

Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"

División de Ingeniería



Estudio Fisiográfico de la Cuenca de Tzurumutaro
del Lago de Patzcuaro

Por:

Mateo Cornejo Montoya

Tesis

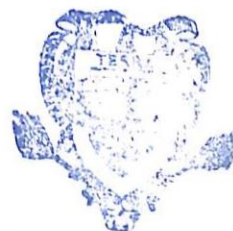
Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Suelos

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Agosto de 1989

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



BIBLIOTECA

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISION DE INGENIERIA.



ESTUDIO FISIOGRAFICO DE LA CUENCA DEL TZURUMUTARO DEL LAGO
DE PATZCUARO.

T E S I S

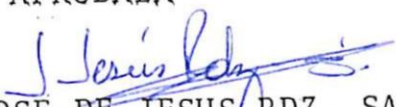
POR

MATEO CORNEJO MONTOYA.

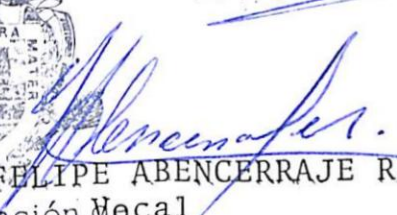
QUE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR,
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRONOMO EN SUELOS.

APROBADA

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"


ING. JOSE DE JESUS RDZ. SAHAGUN
presidente




M.C. FELIPE ABENCERRAJE RDZ.
Coordinación Vocal
Ingeniería


M.C. GONZALO DIAZ DE LEON TOBIAS
Vocal.


M.C. FELIPE ABENCERRAJE RODRIGUEZ,
Coordinador de la División de Ingeniería.

Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Agosto de 1989.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Rodrigo Aveldaño Salazar por su orientación y dirección al presente trabajo.

Al M.C. Gonzalo Díaz de León por su valiosa ayuda en la revisión y corrección de este trabajo.

Al M.C. José Sahagun por sus valiosas observaciones y corrección de este trabajo.

Al M.C. Francisco Javier Sifuentes por sus valiosos consejos que hicieron posible el éxito de este trabajo.

Al Dr. José A. Laborde Cancino por su apoyo al inicio y durante mi carrera.

Al Dr. Ramiro López Trujillo a nombre de los internos de esta Universidad por haber hecho posible la sobrevivencia del internado.

DEDICATORIA

A mis padres

Eleodoro Cornejo Pérez y

Efigenia Montoya Montoya

A mis hermanos

Francisco

Salvador

Rosa Elena

Ma. Mercedes

Primo

Catalina

Adalberto

Ma. Carmen

CONTENIDO

	Pág.
INDICE DE CUADROS	i
INDICE DE FIGURAS	ii
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
3. MATERIALES Y METODOS	
3.1 Características del área de estudio	8
3.1.1 Aspecto socioeconómico	8
3.1.1.1 Población	8
3.1.1.2 Ingreso	9
3.1.1.3 Educación	10
3.1.1.4 Servicios	10
3.1.1.5 Organización	11
3.1.1.6 Infraestructura rural	11

3.1.2 Aspectos físicos del área	
3.1.2.1 Localización geográfica	11
3.1.2.2 Descripción climática	12
3.1.2.2.1 Temperatura	13
3.1.2.2.2 Precipitación	13
3.1.2.3 Geología	14
3.1.2.4 Suelos	15
3.1.2.5 Vegetación	16
3.1.2.6 Fauna	18
3.1.3 Características de la producción	
agrícola	18
3.1.3.1 Tecnología de producción	19
3.1.3.2 Uso y destino de la producción	19
3.1.4 Características de la producción pecuaria	20
3.2 Metodología	
3.2.1 Sistema fisiográfico de clasificación	20
3.2.2 Clasificación de suelos por su uso potencial	23
3.2.2.1 Descripción de las ocho clases de suelos	24

3.2.2.2 Factores que definen la clase de suelo	26
3.2.2.2.1 Factores limitantes ..	26
3.2.2.2.2 Factores auxiliares ..	27
4. RESULTADOS	29
4.1 Descripción de las unidades fisiográficas	
4.1.1 Descripción de los sistemas terres- tres	29
4.1.2 Descripción de las facetas que integran los S. T.	42
5. DISCUSION	51
6. CONCLUSIONES	68
7. RESUMEN	69
8. LITERATURA CITADA	70

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Facetas de los sistemas terrestres y sus características físico-químicas	49

INDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Mapa topográfico S.T. El Gigante	30
2	Mapa topográfico S.T. La Ciénega	32
3	Mapa topográfico S.T. Los Lobos	34
4	Mapa topográfico S.T. El Huracán	36
5	Mapa topográfico S.T. El Malpaís	38
6	Mapa topográfico S.T. Fontezuelas	40
7	Carta fisiográfica de la Cuenca de Tzurumúta- ro del Lago de Pátzcuaro	41
8	Cartografía de áreas erosionadas	48
9	Cartografía de uso potencial	48

1. INTRODUCCION

El conocimiento de las calidades y cantidades de los suelos han motivado a la gente dedicada a la actividad agrícola, pecuaria y forestal a emprender diversas actividades tendientes a mejorar sus conocimientos sobre las mismas.

Es de gran importancia para los habitantes de la región de Tzurumútaró, gobiernos nacional y extranjero preservar el equilibrio ecológico de la misma.

El lago de Pátzcuaro, por la forma de captación de agua que tiene presenta el problema de azolvamiento acelerado, pues es un lago que no es alimentado por ríos, sino que es por los escurrimientos anuales y los manantiales que circundan la cuenca hidrológica y se concentran en el lago de Pátzcuaro.

La cuenca de Tzurumútaró reviste gran importancia pues es el área agrícola más grande dentro de la zona lacustre y por lo mismo es el área más expuesta a la erosión, como todo sistema ecológico dependiente entre sí,

el hecho de que la zona tenga bajos niveles de eficiencia productiva en el renglón agrícola, obliga a los habitantes de la región a dedicarse a otras actividades para subsistir como son la tala de árboles para vender leña, hacer muebles o artesanías.

El presente trabajo presenta una cuantificación de las áreas erosionadas, potencialidades y una zonificación fisiográfica de la zona.

Cartografía fisiográfica.

Hacer una división del área de estudio considerando como parámetros los elementos de paisaje de tipo geomorfológico, geológicos, edáficos, clima, vegetación, uso de la tierra y altitud; ésto para localizar sitios experimentales donde se generará tecnología agrícola de producción, así como las áreas en donde se deben implementar las sugerencias para una mejor producción agrícola.

Cartografía de la erosión.

Cartografiar las superficies erosionadas y cuantificar el área de éstas.

Cartografía de uso potencial del suelo.

Hacer la clasificación de suelos por su capacidad de uso potencial y su cuantificación en área.

2. REVISION DE LITERATURA

La regionalización Fisiográfica ha sido un tema de estudio para muchos investigadores desde finales del siglo pasado.

En Estados Unidos de América, Bowman (1914), subdividió a este país en tipos fisiográficos, a los cuales los relacionó con el uso de la tierra, reconociendo que la relación existente entre la actividad humana y los valores económicos, con el uso de la tierra en cada localidad estaba controlada por la forma dominante de los elementos físicos, principalmente por la configuración topográfica, la disponibilidad de agua y el clima (Ortíz y Cuanalo de la C., 1984).

En Inglaterra el pionero en estos estudios fue Bourne (1931), quien estableció el concepto de sitio, definiéndolo como la unidad que para todos los procesos prácticos, presenta en toda su extensión, condiciones similares de clima, relieve, geología y factores edáficos. A los sitios los agrupaba en regiones y además, puntuali-

zó la gran ayuda que para este fin proporcionaban las fotografías aéreas (Ortíz y Cuanalo de la C., 1984).

Posteriormente surgieron tres grupos, el CSIRO, el MEXE-OXFORD y el NIRR, que trabajando en forma independiente, y con diferentes propósitos y en distintos tiempos, produjeron técnicas similares.

El CSIRO en Australia, encabezado por Christian y Stewart realizan estudios de grandes extensiones de terreno con fines agrícolas. El sistema que proponen consta de Unidades Terrestres y Sistemas Terrestres.

El grupo MEXE-OXFORD de estudios sobre ingeniería militar, encabezado por Beckett y Webster, sus trabajos aparecen alrededor de 1960. Su sistema de clasificación incluye a la forma local, la subíaceta y el patron recurrente terrestre (Ortíz y Cuanalo de la C., 1984).

El grupo NIRR en Sud-Africa, dedicados a la localización de materiales y mejores áreas para la construcción de carreteras y encabezado por Brink, sus trabajos aparecen en 1960 y en 1965, a iniciativa de Brink, se reúnen estos tres grupos con la idea de unificar criterios y compartir experiencias. De esta reunión surge un sistema de unidades jerárquicas, mejor conocido como el esquema Brink (Ortíz y Cuanalo de la C., 1984).

En México León (1975), realizó un levantamiento fisiográfico para la conservación de suelos en nueve cuencas del Valle de México, tomando como lindero el parteaguas del área en estudio. En el cual concluyó que las áreas erosionadas y bajo erosión, se pueden localizar mediante el levantamiento fisiográfico.

Dado que el Levantamiento fisiográfico permite la clasificación de sus facetas de acuerdo con su capacidad de uso, según Klingebiel A.A. (citado por Ortíz S. y Guanalo, de la C., 1984) y se tienen datos de uso actual, consecuentemente se tiene la base cartográfica, para la planeación de un programa de conservación de suelos a nivel regional. De acuerdo con su experiencia, recomienda localizar áreas erosionadas mediante un levantamiento fisiográfico escala 1:50,000, posteriormente sugiere hacer un levantamiento fisiográfico a escala de 1:5,000 a 1:10,000 para planear la hechura de terrazas y canales de derivación.

Para evaluar los trabajos realizados por León y Peña (1975), Zuleta (1975), realiza un estudio de éstos con la finalidad de diseñar fórmulas de producción para maíz de temporal en la zona oriental del Valle de México, para lo cual evaluó tres parámetros agronómicos como: dosis óptima económica de Fósforo, Nitrógeno y densidad de

población, complementados con información sobre manejo previo del terreno, morfología, fertilidad nativa y lluvia. Para los siete parámetros evaluados, se encontró que el Levantamiento Fisiográfico es significativamente efectivo para asociar variabilidad de los parámetros agronómicos, por lo que se puede utilizar como marco de referencia para hacer recomendaciones sobre productividad de cultivos.

