

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



Cartografía Ecológica, un caso de estudio: La Sierra de Zapalinamé en el Sureste de Coahuila.

Por:

GEORGINA MUÑOZ CABRERA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO FORESTAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Noviembre 1998

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL**

**Cartografía Ecológica, un caso de estudio: La Sierra de Zapalinamé
en el Sureste de Coahuila**

TESIS

Que somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito parcial para obtener el título
de:

Ingeniero Agrónomo Forestal

QUE PRESENTA:

Georgina Muñoz Cabrera

APROBADA

Dr. Alejandro Zárate Lupercio

Presidente del Jurado

Ing. Leodan Portes Vargas

Sinodal

Dr. Miguel A. Capó Arteaga

Sinodal

M.C. Mariano Flores Dávila

Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Noviembre de 1998

DEDICATORIA

A MI FAMILIA

Sr. Agustín Muñoz Martínez

Sra. Elvira Cabrera Jaramillo.

Carmen Julia

Lorena

Vicky

Daniel

Pedro

A:

Isis

Sais

Al bebé.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Al comité de asesores:

Dr. Alejandro Zárate Lupercio.

Ing. Leodan Portes Vargas.

Dr. Miguel A. Capó Arteaga

A mis amigos y compañeros de generación:

Ma. Del Socorro Sierra Peña.

Felimón Galindo Santana.

José Ma. Bravo Huanosto.

A mis compañeros del laboratorio de Sistemas de Información Geográfica del Departamento Forestal.

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE FIGURAS Y MAPAS	v
RESUMEN	vi
INTRODUCCION	
Introducción	1
Objetivos	2
Hipótesis	2
Justificación	3
REVISION DE LITERATURA	
1. La Prospección del territorio	4
Inventarios temáticos	4
Inventarios integrados	4
2. Fuentes de información	6
Sensores remotos	6
Tipos de sensores remotos	6
Sensores activos	6
Sensores pasivos	7
3 El Paisaje	9
Ecología del paisaje	11
4. Cartografía Ecológica	12
Análisis Multivariado	12
Unidades Ambientales	15

5. Los Sistemas de Información Geográfica	17
Sistemas de Información Geográfica Vectorial	19
Sistemas de Información Geográfica Raster	20
6. Utilización de los Sistemas de Información Geográfica en estudios del Paisaje	20
7. El desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica en México	22

MATERIALES Y METODOS

1.- Fuentes de Información	24
Cartografía	24
Fotografía aérea	24
Documental y bibliográfica	24
Recorridos de campo	25
2.- Obtención del mapa de Uso del Suelo 1997	25
Armado del fotomosaico	25
Traslado de centros de fotografías a mapa topográfico	25
Delimitación de áreas útiles	27
Fotointerpretación	27
Elaboración del plano base	28
3.- Creación de la Base de Datos Digital	28
Tratamiento con el SIG Vectorial	29
Delineado y digitalización	29
Corrección de errores	31
Georeferenciación	31
Corrección geométrica	31
Cambio en el sistema de proyección	32
Tratamiento con el SIG Raster	32
Transformación a formato raster	32

4 Elaboración de la Base de Datos Temática	32
5.- Delimitación de las Unidades Ambientales	33
Operaciones con sobreposiciones	33
Operaciones con mapas	34
Caracterización de las unidades ambientales	34
6.- Elaboración de la Cartografía Ecológica	34
Calidad ambiental	35
Clasificación de las unidades ambientales	39
7.- Descripción del Área de Estudio	
1.- Ubicación y vías de acceso	41
2.- Clima	42
3.- Fisiografía	42
4.- Hidrología	44
5.- Geología	44
6.- Suelos	46
7.- Vegetación	49
Tipos de vegetación y usos del suelo	49
8.- Fauna	55
9 Antecedentes del área	57
RESULTADOS Y DISCUSION	58
CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIONES	80
LITERATURA CITADA	81
ANEXOS	87

INDICE DE CUADROS

	PAGINA
1. Valores de pendiente y altitud por unidad fisiográfica.	42
2. Geología de la Sierra de Zapalinamé.	45
3. Unidades de suelo de la Sierra de Zapalinamé.	46
4. Equivalencias de los tipos de vegetación, categorías de vegetación y usos del suelo en la Sierra de Zapalinamé.	55
5. Valores promedio de los aspectos de la calidad ambiental para cada grupo.	61
6. Matriz de correlación de valores de la calidad ambiental.	63
7. Resultado del análisis en componentes principales	66
8. Componentes principales.	67

INDICE DE FIGURAS Y MAPAS

FIGURA	PAGINA
1. Esquema del proceso metodológico	23
2. Proceso de elaboración del mapa de usos del suelo 1997	26
3. Esquema general del proceso metodológico en ARC-INFO	30
 MAPA	
1. Ubicación del área de estudio	88
2. Vías comunicación terrestre	89
3. Unidades fisiográficas	90
4. Hidrología superficial	91
5. Geología	92
6. Unidades de suelo	93
7. Tipos de vegetación y usos del suelo	94
8. Cartografía ecológica	95

RESUMEN

La Sierra de Zapalinamé constituye un área de vital importancia para sus pobladores por los recursos que les provee para su subsistencia. El aprovechamiento de recursos que se ha llevado a cabo ha acelerado la degradación de los mismos, por ello, se pretende realizar inventarios del territorio pero de una manera integrada de sus elementos. Es decir, debemos conocer la relación que existe entre ellos y de esta forma conocer de que manera puede o no impactar el uso de ciertos recursos en áreas aledañas a ellas. En su aspecto metodológico, la obtención de la cartografía ecológica se realizó delimitando unidades ambientales (unidades internamente homogéneas en los factores considerados de fisiografía, suelo y usos del suelo) a partir de la cartografía básica y temática editada por el INEGI en escala 1: 50 000, y de considerar los usos del suelo más recientes, realizando para ello el proceso de fotointerpretación de fotografías aéreas en b/n escala 1: 25 000 del año de 1994. La aplicación de la clasificación aglomerativa sirvió para agrupar todas aquellas unidades ambientales que guardaran cierta relación respecto a sus factores ecológicos y valores de la calidad ambiental. Se obtuvieron un total de 175 unidades ambientales, las cuáles quedan descritas por los elementos considerados en la delimitación. La clasificación de estas unidades ambientales produjo siete grupos. La característica representativa del grupo 1 es su cercanía al área protegida de la Sierra de Zapalinamé. El grupo 2 corresponde a áreas dedicadas a la agricultura y que por ello los valores de la calidad ambiental se presentan bajos. El grupo 3 corresponde a los roquedos, presenta altos valores en los aspectos de la calidad ambiental por las formas que presentan y por su atractivo para actividades al aire libre. En el grupo 4 se encuentra dominando el bosque de piñonero y los valores de la calidad ambiental se presentan altos. En el grupo 5 se distribuye el bosque de *Pseudotsuga-Cupressus-Abies*, considerándose como el grupo más importante. En el grupo 6 se presentan los valores más bajos respecto a la calidad ambiental. El grupo 7 se caracteriza por la presencia de pino piñonero y matorral de rosáceas, lo que le confiere tanto altos valores de calidad ambiental como bajo. Finalmente, la cartografía obtenida es descrita por la estructura de los elementos más característicos de las unidades ambientales y por los valores de la calidad ambiental considerados, entonces, la cartografía ecológica refleja fielmente la distribución espacial del conjunto de variables que caracterizan a cada grupo.

INTRODUCCIÓN

La Sierra Zapalinamé ha constituido en el área del valle de Saltillo a través del tiempo una fuente de suministro de recursos naturales como de recreación. A su vez, su ubicación y sus características geológicas han hecho que sea considerada como el área más importante para la recarga de los mantos acuíferos que abastecen a la población de la ciudad de Saltillo. Sin embargo la presión que la población ejerce sobre los recursos naturales en esta área, los aprovechamientos realizados y la recreación desordenada, han acrecentado los problemas ambientales ahí presentes.

Por lo anterior, el realizar la planeación del uso racional de los recursos naturales de esta zona de montaña, hace necesario tener en primer término, el inventario de ellos. En nuestro país, el punto de vista tradicional con que se realizan los inventarios del territorio de forma temática sobre los distintos componentes del medio (Suelo, Vegetación, Hidrología, Geología, etc.) y el modo de abordar los problemas ambientales, es un punto de vista demasiado sectorial y con una perspectiva excesivamente unidimensional, al no considerar la compleja trama de interacciones entre los distintos elementos que constituyen un territorio.

En contra parte, otra forma de abordar el inventario es hacerlo de manera integrada tratando de identificar zonas que guarden cierta homogeneidad interna en cuanto a sus factores ecológicos, manifestando una respuesta similar bajo distintas modificaciones naturales y las provocadas por el hombre y por tanto logrando captar en parte, las complejas interacciones.

A esta forma de realizar el inventario se le ha llamado Cartografía Sinóptica (INEGI), y Cartografía Ecológica (De Pablo *et al.* 1988), considerada como una técnica de trascendental importancia para la gestión del territorio.

En nuestro país, la carencia de bases de datos del territorio en formato digital hace necesaria la utilización de los Sistemas de Información Geográfica como un gestor de información en materia Ambiental, con enormes potencialidades de utilización y que representan una importante herramienta para la planificación del uso de los recursos naturales en México.

OBJETIVO GENERAL

Aplicar el enfoque integral para generar Cartografía Ecológica para la Sierra de Zapalinamé.

OBJETIVOS PARTICULARES

a) Generar las bases de datos geográfica y temática digital para el Sistema de Información Geográfica de la Sierra de Zapalinamé.

b) Definir las Unidades Ambientales para el área de estudio.

HIPÓTESIS

La cartografía ecológica integra diferentes aspectos funcionales y de estructura del paisaje que definen y delimitan unidades internamente homogéneas en sus factores ecológicos y en la tipología presentada por los valores naturales de estas unidades.

JUSTIFICACION

En la cartografía ecológica se tiene como finalidad la representación espacial de la estructura de los diferentes paisajes que caracterizan a la Sierra de Zapalinamé. Dicha estructura es reconocida por las relaciones existentes entre los elementos del medio físico y los aspectos de la calidad ambiental. La información generada respecto a la descripción de las relaciones entre elementos del medio físico y los valores de la calidad ambiental de los paisajes apoyará la toma de decisiones en los cambios de uso del suelo que se lleven a cabo.

REVISIÓN DE LITERATURA

1.- LA PROSPECCIÓN DEL TERRITORIO

Los estudios del medio físico consisten en un conjunto de técnicas para la recogida, elaboración y tratamiento de la información relativa al entorno natural, tal como lo encontramos en la actualidad, de manera que sea fácilmente utilizable en la toma de decisiones sobre usos del suelo y manejo de dicho entorno. Dichos estudios están basados en prospecciones independientes e integradas (Gómez, 1992).

Estos estudios están dirigidos a conocer las características del medio y valorar los recursos naturales con el fin de ordenar los posibles usos del territorio, estableciendo restricciones o prioridades, de modo que el uso del territorio sea el más adecuado a sus características y permita la conservación de sus recursos contemplando al paisaje como un elemento más del medio, comparable con el resto de los recursos (MOPT, 1992).

Inventarios temáticos.

La forma de abordar un inventario temático se enfoca principalmente a la prospección del medio físico de forma coordinada orientándose hacia la consideración aislada de cada uno de los aspectos o dimensiones del medio objeto del inventario, éste se materializa en tantos mapas temáticos como variables de dicho inventario (Gómez, 1980).

Inventarios Integrados.

Los estudios integrados adoptan enfoques globales que contemplan el territorio como un todo cuyos elementos son componentes interdependientes e interactuantes (Gómez, 1992).

La utilización del *paisaje* como una unidad natural que se caracteriza por una asociación de caracteres de relieve, clima, vegetación, suelos, es la forma de abordar un inventario integrado. Gómez, (1980). La prospección integrada del medio en unidades de inventario homogéneas está basada en el examen e interpretación de fotografías aéreas reconociendo *site*, *Land Unit* y *Land Systems* (Gómez, 1980).

En los estudios de planificación del medio físico, el inventario integrado se dirige al conocimiento de las características de aquellos aspectos que permitan realizar un diagnóstico del medio, valorando sus recursos, sus potencialidades y su vulnerabilidad ante modificaciones presentes o futuras, reconociendo el carácter de sistema del territorio (Gómez, 1980; MOPT, 1992).

Gómez (1980), menciona que el inventario integrado es un esfuerzo por realizar un inventario que toma en cuenta las interrelaciones de los distintos factores considerando al medio como el resultado de una serie de relaciones de sus componentes. Dentro de las características de los inventarios integrados están:

- 1.- Imprescindible el trabajo multidisciplinario e interdisciplinario.
- 2.- Sintetiza la información del Medio en recintos comunes para todos los factores.
- 3.- El inventario consta de un sólo mapa, con una amplia gama de información para cada unidad definida.

Dentro de los inventarios integrados las llamadas "Unidades ambientales" se definen por criterios de homogeneidad relativa con los factores del medio, lo que se supone un comportamiento similar en todos los puntos dentro de ella ante cualquier actuación humana. Sin embargo la homogeneidad sólo es relativa y coherente con la escala de trabajo apropiada.

2- FUENTES DE INFORMACIÓN

Sensores Remotos

Una herramienta fundamental para la obtención de los datos del inventario es la percepción remota de los mismos mediante tecnologías apropiadas que se han venido elaborando desde los años cincuentas. La observación de la superficie terrestre desde una cierta altura no solo permite apreciar multitud de datos parciales, sino que facilita además una visión de conjunto, susceptible de convertirse en elemento integrador de las apreciaciones de los diferentes equipos sectoriales (Gómez, 1980).

La recopilación de la información -cuantitativa-cualitativa- mediante la inventariación del medio natural puede abordarse utilizando métodos basados en los sensores remotos a través de los cuales se recogen los datos necesarios de un fenómeno o elemento registrando las radiaciones electromagnéticas y ondas sonoras sin tener contacto directo con ellos (MOPT, 1992).

Tipos de Sensores Remotos.

De acuerdo con Gómez (1980) los sensores remotos se clasifican en sensores pasivos y sensores activos.

Sensores activos

Los sensores activos son aquellos sensores que emiten energía y vuelven a captarla una vez reflejada por el objeto, siendo por ello independientes de la existencia de la luz, como son las imágenes de radar.

Radar

Tradicionalmente utilizado con fines militares y de navegación, ha experimentado últimamente un gran avance en sus aplicaciones para la obtención de datos geológicos, geomorfológicos, hidrológicos, topográficos, usos del suelo, hielos, agricultura y urbanismo. La gran ventaja para su utilización es su independencia con respecto a la existencia de nubes y, por su puesto, de la luz solar.

Lidar

Funciona con rayos láser, que, después de reflejados , se recogen por un sistema óptico. Su principal ventaja es su gran resolución. Entre los diferentes tipos de lidar que existen tal vez los más interesante son los de fluorescencia, en los cuáles la radiación láser se utiliza para excitar los materiales capaces de emitir fluorescencia. Es útil para detectar contaminantes aéreos (SO₂), petróleo o aceites en el mar , residuos de fábricas de papel y minerales fluorescentes.

Sonar

Se utiliza en el medio acuático, siendo por ello de interés en la prospección de recursos de lagos y embalses

Sensores pasivos

Los sensores pasivos captan la energía natural reflejada o emitida por el objeto.

Fotografía Aérea.

La fotografía aérea es un tipo de sensor remoto que desde un avión o una nave espacial registra o imprime la imagen de la corteza terrestre u otro cuerpo celeste. (Bernard, sin fecha)

Su utilización permite la observación de la superficie terrestre apreciando una multitud de datos parciales en una visión de conjunto, susceptible a convertirse un elemento integrador de las apreciaciones de los diferentes equipos sectoriales (Gómez, 1980).

Esta observación es realizada mediante la fotointerpretación la cuál consiste en el reconocimiento de las características del territorio (naturaleza de la vegetación, tipos de suelo, y formas de relieve) mediante su observación en fotografías aéreas, utilizándose como fuente de datos de los ecosistemas para las descripciones integradas (De Pablo *et al*, 1993).

De acuerdo con MOPT (1992) las finalidades respecto a la interpretación de fotografías aéreas son:

La identificación de objetos o áreas homogéneas.

La interpretación, que permite extraer del fotograma la información buscada.

Cámaras TV.

Algunos satélites artificiales van equipados con cámaras de televisión que envían imágenes a la tierra. Tales imágenes pueden remitirse inmediatamente a la tierra (imágenes en tiempo real) o almacenarse en cintas magnéticas para ser utilizadas después. Su sensibilidad es muy superior a la de la fotografía convencional.

Imagen de Satélite.

La imagen de satélite es considerada como una fuente de información actualizada de la superficie terrestre y como una herramienta importante para el reconocimiento de la cobertura vegetal (Trejo *et al*, 1996).

Una imagen para la percepción remota, además de ser una fotografía en color o en blanco y negro de la realidad, es una fuente de información para determinar qué y cuánto de ello existe en el terreno.

A diferencia de los sistemas fotográficos que registran la energía de los objetos en una superficie sensible a la luz, los equipos optoelectrónicos utilizan un sensor, la forma en la que el sensor realiza el muestreo de la superficie terrestre define la resolución espacial de éste, es decir el sensor convierte los valores de reflectancia de la superficie terrestre - radiación que proviene de los objetos sobre ella situados- a valores numéricos (Nivel Digital) de acuerdo a una intensidad, y a partir del cual se realiza el tratamiento digital (Chuvieco, 1990).

3 EL PAISAJE

El término Paisaje derivado del holandés *landskip*, *landschap* hace siempre referencia al arte, considerado como una “imagen que representa una escena natural terrestre”, así también, es descrita como “una extensión de escenario natural percibida por el ojo en una sola visión.” (González, 1981a; De Pablo, 1987).

El paisaje es considerado como un área geográfica, como el medio ambiente, hábitat, escenario, ambiente cotidiano, pero ante todo el paisaje es una manifestación externa de los ecosistemas de un territorio (MOPT, 1992) reflejado por indicador o claves sus características y funcionamiento que corresponden a un ámbito natural o humano (González, 1989; MOPT, 1992).

Otro concepto sobre el paisaje es el de Díaz Pineda (1973) quien lo describe como “la percepción plurisensorial de un sistema de relaciones ecológicas, considera al paisaje como la parte fácilmente perceptible de un sistema de relaciones subyacentes lo cuál explicaría la copresencia y la coherencia de los elementos percibidos.

Así mismo, el paisaje visto como una supraestructura conspicua de un sistema de interacciones, está caracterizado por un importante dinamismo, que se mantiene por las interacciones de los componentes vivos y muertos con equilibrios bastante críticos y fáciles de alterar. (González, 1981a)

Zonneveld (1988) se refiere al Paisaje como un aspecto visual tomando importancia en el diagnóstico de las características de la tierra, también lo considera como un aspecto corológico que está representado por un conglomerado de atributos de mapas de patrones y como un sinónimo de Ecosistema que expresa la superficie de la tierra como un sistema abierto, el cuál está formado por todos los factores que actúan ahí como son los físicos, biológicos y noosféricos.

El paisaje está caracterizado por ecotopos tipo (Ecosistema tipo), los cuáles están representados por unidades de vegetación, así, el paisaje es ensamblado en unidades regionales naturales que son determinadas por propiedades geológicas y geomorfológicas comunes y por un clima típico regional (Haber, 1990).

Los paisajes se consideran, para su estudio, compuestos de unidades elementales o ecosistemas distintos agrupados en configuraciones reconocibles que se concretan en un mosaico de usos del suelo, de tipo de relieve, de distribución del agua superficial, etc., que cubre la superficie del territorio. Responden a una estructura generadora heterogénea determinada fundamentalmente por la geomorfología y el clima, pero también por las perturbaciones, naturales o no, que han ido sucediendo. Como resultado de la combinación de factores se produce una nueva síntesis que determina un paisaje de características únicas con una estructura aparente particular (MOPT, 1992).

El concepto moderno del paisaje y la investigación del mismo es una descripción funcional basada en el conocimiento científico integrativo que conduce al control de las relaciones mutuas entre la sociedad y la naturaleza.

Ecología del Paisaje

C. Troll (1950) definió a la Ecología del Paisaje como el estudio de las relaciones físico - biológicas que gobiernan las diferentes unidades espaciales de una región (Forman y Godron, 1986).

La Ecología del Paisaje ligada a la vegetación europea, está basada en un sistema jerárquico de unidades regionales naturales, compatibilizando el uso sostenido de los recursos con la creación y mantenimiento de paisajes agradables (Haber, 1990).

El objeto de estudio de la ecología del paisaje es el paisaje visto como un sistema ecológico, considerando las interrelaciones entre componentes bióticos y abióticos.(Haber,1990)

Sin embargo la Ecología del Paisaje es aún una ciencia en desarrollo con un carácter complejo y un contenido heterogéneo que se basa en el entendimiento adquirido por la ordenación sistemática de datos observados y por la conexión y asociación de estos con otras vías de actividad mental. Esta ciencia transdisciplinaria o multidisciplinaria tiene traslapes dentro de sus propias subdivisiones o áreas de estudio y con otras ciencias (Zonneveld, 1988).

La Ecología del Paisaje en sentido estricto, es el estudio de las relaciones como base científica para la evolución de la tierra. (Zonneveld, 1988) y trata principalmente con ensambles de ecosistemas ocurriendo en una región geográfica definida (paisaje) (Haber, 1990).

En las pasadas décadas el paisaje ha tenido gran importancia en la ciencia ecológica y en particular en diferentes campos de actividades humanas, lo que ha llevado a la aplicación de diferentes técnicas científicas, de diversas ciencias, para su conocimiento.

4 CARTOGRAFIA ECOLÓGICA

Las características ecológicas de un territorio pueden ser descritas por medio de numerosos parámetros (físico-químicos, biológicos y de uso del suelo). Las relaciones entre estas; coocurrencia e interdependencia, se muestran espacialmente lo que permite evidenciar su naturaleza y delimitar unidades del medio homogéneo, que pueden ser descritas de forma integrada y pueden informar sobre las limitaciones y potencialidades de utilización de un territorio (De Pablo, 1987).

Un mapa ecológico puede ser una expresión espacial de un grupo de relaciones entre variables ecológicas y ambientales. La variabilidad espacial de estas relaciones puede referirse a estructura y función de los ecosistemas (De Pablo, 1988).

Análisis Multivariado

Las técnicas de análisis multivariado han sido empleadas por autores a reconocer y analizar las relaciones entre varios elementos los cuales forman un paisaje. Generalmente, la aplicación de procedimientos multivariantes - básicamente métodos de clasificación - sirven para la creación de mapas ecológicos o ambientales, en los cuáles las unidades del paisaje de características homogéneas puedan ser distinguidas, y las cuáles en adición, son usadas en planeación del paisaje y manejo de recursos naturales (Calvo J.F. et al, 1990).

El análisis numérico multivariante permite la integración de los elementos del territorio detectándose aquellos más relevantes para las características del conjunto - análisis sistemático de las relaciones entre numerosos conjuntos de variables. En general, los procedimientos multivariantes tienen su utilidad en el tratamiento de grandes masas de datos que provienen de diferentes variables medidas en un conjunto de objetos (MOPT, 1992).

En este caso, las unidades ambientales y tendencias ecológicas pueden ser descritas desde un lugar cercano interrelacionando clima, geomorfología, biología y uso de parámetros humanos confiriendo un carácter multidimensional al espacio ecológico- geográfico.

De esta manera, el método multivariado parece muy apropiado para el análisis de la estructura del paisaje (Calvo J.F. et al, 1990).

Análisis de Componentes Principales (ACP)

Una de las técnicas estadísticas más usadas para el análisis de datos multivariados es el análisis en componentes principales, el cuál permite apreciar desde cierta perspectiva la estructura de la matriz de datos. En el ACP las variables observadas son expresadas en un número reducido de combinaciones lineales con el propósito de resumir la mayor parte de la varianza en las muestras (Gutiérrez, 1992).

El análisis en componentes principales define las observaciones, en términos de una serie de ejes o dimensiones que representa cada una de las variables medidas. El ACP no es un método estadístico que permite tomar una decisión clara sobre una hipótesis establecida por nosotros sobre el problema en estudio, sino una técnica formal para el tratamiento de grandes masas de datos de manera que se puedan poner de manifiesto claramente sus interrelaciones y exhibir su estructura (MOPT, 1992). Es decir cae dentro de la estadística descriptiva.

