



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

CAMPUS IZTACALA

400282  61060

ESTRUCTURA DE LA VEGETACION ACUATICA Y  
RIPARIA DE LOS RIOS SAN JUAN, TULA Y  
MOCTEZUMA EN LOS ESTADOS DE QUERETARO  
E HIDALGO, MEXICO.

*B01163/95*  
*Ej. 1*

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**LICENCIADO EN BIOLOGIA**  
P R E S E N T A :  
**ANTONIO ORTIZ HERNANDEZ**

MEXICO, D.F.

1995



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# **D**EDICATORIA:

ESTE TRABAJO DE TESIS ESTÁ DEDICADO DE FORMA MUY ESPECIAL A  
MIS PADRES

**AUSENCIA y ANTONIO,**

EN AGRADECIMIENTO A TODA LA CONFIANZA Y CARIÑO QUE SIEMPRE ME  
HAN BRINDADO, PARA ELLOS CON MI CORAZÓN, POR SIEMPRE GRACIAS.

PARA MIS HERMANAS,

**MARCELA, LAURA, MARIA ELENA, CLAUDIA,  
CECILIA y ADRIANA,**

QUE SON MI ORGULLO Y MI EJEMPLO MÁS INMEDIATO DE LO QUE  
REPRESENTAN LAS PALABRAS TENACIDAD Y HONESTIDAD.

TAMBIÉN PARA MIS HERMANOS,

**JORGE y VICENTE y MIS SOBRINOS.**

AGRADECIMIENTOS:

A MIS SINODALES:

BIÓL. ANA LILIA MUÑOZ VIVEROS  
BIÓL. SILVIA AGUILAR RODRIGUEZ  
BIÓL. ROGELIO FRAGOSO RAMIREZ  
BIÓL. JOSE DANIEL TEJERO DIEZ  
EN ATENCIÓN A SUS VALIOSOS COMENTARIOS Y SUGERENCIAS.

A MI DIRECTOR DE TESIS:

M. en C. JUAN LOZADA LEON,  
POR SU APOYO Y PERMITIRME LA OPORTUNIDAD DE COLABORAR CON ÉL.

A MIS AMIGOS DE LA E.N.E.P. IZTACALA, ANGELICA, MARTHA, TEODORA, LORENA, ELVIA, Ma.  
ELENA RANGEL, Ma. DEL SOCORRO, CARLOS TIRADO, CARLOS ROA, RAUL, Y TODOS AQUELLOS  
QUE ME BRINDARON SU APOYO.

A MIS COMPAÑEROS DEL AREA DE ECOLOGÍA DEL PROYECTO HIDROELECTRICO ZIMAPAN,  
INCLUYENDO MIS RIPARIOS, A TODOS LAS GRACIAS SINCERAS, POR SU COLABORACIÓN DIRECTA  
EN LA ELABORACIÓN DE ESTE TRABAJO.

AGRADEZCO DE FORMA PARTICULAR A:

LA BIÓL. MARCELA ZULETA VARGAS, POR LA CONFIANZA DEPOSITADA DURANTE TODO ESTE  
TIEMPO ASÍ COMO TAMBIÉN POR SU ETERNA FRANQUEZA

TAMBIÉN, A MI AMIGO EL BIÓL. MARIO CRISOSTOMO MORALES POR SU AMISTAD.

FINALMENTE, A TODOS LAS PERSONAS QUE DURANTE LA FASE FINAL DE ESTE TRABAJO ME  
APOYARON FUERTEMENTE, GRACIAS PUES A,

BIÓL. MANUEL MÁRTINEZ CARDENAS  
BIÓL. LETICIA FLORES ORTA  
ING. XOCHITL RODRIGUEZ RODRIGUEZ y el  
ING. EFRAÍN CERVANTES

ESTE TRABAJO SE REALIZÓ EN SU FASE DE CAMPO, DENTRO DEL ÁREA DE ECOLOGÍA DEL  
PROYECTO HIDROELECTRICO ZIMAPAN DE LA COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD.

## ÍNDICE

---

CONTENIDO	PAGINAS
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
ANTECEDENTES	5
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	8
OBJETIVOS	16
MATERIAL Y MÉTODOS	17
RESULTADOS	23
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	30
RECOMENDACIONES	54
CONCLUSIONES	57
BIBLIOGRAFÍA	59
ANEXOS	

## INDICE

CLIMOGRAMA "PRESA PASO DE TABLAS"	GRÁFICA No.1
TAMAÑO DE LA MUESTRA	GRÁFICA No.2
DENSIDAD ARBOREA	GRÁFICA No.3
ESPECTRO BIOLÓGICO POR ASOCIACIÓN	GRÁFICA No.4
INDICE DE DIVERSIDAD	GRÁFICA No.5
ESPECTRO BIOLÓGICO COMPARATIVO ENTRE LAS ASOCIACIONES	GRÁFICA No.6
LOCALIZACIÓN REGIONAL DEL AREA DE ESTUDIO	FIGURA No.1
LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES DE MUESTREO	FIGURA No.2
COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN ACUÁTICA Y RIPARIA	FIGURA No.3
DIAGRAMA DE LAS ASOCIACIONES VEGETALES IDENTIFICADAS	FIGURA No.4.
LISTADO FLORÍSTICO	ANEXO No.1
MATRIZ AUSENCIA-PRESENCIA DE LAS ESPECIES VEGETALES	ANEXO No.2

## RESUMEN

El estudio ESTRUCTURA DE LA VEGETACION ACUÁTICA Y RIPARIA DE LOS RÍOS SAN JUAN, TULA Y MOCTEZUMA, EN LOS ESTADOS DE HIDALGO Y QUERÉTARO, MÉXICO, se realizó en el área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Zimapán y forma parte de un conjunto de acciones y estudios específicos enfocados a minimizar los efectos del Proyecto en el medio ambiente.

Geográficamente el área de estudio se localiza en la zona limitrofe del Estado de Querétaro con el Estado de Hidalgo, abarcando los Municipios de Cadereyta de Montes en Querétaro y Tecozautla y Zimapán en Hidalgo. El área sobre la que se realizó, abarca la cuenca del río San Juan, en un tramo de 12 Km.; el río Tula, en un tramo de 14 Km.; y el río Moctezuma, en 32 Km.

La zona se caracteriza por presentar una variada fisiografía y un gradiente altitudinal, que va de los 1550 m s.n.m. hasta los 980 m s.n.m., lo que determina la presencia de variaciones climáticas que van del semiseco hasta el semicálido. La vegetación representativa del área corresponde, principalmente, a variaciones del matorral xerófilo

El estudio se enfocó a la descripción fisonómica-estructural de la vegetación acuática y riparia, que se establece en los tres ríos, a partir de un muestreo que se realizó en 11 localidades de los ríos, durante un período de dos años, completando un total de 74 sitios evaluados.

La descripción que se realizó de la vegetación acuática y riparia, inició con la evaluación de atributos cualitativos y cuantitativos de la vegetación. A la par y de forma complementaria, se realizó un análisis clasificadorio de los sitios, considerando como variable la composición florística.

En este estudio, se obtuvo la descripción fisonómica de las siete comunidades que componen la vegetación acuática y riparia; por otra parte el análisis clasificadorio permitió la formación de cinco grandes grupos vegetacionales a los que se les denominó Asociaciones, las cuales son descritas detalladamente, en cuanto a composición, estructura, fisonomía y variables cuantitativas evaluadas.

Se comenta la relación que guarda cada asociación con los factores físicos del ambiente que permiten su establecimiento.

El estudio establece los patrones que guarda la vegetación acuática y riparia en una región caracterizada por una compleja serie de interacciones de factores físicos lo cual se refleja en la vegetación que se establece en cada porción de los ríos.

Finalmente, se describe la importancia del estudio, en el contexto de la inundación y la consecuente pérdida que sufrirá la vegetación como un impacto directo por la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Zimapán; ante esta situación se plantean las medidas encaminadas a mitigar y compensar el efecto adverso ocasionado por el Proyecto.

## INTRODUCCIÓN.

El estudio y la protección de áreas relacionadas con el ecosistema acuático y ripario es apremiante en el país, dada la enorme presión que representan las actuales necesidades agrícolas, industriales y de generación de energía, al desviar y represar el flujo natural de ríos y canales, lo que se ha reflejado en la desaparición paulatina de la vegetación acuática y subacuática asociada a corrientes de agua (Rzedowski, 1981).

La realización de grandes proyectos de generación de energía en cualquiera de sus formas, implican por necesidad la transformación de grandes áreas naturales (tanto terrestres como acuáticas), causando con ello impactos de diversas magnitudes y formas en el ambiente natural.

La comprensión de esta situación, ha llevado a la Comisión Federal de Electricidad, ha adquirir serios compromisos con el cuidado y respeto del medio ambiente. De esta forma, se han emprendido, en diferentes obras de generación de energía, acciones que implican la evaluación de las repercusiones de las obras y acciones del sector eléctrico, en el ambiente (C.F.E., 1992).

Bajo esta perspectiva, la evaluación de los posibles impactos en el ambiente ocasionados por este tipo de obras, es una de las herramientas más adecuadas para dirigir las acciones a realizar con objeto de mitigar el impacto.

Es bajo este marco de referencia, donde se inserta el estudio de las comunidades vegetales tanto terrestres como acuáticas, que serán impactadas de manera total, por la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Zimapán.

En particular, uno de los aspectos bióticos con mayores repercusiones durante la etapa de construcción y llenado del embalse, será la vegetación acuática y riparia, asentada en la ribera de los ríos San Juan, Tula y Moctezuma.

La afectación de los recursos vegetales del área del proyecto será de consideración ya que, se estima será inundada la cuenca del río Tula, en un tramo de 14 Km.; por otro lado la cuenca del río San Juan se inundará en un tramo de 12 Km. Por otra parte, el represamiento de los ríos San Juan y Tula afectará, en un tramo de 32 Km., la vegetación ribereña del río Moctezuma.

No obstante la innegable importancia biológica que tiene éste tipo de vegetación, así como la considerable afectación que ha sufrido con la construcción de diferentes obras a lo largo del país, ha sido frecuentemente descuidada tanto en estudios de ecología vegetal como durante la planeación y construcción de proyectos hidroeléctricos o de cualquier otro tipo

Los estudios y menciones que se realizan de este tipo de vegetación, son en su mayoría escasas y someras, esto atribuible en parte a la dificultad inherente a su estudio y su localización limitada a zonas adyacentes a corrientes de agua permanentes.

Entre las funciones que realiza, este tipo de vegetación, se menciona que, es un factor regulador del ciclo hidrológico de la región en que se encuentra; funciona como filtro de materiales que son arrastrados por las corrientes; participa en la formación de hábitats específicos para el desarrollo de fauna terrestre y acuática; representa espacios para el desarrollo, tránsito y dispersión de fauna y flora terrestre y es el abrevadero natural de animales silvestres y domésticos (Sánchez, 1986).

En este sentido, diferentes autores han reconocido la importancia ecológica de los corredores riparios, como lo son la cuenca de los ríos y la necesidad de su estudio y conservación dada la elevada biodiversidad que se encuentra en ellos. (Sánchez, 1986; Naiman *et al.*, 1992).

Regionalmente éste ecosistema tiene una importancia ecológica enorme, sobre todo al considerar que la región, en la que se realizó el estudio, se encuentra rodeada por ambientes áridos, representando por esto un hábitat específico para diversos grupos faunísticos y especies de flora características.

Bajo este contexto, se planteó el estudio **ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN ACUÁTICA Y RIPARIA DE LOS RÍOS SAN JUAN, TULA Y MOCTEZUMA, EN LOS ESTADOS DE HIDALGO Y QUERÉTARO, MÉXICO**, con objeto de conocer el estado natural de éstas comunidades y generar perspectivas acerca de las medidas que impliquen la atenuación al impacto generado por la construcción del Proyecto, además de constituirse al mismo tiempo en material de consulta para posteriores estudios ecológicos.

## ANTECEDENTES

La revisión bibliográfica realizada señala que los estudios de vegetación acuática y riparia existentes a nivel nacional son en realidad escasos y en su mayoría se ocupan de aspectos florísticos. Esta situación esta dada por que, en su conjunto, las comunidades vegetales ligadas al medio acuático son muy variadas, difíciles de estudiar y describir, no obstante representan una parte importante de la cubierta vegetal del país, (Rzedowski, 1981) al encontrarse presente en corrientes de agua permanentes, siendo difícil estimar el área que ocupan actualmente a nivel nacional.

### *ESTUDIOS FLORÍSTICOS*

De los estudios relacionados con la flora acuática y subacuática de zonas cercanas a la de interés en este trabajo, destacan los realizados por Lot y Novelo, (1988); Siqueiros, (1988); Garcia, (1990) y Arguelles, *et. al.* (1991).

Rangel, R. (1995), realizó el estudio Flora vascular acuática y subacuática de los ríos San Juan, Tula y Moctezuma en los estados de Querétaro e Hidalgo; la autora incluye en este estudio el listado definitivo de este tipo de flora; señala, además la lista de plantas útiles del área.

### *ESTUDIOS ECOLÓGICOS*

Puig (1976), realizó un estudio fitogeográfico y ecológico de la Huasteca, incluyendo dentro de su zona de estudio a la confluencia de los ríos San Juan y Tula.

Con respecto a aspectos ecológicos, Sánchez, (1986) en su artículo sobre La Vegetación en Galería y sus relaciones Hidrogeomorfológicas, señala la falta de uniformidad que existe para referirse a este tipo de vegetación, así como la mención somera que se realiza de ella en la mayoría de los estudios.

Hiriart, (1983), realizó el estudio Vegetación y fitogeografía de la barranca de Tolantongo, en éste hace referencia a la zona que forma parte de los ríos afluentes del Pánuco, donde reconoce seis tipos de vegetación, incluyendo a la vegetación riparia, menciona datos de su fisonomía, estructura y composición florística.

Zamudio, S. (1984), al estudiar la vegetación del río Estorax y sus relaciones fitogeográficas, cita 715 especies de plantas vasculares, marcando la presencia o ausencia de estas en los diferentes tipos de vegetación que describe, así como también la presencia o ausencia de las especies en seis regiones diferentes fuera del área de estudio.

Zamudio et al. (1992) describen la vegetación del Estado de Querétaro, dedican un apartado a la vegetación acuática y subacuática en donde enlistan las especies herbáceas, arbustivas y arbóreas características de este tipo de vegetación.

### **DESCRIPCIÓN DE RECURSOS NATURALES DE LA ZONA**

Piña, (1990), en su trabajo sobre los Recursos Bióticos de la Cuenca San Juan-Moctezuma, expone los recursos con que cuenta la zona, señala en un apartado al bosque de galería de Taxodium mucronatum (sabino), asimismo, menciona la tradición existente en la zona de fabricar artesanías utilizando el follaje de sabinos y sauces.

### **ANTECEDENTES DE ESTUDIOS EN PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS.**

Comisión Federal de Electricidad (C.F.E), a través del Área de Ecología e Impacto ambiental (AEIA-Z), elaboró durante 1989 el Diagnóstico Preliminar del Ambiente Natural en el cual se presenta una exposición de los recursos agua, flora, vegetación terrestre, acuática y riparia; así como de la fauna del área de influencia del proyecto y por último diagnóstica preliminarmente, sus implicaciones en posibles impactos y las medidas de mitigación conducentes.

C.F.E.- (A.E.I.A-Z, 1989) Elabora la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Intermedia, que contiene en general datos acerca de los rasgos biológicos del medio natural e incluye a la vegetación acuática y riparia señalando el posible comportamiento de la vegetación herbácea anfibia, ante el impacto y las posibles repercusiones aguas abajo de la cortina sobre las comunidades ribereñas, señala también la vegetación económicamente importante y la susceptible de convertirse en maleza.

C.F.E.- (A.E.I.A-Z 1989) Elabora el Adendum a la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Intermedia, en el cual el capítulo Flora y Vegetación acuática y Riparia refiere avances en cuanto al Inventario Florístico, especies de interés y los tipos de vegetación acuática y riparia, existentes en el área.

En particular, acerca de los efectos del desarrollo de una hidroeléctrica sobre la vegetación se encuentra el trabajo de Harris, (1987), quien describe los cambios en la estructura, composición y porcentaje de cobertura que exhibieron las comunidades vegetales asentadas en arroyos de la Sierra Nevada, en USA, como respuesta al desvío de la corriente.

## DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

### 1. UBICACIÓN.

El presente estudio forma parte de un conjunto de actividades llevadas a cabo durante la etapa de construcción del Proyecto Hidroeléctrico Zimapán, el cual pretende aprovechar el potencial de los ríos San Juan y Tula, para la generación de energía eléctrica, satisfaciendo de esta forma las necesidades de suministro de energía eléctrica en la región central del país.

La zona de estudio se ubica en los estados de Querétaro e Hidalgo, y comprende tres corrientes permanentes; el río San Juan, el río Tula y el río Moctezuma. Los dos primeros, son límites naturales entre los estados señalados.

La zona que inundará el embalse, y que se considera como el área de estudio, comprende 14 Km., sobre el río Tula y 12 Km., del río San Juan, mientras que el río Moctezuma se afectará durante las etapas de construcción y operación, en un tramo de 32 Km. (Figura 1)

Como puntos geográficos extremos del área de estudio se encuentran, los siguientes:

CUADRO No. 1

RÍO	LOCALIDAD	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE
San Juan	Río Grande	20° 34' 45"	99° 41' 40"
Tula	La Cruz	20° 34' 30"	99° 21'
Moctezuma	Casa de Máquinas.	20° 51'	99° 21'

El área de estudio se caracteriza por su diversidad fisiográfica, climática así como por presentarse un gradiente altitudinal que va de los 1570 m s.n.m., hasta los 960 m s.n.m., todo lo cual se correlaciona y refleja en la diversidad de ambientes existentes en el área y por tanto en los tipos de vegetación que se establecen en la región.

AREA DE ESTUDIO

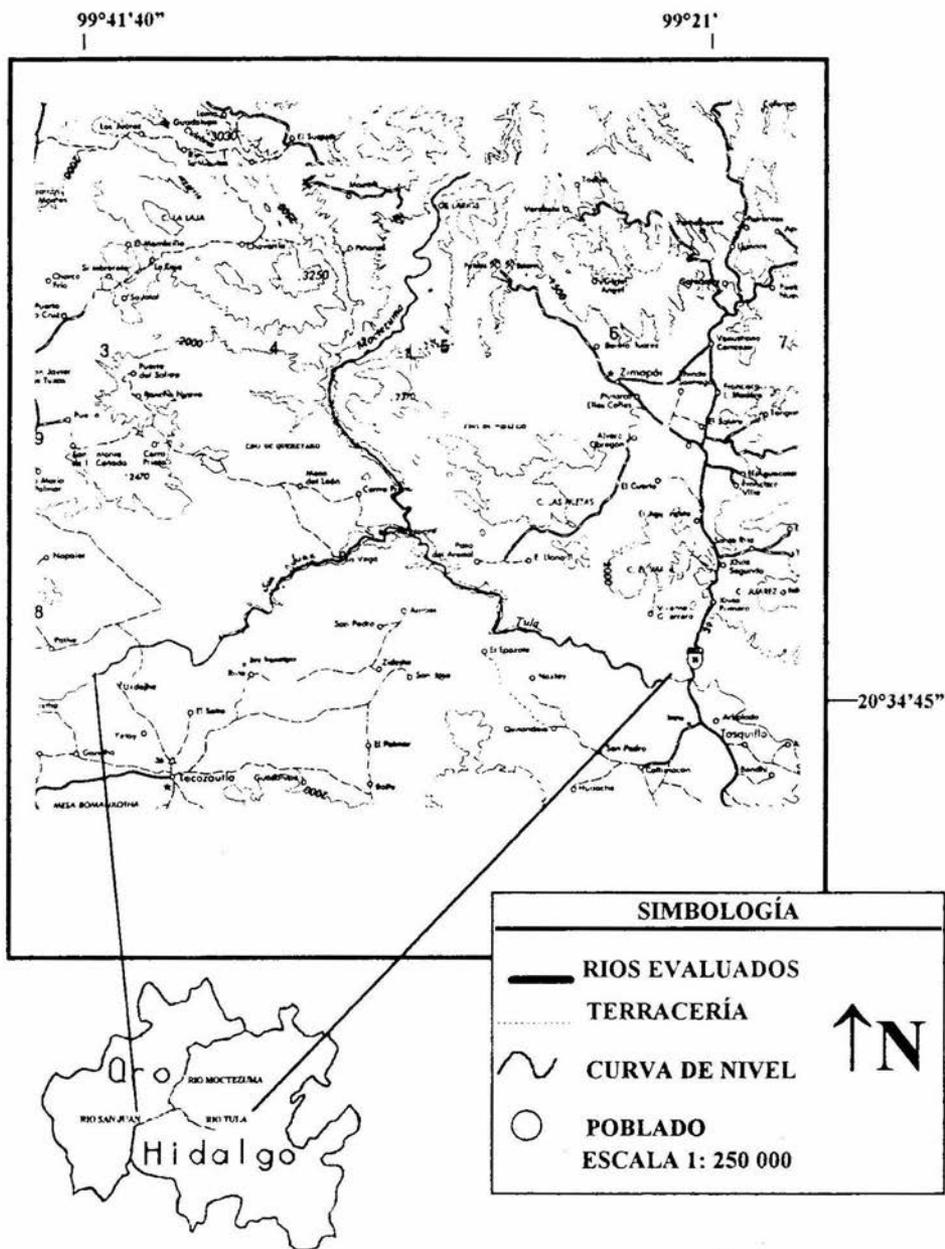


FIGURA No. 1 UBICACIÓN REGIONAL DEL AREA DE ESTUDIO

## 2. FISIOGRAFÍA

El área de estudio se encuentra involucrada en los límites de las provincias Fisiográficas de la Sierra Madre Oriental y del Eje Neovolcánico Transversal.

La porción norte del área de estudio, pertenece a la provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, caracterizada por la orientación Noroeste - Sureste que presentan sus cumbres, las rocas que forman esta Provincia son carbonatadas, y las sierras se encuentran separadas por amplios valles que se desarrollan sobre lutitas y areniscas.

De forma específica, el área de estudio, se ubica en la Subprovincia del Carso Huasteco, que se caracteriza por ser una sierra plegada, con la particularidad de presentar rasgos de un carso mayor en toda su extensión y un fuerte grado de disección (desarrollo importante de cañones), por la acción de los ríos que fluyen en ella. Sus cumbres más elevadas se localizan en el norte de Zimapán, Hidalgo y exceden los 2000 m s.n.m., en este caso se encuentran el Cerro de los Lirios con 2300 m s.n.m. y la Sierra del Doctor (C.F.E., 1989).

Dentro del Carso Huasteco, se localiza el río Moctezuma, que entra a la subprovincia por el oeste de Zimapán, Hidalgo, y que atraviesa la sierra por un profundo cañon, que en la zona de estudio tiene su nivel inferior a los 960 m s.n.m., y sus paredes alcanzan los 2200 m s.n.m.

Por otra parte, el Eje Neovolcánico es la Provincia Fisiográfica dentro de la cual, corren los ríos San Juan y Tula en su porción correspondiente al presente estudio.

Esta provincia se caracteriza como una enorme masa de rocas volcánicas de todos los tipos, acumulada en innumerables y sucesivas etapas desde el Terciario.

En particular el área de estudio, se encuentra comprendida dentro de la Subprovincia de Las Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo, que se extiende en sentido Oeste - Este desde la ciudad de Querétaro, hasta Pachuca, Hidalgo.

En este mismo sentido presenta un corredor de lomeríos bajos y llanuras, éste queda encerrado por sistemas de sierras, mesetas y lomeríos, casi todos de origen volcánico, que exceden los 2000 m s.n.m.

Al Noreste de San Juan del Río, en una meseta asociada con lomeríos, se inicia el cañon del río Moctezuma, límite natural entre los estados de Hidalgo y Querétaro. (Síntesis Geográfica del Estado de Hidalgo, 1992)

### 3. GEOLOGÍA.

La geología histórica de la Sierra Madre Oriental, indica que a fines del Cretácico y principios del Terciario se inició un proceso orogénico que produjo el plegamiento y desplazamiento de la secuencia Mesozoica, dando como resultado la construcción de la Sierra Madre Oriental, constituida por pliegues anticlinales y sinclinales además de fallas inversas.

Mediante procesos geomorfológicos subsecuentes, se ha modificado la estructura original del relieve, en este caso, se encuentran los deslizamientos de masas rocosas propiciados por gravedad y las alteraciones provocadas en las rocas por el agua, de ésta forma se han profundizado grandes cañones por donde corren las corrientes más importantes del Estado de Querétaro.

La provincia de la Sierra Madre Oriental, en la que se localiza el río Moctezuma, está constituida litológicamente por rocas volcánicas del Terciario y Cuaternario, que incluyen diversos tipos y texturas, que en conjunto forman un extenso paquete de rocas que datan del Mesozoico. Las rocas que afloran en la región son marinas y continentales. Las rocas Mesozoicas, del área de estudio, pertenecen a cuatro formaciones: El Doctor y Formación Tamaulipas Superior, ambas del Cretácico Inferior, Trancas del Jurásico Superior y Cretácico Inferior, y la formación Soyatal del Cretácico Inferior, las Formaciones Mesozoicas están cubiertas por sedimentos continentales del Terciario Inferior y rocas volcánicas del Terciario y Cuaternario. Las rocas más antiguas pertenecen al Cretácico Superior y están representadas por la alternancia de calizas y lutitas de la Formación Soyatal.

El relieve original del Eje Neovolcánico, en el cual se insertan los ríos San Juan y Tula, fue generado en el Terciario y Cuaternario por la continuidad de fenómenos de volcanismo composición ácida (riolitas, tobas ácidas e ígnimbritas), este relieve se sobrepuso al antiguo relieve de rocas sedimentarias del Mesozoico, que tiene correlación con las que afloran en la Sierra Madre Oriental; pero fue modificado por el desarrollo de fenómenos de dislocación, como son fallas y fracturas que diseñaron el drenaje de esta zona.

Las rocas que afloran son de tipo volcánico del Cenozoico y Pleistoceno, principalmente andesitas, basaltos, riolitas y sus tobas. Las rocas que constituyen la región son principalmente ígneas extrusivas de tipo ácido, como riolitas y tobas entrecaladas. Su morfología se caracteriza por una serie de extensas mesetas piroclásticas y domos riolíticos, que algunas veces se encuentran cubiertos de derrames basálticos (Síntesis Geográfica del Estado de Hidalgo, 1992 y Palacios, 1982)

#### 4. EDAFOLOGIA.

De acuerdo a las cartas edafológicas de las regiones de Tecozautla (F-14-C-68) y Tequisquiapan (F-14-C-67) de los estados de Querétaro e Hidalgo, editadas por DETENAL-INEGI (1973), así como al Anexo cartográfico de la Síntesis Geográfica del Estado de Hidalgo, la unidad edáfica que ocupa la mayor superficie del área de estudio son los Feozems y en las porciones aledañas se encuentran los Litosoles y Rendzinas.

Por otra parte, los diferentes tipos de suelos presentes tienen alto contenido de carbonatos, derivados de calizas por la acción de la precipitación y la temperatura. Por lo que su presencia y desarrollo está condicionado por el material parental y el clima.

La descripción de cada unidad edáfica, se realiza a continuación:

##### **Litosoles (I)**

Son suelos azonales, poco desarrollados y muy someros, están limitados por roca dura dentro de los primeros 10 cm de profundidad, están formados por roca poco intemperizada o por fragmentos de roca, con frecuentes afloramientos de roca desnuda, son suelos minerales y ácidos. Normalmente se encuentran asociados con Feozems y Regosoles.

##### **Feozem (H)**

Son suelos zonales ricos en materia orgánica y nutrientes, toleran exceso de agua por lo que se les encuentra asociados directamente al lecho del río San Juan. El tipo particular en la zona es el Feozem háplico que son suelos de fertilidad moderada y permeables, su color es oscuro y presenta un horizonte A mólico que se caracteriza por contener más del 1.0% de materia orgánica, la cual decrece con la profundidad, saturación de bases mayor del 50% y el horizonte B presenta acumulación de arcilla.

##### **Rendzina (E)**

Las rendzinas se distribuyen ampliamente en la zona. Son suelos someros, de desarrollo moderado, de colores oscuros y pardo rojizos, y con un enriquecimiento secundario de más de 40% de carbonatos. Sobreyacen directamente a calizas y/o materia carbonatada, que determinan fases líticas petrocálcica y dúricas. Se asocian con Litosoles y Feozem, de origen residual y aluvial, respectivamente, así como a Luvisoles.

## 5. HIDROLOGÍA.

El área de estudio se localiza en la Región Hidrológica No. 26 que se considera una de las más importantes del país en cuanto a su superficie y volumen de escurrimiento. La SARH la divide en dos zonas: la del Alto Pánuco, integrada por las cuencas de los ríos Tula y San Juan y la del Bajo Pánuco, constituida por los ríos Estorax, Bajo Amajac, Moctezuma, Tapaón y Pánuco.

Las únicas corrientes permanentes dentro del área de estudio son los ríos San Juan, Tula y Moctezuma. Existen arroyos de pequeñas dimensiones que confluyen a los diferentes ríos de la zona, durante la época de avenidas.

El río Tula conocido como San Jerónimo en sus orígenes, es el colector general de la Región Hidrológica del Alto Pánuco, este río comprende 6 600 km<sup>2</sup> de cuenca desde su inicio hasta la confluencia con el río San Juan. Sus principales tributarios son el arroyo Michimaloya, Salado, Actopan y Alfajayucan, que se localizan fuera del estudio. La cuenca del río Tula se localiza entre los paralelos 19° 36' y 20° 41' de latitud Norte y los meridianos 98° 41' y 99° 41' de longitud Oeste, teniendo una disponibilidad de agua superior a los 327 millones de m<sup>3</sup> anuales, misma que es aprovechada en la agricultura e industria principalmente (INEGI, 1986). Sobre el cauce del río Tula se localizan las presas Taxhimay, Requena y Endho y en su cuenca de captación las presas Gobernador Vicente Aguirre y Javier Rojo Gómez, (INEGI, 1992).

El río San Juan constituye una cuenca de menores dimensiones que la del Tula. desde sus orígenes hasta la confluencia con el río Tula es alimentado por diversos afluentes (cinco por su margen derecha y siete por su margen izquierda) constituidos algunos de ellos por pequeñas corrientes de agua intermitentes. Sobre este río se encuentran las presas Constitución de 1917, Centenario y Paso de Tablas.

El río Moctezuma tiene su origen en la confluencia de los ríos Tula y San Juan en el cañon del Infiernillo, sitio donde se ubicará la cortina de la futura presa Hidroeléctrica Zimapán, comprende una gran cuenca que desemboca en el Golfo de México, entre los límites de los estados de Veracruz y Tamaulipas. (Figura No.1)

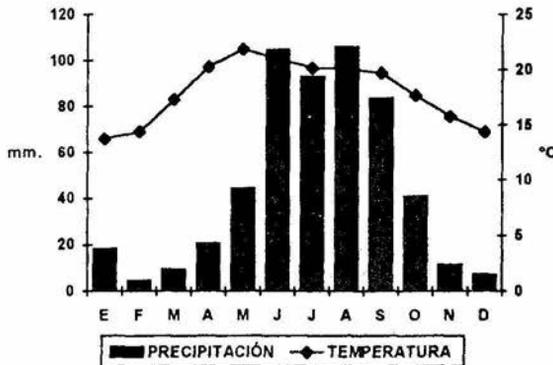
**6. CLIMA.**

La referencia al factor clima, se basa en los datos proporcionados, por las estaciones meteorológicas cercanas a la zona de estudio. Por una parte se encuentran los datos obtenidos por la estación climatológica No. 19. Presa Paso de Tablas, período 1948-1970, con base en la Clasificación de climas de Köepen, modificado por García (1988) el clima predominante es del tipo semiseco BS1hw(e)gw", que significa seco o árido con régimen de lluvias en verano, con un cociente P/T mayor a 22.9; es el menos seco de los BS.

La h, se refiere a la temperatura media anual que oscila entre 18 y 22 °C; la del mes más frío se encuentra por debajo de los 18°C. El símbolo w, designa u régimen de lluvias en verano con por lo menos diez veces mayor cantidad de lluvias , en el mes más caliente que en el mes más seco. En cuanto a la oscilación entre los valores anuales de las temperaturas medias anuales, se tiene para la zona una oscilación extrema (e). El mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano; por último w" se refiere a que la estación más seca es el invierno.