En México apareció una metodología similar a la creada en Inglaterra por Webster y Beckett (1970). Los autores Osorio, Estrada y Cuanalo de la C. (1977) la formularon con la finalidad de que sirva de guía en la realización de trabajos de este tipo.

Con la metodología anterior se llevó a cabo un estudio fisiográfico del área de influencia de Chapingo por Ortiz y Cuanalo de la C. (1977), con el propósito de cartografiar las tierras erosionadas, además de conocer las ventajas y limitaciones que presenta este tipo de levantamiento para la planificación e implementación de un programa integral de conservación del suelo y el agua.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Características del área de estudio.

3.1.1 Aspecto socioeconómico.

La problemática que se presenta en las comunidades de la cuenca de Tzurumútaró del lago de Pátzcuaro, Mich. no es ajena a la problemática socioeconómica general del país. Existen bajos niveles de bienestar social en educación, salud, vivienda y alimentos, producto de bajos ingresos y de la poca producción y productividad agropecuarias y forestal, así como de la falta de adecuados sistemas de comercialización de la producción (Cruz, 1986).

3.1.1.1 Población.

Las características que presentan las 29 poblaciones que integran la cuenca de Tzurumútaró del lago de Pátzcuaro, en cuanto a rasgo de los habitantes, son muy variadas, ya que en la actualidad existen grupos indígenas que conservan aún, una pureza de raza, lenguaje, costumbres y vestuario original. Este tipo de gente

predomina en la parte más baja de la cuenca, y en la parte más alta se encuentra un alto porcentaje de mestizos (Cruz, 1986).

La población de las 29 comunidades y rancherías que integran la cuenca es de 15,226 habitantes (datos obtenidos de los Censos Escolares de las comunidades y del Censo General de 1980).

La población económicamente activa, por rama de actividad, se distribuye de la siguiente manera: 5,295 se dedican a las actividades agrícolas; 1,610 a las actividades pecuarias; 1,770 a actividades artesanales; 1,025 a la pesca y 1,299 a otras actividades (Cruz, 1986).

3.1.1.2 Ingreso.

El ingreso medio por actividad se distribuye de la siguiente forma: en agricultura es variable, de acuerdo con la superficie que se cultive, con un ingreso semanal de \$7,500.00 (1985) per cápita; en la actividad pecuaria es por concepto de la venta de leche y aves de engorda, en promedio es de \$20,000.00 por familia; a la pesca únicamente se dedican los que viven en la parte baja de la cuenca, cuyo ingreso medio es de \$12,500.00 por semana; por lo que respecta a la artesanía, se obtiene un ingreso medio semanal de \$15,000.00 por familia. En relación con

otras actividades realizadas por los habitantes de la cuenca, un buen número de personas se integran a labores de albañilería, con ingresos medios semanales de \$12,000.00 (Cruz, 1986).

El fenómeno de emigración de la población es por temporadas, lo que ocurre de acuerdo con las épocas de menor actividad en trabajos agropecuarios.

3.1.1.3 Educación.

Las 29 poblaciones de la cuenca cuentan con escuelas de educación primaria completa, con excepción de las rancherías, que se ubican a un lado de los poblados. También tienen una secundaria en Tzurumútaró (Cruz, 1986).

3.1.1.4 Servicios.

Los servicios con que cuentan son: electrificación, el 83% de las comunidades cuentan con este servicio. Salud, sólo cuatro localidades cuentan con clínicas rurales COPLAMAR, a donde recurren las gentes de los alrededores. 17 Comunidades cuentan con caminos transitables durante todo el año, a las restantes es difícil llegar en vehículo durante el período de lluvias. Quince comunidades del total cuentan con servicio de transporte (Cruz, 1986).

3.1.1.5 Organización.

En cuanto a tenencia de la tierra existen en la cuenca nueve ejidos, tres comunidades indígenas, cuatro sociedades de producción rural y trece poblaciones de pequeñas propiedades (Cruz, 1986).

3.1.1.6 Infraestructura rural.

Se cuenta con una unidad de riego que cubre 1,020 hectáreas, abastecida por los manantiales de Chapultepec y La Alberca. Dentro de esta unidad existen cinco drenes, el principal de ellos, que es el central, desemboca en el lago de Pátzcuaro, y lo alimentan los drenes de Zanabria, Las Cuevas, El Durazno y El Fresnito (Cruz, 1986).

3.1.2 Aspectos físicos del área.

3.1.2.1 Localización geográfica.

La delimitación del área de estudio se determinó por el parteaguas que circunda el área de la cuenca, la cual tiene una gran influencia en el azolve del lago de Pátzcuaro.

La cuenca de Tzurumútaró del lago de Pátzcuaro se ubica dentro de los municipios de Pátzcuaro, Tzintzuntzan y

Lagunillas; forman parte de la cuenca hidrológica del lago de Pátzcuaro. Comprende un total de 29 comunidades que se distribuyen en una superficie aproximada de 21,600 hectáreas; geográficamente se encuentra ubicada entre las coordenadas $19^{\circ} 30'$ y $19^{\circ} 38'$ de latitud norte y $101^{\circ} 33'$ y $101^{\circ} 41'$ longitud oeste, con alturas sobre el nivel del mar que varían de 2,040 a 2,860 msnm. En la Figura 7 se muestra los límites de la cuenca.

3.1.2.2 Descripción climática.

De acuerdo con la carta climática de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional y Planeación (CETENAL, 1970) el clima dominante en la cuenca, según la clasificación de KOPPEN modificada por García, es subhúmedo con la fórmula $C(W2) (W) b(e)g$:

C = grupo de climas templados húmedos Temp. del mes más frío entre -3 y 18°C y la del mes más caliente > 6.5

W2 = el más húmedo de los templados subhúmedos con lluvias en verano, cociente P/T mayor de 55.0

W = régimen de lluvias de verano: por lo menos 10 veces

b = mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el más seco, un % de lluvia invernal de 5 y 10.2 de la total anual

e = oscilación anual de las temp. extremos, oscilación 7° y 14°C

g = el mes más caliente del año es antes de junio

3.1.2.2.1 Temperatura. La temperatura media anual es de 16.4°C, con una variación de 7.1°C con respecto a la temperatura media del mes más caliente, que es mayo, y de 7°C con relación a la temperatura media del mes más frío, que es enero. En general, se tienen 35.8 días por año con heladas, por lo que se debe tomar en cuenta para no establecer cultivos susceptibles a este fenómeno durante los meses de noviembre a febrero, época de mayor incidencia (Cruz, 1986).

3.1.2.2.2 Precipitación. La precipitación media anual es de 1,012 mm, distribuida en dos períodos bien definidos: uno, seco, que comprende de noviembre a principios de mayo, en el cual se precipitan 113 mm que representan el 11% del total, más un período húmedo que comprende de fines de mayo a octubre, en el cual se precipitan 899 mm, que representan el 89% del total.

Durante el año se puede apreciar que en los meses de marzo a mayo se tiene una deficiencia de agua al ser mayor la evapotranspiración que la precipitación; por el contrario, durante los meses de julio a octubre existe buena disponibilidad de humedad, ya que se tiene una capacidad de almacenamiento de 658 mm, lo cual indica que cualquier cultivo de temporal que se establezca no tendría problemas de humedad.

Entre otros fenómenos meteorológicos de importancia, está la incidencia de granizadas, las cuales son frecuentes durante el período de lluvias, con el consiguiente daño a los cultivos (Cruz, 1986).

3.1.2.3 Geología.

Los materiales geológicos existentes en el área tienen su origen en la era Cenozoica, en el sistema cuaternario, en el piso pleistoceno en el cual se formaron aluvión, andesitas y basalto. Estos materiales se localizan en la región de Zitácuaro; para la cuenca, según su origen, son rocas ígneas, según su génesis son rocas efusivas o volcánicas, es decir, son aquellas que han salido al exterior y en él se han consolidado rápidamente como en el caso del basalto, que es de naturaleza básica. Esta unidad presenta una morfología de cerros, cuya

superficie es irregular debido a que ha sido erosionada la cubierta del material alterado por el intemperismo.

Una de las características principales de esta unidad es la de estar constituida por derrames de basalto de color gris oscuro e intemperiza a café rojizo; los minerales que se observan son plagioclasa, olivino, piroxenos y anfíboles (López, 1983).

3.1.2.4 Suelos.

La superficie que ocupa la cuenca es aproximadamente de 21,600 hectáreas. Esta área se caracteriza por haber tenido actividad volcánica, lo que fue determinante en la formación del paisaje y de los suelos presentes en ella, los que en general son jóvenes y se formaron de manera residual; en su mayoría lo hicieron a partir de cenizas volcánicas, producto de las erupciones más recientes en el período cuaternario de rocas basálticas.

En el área se pueden encontrar suelos profundos y en algunos casos pedregosos y gravosos; también hay suelos poco profundos y en menor proporción están los suelos someros.

Los suelos más importantes del área por su cantidad y utilidad agrícola son (según DETENAL) los Luvisoles y los Acrisoles, por ser suelos rojos; presentan un pH ácido y son característicos en zonas templadas y muntuosas.

Los Luvisoles son suelos sumamente arcillosos de permeabilidad baja y drenaje lento, ricos en materia orgánica y ligeramente ácidos, capacidad de intercambio catiónico y porcentaje de saturación de bases moderados.

Los Acrisoles son suelos francos y arcillosos, por lo que son permeables y con un drenaje moderado y lento respectivamente; son fuertemente ácidos y ricos en materia orgánica; presentan una saturación de bases muy baja. Estos suelos tienen baja fertilidad y son sumamente pobres.

3.1.2.5 Vegetación.

Los bosques de pino, encino, pino-encino y encino-pino, ocupan la mayor parte del área boscosa.

El bosque aciculifolio está formado por las especies de Pinus pseudostrabus y P. tenuifolia, que se encuentra en el noroeste de la cuenca y que se utiliza para la elaboración de muebles y artesanías.

Bosque aciculiesclerofolio. Este se compone de árboles de los géneros Pinus y Quercus, y se les encuentra en terrenos de lomeríos, cerriles y cañadas; se utiliza como leña, carbón y para algunas artesanías.

Bosque esclerofilo caducifolio. Está integrado por las especies de Quercus y se localizan en lomeríos y bajos, se utiliza como fuente de combustible por ser muy duro para trabajarse en las artesanías.

