

00369 2

Lej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**"EVALUACION DE LA EROSION DE LOS SUELOS
EN LA SUBCUENCA DEL RIO GUANAJUATO"**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
(E D A F O L O G I A)

P R E S E N T A:

BIOL. MARIA ESTHER HERNANDEZ ANGUIANO

DIRECTOR DE TESIS:
DR. GILBERTO HERNANDEZ SILVA

MEXICO, D.F.

ABRIL DE 1996.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**A mi mamá: Guadalupe Hernández A.
Por su apoyo**

**A Mauricio y Verónica
por creer en mí**

Al Dr. Gilberto Hernández Silva, director de esta tesis, por sus enseñanzas, por su paciencia, apoyo y optimismo.

A la M. en C. Mireya Maples V., por sus enseñanzas y valiosa colaboración en el desarrollo del presente trabajo.

Al Biol. Daniel Hernández por su colaboración en el desarrollo de este trabajo.

A la M. en C. Maria de Lourdes Flores D. por su colaboración en el área estadística y en el análisis de laboratorio.

Al instituto de Geología que proporcionó la infraestructura para la realización de esta tesis.

A D.G.A.P.A./UNAM por la beca otorgada para la realización del presente trabajo

A mi familia porque siempre está conmigo.

A mis amigos: Sara, Carolina, Miguel Angel, Guillermo, Patricia, Rene, Hilda, Efraín, Esperanza, Luis, Fanny y Jesús por el cotidiano estímulo.

A todos aquellos que contribuyeron para que este trabajo de tesis llegara al final

GRACIAS

1. INDICE GENERAL

| Contenido | Pág. |
|---|------|
| Resumen | 1 |
| 1 Introducción | 3 |
| 1.1 La erosión en el mundo | 4 |
| 1.2 La erosión en México..... | 5 |
| 1.3 La erosión en el Estado de Guanajuato..... | 7 |
| 1.4 Erosión, Fertilidad y Productividad | 11 |
| 2. Concepto de Cuenca y Subcuenca como unidad de estudio | 12 |
| 3. Marco Teórico | 15 |
| 3.1 Metodologías para la evaluación de la erosión | 16 |
| 3.2 Características del suelo y evaluación de la erosión | 18 |
| 3.3 La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo | 19 |
| 3.4 Los factores de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo | 20 |
| 3.4.1 Factor R: Erosividad de la lluvia | 21 |
| 3.4.2 Factor K: erodabilidad del suelo. | 22 |
| 3.4.3 Factor Topográfico, LS: longitud y gradiente de pendiente | 22 |
| 3.4.4 Factor C: Uso de Suelo | 23 |
| 4 Objetivos e Hipótesis | 25 |
| 4.1 Objetivo General | 25 |
| 4.1.1 Objetivos Particulares | 25 |
| 4.2 Hipótesis | 25 |
| 5. Descripción de la zona de estudio | 26 |
| 5.1 Localización de la zona de estudio | 26 |
| 5.2 Clima | 26 |
| 5.3 Geología | 26 |
| 5.4 Topografía | 29 |
| 5.5 Hidrología | 32 |
| 5.6 Suelos | 32 |
| 5.7 Usos de Suelo | 35 |
| 6. Metodología | 39 |
| 6.1 Trabajo preliminar | 39 |
| 6.2 Trabajo de campo | 40 |
| 6.3 La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo | 40 |
| 6.3.1 Factor R | 40 |
| 6.3.2 Factor K | 40 |
| 6.4 Modificaciones a la EUPS | 40 |
| 6.4.1 El factor LS | 40 |

| Contenido | pág. |
|--|------|
| 6.4.2 Factor C | 42 |
| 6.5 Factor P: Prácticas de conservación desuelo..... | 42 |
| 6.6 Análisis estadístico | 43 |
| 6.7 Clasificación | 43 |
| 7. Resultados y Discusión | 44 |
| 7.1 Región de El Bajío | 44 |
| 7.1.1 Los factores de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo | 44 |
| 7.1.1.a. Factor R: Erosividad de la lluvia | 44 |
| 7.1.1.b. Factor K: Erodabilidad del suelo | 44 |
| 7.1.1.c. Factor topográfico: LS | 46 |
| 7.1.1.d. Factor C: Uso de suelo | 47 |
| 7.1.1.e. Factor P: Prácticas de conservación del suelo | 48 |
| 7.1.2 La erosión en la región de El Bajío en la Subcuenca del Río Guanajuato | 48 |
| 7.2 La región de la Sierra de Guanajuato | 50 |
| 7.2.1 Los factores de la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo | 50 |
| 7.2.1.a. Factor R: Erosividad de la lluvia | 50 |
| 7.2.1.b. Factor K: Erodabilidad del suelo | 50 |
| 7.2.1.b.1 Región de Matorral | 52 |
| 7.2.1.b.2 Región de Pastizal | 53 |
| 7.2.1.b.3 Región Agrícola | 55 |
| 7.2.1.c. Factor LS: Longitud e Inclinación de la Pendiente..... | 56 |
| 7.2.1.c.1 Región Forestal | 56 |
| 7.2.1.c.2 Región de Matorral | 57 |
| 7.2.1.c.3 Región de Pastizal | 59 |
| 7.2.1.c.4 Región Agrícola | 60 |
| 7.2.1.d. Factor C: Uso del suelo | 61 |
| 7.2.1.e. factor P: Prácticas de conservación del suelo | 62 |
| 7.3 La erosión del suelo en la región de la Sierra de Guanajuato | 62 |
| 7.3.1 Las zonas forestales de la Sierra de Guanajuato | 62 |
| 7.3.2 Las zonas de matorral de la Sierra de Guanajuato | 64 |
| 7.3.3 Los pastizales de la Sierra de Guanajuato | 65 |
| 7.3.4 Las zonas agrícolas de la Sierra de Guanajuato | 66 |
| 7.4 Análisis Estadístico | 67 |
| 8. Conclusiones | 69 |

| Contenido | pág. |
|---|------|
| Bibliografía | 71 |
| Anexo 1. Resultados de los factores de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo..... | 76 |
| Apéndice 1. Nomograma para el cálculo del factor K | 101 |
| Apéndice 2. Gráfica para la determinación del factor LS | 102 |
| Apéndice 3. Tablas de valores del factor C | 103 |

2. CONTENIDO DE TABLAS

| Tabla | Pág |
|---|-----|
| 1. Factor K, erodabilidad del suelo en la Región de El Bajío | 46 |
| 2. Factor LS: Longitud e inclinación de la pendiente en la Región de El Bajío | 47 |
| 3. Factor K en la Región Forestal de la Sierra de Guanajuato | 52 |
| 4. Factor K en la Región de Matorral de la Sierra de Guanajuato | 54 |
| 5. Factor K en la Región de Pastizal de la Sierra de Guanajuato | 55 |
| 6. Factor K en la Región Agrícola de la Sierra de Guanajuato | 57 |
| 7. Factor LS en la Región Forestal de la Sierra de Guanajuato | 58 |
| 8. Factor LS en la Región de Matorral de la Sierra de Guanajuato | 59 |
| 9. Factor LS en la Región de Pastizal de la Sierra de Guanajuato | 60 |
| 10. Factor LS en la Región Agrícola de la Sierra de Guanajuato | 62 |

3. CONTENIDO DE MAPAS

| Mapa | pág. |
|---|-----------|
| 1. Clima (Precipitación) | 28 |
| 2. Geología | 30 |
| 3. Topografía | 31 |
| 4. Sistema hidrológico La Llave-Silao-Guanajuato | 33 |
| 5. Hidrología | 34 |
| 6. Suelos | 36 |
| 7. Uso de Suelo | 38 |
| 8. Ubicación de sitios de muestreo | 41 |
| 9. Erosión en la Subcuenca del Río Guanajuato | 51 |

4. CONTENIDO DE FIGURA

| Figura | pág. |
|--|------|
| 1. Grados de erosión en la República Mexicana | 6 |
| 2. Mapa de erosión en algunos municipios del Estado de Guanajuato | 9 |
| 3. Distribución de los tipos de degradación del Estado de Guanajuato: Irapuato, Silao y Guanajuato | 10 |
| 4. Localización del área de estudio | 27 |
| 5. Factor C en la Región de El Bajío | 48 |
| 6. La erosión en la Región de El Bajío..... | 50 |
| 7. Erosión en la región forestal de la Sierra de Guanajuato | 64 |
| 8. Erosión en la Región de matorral de la Sierra de Guanajuato | 65 |
| 9. Erosión en la Región de Pastizal de la Sierra de Guanajuato | 67 |
| 10. Erosión en la Región Agrícola de la Sierr de Guanajuato | 68 |

RESUMEN.

Este estudio tiene por objeto clasificar, evaluar y regionalizar la pérdida de suelo en la subcuenca del Río Guanajuato, así como identificar los factores que actúan en el proceso. Para la evaluación de la erosión se usó la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo compuesta por cinco factores: R, erosividad de la lluvia; K, erodabilidad del suelo; LS, longitud e inclinación de la pendiente; C, uso de suelo; P, prácticas de conservación de suelo. Para el primer factor se usaron los últimos 12 años de precipitación mensual, asimismo se utilizó el índice de Fournier para determinar los valores del factor R. El factor K se evaluó por medio de la estructura (en campo), materia orgánica, permeabilidad y textura (arena media, arena gruesa y limo); utilizando el Nomograma de Weischmeier (1971), se le asignaron valores a este factor K. El factor topográfico, LS, se calculó con el mapa topográfico de la zona, se digitizaron curvas de nivel y se generó un Modelo Digital de Terreno determinándose las pendientes; la longitud fue calculada por métodos tradicionales. El factor C (uso de suelo) fue calculado para la zona de El Bajío, por medio de tablas propuestas por Weischmeier; en cuanto a la Sierra de Guanajuato, se usó una metodología propuesta por Dismeyer y Foster (1981) que propone el conteo de por ciento de superficie de suelo de cada uso: forestal, matorral, pastizal y agrícola, cada uno de estos actúa como un subfactor que se expresa en valores que van desde cero hasta uno, donde el valor mínimo se otorga a ecosistemas no alterados y el valor máximo, a aquellas situaciones en las que el ecosistema presenta la alteración máxima. Con los valores obtenidos se hizo un análisis estadístico. Haciendo uso del programa ILWIS, se obtuvo también un mapa de erosión de la Subcuenca del Río Guanajuato.

La zona de estudio se localiza en el centro del Estado de Guanajuato, ocupando parte de los municipios de Irapuato, Pueblo Nuevo, Guanajuato y Silao, con una superficie de 103 255 ha. Topográficamente se distinguen dos zonas: la región de El Bajío con pendientes menores de 10 % y la Sierra de Guanajuato, en donde las pendientes oscilan desde 15% hasta 47 %. Los suelos que se presentan en la región de El Bajío son Vertisol pélico y Feozem háplico; en la Sierra de Guanajuato, los que ocupan una mayor superficie son Feozem háplico, lúvico y calcárico, se presenta también Cambisol eútrico, Luvisol órtico y Castañozem lúvico. En cuanto al uso de suelo en la región de El Bajío, la mayor superficie está ocupada por agricultura de riego; en la Sierra de Guanajuato se presentan pequeñas regiones de agricultura de temporal, así como grandes superficies de matorral, pastizal y pequeñas regiones forestales.

En cuanto a los resultados obtenidos, ellos muestran que, en la zona de El Bajío, la erosión es menor de 10 ton considerada no significativa por FAO. En la región de Aldama y Silao, donde las pendientes oscilan entre 15% y 20 %, la erosión va de moderada a alta, es decir, mayor de 10 hasta 200 ton en algunas regiones. En la zona de mayor inclinación presenta pérdidas de suelo mayores de 200 ton y pendientes superiores a 40 %.

La metodología del factor C provee de una determinación más real de la influencia de la vegetación en la pérdida de suelo ya que con la obtención de los subfactores es posible de adaptar a las condiciones de nuestro país, pero es necesario aplicarla en otros ambientes para analizar su comportamiento así como proponer las modificaciones necesarias para aplicarla en México.

La erosión en esta última zona se convirtió en un problema, cuando los bosques (principalmente de encino) empezaron a talarse, quedando el suelo desprovisto de vegetación, la lluvia disgregó un suelo que presentaba una estructura débil, transportándolo por escorrentía hacia las partes más bajas; en este proceso fue muy importante la inclinación de la pendiente, ya que la Sierra de Guanajuato presenta fuertes variaciones, desde 15 % hasta 47%. En cuanto a la región de El Bajío, debido a que presenta una altitud menor (1700 y 1800 m) y es casi plana, puede considerarse más que una zona erosión una zona de depositación.

1. INTRODUCCIÓN

Cuando el hombre se volvió sedentario, se inició la transformación de los paisajes naturales en tierras de cultivo; posteriormente, el crecimiento de la población provocó una mayor demanda de alimentos y con ella, la necesidad de una mayor superficie agrícola; por lo tanto, el continuo incremento demográfico produjo la transformación de los paisajes naturales.

Estimulada por el crecimiento de la población, la demanda mundial por alimentos aumenta año con año; esta demanda se expande continuamente de manera inexorable, traduciéndose en una sobreexplotación de la tierra y, por consiguiente, produciéndose una erosión acelerada. Asimismo, el desarrollo económico ha originado de manera directa más presión en el uso de los recursos naturales.

Aunque la erosión del suelo es un proceso natural y es tan antiguo como la tierra misma, el hombre ha incrementado la erosión a tal punto que excede con mucho, la formación natural de un suelo nuevo. Como la demanda de alimento se ha incrementado, el hombre está destruyendo más aceleradamente el suelo.

La erosión del suelo es un proceso físico, pero con consecuencias sociales y económicas: cuando un suelo se erosiona, su productividad se torna más crítica. En sociedades agrícolas, el deterioro de este recurso natural, hace declinar el ingreso por persona y en el ecosistema la erosión conduce a la pérdida de la flora y la fauna, afectando directamente al ciclo hidrológico. También se modifica drásticamente la captación y el movimiento superficial de las corrientes hídricas, así como el almacenamiento de grandes volúmenes de agua, a través de las presas y la extracción del preciado líquido de los acuíferos subterráneos. Por otro lado, resulta lógico suponer que la afectación del ciclo hidrológico sobre áreas extensas, provoca ciertos cambios climáticos a escala local y regional; tan sólo la remoción de grandes masas de vegetación significa un cambio en la humedad del ambiente, al disminuir los fenómenos de evapotranspiración de las plantas. La consecuencia más evidente de la remoción de la cubierta vegetal y de la alteración del ciclo hidrológico es, sin duda alguna, la pérdida de suelo. El problema se agrava cuando se realizan actividades agropecuarias y forestales, como es el caso de cultivos en pendientes sin medidas preventivas, la denudación total de las superficies agrícolas de temporal en la época de secas, la tala excesiva de especies forestales y el sobrepastoreo; a esto se suman los efectos de otros factores como son el viento y la lluvia misma; todo ello da lugar a fenómenos de sedimentación y azolve en las partes bajas y erosión en las regiones altas de las cuencas (Toledo y González, 1990).

Algunas de las principales actividades forestales que degradan al ambiente son: la disminución de la cubierta vegetal que puede promover la pérdida de suelo; el arrastre de trozas y uso de maquinaria pesada que provoca la compactación del suelo; el derribo y arrastre de árboles que provocan daños a la vegetación residual, promoviendo la incidencia de plagas y enfermedades; el manejo forestal inapropiado, que conduce a

la transformación de áreas boscosas en tierras improductivas y a la apertura de caminos y brechas que promueven movimientos masivos de tierra (Capó y Sánchez, 1991).

1.1 La Erosión en el mundo

En cuanto al avance de la erosión en el mundo, Ambroggi (1980) considera que la superficie arable, es de 1,400 millones de hectáreas; Tolba (1983) estima que 21 millones de hectáreas se degradan cada año con una pérdida anual de 25 millones de toneladas de suelo superficial, que representan los mejores niveles de fertilidad. Otra fuente de información, estima que en países en vías de desarrollo, las pérdidas anuales de suelo no agrícola varían de 5 a 7 millones de hectáreas (Anaya, 1986).

La erosión no sólo sucede en los países pobres. Un ejemplo son los Estados Unidos, en donde se reportan 3.6 millones de toneladas métricas de suelo erodado; se estima que cerca de la mitad de esta cantidad aparece como sedimento en mar abierto. Las fuentes de este sedimento se estiman de la siguiente manera: 50% son de tierras agrícolas y ganaderas, 30% de erosión geológica, 5 a 10% de tierras públicas, 10 a 15% de carreteras, minas, áreas de urbanización y otros suelos removidos por actividades de construcción (Donahue et al., 1988).

Figuroa (1991) muestra los siguientes datos sobre erosión en algunos países:

| PAISES | EROSION EN SUELO | |
|--------------|--------------------------|-------------|
| | DESNUDO | CULTIVADO |
| | (kg/m ² /año) | |
| CHINA | 28.0 - 36.0 | 15.0 - 20.0 |
| E.U.A. | 0.40 - 9.0 | 0.50 - 17.0 |
| C. DE MARFIL | 1.00 - 75.0 | 0.01 - 9.0 |
| NIGERIA | 0.30 - 15.0 | 0.01 - 3.5 |
| INDIA | 1.00 - 2.0 | 0.03 - 2.0 |
| BELGICA | 0.70 - 8.2 | 0.30 - 3.0 |

En lo que a América Latina se refiere: 83% (11.9 millones de hectáreas) de las tierras agrícolas de temporal presentan erosión en diversos grados; de las zonas de pastizal, el 83% (319.4 millones de ha) presentan problemas de sobrepastoreo. De los recursos forestales, se estima para América Latina que, de una superficie forestal de 550 millones de ha en 1975, ésta se reducirá a 330 millones de ha en el año 2,000 (Dregne, 1982).

La tasa de deforestación se ha acelerado en las últimas décadas, en especial en los ecosistemas forestales tropicales. En Latinoamérica se presentan las tasas de deforestación más elevadas de todo el planeta; éstas se asocian con un aumento de la población y su necesidad por cambiar el uso de suelo, a cultivos agrícolas y pastizales (Vargas, 1991).

1.2 La Erosión en México

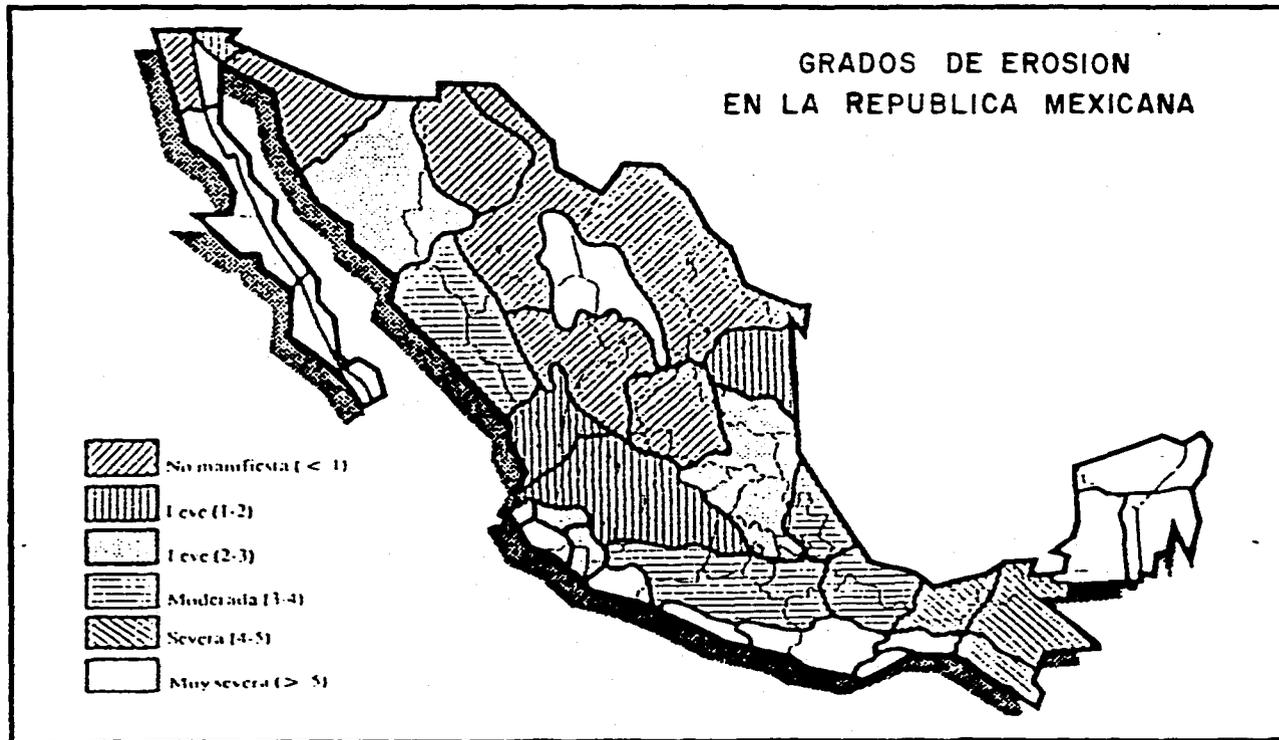
En nuestro país, el problema de la erosión ha sido subestimado, sobre todo en las regiones cuyas condiciones climáticas naturales permiten un desarrollo de la vegetación a las que se les atribuye la capacidad de mantener altos niveles de producción agrícola; es entonces cuando las necesidades alimenticias arrazan a las zonas naturales para convertirlas en sistemas agrícolas, provocando la pérdida de suelo. Lo anterior trae como consecuencia la alteración ecológica de la parte afectada, traduciéndose en un abatimiento de la productividad, disminución de la producción neta, pérdida de grandes extensiones de terreno con capacidad agrícola, ganadera, etc. (INIREB, 1984).

La Comisión Nacional de Ecología (1988), estima que en el país el promedio anual de pérdida de suelo es de 2,754 ton /ha que, al ser arrastradas por el agua, originan la formación de 535 millones de toneladas de sedimento, de los cuales 60 % se descargan en los océanos y 31% se depositan en presas y embalses naturales, lo que reduce en 151 millones de m³ su capacidad. Agrega que, según la SARH, 154 millones de ha están sujetas a diversos grados de erosión, cifra que representa el 78% del territorio nacional.

El Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente (1990-1994) determinó la prioridad de evaluación de 31 cuencas hidrológicas; una de ellas, la Cuenca Lerma-Chapala (dentro de la que se localiza la subcuenca del Río Guanajuato) ha recibido durante los últimos años, grandes cantidades de aguas residuales que han afectado drásticamente su calidad. Debido a la importancia de esta cuenca y los problemas de contaminación que padece, se estableció un acuerdo de coordinación entre el Gobierno Federal y los Ejecutivos de los Estados de México, Michoacán, Querétaro, Guanajuato y Jalisco con el objeto de llevar a cabo un programa conjunto de saneamiento y ordenamiento hidráulico (Diario Oficial, 1990).

En la República Mexicana, Martínez y Fernández (1983), estimaron la variación espacial de la erosión a través del cálculo de la relación entre la producción media de sedimentos y el área de drenaje de las diferentes subregiones hidrológicas del país; a esta relación la denominaron degradación específica que varía entre 0.169 y 7.43 ton/ha/año. Usando estas cifras de degradación específica, dividieron al país en seis grupos que variaron de menos de una a más de 5 ton/ha/año (Fig. 1). Las regiones hidrológicas que presentan las máximas degradaciones son:

- Costa de Jalisco; Costa Grande y Costa Chica, Guerrero; Río Verde, San Luis Potosí y Costa de Oaxaca; estas zonas presentan un clima tropical, con alta temperatura y precipitación, condiciones que hacen a los ecosistemas más vulnerables a los procesos de erosión-sedimentación.



**FIG. 1.-EROSION DETERMINADA A TRAVES DE LA DEGRADACION ESPECIFICA
(Fuente - Martínez y Fernández, 1983)**

- Costa de Chiapas, Coatzacoalcos, Veracruz y el sistema Grijalba-Usumacinta; presentan una degradación severa, de 4 a 5 ton/ha/año y un alto potencial de escurrimiento a nivel superficial debido al mal manejo de la vegetación, propiciándose una erosión acelerada.

- Sinaloa, Río Balsas, Guerrero-Michoacán; Tuxpan-Nautla y Papaloapan, Veracruz; se agrupan con una degradación específica del orden de 3 a 4 ton/ha/año, que se asocia a vegetaciones de tipo semiseco y tropical.

- Río Colorado, Baja California; Presidio-San Pedro, Lerma-Santiago, San Fernando-Soto La Marina, Pánuco, Tamaulipas; Sonora Sur, Ameca, Armeria-Coahuayana y Tehuantepec, Oaxaca; presentan una degradación específica entre 1 y 3 ton/ha/año.

Toledo y González, (1992) afirman que un "significativo porcentaje de nuestro territorio presenta de 10 a 30% de superficie severamente erosionada, mientras que las áreas que no presentan erosión o bien que ésta es poco considerable, constituye menos del 35% del país".

1.3 La Erosión en el Estado de Guanajuato

A nivel estatal, la SARH (1979) elaboró el "Inventario de Áreas Erosionadas en el Estado de Guanajuato". Este inventario muestra los datos que reportan las diferentes instituciones sobre áreas afectadas por la erosión en el Estado de Guanajuato:

Cartografía Sinóptica, señala una superficie erosionada de 61,861 ha equivalente al 2.02% a escala 1:500 000. Comisión del Plan Nacional Hidráulico, a escala 1:1,000,000, muestra un total de 8,700 ha con riesgo de erosión, de las cuales 2,500 muestran un alto riesgo; 1,500 con característica moderada y 4,700 en las que la clasificación de erosión es baja (estos datos se reportan en la región oeste del Estado correspondiente al 0.20% del total del área).

Dirección de Estudios del Territorio Nacional, en una escala de 1:50,000, muestra un 6.31% del área afectada por la erosión en diferentes grados, de ésta, el 4.41% que equivale a 134,690 ha, requieren control inmediato y el 1.9% equivalente a 58,190 ha demandan medidas preventivas.

Dirección General de Conservación del Suelo y Agua (1962), escala 1:500,000, muestra un 9% equivalente a 275 ha, que no presentan erosión; un 10% equivalente a 305,750 ha con erosión incipiente; un 14% equivalente a 428,050 ha, con erosión moderada y un 43% equivalente a 1,314,725 ha con erosión acelerada. El Estado de Guanajuato tiene un área total de 3,057,500 ha. La elaboración de este inventario tiene como base las imágenes de satélite y fotografías aéreas en blanco y negro, escala 1:50,000. El trabajo concluye con un mapa que muestra, de manera general, las regiones del Estado con diversos grados de erosión. En lo que corresponde a El Bajío, la parte central presenta una erosión moderada, es decir, que ha perdido del 25 al 75% de la capa superficial del suelo, incluye un 10% de superficie total con grado de erosión

severa; la porción este y oeste muestran una pérdida menor al 25% de la capa del suelo superficial, (SARH, 1979),(Fig. 2).

Posteriormente, en 1981, SAHOP elaboró los Ecoplanes Municipales, que son evaluaciones de la degradación de suelos y agua a nivel municipal. Se reportaron para los municipios de Silao, Irapuato y Guanajuato problemas de contaminación de suelo y agua, causados por el uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas, la mala disposición de los desechos sólidos y las actividades industriales; en el Municipio de Irapuato se reportan problemas de contaminación atmosférica por las actividades industriales; en el Municipio de Guanajuato reportan la tala inmoderada del bosque. La madera obtenida en la deforestación se usó, sobre todo en la época colonial, para sostener los túneles de las minas; desde entonces y, de manera constante, se ha empleado como leña a nivel doméstico. Como consecuencia de esta deforestación, la zona presenta problemas de erosión, así como el azolve de las presas que abastecen a la ciudad de Guanajuato; en este mismo municipio se reporta la contaminación de corrientes hídricas por aguas residuales. En el Municipio de Silao existe el crecimiento de la mancha urbana hacia suelos de alta productividad agrícola, contaminación de cursos, cuerpos de agua y de mantos freáticos; contaminación del suelo por el uso de fertilizantes y plaguicidas además de erosión (Figura 3).

En 1985, SEDUE elaboró un proyecto piloto de regionalización en el Estado de Guanajuato; entre los resultados determinó que en los Municipios de Pueblo Nuevo e Irapuato es probable que se presenten problemas de salinización en los suelos; aclara que también se presentan cuerpos de agua rodeados por zonas erosionadas. En los municipios de Silao y Guanajuato reporta una degradación severa de la cubierta vegetal y hace énfasis en este problema cuando dice: "todos los sistemas terrestres de Guanajuato presentan cierto grado de degradación y es probable que en este Estado se concentre la mayor superficie erosionada del país". Dentro de este reporte incluye los resultados de erosión obtenidos por métodos cartográficos:

Erosión severa muy evidente; se presenta en parte de los municipios de Silao, Guanajuato, Irapuato, Salamanca, Santa Cruz Juventino Rosas, Celaya, Comonfort, Allende y Dolores Hidalgo. Agrega que el área presenta una degradación de la cobertura vegetal muy severa.

Erosión severa evidente; comprende parte de los municipios de Guanajuato, Dolores Hidalgo, Allende, Salamanca y Juventino Rosas.

Erosión Severa No Evidente; cubre menos del 10% de la superficie, comprende parte de los municipios de Abasolo, Pénjamo, Huanímaro, Irapuato, Pueblo Nuevo, Salamanca, Romita, Valle de Santiago, Jaral de Progreso, Yuriria, Silao, Guanajuato, Salvatierra, Cortazar, Villagrán, Apaseo el Alto, Apaseo el Grande, Santa Cruz Juventino Rosas y Celaya. En esta zona domina la agricultura de riego.

Lo expuesto anteriormente muestra la necesidad de estudiar el proceso de erosión, no sólo como un problema físico del medio ambiente, sino como un problema socioeconómico, que requiere la búsqueda de alternativas que permitan a un mismo tiempo, recuperar ese recurso natural sin afectar el desarrollo socioeconómico de la región estudiada.

EROSION EN LA SUBCUENCA DEL RIO GUANAJUATO

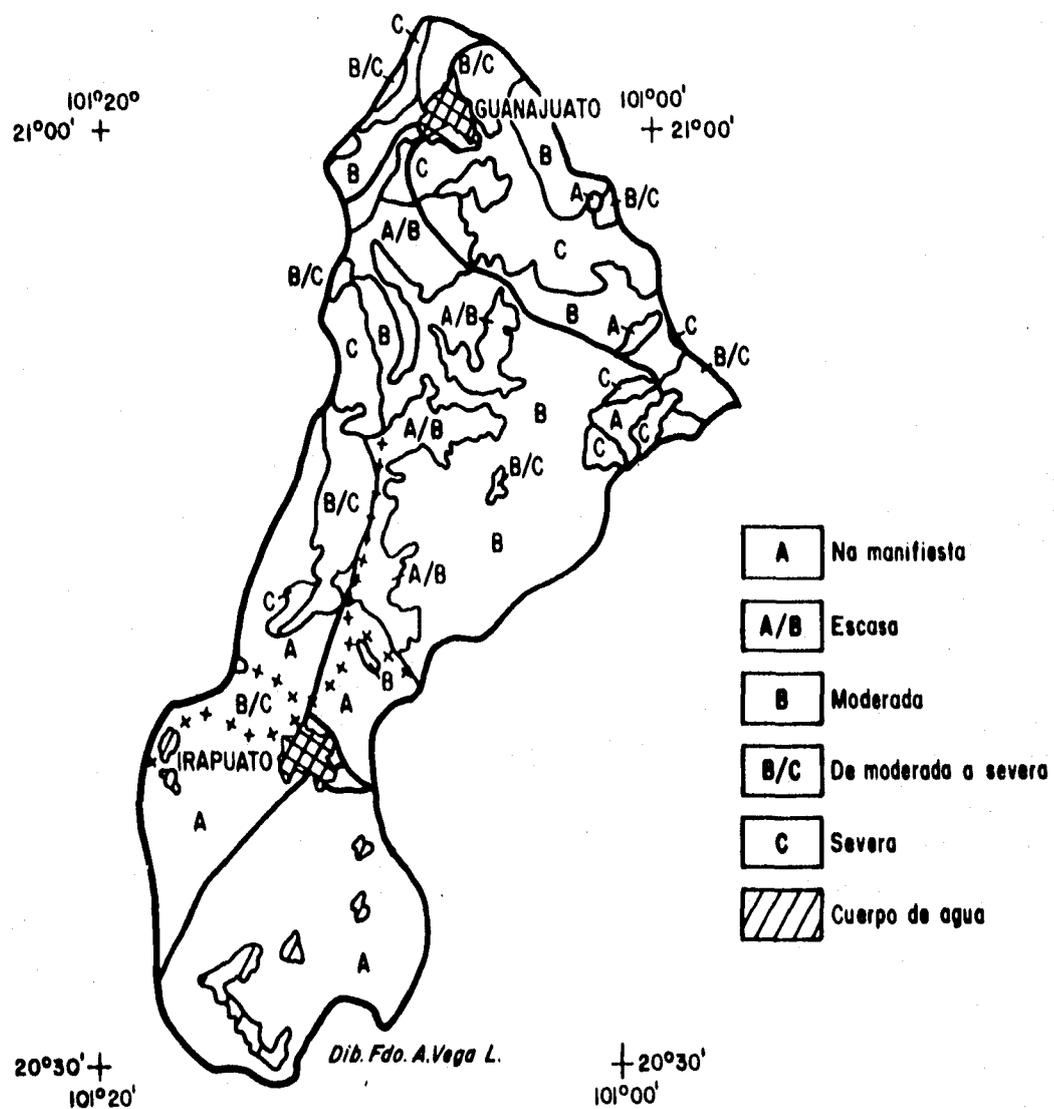


Fig. 2

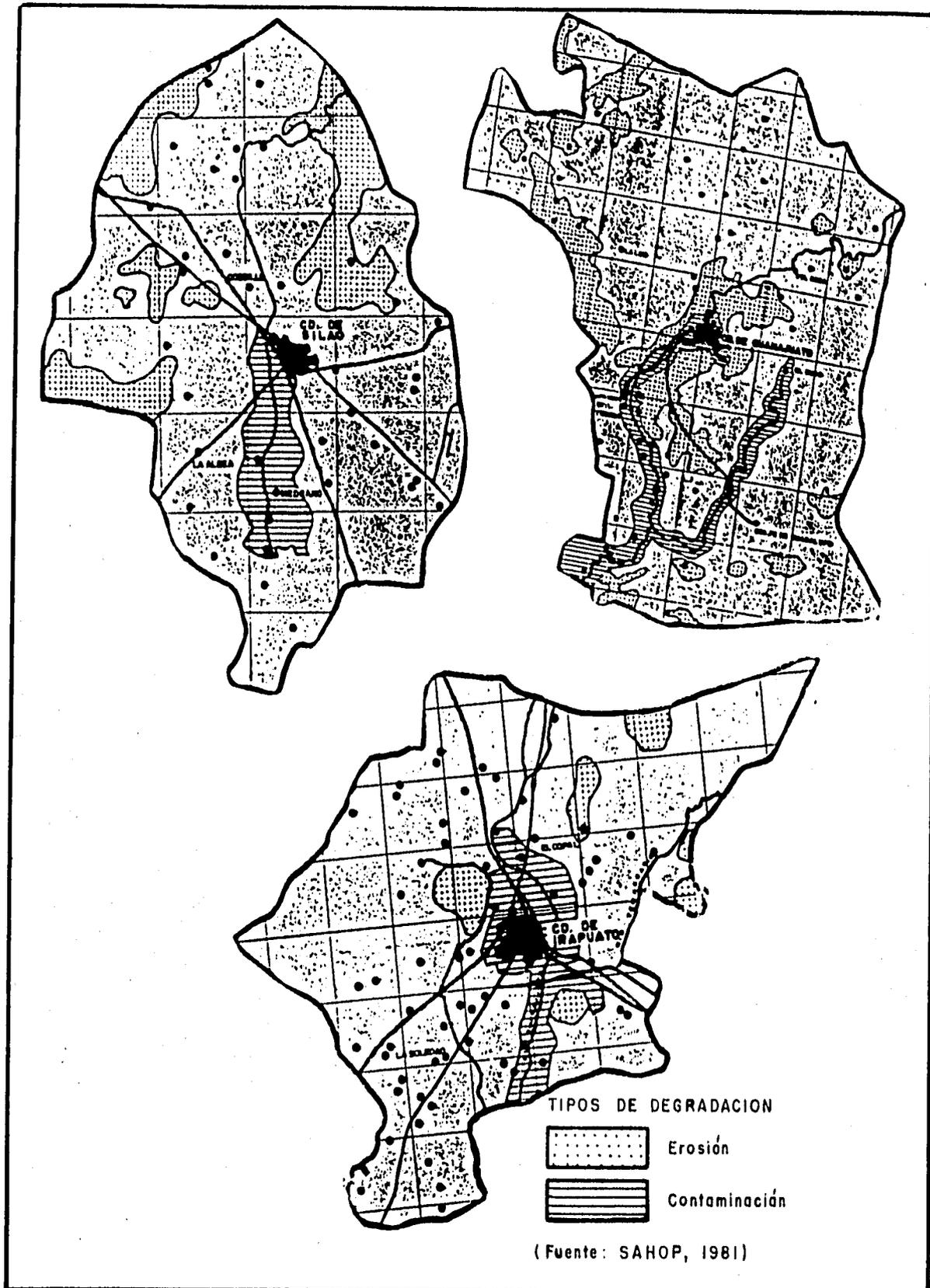


FIG. 3.- DISTRIBUCION DE LOS TIPOS DE DEGRADACION EN TRES MUNICIPIOS DEL ESTADO DE GUANAJUATO: IRAPUATO, SILAO Y GUANAJUATO

1.4 Erosión, fertilidad y productividad

Cuando la erosión excede la velocidad de formación de nuevos suelos, la capa superficial disminuye su grosor, incluso puede desaparecer por completo. En el momento que el suelo superficial se pierde, el subsuelo se transforma en la capa arable, reduciendo la aireación y materia orgánica del suelo, afectando adversamente otras características como la estructura ideal para el crecimiento de las plantas. Este deterioro de la estructura generalmente es acompañado por una reducción en la capacidad de retención de nutrientes que, además, abate la productividad. Por otro lado, los fertilizantes químicos con frecuencia son usados para compensar la pérdida de nutrientes, pero el deterioro de la estructura del suelo que pueden causar, es difícil de remediar. A través del tiempo, se han hecho innumerables investigaciones tendientes a establecer los efectos de la erosión en la productividad de los suelos (Lal y Pierce, 1991).

Las investigaciones sobre erosión en las décadas de los 30 y 40 establecieron una relación inversa entre el rendimiento y la profundidad de la capa superficial. Estos trabajos iniciales fueron planteados para proveer suficientes evidencias de los efectos adversos de la erosión del suelo en las cosechas de los cultivos. Estos aspectos de la investigación de la erosión fueron retomados a principios de los 50's; en ese entonces se hizo especial énfasis en las causas y grados de erosión, así como en las técnicas para su control.

Trabajos que se realizaron desde los 50's a los 70's continuaron añadiendo evidencias acerca de los efectos desastrosos de la erosión (Idem).

Como ejemplo de estas tendencias, Hudson y Jackson (1959) midieron pérdidas de nutrientes en Zimbabwe en los 50, reportando concentraciones de nutrientes en suelos erodados de 1.35 a 5.65 veces más que en el material parental. Muestra, también, cantidades significativas de materia orgánica debido a la importancia de los nutrientes del suelo, capacidad de retención de humedad, capacidad de intercambio catiónico y la estructura (Tagwira, 1992).

Mokma y Sietz (1992) llevaron a cabo un trabajo para comparar propiedades del suelo con grados de erosión ligera, moderada y severa y determinar así, los efectos de la erosión; en rendimientos de maíz encontraron que el espesor del solum decreció de 135 a 56 cm; se incrementó el contenido de arcilla, densidad aparente, pH, capacidad de intercambio catiónico del horizonte Ap; mientras que, decreció el carbono orgánico. El promedio de cosecha de maíz para las tierras severamente erosionadas fueron 21% menores con respecto a los suelos menos erosionados promediados durante un período de 5 años.

Hudson y Jackson (1959) llevaron a cabo un trabajo en donde redujeron el escurrimiento de 271 mm a 21 mm, introduciendo en el suelo una cubierta metálica; esto hizo aumentar la infiltración a través del suelo y, consecuentemente, hacia los niveles freáticos. El exceso de escurrimiento puede ser útil en el abastecimiento de presas y ríos; sin embargo, en Zimbabwe existe el problema de que la mayor parte de las presas y ríos están azolvados, reduciendo de esta manera la capacidad de almacenamiento. Una evaluación de 132 presas demostró que el 16% estaban azolvadas y más de la mitad estaban azolvadas al 50%. La enormidad del problema es que las presas fueron construidas hace apenas 30 o 50 años (Tagwira, 1992).

2. CONCEPTO DE CUENCA Y SUBCUENCA COMO UNIDAD DE ESTUDIO

La cuenca se define como una porción de tierra firme con un sistema de laderas y corrientes fluviales o hidrológicas; está delimitada por divisorias desde las cuales escurren aguas superficiales o subterráneas hacia un río principal. La cabecera de una cuenca fluvial montañosa presenta un canal con afluentes pequeños (Hubp, 1989).

