

## **I. INTRODUCCIÓN**

Los humedales tienen gran importancia ya que cuentan con características de ambientes acuáticos y terrestres, albergan una gran cantidad de especies y son uno de los ecosistemas más productivos del planeta. Por esta última razón, han sido objeto de grandes alteraciones al ser utilizados por el hombre para actividades productivas.

En México se han identificado 32 humedales prioritarios, en los que se encuentran hábitats costeros, marinos y dulceacuícolas. Uno de ellos es el Valle de Cuatrociénegas, que está considerado por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, por sus siglas en inglés), un humedal prioritario dentro del Desierto Chihuahuense. El Valle además es considerado por la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (Convención Ramsar) un humedal palustre prioritario en el mundo, y por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), un sitio prioritario para la conservación en México.

Cuatrociénegas es un pequeño valle intermontano (menor de 1,500 km<sup>2</sup>) ubicado en la parte central del Estado de Coahuila, goza de una abundancia de

agua superficial, característica poco común en sitios áridos. Cuenta con una gran cantidad de manantiales, localmente conocidos como pozas, de los cuales se desprenden canales naturales que forman lagunas salinas o terminan en depósitos de sal en las depresiones del piso del Valle.

El Valle de Cuatrociénegas posee una alta presencia de especies endémicas y relictas, la mayoría asociadas al agua, por lo que es considerado como uno de los sitios con mayor número de endemismos en la Tierra. Además de su importancia por el nivel de endemismos y diversidad de especies, en Cuatrociénegas se pueden encontrar estromatolitos vivos, las cuales son formaciones compuestas principalmente por cianobacterias, y que son consideradas las formas de vida más antiguas de la tierra. La distribución actual de los estromatolitos se encuentra restringida a unos cuantos lugares marinos y sitios de agua dulce en el mundo.

Tomando en cuenta la singularidad y la fragilidad de este humedal, el gobierno federal decretó al Valle de Cuatrociénegas como área natural protegida el 7 de noviembre de 1994, bajo la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna.

A pesar de la importancia del sitio, el manejo inadecuado de sus recursos, especialmente de los manantiales, ha provocado un serio deterioro en sus

condiciones naturales, lo que ha afectado a las especies que dependen de ellos.

El Valle, que originalmente formaba una cuenca cerrada, fue modificado al crear una red de canales con fines agrícolas, exportando agua del Valle. La canalización disminuye los niveles de agua y reduce dramáticamente el espejo de agua de las pozas, además, interconecta ambientes naturalmente aislados e incrementa potencialmente la invasión de organismos exóticos.

Los hábitats acuáticos también han sido alterados por la recreación (natación), sufriendo serios disturbios en las orillas y piso de las pozas. Solo algunas pozas han sido destruidas por un proceso de desecación, pero gran número de inundaciones extensas y permanentes están ahora secas o solo tienen agua en una época del año.

Otro disturbio en las pozas del Valle es provocado por el libre pastoreo del ganado que se encuentra en el área. El pisoteo de los animales modifica los márgenes de las pozas, alterando el hábitat de especies endémicas como peces y la tortuga de bizagra.

Todas estas acciones han generado un impacto en el Valle de Cuatrociénegas, especialmente en sus pozas. Caracterizar el nivel de impacto de dichas pozas será un primer paso que permita desarrollar acciones de manejo que mitiguen los daños, restauren los sitios más alterados y conserven las características únicas de este humedal.

Por las anteriores razones, el objetivo del presente trabajo es *caracterizar el nivel de impacto que presentan actualmente las pozas del Valle de Cuatrociénegas.*

La restauración del humedal requiere de una serie de acciones de conservación, manejo y educación. Para sugerirlas, es necesario tener el conocimiento de las condiciones actuales en las que se encuentran las pozas del Valle de Cuatrociénegas y del grado de impacto al que se encuentran sometidas.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 HUMEDALES**

#### **2.1.1 Definición de humedal**

Los humedales ocupan el espacio que hay entre los medios húmedos y los medios generalmente secos y poseen características de ambos, por lo que no pueden ser clasificados categóricamente como acuáticos ni como terrestres. Lo característico de un humedal es la presencia de agua durante períodos lo bastante prolongados como para alterar los suelos, sus microorganismos y las comunidades de flora y fauna hasta el punto de que el suelo no actúa ni como en los hábitat acuáticos o ni como en los terrestres (Barbier, *et al.*, 1997).

Actualmente, existen alrededor de cincuenta definiciones distintas de humedales (Dugan y Jones, 1993), las cuales pueden dividirse en definiciones amplias y restringidas o específicas.

La Convención Ramsar, tratado intergubernamental de 118 países, que reconoce a los humedales como ecosistemas extremadamente importantes

para la conservación de la biodiversidad en general y para el bienestar de las comunidades humanas (RAMSAR, 1998). Esta Convención propone una definición amplia internacionalmente aceptada (Taylor, 2001): *los humedales son extensiones de marismas, pantanos o turberas cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.*

Además, la Convención Ramsar menciona que los humedales *podrán comprender zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal.*

Las definiciones restringidas o específicas toman a los humedales como ecotonos, definiéndolos *como áreas de transición entre ambientes acuáticos y terrestres y donde las áreas anegadas producen el desarrollo de una vegetación característica* (Cowardin *et al.*, 1979; Denny, 1985). Existe un problema práctico con esta definición, porque puede significar que solo una parte o partes del cuerpo de agua se encuentra dentro de la definición, dejando

fuera las áreas con vegetación emergente. Dado que la zona litoral y el agua abierta están muy relacionados en el humedal, en términos de manejo esta definición puede crear problemas al separarlos de esta manera (Taylor, 2001).

### **2.1.2 Importancia de los humedales**

La riqueza y diversidad de los componentes bióticos y abióticos de los humedales hacen que se encuentren entre los ecosistemas más complejos y productivos del planeta. Poseen una gran variedad de hábitats intermedios entre los ambientes terrestre y acuático y juegan por tanto, un papel importante en la conservación de la biodiversidad y en el desarrollo económico (Barbier *et al.*, 1997).

En el período carbonífero (hace 350 millones de años), cuando predominaban los ambientes pantanosos, los humedales produjeron y conservaron muchos combustibles fósiles (carbón y petróleo) de los que hoy dependemos. Más tarde, los humedales situados a orillas de los grandes ríos del mundo, con inclusión del Tigris, el Éufrates, el Níger, el Nilo, el Indo y el Mekong, nutrieron a las grandes civilizaciones de la historia. Estos humedales aportaron alimento, agua, tierras de pastoreo, vías de transporte y ocupaban un lugar central en la

mitología, el arte y la religión, llegaron a formar parte integral de la vida cultural de los primeros pueblos (Costanza, *et al.*, 1989).

Los humedales son importantes a causa de las funciones ecológicas que desempeñan, así como por su rica flora y fauna. Constituyen asimismo, un recurso de gran valor económico, cultural, científico y recreativo para la vida humana. En última instancia, los humedales y los seres humanos, son interdependientes (Kingsford, 1997).

El progreso del conocimiento científico de los humedales ha puesto en evidencia que nos proporciona bienes y servicios poco conspicuos. Mitsch y Gosselink (1993), describen a los humedales como *los riñones del medio natural*, a causa de las funciones que pueden desempeñar en los ciclos hidrológicos y químicos, y como *supermercados biológicos*, en razón de las extensas redes alimentarias y la rica diversidad biológica que sustentan.

Los humedales se caracterizan por sus componentes, sus funciones y sus propiedades. Los componentes del sistema son los rasgos bióticos y no bióticos y abarcan el suelo, el agua, las plantas y los animales. Las interacciones de estos componentes se expresan en funciones, con inclusión del ciclo de nutrientes y el intercambio de aguas superficiales y subterráneas y entre la

superficie y la atmósfera. Además, el sistema tiene propiedades, como su diversidad de especies (Pearce & Moran, 1994).

### **2.1.3 Tipos de humedales**

En su intento de clasificar los humedales comprendidos en la definición de la Convención Ramsar, Scott (1989) identificó 30 grupos de humedales naturales y de nueve artificiales. Estos grupos se pueden simplificar en cinco grandes sistemas de humedales:

- *Estuarios*, es decir, donde los ríos desembocan en el mar y el agua alcanza una salinidad equivalente a la media del agua dulce y salada (por ejemplo, deltas, bancos fangosos y marismas);
- *Marinos*, los que no resultan afectados por los caudales fluviales (por ejemplo, litorales y arrecifes de coral);
- *Fluviales*, las tierras anegadas periódicamente como resultado del desbordamiento de los ríos (por ejemplo, llanuras de inundación, bosques anegados y lagos de meandro);

- *Palustres*, los que contienen aguas relativamente permanentes (por ejemplo, pantanos de papiro, marismas y ciénagas); y
- *Lacustres*, zonas cubiertas de aguas permanentes caracterizadas por una baja circulación (lagunas, lagos glaciales y lagos de cráteres de volcanes).

#### **2.1.4 Pérdida y Degradación de los Humedales**

Los humedales son sistemas dinámicos que cambian sin cesar como resultado de la acumulación de sedimentos o materia orgánica, los cambios en el nivel del agua, las sequías o el aumento del nivel del mar. La actividad directa e indirecta del ser humano ha modificado sustancialmente el índice de transformación de los humedales. Las principales causas de estas modificaciones son socioeconómicas y políticas (Hollis, 1992).

La degradación de los humedales genera procesos que producen cambios ecológicos, los cuales pueden ser resumidos por Scott & Carbonell (1995) en cinco categorías:

- pérdida de área ocupada por el humedal,
- cambios en el régimen del agua,
- cambios en la calidad del agua,
- sobreexplotación insostenible de productos obtenidos dentro del humedal, e
- introducción de especies exóticas.

La frecuencia con la que ocurren estos cambios ecológicos que conllevan a la degradación de los humedales, varía en relación de la región en la que se encuentran y el tipo de humedal. Estos cambios ecológicos, reconocidos como amenazas para el humedal, se convierten rápidamente en la pérdida del humedal, y en una perspectiva histórica, estas pérdidas han ocurrido en una escala masiva (Anon, 1996).

La pérdida de humedales es difícil de cuantificar porque se desconoce la superficie total de los humedales del mundo. No obstante, se cuenta con algunas cifras correspondientes a determinados países que dan una idea de la magnitud del problema. En los Estados Unidos se han destruido unos 87 millones de hectáreas de humedales, es decir, el 54 por ciento de los que existían originalmente en el país, sobre todo para dedicar las tierras a la producción agropecuaria (Tiner, 1984). En Filipinas, se destruyeron unas

300.000 hectáreas de manglares (67 por ciento del total) entre 1920 y 1980 (Zamora, 1984). En México se han secado por lo menos 92 manantiales y 2,500 Km. de ríos dentro de las zonas áridas del país (Kingsford, 1995).

Utilizando una visión muy generalizada, algunos estimadores muestran que el mundo ha perdido desde 1900, el cincuenta por ciento de los humedales que existieron. Durante los primeros cincuenta años del siglo, la mayor parte de esta pérdida tuvo lugar en los países del norte, sin embargo esta presión se ha incrementado a partir de los años cincuentas por la conversión de tierras en los humedales tropicales y subtropicales (OECD, 1996). La principal causa de la pérdida de humedales en el mundo es la utilización del agua para fines agrícolas (IWRB., 1996).

A pesar de que se han desarrollado proyectos de restauración, la presión para usar los humedales con fines de desarrollo está aumentando, especialmente en Asia, África y América Latina. Existe una fuerte necesidad de promover los beneficios de los humedales para fomentar su conservación y uso sostenible (Barbier, *et al.*, 1997).

### **2.1.5 Caracterización de los Humedales**

A causa de la degradación y pérdida de los humedales, los manejadores de recursos tienen la responsabilidad de proteger los humedales que retienen hidroperiodos naturales y funciones ecológicas, y manejar los humedales alterados por las actividades humanas (Weller, 1988). Una de las formas más útiles de manejar un humedal, es caracterizarlo para proponer las actividades de manejo acorde a cada uno de los tipos obtenidos. Esta clasificación, deberá integrar características ecológicas y de uso al que se encuentran sometidos (Fredrickson y Laubhan, 1996).

Como primer paso en la caracterización, es necesario identificar las causas de los cambios desfavorables en las características ecológicas de un humedal. La importancia relativa de estas causas varía de una región o país e incluso de un sitio a otro. Además, las causas de cambio están a menudo interrelacionadas entre sí y puede ser difícil aislar los efectos de cada una de ellas. Una manera sencilla de examinar los cambios de las características ecológicas descansa en la caracterización de la clase de cambio que puede considerarse en tres grandes grupos: biológico, químico y físico (Ramsar, 1999).

En cada uno de estos grupos de características ecológicas, es necesario elegir los indicadores de alerta temprana, que permitan seleccionar, evaluar, analizar y tomar decisiones. Los indicadores de alerta temprana son *las respuestas*

*biológicas, físicas o químicas a un factor adverso y que preceden a la aparición de efectos potencial y significativamente desfavorables en el sistema de interés* (Anon, 1999).

#### 2.1.5.1 Indicadores biológicos

Espinoza (1994) menciona que muchos de los recursos bióticos importantes como los peces, la fauna y algunas comunidades vegetales dependen exclusivamente de la presencia de agua.

La condición del área ribereña es un excelente reflejo del estado de conservación del mismo, por ello es conveniente delimitar su condición actual, pues proporciona un diagnóstico rápido, económico y confiable de todas las interacciones del humedal. La importancia de las áreas ribereñas radica en las funciones que representan (Espinoza, 1994), las cuales son:

- reducen el riesgo de las inundaciones
- mejoran la calidad del agua
- almacenan agua
- producen abundancia de cobertura y de sombra
- son fuente de alimento de muchos herbívoros
- son reservorios de especies endémicas y de gran variedad florística

### 2.1.5.2 Indicadores químicos

Los estudios sobre la composición química del agua son muy abundantes y se han utilizado durante años como el principal indicador de la calidad del agua (Allan, 1995).

Existen diversos parámetros químicos que son importantes para la biota y que resultan fáciles y económicos de muestrear. Estos parámetros permiten tener una idea general del ambiente químico de la comunidad acuática. Allan (1995), considera los siguiente parámetros como los más importantes para indicar la capacidad del agua de fungir como hábitat para organismos acuáticos, insectos, crustáceos y peces e influyen en la actividad biológica.

- Temperatura.
- Oxígeno disuelto.
- pH.
- Conductividad eléctrica.
- Total de sólidos disueltos.

### 2.1.5.3 Indicadores físicos

Es necesario crear una base de datos con la descripción de las condiciones en la que se encuentra un humedal sometido a algún grado de impacto. Se deberán identificar los impactos a ser evaluados, los cuales varían en cada uno de los casos. Pritchard (1996), menciona los impactos que generalmente se incluyen dentro de una descripción como los impactos secundarios, como la infraestructura de interconexión. Dentro de estos impactos podemos ubicar a las canalizaciones artificiales y el impacto producido por el ganado.

## 2.2 HUMEDALES EN MÉXICO

México tiene una alta diversidad de ecosistemas acuáticos, que van desde las cuencas altas hasta los ecosistemas costeros al término de la cuenca. Dentro de sus hábitats costeros, marinos y dulceacuícolas, la CONABIO (1998) identificó 32 humedales prioritarios para el país.

Flores (1996), resume la diversidad de los humedales de México de la siguiente manera:

- *Lagunas costeras.* Entre los humedales más importantes desde el punto de vista pesquero se encuentran las lagunas costeras con aguas estuarias, que son depresiones topográficas por abajo del nivel medio de las mareas altas, separadas de la energía del mar por una barrera y con comunicación al mar a través de bocas permanentes o efímeras.
- *Manglares.* Otro de los humedales con mayor cobertura en México es el ecosistema de manglar, que tiene una extensión de 6,600 km<sup>2</sup>, superior a la superficie de manglares de la mayoría de los países tropicales. Está constituido por vegetación arbórea de la zona de mareas en las regiones tropicales y subtropicales y presenta una gran variedad de formas que van desde un bosque bien desarrollado hasta matorrales dispersos en las marismas o formando parte de asociaciones vegetales únicas, como los petenes.
- *Arrecifes de coral.* De gran importancia son también las barreras de coral, que se caracterizan por su elevada biodiversidad de corales, esponjas, moluscos y peces. Estos arrecifes se distribuyen en tramos paralelos a la línea de costa formando atolones con una laguna interior.
- *Pantanos.* En México se encuentran igualmente representados los pantanos estuarios, los pantanos dulceacuícolas como los popales y

tulares, los bosques pantanosos como los zapotonales y ahuehuetes, así como las marismas, las selvas bajas inundables y los oasis.

- *Humedales artificiales*. Dentro de los humedales artificiales destacan las presas hidroeléctricas y otros sistemas que se remontan a la época prehispánica como las chinanpas y los sistemas agropiscícolas y chontales.

Además de estos humedales, es importante mencionar a los *humedales de zonas áridas*, los cuales pueden ser perennes o temporales, de agua dulce o salada, caracterizándose a menudo por la singularidad de su flora y fauna. Las zonas áridas se caracterizan también por la presencia de manantiales y lagos salados, creados como resultado del afloramiento de aguas freáticas (Kingsford, 1997). En México, uno de los humedales de zonas áridas más importantes es el Valle de Cuatrociénegas (WWF, 2000).

### **2.3 EL VALLE DE CUATROCIÉNEGAS**

Cuatrociénegas (Figura 1) es un pequeño valle intermontano, menor de 1,500 km<sup>2</sup>, ubicado en la parte central del Estado de Coahuila (Marsh, 1984), goza de una abundancia de agua superficial, característica poco común en sitios áridos (Minckley, 1969). Es considerado un humedal prioritario dentro del Desierto Chihuahuense (WWF, 2000) y a nivel internacional está clasificado como el

Sitio Ramsar No. 734, por lo que se considera un humedal prioritario en el mundo (Convención Ramsar, 1995). Para la CONABIO (2000) es un sitio prioritario para la conservación en México.

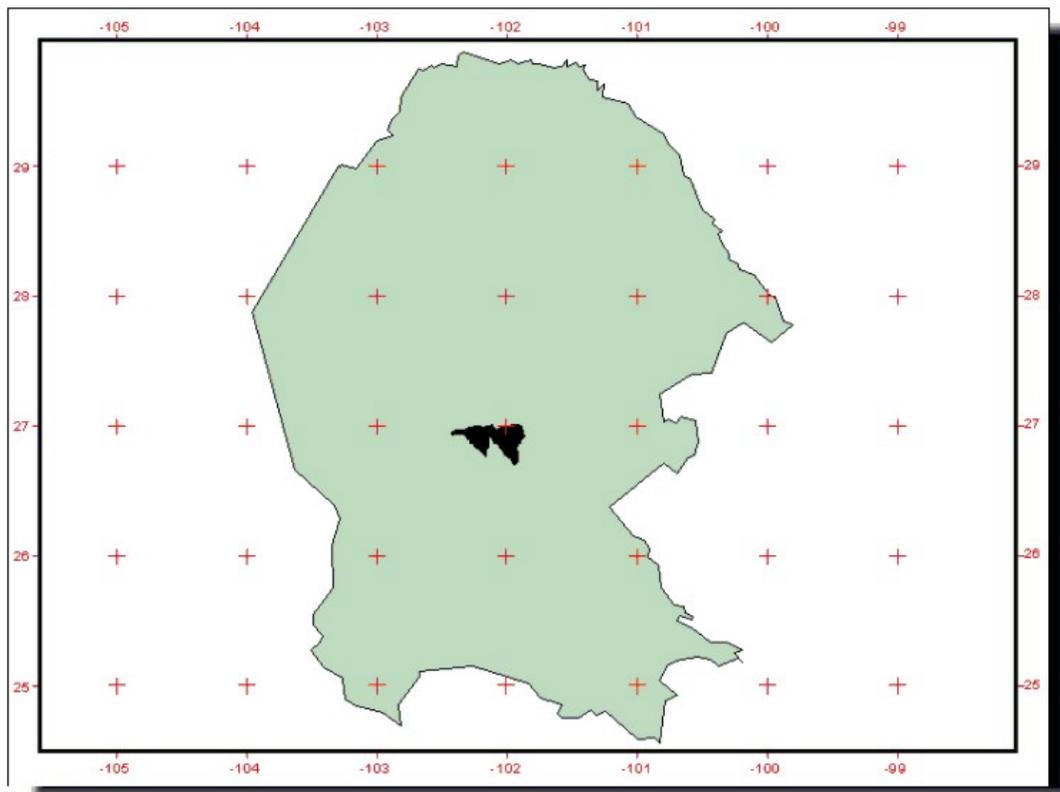


Figura 1. Localización del Valle de Cuatrociénegas en el Estado de Coahuila, México.

Cuatrociénegas es un humedal palustre, cuenta con una gran cantidad de manantiales localmente conocidos como pozas y de algunos de ellos se

desprenden canales naturales que forman lagunas salinas o que terminan en depósitos de sal en las depresiones del piso del Valle (Minckley, 1969).

En el Valle se encuentra una alta concentración de especies endémicas y relictas. La mayor parte de ellas, se encuentran asociadas a las pozas. La importancia biológica del Valle fue puesta en evidencia en 1939 por Marsh Jr. en colaboración con Hubbs, ya que fueron los primeros en reconocer una gran cantidad de endemismos (Hubbs y Miller, 1965). Sin embargo, no fue hasta los años sesentas, cuando se dió a conocer la magnitud y diversidad de la biota del Valle (Minckley, 1992). Cuatrociénegas se considera uno de los sitios con mayor número de endemismos, asociados principalmente a los ambientes acuáticos (Contreras, 1976). Hasta la fecha, se reportan 43 especies endémicas para el Valle de Cuatrociénegas (SEMARNAP, 1999).

Además de su importancia por el nivel de endemismos y diversidad de especies, el Valle de Cuatrociénegas cuenta con estromatolitos vivos, formaciones compuestas principalmente por cianobacterias, y que son consideradas las formas de vida más antiguas de la Tierra. Estas formas de vida fueron muy diversas en la Era Precámbrica (Semikhatov, 1979), pero desde el Periodo Ordoviciano, su distribución está restringida a pocos lugares marinos y sitios de agua dulce (Winsborough y Seeler, 1984). Winsboroug

(1994) menciona solo Laegerdorf en el Norte de Alemania y Cuatrociénegas en México.

Las características únicas de este humedal, motivaron la protección legal del Valle de Cuatrociénegas el 7 de noviembre de 1994, bajo la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna (SEMARNAP, 1999). Esta área protegida cuenta con un Programa de Manejo, el cual es un instrumento legal que regula las actividades humanas que se llevan a cabo dentro del Valle y prohíbe todas aquellas actividades que atentan contra la integridad del humedal.

### **2.3.1 Geología**

El Valle de Cuatrociénegas es parte de un sistema de formaciones similares que se repiten en toda la Sub-provincia de las Sierras y Llanuras Coahuilenses, los estratos geológicos predominantes en las montañas de Coahuila son del Mesozoico, con un piso en la parte central del Estado de formaciones graníticas y en el Norte por estratos Precámbricos, que junto con otras rocas del Paleozoico, indican que en estos sitios hubo una masa de tierra adyacente a un mar del Pérmico. En el Mesozoico emergen las tierras de Coahuila y el mar se reduce formando la península de Coahuila, los depósitos de yeso en la parte central de Coahuila, indican la línea costera y la recesión del mar (SEMARNAP, 1999).

Actualmente, el Valle de Cuatrociénegas está en el límite entre dos Provincias Geológicas, el Golfo de Sabinas y la Plataforma de Coahuila, donde la Sierra de La Fragua sirve como parteaguas. El Valle está rodeado por altas montañas, resultado de plegamientos, algunos de ellos, especialmente la Sierra de San Marcos y Pinos, presenta una gran cantidad de fracturas que posiblemente sean las que permitan la recarga de los manantiales. En esta Sierra, el agua de lluvia atraviesa la formación La Peña hasta llegar a la formación Cupido, donde existen fracturas en el material arcillosos que promueven que el agua tienda a salir (CNA, 1998). Fue su aislamiento geológico y la presencia de agua, lo que provocó el desarrollo de la diversidad de endemismos en el Valle de Cuatrociénegas (Minckley, 1969).

### **2.3.2. Hidrología**

El agua del Valle de Cuatrociénegas tiene su origen principalmente en los manantiales (localmente conocidos como pozas) que se localizan en el piso del Valle. Las pozas brotan cerca de las montañas que rodean al Valle y el agua escurre a través de canales naturales que terminan en lagunas salinas o forman depósitos de sal en depresiones del piso del Valle (Minckley, 1992).

Minckley (1969) divide los hábitats acuáticos del Valle en tres categorías:

- *Pozas*, es un estado biológico sucesional resultante de canales subterráneos al brotar en la superficie.
- *Lagunas y áreas de inundación permanentes*, representan el estado sucesional final de las pozas, ocupando grandes depresiones, poco profundas.
- *Inundaciones temporales*, las cuales dependen directamente de la precipitación pluvial.

#### 2.3.2.1 Pozas

El tamaño de las pozas de Cuatrociénegas, varía en un rango de pocos centímetros hasta algunas mayores a los 200 metros de diámetro (excluyendo las inundaciones asociadas), y con una profundidad menor de un metro hasta más de 10 metros de profundidad (Minckley, 1969; Contreras, 1986). Existen pozas frías, con un temperatura que desciende hasta los 19° C, y pozas termales o calientes, que llegan a registrar los 35° C (Minckley, 1969; Winsborough, 1994).

La mayor parte de los manantiales se ubican en las faldas de la Sierra de San Marcos y Pinos, formando alrededor de 200 pozas dentro del Valle (Figura 2).

Algunas de estas pozas, se encuentran en las faldas de la Sierras La Purísima y San Vicente, y de la Sierra de La Madera (Anon, 1998).

#### 2.3.2.2 Lagunas y áreas de inundación permanente

El estado sucesional final de las pozas son las lagunas y las áreas de inundación, las cuales son de diferentes tipos. En el primer caso, la poza crece por las áreas de inundación que se forman a su alrededor, en donde los niveles y movimientos de las aguas en las áreas inundadas permanecen constantes. Si los niveles de agua de las áreas inundadas varían mucho, se forman depresiones semicirculares que documentan su estado terminal (Minckley, 1969).