Pastizal inducido. Esta comunidad está formada por un conjunto de gramíneas, como Boutelova curtipendula, Cynodon dactylon, Hilaria cenchroides, Paspalum mutabile y P. notatum, que sirven de alimento para el ganado.

Tular. Integrado por las especies Thypha sp. y Eichhornia crassipes. Todas se encuentran en las partes inundadas de la cuenca y se les aprovecha para la elaboración de tejidos artesanales.

La distribución de estas masas forestales está marcada por dos grandes factores: el clima y los suelos. El clima es homogéneo para el área, pero se manifiesta cierta influencia de éste en las áreas más pobladas de vegetación en las lomas y cerros, sin duda influido por las evaporaciones que sufre el lago y los vientos, lo cual

provoca que en la parte noroeste se observe vegetación forestal principalmente y en la parte sur poca vegetación y de tipo arbustivo, en las topoformas presentes.

El suelo influye también en la vegetación, ya que en suelos profundos se aprecian poblaciones de pino o dominancia de éste y conforme se va haciendo más somero el suelo, cambia la vegetación a encino; tal es el caso del sistema terrestre El Gigante. También se aprecia esto en El Malpaís, donde los suelos son someros y pedregosos y la población es de encino.

3.1.2.6 Fauna.

Esta área es de una gran riqueza biológica, debido a los numerosos y distintos habitats que se derivan de las condiciones de vegetación, clima y fisiografía; sin embargo, entre las especies de importancia alimenticia y económica para los habitantes de la región se tiene a la gallina de monte, paloma de alas blancas y diferentes especies de patos, conejos y ardillas.

3.1.3 Características de la producción agrícola.

Las características de la producción agrícola son definidas por la tecnología que utilizan los productores, el uso y el destino de la producción.

3.1.3.1 Tecnología de producción.

La tecnología local de producción que actualmente utilizan los productores se puede definir como tradicional y mecanizada; esto último se debe a que el barbecho, por la dureza del suelo, se realiza con tractor. Es también importante señalar que muchos agricultores dejan en "descanso" sus tierras algunos años, y usan semillas criollas. Además, el escaso o nulo conocimiento que algunos de ellos tienen sobre los fertilizantes apropiados, hace que apliquen los que tienen a la mano, lo que ocasiona trastornos edáficos.

3.1.3.2 Uso y destino de la producción.

En primavera-verano los cultivos son maíz solo, maíz-frijol y maíz-haba, cuya producción se destina generalmente para la alimentación familiar y para los animales domésticos; por otra parte se venden los excedentes para el mercado local. El rastrojo es destinado para el consumo del ganado.

En el ciclo otoño-invierno de humedad residual se siembra janamargo, chícharo, haba, lenteja y trigo. El primero se destina para el ganado y los demás para el consumo familiar.

3.1.4 Características de la producción pecuaria.

La ganadería existente en la región es principalmente del tipo familiar, aun cuando también existe un número limitado de explotaciones con finalidad comercial. El manejo que se le da es rústico, extensivo y semiintensivo a las que se aprovechan de manera comercial.

En general la ganadería presenta problemas de alimentación por la poca producción de forraje.

El inventario ganadero indica que la especie bovina es la de mayor importancia, seguida de las aves, en el que no se incluyen las de traspatio.

La ganadería local se considera como una fuente de trabajo, de alimentación y de ingresos familiares y, puede mejorarse con la introducción de sementales de calidad y con una mejor alimentación, así como con un mejor manejo del mismo.

3.2 Metodología.

3.2.1 Sistema fisiográfico de clasificación.

El sistema utilizado para este estudio fue el creado por Ortiz y Cuanalo de la C. en 1984 y dice que la

unidad básica de clasificación es la faceta, la cual es una parte identificable del paisaje. Usualmente con una geomorfología simple, y con una roca, suelo y régimen de humedad particulares que son uniformes sobre toda la faceta o varía en forma simple; puede predecirse tal variación. El tamaño de la faceta está influido por las características del paisaje que se estudia y por las variaciones significativas que ocurren dentro de ella.

Cada faceta es lo suficientemente homogénea como para darle un manejo uniforme en la mayoría de los tipos de uso semiintensivo de los terrenos.

Por sus características recurrentes, las facetas se agrupan en sistemas terrestres; es decir, por ejemplo, en una meseta basáltica se tendrá la secuencia de facetas planas y onduladas que se repiten y en su conjunto forman un patrón recurrente.

La metodología empleada para la realización del levantamiento fisiográfico puede resumirse en los siguientes pasos: a) se delimitó el área, tomando como lindero el parteaguas que conforman los cerros y algunas lomas; b) obtención de la información existente del área, como la carta topográfica de Pátzcuaro, los mapas temáticos, como el geológico, edafológico y fotografías aéreas a escala de 1:50,000.

El trabajo se dividió en las siguientes etapas.

1. Fotointerpretación inicial de los pares estereoscópicos, escala 1:50,000, localizando los rasgos más notables del paisaje, para obtener una idea general del área y, a partir de ella se hizo la delimitación de dichos rasgos; como por ejemplo la zonificación de La Ciénega y El Malpaís.
2. Recorridos de campo. Con éstos se pudieron rectificar algunas de las observaciones anteriores y se ampliaron los conocimientos de otras características que en la fotointerpretación no se pudieron apreciar, como la vegetación (el tipo) y la profundidad del suelo y pedregosidad. También se pudo observar la erosión de algunas áreas de las delimitadas.
3. Primer intento de definición de las unidades de clasificación. En esta parte se definieron seis sistemas terrestres con sus facetas.
4. Segunda fotointerpretación paralela a recorridos de campo a todos los lugares accesibles tomando tres muestras de suelo mínimo repre-

sentativas del paisaje, a una profundidad de 0-30 cm. También se tomaron datos de altura, uso del suelo, profundidad, lugar cercano, pendientes, vegetación, entre otros. En estos recorridos de campo, con los muestreos se redefinieron los linderos de cada unidad fisiográfica.

5. Elaboración de mapa de sistemas terrestres y facetas a escala 1:50,000.

3.2.2 Clasificación de suelos por su uso potencial.

El sistema de clasificación utilizado fue el de capacidad de uso que divide a los suelos en ocho clases, designándolas con números arábigos (DETENAL).

Las clases de 1-4 son adecuadas para uso agrícola y sus cualidades se limitan en ese sentido.

Las clases cinco a siete son suelos adecuados para pastizales y forestales; su potencialidad decrece en ese sentido también y, los suelos de la clase 8 se consideran inútiles para toda explotación agropecuaria o forestal por la severidad de sus limitaciones.

3.2.2.1 Descripción de las ocho clases de suelos.

Clase 1. Sin limitaciones, muy buen suelo, se puede cultivar con los métodos tradicionales de labranza, profundidad mayor o igual a 100 cm, se dispone de agua, pendiente muy suave menor o igual a 2%, buena retención de humedad, buen sistema de drenaje natural o artificial de manera que no existen problemas de inundación.

Clase 2. Con limitantes moderadas, suelo bueno, se dispone de agua pendiente suave de 2-6%, expuestos en forma no muy acentuada al fenómeno de la erosión, profundidad media de 50-100 cm; presentan salinidad o sodicidad baja, debido a inundaciones ocasionales.

Clase 3. Con limitaciones severas, suelos medianamente buenos, muy susceptibles a la erosión; se dispone de agua; pendiente media 6-10%, profundidad regular, de 35-50 cm; presentan pedregosidad, tienen poca retención de humedad, salinidad o sodicidad moderada, drenaje interno deficiente.

Clase 4. Tierras para cultivos ocasionales o limitados, con limitaciones muy severas para cultivos anuales; pendiente entre mediana y fuerte 10-15%, alta susceptibilidad a la erosión (erosión hídrica muy severa), suelos delgados (25-35 cm); condiciones desfavorables para

la retención de humedad, salinidad o sodicidad en cantidades considerables.

Tierras no apropiadas para cultivos anuales.

(Para cultivos perenes o vegetación natural).

Clase 5. Suelos apropiados para pastizales o forestales, sin limitaciones, terrenos con pedregosidad, poco espesor de suelo (15-25 cm), pendiente de 9-15%.

Clase 6. Suelos apropiados para pastizales o forestales con limitaciones moderadas, pendientes de 16-30%, escasa resistencia a la erosión hídrica, poca profundidad (15-25%).

Clase 7. Suelos apropiados para pastizales o forestales con limitaciones muy severas, pendientes > 35%, poca resistencia a la acción erosiva del agua, poco espesor del suelo (10-15 cm), terrenos quebrados, erosionados.

Clase 8. Inútiles agrológicamente, tierras escabrosas o arenosas no propias para cultivos, pastizal o forestal. Sin embargo, pueden ser útiles para la vida silvestre animal; pocas veces pueden servir como áreas de captación de agua por sus arroyos.

3.2.2.2 Factores que definen la clase de suelo

Los factores que afectan al suelo de acuerdo con su capacidad de uso para definir las ocho clases de suelo. Se consideran factores del medio ambiente, y del terreno que sirven para fijar normas en relación con su uso y manejo por seguir en cada caso especial. Estos factores se dividen en dos grupos, de acuerdo con su participación en la clasificación y son factores limitantes y factores auxiliares.

3.2.2.2.1. Factores limitantes

Grupo de factores	Factor limitante	clave
clima	Deficiencia de agua	C
	Exceso de agua	I
Topografía	Pendiente	T1
	Relieve	T2
Erosión	Erosión	E
Suelo	Profundidad efectiva	P
	Profundidad manto freático	M
	Pedregosidad	G
	Salinidad	S
	Sodicidad	N

Estos factores se pueden presentar en forma aislada o conjunta. Cuando se presentan en forma aislada se determina su clase y su factor limitante.

3.2.2.2.2 Factores auxiliares. Entre estos factores se encuentran aquellos que proporcionan información para seleccionar las mejores prácticas de manejo en las diferentes clases de suelo, para que por su espacio de variación no definen una clase por sí mismos. Estos factores auxiliares son:

Textura

Permeabilidad

pH

Textura. Este factor considera los porcentajes de arena, limo y arcilla del horizonte superior del suelo. Su importancia estriba en definir las prácticas de manejo adecuadas con base al grupo textural, identificado. Dentro de estos grupos se encuentran los siguientes:

Grupo textural	Clave	Rango
Textura Gruesa	TG (1)	Textura arenosa
Textura Media	TM (2)	Textura francas
Textura Fina	TF (3)	Textura fina

Permeabilidad. Este factor se define como la facilidad que presenta el suelo al paso del agua y el aire. De acuerdo con los intervalos de variación se forman los siguientes grupos.

