

1  
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFIA

LA CUENCA DEL LAGO PATZCUARO, MICHOACAN:  
APROXIMACION AL ANALISIS DE UNA REGION NATURAL.

TESIS PROFESIONAL  
Que para obtener el Titulo de  
LICENCIADO EN GEOGRAFIA

presenta:

NARCISO BARRERA BASSOLS

México, D. F. Septiembre de 1986.



FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFIA

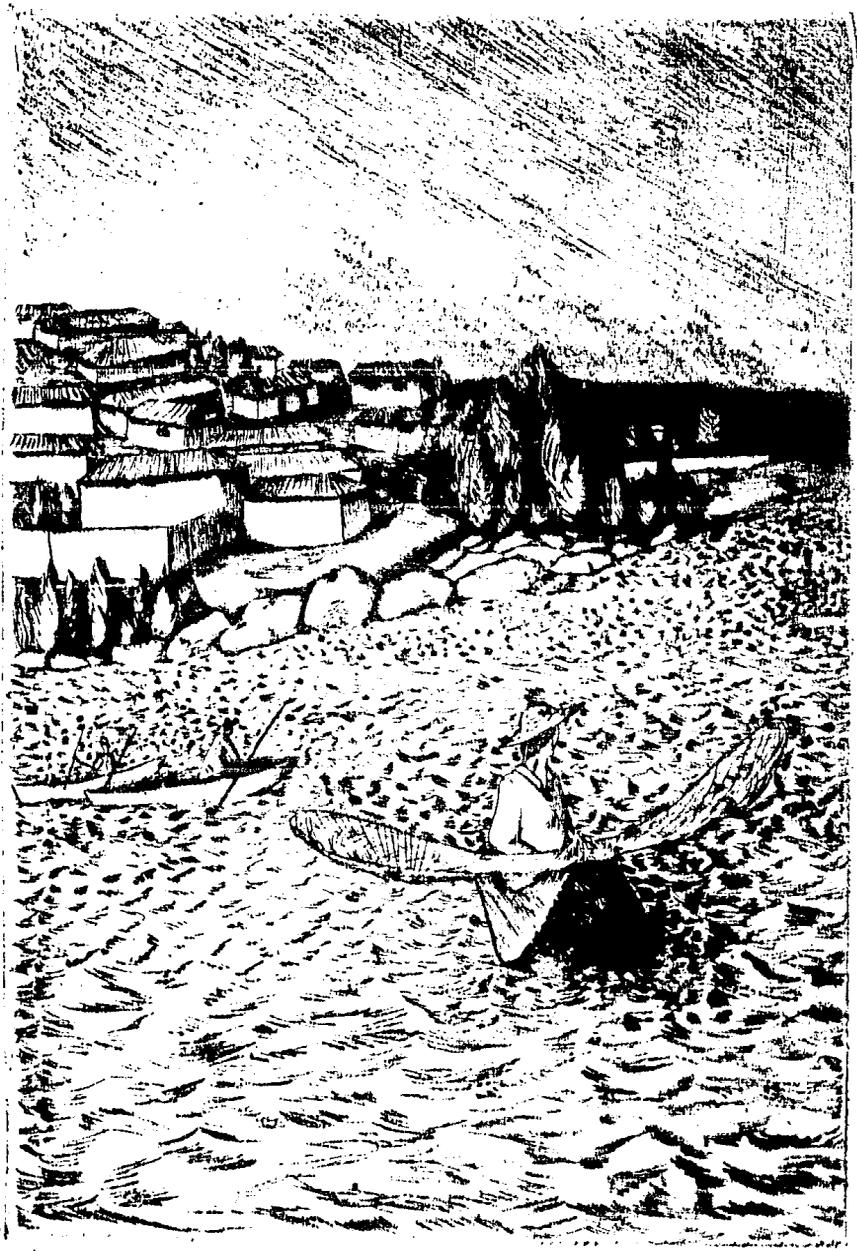


## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

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

Todo el material contenido en esta tesis está 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.



54

Beach scene

M. G. P. 1890

## INDICE TEMATICO

### PAGINA

i.	Presentación y Agradecimientos .....	I-
ii.	Introducción.....	II-
iii.	El Marco Teórico y Metodológico.....	III-

### PRIMERA PARTE:

I.	El Marco Regional de Referencia .....	1
I.1.	Ubicación Geográfica .....	1
I.2.	Principales Características Fisiográficas ...	8

### SEGUNDA PARTE:

II.	Las Evidencias Paleogeográficas .....	18
II.1.	El Vulcanismo del Eje Neovolcánico Transmexicano .....	18
II.2.	La Región Natural de Pátzcuaro y sus Diferentes Etapas de Formación .....	25
II.3.	Las Evidencias Paleoclimáticas y Limnológicas	31
II.4.	Las Evidencias Palinológicas .....	34

TERCERA PARTE:

		<u>PAGINA</u>
III.	Los Componentes del Medio Natural .....	47
III.1.	Las Características Geológicas .....	48
III.2.	Principales Características del Sistema Climático .....	57
III.2.1.	Los Factores Formadores del Clima .....	70
III.2.2.	Características y Dinámica de otros Factores Meteorológicos .....	97
III.2.3.	La Zonificación Mesoclimática .....	104
III.3.	La Red Hidrográfica Regional .....	112
III.4.	El Lago de Pátzcuaro .....	129
III.5.	Los Suelos: Distribución y Principales Características .....	151
III.5.1.	Zona de Alta Montaña .....	156
III.5.2.	Zona de Montaña .....	159
III.5.3.	Zona de Valles Fluviovolcánicos .....	169
III.5.4.	Zona de Talud de Transición .....	170
III.5.5.	Zona Baja .....	184
III.5.6.	Zona Insular .....	200
III.5.7.	Los Principales Procesos Pedogenéticos .....	201
III.6.	La Vegetación y su Distribución en la Cuenca .....	213
III.6.1.	El Marco Fitogeográfico General .....	213
III.6.2.	Los Ecosistemas Terrestres .....	218
III.6.3.	Los Ecosistemas Acuáticos y Subacuáticos ....	250
III.7.	Principales Características Geomorfológicas .....	261
III.7.1.	Las Unidades Genético-Morfo-Estructurales ...	261

	<u>CUARTA PARTE:</u>	<u>PAGINA</u>
IV.	La Dinámica Regional y su Zonificación .....	284
IV.1.	El Balance Hidrológico Preliminar: La Energía y sus Flujos Materiales .....	284
IV.2.	La Morfodinámica y su Zonificación .....	292
IV.3.	Los Geosistemas de Pátzcuaro .....	306
IV.3.1.	Los Geosistemas y la Dinámica Regional .....	340
IV.4.	El Balance Morfoedafológico .....	352
IV.5.	La Ecodinámica Terrestre .....	357
IV.6.	La Ecodinámica Acuática .....	366

QUINTA PARTE:

V.	Bibliografía .....	380
----	--------------------	-----

SEXTA PARTE:

VI.	Apéndice I. ....	393
-----	------------------	-----

## I N D I C E D E C U A D R O S

	<u>PAGINA</u>
CUADRO 1. Localización Geográfica al Nivel Nacional	2
CUADRO 2. Localización Geográfica en el Estado de Michoacán .....	2
CUADRO 3. Localización Geográfica en el Eje Neovolcánico Transmexicano .....	3
CUADRO 4. Los Niveles Taxonómicos Mayores y la Región Natural de Pátzcuaro, Michoacán .....	5
CUADRO 5. Las Coordenadas Geográficas .....	10
CUADRO 6. Los Sistemas Serranos y sus principales elevaciones .....	10
CUADRO 7. Las Principales Zonas Geomórficas .....	11
CUADRO 8. Los Principales Rasgos Geomorfológicos y Franjas Altitudinales .....	16
CUADRO 9. La Placa Caribe y la Estructura del Pacífico Centro -Occidental .....	20
CUADRO 10. Los Dominios Geográficos del Eje Neovolcánico Transmexicano .....	21
CUADRO 11. Las Evidencias Paleogeográficas .....	40
CUADRO 12. Extensión Lacustre en el Periodo Protohistórico y a la llegada de los Españoles .....	46
CUADRO 13. Macrofases Ecodinámicas de Pátzcuaro .....	47
CUADRO 14. Corte Geológico de Acámbaro, Guanajuato a Uruapan, Michoacán .....	49
CUADRO 15. Sistema de Fallamiento Ortogonal de Pátzcuaro, Michoacán .....	56

PAGINA

CUADRO 16.	Datos Climáticos de Pátzcuaro, Michoacán ....	66
CUADRO 17.	Los Indices de Aridez .....	69
CUADRO 18.	Climograma de la Estación Pátzcuaro .....	71
CUADRO 19.	Climograma de la Estación Santa Fé .....	72
CUADRO 20.	Climograma de la Estación Zirahuén .....	73
CUADRO 21.	Diagrama de Días con Heladas, Días Despejados, Días Nublados y Días con Lluvias Inapreciables de la Estación Pátzcuaro .....	79
CUADRO 22.	Diagrama de Días con Heladas, Días Despejados, Días Nublados y Días con Lluvias Inapreciables de la Estación Santa Fé .....	80
CUADRO 23.	Diagrama de Días con Heladas, Días Despejados, Días Nublados y Días con Lluvias Inapreciables de la Estación Zirahuén .....	81
CUADRO 24.	Gráfica de Precipitación y Temperaturas Medias Anuales de la Estación Pátzcuaro .....	83
CUADRO 25.	Gráfica de Precipitación y Temperaturas Medias Anuales de la Estación Santa Fé .....	84
CUADRO 26.	Gráfica de Precipitación y Temperaturas Medias Anuales de la Estación Zirahuén .....	85
CUADRO 27.	Diagrama Ombrotérmico de la Estación Pátzcuaro .....	88
CUADRO 28.	Diagrama Ombrotérmico de la Estación Santa Fé	89
CUADRO 29.	Diagrama Ombrotérmico de la Estación Zirahuén	90
CUADRO 30.	Diagrama de Porcentajes Acumulados de Precipitación de la Estación Pátzcuaro	93
CUADRO 31.	Diagrama de Porcentajes Acumulados de Precipitación de la Estación Santa Fé	94

PAGINA

CUADRO 32.	Diagrama de Porcentajes Acumulados de Precipitación de la Estación Zirahuén .....	95
CUADRO 33.	Los Factores Analizados para La Zonificación Mesoclimática .....	106
CUADRO 34.	Las Fluctuaciones del Nivel del Lago de Pátzcuaro 1944-1958 .....	115
CUADRO 35.	Volúmenes de Aporte Hídrico Anuales de los Principales Arroyos .....	116
CUADRO 36.	La Red Hidrográfica Regional y su Zonificación .....	119
CUADRO 37.	La Red Hidrográfica Subdendrítica .....	121
CUADRO 38.	Lista de los Manantiales de la Cuenca de Pátzcuaro y Temperatura de sus Aguas .....	123
CUADRO 39.	La Red Hidrográfica Radial Centrífuga .....	125
CUADRO 40.	La Red Hidrográfica Incipiente .....	125
CUADRO 41.	La Red Hidrográfica Artificial .....	127
CUADRO 42.	Perfil Batimétrico Norte-Sur del Lago de Pátzcuaro, Michoacán .....	134
CUADRO 43.	Perfil Batimétrico del Seno Quiroga .....	135
CUADRO 44.	Perfil Batimétrico de los Senos Erongaricuario e Ihuatzió .....	136
CUADRO 45.	Perfil Batimétrico del Cuello del Lago .....	137
CUADRO 46.	Diagrama de Fluctuación del Nivel del Lago (1950-1970) y Temperaturas y Precipitaciones Medias Anuales (1954-1970) .....	144
CUADRO 47.	Algunos Factores de la Cadena Alimenticia de la Macrofauna Acuática del Lago de Pátzcuaro, Michoacán .....	149

CUADRO 48.	Ensayo Cronológico de los Eventos Edafogénéticos en Pátzcuaro, Michoacán .....	155
CUADRO 49.	Las Unidades Edáficas y su Distribución Regional .....	157
CUADRO 50.	Superficie en Km <sup>2</sup> de los Grandes Tipos de Suelos de la Cuenca de Pátzcuaro, Michoacán.	158
CUADRO 51.	Análisis de Laboratorio de un <u>Andosol Húmico</u>	161
CUADRO 52.	Análisis de Laboratorio de un <u>Andosol Ocrico</u>	163
CUADRO 53.	Análisis de Laboratorio de un <u>Acrisol Ortico</u>	165
CUADRO 54.	Análisis de Laboratorio de un <u>Cambisol Eútrico</u>	172
CUADRO 55.	Análisis de Laboratorio de un <u>Luvisol Crómico</u>	175
CUADRO 56.	Análisis de Laboratorio de un <u>Cambisol Dístrico</u>	178
CUADRO 57.	Análisis de Laboratorio de un <u>Acrisol Ortico</u>	181
CUADRO 58.	Análisis de Laboratorio de un <u>Vertisol Pélico</u>	185
CUADRO 59.	Análisis de Laboratorio de un <u>Luvisol Pélico</u>	187
CUADRO 60.	Análisis de Laboratorio de un <u>Fozem Lúvico</u>	191
CUADRO 61.	Análisis de Laboratorio de un <u>Planosol Eútrico</u>	193
CUADRO 62.	Análisis de Laboratorio de un <u>Planosol Eútrico</u>	196
CUADRO 63.	Mapa de la División Florística de México ...	214
CUADRO 64.	Principales Rasgos Geomorfológicos y Tipos de Vegetación Terrestre .....	220
CUADRO 65.	Superficie en Km <sup>2</sup> de los Principales Ecosistemas Terrestres de Pátzcuaro (1980) .....	221
CUADRO 66.	Principales Asociaciones Vegetales Lacustres	253

PAGINA

CUADRO 67.	Diagrama de Flujos Hídricos de una Cuenca ..	285
CUADRO 68.	El Balance Hidrológico Preliminar de Pátzcuaro, Michoacán .....	288
CUADRO 69.	El Geosistema Zirate-El Tigre .....	309
CUADRO 70.	El Geosistema Tzintzuntzan .....	312
CUADRO 71.	El Geosistema Coenembo .....	314
CUADRO 72.	El Geosistema Zurumútaro .....	316
CUADRO 73.	El Geosistema El Frijol-Zirahuén .....	319
CUADRO 74.	El Geosistema El Pedregal .....	321
CUADRO 75.	El Geosistema Nahuatzen .....	323
CUADRO 76.	El Geosistema Pichátaro .....	326
CUADRO 77.	El Geosistema Charahuén .....	329
CUADRO 78.	El Geosistema Arocutín .....	331
CUADRO 79.	El Geosistema Guacapia .....	334
CUADRO 80.	El Geosistema San Andrés .....	336
CUADRO 81.	El Limnosistema Pátzcuaro .....	339
CUADRO 82.	Relaciones Jerárquicas de los Geosistemas en el Marco de la Dinámica Regional .....	343
CUADRO 83.	Tipología Dinámica de los Geosistemas .....	345
CUADRO 84.	Diagrama de la Dinámica de los Geosistemas ..	346
CUADRO 85.	Evaluación de la Dinámica de los Geosistemas	347
CUADRO 86.	Porcentaje de las Dinámicas de los Geosistemas .....	348
CUADRO 87.	Superficie en Km <sup>2</sup> de los Geosistemas .....	349

	<u>PAGINA</u>
CUADRO 88. La Leyenda Morfoedafológica .....	355
CUADRO 89. Superficie en Km <sup>2</sup> de las Zonas Ecodinámicas del Limnosistema Pátzcuaro .....	369
CUADRO 90. Porcentaje de las Zonas Ecodinámicas del Limnosistema Pátzcuaro .....	370
CUADRO 91. Perfil Topográfico del Geosistema Zirato-El Tigre .....	394
CUADRO 92. Perfil Topográfico del Geosistema Zurumútaro	395
CUADRO 93. Perfil Topográfico del Geosistema El Frijol-Zirahuén .....	396
CUADRO 94. Perfil Topográfico del Geosistema Guacapia..	397
CUADRO 95. Perfil Topográfico del Geosistema Tzintzun-tzan .....	398
CUADRO 96. Perfil Topográfico de los Geosistemas Nahuatzen, Pichátaro y Charahuén .....	399

I N D I C E   D E   M A P A S.

A N E X O   I.

"EL ATLAS ECOLOGICO DE LA REGION NATURAL DE  
PATZCUARO, MICHOACAN".

- MAPA 1.      CARTA DE LOCALIZACION DE VIAS DE COMUNICACION Y POBLADOS  
DE LA CUENCA DEL LAGO DE PATZCUARO, MICHOACAN.  
ESCALA: 1:100,000
- MAPA 2.      CARTA DE LOS PRINCIPALES RASGOS GEOMORFOLOGICOS Y FRAN-  
JAS ALTITUDINALES DE LA CUENCA DEL LAGO DE PATZCUARO,  
MICHOACAN.  
ESCALA: 1:100,000
- MAPA 3.      CARTA DEL PALEOSISTEMA FLUVIO-LACUSTRE ZIRAHUEN-  
PATZCUARO-CUITZEO.  
ESCALA: 1:250,000
- MAPA 4.      CARTA DE LA LITOLOGIA SUPERFICIAL DE LA CUENCA DEL  
LAGO DE PATZCUARO, MICHOACAN.  
ESCALA: 1:100,000
- MAPA 5.      CARTA DE ISOYETAS E ISOTERMAS MEDIAS ANUALES DE LA  
CUENCA DEL LAGO DE PATZCUARO, MICHOACAN.  
ESCALA: 1:100,000
- MAPA 6.      CARTA MESOCLIMATICA DE LA CUENCA DEL LAGO DE PATZCUARO,  
MICHOACAN.  
ESCALA: 1:100,000

- MAPA 7. CARTA DE ZONIFICACION HIDROGRAFICA DE LA CUENCA DEL LAGO DE PATZCUARO, MICHOACAN.  
ESCALA: 1:100,000
- MAPA 8. CARTA BATIMETRICA DEL LAGO DE PATZCUARO, MICHOACAN.  
ESCALA: 1:50,000
- MAPA 9. CARTA EDAFOLOGICA DE LA CUENCA DEL LAGO DE PATZCUARO, MICHOACAN.  
FAO/UNESCO/DETENAL.  
ESCALA: 1:100,000
- MAPA 10. CARTA DE TIPOS DE VEGETACION Y PAISAJES AGRICOLAS DE LA CUENCA DEL LAGO DE PATZCUARO, MICHOACAN.  
ESCALA: 1:100,000
- MAPA 11. CARTA DE VEGETACION ACUATICA DEL LAGO DE PATZCUARO, MICHOACAN.  
ESCALA: 1:50,000
- MAPA 12. CARTA DE GEOMORFOLOGIA ESTRUCTURAL DE LA CUENCA DEL LAGO DE PATZCUARO, MICHOACAN.  
ESCALA: 1:100,000
- MAPA 13. CARTA DE PROCESOS GEOMORFOLOGICOS DE LA CUENCA DEL LAGO DE PATZCUARO, MICHOACAN.  
ESCALA: 1:100,000
- MAPA 14. CARTA DE LOS GEOSISTEMAS DE LA CUENCA DEL LAGO DE PATZCUARO, MICHOACAN.  
ESCALA: 1:100,000

MAPA 15. CARTA DE LAS UNIDADES MORFOEDAFOLOGICAS DE LA CUENCA  
DEL LAGO DE PATZCUARO, MICHOACAN.  
ESCALA: 1:100,000

MAPA 16. CARTA DE LA ECODINAMICA TERRESTRE DE LA CUENCA DEL  
LAGO DE PATZCUARO, MICHOACAN.  
ESCALA: 1:100,000

MAPA 17. CARTA DE LA ECODINAMICA ACUATICA DE LA CUENCA DEL LAGO  
DE PATZCUARO, MICHOACAN.  
ESCALA: 1:50,000

## i. Presentación y Agradecimientos.

El documento que se presenta a continuación, es el resultado de las investigaciones sobre el medio físico y ecológico de una región étnico-campesina del centro occidente del país; la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, en el Estado de Michoacán.

Este trabajo pretende abordar, desde la perspectiva geográfica, el análisis sobre la historia del medio natural, la descripción y caracterización de los diferentes factores físico-biológicos, su localización y distribución espacio-temporal y explicar, de manera sintética, las interrelaciones entre éstos para revelar las diferentes geodinámicas y estados evolutivos a las cuales se ve sujeta esta región natural.

En la elaboración de este trabajo se ha pretendido desarrollar un estudio científico sobre las condiciones geográfico-ecológicas de Pátzcuaro, no sólo como un puro ensayo teórico y metodológico, sino fundamentalmente con la idea de exponer las bases necesarias para la planeación, recuperación y reordenamiento del medio natural de este sistema lacustre, hoy sujetas a graves

procesos de erosión, degradación y contaminación ambiental.

Esto ha provocado en gran medida, por el intenso y desmedido usufructo de los recursos naturales de un espacio natural relativamente frágil y que, a falta de una planeación ecológica y económica adecuada fundamentalmente para el beneficio de los pobladores de esta región, una profunda degradación ambiental y un grave deterioro socio-económico y cultural de sus productores.

Quien suscribe este documento desea expresar su más profundo agradecimiento a quienes intervinieron directa e indirectamente en los diferentes trabajos realizados durante el periodo de investigación y redacción de los resultados que aquí se presentan.

Así, quiero dejar constado que este trabajo no se hubiera realizado sin el permanente apoyo del M. en C. Javier Caballero Nieto y la M. en C. Cristina Mapez Sánchez, con quienes formé mi primer grupo interdisciplinario tanto en las amplias prospecciones en el terreno, las discusiones en el gabinete, como

en las reflexiones teóricas y metodológicas que fueron surgiendo como una constante durante más de tres años de trabajo.

A ellos les debo el inicio de mi formación académica profesional, como el apoyo fraterno y solidario en momentos difíciles de mi vida.

También deseo expresar mi agradecimiento al M. en C. Victor Manuel Toledo Manzur con quién pude ir disipando las constantes dudas y problemas que fueron surgiendo al paso del trabajo. La enorme lucidez, inteligencia y sensibilidad del biólogo Toledo me han provocado un enorme respeto por el maestro y amigo.

Al Dr. Rodolfo Stavenhagen y al Antrop. Leonel Durán Solís quienes me permitieron realizar estos estudios bajo el marco institucional de la Dirección General de Culturas Populares de la S.E.P.

A Tata Mauri, Nana Juana Sira, a los amigos de Ichupio, Pichátaro, Erongarícuaro, Cuanajo, Ucasanastacua, Tarerio, Purenchécuaro, Puacuaro, Tzintzuntzan, Uricho, Sirondaro, Santa Fé y Quiroga, con quienes

compartí momentos inolvidables y aprendí a reconocer el orgullo del indio, su enorme sabiduría y su enorme respeto por lo ajeno.

Con ellos aprendí a conocer y entender la pobreza del campesino y a reconocer sus grandes potencialidades para el México del futuro.

No podría omitir los nombres de Teresa Dávalos y Enrique Luftt de quienes aprendí sobre el pueblo purépecha y la región de Pátzcuaro y quienes me dieron un enorme número de datos que han servido enormemente para este trabajo. No se me olvidan las trasnochadas conversaciones y discusiones que compartimos.

Al Maestro Tataki, al Biól. Francisco Orozco, al Antrop. Miguel Angel Nuñez, al Geog. Gerardo García Gil, al Dr. José Lugo Hubp, al M. en G. Martínez Luna, al Geog. José Luis Palacio, al Geog. Gerardo Bocco, a la Biól. Mariza Mazari, al M. en C. Antonio Lot y al Biól. José Luis García; todos ellos contribuyeron proporcionándome valiosos datos que se han incluido en el trabajo y que sin ellos no hubiera podido construir varios capítulos que se anexan aquí.

A Pepe Arellano, excelente biólogo y compañero de penas y felicidades.

A Daniel Zizumbo y a Patricia Colunga quienes me ayudaron a no guardar estas páginas en el archivero cuando me sentí totalmente impedido para terminar este trabajo.

También quiero expresar mis agradecimientos al M. en C. Jesús Manuel Macías Medrano y al Dr. Jean Pierre Rossignol quienes revisaron mi texto e hicieron valiosas sugerencias para desarrollar con mayor profundidad algunos aspectos del trabajo. Con la asesoría del Dr. Rossignol se diseñaron las cartas morfoedafológica y ecodinámica.

A la Antrop. Marta Turok le agradezco el firme apoyo personal e institucional brindado durante la fase final del trabajo.

A Maria Esther León González, excelente secretaria y mecanógrafa, se debe la presentación final del texto, producto de largas horas de trabajo.

Finalmente he de expresar mi enorme y profunda deuda para con Eva Aiastui Aretxaga que, a pesar de todo, me dió todo su apoyo durante todos estos largos años.

## ii. Introducción.

Los procesos de degradación y contaminación ambiental a los que hoy en día se ve sujeta la Región Natural de Pátzcuaro, no son sólo el resultado de su propia historia natural, ni el resultado de un inadecuado manejo de los recursos naturales generado, a través de la milenaria experimentación por los Purépecha, grupo social quién históricamente ha aprovechado y defendido este espacio natural de forma por más notoria.

Estos procesos de inestabilidad en el medio físico patzcuarense son el resultado de las fuertes presiones de tipo económico a las cuales se han visto sujetas las comunidades campesinas de esta cuenca lacustre a partir de los últimos sesenta años del presente siglo.

Estas presiones le han generado a Pátzcuaro y a sus habitantes una doble y profunda crisis. Por un lado una de tipo ecogeográfico evidenciada por los fuertes procesos de erosión que se presentan en más de 50% de su extensión, la cual ha provocado la pérdida

total o la degradación de sus diferentes tipos de suelos, la expansión de la frontera agrícola en terrenos no aptos para ello, así como una subsecuente acentuada deforestación.

Todo ésto ha desarrollado una impresionante aceleración en los procesos de azolvamiento y contaminación del lago, lo cual ha reducido el volúmen de las aguas de su embalse así como provocado una cada vez mayor eutroficación de este sistema lacustre.

Por el afán de generar una mayor productividad agrícola en áreas de por sí francamente improductivas, por el uso inmoderado de productos químicos como los fertilizantes, insecticidas, pesticidas, herbicidas y detergentes, se han contaminado los suelos y las aguas lacustres.

Por el otro lado, Pátzcuaro se ve sujeta hoy en día a una profunda crisis social, económica y cultural que se refleja, no sólo en el deterioro ambiental sino en el alto grado de miseria de sus pobladores.

El desmedido crecimiento de la Ciudad de Pátzcuaro,

centro político-administrativo y económico de la región, además de provocar una mayor demanda de materias primas y fuerza de trabajo local, ha generado un constante aumento en los precios de las mercancías y productos necesarios para la población circunvecina. Esta población de campesinos empobrecidos, no en pocos casos tiene que comprar al doble, los productos que ella misma produce y que vende a muy bajos precios para poder solventar sus deudas con las agencias de crédito agropecuario, que en nada han favorecido a las economías campesinas de la región. Estos productores rurales han requerido de formas alternativas de trabajo, presentándose importantes fenómenos de migración temporal y permanente a nivel estatal, nacional e internacional.

El desarrollo turístico regional ha sido otro fenómeno negativo para los pobladores patzcuarenses. Las características estéticas, históricas y socio-culturales de Pátzcuaro, han sido factores decisivos para el despliegue de una infraestructura turística enfocada a la recreación de visitantes extranjeros y nacionales.

La demanda de mano de obra barata, de materias primas autóctonas y productos artesanales tan diversos en esta región, ha provocado no sólo un cambio en las

actividades productivas regionales sino una disminución y el encarecimiento de los recursos locales, (como es el caso del Pescado Blanco), amén de un enorme desequilibrio ecológico lacustre, principalmente.

El despliegue de esta infraestructura ha provocado entre otros, la contaminación de las aguas del Lago, al ser éste receptor de los desechos producidos por los restaurantes, hoteles, lanchas motorizadas, casas de verano, etc, etc.

Además de esto, la desestructuración de todo un sistema regional de mercados ha sido una consecuencia más del despliegue de una economía de mercado que busca en la introducción de nuevos y modernos productos, crear nuevas necesidades de consumo para la población campesina regional. También, la generación de desechos no biodegradables (plásticos, envases de lata y de vidrio, etc.) se suma a los demás factores negativos de esta crisis bidimensional.

La Ciudad de Pátzcuaro junto con la Villa de Quiroga han sido los dos enclaves políticos de mayor fuerza, en donde se han gestado los principales grupos

de poder político y económico intra-regional; estos grupos se han avocado fundamentalmente a las actividades forestales, de servicio y ganaderas de la cuenca.

Todo ésto ha provocado que en menos de 60 años la región natural de Pátzcuaro haya sufrido una grave deforestación de sus vertientes, la apertura de espacios ganaderos en detrimento de las agriculturas de autoconsumo y un desmedido crecimiento urbano.

Otro factor de esta doble crisis ha sido el despojo de las tierras de los pueblos ribereños (de alta productividad agrícola y de importante valor económico) por estos grupos políticos, quienes pretenden promover ambiciosos proyectos turísticos y zonas residenciales en las riberas del Lago.

Finalmente desde el ángulo económico, la presencia de más de 80 agencias de desarrollo rural, tanto privadas como del sector público, no han podido presentar de manera coordinada, esquemas coherentes de recuperación ecológica y económica a los habitantes patzcuareses, a pesar del enorme despliegue de recursos económicos con que se benefician.

La mayoría de estas agencias parten de propuestas de desarrollo rural ajenas a la idiosincracia del pueblo patzcuareense y en su casi totalidad no toman en cuenta la experiencia campesina regional.

Desde la perspectiva sociocultural, la población patzcuareense de origen purépecha (25% del total de la población) ha sufrido los constantes cambios y vaivenes de una política cultural nacional ajena, en la mayoría de los casos, a las formas de pensamiento y organización social de esta étnia, provocando entre otros, una pérdida del idioma vernáculo, una pérdida en la identidad étnica, y el desarrollo de patrones de pensamiento, de organización social y de consumo, ajenos totalmente a las formas de ser, hacer y de pensar de esta sociedad tradicional.

En síntesis, Pátzcuaro a pesar de ser un orgullo estatal y nacional por sus múltiples características, es hoy en día una región natural degradada ecológicamente por la expoliación de sus recursos naturales,

por la explotación económica de sus pueblos circundantes y por los procesos etnocidas a los que están sujetos los verdaderos dueños de estas tierras, bosques y su Lago.

### iii. El Marco Teórico y Metodológico.

#### Los Antecedentes.-

La Región Natural de Pátzcuaro, es quizá una de las cuencas interiores más estudiadas del país.

En efecto, solamente en los últimos cincuenta años se han desarrollado en esta pequeña porción del Estado de Michoacán, alrededor de 15 programas de investigación tendientes a reconocer sus condiciones ecológicas y económicas así como socioculturales (Toledo, V.M. y N. Barrera. 1984:43).

Estos programas de investigación han generado un buen número de obras, comprendidas en un total de 25 diferentes especialidades científicas y técnicas, amén de concentrar más de 550 diferentes títulos y un total de 25 estudios monográficos de las 12 comunidades campesinas más importantes de esta región. (Toledo, V.M. y N. Barrera. Op.Cit.: 39,41,43 y 45).

A su vez, para el año de 1982 se realizaban allí, un total de 83 programas de desarrollo rural, tanto

de agencias y fundaciones privadas nacionales e internacionales, como de un sinnúmero de organismos públicos del orden estatal y federal.

En cuanto a las investigaciones realizadas tendientes a revelar las condiciones de Pátzcuaro y de sus pobladores, las de tipo limnobiológico y de ecología acuática permiten inferir que el Lago ha sido el más estudiado en el país.

Por otro lado, los estudios de tipo antropológico y sociológico son de gran abundancia y de enorme importancia en cuanto a las propuestas teóricas y metodológica, que bajo diferentes enfoques y escuelas, se han propuesto a raíz de los estudios empíricos realizados en esta pequeña porción del Area Cultural Purépecha.

Existe también un número importante de estudios históricos y etnohistóricos los cuales han permitido conocer a profundidad la historia regional y las historias locales de las comunidades más antiguas y más importantes de esta región.

Caso contrario es el referente a los estudios

que sobre Geografía Física y Ecología Terrestre se hayan desarrollado en esta pequeña cuenca lacustre, a pesar de que este tipo de análisis serían de gran importancia debido al profundo desequilibrio del medio natural patzcuareense.

Después de los estudios realizados por Robert West (1947) para el Area Cultural Purépecha, que abarca a la Región Lacustre junto con otras regiones naturales, no se habían desarrollado investigaciones tendientes a evaluar la calidad y cantidad de sus recursos naturales así como las causas que le han impreso las diferentes geodinámicas a esta región natural.

A pesar de las constantes y angustiosas notas periodísticas sobre el deterioro del medio natural y el lago patzcuareense, pocos estudios, con rigurosidad y seriedad científica, se han desarrollado para revelar las específicas condiciones ecogeográficas de este sistema endorreico.

Acaso los estudios del CRAC (1981) y del PLAT (1979) permitían, de manera un tanto parcial y esquemá-

tica, reconocer algunos aspectos de las dinámicas terrestres y acuáticas de Pátzcuaro. Así, la mayor parte de las referencias sobre la geografía física local se encuentra en los capítulos introductorios del gran volumen de obras históricas, antropológicas y sociológicas regionales, como un mero marco geográfico referencial.

Tomando en cuenta ésto y otros aspectos, en el año de 1977, la Dirección General de Culturas Populares de la S.E.P., dirigida entonces por el Dr. Rodolfo Stavenhagen inició el programa multidisciplinario denominado "Proyecto de Etnobiología Purépecha del Lago de Pátzcuaro". Este programa tenía como una de sus finalidades estudiar las específicas condiciones físico-bióticas de ésta cuenca lacustre, a través de la realización de varios proyectos particulares, dentro de las cuales se realizó este estudio.

Otros trabajos sobre la vegetación terrestre y la vegetación acuática patzcuareense, formaron parte del análisis de la "Objetividad Natural" de esta zona lacustre. (Caballero, J. en preparación; Lot, A. 1985; Toledo, V.M. et. al. 1980).

Los estudios del medio físico de Pátzcuaro se realizaron a partir de 1978 y hasta el año de 1980 en su fase de levantamiento de datos en el terreno. Durante 1981 y 1982 se elaboró la cartografía pertinente, a la escala de 1:50,000, y más adelante se desarrollaron los estudios tendientes a reconocer y evaluar el balance morfoedafológico y la ecodinámica regional.

Las cartas que aquí se anexan fueron reducidas a la escala de 1:100,000 tomando como base las de la escala 1:50,000 y utilizando una computadora marca Tektronix Modelo 4054 para computo gráfico.

LA GEOGRAFIA: UN SABER ESTRATEGICO.

"SABER PENSAR EL ESPACIO, PARA  
SABER ORGANIZARSE EN EL..."

Ives Lacoste.

La Geografía, en su acepción más amplia, es la disciplina científica encargada de "estudiar las relaciones entre los fenómenos sociales y los hechos geográficos, es decir entre la Naturaleza y la Sociedad, tomadas estas en su expresión de área, de distribución, de variación de un lugar a otro y de una región a otra". (Bassols, A. 1983:11-12).

En efecto, tal como lo señala este autor, la geografía es la ciencia auténtica encargada de estudiar las relaciones Sociedad-Naturaleza, tomando como eje fundamental los procesos de producción, reproducción, continuidad y discontinuidad de estas relaciones, desde el ángulo de una representación gráfica e interpretación a diferentes escalas para, de esta manera, expresar las contradicciones internas de estas relaciones y descubrir la causalidad de los procesos históricamente diferenciados y espacialmente relacionados.

De esta manera, la Geografía se nos presenta como un saber estratégico para la interpretación del espacio como un hecho histórico en permanente evolución, porque "la Historia no se escribe fuera del espacio y no hay Sociedad a-espacial. El espacio mismo es social". (Santos, M. 1973. p. 66-73).

La visión holística de esta ciencia social nos permite estudiar a la Sociedad y a su Naturaleza (es decir, a la porción de "naturaleza" de la cual la Sociedad extrae su producción) de una manera indivisible para así comprender la realidad espacial y permitir transformarla al servicio del hombre.

Así, la Geografía nos enseña como "saber pensar el espacio para saber organizarse en él"... (Lacoste, I. 1977), para poder transformarse en él.

Para esto, la Geografía al interpretar las mutuas interrelaciones e influencias de cada uno de los factores estudiados (ya sea del orden físico, biológico o social), nos permite comprender"... la lógica de reproducción y cambio de formas particulares de organización de la materia, de sistemas, de procesos o fenómenos por medio de la concatenación de nexos causales..."

permitiéndonos hacer abstracciones de"... toda la serie de factores que relacionan hechos y fenómenos a través de una cadena continua de causas y efectos entre sí y en sus dimensiones temporal y espacial". (Calderón, R. 1982: 152-153).

Esta interpretación de las relaciones entre los hombres y su territorio debe abarcar, al menos, tres instancias fundamentales:

#### I.

Las específicas condiciones geográficas y ecológicas dentro de las cuales la sociedad existe y a partir de las cuales extrae sus medios materiales de existencia.

#### II.

Las fuerzas productivas, es decir, los medios materiales e intelectuales que los miembros de una sociedad implementan dentro de los diferentes procesos laborales con el fin de trabajar a la Naturaleza, transformándola en una Naturaleza "socializada".

#### III.

Las relaciones sociales de producción, las cuales quedan expresadas en las formas de acceso a los recursos y

al control de los medios, en la ubicación de la fuerza de trabajo por la cual se organizan y se ponen en acción los diferentes procesos laborales, y en fin, en las formas de redistribución de lo producido, esto es, en las formas de circulación o no circulación de los productos. (Godelier, M. 1978. p. 763).

Cada una de estas tres instancias fundamentales requiere de diversos estudios a menor o mayor profundidad, dependiendo el espacio regional en análisis.

Para ésto, la primera instancia tendrá como objeto de estudio "lo físico del espacio geográfico". (Bertrand, G. 1982. p. 104).

Los estudios básicos sobre la historia ecológica del medio natural, su estructura y la dinámica contemporánea, permiten no sólo dilucidar las condiciones naturales bajo las cuales se han desarrollado las sociedades, sino también (y de gran importancia) permiten reconocer las leyes y mecánicas de la Naturaleza que responden no solamente a la intervención humana, sino a las propias condiciones y evolución de las grandes zonas y regiones naturales. Permiten, a su vez, establecer propuestas de recuperación y de aprovechamiento

del medio natural acordes con sus capacidades y condiciones intrínsecas.

Todo esto, le da coherencia a los objetivos de la porción "naturalista" de la Geografía, es decir, de la Geografía Física.

En efecto, la Geografía Física forma parte del \*Todo\* indivisible analizado por la ciencia geográfica, aunque esta primera guarda una cierta autonomía conceptual y metodológica pero siempre situada dentro de un sistema relacional jerarquizado al interior de la ciencia geográfica, comunicándose directamente con otras disciplinas o elementos de disciplina geográfica. (Bertrand, G. 1972. p.127-134).

El análisis de lo físico del espacio geográfico debe abordarse desde una perspectiva sistémica, es decir, integral, si se quiere lograr comprender su complejidad y sus aspectos fisiónómicos.

La Geografía Física ha sido enriquecida con el desarrollo del pensamiento sistémico, a través de la Teoría Cibernética en general, y la Teoría Ecológica en lo particular, lo que le ha permitido dar un salto

cualitativo en su método, la Geografía Física global trata de recuperar la idea rectora de la geografía como una ciencia bidimensional (relación sociedad-naturaleza) asumiendo que su objeto de estudio es lo Físico del espacio geográfico, como un espacio concreto, como un complejo físico en su conjunto y en su aspecto fisiológico.

De esta manera el espacio geográfico se define por el concepto de Interface, o bien como un sistema en donde se desarrollan Procesos.

La red de interfaces, se da en el contacto, interacción, participación y la mezcla de la litomasa, biomasa, hidromasa y acromasa.

Estas unidades másicas son de carácter heterogéneo, independientemente de su tamaño, y es en la interfase de estas masas en donde se desarrollan los procesos, los cuales permiten la génesis y evolución de las formas geográficas, bióticas y abióticas, siendo estas Fenómenos de envoltura.

Con ésta nueva visión sistémica del objeto de estudio de la Geografía Física, la descripción y clasificación de las formas geográficas (Fisiografía) es

sólo un primer paso, pues se vuelve de medular importancia, el estudio de los fenómenos de masa, los volúmenes y después el análisis de las envolturas de este espacio.

"Por ejemplo, las masas tienen una duración de vida superior a los fenómenos de interface y su inercia juega un papel capital en la evolución y/o estabilidad del espacio geográfico" (Bertrand, G. 1982. p.101). Por lo que la historia (tanto biológica como social) juega un papel esencial al formar parte de la memoria de las masas y de las superficies de contacto.

Esta forma de analizar el objetivo de estudio de la Geografía Física, permite visualizar al espacio geográfico tanto desde su perspectiva dinámica (espacio-proceso) e histórica.

De esta manera, "... El espacio aparece más y más, como un proceso, o sea un producto del tiempo". (Bertrand, G. Op.Cit. p.102).

Esta visión sistémica del objeto de estudio de la Geografía Física le permite al mismo autor, señalar algunos de sus atributos.

## Lo Físico del Espacio Geográfico:

-Es un sistema global, que puede funcionar y concebirse solamente en su totalidad; es complejo y heterogéneo.

-Es un sistema funcional y autoorganizado que asegura su propio desarrollo.

-Es un sistema constituido de masas y volúmenes que se suscriben en las tres dimensiones del espacio.

-Los volúmenes y las interfaces son tapizadas de formas, algunas en movimiento (olas), otras más o menos estables (modelados del terreno, cobertura vegetal) que constituyen la fisonomía del espacio geográfico.

-Este ESPACIO-PROCESO no existe fuera del tiempo y de su memoria; es indisociable de la historia biológica y de la historia humana.

-Es un artefacto, primero porque está profundamente influido en su estructura y en su funcionamiento por el impacto de las sociedades humanas y, segundo, porque no es más que una de las interpretaciones posibles, un modelo entre otros, de nuestro entorno físico. (Bertrand, G. Op.Cit. p.102).

Estos atributos no jerarquizados y no limitativos del objeto de estudio de la Geografía Física, de lo físico del espacio geográfico, permiten subrayar de manera contundente, el quehacer de esta disciplina científica.

1. La geografía física tiene como prioridad una finalidad naturalista, al estudiar lo físico del espacio geográfico, en sí mismo y por sí mismo.
2. El estudio teórico y el desarrollo metodológico sobre el espacio geográfico como un sistema (es decir globalmente), es el punto de partida del quehacer de la Geografía Física.
3. Los estudios sectoriales de tipo naturalistas desarrollados una vez realizado el análisis teórico y ajustados los mecanismos metodológicos.
4. La dimensión social de la Geografía Física se basa en el postulado que admite que la geografía física es un subconjunto de la Disciplina Geográfica, al límite entre las ciencias naturales y las ciencias sociales, por lo tanto, la geografía física debe de "penetrar en el campo social y de irrigarlo".

"Toda la cuestión está en el control del pensamiento social y del pensamiento naturalista".

(Bertrand, G. Op.Cit.p.103).

Bajo una perspectiva materialista se dan una serie de principios rectores inherentes al objeto de estudio de la Geografía Física, estos principios son:

-Toda Sociedad se desarrolla en la naturaleza por lo que el espacio geográfico está definido por la o las sociedades, la o las categorías que la utilizan.

-Es el sistema de producción, en su sentido amplio, cultural y económico, el que le dá una existencia social al espacio natural.

"Cada sociedad y cada categoría social al interior de las sociedades diferenciadas, mantiene su visión propia y su estrategia de utilización del espacio, más o menos deformada y constituida por la visión propia y la estrategia de las categorías sociales y/o de las sociedades dominantes". (Bertrand,G.Op.Cit.p.108).

Es por ésto que la utilización social del espacio es el reflejo de los complejos sistemas de organización social pero sin olvidar que el sistema natural mantiene su propio funcionamiento físico y biogeoquímico, muchas veces, independiente de las propias intervenciones humanas.

EL PAISAJE: UN CONCEPTO UNIFICADOR.

"El espacio geográfico es un espacio banal. La epidermis de la Tierra. Este se define a la vez como una estructura y como un sistema. Fenómeno Espacial, él se caracteriza por las estructuras que se inscriben en el espacio por tiempos largos: localización y distancia, superficies y volúmenes, isomorfias y discontinuidades. Fenómeno de Contacto, él forma un sistema integrado en el cual se combinan en un entretreído los elementos abióticos, bióticos y antrópicos".

"El espacio geográfico es también un ENSAMBLE dinámico formado de estructuras espaciales móviles en el tiempo como en el espacio. La parte visible del complejo lo constituye el PAISAJE GEOGRAFICO en el sentido estricto del término; más la mayor parte de los mecanismos fundamentales escapan a la percepción directa. El espacio geográfico aparece ahora, como un objeto, si no simple, al menos directamente accesible a un método de análisis específico que consiste en reconocer las estructuras espaciales, visibles o invisibles, que lo organizan y lo animan". (Bertrand, G. 1972. 43-2:175).

La noción de paisaje es, como lo señala Bertrand, de carácter fisionómico y constituye una unidad natural compleja por ser ésta la combinatoria o ensamble de elementos abióticos, bióticos y antrópicos que le dan una estructura y una dinámica propia, de allí las posibilidades reales de su delimitación cartográfica.

Para Bertrand, el PAISAJE "Es una porción de espacio, caracterizada por un tipo de combinación dinámica, por consiguiente inestable, de elementos geográficos diferenciados (físicos, biológicos y antrópicos) que, al reaccionar dialécticamente entre sí, hacen del paisaje "un conjunto geográfico" indispensable que evoluciona en bloque, tanto bajo el efecto de las interacciones entre los elementos que lo constituyen como bajo el efecto de la dinámica propia de cada uno de sus elementos considerados separadamente" (Bertrand, G. 1970: p.197).

Así, el PAISAJE, tiene una dinámica propia dada por la organización y la red de interacciones de cada uno de los elementos que lo constituyen. Su estructura y su dinámica no son la de cada una de sus elementos constituyentes, ni la simple sumatoria de estos, sino

la relación compleja del papel que desempeña cada uno.

El PAISAJE es, en síntesis, una porción del espacio en donde se establecen flujos de energía y de materia; es una unidad natural cuya temporalidad, dinámica y evolución se establece a partir de las interacciones entre el medio físico, los ecosistemas y la intervención antrópica.

El PAISAJE es, por lo tanto, una porción del espacio con límites propios, cargada de historia, de cultura, pues no se trata solamente del paisaje "natural", sino del paisaje total, incluyendo todas las huellas de la acción antrópica. De esta manera se admite una doble esencia del paisaje, por un lado lo físico de éste y por el otro lado lo social. El paisaje es, fundamentalmente, una unidad natural de manejo.

#### LA TAXONOMIA DE LOS PAISAJES:

El propio Bertrand nos señala las bases para elaborar la taxonomía de los paisajes "con dominante físico", aseverando que, la delimitación de éstos no es un fin

en sí mismo, sino sólo un medio para conocer la realidad geográfica, para detectar las discontinuidades objetivas del paisaje.

Sólo renunciando a definir unidades sintéticas basadas en el acuerdo apriorístico de tomar una o varias unidades elementales, con la simple sobreposición de mapas sintéticos o a través de la modelización, se podrán delimitar en el PAISAJE GLOBAL, las discontinuidades que se presentan, así las combinaciones y las relaciones entre elementos, como los fenómenos de convergencia, aparecerán con mayor claridad.

Por otro lado, el mismo autor asume que el sistema taxonómico debe permitir clasificar los paisajes en función de la escala, es decir, situarlos en la doble perspectiva del tiempo y el espacio.

Explica además que "aunque los elementos constitutivos de un paisaje son casi siempre los mismos, su respectiva situación y sobre todo sus manifestaciones dentro de las combinaciones geográficas dependen de la escala temporo-espacial. Para cada tipo de fenómenos existen ((umbrales de manifestación)) y de ((extinción)), que son los únicos que pueden servir legítima-

mente de base para una delimitación sistémica de paisajes en unidades jerarquizadas. Esto quiere decir que la definición de un PAISAJE está en función de la escala. Dentro de un sistema taxonómico, los elementos climáticos y estructurales ocupan el primer plano en las unidades superiores y los elementos biogeográficos y antrópicos en las unidades inferiores" (Bertrand, G. 1968: 249-272).

Tomando en consideración lo anterior, el Dr. Bertrand propone el siguiente sistema taxonómico de paisajes:

#### A.- ZONA GEOGRAFICA.

Unidad esencialmente bioclimática. Su homogeneidad es totalmente relativa. Extensa área, también denominada Provincia.

La escala de estudio de esta unidad del paisaje debe fluctuar entre 1:1,000,000 y 1:500,000.

Su origen geológico es unitario sobre la mayor parte de su área, teniendo una morfología propia y distintiva. De extensión suficiente para ser un componente estructural esencial del sistema de alteración macroclimática.

El ejemplo mexicano de una ZONA GEOGRAFICA sería la Cordillera Neovolcánica Transmexicana.

## B.- DOMINIO GEOGRAFICO.

Unidad producto de las discontinuidades intrazonales, por consecuencia es de menor extensión que la ZONA GEOGRAFICA. Su extensión es mayor a los 2,000 km<sup>2</sup>.

Unidad Topográfica de cierta homogeneidad cuyo origen puede encontrarse en la estructura y/o en su evolución morfogenética.

Las escalas idóneas para el estudio de estas unidades fluctúan entre 1:500,000 y 1:250,000. Dos ejemplos claros de estas unidades en el espacio mexicano podrían ser: El Dominio Volcánico Michoacano y la Cuenca de México.

## C.- REGION NATURAL.

Representa la unidad esencial dentro de la organización del espacio natural.

Permite el análisis global de los diferentes elementos geográficos para el estudio de la dinámica regional.

Su naturaleza es de tipo complejo y se le considera el ((Ensamble Complejo natural)).

Su extensión fluctúa entre los 100 y los 2000 Km<sup>2</sup> y para su correcto estudio debe abordarse

El geosistema se define a continuación por un cierto tipo de explotación biológica del espacio... Hay una relación evidente entre el potencial ecológico y el aprovechamiento biológico, el cual no obstante depende también muy estrechamente del stock florístico regional... El Geosistema se encuentra en situación clímax cuando existe equilibrio entre el potencial ecológico y la explotación biológica.

El geosistema, en efecto, es un complejo esencialmente dinámico incluso en un espacio-tiempo relativamente breve, como, por ejemplo, el de tipo histórico. En la mayor parte de los casos se está lejos de alcanzar el clímax. El potencial ecológico y la ocupación biológica son elementos inestables que varían tanto en el tiempo como en el espacio.

Como consecuencia de esta dinámica interna, el GEOSISTEMA no tiene porqué presentar una gran homogeneidad fisionómica. En la mayor parte de los casos, está compuesto de paisajes diferentes, que representan diversos estadios en la evolución del geosistema. En efecto, estos paisajes bien delimitados se relacionan

entre sí dentro de una serie dinámica que tiende, al menos teóricamente hacia un mismo clímax. Estas unidades fisionómicas están, pues, vinculadas a una misma familia geográfica. Son las "Geofacies". (Bertrand, G. 1968:249-272).

En síntesis, el GEOSISTEMA, es la unidad del paisaje que se presta al análisis del impacto humano sobre el territorio, es de estructura compleja y heterogénea, abarca extensiones que van de los 10 a los 100 Km<sup>2</sup>, y la escala de estudio va de 1:50,000 a 1:25,000.

#### E.- GEOFACIE.

Ofrece una fisionomía homogénea en distancias comprendidas entre unos centenares y unos millones de metros. (1-10 Km<sup>2</sup>). Una hondonada de inundación en una llanura aluvial, una vertiente orientada de determinada manera, un borde de meseta, un pequeño valle, pueden servir de base a una GEOFACIE a condición de que estén ocupadas por una formación vegetal homogénea. Es generalmente heterogénea desde el punto de vista litológico, y por ende, desde el punto de vista pedológico.

"Dentro de un GEOSISTEMA determinado, la GEOFACIE corresponde por lo tanto a un sector fisiológicamente homogéneo donde se registra una misma fase en la evolución general de dicho GEOSISTEMA.

Al igual que en el conjunto del GEOSISTEMA, en cada GEOFACIE se puede distinguir un ((potencial ecológico)) y una ((explotación biológica)). En esta escala, frecuentemente es ésta última la que resulta decisiva e incide de forma directa en la evolución del potencial ecológico. La Geofaciel representa, pues, un eslabón en la cadena de los paisajes que se suceden en el tiempo y en el espacio dentro de un mismo GEOSISTEMA. Se puede hablar de cadenas progresivas y de cadenas regresivas, así como una ((GEOFACIE CLIMAX)) que constituye el estadio final de la evolución natural del GEOSISTEMA. En el territorio de un GEOSISTEMA, las GEOFACIES dibujan un mosaico cambiante, cuya estructura y dinámica traducen fielmente los matices ecológicos y las pulsaciones de orden biológico. El estudio de las GEOFACIES se ha de situar siempre en esta perspectiva dinámica". (Bertrand, G. 1968:249-272).

La escala idónea para el estudio de esta unidad del paisaje fluctúa entre 1:25,000 y 1:10,000.

#### F.- GEOTOPO.

La Unidad inferior en la taxonomía propuesta por Bertrand. Esta ocupa unos cuantos metros cuadrados (1-100 m<sup>2</sup>) y corresponde al área ocupada por un microclima. Es una unidad similar a lo que los ecólogos denominan como "nicho".

Esta unidad es homogénea desde el punto de vista litológico y, como lo expresamos líneas arriba, microclimática.

Puede tratarse de una depresión fangosa de unos metros cuadrados en un valle, de una cornisa o de un sima karstico.

En las palabras de Bertrand "Algunas veces se necesita llevar el análisis hasta el nivel de microformas, a escala de un metro cuadrado o inclusive de un decímetro cuadrado. Una diacasa ensanchada por la disolución, una cabecera de arroyo, un fondo de valle nunca alcanzado por el sol, un rincón montañoso, constituyen otros tantos biotopos cuyas condiciones ecológicas son con frecuencia muy diferentes de las

del GEOSISTEMA o GEOFACIE en las que se encuentran. Son el refugio de biocenosis propias, a veces relictas o endémicas. Este complejo biotopo-biocenosis, bien conocido por los biogeógrafos, corresponde al GEOTOPO, esto es, a la más pequeña unidad geográfica homogénea directamente reconocible sobre el terreno; los elementos aún más pequeños resultan del análisis fraccionado de laboratorio".

La escala idónea de esta unidad del paisaje oscila entre 1:1,000 y 1:5,000.

La taxonomía paisajística propuesta por Bertrand (Véase Cuadro No. ) permite, de una manera objetiva, analizar al espacio geográfico desde la perspectiva estructural, dinámica y evolutiva, en relación a las diferentes escalas de estudio y a las diversas manifestaciones de las mutuas y contradictorias interrelaciones entre los elementos abióticos, bióticos y antrópicos en espacio y en tiempo.

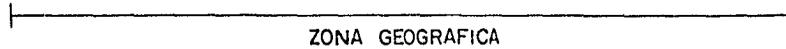
Para Bertrand, existen dos niveles taxonómicos, el nivel superior, constituido por la ZONA GEOGRAFICA, EL DOMINIO GEOGRAFICO y la REGION NATURAL, esta última, la unidad esencial dentro de la organización del espacio natural, el

((ensamble complejo del espacio)) y el nivel inferior que constituye las diversas formas y dinámicas que le dan una estructura coherente a la REGION NATURAL, estas unidades son el GEOSISTEMA, la unidad más pertinente para el análisis del manejo social del medio natural; la GEOFACIE, que representa los diversos estados evolutivos del GEOSISTEMA, y el GEOTOPO, la unidad menor del medio natural integrado.

EXTENSION

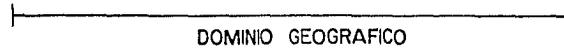
ESCALA

+ 10,000 Km<sup>2</sup>



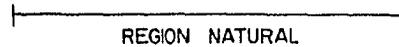
1:1,000,000 - 1:500,000

+ 2,000 Km<sup>2</sup>



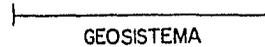
1:500,000 - 1:200,000

- 2,000 Km<sup>2</sup>



1:100,000 - 1:50,000

10-100 Km<sup>2</sup>



1:35,000 - 1:25,000

1-10 Km<sup>2</sup>



1:10,000 - 1:1,000



s/e

LA TAXONOMIA DEL PAISAJE NATURAL ,SEGUN BERTRAND.

EL BALANCE MORFOEDAFOLOGICO: EVALUACION DEL POTENCIAL ECOLOGICO, LA EXPLOTACION BIOLOGICA Y LA ACCION ANTROPICA DEL MEDIO NATURAL.

La búsqueda científica para la comprensión cabal del medio natural, entendido éste como lo físico del espacio geográfico y analizado desde la perspectiva sistémica, es decir, visualizado como un \*todo\*, un sistema complejo en permanente evolución, (ya sea de tipo natural o debido a la acción antrópica) como consecuencia de la interacción de una multitud de elementos que lo componen (relieve, clima, suelo, vegetación, hidrografía, etc.) y que se expresan de manera diferenciada tanto espacial como temporalmente, permitió el desarrollo del método morfoedafológico (Tricart, J. 1974, 1965, 1973, 1978; Kilian, J. 1974; Rossignol, 1985; Tricart y Kilian, 1979, 1982; Raunet, Rossignol, et.al. 1985).

Este método fue basado fundamentalmente en la noción de estabilidad y/o inestabilidad del medio natural a través del análisis del balance morfogénesis-- edafogénesis, como dos procesos que se manifiestan de manera simultánea y competitiva en un mismo medio.

El balance de ambos procesos, según el método, permite evaluar de manera sintética el potencial ecológico, la explotación biológica y la acción antrópica del medio natural, estableciendo su grado de estabilidad y/o inestabilidad, así como analizando las causas de estos procesos, en relación a su mejor aprovechamiento.

Por sus características, el método morfoedafológico resulta de fácil comprensión técnica y permite el análisis del medio físico de una manera sencilla e integral.

Su expresión es sintética y se concreta en la generación de cartografía en diferentes escalas que va de lo general a lo particular (región, paisaje, parcela) encausada a la elaboración de una leyenda de doble entrada en donde se expresan las unidades morfoedafológicas, por un lado, y los componentes de estas unidades, por el otro. El lenguaje de esta leyenda es sencillo y en ella se expresa el conocimiento vernáculo de los productores locales. Esto facilita a los técnicos en desarrollo rural, la cabal comprensión de los diferentes medios analizados.

y evolución del modelado) asumiendo que ambas dinámicas son contradictorias entre sí e inseparables, por ser éstas, consecuencia de los mismos flujos de materia en el medio natural (Véase Cuadro No. ). De tal manera que, a una mayor morfogénesis (procesos diferenciados de erosión y acumulación de los materiales), los procesos de formación edáfica tenderán a disminuir o en algunos casos a desaparecer, provocando modificaciones de menor a mayor importancia en el medio natural y, en el caso contrario, a una mayor edafogénesis, los procesos de modelado terrestre (morfogénesis), tenderán a disminuir de una manera más o menos importante, evitando así modificaciones en el modelado de los paisajes naturales.

Este principio básico del método morfoedafológico permite caracterizar o tipologizar diferentes unidades ambientales en relación a su grado de estabilidad y/o inestabilidad:

Relaciones Geomorfología-Edafología  
(Acercamiento)

ASPECTO FISIOGRAFICO

Descripción de las Formas de Relieve  
(Geometría - Morfometría)

Descripción del Perfil Edafológico  
(Horizontes y Características)

GEOMORFOLOGIA

EDAFOLOGIA

CONOCIMIENTO  
DEL  
MEDIO NATURAL

Análisis de los Medios de Morfogénesis  
y de Edafogénesis

Estudio de las Interacciones

CRONOLOGIA

Noción de Balance

ASPECTO DINAMICO

MEDIOS ESTABLES: Los suelos se vuelven más profundos y se organizan en horizontes. La erosión es débil y la edafogénesis predomina sobre la morfogénesis.

MEDIOS INESTABLES: La morfogénesis predomina (procesos erosivos), el medio natural se degrada con rapidéz (avalanchas, abarrancamientos, movimientos en masa, coladas de lodo, deslizamiento del terreno, etc.). Los procesos edafogénéticos se ven obstaculizados e inclusive desaparecen, debido a que la morfogénesis predomina.

MEDIOS INTEGRADOS O PENESTABLES: Unidades ambientales heterogéneas, que se expresan espacialmente en forma de mosaico. Se dá una permanente interferencia entre morfogénesis y edafogénesis. Los procesos morfogenéticos más frecuentes son: erosión superficial, erosión en capas, transporte, acumulación, carcavamiento, etc.

La evaluación de los procesos de morfogénesis se dá en función de:

- Su naturaleza. (Tipos de procesos de erosión).
- Su intensidad.
- Su extensión.
- Su periodicidad. (Temporalidad de los procesos).

La técnica cartográfica morfoedafológica se basa en dos preceptos fundamentales:

A) Conocimiento del medio natural, tanto en su estructura multifactorial como en su dinámica.

Para ésto se analizan sus diversos componentes: clima, relieve, material original, agua, vegetación, morfogénesis, edafogénesis, así como la manera en que estos interactúan y se interfieren.

De esta manera se definen unidades territoriales que poseen una estructura, una evolución y problemas comunes. Estas se denominan unidades morfoedafológicas, tipos de medios o sistemas naturales y son unidades equiprobemáticas.

**ESTRUCTURA:** Expresa la organización y distribución espacial de los componentes del medio natural: (Red hidrográfica, relieve, suelos pendientes, etc.)

**EVOLUCION:** Expresa el grado de estabilidad y/o inestabilidad a través del balance morfogénesis-edafogénesis.

**PROBLEMAS:** Limitantes naturales como restricciones agronómicas de los medios.

B) Acercamiento cartográfico de lo general a lo particular. Análisis global, sintético y descendiente.

El acercamiento se expresa en tres niveles de percepción.

REGION: Escala 1:500,000 a 1:100,000.

Elaboración de planes maestros de desarrollo rural.

PAISAJE: Escala 1:50,000 a 1:100,000.

Análisis de sistemas de manejo y sistemas de cultivo a nivel parcelario.

PARCELA: Escala 1:5,000 a 1:2,000.

Análisis del comportamiento de los cultivos.

(Véase Cuadro No.       ), (Véase Rossignol, J.P. 1985).

**MEDIO FISICO**

**GEOMORFOLOGIA**

**EDAFOLOGIA**

**CARTOGRAFIA**

**ASPECTOS ESTATICOS:**

Fisiografía:  
Formas del paisaje.  
Litología:  
Tipos de rocas.

Tipología de los suelos.  
Propiedades de los suelos:  
Textura, estructura, color,  
porosidad, actividad biológica, etc.

**CIRCULACION DEL**

**ASPECTOS DINAMICOS:**

Climas, Uso del suelo.  
**MORFOGENESIS:**  
Edificación de las formas del paisaje.  
**PROCESOS:**  
Naturaleza, intensidad, extensión, periodicidad.

← **AGUA** →

**PEDOGENESIS:**  
Formación de suelos y procesos: Naturaleza, intensidad, extensión y periodicidad.

**MEDIO:**

**INESTABLE      INTEGRADO      ESTABLE**

Conocimiento del medio físico para:  
Ordenación Rural - Mejoramiento  
Desarrollo Rural - Uso y Manejo.

**ASPECTOS CARTOGRAFICOS:**

Mapas sintéticos:  
Unidades Morfoedafológicas:

**NIVELES DE ESTUDIO**

**NIVEL REGION:**

1:50,000 - 1:100,000

**NIVEL PAISAJE:**

1:50,000 - 1:10,000

**NIVEL PARCELA:**

1:5,000 - 1:2,000

**ASPECTOS ECONOMICOS:**

**Factores limitantes al uso y manejo de los suelos.**

**Morfodinámicos:**  
Pendientes y materiales, cobertura vegetal.

Conservación de los suelos contra la erosión.

**Hídricos:**  
Manto freático, hidromorfismo, acidez.

Mejoramientos físicos y químicos:  
Drenaje, riego, abonos, fertilizantes.

**Edáficos:**  
Profundidad, Rocosidad, pedregosidad, etc.

Mapas de los Factores Limitantes:

Clasificación y jerarquización de las limitantes.

Tomado en parte y modificado por:  
Rossignol, J.P. 1!

Finalmente, por ser este un método de análisis sistémico y sintético del medio natural en función de su mejor aprovechamiento agronómico, el análisis morfoedafológico, desde el punto de vista de la explotación agronómica provee herramientas técnico-científicas para:

-La evaluación de las restricciones agronómicas, edáficas, hídricas y morfodinámicas.

-La formulación de propuestas para el mejoramiento agrícola de las tierras.

-La propuesta de temas de investigación agronómica para la resolución de sus restricciones.

(Véase Kilian, J. 1974).

LA ECODINAMICA:HACIA LA ZONIFICACION DE LA ESTABILIDAD E INESTABILIDAD  
DEL MEDIO NATURAL.

En la misma dirección científica de los estudios integrados del medio natural, el método ecodinámico (Tricart, 1977 ) permite expresar la dinámica del "medio ambiente" de los ecosistemas que, en interrelación en la acción antrópica, determinan las limitantes en el aprovechamiento de éstos a más de proveer indicadores para su conservación y preservación en función de las dinámicas de su biocenosis.

De esta manera, según Tricart (Op.Cit. p. 32-33), una unidad ecodinámica se caracteriza por una cierta dinámica del medio ambiente que tiene repercusiones más o menos imperativas sobre las biocenosis.

El concepto de unidad ecodinámica está íntimamente relacionado con el concepto de ecosistema y se basa en un instrumento lógico: el sistema, el cual enfoca las relaciones mutuas entre diversos componentes de la dinámica y los flujos de energía y materia en el medio ambiente, es decir, en el funcionamiento del

ecosistema.

Por tanto, este método dista mucho de semejarse a los estudios estáticos de inventario de los recursos ecológicos.

Por estar basado en el mejor aprovechamiento y gestión de los recursos ecológicos, el método ecodinámico tiene como uno de sus objetivos básicos el determinar el impacto de la acción antrópica en las unidades ecodinámicas y el dar las bases para determinar el monto aceptable de extracción de los recursos sin provocar la degradación de los ecosistemas, o bien, el de determinar cuales serían las medidas a tomar en consideración para aumentar la extracción de los recursos sin permitir la inestabilidad de las unidades ecodinámicas.

El método Ecodinámico tiene una expresión cartográfica cuyo camino operacional es esencialmente el mismo al de la confección de las cartas morfoedafológicas.

La concepción es la misma: una equivalente orientación metodológica, un acercamiento sistémico e interdisciplinario. A diferencia de la Carta Morfoedafológica,

la Ecodinámica engloba todos los elementos que determinan el grado de estabilidad y/o inestabilidad de las unidades ambientales en relación con la acción antrópica y las limitantes en el aprovechamiento de estas.

De una manera similar, Bertrand (1968: 249-272) propone una zonificación dinámica de los geosistemas a través del desarrollo geográfico de la Teoría de la Biosistacia-Rexistacia de Erhart, y acuñada por los geógrafos soviéticos bajo la Teoría del Geosistema (Sochava, V.B. 1971: 277-283; Sochava, V.D. 1977. 51 p.).

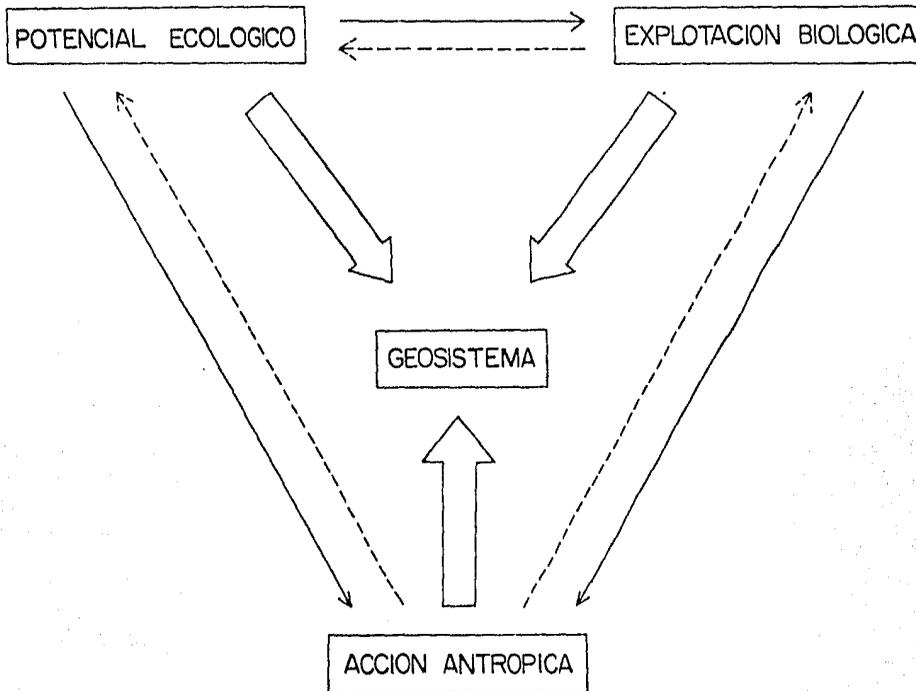
Bertrand propone varios postulados en torno a la estructura y dinámica de los geosistemas tomando en cuenta tres indicadores representativos: potencial ecológico, explotación biológica y acción antrópica. (Véase Cuadro No. ).

Los postulados son:

*"El Geosistema corresponde a hechos ecológicos relativamente estables".*

(Geomorfología + Clima + Hidrología)

(Vegetación, Suelos y Fauna)



La peculiar combinatoria de factores geomorfológicos, climáticos e hidrológicos dan como resultante al geosistema, estos factores y sus expresiones particulares forman el POTENCIAL ECOLOGICO del Geosistema. Al interior de este se presenta un "continuum" y en sus límites se expresan discontinuidades (ecotonías) de tipo ecológico.

*"El Geosistema se define, también, por cierto tipo de explotación biológica del espacio".*

En el Geosistema se presenta una interrelación evidente entre el potencial ecológico y el valor biológico. Esta interrelación depende, en gran medida del stock florístico regional.

*"El Geosistema se encuentra en estado clímax cuando se da un equilibrio entre el potencial ecológico y la explotación biológica".*

En este caso, el Geosistema está caracterizado por una estabilidad de ensamble. Este estado climácico es relativamente raro.

*"El Geosistema es un complejo esencialmente dinámico, lo mismo en tiempo que en espacio, de tipo histórico".*

Tanto el potencial ecológico como la ocupación biológica son factores inestables que varían en el tiempo y en el espacio, son producto de su historia natural y de la historia de las intervenciones humanas.

*"En razón a su dinámica interna, el Geosistema no presenta necesariamente una homogeneidad fisionómica".*

Al interior se presentan unidades ambientales menores que representan los diversos estados evolutivos del Geosistema, estas unidades taxonómicamente menores se encuentran íntimamente interrelacionadas, formando series dinámicas que, al menos teóricamente, tienden hacia un mismo clímax.

De esta manera se presentan series dinámicas progresivas, series dinámicas regresivas o bien, unidades clímax que constituyen el estadio final de la evolución natural del Geosistema.

Esta expresión en "mosaico" revela las estructuras y dinámicas internas del Geosistema y le confiere su complejidad expresada en sus diferentes matices ecológicos y pulsaciones de orden biológico.

Al ser el Geosistema una unidad global (de ensamble) de carácter complejo e inestable, en donde los elementos que lo constituyen participan en una dinámica común, la cual no corresponde a la evolución y dinámica de cada uno de los elementos de manera separada, articula todas las formas de energía, complementarias o contradictorias que, en sus relaciones dialécticas, determinan su propia evolución general.

Bertrand señala además, que es posible aislar tres diferentes ensambles al interior de un mismo sistema de evolución, siendo estos:

1. El Sistema Geomorfo-genético. (Dinámico y bioclimático).
2. La dinámica Biológica. "Interviene al nivel

del tapiz vegetal y los suelos. Esta se determina por toda la cadena de reacciones ecofisiológicas que se manifiestan por los fenómenos de adaptación (ecotipos), de plasticidad, de discriminación, de concurrencia entre las especies o las formaciones vegetales, etc. entre sus prolongaciones al nivel de los suelos".

3. El Sistema de Explotación Antrópica. Juega un determinante papel pues permite la activación o desactivación de los procesos de degradación ambiental, al modificar la cobertura vegetal y los suelos.

De esta manera los sistemas de evolución de las unidades del medio natural pueden definirse por una serie de agentes y de procesos bien diferenciados y jerarquizados.

"Uno puede distinguir los agentes naturales (climáticos, biológicos, etc.), que determinan procesos naturales (arroyadas, pedogénesis, dinámica ecofisiológica

ca...) y los agentes antrópicos (sociedades agropastoriles, silvícolas... ) de donde dependen de procesos antrópicos (desmonte, incendio, reforestación...)" (Bertrand, G. Op.Cit.: 273).

De esta manera uno puede señalar o enmarcar el o los agentes y procesos relevantes en el sistema evolutivo de cada Geosistema para su propia clasificación.

Tanto las propuestas de Tricart como las de Bertrand son totalmente coincidentes, a pesar de que los enfoques privilegian el balance morfoedafológico en la primera proposición en tanto que, en la segunda se privilegia lo biogeográfico en general, y lo fitogeográfico en lo específico.

Para Tricart (1978:115-119) son tres diferentes ensambles que reagrupados, permiten confeccionar las cartas ecodinámicas.

Estos ensambles son:

1. Los Elementos Estáticos.

O bién, constantes cuya evolución se mide en decenios y que influyen en la dinámica ambiental

y pueden ser limitantes específicas para el manejo de las unidades.

Estos elementos estáticos son:

1.- Las pendientes y ciertas características del modelado local.

2.- La litología, en su sentido más amplio, es decir, abarcando los materiales en afloramiento y las características físico-químicas de los materiales rocosos.

Los elementos dinámicos son:

1.- El Régimen Hídrico:

-Las áreas de infiltración del agua. Alimentación de los acuíferos.

-El escurrimiento hipodérmico.

-Las áreas caracterizadas por las aguas subterráneas poco profundas.

2.- Los tipos de pedogénesis. Como un componente de la dinámica de los ecosistemas.

3.- Los diversos aspectos morfodinámicos.

Tomando en consideración las propuestas de Tricart, se presenta en el inciso sobre el Método Morfopedológico la tipología dinámica de las unidades del medio natural, misma que se utilizó para la confección de la carta morfoedafológica.

En lo que concierne a la Ecodinámica Terrestre Bertrand propone una tipología dinámica del paisaje, la cual clasifica a los geosistemas en función de su evolución y engloba todos los agentes y procesos de cada paisaje analizado.

Esta tipología dinámica del medio natural vincula tres elementos:

1. El sistema de evolución.
2. El estadio de evolución en relación al címax particular.
3. La dinámica general ya sea esta, progresiva, regresiva o de estabilidad.

Bertrand (Op.Cit. p. 263-269), distingue siete tipos de geosistemas reagrupados en dos ensambles dinámicos diferentes:

GEOSISTEMAS EN BIOSTACIA:

Paisajes cuya actividad morfogenética es de carácter débil o nula. Su potencial ecológico es más o menos estable y su sistema de evolución se encuentra dominado por los agentes y procesos bioquímicos: pedogénesis, concurrencia entre las especies vegetales, etc. En estas unidades ambientales la intervención humana puede lograr generar una dinámica de tipo regresivo en la vegetación y en los suelos, más nunca compromete el equilibrio entre el potencial ecológico y la explotación biológica.

