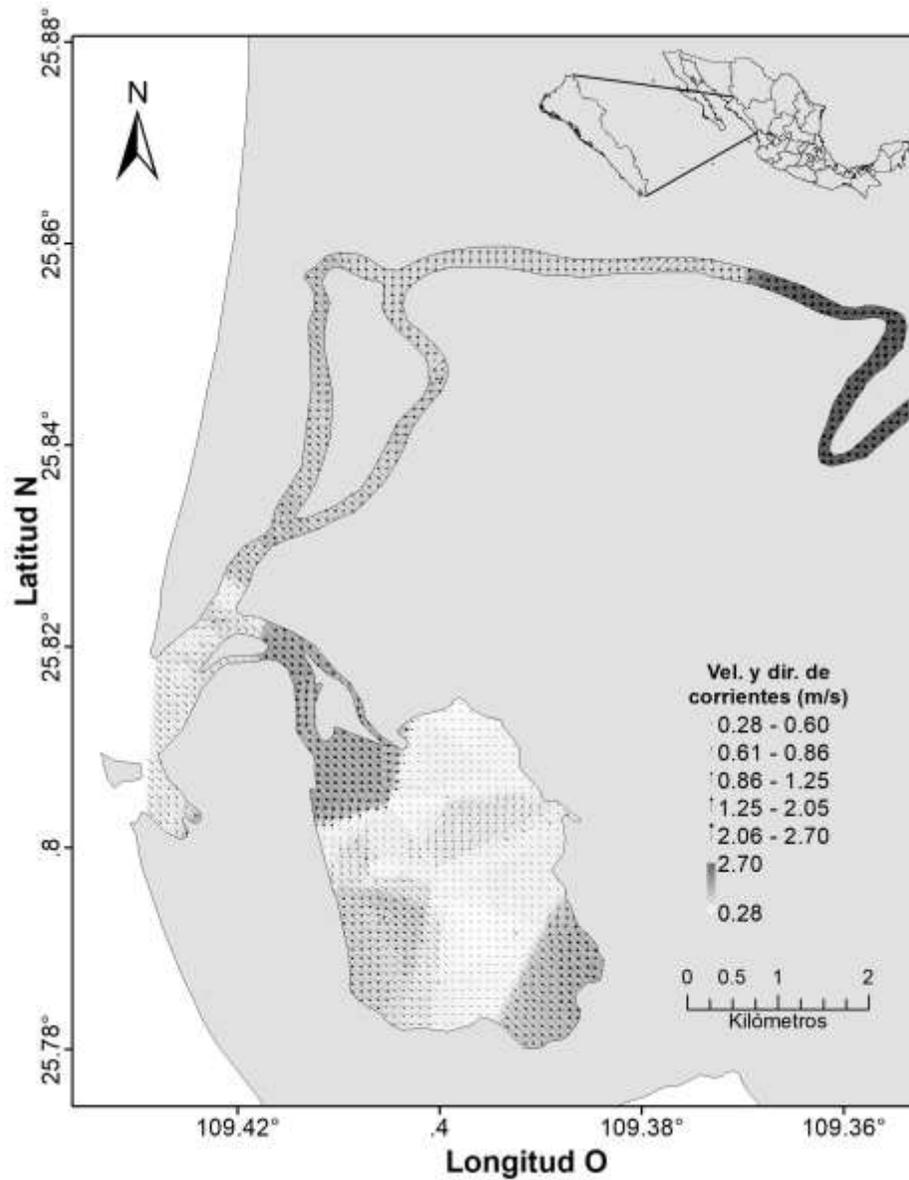


Figura 3. Dirección y velocidad de corrientes de la Bahía del Perro, Sinaloa.

### III. VARIABLES AMBIENTALES

#### a. Agua



Los valores medios de variables ambientales determinadas en la Bahía del Perro, Sinaloa, se presentan a continuación:

Tabla 1. Variables fisicoquímicas determinadas en la Bahía del Perro, Sinaloa.

Variable	Promedio	Desviación Estándar
Profundidad (m)	2.16	1.52
Transparencia (m)	0.69	0.40
Temperatura (°C)	26.23	4.03
Salinidad (ups)	33.77	3.65
Potencial de hidrógeno	8.60	0.17
Oxígeno (mg/l)	6.87	1.32
Conductividad (mS/cm)	54.59	8.27
Sólidos Susp. T. (mg/l)	72.46	26.99
Materia Org. (mg/l)	15.86	3.62
Clorofilas (µg/l)	9.68	4.50
Nitritos (mg/m <sup>3</sup> )	3.56	4.89
Nitratos (mg/m <sup>3</sup> )	11.07	13.13
Amonio (mg/m <sup>3</sup> )	11.21	15.78
Fosfatos (mg/m <sup>3</sup> )	86.11	51.72
Nitrógeno total (mg/m <sup>3</sup> )	994.48	728.30
Fósforo total (mg/m <sup>3</sup> )	159.50	53.50

Tomado de Osuna-Bernal *et al.* (2023)

## b. Sedimentos

Los sedimentos muestran un contenido de materia orgánica que osciló entre 0.34 y 3.08 %, con un promedio de 1.36 % para todo el sistema. En cuanto al nitrógeno y fósforo total se obtuvieron valores entre 5.8 – 14.5 y 1.9 – 2.6 %, así como medias de 9.9 y 2.3 %, respectivamente. Por su parte, la distribución espacial muestra que existe una tendencia a obtener los valores de las fracciones más gruesas asociadas a la boca y la parte central del sistema, donde posteriormente dominan las fracciones de limos y arcillas hacia la parte cercana a los márgenes del sistema en la zona sur del mismo (**Figura 4**).

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

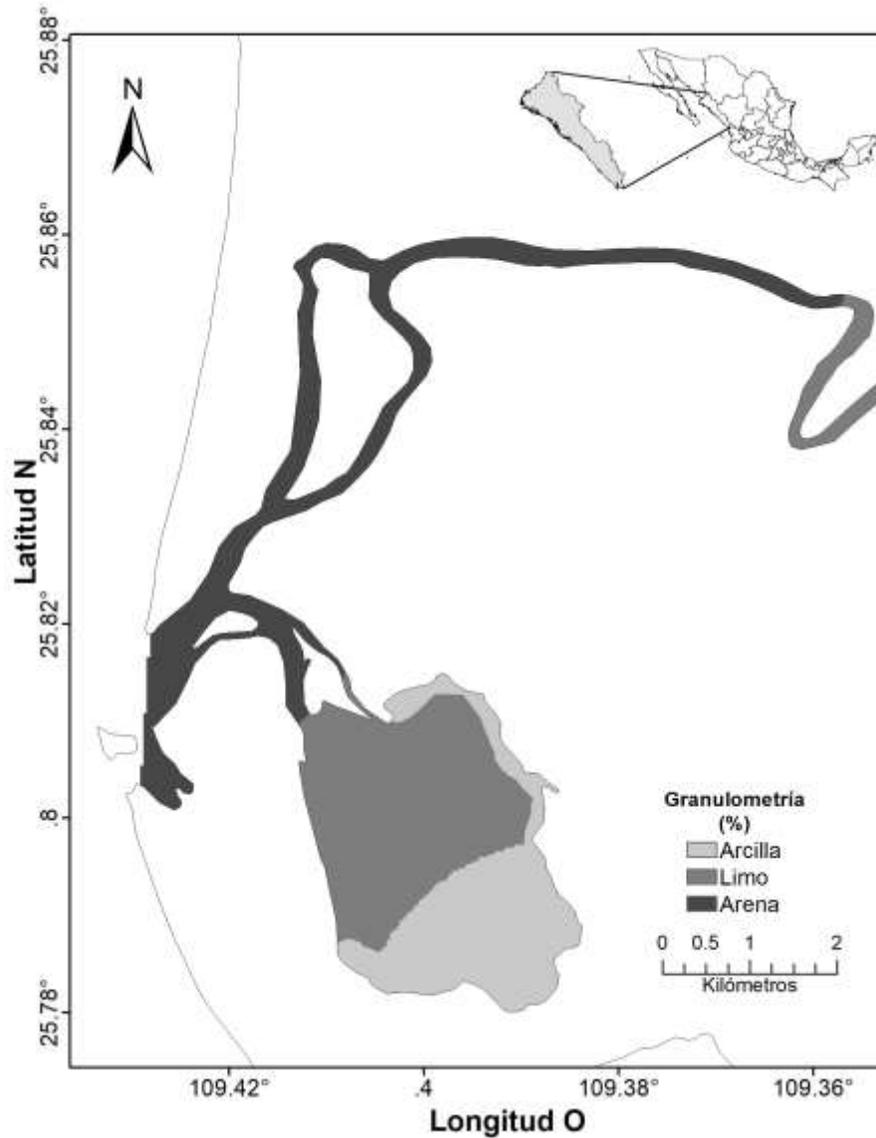


Figura 4. Clasificación de los sedimentos de la Bahía del Perro, Sinaloa.

## IV. BALANCE HÍDRICO

Los principales aportes de agua al sistema provienen de las precipitaciones, la subcuenca de drenaje y las granjas camaronícolas, mientras que las mayores salidas de agua del mismo están asociadas a la evaporación. Por otra parte, de

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



acuerdo con el balance salino, el sistema presenta una tasa de recambio con el océano de 1.38 días (**Figura 5**).

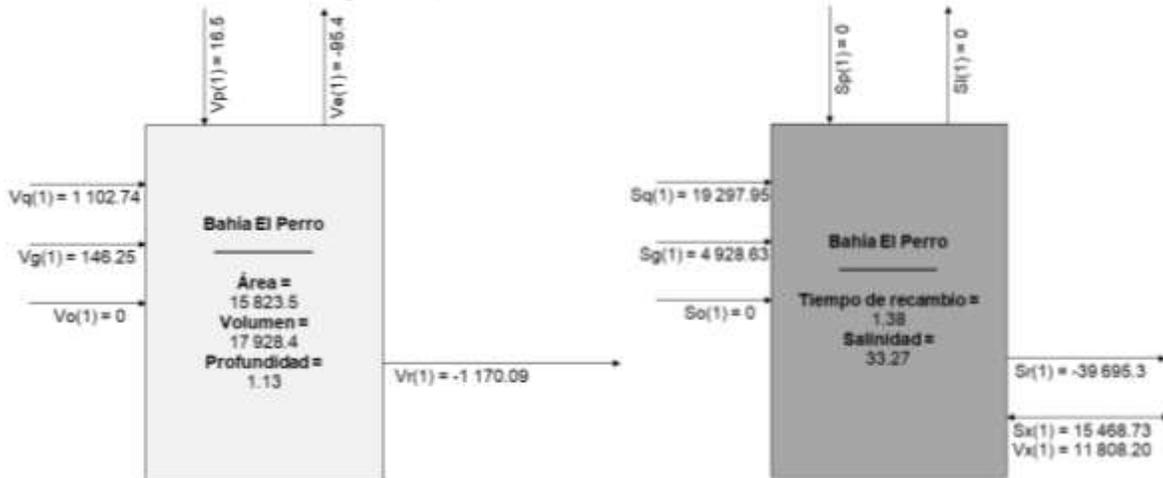


Figura 5. Balance hídrico (gris claro) y salino (gris oscuro) del sistema Bahía del Perro, Sinaloa

## V. BALANCE MÁSSICO

Los mayores aportes de nutrientes hacia la laguna provienen desde las precipitaciones, la microcuenca y el océano, éste último controla la mayoría de los procesos hídricos del sistema. En el sistema lagunar dominan las condiciones netamente autotróficas (**Figura 6**).