Agrupación	Intervalo cm/hr	Clave
Lenta	< 2	PL
Moderada	2 - 12.5	PM
Rápida	12.5 - 25	PR

Está en relación directa con los grupos texturales, ya que generalmente los suelos de textura fina son de permeabilidad lenta y, los de textura gruesa, son rápidos.

pH. Cuando la reacción del suelo es neutra, no es necesario registrarla, pero cuando es anormal, ya sea alcalina o ácida, es conveniente anotarlo como factor auxiliar para caracterizar las clases de suelo, ya que afecta el desarrollo de algunos cultivos.

4. RESULTADOS

4.1 Descripción de las unidades fisiográficas.

4.1.1 Descripción de los sistemas terrestres.

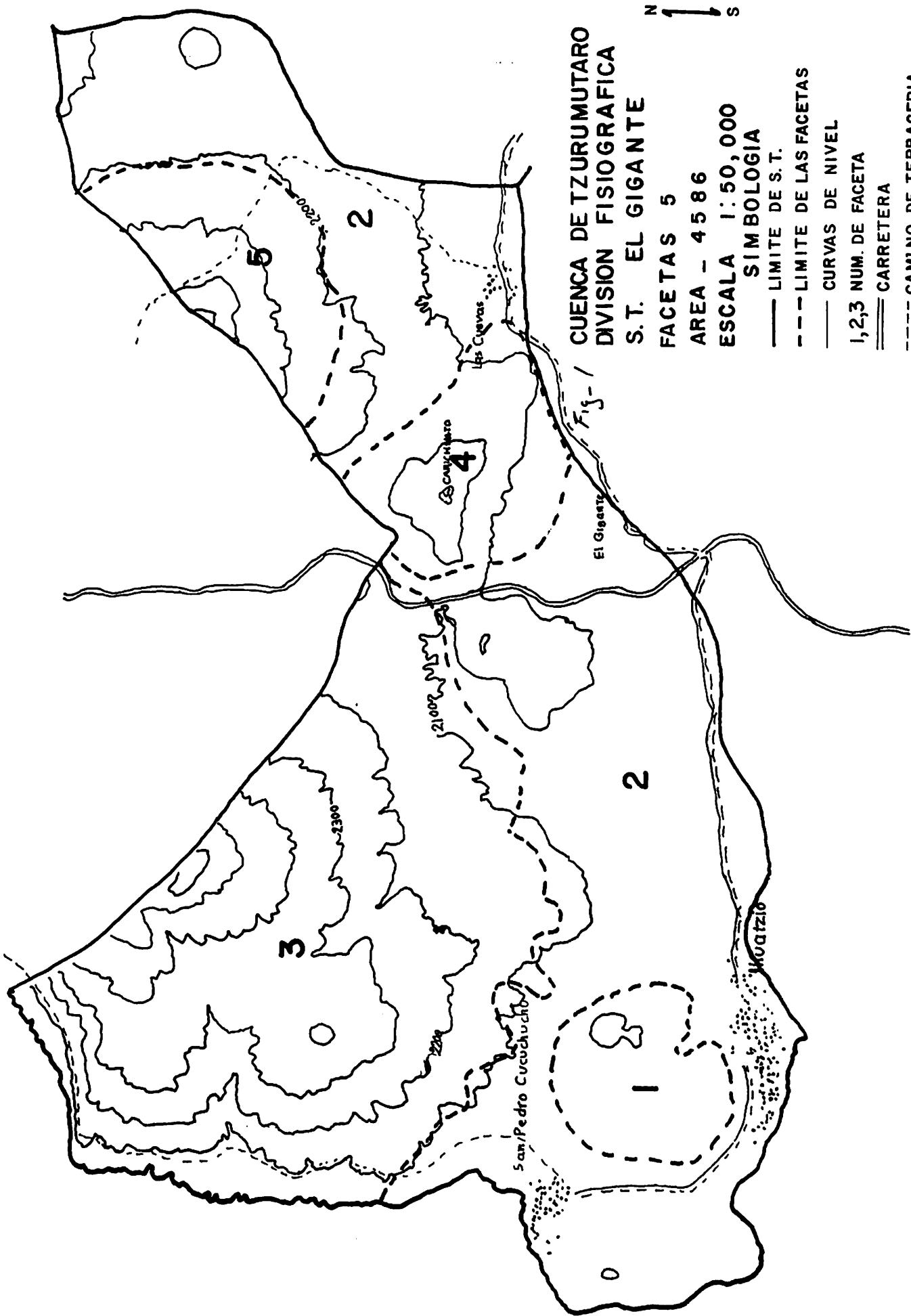
Sistema terrestre El Gigante (Fig. 1).

Clima. Precipitación 1,012 mm, con régimen de lluvias en verano y temperatura media anual de 16.4°C.

Geología. Rocas ígneas extrusivas, basálticas.

Paisaje. En el área predomina la ladera de montaña, aunque también hay lomerío muy erosionado con pendiente > 20%.

Hidrología. Tiene en algunas partes grandes corrientes que siguen el cauce de las cárcavas, lo que erosiona más el suelo.



CUENA DE TZURUMUTARO
DIVISION FISIOGRAFICA

S.T. EL GIGANTE

FACETAS 5

AREA - 4586

ESCALA 1:50,000

SIMBOLOGIA

- LIMITE DE S.T.
- - - LIMITE DE LAS FACETAS
- CURVAS DE NIVEL
- 1,2,3 NUM. DE FACETA
- == CARRETERA
- - - CAMINO DE TERRACERIA
- + + + VIA DEL FERROCARRIL

Suelo. Profundos en las partes media y baja de la ladera, y poco profundos en las partes altas. Hay una tendencia de Este a Oeste a ser los suelos más delgado, con color rojo y textura arcillosa.

Vegetación. Pino en las partes de suelo profundo y encino en los someros.

Uso actual. Forestal, pastizal, pastizal-forestal y agricultura de temporal en las partes bajas.

Altitud. De 1,060 a 2,640 m.s.n.m.

Sistema terrestre La Ciénega (Fig. 2).

Clima. Precipitación 1,012 mm con régimen de lluvias en verano y temperatura media anual de 16.4°C.

Geología. Sedimentos lacustres aluviales profundos.

Paisaje. Planicie lacustre aluvial con pendiente de 3% en las partes más planas y en las partes altas 3-6%.

Hidrología. Corrientes torrenciales temporales y hay dos manantiales que riegan por medio de canales 1,020 hectáreas, además aportan agua al lago.

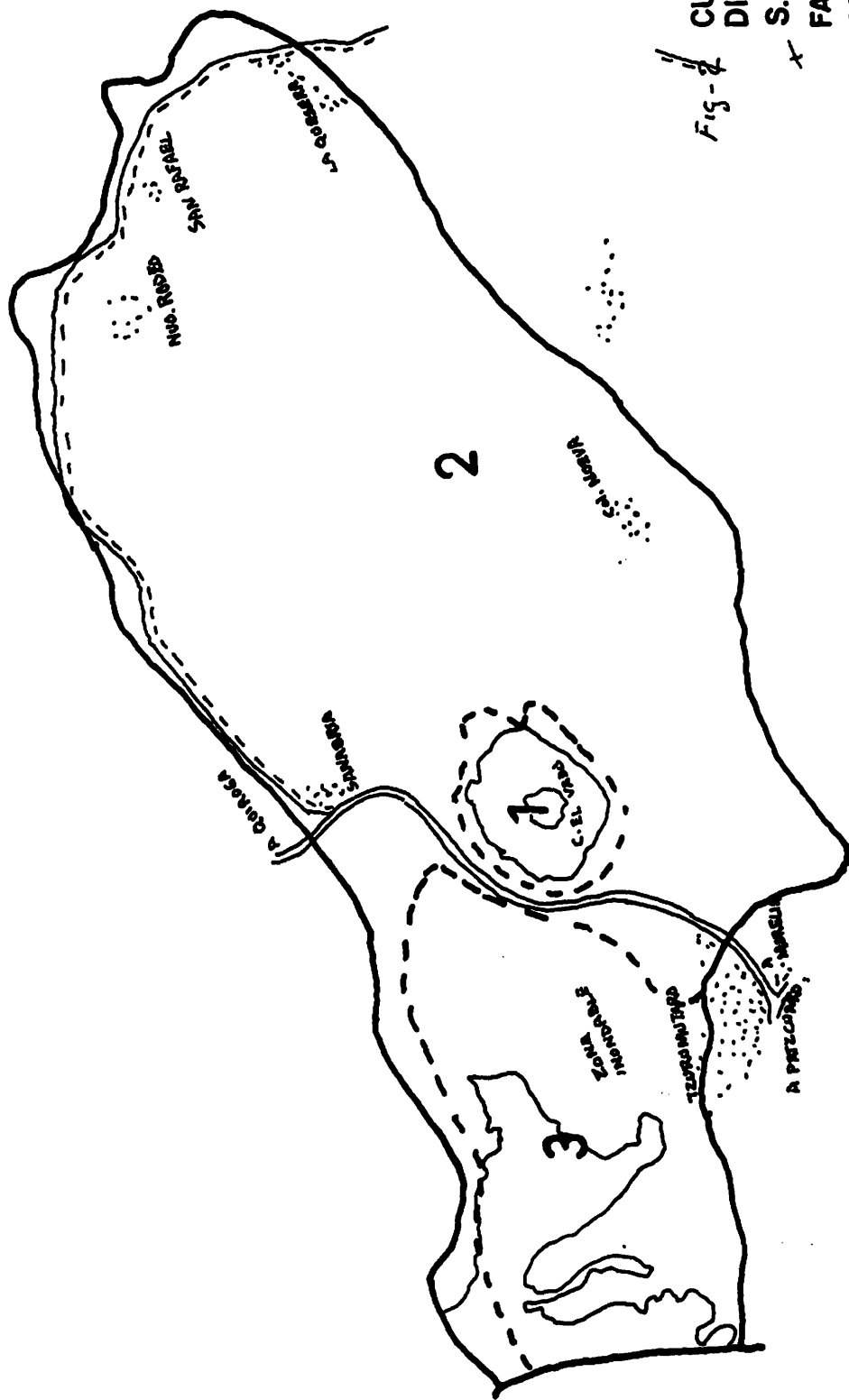


Fig. 2

CUENCA DE TZURUMUTARO DIVISION FISIOGRAFICA

S.T. LA CIENEGA

FACETAS 3

AREA - 3275

ESCALA 1:50,000

SIMBOLOGIA

— LIMITE DE S.T.