Los Geosistemas en Biostacia se clasifican por su mayor o menor fuerte estabilidad:

1a. GEOSISTEMAS CLIMATICOS, PLESIOTRÓPICOS O SUBCLIMATICOS.

Paisajes cuyo clímax se encuentra bien conservado; la intervención humana es de carácter limitado y de ninguna manera compromete el equilibrio del ensamble del paisaje.

En caso de un desmonte o bien de un accidente natural, se desarrollan con gran rapidez los procesos de reconstitución edáfica y vegetal.

El potencial ecológico no parece modificado.

1b. GEOSISTEMAS PARACLIMATICOS.

Unidades ambientales en proceso de evolución regresiva, debido, generalmente, a procesos desencadenados por la intervención humana. Se presenta una modificación parcial del potencial ecológico o de la explotación biológica.

1c. GEOSISTEMAS DEGRADADOS EN DINAMICA PROGRESIVA.

Se localizan generalmente en las Montañas Templadas Húmedas sujetas a una emigración de la población rural. Las parcelas pasan del estado de barbecho al arbustivo y retoman al estado forestal que en lo general, difiere en cierta medida del bosque clímax.

1d. GEOSISTEMAS DEGRADADOS EN DINAMICA REGRESIVA Y CON UNA IMPORTANTE MODIFICACION DE SU POTENCIAL ECOLOGICO.

Unidades ambientales fuertemente humanizadas; la vegetación se modifica o destruye, los suelos son transformados por las prácticas agrícolas y por el paso del ganado.

El equilibrio ecológico no está roto pero se inicia un proceso de "deseccamiento ecológico".

Las erosiones mecánicas, bien localizadas, guardan un carácter excepcional.

### GEOSISTEMAS EN REXISTACIA.

La morfogénesis domina la dinámica global de los paisajes. La erosión, el transporte y la acumulación de los materiales (líticos, húmicos, horizontes edáficos, mantos superficiales y fragmentos de rocas), generan una importante movilidad de las vertientes y una modificación presionada del potencial ecológico.

La morfogénesis es contraria a la edafogénesis y a la colonización vegetal.

Existen dos niveles de intensidad:

- A. Verdadera Rexistacia ligada a una crisis geomorfológica climática capaz de modificar el modelado y el relieve.

-El sistema de evolución de los paisajes se reduce al sistema clásico de erosión.

-La vegetación y el suelo se destruyen totalmente.

-Se crea un geosistema totalmente nuevo.

Fenómeno frecuente por la acción humana acelerada.

-La ruptura del equilibrio se da de manera catastrófica.

B. La Resistencia Limitada.

Se limita a la "cobertura viva" de la vertiente, es decir, a su parte superficial: vegetación, litología, humus, mantos superficiales, mantos freáticos epidérmicos.

-Se moviliza toda la franja activa biológicamente, de las vertientes.

-La erosión se califica como epidérmica.

2a. GEOSISTEMAS EN MORFOGENESIS "NATURAL".

Se localizan en regiones áridas y semiáridas, así como en la Alta Montaña. La erosión puede partir del clímax, contribuyendo a delimitar naturalmente el desarrollo de la vegetación y de los suelos.

2b. GEOSISTEMAS REGRESIVOS CON MORFOGENESIS LIGADA  
A LA INTERVENCION HUMANA.

I. Geosistemas en Rexistacia Bioclimática en donde la morfogénesis es activada por el hombre.

II. Geosistemas marginales "en mosaico" en donde se presentan geofacies en Biostacia y Geofacies en Rexistacia por un desequilibrio y una fragilidad natural.

III. Geosistemas Regresivos con un potencial ecológico degradado por la intervención humana en el seno de paisajes en plena Biostacia.

Para Bertrand, esta aproximación tipológica queda fundamentada en una doble perspectiva: el tiempo y el espacio.

El autor señala, en lo que se refiere al tiempo, que lo más delicado de apreciar es el aspecto de "las herencias del pasado".

"Estas herencias no son solamente de tipo geomorfológico y edafológico, sino también de carácter florístico y antrópico".

"El análisis de estas herencias en el paisaje permitirán reconstruir la cadena histórica de los Geosistemas, tomando en cuenta la alternancia y la duración respectiva de las fases de equilibrio biológico y de las fases de actividad morfogenética". (Bertrand, G. Op. Cit. p. 268-269).

Desde la perspectiva lacustre, esta misma concepción ecodinámica es retomada por Tricart (1985. p. 14-29). Este autor señala que el limnosistema (sistema--lago), "... es un subsistema dentro de sistemas de nivel taxonómico mayor, sometido a una fuerte influencia por parte de ellos y la retroacción que puede ejercer sobre esos sistemas es mucho más débil. Los sistemas mayores suministran al sistema-lago insumos (inputs) que determinan su funcionamiento. Se hallan, incluso, en el origen mismo de la existencia del lago". (Tricart, J. Op.Cit. p. 24-25).

Los sistemas a los que se refiere el autor son dos:

-El Sistema Geoestructural.

"Que interviene por medio de la tectónica, y el volcanismo que es uno de sus aspectos y uno de los

factores que determinan la existencia de los lagos".

Otros factores de relevante importancia son la litología, tanto por su naturaleza como por las propiedades fisicoquímicas del material geológico.

Ambos factores determinan, en gran medida, la morfodinámica y la limnodinámica.

#### -El Sistema Atmosférico.

Este determina, de manera importante, el balance hidrológico del lago a través de los fenómenos de precipitación, evaporación, transpiración de las plantas acuáticas y subacuáticas, así como del acarreo y acumulación de los materiales provenientes de los sistemas terrestres circundantes o lejanos.

A estos dos sistemas propuestos por Tricart, añadiríamos dos sistemas más: el sistema biológico y las intervenciones humanas sobre el limnosistema.

#### -La Productividad Biológica.

Constituido por la micro y macrofauna acuática y subacuática, así como el fitoplancton y las comunidades vegetales de tipo hidrófito.

Todos estos constituidos en un ensamble trófico de gran riqueza y complejidad, determinados por las

características fisicoquímicas de las aguas embalsadas así como de las condiciones geoestructurales del sistema-lago y de la circulación de sus aguas.

-Las intervenciones humanas, a través de la mayor o menor manipulación de los sistemas terrestres circundantes, así como de las modificaciones artificiales de los embalses y el uso de sus aguas, tanto desde el punto de vista de las prácticas agropecuarias como, fundamentalmente, de los usos industriales y urbanos de éstas. Las descargas de desechos sólidos y líquidos contaminantes, de las aguas negras como de los fertilizantes y abonos químicos y detergentes no biodegradables forman parte de los procesos evolutivos en la dinámica del limnosistema.

Estos cuatro sistemas o ensambles de agentes y procesos, al crear una red de interrelaciones dialécticas le proveen al sistema-lago o limnosistema una cierta estructura y una cierta dinámica que se expresa en tiempo y en espacio.

Como en el caso de los Geosistemas, los sistemas--lago conforman un continuum de carácter complejo e ines-

table que, en su seno refleja una serie de discontinuidades expresadas zonalmente (zona limnética, zona litoral) y temporalmente (aumento y decremento del volumen de las aguas embalsadas, aumento y disminución en las tasas de salinidad, transparencia, temperatura, etc.).

Los procesos de regresión ecológica de los limnosistemas "toman generalmente la forma de una fertilización excesiva..." (Margalef, R. 1974. p. 800), es decir de una mayor productividad biológica y, por ende, de un aumento de los nutrientes, los cuales llegan a sobrepasar sus tasas normales y la capacidad autoreguladora del limnosistema se ve afectada provocando una sobresaturación, de éstos, lo cual modifica el "medio ambiente" del lago.

La tipología dinámica de estos sistemas-lago, ha sido acuñada por diversos autores (Odum, E. 1971; Ringelet, A. R. 1962; Margalef, R. 1974, etc.), fundamentalmente ecólogos y en donde la participación de los geógrafos ha sido muy escasa.

La tipología dinámica divide en tres grandes estadios evolutivos a estos sistemas-lago:

#### OLIGOTROFIA.

Es propia de los lagos de regiones montañosas; son lagos profundos, sin plataforma o poco desarrollada, con orillas abruptas; volumen del Hipolimnio superior al del Epilimnio. Sus aguas son transparentes, con gran visibilidad hasta más de 10 mts, el color de estas se dá en la gama de azul-verde. Escasa cantidad relativa de sales minerales (nitratos, fosfatos), poco Nitrógeno y Fósforo, pH en general de 7; abundante contenido de  $O_2$ , el cual disminuye de manera gradual con la profundidad, con más de un 50% de saturación en el hipolimnio.

Las aguas contienen poco detritus en suspensión, los sedimentos son de tipo mineral con escaso volúmen de hidrofitas.

El plancton es pobre numéricamente, el fitoplancton se caracteriza por la presencia de Clorofíceas, Diatomeáceas y Desmidiáceas;

el Zooplancton tiene amplias migraciones verticales. Fauna profunda sin formas anaerobias, con escasa biomasa y rica en especies.

Un ejemplo de este tipo de lagos, es el de Zirahuén, Mich.

### EUTROFIA

Lagos de llanura, asentados en terrenos sedimentarios o aluvionales, poco profundos, de plataforma ancha y orillas de suave declive.

El epilimneo con más volúmen que el hipolimnio. El color de las aguas es de la gama verde-amarillo y a menudo tiene una coloración parda. Las aguas son de escasa transparencia, con una visibilidad que va de los 10 cms. a los 4 metros. Abundancia de nutrientes minerales y de detritus autóctono de tipo planctónico, con N, P y C, a 7. El oxígeno se presenta en brusco descenso en la capa del salto térmico, escaso o ausente en las capas profundas, con menos del 40% de saturación.

Sedimentos del fondo de tipo limo-orgánico, con abundancia de hidrófitas en el litoral.

Se dá un límite entre la zona litoral y la zona profunda, con un carácter evidente a muy evidente.

Presencia de plancton, numéricamente rico y con floraciones, concentrado en las capas superiores, habiendo migraciones verticales de 300 plancton de menor amplitud. Rica fauna bentónica en individuos, pero pocas especies de alioquetas e insectos larvales, con elementos anaerobios o adaptados a variaciones amplias de  $O_2$ .

Peces variados y productividad elevada, superiora a 50 kgms. por Ha. y por año.

La condición MESOTRÓFICA de un lago se da en el periodo de transición, en el tiempo y en el espacio, de un lago oligotrófico a uno de tipo eutrófico, o en condiciones de "seudoclímax".

Tal es el caso del Lago de Pátzcuaro, Mich.

DISTROFIA.

Es la condición de cuerpos lénticos de forma y profundidad variables, asentados en rocas arcaicas o eruptivas y en ambiente turboso, de agua poco transparente, con visibilidad escasa de 0.5 a 5 mts., color amarillo a pardo; con muy pocos electrolitos pero abundantes materias húmicas y reacción ácida; oxígeno disminuyendo bruscamente al nivel de la capa de salto térmico, agotado o con menos del 40% de saturación en el fondo por ser consumido en el proceso de putrefacción; abundante detritus en suspensión de origen olíctono; sedimento rico en materia orgánica; vegetación de turbera, a veces pobre, con acentuado límite entre zona litoral y profunda; fitoplancton concentrado en las capas superiores, pobre en número de individuos, compuesto por Desmidiaceas, Crisofiaceas y Urofiaceas; zooplancton a veces abundante; fauna de fondo pobre en especies e individuos o ausente del todo; peces raros y producción escasa.

Un ejemplo es el Lago de Cuitzeo en Michoacán.

Finalmente, es importante hacer la aclaración general, por lo que para la clasificación de los cuerpos de agua de una región cualquiera se vuelve evidente la adopción de una escala original y relativa, sin obstáculos en la comparación con lagos de otras regiones.

LOS PASOS METODOLOGICOS.

El estudio "La Cuenca del Lago de Pátzcuaro: Aproximación al Análisis de una Región Natural", tiene como objetivos generales el analizar la problemática medio ambiental de una cuenca lacustre intermontana en proceso de degradación ecológica por el impacto antrópico acelerado en un espacio natural de gran fragilidad. Todo esto desde una perspectiva espacio-temporal, con el fin de elaborar un Atlas Ecológico y un Diagnóstico Regional, que permita la evaluación no tan sólo de la cantidad y calidad de los recursos naturales a través de una descripción temática o monográfica, sino del grado de "sanidad" ecológica de los medios naturales. A éstos se les entiende como Unidades Medioambientales integrales y complejas, con una historia y una dinámica propia que se encuentra en permanente interrelación con otras unidades mayores o menores.

Todo esto asumiendo que la dinámica mayor (regional) no define necesariamente a las dinámicas de los medios naturales taxonómicamente menores, (geosistemas, geofacies), sino que ambas dinámicas definen al conjunto y a sus partes, es decir, le dan

coherencia a lo regional como la unidad básica de análisis geográfico, a partir del estudio de su historia, su estructura y sus dinámicas diferenciadas, valorando el impacto ambiental generado por la acción antrópica ejercida en las unidades ecológicas que la componen.

Para el desarrollo de la investigación se adecuó una metodología que consiste en 7 pasos metodológicos, a saber: (Véase el siguiente diagrama). El primer paso fue el de definir el espacio regional de análisis a través de, en primer instancia, generar un banco de información sobre los estudios geográficos, ecológicos, botánicos, zoológicos, geológicos, limnológicos, etc., así como de tipo cartográfico, para después establecer los límites precisos del espacio en estudio.

Esta delimitación se basó en el parteaguas regional dadas las características del estudio.

El banco de información bibliográfico y cartográfico arrojó un total de 450 títulos y mapas de interés ecogeográfico.

La delimitación de la Región Natural se realizó

en las 4 Cartas Topográficas, escala 1:50,000, que diseñó la DETENAL (E14-A21; E14-A22; E14-A31 y E14-A32). A partir de esta delimitación en la base topográfica se elaboraron dos cartas temáticas, la primera para ubicar las principales zonas geomórficas y las franjas altitudinales, y la segunda para establecer las pendientes en una escala de 6 grados (0-30; 3-7; 7-15; 15-20; 20-25 y más del 25%).

Con estos mapas-base y con la información bibliográfica pertinente se desarrolló el primer capítulo, en donde se localiza a nuestra región en estudio desde la perspectiva nacional, estatal, y en el marco del Eje Neovolcánico Transmexicano, sus Dominios Geográficos (unidades taxonómicas mayores) y las regiones naturales circunvecinas. A la vez se identifican y describen las principales características regionales por zona geomórfica y franja altitudinal.

De esta manera se presenta un Marco Regional de Referencia dando la ubicación geográfica y las principales características fisiográficas.

El siguiente paso fue el de fotoidentificar, revisar en el terreno y fotointerpretar cada uno de los factores del medio ambiente patzcuareense para elaborar un conjunto de cartas temáticas (13 en total) a las escalas 1:50,000 y 1:100,000.

Las cartas elaboradas son:

1. Carta de Localización de Vías de Comunicación y Poblados. Escala 1:100,000.
2. Carta de los Principales Rasgos Geomorfológicos y Franjas Altitudinales. Escala 1:100,000.
3. Carta del Paleosistema Fluvio-lacustre Zirahuén--Pátzcuaro, Cuitzeo. Escala 1:25,000.
4. Carta de Litología Superficial, basada en los datos de DETENAL. Escala 1:100,000.
5. Carta de Isoyetas e Isotermas. Escala 1:100,000.
6. Carta Mesoclimática Regional. Escala 1:100,000.

7. Carta de Zonificación de la Red Hidrográfica. Escala 1:100,000.

8. Carta Batimétrica del Lago de Pátzcuaro. Escala 1:100,000.

9. Carta Edafológica basada en los datos de DETENAL. Escala 1:100,000.

10. Carta de Vegetación y Paisajes Agrícolas. Escala 1:100,000.

11. Carta de Vegetación Acuática basada en los datos de Lot, A. et. al. Escala 1:50,000.

12. Carta de Geomorfología Estructural. Elaborada por García Gil, G. Escala 1:100,000.

13. Carta de Procesos Geomorfológicos. Elaborada por el Geog. G. García Gil. Escala 1:100,000.

Al unísono se analizaron diversas fuentes bibliográficas para tratar de reconstruir, a partir de evidencias geológicas, paleoclimáticas y etnohistóricas, la paleografía regional, tratando de identificar y explicar las diferentes etapas de evolución de este medio lacustre hasta su situación actual.

Este tratamiento sobre la "Arqueología del Medio Físico", constituye el tercer paso metodológico en la investigación y nos permitió establecer la historia del medio ecológico del espacio regional en estudio.

Tomando en consideración los datos obtenidos en los tres primeros tratamientos, se desarrolló el cuarto paso metodológico que consistió en analizar y zonificar los diversos componentes del medio físico.

Así se identificaron, caracterizaron y zonificaron los 7 componentes del medio físico patzcuareense más relevantes utilizando diversas técnicas de investigación, de acuerdo al factor o medio analizado.

De esta manera para algunos se privilegió el tratamiento estadístico, para otros el análisis bibliográfico, para otros los datos obtenidos en campo y, finalmente, para unos más la fotointerpretación exclusivamente.

Estas técnicas de investigación se discuten en cada inciso del Informe.

Los componentes del medio natural estudiado fueron:

1. La Estructura Geológica y la Litología Superficial.
2. Las Principales Características y Factores del Sistema Climático.
3. La Red Hidrográfica Regional y su Zonificación.
4. El Limnosistema Pátzcuaro.
5. Los Suelos: Su Distribución y Principales Características.

## 6. La Fitogeografía Regional.

## 7. La Geomorfología Estructural.

Con los estudios temáticos abordados aquí se presenta la estructura regional y zonal del medio natural, explicada no sólo en forma de inventario de los recursos sino buscando entender las causas y efectos de su zonalidad, así como los principales procesos o fenómenos que se expresan espacial y temporalmente.

El quinto paso metodológico consistió en explicar de una manera sintética e integral la dinámica ecológica regional. El acercamiento fue secuencial y se inició definiendo el balance hidrológico regional, asumiendo que para el caso, el agua es el agente modelador más importante. Más adelante se presenta la caracterización y la zonificación de los procesos geomorfológicos (morfogénesis) que es, en síntesis, la expresión espacio temporal de los diversos procesos erosivos y acumulativos del espacio en estudio.

Con estos resultados y con los datos obtenidos en los tratamientos anteriores, se establece una primera zonificación de los grandes conjuntos geográficos que componen a la Cuenca del Lago de Pátzcuaro.

Así, desde una perspectiva integral y desde un punto de vista fisionómico, se zonifica a la región natural en 13 Geosistemas.

Más adelante se presenta la zonificación del balance morfoedafológico, al nivel de Geofacies, para establecer los diferentes grados de estabilidad o inestabilidad de los medios estudiados.

Finalmente, se establecen criterios tipológicos para representar, también al nivel de geofacies, el grado de "higiene ecológica" de las unidades taxonómicas menores del medio natural definiéndolas desde el punto de vista más sintético e integral del estudio.

El abordaje se hace para la ecodinámica terrestre y para la ecodinámica lacustre.

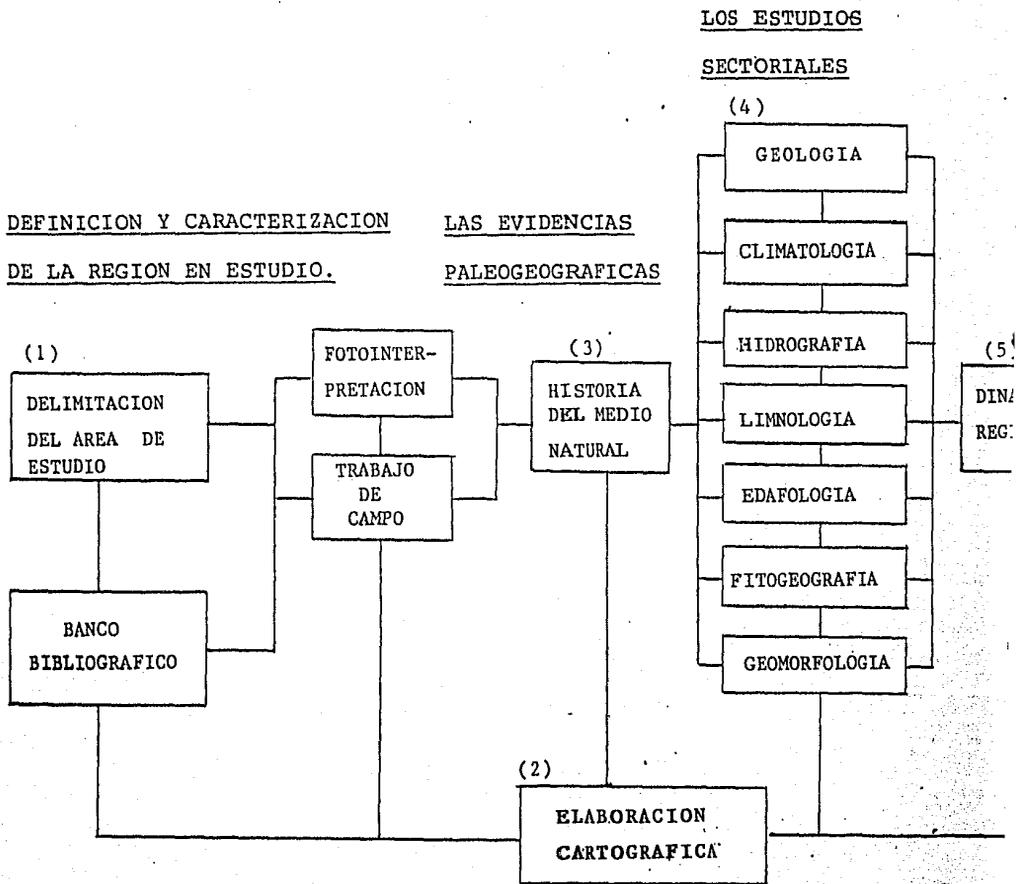
Para el caso de la ecodinámica terrestre se definen 6 tipos de medios con base en las propuestas teóricas analizadas anteriormente.

En el caso de lo lacustre se definen 3 zonas ecodinámicas a partir de criterios biológicos, fisicoquímicos y bacteriológicos de las aguas embalsadas.

La producción cartográfica de esta última unidad es de 5 cartas analíticas de la geografía física global de la Región Natural del Lago de Pátzcuaro y de las unidades ecológicas taxonómicamente menores:

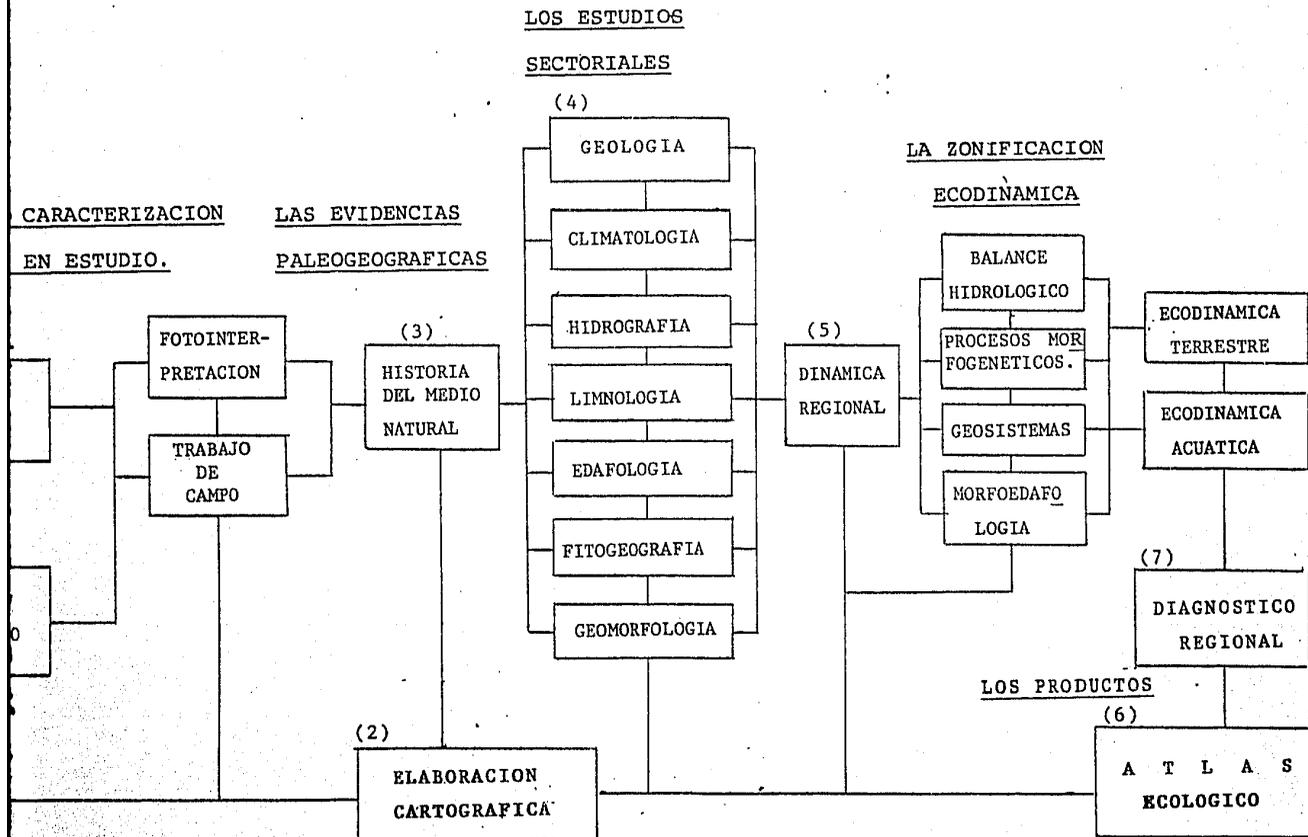
1. Carta de Procesos Geomorfológicos. Escala 1:100,000.
2. Carta de los Geosistemas. Escala 1:100,000.
3. Carta de las Unidades Morfoedafológicas. Escala 1:100,000.
4. Carta de la Ecodinámica Terrestre. Escala 1:100,000.
5. Carta de la Ecodinámica Lacustre. Escala 1:50,000.

Finalmente, el conjunto de mapas temáticos y analíticos (18 en total) conforma lo que denominamos el Atlas Ecológico de Pátzcuaro, Michoacán, que junto con el texto adjunto se presenta como un producto final: " El Diagnóstico Regional del Medio Físico-Ecológico de Pátzcuaro, Michoacán ", el séptimo y último paso metodológico de esta investigación.



LOS SIETE PASOS METODOLOGICOS.

Cuadro No.



LOS SIETE PASOS METODOLOGICOS.

PRIMERA PARTE:

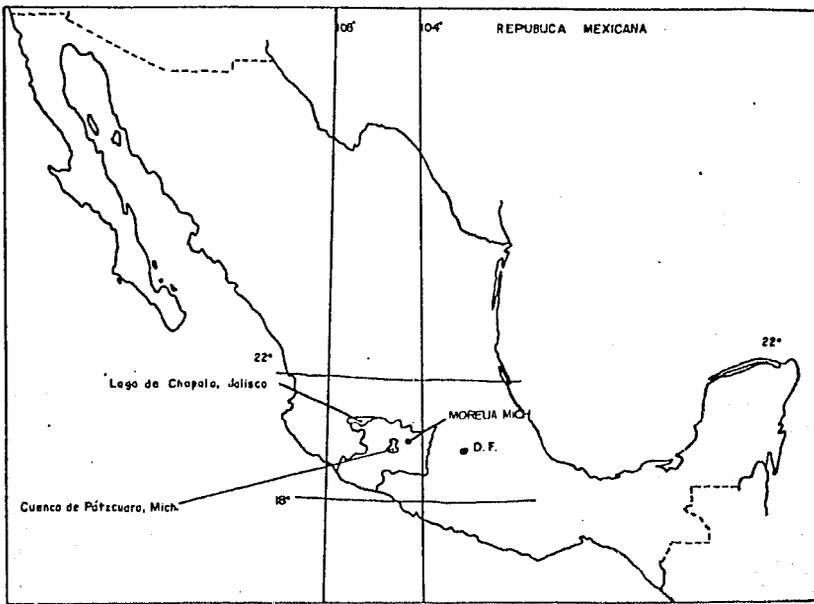
I. EL MARCO REGIONAL DE REFERENCIA.

## I.1. UBICACION GEOGRAFICA.

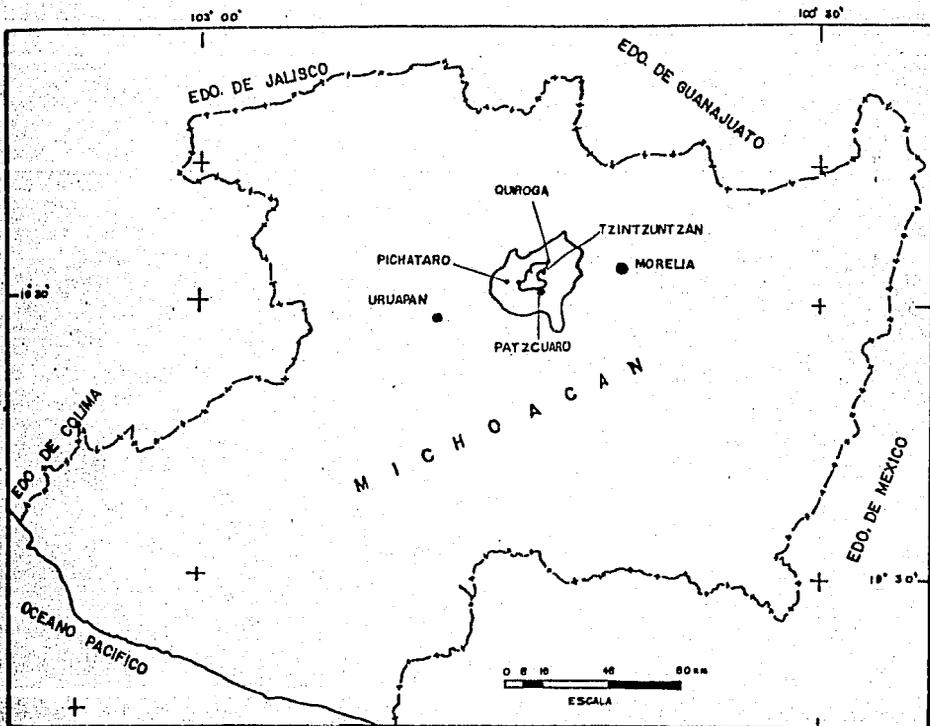
La Cuenca del Lago de Pátzcuaro, en el Estado de Michoacán, se localiza dentro de la Gran Provincia Fisiográfica denominada Eje Neovolcánico Transmexicano o Eje Neovolcánico Transversal. Esta Zona Geográfica atraviesa el país, con una dirección general E-W, entre los paralelos 19º y 21º Latitud Norte, formando una cadena montañosa compleja, de origen reciente. (Veanse Cuadros Nos. 1, 2 y 3).

La formación de este sistema volcánico a partir del Terciario Medio y durante gran parte del Plio-cuaternario, dió origen a grandes estrato-volcanes, cuyas elevaciones son las más importantes del país. Así localizamos al Cerro de Colima en el Estado con el mismo nombre; al Tancítaro, en el Estado de Michoacán; al Zinacantecatl o Nevado de Toluca, al Popocatépetl e Iztaccihuatl, estos tres en el Estado de México; al Matlacuiyete o Malinche en los Estados de Puebla y Tlaxcala y al Citlaltepétl o Pico de Orizaba y al Nau-campaltepetl o Cofre de Perote, ambos en el Estado de Veracruz.

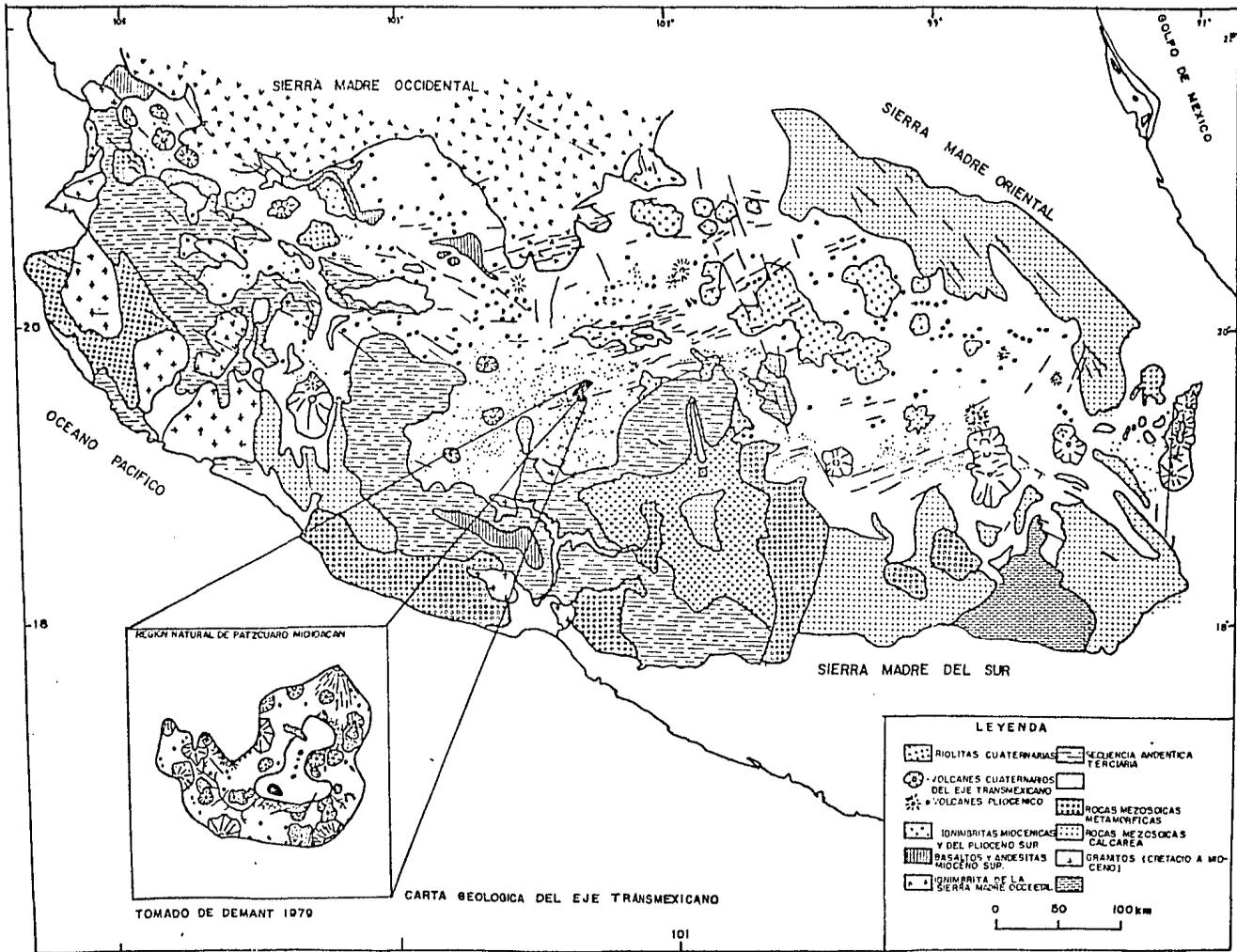
Las formaciones más antiguas se presentan en el



CUADRO No. 1.



CUADRO No. 2.



CUADRO No. 3.

extremo oriental de dicho Eje Neovolcánico, localizándose las manifestaciones más modernas en su porción occidental, que abarca los Estados de Michoacán, Colima, Jalisco y Nayarit, principalmente.

Otra de las características principales de esta zona geográfica es la presencia de importantes lagos intermontanos a lo largo de ésta, desarrollados a través de la compartimentación provocada por movimientos de bloques y fallamientos, creando así todo un sistema lacustre formado por el antiguo gran lago del Lerma y sus actuales remanentes: Los Lagos de Chapala, en Jalisco; de Cuitzeo, de Pátzcuaro y de Zirahuén, en Michoacán; de Texcoco, de Xochimilco y de Chalco en el Estado de México y Distrito Federal, entre otros.

Así también se localizan depósitos de lagos antiguos como el de Zumpango, en el Estado de México y los llanos del Bajío Guanajuatense, por mencionar algunos.

Esta zona geográfica, de homogeneidad relativa, presenta una serie de discontinuidades intrazonales

ZONA GEOGRAFICA

EJE NEOVOLCANICO TRANSMEXICANO

DOMINIO  
GEOGRAFICO

GRABEN  
CHAPALA TEPIC

GRABEN  
COLIMA

DOMINIO VOLCANICO  
MICHOCANO

VALLES DE MEXICO  
TOLUCA-PUEBLA

DOMINIO  
ORIENTAL

REGION NATURAL

MESETA  
TARASCA

CUENCA DEL LAGO  
DE PATZCUARO

CAÑADA DE LOS  
II PUEBLOS

o DOMINIOS GEOGRAFICOS, dentro de los cuales la Cuenca de Pátzcuaro, pertenece al Dominio Volcánico del Estado de Michoacán, éste, de origen plio-cuaternario (aprox. 2 millones de años), está constituido por otras regiones naturales como lo son la Meseta Tarasca, la Cañada de los 11 Pueblos, la Cuenca de Zirahuén, entre las más importantes (Véase Cuadro No. 4).

Las principales características geomorfológicas del Eje Neovolcánico Transmexicano son, la presencia de extensas sierras montañosas, de grandes coladas lávicas producto de las intensas manifestaciones piro-magnéticas, de importantes escudo-volcanes basálticos, de importantes depósitos de arenas y cenizas así como de extensas llanuras intermontanas.

Desde el punto de vista climático, los principales climas localizados son el Templado Subhúmedo, en su porción media; el Semicálido, hacia la parte oriental y el Semiseco en su porción Norte. En los altos picos se presentan climas Semifríos y Húmedos.

La vegetación característica de esta Zona Geográfica es propia de la Región Fitogeográfica Mesoamericana de Montaña y a su vez, de la Provincia de las Serranías Meridionales, en donde los bosques de Pinus spp. y Quercus spp. son los predominantes. (Rzedowski, J. 1978. 102-103).

Por último, los principales rasgos hidrológicos los conforman al N. el Río Lerma y sus afluentes, cuyas aguas se vierten en el Océano Pacífico; y al Sur, el Balsas y sus afluentes, cuyo desagüe se verifica en el mismo océano.

I.2. LA CUENCA DEL LAGO DE PATZCUARO, MICHOACAN.  
PRINCIPALES CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS.

La cuenca lacustre de Pátzcuaro, se nos revela como una Región Natural localizada en la porción Centro-Norte del Estado de Michoacán, a la mitad del camino entre las ciudades de Morelia y Uruapan, en el Centro--Occidente de la República Mexicana abarcando una extensión aproximada de 1,000 Kms<sup>2</sup> de los cuales 111 Kms<sup>2</sup> (10% aprox.), conforman el espejo del lago de Pátzcuaro. (Véanse Cuadros Nos. 1, 2 y 3).

La región lacustre está comprendida por los Municipios de Pátzcuaro, Tzintzuntzan, Quiroga y Erongarícuaro, principalmente, sin que ninguno cubra la totalidad de su extensión. Así también se localizan pequeñas porciones de los Municipios de Tingambato, Nahuatzen, Coenembo, Morelia y Lagunillas.

Sus límites extremos están dados por diversas sierras que lo circundan completamente, confiriéndole la característica de ser una cuenca cerrada o endorreica, por lo que no existe corriente superficial alguna que, proveniente del exterior, alimente al lago, o por el contrario, permita la salida de sus aguas. Los

principales sistemas serranos son las Sierras de Comanjá, del Zirate y del Tigre, al Norte. Aquí se localiza la máxima elevación regional, el Cerro del Zirate (3,300 m.s.n.m.). Al Sur, las Sierras de Santa Clara, Tingambato y Nahuatzen, nombres locales adjudicados a la Sierra de Etúcuaro, una de las más importantes a nivel estatal, que lo recorren con dirección E-W en su porción central. Las elevaciones más importantes de estas Sierras son, el Cerro del Frijol (3,270 m.s.n.m.), el Cerro Zirahuen (3,100 m.s.n.m. aprox.), y el Cerro de la Virgen (3,200 m.s.n.m. aprox.).

Al Oriente, la región se delimita por una serie de lomeríos fuertemente modelados conformando el límite de menor altitud.

Por último, al Occidente se localizan las Sierras de Pichátaro y de Pátzcuaro o Tarasca. Estas sierritas concuerdan con las estribaciones orientales de la Meseta Tarasca. (Véase Mapa No. 1).

Su altitud, al nivel del lago, es de 2,044 m.s.n.m., presentándose un altitud media de 2,450 mts. aprox.

LIMITES	COORDENADAS GEOGRAFICAS
Al Norte	19° 44' " Lat. N
Al Sur	10° 27' " Lat. N
Al Este	101° 27' " Long. W
Al Oeste	101° 53' " Long. W

CUADRO No. 5

SISTEMAS SERRANOS	DIRECCION	PRINCIPALES ELEVACIONES
Sierras del Zirato y del Tigre	SE - NW	Cerro El Zirato 3300 msnm
Sierras de Santa Clara y de Tingambato	E - W	Cerro Frijol 3270 msnm Cerro de Zirahuén
Sierras de Nahuatzén y Pichátaro	SE - NW	Cerro de la Virgen Cerro El Chivo 3250 msnm*
Sierras de Pátzcuaro y Comanja o Sierra Tarasca	SW - NE	Cerro del Guacapia Cerro Timben

\* aprox.

CUADRO No. 6

Los principales rasgos geomorfológicos definen seis zonas bien diferenciadas altimétricamente, así podemos hablar de una PRIMERA ZONIFICACION REFERENCIAL en donde el tipo de relieve, las diferentes pendientes, y las franjas altitudinales, nos permiten distinguir las siguientes zonas. (Véanse Cuadros Nos. 7 y 8; y Mapa No. 2):

a) Zona Lacustre.

Su relieve es de tipo acumulativo permanente de los sedimentos provenientes de las subsiguientes zonas. Su profundidad llega a alcanzar los 12 metros.

Aquí se localizan seis pequeñas islas, siendo la mayor la Isla de Jarácuaro, está localizada al SW del propio lago.

b) Zona Baja.

Con un relieve de tipo acumulativo semipermanente,



con pendientes muy exiguas ( $0^{\circ}$ - $7^{\circ}$ ). Aquí se localizan las planicies lacustres que circundan al lago y que conforman su paleolecho. Dichas planicies han sido formadas por la depositación y acumulación de sedimentos, tanto lacustres, como los que provienen de las zonas más altas. Un claro ejemplo de estas pequeñas planicies lo conforma el llamado Valle de Surumútaró, localizado en la porción SW de la cuenca; esta planicie evidencia las antiguas dimensiones del lago y el propio trabajo desarrollado por éste a través de su proceso evolutivo.

Esta zona abarca una franja altitudinal que va de los 2,044 m.s.n.m. aproximadamente a los 2,100 mts.

### c) Zona de Transición.

Formada por el Talud que divide a las zonas bajas de las zonas de montañas y alta montaña. Se caracteriza además, por tener pendientes medias ( $7^{\circ}$ - $15^{\circ}$ ) en una franja altitudinal que va de los 2,100 a los 2,400 m.s.n.m. aprox. Esta es una zona cuyo relieve característico es el acumulativo deluvio-aluvial.

d) Zonas de Valles Intermontanos.

Localizada preferentemente al SW. de la cuenca con los Valles de Cananguio y Pichátaro, ambos de origen fluvio-volcánico.

Aquí se presentan pendientes bajas ( $3^{\circ}$ - $7^{\circ}$ ) y el relieve característico es el de acumulación de sedimentos de antiguos cauces fluviales y producto de la compartimentación característica del vulcanismo regional.

e) Zona de Montaña.

Localizada en una franja altitudinal que va de los 2,400 mts. a los 3,000 m.s.n.m. Aquí se presentan pendientes fuertes ( $25^{\circ}$ - $30^{\circ}$ ) y su relieve característico es el erosivo-denudatorio. Esta zona abarca la mayor parte de las sierras que circundan a la cuenca.

f) Zona de Alta Montaña.

Localizada a partir de los 3,000 m.s.n.m. aprox., caracterizada por sus fuertes pendientes (25° a más) y por ser la de menor extensión; abarca las partes más altas de los principales edificios volcánicos. Su relieve es de tipo erosivo-denudatorio.

CUADRO No. 8.

PRINCIPALES RASGOS GEOMORFOLOGICOS Y FRANJAS ALTITUDINALES  
DE LA CUENCA DEL LAGO DE PATZCUARO, MICHOACAN.

RELIEVE:		ALTITUD:	
VOLCANICO	ALTA MONTAÑA	C. ZIRATE	2900-3300 m.
EROSIVO	PENDIENTES MUY	C. VIRGEN	aprox.
DENUDATORIO	FUERTES	C. CHIVO, etc.	
VOLCANICO	MONTAÑA	TODAS LAS	2400-2900 m.
EROSIVO	PEND. FUERTE	SIERRAS	aprox.
DENUDATORIO		CIRCUNDANTES	
ACUMULATIVO	VALLES FLUVIO-	PICHATARO	VARIAS
SEMI-PERMANENTE	VOLCANICOS E	CANANGUIO	
	INTERMONTANOS		
ACUMULATIVO	TALUD DE TRAN-	TODAS LAS	2100-2400 m.
DELUVIO-	SICION PEND.	SIERRAS	aprox.
ALUVIAL	MODERADAS	CIRCUNDANTES	
ACUMULATIVO	BAJA	CHARAHUEN	2044-2100 m.
SEMI-PERMANENTE	PEND. BAJAS Y MUY	ZURUMUTARO	aprox.
	BAJAS. PLANICIES		
	LACUSTRES Y RIBE-		
	REÑOS Y LOMERIOS.		
ACUMULATIVO	ZONA LACUSTRE	LAGO DE	12 m.
PERMANENTE	LECHO DEL LAGO	PATZCUARO	prof.

SEGUNDA PARTE:

II. LAS EVIDENCIAS PALEOGEOGRAFICAS.

## II.1. EL VULCANISMO DEL EJE NEOVOLCANICO TRANSMEXICANO.

El Eje Neovolcánico Transmexicano, por sus características particulares, ha sido objeto de un sinnúmero de estudios sobre sus orígenes, su desarrollo y su composición geológica. Dentro de los principales estudios destacan los de Robles Ramos (1979), Ordóñez (1906), Mooser (1975), etc.

Según últimas investigaciones (Demant, A. et al. 1975a, 1975b; Demant, A. 1976; 1978; 1979) el vulcanismo característico del Eje Neovolcánico es únicamente plio--cuaternario. El basamento, en su porción central, son las formaciones volcánicas oligo-miocénicas que forman parte de la prolongación meridional del sistema volcánico de la Sierra Madre Occidental y no pertenecen a la secuencia del Eje Neovolcánico Transmexicano. Así también se afirma que la mayor parte del vulcanismo se ha desarrollado durante los dos últimos millones de años en cinco principales focos de actividad, cuyas características son variadas y diversas. Este vulcanismo transcontinental, de carácter calci-alcalino, se origina

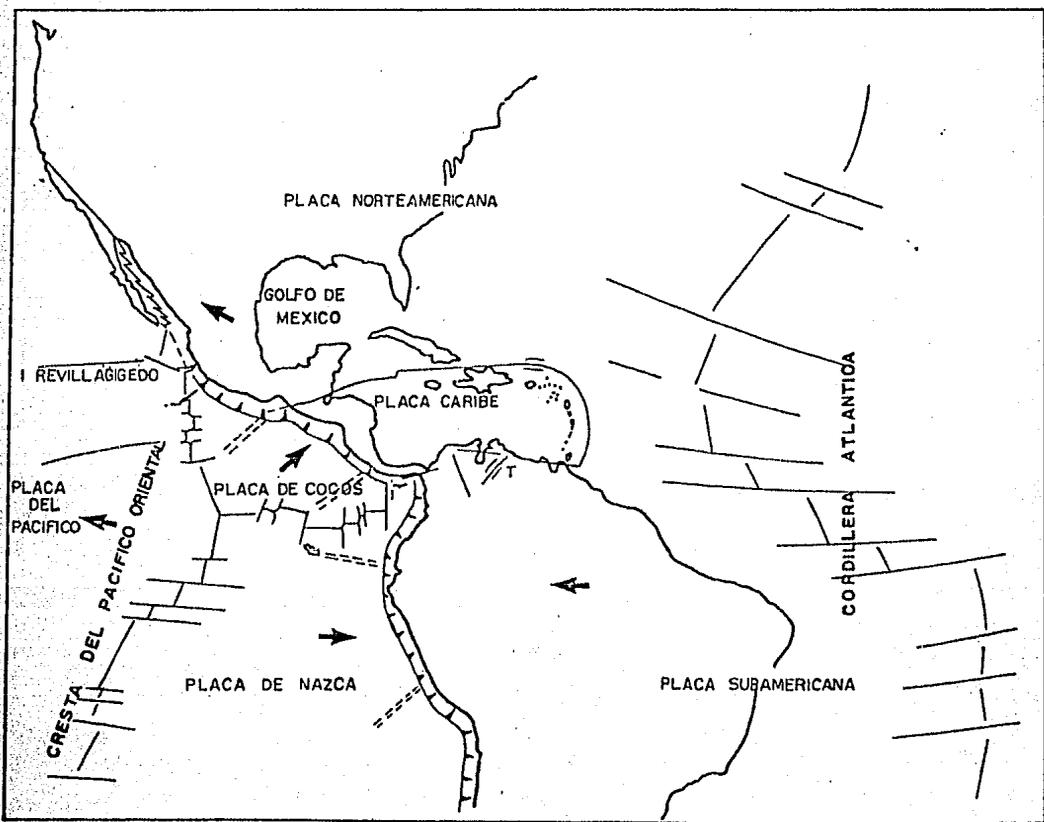
según la hipótesis formulada, con base en dos mecanismos:

1. La progresiva apertura de la Fosa de Acapulco en relación con el desplazamiento hacia el Oeste de la Placa Norteamericana, a partir del Oligoceno.

2. Las modificaciones en el Mioceno Tardío provocadas por la Cordillera del Pacífico Oriental y el cambio en la rotación de la Placa de Cocos. (Véase Cuadros Nos. 9 y 10).

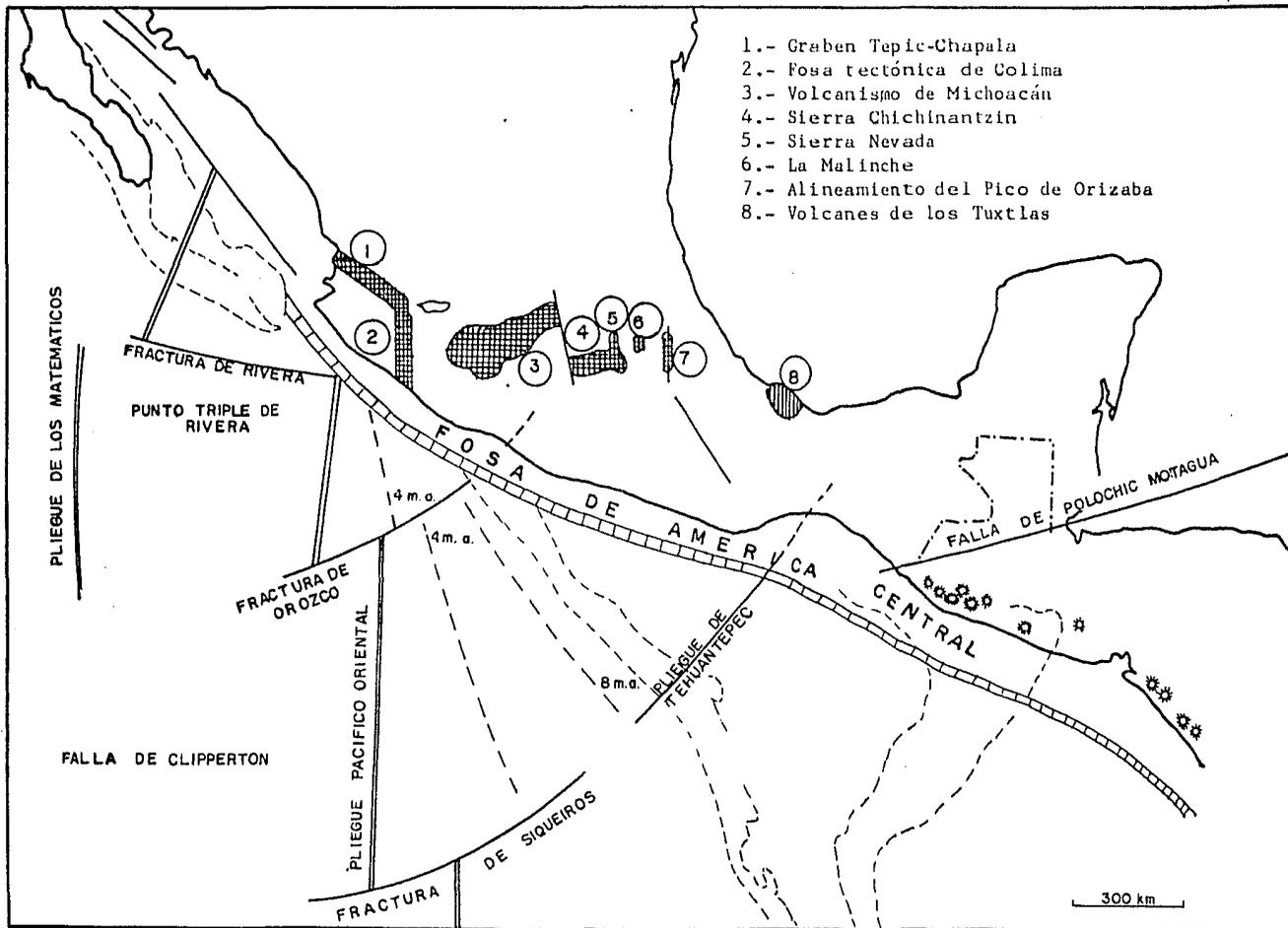
La distribución y orientación del vulcanismo trans-mexicano ha permitido identificar dos principales tipos de estructuras: Los Estrato-Volcanes, de grandes dimensiones y con una orientación general N-S, por un lado y la existencia de un gran número de pequeños volcanes, con dirección general NW-SE, alineados sobre fracturas de tensión, estas últimas responsables de la formación de las fosas tectónicas, como es el caso de Pátzcuaro.

La orientación de los grandes estrato-volcanes es perpendicular a los esfuerzos tectónicos producidos por el movimiento relativo de la parte Sur de la Placa



Posición de la placa Caribe y la estructura del Pacífico Centro-Oriental  
Tomado de Demant A. 1979 p. 208

Cuadro Nº 9.



CUADRO No. 10

Norteamericana en relación a la Placa Caribeña, mientras que los pequeños volcanes se alinean, en lo general, sobre las fallas de tensión.

Por último, Demant nos señala un nuevo contexto geodinámico que se evidencia en la porción occidental del Eje cuyos magnas, de tipo alcalino, parecen relacionarse con el acercamiento de la Placa Norteamericana con la Cordillera del Pacífico Oriental ; el fin de la Placa de Rivera. (Demant, A. 1979. 183).

a) La Antigua Cuenca del Lerma.

Como consecuencia del complejo vulcanismo del Eje Transmexicano y el continuo tectonismo provocado por éste, la porción meridional de la Mesa Central ha sufrido una gran inestabilidad, lo que ha provocado acusados cambios en el drenaje hidrológico.

Durante el Terciario y principios del Pleistoceno (Tamayo. 1976) el drenaje principal de esta porción lo constituía el antiguo Río Lerma, de enorme caudal,

vertiendo sus aguas hacia el Occidente hasta desembocar en el Océano Pacífico, después de haber alimentado a un sinnúmero de lagos escalonados.

Durante el Pleistoceno Medio (Tamayo. Op. Cit. 1976), época de levantamientos orogénicos provocados por el vulcanismo, se genera como consecuencia, la compartimentalización del drenaje.

Al principio, el Río Lerma alimentaba en su curso, al antiguo Lago de Chapala (de mucha mayor extensión y profundidad que el actual) y proseguía rumbo al Pacífico por los Ríos Ameca y Tuxpan.

Al provocarse nuevos procesos vulcanológicos asociados al geotectonismo característico de la porción occidental del Eje Neovolcánico, la cuenca del antiguo Lerma fue capturada por el Río Grande-Santiago dándole así una nueva salida hacia el Pacífico (Demant. 1979).

Los actuales lagos, pantanos y depósitos lacustres que se localizan a lo largo de la Mesa Central dan clara evidencia de este enorme sistema hidrológico.

Así también las actuales cuencas interiores, localizadas a lo largo de la porción central del Eje Neovolcánico, como la Cuenca de México, las de los lagos michoacanos (entre ellos el Lago de Pátzcuaro) y algunas otras en los Estados de Jalisco y Nayarit, principalmente, son claro reflejo del tectonismo provocado por el vulcanismo pliocuaternario en los diferentes focos de actividad a lo largo de dicho Eje (Tamayo. 1962).

Por otro lado, evidencias de tipo biológico refuerzan la idea sobre esta compartimentalización del antiguo Río del Lerma.

La presencia del *Chirostoma*, especie de pez cuyo endemismo es restringido a esta gran zona, nos indica la antigua correlación en el drenaje.

Recientes estudios sobre estos aterínidos (Barbour, 1973), nos describen el desarrollo de 18 especies y 6 subespecies de *Chirostoma* (pescado blanco) y su biogeografía. Según el autor (Op.Cit. 548) "la continua alteración del medio ambiente acuático en caminos impredecibles por el vulcanismo y la edificación demontañas, crearon condiciones ideales para el aislamiento

geográfico de poblaciones y después su especiación. De esta manera se desarrollaron las diferentes especies y subespecies de *Chirostoma* en esta gran zona hidrológica".

En el caso del Lago de Pátzcuaro, el mismo autor reporta 4 especies de *Chirostoma*, de las cuales dos de ellas son especies restringidas al Lago (*C. Pátzcuaro* y *C. Grandoculae*) (Op.Cit. 546-547). De éstas, la última tiene una relación morfológica con *C. Compressum*, quién antiguamente habitaba el Lago de Cuitzeo (Véase también De Buen. 1940e). En el caso de otra especie (*C. Estor*), cuya localización es restringida a los Lagos de Pátzcuaro y Zirahuen, se tienen datos sobre antiguas colectas en el Lago de Chapala.

La presencia de estas especies sugiere una, más o menos, reciente conexión entre estos lagos y la cuenca del Río Lerma.

## II.2 LA REGION NATURAL DE PATZCUARO Y SUS DIFERENTES ETAPAS DE FORMACION.

b) Evidencias Geológicas.

La cuenca del Lago de Pátzcuaro, formada a través de los procesos igneo-tectónicos característicos del Dominio Geográfico de Michoacán, tiene un desarrollo más o menos reciente (alrededor de dos millones de años). En esta se expresan claramente dos tipos de manifestaciones vulcanológicas, las de carácter andesítico, de mayor antigüedad, y las de carácter basáltico, las más recientes y de mucho mayor expresión regional.

Como en el caso de la Cuenca de México, la de Pátzcuaro, Mich., fue en un principio, una cuenca abierta. Ciertas evidencias de tipo geológico y geomorfológico hacen pensar que ésta vertía sus aguas al antiguo Río Lerma hacia fines del Terciario. Las corrientes que alimentarían la cuenca abierta provenían, en su mayor parte, de la porción oriental de la Meseta Tarasca, localizada al Occidente de la actual lacustre. (Véase Mapa No. 3 ).

Esto se visualiza claramente al observar los valles de Pichátaro y Cananguio, al SW. Dichos valles son

de origen fluvio-volcánico, escalonados y por ellos vertían corrientes importantes que se embalsarían tierra abajo. Estas corrientes dejarían de tener importancia al bloquearse sus cauces alimentadores debido a los procesos de compartimentación.

En alguna época más reciente, parece haber existido una conexión entre el Lago de Zirahuén y la Cuenca de Pátzcuaro y Zirahuén, según De Buen (1943), es el lago más joven de la trilogía Zirahuén-Pátzcuaro-Cuitzeo. Se localiza al SSW. de Pátzcuaro con una altitud de 2,120 m.s.n.m., alrededor de 80 m. más alto que el Lago de Pátzcuaro (2,044 m.s.n.m. aprox.), por lo que, al parecer sus aguas vertían superficialmente por donde actualmente corre la vía del tren y se encuentra la Estación de FFCC de Ajuno. La carta geológica de DETENAL (E14-A31) correspondiente, nos indica que posiblemente la Mesa del Potrero, que no es sino una emanación lávica del volcán El Borrego, cerró el paso a este flujo hídrico superficial. Al pie de esta Mesa se localizan suelos de tipo residual, cuya extensión es cercana al Valle de Charahuén, por donde se embalsaban, también, las corrientes fluviales provenientes de los Valles Intermontanos de Cananguio y Pichátaro.

(Véase Mapa No. 3).

Por otro lado y al igual que De Buén (1943a. 212), suponemos que la salida fluvial de la cuenca abierta de Pátzcuaro, se dió en su porción SE, en donde hoy se localiza el Valle de Chapultepec, antigua prolongación del lago. Dicho valle está rodeado por un sinnúmero de lomas, algunas de ellas, antiguas islas, entre las cuales se localizan suelos aluviales de tipo lacustre, abarcando extensiones considerables y señalando la posible antigua salida fluvial, hacia la pequeña cuenca de Cuanajo al SE de nuestra región de estudio.

Cabe señalar que en esta zona se localizan dos comunidades indígenas: Cuanajo y Tupátaro, cuyos nombres traducidos al castellano son: (Cuanajo) lugar de ranas y (Tupátaro) lugar de tule o tular, ambos relacionados con elementos de tipo acuático y/o lacustre. El bloqueo de esta salida hídrica lo produjeron varias emanaciones lávicas cercanas al Cerro de la Cantera.

No muy lejos de la cuenca de Cuanajo nace un riachuelo, denominado localmente Arrollo de Tupátaro, vertiendo sus aguas hacia Lagunillas que, según De Buén (1943a.212), es "un lago desecado por la evaporación

de sus aguas" y nosotros añadiríamos que es una pequeña "cubeta" rellena por sedimentos de tipo lacustre, así como por materiales de tipo volcánico característico de regiones volcánicas modernas. En efecto; según DETENAL (Carta Geológica E14-A22) Lagunillas es una pequeña área no mayor de 20 Km<sup>2</sup>, cuya litología superficial está constituida por suelos aluviales de permeabilidad moderada, de tipo areno-limoso con bajo contenido de arcilla y materia orgánica. Actualmente el arroyo Tupátaro irriga dicha zona, alimentando un pequeño sistema de riego y dirigiéndose tierras abajo hacia la zona de Tiripetío en donde el riachuelo Tupátaro se une al Río Grande de Morelia. Este último irrigaba directamente al Valle de Guayangareo (en donde actualmente se asienta la Cd. de Morelia), vertiendo las aguas provenientes de la cuenca de Pátzcuaro, entre otras. Al parecer, allí también debió existir un pequeño lago que alimentaba, aguas abajo, al Río Grande de Morelia. Actualmente, la Presa de Cointzio embalsa las aguas de estos ríos y alimenta al Río Grande de Morelia el cual desemboca, finalmente, en el Lago de Cuitzeo, al NE del Estado de Michoacán.

Esta red fluvial, parece evidenciar el antiguo

drenaje de la cuenca abierta de Pátzcuaro, uniendo así al sistema lacustre Zirahuen-Pátzcuaro-Cuitzeo, dentro de la Cuenca Mayor del antiguo Río Lerma. (Cama-cho. 1925); (De Buén. 1943a); (Barbour. 1973 p. 543); (Villarello. 1909); (Waitz. 1943).

Dentro de todo ésto, el origen y la evolución del Lago de Pátzcuaro, como lo señala De Buén (1944 p. 100), se dá a través de sucesivas compartimentaciones de una cuenca fluvial, segmentada al interponerse barreras formadas por acumulación de materiales volcánicos. Es así, como se forma la cuenca endorreica o cerrada de Pátzcuaro.

Así también la cuenca hidrológica ha sido modelada a través de los procesos erosivos característicos del relieve volcánico, tomando en cuenta las diversas etapas climáticas y los principales agentes erosivos. Sin embargo, cabe señalar que durante los 45,000 años aprox. de historia geológica de Pátzcuaro (Watts y Bradbury. 1982), se han encontrado por lo menos nueve fases de actividad volcánica en las muestras de sedimentos analizados. Estas evidencias deberán ser tomadas en cuenta al tratar de reconstruir, con mayor profundidad, la

historia geológica de la cuenca del Lago de Pátzcuaro, trabajo de por más, necesario e interesante.

### II.3. EVIDENCIAS PALEOCLIMATICAS Y LIMNOLOGICAS.

La edad de dicho lago está aún en discusión, sin embargo, recientes investigaciones limnológicas le asignan una edad no mayor a los 45,000 años. Dicha edad ha sido demostrada a través de análisis palinológicos usando el método del Carbono<sub>14</sub> (C<sub>14</sub>). (Watts y Bradbury. 1982).

Si fuese así, el origen del lago se correlacionaría con una fase climática fría y húmeda en Mesoamérica y Centroamérica (la de mayor frío y humedad en la época reciente) que abarcó el período comprendido entre los 40 y los 25 mil años y cuyo climax se dió entre los 36 y los 30,000 años. (Heine. 1973). Epoca de la última glaciación denominada Wisconsiniana. (Dumbar. 1976).

De Buén (1941a; 1943 a; 1944b) le ha asignado tres importantes épocas al Lago de Pátzcuaro. La primera, que ha denominado Epoca Juvenil, cuyas principales

características fueron las de ser un lago profundo, con aguas limpias, de color azul y transparentes y con su lecho de tipo rocoso.

Con el trabajo generado por las múltiples escorrentías superficiales a través de los procesos de erosión, acarreo de materiales previamente intemperizados y su depositación en el lecho del lago, comienza la acumulación de un gran volumen de sedimentos, principalmente de arcillas que enturbian el agua al mantenerse fácilmente suspendidas, provocando a la vez, un lento proceso de acumulación de manera uniforme en todo el lecho del lago. Este fenómeno, provocó que las aguas del lago aumentaran de nivel, aminorando a su vez, su profundidad. Es así como comienza la Epoca de Transgresión del lago, aumentando en superficie al invadir sus antiguos bordes.

Los Valles de Chapultepec al SE; de Quiroga al NE y de Erongarícuaro y Charahuen al SW, dan clara evidencia del tamaño que logró tener este lago durante esta fase. Si tomamos en cuenta la proposición de Haine (Op. Cit. p. 54) se deduce claramente que esta época

fue bastante larga, finalizando a partir de los 20,000 años A.P. al término de todo un período de climas húmedos, primero fríos y más tarde cálidos.

Por último, De Buén (1943a p. 100) le confiere al lago una última gran época, que ha denominado de Regresión.

Según este autor, durante la Epoca de Transgresión, al aumentar la superficie del lago, aumentó a su vez el volúmen de evaporación, que, en cierto momento es mayor que el propio aporte de aguas, por lo que se inicia la nueva etapa, de Regresión.

Si tomamos en cuenta ésto y revisamos los diferentes paleoclimas propuestos para esta porción continental (Heine. Op. Cit.), entonces podemos atribuir a esta última etapa una edad menor a los 20,000 años A.P., durante los cuales se han alternado climas fríos y cálidos, pero generalmente secos. Esto podría ser la causa de la Etapa Regresiva, pues el volúmen de evaporación aumentaría gravemente a causa de la insolación, mientras que el aporte de aguas embalsada se reduciría

enormemente y el lago sufriría cambios morfológicos hasta conformar su actual estructura.

Cabe señalar que durante estas tres grandes etapas de desarrollo del lago y de conformación de la cuenca hidrológica, Pátzcuaro ha pasado de ser un lago joven poco productivo, a otro maduro de mediana productividad y finalmente a un último lago de gran productividad biológica.

#### II.4. EVIDENCIAS PALINOLOGICAS.

Otro hecho de inobjetable importancia ha sido revelado por Watts y Bradbury (1982), al encontrar evidencias de vida humana sedentaria a partir de los 3,500 años A.P., aproximadamente, lo cual, deja atrás las estimaciones hechas por arqueólogos sobre la antigüedad de los asentamientos purépecha en la región (Véase Deevey. 1956 p. 243-247). Los datos sobre polen de maíz, quenopodio y pastos son, según los autores, suficientes como para pensar que en la región, a partir de esa fecha, se desarrollaron sociedades lo suficientemente grandes como para transformar el medio natural de la cuenca. Así, calculamos que los cambios medio

ambientales tienen una antigüedad aproximada de 6,000 años.

Por otro lado, si bien, De Buén nos señala claramente las grandes etapas y variaciones del Lago de Pátzcuaro durante su historia que, al relacionarlas con las propuestas paleoclimáticas conformadas por Heine, se encuentra una gran correlación, también debemos enfatizar que la evolución de los lagos no se dá de una manera lineal como lo plantea De Buén, sino que los procesos evolutivos lacustres son de gran complejidad, dependiendo, en gran medida de factores climáticos, geológicos y geomorfológicos, por lo que sus variaciones biológicas y morfológicas dependen no sólo de los ciclos hidrológicos anuales sino de la periodicidad de éstos y las características de sus aguas, así como del desarrollo de su relieve particular.

En el caso de Pátzcuaro, esta complejidad evolutiva del lago se demuestra enfáticamente en los resultados de las investigaciones palinológicas realizadas por Hutchinson, y colaboradores (1956). En estos estudios, las muestras de sedimentos con una profundidad de 9 mts. nos evidencian los últimos 4,000 años de la historia geológica de este lago (10% del total aprox.),

que, según el análisis de De Buén, en conjunto con los datos de Heine, abarcarían una fase de la última gran etapa evolutiva del lago: la de Regresión. Los autores afirman que, hace aprox. 4,000 años A.P. el Lago de Pátzcuaro contenía aguas más o menos cálidas y profundas, con condiciones de mesoeutrofismo.

A partir de 3,300 años A.P. el Lago de Pátzcuaro tendría poca profundidad, con aguas más bien frías y con condiciones de eutrofismo, llegando a tener su menor profundidad hace 1,700 A.P. aprox. para después representar una nueva fase de humedad al volverse un lago más o menos profundo, con aguas más o menos cálidas y con condiciones de mesoeutrofismo, hasta hace algunos cientos de años (entre los 900 A.P. y los 1525 E.P.).

d) Evidencias Paleobotánicas.

Otro factor que debe de ser referido aunque sea en lo general, por falta de datos precisos, es el de los cambios vegetacionales inferidos a través de los análisis palinológicos (Watts y Bradbury. Op. Cit.) realizados en el lago.

Al respecto los autores señalan que en los 45,000 años aprox., de historia del lago, la vegetación no ha tenido grandes cambios en su estructura general, dominada por bosques de pino-encino principalmente y abietales en menor extensión. Según los datos obtenidos, por lo menos el 60% del polen es de Pinus spp., el de encino varía entre 10 y 15% del total y en menor medida se presenta polen de Alnus spp., en niveles de mayor antigüedad (Watts y Bradbury. Op. Cit. p. 59). Este análisis demuestra que entre los 45,000 y los 11,000 años existía en la región un tipo de flora homogéneo, cuya característica principal consistía en tener abundante Juniperus spp., y en menor medida Artemisa spp., lo cual parece representar un clima

un poco más seco y frío que el actual. (Véase Cuadro No. 11).

Si tomamos la propuesta paleoclimática para México y Centroamérica durante los últimos 40,000 años (Heine Op. Cit.), notamos una correlación con lo propuesto por Watts y Bradbury entre los 15,000 y los 12,000 años de antigüedad más no con anterioridad pues Heine propone para esta primera fase un clima frío y húmedo (40,000-16,000 aprox.).

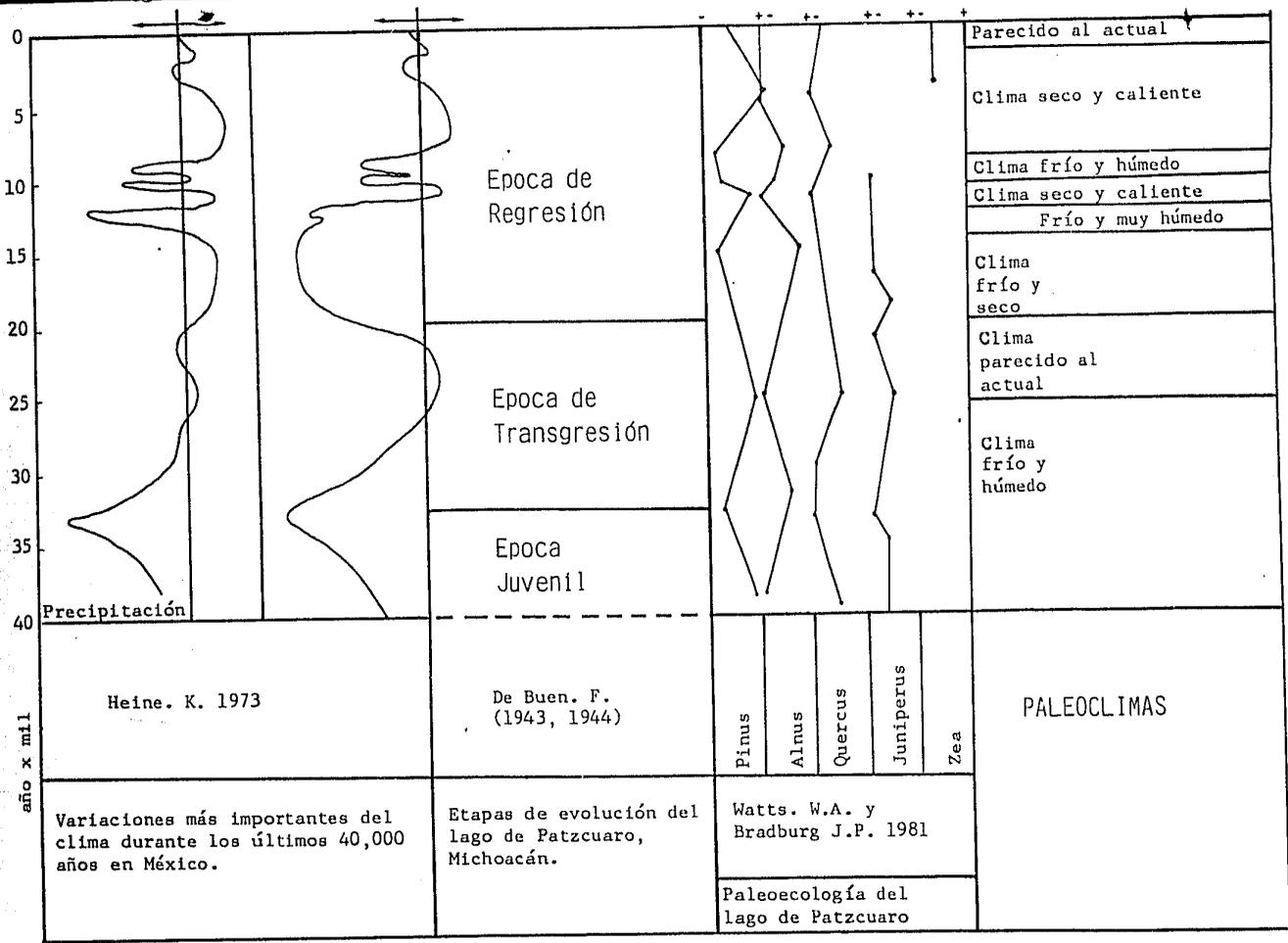
A partir de los 11,000 años A.P., decrece notablemente la población de Juniperus spp., aumentando, en gran medida la de Pinus, como lo atestiguan los porcentajes de polen en ambos casos.

