

Comunidad CUDI de Ecología

Red Mexicana de Investigación
Ecológica a Largo Plazo



www.mexlter.org.mx



Taller Virtual sobre la Red Mex-LTER y los Sistemas de Información Geográficos (SIGs).

Objetivo: Juntar expertos e interesados en el tema con el objeto de explorar los siguientes aspectos:

- 1.- ¿Qué necesidades tiene la red Mex-LTER y en particular el proyecto de Eco-hidrología con respecto a los SIGs?
- 2.- ¿Dónde estamos parados en la Red con respecto a nuestra infraestructura técnica y humana sobre SIGs?
- 3.- ¿Qué potencial nos ofrece Internet 2 para resolver nuestras necesidades de SIG en la Red?
- 4.- ¿Qué plan estratégico podemos seguir para satisfacer nuestras necesidades de SIG en la Red, a corto, mediano y largo plazo?

Programa:

Descripción del Proyecto.- 30 min

El Dr. Manuel Maass hará una breve exposición sobre las necesidades de un SIG en el marco del proyecto sobre Eco-hidrología.

Presentación de cada Grupo.- 30 min

La Dra. Ma. de los Ángeles Liceaga, ECOPEY, preparó una encuesta para identificar el estado actual de la Red en materia de SIG.

Experiencias.- 60 min

El Dr. Alfredo Granados, Coordinador de la Comunidad CUDI de Ciencias de la Tierra, invitó a expertos para que nos expongan sus experiencias sobre el tema (INEGI, Centro Geo, CICESE).

Plan de desarrollo.- 60 min.

Con base en lo expuesto delinearemos una plan estratégico para entrenar, equipar y estandarizar a la Red en materia de SIG.

Continuidad.- 30 min.

Programación de actividades para los próximos meses (Reunión Nacional en Autlán, Reunión de Primavera CUDI, Talleres, Cursos).

Demandas hidrológicas de los ecosistemas naturales en México: Fase 1

Propuesta de Investigación por parte de la Red Mexicana de Investigación Ecológica de Largo Plazo.

Responsable: J. M. Maass Moreno y Víctor Rivera

Participantes: J. Alcocer Durand, F. J. Álvarez Sánchez, P. Avila, Ma. G. Barajas Guzmán, J. D. Carriquiry Beltrán, P. Gerritsen, E. Godínez Domínguez, H. González Rodríguez, L. Hernández García, J. A. Herrera Silveira, E. Huber Sannwald, A. Leví Cupul Magaña, J. López Blanco, J. A. López-Portillo Guzmán, A. Lugo Vázquez, M. Macek, L. M. Martínez R., V. M. Reyes Gómez, A. Serna Pérez y D. S. Valdés Lozano.

Invitados: F. Scatena y J. Vose.

Colaboradores: CONABIO, CUDI, INE, INEGI, SMN...

Misión de la Mex-LTER

1. El establecimiento de una red de investigación que permita a los científicos mexicanos abordar, de manera interdisciplinaria, el estudio de la estructura y funcionamiento de ecosistemas terrestres y acuáticos, naturales o transformados, en escalas espaciales y temporales amplias, con el fin de contribuir al entendimiento del papel de los procesos ecológicos en la provisión de servicios a la biosfera, incluyendo los proporcionados a la sociedad mexicana en particular, y a la humanidad en general.
2. Creación de un legado de experimentos y observaciones adecuadamente diseñados y documentados para las generaciones futuras de la sociedad.
3. Promover la formación, capacitación y entrenamiento de futuros investigadores, dentro de un marco de investigación interdisciplinaria para abordar problemas de estudio de relevancia ecológica, social, cultural y económica para el desarrollo del país.

Objetivos de la Mex-LTER

1. Agrupar a científicos mexicanos que realizan investigación sobre procesos físicos, biológicos o sociales determinantes en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y terrestres, y que han diseñado sus esquemas de investigación incluyendo el seguimiento, a largo plazo y a gran escala, de procesos y variables claves.
2. Impulsar el trabajo científico, integral, interdisciplinario, a través de diferentes escalas y en colaboración entre sus miembros.
3. Sumar esfuerzos tanto para gestionar la obtención de recursos económicos y el desarrollo de infraestructura, como para formar recursos humanos, que permitan abordar, de manera más eficiente, la problemática ambiental nacional, regional y global.
4. Conformar una plataforma común de investigación que haga posible tanto la comparación de resultados como la sistematización y el resguardo de los datos generados, a fin de crear un legado de experimentos y observaciones, adecuadamente diseñados y bien documentados, para las generaciones futuras.
5. Generar y diseminar información que permita a las diversas instituciones del país un mejor diseño y desempeño de las políticas ambientales para el ordenamiento, aprovechamiento, conservación y restauración de los recursos y servicios que ofrecen los ecosistemas acuáticos y terrestres.
6. Impulsar una participación más activa y coordinada de México en la agenda científica internacional en temas ambientales.

Tipos / niveles de investigación en la Red Mex-LTER

- Agenda de investigación en cada grupo (desde antes de conformarse la Red).
- Proyectos de colaboraciones específicos entre grupos (Incentivados en la reunión de Colima).
- Proyectos estratégicos de la Red (establecidos durante la etapa de creación de la Red).
 - Eco-hidrología
 - Biodiversidad
 - Manejo de información y ciber-infraestructura

¡Concuerdan con la agenda de la ILTER!

Demandas hidrológicas de los ecosistemas naturales en México: Fase 1

Propuesta de Investigación por parte de la Red Mexicana de Investigación Ecológica de Largo Plazo.

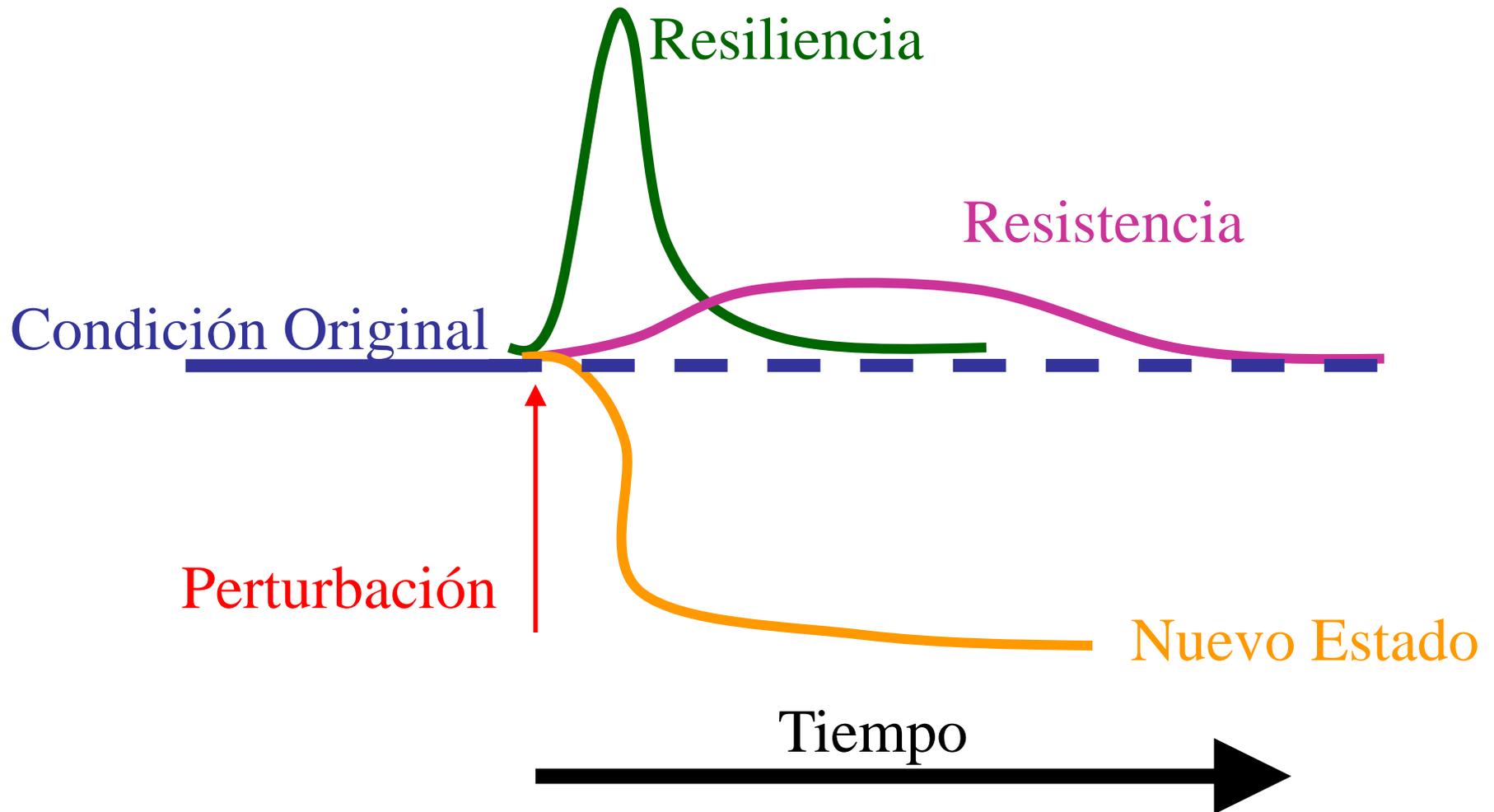
Objetivo General (a largo plazo)