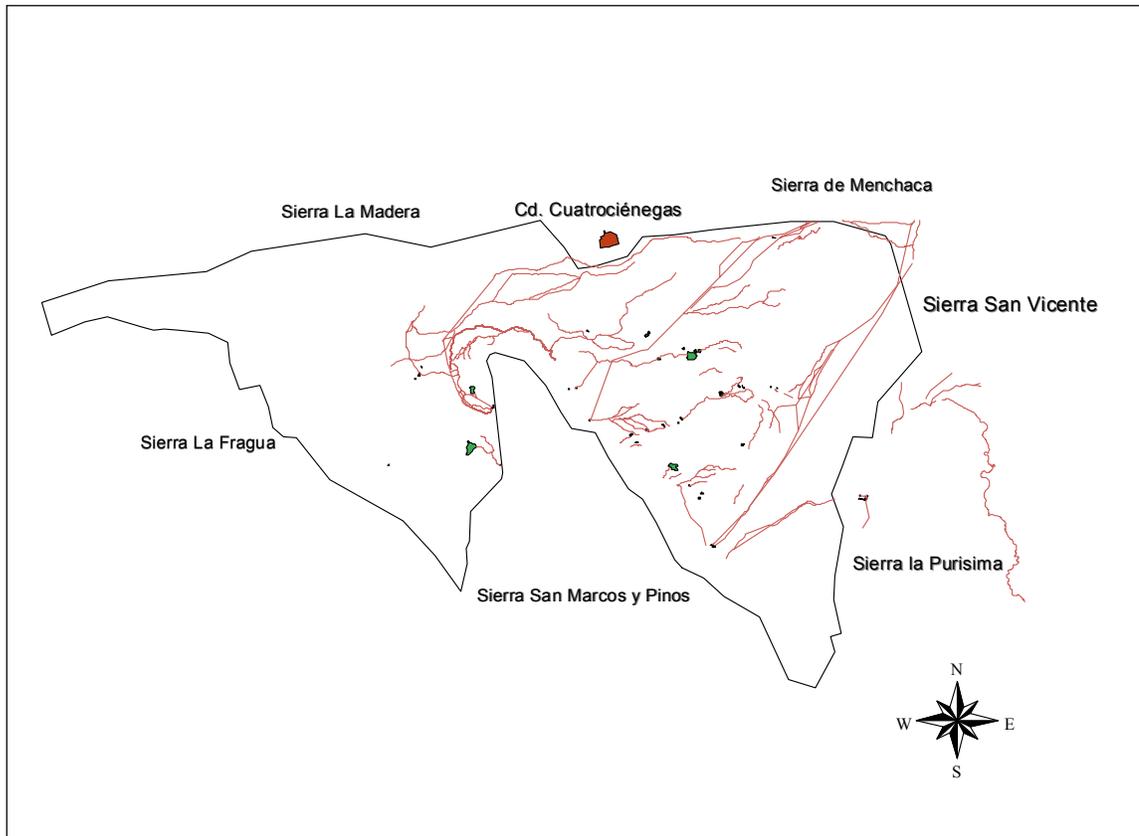


Figura 2. Fisiografía e hidrología del Valle de Cuatrociénegas.

Otro tipo, que difiere mucho de las inundaciones que se forman alrededor de las pozas, es la producción de riachuelos y en algunos casos canales naturales tortuosos y profundos, que terminan en la formación de lagunas. En algunas ocasiones, el canal se elonga o se colapsa por los bancos de tierra formando lagunas, permanentes o temporales (Minckley, 1969).

El sistema hidrológico superficial del Valle de Cuatrociénegas se mantuvo aislado, debido a que formaba una cuenca cerrada. Pero con la fundación de la ciudad de Cuatrociénegas en 1800, se inician las modificaciones del humedal para uso agrícola. La canalización de algunos de los manantiales de mayor producción de agua han disminuido las áreas pantanosas y modificado el patrón de inundación del Valle (PROFAUNA, 1998).

Uno de los ejemplos más claros de estas modificaciones son las lagunas que dieron nombre a la ciudad de Cuatro Ciénegas, las cuales se formaban con las aguas del río Mezquites (río mas importante dentro del Valle) y que actualmente ya no existen (Rodríguez, 1926).

### **2.3.3 Características biológicas**

La combinación de aislamiento y condiciones extremas de sequedad, de humedad, de salinidad, y la presencia de suelos yesosos, hacen que el Valle de Cuatrociénegas presente un mosaico de oportunidades para el desarrollo de formas biológicas. A partir del estudio elaborado por Marsh en 1939 y a raíz del descubrimiento de algas en la concha de una tortuga terrestre, se inicia el reconocimiento de la gran riqueza biológica de especies endémicas y/o relictas de este sitio (Contreras, 1986).

En 1958, se iniciaron una serie de viajes de colecta al Valle de Cuatrociénegas, a cargo de Minckley, quien describió el área como un “laboratorio natural” en donde las adaptaciones específicas a las características de los distintos hábitats de la región son identificables (Taylor y Minckley, 1966). Estas expediciones científicas revelaron especies adicionales de peces endémicos, así como otras especies peculiares de vertebrados e invertebrados (Contreras, 1977; Ono *et al.*, 1983).

#### 2.3.3.1 Fauna

La fauna del Valle de Cuatrociénegas es quizás la más estudiada en las zonas áridas de México, el interés surge del elevado número de taxa endémicos de la región, especialmente en los grupos de crustáceos y peces, donde más del 50% de las especies reportadas para el Valle son endémicas (SEMARNAP, 1999). A continuación, se presentan los grupos de fauna más estudiados dentro del Valle de Cuatrociénegas:

##### - Carcinofauna

A pesar de la poca diversidad de crustáceos que se presentan en las aguas termales de Cuatrociénegas, la cual incluye la presencia de 12 especies, resaltan seis especies endémicas del Valle y otras cuatro que aún están pendientes de definir su nivel específico (Cuadro 1). Los géneros *Shaerolana* y

*Paramexiweckelia* no tienen representantes fuera del Valle y se espera aún el descubrimiento de nuevas especies (Cole, 1984).

Cuadro 1. Crustáceos endémicos del Valle de Cuatrociénegas.

	<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Especie</b>	<b>Categoría</b>
1	Cirolanidae	<i>Speocirolana</i>	<i>thermydronis</i>	Endémica
2		<i>Speocirolana</i>	<i>interstitialis</i>	Endémica
3		<i>Speocirolana</i>	<i>affinis</i>	Endémica
4	Stenasellidae	<i>Mexistenasellus</i>	<i>coahuila</i>	Endémica
5	Hadziidae	<i>Mexiweckelia</i>	<i>colei</i>	Endémica
6		<i>Paramexiweckelia</i>	<i>particeps</i>	Endémica

- Malacofauna

A pesar de las modificaciones efectuadas en el sistema hidrológico aún es posible encontrar poblaciones bien establecidas de moluscos en los manantiales de la región (Minckley, 1984; Hershler, 1984). Por un lado sólo se tiene referencia de un molusco terrestre (*Humboltiana taylori*) descrito por Drake (1951), y por otro lado Minckley en 1969 reporta siete familias de moluscos acuáticos, de los cuales la familia mejor representada es la Hidrobidae. Dentro de esta familia, se presentan diez especies endémicas para el Valle (Cuadro 2).

Cuadro 2. Moluscos endémicos del Valle de Cuatrociénegas.

	<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Especie</b>	<b>Categoría</b>
1	Hidrobidae	<i>Coahuilix</i>	<i>hubbsi</i>	Endémica
2	Hidrobidae	<i>Coahuilix</i>	<i>sp.</i>	Endémica
3	Hidrobidae	<i>Paludiscola</i>	<i>caramba</i>	Endémica
4	Hidrobidae	<i>Mexithauma</i>	<i>quadrapaludium</i>	Endémica
5	Hidrobidae	<i>Cochiliopina</i>	<i>riogranensis</i>	Endémica
6	Hidrobidae	<i>Cochiliopina</i>	<i>milleri</i>	Endémica
7	Hidrobidae	<i>Durangonella</i>	<i>coahuilae</i>	Endémica
8	Hidrobidae	<i>Mexipyrgus</i>	<i>churinceanus</i>	Endémica
9	Hidrobidae	<i>Nymphophilus</i>	<i>Minckleyi</i>	Endémica
10	Hidrobidae	<i>Nymphophilus</i>	<i>sp.</i>	Endémica
11	(especie terrestre)	<i>Humboltiana</i>	<i>taylori</i>	Endémica

- Ictiofauna

Los peces son el componente faunístico mas conspicuo en cuanto a diversidad y endemismo (Taylor, 1996; Minckley, 1966, 1969, 1984). Se han descrito un total de 19 especies, de las cuales 10 de ellas son endémicas (SEMARNAP, 1999), número inusual para una zona árida (Cuadro 3). El sistema hidrológico ha permitido la presencia de importantes grupos de peces que se distribuyen en manantiales como *Astianax mexicanus*, *Notropis sp.* y *Micropterus salmoides*. En los manantiales de mayor cobertura vegetal se encuentran especies como *Lucania interioris* y *Gambusia spp.* Los canales son dominados por poblaciones por híbridos de las especies *Cyprinodon atrorus* y *Cyprinodon bifasciatus*. Además de *Cyprinodon*, *Cyprinella xanthicara* y *Dionda episcopa* son los géneros más abundantes en sitios ribereños (Minckley, 1984).

Cuadro 3. Peces del Valle de Cuatrociénegas.

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Categoría</b>
Perrito del agua	<i>Astianax mexicanus</i>	Nativo
Sardina de Cuatrociénegas	<i>Cyprinella xanthicara</i>	Endémico
Carpa del Bravo	<i>Dionda episcopa</i>	Endémico
Bagre lobo	<i>Ictalurus lupus</i>	Nativo
Pintontle	<i>Pylodictis olivaris</i>	Nativo
Cachorrillo del Bolsón	<i>Cyprinodon atorus</i>	Endémico
Cachorrillo de Cuatrociénegas	<i>Cyprinodon bifasciatus</i>	Endémico
Sardinita de Cuatrociénegas	<i>Lucania interioris</i>	Endémico
Tripoleta	<i>Gambusia longispinis</i>	Endémico
Pez mosquitero	<i>Gambusia marshi</i>	Nativo
Espada de Cuatrociénegas	<i>Xiphophorus gordonii</i>	Endémico
Robalo	<i>Micropterus salmoides</i>	Nativo
Mojarra del sol	<i>Lepomis megalotis</i>	Endémico
Dardo de Cuatrociénegas	<i>Etheostoma lugoi</i>	Endémico
Mojarra de Cuatrociénegas	<i>Cichlasoma minckleyi</i>	Endémico
Mojarra	<i>Cichlasoma cyanoguttatum</i>	Nativa
Tilapia	<i>Tilapia sp.</i>	Introducida
Carpa	<i>Cyprinus carpio</i>	Introducida
Pez joya	<i>Hemichromis sp.</i>	Introducida

Entre las 19 especies reportadas para el Valle, tres son introducidas. La tilapia (*Tilapia sp.*) y la carpa (*Cyprinus carpio*) fueron introducidas por medio de programas gubernamentales. De la introducción del pez de acuario, “pez joya” (*Hemichromis sp.*) al Valle, no se cuenta con antecedentes (Contreras, *com. pers.*, 2000.).

- Herpetofauna

La herpetofauna del Valle de Cuatrociénegas, incluye especies altamente diferenciadas, varias subespecies son endémicas y algunas son poblaciones relictas. Esto es resultado de la presencia de fauna acuática y semiacuática. Aunado a que el Valle se encuentra en la frontera de la herpetofauna Tamaulipeca con la del Desierto Chihuahuense, lo que produce una diversidad de 66 especies de reptiles, seis de ellas, endémicas del Valle (McCoy, 1984). Las especies endémicas del Valle, se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Reptiles endémicos del Valle de Cuatrociénegas.

	<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Especie</b>	<b>Categoría</b>
1	Testudines	<i>Apalone</i>	<i>ater</i>	Endémica
2	Testudines	<i>Apalone</i>	<i>spinifera</i>	Endémica
3	Testudines	<i>Terrapene</i>	<i>coahuila</i>	Endémica
4	Sauria	<i>Scincella</i>	<i>lateralis</i>	Endémica
5	Sauria	<i>Gerrhonotus</i>	<i>lugoi</i>	Endémica
6	Sauria	<i>Cnemidophorus</i>	<i>scalaris</i>	Endémica

- Ornitofauna

La avifauna del Valle aparentemente no es muy diversa, pues sólo se tiene el registro de 61 taxa, desconociendo cuáles de estas especies son migratorias, residentes o si constituyen algunas formas endémicas. Existe poca diversidad de aves acuáticas. Algunas especies como la garza morena (*Ardea herodias*) ocupan las zonas riparias; otras como la lechuza pocera (*Athene cunicularia hypugaea*) se encuentran en áreas de pastizales y matorral halófilo, y otras más, como el reyezuelo rojo (*Regulus calendula*) se distribuyen en todo el Valle (Contreras – Balderas, 1984). Contreras – Balderas (1997) reporta un listado de 109 especies para el Valle de Cuatrociénegas.

#### - Mastofauna

Las poblaciones de mamíferos en el Valle de Cuatrociénegas no han sido analizadas con detalle, pues solo se encuentran referencias de los mamíferos del Valle dentro de estudios con una distribución más amplia. SEMARNAP (1999) reporta 35 mamíferos dentro del Valle, siendo diez de ellas, especies de roedores y 6 más, especies de murciélagos.

#### 2.3.3.2 Vegetación

Se han reportado para el Valle de Cuatrociénegas, por lo menos 837 especies de plantas vasculares y se reportan 23 taxa endémicos. Por efecto de su clima

y suelos, presenta al igual que la mayor parte del estado de Coahuila, asociaciones vegetales características del Desierto Chihuahuense, siendo la vegetación del Valle de Cuatrociénegas una de las más variadas (Pinkava, 1984).

La vegetación se encuentra repartida entre zacatón en el piso alcalino de la cuenca, hábitats acuáticos y semiacuáticos, dunas de yeso, zona de transición, matorral desértico de las bajadas y chaparral (Pinkava, 1984).

Las áreas del Valle que contienen altas concentraciones de endemismos se muestran dentro de la Figura 3, en donde se encuentran marcadas tres zonas:

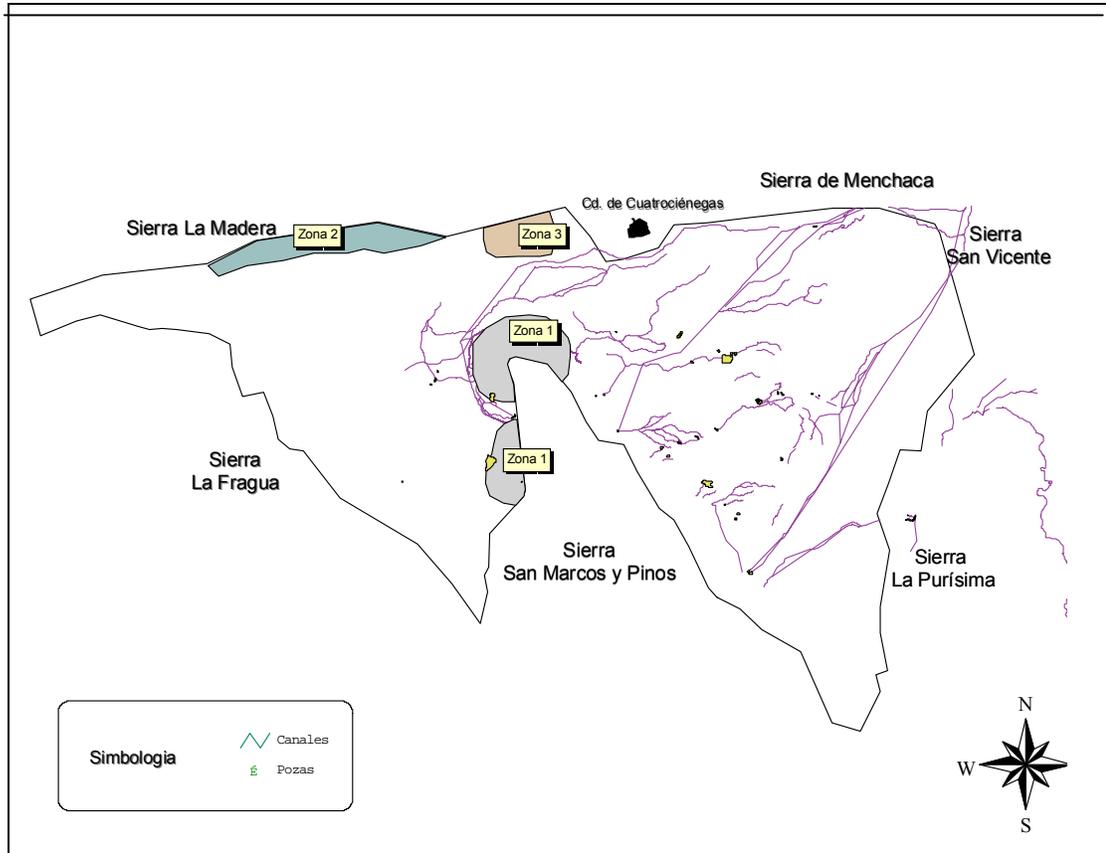


Figura 3. Áreas con altas concentraciones de taxa endémicos dentro del Valle de

Cuatrociénegas.

1) es la zona comprendida desde el Complejo Churince hasta el Río Mezquites (exceptuando la carretera y el área recreativa de la Poza la Becerra), la cual cuenta con aproximadamente 12 taxa endémicos; 2) es la zona que comprende los cañones y las bajadas de los cañones de la Sierra La Madera, la cual cuentan con aproximadamente 10 taxa endémicos; y 3) es la exposición sur de

las bajadas y los cañones justo arriba del área conocida como El Anteojo, esta área cuenta con dos taxa endémicos adicionales (Pinkava, 1984).

En el Cuadro 5, se presentan las especies de plantas que la Norma Oficial Mexicana (NOM Ecol – 059 – 1994) considera como endémicas para el Valle de Cuatrociénegas.

Cuadro No. 5. Vegetación endémica del Valle de Cuatrociénegas.

	<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Especie</b>	<b>Categoría</b>
1	Cactaceae	<i>Ariocarpus</i>	<i>Fisuratus</i>	Endémica
2	Cactaceae	<i>Astrophytum</i>	<i>Capricorne</i>	Endémica
3	Cactaceae	<i>Coryphanta</i>	<i>poselgeriana</i>	Endémica
4	Cactaceae	<i>Coryphanta</i>	<i>pseudechinus</i>	Endémica
5	Cactaceae	<i>Coryphanta</i>	<i>werdermannii</i>	Endémica
6	Cactaceae	<i>Echinocereus</i>	<i>freudenbergerii</i>	Endémica
7	Cactaceae	<i>Echinomastus</i>	<i>mariposensis</i>	Endémica
8	Cactaceae	<i>Opuntia</i>	<i>anteojoensis</i>	Endémica
9	Arecaceae	<i>Brahea</i>	<i>Berlandieri</i>	Endémica
10	Agavaceae	<i>Agave</i>	<i>Parrasana</i>	Endémica

### 2.3.3.3 Estromatolitos

Los estromatolitos son acumulaciones distintivas de sedimentos laminados y generalmente ricos en carbonos, los cuales son construidos por comunidades microbianas. Los estromatolitos fueron muy diversos en la Era Precámbrica (Semikhatov, 1979), algunos fósiles de estromatolitos tienen 3,600 millones de años, lo que los convierte en los fósiles conocidos más antiguos del planeta

(Winsborough, 1990). Después del desarrollo de la vida eucariótica, la abundancia de los estromatolitos declinó, y desde mediados de la Periodo Ordoviciano estas estructuras están restringidas a pocos lugares en el mundo (Golubic, 1973). Uno de los sitios en donde se encuentran estromatolitos vivos es el Valle de Cuatrociénegas, encontrándolos en pozas, ríos y lagunas permanentes (Winsborough y Seeler, 1984). En Cuatrociénegas, se presentan tres tipos diferentes de estromatolitos, siendo las cianobacterias y las diatomeas los principales organismos fotosintéticos responsables del crecimiento de estos estromatolitos (Winsborough, 1984).

La calidad del agua de los lugares en el Valle de Cuatrociénegas donde se localizan los estromatolitos, es diferente a la que se presenta en los otros sitios del mundo en los que se encuentra distribuido. El agua del Valle, se distingue por ser un agua más dulce y con una cantidad mayor de oxígeno disuelto (Winsborough, 1990). Se estima que el crecimiento de los estromatolitos en Cuatrociénegas es de varios milímetros por año (Winsboroug, *et al.*, 1994).

Debido a la transparencia del agua en Cuatrociénegas, la distribución de los estromatolitos varía desde lugares profundos cerca del fondo de los ríos o arroyos naturales donde la corriente es rápida, hasta sitios bien iluminados con corrientes de agua más suaves como las pozas. Esta distribución está limitada

principalmente por la disponibilidad del substrato apropiado y la corriente de agua adecuada (Winsboroug, *et al.*, 1990).

La presencia y forma de los estromatolitos en el Valle de Cuatrociénegas es determinada por los hábitos de crecimiento de los comunidad microbiana, la profundidad del agua, el régimen de la corriente del agua, la cantidad de luz y las características químicas del agua (Winsboroug, *et al.*, 1984).

En 1984, Winsborough reporta la presencia de estromatolitos en diez sitios en el Valle de Cuatrociénegas. Sin embargo, la abundancia de los estromatolitos dentro del Valle ha disminuido a través del los años por el vandalismo y exceso de acumulación de cieno en los canales (Winsboroug *et al.*, 1994).

### **2.3.4 Actividades humanas y sus efectos en el Valle de Cuatrociénegas**

#### **2.3.4.1 Aprovechamiento del agua con fines agrícolas**

Después de la fundación de Cuatrociénegas en 1800, se inicia la actividad agropecuaria dentro del Valle, donde los principales cultivos eran los viñedos, el frijol, el algodón y el chile (Villareal, 1994). A partir del siglo XX, la superficie

dedicada a actividades agrícolas dentro del Municipio de Cuatrociénegas, se ha incrementado. De 1930 a 1960, la superficie de riego se ha duplicado y de 1960 a 1994, la superficie se triplicó (Figura 4), esto último, como resultado de la construcción de las obras de irrigación (SEMARNAP, 1999) aunado a la apertura de pozos para riego (CNA, 1999).

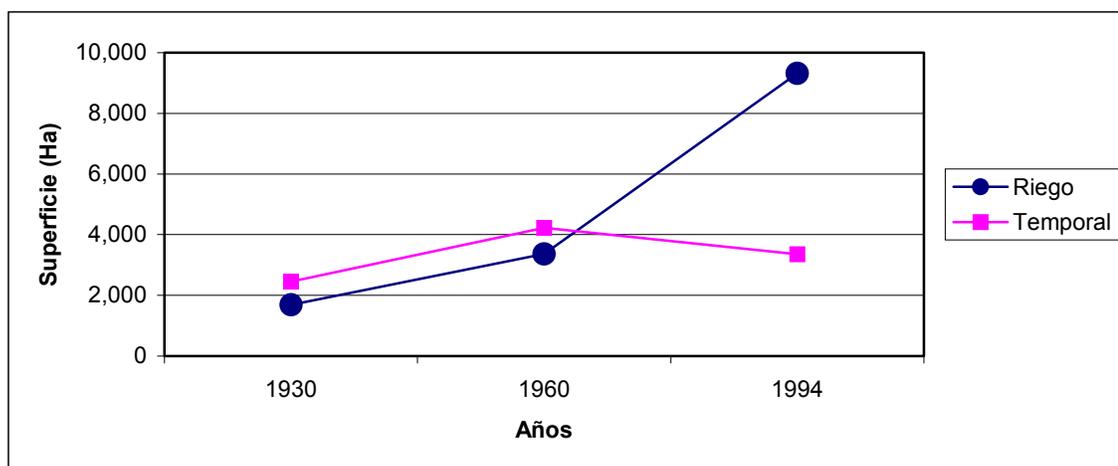


Figura 4. Superficie dentro del Municipio de Cuatrociénegas dedicada a la agricultura.

Los cultivos que se producen dentro del Valle también han cambiado a través del tiempo debido a procesos de salinización y a la fluctuación de precios en el mercado. Actualmente, la alfalfa es el cultivo más importante dentro del Valle y uno de los cultivos con mayores requerimientos de agua (Anon, 2000). En el

Cuadro 6, se muestran los cultivos de riego y los de temporal sembrados en el Valle de Cuatrociénegas durante 1998. Existen un mayor número de cultivos y superficie que utilizan un sistema de riego.

Cuadro 6. Superficie cultivada y número de cultivos en el Valle de Cuatrociénegas. (CADER 03 Cuatrociénegas – SAGAR, 1998).

	<b>RIEGO</b>	<b>TEMPORAL</b>
Tipos de cultivo	13	3
Superficie cultivada	1,1,90.5	77.25

Actualmente, existen ocho canales de agua dentro del Valle de Cuatrociénegas que utilizan para extraer el agua con fines agrícolas dentro y fuera del Valle. En el Cuadro 7 se presentan cada uno de los canales con los volúmenes de agua que fluyen del Valle de Cuatrociénegas a los campos de cultivo. En el caso del Canal del Agua Grande, por fallas del canal, no se está utilizando, pero el agua sigue extrayéndose de las pozas (PROFAUNA, 1998).

Cuadro 7 Canales del Valle de Cuatrociénegas, volúmenes de agua extraídos, porcentajes de pérdida y afluentes.

Nombre del Canal	Volumen máximo obtenido (l/s)	Porcentaje de pérdida (%)	Afluentes
Saca Salada	1,300 **	20 – 60	5 pozas y varios afloramientos de agua.
Santa Tecla	320 **	10 - 25	1 pozas principal y 7 pozas anexas
La Becerra	645 *	10 - 20	1 poza
Antiguos Mineros del Norte (Pozas Azules)	80 *	10 - 65	27 pozas conectadas
El Venado	98 *	10 - 30	2 pozas
Julio Arredondo	60 *	40 - 80	Río Mezquites
Agua Grande	0	100	8 pozas
La Vega	--	--	1 poza

\*\* volumen de agua que sale del Valle de Cuatrociénegas.

\* volumen de agua que llega a los campos de cultivo.

La falta de una regulación en el uso del agua dentro del Valle de Cuatrociénegas se presenta como una amenaza latente por los volúmenes de agua que se extraen de las pozas y por la forma de extracción, la cual mantiene a los manantiales en su nivel más bajo de agua y carece de compuertas que permitan el cierre de los canales, por lo que las pozas son drenadas los 365 días del año (PROFAUNA, 2000).