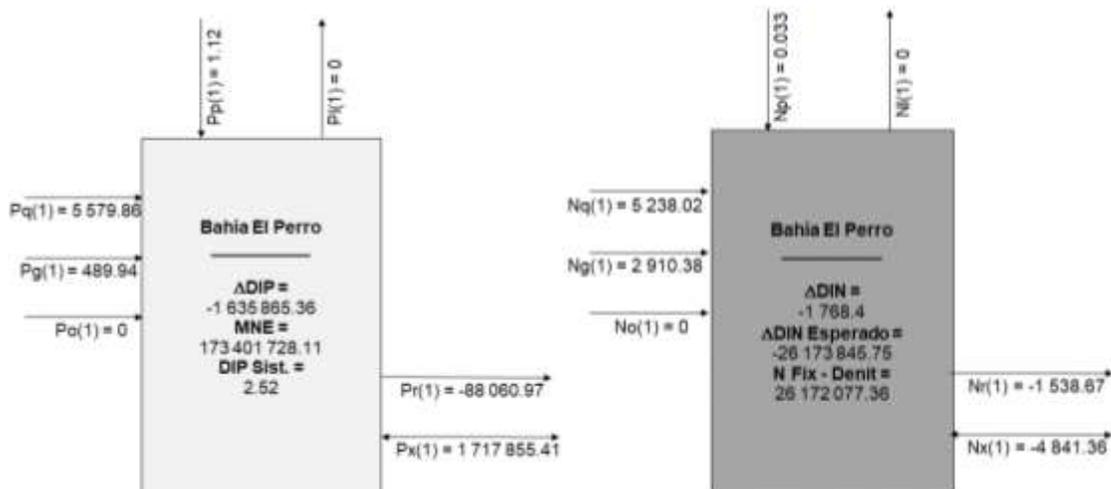


Figura 6. Balance másico y metabolismo neto del ecosistema basado en fósforo (gris claro) y nitrógeno (gris oscuro) del sistema Bahía del Perro, Sinaloa.



## VI. INDICADORES DE CONTAMINACIÓN

### a. Elementos Traza

En ninguno de los casos los valores de los elementos traza, que pudieran ser tóxicos, rebasan los niveles permisibles establecidos en las normas mexicanas (Tabla 2).

Tabla 2. Elementos traza encontrados en la Bahía del Perro, Sinaloa.

Elemento	Promedio (mg/l)	Niveles permisibles (mg/l)
As	0.015	200
Cd	0.0013	0.9
Cu	0.0023	15.7
Cr	0.0128	*
Hg	0.0003	3
Ni	0.0023	208.3
Pb	0.0015	4.8
Zn	0.0102	16.8

Metales pesados tomados de CONAGUA (2023) (medias de 2012 – 2020); Niveles permisibles tomados de DOF (1989); \*No encontrado en la literatura

### b. Contaminantes Orgánicos

No se cuenta con información

### c. Presencia de enterococos y coliformes

En ninguno de los registros de Enterococos, coliformes y demandas biológicas-bioquímicas de oxígeno en la Bahía del Perro, Sinaloa, se sobrepasó el límite legal permisible para la calidad de aguas costeras en México.

Tabla 3. Enterococos y Coliformes registrados en la Bahía del Perro, Sinaloa.

Parámetro	Unidades	Promedio	Límite	Fuente
Enterococos	NMP/100ml	56.3	100	
Coliformes Tot.	NMP/100ml	3 746.9	100	DOF (2016)
Coliformes fec.	NMP/100ml	3 208.8	240	
E. coli	NMP/100ml	10 702.6	100	
DBO Sol	mg/L	7.54	30	DOF (1997b)
DBO total	mg/L	7.06	30	
DQO Sol	mg/L	62.95	100	DOF (1997a)
DQO Total	mg/L	62.15	100	
SAAM	mg/L	0.04	5	DOF (1993)

Tomado de CONAGUA (2023)



## VII. ESPECIES CON IMPORTANCIA ACUÍCOLA

De acuerdo con la información consultada, en el sistema Bahía del Perro, Sinaloa, tienen importancia acuícola las especies que se enlistan en la **Tabla 5**.

Tabla 4. Listado de especies de importancia acuícola en la Bahía del Perro, Sinaloa.

Importancia acuícola	
Nombre común	Nombre científico
Ostión	<i>Crassostrea gigas</i>
	<i>Crassostrea sikamea</i>
	<i>Crassostrea corteziensis</i>

Tomado de Acuasesor CONAPESCA (2023)

## VIII. ESPECIES CON POTENCIAL ACUÍCOLA

Tabla 5. Especies con potencial acuícola en la Bahía del Perro, Sinaloa.

Potencial acuícola	
Nombre común	Nombre científico
Ostión	<i>Crassostrea gigas</i>
	<i>Crassostrea corteziensis</i>
	<i>Crassostrea sikamea</i>

## IX. PERMISOS PARA PRODUCCIÓN ACUÍCOLA

**Permisos Acuícolas:** 13 vigentes y 6 no vigentes

**Unidades de Producción:** 15 upas

**Área concesionada:** 25.37 ha

**NOTA:** La información mostrada en esta sección se consultó en el sistema Acuasesor de CONAPESCA (2023).

## X. INDICADORES ACUÍCOLAS

**Nutrimiento limitante:** Sistema deficitario para fósforo.

**Estado trófico.** El embalse presenta condiciones mesotróficas.

**Capacidad de carga ecológica:** 2 726 t de biomasa de ostión cultivable.

**Capacidad de carga física:** 299 ha con potencial acuícola (**Figura 7**).

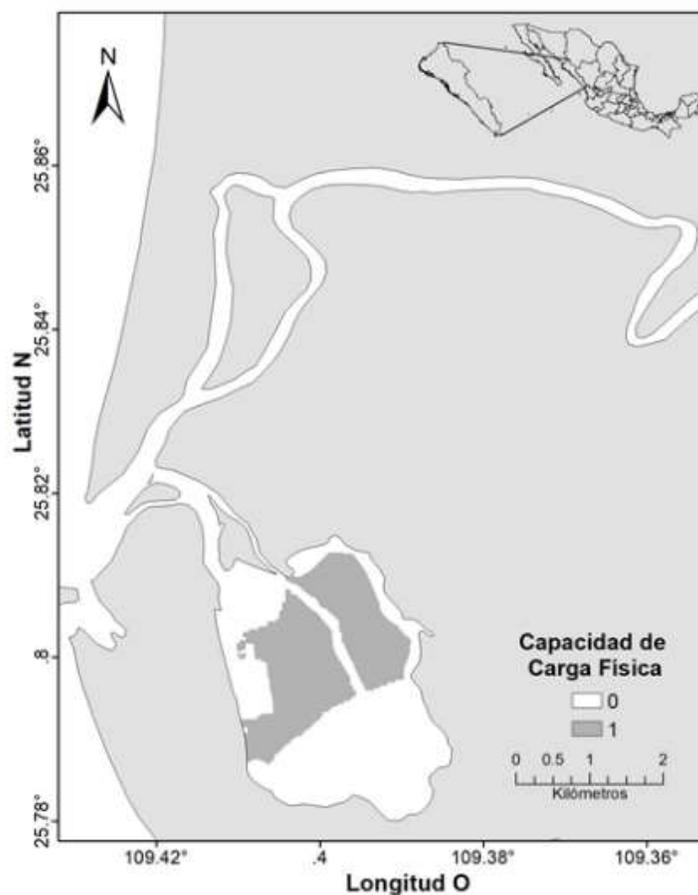


Figura 7. Capacidad de Carga Física estimada en el sistema lagunar Bahía del Perro, Sinaloa

## XI. ESTRATEGIAS Y TÁCTICAS DE MANEJO

La estrategia de manejo acuícola en la laguna costera consiste en la aplicación de modelos de capacidad de carga ecológica y física para conocer la biomasa cultivable que soporta el sistema, así como las zonas con el mayor potencial acuícola del mismo sin que éste sufra alteraciones en sus condiciones ambientales originales. Lo cual puede lograrse mediante el monitoreo constante del sistema a priori y a posteriori del desarrollo acuícola.

## XII. ESTATUS DEL SISTEMA EN TÉRMINOS ACUÍCOLAS

No se ha alcanzado la capacidad de carga ecológica y física del sistema. Por lo que se puede mantener o desarrollar la acuicultura de manera ordenada.



## XIII. RECOMENDACIONES DE MANEJO ACUÍCOLA

### a. Manejo Acuícola.

Considerando como base los resultados de los modelos de Capacidad de Carga Ecológica y Física, que consideran los principios precautorios que establece la FAO (FAO 2011), es ampliamente recomendado desarrollar cualquier propuesta de Ordenamiento Acuícola, tomando como referencia los criterios y límites ecológicos obtenidos y presentados por el IMIPAS a través de los modelos de:

**Capacidad de Carga Física:** 299 ha identificadas en zonas idóneas para la actividad.

**Capacidad de Carga Ecológica:** 2 726 t

- a. Lo anterior se respalda con evidencia científica, y avala que el ecosistema permanezca saludable y se elijan zonas con la mayor aptitud acuícola para el cultivo de ostión, permitiendo un crecimiento ordenado y de manera sustentable de la actividad sin deteriorar el ecosistema.
- b. Se recomienda el monitoreo constante de las variables ambientales y nutrimentos en el sistema, para conocer la evolución del estado trófico y nutrimento limitante de los sistemas.
- c. Se recomienda utilizar el modelo de capacidad de carga propuesto por Uribe y Blanco (2001), realizando un bioensayo con organismos provenientes de la zona donde se pretende estimar la capacidad de carga ecológica, para contar con los parámetros fisiológicos para alimentar el modelo final. Así como también contar con la estimación del metabolismo del ecosistema mediante el modelo LOICZ (Gordon *et al.* 1996), así como el índice de estado trófico de Vollenweider *et al.* (1998), todo lo anterior tomando como base un enfoque precautorio para el cuidado del sistema (FAO 2011).
- d. Se recomienda la construcción de un Plan de manejo acuícola, para lo cual se debe de contar con los siguientes componentes y acciones:
  - i. Características geográficas de la zona.
  - ii. Capacidad de carga del cuerpo de agua
  - iii. Forma de organización y administración de la unidad de manejo.
  - iv. Acciones a corto, mediano y largo plazo.
  - v. Crecimiento y tecnificación.
  - vi. Obras de infraestructura existentes y aquellas que se planeen desarrollar.
  - vii. Acciones de sanidad, inocuidad y calidad acuícola.
  - viii. Acciones de protección y aprovechamiento sustentable.
  - ix. Acciones de mitigación y adaptación ante la vulnerabilidad al cambio climático.
  - x. Programa de prevención y control de contingencias.



- xi. Cumplimiento de las disposiciones legales aplicables.