Con base en los registros históricos de precipitación y temperatura, registrados para la Estación Presa Paso de Tablas, se construyo el climograma que se presenta a continuación y que enfatiza de forma gráfica los aspectos comentados anteriormente.

**GRÁFICA No.1**  
**Climograma Estación Presa Paso de Tablas.**



Por su parte la Estación climatológica Rancho Nuevo, Qro, localizada en la localidad del mismo nombre y que se ubica en la porción central de la zona de estudio, proporcionó, durante la época de realización del estudio los siguientes datos:

Tipo climático de la región corresponde de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1973) es BS hwg, es decir seco estepario con un corto período de lluvias en verano, temperatura media anual superior a los 18°C; estación más seca en invierno, y con el mes más cálido antes del solsticio de verano.

Temperatura media anual	21.9 °C
Temperatura máxima extrema anual	38.8 °C
Temperatura mínima extrema anual	9.1 °C

En cuanto a precipitación el período húmedo corresponde a mayo-septiembre, registrándose una lámina de 341 mm. El período seco abarca desde octubre hasta abril, mientras que la máxima precipitación ocurre en los meses de mayo a junio.

Por su parte, en la zona correspondiente al río Moctezuma, el rango de altitud se encuentra en los 960 m s.n.m., y es sobresaliente la presencia fisiográfica del Cañón del río, la temperatura promedio anual alcanza los 25.2° C, De acuerdo a la Síntesis Geográfica del Estado de Hidalgo, (1992) en esta zona se presenta un clima denominado como semiseco semicálido.

## JUSTIFICACIÓN

A partir del Diagnóstico Preliminar del Ambiente Natural y de la Manifestación de Impacto Modalidad Intermedia elaborado por la Comisión Federal de Electricidad - Área de Ecología e Impacto Ambiental Zimapán, se señaló la conveniencia de realizar diferentes estudios ecológicos, en el área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Zimapán, encaminados, todos ellos, a la mitigación del impacto ambiental ocasionado por el proyecto

Bajo este contexto, se planteó el estudio **ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN ACUÁTICA Y RIPARIA DE LOS RÍOS SAN JUAN, TULA Y MOCTEZUMA, EN LOS ESTADOS DE HIDALGO Y QUERÉTARO, MÉXICO**, con los siguientes objetivos:

## OBJETIVOS

- ♦ Describir la vegetación acuática y riparia que se establece en los ríos San Juan, Tula y Moctezuma en la zona de influencia del P.H. Zimapán.
- ♦ Conocer las propiedades estructurales, ecológicas (índice de valor de importancia e índice de diversidad) y florísticas de dichas comunidades.
- ♦ Generar medidas de mitigación, con respecto al factor vegetación acuática y riparia, al impacto ocasionado por la construcción del Proyecto.
- ♦ En este sentido, servir como material de referencia para posteriores estudios ecológicos de la zona y áreas similares.

## META

- ♦ Conocer las variaciones de la vegetación acuática y riparia establecidas en el área de influencia del P. H. Zimapán, así como sus propiedades estructurales, florísticas y ecológicas, tanto de la vegetación como de cada una de las variaciones encontradas.

## MATERIAL Y MÉTODOS.

La realización del estudio comprendió diferentes fases de trabajo, las cuales se describen con detalle a continuación:

### FASE I. UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO

Las condiciones topográficas del área de estudio limitan el acceso a los diferentes ríos, ante esta situación el muestreo se dirigió a aquellas localidades con posibilidades, permanentes a lo largo del año, de acceso seguro.

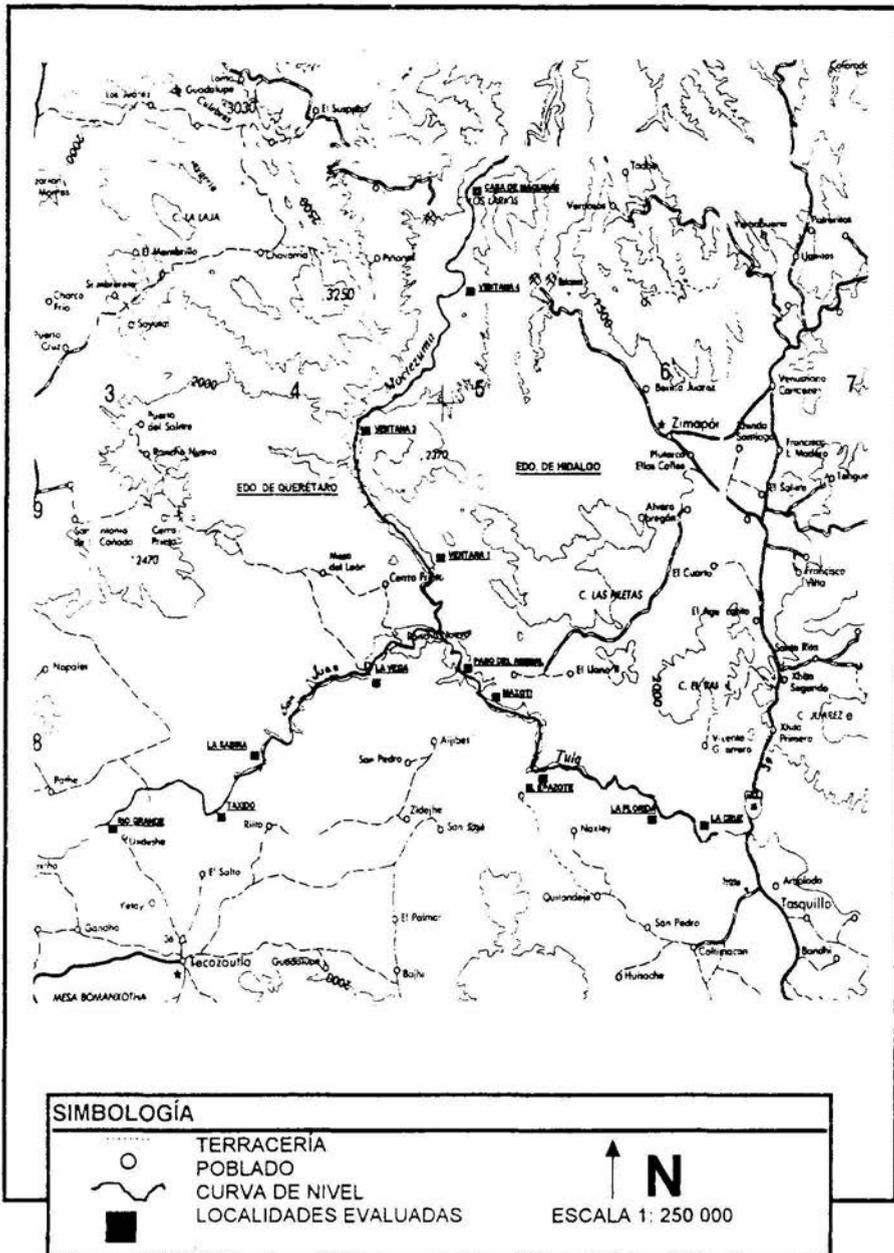
Conjuntando los tres ríos, se ubicó un total de 11 localidades, (Figura No. 2) de las cuales, a continuación, se da su localización geográfica aproximada, incluyendo altitud.

CUADRO No.2 LOCALIDADES DE MUESTREO

RÍO SAN JUAN	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	ELEVACIÓN (m s.n.m)
Río Grande	20 ° 34'	99 ° 41'	1560'
Taxido	20 ° 35'	99 ° 38'	1500'
La Sabina	20 ° 37'	99 ° 35'	1470'
La Vega	20 ° 39'	99 ° 32'	1420'
<b>RÍO TULA</b>			
La Cruz	20 ° 35'	99 ° 21'	1570'
La Florida	20 ° 36'	99 ° 23'	1550'
El Epazote	20 ° 37'	99 ° 27'	1460'
Maxoti	20 ° 38'	99 ° 30'	1390'
Paso del Arenal*	20 ° 38'	99 ° 30'	1390'
<b>RÍO MOCTEZUMA</b>			
Ventana 1	20 ° 41'	99 ° 30'	1320'
Ventana 3	20 ° 46'	99 ° 31'	1120'
Ventana 4	20 ° 47'	99 ° 29'	1120'
Casa de Máquinas	20 ° 51'	99 ° 28'	960'

\* En un par de ocasiones, fue necesario realizar el muestreo en estas localidades, debido a la imposibilidad de acceso hacia las localidades originales.

FIGURA No. 2. UBICACIÓN DE LAS LOCALIDADES DE MUESTREO



## FASE II. CAMPO

Esta fase se llevó a cabo mediante muestreos trimestrales, seleccionando en cada muestreo un sitio, en cada una de las localidades, para sumar al final del estudio, un total de 74 sitios evaluados.

### MÉTODO DE MUESTREO

Se utilizó un método de área (cuadrados) para obtener las variables cuantitativas de cada sitio evaluado. El área utilizada, en cada sitio, fue 100 m<sup>2</sup> para el estrato arbóreo y arbustivo y, de 1 m<sup>2</sup> para el estrato herbáceo. Para la vegetación acuática y riparia, cuando se encontraba presente, se realizaba un cuadrante de 1 m<sup>2</sup>.

En campo se obtuvieron los siguientes parámetros:

1. La **densidad**, de cada una de las especies presentes, la cual se define como el número de individuos de la especie en el área muestreada (Brower, 1981).
2. La **forma biológica** de los individuos, utilizando las formas propuestas por Raunkier, (1934), citado por Kershaw, (1985).

Estas formas son:

- F** : Fanerófitos, que son aquellos elementos arbóreos existentes en el área.
- E** : Epífitos, Incluye a los elementos vegetales que se desarrollan sobre la superficie de otro elemento vegetal.
- Ch**: Caméfitos, que son aquellos elementos vegetales cuyas yemas de renuevo se encuentran por encima de la superficie del terreno.
- H** : Hemicriptófito, son aquellos elementos vegetales, en los cuales las yemas de renuevo se encuentran a nivel del terreno.
- C** : Criptófito, con tres categorías:  
**G** : Geofito, sus yemas de renuevo se encuentran por debajo del terreno.  
**He**: Helófito, elementos vegetales ligados a suelos saturados de agua.  
**Hi** : Hidrófito, elementos estrictamente acuáticos.

- 3) **Cobertura**; se consideró, para el estrato arbóreo y arbustivo, como la porción de terreno ocupada por una proyección perpendicular hacia el terreno de las partes aéreas de la planta. Para el estrato herbáceo y acuático, se expreso en porcentaje de área evaluada ocupada por el estrato.
- 4) Como un carácter descriptivo, se observaron características de la vegetación que dan idea de la estructura de las comunidades vegetales, dichas características son:

**Repartición**, que se refiere a la distribución de los organismos en el terreno.

**Sociabilidad**, que es la cualidad de los individuos de crecer cercanos entre si y

**Vigor**, considerando que el vigor individual determina la condición de los estratos y estos su vez el de la vegetación.

Asimismo, se describió cada uno de los sitios evaluados, enfatizando aspectos fisonómicos, tipo de perturbación al que se ve sometida la vegetación, así como las características generales del río y del sustrato.

- 5) Se **determinó** a las especies presentes en cada uno de los sitios. Los ejemplares botánicos no reconocidos en campo, se colectaron en estado de floración y/o fructificación, realizando la corroboración en el Herbario del Área de Ecología e Impacto Ambiental.

Paralelamente al desarrollo de este trabajo, el AEIA-Z, realizó el inventario florístico de la vegetación acuática y riparia.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Los ejemplares colectados y corroborados se encuentran depositados en el Herbario de la E.N.E.P Iztacala, UNAM (IZTA) y en el Herbario del Instituto de Ecología. Centro Regional del Bajío.

### FASE III GABINETE.

Esta fase consistió en la obtención de los parámetros que se detallan a continuación:

**Densidad relativa por estrato**, que se define como la proporción del número de individuos de un estrato dado ( $n_i$ ) con respecto al número total de individuos de todas las especies ( $\Sigma n$ ) presentes en el sitio evaluado, su fórmula es la siguiente:

$$Dr_e = \frac{n_i}{\Sigma n} \times 100$$

donde,  $Dr_e$  = densidad relativa, (Matteuci, 1982)

**Frecuencia relativa por estrato**, definida como la proporción de aparición de un estrato ( $f_i$ ) con respecto a todos los presentes en el sitio evaluado ( $\Sigma f$ ):

$$fr_e = \frac{f_i}{\Sigma f} \times 100$$

donde,  $fr_e$  = frecuencia relativa, (Matteuci, 1982)

**Cobertura relativa por estrato**, es la suma de coberturas de todas las especies que lo componen ( $c_i$ ) y en este caso se expresa como una proporción de las coberturas de todos los estratos, ( $\Sigma c$ ); su fórmula es la siguiente:

$$cr_e = \frac{c_i}{\Sigma c} \times 100$$

donde,  $cr_e$  = cobertura relativa, (Matteuci, 1982)

Los valores de  $Dr_e$ ,  $cr_e$  y  $fr_e$  se utilizaron para calcular el **Índice de Valor de Importancia, (I.V.I.)**, para cada uno de los estratos que componen la vegetación.

El índice de valor de importancia, calculado para cada estrato, brinda la siguiente información:

- ♦ Representa el grado de importancia que tiene tal o cual estrato de la vegetación riparia al compararlo con los estratos restantes.
- ♦ El predominio de determinado estrato brinda, generalmente, un carácter determinante a la fisonomía de la vegetación.

La fórmula utilizada es la siguiente:

$$IVI = Dr_e + fr_e + cr_e$$

donde:

IVI Índice de valor de importancia por  $fr_e$  frecuencia relativa estrato.

$Dr_e$  Densidad relativa.

$cr_e$  cobertura relativa

El **Espectro Biológico** de la vegetación acuática y riparia, se obtuvo con base en los datos obtenidos en campo, referentes a las formas biológicas presentes.

La **diversidad** de cada sitio evaluado se obtuvo mediante el índice de diversidad de Simpson, 1949 (Citado en Krebs, 1985), calculado con base en la abundancia de las especies para cada uno de los sitios.

La fórmula utilizada es la siguiente:

$$S = 1 - \sum_{i=1}^s (p_i)^2$$

en donde:

$S$  = índice de diversidad de Simpson.

$P_i$  = representa la proporción de individuos de la especie  $i$  en el sitio

Se utilizó este índice considerando que concede relativamente poca importancia a las especies no abundantes y mayor significado a las que sí lo son, lo que es acorde con el criterio de designar las comunidades vegetales con base en las especies dominantes.

### DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN.

La vegetación acuática y riparia se describió **fisonómicamente**, utilizando para ello el criterio de Rzedowski, 1981; que caracteriza las comunidades vinculadas al medio acuático y a las estrictamente acuáticas de acuerdo a la forma biológica predominante.

Por otra parte, la descripción de la vegetación se abordó desde un punto de vista cuantitativo, mediante la elaboración de un **análisis clasificatorio** de los sitios evaluados, considerando la ausencia-presencia de las especies.

El procedimiento utilizado fue el realizar un análisis de similitud de Jaccard y el método de agrupación del vecino más cercano (promedios no ponderados), para realizar un análisis clasificatorio entre los sitios evaluados, utilizando como variable la composición florística (Matteuci, 1982).

De esta forma se evidenciaron las diferencias de composición florística que presenta la vegetación acuática y riparia, formando grupos discretos a los cuales se les ha llamado **ASOCIACIONES**.

Los grupos resultantes de este criterio formal de clasificación, se reforzaron con las características cualitativas evaluadas y con las descripciones realizadas.

## RESULTADOS.

El estudio se realizó durante un período de dos años a través de los cuales, y mediante muestreos trimestrales, se obtuvo la evaluación de 74 sitios a lo largo de los tres ríos. La distribución de dichos sitios corresponde a: 28 ubicados en localidades del río Tula; 27 de ellos en localidades del río San Juan y los restantes 19 sitios a localidades ubicadas en el río Moctezuma.

### TAMAÑO DE LA MUESTRA

La significancia estadística del tamaño de la muestra obtenido se valoró mediante un gráfico, en el cual se manifiesta el decremento progresivo en el número de nuevas especies encontradas conforme se avanzó en el estudio (Gráfica No.2). Lo anterior, afirma la validez de la muestra, para dar resultados y realizar el análisis de la vegetación acuática y riparia del Proyecto Hidroeléctrico Zimapán.



