



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE

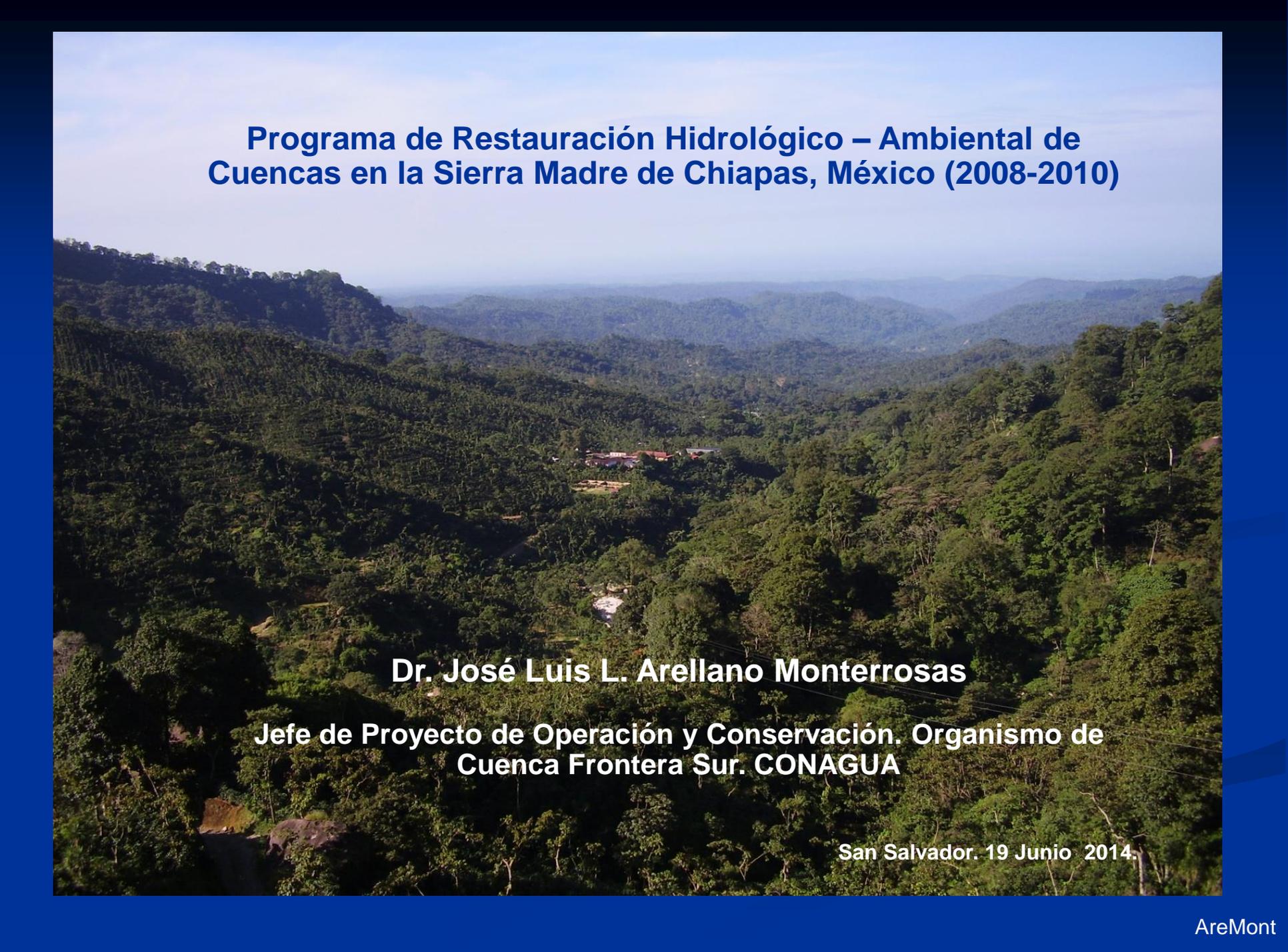
Presentation prepared for the seminar:

Cambio Climático y Seguridad Alimentaria en América Central: Casos de Estudio de Adaptación

Jueves 19 de junio
8:30 – 17:00

Salon Centroamérica

*Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
San Salvador, El Salvador*

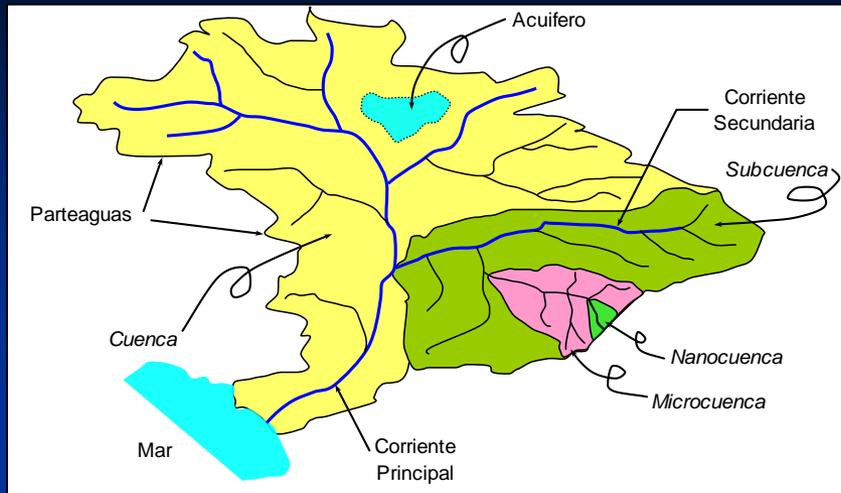


**Programa de Restauración Hidrológico – Ambiental de
Cuencas en la Sierra Madre de Chiapas, México (2008-2010)**

Dr. José Luis L. Arellano Monterrosas

**Jefe de Proyecto de Operación y Conservación. Organismo de
Cuenca Frontera Sur. CONAGUA**

San Salvador. 19 Junio 2014.

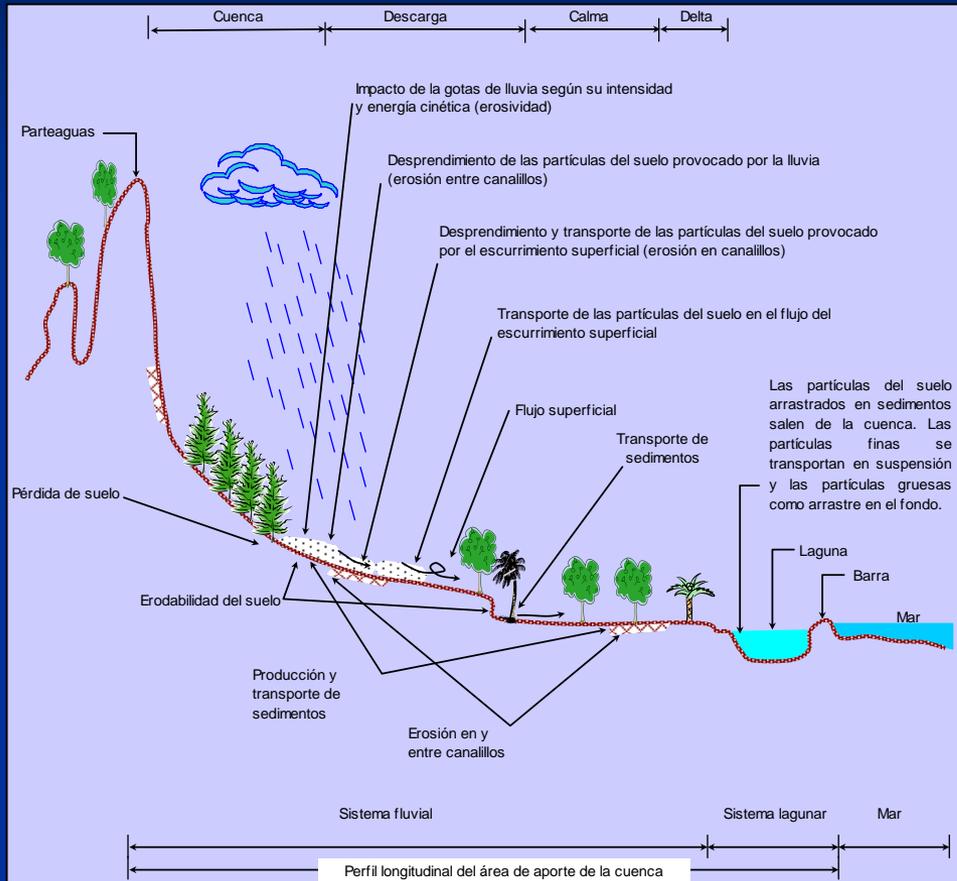


La Cuenca como espacio ecogeográfico o ecosistema complejo es el sistema natural de ocurrencia del ciclo del agua y sus interacciones con los recursos naturales asociados; la red fluvial del sistema, descarga a un cause principal y cuenca con límites físicos bien definidos denominados parteaguas (Sarukhán y Mass, 1990; Ramakrishna, 1997; Dourojeanni, et al. 2002; De Barry, 2004)



La Cuenca es también un territorio común formado por los ríos y montañas que los pueblos comparten. Es parte fundamental de su legado e identidad territorial; la Cuenca es un territorio socialmente apropiado (Weber y Reverte, 1993; Melville, 1999; Borrini-Feyerabend, et al. 2001; Robert, 2002)

Interrelaciones, servicios ecosistémicos y procesos de degradación ambiental en Cuencas.



Las cuencas hidrológicas proporcionan entre otros los siguientes servicios ambientales fundamentales (Garcés, 2011):

Regulación hidrológica.

Recarga de acuíferos.

Reciclado de nutrientes.

Capacidad de dilución de contaminantes.

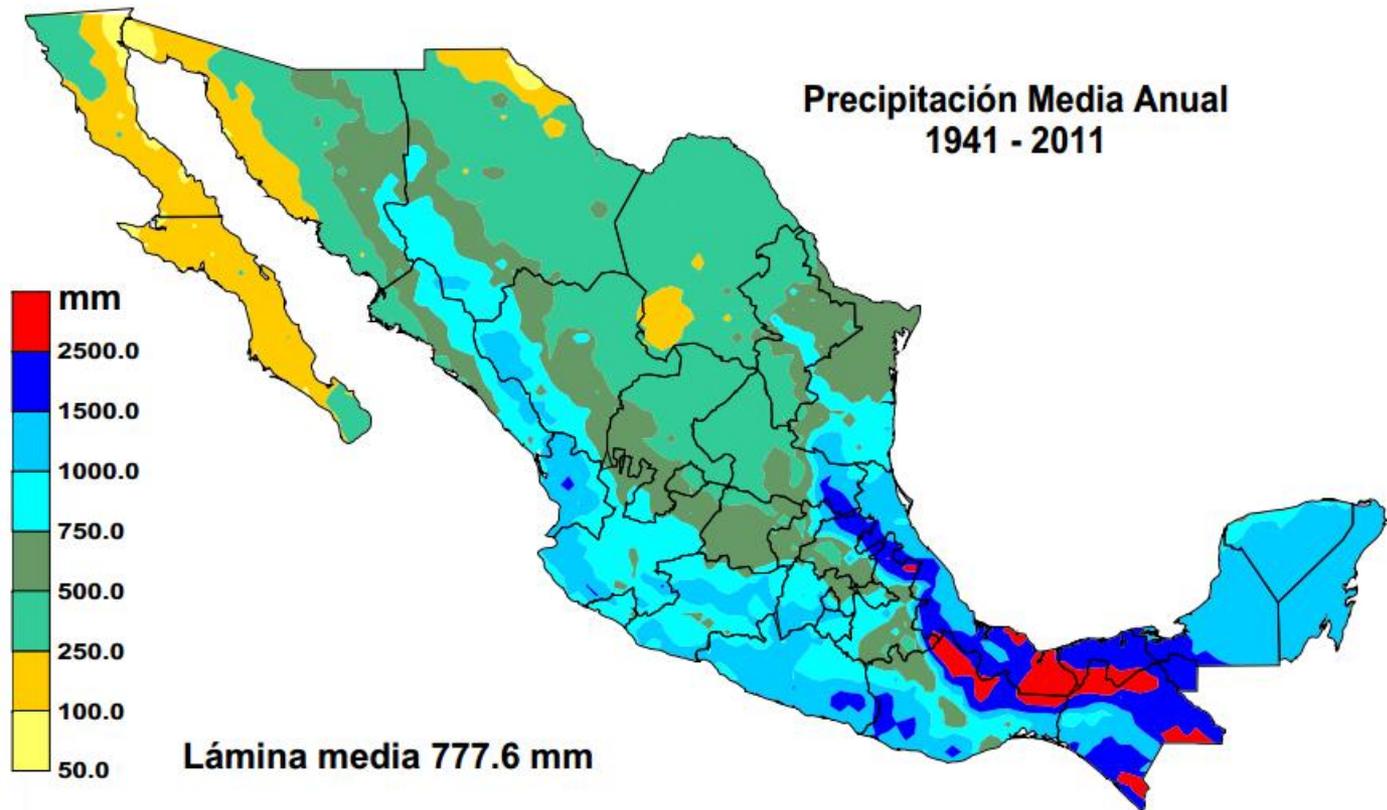
Reducción en el arrastre de sedimentos.

Control de inundaciones.

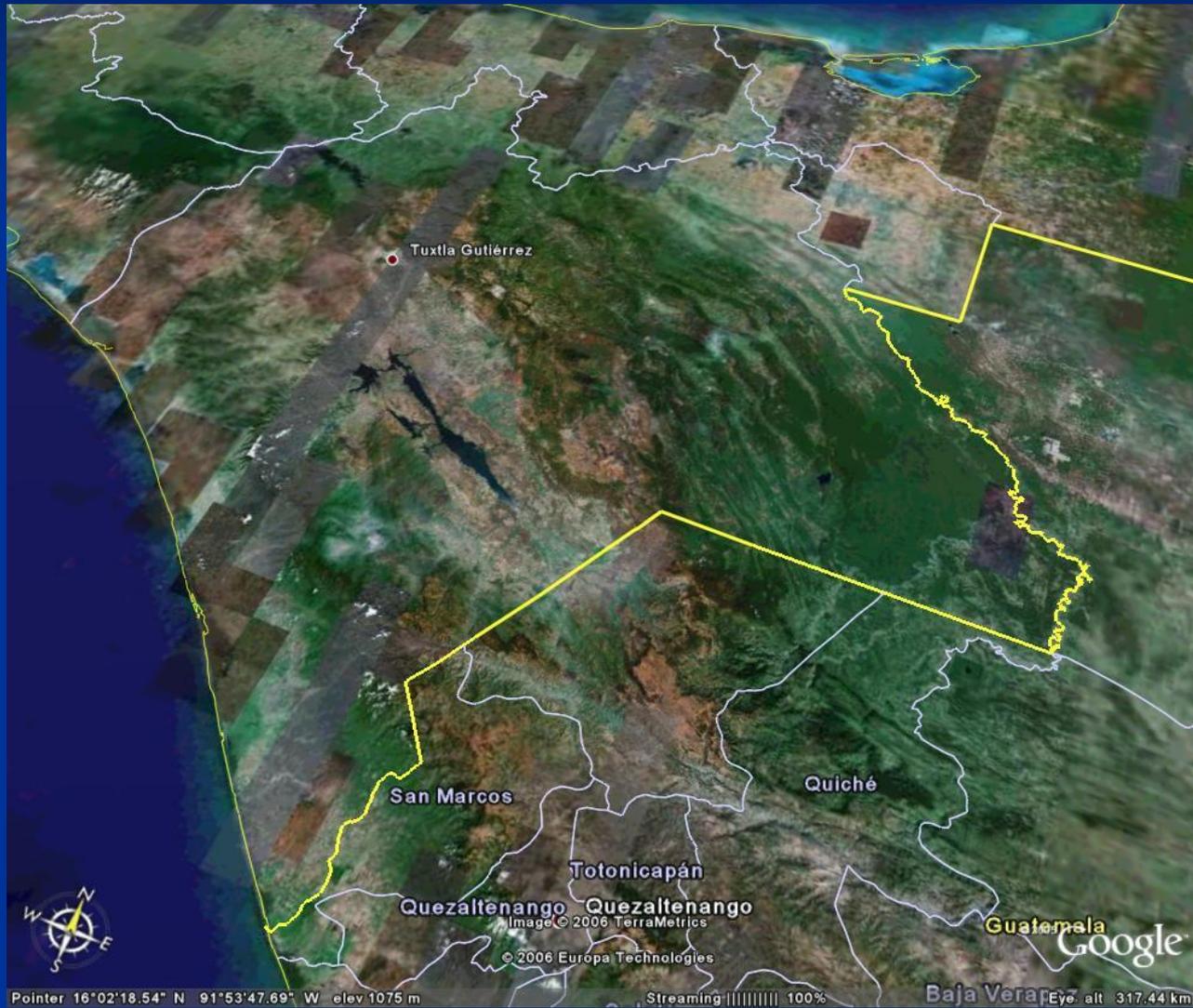
Usos recreativos.