El factor que más afecta a las pozas del Valle de Cuatrociénegas es su canalización, que en consecuencia, afecta las área inundadas que dependen de las pozas (Minckley, 1969, 1992; Ono, *et al.*, 1983; Contreras, 1984; PROFAUNA, 1998; SEMARNAP, 1999), causando un efecto dramático de descenso en los niveles de agua (Ono, *et al.*, 1983; Contreras, 1984).

La canalización, no destruye completamente el humedal, ya que las pozas se recargan de acuíferos profundos, pero si destruye el hábitat de las pozas y las inundaciones poco profundas (Minckley, 1969). El suelo previamente sumergido a lo largo de las playas queda expuesto y es rápidamente colonizado por tuillos (*Eleocharis rostellata*) y tules (*Typha spp.*), destruyendo hábitats de muchas especies acuáticas. El nivel de agua en retroceso también concentra las especies acuáticas remanentes en volúmenes menores de agua (Almada, 1984).

Minckley (1984), menciona que el número de especies presentes dentro de una poza está directamente relacionado con el tamaño de la misma, por lo que la alteración de la disminución del tamaño de las pozas al canalizarlas, afecta directamente al número de peces presentes.

Una consecuencia de largo plazo del sistema de canales, es la mezcla de corrientes y de poblaciones que una vez estuvieron naturalmente separadas, lo que ya ha empezado a afectar a las poblaciones de peces y de tortugas endémicos (Taylor, 1966; Smith y Smith, 1979). Además, estos canales se convierten en un paso accesible para los organismos exóticos del Valle (Minckley, 1992).

Además de la extracción de agua por medio de canales abastecidos por manantiales, existe explotación de agua subterránea. El Valle de Cuatrociénegas se encuentra en una zona de libre alumbramiento, por lo que no existe un límite al número de pozos que se perforan, sin embargo, la Gerencia Estatal de la Comisión Nacional del Agua debe otorgar la concesión del agua que será utilizada (PROFAUNA, 2000).

En 1998, la Gerencia Estatal de la Comisión Nacional del Agua tenía registrados 59 pozos profundos dentro del Valle de Cuatrociénegas, los cuales extraen un volumen promedio de 1,430.87 l/s de agua (CNA, 2000). Pero no todos los pozos que existen dentro del Valle de Cuatrociénegas se encuentran registrados, por lo que se desconoce el volumen real de extracción (PROFAUNA, 2000).

A causa de la fuerte explotación a la que es sometida el agua del Valle de Cuatrociénegas y sus alrededores, la condición del acuífero superior, según la clasificación de la CNA (1998) es de sobreexplotación. A pesar de ello, existe una demanda por mayores volúmenes de agua por parte de los usuarios del Valle de Cuatrociénegas y por aquellos que también usan el recurso fuera de el (PROFAUNA, 2000).

### 2.3.4.2 Ganadería

Los equinos, que son los animales domésticos más importantes dentro del Valle de Cuatrociénegas y su número se ha mantenido entre 4,000 y 6,500 cabezas desde 1950 (Figura 5), aunque en 1950 los burros eran más abundantes que las mulas y los caballos (IED, 1995; INEGI, 1992, 1994). Lo anterior, se debió posiblemente al uso que se les daba en las explotaciones de candelilla y guayule (SEMARNAP, 1999).

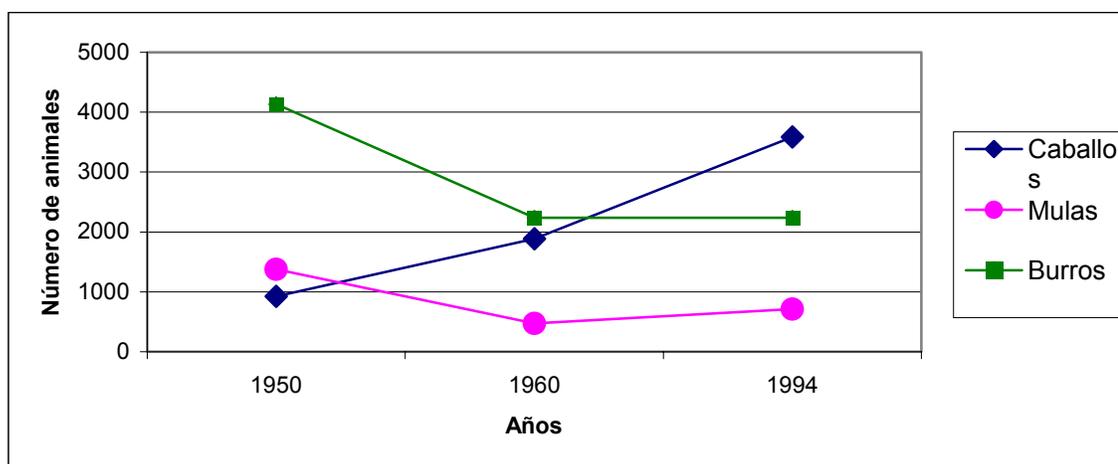


Figura 5. Número y existencias en unidades de producción de ganado equino.

El ganado equino del Valle de Cuatrociénegas pasta libremente debido a la falta de cercos en la mayoría de los predios del área. Esto provoca una fuerte alteración en los márgenes de las pozas, cuya vegetación es modificada y el suelo desestabilizado (Minckley, 1992).

El pisoteo provocado por el ganado en los márgenes de las pozas, genera alteraciones que pueden tener efectos significativos en la composición topográfica y por consiguiente, en la reproducción de los individuos de especies acuáticas o semiacuáticas, poniendo en riesgo su supervivencia (Ludlow, 1998). Esto tiene serias consecuencias para algunas especies endémicas como la tortuga de bizagra (*Terrapene coahuila*) y los peces endémicos como los cachorritos de Cuatrociénegas (*Cyprinodon atrorus* y *Cyprinodon bifasciatus*), donde el riesgo no radica en el tamaño de las poblaciones, sino en la fragilidad de sus hábitats (Ludlow, 1998). La extinción de las especies del mundo se debe en el 73% de los casos, a la destrucción física de su hábitat (Wilson, 1992).

#### 2.3.4.3. Recreación

Tradicionalmente, algunos de los manantiales del Valle de Cuatrociénegas han sido utilizados con fines recreativos por la población local. En algunas pozas, se desarrollaron balnearios con instalaciones muy sencillas y en malas condiciones, consistentes en mesabancos, sombreaderos y vestidores (SEMARNAP, 1999).

El desarrollo recreativo se incrementó después de la construcción de la carretera federal No. 30 en 1979 (Garstka, 1981). La construcción de esta carretera, permitió el acceso al Valle desde el sur y del este, lo que ha llevado muchos más visitantes al área y ha ejercido presiones adicionales sobre la cuenca (Mc Coy, 1981). La infraestructura para nadar, días de campo y pesca se incrementaron a lo largo del Río Mezquites y en varios lugares del Valle. Se desarrolló la infraestructura recreativa en la Poza de la Becerra (Minckley, 1992).

A mediados de los noventas, con la promoción del Valle a través de los medios de comunicación desarrollada por la Dirección de Turismo, la visitación al Valle de Cuatrociénegas se ha incrementado notablemente (SEMARNAP, 1999). Aunque la mayor parte de los visitantes proceden de la misma región, demandan mayor cantidad de áreas de recreación y provocan una serie de disturbios tanto en los lugares a donde arriban como en los caminos (SEMARNAP, 1999).

Actualmente, se tiene un promedio de 20,000 visitantes anuales. Pero la más alta visitación se tiene en la temporada vacacional de Semana Santa, recibiendo un promedio de 14,000 visitantes en cinco días (Contreras, com. pers., 2000).

La recreación altera los márgenes y el fondo de las pozas, lo cual afecta directamente a las especies acuáticas presentes. Además, se altera la vegetación riparia y se convierten en sitios con altas concentraciones de basura y contaminantes (Minckley, 1992).

Dentro del Programa de Manejo se autorizaron como balnearios establecidos a la Poza de la Becerra y al Río Mezquites. Cabe aclarar, que el Programa de Manejo, no permite la instalación de nuevos balnearios dentro del área protegida (SEMARNAP, 1999).

#### 2.3.4.4 Especies exóticas

A consecuencia de las actividades humanas, existen hasta la fecha 7 especies exóticas reportadas por Hendrickson (1999). Éstas se encuentran relacionadas con los ambientes acuáticos y se presentan en Cuadro 8.

Cuadro 8. Especies exóticas de los ambientes acuáticos del Valle de Cuatrociénegas.

	<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>
1	<i>Hemichromis sp.</i>	Pez joya
2	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa comun
3	<i>Sarotherodon sp.</i>	Tilapia
4	<i>Orchonectes sp.</i>	Langostino
5	<i>Melanoides tuberculata</i>	Caracol tornillo
6	<i>Corbicula sp.</i>	Almejita

7	<i>Eichornia crassipes</i>	Lirio
---	----------------------------	-------

La presencia de estas especies es uno de los problemas más importantes dentro del Valle, debido a que el 68 % de las especies que se extinguen actualmente en el mundo, es a causa de la introducción de especies exóticas a sus ambientes naturales (Wilson, 1992).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente estudio se caracterizaron las pozas, uno de los tres hábitats acuáticos descritos por Minckley (1969) para el Valle de Cuatrociénegas. Se realizó un censo de las pozas localizadas dentro del Valle, se tomaron los datos generales e indicadores biológicos, químicos y físicos. A los datos obtenidos para cada indicador, se les asignó un valor de importancia. Se utilizaron los valores de cada uno de los indicadores para categorizar la condición actual de las pozas del Valle de Cuatrociénegas. Esta clasificación califica el grado de impacto al que se encuentran sometidas las pozas del Valle. Además, se tomó información que servirá como punto de referencia para futuros estudios.

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDIO

El Valle de Cuatrociénegas se encuentra en la región conocida como Altiplano Septentrional o Desierto Chihuahuense, la cual se localiza al este de la Sierra Madre Oriental y al oeste de la Sierra Madre Occidental (Mandujano, 1991). El Valle está ubicado en la parte central del Estado de Coahuila, a 80 km. al oeste de la ciudad de Monclova. Se encuentra dentro del Municipio de Cuatrociénegas de Carranza, Coahuila, el cual tiene una población de 13,465 habitantes (SSA, 1999).

El Valle se localiza entre las coordenadas 26 45' 00" y 27 00' 00" Latitud Norte; 101 48' 49" y 102 17' 53" Longitud Oeste, (McBride, 1923; West, 1964) y tiene una extensión aproximada de 150,000 Ha. Su forma asemeja a una herradura, cuyo piso, casi plano, se encuentra en la cota de los 700 m. (Minckley, 1969; Contreras, 1986; SEMARNAP, 1999).

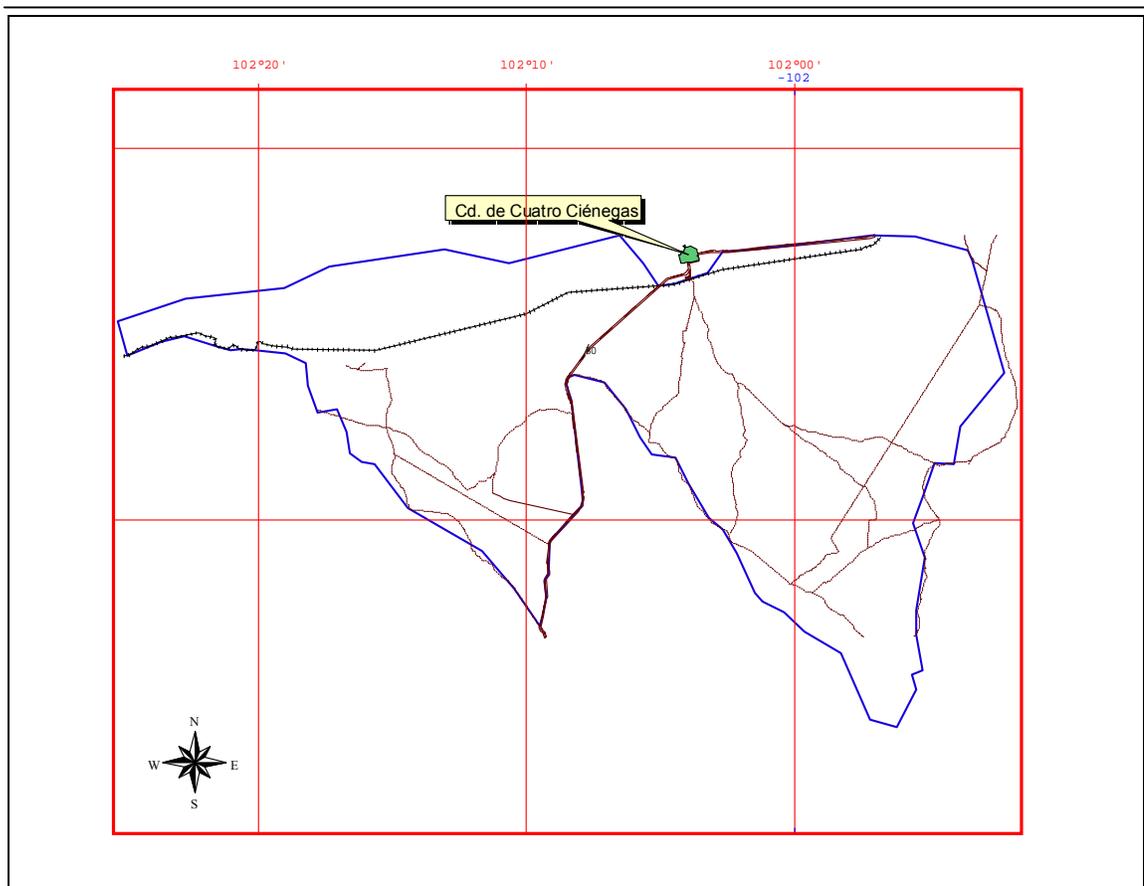


Figura 6. Ubicación geográfica del Valle de Cuatrociénegas.

### **3.2 LOCALIZACIÓN DE LAS POZAS**

Se ubicaron las pozas que aparecen dentro de las cartas geológicas de 1979 de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL). Se utilizaron las cartas Cuatro Ciénegas G13B59 y El Venado G14A51, que cubren el Valle de Cuatrociénegas. En estas cartas geológicas, se muestra la cuadrícula universal transversa del mercator, la cual fue utilizada para identificar los cuadrantes en los que se encontraban las pozas.

Antes de iniciar el censo de las pozas, se solicitó la autorización de los propietarios de los predios para llevar a cabo el trabajo de campo dentro de sus propiedades. El nombre de los propietarios de los predios fue proporcionada por el personal de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) de la región.

### **3.3 SELECCIÓN DE INDICADORES**

Para caracterizar las pozas del Valle de Cuatrociénegas, se seleccionaron indicadores biológicos, químicos y físicos, acordes con los propuestos por la Convención RAMSAR (1999).

### **3.3.1 Indicadores biológicos**

Muchos organismos importantes como los peces, la fauna y algunas comunidades vegetales dependen exclusivamente de la presencia de agua (Espinoza, 1994). Por esta razón, se seleccionaron los siguientes indicadores biológicos:

#### **3.3.1.1 Animales**

La presencia de fauna silvestre nativa y endémica, representan un indicador positivo sobre las condiciones actuales de las pozas del Valle de Cuatrociénegas, por lo que se hicieron observaciones directas de animales silvestres y/o rastros encontrados dentro o en los márgenes de las pozas. Dentro de este grupo, se excluyeron a los peces, que por su importancia, funcionarán como otro indicador.

Además de la fauna silvestre, los animales domésticos (especialmente el ganado equino) visitan las pozas, ya que pastan libremente por el Valle y su pisoteo altera los márgenes de las pozas (Minckley, 1992; SEMARNAP, 1999). Por esta razón, la presencia de ganado en las pozas fue registrado como un indicador negativo de su condición natural.

Para efectos de este estudio, al referirnos a los animales, no incluiremos a los peces, ya que se tomarán como un grupo separado.

#### 3.2.1.2 Peces

Cuatrociénegas se considera uno de los sitios con mayor número de endemismos, asociados principalmente a los ambientes acuáticos (Contreras, 1976), especialmente en los grupos de peces y crustáceos, donde más del 50% de las especies reportadas para el Valle son endémicas (SEMARNAP, 1999). Por la importancia que tienen debido al número de endemismos y por la facilidad de ser identificados a simple vista sin necesidad de coleccionar organismos, se registraron las especies de peces observadas como un indicador positivo de las condiciones naturales de las pozas.

Las observaciones se hicieron desde la orilla de las pozas muestreadas, por lo que no se registraron las especies que prefieren los lugares profundos y poco visibles.

#### 3.3.1.3 Estromatolitos

Winsborough (1984) reporta la presencia de estromatolitos en diez sitios en el Valle de Cuatrociénegas. Siete de estos sitios, son pozas y los otros tres son ríos o lagunas. Se verificó la presencia de estromatolitos vivos en las siete

pozas reportadas y se registró además, la presencia de estromatolitos vivos observados durante el censo de pozas del Valle. Los estromatolitos fueron observados desde el margen de las pozas.

Por lo tanto, se dividió la presencia de estromatolitos en tres categorías:

- Presencia. Incluye las pozas donde se observaron estromatolitos vivos, incluídas o no en los reportes de Wisborough (1984).
- Ausencia sin reporte. Esta categoría no implica necesariamente que no hay estromatolitos en las pozas, pero al no poder ser observados desde la orilla de las mismas, no se considera su presencia.
- Ausencia con reporte. Incluye las pozas reportadas por Wisborough (1984) en donde no se observaron estromatolitos vivos.

#### 3.3.1.4 Vegetación

Se tomaron datos de la vegetación acuática y riparia que se encontró en cada una de las pozas del Valle. Las especies clave identificadas fueron: el lirio nativo (*Nymphaea ampla*), el lirio exótico (*Eichornia crassipes*) y los pastos. Se especificó el porcentaje que cubre la vegetación acuática con relación al tamaño del espejo de agua de la poza.

La presencia del lirio nativo se considera un indicador positivo de la poza, por el contrario, la presencia de lirio exótico es un indicador negativo. Se considera a los pastos como un indicador negativo, ya que son un indicador de la disminución en el nivel original de agua de la poza (Almada y Contreras, 1984).

La presencia del ganado provoca la alteración de los márgenes de las pozas, la vegetación riparia es modificada y el suelo desestabilizado (Minckley ,1992). Por esta razón, se hicieron cinco categorías de la condición de la vegetación riparia, los cuales incluyen los impactos producidos por los animales domésticos.

- Buena condición. En esta categoría se encuentran todas aquellas pozas cuya vegetación rodea por completo los márgenes de la poza y no tiene alteraciones por el pastoreo o pisoteo de animales domésticos.

- Poco deteriorada. Las pozas que se encontraron en esta categoría, presentaban rastros de pisoteo o pastoreo de la vegetación riparia, por parte de animales domésticos, pero no se encontraban veredas marcadas por estos animales alrededor de las pozas, lo que indicaba que la poza no era visitada frecuentemente por el ganado.

- Deteriorada. En esta categoría, se ubicaron las pozas en las que se encontraron rastros recientes de pastoreo y pisoteo en la vegetación riparia por parte del ganado y el borde de la poza se encontraba modificado por el pisoteo del ganado.

- Muy deteriorada. Además de contar con las características de la categoría anterior, estas pozas presentaban rastros de incendios y/o la vegetación riparia estaba cortada. Se diferenció el corte de la vegetación de aquella pastoreada porque la vegetación se encontraba a una altura superior a los treinta centímetros con un tamaño uniforme. Dentro de esta categoría se encuentran además, pozas en las que una sección o el margen completo de la misma, se encontraba el suelo desnudo, lo cual puede deberse a la presión del ganado o a otras actividades humanas que alteran la vegetación.

### **3.3.2 Indicadores físico – químicos del agua**

Debido a que solo existen datos de características químicas del agua en algunas pozas dentro del Valle, se elaboró un censo para conocer las condiciones de calidad de agua existentes en las pozas del Valle de Cuatrociénegas.

Para ello, se tomaron datos de las características químicas del agua propuestas por Allan (1995) utilizando un equipo portátil "Checkmate Corning" Modelo M90. La toma de datos se hizo desde la orilla de la poza, a una profundidad promedio de 10 centímetros, y los datos registrados fueron los siguientes:

- Temperatura, en grados Centígrados
- Oxígeno disuelto, en miligramos por litro (mg/l)
- Conductividad eléctrica, en micro-Siemans por centímetro (mS)
- Total de sólidos disueltos, en gramos por litro (g/l)
- pH

Los datos obtenidos se compararán con los datos reportados Minckley (1969) y Winsborough (1984), de algunas pozas del Valle de Cuatrociénegas, para identificar si existe alguna variación con los datos obtenidos durante este censo.

### **3.3.3 Indicadores físicos de actividades humanas**

Dentro de los indicadores físicos, se seleccionaron aquellos que permitieran registrar los impactos en las pozas provocados por actividades humanas.

### 3.3.3.1 Nivel de agua en la poza

La sobreexplotación del acuífero superior al que pertenece el Valle (CNA, 1998) o la canalización directa de las pozas, afecta las área inundadas que dependen de ellas (Minckley, 1969, 1992; Ono, *et al.*, 1983; Contreras, 1984; PROFAUNA, 1998; SEMARNAP, 1999), y causa un efecto dramático de descenso en los niveles de agua (Ono, *et al.*, 1983; Contreras, 1984). Se midió el nivel de agua de las pozas dividiéndolo en cuatro categorías de acuerdo a los resultados.

- Nivel máximo. Pozas cuyo nivel de agua se encuentra a su máximo nivel, medido con referencia a la topografía del sitio en el que se encuentran.
- Nivel bajo sin canalización. Pozas cuyo nivel de agua se encuentra por debajo del nivel óptimo, pero que no se encuentran canalizadas.
- Nivel bajo con canalización. Pozas cuyo nivel de agua se encuentra por debajo del nivel óptimo, debido a una canalización artificial.
- Pozas secas. Pozas que se encuentran desecadas.

### 3.3.3.2 Tamaño y profundidad de la poza

Minckley (1984), menciona que el número de especies presentes dentro de una poza está directamente relacionado con el tamaño de la misma, por lo que la

alteración de la disminución del tamaño de las pozas, afecta directamente al número de especies presentes.

Se tomaron datos del largo y ancho de las pozas dentro del Valle. Esta medición se hizo de dos formas: cuando el diámetro de las pozas medía hasta tres metros, su largo y ancho se midió utilizando una cinta métrica de cinco metros; si el diámetro de las pozas era mayor de tres metros, se utilizó un distanciómetro "Ranking Bushnell", con el cual se tomaba la distancia exacta del largo y ancho de cada una de las pozas. Los datos obtenidos, se agruparon dentro de cinco categorías:

- Pozas muy pequeñas. Pozas cuyo largo y ancho es menor a 5 m.
- Pozas pequeñas. Pozas cuyo largo y ancho varía entre 5 y 10 metros.
- Pozas medianas. Pozas cuyo largo y ancho varía entre 10.5 y 30 metros.
- Pozas grandes. Pozas cuyo largo y ancho varía entre 30.5 y 80 metros.
- Pozas muy grandes. Pozas cuyo largo y ancho es superior a los 81 metros.

La profundidad fue estimada desde la orilla de la poza. Los datos obtenidos fueron agrupados dentro de cuatro categorías:

- Pozas someras. Pozas cuya profundidad es menor a un metro.
- Pozas poco profundas. Pozas cuya profundidad variaba entre uno y tres metros.
- Pozas profundas. Pozas cuya profundidad variaba entre tres y cinco metros.
- Pozas muy profundas. Pozas cuya profundidad era mayor a los cinco metros.

#### 3.3.3.3 Canalización de las pozas.

El factor que más afecta a las pozas del Valle de Cuatrociénegas es su canalización (Minckley, 1969, 1992; Ono, *et al.*, 1983; Contreras, 1984; PROFAUNA, 1998; SEMARNAP, 1999). La canalización reduce el tamaño de las pozas, lo que afecta directamente al número de peces presentes (Minckley, 1984), además, mezcla corrientes y poblaciones que una vez estuvieron naturalmente separadas (Taylor, 1966; Smith y Smith, 1979). Además, la canalización se convierte en un paso accesible para los organismos exóticos del Valle (Minckley, 1992).

Por ser indicador de disturbio más común, se registró la presencia de canales artificiales en las pozas muestreadas dentro del Valle de Cuatrociénegas. A pesar de que la mayor parte de los canales artificiales no se encuentran revestidos, se pueden diferenciar de los canales naturales porque tienen una salida recta de la poza, generalmente bien delimitada y a los lados de los canales se encuentran montículos de tierra, producto del dragado del canal.

#### 3.3.3.4 Pozas cercadas

Dentro del Valle de Cuatrociénegas, se encuentran algunas pozas que están rodeadas por un cerco de alambre, lo que se consideró para fines de este trabajo como un indicador positivo, al impedir el disturbio del ganado en los márgenes de las pozas. Se registraron todas aquellas pozas que contaban con un cerco, diferenciando entre los cercos construidos en el margen de la poza y aquellos que cubrían la poza y su vegetación riparia.

#### 3.3.3.5 Pozas con uso recreativo

Se identificaron todas aquellas pozas que son utilizadas para llevar a cabo actividades recreativas, incluyendo la natación. Las pozas se pueden encontrar dentro de balnearios establecidos, o pueden ser utilizadas sin autorización de los propietarios de los predios. Para fines de este estudio, se considera a la recreación como un indicador negativo, ya que altera los márgenes y el fondo

de las pozas, lo cual afecta directamente a las especies acuáticas presentes. Además, se altera la vegetación riparia y se convierten en sitios con altas concentraciones de basura y contaminantes (Minckley, 1992).

#### 3.3.3.6 Pozas utilizadas como abrevaderos

El pisoteo provocado por el ganado en los márgenes de las pozas, genera alteraciones que pueden tener efectos significativos en la composición topográfica y por consiguiente, en la reproducción de los individuos de especies acuáticas o semiacuáticas, poniendo en riesgo su supervivencia (Ludlow, 1998). Este riesgo se incrementa en pozas que son utilizadas específicamente como abrevaderos para los animales domésticos.

#### 3.3.3.7 Pozas con uso doméstico

Se identificaron todas aquellas pozas que son utilizadas para desarrollar actividades relacionadas con el aseo y el lavado de ropa. En este trabajo, se considera a esta actividad como un indicador negativo.