El área total evaluada, mediante el método descrito, representa un total de 7,400 m<sup>2</sup>, de la ribera de los tres ríos considerados en el estudio.

El listado florístico utilizado en este estudio, se restringe al obtenido exclusivamente en los sitios de muestreo, por lo tanto no se le considera exhaustivo, ni definitivo de la zona, este listado se compone de 121 especies distribuidas en 61 familias botánicas (Anexo No.1). El listado definitivo, de este tipo de vegetación, se encuentra en Rangel (1995).

## COMUNIDADES

Utilizando el criterio fisonómico de Rzedowski, (1981), que se basa en la forma biológica predominante dentro de las comunidades, se distinguieron dentro del área de estudio siete **COMUNIDADES VEGETALES**, de las cuales se obtuvo su riqueza específica, que se muestra en el Cuadro No.3, que se presenta a continuación:

CUADRO No.3

CLAVE	COMUNIDAD	RIQUEZA ESPECIFICA
VS	VEGETACIÓN SECUNDARIA	93
BG	BOSQUE DE GALERÍA	87
CHA	COMUNIDAD HERBÁCEA ANFIBIA	66
ME	MATORRAL ESPINOSO	9
CAF	COMUNIDAD ACUÁTICA FLOTANTE	7
CAS	COMUNIDAD ACUÁTICA SUMERGIDA	4
T y C	TULAR Y CARRIZAL	3

## ASOCIACIONES

Por otra parte, utilizando el análisis numérico de clasificación, (teniendo como variable la riqueza específica), se reconocen dentro de éste tipo vegetacional, cinco variables estructurales y fisonómicas, a las cuales en el presente estudio se les ha llamado **ASOCIACIONES**,<sup>2</sup> ya que involucran generalmente la unión de dos o más de las comunidades descritas con anterioridad.

<sup>2</sup> Se considera el término "asociación" en el sentido más simple y concreto de "asociación de determinadas especies, que pueden tener uno o más dominantes fisonómicos" en términos generales como se usa en la escuela norteamericana.

Las ASOCIACIONES, que se identificaron utilizando el análisis clasificatorio, a partir de la matriz de ausencia-presencia de las especies (Anexo No. 2), son:

- ◆ BOSQUE DE GALERÍA CON COMUNIDADES HERBÁCEAS ANFIBIAS Y ACUÁTICAS
- ◆ BOSQUE DE GALERÍA CON DOMINANCIA DE Taxodium mucronatum
- ◆ BOSQUE DE GALERÍA CON DOMINANCIA DE Salix chilensis
- ◆ BOSQUE DE GALERÍA CON DOMINANCIA DE ELEMENTOS SUBARBÓREOS
- ◆ MATORRAL ESPINOSO

### CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA VEGETACIÓN

#### ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA POR ESTRATO

Para cada una de las asociaciones se calculó el valor promedio de cada uno de los estratos. En el Cuadro No.4, se muestran los valores obtenidos.

CUADRO No. 4 VALOR DE IMPORTANCIA OBTENIDO POR ESTRATO  
VALORES PROMEDIOS

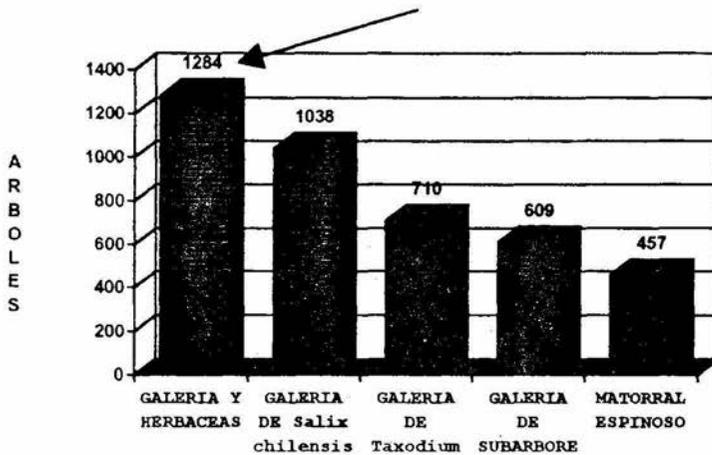
	BG-Herbáceas Anfibias y Acuáticas.	BG-Salix chilensis	BG-Taxodium mucronatum	BG-elementos subarbóreos	Matorral espinoso
ESTRATO ARBÓREO	81.30	126.76	128.69	89.27	119.27
ESTRATO ARBUSTIVO	102.42	78.13	88.41	79.24	115.84
ESTRATO HERBÁCEO (INCLUYE ACUÁTICO)	125.35	144.33	121.86	126.30	117.33

### DENSIDAD ARBÓREA.

Se calculó, con base en el número de sitios, en que se encontró cada asociación, la densidad arbórea de cada una, la cual se presenta en la siguiente gráfica.

GRÁFICA No. 3

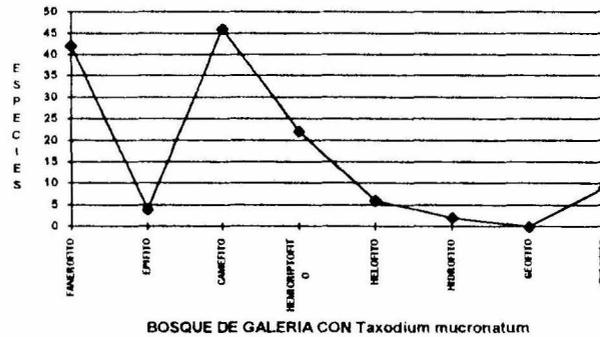
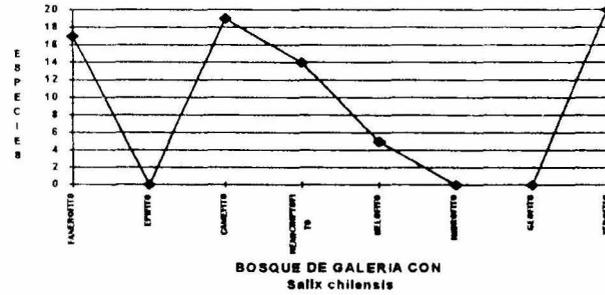
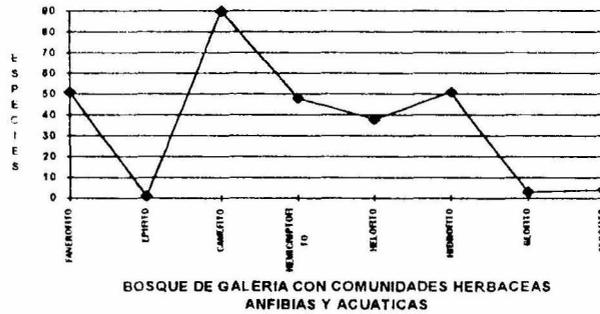
DENSIDAD ARBÓREA (IND./Ha.) POR ASOCIACION

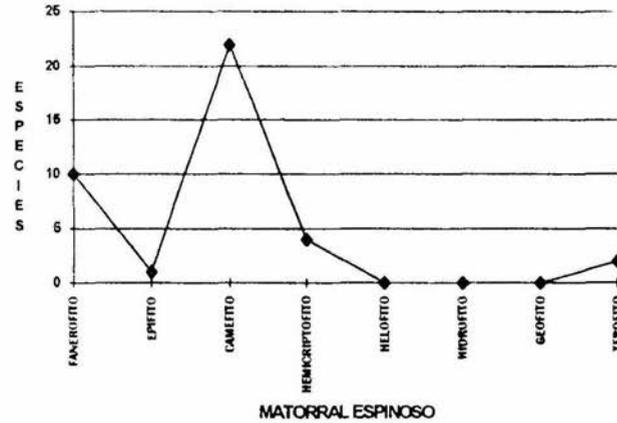
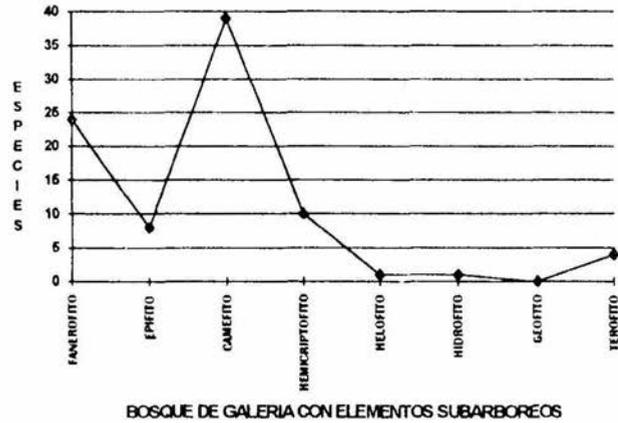


### ESPECTRO BIOLÓGICO.

Se calculó para cada una de las Asociaciones y se presenta en las gráficas a continuación:

GRÁFICA 4  
ESPECTRO BIOLÓGICO POR ASOCIACIÓN.



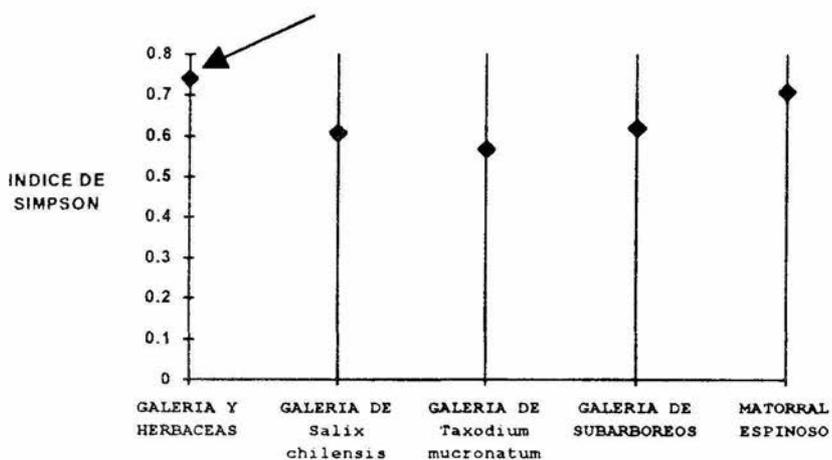


**DIVERSIDAD.**

Se calculó mediante el índice propuesto por Simpson, (1946) y la gráfica resultante es la siguiente:

**GRÁFICA 5**

INDICE DE DIVERSIDAD POR ASOCIACION



## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### DEFINICIÓN.

Con base en los resultados obtenidos, se considera, en el área de estudio, vegetación acuática y riparia a *"El tipo vegetacional que se establece en la margen de las corrientes y a la estrictamente acuática, es un tipo de vegetación muy variable estructural y fisonómicamente; su estructura se encuentra condicionada fuertemente por factores hidrológicos, así también por factores físicos como son topografía, rocosidad, tipo de playa, gasto y corriente de los ríos, además de la altitud y el clima que conjuntamente le otorgan características particulares que le permiten diferenciarse de la vegetación de las áreas contiguas"*, esta definición corresponde al concepto de vegetación acuática y subacuática de Rzedowski, (1981). y que Sánchez (1986), considera como sinónimo de vegetación en galería.

### COMUNIDADES VEGETALES QUE COMPONEN LA VEGETACIÓN ACUÁTICA Y RIPARIA.

Se distinguieron siete **COMUNIDADES VEGETALES**: Vegetación secundaria (93 spp.); Bosque de galería, (87 spp.); Comunidad herbácea anfibia, (66 spp.); Matorral espinoso, (9 spp); Comunidad acuática flotante, (7 spp.); Comunidad acuática sumergida, (4 spp.) y Tular y carrizal (3 spp.).

Descripción de comunidades:

**VEGETACIÓN SECUNDARIA:** Esta comunidad vegetal originada por la perturbación propia de la presencia humana, tiene como característica particular la abundancia de unas cuantas especies que prosperan en los sitios de disturbio y que pueden llegar, a través de un proceso conocido como sucesión secundaria, a favorecer la aparición de vegetación natural.

En el área de estudio, es común que extensas áreas, en la ribera de los ríos, se encuentren ocupadas por poblaciones de Baccharis salicifolia, Senecio salignus y Ricinus communis, principalmente.

**BOSQUE DE GALERÍA:** Bajo este término se enmarca aquella comunidad arbórea, que se establece en la ribera de las corrientes permanentes y semipermanentes. Se compone principalmente de elementos como Taxodium mucronatum, Salix chilensis, en las regiones templadas y algunos como Pithecellobium dulce en las regiones más cálidas.

**COMUNIDAD HERBÁCEA ANFIBIA:** Esta comunidad comprende un gran número de plantas herbáceas que viven arraigadas en el fondo de depósitos, en corrientes de agua poco profundos o se desarrollan en suelos que permanecen la mayor parte del tiempo húmedos; como característica principal una parte importante de su cuerpo emerge al medio terrestre;

**MATORRAL ESPINOSO:** Es una comunidad de tipo arbustivo, en la cual sus elementos dominantes corresponden al género Prosopis y alcanzan alturas de 3 m aproximadamente. Su característica principal es la presencia de elementos vegetales de afinidades xerófitas.

**COMUNIDAD ACUÁTICA FLOTANTE:** Esta comunidad agrupa aquellas plantas que se encuentran flotando libremente sobre la superficie del agua, pudiendo estar enraizadas al fondo, o no estarlo. En el área de estudio, llegan a formar masas densas sobre la superficie del cuerpo de agua dificultando el paso de luz solar hacia el fondo. En la zona este comportamiento lo presentan principalmente elementos como Lemna obscura y de Eichhornia crassipes.

**COMUNIDAD ACUÁTICA SUMERGIDA:** Se encuentran agrupadas dentro de esta comunidad, aquellas plantas que se mantienen por debajo de la superficie del agua, pudiendo estar arraigadas al fondo o encontrarse por completo desprovistas de órganos de fijación. Las flores de los individuos de estas especies normalmente salen a la superficie; ejemplo de esta comunidad es Potamogeton pectinatus.

A partir, de la descripción de las comunidades vegetales, identificadas en el área, destacan los siguientes aspectos:

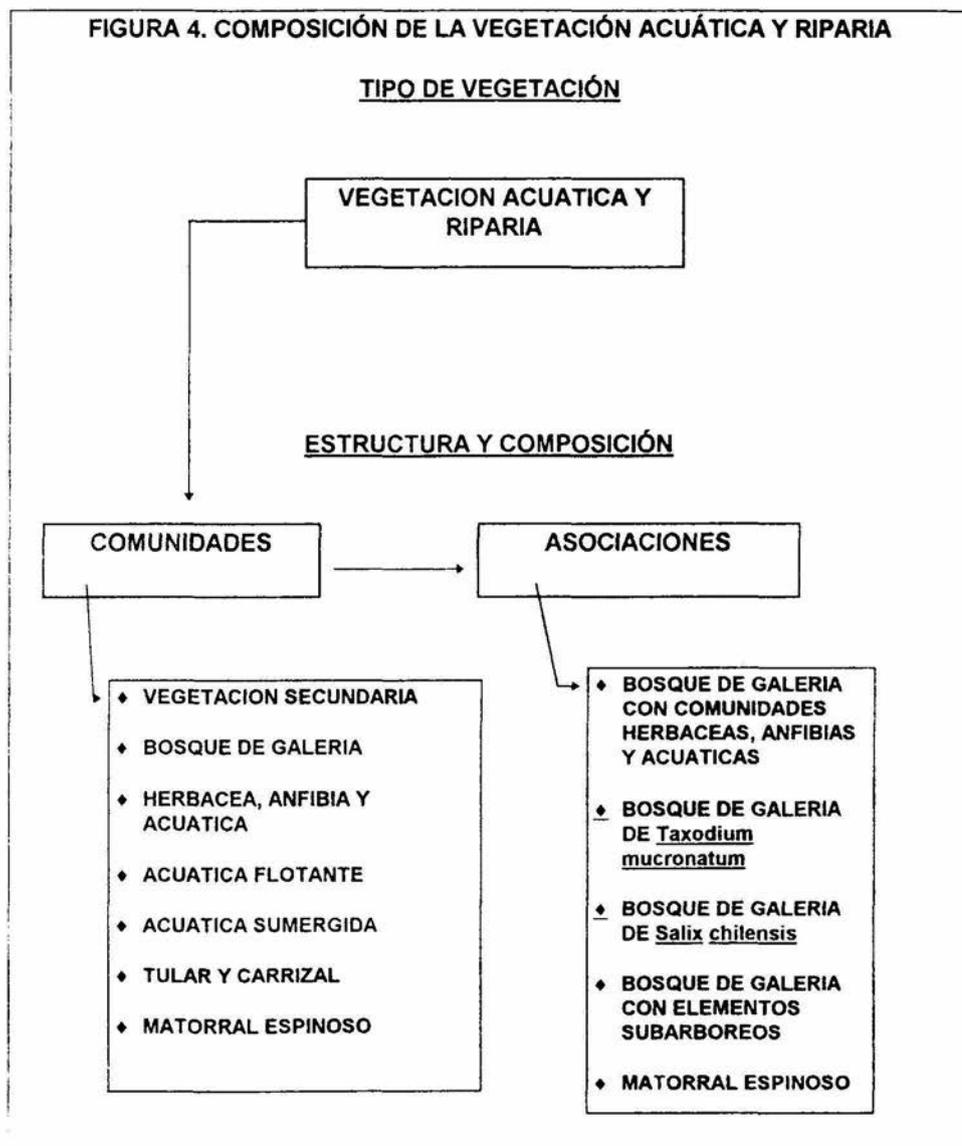
1. Existe un predominio de elementos pertenecientes a la vegetación secundaria; esto da idea del elevado grado de impacto que han tenido las actividades humanas sobre la vegetación acuática y riparia con la introducción de elementos indicadores de perturbación a las comunidades naturales.
2. Las comunidades identificadas no forman unidades discretas en el espacio, por el contrario se encuentran en continuidad y sobreposición espacial, de tal manera que en su conjunto forman un tipo vegetacional complejo al que se le denomina **vegetación acuática y riparia**.