Existen cuencas hidrológicas y cuencas hidrográficas; las primeras son una parte del territorio cuyas aguas fluyen hacia un mismo curso de agua; la segunda, la cuenca hidrográfica, es un sistema de cuencas hidrológicas ya que una cuenca pequeña desagua en un riachuelo que forma parte de una cuenca mayor, que a su vez está integrada en otra más grande aún, hasta que todas ellas sumadas, pueden constituir una cuenca fluvial importante. Las cuencas hidrológicas que se encuentran siempre dentro de las cuencas hidrográficas, también se llaman subcuencas, ya que comprende el área de una corriente determinada, de manera que cada corriente, aún la cañada más pequeña, tiene su propia cuenca de drenaje, cuya forma difiere de una corriente a otra con frecuencia, con forma característica de una pera de cuyo extremo angosto emerge la corriente principal (Hubp, 1991 y FAO, 1983).

Una cuenca terrestre también es una región natural intercontinental que se caracteriza por tres niveles:

- zonas bajas de carácter receptor
- zonas intermedias de carácter normal
- zonas altas de carácter donador cuyo límite superior es el parteaguas.

Uno de los primeros científicos que evaluó las dimensiones de la erosión del suelo a nivel mundial fue el geólogo Judson, quién estimó en 1968 que la cantidad de sedimentos acarreados por los ríos hacia los océanos se incrementó de 9 billones de toneladas por año, después de introducir agricultura, pastizales y otras actividades, a 24 billones de toneladas por año. Este autor observa: "el problema es que las actividades humanas incrementan los rangos de erosión, sobre todo cuando el uso de suelo es la agricultura; entonces, el acarreo de suelos es mucho mayor que en regiones de pastizal o forestales". Concluyó que las actividades humanas son un factor altamente significativo en el flujo del suelo hacia los océanos (Lester and Wolf, 1984).

La cuenca como unidad de estudio y de manejo, es un espacio geográfico cuyos aportes hídricos naturales son alimentados exclusivamente por las precipitaciones y cuyos excedentes en agua o en materia sólida transportada por el agua forman, en un punto espacial único, una desembocadura o salida (Llamas, 1986). Al respecto, FAO (1983) agrega que, la única zona natural que puede definirse como unidad de estudio, es la cuenca hidrográfica, porque permite observar todas las consecuencias de la escorrenia en una zona determinada.

La cuenca hidrográfica puede ser una unidad de estudio porque, al igual que un ecosistema, presenta componentes bióticos y abióticos que están íntimamente relacionados por procesos naturales que también son parte del ecosistema; por ejemplo, absorción de nutrientes por las plantas, polinización, dispersión de semillas, fijación de energía por las plantas, intemperización de la roca madre, etc. Como todo ecosistema, presenta también flujos de energía, agua y nutrientes por lo que, los eventos que ocurren en un lugar y en un momento, tienen efecto sobre otros espacios físicos y temporales, como sucede con los cambios en la cobertura vegetal de una selva, que producen diferencias en el arrastre de partículas minerales, incrementando la erosión y afectando, por fenómenos de azolve, a ríos y lagunas costeras que están bajo la influencia hidrológica de esas selvas. La pérdida de partículas minerales del suelo de esta selva repercutirá sobre la fertilidad del suelo, su capacidad de retención de agua y de sostenimiento de micorrizas, afectando así el proceso sucesional que ocurrirá en el futuro y que determinará el tipo de vegetación que se podrá establecer en el mismo espacio físico años después (Sarukhán y Mass, 1990).

Las ventajas de usar el concepto de cuenca hidrográfica son: se considera como la unidad hidrogeográfica fundamental que se puede tomar desde el punto de vista físico-biológico, lo mismo que como unidad sociopolítica; su carácter es más general en el aspecto del contenido geográfico; determina la unidad espacial natural con delimitación superficial perfectamente definida, que incluye a todos los elementos naturales y culturales del interior de la cuenca; se puede elegir cuál es el punto de salida de la misma para el cauce principal; esto es, no hay restricciones para incluirla dentro de un territorio de dimensiones forzosas, lo que permite elegir la extensión más adecuada para el análisis de recursos; aunque se elija una cuenca grande y muy erosionada para los trabajos de recuperación, éstos se podrán llevar a cabo gradualmente, habilitando una subcuenca después de otra. La labor se puede dividir en varios años, según la disponibilidad de fondos y de personal capacitado (FAO, 1983 y López, 1988).

El concepto de cuenca hidrográfica como unidad de estudio y de manejo no es reciente. Tiempo atrás, las cuencas han sido utilizadas para la captación y almacenamiento de aguas. En la década de los 20's en los Estados Unidos, tomando como base el concepto de cuencas hidrográficas, se iniciaron estudios sobre el manejo de bosques, control de erosión y escurrimientos (Gaskin *et al.*, 1984). A partir de la década de los 60,s, se incorporaron los conceptos ecológicos en los trabajos de las cuencas (Crossley y Swank, 1983).

La primera institución en México en tomar en cuenta la definición de cuenca hidrológica, fue la Comisión Nacional de Irrigación a principios de los 20 y, desde entonces, sus trabajos se han basado en los conceptos de cuencas hidrológicas. A partir de esa época, diversas instituciones nacionales han venido desarrollando estudios ecológicos en cuencas hidrológicas tomando como base, entre otras cosas, los flujos de agua y nutrientes (Bormann, 1968).

Desde el punto de vista de degradación ambiental existen muchos estudios. Un trabajo interesante es el que publicaron Toledo y González (1990) y colaboradores, en donde mostraron un panorama global de los

problemas ecológicos que sufre la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos, Ver.; analizan las causas de la degradación ambiental y se establecen una serie de medidas para contrarrestar la problemática ambiental.

Hernández y colaboradores (1994), tomaron como unidad de estudio, al Distrito de Riego 063 en el Estado de Hidalgo, para hacer una evaluación de la degradación de los suelos por efecto del riego con aguas negras procedentes de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México; en cierta manera, este distrito de riego funciona como una cuenca hidrológica, al captar todas las aguas residuales de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México que son usadas para el riego de aproximadamente 100, 000 ha.

Desde 1990 en el Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente se han efectuado estudios con estos temas y se ha encontrado que, las 31 cuencas más importantes del país reciben el 91 % de la materia orgánica generada en todo el territorio. La importancia de las cuencas se determinó de acuerdo a la superficie, el volumen de escurrimiento medio anual, el área bajo riego, el valor económico, la población aledaña, los municipios circundantes y las descargas de aguas residuales. Dichas cuencas son: Pánuco, Lerma-Santiago, San Juan, Balsas, Blanco, Papaloapan, Culiacán, Coatzacoalcos, Fuerte, Jamapa, La Antigua, Guayalejo, Grijalva, Nazas, Coahuayana, Armería, Ameca, Conchos, Tijuana, Tehuantepec, Salado, Colorado, Bravo, Yaqui, Nautla, Sonora, San Pedro, Laguna de Coyuca, Purificación, Presidio y Concepción. Las cinco primeras ocupan ese lugar prioritario de atención, por las grandes concentraciones aledañas de desarrollo urbano-industrial.

La cuenca del Río Lerma-Santiago comprende parte de los estados de México, Michoacán, Querétaro, Guanajuato y Jalisco. Por muchos años ha recibido aguas residuales que han afectado drásticamente su calidad y, por consecuencia, la del Lago de Chapala que es el más grande e integra uno de los ecosistemas vitales del país.

Debido a la importancia que tiene esta cuenca y a los problemas de degradación que padece, se estableció un acuerdo de coordinación entre el Ejecutivo Federal y los Ejecutivos de los Estados vinculados a la cuenca, con el objeto de llevar a cabo un programa conjunto de saneamiento y ordenación del aprovechamiento hidráulico. Paralelamente, se ha iniciado el control de las descargas residuales que se generan a lo largo del río y la construcción y operación de las plantas de tratamiento necesarias. Tan sólo en el Lago Chapala, se encuentran dos plantas de tratamiento en operación, cuatro más están terminadas y próximas a operar (Diario Oficial, 1990).

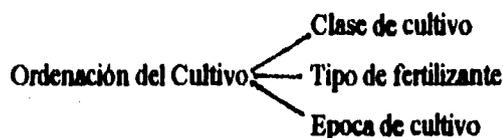
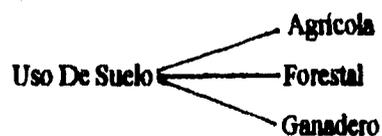
3. MARCO TEORICO

FAO (1983) define a la erosión, como desaparición del suelo superficial arrastrado por el agua o viento, a veces, hasta dejar al descubierto el lecho de la roca madre; agrega que es la forma más grave de degradación del suelo. La erosión es "el desgaste de la superficie de la tierra", desprendimiento y movimiento del suelo"; este proceso ha existido siempre en la naturaleza y es conocido como erosión geológica bajo condiciones ambientales naturales de clima y vegetación, sin intervención humana; es causada por el agua, el hielo y otros agentes naturales que actúan por largos periodos de tiempo geológico, dando como resultado el desgaste de las montañas, formación de valles inundables y planicies costeras. La erosión inducida es mucho más rápida que la geológica debido, principalmente, a las actividades humanas (Hudson, 1976). La erosión inducida se diferencia de acuerdo al agente erosionante (agua o viento) y al tipo de fuentes de las partículas (laminar, cárcavas, arroyos y por chapoteo).

- Erosión laminar; remoción de capas uniformes de suelos de la superficie terrestre ya sea por agua o por viento.
- Erosión en cárcavas; en este caso se acumula en estrechos canales y en periodos cortos, remueve el suelo de esta estrecha área a las partes más bajas de la pendiente.
- Erosión en arroyos; proceso en el que se forman numerosos canales pequeños de varios centímetros de profundidad; se presentan en suelos recién cultivados.
- Erosión por chapoteo; la remoción de pequeñas partículas de suelo causada por el impacto de gotas de lluvia en suelo. Las partículas sueltas pueden o no ser removidas por el agua superficial (Donahue et al., 1988).

Hudson (1976) indica que la erosión es un proceso que incluye desprendimiento y movimiento del suelo, es función de la erosividad de la lluvia y la erodabilidad; la primera se refiere a la capacidad de la lluvia para erosionar; la erodabilidad es la vulnerabilidad del suelo frente a los agentes erosivos; esta última puede dividirse de acuerdo al tipo de agente que causa la erosión:

- Por su composición mecánica, química y física.
- Por el del tratamiento que se le dé al suelo, es decir, la forma de explotación; a su vez, ésta se divide de la siguiente manera:



Según Ellison (1944) el efecto de la lluvia-erosividad puede descomponerse, para su estudio, en el efecto de las gotas de lluvia al golpear el suelo y, el de la escorrentía; la primera, arranca o separa las partículas del suelo y la segunda, transporta esas partículas. En cuanto a la erodabilidad del suelo, ésta depende principalmente del diámetro, forma y densidad de las partículas del suelo, aunque en su mayor parte constan de terrones que contienen partículas individuales que se mantienen unidas por diversas fuerzas. Es el estado y la estabilidad contra la abrasión de estas unidades estructurales lo que determina, en gran medida, la erodabilidad de un suelo en un campo. Si un suelo está bien estructurado, el número de partículas que sean lo suficientemente pequeñas para ser removidas, puede ser muy bajo con un desgaste mínimo, debido a la dotación limitada de abrasivos y a la fuerza mecánica de las unidades estructurales. Por otra parte, los suelos que tengan estructuras débiles y un amplio abastecimiento inicial de material erosionable, puede desgastarse rápidamente. El estado y la estabilidad de las unidades estructurales se determinan principalmente la textura del suelo, los cementantes orgánicos y los procesos disgregantes (Morgan y Kirkby, 1984).

3.1 Metodologías para la evaluación de la erosión

Múltiples son los parámetros, características, procesos, metodologías, etc. involucrados en los estudios de erosión del suelo; solamente se mencionarán algunos de ellos para tener una visión general de su amplitud.

La erosión puede observarse en lugares donde actúan el viento, tormentas y remolinos de polvo, presencia de arena dispersa o capas ligeras de arena sobre la superficie del terreno; también donde se forman surcos paralelos con residuos de suelo, dunas o montecillos, cárcavas, desarrollo asimétrico de las plantas, etc. Para una medición directa se usan estacas graduadas o tornillos, que se entierran a una determinada profundidad; lo que se mide, son los centímetros de suelo que se pierden por la erosión. La desventaja de este método es que no se puede hablar de una degradación propiamente ya que, generalmente, se expresa sólo cualitativamente, además, los objetos de medición usados se pierden con facilidad (Aguilar, 1982).

Spanner et al., (1983) en una región de California pronostican la pérdida de suelo debido a la lluvia, usando un Sistema de Información Geográfica para ser usado en la fórmula de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo. Para llevar a cabo este estudio los factores de esta ecuación fueron integrados en un sistema digital georeferenciado, usando el sistema VICAR/IBIS; para el coeficiente R (erosividad de la lluvia) fueron digitizadas y rasterizadas las curvas de precipitación del mapa generado por el Servicio de Conservación de Suelos (USDA); para el factor K se digitizaron y rasterizaron los límites de las series de suelos de mapas generados por el Servicio de Conservación de Suelos (USDA); en cuanto al factor de gradiente y longitud de la pendiente se desarrolló un Modelo de Elevación Digital a partir de cartas topográficas; en el factor C, manejo del cultivo, se usó una imagen espectral Landsat para diferenciar los tipos de cultivos y vegetación que se presentan en una región determinada; de la tolerancia del suelo a ser erosionado se usaron mapas generados

por el Servicio de Conservación de Suelos (USDA). Las cinco variables: R, K, L, S y C fueron multiplicadas, de acuerdo con la EUPS (Ecuación Universal de Pérdida de Suelo) y se obtuvo la predicción de pérdida de suelo en ton/acre/año que fue calculado para áreas de 60 m² representados por una imagen computarizada en celdas de 231 por 192 líneas.

El resultado final fue una imagen que mostraba los sitios que presentaban un excedente en la tolerancia de pérdida de suelo. Este modelo fue probado en el área de Santa Paula, en California y mostró que, con un Sistema de Información Geográfica y datos referentes a atributos del suelo, es posible utilizar la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo y hacer de éste, un sistema para inventariar grandes áreas y predecir la pérdida de suelo en un tiempo menor que el empleado en las metodologías convencionales, además de ser un mecanismo que mejora la identificación de áreas con riesgo de pérdida de suelo.

Bocco y Valenzuela (1988) utilizaron un SIG y técnicas de procesamiento de imágenes para evaluar la erosión en cárcavas en una parte del centro de México. Los resultados indicaron que el terreno erosionado puede clasificarse automáticamente utilizando 3 bandas. Por otro lado, ni la mejor resolución espacial del SPOT, ni la mejor resolución espectral del Landsat TM, permitieron una posterior discriminación de los suelos erosionados. La clasificación proveniente de datos del SPOT dió buenos resultados discriminando diferentes clases de erosión. La resolución más fina del SPOT produjo mejor identificación y clasificación de las cárcavas, mientras que, las mejores características espectrales del Landsat resultaron una mejor clasificación de la cubierta vegetal y del uso del suelo.

Para determinar la velocidad de deforestación en Filipinas, Dawning *et al.*, (1993), utilizaron un Sistema de Información Geográfica, en donde se digitizaron mapas de uso de suelo de 1984 y un mapa de carreteras de 1941; también se tomaron en cuenta las distancias de los bosques a las carreteras y la fragmentación del bosque. Mediante la aplicación del SIG se determinó que el país perdió de 9.8 millones de hectáreas de bosques en un lapso de 1984 a 1988, que la presencia de carreteras principales fue el factor decisivo que afectó la deforestación y que la relación P/A (perímetro/área de superficies forestales) mostró que, mientras mayor sea ésta, es más probable que sea desmontada.

En 1989 la American Society for Photogrammetric and Remote Sensing define a la percepción remota de la siguiente forma : ciencia, arte y tecnología en la obtención de información confiable y rentable de la superficie terrestre, mediante el proceso de colecta, análisis, procesamiento y modelado de datos del espectro electromagnético. La percepción remota de satélites es accesible a la sociedad civil a partir de julio de 1972, con el primer satélite de la serie el LANDSAT 1 (perteneciente a los Estados Unidos de Norteamérica), para la observación de la tierra. Las imágenes de satélite son una valiosa herramienta en estudios de impacto ambiental; por ejemplo, mediante el análisis multifechas de imágenes de satélite, es posible evaluar los cambios producidos por la industria, así como evaluar procesos de deforestación y erosión acelerada, los que son identificados y clasificados según su severidad y naturaleza, mediante el análisis de albedo de imágenes de satélite. La percepción remota proporciona la cartografía de masas vegetales de selvas y bosques, así como la

evaluación de la destrucción de la cobertura vegetal de estos ecosistemas, factor importante para la evaluación de la erosión (Chávez y Alcántara, 1992).

Bradford y Huang (1992), científicos del Servicio de Investigaciones Agrícolas del Departamento de Agricultura de Estados Unidos fabricaron un explorador portátil que mide en pequeña escala la aspereza del terreno o microtopografía. El aparato mide las pequeñas crestas que deja en el suelo el labrado o los terrones de tierra que se amontonan natural o artificialmente para medir la altura del suelo; el instrumento dirige un rayo laser de baja potencia hacia la superficie; con una cámara de 35 mm detecta la posición del punto de laser que se refleja en el suelo. En lugar de una película, la cámara del explorador usa un sistema de circuitos electrónicos parecidos a una cámara de video, que transmite la posición de un punto (30 000 veces por minuto) a una computadora pequeña; el rayo laser y la cámara están montados sobre un armazón de un vehículo de motor; una computadora controla el movimiento del vehículo. Al terminar la exploración, la computadora forma un mapa microtopográfico que los científicos pueden analizar inmediatamente y comparar con mapas anteriores para determinar si hubo erosión.

El método paramétrico empírico hace uso de la cartografía y de la medición de factores que, posteriormente se incorporan a una ecuación, valorándose así la erosión. La resolución de la ecuación da una indicación numérica de la velocidad de degradación; además, las fórmulas describen los procesos sólo aproximadamente y como los valores asignados a cada factor tampoco pueden ser más precisos, el resultado final no se debe considerar exacto, sino simplemente como un resultado que proporciona una indicación aproximada de la probable degradación (Aguilar, 1982).

3.2 Características del suelo y la evaluación de la erosión

Mah *et al.*, (1992) encontraron que, cuando se inicia un proceso de erosión, existe una interacción compleja como en el caso del estudio que realizaron, en donde se presentaron algunos procesos en diferentes grados de erosión (transporte de escurrimiento, transporte superficial del escurrimiento y desarrollo de una costra) en tres suelos diferentes. De este estudio resultaron distintas proporciones de suelos erodados, así como también escurrimientos. El rápido desarrollo de una costra en el suelo dominó a los otros procesos en los Rhodoxeráld; en cambio, en los Calciorthid la formación cementante en la parte superficial fue menor; los bajos volúmenes de escurrimiento se asociaron con elevadas cantidades de suelo erodado, debido a la lluvia y al transporte superficial.

Slattery y Bryan, (1992) plantearon un estudio acerca de la dinámica del sellado superficial y su efecto en los procesos de erosión; investigaron el desarrollo de la cementación, midiendo cambios en la separación de agregados por goteo, densidad aparente y resistencia del suelo superficial, en diferentes etapas de desarrollo así como el análisis de láminas delgadas. El impacto de las gotas resultó ser la principal fuerza que gobierna el sellamiento superficial.

Hernando et al., (1991) hicieron determinaciones de la granulometría, pH, contenido de CaCO_3 , nitrógeno, carbono orgánico y la mineralogía de las fracciones finas de un suelo, cuando se degrada un encinar o cuando desaparece la cubierta vegetal. En los suelos desarrollados a partir de calizas se aprecian variaciones significativas en el suelo desprovisto de vegetación, donde se producen pérdidas importantes en las fracciones más gruesas. En los suelos desarrollados a partir de conglomerados y pizarras, las fracciones finas son más elevadas en el encinar que en suelos de matorral, no apreciándose diferencias en su composición mineralógica, constituida por abundante material micáceo y caolinita; sobre conglomerados, las fracciones de limo y arcilla se encuentran en mayor proporción en el suelo con matorral muy denso, el que ejerce una acción protectora muy importante contra la erosión, existiendo mayor cantidad de minerales micáceos y de tipo 1:1 que en el suelo bajo encinar degradado.

Elwell (1990) desarrolló un modelo para predecir el escurrimiento y pérdida del suelo para 4 suelos arcillosos, tomando en cuenta la simulación de 5 factores físicos a escala pequeña, siguiendo además, un diseño experimental en rotación. Encontró que el porcentaje de cubierta vegetal resultó ser el mejor parámetro para describir el papel del cultivo de la soya en escurrimientos y procesos de pérdida de suelo en estudios de densidades del cultivo.

3.3 La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo

Múltiples adecuaciones se han hecho a la EUPS desde que fue dada a conocer. Se han planteado ejemplos de los diferentes factores que son determinantes de la erosión, como es el caso de la erosividad de la lluvia (factor R) en la cuenca de la Amazonia Occidental. Durante un periodo de dos años, se aplicaron tres métodos basados en una relación entre la cantidad de lluvia y erosividad, para así estimar la erosividad diaria de la lluvia a partir de cada volumen de lluvia. Se probó una ecuación de regresión contra un conjunto de datos independientes, probando que los tres métodos son adecuados para pronosticar la erosividad de la lluvia, a partir de la cantidad diaria de la lluvia. Dado que el factor LS es una medida de capacidad de transporte de sedimentos de un escurrimiento sobre el suelo superficial, derivaron un índice de la capacidad de transporte de sedimento, considerado como una función no lineal tanto de la descarga específica como de la pendiente. Para una pendiente inclinada de dos dimensiones, el índice es equivalente a los factores LS combinados en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo; sin embargo, este método es más sencillo al usarse y más fácil de entender. La otra ventaja en el uso de este índice es que puede transformarse fácilmente al terreno tridimensional (Elsenbeer et al., 1993).

Wischmeier, (1960), plantea su fórmula de pérdida de suelo en áreas no degradadas y en suelos forestales; al desarrollar su tabla de valores C para pastura permanente, pastizales y suelo ocioso, Wischmeier empezó fraccionando pérdidas de suelo en subfactores:

$$C = C_1 C_2 C_3$$

donde C es factor de manejo y cobertura para la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo, C_1 es el factor de cobertura de dosel y porcentaje del área cubierta por el dosel y tamaño de la pendiente, C_2 es el efecto del humus del suelo siendo el factor primario el porcentaje de área cubierta, C_3 es el efecto residual de uso de suelo, incluyendo el desarrollo de una red de raíces de suelo subsuperficial y actividad biológica en el suelo, que además, no ha sido cultivado por largos periodos de tiempo. Este procedimiento representa el mejor método disponible para calcular el factor C. El autor plantea la siguiente ecuación que utiliza características de algunas plantas como base para predecir el factor C en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo.

$$100(1-C) = B$$

$$100(1-C) = A + W_i R_i$$

$$100(1-C) = A + W_1 R_1 + W_2 R_2 + W_3 R_3 + W_4 R_4 + W_5 R_5$$

En esta ecuación los valores de R son clasificaciones de campo a partir de características observadas en las plantas; incluyen los factores de altura del dosel (R_1), densidad vertical (R_2), tiempo de brote de hoja (R_3), cubierta del dosel (R_4), cubierta de la hojarasca. Los valores W son factores de pesado que expresan la importancia relativa de cada factor, el término A es una constante.

Murphree y Mutchler (1981) mostraron datos de pérdida de suelo bajo condiciones simuladas de lluvia en terrenos con pendiente de 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2 y 3 por ciento y concluyeron que, mientras más pequeña es la pendiente, es mayor la discrepancia entre las pérdidas de suelo medido y la que ha sido pronosticada por la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE). Se presume que esta discrepancia se debió a mayores profundidades de agua en las pendientes más planas. Esto permitirá el uso de las relaciones de la pendiente actual, para pendientes menores y mayores que 3%.

3.4 Los factores de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo se expresa de la siguiente forma:

$$A = R K L S C P$$

Donde:

A = la pérdida de suelo (ton/ha/año)

R = Factor de erosividad de la lluvia

C = factor de uso de suelo

P = factor de prácticas de conservación.

S = factor de gradiente de pendiente.

K = factor de erodabilidad del suelo

L = factor de longitud de la pendiente

Los factores de la ecuación se desarrollaron mediante una unidad de evaluación llamada parcela estandar, que es de una longitud de 22.13 m y 2 m de ancho sobre una pendiente uniforme de 9% en un sentido longitudinal. La parcela fue arada hacia arriba y hacia abajo de la pendiente y estuvo bajo barbecho continuo durante por lo menos dos años (Wischmeier, 1960).

La determinación de los factores es como sigue:

3.4.1 Factor R: Erosividad de la lluvia

Este factor evalúa la pérdida de suelo causada por la lluvia. Al respecto Ellison (1944) explica que cuando la gota de agua se encuentra en el aire, ésta posee una energía potencial que al llegar al suelo se convierte en energía cinética y ejerce un trabajo sobre éste; agrega que, a mayor diámetro, mayor masa y mayor velocidad de caída, trayendo como consecuencia una mayor acción de trabajo en la disgregación del suelo. Posteriormente Wischmeier (in Rey, 1986) propuso que la pérdida de suelo se estimaba mejor mediante el producto de la energía cinética de la lluvia y su máxima intensidad en 30 minutos, estableciendo la siguiente ecuación:

$$R = (0.119 + 0.083 \log I) I_{30}$$

Donde:

R = índice de erosividad de la lluvia

I = intensidad de la lluvia (mm/h)

I_{30} = intensidad máxima de la lluvia en 30 minutos (mm/h)

Para calcular el valor de R con esta ecuación se requiere un registro pluviográfico diario de donde se tomarán las lecturas para el cálculo de la intensidad de la lluvia (Rey, 1986).

Otra manera de calcular el factor R es a través del índice pluviométrico de Fournier (1969) que se define como la relación entre el cuadrado de la precipitación máxima mensual o anual expresada en mm, ocurrida en un periodo dado y, la precipitación total en el mismo periodo, quedando la siguiente ecuación.

$$F = p^2/P$$

Donde:

F = Índice de Fournier

p^2 = precipitación máxima mensual o anual para un periodo dado (mm)

P = precipitación total (mm)

El valor resultante se usa para calcular la agresividad de la lluvia, usando las siguientes fórmulas:

$$1) A = F/70$$

$$2) A = F/100$$

Donde:

A = Agresividad de la lluvia

F = Índice de Fournier

La ecuación 1 se utiliza cuando se tiene un registro pluviométrico menor de 10 años; la ecuación 2 se usa en los casos en que el registro pluviométrico es mayor de 10 años (Aguilar, 1982).

3.4.2 Factor K: Erodabilidad del suelo

Es la vulnerabilidad de un suelo a ser erodado. Las propiedades del suelo que afectan la tasa de infiltración como permeabilidad, capacidad hídrica total, dispersión, abrasión y fuerza de transporte también afectan la erodabilidad. Olson y Wischmeier (1963) y Wischmeier y Smith (1965) hicieron mediciones directas de K para 23 tipos principales de suelo en los Estados Unidos; en años posteriores se aproximaron los valores de K para otros suelos en diferentes localidades del mundo, tomando como referencia a los suelos evaluados.

Después, en 1969, Wischmeier y Mannering propusieron un modelo lineal que proporcionara un ajuste casi perfecto entre la pérdida de suelo y 24 variables relacionadas con propiedades físicas y químicas del suelo; se consideró válida para una gama amplia de suelos de textura media, pero muy complicada para su uso general; entonces, el desarrollo de la nomografía sobre erosividad del suelo hizo posible la determinación de K con sólo 5 variables:

- % de limos (0.002 -0.05) + arena muy fina (0.05 -0.10)
- % de arena (0.10 -2.0)
- estructura
- contenido de materia orgánica
- permeabilidad

3.4.3 Factor Topográfico LS: Longitud y Gradiente de la Pendiente

La longitud de la pendiente se define como la distancia que hay desde el punto de origen del escurrimiento, hasta el punto donde la pendiente disminuye en modo tal que, comienza el depósito o el punto donde el agua de escurrimiento penetra en un canal bien definido; puede pertenecer a una terraza, a un cauce de desviación o a un drenaje natural (Koolhaas, 1977).

La evaluación de la longitud para el caso de la EUPS se basó en la longitud de una parcela estandar de 22.13 m; por lo tanto, el factor de longitud de la pendiente se determina con la siguiente ecuación:

$$L = (x/22.13)^m$$

Donde

L = factor de longitud de pendiente

x = longitud de la pendiente en metros

m = es un exponente que puede tomar los siguientes valores:

$m = 0.5$ si la pendiente es mayor o igual a 5%

$m = 0.4$ si la pendiente es mayor de 3% hasta 5%

$m = 0.3$ si la pendiente es mayor de 1% hasta 3%

$m = 0.2$ si la pendiente es menor de 1% (Morgan y Kirkby, 1984)

El gradiente de la pendiente es la inclinación que presenta el terreno, expresada en porcentaje; para la EUPS se determina con la siguiente fórmula:

$$S = 0.065 + 0.045s + 0.065s^2$$

Donde:

S = factor de gradiente de la pendiente

s = el gradiente de la pendiente en %

De tal forma que el factor topográfico, LS , se determina de la siguiente forma:

$$LS = (\pi/22.13) (0.065 + 0.045s + 0.065s^2)$$

La otra forma de determinar LS es mediante el uso del diagrama que relaciona el gradiente de la pendiente, en porcentaje, con la longitud de la misma en metros (Morgan y Kirkby, 1984).

3.4.4 Factor C: Uso del suelo.

Este factor se definió primero, como la pérdida de suelo a partir de una condición específica de cultivo o cobertura, y después, como la pérdida de suelo a partir de un estado de labranza y barbecho continuo; incluye los efectos de la cubierta vegetal, la secuencia de cultivos, el nivel de productividad, duración de la estación de crecimiento, prácticas de cultivo y manejo de residuos (Morgan y Kirkby, 1984).

En cuanto a la determinación del factor C en ecosistemas forestales Dimeyer y Foster (1981) proponen el uso de subfactores para la determinación de éste:

- % de suelo sin vegetación.
- cobertura forestal
- resistencia del suelo a ser disgregado.
- contenido de materia orgánica
- raíces finas que permanecen después que la vegetación ha sido eliminada.

- residuos de la deforestación
- sitios de deposición
- formación de bordos
- prácticas de conservación.

Cada uno de estos factores se expresa en valores que van desde cero hasta uno, donde el valor mínimo será otorgado a ecosistemas no alterados y el valor máximo a aquellas situaciones en las que el ecosistema presenta la alteración máxima.

4. OBJETIVOS E HIPOTESIS

4.1 Objetivo general

Evaluar el tipo y grado de la pérdida de suelo en la subcuenca del Río Guanajuato.

4.1.1 Objetivos Particulares

- Identificar los factores principales que actúan en el proceso
- Proponer la metodología para la determinación del factor C en regiones no agrícolas.
- Cuantificar la erosión en la Subcuenca del Río Guanajuato, mediante la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo y el uso de un Sistema de Información Geográfica.
- Regionalizar y clasificar la zona de estudio con base en el tipo y grado de erosión que presente.

4.2 Hipótesis

Cuando un ecosistema natural es invadido por las actividades humanas, se modifica el uso del suelo cambiando la cobertura vegetal; también se altera el ciclo hidrológico de la región y se intensifican los efectos de los agentes naturales (como la lluvia y el viento) sobre el suelo, debilitando su estructura para, finalmente, disgregarlo. En este proceso habría que agregar la intensidad de las actividades humanas, agrícolas y ganaderas que contribuyen al deterioro del suelo y aumentan la velocidad de la erosión, ya que la explotación se efectúa de manera intensiva y sin medidas que prevengan o controlen la degradación y pérdida de suelo.

La erosión de una región es función del comportamiento de los factores físicos como la lluvia, la resistencia que opone un suelo a ser erodado y, el factor humano cuando hace uso de este recurso natural sin planear prácticas de conservación del mismo.

5. DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

5.1 Localización de la zona de estudio

La Subcuenca del Río Guanajuato se ubica en la región centro-sur del Estado de Guanajuato; se encuentra dentro de lo que es la cuenca del Río Lerma-Chapala; se localiza entre los 20°27'30" y 21°07'30" latitud norte y 101°05'00" y 101°33'00" longitud oeste; comprende parte de los municipios de Pueblo Nuevo, Irapuato, Silao y Guanajuato, dentro de la provincia del Eje Neovolcánico, en la subprovincia del Bajío Guanajuatense y abarcando una superficie de 103, 255 ha (Fig. 4).

A la subcuenca del Río Guanajuato la limitan, al norte el poblado de Nuevo Valle de Moreno y la Sierra El Ocote; al sur, los municipios de Abasolo y Valle de Santiago; al este los municipios de Salamanca y Dolores Hidalgo y al oeste, los municipios de Abasolo, Romita y Silao (CETENAL, 1979).

5.2 Clima

El clima en el Estado de Guanajuato presenta tres zonas climáticas: una cálida, que ocupa una pequeña área en los municipios de Xichú, Atarjea y Santa Catarina y la parte más septentrional de San Luis de la Paz, la altitud varía entre 800 y 1 500 m; una zona templada, comprendida entre las alturas de 1 500 y 2 200 y, la zona fría en las regiones que se localizan entre 2 200 y 3 100 m, es decir, en los sitios más elevados que se localizan en los municipios de San Luis de la Paz, Pozos, Xichú, Iturbide, San Diego de la Unión y San Felipe. La posición del Estado de Guanajuato en la Altiplanic Central, hace que las cuatro estaciones del año no tengan características notables entre sí, existiendo dos períodos anuales bien definidos: uno de calor y lluvias, comprendido entre abril y principios de octubre y otro periodo seco que inicia en el mes de octubre y termina en marzo, en el que la temperatura es más baja (Antúnez, 1964).

En cuanto a la subcuenca del Río Guanajuato el clima que presenta es BS₁hw; es decir, semiseco-semicálido, con lluvias en verano y escasa precipitación invernal, con invierno fresco; la temperatura media anual es de 18°C y la oscilación anual de la temperatura media mensual, es extrema. La precipitación presenta ligeras variaciones a lo largo de la subcuenca, en el área de El Bajío se reportan 700 mm, mientras que, en la región de Aldama y Sierra de Guanajuato la precipitación reportada es de 800 mm anuales (CETENAL, 1979) (Mapa 1).

5.3 Geología

La subcuenca del Río Guanajuato se localiza dentro de la provincia del Eje Neovolcánico, que parece ser una antigua sutura reabierto a fines del Cretácico, formando el Sistema Volcánico Transversal y la Sierras

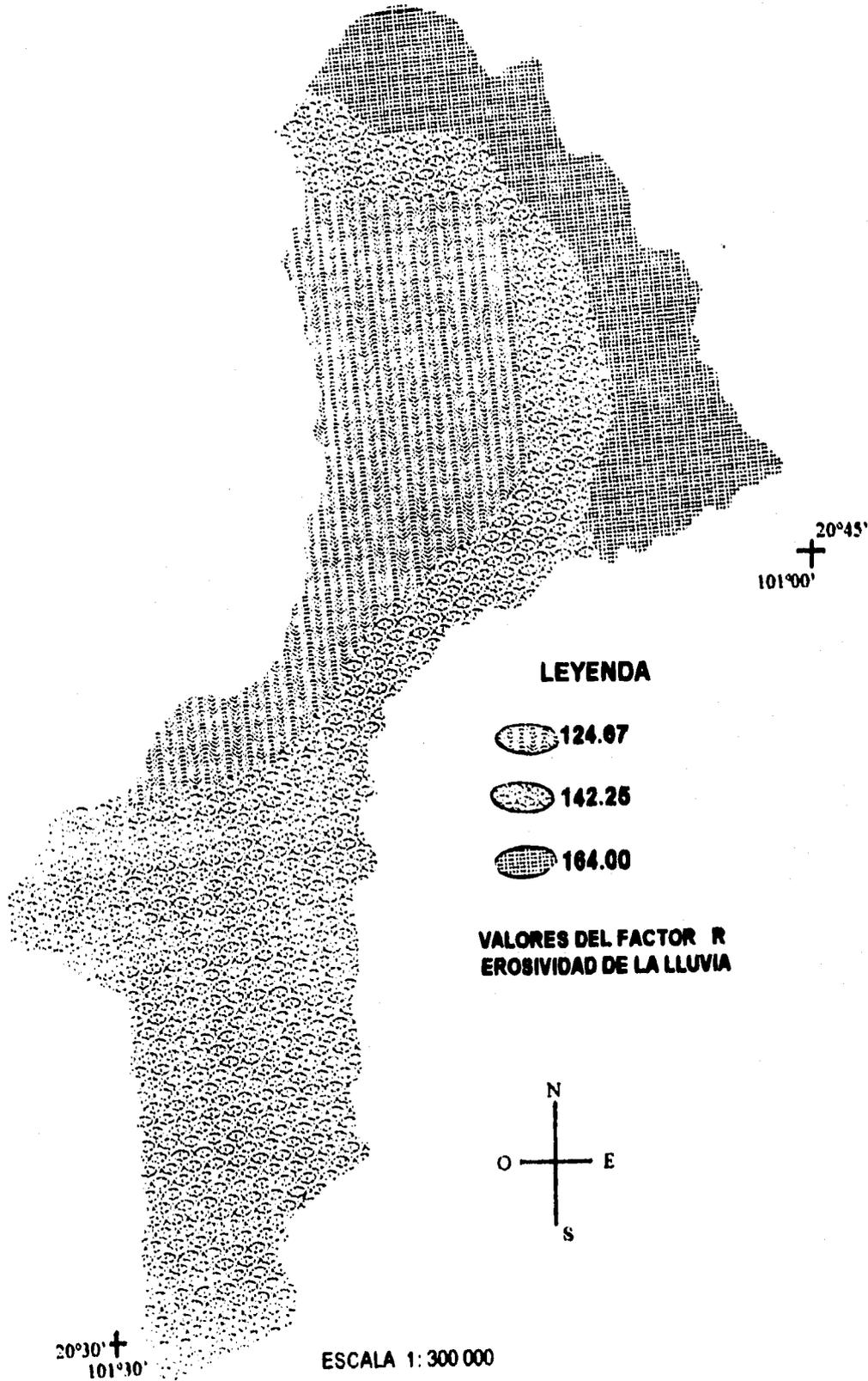


Fuente, INEGI, 1974

LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

FACTOR R

29
28



Madre Oriental y Sierra Madre Occidental. La zona se caracteriza por la presencia de una gran cantidad de aparatos volcánicos, diversos -conos, calderas y coladas- que, en su mayoría, han conservado intacta su estructura original. Existen también en el lugar gran cantidad de fracturas y fallas asociadas al Volcanismo Terciario y Cuaternario que han dado lugar a fosas largas y de cierta profundidad (Zaragoza, 1978).

Hacia el sur de la subcuenca, en los municipios de Pueblo Nuevo, Irapuato y parte del Municipio de Silao se ubica un valle de origen aluvial con pequeñas zonas de basalto, localizadas en el Cerro de Arandas y el Cerro Blanco, en el Municipio de Irapuato. Al norte de este municipio en las regiones de Aldama y Santa Fe de Guadalupe, existen rocas ígneas extrusivas ácidas entre 1800 y 3000 m de altitud.

En la región oeste de Aldama, al norte de Santa Fe de Guadalupe, la región este de Silao y el sur del Municipio de Guanajuato se localizan formaciones de arenisca-conglomerado. En la región norte, específicamente en el Municipio de Guanajuato, se muestran solamente conglomerados. Existen pequeñas regiones en este municipio en donde es posible localizar dioritas, así como en una región del Municipio de Silao, que también presenta riolitas entre los 1800 y 2000 m de altitud (CETENAL, 1979), (ver Mapa 2).