A pesar de las pocas evidencias y de la ausencia de datos más precisos, la disminución de polen de Juniperus podría indicar un cambio más o menos radical en el clima. Según Heine, a partir de los 11,000 años A.P., hasta los 3,000 años A.P., aprox., existieron diversas etapas climáticas cuyos rasgos principales fueron las de ser etapas cálidas y secas. El diagrama de polen presentado por Watts y Bradbury (Op. Cit.

p. 60), indica para este período un gran aumento de polen de Pinus, con presencia importante de polen de Quercus spp., disminuyendo considerablemente el de Alnus spp., a partir de los 5,000 años A.P. (Véase Cuadro No. 11).

Los autores atribuyen varias posibles explicaciones a ésto, tomando en cuenta la actual presencia de diversas especies de Alnus cercanas a las orillas de los arroyos en la región, señalando su desaparición, ya sea por la desecación de los lechos fluviales y por una consiguiente reducción en la precipitación, o a través del corte y quema de esta especie por las primeras poblaciones humanas locales y finalmente por la pérdida de la vegetación ribereña del lago debido a las oscilaciones en el nivel del agua.

La disminución de polen de Alnus spp., concuerda con el aumento del de gramíneas, pudiendo ser según este estudio, el inicio de las prácticas agrícolas en los lechos aluviales de la región, habiendo sido desplazado el Alnus por el cultivo de maíz. Como lo indicábamos anteriormente, la presencia de polen de



Cuadro Nº 11

maíz asociado con Quenopodios y algunas otras gramíneas indican el desarrollo agrícola de la región a partir de los 3,500 años A.P., iniciándose, en esta fase, la paulatina transformación de sus recursos naturales.

Por otra parte, a pesar de la baja diversidad encontrada de tipos de polen y por consiguiente la representación de pocas especies (Juniperus, Quercus, Pinus, Alnus), no permite arribar a análisis finos sobre los cambios paleoclimáticos regionales durante los últimos 40,000 años. A esto Watts y Bradbury (Op. Cit. p. 69) señalan que existe poco contraste entre los climas y las floras del Pleistoceno y del Holoceno de lo que es característico para la porción de Norteamérica no cubierta por las glaciaciones. (Véase Cuadro No. 11).

#### e) Evidencias Etnohistóricas.

Algunos documentos históricos elaborados a partir del Siglo XVI nos permiten demostrar que las fluctuaciones del nivel del lago han sido constantes desde la época de la Colonia hasta nuestros días. Basalenque

(1963), De la Rea (1643), Beaumont (1932-3) y Espinosa (1945) al describir la sociedad purépecha, refieren algunos datos sobre los Lagos de Michoacán y en particular el de Pátzcuaro.

Beaumont (referencia tomada de Deevey. 1956, p. 246-47) habla de la existencia de un gran remolino en el centro del Lago, que supuestamente, conformaba el drenaje subterráneo del Lago hacia la región de Zacapu. Sin embargo, Villarello (1909) en su trabajo sobre "Hidrología Subterránea de los Alrededores del Lago de Pátzcuaro" niega esta posibilidad, explicando que las corrientes alimentadoras del antiguo Lago de Zacapu contienen bajas cantidades de cloro por lo que no pueden provenir del Lago de Pátzcuaro.

Beaumont (1873-1874) es también autor de un mapa sobre la Cuenca de Pátzcuaro; en este la superficie del Lago es mayor a la actual. Aquí el Valle de Chapultepec se representa como parte del Lago y el Cerro El Vado (Cerro Japupuato) es una isla más. Este cerro se localiza en la margen Suroriental del Lago, bordeado por la actual ciénega de Chapultepec. (Véase Cuadro No. 12).

Existen mayor número de evidencias sobre las fluctuaciones del lago en este Siglo (Véase De Buén, 1941h, 1942c, 1944.a, 1944.b; Hutchinson, et al 1956; Deevey, 1956; West, 1947; entre otros). Entre otras, Carrasco anota en sus trabajos etnográficos sobre la Isla de Jarácuaro, cierta tradición local que refiere la caza de conejos entre la Isla mencionada y la de Janitzio, con los mismos implementos usados actualmente para la caza de patos entre las mismas islas. O bien, se dice entre los habitantes locales que, antiguamente era posible llegar a las cercanías de la comunidad de Huiramangaro en canoa por lo que hoy es el Valle de Charahuen. Huiramangaro se localiza actualmente bastante lejana a la línea ribereña del lago. (Hutchinson. 1943).

Otro autor que menciona estas fluctuaciones lacustres es West (1947 p. 3) quién indica que a partir de 1939 el nivel del lago había tenido un descenso considerable lo que había provocado el surgimiento de una nueva isla llamada Pastorío. Actualmente ésta se conforma como área pantanosa cercana a la Isla de Jarácuaro.

West (1947), subraya que las causas de estas constantes fluctuaciones lacustres podrían estar relacionadas con los ciclos meteorológicos y particularmente con la correlación entre las variaciones del volumen de aguas precipitadas y el volumen de evaporación, o bien, a través de periódicas aperturas y cierres de grietas localizadas en el fondo lacustre.

Un estudio reciente sobre esta región lacustre durante el Siglo XVI (Gornstein y Pollard. 1983) nos provee de un minucioso análisis de las características geográficas, ecológicas, sociales y económicas bajo las cuales existía la sociedad purépecha poco antes y poco después de la llegada de los españoles.

Analizando muy concienzudamente registros y evidencias etnohistóricas, los autores tratan de reconstruir las condiciones naturales de Pátzcuaro, señalando entre otros, el tamaño y profundidad del lago, la antigua extensión de los bosques y las zonas ecológicas más importantes de esta cuenca.

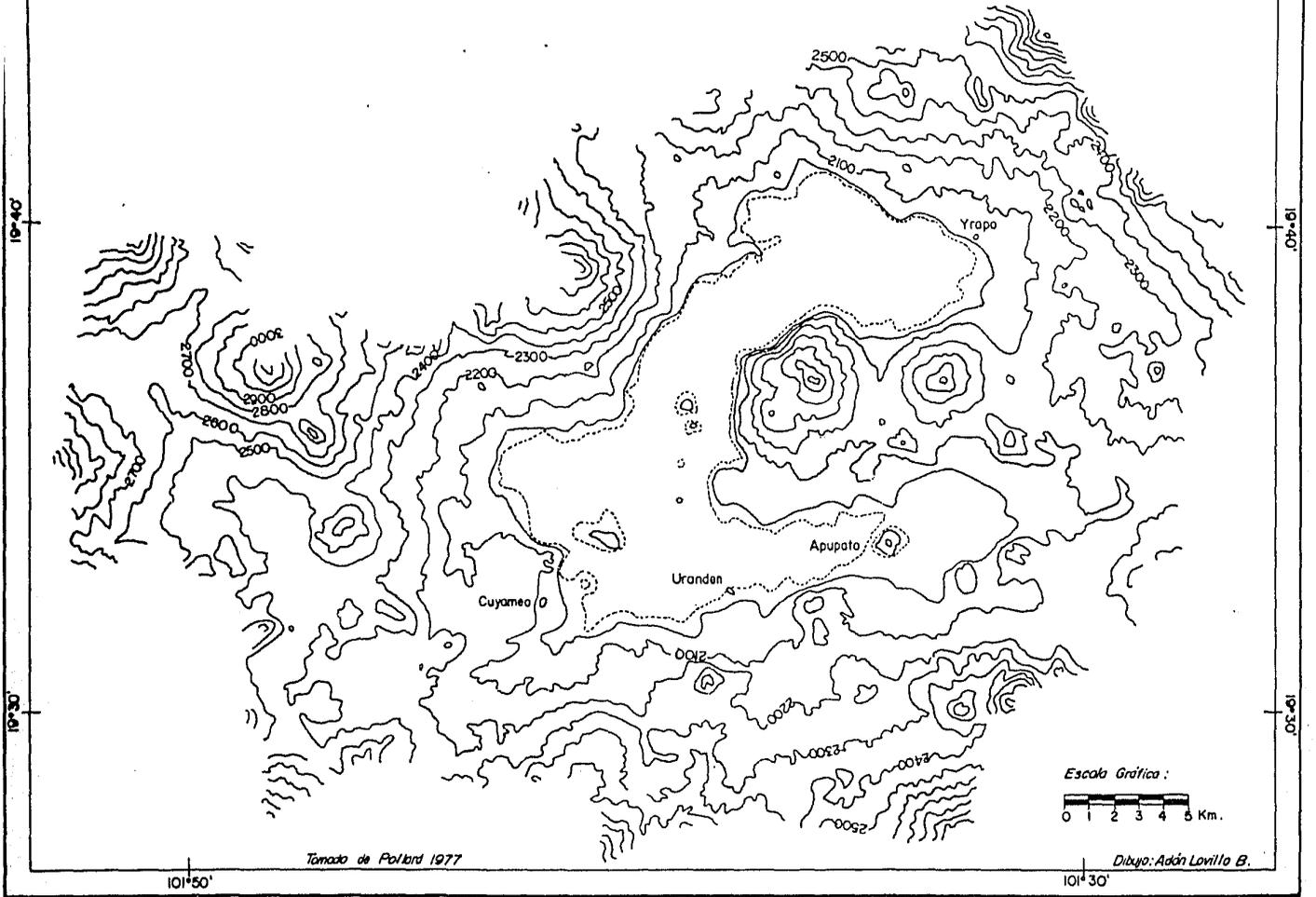
Aunado a ésto se establecen los rasgos socioculturales y político-económicos que prevalecieron durante los últimos años del imperio purépecha, asentado en la región lacustre, y los cambios sufridos durante los primeros años de la conquista española.

Aunque los autores no dan nuevos elementos para el análisis de la historia del medio natural patzcuaense que lo ya señalado por otros autores, lo significativo de este estudio es el de proveerle al lector una visión integral de las condiciones del medio natural durante ésta época y, fundamentalmente del aprovechamiento de los recursos naturales por los pobladores locales.

Otro elemento de importancia en el estudio, es la comparación de diferentes planos y mapas de la cuenca realizados poco después de la conquista, así como las estimaciones demográficas regionales para el Siglo XVI.

101°50' 101°30'

**CUENCA DEL LAGO DE PATZCUARO, MICHOACAN: Extensión lacustre en el período protohistórico y a la llegada de los españoles.**

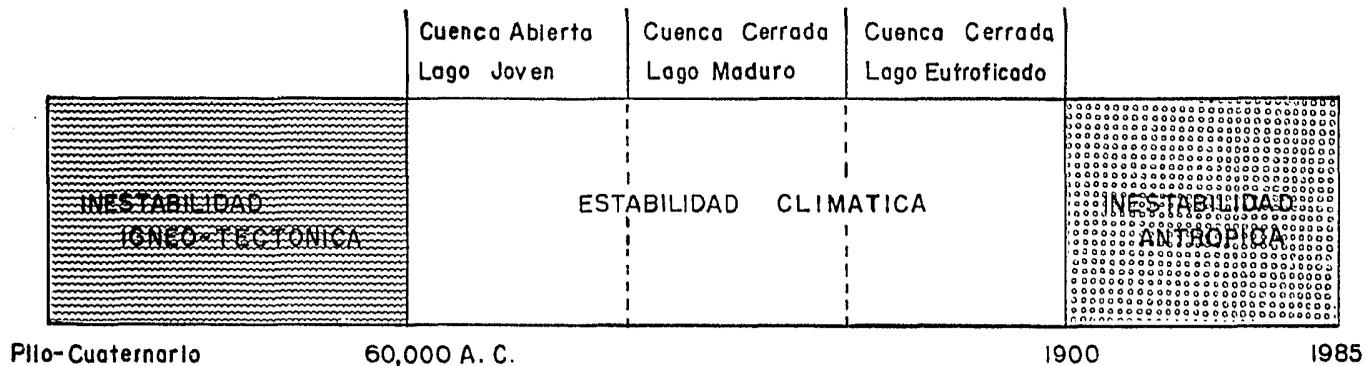


Tomado de Polbird 1977

Escala Gráfica:  
0 1 2 3 4 5 Km.

Dibujo: Adán Lovillo B.

Macrofases Ecodinámicas de la Región Natural de Pátzcuaro, Mich.



Cuadro no. 13

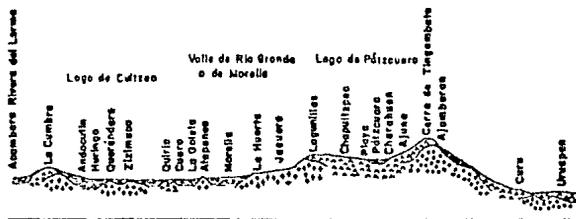
TERCERA PARTE:

III. LOS COMPONENTES DEL MEDIO NATURAL.

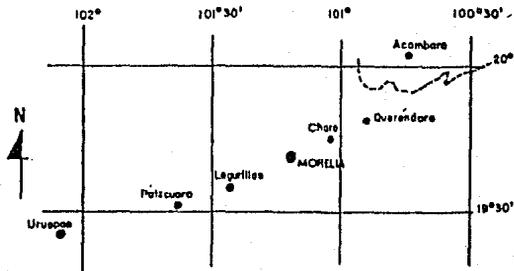
### III.1. LAS CARACTERISTICAS GEOLOGICAS:

A raíz de los resultados obtenidos en las últimas investigaciones geológicas sobre el Eje Neovolcánico Transmexicano (Demant, et al. 1976; Demant. 1978, 1979) se ha desechado la idea, bastante generalizada, de que dicha provincia geográfica mantiene una estructura volcánica continua y homogénea. En contraparte, hoy se propone que ésta es producto de diversas manifestaciones volcánicas en el tiempo y que se expresan espacialmente como "un conjunto de diferentes áreas volcánicas" (Demant. 1978 p. 1974), por lo que el Eje Neovolcánico se divide en cinco grandes zonas o Dominios Geográficos, siendo uno de ellos, el del Estado de Michoacán. Es en dicho Dominio donde se manifestó, de manera acusada, la actividad volcánica del Plio-Cuaternario, abarcando un área de 40,000 Km<sup>2</sup> aprox. en donde se localizan más de 3,000 volcanes (Demant. 1976 p. 12), cuyos conos basálticos en su mayoría están bien conservados y su distribución permite deducir la existencia de fracturas de tensión con una dirección NE-SW, posiblemente, las responsables de la formación de las fosas tectónicas como es el caso de la región natural de Pátzcuaro. (Véase Mapa No. 4 ).

### Corte Geológico de Acámbaro Gto. a Uruapan, Michoacán.



Fuente: Ezequiel Ordoñez  
 ESCALAS:  
 HORIZONTAL: 1:1,000,000  
 VERTICAL: 1:35,000



CUADRO No. 14.

Dichos conos expresan claramente la intensa actividad volcánica durante el Terciario Superior y el Cuaternario Reciente. La principal característica vulcanológica de dichos conos, es la de haber tenido una sola fase de actividad con un volúmen restringido de lava emitida, localizados, en lo general, al pie de aparatos volcánicos andesíticos presumiblemente de mayor antigüedad.

Esta gran zona volcánica se encuentra delimitada al Norte por la Depresión del Bajío, al Sur por la Cuenca del Balsas, al Este por las fracturas Querétaro--San Miguel de Allende y por el anticlinal Tzintzio-Huetamo, y al Oeste con la zona Oligo-Miocénica y Cretácica del Sur del Lago de Chapala, Jalisco. (Demant, et al. 1976).

Geológicamente, la Cuenca del Lago de Pátzcuaro constituye una fosa ígneo-tectónica, originada por las fallas de distensión con dirección NW-SE, que al parecer, se relacionan con los fenómenos distensivos que, a partir del Mioceno Superior, se desarrollan a partir del Golfo de California (Demant, et al. 1976,

p. 16).

La cuenca se encuentra cubierta de arenas y brechas de origen basáltico cuya formación data del Terciario Superior y principalmente del Cuaternario. (Véase Mapa No. 4).

Predominan en un 85% los basaltos, así como, en menor extensión, brechas basálticas, tobas basálticas y andesitas. Estas últimas, rocas oligo-miocénicas, representantes de "la prolongación meridional del sistema volcánico de la Sierra Madre Occidental", (Demant. 1976) se presentan recortadas por las fracturas de Plio-Cuaternario.

A su vez, se localizan aluviones, suelos residuales, tobas en alto proceso de alteración y lomeríos, cuya edad es muy reciente y se localizan en las pequeñas llanuras intermontanas y en las márgenes del propio lago.

La estructura andesítica principal está representada por el Cerro de la Cantera, en la Sierra de Santa Clara, al Sur de la Cuenca. (Véase Mapa No. 4).

Así también, encontramos estructuras ígneas extrusivas ácidas, como en el caso del Cerro El Zirate y los Ziratitos localizados en la porción N, de la Cuenca y cuya orientación es NW-SE. Las rocas que lo constituyen son las Andesitas con Hiperstena (Correa. 1974 p. 174).

Las estructuras mayormente representadas en la región lacustre, son los edificios volcánicos monogénéticos, (del tipo Parícutín) cuyos conos se encuentran más o menos conservados. Estas estructuras están constituidas por brechas volcánicas basálticas y se localizan generalmente, al pie de las elevaciones mayores, también de estructuras basálticas o bien, aislados, localizados en los valles o alejados de éstas grandes elevaciones. (Véase Mapa No. 4).

Estos pequeños conos volcánicos constituidos por eyecciones piroclásticas alrededor de sus conductos, derramaron sus lavas en poco volúmen y extensión.

Las elevaciones mayores, conforman la línea principal de las sierras que circundan la cuenca del Lago de Pátzcuaro. Estas estructuras no presentan conos

bien conservados sino que la boca de las chimeneas se encuentran totalmente destruida. Alrededor de estas estructuras se presentan brechas basálticas y tobas superpuestas, evidenciando diferentes manifestaciones de su vulcanismo.

Otra unidad geológica representada regionalmente y cuya litología superficial es la asociación de basaltos con brechas volcánicas basálticas, se localiza entre las Sierras de Pichátaro y de Pátzcuaro al Oeste de la Cuenca. Esta es producto de la actividad pirogenética de una decena de conos basálticos, cuyo vulcanismo se alternó por ciclos de flujos de lava y eyecciones de brechas. (Véase Mapa No. 4).

Las corrientes basálticas o "malpaíses", tienen representatividad en la Cuenca. De éstos, el de Arocutín y el de Pichátaro al SW; el de Pátzcuaro, al Sur de la Ciudad con el mismo nombre y otra, al Este de la Cuenca, no lejos de la Villa de Quiroga, son los de mayor importancia por su extensión y volúmen.

Dichas emanaciones lávicas tienen como características principales las de ser derrames bastante viscosos, de poco volúmen y poca extensión, no llegando a abarcar extensiones mayores a los 20 Km<sup>2</sup> y según Blazquez (19-56), son características del tipo "AA" de Hawaii. En estas estructuras no se presentan bombas volcánicas, al menos como fenómeno característico y en algunos casos se dá una sobreposición de estos derrames con otros más antiguos formándose pequeñas mesetas y terrazas.

Los tres ejemplos son, quizá, los procesos vulcanológicos más recientes en la región, siendo que, los conos basálticos que produjeron dichas emanaciones, se encuentran bien delineados y una parte del cráter se encuentra destruído, formando una "media luna" orientada hacia el flujo basáltico.

Dentro de las formaciones más recientes y producto de los procesos de acumulación, están los depósitos aluviales que circundan al lago, tal es el caso de las pequeñas planicies ribereñas de Quiroga, Erongarícuaro, Pátzcuaro y Zurumútaru. Esta última la de mayor

extensión y localizada al SE de la cuenca, es una cubeta rellena por sedimentos de tipo lacustre y materiales volcánicos transportados.

Los valles intermontanos de Cananguio, Pichátaro y Charahuakuti, al SW, son pequeños enclaves aluviales producto de procesos fluvio-volcánico que se presentan de manera escalonada. Así también, se localizan pequeñas áreas de depositación deluvio-aluvial, como en el caso del área comprendida entre los cerros Zirahuen y la Anona en la Sierra de Santa Clara-Tingambato al SSW de nuestra región de estudio. (Véase Mapa No. 4).

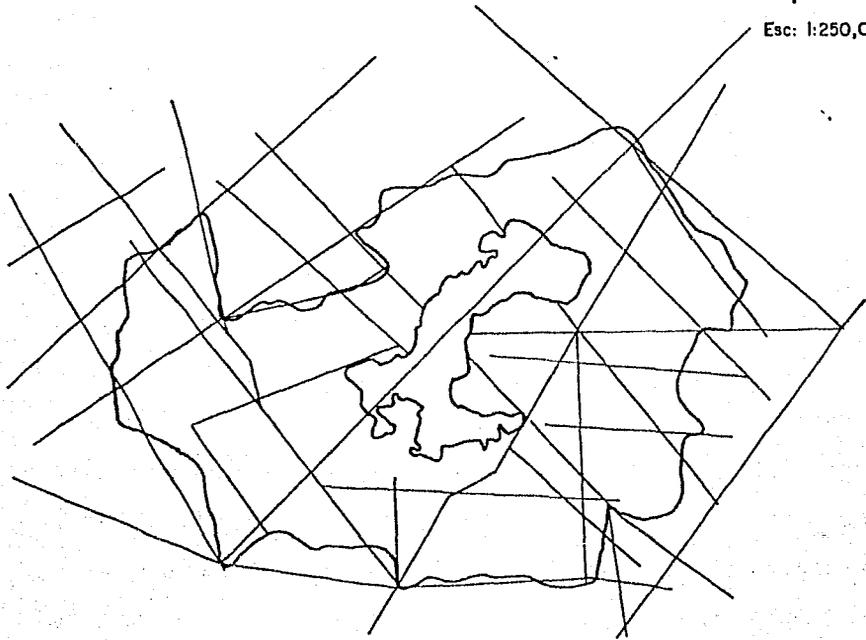
Por otro lado, el fracturamiento y fallamiento regional, es del tipo ortogonal, con direcciones principales SE-NW y SW-NE. (Véase Cuadro No. 15).

Las principales fallas superficiales son las del Cerro del Estribo, cercano a la Ciudad de Pátzcuaro y con orientación NE-SW, y el escarpe de falla del Cerro Tariaqueri en la porción de la Península de Tzintzuntzan, cuya alineación es NE-SW a lo largo del cuello del lago en donde, al centro se alinean cuatro islotes (Janitzio, Yunuen, Tecuen y Pacanda) con la misma dirección. Estos son conos basálticos, en su mayoría.

Sistema de Fallamiento Ortoagonal  
de la Cuenca de Pátzcuaro, Mich.



Esc: 1:250,000



CUADRO No. 15.

### III.2. PRINCIPALES CARACTERISTICAS Y FACTORES DEL SISTEMA CLIMATICO.

Por su situación geográfica y sus características particulares (altitud, presencia de un sistema léntico, relieve, topografía, etc.), la Cuenca de Pátzcuaro se localiza dentro de la franja climática de las montañas del Centro y Sur de México y de la porción Sur de la Altiplanicie Mexicana, en donde, la temperatura y la precipitación sufren variaciones en distancias relativamente cortas, produciendo importantes variaciones climáticas en lo referente al grado de humedad (García. 1981. p. 135-136).

Como lo expresamos al abordar las Evidencias Paleogeográficas de la Cuenca, los cambios climáticos sufridos durante los últimos 40,000 años se correlacionan, en lo general, con los paleoclimas y los cambios climáticos propuestos para México y Centro América, durante los últimos 40,000 años. (Véase Cuadro No. 11).

Actualmente, las características climáticas inherentes a Pátzcuaro, no son ajenas a las de la porción montañosa de la Cordillera Neovolcánica y a las porciones

medias y altas de la Sierra Tarasca, (Reyna., 1971. p. 46).

Sin embargo, al estudio más detallado del sistema climático de Pátzcuaro se descubren variaciones mesoclimáticas, las cuales describiremos, zonificaremos y analizaremos brevemente en este inciso.

a) Información Manejada.

Existen dos limitantes para el estudio detallado de las variaciones mesoclimáticas de la cuenca de Pátzcuaro. La primera es la sola presencia de dos estaciones meteorológicas en la Cuenca, la estación Santa Fé de la Laguna y la estación Pátzcuaro, al N y S de la Cuenca respectivamente. Esto impide la posibilidad de hacer triangulaciones y analizar detalladamente las variaciones en temperatura y precipitación a todo lo largo y ancho de nuestra zona en estudio. A su vez, al localizarse dichas estaciones a la misma altitud se impide, en gran medida, la zonificación térmica de la región en estudio.

La segunda limitante ha sido el funcionamiento irregular de las estaciones y los datos poco confiables arrojados por éstas.

A pesar de que la Cuenca ha sido un "laboratorio experimental" para estudios de carácter físico-biológicos y agronómicos, los datos y las fuentes meteorológicas son contradictorias, escasas y poco confiables.

Los datos y fuentes utilizados para la clasificación climática fueron sacados del archivo del Servicio Meteorológico Nacional Mexicano, quién depende de la S.A.R.H. También se utilizaron las Cartas de Clima (HQ-V) de CETENP-I de Geografía (escala 1:500,000), la Carta Guadalajara de Temperaturas Medias Anuales (escala 1:1,000,000) y la Carta Guadalajara de Precipitación Total Anual (escala 1:1,000,000) ambas editadas por DETENAL/SPP.

Para el estudio del sistema climático y sus variaciones de la Cuenca, basándonos en la clasificación climática propuesta por Köeppen y modificada para el país por García, se utilizaron datos de temperatura y precipitación, así como de heladas, granizo, vientos

y evaporación de las estaciones de Pátzcuaro, Santa Fé de la Laguna y Zirahuén. Esta última estación, a pesar de localizarse fuera de la Cuenca, se tomó como estación de apoyo dado que se ubica muy cerca del parteaguas Suroccidental y refleja las condiciones de las porciones Sur y Suroccidental de ésta.

A partir de la sistematización de los datos y del estudio de las cartas mencionadas anteriormente se elaboró una carta climática (escala 1:100,000) que debe de ser tomada con carácter provisional. Sin embargo ésta nos permite llegar a la primera zonificación basada en tres factores principales: Temperatura, Humedad y Precipitación. De ésta manera podemos abordar el estudio de los mesoclimas localizados en nuestra zona de estudio. (Véase Mapas Nos. 5 y 6).

Aunado a ésto se elaboraron diagramas ombrotérmicos, climogramas, gráficas de precipitación y temperatura, gráficas de porcentajes acumulados de precipitación y de días despejados, nublados y con heladas, de cada una de las estaciones mencionadas.

## b) Determinación del Tipo de Clima.

ESTACION PATZCUARO:

Localización: Estado de Michoacán.

Latitud: 19°30' Norte.

Longitud: 19°36' W.

Altitud: 2,132 m.s.n.m.

Se analizó un período regular de 12 años de observaciones para temperatura y precipitación (1968-1980).

Mes más cálido	-Mayo-	19.3°C.
----------------	--------	---------

Mes más frío	-Enero-	<u>13.1°C.</u>
--------------	---------	----------------

Oscilación Térmica		6.2°C.
--------------------	--	--------

P/T = 55.9

% de lluvia invernal = 2.77 % (W)

Tipo climático = C templado

Subtipo = (W'2) el más húmedo de los templados subhúmedos con lluvias en verano retrazadas al otoño.

Cociente P/T mayor de 55.0

Régimen Térmico: b de Verano fresco y largo, con temperatura del mes más cálido menor a 22°C.

Por su oscilación térmica = (i') entre 5° y 7°C.

Marcha de la Temperatura = g tipo Ganges.

Claves: C (W'<sub>2</sub>) (W) b (i') g

Definición: Clima Templado Subhúmedo, el más húmedo de los subhúmedos, con lluvias de Verano retrasadas a parte del Otoño; el porcentaje de lluvia invernal es menor de 5% del total anual. El régimen térmico es de Verano fresco y largo, con poca oscilación térmica y la temperatura máxima se presenta antes del solsticio de Verano.

ESTACION SANTA FE DE LA LAGUNA:

Localización: Estado de Michoacán.

Latitud = 19°40'

Longitud = 101°31'

Altitud: 2,080 m.s.n.m. aprox.

Se analizó un período regular de 15 años para temperatura y precipitación. (1965-1979).

Mes más cálido -Mayo- 20.3°C.

Mes más frío - Enero - 14.3°C.

Oscilación térmica 6.0°C.

P/T = 62

% de lluvia invernal = 4% (W).

Subtipo = W<sup>2</sup> el más húmedo de los templados subhúmedos, con lluvias en verano retrasadas al Otoño.

Cociente P/T mayor de 55.0

Régimen Térmico: b de Verano fresco y largo con temperatura del mes más cálido menor de 22°C.

Por su Oscilación Térmica = (I') entre 5° y 7°C.

Marcha de la Temperatura = g tipo Ganges.

Claves: C (W'<sub>2</sub>) (W) b (I') g

Definición: Clima Templado Subhúmedo, el más húmedo de los subhúmedos, con lluvias retrasadas a parte del Otoño, del porcentaje de lluvia invernal es menor de 5% de la total anual. El Régimen Térmico es de Verano

fresco y largo, con poca oscilación térmica y la temperatura máxima se presenta antes del solsticio de Verano.

ESTACION ZIRAHUEN:

Localización: Estado de Michoacán.

Latitud = 19°27' N.

Longitud = 101°44' W.

Altitud = 2,174 m.s.n.m.

Se analizó un período de 9 años de temperatura (1972-1980) y se tomaron los datos de precipitación de García (1973 p. 146), dado que los que fueron recabados eran demasiado irregulares y poco confiables. El período analizado es de 14 años.

Mes más cálido - Junio y Agosto- 17.4°C.

Mes más frío -Enero- 11.2°C.

Oscilación Térmica 6.2°C.

P/T = 90.36

% de lluvia invernal = 3.57% (W)

Tipo Climático = C Templado

Subtipo = (W'<sub>2</sub>) el más húmedo de los

templados subhúmedos, con lluvias en verano

retrasadas al Otoño.

Cociente P/T mayor de 55.0

Régimen Térmico = b Verano fresco y largo, con temperatura del mes más cálido menor de 22°C.

Por su Oscilación Térmica = (I') entre 5° y 7°C.

Marcha de la Temperatura = Antes y después del Solsticio de Verano.

Claves: C (W<sub>2</sub> (W) b (I')

Defición: Clima templado subhúmedo, el más húmedo de los subhúmedos, con lluvias de Verano retrasadas a parte del Otoño, el porcentaje de lluvia invernal es menor de 5% de la total anual. El Régimen Térmico es de Verano fresco y largo, con poca oscilación térmica, las temperaturas máximas se presentan antes y después del solsticio de Verano.

Los datos sobre temperaturas medias y precipitación de las estaciones trabajadas, se presentan en el Cuadro No. 16.

DATOS CLIMATICOS DE LA CUENCA DE PATZCUARO.

<u>ESTACION</u>	PERIODO CONSIDERADO													ANUAL
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
<u>PATZCUARO</u>	T-12	13.1	14.2	15.9	18.0	19.3	18.9	17.9	1.78	17.6	16.9	14.8	13.5	16.5°C
	P-12	7.2	4.1	21.6	17.2	34.4	148.3	215.7	214.2	169.7	63.6	12.2	14.3	922.5 mms.
<u>SANTA FE</u>	I-15	14.3	14.9	17.0	18.7	20.3	19.5	18.2	18.2	18.1	17.2	15.8	14.7	17.3°C
	P-16	19.8	9.6	6.2	10.0	65.7	179.	234.4	256.6	176.5	136.2	13.9	16.6	1124.5 mms.
<u>ZIRAHUEN</u>	I- 9	11.2	11.8	14.3	15.8	17.3	14.4	17.0	17.4	17.2	16.9	15.8	13.9	15.5°C
	P-14	38.3	5.4	0.0	15.1	43.5	196.8	350.2	329.7	267.0	115.1	35.0	5.9	1400.6 mms.

CUADRO No. 16.

c) El Índice de Aridez.

Otro factor analizado para cada estación fue el índice de aridez propuesto por Jauregui, E. (En: Fuentes. 1971; p. 79-86). Dicho índice, determinado por una sencilla ecuación, nos permite evaluar bajo que condiciones extremas de temperatura se desarrollan las funciones vegetativas de las plantas, tomando en cuenta que "la temperatura óptima de germinación y la del crecimiento muestran amplias radiaciones, de manera que el índice de aridez revela las necesidades hídricas de las plantas que se desarrollan en una determinada época". (Fuentes. Op. Cit.; p. 79).

Cabe aclarar que este índice, al tomar como base las temperaturas máximas y mínimas extremas promedio del mes más caluroso y más frío respectivamente, así como la precipitación media anual, no tiene porque coincidir necesariamente con el tipo de clima.

Correa Pérez (1974; p. 265-267), al determinar los índices de aridez para el Estado de Michoacán, afirma que las áreas subhúmedas se localizan en gran

parte del Eje Neovolcánico Transmexicano, en donde las precipitaciones medias anuales son superiores a los 1,000 mms. Así también señala que las áreas subhúmedas de transición y subáridas se localizan en el centro norte, centro sur y noroeste del Estado en el mismo Eje Neovolcánico, así como en el noroeste, suroeste y en parte del Bajío, respectivamente.

Correa Pérez, modifica el índice de Jauregui y determina dos franjas de transición, la subhúmeda (38 a 53) y la subárida (53 a 67).

Así, para el caso de la Cuenca de Pátzcuaro, tenemos que, en el N. los datos nos indican que forma parte de la franja subárida de transición mientras que en el S. de la Cuenca forma parte de la franja subhúmeda. (Véase Cuadro No. 17).

Por otro lado, a pesar de no tener datos precisos que hagan válida nuestra afirmación, nosotros pensamos que la porción Suroccidental de la Cuenca, es decir, las Sierras de Nahuatzen y Pichátaro, forman parte de la franja húmeda que se localiza rodeando las porciones más altas de la Meseta Tarasca, área muy húmeda localizada entre Uruapan, Charapan y Paracho.

INDICE DE ARIDEZ SEGUN E. JAUREGUI.

$$I = \frac{(T - t)^2}{P} (t + 45)$$

- I = Índice de Aridez  
 T = Temp. Max. Media del mes más caliente  
 t = Temp. Min. Media del mes más frío  
 P = Precipitación Media Anual en Nms.

PATZCUARO

T = 29.6  
 t = 3.8  
 P = 922.5  
 I = 35.21

Sub-Húmedo

\*ESCALA

18	Muy húmedo
18-28	Húmedo
28-38	Sub-Húmedo
38-53	Transición

SANTA FE

T = 29.0  
 t = 5.7  
 P = 1124.5  
 I = 54.30

Semiárido ó  
 Transición Subárido

53-118	Semiárido
118-500	Arido
500	Desértico

ZIRAHUEN

T = 27.1  
 t = 2.8  
 P = 1400.6  
 I = 30.51

Sub-Húmedo

\*Según la propuesta de Correa  
 Pérez G. para el Edo. de Michoacán.

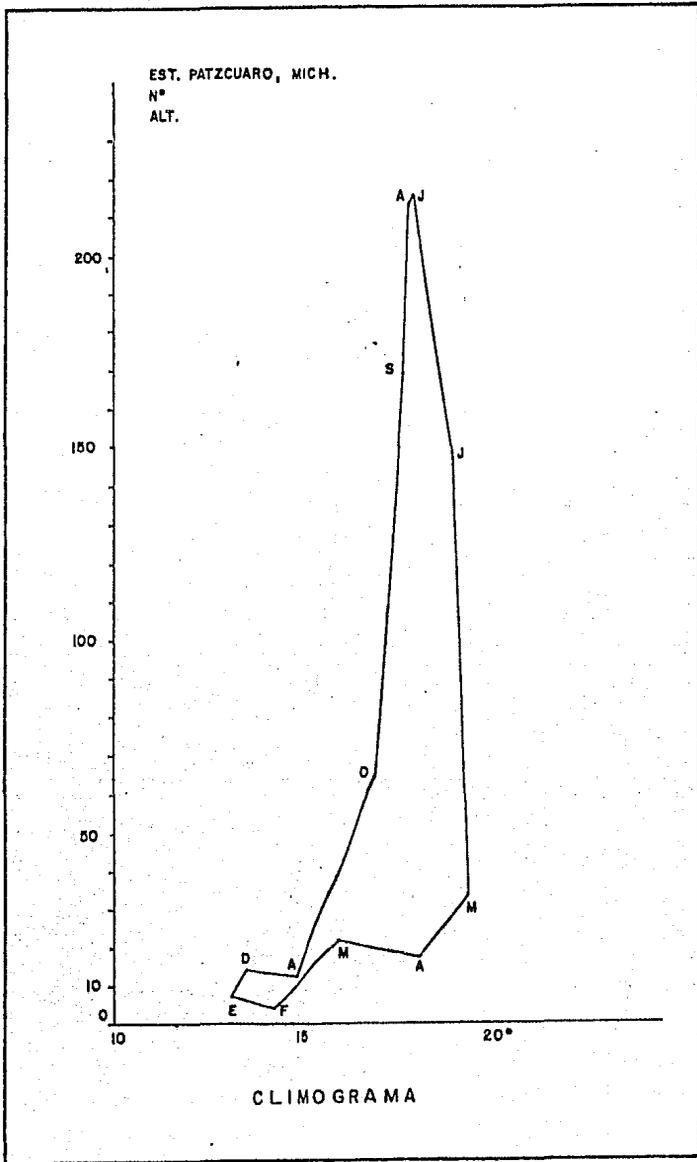
### III.2.1. Los Factores Formadores del Clima.

Antes de analizar cada uno de los factores climáticos, nos detendremos brevemente a interpretarlos en conjunto como formadores de clima. Para ésto, los climogramas nos permiten señalar la dinámica anual correspondiente a nuestra zona de estudio. (Véanse Cuadros Nos. 18, 19 y 20).

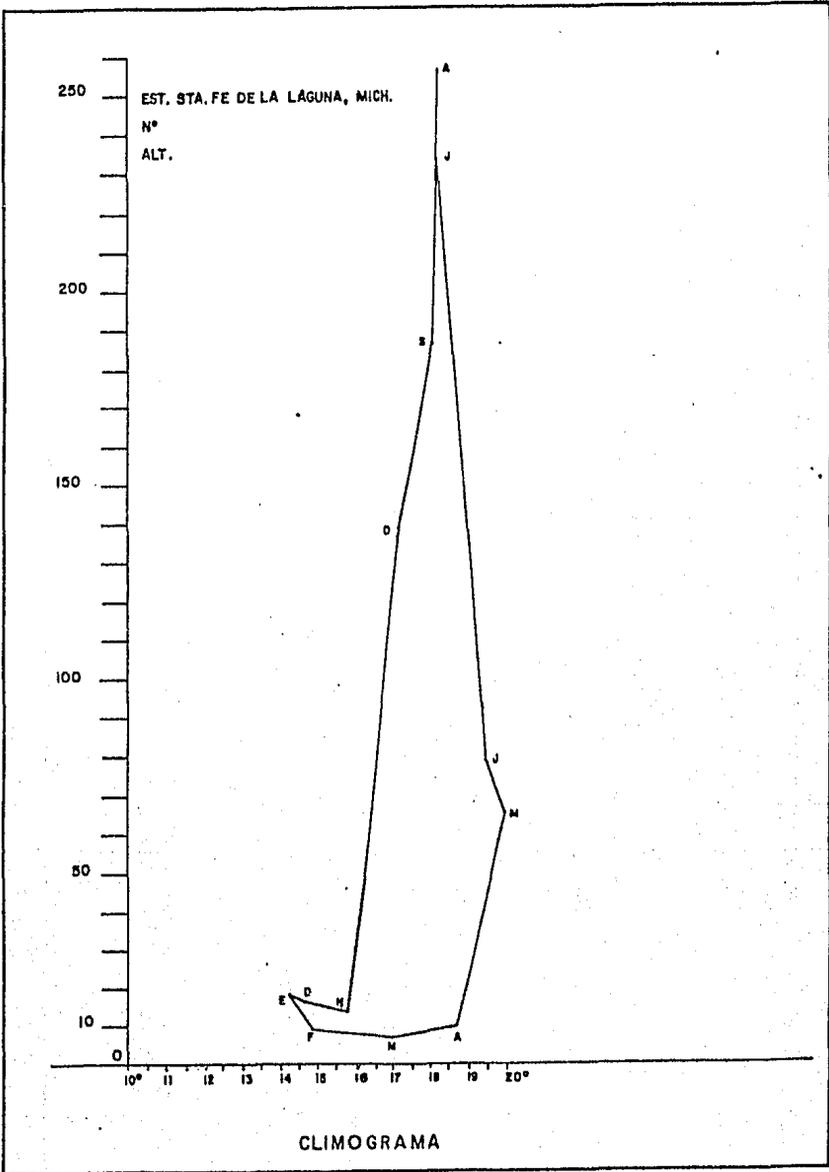
Por su latitud ( $19^{\circ}$  N) el clima de la Cuenca de Pátzcuaro, Mich., tendría que ser tropical, sin embargo su altitud (2,040-3,000 m.s.n.m.) determina el que prevalezca el clima templado. Estos dos factores influyen en el comportamiento climático de la Cuenca, quién recibe durante el año, influencias de masa de aire marino, continental y de circulación superior.

#### a) La Circulación de Verano.

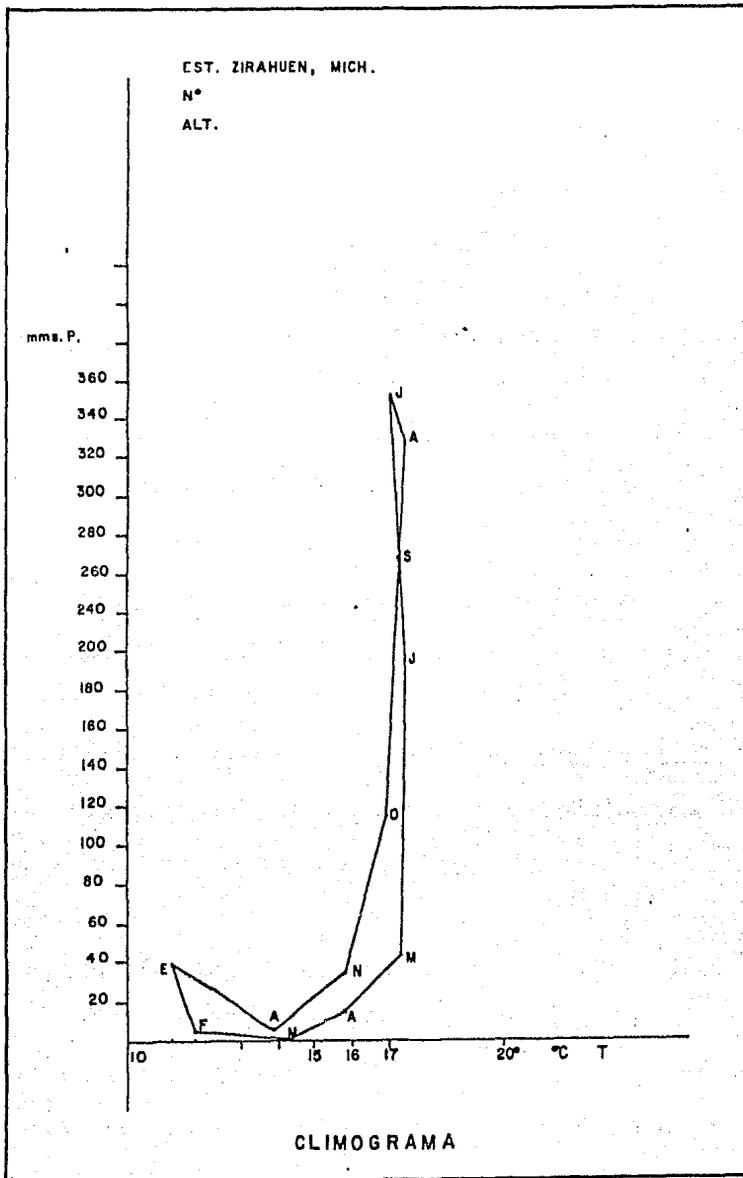
Es durante el transcurso del verano o la mitad caliente del año cuando la Zona de Alta Presión Subtropical, también denominada Centro Anticiclónico de Bermuda-Azores, localizado en el Golfo de México, al W del país, sufre un desplazamiento hacia el N.



CUADRO No. 18



CUADRO No. 19



CUADRO No. 20

provocando la circulación superficial profunda e intensa de los vientos alisios (o del Este).

Estos vientos son portadores de grandes cantidades de humedad generándose así la estación de lluvias en la porción central del país.

Los climogramas de la región en estudio nos demuestra este fenómeno: Es a partir de Abril y en mayor medida en el mes de Mayo cuando se aprecia una reducción térmica aunada al aumento considerable de la precipitación, a partir de Mayo hasta Julio, en el caso de los climogramas de Pátzcuaro y Zirahuén al S. En el caso de los climogramas de Santa Fé de la laguna al N. de la Cuenca, la reducción térmica es evidente a partir de Abril, aunada al aumento de la precipitación, hasta llegar a su máximo en el mes de Agosto. (Véanse Cuadros 18,19 y 20.

Otro fenómeno característico de la Circulación de Verano en la porción centro del país es el desplazamiento hacia el N. de la Zona Intertropical de Convergencia (ZIC), localizada al W. de Centroamérica y cuyo desplazamiento frente a las costas de Guerrero

hacia el S. durante los meses de Julio y Agosto, para regresar al N. durante los meses de Agosto y Septiembre. Todo ésto provoca una disminución de la lluvia, durante los meses de Julio y Agosto: la llamada Canícula.

En la Cuenca, esta manifestación no es del todo clara. En los casos de Zirahuén y Pátzcuaro al S., los máximos de precipitación se dan en el mes de Julio, dándose una baja poco sensible en el transcurso del mes de Agosto y reduciéndose el porcentaje de precipitación, de manera considerable, a partir de Septiembre. En ambos no se presenta la canícula.

En Santa Fé de la Laguna, al N., el máximo de precipitación se dá en el mes de Agosto, a partir del cual comienza a reducirse.

En los tres casos, entre los meses de Octubre y Noviembre es cuando finaliza la época de lluvias de Verano.

La ausencia de la canícula puede ser debido a las precipitaciones de tipo orográfico, siendo más claro en el N., de la Cuenca, en donde el máximo de

precipitación se dá en Agosto; cabe aclarar que es aquí en donde se localizan las mayores altitudes de la Cuenca, el sistema orográfico Zirate-El Tigre.

Otro factor de influencia durante la Circulación de Verano son los ciclones que se presentan tanto en el Golfo de México como en el Océano Pacífico durante los meses de Agosto, Septiembre y Octubre.

Esta circulación ciclónica es importante puesto que reforza la humedad durante la época de lluvias, aminorando así el déficit de humedad de los alisios.

Finalmente, otra característica de este período, es provocada por las Ondas del Este, las cuales influyen en la variación del régimen de lluvias. Dichas ondas, "motivadas por perturbaciones de gran amplitud asociadas con alisios... se manifiestan por aire subsidente en su parte frontal y ascendente en su parte posterior, originando períodos de días despejados sin lluvias en la fase subsidente y nublado y lluvias en la ascendente". (Meza. 1976; p. 46).

b) La Circulación de Invierno.

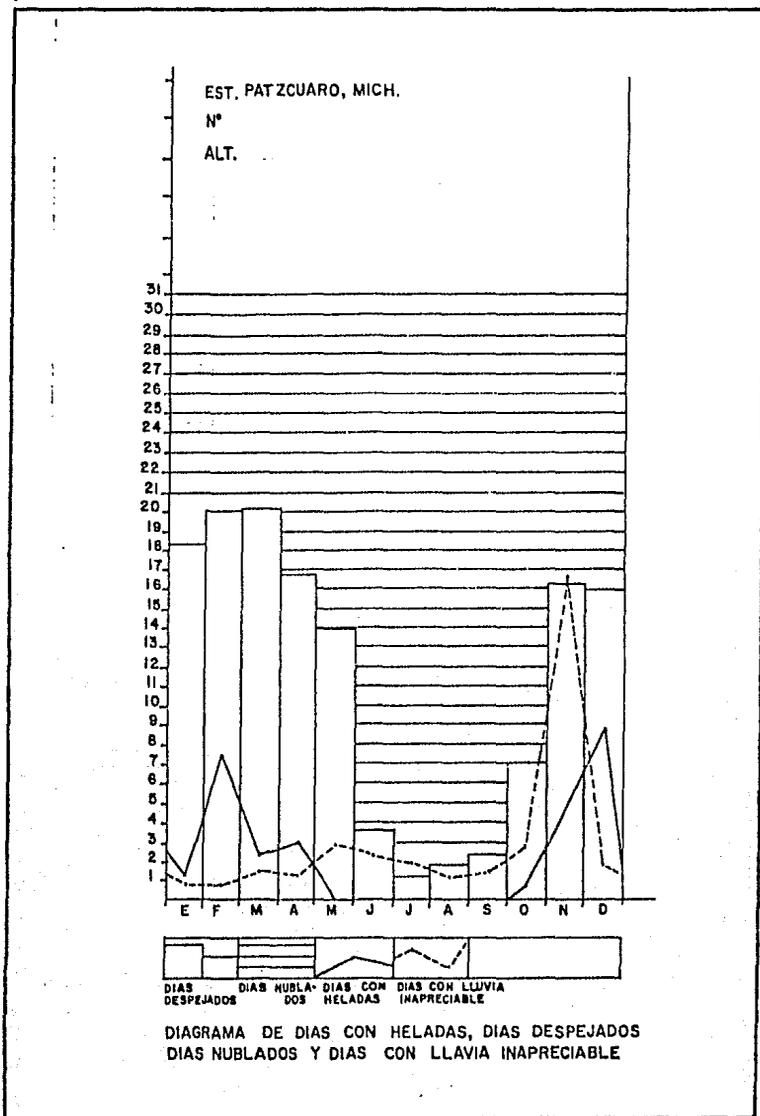
Hacia mediados de Otoño, al finalizar la época de influencia ciclónica debido al desplazamiento de la Celda Anticiclónica Bermuda-Azores hacia el Sur, los vientos alisios pierden intensidad y profundidad, así comienza el predominio de la Circulación de los Vientos del Oeste, característicos de las latitudes medias, durante el semestre invernal. Dicha corriente, es seca por lo que produce la sequía característica de la estación fría del año, junto con las heladas.

Es durante pleno invierno cuando se presentan las masas de aire frío y polar que provocan fuertes descensos en la temperatura, como se puede notar en los tres climogramas. (Cuadro 18,19 y 20.

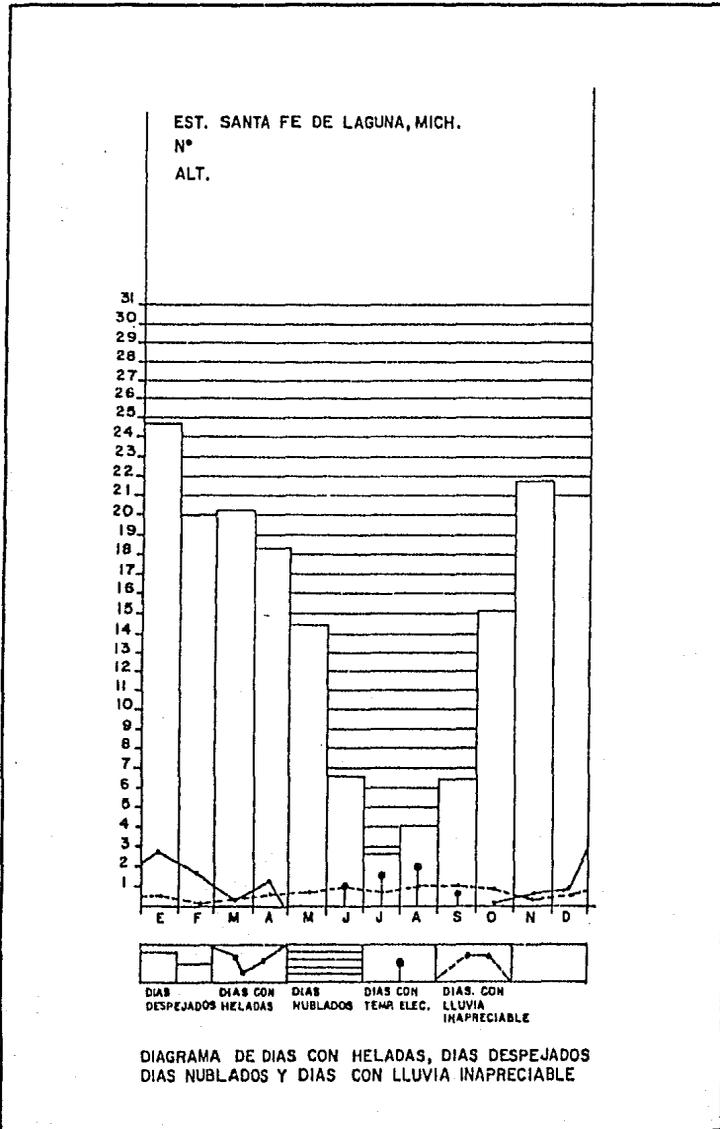
Este descenso térmico es debido a las masas continentales de aire que se generan en el N. de E.U. y Canadá, formando un centro de Alta Presión que se desplaza hacia el Sur. Parte de esta corriente llega al Golfo de México y se modifica como aire frío y húmedo (los llamados Nortes), provocando días nublados, lloviznas y escasas lluvias durante periodos de días no muy prolongados.

El otro tipo de vientos, provenientes del Vértice Circunpolar en forma de vaguadas frías de aire polar, provenientes de la porción N. y NW, afecta a nuestra zona de estudio provocando profundos descensos térmicos, así como vientos violentos que después de varios días subsiden dejando cielos despejados. Se presenta además, al paso de estas vaguadas con aumentos de la nubosidad, lluvias ligeras ocasionales (conocidas como cabañuelas, localmente) y eventualmente algunas nevadas en las cimas de las serranías más altas que circundan la Cuenca. (Véanse diagramas de días nublados, despejados y con heladas). (Cuadros 21, 22 y 23).

Finalmente, a partir del mes de Abril la Circulación de Invierno tiende a cambiar debido al calentamiento del continente lo cual debilita al gradiente de presión meridional en los niveles medios de la troposfera, por lo que los vientos del Oeste pierden intensidad sobre la Cuenca de Pátzcuaro, así mismo, la corriente de los alisios comienza a manifestarse al desplazamiento de la celda anticiclónica Bermuda-Azores, iniciándose así la Circulación de Verano. (Jauregui. 1975; p. 48-49).



CUADRO No. 21



CUADRO No. 22

EST. ZIRAHUEN, MICH.  
 N°  
 ALT.

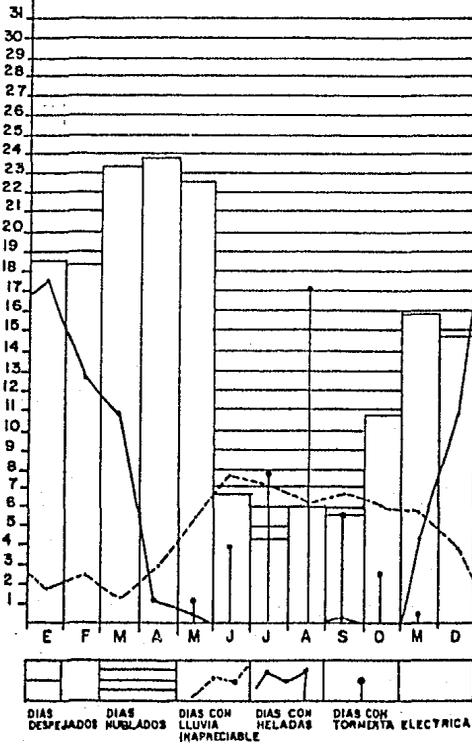
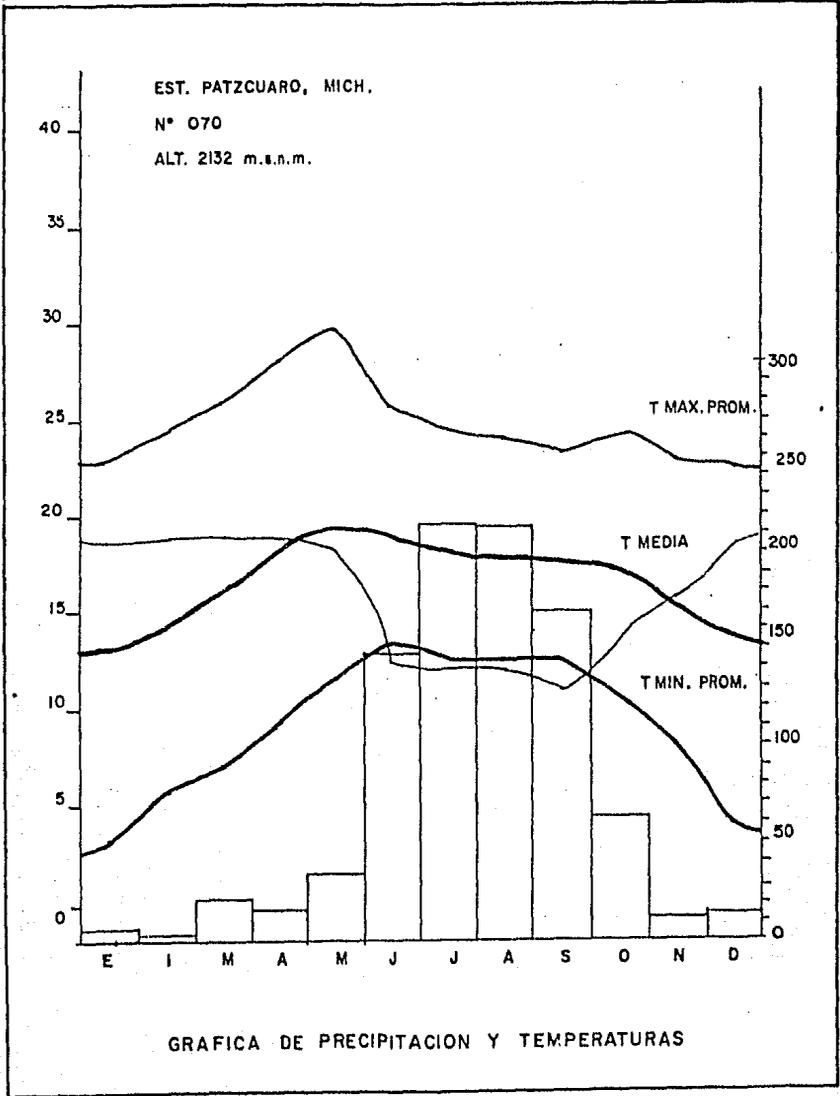


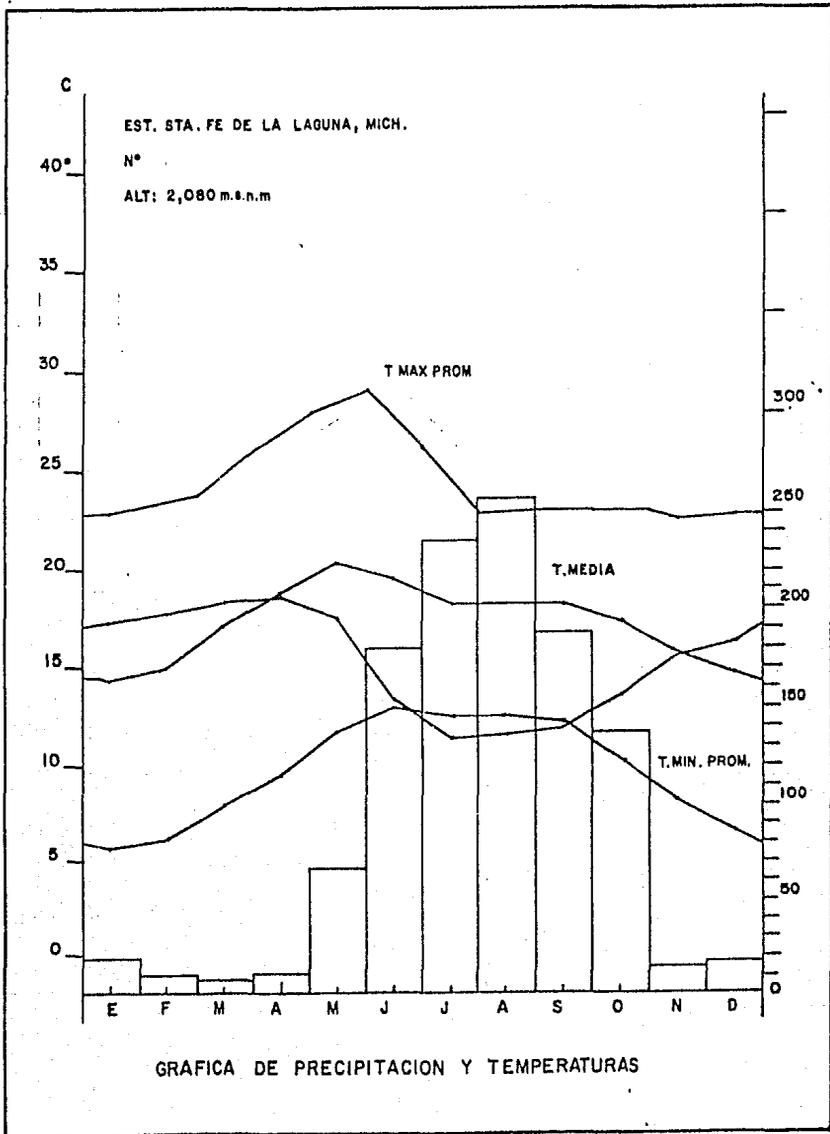
DIAGRAMA DE DIAS CON HELADAS, DIAS CLAROS,  
 DIAS NUBLADOS, DIAS CON LLUVIA INAPRECIABLE  
 Y DIAS CON TORMENTA ELECTRICA.

c) Marcha Anual de la Temperatura.

Las gráficas de Precipitación y Temperatura de las estaciones estudiadas (Ver Cuadros Nos. 24, 25 y 26) muestran una gran similitud respecto a la marcha anual de la temperatura. En las estaciones Santa Fé de la Laguna y Pátzcuaro, al N. y S. de la Cuenca respectivamente, se presenta un solo máximo y un solo mínimo de temperatura, lo cual diverge, en cierta medida, con la curva típica de las regiones tropicales. Esto puede ser debido a la presencia de una superficie acuática que amortigua la temperatura debido a la alta humedad relativa. En los dos casos, las estaciones se localizan cercanas al borde de esta superficie acuática. En el caso de la estación Zirahuén, al SW de la Cuenca y fuera del parteaguas limítrofe, la marcha anual de la temperatura presenta dos máximos y dos mínimos, característicos de las regiones tropicales. Caba aclarar que a pesar de la cercanía entre la estación Pátzcuaro y la estación Zirahuén, ésta última se localiza ya en la vertiente N. del Balsas, con exposición Sur y al parecer, recibe más directamente la influencia de

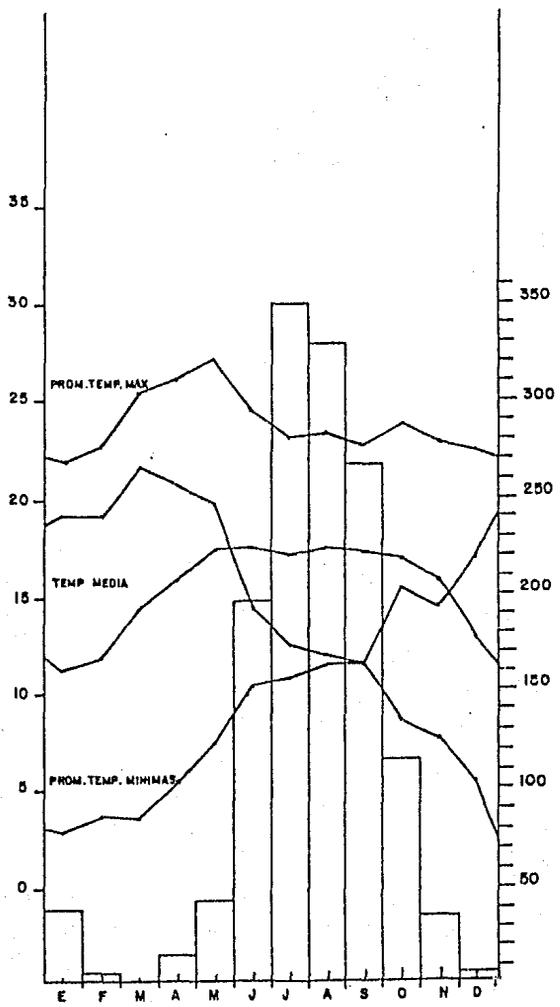


CUADRO No. 24



CUADRO No. 25

EST. ZIRAHUEN, MICH.  
 N°  
 ALT.



GRAFICA DE PRECIPITACION Y TEMPERATURAS

la Zona Intertropical de Convergencia (ZIC).

En los tres casos, los máximos de temperatura se presentan en el mes de Mayo y para Zirahuén el segundo máximo, menos importante que el primero, se presenta durante el mes de Agosto.

En lo que respecta a los mínimos térmicos, en todos los casos se presentan durante la Circulación de Inverno, durante el mes de Enero, ésto debido a la mínima insolación y al dominio de las masas de aire frío del Oeste y del Norte.

En el caso de Zirahuén se presenta un segundo mínimo térmico, éste durante la Circulación de Verano, en el mes de Junio, provocado por la presencia de vientos húmedos que contrastan con las masas de aire cálidos y secos, generando así una baja de temperatura que oscila entre 1º y 2º Centígrados.

En las tres estaciones, la oscilación térmica varía entre 6ºC y 6.2ºC, considerándose ésta como poco extrema (entre 5º y 7ºC).

Respecto a la oscilación térmica durante las 24 horas, es en los meses de Invierno cuando se dá de manera más marcada en las tres estaciones, estabilizándose durante la época de lluvias y volviendo a acentuarse durante fines del Otoño. (Véanse Cuadros 27, 28 y 29).

Por último, durante los períodos analizados en las tres estaciones, se registraron las temperaturas máximas y mínimas de la siguiente manera: En el caso de la estación de Santa Fé de la Laguna, en el período comprendido entre 1965-1979, la temperatura máxima extrema absoluta registrada fue de 39.0 durante los meses de Mayo y Junio de 1969.

En esta misma estación se registró la temperatura mínima extrema absoluta de 1.0°C en el mes de Enero de los años 1967 y 1970.

En lo que respecta a la estación de Pátzcuaro, la temperatura máxima extrema absoluta registrada fue de 35°C en el mes de Mayo de 1942 y la mínima extrema absoluta se registró en el mes de Enero de 1941, con 1.2°C.

EST. PATZCUARO, MICH.  
N°  
ALT.

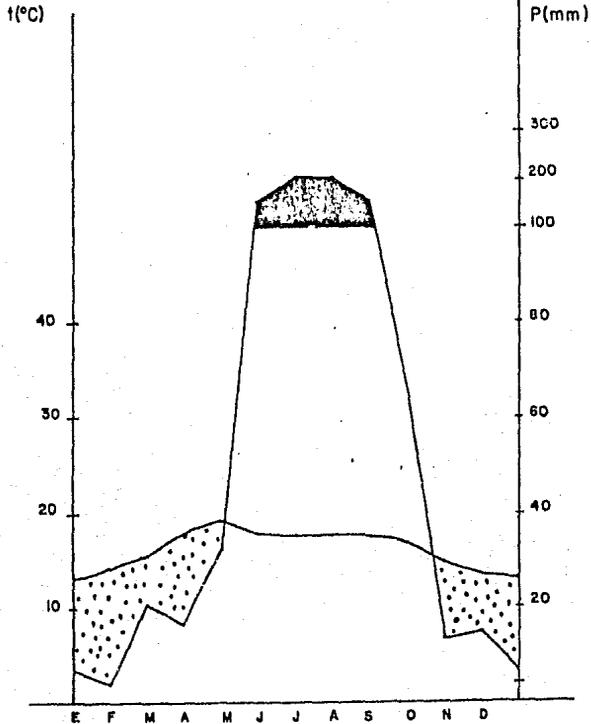
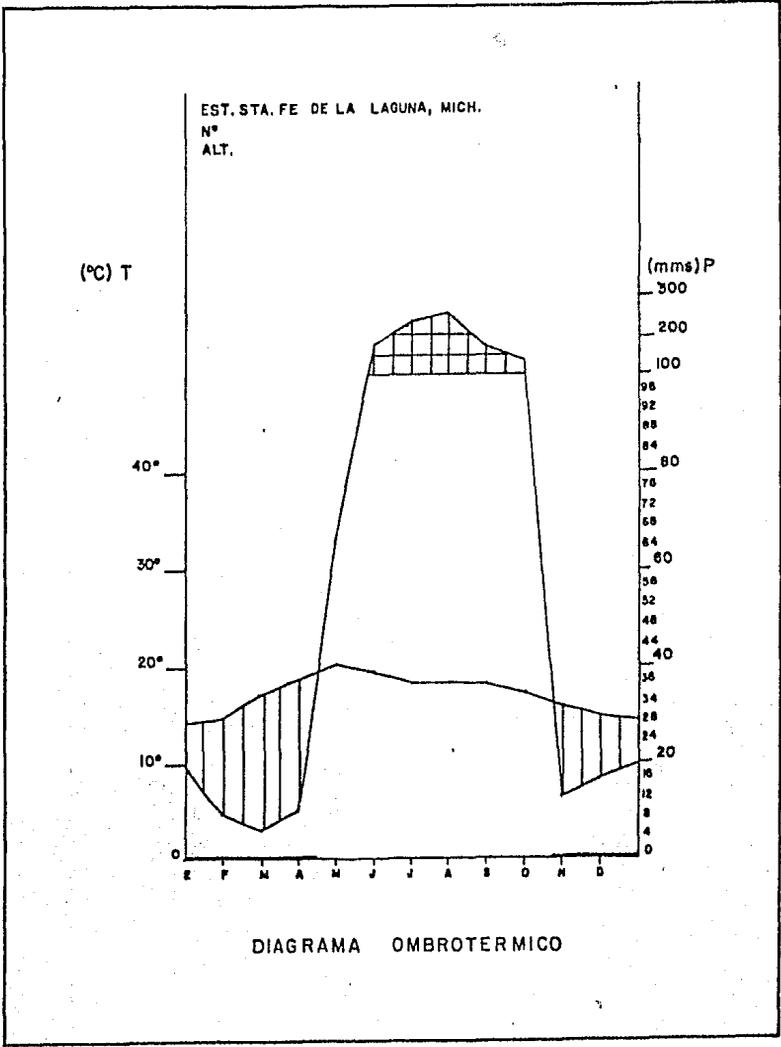


DIAGRAMA OMBROTERMICO



CUADRO No. 28

EST. ZIRAHUEN, MICH.  
 N° 115  
 ALT. 2174 m.s.n.m

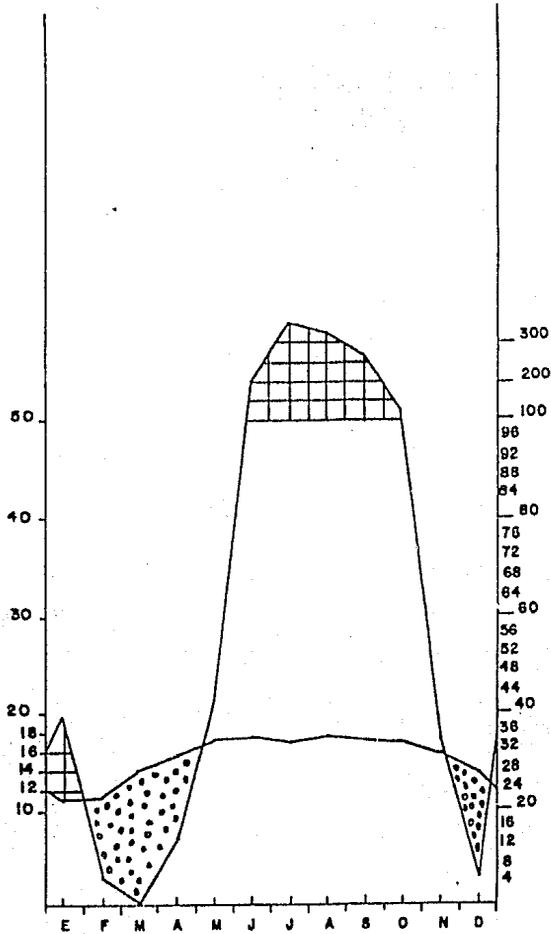


DIAGRAMA OMBROTERMICO

Por último, en el caso de Zirahúen, la máxima extrema absoluta se registró en el mes de Agosto de 1980 y fue de 35.5°C, siendo la mínima extrema absoluta de 5.0°C en el mes de Enero de 1977. Los datos analizados cubren un período de nueve años (1972-1980).

d) Períodos y Tipos de Precipitación.

Los factores primordiales para el estudio de la precipitación y sus características en la Cuenca de Pátzcuaro son, los rasgos más importantes de la circulación atmosférica en superficie y en alturas que afectan a la República Mexicana en general y al Eje Neovolcánico Transmexicano en particular, así como a la orografía particular de la región natural de Pátzcuaro.

La orografía característica de nuestra región en estudio y la presencia de una superficie acuática permanente, el Lago de Pátzcuaro, son los factores determinantes en la generación, producción y distribución de la humedad y de las lluvias locales.

Por su extensión y su orientación la Cuenca de

Pátzcuaro es, en cierto sentido, homogénea respecto al régimen de humedad, dado que, según los datos obtenidos de las estaciones analizadas, todas corresponden al más húmedo de los subhúmedos templados.

La temporada de lluvias tiene su máximo durante los meses de Julio, Agosto y Septiembre, en donde se registran 667.5 mms., de precipitación promedio para la estación Santa Fé de la Laguna, al N.; para la estación Pátzcuaro se registran 599.6 mms. y finalmente en Zirahuén 946.9 mms., al S. y SW de la Cuenca respectivamente.

Esto se demuestra claramente en los diagramas de porcentajes acumulados de precipitación de las tres estaciones. (Véanse Cuadros Nos. 30, 31 y 32).

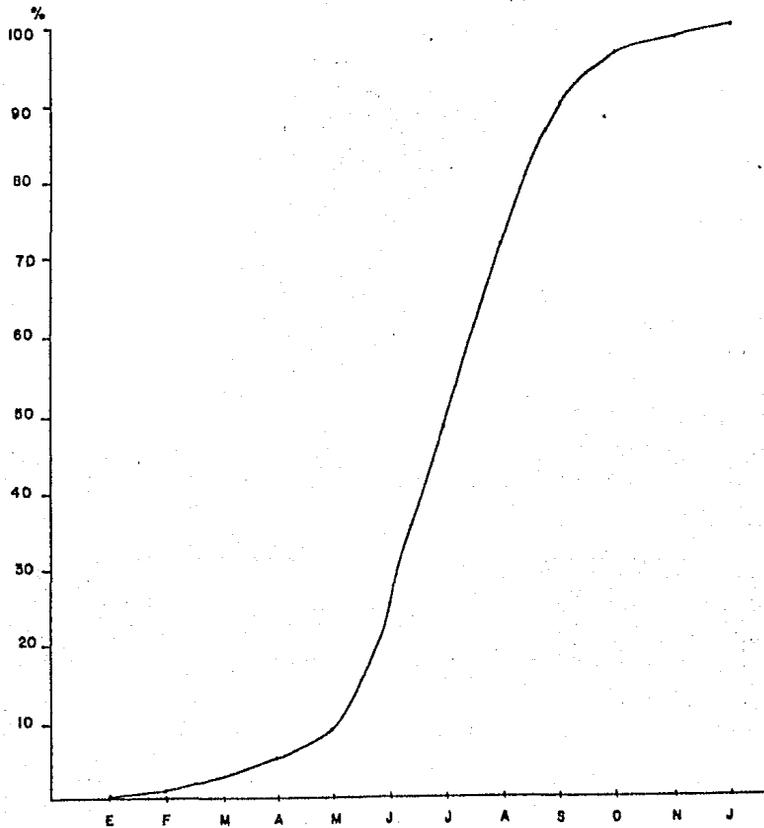
Estas lluvias de verano son tanto de tipo orográfico como de tipo convectivo.