Hábitat de especies dulceacuícolas.

Distribución de la Precipitación en México (mm)



Las Regiones Hidrológicas de Chiapas, México.



Los Servicios Ecosistémicos Hidrológicos de las Cuencas de la Sierra Madre de Chiapas:

Regulación hidrológica: relaciones lluvia-escorrentía (inundaciones), el efecto esponja de la vegetación (bosques de café); regulación del clima regional.

Provisión: producción de agua, recarga de agua acuíferos.



La Cuenca del Río Huehuetán, Chiapas



Área a la descarga en el mar:

476.6 Km²

Área a la Estación de
Aforo:

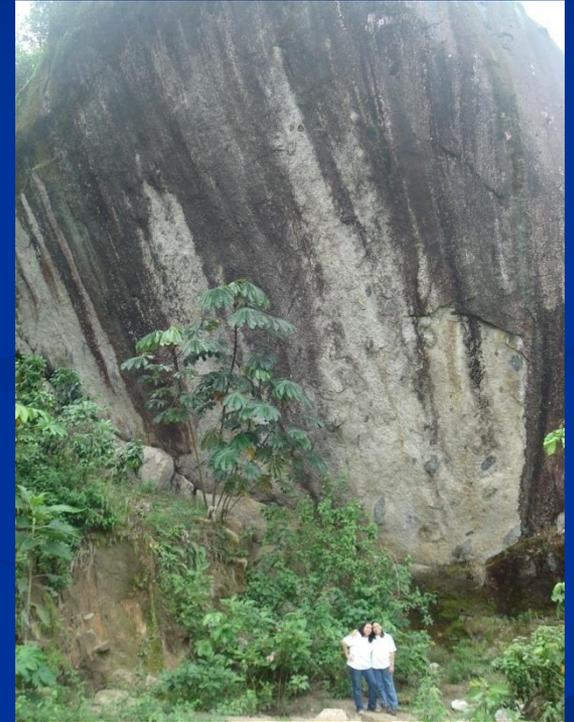
320.15 Km²

Pendiente Media:

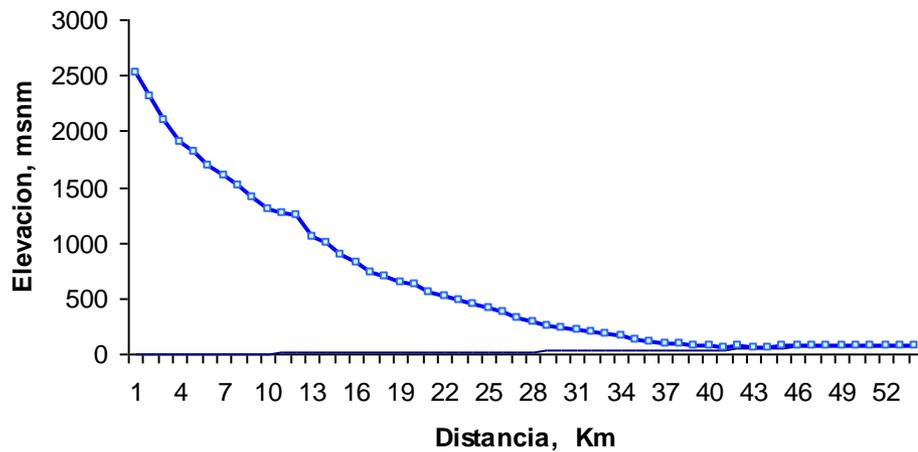
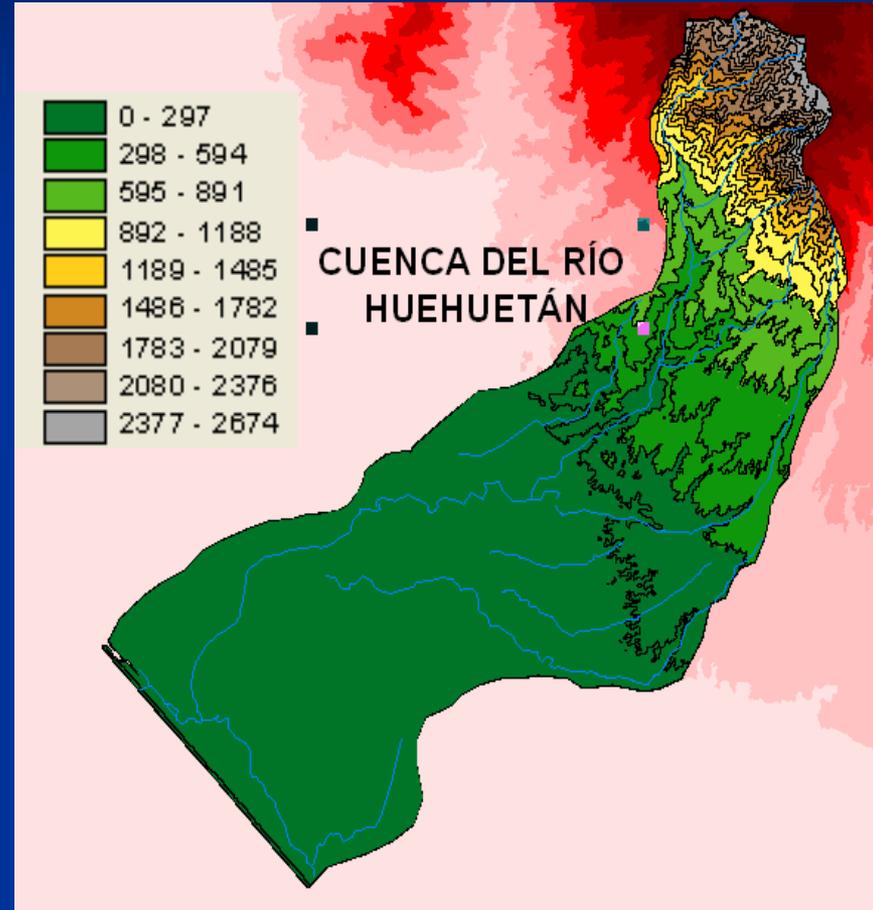
31.43%



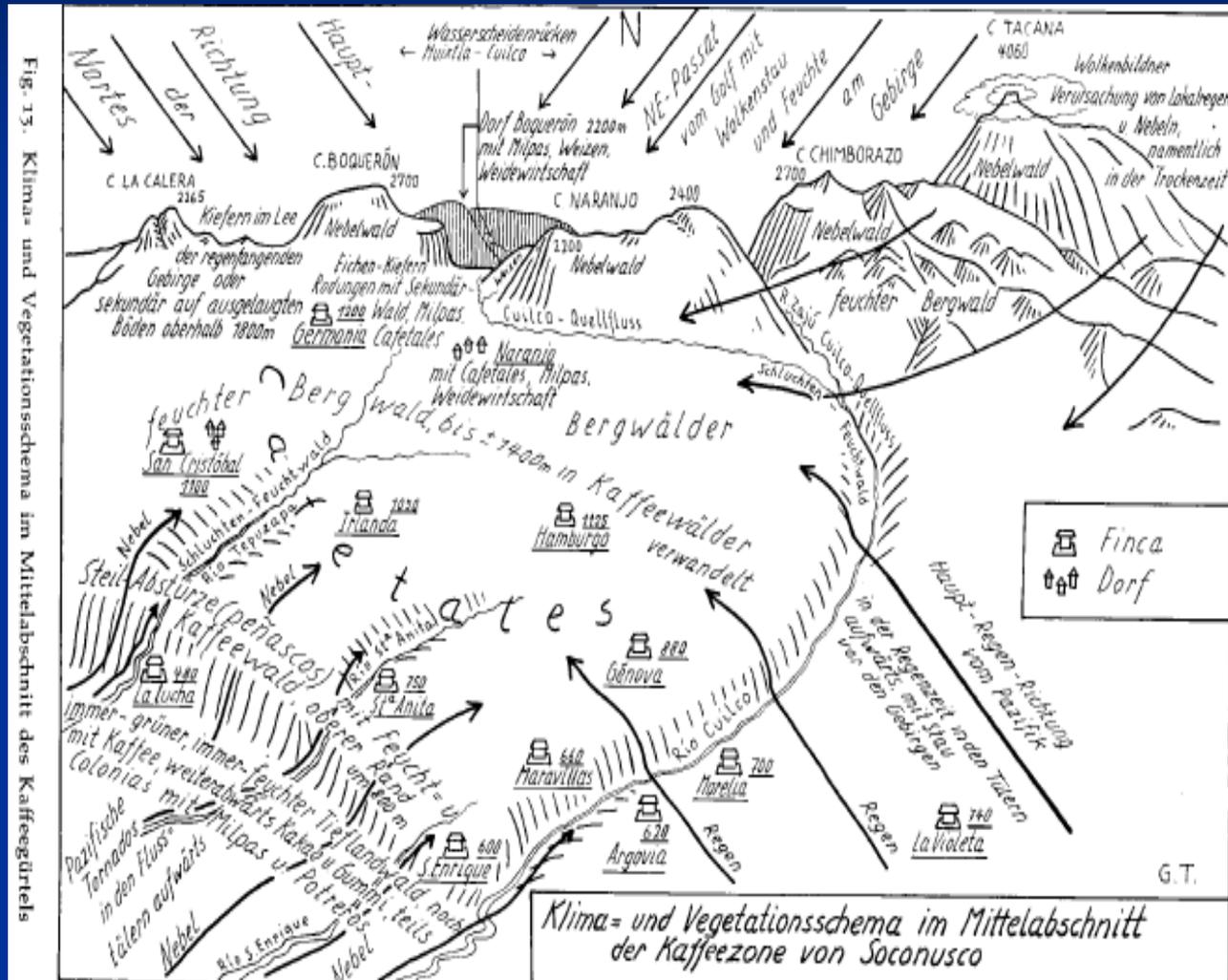
Características geológicas y suelos en la Cuenca del río Huehuetán, Chiapas



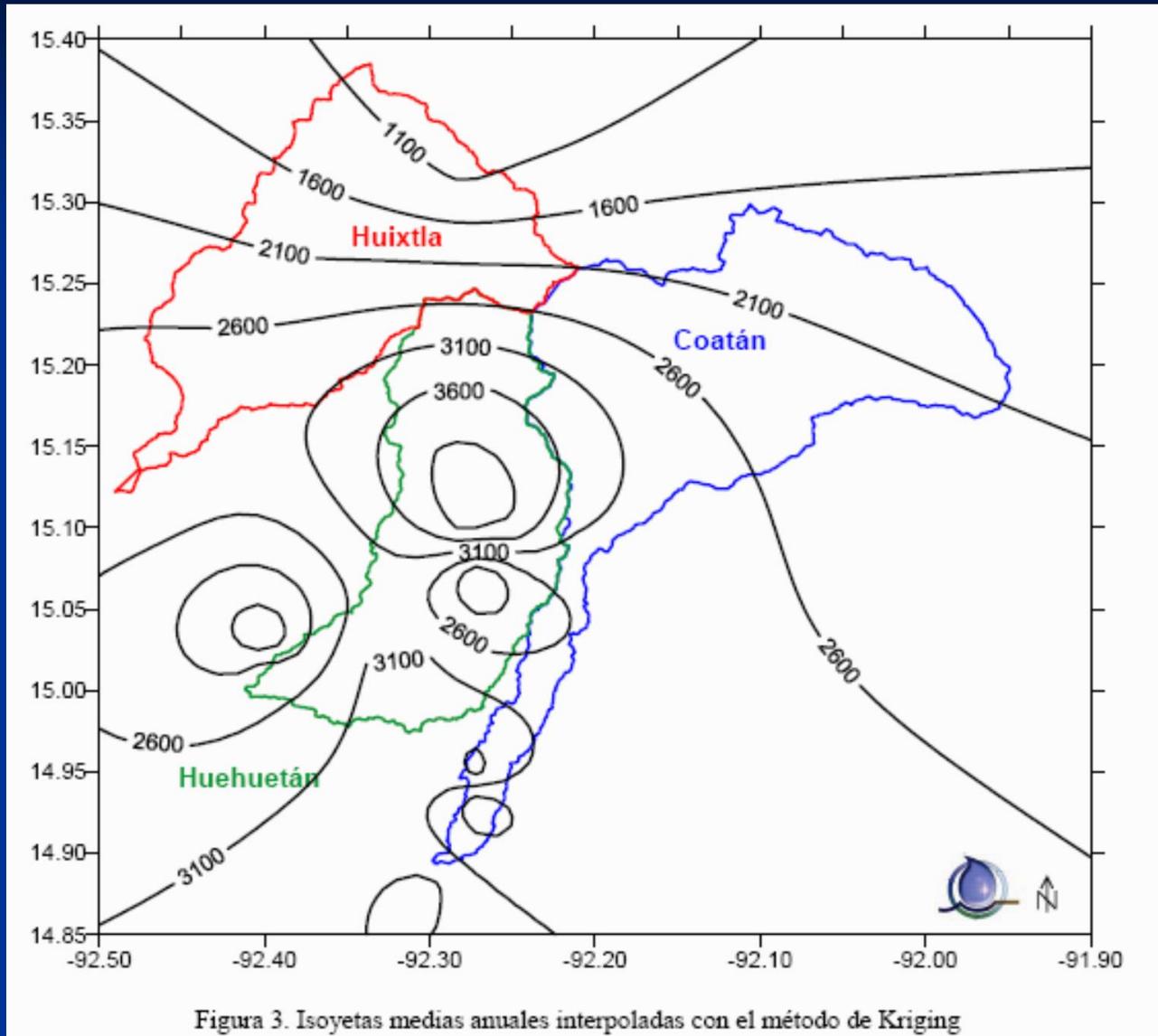
Características de relieve y vegetación en la Cuenca del río Huehuetán, Chiapas



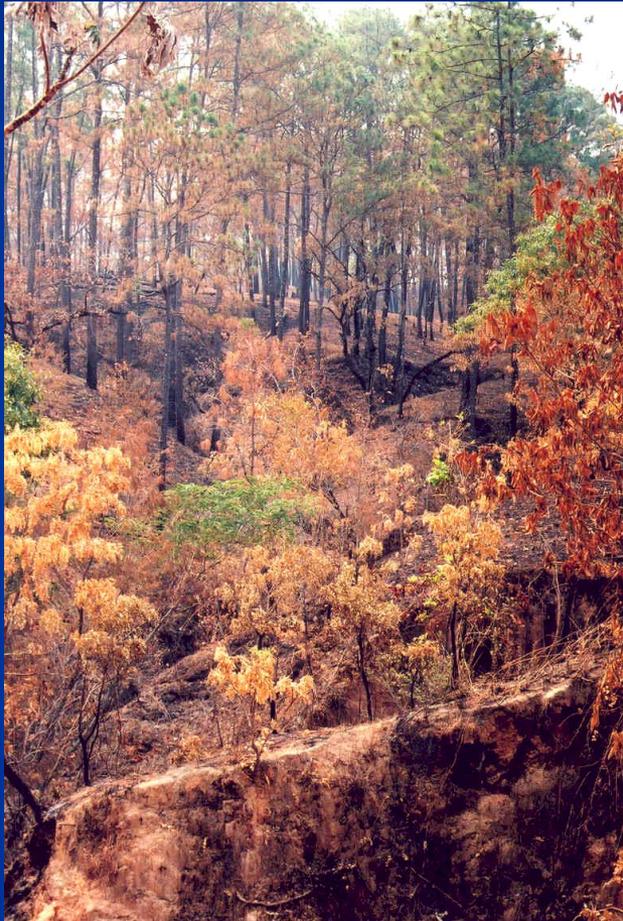
Las trayectorias de los frentes de humedad en la cuenca del río Cuilco, Soconusco, Chiapas



Variabilidad Geográfica de la precipitación anual en las cuencas de los ríos Huixtla, Huehuetán y Coatán, Chiapas