#### **XIV. NORMATIVIDAD E INSTRUMENTOS DE POLÍTICA-MANEJO ACUÍCOLA**

- a. Ley de Desarrollo Rural Sustentable. Facilitar el desarrollo de proyectos (DOF 2001).
- b. Ley de Desarrollo Rural Sustentable. Facilitar el desarrollo de proyectos acuícolas rurales y reducir heterogeneidad productiva (CEDRSSA 2007).
- c. Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables (LGPAS). Art. 4, Fracc. XLVI de la unidad de manejo acuícolas, y Art. 85 y 86, de los instrumentos de manejo para la acuicultura (DOF 2018).
- d. NOM-001-ECOL-1996. Establece los límites máximos permisibles en aguas residuales (DOF 1997b).
- e. NOM-027-SSA1-1993. NOM-027-SSA1-1993: Especificaciones sanitarias de pescados frescos-refrigerados y congelados (DOF 1995).
- f. NOM-242-SSA1-2009, Productos y servicios. Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba (DOF 2009).
- g. Carta Nacional Acuícola (DOF 2022).
- h. NOM-011-PESC-1993, para regular la aplicación de cuarentenas, a efecto de prevenir la introducción y dispersión de enfermedades certificables y notificables, en la importación de organismos acuáticos vivos en cualesquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuicultura y ornato en los estados unidos mexicanos (DOF 1994).
- i. NOM-030-PESC-2000, que establece los requisitos para determinar la presencia de las enfermedades virales de crustáceos acuáticos vivos, muertos, sus productos o subproductos en cualquier presentación y artemia (*Artemia* spp), para su introducción al territorio nacional y movilización en el mismo (DOF 2000).
- j. NOM-EM-006-PESC-2004, que establece los requisitos de sanidad acuícola para la producción de crustáceos acuáticos vivos, muertos, sus productos y subproductos, así como para su introducción a los Estados Unidos Mexicanos (DOF 2004).



## 2.5 PRESA GUSTAVO DÍAZ ORDAZ “BACURATO”, SINALOA

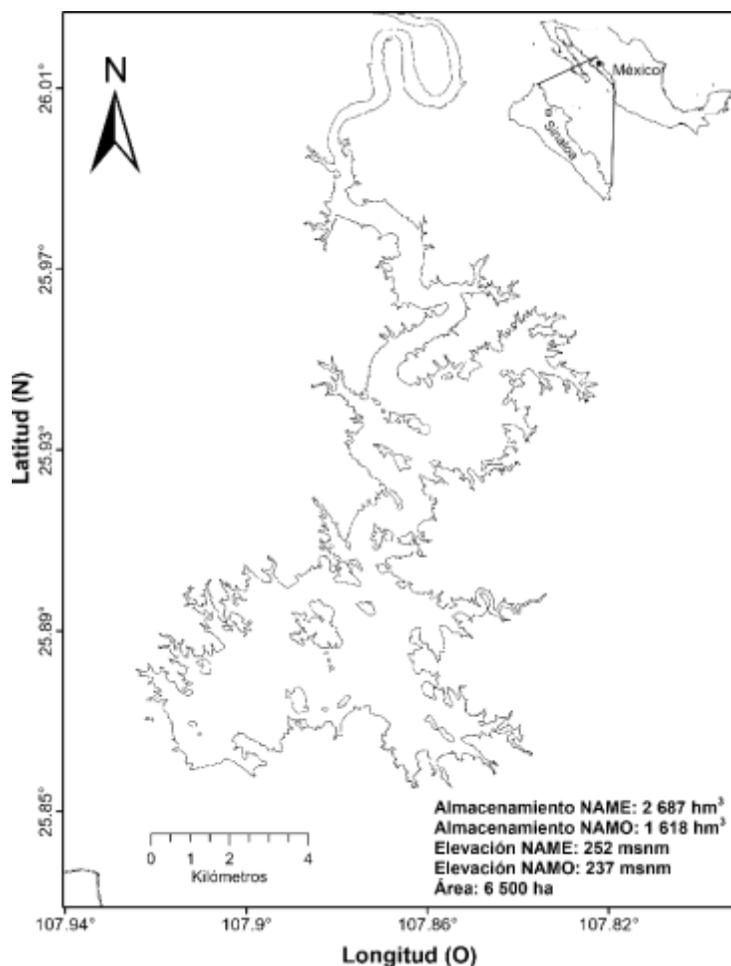


Figura 1. Localización de la presa Gustavo Díaz Ordaz “Bacurato”, Sinaloa.

### I. GENERALIDADES

La presa Lic. Gustavo Díaz Ordaz “Bacurato” se encuentra ubicada en las cercanías del poblado de Bacurato, municipio de Sinaloa de Leyva en el estado de Sinaloa. Geográficamente se localiza entre las coordenadas extremas 25. 80° – 26.04° N y 107.80° – 107.95° O y se encuentra a una elevación de 296.6 msnm (Romero-Beltrán *et al.* 2019, Romero-Beltrán *et al.* 2020)

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

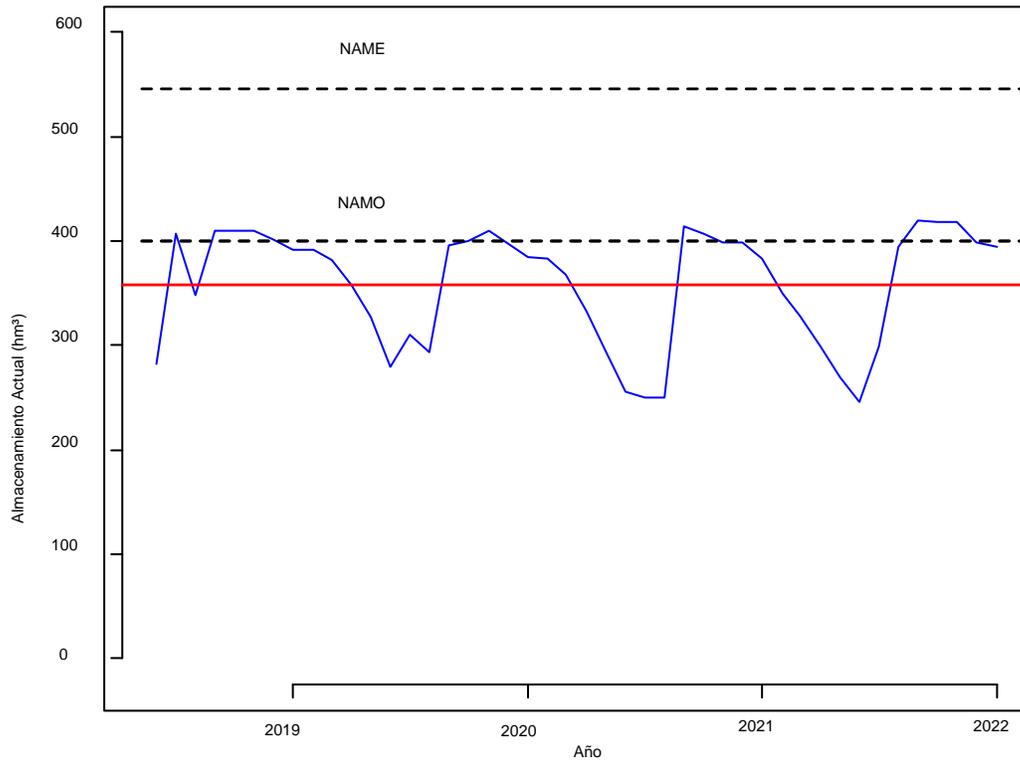


Figura 2. Almacenamiento de la presa Gustavo Díaz Ordaz "Bacurato", Sinaloa

Tabla 1. Caracterización limnológica de la presa Gustavo Díaz Ordaz "Bacurato", Sinaloa.

Variables	Valores
Fecha de construcción	1982-1986
Aprovechamiento	Generación de energía eléctrica, riego, control de avenidas y azolve
Elevación	297 msnm
Superficie (llena)	14000 Ha
Superficie (nivel bajo)	6500 Ha
Capacidad total	2900 Mm <sup>3</sup>
Gen. Energía elect. y riego	1610 Mm <sup>3</sup>
Control de avenidas	1100 Mm <sup>3</sup>
Azolve	190 Mm <sup>3</sup>
Generación de energía	292 MW

Fuente: CONAGUA 2021, INEGI 2015



## II. CARACTERIZACIÓN LIMNOLÓGICA

### a. Batimetría

Los valores de profundidad oscilaron entre 0.3 y 60.6 m, con un valor promedio para todo el sistema de  $19.1 \pm 16.3$  m y un coeficiente de variación de 85.1 %. (Romero Beltrán *et al.* 2020).

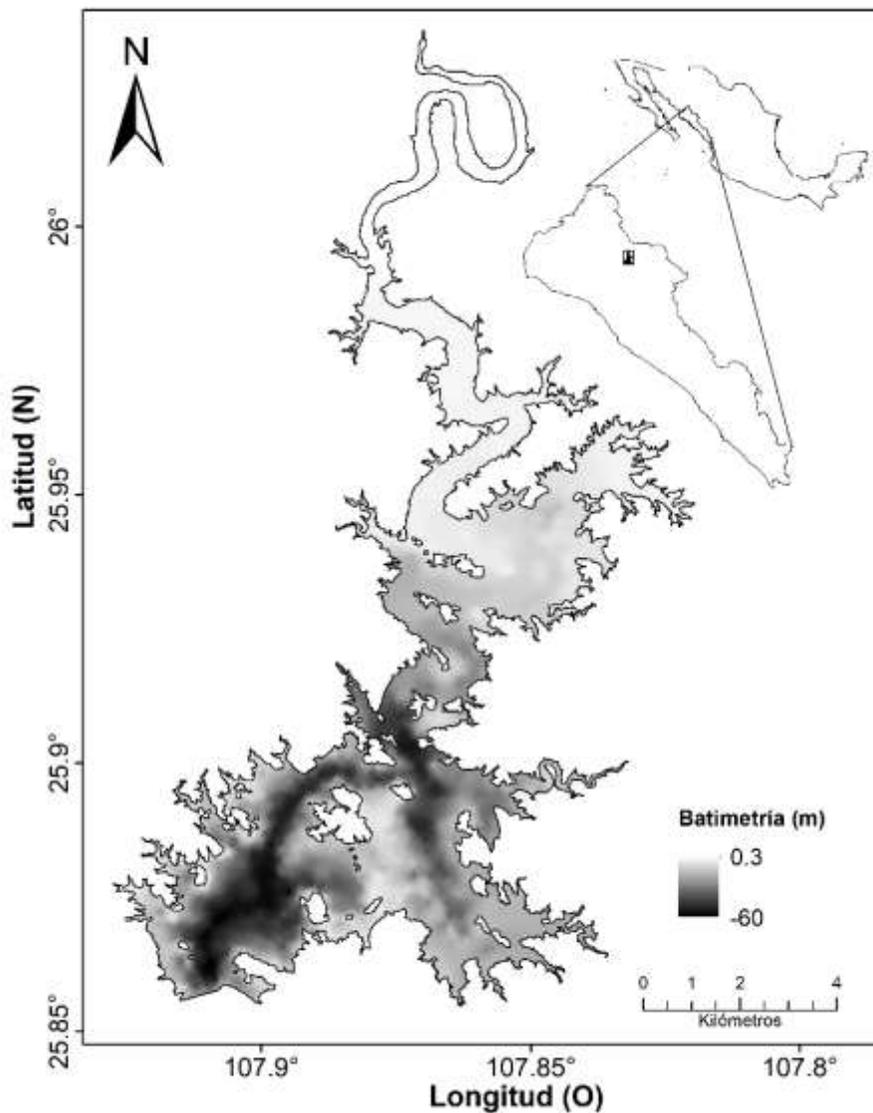


Figura 3. Batimetría de la presa Gustavo Díaz Ordaz "Bacurato", Sinaloa.

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



## III. VARIABLES AMBIENTALES

Tabla 2. Variables Físico-Químicas de la presa Gustavo Díaz Ordaz "Bacurato", Sinaloa.