La precipitación de tipo orográfico se manifiesta, sobre una barrera de montañas, el aire (en este caso los vientos húmedos alisios) se ve forzado a ascender

EST. PATZCUARO, MICH.

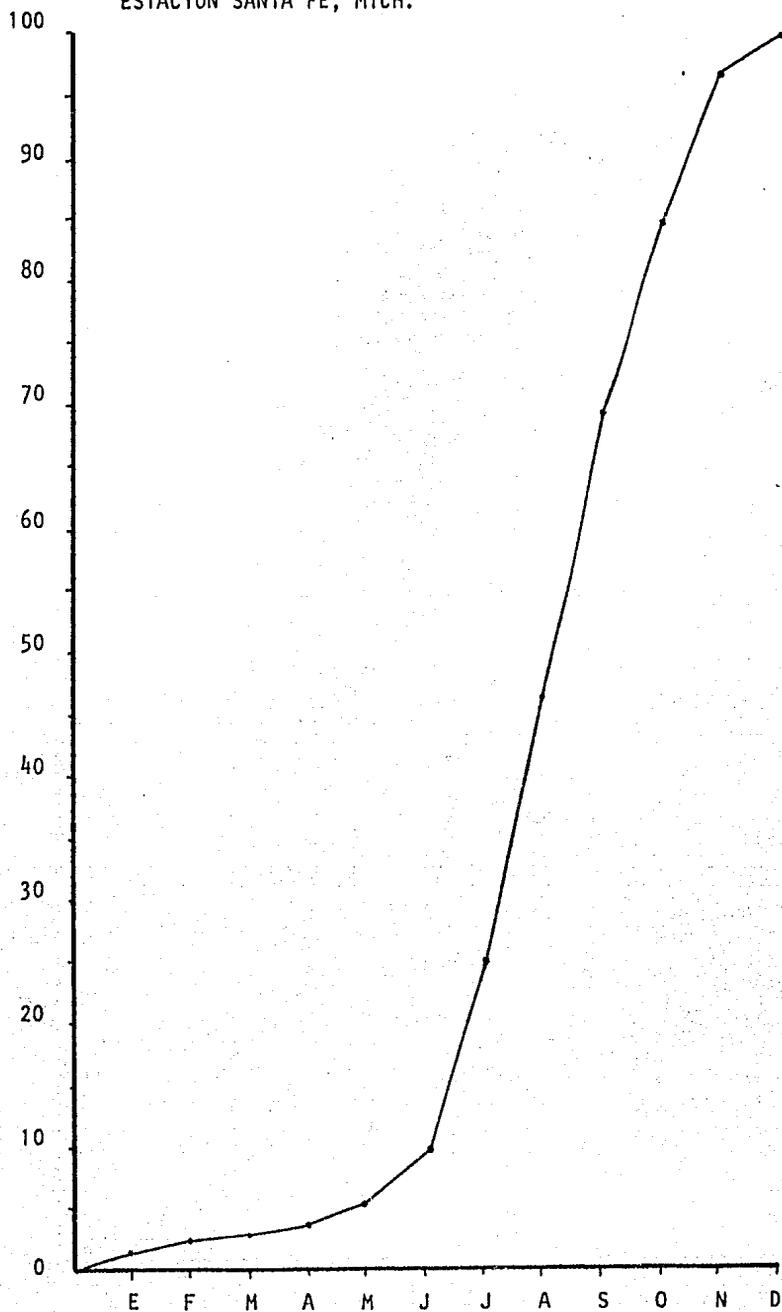
N°

ALT.



PORCENTAJES ACUMULADOS DE PRECIPITACION

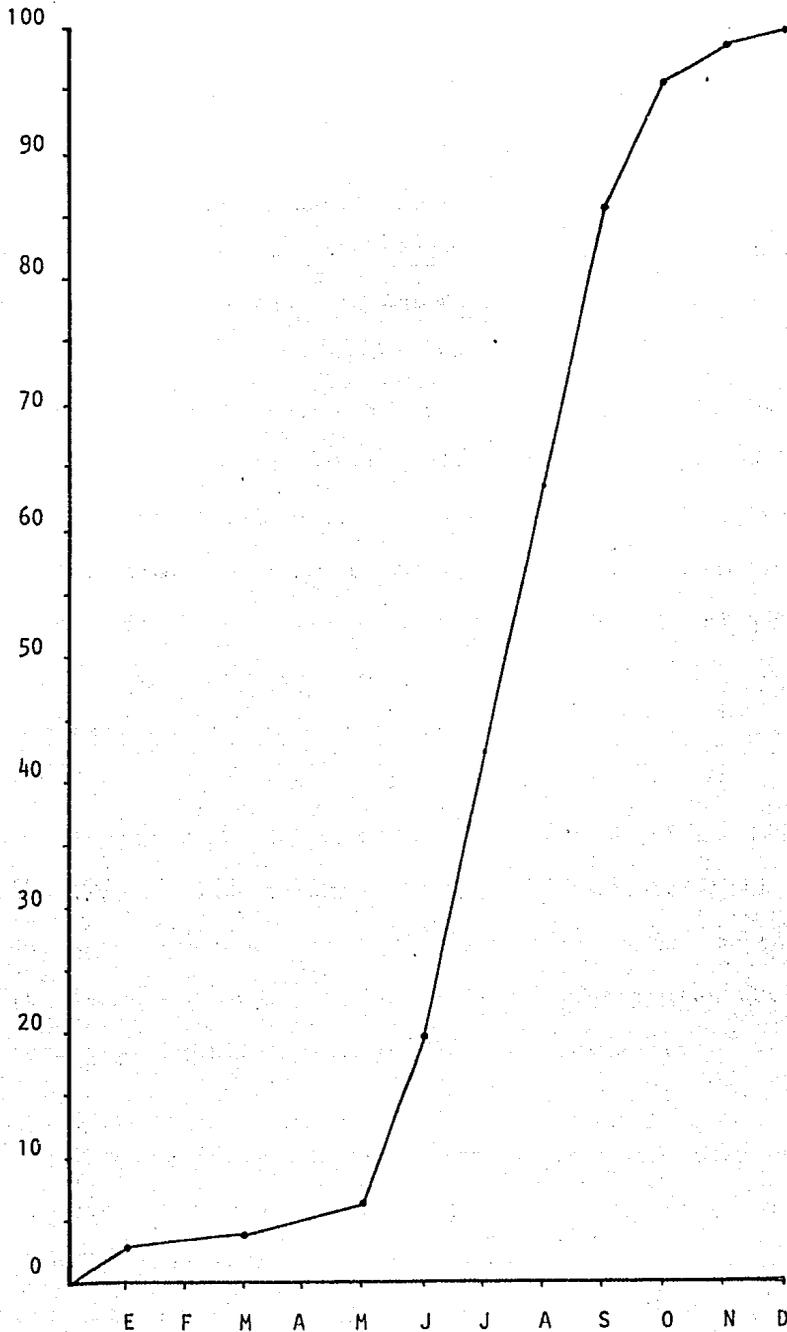
ESTACION SANTA FE, MICH.



PORCENTAJES ACUMULADOS DE PRECIPITACION

CUADRO N° 32

ESTACION ZIRAHUEN, MICH.



PORCENTAJES ACUMULADOS DE PRECIPITACION

CUADRO N° 33

enfriándose adiabáticamente y finalmente produciendo precipitación intensa sobre dicha barrera.

La precipitación de tipo convectivo es provocada por el enfriamiento adiabático del aire que asciende debido al calentamiento de la superficie durante las primeras horas de la tarde. Este ascenso por convección desarrolla nubes del tipo estrato-cúmulos, las cuales no cubren grandes extensiones de superficie por lo que la precipitación se da de manera desigual en la Cuenca, produciéndose fuertes lluvias en períodos de corto tiempo que escurren de manera superficial provocando graves procesos erosivos por las llamadas "aguas broncas". (García. 1980; p. 97).

A partir de Septiembre y durante Octubre, la influencia de los ciclones tropicales provenientes del Pacífico y del Golfo de México alargan la época de lluvias, ocasionando la formación de superficies frontales que provocan mal tiempo durante varios días.

El aire más caliente en los frentes se eleva oblicuamente sobre el frío siendo el ascenso más lento y su enfriamiento también lento, lo que provoca que el frente abarque grandes extensiones y el mal tiempo

sea prolongado (García. Op. Cit. p. 97).

Durante los meses de Diciembre, Enero y Febrero, la Cuenca se ve influenciada por la presencia de masas de aire más húmedo y frío, provenientes del NE, las que provocan precipitaciones de tipo frontal cuya duración fluctúa entre dos y cinco días. Estas masas de aire son conocidas como "Nortes".

Durante este período pueden presentarse nevadas en las cimas de las sierras más altas (C. Zirate, C. Guacapia, C. El Chivo, C. El Frijol, C. La Virgen, principalmente) debido a la conjugación de los "Nortes" con los vientos polares.

Pese a ésto, las tres estaciones analizadas presentan un rango menor al 5% del total de la precipitación anual.

### III.2.2. Características y Dinámica de Otros Factores Meteorológicos. Tipos de Precipitación.

#### a) Precipitación Orográfica.

En la Cuenca dicho tipo de precipitación se manifiesta primordialmente durante el Verano y el Otoño en las porciones más altas de las sierras circundantes (Véase mapa No. 6 ), dado que es aquí en donde el aire asciende, enfriándose adiabáticamente, produciéndose así, la precipitación que, generalmente, se da durante la tarde o la noche.

Las principales zonas en donde se produce dicho tipo de precipitación son: Las Sierras del Zirate y del Tigre, al N.; las Sierras de Pichátaro-Nahuatzen al SW y finalmente al S de la Cuenca, en el C. El Frijol.

#### b) Precipitación por Convección.

Producto del enfriamiento adiabático del aire húmedo que toma altura debido al calentamiento de la superficie terrestre, se genera la formación de nubes de gran desarrollo vertical como las del tipo Cumulus congestus o Cumulunimbus durante la fase más caliente del día, produciéndose, durante la tarde o la noche, grandes chubascos con granizadas o tormentas eléctricas

al inicio del Verano. Este fenómeno se da principalmente al N y S de la Cuenca como se puede constatar en los diagramas de días despejados, días nublados, etc. (Véanse Cuadros Nos. 21 , 22 y 23.

c) Precipitación de Tipo Ciclónico.

Esta se presenta hacia fines del Verano y principios del Otoño, cuando hay una mayor influencia de las masas de aire marítimo tropical provenientes, principalmente del Océano Pacífico, aunque llegan a presentarse masas de aire marítimo provenientes del Golfo de México.

La influencia de éstos fenómenos produce dos o tres días de "mal tiempo" con precipitación continua, abarcando la totalidad de la región.

d) Precipitación Inapreciable.

Dicho fenómeno está presente durante todo el año en la Cuenca. Cabe aclarar que la presencia de una masa acuática de tamaño considerable, permite un alto

grado de humedad relativa, funcionando además, como un regulador térmico y permitiendo la precipitación inapreciable, principalmente en la porción Sur de la Cuenca.

e) Nieblas, Heladas y Nevadas.

Dado lo expuesto en el inciso anterior nos permite entender el por qué del alto número de días con neblina que se presentan en Pátzcuaro. Al análisis de los datos de las tres estaciones en estudio se nos revela claramente que existen más días nublados y con neblina durante el año que días despejados. Este fenómeno es más característico en la porción media y meridional de la Cuenca, aunque también se presenta en las mayores altitudes.

Durante la época de Inverno, el amanecer se presenta con neblina, principalmente por encima del espejo del Lago, ésto debido al enfriamiento y saturación del aire en contacto con la masa acuática.

Las heladas son características de la época de Invierno, se presentan principalmente durante los meses

de Diciembre, Enero y Febrero y aumenta los días con heladas a mayor altitud. Sin embargo, existe una clara diferencia entre la porción Norte y Sur de la Cuenca, siendo más pronunciado éste fenómeno en la última porción. (Véanse Cuadros 21, 22 y 23).

Finalmente, las nevadas se presentan esporádicamente durante el final del Invierno y principio de la Primavera en los picos más altos de las sierras circundantes (Véase Mapa No. 6 ). Durante la fase de investigación en campo, dicho fenómeno se presentó en los Inviernos de 1978 y 1980 hacia finales de Marzo y principios de Abril. Este fenómeno es provocado por la influencia de los frentes de masas continentales polares que provienen del Norte del país, produciendo una baja considerable en la temperatura, acompañada de lloviznas y gran nubosidad durante períodos de cinco a siete días.

f) Dirección Principal de los Vientos.

Como lo anotábamos anteriormente, dada la situación geográfica del país y particularmente del Estado de Michoacán, los vientos predominantes son los Alisios,

de Diciembre, Enero y Febrero y aumenta los días con heladas a mayor altitud. Sin embargo, existe una clara diferencia entre la porción Norte y Sur de la Cuenca, siendo más pronunciado éste fenómeno en la última porción. (Véanse Cuadros 21, 22 y 23).

Finalmente, las nevadas se presentan esporádicamente durante el final del Invierno y principio de la Primavera en los picos más altos de las sierras circundantes (Véase Mapa No. 6 ). Durante la fase de investigación en campo, dicho fenómeno se presentó en los Inviernos de 1978 y 1980 hacia finales de Marzo y principios de Abril. Este fenómeno es provocado por la influencia de los frentes de masas continentales polares que provienen del Norte del país, produciendo una baja considerable en la temperatura, acompañada de lloviznas y gran nubosidad durante periodos de cinco a siete días.

f) Dirección Principal de los Vientos.

Como lo anotábamos anteriormente, dada la situación geográfica del país y particularmente del Estado de Michoacán, los vientos predominantes son los Alisios,

provenientes del NE. Sin embargo por las características orográficas del propio Estado, los vientos predominantes en el Eje Neovolcánico Transmexicano proviene del Sur y Sureste como lo indican los datos de las estaciones analizadas, (Véase Mapa No. 6. La intensidad máxima de dichos vientos es de 3 para el caso de Zirahuén, es decir, son vientos cuya velocidad oscila entre los 25.1 y los 39.4 kilómetros por hora.

En el caso de las estaciones Pátzcuaro y Santa Fé de la Laguna, la intensidad fluctúa entre 1 y 2, es decir, son vientos que van de débiles a moderados en intensidad, fluctuando su velocidad entre los 2 y los 20 kilómetros por hora.

g) Gradiente Térmico.

Debido a la inexistencia de estaciones termopluviométricas en diferentes altitudes dentro de la propia Cuenca de Pátzcuaro, el cálculo del Gradiente Térmico, es decir, el cambio de temperatura por la altitud, se basó en la Carta Guadalajara de Temperatura Medias Anuales, con escala 1:1,000,000, confeccionada por

la DGGE-TENAL/SPP. México, 1981. Los datos proporcionados por esta Carta sirvieron para confeccionar otra, a escala 1:100,000, haciéndose los ajustes necesarios, tomando en cuenta los principales rasgos geomorfológicos y las franjas altitudinales correspondientes.

Para ésto, se tomó en cuenta el promedio mundial de la variación de la temperatura media anual que es de 0.65°C por cada 100 m. y se ajustó a la región en estudio. Cabe señalar finalmente que, el Gradiente Térmico propuesto debe ser sujeto a una revisión más fina si se quiere profundizar en la Zonificación Mesoclimática de la región (Véase Mapa No. 6.).

Por otro lado, las isoyetas fueron tomadas de la Carta Climática de la República Mexicana (México 140-V) escala 1:500,000 y modificadas para la Carta 1:100,000 que aquí presentamos. Los ajustes hechos se basaron en la distribución de la vegetación, el relieve, los vientos dominantes y los datos proporcionados por las tres estaciones analizadas.

### III.2.3. La Zonificación Mesoclimática.

Con todo lo expuesto en los incisos anteriores se revela la homogeneidad climática a nivel regional. En Pátzcuaro sólo se presenta un tipo de clima y las estaciones analizadas revelan que existe una gran equiparación de los diferentes factores estudiados. Sin embargo, el escaso número de estaciones pluviométricas, lo inexacto y dudoso de los datos registrados así como el corto período de registro que existe en el caso de las estaciones Zirahuen y Santa Fé de la Laguna, hacen que el análisis y la interpretación de la dinámica climática regional y sus características sea un tanto azaroso.

A pesar de todo ésto y dadas las características de este trabajo, nos propusimos a elaborar una Carta de Zonificación Mesoclimática con los datos obtenidos tanto en el campo como en las diversas fuentes consultadas.

Para la Zonificación Mesoclimática de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro nos basamos en los siguientes datos: Temperatura Media Anual de los diferentes pisos térmicos, Cantidad de Precipitación Anual, relación

Precipitación-Evapotranspiración de cada piso climático, la Dirección de los Vientos Dominantes, así como el número de días con heladas y datos sobre neblinas y número de meses con lluvias durante la época húmeda del año.

Del análisis e interpretación de estos datos se obtuvo la siguiente zonificación mesoclimática para la Cuenca:

- a) Zona muy Fría y muy Húmeda.
  - b) Zona Fría y Húmeda.
  - c) Zona Templada y Húmeda.
  - d) Zona Templada Semiseca.
  - e) Zona Fría Subhúmeda.
- a) Zona muy Fría y Muy Húmeda.

Esta zona corresponde, en lo general, a la Zona de Alta Montaña, la de menor extensión en la región y restringida a los picos más altos que circundan a la Cuenca. El rango altitudinal de esta zona va de los 2,900 m.s.n.m. a los 3,200 m.s.n.m. aproximadamente.

FACTORES UTILIZADOS PARA LA ZONIFICACION MESOCLIMATICA.

	PISOS TERMICOS				
	MUY FRIO	FRIO	TEPLADO	TEPLADO	FRIO
TEM. MED. ANUAL	12°C	14°C	17°C	17°C	12°C
PRECIP. APROX.	1,400 mms	1,300 mms	1,100 mms	900 mms	1,400 mms
E T P	622.31 mms	753.10 mms	744.75 mms	678.37 mms	630.79 mms
No. DE MESES HUMEDOS	7 u 8 meses	7 meses	6 meses	6 meses	6 meses
No. DE DIAS CON HELADAS	más de 60	50-60	40-50	40-50	30-40
ALTITUD	2900 a más msnm	2400 a 2900 msnm	2100 a 2400 msnm	2100 a 2400 msnm	2400 a 2900 msnm
RELACION P/ETP	P Mayor en un 55.55% en rel. a ETP. MUY HUMEDO	P Mayor en un 43.46% en rel. a ETP. HUMEDO	P Mayor en un 32.30% en rel. a ETP. SEMISECO	P Mayor en un 32.30% en rel. a ETP. SEMISECO	P Mayor en un 36.92% en rel. a ETP. SUBHUMEDO

La temperatura media anual predominante es de 12°C a menos. La precipitación aproximada se calcula en 1,400 mms. siendo que la evapotranspiración aproximada es de 622.31 mms., en donde P es mayor en un 55.55% al ETP. Durante los meses de Invierno el número de heladas fluctúa de 60 a más y eventualmente esta zona queda cubierta de nieve durante periodos no mayores a siete días. Durante la época de lluvias esta zona presenta nieblas abundantes y cerradas.

La zona se localiza en los picos de los Cerros El Frijol al S.; La Virgen, El Chivo, El Capen y El Mesteño al SW.; El Guacapia al W y el Zirate al N. de la Cuenca.

b) Zona Fría y Húmeda.

Localizada en la Zona de Montaña bordeando las porciones S; SW; y N. de la Cuenca, primordialmente. Su altitud fluctúa entre los 2,400 y los 2,900 m.s.n.m., en las porciones medias de las sierras circundantes. La temperatura media anual fluctúa entre los 14° y los 12°C, teniendo una altura de precipitación aproximada de 1,300 mms y la ETP, de 753.10 mms. aproximadamente

en donde P es mayor al ETP en un 43.46%.

Durante los meses de Invierno esta zona tiene entre 50 y 60 días de heladas y neblinas abundantes durante la época de lluvias.

La zona se localiza principalmente en las sierras de Santa Clara y Tingambato al S; las sierras de Nahuatzen y Pichátaro junto con los valles intermontanos de Pichátaro y Cananguio, ambos en la porción más serrana de la Cuenca en el SW de la misma.

c) Zona Templada y Húmeda.

Abarca las porciones de menor altitud en la Cuenca, el Talud de Transición y la franja ribereña junto con los valles de Surumútaro al SE y el Valle de Quiroga al NE. y los vallecitos de Charahuén y Erongarícuaro al WSW. También incluye todo el espejo acuático y sus islas.

La franja altitudinal de esta zona fluctúa entre los 2,400 y los 2,040 m.s.n.m. Su temperatura media anual va de los 17° a los 14°C y la precipitación aproximada es de 1000 mms siendo su evapotranspiración

potencial aproximada de 744.75 mms. es decir, P es mayor a ETP en un 32.30% aproximadamente. Durante los meses de Invierno se producen nieblas estacionales, principalmente en el espejo acuático dadas las diferencias de temperatura entre el aire y en las aguas del propio Lago, durante las mañanas y anocheceres, generalmente. El número de días con heladas fluctúa entre 30 y 40 días. Es esta zona el canal por donde circulan los vientos frescos del Sur siendo menos húmedos a medida en que se acercan al N. de la Cuenca.

d) Zona Templada Semiseca.

Localizada en la porción E, NE, W y NW de la Cuenca dentro de la franja altitudinal que va de los 2,100 m.s.n.m. hasta los 2,400 mts. La temperatura media anual va de los 16°C a los 14°C en las porciones más altas de dicha zona. El grado de humedad es el menor para la Cuenca dado que dicha zona tiene una precipitación aproximada de 900 mms. y su evapotranspiración potencial es de 678.37 mms., la más alta para la Cuenca, siendo que, P es mayor en un 24% en relación a ETP. En esta zona se da el mayor índice de aridez para la Cuenca y ésto puede ser debido a que los vientos

Dada la orientación de esta sierra forma una barrera que impide la entrada de los vientos húmedos del NE. Sin embargo, los vientos provenientes del SE producen lluvias de tipo orográfico que se precipitan sobre esta zona, durante la época de lluvias. En Invierno las heladas se producen durante 30 ó 40 días.

Finalmente, es necesario recalcar que, la Zonificación Mesoclimática propuesta aquí, permite sólo una primera aproximación de carácter cualitativo la cual nos permite entender los contrastes generales a nivel mesoclimático, por lo que es necesario proseguir analizando las diversas variables meteorológicas para definir, con mayor precisión, la Zonificación Mesoclimática de la Cuenca del lago de Pátzcuaro, Michoacán.

húmedos del NE chocan en la barrera orográfica Zirate-El Tigre por lo que tienen un menor grado de influencia aquí. Además, los vientos del S y SE han descargado la mayor parte de su humedad en la barrera orográfica del S., las sierras de Santa Clara-Tingambato. Durante la época de Invierno se producen heladas durante un período que fluctúa entre uno y diez días. Como en el caso de la Cuenca de México, ubicada en la misma provincia fisiográfica, los mesoclimas de la porción N son más secos y extremosos.

e) Zona Fría Subhúmeda.

Localizada en la porción N de la Cuenca en la Zona de Montaña de la Sierra del Zirate-El Tigre cuyos límites altitudinales son 2,400 y 2,900 m.s.n.m. En esta zona, la temperatura media anual fluctúa entre los 14° y los 12°C, teniendo una precipitación aproximada de 1,000 mms, de los cuales se da una evapotranspiración potencial de 630.79 mms, por lo que P es mayor a ETP en un 36.92%.

Dada la orientación de esta sierra forma una barrera que impide la entrada de los vientos húmedos del NE. Sin embargo, los vientos provenientes del SE producen lluvias de tipo orográfico que se precipitan sobre esta zona, durante la época de lluvias. En Invierno las heladas se producen durante 30 ó 40 días.

Finalmente, es necesario recalcar que, la Zonificación Mesoclimática propuesta aquí, permite sólo una primera aproximación de carácter cualitativo la cual nos permite entender los contrastes generales a nivel mesoclimático, por lo que es necesario proseguir analizando las diversas variables meteorológicas para definir, con mayor precisión, la Zonificación Mesoclimática de la Cuenca del lago de Pátzcuaro, Michoacán.

### III.3. LA RED HIDROGRAFICA REGIONAL.

#### a) Características Principales.

La región de Pátzcuaro, vista como una cuenca receptora, reviste tres características principales: La primera es la de ser una cuenca lacustre permanente cuyo embalse aloja un volúmen aproximado de 505,000,000 de m<sup>3</sup> de agua en un área de 111 km<sup>2</sup> aproximadamente.

La segunda característica principal es la de ser una cuenca interna en donde no existe entrada o salida de corrientes fluviales superficiales, por lo que, su alimentación hídrica superficial es de carácter autóctona definiendo, en gran medida, el ciclo hidrológico característico.

La tercera característica principal es la alimentación lacustre subterránea. En la Cuenca se localiza un buen número de manantiales de aguas frías que afloran, generalmente, en las franjas de contacto entre las zonas de Talud de Transición y de Montaña, o en las áreas de contacto geológico, en donde, la presencia de materiales menos permeables induce al afloramiento de estos flujos

de agua subterránea, permitiendo su circulación superficial, hasta el propio Lago.

Al parecer también se dan un sinnúmero de salidas de aguas subterráneas en el propio lecho del Lago, sin embargo, no se cuenta con datos o estimaciones precisas sobre el número de manantiales y el volúmen de aguas afloradas. Existen ciertas evidencias que nos permiten deducir la localización de manantiales de este tipo en las riberas de la Isla Jarácuaro, de la Isla Urandenes, de la Isla de Janitzio y en las riberas de la Península de Pomio.

La red hidrográfica superficial es, en mayor proporción, de carácter intermitente (exceptuando los cauces alimentados por los manantiales), cuyo mayor trabajo se realiza durante la época de lluvias, en el lapso de Junio a Noviembre.

El volúmen medio anual de escurrimiento superficial y subterráneo es, según nuestro balance, de 200 millones de  $m^3$ , mismos que se embalsan en el Lago, cuya oscilación anual del nivel de sus aguas fluctúa entre los 60 y los

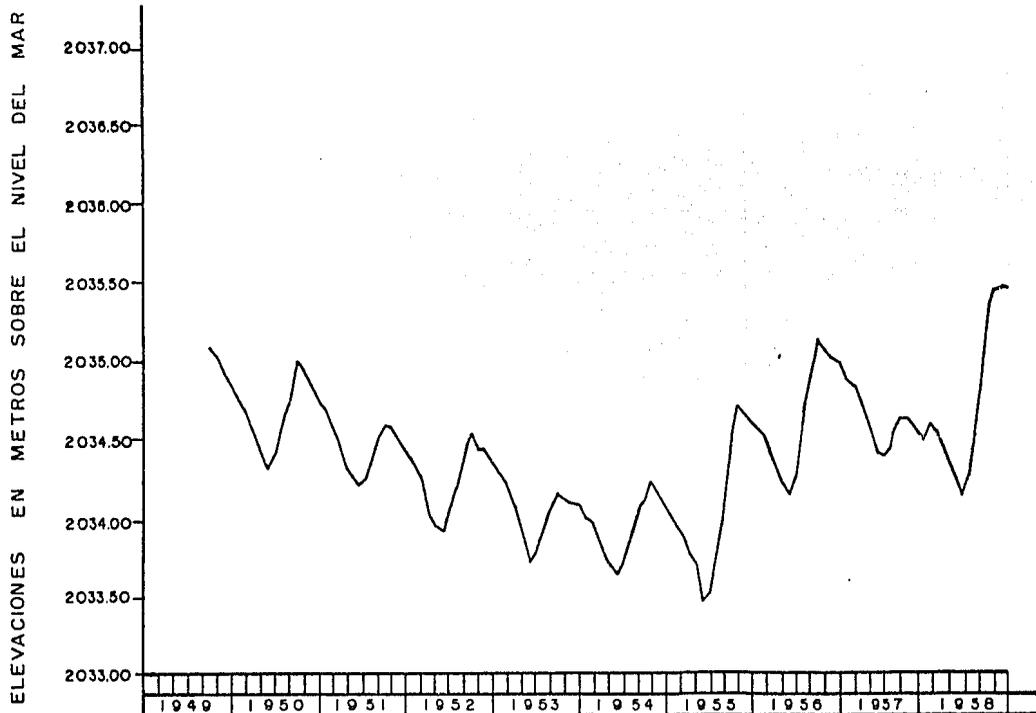
80 cms. (De Buen, 1944), lo que implica una gran pérdida de aguas vía evaporación, durante los meses secos y calurosos, principalmente en los meses de Marzo a Mayo. (Véase Cuadro No. 34).

Los principales arroyos permanentes son: El Arroyo de San Gregorio cuyo aporte es de 234 lts/s; el Arroyo Chapultepec con un aporte de 500 lts/s. (Véase Cuadro No. 35).

Estos arroyos se alimentan de los manantiales Chapultepec y la Alberca, localizados al SE de la región, en las estribaciones del Valle de Zurumútaro. Ambos son aprovechados para riego agrícola dentro del Distrito de Riego No. 21 (SARH) el cual abarca el valle anteriormente mencionado.

Otros arroyos de menor importancia son el Santa Fé, localizado al N. entre la comunidad de Santa Fé de la Laguna y la Villa de Quiroga. Su aporte hídrico es utilizado para riego agrícola en una pequeña porción del Valle de Zirfiandangacho al NE de la Cuenca.

Otro arroyo de mediana importancia es el llamado



La estación de escala que ha registrado el régimen de niveles en la Laguna, ha sido operada en el siguiente período:

Estación	Período	Elevación del cero de la escala m. s. n. m.
Santa Fe	19 Oct. 1949 - 31 Dic. 1970	2 034.08

VOLUMENES DE APORTE HIDRICO ANUALES.

ARROYO SANTA FE	3,973,536.0 m <sup>3</sup>	1979. 126 L/S
ARROYO CHAPULTEPEC	19,552,320.0 m <sup>3</sup>	1976. 620 L/S
	19,137,280.0 m <sup>3</sup>	1982. 480 L/S
DEFICIT	415,040.0 m <sup>3</sup>	1976-1982
ARROYO LA ALBERCA	4,415,040.0 m <sup>3</sup>	1976. 140 L/S
	2,839,240.0 m <sup>3</sup>	1982. 90 L/S
DEFICIT	1,576,800.0 m <sup>3</sup>	1976-1982
TOTAL 1976	23,967,360.0 m <sup>3</sup>	
TOTAL 1982	17,975,520.0 m <sup>3</sup>	
DEFICIT 1976-1982	5,991,840.0 m <sup>3</sup>	1976-1982
PORCENTAJE DEL TOTAL		7.3%
VALOR MEDIO ANUAL REGIONAL	81,000,000.0 m <sup>3</sup>	

Guani. Este se localiza al S. de la Cuenca, en las cercanías de la Ciudad de Pátzcuaro y es aprovechado para las necesidades de la Ciudad, desembocando finalmente en el muelle de Pátzcuaro, en forma de aguas negras.

Por último el arroyo San Miguel, quién baja de la Sierra de Pichátaro, al SW de la Cuenca es utilizado por el pueblo de Erongarícuaro, desembocando finalmente al Lago en forma de aguas negras.

Al hacer un análisis sobre la red hidrográfica regional se infiere que, por las características de la zona de estudio, ésta se comporta de manera centrífuga, por lo que no existe una orientación general precisa, la cual está dada de manera zonal, por la orientación de las sierras que circundan la Cuenca.

Las principales vertientes se localizan al N. y NE. por las Sierras del Zirate y El Tigre; al W. por las Sierras de Pátzcuaro y Camanjá; al S. por las Sierras de Tingambato y de Santa Clara y finalmente al SW. por las Sierras de Nahuatzen y Pichátaro. (Véase Cuadro No.

36).

Por su configuración, en la región se localizan cuatro distintos tipos de redes hidrográficas, tres de carácter natural y una artificial.

La primera red hidrográfica es aquella que se localiza en las vertientes N. y NE. así como en la vertiente SW.

Sus principales características morfológicas son las de ser las redes mayormente integradas, cuya jerarquización de sus cauces es del cuarto y quinto orden, presentándose barrancas con profundidades mayores a los 25 metros.

Es en este tipo de red en donde se presenta la mayor densidad del drenaje que, al analizarse mediante fotografías aéreas, se nos revela una textura fina, es decir, la red mantiene una configuración estrechamente espaciada (Guerra Peña. 1980; p. 210) ordenada o regular, del tipo subdendrítico.

Cabe señalar que en estas vertientes, las pendientes son las de mayor acuidad, llegando a tener más de 30°

LA RED HIDROGRAFICA REGIONAL Y SU ZONIFICACION.

TIPO DE RED	VERTIENTE	PRINCIPALES RASGOS GEOMORFOLOGICOS	TIPOS DE RELIEVE	SISTEMAS GEOMORFOLOGICOS
Red Subdendrítica	N.;NE. y SW.	Zonas de Alta Montaña, Montaña y Talud de Transición.	Volcánico-Erosivo-Denudatorio.	Sierras del Zirate y del Tigre. Sierras de Nahuatzen y Pichátaro.
Red Dendrítica-Centrífuga	W.;S. y SW.	Zonas de Montaña y Talud de Transición	Volcánico-Erosivo-Denudatorio y de acumulación Deluvio-Aluvial.	Península de Tariáqueri. Sierra de Pátzcuaro. Sierra de Sta. Clara.
Red Incipiente e Irregular	E.;S. y SW.	Coladas de Lava de Clara Expresión en el Relieve.	Acumulativo Semi-permanente. Sin procesos erosivos por actividad volcánica reciente.	Pedregal de Coenembo Pedregal de Pátzcuaro Pedregal de Arocútin Pedregal de Chilpa.
Red Artificial-Rectilínea.	SW.;SE. y NE.	Planicies lacustres	Acumulativo Semi-permanente.	Valle de Zurumútaro Valle de Erongarícuaro Valle de Quiroga

en las zonas de Alta Montaña y en general fluctúan entre los 20º y los 25º. El desarrollo de los barrancos ha sido tal que, sus cabeceras se localizan en las cimas de las estructuras volcánicas, en plena Zona de Alta Montaña.

La red está controlada por la pendiente (N-S principalmente) erosionando gravemente las rocas de esta zona. El lavado de las pendientes se da de manera homogénea hasta llegar a los límites del Talud de Transición en donde se unen la mayor parte de los tributarios, generándose, a partir de este límite, corrientes alargadas hasta las riberas del Lago. Esto debido, al parecer, por cierto control estructural. (Véase Cuadro No. 37).

El segundo tipo de red hidrográfica se localiza en la Península del Tariacuri al Centro-Este de la región; así como en las vertientes W. y SE. de la Cuenca.

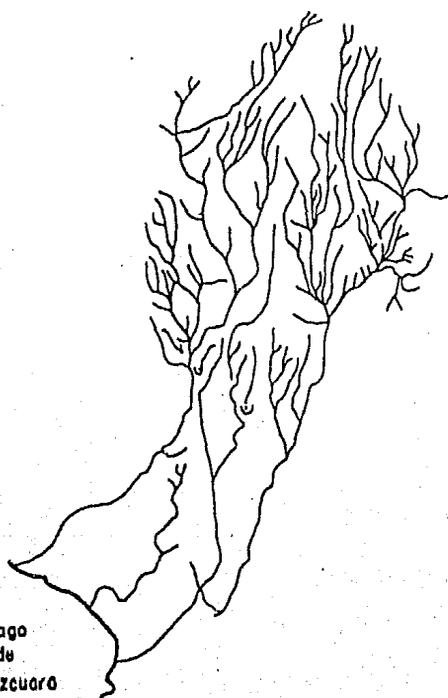
Sus principales características son las de tener la jerarquización de los cauces, de tercer y cuarto orden, con barrancos cuya profundidad es menor a los 20 metros aproximadamente.

Red. Hidrográfica Subdendrítica  
Sistema Zirate- El Tigre



Lago  
de  
Patzcuaro

Escala 1:50,000  
fig. N° 37



Según la clasificación propuesta por Guerra Peña (Op. Cit.; p. 220) esta red natural de drenaje es de tipo radial pues "sus corrientes fluviales se encuentran dispuestas como los rayos o radios de una rueda, con relación a un punto central... forma que ofrecen con frecuencia, los sistemas de cerros aislados" (Op. Cit.; p. 220). Caso típico en la región el de la Península del Tariacuri, formado por los cerros Tariacuri y Yahuarato. (Véase Fig. No. 39), cuya red es de carácter centrífuga, es decir, que la red se inicia en un punto central, en este caso a partir de las cabeceras de los barrancos situados en las cimas de los volcanes.

Por lo anterior, el drenaje no tiene una dirección particular y está controlada por la pendiente que, en general fluctúan entre los 20° y 25°. Los cauces recorren los bordes de las antiguas emanaciones lávicas de dichos volcanes habiendo desarrollado barrancas de considerable importancia como las de Karamanskata y Chuchuatiro, ambas en el Cerro Tariacuri.

En la franja limítrofe entre las Zonas de Montaña y el Talud de Transición se localizan pequeños manantiales (Véase Cuadro No. 38). en vías de desaparición.

MANANTIALES	MUNICIPIOS	CARACTERISTICAS DE SUS AGUAS
1. OJO DE AGUA	ERONGARICUARO	FRIO
2. SAN ISIDRO	NANUATZEN	FRIO
3. CHAPULTEPEC	PATZCUARO	FRIO
4. QUIROGA	QUIROGA	FRIO
5. SANTA FE	QUIROGA	FRIO
6. SANAMBO	QUIROGA	FRIO
7. SAN JERONIMO	QUIROGA	FRIO
8. COENEMBO	TZINTZUNTZAN	FRIO
9. LA PACANDA	TZINTZUNTZAN	FRIO
10. MOLINO DE SAN RAFAEL	TZINTZUNTZAN	FRIO
11. PATAMBICHO	TZINTZUNTZAN	FRIO
12. OJO DE AGUA	TZINTZUNTZAN	FRIO
13. CHUCHUATIRO	TZINTZUNTZAN	FRIO
14. ITSIO	TZINTZUNTZAN	FRIO
15. JANITZIO	PATZCUARO	FRIO
16. CANANGUIO	TINGAMBATO	FRIO
17. PICHATARO	TINGAMBATO	FRIO
18. AJUNO	PATZCUARO	FRIO
19. HUIRAMANGARO	PATZCUARO	FRIO

CUADRO No. 38).

Tomado en parte de: "Los Manantiales de Michoacán". Maderey, F.E.  
 EN: Informe. VI. Congreso Nacional de Geografía.  
 Uruapan, Michoacán. 1973. pp. 65-78. Gob. Edo.  
 de Michoacán, Morelia. Tomo 1.

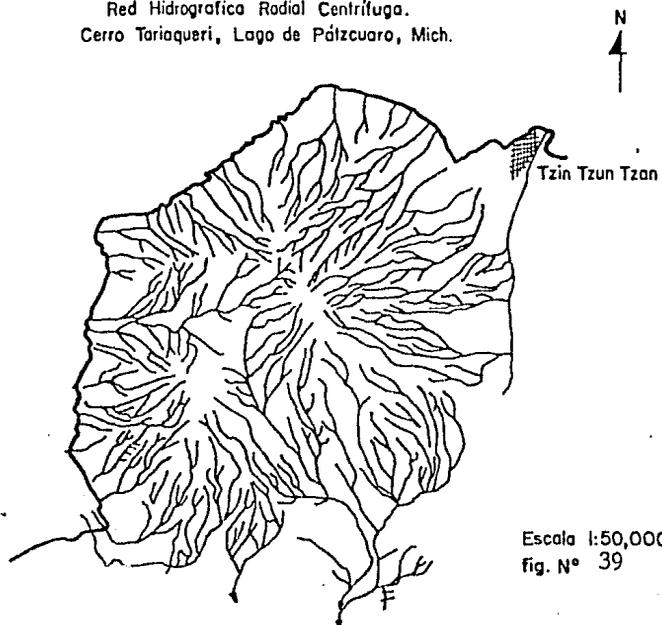
Este mismo tipo de Red Hidrográfica la localizamos al S y SE de la Cuenca, en las Sierras de Santa Clara, así como al W, en la Sierrita de Pátzcuaro y principalmente en el volcán Guacapia. En todos los casos la textura de la red de drenaje es regular y fina, como en el primer tipo mencionado. (Véase Fig. No. 39).

El tercer y último tipo de Red Hidrográfica Natural que se desarrolla en la Cuenca, es de carácter desordenado o irregular (Guerra Peña. Op. Cit.; p. 205) y con un desarrollo incipiente dadas las características geológicas y geomorfológicas de las coladas de lava recientes, denominadas "malpaíses" o "pedregales".

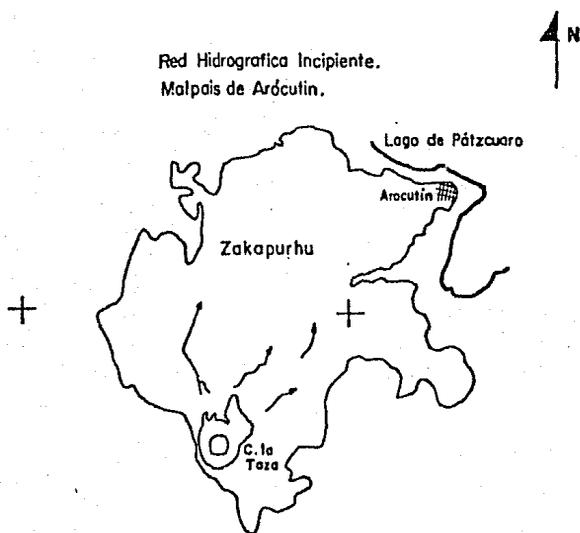
El substrato rocoso es fuertemente permeable, aunado a la incipiente pedogénesis y las pendientes casi nulas y bajas ( $0^{\circ}$ - $3^{\circ}$  y  $3^{\circ}$ - $7^{\circ}$ ), lo cual no permite el desarrollo de corrientes fluviales. La jerarquización de sus cauces no es mayor al primer y segundo orden, no existiendo abarrancamiento ni direcciones precisas del drenaje. Esta red se encuentra controlada por la microtopografía zonal, y por consiguiente su textura es tosca.

Esta textura del drenaje se relaciona con rocas

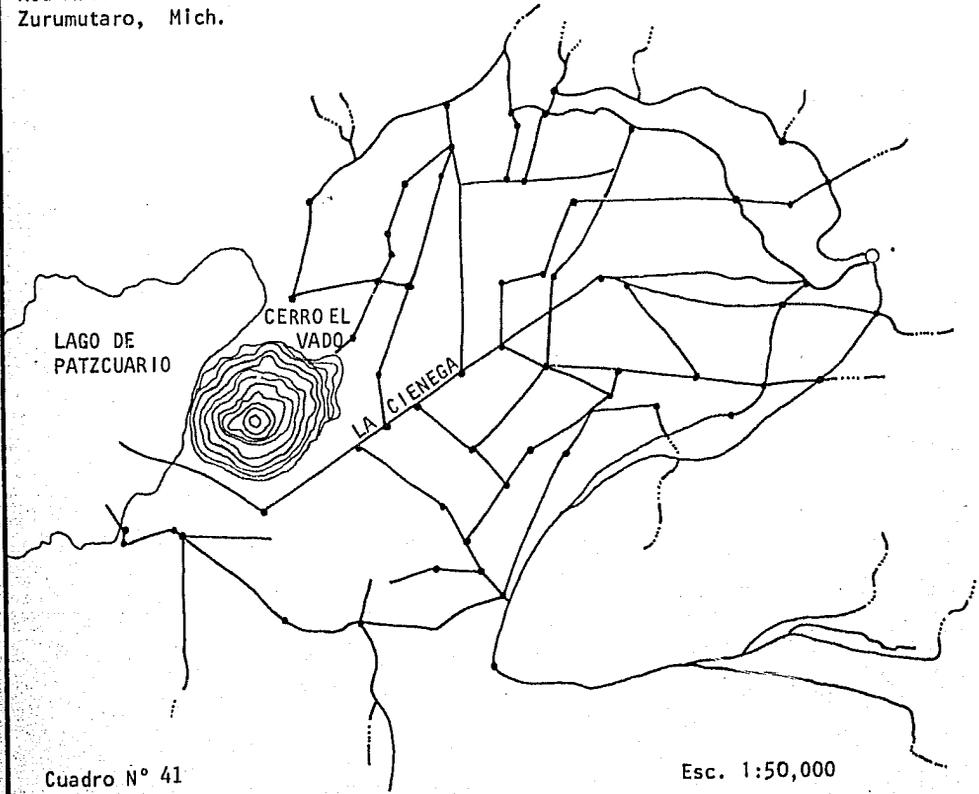
Red Hidrografica Radial Centrífuga.  
Cerro Tariaqueri, Lago de Pátzcuaro, Mich.



Red Hidrografica Incipiente.  
Malpais de Arócutin.



Red Artificial Rectilínea  
Zurumutaro, Mich.



Cuadro N° 41

Esc. 1:50,000

de alto drenaje y la ramificación máxima se dá en los "malpaíses".

Este tipo de red es el de menor desarrollo en la Cuenca y se localiza en las zonas de recarga acuífera, en cuyos bordes se localizan los manantiales de contacto. Este fenómeno se presenta a nivel regional, en los malpaíses de Arocutin (SW); de Pátzcuaro (S); de Rancho Nuevo (E) y de Pichátaro o Chimilpa al SW de la Cuenca. (Véase Cuadro No. 40).

Como lo mencionábamos con anterioridad, en la Región Natural de Pátzcuaro se localizan, en las planicies lacustres, tres zonas dedicadas a la agricultura de riego: El Valle de Surumútaro, el Valle de Erongarícuaro y el Valle de Quiroga. Dichas zonas mantienen una red hidrogáfica de tipo artificial rectilínea, siendo el ejemplo más claro el de Zurumútaro, al E. de la región en estudio.

Estas pequeñas zonas son alimentadas por manantiales perennes, localizados en las cercanías de estos pequeños valles. A su vez, la red hidrográfica natural, de carácter intermitente, ha sido manipulada para desembocar en los canales de drenaje que, por lo general, siguen las depresiones topográficas hasta desembocar en el Lago. (Véase

Cuadro No. 41).

En general y tomando como base los cuatro tipos de redes hidrográficas propuestos, podríamos decir que, la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, por sus características climáticas, geológicas y topográficas, se considera una zona altamente drenada superficialmente y a su vez una zona importante de infiltración local y de realimentación de los mantos acuíferos regionales. (Véase Mapa No. 7). Por último, el comportamiento del agua, como principal agente modelador de la Cuenca de Pátzcuaro, se presenta como un mosaico diversificado, lo que evidencia procesos de erosión-sedimentación a nivel local y regional.

### III.4. EL LAGO DE PATZCUARO.

#### a) Otros Estudios Realizados:

El Lago de Pátzcuaro es quizá, uno de los Lagos más estudiados del país. En efecto, su localización, sus características geográficas y limnológicas, biológicas y ecológicas, aunadas a su historia natural y al ser el asiento principal de una de las sociedades más importantes de Mesoamérica: la Purépecha, han sido algunos de los factores que han incidido de manera importante para que investigadores de diversas disciplinas científicas hayan realizado estudios de mayor y menor envergadura durante los últimos 50 años.

Por ejemplo, desde la perspectiva limnobiológica, el Dr. Fernando De Buen realizó un número importante de trabajos sobre el Lago durante los años 40's, siendo el primero en los estudios ecológicos, morfométricos, de análisis químicos de sus aguas, de su dinámica anual y de su historia geológica. (De Buen. 1940a; 1940b; 1940c; 1940d; 1940e; 1940f; 1940g; 1941a; 1941b; 1941c; 1941d; 1941e; 1942a; 1942b; 1942c; 1943a; 1944a; 1944b; entre otros).

Otros autores como Osorio Taffal (1944), Ochoterena (1940), Rioja (1940a; 1940b; 1940c) y Ueno (1939) se dedicaron a estudiar algunos aspectos sobre las características fito y zooplantónicas del Lago, así como estudios sobre las relaciones tróficas en el Lago.

En relación a la ictiofauna del Lago los estudios más importantes realizados hasta la fecha han sido los del propio Dr. De Buen y más recientemente por Rosas Moreno (1976) y Solórzano (1961; 1963).

En lo que concierne a estudios de tipo palinológico, Hutchinson (1956), Deevey (1956), Saporito (1975) y Watts y Bradbury (1981) han realizado importantes investigaciones para datar la historia natural del Lago así como para obtener evidencias sobre algunos aspectos de la sociedad Purépecha prehispánica.

Desde la perspectiva de los análisis químicos de las aguas de Pátzcuaro, el Dr. De Buen es el primero en dichos estudios. Recientemente Mazari (1981), Velasco (1982) y Saavedra (1983) han realizado investigaciones concernientes a la evaluación de la calidad de sus

aguas desde el punto de vista bacteriológico, fisicoquímico, fitoplanctónico y zooplanctónico.

Aunado a todo esto, otro de tipo de estudios realizados en el Lago, han sido los levantamientos batimétricos realizados por Tamayo et. al. (1982) y García et. al. (1982), principalmente.

Así también, otros importantes trabajos realizados desde la perspectiva de la flora acuática (Caballero. et.al. 1981; Lot. et. al. 1984) y de la ecodinámica lacustre (García. et. al. 1984) nos permiten obtener un enorme y diversificado número de resultados y análisis sobre las características físicas, biológicas y ecológicas de este Lago.

Por las características de este trabajo, nosotros identificamos y describimos a los principales factores inherentes al Lago, estudiándolo desde la perspectiva geográfica y analizándolo como un subsistema natural más en el contexto de la REGION NATURAL DE PATZCUARO.

#### b) Localización y Morfología.

El Lago de Pátzcuaro, sistema léntico de forma

irregular, se localiza en la porción más baja de su Cuenca endorreica. Sus límites extremos son: al N. 19°41' Lat. N.; al S. 19°32' Lat. N.; al E. 101°43' Long. W; y al W. 101°35' Long. W.

Este espejo de agua abarca aproximadamente 111 km<sup>2</sup>, es decir, el 10% del total de su Cuenca receptora. Tiene una línea de Costa de 93 km y un volúmen aproximada de 505,000,000 de m<sup>3</sup>.

Posee una longitud máxima de 18.7 km, una anchura máxima de 5.85 km y una anchura media de 4.2 km.

Su altitud al nivel del mar es de 2,040 mts. teniendo una profundidad máxima de 12.5 mts. y una profundidad media de 8 mts. (Véanse Cuadros Nos. 42, 43, 44, y 45).

Su forma se asemeja a la letra C ó a una Media Luna, teniendo una orientación general que va de SW a NE, con dos grandes prolongaciones tanto al Norte como al Sur. (Véase Mapa No. 8).

La prolongación Norte se denomina SENO DE QUIROGA,

y es la zona de máxima profundidad. (Véase Cuadro No. 45).

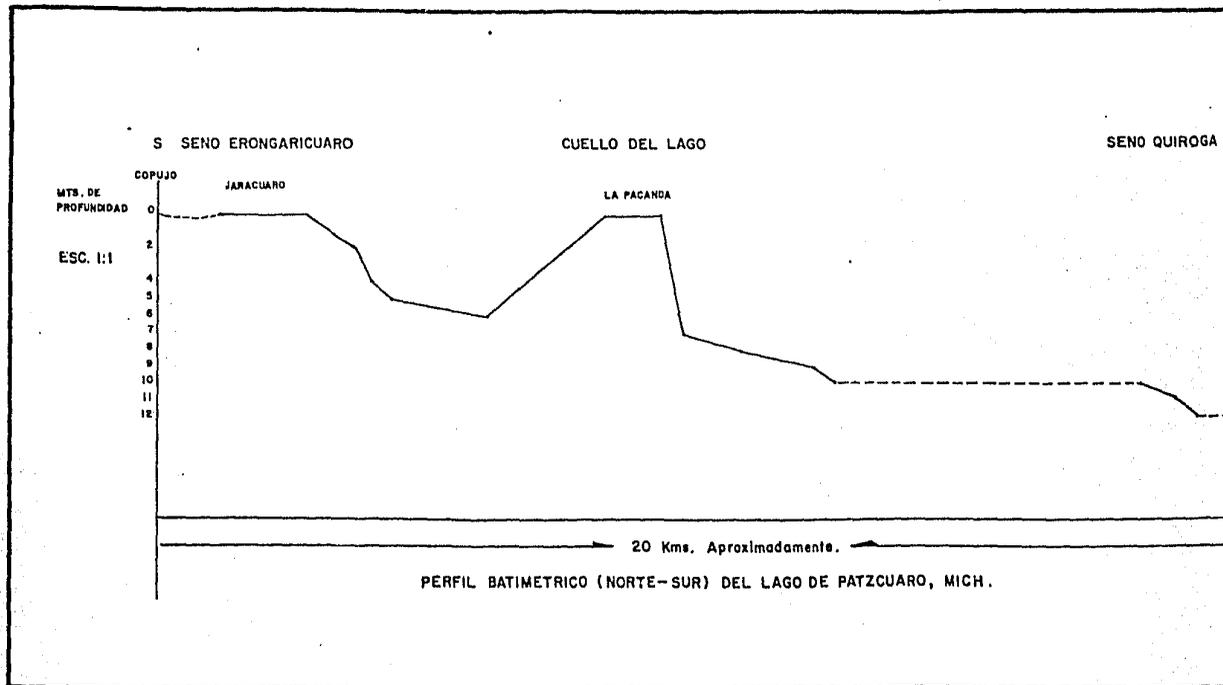
Al Sur se localiza el SENO DE IHUATZIO, cuyas aguas son de menor profundidad. (Véase Cuadro No. 44).

Hacia el Suroeste se localiza otra prolongación, ésta de menor extensión que las primeras y se le ha denominado SENO ERONGARICUARO. (Véase Cuadro No. 42).

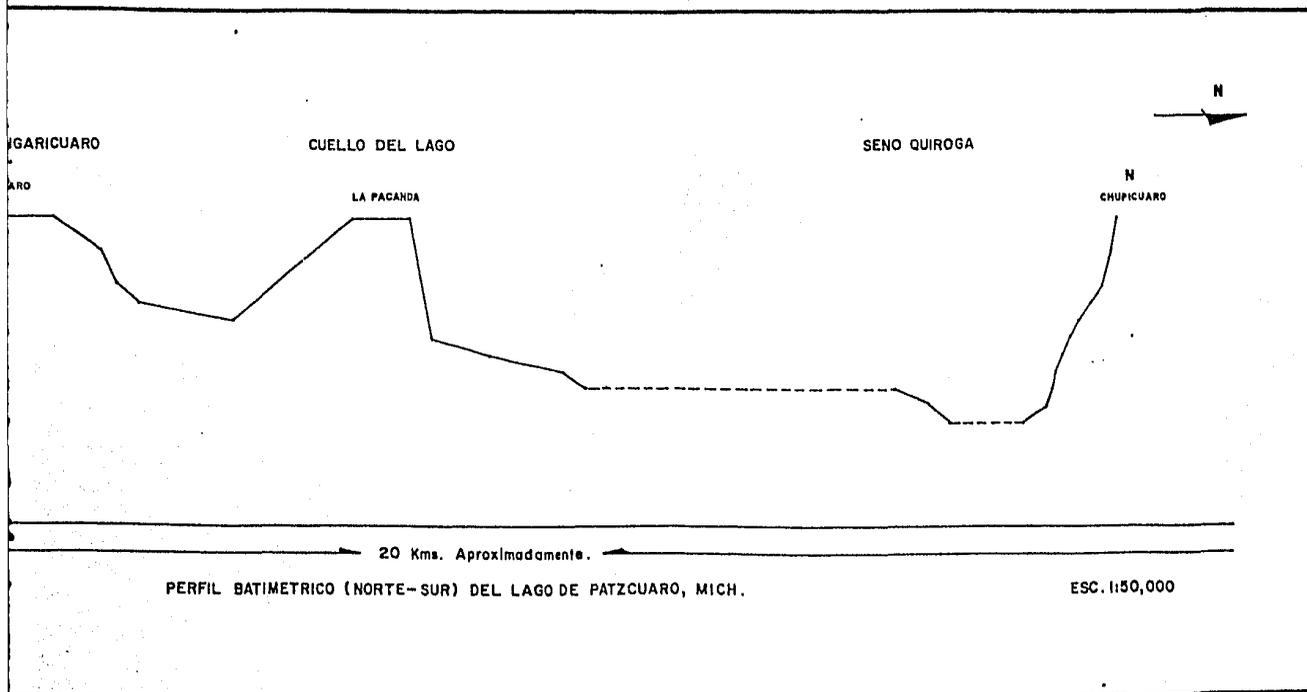
La parte central del Lago es la de menor anchura y de forma alargada, recibe el nombre de cuello y es aquí en donde se localizan cuatro de las siete Islas existentes. Estas son: La Isla de Janitzio, la de Tecuena y la de Yunuen, tres conos cineríticos junto con la Isla de la Pacanda, una colada de lávica cubierta de suelos. (Véase Cuadro No. 45).

Estas cuatro Islas abarcan gran parte del cuello y se encuentran alineadas con una dirección SW-NE, lo cual indica la existencia de una falla en la parte central del Lago.

Las otras tres Islas de Jarácuaro, la de mayor

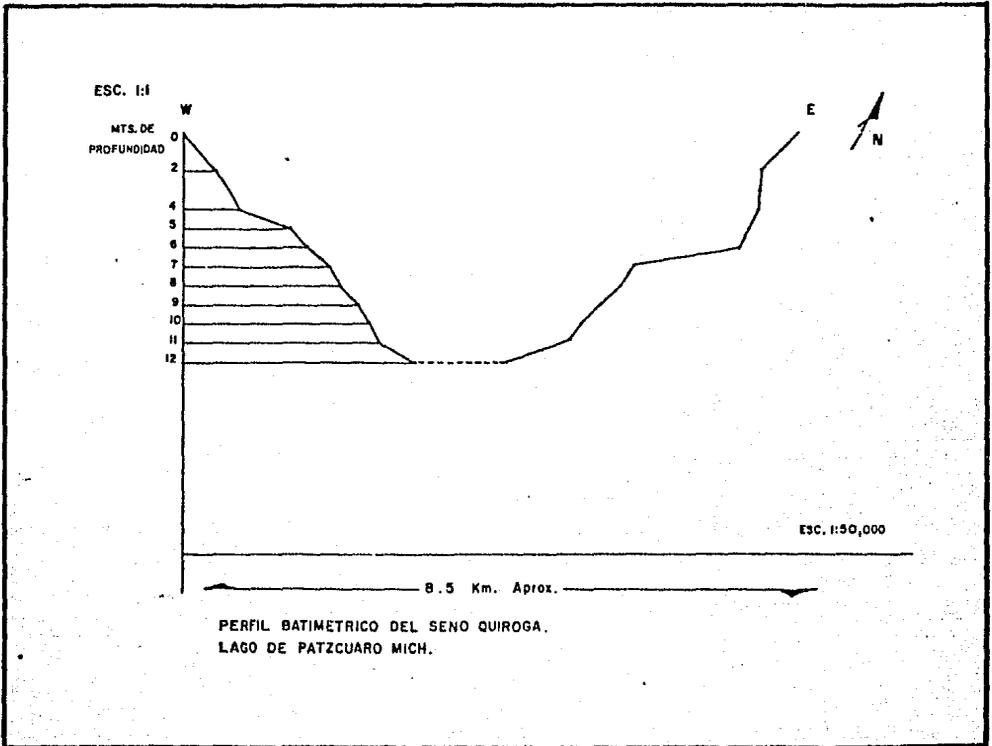


CUADRO No. 42

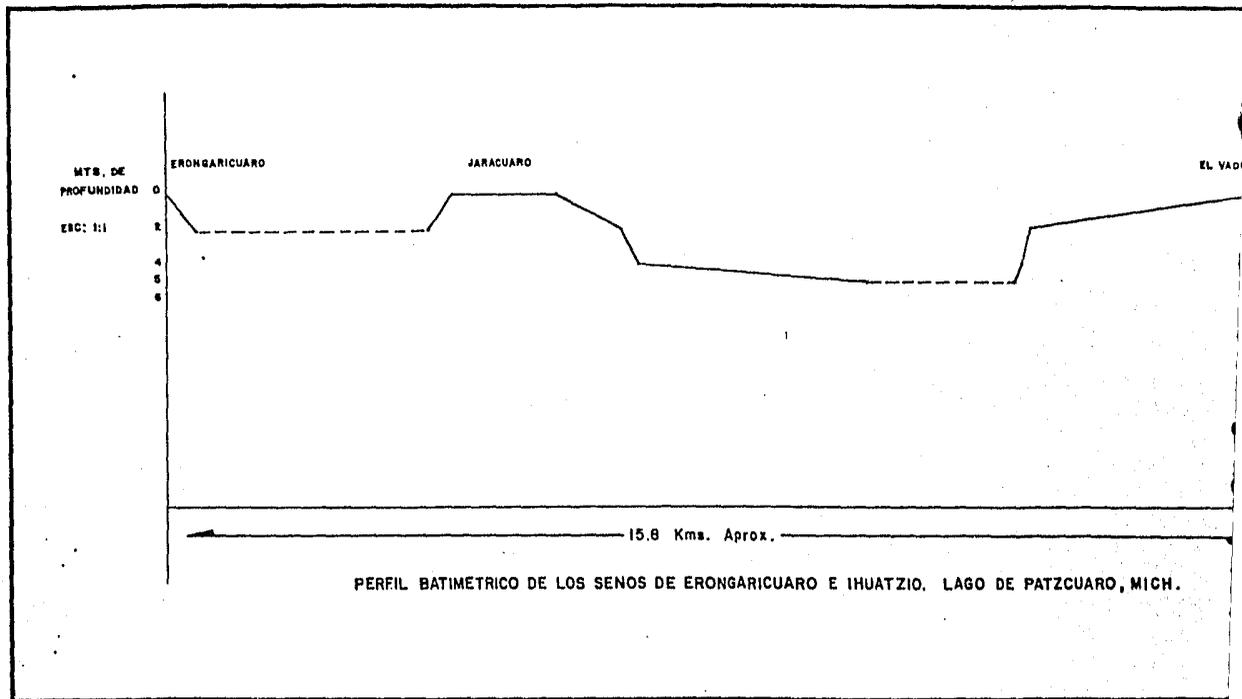


PERFIL BATIMETRICO (NORTE-SUR) DEL LAGO DE PATZCUARO, MICH.

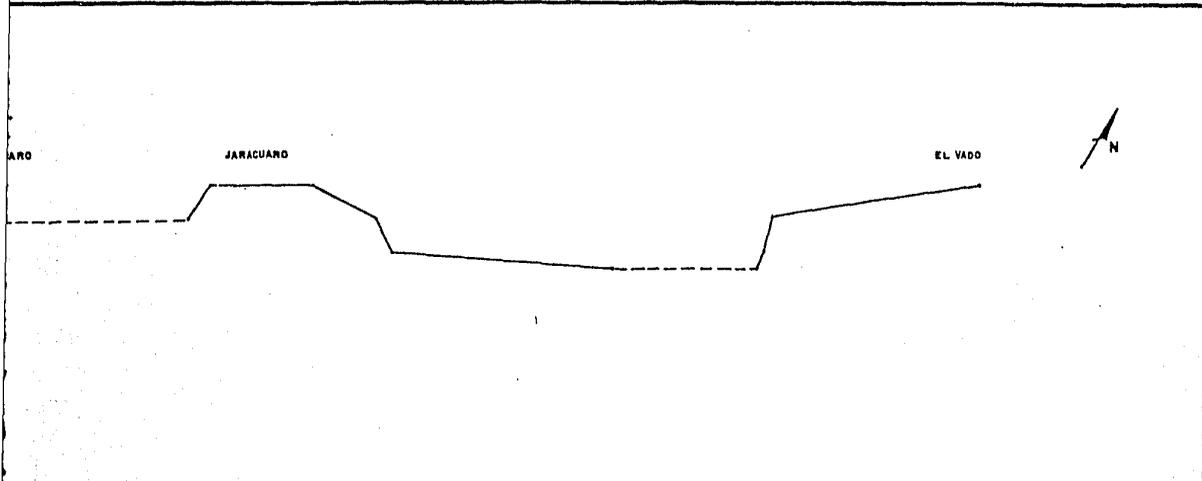
ESC. 1:150,000



CUADRO No. 43

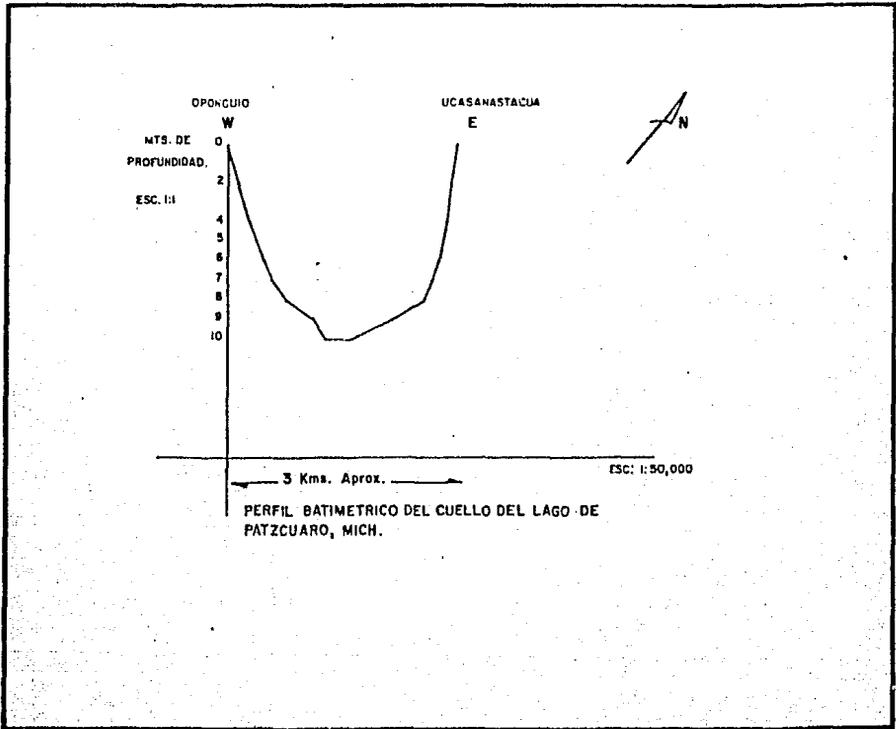


CUADRO No. 44



15.6 Kms. Aprox.

PERFIL BATIMETRICO DE LOS SENOS DE ERONGARICUARO E IHUATZIO. LAGO DE PATZCUARO, MICH.



CUADRO No. 45

extensión, (1.8 km<sup>2</sup>) localizada en el Seno de Erongarícuaro y las Islas Uranden Morales y Morelos ubicadas en la ribera Sur del Lago, que junto con la Uranden Carian hoy integrada a la ribera, son vestigios de una gran colada de lava, hoy cubierta por piroclastos.

En total las Islas tienen una extensión de 2.8 km<sup>2</sup>, que representa el 2.5% aproximado de la superficie total del Lago.

Existen dos penínsulas, la de Tzintzuntzan o de Tariacuri en la margen oriental del Lago y la de Pomio en la margen occidental, cerca de la comunidad indígena de San Andrés Siróndaro. En la primera, se localiza el Cerro Tariacuri y en el se encuentra un escarpe de falla hacia la ribera por lo que la franja ribereña es casi nula.

En el caso de la Península de Pomio, de forma alargada, angosta y de mucho menos extensión, ésta, forma parte de una gran colada de lava cubierta por piroclastos.

En general, las riberas son arenosas, en forma

de playa y poco profundas. Es en esta franja en donde se han desarrollado Gleysoles, asiento a su vez de la vegetación acuática y zonas de desove de las diferentes especies de peces que cohabitan en él.

c) Batimetría.

En cuanto a su Batimetría (Véase Mapa No. 8). podemos zonificar al Lago de la siguiente manera: Las profundidades más bajas (2-6 mts. de prof.) se localizan en los Senos de Ihuatzio y Erongarícuaro hasta la Isla de Janitzio en la porción Sur del cuello. (Véase Cuadro No. 44). Las profundidades medias (de los 6 mts. a los 10 mts.), se localizan a lo largo del cuello del Lago (Véase Cuadro No. 45). y por último las mayores profundidades se dan en la porción central del Seno de Quiroga, teniendo una máxima de 12.50 mts. (Véase Cuadro No. 43).

d) La Alimentación Hídrica.

En lo que confiere a su alimentación hídrica, el Lago de Pátzcuaro es alimentado por cuatro pequeños tributarios: El arroyo de Santa Fé cuyo desagüe se

localiza cerca de la Villa de Quiroga y los arroyos de San Miguel y Chapultepec, alimentados por los manantiales de Chapultepec y la Alberca, los cuales nacen en el Valle de Zurumútaró, al SE de la región.

Sin embargo, el mayor aporte hídrico al Lago se da a través de la compleja red hidrográfica de tipo intermitente que se distribuye a todo lo largo y ancho de su cuenca receptora, principalmente durante los meses de Junio a Septiembre.

A su vez, es conocido por los pobladores locales un número bastante grande de manantiales subacuáticos que alimentan al Lago durante la mayor parte del año. Esta alimentación subacuática no se ha determinado con precisión, sin embargo, por la localización de algunos manantiales, se deduce que gran parte de esta alimentación proviene de corrientes subterráneas que bajan de la Meseta Tarasca, a la vertiente occidental de la Cuenca de Pátzcuaro.

De esta manera, la alimentación hídrica del Lago proviene fundamentalmente de la precipitación pluvial anual a través de la red hidrográfica intermitente,

en seguida del aporte permanente de tres arroyos y finalmente, de un aporte de corrientes subterráneas provenientes fundamentalmente de la Meseta Tarasca.

Por otro lado, el volúmen del embalse tiene una fluctuación anual debido al aporte hídrico de origen pluviométrico en los meses de Verano y Otoño principalmente, época en que el volúmen aumenta y a su vez, durante los meses de Invierno y Primavera, el volúmen disminuye por el aumento de la evaporación y el escaso aporte hídrico de origen pluviométrico. (El déficit anual aproximado es de  $77 \times 10^6 \text{ m}^3$ ).

Sin embargo este aumento y disminución anual no es homogéneo para cada ciclo. Localmente se asegura que el ciclo de aumento y disminución del embalse fluctúa entre 20 y 25 años, asegurando que ha habido épocas en que el volúmen del embalse es tan bajo que "entre las Islas de Janitzio y Jarácuaro se cazaban liebres bajo las mismas artes con que hoy se cazan patos" (Pedro Carrasco citado por Hutchinson (Op.Cit.;p.1493) o bien que antiguamente era posible llegar a canoa a las cercanías de la comunidad de Huiramangaro (Véase cuadro No.

12). Si bien no existen datos específicos que nos aseguren tales evidencias, si podemos asegurar que en los registros fotográficos de la zona, tanto en fotografías aéreas como de otro tipo, la Isla de Jarácuaro algunas veces aparece como un apéndice de las tierras continentales y en otras aparece como Isla.

Por lo tanto, el aumento o disminución del volumen de aguas del embalse puede estar determinado, en gran medida, por los ciclos de menor y mayor precipitación a través de varios años.

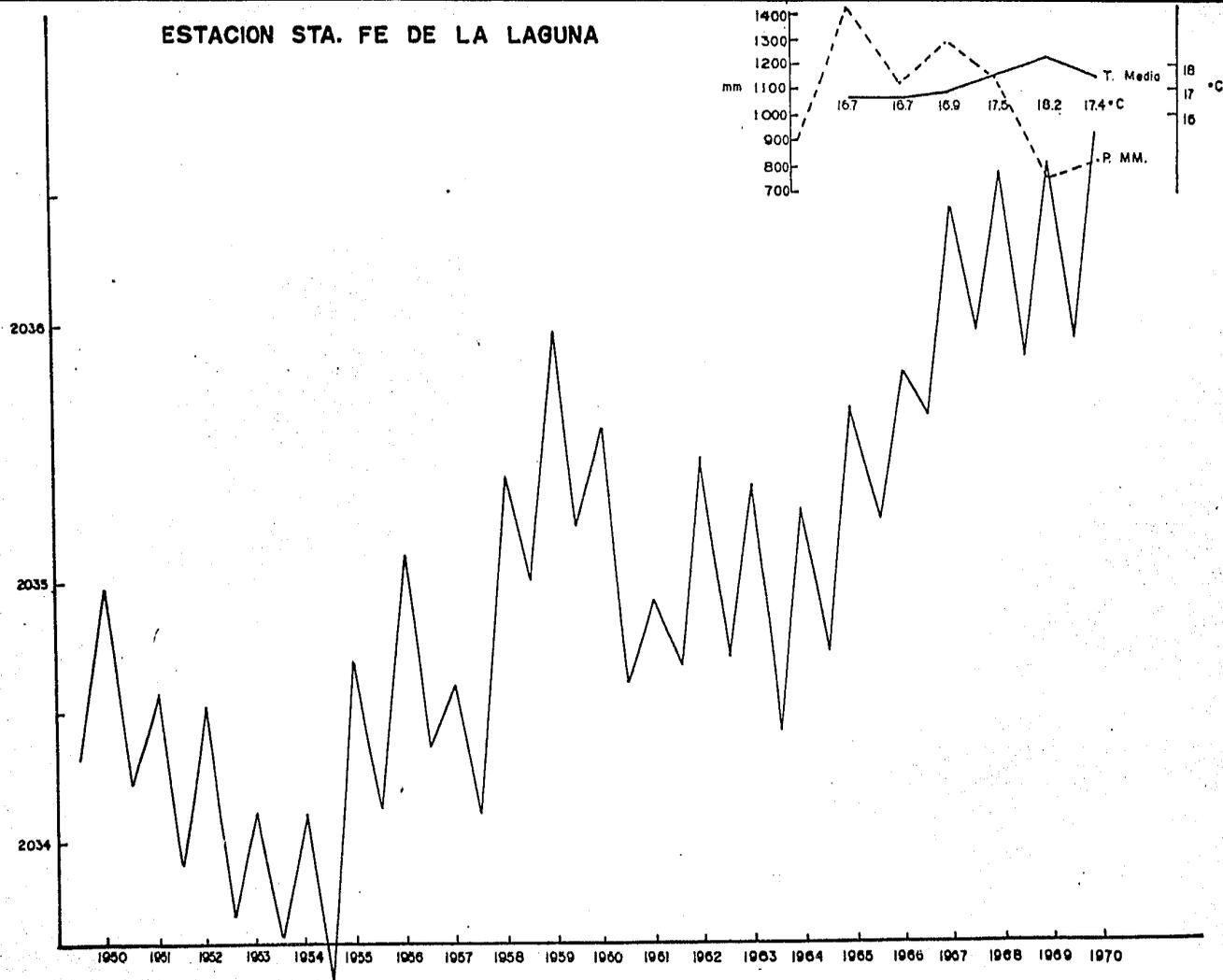
En efecto, según los estudios de Buen (Op.Cit. 1944;p. 107-111) sobre las variaciones del nivel del Lago en un período de cuatro ciclos de doce meses durante el lapso 1939-1943, el volumen de las aguas de Pátzcuaro descendió en .75 mts. lo cual implicó una pérdida total de 88 millones de  $m^3$  para ese lapso. El descenso continuo de las aguas del Lago durante este período se relaciona íntimamente con el continuo déficit de lluvias y el aumento de la evaporación en relación a lo precipitado. De haberse presentado este fenómeno en un período mayor a diez años, el Lago de Pátzcuaro hubiese desaparecido pasando a ser un valle de tipo

lacustre. Sin embargo ésto no sucedió, West (Op.Cit. p ) nos indica que a partir de 1939 y hasta 1942, el nivel de las aguas disminuyó 1.22 mts., aproximadamente apareciendo una nueva Isla denominada Pastorio. Actualmente, esta Isla descrita por West, se localiza como un simple manchón de vegetación palustre.