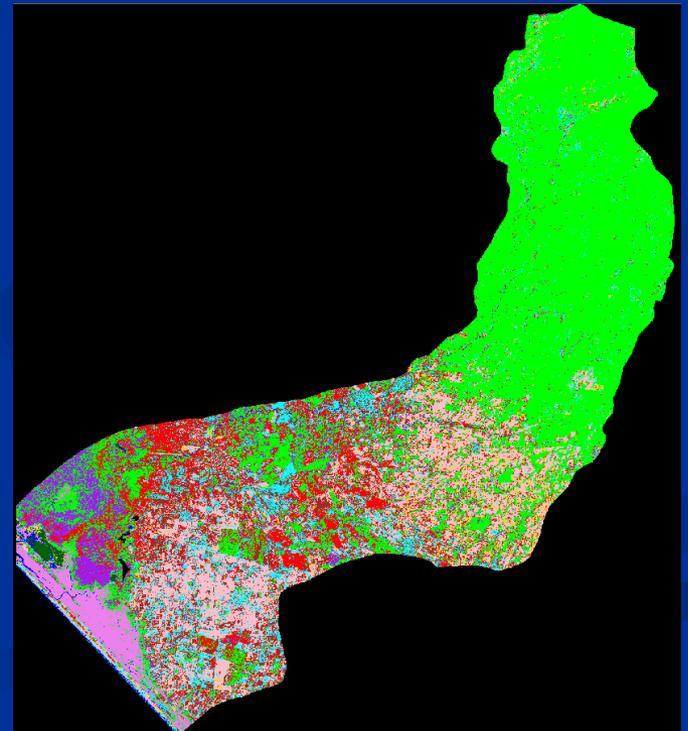
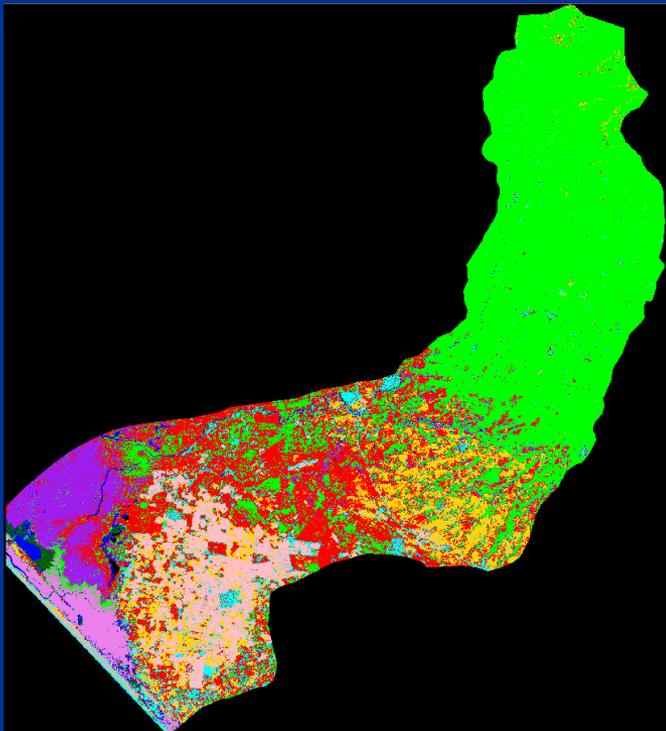


Procesos de degradación ambiental en las cuencas de la Sierra Madre de Chiapas:
Deforestación, incendios forestales, cambios de uso del suelo



Degradación Ambiental: Cambios de Uso del Suelo

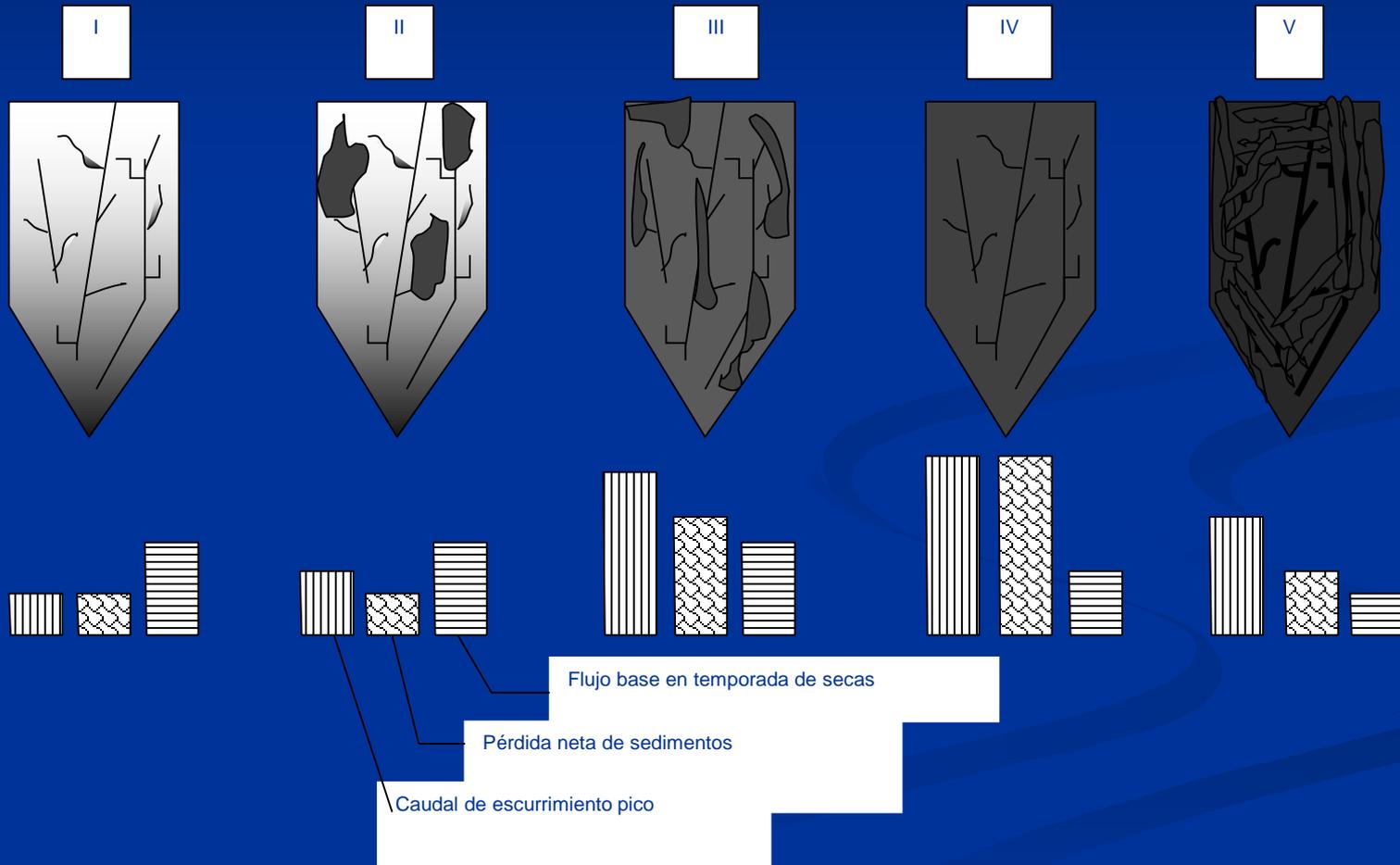
Los Cambios de Uso del Suelo en la Cuenca del Río Huehuetán (1990 – 2005)



Erosión Hídrica entre canalillos, canalillos, cárcavas y derrumbes

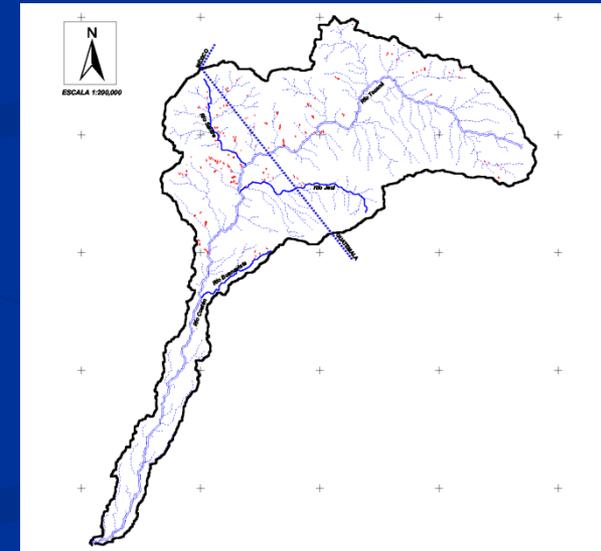
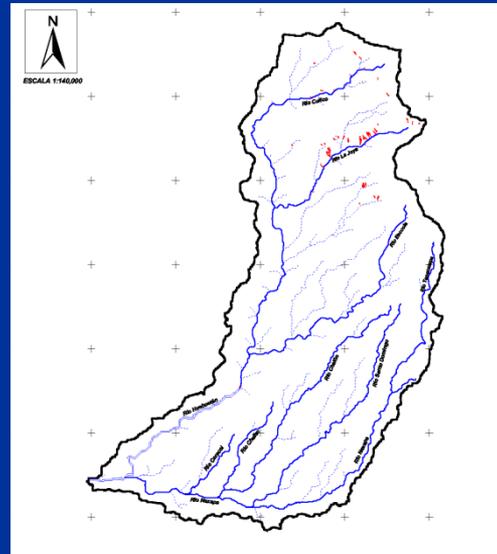
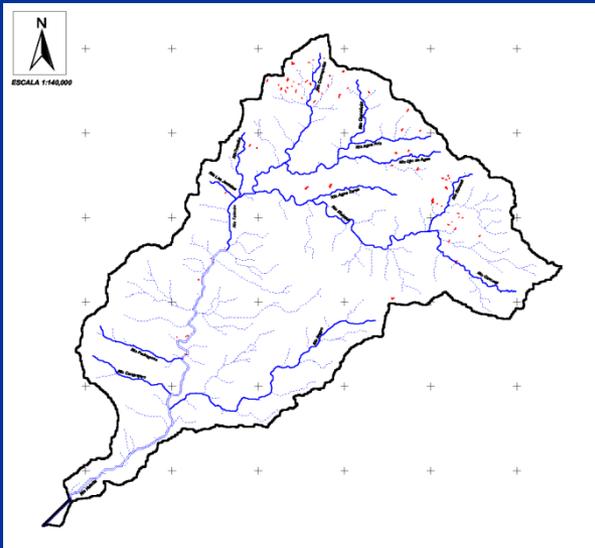


La degradación ambiental de cuencas y los procesos hidrológicos (Noordwijk *et al.*, 1998).

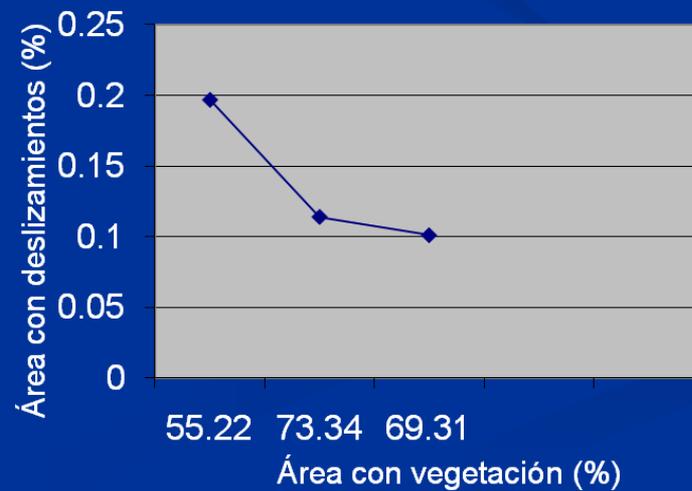


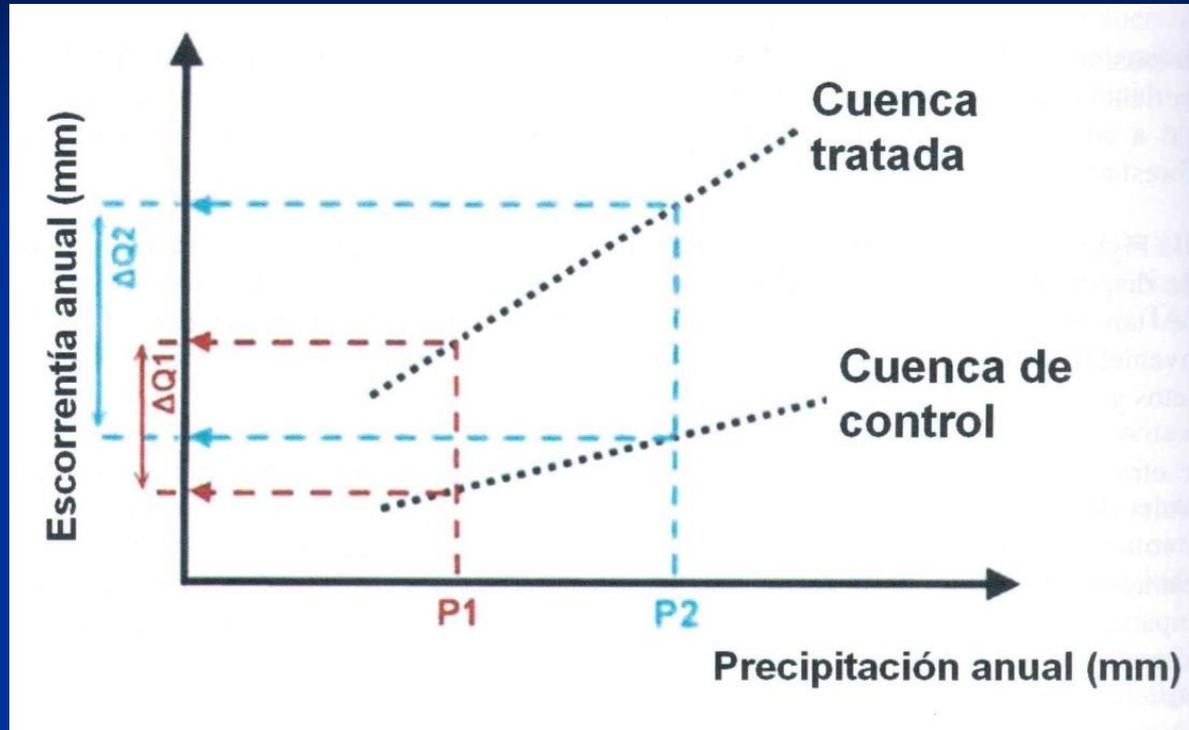
Deslizamientos causados por Stan, octubre de 2005

Cuenca	No. Deslizos	Área (Ha)	Área (%)
Huixtla	64	40.32	0.114
Huehuetán	40	32.58	0.101
Coatán	138	91.21	0.197
Totales	242	164.12	0.412



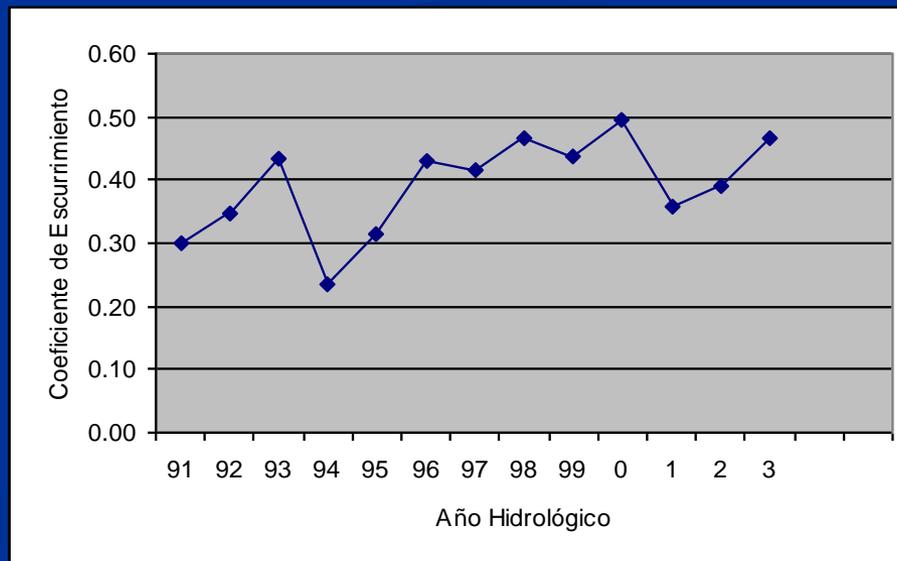
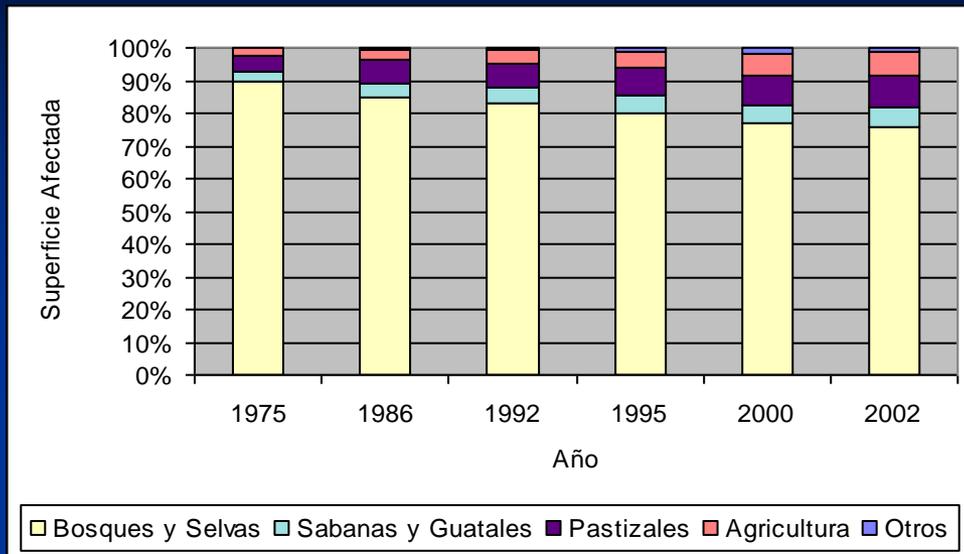
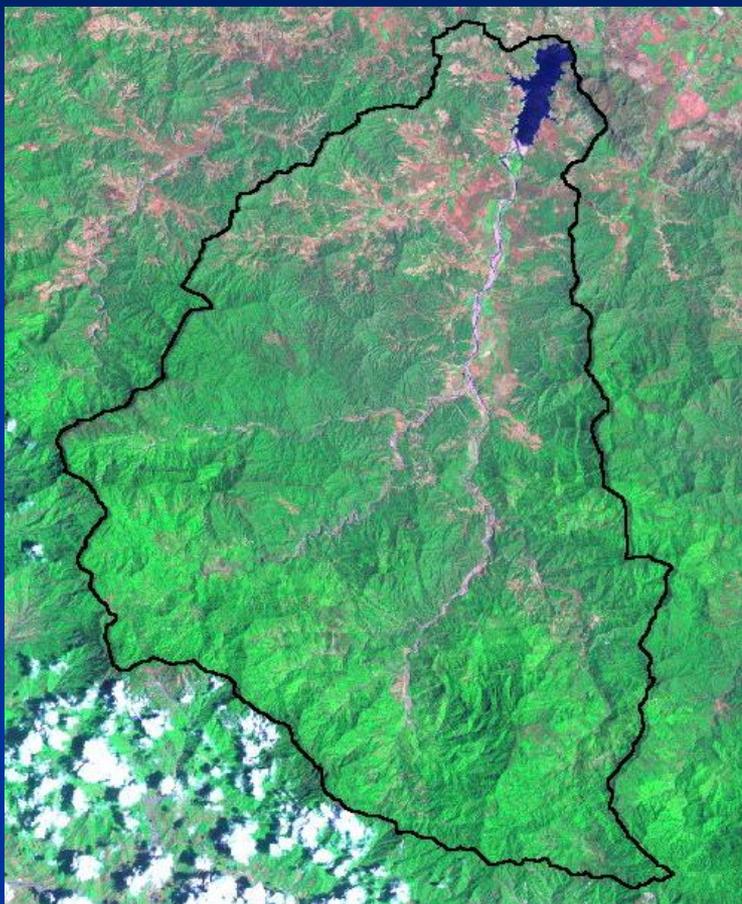
Deslizamientos y cobertura vegetal en la Sierra Madre de Chiapas



