

## SISTEMA PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS HIDROLÓGICOS EN LA COSTA DE CHIAPAS

PROYECTO INTERNO RD-0605.1

### INFORME FINAL

*Subcoordinación de Conservación de Cuencas*

**COORDINACIÓN DE TECNOLOGÍA DE RIEGO Y DRENAJE**

**Autores:** M.Sc. Raúl Medina Mendoza  
M.I. Werner Wruck Spillecke  
MPD. Alfredo Gómez Garzón  
M.I. Pedro Rivera Ruíz  
M.C. Héctor Cortés Torres

## CONTENIDO

	Pág.
1 <b>INTRODUCCIÓN</b> .....	4
2 <b>OBJETIVOS</b> .....	5
3 <b>METODOLOGÍA</b> .....	5
4 <b>RESULTADOS</b> .....	7
<b>4.1 Diagnóstico con énfasis en el fenómeno de erosión de la cuenca del río Coapa</b> .....	7
<b>4.2 Propuesta de prácticas de conservación para retener el suelo en las laderas de las cuencas altas de la Costa de Chiapas</b> .....	25
5 <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	35
6 <b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	36
<b>ANEXO FOTOGRÁFICO</b>	

## RESUMEN EJECUTIVO

Se seleccionó la cuenca del río Coapa, en la Costa de Chiapas, para generar recomendaciones sobre el uso y manejo de laderas y su estabilización, que permitan minimizar riesgos a la población e infraestructura productiva, ante la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos.

Así, se utilizó el software Arc View 3.2 para realizar el diagnóstico sobre erosión hídrica que existe en la cuenca del río Coapa. Generar recomendaciones para el uso y manejo de laderas y su estabilización, que permitan minimizar riesgos a la población e infraestructura productiva, ante la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos.

En el Ordenamiento Agrohídrológico se propone mantener las superficies forestales actuales, las zonas urbanas y la infraestructura existente, las huertas frutícolas, y las áreas de praderas donde haya pendientes inferiores al 40 %. La intervención se propone respecto a la superficie ocupada con agricultura, la cual únicamente se debería llevar a cabo en superficies con pendientes hasta 20 %, y con prácticas de conservación (siembra por espeque con asociaciones de cultivo maíz + calabaza + frijol; o surcos a curva de nivel; ambas asociadas al sistema agroforestal “cultivo en callejones”, que son franjas agrícolas de 5 m anchura a curva de nivel, intercalado por franjas arbóreas - arbustivas de 1 m de anchura, de alta densidad, que se podan en forma regular. Las superficies agrícolas actuales entre 20 a 40 % se convertirían en plantaciones de café bajo techo de árboles leguminosos con terrazas individuales y manejo de hojarasca; mientras que todas las superficies, tanto agrícolas como pecuarias con pendientes arriba de 40 % serían reforestadas. Además las superficies degradadas (deslizamientos, derrumbes, depósitos de escombros, cárcavas etc.) tendrán un manejo integral de rehabilitación.

Con el uso y manejo actual del suelo se calculó una cantidad total de 1774.832 t / año, lo que son una tasa de erosión superior a los 1000 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> para la mayor parte de la cuenca. Además se estimó una producción de 585,959.7 t/año de azolves en la salida de la cuenca; mientras con el manejo propuesto se reduce la erosión actual y la producción de azolves por 94.7 %, que significa que con la situación actual hay 18.6 veces más erosión y producción de azolves, que en un estado óptimo de manejo de los recursos naturales.

## 1 INTRODUCCIÓN

En 1998 hubo grandes inundaciones con avalanchas de sedimentos por toda la Costa de Chiapas, causando la desaparición de caseríos con las inundaciones de lodo, a consecuencias de una combinación de eventos, como fueron los incendios durante la primavera del mismo año en las cuencas altas, asociados a una secuencia de precipitaciones extraordinarias durante el verano: la destrucción de las masas forestales por los incendios, la falta de una cobertura vegetal y la alteración de la estructura del suelo por el fuego, el sellamiento del suelo para la infiltración; y después la secuencia ininterrumpida de varios eventos de precipitación de origen ciclónico podrían ser la razón de estos hechos.

A finales de 2005 otra vez hubo pérdidas de vidas y de innumerables viviendas en gran parte de la Costa de Chiapas por cauces extremos, inundaciones y hasta cambios de cursos de ríos.

El IMTA, y en especial la Subcoordinación de Conservación de Cuencas ha trabajado en años anteriores a 1996 en varias subcuencas de la Costa de Chiapas, conoce la zona, y tiene experiencia en el manejo de los recursos naturales. Ha avanzado en el conocimiento de las causas verdaderas de éstos fenómenos y como mitigarlos.

La utilización de las cubiertas vegetales apropiadas (herbáceas, arbustivas y arbóreas) en las diferentes zonas de la cuenca, desempeña un papel esencial en la consecución de objetivos para su restauración. El bosque contribuye de un modo especial, pues constituye un elemento eficaz para regular el ciclo del agua y proteger al suelo de la erosión hídrica ya que con la recuperación forestal de la cuenca y debido al control que la vegetación forestal ejerce sobre la erosión superficial, se retiran sedimentos en suspensión que enturbian y densifican la corriente disminuyendo así el peso específico de la misma. Igualmente, debido al control significativo que la vegetación forestal ejerce sobre los escurrimientos directos, la recuperación forestal produce una disminución de los escurrimientos pico.

Es importante mencionar que las intervenciones en la cuenca para restaurarla necesitan de unos plazos muy dilatados, - años-, por lo que es necesario iniciar desde ahora para aspirar en un futuro a alcanzar dicha restauración y proteger la infraestructura productiva y de servicios y por supuesto, las vidas humanas asociadas a los desastres..

## 2 OBJETIVO

Generar recomendaciones para el uso y manejo de laderas y su estabilización, que permitan minimizar riesgos a la población e infraestructura productiva, ante la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos.