Por otro lado, si analizamos el diagrama de fluctuación del nivel del Lago de Pátzcuaro durante el período 1950-1970 (Véase Cuadro No. 46), se observa que se presenta un ciclo de máximos y mínimos en el nivel de las aguas cada cuatro años, aproximadamente, si ésto se relaciona con las temperaturas medias y la precipitación durante el lapso 1964-1970 (Véase Cuadro No. 46), se llega a la misma conclusión propuesta por De Buen: Al aumento de la precipitación pluvial se dá un aumento en el nivel de las aguas del Lago, así como un aumento en las temperaturas medias, redundando en una mayor tasa de evaporación y como consecuencia una baja en el nivel de sus aguas.

Si bien es cierto que existen claras evidencias sobre las fluctuaciones constantes del Lago de Pátzcuaro y que en gran medida están relacionadas con los ciclos

# ESTACION STA. FE DE LA LAGUNA



CUADRO NO. 46. DIAGRAMA DE FLUCTUACIONES DEL NIVEL DEL LAGO DE PATZCUARO, MICH. 1950-1970

TEMPERATURA MEDIA Y PRECIPITACION 1964-1970

de menor y mayor precipitación, parecería ser que este factor no es único, dado que no se produce el mismo fenómeno en lagos cercanos como el de Zirahuén, por lo que se asume que estas fluctuaciones también pueden ser provocadas o bien por la apertura cíclica de grietas internas o bien por la propia edad del Lago y su origen volcánico.

En realidad, se necesitan estudios de mayor profundidad sobre la dinámica lacustre en lapsos mayores a 25 años, pero desgraciadamente, no existen registros sistemáticos, tanto en las variaciones del nivel de las aguas, como desde el punto de vista de los registros termopluiométricos.

#### e) Características Limnológicas.

Desde el punto de vista limnológico, el Lago de Pátzcuaro se considera como un sistema calmo (léntico), de poca profundidad, con una pendiente moderada. Sus aguas carecen de una estratificación térmica por lo que no existe el hipolimnio y por lo mismo la zona termoclinia, siendo que la masa total del agua, desde lo somero hasta lo profundo, se comporta como epilimnea,

o como masa de agua trofógena, es decir, una masa productora de organismos fotosintéticos.

A su vez el Lago es de tipo tropical de Tercer Clase, según la clasificación del Lago de Forel, modificada por Whipple (Welch. 1952. citado por Mazari. Op.-Cit.; p. 35). Es tropical dado que la temperatura superficial oscila entre los 15° y los 29°C a través del ciclo anual. Es de tercera clase por no tener una estratificación térmica, como lo mencionábamos anteriormente.

A su vez, es un Lago con poca transparencia debido a los sedimentos en suspensión y a la presencia de plancton. El color aparente de sus aguas es de color verde (Mazari. Op.Cit.; p. 35).

A su vez, es considerado como un lago Polimictico, dado que la circulación de sus aguas es prácticamente continua durante todo el año y con temperaturas mayores a 40°C.

La acción aérea del Lago a profundidad media lo implica una estrecha relación entre los factores climáticos y las condiciones del lago.

La temperatura homogénea muestra el buen mezclado que se lleva a cabo en la masa de agua por la acción del viento, lo que facilita la generación de corrientes que permiten la resuspensión de los sedimentos. (Saavedra. Op.Cit.; p. 34).

Las características fisicoquímicas del agua del Lago permiten deducir que de acuerdo a la clasificación Miller (1972, citado por Saavedra. Op.Cit.; p. 60) el agua es dura por presentar valores de pH mayores a 8. Es un lago bien oxigenado (85% de saturación) por lo que los procesos de oxidación se llevan a cabo con eficiencia.

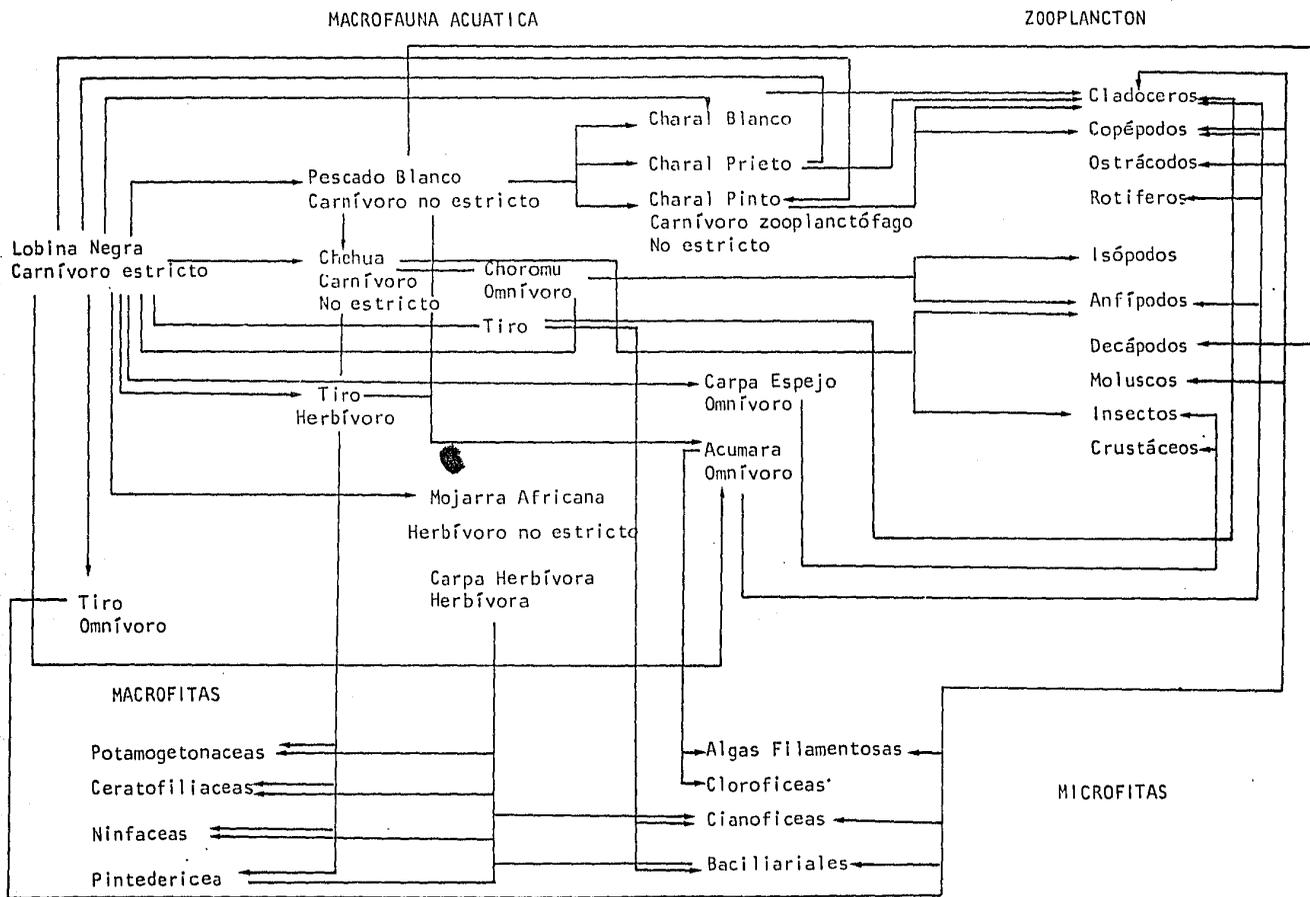
En cuanto al análisis de los nutrientes el lago presenta una productividad primaria que fluctúa entre lo moderadamente alta y alta. (Saavedra. Op.Cit.; pps. 62-63).

Desde el punto de vista de su salinidad, el lago a sufrido un aumento que va de 427 mg en 1909; 660 mg en 1950; a 1815 mg en 1981, lo cual le confiere

un valor de lago eutrófico moderado. (García. et.al. 1983).

Finalmente, el lago de Pátzcuaro se encuentra en su período de madurez, es decir, es un lago eutrófico moderado, lo que contrasta con el lago de Zirahuén, siendo este último de tipo oligotrófico.

Por su edad, su localización geográfica y sus características internas, este lago tiene un contenido moderadamente alto de nutrientes, poseyendo a su vez una capacidad altamente depuradora de éstos, por lo que existe en él, un buen desarrollo de ciertos organismos acuáticos (Véase cuadro No. 47). y una eficiente capacidad de mineralización de sus desechos orgánicos. Sin embargo, debido a los procesos de erosión y de acumulación de sedimentos (se calcula que anualmente se depositan  $40,000 \text{ m}^3$  de sedimentos al fondo del lago), en su lecho, como por incremento del aporte de aguas negras y desechos industriales (provenientes principalmente de la planta PROPEMEX localizada en la Ciudad de Pátzcuaro ), así como de fertilizantes químicos



CUADRO N° 47. ALGUNOS FACTORES DE LA CADENA ALIMENTICIA DE LA MACROFAUNA ACUATICA DEL LAGO DE PATZCUARO, MICH.

(Tomado de: Rosas. 1976. y Osorio Taffal. 1944.)

y detergentes, se ha acelerado su proceso de eutrofización, conteniendo en la actualidad aguas con una moderada contaminación. (Mazari. Op.Cit.; Saavedra, Op.Cit.; Velasco, Op.Cit.; García et.al. 1983).

### III.5 LOS SUELOS: DISTRIBUCION Y PRINCIPALES CARACTERISTICAS.

A simple vista y tomando en cuenta las características geológicas y climáticas de la Cuenca de Pátzcuaro, Mich., parecería ser que ésta se presenta como una Región Natural más o menos homogénea, desde el punto de vista edafológico.

West (1947; p. 9-11), al describir las características edafológicas del Area Cultural Purépecha y refiriéndose a la región de Pátzcuaro, reconoce tres grandes tipos de suelos que, en lo general, tienden a coincidir con el clima y la vegetación regional.

Para este autor los principales tipos de suelos son:

1. Los suelos lixiviados de color café-amarillento de las Altas Montañas.

2. Los suelos margosos de color obscuro, de textura arenosa fina, localizados en laderas de los cerros que circundan a la Cuenca.

3. Los suelos arcillosos, café-amarillentos, de las zonas bajas.

También describe otros suelos "de carácter secundario" o "especiales", como el caso de los suelos lacustres.

Sin embargo, esta aparente homogeneidad contrasta al analizarse las cartas edafológicas de DETENAL para la región (E-14 A-21, E-14 A-22, E-14 A-31 y E-14 A-32, escala 1:50,000).

Por otro lado, la clasificación FAO/UNESCO/DETENAL, los muestreos en campo y la fotointerpretación, nos evidencian claramente, un amplio mosaico edafológico regional, en donde se distribuyen diez tipos de suelos, así como un sinnúmero de subtipos y asociaciones edáficas, cuya localización y distribución concuerda, en lo general, con los principales rasgos geomorfológicos y franjas altitudinales respectivas.

Los principales factores que han intervenido en la formación y desarrollo de estos suelos son: el vulcanismo reciente, los diversos procesos morfogenéticos, la variabilidad meso y microclimática, la presencia de un cuerpo de agua permanente, la vegetación y finalmente, la acción antrópica.

El vulcanismo pliocuaternario de esta zona, ha sido el principal factor de la pedogénesis. El aporte de materiales cineríticos (cenizas volcánicas, arenas, lavas, etc.) ha cubierto en gran medida, los suelos más antiguos; sin embargo, el material parental, basáltico en un 85%, ha caracterizado la formación y el desarrollo de las unidades edáficas presentes, variando en su composición mineralógica, dados los diferentes procesos morfogenéticos y pedogenéticos, tanto en espacio como en tiempo.

Por otro lado, la presencia del Lago de Pátzcuaro, su evolución y su propia dinámica, ha generado desde hace no más de 60,000 años, unidades edáficas de tipo lacustre ya sea inundadas temporal o permanentemente.

Finalmente, la actividad humana desarrollada en

la región desde los 5,000 años A.C., aproximadamente, hasta la actualidad, ha modificado el medio de tal manera, que actualmente, existen drásticos procesos de modificación en los suelos, ya sea por la atenuación en su desarrollo o bien, por francos procesos de erosión de éstos. (Véase Cuadro No. 48).

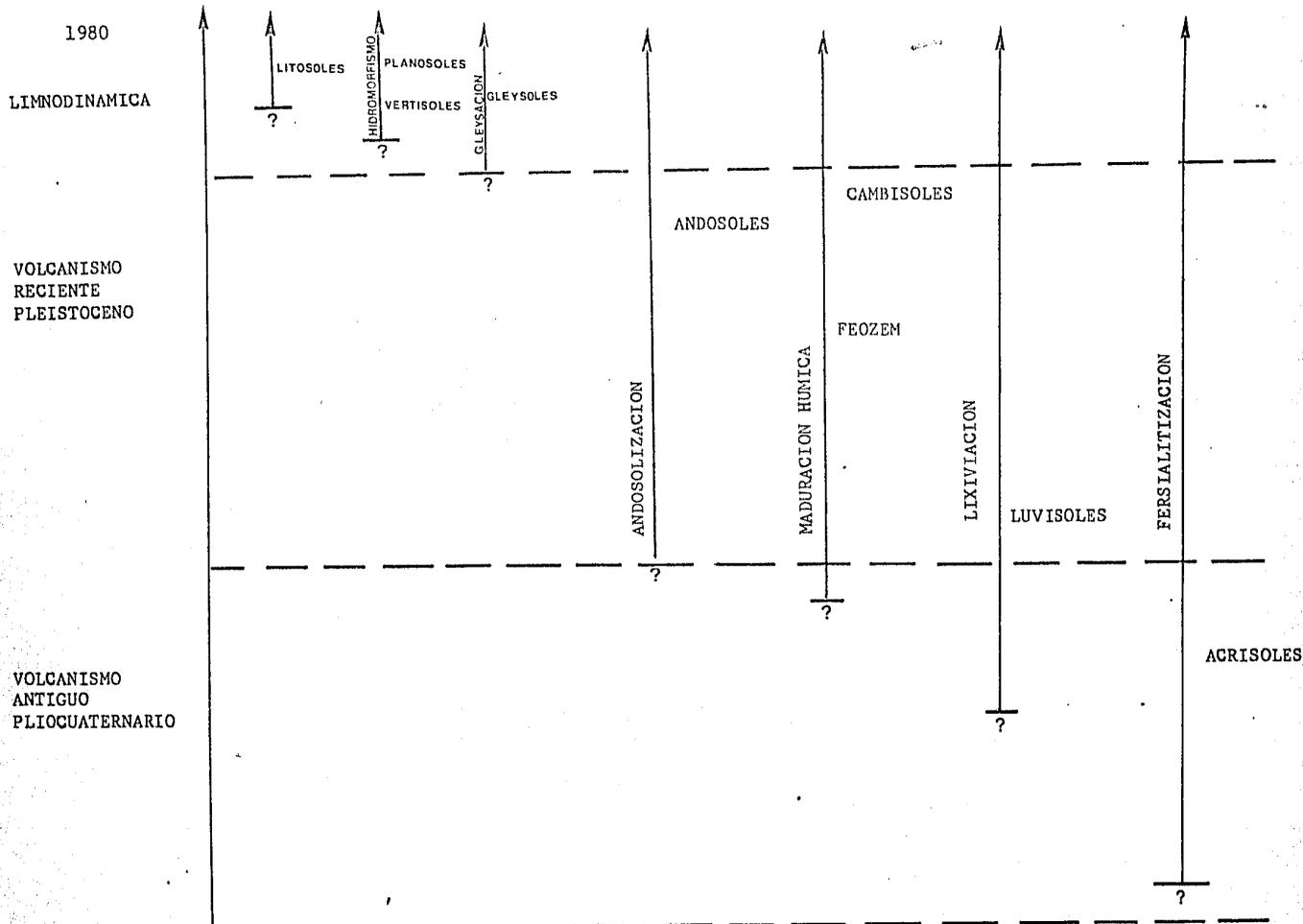
Cabe señalar que aproximadamente el 50% de la extensión de la Cuenca se encuentra desprovista de una cobertura vegetal permanente y se ha dedicado a las prácticas agrícolas fundamentalmente.

Los graves procesos de erosión producto de la tala inmoderada, así como la apertura de áreas agrícolas o pecuarias en zonas poco aptas para ello, han provocado una acusada inestabilidad en la dinámica natural de la Cuenca de Pátzcuaro, de ahí la enorme importancia del estudio edafológico regional.

#### a) Distribución de las Unidades Edáficas.

Como lo mencionábamos anteriormente, la localización y distribución de las diferentes unidades edáficas

PEDOGENESIS ACTUAL



CUADRO No 48

ENSAYO DE CRONOLOGIA DE LOS EVENTOS PEDOGENETICOS DE PATZGUARO, MICH.

concuerta, en lo general, con los principales rasgos geomorfológicos y sus respectivas franjas altitudinales. (Véase Cuadros Nos. 49 y 50 y Mapa No. 9). Véamoslo, zona por zona, con mayor detenimiento.

### III.5.1 Zona de Alta Montaña.

#### a) Unidad Andosoles.

Localizada entre los 2,900 y los 3,300 m.s.n.m. Esta zona, restringida a las mayores elevaciones de la cuenca, tiene como unidad edáfica representativa a los Andosoles.

Estos suelos, también denominados Inceptisoles, se originaron a partir del material piroclástico volcánico reciente, principalmente de cenizas volcánicas, arenosas. Por consiguiente, son suelos jóvenes y mantienen un estrecho parecido a su material parental. Son de color oscuro debido al alófono (producto generado por la intemperización de las cenizas volcánicas), así como por su alto contenido de materia orgánica o humus.

Su textura varía entre migajones arcno-limosos,

UNIDADES EDAFICAS Y SU DISTRIBUCION REGIONAL.

Zona de Alta Montaña. Alt.:2,900-3,300 aprox.	TH+TO	Sierras de Sta.Clara-Tingambato Sierras de Nahuatzen-Pichátaro Sierra de Pátzcuaro
	LC+I+AO	Sierras del Zirate
Zona de Montaña. Alt.:2,400-2,900 msnm.	TH+TO	Sierra de Nahuatzen-Pichátaro
	TQ+AQ LC+I	Sierras del Tigre Sierra del Zirate
	AO+I	Península del Tariaqueri
	TH+I	Sierra de Sta. Clara
Valles Fluviovolcánicos Alt.:2,300-2,700 aprox.	TH	Valles de Cananguio-Pichátaro Charahuakuti
Talud de Transición Alt.:2,100-2,400 msnm.	BE+TO I LC+I BD+TO HL VP HH AO+I AO+LC	Todas las Sierras circundantes
Zona Baja Alt.:2,040-2,100 msnm.	LC+TO VP+Lv LC+RE Hh LC+HH Hl Lv Ao Lv+Vp	Valla de Zurumútaro Valle de Erongarícuaro Valle de Zirandangacho Valle de Charahuén
LAGO Alt.:2,040-2,028 msnm.	Gm	Toda la ribera del Lago
	Suelo lacustre	A partir de los 2 mts. de prof. aproximadamente.
Zona Insular	RE+WE LO	Jarácuaro, Janitzio, Yunuen, Tecuen, Pacanda, Urandenes.

EXTENSION DE LOS GRANDES TIPOS DE SUELOS  
EN LA CUENCA DE PATZCUARO, MICHOACAN.

	SUPERFICIE	PORCENTAJE
1. ANDOSOLES	519 km <sup>2</sup>	50.58 %
2. LUVISOLES	141 km <sup>2</sup>	13.74 %
3. ACRISOLES	93 km <sup>2</sup>	9.06 %
4. LITOSOLES	83 km <sup>2</sup>	8.10 %
5. GLEYSOLES	33 km <sup>2</sup>	3.22 %
6. CAMBISOLES	23 km <sup>2</sup>	2.25 %
7. VERTISOLES	19 km <sup>2</sup>	1.85 %
8. FEOZEMS	18 km <sup>2</sup>	1.75 %
9. PLANOSOLES	6 km <sup>2</sup>	.58 %
10. RANKERS	3 km <sup>2</sup>	.29 %
AGUA	88 km <sup>2</sup>	8.58 %
SUPERFICIE TOTAL:	1,2600 km <sup>2</sup>	100 %

CUADRO No. 50

*Tomado de: CRAC, A.C. Estudio Fisiográfico. V.1 y V.2.  
Pátzcuaro, Michoacán. 1981. (p.13).*

francos y arcillosos, lo que hace que retengan muy bien la humedad. Los principales minerales que contienen estos suelos son los del grupo de los ferromagnesianos como el Olivino y la Piroxena, así como también vidrios volcánicos, plagioclasas, alofano, caolinita y óxidos de sílice y aluminio.

Dentro de esta zona, solamente en la Sierra del Zirate, al N. de la Cuenca, se localiza un tipo de unidad edáfica diferente representada por una asociación de Luvisoles Crómicos con Litosoles y Acrisoles Orticos (Lc+L+Ao). Aquí, el material parental está constituido principalmente por andesitas y dada las fuertes pendientes (mayores de 35°), los suelos se encuentran poco desarrollados, con un alto rango de pedregosidad, manteniendo una textura fina. (Véase Mapa No. 9).

### III.5.2. Zona de Montaña.

Localizada entre los 2,400 y los 2,900 m.s.n.m. al igual que en la zona anterior ésta se encuentra representada mayoritariamente por los Andosoles, que en lo general son suelos profundos, de textura media que varía entre los francos arenosos hasta los francos.

En esta zona, se presentan diversas asociaciones de suelos.

a) Unidad de Andosol Húmico con Andosol Ocrico. (Th+To).

Esta Asociación se localiza principalmente en la porción Occidental y Suroccidental de la zona de Montaña, en las Sierras de Pátzcuaro, Pichátaro, Nahuatzen y de Tingambato.

Los Andosoles Húmicos, con un gran porcentaje de materia orgánica en su horizonte A., se desarrollan en áreas en donde la temperatura media anual es inferior a los 15°C lo que provoca una disminución en la acción de la flora microbiana, por un lado, además de la presencia de gran cantidad de detritos orgánicos y de organismos productores de compuestos orgánicos solubles importantes para la descomposición y degradación de elementos minerales, son algunos de los factores característicos de estos suelos. (Véase Cuadro No. 51).

Los Andosoles Ocricos, con una menor cantidad de materia orgánica en su horizonte A., provocada por la alimentación hídrica y de lixiviación que en los

ANDOSOL HUMICO. MUY DRENADO.													
A	0-27	UMBRICO Migajón Arenoso		TEXTURA MEDIA: MIGAJON ARENOSO. ESTRUCTURA EN BLOQUES SUBANGULARES FINOS DE DESARROLLO MODERADO. Color Seco: Café grisáceo muy oscuro 10 YR 3/2 Color Húmedo: Café muy oscuro 10 YR 2/1									
B	27-69	CAMBICO Migajón Arenoso		TEXTURA MEDIA: ESTRUCTURA EN BLOQUES SUBANGULARES GRUESOS DE MEDIANO DESARROLLO. Color Seco: Café oscuro amarillento 10 YR 4/4 Color Húmedo: Café oscuro 7.5 YR 3/4									
HOR.	PROF.	A%	L%	S%	pH AGUA	MO.	CIC.	SAT. %	Ca.	Mg.	K.	Na.	P.
A	0-27	6	22	72	6.2	10.1	48.5	4.8	4.1	1.1	0.4	0.1	6.9
B	27-69	2	48	50	6.6	6.6	36.3	12.7	3.8	0.6	0.1	0.1	4.1

PROCESOS PEDOGENETICOS - Andosolización  
- Maduración Húmica

CUADRO No. 51

primeros horizontes, les caracteriza por sus colores claros en sus horizontes superficiales, una profundidad moderada más delgada que en los Andosoles Múnicos, con texturas medias que varían de los migajones-linosos hasta los migajones-arcillosos y finalmente por ser suelos erosionados laminarmente. (Véase Cuadro No. 52).

En algunas áreas en donde se presenta esta asociación edáfica, existe una mayor pedregosidad, dada la propia degradación de estos suelos, o bien por encontrarse en coladas lávicas lo suficientemente antiguas para haberse desarrollado dicha asociación.

b) Unidad de Andosol Ocrico con Acrisol Ortico. (To+Ao).

Dicha Asociación se localiza fundamentalmente en la Zona de Montaña de las Sierras del Zirate y El Tigre, al N. de la Cuenca.

La presencia de conos cineríticos recientes, (C. Teaba, C. Akánara, etc.), cuyas emanaciones lávicas y de cenizas y vidrios volcánicos, produjo el desarrollo de los Andosoles Orticos, descritos anteriormente,

ANDOSOL OCRICO. MUY DRENADO.													
A	0-18	OCRICO		TEXTURA MEDIA: ESTRUCTURA BLOQUES SUBANGULARES MEDIOS. DESARROLLO MODERADO.									
		Migajón Arenoso		Color Seco: Café 10 YR 4/3 Color Húmedo: Café muy oscuro 10 YR 2/2									
B	18-80	CAMBICO		TEXTURA MEDIA: ESTRUCTURA BLOQUES SUBANGULARES MEDIOS. DESARROLLO MODERADO.									
		Franco		Color Seco: Café fuerte 7.5 YR 4/6 Color Húmedo: Café oscuro 7.5 YR 3/4									
11B21+	80-100	Arcilla											
HOR.	PROF.	A%	L%	SZ	pH AGUA	MO.	CIC.	SAT.%	Ca.	Mg.	K.	Na.	P.
A	0-18	6	42	52	6.2	12.7	38.0	6.0	1.9	1.2	0.1	0.1	3.3
B	18-80	2	50	48	6.5	3.4	31.3	12.5	2.8	0.7	0.1	0.3	0.9
11B21+	80-100	60	14	26	6.3	0.7	23.3	26.3	3.4	1.3	1.1	0.3	---

PROCESOS PEDOGENETICOS: - Andosolización  
- Maduración Húmica

sobre suelos más antiguos, los Acrisoles Orticos.

Estos últimos tienen como características principales el de ser suelos con acumulación iluvial de arcillas y muy baja saturación de bases. Son suelos cuyo material parental es muy antiguo y en donde ha habido gran precipitación pluvial, durante períodos largos de tiempo. Su color es rojizo y sus suelos profundos, con textura media y arcillosa.

Procesos activos durante períodos largos de tiempo han sido los factores del desarrollo profundo de los perfiles de estos suelos a través de la lixiviación e intemperización de los minerales presentes. Se localizan preferentemente en pendientes que oscilan entre los 7° y los 12°. (Véase Cuadro No. 53).

c) Unidad de Luvisol Crómico con Litosol. (Lc+I)

Asociación edáfica localizada en las Sierras del Zirate pero de manera restringida, siendo la Asociación principal en la Zona del Talud de Transición. Por este motivo, sus principales características serán descritas más adelante.

ACRISOL ORTICO. DRENADO. PROFUNDIDAD MAYOR A 1 MT.

A	0-10	OCRICO Franco	TEXTURA MEDIA: BLOQUES SUBANGULARES MUY FINOS FUERTE DESARROLLO. Color Seco: Café rojizo 5 YR 4/4 Color Húmedo: Café rojizo oscuro 5 YR 3/3										
B	10-45	ARGILICO Arcilla	TEXTURA MASIVA: CON ABUNDANTE ACUMULACION DE ARCILLA. Color Seco: Café rojizo 5 YR 4/4 Color Húmedo: Café rojizo oscuro 5 YR 3/4										
HOR	PROF.	AS	LS	S%	pH AGUA	MO.	CIC.	SAT.%	Ca.	Mg.	K.	Na.	P.
A	0-10	22	38	40	6.0	3.2	12.0	50	3.1	2.9	0.8	0.1	6.1
B 21+	10-45	60	18	22	6.1	0.4	21.0	28.9	3.8	2.1	0.3	0.1	5.8

PROCESOS PEDOGENETICOS: - Fersialitización  
- Rubefacción  
- Lixiviación

d) Unidad de Andosol Húmico con Litosol. (Ah+I)

Esta Asociación se localiza, principalmente, en la Sierra de Santa Clara, al Sur de la Cuenca, aquí sobresalen los Cerros del Frijol, los Lobos y la Cantara.

Debido a los recientes procesos vulcanológicos con coladas basálticas de ésta área de la Cuenca, se presentan suelos cuyo desarrollo es incipiente: los Litsoles. A su vez, el desarrollo de Andosoles Húmicos en las zonas de menor pendiente, producto del acarreo y depositación de los materiales provenientes de las porciones más altas de dichas estructuras volcánicas conforman esta asociación.

Los Litsoles no presentan un horizonte diagnóstico, su profundidad no es mayor a los 15 cms. En éstos se depositan materiales coluviales, aluviales y eólicos provocando el desarrollo de la vegetación y más adelante son cubiertos por una capa de material orgánico. En estas condiciones son suelos bien irrigados, aunado a que su material parental, de tipo

basáltico, es bastante permeable por lo cual representan áreas de recarga acuífera.

e) Unidad de Acrisol Ortico con Litosol. (Ao+L)

Dicha Asociación edáfica es la más restringida en la Zona de Montaña. Su localización se dá, estrictamente, para la Península de Tariaqueri, conformada por los Cerros Tariaqueri y Yahuarato al centro de nuestra región de estudio.

Como lo mencionábamos anteriormente, los Acrisoles son suelos ácidos, con acumulación iluvial de arcillas y muy bajos en saturación de bases, color rojizo, localizados en estructura antiguas y bajo un proceso de lavado en sus horizontes provocado por la precipitación pluvial. (Véase Cuadro No. 53).

En el caso de ésta área, dichos suelos se encuentran bastante degradados por lo que en algunas zonas se ha interrumpido su desarrollo por la denudación y en otras se encuentran altamente erosionados. Su textura es mediana y su horizonte B es arcilloso. Su profundidad es menor a 1 metro.

### III.5.3. Zona de Valles Fluviovolcánicos.

Dicha zona, localizada en la porción SW. de la Cuenca y conformada por los Valles de Cananguio, Pichátaro y Charauakuti, está representada edáficamente por suelos transportados y originados por depósitos de materiales coluvio-aluviales.

#### a) Unidad de Andosoles Húmicos.

En esta zona, la unidad edáfica está representada por los Andosoles Húmicos. Estos suelos tienen una profundidad mayor a 1 m. Su textura es media y varía entre los Migajones arcillosos, Francos y Migajones Limosos.

Son suelos muy drenados, con una profundidad moderada, cuyo horizonte A es de color oscuro dado su alto contenido de materia orgánica. Estos suelos son dedicados a la agricultura por lo que sus características, en parte han sido modificadas por el hombre. Se desarrollan en zonas cuyas pendientes son casi nulas o bajas (0° a 7°). (Véase Cuadro No. 51).

### III.5.4. Zona de Talud de Transición.

Esta zona, la de mayor extensión en la Cuenca, se localiza dentro de una franja altitudinal que va de los 2,100 m.s.n.m. hasta los 2,400 m.s.n.m.

Aquí se localizan suelos derivados de depósitos de piroclástos y por lo tanto adquieren el carácter de transportados.

Las unidades edáficas están representadas por diversas asociaciones, dentro de las cuales destacan:

#### UNIDAD DE ANDOSOLES (T).

a) Unidad de Andosoles Húmicos con Andosoles Ocrícos (Tb+To).

Esta unidad fue descrita anteriormente. Se localiza en el piedemonte de las Sierras de Pichátaro y Pátzcuaro al SW. y W. de la Cuenca, respectivamente.

b) Unidad de Andosol Ocrico con Cambisol Eútrico (Th+Be).

Dicha unidad edáfica se localiza en la porción NW. de la Cuenca. Zona en donde confluyen las Sierras de Pátzcuaro y del Zirate. Los Andosoles Ocricos ya han sido descritos anteriormente.

Los Cambisoles Eútricos son suelos jóvenes, poco desarrollados; sin embargo, una capa del subsuelo es más parecida al suelo que al material parental, es decir, presentan un Horizonte B de tipo Cámbico. Este se presenta en forma de terrones y el suelo no está suelto. Esta unidad se desarrolla en pendientes moderadas principalmente. Su profundidad es menor a los 50 cms., con fase física lítica. Su textura es media Franca. Estos son suelos con bajo contenido en materia orgánica y con un desarrollo débil.

La capa superficial es de color claro mientras que la capa ubicada abajo de la superficie tiene una estructura de suelo y no de roca. (Véase Cuadro No. 54).

CAMBISOL EUTRICO. DRENAJE MUY PROFUNDO. CON FASE FISICA LITICA.													
A	0-12	OCRICO		TEXTURA MEDIA: ESTRUCTURA EN BLOQUES SUBANGULARES MUY FINOS. DESARROLLO DEBIL.									
		Franco		Color Seco: Café 7.5 YR 4/4 Color Húmedo: Café oscuro 7.5 YR 3/2									
B	12-45	CAMBICO		TEXTURA MEDIA: ESTRUCTURA EN BLOQUES SUBANGULARES MEDIOS. DESARROLLO MODERADO.									
		Franco		Color Seco: Café fuerte 7.5 YR 4/6 Color Húmedo: Café oscuro 7.5 YR 3/4									
HOR.	PROF.	A%	L%	S%	pH AGUA	MO.	CIC.	SAT. %	Ca.	Mg.	K.	Na.	P.
A	0-12	20	40	40	6.5	7.5	30.8	50	12.5	2.6	0.8	0.1	4.9
B21	12-45	22	34	44	6.8	1.2	24.5	50	10.5	5.6	0.5	0.2	4.3

PROCESOS PEDOGENETICOS: - Fersialitización.

CUADRO No. 54

### UNIDAD DE LUVISOLES

Esta Unidad Edáfica es la más representativa en la porción Occidental de la Cuenca. Abarca el Talud Transicional de las Sierras del Zirate y del Tigre al NE. en la Península del Tariaqueri se localiza en las porciones bajas de dicha zona y al S. de la Cuenca se le localiza asociado a otros tipos de suelo.

Los Luvisoles se diferencian de los Andosoles Ocricos pues los primeros son suelos mucho más lixiviados.

Los Luvisoles son de moderada abundancia de arcilla acumulada en el subsuelo. Se desarrollan en relieves jóvenes que han estado estables y relativamente libres de perturbaciones y de erosión, durante varios miles de años.

Su textura varía entre arenosos, limosos y arcillosos, en donde, la arcilla iluviada se ha acumulado en el horizonte E formando un revestimiento de argilias.

Los Luvisoles se desarrollan tanto en pendientes

casi nulas como fuertes; se encuentran frecuentemente asociados con otros tipos de suelo, relación que depende del mesoclima y de la topografía.

c) Unidad de Luvisol Crómico con Litosol (Lc+I).

Esta Asociación abarca la mayor extensión en el Talud Transicional de la Sierra del Zirate. Se localiza en áreas cuyas pendientes oscilan entre los 7° y los 25°. Aquí se presentan suelos cuyo desarrollo es menor a 1 metro de profundidad. Su textura es mediana, arcillosa, su estructura es en bloques subangulares finos. Contienen poca materia orgánica. Su Horizonte A es Ocrico, es decir, de color claro, mientras que en su Horizonte B, de color más rojizo, se acumulan los Oxidos Ferromagnesianos y las arcillas. Son suelos drenados. (Véase Cuadro No. 55).

La erosión ha provocado fuerte degradación en los suelos por lo que existen áreas totalmente denudadas y otras con fuertes procesos de carvamiento; de ahí la presencia de Litoseles o suelos que, por la erosión, se ha eliminado la capa superficial de éstos, quedando al descubierto el material parental.

LUVISOL CROMICO. MUY DRENADO. PROFUNDIDAD MAYOR A 1 MT.													
A	0-23	OCRICO		TEXTURA MEDIA: ESTRUCTURA BLOQUES SUBANGULARES MUY FINOS CON DESARROLLO FUERTE.									
		Migajón Arcilloso		Color Seco: Café 7.5 YR 4/4 Color Húmedo: Café rojizo oscuro 5 YR 3/3									
B	23-58	ARGILICO		TEXTURA FINA: ESTRUCTURA BLOQUES SUBANGULARES MEDIO CON DESARROLLO FUERTE ABUNDANTE CANTIDAD DE ARCILLA ACUMULADA.									
		Arcilla		Color Seco: Café rojizo 5 YR 4/4 Color Húmedo: Café rojizo oscuro 5 YR 3/3									
HOR	PROF.	A%	L%	S%	pH AGUA	MO.	CIC.	SAT.%	Ca.	Mg.	K.	Na.	P.
A	0-23	30	34	36	6.3	2.0	18.0	50	6.6	3.0	1.0	0.1	6.4
B 21+	23-58	38	34	28	6.3	0.9	22.5	49.3	6.6	2.9	0.4	0.2	7.4

PROCESOS PEDOGENETICOS: - Fersialitización  
- Rubefacción  
- Lixiviación

CUADRO No. 55.

En el caso de la Península del Tariaqueri, estos suelos se localizan en las porciones más bajas del Talud de Transición en donde las pendientes son moderadas principalmente (entre 7° y 15°).

Estos suelos son muy parecidos a los del Zirate, se presentan como unidad edáfica o en asociación con los Litsoles como en el caso del Cerro Carichuato en donde se dan intensos procesos de erosión.

d) Unidad de Luvisol Crómico con Regosol y/o Eútrico ó Cambisol Dístico (Lc+Re+Bd).

Al Sur de la Cuenca los Luvisoles Crómicos se presentan asociados con Regosoles o con Cambisoles Dísticos.

Los Regosoles son suelos con escaso desarrollo, esqueléticos. No presentan horizontes de diagnóstico y son suelos derivados de materiales no consolidados. La erosión en masa produce la remoción de las capas superficiales e impide la pedogénesis del suelo. Estos procesos se generan en los alrededores de los volcanes, como en el caso del Cerro Colorado, al Oriente de la

Ciudad de Pátzcuaro, pequeño volcán cinerítico en gravísimo proceso de erosión, en donde la remoción en masa ha generado barrancos de gran profundidad y extensión pese al volúmen de dicha estructura volcánica. Esta es quizá, la zona más erosionada y degradada en toda la región debido a la tala inmoderada.

En las áreas menos erosionadas se desarrollan los Luisoles Crónicos.

Como en el caso de los Cámbisoles Eútricos, descritos con anterioridad, los Cámbisoles Dístricos son suelos poco desarrollados, jóvenes. Su subsuelo es más parecido al suelo que al material parental, es decir, presentan un Horizonte B de tipo Cámbico, constituido por piroclástos. Son suelos muy ácidos y muy pobres en nutrientes. Esta asociación se localiza rodeando la porción Occidental del Cerro Mirador. (Véase Cuadro No. 56).

e) Unidad de Litosoles y Andosoles Húmicos (I+Hh).

Esta unidad se presenta en forma discontinua y se localiza en las coladas lávicas más recientes, como en el caso del Pedregal de Charahuén, al SW de la Cuenca; el Pedregal de Pátzcuaro, al Sur de la Cuenca y

CAMBISOL DISTRICO. MUY DRENADO. CON FACETAS.													
A	0-14	OCRICO Arcilla		TEXTURA FINA: ESTRUCTURA BLOQUES SUBANGULARES MEDIOS. DESARROLLO DEBIL. Color Seco: Café 7.5 YR 4/4 Color Húmedo: Café oscuro 7.5 YR 3/3									
B	14-49	CAMBICO Arcilla		TEXTURA FINA: ESTRUCTURA BLOQUES SUBANGULARES MEDIOS. DESARROLLO MODERADO CON REVESTIMIENTO DE ARCILLA CON FACETAS. Color Seco: Café 7.5 YR 4/4 Color Húmedo: Café rojizo oscuro 5 YR 3/3									
HOR	PROF.	A%	L%	S%	pH AGUA	MO.	CIC.	SAT. %	Ca.	Mg.	K.	Na.	P.
A	0-14	50	26	24	5.7	1.9	22.3	48.9	6.4	3.5	0.9	0.1	12.4
B	14-49	48	30	22	6.4	2.2	22	48.2	6.7	3.4	0.4	0.1	----

PROCESOS PEDOGENETICOS: - Maduración Húmica  
 - Rubefacción  
 - Lixiviación  
 - Fersialitización.

CUADRO No. 56.

de la Ciudad con el mismo nombre y el Pedregal de Coenambo quien conforma el parteaguas Oriental de la región en estudio.

Existen extensiones menores en donde se localiza dicha unidad edáfica, tal es el caso de Ihuatzio, en la Península del Tariaqueri y al Norte de la Villa de Quiroga, en la Sierra del Zirate.

Dado que esta unidad ya ha sido descrita en la parte referida a la Zona de Montaña sólo subrayamos que los Litsoles no presentan un Horizonte diagnóstico; su profundidad no es mayor a los 15 cms. y corresponde estrictamente a las áreas ocupadas por depósitos volcánicos de origen reciente. En algunas zonas en donde la microtopografía lo permite se desarrollan los Andosoles Múmicos.

f) Unidad de Acrisol Ortico (Ao).

Esta unidad, ya descrita con anterioridad para la Zona de Montañas, se localiza en la Península del Tariqueri, en los Cerros del Yahuario y Tariaqueri, así como en la porción mesomontana de la Sierra del Tigre. En ambos casos estos suelos se encuentran bastante degradados por la acción erosiva laminar, en forma

de arroyada y en forma de barrancos. En algunos casos esta unidad se encuentra asociada con suelos secundarios como el Litosol (Tariaqueri) o bien con Luvisoles Crómicos. En todos los casos la textura de estos suelos es mediana, su profundidad es menor a 1 metro y se desarrollan en pendientes moderadas a fuertes (15° a 25°). (Véase Cuadro No. 57).

f) Unidad Feozem Haplico (Hh).

Esta unidad edáfica se encuentra restringida a una pequeña área al Este de la Cuenca, más particularmente a la franja de piedemonte del Cerro El Huracán, al Norte del Valle de Surumátaro y en menor extensión, al Norte de la Villa de Quiroga, en el piedemonte de la Sierra del Zirate.

En la primera zona se encuentra asociado con Luvisol Crómico como suelo secundario, en pendientes moderadas a fuertes (15° a 20°) y en condiciones de pedregosidad. En este caso el suelo no es muy profundo, de color negro y en franco proceso de degradación.

En el segundo caso, dicha unidad no está asociada

ACRISOL ORTICO DRENADO. PROFUNDIDAD MAYOR A 1 MT.

A	0-6	OCRICO		TEXTURA MEDIA: ESTRUCTURA BLOQUES SUBANGULARES MUY FINOS. DEBIL DESARROLLO.									
		Franco		Color Seco: Café rojizo 5 YR 4/4 Color Húmedo: Café oscuro rojizo 5 YR 3/2									
B	6-82	ARGILICO		TEXTURA FINA: ESTRUCTURA BLOQUES MEDIA DE FUERTE DESARROLLO. ACUMULACION DE ARCILLA.									
		Arcilla		Color Seco: Café rojizo 5 YR 4/4 Color Húmedo: Café oscuro rojizo 5 YR 3/3									
HOR	PROF.	A%	L%	S%	pH AGUA	MO.	CIC.	SAT. %	Ca.	Mg.	K.	Na.	P.
A	0-6	26	36	38	5.9	4.5	24.5	32.2	4.9	2.3	0.5	0.1	10.3
B 21+	6-82	46	26	28	6.1	0.8	27.5	28.0	4.9	1.9	0.4	0.1	16.4

PROCESOS PEDOGENETICOS: - Fersialitización  
- Rubefacción  
- Lixiviación

a otro suelo secundario. También se desarrolla en pendientes moderadas a fuertes (15° a 20°) y tiene como limitante en su desarrollo una gran pedregosidad.

Los Fcozen Háptico son suelos cuya característica principal consiste en tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes. Son suelos poco desarrollados (en la región en estudio estos suelos no pasan de 60 cms. de profundidad) generalmente cubiertos por pastizales. Con el tiempo pueden transformarse en planosoles. El principal proceso de formación de estos suelos es el de la melanización, es decir, el proceso de obsdesecimiento del suelo por acumulación de materia orgánica. Otros procesos secundarios son los de eluviación e iluviación. También se da una gran actividad biológica en esta unidad, principalmente por hormigas, insectos, etc.

Se localizan, en lo general, en climas húmedos.

Su Horizonte A es Mólico debido al proceso de melanización y su Horizonte B es Cábico, es decir, con estructura de suelo y no de roca.

Su textura es mediana y varía entre arcillosos

y francos. En general tiene como fase física limitante, un alto grado de pedregosidad.

g) Unidad de Vertisol Pélico (Vp).

Esta unidad es la más restringida en la Zona del Talud de Transición y se localiza estrictamente en la parte alta del Valle de Surumútaró. Sus principales características son las de estar sujetos a temporadas secas durante el ciclo hidrológico, tener reacción con las bases, con bajo contenido en materia orgánica, de color obscuro y con un alto contenido en arcillas; estos suelos se desarrollan en pendientes casi nulas y bajas ( $0^{\circ}$  -  $7^{\circ}$ ) y tener una microtopografía de tipo "gilgai" o poligonal.

El principal proceso de formación de estos suelos es el de Haploidización por Argilipedoturbación o Piezo-turbación.

Durante la época de seca, el suelo se resquebraja en su porción superficial, hasta una profundidad no mayor de 1 metro. De esta manera el material superficial cae por las grietas, generándose un continuo reciclamiento de sus elementos.

En el caso de Pátzcuaro, estos suelos son de color muy obscuro, casi negro, con una profundidad no mayor a 1 metro. De textura fina que varía entre arcilloso y franco. Moderadamente drenados y con cierto grado de pedregosidad. Mantienen un Horizonte A Umbrico, es decir, una capa superficial de color obscuro, rica en materia orgánica. Además, se desarrollan en las partes altas de las lomas de poca pendiente y onduladas. (Véase Cuadro No. 58).

### III.5.5 Zona Baja.

Localizada entre los 2,040 m.s.n.m. y los 2,100 m.s.n.m., circundando al Lago. Esta es la zona de acumulación aluvial más importante de la Cuenca en donde los procesos de depositación de los materiales provenientes de las demás zonas geomorfológicas, aunado a los procesos de transgresión-regresión del Lago, han generado el desarrollo de unidades edáficas de depositación coluvio-aluvial, permeables y porosos, ricos en materia orgánica y en nutrientes; principalmente en los Valles de Zurumútaró, Zirandangacho, Erongari-cuaro y Charahuén.

VERTISOL PELICO. DRENADO. ACUMULACION DE ARCILLA EN EL HORIZONTE SUBSUPERFICIAL.													
AP	0-30	UMBRICO		TEXTURA FINA: ESTRUCTURA BLOQUES ANGULARES MEDIOS. DESARROLLO DEBIL MODERADAMENTE DRENADO.									
		Arcilla		Color Seco: Café 7.5 YR 5/2 Color Húmedo: Gris muy oscuro 7.5 YR 3/1									
A 11	30-60 60-90	UMBRICO											
		Arcilla		Color Seco: Gris oscuro 10 YR 4/1 Color Húmedo: Gris muy oscuro 10 YR 3/1									
HOR	PROF.	A%	L%	S%	pH AGUA	MO.	CIC.	SAT.%	Ca.	Mg.	K.	Na.	P.
AP	0-30	48	26	26	6.4	2.4	28.8	50	10.7	4.7	0.5	0.2	82.2
A 11	30-60	48	22	30	6.9	1.2	27.5	50	11.9	7.2	0.5	0.3	35.2

PROCESOS PEDOGENETICOS: - Vertisolización  
- Maduración Húmica

CUADRO No. 58.

En esta zona las principales unidades edáficas son:

#### UNIDAD LUVISOLES

a) Unidad de Luvisol Vértico (Lv).

Esta unidad edáfica es la más representativa de la Zona Baja y principalmente de las llanuras lacustres más importantes de la Cuenca, Zurumútaro y Zirandanga-cho.

La primera es la mayor en la Cuenca y constituye un Distrito de Riego (21 SARH) ya que es alimentada por las aguas que fluyen de dos importantes mananciales. (Véase Cuadro No. 59).

b) Unidad de Luvisol Vértico con Vertisol Pélico (Lv+Vp).

Es la más representativa de Zurumútaro. Los Luvisoles Vérticos tienen como características principales el de estar saturados temporalmente o drenados artificialmente, evidencian antiguos períodos de inundación al presentar manchas cromáticas y concreaciones ferromagnesianas mayores de 2 cms.

LUVISOL VERTICO. MUY DRENADO. PROFUNDIDAD MAYOR A 1 MT.

A	0-23	OCRICO Migajón Arcilloso- Arenoso		TEXTURA MEDIA: ESTRUCTURA EN BLOQUES SUBANGULARES FINOS CON FUERTE DESARROLLO. Color Seco: Café 7.5 YR 4/4 Color Húmedo: Café obscuro 7.5 YR 3/2									
B	23-75	ARGILICO Migajón Arcilloso		TEXTURA FINA: ESTRUCTURA EN BLOQUES SUBANGULARES MEDIOS CON FUERTE DESARROLLO. FUERTE ACUMULACION DE ARCILLAS. Color seco: Café fuerte 7.5 YR 4/6 Color Húmedo: Café rojizo obscuro 5 YR 3/3									
HOR	PROF.	A%	L%	S%	pH AGUA	MO.	CIC.	SAT. %	Ca.	Mg.	K.	Na.	P.
AP	0-23	22	24	54	6.4	2.8	18.9	50	10.7	2.8	1.0	0.1	16.1
B 214	23-75	38	30	32	6.7	1.0	28.8	50	10.0	3.9	0.2	0.2	9.4

- PROCESOS PEDOGENETICOS: - Rubefacción.  
- Maduración Húmica  
- Fersialitización  
- Vertisolización  
- Lixiviación

En la Cuenca se desarrollan en pendientes que oscilan entre los 0° y los 7°. Tienen una profundidad menor a 1 metro, con textura fina cuya clasificación es migajón-arcilloso, drenados y con presencia de grietas. A la vez presentan bloques subangulares finos y una gran presencia de arcillas. Su Horizonte A es Ocrico, es decir, con la capa superficial de color claro y un Horizonte B Argílico, característico por su acumulación de arcillas. (Véase Cuadro No. 59).

Esta unidad se encuentra asociada con Vertisoles Pélicos en las áreas drenadas artificialmente o bien con Luvisoles Crónicos como en el caso del Valle de Zirandangacho, al Sur de la Villa de Quiroga en las porciones bajas de la Península de Pomio, en la porción NE de la ribera del Lago.

c) Unidad de Vertisol Pélico (Vp).

Restringida a la zona inundable del Valle de Zuru-mútaró, denominada la Cienega. Aquí se localizan los Vertisoles Pélicos, cuyas características particulares para la Cienega son: el de presentar un solo horizonte Umbrico, es decir, con capa superficial de color oscuro, rico en materia orgánica y pobre en nutrientes.

Su profundidad es de 90 cms. Mantiene una estructura fina en bloques subangulares finos, y textura arcillosa, con un drenaje interno muy débil y con un desarrollo influenciado por el afloramiento del nivel freático. Este es un suelo ligeramente salino con fase química sódica, es decir, que presenta una alta concentración de sodio intercambiable.

c) Unidad de Feozems (Hh;Hl).

Esta unidad ya fue descrita para la Zona de Talud de Transición. Sin embargo, en esta zona sobresalen los Feozems Lúvicos asociados con Luvisoles Vérticos en el Valle de Zirandangacho y bordeando a las Villas de Quiroga y a la Comunidad de Santa Fé de la Laguna, ambas al N. de la Cuenca.

En menor extensión se localiza a esta Unidad al S. de la Península del Tariaqueri, dentro de las tierras de la comunidad de San Pedro Cucuchuchu.

Así también, se presenta esta Unidad asociada con un Planosol Eútrico, como suelo secundario, en la ribera SW del Lago. Esta asociación bordea los límites del Pedregal de Charahuén hasta la propia franja

costera.

Los Feozems Lúvicos son suelos que presentan una acumulación de arcillas en el subsuelo, son más ácidos que los Feozems Háplicos. Para el caso del Valle Sirandangacho presentan las siguientes características; son suelos profundos (1 mt. de profundidad) con la presencia de un horizonte A de tipo Mólico, es decir, cuya capa superficial es de color oscuro, rica en materia orgánica y en nutrientes y un horizonte B de tipo Argílico con acumulación de arcillas, es decir, su principal proceso pedogenético es la Maduración Húmica.

Este es un suelo drenado, de estructura media en bloques subangulares medianos y con una profundidad moderada. Presentan buen drenaje y van de los Migajones Arcillosos Arenosos a los Migajones Arcillosos. (Véase Cuadro No. 60).

Para el caso de San Pedro Cucuchuchu, sobresalen dos diferencias respecto a los primeros, la primera es que la unidad solo está conformada por el Feozems Lúvico y la segunda es su menor profundidad. Se encuentran saturados por agua gran parte del año presentando

FEOZEM LUVICO. MUY DRENADO. PROFUNDIDAD MAYOR A 1 MT. CON GRIETAS Y FACETAS.													
A	0-26	MOLICO Migajón Arcilloso		TEXTURA MEDIA: ESTRUCTURA BLOQUES SUBANGULARES MUY FINOS. DESARROLLO MODERADO. Color Seco: Café 7.5 YR 4/4 Color Húmedo: Café muy oscuro 7.5 YR 2/2									
B	26-82	ARGILICO Migajón Arcilloso		TEXTURA FINA: ESTRUCTURA BLOQUES SUBANGULARES FINOS. DESARROLLO FUERTE. Color Seco: Café oscuro rojizo 5 YR 3/3 Color Húmedo: Café oscuro rojizo 5 YR 2/2									
HOR	PROF.	A%	L%	S%	pH AGUA	MO.	CIC.	SAT. %	Ca.	Mg.	K.	Na.	P.
A	0-26	32	38	30	6.0	4.4	22.0	50	8.9	3.9	1.0	0.1	18.9
B 21+	26-85	38	30	32	6.5	1.6	22.3	50	8.9	2.7	0.1	0.1	7.9

PROCESOS PEDOGENETICOS: - Maduración Húmica  
 - Lixiviación  
 - Rubefacción  
 - Fersialitización

CUADRO No. 60.

procesos de Hidromorfismo.

d) Unidad de Feozems Lúvico con Planosol Eútrico (H1+We).

En el caso de esta Asociación, por localizarse al borde de una colada lávica reciente, se presentan suelos poco profundos. Tal es el caso del suelo secundario cuyas características generales son el de desarrollarse con drenaje deficiente, debajo de la capa superficial o Horizonte A1, se presenta una fase más clara, menos arcilloso que la primera, denominada Horizonte Eg.

Para el caso descrito, el Planosol Eútrico presenta las siguientes características: Suelo de color claro cuya profundidad es menor a 1 metro, de estructura fina en bloques finos subangulares y de textura Migajón Arcilloso, poco drenado y se da una disminución en su contenido de materia orgánica en el subsuelo.

Presenta un horizonte A de tipo Ocrico (capa superficial de color claro que puede ser o no pobre en materia orgánica). Esta asociación edáfica se desarrolla en pendientes que oscilan entre los 7° y los 20°. (Véase Cuadro No. 61).

PLANOSOL EUTRICO. DRENADO. CON HIDROMORFISMO Y ACUMULACION EN EL H. 3 DE Fe/Mn.													
B	16-59	OCRICO Migajón Arcilloso		TEXTURA MEDIA: ESTRUCTURA EN BLOQUES SUBANGULARES FINOS. DESARROLLO FUERTE. Color Seco: Café rojizo 5 YR 4/4 Color Húmedo: Café oscuro 7.5 YR 3/3									
E	59-16	CAMBICO Migajón		TEXTURA MEDIA: ESTRUCTURA EN BLOQUES SUBANGULARES MEDIA. DESARROLLO FUERTE. ACUMULACION Fe/Mn. Color Seco: Gris rosado 7.5 YR 6/2 Color Húmedo: Café 7.5 YR 4/4									
HOR	PROF.	A%	L%	S%	pH AGUA	MO.	CIC.	SAT. %	Ca.	Mg.	K.	Na.	P.
B 21	16-59	34	36	30	6.3	1.5	18.0	50	6.5	2.5	0.1	0.1	4.3
E	59-61	28	40	32	6.5	0.4	16.8	50	6.5	1.8	0.1	0.1	---

PROCESOS PEDOGENETICOS: - Ferrolisis

- Hidromorfismo Temporal

CUADRO No. 61.

e) Unidad de Feozem Háptico con Litosol (Hh+I).

Otra Asociación Edáfica de la Unidad Feozems es la que se localiza en la porción baja del Cerro Guacapia, en la ribera occidental del Lago. Esta asociación es de Feozem Háptico más Litosol, que se desarrolla en pendientes que oscilan entre los 7º y los 20º. Esta Unidad presenta procesos de erosión laminar y de cárcavamiento por lo que algunas áreas han sido completamente denudadas y aflora el material parental que es de tobas de piroclástos y conglomerados tobáceos.

El suelo tiene una profundidad máxima de 60 cms., con una fase física limitante de carácter lítico (presencia de rocas a menos de 40 cms. de profundidad). Su horizonte A es del tipo Mólico por lo que presenta una capa superficial de color oscuro, blanda y rica en materia orgánica, el horizonte B es del tipo Cámbico, es decir, presenta una estructura de suelo y no de roca, Esta unidad presenta buen drenaje y su estructura es media en forma de bloques subangulares finos. Es un suelo Franco.

UNIDAD PLANOSOLES (We)

Muy restringida en la Cuenca y localizada en la

porción baja y costera del Valle de Charahuén al SW. del Lago, así como en la Península de Pomio en la ribera NE, cerca de la comunidad indígena de San Andres Zirón-daro. Ambas unidades se desarrollan en pendientes casi nulas y presentan procesos de hidromorfismo.

f) Unidad de Planosol Eútrico con Gleysol Mólico (We+Gm).

Asociación Edáfica que evidencia que esta zona está sujeta a inundaciones lacustres temporales o bien ha sido desecada recientemente.

En el caso de la Península de Pomio se presenta únicamente el Planosol Eútrico cuyas características principales son: Profundidad hasta 1 metro, horizonte A de tipo Ocrico (capa superficial de color claro) y su horizonte B de tipo Cábico (con estructura de suelo y no de roca) en donde se presenta acumulación de Oxidos de hierro y manganeso. Ambos horizontes tienen bajo contenido en materia orgánica y presentan procesos de hidromorfismo. Su estructura es media en forma de bloques subangulares finos, de textura Migajón Arcilloso. Es un suelo drenado y con fuerte desarrollo. (Véase Cuadro No. 62).

PLANOSOL EUTRICO. MODERADAMENTE DRENADO.

A	0-12	OCRICO Migajón Arenoso Arcilloso	TEXTURA MEDIA: ESTRUCTURA BLOQUES SUBANGULARES FINOS. DESARROLLO MODERADO. Color Seco: Café 7.5 YR 4/4 Color Húmedo: Café oscuro 7.5 YR 3/2										
B E	14 - 12-14	ARGILICO Migajón Arenoso	TEXTURA FINA: ESTRUCTURA MASIVA, GRIETAS Y FACETAS. ABUNDANTE REVESTIMIENTO DE ARCILLAS. Color Seco: Café 7.5 YR 4/4 Color Húmedo: 7.5 YR 3/2										
HOR	PROF.	A%	L%	S%	pH AGUA	MO.	CIC.	SAT.%	Ca.	Mg.	K.	Na.	P.
A	0-12	20	28	52	6.2	2.3	12.8	50	6.5	3.2	0.5	0.1	8.9
E	12-14	16	28	56	6.3	2.2	10.3	50	6.3	3.2	2.2	0.1	4.0

PROCESOS PEDOGENETICOS: - Hidromorfismo  
- Ferrolisis.

CUADRO No. 62.

UNIDAD ACRIsoles.g) Unidad de Acrisol Ortico (Ao).

Restringida a la porción baja Occidental del Cerro Guacapia entre las comunidades de Erongarícuaro y Napi-zaro.

En las partes altas se localizan los Acrisoles Orticos de textura media y con fase Dúrica, es decir, con presencia de ceniza volcánica endurecida a menos de 50 cms. de profundidad.

En las partes bajas de acumulación se localiza y desarrolla una asociación de Acrisol Ortico más Gleysol Húmico, este último tiene una capa superficial de color oscuro, rica en materia orgánica y pobre en nutrientes.

UNIDAD GLEYSOLES (Gm)h) Unidad de Gleysol Mólico (Gm)

Esta unidad se localiza bordeando la mayor parte de franja ribereña del Lago de Pátzcuaro, pero principalmente en la porción Sur de éste, en las franjas

costeras de Zurumítaro, Pareo, Jarácuaro y Erongarícua-ro.

Esta unidad se encuentra permanentemente inundada, abarcando las áreas que fluctúan entre los 0 y los 2 metros de profundidad aunque en algunos meses del año, al reducirse las márgenes del Lago, parte de esta unidad edáfica se localiza por arriba del nivel de las aguas, aunque siempre presenta saturación hídrica.

El tipo de suelo que prevalece es el Gleysol Mólico por lo que su capa superficial es de color oscuro, rica en materia orgánica. Su textura es media, del tipo Limoso-Arcilloso.

Su desarrollo es débil y no presenta horizontes bien definidos.

En general estos suelos son de origen reciente, para el caso de Pátzcuaro, su historia se limita a los últimos 45,000 años, la edad aproximada del propio Lago.

Los Gleysoles son suelos aluviales evolucionados

a partir de aluviones de origen reciente y, presentan perfiles muy debilmente desarrollados. Se encuentran inundados ya sea temporal o permanentemente, lo cual impide el propio desarrollo de los horizontes.

Estos suelos minerales húmedos, son muy similares al material parental que originó a los aluviones y frecuentemente presentan una acumulación de sales, óxidos de hierro y manganeso, etc., a profundidades mayores de 1 metro.

Los procesos en la formación de estos suelos son, primero, el de cumulización con el cual se expresa la acumulación de materia mineral (en la capa superficial del suelo) erosionado de los suelos de las zonas altas. Este material no es acumulado por alguno de los horizontes, por lo que más que proceso pedogenético es un proceso de acumulación geogenético.

Otro proceso importante es el de Gleización, consistente en la reducción de hierro bajo condiciones de inundación del suelo, produciendo un material de color gris azuloso a verdoso, mas o menos pegajoso, compacto, frecuentemente con estructura masiva y en

algunos casos presentan manchas amarillas, cafés o negras junto con concreciones de óxidos de hierro y manganeso.

Por último, a profundidades mayores a 1 metro se produce solinización de sulfatos, cloruros de calcio, magnesio, sodio y potasio en fases salinas.

### III.5.6. Zona Insular.

Las unidades edáficas presentes en las ocho Islas del Lago de Pátzcuaro son, para las Islas Janitzio, Yunuen, Tecuen y Pacanda, los Luvisoles Crónicos de texturas medias y con fase lítica como limitante superficial. Esta Unidad ya ha sido descrita anteriormente. En el caso de la Pacanda, constituida por una emanación lávica, se presenta otra unidad edáfica constituida por Luvisol Ortico, de clase textural media.

En el caso de las Urandes, conformadas por coladas lávicas recientes, la unidad edáfica característica es la Asociación de Litosol más Luvisol Ortico. Ambas unidades ya fueron descritas.

En la Isla Jarácuaro, la mayor en extensión, se localiza la Asociación Edáfica compuesta por Acrisoles Orticos y Planosoles Eútricos con clase textural media. Estos suelos ya fueron descritos dentro de las unidades edáficas localizadas en la Zona Baja.

### III.5.7. Los Principales Procesos Pedogenéticos.

Como se visualiza en los cuadros referentes a los atributos fisicoquímicos de los tipos de suelos localizados en la Región Natural de Pátzcuaro, son seis los procesos pedogenéticos más importantes que se identifican muy claramente. (Véanse Cuadros Nos. 51 y 62).

Para la comprensión cabal de estos procesos de formación de los suelos se vuelve medular presentar un esquema cronológico de la formación de los mismos a nivel regional.

En este esquema se ha tomado en consideración la particular geodinámica volcánica pliocuaternaria así como la génesis y evolución del sistema lacustre

local. (Véase Cuadro No. 48 ).

Sin embargo, este intento cronológico debe de ser considerado como uno de carácter preliminar y sujeto a cambios en ulteriores estudios de tipo edafológico, principalmente en lo que concierne al estudio de los actuales procesos pedogenéticos.

Ahora bien, los seis procesos pedogenéticos más relevantes en Pátzcuaro, enlistados en orden cronológico son:

- 1) Fersialitización sobre el vulcanismo antiguo. Plioceno.
- 2) Lixiviación sobre el vulcanismo cuaternario.
- 3) Andolización sobre el vulcanismo reciente.
- 4) Pedogénesis no evolucionada sobre los aportes volcánicos más recientes.
- 5) Vertizolización sobre material lacustre y fersialítico.
- 6) Gleyzación sobre aluviones lacustres.

Por otro lado, en lo que a distribución espacial se refiere, los tres procesos pedogenéticos principales

en la región en estudio son: La Andolización, La Lixiviación y la Fersialitización. Estos tres, en grado decreciente en cuanto a su extensión regional.

A continuación señalaremos brevemente los principales mecanismos y atributos inherentes a cada proceso pedogenético; tomando en cuenta las propuestas de la escuela edafológica francesa (Deuchoufour. 1983).

a) La Fersialitización.

Los suelos fersialíticos son de color ocre y/o rojizo, ricos en sesquióxidos, que se desarrollan en climas cálidos, (Subtropical, Tropical y Ecuatorial).

Dos procesos característicos de estos suelos son la alteración de los minerales primarios y la rápida biodegradación de la materia orgánica, lo que provoca la alteración geoquímica de hidrólisis neutra o poco ácida, lo que conduce a una concentración de óxidos libres.

Desde el punto de vista ecológico, estos son suelos característicos de climas lo suficientemente húmedos para permitir la formación de vegetación leñosa.

La Fersialitización consiste en una fuerte individualización y una evolución particular de los óxidos de fierro (rubefacción). Los procesos de neoformación son poco marcados y las arcillas subsisten a una lixiviación más o menor importante.

Estos suelos se desarrollan en los climas mediterráneos con estación seca, o bien en climas marcados por una fuerte oposición entre una estación seca y cálida y una de tipo húmedo y relativamente fría, cuyas temperaturas medias fluctúan entre los 13° y los 20C, y la precipitación es característica de los climas subtropicales, es decir, entre 500 y 1000 mms. de lluvia, por consiguiente un fuerte grado de ETP. Un ejemplo muy claro lo es nuestra región en estudio.

La edad del material parental concierne esencialmente a los depósitos cuaternarios y depende de su composición mineralógica (rocas cristalinas) y el grado de minerales alterables ricos en fierro y en bases. Como lo es el caso del basalto.

Otro factor mas es el drenaje. Estos suelos son muy susceptibles a la erosión por lo que el factor topográfico juega un rol importante. Sobre pendientes

suficientemente fuertes, la erosión es un factor de rejuvenecimiento de los suelos.

En medios ácidos, las facies que contienen a la materia orgánica circulan lateralmente lo que permite los procesos de concreción en masa, tal como sucede con los Acrisoles Orticos de Pátzcuaro. La presencia de un horizonte B+ (de acumulación) es una característica de los suelos fersialíticos (Véanse Cuadros Nos. 55, 56, 57 y 59 ).

La Lixiviación y el empobrecimiento son otros procesos pedogenéticos característicos de estos suelos. El primero es un proceso ligado a la deshidratación de los óxidos de fierro ligados a las arcillas, provocada por una desecación más o menos pronunciada del medio.

El empobrecimiento no es sino la pérdida de arcillas en el horizonte A, por eliminación lateral.

Este último proceso es característico de los climas cálidos contrastados como en el caso de nuestra región de estudio.

## b) Lixiviación.

También denominado proceso de lavado. Los suelos lixiviados son muy comunes entre los suelos pardos o enrojecidos, resultado de los procesos de empardecimiento.

En éstos, el horizonte B se subdivide en dos partes debido a la intervención de un proceso de arrastre mecánico de las arcillas, generando esto un horizonte  $A_2$  de color claro, empobrecido en arcillas, fierro y bases intercambiables, y un horizonte B+ de tipo argílico, enriquecido con esos mismos elementos (Véanse Cuadros Nos. 53, 55, 56, 57, 59 y 60).

El proceso de lixiviación se acompaña de una acidificación en la parte superior del perfil. Otra característica importante de estos suelos es la rápida descomposición de humus, producto del lavado.

Los suelos lavados son característicos de los climas templados con fuerte pluviometría, tal es el caso de Pátzcuaro y en general de la Cordillera Neoveolcánica. A su vez, permiten el desarrollo de bosques

de coníferas y mixtos.

Los Luvisoles de Pátzcuaro son los suelos característicos en donde se desarrolla este proceso de lavado.

c) La Andosolización.

Los Andosoles, suelos de color oscuro, casi negros, se desarrollan a partir de los afloramientos de cenizas volcánicas formando complejos "alófano-húmicos". En éstos, la materia orgánica juega un papel esencial puesto que permite la alteración característica, generando compuestos minerales amorfos.

Estos compuestos "estabilizan" a la materia orgánica y la protege de la biodegradación microbiana, lo que provoca una acumulación de la materia orgánica en el perfil.

La formación de estos complejos mineral-orgánicos se desarrollan esencialmente por el clima y el material mineral de tipo volcánico.

Los dos componentes principales de los Andosoles son: la materia orgánica humificada, resultado de los

procesos de insolubilización de los precursores y los alófanos, silicatos de aluminio mal cristalizados.

El material parental, es el factor ecológico principal en este proceso, siendo que la rapidez de alteración del material original es la causa de dicho proceso.

El clima juega un rol fundamental en dicho proceso, este no se desarrolla más que en climas húmedos permanentemente, o bien en donde el ETP sea lo suficientemente débil para permitir una humedad constante de los suelos.

Todo esto da como resultado que la distribución de los Andosoles se da en las regiones montañosas húmedas a una altitud media en función de la cima zonal. En las altitudes bajas se desarrollan suelos más ricos en arcillas, como el caso de los suelos fersialíticos en Pátzcuaro. (Véase Mapa No. 9).

La topografía es el otro factor que se combina con el climático; en general, los Andosoles se desarrollan en pedoclimas húmedos, relativamente drenados, en pendientes bajas o en el fondo de los valles.

La vegetación juega un rol poco importante en el proceso.

d) Pedogénesis no Evolucionada sobre los Aportes Volcánicos más Recientes.

Este tipo de suelos que se localizan en Pátzcuaro, tiene como particularidad el de carecer un horizonte B de alteración, como el caso de los Litosoles en las coladas de lava basáltica de clara expresión en el relieve; los suelos Planosoles y Rankers, que se diferencian de los primeros por tener un Horizonte Humífero (AC) bien visible y más o menos desarrollados; los Regosoles, localizados sobre roca blanda, y los suelos "rejuvenecidos" por los procesos de erosión fluvial.

e) Vertizolización sobre Material Lacustre y Fersialítico.

Los Vertisoles, suelos de color oscuro, ricos en arcillas gonflantes, son suelos intrazonales desarrollados bajo climas muy contrastados, con una temporada de secas, acentuada y cálida.

Para un buen desarrollo requieren de ciertas condiciones particulares de estacionalidad, topográficas y del material original.

Se localizan, preferentemente, en depresiones colmatadas por un material arcilloso rico en calcio y magnesio (como el basalto), cationes indispensables para la neoformación de arcillas gonflantes, ricas en sílice.

En estas condiciones particulares del medio, el perfil pasa rápidamente, dependiendo de la estación, de condiciones de hidromorfismo acentuado por la "obstrucción" completa de los poros capilares a una muy fuerte desecación del horizonte.

Todas las propiedades morfológicas, físicas, bioquímicas y mineralógicas de los Vertisoles se explican por los contrastes estacionarios de su pedoclima.

En estos suelos se generan procesos de Humificación, dándole al suelo un color oscuro y una homogenización del perfil por los movimientos vérticos.

f) La Gleyzación sobre Aluviones Lacustres.

Los suelos de Gley se caracterizan por sufrir cierta estacionalidad en su capa freática permanente, oscilando entre 0 y 1 metro como máximo.

Se localizan en las llanuras aluviales al borde de los ríos, los lagos y las lagunas.

La circulación del agua en el perfil es nula o muy lenta, lo que impide la disolución del oxígeno durante el período cálido. Contienen una cantidad elevada de material orgánica.

El perfil tiene como particularidad el presentar altos contenidos de hierro en estado ferroso, dándole un color gris verdoso al suelo.

Los suelos de Gley nunca presentan un período seco, y la vegetación que los caracteriza es de tipo hidrófilo, como es el caso de Pátzcuaro.

g) La Maduración Húmica.

Proceso caracterizado por una evolución particular de la materia orgánica (Maduración) y del complejo de alteración (formación de arcillas gonflantes), condicionado por la existencia de fuertes contrastes estacionales de humedad del pedoclima y por la abundancia en el medio, de cationes alcalino-terrosos, de calcio y manganeso.

Esta doble evolución permite la formación de un complejo argílico-húmico muy específico. (Véanse Cuadros Nos. 56, 58, 59 y 60).

Estos suelos isohúmicos son "zonales" y su evolución es esencialmente bioclimática. La acción del clima y de la vegetación son fundamentales.

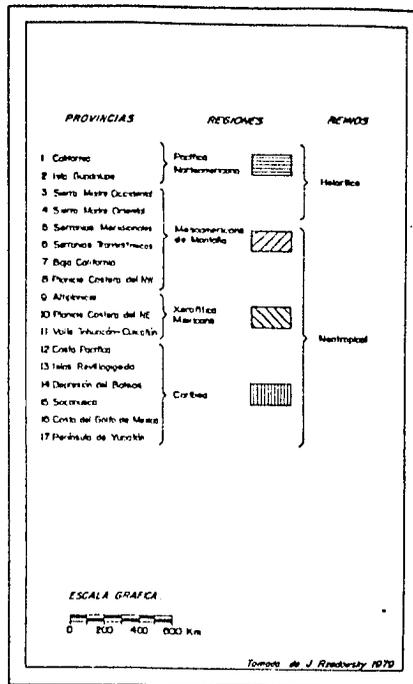
### III.6. LA VEGETACION Y SU DISTRIBUCION EN LA CUENCA.

#### III.6.1. El Marco Fitogeográfico General.

Como lo mencionamos en el Marco de Referencia Regional, nuestra zona de estudio queda comprendida, desde el punto de vista geobotánico, dentro de la Región Fitogeográfica Mesoamericana de Montaña, considerada en lo general, como zona de influencia transicional de los reinos florísticos Holártico y Neotropical. (Rzedowski, 1979). (vease cuadro no. 63)

Es aquí donde confluyen elementos de ambos reinos cuya presencia implica una gran riqueza florística y de suma importancia, desde el punto de vista biogeográfico. (Rzedowski. Op.Cit.; p. 102).

Dicha región fitogeográfica se subdivide a su vez en cuatro provincias dentro de las cuales, la Provincia de las Serranías Meridionales, es en la que queda comprendida el Eje Neovolcánico Transmexicano y por ende la Cuenca de Pátzcuaro, Mich.



CUADRO No. 63.

Esta provincia, que no solo abarca el Eje Neovolcánico sino también la Sierra Madre del Sur y las Sierras del Norte de Oaxaca, tiene como principales características, la de presentar, predominantemente, bosques de Pinos y Quercus, así como el de ser una provincia cuyas características fisiográficas propician un gran número de endemismos. (Rzedowski. Op.Cit.; p. 103).