#### 3.3.3.8 Pozas con estructuras de cemento

Existen algunas pozas dentro del Valle que se encuentran recubiertas por estructuras de cemento, lo que elimina completamente su vegetación riparia y afecta a las especies que se encuentran dentro de ellas. Se identificó como un impacto negativo en las pozas, la construcción de esta estructura de cemento.

#### **3.3.4 Información general de las pozas**

Además de estos indicadores, se tomaron otros datos relevantes de las pozas, los cuales se indican a continuación:

- Número de poza. Se le asignó un número consecutivo a las pozas conforme fueron censadas.
- Nombre de la poza. En los casos de ser pozas conocidas por los habitantes del Valle de Cuatrociénegas, se registró el nombre con el que se le conoce localmente. De lo contrario, se les registró con el nombre del predio en el que se encontraban.
- Cuadrante de la poza. Para localizar las pozas censadas dentro de las cartas CETENAL, se utilizó la cuadrícula universal transversa del mercator localizada dentro de las cartas geológicas Cuatro Ciénegas

G13B59 y El Venado G14A51. Se registró el número del cuadrante en el que se localiza cada una de las pozas.

Cada cuadrante tiene cuatro números, los cuales fueron tomados de la cuadrícula del mercator de las cartas CETENAL. Los dos primeros números representan el cuadrante localizado de oeste a este en las cartas, y los dos últimos números representan el cuadrante localizado de sur a norte en las cartas CETENAL.

- Posición geográfica. Utilizando un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) Garmin Modelo 12XL, se registraron las coordenadas geográficas exactas de los sitios en los que se localizaron cada una de las pozas.
- Tenencia de la tierra. Se consideró el tipo de tenencia de la tierra en la que se encuentran las pozas. Registrando el nombre del ejido o del pequeño propietario al que pertenece el predio.

### **3.5 CATEGORIZACIÓN DE LAS POZAS**

Se les asignó un valor a cada uno de los indicadores biológicos, químicos y físicos, siendo un número positivo si indicaba una condición natural de las pozas, y negativo si indicaba un factor de disturbio en ellas (Cuadro 8).

Los indicadores tienen dos, tres, cuatro y hasta cinco categorías dentro de cada uno. Por esta razón, los valores asignados a cada uno de ellos no son consecutivos en la mayoría de los casos.

Dentro de los indicadores con dos categorías, se encuentran las actividades humanas directas sobre las pozas, las cuales incluyen: pozas canalizadas artificialmente, uso recreativo de las pozas, pozas utilizadas como abrevaderos, uso doméstico de las pozas y pozas con estructura de cemento. En todos estos casos, la ausencia de la actividad tiene un valor 0, ya que representa las condiciones normales de la poza, y su valor negativo es -7, porque alteran las condiciones naturales de la poza.

Cuadro 9. Indicadores seleccionados y valor asignado a cada uno de ellos.

<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>VALOR ASIGNADO</b>
-----------------------------	-----------------------

INDICADORES BIOLÓGICOS		
Animales	Endémicos	7
	Nativos	5
	Ausencia de animales	0
	Domésticos	-3
	Exóticos	-5
Peces	Nativos y/o endémicos	7
	Ausencia de peces	0
	Exóticos	-5
Estromatolitos	Presencia	10
	Ausencia sin reporte previo	0
	Ausencia con reporte previo	-7
Vegetación acuática	Lirio nativo	5
	Sin vegetación acuática	0
	Pastos	-3
	Lirio exótico	-5
Vegetación riparia	Buena condición	7
	Poco deteriorada	-1
	Deteriorada	-3
	Muy deteriorada	-5
INDICADORES QUÍMICOS		
Datos fisico-químicos del agua	Temperatura	0
	Oxígeno disuelto	0
	Conductividad eléctrica	0
	Total de sólidos disueltos	0
	Ph	0
INDICADORES FÍSICOS		
Nivel de agua en la poza	Nivel máximo	7
	Nivel bajo sin canalización	-1
	Nivel bajo con canalización	-3
	Poza seca	-30
Tamaño del as pozas	Pozas muy pequeñas	1
	Pozas pequeñas	2
	Pozas medianas	3

	Pozas grandes	4
	Pozas muy grandes	5
Profundidad de las pozas	Pozas someras	1
	Pozas poco profundas	2
	Pozas profundas	3
	Pozas muy profundas	4
Pozas cercadas	Cerca del margen de la poza	1
	Lejos del margen de la poza	3
Pozas canalizadas	Sin canalización artificial	0
	Con canalización artificial	-7

Continuación del Cuadro 9. Indicadores seleccionados y valor asignado a cada uno de ellos.

NOMBRE DEL INDICADOR		VALOR ASIGNADO
Uso recreativo de las pozas	Sin uso recreativo	0
	Con uso recreativo	-7
Pozas utilizadas como abrevadero	Sin uso de abrevadero	0
	Con uso de abrevadero	-7
Uso doméstico de las pozas	Sin uso doméstico	0
	Con uso doméstico	-7
Pozas con estructuras de cemento	Pozas sin estructura	0
	Pozas con estructura	-7

El cercado de las pozas tiene también dos categorías. Sin embargo, en este caso el valor positivo del indicador, no representa que la condición natural de las pozas fuera una poza cercada. Pero debido a la presencia de ganado con libre pastoreo en el Valle, se considera que la construcción de cercos permite la conservación de la vegetación riparia y los márgenes de las pozas, al impedir el

paso de los animales domésticos, por lo que se le asigna un valor de 1 a las pozas cuyo cerco se encuentra cerca de los márgenes de las pozas, y un valor de 3 a los cercos que abarcan la poza y su vegetación riparia.

Los indicadores con tres categorías, se encuentran dentro de los indicadores biológicos y son los siguientes: peces y estromatolitos. En el caso de los peces, la presencia de especies nativas y endémicas, representa una buena condición de la poza, por lo que adquiere un valor 7. La presencia de peces exóticos es una amenaza a las especies nativas, por lo que adquiere el valor negativo de -5. La ausencia de peces observados no representa necesariamente que no habiten peces en la poza, pues existen especies que no se pudieron observar desde la orilla del agua, por lo que a estas pozas se les otorga un valor neutro (0).

En el caso de los estromatolitos, la presencia de estromatolitos vivos es un indicador positivo y recibe un valor alto por los pocos sitios del Valle en donde se distribuyen (valor 10). La ausencia de estromatolitos en pozas reportadas por Wisborough en 1984, es un indicador negativo, pues desaparecieron de su distribución original (valor -7). La ausencia de estromatolitos sin reportes previos no implica necesariamente que no existan estromatolitos en esas

pozas, pero no pudieron ser vistos desde la orilla de la poza, por lo que se les otorga un valor neutro (0).

Dentro de los indicadores que tienen cuatro categorías se encuentran los siguientes: vegetación acuática, vegetación riparia, nivel de agua en la poza y profundidad de las pozas.

Dentro de la vegetación acuática, la presencia de lirio nativo es un buen indicador de la condición natural de las pozas, por lo que se les asigna el valor 5. Sin embargo, no se cuenta con registros de la presencia de lirios nativos en todas las pozas, por lo que la ausencia de vegetación acuática no es un reflejo de la alteración de las condiciones naturales, por lo que se le asigna un valor neutro (0). La presencia de pastos indica una disminución del tamaño original de la poza, por lo que se le asigna un valor negativo (valor -3). Las especies exóticas son una de las principales amenazas del Valle, por lo que la presencia del lirio exótico tendrá el valor negativo más grande (valor -5).

La condición de la vegetación riparia y el nivel de agua en la poza, están divididos en cuatro categorías. La buena condición de las pozas es un indicador positivo, por lo que tiene un valor de 7. Las otras tres categorías representan el

grado de deterioro en el que se encuentra la poza, por lo que tienen valores negativos según el grado de deterioro (-1, -3 y -5).

El nivel de agua en la poza es uno de los indicadores en los que existe mayor variación en sus valores. Las pozas que presentan un nivel máximo de agua, tienen un valor de 7, por ser las condiciones originales del sitio. Un nivel bajo de aguas in canalización artificial de la poza, tiene un valor de -1, el cual se incrementa a -3 si el nivel bajo de agua está acompañado del a canalización artificial de la poza, ya que esto, disminuye aún más el nivel de agua. La cuarta categoría es la poza seca, la cual por eliminar por completo las condiciones naturales de la poza, tiene un valor de -30.

En el caso de la profundidad de las pozas, se les otorgó un valor del 1 al 4, incrementándose el número directamente con el aumento de la profundidad de la poza. Esto no indica que las pozas poco profundas tengan una condición de menor calidad que las grandes, sin embargo, una profundidad menor, las expone a ser fácilmente desecadas por la sobreexplotación del acuífero superior o por su canalización directa. Esto mismo sucede con el tamaño de las pozas, por lo que se les asignaron valores del 1 al 5.

En el caso de los animales, se consideró muy positivo la presencia de animales endémicos, por no ser comúnmente observados, otorgándoles un valor de 7. La presencia de animales nativos es buena, teniendo un valor de 5. La ausencia de animales silvestres no indica necesariamente que no se encuentren en el sitio, por lo que se les otorgó un valor neutro (0). La presencia de animales domésticos es un indicador negativo de la poza, pero como solo se está midiendo su presencia y no su impacto (el cual es medido dentro de la condición de la vegetación riparia) tiene un valor de -3. La presencia de exóticos es un indicador negativo, por lo que tienen el valor de -5.

En el caso de los datos fisico-químicos del agua, se les otorgó un valor neutro (0) a cada uno ya que no se tiene un monitoreo previo representativo de las pozas del Valle de Cuatrociénegas.

Una vez que asignado el valor a los indicadores de cada una de las pozas, se realizará una sumatoria de los indicadores medidos para cada una de las pozas. El resultado de la suma de sus indicadores, asignará a cada una de las pozas una categoría de impacto. Esta caracterización de las pozas cuenta con seis categorías que se presentan a continuación:

### 3.5.1 Pozas sin impacto

Las pozas del Valle de Cuatrociénegas que no presenten ningún tipo de impacto provocado por actividades humanas, obtendrá un resultado de su sumatoria, con un rango entre 36 y 53 puntos. Esta variación se debe al tamaño de la poza y a la presencia o ausencia sin reporte previo, de estromatolitos.

### 3.5.2 Pozas de muy bajo impacto

Las pozas que se encuentren alteradas pero que conserven muchas de las características naturales de las pozas, tendrán un resultado de la suma de indicadores entre 13 y 35 puntos.

### 3.5.3 Pozas de bajo impacto

Las pozas que tienen un grado de alteración pero que todavía conservan muchas características naturales del sitio, tendrán una calificación de 5 a 12 puntos.

### 3.5.4 Pozas de impacto medio

Las pozas con modificaciones serias en su condición natural, obtendrán como resultado de la suma de sus indicadores, un valor de 4 a -3 puntos.

#### 3.5.4 Pozas de alto impacto

Las pozas que obtengan como resultado de la sumatoria de sus indicadores un valor de -4 a -13 puntos, son las pozas que se encuentran muy modificadas de su condición natural a causa de actividades humanas.

#### 3.5.4 Pozas de impacto extremo

Las pozas que se encuentran completamente modificadas tendrán un valor de -14 hasta -43 puntos.

## **4IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 LOCALIZACIÓN DE POZAS**

Al tomar la información de las cartas geológicas del CETENAL y utilizar la cuadrícula universal transversa del mercator, se ubicaron un total de 846 cuadrantes dentro de las dos cartas geológicas (Cuatro Ciénegas y El Venado). En 53 de los 846 cuadrantes, se localizaron un total de 167 pozas reportadas. En los otros 749 cuadrantes, no se reportaban pozas.

Una vez localizadas las pozas dentro de las cartas geológicas, se verificó su presencia en campo (Cuadro 9), y se obtuvieron los siguientes resultados:

- Datos no coincidentes en campo. En el caso de 62 pozas, al hacer la verificación en campo, no se localizaron pozas con agua ni pozas desecadas en los sitios marcados en las cartas de CETENAL.

- Pozas no censadas. No se censaron 35 pozas, ubicadas en las cartas del CETENAL, las cuales se localizan dentro de una pequeña propiedad. Esto se debió a que no fue posible contactar al propietario del predio para contar con su autorización. Este predio se localiza en las faldas de la Sierra San Marcos y Pinos.

- Depósitos artificiales. Dentro del Ejido San Marcos y Nueva Atalaya se localizaron dos pozas dentro de la carta Cuatro Ciénegas del CETENAL, pero al llegar al sitio reportado, se observó que no se trataban de pozas con un afloramiento de agua natural, sino de excavaciones. Una de ellas se encuentra completamente seca desde 1993 y la otra es un área muy deteriorada conocida localmente como “Poza de las Tortugas” por la gran cantidad de tortugas de oreja roja (*Trachemys scripta*) que ahí se encuentran.

- Pozas existentes. Se verificó en campo, la existencia de 69 pozas marcadas en las cartas del CETENAL.

Cuadro 10. Número de pozas reportadas por CETENAL y los resultados del censo.

	<b>NÚMERO DE POZAS</b>
Pozas no existentes en campo	62
Pozas no censadas	35
Depósitos artificiales	1
Pozas existentes	69
<b>TOTAL DE POZAS EN CARTAS CETENAL</b>	<b>167</b>

El número de pozas marcadas dentro de las cartas del CETENAL no representan necesariamente el número de pozas que en realidad se encuentran

en campo. Por esta razón, se procedió a ubicar el mayor número de pozas posibles, las cuales se localizaron al hacer recorridos dentro del Valle y por medio de la información proporcionada por los habitantes de la ciudad de Cuatrociénegas y los propietarios de los predios. De esta forma, se censaron 96 pozas que no se encontraban registradas en las cartas del CETENAL.

Al finalizar el censo, se localizaron 165 pozas en el Valle de Cuatrociénegas que corresponden a la descripción de Minckley (1969) del sistema hidrológico conocido como “poza” (Cuadro 10).

Cuadro 11. Pozas localizadas en campo.

	<b>NÚMERO DE CUADRANTES</b>	<b>NÚMERO DE POZAS</b>
Cartas CETENAL	23	69
Resultados del censo	28	96
<b>TOTAL</b>	<b>53</b>	<b>165</b>

Estos datos dan como resultado un censo de las pozas del Valle de Cuatrociénegas, diferente al de las cartas del CETENAL. Este censo proporciona información general de las pozas, que aunado a los datos obtenidos de cada una de ellas, permite conocer su estado actual.

## **4.2 CENSO DE LAS POZAS**

El censo de las pozas del Valle de Cuatrociénegas, se llevó a cabo de enero a noviembre de 1998. Sin embargo, se reportan datos obtenidos posteriormente, en los años 1999 y 2000.

Se obtuvieron los datos generales de las pozas y los indicadores biológicos, químicos y físicos. Todos los datos se registraron desde la orilla de la poza, para evitar la alteración de sus condiciones naturales.

Para facilitar el manejo de la información, se presentan primero los datos generales de las pozas censadas, y después los datos obtenidos en cada uno de los indicadores. Dentro del texto se menciona el nombre de algunas pozas, precedido por un número. Con este número, se pueden localizar los datos de cada una de las pozas en los Apéndices.

#### **4.2.1 Información general de las pozas**

Los datos generales de las pozas del Valle de Cuatrociénegas se presentan en el Apéndice A.

De las 165 pozas localizadas en campo, 142 de ellas se encuentran en las faldas de la Sierra de San Marcos y Pinos, principalmente en su parte Este (127 pozas). Se localizaron 15 pozas en las faldas de la Sierra de la Purísima y ocho pozas más, ubicadas en la parte sur de la Sierra de la Madera (Figura 7). En el caso de las pozas localizadas en los Ejidos El Venado, La Vega y San Marcos y

Nueva Atalaya, las pozas se localizan dentro de los asentamientos humanos del ejido.

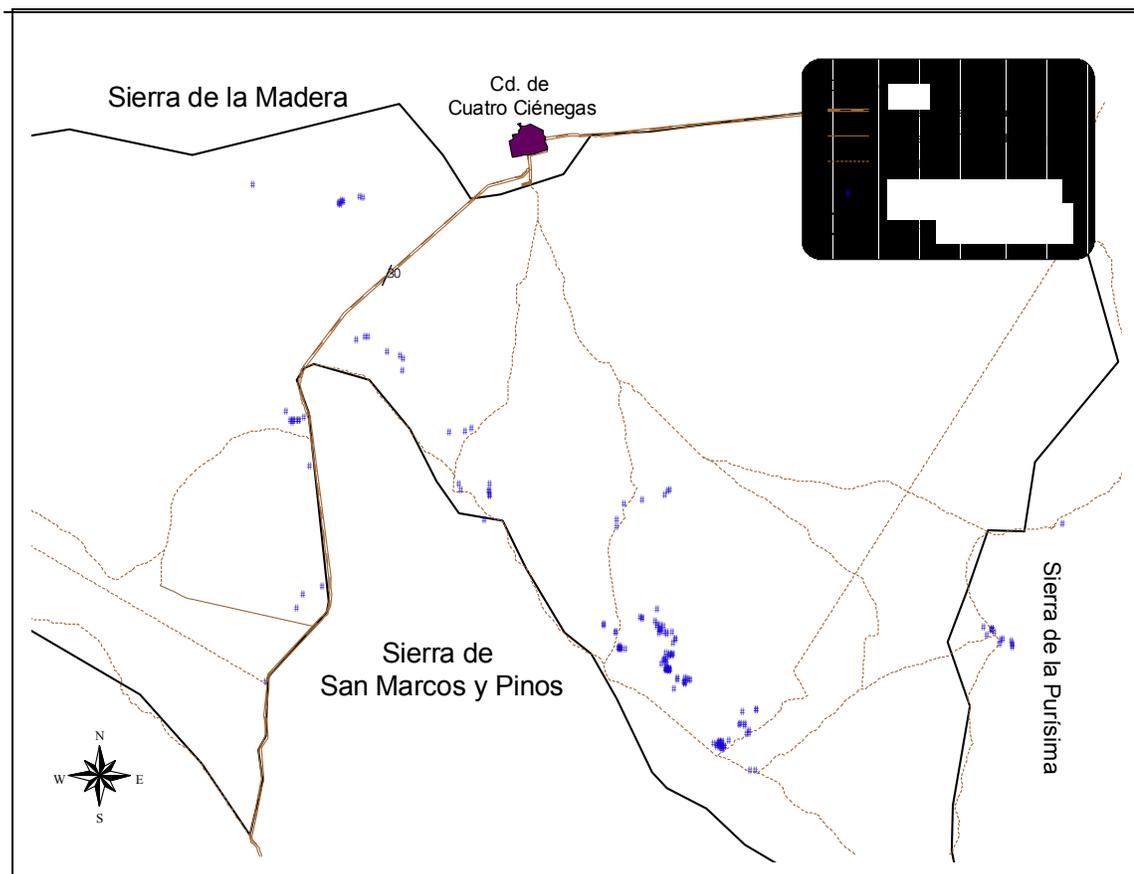


Figura 7. Pozas censadas en el Valle de Cuatrociénegas.

El Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas, divide al Valle en zonas de uso, y en cada una de ellas, existen reglas administrativas que promueven actividades de conservación y evitan actividades que pongan en riesgo la integridad del humedal. Las pozas del

Valle se localizan ubicadas dentro de la Zona de Protección, que SEMARNAP define como: “la zona que guarda el mejor estado de conservación de los recursos naturales, ya que en ellas se encuentran hábitats naturales permitiendo con ello la continuidad de los procesos evolutivos” (SEMARNAP, 1999).

Sin embargo, quedan fuera de esta Zona de Protección 20 pozas que se ubican dentro de las siguientes zonas:

- Zonas de Uso Restringido. Cuatro pozas localizada en la parte Sur – Oeste de la Sierra de San Marcos se encuentran dentro de esta zona, las cuales son: El Ojito de la Bonita (Poza 1), La Bonita (Poza 2), San Marcos (Poza 3) y La Poza de la Becerra (Poza 15). Dentro de esta zona, existen menos restricciones de manejo, pero en cuanto al ambiente biológico, se menciona que: “se deberá determinar si los componentes actuales son naturales, de no ser así, se deberá establecer un programa de manejo para en lo posible restaurar el ambiente a sus condiciones originales” (SEMARNAP, 1999).

- Zona de Influencia. Las 15 pozas localizadas dentro de los Ejidos La Vega y El Venado a las faldas de la Sierra la Purísima, se encuentran fuera de la poligonal del área protegida, por lo que se ubica dentro de su zona de influencia. En esta zona, se busca alentar el manejo sustentable de los recursos (SEMARNAP, 1999).

- Tenencia de la Tierra

El Valle de Cuatrociénegas, presenta un mosaico de ejidos y pequeñas propiedades (SEMARNAP, 1999). Por esta razón, las pozas fueron localizadas en cinco ejidos y siete pequeñas propiedades. Los resultados del número de pozas localizadas dentro de cada uno de los predios, se muestran en el Cuadro 12. Los principales predios dentro del área se muestran en la Figura 8.

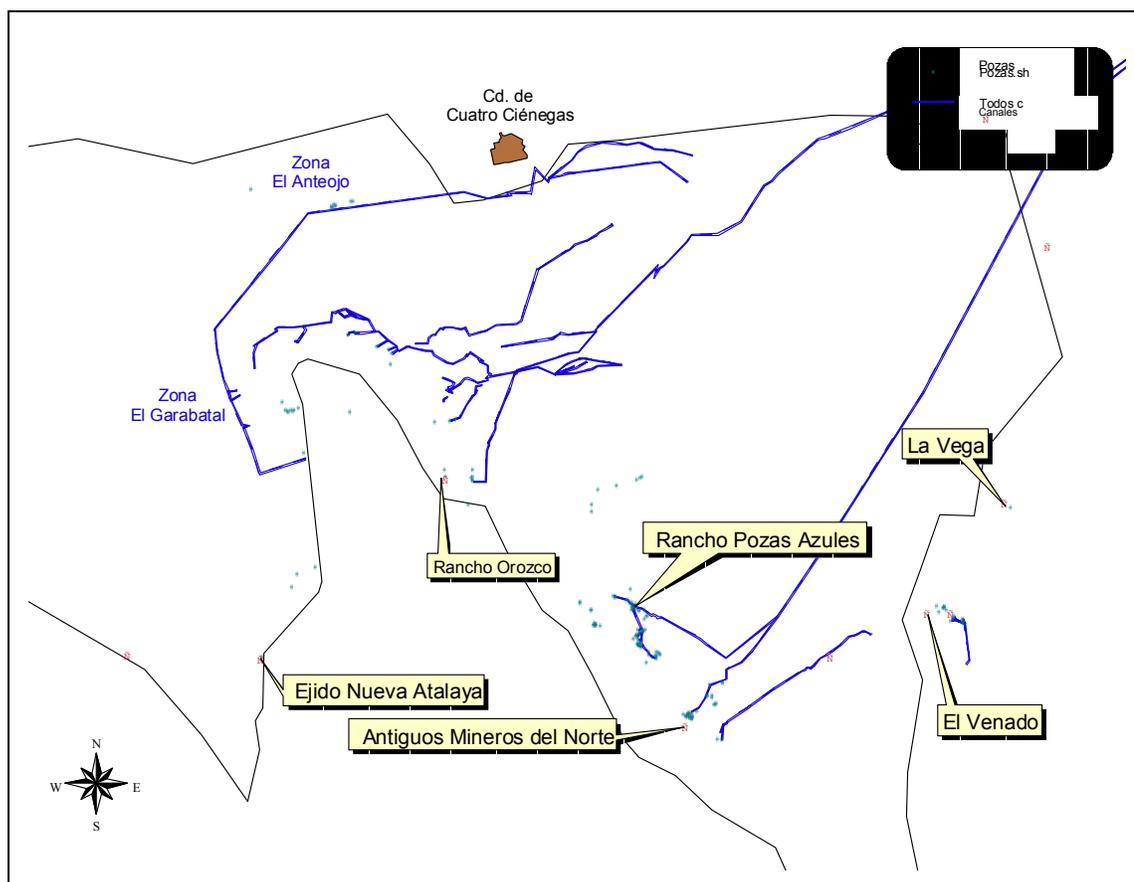


Figura 8. Principales predios donde se encontraron pozas en el Valle de Cuatrociénegas.

Cuadro 12. Nombre de los predios y tipo de tenencia de la tierra donde se localizan las pozas dentro del Valle de Cuatrociénegas.

No.	Nombre del predio	Tenencia de la tierra	No. de pozas localizadas en el predio
1	Antiguos Mineros del Norte	Ejido	32
2	Centro de Información "La Poza Azul"	Pequeña Propiedad	2
3	El Anteojo	Pequeña Propiedad	8
4	El Garabatal	Pequeña Propiedad	9
5	El Venado	Ejido	21
6	La Becerra	Pequeña Propiedad	1
7	La Vega	Ejido	1
8	Rancho Orozco	Pequeña Propiedad	15
9	Rancho Santa Marta	Pequeña Propiedad	70
10	San Marcos y Nueva Atalaya	Ejido	1
11	Tomás Solís	Pequeña Propiedad	1
12	6 de Enero	Ejido	4
TOTAL DE POZAS			165

#### 4.2.2 Indicadores biológicos

Los datos de los animales en general, los peces y los estromatolitos observados en las pozas durante el censo, se encuentran en el Apéndice B, y los datos obtenidos de vegetación para cada una de las pozas, se reportan en el Apéndice C.

#### 4.2.2.1 Animales

No fue común observar rastros de fauna silvestre en los márgenes de las pozas. Se registraron coyotes (*Canis latrans*) en 29 pozas, y mapaches (*Procyon lotor*) en nueve pozas más, distribuidas por todo el Valle. Las ranas (del género *Rana*, pertenecientes al grupo *pipiens*), se observaron en las pozas localizadas al Este del Valle, en las faldas de la Sierra La Purísima. En una poza, se observaron rastros de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*).

Las tortugas de bizagra (*Terrapene coahuila*) y los camarones (*Palaemonetes suttkusi*), especies endémicas del Valle de Cuatrociénegas, fueron observados en 13 pozas ubicadas en la parte Sur-Este de la Sierra de San Marcos y Pinos.

La vigilancia por parte del personal de PROFEPA y la restricción de acceso al público en general a pequeñas propiedades, han disminuido la presión sobre la fauna silvestre, con lo que se espera el incremento de avistamientos de animales dentro y alrededor de las pozas.

El langostino (*Orchonectes sp.*), especie exótica, se encontró en una de las pozas del área Este del Valle de Cuatrociénegas, a las faldas de la Sierra de la Purísima, donde no habían sido reportados, pues solo se tenían registros de esta especie en el Río Mezquites (Contreras, *com. pers.*, 1999). Se desconoce el motivo de la introducción de esta especie exótica.