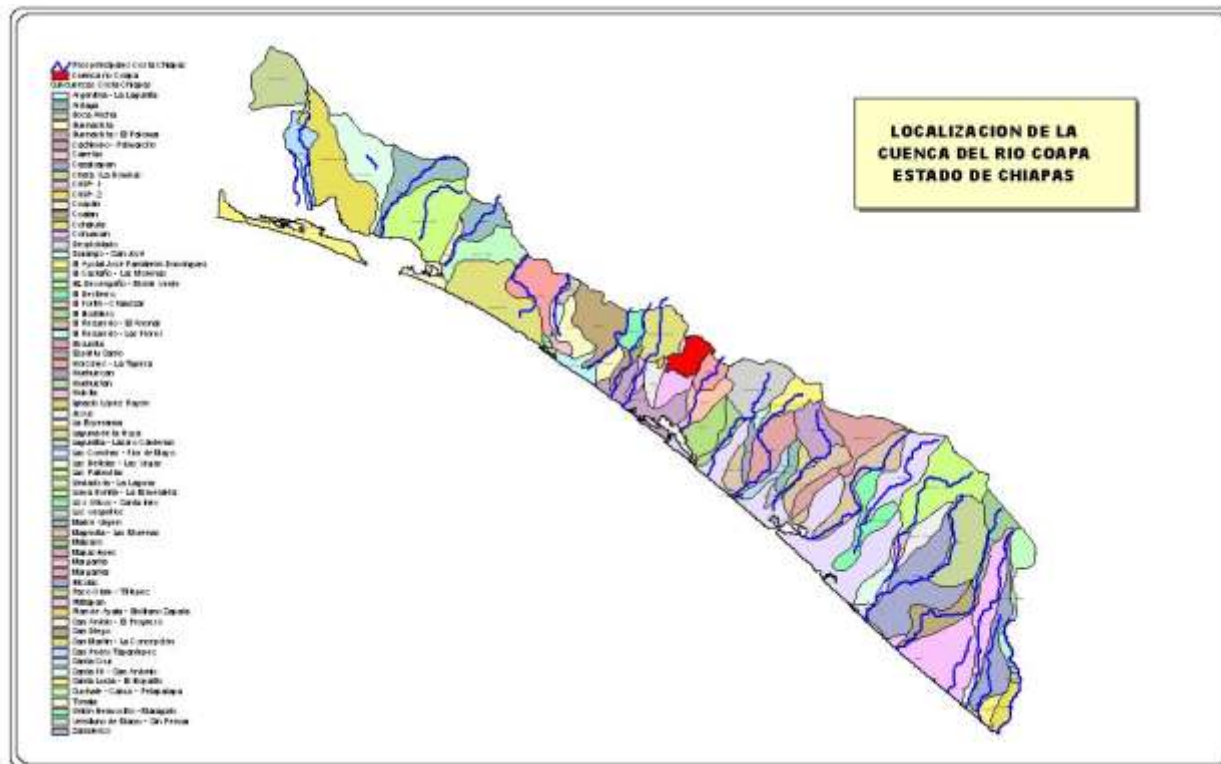
## 3 METODOLOGÍA

1. Selección de una cuenca en la Costa de Chiapas que cumpla al menos las siguientes condiciones: Accesibilidad y Representatividad.
2. Caracterizar esta cuenca: ubicación, geología, topografía y fisiografía, clima, hidrología, suelo, uso de suelo y vegetación, poblados e infraestructura, a través de datos cartográficos temáticos de cartas 1 : 50,000 del INEGI, además de verificaciones de campo.
3. Desarrollo de planos de pendientes: Se estimarán a través de ARC–VIEW, y se ajustarán a la realidad calculando pendientes en forma manual y verificando dichas pendientes con los resultados estimados por ARC–VIEW. Estos muestreos se realizan al azar por toda la cuenca estimando un factor de ajuste medio, que se aplicará a toda la cuenca sobre los resultados de ARC- VIEW.
4. Desarrollo de planos del uso de suelo y vegetación para varias fechas, incluyendo la actual, sobreponiéndolos con los planos de pendientes, para darles un valor de sustentabilidad. Las fechas dependerán de la disponibilidad de cartografía histórica, fotografías aéreas, ortofotos e imágenes de satélite. Se buscarán imágenes de años catastróficos, después de los incendios pero antes del inicio de las lluvias de 1998 es una de estas fechas, donde se tendrá que analizar el uso de suelo.
5. Desarrollo de planos de cambio de uso de suelo (comparando fechas históricas con disponibilidad de información con fechas de eventos catastróficos y fechas actuales) Esto se hará sobreponiendo cartas con diferentes fechas de uso de suelo. Se resaltan las áreas con cambios en el uso de suelo, y valorando su impacto, sea incrementando o disminuyendo los niveles de cubierta vegetal. Ese plano también se superpone al plano de pendientes, para hacer visible su sustentabilidad e impacto ambiental. Se da una interpretación escrita de dicho plano.

6. Cálculo y cartografía de tasas de erosión: Se utiliza la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, presentado por Figueroa et al, 1991. Para la cartografía se utiliza ARC – VIEW.
7. Estudio detallado de los diversos sistemas productivos en la cuenca, su ubicación respecto a suelos y niveles de pendientes, la erosión que producen (factor CP), y sus cambios durante el tiempo en superficie y ubicación. Incluir eso en estudio de cambio de uso de suelo y de sistemas productivos.
8. Análisis de la interrelación entre hidrogramas y los cambios en la cubierta vegetal durante el tiempo. Se interpretan los resultados de los estudios hidrológicos y de uso de suelo respectiva. Se observan, grafican e interpretan los cambios que han ocurrido durante el tiempo y se detectan interrelaciones entre estos fenómenos, los cuales se describen. Se grafican y detectan correlaciones entre los hidrografos y los cambios de uso de suelo y sistemas productivas de la cuenca respectiva.
9. Recomendaciones generales sobre ordenamiento territorial en la subcuenca seleccionada que puedan ser de aplicación a toda la Costa de Chiapas, incluyendo recomendaciones sobre ajustes en los sistemas productivos en las cuencas altas, y sistemas de intervención para la prevención de futuros acontecimientos hidrometeorológicos extremos.



Latitud de referencia	12° Norte
Paralelo estándar 1	17.5
Paralelo estándar 2	29.5
Falso Este	2,500,000
Falso Norte	0

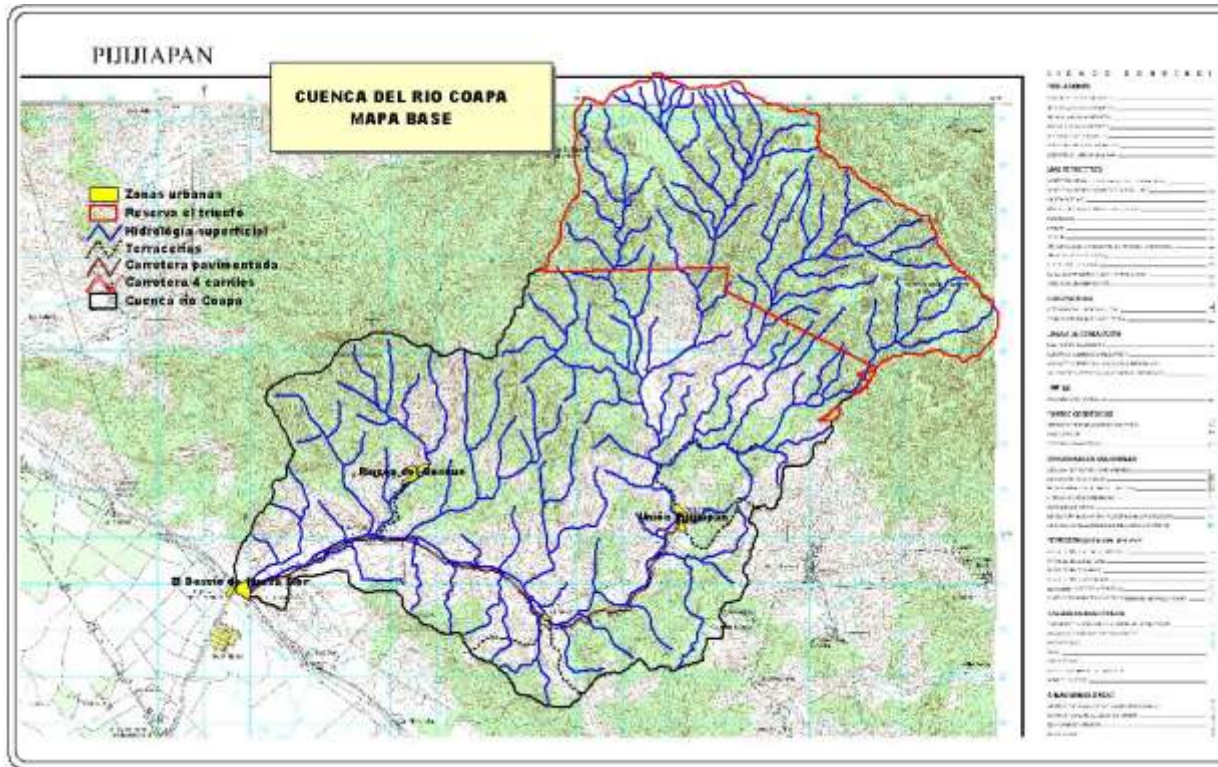


- Mapa base
  - Zonas urbanas en la cuenca
  - Área Natural Protegida Reserva el Triunfo
  - Hidrología Superficial
  - Curvas de nivel cada 20 metros
  - Caminos - Terracerías

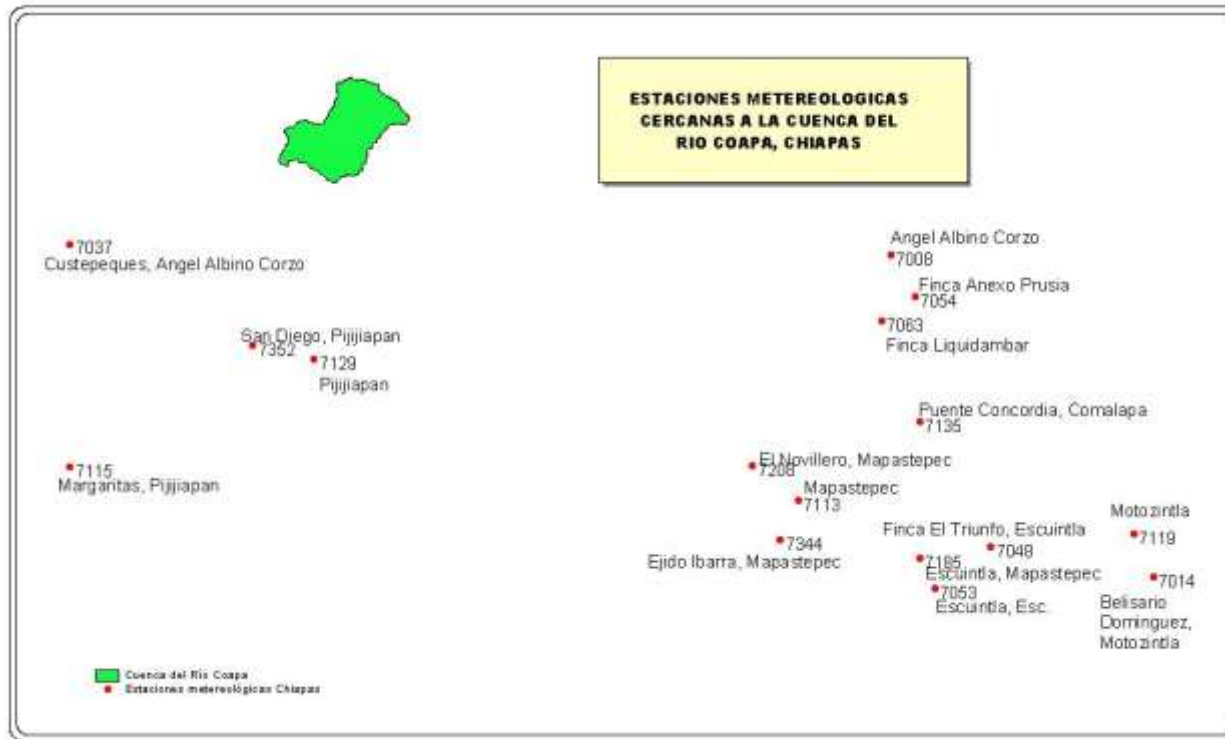


- Caminos – carretera pavimentada
- Caminos – Carretera cuatro carriles
- Cuenca del Río Coapa
- Imagen digital de la carta topográfica escala 1:50,000 de INEGI, claves D15a19 y D15a29 formato Tiff.