“Evaluar la capacidad de resiliencia de los principales ecosistemas naturales existentes en México, medida en términos de su funcionamiento hidrológico. Ello permitirá también identificar los requerimientos hidrológicos de los ecosistemas naturales que les permite mantener una integridad funcional y, con ello, aportar servicios ecosistémicos a la sociedad”

Servicios Ambientales del Ecosistema

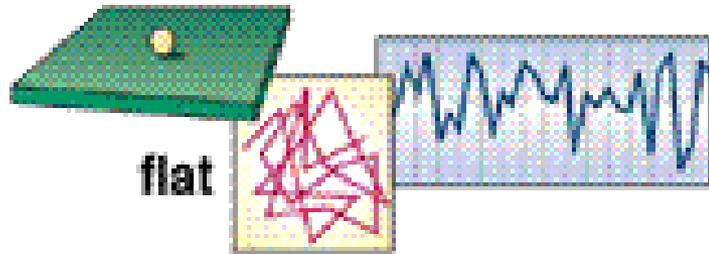


Estabilidad del Ecosistema



¿Existe la resiliencia de los ecosistemas?

(Cortesía de Omar Maser)



Estado Inestable



Resistencia

Resiliencia
Sucesión

Resiliencia

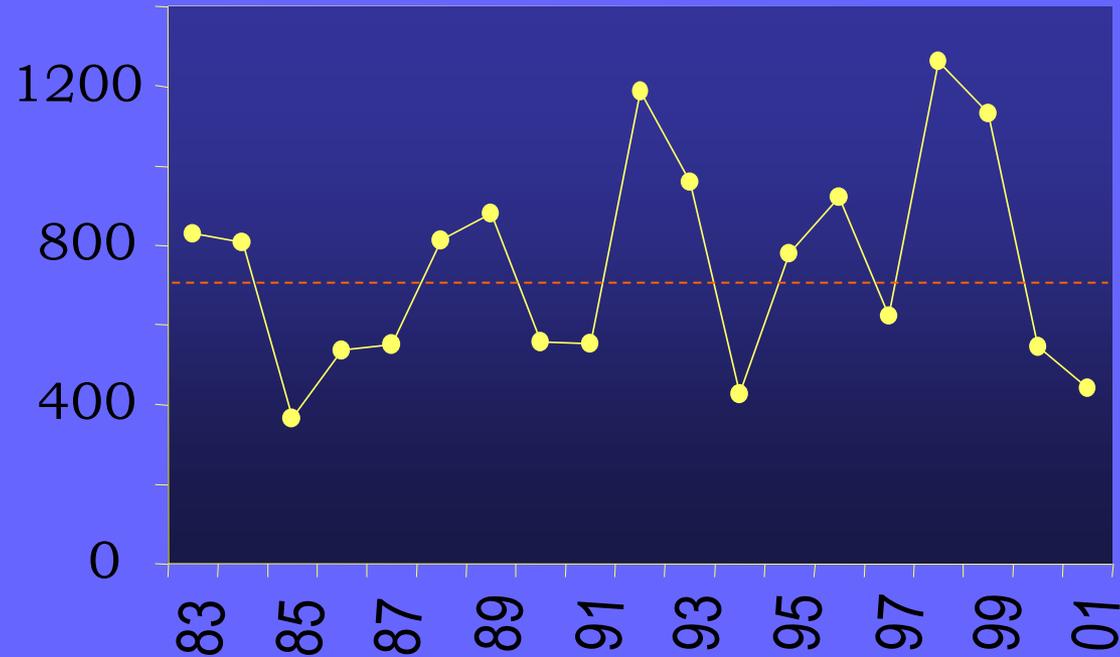
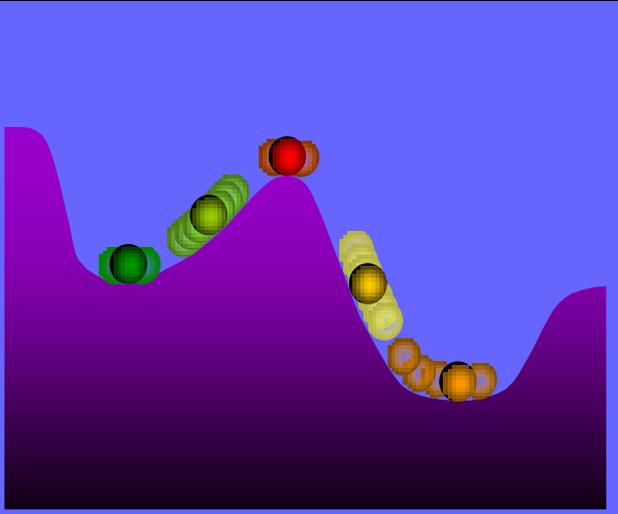
Sucesión