- - - LIMITE DE LAS FACETAS

— CURVAS DE NIVEL

1,2,3 NUM. DE FACETA

== CARRETERA

- - - CAMINO DE TERRACERIA

+++ VIA DEL FERROCARRIL

N
1
S

Suelos. Profundos, de textura fina, con pH ácidos y de color rojo.

Vegetación. Algunos árboles caducifolios y especies herbáceas, además de tulares en la ribera del lago.

Uso actual. Agrícola la mayor parte, salvo las partes inundables (ribera de los canales) que se dedican a pastizales.

Altitud. De 1,020 a 2,220 m.s.n.m.

Sistema terrestre Los Lobos (Fig. 3).

Clima. Precipitación 1,100 mm con régimen de lluvias en verano y temperatura media anual de 16.4°C.

Geología. Predomina el basalto, aunque también existe andesita y brecha volcánica.

Paisaje. Existen laderas con pendientes fuertes donde predominan los pinos, y las partes bajas se dedican a la agricultura.

Hidrología. Corrientes temporaleras que desembocan en el lago.

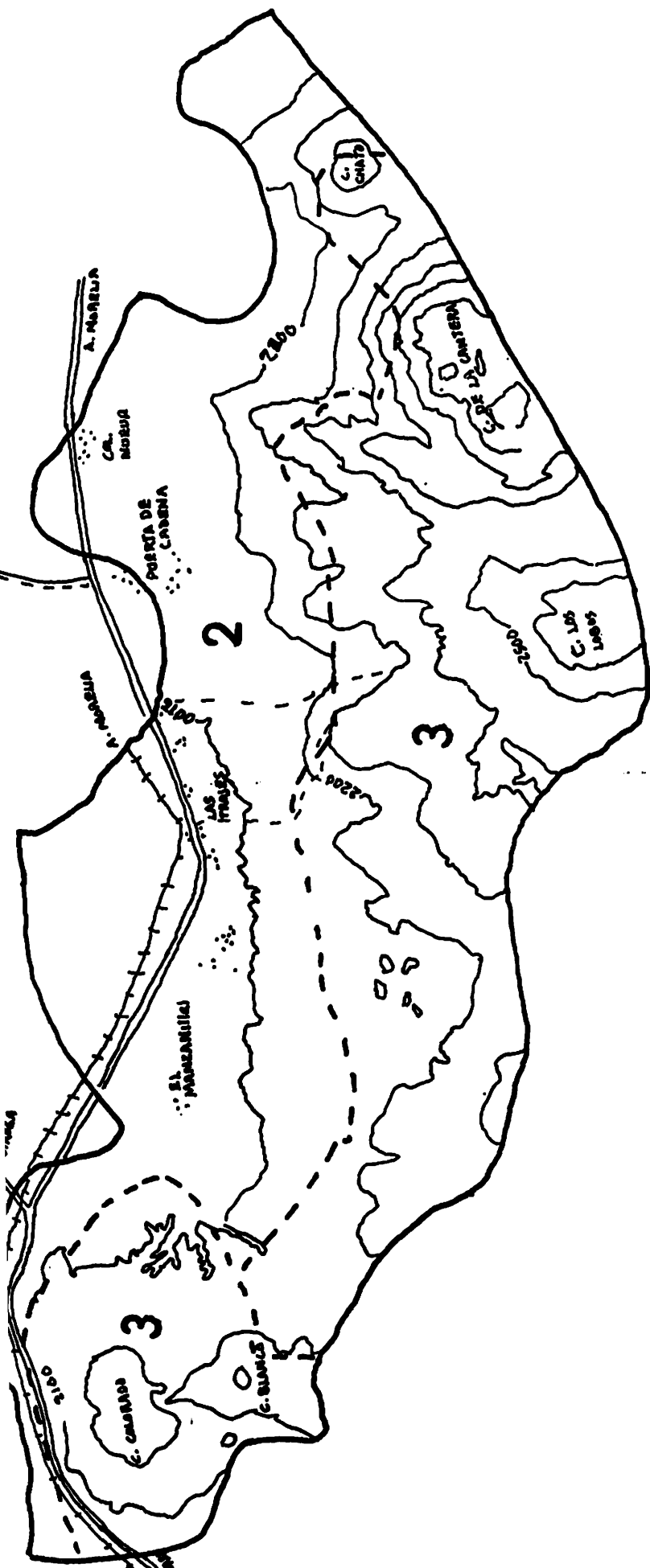


Fig - 3 CUENCA DE TZURUMUTARO
DIVISION FISIOGRAFICA

S.T. LOS LOBOS

FACETAS 3

AREA 3784

ESCALA 1:50,000

SIMBOLOGIA

— LIMITE DE S.T.

--- LIMITE DE LAS FACETAS

— CURVAS DE NIVEL

1,2,3 NUM. DE FACETA

== CARRETERA

--- CAMINO DE TERRACERIA

++++ VIA DEL FERROCARRIL

N
1
S

Suelos. Profundos, de textura fina y sueltos al grado que pueden sufrir fácilmente erosión eólica.

Vegetación. Pinos en su mayoría, asociados con encino y área agrícola.

Uso actual. Forestal y agrícola.

Altitud. De 1,080 a 2,860 m.s.n.m.

Sistema terrestre El Huracán (Fig. 4).

Clima. Precipitación 1,000 mm, con régimen de lluvias en verano y temperatura media anual de 16.4°C.

Geología. Materiales igneos extrusivos, basaltos y brechas volcánicas basálticas.

Paisaje. En el área se encuentran algunos cuerpos de aparatos volcánicos, pero en su mayoría está constituido por lomeríos y pendientes de 2-10%.

Hidrología. Corrientes torrenciales temporales.

Suelos. De delgados a moderadamente profundos, con textura fina, color rojo. En algunas partes presenta pedregosidad.

Fig-4 CUENCA DE IZURUMUTARO
DIVISION FIOIOGRAFICA
S.T. EL HURACAN

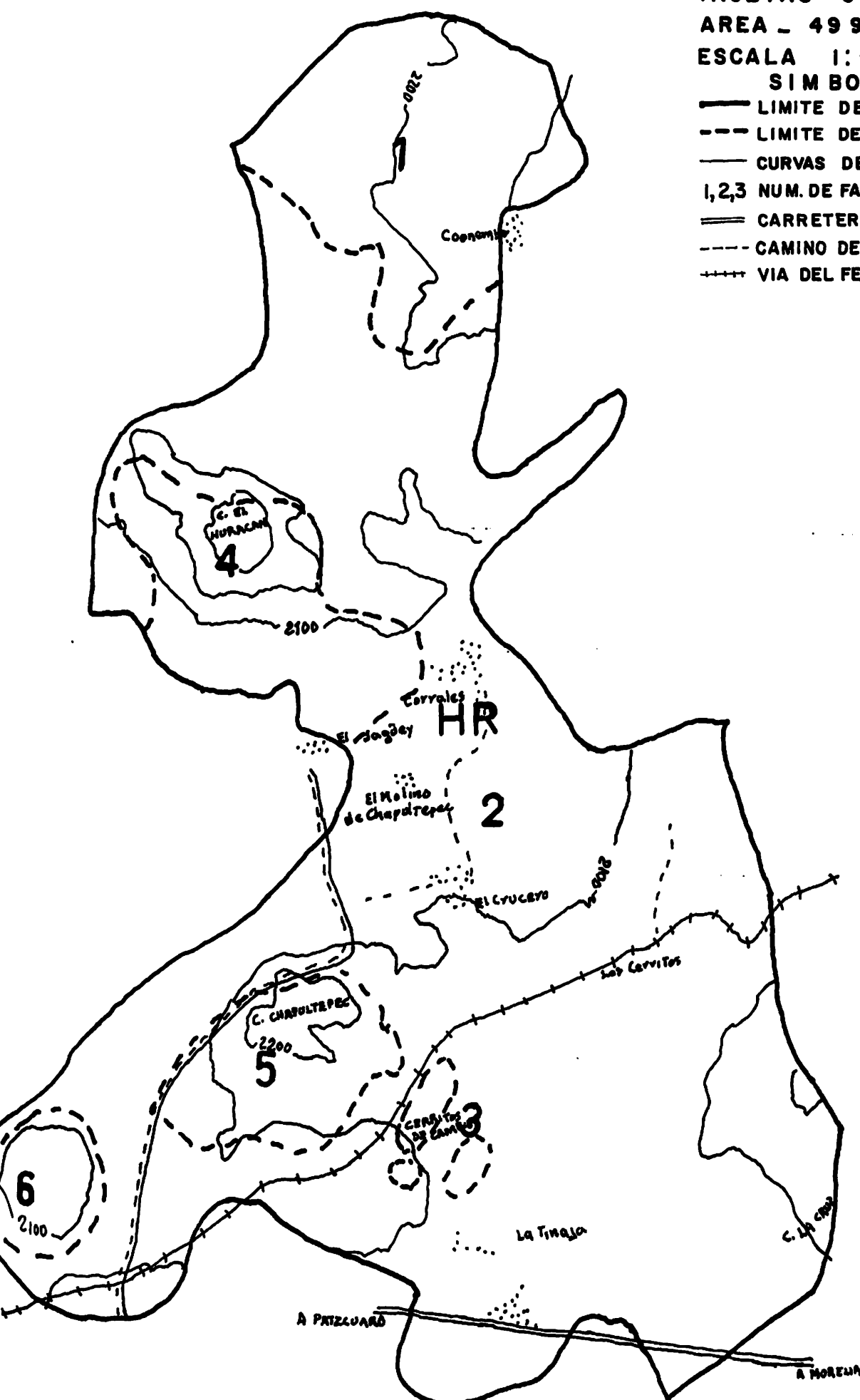
FACETAS 6

AREA - 4992

ESCALA 1:50,000

SIMBOLOGIA

- LIMITE DE S.T.
- - - LIMITE DE LAS FACETAS
- CURVAS DE NIVEL
- 1,2,3 NUM. DE FACETA
- == CARRETERA
- - - CAMINO DE TERRACERIA
- + + + VIA DEL FERROCARRIL



Vegetación. Cultivos anuales.