Variable	Promedio	Desviación estándar SD
Profundidad (m)	20.6	17.7
Transparencia (m)	1.7	1.5
Temperatura (°C)	24.8	1.4
Potencial de hidrógeno	7.8	0.1
Oxígeno (mg/l)	4.7	2.5
Conductividad (mS/cm)	0.2	0.0
Dureza (mg/l)	61.0	23.2
Solidos Susp. T. (mg/l)	85.6	184.6
Materia Org. (mg/l)	11.5	14.2
Clorofilas (µg/l)	9.4	10.8
Nitritos (mg/m <sup>3</sup> )	8.1	8.9
Nitratos (mg/m <sup>3</sup> )	52.4	50.5
Amonio (mg/m <sup>3</sup> )	65.0	42.4
Nitrógeno I.D. (mg/m <sup>3</sup> )	125.4	33.9
Fosfatos (mg/m <sup>3</sup> )	8.7	2.1
Nitrógeno total (mg/m <sup>3</sup> )	716.2	282.4
Fósforo total (mg/m <sup>3</sup> )	10.4	5.1

Tomado de Romero-Beltrán *et al.* (2019) y (2020)

## IV. BALANCE HÍDRICO

P = Precipitación; Ev = Evaporación; Qa = Caudal del afluente; Qe = Caudal del efluente;  $\rho$  = tasa de recambio;  $t_w$  = Tiempo de residencia; Evtr = Evapotranspiración;  $\Delta W$  = Variación del agua (Romero-Beltrán *et al.* 2020).

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

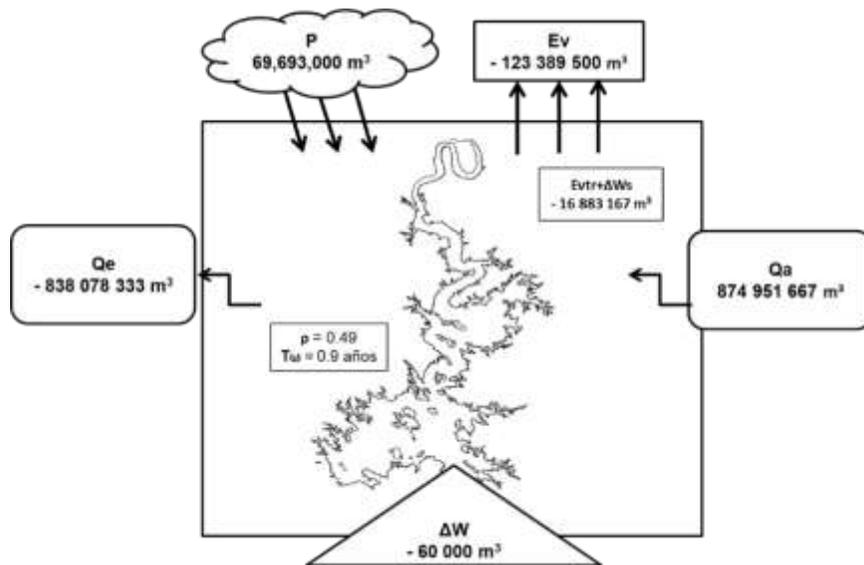


Figura 4. Balance hídrico de la presa Gustavo Díaz Ordaz "Bacurato", Sinaloa.

## V. BALANCE MÁSSICO

$LI[P]-LI[N]$  = Aporte de nutrimento de las lluvias;  $A[P]-A[N]$  = Aporte de nutrimentos desde el afluente;  $E[P]-E[N]$  = Salida de nutrimento por los efluentes;  $S[P]-S[N]$  = Aporte de nutrimentos desde los sedimentos (Romero-Beltrán *et al.* 2020).

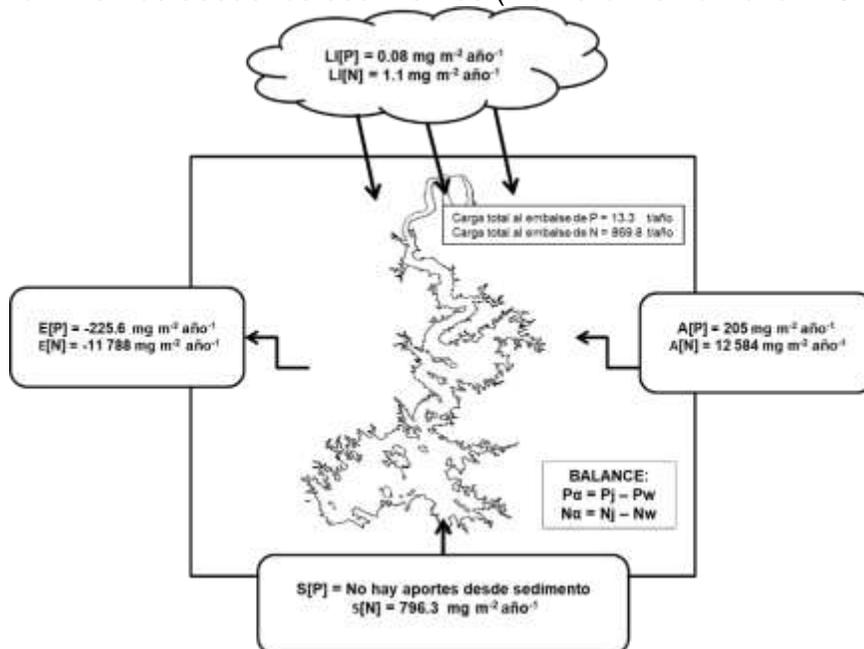


Figura 5. Balance másico de la presa Gustavo Díaz Ordaz "Bacurato", Sinaloa.



## VI. INDICADORES DE CONTAMINACIÓN

### a. Elementos Traza

Tabla 3. Elementos traza analizado en la presa Gustavo Díaz Ordaz “Bacurato”, Sinaloa.

Elemento	Promedio (mg/l)	NMP (mg/l)
Al	ND	50
Sb	ND	90
As	0.001	200
Ba	ND	10
Be	ND	1
Cd	0.0002	0.9
Cs	ND	*
Co	ND	*
Cu	ND	15.7
Cr	0.001	*
Sn	ND	*
Sr	ND	*
Fe	ND	1,000.00
Li	ND	*
Mg	ND	*
Mn	ND	*
Hg	ND	3
Mo	ND	
Ni	0.0001	208.3
Pd	ND	*
Pb	0.0011	4.8
Tl	ND	10
Th	0.003	*
Th	0.003	*
U	ND	*
V	ND	*
Zn	ND	16.8

NMP = Niveles máximos permisibles tomados de D.O.F. (1989); ND = No detectado; \* No encontrado en la literatura.

### b. Presencia de enterococos y coliformes

Tabla 4. Enterococos y coliformes de la presa Gustavo Díaz Ordaz “Bacurato”, Sinaloa.

Variable	Enterococos	Coliformes Fecales	<i>E. coli</i>	SAAM
Unidades	NMP/100ml	NMP/100ml	NMP/100ml	mg/l
Resultado	ND	141	10	0.0225
Fuente	CONAGUA (2020)	CONAGUA (2020)	CONAGUA (2020)	CONAGUA (2020)
Método	NOM-210-SSA1	NOM-210-SSA1	-	-

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



Límite	100 NMP/100 ml	1000 NMP/100 ml	1000 NMP/100ml	0.1 mg/l
Fuente	NMX-AA-120-SCFI	NOM-001-SEMARNAT	NOM-001-SEMARNAT	D.O.F. (1989)

## VII. ESPECIES CON IMPORTANCIA ACUÍCOLA

Tabla 5. Especies con importancia acuícola de la presa Gustavo Díaz Ordaz “Bacurato”, Sinaloa.

Nombre común	Nombre científico
Tilapia	<i>Oreochromis niloticus</i>
Camarón abeja manchado	<i>Gnathophyllum modestum</i>
Acocil	<i>Procambarus acanthophorus</i>

## VIII. ESPECIES CON POTENCIAL ACUÍCOLA

Tabla 6. Especies con potencial acuícola de la presa Gustavo Díaz Ordaz “Bacurato”, Sinaloa.

Nombre común	Nombre científico
Tilapia	<i>Oreochromis niloticus</i>

## IX. PERMISOS PARA PRODUCCIÓN ACUÍCOLA

**Unidades Acuícolas:** 3 (vigente)

**Jaula:** No existen registros

**Área concesionada:** 14.89

**NOTA:** No existen solicitudes recientes para aumentar la actividad acuícola en la presa Bacurato.

## X. INDICADORES ACUÍCOLAS

**Nutrimiento limitante:** Sistema deficitario para fósforo.

**Estado trófico.** El embalse presenta condiciones mesotróficas.

**Capacidad de carga ecológica:** 3 080 t de biomasa de peces (tilapia) cultivable.

**Capacidad de carga física:** 400 Ha con potencial acuícola, de los cuales se propone utilizar 225 ha, tomando como base los principios precautorios (Romero-Beltrán *et al.* 2020). En total se identificaron 433.5 Ha con vocación acuícola en la presa Bacurato, lo que representa un 7.2 % del área total del sistema. Tomando como base los principios precautorios emanados de la FAO, no es posible ocupar toda el área arrojada por el modelo de capacidad de carga física, por lo que se propusieron 22 polígonos para el desarrollo de proyectos acuícolas, consistentes en 225 ha, los cuales representan 51.79 % del área total estimada por el modelo y el 3.74 % del área total del sistema (Romero-Beltrán *et al.* 2020).

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

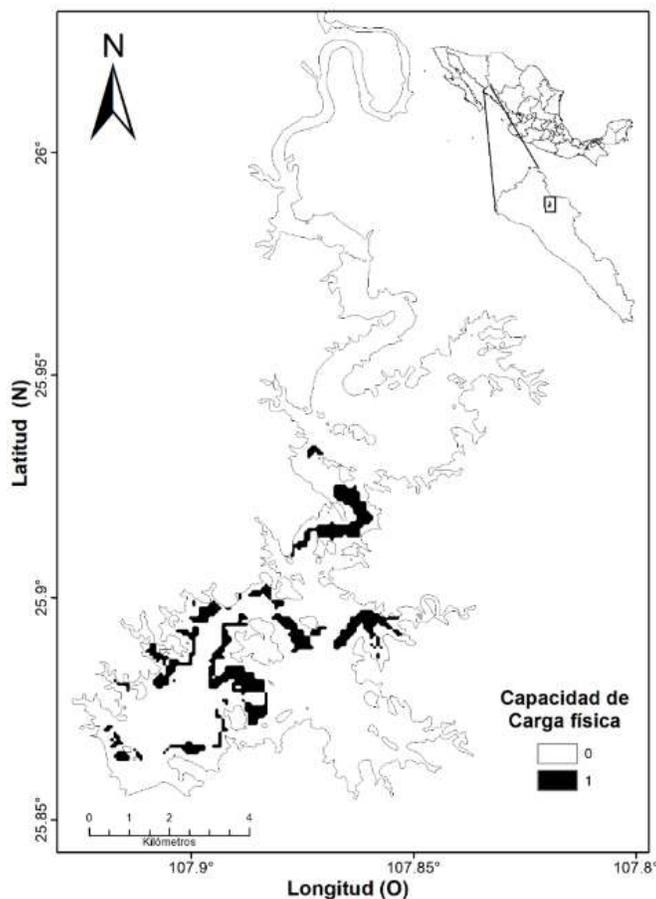


Figura 6. Capacidad de carga física de la presa Gustavo Díaz Ordaz "Bacurato", Sinaloa.

## XI. ESTRATEGIAS Y TÁCTICAS DE MANEJO

La estrategia de manejo acuícola en la presa consiste en la aplicación de modelos de capacidad de carga ecológica y física para conocer la biomasa cultivable que soporta el embalse, así como las zonas con el mayor potencial acuícola del sistema sin que éste sufra alteraciones en sus condiciones ambientales originales. Lo cual puede lograrse mediante el monitoreo constante del sistema *a priori* y *a posteriori* del desarrollo acuícola.