La técnica de análisis en componentes principales pretende de una forma general simplificar la complejidad de la información multidimensional de partida, pasando a un espacio de menores dimensiones, de tal manera que la disposición de los puntos sufran la menor distorsión posible (MOPT, 1992).

En el ACP se busca agrupar todas las variables en un n número de variables. Cada una de las nuevas variables explica un porcentaje de toda la variabilidad, encontrando que hay datos muy correlacionados, es decir que si conocemos como se comporta una variable es posible deducir cómo se comportarían otras relacionadas con ella (correlación) dentro de un cierto grado de seguridad.

El método se basa en el análisis de las relaciones espaciales entre las observaciones (MOPT,1992). Estas relaciones pueden medirse de dos formas:

- Por medio de distancias entre pares de puntos
- Por medio de separaciones angulares entre pares de vectores que unen las observaciones al origen de coordenadas del sistema.

El Análisis de Componentes Principales es una técnica que permite introducir nuevos ejes en una nube de dispersión de los puntos que representan las variables. Estos ejes se conocen como “ factores, componentes o ejes principales así como autovectores (MOPT, 1992).

Clasificaciones estadísticas.

La clasificación es el proceso de identificar clases o grupos cuyos miembros tienen ciertas características en común dentro del conjunto de objetos o unidades bajo estudio (MOPT; 1992).

Pueden reconocerse dos enfoques posibles en la clasificación:

- a) la identificación de grupos, clasificación *sensu stricto*
- b) la inclusión de elementos en grupos ya existentes, denominada discriminación

Las técnicas de clasificación *sensu stricto* o *clustering* pretenden la estructuración de un conjunto de unidades en grupos a partir de la matriz inicial de distancias. El clustering puede ser aglomerativo o divisivo.

Clasificaciones aglomerativas.

Los métodos aglomerativos permiten la consideración simultánea de todas las características de las unidades o individuos que se piense deben ser tenidos en cuenta (MOPT,1992).

Clasificaciones divisivas

En procesos de clasificaciones divisivas se parte del conjunto de la población (o de una muestra de la misma) y se divide dicotómicamente en unidades más homogéneas que el conjunto de partida repitiendo iterativamente este procedimiento hasta definir un número de grupos prefijados o hasta que los grupos obtenidos presenten la homogeneidad interna que se considere suficiente (MOPT,1992).

Los métodos divisivos pueden clasificarse en monotéticos y politéticos. Los procedimientos monotéticos realizan la división en función de una única variable, mientras que las clasificaciones divisivas politéticas utilizan varias variables en el proceso de clasificación y se incluyen en los métodos multivariados (MOPT, 1992).

Unidades Ambientales

Es un hecho reconocido en la tecnología agraria tradicional, de que existen zonas homogéneas en sus factores ecológicos, y que por tanto tendrán una respuesta similar frente a distintas modificaciones naturales y las provocadas por el hombre. Así entonces estas zonas, denominadas unidades ambientales, son porciones de la superficie del área que presentan cierto grado de homogeneidad de acuerdo a la escala de trabajo, reconocidas por los atributos mas obviamente cartografiados y obtenidas a partir de fotografías aéreas: Fisiografía, suelos y vegetación, incluyendo las alteraciones humanas en estos tres aspectos (Zárate 1997).

Las unidades ambientales (*land units*) propuestas por Díaz (1973) y Zonneveled (1988) como unidades del paisaje son reconocidas como porciones de la superficie terrestre ecológicamente homogéneas de acuerdo a la escala de trabajo.

Los elementos del paisaje (unidades ambientales) desde una perspectiva ecológica pueden ser considerados ecosistemas, los cuáles por definición son considerados unidades homogéneas tanto internamente como en su respuesta ante acciones externas (Forman y Godron, 1986; MOPT, 1992).

Las unidades del paisaje “land units” formadas por complejos fenómenos tridimensionales están integradas por los factores que actúan sobre la superficie terrestre y, son reconocidos visualmente mostrando patrones de elementos mutuamente relacionados horizontales y verticales (Zonneveld, 1988).

La homogeneidad de las unidades ambientales respecto a sus factores supone una homogeneidad perceptual y paisajística resaltando en dos cualidades que le confiere una gran utilidad como unidad *operativa* de la planificación (Gómez, 1980).

Su homogeneidad relativa y coherente con la escala de trabajo, y
-Su capacidad de reacción o evolución ante un uso hipotético es la misma en todos sus puntos

Delimitación de las unidades ambientales

Las unidades del paisaje pueden definirse y delimitarse con criterios visuales, siendo esta de forma arbitraria y coherente con el grado de detalle del estudio. En el interior de las unidades ambientales se pueden dar variaciones detectables conforme aumenta el nivel de percepción (Gómez, 1980).

La unidad se delimita por consideraciones derivadas de su apariencia o aspecto externo que permiten distinguir unidades del paisaje distintas. La estructura espacial aparente del territorio (manifestación de los procesos ecológicos que subyacen) es el indicador más notable para delimitar unidades ambientales, cuanto más visuales (MOPT, 1992).

Martín de Agar *et al* (1995) proponen otra manera de identificar las unidades del paisaje partiendo de mapas ecológicos que muestren el patrón espacial originado por las interacciones de los elementos del territorio. Estas unidades ambientales permiten la diferenciación espacial entre sistemas ecológicos, expresados en diferentes niveles de integración de fenómenos y detalle espacial (Zárate, 1995).

Otra forma de delimitar las unidades ambientales es identificar los atributos de la tierra mas obviamente cartografiables siendo éstos la geomorfología, suelos y vegetación incluyendo las alteraciones humanas y que responden uniformemente ante las acciones exterior (Zárate, 1995; MOPT,1982).

La naturaleza de los elementos del territorio y de sus interacciones determina que las unidades ambientales no tengan una extensión, delimitación y composición uniforme, siendo posible reconocerlas a diferentes escalas espaciales en fotografías aéreas y dispuestas según una jerarquía de diferente extensión y homogeneidad interna (De Pablo *et al.* 1973; Forman y Godron, 1986).

5 LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

El NCGIA (National Center for Geographic Information and Analysis) describe a los Sistemas de Información Geográfica como un sistema de hardware, software y procedimientos, diseñados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión territorial (Bosque, 1992).

En este contexto los SIG pueden considerarse como sistemas espaciales de información, diseñados para apoyar la captura, manejo, manipulación, análisis, modelación y despliegue de datos espacialmente referenciados para resolver problemas de planeación y/o manejo (Rusell, *et al* 1992).

Los SIG son bases de datos informatizadas con algún tipo de componente espacial. Esto significa que la información que almacenan está referenciada geográficamente, ya se trate de mapas, estadísticas o datos climáticos sobre un territorio concreto, por lo que todas estas variables pueden relacionarse mutuamente de formas muy diversas. Los SIG aprovechan las posibilidades analíticas de los ordenadores, facilitando múltiples operaciones que resultan difícilmente accesibles

por medios convencionales. Además, los SIG permiten almacenar la información espacial de forma eficiente, facilitando su actualización y acceso directo al usuario (Chuvienco, 1990).

Un SIG es una tecnología que permite introducir, seleccionar, procesar, transformar y combinar diferentes bases de datos georreferidos. (López *et al*, 1996). Además, está compuesto por equipos físicos para el manejo de la información espacial (Chuvienco, 1990)

Los SIG han significado una verdadera revolución conceptual y práctica en el análisis y manejo de la información geográfica. De hecho, se considera que los SIG son el paso adelante más importante desde la invención del mapa en cuanto a la utilización de los datos espaciales (Bosque, 1994).

El principal objetivo de los SIG como herramienta de análisis es proveer un rápido acceso a los datos requeridos para análisis geográfico (Zárate, 1997).

Las características analíticas de un SIG pueden mirarse de dos maneras, la primera es conocer las herramientas que el SIG proporciona y la segunda las clases de operaciones que el SIG permite (Zárate, 1997).

La representación del aspecto espacial en los SIGs. se basa en dos formatos diferentes : puntos líneas y polígonos llamado Vectorial y como celdillas o pixeles conocido como Raster o matricial (Rusell *et al*, 1992; Zárate, 1997).

Sistemas de Información Geográfica Vectoriales

Un SIG vectorial está basado en la representación vectorial de la componente espacial de los datos geográficos (Bosque, 1992). Los datos vectoriales representan áreas homogéneas como polígonos delimitados por fronteras curvilíneas.

La representación del aspecto espacial en el SIG vectorial se basa en el formato de líneas y polígonos (Zárate, 1995).

La matemática define un vector como una cantidad con base coordenada, asociada con dirección, magnitud y sentido, lo cuál supone que un elemento puede ser localizado en muchas posiciones (Star *et al* , 1996).

Las ventajas que presentan los sistemas de información geográfica son un almacenamiento de datos más compacto, una acuciosa representación gráfica y asignación de varios atributos a cualquier tipo de elemento de un mapa (Johnston y Naiman, 1990).

Zárate (1997) menciona que las formas de organizar y estructurar los datos dentro del formato vectorial se realiza de dos maneras distintas :

Lista de coordenadas

En organización arco-nodo

De acuerdo con las características de este modelo de datos, los objetos espaciales están representados de modo explícito y junto a la descripción digital de sus características espaciales, llevan asociados un conjunto de aspectos temáticos (Bosque, 1992).

Sistemas de Información Geográfica Raster

Los Sistemas de Información Geográfica raster están basados en un formato de celdillas o pixeles conocido como matricial (Zárate, 1997). El espacio es dividido por unidades discretas o celdillas que representan puntos, líneas y polígonos, cuyos valores numéricos están representados por una sola celda, una serie de celdas y como un grupo de celdas respectivamente (Chuvieco, 1990).

Un SIG Raster consiste en un conjunto de mapas individuales, todos referidos a la misma zona del espacio, y todos ellos representados digitalmente en forma *raster*, es decir utilizando una rejilla de rectángulos regulares y de igual tamaño (Bosque, 1992).

La estructura de los datos raster está basada sobre descomposiciones usualmente regulares del plano, su representación espacial está limitada por el tamaño de los elementos en sus especificaciones geográficas (Star *et al*, 1996).

La simplicidad computacional de los SIGs raster permite el análisis espacial por medio de operaciones con mapas, su compatibilidad con sensores remotos y tecnologías automáticas de captura. Lo que se codifica en el ordenador es el contenido de los objetos geográficos.

6 UTILIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) EN ESTUDIOS DEL PAISAJE

A lo largo de los últimos 20 años, los estudios del paisaje han ido tomando forma para dar respuesta a problemas prácticos de gestión del territorio (MOPT, 1992).

Las potencialidades de uso de los SIG en los últimos 5 años, han ganado un gran reconocimiento en el campo de la planeación urbana y regional, manejo y planificación de los recursos y arquitectura del paisaje (Johnson, 1990). La accesibilidad de estos sistemas de información geográfica ha ocurrido en un tiempo oportuno para el desarrollo de la Ecología del Paisaje (Johnston y Naiman, 1990).

Una aplicación más avanzada de los SIG al manejo de recursos y la Ecología es el uso de modelos de simulación espacialmente conectados (Johnson, 1990).

De acuerdo con Johnson (1990) en Ecología del paisaje un SIG puede ser utilizado para:

- 1) Analizar cambios temporales.
- 2) Determinar la coincidencia espacial de características físicas y biológicas.
- 3) Determinar características espaciales como proximidad, contiguidad y tamaño y forma de manchas.
- 4) Analizar la dirección y magnitud de los flujos de materia, energía y organismos.
- 5) Producir salidas gráficas
- 6) Servir de interfase con modelos de simulación para generar nuevos datos espaciales

También en el campo de la planeación urbana y regional, planeación y manejo de recursos naturales, arquitectura del paisaje y evaluaciones de impacto ambiental, la utilidad y potencialidad de los SIG han ganado un amplio reconocimiento (Chuvieco, 1988; Gómez Orea *et al* 1991; Bosque, 1992).

De acuerdo con Burrough (1986) citado por Chuvieco (1988) un SIG puede emplearse como un instrumento de simulación como un campo de pruebas para el estudio de los procesos ambientales o el análisis de los impactos causados por decisiones de planeamiento, es decir, gracias al ordenador pueden simularse las consecuencias de ésta o aquella decisión, antes de que un error de previsión haya modificado irreversiblemente el paisaje mismo.

Los SIG nos pueden ayudar mucho en valorar y evaluar relaciones entre el uso del suelo o los tipos de vegetación y las características de los suelos y el paisaje total (Iverson, 1988).

7 EL DESARROLLO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN MEXICO

Las necesidades de almacenamiento, análisis y visualización de bases de datos ha dado origen al desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica en México, el cuál ha crecido de una manera exponencial durante los últimos cinco años. En cuanto a las aplicaciones de la tecnología de los SIG en México se han dedicado en gran parte al almacenamiento de datos y a la producción de cartografía automatizada abarcando temas en donde lo espacial resulta relevante y aun que se carece de un análisis secuencial, podemos señalar que su desarrollo ha sido de una forma explosiva (Palacio y Bocco 1996).

Con esto, podemos decir que en México es aún reciente el uso de los sistemas de información geográfica en estudios del territorio enfocados a la planeación y gestión de los recursos naturales y planeación del medio físico. Sin embargo la falta de recursos humanos especializados en la creación y manejo de sistemas de información geográfica aún representan una dificultad para el desarrollo de este campo (Zárate, 1996).

Su utilización se ha dirigido a los ambientes académicos con aplicaciones orientadas a la investigación científica, a ambientes gubernamentales y de consultoría privada así como a instituciones de producción y manejo de datos (INEGI). Ante estas situaciones, todo parece indicar que en nuestro medio la disponibilidad de equipo y programas no representa un impedimento para el desarrollo de los SIG (Palacio y Bocco, 1996).

Estos sistemas se han establecido como herramientas fundamentales en la toma de decisiones que involucran al espacio geográfico (Díaz, 1992).

MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente estudio se integró información de distintas fuentes, utilizando dos tipos de sistemas de información geográfica, uno vectorial donde se digitalizó, corrigió y georreferenció la información, y otro raster, donde prácticamente se realizaron los procedimientos de análisis. Un esquema de la metodología seguida se presenta en la fig. 1

Para lograr los objetivos planteados se utilizó la siguiente metodología :

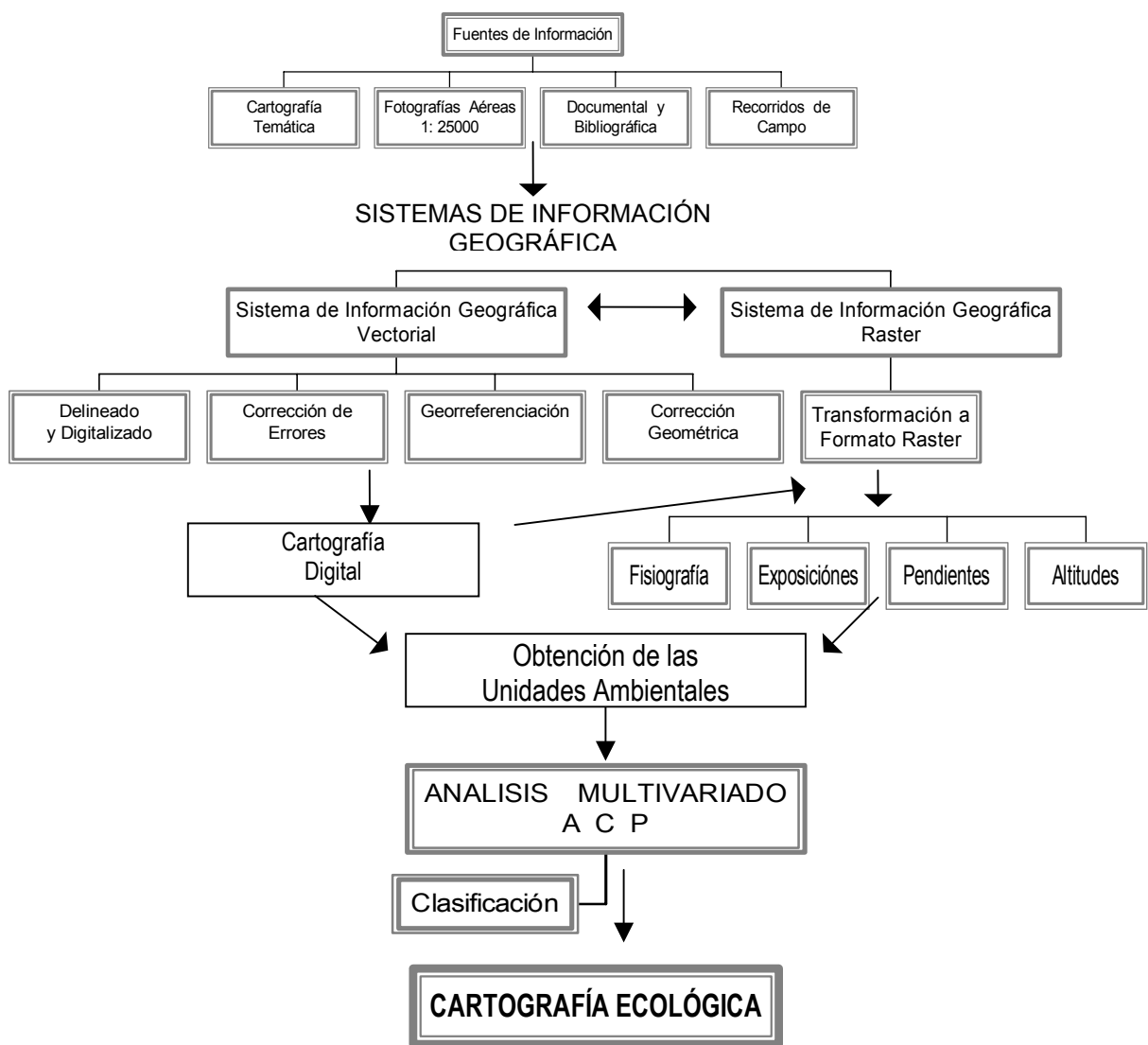


Fig. 1. Esquema del proceso metodológico.

1. FUENTES DE INFORMACIÓN

La información utilizada en el presente trabajo fueron básicamente de 4 tipos, cartográfica, fotografías aéreas, documentales, bibliográfica y recorridos de campo.

Cartografía

Para la recopilación de las características del medio físico se utilizaron la cartografía básica y temáticas de CETENAL, 1977 Geológica, Edafológica y Uso del Suelo en Escala 1 : 50 000 correspondientes a Saltillo y Arteaga

Así mismo, se utilizó la cartografía digital de Fisiografía y Uso del Suelo 1997 realizada para el Programa de Manejo de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sierra de Zapalinamé.

Fotografías Aéreas

Para la elaboración de la Carta de Uso del Suelo 1997, se utilizaron las fotografías aéreas en blanco y negro en Escala 1 : 25 000 correspondientes al año de 1994 que abarcan parte de los municipios de Saltillo y Arteaga y que cubren en su totalidad al área de estudio

Documental y Bibliográfica

La información documental y bibliográfica consultada fueron los trabajos de investigación que se han desarrollado en el área de estudio como son las Descripciones Florísticas (Marroquín y Arce, 1985), Planes de Manejo (Carrera y Meganck, 1981) , y Cambios de Uso del Suelo (Portes, 1996).

Recorridos de Campo

Los recorridos de campo se realizaron con la finalidad de llevar a cabo una verificación del trabajo de fotointerpretación, para efecto de elaboración de la Cartografía de Uso del Suelo de 1997.

2. OBTENCIÓN DEL MAPA DE USO DEL SUELO 1997

Para la creación de la Cartografía Ecológica fue necesario contar con la carta de Uso del Suelo actualizada por lo cuál se retomó la carta de Uso del Suelo 1997 elaborada mediante el proceso de fotointerpretación para el Programa de Manejo de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sierra de Zapalinamé.

En su aspecto metodológico el proceso de elaboración del mapa se realizó mediante la fotointerpretación, elaboración del mapa base Fig. 2 y su incorporación en un sistema de información geográfica (SIG) Fig.3

Armado del Fotomosaico

El armado del fotomosaico consistió en la sobreposición longitudinal y lateral de las fotografías aéreas que cubren a las 12 líneas de vuelo presentándose un 60 % de sobreposición entre fotografías y un 30% entre líneas de vuelo.

Traslado de Centros de Fotografías Aéreas al Mapa Topográfico.

Los centros de las fotografías aéreas se obtuvieron de la intersección de las líneas que unen a 2 marcas fiduciales opuestas. Posteriormente estos centros se trasladaron al mapa topográfico, reconociendo estereoscópicamente los rasgos topográficos de las fotografías y del mapa respectivamente.

Proceso de Fotointerpretación

El esquema planteado para el proceso de fotointerpretación se describen tres fases principales del proceso.

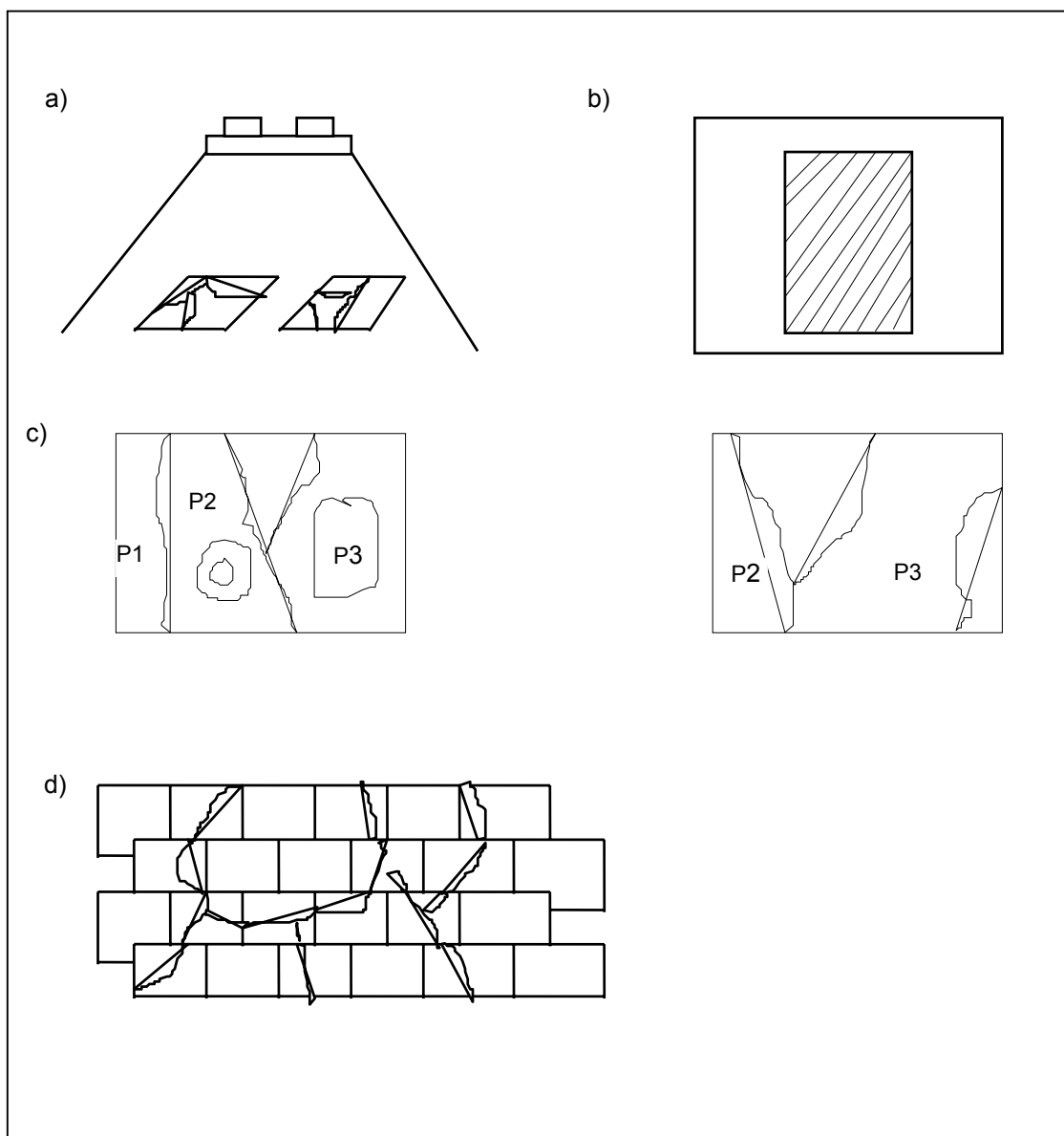


Fig. 2 Proceso de elaboración del mapa de uso del Suelo 1997. A) Fotointerpretación, b) área útil de la fotografía, c) identificación de puntos de control en el mapa topográfico y transporte a las fotografías aéreas, y d) elaboración del mapa base. (Zárte, 1995)

Delimitación de Áreas Útiles

El marco de fotointerpretación comprendió la parte central de las fotografías aéreas, con el objeto de evitar al máximo las zonas de las fotografías con mayor grado de distorsión geométrica, consistiendo su delimitación básicamente en utilizar los centros trasladados anterior, posterior, superior e inferior de las fotografías.