Ante esta sobreposición espacial, de las comunidades, se requirió de un instrumento que permitiera la discriminación objetiva entre las variaciones vegetacionales encontradas. De esta forma se utilizó como herramienta el análisis clasificatorio que permitió obtener grupos discretos de unidades vegetacionales, caracterizados por su riqueza a nivel específico y enriqueciendo su descripción con la características estructurales evaluadas como el vigor, la sociabilidad y la repartición.

Lo anterior, permitió jerarquizar niveles dentro de la vegetación acuática y riparia, enfatizando de ésta manera la estructura y la complejidad que posee este tipo de vegetación.

De ésta forma, cada una de las asociaciones que se describirán a continuación es una entidad que ocupa un lugar en el espacio y que imprime la fisonomía al paisaje y es en ellas donde se reflejan los cambios o procesos estructurales que cíclicamente suceden en la vegetación acuática y riparia.

FIGURA 4. COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN ACUÁTICA Y RIPARIA



## ASOCIACIONES DE LA VEGETACIÓN ACUÁTICA Y RIPARIA

Se identificaron, en el área de estudio, mediante el análisis clasificatorio las siguientes asociaciones:

- ◆ BOSQUE DE GALERÍA CON COMUNIDADES HERBÁCEAS ANFIBIAS Y ACUÁTICAS
- ◆ BOSQUE DE GALERÍA CON DOMINANCIA DE Taxodium mucronatum
- ◆ BOSQUE DE GALERÍA CON DOMINANCIA DE Salix chilensis
- ◆ BOSQUE DE GALERÍA CON DOMINANCIA DE ELEMENTOS SUBARBÓREOS
- ◆ MATORRAL ESPINOSO

Las cuatro asociaciones primero enlistadas, corresponden a variaciones del concepto bosque de galería, que Rzedowski (1981) señala como un término amplio. Bajo este término se enmarcan aquellos tipos vegetacionales de tipo arbóreo o subarbóreo, cuya característica básica es que se desarrollan a lo largo de corrientes de agua permanentes, siendo su variación principal cambios en su estructura y dominante fisonómico.

La asociación restante, Matorral espinoso, responde más bien a una comunidad de tipo arbustivo, con un dominante fisonómico claro (Prosopis laevigata), cuya característica básica es ser freatofito, lo que permite, junto con las condiciones de asentamiento en que se encuentra, designarle como una comunidad de tipo edáfico. (Sánchez, 1986; Puig, 1976.)

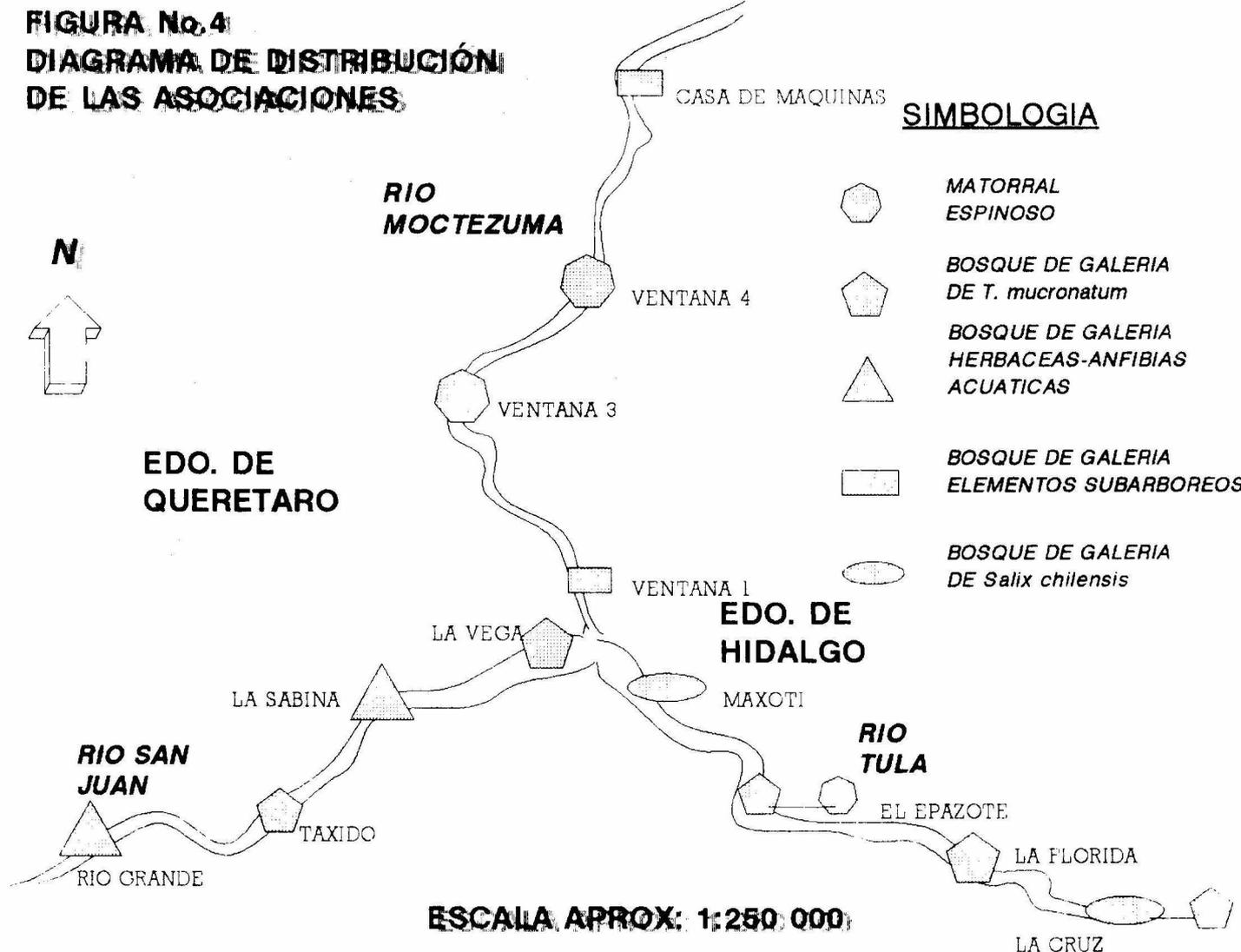
## DESCRIPCIÓN DE LAS ASOCIACIONES

En este inciso, se realiza la descripción de las asociaciones reconocidas, tomando como puntos centrales;

- ◆ Primero, la localización de la asociación en el área de estudio, se utiliza para ello la referencia en un DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE LAS ASOCIACIONES VEGETALES IDENTIFICADAS (Figura No. 4); esta ubicación se ilustra como un área definida puntualmente en las localidades evaluadas; no obstante lo anterior, cada asociación, se considera, tiene un área de influencia. En este sentido, no es posible obtener una cartografía de la vegetación acuática y riparia, en el área de estudio, dadas las características fisiográficas de la zona.
- ◆ Como segundo punto se considera, la estructura de la asociación señalando los elementos vegetales que componen cada estrato; este punto se acompaña por un perfil vegetacional de la estructura de la asociación, en el cual se muestran los elementos dominantes por estrato.

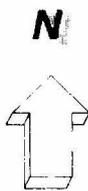
- ◆ Como tercer punto en la descripción de cada asociación se comenta la respuesta de las asociaciones a eventos como son el arrastre ocasionado por las lluvias, el arrastre de materiales, entre otros.
- ◆ Posteriormente se dan y analizan datos cuantitativos sobre el Índice de Valor de Importancia de cada estrato; la diversidad calculada para la asociación en su conjunto, comparando éste valor con las restantes; la densidad total del estrato arbóreo de cada asociación, y la forma biológica predominante.
- ◆ Finalmente, se dan observaciones acerca de las particularidades de cada asociación.

**FIGURA No. 4**  
**DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN**  
**DE LAS ASOCIACIONES**



**SIMBOLOGIA**

-  **MATORRAL ESPINOSO**
-  **BOSQUE DE GALERIA DE *T. mucronatum***
-  **BOSQUE DE GALERIA HERBACEAS-ANFIBIAS ACUATICAS**
-  **BOSQUE DE GALERIA ELEMENTOS SUBARBOREOS**
-  **BOSQUE DE GALERIA DE *Salix chilensis***



**EDO. DE QUERETARO**

**EDO. DE HIDALGO**

**ESCALA APROX: 1:250.000**

## DESCRIPCIÓN DE LAS ASOCIACIONES.

### A) BOSQUE DE GALERÍA CON COMUNIDADES HERBÁCEAS ANFIBIAS Y ACUÁTICAS.

Esta asociación se localizó en 23 sitios de los evaluados, de éstos, 20 se encuentran en la ribera del río San Juan y solamente tres pertenecen al río Tula. De aquí, se obtiene que se encuentra íntimamente ligado a las características que presenta la corriente del río San Juan.

Las localidades donde se presenta típicamente son aquellas donde las condiciones de remansamiento y la pedregosidad del lecho del río son elevadas, y el gasto y corriente del río escasos. En primer término, con estas condiciones se encuentra Río Grande, La Sabina y en menor grado La Vega. Aún cuando éstas características se presentan en la localidad de Taxido, la temperatura del agua, que alcanza en promedio los 33.0 ° C, restringe las poblaciones de vegetación herbácea, anfibia y acuática.

Estructuralmente esta asociación se compone, tal como se observa en el Perfil Vegetacional 1, de un estrato arbóreo en el que destacan elementos de Taxodium mucronatum; Salix chilensis; Fraxinus uhdei, (fresno), así como otros elementos poco comunes como son Melia azederach, (piocha) y Alnus acuminata subespecie glabrata, (aile) restringido éste último a la localidad de Río Grande. Frecuentemente como parte del estrato arbóreo se hayan incluidos frutales como Mangifera indica, (mango); nuez; Psidium guajava, (guayabo).

El estrato arbustivo, ésta formado básicamente por numerosos individuos de Baccharis salicifolia, (jara); Heimia salicifolia, y otros elementos como Montanoa tomentosa, (tho) y Senecio salignus, (Sta. María).

Como parte del estrato herbáceo y el estrato acuático se encuentran representantes de las siguientes comunidades:

Comunidad acuática sumergida, (CAS) representada por Potamogeton pectinatus, (cola de caballo); Ceratophyllum demersum (cola de zorro) y Egeria densa.

Comunidad acuática flotante. (CAF) Se presenta únicamente en el río San Juan, formando agrupamientos densos de diferentes especies o presentarse sólo una especie, siendo las más abundantes, en el área, Heteranthera reniformis; Potamogeton nodosus; Ludwigia peploides; Lemna obscura, (lenteja de agua), siendo poco frecuente en el área de influencia del estudio Eichhornia crassipes, (lirio acuático).

Comunidad herbácea anfibia. (CHA) Representada por un buen número de plantas herbáceas, que forman una comunidad que se extiende como un estrato herbáceo rasante, siendo sus principales elementos: Bacopa monnieri y Eleocharis geniculata.

Tular y Carrizal, (T y C), forma amplios grupos compuestos por Arundo donax, (carrizo) y escasos grupos de Typha latifolia; T. angustifolia (tule) y Cyperus diandrus, (tule); se encuentra ocupando amplias superficies en la ribera de los ríos, siendo muy frecuente en zonas de poca profundidad, extendiéndose pocos metros dentro de la playa, su propagación por estolones permite que sea poco afectada por las avenidas, permaneciendo como únicos representantes herbáceos, cuando acontecen estos fenómenos.

La estructura de esta asociación se encuentra fuertemente vinculada a los siguientes procesos:

a) Procesos naturales, como son las fuertes corrientes en época de lluvias y el arrastre de materiales, lo que genera cambios en la riqueza específica y diversidad: Estos eventos se consideran cíclicos, dado que la vegetación por medio de una restauración natural recobra su estructura.

b) Procesos de explotación por actividad humana. La explotación del follaje de Taxodium mucronatum, Salix chilensis, e incluso Baccharis salicifolia, tradicionalmente ha sido una actividad mediante la cual en la zona, se obtienen una serie de artesanías; dicho proceso, de explotación de recursos, es la causa de que la mayoría de estos elementos vegetales sean podados, sin permitirse la renovación del follaje, por lo cual su estado actual es de un elevado impacto (considerando que el vigor de la mayoría de sus elementos es raquíptico) generando grandes claros entre los grupos arbóreos, en los que se ha establecido vegetación secundaria.

El Índice de valor de importancia obtenido por estrato, indica un predominio del estrato herbáceo (que incluye al acuático), con un valor promedio de 125.35; mientras que debido a la fuerte actividad de poda, que se ejerce sobre los elementos arbóreos, éste estrato posee el valor promedio más bajo (81.3), en consecuencia se incrementa el valor del estrato arbustivo (102.42) debido al tránsito y perturbación ejercido por las poblaciones humanas, (Cuadro No. 4)

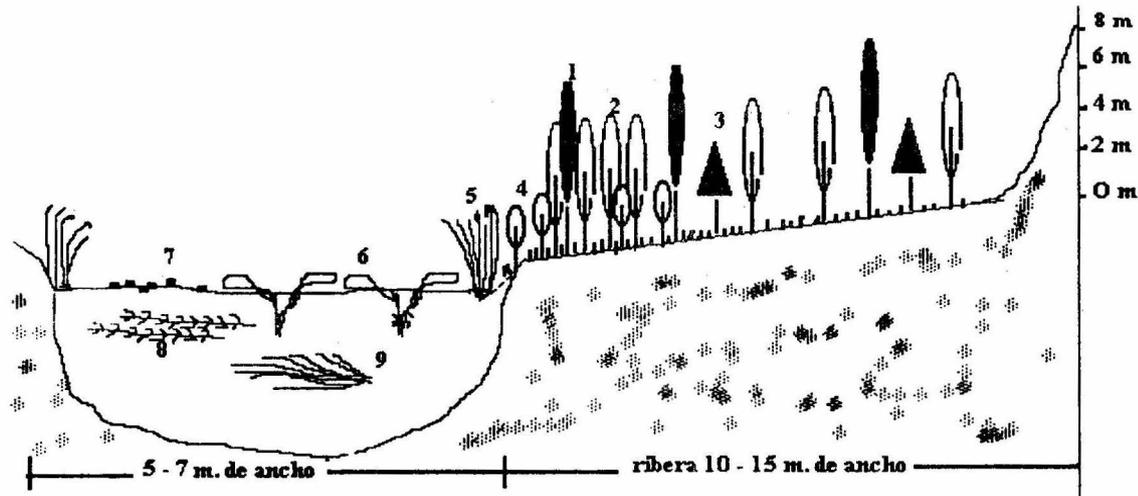
Las características de la asociación, la hacen la más diversa con un valor promedio de 0.74 de las que componen la vegetación riparia, tal como se muestra en la Gráfica No.5.