Uso actual. Agricultura de temporal (de humedad residual).

Altitud. De 2,100 a 2,320 m.s.n.m.

Sistema terrestre El Malpaís (Fig. 5).

Clima. Precipitación 1,000 mm, con régimen de lluvia en verano y temperatura media anual de 16.4°C.

Geología. Rocas ígneas extrusivas, principalmente basaltos y, en los conos cineréticos, brecha volcánica basáltica.

Paisaje. La mayor parte del área está constituida por El Malpaís, salvo cuatro aparatos volcánicos.

Hidrología. Corrientes torrenciales temporales.

Suelos. De someros a delgados y pedregosos, con una textura fina y color rojo.

Vegetación. Encino en la mayor parte, salvo pequeñas áreas dedicadas a la agricultura.



Fig- 5

**CUENCA DE TZURUMUTARO
DIVISION FISIOGRAFICA**

S.T. EL MALPAIS

FACETAS 3

AREA - 2250

ESCALA 1:50,000

SIMBOLOGIA

- LIMITE DE S.T.
- - - LIMITE DE LAS FACETAS
- CURVAS DE NIVEL
- 1,2,3 NUM. DE FACETA
- ==== CARRETERA
- == CAMINO DE TERRAGERIA
- ++++ VIA DEL FERROCARRIL

N
↑
S

Uso actual. Bosque de encino principalmente y algo de agricultura de temporal.

Altitud. De 2,100 a 2,300 m.s.n.m.

Sistema terrestre Fontezuelas (Fig. 6).

Clima. Precipitación de 1,050 mm, con régimen de lluvias en verano y temperatura media anual de 16.4°C.

Geología. Rocas ígneas extrusivas, principalmente basalto, andesita y brecha volcánica basáltica.

Paisaje. Declive suave con algunos lomeríos fuertemente erosionados en algunas partes, y pendientes de 3-20%.

Hidrología. Corrientes temporales torrenciales.

Suelos. De moderadamente profundos a profundos, de textura fina y color rojo.

Vegetación. Se encuentran algunas comunidades aisladas de encinos y pinos; y cultivos agrícolas.

Uso actual. Agricultura de temporal.

Altitud. De 2,480 a 2,100 m.s.n.m.

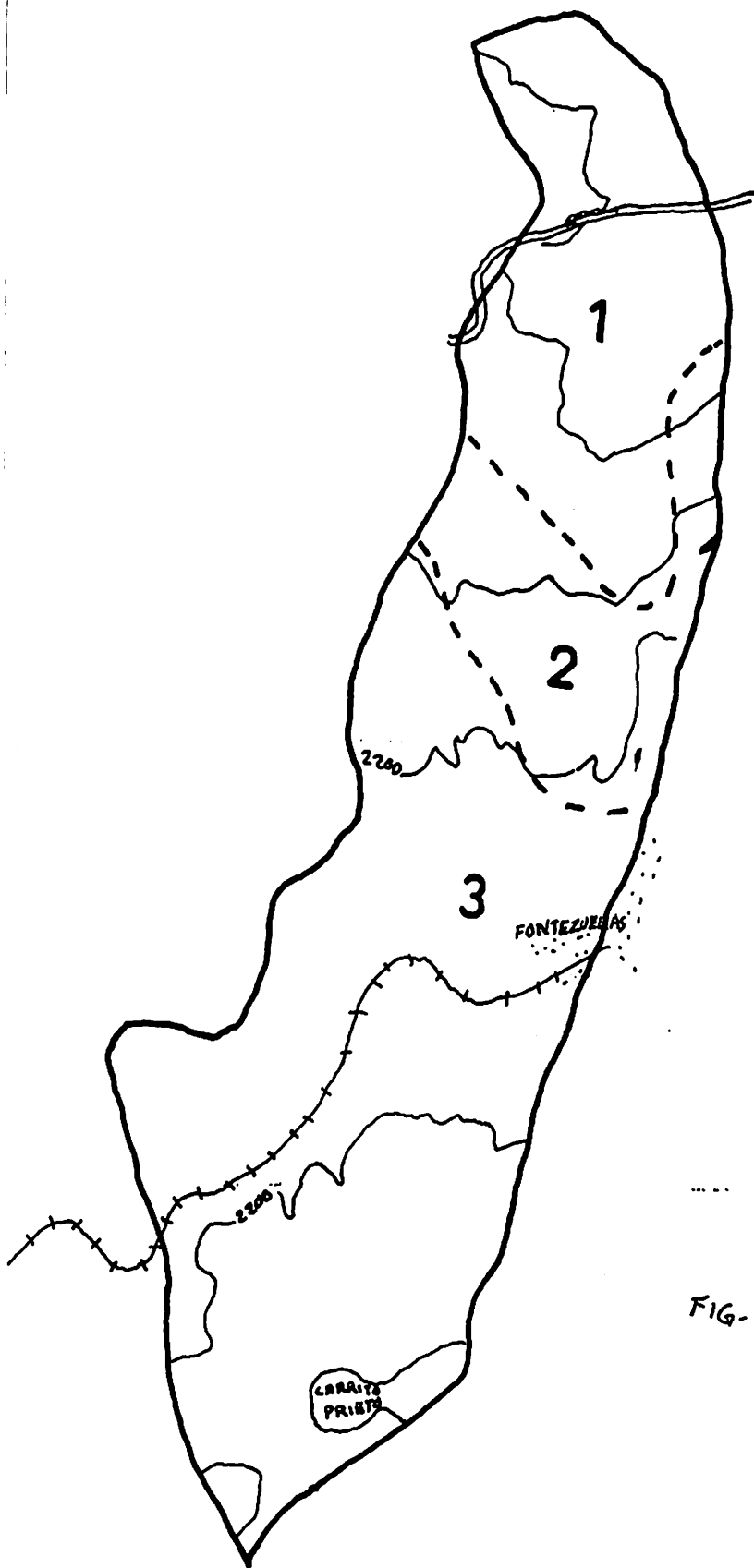


FIG-6

CUENCA DE TZURUMUTARO
DIVISION FISIOGRAFICA
S.T. FONTEZUELAS

FACETAS 3

AREA - 2520

ESCALA 1:50,000

SIMBOLOGIA

- LIMITE DE S.T.
- - - LIMITE DE LAS FACETAS
- CURVAS DE NIVEL
- 1,2,3 NUM. DE FACETA
- == CARRETERA
- ... CAMINO DE TERRACERIA
- + + + + VIA DEL FERROCARRIL

N
↓
S

4.1.2 Descripción de las facetas que integran los sistemas terrestres.

EL GIGANTE

Faceta número	Forma	Suelos	Cubierta vegetal
1	meseta con pendiente ≤2%	profundos, de color pardo, textura fina	lenteja, cebada
2	declive con pendiente de 2 - 6%	profundos, de tex- tura fina y color rojo	cebada, lenteja, vegetación natu- ral, encino
3	cantil talud con pendien- te de 6-30%	profundo en la par- te baja y somero en la alta; color rojo, textura fina	encino
4	ladera pen- diente de 6 - 30%	rojos, textura ar- cillosa, profundos y pedregosos	encino, vegeta- ción nativa; agricultura, en- cino y vegeta- ción nativa
5	ladera con pendiente de 6 - 30%	someros y pedrego- sos, color rojo y textura fina	encino, arbustos

04503

LA CIENEGA

Faceta número	Forma	Suelos	Cubierta vegetal
1	ladera es- carpada con pendiente de 6 - 30%	colores pardos a café, de someros a delgados	nopalera, pas- tizal
2	planicie con pendiente de 0 - 3%	pardo y café pro- fundos, con textu- ra fina	chicharo, avena, janamargo, ceba- da, tular
3	planicie con pendiente de 0 - 3%	oscuros, profundos con textura arcí- llosa	pastizal, jana- margo

LOS LOBOS

Faceta número	Forma	Suelos	Cubierta vegetal
1	ladera y de- clive con pendiente de 6-30% y ma- yores de 30%	ligeros, profundos, textura fina y co- lor café-rojizo	pino, agricultu- ra de temporal
2	declive con pendiente de 6 - 30%	profundos de color café-rojizo y tex- tura fina	agricultura de temporal
3	declive con pendientes mayor de 30%	pesados y profundos de textura fina, color rojo y café- rojizo	pino, eucalipto, pastizal

EL HURACAN

Faceta número	Forma	Suelos	Cubierta vegetal
1	declive con pendientes de 3 - 10%	profundos de color café claro a roji- zos; textura fina	pinos, pastizal con agricultura de temporal
2	declive con pendiente de 6 - 30%	profundos, textura fina y color café rojizo claro	janamargo, len- teja veg. nativa
3	lomerío con pendientes de 0 - 3%	profundo de amari- llo a grises con textura fina	pino, pastizal, lenteja, jana- margo
4	talud con pendiente de 6 - 30%	esquelético a some- ro de color grisá- seo, textura fina	arbustiva y ve- getación natural
5	talud con pendiente de 6 - 30%	esqueléticos a some- ros, textura fina	perón, pastizal, nopalera
6	declive	de delgado a somero, de textura fina y grisáceos	encino, pastizal

EL MALPAIS

Faceta número	Forma	Suelos	Cubierta vegetal
1	declive con pendiente de 6 - 30%	textura fina, color café rojizo, de so- mero a moderadamen- te profundos; pe- dregosos	pino, encino
2	declive con pendiente de 6 - 30%	textura fina, color café rojizo	pino, encino, pastizal
3	declive con pendiente de 6 - 30%	textura fina, color café rojizo, de mo- deradamente profun- dos a profundos	encino, pasti- zal, agricultu- ra de temporal

FONTEZUELAS

Faceta número	Forma	Suelos	Cubierta vegetal
1	declive con pendiente de 6 - 20%	profundos, textura fina, color café ro- jizo	matorral, veg. natural, pino
2	declive con pendiente de 6 - 20%	profundos, textura fina, color café ro- jizo claro	pino, encino, agricultura de temporal
3	declive con pendiente de 5 - 16%	profundos, textura fina, color café ro- jizo	agricultura de temporal, pasti- zal