Perturbaciones

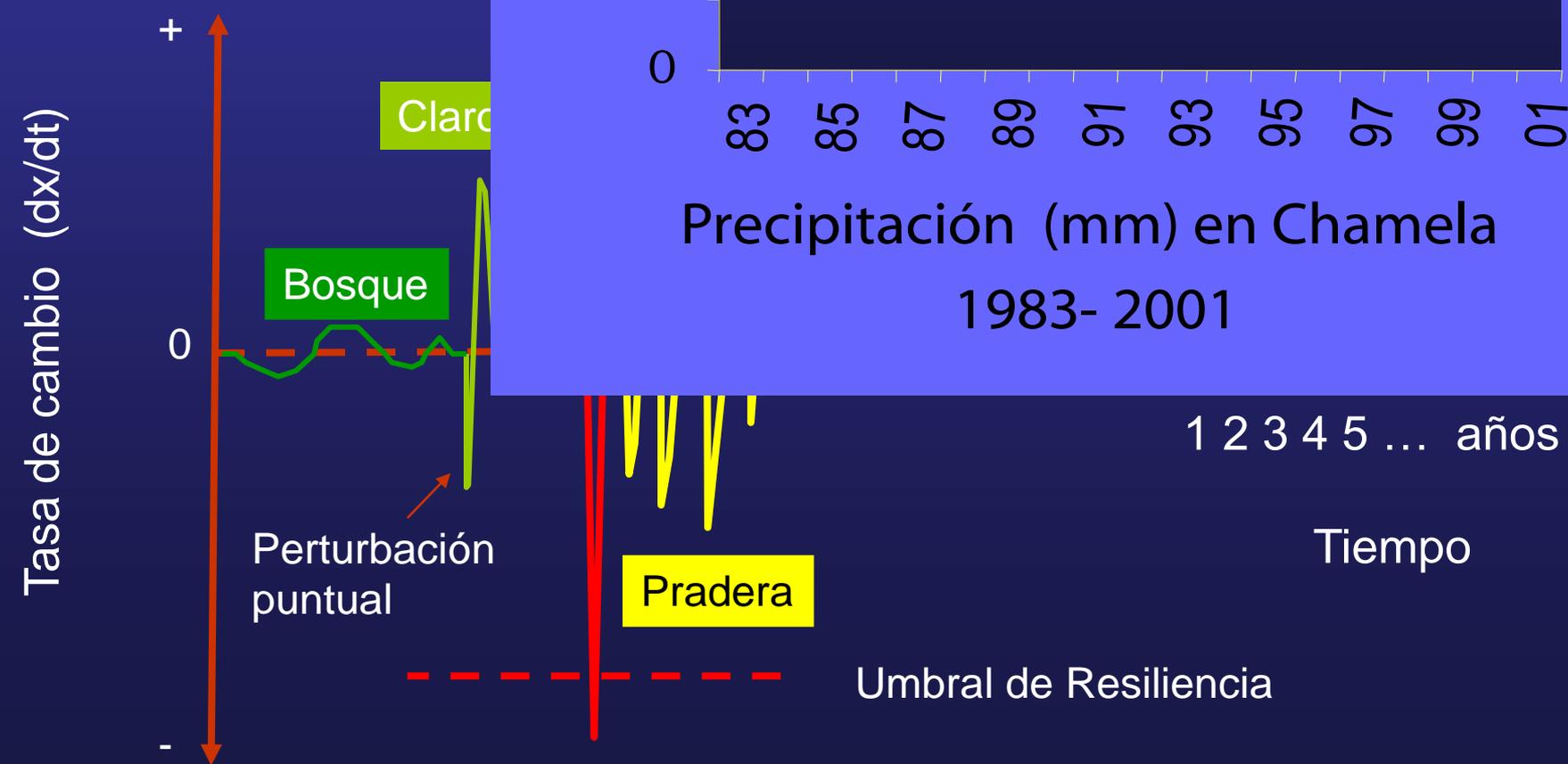
Manejo

Estado Estable

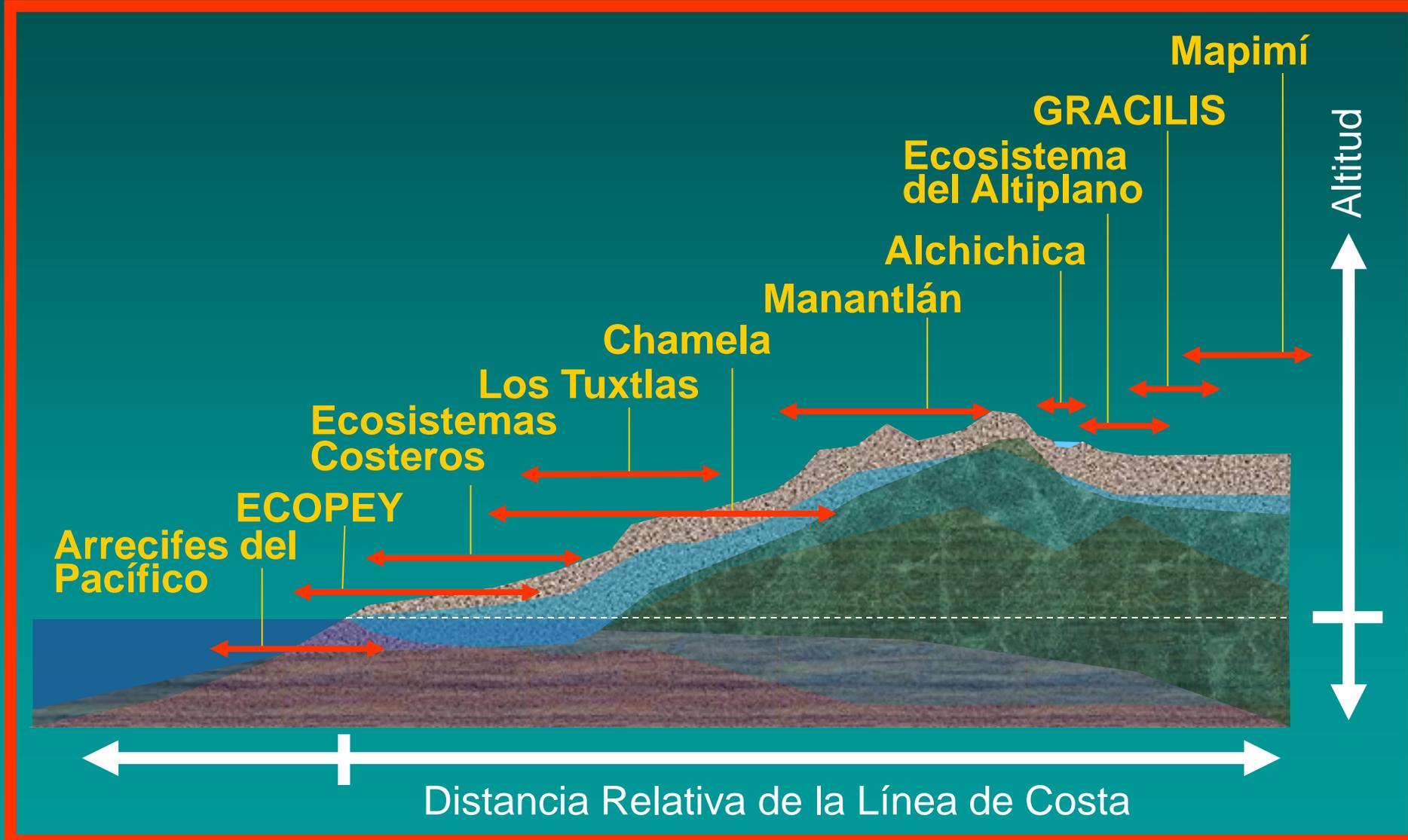
Nuevo Estado Estable



Precipitación (mm) en Chamela
1983- 2001



Clima y Geomorfología



Metas (próximos 3 años)

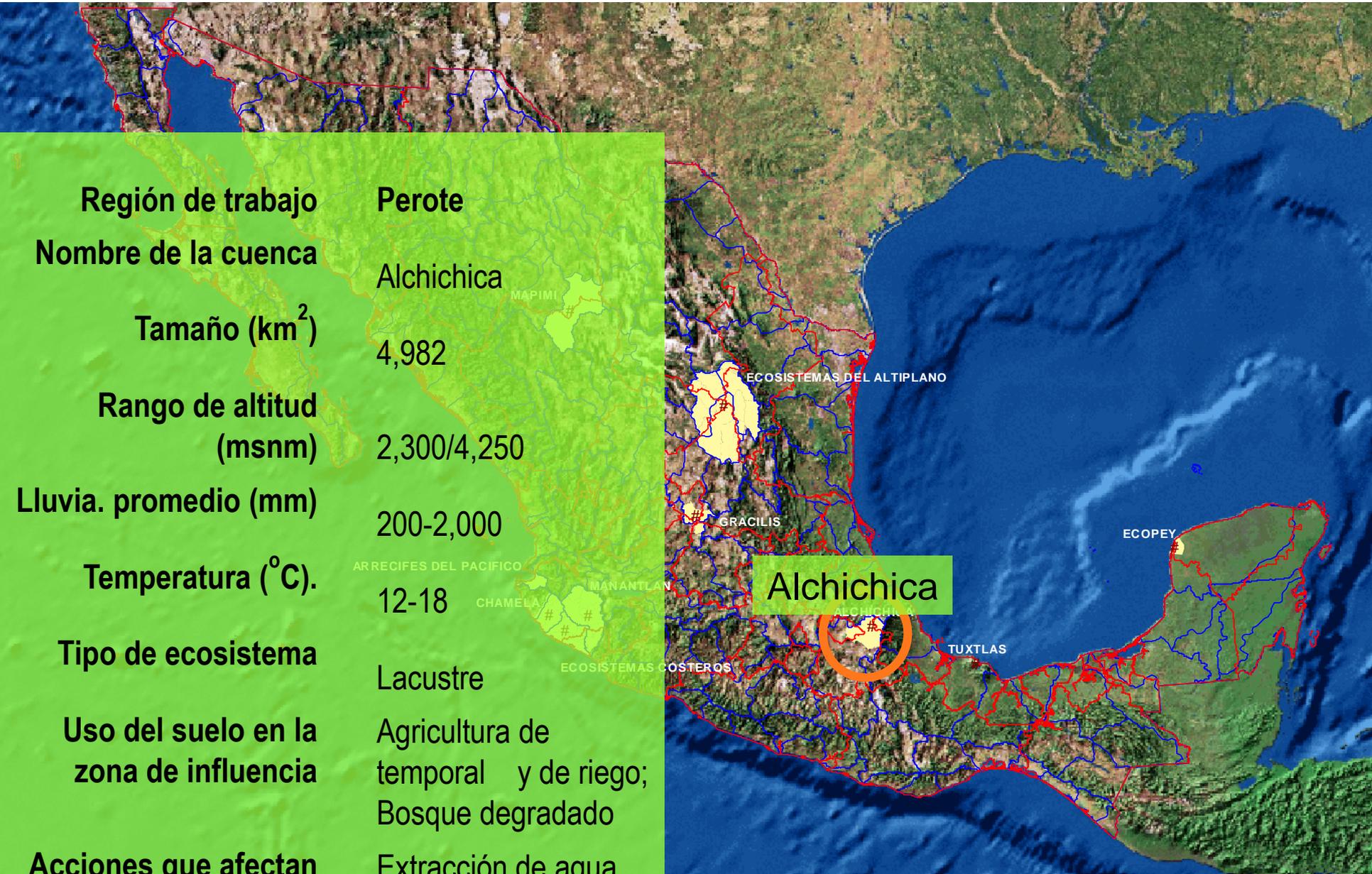
1. Delimitación de la zona de influencia (SIG 1:50,000 con datos INE, INEGI)
2. Depuración y puesta en línea de bases de datos históricas de clima e hidrología (INEGI, SMN, CONABIO, SEMARNAT, etc.).
3. Generación de balances hídricos generales para cada ecosistema
4. Iniciación de un monitoreo de largo plazo de variables climatológicas claves
5. Identificación de las principales fuentes de ingreso de agua al ecosistema, y diseño de un monitoreo de largo plazo sobre su cantidad, calidad y temporalidad.
6. Identificación y ubicación geográfica de los principales usuarios del agua.
7. Prospección sobre la percepción de los usuarios sobre los SA.
8. Elaboración de un primer análisis integrado sobre los requerimientos hidrológicos de los principales ecosistemas naturales en México.