Esta información se encuentra en la proyección UTM NAD27 zona 15



- Estaciones
  - Cuenca del río Coapa
  - Ubicación de estaciones en la costa de Chiapas
 Esta información se encuentra en coordenadas geográficas



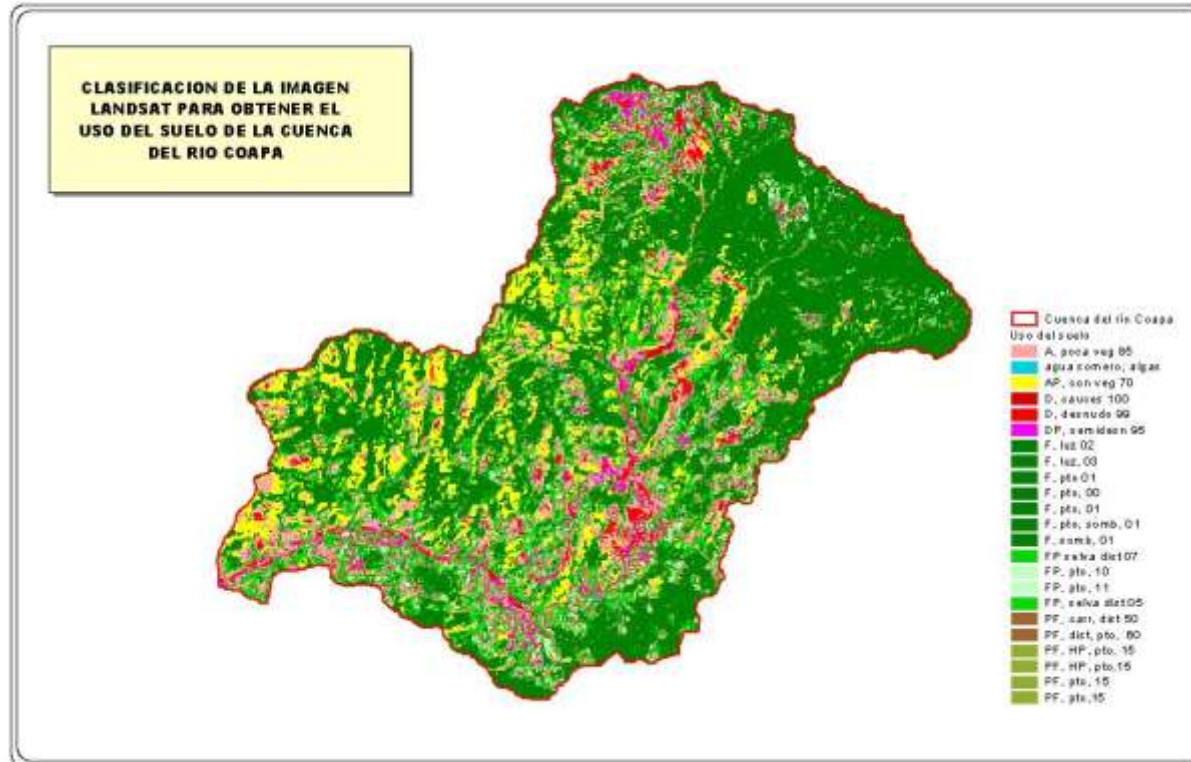
- Clasificación de la imagen Landsat
  - Cuenca del río Coapa
  - Imagen landsat sensor ETM 2002 de la cuenca
  - Clasificación no supervisada de la imagen
  - Vectorización del uso del suelo

Esta información se encuentra en la proyección UTM NAD27 zona 15.

La imagen landsat ETM que se presenta es con la combinación de colores 3-2-1 color natural, en donde se puede apreciar la degradación existente en la cuenca.



La siguiente imagen muestra la clasificación realizada de la imagen con 16 clases, el algoritmo empleado fue el isodata clustering.



Las clases obtenidas fueron las siguientes:

- A poca veg. 85 - Agricultura, pastizal, baja cubierta vegetal
- AP, con veg 70 - acahual incipiente con vegetación
- D, cauces 100 - Cauces desnudos
- D, desnudo 99 – Suelos desnudos
- DP, semidesn – suelos semidesnudos
- F, luz 02, – Forestal con luz 02
- F, luz, 03 – Forestal con luz 03
- F, pto 01 – Forestal, punto 01
- F, pto, 00 – Forestal punto 00
- F, pto. Somb, 01 – Forestal punto sombra 01
- F, simb, 01 – Forestal, simb, 01



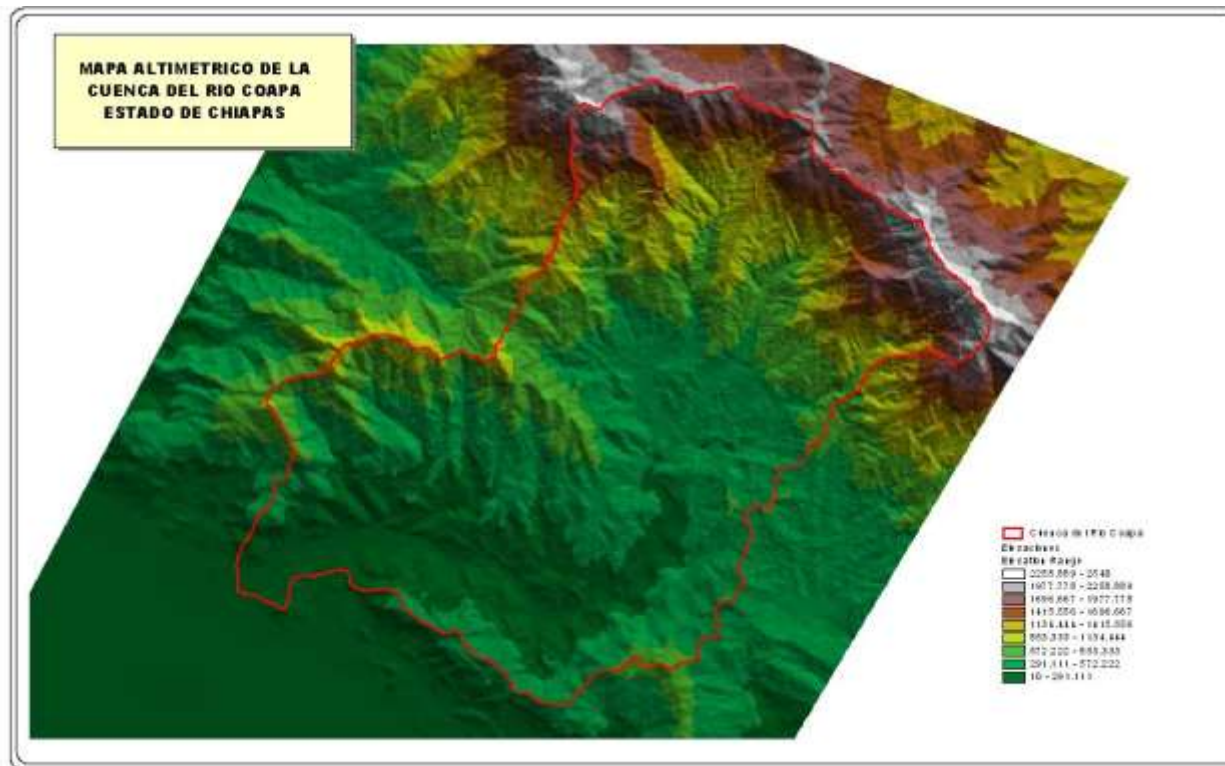
- FP, Selva dist 05 – Selva dist 05
- FP, Selva dist 07 – Selva dist 07
- FP, pto 10 – Selva punto 10
- FP, pto 11 – Selva punto 11
- PF, carr, dist 50 – Acahual muy incipiente, agricultura, pastizal
- PF, Dist, pto, 60 – Acahual muy incipiente, agricultura, pastizal
- PF, HP, pto, 15 – Acahual bien desarrollado
- PF, pto, 15 – Acahual bien desarrollado

El uso del suelo agrupado es el siguiente:

Clase de suelo	Clave	Superficie ha	% de la cuenca
Forestal	F	5466.60	48.45
Agrícola, pastizal	A; AP	2421.96	21.47
Forestal alterado, acahual	FP	1998.85	17.72
Acahual incipiente, pecuario con vegetación abundante	PF	898.80	7.96
Sin vegetación, suelos desnudos	D	293.41	2.60
Suelo desnudo, vegetación muy escasa, agricultura, pastizal escaso, sobrepastoreo	DP	200.68	1.78
Agua somera, algas	H	1.89	0.02
Totales		11281.19	100%

- Mapa altimétrico
  - Cuenca del río Coapa
  - Tin de las elevaciones de la cuenca.