Fotointerpretación

Dentro de la etapa de fotointerpretación se realizaron varios recorridos de campo preliminares reconociendo la composición florística y las características topográficas del área de estudio. Por consiguiente se elaboraron 17 categorías de vegetación considerando los géneros que constituyen a la flora existente y las actividades humanas reflejadas en la superficie terrestre.

El proceso de fotointerpretación consistió en la detección, reconocimiento e identificación y clasificación de los objetos, fundamentado en los factores analíticos que caracterizan a las aerofotos como son las diferencias en el tono, la textura, las formas, el tamaño, la sombra y el patrón. Así mismo, se identificaron 200 puntos de control en las fotografías aéreas y carta topográfica de los cuáles se tuvo un exacto control de sus coordenadas geográficas considerando las características de la superficie terrestre que no presentaran una dinámica a través del tiempo.

La descripción de los tipos de vegetación esta basada en la clasificación de una parte del área realizada por Arce y Marroquín (1985) y del estudio realizado por Portes (1996) y que son retomados para el presente estudio.

Tipos de Vegetación

1. Bosque de pino piñonero.
2. Bosque de encino.
3. Bosque de pino.
4. Bosque de Pseudotsuga-Cupressus-Abies.

5. Matorral de encinos arbustivos
6. Matorral denso inerme parvifolio de rosáceas.
7. Matorral desértico rosetófilo.
8. Zacatal con leñosas arbustivas.
9. Matorral micrófilo.

Usos del Suelo

1. Áreas roturadas.
2. Roquedo.
3. Minería.
4. Erosión.
5. Desarrollo Urbano.
6. Carretera.
7. Desarrollo urbano rural.
8. Plantaciones forestales.

Elaboración del Plano Base

La elaboración del mapa base consistió en reconstruir 7 mosaicos de las fotografías aéreas y delinear los rasgos fotointerpretados en un soporte de papel transparente, ubicándose los 200 puntos de control reconocidos en las fotografías aéreas y la carta topográfica.

3. CREACIÓN DE LA BASE DE DATOS DIGITAL

Para la creación de la base de datos digital se emplearon los Sistemas de Información Geográfica PC ARC-INFO Vectorial e IDRISI Raster.

Tratamiento con el SIG Vectorial

La utilización del SIG Vectorial consistió en incorporar la información analógica tanto del mapa base como de las cartas fisiográfica, edafológica, geológica, red de drenaje y uso del suelo al soporte digital en el sistema PC-ARC/INFO.

Los datos geográficos incluyeron por un lado los Aspectos Espaciales como los elementos mismos de las cartas las líneas y los polígonos, los Sistemas de Proyección, los Sistemas de Coordenadas y la Escala y por otro, los Aspectos temáticos como son la Información Georeferenciada y los Atributos de los elementos correspondientes a cada uno de los mapas utilizados. El proceso metodológico en ARC-INFO se muestra en la Figura 2

Delineado y Digitalización

El delineado consistió en el levantamiento de las características del medio físico (fisiografía, suelo, uso del suelo y geología) a partir de la sobreposición de un soporte de papel transparente en la cartografía básica y temática utilizada.

La introducción de los elementos puntuales y lineales de los mapas delineados de las mismas y el mapa base se realizó desde la tableta digitalizadora a través del *mouse* especial incorporándose al sistema con el módulo PC ARCEDIT mediante el modelo de datos vectorial, creándose las coberturas con los 4 tics (puntos de control con coordenadas de tableta correspondientes a los vértices de la cartografía).

Para la edición de las líneas y polígonos se utilizaron las tolerancias considerando la escala de la cartografía, empleándose así el Modo de digitalización continuo y las técnicas de digitalización discreta y en espaguetii, teniendo la organización de los datos con la estructura arco-nodo.

Posteriormente se asignaron los identificadores (etiquetas) a cada uno de los elementos (polígonos) digitalizados para su posterior enlace con la información temática.

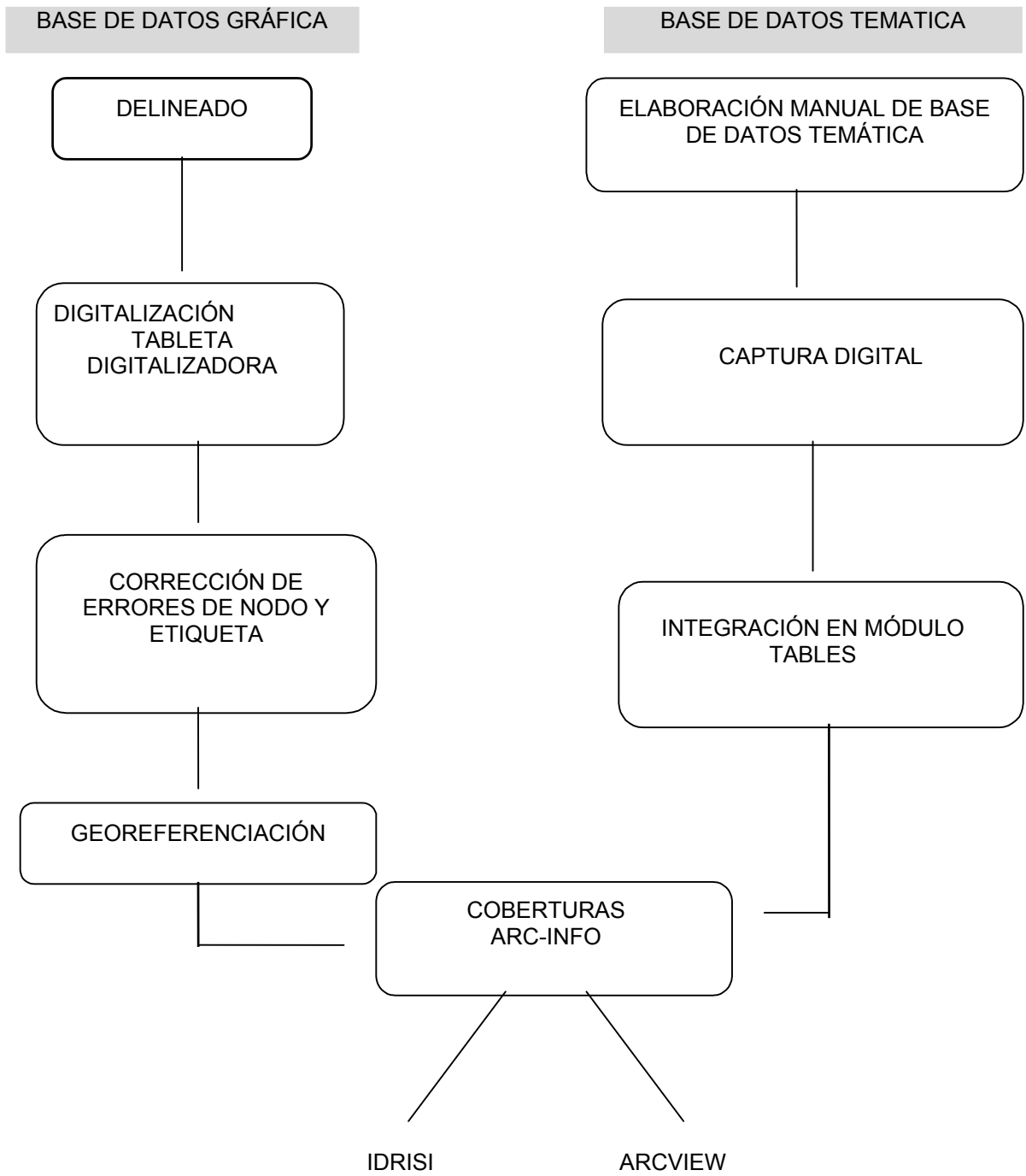


FIG. 3 ESQUEMA GENERAL DEL PROCESO METODOLÓGICO EN ARC-INFO (Zárate, 1997)

Corrección de errores.

Para el proceso de la corrección de los errores de nodo se aplicaron dos procedimientos, el primero de forma manual que consistió en suprimir la presencia de nodos colgantes, y la segunda de forma automática eliminando los arcos colgados con el comando CLEAN.

La corrección de los errores de etiqueta se realizó con el procedimiento manual asignando una etiqueta a los polígonos que carecieran de ella y suprimiendo a su vez las etiquetas para aquellos polígono que tuviesen más de una .

La creación de polígonos fantasmas en la base gráfica del mapa de Uso del suelo se corrigió automáticamente con el comando ELIMINATE.

Georreferenciación

Para ubicar la cobertura digitalizada sobre la superficie de la tierra se realizó su georeferenciación, es decir, se transformó una y cada una de las coordenadas de localización de todos los elementos de la cobertura a sus coordenadas geográficas. Se crearon coberturas fantasmas con el comando CREATE, es decir se copiaron únicamente los archivos TIC y BND que contenían la información en coordenadas de tableta a partir de las coberturas originales de Suelos, Fisiografía y Uso del Suelo.

El cambio de cada uno de los tics a sus coordenadas geográficas verdaderas se realizó seleccionando el archivo TIC de cada una de las coberturas digitales, estas coordenadas se actualizaron utilizando el comando TABLES.

Corrección Geométrica

Para la corrección geométrica de la cartografía se realizó de forma automática considerando para ello el proceso de transformación de las coordenadas de tableta (en pulgadas) a coordenadas geográficas mediante un procedimiento de regresión múltiple entre los tics originales y los

actualizados en coordenadas geográficas utilizando la transformación de tipo *Projective* y *Afine* de ARC-INFO.

Cambio en el sistema de proyección

Para representar a la superficie de la tierra (la cuál es curva) sobre un plano, se recurrió al uso de proyecciones sobre un cuerpo geométrico. Este cambio consistió en utilizar la proyección cilíndrica transversa conocida como proyección transversa de MERCATOR (UTM) para el registro de áreas y longitudes correspondientes a los elementos de las coberturas digitales.

El cambio se realizó en el sistema de información ARC - INFO a través del comando PROJECT.

Tratamiento con el SIG Raster

Su aplicación consistió en trasladar la información vectorial a formato raster para su análisis espacial utilizando el sistema de información geográfica raster IDRISI.

Transformación a formato raster

Los mapas vectoriales fueron transformados de formato vectorial a formato raster, es decir, cada uno de los polígonos ocupó celadas "pixel" georreferenciados dentro de una matriz. La resolución de la cartografía digital que se empleo en este formato fue con un tamaño de celda "pixel" de 90 x 90 m. y una matriz de 220 renglones por 356 columnas.

4. ELABORACIÓN DE LA BASE DE DATOS TEMÁTICA

La creación y edición de la componente temática de la base de datos geográfica se elaboró de forma manual recurriendo para ello a las cartas temáticas utilizadas e ir identificando sobre un

formato en papel todos los elementos digitalizados, para posteriormente realizar la captura digital bajo una estructura tabular de datos en el paquete Excell almacenándose en las columnas el número del identificador interno que se le asignó al momento del etiquetado, y en las filas la descripción de las características de cada una de las entidades representadas (polígonos, líneas y puntos) para posteriormente ser guardados como un archivo dBaseIV.

En ARC-INFO se estableció un lazo lógico uniendo la base de datos gráfica y la base de datos temática relacionando el item (campo) común en ambas bases que fue el campo del identificador interno, realizado mediante el comando JOINITEM.

5. DELIMITACIÓN DE LAS UNIDADES AMBIENTALES

Operaciones con sobreposiciones.

La delimitación de las unidades ambientales consistió en realizar sobreposiciones con la cartografía digital de Fisiografía, Edafología y Uso del suelo.

Este procedimiento se realizó con el programa IDRISI utilizando funciones de sobreposición, con lo que quedaron delimitadas las unidades similares respecto a sus factores y descritas por la intersección de los elementos geográficos con mayor carga explicativa mencionados de fisiografía, edafología y uso del suelo.

El grado de homogeneidad de las unidades ambientales es sólo relativo, en coherencia con el nivel de detalle establecido y se obtienen por la superposición de aquellos factores con mayor carga explicativa; la fisiografía (que describe materiales, formas y procesos del medio inerte y sintetiza sus relaciones); los suelos producto de la geología, clima, fisiografía y agentes bióticos; y la vegetación natural y cultivos (que explica las condiciones ambientales determinantes de la vida y sintetiza las relaciones entre el medio abiótico y biótico) y los usos del suelo (que explican el devenir

histórico de las formas de utilización y aprovechamiento del suelo y sus recursos). Con ello se consigue indirectamente, una cierta homogeneidad respecto al resto de los factores del inventario.

Operaciones con mapas.

Este procedimiento incluyó aritmética, álgebra y geometría de mapas las cuáles permitieron realizar operaciones como superposiciones de dos o más mapas y reclasificar valores. Se realizaron transformaciones para crear nuevos mapas manipulando los valores de los mapas existentes. El Sistema de Información Geográfica empleado fue Idrisi de tipo Raster

Caracterización de las Unidades Ambientales.

Este proceso consistió en integrar a cada unidad ambiental algunos factores ambientales que describiesen las unidades de forma más completa. Los factores incluidos fueron altitud, pendiente, exposición, geología y la textura del suelo.

Esta caracterización se realizó a partir de las operaciones con mapas en el sistema de información geográfica raster.

6.- ELABORACION DE LA CARTOGRAFÍA ECOLÓGICA

Para la obtención de la cartografía ecológica fue necesario realizar una valoración de las unidades ambientales, dicha valoración está basada en los aspectos de la calidad ambiental, considerando para ello, las relaciones que mantienen entre sí las unidades ambientales y así poder inferir acerca de las potencialidades de uso.

Calidad Ambiental

El valor ambiental o calidad ambiental de un recurso o de un punto determinado en un territorio, es el mérito para ser conservado, o lo que es lo mismo, para no ser destruido, entendiendo como conservación del recurso o punto del territorio el mantenimiento de su estructura y funcionamiento que garantice su uso por tiempo indefinido (Gómez Orea, 1992a y b; MOPT, 1992). También la calidad ambiental puede considerarse como un vector que engloba diferentes aspectos, y que informan de aspectos funcionales del territorio, aún sin conocer a profundidad la estructura y funcionamiento del sistema en completo.

Valoración del territorio

La valoración del medio interesa debido a que informa en general sobre la calidad del medio tanto desde un punto de vista global como desde un punto de vista de cada uno de los recursos o variables. Esto es útil en sí mismo, pues es el mejor modo de poder apreciar nuestro patrimonio natural y transmitir fácilmente su interés.

Además esta valoración permite comparar entre sí los diferentes puntos del territorio y unos recursos con otros. En realidad se pueden comparar recursos y puntos, pues la calidad o el valor de estos es la resultante del conjunto de aquéllos.

La valoración del medio, medida de su calidad, se realizó a partir de las unidades ambientales las cuáles por la homogeneidad que presentan en sus factores ambientales (parte perceptible de un sistema de relaciones subyacentes, denunciado en forma externa por indicadores como la vegetación, relieve, suelos, exposición, pendientes, etc.) y capacidad de respuesta, se llevó a cabo en ellas la valoración como una necesidad para evaluar sus potencialidades de uso y los efectos de las actuaciones humanas para generar información útil en las políticas de manejo de la Sierra de Zapalinamé.

La valoración se realizó para cada una de las unidades ambientales con la participación de un equipo de expertos, considerando los siguientes aspectos de la calidad ambiental: Valor natural, de protección al suelo, de productividad ecológica, paisajístico, de aptitud para la recreación, de intensidad para la recreación y el valor histórico - cultural y científico, Las dimensiones de valor enumeradas son básicamente de carácter cualitativo, excepto el caso de la productividad que se puede medir en una escala de proporcionalidad. En la valoración se aplicaron criterios de valor ampliamente aceptados y contrastados, así como la utilización de una escala jerárquica que proporcionan simples rangos de valor de 1 a 9 de la siguiente manera:

1 Sin aptitud

3 Poco importante

5 Medianamente importante

7 Muy importante

9 Extremadamente importante

En general se adoptó el siguiente criterio: el valor ambiental de un factor o de una unidad de inventario es directamente proporcional al grado de caracterización cualitativo enumerado a continuación (Conesa, 1995):

Extensión:	Área de influencia en relación con el entorno.
Complejidad:	Compuesto de elementos diversos.
Rareza:	No frecuente en el entorno.
Representatividad:	Carácter simbólico. Incluye el carácter de endémico.
Naturalidad:	Natural, no artificial.
Abundancia:	En gran cantidad en el entorno.
Diversidad:	Abundancia de elementos distintos en el entorno.
Estabilidad:	Permanencia en el entorno, firmeza.
Singularidad:	Valor adicional por la condición de distinto o distinguido.
Irreversibilidad:	Imposibilidad de que cualquier alteración sea asimilada por el

	medio debido a mecanismos de autodepuración.
Fragilidad:	Endeblez, vulnerabilidad y carácter perecedero de la cualidad del factor.
Continuidad:	Necesidad de conservación.
Insustituibilidad:	Imposibilidad de ser sustituido.
Clímax:	Proximidad al punto de más alto valor ambiental de un proceso.
Interés ecológico:	Por su peculiaridad ecológica.
Interés histórico - natural:	Por su peculiaridad histórico - monumental - cultural.
Interés individual:	Por su peculiaridad a título individual (carácter epónimo, mutante).
Dificultad de conservación:	Dificultad de subsistencia en buen estado.
Significación:	Importancia para la zona del entorno.

Las valoraciones ambientales suelen descomponerse en valores o aspectos naturalísticos, estético - culturales, productivos, los relacionados con el esparcimiento y los valores relacionados con características hidrológicas antierosivas o antipolutivas. (Díaz Pineda *et al*, 1973; COPLACO, 1975; Díaz Pineda, 1985; González, 1985; Díaz Pineda y Martín de Agar, 1991)

A continuación, se hace una descripción de las características de cada uno de los valores de la calidad ambiental considerados en el presente estudio.

Valor natural.

Informa sobre el estado de conservación de los ecosistemas, abarcando por lo tanto la vegetación, el suelo, fauna, agua, etc. En la valoración se tienen en cuenta la rareza, reversibilidad, complejidad y organización del ecosistema considerado. También se consideran aspectos parciales de los mismos, como es el interés por la presencia de especies notables, poblaciones multiespecíficas interesantes o características geológicas únicas.

Valor de protección al suelo.

El cual está muy relacionado con los aspectos funcionales del territorio, ya que es una estimación del grado de protección al suelo contra la erosión proporcionado por la vegetación en diferentes posiciones fisiográficas. La importancia de esta protección para el funcionamiento del paisaje se debe entre otras cosas, a que en el suelo residen importantes características que mantienen la estabilidad y continuidad de los ciclos biogeoquímicos, importantes aspectos del ciclo hidrológico como son los procesos de infiltración, escurrimiento y evapotranspiración, y es el sustrato de desarrollo de la vegetación y microorganismos del suelo que mantienen la circulación de materia y energía en los ecosistemas. La erosión acelerada del suelo conduce irremediablemente a la alteración del ciclo hidrológico y de los nutrientes edáficos, y a la pérdida de la diversidad biológica y del potencial productivo del territorio.

Valor de producción.

Considera la productividad ecológica en términos de energía fijada por unidad de superficie y tiempo, o vista también como la tasa de renovación de biomasa.

Valor escénico (paisajístico)

Considera aspectos de carácter subjetivo, comprendiendo las cualidades estéticas del medio, en las que características fisionómicas de la vegetación, tales como el color, la forma, la estacionalidad, etc., y estructurales, como por ejemplo, la disposición horizontal, composición, visibilidad, etc., tienen gran importancia. También intervienen todos aquellos elementos del paisaje como son formaciones geológicas que desencadenan aspectos de tipo emocional: sensaciones de misterio, grandiosidad, reverencia, etc.

Valor de aptitud para la recreación.

Los valores relacionados con el esparcimiento se refieren en gran parte a la menor o mayor aptitud de la vegetación para sustentar actividades recreativas al aire libre, por sus características fisionómicas y estructurales, al interés que puede presentar un recurso o un ecosistema para

actividades de poca actividad física y esparcimiento pasivo, como el picnic y las visitas, en las que su importancia se centra en la permanencia y la contemplación. Así también, otros elementos del paisaje que proporcionan el medio para actividades de mayor actividad física y esparcimiento activo como pueden ser las formaciones geomorfológicas para el montañismo en sus diferentes variantes y el excursionismo, o las poblaciones de fauna silvestre para el simple avistamiento y/o la fotografía. De acuerdo a esto, el potencial recreativo estará en función, por una parte, del carácter acogedor y naturalidad de la vegetación existente, y por otra, de su contenido estético o calidad visual.

Valor de intensidad para la recreación.

La intensidad como valor se consideró en función de la capacidad del área para recibir visitantes tomando en cuenta la densidad de visitantes, frecuencia y estacionalidad con la que una unidad ambiental puede ser visitada sin causar degradación a los recursos.

Valor histórico - cultural y científico.

Se reúnen aquí todos los aspectos que contribuyen al conocimiento y enseñanza del origen y desarrollo de las sociedades, tradiciones y costumbres, así como el interés educativo y cultural de los fenómenos, formaciones y paisajes naturales para la enseñanza de la vida natural.

Para la valoración, el equipo tomó en consideración la información de la suma de factores del medio, referente a cada una de las unidades ambientales y que fueron: Altitud, Pendiente Exposición, posición fisiográfica, geología, suelo y vegetación.

Clasificación de las unidades ambientales

Obtenida la matriz de valoración se realizó un Análisis de Componentes Principales estandarizando las variables, de tal forma que todas las variables tengan media cero y varianza igual a uno. De esta forma se le da a cada variable el mismo peso a la hora de tomar las distancias Esta

estandarización trajo consigo que cada observación estuviese referida a unos nuevos ejes que pasaran por un punto (centroide) que corresponde al valor medio de cada variable y que sea posible obtener matrices de correlacionen donde es posible analizar las relaciones entre variables.

Posteriormente se realizó una clasificación aglomerativa jerárquica de Ward, también conocido como clasificación de suma de cuadrados mínima (varianza mínima) similar a los algoritmos UPGMA y de centroide. (Van Tongeren, 1987)

Se utilizó para cada unidad ambiental las coordenadas de los 3 primeros componentes que en conjunto explican un 90 % de la varianza observada.

El método produjo 7 grupos con un nivel de homogeneidad alto en sus valores ambientales, que en principio reflejan una homogeneidad ecológica.

Finalmente, los grupos fueron descritos bajo las características representativas en cada uno de ellos, apoyándose para ello en la utilización del Índice de Jacard, el cuál establece el grado de asociación interespecífica y nos informa de los valores tanto absolutos como relativos de los elementos que están presentes en un determinado grupo.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La descripción del área de estudio ha sido tomada del trabajo realizado por Portes (1996) y del estudio realizado para la elaboración del Programa de Manejo de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sierra Zapalinamé. Los mapas referidos en esta descripción se encuentran disponibles en el sistema de información geográfica de la Sierra de Zapalinamé, en el Departamento Forestal.