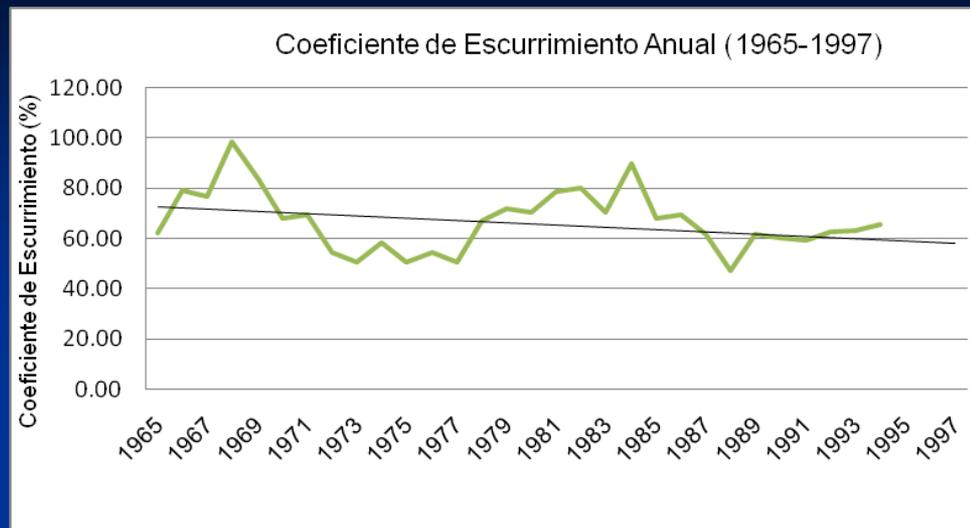
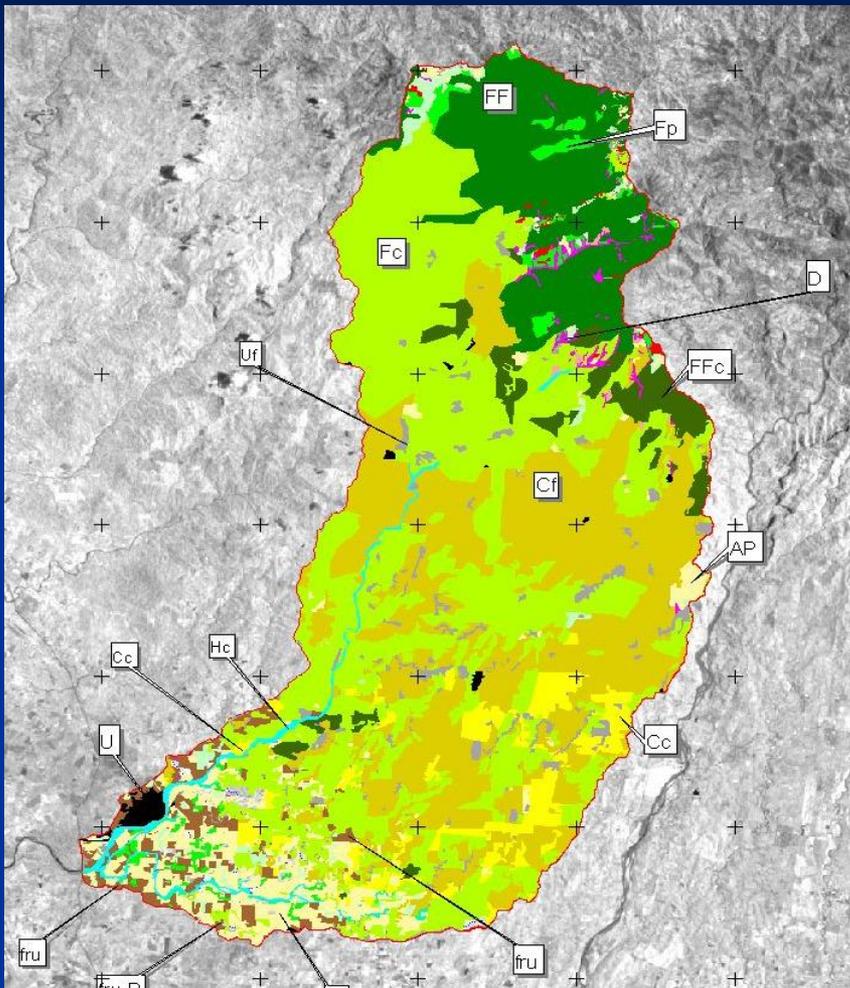


Relaciones precipitación-escorrimento entre una cuenca con tratamiento de deforestación y otra cuenca de control (reforestada) según Hibbert *et al.* y Andr ssian, citados por Mintegui y Robredo (2008:56).

Tendencias en el Coeficiente de Escurrimiento en la Cuenca del río Custepec, Chiapas



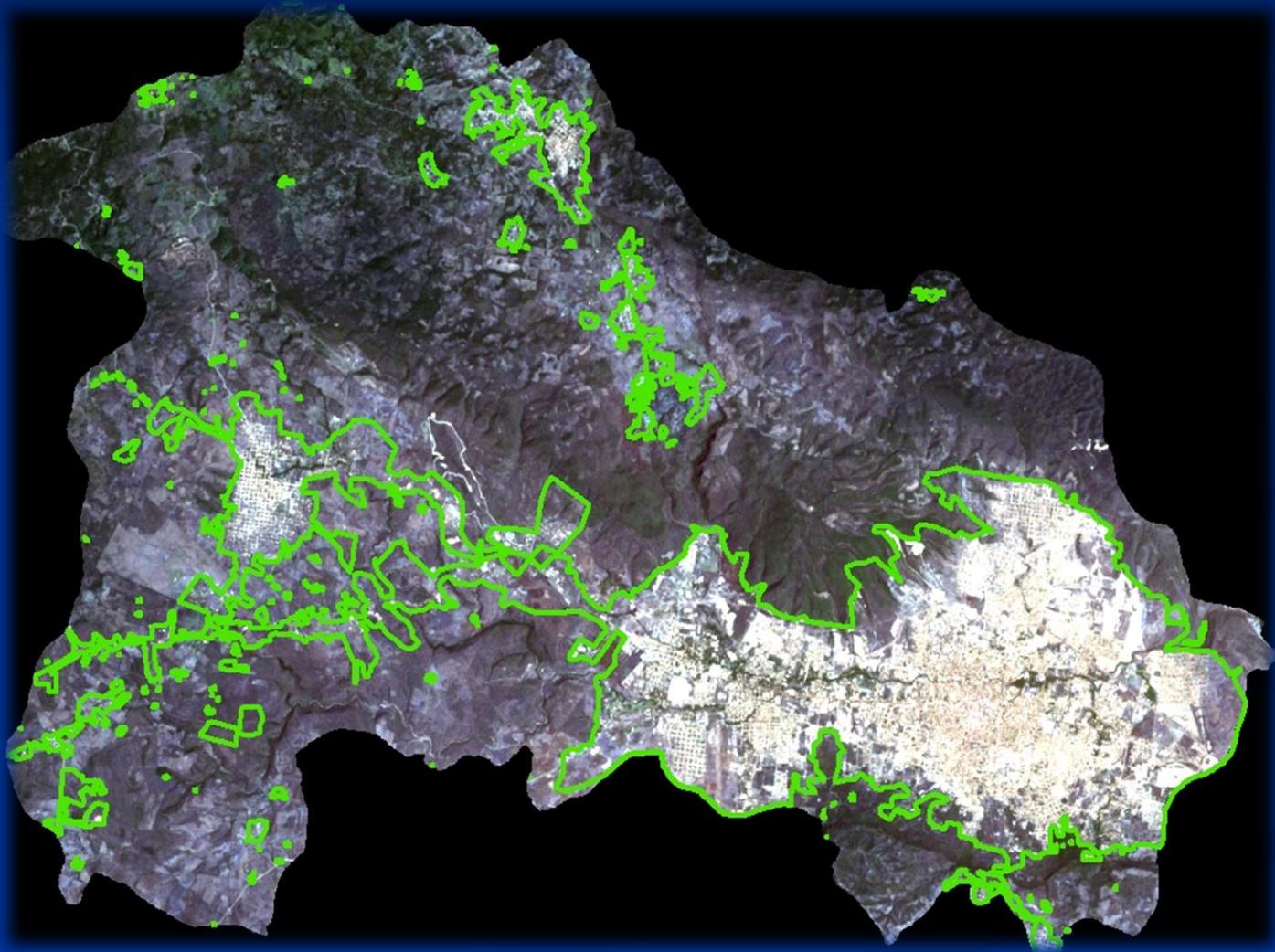
Tendencias en el Coeficiente de Escurrimiento en la Cuenca del río Huehuetán, Chiapas



En 2008 un 80.39% de la cuenca superior del río Huehuetán está cubierta de bosques de café, bosques y selvas



Los Cambios de Uso del Suelo en la Cuenca del río Sabinal, Chiapas (1990-2011)



Trayectorias de los fenómenos hidrometeorológicos extremos en México



Tendencias en la variabilidad de la precipitación en la cuenca del río Huehuetán

Tendencia :

Decreciente con una tasa de 1.85 mm/año.

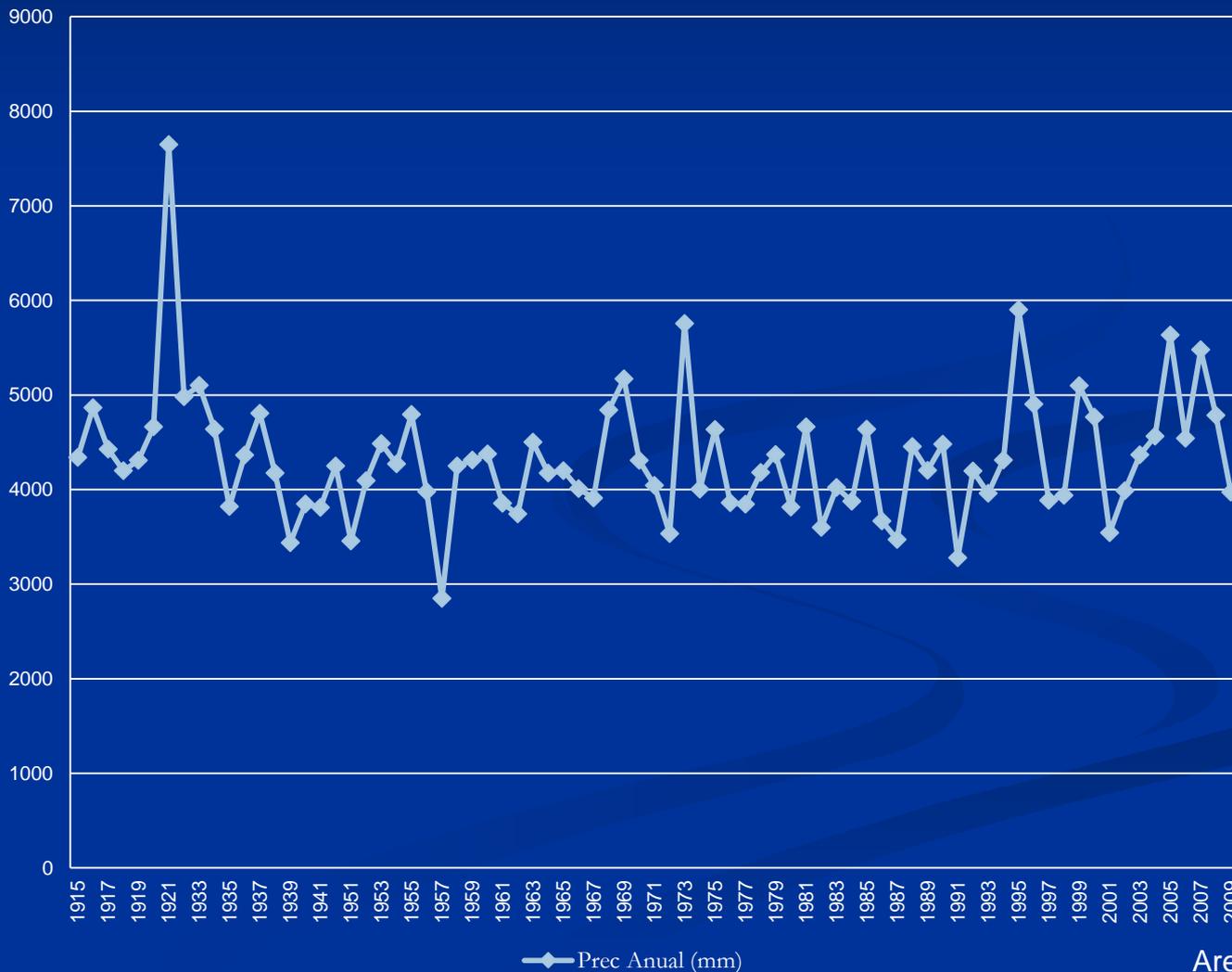
Precipitación Anual:

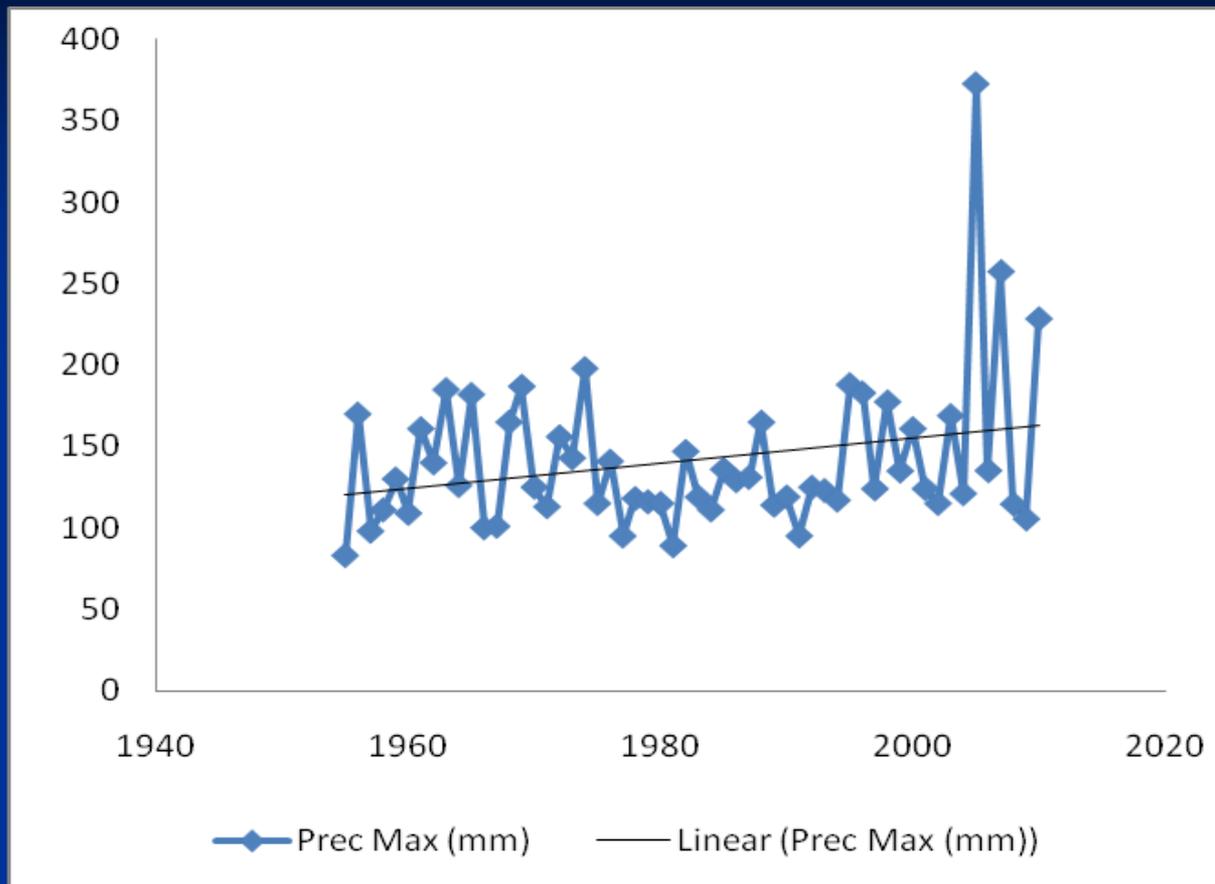
**Media de 4,300.9 mm.
Mínima de 2,850.0 mm
Máxima de 7,646.9 mm**

**Años El Niño:
1982-83, 1986-87, 1991-92 y 1997-98,
coinciden con los años de sequía.**

**Años La Niña:
Las lluvias de verano son mayores, mayores a la media.**

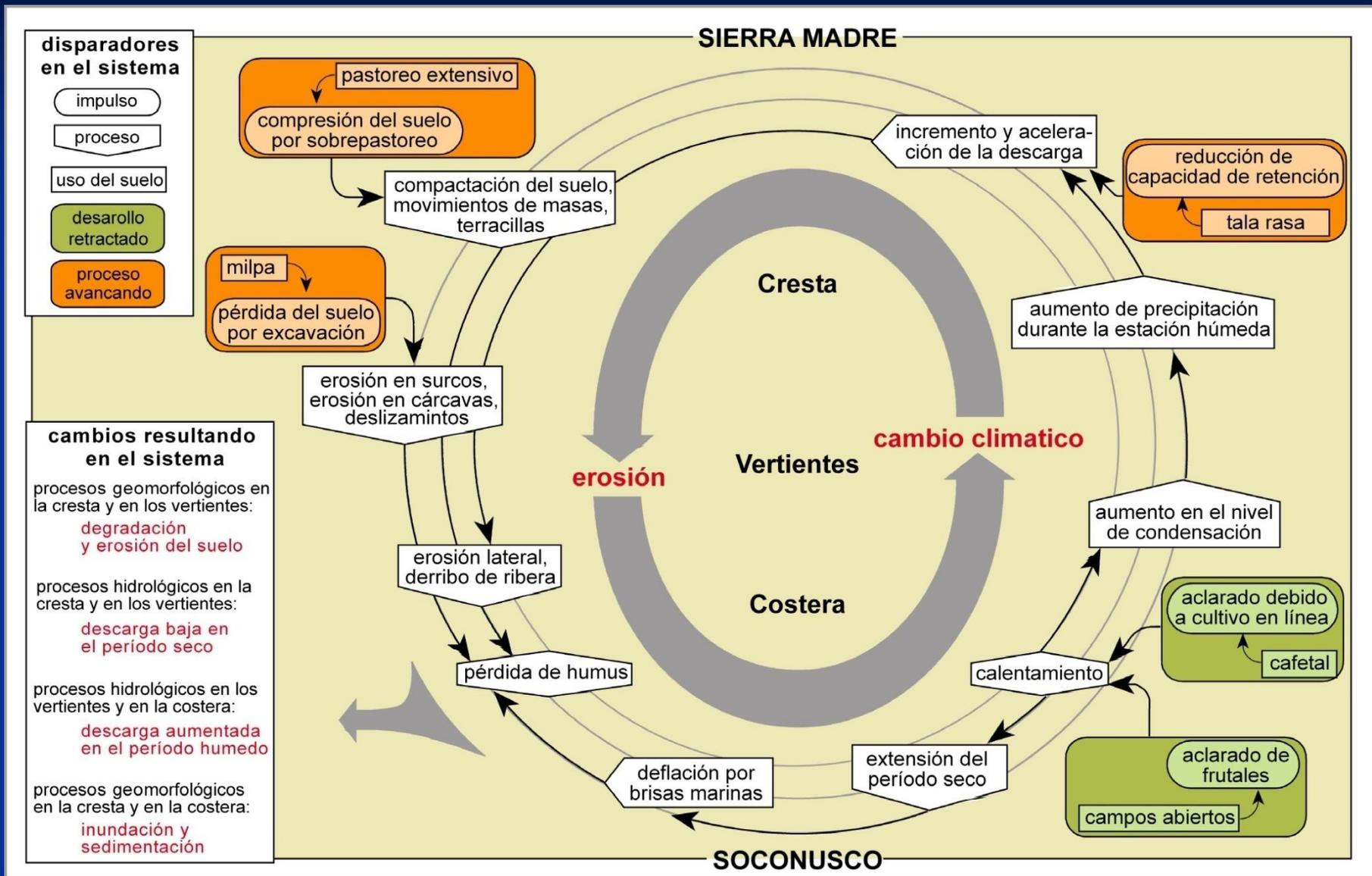
Finca Argovia (1915-2009)



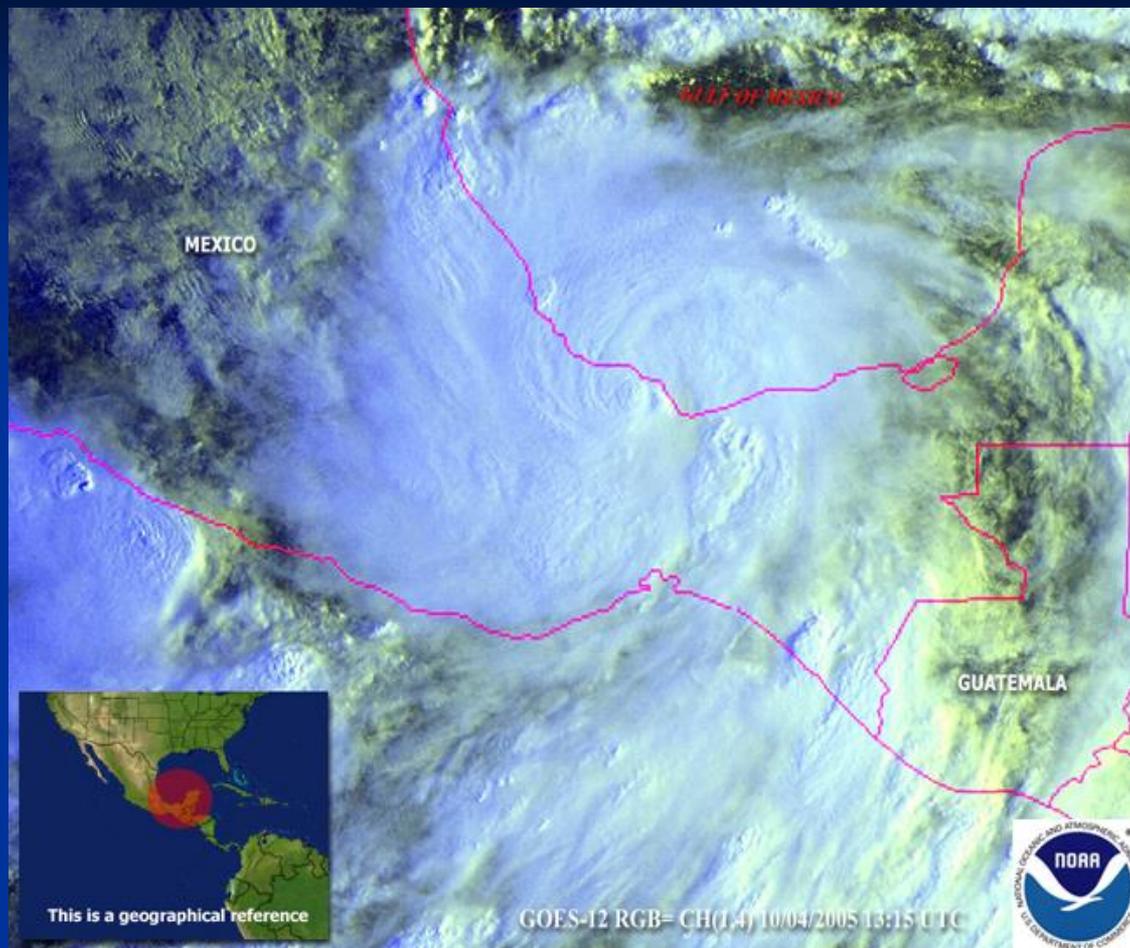


De 1955 a 2010 en Finca Argovia, los 3 eventos de lluvia máximos en 24 horas se presentaron durante la última década y corresponden a los siguientes eventos: 373 mm el 4 de octubre de 2005, 257.6 mm el 5 de junio de 2007 y 228.6 mm el 6 de julio de 2010.

Las tendencias de mayor frecuencia e intensidad en el régimen de lluvia en la cuenca del río Huehuetán, en los últimos años, particularmente en la última década, están asociadas a la presencia de eventos de lluvia extremos en 24 horas.

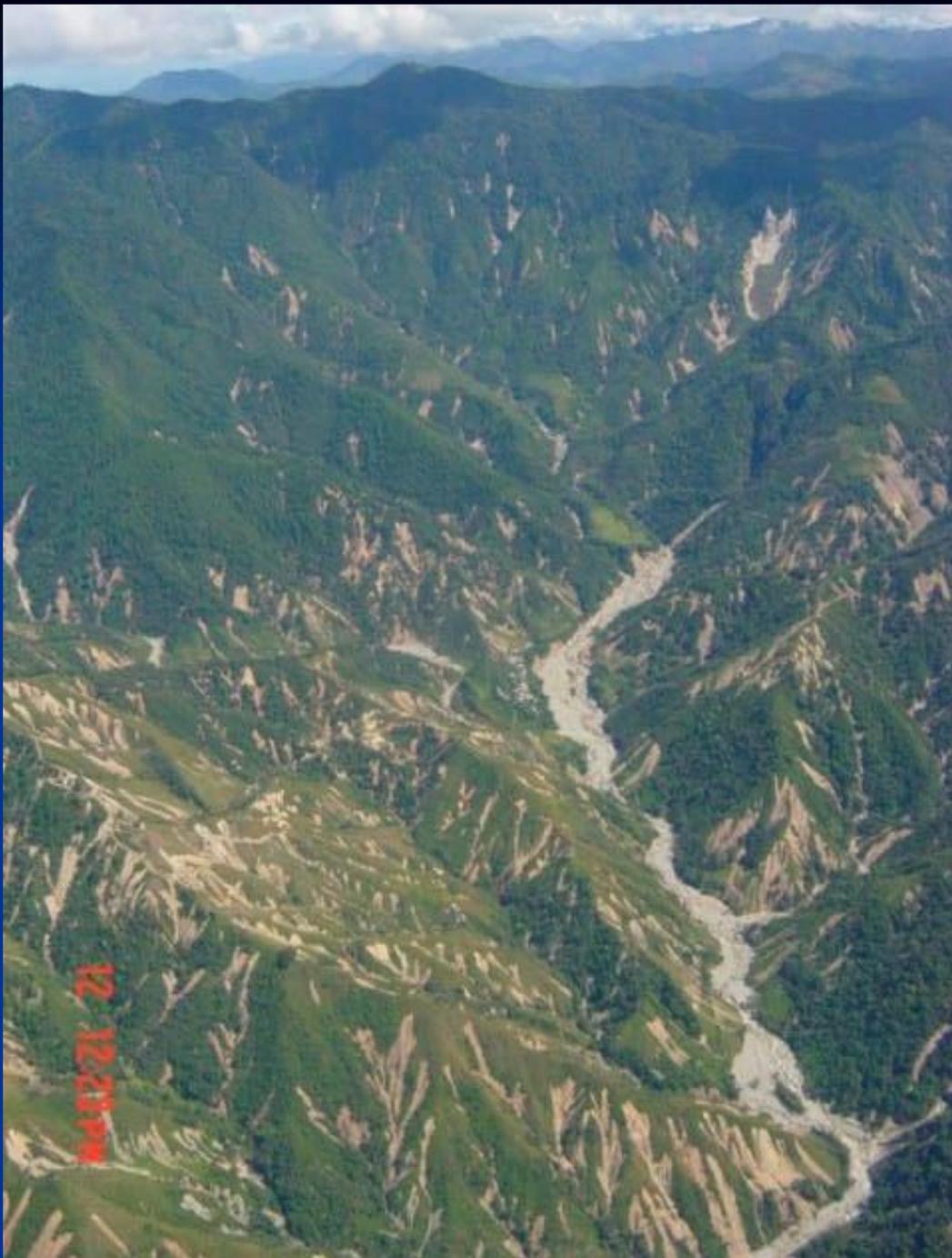


Las Grandes Lluvias del Ciclón Tropical *Stan* en las cuencas y montañas de la Sierra Madre de Chiapas



“La gran lluvia llegó al atardecer con ráfagas frías (...)
parecido a los principios de octubre,
ceranos a San Francisco y su *cordónazo*.”

Eraclio Zepeda (2006)



50 ,000 deslizamientos provocados por Stan en la Sierra Madre de Chiapas (Schnier, citado por De la Fuente, *et al.*, 2008).