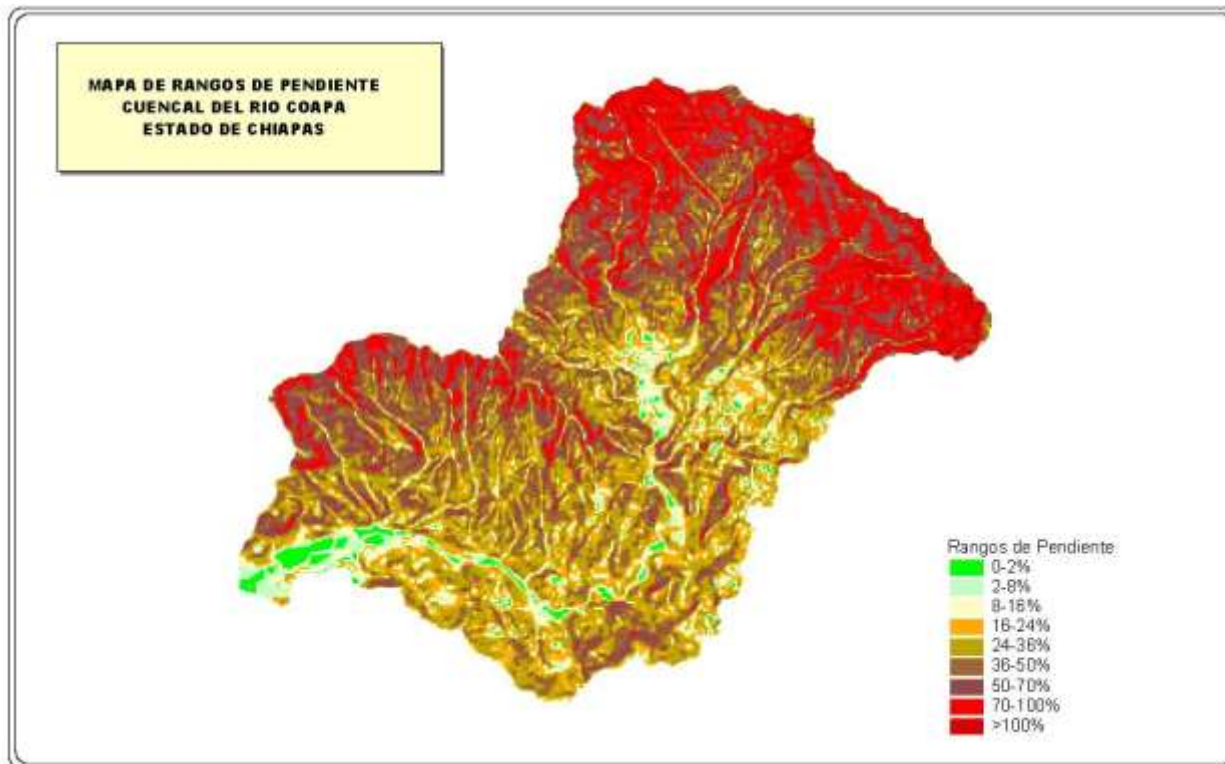
Esta información se encuentra en la proyección UTM NAD27 zona 15



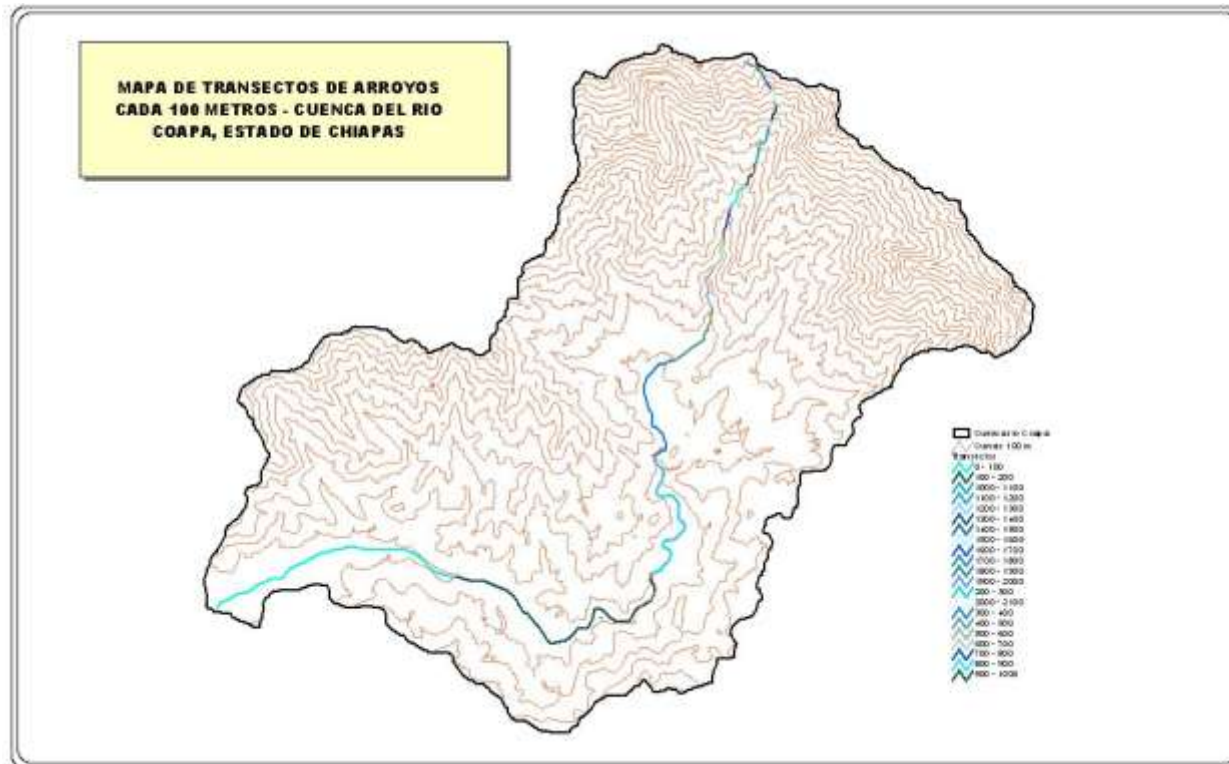
- Generación del mapa de pendientes
  - Modelos de elevación digital claves D15a29me, D15a19me, d15b21me formato bil, escala 1.50,000 de INEGI
  - Generación de GRID's de estos modelos
  - Obtención de pendientes en grados
  - Reclasificación de los mismos en los rangos establecidos de pendientes en grados
  - Conversión a por ciento % y obtención del mapa de pendientes en formato vectorial con los siguientes rangos
    - 0 – 2%
    - 2 – 8%
    - 8 – 16%
    - 16 – 24%

- 24 – 36%
- 36 – 50%
- 50 – 70%
- 70 – 100%
- >100%

Esta información se encuentra en la proyección UTM NAD27 zona 15.



- HEC de la cuenca del río Coapa
  - Transectos de arroyos interceptados con curvas de nivel cada 100 metros para obtener longitud de los transectos, pendientes para cada uno y pendiente ponderada para la cuenca.
  - Curvas de nivel con equidistancia cada 100 m
  - Cuenca del río Coapa.
  - Uso del suelo con valor de número de escurrimiento.