1 Ubicación y vías de acceso

La Zona Sujeta a Conservación Ecológica de la Sierra de Zapalinamé se ubica en el Sureste del Estado de Coahuila, abarcando parte de los municipios de Saltillo y Arteaga e inmediatamente aledaña a la ciudad de Saltillo por su parte norte. Geográficamente se encuentra comprendida entre las coordenadas que van desde los 101° 05' 3.8" a los 100° 47' 14.5" de longitud Oeste, y de los 25° 15' 00" a los 25° 25' 58.35" de Latitud Norte, con una superficie aproximada de 25,768-8 ha.

El área protegida y su área de amortiguamiento comprenden todo el macizo montañoso de la sierra y parte de los valles, con una superficie aproximada de 45, 226.8192 ha. Sus colindancias; al Norte esta limitada por la carretera federal 57 Piedras Negras - México tramo Saltillo que la circunda hasta el sureste; al Oeste la limita la carretera federal 54 - Zacatecas tramo Saltillo y al Sur la limita la coordenada de latitud 25° 15'. (Mapa 1)

El área tiene diferentes vías de acceso que incluyen carreteras, caminos de terracería, brechas y veredas. Por el Este se entra al área a través de los ejidos Sierra Hermosa, El Diamante, San José de los Cerritos y el Cedrito ubicados entre 9 y 15 kilómetros de Arteaga hacia el sur por la carretera 57 Piedras Negras - México tramo Saltillo. Desde el sur se entra por el ejido Los Llanos que se ubica a 10 Kilómetros de la carretera libre a México y por la carretera 54 - Zacatecas tramo Saltillo, entrando por el ejido Cuauhtémoc localizado a 42 kilómetros hacia el sur de la ciudad de Saltillo. Por el Oeste y Norte las vías de acceso son varias y de diferente tipo, carretera, veredas y trazos urbanos, todos ellos conectados a carretera 54 - Zacatecas tramo Saltillo y a la carretera 57 Piedras Negras – México. (Mapa 2)

2 Clima

El área de estudio se ubica en la región biogeográfica conocida como Desierto Chihuahuense, caracterizado por poseer climas continentales, secos y muy secos, que van desde los semiáridos, hasta los templados en las partes altas (SPP, 1983b). El clima general del área está clasificado en la parte más baja altitudinalmente que corresponde al valle de Saltillo como: Bsok(x')(e), el cual se interpreta como clima seco, templado, con verano cálido extremo, temperatura media anual entre 12 y 18° C, la del mes más frío entre -3 y 18° C y la del mes más caliente superior a 18° C, con un régimen de lluvias intermedio entre el verano y el invierno. Para la parte del macizo montañoso de la sierra, el clima se clasifica como Bsokw"(e), el cual es un clima seco, templado cálido semifrío, temperatura media anual entre 5 y 12° C, la del mes más frío entre -3°C y 18°C y la del mes más caliente menor a 18°C, con un régimen de lluvias de Verano, por lo menos 10 veces mayor de lluvia en el mes más lluvioso de la mitad más caliente que el mes más seco, extremo con una oscilación térmica de entre 7 y 14°C.(SPP, 1983).

3 Fisiografía

La Sierra de Zapalinamé pertenece a la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Oriental dentro de la Subprovincia de la Gran Sierra Plegada; formada por una serie de sierras que presentan una orientación E – W; las altitudes van desde 1,590 m.s.n.m. de los pies de monte. (CETENAL, 1975). Geomorfológicamente el área conforma un paisaje compuesto por seis grandes unidades fisiográficas (Mapa 3 y Cuadro 1).

Cuadro 1. Valores de pendiente y altitud por unidad fisiográfica

UNIDAD FISIOGRAFICA	PEND. MED %	ALT, MIN m.s.n.m.	ALT, MAX msnm	ALT. MEDIA msnm
CUMBRES	32	1842	3140	2660
TALUDES	38	1799	3052	2407
PIÉ DE MONTE	12	1704	2359	1940
VALLE	8	1747	2495	2122
ABANICO ALUVIAL	10	1705	2498	1878
CAÑÓN	19	1772	2607	2239

Fuente: INEGI, 1992. Carta topográfica

Cumbre: Corresponde a las partes más elevadas de la sierra formando parteaguas angostos o bien las cimas de las principales elevaciones y con una pendiente relativamente moderada. Estas elevaciones son Cerro el Penitente ; Cerro Santa Rosa ; Cerro los Colmillos ; Cerro los Elotes y Cerro encantada “ Gavilanes”. Se sitúan en un rango altitudinal que va desde los 1842 a los 3140 msnm.

Taludes: Formados por las laderas con pendientes superiores al 35% y por la acumulación de fragmentos de roca al pie de la sierra. Es la unidad fisiográfica mas ampliamente representada. Se sitúan en un rango altitudinal que va desde los 1800 hasta los 3052 msnm.

Pie de monte: Morfológicamente corresponden a llanuras irregulares con topografía relativamente suave (12%). Estos se localizan en un rango altitudinal que va desde 1704 a los 2359 msnm con una media de 1940 msnm.

Valles: De carácter intermontano son terrenos planos o con pendiente ligera (8%), la mayoría están dedicadas a la agricultura de riego y temporal, a excepción del valle de Saltillo el cual presenta un alto grado de desarrollo urbano. Se distribuyen en un rango altitudinal de los 1747 a los 2495.

Abanicos aluviales: Depósitos aluviales formados cuando un torrente quebrado o arroyo, que al llegar al valle principal terminan su curso acumulando los materiales acarreados. Su rango altitudinal va de los 1705 a los 2498 msnm.

Cañones: Areas estrechas delimitadas por los taludes de dos laderas muy próximas y con orientaciones contrarias. Los principales cañones que se localizan en la zona son el Cañón de San Lorenzo, de Bocanegra, de los Pericos Cañada del León y Cañada del Cuatro en la parte norte; Cañón de las Terneras y Cañón la Encantada en la parte Oeste; Cañón el Recreo y Cañón las Norias en la parte Sur y al NW se localiza el Cañón el Pino. Se ubican en un rango altitudinal que va de los 1772 a los 2607 msnm.

4 Hidrología

La red hidrográfica a la cuál pertenece la Sierra de Zapalinamé es a las vertientes del Golfo de México y cuencas cerradas del Norte y región hidrológica 24 "Bravo - Conchos". (SPP, 1983b). Esta área forma parte de la región hidrológica RH-24, cuenca hidrológica B y subcuenca e. Se presentan únicamente corrientes intermitentes en época de lluvias que descienden de las partes altas de la sierra y pies de monte hacia los valles, con patrones de corriente dendríticos y paralelos con desagüe en los valles, aportándole material aluvial (SPP, 1983a) (Mapa 4)

Respecto a hidrología subterránea; la unidad geohidrológica dominante en el área, es una unidad de material consolidado con posibilidades bajas que se encuentra ampliamente distribuida en toda el área principalmente en todo el sistema montañoso; esta constituido por caliza, arenisca y lutita de edad jurásico superior y cretácico superior. (SPP, 1983a).

5 Geología

La región se ubica en la unidad geotectónica más importante del noreste del país, denominada Provincia Geológica de la Sierra Madre Oriental. Geológicamente el área comprende todo el macizo montañoso de la Sierra de Zapalinamé, siendo un área intensamente plegada y fracturada con una topografía muy accidentada. Las rocas que afloran en el área son, en su totalidad sedimentarias marinas de edad jurásico y cretácico provenientes de procesos erosivos hídricos, formando así los depósitos de suelos aluviales característicos de los valles y que representan el evento sedimentario más reciente en las cuencas continentales originadas por los movimientos post-orogénicos (SPP, 1983a) En el área de estudio los suelos aluviales ocupan casi un 30%, las rocas calizas características del macizo montañoso un 43%, siendo ambas las unidades geológicas mejor representadas (Mapa 5 y Cuadro 3).

Los tipos de rocas sedimentarias que se encuentran en el área protegida son:

Calizas: Roca compuesta en gran parte del mineral calcita, Ca CO₃ ya sea por procesos orgánicos o inorgánicos (Don Leet y Judson, 1975). Se encuentran en la mayor parte del macizo montañoso.

Areniscas: Rocas formadas por la cementación de gravas individuales del tamaño de la arena, compuesta comúnmente del material cuarzo (Don Leet y Judson, 1975). Se localizan cerca del arroyo Los Chorros y las rocas arenisca mezclados con conglomerados se les encuentra cerca de los pies de monte en parte SW del área.

Cuadro 2 Geología de la Sierra de Zapalinamé y área de influencia

TIPO DE ROCA	SUPERFICIE (ha)	%
ALUVIAL	13538,6008	29,99
ARENISCA	64,3186	0,14
ARENISCA/CONGLOMERADO	7273,0472	16,11
BRECHA	7,9683	0,01
CALIZA	19581,0010	43,37
CALIZA/LUTITA	1380,4221	3,06
CONGLOMERADO	260,1622	0,58
LUTITA	482,4805	1,07
LUTITA/ARENISCA	2505,5167	5,557
TRAVERTINO	45,7644	0,107
TOTAL	45139,2818	100

Fuente: Cetenal, 1977. Carta geológica .

Lutitas: Rocas detrítica de grano fino constituida de partículas del tamaño de limo y arcilla, de cuarzo, feldespato, calcita, dolomita y otros minerales (Don Leet y Judson, 1975). Se localizan en la parte norte del área en los valles. Las lutitas – areniscas se localizan en una parte del cañón que se ubica al Sureste del ejido el Diamante y una parte en el valles.

Brechas: Roca sedimentaria formado por fragmentos angulares (Don Leet y Judson, 1975). Se localizan principalmente en algunas partes de los valles que existen en la zona.

Conglomerados: Roca formada de fragmentos redondeados de tamaño tal que un porcentaje apreciable del volumen de la roca consiste de partículas del tamaño de gránulo o más grande (Don Leet y Judson, 1975). Se ubican en la parte Sureste del área en los pies de monte.

Travertino: Carbonato de calcio depositado a partir de una solución, por las aguas subterráneas que entran a una en la zona de aereación (Don Leet y Judson, 1975). Se localizan en la parte SW del área en la entrada al ejido el Diamante por la Carretera 54 en el pie de monte.

6 Suelos

En la región donde se encuentra la Sierra de Zapalinamé los suelos son en su mayoría aluviales con componentes calcáreo arcilloso, originados de depósitos aluviales y fluviales constituidos por gravas, arenas y arcillas, varia en su profundidad de unos cuantos a cientos de metros, constituye planicies con clásticos finos o abanicos aluviales al pie de las sierras. (SPP, 1983b) (Mapa 6). Por su carácter de zona de montaña, abundan los suelos Litosoles y Rendzinas, constituyendo ambos casi un 80% de la superficie del área protegida. (Cuadro 3).

De acuerdo con la cartografía de CETENAL las unidades y subunidades de suelos que se tienen para el área de estudio son:

Cuadro 3 Unidades de suelo de la Sierra de Zapalinamé

UNIDADES DE SUELO (FAO)	SUPERFICIE (ha)	%
CASTAÑOZEM CALCICO	1108,5300	2,45
CASTAÑOZEM HAPLICO	243,1651	0,54
CASTAÑOZEM LV	803,9053	1,78
FEOZEM CALCARICO	1999,5020	4,42
FLUVIOSOL CALCARICO	10,9418	0,02
LITOSOL	22624,8699	50,05
REGOSOL CALCARICO	409,7676	0,91
REGOSOL EUTRICO	1386,2717	3,07
RENDZINA	12991,6792	28,74
XEROSOL CALCICO	2020,0815	4,47
XEROSOL HAPLICO	1546,6342	3,42
YERMOSOL HAPLICO	58,3908	0,13
TOTAL	45203,7391	100

Fuente: CETENAL, 1977. Carta Edafológica.

Litosol: Son suelos que tienen una profundidad menor de 10 cm y que sobreyacen a la roca; son los más dominantes en el macizo montañoso. Este tipo de suelos descansan sobre los caliches fuertemente cementados. Representan el 49% de toda el área.

Rendzina: Suelos pedregosos y someros de color oscuro y de mayor contenido de materia orgánica que los litosoles. Se caracteriza por tener una capa superficial abundante en humus y muy fértil. Se originan a partir de materiales aluviales muy calcáreos o del mismo caliche, junto con los litosoles dominan las laderas de la sierra en las exposiciones norte y sur; así como rendzinas petrocálcicas en la parte de lomas de Lourdes. En las partes más altas de la sierra también se presenta este tipo de suelo, de textura media o fina.

Fluvisol: Se caracterizan por estar formados siempre por materiales acarreados por agua. Son suelos muy poco desarrollados. Pueden ser someros o profundos, arenosos o arcillosos, fértiles o infértiles, en función del tipo de materiales que lo forman.

Fluvisol calcarico: Se caracterizan por contener cantidades altas de cal en toda la superficie, o cuando menos en algunas partes no muy profundas. Este tipo de suelo se encuentra poco representado en el área de estudio en el cañón de los chorros.

Yermosol: Suelos presentes en las zonas áridas del norte del país. Se caracterizan por tener una capa superficial clara y un subsuelo rico en arcilla o similar a la capa superficial. Presentan en ocasiones acumulación de cal o yeso en el subsuelo o bien caliche lo que es común en el área de estudio.

Regosol: Son suelos residuales que se caracterizan por tener suelos dominados por material suelto que no es aluvial reciente, no presentan capas distintas; son suelos ricos en cal. Se encuentran en algunas áreas de las faldas de la sierra en exposición norte, y en un área más extensa en el Cañón de San Lorenzo.

Regosol calcarico: Derivados de calizas o areniscas. Se encuentran en la mayor parte de las laderas, y son suelos de textura predominantemente media en ocasiones gruesa, colores claros y bajos contenidos de materia orgánica.

Regosol eutrico: Son suelos que presentan una fertilidad moderada o alta.

Xerosol: En las llanuras y fondo de los valles, de relieve plano o con pendientes muy suaves, suelen presentarse suelos más profundos derivados de materiales aluviales, siendo estos los xerosoles.

Xerosol haplico: Son suelos de semidesierto, de colores claros, pobres en materia orgánica, son profundos y en ocasiones son salinos y sódicas son característicos de las zonas planas. Estos suelos en su variación pueden presentar una capa acumulativa de arcilla, haciendo el drenaje más lento de lo normal o también pueden presentar una capa de yeso que limita el crecimiento de las raíces. Se localizan en los pies de monte de la exposición norte de la Sierra Zapalinamé y en los valles de la vertiente Este.

Xerosol calcico: Este tipo de suelos se caracteriza por la presencia de cal en el subsuelo.

Castañozem: Estos suelos son característicos de las zonas áridas o de transición hacia climas lluviosos. En condiciones naturales sustentan vegetación de pastizal, con algunas áreas de matorral. Se caracterizan por presentar una capa superior de color pardo a rojizo oscuros, rica en materia orgánica y nutrientes, con acumulación de caliche suelto o ligeramente cementado en el subsuelo, moderadamente susceptibles a la erosión.

Castañozem háplico: Se distinguen por tener una acumulación de caliche suelto en pequeñas manchas blancas dispersas o en una capa de color claro, de menos de 15 cm de espesor.

Castañozem luvico: Se caracterizan por tener acumulación de arcilla en el subsuelo. Estas unidades de suelo se presentan en áreas menos onduladas, normalmente adyacentes a laderas montañosas.

Castañozem calcico: Suelos que se caracterizan por tener acumulación de caliche suelto en una capa de color claro, de más de 15 cm de espesor.

Feozem calcarico: suelos que se caracteriza por tener una superficie blanda de color oscuro, suave, moderado en materia orgánica y nutrientes. Entre los 20 y 50 cm de profundidad se encuentra un horizonte calcáreo y dependiendo del porcentaje de arcilla pueden tener problemas de drenaje. La vegetación con la que se encuentra asociado es el matorral submontano en la ladera norte de la Sierra Zapalinamé, valles y laderas bajas y pie de montes.

7 Vegetación

El área de estudio presenta una elevada complejidad en los tipos de cubiertas vegetal y dentro de ellos en su composición, debido a disturbios tales como aprovechamientos forestales, extracción de suelo, incendios y sobrepastoreo que datan de varias décadas, que han dado lugar a un mosaico de complejo de tipos de vegetación en diferentes estados serales y composición florística.

Tipos de Vegetación y Usos del Suelo.

Marroquín y Arce(1985) hacen una descripción detallada de los diferentes tipos de vegetación de una parte del área y proponen una clasificación y nomenclatura local presentando 11 tipos de vegetación. Sólo se ha agregado el matorral desértico micrófilo subinermes y 7 Usos del Suelo descritos por Portes (1996), ya que no fueron considerados en el estudio de Arce y Marroquín (1985). (Mapa 7)

Matorral Desértico Micrófilo Subinermes

Se presenta principalmente en las áreas bajas y valles del Norte y Suroeste del área, sobre suelos Xerosoles háplicos, dentro de las principales especies se encuentran: **Larrea tridentata**, **Fouquieria splendens**, **Mimosa pringley**, **Lippia graveolens**, **Agave lechuquilla**.

Matorral Desértico Rosetófilo

Presenta la característica particular de las plantas con hojas en roseta, con espinas y algunas carnosas; se le encuentra sobre suelos litosoles y rendzinas; someros, pedregosos y algunas veces formado por material suelto en las exposiciones sur de la cordilleras. Entre las especies se encuentran: *Agave lechuquilla*, *Agave striata*, *Hechtia glomerata*, *Dasyllirion cedrosanum*, *Ephedra pedunculata*, *Mortonia palmeri*, *Nolina cespitifera*, *Yucca carnerosana*, *Opuntia spp.*, *Echinocactus visnaga*, *Ferocactus pringlei*, *Ferocactus stainesii*, *Mammillaria sp.*, *Lindleylla mespiloides*, *Stipa leucotricha*, *Mimosa biuncifera*, *Gnaphalium sp.*, *Piptochaetium fimbriatum*, *Cowania plicata*, *Rhus microphylla*, *Stipa tenuissima*, *Aster palmeri*.

Matorral de Encinos Arbustivos.

Esta asociación incluye comunidades arbustivas densas, generalmente caducifolias, prosperan sobre suelos litosoles en las laderas de cerros. Se presenta en las exposiciones sur y norte como vegetación secundaria.

Las especies dominantes son: *Quercus intricata*, *Q. saltillensis*, *Q. hypoxantha*, *Q. greggii*, *Berberis trifoliolata*, *Rhus virens*, *Dasyllirion cedrosanum*, *Ceanothus greggii*, *Garrya ovata*, *Fraxinus greggii*, *Yucca carnerosana*.

Matorral Denso Inerme Parvifolio de Rosáceas

Este tipo de vegetación es semejante al anterior pero con la diferencia de que los elementos que dominan son de la familia Rosaceae. Se presenta en suelos litosoles principalmente. Marroquín y Arce, (1980) mencionan que tiene mucho en común con la vasta zona de chaparral de California; las especies dominantes son: *Lindleyella mespiloides*, *Amelanchier denticulata*, *Cercocarpus mojadensis*, *Cowania plicata*.

Matorral de Manzanita

Son agrupaciones densas de encinos bajos acompañados de arbustivas. Se presenta en las laderas altas y exposición norte como vegetación secundaria, sobre suelos litosoles y rendzinas

principalmente. Presenta elementos de otras comunidades adyacentes: *Arctostaphylos pungens*, *Cowania plicata*, *Cercocarpus mojadensis*, *Rhus virens*, *Ceanothus coeruleus*, *Salvia regla*, *Eupatorium ligustrinum*, *Amelanchier denticulata*, *Buddleia cordata*, *Plantago wrightiana*, *Opuntia sp.*, *Eupatorium saltillensis*, *Portulaca oleracea*, *Cercocarpus montanus* var. *paucidentatus*, *Vauquelinia karwinskii*, *Dalea sp.*, *Chrysactinia truncata*, *Eryngium gramineum*, *Fendlera sp.*, *Tillandsia recurvata*, *Linum schiedeanum*, *Fraxinus greggii*, *Garrya ovata*, *Ceanothus huichagorare*, *Pachystima myrsinites*, *Galium microphyllum*, *Quercus mexicana*, *Cupressus lindleyi*.

Zacatal con Leñosas Arbustivas

Llamado también pastizal, se le encuentra principalmente en las laderas bajas, cerca y en los valles, sobre suelos xerosoles háplicos y rendzinas. Se presenta constituida principalmente por zacates amojados de los géneros *Muhlenbergia spp.* y *Stipa spp.* *Bouteloua spp.*, *Buchloe dactyloides*, *Aristida spp.* *Piptochaetium fimbriatum*, *Lycurus phleoides*, *Agrostis semiverticillata*.

Bosquede Pino Piñonero

Es típico de transición entre la zona árida Chihuahuense y las unidades orogénicas que limitan la altiplanicie mexicana, tanto por el occidente como por el oriente. Prosperan a altitudes que varían de los 2,200- 2,560 msnm, en áreas con poca pendiente y sobre suelos someros principalmente rendzinas y regosoles. Se presenta formando bosques más o menos bien definidos y está representado por: *Pinus cembroides*, *P. greggi*, *Juniperus flaccida*, *J. deppeana*, *Yucca carnerosana*, *Arbutus xalapensis*.

Bosque de Pinos

Este tipo de vegetación es el que le da una peculiar fisonomía al paisaje, ya que los bosques de coníferas son de gran atractivo escénico, al mismo tiempo convierten el área en susceptibles de

cortes ilegales, El componente principal incluye: *Pinus arizonica*, *P. teocote*, *P. greggi*, *P. cembroides*, *Cupressus arizonica*.

Bosque de Encinos.

La cubierta original era un bosque de coníferas, compuesto por diferentes especies, las más importantes son: *Pinus cembroides*, *Pinus greggii*, *Pinus arizonica*, *Pinus montezumae*, *Pinus hartwegii*, *Pinus teocote*, *Pseudotsuga flahaulti*, *Abies vejari*, *Cupressus arizonica*, *C. lindleyi*, *Juniperus flacida*, *J. saltillensis*, *J. deppeana* y *J. monosperma*; además de árboles caducifolios como *Fraxinus greggii*, *Cercis canadensis*, *Populus sp.*, *Salix lasiolepis*, *Arbutus xalapensis*; además de subcaducifolios como algunas especies de encinos (*Quercus spp.*).

Bosque Deciduo Templado

Este tipo de vegetación está poco representado en el área en lugares específicos como el cañón de San Lorenzo. Está constituido por árboles que pierden sus hojas en mayor proporción durante la época invernal. Es un bosque mediano con más de 10 m de altura; la planta dominante es el encino (*Quercus spp.*) *Q. mexicana*, *Q. rugosa*, y otras especies como *Fraxinus cuspidata*, *Salix lasiolepis*, *Populus sp.* *Rhus virens*, *Cercis canadensis*. Se localiza en altitudes de 2010 a 2100 msnm.

Bosque de Pseudotsuga-Cupressus-Abies

Es uno de los tipos de vegetación más interesantes en el área, por lo atractivo de su forma, y porque está compuesto por especies poco comunes o de escasa distribución como el caso de *Pseudotsuga flahaulti* característico de climas fríos y húmedos normalmente por encima de los 2500 msnm. Está constituido este tipo de vegetación por: *Pseudotsuga flahaulti*, *Cupressus arizonica*, *Abies vejari*, *Pinus greggi*, *Pinus hartwegii*. En ocasiones se encuentra *Arcethobium vaginatum* parasitando a *Pinus hartwegii*.

Bosque de Encino Enebro

Este tipo de vegetación es muy común en las laderas de exposición sur de las mesetas, y en ocasiones alterna con asociaciones de pino piñonero-enebro. Este tipo de vegetación se localiza en altitudes de los 1960 a 2250 msnm sobre suelos litosoles y rendzinas. Está representado por : **Quercus mexicana, Q. hypoxantha, Q. lacery, Q. emory, Juniperus monosperma, J. deppeana, Pinus cembroides, Yucca carnerosana.**

Roquedo

Éstas áreas corresponden básicamente a las paredes escarpadas, cimas de las sierras y áreas que por su escasa presencia de vegetación principalmente matorrales rosetófilos, tiene afloramiento de la roca. Sin embargo son una parte importante como hábitat de aves rapaces y es aquí también donde se encuentran algunas especies consideradas como importantes a proteger, específicamente las palmillas (**Brahea berlandieri y Brahea dulcis**)

Erosión

Son aquellas áreas que presentan un alto grado de erosión, las cuales se encuentran dispersas por toda el área. Estas zonas con alta erosión son en los pies de monte y parte del talud de áreas aledañas a Bellaunión, otra en el valle en la zona de la Angostura.