La densidad total obtenida para el estrato arbóreo corresponde a 278 arboles en 2300 m<sup>2</sup> evaluados, que expresado en hectáreas equivale a 1208 ind./ha., este elevado número es atribuible a la talla pequeña de los elementos que componen el bosque, principalmente de sauce, así como a la diversidad de elementos que componen este estrato, (Gráfica No.3).

Con respecto a las formas biológicas, se presentan elementos de todas las formas biológicas destacando la manifestación de hidrófitos y helófitos (Gráficas No. 4 y 6).

En la Gráfica No.4, se observa un factor característico de esta asociación que es, el decremento en el número de elementos pertenecientes a estas formas de vida en las épocas adversas de fuertes avenidas y su restablecimiento paulatino a través del tiempo.

PERFIL VEGETACIONAL I  
BOSQUE DE GALERÍA CON COMUNIDADES  
HERBACEAS ANFIBIAS Y ACUÁTICAS

**ESTRATO ARBÓREO**

1. *Taxodium mucronatum*
2. *Salix chilensis*
3. *Fraxinus udhei*

**ESTRATO ARBUSTIVO**

4. *Baccharis salicifolia*

**ESTRATO HERBÁCEO**

5. *Cyperus diandrus*
6. *Heteranthera reniformis*
7. *Lemna obscura*
8. *Ceratophyllum demersum*
9. *Potamogeton pectinatus*

## B) BOSQUE DE GALERÍA DOMINADO POR Salix chilensis

La distribución de ésta asociación en el área de influencia del estudio es irregular. Se le localizó en 10 de los sitios evaluados en la ribera del río Tula y sólo en tres de los evaluados en el río Moctezuma. Para el río Tula, las localidades donde se le localizó fueron La Cruz y Maxotí, mientras que para el río Moctezuma, se le encontró en sitios correspondientes a las localidades de Ventana 3 y Casa de Máquinas.

La estructura que presenta esta asociación, según se muestra en el Perfil Vegetacional 2, consiste de un estrato arbóreo, formado exclusivamente por sauces. Con respecto a los estratos inferiores generalmente se encuentran representados por abundantes elementos (terófitos) de diferentes especies; es frecuente encontrar, también, extensos rodales de Arundo donax. Lo anterior es manifiesta en las Gráficas No. 4 y 6, las cuales muestran como picos los correspondientes a la presencia de fanerofitos, camefitos y terofitos.

El estrato arbustivo, en caso de presentarse, consiste de elementos típicos de ambientes perturbados como es el caso de Baccharis salicifolia.

La ubicación de ésta asociación ha permitido que estos pequeños bosques, no sean explotados para la obtención de rama de los elementos arbóreos, práctica poco común en localidades del río Tula y Moctezuma, en el cual se le puede encontrar formando setos de protección a la erosión marginal.

Es una asociación fuertemente influenciada por los factores ambientales del sitio en el que se establece, la ubicación de ésta asociación vegetal se encuentra íntimamente ligada a lugares que por su ubicación son drásticamente afectados durante la época de avenidas. En consecuencia, las playas en las que se establece, presentan una textura arenosa y con evidente remoción de sedimentos.

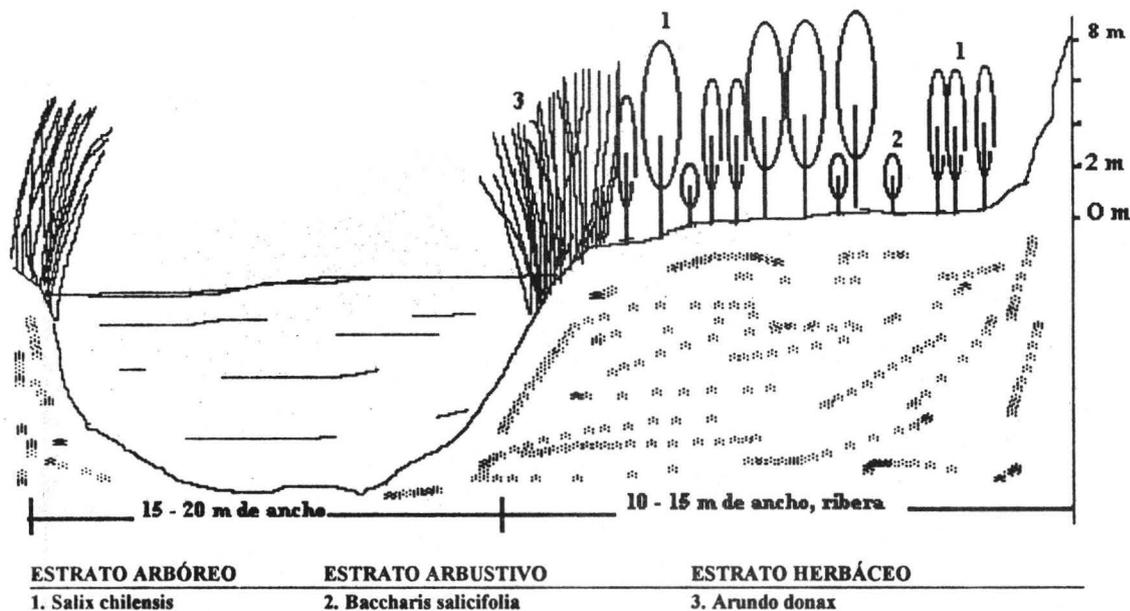
Este ambiente inestable condiciona el establecimiento y las características de la cubierta vegetal. Bajo estas circunstancias ambientales adversas, se requiere elementos particularmente adaptados, como es el caso de Salix chilensis (saucé), que no obstante ser organismos arbóreos, presentan cualidades tanto en su forma de crecimiento como en su forma de distribución y propagación características de elementos pioneros. En este sentido, el saucé tiene la capacidad de reproducirse de manera vegetativa con la generación de raíces en ramas que por alguna razón fueron desprendidas y enterradas por depósitos de materiales.

El índice de valor de importancia calculado, remarca las características del ambiente inestable señalado, con la preponderancia de los elementos herbáceos, con un valor promedio de 144.33, teniendo los elementos arbóreos un valor inferior correspondiente a 126.73, Cuadro No.4.

La diversidad promedio de la asociación es 0.61, que es un valor medio de los obtenidos entre las diferentes asociaciones (Gráfica 5).

La densidad arbórea obtenida es de 135 elementos en los 1300 m<sup>2</sup> evaluados, que expresado en hectáreas correspondería a 1038 ind./ha., un número elevado y que es explicable en función de la talla de los elementos (Gráfica No.3).

PERFIL VEGETACIONAL 2  
ASOCIACIÓN BOSQUE DE GALERÍA  
DOMINADO POR *Salix chilensis*



### C) BOSQUE DE GALERÍA DOMINADO POR Taxodium mucronatum

Esta asociación fue localizada en 20 de los sitios evaluados, de ellos, 12 corresponden al río Tula, siete al San Juan y uno al Moctezuma. Se le encontró básicamente en La Cruz, La Florida y El Epazote, del río Tula, así como en La Vega y Taxido, del río San Juan.

Las condiciones ambientales en que se asienta esta asociación son en general playas poco anchas, (3 m. promedio) con una pendiente pronunciada, rocosidad aflorando y río generalmente ancho (mayor a 10 m).

Se le identificó como una asociación que presenta variaciones estructurales que son respuesta al grado de perturbación al que se ve sometida.

En un extremo, se tiene que a un grado de perturbación bajo, su estructura y riqueza se ve limitada, (Pefil Vegetacional 3) esto dado por la condición que impone la cubierta arbórea que impide la penetración de luz hacia los estratos inferiores, desarrollándose escasamente vegetación arbustiva (normalmente hacia el borde del bosque) y el estrato herbáceo lo representan algunos elementos de vegetación herbácea anfibia, como Eleocharis geniculata y Apium leptophyllum.

Los mejores ejemplos, de este tipo de bosque se encuentran en las localidades de El Epazote, La Florida y La Cruz donde el valor de importancia obtenido para esos sitios en particular corresponde a 300 para el estrato arbóreo, valor máximo posible de obtener por un estrato. Cabe señalar, que bajo estas condiciones la epífita Rhus radicans, (guau) crece con un vigor elevado y en consecuencia es un elemento conspicuo.

En el otro extremo, se encuentran los sitios que han sido perturbados básicamente por la introducción de cultivos en zonas adyacentes a la franja boscosa, además de que comúnmente la ribera del río es utilizada como camino por los pobladores de las localidades cercanas.

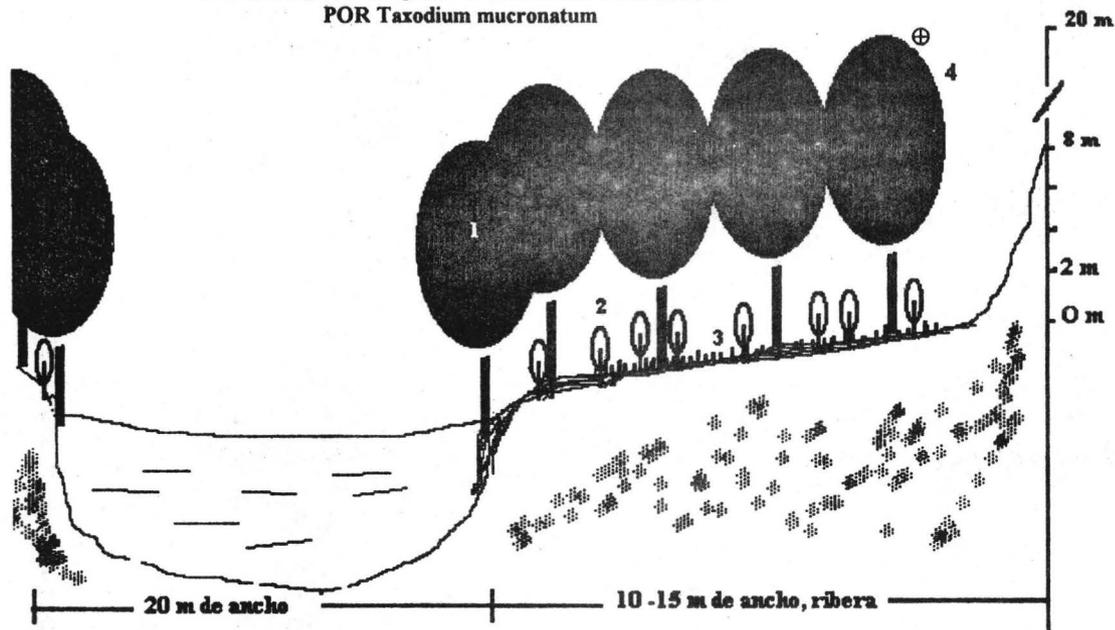
Bajo estas condiciones los diferentes elementos arbustivos y herbáceos han pasado a formar parte de la estructura de estos bosques. Lo anterior se refleja en el Índice de valor de importancia evaluado para cada uno de los estratos. El estrato arbóreo posee un valor promedio de 128.69, mientras que el estrato herbáceo tiene un valor promedio de 121.86, (Cuadro No.4).

En cuanto al índice de diversidad obtenido, el valor promedio es de 0.57., esta asociación posee de forma característica, los valores más bajos de los encontrados en la vegetación acuática y riparia, lo cual es consecuencia directa de la dominancia casi exclusiva de los sabinos (Gráfica No.5).

La densidad absoluta obtenida para el estrato arbóreo corresponde a 142 árboles en 2000 m<sup>2</sup> evaluados que, estarían representando un total de 710 árboles/ha., este número, si bien en apariencia es bajo, es respuesta a la talla y cobertura de estos elementos (Gráfica No. 3). Lo anterior es un elemento adicional que remarca la importancia de esta asociación es el valor estético intrínseco que poseen los elementos arbóreos, además de que representan un refugio para la fauna migratoria. En el contexto de su futura inundación su importancia reside en la cantidad de biomasa vegetal que contiene, dada la talla de sus elementos (hasta 30 m.) encontrándose las mayores densidades en el río Tula destacando la Cruz, la Florida y el Epazote.

Dadas las características de esta asociación, las formas biológicas predominantes son los fanerofitos y camefitos, además de que presenta algunas epifitas, Gráficas No. 4 y 6.

PERFIL VEGETACIONAL 3  
ASOCIACIÓN BOSQUE DE GALERÍA DOMINADO  
POR *Taxodium mucronatum*

**ESTRATO ARBÓREO**1. *Taxodium mucronatum***ESTRATO ARBUSTIVO**2. *Baccharis salicifolia***ESTRATO HERBACEO**3. *Eleocharis geniculata**Apium leptophyllum*4. ⊕ *Rhus radicans*

#### D) BOSQUE DE GALERÍA CON DOMINANCIA FISONÓMICA DE ELEMENTOS SUBARBÓREOS.

Esta asociación es típica y exclusiva, en el área de estudio, del río Moctezuma y se encuentra restringida al cauce de éste. Se le identificó en 11 de los sitios evaluados, principalmente en las localidades de Ventana 1 y Casa de Máquinas.

Rzedowski, 1981, señala que en muchas ocasiones la comunidad de bosque de galería presenta elementos arbóreos más bien aislados y propiamente son arbustos o elementos subarbóreos los que imprimen la fisonomía al paisaje; condicionantes para esta situación son los factores de clima y altitud, por lo que los vegetales asentados bajo estas condiciones son propios de regiones calientes y más o menos húmedas características particulares que se presentan en el río Moctezuma.

La estructura y fisonomía de esta asociación es muy diferente a las comentadas anteriormente, lo anterior como consecuencia del gradiente altitudinal existente en la zona que va de los 1560 m s.n.m., hasta los 960 m s.n.m., que es el nivel donde se establece ésta última asociación, así como las características fisiográficas en las que se establece.

La estructura tiende, tal como se observa en el Perfil Vegetacional 4, a ser más compleja y no existe dominancia de una especie en particular. Los elementos más frecuentes en el estrato arbóreo son: Pithecellobium dulce, (guamuchil); Leucaena esculenta, (efe); Ficus cotinifolia, (higuerón) y Acacia sp.

Con respecto al estrato subarbóreo, que generalmente posee elementos espinosos, destaca como elemento dominante o más conspicuo Acacia berlandieri, otros elementos que se encuentran en este estrato son, Celtis caudata, Chlorophora tinctoria y Lysiloma acapulcense.

De los elementos francamente arbustivos se encuentra Morkillia mexicana, Vallesia glabra, Pseudosmodium multifolium y Caparis incana.

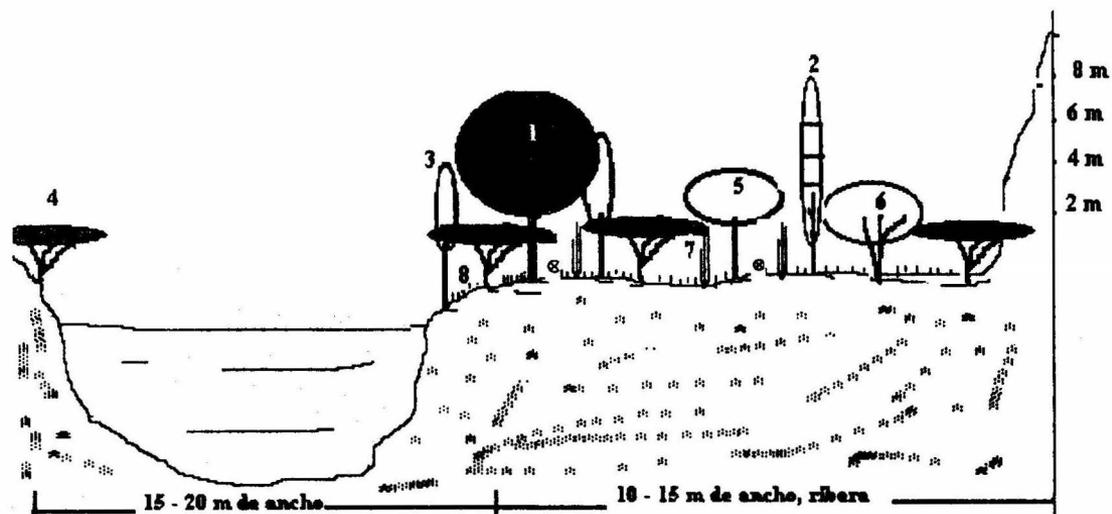
Por su parte el estrato herbáceo se encuentra representado por Arundo donax, Malvastrum coromandelianum y Sida rhombifolia.