ORDO 1. FACETAS DE LOS SISTEMAS TERRESTRES Y SUS CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS

eta	pH	Textura	Hum.	Saturación (%)	M. O. (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Area Ha	CaCO3 (%)
1	5.1	Mig. Arc.	5.71	76.11	4.750	0.227	0.320	764	3558	350	267.0 Ha	2.280
2	4.7	Arcilla	6.61	68.36	2.000	0.097	0.310	602	2351	600	180.9 Ha	3.500
3	4.8	Arcilla	3.95	56.01	2.000	0.057	0.310	509	2396	559	186.2 Ha	2.358
4	5.2	Arcilla	3.73	61.33	4.620	0.208	0.310	880	2505	626	332.5 Ha	2.049
5	5.3	Are. Mig.	5.49	71.20	6.172	0.221	0.310	996	3921	1793	315.5 Ha	5.490
1	4.5	Arc. Mig.	2.67	65.00	2.570	0.156	0.310	463	2722	691	127.5 Ha	2.096
2	5.0	Mig. Arc.	3.73	69.50	2.570	0.104	0.310	1181	2727	995	244.2 Ha	2.334
3	5.4	Mig. Arc.	5.60	70.32	2.829	0.143	0.310	1019	4328	1271	707.5 Ha	2.644
1	5.5	Arcilla	6.61	69.23	2.446	0.117	0.310	1158	2555	643	1552.5 Ha	2.882
2	5.8	Franco	6.84	105.38	5.220	0.210	0	857	3029	450	1761.5 Ha	3.883
3	5.4	Franco	5.10	70.22	2.327	0.143	0	600	1500	650	470.0 Ha	3.620

5.4	Arcilla	5.30	59.92	3.245	0.251	0	850	2305	520	580.0 Ha	2.381
5.3	Arcilla	6.20	72.00	2.395	0.286	0	533	5727	1451	3480.0 Ha	3.073
5.5	Mig. Arc.	4.80	56.69	2.590	0.110	0.310	533	1947	574	127.0 Ha	2.520
5.2	Arcilla	4.80	57.73	2.100	0.097	0	463	2217	583	400.0 Ha	2.226
5.4	Mig. Arc.	5.00	57.20	2.332	0.104	0	810	2687	589	250.0 Ha	2.192
5.1	Mig. Arc.	4.60	53.40	2.466	0.110	0.310	579	2235	425	155.0 Ha	2.168

5.1	Mig. Arc.	5.50	58.23	1.672	0.085	13.750	741	3035	407	1200.0 Ha	3.359
5.2	Are.Mig.Arc.	6.80	60.23	3.215	0.176	5.471	602	3146	655	750.0 Ha	2.764
5.3	Are.Mig.Arc.	5.30	60.10	3.300	0.190	10.700	901	2831	650	600.0 Ha	2.903

5.1	Mig. Arc.	6.80	61.73	1.800	0.136	14.100	895	1497	409	510.0 Ha	3.834
4.9	Arcilla	5.10	61.98	2.314	0.111	10.800	689	1134	570	320.0 Ha	2.668
5.0	Mig. Arc.	5.70	25.97	2.186	0.111	8.000	996	1366	370	1595.0 Ha	2.667

5. DISCUSION

El área estudiada comprende aproximadamente 21,500 has (método planimétrico y gravimétrico) las cuales por sus condiciones de paisaje fue dividida en seis sistemas terrestres, a los cuales se les dió el nombre de algún poblado del área o algún sitio importante (topoforma). Así tenemos los sistemas terrestres de El Gigante, La Ciénega, Los Lobos, El Huracán, El Malpaís y Fontezuelas. Estos a su vez se dividieron de acuerdo a factores de paisaje recurrentes, en facetas a las que se les dió un número. A continuación se analizan cada uno de ellos:

Sistema terrestre El Gigante

Por sus condiciones topográficas y grado de erosión en su mayor parte es una área no apta para la agricultura, salvo unos pequeños valles, la mayor parte requiere una reforestación para tratar de controlar el proceso erosivo, en las partes con pendientes menos pronunciadas son áreas aptas para pastizales; en pequeños valles o lomeríos (Faceta 1), se practica la agricultura de temporal.

Este sistema cuenta con 5 facetas que a continuación se describen.

Faceta 1. Está formada por una pequeña meseta en la que se practica la agricultura de temporal. Esta meseta presenta un suelo poco profundo, pues la profundidad en casi toda ella es de 1 metro máximo; teniendo, en las partes más profundas grava volcánica.

La capa agrícola se presenta apta para la agricultura y tiene la ventaja de que las parcelas se encuentran cercadas con piedra y bordeadas con árboles, lo que evita la erosión.

Faceta 2. Esta área en su mayoría se dedica al pastoreo de ganado y en algunas partes presenta gran erosión.

Faceta 3. Es una área con pendientes muy pronunciadas que en sus partes desforestadas presenta gran erosión y en donde no hay aptitudes agrícolas ni para pastoreo.

En este sistema la variación en cuanto a topografía es casi uniforme, salvo en Cerro El Vado, lo cual constituye una faceta (1) y por otro lado existe un área inundable que conforma la faceta 3.

Faceta 4. Es una área dedicada en pequeñas partes para pastoreo y en su mayor parte la vegetación es encino y arbustiva.

Faceta 5. Presenta suelos poco profundos, vegetación forestal donde hay dominancia de encino y una pendiente muy pronunciada.

Sistema terrestre La Ciénega

Presenta 3 facetas que a continuación se describen.

Faceta 1. Es una pequeña área formada por el Cerro El Vado con una vegetación en su mayoría arbustiva y en su parte sur una plantación importante de nopal, con trabajos de conservación de suelos y que presenta una buena fertilidad.

Faceta 2. Es la porción de la cuenca con más alto potencial de desarrollo agrícola pues es la parte más llana, más fértil y que además cuenta con más de 1,000 has de riego, aunque también cuenta con pequeños bajíos aislados que son inundables y se dedican al pastoreo.

Faceta 3. Es la parte inundable del sistema terrestre cuando en la época de lluvia sube el nivel del lago; tiene vegetación a base de tule o pastos.

Sistema terrestre Los Lobos

Es el área que presenta una constitución edáfica más propensa para la erosión eólica e hídrica, pues tiene pendientes muy pronunciadas y los suelos se presentan muy sueltos, tiene poca área abierta a la agricultura y pastoreo, por ésto su parte boscosa es más espesa y su bosque en su mayoría es pino.

Está formado por 3 facetas que a continuación se describen.

Faceta 1. Es el área con pendientes muy pronunciadas y que en su gran mayoría se presenta cubierta por pino: tiene poca erosión y es de difícil acceso.

Faceta 2. En ella se encuentra una área abierta a la agricultura, con suelos sueltos y alta fertilidad, presenta problemas de plaga del suelo (yupos = gallina ciega) y algunos roedores.

Faceta 3. Está formada por los Cerros Colorado y Blanco y los dos presentan una fuerte erosión, en ellos

hay obras de conservación de suelos, principalmente a base de presa de control de azolves y reforestación.

Sistema terrestre El Huracán

Es el que presenta los suelos menos profundos (en su parte oriente) y en él se manifiesta un proceso erosivo de muchos años atrás, en algunas partes presenta pedregosidad, es el sistema terrestre más grande dentro de la cuenca y en la mayor parte de él se realiza agricultura de temporal, también es el sistema terrestre con menos área forestal. A continuación se describen sus facetas.

Faceta 1. Presenta lomeríos con pendientes suaves y algunos cerros cubiertos de arbustos y pino, los suelos son de los más ricos del sistema.

Faceta 2. En ella se presenta el mayor grado de erosión con suelos dedicados a la agricultura y pedregosos en algunas áreas, presenta poca a nula vegetación forestal pues la mayor parte es agrícola.

Faceta 3. Formada por los cerritos de cambio, los que se presentan fértiles y en dos de ellos se presentan pequeños bosquecillos de pino y arbustivos.

Faceta 4. Constituida por el Cerro de El Huracán con pendientes que van de suaves en su parte alta a pronunciadas en su cuesta, presenta una gran población de encino y la parte con pendiente suave se dedica a la agricultura de temporal.

Faceta 5. Está formada por el Cerro de Chapultepec, el que presenta una fuerte erosión, poblaciones de encino en la parte norte y en su parte sur arbustos y una mayor erosión.

Faceta 6. Da origen a ésta una gran loma con una fuerte erosión y en ella hay una huerta de membrillos, pastizales y algunos arbustos.

Sistema terrestre El Malpaís

Este se caracteriza por tener suelos poco profundos y presentan gran pedregosidad, solo unas pequeñas áreas se dedican a la agricultura de temporal y la vegetación que predomina es el encino, en lo que se refiere al recurso forestal, también hay grandes áreas de matorral.

Faceta 1. Es la parte más pobre edáficamente del sistema terrestre, en su mayor parte es pedregoso, donde la vegetación predominante es matorral y pastizal.

Faceta 2. En ella se localizan topoformas cerriles en las que se encuentran pinos, agrícolamente la parte oriente es la mejor.

Faceta 3. Presenta una topografía irregular con cierta pedregosidad y suelos poco profundos.

Sistema terrestre Fontezuelas

Presenta en su mayor parte colinas y cerros con pendientes suaves, los suelos son medianamente profundos, la vegetación nativa está formada por encino en sitios aislados y arbustiva, en su mayor parte se practica la agricultura de temporal.

Faceta 1. Presenta una vegetación a base de pino y una buena profundidad de suelo, agrícolamente son suelos de buena calidad, tiene pendientes suaves en sus topoformas.

Faceta 2. Se presentan pendientes pronunciadas e irregulares, lo que ocasiona poca agricultura, la vegetación predominante es pino.

Faceta 3. Es la parte más pobre del sistema terrestre pero también es la parte que presenta pendientes más uniformes y suaves.

Sobre la cartografía de la erosión se hacen los comentarios de acuerdo a las delimitaciones hechas.

Sistema terrestre El Gigante.

Es de los más propensos a la erosión por su topografía y su desforestación.

Faceta 1. Es el área más protegida contra este fenómeno por su topografía y actividad agrícola.

Faceta 2. Presenta una erosión de clases 4, 5 y 6 según la clasificación de Kingebrel y Montgomery (Solorio-Cuanalo) y la mayoría de ésta es dedicada al pastoreo y la agricultura de temporal en menor proporción.

Faceta 3. Presenta fuertes problemas de erosión y en ellas se encuentran cárcavas y canales profundos, la población forestal está dominada por encino.

Faceta 4. Le dan forma a este sistema una serie de lomas en la que predomina una población forestal de encino y algunos arbustos. También hay áreas agrícolas,

con una erosión que va de canalillos a canales profundos en algunas áreas.