11,500 deslizamientos provocados por *Mitch* en Guatemala (Medina, 2007)



Erosión Hídrica y Sedimentación:

Abatimiento de la capacidad de almacenamiento de la Presa El Portillo II, Chiapas



De 1976 a 2006 se han depositado en el embalse un total de 21.01 Millones de m³ de sedimentos de los 27.8 considerados en el diseño de la presa (75.5%)

Deslizamientos y cambios de uso del suelo, Belisario Domínguez

2005



1998



1996



Dinámica de un deslizamiento en la Sierra Madre de Chiapas



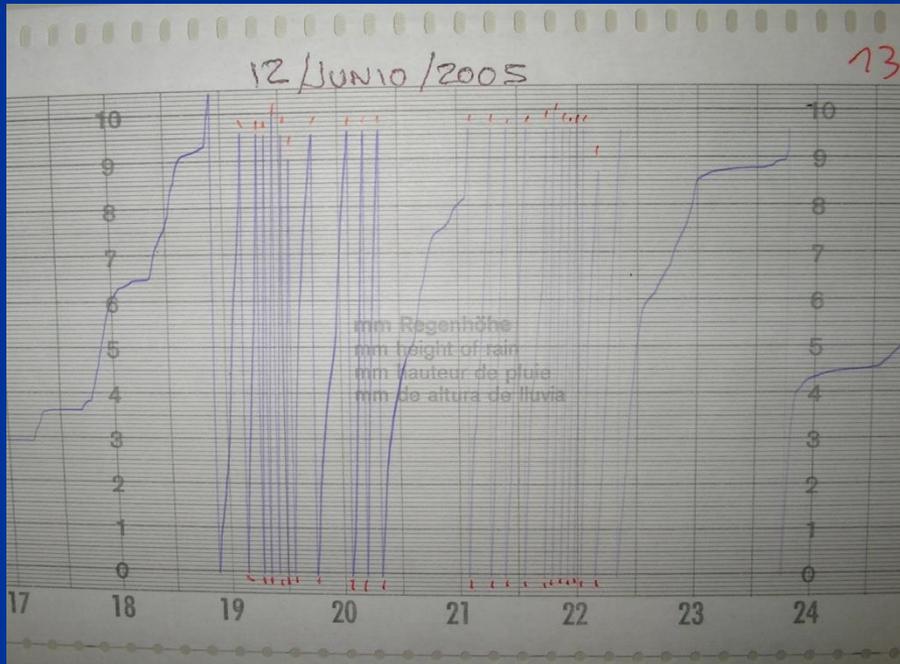
Riesgo de Desastre = f (Riesgo Potencial, Vulnerabilidad)



Vulnerabilidad:

“el conjunto de condiciones y procesos resultantes de factores físicos, sociales, económicos y ambientales que incrementan la susceptibilidad de una comunidad al impacto de riesgos potenciales”
(ISDR, citado por Villagrán, 2005)

Riesgo de Desastre = f (Riesgo Potencial, Vulnerabilidad)



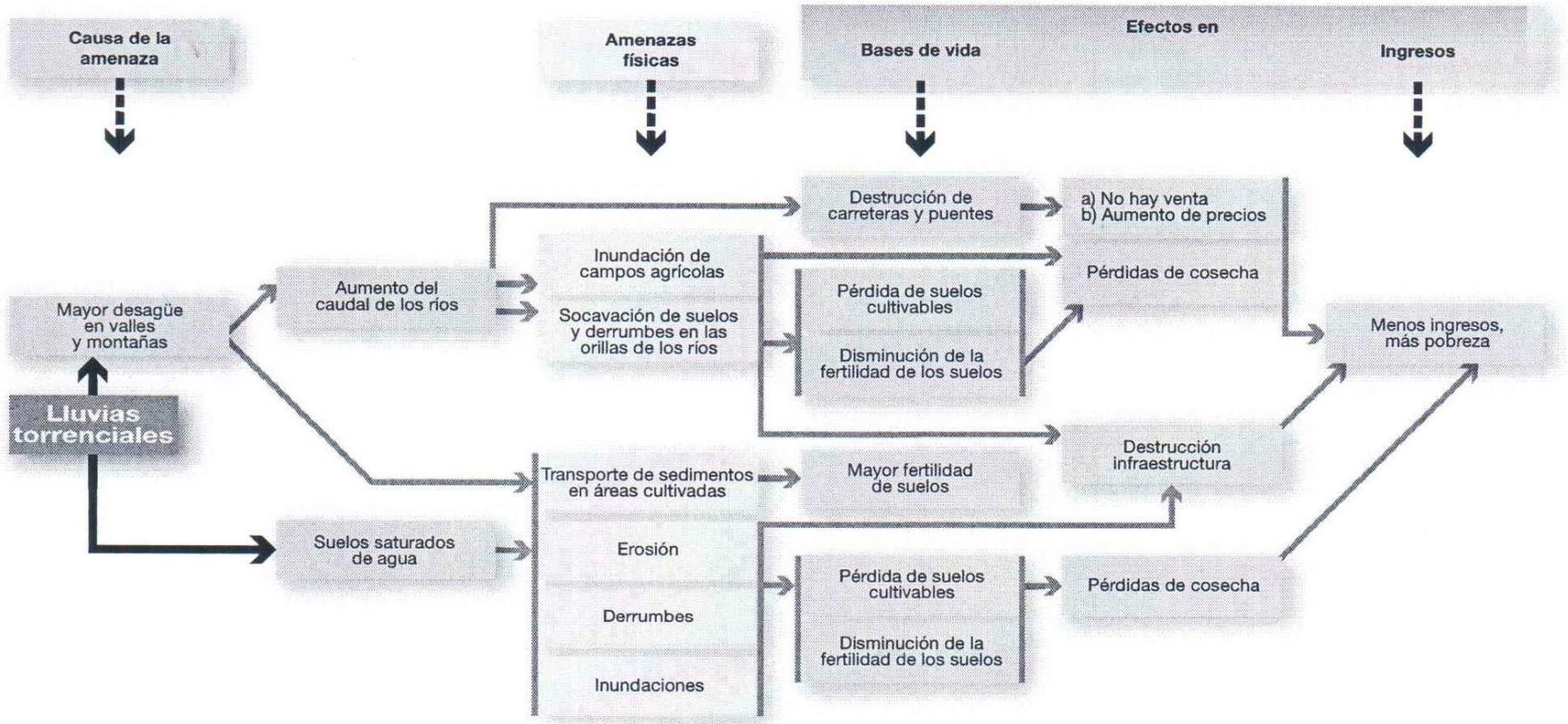
Evento del 12 de junio 2005 en Finca Argovia: 236.9 mm

Imax: 197.5 mm/h; R-Factor: 719.2 N/h

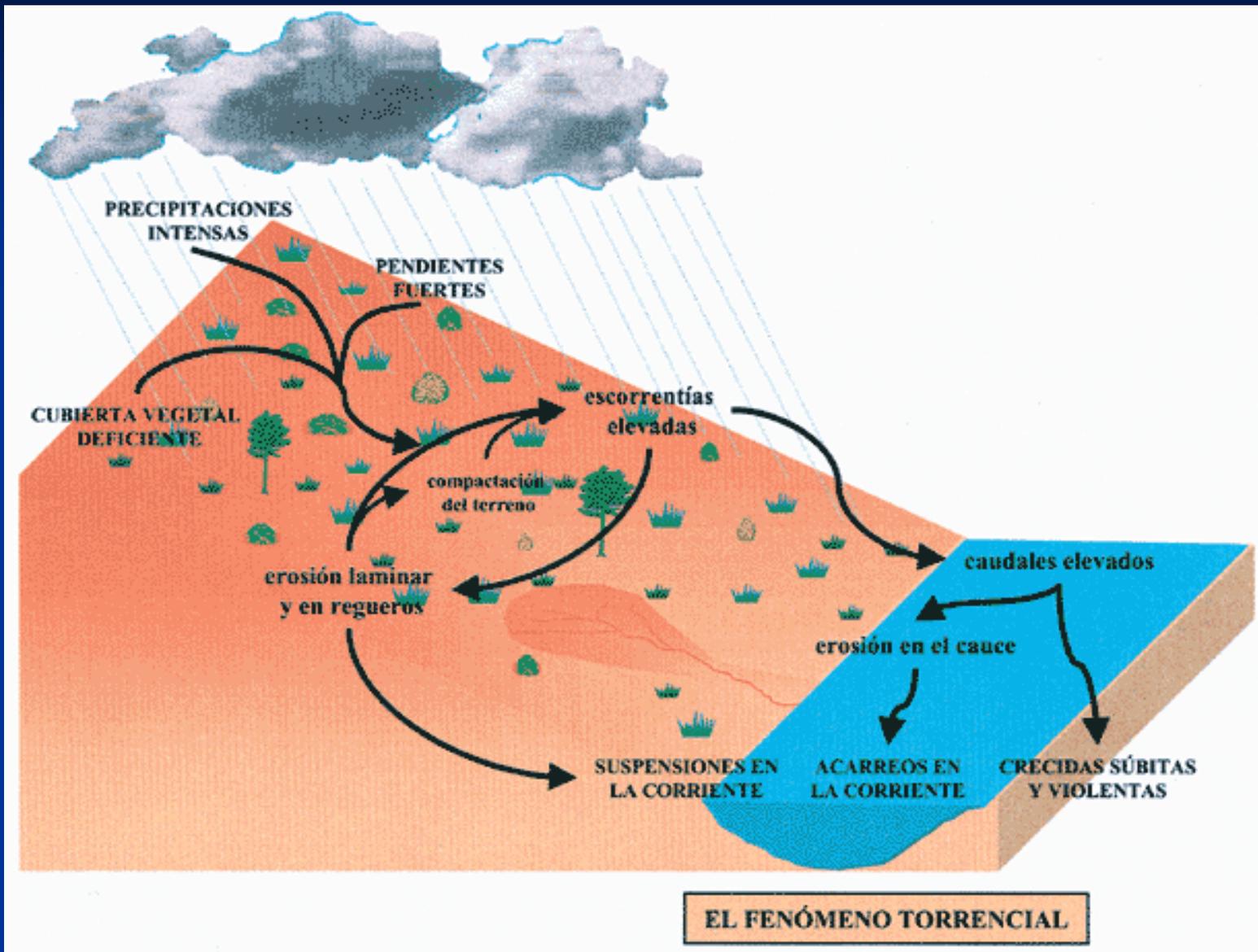
Motozintla, Chiapas después del impacto del Ciclón Tropical *Stan*, octubre de 2005



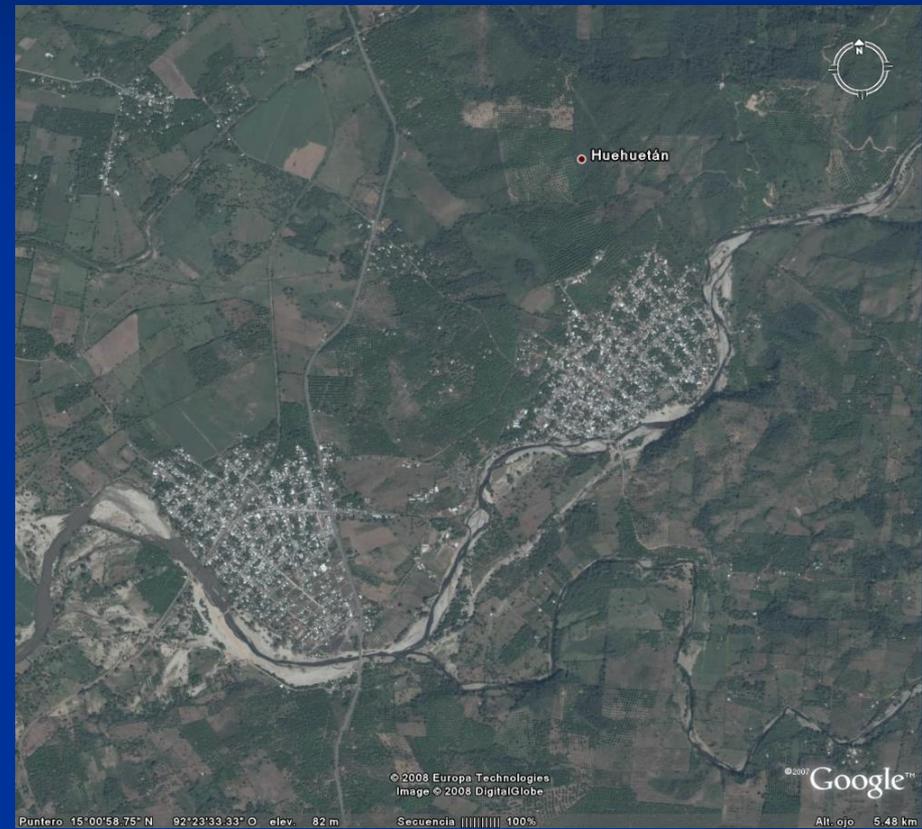
Procesos Hidrológicos: Lluvia-Escurrimiento, Erosión-Sedimentación



Procesos Hidrológicos: Lluvia-Escurrimiento, Erosión-Sedimentación



Debido a las condiciones naturales y socioeconómicas así como a los procesos de degradación ambiental, las cuencas de la Sierra Madre de Chiapas son particularmente susceptibles a los impactos de fenómenos hidrometeorológicos extremos.



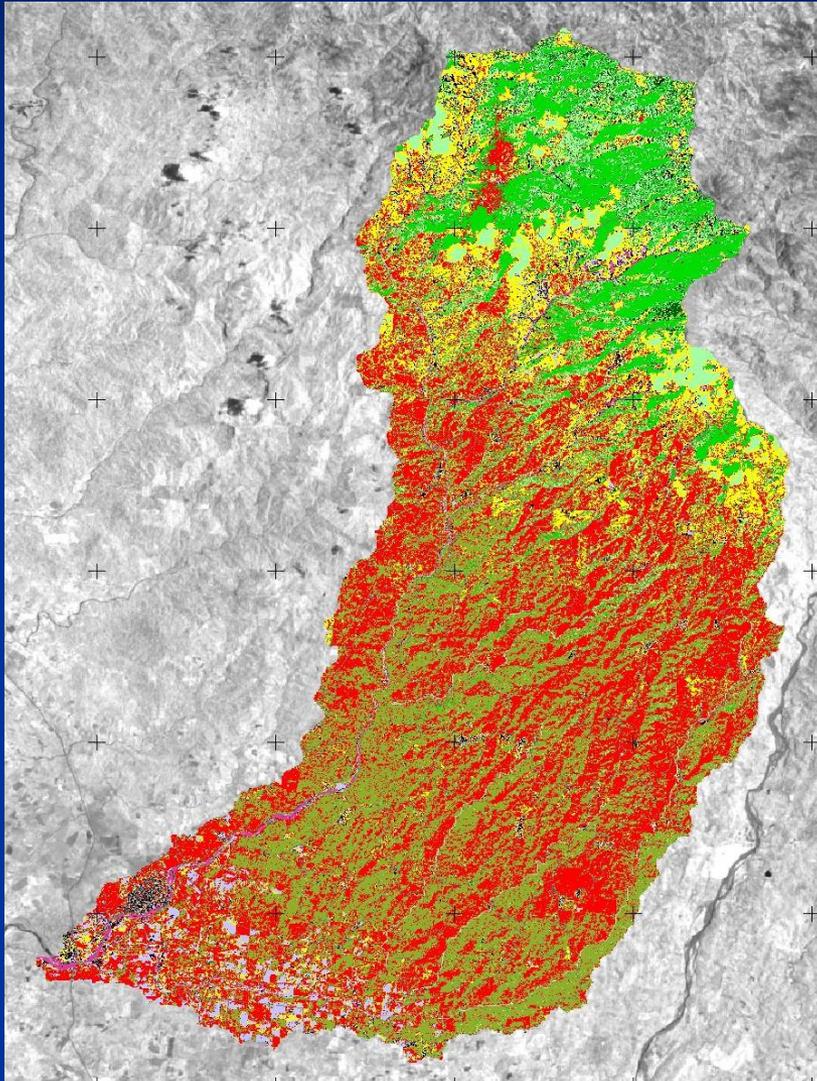
Procesos Hidrológicos: Deslizamientos e inundaciones

Restauración Hidrológico Ambiental de Cuencas en la Sierra Madre de Chiapas.

El proceso de intervención



Proyecto de Rehabilitación Hidrológico-Ambiental de las Cuenca de los río Huixtla, Huehuetán y Coatán, Chiapas (2008-2010)