1,000 a 10,000 km²



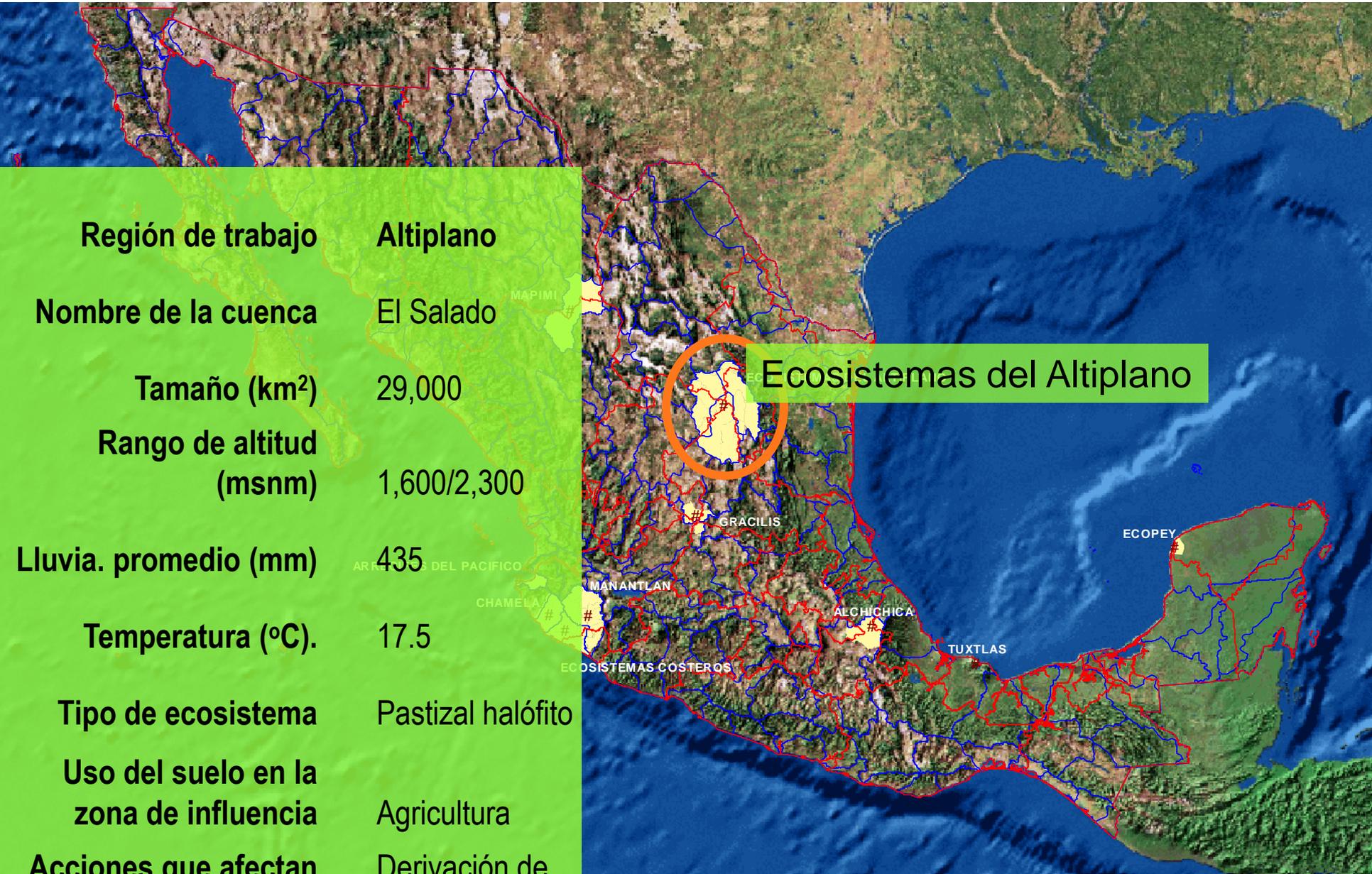
RED Mex-LTER CUENCAS Y SUBCUENCAS



Región de trabajo	Perote
Nombre de la cuenca	Alchichica
Tamaño (km²)	4,982
Rango de altitud (msnm)	2,300/4,250
Lluvia. promedio (mm)	200-2,000
Temperatura (°C).	12-18
Tipo de ecosistema	Lacustre
Uso del suelo en la zona de influencia	Agricultura de temporal y de riego; Bosque degradado
Acciones que afectan al recurso hidrológico	Extracción de agua subterráneas

Rene González (IANL)