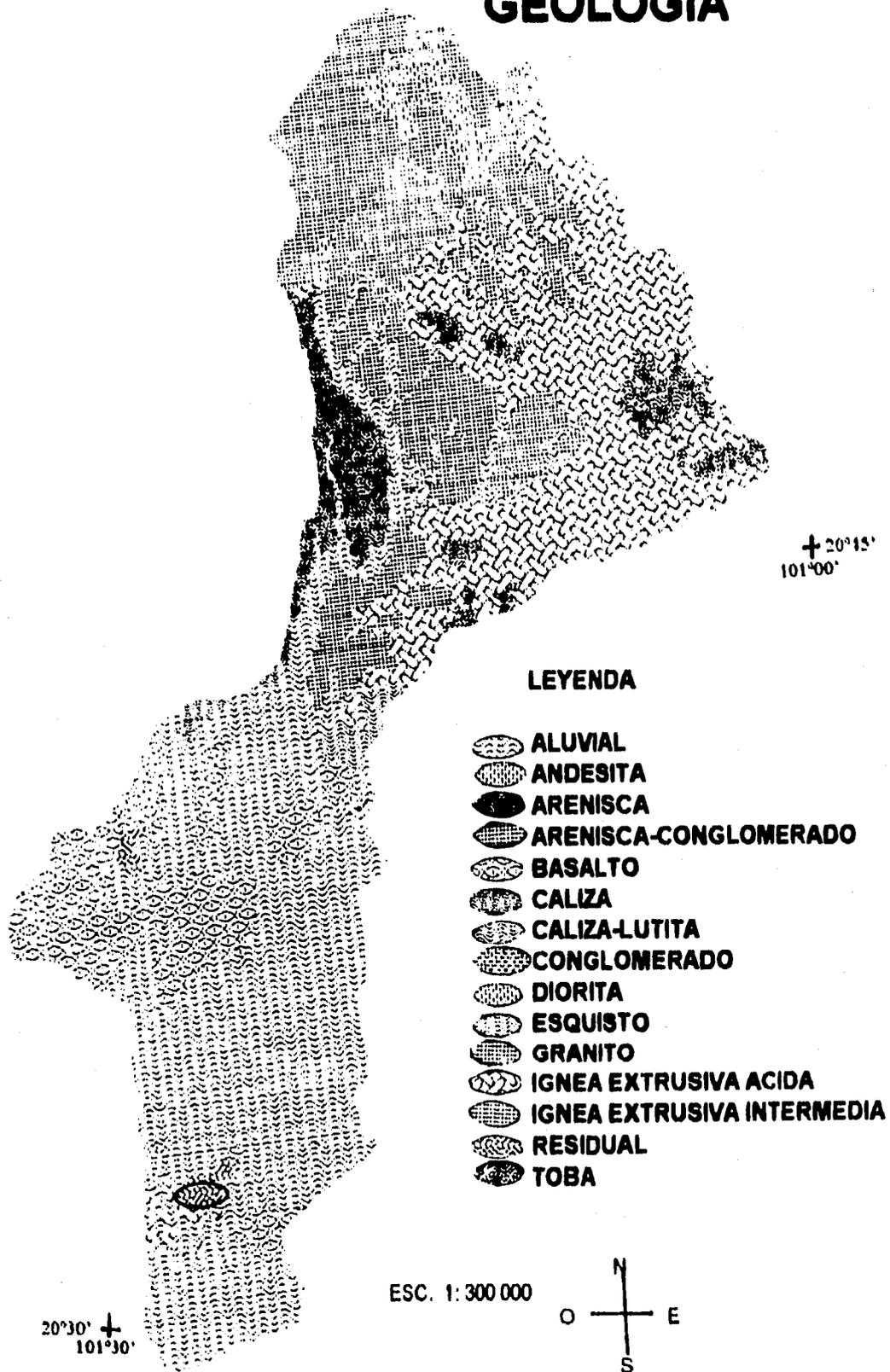
5.4 Topografía

Las características físicas de la región han sido determinadas por los siguientes elementos: la existencia de bloques de extraordinaria longitud, producidos por fenómenos de fallamiento en gran escala; la eyección de gigantescas masas de material volcánico y, un largo período de erosión, que suavizó los abruptos picos de las montañas, cubriendo sus vertientes con detritus que llegan en la región de El Bajío hasta las ciudades de Celaya y Apaseo. Las principales unidades orográficas que cruzan el Estado son: la abrupta y escabrosa Sierra Gorda, ubicada en la región noreste del Estado de Guanajuato que corre en dirección N-W a S-W El segundo grupo montañoso importante, lo constituye la Sierra de Guanajuato, que es un largo y nuevo anticlinal fallado en grandes bloques, que se levanta abruptamente de los valles que lo rodean en medio de la Mesa Central y casi en el Centro del Estado, con una dirección general de N-W a S-E.

La subcuenca del Río Guanajuato comprende dos regiones: la Sierra de Guanajuato y una parte de El Bajío localizada en los municipios de Irapuato y Pueblo Nuevo (Mapa 3); la primera región está limitada al norte por los Valles de Ibarra, Ocampo, y San Felipe; al oriente y sureste, por las llanuras de Dolores Hidalgo y Allende y, hacia el sur y suroeste, por el gravén de El Bajío, integrado por extensas llanuras de terreno que presenta, sin embargo, multitud de accidentes topográficos (Antúnez, 1964).

Tomando como base las cartas topográficas elaboradas por CETENAL en 1979, se definen en la subcuenca del Río Guanajuato tres regiones: la primera se presenta entre 1,700 y 1,800 m de altitud, y comprende parte de los municipios de Pueblo Nuevo, Irapuato y Silao; esta región es parte del gravén de El Bajío con pendientes menores de 5 %, las principales elevaciones que se presentan en esta zona son los Cerros de Arandas, Blanco, El Veinte, Prieto, La Campana, El Capulín, El Venado, Tinaja de Bemales y El Brete, que se localizan en los municipios de Irapuato y Pueblo Nuevo. La segunda región presenta una altitud de

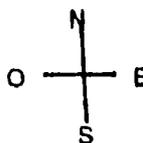
GEOLOGIA



LEYENDA

-  ALUVIAL
-  ANDESITA
-  ARENISCA
-  ARENISCA-CONGLOMERADO
-  BASALTO
-  CALIZA
-  CALIZA-LUTITA
-  CONGLOMERADO
-  DIORITA
-  ESQUISTO
-  GRANITO
-  IGNEA EXTRUSIVA ACIDA
-  IGNEA EXTRUSIVA INTERMEDIA
-  RESIDUAL
-  TOBA

ESC. 1: 300 000

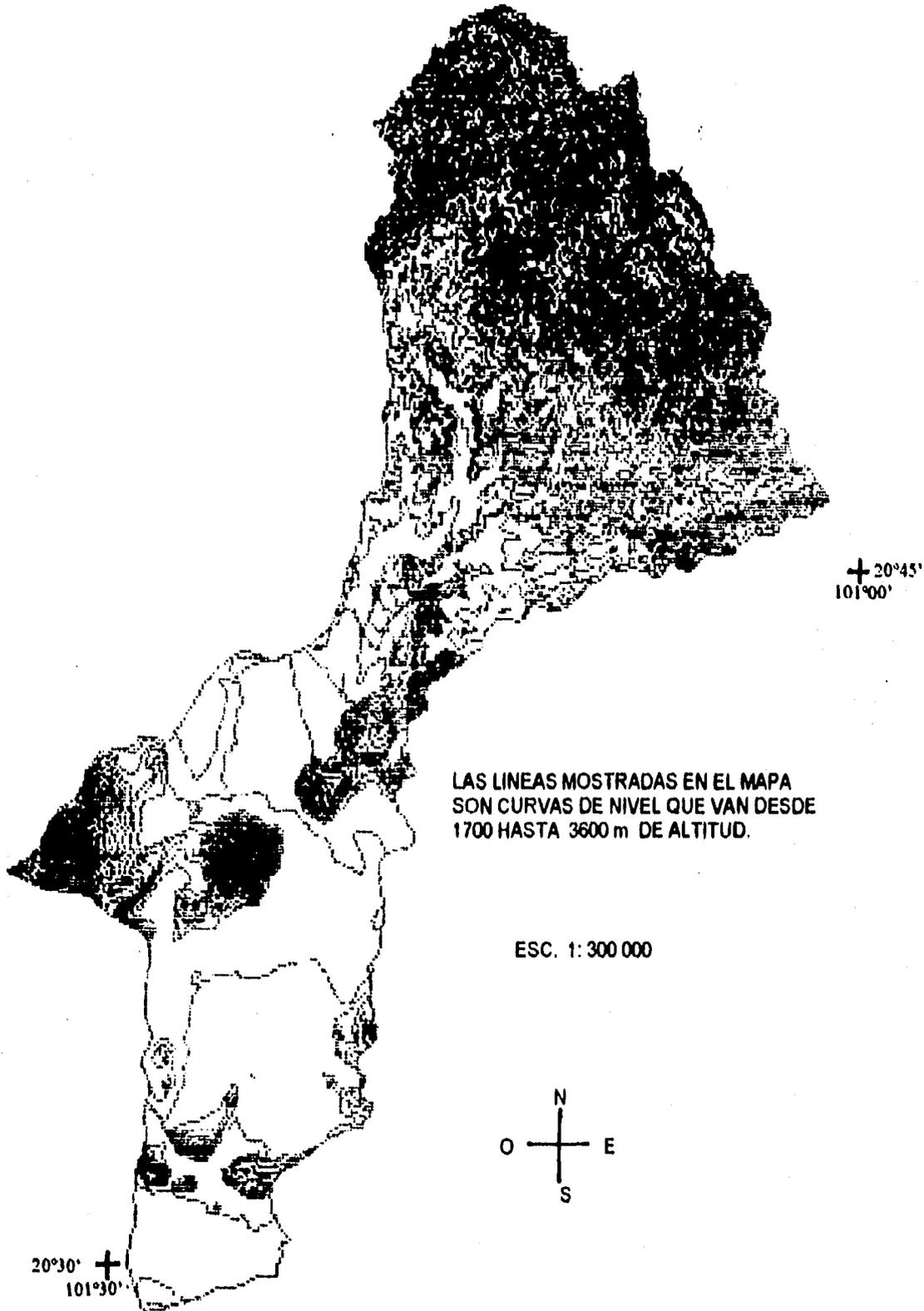


20°30' +
101°30'

+ 20°15'
101°00'

MAPA 2

TOPOGRAFIA



LAS LINEAS MOSTRADAS EN EL MAPA SON CURVAS DE NIVEL QUE VAN DESDE 1700 HASTA 3600 m DE ALTITUD.

ESC. 1: 300 000

MAPA 3

1,800 a 2,000 m; comprende las regiones de Aldama, Silao y parte del Municipio de Guanajuato; las pendientes oscilan entre 8 y 20%. La tercera región se localiza entre los 2000 y 3000 m de altitud; abarca el área comprendida que asciende desde El Bajío hasta alcanzar la región más alta en Santa Rosa en el Municipio de Guanajuato; las pendientes oscilan entre 20 y 50 %.

5.5 Hidrología

La red hidrográfica del Estado de Guanajuato, pertenece en su gran mayoría a la vertiente del Pacífico; solamente las corrientes de agua de la región septentrional del Municipio de San Luis de la Paz y las que cruzan el territorio que ocupan los municipios de Xichú, Victoria, Atarjea, Santa Catarina y Tierra Blanca, en la región noreste, corresponden a la vertiente del Golfo de México.

En la vertiente del Pacífico, las corrientes principales son: El Río Turbio, Río de Ibarra, Río De La Laja, Río Lerma y Río Guanajuato, estos dos últimos se localizan en la zona de estudio. El Río Guanajuato se origina en las estribaciones suroccidentales de la Sierra de Guanajuato. Se forma con el Río de Santa Ana, al que se le unen las corrientes que pasan por la capital del Estado; se dirige hacia el sur, atravesando el territorio de los municipios de Irapuato y Pueblo Nuevo y se une con el Río Lerma.

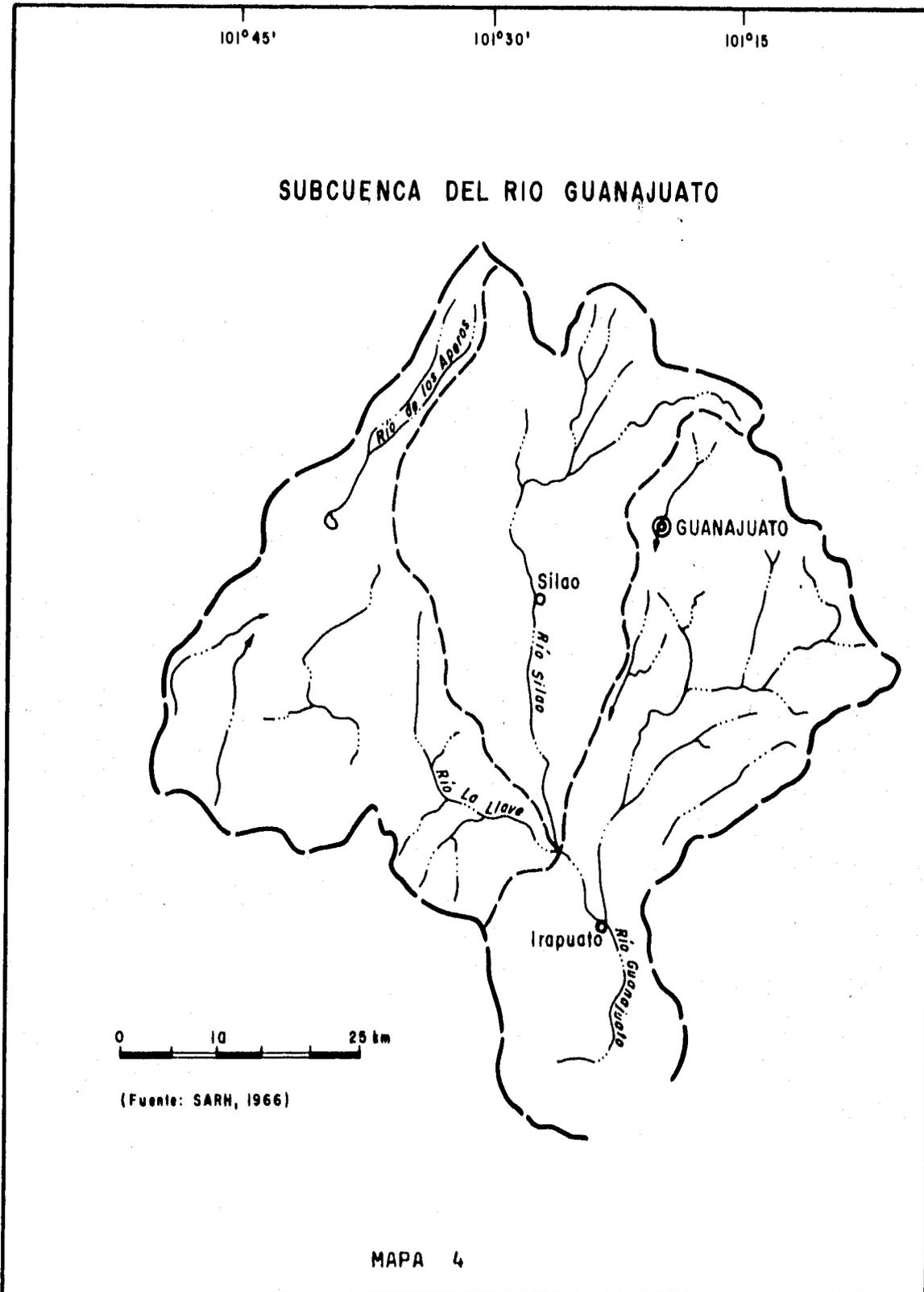
La zona de estudio está ubicada dentro de la Cuenca Lerma-Chapala en donde se localiza la subcuenca del Río Guanajuato. Esta cuenca comprende tres sistemas; Río La Llave, Río Silao y Río Guanajuato, los que antiguamente desembocaban en el Río Irapuato que, a su vez, descargaba en el Río Lerma (Mapa 4); actualmente, tanto el Río de la Llave como el Río Silao son interrumpidos por las presas de La Llave y El Conejo, de tal forma que ahora sólo el Río Guanajuato desemboca en el Río Lerma.

El área de estudio lo constituye el sistema del Río Guanajuato, que en este caso actúa como río troncal en la subcuenca del mismo nombre, alimentado por gran número de arroyos y ríos secundarios, dentro de los que se encuentran los arroyos Soledad, Yerbabuena, El Sauz, El Cubo y Río Grande, así como numerosos arroyos secundarios y terciarios. Siguiendo esta corriente hacia el sur, y ya dentro del Municipio de Irapuato, es interrumpido y se reconstruye en las laderas del Cerro de Arandas, donde empiezan un gran número de canales que riegan los cultivos de esta zona; la corriente continúa hasta desembocar en el Río Lerma, en el Municipio de Pueblo Nuevo (Mapa 5)

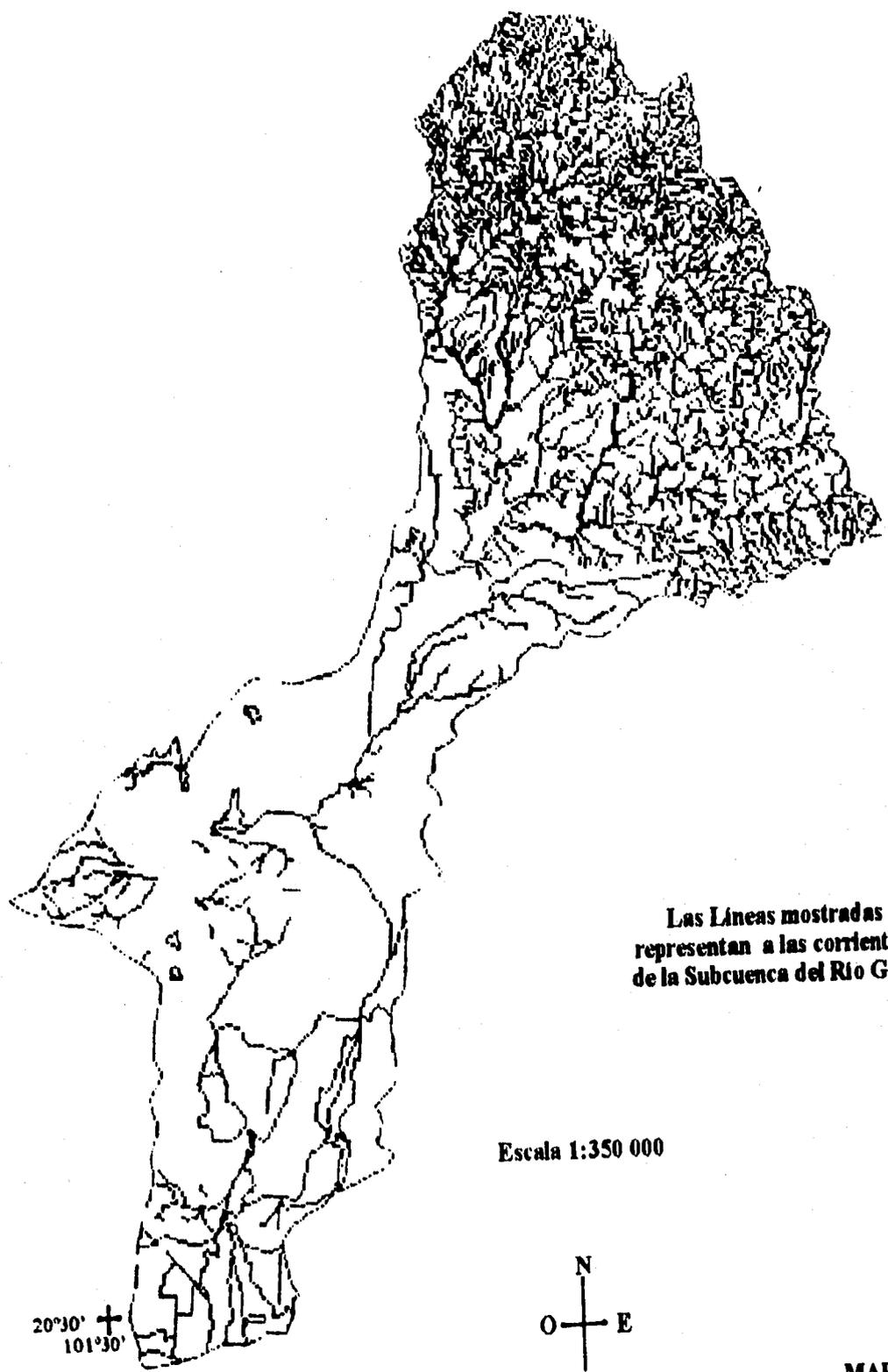
5.6 Suelos

Tomando como base la carta de suelos elaborada por CETENAL en 1979, se presentan las siguientes unidades de suelo en la subcuenca del Río Guanajuato:

Vertisol pélico en las partes planas de Pueblo Nuevo, Irapuato y Silao. En el poblado de Aldama, los alrededores de la Ciudad de Irapuato, en el Cerro de Arandas y Blanco, en el Municipio de Silao y parte del



HIDROLOGIA

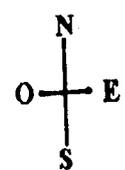


20°45'
101°00'

Las Líneas mostradas en el mapa
representan a las corrientes hidricas
de la Subcuenca del Río Guanajuato.

Escala 1:350 000

20°30'
101°30'



MAPA 5

Municipio de Guanajuato, el suelo predominante es Faeozem háplico. En la región de Santa Rosa y parte del Municipio de Guanajuato se presenta Luvisol órtico; Cambisol eútrico en Santa Fe de Guadalupe, dentro del Municipio de Guanajuato. (ver Mapa 6).

5.7 Uso de suelo

En 1808 el Barón Alexander Von Humboldt , en su obra "Ensayo Político Sobre La Nueva España" cita una descripción de lo que ahora es el Estado de Guanajuato y dice:

" ...Durante el siglo XVI, el sitio que hoy ocupa la Ciudad de Guanajuato era una selva espesa y despoblada,

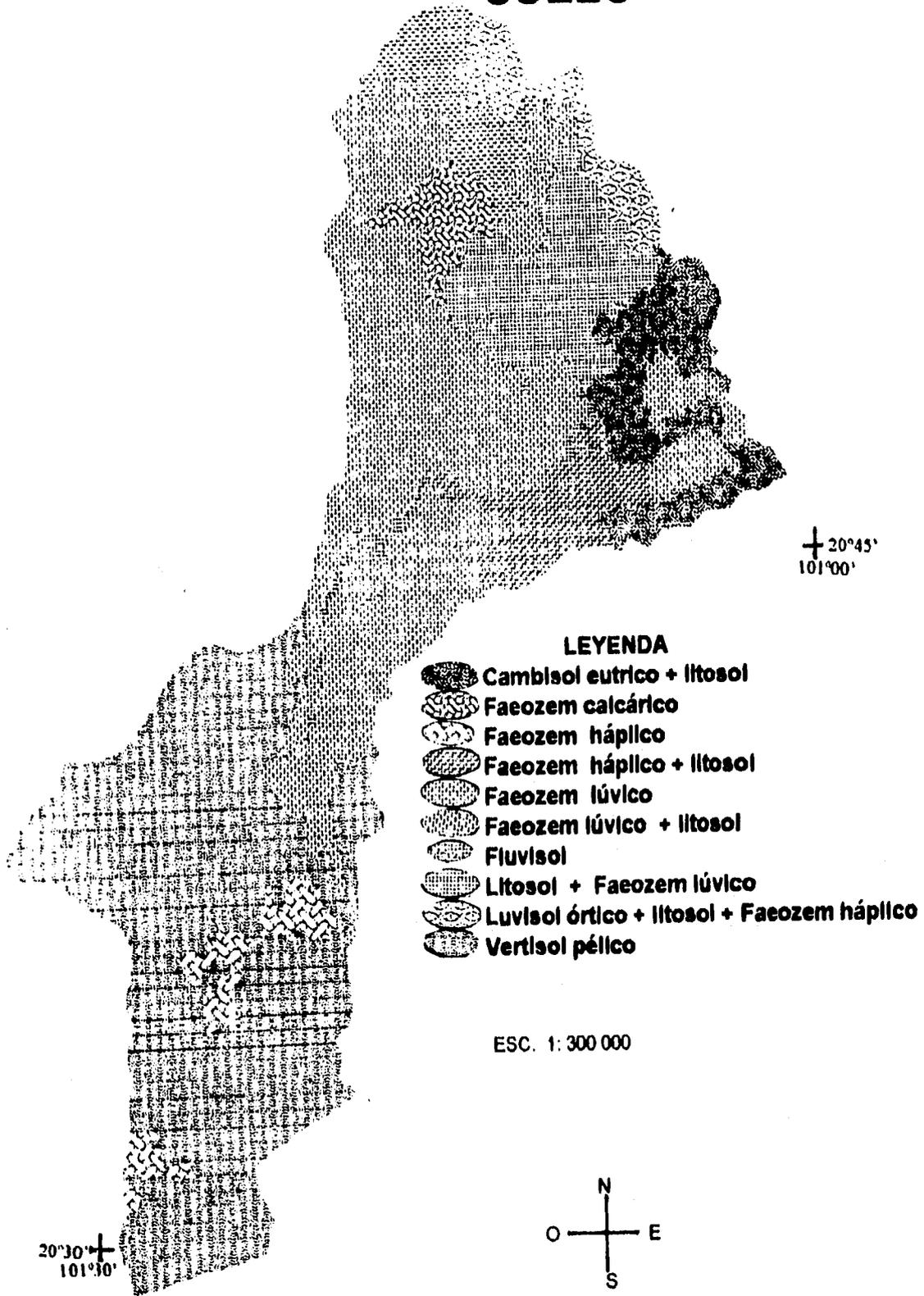
formada por encinos, en donde reinaba un perpetuo silencio, tan sólo interrumpido por el rugido de las fieras o por el ulular de los huracanes...."

Después de la fundación oficial de Real de Santa Fe de las Minas de Guanajuato en 1554, el paisaje empezó a cambiar, ya que se inició la explotación de las minas y con ella la explotación agrícola; al respecto Humboldt agrega:

"En México, los campos mejor cultivados son los llanos que se extienden desde Salamanca hasta las inmediaciones de Silao, Guanajuato y Villa de León, en los cuales están las minas más ricas del mundo conocido. En todos los parajes en donde se han descubierto vetas metálicas, el beneficio de las minas, lejos de entorpecer el cultivo de la tierra, lo ha favorecido singularmente. Al descubrimiento de una mina importante sigue inmediatamente la fundación de una ciudad y, en las proximidades de ésta, pronto empieza a labrarse el suelo y comienzan a establecerse haciendas, más aún: la influencia de las minas en el desmonte progresivo del país, es más duradera que las minas mismas. Cuando las vetas se agotan los mineros van a buscar fortuna a otra parte; pero el agricultor está ligado por el apego que ha tomado al suelo que le ha visto nacer y que sus padres han cultivado con sus brazos".

La subcuenca del Río Guanajuato comprende dos grandes regiones: La Sierra de Guanajuato y el graven de El Bajío. La primera de ellas abarca desde la región de Aldama, comprendiendo la zona de la presa La Purísima, los poblados de Campuzano, El Sauz, Capulín, Santa Fe de Guadalupe, Rosa de Castilla, Santo Niño, la Ciudad de Guanajuato y sus alrededores, San Nicolás del Monte, Santa Rosa, La Peregrina, La Valenciana, Mineral de la Luz, Llanos de Santa Ana, Presa Los Mata y Peñafiel. En esta zona se presentan altitudes de 2,000 a 2,600 m, pendientes muy inclinadas y escasa vegetación. La principal ocupación de sus habitantes es la explotación de las minas de la zona aunque existen pequeñas parcelas en donde se cultiva principalmente maíz, también se presenta pastoreo en pequeña escala y una proporción de la población trabaja en el área de servicios turísticos en la Ciudad de Guanajuato.

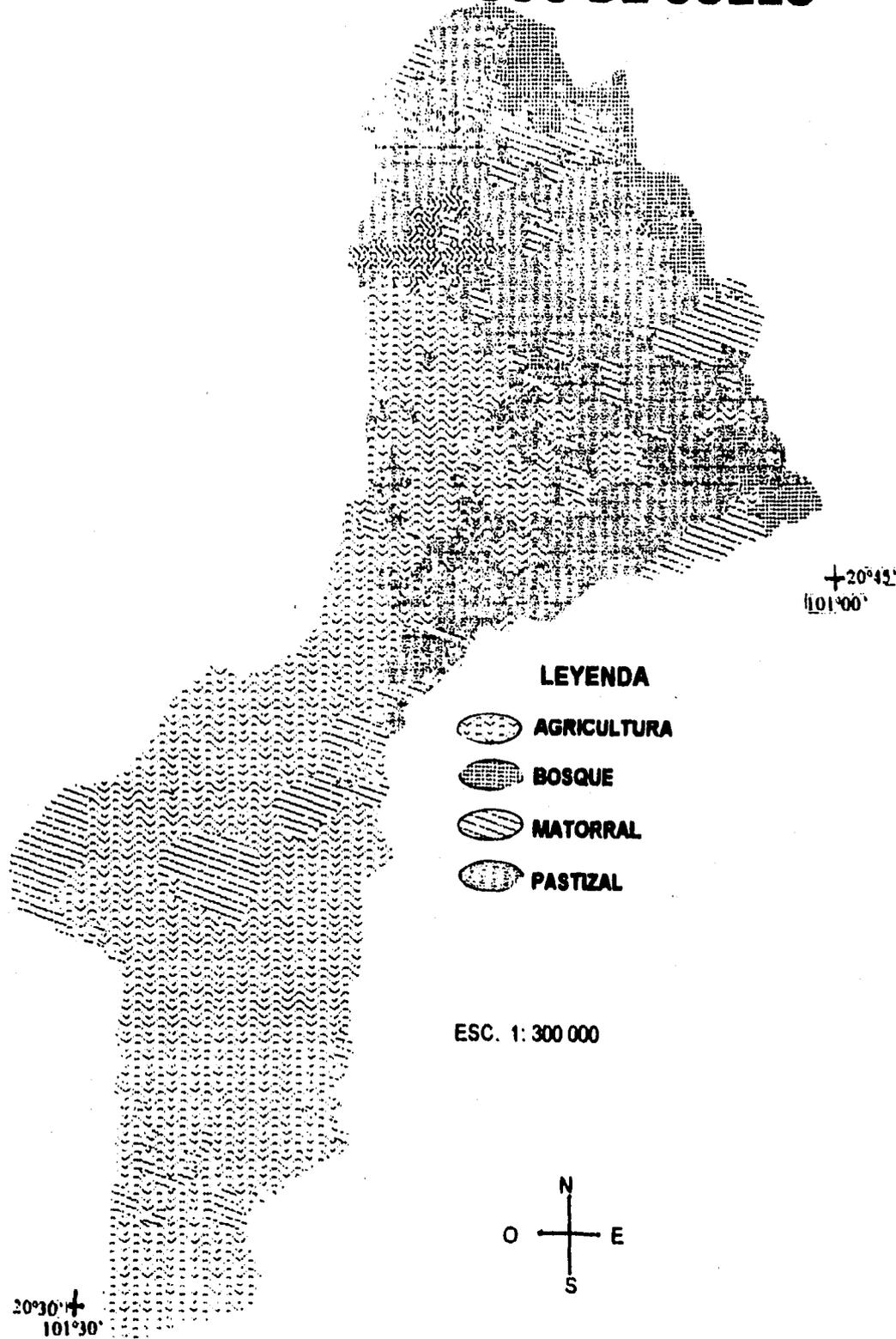
SUELO



La segunda región, ubicada en la región sur de la subcuenca del Río Guanajuato comprende los municipios de Irapuato y Pueblo Nuevo. Se trata de una planicie, en donde la mayor parte se cultiva con trigo, sorgo, brócoli, espárrago, frijol, maíz, fresa y alfalfa. Sus habitantes en su mayoría son agricultores, aunque algunos de ellos se dedican a actividades industriales en la ciudad de Irapuato; estas actividades están relacionadas con la industrialización de hortalizas (Gómez y Caraveo, 1990), (Mapa 7).

En cuanto al uso de suelo descrito por las cartas elaboradas por CETENAL en 1979, se encontró lo siguiente: La zona de agricultura de riego se localiza entre las altitudes de 1,700 a 1,800 m, en los municipios de Pueblo Nuevo, Irapuato y Silao; la agricultura de temporal se lleva a cabo en altitudes que van desde los 1,800 a 2,000 m en parte de los municipios de Silao y las regiones de Aldama y Santa Fe de Guadalupe. Se presentan también zonas de matorral en el Cerro de Arandas, Cerro Blanco y en algunas regiones del Municipio de Guanajuato, con altitudes que van desde los 2,000 y 3,000 m. El pastizal se localiza en las regiones de Aldama, Santa Fe de Guadalupe y parte del municipio de Guanajuato, entre 1,800 y 3,000 m de altitud. Se reporta bosque de encino en la región sur de Santa Fe de Guadalupe y Santa Rosa, en el municipio de Guanajuato (Gómez y Caraveo, 1990).

USO DE SUELO



MAPA 7

6. METODOLOGIA.

6.1 Trabajo preliminar

Para evaluar la pérdida de suelo, se usó la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo propuesto por Wichuncier et al., (1958) introduciendo en ella modificaciones con respecto a los factores LS y C, en especial para zonas forestales empleando además, la clasificación y cartografía de FAO/UNESCO para la degradación de los suelos (FAO, 1979).

Para delimitar la subcuenca del Río Guanajuato, se usaron las cartas topográficas de: Guanajuato (F14-C43); Aldama (F14-C53); Salamanca (F14-C63); Irapuato (F14-C42); Silao (F14-C52) escala de 1:50 000. Carta hidrológica de Guanajuato (F14-7) y Querétaro (F14-10) escala 1:250 000. Estas cartas sirvieron para establecer la red hidrológica y el parteaguas de la subcuenca, además de ser utilizadas para trazar los arroyos y los ríos tributarios del Río Guanajuato.

Tomando como base las características de esta zona, altitud, topografía y uso de suelo, se delimitaron dos grandes regiones dentro de la subcuenca: la región de El Bajío que comprende los municipios de Irapuato y Pueblo Nuevo, y La Región de la Sierra de Guanajuato que abarca los municipios de Guanajuato y parte de Silao. Cada una de estas regiones se dividió en zonas más pequeñas con base en el uso del suelo, la longitud e inclinación de la pendiente, geología, suelo y clima; la forma en la que se combinaron los factores anteriormente mencionados se describe a continuación:

Usando el Sistema de Información Geográfica ILWIS (Integrated Land Watershed Management Information System), se digitizaron las zonas de precipitación marcadas por las isoyetas, así como los límites entre las diferentes características marcadas en las cartas de geología, edafología, topografía y uso del suelo correspondientes a la subcuenca del Río Guanajuato; el siguiente paso fue la rasterización de estos mapas para, posteriormente, sobreponerlos; el orden en el que se llevaron a cabo estas sobreposiciones fue el siguiente:

Primero se sobrepuso el mapa de precipitación y el de geología, combinando tres zonas diferentes de precipitación con 15 zonas de diferente geología, generando un primer mapa que se usó para sobreponerlo con el mapa de suelos; de esta manera resultó un segundo mapa que se sobrepuso al mapa de uso de suelo, con lo que se generó un tercer mapa. La última sobreposición se hizo con el tercer mapa y el de pendientes y longitudes de la pendiente, con lo que se obtuvo el mapa definitivo que representa un total de 430 polígonos y cuatro regiones con distinto grado de erosión.

6.2 Trabajo de campo

Con base en el análisis de las características topográficas, edáficas, clima y vegetación de la zona de estudio, se seleccionaron 54 sitios de muestreo obteniéndose 57 muestras de suelo superficial, es decir de 0 a 30 cm (Mapa 8).

6.3 La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo

Se recopiló la información necesaria para la cuantificación de la erosión de acuerdo a los factores de la EUPS:

6.3.1 Factor R

Se utilizó Información pluviométrica de los últimos 12 años de las estaciones de Irapuato, Pueblo Nuevo, Aldama, Calderones, Silao, Valenciana y Santa Rosa, tomando en cuenta la precipitación mensual y el uso del índice de Fournier, modificado por Arnoulds (1978).

6.3.2 Factor K

Para la erodabilidad del suelo, se consideraron las 57 muestras de suelo distribuidas en las subregiones. En este caso, solamente se tomaron en cuenta las muestras del horizonte superficial. Las muestras de suelo fueron llevadas al laboratorio, se secaron a temperatura ambiente y se hicieron las siguientes determinaciones:

- a) Porcentaje de materia orgánica por el método de Walkley-Black (Jackson, 1982).
- b) Textura por el método del hidrómetro (Bouyocos, 1951, modificado por Villegas et al, 1978).
- c) Permeabilidad; por el método del cilindro, usando muestras alteradas (Palmer y Troch, 1980).
- d) La estructura se determinó en campo.

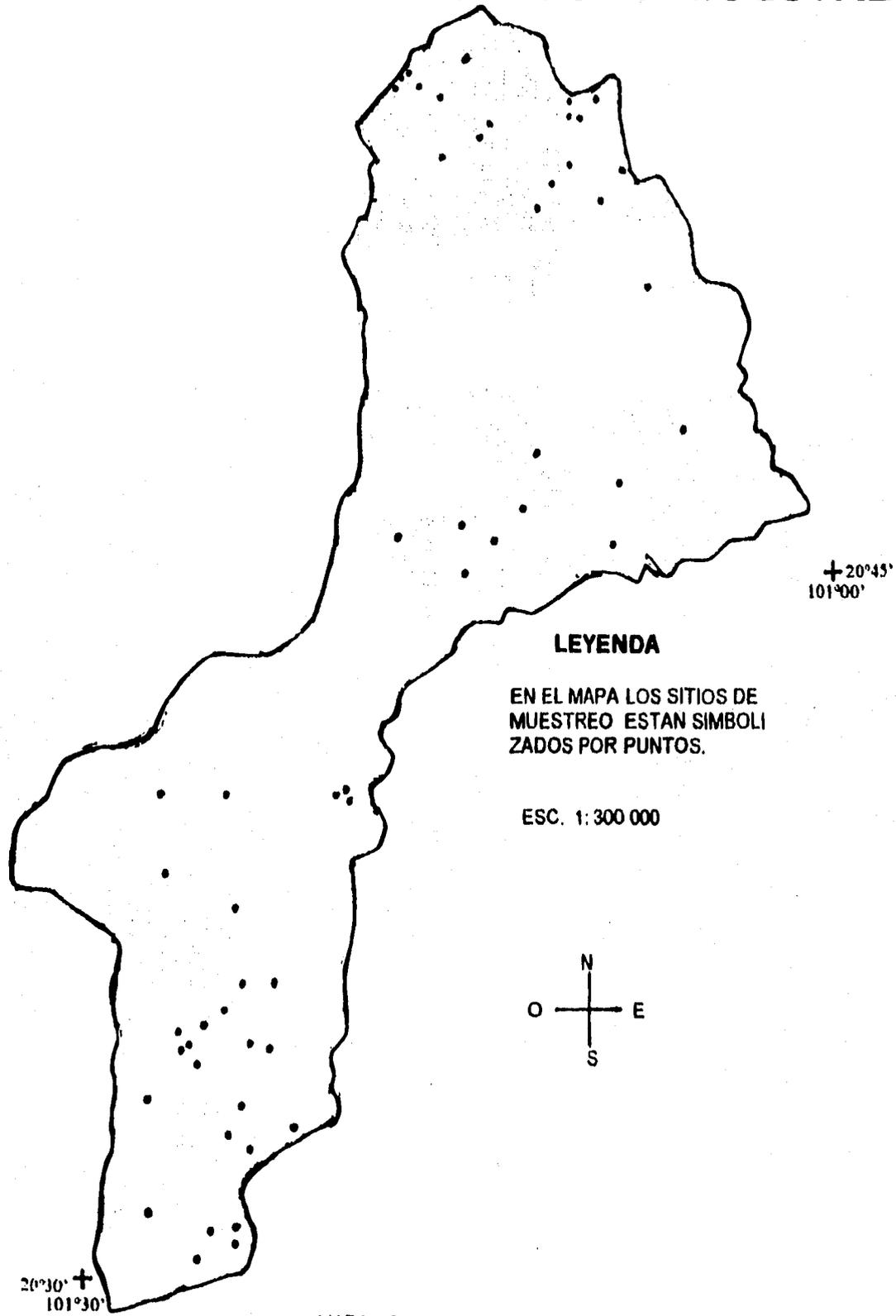
Estos resultados se utilizaron para la determinación del factor de erodabilidad del suelo, K, mediante el uso del nomograma (Wischmeier et al, 1971).

6.4 Modificaciones a la EUPS

6.4.1 El Factor LS

La longitud y la pendiente se determinó en forma manual usando las cartas topográficas de la zona de estudio. La inclinación de la pendiente fue determinada por medio del programa de Sistemas de Información

SITIOS DE MUESTREO



MAPA 8

Geográfica, ILWIS. Se digitizaron las curvas de nivel de las cartas topográficas de la zona de estudio; posteriormente se rasterizaron, generándose un Modelo Digital del Terreno y, tanto los valores de las pendientes como los de la longitud de la pendiente fueron integrados, para obtener así, el valor del factor LS.

6.4.2 Factor C.

La metodología empleada para la determinación del Factor C en áreas forestales de la zona de la Sierra de Guanajuato, está fundamentada en las propuestas de Dismeyer y Foster (1981) y . Para ello, se utilizaron cartas de uso de suelo de INEGI de 1979, escala 1:50,000 y fotografías aéreas en blanco y negro pancromáticas de los años 1984, 1985 y 1989, escala 1:37,000; se digitizaron los polígonos que representaban los diferentes usos del suelo, generándose el mapa de uso de suelo (Mapa 7). Con este mapa más actualizado se calculó:

- la superficie de suelo sin vegetación
- la superficie que ocupan los pastizales
- la superficie de uso agrícola
- la superficie de uso forestal
- la superficie que ocupa el matorral

Cada una de estas determinaciones actúa como un subfactor para la determinación del factor C. Después de calcular la superficie que ocupa cada uso de suelo, se transforman esos valores en porcentajes; a cada subfactor se le asigna un valor que puede ser de 0 a 1 de acuerdo al porcentaje de superficie que ocupe un uso de suelo determinado; posteriormente, se multiplican todos los valores obtenidos y se determina el valor del factor C que es el factor de Uso del Suelo.

En la planicie agrícola de El Bajío la determinación del factor C, se realizó con ayuda de las tablas configuradas por Wischmeier y Smith (1965), en las que se representan programas de cultivo que incluyen: la condición específica del cultivo a partir de un estado de labranza y barbecho continuo para el mismo suelo, pendiente y precipitación pluvial, los efectos interrelacionados de la cubierta, la secuencia del cultivo, nivel de productividad, duración de la estación de crecimiento, manejo de residuos y distribución de la precipitación pluvial. En este caso se tomó en cuenta el cultivo que estaba presente en el momento del muestreo y se le dió el valor que le correspondía, de acuerdo a las tablas antes mencionadas.