## XII. ESTATUS DEL SISTEMA EN TÉRMINOS ACUÍCOLAS

No se ha alcanzado la capacidad de carga ecológica y física del sistema. Por lo que se puede desarrollar la acuicultura de manera ordenada.



## XIII. RECOMENDACIONES DE MANEJO ACUÍCOLA

### a. Manejo acuícola.

Considerando como base los resultados de los modelos de Capacidad de Carga Ecológica y Física (Romero- Beltrán, *et al.* 2020), que consideran los principios precautorios que establece la FAO (FAO 2011), es ampliamente recomendado desarrollar cualquier propuesta de Ordenamiento Acuícola, tomando como referencia los criterios y límites ecológicos obtenidos y presentados por el IMIPAS (Romero- Beltrán, *et al.* 2020) a través de los modelos de:

**Capacidad de Carga Física:** 225 ha, dentro de 22 polígonos identificados en zonas idóneas para la actividad.

**Capacidad de Carga Ecológica:** 3 080 t

- a. Lo anterior se respalda con evidencia científica, y avala que el ecosistema permanezca saludable y se elijan zonas con la mayor aptitud acuícola para el cultivo de tilapia, permitiendo un crecimiento ordenado y de manera sustentable de la actividad sin deteriorar el ecosistema.
- b. Se recomienda el monitoreo constante de las variables ambientales y nutrimentos en el sistema, para conocer la evolución del estado trófico y nutrimento limitante de la presa.
- c. Se recomienda utilizar el modelo de capacidad de carga propuesto por Beveridge (1984), calculando el parámetro  $\Delta P$  usando la concentración media del sistema y la concentración máxima aceptable como el límite de estado trófico que haya en la literatura científica pertinente para las condiciones climáticas dominantes en sistema en cuestión (Kratzer y Brezonik 1981, Carlson 1977, Toledo 1983, Vollenweider 1968, Vollenweider 1992)

## XIV. NORMATIVIDAD E INSTRUMENTOS DE POLÍTICA-MANEJO ACUÍCOLA

- a. Ley de Desarrollo Rural Sustentable. Facilitar el desarrollo de proyectos acuícolas rurales y reducir heterogeneidad productiva (CEDRSSA 2007).
- b. NOM-001-SEMARNAT-2021. Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación (D.O.F 11/03/2022).

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



- c. NOM-010-PESC-1993. Que establece los requisitos sanitarios para la importación de organismos acuáticos vivos en cualesquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuicultura u ornato, en el territorio nacional (D.O.F. 23/11/1993).
- d. NOM-003-ECOL-1997. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratada que se reúsen en servicios al público (D.O.F. 21/09/1998).
- e. NOM-027-SSA1-1993. Bienes y servicios. Productos de la pesca. Pescados frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias (D.O.F. 03/03/1995).



## 2.6 PRESA JOSEFA ORTIZ DE DOMÍNGEZ “EL SABINO”, SINALOA

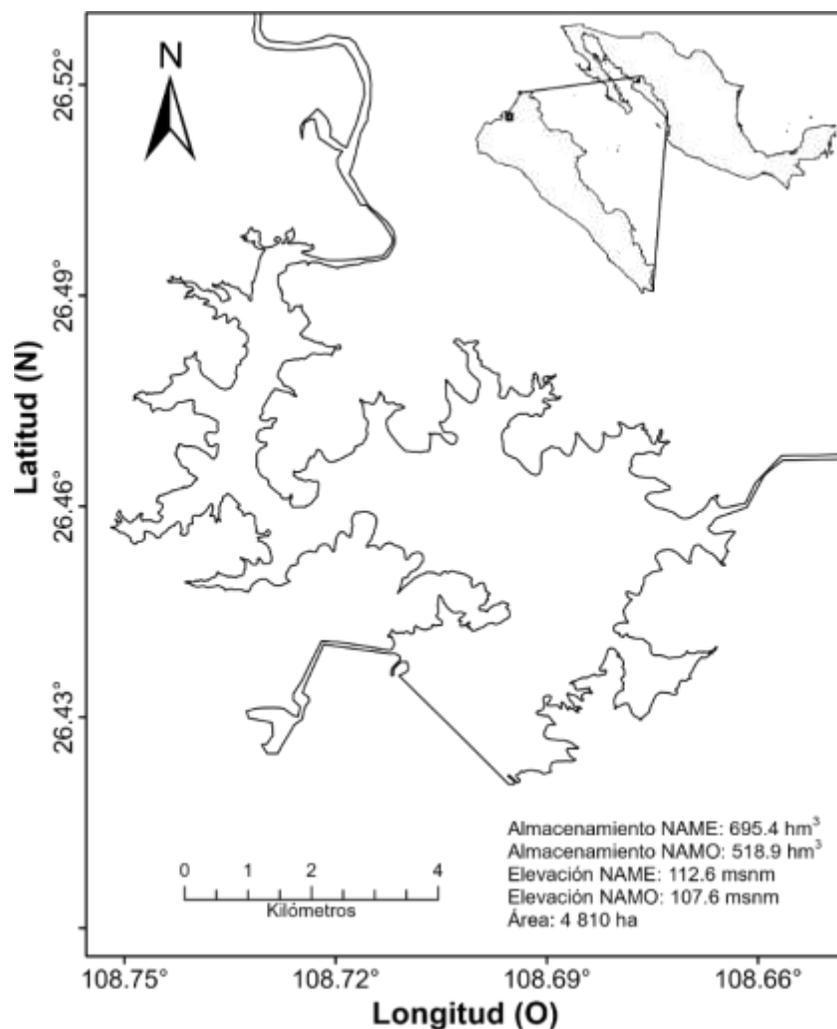


Figura 1. Localización de la presa Josefa Ortiz de Domínguez “El Sabino”, Sinaloa.

### I. GENERALIDADES

La presa Josefa Ortiz de Domínguez “El Sabino”, posee una capacidad de almacenamiento medio de 607 millones de metros cúbicos cubriendo una superficie total de más de 4 800 hectáreas, se construyó hace más de 50 años (1965 – 1967) para regular el flujo de agua del arroyo Álamos con los siguientes objetivos: cubrir las necesidades de riego, control de avenidas y adicionalmente se utiliza para la pesca comercial y deportiva (Romero-Beltrán *et al.* 2021).

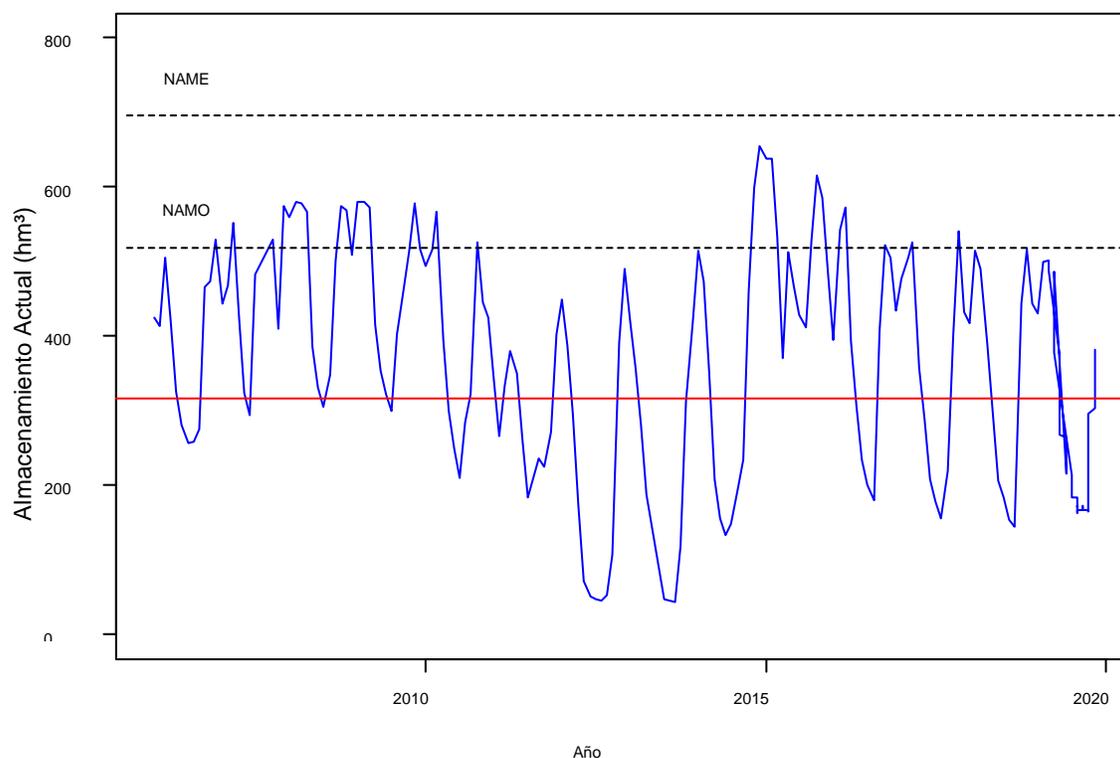


Figura 2. Variación del almacenamiento de la presa Josefa Ortiz de Domínguez “El Sabino”, Sinaloa.

Tabla 1. Variación del almacenamiento de la presa Josefa Ortiz de Domínguez “El Sabino”, Sinaloa

<b>Variables</b>	<b>Valores</b>
Fecha de construcción	1965-1967
Aprovechamiento	Control de avenidas
Elevación	107.6 msnm
Superficie (llena)	4810 Ha
Superficie (nivel bajo)	1535 Ha
Capacidad total	695.4 Mm <sup>3</sup>
Control de avenidas	191 Mm <sup>3</sup>

Fuente: CONAGUA 2021, INEGI 2015

## II. CARACTERIZACIÓN LIMNOLÓGICA

### a. Batimetría

La batimetría de la presa El Sabino mostró valores que oscilaron entre 1 y 26 m, con un promedio general para todo el sistema de 6.4 m. Los valores más altos se asociaron a la zona sur del reservorio, en el área cercana a la cortina, con valores > 20 m, y mostrando una tendencia a disminuir de manera progresiva hacia el norte

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



del sistema, donde se localizaron los valores más bajos (Romero-Beltrán *et al.* 2021).