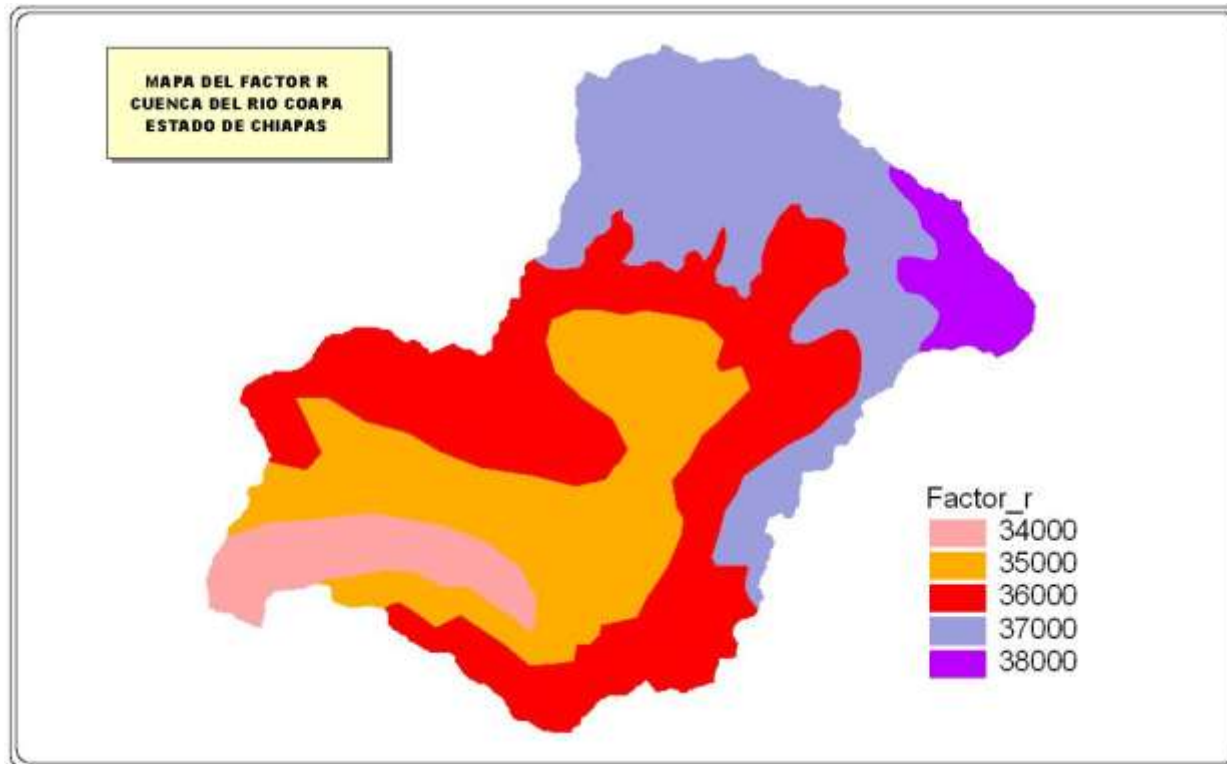


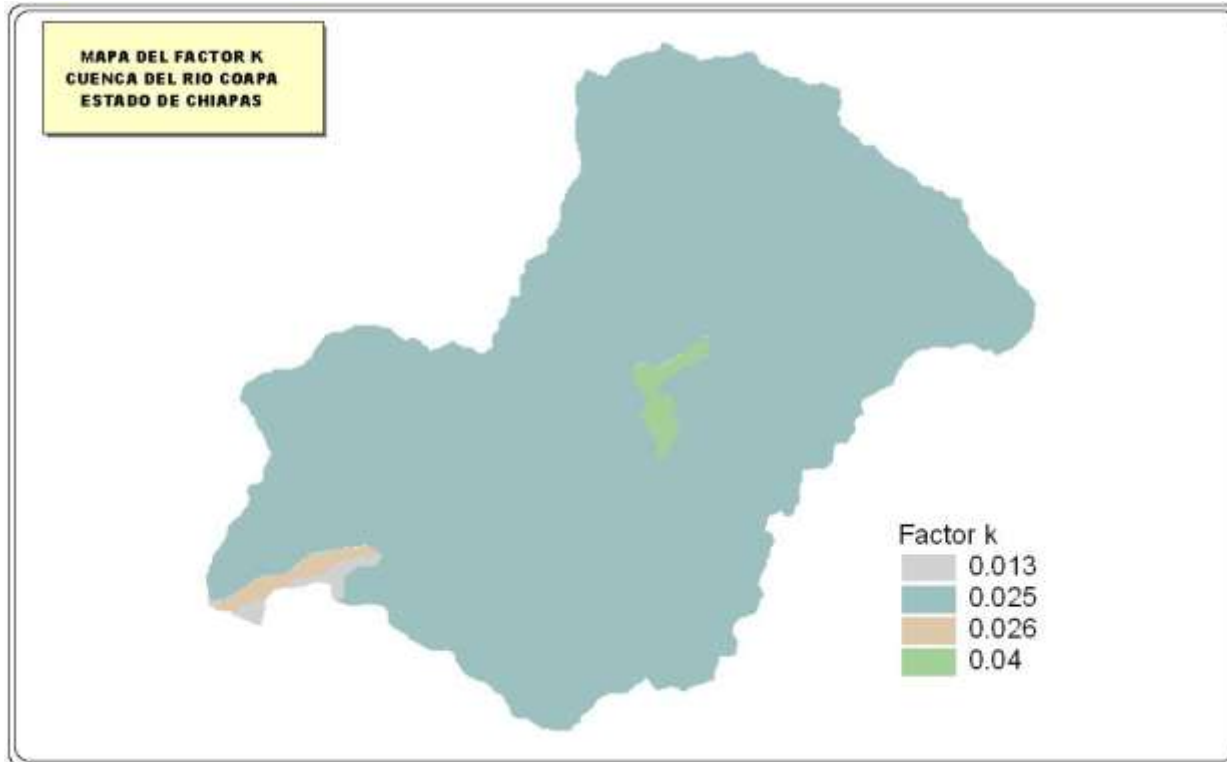
- Cálculo de la EUPS
  - Mapa del factor R
  - Mapa del factor K
  - Mapa de los factores CP
  - Mapa de los factores LS
  - Mapa de Erosión actual con los siguientes rangos

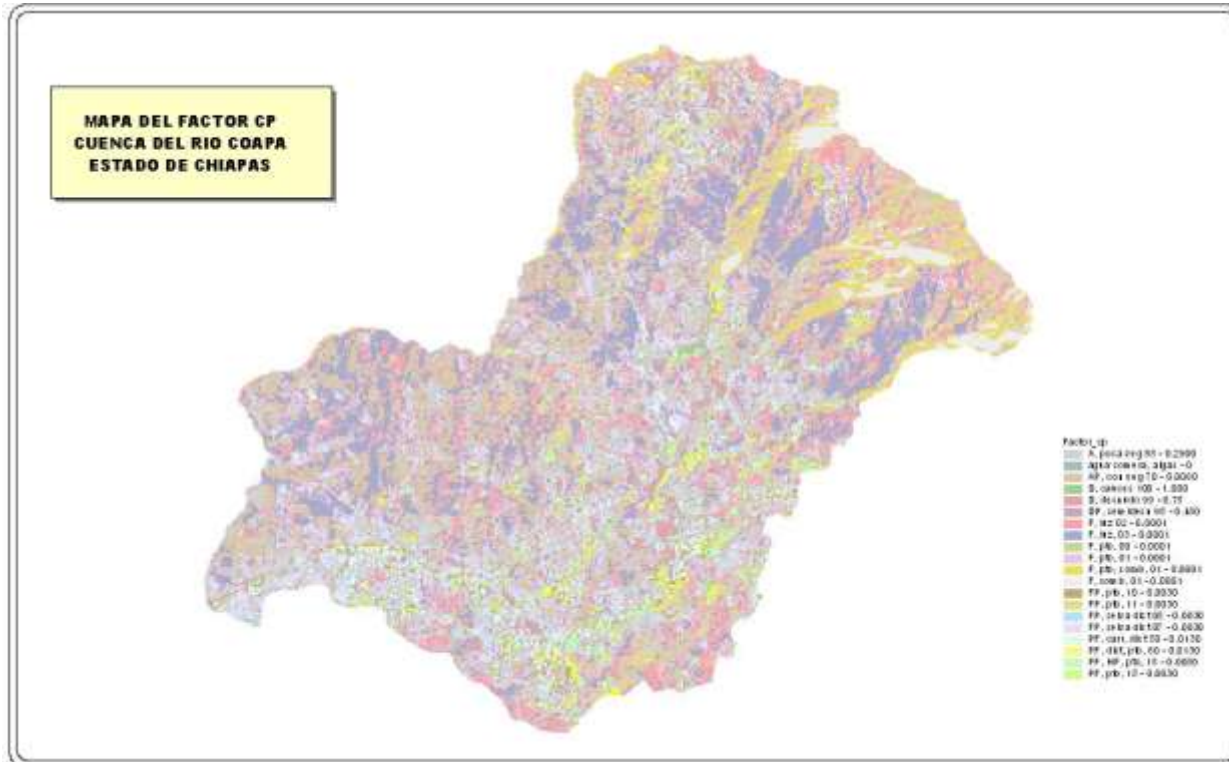


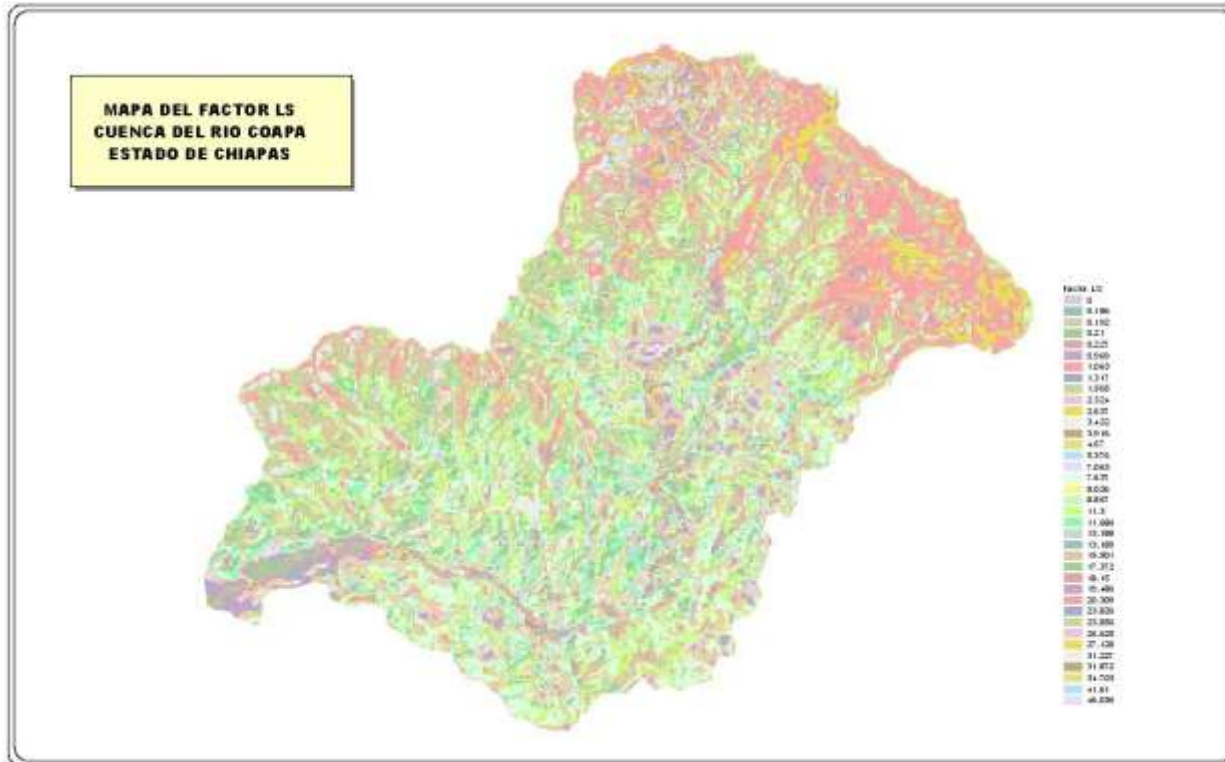
- > 10 ton/ha/año
- 10 – 25 ton/ha/año
- 25 – 50 ton/ha/año
- 50 – 100 ton/ha/año
- 100 – 200 ton/ha/año
- > 200 ton/ha/año

Esta información se encuentra en la proyección UTM NAD27 zona 15.