6.5 Factor P: Prácticas de conservación del suelo

Este factor no fue posible cuantificarlo porque en la zona no hay programas para conservación del suelo. En el caso de la zona de El Bajío, en ocasiones las lleva a cabo de manera independiente cada agricultor; en la Sierra de Guanajuato son casos aún más aislados y por lo tanto no es posible cuantificarlos.

6.6 Análisis estadístico

En los valores obtenidos para cada factor de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, así como para los valores resultantes de pérdida del mismo, se realizaron análisis de regresión lineal múltiple que es una técnica estadística útil para el análisis de relación entre variables dependientes e independientes.

El objetivo de esta técnica estadística es usar las variables cuyos valores son conocidos para evaluar el grado de dependencia entre ellas (Hair *et al.*, 1979).

6.7 Clasificación

A cada uno de los 430 polígonos generados en el mapa mencionado al inicio de este capítulo se le asignaron 5 valores (uno por cada factor de la EUPS), mismos que se multiplicaron y, entonces, a cada polígono se le asignó un valor de pérdida de suelo (en ton/ha/año). Tomando como base la cantidad de suelo perdido, se clasificaron los polígonos y se obtuvieron cuatro grados distintos de erosión para la Subcuenca del Río Guanajuato (Mapa 9).

7. RESULTADOS Y DISCUSION

En este estudio, Evaluación de la Erosión de los Suelos en la Subcuenca del Río Guanajuato, los resultados son presentados de acuerdo a las regiones en las que se dividió a la Subcuenca del Río Guanajuato, es decir:

- La región de El Bajío que incluye a los municipios de Irapuato y Pueblo Nuevo.
- La región de la Sierra de Guanajuato que incluye 4 subregiones:
 - a) Agrícola, distribuida en toda el área de la Sierra de Guanajuato; las superficies de mayor extensión están en Aldama y parte del Municipio de Silao y el resto, distribuido en pequeñas áreas en la región de la Sierra.
 - b) Matorral, superficies ampliamente distribuidas en el Municipio de Guanajuato.
 - c) Pastizal, superficies distribuidas en toda la región de la Sierra de Guanajuato.
 - d) Forestal, zonas ubicadas en Misterio del Chorro, La Sierra de Santa Rosa y Monte de San Nicolás.

7.1 Región de El Bajío

7.1.1 Los Factores de la Ecuación Universal de Pérdida de suelo

7.1.1.a Factor R: Erosividad de la Lluvia.

En la región de El Bajío se presenta una precipitación anual de 750 mm y un valor de R de 142.25 que, de acuerdo con la escala propuesta por FAO (UNESCO, 1979), los valores obtenidos para este factor R, son de efecto moderado. El clasificar estos valores como moderados, significa que la energía cinética de la precipitación, no es suficiente para provocar graves problemas de erosión en la zona de El Bajío (Fig. 6).

7.1.1.b Factor K: Erodabilidad del Suelo

La erodabilidad del suelo en la parte baja de la subcuenca, presenta valores que oscilan entre 0.14 y 0.31, que indican una predisposición del suelo a ser erodado, debido a que en estos sitios se presenta escasa oscilación en los contenidos de materia orgánica y una mayor divergencia en las proporciones de limo-arena fina y arena. El sitio La Providencia presenta contenidos de arena de hasta 45%, bajo en limo y arena fina y un alto contenido de materia orgánica, factores que dan un valor de $K = 0.14$. El sitio 46 denominado Río Guanajuato presenta bajo contenido de limo y arena fina, contenido medio de arena y materia orgánica y un

valor de $K = 0.19$; estos valores bajos de K (0.14 - 0.19) implican baja erodabilidad, lo que puede deberse en parte, a la estructura bien desarrollada de este suelo como consecuencia de una gran cantidad de arcilla (Vertisol pélico) que repercute en una disminución en la cantidad de espacio poroso, que a su vez hace descender la permeabilidad; debido a ésto, podría esperarse que el aumento del flujo superficial del agua sobre el suelo, incrementará la cantidad de sedimentos transportados pero en estos sitios la estabilidad de los agregados es muy alta, debido en parte, a las grandes proporciones de arcilla que presenta este suelo y también a las cantidades de materia orgánica que, unida a la arcilla, forma agregados muy estables no permitiendo una fácil disgregación. Por otra parte, el valor de $K = 0.32$ (Luz del Día) muestra valores medios de arena, limo+arena fina y materia orgánica. Estas estimaciones indican niveles medios de predisposición del suelo a ser erodado (Tabla 1).

| SITIO | LIMO Y ARENA F. | ARENAS | MAT. ORG. | PERMEAB. | ESTRUCT. | FACTOR K |
|--------------------|--------------------|--------|-----------|----------|----------|----------|
| 1.Esc. Agronom. | 25,0 | 31,0 | 2,19 | 5 | 4 | 0,26 |
| 4.P.nuevo-Sal. | 20,8 | 30,5 | 2,34 | 4 | 4 | 0,19 |
| 5La Providencia | 25,0 | 45,0 | 2,97 | 3 | 4 | 0,14 |
| 6.Luz del Día | 36,0 | 35,0 | 1,45 | 4 | 4 | 0,32 |
| 8.E. P. Nuevo | 22,0 | 9,0 | 2,22 | 5 | 4 | 0,29 |
| 9. Sn Isidro de B. | 33,0 | 21,0 | 1,64 | 6 | 4 | 0,3 |
| 11.Pueblo Nuevo | 20,0 | 20,0 | 1,88 | 6 | 4 | 0,21 |
| 12.Panales | 24,0 | 22,0 | 2,58 | 4 | 4 | 0,19 |
| 14. Duranes | 37,0 | 21,0 | 1,93 | 5 | 4 | 0,29 |
| 16. Tinajillas | 18,0 | 21,0 | 1,85 | 4 | 4 | 0,17 |
| 18. Cantarranas | 25,0 | 18,0 | 2,01 | 4 | 4 | 0,16 |
| 19.P. de Jardín | 42,0 | 27,0 | 2,44 | 1 | 4 | 0,29 |
| 20.V.de Irapua. | 34,0 | 22,0 | 2,07 | 2 | 4 | 0,21 |
| 21.C. del Valle | 22,0 | 23,0 | 1,71 | 6 | 4 | 0,23 |
| 23. La Campana | 21,0 | 20,0 | 2,1 | 6 | 4 | 0,23 |
| 24. El Conejo | 10,5 | 8,5 | 1,84 | 5 | 4 | 0,16 |
| 50.R.Guanajuato | 25,0 | 10,0 | 2,24 | 4 | 4 | 0,16 |

Tabla 1. Factor K en la región de El Bajío

Los valores mostrados de K mostrados en esta tabla fueron determinados con el Nomograma de Wischmeier (Apéndice 1).

7.1.1.c Factor Topográfico: LS

En los municipios de Irapuato y Pueblo Nuevo los valores del factor LS oscilan entre 0.30 y 0.80. Los valores bajos de LS significa que su impacto en la pérdida de suelo es poco significativo como ocurre en los casos de los sitios (21) Congeladora del Valle, (47 y 50) Río Guanajuato, (19) Purísima del Jardín, (5) La Providencia, (4) Pueblo Nuevo-Salamanca, (3) Exhacienda El Copal y (6) Luz del Día (Tabla 2). Al respecto, la FAO (UNESCO,1979), menciona que, cuanto mayor sea el factor numérico asignado, mayor será la degradación resultante calculada, tal como sucede en el caso del Canal del Alto Lerma.

Al respecto, Hudson (1976) dice que la erosión es directamente proporcional al cuadrado de la inclinación de la pendiente y a la longitud de la pendiente. En este caso, las pendientes presentan ángulos de inclinación muy pequeños, hace que disminuya la escorrentía, aumentando las probabilidades de infiltración, ya que la poca inclinación de la pendiente disminuye la velocidad de escurrimiento. Ahora bien, si se considera de manera aislada el factor L, la pérdida de suelo es alta porque hay una mayor superficie de escurrimiento, pero, si se considera la escasa inclinación de la pendiente que causa una acumulación de agua y aumenta la probabilidad de que ésta se infiltre y disminuya así el desprendimiento y el transporte de las partículas de suelo creando así una baja pérdida de suelo.

| SITIO | LONG. | FACTOR LS | PENDIEN. | FACTOR S | FACTORLS |
|------------------|---------|-----------|----------|----------|----------|
| 2.Esc. Agronom. | 250,0 | 2,1 | 1,3 | 0,1 | 0,3 |
| 4.P.P.Nuevo-Sal | 400,0 | 1,8 | 1,0 | 0,1 | 0,2 |
| 5La Providencia | 300,0 | 1,7 | 1,0 | 0,1 | 0,2 |
| 6.L Luz del Día | 350,0 | 1,7 | 1,0 | 0,1 | 0,2 |
| 8.E E. P. Nuevo | 1 130,0 | 3,3 | 3,3 | 0,2 | 0,7 |
| 11. Pueblo Nuevo | 350,0 | 2,3 | 2,2 | 0,2 | 0,4 |
| 14. Duranes | 650,0 | 2,8 | 1,8 | 0,2 | 0,5 |
| 16. Tinajillas | 550,0 | 2,6 | 1,2 | 0,1 | 0,3 |
| 18. Cantarranas | 400,0 | 2,4 | 1,2 | 0,1 | 0,3 |
| 19. P. de Jardín | 300,0 | 1,7 | 1,0 | 0,1 | 0,2 |
| 20. V.de Irapua. | 300,0 | 2,2 | 2,2 | 0,2 | 0,4 |
| 21. C. del Valle | 200,0 | 1,6 | 1,0 | 0,1 | 0,2 |
| 23. La Campana | 1000,0 | 3,1 | 2,0 | 0,2 | 0,6 |
| 24. El Conejo | 2 650,0 | 4,2 | 2,0 | 0,2 | 0,8 |
| 47. Río Gto. | 300,0 | 1,7 | 1,3 | 0,1 | 0,2 |

Tabla 2.-Valores del factor topográfico (LS) para la Región de El Bajío. Estos valores fueron determinados con la gráfica para la determinación del factor LS (Apéndice 2).

7.1.1.d Factor C: Uso de Suelo.

En los municipios de Irapuato, Pueblo Nuevo y una parte de Silao, se practica la agricultura de riego, en donde el valor promedio del factor C oscila entre de 0.02 y 0.58. En esta región los cultivos principales son de frijol, tomate, sorgo, fresa, chile alfalfa y maíz, este último es poco frecuente, predominando el trigo y alfalfa; estos cultivos presentan una mayor cobertura y por lo tanto, una mejor protección del suelo. Otro factor que causa un decremento en el valor del factor C es que en la agricultura de riego el tiempo en que el suelo queda desprotegido es menor, ya que se llegan a obtener dos cosechas en un año. El suelo es protegido durante mayor tiempo de la lluvia, pero habría que medir la pérdida de suelo a causa de la escorrentía provocada por el agua de riego y entonces, evaluar otra vez el efecto de la vegetación sobre la velocidad de la erosión (Fig. 5).

| SITIO | CULTIVO | FACTOR C |
|--------------------|----------------|----------|
| 1. Esc. Agronom. | Trigo | 0,38 |
| 3. Exh. El Copal | Trigo y Frijol | 0,18 |
| 4. P. Nuevo-Sal | Alfalfa | 0,02 |
| 5. La Providencia | Maíz | 0,47 |
| 6. Luz del Día | Trigo y frijol | 0,18 |
| 8. E.P. Nuevo | Fresa | 0,18 |
| 9. Cer | Chile y Tomate | 0,58 |
| 11. Pueblo Nuevo | Trigo | 0,38 |
| 14. Duranes | Maíz y Trigo | 0,42 |
| 15. R. Guanajuato | Frijol | 0,48 |
| 16. Tinajillas | Maíz | 0,47 |
| 18. Cantarranas | Alfalfa | 0,02 |
| 19. P. de Jardín | Alfalfa | 0,02 |
| 20. V. de Irapuato | Maíz | 0,47 |
| 21. C. del Valle | Maíz | 0,47 |
| 23. La Campaña | Trigo | 0,38 |
| 24. El Conejo | Frijol | 0,18 |
| 46. R. Guanajuato | Trigo | 0,38 |
| 50. R. Guanajuato | Fresa | 0,18 |

Figura 5.- Valores del factor C para la región agrícola de El Bajío

7.1.1.º Factor P: Prácticas de Conservación del Suelo

No se cuantificó este factor porque no se aplican medidas de conservación en la Subcuenca del Río Guanajuato, lo que no significa que en la subcuenca no sean necesarias las prácticas de conservación; al contrario, los resultados obtenidos indican que son indispensables desde hace tiempo, pero al parecer es necesario que se presenten decrementos muy significativos en los rendimientos económicos, para que las prácticas de conservación se lleven a cabo en esta zona.

7.1.2 La Erosión en la Región de El Bajío en la Subcuenca del Río Guanajuato

Esta región, ubicada en los municipios de Irapuato y Pueblo Nuevo tiene como actividad principal a la agricultura de riego; la planicie presenta pérdidas de suelo desde 0.11 hasta 9.31 ton/ha/año por lo que se concluye que no hay pérdida de suelo significativa en esta región, ya que, en buena medida los cultivos protegen al suelo la mayor parte del año; el suelo presenta una estructura firme, es decir, que los agregados no son fáciles de destruir; la inclinación y la longitud de la pendiente, contribuyen para que en la zona prácticamente no se presenten problemas significativos de erosión, ya que las pendientes muestran valores de bajo significado.

La región es una planicie que presenta unas cuantas elevaciones, entre ellos el sitio (14) Duranes, (1) La Escuela de Agronomía, (23) El Cerro La Campana que muestran valores de pérdida de suelo de 9.31, 7.64, 8.81 ton/ha/año respectivamente presentando inclinaciones de la pendiente de 1.8, 2.5 y 2% en cada uno de ellos y un uso de suelo agrícola que está ocasionando valores más altos de erosión. El sitio (9) denominado San Isidro de Borja presenta una pérdida de suelo de 15.10 ton/ha/año, considerada por la FAO(1979) como erosión moderada, este sitio presenta una pendiente de 2% y en él se cultivan chile y tomate los que, posiblemente, protegen de manera deficiente al suelo ya que su cobertura es menor a otros cultivos.

El análisis de correlación muestra que la infiltración lenta aumenta la pérdida de suelo al aumentar la escorrentía y con ello, el transporte de partículas de suelo; esto lo indica un coeficiente de correlación de 0.4949 y un nivel de significancia de 0.0139.

El factor C mantiene un coeficiente de correlación con la erosión de 0.5424 y un nivel de significancia de 0.0062. Este parámetro representa el valor que tiene la cubierta vegetal de un suelo para protegerse de la erosión. Si un valor de C es alto, es poco lo que puede contribuir a evitar la erosión de ese suelo, de ahí que esta relación sea altamente significativa. Hay que recordar que esta región es agrícola y que el valor del factor C lo determina el tipo de cultivo; algunas especies como la alfalfa, presentan valores bajos de C porque casi cubre totalmente al suelo; al contrario de el maíz, que presenta valores altos por la baja cobertura al inicio del cultivo, produciendo menores pérdidas de suelo en las regiones donde se cultiva alfalfa; la pérdida de suelo se incrementa cuando el cultivo es de maíz.

Una relación importante es la que muestra la longitud de la pendiente en función a la erosión: presenta un coeficiente de correlación de 0.5874 y un nivel de significancia de 0.0025 lo que indica pérdida de suelo en longitudes grandes. La inclinación de la pendiente muestra un coeficiente de correlación de 0.9798 con el factor S y de 0.8778 con el factor LS con un nivel de confianza > 99%; con la erosión, la inclinación presenta un coeficiente de correlación de 0.5245 con un nivel de confianza > 99% indicando en los tres casos que, cuando se incrementa la pendiente resulta una mayor cantidad de suelo perdido.

Al ser la región de menor altitud en toda la subcuenca, más que ser una zona de erosión es de depositación porque hacia esta zona fluyen los sedimentos producidos en las partes altas de la Sierra de Guanajuato (ver Mapa 9).

| SITIO | FACTOR R | FACTOR K | FACTOR LS | FACTOR C | EROSION | CLASIFICACION |
|------------------|----------|----------|-----------|----------|---------|---------------|
| 1.Esc. Agronom. | 142,25 | 0,23 | 0,3 | 0,38 | 7,64 | NO CUANT. |
| 4.P.nuevo-Sal. | 142,25 | 0,26 | 0,2 | 0,02 | 0,11 | NO CUANT. |
| 5La Providencia | 142,25 | 0,19 | 0,2 | 0,47 | 1,78 | NO CUANT. |
| 6.Luz. del Día | 142,25 | 0,14 | 0,2 | 0,18 | 1,64 | NO CUANT. |
| 9. Sn. Isidro | 142,25 | 0,29 | 0,6 | 0,58 | 15,1 | MODERADA |
| 11.Pueblo Nuevo | 142,25 | 0,30 | 0,4 | 0,38 | 4,88 | NO CUANT. |
| 12.Panales | 142,25 | 0,21 | 0,6 | 0,38 | 6,58 | NO CUANT. |
| 13.Pte. Río Gto. | 142,25 | 0,19 | 0,3 | 0,42 | 3,15 | NO CUANT. |
| 14. Duranes | 142,25 | 0,16 | 0,5 | 0,48 | 9,31 | NO CUANT. |
| 16. Tinajillas | 142,25 | 0,19 | 0,3 | 0,47 | 3,71 | NO CUANT. |
| 18. Cantarranas | 142,25 | 0,17 | 0,3 | 0,02 | 0,14 | NO CUANT. |
| 19.P. de Jardín | 142,25 | 0,16 | 0,2 | 0,02 | 0,16 | NO CUANT. |
| 20.V.de Irapua. | 142,25 | 0,29 | 0,4 | 0,47 | 1,71 | NO CUANT. |
| 21.C. del Valle | 142,25 | 0,21 | 0,2 | 0,47 | 2,77 | NO CUANT. |
| 23. La Campana | 142,25 | 0,23 | 0,6 | 0,18 | 8,61 | NO CUANT. |
| 24. El Conejo | 142,25 | 0,23 | 0,8 | 0,38 | 3,11 | NO CUANT. |
| 51.R.Guanajuato | 142,25 | 0,16 | 0,5 | 0,38 | 7,88 | NO CUANT. |

Figura 6.- Valores de pérdida de Suelo en la Región del El Bajío

7.2 La región de la Sierra de Guanajuato

7.2.1. Los Factores de la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo

7.2.1.a Factor R: Erosividad de la Lluvia

En la región de la Sierra de Guanajuato, los valores son de 124.67 en Calderones, Aldama y Silao lo que indica que, de las tres regiones de precipitación, ésta es la de menor riesgo de erosionarse por el efecto de la lluvia; la otra región presenta un valor de 142.25 lo que indica un riesgo moderado de pérdida de suelo; el valor de 164.0 que se presenta en Santa Rosa y Santa Fe de Guadalupe manifiesta que, el mayor riesgo de pérdida de suelo está en esta región, lo que origina un incremento en la energía cinética de la lluvia que provoca el desprendimiento y el transporte de las partículas de suelo

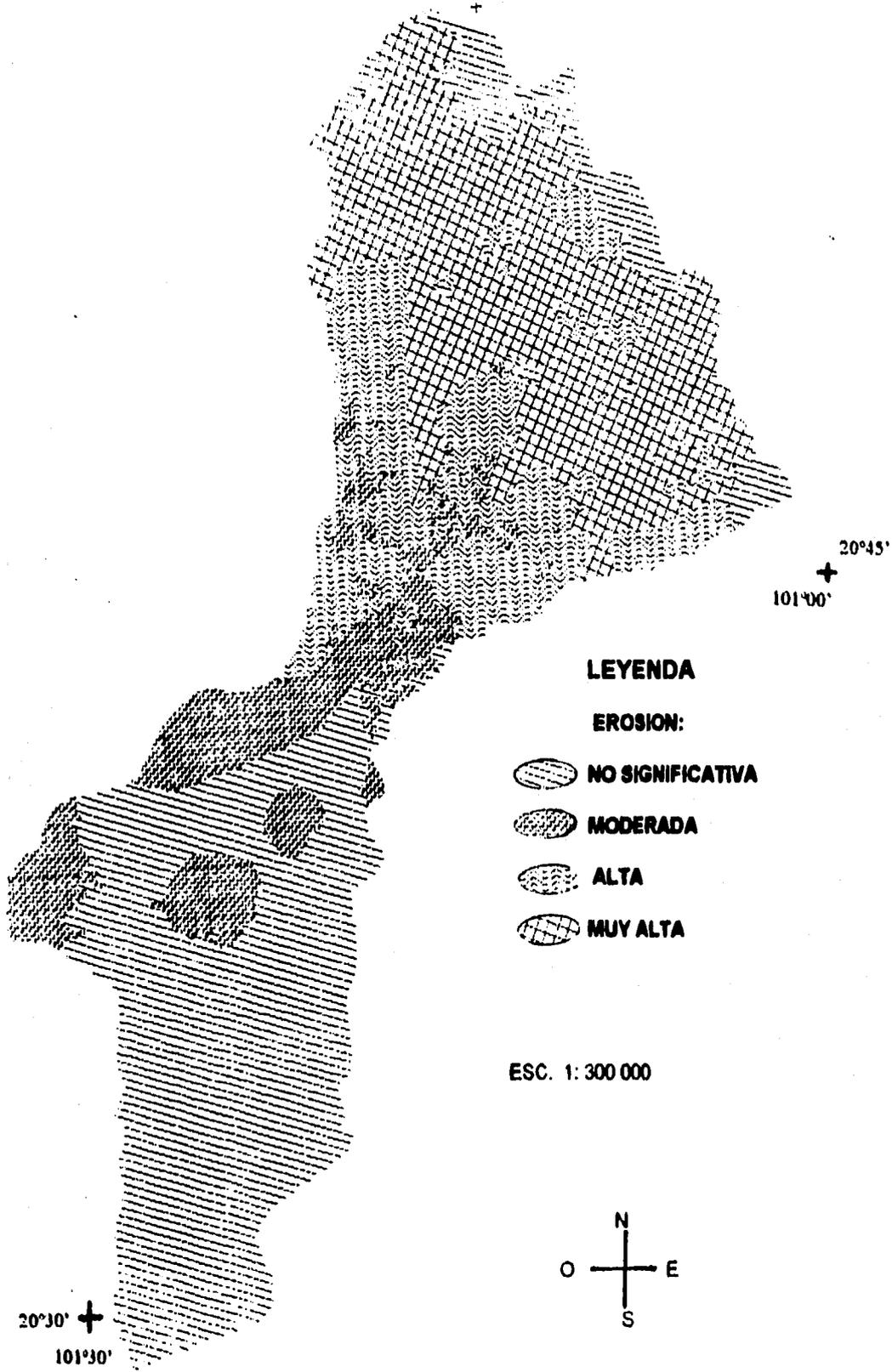
7.2.1.b Factor K Erodabilidad del Suelo

La zona forestal presenta los valores más bajos de erodabilidad, oscilan entre 0.21 y 0.25 debido a la cantidad de materia orgánica en el suelo: 4.45 % en Santa Rosa y en San Nicolás; 2.70 % en el Cerro Las Gachas y Mesa El Paseo y 3.49 % en el Arroyo La Joya, La Concepción y La Loma. La materia orgánica aumenta la cantidad de compuestos cementantes en el suelo; en esta zona se presenta también una permeabilidad rápida que acelera la infiltración y disminuye el escurrimiento estas dos variables que contrarrestan el elevado porcentaje de limo y arenas finas y la estructura granular que son causa de que el suelo sea más fácil de disgregar y transportar, (Tabla 3).

| SITIO | LIMOS Y ARENAS F | ARENA | PERMEAB. | ESTRUCT | MAT.ORG | FACTOR R |
|-----------------|---------------------|-------|----------|---------|---------|----------|
| 137. Sto. Niño | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,70 | 0,25 |
| 171.A.El Cristo | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 206. Río Grande | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 222.A. Azafrán | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 235.Ojo de Agua | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |

Tabla 3.- Valores del factor K determinados para la región forestal en la Sierra de Guanajuato de acuerdo al Nomograma de Wischmeier (Apéndice 1)

EROSION

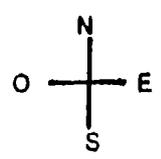


LEYENDA

EROSION:

-  NO SIGNIFICATIVA
-  MODERADA
-  ALTA
-  MUY ALTA

ESC. 1: 300 000



| SITIO | LIM Y A.F. | ARENA | PERMEAB. | ESTRUCT | MAT ORG | FACTOR R |
|-------------------|------------|-------|----------|---------|---------|----------|
| 248. Carrizuzano | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 257 El Mastranto | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,70 | 0,25 |
| 286 C. Las Gachas | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 289. A. Cuestas | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 342. Chichindaro | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 366. A. La Perla | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 371. A. La Joya | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 372. P. Realejo | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 383. A. El Tecuán | 58 | 35 | 2 | 2 | 4,45 | 0,66 |
| 393. Las Lomas | 58 | 35 | 3 | 2 | 4,45 | 0,66 |
| 398. Concepción | 58 | 35 | 2 | 2 | 4,45 | 0,66 |
| 410. Mexicanos | 39 | 53 | 3 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 414. Sta. Rosa | 58 | 35 | 1 | 2 | 4,45 | 0,66 |
| 420. C. Redondo | 58 | 35 | 3 | 2 | 4,45 | 0,66 |
| 421. Peregrina | 58 | 35 | 3 | 2 | 4,45 | 0,66 |
| 423. M. El Paseo | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,70 | 0,25 |
| 210 M. del Chorro | 39 | 35 | 3 | 2 | 1,82 | 0,66 |

Tabla 3 (Continuación) .- Valores del factor K determinados de acuerdo al Nomograma de Wischmeier (Apéndice 1)

7.2.1.b.1 Región de Matorral

La zona de matorral distribuida en la regiones de Aldama, Chapín, las presas La Esperanza, Los Mata y La Purísima; Carrizuzano, Montelongo, La Trinidad, Río Grande, Rosa de Castilla, El Nayal, Santo Niño y Arroyo Yerbabuena, presentan valores de 0.21 a 0.25, con contenidos medios y bajos de materia orgánica (de 1.8% en La Purísima y 0.21 % en el Arroyo Las Cuestas, Yerbabuena, Mineral de Marfil y el Cerro Las Gachas) lo que provoca una disminución en la proporción de compuestos cementantes que hace decrecer la estabilidad de los agregados, originando además, la existencia de una estructura débil por lo que el suelo es disgregado fácilmente. El aumento en la proporción de arenas, ocasiona un mayor porcentaje de porosidad del suelo incrementando la velocidad de infiltración (que en esta región se presenta como rápida) y disminuyendo la escorrentía (Tabla 4).

| SITIO | LIMO Y ARENA | ARENA | PERMEAB. | ESTRUCT | MAT.ORG | FACTOR K |
|------------------|--------------|-------|----------|---------|---------|----------|
| 11 Aldama | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 34. El Capullín | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 43. El Saúz | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 46. El Coyote | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 130 Sta.Fe | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 136. Sto Niño | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 188. El Taray | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 215. Montelongo | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 231. Campuzano | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 252. Río Grande | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 258.Rosa de Cas. | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 271. El Nuyal | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 273.Río El Cubo | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 294A.Yerbabuena | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 309.Min. Marfil | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 315. Guanajuato | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 343.Chichindaro | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 347.P. Los Mata | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 390. Valenciana | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 407.P.Esperanza | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 411M.Sn Nicolás | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |

Tabla 4. Valores del factor K, determinados para la región de matorral, por medio del Nomograma de Wischmeier (Apéndice 1).

7.2.1.b.2. Región de Pastizal

La zona de Pastizal está ampliamente distribuida en la Subcuenca del Río Guanajuato y presenta valores del factor K de 0.21 a 0.25. El valor más bajo, de 0.21, se localiza en la mayor parte de la región: el norte de Irapuato, Aldama, San Pablo, El Maguey, El Zangarro, La Cañada, La Trinidad, Huachimole, Santa Fe de Guadalupe, Santa Ana, Campuzano, Cerro Raíces, Presa la Soledad, La Escondida en donde se presenta de 32 % a 39 % de limo y arena fina, 53 % a 61% de arena y 1.82% a 2.7% de materia orgánica, infiltración rápida debido a la gran cantidad de arena en el suelo lo que disminuye la escorrentía; además, la materia

orgánica contribuye a la agregación del suelo haciendo descender el riesgo de erodabilidad en estos sitios. Un segundo grupo lo forman los sitios que presentan un valor del factor K de 0.23 en El Arroyo El Cristo, Ojo de agua, Río Grande, Mesa El Lobo, Campuzano, La Nopalera con 0.33% de materia orgánica, estructura pobremente desarrollada, permeabilidad muy alta, 73% de arena y 27% de limo y arena fina. La baja cantidad de materia orgánica es causa de alto riesgo de erodabilidad además, el elevado contenido de arena hace aumentar la infiltración y disminuir la escorrentía. El tercer grupo está formado por los sitios San Pablo, El Maguey, El Taray, Montecillo, Ojo de Agua, Montelongo, Campuzano, Rosa de Castilla, El Nayal, Santo Niño, Arroyo Los Charcos, Cerro Las Gachas, El Trompetero, Calderones, Cerro El Afiladero, La Concepción y Agua Colorada con un valor del factor K de 0.25; desde 2.7 % a 3.49% de materia orgánica, 39% a 44% de limos y arenas finas y de 39 % a 53% de arena, una estructura pobremente desarrollada y una permeabilidad moderada, en estos sitios las altas proporciones de arenas y la baja estabilidad de los agregados de este suelo elevan la erodabilidad de este suelo (Tabla 5).

| SITIO | LIMO Y ARENA | ARENA | PERMEAB | ESTRUCT | MAT.ORG | FACTOR K |
|-------------------|-----------------|-------|---------|---------|---------|----------|
| 13. Aldama | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 111. El Taray | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 129. Sta. Fe Gpe. | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 138. Sto. Niño | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 158A. La Soledad | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 161. Rosa de Cas | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 168.A. El Cristo | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 175. Montelongo | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 214. Mesa Lobo | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 233. Campuzano | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 299.R. Sta. Ana | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 319. Min. Marfil | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 320. Guanajuato | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 336. Calderones | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |

TABLA 5. Valores del factor K para la región de pastizal, determinados utilizando el Nomograma de Wischmeier (Apéndice 1).

| SITIO | LIMO Y | ARENA | PERMEAB. | ESTRUCT | MAT ORG | FACTOR K |
|-------------------|---------|-------|----------|---------|---------|----------|
| | ARENA F | | | | | |
| 344. Peñafiel | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 350. La Cata | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 387 P. La Soledad | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 389. Valenciana | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 397. A. Colorada | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 399 A. Concepción | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 412M. Sn. Nicolás | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 422. Peregrina | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 426. El Cubo | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |

Tabla 5 (Continuación). Valores del factor K para la región de pastizal, determinados utilizando el Nomograma de Wischmeier (Apéndice 1).

7.2.1.b.3. Región Agrícola

La zona agrícola de la Sierra de Guanajuato, se localiza en las siguientes regiones: El Saúz, El Coyote, El Zangarro, El Tarry, Agua Colorada, presas La Soledad y Montelongo, Llanos de La Esperanza y Villalpando; presentan contenidos de materia orgánica desde 0.21 a 3.49%; proporciones muy altas de arena, hasta 73%; limo y arena fina, hasta 44% permeabilidad moderada y estructura poco desarrollada. A estos valores habría que agregar la participación del agricultor que modifica la estructura con el laboreo agrícola. Todo lo anterior se conjuga para que en esta zona la erodabilidad sea considerada como la mayor en la zona de estudio. El suelo no está debidamente protegido ya que no se llevan a cabo prácticas de conservación del suelo, la proporción de materia orgánica es muy baja y, al presentarse altos contenidos de arenas, origina una estructura muy pobre, con agregados muy inestables que son fácilmente disgregados y transportados hacia las partes bajas, contribuyendo así a la pérdida de suelo por escorrentía (Tabla 6).

| SITIO | LIMOS Y ARENA F | ARENA | PERMEAB. | ESTRUCT. | MAT. ORG. | FACTOR K |
|------------------|--------------------|-------|----------|----------|-----------|----------|
| 26. Aldama | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 44. El Saiz | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 66.A. El Muguey | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 135. Sto. Niño | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 167.Sta.Fe Gpe | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 179.Montelongo | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 194. El Taray | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 209. El Chorro | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 242. Campuzano | 32,0 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 247.Río Grande | 27,0 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 270. El Nayal | 44,0 | 39 | 2 | 3 | 2,7 | 0,25 |
| 308.P. Sta. Ana | 32,0 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 351.Guanajuato | 39,0 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 363P.La Soledad | 32,0 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 391A.Concepción | 32,0 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 396Aqua Colorada | 39,0 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 406P. Esperanza | 39,0 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 428. Villalpando | 44,0 | 39 | 2 | 3 | 2,7 | 0,25 |

Tabla 6. Valores del factor K para la región agrícola determinada utilizando el Nomograma Wischmeier (Apéndice 1)

7.2.1.c. Factor LS: Longitud e Inclinación de la Pendiente

7.2.1.c.1 Región Forestal

Es una de las regiones que presenta los relieves más accidentados, los valores del factor LS son de 14.08 hasta 50.37 con longitudes que va desde 1071.87 a 2847.37 m e inclinaciones de la pendiente desde 10.96 % hasta 35.28 %. Esta zona se inicia en pequeñas áreas en las regiones de Santo Niño, Río Grande; las áreas de mayor superficie son Santa Rosa, San Nicolás del Monte y Misterio del Chorro, presentándose los valores más bajos del factor LS en los sitios de Campuzano, Río Grande, El Azafrán, Ojo de Agua y Misterio del Chorro; muestran valores de LS desde 14.08 hasta 18.80; es decir, muestran un riesgo moderado de erosión, debido a

que las pendientes van desde 10.96 hasta 15.55% y las longitudes de 1325 a 1393. Un segundo grupo está formado por los sitios Las Lomas, Arroyos La Joya y El Tecuán, presa El Realejo, La Concepción, La Nopalera, Santo Niño, Arroyo El Cristo, Campuzano, C. Las Gachas, Arroyo Las Cuestas, Peregrina y Mesa El Paseo, cuyos valores van de 25.46 a 35.94 presentando altos índices de erosión ya que las inclinaciones de las pendientes son de 20.57 a 25.79 % combinadas con longitudes de 1110.87 a 1640.11 m. El tercer grupo, el mayor riesgo de erosión presenta inclinaciones de las pendientes de 33.18 a 35.28% y longitudes desde 1115.69 a 1142.55 m. De forma general en la región forestal se presentan longitudes cortas con pendientes muy inclinadas

| SITIO | LONG | FACTOR L | PENDIEN | FACTOR S | FACTOR LS |
|-----------------|---------|----------|---------|----------|-----------|
| 137. Sto. Niño | 1640,11 | 8,30 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 171.A.El Cristo | 1407,44 | 7,33 | 21,40 | 4,74 | 33,07 |
| 206. Río Grande | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |
| 229. Campuzano | 1325,00 | 7,05 | 14,92 | 2,4 | 14,08 |
| 235.Ojo de Agua | 1393,30 | 7,44 | 15,55 | 2,63 | 18,80 |
| 237.La Nopalera | 1331,25 | 6,91 | 19,90 | 4,4 | 29,23 |
| 289. A. Cuestas | 1225,00 | 6,32 | 23,58 | 5,84 | 33,89 |
| 342.Chichindaro | 1115,69 | 6,33 | 39,18 | 9,94 | 50,37 |
| 366.A. La Perla | 1190,00 | 6,81 | 27,05 | 6,92 | 40,94 |
| 372.P. Realejo | 1433,33 | 7,35 | 20,57 | 3,88 | 25,46 |
| 383.A.El Tecuán | 1170,00 | 6,62 | 31,20 | 9,6 | 47,71 |
| 394. Las Lomas | 1110,87 | 6,09 | 23,91 | 5,46 | 27,75 |
| 398. Concepción | 1110,87 | 6,09 | 23,91 | 5,46 | 27,75 |
| 413. Sta. Rosa | 1115,69 | 6,33 | 33,18 | 9,94 | 50,37 |
| 420. C. Redondo | 1071,87 | 8,46 | 35,28 | 10,94 | 50,57 |
| 421. Peregrina | 1471,43 | 7,99 | 21,39 | 4,15 | 32,33 |
| 423.M. El Paseo | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 37,94 |
| 210M.del Chorro | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |

Tabla 7. Valores del factor topográfico (LS) determinados para la región forestal de la Sierra de Guanajuato (Apéndice 2).

7.2.1.c.2. Región de Matorral

Presenta una distribución amplia en el área de la Sierra de Guanajuato y muestra valores del factor LS desde 3.89 hasta 58.09 %, es decir, que las inclinaciones de las pendientes son desde 5.7% en la región de

Aldama hasta 36.2% en las zonas más altas de Santa Rosa, San Nicolás del Monte, La Concepción, La Loma y Agua Colorada mostrando, estas últimas, el riesgo mayor de pérdida de suelo debido a los valores altos de inclinación y longitud de la pendiente que son causa de incrementos en la velocidad del flujo superficial; además, al aumentar la longitud de la pendiente, se presenta una mayor superficie susceptible de desprendimiento y transporte de partículas de suelo por lo que, es de esperar que en esta zona de Aldama y parte del municipio de Silao, se presente una menor pérdida de suelo que en las regiones altas de la Sierra de Guanajuato.

| SITIO | LONG. | FACTOR L | PENDIEN. | FACTOR S | FACTOR LS |
|-------------------|---------|----------|----------|----------|-----------|
| 16. Aldama | 1486,00 | 6,12 | 7,52 | 0,88 | 4,71 |
| 28. Hda. de Gpe. | 948,28 | 5,68 | 8,41 | 0,96 | 5,16 |
| 38. El Resbalón | 2314,29 | 6,64 | 6,06 | 0,68 | 5,61 |
| 43. El Saúz | 1178,57 | 6,58 | 6,23 | 0,65 | 4,22 |
| 46. El Coyote | 1178,57 | 6,58 | 6,23 | 0,65 | 4,22 |
| 68. A. El Magüey | 1486,36 | 6,3 | 8,92 | 1,08 | 6,27 |
| 78. Chapín | 1736,36 | 7,64 | 6,98 | 0,73 | 5,44 |
| 110. Montecillo | 2380,00 | 9,19 | 6,53 | 0,62 | 5,98 |
| 122. Chapín | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 130 Sta. Fe Gpe | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 136. Sto Niño | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 152. Cajones | 1560,00 | 7,93 | 21,78 | 4,92 | 33,89 |
| 157. Cañada de B. | 2314,29 | 6,64 | 6,06 | 0,68 | 5,61 |
| 169. A. El Cristo | 1407,44 | 7,33 | 21,4 | 4,74 | 33,07 |
| 188. El Taray | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 215. Montelongo | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |
| 249. Campuzano | 1225,00 | 6,32 | 23,58 | 5,84 | 33,56 |
| 255C. La Gloria | 1409,09 | 7,5 | 22,09 | 4,97 | 33,67 |
| 258. Rosa de Cas. | 1124,21 | 6,69 | 36,63 | 12,07 | 68,94 |
| 273. Río El Cubo | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 294 A. Yerbabuena | 1560,00 | 7,9 | 21,78 | 4,92 | 33,89 |
| 309. Min. Marfil | 1200,00 | 6,35 | 36,2 | 12,82 | 58,09 |

Tabla 8.- Valores del factor topográfico para la región de matorral de la Sierra de Guanajuato.

| SITIO | LONG | FACTOR L | PENDIEN | FACTOR S | FACTOR LS |
|-----------------|---------|----------|---------|----------|-----------|
| 349.P. Los Mata | 1115,69 | 6,33 | 36,2 | 12,82 | 50,37 |
| 367.A.La Aurora | 1190,00 | 6,81 | 27,05 | 6,92 | 40,94 |
| 376.R. Sta.Rosa | 1200,00 | 6,35 | 36,2 | 12,82 | 58,09 |
| 380. El Tecuán | 1433,33 | 7,35 | 20,57 | 3,88 | 25,46 |
| 390. Valenciana | 1110,87 | 6,09 | 23,91 | 5,46 | 27,75 |
| 407.P.Esperanza | 1110,87 | 6,09 | 23,91 | 5,46 | 27,75 |
| 411M.Sn Nicolás | 1115,69 | 6,33 | 36,2 | 12,82 | 50,37 |

Tabla 8 (Continuación).- Valores del factor topográfico para la región de matorral de la Sierra de Guanajuato.

7.2.1.c.3. Región de Pastizal.