En el Cuadro 13 se muestran los animales observados directamente o sus rastros, y el número de pozas en las que fueron encontrados.

Cuadro 13. Animales y rastros más comunes observados dentro y alrededor de las pozas en el Valle de Cuatrociénegas.

<b>Animales</b>	<b>No. de pozas en las que se observaron</b>
<b>ENDÉMICOS</b>	
Tortugas de bizagra	7
Camarones	6
Total	13
<b>NATIVOS</b>	
Coyotes	29
Mapaches	9
Ranas	3
Tortuga de oreja roja	4
Tortuga de concha blanda	2
Venado de cola blanca	1
Total	48
<b>EXÓTICOS</b>	
Langostino	1
<b>DOMÉSTICOS</b>	
Caballos – burros	149
Cabras	29
Total	178

Se encontraron rastros de caballos y burros en 149 de las 165 pozas censadas, siendo los más observados en los márgenes de las pozas. Esto se debe a que son animales que pastorean libremente en el Valle de Cuatrociénegas y tienen acceso a todas las pozas, con excepción de aquellas que se encuentran cercadas. Rastros de cabras se observaron en 29 pozas ubicadas en áreas ejidales en la parte Este del Valle.

Los registros de animales domésticos, triplican los registros de fauna silvestre, lo cual es un indicador del impacto negativo que ejercen sobre el humedal. El pisoteo del ganado en el borde de las pozas, desestabiliza el suelo, elimina la vegetación riparia y altera el hábitat de especies endémicas de peces y tortugas.

Para aminorar este impacto, el Programa de Manejo dentro de sus Políticas de Manejo para la Zona de Protección y las Zonas de Uso Restringido, determina la reducción del hato ganadero y la implementación de nuevos sistemas de pastoreo como acciones que se deberán llevar a cabo en un corto plazo (3 años). Desafortunadamente, el área protegida no cuenta a fecha, con un programa que promueva estas acciones.

#### 4.2.2.2 Peces

Se observaron once especies de peces dentro de las pozas censadas. Cinco de estas especies son endémicas, cinco nativas y una (*Hemichromis sp.*) exótica. En el Cuadro 14, se presentan las especies observadas durante el censo en cada una de las pozas, y el número de pozas en las que se encontró una o varias especies.



126	122	72	31	11	7	6	6	4	3	2
-----	-----	----	----	----	---	---	---	---	---	---

Se tienen registradas dos especies del género *Gambusia* para el Valle de Cuatrociénegas, una de ellas nativa y la otra endémica. No es posible diferenciar estas dos especies (*Gambusia longispinis* y *Gambusia marshi*) en campo, por su gran similitud y porque ambas presentan individuos en dos tonos de color (Minckley, 1984). Por esta razón, ambas especies fueron registradas como *Gambusia spp.*

Se observó *Gambusia spp.* en 122 de las 126 pozas censadas, esto nos indica que es uno de los géneros más ampliamente distribuidos. Son además, especies fáciles de observar ya que se localizan en la superficie del agua, generalmente muy cerca de las orillas de las pozas.

Otra de las especies que se encuentra ampliamente distribuida es la mojarra de Cuatrociénegas (*Cichlasoma minckleyi*), especie endémica del Valle, la cual fue observada en 72 pozas. La especie *Cichlasoma cyanoguttatum*, mojarra nativa del Valle de Cuatrociénegas, solo se observó en tres pozas localizadas en el extremo Este del Valle.

El pez joya (*Hemochromis sp.*) es una especie exótica que se localizó en la Poza Churince (Poza 14) durante el censo. En el año 2000, se observó esta especie en la poza conocida como El Mojarral (Poza 16). Esta poza está interconectada con el Canal Saca Salada, el cual cruza al Valle de Cuatrociénegas e interconecta cinco pozas y varios afloramientos de agua,

convirtiéndose así, en un área potencial para su dispersión por diferentes zonas del Valle.

De acuerdo a las Políticas de Manejo del Área Protegida, se han implementado programas de control y erradicación de esta especie exótica, sin embargo, no se ha tenido éxito hasta la fecha. Otro de los mecanismos propuestos por el Programa de Manejo para controlar la dispersión de las especies exóticas, son las barreras físicas, las cuales, no han sido implementadas.

#### 4.2.2.3 Estromatolitos

Se observaron estromatolitos en cuatro pozas en el Valle de Cuatrociénegas (Pozas No. 93, 95, 96 y 99). Estas cuatro pozas, se encuentran canalizadas, por lo que su nivel de agua ha disminuido. En el caso de la Poza Azul (Poza 95), el nivel ha disminuido al grado de exponer a los estromatolitos a la intemperie. Esto representa un impacto severo porque las cianobacterias son especies anaeróbicas que mueren al tener contacto directo con el aire.

Winsborough (1984) reporta la presencia de estromatolitos en diez sitios (Figura 9) en el Valle de Cuatrociénegas. A continuación se menciona cada uno de ellos, precedido por el número de la poza a la que corresponde en este censo.

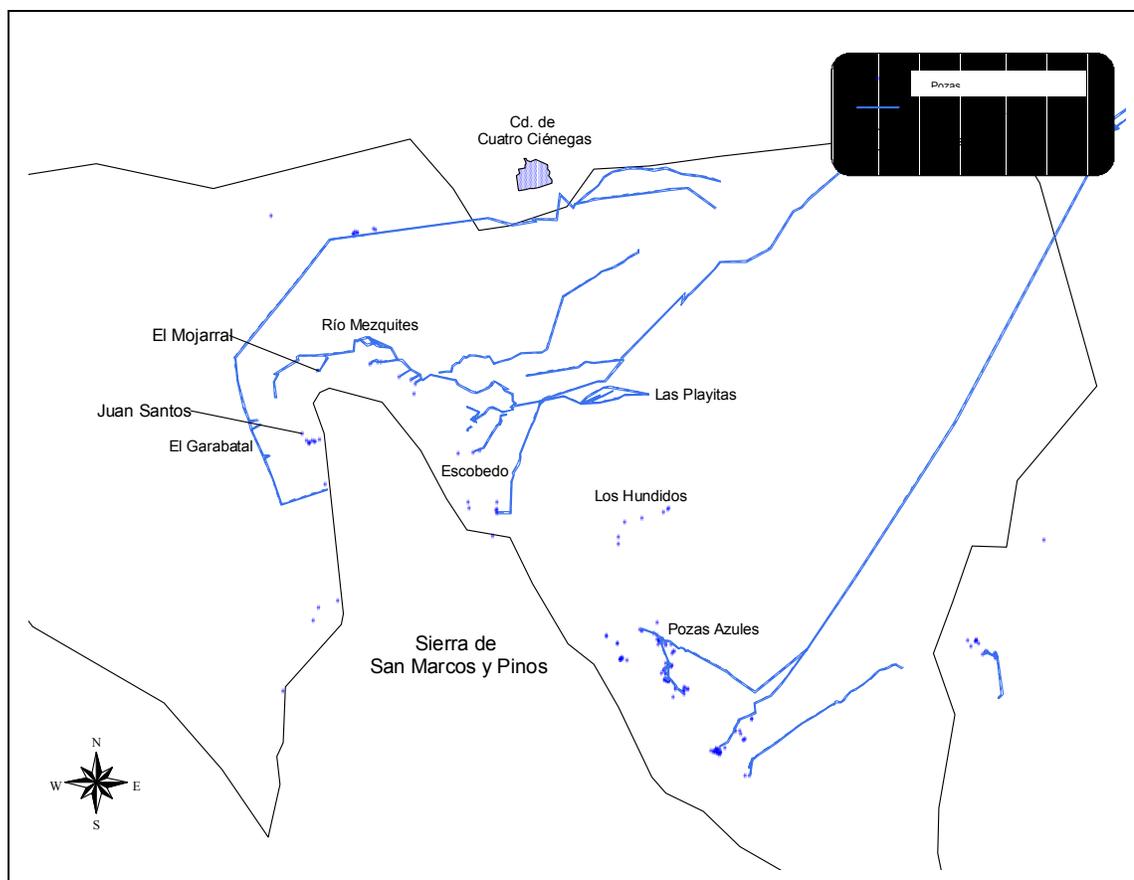


Figura 9. Localización de estromatolitos en el Valle de Cuatrociénegas.

El resumen de los resultados se muestra en el Cuadro 15, donde se marcan las pozas en las que se corroboró la presencia de estromatolitos (observación en campo); en las que no se observaron estromatolitos desde la orilla, pero si se cuenta con registros de su presencia (no observados en campo); en las que no actualmente existen los estromatolitos reportados en 1984 (no existen); y donde no fue posible verificar su existencia por desconocer el ubicación del sitio mencionado por Winsborough (se desconoce la ubicación).

Cuadro 15. Verificación de los 10 sitios con reportes de estromatolitos en el Valle de Cuatrociénegas.

SITIOS REPORTADOS POR WISBOROUGH (1984)	RESULTADOS DEL CENSO DE 1998			
	Observación en campo	No observados en campo	No existen	Se desconoce la ubicación
POZAS				
Baño Escobedo			X	
Pozo Azul	X			
Poza El Mojarral		X		
Juan Santos		X		
Garabatal		X		
Hundido Descanso				X
Pozo árbol				X
RÍOS				
Río Mezquites	X			
Laguna Grande	X			
Río salado				X

- SITIO 1. Baño Escobedo (Poza 33).

El canal que drenó agua de esta poza por 60 años fue cancelado en el año 2001, gracias a un proyecto de restauración desarrollado por PROFAUNA, A. C., sin embargo, esta poza ya no cuenta con estromatolitos vivos ni se aprecian vestigios de estromatolitos muertos. Esto puede deberse a la disminución en el nivel del agua a la que estuvo sujeta esta poza.

- SITIO 2. Pozo Azul (Pozas 93, 95, 96 y 99).

No se cuentan con las coordenadas de la poza en la que se cuenta con registros de estromatolitos, pero fue en esta área (Pozas Azules) en donde se observaron las cuatro pozas con los estromatolitos durante este censo. Esto es un dato relevante, pues se anexan tres sitios más a la lista de Wisborough (1984) de lugares en donde se localizan los estromatolitos dentro del Valle.

- SITIOS No. 3 al 5. Poza El Mojarral (Poza 16); Laguna Juan Santos (Poza 8); Laguna Garabatal (Pozas 4 a la 12).

Se tienen reportes (Contreras, *com. pers.*) de que aún existen estromatolitos dentro de estas pozas, sin embargo, no fue posible observarlos durante el censo porque se localizan ubicados en sitios profundos y poco visibles.

En el caso de la “Laguna Garabatal”, se incluyen dentro del paréntesis, las pozas que se localizan dentro de esa zona, por no contar con las coordenadas exactas de los sitios a los que se refiere la Dra. Winsborough en su estudio.

- SITIO No. 6. Río Mezquites.

Los estromatolitos se encuentran en varios sitios a lo largo del Río Mezquites, pero en la mayoría de los casos, se encuentran destruidos por la gente que nada en esas áreas. Solo en algunos lugares poco accesibles, los estromatolitos se encuentran en buenas condiciones.

- SITIO No. 7. Laguna Grande.

En esta laguna (actualmente conocida con el nombre de Las Playitas), se encuentran los estromatolitos muertos, esto puede ser el resultado de la canalización de las aguas que llegaban a formar esta laguna, lo que ha disminuido su tamaño y profundidad y han dejado expuestos a los estromatolitos.

- SITIO No. 8, 9 y 10. Hundido Descanso, Pozo Árbol y Río Salado.

Existen tres sitios, en lo que no se pudo verificar la presencia de estromatolitos, porque solo se cuenta con el nombre de los lugares, pero no se cuenta con su ubicación.

#### 4.2.2.4 Vegetación

Se observó vegetación acuática en 104 de las 165 pozas censadas. El lirio nativo (*Nymphaea ampla*) fue la especie acuática más común. Esta especie se observó en 50 pozas dentro del Valle de Cuatrociénegas.

Los pastos (*Distichlis spicata var. stricta*) se observaron en 33 pozas, los cuales se encontraban cerca de las orillas de las pozas. Esto indica una disminución en el tamaño y la profundidad de la poza (Almada y Contreras, 1984). Se encontraron cinco pozas (Pozas No. 35, 50, 52, 70 y 105) donde los pastos cubrían más del 90% del espejo de la poza, lo que indica la disminución drástica en su nivel del agua. Todas estas pozas se encuentran canalizadas.

El lirio exótico (*Eichornia crassipes*) fue observado en seis pozas localizadas en el extremo Este del Valle, el cual cubría del 40 hasta el 80 % del espejo de agua. En 1999, se llevó a cabo un proyecto de control de esta especie introducida al Valle de Cuatrociénegas, aparentemente este proyecto, extirpó a la especie exótica.

En 96 de las 165 pozas censadas, la vegetación riparia estaba compuesta principalmente por pastizal halófilo. En otros casos (17 pozas), se encontraron mezquites (*Prosopis sp.*) cercanos a los márgenes de las pozas. En nueve pozas, se encontró en la mayor parte del margen de la poza, suelo desnudo.

Durante el censo, se clasificó la condición de la vegetación riparia de las pozas (Cuadro 16). No se encontraron pozas en donde la vegetación riparia tuviera una buena condición, es decir, una poza en donde la vegetación rodea por completo los márgenes de la poza y no tiene alteraciones por el pastoreo o pisoteo de animales domésticos.

Cuadro 16. Número de pozas registradas dentro de cada una de las categorías establecidas para la condición de la vegetación riparia.

POZAS MONITOREADAS	
Categorías de condición de la vegetación riparia	No. de Pozas
Buena condición	0
Condición poco deteriorada	13
Condición deteriorada	122
Condición muy deteriorada	30
Total	165

En las 165 pozas censadas, la vegetación riparia y por consecuencia, los márgenes de las pozas, se encuentran alterados. Este deterioro, evidencía la falta de cumplimiento del Reglamento Administrativo del Programa de Manejo del Área Protegida, el cual, en el Capítulo V, Regla 35, señala que: “la vegetación ribereña deberá ser conservada respetando su distribución natural en la orilla de los cuerpos de agua; cuando presente signos de deterioro, su recuperación será mediante reforestación y manejo de suelo para lograr su estabilidad”.

Solo en el caso de tres predios (Rancho Orozco, Rancho Pozas Azules y Centro de Visitantes “La Poza Azul”), los propietarios no permiten el pastoreo del ganado en las orillas de las pozas, para conservar su vegetación riparia. En las 87 pozas que se ubican dentro de estos predios, no se encontraron rastros recientes del ganado en las veredas marcadas por los animales domésticos, ni en los márgenes de las pozas. Sin embargo, la vegetación riparia aún presenta rastros del pisoteo y pastoreo del ganado, por lo que solo en 13 pozas, la condición de la vegetación riparia tiene la categoría de poco deteriorada.

En 122 pozas censadas, la condición de la vegetación riparia se encuentra deteriorada. Esto se debe al libre pastoreo del ganado dentro del Valle de Cuatrociénegas.

Existen 30 pozas donde la condición riparia es muy deteriorada. De ellas, 22 pozas se localizan dentro de ejidos, este resultado puede deberse a la cantidad de animales domésticos que visitan estas áreas.

La quema y el corte de la vegetación riparia no es una práctica común en el Valle, además de estar prohibida por el Programa de Manejo. Se encontraron solo cuatro pozas con estas características, las cuales se incluyeron dentro de la categoría de condición riparia muy deteriorada.

En esta categoría también se encuentran cinco pozas, cuyos márgenes fueron destruidos al dragarlas. Esto se evidencia por los montículos de tierra que quedan alrededor de las pozas.

#### **4.2.3 Indicadores fisico-químicos del agua**

Durante el censo, no se obtuvieron datos de las características químicas del agua de 15 pozas, ya que en algunas ocasiones, el viento era demasiado fuerte y no permitía la estabilidad necesaria en el agua para que el equipo portátil “Checkmate Corning” Modelo M90 tomara la lectura. Los datos sobre las características fisico-químicas del agua obtenidos en el censo de las pozas del Valle de Cuatrociénegas se encuentran en el Apéndice D.

- Temperatura.

En la Figura No. 10, se muestran los datos de temperatura obtenidos de 150 pozas del Valle de Cuatrociénegas. Minckley (1969) y Winsborough (1994) denominan pozas frías a aquellas cuya temperatura es menor de los 25° C, la cual puede descender hasta los 19° C; y pozas calientes a aquellas cuya temperatura es superior a los 30°C. En base a esta clasificación, se encontraron nueve pozas calientes y 24 pozas frías en el Valle de Cuatrociénegas.

Para efectos de este estudio, se llamó pozas templadas a aquellas cuyas temperaturas se encontraban entre el rango de los 26 y los 30°C. Al término del censo se ubicaron 117 pozas en esta categoría.

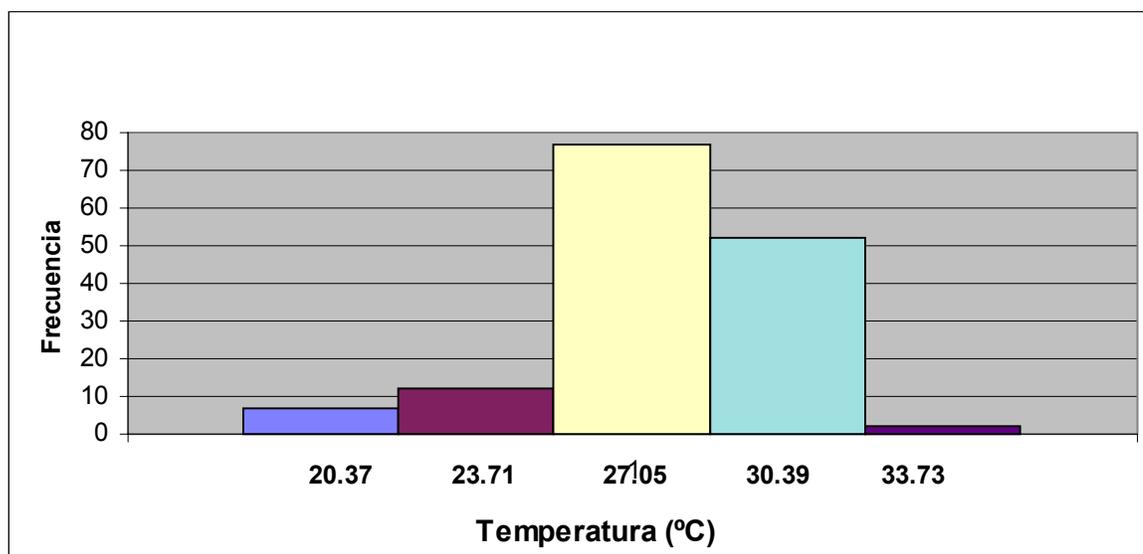


Figura 10 Histograma de temperaturas registradas durante el censo en las pozas del Valle de Cuatrociénegas.

En el Valle de Cuatrociénegas, 77 pozas tienen un rango de temperatura entre los 25.38 y los 28.72 °C, seguidas por 52 pozas que presentan una temperatura con un rango entre los 28.72 y los 33.06°C. Esto nos dice que las pozas conocidas como templadas son las más comunes. Las pozas calientes se encuentran bien representadas, a diferencia de las pozas frías que son poco comunes dentro del Valle.

Estos datos coinciden con los que reportan Minckley (1969) y Wisborough (1984), quienes registran la temperatura de 17 pozas con temperaturas que tienen un rango entre los 18 y los 35 °C.

- Oxígeno Disuelto.

Los datos correspondientes al oxígeno disuelto obtenidos durante el censo en las pozas del Valle, se encuentran dentro de un rango de 0.2 a 7.3 g/l (Figura 11). Es poco frecuente, encontrar pozas que registren un oxígeno disuelto superior a los 5.88 g/l, lo que sucedió solamente en siete pozas.

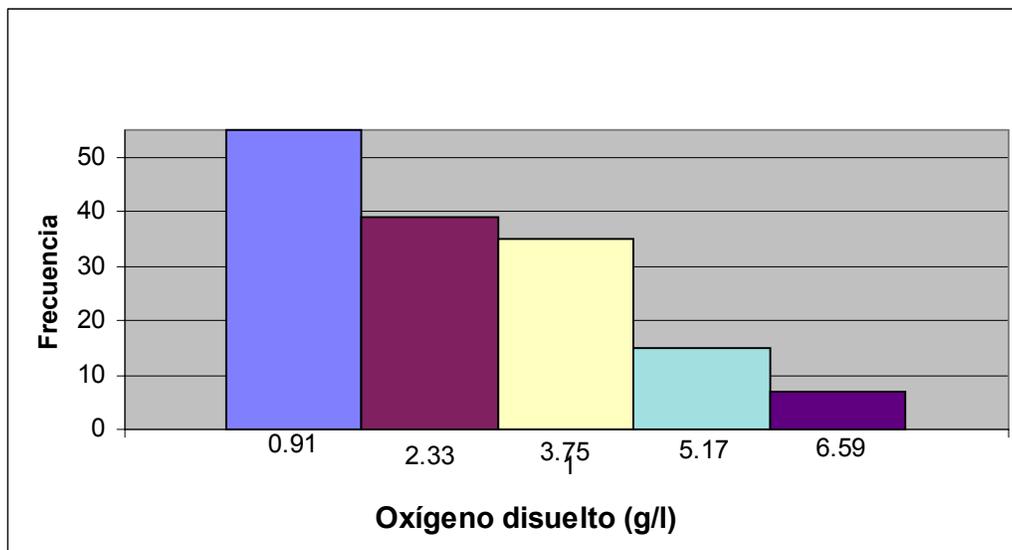


Figura 11. Histograma del oxígeno disuelto (g/l) registrado en las pozas del Valle de Cuatrociénegas.

De las 150 pozas censadas, 129 de ellas registraron un oxígeno disuelto menor a 4.46 g/l. De estas 129, 55 pozas presentaron datos de oxígeno disuelto entre un rango de 0.2 a 1.62 g/l. No existe un patrón de distribución en las pozas que agrupe los rangos de oxígeno disuelto por áreas específicas del Valle.

A pesar de que Wisborough (1990) menciona que el agua del Valle, se distingue por ser un agua más dulce y con una cantidad mayor de oxígeno disuelto que el agua de otros sitios en el mundo donde se distribuyen los estromatolitos, no presenta sus datos dentro de su estudio, por lo que no fue posible hacer una comparación de los valores obtenidos.

- Conductividad eléctrica.

Los datos de conductividad eléctrica en las pozas del Valle se encontraron dentro de un rango entre 0.0602 y 7.52 mS (Figura 12). Sin embargo, existe un grupo de 12 pozas que registró una conductividad diferente a la generalidad de las pozas, que tiene un rango entre 0.0602 y 0.9927 mS. Estas pozas se localizan en el área de El Venado (pozas ubicadas en las faldas de la Sierra la Purísima).

Un segundo grupo de 41 pozas presentan una conductividad eléctrica con un rango entre 0.9927 hasta 1.9252 mS. Estas pozas se encuentran ubicadas en el área de El Anteojo (a las faldas de la Sierra la Madera) y el extremo Sur-Este del Valle de Cuatrociénegas.

Con los datos obtenidos, podemos suponer que estos dos grupos de pozas tienen su origen en las Sierras La Purísima y La Madera, y que las demás pozas, tienen su origen en la Sierra de San Marcos y Pinos. Dentro de las pozas que suponemos tienen su origen en la Sierra de San Marcos y Pinos, existe un grupo de 52 pozas que presentan una conductividad eléctrica con un rango entre 1.9252 y 2.8577 mS. Solo siete, registraron una conductividad eléctrica superior a los 4.7227 mS.

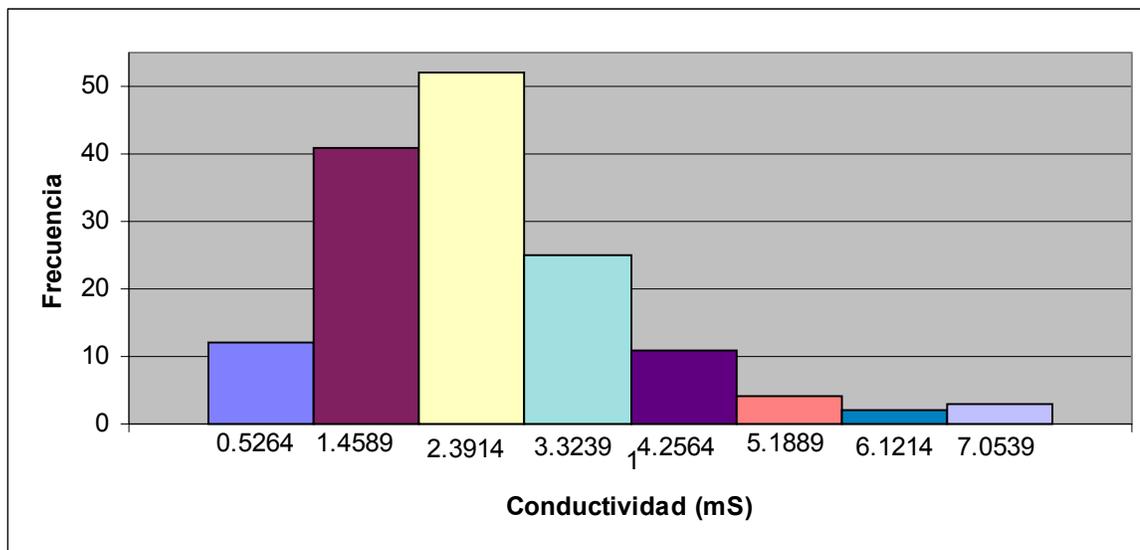


Figura 12. Conductividad eléctrica (mS) registrada en las pozas del Valle de Cuatrociénegas.

Los datos reportados por Minckley (1969) y Wisborough (1984) para siete pozas ubicadas en las faldas de la Sierra de San Marcos, presentan una conductividad del agua que tiene un rango entre 1.1 y 7.0 mS. Estos datos coinciden con los que se registraron durante este censo para las pozas ubicadas alrededor de la misma Sierra.

- Total de sólidos disueltos.

El total de sólidos disueltos registrado en el agua de las pozas del Valle durante el censo, se encuentra en un rango de 0.292 a 3.77 g/l (Figura 13). Al igual que la conductividad eléctrica, los datos variaron en las pozas localizadas en el área del Anteojo y en el área de El Venado. Estas 54 pozas, registraron valores con un rango entre 0.292 y 0.9876 g/l en el total de sólidos disueltos del agua.