Faceta 5. Por sus características edáficas presenta una erosión de moderada en la parte alta a intensa en la parte baja.

Faceta 6. El tipo de suelo presente y la cubierta vegetal (encino) aunado a la pendiente lo hacen una faceta fácilmente erosionable.

Sistema terrestre La Ciénega.

Por su situación dentro de la cuenca este sistema es el lugar donde concluyen los acarreos edáficos y más que sufrir el proceso erosivo, capta el acarreo de suelo.

Faceta 1. Por las obras de conservación y la cubierta vegetal (nopal) establecida esta faceta se presenta menos propensa a la erosión a pesar de su topografía.

Faceta 2. Capta parte de los acarreos que sufre la cuenca y por actividad pecuaria (agrícola y pastizal) y presenta pocas posibilidades de erosión.

Faceta 3. Esta constituida por acarreos que están ensolvando el lago y están causando esta faceta.

Sistema terrestre Los Lobos.

Es el área que presenta menos erosión, pero que potencialmente está más expuesta a este fenómeno.

Faceta 1. Su cubierta vegetal y la poca explotación de la misma dan origen a su poca erosión.

Faceta 2. Es una área abierta a la agricultura y presenta poca erosión.

Faceta 3. A esta faceta dan origen los Cerros Colorado y Blanco y presentan una fuerte erosión conformada por cárcavas causadas por un exceso de desforestación.

Sistema terrestre El Huracán.

Presenta una fuerte erosión en sus partes bajas y en menor escala en las partes altas.

Faceta 1. Es el área que presenta menos erosión de este sistema.

Faceta 2. Su superficie en su mayoría presenta cerros con pendientes suaves y pequeños valles y la erosión más fuerte se presenta en dirección a la ciénega.

Faceta 3. Los cerritos de cambio dan origen a esta faceta y presenta una erosión que va de canalillos a canales profundos.

Faceta 4. Presenta poca erosión por su cubierta vegetal (encino y arbustos).

Faceta 5. Está fuertemente erosionado y en algunas partes el lecho rocoso aflora a la superficie.

Faceta 6. Al igual que la faceta 5, presenta una fuerte erosión.

Sistema terrestre El Malpaís.

En su mayoría la roca se encuentra en la superficie o sus suelos son poco profundos.

Faceta 1. Es la parte que presenta más pérdida de suelo.

Faceta 2. Lo suave de las pendientes de sus topoformas, lo hacen poco expuesto a la erosión en relación a otras facetas.

Faceta 3. Es la parte con menos erosión dentro del sistema terrestre.

Sistema terrestre Fontezuelas.

La constituyen suelos de fácil erosión pero con topoformas de pendientes suaves.

Faceta 1. Presenta erosión en algunas partes con canales profundos y cárcavas y en otros, una erosión que no se aprecia.

Faceta 2. Presenta canalillos y algunos canales profundos.

Faceta 3. Erosión leve en la mayor parte de su área.

Discusión de resultados de uso potencial.

Se maneja solo el factor que alcanza mayor grado de limitación.

Sistema terrestre El Gigante.

Faceta	Factor limitante
-----	-----
1	3 E
2	3 T1 E
3	7 T1 E
4	7 T1 ES
5	7 T1 E
6	3 T1 E

El factor que domina y limita el uso potencial es la topografía y la erosión.

Sistema terrestre La Ciénega.

Faceta	Factor limitante
-----	-----
1	3 T
2	2 T
3	6 I

La topografía y la inundación son los factores determinantes.

Sistema terrestre Los Lobos.

Faceta	Factor limitante
-----	-----
1	7 T1
2	3 T1
3	7 T1 E

La topografía y la erosión y el uso potencial.

Sistema terrestre El Huracán.

Faceta	Factor limitante
-----	-----
1	3 T1 E
2	3 T1 E
3	2 C E
4	2 C
5	6 E P
6	6 P

La topografía, la erosión y la pedregosidad son los factores limitantes.

Sistema terrestre El Malpaís.

Faceta	Factor limitante
-----	-----
1	6 P
2	4 E
3	4 E

La erosión y la pedregosidad determinan la calidad potencial del área.

Sistema terrestre Fontezuelas.

Faceta	Factor limitante
-----	-----
1	2 T1 C E
2	2 C E
3	3 T1

Los factores limitantes son la topografía, la erosión y la deficiencia de agua.

Discusión sobre el estudio físico-químico.

Para el estudio físico-químico que se realizó se hizo un muestreo de tres o más muestras por faceta, de acuerdo a las características y tamaño de éstas. Este número de muestreo resultó ser suficiente, pues hay poca variación de los resultados por faceta.

El área influida por el basalto y andesita es rica en minerales de hierro y aluminio, los cuales le dan al área un pH que fluctúa en un intervalo de 4.0 a 5.8.

En lo que se refiere a la textura, predomina en todo el área el tipo arcilloso, el cual da al suelo una baja permeabilidad, suelos pesados que dificultan su laboreo en seco y poca aereación, por el contrario, el beneficio que tienen estos suelos es una alta fertilidad y una gran capacidad de retención de humedad, al grado que en el área se siembran cultivos de invierno con humedad residual.

M.O. Las áreas boscosas y de pastizal se clasifican como ricas y en general las tierras agrícolas como medianas a pobres en algunos casos.

Nitrógeno. En cuanto a este elemento de gran importancia para el desarrollo de los cultivos por el papel que juega en los procesos fisiológicos y en la estructura de la planta, se describe su abundancia por sistemas terrestres.

El Gigante - pobre
La Ciénega - mediano a rico
Los Lobos - mediano a rico
El Huracán - mediano a rico
El Malpaís - pobre a mediano
Fontezuelas - mediano

Fósforo. En general los suelos del área son pobres en este elemento llegando en los sistemas terrestres Los Lobos y Huracán a presentar cero fósforo disponible en las muestras tomadas, lo que es causado por la fijación de fósforo por el hierro y aluminio solubles presentes en el suelo.

Magnesio y Potasio. En general todos los sistemas terrestres se presentan en estos elementos como extremadamente ricos no teniendo problemas por lo tanto los cultivos para su obtención.

Calcio. El calcio, indispensable en la fisiología de las plantas por su alto consumo de este elemento, se encuentra en los sistemas terrestres El Gigante, La Ciénega, Los

Lobos, El Huracán y El Malpaís, en niveles que van de mediano a extremadamente ricos. Es importante la aplicación de este elemento al suelo pues hace más disponible el fósforo para las plantas, y reduce la solubilidad de fierro y aluminio, al mismo tiempo hace más eficaz al potasio en la nutrición de la planta. También la cal si se aplica como tal aumenta la disponibilidad de nitrógeno al apresurar la descomposición de la materia orgánica.

6. CONCLUSIONES

Físicamente el suelo presenta dificultad para barbecharse en seco, ésto causado por la textura predominantemente arcillosa presente en casi toda el área, por lo cual se determinó la necesidad de hacer aplicaciones periódicas de estiércol o materia orgánica.

Los niveles de fósforo en general para el área son pobres, por lo que se recomienda hacer las aplicaciones de este elemento en dos partes, la mitad en el momento de la siembra, y la otra mitad en la segunda escarda, también se puede solucionar con aspersiones de fertilizantes foliares para evitar su fijación en este tipo de suelo.

7. RESUMEN

El presente trabajo se realizó con la finalidad de apoyar a las distintas instituciones interesadas en el desarrollo de la cuenca de Tzurumútaró, en lo que respecta al recurso suelo en especial y por otro lado cartografiar las áreas erosionadas. Para esto se utilizaron fotografías aéreas en blanco y negro y a escala 1:50 000, las cuales, apoyadas en información cartográfica ya existente (mapas geológico, topográfico y edafológico), facilitaron enormemente este trabajo.

El muestreo de 0-30 cm de profundidad y el análisis físico-químico (rutina), permitió conocer en cierto grado las limitaciones que presenta el suelo en cuanto a productividad, en lo referente a factores físicos y químicos.

8. LITERATURA CITADA

1. Baus, P. J. 1980. Efecto de la Fertilización Orgánica e inorgánica sobre la Dinámica de l Fósforo en un Suelo de Ando. Tesis M.C. C.P. Chapingo, Méx. Colegio de Postgraduados. 138 p.
2. Cepeda, D. J. M. 1983. Química de Suelos U.A.A.A.N. Buenavista. Saltillo, Coah. Méx. 174 p.
3. Cruz, V. A. et al. 1986. Proyecto de Desarrollo Rural Integral de la Cuenca Tzurumútaró del lago de Pátzcuaro. Pátzcuaro, Mich. pp 8-23.
4. CREFAL. 1979. Diagnóstico Documental e Institucional de la Zona Lacustre de Pátzcuaro. Pátzcuaro, Mich. Méx. 156 p.
5. Herrera, H. B. 1983. Elementos de Fotogrametría. U. A. de Chapingo, Chapingo, Méx. 172 p.
6. I.N.E.G.I. 1986. Michoacán en Síntesis. I.N.E.G.I. S.P.P. México, D.F.

7. I.N.E.G.I. 1986. Michoacán. Cuaderno de Información para la Planeación. I.N.E.G.I. S.P.P. México, D.F.
8. León, A. R. 1975. El Levantamiento Fisiográfico y la Conservación de Suelos. Tesis. C.P. Chapingo, Méx.
9. López, R. E. 1983. Geología de México. Tomo III. 3a. Ed. Recopilación S.E.P. México, D.F.
10. Moreno, O. C. A. 1982. Fundamento de Geomorfología. U.A.A.A.N. Buenavista. Saltillo, Coah. México.
11. Moreno, O. C. A. 1982. Los Levantamientos Agrológicos. U.A.A.A.N. Buenavista. Saltillo, Coah. México.
12. Ortiz, S. C. A. y Cuanalo, de la C. H. E. 1977. Levantamiento Fisiográfico del área de influencia de Chapingo. C. P. Chapingo, Méx.
13. Ortiz, S. C. A. y Cuanalo, de la C. H. E. 1984. Metodología del Levantamiento Fisiográfico. C.P. Chapingo, Méx.
14. Torres, R. E. 1981. Manual de Conservación de Suelos Agrícolas. Ed. Diana.

15. Yoshiak, I. y Black, C. A. 1980. Suelos derivados de cenizas volcánicas en Japón. CIMMYT. México, D.F. 89 pp.