RED – LTER CUENCAS Y SUBCUENCAS



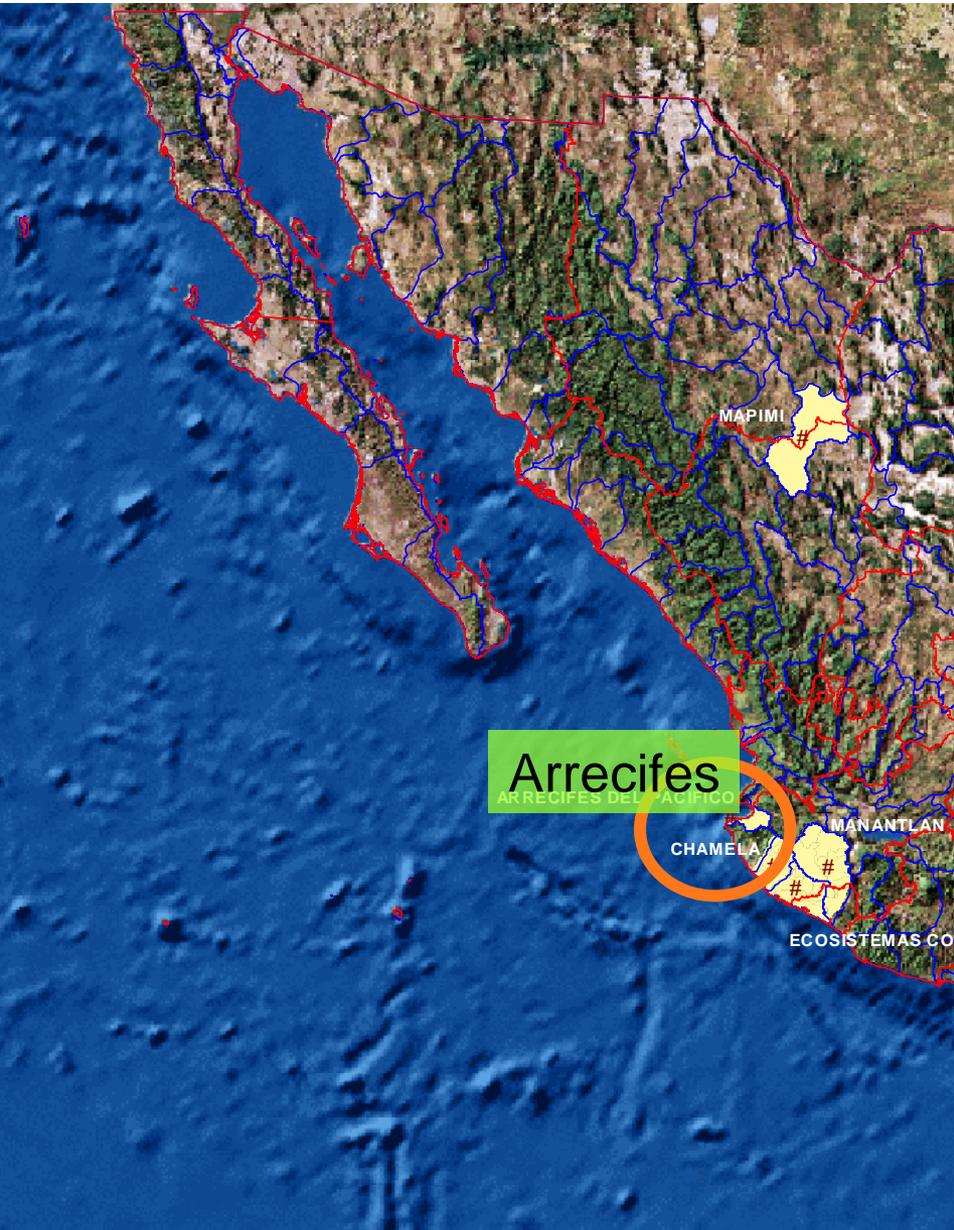
Ecosistemas del Altiplano

Región de trabajo	Altiplano
Nombre de la cuenca	El Salado
Tamaño (km²)	29,000
Rango de altitud (msnm)	1,600/2,300
Lluvia. promedio (mm)	435
Temperatura (°C).	17.5
Tipo de ecosistema	Pastizal halófito
Uso del suelo en la zona de influencia	Agricultura
Acciones que afectan al recurso hidrológico	Derivación de agua para riego

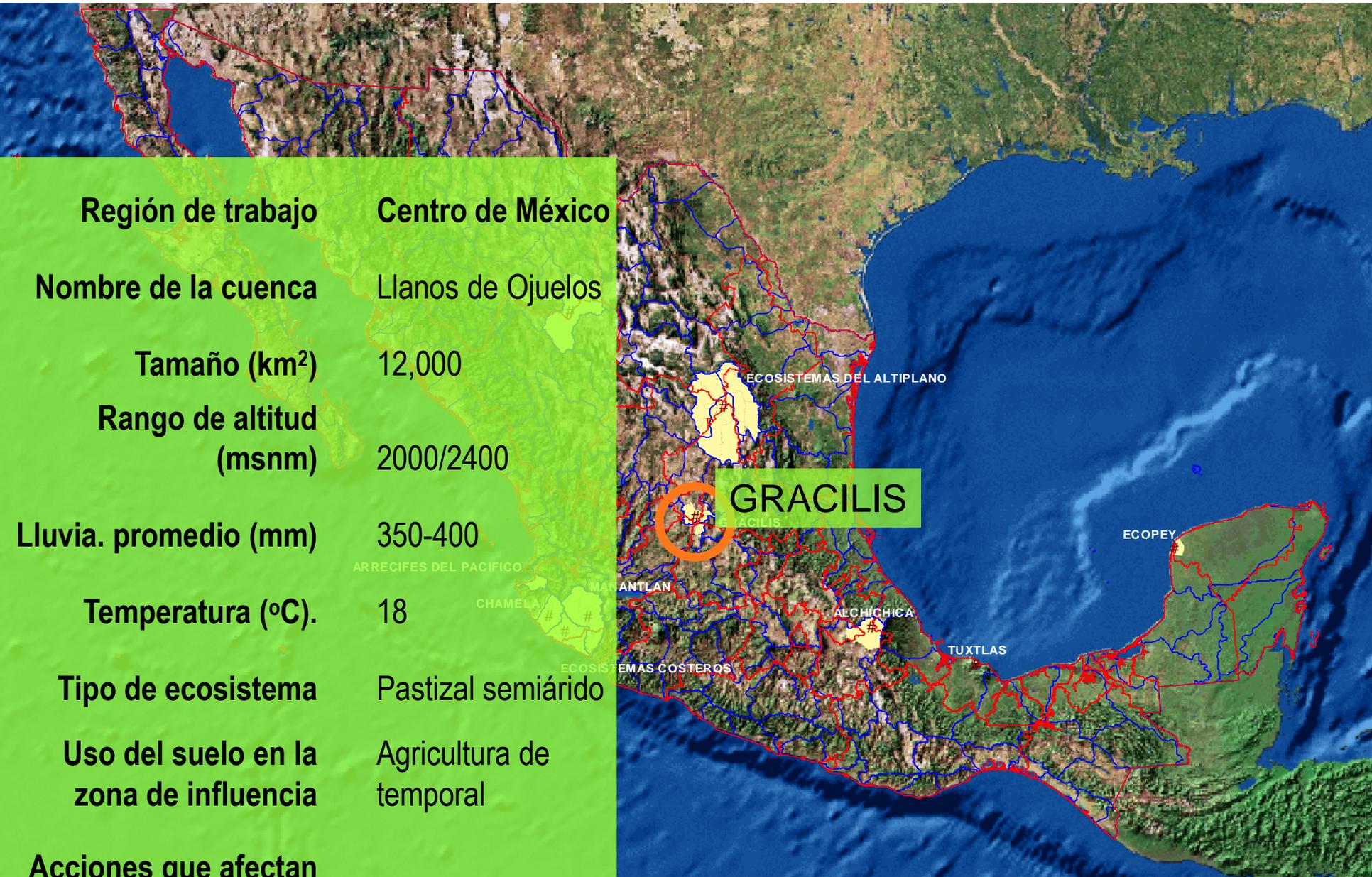
Rene González (IANL)

RED – LTER

CUENCAS Y SUBCUENCAS



Región de trabajo	Islas Marietas (Costa del Pacífico)
Nombre de la cuenca	Río Ameca
Tamaño (km²)	10,052
Rango de altitud (msnm)	-20/1,200
Lluvia. promedio (mm)	1429
Temperatura (°C).	23/ 29
Tipo de ecosistema	Marino-fluvial, arrecifes y comunidades coralinas
Uso del suelo en la zona de influencia	Agrícola, habitacional y turístico
Acciones que afectan al recurso hidrológico	Extracción de agua subterránea; descargas de aguas residuales