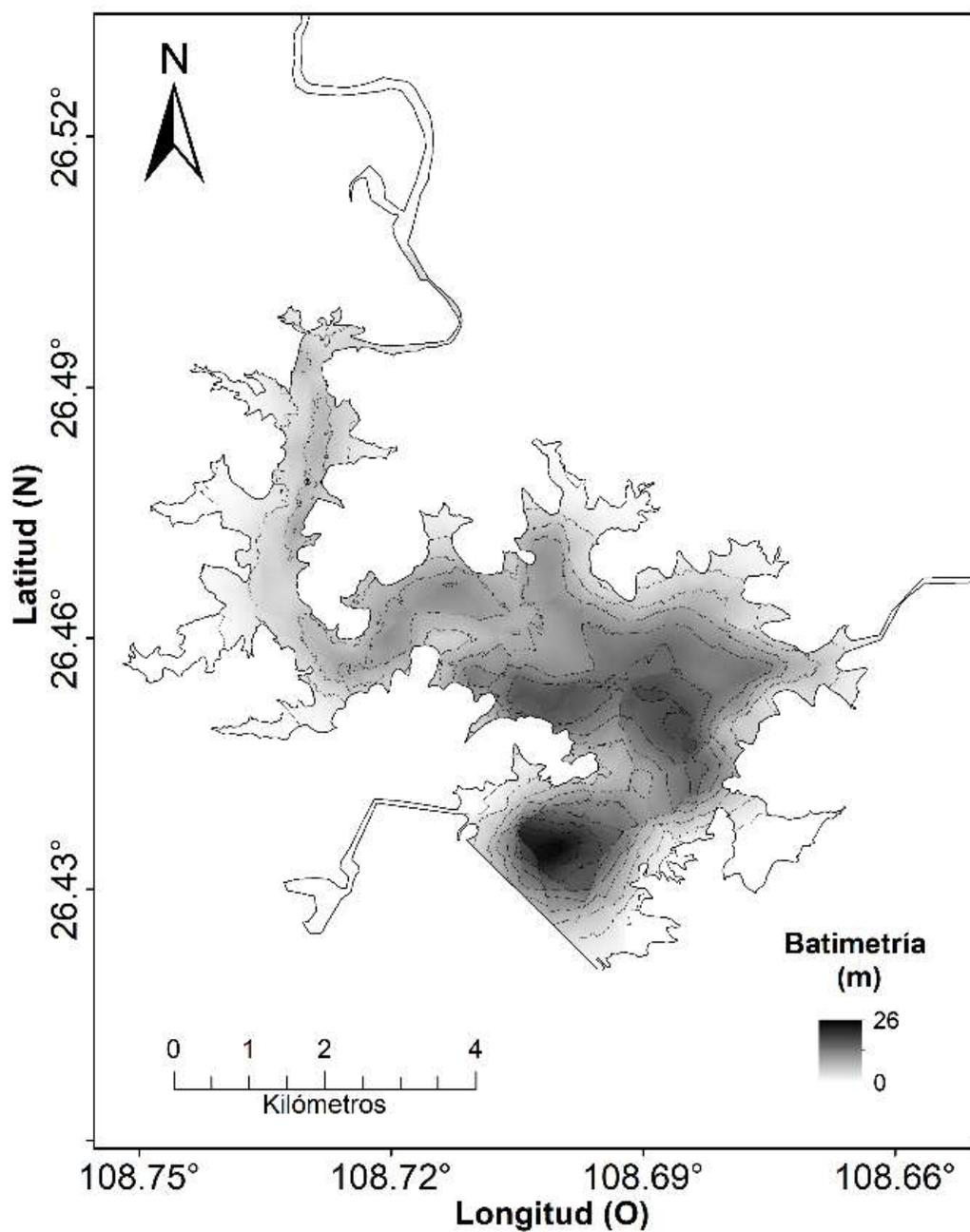


Figura 3. Batimetría de la presa Josefa Ortiz de Domínguez "El Sabino", Sinaloa.



## b. Corrientes

Los resultados de corrientes de la presa Josefa Ortiz de Domínguez indican velocidades muy bajas ( $\approx 0.011 - 0.286 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) en la mayoría del área del embalse con un promedio para todo el sistema de  $0.11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  (Romero-Beltrán *et al.* 2021).

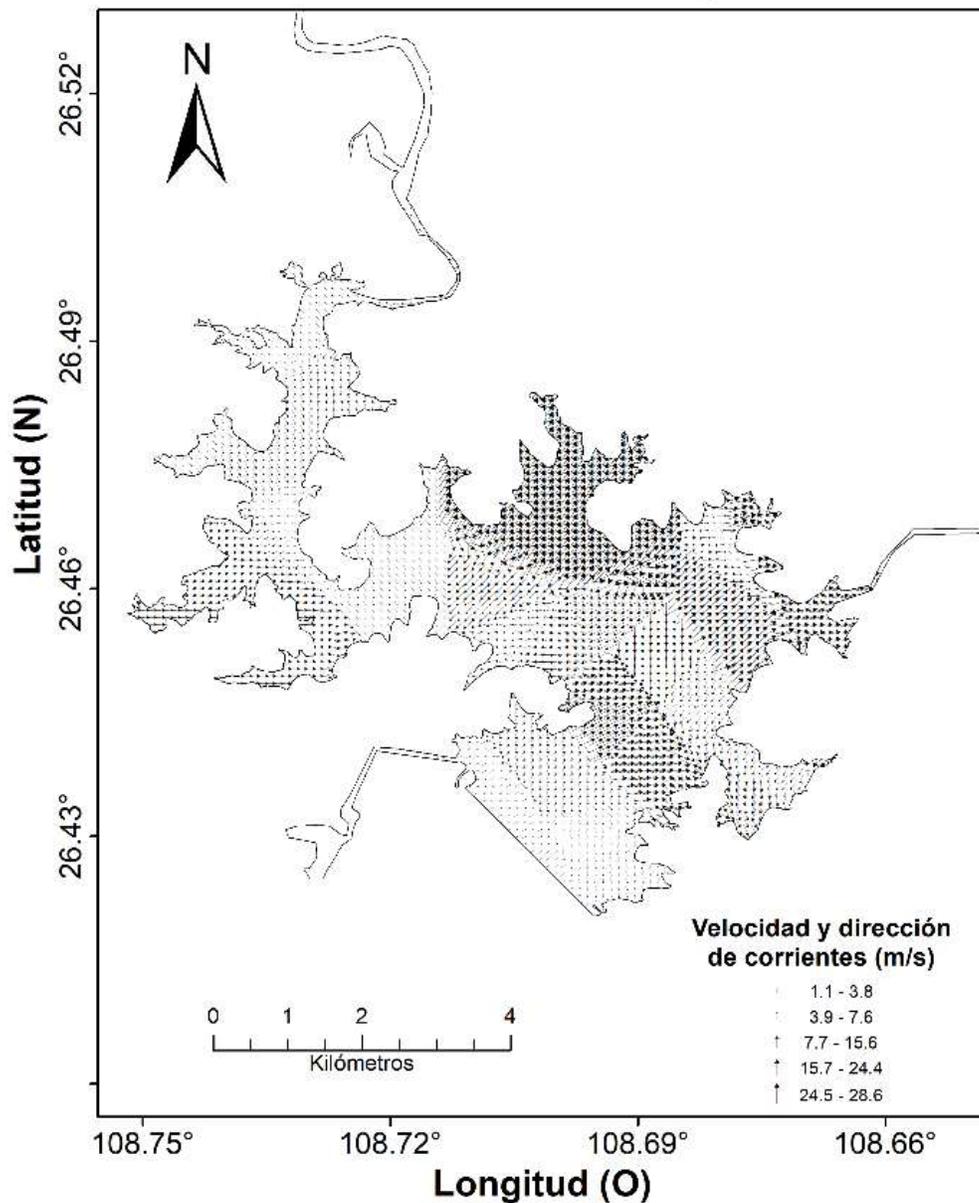


Figura 4. Dirección y velocidad de corrientes de la presa Josefa Ortiz de Domínguez “El Sabino”, Sinaloa.



### III. VARIABLES AMBIENTALES

Tabla 2. Variables Físico-Químicas de la presa Josefa Ortiz de Domínguez "El Sabino", Sinaloa

Variable	Promedio	SD
Transparencia (m)	1.37	0.55
Temperatura (°C)	24.07	4.18
Potencial de hidrógeno	7.35	3.94
Oxígeno (mg/l)	7.96	2.46
Conductividad (mS/cm)	0.10	0.10
Dureza (mg/l)	75.78	7.52
Solidos Susp. T. (mg/l)	14.91	9.12
Materia Org. (mg/l)	6.13	2.70
Clorofilas (µg/l)	6.36	4.53
Nitritos (mg/m <sup>3</sup> )	2.40	1.27
Nitratos (mg/m <sup>3</sup> )	16.12	24.31
Amonio (mg/m <sup>3</sup> )	28.15	27.79
Nitrógeno I.D. (mg/m <sup>3</sup> )	46.68	17.79
Fosfatos (mg/m <sup>3</sup> )	21.60	6.82
Nitrógeno total (mg/m <sup>3</sup> )	1999.00	668.50
Fósforo total (mg/m <sup>3</sup> )	39.37	21.70

Tomado de Romero-Beltrán *et al.* (2021)

### IV. BALANCE HÍDRICO

P = Precipitación; Ev = Evaporación; Qa = Caudal del afluente; Qe = Caudal del efluente;  $\rho$  = tasa de recambio;  $t_w$  = Tiempo de residencia; Evtr = Evapotranspiración;  $\Delta W$  = Variación del agua (Romero-Beltrán *et al.* 2020).

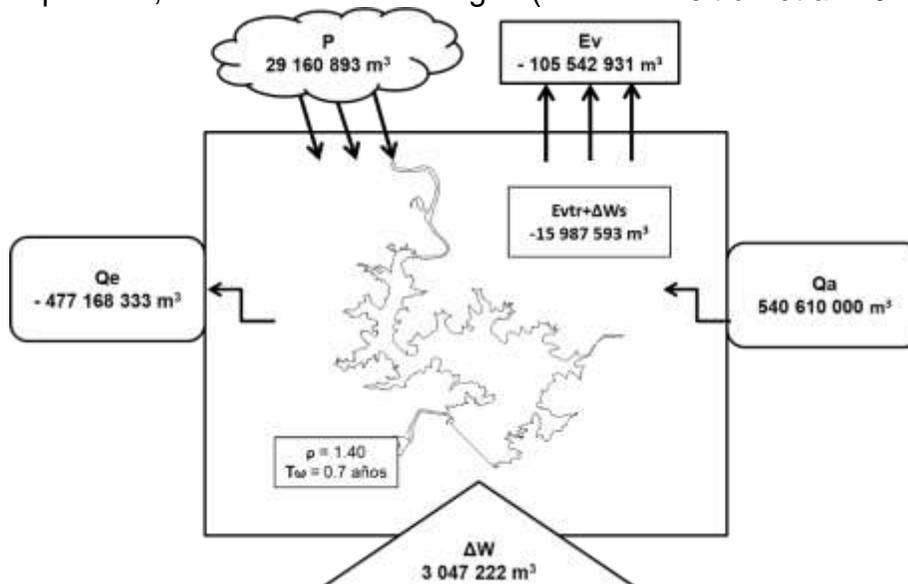


Figura 5. Balance hídrico de la presa Josefa Ortiz de Domínguez "El Sabino", Sinaloa.

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



## V. BALANCE MÁSSICO

$LI[P]-LI[N]$  = Aporte de nutrimento de las lluvias;  $A[P]-A[N]$  = Aporte de nutrimentos desde el afluente;  $E[P]-E[N]$  = Salida de nutrimento por los efluentes;  $S[P]-S[N]$  = Aporte de nutrimentos desde los sedimentos (Romero-Beltrán *et al.* 2020).