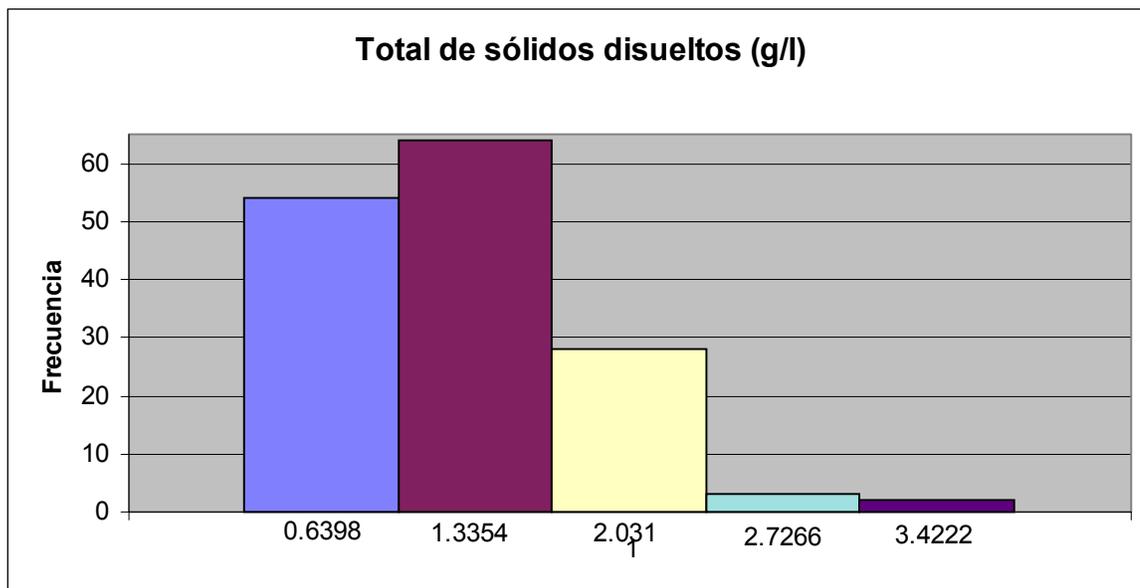


Figura 13 Histograma del total de sólidos disueltos (g/l) registrado en las pozas del Valle de Cuatrociénegas.

Con respecto a las pozas que rodean la Sierra de San Marcos y Pinos, los datos que se presentaron con mayor frecuencia, fueron aquellos ubicados entre el rango de 1.6832 y 2.3788 g/l. Se encontraron 64 pozas dentro de este rango. Solo cinco pozas registraron un total de sólidos disueltos superior a los 2.3788 g/l.

Los datos obtenidos durante el censo, no pueden ser comparados ya que Minckley (1969) y Wisborough (1984) no mencionan el registro del total de sólidos disueltos en sus estudios.

- pH

El pH registrado en 141 pozas durante el censo en el agua de las pozas del Valle de Cuatrociénegas se encontró entre un rango de 5.76 a 8.3 (Figura 14). El rango de pH que se presentó con mayor frecuencia fue aquel cuyos valores se encuentran entre 6.77 y 7.28, con 62 pozas en este grupo.

Los valores extremos de pH en el agua, obtenidos durante el censo de las pozas del Valle de Cuatrociénegas, son poco frecuentes. Se encontraron 14 pozas con un pH menor a 6.26 y solo tres pozas con un pH superior a 7.79.

Estos datos concuerdan con los reportados por Wisborough (1984), quien reporta un pH para siete pozas, el cual se encontraba en un rango entre 6.0 y 7.9

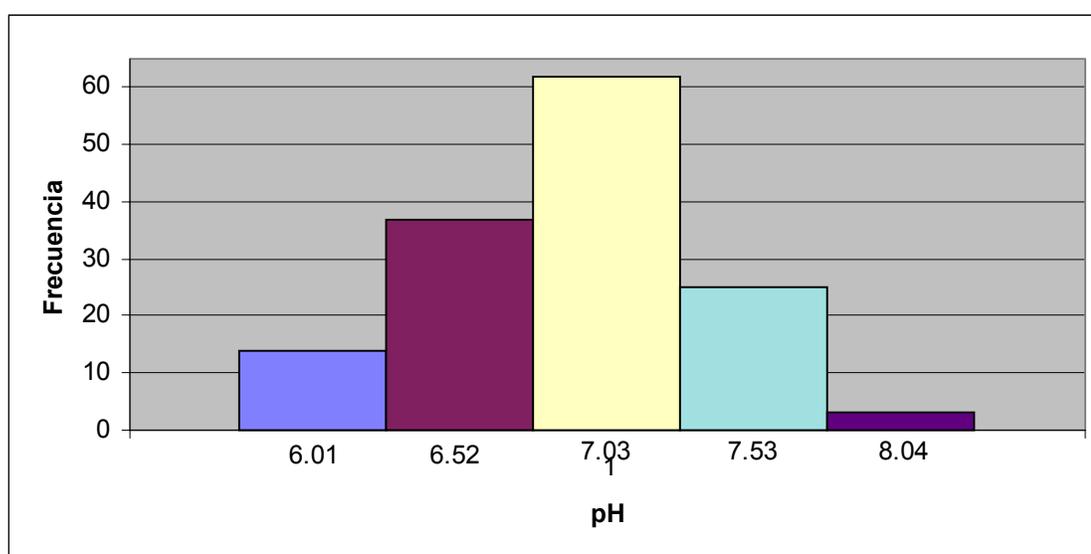


Figura 14. pH registrado en las pozas del Valle de Cuatrociénegas.

#### **4.2.4 Indicadores físicos de actividades humanas**

Dentro del Apéndice E, se encuentran los datos completos de los indicadores físicos de actividades humanas, obtenidos durante el censo en el Valle de Cuatrociénegas.

##### **4.2.4.1 Nivel del agua en la poza**

De las 165 pozas censadas, solo siete pozas, conservan un nivel máximo de agua. Esto no indica necesariamente que tienen su tamaño original, pero si conservan el nivel de agua hasta el punto más alto de la poza (determinado por la topografía del suelo) y en algunos casos, forman inundaciones o canales naturales. Cinco de estas siete pozas, se localizan en la parte Centro - Oeste de la Sierra de San Marcos y Pinos, en el área conocida como El Garabatal.

Un dato preocupante son las 94 pozas que presentan un nivel bajo de agua, sin tener una canalización artificial. Esto puede deberse a la sobreexplotación de la que es objetivo el acuífero superior al que pertenece el Valle de Cuatrociénegas.

Además, se encontraron 65 pozas con un nivel bajo de agua, pero todas ellas se encuentran canalizadas. Es el tipo de canalización que se ha desarrollado en el Valle (con un corte muy cerca de la base de la poza), lo que ha provocado esta disminución en el nivel original de agua en la poza.

En ejemplo claro de la alteración del nivel del agua en las pozas al canalizarlas artificialmente, es la Poza Escobedo (Poza 33), la cual fue canalizada en los años sesentas, lo que provocó una reducción drástica en el nivel de agua. En el año 2001, con un proyecto de restauración de PROFAUNA, A. C., el canal fue cancelado y la poza recuperó su nivel original de agua en un solo día.

#### 4.2.4.2. Tamaño y profundidad de la poza

- Tamaño de la poza.

De las 165 pozas censadas (Figuras 15 y 16), 143 tienen un tamaño menor a los 30 metros de largo y ancho. De estas 143 pozas, 62 son pozas con un largo y ancho menor a los cinco metros (Cuadro 17), por lo que las pozas muy chicas y las pozas medianas son las más comunes dentro del Valle.

Cuadro 17. Número de pozas dentro de cada una de las categorías de tamaño determinadas para el Valle de Cuatrociénegas.

<b>POZAS MONITOREADAS</b>	
<b>Categoría de tamaño para las pozas</b>	<b>No. de Pozas</b>
Pozas muy pequeñas	62
Pozas pequeñas	27
Pozas medianas	54
Pozas grandes	13
Pozas muy grandes	9
	165

De las 143 pozas que tienen un tamaño menor a los 30 m. de largo y ancho, se encontraron 60 pozas canalizadas. La canalización de las pozas ha provocado una disminución en su tamaño original. Minckley (1992) describió la disminución en el tamaño de las pozas por su canalización, especialmente los casos de la Poza de la Becerra (Poza 15) y de la Poza Tío Cándido (Poza 36).

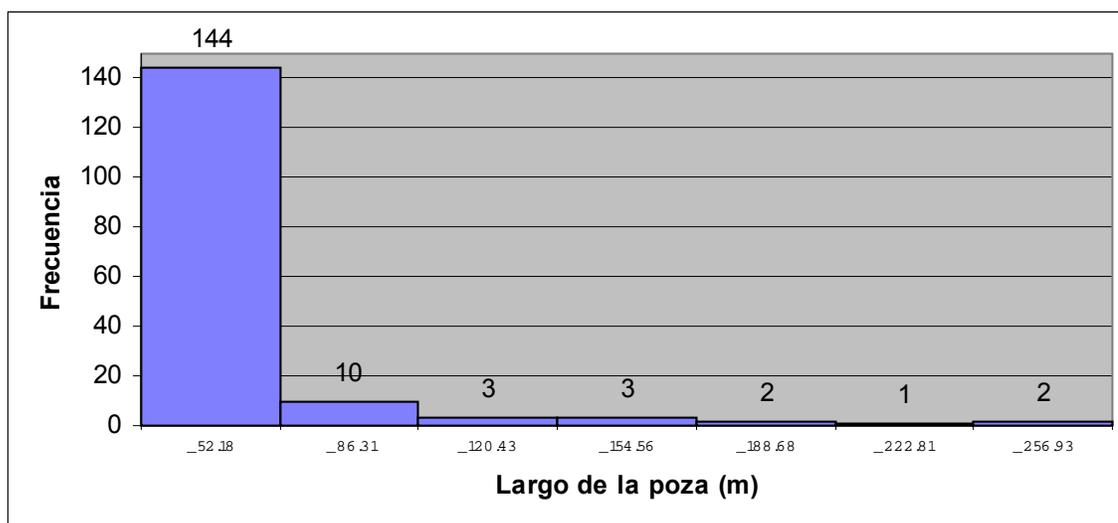


Figura 15 Largo (m) de las pozas censadas dentro del Valle de Cuatrociénegas.

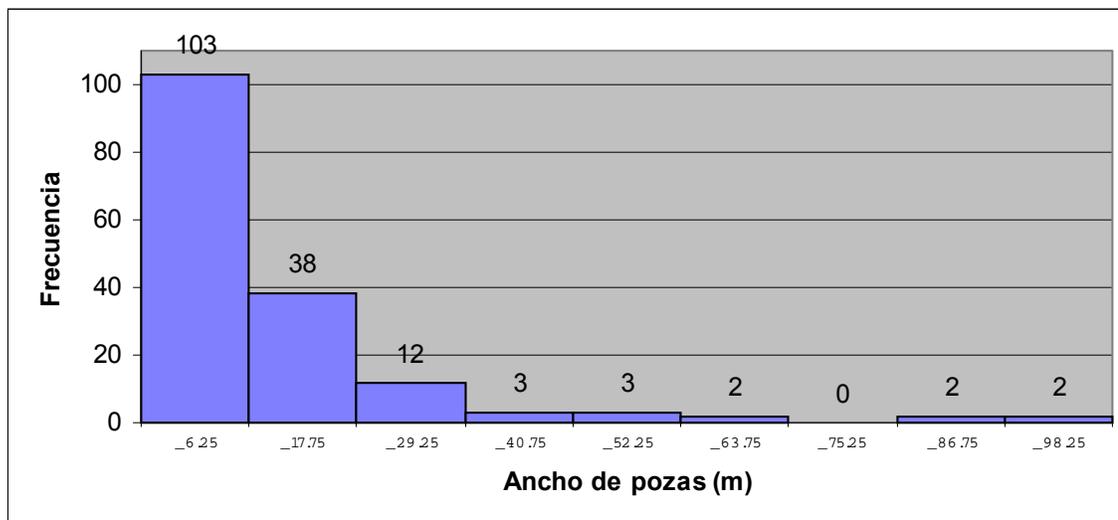


Figura 16 Ancho (m) de las pozas censadas dentro del Valle de Cuatrociénegas.

En 1960, la Poza de la Becerra tenía un tamaño tres veces mayor que el actual, y formaba una laguna que rodeaba a la Sierra de San Marcos, hasta cruzarla por su lado Este. Actualmente la poza está canalizada, por lo que la laguna que formaba antes, ya no existe.

En el caso de la Poza Tío Cándido, su tamaño no ha disminuido de una forma tan dramática. Por las descripciones del área elaboradas por Minckley (1969) se puede suponer que las pequeñas pozas (Pozas No. 37 a la 41) que la rodean, eran manantiales de agua de la misma poza Tío Cándido. Pero, al canalizarla en los años sesentas, se redujo su tamaño de tal forma, que dejó expuestos a estos cinco afloramientos de agua. Esto se comprueba con la topografía de la poza, que permite suponer su tamaño original.

De las 165 pozas censadas, solo nueve tiene un largo mayor a los 100 m. Las pozas El Mojarral (Poza 16) y la Poza de Juan Santos (Poza 8) son las más grandes del Valle, ya que tienen un largo superior a los 250 metros.

A pesar de no encontrarse canalizadas, las pozas tienen un tamaño menor a su tamaño original, lo cual se comprueba al observar los márgenes de las pozas. Estos márgenes presentan una línea que indica las fluctuaciones de agua naturales de las pozas durante el año, pero además, cuentan con una línea alejada del margen de la poza que indica fluctuaciones de agua anteriores. Esto nos da una idea del tamaño original de la poza.

La disminución de tamaño en las pozas no canalizadas, puede ser nuevamente, el resultado de la sobreexplotación del acuífero superior en el que se encuentra el Valle de Cuatrociénegas.

#### - Profundidad de la poza

Las pozas dentro del Valle son poco profundas (Figura 17). Las pozas más comunes, son someras o poco profundas. De las 165 pozas censadas, 88 fueron pozas someras (hasta un metro) y 61 fueron pozas poco profundas (con una profundidad de uno a tres metros).

Las pozas profundas son poco comunes en el Valle de Cuatrociénegas, ya que solo 15 pozas se encontraron en esta categoría. La poza No. 96, fue la única considerada como muy profunda.

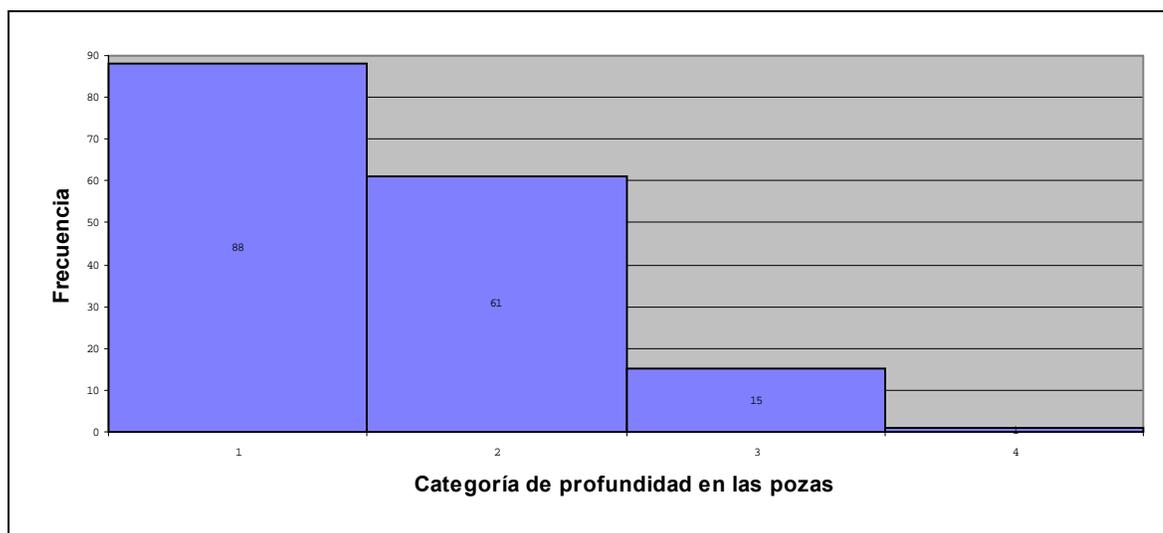


Figura No. 17 Profundidad estimada de las pozas del Valle de Cuatrociénegas.

#### 4.2.4.3 Canalización de las pozas

Existen 65 pozas que tienen canales artificiales y solo 33 pozas cuentan con canales naturales (Cuadro 18). Al realizar el censo de las pozas, se dificultó la diferenciación de los canales naturales y los artificiales, ya que en algunos casos, los canales artificiales son muy antiguos y su agua sigue la pendiente natural del suelo. Sin embargo, al recorrer el canal se observaron restos de montículos de tierra, lo que nos permitió diferenciarlos de los canales naturales.

Cuadro 18. Número de pozas con canales naturales o artificiales en el Valle de Cuatrociénegas.

POZAS MONITOREADAS	
Tipo de Canal	No. de Pozas
Canales artificiales	65
Canales naturales	33
Sin canales superficiales	67
Total	165

El agua de todas las pozas que son canalizadas artificialmente, tiene un fin agrícola. En algunas ocasiones, los canales se encuentran tan deteriorados, que no cumplen con su objetivo, como es el caso de el Canal del Agua Grande, el cual drena agua de ocho pozas (Pozas 154 a la 161), pero el agua no llega a los campos de cultivo, porque el canal se encuentra destruido. A pesar de ello, las pozas se siguen drenando.

De las 67 pozas que tienen canales artificiales, solo la Poza de la Becerra (Poza 15) cuenta con una compuerta para regular el volumen de agua que se extrae. Las 66 pozas restantes son drenadas los 365 días del año. En la figura No. 15, se muestran los canales artificiales que existen actualmente en el Valle de Cuatrociénegas.

Los canales (Figura 18) fueron construidos con el propósito de drenar la mayor cantidad posible de agua, por lo que el corte del canal llega casi al fondo de la

poza. Esto mantiene a las pozas en su nivel más bajo de agua y evita la formación de inundaciones naturales, lo cual repercute en muchas especies nativas y endémicas, como la Mojarra de Cuatrociénegas (*Cichlasoma minckleyi*), el cachorrillo de Cuatrociénegas (*Cyprinodon atrorus*) y la tortuga de bizagra (*Terrapene coahuila*). Estas especies endémicas del Valle, utilizan las inundaciones naturales como sitios de reproducción (Ludlow, 1999).

El Reglamento Administrativo del Programa de Manejo, dentro de su Capítulo VII, Regla 50, inciso I, prohíbe modificar las condiciones naturales de los acuíferos, cuencas hidrológicas, causes naturales de corrientes, manantiales, riveras y vasos existentes, salvo que sea necesario para la conservación del área (SEMARNAP, 1999). A pesar de ello, la CNA y el Área Protegida no cuentan con un programa que regule la extracción de agua de las pozas del Valle, para evitar la sobreexplotación del acuífero y las modificaciones a los patrones hidrológicos naturales del Valle.

Sin embargo, existen algunos esfuerzos para restaurar el humedal. Entre ellos, destaca el proyecto elaborado por PROFAUNA, A. C. en el 2001, en el que se clausuró el Canal Escobedo, siguiendo las recomendaciones del Programa de Manejo del Área Protegida, que dentro de sus Políticas de Manejo, tienen como actividades permanentes, la clausura de canales sin utilidad.

Al cancelar el Canal Escobedo, el nivel del agua de la Poza Escobedo (Poza 33) que era drenada por ese canal, se incrementó tres metros y se formaron

zonas de inundación en un área mayor a una hectárea. Esto ha permitido la restauración parcial del patrón de hidrología natural en este sitio del Valle.

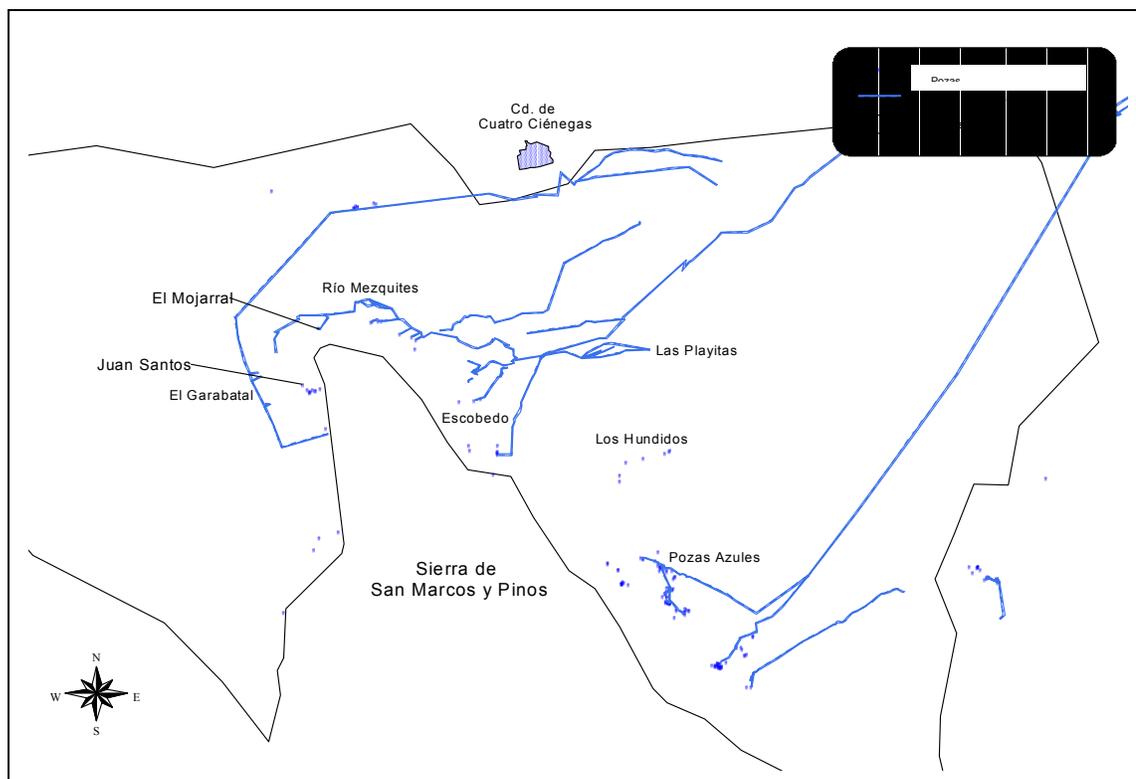


Figura 18 Canales artificiales dentro del Valle de Cuatrociénegas.

A pesar de las modificaciones de las que ha sido sujeto el Valle de Cuatrociénegas, todavía se cuenta con canales naturales alimentados por pozas, que terminan en lagunas temporales o permanentes que son hábitat de muchas especies nativas y endémicas del Valle. Existen actualmente, dos lagunas permanentes, importantes por su tamaño. La primera de ellas, conocida como Playitas, forma parte de un sistema alterado, ya que el agua que alimentaba la laguna de manera natural, ha sido canalizada. Por esta razón,

actualmente la laguna se forma solo con el agua que se escapa de los canales de riego.

El Complejo Churince es el único sistema dentro del Valle que no ha sido modificado por medio de canalizaciones artificiales. La Laguna Churince es alimentada por la Poza Churince (Poza 14) y tiene fluctuaciones naturales en su espejo de agua durante el año. La Laguna Churince es poco profunda (un metro en su parte más profunda), por lo que el espejo de agua disminuye alrededor de 180 m. lineales durante el verano. En invierno, de manera natural, este espejo se incrementa hasta alcanzar su máximo tamaño. Esto nos permite reconocer las fluctuaciones en los niveles de agua que de forma natural, se llevan a cabo dentro del humedal.

#### 4.2.4.4 Cercado de las pozas

Se encontraron 67 pozas cercadas en el Valle de Cuatrociénegas (Cuadro 19). Los cercos localizados en el Rancho Pozas Azules y en el Ejido Antiguos Mineros del Norte se construyeron para evitar que los animales domésticos, especialmente los caballos y las vacas, pudieran caer dentro de las pozas. Estos cercos fueron construidos en los márgenes de las pozas, lo cual no impide la presión que ejerce el ganado sobre la vegetación riparia, evitando así, su regeneración.

Solo en el caso de nueve pozas: la Poza Tío Cándido y los ojitos Tío Cándido (Pozas 36 a la 41) y tres Pozas Azules (Pozas No. 95, 96 y 113) se construyeron cercos con el propósitos de conservar el área, lo que permite la regeneración de la vegetación riparia. Estos cercos fueron construidos por PROFAUNA, A. C. en 1998. En el caso de las Pozas Azules (Pozas No. 95 y 96), el cerco fue construido con un área cercana a la poza para que los visitantes puedan admirarlas, sin permitir que dañen su vegetación riparia. Otro propósito es evitar que la gente nade, ya que en estas pozas se encuentran estromatolitos vivos.

Cuadro 19. Número de pozas cercadas y su localización.

<b>No. de pozas cercadas</b>	<b>Ubicación</b>
58	Rancho Pozas Azules
6	Rancho Orozco
3	Ejido Antiguos Mineros del Norte
67	TOTAL

#### 4.2.4.5 Pozas de uso recreativo

La Poza de la Becerra (Poza 15) es un balneario establecido a partir de los años sesentas en el Valle de Cuatrociénegas.

Debido a la presión a la que está sujeta la poza por estar canalizada, por ser utilizada por el ganado y visitada por los paseantes, la condición de la

vegetación riparia pertenece a la Categoría de muy deteriorada. Los márgenes de las pozas se encuentran seriamente alterados, por lo que han perdido su estabilidad y topografía natural.

Algunos paseantes, utilizan jabón y bronceadores dentro de la poza, a pesar de que su uso está prohibido por el reglamento del Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas.

Aún con las modificaciones que ha sufrido la poza, cuenta actualmente, con la población más grande de la especie (*Cyprinodon bifasciatus*), pez endémico del Valle (Ludlow, 1999).

A pesar de estar prohibidos las actividades recreativas como la natación fuera de los sitios autorizados (Poza de la Becerra y Río Mezquites), existen dos pozas que se utilizan comúnmente para este fin:

La Poza Churince (Poza 14) es utilizada como sitio para nadar y acampar, a pesar de no contar con la infraestructura necesaria, ni con la autorización de los propietarios del predio. Actualmente, la condición de la vegetación riparia pertenece a la Categoría No. 5. Es una poza muy alterada, siempre presenta basura en el agua y en los márgenes de la poza, además de encontrar en ella al *Hemichromis sp.*, especie introducida al Valle.