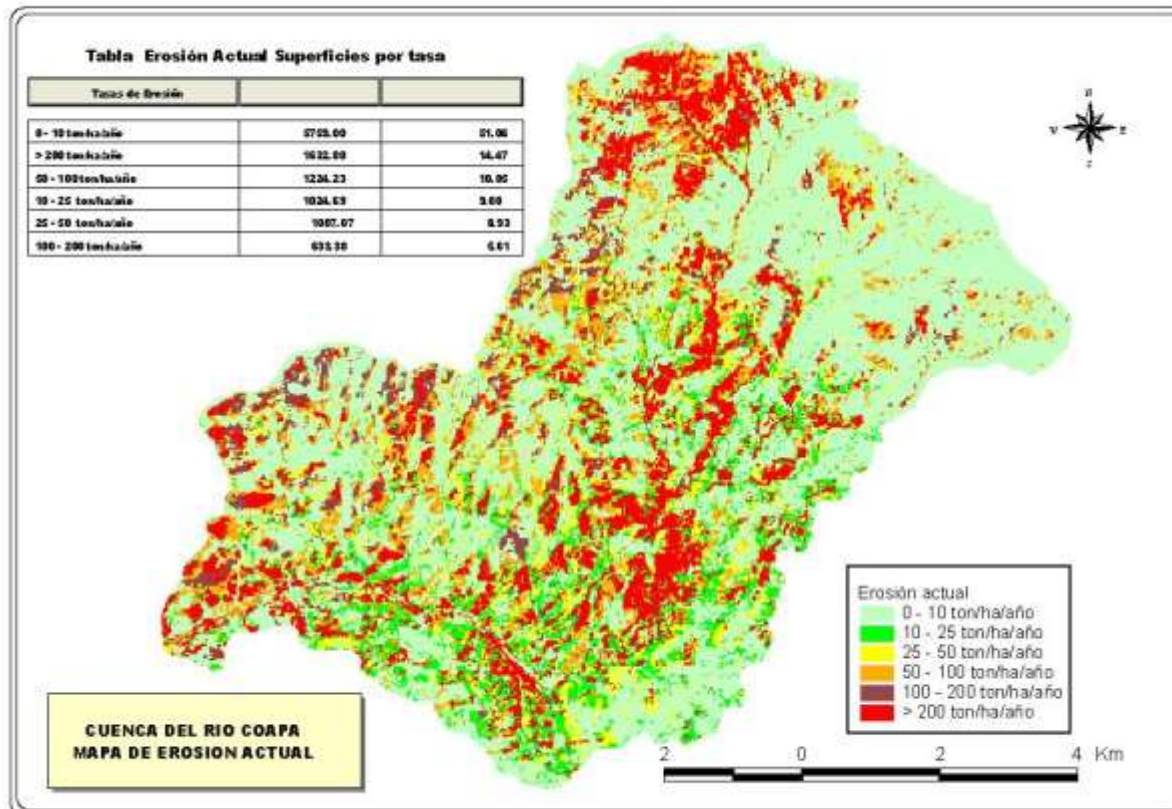




### Superficies por tasas de erosión

Tasas de erosión	Superficie_ha	%_cuenca
0 – 10 ton/ha/año	5759.00	51.06
> 200 ton/ha/año	1632.80	14.47
50 – 100 ton/ha/año	1224.23	10.85
10 – 25 ton/ha/año	1024.69	9.08

25 – 50 ton/ha/año	1007.07	8.93
100 – 200 ton/ha/año	633.38	5.61
Totales	11281.19	100%

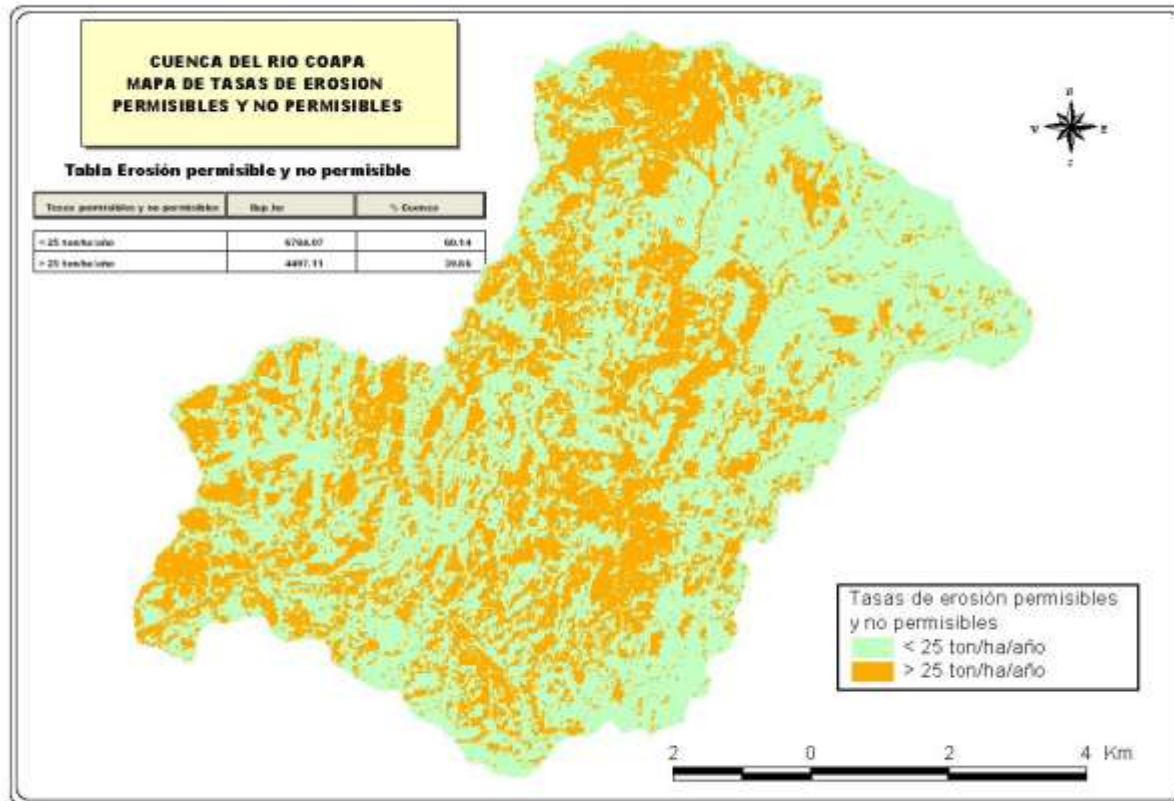


- Tasas permisibles de erosión
  - Mapa de Usos del suelo – pendiente en tasas de erosión no permisibles > 25 ton/ha/año
  - Mapa de Usos del suelo – pendiente en tasas de erosión permisibles < 25 ton/ha/año
  - Mapa de Usos del suelo – pendiente en tasas de erosión permisibles < 25 ton/ha/año y no permisibles > 25 ton/ha/año

Esta información se encuentra en la proyección UTM NAD27 zona 15

### Tasas de erosión permisible y no permisible

Tasas de erosión	Superficie_ha	%_Cuenca
Permisibles < 25 ton/ha/año	6784.07	60.14
No permisibles > 25 ton/ha/año	4497.11	39.86
Totales	11281.19	100%



## **Tasas permisibles**

Clases de suelo por tasas de erosión

### 0 – 10 ton/ha/año

- F Forestal 5307.45
- FP Forestal alterado, acahual 373.38
- PF Acahual incipiente, pecuario con vegetación abundante 53.83
- FP, HP Acahual bien desarrollado 27.95
- AP Agrícola, pastizal 22.45
- Agua, somero 1.89



Total 5759.00 ha

10 – 25 ton/ha/año

- FP Forestal alterado, acahual 759.97
- PF Acahual incipiente, pecuario con vegetación abundante 150.65
- F Forestal 64.73
- AP Agrícola, pastizal 49.34

Total 1024.69 ha

**Tasas no permisibles**

25 – 50 ton/ha/año

- FP Forestal alterado, acahual 589.97
- PF Acahual incipiente, pecuario con vegetación abundante 220.67
- AP Agrícola, pastizal 110.23
- F Forestal 82.89
- A Agricultura pastizal 2.65
- DP suelo desnudo, veg, muy escasa, agricultura, pastizal Escaso, sobrepastoreo 0.66