Áreas Roturadas

Son superficies que se utilizan para el desarrollo de agricultura de temporal, de riego o de cultivos perennes como el manzano, e incluso aquellas áreas que estando en barbecho es evidente este uso.

Plantación

Son todas aquellas áreas sometidas a trabajos de reforestación para diferentes fines. Actualmente existen 3 áreas importantes La de mayor importancia es la de la UAAAN con 602-93-19 ha; en áreas adyacentes a Cuauhtémoc y el Recreo con una superficie de 124-55-57ha y otra más en la exposición sur del cerro los elotes con una superficie de 119-25-00ha.

Minería

Se denominaron como tales, todas aquellas áreas sometidas a la explotación de materiales pétreos y/o extracción de áridos de los lechos de cauces, caracterizándose por ser a cielo abierto. Esta actividad está muy localizada en el lado norte del área principalmente en los cauces de los arroyos San Lorenzo y las Terneras, sobre el talud de Sierra de Zapalinamé aún lado del cañón de los pericos y Cañón del León.

Carretera

Esta se distribuye a lo largo del borde del área en su lado este y oeste. Se refiere a las áreas que fueron impactadas por el establecimiento de la carretera y que por lo tanto incluyen la carpeta asfáltica y el derecho de vía.

Desarrollo Urbano

Esta categoría de uso se refiere básicamente a las áreas con desarrollo urbano tanto de alta como mediana densidad, correspondiendo a las áreas urbanas y suburbanas de la Cd de Saltillo. En áreas que anteriormente fueron ocupadas por matorrales de rosáceas densos y abiertos. Así como un área de matorral de encinos y rosáceas en Lomas de Lourdes.

Desarrollo Urbano Rural

Correspondientes a los núcleos ejidales y desarrollos urbanos campestres.

Cuadro 4. Equivalencias de los tipos de vegetación y categorías de vegetación y uso del suelo Sierra Zapalinamé

Categoría de Vegetación Fuente: Marroquín y Arce, 1985	Categoría de Vegetación Programa de Manejo ZSCE Sierra Zapalinamé 1997 modificada por Portes (1996)
*	AREA_ROTURADA
Bosque de Pino	BSQ. PINO BSQ. PINO MAT. ROSETOFILO
Bosque de encino, Bosque de encino y enebro	BOSQUE ENCINO
Bosque de piñonero	BSQ. PIÑONERO MAT ENCINO JUNIPERO BSQ. PIÑONERO MATORRAL XEROFITO BOSQUE PAST
Bosque. Pseudotsuga, Cupressus, Abies	BSQ. PSEUDOTSUGA, CUPRESSUS, ABIES
*	CARRETERA
*	DESARROLLO URBANO
*	DESARROLLO URBANO RURAL
*	EROSION
Matorral de encinos arbustivos	MAT. ENCINO_ENEBRO MAT. ROSETOFILO ENCINO_ENEBRO
Matorral de Manzanita	
**Matorral Desértico micrófilo Subinerme	MAT. MICROFILO_ROSETOFILO PASTIZAL MAT. MICROFILO_ROSETOFILO
Matorral Inerme Parvifolio de rosáceas	MATORRAL ROSACEAS-ENCINO MAT. ROSACEAS ABIERTO
Matorral desértico rosetófilo	MAT. ROSETOFILO
*	MINERIA
Zacatal con arbustivas	PAST. MAT. ENCINO_ENEBRO PASTIZAL NATURAL
*	PLANTACION
*	ROQUEDO

Fuente: Creación propia con referencia a Marroquín y Arce (1985) y Portes (1996)

*No Contemplada

** Adicionada para esta área.

8 Fauna

De acuerdo con Meganck y Carrera (1981) existen especies de gran interés. La siguiente descripción fue tomada de la misma fuente.

Mamíferos

Entre los mayores, el más importante es el oso negro (**Ursus americanus**), junto con los venados cola blanca (**Odocoileus virginianus**). Después el coyote (**Canis latrans**), zorra gris (**Crocyon cinercoargenteus**), puma (**Felis concolor**), gato montés (**Lynx rufus**), Cacomixtle (**Bassariscus astutus**), ardillas arbóreas (**Sciurus spp.**) y terrestres (**Spermophilus sp.**), comadrejas (**Mustela frenata**), zorrillos (**Conepatus mesoleucus**), liebres (**Lepus sp.**), tlacuache (**Didelphis virginiana**), musarañas (**Sorex sp.**) y (**Cryptotis sp.**), una gran cantidad de murciélagos de diferentes especies, conejos (**Sylvilagus floridanus**) y ratones de diferentes especies.

Aves

Las especies más abundantes son: Zopilote (**Coragyps atratus**), Aura (**Cathartes aura**), aguililla de cola roja (**Buteo jamaicensis**) y aguililla pantanera (**Circus cyaneus**), cernícalo (**Falco sparverius**), gavilán estriado (**Accipiter striatus**), gavilán pechirrufo (**Accipiter cooperi**), halcón peregrino (**Falco peregrinus**), halcón mexicano (**Falco mexicanus**), aguililla de Harris (**Parabuteo unicinctus**), aguililla aura (**Buteo albonatus**) en la parte baja es común encontrar codorniz escamosa (**Callipepla squamata**) y la pinta (**Cytornix montezumae**), palomas como la huilota (**Zenaida macroura**), paloma de collar (**Columba fasciata**) y la guacamaya enana (**Rynchopsitta terrisi**); y otras aves que suman 100 especies desde el minúsculo colibrí (**Caolothorax lucifer**) y el azulejo (**Aphelocoma sordida**) hasta los grandes cuervos (**Corvus spp.**)

Herpetofauna

De los reptiles más representativos del Desierto Chihuahuense, lagartijas escamosas del género **Sceloporus**, geocos como **Coleonyx sp.** y entre las serpientes **Crotalus sp.**, **Ficimia sp.**, **Pituophis sp.** e **Hypsiglena sp.**, camaleones **Holbrookia sp.** Lagarto caimán de Texas (**Gerrhonotus liocephalus**).

Entomofauna

Entre los insectos fitófagos de mayor importancia hay especímenes de la familia *Scolytidae*, e *Ips sp.* que se le relaciona con el descortezamiento de los árboles y el ***Conophthorus cembroides***, éste ataca a un elevado número de conos y semillas de pino piñonero (***Pinus cembroides***) Se localizan insectos defoliadores de la familia *Arctiidae*, barrenadores de ramas y brotes de la familia *Olethreutidae*.

9 Antecedentes del Área

La Sierra de Zapalinamé a través del tiempo ha tenido diferentes propuestas de protección.

En 1938, año en que se decretó una zona como Área Natural Protegida bajo la denominación de Zona Protectora Forestal Sierra de Zapalinamé. En 1981, la UAAAN a través de un convenio con la Organización de Estados Americanos (OEA) formularon un programa para la conservación llamado Plan de Manejo para el uso múltiple del Cañón de San Lorenzo, a fin de que este lugar pudiera ser decretado bajo alguna categoría legal de manejo (Portes, 1996).

El 15 de Octubre de 1996, fue publicada en el Periódico Oficial del Estado de Coahuila la declaratoria de la Sierra de Zapalinamé como Área Natural Protegida bajo la categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica. Por lo anterior, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) elaboró el “Programa de Manejo de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica de la Sierra de Zapalinamé” por solicitud expresa de la Secretaría de Desarrollo Social del Gobierno del Estado de Coahuila, en su carácter de instancia oficial responsable del Programa de Manejo y de la operación del área.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CREACIÓN DE LAS BASES DE DATOS GEOGRÁFICAS Y TEMÁTICAS PARA EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA SIERRA DE ZAPALINAMÉ

El sistema de información geográfica de la Sierra de Zapalinamé está integrado por la base digital de datos, la que consiste de cartografía digital creada a partir de la cartografía básica y temática editada por el INEGI a escala 1: 50 000, de la interpretación de fotografías aéreas b/n de 1994, a escala 1: 25 000 y de coberturas derivadas de procesos automáticos para la obtención del mapa de unidades ambientales y de la cartografía ecológica.

Las coberturas generadas con que cuenta el sistema de información geográfica son:

Vías de comunicación terrestre

Edafología

Fisiografía

Geología

Hidrografía superficial

Vegetación 1976

Usos del suelo y Vegetación 1997

Unidades Ambientales

Altitud

Exposición

Pendiente

Cartografía Ecológica

Este Sistema de Información Geográfica de la Sierra Zapalinamé se encuentra a disposición en el Departamento Forestal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

De acuerdo a la metodología empleada se obtuvieron los siguientes resultados.

OBTENCIÓN DE LAS UNIDADES AMBIENTALES

Una de las formas mediante la cuál se consigue la representación espacial de los ecosistemas y las relaciones que se establecen entre los elementos que componen a un paisaje es a través de las unidades ambientales.

Para ello, la utilización del sistema de información geográfica raster como herramienta, delimitó las unidades ambientales, intersectando todos aquellos elementos de las unidades temáticas consideradas de las coberturas digitales de fisiografía, suelos y vegetación, generando un total de 176 unidades. Las unidades ambientales por consecuencia, quedan descritas por los rasgos fundamentales considerados. Anexo .

Esta descripción, en cuanto a las características ecológicas del territorio puede ser considerada como una forma simple de abordar las complejas relaciones entre sus distintos elementos incluyendo las alteraciones humanas que dentro del paisaje se llevan a cabo, ya que los factores que intervienen en la delimitación son relativamente significativos para realizar dicha descripción.

Sin embargo, las relaciones entre las variables solo pueden averiguarse inspeccionando la naturaleza y distribución espacial que resultan de la superposición así como con las conexiones que mantienen entre sí (De Pablo *et al*, 1993).

Es decir, ningún elemento del territorio tiene más importancia que los demás para establecer la tipología y naturaleza de las unidades ambientales, pero en algunos casos esta delimitación está más condicionada por los cambios en la vegetación y en otros por las variaciones edáficas. Estos elementos adquieren una gran importancia en tanto informen sobre las interacciones, y en este caso, la vegetación puede ser el elemento más característico del paisaje, aquel al que se le reconoce el

carácter de integrador del resto de los factores que intervienen en el medio natural ya que explica las condiciones ambientales determinantes de la vida, entonces es el fiel reflejo de las complejas relaciones que se establecen entre el suelo, los factores topográficos y ella misma, al mismo tiempo desempeña un papel de reveladora muestra del grado de intervención humana (Bolós, 1992; González, 1995).

La importancia de cada uno de los elementos radica en la información que proporcionan acerca de su relación con otros elementos y los cambios que se realicen en uno de estos elementos, o en sus interacciones , afecta a todos los demás en mayor o menor grado.

Valoración de las unidades ambientales

En la valoración de las unidades ambientales respecto a su calidad ambiental se obtuvo una estimación de las potencialidades de uso y los efectos de las actuaciones humanas. Con ella fue posible realizar una clasificación de las unidades ambientales y por consiguiente la obtención y descripción de la cartografía ecológica.

OBTENCIÓN DE LA CARTOGRAFÍA ECOLÓGICA

La importancia de utilizar el métodos de clasificación para la obtención de la cartografía ecológica es el hecho de que se obtiene una jerarquía de grupos y subgrupos de diferentes niveles de detalle, los cuáles están diferenciados por unidades ambientales indicadoras. Estos grupos representan la base para una cartografía ecológica de sectores o elementos territoriales.

Clasificación de las Unidades Ambientales

El gran número de unidades que produce la sobreposición de unos pocos mapas temáticos dificulta la inspección de la naturaleza y la distribución espacial de estas unidades, por ello, la

valoración del territorio en cuanto a sus características ecológicas ha sido oportuno para obtener una matriz de valores y así emplear el procedimiento de análisis multivariado. Este procedimiento permitió la integración de las variables detectándose aquellas más relevantes para las características del conjunto.

Los resultados obtenidos de acuerdo al método de clasificación aglomerativa jerárquica de Ward separó 7 grandes grupos, en los cuáles las unidades ambientales se encuentran representadas.

En esta clasificación, los valores promedio de cada uno de los grupos está en función de los valores de los aspectos de la calidad ambiental y se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Valor promedio de los aspectos de la calidad ambiental para cada grupo.

VALOR \ GRUPO	1	2	3	4	5	6	7
NATURAL	4.66	2.63	6.71	6.38	8.61	3	5.94
PROTECCIÓN AL SUELO	4.97	1.88	2	6.31	8.17	2.56	6.42
PRODUCCIÓN	4.51	2.38	1	4.56	6.44	2.04	5.77
ESCENICO	5.34	3.88	9	7.25	8.61	2.57	5.69
APTITUD PARA LA RECREACION	6.23	5.88	5.86	6.44	5.94	1.87	4.9
INTENENSIDAD PARA LA RECREACIÓN.	6.11	6.29	1.57	4.06	2.11	1.56	4.04
HISTORICO CULTURAL Y CIENTIFICO	4.86	5.33	8.71	7.31	8.77	2.74	5.65

En este cuadro podemos observar que de acuerdo a los valores promedio de cada grupo, se ven reflejados los aspectos relacionados con la conservación de los recursos que están presentes en cada uno de los paisajes delimitados, ya que a medida que estos valores disminuyen, también disminuyen sus posibilidades de utilización, es decir, estos lugares suponen una cierta alteración o una cierta fragilidad para ser utilizados con ciertos fines de recreación y de aprovechamiento de recursos.

Las unidades ambientales que caracterizan a cada uno de los grupos, guardan cierta relación entre sus variables ecológicas, pero difieren en gran medida entre grupos respecto a su homogeneidad interna. Estas relaciones pueden permitir la diferenciación espacial entre los sistemas ecológicos, expresados en diferentes niveles de integración de fenómenos ecológicos y detalles espaciales, dicho de otra forma, nos informan de la estructura espacial del paisaje.

Por lo tanto, dichas interacciones de los elementos que componen a los paisajes diferenciados, se traducen en configuraciones espaciales características, estas relaciones se ven reflejadas en una estimación de sus potencialidades de uso y los efectos de las actuaciones humanas así como sus potencialidades de evolución. Así, el territorio queda descrito a partir de las tendencias de variación ecológico - geográficas y clasificado por el carácter discriminante de los indicadores estadísticos detectados (De Pablo, 1985).

Análisis Multivariado

Con la obtención de las unidades ambientales, se logra representar sectores homogéneos, de tal manera que los diferentes elementos del territorio aparecen integrados, pero las relaciones entre estos elementos solo puede averiguarse inspeccionando la naturaleza y distribución espacial de estas unidades y lo mismo ocurre con las conexiones que mantienen entre sí.

Para la selección de las variables y la determinación del papel que desempeñan en la caracterización ecológica del territorio, es necesario el empleo de procedimientos de análisis

numéricos para conocer las relaciones entre un numeroso conjunto de variables y así averiguar que variables pueden ser más importantes en la estructura ecológica del territorio.

Los datos utilizados son estandarizados de tal forma que todas las variables tengan una media cero y construir una matriz de correlación estandarizada de valores.

La relación que existe entre los valores de la calidad ambiental se expone en la matriz de correlación en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Matriz de Correlación de valores de la calidad ambiental.

VALOR	Natural	Protección	Producción	Escénico	Aptitud recreación	Intensidad recreación	H. C. C
Natural	1.00000						
Protección	.810497	1.00000					
Producción	.723181	.831388	1.00000				
Escénico	.852628	.684241	.616579	1.00000			
Aptitud para la recreación	.393959	.391696	.396579	.551387	1.00000		
Intensidad para la recreación.	- .258574	-.102881	.043088	-.092992	.466589	1.00000	
H. C. C	.777264	.573493	.503924	.830251	.566071	-.047569	1.00000

En esta matriz se observa que los valores más relacionados son Valor Natural, Valor escénico y Valor de Protección con Producción.

El valor natural se encuentra altamente relacionado con el valor escénico, el valor de protección y el valor histórico cultural y científico. La relación que mantienen entre sí estos valores,

nos informa acerca de la condición o conservación que presentan los paisajes, considerando para ello tanto la vegetación, el suelo, la fauna, el agua, etc. y su relación entre estos elementos.

El valor natural nos informa sobre el estado de conservación de los ecosistemas y para realizar la valoración de las unidades ambientales en este sentido, se considera entre otros aspectos la complejidad y organización de la unidad considerada. Esta complejidad puede ser percibida a través de la estructura del paisaje, la cuál es el resultado de las relación entre varios elementos de los factores tanto bióticos como abióticos, por lo que se puede inferir que las condiciones prevalecientes se mantienen en un buen estado. Además la estructura del paisaje se manifiesta por la disposición espacial que presentan los elementos de este paisaje y esta disposición condicionará en gran medida el valor escénico.

Así mismo, estas características prevalecientes en el medio, hace susceptibles estos lugares particularmente para la investigación científica con fines de conservación y monitoreo dada la presencia de especies notables.

Sin embargo, se ve reflejado que la intensidad para la recreación, dependerá directamente del estado de conservación de los ecosistemas, evaluando para ello su fragilidad, la densidad de visitantes, la frecuencia y la estacionalidad, lo que en determinado caso puede impedir cualquier uso público.

Por lo tanto, se deduce que a medida que el valor natural aumenta los demás valores relacionados con él también aumentarán en su valoración.

De acuerdo a los tipos de vegetación reconocidos en el área, la acumulación de hojarasca y la alta densidad de raíces presentes en ciertas especies, representan una parte importante de la producción, lo que contribuye a la protección del suelo contra la erosión al disminuir el impacto de la lluvia sobre un suelo rico en materia orgánica.

Si bien, la posición fisiográfica influye de una manera significativa en la protección que se le puede dar al suelo, también será necesario considerar la condición en la cuál se encuentra la vegetación. Si estas características se mantienen en un estado óptimo, se puede asegurar el buen funcionamiento del paisaje y por consiguiente se le confiere una buena calidad estética por la estructura presentada.

Por otro lado, el valor de correlación entre el valor escénico y el valor histórico cultural y científico se encuentra enfocado más al aspecto científico debido a la importancia concedida en la valoración a la calidad estética y a las características fisionómicas que guardan los elementos de una manera integrada, siendo susceptibles para fines de investigación, así como para la implementación de sistemas de monitoreo

Finalmente, la relación entre el valor de aptitud para la recreación y el valor histórico cultural y científico se dirige hacia los aspectos históricos - culturales, que contribuyen al conocimiento y enseñanza cultural de sitios con tradición histórica y que son los más importantes para su conservación, que por contraparte no son aptos para intensidades altas pero pueden ser visitadas en bajas densidades de manera que la degradación a los recursos sea mínima.

En esta matriz se han encontrado datos muy correlacionados, es decir, si conocemos como se comporta una variable frente a las demás respecto a sus valores es posible deducir como se comportarían otras relacionadas con ellas dentro de cierto grado de seguridad.

Análisis De Componentes Principales.

El empleo de los componentes principales en la matriz de correlación permite explicar en un porcentaje relativamente alto la variabilidad de los datos considerados para describir la cartografía ecológica.

Los resultados del Análisis en Componentes Principales para los valores de la calidad ambiental de las unidades ambientales separó 3 componentes (variables), los cuáles en conjunto explican un 90 % de la variabilidad observada en los datos(Cuadro 7).

Cuadro 7. Resultado del Análisis de Componentes Principales.

COMPONENTES	% DE LA VARIANZA
COMPONENTE 1	60
COMPONENTE 2	20
COMPONENTE 3	10
TOTAL	90 %

En este cuadro se puede observar que los 3 primeros componentes principales son suficientes para explicar el 90 % de la variabilidad de los datos, sin embargo, se considera también el tercer componente principal por representar únicamente a las variables relacionados con la recreación.

Las relaciones entre sí de los 7 valores de la calidad ambiental se explican solo en las 3 nuevas variables obtenidas, pero de forma integrada expresadas por el carácter discriminante de alguno de los parámetros físicos, biológicos y de uso humano, lo que reduce la dimensión del problema en estudio. Esto será probable en la medida en que las variables originales están correlacionadas.

Los valores que explican el 90 % de la variabilidad de los datos en los 3 componentes principales se observan en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Componentes Principales.

	CP1	CP2	CP3
V. NATURAL	.927613	-.25785	-.033638
V. PROTECCIÓN AL SUELO	.866447	-.141526	.372429
V. PRODUCCIÓN	.815883	-.010865	.512633
V. ESCÉNICO	.912769	-.036251	-.2487
V. APTITUD PARA LA RECREACIÓN	.619508	.665141	-.196725
V. INTENSIDAD PARA LA RECREACIÓN	-.040424	.941166	.197561
V. HISTÓRICO - CULTURAL Y CIENTÍFICO	.850908	.034962	-.414699

En este cuadro se puede apreciar que las variables del valor natural, de protección al suelo, de producción, escénico e histórico - cultural y científico aparecen explicadas por el primer componente (CP1). Esto puede ser justificado por la alta correlación que presentaron estos valores de la calidad ambiental entre sí.

Sin embargo, las variables que más influyen para diferenciar a este componente son el valor natural y el valor escénico. Por la descripción que presenta el valor natural al considerar aspectos parciales de la complejidad y organización de los ecosistemas como son la presencia de especies notables o características geológicas únicas, se puede aseverar que todos estos elementos vienen a desencadenar aspectos de tipo emocional y ser considerados como paisajes con cierta belleza estética, por lo que este componente principal es denominado como una nueva variable llamada "valor natural".

El segundo componente principal está constituido por el valor de intensidad para la recreación y valor de aptitud para la recreación y es denominado valor de recreación.

Un determinado lugar tendrá una mayor o menor aptitud de sustentar actividades al aire libre de acuerdo a sus características fisionómicas, por lo tanto, si presenta aptitud para la recreación es también susceptible de recibir visitantes sin importar esa menor o mayor aptitud.

Por consiguiente, la intensidad de recreación estará en función de la aptitud que presente el área.

El tercer componente principal está compuesto por el valor de protección al suelo y de producción ya que se encuentran altamente relacionados y nos explica el 10 % de la variabilidad de los datos.

Esta correlación se debe a que el valor de producción es valorado desde un punto de vista cualitativo, considerando en primer término el tipo de vegetación de las unidades ambientales y sobre ella estimar la proporción de protección que esta vegetación le da al suelo, considerando la producción de biomasa y de raíces. Dicha protección es contra la erosión.

Otro factor que interviene en la protección contra la erosión es el factor topográfico, básicamente la posición fisiográfica y la pendiente, de manera que estos tres elementos se encuentran muy estrechamente relacionados, pero de alguna manera influirá más el tipo de vegetación que se encuentre en estos lugares para disminuir los procesos degradativos del suelo.

De esta forma, entendemos que los componentes principales son nuevas variables formadas por combinaciones de elementos originales, por lo que cada componente es independiente de los demás.

Descripción de la Cartografía Ecológica.

Mediante las relaciones que mantienen entre sí los elementos del territorio y que se explican en los componentes principales, se hace una descripción de los grupos obtenidos a través del método de clasificación empleado.

Los factores que constituyen a las unidades ambientales han sido sintetizadas mediante la utilización del Índice de Jacard, a través del cuál se presentan los valores de frecuencias relativas de los diferentes factores ambientales (altitud, pendiente, exposición, fisiografía, suelo, geología y tipo de vegetación) y la importancia de los valores de la calidad ambiental para cada uno de los grupos.

En el Anexo se presentan las matrices de valores del índice de Jacard mencionadas y de una manera resumida se presentan los resultados en cada uno de los grupos correspondientes.

La proyección espacial de cada uno de los grupos reconocidos ha permitido la elaboración de un mapa ecológico (Mapa 8), y en cada grupo se describen que variables - elementos del territorio - son los responsables de que se hayan formado.

Grupo 1

Este grupo está representado por unidades ambientales localizadas en una proporción del 65 % en pie de monte. Los tipo de vegetación que dominan son el matorral micrófilo subinorme y el matorral inorme parvifolio de rosáceas, se encuentran en el tipo de roca de arenisca – lutita y sobre suelo de rendzina. El rango altitudinal en el que se distribuyen es de 1600 a 2200 m. s. n. m., en pendientes que van desde 0 hasta 20 %. La exposición dominante es la exposición norte.