En la Poza Santa Tecla (Poza No. 119), se acostumbran actividades recreativas que incluyen el nado por parte de los ejidatarios de Antiguos Mineros del Norte. Esta poza está canalizada y presentó durante el muestreo, lirio exótico (*Eichornia crassipes*).

El deterioro en estas pozas por las actividades recreativas, repercute directamente de una forma negativa, en las especies nativas y endémicas que habitan estas pozas.

#### 4.2.4.6 Pozas utilizadas como abrevaderos

Existen siete pozas que son utilizadas específicamente como abrevaderos para el ganado. Dos de ellas, tienen construido un cerco alrededor de la poza, solo permitiendo el acceso del ganado por un lado. Un caso extremo es la poza conocida como “La Poza Chiquita” (Poza 143), en donde la poza se encuentra dentro de un corral de equinos, por lo que no presenta vegetación riparia en gran parte de la poza y el agua se encuentra sucia y revuelta.

Esta actividad está prohibida dentro del Programa de Manejo por alterar el hábitat de las especies nativas y endémicas del Valle y por destruir la vegetación riparia de los cuerpos de agua. Sin embargo, no existe un programa que promueva actividades de manejo alternativas, para detener el deterioro que se está causando a estas pozas.

#### 4.2.4.7 Pozas de uso doméstico

Dentro del ejido El Venado, existen cuatro pozas (Pozas No. 155, 156, 162, 164) que son utilizadas para lavar la ropa. Estas pozas presentan una condición de la vegetación riparia muy deteriorada y generalmente, tienen basura dentro de la poza o en sus márgenes. A pesar del deterioro de la poza, se observaron cuatro especies de peces en ellas.

El Programa de Manejo dentro de su Reglamento Administrativo, en el Capítulo VII, Regla 50, inciso I, prohíbe la descarga de contaminantes en el suelo, subsuelo y en cualquier clase de corriente o depósitos de agua. Sin embargo, a pesar de que estas pozas se encuentran en la Zona de Influencia del Área Protegida, no se cuenta con un programa de educación ambiental y difusión que promueva la eliminación de esta actividad en las pozas.

#### 4.2.4.8 Pozas con estructuras de cemento

Existen 12 pozas dentro del Valle de Cuatrociénegas que están modificadas por una estructura de cemento donde, en la mayoría de los casos, cubre completamente la superficie de la poza. En 12 pozas ubicadas en los ejidos La Vega y El Venado (ambos localizados a las faldas de la Sierra de la Purísima), las pozas fueron cubiertas completamente por una estructura de cemento para evitar que el agua se contamine y se evapore. Estas pozas están canalizadas de forma artificial y por esta razón, los ejidatarios construyeron las estructuras de cemento para obtener la mayor cantidad de agua posible. Sin embargo,

esto ha modificado por completo su vegetación riparia, y hasta el momento, se desconoce el efecto que tendrá en las especies que dependen de ellas.

A pesar de que el Programa de Manejo en su Reglamento Administrativo, en el Capítulo II, Regla 6, inciso V, dice que la realización de obras de infraestructura requieren autorización por parte de la SEMARNAP (ahora SEMARNAT), la construcción de las estructuras de cemento en estas pozas no fue autorizada por las autoridades correspondientes.

#### **4.3 CARACTERIZACIÓN DE LAS POZAS DEL VALLE DE CUATROCIÉNEGAS**

Se asignó el valor correspondiente a cada uno de los índices biológicos, químicos y físicos de las pozas censadas en el Valle de Cuatrociénegas y con el resultado de su sumatoria (Figura 19), se categorizaron para conocer el nivel de impacto al que se encuentran sometidas (Apéndice F).

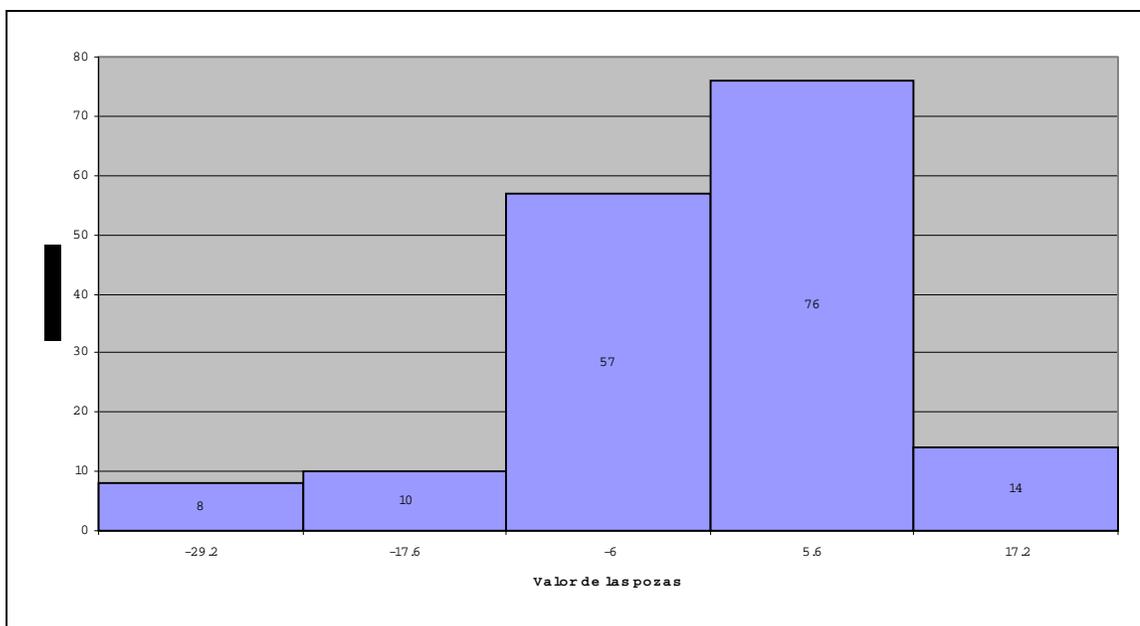


Figura 19. Histograma de los valores obtenidos para la categorización de las pozas del Valle

de Cuatrociénegas.

- Pozas sin impacto.

Dentro del Valle de Cuatrociénegas, no se encontró ninguna poza sin ningún tipo de impacto provocado por actividades humanas.

- Pozas con muy bajo impacto.

Se ubicaron 12 pozas dentro de esta categoría, las cuales presentan el mejor estado de conservación dentro del Valle de Cuatrociénegas (Figura 20). Todas ellas localizadas dentro de pequeñas propiedades, que rodean a la Sierra de San Marcos y Pinos. Los nombres de estos predios son: El Garabatal, Rancho Pozas Azules, Rancho Orozco y Centro de Información “La Poza Azul”.

Existen pozas de todos los tamaños dentro de esta categoría: dos de ellas son pequeñas, cuatro medianas, cinco grandes y una (Poza de Juan Santos) es muy grande. Con excepción de las dos pozas canalizadas, podemos suponer que el tamaño de estas pozas ha sido únicamente alterado por la sobreexplotación del acuífero superior del Valle de Cuatrociénegas.

Es extraño que a pesar de ser las pozas que conservan las características más cercanas a las naturales, solo en una poza se observó la tortuga de bizagra (*Terrapene coahuila*), especie endémica del Valle. Y se observaron rastros de animales nativos en seis de las doce pozas con muy bajo impacto. Sin embargo, en todas ellas, se encontraron especies de peces nativos y endémicos y se observó el lirio nativo (*Nymphaea ampla*).

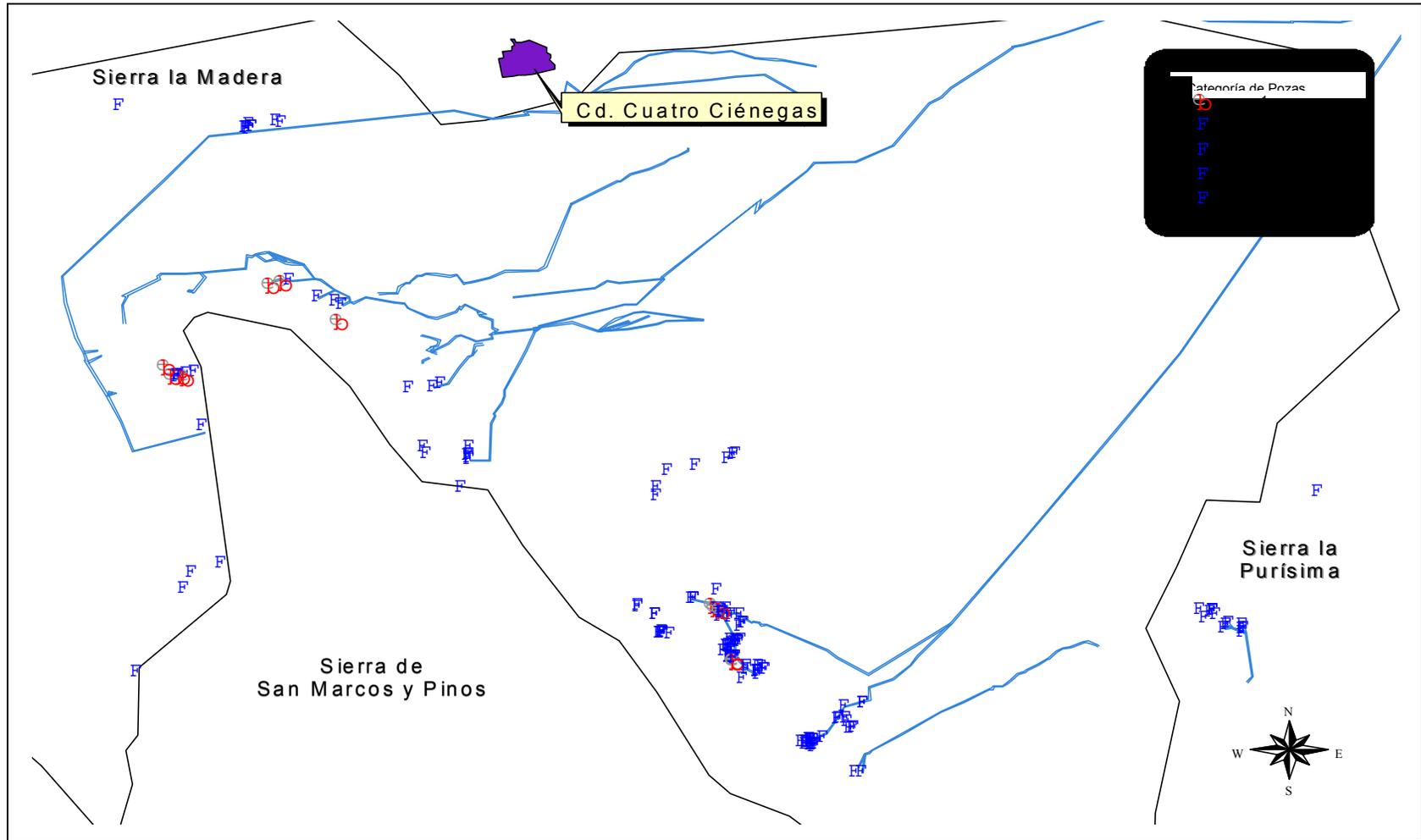


Figura 20 Pozos con muy bajo impacto dentro del Valle de Cuatrociénegas.

En el área conocida como El Garabatal se encuentran cinco de estas pozas que presentan un buen nivel de agua, lo que les permite, seguir sus patrones hidrológicos naturales. Sin embargo, en tres pozas dentro de esta misma área, se observó la presencia de pastos (*Distichlis spicata var. stricta*), lo que indica una reducción en sus niveles originales de agua.

Las pozas ubicadas dentro de esta categoría, no se encuentran canalizadas. Solo dos de pozas (Pozas 95 y 96) se encuentran canalizadas, pero por la importancia que les añade el contar con estromatolitos, les permitió tener un valor para entrar en esta categoría. Las pozas que presentan estromatolitos son grandes, profundas y están protegidas por un cerco construido por PROFAUNA, A. C. Desafortunadamente, la canalización artificial, ha provocado que en una de ellas el nivel de agua haya disminuido de tal manera, que ha dejado expuesto una parte de los estromatolitos.

La condición de la vegetación riparia en las pozas de esta categoría se encuentra poco deteriorada en cuatro de ellas y en ocho más, está deteriorada por la presión del ganado. Tres pozas tienen cercos construidos en sus márgenes, lo que no ha permitido la regeneración de la vegetación riparia, nuevamente, por la presión del ganado.

En ninguna de estas pozas, se presentan actividades humanas como la recreación, el uso de las pozas como abrevaderos, el uso doméstico de las pozas, ni la cubierta de las pozas con estructuras de cemento.

A pesar de las modificaciones que han sufrido estas pozas, cuentan con las características más cercanas a su condición natural, por lo que sería conveniente prohibir todo tipo de actividades humanas negativas en estas pozas.

Además, se recomienda eliminar las actividades que tienen lugar actualmente en las pozas y que tienen un impacto negativo en ellas, como es la canalización y el pastoreo del ganado en los márgenes de las pozas y de los cuerpos de agua que forman. La eliminación de los impactos negativos no representan un conflicto con los propietarios de los predios, ya que se encuentran comprometidos con la conservación del humedal. Llevar a cabo estas actividades de restauración, será la forma más sencilla de restaurar las pozas más conservadas del Valle de Cuatrociénegas.

- Pozas con bajo impacto.

Dentro de esta categoría se encontraron 44 pozas. La mayor parte de ellas (35 pozas) se localizan dentro de pequeñas propiedades y solo nueve pozas se encuentran dentro de ejidos. Todas estas pozas se ubican en las faldas de la Sierra San Marcos y Pinos, a excepción de una poza (Figura 21).

Las pozas en su mayoría son someras (17 pozas) y poco profundas (22 pozas), y solo cinco de ellas, son pozas profundas. Sus tamaños son muy variados,

pero principalmente hay pozas muy pequeñas (15 pozas) y pozas medianas (19 pozas).

En seis de las 44 pozas se observaron tortugas de bizagra (*Terrapene coahuila*) y camarones (*Palaemonetes suttkusi*), especies endémicas de animales y en 43 pozas se observaron diferentes especies de peces nativos y endémicos. Solo en 11 pozas se encontró la presencia de animales nativos. No se registraron especies exóticas dentro de estas pozas.

Solo una poza localizada en el área del Garabatal, presentó un buen nivel de agua. Se registró un nivel bajo de agua sin la presencia de canales artificiales en 41 pozas. Solo dos pozas dentro de esta categoría, tuvieron un bajo nivel de agua a consecuencia de la canalización artificial. Estos canales se encuentran dentro del Rancho Pozas Azules y en una poza canalizada se registró la presencia de estromatolitos. La canalización de estas pozas pone en riesgo la integridad de estas pozas. Afortunadamente, el corte de estos canales no es muy profundo, lo que ha permitido que conserven condiciones cercanas a las naturales.

En nueve pozas se registró la presencia del lirio nativo (*Nymphaea ampla*). Se encontraron pastos (*Distichlis spicata var. stricta*) en ocho pozas no canalizadas artificialmente, lo que indica también, una disminución en los niveles originales de las pozas por la sobreexplotación del acuífero superior del Valle de Cuatrociénegas.

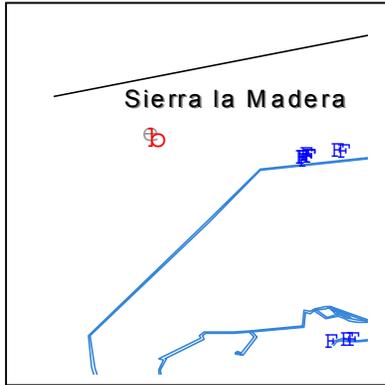


Figura 21 Pozas con bajo impacto dentro del Valle de Cuatrociénegas.

Categoría de Pozas

Categorías de p

La condición de la vegetación riparia se encuentra deteriorada en 41 pozas, lo cual se debe principalmente al ganado, ya que en 40 pozas se observó la presencia de animales domésticos.

Al igual que las pozas con muy bajo impacto, en esta categoría no existen actividades humanas que modifiquen dramáticamente la condición natural de las pozas como son: la recreación, el uso de las pozas como abrevaderos, el uso doméstico de las pozas, ni la cubierta de las pozas con estructuras de cemento.

Estas pozas se encuentran más alteradas que las pozas de muy bajo impacto, sobre todo por la disminución en los niveles de agua y por la presión a la que están sometidas por el ganado. A pesar de ello, conservan muchas características naturales de la poza, por lo que es necesario promover actividades de restauración de estas áreas, enfocados principalmente a la implementación de nuevos sistemas de pastoreo que eviten el impacto del ganado sobre las pozas.

En las pozas 92 y 99, se deberá promover la cancelación de su canalización artificial, ya que en una de ellas se encuentran estromatolitos y la otra presenta características biológicas que deberán ser conservadas.

- Pozas con impacto medio.

Las pozas ubicadas dentro de esta categoría, se encuentran alrededor de la Sierra de San Marcos y Pinos (Figura 22), con excepción de dos pozas que se localizan en la zona del Anteojo, a las faldas de la Sierra La Madera. Se encuentran repartidas de manera similar entre ejidos (23 pozas) y pequeñas propiedades (35 pozas), y suman un total de 58 pozas.

Existen pozas en las cinco categorías de tamaño, encontrándose con mayor frecuencia pozas muy pequeñas (22 pozas), pozas medianas (21 pozas) y una poza grande. En general, estas pozas no son profundas, ya que se observaron 30 pozas someras, 24 pozas poco profundas y solo cuatro pozas profundas.

Se observaron animales nativos en 18 pozas y animales endémicos en cinco más. En 43 pozas se observaron especies nativas y endémicas de peces. Se identificó la presencia de estromatolitos dentro de una poza, la cual desafortunadamente, se encuentra canalizada.

En el caso de la Poza Escobedo (Poza No. 33), la Dra. Wisborough reportó en 1984, la presencia de estromatolitos en este sitio, pero actualmente, ya no existen, ni siquiera vestigios de estromatolitos muertos. Por esta razón la poza debería de encontrarse en una categoría de mayor impacto, pero las actividades de restauración que se han llevado a cabo en esta poza, han permitido mitigar algunas de sus condiciones de deterioro.

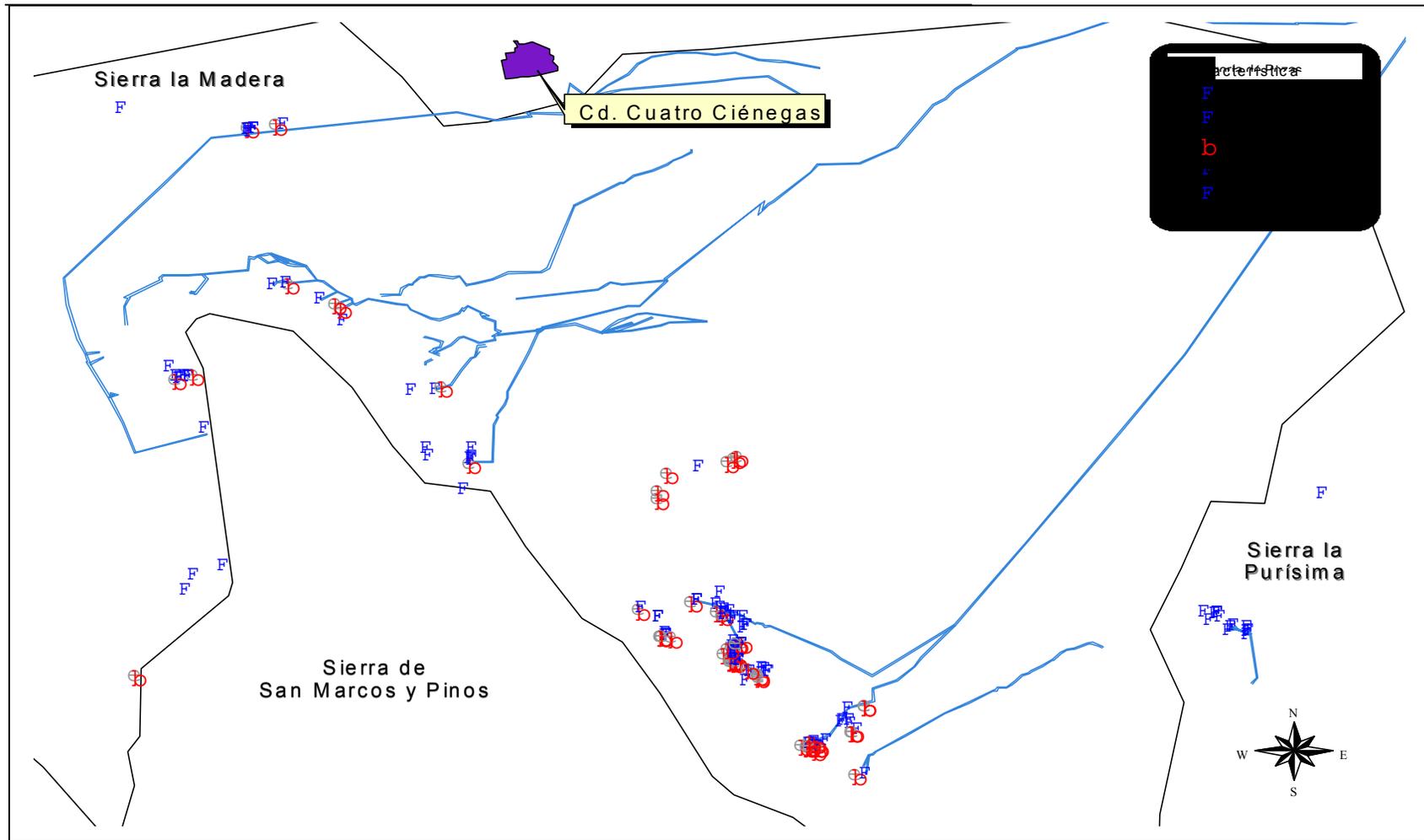


Figura 22. Pozas con impacto medio dentro del Valle de Cuatrociénegas.

En 19 pozas se observó la especie de lirio nativo (*Nymphaea ampla*). La condición de la vegetación acuática está deteriorada en 49 pozas, y en cinco más se encuentra muy deteriorada. Solo en 3 pozas la vegetación se encuentra poco deteriorada. Esto está relacionado con la presencia de ganado que se observó en 47 pozas.

Muchas de las pozas dentro de esta categoría (22 pozas) cuentan con un cerco que rodea sus márgenes, sin embargo, esto no impide el pastoreo y pisoteo del ganado en la vegetación riparia. Solo en el caso de la Poza Tío Cándido, el cerco construido por PROFAUNA, A.C. tiene fines de conservación.

El nivel de agua en las pozas es bajo en todos los casos y en el caso de 21 pozas, se encuentran canalizadas de forma artificial. La disminución del nivel de agua se confirma con la observación de 21 pozas con pastos.

Dentro de esta categoría, se presentan pozas con especies exóticas. En la poza El Mojarral (Poza No. 16), se registró la presencia del pez joya (*Hemichromis sp.*) y en cinco pozas más, se observaron durante el muestreo lirios exóticos (*Eichornia crassipes*). A pesar de que el lirio fue controlado, no se sabe si ha sido erradicado, por lo que es necesario tener un monitoreo que lo confirme.

En tres pozas de esta categoría se observaron actividades humanas que modifican la condición natural de las pozas. En el caso de la poza Santa Tecla (Poza No. 119) se lleva a cabo la recreación. Además, las pozas Santa Martha

(Poza No. 90) y San Marcos (Poza No. 3), se utilizan específicamente como abrevaderos para el ganado.

Esta categoría tiene el mayor número de pozas, lo que nos indica es la condición más representada dentro del Valle. Es necesario, buscar actividades de manejo y restauración, que permitan mejorar las condiciones naturales de estas pozas.

El principal problema de las pozas dentro de esta categoría es su canalización artificial. Por ello, es necesario construir obras de infraestructura que permitan a las pozas, incrementar sus niveles de agua.

Siguiendo las recomendaciones del Programa de Manejo es necesario eliminar actividades prohibidas como el uso específico de las pozas como abrevaderos, por la alteración que causa en sus márgenes.

Otro problema importante que tienen estas pozas es la presencia de especies exóticas. Especialmente el registro del pez joya (*Hemichromis sp.*) en la Poza El Mojarral, la cual está interconectada con el Canal Saca Salada, por lo que esta especie, podría dispersarse a diferentes áreas del Valle. Además de los programas de control de la especie exótica, es necesario contar con barreras físicas que impidan su dispersión y un monitoreo que reporte continuamente, la distribución de esta especie.

- Pozas con alto impacto

En esta categoría se encuentran 37 pozas del Valle, localizadas 24 de ellas en pequeñas propiedades y 13 más en ejidos. No todas las pozas se encuentran ubicadas en las faldas de la Sierra de San Marcos y Pinos, ya que 6 de ellas se localizan en el área de El Anteojo, a las faldas de la Sierra La Madera, y dos pozas más están en El Venado a las faldas de la Sierra La Purísima (Figura 23).

Las pozas, como en las categorías anteriores, son generalmente muy pequeñas (16 pozas), le siguen las pozas medianas (10 pozas) y las pequeñas (8 pozas). Se registraron solo dos pozas grandes y una muy grande. Las pozas no son profundas, ya que se encontraron 23 pozas someras, 12 pozas poco profundas y solo 2 pozas profundas.

Se observaron animales nativos en siete pozas y solo en una se observó la tortuga de bizagra (*Terrapene coahuila*). En 35 de las 37 pozas se observaron peces nativos y endémicos. Se observó una especie exótica, el pez joya (*Hemichromis sp.*), dentro de la poza Churince (Poza No. 14).

Con lo que respecta a la vegetación acuática, se observó lirio nativo (*Nymphaea ampla*) en cinco pozas y la presencia de pastos se registró en 14 pozas, lo que indica una disminución en su tamaño original. Se encuentran canalizadas de forma artificial 28 pozas dentro de esta categoría y las otras nueve tienen un nivel bajo de agua, aún sin estar canalizadas.