Los pastizales también se distribuyen ampliamente en toda la región de la Sierra de Guanajuato, los valores que muestra el factor topográfico son de 3.89% en el norte de Irapuato, la región de Aldama hasta la presa La Purísima; 11.56% a 18.80% en la región de El Taray, Campuzano, Carboneras y Arroyo Yerbabuena donde las pendientes presentan una inclinación de hasta 15.56%, o sea, un riesgo de erosión moderada. La región norte de la Sierra de Guanajuato presenta los valores más altos del factor LS, desde 26.83 hasta 68.94 con inclinaciones de la pendiente hasta de 36.63%, esto significa un alto riesgo de erosión.

| SITIO | LONG. | FACTOR L | PENDIEN | FACTOR S | FACTOR LS |
|------------------|---------|----------|---------|----------|-----------|
| 9. Aldama | 1604,54 | 6,93 | 5,72 | 0,57 | 3,89 |
| 35.El Capulín | 948,28 | 5,68 | 8,41 | 0,96 | 5,16 |
| 111. El Taray | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 129.Sta. Fe Gpc. | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 175. Montelongo | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,50 | 16,48 |
| 233. Campuzano | 1393,33 | 7,44 | 15,55 | 2,63 | 18,8 |
| 262.Rosa de Cas | 1124,21 | 6,69 | 36,63 | 12,07 | 68,94 |

Tabla 9.- Valores del factor topográfico (LS) para la región de pastizal en la Sierra de Guanajuato.

| | | | | | |
|-------------------|---------|------|-------|------|-------|
| 280. Sto. Niño | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 295A. Yerbabuena | 1560,00 | 7,90 | 21,78 | 4,92 | 33,89 |
| 316. Guanajuato | 1115,69 | 6,33 | 33,18 | 9,94 | 50,37 |
| 336. Calderones | 1540,00 | 7,93 | 17,85 | 3,17 | 23,75 |
| 348. Peñafiel | 1115,69 | 6,33 | 33,18 | 9,94 | 50,37 |
| 352. Valenciana | 1115,69 | 6,33 | 33,18 | 9,94 | 50,37 |
| 353. Sta. Ana | 1110,87 | 6,09 | 23,91 | 5,46 | 27,75 |
| 360P. La Soledad | 1301,85 | 7,00 | 22,04 | 4,73 | 26,83 |
| 364La Escondida | 1170,00 | 6,62 | 31,2 | 9,60 | 47,41 |
| 389. Valenciana | 1110,87 | 6,09 | 23,91 | 5,46 | 27,75 |
| 395. Concepción | 1110,87 | 6,09 | 23,91 | 5,46 | 27,75 |
| 397. A. Colorada | 1110,87 | 6,09 | 23,91 | 5,46 | 27,75 |
| 412M. Sn. Nicolás | 1110,87 | 6,09 | 23,91 | 5,46 | 57,57 |
| 422. Peregrina | 1471,43 | 7,99 | 21,39 | 4,15 | 32,33 |
| 426. El Cubo | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |

Tabla 9 (Continuación).- Valores del factor topográfico (LS) para la región de pastizal en la Sierra de Guanajuato.

7.2.1.c.4. Región Agrícola

En la región agrícola los valores del factor LS se presentan entre 3.89 hasta 11.56 en las regiones del Norte de Irapuato, Aldama, San Pablo, El Saúz, Montecillos, La Cruz y El Coyote, muestran pendientes suaves, de hasta 7% y longitudes de hasta 2380 m que indican un bajo riesgo de erosión. Las regiones de Santo Niño, Santa Fe de Guadalupe, El Nayal, El Cedro, C. Raíces, La Escondida, La Soledad, La Concepción, Agua Colorada, Cerro Verdolagas y Villalpando, muestran pendientes de hasta 50 % y longitudes que varían entre 1200 y 2847 m, en donde el riesgo de erosión es mayor; a las pendientes muy inclinadas se suman las labores agrícolas; estas regiones presenten altas tasas de erosión.

| SITIO | LONGITUD | FACTOR L | PENDIENTE | FACTOR S | FACTOR LS |
|-------------------|----------|----------|-----------|----------|-----------|
| 26. Aldama | 1604,54 | 6,93 | 5,72 | 0,57 | 3,89 |
| 42. El Coyote | 1168,7 | 5,3 | 6,14 | 0,61 | 3,08 |
| 60. El Saúz | 1486,36 | 6,3 | 6,14 | 0,61 | 6,27 |
| 85. El Zungarro | 1736 | 7,64 | 6,98 | 0,73 | 5,44 |
| 106. La Cruz | 2380 | 9,19 | 6,53 | 0,62 | 5,98 |
| 112. El Taray | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 135. Sto. Niño | 1604,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 144. Carboneras | 1540 | 7,93 | 17,85 | 3,17 | 23,75 |
| 153. La Venta | 2314,29 | 6,64 | 6,06 | 0,68 | 5,61 |
| 162. Sta. Teresa | 1535,71 | 6,24 | 13,39 | 2,14 | 13,4 |
| 167. Sta. Fe Gpe | 1407,44 | 7,33 | 21,4 | 4,74 | 33,07 |
| 173. Ojo de Agua | 1393,33 | 7,44 | 15,5 | 2,63 | 18,8 |
| 176. Montelongo | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |
| 265. A. Adjuntas | 1407,44 | 7,33 | 21,4 | 4,74 | 33,07 |
| 266. C. El Cristo | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 306. Sta. Ana | 1200 | 6,35 | 36,2 | 12,82 | 58,09 |
| 351. Guanajuato | 1115,69 | 6,33 | 33,18 | 9,94 | 50,37 |
| 361P. La Soledad | 1301,85 | 7 | 22,04 | 4,73 | 26,83 |
| 377R. Sta. Rosa | 1200 | 6,35 | 36,2 | 12,82 | 58,09 |
| 385 La Escondida | 1170 | 6,62 | 31,2 | 9,6 | 47,41 |
| 391A. Concepción | 1301,85 | 7 | 22,04 | 4,73 | 26,83 |
| 396 Agua Colorada | 1110,87 | 6,09 | 23,91 | 5,46 | 27,75 |
| 406P. Esperanza | 1110,87 | 6,09 | 23,91 | 5,46 | 27,75 |
| 419C. Verdolagas | 1115,69 | 6,33 | 33,18 | 9,94 | 50,37 |
| 428. Villalpando | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |

TABLA 10. - Valores del factor topográfico (LS) para la región agrícola en la Sierra de Guanajuato

7.2.1.d Factor C: Uso de Suelo.

En esta región el área forestal ocupa apenas el 5%; el valor del factor C es de 0.001 a 0.007. En algunos de estos sitios aún existe un horizonte orgánico que protege al suelo de la escorrentía; los árboles disminuyen

la fuerza del impacto de la gota de lluvia al recibirla primero y atenuando después el desprendimiento de partículas de suelo. En lo que al pastizal y al matorral se refiere, el primero ocupa un 27.94% de la superficie y el matorral un 15.44%. El matorral presenta una menor cobertura, de suelo cubierto (entre 1 y 2 m²); protege al suelo del impacto de las gotas de lluvia, restándole fuerza y por lo tanto, evita o disminuye el desprendimiento de las partículas del suelo. En el caso del pastizal, este protege al suelo de la escorrentía y del impacto de las gotas de la lluvia en mayor proporción que el matorral; además, el flujo superficial no tiene efecto sobre el suelo, ya que el pasto aumenta la estabilidad de los agregados del suelo, aportando de manera continua materia orgánica que proporciona cementantes que mantienen estable la estructura del suelo.

7.2.1.e Factor P: Prácticas de Conservación del Suelo

En áreas muy localizadas y aisladas en la Sierra de Guanajuato se presentan algunas prácticas de conservación, reforestaciones principalmente: en los alrededores de la Presa La Soledad, Santa Teresa y Loma Colorada, en donde se ha reforestado con eucalipto (*Eucalyptus sp*), casuarina (*Casuarina equisetifolia*) y pino (*Pinus sp*). Se presentan también barreras de roca a orillas de la carretera como medio de conservación.

7.3 La Erosión del Suelo en La Región de la Sierra de Guanajuato

Usando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo se determinó la erosión en la Subcuenca del Río Guanajuato, los resultados obtenidos en estas regiones son el resultados del efecto de la precipitación pluvial, las condiciones del suelo, la longitud y la inclinación de la pendiente y el uso del suelo.

7.3.1 Las zonas forestales en la Sierra de Guanajuato

En la Sierra de Guanajuato las zonas forestales se ubican en Santa Rosa y pequeñas áreas localizadas en La Loma, La Concepción, Cerro de las Gachas, Cerro Cluchindaro, Cerro Redondo, Arroyo La Perla, Presa El Realejo, Mesa El Paseo y la región de Misterio del Chorro, la erosión que se presenta es de 0.30 a 3.82 ton/ha/año que de acuerdo con FAO (UNESCO, 1979), no es una pérdida significativa de suelo. Esto se apoya también en las cifras de pérdida tolerable de suelo citada por Hudson (1976) que dice que "es tolerable una pérdida de suelo de 2 a 11 ton/ha/año si la erosión fue evaluada por medio de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo", como es este caso. Al respecto, Morgan (1984) argumenta que "es normal planificar para tasas aceptables de erosión de 2 a 10 ton/acre/año (equivalentes a 4.5 a 22.4 ton/ha/año respectivamente), equivalente a una pérdida superficial aproximadamente de 0.2 a 1 mm por año;" argumenta "que esta tasa estará a la par con la tasa de intemperismo química que forma el nuevo suelo".

El comportamiento de los factores que establecen los valores mencionados anteriormente es el siguiente: El factor C determinado por el uso de suelo de la zona, es de 0.001 a 0.007 ya que se trata de un bosque de encino que protege al suelo de ser erosionado; el dosel de la vegetación atenúa el efecto de las gotas de lluvia, cuando ocurre la precipitación, ésta cae primero sobre los árboles, lo que hace disminuir el impacto de las gotas de lluvia; cuando el agua llega al suelo, da inicio a la escorrentía que también es afectada por la inclinación y la longitud de la pendiente; en este caso el factor LS presenta valores que varían entre 14.08 y 50.57 lo que indica un alto riesgo de erosión, debido a que se presentan pendientes de hasta 35% lo que es atenuado por la presencia de altos contenidos de materia orgánica que acumulada forma el horizonte Ao como en el caso de Santa Rosa, donde se presenta un Ao de 3 cm que protege al suelo del golpeteo y el flujo superficial del agua. Otra función de la materia orgánica es proporcionar sustancias que servirán como cementantes para mantener estables los agregados del suelo. Aún cuando los valores del factor LS muestran un riesgo muy alto de erosión, este es disminuido por la cantidad de materia orgánica aportada por la vegetación que se presenta en estos sitios (Tabla 7).

| SITIO | FACTOR R | FACTOR K | FACTOR LS | FACTOR C | EROSION | CLASIF. |
|------------------|----------|----------|-----------|----------|---------|-----------|
| 137. Sto. Niño | 124,67 | 0,25 | 35,94 | 0,001 | 1,12 | NO CUANT. |
| 229. Campuzano | 164,00 | 0,23 | 14,08 | 0,001 | 0,53 | NO CUANT. |
| 286C. Las Gachas | 124,67 | 0,22 | 33,89 | 0,001 | 1,06 | NO CUANT. |
| 289. A. Cuestas | 124,67 | 0,21 | 33,89 | 0,0006 | 0,56 | NO CUANT. |
| 342. Chichindaro | 142,25 | 0,21 | 50,37 | 0,0007 | 1,05 | NO CUANT. |
| 366.A. La Perla | 142,25 | 0,25 | 40,94 | 0,0007 | 0,86 | NO CUANT. |
| 371. A. La Joya | 142,25 | 0,21 | 25,46 | 0,0007 | 0,3 | NO CUANT. |
| 393. Las Lomas | 164,00 | 0,66 | 26,83 | 0,0007 | 2,03 | NO CUANT. |
| 409. Concepción | 164,00 | 0,66 | 34,84 | 0,0007 | 2,64 | NO CUANT. |
| 416. Sta. Rosa | 164,00 | 0,21 | 50,57 | 0,0007 | 3,83 | NO CUANT. |
| 421. Peregrina | 164,00 | 0,66 | 32,33 | 0,0007 | 2,45 | NO CUANT. |
| 210M. del Chorro | 164,00 | 0,66 | 16,48 | 0,001 | 0,67 | NO CUANT. |

figura 7.- Valores de pérdida de suelo determinados para la región forestal en la Sierra de Guanajuato.

7.3.2 Las Zonas de Matorral en la Sierra de Guanajuato

Se presenta en sitios con erosión moderada, como: El Arroyo La Joya, El Tecuán, La Media Luna, Coyote, El Sauz, San Nicolás, Arroyo El Maguey, Chapín, El Capulín, El Resbalón, Ciénega del Pedregal, San José del Rodeo, San José de los Llanos, Hacienda de Guadalupe y en zonas con erosión alta como: San Antonio, El Saúz, Río Sta Rosa, El Trompetero, Santa Fe de Guadalupe, Cerro de las Gachas, Cerro Bolita, Santo Niño, Arroyo La Aurora, El Taray, Campuzano, Cerro La Gloria, Cerro El Cristo, Río Grande, Campuzano, Presa La Esperanza; en zonas de erosión muy alta como: Mineral de Marfil, Cerro Chichindaro, Presa Los Mata, San José de Gracia, Río Santa Rosa, Rosa de Castilla y Presa San Antonio.

En las zonas de erosión moderada, ésta varía de 16.26 hasta 48.34 ton/ha/año; en la zonas de erosión alta los valores que se presentan van desde 49.11 hasta 228.58 ton/ha/año; en cuanto a las zonas de erosión muy alta, éstas presentan valores desde 210.65 a 364.05 ton /ha /año. La diferencia entre estas tres zonas es el factor LS ya que en el caso de la zona de erosión moderada, presenta valores desde 3.89 a 11.56, donde las inclinaciones de la pendiente son menores del 20% ; en cambio, en la zona de erosión alta, los valores del factor LS van de 11.56 a 50.37, la inclinación de las pendientes es mayor de 30% y en el caso de la erosión muy alta, presenta valores desde 50.37 hasta 68.94; la inclinación de las pendientes es, en algunos casos, hasta de 50%. Los otros factores se mantienen constantes mientras el factor topográfico es muy variable. Se observa que a mayor inclinación de la pendiente mayor pérdida de suelo porque aumenta la escorrentía; además, este tipo de vegetación no brinda una protección adecuada al suelo porque no presenta una cobertura amplia; las plantas que conforman este tipo de vegetación se distribuyen de manera aislada, de forma tal que el superficie protegida es poca.

| SITIO | FACTOR R | FACTOR K | FACTOR LS | FACTOR C | EROSION | CLASIFIC. |
|------------------|----------|----------|-----------|----------|---------|-----------|
| 11. Aldama | 142,25 | 0,21 | 3,89 | 0,3 | 34,86 | MODERADA |
| 34. El Capulín | 124,67 | 0,21 | 5,16 | 0,3 | 40,53 | MODERADA |
| 43. El Saúz | 124,67 | 0,21 | 4,22 | 0,3 | 33,14 | MODERADA |
| 68. A.El Maguey | 142,25 | 0,25 | 6,27 | 0,14 | 31,22 | MODERADA |
| 80. Coyote | 142,25 | 0,21 | 5,44 | 0,14 | 22,75 | MODERADA |
| 122. Chapín | 124,67 | 0,21 | 11,56 | 0,3 | 90,79 | ALTA |
| 130 Sta.Fe Gpe | 124,67 | 0,21 | 35,94 | 0,3 | 282,28 | MUY ALTA |
| 136. Sto Niño | 124,67 | 0,25 | 35,94 | 0,28 | 313,64 | MUY ALTA |
| 188. El Taray | 164 | 0,25 | 11,56 | 0,14 | 66,35 | ALTA |
| 231. Campuzano | 164 | 0,21 | 14,08 | 0,28 | 135,78 | ALTA |
| 258.Rosa de Cas. | 164 | 0,23 | 68,94 | 0,28 | 728,11 | MUY ALTA |

Figura 8. Valores de pérdida de suelo en la región de matorral en la Sierra de Guanajuato

| SITIO | FACTOR R | FACTOR K | FACTOR LS | FACTOR C | EROSION | CLASIFIC. |
|-----------------|----------|----------|-----------|----------|---------|-----------|
| 267Sta. Fe Gpe. | 142,25 | 0,23 | 11,56 | 0,28 | 105,9 | ALTA |
| 274.Río El Cubo | 142,25 | 0,25 | 35,94 | 0,14 | 178,94 | ALTA |
| 276. Sto. Niño | 142,25 | 0,25 | 35,94 | 0,14 | 178,94 | ALTA |
| 294A.Yerbabuena | 124,67 | 0,22 | 33,89 | 0,3 | 278,85 | MUY ALTA |
| 309.Min. Marfil | 124,67 | 0,22 | 58,09 | 0,28 | 446,11 | MUY ALTA |
| 330. Guanajuato | 124,67 | 0,21 | 50,37 | 0,28 | 369,24 | MUY ALTA |
| 347.P. Los Mata | 142,25 | 0,25 | 57,57 | 0,3 | 614,19 | MUY ALTA |
| 390. Valenciana | 164 | 0,21 | 27,75 | 0,28 | 267,6 | MUY ALTA |
| 407.P.Esperanza | 164 | 0,25 | 27,75 | 0,3 | 341,32 | MUY ALTA |
| 411M.Sn Nicolás | 164 | 0,25 | 50,37 | 0,3 | 619,55 | MUY ALTA |

Figura 8 (Continuación).- Valores de pérdida de suelo determinados para la región de matorral en la Sierra de Guanajuato.

7.3.3 Los Pastizales de la Sierra de Guanajuato

Los pastizales se encuentran distribuidos en casi toda el área de la Sierra de Guanajuato, en zonas con erosión moderada: en La Presa San Nicolás, La Media Luna, el poblado de Aldama, Monte de San Nicolás, San Antonio, El Capulín, Huachimole, Rosa de Castilla, Montecillo, San Pablo, El Maguay; las zonas con erosión alta se encuentran en: Santa Fe de Guadalupe, San José del Rodeo, Santo Niño, Mineral de Marfil, P. Rocha, P. Pozuelos, El Trompetero, Campuzano, Santa Ana, A. La Joya, Río Grande, A. El Azafrán,, Tajo de Dolores, Peña Santa Cruz, Peregrina, La Concepción, La Loma, Agua Colorada, C. El Afiladero, P. La Esperanza, Calera de Corrales, El Taray, C. El Noyal, Rosa de Castilla, Peñañiel, La Valenciana, P. La Soledad, La Aurora; las zonas con erosión muy alta son: A. Las Raíces, La Cata, A. San Antonio, Peñañiel, P. La Soledad, Tajo de Adjuntas, Río Santa Rosa,, Rosa de Castilla, La Mesa y Campuzano. Lo que determina esta distribución de los pastizales es principalmente el factor LS y de manera específica, la inclinación de la pendiente la que en la zona de erosión moderada es menor del 20 %; presenta valores del factor LS que oscilan entre 5 y 11.5. En cambio, la zona que muestra alta pérdida de suelo tiene inclinaciones de pendiente de 20 hasta 30% por lo que muestra valores del factor LS desde 30 hasta 50; en la zona de erosión muy alta existen pendientes mayores de 30% hasta 50% con niveles de LS de 50 hasta 65. Mientras estas amplias variaciones se presentan en el factor LS, los otros factores, R y K exhiben un comportamiento uniforme lo que significa que, cuando ocurre la precipitación, empieza el proceso de la escorrentía y si se incrementa la inclinación de la pendiente se incrementa también la velocidad del flujo superficial y con él la fuerza de arrastre de partículas, aumentando así la pérdida de suelo .

| SITIO | FACTOR R | FACTOR K | FACTOR LS | FACTOR C | EROSION | CLASIF. |
|-------------------|----------|----------|-----------|----------|---------|----------|
| 9. Aldama | 142,25 | 0,21 | 3,89 | 0,51 | 59,26 | ALTA |
| 138. Sto. Niño | 124,67 | 0,25 | 35,94 | 0,51 | 479,87 | MUY ALTA |
| 175. Montelongo | 142,25 | 0,25 | 16,48 | 0,51 | 298,89 | MUY ALTA |
| 192. El Taray | 164,00 | 0,25 | 16,48 | 0,51 | 344,6 | MUY ALTA |
| 264. Rosa de Cas | 164,00 | 0,25 | 33,07 | 0,51 | 691,49 | MUY ALTA |
| 295A. Yerbabuena | 124,67 | 0,22 | 33,89 | 0,51 | 474,05 | MUY ALTA |
| 317.P. Rocha | 124,67 | 0,22 | 32,69 | 0,51 | 457,27 | MUY ALTA |
| 319. Miu. Marfil | 124,67 | 0,21 | 32,69 | 0,51 | 436,48 | MUY ALTA |
| 320. Guanajuato | 124,67 | 0,22 | 32,69 | 0,51 | 457,27 | MUY ALTA |
| 338. Calderones | 124,67 | 0,25 | 23,75 | 0,51 | 96,23 | ALTA |
| 344. Peñañiel | 142,25 | 0,21 | 50,37 | 0,51 | 767,38 | MUY ALTA |
| 350. La Cata | 142,25 | 0,25 | 50,37 | 0,51 | 232,87 | MUY ALTA |
| 352. Valenciana | 142,25 | 0,21 | 50,37 | 0,51 | 767,38 | MUY ALTA |
| 387P. La Soledad | 164,00 | 0,21 | 26,83 | 0,51 | 471,25 | MUY ALTA |
| 389. Valenciana | 164,00 | 0,21 | 27,75 | 0,51 | 487,41 | MUY ALTA |
| 392. A. Colorada | 164,00 | 0,25 | 26,83 | 0,51 | 561,01 | MUY ALTA |
| 401. Concepción | 164,00 | 0,25 | 34,84 | 0,51 | 185,69 | ALTA |
| 412M. Sn. Nicolás | 164,00 | 0,21 | 57,57 | 0,51 | 1011,18 | MUY ALTA |
| 422. Peregrina | 164,00 | 0,25 | 32,33 | 0,51 | 676,02 | MUY ALTA |
| 426. El Cubo | 164,00 | 0,25 | 35,94 | 0,13 | 191,56 | MUY ALTA |

Figura 9.- Valores de pérdida de suelo determinados para la región de pastizal en la Sierra de Guanajuato

7.3.4 Las Zonas Agrícolas de la Sierra de Guanajuato

Las zonas de cultivo se distribuyen de manera aislada en toda la región de la Sierra de Guanajuato; cerca de los poblados de El Coyote, se presentan dos sitios con una pérdida de suelo moderada de 37.90 y 43.94 ton/ha/año. La erosión alta se distribuye en toda la región de Aldama, una parte del municipio de Silao, pequeñas superficies distribuidas en la parte más alta de la Sierra de Guanajuato como El Cedro, Santa Ana, C. El Chichándaro, los alrededores de la Presa La Soledad, Río Santa Rosa, Campuzano, en donde los valores van desde 51.93 hasta hasta 164.89 ton/ha/año. Esto se debe a que en estas áreas se utilizan las porciones en donde se presentan las inclinaciones de las pendientes más pequeñas es decir que los valores del factor LS son bajos. La erosión muy alta con uso de suelo agrícola, se distribuye en las regiones de Villalpando, Presa San Antonio, Cerro Verdolagas, Agua Colorada, Presa La Esperanza, A. Llano Grande, Santa Ana, El Tejabán.

El Cedro, El Taray, Santa Fe de Guadalupe y Campuzano. En esta región los factores R y K mantienen un comportamiento constante y el factor *LS* varía de un lugar a otro; por lo tanto, cuando las inclinaciones de la pendiente son muy grandes y en ella se llevan a cabo labores agrícolas entonces se modifica la estructura del suelo, lo que facilita su disgregación y transporte, incrementándose la pérdida de suelo.

| SITIO | FACTOR R | FACTOR K | FACTOR LS | FACTOR C | EROSION | CLASIFIC. |
|-------------------|----------|----------|-----------|----------|---------|-----------|
| 17. Aldama | 142,3 | 0,21 | 3,89 | 0.47 | 54 | ALTA |
| 42. El Coyote | 124,7 | 0,21 | 3,08 | 0.47 | 37 | MODERADA |
| 44. El Saúz | 124,7 | 0,21 | 4,22 | 0.47 | 51 | ALTA |
| 85. El Zungarro | 124,7 | 0,21 | 5,44 | 0.47 | 76 | ALTA |
| 135. Sto. Niño | 124,7 | 0,21 | 35,94 | 0.47 | 442 | MUY ALTA |
| 167. Sta. Fe Gpe | 142,3 | 0,21 | 33,07 | 0.47 | 464 | MUY ALTA |
| 176. Montelongo | 142,3 | 0,21 | 16,48 | 0.47 | 231 | MUY ALTA |
| 194. El Taray | 164,0 | 0,25 | 16,48 | 0.47 | 317 | MUY ALTA |
| 209. El Chorro | 164,0 | 0,21 | 16,48 | 0.47 | 266 | MUY ALTA |
| 307. Sta. Ana | 124,7 | 0,21 | 58,09 | 0.47 | 714 | MUY ALTA |
| 351. Guanajuato | 142,3 | 0,25 | 50,37 | 0.47 | 841 | MUY ALTA |
| 391A. Concepción | 164,0 | 0,21 | 26,83 | 0.47 | 434 | MUY ALTA |
| 396 Agua Colorada | 164,0 | 0,25 | 27,75 | 0.47 | 534 | MUY ALTA |
| 406P. Esperanza | 164,0 | 0,25 | 27,75 | 0.47 | 534 | MUY ALTA |

Figura 10.- Valores de pérdida de Suelo determinado para la región agrícola en la Sierra de Guanajuato

7.4 Análisis estadístico

En esta etapa del trabajo se analizó la correlación entre los factores que intervienen en el proceso erosivo y la pérdida de suelo mostrando los siguientes resultados:

En la región de El Bajío el factor C presenta una correlación significativa con la erosión (coef. de corr. de 0.5424 con un nivel de significancia de 0.0062). Este valor representa la cubierta vegetal de un suelo para protegerse de la erosión; por lo tanto, si un valor de C es alto, es poco lo que puede contribuir a evitar la erosión de ese suelo, de ahí que esta relación sea significativa. Esta región es agrícola, por consiguiente el valor del factor C lo determina el tipo de cultivo; algunas especies como la alfalfa, presentan bajos valores de C porque casi cubre totalmente al suelo; al contrario de el maíz que presenta valores altos por la baja cobertura. Otra relación importante es la que muestra la longitud de la pendiente en función de la erosión; presenta un

coeficiente de correlación de 0.5874 y un nivel de significancia de 0.0025 que está indicando pérdida de suelo en longitudes grandes. La inclinación de la pendiente muestra un coeficiente de correlación de 0.9798 con el factor S y de 0.8778 con el factor LS con un nivel de confianza >99% con la erosión.

En la zona forestal de la Sierra de Guanajuato el análisis estadístico muestra una relación significativa entre la pendiente con un coeficiente de correlación de 0.5103 y un nivel de significancia de 0.0024; en la región de matorral la erosión y el factor LS presentan un coeficiente de correlación de 0.9027 y un nivel de confianza de 99%, lo que indica un incremento de la velocidad de pérdida de suelo cuando se incrementan los valores del factor LS; es decir, que la erosión aumenta cuando las pendientes son muy inclinadas y además están asociadas a longitudes cortas; en la región de pastizal, la inclinación de la pendiente y la erosión presentan un coeficiente de correlación de 0.8536 con un nivel de confianza del 99% que indica una mayor pérdida de suelo cuando se incrementa la inclinación de la pendiente; otra correlación importante en esta zona es la que muestra la pérdida de suelo y el factor C (Coeficiente de correlación de 0.4178 con un nivel de sign. de 99%) es decir que cuando aumenta el valor del factor C, se incrementa la pérdida de suelo.

8. CONCLUSIONES

La zona de estudio que es la Subcuenca del Río Guanajuato, muestra dos regiones con marcada diferencia: El Bajío y La Sierra de Guanajuato; en la primera, los resultados muestran que la erosión no es significativa debido principalmente a las grandes longitudes asociadas con inclinaciones leves del paisaje así como a la estructura masiva, misma que, en cuanto a su agregación mantiene al suelo estable. En la región de El Bajío se presentan algunas elevaciones, en su mayoría con matorrales; en estos sitios la pérdida de suelo es moderada y es ocasionada por el incremento en la elevación de la pendiente.

La segunda región, La Sierra de Guanajuato abarca cuatro subregiones de acuerdo al uso de suelo: Forestal, Matorral, Pastizal y Agricultura de Temporal; El área forestal se presenta en las zonas más elevadas, mostrando pendientes desde 25% hasta mayores de 50% asociadas a longitudes cortas, éstas son características que indican un alto riesgo de erosión; sin embargo, en esta área la erosión no es significativa. La causa de ello es que, en las áreas forestales, se presenta un horizonte orgánico que contribuye a la agregación del suelo, disminuyendo así la erosión causada principalmente por el factor topográfico LS, específicamente por la pendiente que muestra un 51 % de correlación con la erosión con un nivel de confianza de 99%; el factor C con una correlación negativa de 38% y la longitud con 37 % de correlación son las variables que están determinando la erosión en esta zona.

El mapa obtenido finalmente muestra 4 regiones, de acuerdo al grado de erosión del suelo: la región de El Bajío y Aldama son zonas agrícolas que presentan inclinaciones leves de la pendiente (menor de 10%) en donde la erosión no excede las 10 ton/ha/año; una segunda región, de erosión moderada se presenta en la región norte de Aldama donde las inclinaciones de la pendiente no son mayores de 20% y el uso de suelo que se presenta es matorral y agricultura de temporal; la tercera región, de erosión alta, que se distribuye en inclinaciones de terreno de 20 a 25 % de pendiente y cuyo uso de suelo es de agricultura de temporal y matorral y por último la región de erosión muy alta, en donde la pérdida de suelo es mayor de 200 ton/ha/año se presenta en terrenos cuyas inclinaciones de la pendiente son mayores de 25% y la vegetación existente es pastizal.

De acuerdo con el uso de suelo, los problemas erosivos se presentan en las regiones de matorral y de pastizal y pequeñas superficies de agricultura de temporal en zonas donde las pendientes exceden de 10%.

De acuerdo con el análisis estadístico: en la zona de Matorral de la Sierra de Guanajuato, se observó que la erosión es causada principalmente por el factor LS con el que muestra una correlación mayor del 90%; por

otro lado, entre la erosión y la inclinación de la pendiente existe una correlación de 90% y la longitud de 43 % indicando una mayor dependencia de inclinación de la pendiente. En la Región de Pastizal la erosión es afectada por el factor R; los limos y arenas finas, el contenido de arena, la longitud de la pendiente, todos presentan correlaciones menores de 25 % ; en relación a la erosión los otros factores que determinan la pérdida de suelo, son el factor C, con 41 % de correlación y la inclinación de la pendiente con 97%. Estos resultados muestran como principal factor causante de la erosión a la inclinación de la pendiente. En cuanto a la Región Agrícola la erosión muestra una dependencia de la inclinación de la pendiente aunque en este caso, es necesario agregar el trabajo de laboreo del suelo que modifica su estructura, facilitando la pérdida de éste.

En toda el área de estudio hay un factor común: la correlación entre la inclinación de la pendiente y la erosión, esto significa que los factores que actúan en el proceso erosivo en la Subcuenca del Río Guanajuato son :

1. La inclinación de la pendiente
2. La longitud de la pendiente
3. El factor C, es decir, el uso de suelo.

En cuanto a las modificaciones de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, la metodología propuesta para el factor C y el Sistema de Información Geográfica es una valiosa herramienta que permitió obtener una descripción más objetiva del problema erosivo en la zona.

En el caso del factor topográfico LS, el programa ILWIS de Sistemas de Información Geográfica es muy útil en la determinación cartográfica de las inclinaciones de la pendiente pero poco se puede hacer en el caso de la longitud ya que esta la determina suponiendo que en las formas topográficas las pendientes dibujan triángulos rectángulos perfectos y en la naturaleza no es así, sin embargo es muy útil en la regionalización y clasificación de áreas.

La evaluación de la eficiencia del factor C en la determinación de la erosión, siendo este factor parte de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, fue incompleta ya que su aplicación es particular. A pesar de que el área de estudio presenta una gran variedad en cuanto a topografía y uso de suelo, sería conveniente probarla en otros suelos haciendo énfasis en la vulnerabilidad del suelo a ser disgregado y en la influencia de los residuos de la deforestación, en zonas forestales, ya que en el caso de la Sierra de Guanajuato, éstas son muy pequeñas.

BIBLIOGRAFIA

1. Aguilar, G.S. 1982. "Metodología para obtener y aplicar factores de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo para condiciones de México". Tesis U.A.CH. Chapingo, México. 213 p.p.
2. Ambroggi, P.R. 1980. *Water Scientific American*, Sept. 243. No. 3, p.p. 100-116.
3. Anaya, M.G. 1986. "Problemas de Erosión y Desertificación en Suelos de América Latina". Departamento de Suelos. UACH, Chapingo, México. 36 p.p.
4. Antúnez F.F. 1964. *Monografía Histórica y Mínera sobre el Distrito de Guanajuato*. Publicación 17E Consejo de Recursos Naturales no Renovables. pag. 113-127
5. Arrúe, J.L. y López, M.V. 1991 "Laboreo de Conservación: Tendencias y prioridades de investigación." Consejo Superior de Investigaciones Científicas. *Suelo y Planta*. Vol. 1, Núm 4: Madrid. pág. 555- 561.
6. Arnoulds, H. M. J. 1977 "An approximation of the R factor of the Universal Soil Loss Equation." in D., eds., *Assessment of erosion: Harpenden, Inglaterra*, John Wiley, pág. 17-25 .
7. Bocco G. and Valenzuela C. R. 1988. "Integration of GIS and Image processing in soil erosion studies using ILWIS." *ITC Journal*. Núm. 4. pág. 309-318
8. Bormann, F.H. 1968. Nutrient loss accelerated by clearcutting of a forest ecosystem. . In *Science* 150: 822-884.
9. Bradford, J.M. and Huang, C.H. 1992. Many transport processes on or across the soil surface boundary are controlled by surface. *Soil Science Society of American Journal* . V 56, p.p. 14-21
10. Capó M.A. y Sánchez A.S. 1991. "Las actividades forestales, su impacto en el ecosistema". *Memorias del primer Simposio Nacional de Agricultura Sostenible: Una opción para el desarrollo sin deterioro ambiental*. Comisión de Estudios Ambientales, Colegio de Postgraduados, Montecillos, México. pág.153-160
11. Comisión Nacional de Ecología, 1988. *Informe General de Ecología*. México. pág. 29-36
12. Crossley, D.A. y Swank, W.T. 1983. *Publication of the Coweeta Forest Ecosystem Project* Forest-Service. Department of Agriculture. 24 p.p.
13. Chavez M.C. y Alcántara E. A. 1992. *Sistemas de Información Geográfica como base para el análisis de recursos, la evaluación del impacto ambiental y la toma de decisiones*. Folleto, UAM 28 pag.
14. Dawning, S.L., Louis R. I. and Brown S. 1993. "Rates and patterns of deforestation in the Philippines: application of Geographic Information System Analysis." *Forest Ecology and Management*. Vol. 57 Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam. pág. 1-16
15. *Diario Oficial*, 1990. "Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente. 1990-1994". *Diario Oficial*, 10 de Julio.

16. Dissmeyer, G. E. and Foster G. R. 1981 "Estimating the cover-management factor C in the Universal Soil Loss Equation for forest conditions." *Journal of Soils and Water Conservation*. Vol. 36, Num. 1 Donahue, R. L., Miller, R.W. y Chicklana, H.C. 1988 "Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas." Ed. Hispanoamericana. México.
17. Dregne, H. E. 1982. Desertification in the Americas. Desertification and Soils Policy Symposia Papers III. 12Th. International Congress of Soil Science. New Delhi, India. p.p. 3-13
18. Dissmeyer, G. E. and Foster G. R. 1981 "Estimating the cover-management factor C in the Universal Soil Loss Equation for forest conditions." *Journal of Soils and Water Conservation*. Vol. 36, Num. 119. Ellison, W. D. 1944. "Studies of Raindrop Erosion." *Agricultural Engineering*, 25.
20. Elwell, H.A. 1990. The development, calibration and field testing of a soil loss and a runoff model derived from a small-scale physical simulation of the erosion environment on arable land in Zimbabwe. *J. of Soil Sci.* Vol. 41, p.p. 239-253.
21. Elsenbeer, H., Cassel D.K. and Tinner, W. 1993. "A Daily rainfall erosivity model for western Amazonia." *Journal of and water conservation*. Vol. 48, Núm 5. Pág. 439-444
22. Figueroa, B.S. 1991. "Agricultura Sostenible y Deterioro Ambiental: La erosión del suelo." Primer Simposio de Agricultura Sostenible. Comisión de Estudios Ambientales, Colegio de Posgraduados, Montecillos, México. pág. 111-140
23. Fournier, F. 1960. "Climat et erosion" Presses Universitaires de France, Paris, Francia. 201 p.p.
24. FAO. 1979. "Metodología para la evaluación de la degradación de los suelos." FAO/UNESCO. Roma 86 p.p.
25. FAO, 1983. Mantengamos viva la tierra: causas y remedios de la erosión del suelo." Boletín No. 50 FAO/UNESCO. Roma. 77 p.p.
26. Gaskin, L., Douglas, J.E. and Sean, W. T. 1984. Annotated bibliography of publications. In Watershed management and ecological studies at Coweeta. Hidrologic Laboratory, 1934-1984 USDA Forest Service.
27. Gómez, M.C. y Caraveo F.L. 1990. La agromaquila hortícola: nueva forma de penetración de las transnacionales. *Comercio Exterior*, vol. 40, núm 12, p.p. 1193-1199.
28. Hair Joseph, Anderson R., Tatham R. and Grablovsky B. 1979. *Multivariate Data Analysis*. The Petroleum Publishing company. U.S.A. 360 p.p.
29. Hernández, G.S., Flores L.D., Maples, M.V. y Alcalá, R. 1994, Riesgo de Acumulación de Cd, Pb, Cr y Co en tres Series de Suelos del DR03, Estado de Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, Vol. 11 No. 1 p. 53-61. UNAM, Instituto de Geología, México.
30. Hudson, N.W. and Jackson D.C. 1959. "Results achieved in the measurement of erosion and runoff in Southern Rhodesia." In proceeding of 3rd Inter-African soils conference Dalaba. Ministry of Agriculture.
31. Hudson, N. 1976. "Soil Conservation". Ed. Batsford, London. 320 p.p.

32. Humboldt, A. 1808. Ensayo Político Sobre el Reino de La Nueva España. Colección Ideas, Letras y Vida, Compañía General de Ediciones. México 1978.
33. Hernando, M.J., Palomar, M.T. y Jerez, P. 1991. "Influencia de la cobertura vegetal y material original en las características del suelo, contribución a problemas de erosión." Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid. Vol. 1, Num. 4. pag. 575-583
34. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, 1984. Comunicado Núm 66 sobre recursos bióticos potenciales del país. Importancia de la Erosión." México.
35. Jackson, M.L. 1982. "Análisis químicos de suelos", 4ª ed., Ed. Omega. Barcelona
36. Koolhuus, M.H. 1977. "La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo" Boletín 130. Universidad de la República de Uruguay. Boletín 130. 31 p.p.
37. Lal, R. y Pierce F.J. 1991 "Erosion productivity Impact prediction." Cap. 6. Soil management for sustainability. Ed. Soil and Water Conservation Society. USA. pág. 5-63
38. Lester R. Brown and Edward C. Wolf. 1984 "Soil erosion quiet crisis in the world economy. Worleatch. Paper. Sept. 1991. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 43 p.p.
39. López, J.B. 1988. La Cuenca hidrográfica como unidad espacial para el manejo integral de los recursos naturales. Geografía y Desarrollo. Vol 1. Núm. 2. México, D.F. pág. 27-36
40. Lugo, L.J.H. 1989. Diccionario Geomorfológico. Ed. Interamericana. México.
41. Lugo, L.J.H. 1991. "Elementos de Geomorfología Aplicada (Métodos Cartográficos) Instituto de Geografía- UNAM 109 p.p
42. Llamas, 1989. Hidrología General. Universidad Autónoma del Estado de México. pág. 65-66
43. Mah, M.G.C. , Douglas, L.A. and Ringrose-Voase A.J. 1992. Effects of crust development and surface slope on erosion by rainfall. Soil Science. V. 154 No. 1. USA. pág. 37-43
44. Martínez, M.M. y Fernández, V.J. 1983. "Jerarquización de acciones de conservación de suelos a partir de cuencas hidrológicas". Dirección General de Conservación de Suelos y Agua, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México. 12 p.p.
45. Mokma, D.L. and Sietz, M.A. 1992. "Effects of soil on corn yields on Marlette soils in south central Michigan." Journal of soil and water conservation. Vol 47, Núm 4. pág. 325-327
46. Morgan, R.P.C. y Kirkby, M.J. 1984. "Erosión de Suelos." Ed. Limusa, México. 375 p.p.
47. Murphree, C.E, and Mutchler C.K. 1981. "Verification of the slope factor in the universal soil loss equation for low slopes." Journal of soil and water conservation. Vol 36, Núm 1. pág. 300-302
48. Olson, T.C. and Wischmeier, W.H. 1963. Soil erodibility evaluations for soils on the runoff and erosion station. Soil Sci. Soc. Am. proc., 27, 590-592.
49. Oropeza J.L. Apuntes del Curso Internacional de Edafología. Octubre, 1994
50. Palmer, R.G. and Troeh F.R. 1980. Introductory Soil Science. Laboratory Manual, 2ª ed. Iowa state University Press. USA p.p. 29

51. Rey, J.A. 1986 *Indíces de Erosividad*. UACH. Departamento de Suelos.
52. SARH, 1966. "Inventario de aprovechamientos superficiales subterráneos de Guanajuato." Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México.
53. SARH, 1979. "Inventario de áreas erosionadas del Estado de Guanajuato." Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México.
54. SAHOP, 1981. *Ecoplanes de los municipios de Silao, Irapuato y Guanajuato.* Secretaría de Asentamientos humanos y Obras Públicas México.
55. SEDUE, 1985. "Regionalización del país: Experiencia piloto a nivel estatal en Guanajuato." Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. México.
56. Sarukhán, J. y Maass J.M. 1990. Bases ecológicas para un manejo sostenido de los ecosistemas: el sistema de cuencas hidrológicas. *in:* Leff, E. Medio Ambiente y Desarrollo en México. Volumen I. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades-UNAM. Ed. Miguel Angel Porrúa. pág. 81-113
57. Slattery, M.C. and Bryan, R.B. 1992. "Laboratory experiments on surface seal development and its effect on interrill erosion processes." *Journal of soil science*. Vol. 43. pág. 517-529
58. Spanner, M.A., Strahler, A.H. y Estes J.E. 1983. Soil loss prediction in a Geographic Information System Format. Seventeenth International Symposium on Remote Sensing of Environment, Ann Arbor, Michigan. p.p. 89-101
59. Toledo, T y González P. 1990. "Impacto Ambiental". Fundación Universo XXI. México. Pág. 87-115
60. Tolba, M. 1983. *Earth matters*, UNEP. Nairobi, Kenia
61. Tagwira, F. 1992. "Soil erosion and conservation techniques for sustainable crop production in Zimbabwe." *Journal of soil and water conservation*. Vol 47, Núm 5. pág. 370-374
62. Vargas, H.J.J. y Velázquez A.M., Aguilar, G.S. 1982 "Metodología para obtener y aplicar factores de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo para condiciones México." Tesis. UACH. Chapingo, México.
63. Villegas, M.S., Aguilera, N.H. y Flores, L.D. 1978. "Método simplificado de análisis para la clasificación granulométrica de los minerales del suelo." *Instituto de Geología/UNAM*. Vol. 2, Núm. 2. pág. 188-193
64. Wischmeier W.H., Smith, D.D. y Uhland, R.E. 1958. Evaluation of factor in the soil-loss equation. *Agric. Rngg.* 39, 458-462.
65. Wischmeier, W.H. 1960. "Cropping- management factor evaluations for a Universal Soil Loss Equation. *Soil. Sci. Soc. Am. Proc.* Vol 24, pág. 322-326
66. Wischmeier, W.H., and Smith, D.D. 1965. *Predicting Rainfall-Erosion Losses from Cropland East of the Rocky Mountains*. Agriculture Handbook No. 282, United States Department of Agriculture of Washington, D.C.