Como lo discutimos anteriormente, existen evidencias generales sobre el desarrollo de la vegetación durante el Cuaternario y específicamente durante los últimos 45,000 años. Sin embargo, estas evidencias a nivel regional, no permiten analizar la evolución y distribución de la vegetación, a nivel Meso y Microregional.

A pesar de ésto, es posible deducir que la región no ha sufrido grandes cambios desde el punto de vista florístico y que en lo general, la vegetación es homogénea, dadas las características fisiográficas y la propia extensión del área de estudio.

Quizá los cambios más evidentes en la estructura y distribución de la vegetación se derivan de la gran manipulación de ésta a partir de los últimos 5,000 años, correspondiendo a la llegada de los primeros grupos de cazadores-recolectores y más tarde al asentamiento de una de las sociedades mesoamericanas más desarrolladas, la Purépecha, cuyo centro de acción fue precisamente la región lacustre de Pátzcuaro, Mich., región densamente poblada hasta la actualidad.

Por tal motivo, "la acción humana ha sido tan significativa que puede afirmarse que todas las comunidades vegetales de la cuenca están perturbadas en mayor o menor medida. Así mismo es posible suponer que una gran parte de la vegetación actual es de carácter secundario". (Caballero, J. y Barrera, N. et. al. 1981; p. 83).

Sin duda, el factor antropogénico ha sido de gran relevancia en la transformación del medio ambiente y principalmente de la vegetación, sin embargo, dada la importancia de este factor "modelador" de la Cuenca y del impacto que ha provocado a través de la Historia Regional no sólo de la vegetación sino del sistema

natural en su conjunto, lo discutiremos en un capítulo siguiente.

La Región Lacustre de Pátzcuaro ha sido objeto de estudio de un sinnúmero de botánicos (cabe señalar que el Barón de Humboldt visitó la región durante el transcurso de su viaje hacia el Jorullo en el actual Estado de Colima) e investigadores interesados en esta área del conocimiento, por lo que existe una bibliografía botánica que ha ayudado a interpretar, en lo general, la descripción de la vegetación de nuestra zona de estudio, tanto de los ecosistemas terrestres como los ecosistemas acuáticos. (Véase anexo bibliográfico).

Sin embargo, para el estudio detallado de la distribución de la vegetación y de los paisajes agrícolas de la Cuenca, se confeccionó una Carta de Vegetación y Uso del Suelo a la escala 1:50,000, tomando como base, para el caso de la vegetación, los estudios realizados por Caballero, J., Lot, A. y Mapes, C., quienes realizaron una intensiva colecta botánica y etnobotánica de los ecosistemas terrestres y acuáticos de la región en estudio.

Para la confección de la Carta se utilizaron fotografías aéreas a color escalas 1:25,000 y 1:35,000; se hicieron recorridos exhaustivos de terreno, transectos altitudinales, para así, delimitar los tipos de vegetación existentes en la Cuenca.

La colecta botánica, la identificación de las muestras colectadas y la caracterización de los tipos y asociaciones vegetales correspondió a los compañeros mencionados líneas arriba.

Por otro lado, la fotoidentificación, fotointerpretación y vaciado de los datos al mapa topográfico (escala 1:50,000) es una obra colectiva de Barrera, N.; Caballero, J.; Ducoing, E. y Lot. A.

Para el caso de este trabajo, se decidió presentar la Carta de Vegetación y Paisajes Agrícolas, a la escala 1:100,000. (Véase Mapa No. 10 ).

### III.6. 2 Los Ecosistemas Terrestres.

Estos están representados por varios tipos de

vegetación, principalmente de Bosques de Oyamel, de Pino, Pino-Encino, Encino y Encino-Pino. De matorrales de carácter secundario derivado de estos bosques: Matorral de Baccharis y matorral Xerófilo, así como de Zacatonales y Pastizales inducidos. (Véase Cuadros Nos. 64 y 65).

Para el caso de los bosques, tanto de coníferas como de latifoliadas, su distribución y la de sus asociaciones correspondientes, no mantiene patrones estrechos ni geomorfológicos, ni altitudinales, tampoco en los topográficos y edafológicos regionales, dada la gran perturbación de origen antropogénico; así, la supuesta homogeneidad en la cobertura vegetal, vista desde una escala mayor, se convierte en una gama compleja de muy variados mosaicos vegetacionales al hacer un análisis más fino sobre la cobertura vegetal.

Los principales bosques presentes en la Cuenca son:

A) Bosques de Abetos, Abietales, Oyamales o Pinales.

Se localizan en la Zona de Alta Montaña, cuyo

PRINCIPALES RASGOS GEOMORFOLOGICOS  
Y TIPOS DE VEGETACION TERRESTRE.

RASGOS GEOMORFOLOGICOS	TIPOS DE VEGETACION	RANGO ALTITUDINAL
Zona de Alta Montaña	Zacatonales Abietales Pinares	2,900-3,300 m
Zona de Montaña	Pinares Encinares Pastizales	2,900-2,400 m
Zona de Valles Fluvio volcánicos e Intermon tanos.	Matorral de <i>Baccharis</i> Pinares Encinares Pastizales Inducidos	Varios
Zona de Talud de Transición	Pinares Encinares Matorral de <i>Baccharis</i> Matorral Xerófilo Pastizal Inducido	2,100-2,400 m
Zona de Valles Ribere ños y lomeríos	Pastizal Inducido Matorral Xerófilo Matorral de <i>Baccharis</i> Encinares.	2,040-2,100 m

CUADRO No. 64.

EXTENSION DE LOS PRINCIPALES ECOSISTEMAS TERRESTRES DE  
LA CUENCA DEL LAGO DE PATZCUARO, MICH. 1980.

UNIDADES DE VEGETACION	EXTENSION	PORCENTAJE
PINARES	179.29 km <sup>2</sup>	39.07 %
PASTIZALES	133.70 km <sup>2</sup>	29.13 %
ENCINARES	86.03 km <sup>2</sup>	18.55 %
MAFORRAL <i>BACCHARIS</i>	40.00 km <sup>2</sup>	8.51 %
MAFORRAL XEROFILO	15.00 km <sup>2</sup>	3.16 %
BOSQUES CULTIVADOS	2.80 km <sup>2</sup>	0.61 %
ABIETALES	2.00 km <sup>2</sup>	0.34 %
<u>TOTAL:</u>	478.82 km <sup>2</sup>	100 %
AREA TERRESTRE:	829.20 km <sup>2</sup>	55.33 %

CUADRO No. 65.

rango altitudinal fluctúa entre los 2,900 y 3,300 m.s.n.m., aproximadamente. Estos bosques se encuentran escasamente representados en la Cuenca.

Su distribución se encuentra marginada en algunos picos de los volcanes más elevados como El Zirate al N.; El Frijol al SE; y La Virgen al SW., en la mayor parte de los casos se encuentran fuertemente perturbados debido, principalmente a la tala inmoderada. (Barrera, N.; Caballero, J.; et.al.).

Según el Mapa de Vegetación y Sistemas Agrícolas (Barrera. Op.Cit. 1982; esc. 1:50,000), este tipo de vegetación se encuentra representada primordialmente por Abies religiosa y Pinus pseudostrobus.

Otras especies representativas de dicha asociación son:

Quercus laurina

Quercus rugosa

Clethra mexicana

Eupatorium mayretianum

Mullenbergia macroura

Según otros autores (Reyna. 1975; p. 87-96 y Leavenworth. 1946; p. 137), quienes han colectado en la Sierra Tarasca o Meseta Tarasca, mencionan a esta comunidad, localizada en las mayores alturas en donde se muestran, Abies religiosa con Pinus spp. Dichos autores le confieren una distribución generalmente muy restringida. Así también para la región de Nueva Galicia, cercana a nuestra zona de estudio, Rzedowski y Mc Vaugh (1966) le confieren a estos bosques las mismas características mencionadas anteriormente por Rzedowsky (Op.Cit.; pp. 73,74,302 y 310). Este último autor discute este tipo de bosques, tanto desde el punto de vista de su distribución en la República Mexicana, como de su composición florística, confiriéndole cierta semejanza con los bosques de Norteamérica y Eurasia denominados "Taiga", aunque subraya algunas dudas sobre las posibles similitudes entre los bosques de Abies en México y los de la "Taiga".

Una característica principal de esta comunidad en México según el autor, es que... "prácticamente no interrumpe sus actividades de fotosíntesis, absorción y transpiración, si acaso sufre una disminución durante los períodos más fríos o más secos del año. Siempre hay verdor en los niveles inferiores de la comunidad y el período de floración de muchas especies corresponde precisamente a los meses de Diciembre, Enero y Febrero". (Rzedowski, Op.Cit.; p. 303).

El mismo autor subraya que la presencia de estos bosques se encuentra íntimamente condicionada a áreas de alta humedad. Que sus suelos, a pesar de estar poco estudiados, son en general, suelos profundos, bien drenados, pero con humedad durante todo el año.

#### B) Bosques de Pinos.

Dichos bosques se desarrollan a partir de los 2,100 metros hasta 3,000 m.s.n.m. dentro del Talud de Transición como de la Zona de Montaña. Son los mayormente representados en la Cuenca. Estos bosques están constituidos por varias asociaciones: Pinares de Pinus teocote y Pinus lawsoni; Pinares de Pinus leyophylla;

Pinares de Pinus michoacana var. cornuta y Pinus montezumae y finalmente los Pinares de Pinus pseudostrobus.

Otros autores (Reyna, T.; Leavenworth, W.; Rzedowski, J. y R. Mc Vaugh) no llegan a definir con precisión dichas asociaciones, por lo que la correspondencia en áreas circundantes de nuestra zona de estudio no puede ser discutida.

Según Rzedowski, J. (Op.Cit.; p. 283-302) "Los pinares son comunidades vegetales muy características de México y ocupan vastas superficies de su territorio, aunque la mayoría de las especies mexicanas de Pinus posee afinidades hacia los climas templados a fríos y semihúmedos y hacia los suelos ácidos, existen notables diferencias entre una especie y otra...". "Por otra parte, dentro de las mismas zonas de clima templado y semihúmedo los pinares no constituyen el único tipo de vegetación prevaleciente, pues compiten ahí con los bosques de Quercus y a veces con los de Abies, de Juniperus, de Alnus y con algunas otras comunidades vegetales". (p. 283-284).

Debido a todo esto y a la profunda perturbación de carácter antrópico, hace que para nuestra región de estudio se haga difícil una representación espacial precisa de este tipo de vegetación y sus asociaciones principales.

A pesar de esto, expondremos brevemente las principales características de estas asociaciones y su ubicación en la Cuenca.

a) Pinar de Pinus teocote y Pinus lawsoni.

Dicha Asociación se localiza entre los 2,100 y los 2,500 m.s.n.m.; precisamente en la franja constituida por el Talud Transicional y por consecuencia ésta ha estado sujeta a intensos cambios producidos por la apertura de la frontera agrícola, por el pastoreo y la tala inmoderada. Debido a ésto existen procesos erosivos de mediana e intensa acusidad.

Dicha asociación se ubica en la porción N. y NE. de la Cuenca, en la Sierra del Zirate y del Tigre principalmente.

En dicha comunidad, coexisten otros elementos

como:

Quercus obtusata

Arbutus xalapensis

Baccharis conferta

Termstroemia pringlei

Calliandra grandiflorum

Verbesina greenmanii

Algunos autores opinan que esta asociación es de carácter secundario, derivado de bosques más mesófilos por sus climas correspondientes. (Rzedowski, Op.-Cit.; p. 289).

b) Pinar de Pinus leyophylla.

Esta Comunidad se desarrolla en un rango altitudinal que varía entre los 2,100 metros y los 2,800 m.s.n.m., abarcando el Talud de Transición y la Zona de Montaña, en áreas de mayor humedad establecidas para la Cuenca, esta localizada principalmente en las porciones S. y SW. de la Región Lacustre, en las Sierras de Santa Clara, Tingambato y Pichátaro. También se localiza, en menor medida, al N. y NE. en las Sierras del Zirate y el Tigre.

En dicha Comunidad se presentan otros elementos importantes como:

Pinus michoacana var. cornuta

Pinus pseudostrobus

Quercus obtusata

Quercus rugosa

Quercus laurina

Quercus castanea

Baccharis conferta

Los principales suelos en donde se desarrolla esta comunidad son los Andosoles, suelos de textura fina, más o menos profundos, derivados de cenizas volcánicas.

Esta comunidad también se encuentra, bien representada en la Sierra Tarasca (Reyna. Op.Cit.; p. 91-94) y en la Nueva Galicia (Rzedowski y Mc Vaugh. Op.Cit.; p. 60).

c) Pinares de Pinus michoacana (var. cornuta) y Pinus montezumae.

Comunidad localizada entre los 2,200 y los 2,500

m.s.n.m., principalmente en las vertientes S. y SW. de la Cuenca, en el Talud Transicional de las Sierras de Tingambato y Pichátaro. Esta es la comunidad de menor representación en la Cuenca y se desarrolla principalmente en suelos derivados de Ando y cenizas volcánicas, también denominados suelos cafés forestales.

Otros elementos importantes que componen dicha comunidad son:

Quercus rugosa

Alnus acuminata

Senecium spp.

Muhlenbergia macrorura.

Según Loock (1950. p. 20-37) el Pinus montezumae es el más abundante en el Eje Neovolcánico Transmexicano, lo cual contrasta con el poco predominio de esta especie en nuestra región de estudio.

Leavenworth (Op.Cit.; p. 147 y 148) comparte la misma idea de Loock, para el Cerro de Tancítaro en la Sierra Tarasca, al SW. de la Cuenca de Pátzcuaro,

Mich.

d) Pinar de Pinus pseudostrobus.

Esta Comunidad se localiza entre los 2,400 y los 2,800 m.s.n.m., en la Zona de Montaña, y a partir de los 2,800 hasta casi los 3,000, en la Zona de Alta Montaña, aquí asociada con Abies religiosa.

Se desarrolla en suelos arenosos como los Andosoles, en lugares abiertos y en suelos poco profundos como los Litsoles, en cañadas.

Su localización en la Cuenca se da en las vertientes S. y SW. y principalmente en la Sierra de Santa Clara, aquí particularmente en el Cerro El Frijol (3,300 m.s.n.m. aprox.) así como en las Sierras de Tingambato y Pichátaro.

Esta comunidad también se localiza en la Península de Tariaqueri, que bordea al Lago en su ribera Oriental, aunque en menor proporción que en las zonas anteriores.

Estos bosques se desarrollan en áreas de alta humedad en relación a la de la Cuenca y principalmente

en pendientes fuertes y muy fuertes.

Otros elementos que componen a este pinar son:

Pinus leyophylla

Pinus montezumae

Quercus rugosa

Quercus crassipes

Alnus lorullensis

Alnus xalapensis

Baccharis conferta

Solanum hartweggi

Salvia mexicana

Bidens spp.

Otro tipo de vegetación predominante en la Cuenca de Pátzcuaro, aunque en menor extensión que el Bosque de Pino, es el Encinar.

c) Encinares.

Esta Comunidad, característica de las zonas montañosas de México, constituye en gran parte, junto con los pinares, la cubierta vegetal de los climas templados semihúmedos. (Rzedowski. Op.Cit.; p. 263).

A su vez, los Encinares comparten ciertas características ecológicas con los Pinares, de allí que los bosques de Pino-Encino o bosques mixtos se presenten frecuentemente en el país en los climas anteriormente mencionados.

Para la región en estudio esta simbiosis se encuentra bien representada. Al parecer ésto es producto de distintas etapas sucesionales, en donde, el bosque mixto parece ser la comunidad madura. (Caballero; Barre-ra. Op.Cit.; p. 85-86).

Los encinares presentes en la Cuenca se distribuyen de los 2,100 a los 2,400 m.s.n.m. (encinares de bajas altitudes) y de los 2,400 a los 2,800 m.s.n.m. (encinares de altura). Los primeros se desarrollan en el Talud de Transición y preferentemente en los malpaíses o coladas lávicas recientes. Los segundos tienen como hábitat la Zona de Montaña y los Valles Intermontanos.

Los suelos en donde se desarrollan estas comunidades son los Litsoles y Acrisoles Orticos en el caso de los Encinares de Bajas Altitudes y los Andosoles, Luvisoles y Litsoles en el caso de los segundos.

Las principales comunidades encontradas en la zona son: Encinar de Quercus rugosa, Encinar de Quercus obtusata, Encinar de Quercus castanea, Encinar de Quercus candicans y Encinar de Quercus laurina.

A continuación describiremos brevemente y ubicaremos a dichas comunidades.

a) Encinar de Quercus rugosa.

Se desarrolla de los 2,120 m.s.n.m. a los 2,900 metros, siendo el encinar mayormente representado en la Cuenca. Según Rzedowski (Op.Cit.; p. 278) es uno de los encinares de mayor importancia en el Eje Neovolcánico Transmexicano a altitudes superiores a 2,400 mts. Existen tres comunidades diferentes, las que se desarrollan en los malpaíses, las que se desarrollan en la Zona de Montaña y finalmente las que se desarrollan en barrancos y cañadas.

En los tres casos se localizan suelos derivados de cenizas volcánicas o Andosoles y Litosoles; suelos poco profundos, bien irrigados y muy afines a su material parental, en este caso basaltos.

Los principales elementos que componen a esta comunidad son:

Quercus obtusata  
Quercus candicans  
Quercus castanea  
Pinus pseudostrobus  
Pinus leyophylla  
Alnus jorullensis  
Clethra mexicana  
Baccharis conferta  
Eupatorium mayretianum

Estas comunidades se localizan en los malpaíses de Pátzcuaro al Sur; de Charahuen al SW; de Chimilpa al SW; así como también en la Sierra de Pátzcuaro al W., principalmente en la cima del Cerro Guacapia y finalmente, en la vertiente N. y NE. en las Sierras del Zirate y del Tigre.

b) Encinar de Quercus obtusata.

Es la Comunidad de menor representatividad en la Cuenca. Esta se desarrolla en áreas de gran disturbio, con suelos bastantes infértiles, con grandes

pendientes y en áreas de mayor acidez.

Su localización se restringe al Cerro de La Taza al NE. y al Cerro Chapultepec al Este de la Cuenca, respectivamente.

Esta comunidad está compuesta por otros elementos como:

Crataegus pubescens

Arbutus xalapensis

Calliandra grandiflora

Indigofera Spp.

c) Encinar de Quercus castanea.

Esta comunidad está representada de manera restringida en la Cuenca. Se localiza al SW., en el Pedregal de Chimilpa, al S. en el volcán el Estribo, al N. y NE. en las Sierras del Zirate y del Tigre y al E. en el malpais de Coenembo.

Se desarrolla principalmente, sobre suelos cafés del tipo de los Andosoles, así como en menor medida en suelos poco desarrollados, pedregosos y con buena

irrigación (Litsoles).

Otros elementos que corresponden a dicha comunidad son:

Quercus obtusata

Quercus rugosa

Quercus candicans

Baccharis conferta

Eupatorium mayretianum

Salvia Spp.

Muhlenbergia macrorura

d) Encinar de Quercus candicans.

Esta Comunidad se encuentra restringida a las áreas de barrancos y cañadas, en donde hay gran humedad.

Su localización se da primordialmente, al N. de la Cuenca, cerca del volcán La Acúmura, así como en áreas restringidas de la Península del Tariaqueri.

Esta comunidad se desarrolla sobre suelos arcillosos, lavados y ácidos como lo son los Luvisoles.

Estos bosques se componen además, por otros elementos como:

Quercus castanea

Ternstroemia pringlei

Arctostaphylos cerguta

Arbutus glandulosa

e) Encinar de Quercus laurina.

Esta Comunidad, cuyas características se asemejan a la del Bosque Mesófilo de Montaña, se desarrolla en áreas muy húmedas, entre los 2,200 y los 2,600 m.s.n.m., en forma de manchones aislados y localizados al N. en la vertiente del Zirate y en el Pedregal de Pátzcuaro al Sur de nuestra región en estudio. Esta última comunidad es, sin duda, la menos perturbada de la región.

Los suelos sobre los cuales se desarrollan dichas comunidades son, principalmente, derivados de Ando (Andosoles), con gran presencia de materia orgánica en el horizonte superficial, poco profundos, bien irrigados y semejantes al material parental de origen.

Los principales elementos que componen a dicha comunidad son:

Pinus pseudostrobus

Tilia mexicana

Ternstroemia pringlei

Styrax tamireyii

Cornus disiflora

Symplocos prionophylla

Empatorium mayretianum

Salvia Spp.

Tillandsia Spp.

Rzedowski (Op.Cit.; p. 270) arguye que "en los encinares más húmedos propios sobre todo del Centro y Sur de México a menudo también se encuentran árboles de otros géneros, como por ejemplo: Clethra, Cornus, Ilex, Oreopanax, Styrax, Symplocos, etc.

Leavenworth (Op.Cit.; p. 150) describe, dentro de lo que él denomina Cloud Forest, para el Cerro Tancítaro, comunidades localizadas entre los 7,000 y los 8,000 pies, (2,100-2,500 m.s.n.m.) a las que denomina "Cloud Forest... of the lower stream valleys"

en donde Quercus laurina se encuentra bien representado hasta cerca de los 8,400 pies de altura (2,560 m.s.n.m. aprox.).

Para Rzedowski y Mc Vaugh (Op.Cit.; p. 61,62-69) los bosques de Q. laurina, localizados en la región de Nueva Galicia, se desarrollan, en condiciones favorables de humedad entre los 1,500 y los 2,500 m.s.n.m.

D) Matorral de Baccharis.

Producto de la intensa actividad humana en la región, la cual ha provocado un acusado desmonte para la apertura de nuevas áreas agrícolas o bien áreas de pastoreo y generado en las zonas en donde antiguamente se localizaban bosques de pino-encino principalmente, comunidades vegetales derivadas de estos bosques y consiguientemente de carácter secundario.

Dichas comunidades están ampliamente representadas en la Cuenca, entre los 2,500 y los 3,000 m.s.n.m., abarcando el Talud de Transición de las Sierras que

circundan a la Cuenca. Se representan en manchones intercalados con pastizales inducidos y con las áreas agrícolas.

Estos matorrales se desarrollan en casi todos los suelos presentes en Pátzcuaro: Andosoles, Luvisoles, Acrisoles principalmente.

Los principales elementos que componen esta comunidad son:

Pinus Spp.

Baccharis conferta

Baccharis ramulosa

Pinus leyophylla

Pinus lawsoni

Quercus obtusata

Mimosa bucifera

Tagetes lanulata

Acacia pennatula

Arbutus xalapensis

Solanum hartwegii

Senecio salignus

Yuca filiferaErythrina Spp.

Rzedowski y Mc Vaugh (Op.Cit.; p. 67-68) hacen breve referencia a estas comunidades para Nueva Galicia, asignándolas como secundarias derivadas de bosques de Pino-Encino, provocadas por incendios, sobrepastoreo, etc. Los autores indican además, que por arriba de los 2,000 m.s.n.m., en zonas húmedas, se presentan arbustos como Baccharis y Senecio.

Rzedowski, (Op.Cit.; p. 301-302) al referirse a las comunidades secundarias derivadas de bosques de pino, subraya la escasez de datos en la literatura y el poco conocimiento sobre dichas comunidades ecológicas.

Sin embargo, aclara que matorrales como los de Baccharis Spp., entre otros, pueden ser relacionados como probables sucesores de Bosques de Pino.

E) Matorral Xerófilo.

Comunidad vegetal representada principalmente

por Euphorbia calyculata, Opuntia Spp. y Verbesina Spp. Esta se localiza, rodeando a la Cuenca, en los valles ribereños, lomeríos y malpaíses que se localizan entre los 2,040 y 2,300 m.s.n.m. ya en el Talud de Transición.

Esta comunidad, parece representar un disclimax por perturbación de carácter antropogénico (Caballero, Barrera, et.al. Op.Cit.; p. 88-89).

Al igual que en el matorral de Baccharis, su distribución y localización se da en manchones, en ocasiones bastante cerrados, intercalados con pastizales y áreas de cultivo.

Esta comunidad se desarrolla preferentemente en áreas pedregosas y erosionadas. Se localiza principalmente en la Península de Tariaqueri en los Cerros Yahuarato y Tariaqueri, así como en la vertiente N. y NE. de la Cuenca, en las estribaciones de las sierras del Zirate y del Tigre; y al W. en las estribaciones de la Sierra de Pátzcuaro, principalmente al pie del Cerro Guacapia. Manchones de menor extensión son localizadas en varios de los pedregales que circundan a la Cuenca en su porción baja. Tal es el caso del Pedregal de

Charauakuti al SW. de la región, entre otros.

Se desarrollan bajo condiciones edáficas heterogéneas abarcando una amplia gama de los tipos de suelos presentes en la región. Quizá los condicionantes edáficos sean la aridez, la erosión o la pedregosidad.

Los principales elementos que se presentan en esta comunidad son:

Senecio salignus

Acacia pennatula

Buddleia sessiflora

Tecoma stans

Solanum hartwegii

Baccharis conferta

Agave Spp.

Phytolaca icosandra

Yuca filifera

Erhytrina berviflora

Esta comunidad presenta cierta heterogeneidad en su composición, de lugar a lugar, presentándose

condiciones más o menos xerófilas, parecidas al Matorral Crassicaule descrito por Rzedowski y Mc Vaugh (Op.Cit.; p.365), en la región de Nueva Galicia.

Al describir las principales características de los matorrales xerófilos, Rzedowski (Op.Cit.; p. 240--241), subraya que "los matorrales xerófilos se pueden observar prácticamente en todo tipo de condiciones topográficas y no hacen mayor discriminación en lo relativo al substrato geológico, aunque estos factores, al igual que el suelo, con frecuencia influyen en forma notable en la fisonomía y en la composición florística de las comunidades". Y prosigue "... las tierras pedregosas permiten a menudo el desarrollo de una vegetación exuberante que las formadas por partículas finas, así, no es raro observar que laderas rocosas con suelo somero y discontinuo sostienen una biomasa mucho mayor que la de terrenos aluviales profundos vecinos".

Lo aquí subrayado por Rzedowski, concuerda perfectamente con las condiciones locales en donde se ha desarrollado este matorral xerófilo.

## F) Pastizales.

Como lo mencionábamos al describir los matorrales de Baccharis y el de tipo Xerófilo, la perturbación antropogénica en la Cuenca, ha generado un mosaico heterogéneo de comunidades vegetales de carácter secundario, que se localizan, de manera intercalada, junto a las áreas de cultivo; así, Caballero et.al. (Op.Cit.; p. 88-89), al describir estas comunidades, señala que "los matorrales y pastizales, sobre todo estos últimos parecen representar una condición de disclimax. El intenso pastoreo y las frecuentes quemadas parecen constituir un freno al proceso de la regeneración".

"Las diferencias entre el matorral y el pastizal no son muy claras y parecen en limitarse solamente a la abundancia y cobertura de los elementos arbustivos y arbóreos".

Estos pastizales inducidos se encuentran representados principalmente por Bouteloua e Hilaria.

Se localizan preferentemente entre los 2,080 y los 2,300 m.s.n.m., en la porción baja de la Cuenca así como en la parte baja del Talud de Transición de las sierras que circundan a la Cuenca. Se desarrollan sobre diferentes tipos de suelos, principalmente suelos ácidos, someros y con cierta pedregosidad, algunos de estos en franco proceso de erosión.

Otros elementos que componen a esta comunidad son:

Acacia pennatula

Opuntia Spp.

Agave Spp.

Euphorbia calyculata

Yuca filifera

Verbesina greenmani

Tecoma stans

Bursera cunneata

Phytolaca icosandra

Solanum hartwegii

Al respecto de este tipo de comunidades, Rzedowski (Op.Cit.; p. 216) asume que, "en zonas de clima húmedo

y semihúmedo la vegetación climax por lo general no corresponde al zacatal, pero el hombre ha buscado la manera de engendrarlo ahí en muchas partes, de mantenerlo indefinidamente con el fin de lograr su aprovechamiento para la ganadería. Tales pastizales con frecuencia corresponden a una fase de sucesión de comunidades, cuya marcha es detenida.

Otras veces la dominancia de gramíneas se produce en forma artificial mediante el pisoteo de los animales y el fuego y ésta se conserva a la larga con la acción continua de los mismos factores de disturbio... y en el caso de los derivados de bosques de Pinus y Quercus, que prosperan sobre laderas por lo común bastante inclinadas, no siempre protegen el suelo en forma eficiente".

Otro pastizal presente en la Cuenca, de manera bastante restringida y localizado estrictamente en la zona de Alta Montaña, entre los 2,800 y los 3,350 m.s.n.m., en la vertiente N. de la Cuenca, en los Cerros del Zirate y la Acúmura, es el zacatonal de Muhlenbergia y Festuca. Algunas veces se presenta en forma pura y otras veces, las más, se presenta en forma de sotobosques en ciertos pinares y encinares.

Los suelos característicos sobre los que se desarrolla este Zacatonal son suelos ácidos, poco profundos y con un alto grado de pedregosidad.

Otros elementos que constituyen este pastizal son:

Aretostophylos Spp.

Alnus jorullensis

Pinus michoacana

Pinus montezumae

Lupinus Spp.

Tagetes Spp.

Al respecto de esta comunidad y enfatizando que existen pocos estudios sobre estos pastizales, los cuales ayudarán a entender con mayor profundidad sus aspectos ecológicos, Rzedowski (Op.Cit.; p. 233) afirma que en los pastizales de las zonas montañosas del país que se desarrollan a partir de la distribución de los Bosques de Pino y Encino, por arriba de los 2,800 m.s.n.m., tienen cierta semejanza con los zacatonales Alpinos. Según el autor los principales elementos que

constituyen dichas comunidades son Festuca, Muhlenbergia, Stipa, y Calamagrostia, aduciendo que, debajo de los 3,000 m.s.n.m., estos zacatonales son menos amacollados y mucho más variados.

### III.6.3. Los Ecosistemas Acuáticos y Subacuáticos.

Otro rasgo fundamental de la vegetación presente en la Cuenca de Pátzcuaro es, sin duda, la presencia de comunidades vegetales acuáticas y subacuáticas.

Dadas las características del Lago de Pátzcuaro (Véase Inciso referente a éste) y en general, del Sistema Lacustre Intermontano del Eje Neovolcánico Transmexicano se ha permitido el desarrollo de comunidades vegetales que responden, en buena medida, a los procesos de meso y eutroficación de dichos lagos.

Para el caso de Pátzcuaro existe una muy estrecha similitud entre sus ecosistemas lacustres y los de los Lagos de Chapala, Cuitzeo, Zirahuen, Tecocomulco, Hgo. (Lot, A. y Novelo, A. 1978) e inclusive los que, en un pasado, se desarrollaron en el sistema lacustre Chalco-Xochimilco-Texcoco, en la actual Cuenca del Valle de México.

Por otro lado, el desarrollo y comportamiento de estas comunidades varía, en gran medida, de los ecosistemas terrestres. Esto, dadas las características del medio en donde se desarrollan estas primeras, las

que dependen totalmente y responden y acomodan a los procesos propios de la masa acuática (características físico-químicas, fluctuaciones, vientos dominantes, turbiedad del agua, etc.).

Como en el caso de los ecosistemas terrestres, los ecosistemas lacustres patzcuarenses fueron estudiados por un grupo de limnobotánicos (Lot, A.; Novelo, A. en preparación) quienes reconocen, en lo general, cuatro tipos de comunidades vegetales acuáticas (Cabrero, J.; Barrera, N.; Lot, A. 1981), a saber: Las Hidrofitas Emergentes, las Hidrófitas de Hojas Flotantes, las Hidrófitas Sumergidas y finalmente las Hidrófitas Libremente Flotadoras.

Dichas comunidades se desarrollan en las riberas del Lago, bordeandolo en toda su franja costera, pero más significativamente en la porción Sur del Lago, en los Senos de Erongarícuaro e Ihuatzio, prolongaciones bastantes eutrofizadas, cuyas máximas profundidades no van más allá de los 4 metros y con un acentuado proceso de azolvamiento.

Estas comunidades, representadas por una serie

de asociaciones, se distribuyen generando cierta zonificación, dado el grado de profundidad de las aguas y los rasgos topográficos del Lago. (Véase Cuadro No. 66 y Mapa No. 11).

A continuación tomando en cuenta estos criterios, describiremos estas comunidades. (Caballero, Op.Cit.; p. 89-91).

a) Hidrófitas Emergentes.

Unidad vegetacional mayormente representada en el Lago, habita tanto en la Franja Costera, sujeta a ciclos de inundación-desección (procesos de ablación del propio Lago), como en la Franja Inundada Permanentemente, hasta una profundidad máxima de 4 metros.

En dicha unidad sobresalen los Tulares y Chuspatales representados por: Scirpus americanus, Scirpus validus, Typha latifolia y Typha domingensis, estos dos últimos, nombrados localmente "Chuspata".

Estas especies se caracterizan por estar arraigadas en el suelo y levantándose por encima del agua. Se desarrollan principalmente en los Gleysoles, aunque

PRINCIPALES ASOCIACIONES VEGETALES LACUSTRES  
Y RASGOS GEOMORFOLOGICOS.\*

RASGOS GEOMORFOLOGICOS	ASOCIACIONES VEGETALES	RANGO DE PROFUNDIDAD
Zona de Valles Ribereños	Hidrófitas Enraizadas Emergentes	Hasta 2 mts. de <u>profundidad</u> .
Zona de Playa	Hidrófitas libremente Flotadoras Hidrófitas de Hojas Flotantes	
Zona Lacustre	Hidrófitas libremente Flotadores	Mayor a 1 m. de <u>profundidad</u> .
Lechó del Lago	Hidrófitas sumergidas	Hasta 4 mts. de <u>profundidad</u> aprox.

CUADRO No. 66.

\* Tomado de: Caballero, J. N.; Barrera, N. et.al. 1981. p. 119.

también se presentan en áreas donde se localizan el suelo lacustre propiamente dicho.

Otras especies asociadas a esta unidad son:

Sagittaria graminea

Sagittaria macrophylla

Sagittaria latifolia

Eleocharis montevidensis

Cyperus niger

Cyperus semiochraceus

Panicum sucozum

Polypogon mospeliensis

Echinochloe holciformis

Leersia hexandra

Bidens aurea

Huerta M. L. (En: Rzedowski, Op.Cit.; p. 343-344), afirma que esta comunidad "cuya fisonomía está dada por monocotiledóneas de 1 a 3 metros de alto, de hojas angostas o bien carentes de órganos foliares... forman masas densas que cubren a veces importantes superficies de áreas pantanosas y lacustres... son cosmopolitas en su distribución y muchas de sus especies o al menos

géneros, tienen áreas igualmente amplias". Y más adelante arguye que constituyen ... "el albergue de aves acuáticas de interés cinegético", a lo que nosotros aumentamos para el caso de Pátzcuaro, materia prima importante desde el punto de vista económico regional.

Cabe aclarar que dicha unidad, de gran estabilidad respecto a las demás, ha sido utilizada desde la época prehispánica por los purépecha para la confección de utensilios domésticos y de artesanías en general, por lo que, el término "maleza" para ésta, no tiene ningún sentido y más aún, existe un manejo integral de esta unidad por parte de los pescadores y recolectores indígenas de los poblados de Ihuatzio y Cucuchuchu.

Esta comunidad se localiza principalmente en el Seno Ihuatzio y en el Seno Erongarícuaro, rodeando a la Isla de Jarácuaro y en las riberas de los pueblos de Arocutín, Urícho y Erongarícuaro.

#### b) Hidrófitas de Hojas Flotantes.

Esta es otra Unidad Vegetal presente en el Lago. Esta tiene como características principales el de ser una comunidad cuyos elementos están arraigados al suelo,

en áreas someras del Lago que fluctúan entre el medio metro y los 4 metros de profundidad, tanto en los suelos de Gley como en los suelos propiamente lacustres. Se reconocen dos comunidades diferentes: las de Nymphaea mexicana y de Potamogeton illinoensis, mezclada con hidrófitas emergentes.

En ambos casos, esta unidad se desarrolla en áreas en donde las aguas son calmas y se encuentran protegidas del viento.

Se les localiza entre los Tulares y Chuspatales (Hidrófitas Emergentes), en áreas más o menos abiertas y rodeadas por las primeras. Su distribución es semejante a la primera unidad, exceptuando en la Zona Costera.

c) Hidrófitas Sumergidas.

Esta Unidad, junto con la que primeramente describimos, está ampliamente representada en el Lago, principalmente en la porción Sur o bien rodeando a las Islas que se localizan al Sur del Cuello del Lago.

La característica principal de esta Unidad, es la de estar representada por elementos arraigados al

suelo lacustre, en las áreas cuya profundidad fluctúa entre los 4 y 6 metros. Dentro de esta Unidad se desarrollan varias asociaciones cuyos principales elementos son:

Potamogeton latifolius

Najas guadalupensis

Ceratophyllum demersum

Utricularia gibba

La última Unidad corresponde a las:

d) Hidrófitas Librementemente Flotadoras.

Esta Unidad, representada por un buen número de diferentes asociaciones, cuyo principal elemento es el famoso lirio acuático, Ecchornia crassipes, tiene como principal característica el de presentarse en forma de islotes que "navegan" por el Lago según la dirección de los vientos y las corrientes lacustres, en los diferentes tiempos climáticos del ciclo anual.

Algunos de los elementos predominantes de esta Unidad son:

Arenaria bourgaei

Habenaria limosa

Cimnobium spongia

Lemna gibba

Wolffia papulifera

Wolffiella lingulata

Su localización geográfica, por lo expuesto anteriormente, es difícil de precisar, pues varía irregularmente. Sin embargo la mayor presencia de estas comunidades se localiza tanto en el Cuello del Lago como en los Senos de Erongarícuaro e Ihuatzio, principalmente en los bordes de los canales artificiales y de los muelles que, generalmente constituyen las áreas más eutrofizadas del Lago, por ser los espacios en donde las actividades humanas han provocado un acusado desequilibrio de los sistemas acuáticos.

Esta Unidad se compone de elementos mucho más agresivos que los de las unidades anteriores. Ecchornia crassipes "es capaz de reproducirse con extraordinaria rapidéz y tapizar en poco tiempo enormes extensiones con consecuencias desfavorables para la pesca, la navegación..." (Huerta, Op.Cit.; p. 344-345).

Sin embargo para el caso de Pátzcuaro, la presencia de esta unidad vegetal acuática no ha sido tan agresiva y desfavorable como se ha hecho mención constantemente.

Caballero, J. et. al. (Op.Cit.; p. 91) comenta que... "en la región se han invertido cuantiosos recursos materiales en diferentes proyectos para eliminar el "lirio" junto con otras cinco especies consideradas malezas. El lirio acuático sin embargo, dista mucho de ser un problema importante en la Cuenca al menos en la medida en que lo son, por ejemplo, la erosión y el azolve. Por otra parte, no se han explorado suficientemente las distintas posibilidades que existen para el aprovechamiento agroindustrial de esta planta en la región. Recientemente se ha empleado maquinaria para extraer el lirio, lo cual implica también la destrucción de plantas de especies componentes del sistema. Estas cumplen una función más importante como alimento y refugio de especies animales, algunas de ellas tan importantes para la economía regional como el pescado blanco. Sin duda sería más provechoso que al menos una pequeña parte de los recursos empleados en tales proyectos se invirtieran en la realización de estudios sobre la biología de las especies consideradas como

malezas".

Es importante señalar además que, estas especies consideradas como malezas por los técnicos y especialistas, son aprovechadas como forraje para ganado bovino principalmente así como abono natural para cultivos intensivos en las riberas.

### III.7. PRINCIPALES CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS.

#### III.7.1 Unidades Genético-Morfoestructurales.

Uno de los factores primordiales para el estudio del Medio Natural es el análisis de las formas, evolución y dinámica del relieve terrestre. Esto es el estudio geomorfológico, tanto estructural como dinámico.

Para el caso de la Cuenca de Pátzcuaro, Mich., y como resultado de los trabajos cartográficos realizados para la elaboración del Atlas de Pátzcuaro se construyeron dos Cartas Geomorfológicas escala 1:50,000, la Carta de Morfoestructuras y la Carta de Procesos Geomorfológicos. Ambas fueron elaboradas por el Geog. Gerardo García Gil con la asesoría del Dr. José Lugo Hubp, investigador del Departamento de Geomorfología del Instituto de Geografía de la UNAM.

El método usado fue el de la fotointerpretación de pares estereoscópicos en color, escala 1:25 y 1:35,000 tomados por DETENAL/SPP en los años de 1977 y 1979. Así mismo, se hicieron recorridos de campo para la

verificación de los rasgos y procesos geomórficos foto-interpretados. Finalmente, la información fue vaciada a la Carta Topográfica (E. 1:50,000) para así elaborarse un original de cada Carta.

La Cuenca del Lago de Pátzcuaro, Mich., desde el punto de vista geomorfológico, corresponde al Eje Neovolcánico Transmexicano, estructura compleja cuya edad se establece en el Plio-Cuaternario, a partir de la cual, por procesos igneotectónicos, se originan una serie de eventos de tipo volcánico que recorren, en lo general, el centro del país con una dirección aparente Este-Oeste (entre los paralelos 19° y 21° Lat. N., distinguiéndose cinco grandes sectores diferenciados por su orientación y por el tipo de actividad volcánica (Demant, A.; p. 17) de los cuales, Pátzcuaro corresponde al Vulcanismo de Michoacán, sector de intensa actividad volcánica que abarca una superficie de 40,000 Km<sup>2</sup> aprox., en la cual se localizan y distribuyen alrededor de 3,000 volcanes monogenéticos, de dimensiones modestas y cuyos conos están bien conservados en lo general, lo cual da idea de la frecuencia del vulcanismo reciente característico de este sector durante el último millón de años. Los límites se han señalado

en el inciso correspondiente a la Geología de la Cuenca en estudio. (Véase págs. 48 a 56 ).

Sin embargo, cabe señalar que dicha Región Geológica se encuentra claramente delimitada, de lo cual se deduce que los fenómenos de fusión parcial son importantes en profundidad y que los magmas han encontrado con facilidad vías de accesos hacia la superficie. (Demant, Op.Cit.; p.113).

Otro elemento a considerar es el hecho de que en dicho sector se han presentado manifestaciones volcánicas durante el presente siglo. Tal es el caso del Volcán Parícutín cuya erupción, en el año de 1943, ha sido ampliamente estudiada, presentando claramente los fenómenos vulcanológicos de este sector: localización de pequeños conos cineríticos de tipo simple y con coladas de lava de poca extensión y la presencia de un paisaje de ensamble montañoso debido a la superposición de coladas lávicas. Al parecer, esta actividad cuaternaria fue precedida por importantes movimientos verticales del tipo Horst o Graben durante el fin del Plioceno.

Dentro de este marco general, la Cuenca de Pátzcua-ro, desde el punto de vista morfodinámico, ha sido el resultado de la actividad volcánica, como el único factor endógeno acumulativo que, al entrar en contacto con las fuerzas externas y su accionar a través de procesos erosivos y acumulativos, ha sufrido cambios sustanciales, perdiendo su expresión original.

De esta manera podemos hacer una clasificación del relieve característico de esta Fosa Tectónica, agrupando en tres grandes grupos genético-morfoestructurales que comprenden las siguientes formas y edades. (Véase Mapa No. 19).

A) Relieve Endógeno Acumulativo.

- a) Volcanes Cineríticos. Esencialmente del Pleistoceno Tardío y Holoceno.
- b) Domos de Lava del Cuaternario.
- c) Conos Adventicios.
- d) Coladas de Lava de Clara Expresión en el Relieve.
- e) Coladas de Lava con Cubiertas de Piroclastos.
- f) Laderas de Piroclastos de Conos Jóvenes del Pleistoceno.
- g) Superficies de Piroclastos.

B) Relieve Endógeno Modelado.

a) Volcanes Cubiertos. Esencialmente del Mioceno al Pleistoceno.

b) Laderas de Lava con Pendiente Acentuada.

C) Relieve Exógeno Acumulativo.

a) Superficies Deluviales-Volcánicas. Laderas de Piroclastos Modeladas por Procesos Gravitacionales, Escurrimientos y Escorrentias.

b) Antiguos Valles Fluviales con Relleno de Piroclastos.

c) Planicies Aluviales.

d) Planicies Lacustres.

A continuación presentamos las principales características de estos tres grupos y sus componentes:

A) Relieve Endógeno Acumulativo.

La buena conservación de los Conos Cineríticos, así como la presencia de coladas lávicas de clara expresión en el relieve, son el factor esencial para reconocer la juventud Plio-cuaternaria de nuestra región en estudio:

a) Volcanes Cineríticos. Esencialmente del Pleistoceno Tardío y Holoceno.

La presencia de estas morfoestructuras (130 aprox. en los 1,000 km<sup>2</sup> que abarca la Cuenca de Pátzcuaro), evidencian claramente el tipo de vulcanismo característico de la porción Centro-Occidental del Estado de Michoacán. De hecho, el límite o parteaguas de esta Cuenca Endorréica está conformada por sistemas serranos compuestos por este tipo de volcanes.

La mayor parte de estas estructuras están constituidas por piroclastos en sus laderas, principalmente las estructuras mayores en altura y volúmen, que al parecer, son de mayor antigüedad, presentando cimas agudas y en algunos otros presentando cráteres abiertos. Tal es el caso de los Cerros que conforman las Sierras de Pichátaro-Nahuatzen al SW; los Cerros Tariaqueri y Yahuarato en la Península de Tzintzuntzan, al Centro--Este de la Cuenca y el Cerro Guacapia al W, entre otros.

En el caso de los Cerros del Zirate y los Ziráticos, cuya litología superficial es de rocas ígneas extrusivas ácidas, presentándose dacítas y andesitas,

tienen ciertas características semejantes al vulcanismo de la porción nor-oriental de Michoacán y posiblemente sean más antiguas que los volcanes descritos anteriormente. Como lo señala Demant (Op.Cit.; p. 132), los límites de las zonas volcánicas del Centro-Occidente de Michoacán y la zona Nor-Oriental no pueden ser demarcadas claramente, sin embargo, su límite occidental se da en las cercanías de Pátzcuaro y de los Cerros anteriormente mencionados. Las características de este vulcanismo es el de representar macizos andesíticos recubiertos por lavas cuaternarias, presentándose también domos riolíticos.

Por otro lado, en la región lacustre se representan, de manera amplia, conos cineríticos del tipo Parícutín, bien conservados, de poco volúmen y altura, quizá los más jóvenes, del período Holoceno.

Dichos conos se presentan con o sin una alineación aparente y en algunos casos con sus cráteres abiertos al borde de las estructuras mayores. Además, se localizan coladas lávicas cubiertas de suelo o en su porción inferior piroclastos o bien, en el caso de los conos

más recientes, coladas de lava de clara expresión en el relieve. Estos conos están formados por una sucesión de lavas surgidas del conducto central, pero de una sola etapa en la emisión de sus lavas, cuyo volúmen no es mayor a los 10 km<sup>3</sup> y son considerados como volcanes monogenéticos. Tal es el caso de los Cerros de La Taza y Chenandas al SW. de la Cuenca; el Cerro El Mirador, al S. de la Cuenca, cercano a la ciudad de Pátzcuaro; el Cerro Colorado y el Cerro Catio, ambos en la Península del Tariaqueri; el Cerro Rancho Seco, al Este de la región. Las Islas de Janitzio, Tecuen y Yunuen son morfoestructuras de este tipo.

b) Domos de Lava del Cuaternario.

Denominados localmente "Mesas", estas estructuras son de menor importancia en la región, no es mayor a diez en la región. Se localizan principalmente en la porción Sur-Occidental de la Cuenca, al borde del Valle de Pichátaro sus efusiones de lava bloquearon los antiguos cauces fluviales formadores de dicho valle.

Estas estructuras son el resultado de la extrusión de una magma mucho más fluido y por consiguiente con

mayor tendencia a expandirse, que en el caso de las efusiones lávicas de las morfoestructuras mencionadas en el primer inciso.

Las "Mesas" son de carácter circular o semicircular abarcando extensiones menores a los 10 km<sup>2</sup>, como el caso de la Mesa de San Mateo o la Mesa Chimilpa, ambas localizadas en los bordes del Valle de San Mateo.

c) Conos Adventicios.

Situados en los márgenes de los morfoestructurales mayores, estos conos tienen su génesis a partir de las ramificaciones laterales de la chimenea de los volcanes monogenéticos por lo que se construyen a través de la evacuación de lavas, escorias o cenizas volcánicas, tomando la forma cónica típica, pero de altura y volúmen mínimas.

Como ejemplo de estos conos adventicios tenemos en la Península de Tzintzuntzan o del Tariaqueri al borde del Cerro Carichuato un cono bien preservado, al margen derecho de la carretera Pátzcuaro-Tzintzuntzan. Así mismo en las Sierras del Zirate y del Tigre

se localizan morfoestructuras de este tipo, al borde de los Cerros Chino y Azul, en la porción N. de la Cuenca. Finalmente, en la Sierra de Pichátaro, al borde del Cerro Ichuatzen se localiza otra morfoestructura de este tipo, aunque en este caso bastante destruída.

En general estos conos son poco representativos en nuestra zona de estudio.

d) Coladas de Lava de Clara Expresión en el Relieve.

Otro elemento morfoestructural constructivo claramente representado en la Cuenca es este tipo de coladas lávicas que, como lo mencionábamos con anterioridad deja claramente evidenciado el vulcanismo moderno Plio--Cuaternario y preferentemente del Holoceno, característico del vulcanismo de la porción centro-occidental de Michoacán. (Para mayor detalle véase Demant, Op.-Cit.;p. 126-127). Watts y Bradbury (Op.Cit.; p. 59) reportan por lo menos nueve capas de cenizas volcánicas en sus análisis palinológicos de muestras de sedimentos obtenidos del fondo del Lago. Dichas capas de cenizas se distribuyen en los últimos 45,000 años de la historia del Lago, concentrándose principalmente en los últimos

8,000 años.

De hecho en el Mapa Morfoestructural de la Cuenca se localizan 13 diferentes Coladas Lávicas de Clara Expresión en el Relieve. Dichas coladas son de poca extensión, basálticas, ricas en aluminio y al parecer, del tipo Phaochoe, aunque presentan zonas escoriáceas del tipo AA Hawaiano. Estas coladas lávicas, denominadas localmente Zacapurhu (Pedregales) o malpaíses, son producto de la solidificación de magmas muy fluidos y desgasificados, por lo que no hubo explosiones como lo denotan los volcanes cineríticos que produjeron dichas emanaciones, al presentar sus cráteres completos o semicompletos. Esta lava es de tipo cordada o acordada aunque presenta zonas de lava escoriácea producto de pequeñas explosiones causadas por los gases que formaron burbujas en el interior de las emanaciones.

Las principales coladas de este tipo en la región son: El pedregal de Coenembo producida por el volcán Rancho Seco, al Oriente de la Cuenca; el Pedregal de Pátzcuaro, al S. de la ciudad con el mismo nombre, cuyas emanaciones son producto de la actividad del Volcán El Colorado, principalmente; el Pedregal de

Napízaro al SSW., producto de la actividad de los volcanes cineríticos La Taza y Chenandas y finalmente el Pedregal de Chumilpa al SW. de la Cuenca, bordeando al Valle de Pichátaro.

e) Coladas de Lava con Cubierta de Piroclastos.

Esta unidad morfoestructural se presenta de manera importante en todo lo largo y ancho de la Cuenca, principalmente en las porciones NW, N, NE, E. y Sur.

Representan unidades de mayor antigüedad que las coladas de lava de clara expresión en el relieve, por lo que la geodinámica regional ha tenido el suficiente tiempo para haber permitido el desarrollo de suelos sobre la base morfoestructural o bien dichas emanaciones lávicas estuvieron acompañadas de materiales fragmentados que integraban las partes del cráter destruido por las explosiones y los arrojados al aire y consolidados al contacto con la atmósfera. Los segundos, denominados también Brechas Volcánicas Basálticas Tobaceas o Tobas Volcánicas cimentadas por la presencia de agua producto de las lluvias intensas que, usualmente, acompañan a las explosiones.

En algunos casos esta unidad endógeno acumulativa se encuentra cubierta por coladas de lava de clara expresión en el relieve, de allí la idea de su mayor antigüedad que las primeras. Tal es el caso de las lavas de los Cerros Colorado y Frijol al Sur de la Cuenca, así como los del Cerro Rancho Seco en el extremo oriental. Estas coladas cubren gran parte de la unidad morfoestructural descrita en este inciso.

Un claro ejemplo de esta unidad se localiza en la porción Nor-Oriental de la Cuenca. Dichas emanaciones lávicas son producto de la actividad del Cerro Axahuato, entre otros, que produjo una larga emanación llegando hasta los actuales bordes del Lago y formando la Península de Pomio, cerca de la Comunidad de San Andrés Siróndaro.

f) Laderas de Piroclastos de Conos Volcánicos Jóvenes del Pleistoceno.

Al igual que la unidad anterior ésta es bastante representativa en la Cuenca si no la de mayor representatividad regional. Dichas laderas son producto de la acumulación de piroclastos en la base de los volcanes

y son fácilmente reconocidas por el cambio de pendiente en la estructura volcánica, tal es el caso de los Cerros Tariaqueri y Yarahuato en la Península de Tzintzuntzan o bien de los Cerros Irauco y Sananbo localizados en el parteaguas NE. Sin embargo es la porción occidental y sur-occidental en donde se localizan dichas estructuras como en el caso de los Cerros Guacapia, Chivo, Virgen, Capen, Mesteño, Ichatzuan, Huntzio, Zirahuen o Comburindas, entre los más importantes.

g) Superficies de Piroclastos.

Unidad que se diferencia de la anterior ya que esta última se presenta con poca pendiente. Esta unidad también es producto de la actividad de Conos Volcánicos Jóvenes del Pleistoceno y se encuentra escasamente representada en la Cuenca, principalmente en la porción SW., en los alrededores de las comunidades de San Juan Tumbio y Huiramangaro.

B) Relieve Endógeno Modelado.

Este grupo morfoestructural de tipo acumulativo está representado por estructuras cuya génesis es endó-

gena pero han sufrido modificaciones por procesos exógenos.

a) Volcanes Cubiertos Esencialmente del Mioceno al Pleistoceno.

Unidad poco representativa regionalmente. Representa antiguos edificios volcánicos, en lo general de poco volúmen y altura que han sido cubiertos, parcialmente por materiales piroclásticos de un lado y del otro, han sufrido modificaciones a través de procesos denudatorios y erosivos.

b) Laderas de Lava con Pendiente Acentuada.

Localizadas en los bordes superiores del Cerro del Zirate al NE.; el Cerro Guacapia al W. y el Cerro Las Estacas al WSW. de la Cuenca, principalmente. Dichas laderas han sufrido procesos de erosión fluvial, generando en consecuencia una alta densidad en la disección alterando de esta manera las superficies originales.

c) Relieve Exógeno Acumulativo.

En este grupo se incluyen aquellas unidades que

han sido originados por procesos erosivos y acumulativos, como resultado de la exogénesis y de las relaciones genético-causales entre los procesos endógenos y exógenos tal como lo explica Kostenko A. P. (1975. p. 13), "los procesos endógenos producen las irregularidades fundamentales del relieve que son la fuente de energía potencial de los procesos exógenos. Bajo la influencia del campo gravitacional de la tierra tiene lugar un cambio de energía potencial cinética, que es usada en el acarreo del material derítico, mediante los diversos procesos exógenos (eluviales, coluviales, aluviales, proluviales y glaciares). El resultado final de la acción de los procesos endógenos es la nivelación debido al corte de las elevaciones y al relleno de las depresiones. Por esto los procesos endógenos deben ser considerados como creadores de las irregularidades de la superficie terrestre y los exógenos niveladores".

a) Superficies Deluviales-Volcánicas, Laderas de Piroclastos Modelados por Procesos Gravitacionales, Escurrimiento y Escorrentias.

Dicha unidad, poco representativa en la Cuenca,

ha sido resultado de procesos deluvio-aluviales. Materiales piroclásticos, previamente intemperizados, depositados en estas superficies debido a la acción gravitacional, así también, sedimentos que han sido transportados por agua y viento, depositándose en dicha unidad. Un ejemplo de este tipo de relieve exógeno acumulativo es la antigua entrada de agua del Lago Zirahuen, al SW. de la Cuenca, cerca de la comunidad de la Estación de Ajuno.

b) Antiguos Valles Fluviales con Relleno de Piroclastos.

Como lo señala Kostenko, (Op.Cit.; p. 32), "en una región de levantamientos uniformes, a las etapas fundamentales de desarrollo de los procesos fluviales corresponden cortes megacíclicos de los valles erosivos-denudatorios, de diferentes edades, regionalmente distribuidos y dispuestos en pisos".

En el caso de la Cuenca de Pátzcuaro, esto está claramente evidenciado en la porción SW de la región, los valles erosivo-denudatorios de Cananguio y Pichátaro nos revelan el levantamiento y la compartimentalización que provocaron barreras en los cauces fluviales que

antiguamente alimentaban al Lago. Dichos cauces fueron interrumpidos, en su ciclo erosivo, por las emanaciones de lavas y piroclastos producto de un sinnúmero de volcanes monogenéticos cercanos a los actuales valles, que sin duda son de edades diferentes, aunque no tenemos los elementos suficientes para demostrar su antigüedad.

Por otro lado, producto de los mismos procesos de levantamiento y compartimentalización, aunque al parecer de edades más jóvenes que los valles de Pichátaro y Cananguio, son los pequeños vallecitos localizados al SE. de la Cuenca, precisamente en la porción menos montañosa de la región, dicha unidad forma relictos de la antigua salida de las aguas, previamente embalsadas en el Lago, hacia la subcuenca de Lagunillas y con dirección al Lago de Cuitzeo y al antiguo Río Lerma.

#### c) Planicies Aluviales.

Dicha unidad, íntimamente ligada con las formas recientes del vulcanismo característico es producto del trabajo realizado por el drenaje, depositando materiales y formando estas unidades exógenas acumulativas

jóvenes. Tal es el caso, a nivel regional, de las unidades localizadas al N. de la Cuenca, precisamente en donde se encuentra asentada la Villa de Quiroga y zonas aledañas.

d) Planicies Lacustres.

Estas conforman la unidad más representativa del relieve Exógeno Acumulativo en nuestra región en estudio.

Como lo señala Kostenko, (Op.Cit.; p. 69) "muchas de las cuencas de montaña son regiones de hundimiento absoluto que paulatinamente va transformándose en regiones de hundimiento relativo", ésto, a través de la disección provocada por los procesos erosivos-denudatorios en los países superiores, provocando un rellenamiento paulatino en el nivel de base o niveles inferiores.

En el caso de Pátzcuaro, ésto se refleja claramente con la presencia de las planicies lacustres de Quiroga o Zirandangacho al NNE., el Valle de Zurumútaro al E., las Planicies de Huecorio-Pareo al S., el Vallecito de Charahuen y las Planicies de Erongarícuaro y Napízaro

al SW., de la Cuenca. Así mismo, son claro reflejo de la antigua extensión del Lago de Pátzcuaro.

La faceta más importante de esta unidad corresponde al Valle de Zurumútaró cuya extensión no es mayor a los 10 Km<sup>2</sup>. Morfoestructuralmente es una planicie cóncava, presentándose en el fonde un área de anegamiento permanente. Dicho elemento nos induce a pensar que la desecación de esta unidad ha sido paulatina y reciente. Según nuestras observaciones, ya señaladas en incisos anteriores, en esta área desembocaban las aguas que vertían hacia la Cuenca del Lerma.

Las otras planicies lacustres, son de menor tamaño e importancia y junto con el Valle de Zurumútaró, están constituidas por materiales aluviales y volcánicas del vulcanismo plio-cuaternario regional.

#### D) Elementos Lineales del Relieve.

Aquí agrupamos y describimos, muy brevemente, algunos rasgos de expresión lineal en el relieve tales como:

- a) Escarpes de Falla.
- b) Escarpes de Lava.
- c) Escarpes de Erosión.
- d) Circos de Erosión.
- e) Talwegs.

A diferencia de las unidades morfoestructurales descritas en los tres últimos apartados, los elementos del relieve son rasgos geomorfológicos complementarios de carácter lineal y no expresados en superficie. Dichos elementos son también productos de los procesos endógeno y/o exógeno.

- a) Escarpes de Falla.

Implican un cambio brusco en la pendiente. Estas Unidades lineales de origen tecto-volcánico se localizan en la porción Sur de la Cuenca en el Cerro el Mirador; al Centro-Oriente, en la Península de Tzintzuntzan, en el Cerro Tariaqueri con una orientación N-S, misma orientación que la del Lago de Pátzcuaro, lo que hace pensar (Véase Carta de Facturamiento Ortogonal de la

Cuenca de Pátzcuaro E. 1:100,000 que el Lago está orientado por una falla que tiene una dirección NE-SW.

b) Escarpes de Lava.

Unidades lineales del relieve que se presentan en forma numerosa a todo lo largo y ancho de la Cuenca. Dichos Escarpes representan los bordes de las coladas lávicas de clara expresión en el relieve o bien las coladas de lava cubiertas de piroclastos. Esto indica claramente, la juventud del relieve volcánico manifestado a través de la resistencia de los basaltos.

c) Escarpes de Erosión.

Aunque esta unidad no se encuentra representada en la Carta Morfoestructural, el trabajo de campo nos ha permitido reconocer zonas bien definidas en donde se presentan estas unidades lineales. Tal es el caso de los Cerros Colorado y Blanco que bordean la porción oriental de la Ciudad de Pátzcuaro al Sur. Así también se presentan dichas unidades entre los Cerros Tariaqueri y Yuhuarato en la Península del Tariaqueri y finalmente otra zona que presenta estas discontinuidades con cambio

brusco en la pendiente es el Talud de Transición de los Cerros Chivo y Azul al N. de la región.

d) Circos de Erosión.

Depresiones en forma de anfiteatro que presentan bordes escarpados. Unidades lineales localizadas generalmente en las zonas de erosión fluvial moderada e intensa cerca de las zonas divisorias de las aguas. La erosión, de tipo remontante, ocasiona un asentamiento en el terreno provocado por procesos de soliflucción.

Dichas unidades lineales del relieve las localizamos principalmente en la Sierra del Tigre, al N., la Península del Tariaqueri, al Centro-Este; el Cerro Colorado al SE.; y en el Cerro Zirahuen al S. de nuestra región en estudio, respectivamente. (Véase Mapa No. 12).

e) Talwegs.

CUARTA PARTE:

IV. LA DINAMICA REGIONAL Y SU ZONIFICACION.

#### IV.1. EL BALANCE HIDROLOGICO PRELIMINAR:

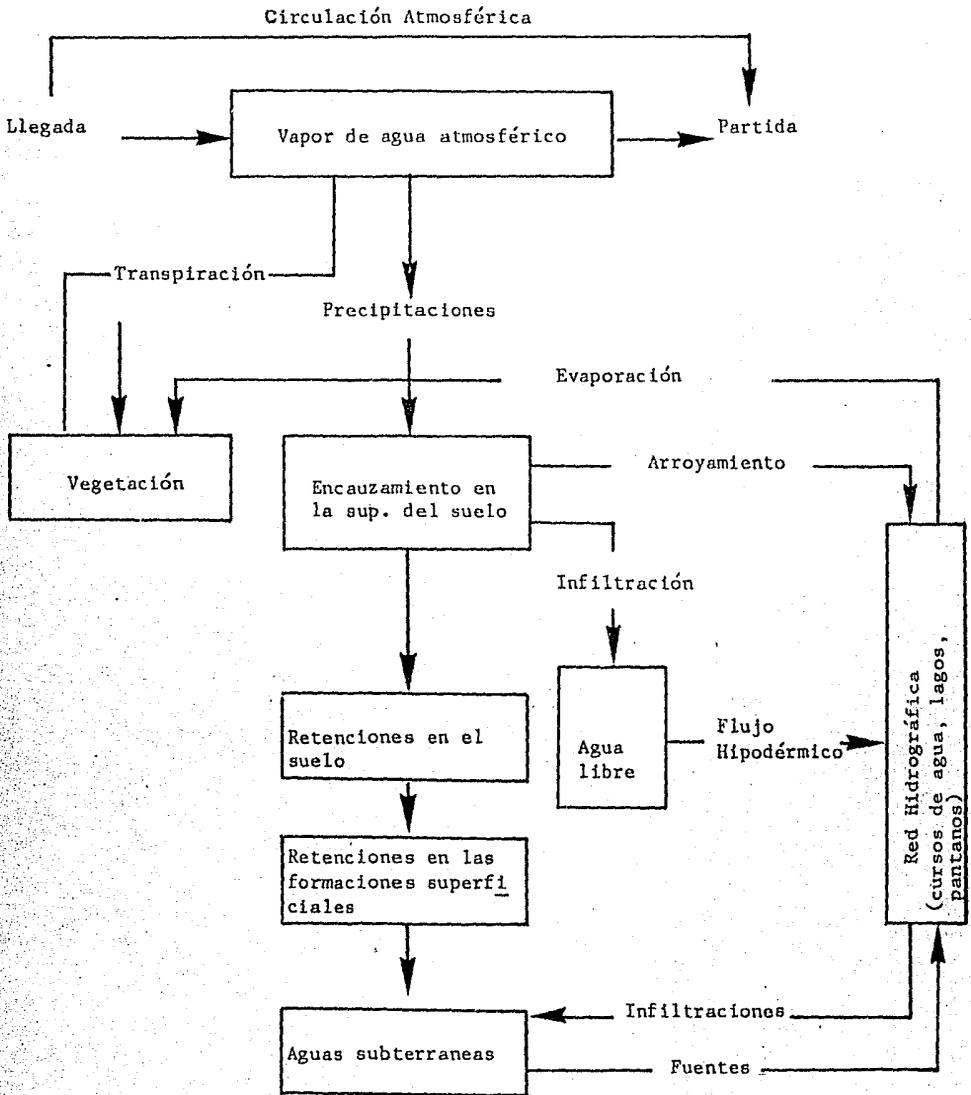
##### LA ENERGIA Y SUS FLUJOS MATERIALES.

Sin pretender abordar de manera acabada el análisis de los factores internos y externos y sus diferentes expresiones espacio-temporales que enmarcan actualmente la particular geodinámica de la Cuenca de Pátzcuaro, hemos elaborado, en primer instancia, un Balance Hidrológico Preliminar\*, el cual nos revela, a grosso modo, las entradas y salidas del más importante agente modelador de esta Cuenca endorreica: El Agua.

---

\*Los pocos datos registrados en las dos únicas estaciones pluviométricas de la Región Natural en estudio, así como su poca confiabilidad, aunado a la ausencia de aforos y registros de tipo hidrométrico, hacen de este análisis, una primera aproximación al Balance Hidrológico Real de la Cuenca de Pátzcuaro; Análisis fundamental para entender la Ecodinámica Regional que, sin duda, deberá profundizarse con futuros estudios.

DIAGRAMA DE FLUJOS HIDRICOS DE UNA CUENCA.



Tomado de Kilian y Ticart. 1983

Para esto, tomando en cuenta, por un lado, las ideas rectoras que nos proporcionan Kilian y Tricart (1983) sobre los principales factores que inciden en los flujos hídricos de una Cuenca Hidrológica (Véase Cuadro No. 67 ) (por un lado) y por el otro, los trabajos realizados por Maderrey (1977), Martínez Luna (1980) y Mesa Sánchez (1976) sobre el comportamiento hídrico en el país y en varias regiones de su porción central, nos basamos en la ecuación del ciclo hidrológico de Turc, el cual nos permitió entender desde una perspectiva muy general y preliminar, los Flujos Hídricos de la Cuenca de Pátzcuaro.

Cabe señalar que existen otras fórmulas como las de Langbein (1949), Thornwhite (1978) y De Martone (1913) para el análisis del comportamiento hídrico regional, sin embargo escogimos la propuesta de Turc, dado el tipo de datos pluviométricos con que contábamos, por lo que los cálculos de Evapotranspiración Real se refieren a un cálculo global anual, en base a la temperatura media anual regional y a la precipitación anual regional:

$$E = \frac{P}{0.4 \frac{P}{L}}$$

E = Evapotranspiración real en mms.

P = Precipitación media anual en mms.

L = 300 + 25t + 0.5 + 3

t = Temperatura media anual centígrados.

A partir de esta fórmula se obtuvo el Esgurrimiento Medio Anual por diferencia. De esta manera se resolvió la Ecuación del Ciclo Hidrológico:  $P = Q + ETP + I$ , en donde P es la Precipitación Media Anual; Q el Esgurrimiento Superficial Medio Anual, ETP la Evapotranspiración e I la Infiltración.

En un primer exámen de los resultados obtenidos (Véase Cuadro No. 68) para la región en estudio encon-

# EL BALANCE HIDROLOGICO PRELIMINAR DE PATZCUARO, MICH.

ETP= Aprox.  
700 mill. m<sup>3</sup>

P= 1,000 mms

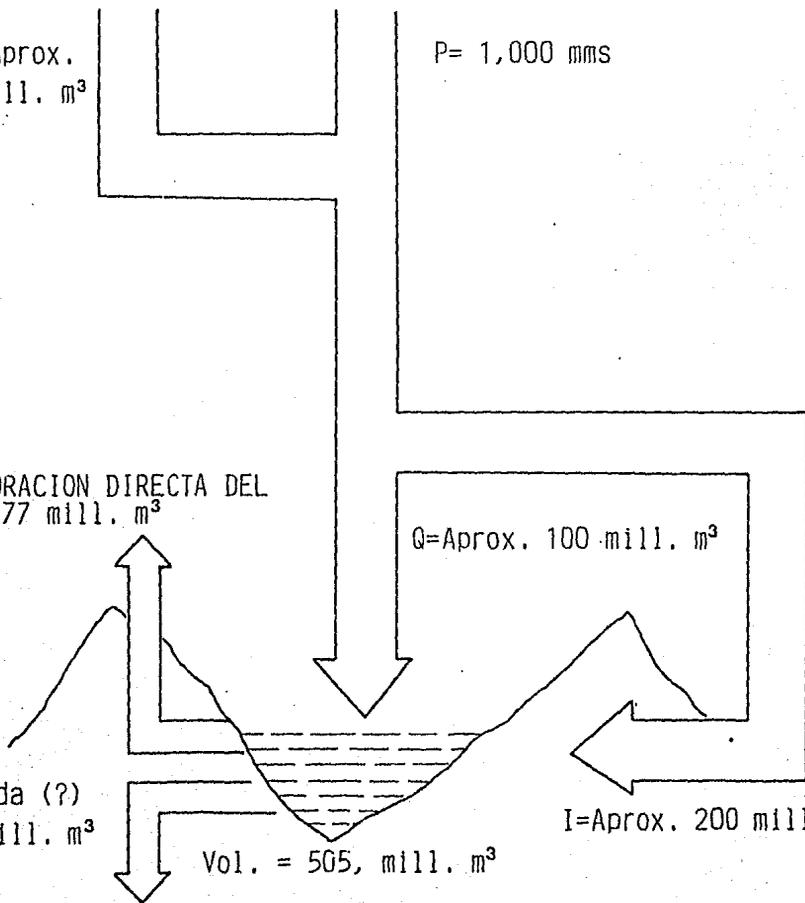
EVAPORACION DIRECTA DEL  
LAGO 77 mill. m<sup>3</sup>

Q=Aprox. 100 mill. m<sup>3</sup>

Perdida (?)  
133 mill. m<sup>3</sup>

I=Aprox. 200 mill. m<sup>3</sup>

Vol. = 505, mill. m<sup>3</sup>



Cuadro N<sup>o</sup> 68

tramos que, dada la temporalidad del régimen pluviométrico (Mayo-Noviembre) y sus diferentes expresiones espaciales, se imprimen ciclos de mayor y menor trabajo del agua en el modelado terrestre; así también, los diferentes tipos de trabajo realizado por este agente modelador, varían de zona a zona dándole una particular dinámica a cada una de las unidades del paisaje. Este segundo fenómeno será analizado en un capítulo subsiguiente.

La Región Natural de Pátzcuaro, Mich., por ser una cubeta endorreica, le imprime cierta autonomía o insularidad al Balance Hidrológico, Así, en una extensión de  $1,000 \text{ km}^2$  aproximadamente, con una precipitación promedio regional de  $1,000 \text{ mms.}$ , anuales, la Cuenca recibe una entrada de agua de alrededor de mil millones de  $\text{m}^3$  anuales, es decir, de una capa de 1 metro de altura de agua durante el año, pero principalmente en el ciclo Verano-Otoño. De este volúmen potencial de "ENTRADA", la captación de agua por los diferentes vegetales, en particular y los diferentes tipos de ecosistemas, en general, así como la transpiración de las plantas y la evaporación del agua al contacto

con el suelo, se da la primera "SALIDA" de agua de esta Región Natural que, según la fórmula aplicada, nos revela un volúmen total de 800 millones de  $m^3$ , es decir, poco más de las tres cuartas partes del total de la "ENTRADA", se regresa a la atmósfera vía Evapotranspiración (ETP) (Véase Cuadro No. 68 ).

De esta manera 200 millones de  $m^3$  de agua escurren, ya sea en forma de arroyada conformando la red hidrográfica superficial, o bien, en forma de agua infiltrada que recorre por varios mecanismos los horizontes sub-superficiales del suelo. Este volúmen corresponde en nuestro diagrama al  $Q + I$  de la Ecuación del Ciclo Hidrológico (Véase Cuadro No. 68 ).

Haciendo una subdivisión de esta entrada por arroyada e infiltración, tenemos que a nivel potencial, 100 millones de  $m^3$  llegan al Lago a través de la red hidrográfica superficial y 100 millones de  $m^3$  lo hacen vía subterránea.

A su vez, el escurrimiento superficial aporta 40,000  $m^3$  de sedimentos durante el ciclo anual, material

que se deposita en el lecho del Lago.

El lago, por ser alimentado en su mayor aporte de manera intermitente, tiene una fluctuación media anual de 70 cms en su nivel, lo cual implica una pérdida vía evaporación de 77 millones de  $m^3$  anuales en su embalse, cuyo volúmen es de 505 millones de  $m^3$ .

Esta segunda salida permite deducir que el Lago de Pátzcuaro así como su cuenca receptora sufren una pérdida de aproximadamente 120 millones de  $m^3$ , vía Infiltración Potencial extraregional, durante el ciclo anual.

En realidad esta última salida, según la fórmula empleada, nos parece bastante elevada y difícil de corroborar, sin embargo suponemos que este flujo hídrico se debe a dos factores principales: El primero se refiere al tipo de litología superficial el cual es bastante permeable y permite que el agua infiltrada salga de la cuenca con cierto volúmen y facilidad. Y el segundo se refiere al posible desague del Lago por la apertura cíclica de fracturas en su lecho, tal y como lo propone West. (Op.Cit.; p. 3).

De cualquier manera, estas deducciones son de carácter hipotético pues no existe ningún trabajo relacionado a este fenómeno para la Cuenca de Pátzcuaro, además como lo señalábamos anteriormente, la fórmula de Turc nos permite entender el Ciclo Hidrológico Regional desde una perspectiva muy general y preliminar.

#### IV.2. LA MORFODINAMICA Y SU ZONIFICACION.

Los procesos geomorfológicos, una vez clasificado el relieve a través de criterios genéticos y cronológicos y por su edad, nos permiten apreciar claramente la evolución del relieve en su conjunto y nos dan elementos para su zonificación. Los procesos erosivos dependen en gran medida de la estructura geomorfológica, de la pendiente, de la litología y del clima por mencionar los factores más relevantes que, al interactuar, generan diversos procesos evolutivos en el modelado terrestre.