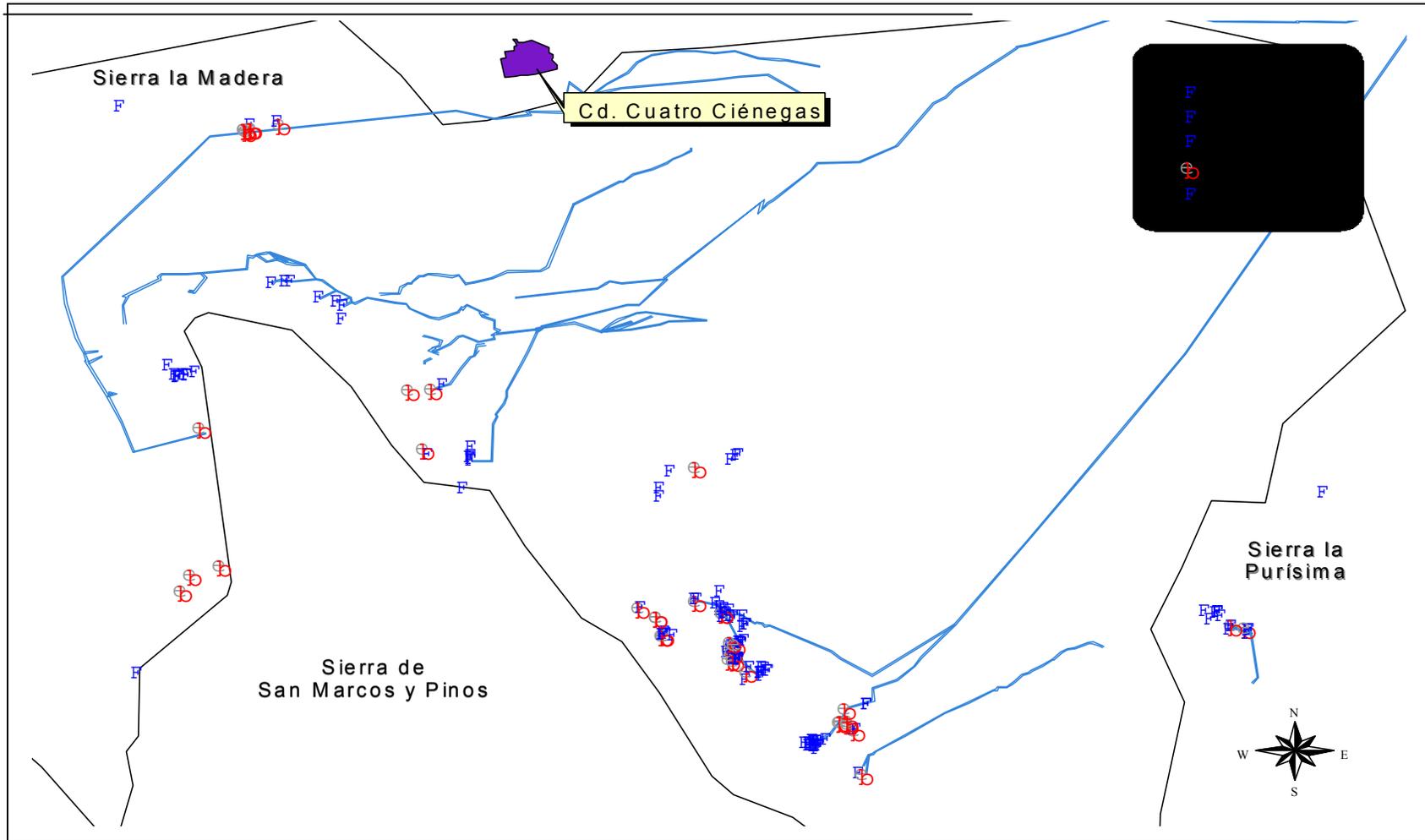


Figura No. 23. Pozas con alto impacto en el Valle de Cuatrociénegas.

La condición de la vegetación riparia se encuentra deteriorada para 24 pozas y muy deterioradas en el caso de 10 pozas. Se encontraron cercos construidos en los márgenes de 15 pozas. Estos cercos no impiden el deterioro de la vegetación riparia por parte del ganado, lo que se evidenció al observar rastros de animales domésticos en 32 pozas.

Estas pozas tienen además actividades que alteran la condición natural de la poza. Dos pozas funcionan como balnerarios, la Poza de la Becerra es un balneario establecido, al contrario de la Poza Churince, donde la gente realiza actividades de recreación sin autorización de los propietarios del predio, ni autorización del Programa de Manejo.

Existen además, cinco pozas que sirven específicamente como abrevaderos para el ganado, por lo que se encuentran muy alteradas.

Estas pozas, requieren de un programa de conservación, manejo y restauración, que busque actividades alterativas en el uso del agua y el manejo del ganado para mitigar los impactos que han sufrido estas pozas.

El Programa de Manejo del Área Protegida estipula que la Poza de la Becerra, al ser un balneario establecido, deberá contar con un programa de manejo específico para regular las actividades que se lleven a cabo. Sin embargo, a la fecha no cuenta con este programa que le permita planear acciones de conservación y restauración del sitio.

Es necesario eliminar las actividades prohibidas por el Programa de Manejo, como son las actividades recreativas fuera de los sitios establecidos para este fin y las actividades ganaderas que deterioran las condiciones naturales de las pozas.

Al igual que en las pozas mediano impacto, es necesario regular la extracción del agua en las pozas del Valle para permitir que adquieran un nivel óptimo de agua y que se extraiga solo la cantidad estipulada por las concesiones otorgadas por la CNA.

- Pozas con un impacto extremo.

Esta categoría, agrupa a las pozas más alteradas del Valle de Cuatrociénegas. Las 14 pozas que tienen un impacto extremo, se localizan en la parte Este del Valle (Figura 24), encontrándose dentro de los Ejidos La Vega y El Venado 13 de ellas. Solo una poza (Poza No. 60) se localiza dentro del Ejido Antiguos Mineros del Norte. Las pozas son muy pequeñas en nueve de los casos y pequeñas, en otras cinco pozas. Todas las pozas son someras.

No se observaron animales endémicos en estas pozas, solo se observó un animal nativo y si se encontró en una poza al langostino (*Ochonectes sp.*), especie exótica para el Valle. Además, se registraron peces en solo dos pozas.

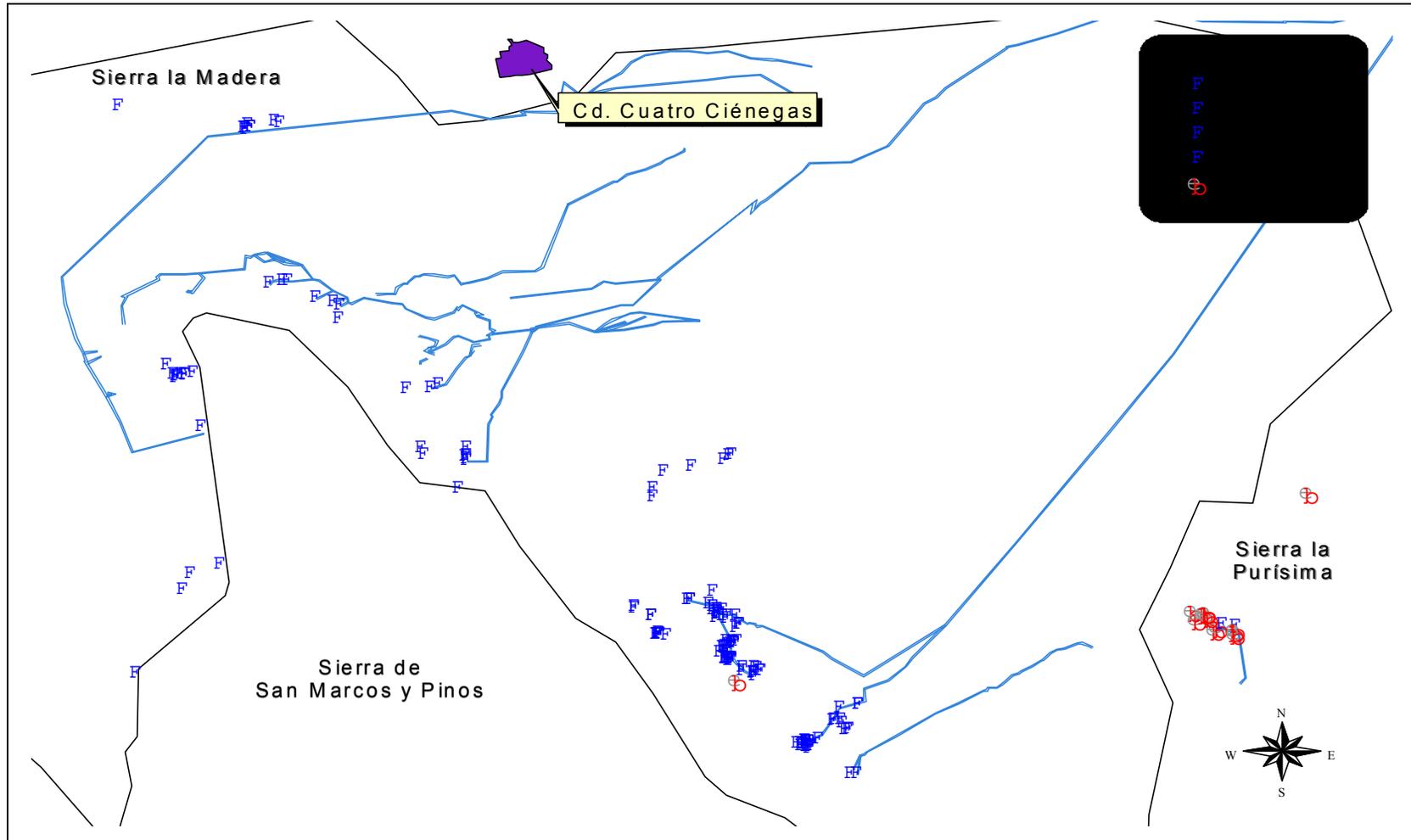


Figura No. 24. Pozas con impacto extremo dentro del Valle de Cuatrociénegas.

El lirio nativo se observó en la poza ubicada dentro del Ejido Antiguos Mineros del Norte, y en cuatro pozas del Ejido El Venado se registró el lirio exótico. Los niveles de agua son bajos, especialmente en el caso de 11 pozas que tienen una canalización artificial.

La condición de la vegetación riparia es en las 14 pozas, muy deteriorada. Esto se debe principalmente a las actividades humanas que se llevan a cabo. En el caso de cuatro pozas, son utilizadas para uso doméstico. Y en el caso de 12 pozas, se construyó una cubierta de cemento que cubre la poza eliminando por completo su vegetación riparia y afectando a todas las especies que dependen de estas pozas, eliminando por completo su condición natural original.

El tamaño pequeño de las pozas, aunado a la presión a la que se encuentran sometidas, hace pensar en su factible desaparición. Las actividades de restauración en estas pozas deberán contar con la participación de los habitantes de los ejidos en los que se encuentran localizados, para garantizar la continuidad de las actividades de conservación.

Es necesario eliminar todas las estructuras de cemento que cubren a las pozas y llevar a cabo actividades de restauración del suelo y los márgenes de la poza.

Será necesario también, evaluar el daño que estas estructuras han causado a las especies nativas y endémicas que dependen de estas pozas.

## **5V. CONCLUSIONES**

A pesar de que el Valle de Cuatrociénegas es un humedal de gran importancia y se han realizado múltiples estudios sobre su diversidad biológica, carecía de un estudio detallado de los hábitats acuáticos conocidos como pozas. El presente estudio permitió, por medio de un censo, conocer la condición actual de 165 pozas del Valle, seleccionando indicadores biológicos, químicos y físicos. Además, por medio de una caracterización, se calificó el grado de impacto al que se encuentran sometidas las pozas.

El censo dio como primer resultado, un mapa con la distribución de las pozas, el cual contiene información exacta de su ubicación. Las pozas se localizaron rodeando a la Sierra de San Marcos y Pinos, y solo dos grupos de pozas se encuentran ubicados a las faldas de la Sierra La Madera y la Sierra La Purísima.

Las características físico-químicas del agua de las pozas son muy variadas y no siguen un patrón de distribución por localidad, tamaño o nivel de impacto al que se encuentran sometidas. Solo en el caso de las pozas ubicadas en el área de

El Venado y de El Anteojo, registraron una conductividad y un total de sólidos disueltos diferente a la generalidad de las pozas. Este dato aunado a la distribución lejana a la Sierra de San Marcos y Pinos, permite suponer que tienen un origen relacionado con las Sierras de La Purísima y La Madera, respectivamente.

Los peces fueron observados en la mayoría de las pozas. Se identificaron a las dos especies del género *Gambusia*, como las más fáciles de observar, además de estar bien distribuidas dentro del Valle. Estas especies se encontraron en pozas que registraron valores dentro de todos los rangos de las características físico-químicas del agua. Por estas razones, podrá tomarse la presencia de estas dos especies como un indicador de las condiciones naturales en las pozas, y se deberá monitorear las pozas en donde no sean observados, porque puede significar un disturbio serio en la poza.

Las observaciones de animales domésticos en los márgenes de las pozas fueron tres veces más comunes que las observaciones de fauna silvestre (excluyendo a los peces). Esto es el resultado del sistema de pastoreo del ganado que se realiza actualmente, en el cual, ganado tiene un libre pastoreo. El impacto negativo que provocan estos animales en los márgenes de las pozas, se ve reflejado en la condición de la vegetación riparia, la cual es

modificada y en ocasiones, eliminada. El pastoreo ocurre en todo el Valle, ya que no se encontraron pozas con una buena condición de la vegetación riparia.

La presencia de especies exóticas es uno de los problemas más grandes que enfrenta el Valle de Cuatrociénegas, por la fragilidad de sus especies endémicas, relictas y en peligro que ahí se encuentran. Es preocupante que los programas de control y erradicación que se están llevando a cabo para eliminar el pez joya (*Hemichromis sp.*), no han sido suficientes hasta la fecha.

La presencia de los estromatolitos, por su importancia y fragilidad, fue un indicador positivo. Durante este censo, se reportaron cuatro pozas con estromatolitos dentro del Rancho Pozas Azules, de las cuales, solo se contaba con un registro en el estudio de la Dra. Wisborough, elaborado en 1984. Estas formas de vida han desaparecido de localidades anteriormente reportadas, como es el caso de la Poza Escobedo, en la que actualmente, no se observan vestigios de su presencia. Por estas razones, es necesario conservar de manera especial, las pozas en las que se cuenta con estromatolitos vivos.

La canalización artificial es uno de los problemas más comunes que presentan las pozas. La construcción de canales con un corte casi al fondo de la poza, disminuye su tamaño y profundidad, eliminando además, las inundaciones que

formaban de manera natural. La canalización no altera por completo las condiciones de las pozas en el corto plazo, pero la sobreexplotación del acuífero superior por medio de canales y pozos profundos ha disminuido el nivel no solo de las pozas canalizadas, sino también de aquellas que se encuentran sin canalizar.

Durante el censo se encontraron diferentes tamaños de pozas, pero no se localizaron pozas con diámetros de pocos centímetros, como aquellas descritas por el Dr. Minckley en 1969. Esto permite suponer que algunas pozas pequeñas dentro del Valle han sido desecadas por completo, a causa de la sobreexplotación del acuífero. Por estas razones, el principal problema del Valle de Cuatrociénegas es la extracción del agua con fines agrícolas, actividad que pone en riesgo la integridad del humedal.

Existen otras actividades humanas que alteran las condiciones naturales del humedal, como son la recreación, el uso de las pozas como abrevaderos, el uso doméstico y la construcción de estructuras de cemento en las pozas. Estas actividades, no cumplen con los lineamientos del Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas por lo que es necesario regularlas, y en la mayoría de los casos, prohibirlas.

Con los valores obtenidos de los indicadores para cada una de las pozas, se hizo una caracterización para conocer su nivel de impacto. En las pozas que tienen altas puntuaciones en los indicadores positivos, es necesario poner especial atención en el valor resultante de los indicadores negativos, para detectar actividades humanas que se están afectándolas.

El resultado de la categorización, indicó que todas las pozas del Valle están sometidas a diferentes grados de impacto. Esto nos lleva a la necesidad de promover actividades de conservación, manejo y restauración que mitiguen y en el mejor de los casos, erradiquen los impactos a los que se encuentran sujetas las pozas. Las actividades necesarias para la conservación del Valle, se encuentran estipuladas dentro del Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas.

Existen algunas actividades de manejo fáciles de implementar y poco costosas, como es la construcción de cercos que protejan los márgenes de las pozas y su vegetación riparia. Sin embargo, las actividades de restauración que permitan la conservación a largo plazo del humedal, como son la regulación en los volúmenes de extracción de agua y la clausura de canales inútiles, no son sencillas. Por ello, es necesario promover la participación de personas y

organizaciones involucradas, para la búsqueda de políticas y programas que faciliten su realización.

La categorización de la condición actual de las pozas es la base para la implementación de monitoreos y nuevos estudios que faciliten la detección temprana de cambios negativos, y que permitan la evaluación de cambios positivos en la condición natural de las pozas del Valle de Cuatrociénegas.

## LITERATURA CITADA

- Allan, J.D. 1995. Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters. Chapman and Hall, London.
- Almada, P., S. Contreras. 1984. El Bolsón de Cuatro Ciéngas, Coahuila. México. Reunión Nacional de Ecología. México. Norte. P.p. 125 – 129.
- Barbier, E. B., M. Acreman, D. Knowler. 1997. Economic valuation of wetlands: a guide for policy makers and planners. Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland.
- CNA. 1998. Estudio Geohidrológico Teórico del Valle de Cuatrociénegas. Comisión Nacional del Agua. Delegación Estatal. Coahuila. Sin publicar.

- \_\_\_\_\_. 1999. Acuíferos del Estado de Coahuila. Comisión Nacional del Agua. Delegación Estatal. Coahuila. Sin publicar.
- \_\_\_\_\_. 2000. Pozos profundos registrados en el Estado de Coahuila. Comisión Nacional del Agua. Delegación Estatal. Coahuila. Sin publicar.
- Cole, G. A. 1984. Crustacea from the Bolson of Cuatro Ciénegas, Coahuila, Mexico. Pp. 3-12, en Paul C. Marsh (ed.). Biota of Cuatro Ciénegas, Coahuila, Mexico: Proceedings of a Special Symposium. Fourteenth Annual Meeting, Desert Fishes Council, Tempe, Arizona USA, 18-20 November 1983. Journal of the Arizona – Nevada Academy of Science 19(1).
- CONABIO. 1998. La diversidad biológica de México: estudio de país, 1988. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- \_\_\_\_\_. 2000. Regiones hidrológicas prioritarias en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Contreras, S. 1976. Biota Endémica de Cuatro Ciénegas, Coahuila, México. En: Memoria del Primer Congreso Nacional de Zoología. Chapingo, México.

- \_\_\_\_\_. Importancia, Biota Endémica y Perspectivas Actuales en el Valle de Cuatro Ciénegas, Coahuila, México. En: Simposium Nacional de Áreas Protegidas. México.
- Costanza, R., Farber, S.C. and Maxwell, J. 1989. Valuation and Management of Wetland Ecosystems. *Ecological Economics*. 1: 335-361.
- Dugan, P. J. & Jones, T. A. 1993. Ecological change in wetlands: a global overview. In Moser, Prentice & van Vesseem. 1992.
- Espinoza, J. 1994. Áreas Ribereñas y Su Importancia. En: Curso Conservación de Áreas Ribereñas. Sin Publicar.
- Flores, F.J. 1996. Introducción a los humedales. En: Humedales. Red para la protección de los humedales. Reproducciones fotomecánicas, S. A. de C. V. México.
- Fredrickson, L. H., M. K. Laubhan. 1996. Managing Wetlands for Wildlife. Páginas 623 – 647 en T. A. Bookhout, ed. Research and Management Techniques for Willife and Habitats. 5a. edición, rev. The Wildlife Society, Bethesda, Md.
- Hershler, R. 1984. The Hydrobiid Snails (Gastropoda: Rissoacea) of the Cuatro Cienegas Basin: Systematic Relationships and Ecology of a Unique Fauna. *Journal of the Arizona – Nevada Academy of Science* 19: 61-76.
- Hollis, G. E. 1992. Goals and objetctives of wetland restoration and rehabilitation. In Moser, Prentice & van Vesseem. 1992.
- Hubbs, C. L., R. R. Miller. 1965. Description of a new species from an internal basin in Coahuila, México. *Bull. Univ. UTA*, 38, Biol. Ser., 10: 17-166.
- IWRB. 1996. Conclusions of a workshop on measuring ecological change in wetlands. In Moser, Prentice & van Vesseem. 1992.
- Kingsford, R .T. 1994. Los humedales de las zonas áridas del mundo. Convención Ramsar. [www.ramsar.org/about\\_arid\\_s.htm](http://www.ramsar.org/about_arid_s.htm)
- Ludlow, A. 1998. Reproducción e hibidización entre los especies endémicas del Valle de Cuatro Ciénegas: *Cyprinodon atrorus* y *Cyprinodon bifasciatus*. Sin publicar.
- Mandujano, M. 1991. Estudio del Uso del Agua en el Valle de Cuatro Ciénegas, Coahuila.

Minckley, W. L. 1969. Environments of the Bolsón of Cuatro Ciénegas, Coahuila, Mexico. With Special Reference to the Aquatic Biota. Science Series. Number Two. Texas Western Press. The University of Texas at El Paso.

\_\_\_\_\_. 1984. Cuatro Cienegas fishes: Research review and a local test of diversity versus habitat size. Pp. 13-21, en Paul C. Marsh (ed.). Biota of Cuatro Cienegas, Coahuila, Mexico: Proceedings of a Special Symposium. Fourteenth Annual Meeting, Desert Fishes Council, Tempe, Arizona USA, 18-20 November 1983. Journal of the Arizona – Nevada Academy of Science 19(1).

\_\_\_\_\_. 1992. three Decades near Cuatro Ciénegs, México: Photographic documentation and a plea for area conservation. Limnology and Aquatic Biology of the Southwest. 26: 89 – 118.

Mitsch, W.J. and Gosselink, J.G. 1993 Wetlands. Van Nostrand Reinhold, New York. 2nd Edition.

McCoy, Clarence, J., Jr. 1984. Ecological and zoogeographic relationships of amphibians and reptiles of the Cuatro Cienegas basin. Pp. 49-60, en Paul C. Marsh (ed.). Biota of Cuatro Cienegas, Coahuila, Mexico: Proceedings of a Special Symposium. Fourteenth Annual Meeting, Desert Fishes Council, Tempe, Arizona USA, 18-20 November 1983. Journal of the Arizona – Nevada Academy of Science 19(1).

Taylor, D. 2001. Wetland Facts. What are Wetlands. Wetlands international – ICU. Sin publicar.

OECD/IUCN. 1996. Guidelines for aid agencies for improved conservation sustainable use of tropical and sub-tropical wetlands. OECD, Paris.

Ono, R. D., J. D. Williams, A. Wagner. 1983. Vanishing Fishes of North America. Stone Wall Press, Washington, District of Columbia USA.

Pearce, D. and Moran, D. 1994. *The Economics of Biodiversity*. IUCN, Gland, Suiza.

RAMSAR. 1998. ¿Qué es la Convención Ramsar sobre los

Humedales? Documento Informativo Ramsar No. 2. Gland, Suiza.

\_\_\_\_\_. 1999. Marco para evaluar el riesgo en humedales. 7<sup>a</sup>. Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes de la Convención sobre los Humedales. San José de Costa Rica. Sin publicar.

**6Pinkava, D. J. 1984. Vegetation and Flora of the Bolson of  
Cuatro Ciénegas**

Region, Coahuila, Mexico: IV. Summary, Endemism and Corrected Catalogue. *Journal of the Arizona – Nevada Academy of Science* 19:23-47.

PROFAUNA . 1988. Uso Eficiente del Agua en el Valle de Cuatrociénegas. Reporte técnico. World Wildlife Fund. Sin publicar.

PROFAUNA. 2000. Uso Eficiente del Agua en el Valle de Cuatrociénegas, Reporte técnico. World Wildlife Fund. Sin publicar.

Rodríguez, J. 1926. Geografía del Estado de Coahuila. Societe de Edición y Librería Franco – Americana, Distrito Federal, México.

SEMARNAP. 1999. Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas. Instituto Nacional de Ecología. México, D.F. México.

Scott, D.A. 1989. *Design of Wetland Data Sheet for Database on Ramsar Sites*. Mimeographed report to Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland.

\_\_\_\_\_ & Carbonell, M. 1995. The IWRB/ICBP Neotropical Wetlands project: a report on the completion of "A Directory of neotropical Wetlands". In Scott, D. A. , Smart, M. & Carbonell, M. Report of the XXXI Annual Meeting, Paracaas, Peru, 10-16 February 1995.

Taylor D. W., W. L. Mincley. 1973. *New World for Biologists*. University of New Mexico.

Tiner, R.W. 1984. *Wetlands of the United States: Current Status and Trends*. U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, D.C. Wetlands International. 1996. *A Global Overview of Wetland Loss and Degradation*. Conference Proceedings. Vol. 10.

Villarreal, J. 1994. *Las Cuatrociénegas de Carranza*. Sin publicar.

Wilson, E. O. 1992. *The Diversity of Life*. W. W. Norton and Company. New York, USA.

Winsborough, B. M., J. S. Seeler. 1984. The Relationship of Diatom Epiflora to the Growth of Limnic Stromatolites and Microbial Mats. 8<sup>th</sup>. Diatom – Symposium.

\_\_\_\_\_. 1990. Some Ecological Aspects of Modern Freshwater Stromatolites in Lakes and Streams of the Cuatro Ciénegas Basin, Coahuila, Mexico. Doctoral Dissertation. The University of Texas, Austin, USA.

\_\_\_\_\_, J. S. Seeler, S. Golubic, R. L. Folk, B. Maguire, Jr. 1994. Recent Fresh – water lacustrine Stromatolites, Stromatolitic Mats and Ooids from Northeastern Mexico. J. Bertand – Sarfati and CMonty (eds.). *Phanerozoic Stromatolites II*, 71-100. Kluwe Academic Publishers. Netherlands.

Weller, M. W. 1988. *Freshwater marshes: ecology and wildlife management*. Second ed. Univ. Minnesota Press, Minneapolis. 150 pp.

WWF. 2000. *Desierto Chihuahuense*. World Wildlife Fund. Sin Publicar.

Zamora, P.M. 1984. *Philippine Mangroves: Assessment Status, Environmental Problems, Conservation and Management Strategies*. In Soepadmo, E., Rao, A.N., MacIntosh, D.J. (eds). *Asian Symposium on Mangrove Environment: Research and Management 25-29, August 1980*. Kuala Lumpur, Malaysia.