Total 1,007.07 ha

50 – 100 ton/ha/año

- AP Agrícola, pastizal 668.71
- FP Forestal alterado, acahual 266.87
- PF Acahual incipiente, pecuario con vegetación abundante 200.07
- A Agricultura, pastizal 32.58
- F Forestal 19.86
- DP suelo desnudo, veg. Muy escasa, agricultura, pastizal Escaso, sobrepastoreo 12.46
- D Sin vegetación, suelo desnudo 0.33

Total 1224.23 ha



#### 100 – 200 ton/ha/año

• AP Agricultura, pastizal	472.56
• PF Forestal alterado, acahual	133.33
• D Sin vegetación, suelo desnudo	16.68
• A Agricultura, pastizal	9.40
• DP suelo desnudo, vegetación muy escasa, agricultura, Pastizal, escaso, sobrepastoreo	0.80
• Forestal	0.51
• FP Forestal alterado, acahual	0.01
<b>Total</b>	<b>633.38 ha</b>

#### > 200 ton/ha/año

• A Agricultura, pastizal	1042.47
• D Sin vegetación, suelo desnudo	276.40
• DP suelo desnudo, vegetación muy escasa, agricultura, Pastizal escaso, sobrepastoreo	186.76
• PF Forestal alterado, acahual	116.90
• D Sin vegetación, suelo desnudo	35.95
• AP Agrícola, pastizal	10.27
<b>Total</b>	<b>1632.80 ha</b>

## **4.2 Propuesta de prácticas de conservación para retener el suelo en las laderas de las cuencas altas de la Costa de Chiapas**

Se llegó a la conclusión de que para resolver la problemática general de los ríos y prevenir futuros desastres, se deben hacer de manera indispensable labores de conservación de suelos en las laderas de la parte alta de las cuencas, así como intervenir a nivel de cauce con estructuras reguladoras del flujo torrencial (*diques escalonados*). Enseguida se propone un conjunto de prácticas de conservación para prevenir el aporte de sedimentos por erosión hídrica de las parcelas hacia el resto de la cuenca.

### **4.2.1 Prácticas recomendadas de acuerdo a la capacidad de uso de la tierra**

La primer práctica conservacionista es que las tierras sean utilizadas de acuerdo a su capacidad, por lo que deberá fomentarse que gradualmente los terrenos sean utilizados de acuerdo a los mejores usos para una producción más *sostenida* (Ver cuadro 2). Mientras esto se logra será necesario introducir prácticas de conservación a los usos ya existentes, con énfasis en prácticas vegetativas y agronómicas, complementadas con prácticas mecánico estructurales (*obras físicas*).

**Cuadro 2:** Criterio de clasificación de capacidad de Tierra y uso general para la Costa de Chiapas (Adaptado de Sheng y Sharma, 1993)

		CLASE DE TIERRA Y USO GENERAL				
Pendiente %	I		II 10-20%	III 20-35%	IV 35-60%	V >60%
	I a 0-2.5%	I b 2.5-10%				
Profund. Del suelo cm						
90	Todos los usos	Todos los usos con conservación "Sencilla"	Café, pasto, bosque o agricultura con conservación "Intensiva"	Pasto o café con conservación o, agricultura con conservación "Intensiva"	Bosque o rodales o café con conservación "Intensiva"	Bosques y selvas protegidas
40-90						
20-40						
< 20	Café con conservación Sencilla, pasto o bosque/rodales					

## 1.1 Agricultura con cultivos anuales

### Terrenos con pendientes hasta 10% (valles intermontanos):

- a) Cultivo en Curvas a Nivel que consiste en orientar las hileras siguiendo una línea de puntos a la misma elevación (*Ver figura 1*).
- b) Labranza Mínima y Cero Labranza sobre residuos vegetales (*Mulch*) que consiste en mover muy poco o no mover el suelo y sembrar directamente sobre los residuos.

### **Terrenos con pendientes 10-35%:**

- c) Cero labranza (*espeque*) con *Mulch*, que consiste en utilizar una “coa” para hacer un hoyo y depositar las semillas directamente sobre el residuo vegetal (*Mulch*). (*Ver figura 2*).

Esta práctica deberá acompañarse forzosamente de:

- d) Barreras Vivas, que consiste en plantar, siguiendo la curva de nivel, una especie vegetal como muro filtrante que formará de manera natural una terraza al modificar la pendiente de terreno. Se recomienda en primer lugar el pasto “Vetiver” (*Vetiveria Zizanioides*) que desarrolla hasta 15m de raíces y es excelente fijador del suelo así como Zacate limón (*Cymbopogon Citratus*) (*Ver figura 3*). En la zona existen las especies “Palo de agua” y *Yucca elephantipis* que también ofrecen resultados aceptables.
- e) Barreras de Piedra Acomodada siguiendo la curva de nivel, para el caso de terrenos pedregosos, que también formarán gradualmente una terraza (*Ver figura 4*). Se refuerzan con siembra de especies vegetales aguas arriba.
- f) Si los suelos son entre 50 y 100 cms de profundidad:

Terrazas Angostas que son plataformas continuas y de base angosta trazadas transversalmente a la pendiente para interceptar el agua que se almacena o se evacúa lentamente a lugares debidamente protegidos y evitar deslizamientos (*Ver figura 5*).

**g)** Si el suelo es mayor de 100 cms de profundidad:

Terrazas de Banco, que son plataformas o bancos escalonados, construídos transversales a la pendiente y separados por taludes protegidos con vegetación. Son más anchas que las terrazas angostas (*Ver figura 6*).

**h)** Cultivo en Callejones que consiste en hileras de árboles leguminosos y/o arbustos, dejando una zona entre las hileras donde se pueden sembrar los cultivos (*Ver figura 7*).

### **Terrenos con pendientes 35-60%:**

Todas las prácticas anteriores y además forzosamente:

- i) Zanjas o Acequias de Ladera para evacuar los excesos de agua y disminuir el riesgo de deslizamientos.

Estas zanjas se construyen con una pendiente controlada del 0.5 al 1.0% y pueden ser con diques de retención o sin ellos (*Ver figura 8*) y se conducen a un lugar seguro.

### **Terrenos con pendientes superiores al 60%:**

No deben utilizarse para cultivos anuales, ya que es muy difícil controlar los escurrimientos con cultivos limpios, pero si esa es la realidad deben combinarse forzosamente con otras prácticas de conservación como una Zanja de Desviación aguas arriba de las parcelas, así como Barreras Vivas con espaciamientos entre barreras muy reducidos del orden de 3.0 m.

## **1.2 Agricultura con cultivos perennes: Café y frutales**

Estos cultivos están localizados en terrenos arriba del 10% de pendiente por lo que las prácticas recomendadas son:

### ***Terrenos de 10 a 30% de pendiente:***

- *Terrazas Individuales* que son pequeñas plataformas circulares o redondas trazadas al tresbolillo. Ver figura 9.
- *Terrazas Angostas* ya mencionadas.

### ***Terrenos de 20 a 60% de pendiente:***

- Se recomiendan las *Terrazas Individuales* y *Terrazas Angostas* pero acompañadas forzosamente de las prácticas siguientes:
  - *Zanja Interceptora* aguas arriba de la parcela y *Zanjas de Ladera* conducidas hacia un lugar seguro.
- Además, *Barreras Vivas* con alguna especie adaptada a la sombra, por ejemplo el mismo café sembrado densamente o la especie local “Palo de agua”.

## **1.3 Pastizales**

### ***Terrenos hasta el 35% de pendiente***

- Intercalar árboles leguminosos con los pastos (*Sistema Silvopastoril*).Figura 10.
- Evitar sobrepastoreo para mantener una adecuada cubierta vegetal y reducir la compactación.
- Cercos Vivos en los linderos, con árboles de uso múltiple (*Ver figura 11*).

## 1.4 Reforestación comercial

### ***Terrenos con pendientes hasta 35%***

- Plantación de multiespecies intercaladas (*Ver figura 12*)
- Manejo de sotobosque, que permita que se desarrolle el estrato arbustivo y herbáceo protector del suelo.
- Plantación de leguminosa rastrera como cultivo de cobertera (*Ver figura 13*).

## 1.5 Reforestación con fines de conservación

### ***Terrenos con pendientes superiores al 35%***

- Reforestación con especies nativas de múltiple propósito
- Manejo forestal con extracciones en fajas planeadas

## 1.6 Selva Tropical y Bosque Mesófilo de Montaña

- Establecer infraestructura para prevención y control de incendios
- Mayor vigilancia para talas clandestinas



## ACCIONES Y PRACTICAS COMPLEMENTARIAS

### 1.7 Control de cárcavas

Dentro de las parcelas se forman cárcavas o zanjones los cuales se pueden controlar de la siguiente forma:

- Presas filtrantes de control de azolves de piedra acomodada, troncos o morillos, o enmalladas con malla de hierro (*Ver figura 15*) mismas que se construyen de forma escalonada a lo largo de la cárcava.