Región de trabajo Centro de México

Nombre de la cuenca Llanos de Ojuelos

Tamaño (km²) 12,000

Rango de altitud (msnm) 2000/2400

Lluvia. promedio (mm) 350-400

Temperatura (°C). 18

Tipo de ecosistema Pastizal semiárido

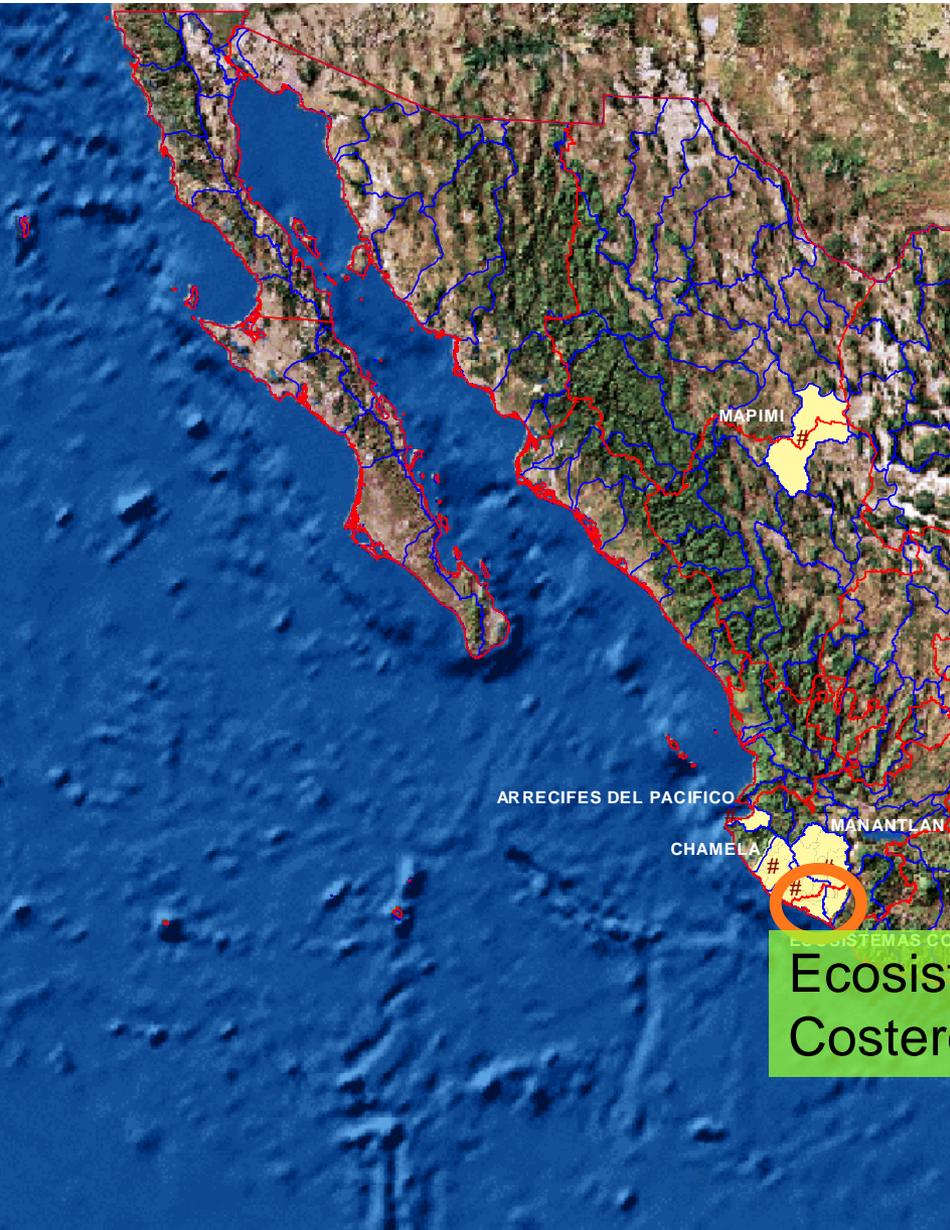
Uso del suelo en la zona de influencia Agricultura de temporal

Acciones que afectan al recurso hidrológico Sobre pastoreo

GRACILIS

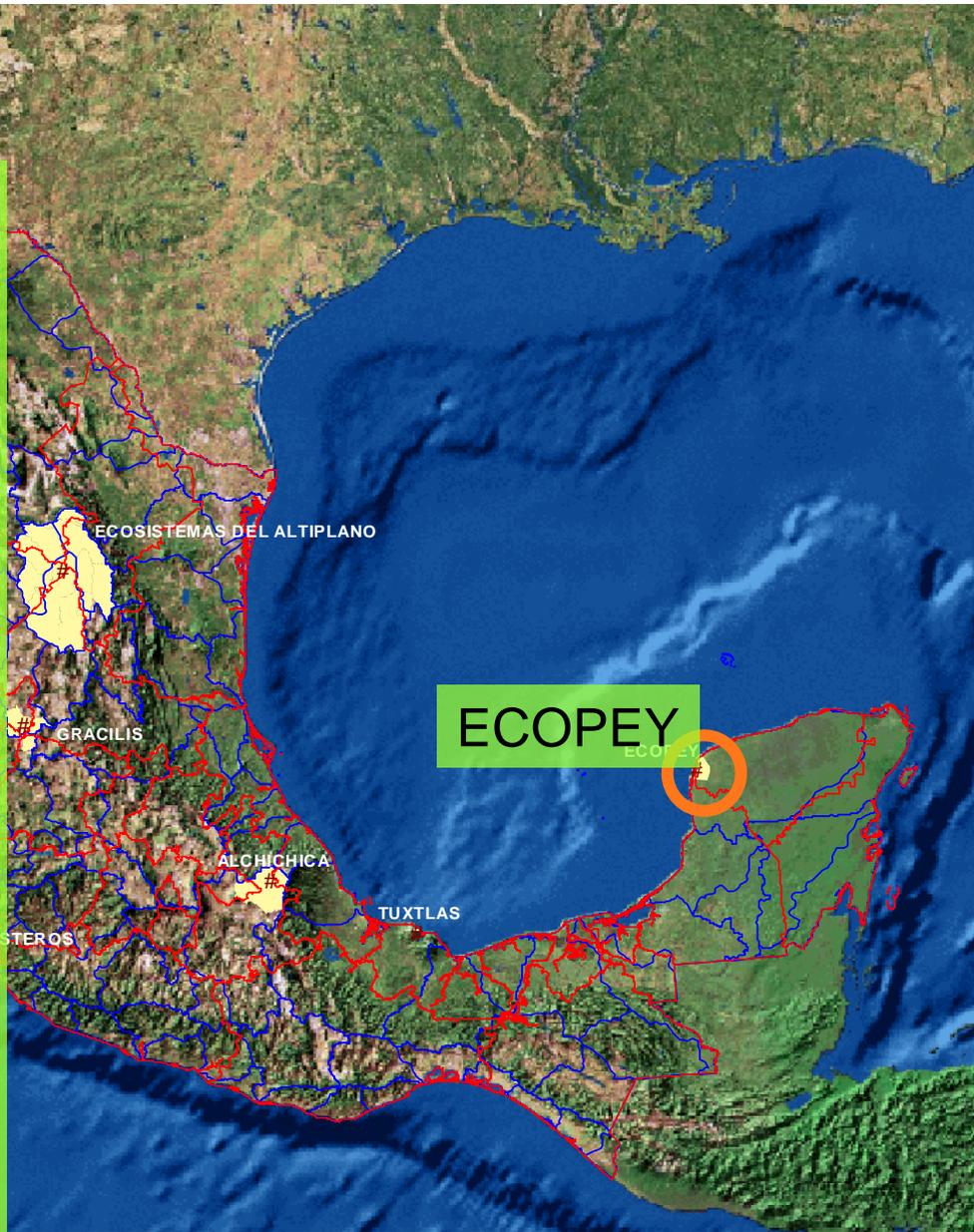
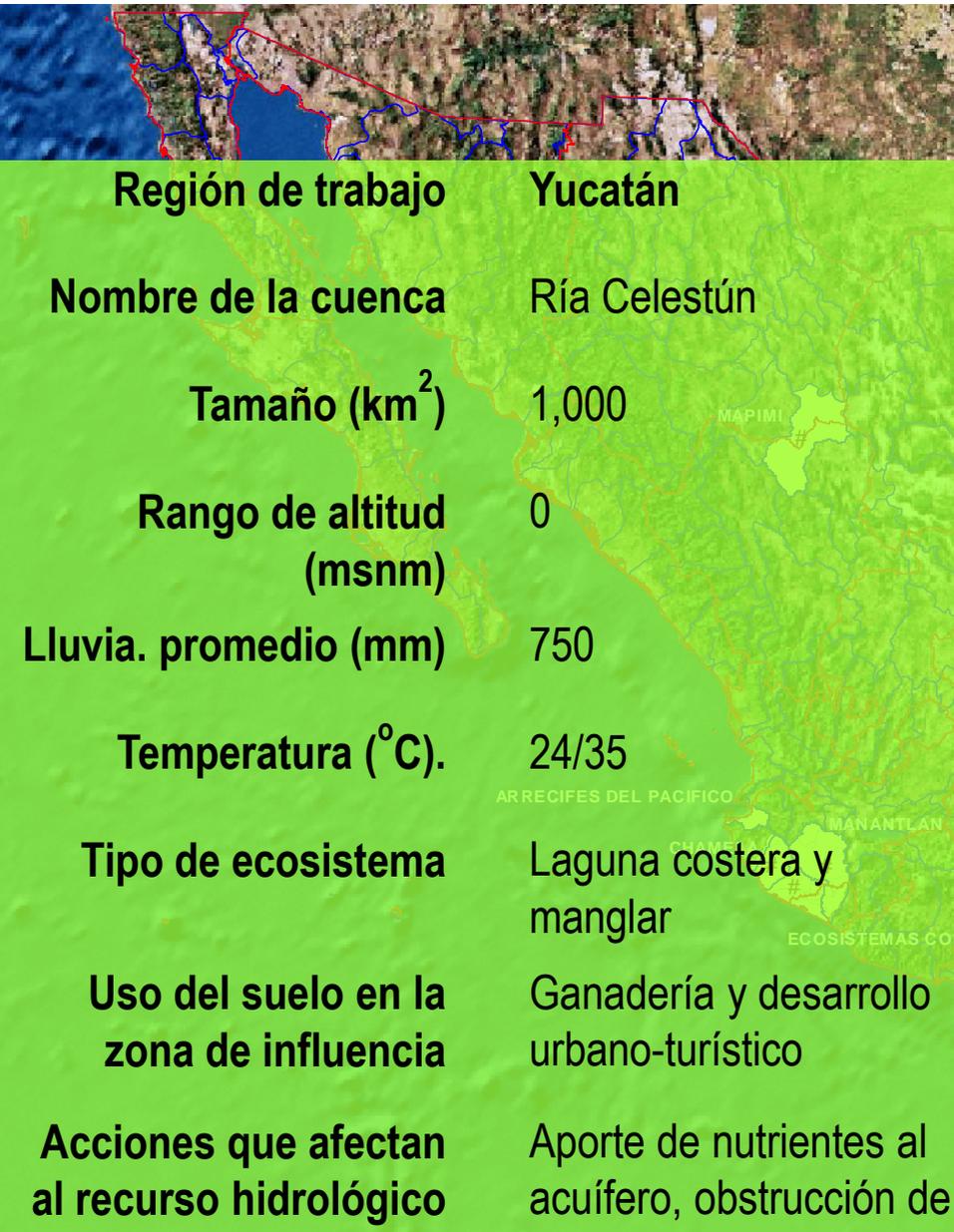
RED – LTER