El matorral micrófilo presenta una marcada asociación con la exposición Oeste (Ramírez, 1988). Sin embargo, aún cuando el matorral micrófilo se encuentra dominando en el grupo, el

matorral inerme parvifolio de rosáceas se manifiesta de una manera más marcada por estar asociado con la exposición Norte.

De acuerdo a los valores de varianza presentados en el cuadro 3, a las características representativas del grupo y a la ubicación geográfica, se observa que son en su mayoría áreas que circunda a la zona protegida, por lo que todas aquellas acciones que realicen los habitantes de estas áreas como dentro de la zona protegida deberán estar sujetas a los lineamientos correspondientes.

En base a los factores ambientales, no se le confiere un valor natural alto, dado que, este grupo de unidades presenta una distribución relativamente cercana al desarrollo tanto urbano como rural y de carreteras, lo que supone áreas irreversibles para su conservación por la gran cantidad de desmontes y desarrollo de caminos, que afecta a áreas con vegetación natural y por consiguiente hábitats para la fauna silvestre. Aún así, son aptas para manejo en los lugares donde se ha tenido una influencia humana moderada debido a que aún representan una de las áreas más importantes para iniciar este manejo.

Por el tipo de vegetación dominante en el área, el valor de la productividad es bajo. Esto se ve reflejado por la condición que mantiene el matorral inerme parvifolio de rosáceas, básicamente por el grado de conservación ecológica que presenta, influenciado en gran medida por la presión que ejerce el uso de ciertos recursos en áreas aledañas a estos lugares o bien dentro de estas mismas unidades ambientales. Como consecuencia de la acción de estos factores, del tipo de suelo en el que se encuentra y por el rango de pendientes que se presentan, se tiene una protección al suelo baja lo que ocasiona que se tengan problemas de erosión en algunas partes de éstas áreas.

La interacción de todos estos factores ambientales dan de una forma cualitativa una calidad estética al grupo baja reflejada en el valor escénico.

Estas áreas presentan una aptitud para la recreación y pueden soportar intensidades altas, esta aptitud debe ser enfocada hacia la educación en donde se muestren los procesos ecológicos alterados y las posibles consecuencias de la degradación de los recursos.

Grupo 2

Este grupo se caracteriza por presentar unidades ambientales ubicadas en los valles, los cuáles están dedicados en su mayoría a la agricultura de riego y de temporal, por lo que la pendiente representativa es de 0 a 10 %. El suelo es aluvi3n y de tipo Xerosol Calc3rico. Estos lugares se encuentran en un rango de altitud de 2000 a 2400 m. tanto en exposiciones norte como este.

Generalmente, las 3reas abiertas a la agricultura se encuentran muy relacionadas con el suelo y el material original, as3 como tambi3n con la posici3n fisiogr3fica. En este caso, el suelo de tipo aluvial es producto del arrastre de material que se encuentran en las partes altas, el cu3l llega a depositarse en las partes m3s bajas y por consiguiente estos lugares han sido los m3s aptos para el desarrollo de la actividad agr3cola.

La actividad representativa es la agricultura de temporal desarrollada principalmente en los valles de Sierra Hermosa, Cuauht3moc y Los Llanos. El grado de conservaci3n actual de estos lugares de acuerdo a la diversidad de especies cultivadas y la cobertura total en superficie trae como consecuencia que la mayor3a de las unidades ambientales se consideren como alteradas.

La acci3n humana sobre la estructura y din3mica de comunidades naturales como los pastizales naturales e inducidos alterar3 estos ecosistemas ya que la agricultura est3 presentando una tendencia de ampliaci3n hacia las 3reas de pastizal (Portes, 1996).

Bajo esta caracter3stica, los valores de la calidad ambiental para el grupo en general disminuyen significativamente.

Sin embargo el valor hist3rico cultural y cient3fico est3 referido con un valor muy importante, ya que en este grupo se encuentra ubicado el lugar en donde se libr3 la Batalla de la Angostura en 1854, el cu3l es considerado como un sitio hist3rico y de relevante importancia para el desarrollo de las actividades recreativas y de educaci3n ambiental.

Dadas las características del lugar, el cuál presenta fuertes problemas de erosión hídrica y eólica, se considera que la densidad de visitantes debe de ser baja a fin de minimizar los efectos de degradación que en determinado caso pudieran darse.

Grupo 3

Este grupo se caracteriza por la presencia de los roquedos, el tipo de roca es caliza y el tipo de suelo dominante es el litosol.

El rango altitudinal es de 2200 a 2600 m. s. n. m. en los taludes con pendientes mayores al 30 %, se localiza principalmente en las exposiciones norte y sur del área.

Las formas que presentan los roquedos, el contraste que dan con los tipo de vegetación adyacentes a estos y la presencia de especies notables en estos lugares realzan este conjunto de elementos confiriéndole una singular belleza estética.

Una de las principales características para considerarse como un grupo de vital importancia es el hecho de que en estos ecosistemas sirven de hábitat para algunas aves, ya que además de servir de refugio en estos roquedos, representa un lugar idóneo para el suministro de alimento, debido a que por su asociación a altitudes de 2200 a 2600 m. s. n. m, se encuentra presentes generalmente los tipos de vegetación de bosque de pino piñonero.

Estas formaciones geológicas no le confieren ninguna protección al suelo y aunque se consideran como aptos para el desarrollo de algunas actividades recreativas, no son aptas para intensidad altas de recreación debido a la importancia como hábitat natural de especies de fauna.

Grupo 4

Localizados sobre los taludes con tipo de vegetación de bosque de piñonero, sobre rocas de tipo caliza y suelos litosol distribuyéndose aproximadamente desde los 2600 m. s. n. m. y en pendientes mayores de 30%

Las exposiciones en las cuáles se distribuye este tipo de vegetación es en la exposición tanto norte como en la sur. Sin embargo, este tipo de vegetación de acuerdo con García (1988) mostró una mayor dominancia en la exposición sur.

En algunos de los valles representados en este grupo se encuentran dedicados a la agricultura con altitudes de los 2200 m. s. n. m. y con pendientes de 0 a 10 % y. El tipo de roca es aluvi3n y el tipo de suelo es rendzina.

La altitud es un factor ambiental que parece resumir un gran n3mero de características ambientales (De Pablo, 1989), por lo que el bosque de piñonero en un rango de altitud m3ximo de 2600 m. s. n. m. ponen de manifiesto la condici3n en la que se encuentra que puede en un determinado caso deberse a la escasa influencia humana en estos lugares. Por ello, la alta productividad ecol3gica que presenta el bosque justifica su alto valor de protecci3n al suelo a3n cuando las pendientes en su mayor3a se presentan con un 30 %.

La calidad est3tica de este medio aumenta su valor paisaj3stico denotado por sus cualidades subjetivas como es el aspecto visual de un paisaje, siendo estos lugares un atractivo como escenario de actividades de recreaci3n que pueden soportar una intensidad relativamente baja de visitantes.

Los procesos que configuran la disposici3n espacial de los elementos que integran a este grupo est3n ligados en gran medida a la existencia de informaci3n entre distintos puntos del

paisaje, de una manera mas relacionada con los procesos que se dan en las unidades ambientales de las partes más altas.

Grupo 5

Ubicado en los taludes con un rango altitudinal de 2200 a 2800 m. s. n. m. y donde sus pendientes son mayores del 30 %. Se encuentran principalmente en exposición norte y sur con roca de tipo caliza y suelo litosol. Estas características han influido en el desarrollo del tipo de vegetación como lo es el bosque de piñonero y el bosque de oyamel.

La relación y la representatividad de los factores ambientales que se involucran en este grupo lo han caracterizado como el menos alterado por acciones tanto naturales como humanas, en donde ocurren quizás los procesos más importantes y que impactan de una manera significativa sobre los demás ecosistemas en las partes medias y bajas de la Sierra de Zapalinamé. Estas unidades ambientales presentan una buena calidad estética debido a las características fisionómicas de la vegetación y la estructura espacial que presentan porque a partir de esta se podrá entender el comportamiento frente a condiciones adversas que pueden afectar a estos paisajes (MOPT; 1992).

Aún cuando el valor del índice de Jacard se refiere a un valor de protección al suelo como el más importante, el hecho de encontrarse en taludes con pendientes mayores del 30 % y un suelo litosol lo hace susceptible a erosionarse lo que alteraría a algunos ciclos y procesos importantes, pero esto puede ser minimizado de acuerdo a los valores de productividad ecológica que presentan el bosque de pino y bosque de oyamel.

Físicamente las unidades ambientales clasificadas dentro de este grupo se encuentran distribuidas en su mayoría sobre los rangos altitudinales más altos y la gran importancia que sobre los valores de la calidad ambiental se han dado, el valor científico es sustentado en estos resultados y justificado por encontrarse representado el bosque de oyamel exclusivamente en este grupo.

Estos lugares son aptos para la recreación, sin embargo sus características de protección al suelo y su alto valor científico reducen significativamente la posibilidad de introducir altas intensidades de visitantes con fines de recreación o educación.

Grupo 6

El tipo de vegetación característico es el matorral desértico rosetófilo localizado sobre los pie de monte y los taludes, sobre rocas de tipo arenisca conglomerado y en suelo de rendzina en un rango de altitud de 1600 a 2000 m. s. n. m. Las pendientes dominantes son de 0 a 10 % y mayores del 30 %. Este grupo de unidades ambientales están presentes en las exposición norte y sur.

La monotonía que presenta el paisaje respecto al matorral desértico rosetófilo y la baja biodiversidad que presenta este paisaje, le ha conferido un bajo valor natural.

El tipo de suelo que se encuentra en el pie de monte le proporciona un cierto valor de protección al suelo, pero sobre los taludes se encuentra el litosol, que por sus características tiende a perder suelo y las pendientes que se presentan aceleran este proceso de degradación.

Por la condición de degradación imperante en la mayor parte de estos lugares, no presenta aptitud para el desarrollo de actividades recreativas ni de educación ambiental, por lo que la intensidad para dichas actividades también se ve limitada.

El aspecto científico en este grupo se manifiesta con un valor bajo, debido a que la tendencia que presentan ciertas unidades ambientales a ser erosionadas es alta, se pueden realizar ciertas investigaciones a fin de realizar un monitoreo en estas áreas para dirigir las hacia la recuperación de suelo y vegetación y proporcionar un hábitat de mejor calidad para la fauna.

Grupo 7

Las unidades ambientales de este grupo se localizan sobre taludes en un rango altitudinal de 2200 a 2400 m .s. n. m. en pendientes mayores de 30 %, con rocas de tipo caliza y en donde el tipo de suelo es litosol, la vegetación dominante en estos lugares es el bosque de piñonero en exposición norte.

También se distribuye en el pie de monte sobre pendientes de 10 a 20 % el matorral inerme parvifolio de rosáceas predominantemente en la exposición oeste en roca sedimentaria de tipo arenisca - conglomerado y en suelo de rendzina. El rango altitudinal es de los 2000 a 2200 m. s. n. m.

La posición topográfica en talud sobre la que se localiza el bosque de piñonero y su condición ecológica se pone de manifiesto en su valor natural. La productividad ecológica que presenta el bosque de coníferas (Margalef, 1974), se ve reflejada en el alto valor de protección que se le proporciona al suelo.

Bajo estas características de su valor natural y paisajístico se tienen lugares como aptos para la recreación, es decir, resulta atractivo para la realización de ciertas actividades recreativas y de educación, pero con intensidades de visitas moderada para que no se alteren los procesos que ahí se llevan a cabo.

Otro tipo de vegetación que influye de manera negativa en los valores de la calidad ambiental es el matorral inerme parvifolio de rosáceas, ya que la condición de este tipo de vegetación en toda el área generalmente se encuentra degradado por la presión que ejercen en la exposición norte los habitantes de la ciudad de Saltillo.

La condición actual de los grupos con valores de calidad ambiental bajos se refleja principalmente por las acciones humanas que alteran los paisajes naturales y que en determinado caso afectarán a aquellos que todavía se encuentran en una buena condición ecológica. Así mismo algunos eventos extraordinarios producidos por fenómenos naturales han contribuido a la alteración que actualmente se aprecian en la cartografía ecológica.

Estos distintos grupos se suceden en el espacio en forma de gradiente bien diferenciados, por lo que la existencia de flujos de materia y, por tanto de energía e información entre los distintos puntos de los paisajes, incluso muy alejados entre sí permite la comunicación entre cada uno de estos puntos, de manera que las perturbaciones que se produzcan en algún punto del flujo afecta a todos los demás (De Pablo, 1993).

Generalmente las alteraciones del paisaje están dadas por la influencia humana, el hecho de encontrarse la Sierra de Zapalinamé tan cerca de los desarrollos tanto urbanos como rurales pone en serio peligro a ésta, ya que los cambios de uso del suelo se dan por la necesidad de subsistencia de los pobladores del área recurriendo cada vez más a las partes más altas de la sierra.

Así, la alteración de los procesos ecológicos por la degradación de los recursos naturales en estas partes altas repercute en las partes bajas presentándose una menor calidad ambiental en estos lugares tanto para la población como para la fauna que habita ahí.

En la Cartografía Ecológica, la capacidad de integración puede ser evaluada por la capacidad de la carta de reflejar sectores distintos, internamente homogéneos que agrupan la variación espacial de los parámetros ecológicos. Estos sectores deben representar fielmente el mosaico que resulta de las interacciones entre los elementos de un territorio (De Pablo *et al*, 1987).

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y discusión se concluye que:

- La cartografía Ecológica es obtenida delimitando unidades internamente homogéneas en sus factores ecológicos, integrándose por lo tanto, los elementos del medio físico y los valores de la calidad ambiental que caracterizan a las unidades ambientales, dando lugar a la funcionalidad y estructura del paisaje, por lo que se aprueba la hipótesis planteada en el presente trabajo.
- En la delimitación de las unidades ambientales ningún elemento del territorio considerado (fisiografía, suelo y uso del suelo) tiene más importancia que los demás para establecer la tipología y naturaleza de estas unidades territoriales.
- Estas unidades ambientales presentan un grado de homogeneidad relativo coherente con el nivel de detalle establecido y con los factores que tienen una mayor carga explicativa consiguiendo indirectamente una cierta homogeneidad respecto al resto de los factores del inventario.
- El uso de la clasificación aglomerativa, en este caso, en la cuál automáticamente los grupos se identifican por su homogeneidad interna, es un procedimiento útil para clasificar unidades ambientales con potencialidades de uso de acuerdo a sus valores de calidad ambiental.
- En la utilización del Análisis en Componentes Principales, se tiene la ventaja de que la variabilidad es reducida a unas cuantas observaciones, pero que informan de una manera integrada de las relaciones entre las variables consideradas.

- Las descripciones integradas en la cartografía ecológica presentan la tendencia de cartografiar los patrones espaciales resultantes de las interacciones que mantienen entre sí los componentes de un territorio y a través de ella, se obtiene información ecológica significativa
- La capacidad de integrador del mapa ecológico, sintetiza las características del territorio bajo un esquema de información en un conjunto de variables territoriales que están denominados como grupos. Por consiguiente, estos grupos reflejan fielmente la distribución espacial del conjunto de variables.
- Los sistemas de información geográfica son una herramienta importante para la delimitación, caracterización y manipulación de información de las unidades ambientales lo que hace más fácil su actualización. Esta importancia se ve reflejada en el tiempo invertido para cada una de estas actividades.
- Así mismo el SIG resulta útil como herramienta de trabajo en cuanto a la integración, descripción y análisis de la cartografía ecológica digital.

RECOMENDACIONES

- La información generada en el presente trabajo puede ser utilizada como apoyo analítico en la planeación del uso del suelo y/o del Programa de Manejo de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica “Sierra de Zapalinamé”.
- El aporte metodológico presentado en este estudio puede ser aplicado en otros lugares en donde la elaboración de una Cartografía Ecológica sea necesaria para la toma de decisiones de uso del suelo.
- Para la obtención de las unidades ambientales se recomienda utilizar cartografía temática actualizada, ya que de ello dependerá en gran medida la potencialidad de uso de estas unidades respecto a las condiciones actuales de los paisajes.
- Para explicar la existencia de un territorio hay que considerar los usos del suelo, la disposición espacial y los cambios que presentan a través del tiempo. Estos cambios pueden observarse claramente con algunas unidades diferenciadas en el área como son: minería, carretera, desarrollo urbano y desarrollo rural, en los cuáles la intervención humana es un factor importante en la toma de decisiones para que los usos llevados a cabo en estos lugares impacten de una manera menos agresiva hacia las comunidades animales y vegetales aledañas a ellas, de tal forma que los procesos naturales se mantengan.
- Por lo tanto, cualquier decisión que afecta al uso del suelo o a la gestión de los recursos naturales en un espacio geográfico determinado debe suponer, además de una valoración en cuanto a aspectos de calidad ambiental, una evaluación en la que se encuentran integrado los factores abióticos, bióticos y antrópicos que en él ocurren para que de esta manera se tome una decisión respecto al uso del suelo o aprovechamiento de algún recurso natural.

LITERATURA CITADA

Bernard. Fotogrametría Elemental. Apuntes.

Bosque S. J. 1992. Sistemas de Información Geográfica. Ediciones RIALP, S.A. Madrid España, 230 pp.

Bosque S. J. 1994. Sistemas de Información Geográfica. Prácticas con PC ARC-INFO e IDRISI.

Calvo J.F. et al, 1990. The Use of Multivariate Analysis for the Ecological Characterization of Landscape: The Mula River Watershed, South-east Spain. *Jurnal of Environmental Management* (1992) 34, 297-308

CETENAL, 1977. Cartografía temática (Edafológica, Geológica, Usos del Suelo y Vegetación). Cartas G14C33 y G14C34 Escala 1:50 000. México.

COPLACO 1975. Plan Especial de Protección al Medio Físico de la Provincia de Madrid. Tomo I y II. Ministerio de Vivienda.

Consejo de Recursos Minerales. 1993. Monografía Geológica-Minera del Estado de Coahuila. Secretaria de Energía, Minas e Industria Paraestatal. Subsecretaria de Minas. Editorial Pedagógica Iberoamericana. México, D.F..

Conesa Fernández V. 1995. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental Ediciones Mundi-Prensa. España. 390 pp

Chuvieco, E. 1990. Fundamentos de Teledetección Espacial. Ediciones RIALP. S. A. Madrid.

- De Bolós M. 1992. Manual de ciencia del paisaje. Ediciones Masson, S.A. España, 273 pp
- De Pablo. C. L, A y F. D. Pineda. 1985. Análisis Multivariante del Territorio para su Cartografía Ecológica. Anales de Geografía de la Universidad Complutense. No 5. Edo. Univ. Complutense.
- De Pablo C. L; A. Gómez Sal y F.D. Pineda. 1987. Elaboration Automatique D'une Cartographie Ecologique et son Evaluation Avec Des Parameters de la Theorie de L' information. L' Space Geographique; 87: 115-128. France.
- De Pablo C.L.; Martín De Agar P. 1993. Bases teóricas de la Cartografía Ecológica. Quercus 88: 32-35.
- De Pablo C. L.; Martín De Agar; Gómez Sal A y F.D. Pineda. 1988. Descriptive Capacity and indicative Value of Territorial Variables in Ecological Cartography. Landscape Ecology Vol. 1 No. 4 (p203-211).
- Díaz J. 1992. Sistemas de Información Geográfica. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Díaz Pineda, F. 1985. Impactos ambientales sobre biocenosis y Ecosistemas. En: Bellech, V. *et al* (eds). Evaluación del Impacto Ambiental. Dirección General del Medio Ambiente. Ministerio de Obras Públicas. Madrid pp 7-21
- Díaz Pineda, F. And Martin de Agar, P. 1991. Planificación integrada del medio natural: Estudio piloto en el norte de Córdoba (Argentina). 2º Congreso Internacional de Ordenación del Territorio. Valencia.
- Don Leet, L. y Judson, S. 1975. Fundamentos de Geología Física. Segunda reimpresión. Editorial Limusa. S.A. México, D.F. 456 p.

- Forman, R.T.T y M. Godron, 1986. Landscape Ecology. John Wiley and Sons. New York. USA. 609 pp
- García, E. 1973. Modificaciones para el Sistema de Clasificación Climática Köpen. 1ª. Edición UNAM, México 246 p.
- García V. J. J, 1998. Evaluación de la Diversidad del Paisaje, Utilizando un Sistema de Información Geográfica, para la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. Tesis Profesional Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 93 pp
- Gómez Orea Domingo. 1980. La Formación Ambiental Universitaria. El trabajo interdisciplinar sobreproyectos concretos. CIFCA. Madrid. 299. pp
- Gómez Orea Domingo, 1992 a. Evaluación de Impacto Ambiental. Editorial Agrícola Española, S. A. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid. 280 pp
- Gómez Orea Domingo, 1992b. La Planificación Rural. Editorial Agrícola Española S. A. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 396. Pp
- González Bernáldez. F. 1981a. Ecología y Paisaje. Blume. Barcelona. 250p
- González Bernáldez. F. 1989. El Paisaje: Su interpretación y su trascendencia económica y social. Anales de Geografía de la Universidad Complutense de Madrid.
- González Bernáldez, F. 1985. Madrid y la Crisis Ecológica. En: Metrópolis, Territorio y Crisis. pp 217-247. Asamblea de Madrid y Revista ALFOZ. Madrid.
- Gutiérrez González Porfirio. 1992. Curso de Análisis Estadístico Multivariado. Universidad de Guadalajara. Jalisco.

- Haber W. 1990. Basic Concepts of Landscape Ecology and Their Application in Land Management. *Physiol. Ecol.* 27:131-146
- INEGI, 1992. Carta topográfica G14C33 y G14C34 Escala 1:50 000 México.
- Iverson, R. L. 1988. Land-use changes in Illinois, USA: The influence of landscape attributes on current and historic land use. *Landscape Ecology* vo. 2 no. 1 pp 45-61. SPB Academic Publishing, The Hague.
- Johnson, L. B. 1990. Analyzing spatial and Temporal Phenomena Using Geographical Information Systems. *Landscape Ecol.* 4:31-43
- Johnston A. C. and Naiman J. R., 1990. The use of geographic information system to analyze long-term landscape alteration by beaver. *Landscape Ecology* vol. 4. No. 1 pp 5-19 (1990) SPB Academic Publishing bv, The Hague.
- Marroquín S, J. y L. Arce G. 1985. Las Unidades Fisonómico-Florísticas del Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila, México *Biota INIREB Xalapa, Ver México.* 10:4:369-393.
- Martín de Agar, M. P. De Pablo C. L. and Díaz Pineda, F. 1995. Mapping the ecological Structure of a territory : A case Study in Madrid (Central Spain). *Environmental Management* (19) 3: 345-357
- Margalef, R. 1974. *Ecología*. Ediciones Omega, S. A. Barcelona. 951 pp.
- Meganck, R. A y J. Carrera L. 1981. Plan de Manejo para el Uso Múltiple del Cañón de San Lorenzo, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro / Organización de los Estados Americanos-programa de Desarrollo Regional Contrato No.02-79-45A- 405-MXI. Saltillo, Coahuila, México.

- MOPT. 1992. Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico. Monografías de la Secretaría del Estado para las Políticas del Agua y del Medio Ambiente. Madrid. 809 pp.
- Palacio P. J. y Bocco. 1996. Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía. México.
- Portes, V.L. 1996. Análisis de cambios de usos de suelo en la Sierra Zapalinamé, Municipios de Arteaga y Saltillo, Coah. Tesis Profesional Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 110 p
- Portes, V. L. y A. Zárate, L. 1997 Uso de los Sistemas de Información Geográfica en el diagnóstico Sierra de Zapalinamé, Coah. IX Simposio Nacional sobre Parasitología Forestal Memoria de resúmenes SEMARNAP UAAAN UACH Soc. Mex de Entomología A.C. Gob de Coahuila. CL.
- Ramírez M. J. C. 1998. Un Sistema de Información Geográfica para la Identificación de los Determinantes de la vegetación y Usos del Suelo en la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. Tesis Profesional Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo Coah. México.
- Rusell G. C. And Kass G. 1992. The ABC of GIS. An introduction to geographic information system
- SPP. 1982. Cartas: Hidrológica de Aguas Subterráneas; Hidrológica de Aguas Superficiales; Geológica, Edafológica. G14-7 (Monterrey). Dirección General de Geografía e Informática . Secretaría de Programación y Presupuesto. México.
- SPP. 1983b. Síntesis Geográfica de Coahuila. Dirección General de Geografía e Informática . Secretaría de Programación y Presupuesto. México. 163 p.