67. Wischmeier, W.H. and Mannering, J.V. 1969. "Relation of soil properties to its erodibility." Proc. Soil. Sci. Am. Proc., Vol. 33, pág. 133-137

68. Wischmeier, W.H., Johnson, C.B., and Cross, B.V. 1971. "A soil erodability nomograph for farmland and construction sites." J. Soil and Water Conserv., 26.

69. Zaragoza, L.M. 1978. "Análisis Agropecuario del Estado de Guanajuato." Vol. II, Noviembre. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México

A N E X O + 1 RESULTADOS DE LOS FACTORES DE
LA ECUACION UNIVERSAL DE PERDIDA DE SUELO.

FACTOR K EN LA REGION DE EL BAJIO

| SITIO | LIMO Y ARENA F. | ARENAS | MAT. ORG. | PERMEAB. | ESTRUCT. | FACTOR K |
|-------------------|--------------------|--------|-----------|----------|----------|----------|
| 1. Esc. Agronom. | 25,0 | 31,0 | 2,19 | 5 | 4 | 0,26 |
| 2. Esc. Agronom. | 17,0 | 31,0 | 2,36 | 6 | 4 | 0,23 |
| 3. Est. El Copal | 22,0 | 28,0 | 1,69 | 5 | 4 | 0,22 |
| 4. P. Nuevo-Sal | 20,8 | 30,5 | 2,34 | 4 | 4 | 0,19 |
| 5. La Providencia | 25,0 | 45,0 | 2,97 | 3 | 4 | 0,14 |
| 6. Luz del Día | 36,0 | 35,0 | 1,45 | 4 | 4 | 0,32 |
| 8. E. P. Nuevo | 22,0 | 9,0 | 2,22 | 5 | 4 | 0,29 |
| 9. Cer | 33,0 | 21,0 | 1,64 | 6 | 4 | 0,3 |
| 11. Pueblo Nuevo | 20,0 | 20,0 | 1,88 | 6 | 4 | 0,21 |
| 12. Paralela | 24,0 | 22,0 | 2,38 | 4 | 4 | 0,19 |
| 13. Pu. Río Gto. | 33,2 | 14,3 | 2,01 | 6 | 4 | 0,16 |
| 14. Duranes | 37,0 | 21,0 | 1,93 | 5 | 4 | 0,29 |
| 15. Río Gto. | 31,4 | 7,3 | 2,12 | 4 | 4 | 0,19 |
| 16. Tinsullias | 18,0 | 21,0 | 1,85 | 4 | 4 | 0,17 |
| 18. Castarrunas | 25,0 | 18,0 | 2,01 | 4 | 4 | 0,16 |
| 19. P. de Jardín | 42,0 | 27,0 | 2,44 | 1 | 4 | 0,29 |
| 20. V. de Irapua. | 34,0 | 22,0 | 2,07 | 2 | 4 | 0,21 |
| 21. C. del Valle | 22,0 | 23,0 | 1,71 | 6 | 4 | 0,23 |
| 23. La Campana | 21,0 | 20,0 | 2,1 | 6 | 4 | 0,23 |
| 24. El Conejo | 10,5 | 8,5 | 1,84 | 5 | 4 | 0,16 |
| 46. Río Gto. | 33,4 | 10,6 | 1,45 | 5 | 4 | 0,19 |
| 47. Río Gto. | 31,0 | 31,0 | 1,76 | 2 | 4 | 0,16 |
| 50. R. Guanajuato | 25,0 | 10,0 | 2,24 | 4 | 4 | 0,16 |
| 51. R. Guanajuato | 33,0 | 16,0 | 1,83 | 6 | 4 | 0,31 |

Los valores del factor K fueron determinados utilizando el Nomograma de Wischmeier (Ver Apéndice 1)

FACTOR LS EN LA REGION DE EL BAJIO

| SITIO | LONGIT | FACTOR L | PENDIEN | FACTOR S | FACTOR LS |
|------------------|--------|----------|---------|----------|-----------|
| 1 Esc Agronom | 500,0 | 2,6 | 1,3 | 0,1 | 0,3 |
| 2 Esc Agronom | 250,0 | 2,1 | 1,3 | 0,1 | 0,3 |
| 3 Exh El Copal | 200,0 | 1,6 | 1,0 | 0,1 | 0,2 |
| 4 P nuevo-Sal. | 400,0 | 1,8 | 1,0 | 0,1 | 0,2 |
| 5 La Providencia | 300,0 | 1,7 | 1,0 | 0,1 | 0,2 |
| 6 Luz del Dia | 350,0 | 1,7 | 1,0 | 0,1 | 0,2 |
| 8 E P. Nuevo | 1130,0 | 3,3 | 3,3 | 0,2 | 0,7 |
| 9 Cer | 1090,0 | 3,2 | 2,2 | 0,2 | 0,6 |
| 11 Pueblo Nuevo | 350,0 | 2,3 | 2,2 | 0,2 | 0,4 |
| 12 Panales | 550,0 | 2,6 | 2,8 | 0,2 | 0,6 |
| 13 Pos Rio Gto. | 500,0 | 2,6 | 1,3 | 0,1 | 0,3 |
| 14 Duranes | 650,0 | 2,8 | 1,8 | 0,2 | 0,5 |
| 15 Rio Gto. | 500,0 | 2,6 | 1,8 | 0,2 | 0,4 |
| 16 Tinajas | 550,0 | 2,6 | 1,2 | 0,1 | 0,3 |
| 18 Cantarranas | 400,0 | 2,4 | 1,2 | 0,1 | 0,3 |
| 19 P de Jardín | 300,0 | 1,7 | 1,0 | 0,1 | 0,2 |
| 20 V de Iragua | 300,0 | 2,2 | 2,2 | 0,2 | 0,4 |
| 21 C del Valle | 200,0 | 1,6 | 1,0 | 0,1 | 0,2 |
| 23 La Campana | 1000,0 | 3,1 | 2,0 | 0,2 | 0,6 |
| 24 El Conejo | 2650,0 | 4,2 | 2,0 | 0,2 | 0,8 |
| 46 Rio Gto | 350,0 | 2,3 | 1,3 | 0,1 | 0,3 |
| 47 Rio Gto. | 300,0 | 1,7 | 1,3 | 0,1 | 0,2 |
| 50 R. Guanajuato | 550,0 | 1,9 | 1,0 | 0,1 | 0,2 |
| 51 R. Guanajuato | 650,0 | 2,8 | 1,8 | 0,2 | 0,5 |

Los valores del factor topográfico fueron determinados de acuerdo con la ecuación:

$$LS = (x/22.13) (0.065 + 0.045 + 0.065x^2)$$

FACTOR C EN LA REGION DE EL BAJO

| SITIO | Cultivo | Factor C |
|-------------------|----------------|----------|
| 1.Esc. Agronom. | Trigo | 0,38 |
| 2.Esc. Agronom | Matorral | 0,14 |
| 3.Exh. El Copal | Trigo y Frijol | 0,18 |
| 4. P.Nuevo-Sal | Alfalfa | 0,02 |
| 5. La Providencia | Maiz | 0,47 |
| 6. Luz del Dia | Trigo y frijol | 0,18 |
| 8. E.P. Nuevo | Fresa | 0,18 |
| 9. Cer | Chile y Tomate | 0,58 |
| 11.Pueblo Nuevo | Trigo | 0,38 |
| 12. Panales | Trigo | 0,38 |
| 13.Pte.Rio Gto. | Trigo | 0,38 |
| 14. Duranes | Maiz y Trigo | 0,42 |
| 15.R. Guanajuato | Frijol | 0,48 |
| 16. Tinajas | Maiz | 0,47 |
| 18.Cantarranes | Alfalfa | 0,02 |
| 19.P. de Jardin | Alfalfa | 0,02 |
| 20.V. de Irapuato | Maiz | 0,47 |
| 21.C. del Valle | Maiz | 0,47 |
| 23.La Campesna | Trigo | 0,38 |
| 24.El Conejo | Frijol | 0,18 |
| 46. R. Guanajuato | Trigo | 0,38 |
| 47.R. Guanajuato | trigo | 0,38 |
| 50.R. Guanajuato | Fresa | 0,18 |
| 51.R. Guanajuato | Trigo | 0,38 |

Los valores mostrados anteriormente fueron determinados a partir de las tablas para obtener los valores del factor C que propone Wischmeier et al (ver Apéndice 3)

EROSION EN LA REGION DEL BAJIO

| BITO | FACTOR R | FACTOR K | FACTOR L | FACTOR C | EROSION | CLASIF. |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|---------|-----------|
| 1. Esc. Agronom. | 142.25 | 0.26 | 0.3 | 0.38 | 7.64 | NO CUANT. |
| 2. Esc. Agronom. | 142.25 | 0.23 | 0.3 | 0.14 | 1.24 | NO CUANT. |
| 3. Est. El Copal | 142.25 | 0.22 | 0.2 | 0.18 | 1.01 | NO CUANT. |
| 4. P. Nuevo-Sal | 142.25 | 0.22 | 0.2 | 0.02 | 0.11 | NO CUANT. |
| 5. La Providencia | 142.25 | 0.19 | 0.2 | 0.47 | 1.78 | NO CUANT. |
| 6. Luz del Día | 142.25 | 0.14 | 0.2 | 0.18 | 1.64 | NO CUANT. |
| 7. E. P. Nuevo | 142.25 | 0.32 | 0.7 | 0.18 | 3.27 | NO CUANT. |
| 8. Car | 142.25 | 0.29 | 0.8 | 0.58 | 15.1 | MODELADA |
| 11. Pueblo Nuevo | 142.25 | 0.30 | 0.4 | 0.38 | 4.88 | NO CUANT. |
| 12. Panalés | 142.25 | 0.21 | 0.8 | 0.38 | 6.38 | NO CUANT. |
| 13. Pta Río Cho. | 142.25 | 0.19 | 0.3 | 0.42 | 3.15 | NO CUANT. |
| 14. Durmas | 142.25 | 0.18 | 0.5 | 0.48 | 9.31 | NO CUANT. |
| 15. Río Cho. | 142.25 | 0.29 | 0.4 | 0.47 | 5.66 | NO CUANT. |
| 18. Yanguilas | 142.25 | 0.19 | 0.3 | 0.47 | 3.71 | NO CUANT. |
| 18. Cumbreman | 142.25 | 0.17 | 0.3 | 0.62 | 0.14 | NO CUANT. |
| 19. P. de Jardín | 142.25 | 0.18 | 0.2 | 0.02 | 0.16 | NO CUANT. |
| 20. V. de Irupua | 142.25 | 0.29 | 0.4 | 0.47 | 1.71 | NO CUANT. |
| 21. C. del Valle | 142.25 | 0.21 | 0.2 | 0.47 | 2.77 | NO CUANT. |
| 23. La Campesina | 142.25 | 0.23 | 0.8 | 0.18 | 8.61 | NO CUANT. |
| 24. El Consejo | 142.25 | 0.23 | 0.8 | 0.38 | 3.11 | NO CUANT. |
| 44. Río Cho. | 142.25 | 0.18 | 0.3 | 0.38 | 3.08 | NO CUANT. |
| 47. Río Cho. | 142.25 | 0.19 | 0.2 | 0.31 | 1.55 | NO CUANT. |
| 50. R. Guanajuato | 142.25 | 0.18 | 0.2 | 0.18 | 3.9 | NO CUANT. |
| 51. R. Guanajuato | 142.25 | 0.18 | 0.3 | 0.38 | 7.88 | NO CUANT. |
| | 142.25 | 0.31 | 0.37 | 0.31 | 4.16 | NO CUANT. |

Los valores de pérdida de suelo fueron obtenidos utilizando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo.

ESTA TESIS NO PUEDE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

FACTOR K EN LA REGION FORESTAL DE LA SIERRA DE GUANAJUATO

| SITIO | LIMOS Y ARENAS F | ARENA | PERMEAB | ESTRUCT | MATORG | FACTOR K |
|------------------|---------------------|-------|---------|---------|--------|----------|
| 137 Sto Niño | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,70 | 0,25 |
| 140 Sto Niño | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 171 A.El Cristo | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 206 Río Grande | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 208 Río Grande | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 222 A. Azufrañ | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 229 Campuzano | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 235 Ojo de Agua | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 237 La Nopalera | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 248 Campuzano | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 257 El Mastranto | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,70 | 0,25 |
| 261 La Mesa | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,70 | 0,25 |
| 286C Las Gachas | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 289 A Cuevas | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 342 Chichudaro | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 366 A La Perla | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 371 A La Joya | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 372 P Realtejo | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 379 A El Tecuán | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 383 A El Tecuán | 58 | 35 | 2 | 2 | 4,45 | 0,66 |
| 393 Las Lomas | 58 | 35 | 3 | 2 | 4,45 | 0,66 |
| 394 Las Lomas | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 398 Concepción | 58 | 35 | 2 | 2 | 4,45 | 0,66 |
| 402 Concepción | 58 | 35 | 3 | 2 | 4,45 | 0,66 |
| 409 Concepción | 58 | 35 | 3 | 2 | 4,45 | 0,66 |
| 410 Mexicanos | 39 | 53 | 3 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 413 Sta Rosa | 32 | 61 | 2 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 414 Sta Rosa | 58 | 35 | 1 | 2 | 4,45 | 0,66 |
| 416 Sta Rosa | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 420 C Redondo | 58 | 35 | 3 | 2 | 4,45 | 0,66 |
| 421 Peregrina | 58 | 35 | 3 | 2 | 4,45 | 0,66 |
| 423 M El Paseo | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,70 | 0,25 |
| 210M del Chorro | 39 | 35 | 3 | 2 | 1,82 | 0,66 |

Los valores mostrados anteriormente fueron determinados utilizando el Nomograma de Wischmeier (Apéndice 1).

FACTOR LS EN LA REGION FORESTAL DE LA SIERRA DE GUANAJUATO

| SITIO | LONG | FACTOR L | PENDIEN | FACTOR S | FACTORLS |
|-------------------|---------|----------|---------|----------|----------|
| 137. Sto. Niño | 1640,11 | 8,30 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 140. Sto. Niño | 1640,11 | 8,30 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 171. A.El Cristo | 1407,44 | 7,33 | 21,40 | 4,74 | 33,07 |
| 206. Río Grande | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |
| 208. Río Grande | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |
| 222. A. Azufrín | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |
| 229. Campuzano | 1325,00 | 7,05 | 14,92 | 2,4 | 14,08 |
| 235. Ojo de Agua | 1393,30 | 7,44 | 15,55 | 2,63 | 18,80 |
| 237. La Nopalera | 1331,25 | 6,91 | 19,90 | 4,4 | 29,23 |
| 248. Campuzano | 1225,00 | 6,32 | 23,58 | 5,84 | 33,56 |
| 257. El Mastrasto | 1225,00 | 6,32 | 23,58 | 5,84 | 33,56 |
| 261. La Mesa | 1225,00 | 6,32 | 23,58 | 5,84 | 33,56 |
| 286C. Las Gachas | 1225,00 | 6,32 | 23,58 | 5,84 | 33,89 |
| 289. A. Cuernas | 1225,00 | 6,32 | 23,58 | 5,84 | 33,89 |
| 342. Chichindaro | 1115,69 | 6,33 | 39,18 | 9,94 | 50,37 |
| 366. A. La Perla | 1190,00 | 6,81 | 27,05 | 6,92 | 40,94 |
| 371. A. La Joya | 1433,33 | 7,35 | 20,57 | 3,88 | 25,46 |
| 372. P. Realajo | 1433,33 | 7,35 | 20,57 | 3,88 | 25,46 |
| 379. A. El Tecuán | 1433,33 | 7,35 | 20,57 | 3,88 | 25,46 |
| 383. A. El Tecuán | 1170,00 | 6,62 | 31,20 | 9,6 | 47,71 |
| 393. Las Lomas | 1301,85 | 7,00 | 22,04 | 4,73 | 26,83 |
| 394. Las Lomas | 1110,87 | 6,09 | 23,91 | 5,46 | 27,75 |
| 398. Concepción | 1110,87 | 6,09 | 23,91 | 5,46 | 27,75 |
| 402. Concepción | 1110,87 | 6,09 | 23,91 | 5,46 | 27,75 |
| 409. Concepción | 1142,55 | 6,60 | 25,79 | 6,53 | 34,84 |
| 410. Mexicanos | 1115,69 | 6,33 | 33,18 | 9,94 | 50,37 |
| 413. Sta. Rosa | 1115,69 | 6,33 | 33,18 | 9,94 | 50,37 |
| 414. Sta. Rosa | 1071,87 | 8,46 | 35,28 | 10,94 | 50,57 |
| 416. Sta. Rosa | 1071,87 | 8,46 | 35,28 | 10,94 | 50,57 |
| 420. C. Redondo | 1071,87 | 8,46 | 35,28 | 10,94 | 50,57 |
| 421. Peregrina | 1471,43 | 7,99 | 21,39 | 4,15 | 32,33 |
| 423. M. El Paseo | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 37,94 |
| 210M. del Chorro | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |

Los valores arriba mostrados fueron obtenidos mediante la ecuación:

$$LS = (x \cdot 22,13) (0,065 + 0,045 + 0,065s^2)$$

LA EROSION DE LOS SUELOS EN LA REGION FORESTAL DE LA SIERRA DE
GUANAJUATO.

| SITIO | FACTOR R | FACTOR K | FACTOR LS | FACTOR C | EROSION | CLASIF. |
|--------------------|----------|----------|-----------|----------|---------|-----------|
| 137. Sto. Niño | 124,67 | 0,25 | 35,94 | 0,001 | 1,12 | NO CUANT. |
| 140. Sto. Niño | 124,67 | 0,23 | 35,94 | 0,001 | 1,18 | NO CUANT. |
| 171. A.El Cristo | 142,25 | 0,23 | 33,07 | 0,001 | 1,25 | NO CUANT. |
| 206. Río Grande | 164,00 | 0,21 | 16,48 | 0,001 | 0,57 | NO CUANT. |
| 208. Río Grande | 164,00 | 0,21 | 16,48 | 0,001 | 0,57 | NO CUANT. |
| 222. A. Azafrán | 164,00 | 0,23 | 16,48 | 0,001 | 0,53 | NO CUANT. |
| 229. Campuzano | 164,00 | 0,23 | 14,08 | 0,001 | 0,53 | NO CUANT. |
| 235. Ojo de Agua | 164,00 | 0,23 | 18,80 | 0,001 | 0,71 | NO CUANT. |
| 237. La Nopalera | 164,00 | 0,23 | 29,23 | 0,001 | 1,1 | NO CUANT. |
| 248. Campuzano | 164,00 | 0,23 | 33,56 | 0,001 | 1,26 | NO CUANT. |
| 257. El Mastranto | 164,00 | 0,25 | 33,56 | 0,001 | 1,26 | NO CUANT. |
| 261. La Mesa | 164,00 | 0,25 | 33,56 | 0,001 | 1,37 | NO CUANT. |
| 286. C. Las Gachas | 124,67 | 0,22 | 33,89 | 0,001 | 1,06 | NO CUANT. |
| 289. A. Cuentas | 124,67 | 0,21 | 33,89 | 0,0006 | 0,56 | NO CUANT. |
| 342. Chichindaro | 142,25 | 0,21 | 50,37 | 0,0007 | 1,05 | NO CUANT. |
| 366. A. La Perla | 142,25 | 0,25 | 40,94 | 0,0007 | 0,86 | NO CUANT. |
| 371. A. La Joya | 142,25 | 0,21 | 25,46 | 0,0007 | 0,3 | NO CUANT. |
| 372. P. Realejo | 142,25 | 0,25 | 25,46 | 0,0007 | 0,53 | NO CUANT. |
| 379. A. El Tecuán | 164,00 | 0,25 | 25,46 | 0,0007 | 0,73 | NO CUANT. |
| 383. A. El Tecuán | 164,00 | 0,66 | 47,71 | 0,0007 | 1,36 | NO CUANT. |
| 393. Las Lomas | 164,00 | 0,66 | 26,83 | 0,0007 | 2,03 | NO CUANT. |
| 394. Las Lomas | 164,00 | 0,25 | 27,75 | 0,0007 | 2,1 | NO CUANT. |
| 398. Concepción | 164,00 | 0,66 | 27,75 | 0,0007 | 0,8 | NO CUANT. |
| 402. Concepción | 164,00 | 0,66 | 27,75 | 0,0007 | 2,1 | NO CUANT. |
| 409. Concepción | 164,00 | 0,66 | 34,84 | 0,0007 | 2,64 | NO CUANT. |
| 410. Mexicanos | 164,00 | 0,25 | 50,37 | 0,0007 | 3,82 | NO CUANT. |
| 413. Sta. Rosa | 164,00 | 0,21 | 50,37 | 0,0007 | 1,44 | NO CUANT. |
| 414. Sta. Rosa | 164,00 | 0,66 | 50,57 | 0,0007 | 1,21 | NO CUANT. |
| 416. Sta. Rosa | 164,00 | 0,21 | 50,57 | 0,0007 | 3,83 | NO CUANT. |
| 420. C. Redondo | 164,00 | 0,66 | 50,57 | 0,0007 | 1,21 | NO CUANT. |
| 421. Peregrina | 164,00 | 0,66 | 32,33 | 0,0007 | 2,45 | NO CUANT. |
| 423. M. El Paseo | 164,00 | 0,25 | 37,94 | 0,0007 | 2,72 | NO CUANT. |
| 210. M. del Chorro | 164,00 | 0,66 | 16,48 | 0,001 | 0,67 | NO CUANT. |

Los datos representan el suelo perdido en la Sierra de Guanajuato, usando La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo.

FACTOR K EN LA REGION DE MATORRAL EN LA SIERRA DE GUANAJUATO.

| BITO | LIMO Y ARENA | ARENA | PERMEAB | ESTRUCT | MAT.ORG | FACTOR K |
|------------------|-----------------|-------|---------|---------|---------|----------|
| 11 Aldama | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 16 Aldama | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 28 Hda de Ope | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 29Sn Jose de Li | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 30 El Resbalón | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 33 Los Nicolás | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 34 El Capullín | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 38 El Resbalón | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 43 El Saúz | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 46 El Coyote | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 51 Aldama | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 53 Aldama | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 57 Huachmole | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 58 El Saúz | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 64 Sn Antonio | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 68 A El Maquey | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 69 A El Maquey | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 71 El Saúz | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 77 Coyote | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 78 Chapín | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 80 Coyote | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 82R El Capullín | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 90 P Purísima | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 91 P Purísima | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 95 P Purísima | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 96 A Cañadas | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 97 A Cañadas | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 99 A Cañadas | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 100 A Trinidad | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 101 Trinidad | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 105 Sn José R | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 110 Montecillo | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 114P Sn Nicolás | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 115P Sn Nicolás | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 117 Sn Nicolás | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 120 R. Sn Juan | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 121. Media Luna | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 122 Chapín | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 124 El Tejabán | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 127 El Tejabán | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 130 Sta Fe Ope | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 1318n Juan Rod | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 136 Sto Niño | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 143 Tacubaya | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 147 P Purísima | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 150 P Purísima | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 151 La Trinidad | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 152 Cajones | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 157 Cañada de B. | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 165 An Coyote | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 169 A El Cristo | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 188. El Taray | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 189. El Taray | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 190. El Taray | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 191. El Taray | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 215 Montelongo | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 218 Mesa Lobo | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 221 La Nopalera | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 231 Campuzano | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 232. Campuzano | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 245 Río Grande | 27 | 73 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 249 Campuzano | 27 | 73 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |

Los valores arriba mostrados fueron obtenidos usando el Nomograma de Wischmeier. (Apéndice

FACTOR K EN LA REGION DE MATORRAL EN LA SIERRA DE GUANAJUATO.

| | | | | | | |
|------------------|----|----|---|---|------|------|
| 252. Río Grande | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 255C La Gloria | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 258 Rosa de Cas | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 259C El Cristo | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 260C El Cristo | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 267Sta Fe Ope | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 268 A La China | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 269 A La China | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 271 El NayaI | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 273 Río El Cubo | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 274 Río El Cubo | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 275 Sto Niño | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 276 Sto Niño | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 277 El NayaI | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 281 Sto Niño | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 285 A Solano | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 287 C Gachas | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 290 A Cuestas | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 291 A Cuestas | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 292 A Cuestas | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 293 A Cuestas | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 294A Yerabuena | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 309 Min Marfil | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 315 Guanajuato | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 318 Guanajuato | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 325 C Gachas | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 328 C Bolita | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 329 Subes Elec | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 330 Guanajuato | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 331. Trompetero | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 332 Trompetero | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 343 Chuchundaro | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 347 P Los Mata | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 349 P Los Mata | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 367 A La Aurora | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 368 A La Aurora | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 369 A La Joya | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 376 R. Sta. Rosa | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 378Sn José de O | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 380 El Tecuán | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 390 Valenciana | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 407 P Esperanza | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 408 P Esperanza | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 411M Sn Nicolás | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 415 Asunción | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 417P Sn Antonio | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |

Los valores arriba mostrados fueron obtenidos usando el Nomograma de Wischmeier. (Apéndice

FACTOR LS EN LA REGION DE MATORRAL DE LA SIERRA DE GUANAJUATO

| SITIO | LONG. | FACTOR L | PENDIEN. | FACTOR S | FACTOR LS |
|-------------------|---------|----------|----------|----------|-----------|
| 11. Aldama | 1604,54 | 6,93 | 5,72 | 0,57 | 3,89 |
| 16. Aldama | 1486,00 | 6,12 | 7,52 | 0,88 | 4,71 |
| 28. Hda. de Ope. | 948,28 | 5,68 | 8,41 | 0,96 | 5,16 |
| 29 Sn Jose de LL | 948,28 | 5,68 | 8,41 | 0,96 | 5,16 |
| 30. El Resbalón | 948,28 | 5,68 | 8,41 | 0,96 | 5,16 |
| 33. Los Nicolás | 948,28 | 5,68 | 8,41 | 0,96 | 5,16 |
| 34. El Capulín | 948,28 | 5,68 | 8,41 | 0,96 | 5,16 |
| 38. El Resbalón | 2314,29 | 6,64 | 6,06 | 0,68 | 5,61 |
| 43. El Saíz | 1178,57 | 6,58 | 6,23 | 0,65 | 4,22 |
| 46. El Coyote | 1178,57 | 6,58 | 6,23 | 0,65 | 4,22 |
| 51. Aldama | 1486,36 | 6,3 | 8,92 | 1,08 | 6,27 |
| 53. Aldama | 1486,36 | 6,3 | 8,92 | 1,08 | 6,27 |
| 57. Huachimole | 1486,36 | 6,3 | 8,92 | 1,08 | 6,27 |
| 58. El Saíz | 1486,36 | 6,3 | 8,92 | 1,08 | 6,27 |
| 64. Sn Antonio | 1736,36 | 7,64 | 6,98 | 0,73 | 5,44 |
| 68. A.El Maguay | 1486,36 | 6,3 | 8,92 | 1,08 | 6,27 |
| 69. A.El Maguay | 1486,36 | 6,3 | 8,92 | 1,08 | 6,27 |
| 71. El Saíz | 1486,36 | 6,3 | 8,92 | 1,08 | 6,27 |
| 77. Coyote | 1736,36 | 7,64 | 6,98 | 0,73 | 5,44 |
| 78. Chapín | 1736,36 | 7,64 | 6,98 | 0,73 | 5,44 |
| 80. Coyote | 1736,36 | 7,64 | 6,98 | 0,73 | 5,44 |
| 82R.El Capulín | 1736,36 | 7,64 | 6,98 | 0,73 | 5,44 |
| 90. P. Purísima | 2380,00 | 9,19 | 6,53 | 0,62 | 5,98 |
| 91. P. Purísima | 2380,00 | 9,19 | 6,53 | 0,62 | 5,98 |
| 95. P. Purísima | 2380,00 | 9,19 | 6,53 | 0,62 | 5,98 |
| 96. A. Cañadas | 2380,00 | 9,19 | 6,53 | 0,62 | 5,98 |
| 97. A. Cañadas | 2380,00 | 9,19 | 6,53 | 0,62 | 5,98 |
| 99. A. Cañadas | 2380,00 | 9,19 | 6,53 | 0,62 | 5,98 |
| 100. A. Trinidad | 2380,00 | 9,19 | 6,53 | 0,62 | 5,98 |
| 101. Trinidad | 2380,00 | 9,19 | 6,53 | 0,62 | 5,98 |
| 105. Sn. José R. | 2380,00 | 9,19 | 6,53 | 0,62 | 5,98 |
| 110. Montecillo | 2380,00 | 9,19 | 6,53 | 0,62 | 5,98 |
| 114P.Sn.Nicolás | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 115P.Sn.Nicolás | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 117. Sn Nicolás | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 120.R. Sn. Juan | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 121. Media Luna | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 122. Chapín | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 124. El Tejabán | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 127. El Tejabán | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 130 Sta.Fe Ope | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 131Sn Juan Rod. | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 136. Sto Niño | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 143 Tacubaya | 1540,00 | 7,93 | 17,85 | 3,17 | 23,75 |
| 147.P. Purísima | 1560,00 | 7,93 | 21,78 | 4,92 | 33,89 |
| 150.P. Purísima | 1560,00 | 7,93 | 21,78 | 4,92 | 33,89 |
| 151. La Trinidad | 1560,00 | 7,93 | 21,78 | 4,92 | 33,89 |
| 152. Cajones | 1560,00 | 7,93 | 21,78 | 4,92 | 33,89 |
| 157. Cañada de B. | 2314,29 | 6,64 | 6,06 | 0,68 | 5,61 |
| 165. An.Coyote | 1407,44 | 7,33 | 21,4 | 4,74 | 33,07 |
| 169.A.El Cristo | 1407,44 | 7,33 | 21,4 | 4,74 | 33,07 |
| 188. El Tarry | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 189. El Tarry | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 190. El Tarry | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 191. El Tarry | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |
| 215. Montelongo | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |
| 218. Mesa Lobo | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |
| 221. La Nopalera | 1325,00 | 7,05 | 14,92 | 2,4 | 14,08 |
| 231. Campuzano | 1325,00 | 7,05 | 14,92 | 2,4 | 14,08 |

Los valores arriba mostrados fueron determinados usando la ecuación:

$$LS = (x/22.13) (0.065 + 0.045s + 0.065s^2)$$

FACTOR LS EN LA REGION DE MATORRAL DE LA SIERRA DE GUANAJUATO

| | | | | | |
|---------------------|---------|------|-------|-------|-------|
| 232. Campuzano | 1325,00 | 7,05 | 14,92 | 2,4 | 14,08 |
| 245. Río Grande | 1225,00 | 6,32 | 23,58 | 5,84 | 33,56 |
| 249. Campuzano | 1225,00 | 6,32 | 23,58 | 5,84 | 33,56 |
| 252. Río Grande | 1409,09 | 7,5 | 22,09 | 4,97 | 33,67 |
| 255C. La Gloria | 1409,09 | 7,5 | 22,09 | 4,97 | 33,67 |
| 258. Rosa de Cas. | 1124,21 | 6,69 | 36,63 | 12,07 | 68,94 |
| 259C. El Cristo | 1331,25 | 6,91 | 19,9 | 4,4 | 26,23 |
| 260C. El Cristo | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 267Sta. Fe Gpe. | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 268. A. La China | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 269. A. La China | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 271. El Noyal | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 273. Río El Cubo | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 274. Río El Cubo | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 275. Sto. Niño | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 276. Sto. Niño | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 277. El Noyal | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 281. Sto. Niño | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 285. A. Solano | 1560,00 | 7,9 | 21,78 | 4,92 | 33,89 |
| 287. C. Gachas | 1560,00 | 7,9 | 21,78 | 4,92 | 33,89 |
| 290. A. Cuestas | 1560,00 | 7,9 | 21,78 | 4,92 | 33,89 |
| 291. A. Cuestas | 1560,00 | 7,9 | 21,78 | 4,92 | 33,89 |
| 292. A. Cuestas | 1560,00 | 7,9 | 21,78 | 4,92 | 33,89 |
| 293. A. Cuestas | 1560,00 | 7,9 | 21,78 | 4,92 | 33,89 |
| 294A. Yerbebuena | 1560,00 | 7,9 | 21,78 | 4,92 | 33,89 |
| 309. Min. Marfil | 1200,00 | 6,35 | 36,2 | 12,82 | 58,09 |
| 315. Guanajuato | 1115,69 | 6,33 | 33,18 | 9,94 | 50,37 |
| 318. Guanajuato | 1200,00 | 7,16 | 21,31 | 4,79 | 32,69 |
| 325. C. Gachas | 1115,69 | 6,33 | 36,2 | 12,82 | 50,37 |
| 328. C. Bolio | 1115,69 | 6,33 | 36,2 | 12,82 | 50,37 |
| 329. Subes. Eloc | 1115,69 | 6,33 | 36,2 | 12,82 | 50,37 |
| 330. Guanajuato | 1115,69 | 6,33 | 36,2 | 12,82 | 50,37 |
| 331. Trompetero | 1115,69 | 6,33 | 36,2 | 12,82 | 50,37 |
| 332. Trompetero | 381,37 | 6,07 | 22,5 | 4,75 | 23,48 |
| 343. Chichindero | 1115,69 | 6,33 | 36,2 | 12,82 | 50,37 |
| 347. P. Los Mata | 1071,87 | 8,46 | 35,28 | 10,94 | 57,57 |
| 349. P. Los Mata | 1115,69 | 6,33 | 36,2 | 12,82 | 50,37 |
| 367. A. La Aurora | 1190,00 | 6,81 | 27,05 | 6,92 | 40,94 |
| 368. A. La Aurora | 1190,00 | 6,81 | 27,05 | 6,92 | 40,94 |
| 369. A. La Joya | 1433,33 | 7,35 | 20,57 | 3,88 | 25,46 |
| 376. R. Sta. Rosa | 1200,00 | 6,35 | 36,2 | 12,82 | 58,09 |
| 378. Sn José de G | 1200,00 | 6,35 | 36,2 | 12,82 | 58,09 |
| 380. El Tecuán | 1433,33 | 7,35 | 20,57 | 3,88 | 25,46 |
| 390. Valenciana | 1110,87 | 6,09 | 23,91 | 5,46 | 27,75 |
| 407. P. Esperanza | 1110,87 | 6,09 | 23,91 | 5,46 | 27,75 |
| 408. P. Esperanza | 1142,55 | 6,6 | 25,79 | 6,53 | 34,84 |
| 411. M. Sn Nicolás | 1115,69 | 6,33 | 36,2 | 12,82 | 50,37 |
| 415. Anunciación | 1115,69 | 6,33 | 36,2 | 12,82 | 50,57 |
| 417. P. Sn. Antonio | 1115,69 | 6,33 | 36,2 | 12,82 | 50,57 |

Los valores arriba mostrados fueron determinados usando la ecuación:

$$LS = (x/22.13)(0.065 + 0.045s + 0.065s^2)$$

EROSION EN LA REGION DE MATORRAL DE LA SIERRA DE GUANAJUATO

| SITIO | FACTOR R | FACTOR K | FACTOR LS | FACTOR C | EROSION |
|-------------------|----------|----------|-----------|----------|---------|
| 11. Aldama | 142,25 | 0,21 | 3,89 | 0,3 | 34,86 |
| 16. Aldama | 124,67 | 0,21 | 4,71 | 0,3 | 35,23 |
| 28. Hda. de Gpe. | 124,67 | 0,21 | 5,16 | 0,3 | 40,53 |
| 29 Sn Jose de LL. | 124,67 | 0,21 | 5,16 | 0,3 | 40,53 |
| 30. El Resbalón | 124,67 | 0,21 | 5,16 | 0,3 | 40,53 |
| 33. Los Nicolás | 124,67 | 0,21 | 5,16 | 0,3 | 40,53 |
| 34. El Capulín | 124,67 | 0,21 | 5,16 | 0,3 | 40,53 |
| 38. El Resbalón | 124,67 | 0,21 | 5,61 | 0,3 | 44,06 |
| 43. El Sotz | 124,67 | 0,21 | 4,22 | 0,3 | 33,14 |
| 46. El Coyote | 142,25 | 0,21 | 4,22 | 0,3 | 33,14 |
| 51. Aldama | 142,25 | 0,21 | 6,27 | 0,28 | 52,44 |
| 53. Aldama | 142,25 | 0,21 | 6,27 | 0,3 | 56,19 |
| 57. Huachimole | 142,25 | 0,21 | 6,27 | 0,3 | 56,19 |
| 58. El Sotz | 124,67 | 0,21 | 6,27 | 0,3 | 49,24 |
| 64. Sn Antonio | 124,67 | 0,21 | 5,44 | 0,28 | 39,88 |
| 68. A.El Maquey | 142,25 | 0,25 | 6,27 | 0,14 | 31,22 |
| 69. A.El Maquey | 142,25 | 0,25 | 6,27 | 0,14 | 31,22 |
| 71. El Sotz | 142,25 | 0,21 | 6,27 | 0,28 | 52,44 |
| 77. Coyote | 142,25 | 0,21 | 5,44 | 0,28 | 45,5 |
| 78. Chapín | 142,25 | 0,21 | 5,44 | 0,28 | 45,5 |
| 80. Coyote | 142,25 | 0,21 | 5,44 | 0,14 | 22,75 |
| 82R.El Capulín | 124,67 | 0,21 | 5,44 | 0,28 | 39,88 |
| 90. P. Purísima | 124,67 | 0,21 | 5,98 | 0,28 | 43,84 |
| 91. P. Purísima | 124,67 | 0,21 | 5,98 | 0,3 | 46,97 |
| 95. P. Purísima | 124,67 | 0,21 | 5,98 | 0,3 | 46,97 |
| 96.A. Cañadas | 124,67 | 0,21 | 5,98 | 0,3 | 46,97 |
| 97. A. Cañadas | 124,67 | 0,21 | 5,98 | 0,3 | 46,97 |
| 99. A. Cañadas | 124,67 | 0,21 | 5,98 | 0,3 | 46,97 |
| 100.A. Trinidad | 124,67 | 0,21 | 5,98 | 0,3 | 46,97 |
| 101. Trinidad | 124,67 | 0,21 | 5,98 | 0,28 | 43,84 |
| 105. Sn. José R. | 124,67 | 0,21 | 5,98 | 0,28 | 43,84 |
| 110. Montecillo | 124,67 | 0,21 | 5,98 | 0,28 | 43,84 |
| 114P.Sn.Nicolás | 142,25 | 0,21 | 11,56 | 0,14 | 48,34 |
| 115P.Sn.Nicolás | 142,25 | 0,21 | 11,56 | 0,3 | 103,6 |
| 117. Sn Nicolás | 142,25 | 0,21 | 11,56 | 0,3 | 103,6 |
| 120.R. Sn. Juan | 142,25 | 0,21 | 11,56 | 0,3 | 103,6 |
| 121. Media Lama | 124,67 | 0,21 | 11,56 | 0,3 | 90,79 |
| 122. Chapín | 124,67 | 0,21 | 11,56 | 0,3 | 90,79 |
| 124. El Tejabán | 124,67 | 0,21 | 35,94 | 0,3 | 282,28 |
| 127. El Tejabán | 124,67 | 0,21 | 35,94 | 0,084 | 79,04 |
| 130 Sta.Fe Gpe | 124,67 | 0,21 | 35,94 | 0,3 | 282,28 |
| 131Sn Juan Rod. | 142,25 | 0,21 | 35,94 | 0,28 | 300,61 |
| 136. Sto Niño | 124,67 | 0,25 | 35,94 | 0,28 | 313,64 |
| 143 Tacubaya | 124,67 | 0,25 | 23,75 | 0,28 | 207,26 |
| 147.P. Purísima | 124,67 | 0,21 | 33,89 | 0,3 | 266,18 |
| 150.P. Purísima | 124,67 | 0,21 | 33,89 | 0,3 | 266,18 |
| 151.La Trinidad | 124,67 | 0,21 | 33,89 | 0,28 | 248,43 |
| 152. Cajones | 124,67 | 0,21 | 33,89 | 0,3 | 266,18 |
| 157.Cañada de B. | 124,67 | 0,21 | 5,61 | 0,28 | 41,12 |
| 163.An.Coyote | 142,25 | 0,25 | 33,07 | 0,28 | 329,29 |
| 169.A.El Cristo | 142,25 | 0,25 | 33,07 | 0,14 | 164,65 |
| 188. El Taray | 164 | 0,25 | 11,56 | 0,14 | 66,35 |
| 189. El Taray | 164 | 0,23 | 11,56 | 0,14 | 60,73 |
| 190. El Taray | 164 | 0,23 | 11,56 | 0,28 | 122,09 |
| 191. El Taray | 164 | 0,23 | 16,48 | 0,28 | 174,06 |
| 215. Montelongo | 164 | 0,23 | 16,48 | 0,14 | 87,03 |
| 218. Mesa Lobo | 164 | 0,23 | 16,48 | 0,14 | 87,03 |
| 221.La Nopalera | 164 | 0,21 | 14,08 | 0,14 | 67,89 |
| 231. Campuzano | 164 | 0,21 | 14,08 | 0,28 | 135,78 |

Los valores mostrados anteriormente fueron obtenidos usando La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo.