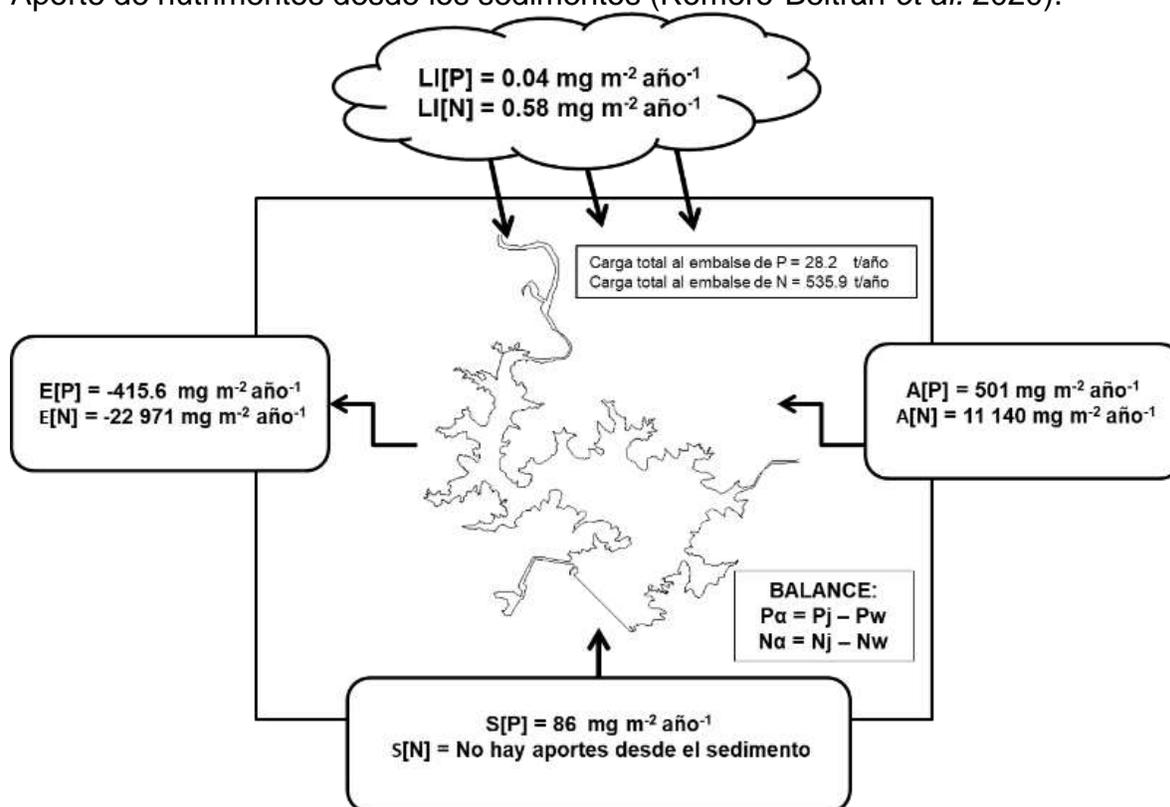


Figura 6. Balance másico de la presa Josefa Ortiz de Domínguez "El Sabino", Sinaloa.

## VI. INDICADORES DE CONTAMINACIÓN

### a. Elementos Traza

Tabla 3. Elementos traza determinados en la presa Josefa Ortiz de Domínguez "El Sabino", Sinaloa

Elemento	Promedio (mg/l)	NMP (mg/l)
Al	ND	50
Sb	ND	90
As	0.006	200
Ba	ND	10
Be	ND	1

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



Cd	0	0.9
Cs	ND	*
Co	ND	*
Cu	ND	15.7
Cr	0.003	*
Sn	ND	*
Sr	ND	*
Fe	ND	1,000.0
Li	ND	*
Mg	0.0001	*
Mn	ND	*
Hg	ND	3
Mo	ND	*
Ni	0.001	208.3
Pd	ND	*
Pb	0.002	4.8
Tl	ND	10
Th	ND	*
U	ND	*
V	ND	*
Zn	ND	16.8

NMP = niveles máximos permisibles tomados de DOF (1989);

ND = No detectado; \* No hay información en la literatura.

## b. Presencia de enterococos y coliformes

Tabla 4. Enterococos, coliformes y SAAM en la presa Josefa Ortiz de Domínguez “El Sabino”, Sinaloa.

Variable	Enterococos	Coliformes Fecales	SAAM
<b>Unidades</b>	NMP/100ml	NMP/100ml	mg/l
<b>Resultado</b>	No detectado	2 493.3*	No detectado
<b>Fuente</b>	CONAGUA 2020	CONAGUA 20	CONAGUA 2020
<b>Método</b>	NOM-210-SSA1	NOM-210-SSA1	No especificado
<b>Límite</b>	100 NMP/100 ml	1000 NMP/100ml	0.1 mg/l
<b>Fuente</b>	NMX-AA-120-SCFI	NOM-001-SEMARNAT	D.O.F. 1989

\* Valores fuera del límite

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



## VII. ESPECIES CON IMPORTANCIA ACUÍCOLA

Tabla 5. Especies con importancia acuícola de la presa Josefa Ortiz de Domínguez “El Sabino”, Sinaloa.

Nombre común	Nombre científico
Tilapia	<i>Oreochromis niloticus</i>
Bagre del canal	<i>Ictalurus punctatus</i>

## VIII. ESPECIES CON POTENCIAL ACUÍCOLA

Tabla 6. Especies con potencial acuícola de la presa Josefa Ortiz de Domínguez “El Sabino”, Sinaloa.

Nombre común	Nombre científico
Tilapia	<i>Oreochromis niloticus</i>

## IX. PERMISOS PARA PRODUCCIÓN ACUÍCOLA

**Unidades Acuícolas:** 2 (vigentes)

**Jaula:** No existen registros

**Área concesionada:** 55 ha

## X. INDICADORES ACUÍCOLAS

**Nutrimiento limitante:** No hay evidencia suficiente para identificar este fenómeno.

**Estado trófico.** El embalse presenta condiciones mesotróficas.

**Capacidad de carga ecológica:** No se ha rebasado, es necesaria una biomasa de 28 008 t para pasar de condiciones mesotróficas a eutróficas.

**Capacidad de carga física:** 464 Ha con potencial para el desarrollo de proyectos acuícolas. El resultado final del modelo de capacidad de carga física indica zonas muy limitadas en las secciones norte y centrales del reservorio, mientras que las zonas con vocación acuícolas más amplias se distribuyeron principalmente en la parte sur de la presa, cercanas a la cortina de la misma. En total se identificaron 464.2 Ha con vocación acuícola en la presa El Sabino, lo que representa un 36.3 % del área total del sistema.

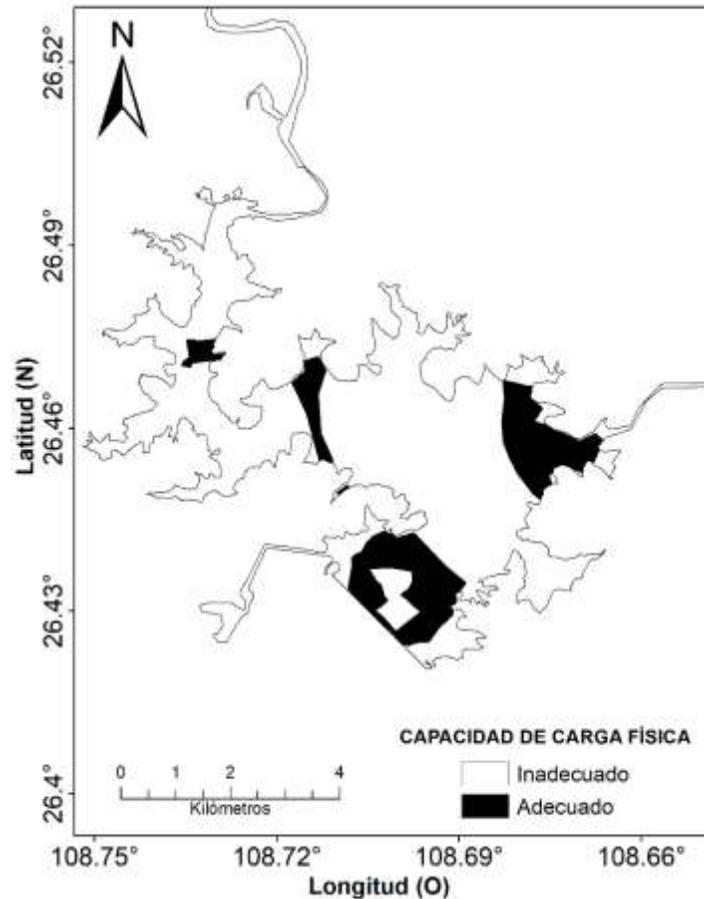


Figura 7. Capacidad de carga física de la presa Josefa Ortiz de Domínguez "El Sabino", Sinaloa.

## XI. ESTRATEGIAS Y TÁCTICAS DE MANEJO

La estrategia de manejo acuícola en la presa consiste en la aplicación de modelos de capacidad de carga ecológica y física para conocer la biomasa cultivable que soporta el embalse, así como las zonas con el mayor potencial acuícola del sistema sin que éste sufra alteraciones en sus condiciones ambientales originales. Lo cual puede lograrse mediante el monitoreo constante del sistema *a priori* y *a posteriori* del desarrollo acuícola.

## XII. ESTATUS DEL SISTEMA EN TÉRMINOS ACUÍCOLAS

No se ha alcanzado la capacidad de carga ecológica y física del sistema. Por lo que se puede desarrollar la acuicultura de manera ordenada.



## XIII. RECOMENDACIONES DE MANEJO ACUÍCOLA

### a. Manejo Acuícola

Considerando como base los resultados de los modelos de Capacidad de Carga Ecológica y Física (Romero- Beltrán, *et al.* 2020), que consideran los principios precautorios que establece la FAO (FAO 2011), es ampliamente recomendado desarrollar cualquier propuesta de Ordenamiento Acuícola, tomando como referencia los criterios y límites ecológicos obtenidos y presentados por el IMIPAS (Romero- Beltrán, *et al.* 2020) a través de los modelos de:

**Capacidad de Carga Física:** 464.2 ha disponibles para el crecimiento controlado.

**Capacidad de Carga Ecológica:** 28 008.5 t para pasar de un estado trófico a otro.

a. Lo anterior se respalda con evidencia científica, y avala que el ecosistema permanezca saludable y se elijan zonas con la mayor aptitud acuícola para el cultivo de tilapia, permitiendo un crecimiento ordenado y de manera sustentable de la actividad sin deteriorar el ecosistema.

b. Se recomienda el monitoreo constante de las variables ambientales y nutrimentos en el sistema, para conocer la evolución del estado trófico y nutrimento limitante de la presa.

c. Se recomienda utilizar el modelo de capacidad de carga propuesto por Beveridge (1984), calculando el parámetro  $\Delta P$  usando la concentración media del sistema y la concentración máxima aceptable como el límite de estado trófico que haya en la literatura científica pertinente para las condiciones climáticas dominantes en sistema en cuestión (Kratzer y Brezonik 1981, Carlson 1977, Toledo 1983, Vollenweider 1968, Vollenweider 1992)

## XIV. NORMATIVIDAD E INSTRUMENTOS DE POLÍTICA-MANEJO ACUÍCOLA

- a. Ley de Desarrollo Rural Sustentable. Facilitar el desarrollo de proyectos acuícolas rurales y reducir heterogeneidad productiva (CEDRSSA 2007).
- b. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021. Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación (D.O.F. 11/03/2022).
- c. NOM-010-PESC-1993. Que establece los requisitos sanitarios para la importación de organismos acuáticos vivos en cualesquiera de sus fases de

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



- desarrollo, destinados a la acuicultura u ornato, en el territorio nacional (D.O.F. 23/11/1993).
- d. NOM-003-ECOL-1997. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratada que se reúsen en servicios al público (D.O.F. 21/09/1997).
  - e. NOM-027-SSA1-1993. Bienes y servicios. Productos de la pesca. Pescados frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias (D.O.F. 03/03/1995).