Star J. 1996. Sistemas de Información Geográfica. Una Introducción.

Trejo Irma, and Josefina Hernández, 1996. Identificación de la Selva baja caducifolia en el estado de Morelos, México, mediante imágenes de satélite. Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía. Número especial 5. México.

Van Tongeren O. F. R. , 1987. Cluster Analysis. In : Jongman, R. h. G.; Ter Braak, C. J. F. and Van Tongeren , O. F. R. (eds) Data analysis in community and landscape ecology. Pudoc Wageningen. The Netherlands. 299 pp.

Zárate L. A .1995. Cambios en el Paisaje, Diversidad Espacial y Valores Ambientales: La Sierra Norte de Madrid. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Complutense de Madrid.

Zárate L. A. 1996. Cartografía Ecológica, un caso de estudio: La Sierra de Zapalinamé. Cuarta Reunión Científica y Tecnológica Forestal, Agrícola y Pecuaria Coahuila. Saltillo Coahuila.

Zárate L. A. 1997. Introducción a los Sistemas de Información Geográfica. Apuntes. Saltillo Coahuila.

Zonneveld I. S. 1988. Landscape Ecology and its Application. Landscape Ecology and Management Polyscience Pub. Inc Montreal. (Pp3-15)

Zonneveld I. S. 1989. The land units. A fundamental concept in landscape ecology, and its applications. Landscape Ecology (pp 67-86)

ANEXOS

**DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES AMBIENTALES DE LA SIERRA DE
ZAPALINAMÉ**

No. UAMBS	DESCRIPCION
1	Minería
2	Desarrollo Urbano
3	Carretera
4	Desarrollo Rural
5	Taludes, Castañozem-Feozem, Bsq. piñonero
6	Taludes, Litosol-Regosol, Bsq. piñonero
7	Taludes, rendzina, Bsq. piñonero
8	Taludes, Xerosol, Bsq. piñonero
9	Taludes, Litosol-Regosol, Bsq. encino
10	Taludes, Castañozem, Bsq. pino
11	Taludes, Litosol-Regosol, Bsq. pino
12	Taludes, Rendzina, Bsq. pino
13	Taludes, Litosol-Regosol, Bsq.pseudotsuga cupressus abies
14	Taludes, Rendzina, Bsq.pseudotsuga cupressus abies
15	Taludes, Castañozem, Mat. encino arbustivo
16	Taludes, Litosol-Regosol, Mat. encino arbustivo
17	Taludes, Rendzina, Mat. encino arbustivo
18	Taludes, Litosol-Regosol, Mat. inerme parvifolio de rosaceas
19	Taludes, Rendzina, Mat. inerme parvifolio de rosaceas
20	Taludes, Xerosol, Mat. inerme parvifolio de rosaceas
21	Taludes, Castañozem, Mat. desertico rosetofilo
22	Taludes, Litosol-Regosol, Mat. desertico rosetofilo
23	Taludes, Rendzina, Mat. desertico rosetofilo
24	Taludes, Xerosol, Mat. desertico rosetofilo
25	Taludes, Litosol-Regosol, Zacatal con arbustivas
26	Taludes, Rendzina, Zacatal con arbustivas
27	Taludes, Castañozem-Feozem, Mat. microfilo subinerme
28	Taludes, Litosol-Regosol, Mat. microfilo subinerme
29	Taludes, Rendzina, Mat. microfilo subinerme
30	Taludes, Xerosol, Mat. microfilo subinerme
31	Taludes, Litosol, Areas roturadas
32	Taludes, Rendzina, Areas roturadas
33	Taludes, Litosol-Regosol, Roquedo
34	Taludes, Rendzina, Roquedo
35	Taludes, Litosol, Erosion
36	Taludes, Rendzina, Erosion
37	Taludes, Xerosol, Erosion
38	Taludes, Feozem, Plantacion
39	Taludes, Litosol, Plantacion
40	Valles,Castañozem-Feozem, Bsq. piñonero
41	Valles,Litosol-Regosol, Bsq. piñonero
42	Valles,Rendzina, Bsq. piñonero
43	Valles,Xerosol, Bsq. piñonero
44	Valles, Castañozem-Feozem, Bsq. pino
45	Valles, Litosol, Bsq. pino
46	Valles, Rendzina, Bsq. pino
47	Valles, Xerosol, Bsq. pino

continuación....

No. UAMBS	DESCRIPCION
48	Valles, Feozem, Mat. encino arbustivo
49	Valles, Litosol-Regosol, Mat. encino arbustivo
50	Valles, Rendzina, Mat. encino arbustivo
51	Valles, Castañozem, Mat. inerme parvifolio rosaceas
52	Valles, Litosol, Mat. inerme parvifolio rosaceas
53	Valles, Rendzina, Mat. inerme parvifolio rosaceas
54	Valles, Castañozem, Mat. desertico rosetofilo
55	Valles, Litosol, Mat. desertico rosetofilo
56	Valles, Rendzina, Mat. desertico rosetofilo
57	Valles, Xerosol-Yermosol, Mat. desertico rosetofilo
58	Valles, Castañozem, Zacatal con arbustivas
59	Valles, Litosol, Zacatal con arbustivas
60	Valles, Rendzina, Zacatal con arbustivas
61	Valles, Xerosol, Zacatal con arbustivas
62	Valles, Castañozem-Feozem, Mat. microfilo subinerme
63	Valles, Litosol-Regosol, Mat. microfilo subinerme
64	Valles, Rendzina, Mat. microfilo subinerme
65	Valles, Xerosol-Yermosol, Mat. microfilo subinerme
66	Valles, Castañozem-Feozem, Areas roturadas
67	Valles, Litosol, Areas roturadas
68	Valles, Rendzina, Areas roturadas
69	Valles, Xerosol-Yermosol, Areas roturadas
70	Valles, Castañozem, Roquedo
71	Valles, Litosol-Regosol, Roquedo
72	Valles, Rendzina, Roquedo
73	Valles, Xerosol, Roquedo
74	Valles, Castañozem, Erosion
75	Valles, Regosol, Erosion
76	Valles, Rendzina, Erosion
77	Valles, Xerosol, Erosion
78	Valles, Castañozem-Feozem, Plantacion
79	Valles, Litosol, Plantacion
80	Valles, Rendzina, Plantacion
81	Abanicos aluviales, Castañozem, Bsq. piñonero
82	Abanicos aluviales, Litosol, Bsq. piñonero
83	Abanicos aluviales, Rendzina, Bsq. piñonero
84	Abanicos aluviales, Rendzina, Bsq. pino
85	Abanicos aluviales, Castañozem, Mat. encino arbustivo
86	Abanicos aluviales, Rendzina, Mat. encino arbustivo
87	Abanicos aluviales, Feozem, Mat. inerme parvifolio de rosaceas
88	Abanicos aluviales, Litosol, Mat. inerme parvifolio de rosaceas
89	Abanicos aluviales, Rendzina, Mat. inerme parvifolio de rosaceas
90	Abanicos aluviales, Xerosol, Mat. inerme parvifolio de rosaceas
91	Abanicos aluviales, Castañozem, Zacatal con arbustivas
92	Abanicos aluviales, Litosol, Zacatal con arbustivas
93	Abanicos aluviales, Litosol, Mat. microfilo subinerme
94	Abanicos aluviales, Rendzina, Mat. microfilo subinerme
95	Abanicos aluviales, Rendzina, Roquedo

continuación....

No. UAMBS	DESCRIPCION
96	Abanicos aluviales, Litosol, Erosion
97	Abanicos aluviales, Rendzina, Erosion
98	Abanicos aluviales, Xerosol, Erosion
99	Abanicos aluviales, Litosol, Plantacion
100	Abanicos aluviales, Rendzina, Plantacion
101	Cañones, Castañozem-Feozem, Bsq. piñonero
102	Cañones, Litosol-Regosol, Bsq. piñonero
103	Cañones, Rendzina, Bsq. piñonero
104	Cañones, Xerosol, Bsq. piñonero
105	Cañones, Castañozem, Bsq. pino
106	Cañones, Litosol-Regosol, Bsq. pino
107	Cañones, Rendzina, Bsq. pino
108	Cañones, Litosol, Bsq. pseudotsuga cupressus abies
109	Cañones, Rendzina, Bsq. pseudotsuga cupressus abies
110	Cañones, Castañozem, Mat. encino arbustivo
111	Cañones, Rendzina, Mat. encino arbustivo
112	Cañones, Feozem, Mat.inerme parvifolio de rosaceas
113	Cañones, Litosol, Mat.inerme parvifolio de rosaceas
114	Cañones, Rendzina, Mat.inerme parvifolio de rosaceas
115	Cañones, Xerosol, Mat.inerme parvifolio de rosaceas
116	Cañones, Castañozem, Mat.desertico rosetofilo
117	Cañones, Litosol, Mat.desertico rosetofilo
118	Cañones, Rendzina, Mat.desertico rosetofilo
119	Cañones, Rendzina, Zacatal con arbustivas
120	Cañones, Castañozem-Feozem, Mat.microfilo subinerme
121	Cañones, Litosol, Mat.microfilo subinerme
122	Cañones, Rendzina, Mat.microfilo subinerme
123	Cañones, Xerosol, Mat.microfilo subinerme
124	Cañones, Castañozem, Areas roturadas
125	Cañones, Rendzina, Areas roturadas
126	Cañones, Xerosol, Areas roturadas
127	Cañones, Litosol-Regosol, Roquedo
128	Cañones, Rendzina, Roquedo
129	Cañones, Litosol, Plantacion
130	Cañones, Rendzina, Plantacion
131	Pie de monte, Feozem, Bsq. piñonero
132	Pie de monte, Litosol-Regosol, Bsq. piñonero
133	Pie de monte, Rendzina, Bsq. piñonero
134	Pie de monte, Xerosol, Bsq. piñonero
135	Pie de monte, Litosol, Bsq. encino
136	Pie de monte, Castañozem, Bsq. pino
137	Pie de monte, Litosol-Regosol, Bsq. pino
138	Pie de monte, Rendzina, Bsq. pino
139	Pie de monte, Rendzina, Bsq. pseudotsuga cupressus abies
140	Pie de monte, Litosol, Mat. encino arbustivo
141	Pie de monte, Rendzina, Mat. encino arbustivo
142	Pie de monte, Castañozem-Feozem, Mat.inerme parvifolio de rosaceas
143	Pie de monte, Litosol, Mat. inerme parvifolio de rosaceas

continuación...

No. UAMBS	DESCRIPCION
144	Pie de monte, Rendzina, Mat. inerme parvifolio de rosaceas
145	Pie de monte, Xerosol, Mat. inerme parvifolio de rosaceas
146	Pie de monte, Castañozem, Mat. desertico rosetofilo
147	Pie de monte, Litosol, Mat. desertico rosetofilo
148	Pie de monte, Rendzina, Mat. desertico rosetofilo
149	Pie de monte, Feozem, Zacatal con arbustivas
150	Pie de monte, Litosol, Zacatal con arbustivas
151	Pie de monte, Rendzina, Zacatal con arbustivas
152	Pie de monte, Castañozem-Feozem, Mat. microfilo subinerme
153	Pie de monte, Litosol, Mat. microfilo subinerme
154	Pie de monte, Rendzina, Mat. microfilo subinerme
155	Pie de monte, Xerosol, Mat. microfilo subinerme
156	Pie de monte, Fluvisol, Mat. microfilo subinerme
157	Pie de monte, Castañozem-Feozem, Areas roturadas
158	Pie de monte, Litosol, Areas roturadas
159	Pie de monte, Rendzina, Areas roturadas
160	Pie de monte, Xerosol, Areas roturadas
161	Pie de monte, Litosol, Roquedo
162	Pie de monte, Rendzina, Roquedo
163	Pie de monte, Xerosol, Roquedo
164	Pie de monte, Castañozem, Erosion
165	Pie de monte, Rendzina, Erosion
166	Pie de monte, Xerosol, Erosion
167	Pie de monte, Litosol, Plantacion
168	Pie de monte, Rendzina, Plantacion
169	Pie de monte, Xerosol, Plantacion
170	Cumbre, Litosol, Bsq. piñonero
171	Cumbre, Litosol, Bsq. pino
172	Cumbre, Litosol, Bsq. pseudotsuga cupressus abies
173	Cumbre, Litosol, Mat. desertico rosetofilo
174	Cumbre, Litosol, Mat. microfilo subinerme
175	Cumbre, Litosol, Roquedo

ALTITUD GRUPOS	1600-1800	1800-1200	2000-2200	2200-2400	2400-2600	2600-2800	2800-3000	3000-3200	TOTAL
1									
VAL. ABSOLUTO	1931	3487	2399	931	128	4	9	23	8912
VAL. RELATIVO	21.6674147	39.1270197	26.9187612	10.44658887	1.4362657	0.0448833	0.10098743	0.25807899	100
INDECE DE JACARD	0.176444	0.261905	0.112555	4.15E-02	6.98E-03	2.85E-04	8.87E-04	2.55E-03	
2									
VAL. ABSOLUTO	287	968	5216	1190	27	0	0	0	7688
VAL. RELATIVO	3.73309053	12.591051	67.8459938	15.47866805	0.3511967	0	0	0	100
INDICE DE JACARD	2.53E-02	6.63E-02	0.301974	5.68E-02	1.57E-03	0	0	0	
3									
VAL. ABSOLUTO	20	63	160	264	207	151	79	8	952
VAL. RELATIVO	2.10084034	6.61764706	16.8067227	27.73109244	21.743697	15.861345	8.29831933	0.84033613	100
INDICE DE JACARD	4.09E-03	7.18E-03	1.03E-02	1.74E-02	2.01E-02	2.55E-02	3.73E-02	7.53E-03	
4									
VAL. ABSOLUTO	47	138	2164	4460	2472	610	87	0	9978
VAL. RELATIVO	0.47103628	1.38304269	21.687713	44.69833634	24.774504	6.1134496	0.87191822	0	100
INDICE DE JACARD	3.38E+03	7.78E+03	9.57E+04	.223447	.144798	4.21E+04	7.81E+03	.000000	
5									
VAL. ABSOLUTO	1	133	550	2786	4172	3204	924	83	11853
VAL. RELATIVO	0.00843668	1.1220788	4.64017548	23.50459799	35.19784	27.031131	7.79549481	0.70024466	100
INDICE DE JACARD	6.32E+01	6.78E+03	2.11E+04	.118508	.241897	.232663	7.59E+04	6.98E+03	
6									
VAL. ABSOLUTO	1514	739	308	228	635	578	103	0	4105
VAL. RELATIVO	36.8818514	18.0024361	7.50304507	5.554202192	15.46894	14.08039	2.5091352	0	100
INDICE DE JACARD	.231004	6.57E+04	1.66E+04	1.24E+04	4.87E+04	6.68E+04	1.96E+04	.000000	
7									
VAL. ABSOLUTO	163	2361	4004	4583	1925	575	45	4	13660
VAL. RELATIVO	1.19326501	17.284041	29.3118594	33.55051245	14.09224	4.2093704	0.32942899	0.02928258	100
INDICE DE JACARD	9.34E+03	.123046	.163716	.194864	9.04E+04	3.16E+04	3.03E+03	2.90E+02	

EXPOSICIONES	NORTE	ESTE	SUR	OESTE	PLANO	TOTAL
GRUPOS						
1						
VAL. ABSOLUTO	4689.00	972	1576.00	1663.00	134	9034.00
VAL. RELATIVO	51.9039185	10.75935355	17.445207	18.40823555	1.483285366	100
INDICE DE JACARD	.167968	5.42E+04	7.54E+04	9.71E+04	1.38E+04	
2						
VAL. ABSOLUTO	2338.00	2443.00	1322.00	1409.00	204	7716.00
VAL. RELATIVO	30.3006739	31.6614826	17.13322965	18.26075687	2.643856921	100
INDICE DE JACARD	8.08E+04	.161222	6.66E+04	8.77E+04	2.44E+04	
3						
VAL. ABSOLUTO	341	152	274	180	7	954
VAL. RELATIVO	36	16	29	19	1	100
INDICE DE JACARD	1.41E+04	1.42E+04	1.94E+04	1.71E+04	3.91E+03	
4						
VAL. ABSOLUTO	3545.00	1819.00	3246.00	1283.00	142	10035.0
VAL. RELATIVO	35.3263577	18.12655705	32.3467862	12.78525162	1.415047334	100
INDICE DE JACARD	.117927	.100519	.160423	6.93E+04	1.32E+04	
5						
VAL. ABSOLUTO	4643.00	2224.00	3089.00	1735.00	173	11864.0
VAL. RELATIVO	39.1351989	18.74578557	26.0367498	14.62407283	1.458192852	100
INDICE DE JACARD	.150786	.113934	.139019	8.72E+04	1.38E+04	
6						
VAL. ABSOLUTO	2331.00	250	1025.00	493	107	4206.00
VAL. RELATIVO	55.4208274	5.943889681	24.3699477	11.72135045	2.543984784	100
INDICE DE JACARD	9.16E+04	1.81E+04	6.17E+04	3.66E+04	2.17E+04	
7						
VAL. ABSOLUTO	5684.00	2020.00	2913.00	2999.00	74	13690.0
VAL. RELATIVO	41.5193572	14.75529584	21.27830533	21.9065011	0.540540541	100
INDICE DE JACARD	.180004	9.37E+04	.120263	.146629	5.12E+03	

PENDIENTE GRUPOS	0-10	10 20	20-30	MAYORE DE 30	TOTAL
1					
VAL. ABSOLUTO	5684.00	2699.00	460	191	9034.00
VAL. RELATIVO	62.91786584	29.87602391	5.091875138	2.114235112	100
INDICE DE JACARD	.237794	.156773	3.11E+04	6.66E+03	
2					
VAL. ABSOLUTO	6660.00	937	81	38	7716.00
VAL. RELATIVO	86.31415241	12.14359772	1.049766719	0.492483152	100
INDICE DE JACARD	.308205	5.31E+04	5.84E+03	1.38E+03	
3					
VAL. ABSOLUTO	65	87	103	699	954
VAL. RELATIVO	7	9	11	73	100
INDICE DE JACARD	3.03E+03	7.41E+03	1.45E+04	3.48E+04	
4					
VAL. ABSOLUTO	2640.00	1936.00	1286.00	4173.00	10035.0
VAL. RELATIVO	26.30792227	19.29247633	12.81514699	41.58445441	100
INDICE DE JACARD	9.45E+04	.102002	8.58E+04	.162424	
5					
VAL. ABSOLUTO	1409.00	1319.00	1559.00	7577.00	11864.0
VAL. RELATIVO	11.87626433	11.11766689	13.14059339	63.86547539	100
INDICE DE JACARD	4.54E+04	6.16E+04	9.43E+04	.314177	
6					
VAL. ABSOLUTO	1970.00	523	347	1366.00	4206.00
VAL. RELATIVO	46.83785069	12.43461721	8.250118878	32.47741322	100
INDICE DE JACARD	8.64E+04	3.59E+04	3.44E+04	6.03E+04	
7					
VAL. ABSOLUTO	2125.00	3380.00	2399.00	5786.00	13690.0
VAL. RELATIVO	15.52227904	24.68955442	17.52373996	42.26442659	100
INDICE DE JACARD	6.62E+04	.159502	.136882	.208625	

FISIOGRAFÍA GRUPO	CUMBRE	TALUD	PIEMONTE	VALLE	ABANICO	CAÑON	TOTAL
1							
VAL. ABSOLUTO	35	300	5838	1718	378	703	8972
VAL. RELATIVO	0	3	65	19	4	8	100
ÍNDICE DE JACARD	3.75E+03	7.91E+03	.457380	8.41E+04	3.88E+04	5.87E+04	
2							
VAL. ABSOLUTO	.000000	65	352	7068.00	37	175	7697.00
VAL. RELATIVO	0	0.844484864	4.573210342	91.82798493	0.480706769	2.273613096	100
ÍNDICE DE JACARD	.000000	1.76E+03	2.07E+04	.512397	4.20E+03	1.56E+04	
3							
VAL. ABSOLUTO	32	843	5	.000000	18	54	952
VAL. RELATIVO	3	89	1	0	2	6	100
ÍNDICE DE JACARD	2.43E+04	2.87E+04	4.73E+02	.000000	8.66E+03	1.18E+04	
4							
VAL. ABSOLUTO	2	6515.00	100	2941.00	44	376	9978.00
VAL. RELATIVO	0	65	1	29	0	4	100
ÍNDICE DE JACARD	1.93E+02	.199108	5.13E+03	.145580	3.97E+03	2.83E+04	
5							
VAL. ABSOLUTO	298	11059.0	36	113	2	351	11859.0
VAL. RELATIVO	3	93	0	1	0	3	100
ÍNDICE DE JACARD	2.49E+04	.367922	1.68E+03	4.54E+03	1.54E+02	2.31E+04	
6							
VAL. ABSOLUTO	4	1864.00	1289.00	778	147	80	4162.00
VAL. RELATIVO	0	45	31	19	4	2	100
ÍNDICE DE JACARD	8.79E+02	5.91E+04	.103095	4.70E+04	2.85E+04	1.03E+04	
7							
VAL. ABSOLUTO	24	8612.00	2010.00	547	519	1958.00	13670.0
VAL. RELATIVO	0.175566935	62.99926847	14.7037308	4.001463058	3.796634967	14.32333577	100
ÍNDICE DE JACARD	1.71E+03	.250962	9.44E+04	2.08E+04	3.63E+04	.127069	

GEOLOGÍA GRUPO	AL	AR	AR-CG	BR	CZ	CZ-LU	CG	LU	LU-AR	TR	TOTAL
1											
VAL. ABSOLUTO	3599.00	83	4414.00	.000000	424	28	70	222	76	.000000	8916.00
VAL. RELATIVO	40.36563	0.930911	49.50651	0	4.755496	0.314042	0.785105	2.4899058	0.8524	0	100
INDICE. DE JACARD	.160576	9.31E+03	.317303	.000000	1.28E+04	2.65E+03	7.63E+03	2.39E+04	6.28E+03	.000000	
2											
VAL. ABSOLUTO	6911.00	.000000	106	.000000	129	.000000	127	41	328	27	7669.00
VAL. RELATIVO	90.11605	0	1.382188	0	2		2	1	4	0	100
INDICE. DE JACARD	.387084	.000000	6.25E+03	.000000	4.01E+03	.000000	1.61E+04	4.99E+03	3.10E+04	3.50E+03	
3											
VAL. ABSOLUTO	22	.000000	46	.000000	752	59	.000000	.000000	73	.000000	952
VAL. RELATIVO	2	0	5	0	79	6	0	0	8	0	100
INDICE. DE JACARD	1.22E+03	.000000	4.46E+03	.000000	3.03E+04	2.29E+04	.000000	.000000	1.77E+04	.000000	
4											
VAL. ABSOLUTO	3011.00	.000000	361	.000000	5761.00	448	22	11	362	1	9977.00
VAL. RELATIVO	30.17941	0	3.618322	0	57.74281	4.490328	0.220507	0.1102536	3.628345	0.010023	100
INDICE. DE JACARD	.125135	.000000	1.90E+04	.000000	.199896	3.99E+04	2.14E+03	1.04E+03	2.81E+04	9.96E+01	
5											
VAL. ABSOLUTO	342	.000000	257	.000000	9188.00	426	5	4	1628.00	.000000	11850.0
VAL. RELATIVO	3	0	2	0	78	4	0	0	14	0	100
INDICE. DE JACARD	1.20E+04	.000000	1.22E+04	.000000	.336976	3.25E+04	4.11E+02	3.22E+02	.120789	.000000	
6											
VAL. ABSOLUTO	731	.000000	1493.00	.000000	1560.00	116	33	162	9	3	4107.00
VAL. RELATIVO	18	0	36	0	38	3	1	4	0	0	100
INDICE. DE JACARD	3.57E+04	.000000	.124179	.000000	5.75E+04	2.04E+04	7.49E+03	3.57E+04	1.22E+03	7.20E+02	
7											
VAL. ABSOLUTO	2480.00	.000000	2732.00	11	6790.00	611	72	152	780	32	13660.0
VAL. RELATIVO	18.1552	0	20	0.080527	49.70717	4.472914	0.527086	1.1127379	5.710102	0.234261	100
INDICE. DE JACARD	8.77E+04	.000000	.134336	8.05E+02	.215734	4.15E+04	5.17E+03	1.08E+04	4.83E+04	2.34E+03	