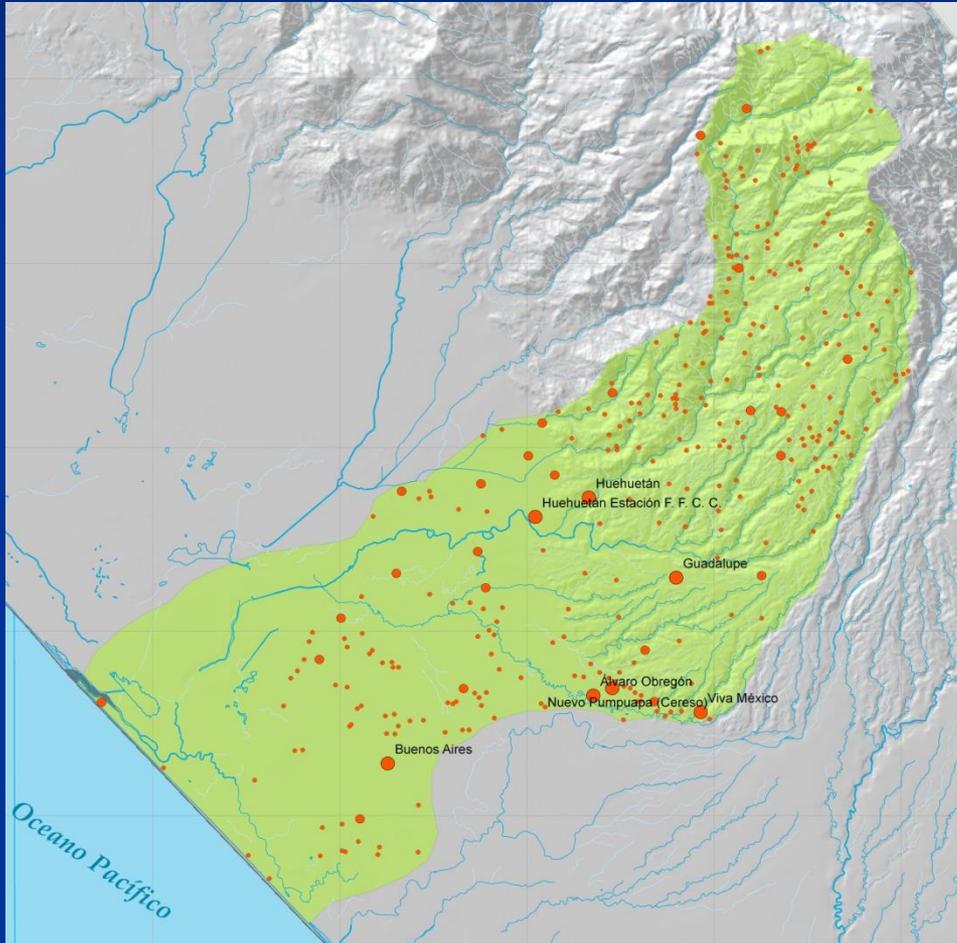


Pérdida de Suelo por Erosión Hídrica en la Cuenca Superior del río Huehuetán

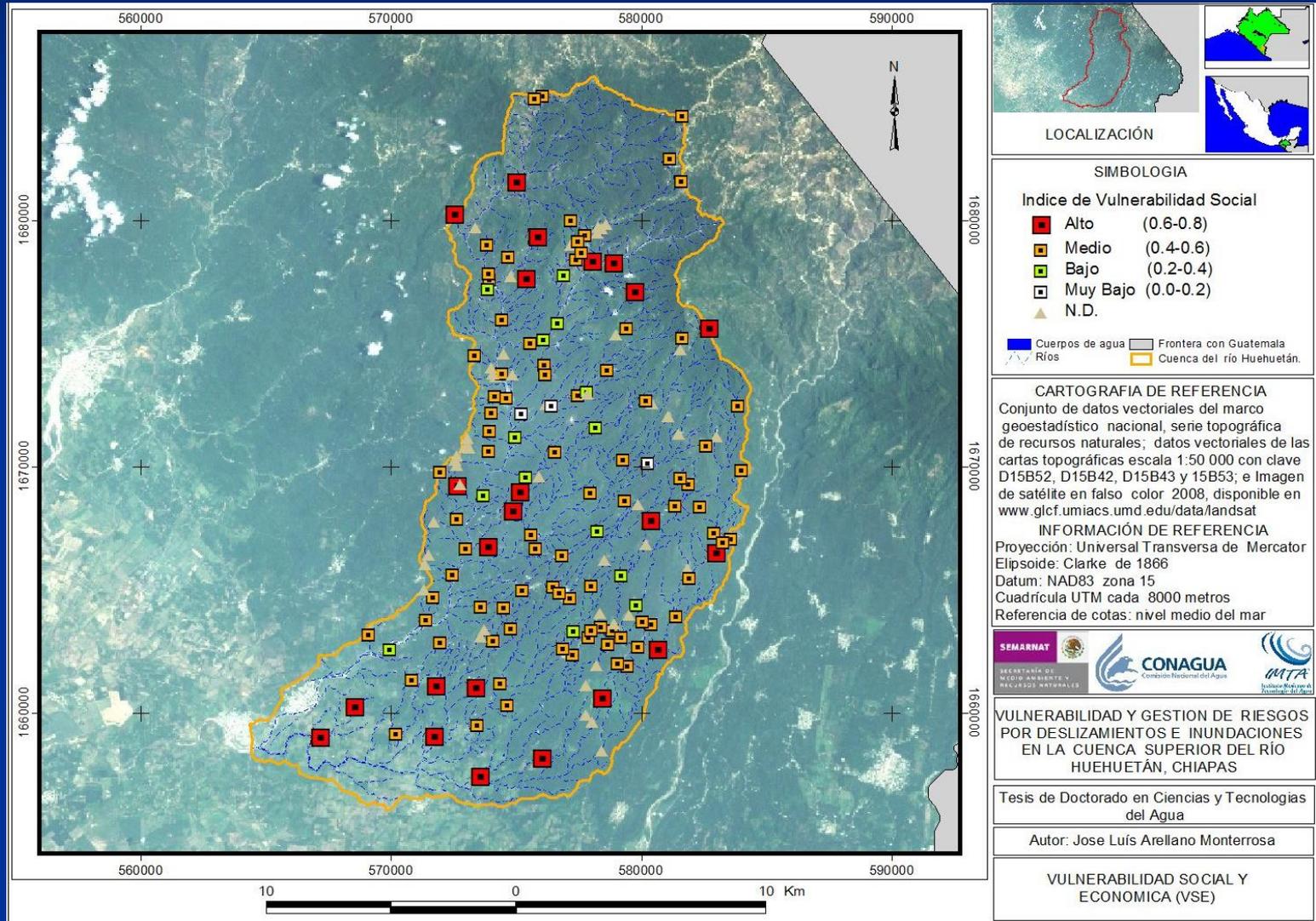
Pérdida de Suelo (Ton * ha ⁻¹ * año ⁻¹)	Superficie (Km ²)	Superficie (%)
Menor de 50	91.62	28.85
50 a 200	64.65	20.36
200 a 500	57.47	18.1
Mayor de 500	103.84	32.69
Totales	317.58	100.00

Vulnerabilidad Socioambiental en la Cuenca del río Huehuetán, Chiapas

69,913 Habitantes, 329 Localidades (INEGI, 2005)

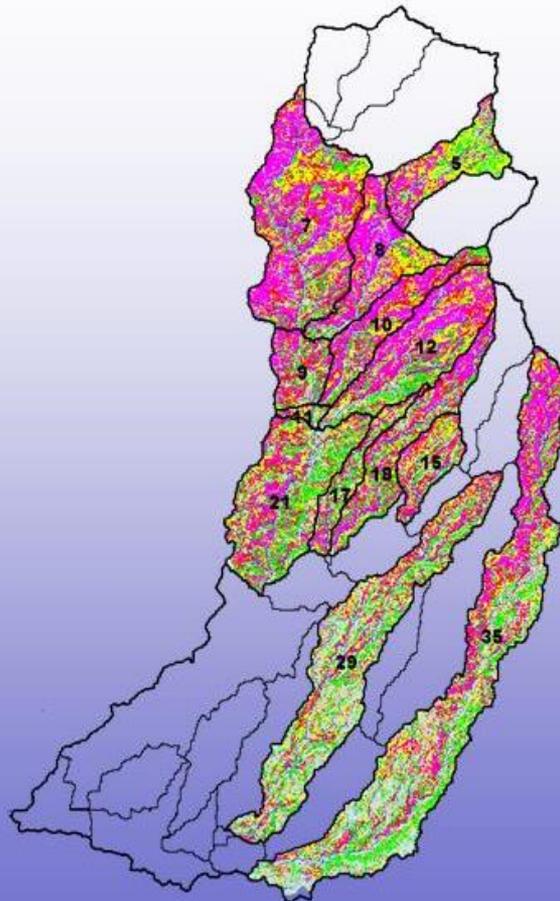


Vulnerabilidad Social en la Cuenca del río Huehuetán, Chiapas.



Jerarquización de microcuencas de intervención

1.- GRADO DE EROSION



2.- NUMERO DE POBLACIONES, HABITANTES Y SUPERFICIE

NUMERO DE MICROCUENCA	NOMBRE DE MICROCUENCA	NUMERO POBLACIONES	NUMERO HABITANTES	SUPERFICIE ha
7	Flor de Naranjo	9	763	2395.4
8	Chanjul	11	434	963.2
10	Toquián Chiquito	3	820	804.5
9	Zaragoza	6	1241	502.3
12	Santa Rosalia	9	965	1417.5
15	San Juan Chicharras	2	16	513.7
17	Benito Juárez	4	646	448
18	Covadonga	5	753	989.4
21	Nueva Reforma	15	476	1748.2
5	San Ramón	7	42	772.8
11	Las Maravillas	1	155	91.1
29	Río Chalón	15	521	2598.2
35	Mejapa	27	4743	4056.3
TOTAL		114	11,575	17,300.6

Vulnerabilidad Social frente al Cambio Climático en la Cuenca del río Huehuetán, Chiapas.

Amenaza



Vulnerabilidad/capacidades

Capital político

- 100% Hay representantes de protección civil del municipio de Tapachula en las localidades de Mexiquito y Ejido el Naranjo.
- 50% La gente percibe que existe una mala o inexistente relación entre las autoridades de los municipios que componen la cuenca y los pobladores de las distintas comunidades.
- 100% Sólo los pobladores de la parte alta de la cuenca reconocen que las autoridades los apoyan cuando se ven afectados por eventos climáticos extremos.

Capital humano

- 50% El nivel educativo en la cuenca del Río Huehuetán es bajo, principalmente en las partes alta y media.
- 50% Las mujeres de la cuenca tienen un mayor nivel de analfabetismo que los hombres, sin embargo hay más mujeres que hombres en los grados de estudio superiores.
- 50% A pesar de ser una región que año con año es golpeada por los huracanes y las lluvias torrenciales, la población ha recibido escasa capacitación sobre gestión de riesgos. Principalmente el gobierno brinda la capacitación.

Capital social

- 50% No hay suficiente participación de los pobladores en las organizaciones locales y regionales. Los habitantes de la parte baja de la cuenca están más organizados.
- 50% Casi no hay presencia de mujeres en las organizaciones productivas locales.
- 100% Frente a los desastres la gente se organiza para participar en tareas comunitarias de reparación de los daños.
- 50% Las actividades de prevención, como lo es la conservación de suelos, no se realiza con la amplitud y constancia necesaria para proteger la vegetación y prevenir deslaves en periodos de lluvias y huracanes.

Capital financiero

- 50% La economía local es frágil. Los principales ingresos son por actividades agrícolas (cafetaleras), muy vulnerables a los efectos de los huracanes.
- 100% Incipiente diversificación productiva, con el ecoturismo como una alternativa viable.
- 50% Debido a las difíciles condiciones económicas de las comunidades, las mujeres están trabajando en actividades agrícolas, pero estas actividades siguen siendo predominantemente masculinas.

Capital natural

- 50% El impacto de los huracanes provoca la pérdida de suelos y vegetación.
- 50% Hay prácticas de conservación de suelos en diversas áreas, para protección contra los deslaves y derrumbes.
- 50% La gente percibe que hubo un cambio en el clima en los últimos años, pues llueve más y hay más huracanes.
- 50% El agua está contaminada.

Capital físico

- 50% Los caminos que conectan las comunidades entre sí y con las cabeceras municipales se vuelven intransitables durante la época de lluvias, debido a los deslaves.
- 50% En la parte media de la cuenca existe una mayor infraestructura carretera, debido a la "Ruta del Café".
- 50% Los servicios con menor cobertura en la cuenca son los de agua entubada, drenaje y transporte público. La parte alta es la que cuenta con la menor cobertura.

Simbología

- 100% Capacidades
- 50% Vulnerabilidad

Riesgo de desastre



LOS DESASTRES NO SON NATURALES, ALGUNAS AMENAZAS LO SON.

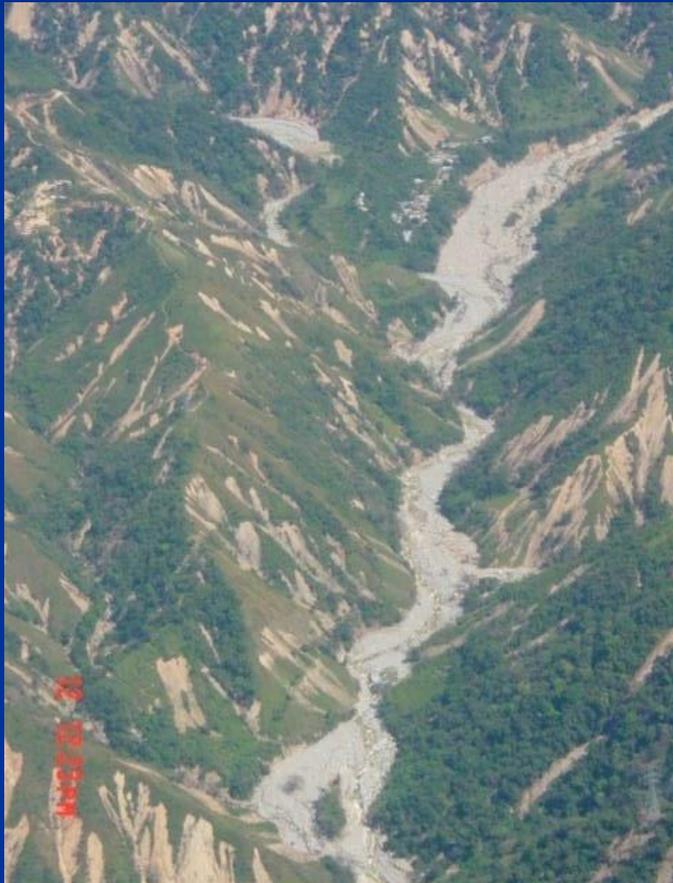
Vulnerabilidad a deslizamientos e inundaciones (V_{D-I}) en la cuenca del río Huehuetán, Chiapas

$$V_{D-I} = (0.10 * V_{SE}) + (0.30 * V_{EHA}) + (0.30 * V_{Des}) + (0.30 * V_{Inun})$$



Vulnerabilidad a deslizamientos e inundaciones	Superficie (Hectáreas)	Superficie (%)
Muy Baja (MB)	610.41	1.92
Baja (B)	6,120.23	19.31
Media (M)	5,082.96	16.04
Alta (A)	3,907.10	12.33
Muy Alta (MA)	15,973.28	50.40
Totales:	31,693.97	100.00

Vulnerabilidad, adaptación y resiliencia ante los impactos del Cambio Climático
en la Cuenca del río Huehuetán, Chiapas



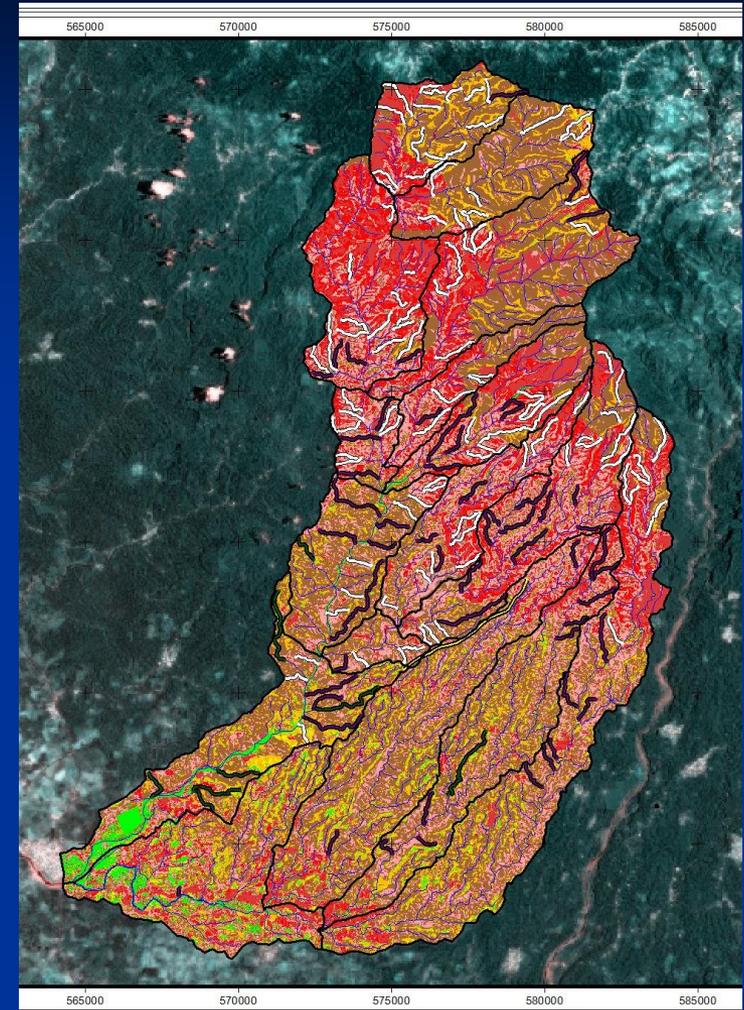
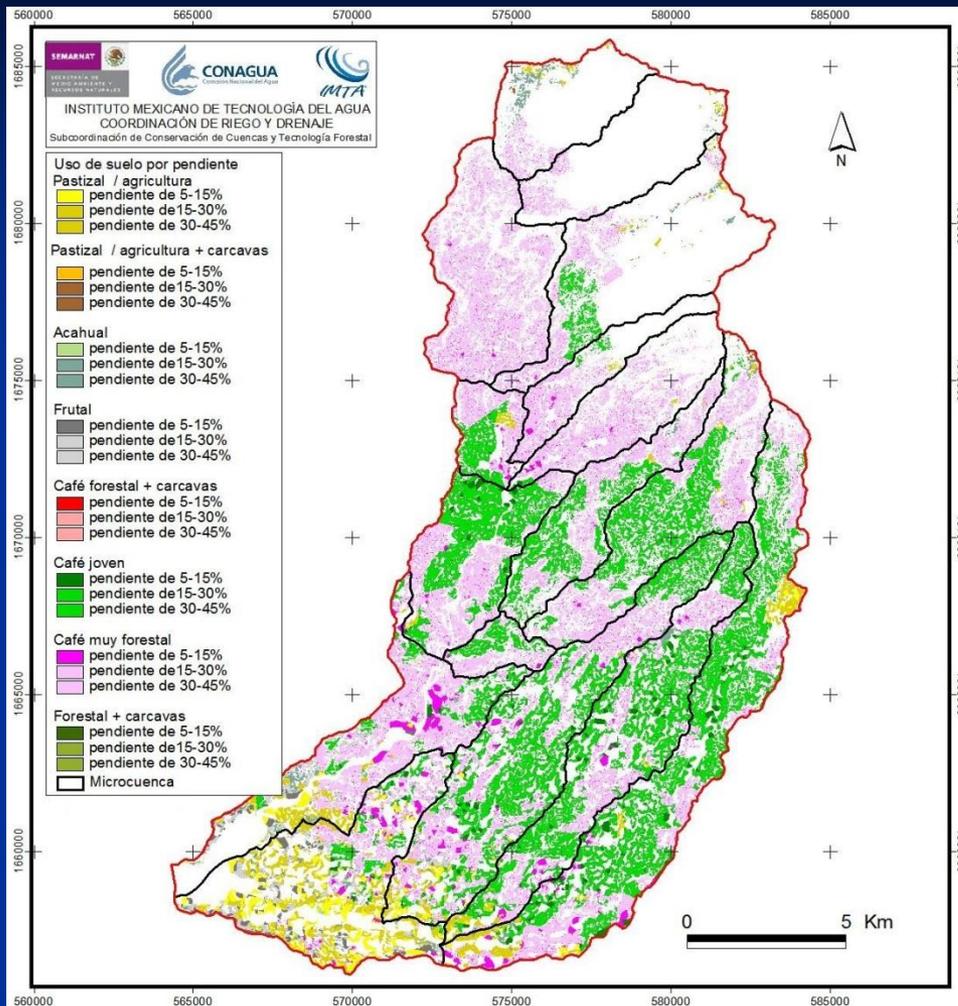
Organización e instalación de Comités de Microcuenca para el Manejo del Agua y la Preservación del Suelo



Giras técnicas, *Cuenca Tours*, eventos de demostración de tecnología
Promoción, difusión y divulgación



Plan de Restauración Hidrológico Ambiental de la Cuenca del río Huehuetán, Chiapas.