Para el caso de Pátzcuaro, como lo mencionábamos anteriormente, se ha constituido una Carta de Procesos

Geomorfológicos escala 1:50,000, en donde, a través del análisis de la disección fluvial tomando en cuenta profundidad y densidad de los Talwegs, permitió hacer una primera aproximación a la zonificación de los diversos procesos evolutivos del modelado terrestre característicos de la región en estudio.

Así, vislumbramos dos grandes tipos de Relieve: El Erosivo y el Acumulativo; cada uno caracterizado por diversas etapas erosivas o acumulativas que dependen de un sinnúmero de factores, tales como: el tipo de morfoestructura, la génesis y edad de ésta, la pendiente, la geología característica, el grado de desarrollo de la red hidrográfica, los cambios en el relieve de tipo antropogénico, etc.

De esta manera hemos propuesto la siguiente clasificación morfodinámica:

A) Relieve Volcánico Erosivo-Denudatorio.

- a) Erosión Fluvial Intensa.
- b) Erosión Fluvial Moderada.
- c) Erosión Fluvial Débil.

d) Erosión Fluvial muy Débil.

B) Relieve Acumulativo.

a) Acumulación Fluvial en Valles Alterados por el Vulcanismo.

b) Acumulación Lacustre (Procesos Temporales, En Extensión).

c) Acumulación Lacustre Permanente.

C) Procesos Erosivos y Acumulativos Interrumpidos por el Vulcanismo.

a) Acumulación Deluvio-Aluvial.

A) Relieve Volcánico Erosivo-Denudatorio.

a) Erosión Fluvial Intensa.

Dicha unidad está localizada en zonas principales: la Península de Tzintzuntzan, en los Cerros Tariaqueri y Yahuarato; el Cerro Colorado, al Oriente de la Ciudad de Pátzcuaro; el Cerro Zirahuén, al SW. de la Cuenca y finalmente al N. en el Cerro del Zirate, la mayor elevación local.

Los principales factores que han desarrollado agudos procesos de erosión fluvial son, la intensa deforestación y el sobrepastoreo, principalmente, provocando la evolución de una red hidrográfica bastante integrada, el desarrollo de barrancos con una profundidad mayor a los 30 metros y por consiguiente una alta densidad en la disección de los talwegs.

En todos los casos se presentan fenómenos tales como circos erosivos denudatorios, asentamientos del terreno, denudación de tipo linear y planar y las cabezas de los barrancos se localizan cercanas a las cimas de estos cerros.

En el caso del Cerro Zirate, la pendiente acentuada de las zonas (mayor de 25°) ha provocado intensos movimientos gravitacionales. Por otro lado, aquí se presentan los barrancos de mayor profundidad, con pequeños valles erosivos y acumulativos.

Para el caso de la Península de Tzintzuntzan, la red hidrográfica se encuentra bastante desarrollada (hasta el 5° orden), las pendientes oscilan entre los

20<sup>a</sup> a más, el desarrollo de barrancos es intenso teniendo una profundidad mayor a los 30 metros, siendo que sus cabeceras se localizan cerca de las cimas de las morfoestructuras y la aguda desforestación y la apertura de terrenos para el cultivo, no aptos para dichas prácticas, ha generado intensos procesos erosivos-denudatorios con movimientos gravitacionales.

Esta zona se encuentra fuertemente disectada en donde los interfluvios tienen pendientes moderadas y fuertes siendo que las superficies divisorias se encuentran bastante denudadas y en algunas áreas el suelo ha perdido su horizonte superficial.

En el Cerro Colorado (para mayor información véase Aguilar Lojero, R. et. al. 1979) los procesos erosivos de tipo fluvial han sido tan intensos que han desarrollado un sinnúmero de carcavas y pequeños barrancos, graves procesos de denudación lineal y planar, desarrollo de arroyadas, remoción en masa, deslizamientos y total pérdida del suelo en la mayor parte de la zona.

b) Erosión Fluvial Moderada.

Dicha unidad, bien representada en la Cuenca, se localiza en tres zonas principales: Al Norte abarca casi la totalidad de las Zonas de Montaña y Talud de Transición de las Sierras del Tigre y del Zirate exceptuando la Zona de Alta Montaña correspondiente a la última sierra; al W. y SW. abarca las Sierras de Pátzcuaro, Pichátaro y Nahuatzen, tanto en las zonas de Alta Montaña, Montaña como en el Talud Transicional de estas; al SE. de la Cuenca, principalmente en el Cerro El Frijol y la vertiente SE. conformada por una serie de volcanes cineríticos alineados.

La intensidad de los procesos erosivos fluviales tiene como causas principales, la deforestación, la apertura de terrenos agrícolas no aptos para el cultivo, el sobrepastoreo así como las quemas e incendios forestales provocados durante la época de secas.

Todos estos factores, aunados a las pendientes mayores al 15%, a los tipos de suelos (principalmente Andosoles y Acrisoles) bastante susceptibles a la erosión, han provocado el desarrollo de una red hidrográfica, de tipo radial, que ha evolucionado hasta el 4º y 5º orden, generando procesos erosivos que van desde

la formación de carcavas, hasta el desarrollo de barrancas con profundidades hasta de 30 metros, la denudación de tipo planar o laminar es característica en esta zona erosiva. Un ejemplo claro de este proceso lo es el Cerro Guacapia, localizado en la vertiente occidental de la Cuenca. En dicha morfoestructura, la pérdida del suelo en su horizonte A, se puede considerar hasta en un 25% por lo que el transporte de tipo coloidal es importante.

En toda el área que cubre dicha unidad erosiva-denudatoria, las cabeceras de las barrancas se encuentran muy cercanas a las cimas de las diferentes morfoestructuras, aunque se da un mayor espaciamiento entre los interfluvios por lo que las superficies divisorias son de menor pendiente modeladas por procesos denudatorios laminares y en algunos casos de tipo lineal. Los procesos de reptación y carcavamiento se producen en las zonas transicionales entre la Montaña y la zona baja de acumulación. Este fenómeno es característico en el Cerro Guacapia, el Cerro Ichatzcun, el cerro La Cantera y otros. Para el caso de la vertiente SE., los procesos de carcavamiento son de crecimiento rápido

presentándose circos de erosión con un delineamiento tipo anfiteatro.

c) Erosión Fluvial Débil.

Dicha unidad se localiza, de manera indistinta, en las Zonas de Alta Montaña, Montaña como Talud de Transición, principalmente en la porción montañosa de la vertiente Noroeste, en la Sierra de Pátzcuaro o Comanjá así como en la Zona del Talud en las estribaciones de la Sierra de Pichátaro, colindando con las riberas del Lago. Así también en la porción del Talud Transicional de la Sierra del Tigre, al N. y finalmente en las cercanías a las cimas de los Cerros del Guacapia y del Chivo al W. y al SW., respectivamente.

Esta unidad se presenta en terrenos con pendiente que fluctúan entre los 7° y los 15° en donde la red hidrográfica tiene su máxima jerarquización de tercer orden, por consecuencia los terrenos son ondulados y se presentan valles intermontanos del tipo erosivo.

La densidad de la disección es baja y el desarrollo de los barrancos se encuentra en su primera fase, presentándose carcavas con una profundidad no mayor a

los 5 metros.

Los procesos denudatorios de tipo planar o laminar, es decir, el acarreo de sedimentos coloidales, no ha frenado el desarrollo de los suelos jóvenes que se presentan en esta zona. En general, estas zonas se encuentran cultivadas, lo cual ha provocado un crecimiento rápido en la erosión fluvial en forma de arroyadas localmente. El área más disectada de esta unidad se presenta al Norte de la Cuenca, en las estribaciones de los Cerros los Ziratitos.

En el caso de las zonas localizadas entre los pueblos de Erongarícuaro y Puácuaro, al W. se presenta un desarrollo inicial de barrancas con un rápido crecimiento así como intensos procesos denudatorios tanto planares como lineales lo cual ha frenado al desarrollo de los suelos y ha removido la capa superficial del horizonte A. En el área de ruptura de pendientes, entre esta zona y la de acumulación, se han desarrollado intensos procesos de cárcavamiento creándose pequeños circos de erosión remontante.

d) Erosión Fluvial muy Débil.

Unidad que abarca las porciones Oriental, Suroriental, Sur y Suroccidental de la Cuenca, principalmente en la Zona del Talud Transicional, aunque se presentan áreas con este tipo de erosión fluvial en menor escala, en el NW. y Norte de la región lacustre.

Las principales características de esta unidad son: al presentar una red hidrográfica poco integrada que en su jerarquización no sobrepasan el tercer orden, en donde los procesos erosivos fluviales son incipientes y en algunos casos ausentes. Las pendientes fluctúan entre los 3° y los 7° y en algunos casos estas zonas son a la vez áreas de acumulación deluvio-aluvial semi-permanentes por localizarse cerca del nivel de las aguas del Lago.

Otra característica de esta unidad es la de presentarse en las morfoestructuras más jóvenes y por ende menos disectadas, como lo son las coladas de lava con cubierta de suelos o piroclastos o bien, las coladas de lava de clara expresión en el relieve.

Otra característica de esta unidad es la de presen-

tipo morfoestructural, por su juventud, ha interrumpido los procesos erosivos, tal es el caso de los Pedregales de Chimilpa, al SW.; el de Charahuén al SSW.; el de Pátzcuaro al S. y el de Coenembo al Oriente. En todos estos casos, la red hidrográfica es caótica, sin una evidente dirección, en donde la red no es mayor al 2º orden en su jerarquización.

#### B) Relieve Acumulativo.

a) Acumulación Fluvial en Valles Alterados por el Vulcanismo.

Este tipo de acumulación se encuentra presente de manera restringida en la Cuenca, las zonas representativas son los Valles de Cananguio y Pichátaro al SW.; los pequeños vallecitos cercanos al parteaguas SE. y finalmente tres pequeñas zonas al NE., en las Sierras del Zirate y del Tigre.

Dichas unidades representan antiguas vías fluviales alimentadoras del Lago, es decir, antiguos valles erosivos que por la compartimentalización provocada por el volcanismo reciente, fueron bloqueados sus cauces generando así niveles de base locales en donde, poco a poco se acumularon los sedimentos provenientes de las partes altas. Quizá en alguna época constituían pequeños espejos de agua o ciénegas, actualmente disecados. En todos los casos presentes en nuestra región, se da un escalonamiento provocado por las diferentes trampas estructurales.

Dichos valles son ricos en materiales coluvio-aluviales.

b) Acumulación Lacustre (Procesos Temporales, En Extinción).

Dicha unidad del relieve acumulativo se localiza en la zona baja, constituida por las llanuras lacustres que rodean al Lago, principalmente el Valle de Zurumútarro al SE.; el Vallecito de Zirandangacho, al NE.; las llanuras de Erongarícuaro al WSW., y el Vallecito de

Charahuén al SW.

Estas zonas representan la superficie que llegó a abarcar el Lago de Pátzcuaro, la pendiente fluctúa entre 0° y 7° teniendo una forma plana. En la parte inferior de estas zonas acumulativas se insumen un gran número de corrientes que bajan de las sierras circundantes. Otras, las más importantes, las atraviesan hasta llegar al Lago. Es en esta zona donde la depositación de materiales coluvio-aluviales ha sido mayor y la profundidad del manto freático se encuentra menor a un metro.

### c) Acumulación Lacustre Permanente (Lecho del Lago)

Dicha unidad representa el nivel de base regional que, al parecer se encuentra basculada, teniendo una mayor profundidad hacia el N. y una menor profundidad en la porción Sur del Lago. Es aquí en donde se ha depositado la mayor cantidad de sedimentos provenientes de las unidades erosivo-denudatorias abarcadas en las zonas de Alta Montaña, Montaña y Talud de Transición, principalmente. Los acusados procesos erosivos, debido a la tala inmoderada, la apertura de terrenos agrícolas

poco aptos para dichos fines, el sobrepastoreo, etc., han generado un intenso acarreo de materiales coluvio--aluviales que se han depositado en el lecho del Lago, provocando un acelerado relleno de éste generando intensos procesos de azolvamiento en la superficie lacustre. Según datos estimados, el volúmen anual de sedimentos que se depositan en esta zona, es del orden de los 40,000 m<sup>3</sup>, calculándose que para el año de 1979, el volúmen de azolve total acumulado rebasaba el orden de los 5,000,000 m<sup>3</sup> por lo que en menos de 40 años el Lago de Pátzcuaro ha perdido un 70% de su profundidad al ser en el año de 1940 de 37 metros y actualmente de 12 metros aproximadamente. (Véase Mapa No. 13).

Poco a poco el relleno de la zona lacustre ha provocado intensos cambios en el metabolismo de dicho lago, perdiendo extensión, volúmen de agua y cambiando sus condiciones químico-biológicas, principalmente en su zona litoral Sur.

### IV.3. LOS GEOSISTEMAS DE PATZCUARO.

#### a) Geosistema ZIRATE-EL TIGRE.

Dada la localización de esta unidad del paisaje y sus principales características: La mayor altitud regional y la de menor distancia entre la zona de Alta Montaña y el espejo lacustre, de acusadas pendientes e intensos cambios en su vegetación primaria por la apertura de espacios agrícolas y ganaderos y la constante tala y aprovechamiento forestal, se han generado muy intensos procesos de erosión fluvial, evidenciados por el gran desarrollo de su red hidrográfica expresada en su mayor rango de jerarquización y densidad a nivel regional, así como la profundidad mayor a 30 metros, de los barrancos que se localizan en este Geosistema.

A su vez, dicha unidad presenta la mayor diversidad de pisos mesoclimáticos (cuatro), bien diferenciados. Estos pisos o zonas mesoclimáticas van desde los de

mayor humedad hasta las de menor humedad a nivel regional.

En efecto, es aquí en donde se presentan las Zonas Más Frías y Húmedas en los picos más altos (El Zirate, los Ziratitos) y también el piso semiseco que presenta el mayor índice de aridez de toda la Cuenca.

A pesar de que El Zirate-Tigre posee importantes zonas cubiertas de Bosques de Encinos, Pinos y Abetos que frenan el choque de las gotas de agua de lluvia en el suelo, las acusadas pendientes y la corta distancia entre el punto de mayor altitud y el nivel de las aguas del Lago, ha permitido que el escurrimiento superficial sea caudaloso y de aguas broncas que arrastran grandes bloques rocosos y sedimentos, poco tiempo después de finalizar los fuertes aguaceros característicos de la época de Verano-Otoño, provocando intensos procesos de abarrancamiento cuyos circos se localizan en las propias cimas de los edificios volcánicos.

A todo esto, la presencia de manantiales que afloran en las zonas de ruptura pendiente, evidencian que a pesar de las acusadas pendientes, la vegetación ha

permitido la infiltración de un mediano porcentaje del volumen de agua precipitada en el Geosistema. (Véase Cuadro No. 69 y Mapa No. 14).

a) Geosistema EL ZIRATE - EL TIGRE.

SUBSISTEMAS HIDRODINAMICOS	ZONIFICACION CLIMATICA	TIPOS DE VE GETACION	PENDIENTES	RED HIDRO GRAFICA	MORFOGENESIS
A	Zona muy Fría y muy Húmeda	Zacatonales Abietales Pinares	25 a más  20 a 25%	Subdendrítica	Erosión Intensa
B	Zona Fría  Subhúmeda	Pinares Encinares Pastizales Cultivos	15 a 20%	Subdendrítica	Erosión De Moderada a Débil Acumulación
C	Zona Templada Semiseca	Matorrales de <u>Baccharis</u> Pastizales Cultivos	3 a 15%	Subdendrítica Manantiales	Erosión Débil Acumulación
D	Zona Templada y Húmeda	Pastizales Matorrales Cultivos	0 - 3%	Subdendrítica Arroyamiento 7º orden Red Artifi- cial Recti- línea.	Erosión De Débil a Nula. Acumulación

b) Geosistema TZINTZUNTZAN.

Esta unidad del paisaje, caracterizada por ser una pequeña cordillera conformada por volcanes de mediana altitud y por ser la principal península de la región, es de poca extensión y de menor complejidad que la unidad descrita anteriormente. En esta se presentan pendientes que oscilan entre el 15 y 25%.

Desde el punto de vista de la Zonificación Mesoclimática, presenta dos pisos, el primero semihúmedo y el segundo semiseco. Otra característica relevante de esta unidad es la casi completa modificación de la vegetación primaria, exceptuando una pequeña porción en la franja subhúmeda en donde se desarrolla un Bosque de Pinos. La vegetación secundaria de Encinos, los Matorrales Xerófilos y los Pastizales Inducidos han permitido un intenso accionar de las gotas de lluvias, denudando los suelos y generando intensos procesos de Erosión Fluvial en una Red Hidrográfica bastante integrada, con la presencia de barrancas cuya profundidad es hasta de 30 metros.

El trabajo que realiza el agua por arroyamiento

superficial, no permite la infiltración lo que ha motivado el abatimiento de antiguos manantiales que bordeaban a los principales volcanes de este Geosistema.

El índice de aridez, al igual que en el Geosistema El Zirate-El Tigre, es bastante alto en relación al índice medio regional. (Véase Cuadro No. 70 y Mapa 14).

b) Geosistema TZINTZUNTZAN.

SUBSISTEMAS HIDRODINAMICOS	ZONIFICACION CLIMATICA	TIPOS DE VEGETACION	PENDIENTES	RED HIDROGRAFICA	MORFOGENESIS
A	Templado Semisecco	Encinar Matorral Xerófilo Pastizal Inducido Cultivos.	15 a 20%	Radial - Centrífuga	Erosión Intensa
B	Templado Subhúmedo	Pinar Matorral Xerófilo Cultivos	20 a más	Radial - Centrífuga	Erosión Intensa

Cuadro No. 70

## c) Geosistema COENEMBO.

Localizado en la vertiente oriental de la Cuenca, esta unidad del paisaje se caracteriza por evidenciar el vulcanismo reciente, presentándose emanaciones lávicas superpuestas, con una extensión que no va más allá de los 50 Km<sup>2</sup>. Dichas emanaciones, a nuestro juicio, motivaron la compartimentalización de la antigua Cuenca abierta de Pátzcuaro, generando la actual, de tipo endorreico. Coenembo presenta un Mesoclima Templado Semiseco, con una cierta homogeneidad en su mosaico edafológico y en su cubierta vegetal de Bosque de Encinos.

Sus pendientes y sus características morfogénicas le dan un rasgo distintivo a este Geosistema: la ausencia de procesos erosivos de tipo fluvial y una intensa infiltración lo que le confiere el ser una unidad de recarga acuífera. (Véase Cuadro No. 71 y Mapa No. 14).

c) Geosistema COENEMBO.

SUBSISTEMAS HIDRODINAMICOS	ZONIFICACION CLIMATICA	TIPOS DE VEGE TACION	PENDIENTES	RED HIDROGRA GRAFICA	MORFOGENESIS
A	Templado Semiseco	Bosques de Encino Pastizales Indu- cidos.	3 a 7 %	Incipiente Gran infiltra- ción local	Erosión Nula debido al vulcanismo re- ciente.

Cuadro No. 71

d) Geosistema ZURUMUTARO.

Esta unidad se presenta como la planicie lacustre más importante de la región, por su extensión y por su complejidad.

Zurumútaró fue la antigua prolongación del Lago de Pátzcuaro y posible salida Fluvial de la antigua Cuenca abierta. Se presenta un sólo piso o franja Mesoclimática, del tipo Templado Húmedo, con pendientes que fluctúan entre 0 y 7%, Zurumútaró constituye actualmente una zona de irrigación agrícola. Los flujos hídricos provenientes de los manantiales La Alberca y Chapultepec irrigan una buena parte de la planicie que en su parte más baja se encuentra anegada permanentemente, cubierta por vegetación acuática de tipo palustre. (Véase Cuadro No. 72 y Mapa No. 14).

d) Geosistema ZURUMUTARO.

SUBSISTEMAS HIDRODINAMICOS	ZONIFICACION CLIMATICA	TIPOS DE VEGETACION	PENDIENTES	RED HIDROGRAFICA	MORFOGENESIS
A	Templado y Húmedo	Cultivos	0 - 7%	Artificial Rectilínea	Acumulación
B	Templado y Húmedo	Vegetación Acuática Palus tre.	0 - 7 %	Zona de Ane- gamiento.	Hidromorfismo

Cuadro No. 72

e) Gesistema EL FRIJOL-ZIRAHUEN.

Unidad del paisaje que constituye la vertiente Suroriental y Sur de la Cuenca. De gran extensión y heterogeneidad Mesoclimática, Litológica, Topográfica y Edafológica.

Desde el punto de vista mesoclimático abarca tres pisos, a saber: La Zona de Alta Montaña (El Frijol) constituye el área más Fría y más Húmeda del Geosistema.

En esta zona se desarrollan bosques de Abetos y Zacatonales de Altura. Con pendientes de 25% a más.

La Zona de Montaña abarca un Mesoclima Frío y Húmedo en donde se han desarrollado bosque de Pino y Encino. Finalmente en las Zonas del Talud de Transición y Baja, en donde se desarrolla la agricultura principalmente, presente un Mesoclima Templado y Húmedo.

La hidrodinámica característica de esta unidad se revela por el régimen hídrico zonal, con una precipitación importante dado que es aquí donde chocan los

vientos húmedos provenientes del Sur.

La cobertura vegetal de tipo primario se encuentra mejor preservada que en los casos anteriores, por lo que la acción erosiva fluvial es menor, salvo el caso de los Cerros Colorado y Blanco, ambos aledaños a la Ciudad de Pátzcuaro y que fueron talados completamente por lo que actualmente es aquí en donde se presentan los más intensos procesos de erosión de toda la región lacustre.

Por otro lado, el vulcanismo reciente está presente en esta unidad, por un sinnúmero de volcanes cineríticos.

Otra zona que presenta intensos procesos erosivos, motivados por la apertura de tierras para el cultivo, la constituye el Cerro Zirahuén. Aquí, la tala inmoderada y el sobrepastoreo han sido factores que han provocado el aceleramiento de los procesos erosivos, desarrollándose barrancos con profundidades mayores a los 30 metros y cuyas cabeceras se encuentran al pie de la cima. (Ver Cuadro No. 73 y Mapa No. 14).

e) Geosistema EL FRIJOL - ZIRAHUEN.

SUBSISTEMAS HIDRODINAMICOS	ZONIFICACION CLIMATICA	TIPOS DE VEGETACION	PENDIENTES	RED HIDROGRAFICA	MORFOGENESIS
A	Muy Frío y muy Húmedo	Zacatonales Bosques de Abies Bosques de Pinos	25% a más	Radial - Centrífuga	Erosión Moderada
B	Frío y	Bosques de Pinos	20 a 25%	Radial - Centrífuga	Erosión Intensa
	Húmedo	Bosques de Encinos	7 a 15%	Incipiente	Erosión Muy Débil
C	Templado y	Cultivos Pastizales Inducidos	15 a 20%	Radial - Centrífuga	Erosión Muy Débil
	Húmedo			Incipiente	Acumulación

Cuadro No. 73

f) Geosistema EL PEDREGAL.

Unidad del paisaje constituida por una colada de lava muy reciente, cubierta casi en su totalidad por un espeso bosque de Encinos, parecido en su fisonomía a los bosques Mesófilos de Montaña.

En la actualidad este Geosistema constituye la cobertura vegetal primaria mejor preservada de la región lacustre.

En efecto, sus condiciones mesoclimáticas, la casi ausencia de procesos erosivos y la red hidrográfica superficial incipiente le confieren a esta porción del paisaje patzcuareense una gran estabilidad ecológica, a la vez de ser una importante zona de recarga acuífera. (Véase Cuadro No. 74 y Mapa No. 14).

f) Geosistema EL PEDREGAL.

SUBSISTEMAS HIDRODINAMICOS	ZONIFICACION CLIMATICA	TIPOS DE VEGETACION	PENDIENTES	RED HIDROGRAFICA	MORFOGENESIS
	Frío y Húmedo	Bosques de Encino	7 a 15 <sup>º</sup>	Incipiente	Erosión Muy Débil.

Cuadro No. 74

## g) Geosistema NAHUATZEN.

Constituye la unidad de paisaje de mayor altitud media en la Cuenca. Desde el punto de vista Mesoclimático es muy homogéneo presentándose pequeñas áreas Muy Frías y Muy Húmedas en las mayores alturas (La Virgen, El Chivo, El Mesteño), pero prevalece el piso mesoclimático Frío y Húmedo en la mayor parte del sistema. Este, constituye la porción más serrana de la Cuenca por lo que aquí se presentan las menores temperaturas medias y a su vez, las precipitaciones más altas.

Desde el punto de vista del régimen hídrico regional, Nahuatzen constituye un sistema semiautónomo. La compartamentalización de una antigua Cuenca Fluvial, provocó que los antiguos valles erosivos de este sistema quedaran bloqueados, constituyendo así una pequeña subcuenca: la de Cananguio, rodeada de volcanes de gran volúmen y altitud, constituía la entrada de los antiguos cauces fluviales que se embalsarían más tarde en el Lago abierto de Pátzcuaro. Su cobertura vegetal es de Bosques de Pino, Zacatonales de Altura y cultivos de regimenes fríos. (Véase Cuadro No.75 y Mapa No. 14).

g) Geosistema NAHUATZEN.

SUBSISTEMAS HIDRODINAMICOS	ZONIFICACION CLIMATICA	TIPOS DE VEGETACION	PENDIENTES	RED HIDROGRAFICA	MORFOGENESIS
CANANGUIO	Muy Frío y Muy Húmedo	Bosques de Pino Pastizales	25° a más	Subpinada	Erosión Moderada
	Frío y Húmedo	Zacatonales Cultivos: Cebada y Trigo. Papa	7° a 20°	Incipiente	Erosión Moderada y Acumulación Fluvial

Cuadro No. 75

## h) Geosistema PICHATARO.

Unidad del paisaje rodeada de volcanes de importante volúmen y altitud (C. La Virgen, C. El Chivo, C. Las Estacas, etc.) en cuyo fondo se localiza el Valle de Pichátaro, el valle intermontano más importante por su extensión en la región. A su vez, se localizan manifestaciones de volcanismo reciente como lo son el Pedregal de Chimilpa, una importante reserva acuífera, y otras coladas lávicas de menor importancia.

Desde el punto de vista mesoclimático, se reconocen dos zonas en esta unidad: la zona Muy Fría y Muy Húmeda que cubre los picos de los volcanes de mayor altitud en donde se desarrollan Bosques de Pino que han sufrido una moderada desforestación. Esto ha causado el que se halla desarrollado una red hidrográfica importante generando moderados procesos de erosión.

La Zona Fría y Húmeda que abarca la mayor parte de esta unidad del paisaje, se localiza en las laderas

medias y bajas de los volcanes mencionados anteriormente, así como en el Valle de Pichátaro.

Aquí se presentan Bosques de Encino en áreas cuyas pendientes oscilan entre 3° y 15° y cuya red hidrográfica es incipiente por lo que la erosión fluvial es muy Débil. En las áreas que han sido abiertas al cultivo o que se mantienen pastizales inducidos para el pastoreo la erosión fluvial es moderada. (Véase Cuadro No. 76 y Mapa No. 14).

h) Geosistema PICHATARO.

SUBSISTEMAS HIDRODINAMICOS	ZONIFICACION CLIMATICA	TIPOS DE VEGETACION	PENDIENTES	RED HIDROGRAFICA	MORFOGENESIS
PICHATARO	Muy Frío y Muy Húmedo	Bosques de Pino	20° a más	Súbpinada	Erosión Moderada
	Frío y Húmedo	Bosques de Encino	3 a 15°	Incipiente	Erosión Muy Débil
		Pastizales Inducidos Cultivos	7 a 15°	Incipiente	Erosión Moderada

Cuadro No. 76

i) Geosistema CHARAHUEN.

El tercer valle intermontano del SW. de la Cuenca de Pátzcuaro lo constituye el vallecito de Charahuén que, por sus características, conforma otra unidad del paisaje.

Charahuén es un antiguo valle fluvial de pequeñas dimensiones, que colinda con el Lago de Pátzcuaro.

En él se localizan dos tipos de Mesoclimas, en su porción más alta se dá un clima Frío y Húmedo, desarrollándose un Bosque de Pino sobre un relieve cuyas pendientes oscilan entre 7° y 25°. La desforestación inmoderada de esta área ha generado una red hidrográfica de tipo radial-centrípeta de tal magnitud y densidad que ha provocado una erosión fluvial moderada.

En la porción más baja de esta unidad se presenta un clima Templado y Húmedo, en donde se desarrollan cultivos con altos rendimientos debido a la manipulación

de la red hidrográfica natural. Las pendientes son exiguas y existe erosión fluvial Muy Débil a nivel local. (Véase Cuadro No. 77 y Mapa No. 14).

i) Geosistema CHARAHUEN.

SUBSISTEMAS HIDRODINAMICOS	ZONIFICACION CLIMATICA	TIPOS DE VEGETACION	PENDIENTES	RED HIDROGRAFICA	MORFOGENESIS
CHARAHUAKUTI	Templado y Húmedo	Cultivos	0 a 7°	Incipiente	Erosión Muy Débil
	Frío y Húmedo	Bosques de Pino	7° a 25°	Radial-Centri- peta.	Erosión Moderada

Cuadro No. 77

j) Geosistema AROCUTIN.

Esta unidad del paisaje, la de menor extensión en la Cuenca de Pátzcuaro, presenta una serie de particularidades semejantes al Geosistema Coenembo. En efecto, Charahuén se representa por una serie de emanaciones lávicas recientes lo que ha provocado que no exista una Red Hidrográfica superficial articulada. Por el contrario, esta unidad se considera de gran infiltración dadas sus características litológicas y sus exiguas pendientes (0 a 7%). Mesoclimáticamente está representada por una Franja Templada y Húmeda.

En esta unidad no existen procesos de erosión fluvial. Aquí se ha desarrollado un Bosque de Encinos característico de los Pedregales o Malpaíses de la región lo cual ha favorecido la recarga acuífera de este Geosistema. (Véase Cuadro No. 78 y Mapa No. 14).

j) Geosistema CHARAHUEN.

SUBSISTEMAS HIDRODINAMICOS	ZONIFICACION CLIMATICA	TIPOS DE VEGETACION	PENDIENTES	RED HIDROGRAFICA	MORFOGENESIS
A	Templada y Húmeda	Bosques de Encinos	0 - 3°	Incipiente Zona de Recarga Acuífera	Erosión Fluvial Ausente

Cuadro No. 78

k) Geosistema GUACAPIA.

Esta unidad del paisaje, forma la vertiente Centro-Occidental de la Cuenca. Sus principales características son las de tener acusadas pendientes, una corta distancia entre las cimas más altas (Guacapia, Axahuato) y el nivel de las aguas del Lago y el de presentarse como un complejo mosaico diversificado desde el punto de vista del uso del suelo.

Todo esto ha provocado que en la mayor parte de dicha unidad se presenten moderados procesos de erosión fluvial, generando abarrancamientos cuya profundidad no es mayor a 20 metros.

Por otro lado, el intenso manejo de esta unidad ha generado cambios sustanciales en la vegetación primaria (Bosque de Pino, Pino-Encino y Encino, principalmente), dejando espacios agrícolas en pendientes no aptas para ello, así como zonas de vegetación secundaria (Matorrales de Baccharis y Xerófilos).

La porción meridional de esta unidad presenta un mesoclíma de tipo Templado y Húmedo que ha permitido el desarrollo de Bosques de Pino y Encino, mientras que la porción septentrional es Templada Semiseca, presentándose un extenso Matorral Xerófilo de tipo Subtropical. Finalmente, en la porción más alta se localiza un mesoclíma Templado y Frío (Cerro Guacapia) en donde se ha desarrollado un Bosque de Encinos. En esta última porción se presentan heladas y eventualmente nevadas durante la época de Invierno. (Véase Cuadro No. 79 y Mapa No. 14).

k) Geosistema GUACAPIA.

SUBSISTEMAS HIDRODINAMICOS	ZONIFICACION CLIMATICA	TIPOS DE VEGETACION	PENDIENTES	RED HIDROGRAFICA	MORFOGENESIS
A	Frío y Húmedo	Bosques de Encinos	25° a más	Radial-Centrí peta	Erosión Fluvial Fuerte.
B	Templado y Húmedo	Bosques de Pino Pino-Encino Cultivos	7 a 25°	Radial-Centrí peta	Erosión Fluvial Moderada
C	Templado y Semiseco	Bosques de Pino- Encino. Matorral Subtro- pical.	7 a 15°	Radial-Centrí peta	Erosión Fluvial Moderada y Débil

Cuadro No. 79.

### 1) Geosistema SAN ANDRES.

Unidad localizada en la vertiente noroccidental de la Cuenca; de poca extensión cuyas pendientes son bajas o casi nulas y presenta una Red Hidrográfica poco evolucionada y por consiguiente con procesos erosivos fluviales débiles y muy débiles.

Este Geosistema está constituido por una serie de coladas lávicas de diferentes edades sobre las cuales se ha desarrollado un pastizal inducido por la tala y quema de antiguos bosques de Encino y Pino. Las zonas más planas se utilizan actualmente para la agricultura. Por sus características, esta unidad representa una zona de moderada recarga acuífera.

Se localizan dos tipos de mesoclimas, el Templado Semiseco en la porción más alta, el de mayor extensión y el Templado y Húmedo en las riberas lacustres.

A pesar de que en dicha unidad no existe una cubierta vegetal arbórea y densa, las características litológicas y topográficas no han permitido la generación de procesos erosivos fluviales de gran importancia. (Véase Cuadro No. 80 y Mapa No. 14).

1) Geosistema SAN ANDRES.

SUBSISTEMAS HIDRODINAMICOS	ZONIFICACION CLIMATICA	TIPOS DE VEGETACION	PENDIENTES	RED HIDROGRAFICA	MORFOGENESIS
A	Templado y Semiseco	Agricultura Pastizales Indu cidos.	3 a 7°	Poco Integrada Caótica	Erosión Débil a Muy Débil
B	Templado y Húmedo	Agricultura Pastizales Indu cidos.	0 - 7°	Poco Integrada Caótica	Erosión Débil a Muy Débil Hidromorfismo local.

Cuadro No. 80

## m) Limnosistema PATZCUARO.

Por sus características, ésta unidad del paisaje reviste una gran importancia en la Hidrodinámica de la Cuenca. Por ser un sistema de tipo endorreico, el Lago de Pátzcuaro presenta una gran vulnerabilidad en su ecodinámica, provocada ésta por los cambios que se desarrollan en sus vertientes. Los Geosistemas que lo circundan han sido uno de los factores más importantes para la zonificación de este cuerpo lacustre. Tomando en consideración el aporte de sedimentos que recibe el Lago anualmente ( $40,000 \text{ m}^3$ ) y el aumento considerable del volumen total de azolve acumulado (cinco millones de  $\text{m}^3$ ), ha provocado que en los últimos 40 años, la profundidad del Lago haya disminuído en un 70% (en 1940 la profundidad máxima era de 37 metros y en 1980 de 12 metros). Véase Aguilar Lajero. Et.Al. Sin fecha).

Para ésto, se han tomado en cuenta las profundidades del Lago, el grado de azolvamiento de éste y los tipos de vegetación acuática para así, proponer una zonificación de los grados de eutroficación. De esta manera tenemos tres diferentes zonas lacustres, a saber: La zona del Seno de Quiroga (Véase Mapa No. 17 ). La

más profunda, de menor turbidez y contaminación en sus aguas, con poco desarrollo de vegetación acuática en sus riberas y por consiguiente la menos eutroficada.

La segunda zona, la del Cuello del Lago, con menor profundidad que la primera zona y mayor turbidez en sus aguas, con una moderada contaminación de éstas y una moderada eutroficación.

La tercera zona, la de los Senos de Ihuatzio y Erongarícuaro (Véase Mapa No. 17), es la de mayor turbidez y contaminación en sus aguas así como la de menor profundidad y en la que se ha desarrollado un importante área de vegetación hidrófita. (Véase Cuadro No. 81 ).

m) Limnosistema P A T Z C U A R O.

SUBSISTEMAS HIDRODINAMICOS	ZONIFICACION CLIMATICA	PROFUNDIDAD MAXIMA	AZOLVAMIENTO	TIPOS DE VEGETACION	GRADO DE EUTROFICACION
SENOS IHUATZIO  Y ERONGARICUARO	TEMPLADA Y HUNEDA	Hasta 5 mts.	Intenso	Hidrófitas Enraizadas Emergentes.  Hidrófitas Enraizadas Sumergidas.  Hidrófitas Librementemente Flotadoras.	Intenso
CUELLO		Hasta 10 mts.	Moderado	Hidrófitas Enraizadas Sumergidas.	Moderado
SENO QUIROGA		Hasta 12 mts.	De Moderado a Débil	Hidrófitas Enraizadas Emergentes.  Hidrófitas Enraizadas Sumergidas.	Débil

Cuadro No. 81

#### IV.3.1. Los Geosistemas y la Dinámica Regional.

Una vez analizados cada uno de los 13 geosistemas que constituyen la Cuenca del Lago de Pátzcuaro y presentado los diferentes factores que inciden en sus particulares dinámicas, trataremos brevemente de explicar el papel que cada una de estas unidades del paisaje natural le imprimen a la geodinámica de esta región.

En efecto, cada geosistema presente forma parte de un estadio evolutivo en la dinámica regional teniendo un mayor o menor peso en ésta e imprimiendo una mayor o menor influencia en los procesos de estabilidad e inestabilidad regional.

De esta manera, podemos afirmar que el limnosistema Pátzcuaro se encuentra sometido a una fuerte influencia por parte de los geosistemas terrestres que lo circundan, en mayor o menor medida, sin embargo este sistema-lago ejerce una influencia mucho menor a las otras unidades del paisaje terrestre, siendo estas últimas las que le suministran los insumos que, en gran medida, determinan su funcionamiento e inclusive su propio origen y existencia.

Si tomamos en cuenta a la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, Mich., como nuestra unidad básica de análisis, entonces es preciso establecer su dinámica ecológica a través de la interpretación de cada uno de los fenómenos y hechos del medio natural, así como el grado de intervención antrópica en cada uno de sus paisajes naturales, como se delineó en los capítulos antecedentes.

El resultado de todo esto nos permite establecer una serie de conclusiones sobre la dinámica ecológica de nuestra región. Así, Pátzcuaro es una región natural degradada, con una dinámica de tipo regresivo, con una importante modificación en su potencial ecológico debido, fundamentalmente a la acción antrópica, la cual se visualiza en forma de "mosaico" de sus unidades naturales taxonómicamente inferiores (geosistemas y geofacies). La geomorfogénesis domina la dinámica global, en donde, la erosión, el transporte y la acumulación de los materiales ha generado una gran movilidad de sus vertientes, creando una modificación más o menos presionada de su potencial ecológico. En general, la morfogénesis es contraria a la pedogénesis y a la colonización vegetal.

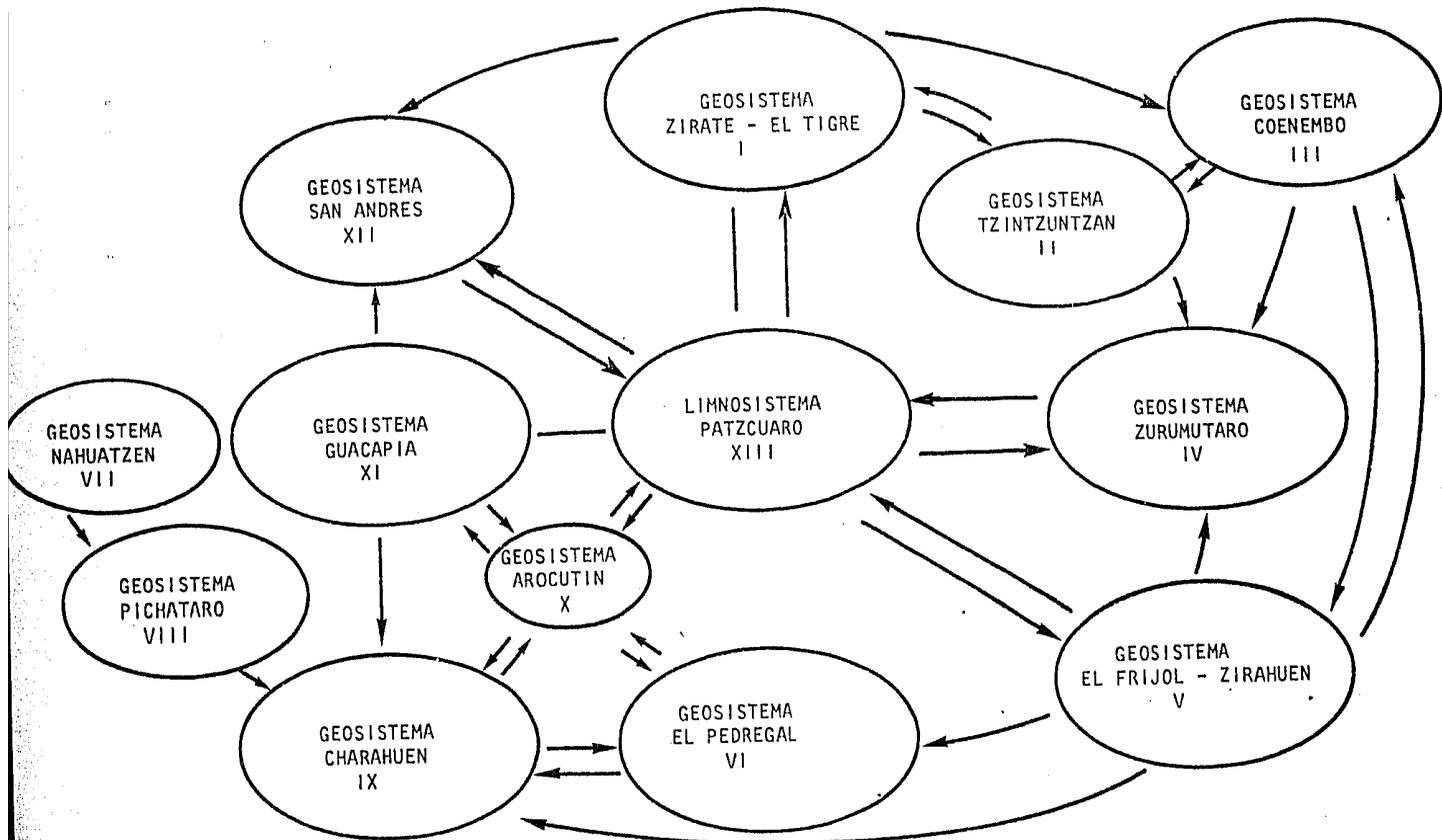
Este fenómeno de inestabilidad tiene, en gran medida, un origen antrópico pero a su vez pesan dos factores ecológicos fundamentales, el primero de ellos es el de que nuestra región en estudio es, fisiográfica y geomorfológicamente hablando, una cuenca lacustre de tipo endorreico, lo cual le imprime cierta "insularidad" continental.

El segundo factor está relacionado con el origen volcánico reciente de la región, lo cual le hace ser un medio de importante fragilidad.

Pero para entender con mayor objetividad la dinámica natural de esta región se hace necesario evaluar el grado de estabilidad-inestabilidad de los geosistemas que componen a nuestra región en estudio.

De esta manera y como síntesis de este capítulo hemos evaluado a cada uno de los doce geosistemas que circundan a la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, tomando como referencia la tipología generada por el Dr. Bertrand (1978) (Véase Cuadro No. 82).

CUADRO DE RELACIONES JERARQUICAS DE LOS GEOSISTEMAS DE LA REGION DEL LAGO DE PATZCUARO, MICH.



Así la clasificación dinámica de estos geosistemas nos permiten establecer, en primer instancia, un balance cuantitativo y cualitativo del grado de deterioro ambiental de Pátzcuaro, (Véanse Cuadros No. 83 y No. 84 ). Desde el punto de vista cuantitativo se establece que los geosistemas en resistencia o inestabilidad ecológica corresponden a un 42% aproximadamente de la porción terrestre de la región, mientras que un 58% de la superficie regional mantiene una mayor o menor estabilidad ecológica (Véanse Cuadros Nos. 85 y 86).

Sin embargo, si analizamos la ubicación, características, superficie y número de geosistemas que se encuentran en un franco deterioro ambiental inmediatamente sobresale su importancia estratégica en relación a la región (Véase Cuadro No. 87).

Los geosistemas que presentan un mayor grado de inestabilidad ecológica (resistencia antrópica) juegan un papel fundamental en los procesos de azolvamiento y eutroficación del Lago de Pátzcuaro. El Zirate, Tzintzuntzan y Zurumútaró han sido, en efecto, las unidades terrestres que han acelerado la inestabilidad

CUADRO DE LA TIPOLOGIA DINAMICA DE LOS GEOSISTEMAS.

---

I.	GEOSISTEMA ZIRATE-EL TIGRE	Degradado con dinámica regresiva, modificación importante del potencial ecológico, acción antrópica en "mosaico".
II.	GEOSISTEMA TZINTZUNTZAN	En Resistencia antrópica, potencial ecológico degradado.
III.	GEOSISTEMA COENEMBO	Subclimático.
IV.	GEOSISTEMA ZURUMUTARO	Resistencia limitada de tipo antrópico. Importante modificación del potencial ecológico.
V.	GEOSISTEMA EL FRIJOL-ZIRAHUEN	Paraclimático con tendencia a geomorfogénesis de tipo antrópico en "mosaico".
VI.	GEOSISTEMA EL PEDREGAL	Subclimático.
VII.	GEOSISTEMA NAHUATZEN	Paraclimático.
VIII.	GEOSISTEMA PICHATARO	Paraclimático.
IX.	GEOSISTEMA CHARAHUEN	Paraclimático.
X.	GEOSISTEMA AROCUTIN	Subclimático.
XI.	GEOSISTEMA GUACAPIA	Resistencia limitada de tipo antrópico.
XII.	GEOSISTEMA SAN ANDRES	Degradado con Dinámica Progresiva.

---

## Diagrama de Clasificación Dinámica de los Geosistemas

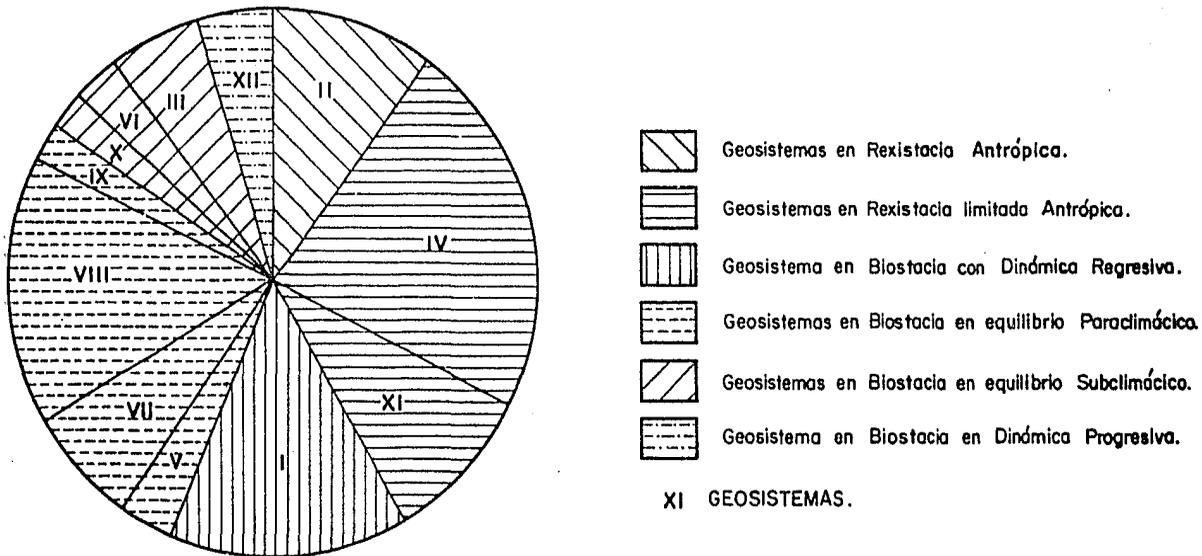


Diagrama circular representando proporcionalmente a los Geosistemas en función de la porción terrestre de la Región Natural de Patzcuaro, Mich.

EVALUACION DE LA DINAMICA DE LOS GEOSISTEMAS.

	SUPERFICIE	%	SUBTOTAL	%
Geosistemas en Resistencia Antrópica	81.6 Km <sup>2</sup>	9.847		
Geosistemas en Resistencia limitada de tipo Antrópica	266.0 Km <sup>2</sup>	31.19	347.6 Km <sup>2</sup>	42.03
Geosistemas en Biostacia con Dinámica Regresiva	125.3 Km <sup>2</sup>	15.16	125.3 Km <sup>2</sup>	15.16
Geosistemas en Biostacia en Equilibrio Paraclimático	234.2 Km <sup>2</sup>	28.32		
Geosistemas en Biostacia en Equilibrio Subclimático.	85.3 Km <sup>2</sup>	10.31		
Geosistemas en Biostacia con Dinámica Progresiva	33.7 Km <sup>2</sup>	4.08	33.7 Km <sup>2</sup>	4.08
	-----	-----	-----	-----
	826.1 Km <sup>2</sup>	100	478.5 Km <sup>2</sup>	57.87

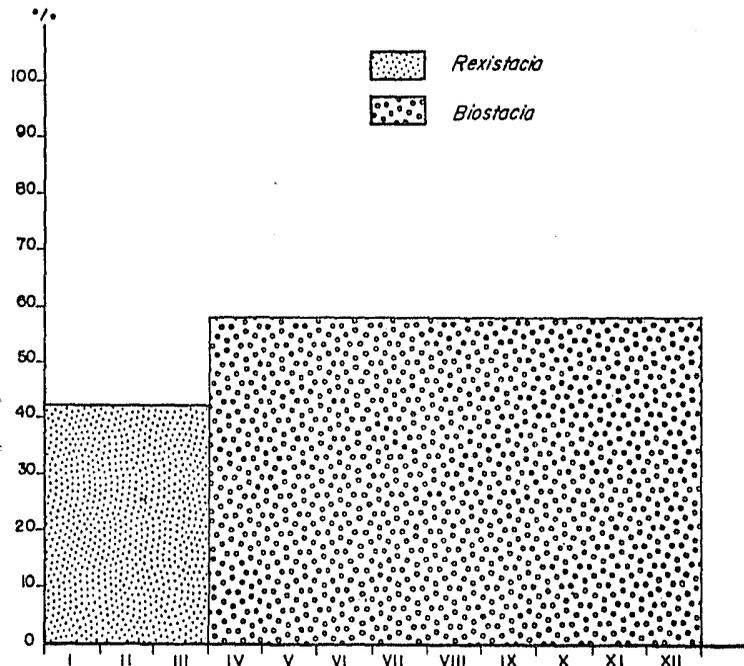


Diagrama de porcentaje y número de Geosistemas en Blostacia y Rexistacia de la Región Natural de Pátzcuaro, Mich.

RELACION Y SUPERFICIE DE LOS GEOSISTEMAS TERRESTRES DE LA REGION NATURAL DE PATZCUARO, MICHOACAN.

I.	GEOSISTEMA ZIRATE-EL TIGRE	125,333 Km <sup>2</sup>	15.16
II.	GEOSISTEMA TZINTZUNTZAN	81,607 Km <sup>2</sup>	9.87
III.	GEOSISTEMA COENEMBO	42,164 Km <sup>2</sup>	5.10
IV.	GEOSISTEMA EL FRIJOL-ZIRAHUEN	186,728 Km <sup>2</sup>	22.59
V.	GEOSISTEMA ZURUMUTARO	26,591 Km <sup>2</sup>	3.21
VI.	GEOSISTEMA EL PEDREGAL	25,157 Km <sup>2</sup>	3.04
VII.	GEOSISTEMA NAHUATZEN	57,705 Km <sup>2</sup>	6.98
VIII.	GEOSISTEMA PICHATARO	131,132 Km <sup>2</sup>	15.86
IX.	GEOSISTEMA CHARAHUEN	18,841 Km <sup>2</sup>	2.27
X.	GEOSISTEMA AROCUTIN	18,005 Km <sup>2</sup>	2.17
XI.	GEOSISTEMA GUACAPIA	79,390 Km <sup>2</sup>	9.60
XII.	GEOSISTEMA SAN ANDRES	33,764 Km <sup>2</sup>	4.08
T O T A L		826,417 Km <sup>2</sup>	100.00
		SUPERFICIE	%

lacustre al estar relacionadas directamente con el limnosistema y al proveerle una gran cantidad de sedimento que han aminorado la profundidad y calidad fisico-química de sus aguas.

En contraposición, los geosistemas que presentan una mayor estabilidad ecológica han tenido una influencia indirecta en los procesos de eutroficación lacustre. Tal es el caso de los geosistemas Nahuatzen, Pichátaro, Charahuen, El Pedregal, Coenembo y Arocutín, los cuales por su lejanía al lago y su semiautonomía regional, no han tenido gran relevancia en los procesos de inestabilidad ecológica.

Por otro lado, los geosistemas Arocutín, El Pedregal y Coenembo se presentan como las reservas ecológicas más importantes de Pátzcuaro por presentar el stock vegetacional más preservado, sin embargo estos constituyen una superficie poco representativa.

Finalmente, los geosistemas Guacapia, San Andrés y el Frijol-Zirahuén mantienen un débil equilibrio o estabilidad ecológica por lo que junto con los geosistemas en rexistacia tienden a agudizar la eutroficación lacustre.

Estos, conforman la mayor superficie regional.

#### IV.4. EL BALANCE MORFOEDAFOLOGICO.

Como lo hemos expresado en nuestro capítulo teórico y metodológico con mayor detalle, el Balance Morfoedafológico propuesto por Kilian y Tricart (Op.Cit. 1979) permite, de una manera sistémica y sintética, evaluar la estabilidad e inestabilidad del medio físico a partir del estudio multifactorial de los componentes de dicho medio (estructura), y explicar las relaciones causa-efecto que existen entre la edafogénesis (formación y desarrollo de los suelos) y la morfogénesis (formación y evolución del modelado), para así dilucidar la dinámica de los medios y caracterizar los diferentes tipos de ambientes de una región dada, en función de los problemas y restricciones agronómicas comunes a los tipos de ambientes para así generar propuestas concretas de planes de desarrollo rural. (Kilian, J. 1974).

El método propuesto privilegia la creación de una cartografía sintética y analítica en donde se expresen la estructura, la evolución y los problemas comunes de estos sistemas naturales a diferentes escalas de trabajo (región, paisaje y parcela).

Junto a la cartografía morfoedafológica se presenta la leyenda que ilustra la concepción del trabajo. La leyenda es una tabla sinóptica de doble entrada: en las líneas aparecen los nombres de las unidades morfoedafológicas y en las columnas sus componentes y el tipo de balance morfoedafológico que evoluciona en cada unidad (medios estables, medios penestables, medios inestables).

Así, en un lenguaje sencillo tanto en lo cartográfico como al nivel de la leyenda, se analiza globalmente al medio físico, por lo que no se hace necesario el generar un documento anexo.

En el caso de los estudios que realizamos en la Región Natural de Pátzcuaro, Mich., el acercamiento morfoedafológico lo establecimos con la confección de la Carta de Unidades Morfoedafológicas, a la escala 1:100,000; así como en la generación de una leyenda sinóptica en donde se identifican 14 diferentes unidades a través del análisis de 7 componentes del medio natural (modelado, material original, pendientes, red hidrográfica, tipos de suelo y pedogénesis, cobertura vegetal

y procesos morfogénéticos), para así establecer los grados de estabilidad o inestabilidad de estas unidades e identificar, finalmente, las limitantes ecológicas para el desarrollo de los cultivos. (Véase Mapa No. 15y Cuadro No. 88 ).

De una manera general, en la Región Natural de Pátzcuaro se localizan cuatro grandes unidades equi-problemáticas de tipo morfoedafológico, a saber:

-Medios que se desarrollan en suelos Andicos.

Cubriendo una gran extensión a nivel regional, estos medios se desarrollan bajo diferentes pendientes, y a pesar de ser los Andosoles suelos muy susceptibles a la erosión cuando se desestructura su cubierta vegetal primaria, factor de peso en Pátzcuaro, las unidades que están comprendidas en estos medios se califican, en lo general, como estables o penestables.

-Medios que se desarrollan en suelos Fersialíticos.

También de importante peso regional por su extensión, en donde la pendiente es un componente muy

UNIDADES MORFOGRAFICAS	TRAZADO	PERFILES	MODELLADO	MATERIAL ORIGINAL	PENDIENTES	RED HIDROGRAFICA		S U B L		
						Tipos de Swales (FAD - LINEAS)	PEROCEN			
FORMAS DE CONSTRUCCION DEFENSIVA. FORMAS DE CONTORNADO.	FUNGO BAJO PANTRUOMO.		ACUMULACION HIDROGRAFICA, INUNDABLE PERMANENTE.	ALUVIONES FINOS DE TIPO LACUSTRE SOBRE MATERIAL BASALTICO.	0° - 3°		PANTANO PERMANENTE.	GLEYSOL POLICO VERTISOL FELICO	HIDROMORFIC HIDROMORFIC	
	RIBERAS LACUSTRES.		PLANICIE LITORAL PERMANENTE.	ALUVIONES FINOS DE TIPO LACUSTRE SOBRE MATERIAL BASALTICO.	0° - 3°		AFLOJAMIENTO DE BUNTO PERMANENTE.	GLEYSOL POLICO	HIDROMORFIC	
	PLANICIES LACUSTRES.		FENILAMURA.	ALUVIONES DE TIPO LACUSTRE SOBRE MATERIAL BASALTICO.	3° - 7°		CURSOS DE AGUA QUE INCIDEN DE 0 A 2 MTS. DE PROF. DEL 5° AL 7° ORDEN.	VERTISOL FELICO LUVISOL VERTICO	HIDROMORFIC FERRALITIC SUELOS MINERA EVOLUCIONA	
	PLANICIES ALUVIALES.		ACUMULACION.	ALUVIONES FINOS DE ALTERNAS CINCEPITAS SOBRE BASALTO.	3° - 7°		RED CAPTIVA. 1° ORDEN.	ANDOSOL ODRICO FERRALITIC	ANDOSOLIA HUMIFICAC	
	VALLES FLUVIALES.		ACUMULACION-DISECCION.	ALUVIONES FINOS DE TIPO FLUVIAL SOBRE BASALTO.	7° - 15°		CURSOS DE AGUA QUE INCIDEN HASTA 3 MTS. DE PROFUNDIDAD. COMPLETOS SUBSIDIAS.	ANDOSOL HUMICO ANDOSOL ODRICO	ANDOSOLICACIO EVOLUCION HUMIFICAC	
	NAVOS DE PIR DE MATE.		SUPERFICIES DELIVIO-ALUVIALES.	TORAS VOLCANICAS BASALTICAS RETRANSPORTADAS.	3° - 7°		RED HIDROGRAFICA POCO EVOLUCIONADA, ARRIBADA DIFUSA Y LAMINAR, LOCALIZADA.	ANDOSOL ODRICO	ANDOSOLICACIO EVOLUCIO	
FORMAS DE CONSTRUCCION VOLCANICA. FORMAS DE MATERIAL CENICITICO Y PIMOCLASTICO.	COLADAS DE LAVA DE CLARA EFUSION EN EL RELIEVE.		MALPAIS, TIPO "A-A"	BASALTO LOCALMENTE REEMPLAZADO POR MATERIAL DETRITICO.	0° - 3°		RED HIDROGRAFICA CAPTIVA. 1° Y 2° ORDEN. ALTA INFILTRACION. ESCORIA DE PEGAMBA.	LITOSOL ANDOSOL HUMICO	HUMIFICAC ANDOSOLIA SUELOS MINERA EVOLUCIONA	
	COLADAS DE LAVA CON COBERTA DE PIMOCLASTOS.		FENILAMURAS DE DISTRIBUCION.	BASALTO LOCALMENTE REEMPLAZADO POR MATERIAL DETRITICO Y CINCEPITICO.	0° - 7°		RED HIDROGRAFICA CAPTIVA. 1° AL 3er. ORDEN. INFILTRACION MEDIANA.	ANDOSOL ODRICO LITOSOL	ANDOSOLICACIO EVOLUCION FERRALITIC SUELOS MINERA EVOLUCIONA	
	SUPERFICIES DE PIMOCLASTOS.		DISECCION.	ALTERITAS DE CINIZAS Y ESCORIAS SOBRE BASALTO.	3° - 7°		RED HIDROGRAFICA CAPTIVA. 1° Y 2° ORDEN. ARRIBADA DIFUSA Y LAMINAR.	ANDOSOL ODRICO ANDOSOL HUMICO	ANDOSOLIA	
	CONOS CINCEPITICOS.			CRATER COMPLETO. CRATER SEMICOMPLETO.	ESCORIAS Y CINIZAS. ESCORIAS Y COLADA DE LAVA. COLADA DE LAVA BASALTICA- ESCORIAS, ALUVIONES BASALTICOS.	25° a 45°		RED HIDROGRAFICA CONTRA EN RADIAL. HASTA 1° ORDEN. ALTA DENSIDAD Y DIRECCION.	ANDOSOL VITRICO ANDOSOL HUMICO	ANDOSOLICACIO ANDOSOLIA HUMIFICAC
	CONOS DE LAVA.			RELIEVE REGIONAL. VOLCANISMO ENTRUSIVO.	MATERIAL BASALTICO CUBIERTO POR CINIZAS VOLCANICAS RECIENTES.	7° - 15°		RED HIDROGRAFICA CAPTIVA. 1° Y 2° ORDEN. ARRIBADA DIFUSA.	ANDOSOL HUMICO	ANDOSOLIA HUMIFICAC
FORMAS DE DISECCION DEL VOLCANISMO ENTRUSIVO Y CONTORNADO.	LADANAS DE PIMOCLASTOS DE CONOS DEL PLERISTOCENO.		DISECCION MEDIA.	PIMOCLASTOS CUBIERTOS POR CINIZAS SOBRE COLADA DE BASALTO.	15° - 20°		RED HIDROGRAFICA ESCUVA 3er. ORDEN.	ANDOSOL ODRICO ANDOSOL HUMICO	ANDOSOLIA	
	LADANAS DE PIMOCLASTOS DE CONOS DEL PLERISTOCENO.		DISECCION FUERTE.	PIMOCLASTOS CUBIERTOS POR CINIZAS SOBRE BASALTO.	15° - 25°		RED HIDROGRAFICA RADIAL Y SUBRADIAL. HASTA 4° ORDEN.	LUVISOL ODRICO LUVISOL ODRICO	FERRALITIC	
	LADANAS DE LAVA CON PENDIENTE ACENTUADA.		DISECCION MUY FUERTE.	COLADAS DE LAVA BASALTICA.	15° - 25°		RED HIDROGRAFICA SUBRADIAL Y FINADA. HASTA 6° ORDEN.	LUVISOL ODRICO LUVISOL ODRICO	FERRALITIC POCO EVOLU	
	VOLCANES CUBIERTOS, INDICATIVAMENTE DEL PLIOCENO.		DISECCION MUY FUERTE.	TORAS BASALTICAS CUBIERTAS POR CINIZAS.	15° - 25°		RED HIDROGRAFICA CAPTIVA ESCUVA 2° ORDEN.	ANDOSOL HUMICO ANDOSOL ODRICO	ANDOSOLIA HUMIFICAC	

NIS	RED HIDROGRAFICA	Tipos de Bueiros (FAD - UNICOS)	S U B L O S		CUBIERTA VEGETAL	MORFOGENESIS	PROCESOS MORFOGENETICOS	LIMITE PARA LOS CULTIVOS
			EDOGENEIS	PERFILES TIPOICOS (CARACTERISTICOS)				
	 RED PERMANENTE	CULESOL MOLICO VERTISOL PELICO	HIDROMORFISMO HIDROMORFISMO		HIDROPITAS ENRIASADAS ENRIASADAS	MEDIO ESTABLES.	INUNDACION PERMANENTE.	SUBMERSION PERMANENTE.
	 AFLORAMIENTO DE HANTO GRAVATICO	CULESOL MOLICO	HIDROMORFISMO.		HIDROPITAS ENRIASADAS ENRIASADAS CULTIVO DE MONTAJIAS	MEDIO ESTABLES. INESTABILIDAD POTENCIAL.	INUNDACION TEMPORAL DESCRAMAMIENTOS DE CONCRETES.	SUBMERSION EFIMERA.
	 CURSO DE AGUA QUE INCIDE DE 0 A 2 HRS. DE PROF. DEL 5° AL 7° ORDEN.	VERTISOL PELICO LUVISOL VERTICO FILANOSOL EUTRICO	HIDROMORFISMO. FERRALITIZACION. BUELOS MINERALES POCO EVOLUCIONADOS.		CULTIVOS: MAIZ, TRIGO, CALABAZA, TRIGO, ISO, MONTAJIAS.	MEDIO ESTABLES. INESTABILIDAD POTENCIAL.	INUNDACION TEMPORAL. INUNDACION PERMANENTE LOCALMENTE.	AFLORAMIENTO DE MATERIAL ORIGINAL. LOCALMENTE. SUBMERSION EFIMERA, LOCAL.
	 RED CAOTICA. 1° ORDEN.	ANDOSOL OBRICO FERRISOL MEXICO	AMOSOLIZACION. HUMIFICACION.		CULTIVOS: MAIZ - TRIGO.	MEDIO ESTABLES.	ACUMULACION DE ALTERITAS AMIGAS Y PIROCLASTICAS.	FERRUGOSIDAD LOCALMENTE.
30	 CURSO DE AGUA QUE INCIDE HASTA 3 HRS. DE PROFUNDIDAD EN CONCHADAS.	ANDOSOL OBRICO ANDOSOL MEXICO	AMOSOLIZACION POCO EVOLUCIONADA. HUMIFICACION.		CULTIVOS: MAIZ - TRIGO.	MEDIO ESTABLES.	ACUMULACION DE ALTERITAS AMIGAS. HIDROMORFISMO LOCAL.	BAJOS CONTENIDOS DE FOSFORO EN LOS BUELOS.
	 RED HIDROGRAFICA POCO EVOLUCIONADA, ARROYADA DIFUSA Y LAMINAR, LOCALMENTE.	ANDOSOL OBRICO	AMOSOLIZACION POCO EVOLUCIONADA.		PASTIZALES ENRIASADOS. CULTIVOS: MAIZ - TRIGO.	MEDIO ESTABLES. LOCALMENTE INESTABLES.	ARROYADA DIFUSA Y LAMINAR. CANCAVAMIENTO LOCAL.	ALTA FERRUGOSIDAD.
	 RED HIDROGRAFICA CAOTICA. 1° Y 2° ORDEN. ALTA INFILTRACION, ZONA DE RECARGA, LOCALMENTE.	LITOSOL ANDOSOL HUMIDO LITOSOL	HUMIFICACION. AMOSOLIZACION. BUELOS MINERALES POCO EVOLUCIONADOS.		BOSQUE DE ENCINO. BOSQUE DE ENCINO. CULTIVOS: MAIZ - TRIGO.	MEDIO ESTABLES.	PROCESOS INTERMEDIOS POR VOLCANISMO RECIENTE.	ALTA BIODIVERSIDAD. BUELOS CON PROF. MENORES A LOS 30 CMS.
	 RED HIDROGRAFICA CAOTICA. 1° AL 3ER. ORDEN. INFILTRACION MEDIANA. ZONA DE RECARGA.	ANDOSOL OBRICO LUVISOL OBTICO LITOSOL	AMOSOLIZACION POCO EVOLUCIONADA. FERRALITIZACION. BUELOS MINERALES POCO EVOLUCIONADOS.		PASTIZALES ENRIASADOS Bocconia spp. CULTIVOS: MAIZ - TRIGO.	MEDIO ESTABLEMENTE PEDESTABLES.	CANCAVAMIENTO SOBRE LAS FAJAS DE LAVA Y ARROYADA LAMINAR LOCALMENTE.	FERRUGOSIDAD. BUELOS CON Poca FERTILIDAD.
	 RED HIDROGRAFICA CAOTICA. 1° Y 2° ORDEN. ARROYADA DIFUSA Y LAMINAR.	ANDOSOL OBRICO ANDOSOL MEXICO	AMOSOLIZACION.		PASTIZALES ENRIASADOS. NATURALES ENRIASADOS. CULTIVOS: MAIZ - TRIGO.	MEDIO PEDESTABLES.	ARROYADA DIFUSA Y LAMINAR. CANCAVAMIENTO LOCAL.	BUELOS ENRIASADOS CON CIERTA FERRUGOSIDAD.
40	 RED HIDROGRAFICA CON RIEGO RADIAL, HASTA 5° ORDEN. ALTA DENSIDAD Y DIRECCION.	ANDOSOL VITRICO ANDOSOL MEXICO	AMOSOLIZACION VITRICA. AMOSOLIZACION. HUMIFICACION.		BOSQUES AMIGAS RELIGIOSAS. BOSQUES PINO - ENCINO, SACATONAL DE AGUA. BOSQUES PINO - ENCINO.	MEDIO ESTABLES. MEDIO PEDESTABLES.	PROCESOS GRANITICIALES ESCUARDENTES Y ESCARDENTES.	PEDESTALTES MAYORES A 25'.
50	 RED HIDROGRAFICA CAOTICA. 1° Y 2° ORDEN. ARROYADA DIFUSA.	ANDOSOL HUMIDO	AMOSOLIZACION. HUMIFICACION.		PASTIZALES. BOSQUES DE ENCINO-PINO.	MEDIO ESTABLES.	PROCESOS DE ARROYADA LAMINAR. CANCAVAMIENTO LOCAL.	AFLORAMIENTOS DE BLOQUES ROCOSOS, LOCALMENTE.
60	 RED HIDROGRAFICA CAOTICA 3er. ORDEN.	ANDOSOL OBRICO ANDOSOL MEXICO	AMOSOLIZACION.		BOSQUES DE PINO-ENCINO. PASTIZAL ENRIASADO. CULTIVOS: TRIGO - MAIZ.	MEDIO DESTABILMENTE PEDESTABLES.	ENOSION DEBIL EN ARROYADA Y PROCESOS LAMINARES.	ENOSION. BUELOS CON PROFUNDIDAD REDUCIDA.
70	 RED HIDROGRAFICA RADIAL Y SUBIRRIADA, HASTA 4° ORDEN.	LUVISOL OBTICO LUVISOL OBTICO	FERRALITIZACION.		BOSQUES DE PINO-ENCINO. CULTIVOS: MAIZ - TRIGO.	MEDIO PEDESTABLES A INESTABLES.	PROCESOS DE ARABACAMIENTOS ENOSION FUERTE.	FERRUGOSIDAD. BUELOS ENOSIADOS. BUELOS ACTIVOS.
80	 RED HIDROGRAFICA SUBIRRIADA Y FINADA, HASTA 6° ORDEN.	LUVISOL OBTICO LUVISOL OBTICO	FERRALITIZACION POCO EVOLUCIONADA.		NATURALES ENRIASADOS. PASTIZAL ENRIASADO.	MEDIO INESTABLES.	PROCESOS DE ARABACAMIENTOS PROFUNDOS, CANCAVAMIENTO Y DEGRADACION. ENOSION FUERTE.	FUENTE ENOSION. ALTA FERRUGOSIDAD, AFLORAMIENTOS DE BLOQUES ROCOSOS.
90	 RED HIDROGRAFICA SUBIRRIADA Y FINADA, HASTA 7° ORDEN.	AMOSOL HUMIDO LUVISOL OBTICO	AMOSOLIZACION. FERRALITIZACION.		BOSQUES DE PINO-ENCINO. CULTIVOS: MAIZ - TRIGO.	MEDIO PEDESTABLES. MEDIO INESTABLES.	PROCESOS DE ARABACAMIENTOS PROFUNDOS, CRESTAS CINCOAS A LAS CIENAS. PROCESOS DE ENRIASACION. ENOSION FUERTE.	ENOSION MUY FUERTE. BUELOS POCO PROFUNDOS. BUELOS ACTIVOS. FERRUGOSIDAD MUY FUERTE.
95	 RED HIDROGRAFICA CAOTICA CAOTICA 2° ORDEN.	AMOSOL HUMIDO ANDOSOL OBRICO	AMOSOLIZACION. HUMIFICACION.		CULTIVOS: MAIZ - TRIGO. PASTIZAL ENRIASADO.	MEDIO INESTABLES. MEDIO PEDESTABLES.	PROCESOS DE CANCAVAMIENTO Y ENRIASACION. ENOSION FUERTE.	ENOSION BUELOS CON BONDAD AGUADA.

importante para establecer su evolución dependiendo del tipo de uso del suelo (naturaleza, intensidad, extensión y periodicidad). Aquí están comprendidas las unidades de mayor inestabilidad morfoedafológica, o bien unidades que tienden rápidamente a evolucionar inestablemente.

-Medios que se desarrollan en suelos poco evolucionados.

De poco peso por su extensión a nivel regional. Comprendidos en las áreas más recientes de origen volcánico extrusivo, con un tapiz vegetal de tipo arbóreo y denso, bajo condiciones de desarrollo de suelos húmicos y exentos de procesos morfogenéticos estos medios comprenden a las unidades fuertemente estables y sin el reservorio del germoplasma regional.

-Medios que se desarrollan en suelos hidromórficos.

Estos medios cubren la menor extensión a nivel regional. Están comprendidos en las zonas de mayor eutrificación del limnosistema Pátzcuaro y forman una barrera de retén mecánico (morfogénesis-sedimentación) y biológico (productividad y asimilación de nutrientes) como respuesta a los procesos de envejecimiento del sistema-lago.

#### IV.5 LA ECODINAMICA TERRESTRE.'

Como se expresó en el capítulo referente al marco teórico y metodológico de este estudio (Véanse páginas . ), el análisis más sintético de los grados de "higiene ecológica" de los medios naturales, nos lo provee el estudio de la ecodinámica (Tricart, J. 1977 ) a través de su acercamiento sistémico para así, poder evaluar el potencial ecológico de los medios, en función de su producción biológica y de la acción antrópica en éstos.

En el caso de la Región Natural de Pátzcuaro, Mich., hemos conformado una carta ecodinámica terrestre bajo la metodología propuesta por Tricart (1977,1978) y Kilian y Tricart (1982), con el enfoque tipológico de Biostacia-Rexistacia de los medios naturales diseñada por Bertrand (1968:249-272), y puesta en práctica para las Montañas Cantábricas Centrales del Noroeste de España (Bertrand, G. 1972:175-206). Esta carta se confeccionó a la escala 1:100,000, expresando seis diferentes tipos de unidades naturales al nivel taxonómico inferior: las geofacies (Véase Mapa No. 16 ). Esto nos permitió zonificar los diferentes estadios

de evolución de los geosistemas, dando como resultado global una representación espacial de la serie o cadena dinámica de los diferentes medios naturales en sus varios niveles taxonómicos.

De esta manera, revelamos las cadenas progresivas, las cadenas regresivas así como los paisajes "climax" en función de la evolución natural de las unidades taxonómicas mayores.

Esta representación de la recurrencia evolutiva de los medios permite visualizar las unidades equi-problemáticas de la Región Natural de Pátzcuaro, Mich., en lo referente al nivel de geosistema, de unidades morfoedafológicas y de geofacies.

Los seis estadios evolutivos representativos de los 13 geosistemas de Pátzcuaro se presentan con mayor fineza en la Carta Ecodinámica Terrestre. (Mapa No. 16). Estos seis diferentes tipos de paisajes dinámicos son:

### Geofacies en Biostacia.

Estos son medios en estabilidad favorables a la pedogénesis en donde los procesos morfogénéticos son de acumulación lenta. Las pendientes fluctúan, generalmente entre los 0 y los 7°. Estos medios, de estabilidad reciente, están cubiertos por una capa vegetal arbórea, en el caso de las coladas de lava recientes (10,000 años aprox.), por lo que su potencial ecológico, es bastante pronunciado al no haberse ejercido una acción antrópica de desestructuración de sus ecosistemas vegetales. Estos medios son importantes como reservas ecológicas y como zonas locales de recarga acuífera.