CUENCAS Y SUBCUENCAS

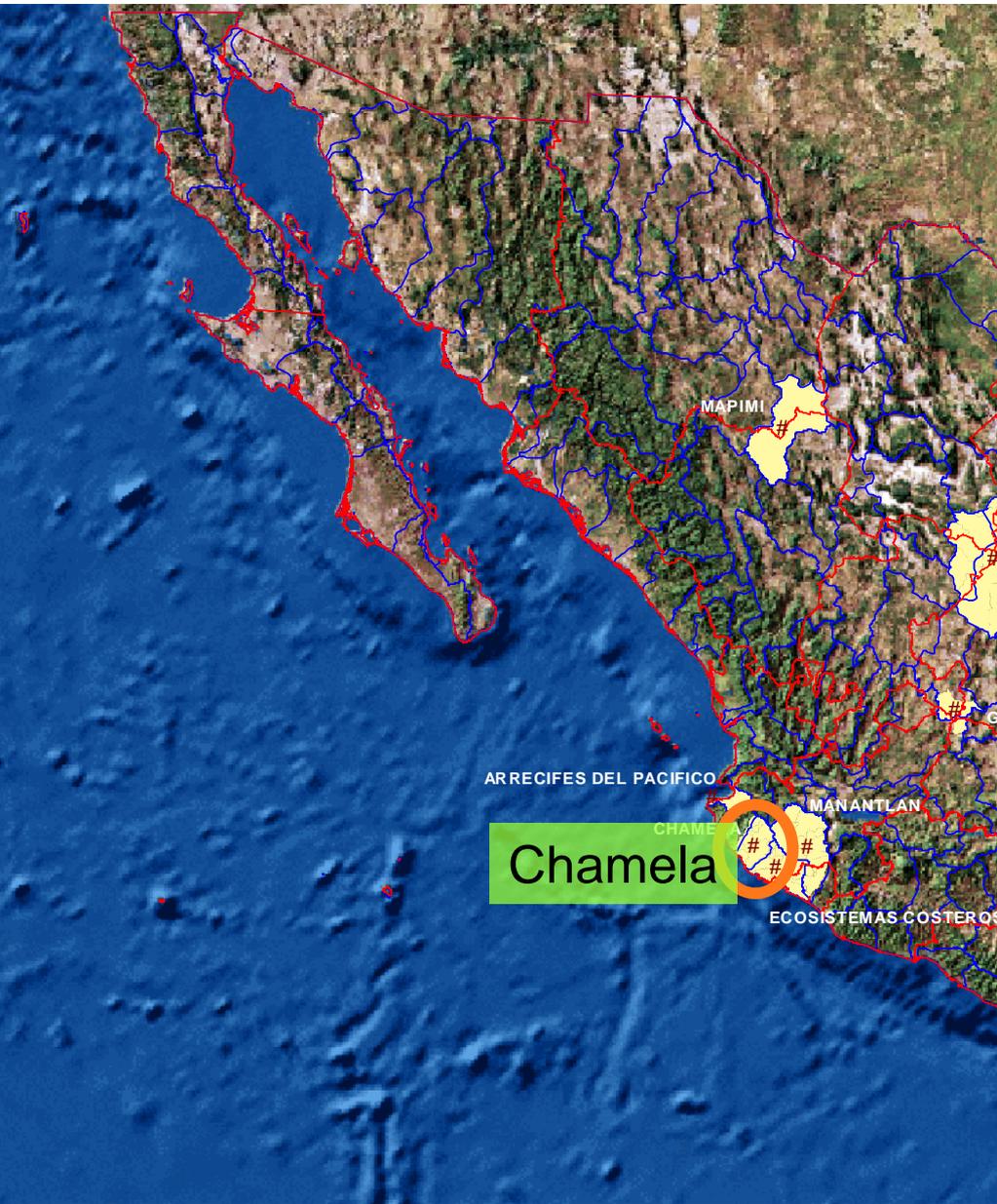


Región de trabajo	Barra de Navidad y Melaque
Nombre de la cuenca	Río Marabasco, y Arroyo seco
Tamaño (km²)	713
Rango de altitud (msnm)	0-100 m
Lluvia. promedio (mm)	900
Temperatura (°C).	24-27
Tipo de ecosistema	Selva Baja Caducifolia y Manglar
Uso del suelo en la zona de influencia	Agropecuario, turístico, urbano
Acciones que afectan al recurso hidrológico	Desvío ríos y arroyos, y alteración de los márgenes de la laguna