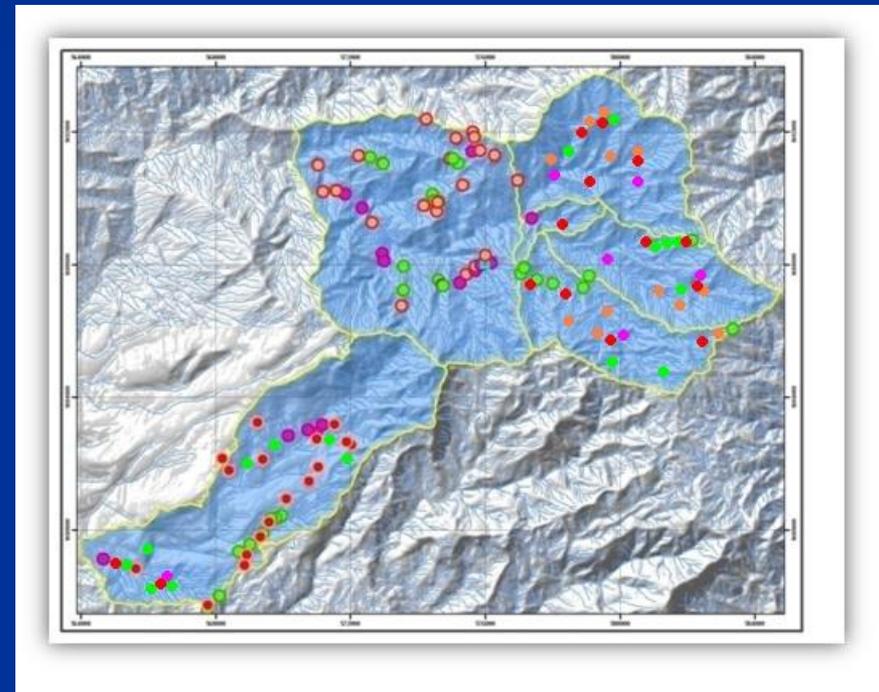
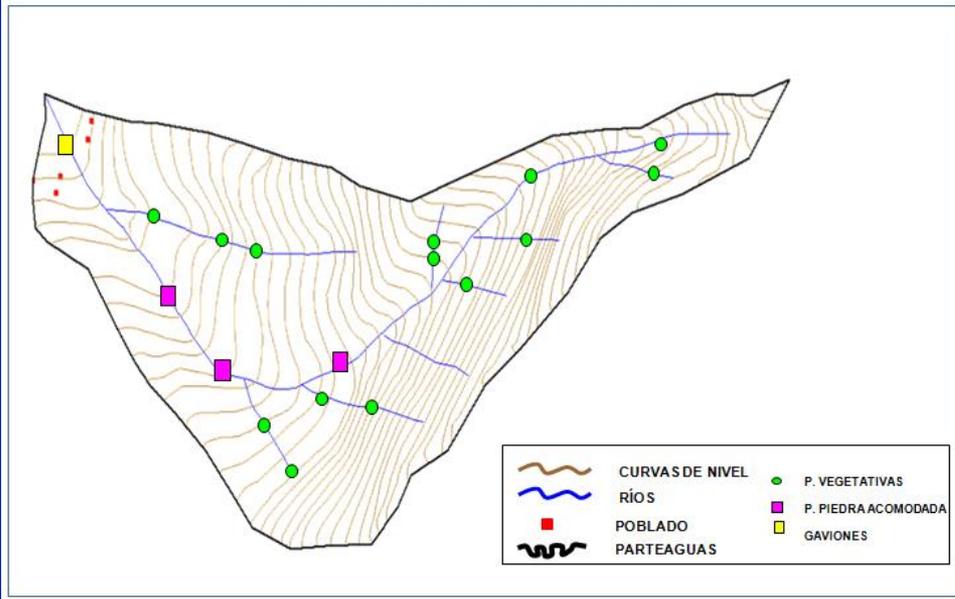
Total de inversión que se necesita para ejecutar las acciones del *Plan de Rehabilitación Hidrológico Ambiental*: \$310,595,992.22

Se necesita el 90.40% para construir presas en los cauces para controlar los escurrimientos y las avenidas.

Y el 9.60% para el establecimiento de prácticas conservacionistas en las laderas agrícolas, los pastizales, las áreas cafetaleras y en los frutales, principalmente.

Ordenamiento territorial de prácticas de conservación del suelo y agua (ordenamiento agrohidrológico)

UBICACIÓN DE PRÁCTICAS CONSERVACIONISTAS EN NANOCUENCA DEL EJIDO TOQUIAN CHIQUITO



Trazo en campo de prácticas de conservación del suelo y agua



Control de erosión en Cárcavas Presas Filtrantes de Mampostería y Gaviones





Control de erosión en Cárcavas
Presas Filtrantes de Geocostales,
Mixtas y Piedra Acomodada

Control de erosión en Cárcavas

Presas Filtrantes Vegetativas con especies nativas



Control de erosión en Cárcavas

Presas Filtrantes Vegetativas a base de izote



Restauración de deslizamientos en cafetales



Control de Erosión Hídrica en Laderas

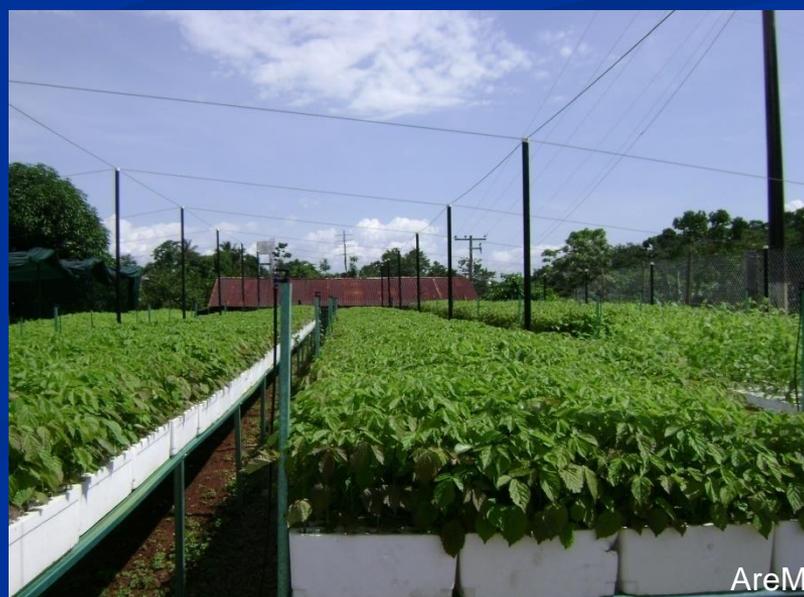


Sistemas de Terrazas
de banco *a mano*



Sistemas de Terrazas Individuales

Centros de Reproducción Vegetativa (CRV)



Monitoreo de Procesos Hidrológicos en nanocuenas instrumentadas

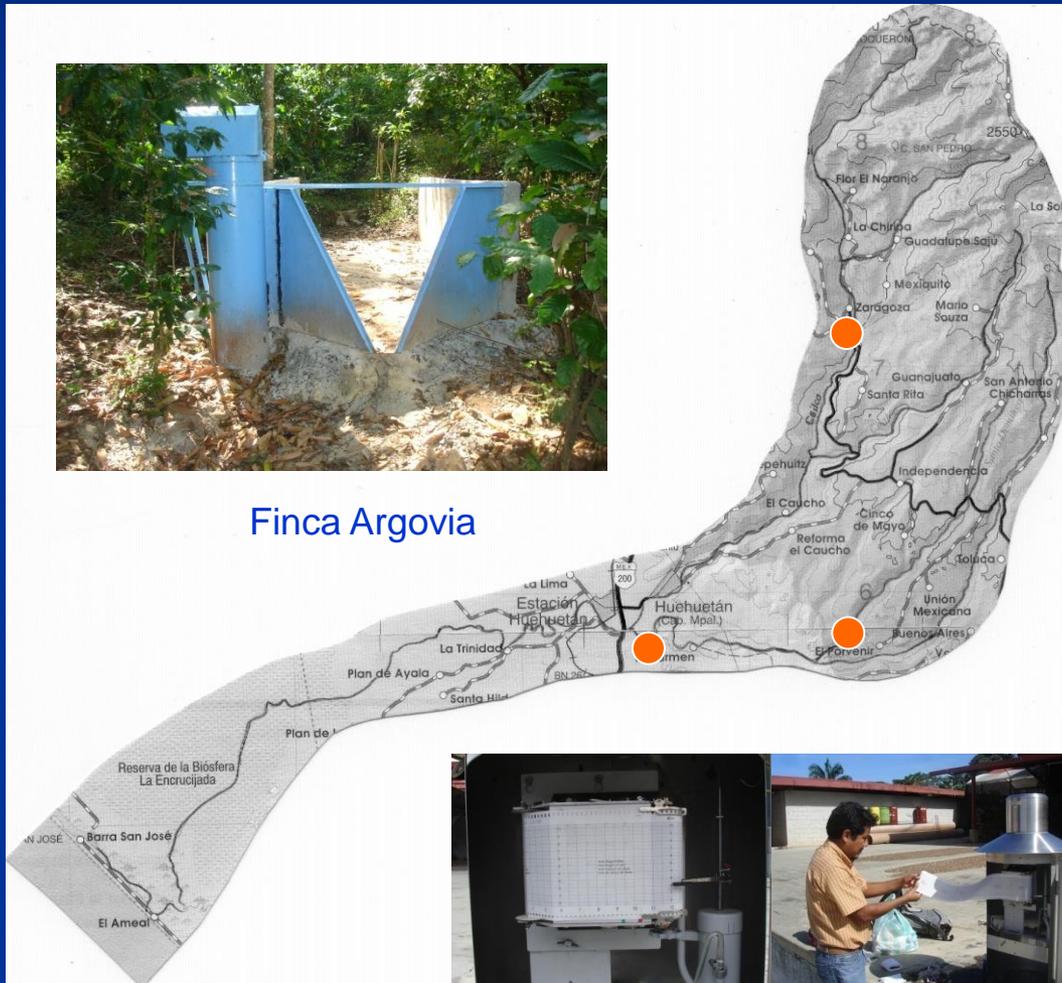
Cuenca del río Huehuetán, Chiapas



Finca Argovia



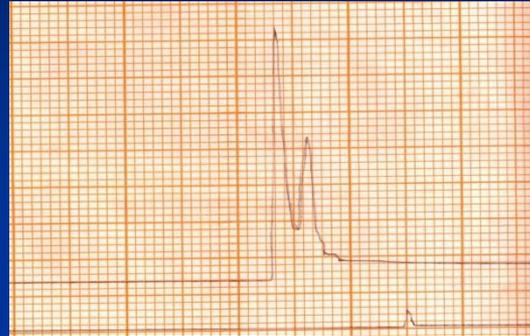
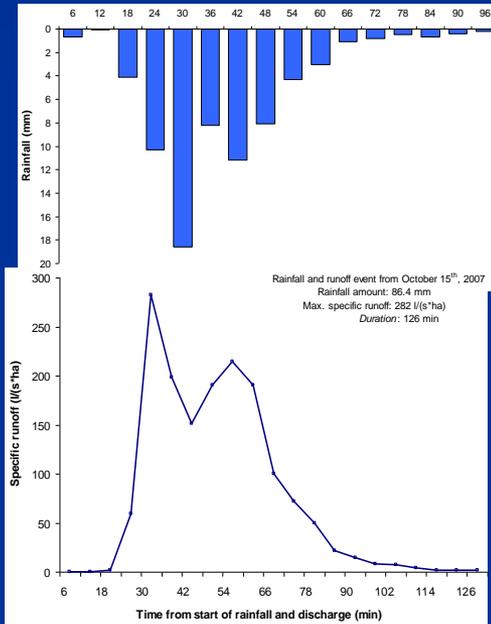
Cantón Gibraltar



Rancho Dos Hermanos



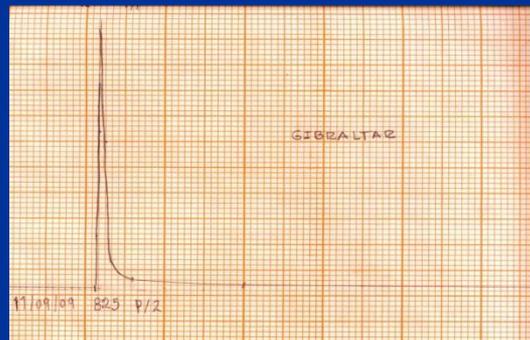
Valores promedio de Coeficiente de escurrimiento para el periodo de 2007-2010 en Nanocuencas Instrumentadas de la Cuenca del río Huehuetán, Chiapas.



Finca Argovia (café con sombra) Ce=5.69%.



Dos Hermanos (sistema mango-pasto) Ce=14.72%.



Cantón Gibraltar (acahual) Ce=21.49%.

Sistema de Alertamiento de Crecientes de los ríos Huixtla, Huehuetán y Coatán, Chiapas

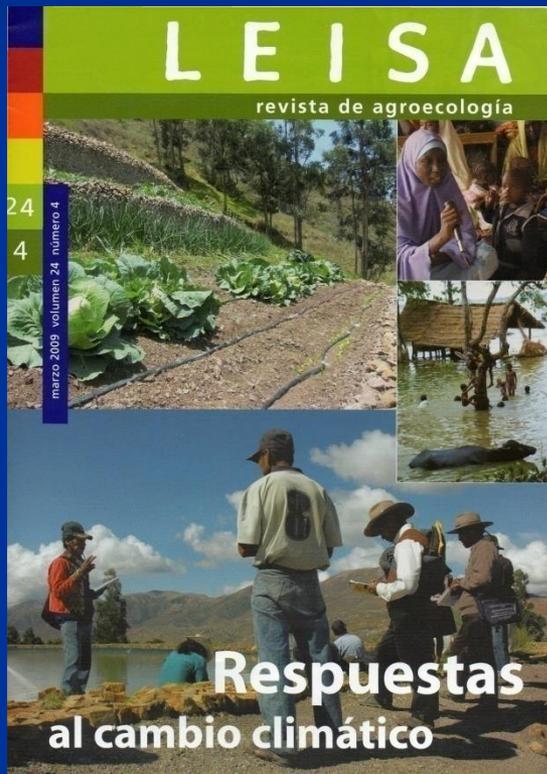


Estaciones Meteorológicas Automatizadas en Buena Vista Pavencul. Cuenca del río Coatán.



Aforador de caudal RQ 24 en el Río Huehuetán.

Cuencas de la Sierra Madre de Chiapas:
Servicios Ecosistémicos de protección,
Vulnerabilidad y Resiliencia,
Adaptaciones locales de los sistemas al Cambio Climático Global





**“Que permanezca la tierra!
Que estén en pie los árboles!”**

**Ayocuan Cuetpaltzin, poeta y rey de Tecamachalco
(1470-1515)**

Dr. José Luis L. Arellano Monterrosas

aremonterrosas@hotmail.com

jose.arellanoa@conagua.gob.mx