En el caso de las riberas lacustres, las planicies lacustres y aluviales así como de los valles fluviales, se ha ejercido una fuerte y muy antigua (3,500 años A.P.) modificación de sus vegetaciones primarias, sin embargo el stock florístico está representado por los cultivos anuales, los que han permitido mantener una cierta estabilidad de los medios, aunque en algunos casos se presentan fenómenos muy localizados de desequilibrio ecológico, evidenciado por procesos de erosión fluvial. Si no se corrigen estos desequilibrios, la degradación en estos medios puede ejercerse rápidamente.

### Geofacies Degradadas con Dinámica Progresiva.

Estos son medios que sufrieron una importante transformación debido a la acción antrópica, lo cual produjo una cierta inestabilidad manifestada por procesos de erosión laminar, fundamentalmente. Sin embargo, por sus características estructurales (poca pendiente, suelos jóvenes sobre coladas de lava recientes) tienden a regenerar formas arbustivas y en algunos casos reconstituir un tapiz vegetal de tipo arbóreo.

En algunos casos la desestructuración de sus vegetaciones primarias se debió a incendios provocados y actualmente la cobertura vegetal característica es de forma arbustiva (Baccharis spp.) en manchones, o bien, más o menos densa (Quercus spp.) regenerándose rápidamente hacia formas similares al fitoclimax. La pedogénesis es aún más favorable que la morfogénesis.

### Geofacies Paraclimáticas.

Medios en curso de una evolución regresiva debido a las modificaciones de tipo antrópico que han generado un relativo freno al potencial ecológico, ésto debido,

fundamentalmente a la tala inmoderada ejercida por un largo periodo de tiempo y sobre un cierto tipo de especie arbórea.

El equilibrio morfogénesis-edafoogénesis tiende, en un grado menor, a acelerar el primer tipo de proceso ligado a la modificación parcial del potencial ecológico de estos medios en función del tipo de explotación biológica.

La morfogénesis es de tipo superficial apareciendo procesos de arroyado difusa y de reptación, por lo que los suelos sufren una modificación en superficie sin ser afectados en su base al no generarse movimientos en masa.

#### Geofacies en Dinámica Regresiva.

Medios que se localizan con gran frecuencia en las zonas montañosas templadas fuertemente humanizadas y con un peso demográfico importante como lo es el caso de la Cuenca de Pátzcuaro (alrededor de 120,000 habitantes en 900 km<sup>2</sup>, aproximadamente). En estos medios la vegetación natural ha sido parcialmente destruída,

abriéndose espacios para la agricultura, por lo que las actividades culturales han transformado los suelos de manera importante.

Esto ha generado un uso del suelo agrosilvícola que se presenta en mosaico, es decir, semejante a una tabla de ajedrez. En estos medios, penestables o integrados, se inicia un proceso de desecamiento ecológico, es decir, una merma en sus potenciales ecológicos.

Casi la totalidad de estos medios se localizan en áreas con pendientes moderadas a fuertes (15%-25%), presentando una gran disección en sus prolongadas vertientes.

El equilibrio ecológico tiende fuertemente a romperse, provocando una gran fragilidad en los medios que se visualiza en los procesos morfodinámicos bien localizados pero de cierta intensidad y de carácter recurrente (medios de dinámica heterogénea). Los procesos de erosión mecánica son los de arroyada principalmente, en donde la disección de las cárcavas tiende a agudizarse y a ampliar la red hidrográfica.

El balance morfogénesis-pedogénesis varía en relación a las áreas más preservadas, con cobertura vegetal, y las áreas de uso agrícola o pecuaria.

#### Geofacies en Rexistacia Limitada.

Medios en donde la morfogénesis domina la dinámica global volviéndose contraria a la pedogénesis y a la colonización vegetal. La pendiente es de carácter fuerte y muy fuerte (25% a 35%).

Los procesos de erosión generan una importante movilidad de las vertientes, que presentan una red hidrográfica bien desarrollada y provocan una importante modificación del potencial ecológico.

Las actividades humanas son intensivas (desforestación pronunciada, apertura de parcelas agrícolas en zonas no aptas para ello, pisoteo del ganado provocando movimientos en masa, etc.). En la mayor parte de estos medios la biostacia se presentaba hasta hace poco tiempo, por lo que los fenómenos de degradación ecológica se limitan a la "cubierta viva" de sus vertientes: vegetación, suelos, mantos superficiales, etc.

La destrucción de los suelos se dá a través de una erosión de tipo epodémica, aunque en algunas áreas se producen movimientos en masa destruyendo completamente al suelo, apareciendo el material parental.

#### Geofacies en Resistencia.

Medios con fuerte inestabilidad ecológica, en donde la destrucción de la vegetación y el suelo es sumamente pronunciado y en algunos casos es total. Por lo tanto el sistema de evolución de los paisajes se reduce al sistema de erosión clásico, debido todo esto, a la acción antrópica acelerada (desforestación total, apertura de áreas agrícolas no aptas para ello, etc.) por lo que la ruptura del equilibrio ecodinámico es de tipo catastrófico en la mayor parte de los casos (Cerro Colorado). En consecuencia, el balance morfogénesis-edafoogénesis, está cargado totalmente al primer proceso, esto debido a la acelerada acción antrópica. El medio tiene un acelerado cambio fisionómico, desarrollándose rápidamente un medio nuevo.

Los suelos son totalmente destruidos en la mayor parte de los casos, aunque también se dan fenómenos

de desestabilización creciente, presentándose islotes de suelos relictos que, rápidamente se destruyen por ablación y disección, fundamentalmente.

Los procesos de arroyada se desarrollan aceleradamente, presentándose los fenómenos de abarrancamiento más pronunciados (bad lands). Como consecuencia la red hidrográfica es la más integral y compleja a nivel regional. Por el régimen climático regional, la época de mayor movilidad de las vertientes coincide con la época de lluvias (Mayo-Noviembre) y el trabajo morfogenético se da a través del accionar de aguas broncas, durante un periodo de dos horas después de la lluvia.

El afloramiento del material parental es totalmente evidente. Los suelos, incipientes, son del tipo de los Litsoles y Regosoles. El proceso de desarrollo edafogenético se encuentra paralejado en la mayor parte de los casos.

Se presentan, también, medios marginales "en mosaico", en evidente desequilibrio y total fragilidad (TzinTzunTzan, como ejemplo).

#### IV.6. LA ECODINAMICA LACUSTRE.

Una vez analizadas las evidencias paleolimnológicas y haber propuesto una periodización de sus etapas evolutivas, así como haber comprendido la compleja estructura lacustre contemporánea a través del análisis geológico batimétrico, climatológico, vegetacional, del balance hidrológico y de la composición fisicoquímica de sus aguas, expondremos brevemente la zonificación ecodinámica del Lago de Pátzcuaro.

Como en el caso de la ecodinámica terrestre, nos parece permisible el zonificar un limnosistema a través del riguroso análisis de diversos indicadores ambientales, siempre y cuando se haga desde un punto de vista integral.

Para esto se tomaron los siguientes indicadores: Balance hidrológico anual, Vientos dominantes, Vegetación acuática, Batimetría, Físicoquímica de sus aguas, Densidad de los organismos bénticos como indicadores de la calidad de las aguas, Dinámica anual de los componentes químicos y bióticos, entre otros.

Con el análisis multifactorial de estos datos se diseñó la Carta Ecodinámica del Limnosistema de Pátzcuaro, Mich., a la escala 1:50,000 (Véase Mapa No. 17 ). Sin embargo, la primera aclaración pertinente es la de señalar que los límites cartografiados son, en algún sentido un tanto arbitrarios dadas las características propias de una masa acuática de tipo léntico como lo es el sistema-lago en estudio.

De los indicadores analizados, el análisis de los organismos bénticos para evaluar la calidad de las aguas, es producto de una serie de tesis realizadas en la Facultad de Ciencias de la UNAM (Mazari, M. Op. Cit.; Saavedra, I. Op. Cit.; Báez, P. Op. Cit.) así como el de un esfuerzo de síntesis de estos tres estudios (Rosas, I. et. al. 1985).

En cuanto a la dinámica ecológica preliminar del Lago se utilizó el estudio preliminar de un grupo de limnobiólogos del Instituto de Biología de la UNAM. (García, J.L. et. al. Mimeo. sin fecha).

También, sirvieron de indudable ayuda los estudios batimétricos realizados para el Lago por la Delegación Estatal de Pesca, de la Secretaría de Pesca (Tamayo, P. et. al. 1982).

En todos estos estudios los autores coinciden en definir dos zonas limnológicas bien diferenciadas: La Zona Litoral y la Zona Limnética, ambas eutroficadas. Sin embargo, nosotros hemos definido tres zonas ecodinámicas, a saber:

- La Zona de Mayor Eutroficación.
- La Zona Mesotrófica.
- La Zona de Menor Eutroficación.

Esto, asumiendo que el sistema-lago de Pátzcuaro aparece actualmente como un sistema léntico, poliméctico, de tercer orden, sin la presencia del hipolimnio y con una eutroficación moderada, a la vez que forma parte de la trilogía lacustre: Zirahuen (oligotrófico), Pátzcuaro (Mesotrófico) y Cuitzeo (Dist-ófico). (Véase Mapa No.        y Cuadros No. 89 y 90 ).

RELACION Y SUPERFICIE DE LAS ZONAS ECODINAMICAS  
DEL LIMNOSISTEMA PATZCUARO, MICH.

---

ZONA DE MAYOR EUTROFICACION	32.729 Km <sup>2</sup>	29.07 %
ZONA MESOTROFICA	43,732 Km <sup>2</sup>	38.84 %
ZONA DE MENOR EUTROFICACION	36,117 Km <sup>2</sup>	32.08 %
	<hr/>	<hr/>
	112.578 Km <sup>2</sup>	100 %

---

CUADRO No. 89

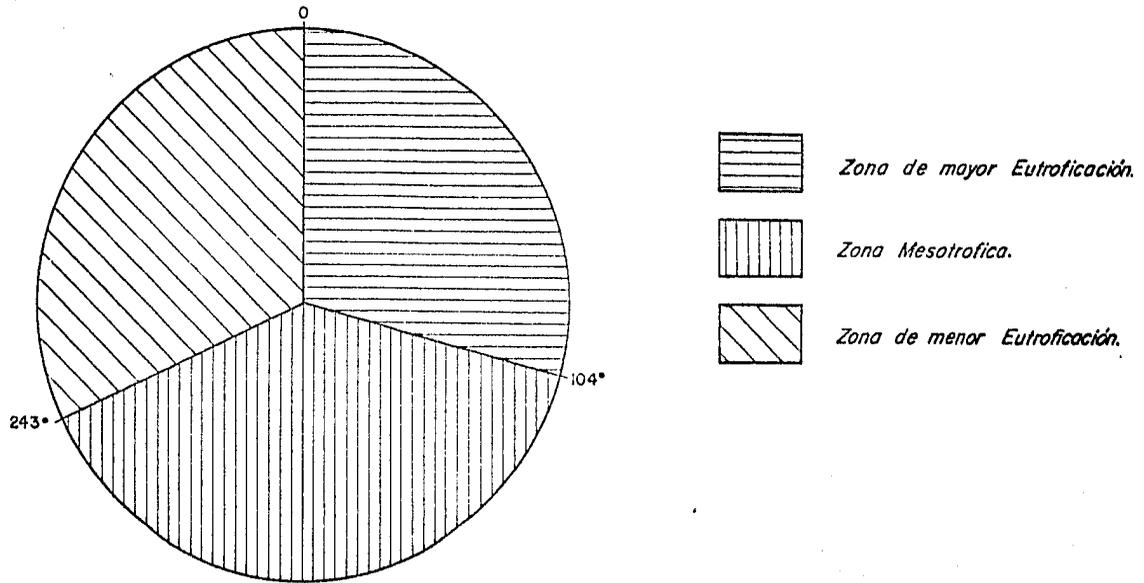


Diagrama de la clasificación zonal y porcentaje de las ecodinámicas del limnosistema Pátzcuaro, Mich.

Es pertinente recordar que la temporalidad limno-dinámica de un Lago de tipo epicontinental está sujeta, en principio, a la génesis, estructura y comportamiento de su región circunvecina, que en importante medida nos permite establecer su expectativa de "vida".

Así se localizan a nivel mundial lagos de gran antigüedad y con una "vida" más prolongada que otros.

En el caso de los lagos intermontanos del Sistema Neovolcánico Transmexicano es peculiar la génesis ígneo-tectónica reciente de esta provincia (Pliocuaternario), aunada a la paulatina compartimentalización de un paleosistema hidrológico mayor (Paleocuena del Lerma), lo cual provocó el desarrollo de lagos de tipo endorreico en áreas muy susceptibles de degradación ecológica.

Este es el caso de los antiguos lagos de Tenochtitlan (Texcoco, Xochimilco, etc.), hoy en inminente proceso de extinción, o bien, el caso de los lagos michoacanos (Zirahuen-Pátzcuaro-Cuitzeo) con procesos diferenciados en su ecodinámica.

Esta dinámica diferenciada es producto de las

condiciones particulares a cada sistema-lago pero sujetas a procesos evolutivos generales del sistema lacustre intermontano. Además, existen procesos limnodinámicos con una temporalidad menor, de tipo recurrentes y específicos para cada sistema-lago, que en buena medida son las respuestas a las dinámicas de largo tiempo (cientos y miles de años).

Esta ecodinámica lacustre tiene una temporalidad medida en decenios y es la respuesta a la estabilidad o inestabilidad del sistema atmosférico representativo que, al relacionarse con el sistema geoestructural específico y con la edad del limnosistema le establece una dinámica peculiar a cada sistema-lago.

Para el caso de Pátzcuaro existen pocos estudios que nos permitan establecer esta dinámica, sin embargo, en el capítulo referente a la estructura lacustre, hacemos alusión a la dependencia directa de la pluviosidad y la temperatura con el aumento o disminución del volúmen de agua lacustre.

Podemos afirmar que existe un lapso que fluctúa entre 15 y 25 años en donde se presentan los máximos

y los mínimos de volúmen de las aguas embalsadas, teniendo fluctuaciones menores cada cinco años aproximadamente.

Finalmente, la ecodinámica lacustre de corto plazo (anual), nos permite establecer, de manera minuciosa, las respuestas diferenciadas en tiempo y espacio (estacionalidad y zonalidad) y la capacidad autorreguladora del Lago en su conjunto.

Las tres zonas ecodinámicas del Lago son la expresión espacio-temporal de los efectos y respuestas de esta capacidad autoreguladora y por lo tanto nos hablan del grado de "higiene" ecológica del Lago de Pátzcuaro.

A continuación expondremos las características de estas tres zonas lacustres:

-Zona de Mayor Eutroficación:

Abarca el 29% aproximadamente del total del espejo lacustre y se localiza estrictamente en el cordón litoral aunque con una mayor expresión espacial en

los Senos de Erongaricuario y de Ihuatzió. (Véanse Cuadros Nos. 66 y 81 ). La profundidad de esta zona fluctúa de los 0 a las 2 metros y en ella se desarrolla la totalidad de vegetación de Hidrófitas Enraizadas Emergentes (Thypha y Scirpius) en asociación con Hidrófitas Enraizadas Sumergidas (Potamogeton) e Hidrófitas Enraizadas Flotadoras (Nymphaea mexicana). También se presentan Hidrófitas libremente flotadoras (Ecchioria crassipes) en zonas muy localizadas (muelle de Pátzcuaro y Seno Erongaricuario).

Según los datos muestreados y analizados por Rosas, L. et. al. (Op.Cit.) esta zona equivaldría al área más contaminada del lago, especialmente en los alrededores del muelle de Pátzcuaro, en donde se presentan los mayores índices de streptococos fecal, bacterias coliformes y bacterias coliformes fecales, contra un porcentaje menor de oxígeno disuelto, retrasando completamente los límites permisibles para el uso recreacional, de irrigación, de pesca y de consumo humano de sus aguas.

Los parámetros fisicoquímicos utilizados indican que en esta zona se presenta el mayor índice de turbidez, la mayor temperatura, la menor alcalinidad y el mayor volúmen de fósforo total de sus aguas.

Todos estos indicadores permiten establecer el mayor grado de eutroficación del lago en donde existen descargas de aguas residuales no tratadas, tanto de origen urbano como de origen industrial y agrícola.

A esta zona se le puede atribuir el papel de amortiguador del envejecimiento del lago al actuar como retén mecánico (morfogénesis-sedimentación) y como retén biológico, al ser la zona más productiva y con una mayor capacidad de retención de nutrientes.

Esta es una zona de asimilación de nitrógeno y fósforo, principalmente en la época de crecimiento de las macrofitas, pero también se dan procesos de liberación de estos nutrientes en la época de decaimiento de las hidrófitas, generando su mineralización y consecuente precipitación.

Como consecuencia es en esta zona en donde se presentan los índices más altos de superhábit de nutrientes del Lago (García, J.L. et. al. Op. Cit.).

-Zona Mesotrófica:

Comprende una extensión que abarca el 38.84% del espejo lacustre, entre los dos y los 8 metros de profundidad. Su localización se da en forma de anillo, colindando con la zona de mayor eutroficación, pero son el Seno Erongarícuaro y el Seno Ihuatzio los que constituyen mayoritariamente a esta zona. (Véase Mapa No. 17).

La vegetación lacustre característica es el de las Hidrófitas Enraizadas Sumergidas (Potamogeton spp.), que constituyen la primera fase seral de las macrófitas del limnosistema en estudio.

Tomando en cuenta la caracterización limnética propuesta por Odum, E. (1971, p. 301) esta área no pertenece a la Zona Limnética del Lago, dado que esta última está compuesta, desde el punto de vista de los organismos solamente por plankton y nekton.

A pesar que en el sentido estricto forma parte de la porción interna de la Zona Litoral del Lago, analizando variables de tipo biológico y fisicoquímico de las aguas que comprenden a esta Zona, se revelan características diferenciadas a la de Mayor Eutroficación.

Desde el punto de vista de densidad de bacterias contaminantes, como lo son los estreptococos fecales y las bacterias coliformes fecales, ésta es mucho menor a las densidades de la Zona de Mayor Eutroficación; a pesar de esto existen restricciones, al evaluar la calidad de las aguas, para el consumo humano. Esto debido a las cercanías de las comunidades ribereñas que desechan sus aguas negras no tratadas. El caso más importante es el de las aguas que circundan a la Isla de Janitzio (Rosas, I. et. al. Op. Cit.).

Por otro lado, las características fisicoquímicas de las aguas hacen de esta zona de una mayor transparencia, con temperaturas menores, con una mayor alcalinidad, una menor densidad de fósforo total y un mayor porcentaje de oxígeno disuelto en relación a la zona más eutroficada. (Rosas, I. et. al. Op. Cit.).

Se puede decir que, si bien la Zona de Mayor Eutroficación del lago constituye una barrera mecánica y biológica de respuesta a su envejecimiento, la Zona Mesotrófica es el anillo interior entre los límites de la zona litoral y la limnética, es decir, entre las zonas más eutroficadas y las de menor eutroficación.

Este anillo interior tiende a crecer con rapidéz en la zona Sur del Lago pudiendo ser colonizada por las Hidrófitas Enraizadas Emergentes en un lapso razonablemente corto, dependiendo de una posible agudización de los factores antrópicos relacionada a un periodo de pérdida del volúmen de las aguas embalsadas en los próximos 25 años.

-Zona de Menor Eutroficación:

Esta zona comprende un 32% aproximadamente del espejo lacustre, se localiza estrictamente a lo largo del Cuello del Lago y el Seno Quiroga al N. Es aquí en donde se presentan las mayores profundidades (6-13 mts.) y se considera como la zona limnética propiamente dicha. (Odum, E. Op.Cit. p. 295-323; Whitaker, R.H. 1975. p:325-334; Fell, B. 1974:153-183; Margalef, R. 1977:753-766). En esta zona no se han desarrollado

comunidades de macrofitas hidrófitas y sólo está poblada por plankton y nekton.

Los suelos son finos, inorgánicos, en proceso de sedimentación. Esta zona es caracterizada como Zona Eutrófica Limnética por García, et.al. (Op.Cit.).

Por la composición biológica y fisicoquímica de sus aguas es la zona menos contaminada del Lago, en efecto la densidad de materia orgánica en los sedimentos es la más baja para el Lago, teniendo niveles altos de oxígeno disuelto y una densidad baja de bacterias (estreptococos fecales, bacterias coliformes fecales y bacterias coliformes), la transparencia de sus aguas es similar a las de otras dos zonas, la temperatura de sus aguas es la menor para el Lago, conteniendo importantes niveles de alcalinidad, dureza total, así como los más bajos contenidos de fósforo total y de nitratos. (Rosas, I. et.al. Op.Cit.).

La calidad de sus aguas permite su uso recreacional, para la agricultura, para la pesca e inclusive para el consumo humano.

QUINTA PARTE:

V. B I B L I O G R A F I A.

- AGUILAR ROBLEDO, M.; V. PADILLA CAMACHO. 1983. GEOGRAFIA Y ECOLOGIA: UNA INTERPRETACION DE SUS RELACIONES. TESIS DE GRADO LICENCIATURA. COL. GEOGRAFIA. FAC. FIL. Y LETRAS. UNAM. 133p. MEXICO.
- AGUILAR LOJERO, RAUL; ROLDAN PARRODI, ANGEL; CHAVIRA, RICARDO. SIN FECHA. PRACTICAS VEGETATIVAS PARA FIJAR TALUDES DE CARCAVAS EN PATZCUARO, MICH. SARH. DIRECCION GENERAL DE REFORESTACION Y MANEJO DE SUELOS FORESTALES. MEXICO.
- BARBOUR, C.D. 1973. A BIOGEOGRAPHICAL HISTORY OF CHIROSTOMA (SPECIES: ATHERINIDAE): A SPECIES FLOCK FROM THE MEXICAN PLATEAU. COPEIA No. 3:533-566. E.U.A.
- BASALENQUE, DIEGO. 1963. HISTORIA DE LA PROVINCIA DE SAN NICOLAS DE TOLENTINO DE MICHUOACAN, DEL ORDEN DE SAN AGUSTIN. EDITORIAL JUS. 446p. MEXICO.
- BASSOLS BATALLA, ANGEL. 1983. GEOGRAFIA, SU DESARROLLO Y MARXISMO. ED. NUESTRO TIEMPO, S.A. 258 p. MEXICO, D.F.
- BASSOLS BATALLA, ANGEL. COORD. 1982. REALIDADES Y PROBLEMAS DE LA GEOGRAFIA EN MEXICO. ED. NUESTRO TIEMPO, S.A. 227p. MEXICO, D.F.
- BEAUMONT, FR. PABLO. 1932. CRONICA DE MICHUOACAN. TALLERES GRAFICOS DE LA NACION. 3 VOL. MEXICO.
- BEAUMONT, FR. PABLO. 1873. PLANO IGNOGRAFICO DEL REINO DE MICHUOACAN Y ESTADOS DEL GRAN CALTZONTZIN. EMP. IGNACIO ESCALANTE. 5 VOL. MEXICO.
- BERNALDEZ GONZALEZ, F. 1981. ECOLOGIA Y PAISAJE. ED. BLUME. 251p. BARCELONA, ESPAÑA.
- BERTRAND, GEORGE. 1972. LA ((SCIENCE DU PAYSAGE)), UNE ((SCIENCE DIAGONALE)). REVUE GEOGRAPHIQUE DES PYRENEES ET DU SUD-OUEST. TOMO 43, FASC. 2:127-133. TOULOUSE, FRANCE.
- BERTRAND, GEORGE. 1972. LES STRUCTURES NATURELLES DE L'ESPACE GEOGRAPHIQUE. L'EXEMPLE DES MONTAGNES CANTABRIQUES CENTRALES (NORD-OUEST DE L'ESPAGNE). REVUE GEOGRAPHIQUE DES PYRENEES ET DU SUD-OUEST. TOMO 43. FASC. 2:175-206. TOULOUSE, FRANCIA.

- BERTRAND, GEORGE. 1968. PAYSAGE ET GEOGRAPHIE PHYSIQUE GLOBALE. ESQUISSE METHODOLOGIE (1). REVUE GEOGRAPHIQUE DES PYRENNES ET DU SUD-OUEST. TOMO 39. FASC. 3:249-272. TOULOUSE, FRANCIA.
- BERTRAND, GEORGE. 1982. CONSTRUIRE LA GEOGRAPHIE PHYSIQUE. REVISITA HERODOTE. No. 26. AGOSTO-OCTUBRE: 90-116. EDIT. F. MASPERO. PARIS, FRANCIA.
- BLAZQUEZ, LUIS. 1956. BOSQUEJO FISIOGRAFICO Y VULCANOLOGICO DEL OCCIDENTE DE MEXICO. MEMORIAS DEL SEGUNDO CONGRESO GEOLOGICO INTERNACIONAL. EXCURSION A-15:7-17. MEXICO.
- BUEN, FERNANDO, DE.; MANUEL ZOZAYA. 1942. VARIACIONES DEL NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL LAGO DE PATZCUARO DURANTE LOS AÑOS DE 1939 A 1941. INVESTIGACIONES DE LA ESTACION LIMNOLOGICA DE PATZCUARO. VOL. II. No. 1:1-16. MEXICO.
- BUEN, FERNANDO, DE.; 1943. LOS LAGOS MICHOCANOS. 1:CARACTERES GENERALES DEL LAGO DE ZIRAHUEN. REV. SOC. MEX. HIST. NAT. T. IV. No. 3-4:211-232. MEXICO.
- BUEN, FERNANDO, DE.; 1940. REUNION DE MACHOS DE CHIROSTOMA ESTOR, VARIEDAD PACANDA, EN EL LAGO DE PATZCUARO. INFORMES DE LA ESTACION LIMNOLOGICA, PATZCUARO, MICH. ANEXO III:1-6. MEXICO.
- BUEN, FERNANDO, DE. 1940. PESCADO BLANCO, CHACUANI Y CHARARI DEL LAGO DE PATZCUARO. TRABAJOS DE LA ESTACION LIMNOLOGICA DE PATZCUARO. PATZCUARO, No. 1. 24p. MEXICO.
- BUEN, FERNANDO, DE.; 1940. EL CHIROSTOMA SAMANI CUESTA; DESCRITO COMO UNA NUEVA ESPECIE DEL LAGO DE PATZCUARO. INFORMES DE LA ESTACION LIMNOLOGICA DE PATZCUARO. ANEXO 1, 1940: 1-4. MEXICO.
- BUEN, FERNANDO DE. 1940. PRIMEROS TRABAJOS REALIZADOS EN LA ESTACION LIMNOLOGICA DE PATZCUARO SOBRE LA ALIMENTACION DE PECES. INFORMES DE LA ESTACION LIMNOLOGICA DE PATZCUARO. ANEXO 1, 1940:1-13. MEXICO.
- BUEN, FERNANDO DE. 1940. SOBRE UNA COLECCION DE PECES DE LOS LAGOS DE PATZCUARO Y CUITZEO. CIENCIA. VOL. 1. No. 7:306-308. MEXICO.
- BUEN, FERNANDO, DE. 1940. LISTA DE PECES DE AGUA DULCE DE MEXICO. EN PREPARACION DE SU CATALOGO. INFORMES DE LA ESTACION LIMNOLOGICA DE PATZCUARO. ANEXO 2, 1940:1-66. MEXICO.

- BUEN, FERNANDO, DE.; 1941. EL LAGO DE PATZCUARO, RECIENTES ESTUDIOS LIMNOLOGICOS. REV. GEOGRAFIA I.P.G.H. T.1. No. 1:20-44. MEXICO.
- BUEN, FERNANDO, DE.; 1941. DOS CORTAS CAMPAÑAS LIMNOLOGICAS EN EL LAGO DE PATZCUARO. (FEBRERO Y JULIO DE 1941). INVESTIGACIONES DE LA ESTACION LIMNOLOGICA DE PATZCUARO. PATZCUARO, No. 10:1-16. MEXICO.
- BUEN, FERNANDO, DE.; 1941. TEMAS DE LIMNOLOGIA. LA PISCICULTURA EN EL LAGO DE PATZCUARO. REVISTA GENERAL DE MARINA. 2a. EPOCA. 1941:46-49. MEXICO.
- BUEN, FERNANDO, DE.; 1941. FASES ONTOGENICAS DE LA ACUMARA, ALGAMSEA LACUSTRIS STEINDACHNER, DEL LAGO DE PATZCUARO. ANALES DEL I. DE BIOLOGIA. UNAM. T.XII. No. 1:345-354.
- BUEN, FERNANDO, DE.; 1941. UN NUEVO GENERO DE LA FAMILIA GOODEIDAE, PERTENECIENTE A LA FAUNA ICTIOLOGICA MEXICANA. ANALES E.N.C.B. IPN. VOL.11 Nos. 2-3:133-141. MEXICO.
- BUEN, FERNANDO, DE.; 1941. EL MICROPTERUS (HURO) SALMOIDES Y LOS RESULTADOS DE SU ACLIMATACION EN EL LAGO DE PATZCUARO. REV. SOC. MEX. HIST. NAT. VOL. II. No. 1:69-78. MEXICO.
- BUEN, FERNANDO, DE.; 1941. CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA ICTIOLOGIA MEXICANA. TRABAJOS DE LA ESTACION LIMNOLOGICA DE PATZCUARO. PATZCUARO, No. 4:1-13. MEXICO.
- BUEN, FERNANDO, DE.; 1941. LAS VARIACIONES FISICAS Y QUIMICAS DE LAS AGUAS DEL LAGO DE PATZCUARO, DESDE OCTUBRE DE 1939 A MARZO DE 1941. INVESTIGACIONES DE LA ESTACION LIMNOLOGICA DE PATZCUARO. PATZCUARO, No. 7:1-25. MEXICO.
- BUEN, FERNANDO, DE.; 1942. SEGUNDA CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA ICTIOLOGIA MEXICANA. INVESTIGACIONES DE LA ESTACION LIMNOLOGICA DE PATZCUARO. VOL.II, No. 3:24-55.
- BUEN, FERNANDO, DE.; 1942. SOBRE LA LABOR ICTIOLOGICA REALIZADA POR LA ESTACION LIMNOLOGICA DE PATZCUARO. INFORMES DE LA ESTACION LIMNOLOGICA DE PATZCUARO. No. 31:1-20. MEXICO.
- BUEN, FERNANDO, DE.; 1944. LIMNOBIOLOGIA DE PATZCUARO. ANALES. INST. BIOL. UNAM. T.15:261-312. MEXICO.
- BUEN, FERNANDO, DE.; 1944. LA FAUNA DEL LAGO DE PATZCUARO Y EL MEDIO EN QUE VIVE. REVISTA MEXICO FORESTAL. VOL. 22, Nos. 1-2:3-9. MEXICO.

- CABALLERO, J.; BARRERA-BASSOLS, N.; MAPES, C. 1986. VEGETACION TERRESTRE DE LA CUENCA DEL LAGO DE PATZCUARO, MICH. 100p. MEXICO.
- CABALLERO, J.; ET.AL. 1981. EXCURSION A LA CUENCA DE PATZCUARO, MICHOACAN. GUIAS BOTANICAS DE EXCURSIONES EN MEXICO. V. CONGRESO MEXICANO DE BOTANICA. 78-119. MORELIA. MICH. MEXICO.
- CALDERON GARCIA, ALFONSO. 1971. ESTUDIO DEL LIRIO ACUATICO EN EL LAGO DE PATZCUARO, MICH. MORELIA, MICH. MEXICO.
- CALDERON, S. ROBERTO. 1982. CONOCIMIENTO, GEOGRAFIA E INTERDISCIPLINA. EN: PROBLEMAS Y REALIDADES DE LA GEOGRAFIA EN MEXICO. COORD. BASSOLS-BATALLA, A. ED. NUESTRO TIEMPO, S.A.: 143-156. MEXICO, D.F.
- CAMACHO, H. 1925. LAS AGUAS SUBTERRANEAS DEL VALLE DE MORELIA, MICH. ANALES INST. GEOL. UNAM. TOMO II. No. 1:5-7. MEXICO.
- CETENAP-I. DE GEOGRAFIA. UNAM. 1973. CARTA CLIMATICA. COORDINACION DE ESTUDIOS DEL TERRITORIO NACIONAL. PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA. HQ-V ESC.: 1:50,000. MEXICO.
- CHORLEY, R.J.; HAGGETT, P. 1974. MODELOS INTEGRADOS EM GEOGRAFIA. LIVROS TECNICOS E CIENTIFICOS. EDITORA S.A. UNIVERSIDAD DE SAO PAULO, BRASIL.
- CHRISTOFOLETTI, A. 1979. ANALISE DE SISTEMAS EN GEOGRAFIA. INTRODUCAO. ED. HUCITEC. EDITORA DE LA UNIVERSIDAD DE SAO PAULO, BRASIL.
- CLAVAL, PAUL. 1970. L'INFLUENCE DE LA GEOGRAPHIE PHYSIQUE ET DE LA GEOGRAPHIE NATURELLE. SUR LES CONCEPTS ET LES METHODES DE LA GEOGRAPHIE HUMAINE. REV. GEOGRAPHIQUE DES PYRENEES ET DU SUD-OUEST. T.41.FASC. 2:113-122. TOULOUSE, FRANCIA.
- CORAGGIO, JOSE LUIS. 1978. LAS TEORIAS DE LA ORGANIZACION ESPACIAL, LA PROBLEMÁTICA DE LAS DESIGUALDADES INTERREGIONALES Y LOS METODOS DE PLANIFICACION REGIONAL. SEMINARIO SOBRE LA CUESTION REGIONAL EN AMERICA LATINA. EL COLEGIO DE MEXICO. DOCUMENTO IV.3. CENTRO ESTUDIOS ECONOMICOS. MEXICO.
- CORAGGIO, JOSE LUIS. 1979. SOBRE LA ESPACIALIDAD SOCIAL Y EL CONCEPTO DE REGION. EL COLEGIO DE MEXICO. CENTROS DE ESTUDIOS ECONOMICOS Y DEMOGRAFICOS. AVANCES DE INVESTIGACION. 3-1979.56p. MEXICO.

- CORREA PEREZ, GERARDO.; ET.AL. 1974. GEOGRAFIA DEL ESTADO DE MICHOACAN. (FISICA, HUMANA, ECONOMICA). TOMO I:GEOGRAFIA FISICA. EDDISA. 454p. MORELIA, MICH. MEXICO.
- CORREA PEREZ, GERARDO.; R. REYNA, C. 1974. LA VEGETACION DEL ESTADO DE MICHOACAN Y SU EXPLOTACION. BOL. SOC. MEX. GEOG. Y ESTAD. VOL. 115:53-63. MEXICO.
- CRAC. 1981. RESULTADOS DE LA INVESTIGACION EXPLORATORIA EN LA REGION LACUSTRE DE PATZCUARO, MICHOACAN. DOCUMENTO PRELIMINAR. CRAC. 2 VOL. MEXICO.
- DEEVEY, E.S. JR. 1956. LIMNOLOGIC STUDIES IN MIDDLE AMERICA. WITH A CHAPTER ON AZTEC LIMNOLOGY. TRANS. CONN. ACAD. ARTS. SCI. No. 39:213-328. CONNECTICUT. E.U.A.
- DEMANT, A. Y ROBIN, C. 1975. LAS FASES DEL VULCANISMO EN MEXICO, UNA SINTESIS EN RELACION CON LA EVOLUCION GEODINAMICA DESDE EL CRETACICO. REV. INST. GEOLOGIA. UNAM. VOL. 75. No. 1: 70-83. MEXICO.
- DEMANT, A.; ROBIN, C. 1975. LES QUATRE PROVINCES VOLCANIQUES DU MEXIQUE, RELATIONS AVEC L'EVOLUTION GEODYNAMIQUE, DEPUIS LE CRETACE; II. LES DEUX PROVINCES OCCIDENTALES. C.R. ACAD. SC. TOMO 280:1437-1440. E.U.A.
- DEMANT, A.; ET.AL. 1976. EXCURSION No. 4. EL EJE NEOVOLCANICO TRANSMEXICANO. III CONGRESO LATINOAMERICANO DE GEOLOGIA. UNAM. 38p. MEXICO.
- DEMANT, A.; MAUVROIS, R.; MORAL, S. 1975. ESTUDIO GEOLOGICO DE LAS HOJAS MORELIA Y MARAVATIO, EDO. DE MICH. C.F.E. E INST. DE GEOLOGIA, UNAM. 30p. MEXICO.
- DEMANT, A. 1978. CARACTERISTICAS DEL EJE NEOVOLCANICO TRANSMEXICANO Y SUS PROBLEMAS DE INTERPRETACION. REV. INST. GEOL. UNAM. VOL.2:172-187. MEXICO.
- DEMANT, A. 1979. VULCANOLOGIA Y PETROGRAFIA DEL SECTOR OCCIDENTAL DEL EJE NEOVOLCANICO. REV. INST. GEOL. UNAM. VOL. 3:39-57. MEXICO.
- DETENAL; SPP. 1978. CARTA GEOLOGICA. E14-A31. ESC. 1:50,000. MEXICO
- DETENAL; SPP. 1978. CARTA GEOLOGICA. E14-A22. ESC. 1:50,000. MEXICO.
- DETENAL; SPP. 1980. CARTA EDAFOLOGICA. E14-A21. ESC. 1:50,000. MICHOACAN, MEXICO.

- DETENAL; SPP. 1980. CARTA EDAFOLOGICA. E14-A31. ESC. 1:50,000. MICHOACAN. MEXICO.
- DETENAL; SPP. 1980. CARTA EDAFOLOGICA. E14-A22. ESC. 1:50,000. MICHOACAN, MEXICO.
- DETENAL; SPP. 1980. CARTA EDAFOLOGICA. E14-A21. ESC. 1:50,000. MICHOACAN, MEXICO.
- DETENAL; SPP. 1982. CARTA GUADALAJARA. TEMPERATURAS MEDIAS ANUALES. ESC. 1:1,000,000. MEXICO.
- DETENAL; SPP. 1982. CARTA GUADALAJARA. PRECIPITACION TOTAL ANUAL. ESC. 1:1,000,000. MEXICO.
- DETENAL; SPP. 1976. CARTA CLIMATICA DE MEXICO. 140-V. ESC.1:50,000. MEXICO.
- DETENAL; SPP. 1980. CARTA TOPOGRAFICA. E14-A21. ESC. 1:50,000. MICHOACAN, MEXICO.
- DETENAL; SPP. 1980. CARTA TOPOGRAFICA. E14-A22. ESC. 1:50,000. MICHOACAN, MEXICO.
- DETENAL; SPP. 1980. CARTA TOPOGRAFICA. E14-A31. ESC. 1:50,000. MICHOACAN, MEXICO.
- DETENAL; SPP. 1980. CARTA TOPOGRAFICA. E14-A32. ESC. 1:50,000. MICHOACAN, MEXICO.
- DUCHAUFOR, PH. 1983. PEDOLOGIE. 1. PEDOGENESE ET CLASSIFICATION. ED. MASSON. 2a. ED. AUMENTADA Y CORREGIDA. 491p. PARIS, FRANCIA.
- DUNBAR, C.O. 1976. GEOLOGIA HISTORICA. CIA. EDITORIAL CONTINENTAL. S.A. MEXICO. 556p.
- ESPINOZA DE, I.F. 1945. CRONICA DE LA PROVINCIA FRANCISCANA DE LOS APOSTOLES SAN PEDRO Y SAN PABLO DE MICHOACAN. EDIT. NICOLAS LEON Y J.L. DAVILA GARIBI. 505p. MEXICO.
- FELL, BARRY. 1974. LIFE, SPACE AND TIME. A COURSE IN ENVIRONMENTAL BIOLOGY. HARPER AND ROW, PUBLISHERS. NEW YORK. 417p. U.S.A.
- FUENTES AGUILAR, L. 1971. EL INDICE DE ARIDEZ Y LA DISTRIBUCION DE LOS DISTRITOS DE RIEGO EN LA REPUBLICA MEXICANA. BOL. INST. GEOG. UNAM. 4:79-86. MEXICO.

- GARCIA, ENRIQUETA. 1981. MODIFICACIONES AL SISTEMA DE CLASIFICACION CLIMATICA DE KOEPPEN. INSTITUTO DE GEOGRAFIA. UNAM. 252p. MEXICO.
- GARCIA, JOSE LUIS; ET. AL. 1982. CARTA BATIMETRICA DEL LAGO DE PATZCUARO, MICH. ESCALA 1:50,000. MEXICO.
- GARZA VARGAS, FLORA MARIA. 1982. METODOLOGIA PROPUESTA PARA LA DETERMINACION DE USO POTENCIAL DEL SUELO EJEMPLIFICADA EN LA ZONA SURORIENTAL DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO. FACULTAD DE CIENCIAS. UNAM. TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE LICENCIATURA EN BIOLOGIA. 312p. MEXICO, D.F. MEXICO.
- GODELIER, MAURICE. 1978. INFRASTRUCTURES, SOCIETES AND HISTORY. EN: CURRENT ANTHROPOLOGY. VOL. 19. No. 4:763-771. E.U.A.
- GOMEZ MENDOZA, JOSEFINA; MUÑOZ JIMENEZ, JULIO; CANTERO ORTEGA, NICOLAS. 1982. EL PENSAMIENTO GEOGRAFICO. ESTUDIO INTERPRETATIVO Y ANTOLOGIA DE TEXTOS. (DE HUMBOLDT A LAS TENDENCIAS RADICALES). ALIANZA EDITORIAL. SERIE UNIVERSIDAD. TEXTOS. 530p. MADRID, ESPAÑA.
- GORENSTEIN, SH.; POLLARD, H.P. 1983. THE TARASCAN CIVILIZATION: A LATE PREHISPANIC CULTURAL SYSTEM. VANDERBILT UNIVERSITY PUBLICATIONS IN ANTHROPOLOGY No. 28. NASHVILLE, TENNESSEE, E.U.A.
- GUERRA PEÑA, FELIPE. 1980. FOTOGEOLOGIA. UNAM. MEXICO.
- HEINE, K. 1973. VARIACIONES MAS IMPORTANTES DEL CLIMA DURANTE LOS ULTIMOS 40,000 AÑOS EN MEXICO. REV. COMUNICACIONES. No. 7:51-56. MEXICO.
- HUERTA, M.L.; RZEDOWSKI, J. 1978. VEGETACION MARINA LITORAL. EN: VEGETACION DE MEXICO. ED. TRILLAS. 329-362. MEXICO.
- HUTCHINSON, G.E.; ET.AL. 1956. SEDIMENTS OF LAKE PATZCUARO, MICHOCAN. MEXICO. GEOL. SOC. AMER. BULL. 67:1491-1504. E.U.A.
- JAUREGUI OSTOS, E. 1975. LAS ZONAS CLIMATICAS DE LA CIUDAD DE MEXICO. BOL. INST. GEOG. UNAM. 4:47-58. MEXICO.
- KILIAN, J. 1981. L'EVALUATION DE LA STABILITE ET DE L'INESTABILITE DU MILIEU DANS LA CARTOGRAPHIE MORPHOPEDOLOGIQUE A BUT D'AMENAGEMENT. THE UNITED NATIONS UNIVERSITY. ATELIER DE TRAVAIL SUR STABILITE DES ECOSYSTEMES DE MONTAGNE. UNIVERSITE DE BERN-SUISSE. 12p. SUIZA.

- KILIAN, J. 1974. ETUDE DU MILIEU PHYSIQUE EN VUE DE SON AMENAGEMENT. CONCEPTIONS DE TRAVAIL. METHODES CARTOGRAPHIQUES. AGRONOMIE TROPICALE. VOL. XXIX. No. 9:141-153. FRANCIA.
- KOSTENKO PETROVNA, HATALIA. 1975. GEOMORFOLOGIA ESTRUCTURAL. INSTITUTO DE GEOGRAFIA. UNAM. 113p. MEXICO.
- LACOSTE, YVES. 1977. LA GEOGRAFIA: UN ARMA PARA LA GUERRA. EDIT. ANAGRAMA. SERIE ELEMENTOS CRITICOS No. 9. 156p. BARCELONA, ESPAÑA.
- LANGBEIN, W.B.; ET.AL. 1949. ANNUAL RUNOFF IN THE UNITED STATES. U.S. GEOLOGICAL SURVEY CIR. No. 52. JUNIO. E.U.A.
- LEAVENWORTH, W.C. 1946. A PRELIMINARY STUDY OF THE VEGETATION OF THE REGION BETWEEN CERRO TANCITARO AND THE RIO TEPALCATEPEC, MICHOACAN. MEXICO. AMER. MIDL. NAT. 36:137-206. E.U.A.
- LOCK, E.E.H. 1977. THE PINES OF MEXICO AND BRITISH HONDURAS. THE DEPT. OF FORESTRY. BULL.:35. PRETORIA, SOUTH AFRICA.
- LOPEZ RAMOS, E. 1979. GEOLOGIA DE MEXICO. EDICIONES ESCOLARES. TOMO III:22-42. MEXICO, D.F.
- LOPEZ SOLACHE, G. 1982. DINAMICA HIDROLOGICA DEL LAGO DE ZIRAHUEN. UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA-IZTAPALAPA. 63p. MEXICO.
- LOT, A.; NOVELO, A. 1986. VEGETACION DEL LAGO DE PATZCUARO, MICH. ANALES INST. BIOL. SERIE BOTANICA. UNAM. 30p. EN PRENSA.
- MADEREY, F.E. 1973. LOS MANANTIALES DE MICHOACAN. INFORME IV. CONGRESO NACIONAL DE GEOGRAFIA. TOMO I. URUAPAN, MICHOACAN. MEXICO.
- MARGALEF, RAMON. 1977. ECOLOGIA. EDICIONES OMEGA, S.A. BARCELONA, ESPAÑA. 1977. 950p.
- MARTEH, G. G.; SANCHOLUZ, L.A. 1981. PLANEACION ECOLOGICA DEL USO DE LA TIERRA Y EVALUACION DE LA CAPACIDAD DE SUSTENTACION EN LA REGION XALAPA. BIOTICA. VOL.6. No. 2:123-153. INIREB. MEXICO.
- MARTONNE, E. DE. 1913. LE CLIMAT FACTEUR DU RELIEF. SCIENTIA.: 339-355. FRANCIA.

- MAZARI, M. 1981. EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA DESDE EL PUNTO DE VISTA BACTERIOLOGICO Y FISICOQUIMICO EN EL LAGO DE PATZCUARO, MICHOACAN. TESIS LICENCIATURA. FAC. CIENCIAS. UNAM. 53p. MEXICO.
- MEZA, S.M. 1976. INTERPRETACION DE LOS ELEMENTOS CLIMATICOS EN LA EVOLUCION MORFOLOGICA DE LA CUENCA BAJA DEL RIO TEPEJIL, HGO. TESIS PROFESIONAL PARA OBTENER EL GRADO DE LICENCIATURA EN GEOGRAFIA. FAC. FIL. Y LETRAS. UNAM. MEXICO.
- MOOSER, F. 1975. MEMORIAS DE LAS OBRAS DEL SISTEMA DE DRENAJE PROFUNDO DEL DISTRITO FEDERAL. DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL. VOL. 1:9-38. MEXICO.
- MOOSER, F. 1972. THE MEXICAN VOLCANIC BELT: STRUCTURE AND TECTONICS. GEOG. INTERV. 12(2):55-70. E.U.A.
- ODUM, EUGENE, P. 1971. FUNDAMENTALS OF ECOLOGY. U.B. SANDERS. COMPANY. PHILADELPHIA, U.S.A. 574p.
- ORDÓÑEZ, EZEQUIEL. 1906. VII EXCURSION DU JORULLO. DE MEXICO A PATZCUARO ET URUAPAN. GUIDE DES EXCURSIONS DU Xe. CONGRES GEOLOGIQUE INTERNATIONAL. MEXICO.
- ORTIZ-SOLORIO, CARLOS A.; CUANALO DE LA CERDA, H.E. 1977. LEVANTAMIENTO FISIOGRAFICO DEL AREA DE INFLUENCIA DE CHAPINGO. (PARA LA CARTOGRAFIA DE TIERRAS EROSIONADAS). COLEGIO DE POSTGRADUADOS. ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA. 83p. CHAPINGO, MEXICO.
- ORTIZ-SOLORIO, CARLOS A.; CUANALO DE LA CERDA, H.E. 1978. METODOLOGIA DEL LEVANTAMIENTO FISIOGRAFICO. UN SISTEMA DE CLASIFICACION DE LAS TIERRAS. COLEGIO DE POSTGRADUADOS. ESCUELA NACIONAL DE CHAPINGO. 85p. MEXICO.
- OSORIO TAFALL, B.F. 1944. BIODINAMICA DEL LAGO DE PATZCUARO, MICHOACAN. I.- ENSAYO DE INTERPRETACION DE SUS RELACIONES TROPICAS. REV. SOC. MEX. HIST. NAT. TOMO V. 3-4:197-227. MEXICO.
- PLAN LERMA DE ASISTENCIA TECNICA. 1968. OPERACION PATZCUARO. INFORMACION GENERAL. PLAT. 33p. MEXICO.
- RAUNET, M. 1978. LE MILIEU NATUREL DU BASSIN DES LACS ABAYA ET CHANG. ETHIOPE-RIFT VALLEY MERIDIONALE. I.R.A.T. 104p. MONTPELLIER, FRANCE.

- RAUNET, M. 1982. LES BAS-FONDS EN AFRIQUE ET A MADAGASCAR. FORMATION, CARACTERES MORPHOPEDOLOGIQUES, HIDROLOGIE, APTITUDES AGRICOLES. I.R.A.T. 56p. MONTPELLIER, FRANCE.
- REA, ALONSO DE LA. 1643. CRONICA DEL ORDEN DE NUESTRO SERAFICO PADRE SAN FRANCISCO, PROVINCIA DE SAN PEDRO Y SAN PABLO DE MICHOCAN EN LA NUEVA ESPAÑA. EDIT. VDA. DE BERNARDO CALDERON. 179p. MEXICO.
- REYNA, TERESA. 1971. EL CLIMA DE LA SIERRA TARASCA. BOL. INST. GEOG. UNAM. 4:38-48. MEXICO.
- REYNA, TERESA. 1975. RELACIONES ENTRE CLIMA Y LAS PRINCIPALES ASOCIACIONES VEGETALES EN LA SIERRA TARASCA. (ESTUDIOS PRELIMINARES). BOL. INST. GEOG. UNAM. 6:87-96. MEXICO.
- RINGELET, A.R. 1962. ECOLOGIA ACUATICA CONTINENTAL. ED. UNIVERSITARIA DE BUENOS AIRES. 138p. ARGENTINA.
- RIOJA, E. 1940. OBSERVACIONES ACERCA DEL PLANCTON DEL LAGO DE PATZCUARO. ANALES INST. BIOL. UNAM. II:417-425. MEXICO.
- RIOJA, E. 1940. ESPONJAS, HIDROZOARIOS Y BRIOZOOS DEL LAGO DE PATZCUARO. ANALES INST. BIOL. UNAM. 11:443-448. MEXICO.
- RIOJA, E. 1940. NOTAS ACERCA DE LOS CRUSTACEOS DEL LAGO DE PATZCUARO. ANALES INST. BIOL. UNAM. 11:469-475. MEXICO.
- ROSAS MORENO, M. 1976. DATOS BIOLOGICOS DE LA ICTIOFAUNA DEL LAGO DE PATZCUARO, CON ESPECIAL ENFASIS EN LA ALIMENTACION DE SUS ESPECIES. MEMORIAS DEL SIMPOSIO SOBRE PESQUERIAS EN AGUAS CONTINENTALES. 229-366. TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS. MEXICO.
- ROSAS, I.; M. MAZARI.; J. SAAVEDRA.; A.P. BAEZ. 1985. BENTHIC ORGANISMS AS INDICATORS OF WATER QUALITY IN LAKE PATZCUARO, MEXICO. WATER, AIR AND SOIL POLLUTION. 25:401-414. D. REIDEL PUBLISHING CO. U.S.A.
- ROSSIGNOL, J.P. 1985. LA CARTOGRAFIA MORFOEDAFOLOGICA: CONCEPCIONES Y METODOLOGIA. INIREB-ORSTOM. MECANOGRAFIADO. 8p. XALAPA, VER. MEXICO.
- ROSSIGNOL, J.P.; GEISSERT, D.; CAMPOS, A.; 1985. LA CARTOGRAFIA MORFOEDAFOLOGICA: UN EJEMPLO, EL MAPA A LA ESCALA 1:50,000, DE LA REGION DE COATEPEC. INIREB-ORSTOM. XALAPA, VER. MECANOGRAFIADO. 9p.

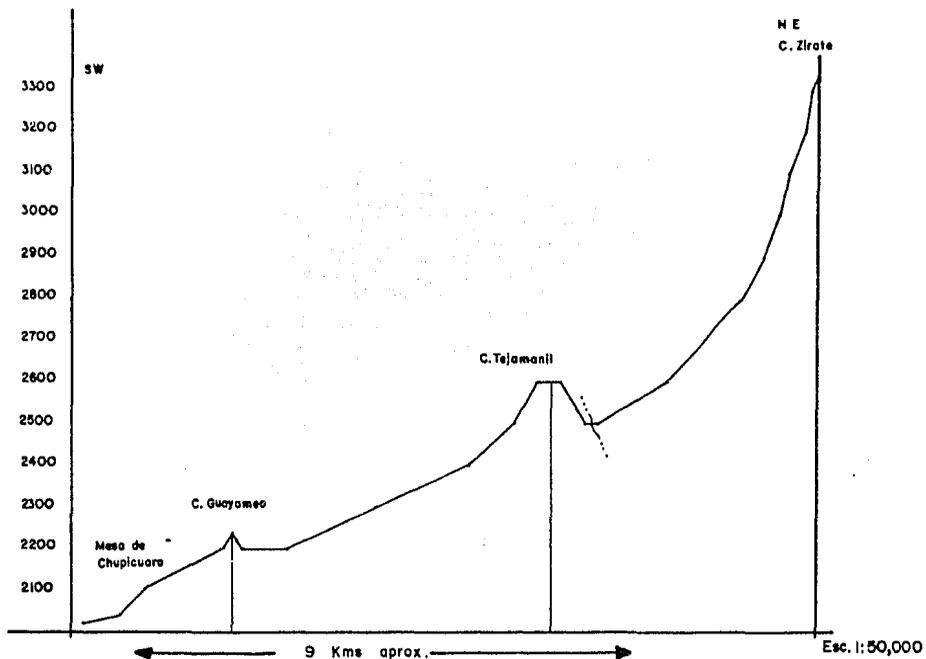
- RZEDOWSKI, J. 1978. LA VEGETACION DE MEXICO. EDITORIAL LIMUSA. 432p. MEXICO.
- RZEDOWSKI, J.; MC VAUGH, R. 1966. LA VEGETACION DE LA NUEVA GALICIA. UNIVERSITY OF MICHIGAN HERBARIUM. VOL. 9 No. 1. MICHIGAN, E.U.A.
- SAAVEDRA, J. 1982. MACROINVERTEBRADOS BENTONICOS COMO INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO DE PATZCUARO, MICHOACAN. TESIS DE LICENCIATURA. FAC. DE CIENCIAS. UNAM. 44p. MEXICO.
- SANCHOLUZ, L.A.; MARTEN, G.G.; ZOLA, H.G. 1981. TIPOS DE SUELOS PARA LA PLANEACION ECOLOGICA DEL USO DE LA TIERRA. BIOTICA. VOL. 6, No. 2:155-172. INIREB. MEXICO.
- SANTOS, MILTON. 1978. DE LA SOCIETE AU PAYSAGE. REV. HERODOTE. No. 9:66-73. FRANCIA.
- SAPORITO, H.S. 1975. CHEMICAL AND MINERAL STUDIES OF A CORE FROM LAKE PATZCUARO, MEXICO. M.Sc. THESIS. UNIVERSITY OF MINNESOTA. E.U.A.
- SARH.; SUBSECRETARIA DE PLANEACION.; DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS.; SUBDIRECCION DE AGROLOGIA. 1978. CALCULO DEL CLIMA DE ACUERDO AL SEGUNDO SISTEMA DE THORNTHWAITTE. SARH. PUBL. No. 7. 2a. ED. MEXICO.
- SCHREIBER, KARL-FREDERICH. LANDSCAPE PLANNING AND PROTECTION OF THE ENVIRONMENT. THE CONTRIBUTION OF LANDSCAPE ECOLOGY. APPLIED SCIENCE 9:129-139. E.U.A.
- SOCHARA, V.B. 1971. GEOGRAPHY AND ECOLOGY. SOVIET GEOGRAPHY. XII. No. 5:277-283. U.R.S.S.
- SOCHARA, V.B. 1977. O ESTUDIO DE GEOSISTEMAS EN: METODOS EN QUESTAO No. 16. 51p. UNIVERSIDAD DE SAO PAULO. INSTITUTO DE GEOGRAFIA. SAO PAULO, BRASIL.
- SOLORZANO PRECIADO, AURELIO. 1961. CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LA BIOLOGIA DEL CHARAL PRIETO DEL LAGO DE PATZCUARO, MICHOACAN. MINEOGRAFIADO. 229p. MEXICO.
- TAMAYO, J.L. 1976. GEOGRAFIA MODERNA DE MEXICO. ED. TRILLAS. 9a. ED. 400p. MEXICO.
- TOLEDO, V.M.; N. BARRERA; ET.AL. 1984. ECOLOGIA Y DESARROLLO RURAL EN PATZCUARO. UN MODELO PARA EL ANALISIS INTERDISCIPLINARIO DE COMUNIDADES CAMPESINAS. INSTITUTO DE BIOLOGIA. UNAM. 224p. MEXICO, D.F.

- TOLEDO, V.M.; CABALLERO, J.; MAPES, C.; BARRERA, N.; ARGUETA, A.; NUÑEZ, M.A. 1980. LOS PUREPECHAS DEL LAGO DE PATZCUARO: UNA APROXIMACION ECOLOGICA. REV. AMERICA INDIGENA. VOL. 40. No. 1:17-55pp. MEXICO.
- TRICART, JEAN. 1977. ECODINAMICA. (RECURSOS NATURAIS E MEIO AMBIENTE, 1) I.B.G.E. VOL. 1. 91p. RIO DE JANEIRO, BRASIL.
- TRICART, JEAN. 1985. PRO-LAGOS. LOS LAGOS DEL EJE NEOVOLCANICO DE MEXICO. INSTITUTO DE GEOGRAFIA. UNAM. 66p. MEXICO, D.F.
- TRICART, JEAN. 1974. DE LA GEOMORPHOLOGIE A L'ETUDE ECOGRAPHIQUE INTEGREE. L'AGRONOMIE TROPICALE No. 2 y 3:122-130. FRANCIA.
- TRICART, JEAN.; J. KILIAN. 1979. LA ECO-GEOGRAFIA Y LA ORDENACION DEL MEDIO NATURAL. EDIT. ANAGRAMA. SERIE ELEMENTOS CRITICOS No. 22. 288p. BARCELONA, ESPAÑA.
- TRICART, JEAN 1979. PAYSAGE ET ECOLOGIE. REVUE DE GEOMORPHOLOGIE DYNAMIQUE. AÑO XXVIII. No. 3:81-95. PARIS, FRANCIA.
- TRICART, JEAN.; KILIAN, J. 1970. LAS RELACIONES ENTRE LA MORFOGENESIS Y LA PEDOGENESIS. MINISTERIO DE GANADERIA Y AGRICULTURA. FACULTAD DE AGRONOMIA. PROGRAMA DE ESTUDIO Y LEVANTAMIENTO DE SUELOS. URUGUAY. 18p.
- UENO, M. 1939. ZOOPLANCTON OF LAGO DE PATZCUARO, MEXICO. ANNOT. ZOOL. JAP. 18(2):105-114. JAPON.
- VELASCO, A. 1982. EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA CON BASE EN ALGUNOS ASPECTOS DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTONICA DEL LAGO DE PATZCUARO, MICHOACAN. TESIS DE LICENCIATURA. FAC. DE CIENCIAS DE LA UNAM. 78p. MEXICO.
- VILLARELLO, JUAN DE. 1909. HIDROLOGIA SUBTERRANEA DE LOS ALREDEDORES DE PATZCUARO, ESTADO DE MICHOACAN. PARERGOINES. No. 9:339-362. INSTITUTO DE GEOLOGIA. UNAM. MEXICO.
- WAITZ, PAUL. 1943. RESEÑA GEOLOGICA DE LA CUENCA DEL LERMA. REV. SOC. MEX. GEOG. Y ESTAD. TOMO 58. (1-2):123-138. MEXICO.
- WATTS, W.A.; BRADBURY, J.P. 1982. PALEOECOLOGICAL STUDIES AT LAKE PATZCUARO ON THE WEST-CENTRAL MEXICAN PLATEAU AND AT CHALCO IN THE BASIN OF MEXICO. QUATERNARY RESEARCH REV. No. 17:56-70. UNIV. OF WASHINGTON. E.U.A.
- WEST, ROBERT C.; 1948. CULTURAL GEOGRAPHY OF MODERN TARASCAN AREA. SMITHSONIAN INST. 77p. WASHINGTON, D.C. E.U.A.
- WITTAKER, R.H. 1975. COMMUNITIES AND ECOSYSTEMS. MAC MILLAN PUBL. CO. INC. NEW YORK. 385p. 2nd. ED. U.S.A.

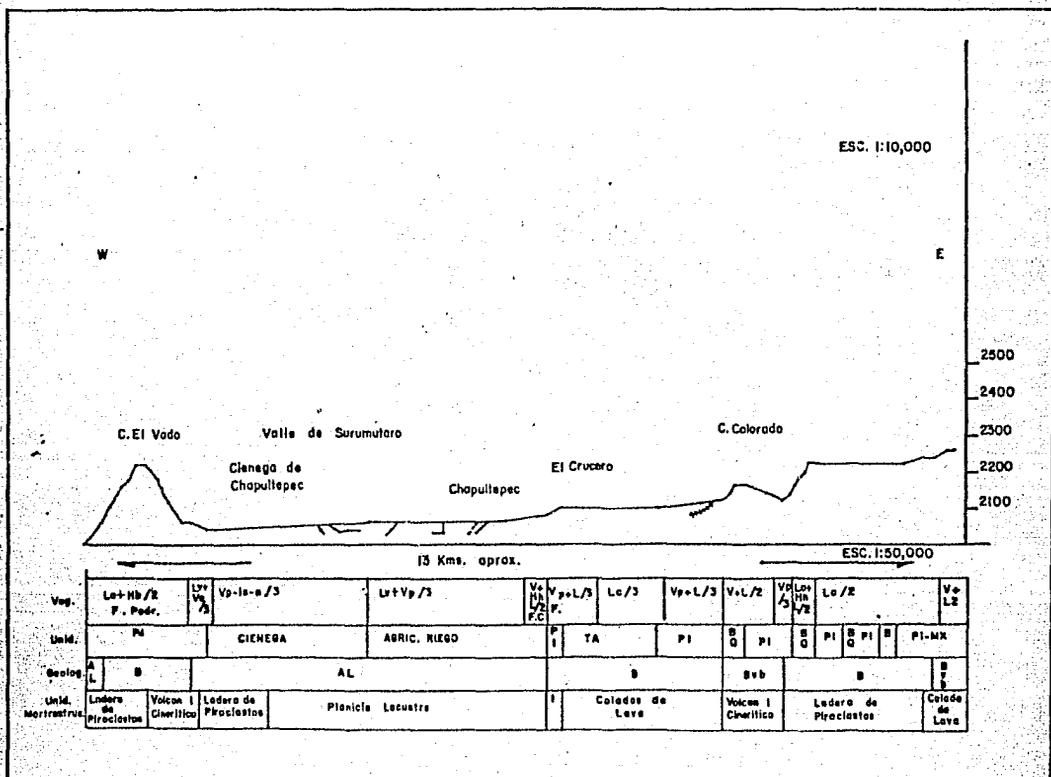
SEXTA PARTE:

VI. A P E N D I C E I.

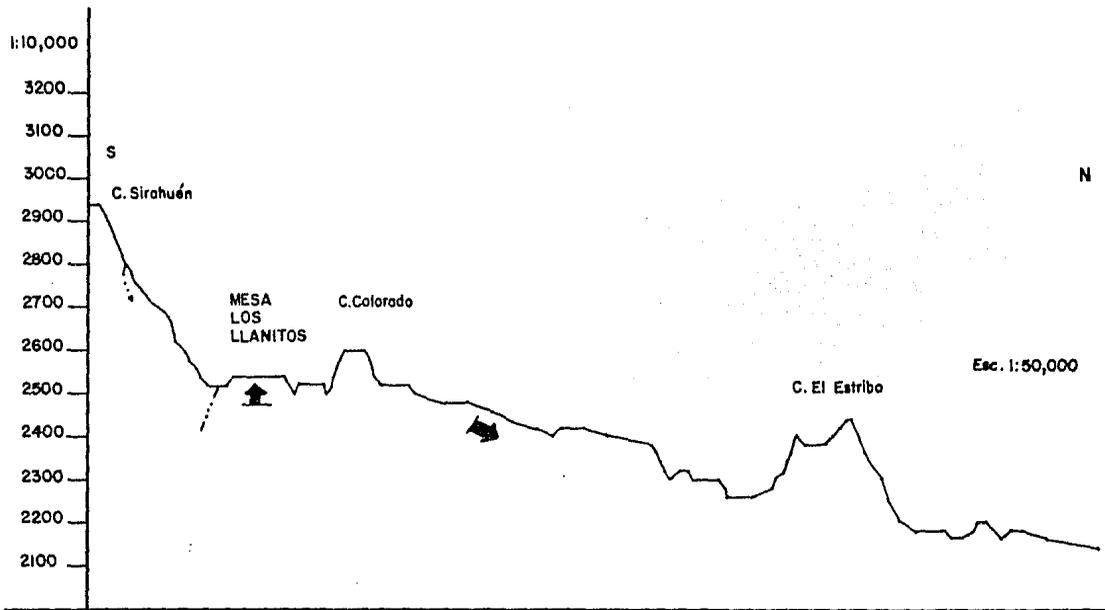
Esc. 1:10,000



N E	MAT. XERO.	PI-TA	M X	PI	N-BP BACHA- RIS	M. BACHA- RIS	PI	TA	BQ	PI	BQ	BP	VEG.YSIST. AGRICOLAS
	HL/2	HL/2	T O	LC+C/2	TQ	LC+C/2	TQ	F.L. LC+ L/2	TO+AO/2	LC+L+AD/3	BP	UNIDADES EDAFICAS	
	FASE PEDR.	FASE PEDR.	B V b	FASE LITICA	FASE LITICA	FASE LITICA	FASE LITICA	FASE LITICA	FASE LITICA	FASE LITICA	FASE LITICA	IGEA ANDESITAS	GEOLOGIA SUPERFICIAL
	BASALTO; FRAC. MODERA DA CUATERNARIO;	BASALTO MASIVO; FRACTURAMIENTO MODERADO; DEL CUATERNARIO; INTEMPERISMO EN BLOQUES; MEDIANA PERMEABILIDAD	SA	COLADA DE LAVA CON SUELOS	L P	VC	LADERA DE PIROCLAS- TO.	LP PA	C.A.	UNID. MORFOESTRUC.			

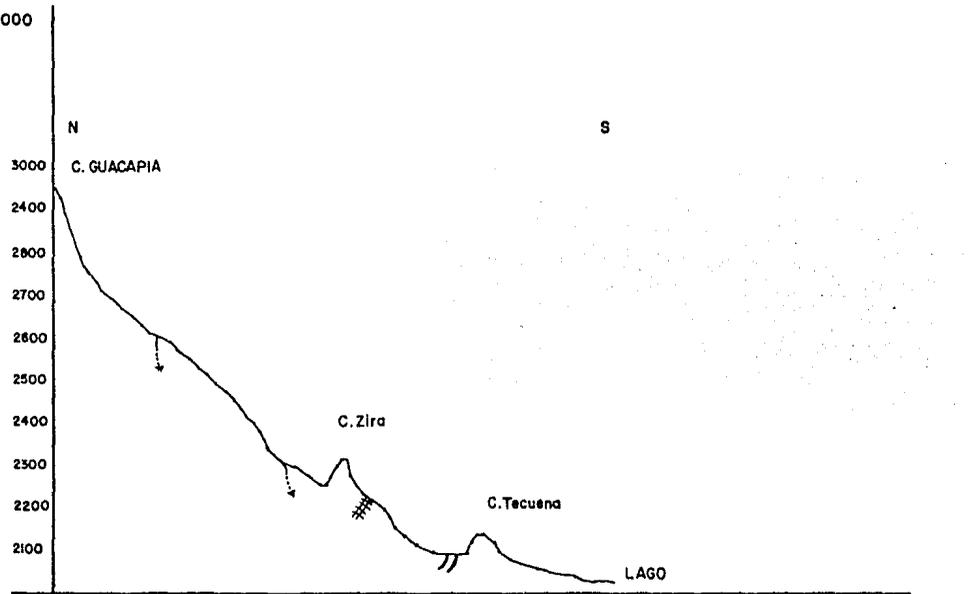


CUADRO No. 92.



	12 Kms. Aprox.																
Veg. y Sist. Agríc.	B	BQ	TA	BQ						ATH	BQ	ATH	BQ	M-EP	M-PI	AT	
Unid. Edaf.	TOFH	L+TO/2	TH	L+TO/2	L+TH/2				T+L/2	L+TH/2	L+Bd	To/2	TH/2	To/2	To/2	1+L+2	Lo/2
Geolog. Superf.	B	A	L		Bvb	B				AL	BVB		B		A	B	
Unidades Morfostruc.	Volcán Cinerítico	Ladera de Piroclastos	Colada de Lava		Volcán Cinerítico	Colada de Lava				Domo de Lava	Colada de Lava	Volcán Cinerítico	Escarpe de Falda	Sup. Debrisal	Colada de Lava		

ESC. 1:10,000



B	BP	ATH	BP	M A	B P	A T	MAT	AT	P I	A T	P I	A R
TH L/2P	TH+ TO / 2			TH 2	TH 2	AO/20 2DP	AO+TO 2DP	AO/2D	AO+TH 2			
B Cuaternario				Bvb Cuat.		B Cuat.		Bvb Cuaternario				
C.A.	Ladera de Piroclastos con Pendiente Acentuada.			V.C.	Ladera Piroclasto		PA.	V.C.	Ladera Piroclastos			

VEGETACION Y SIST. AGRICOLAS

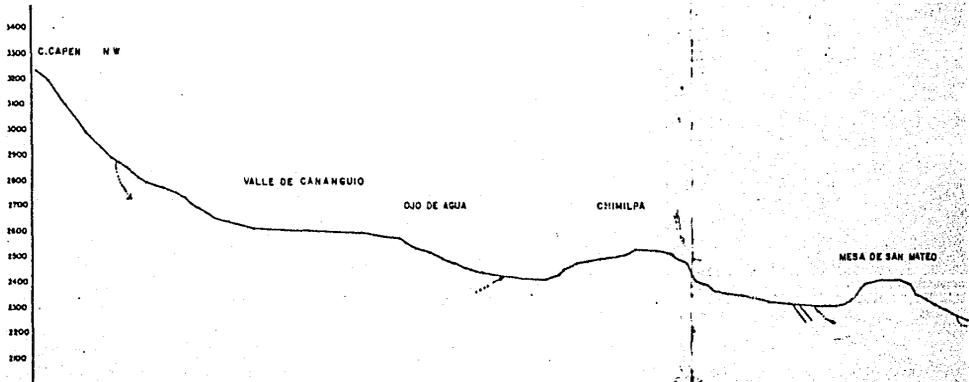
UNIDADES EDAFICAS. FAO UNESCO DETENAL

GEOLOGIA SUPERFICIAL

UNID. MORFOESTRUC.

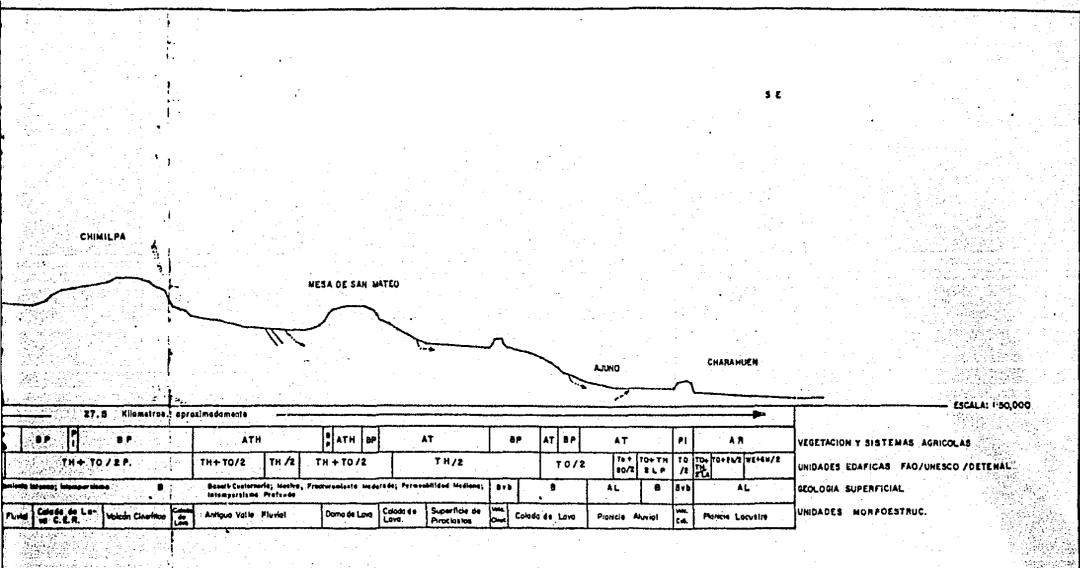


ESCALA: 1:10,000



27.5 Kilómetros: aproximadamente

BP	PI-ATH	ATH	M	ATH	BP	ATH	BP	P	BP	ATH	ATH	BP	ATH	
TH+TO/2		TH/2	TH+TO/2		TH/2	TH+TO/2 P.			TH+TO/2	TH/2	TH+TO/2			
B			AL		Basalto del Cuaternario, Muebles, Fracturas en la zona; Incompetencia Profunda y Alta Permeabilidad.					B				
C.A. Ladera de Proclistas		Antiguo Valle Fluvial con Relleno de Proclistas.		Ladera de Proclistas		Valle Fluvial	Colada de Lava C.E.N.	Volcán Cinchoca		Colada de Lava	Antiguo Valle Fluvial		Domo de Lava	Colada de Lava.



27.8 Kilometros (aproximadamente)																
BP	BP	ATH		ATH	BP	AT	BP	AT	BP	AT	PI	AR				
TH + TO / E.P.		TH + TO / 2	TH / 2	TH + TO / 2	TH / 2		TO / 2		Te + SO / 2	To + TH / 2	TO / 2	Te + TH / 2	Te + TH / 2			
Unidad litológica: Mencionada      B      Suelo: Cudalmar, hondo, Fructuoso, moderado, Permeabilidad Mediana;      B + B      S      AL      B      B + B      AL																
Unidad	Clase de Lit.	Velocidad	Clasificación	Amplitud	Velocidad	Flujos	Domo de Lava	Calado de Lava	Superficie de Proyectos	Unidad	Calado de Lava	Proyector	Aluvial	Unidad	Flujos	Locustre

VEGETACION Y SISTEMAS AGRICOLAS  
 UNIDADES EDIFICAS FAO/UNESCO /DETENAL  
 GEOLOGIA SUPERFICIAL  
 UNIDADES MORFOESTRUC.