Esta asociación presenta una estructura enriquecida con la presencia de elementos trepadores, como Cissus cisyoides, Ipomoea murocoides y Mascagnia macroptera, además de otros elementos no identificados, lo que se refleja en las Gráficas 4 y 6, referentes al Espectro biológico de la asociación, que presenta como pico máximo el valor asociado a camefitos.

El índice de valor de importancia calculado por estrato remarca los aspectos señalados al establecer como el valor promedio más elevado el del estrato arbustivo (126.3), teniendo valores muy semejantes el estrato arbóreo y herbáceo (89.2 - 79.2 respectivamente), tal como aparece en el Cuadro No.4 y se manifiesta en el valor del índice de diversidad cuyo promedio es 0.62 (Gráfica No.5).

La densidad arbórea absoluta es de 67 elementos en 1000 m<sup>2</sup> evaluados, lo que expresado en hectáreas equivale a 670 ind/ha. (Gráfica No. 3)

PERFIL VEGETACIONAL 4  
ASOCIACIÓN BOSQUE DE GALERÍA CON ELEMENTOS  
SUBARBÓREOS.

**ESTRATO ARBÓREO**

1. *Pithecellobium dulce*
2. *Leucaena esculenta*
3. *Ficus cotinifolia*

**ESTRATO SUBARBÓREO**

4. *Acacia berlandieri*
5. *Lysiloma acapulcense*
6. *Chlorophora tinctoria*

**ESTRATO ARBUSTIVO**

7. *Morkhila mexicana*  
*Caparis incana*

**ESTRATO HERBÁCEO**

8. *Malvastrum coromandelianum*
- ⊗. *Mascagnia macroptera*  
*Cissus cleyoides*

## ASOCIACIÓN MATORRAL ESPINOSO

Esta asociación se encuentra distribuida en 7 sitios, que corresponden a cuatro del río Moctezuma y tres del río Tula, en la localidades de Ventana 3 y El Epazote respectivamente.

Como característica particular, esta asociación, se establece en sitios que poseen depósitos aluviales y playas francamente arenosas, así como con rocosidad elevada. De forma particular su asentamiento se da con respecto a un desnivel con el cauce lo que genera un grado de aridez a pesar de ser una zona marginal al río, como respuesta a este hecho las especies que componen esta comunidad son de afinidades xerófitas, siendo en su mayoría arbustos.

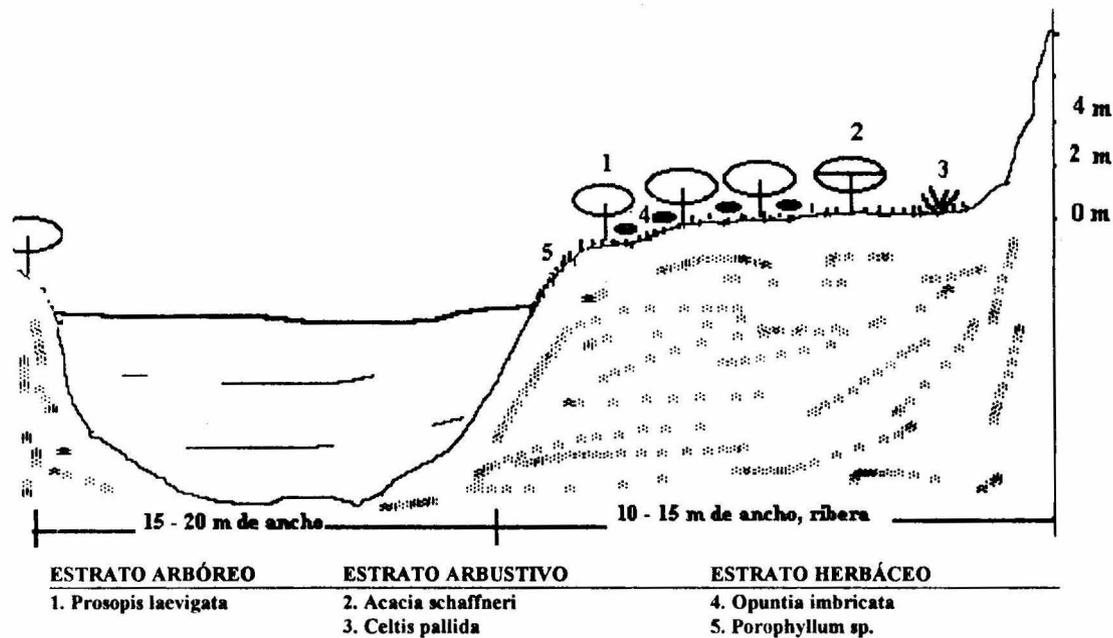
La estructura de esta asociación se muestra en el Perfil Vegetacional 5. Fisonómicamente es una asociación dominada por la presencia de Prosopis laevigata (mezquite), como único representante subarbóreo, lo cual se muestra en la Gráficas No. 4 y 6, cuyo valor máximo, con respecto a esta asociación, se encuentra en el correspondiente a camefitos.

En el estrato arbustivo los elementos más conspicuos son Opuntia imbricata; O. leptocaulis, (cardon); Celtis pallida, (granjeno); Acacia farnesiana y Vallesia glabra. La riqueza específica del estrato herbáceo es baja, pudiéndose encontrar elementos aislados como Porophyllum sp. y Mentzelia hispida.

Todo lo anterior se refleja en el Índice de valor de importancia cuyos valores por estrato son similares; al estrato arbóreo le corresponde 119.27; para el arbustivo 115.84 y finalmente el herbáceo 117.33, Cuadro No.4. El índice de diversidad obtenido tiene un valor promedio de 0.71 (Gráfica No. 5).

La densidad absoluta del estrato arbóreo, obtenida para los 700 m<sup>2</sup> en que se evaluó este matorral es de 32 arboles, lo que expresado en hectáreas equivale a 457 ind/ha, el menor número encontrado para las diferentes asociaciones, (Gráfica No.3).

PERFIL VEGETACIONAL 5  
ASOCIACIÓN MATORRAL ESPINOSO



## ESPECTRO BIOLÓGICO.

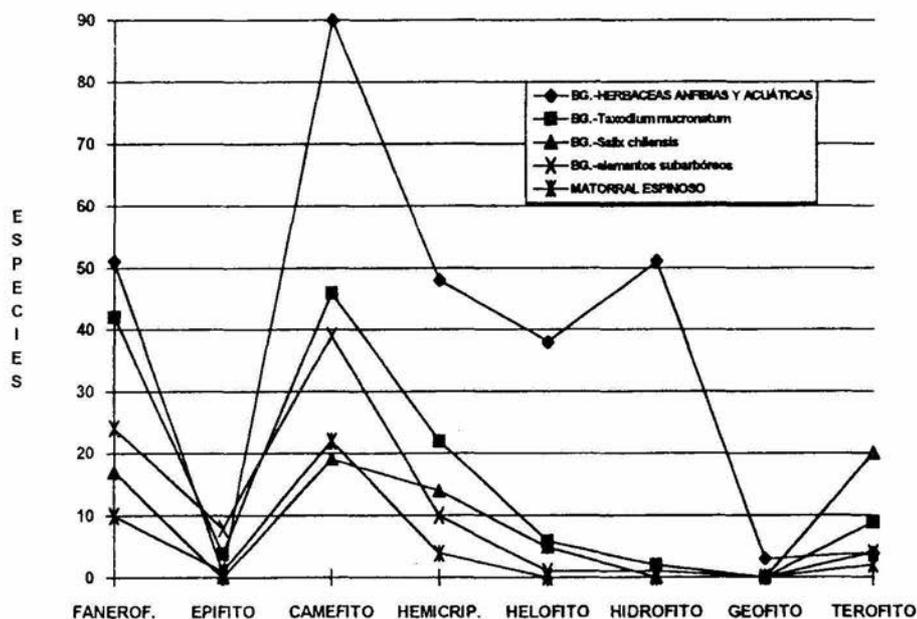
Existe, en el concepto forma de vida una connotación adaptativa, atribuible a que la forma de crecimiento de las plantas es una respuesta al medio en que se desarrollan. De esta respuesta adaptativa depende su establecimiento y permanencia en un ambiente tan fluctuante, a lo largo del año, como lo es la ribera y la corriente de un río.

El espectro biológico obtenido, para cada asociación, enfatiza las diferencias existentes entre cada una de las asociaciones encontradas, tal como se muestra en la Gráfica No.6.

- ♦ De forma general, el estrato arbóreo, (forma de vida denominada fanerófito), se presenta como una constante a lo largo de los tres ríos y en consecuencia de las diferentes asociaciones. Lo anterior atribuible a que, las comunidades vegetales acuáticas y riparias se encuentran vinculadas estrechamente con la corriente del río, a orillas del cual se establecen; las avenidas, es decir el flujo extraordinario de la corriente de los ríos, en determinadas épocas, determinan como requerimiento primario para las plantas establecidas una forma de anclaje óptima, es en este sentido que, la forma biológica más adecuada a este ambiente fluctuante es la de fanerófito.
- ♦ Las formas de vida helófitos e hidrófitos (ligadas íntimamente al medio acuático), se manifiestan de forma casi exclusiva en la corriente de menor dimensión, -río San Juan-, y por tanto en la asociación más frecuente en este río, **-bosque de galería con comunidades herbáceas anfibias y acuáticas-**. La presencia de estas formas de vida y su comportamiento a lo largo del año, que se muestra en la Gráfica No.4, permite indicar que, la mencionada asociación vegetal y en consecuencia la vegetación acuática y riparia responde a los fenómenos naturales, (como la época de lluvias) de manera característica, es decir se observa disminución en el número de elementos vegetales presentes, que una vez pasada la época adversa son restaurados por procesos naturales y la asociación vuelve a las condiciones originales.
- ♦ La forma biológica de terófitos, es escasa en este tipo de vegetación y aparece, más frecuentemente, en la asociación de **-bosque de galería dominado por Salix chilensis-**. Su presencia indica ambientes con un mayor grado de perturbación, principalmente atribuible a procesos naturales.
- ♦ En cuanto a las formas de vida hemicriptófitos y criptófitos, sus elementos corresponden, mayormente, a elementos arbustivos de vegetación secundaria, y tal como se manifiesta en la Gráfica No. 6, son comunes en todas las asociaciones vegetales presentes en el área de estudio.

- ♦ La forma de vida epífita, se encuentra escasamente representada en las diferentes asociaciones; sus elementos aparecen principalmente en la asociación de bosque de galería con elementos subarbóreos.

ESPECTRO BIOLÓGICO, COMPARATIVO ENTRE LAS ASOCIACIONES  
FIGURA No. 6



**DIVERSIDAD.**

Además de los elementos comentados, para cada una de las asociaciones, con respecto al índice de diversidad obtenido, existen aspectos generales de la vegetación acuática y riparia con referencia a éste parámetro que conviene enfatizar de forma breve a partir de la información que brinda la Gráfica No. 5.

El índice calculado (Simpson) denota un índice de dominancia, es decir que el valor máximo 1, se obtiene cuando hay dominancia de una sola especie.

En este sentido, para la asociación de **bosque de galería dominado por Taxodium mucronatum**, se encontraron los valores más bajos, como respuesta a la dominancia casi exclusiva de este elemento arbóreo.

El valor de diversidad más alto, se encontró para la asociación formada entre el **Bosque de galería y las comunidades herbáceas anfibias y acuáticas.**

Cabe señalar, que la diversidad natural de la vegetación acuática y riparia se ha visto incrementada, en el área de estudio, con la incorporación de especies de frutales, cultivos y plantas acompañantes.

## RECOMENDACIONES

Con base en las experiencias generadas por este estudio se dan recomendaciones sobre las acciones a realizar con respecto a la vegetación acuática y riparia afectada por el Proyecto Hidroeléctrico Zimapán, dichas acciones se centran en dos aspectos:

- 1) Revegetación.
- 2) Conservación ecológica.

### ACCIONES DE REVEGETACIÓN.

Básicamente realizando acciones de reforestación en zonas específicas, que se enlistan a continuación:

- a) Zona afectada directamente por el desarrollo de la obra civil (ribera del río Moctezuma, afectada por la construcción del camino hacia Casa de Máquinas).
- b) En el futuro embalse, la zona de ribera y colas.

Se proponen los siguientes elementos , de la vegetación riparia, para ser utilizados:

Salix chilensis (sauce), seleccionado considerando su potencial reproductivo de manera vegetativa, su rápido crecimiento y su número elevado de individuos juveniles existentes en la zona a ser embalsada, susceptibles de ser utilizados, previo al inicio de llenado.

Las localidades en donde se ubican estos individuos son: La Sabina y la Zona cercana al túnel de desvío (río San Juan) y fuera de la zona a ser embalsada en pequeñas playas del río Moctezuma (Acceso Ventana 4).

Prosopis laevigata, seleccionado por su característica de ser freatofito, lo cual le permitiría adecuarse ampliamente a la zona de ribera y resistir cambios en el nivel de agua que se dará en el futuro embalse.

Se sugiere, también, la utilización de plantulas e individuos juveniles de Taxodium mucronatum, para ser plantados en aquellas zonas permanentemente húmedas de la ribera del embalse, pudiéndose obtener un número elevado de estos individuos en localidades como La Vega y La Sabina, del río San Juan.

Otros elementos de tipo más bien arbustivo que contribuirían con su presencia a promover la sucesión vegetal y que poseen coberturas amplias son: Nicotiana glauca, (tabaquillo) y Ricinus communis, (higuerilla).

Estas acciones de restauración implican, necesariamente, diferentes acciones que se mencionan a continuación:

- ◆ Colecta de individuos,
- ◆ Su colocación en lugares apropiados (vivero o bajo condiciones naturales) que permita su uso en la época y sitio adecuado.
- ◆ Identificación de los sitios más adecuados, para el establecimiento definitivo de cada una de las especies.
- ◆ Realizar el seguimiento de estas poblaciones vegetales, que garantice su permanencia, en los lugares donde se lleven a cabo estas acciones.

## ACCIONES DE CONSERVACIÓN ECOLÓGICA.

Ante el impacto definitivo que sufrirá la vegetación riparia al ser inundada por el llenado del embalse, se hace necesario proponer un área de protección ecológica natural, que compense la diversidad de ambientes que se perderán, en función de la importancia de la vegetación acuática y riparia y que conjuntamente con la importancia de su compensación se citan a continuación:

Atenuar el efecto que han tenido las necesidades agrícolas, industriales y en este caso de generación de electricidad, al reducir el espacio vital de la vegetación acuática y riparia, que en diversos lugares del país ha desaparecido o ha sufrido modificaciones notables.

De esta forma, incorporar los espacios en que se desarrolla la vegetación acuática y riparia, a un proceso de planeación con el fin de mantener sus funciones sociales de producción y ecológicas en general.

La protección de hábitats ribereños implica la conservación de asociaciones vegetales típicas y especies características, que brindan un hábitat específico para ciertos grupos faunísticos, terrestres y acuáticos.

Su importante función, de la vegetación acuática y riparia, como corredor biológico de especies tanto de fauna como de vegetación, en particular destaca, en la zona de estudio, el tránsito de fauna migratoria, como lo es la mariposa monarca Danaus plexipus.

La conservación de áreas ribereñas implica, mantener un equilibrio hidrológico-ecológico en la zona, así como brindar protección a áreas de afloración de aguas subterráneas y de recarga de acuíferos.

Con el fin de satisfacer las necesidades señaladas anteriormente y como recomendación del presente estudio, se plantea la creación de un área de compensación ecológica, sugiriendo para tal fin, una zona ubicada aguas arriba del futuro embalse, sobre el río San Juan, que incluye 28 Km. de río y que de forma general, de acuerdo a estudios paralelos realizados por el grupo de vegetación del AEIA-Z, presenta características estructurales, florísticas y ecológicas semejantes a vegetación acuática y riparia, de la zona a inundarse.