## **BIBLIOGRAFÍA Y LITERATURA CITADA.**

- BEVERIDGE M C M. 1984. Cage and pen fish farming. Carrying capacity models and environmental impact. FAO Documento Técnico de Pesca No. 255. Departamento de Pesca de la FAO. Roma, Italia. 100 p.
- BUCHMAN M F. 2008. NOAA Screening Quick Reference Tables, NOAA HAZMAT Report 08-1. Coastal Protection and Restoration Division, National Oceanic and Atmospheric Administration. Seattle WA. 34 p.
- CARLSON R E. 1977. A trophic state index for lakes. Limnology and Oceanography. 22: 361-369.
- CEDRSSA. 2007. Ley de Desarrollo Rural Sustentable. DIRECCIÓN DE ESTUDIOS SOBRE SOBERANÍA ALIMENTARIA Y NUEVA RURALIDAD-Cámara de Diputados. México, D.F.
- CNA. 2003. Estadísticas del Agua en México. Comisión Nacional del Agua (CNA). México, D.F. 106 p.
- CONAGUA. 2020. Sistema Nacional de Información del Agua - Calidad de Agua (Indicadores). Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). <https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/SINA/?opcion=calidad>. Consultado el 05/08/2020.
- CONAGUA. 2021. Sistema Nacional de Información del Agua - Calidad de Agua (Indicadores). Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). <https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/SINA/?opcion=calidad>. Consultado el 05/04/2021.
- CONAGUA. 2023. Sistema Nacional de Información del Agua - Calidad de Agua (Indicadores). Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). <https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/SINA/?opcion=calidad>. Consultado el 05/06/2023.

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



- CONAPESCA. 2023. Sistema Acuasesor de CONAPESCA. Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura (CONAPESCA). <https://acuasesor.conapesca.gob.mx/>. Consultado el 02/03/2023.
- DOF. 1989. Criterios Ecológicos de Calidad de agua. Diario Oficial de la Federación. 13 de diciembre de 1989. México. 12 p.
- DOF. 1994. NOM-011-PESC-1993. Para regular la aplicación de cuarentenas, a efecto de prevenir la introducción y dispersión de enfermedades certificables y notificables, en la importación de organismos acuáticos vivos en cualesquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuicultura y ornato en los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación (DOF). México.
- DOF. 1995. NOM-027-SSA1-1993: Especificaciones sanitarias de pescados frescos-refrigerados y congelados. Diario Oficial de la Federación (DOF). México.
- DOF. 1996. Norma Oficial Mexicana NOM127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. <https://www.ucol.mx/content/cms/13/file/NOM/Nom-127-ssa1-1994.pdf>. Fecha de consulta: 27 de julio de 2020.
- DOF. 1997. NORMA Oficial Mexicana NOM-003-ECOL-1997, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público. Diario Oficial de la Federación (DOF). México.
- DOF. 2000. NOM-030-PESC-2000. Que establece los requisitos para determinar la presencia de enfermedades virales de crustáceos acuáticos vivos, muertos, sus productos o subproductos en cualquier presentación y *Artemia* (*Artemia* spp.), para su introducción al territorio nacional y movilización en el mismo. SAGARPA. México, D.F.
- DOF. 2001. LEY DE DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE Diario Oficial de la Federación (DOF). México, D.F.
- DOF. 2004. NOM-EM-006-PESC-2004, Que establece los requisitos de sanidad acuícola para la producción de crustáceos acuáticos vivos, muertos, sus productos y subproductos, así como para su introducción a los Estados Unidos Mexicanos. SAGARPA. México, D.F.
- DOF. 2009. NOM-242-SSA1-2009 - Productos y servicios. Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados. Diario Oficial de la Federación (DOF). México, D.F.
- DOF. 2018. Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables. Última reforma de 2018. Diario Oficial de la Federación (DOF). Ciudad de México. 71 p.

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



- DOF. 2022. Acuerdo mediante el cual se da a conocer la Carta Nacional Acuícola. Diario Oficial de la Federación (DOF). Ciudad de México. 120 p.
- FAO 1995. *Código de conducta para la pesca responsable*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Recuperado de <https://www.fao.org/4/v9878s/v9878s00.htm>
- FAO 2011. *Código de conducta para la pesca responsable: Directrices técnicas para la aplicación. Acuicultura*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Recuperado de <https://www.fao.org/4/i2296t/i2296t00.pdf>
- GORDON D C, P R BOUDREAU, K H MANN, J E ONG, W L SILVERT, S V SMITH, G WATTAYACOM, F WULFF y T YANAGI. 1996. LOICZ Biogeochemical Modelling Guidelines. LOICZ Reports and Studies N° 5. LOICZ Core Project-Netherlands Institute for Sea Research. Holanda. 96 p.
- GUTIERREZ-GALINDO E A, J A VILLAESCUSA-CELAYA, G FLORES-MUÑOZ y J L SERICANO. 1996. Orgánic contaminants in sediments from San Quintín Bay, Baja California, México *Marine Pollution Bulletin*. 32(4): 378-381.
- INEGI 2015. Encuesta Intercensal de 2015. Revisado en Noviembre de 2020, 2020, from <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/>
- KRATZER C R y P L BREZONIK. 1981. A Carlson-type trophic state index for nitrogen in Florida lakes. *Water Resources Bulletin*. 17(4): 713-715.
- LANKFORD R R. 1977. Coastal Lagoons of Mexico: their origin and classification. En: M. WILEY, (ed.). *Estuarine Processes*. Academic Press Nueva York, U.S.A, pp. 183-215.
- OSUNA-BERNAL D A, J R RENDÓN-MARTÍNEZ, E ROMERO-BELTRÁN, J A MAURICIO-PAYÁN, M P MEDINA-OSUNA, M T GASPAR-DILLANES, M CASTILLO-LEJARZA Y P VALDEZ-LEDÓN. 2023. Metabolismo Neto del Ecosistema, Capacidad de Carga Ecológica y Física del sistema Bahía del Perro, Sinaloa. Informe de Investigación. INAPESCA-AGRICULTURA. MAZATLÁN, SINALOA. 85 p.
- POUMIAN-TAPIA M y S E IBARRA-OBANDO. 1999. Demography and biomass of the seagrass *Zostera marina* in a Mexican Coastal Lagoon. *Estuaries*. 22: 837–847 (1999). <https://doi.org/1910.2307/1353065>.
- ROMERO-BELTRÁN E, J R RENDÓN-MARTÍNEZ, M T GASPAR-DILLANES, D A OSUNA-BERNAL, A ROMERO-CORREA, J L FALCÓN-RODRÍGUEZ, M GARDUÑO-DIONATE Y J A MAURICIO-PAYÁN. 2019. Estimación del estado trófico, balance de nitrógeno - fósforo y capacidad de carga de la presa Lic. Gustavo Díaz Ordaz "Bacurato", Sinaloa. Informe de investigación (Documento interno). p. 72. Mazatlán, Sinaloa: SADER-INAPESCA-CRIAP-MAZATLÁN.
- ROMERO-BELTRÁN E, J R RENDÓN-MARTÍNEZ, M T GASPAR-DILLANES, D A OSUNA-BERNAL, A ROMERO-CORREA, J A MAURICIO-PAYÁN, M P MEDINA-OSUNA, P

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



- VALDÉZ-LEDÓN Y I MORA-CERVANTES. 2020a. Plan de Ordenamiento Acuícola, Capacidad de Carga y Potencial Acuícola de la presa Dr. Belisario Domínguez “La Angostura”, Chiapas, México. (SADER-INAPESCA-CONAPESCA, ed.), p. 118. Mazatlán, Sinaloa: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) - Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INAPESCA) - Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA).
- ROMERO-BELTRÁN E, J R RENDÓN-MARTÍNEZ, M T GASPAR-DILLANES, D A OSUNA-BERNAL, A ROMERO-CORREA, J L FALCÓN-RODRÍGUEZ, J A MAURICIO-PAYÁN, J BECT-VALDEZ Y P VALDEZ-LEDÓN. 2020b. Capacidad de carga física: selección de sitios idóneos para proyectos acuícolas en las presas Lic. Gustavo Díaz Ordaz “Bacurato”, Sinaloa, e Ing. Fernando Hiriart Balderrama “Zimapán”, Qro.-Hgo. Informe de Investigación (Documento interno). p. 111. Mazatlán, Sinaloa: AGRICULTURA-INAPESCA-CRIAP-MAZATLÁN.
- ROMERO-BELTRÁN E, J R RENDÓN-MARTÍNEZ, M T GASPAR-DILLANES, D A OSUNA-BERNAL, A ROMERO-CORREA, J A MAURICIO-PAYÁN, M P MEDINA-OSUNA, Y P VALDÉZ-LEDÓN. 2020c. Capacidad de carga física: selección de sitios idoneos para proyectos acuícolas en la presa Josefa Ortiz de Domínguez “El Sabino”, Sinaloa. Informe de Investigación (Documento interno). p. 121. Mazatlán, Sinaloa: AGRICULTURA-INAPESCA-CRIAP-MAZATLÁN
- ROMERO-BELTRÁN E, J R RENDÓN-MARTÍNEZ, M T GASPAR-DILLANES, D A OSUNA-BERNAL, A ROMERO-CORREA, J L FALCÓN-RODRÍGUEZ, J A MAURICIO-PAYÁN, J BECT-VALDEZ Y P VALDEZ-LEDÓN. 2021. Capacidad de carga física: selección de sitios idoneos para proyectos acuícolas en la presa Ángel Albino Corzo “Peñitas”, Chiapas. Informe de Investigación (Documento interno). p. 108. Mazatlán, Sinaloa: AGRICULTURA-INAPESCA-CRIAP-MAZATLÁN.
- ROMERO-BELTRÁN E, D A OSUNA-BERNAL, J R RENDÓN-MARTÍNEZ, J A MAURICIO-PAYÁN, M P MEDINA-OSUNA, M LIZARRAGA-ROJAS, M T GASPAR-DILLANES, M CASTILLO-LEJARZA, P VALDÉZ-LEDON, O PALMA-AVIÑA y M C L SUAREZ-HIGUERA. 2023. Metabolismo Neto del Ecosistema, Capacidad de Carga Ecológica y Física del sistema lagunar Bahía de San Quintín, Baja California. Informe de Investigación. INAPESCA - AGRICULTURA. Mazatlán, Sinaloa. 104 p.
- SOAP. 2020. Servicio de Operación Acuícola y Pesquero (SOAP). SADER-CONAPESCA. México.  
<https://soap.conapesca.gob.mx/Ordenamiento/index.php>. 12 de noviembre del 2020.

# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



- TOLEDO A P. 1983. Aplicación de modelos simplificados para el análisis de los procesos de eutrofización en lagos y reservorios tropicales. p. 35. Camboriú, Brasil: XIX Congreso Interamericano de Ingeniería y Medio Ambiente.
- URIBE E y J L BLANCO. 2001. Capacidad de los sistemas acuáticos para el sostenimiento del cultivo de pectínidos: El caso de *Argopecten purpuratus* En La Bahía Tongoy, Chile. En: A. N. MAEDA-MARTÍNEZ, (ed.). *Los Moluscos Pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura*. Universidad Católica del Norte, Chile. Coquimbo, Chile, p. 16.
- VOLLENWEIDER R A. 1968. Scientific Fundamentals of the Eutrophication of Lakes and Flowing Waters, with Particular Reference to Nitrogen and Phosphorus as Factors in Eutrophication. DAS/CSI/68.27. OECD. Paris. 159 p.
- VOLLENWEIDER R A. 1992. Coastal marine eutrophication: principles and control. 1 - 20 pp. En: R. A. VOLLENWEIDER, R. MARCHETTI Y R. VIVIANI, (eds.). *Marine coastal eutrophication*. Elsevier. The Netherlands.
- VOLLENWEIDER R A, F GIOVANARDI, G MONTANARI y A RINALDI. 1998. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. *Environmetrics*. 9: 329-357.