SUELO GRUPO	CASTAÑOZEM CALCÁRICO	CASTAÑOZEM HÁPLICO	CASTAÑOZEM LÚVICO	FEOZEM CALCÁRICO	LITOSOL	REGOSOL CALCÁRICO	REGOSOL ÉÚTRICO	RENDZINA	XEROSOL CÁLCICO	XEROSOL HÁPLICO	LUVISOL CALCÁRICO	YERMOSOL HÁPLICO	TOTAL
1													
VAL. ABSOLUTO	265	70	386	551	691	67	18	5592.00	167	1100.00	4	.000000	8911.00
VAL. RELATIVO	3	1	4	6	8	1	0	63	2	12	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	2.66E+04	7.65E+03	4.04E+04	5.05E+04	1.89E+04	7.15E+03	1.68E+03	281472	1.47E+04	.112256	4.48E+02	.000000	
2													
VAL. ABSOLUTO	546	208	172	1677.00	691	127	.000000	1711.00	2344.00	135	.000000	75	7686.00
VAL. RELATIVO	7	3	2	22	9	2	0	22	30	2	0	1	100
ÍNDICE DE JACARD	6.45E+04	2.67E+04	2.01E+04	.195957	1.95E+04	1.57E+04	.000000	7.60E+04	.294694	1.42E+04	.000000	9.76E+03	
3													
VAL. ABSOLUTO	.000000	.000000	.000000	.000000	858	.000000	42	51	.000000	1	.000000	.000000	952
VAL. RELATIVO	0	0	0	0	90.12605	0	4.411764	5.357142	0	0.105042	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	.000000	.000000	.000000	.000000	3.01E+04	.000000	1.55E+04	2.92E+03	.000000	3.40E+02	.000000	.000000	
4													
VAL. ABSOLUTO	386	7	312	105	6316.00	88	216	2515.00	27	4	.000000	1	9977.00
VAL. RELATIVO	4	0	3	1	63	1	2	25	0	0	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	3.54E+04	6.81E+02	2.92E+04	8.45E+03	.197166	8.45E+03	1.87E+04	.104748	2.15E+03	3.34E+02	.000000	9.95E+01	
5													
VAL. ABSOLUTO	3	.000000	31	1	9897.00	180	1163.00	565	12	.000000	.000000	.000000	11852.0
VAL. RELATIVO	0	0	0	0	84	2	10	5	0	0	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	2.28E+02	.000000	2.41E+03	6.94E+01	.326332	1.48E+04	9.32E+04	2.03E+04	8.30E+02	.000000	.000000	.000000	
6													
VAL. ABSOLUTO	11	3	45	74	1804.00	1	10	1529.00	24	593	11	.000000	4105.00
VAL. RELATIVO	0	0	1	2	44	0	0	37	1	14	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	2.03E+03	6.80E+02	8.84E+03	1.12E+04	5.88E+04	2.16E+02	1.70E+03	8.00E+04	3.59E+03	.107818	2.68E+03	.000000	
7													
VAL. ABSOLUTO	113	19	83	141	8116.00	66	344	4585.00	38	155	.000000	.000000	13660.0
VAL. RELATIVO	1	0	1	1	59	0	3	34	0	1	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	7.60E+03	1.36E+03	5.68E+03	8.78E+03	.239290	4.67E+03	2.28E+04	.178941	2.34E+03	1.00E+04	.000000	.000000	

VEGETACIÓN	B. PINONERO	ENCINO	B. PINO	B. OYAMEL	MAT. CHAPARRAL	MAT. ROSETÓFILO	MAT. ROSÁCEAS	ZACATAL	MICRÓFILO SUBINERME	AGRICOLA	ROQUEDO	MINERIA	EROSION	DES. URBANO	CARRETERA	DES. RURAL	PLANT. FTLES.	TOTAL
1																		
VAL. ABSOLUTO	775	5	200	5	155	2245.00	82	549	3054.00	151	63	26	51	49	89	642	891	9032.00
VAL. RELATIVO	9	0	2	0	2	25	1	6	34	2	1	0	1	1	1	7	10	100
ÍNDICE DE JACARD	3.40E+04	5.38E+02	1.01E+04	4.96E+02	1.37E+04	.180888	7.28E+03	5.51E+04	.235448	9.89E+03	6.28E+03	2.80E+03	5.38E+03	4.57E+03	9.84E+03	7.07E+04	9.62E+04	
2																		
VAL. ABSOLUTO	213	.000000	35	.000000	16	7	64	20	968	6120.00	29	7	142	.000000	13	24	57	7715.00
VAL. RELATIVO	3	0	0	0	0	0	1	0	13	79	0	0	2	0	0	0	1	100
ÍNDICE DE JACARD	9.66E+03	.000000	1.88E+03	.000000	1.58E+03	5.25E+02	6.42E+03	2.18E+03	7.05E+04	.767110	3.32E+03	8.78E+02	1.76E+04	.000000	1.67E+03	2.86E+03	6.49E+03	
3																		
VAL. ABSOLUTO	37	2	31	17	30	17	31	4	14	.000000	687	3	81	.000000	.000000	.000000	.000000	954
VAL. RELATIVO	4	0	3	2	3	2	3	0	1	0	72	0	8	0	0	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	2.39E+03	1.65E+03	2.61E+03	8.50E+03	9.00E+03	2.59E+03	9.56E+03	1.65E+03	1.76E+03	.000000	.518491	2.47E+03	5.92E+04	.000000	.000000	.000000	.000000	
4																		
VAL. ABSOLUTO	8377.00	5	725	23	66	80	406	41	174	68	46	3	3	.000000	1	8	7	10033.0
VAL. RELATIVO	83.4945	0.0498355	7.226153	0.2292435	0.6578291	0.797368683	4.0466460	0.408651	1.7342768	0.6777634	0.458487	0.029901	0.02990	0	0.0099671	0.0797	0.069769	100
ÍNDICE DE JACARD	.517067	4.86E+02	3.58E+04	2.08E+03	5.33E+03	5.14E+03	3.40E+04	3.58E+03	1.03E+04	4.16E+03	4.16E+03	2.91E+02	2.85E+02	.000000	9.87E+01	7.46E+02	6.28E+02	
5																		
VAL. ABSOLUTO	521	225	9515.00	978	178	35	109	70	138	2	76	2	3	.000000	.000000	6	3	11861.0
VAL. RELATIVO	4	2	80	8	2	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	2.01E+04	1.89E+04	.715898	8.19E+04	1.26E+04	2.01E+03	7.75E+03	5.28E+03	7.37E+03	1.10E+02	5.92E+03	1.65E+02	2.43E+02	.000000	.000000	4.78E+02	2.31E+02	
6																		
VAL. ABSOLUTO	64	.000000	52	13	26	259	1449.00	101	89	14	90	188	189	1667.00	.000000	4	1	4206.00
VAL. RELATIVO	2	0	1	0	1	6	34	2	2	0	2	4	4	40	0	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	3.42E+03	.000000	3.44E+03	2.47E+03	3.95E+03	2.71E+04	.285461	1.81E+04	8.01E+03	1.32E+03	1.74E+04	4.39E+04	4.19E+04	.389850	.000000	8.17E+02	1.88E+02	
7																		
VAL. ABSOLUTO	4558.00	23	387	26	1938.00	2981.00	178	690	2556.00	28	67	35	26	21	1	12	162	13689.0
VAL. RELATIVO	33.2968	0.1680181	2.827087	0.1899335	14.157352	21.77661	1.3003141	5.040544	18.671926	0.2045438	0.4894441	0.25568	0.18993	0.15340	0.0073051	0.0876	1.183432	100
ÍNDICE DE JACARD	.192516	1.65E+03	1.60E+04	1.77E+03	.136864	.182525	1.12E+04	4.77E+04	.141013	1.40E+03	4.56E+03	2.51E+03	1.84E+03	1.36E+03	7.25E+01	8.35E+02	1.11E+04	

VALOR NATURAL

GRUPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTAL
1										
VAL. ABSOLUTO	828	95	519	5125	723	977	767	0	0	9034
VAL. RELATIVO	9.165375	1.0515829	5.744963	56.7301306	8.0030994	10.8147	8.490148	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	7.49E-02	6.00E-03	4.97E-02	0.53341	4.97E-02	0.100031	5.62E-02	0	0	
2										
VAL. ABSOLUTO	0	6642	991	22	61	0	0	0	0	7716
VAL. RELATIVO	0	86.080871	12.84344	0.28512182	0.79056506	0	0	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	0	0.833898	0.114487	1.64E-03	4.39E-03	0	0	0	0	
3										
VAL. ABSOLUTO	0	0	22	0	0	0	899	0	33	954
VAL. RELATIVO	0	0	2.30608	0	0	0	94.2348	0	3.4591195	100
ÍNDICE DE JACARD	0	0	7.68E-03	0	0	0	0.165227	0	2.73E-03	
4										
VAL. ABSOLUTO	0	0	36	34	387	58	664	8804	52	10035
VAL. RELATIVO	0	0	0.358744	0.33881415	3.85650224	0.577977	6.616841	87.73293	0.5181863	100
ÍNDICE DE JACARD	0	0	3.02E-03	2.17E-03	2.43E-02	4.96E-03	4.50E-02	0.522431	2.46E-03	
5										
VAL. ABSOLUTO	0	0	0	0	0	0	0	787	11077	11864
VAL. RELATIVO	0	0	0	0	0	0	0	6.633513	93.366487	100
ÍNDICE DE JACARD	0	0	0	0	0	0	0	2.95E-02	0.927023	
6										
VAL. ABSOLUTO	2021	154	292	120	1573	46	0	0	0	4206
VAL. RELATIVO	48.0504	3.661436	6.942463	2.85306705	37.3989539	1.093676	0	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	0.40147	1.41E-02	5.00E-02	1.23E-02	0.17708	7.84E-03	0	0	0	
7										
VAL. ABSOLUTO	0	0	71	398	3506	629	3056	6030	0	13690
VAL. RELATIVO	0	0	0.518627	2.90723156	25.6099343	4.594595	22.32286	44.04675	0	100
ÍNDICE DE JACARD	0	0	4.57E-03	2.10E-02	0.213338	4.26E-02	0.190762	0.259009	0	

VALOR ESCÉNICO

GRUPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTAL
1										
VAL. ABSOLUTO	91	95	711	3152	2604	201	1974	206	0	9034
VAL. RELATIVO	1.007306	1.0515829	7.8702679	34.890414	28.824441	2.224928	21.850786	2.2802745	0	100
ÍNDICE DE JACARD	8.07E-03	1.04E-02	7.42E-02	0.175014	0.189464	1.66E-02	0.146842	1.96E-02	0	
2										
VAL. ABSOLUTO	0	136	338	7181	0	37	24	0	0	7716
VAL. RELATIVO	0	1.7625713	4.380508	93.066356	0	0.4795231	0.311042	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	0	1.74E-02	3.91E-02	0.567085	0	3.39E-03	1.71E-03	0	0	
3										
VAL. ABSOLUTO	0	0	0	0	0	0	0	0	954	954
VAL. RELATIVO	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100
ÍNDICE DE JACARD	0	0	0	0	0	0	0	0	4.17E-02	
4										
VAL. ABSOLUTO	0	0	0	0	0	515	660	4	8856	10035
VAL. RELATIVO	0	0	0	0	0	5.1320379	6.5769806	0.0398605	88.25112	100
ÍNDICE DE JACARD	0	0	0	0	0	4.03E-02	4.19E-02	3.41E-04	0.36785	
5										
VAL. ABSOLUTO	0	0	0	0	0	0	22	272	11570	11864
VAL. RELATIVO	0	0	0	0	0	0	0.1854349	2.29265	97.52192	100
ÍNDICE DE JACARD	0	0	0	0	0	0	1.21E-03	2.05E-02	0.498922	
6										
VAL. ABSOLUTO	2249	0	91	1573	137	46	110	0	0	4206
VAL. RELATIVO	53.47123	0	2.1635758	37.398954	3.2572515	1.0936757	2.6153115	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	0.523388	0	1.69E-02	0.106565	1.20E-02	6.21E-03	1.05E-02	0	0	
7										
VAL. ABSOLUTO	0	0	124	222	4573	2446	3593	1216	1516	13690
VAL. RELATIVO	0	0	0.9057706	1.6216216	33.403944	17.867056	26.245435	8.8823959	11.07378	100
ÍNDICE DE JACARD	0	0	8.36E-03	8.67E-03	0.278315	0.168818	0.218022	8.58E-02	4.32E-02	

PRODUCCION ECOLOGICA

GRUPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTAL
1										
VAL. ABSOLUTO	91	615	505	5533	939	834	517	0	0	9034
VAL. RELATIVO	1.00730573	6.8076157	5.5899934	61.246402	10.39407	9.23179101	5.7228249	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	7.33E-03	3.93E-02	4.50E-02	0.524207	4.89E-02	2.98E-02	3.53E-02			
2										
VAL. ABSOLUTO	146	6536	22	1012	0	0	0	0	0	7716
VAL. RELATIVO	1.89217211	84.707102	0.2851218	13.115604	0	0	0	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	1.32E-02	0.776801	2.12E-03	7.36E-02	0	0	0			
3										
VAL. ABSOLUTO	954	0	0	0	0	0	0	0	0	954
VAL. RELATIVO	100	0	0	0	0	0	0	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	0.274611	0	0	0	0	0	0			
4										
VAL. ABSOLUTO	0	36	421	58	7118	2402	0	0	0	10035
VAL. RELATIVO	0	0.3587444	4.1953164	0.5779771	70.93174	23.9362232	0	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	0	2.09E-03	3.42E-02	3.41E-03	0.507378	8.75E-02	0			
5										
VAL. ABSOLUTO	0	0	0	0	0	11345	519	0	0	11864
VAL. RELATIVO	0	0	0	0	0	95.6254214	4.3745786	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	0	0	0	0	0	0.557987	2.97E-02			
6										
VAL. ABSOLUTO	2283	47	1581	185	0	110	0	0	0	4206
VAL. RELATIVO	54.2796006	1.1174513	37.589158	4.3984784	0	2.61531146	0	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	0.423013	4.13E-03	0.296901	1.67E-02	0	4.60E-03	0			
7										
VAL. ABSOLUTO	0	0	171	266	3055	5122	5076	0	0	13690
VAL. RELATIVO	0	0	1.2490869	1.9430241	22.31556	37.4141709	37.078159	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	0	0	1.05E-02	1.30E-02	0.140479	0.180473	0.344696			

VALOR DE PROTECCION AL SUELO

GRUPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTAL
1										
VAL. ABSOLUTO	186	0	625	1416	2751	923	3133	0	0	9034
VAL. RELATIVO	2.05889	0	6.91831	15.6741	30.45	10.217	34.68	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	1.05E-02	0	6.25E-02	0.14957	0.2067	7.35E-02	0.23528	0	0	
2										
VAL. ABSOLUTO	6642	40	746	227	61	0	0	0	0	7716
VAL. RELATIVO	86.08	0.5184	9.66822	2.94194	0.79057	0	0	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	0.66801	4.42E-03	8.71E-02	2.43E-02	4.16E-03	0	0	0	0	
3										
VAL. ABSOLUTO	0	954	0	0	0	0	0	0	0	954
VAL. RELATIVO	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	0	0.69941	0	0	0	0	0	0	0	
4										
VAL. ABSOLUTO	0	0	34	28	254	268	595	2324	6532	10035
VAL. RELATIVO	0	0	0.33881	0.27902	2.53114	2.67065	5.92925	23.16	65.09	100
ÍNDICE DE JACARD	0	0	2.93E-03	2.36E-03	1.51E-02	1.89E-02	3.53E-02	0.21904	0.2558	
5										
VAL. ABSOLUTO	0	0	0	0	0	22	0	461	11381	11864
VAL. RELATIVO	0	0	0	0	0	0.18543	0	3.8857	95.93	100
ÍNDICE DE JACARD	0	0	0	0	0	1.35E-03	0	3.22E-02	0.5056	
6										
VAL. ABSOLUTO	2041	299	137	46	1683	0	0	0	0	4206
VAL. RELATIVO	48.53	7.10889	3.25725	1.09368	40.0143	0	0	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	0.18497	5.67E-02	2.42E-02	7.66E-03	0.17625	0	0	0	0	
7										
VAL. ABSOLUTO	0	71	56	132	2277	3237	3687	114	4116	13690
VAL. RELATIVO	0	0.51863	0.40906	0.96421	16.6326	23.645	26.9321	0.83272	30.07	100
ÍNDICE DE JACARD	0	4.74E-03	3.68E-03	8.57E-03	0.12349	0.21721	0.21168	6.92E-03	0.1302	

APTITUD PARA LA RECREACION

GRUPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTAL
1										
VAL. ABSOLUTO	0	91	751	0	672	4287	2448	785	0	9034
VAL. RELATIVO	0	1.007306	8.31304	0	7.43857	47.4541	27.09763	8.689396	0	100
ÍNDICE DE JACARD	0	9.99E-03	6.40E-02	0	3.36E-02	0.41404	0.107293	7.72E-02	0	
2										
VAL. ABSOLUTO	0	0	0	0	6523	0	806	387	0	7716
VAL. RELATIVO	0	0	0	0	84.5386	0	10.44583	5.015552	0	100
ÍNDICE DE JACARD	0	0	0	0	0.50779	0	3.48E-02	4.19E-02	0	
GRUPO 3										
VAL. ABSOLUTO	0	0	0	0	844	77	0	33	0	954
VAL. RELATIVO	0	0	0	0	88.4696	8.07128	0	3.459119	0	100
ÍNDICE DE JACARD	0	0	0	0	7.18E-02	1.19E-02	0	1.16E-02	0	
GRUPO 4										
VAL. ABSOLUTO	0	0	0	0	359	167	8923	586	0	10035
VAL. RELATIVO	0	0	0	0	3.57748	1.66418	88.91878	5.839562	0	100
ÍNDICE DE JACARD	0	0	0	0	1.68E-02	1.08E-02	0.514531	5.16E-02	0	
GRUPO 5										
VAL. ABSOLUTO	0	0	240	9952	276	1071	282	43	0	11864
VAL. RELATIVO	0	0	2.022927	83.884	2.32637	9.02731	2.376939	0.362441	0	100
ÍNDICE DE JACARD	0	0	1.59E-02	0.55283	1.19E-02	6.53E-02	1.01E-02	3.13E-03	0	
GRUPO 6										
VAL. ABSOLUTO	2386	0	1700	120	0	0	0	0	0	4206
VAL. RELATIVO	56.7285	0	40.41845	2.85307	0	0	0	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	0.56729	0	0.285283	5.95E-03	0	0	0	0	0	
GRUPO 7										
VAL. ABSOLUTO	0	71	762	6018	2979	5	3771	84	0	13690
VAL. RELATIVO	0	0.518627	5.566107	43.9591	21.7604	0.03652	27.54565	0.613587	0	100
ÍNDICE DE JACARD	0	5.15E-03	4.65E-02	0.25326	0.13321	2.59E-04	0.144212	5.41E-03	0	

VALOR DE INTENSIDAD PARA LA RECREACIÓN

GRUPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTAL
1										
VAL. ABSOLUTO	0	0	35	7	874	3115	4175	91	737	9034
VAL. RELATIVO	0	0	0.387425	0.07749	9.674563	34.48085	46.2143	1.007306	8.15807	100
ÍNDICE DE JACARD	0	0	2.30E-03	3.89E-04	4.97E-02	0.313002	0.27023	1.00E-02	8.16E-02	
2										
VAL. ABSOLUTO	0	0	0	19	738	513	6416	30	0	7716
VAL. RELATIVO	0	0	0	0.24624	9.564541	6.648523	83.1519	0.388802	0	100
ÍNDICE DE JACARD	0	0	0	1.14E-03	4.50E-02	4.57E-02	0.53957	3.84E-03	0	
3										
VAL. ABSOLUTO	844	110	0	0	0	0	0	0	0	954
VAL. RELATIVO	88.4696	11.5304	0	0	0	0	0	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	0.19582	7.82E-03	0	0	0	0	0	0	0	
4										
VAL. ABSOLUTO	0	58	0	8049	1928	0	0	0	0	10035
VAL. RELATIVO	0	0.57798	0	80.2093	19.21276	0	0	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	0	2.50E-03	0	0.73527	0.110021	0	0	0	0	
5										
VAL. ABSOLUTO	970	10590	304	0	0	0	0	0	0	11864
VAL. RELATIVO	8.17599	89.2616	2.562374	0	0	0	0	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	6.43E-02	0.73085	1.71E-02	0	0	0	0	0	0	
6										
VAL. ABSOLUTO	2386	1729	91	0	0	0	0	0	0	4206
VAL. RELATIVO	56.7285	41.1079	2.163576	0	0	0	0	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	0.39635	0.11018	8.80E-03	0	0	0	0	0	0	
7										
VAL. ABSOLUTO	0	729	5793	886	5877	405	0	0	0	13690
VAL. RELATIVO	0	5.32505	42.31556	6.47188	42.92915	2.958364	0	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	0	2.78E-02	0.410269	4.07E-02	0.341091	2.34E-02	0	0	0	

VALOR HISTÓRICO CULTURAL Y

GRUPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTAL
GRUPO 1										
VAL. ABSOLUTO	91	0	1935	4622	447	254	1550	135	0	9034
VAL. RELATIVO	1.0073057	0	21.4190835	51.1623	4.94797432	2.8116006	17.1574054	1.4943547	0	100
ÍNDICE DE JACARD	8.03E-03	0	0.21173	0.273848	3.62E-02	1.96E-02	8.06E-02	8.27E-03	0	
GRUPO 2										
VAL. ABSOLUTO	0	0	0	6568	30	37	685	71	325	7716
VAL. RELATIVO	0	0	0	85.1218	0.38880249	0.4795231	8.87765682	0.9201659	4.212027	100
ÍNDICE DE JACARD	0	0	0	0.482445	2.62E-03	3.13E-03	3.65E-02	4.71E-03	1.56E-02	
GRUPO 3										
VAL. ABSOLUTO	0	0	0	0	0	0	0	55	899	954
VAL. RELATIVO	0	0	0	0	0	0	0	5.7651992	94.2348	100
ÍNDICE DE JACARD	0	0	0	0	0	0	0	6.61E-03	6.66E-02	
GRUPO 4										
VAL. ABSOLUTO	0	0	0	36	34	58	7505	1945	457	10035
VAL. RELATIVO	0	0	0	0.3587444	0.33881415	0.5779771	74.7882	19.382162	4.5540608	100
ÍNDICE DE JACARD	0	0	0	1.60E-03	2.47E-03	4.10E-03	0.525413	0.125363	1.99E-02	
GRUPO 5										
VAL. ABSOLUTO	0	0	0	0	0	0	13	97	11754	11864
VAL. RELATIVO	0	0	0	0	0	0	0.10957519	0.8175995	99.0728	100
ÍNDICE DE JACARD	0	0	0	0	0	0	5.51E-04	5.05E-03	0.867774	
GRUPO 6										
VAL. ABSOLUTO	2304	0	81	92	0	1729	0	0	0	4206
VAL. RELATIVO	54.778887	0	1.92582026	2.1873514	0	41.1079	0	0	0	100
ÍNDICE DE JACARD	0.536188	0	1.31E-02	5.55E-03	0	0.260588	0	0	0	
GRUPO 7										
VAL. ABSOLUTO	0	71	24	1148	3244	2080	2001	5122	0	13690
VAL. RELATIVO	0	0.5186267	0.17531045	8.385683	23.6961286	15.193572	14.6165084	37.4142	0	100
ÍNDICE DE JACARD	0	5.19E-03	1.53E-03	4.59E-02	0.228435	0.131913	8.54E-02	0.320265	0	