EROSION EN LA REGION DE MATORRAL DE LA SIERRA DE GUANAJUATO

88

| | | | | | |
|-------------------|--------|------|-------|------|--------|
| 232. Campuzano | 164 | 0,21 | 14,08 | 0,28 | 135,78 |
| 245. Río Grande | 164 | 0,21 | 33,56 | 0,28 | 323,62 |
| 249. Campuzano | 164 | 0,21 | 33,56 | 0,14 | 161,81 |
| 252. Río Grande | 164 | 0,23 | 33,67 | 0,28 | 355,61 |
| 255C. La Gloria | 164 | 0,23 | 33,67 | 0,28 | 355,61 |
| 258. Rosa de Cas. | 164 | 0,23 | 68,94 | 0,28 | 728,11 |
| 259C. El Cristo | 164 | 0,23 | 26,23 | 0,28 | 308,71 |
| 260C. El Cristo | 164 | 0,23 | 11,56 | 0,28 | 122,09 |
| 267Sta. Fe Gpe. | 142,25 | 0,23 | 11,56 | 0,28 | 105,9 |
| 268.A. La China | 142,25 | 0,21 | 11,56 | 0,14 | 48,34 |
| 269.A. La China | 142,25 | 0,25 | 11,56 | 0,14 | 57,55 |
| 271. El Naya | 142,25 | 0,25 | 11,56 | 0,14 | 57,55 |
| 273. Río El Cubo | 142,25 | 0,25 | 35,94 | 0,28 | 357,87 |
| 274. Río El Cubo | 142,25 | 0,25 | 35,94 | 0,14 | 178,94 |
| 275. Sto. Niño | 142,25 | 0,25 | 35,94 | 0,14 | 178,94 |
| 276. Sto. Niño | 142,25 | 0,25 | 35,94 | 0,14 | 178,94 |
| 277. El Naya | 142,25 | 0,25 | 35,94 | 0,14 | 178,94 |
| 281. Sto. Niño | 124,67 | 0,25 | 35,94 | 0,28 | 313,64 |
| 285. A. Solano | 124,67 | 0,25 | 33,89 | 0,28 | 295,75 |
| 287. C. Gachas | 124,67 | 0,22 | 33,89 | 0,14 | 130,13 |
| 290. A. Cuestas | 124,67 | 0,22 | 33,89 | 0,3 | 278,85 |
| 291. A. Cuestas | 124,67 | 0,22 | 33,89 | 0,28 | 260,26 |
| 292. A. Cuestas | 124,67 | 0,22 | 33,89 | 0,3 | 278,85 |
| 293. A. Cuestas | 124,67 | 0,22 | 33,89 | 0,28 | 260,26 |
| 294A. Yerbabuena | 124,67 | 0,22 | 33,89 | 0,3 | 278,85 |
| 309. Min. Marfil | 124,67 | 0,22 | 58,09 | 0,28 | 446,11 |
| 315. Guanajuato | 124,67 | 0,22 | 50,37 | 0,3 | 414,45 |
| 318. Guanajuato | 124,67 | 0,22 | 32,69 | 0,3 | 268,98 |
| 325. C. Gachas | 124,67 | 0,22 | 50,37 | 0,28 | 386,82 |
| 328. C. Bolita | 124,67 | 0,21 | 50,37 | 0,28 | 369,24 |
| 329. Subes. Elec | 124,67 | 0,22 | 50,37 | 0,28 | 386,82 |
| 330. Guanajuato | 124,67 | 0,21 | 50,37 | 0,28 | 369,24 |
| 331. Trompetero | 124,67 | 0,21 | 50,37 | 0,28 | 369,24 |
| 332. Trompetero | 124,67 | 0,21 | 23,48 | 0,28 | 172,12 |
| 343. Chichindero | 142,25 | 0,21 | 50,37 | 0,28 | 421,31 |
| 347.P. Los Mata | 142,25 | 0,25 | 57,57 | 0,3 | 614,19 |
| 349.P. Los Mata | 142,25 | 0,25 | 50,37 | 0,3 | 537,38 |
| 367.A. La Aurora | 142,25 | 0,21 | 40,94 | 0,14 | 171,22 |
| 368.A. La Aurora | 142,25 | 0,21 | 40,94 | 0,14 | 171,22 |
| 369. A. La Joya | 142,25 | 0,21 | 25,46 | 0,14 | 106,47 |
| 376.R. Sta. Rosa | 142,25 | 0,21 | 58,09 | 0,28 | 485,88 |
| 378Sn José de G | 142,25 | 0,21 | 58,09 | 0,14 | 242,94 |
| 380. El Tecuán | 164 | 0,21 | 25,46 | 0,28 | 245,52 |
| 390. Valenciana | 164 | 0,21 | 27,75 | 0,28 | 267,6 |
| 407.P. Esperanza | 164 | 0,25 | 27,75 | 0,3 | 341,32 |
| 408.P. Esperanza | 164 | 0,25 | 34,84 | 0,3 | 428,53 |
| 411M. Sn Nicolás | 164 | 0,25 | 50,37 | 0,3 | 619,55 |
| 415. Asunción | 164 | 0,25 | 50,57 | 0,3 | 622,01 |
| 417P. Sn. Antonio | 164 | 0,21 | 50,57 | 0,3 | 522,49 |

Los valores mostrados anteriormente fueron obtenidos usando La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo.

FACTOR K EN LA REGION DE PASTIZAL DE LA SIERRA DE GUANAJUATO

| SITIO | LIMO Y ARENA | ARENA | PERMEAB | ESTRUCT | MAT ORG | FACTOR K |
|------------------|--------------|-------|---------|---------|---------|----------|
| 1 N de Irupato | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 2 N de Irupato | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 3 Caleras Oto | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 6 N de Irupato | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 9 Aldama | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 10 N. Caleras | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 13 Aldama | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 14 Aldama | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 19 Aldama | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 35 El Capulin | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 36 N Capulin | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 37 Huichmole | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 41 Sn Antonio | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 47 Sn Pablo | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 65 Sn. Pablo | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 70 A El Maguay | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 79 El Maguay | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 88 La Poz | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 92 P. Purisima | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 98 A. Cafadas | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 102 Cimaga P | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 104 Sn. José Rod | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 109 Montecillo | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 111 El Taray | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 113P Sn. Nicolás | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 118 Media Luna | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 119 Media Luna | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 126 El Tejabán | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 128 Sn. José Rod | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 129 Sta. Fe Ope. | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 138 Sto. Niño | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 141 Sn. Juan Rod | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 142 Montecillo | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 148 P. Purisima | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 149 P. Purisima | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 154A La Soledad | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 156 Molinos | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 158A La Soledad | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 159 Cafada de B | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 160 Huichmole | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 161 Rosa de Cas | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 164 Sta Fe Ope. | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 166 Ang Coyote | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 168 A. El Cristo | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 172 Ojo de Agua | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 174 Ojo de Agua | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 175 Montalongo | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 177R Montalongo | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 178 Montalongo | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 180 Montalongo | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 184 Montalongo | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 192 El Taray | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 197 Montalongo | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 199 Montalongo | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 205 Río Grande | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 211 Río Grande | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 214 Masa Lobo | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 219 A. Ambrín | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 223 Campuzano | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 227 Campuzano | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 228 Campuzano | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 233 Campuzano | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 234 A. Nopalera | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 236 C El Cristo | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 238 Campuzano | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 240 Campuzano | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 241 Río Fraile | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 243 Campuzano | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 244 Río Grande | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 246 Campuzano | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 250 Campuzano | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 251 Campuzano | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 253 Campuzano | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 254 Masa Junta | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 262 Rosa de Cas | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 263 La Masa | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 264 Rosa de Cas | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 272 C. El Nayaí | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 279 Rosa de Cas | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |

Los valores del factor K fueron determinados mediante el Homograma de Wischmeier (Apéndice 1)

FACTOR K EN LA REGION DE PASTIZAL DE LA SIERRA DE GUANAJUATO

90

| | | | | | | | |
|-----|----------------|----|----|---|---|------|------|
| 280 | San Niño | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 283 | San Niño | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 284 | A. Charcos | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 288 | A. Cuetas | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 295 | A. Yerbabuena | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 296 | A. Cuetas | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 297 | Marfil | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 298 | A. El Arco | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 299 | R. Sta. Ana | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 300 | P. Sta. Ana | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 301 | R. Sta. Ana | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 302 | El Caolín | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 303 | El Caolín | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 304 | R. Sta. Rosa | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 305 | P. Sta. Ana | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 310 | R. Sta. Rosa | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 311 | R. Sta. Ana | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 312 | Min. Marfil | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 313 | Min. Marfil | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 316 | Chuanajusto | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 317 | P. Rocha | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 319 | Min. Marfil | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 320 | Chuanajusto | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 321 | P. Pomales | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 322 | P. Pomales | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 323 | A. Cuetas | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 324 | C. Guachas | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 326 | C. Guachas | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 327 | C. Guachas | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 333 | Trompetero | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 334 | Trompetero | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 336 | Calderones | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 337 | Calderones | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 338 | Calderones | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 341 | C. Raíces | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 344 | Peñafiel | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 345 | A. Raíces | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 346 | San Antonio | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 348 | Peñafiel | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 350 | La Cruz | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 352 | Valenciana | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 353 | Sta. Ana | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 354 | Chuanajusto | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 355 | Chuanajusto | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 357 | Chuanajusto | 40 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 360 | P. La Voladad | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 364 | La Escondida | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 365 | A. Aurora | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 373 | A. La Joya | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 374 | Tajo de Adá | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 375 | R. Sta. Rosa | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 381 | A. El Tacuán | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 382 | La Escondida | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 384 | C. Ahijadero | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 387 | P. La Voladad | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 389 | Valenciana | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 392 | A. Colorado | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 393 | Concepción | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 397 | A. Colorado | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 399 | A. Concepción | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 400 | A. Concepción | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 401 | A. Concepción | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 404 | A. La Calera | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 412 | M. San Nicolás | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 422 | Paraguará | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 424 | T. Dolores | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 425 | T. Dolores | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 426 | El Cubo | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |
| 429 | Peña B. Cruz | 44 | 39 | 2 | 4 | 2,7 | 0,25 |

Los valores del factor K fueron determinados mediante el nomograma de Wischmeier (Apéndice 1)

FACTOR LS EN LA REGION DE PASTIZAL DE LA SIERRA DE GUANAJUATO 91

| BITO | LONG | FACTOR L | PENDIEN | FACTOR S | FACTOR LS |
|-------------------|---------|----------|---------|----------|-----------|
| 1 N de Irapuato | 1604,54 | 6,93 | 5,72 | 0,57 | 3,89 |
| 2 N de Irapuato | 1604,54 | 6,93 | 5,72 | 0,57 | 3,89 |
| 3 Caleras Ojo. | 1604,54 | 6,93 | 5,72 | 0,57 | 3,89 |
| 6 N de Irapuato | 1604,54 | 6,93 | 5,72 | 0,57 | 3,89 |
| 9 Aldama | 1604,54 | 6,93 | 5,72 | 0,57 | 3,89 |
| 10 N Caleras | 1604,54 | 6,93 | 5,72 | 0,57 | 3,89 |
| 13 Aldama | 1604,54 | 6,93 | 5,72 | 0,57 | 3,89 |
| 14 Aldama | 1604,54 | 6,93 | 5,72 | 0,57 | 3,89 |
| 19 Aldama | 1486,00 | 6,12 | 7,52 | 0,88 | 4,71 |
| 35 El Capulin | 948,28 | 5,08 | 8,41 | 0,96 | 5,16 |
| 36 N Capulin | 948,28 | 5,08 | 8,41 | 0,96 | 5,16 |
| 37 Huachimole | 948,28 | 5,08 | 8,41 | 0,96 | 5,16 |
| 41. San Antonio | 948,28 | 5,08 | 8,41 | 0,96 | 5,16 |
| 47. San Pablo | 1178,57 | 6,58 | 6,23 | 0,65 | 4,22 |
| 65. San Pablo | 1486,36 | 6,30 | 6,92 | 1,08 | 6,27 |
| 70. A. El Maguey | 1486,36 | 6,30 | 6,92 | 1,08 | 6,27 |
| 79. El Maguey | 1736,36 | 7,64 | 6,98 | 0,73 | 5,44 |
| 88. La Posa | 1736,36 | 7,64 | 6,98 | 0,73 | 5,44 |
| 92. P. Purisima | 2380,00 | 9,19 | 6,53 | 0,82 | 5,98 |
| 98. A. Caladán | 2380,00 | 9,19 | 6,53 | 0,82 | 5,98 |
| 102. Cienega P. | 2380,00 | 9,19 | 6,53 | 0,82 | 5,98 |
| 104. San José Rod | 2380,00 | 9,19 | 6,53 | 0,82 | 5,98 |
| 109. Montecillo | 2380,00 | 9,19 | 6,53 | 0,82 | 5,98 |
| 111. El Teray | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 113P. San Nicolás | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 118. Media Luna | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 119. Media Luna | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 126. El Tejabán | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 128. San José Rod | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 129. San Fe Gpe. | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 138. San Nilo | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 141. San Juan Rod | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 142. Montecillo | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 148. P. Purisima | 1580,00 | 7,90 | 21,78 | 4,92 | 35,89 |
| 149. P. Purisima | 1650,00 | 7,90 | 21,78 | 4,92 | 35,89 |
| 154A. La Soledad | 2314,29 | 6,64 | 6,06 | 0,68 | 5,61 |
| 156. Molineros | 2314,29 | 6,64 | 6,06 | 0,68 | 5,61 |
| 158A. La Soledad | 2314,29 | 6,64 | 6,06 | 0,68 | 5,61 |
| 159. Calada de H. | 2314,29 | 6,64 | 6,06 | 0,68 | 5,61 |
| 160. Huachimole | 2314,29 | 6,64 | 6,06 | 0,68 | 5,61 |
| 161. Rosa de Car | 2314,29 | 6,64 | 6,06 | 0,68 | 5,61 |
| 164. San Fe Gpe. | 1407,44 | 7,33 | 21,4 | 4,74 | 33,07 |
| 166. Ang Coyote | 1407,44 | 7,33 | 21,4 | 4,74 | 33,07 |
| 168. A. El Cristo | 1407,44 | 7,33 | 21,4 | 4,74 | 33,07 |
| 172. Ojo de Agua | 1393,33 | 7,44 | 15,55 | 2,63 | 18,81 |
| 174. Ojo de Agua | 1393,33 | 7,44 | 15,55 | 2,63 | 18,81 |
| 175. Montielongo | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,50 | 16,48 |
| 177K. Montielongo | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,50 | 16,48 |
| 178. Montielongo | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,50 | 16,48 |
| 180. Montielongo | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 184. Montielongo | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 192. El Teray | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,50 | 16,48 |
| 197. Montielongo | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,50 | 16,48 |
| 199. Montielongo | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,50 | 16,48 |
| 205. Rio Grande | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,50 | 16,48 |
| 211. Rio Grande | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,50 | 16,48 |
| 214. Mesa Lobo | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,50 | 16,48 |
| 219. A. Amabán | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,50 | 16,48 |
| 223. Campuano | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,50 | 16,48 |
| 227. Campuano | 1325,00 | 7,05 | 14,82 | 2,40 | 14,08 |
| 228. Campuano | 1325,00 | 7,05 | 14,82 | 2,40 | 14,08 |
| 233. Campuano | 1393,33 | 7,44 | 15,55 | 2,63 | 18,81 |
| 234. A. Nopalera | 1393,33 | 7,44 | 15,55 | 2,63 | 18,81 |
| 236. C. El Cristo | 1391,25 | 6,91 | 19,9 | 4,40 | 29,23 |
| 238. Campuano | 1391,25 | 6,91 | 19,9 | 4,40 | 29,23 |
| 240. Campuano | 1124,21 | 6,69 | 36,83 | 12,07 | 68,94 |
| 241. Rio Frías | 1469,09 | 7,50 | 22,69 | 4,97 | 33,67 |
| 243. Campuano | 1225,00 | 6,32 | 23,58 | 5,84 | 33,56 |
| 244. Rio Grande | 1225,00 | 6,32 | 23,58 | 5,84 | 33,56 |
| 246. Campuano | 1225,00 | 6,32 | 23,58 | 5,84 | 33,56 |
| 250. Campuano | 1469,09 | 7,50 | 22,69 | 4,97 | 33,67 |
| 251. Campuano | 1469,09 | 7,50 | 22,69 | 4,97 | 33,67 |
| 253. Campuano | 1124,21 | 6,69 | 36,83 | 12,07 | 68,94 |
| 254. Mesa Junta | 1469,09 | 7,50 | 22,69 | 4,94 | 33,67 |
| 262. Rosa de Car | 1124,21 | 6,69 | 36,83 | 12,07 | 68,94 |
| 263. La Mesa | 1124,21 | 6,69 | 36,83 | 12,07 | 68,94 |
| 264. Rosa de Car | 1407,44 | 7,33 | 21,4 | 4,74 | 33,07 |
| 272. C. El Noyal | 1407,44 | 7,33 | 21,4 | 4,74 | 33,07 |
| 279. Rosa de Car | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 280. San Nilo | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 283. San Nilo | 1540,00 | 7,93 | 17,85 | 3,17 | 23,75 |

El factor topográfico fue obtenido a partir de la ecuación: $LS = (m/22.13)(0.065 + 0.045s + 0.065s^2)$
(ver Metodología)

FACTOR LS EN LA REGION DE PASTIZAL DE LA SIERRA DE GUANAJUATO 92

| | | | | | |
|-------------------|---------|------|-------|-------|-------|
| 284 A. Charcos | 1580,00 | 7,90 | 21,78 | 4,92 | 33,89 |
| 285 A. Cuestas | 1580,00 | 7,90 | 21,78 | 4,92 | 33,89 |
| 285A. Yerabuena | 1580,00 | 7,90 | 21,78 | 4,92 | 33,89 |
| 286 A. Cuestas | 1580,00 | 7,90 | 21,78 | 4,92 | 33,89 |
| 287. Martí | 1535,71 | 6,24 | 13,39 | 2,14 | 13,4 |
| 288 A. El Arco | 1535,71 | 6,24 | 13,39 | 2,14 | 13,4 |
| 289 R. Sta Ana | 1535,71 | 6,24 | 13,39 | 2,14 | 13,4 |
| 300 P. Sta Ana | 1535,71 | 6,24 | 13,39 | 2,14 | 13,4 |
| 301 R. Sta Ana | 1535,71 | 6,24 | 13,39 | 2,14 | 13,4 |
| 302. El Caolín | 1200,00 | 6,35 | 36,2 | 12,82 | 58,09 |
| 303. El Caolín | 1200,00 | 6,35 | 36,2 | 12,82 | 58,09 |
| 304 R. Sta Rosa | 1535,71 | 6,24 | 13,39 | 2,14 | 13,4 |
| 305 P. Sta Ana | 1200,00 | 6,35 | 36,2 | 12,82 | 58,09 |
| 310 R. Sta Rosa | 1307,14 | 7,19 | 27,94 | 7,5 | 33,01 |
| 311 R. Sta Ana | 1084,82 | 6,56 | 32,25 | 9,91 | 54,18 |
| 312 Min. Martí | 1084,82 | 6,56 | 32,25 | 9,91 | 54,18 |
| 313 Min. Martí | 1084,82 | 6,56 | 32,25 | 9,91 | 54,18 |
| 318 Guanajuato | 1115,69 | 6,33 | 33,18 | 9,94 | 50,37 |
| 317 F. Nocha | 1200,00 | 7,16 | 21,31 | 4,79 | 32,69 |
| 319 Min. Martí | 1200,00 | 7,16 | 21,31 | 4,79 | 32,69 |
| 320 Guanajuato | 1200,00 | 7,16 | 21,31 | 4,79 | 32,69 |
| 321 P. Pomiños | 1115,69 | 6,33 | 33,18 | 9,94 | 50,37 |
| 322 P. Pomiños | 1115,69 | 6,33 | 33,18 | 9,94 | 50,37 |
| 323 A. Cuestas | 1115,69 | 6,33 | 33,18 | 9,94 | 50,37 |
| 324 C. Gachas | 1115,69 | 6,33 | 33,18 | 9,94 | 50,37 |
| 326 C. Gachas | 1115,69 | 6,33 | 33,18 | 9,94 | 50,37 |
| 327 C. Gachas | 1115,69 | 6,33 | 33,18 | 9,94 | 50,37 |
| 333. Trompetero | 381,37 | 6,07 | 22,5 | 4,75 | 23,48 |
| 334. Trompetero | 381,37 | 6,07 | 22,5 | 4,75 | 23,48 |
| 336 Calderones | 1540,00 | 7,93 | 17,85 | 3,17 | 23,75 |
| 337 Calderones | 1540,00 | 7,93 | 17,85 | 3,17 | 23,75 |
| 338 Calderones | 1540,00 | 7,93 | 17,85 | 3,17 | 23,75 |
| 341 C. Nices | 1115,69 | 6,33 | 33,18 | 9,94 | 50,37 |
| 344 Pelmel | 1115,69 | 6,33 | 33,18 | 9,94 | 50,37 |
| 345 A. Nices | 1071,87 | 8,46 | 35,28 | 10,94 | 57,57 |
| 346 A. En Antonio | 1071,87 | 8,46 | 35,28 | 10,94 | 57,57 |
| 348. Pelmel | 1115,69 | 6,33 | 33,18 | 9,94 | 50,37 |
| 350 La Cita | 1115,69 | 6,33 | 33,18 | 9,94 | 50,37 |
| 352 Valenciana | 1115,69 | 6,33 | 33,18 | 9,94 | 50,37 |
| 353. Sta Ana | 1110,87 | 6,09 | 23,91 | 5,46 | 27,75 |
| 354 Guanajuato | 1200,00 | 7,16 | 21,31 | 4,79 | 32,69 |
| 355 Guanajuato | 1200,00 | 7,16 | 21,31 | 4,79 | 32,69 |
| 357 Guanajuato | 1200,00 | 7,16 | 21,31 | 4,79 | 32,69 |
| 360 P. La Soledad | 1301,85 | 7,00 | 22,04 | 4,73 | 28,83 |
| 361 La Escondida | 1170,00 | 6,82 | 31,2 | 9,60 | 47,41 |
| 365 A. Aurora | 1190,00 | 6,81 | 27,05 | 6,92 | 40,94 |
| 373 A. La Joya | 1433,33 | 7,35 | 28,57 | 3,88 | 25,46 |
| 374 Tajo de Adj | 1307,14 | 7,19 | 27,94 | 7,50 | 33,01 |
| 375 R. Sta. Rosa | 1200,00 | 6,35 | 36,2 | 12,82 | 58,09 |
| 381 A. El Tecuán | 1433,33 | 7,35 | 28,57 | 3,88 | 25,46 |
| 382 La Escondida | 1433,33 | 7,35 | 28,57 | 3,88 | 25,46 |
| 384 C. Abizáro | 1301,85 | 7,00 | 22,04 | 4,73 | 28,83 |
| 387 P. La Soledad | 1301,85 | 7,00 | 22,04 | 4,73 | 28,83 |
| 389 Valenciana | 1110,87 | 6,09 | 23,91 | 5,46 | 27,75 |
| 392 A. Colorada | 1301,85 | 7,00 | 22,04 | 4,73 | 28,83 |
| 395 Concepción | 1110,87 | 6,09 | 23,91 | 5,46 | 27,75 |
| 397 A. Colorada | 1110,87 | 6,09 | 23,91 | 5,46 | 27,75 |
| 399A Concepción | 1110,87 | 6,09 | 23,91 | 5,46 | 27,75 |
| 400A Concepción | 1142,35 | 6,89 | 25,79 | 6,53 | 34,84 |
| 401 Concepción | 1142,35 | 6,89 | 25,79 | 6,53 | 34,84 |
| 404 A. La Calera | 1110,87 | 6,09 | 23,91 | 5,46 | 27,75 |
| 412 M. En Nicolás | 1110,87 | 6,09 | 23,91 | 5,46 | 27,75 |
| 422 Paraguaná | 1471,43 | 7,99 | 21,30 | 4,15 | 32,33 |
| 424 T. Dolores | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 425 T. Dolores | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 426 El Cubo | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 429 Peña N. Cruz | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |

El factor topográfico fue obtenido a partir de la ecuación: $LS = (x/22.13)(0.065 + 0.045s + 0.065s^2)$

EROSION EN LA REGION DE PASTIZAL EN LA SIERRA DE GUANAJUATO

| SITIO | FACTOR R | FACTOR K | FACTOR LS | FACTOR C | EROSION | CLASIF. |
|------------------|----------|----------|-----------|----------|---------|----------|
| 1 N de Irapuato | 142.25 | 0.21 | 3.89 | 0.51 | 59.28 | ALTA |
| 2 N de Irapuato | 142.25 | 0.21 | 3.89 | 0.51 | 59.28 | ALTA |
| 3 Caleras Ojo | 142.25 | 0.21 | 3.89 | 0.13 | 15.11 | MODERADA |
| 6 N de Irapuato | 142.25 | 0.21 | 3.89 | 0.51 | 59.28 | ALTA |
| 9 Aldama | 142.25 | 0.21 | 3.89 | 0.51 | 59.28 | ALTA |
| 10 N Caleras | 142.25 | 0.21 | 3.89 | 0.13 | 15.11 | MODERADA |
| 13 Aldama | 142.25 | 0.21 | 3.89 | 0.13 | 15.11 | MODERADA |
| 14 Aldama | 142.25 | 0.21 | 3.89 | 0.084 | 9.78 | NO CUANT |
| 19 Aldama | 142.25 | 0.21 | 4.71 | 0.084 | 11.81 | MODERADA |
| 35 El Capullín | 124.67 | 0.21 | 5.16 | 0.13 | 17.56 | MODERADA |
| 36 N Capullín | 124.67 | 0.21 | 5.16 | 0.13 | 17.56 | MODERADA |
| 37 Huachimole | 124.67 | 0.21 | 5.16 | 0.13 | 17.56 | MODERADA |
| 41 San Antonio | 124.67 | 0.21 | 5.16 | 0.51 | 68.9 | MODERADA |
| 47 San Pablo | 142.25 | 0.21 | 4.22 | 0.51 | 64.28 | ALTA |
| 65 San Pablo | 142.25 | 0.25 | 6.27 | 0.51 | 113.72 | ALTA |
| 70 A. El Maguay | 142.25 | 0.25 | 6.27 | 0.51 | 113.72 | ALTA |
| 79 El Maguay | 142.25 | 0.21 | 5.44 | 0.51 | 82.88 | ALTA |
| 84 La Pozo | 124.67 | 0.21 | 5.44 | 0.51 | 72.63 | ALTA |
| 92 P Purísima | 124.67 | 0.21 | 5.98 | 0.51 | 79.63 | ALTA |
| 98 A. Caladas | 124.67 | 0.21 | 5.98 | 0.51 | 79.63 | ALTA |
| 102 Creanga P. | 124.67 | 0.21 | 5.98 | 0.51 | 79.63 | ALTA |
| 104 San José Rod | 124.67 | 0.21 | 5.98 | 0.51 | 79.63 | ALTA |
| 109 Montecillo | 124.67 | 0.21 | 5.98 | 0.13 | 20.35 | ALTA |
| 111 El Taray | 142.25 | 0.25 | 11.56 | 0.51 | 209.66 | MUY ALTA |
| 113P San Nicolás | 142.25 | 0.21 | 11.56 | 0.51 | 176.11 | ALTA |
| 118 Media Luna | 142.25 | 0.21 | 11.56 | 0.51 | 176.11 | ALTA |
| 119 Media Luna | 142.25 | 0.21 | 11.56 | 0.51 | 176.11 | ALTA |
| 126 El Tejabán | 124.67 | 0.21 | 35.94 | 0.51 | 479.87 | MUY ALTA |
| 128 San José Rod | 142.25 | 0.21 | 35.94 | 0.51 | 547.54 | MUY ALTA |
| 129 Sta Fe Gpe. | 124.67 | 0.21 | 35.94 | 0.51 | 479.87 | MUY ALTA |
| 138 Sto Mño | 124.67 | 0.25 | 35.94 | 0.51 | 479.87 | MUY ALTA |
| 141 San Juan Rod | 124.67 | 0.21 | 35.94 | 0.51 | 479.87 | MUY ALTA |
| 142 Montecillo | 124.67 | 0.25 | 35.94 | 0.51 | 571.28 | MUY ALTA |
| 148 P Purísima | 124.67 | 0.21 | 33.89 | 0.51 | 452.5 | MUY ALTA |
| 149 P Purísima | 124.67 | 0.21 | 33.89 | 0.51 | 452.5 | MUY ALTA |
| 154A La Soledad | 124.67 | 0.21 | 5.61 | 0.13 | 19.09 | MODERADA |
| 156 Molineros | 124.67 | 0.21 | 5.61 | 0.13 | 19.09 | MODERADA |
| 158A La Soledad | 124.67 | 0.21 | 5.61 | 0.13 | 19.09 | MODERADA |
| 159 Calada de B | 124.67 | 0.21 | 5.61 | 0.13 | 19.09 | MODERADA |
| 160 Huachimole | 124.67 | 0.21 | 5.61 | 0.084 | 12.34 | MODERADA |
| 161 Rosa de Cas | 124.67 | 0.21 | 5.61 | 0.13 | 19.09 | MODERADA |
| 164 Sta Fe Gpe | 142.25 | 0.21 | 33.07 | 0.51 | 503.82 | MUY ALTA |
| 168 Ariz Coyote | 142.25 | 0.25 | 33.07 | 0.51 | 599.79 | MUY ALTA |
| 168 A El Cristo | 142.25 | 0.23 | 33.07 | 0.51 | 551.8 | MUY ALTA |
| 172 Ojo de Agua | 142.25 | 0.25 | 18.8 | 0.51 | 313.69 | MUY ALTA |
| 174 Ojo de Agua | 142.25 | 0.25 | 18.8 | 0.51 | 340.97 | MUY ALTA |
| 175 Montelongo | 142.25 | 0.25 | 16.48 | 0.51 | 298.89 | MUY ALTA |
| 177R Montelongo | 142.25 | 0.21 | 16.48 | 0.51 | 251.07 | MUY ALTA |
| 178 Montelongo | 142.25 | 0.21 | 16.48 | 0.51 | 251.07 | MUY ALTA |
| 180 Montelongo | 142.25 | 0.21 | 11.56 | 0.51 | 222.85 | MUY ALTA |
| 184 Montelongo | 164.00 | 0.21 | 11.56 | 0.51 | 203.04 | MUY ALTA |
| 192 El Taray | 164.00 | 0.25 | 16.48 | 0.51 | 344.8 | MUY ALTA |
| 197 Montelongo | 164.00 | 0.25 | 16.48 | 0.51 | 289.48 | MUY ALTA |
| 199 Montelongo | 164.00 | 0.21 | 16.48 | 0.51 | 289.48 | MUY ALTA |
| 205 Río Grande | 164.00 | 0.23 | 16.48 | 0.13 | 80.81 | ALTA |
| 211 Río Grande | 164.00 | 0.21 | 16.48 | 0.51 | 289.48 | MUY ALTA |
| 214 Mesa Lobo | 164.00 | 0.25 | 16.48 | 0.51 | 317.63 | MUY ALTA |
| 219 A. Alabán | 164.00 | 0.21 | 16.48 | 0.51 | 388.34 | MUY ALTA |
| 223 Campuzano | 164.00 | 0.21 | 16.48 | 0.13 | 75.78 | ALTA |
| 227 Campuzano | 164.00 | 0.21 | 14.06 | 0.51 | 247.31 | MUY ALTA |
| 228 Campuzano | 164.00 | 0.23 | 14.06 | 0.51 | 270.86 | MUY ALTA |
| 233 Campuzano | 164.00 | 0.21 | 18.8 | 0.51 | 330.21 | MUY ALTA |
| 234 A. Nopalera | 164.00 | 0.23 | 18.8 | 0.51 | 301.66 | MUY ALTA |
| 236 C El Cristo | 164.00 | 0.23 | 28.23 | 0.51 | 562.3 | MUY ALTA |
| 238 Campuzano | 164.00 | 0.21 | 28.23 | 0.51 | 513.4 | MUY ALTA |
| 240 Campuzano | 164.00 | 0.21 | 68.94 | 0.51 | 1210.89 | MUY ALTA |
| 241 Río Fraile | 164.00 | 0.21 | 33.67 | 0.51 | 591.39 | MUY ALTA |
| 243 Campuzano | 164.00 | 0.21 | 33.56 | 0.51 | 589.48 | MUY ALTA |
| 244 Río Grande | 164.00 | 0.21 | 33.56 | 0.51 | 589.48 | MUY ALTA |
| 246 Campuzano | 164.00 | 0.25 | 33.56 | 0.51 | 701.74 | MUY ALTA |
| 250 Campuzano | 164.00 | 0.21 | 33.67 | 0.51 | 591.39 | MUY ALTA |
| 251 Campuzano | 164.00 | 0.23 | 33.67 | 0.51 | 647.72 | MUY ALTA |
| 253 Campuzano | 164.00 | 0.23 | 68.94 | 0.51 | 1328.21 | MUY ALTA |
| 254 Mesa Junta | 164.00 | 0.23 | 33.67 | 0.51 | 647.72 | MUY ALTA |
| 282 Rosa de Cas | 164.00 | 0.25 | 68.94 | 0.51 | 1441.33 | MUY ALTA |
| 283 La Mesa | 164.00 | 0.25 | 68.94 | 0.51 | 1441.33 | MUY ALTA |
| 284 Rosa de Cas | 164.00 | 0.25 | 33.07 | 0.51 | 691.49 | MUY ALTA |
| 272C El Nayal | 142.25 | 0.25 | 33.07 | 0.51 | 599.79 | MUY ALTA |

Valores de pérdida de suelo en la región de pastizal

EROSION EN LA REGION DE PASTIZAL EN LA SIERRA DE GUANAJUATO

| | | | | | | |
|-------------------|--------|------|-------|------|---------|----------|
| 279 Rosa de Cas | 142.25 | 0.25 | 35.94 | 0.51 | 651.84 | MOY ALTA |
| 280 Sto Niño | 124.67 | 0.25 | 35.94 | 0.51 | 571.28 | MOY ALTA |
| 283 Sto Niño | 124.67 | 0.25 | 23.75 | 0.51 | 377.52 | MOY ALTA |
| 284 A Charcos | 124.67 | 0.25 | 33.89 | 0.51 | 538.69 | MOY ALTA |
| 288 A Cuestas | 124.67 | 0.22 | 33.89 | 0.51 | 474.05 | MOY ALTA |
| 295A Verabuena | 124.67 | 0.22 | 33.89 | 0.51 | 474.05 | MOY ALTA |
| 296 A. cuestas | 124.67 | 0.22 | 33.89 | 0.51 | 474.05 | MOY ALTA |
| 297 Martí | 124.67 | 0.22 | 13.4 | 0.51 | 187.44 | ALTA |
| 298 A El Arco | 124.67 | 0.22 | 13.4 | 0.51 | 187.44 | ALTA |
| 299 R. Sta Ana | 124.67 | 0.22 | 13.4 | 0.51 | 187.44 | ALTA |
| 300 P. Sta Ana | 124.67 | 0.21 | 13.4 | 0.51 | 178.92 | ALTA |
| 301 R. Sta Ana | 124.67 | 0.22 | 13.4 | 0.51 | 187.44 | ALTA |
| 302 El Caolín | 124.67 | 0.21 | 58.09 | 0.51 | 775.63 | MOY ALTA |
| 303 El Caolín | 124.67 | 0.22 | 58.09 | 0.51 | 812.56 | MOY ALTA |
| 304 R. Sta Rosa | 124.67 | 0.21 | 13.4 | 0.51 | 178.92 | ALTA |
| 305 P. Sta Ana | 124.67 | 0.21 | 58.09 | 0.51 | 775.63 | MOY ALTA |
| 310 R. Sta Rosa | 124.67 | 0.21 | 53.01 | 0.51 | 707.79 | MOY ALTA |
| 311 R. Sta Ana | 124.67 | 0.21 | 54.16 | 0.51 | 723.15 | MOY ALTA |
| 312 Min. Martí | 124.67 | 0.22 | 54.16 | 0.51 | 757.59 | MOY ALTA |
| 313 Min. Martí | 124.67 | 0.21 | 54.16 | 0.51 | 723.15 | MOY ALTA |
| 316 Guanajuato | 124.67 | 0.22 | 50.37 | 0.51 | 704.57 | MOY ALTA |
| 317 P. Rocha | 124.67 | 0.22 | 32.69 | 0.51 | 457.27 | MOY ALTA |
| 319 Min. Martí | 124.67 | 0.21 | 32.69 | 0.51 | 438.48 | MOY ALTA |
| 320 Guanajuato | 124.67 | 0.22 | 32.69 | 0.51 | 457.27 | MOY ALTA |
| 321 P. Pomellos | 124.67 | 0.22 | 50.37 | 0.51 | 704.57 | MOY ALTA |
| 322 P. Pomellos | 124.67 | 0.22 | 50.37 | 0.51 | 704.57 | MOY ALTA |
| 323 A. Cuestas | 124.67 | 0.22 | 50.37 | 0.51 | 704.57 | MOY ALTA |
| 324 C. Gachas | 124.67 | 0.25 | 50.37 | 0.51 | 800.65 | MOY ALTA |
| 326 C. Gachas | 124.67 | 0.22 | 50.37 | 0.51 | 704.65 | MOY ALTA |
| 327 C. Gachas | 124.67 | 0.22 | 50.37 | 0.51 | 704.65 | MOY ALTA |
| 333 Trompetero | 124.67 | 0.25 | 23.48 | 0.51 | 373.22 | MOY ALTA |
| 334 Trompetero | 124.67 | 0.25 | 23.48 | 0.13 | 373.22 | MOY ALTA |
| 336 Calderones | 124.67 | 0.25 | 23.75 | 0.51 | 96.23 | ALTA |
| 337 Calderones | 124.67 | 0.25 | 23.75 | 0.13 | 377.52 | MOY ALTA |
| 338 Calderones | 124.67 | 0.25 | 23.75 | 0.51 | 96.23 | ALTA |
| 341 C. Raíces | 142.25 | 0.21 | 50.37 | 0.51 | 767.38 | MOY ALTA |
| 344 Peñafiel | 142.25 | 0.21 | 50.37 | 0.51 | 767.38 | MOY ALTA |
| 345 A. Raíces | 142.25 | 0.21 | 57.57 | 0.13 | 877.08 | MOY ALTA |
| 346A. Sn. Antonio | 142.25 | 0.25 | 57.57 | 0.13 | 266.15 | MOY ALTA |
| 348 Peñafiel | 142.25 | 0.25 | 50.37 | 0.13 | 569.68 | MOY ALTA |
| 350 La Cita | 142.25 | 0.25 | 50.37 | 0.51 | 232.87 | MOY ALTA |
| 352 Valenciana | 142.25 | 0.21 | 50.37 | 0.51 | 767.38 | MOY ALTA |
| 353 Sta Ana | 142.25 | 0.21 | 27.75 | 0.51 | 422.77 | MOY ALTA |
| 354 Guanajuato | 142.25 | 0.21 | 32.69 | 0.51 | 498.03 | MOY ALTA |
| 355 Guanajuato | 142.25 | 0.22 | 32.69 | 0.51 | 521.75 | MOY ALTA |
| 357 Guanajuato | 142.25 | 0.22 | 32.69 | 0.51 | 521.75 | MOY ALTA |
| 360P La Soledad | 142.25 | 0.21 | 26.83 | 0.51 | 408.75 | MOY ALTA |
| 364 La Escondida | 142.25 | 0.21 | 47.41 | 0.51 | 722.29 | MOY ALTA |
| 365 A. Aurora | 142.25 | 0.21 | 40.94 | 0.51 | 623.72 | MOY ALTA |
| 373 A. La Joya | 142.25 | 0.21 | 25.46 | 0.51 | 387.84 | MOY ALTA |
| 374 Tajo de Adá | 142.25 | 0.21 | 53.01 | 0.51 | 807.3 | MOY ALTA |
| 375 R. Sta Rosa | 142.25 | 0.21 | 58.09 | 0.51 | 884.99 | MOY ALTA |
| 381 A El Tacuán | 164.00 | 0.21 | 25.46 | 0.51 | 447.19 | MOY ALTA |
| 382 La Escondida | 164.00 | 0.21 | 25.46 | 0.51 | 447.19 | MOY ALTA |
| 384 C. Ahijadero | 164.00 | 0.25 | 26.83 | 0.51 | 581.01 | MOY ALTA |
| 387P La Soledad | 164.00 | 0.21 | 26.83 | 0.51 | 471.25 | MOY ALTA |
| 389 Valenciana | 164.00 | 0.21 | 27.75 | 0.51 | 487.41 | MOY ALTA |
| 392 A. Colorada | 164.00 | 0.25 | 26.83 | 0.51 | 581.01 | MOY ALTA |
| 395 Concepción | 164.00 | 0.25 | 27.75 | 0.51 | 580.25 | MOY ALTA |
| 397 A. Colorada | 164.00 | 0.25 | 27.75 | 0.13 | 580.25 | MOY ALTA |
| 399A Concepción | 164.00 | 0.25 | 27.75 | 0.13 | 147.9 | ALTA |
| 400A Concepción | 164.00 | 0.25 | 34.84 | 0.13 | 185.69 | ALTA |
| 401 Concepción | 164.00 | 0.25 | 34.84 | 0.51 | 185.69 | ALTA |
| 404 A La Calera | 164.00 | 0.25 | 27.75 | 0.51 | 580.25 | MOY ALTA |
| 412M Sn. Nicolás | 164.00 | 0.21 | 57.57 | 0.51 | 1011.18 | MOY ALTA |
| 422 Perognina | 164.00 | 0.25 | 32.33 | 0.51 | 676.02 | MOY ALTA |
| 424 T. Dolores | 164.00 | 0.25 | 35.94 | 0.51 | 751.51 | MOY ALTA |
| 425 T. Dolores | 164.00 | 0.25 | 35.94 | 0.13 | 191.56 | MOY ALTA |
| 426 El Cubo | 164.00 | 0.25 | 35.94 | 0.13 | 191.56 | MOY ALTA |
| 428P Sta S. Cruz | 164.00 | 0.25 | 35.94 | 0.13 | 191.56 | MOY ALTA |

Valores de pérdida de suelo en la region de pastizal

FACTOR K EN LA REGION AGRICOLA DE LA SIERRA DE GUANAJUATO

| SITIO | LIMOS Y ARENA F | ARENA | PERMEAB | ESTRUCT | MATORGAN | FACTOR K |
|-----------------|--------------------|-------|---------|---------|----------|----------|
| 4 Caleras Gto. | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 7 Caleras Gto | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 8 Caleras Gto | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 12 A Zarco | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 17 Aldama | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 18 Aldama | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 21 Aldama | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 22 Aldama | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 23 Aldama | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 24 Aldama | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 25 Aldama | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 26 Aldama | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 27 Sn José Ll. | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 32 Los Nicolás | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 40 Sn Antonio | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 42 El Coyote | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 44 El Sauz | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 45 A Torres | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 48 Sn Pablo | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 49 Sn Pablo | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 50 A Sn Pablo | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 52 Sn Pablo | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 54 Sn Pablo | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 55 El Sauz | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 56 El Sauz | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 59 El Sauz | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 60 El Sauz | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 62 A El Coyote | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 63 A. El Coyote | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 66 A El Maguey | 39 | 53 | 2 | 3 | 3.49 | 0.25 |
| 67 Sn Pedro | 39 | 53 | 2 | 3 | 3.49 | 0.25 |
| 72 A. Sn. Pedro | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 73 A. Sn. Pedro | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 74 A. Sn. Pedro | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 75 Coyote | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 76 A El Maguey | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 81. Coyote | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 83 Coyote | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 84 Galeras | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 85 El Zungarro | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 87 Castillo | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 89 C. Sombrero | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 106 La Cruz | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 107 La Cruz | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 108 Montecillos | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 112 El Taray | 39 | 53 | 2 | 3 | 3.49 | 0.25 |
| 116P Sn Nicolás | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 123 El Tejabán | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 132 Sn. Juan R. | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 133 Sn. Juan R. | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 134 Sn. Juan R. | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 135 Sto. Niño | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 144 Carboneras | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 146 Ciénaga P. | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 153 La Venta | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 162 Sta. Teresa | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 163 F Sta Ana | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 167 Sta Fe Gpe | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 173 Ojo de Agua | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 176 Montalongo | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 179 Montalongo | 39 | 53 | 2 | 3 | 3.49 | 0.25 |
| 181 Montalongo | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 182 Montalongo | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 183 Montalongo | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |
| 185 Montalongo | 32 | 61 | 1 | 2 | 1.82 | 0.21 |

Los valores del factor K fueron obtenidos utilizando el nomograma de Wischmeier (Apendice 1).