### 1.8 Estabilización de taludes

Para estabilizar los taludes puede recurrirse a la siguiente práctica:

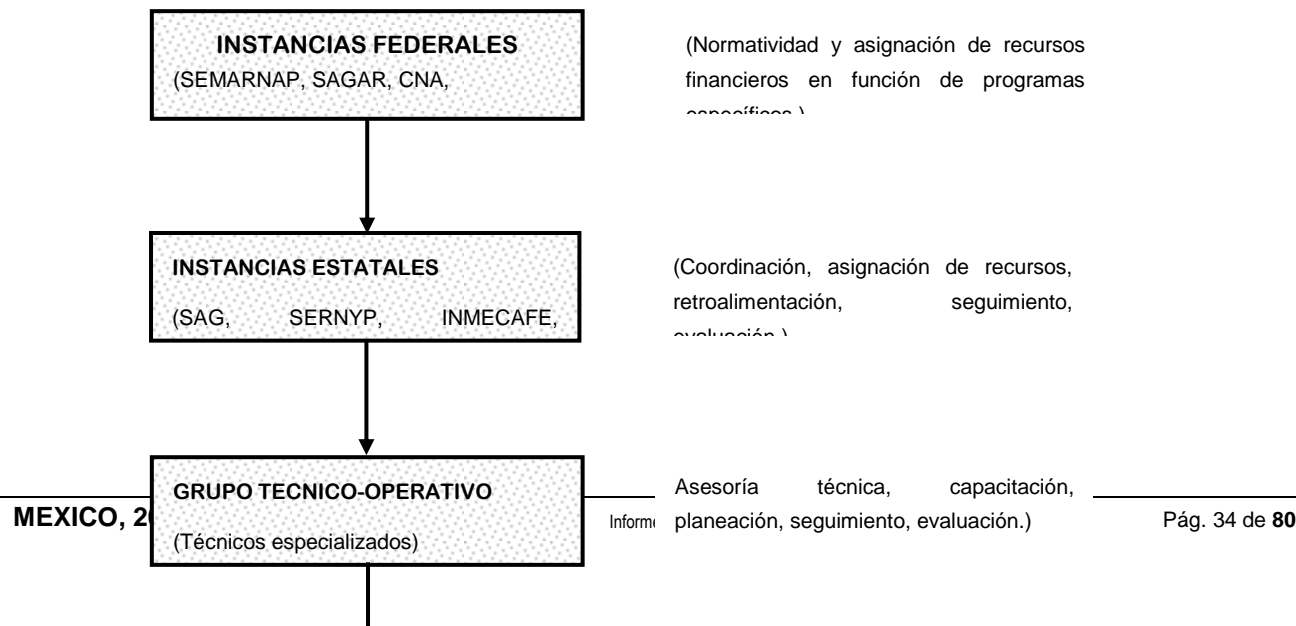
- Inducción de vegetación utilizando material biodegradable como base para “fijar” el crecimiento inicial de especies de pasto o herbáceas (*Ver figura 16*).

## 1.9 Estructuras reguladoras del Flujo Torrencial

Para regular la fuerza de las aguas es deseable construir estructuras de forma escalonada que pueden iniciarse en los cauces secundarios o terciarios (*temporaleros*) con presas de piedra o gaviones (*Ver figura 17*) y continuar con diques de retención (*Ver figura 18*) y terminar en un dique de consolidación o de cierre (*Ver figura 19*) que conduce el agua de forma controlada a la infraestructura carretera (*Ver figura 20*).

### CONSIDERACIONES FINALES

En la figura abajo se presenta una propuesta de estructura simplificada para operar un programa de conservación de suelos en la Costa de Chiapas, en donde intervendrán los diferentes niveles de gobierno con sus respectivas funciones y atribuciones. Se recomienda integrar un equipo de técnicos especializados en la materia que estarán operando desde un lugar fijo y además con asignación de técnicos a cada municipio que cumplirán funciones de capacitación, asesoría técnica, seguimiento y evaluación. El último nivel es el de promotores comunitarios que estarán asignados a cada comunidad, y preferentemente se capacitarán productores para cumplir esta función que ya ha obtenido buenos resultados en los programas de café orgánico implementados por uniones de ejidos de la Costa de Chiapas.



## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Es importante hacer notar que para implementar las prácticas señaladas se debe asegurar tanto los materiales vegetativos, los recursos humanos capacitados y la participación institucional que propicie las condiciones para desarrollar una cultura más conservacionista entre los campesinos de la cuenca alta, por ejemplo otorgando los beneficios de los programas actuales a quien introduzca las prácticas señaladas.

Asimismo debe considerarse un esquema que asegure la realización de las acciones a nivel de las comunidades y por ende las parcelas.

## BIBLIOGRAFÍA

**Becerra Moreno, 1999;** Escorrentía, Erosión y Conservación de Suelos; Univ. Autónoma de Chapingo, 1999.

**CNA, CP, 2007;** Caracterización y Diagnóstico de Microcuencas de la region XIII, Valle de México, Zona sureste (Texcoco); Contrato No. OCAVM – GOA-MEX-07-403-RF-CC; Memoria. Colegio Postgraduados Montecillos; Edo. Mex; 2007

**Córtés T., Medina M., Arellano M., Baumann, Rodríguez M., 2008;** La Lluvia y su potencial erosivo en la Costa de Chiapas; IV Seminario Internacional de Uso Integral del Agua

**Figuroa S., Amante O., Cortes T., Pimentel L., Osuna C., Rodríguez O., Morales F., 1991;** Manual de Predicción de Pérdidas de suelos por Erosión; Colegio de Postgraduados; Montecillo, Chapingo; Edo Mex; 1991; SARH

**López Cadenas, Fernández T.,** Gómez M., Segura G., Almansa L., Alonso F., Baratech T., Bartolomé N., Cocero A., Delgado S., Del Pozo M., Gonzalez R., Montalvo M., Nicolás R., Rabade B., Tejera G., Tejero G., Torrente P., Tourné W., 1994; Restauración Hidrológico Forestal de Cuencas y Control de la Erosión; Coed TRAGSA, TRAGSATEC; ed Mundi- Prensa, Madrid 1994

**Robinson; 1979;** Sediment yield as function of upstream erosion: in: Universal Soil Loss Equation; Past present and Future. SSSA Spetial Publication num. 8. USA, pags, 7-16

## **Anexo Fotográfico**

# **Cuenca del río Coapa**

Sierra Madre del Sur de Chiapas  
en el Municipio de Pijijiapan, Chiapas, México







































SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES

SEMARNAT

Sistema para la prevención de riesgos hidrológicos en la  
Costa de Chiapas



IMTA  
Instituto Mexicano de  
Tecnología del Agua







SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES

SEMARNAT

Sistema para la prevención de riesgos hidrológicos en la  
Costa de Chiapas



IMTA  
Instituto Mexicano de  
Tecnología del Agua







SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES

SEMARNAT

Sistema para la prevención de riesgos hidrológicos en la  
Costa de Chiapas



IMTA  
Instituto Mexicano de  
Tecnología del Agua







SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES

SEMARNAT

Sistema para la prevención de riesgos hidrológicos en la  
Costa de Chiapas



IMTA  
Instituto Mexicano de  
Tecnología del Agua







SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES

SEMARNAT

Sistema para la prevención de riesgos hidrológicos en la  
Costa de Chiapas



IMTA  
Instituto Mexicano de  
Tecnología del Agua







SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES

SEMARNAT

Sistema para la prevención de riesgos hidrológicos en la  
Costa de Chiapas



IMTA  
Instituto Mexicano de  
Tecnología del Agua







SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES

SEMARNAT

Sistema para la prevención de riesgos hidrológicos en la  
Costa de Chiapas



IMTA  
Instituto Mexicano de  
Tecnología del Agua







SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES

SEMARNAT

Sistema para la prevención de riesgos hidrológicos en la  
Costa de Chiapas



IMTA  
Instituto Mexicano de  
Tecnología del Agua







SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES

SEMARNAT

Sistema para la prevención de riesgos hidrológicos en la  
Costa de Chiapas



IMTA  
Instituto Mexicano de  
Tecnología del Agua







SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES

SEMARNAT

Sistema para la prevención de riesgos hidrológicos en la  
Costa de Chiapas



IMTA  
Instituto Mexicano de  
Tecnología del Agua











SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES

SEMARNAT

Sistema para la prevención de riesgos hidrológicos en la  
Costa de Chiapas



IMTA  
Instituto Mexicano de  
Tecnología del Agua







SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES

SEMARNAT

Sistema para la prevención de riesgos hidrológicos en la  
Costa de Chiapas



IMTA  
Instituto Mexicano de  
Tecnología del Agua







SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES

SEMARNAT

Sistema para la prevención de riesgos hidrológicos en la  
Costa de Chiapas



IMTA  
Instituto Mexicano de  
Tecnología del Agua







SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES

SEMARNAT

Sistema para la prevención de riesgos hidrológicos en la  
Costa de Chiapas



IMTA  
Instituto Mexicano de  
Tecnología del Agua







SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES

SEMARNAT

Sistema para la prevención de riesgos hidrológicos en la  
Costa de Chiapas



IMTA  
Instituto Mexicano de  
Tecnología del Agua











SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES

SEMARNAT

Sistema para la prevención de riesgos hidrológicos en la  
Costa de Chiapas



IMTA  
Instituto Mexicano de  
Tecnología del Agua







SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES

SEMARNAT

Sistema para la prevención de riesgos hidrológicos en la  
Costa de Chiapas



IMTA  
Instituto Mexicano de  
Tecnología del Agua







SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES

SEMARNAT

Sistema para la prevención de riesgos hidrológicos en la  
Costa de Chiapas



IMTA  
Instituto Mexicano de  
Tecnología del Agua





