## CONCLUSIONES

- La vegetación acuática y riparia del área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Zimapán, se define como un tipo vegetacional que se establece en la margen de las corrientes permanentes y que se encuentra fuertemente condicionado en su establecimiento por factores físicos e hidrológicos, la interrelación de los cuales le otorga una estructura y fisonomía característica que le permite diferenciarse de la vegetación de las áreas contiguas.
- Estructuralmente, la vegetación acuática y riparia se encuentra compuesta por la existencia de un estrato arbóreo, un arbustivo y un estrato herbáceo que puede involucrar de darse las condiciones adecuadas un estrato herbáceo acuático. De igual forma, la estructura se diversifica con la aparición localizada de elementos epífitos y trepadores.
- La vegetación acuática y riparia estructuralmente se encuentra compuesta por siete **comunidades** vegetales, que a su vez dan lugar a la formación de **asociaciones**.
- A lo largo de las corrientes la interacción de los factores antes señalados, permiten no solo establecer límites precisos entre la vegetación ligada a la corriente, sino que además se dan claras variaciones dentro del mismo tipo vegetacional, que permiten señalar la existencia de diferentes subtipos, o como se les ha llamado en este estudio asociaciones de la vegetación acuática y riparia.
- Es, en estas asociaciones donde se manifiestan los procesos que sufre la vegetación acuática y riparia, siendo ellas las que imprimen con su estructura la fisonomía al paisaje existente en los tres ríos que involucra la zona de estudio.
- Las asociaciones de la vegetación acuática y riparia, presentan diferencias substanciales que las hacen diferentes entre sí, por una parte, en un extremo se encuentra la asociación, de **bosque de galería con comunidades herbáceas anfibias y acuáticas**, caracterizada por el elevado número de elementos ligados estrictamente al medio acuático.
- En el otro extremo se encuentra la asociación, **matorral espinoso**, que presenta como característica distintiva la afinidad de sus elementos por el medio xerofito, es una asociación estrictamente determinada por el tipo de sustrato edáfico en que se establece y la condición de aridez que se manifiesta en ella, no obstante su cercanía al medio acuático.

- En particular, la respuesta que da la vegetación a factores como el clima y la topografía, da como resultado la existencia de una asociación, **bosque de galería con elementos subarbóreos**, que manifiesta en sus elementos dominantes la aparición de formas biológicas propias de climas mas cálidos.
- Las asociaciones restantes, **bosque de galería dominado por Taxodium mucronatum y Salix chilensis** son expresiones claras del típico concepto de vegetación cercana a una corriente de agua que comprende elementos arbóreos, de tendencias templadas en la formación propia de un bosque en galería.
- El efecto ocasionado sobre la vegetación acuática y riparia por la construcción y operación del Proyecto Hidroeléctrico Zimapán, será la destrucción total de este ecosistema en la porción referida al río San Juan y al río Tula. Por su parte, la que se encuentra en la margen del río Moctezuma, será afectada temporalmente.
- Bajo este contexto, el presente estudio dimensiona el impacto ocasionado por la construcción del proyecto sobre un factor biótico en particular y en consecuencia los factores asociados, agua, suelo, fauna, etc., Por otro lado, el estudio, genera perspectivas fundadas sobre las medidas necesarias para mitigar el impacto ocasionado.
- Dicha pérdida puede ser atenuada mediante:
  1. La utilización de diferentes elementos vegetales, pertenecientes a la vegetación acuática y riparia, en acciones de restitución de la vegetación en las diferentes obras que implica el proyecto.
  2. Fundamentar y establecer la propuesta formal de un área de protección ecológica, cercana al área del proyecto, que resguarde este tipo de ecosistemas, en la cual se realicen acciones planificadas para el estudio y manejo de este ecosistema, tanto a nivel local, como regional.
  3. En adición, el área propuesta representaría, físicamente, en conjunción con el futuro embalse, un corredor ripario, que permitiría, de establecerse un programa de planeación adecuado, la protección del ecosistema en sí y en tanto de las diferentes especies que confluyen en el.

**BIBLIOGRAFÍA CITADA.:**

1. Arguelles, E., R. Fernández y S. Zamudio 1991 Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Listado Florístico Preliminar del Edo. de Querétaro, Fascículo Complementario II. Inst. de Ecología A. C. Centro Regional del Bajío. Mich. México.
2. Brower, E., 1987. Field and Laboratory methods for General Ecology. Wm. C. Brown Company Publishers. U.S.A.
3. Comisión Federal de Electricidad - Área de Ecología e Impacto Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico Zimapán. (C.F.E-AEIA-Z), 1989. Diagnóstico Preliminar del Ambiente Natural. P.H. Zimapán. Cadereyta de Montes, Qro.
4. C.F.E-AEIA-Z., 1989. Adendum a la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Intermedia. P.H. Zimapán. Cadereyta de Montes, Qro. pp.120
5. C.F.E-AEIAZ., 1990. P.H. Zimapán. Datos Básicos.
6. C.F.E-AEIA-Z., 1991. Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Intermedia P.H. Zimapán. Cadereyta de Montes, Qro.
7. C.F.E-AEIA-Z., 1992. Subdirección Técnica. Gerencia de Ingeniería Civil. Subgerencia de Protección Ambiental. IV Taller de Protección Ambiental Zimapán - Aguamilpa. Querétaro, México.
8. Dirección de Desechos Sólidos, (SEDUE)1986. Manual para la descripción de la Vegetación en el marco de la Evaluación del Impacto Ambiental. Coordinación de Investigación y Desarrollo. México.
9. García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. México, D.F.
10. García , L. 1990. Contribución al conocimiento de la Flora Vascular acuática y Semiacuática del Lago de Patzcuaro. Tesis: Biol. Univ. Mich.de San Nicolas de Hidalgo.
11. Harris, R., 1987. Impacts of Hidroelectrical Development on Riparian Vegetation in the Sierra Nevada Region, Calif. U.S.A.
12. Hiriart, B., 1983. Vegetación y fitogeografía de la barranca de Tolantongo, Hgo. México. An. Inst. Biol. UNAM. 54(1983) Serie botánica (No. único): 29-96.
13. INEGI, 1973. Carta Edafológica, Hoja Tecozautla. Escala 1:50 000.

14. INEGI, 1973. Carta Edafológica, Hoja Tequisquiapan. Escala 1:50 000.
15. INEGI, 1986, Síntesis Geográfica del Estado de Querétaro. 180 pp.
16. INEGI, 1986, Síntesis Geográfica del Estado de Hidalgo. 156 pp.
17. Krebs, J., 1985. Ecología: Estudio de la Distribución y la Abundancia. Ed. Harla, México.
18. Lott, A. y Novelo, A. 1988 Vegetación y Flora Acuática del Lago de Patzcuaro. Inst. Biología UNAM.
19. Lott, A. y Novelo, A. 1986. Listados florísticos de México. V. Angiospermas acuáticas 1. Instituto de Biología UNAM.
20. Matteuci, D., 1982. Metodología para el estudio de la Vegetación. OEA: Serie Biología. Monografías científicas. USA.
21. Ministerio de Obras Públicas 1989. Guías metodológicas para la elaboración de estudios de Impacto Ambiental. (2) Grandes Presas. Monografías de la Dirección General del Medio Ambiente. España.
22. Palacios -Nieto, 1982. Geología y Geotecnia del P.H. Zimapán, Estados de Hidalgo y Querétaro. Residencia de Estudios Geológicos, Zona Golfo, C.F.E. Veracruz, México.
23. Piña, L. 1990. Recursos bióticos de la cuenca San Juan-Moctezuma. H. Ayuntamiento de San Juan del Río Qro. pp.163.
24. Rangel, R.M. 1995. Flora vascular acuática y subacuática de los ríos San Juan, Tula y Moctezuma en los Edos. de Querétaro e Hidalgo. Tesis Lic. En Biología. UNAM-E.N.E.P. Iztacala.
25. Rzedowski, J. 1981. Vegetación de México. Ed. Limusa. Méx.
26. Puig, H. 1976. Végétation de la Huasteca, Mexique. Mission Archéologique et ethnologique Française au Mexique. México, D.F.
27. Sánchez, S. R. 1986. La Vegetación en Galería y sus Relaciones Hidrogeomorfológicas en: Ingeniería Hidráulica en México. Mayo- Agosto.
28. Siqueiros, E. 1988. Contribución al conocimiento de la Flora Acuática y Subacuática del Edo. de Aguascalientes. Univ. Aut. de Aguascalientes, Centro Básico Dpto. de Biología.

29. Zamudio, R.S; J. Rzedowski, E. Carranza y G. Calderón, 1992. La vegetación en el estado de Querétaro. Panorama Preliminar. Inst. de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío.
30. Zamudio, R.S. 1984. La vegetación de la cuenca del río Estorax en el Estado de Querétaro y sus relaciones fitogeográficas. Tesis Lic. En Biología. UNAM Fac. De Ciencias.

**ANEXO No.1**  
**LISTADO FLORÍSTICO**

## ANEXO No.1 LISTADO FLORISTICO

## PTERIDOPHYTA

FAMILIA	ESPECIE
EQUISETACEAE	<i>Equisetum</i> sp.
POLYPODIACEAE	<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.* <i>Azolla mexicana</i> Presl <i>Marsilea mexicana</i> A. Br

## GYMNOSPERMAE

FAMILIA	ESPECIE
TAXODIACEAE	<i>Taxodium mucronatum</i> Ten.

## ANGIOSPERMAE

FAMILIA	ESPECIE
AMARANTHACEAE	<i>Amaranthus hybridus</i> L.
ANACARDIACEAE	<i>Mangifera indica</i> <i>Musa paradisiaca</i> <i>Pseudosmodium multifolium</i> Rose <i>Rhus radicans</i> L. <i>Schinus molle</i> L.
ANONNACEAE	<i>Annona cherimola</i> Mill.
ARACEAE	<i>Xanthosoma robustum</i> Schott
ARISTOLOCHIACEAE	<i>Aristolochia nana</i> Watson*
ASCLEPIADACEAE	<i>Asclepias curassavica</i> L.
BIGNONIACEAE	<i>Parmentiera edulis</i> DC.
BETULACEAE	<i>Alnus acuminata</i> subesp. <i>glabrata</i> (Fern.) Furlow
BORAGINACEAE	<i>Tournefortia trichocalyca</i> DC.
CACTACEAE	<i>Opuntia imbricata</i> Haw <i>Opuntia leptocaulis</i> DC.
CAPPARIDACEAE	<i>Capparis incana</i> HBK.
CERATOPHYLLACEAE	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.
CHENOPODIACEAE	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.* <i>Ch. mexicanum</i> K. Moq. <i>Ch. murale</i> L.
COMMELINACEAE	<i>Commelina diffusa</i> Burm. F.

	<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pavon) Pers. *
	<i>Bidens odorata</i> Cav.
	<i>Cirsium mexicanum</i> DC.
	<i>Erythrina</i> sp.
	<i>Eysenhardtia</i> sp.
	<i>Harpalyce arborescens</i>
	<i>Montanoa tomentosa</i> Cervant.
	<i>Parophyllum</i> sp. *
	<i>Senecio salignus</i> D.C.
	<i>Setaria</i> sp.
	<i>Taraxacum officinale</i> L.*
	<i>Xanthium strumarium</i> L.
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea murocoides</i> Roem & Schul <i>Merrinia dissecta</i> (Jacq.) Hall.
CRUCIFERAE.	<i>Eruca sativa</i> Mill <i>Lepidium virginicum</i> L. <i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i> (L.)Sch. & Theill.
CYPERACEAE	<i>Cyperus diandrus</i> Torr. <i>Eleocharis geniculata</i> (L.)Roem & Shultz
EUPHORBIACEAE	<i>Croton ciliato glandulosus</i> Ortega *
	<i>Ricinus communis</i> L.
GRAMINEAE	<i>Arundo donax</i> L. <i>Echinochloa</i> sp. <i>Chloris gayana</i> Kunth. <i>Eragrostis mexicana</i> (Hornem.) Link <i>Rynchelytrum repens</i> (Willd.) Hubb.
HALORAGACEAE	<i>Punica granatum</i>
HYDROCHARITACEAE	<i>Egeria densa</i> Planch.
JUGLANDACEAE	<i>Carya illinoensis</i> (Wang.) K. Koch.
LABIATAE	<i>Stachys coccinea</i> Jacq.*
LEGUMINOSAE	<i>Acacia berlandieri</i> Benth. <i>A.farnesiana</i> (L.) Willd. <i>A. schaffneri</i> (Wats) Fid. Hermann <i>Leucaena esculenta</i> (DC.) Benth. <i>Lysioloma acapulcense</i> (Kunth.) Benth. <i>Pithecolobium dulce</i> (Roxb.) Benth. <i>Prosopis laevigata</i> (H & B.) Johnst. *
LEMNACEAE	<i>Lemna obscura</i> (Austin) Daubs.
LILIACEAE	<i>Milla biflora</i> Cav.
LOASACEAE	<i>Mentzelia hispida</i> Wild.
LOGANIACEAE	<i>Buddleia cordata</i> HBK.

	<i>B. sessiliflora</i> HBK.
LYTHRACEAE	<i>Heimia salicifolia</i> (HBK)
MALPIGHIACEAE	<i>Mascagnia macroptera</i> (Moc. & Sess.) Niedenzu.
MALVACEAE	<i>Abutilon abutiloides</i> (Jacq.) Garcke <i>Herissantia crispa</i> (L.) Bnsiky <i>Malvastrum coromandelianum</i> Cav. <i>Sida rhombifolia</i> L. <i>Sida aff. glutinosa</i> sp. Commer. ex Cav.
MELIACEAE	<i>Melia azederach</i> L.
MORACEAE	<i>Chlorophora tinctoria</i> (L.) Grand. <i>Ficus cotinifolia</i> H.B.K.
MYRTACEAE	<i>Psidium guajava</i> L.
OLEACEAE	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenzing) Lingelsh. & S. P.
ONAGRACEAE	<i>Ludwigia peploides</i> (H.B.K.) Raven <i>Oenothera rosea</i> L'Her ex Art. <i>O. purpusii</i> Munz *
OXALIDACEAE	<i>Oxalis</i> sp.
PAPAVERACEAE	<i>Argemone grandiflora</i> Sweet *
PLANTAGINACEAE	<i>Plantago major</i> L. *
PLUMBAGINACEAE	<i>Plumbago pulchella</i> Boiss.
PONTEDERIACEAE	<i>Eichhornia crassipes</i> (C. Martius) Solms - Laub. <i>Heteranthera reniformis</i> Ruiz & Pavon
POLYGONACEAE	<i>Polygonum hydropiperoides</i> Michx. <i>Rumex conglomeratus</i> Murr.
PORTULACACEAE	<i>Portulaca pilosa</i> L.
POTAMOGETONACEAE	<i>Potamogeton pectinatus</i> L. * <i>P. nodosus</i> Poir.
RHAMNACEAE	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Roem & Sch.) Zucc.
SALICACEAE	<i>Salix chilensis</i> Mol.
SAPINDACEAE	<i>Cardiospermum halicacabum</i> L. <i>Dodonaea viscosa</i> Jack. <i>Sapindus saponaria</i> L.
SAPOTACEAE	<i>Pouteria campechiana</i> (HBK) Baehni

---

SCROPHULARIACEAE	<i>Bacopa monnieri</i> (L.) Wett. <i>Limosella aquatica</i> L. <i>Mimulus glabratus</i> HBK.
SOLANACEAE	<i>Datura innoxia</i> Miller. <i>Nicotiana glauca</i> Graham. <i>Solanum americanum</i> Mill. <i>Solanum umbellatum</i> Mill.
TYPHACEAE	<i>Typha domingensis</i> Pers. <i>T. latifolia</i> L.
ULMACEAE	<i>Celtis caudata</i> Planch. <i>C. pallida</i> Torr.
UMBELLIFERAE	<i>Apium graveolens</i> L. <i>A. leptophyllum</i> (Pers.) F. Muell <i>Berula erecta</i> (Huds.) Coville <i>H. verticillata</i> Thun <i>Lilaeopsis chaffneriana</i> (Schl.) Coult & Rose <i>Urtica dioica</i> var. <i>angustifolia</i> (Ledeb.) Wend.
URTICACEAE	
VERBENACEAE	<i>Verbena litoralis</i> HBK.
VITACEAE	<i>Cissus cisyoides</i> L.
ZYGOPHYLLACEAE	<i>Morkillia mexicana</i> (Moc et Sess) Retp.

---

Los ejemplares botánicos fueron colectados por Rangel (1995) y depositados en el Herbario de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala.

\* Ejemplares reunidos por otros colectores y depositados en el Herbario del Instituto de Ecología, Centro Regional del Bajío (IEB).

**ANEXO No. 2**

**MATRIZ DE AUSENCIA PRESENCIA  
DE LAS ESPECIES**