FACTOR K EN LA REGION AGRICOLA DE LA SIERRA DE GUANAJUATO

| | | | | | | |
|-------------------|------|----|---|---|------|------|
| 186 Montalongo | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 187 Montalongo | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 193 El Taray | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 194 El Taray | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 195 Montalongo | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 196 Montalongo | 39 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 200R Montalongo | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 201R Montalongo | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 202R Montalongo | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 203 A. Azafrán | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 204 A. Azafrán | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 207 Río Grande | 27 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 209 El Chorro | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 212 Río Grande | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 213 Río Grande | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 216 Montalongo | 27,0 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 217 A. Azafrán | 27,0 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 220 Campuzano | 32,0 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 224 Campuzano | 32,0 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 230 Campuzano | 32,0 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 242 Campuzano | 32,0 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 247 Río Grande | 27,0 | 73 | 3 | 1 | 0,33 | 0,23 |
| 265 A. Adjuntas | 44,0 | 39 | 2 | 3 | 2,7 | 0,25 |
| 266 C. El Cristo | 32,0 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 270 El Nayal | 44,0 | 39 | 2 | 3 | 2,7 | 0,25 |
| 278 El Nayal | 44,0 | 39 | 2 | 3 | 2,7 | 0,25 |
| 282 El Cedro | 44,0 | 39 | 2 | 3 | 2,7 | 0,25 |
| 306 Sta. Ana | 32,0 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 307 Sta. Ana | 32,0 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 308 P. Sta. Ana | 32,0 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 335 El Cedro | 32,0 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 340 C. Raíces | 44,0 | 39 | 2 | 3 | 2,7 | 0,25 |
| 351 Guanajuato | 39,0 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 356 Guanajuato | 40,0 | 42 | 3 | 1 | 0,21 | 0,22 |
| 359P La Soledad | 32,0 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 361P La Soledad | 32,0 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 362P La Soledad | 32,0 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 363P La Soledad | 32,0 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 377R Sta. Rosa | 32,0 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 383 La Escondida | 32,0 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 386P La Soledad | 32,0 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 388P La Soledad | 32,0 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 391 A. Concepción | 32,0 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 396 Agua Colorada | 39,0 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 403A Ll Grande | 39,0 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 406P Esperanza | 39,0 | 53 | 2 | 3 | 3,49 | 0,25 |
| 418P Sn. Antonio | 32,0 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 419C Vardolagas | 32,0 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |
| 428 Villalpando | 44,0 | 39 | 2 | 3 | 2,7 | 0,25 |
| 430 P. Sta Cruz | 44,0 | 39 | 2 | 3 | 2,7 | 0,25 |
| 125 El Tejabán | 32 | 61 | 1 | 2 | 1,82 | 0,21 |

Los valores del factor K fueron obtenidos utilizando el nomograma de Wischmeier (Apéndice 1).

FACTOR IS EN LA REGION AGRICOLA DE LA SIERRA DE GUANAJUATO

| SITIO | LONGITUD | FACTOR L | PENDIENTE | FACTOR S | FACTORLS |
|-----------------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| 4 Caleras Gto | 1604,54 | 6,93 | 5,72 | 0,57 | 3,89 |
| 7 Caleras Gto | 1604,54 | 6,93 | 5,72 | 0,57 | 3,89 |
| 8 Caleras Gto | 1604,54 | 6,93 | 5,72 | 0,57 | 3,89 |
| 12 A Zarco | 1604,54 | 6,93 | 5,72 | 0,57 | 3,89 |
| 17 Aldama | 1604,54 | 6,93 | 5,72 | 0,57 | 3,89 |
| 18 Aldama | 1486 | 6,12 | 7,52 | 0,88 | 4,71 |
| 21 Aldama | 1486 | 6,12 | 7,52 | 0,88 | 4,71 |
| 22 Aldama | 1486 | 6,12 | 7,52 | 0,88 | 4,71 |
| 23 Aldama | 1486 | 6,12 | 7,52 | 0,88 | 4,71 |
| 24 Aldama | 1486 | 6,12 | 7,52 | 0,88 | 4,71 |
| 25 Aldama | 1604,54 | 6,93 | 5,72 | 0,57 | 3,89 |
| 26 Aldama | 1604,54 | 6,93 | 5,72 | 0,57 | 3,89 |
| 27 Sn José Ll | 948,28 | 5,68 | 8,41 | 0,96 | 5,16 |
| 32 Los Nicolás | 948,28 | 5,68 | 8,41 | 0,96 | 5,16 |
| 40 Sn Antonio | 948,28 | 5,68 | 8,41 | 0,96 | 5,16 |
| 42 El Coyote | 1168,7 | 5,3 | 6,14 | 0,61 | 3,08 |
| 44 El Saúz | 1178,57 | 6,58 | 6,23 | 0,65 | 4,22 |
| 45 A Torres | 1178,57 | 6,58 | 6,23 | 0,65 | 4,22 |
| 48 Sn Pablo | 1178,57 | 6,58 | 6,23 | 0,65 | 4,22 |
| 49 Sn Pablo | 1178,57 | 6,58 | 6,23 | 0,65 | 4,22 |
| 50 A Sn Pablo | 1486,36 | 6,3 | 8,92 | 1,08 | 6,27 |
| 52 Sn Pablo | 1486,36 | 6,3 | 8,92 | 1,08 | 6,27 |
| 54 Sn Pablo | 1486,36 | 6,3 | 8,92 | 1,08 | 6,27 |
| 55 El Saúz | 1486,36 | 6,3 | 8,92 | 1,08 | 6,27 |
| 56 El Saúz | 1486,36 | 6,3 | 8,92 | 1,08 | 6,27 |
| 59 El Saúz | 1486,36 | 6,3 | 8,92 | 1,08 | 6,27 |
| 60 El Saúz | 1486,36 | 6,3 | 8,92 | 1,08 | 6,27 |
| 62 A El Coyote | 1168,7 | 5,3 | 6,98 | 0,73 | 3,08 |
| 63 A El Coyote | 1736 | 7,64 | 8,92 | 1,08 | 5,44 |
| 66 A El Maguay | 1486,36 | 6,3 | 8,92 | 1,08 | 6,27 |
| 67 Sn Pedro | 1486,36 | 6,3 | 8,92 | 1,08 | 6,27 |
| 72 A Sn Pedro | 1486,36 | 6,3 | 8,92 | 1,08 | 6,27 |
| 73 A Sn Pedro | 1486,36 | 6,3 | 8,92 | 1,08 | 6,27 |
| 74 A Sn Pedro | 1486,36 | 6,3 | 8,92 | 0,61 | 6,27 |
| 75 Coyote | 1168,7 | 5,3 | 6,14 | 0,61 | 3,08 |
| 76 A El Maguay | 1736 | 7,64 | 6,98 | 0,73 | 5,44 |
| 81 Coyote | 1736 | 7,64 | 6,98 | 0,73 | 5,44 |
| 83 Coyote | 1736 | 7,64 | 6,98 | 0,73 | 5,44 |
| 84 Galeras | 1736 | 7,64 | 6,98 | 0,73 | 5,44 |
| 85 El Zungarro | 1736 | 7,64 | 6,98 | 0,73 | 5,44 |
| 87 Castillo | 1736 | 7,64 | 6,98 | 0,73 | 5,44 |
| 89 C Sombrero | 2380 | 9,19 | 6,53 | 0,62 | 5,98 |
| 106 La Cruz | 2380 | 9,19 | 6,53 | 0,62 | 5,98 |
| 107 La Cruz | 2380 | 9,19 | 6,53 | 0,62 | 5,98 |
| 108 Montacillos | 2380 | 9,19 | 6,53 | 0,62 | 5,98 |
| 112 El Taray | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 116P Sn Nicolás | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 123 El Tejabán | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 132 Sn Juan Rod | 1604,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 133 Sn Juan Rod | 1604,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 134 Sn Juan Rod | 1604,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 135 Sto. Niño | 1604,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 144 Carboneras | 1540 | 7,93 | 17,85 | 3,17 | 23,75 |
| 146 Cienega Ped | 1560 | 7,93 | 21,78 | 4,92 | 33,89 |
| 153 La Venta | 2314,29 | 6,64 | 6,66 | 0,68 | 5,61 |
| 162 Sta Teresa | 1535,71 | 6,24 | 13,39 | 2,14 | 13,4 |
| 163 F Sta Ana | 1200 | 6,35 | 36,2 | 12,82 | 58,09 |
| 167 Sta Fe Gpe | 1407,44 | 7,33 | 21,4 | 4,74 | 33,07 |
| 173 Ojo de Agua | 1393,33 | 7,44 | 15,5 | 2,63 | 18,8 |
| 176 Montalongo | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |
| 179 Montalongo | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |
| 181 Montalongo | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 182 Montalongo | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 183 Montalongo | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 185 Montalongo | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |
| 186 Montalongo | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 187 Montalongo | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 193 El Taray | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |
| 194 El Taray | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |
| 195 Montalongo | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |
| 196 Montalongo | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |
| 200R Montalongo | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |

Los valores del factor topográfico se determinaron usando el diagrama para el factor topográfico (Anexo 2)

FACTOR IS EN LA REGION AGRICOLA DE LA SIERRA DE GUANAJUATO

| | | | | | |
|--------------------|---------|-------|-------|-------|-------|
| 201R Montalongo | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |
| 202R Montalongo | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |
| 203 A. Azafrán | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |
| 204 A. Azafrán | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |
| 207 Río Grande | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |
| 209 El Chorro | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |
| 212 Río Grande | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |
| 213 Río Grande | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |
| 216 Montalongo | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |
| 217 A. Azafrán | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |
| 220 Campuzano | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |
| 224 Campuzano | 2847,37 | 10,99 | 10,96 | 1,5 | 16,48 |
| 230 Campuzano | 1325 | 7,05 | 14,92 | 2,4 | 14,08 |
| 242 Campuzano | 1225 | 6,32 | 23,58 | 5,84 | 33,56 |
| 247 Río Grande | 1225 | 6,32 | 23,58 | 5,84 | 33,56 |
| 265 A. Adjuntas | 1407,44 | 7,33 | 21,4 | 4,74 | 33,07 |
| 266 C El Cristo | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 270 El Nayal | 1576,74 | 7,89 | 11,09 | 5,17 | 11,56 |
| 278 El Nayal | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 282 El Cedro | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 306 Sta Ana | 1200 | 6,35 | 36,2 | 12,82 | 58,09 |
| 307 Sta Ana | 1200 | 6,35 | 36,2 | 12,82 | 58,09 |
| 308 P Sta Ana | 1200 | 6,35 | 36,2 | 12,82 | 58,09 |
| 335 El Cedro | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 340 C. Raíces | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 351 Guanajuato | 1115,69 | 6,33 | 33,18 | 9,94 | 50,37 |
| 356 Guanajuato | 1200 | 7,16 | 21,31 | 4,79 | 32,69 |
| 359P La Soledad | 1115,69 | 6,33 | 33,18 | 9,94 | 53,37 |
| 361P La Soledad | 1301,85 | 7 | 22,04 | 4,73 | 26,83 |
| 362P La Soledad | 1170 | 6,62 | 31,2 | 9,6 | 47,41 |
| 363P La Soledad | 1170 | 6,62 | 31,2 | 9,6 | 47,41 |
| 377R Sta. Rosa | 1200 | 6,35 | 36,2 | 12,82 | 58,09 |
| 385La Escondida | 1170 | 6,62 | 31,2 | 9,6 | 47,41 |
| 386P La Soledad | 1301,85 | 7 | 22,04 | 4,73 | 26,83 |
| 388P La Soledad | 1110,87 | 6,09 | 23,91 | 5,46 | 27,75 |
| 391A Concepción | 1301,85 | 7 | 22,04 | 4,73 | 26,83 |
| 396A Agua Colorada | 1110,87 | 6,09 | 23,91 | 5,46 | 27,75 |
| 403A L. Grande | 1110,87 | 6,09 | 23,91 | 5,46 | 27,75 |
| 406P Esperanza | 1110,87 | 6,09 | 23,91 | 5,46 | 27,75 |
| 416P San Antonio | 1115,69 | 6,33 | 33,18 | 9,94 | 50,37 |
| 419C Verdolagas | 1115,69 | 6,33 | 33,18 | 9,94 | 50,37 |
| 428 Villalpando | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 430 P Sta Cruz | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |
| 125 El Tajabán | 1640,11 | 8,13 | 22,11 | 4,94 | 35,94 |

Los valores del factor topografico se determinaron usando el diagrama para el factor topografico (Apendice 2)

EROSION EN LA REGION AGRICOLA DE LA SIERRA DE GUANAJUATO

| SITIO | FACTOR R | FACTOR K | FACTOR LS | FACTOR C | EROSION | CLASIF |
|------------------|----------|----------|-----------|----------|---------|----------|
| 4 Caleras Gto | 142,25 | 0,21 | 3,89 | 0,47 | 54 | ALTA |
| 7 Caleras Gto | 142,25 | 0,21 | 3,89 | 0,47 | 54 | ALTA |
| 8 Caleras Gto | 142,25 | 0,21 | 3,89 | 0,47 | 54 | ALTA |
| 12 A. Zarco | 142,3 | 0,21 | 3,89 | 0,47 | 54 | ALTA |
| 17 Aldama | 142,3 | 0,21 | 3,89 | 0,47 | 54 | ALTA |
| 18 Aldama | 142,3 | 0,21 | 4,71 | 0,47 | 66 | ALTA |
| 21 Aldama | 142,3 | 0,21 | 4,71 | 0,47 | 66 | ALTA |
| 22 Aldama | 142,3 | 0,21 | 4,71 | 0,47 | 66 | ALTA |
| 23 Aldama | 142,3 | 0,21 | 4,71 | 0,47 | 66 | ALTA |
| 24 Aldama | 142,3 | 0,21 | 4,71 | 0,47 | 66 | ALTA |
| 25 Aldama | 142,3 | 0,21 | 3,89 | 0,47 | 54 | ALTA |
| 26 Aldama | 142,3 | 0,21 | 3,89 | 0,47 | 54 | ALTA |
| 27 Sn José Ll | 124,7 | 0,21 | 5,16 | 0,47 | 63 | ALTA |
| 32 Los Nicolás | 124,7 | 0,21 | 5,16 | 0,47 | 63 | ALTA |
| 40 Sn Antonio | 124,7 | 0,21 | 5,16 | 0,47 | 63 | ALTA |
| 42 El Coyote | 124,7 | 0,21 | 3,08 | 0,47 | 37 | MODERADA |
| 44 El Saúz | 124,7 | 0,21 | 4,22 | 0,47 | 51 | ALTA |
| 45 A. Torres | 124,7 | 0,21 | 4,22 | 0,47 | 51 | ALTA |
| 48 Sn Pablo | 142,3 | 0,21 | 4,22 | 0,47 | 59 | ALTA |
| 49 Sn Pablo | 142,3 | 0,21 | 4,22 | 0,47 | 59 | ALTA |
| 50 A. Sn Pablo | 142,3 | 0,21 | 6,27 | 0,47 | 88 | ALTA |
| 52 Sn. Pablo | 142,3 | 0,21 | 6,27 | 0,47 | 88 | ALTA |
| 54 Sn Pablo | 142,3 | 0,21 | 6,27 | 0,47 | 88 | ALTA |
| 55 El Saúz | 142,3 | 0,21 | 6,27 | 0,47 | 88 | ALTA |
| 56 El Saúz | 142,3 | 0,21 | 6,27 | 0,47 | 88 | ALTA |
| 59 El Saúz | 142,3 | 0,21 | 6,27 | 0,47 | 88 | ALTA |
| 60 El Saúz | 124,7 | 0,21 | 6,27 | 0,47 | 77 | ALTA |
| 62 A. El Coyote | 124,7 | 0,21 | 3,08 | 0,47 | 37 | ALTA |
| 63 A. El Coyote | 124,7 | 0,21 | 5,44 | 0,47 | 66 | ALTA |
| 66 A. El Maguey | 142,3 | 0,25 | 6,27 | 0,47 | 104 | ALTA |
| 67 Sn Pedro | 142,3 | 0,25 | 6,27 | 0,47 | 104 | ALTA |
| 72 A. Sn Pedro | 142,3 | 0,21 | 6,27 | 0,47 | 88 | ALTA |
| 73 A. Sn Pedro | 142,3 | 0,21 | 6,27 | 0,47 | 88 | ALTA |
| 74 A. Sn Pedro | 142,3 | 0,21 | 6,27 | 0,47 | 88 | ALTA |
| 75 Coyote | 142,3 | 0,21 | 3,08 | 0,47 | 77 | ALTA |
| 76 A. El Maguey | 142,3 | 0,21 | 5,44 | 0,47 | 76 | ALTA |
| 81 Coyote | 124,7 | 0,21 | 5,44 | 0,47 | 76 | ALTA |
| 83 Coyote | 124,7 | 0,21 | 5,44 | 0,47 | 76 | ALTA |
| 84 Caleras | 124,7 | 0,21 | 5,44 | 0,47 | 76 | ALTA |
| 85 El Zungarro | 124,7 | 0,21 | 5,44 | 0,47 | 76 | ALTA |
| 87 Castillo | 124,7 | 0,21 | 5,44 | 0,47 | 76 | ALTA |
| 89 C. Sombrero | 124,7 | 0,21 | 5,98 | 0,47 | 73 | ALTA |
| 106 La Cruz | 124,7 | 0,21 | 5,98 | 0,47 | 73 | ALTA |
| 107 La Cruz | 124,7 | 0,21 | 5,98 | 0,47 | 73 | ALTA |
| 108 Montecillos | 124,7 | 0,21 | 5,98 | 0,47 | 73 | ALTA |
| 112 El Taray | 142,3 | 0,25 | 11,56 | 0,47 | 193 | ALTA |
| 116P Sn. Nicolás | 142,3 | 0,21 | 11,56 | 0,47 | 162 | ALTA |
| 123 El Tejabán | 124,7 | 0,21 | 11,56 | 0,47 | 142 | ALTA |
| 132 Sn Juan Rod | 142,3 | 0,21 | 35,94 | 0,47 | 504 | MUY ALTA |
| 133 Sn Juan Rod | 142,3 | 0,21 | 35,94 | 0,47 | 504 | MUY ALTA |
| 134 Sn Juan Rod | 142,3 | 0,21 | 35,94 | 0,47 | 504 | MUY ALTA |
| 135 Sto. Niño | 124,7 | 0,21 | 35,94 | 0,47 | 442 | MUY ALTA |
| 144 Carboneras | 124,7 | 0,21 | 23,75 | 0,47 | 292,24 | MUY ALTA |
| 146 Cienega Ped. | 124,7 | 0,21 | 33,89 | 0,47 | 417 | MUY ALTA |
| 153 La Venta | 124,7 | 0,21 | 5,61 | 0,47 | 69 | ALTA |
| 162 Sta. Teresa | 124,7 | 0,21 | 13,4 | 0,47 | 164 | ALTA |
| 163 F. Sta. Ana | 124,7 | 0,21 | 58,09 | 0,47 | 714 | MUY ALTA |
| 167 Sta Fe Ope | 142,3 | 0,21 | 33,07 | 0,47 | 464 | MUY ALTA |
| 173 Ojo de Agua | 142,3 | 0,21 | 18,8 | 0,47 | 263 | MUY ALTA |
| 176 Montelongo | 142,3 | 0,21 | 16,48 | 0,47 | 231 | MUY ALTA |
| 179 Montelongo | 142,3 | 0,25 | 16,48 | 0,47 | 275 | MUY ALTA |
| 181 Montelongo | 142,3 | 0,21 | 11,56 | 0,47 | 161 | ALTA |
| 182 Montelongo | 164,0 | 0,21 | 11,56 | 0,47 | 187 | ALTA |
| 183 Montelongo | 164,0 | 0,21 | 11,56 | 0,47 | 187 | ALTA |

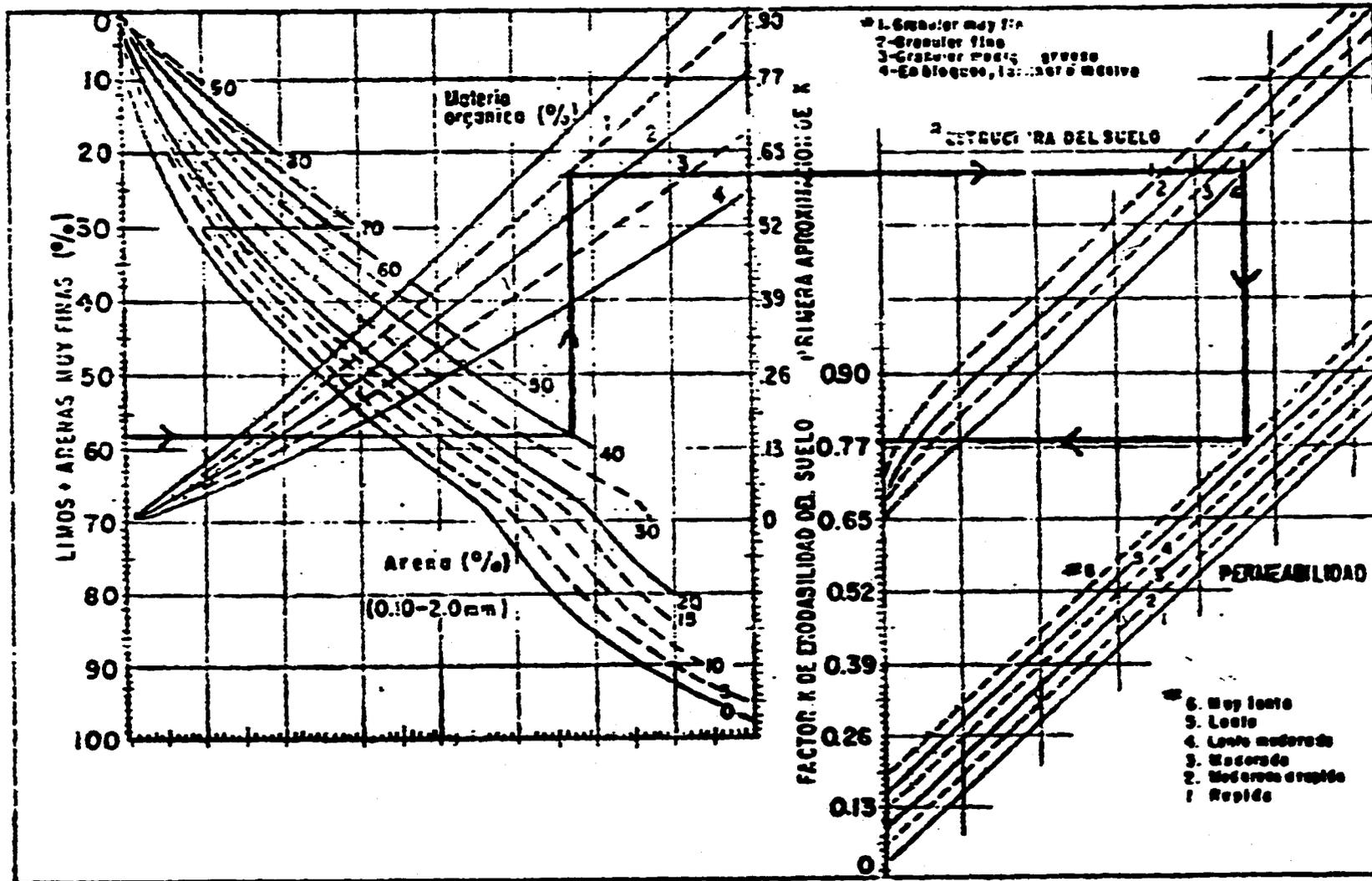
Los valores de pérdida de suelo fueron obtenidos usando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo.

EROSION EN LA REGION AGRICOLA DE LA SIERRA DE GUANAJUATO

| | | | | | | |
|-------------------|--------|------|-------|------|-----|----------|
| 185 Montelongo | 164,0 | 0,21 | 16,48 | 0,47 | 266 | MUY ALTA |
| 186 Montelongo | 164,0 | 0,25 | 11,56 | 0,47 | 222 | MUY ALTA |
| 187 Montelongo | 164,0 | 0,25 | 11,56 | 0,47 | 222 | MUY ALTA |
| 193 El Taray | 164,0 | 0,25 | 16,48 | 0,47 | 317 | MUY ALTA |
| 194 El Taray | 164,0 | 0,25 | 16,48 | 0,47 | 317 | MUY ALTA |
| 195 Montelongo | 164,0 | 0,25 | 16,48 | 0,47 | 317 | MUY ALTA |
| 196 Montelongo | 164,0 | 0,25 | 16,48 | 0,47 | 317 | MUY ALTA |
| 200R Montelongo | 164,0 | 0,21 | 16,48 | 0,47 | 266 | MUY ALTA |
| 201R Montelongo | 164,0 | 0,21 | 16,48 | 0,47 | 266 | MUY ALTA |
| 202R Montelongo | 164,0 | 0,21 | 16,48 | 0,47 | 266 | MUY ALTA |
| 203 A Azafrán | 164,0 | 0,21 | 16,48 | 0,47 | 266 | MUY ALTA |
| 204 A Azafrán | 164,0 | 0,21 | 16,48 | 0,47 | 266 | MUY ALTA |
| 207 Río Grande | 164,0 | 0,23 | 16,48 | 0,47 | 292 | MUY ALTA |
| 209 El Clorro | 164,0 | 0,21 | 16,48 | 0,47 | 266 | MUY ALTA |
| 212 Río Grande | 164,0 | 0,21 | 16,48 | 0,47 | 266 | MUY ALTA |
| 213 Río Grande | 164,0 | 0,21 | 16,48 | 0,47 | 266 | MUY ALTA |
| 216 Montelongo | 164,0 | 0,23 | 16,48 | 0,47 | 292 | MUY ALTA |
| 217 A Azafrán | 164,0 | 0,23 | 16,48 | 0,47 | 292 | MUY ALTA |
| 220 Campuzano | 164,0 | 0,21 | 16,48 | 0,47 | 266 | MUY ALTA |
| 224 Campuzano | 164,0 | 0,21 | 16,48 | 0,47 | 266 | MUY ALTA |
| 230 Campuzano | 164,0 | 0,21 | 14,08 | 0,47 | 227 | MUY ALTA |
| 242 Campuzano | 164,0 | 0,21 | 33,56 | 0,47 | 543 | MUY ALTA |
| 247 Río Grande | 164,0 | 0,23 | 33,56 | 0,47 | 594 | MUY ALTA |
| 265 A Adjuntas | 164,0 | 0,25 | 33,07 | 0,47 | 637 | MUY ALTA |
| 266 C El Cristo | 142,3 | 0,21 | 11,56 | 0,47 | 162 | ALTA |
| 270 El Noyal | 142,3 | 0,25 | 11,56 | 0,47 | 193 | ALTA |
| 278 El Noyal | 142,3 | 0,25 | 35,94 | 0,47 | 600 | MUY ALTA |
| 282 El Cedro | 124,7 | 0,25 | 35,94 | 0,47 | 526 | MUY ALTA |
| 306 Sta Ana | 124,7 | 0,21 | 58,09 | 0,47 | 714 | MUY ALTA |
| 307 Sta Ana | 124,7 | 0,21 | 58,09 | 0,47 | 714 | MUY ALTA |
| 308 P Sta Ana | 124,7 | 0,21 | 58,09 | 0,47 | 714 | MUY ALTA |
| 335 El Cedro | 124,7 | 0,21 | 35,94 | 0,47 | 442 | MUY ALTA |
| 340 C. Raíces | 142,3 | 0,25 | 35,94 | 0,47 | 600 | MUY ALTA |
| 351 Guanajuato | 142,3 | 0,25 | 50,37 | 0,47 | 841 | MUY ALTA |
| 356 Guanajuato | 142,3 | 0,22 | 32,69 | 0,47 | 480 | MUY ALTA |
| 359P La Soledad | 142,3 | 0,21 | 53,37 | 0,47 | 707 | MUY ALTA |
| 361P La Soledad | 142,3 | 0,21 | 26,83 | 0,47 | 376 | MUY ALTA |
| 362P La Soledad | 142,3 | 0,21 | 47,41 | 0,47 | 665 | MUY ALTA |
| 363P La Soledad | 142,3 | 0,21 | 47,41 | 0,47 | 665 | MUY ALTA |
| 377R. Sta Rosa | 142,3 | 0,21 | 58,09 | 0,47 | 815 | MUY ALTA |
| 385 La Escondida | 164,0 | 0,21 | 47,41 | 0,47 | 767 | MUY ALTA |
| 386P La Soledad | 164,0 | 0,21 | 26,83 | 0,47 | 434 | MUY ALTA |
| 388P La Soledad | 164,0 | 0,21 | 27,75 | 0,47 | 449 | MUY ALTA |
| 391A Concepción | 164,0 | 0,21 | 26,83 | 0,47 | 434 | MUY ALTA |
| 396 Agua Colorada | 164,0 | 0,25 | 27,75 | 0,47 | 534 | MUY ALTA |
| 403A Ll Grande | 164,0 | 0,25 | 27,75 | 0,47 | 534 | MUY ALTA |
| 406P Esperanza | 164,0 | 0,25 | 27,75 | 0,47 | 534 | MUY ALTA |
| 418P Sn Antonio | 164,0 | 0,21 | 50,37 | 0,47 | 815 | MUY ALTA |
| 419C Verdolagas | 164,0 | 0,21 | 50,37 | 0,47 | 815 | MUY ALTA |
| 428 Villaipando | 164,0 | 0,25 | 35,94 | 0,47 | 692 | MUY ALTA |
| 430 P Sta Cruz | 164,0 | 0,25 | 35,94 | 0,47 | 692 | MUY ALTA |
| 125 El Tejaban | 124,67 | 0,21 | 35,94 | 0,47 | 442 | MUY ALTA |

Los valores de pérdida de suelo fueron obtenidos usando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo.

APENDICE + 1



A P E N D I C E 2

58 UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, AGRICULTURE HANDBOOK NUMBER 537

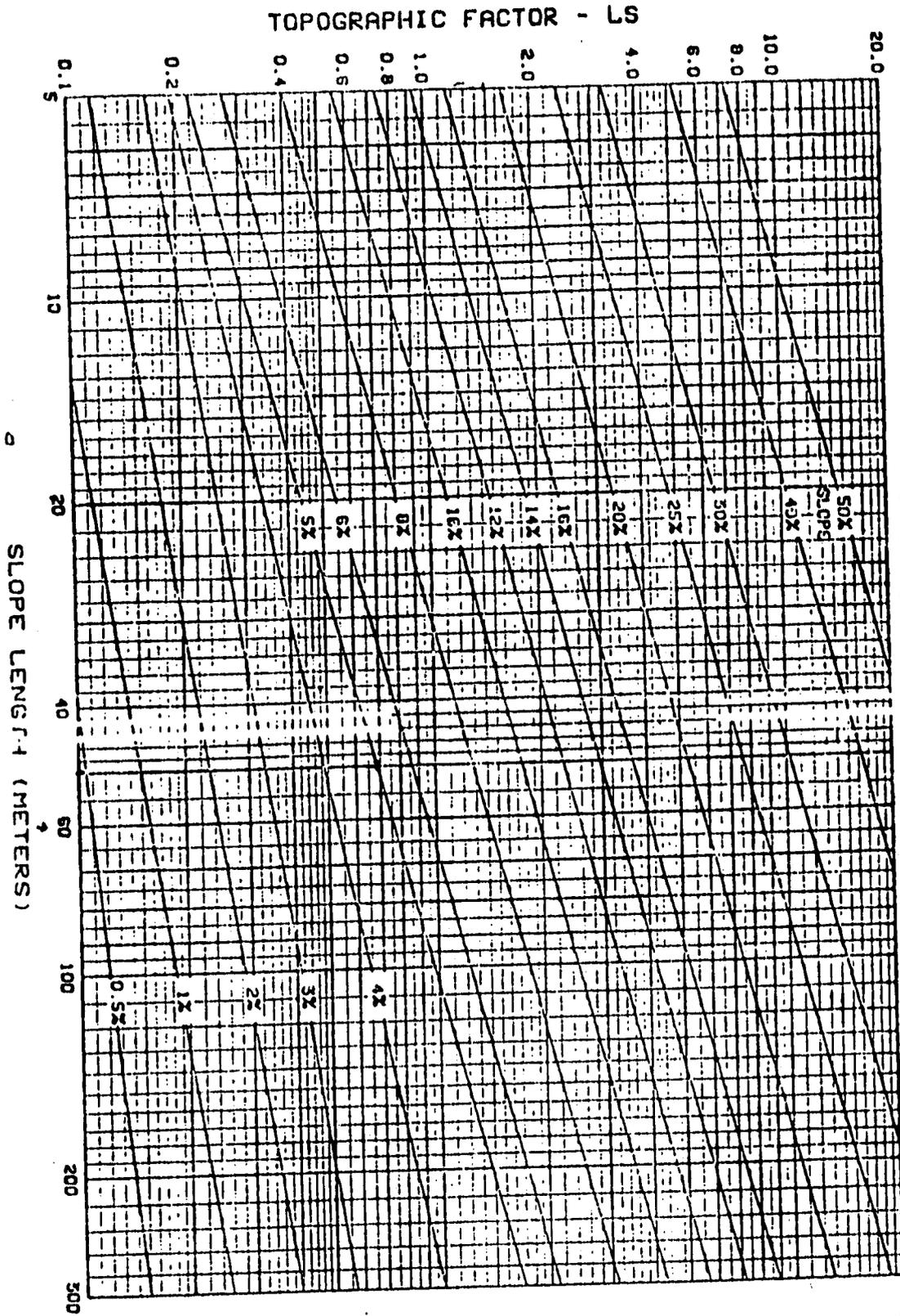


FIGURE 11.—Slope effect chart for metric system.

Cuadro 5. Valores de C para vegetación permanente, pastizales y terrenos sin uso agropecuario y forestal.^a

| Tipo de Vegetación | Altura efectiva ^b (m) | Porcentaje de cobertura ^c | Residuos o Vegetación en la superficie del suelo | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|-----|-----|------|------|--------|------|
| | | | Porcentaje de cobertura de la superficie | | | | | | |
| | | | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 95-100 | |
| Sin vegetación | | | P | .15 | .20 | .10 | .042 | .012 | .003 |
| | | | H | .15 | .24 | .15 | .091 | .043 | .011 |
| Herbáceas Grandes o arbustos chicos | 0.5 | 25 | P | .36 | .17 | .09 | .038 | .013 | .003 |
| | | | H | .36 | .20 | .13 | .083 | .041 | .011 |
| | | 50 | P | .26 | .13 | .07 | .035 | .012 | .003 |
| | | | H | .26 | .16 | .11 | .076 | .039 | .011 |
| | | 75 | P | .17 | .10 | .06 | .032 | .011 | .003 |
| | | | H | .17 | .10 | .06 | .032 | .011 | .003 |
| Arbustos o Matorrales | 2.0 | 25 | P | .10 | .18 | .09 | .040 | .013 | .003 |
| | | | H | .10 | .22 | .11 | .087 | .042 | .011 |
| | | 50 | P | .31 | .16 | .085 | .038 | .012 | .003 |
| | | | H | .31 | .19 | .13 | .082 | .041 | .011 |
| | | 75 | P | .28 | .11 | .08 | .036 | .012 | .003 |
| | | | H | .28 | .17 | .12 | .078 | .040 | .011 |
| Arboles | 4.0 | 25 | P | .12 | .19 | .10 | .041 | .013 | .003 |
| | | | H | .12 | .23 | .14 | .089 | .042 | .011 |
| | | 50 | P | .39 | .18 | .09 | .040 | .013 | .003 |
| | | | H | .39 | .21 | .14 | .087 | .042 | .011 |
| | | 75 | P | .36 | .17 | .09 | .039 | .013 | .003 |
| | | | H | .36 | .20 | .13 | .084 | .041 | .011 |

^a todos los valores asumen una distribución al azar de los residuos y la vegetación, y una profundidad significativa de los residuos.

^b Altura promedio de caída de las gotas del follaje aéreo.

^c Porcentaje total de superficie que sería oculta por el follaje en una proyección vertical.

^d P-Cobertura superficial de pastos ó mantillo, H-Cobertura superficial de Herbáceas ó residuos no incorporados.