RED – LTER CUENCAS Y SUBCUENCAS



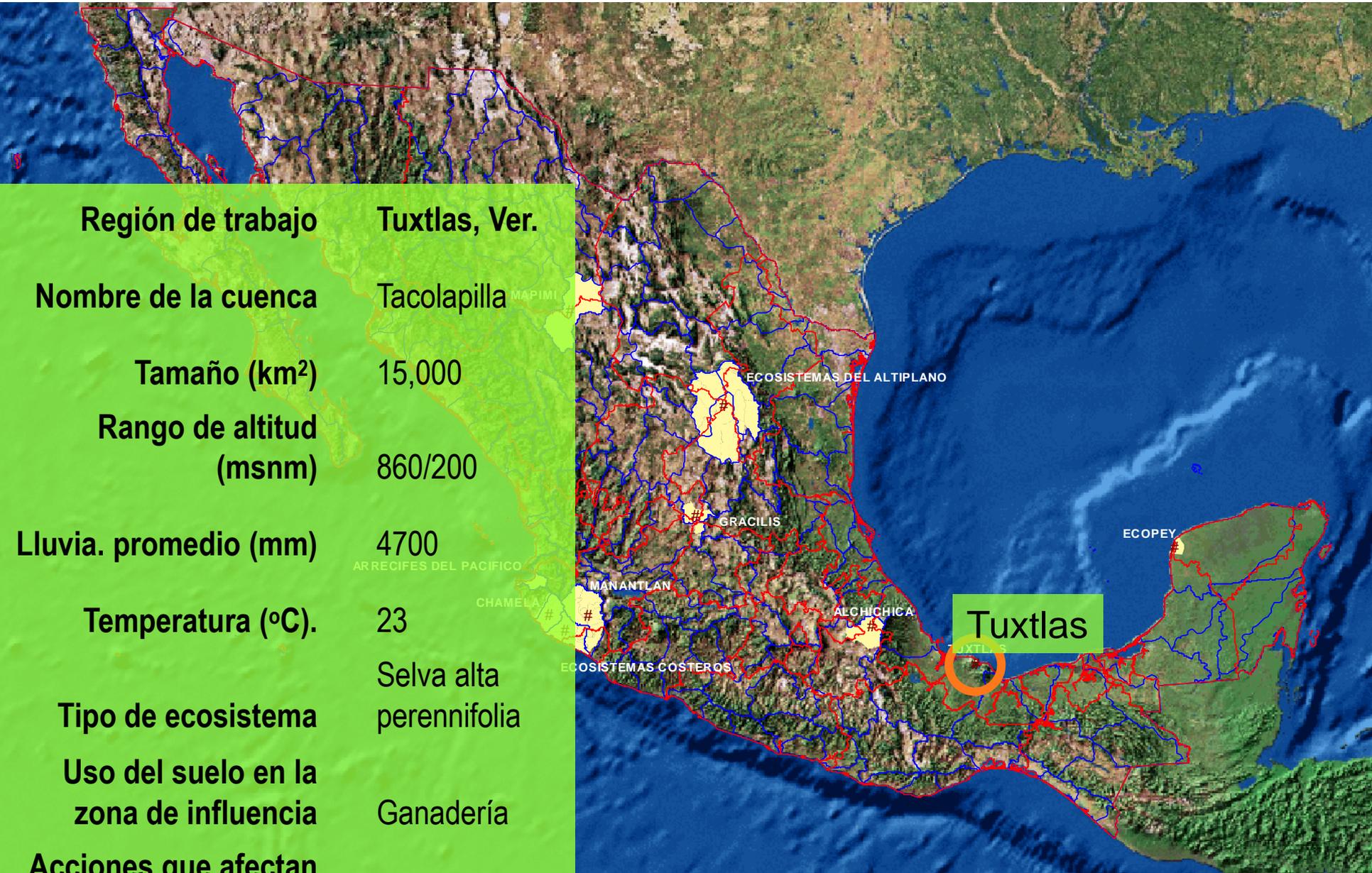
Rene González (IANL)



Región de trabajo	Chamela, Jal.
Nombre de la cuenca	Cuiztmala
Tamaño (km²)	1,089
Rango de altitud (msnm)	0-2400
Lluvia. promedio (mm)	760
Temperatura (°C).	24-27
Tipo de ecosistema	Selva Baja Caduifolia
Uso del suelo en la zona de influencia	Ganadería Extensiva
Acciones que afectan al recurso hidrológico	Sobrepastoreo, Erosión de suelo.

Rene González (IANL)

RED – LTER CUENCAS Y SUBCUENCAS



Rene González (IANL)

RED – LTER

CUENCAS Y SUBCUENCAS



Región de trabajo	Mapimí
Nombre de la cuenca	Laguna de Palomas
Tamaño (km²)	12,000
Rango de altitud (msnm)	1100/1550
Lluvia. promedio (mm)	279
Temperatura (°C).	8-42
Tipo de ecosistema	matorral xerófilo y pastizal halófilo
Uso del suelo en la zona de influencia	Ganadería extensiva; Agricultura auto consumo
Acciones que afectan al recurso hidrológico	Deshechos agrícolas y agropecuarios, algunos industriales

Rene González (IANL)



Región de trabajo	Sierra de Manantlán
Nombre de la cuenca	Ayuquila-Armería
Tamaño (km²)	9,800
Rango de altitud (msnm)	20/4000
Lluvia. promedio (mm)	800
Temperatura (°C).	14/24
Tipo de ecosistema	Ecosistema de montaña
Uso del suelo en la zona de influencia	Agricultura y ganadería
Acciones que afectan al recurso hidrológico	Almacenamiento y desvío de agua para riego

Metas (próximos 3 años)

1. Delimitación de la zona de influencia (SIG 1:50,000 con datos INE, INEGI)
2. Depuración y puesta en línea de bases de datos históricas de clima e hidrología (INEGI, SMN, CONABIO, SEMARNAT, etc.).
3. Generación de balances hídricos generales para cada ecosistema
4. Iniciación de un monitoreo de largo plazo de variables climatológicas claves
5. Identificación de las principales fuentes de ingreso de agua al ecosistema, y diseño de un monitoreo de largo plazo sobre su cantidad, calidad y temporalidad.
6. Identificación y ubicación geográfica de los principales usuarios del agua.
7. Prospección sobre la percepción de los usuarios sobre los SA.
8. Elaboración de un primer análisis integrado sobre los requerimientos hidrológicos de los principales ecosistemas naturales en México.

Red de estaciones climáticas CLICOM (SMN)

Consta de alrededor de 6,000 estaciones

Registra series históricas de las siguientes variables

Temperatura obs. diaria 08:00 AM (°C),

Temperatura max. diaria (°C),

Temperatura min. diaria (°C)

Precipitación diaria (mm)

Evaporación diaria (mm)

Días con tormenta (0 no hay, 1 sí hay)

Días con granizo (0 no hay, 1 sí hay)

Días con niebla (0 no hay, 1 sí hay)

Cobertura nubosa (0 despejado, 1 medio nublado, 2 nublado)

Es la fuente original de las bases de datos disponibles en todas las versiones de ERIC y SICLIM.

Se registran datos de estaciones con periodos que varían de 5 a 70 años, existiendo lagunas importantes en muchas de las estaciones.

Red de estaciones meteorológicas automáticas (EMAS) que operan en tiempo real -SMN-

96 estaciones que registran y distribuyen en tiempo real las siguientes variables:

Dirección y velocidad de viento,
Temperatura

Red de estaciones GASIR

1,200 estaciones que registran diariamente precipitación y distribuyen información a través de un sitio FTP del SMN

Sitio de acceso:

smn.cna.gob.mx/productos/emas/emas.html

Leyenda

- Estaciones Meteorológicas Automatizadas (EMAS) SMN
- ◆ Estaciones Pluviométricas -Precipitación- SMN

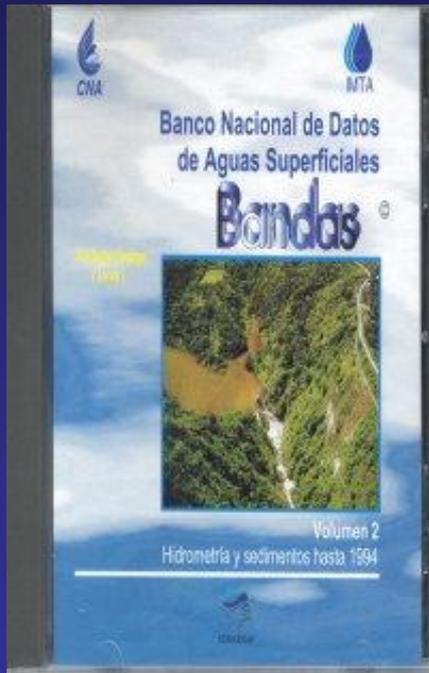
BANDAS (IMTA)

Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales

**2,014 estaciones hidrométricas y 151
vasos de almacenamiento**

1902 a 1999

- ✓ **Hidrogramas**
- ✓ **Curvas de gasto**
- ✓ **Limnigramas**
- ✓ **Avenidas**
- ✓ **Volúmenes de almacenamiento**
- ✓ **Derrames**
- ✓ **Entradas netas**
- ✓ **Salidas totales**
- ✓ **Síntesis de hidrometría**



\$2,500.00 M.N.

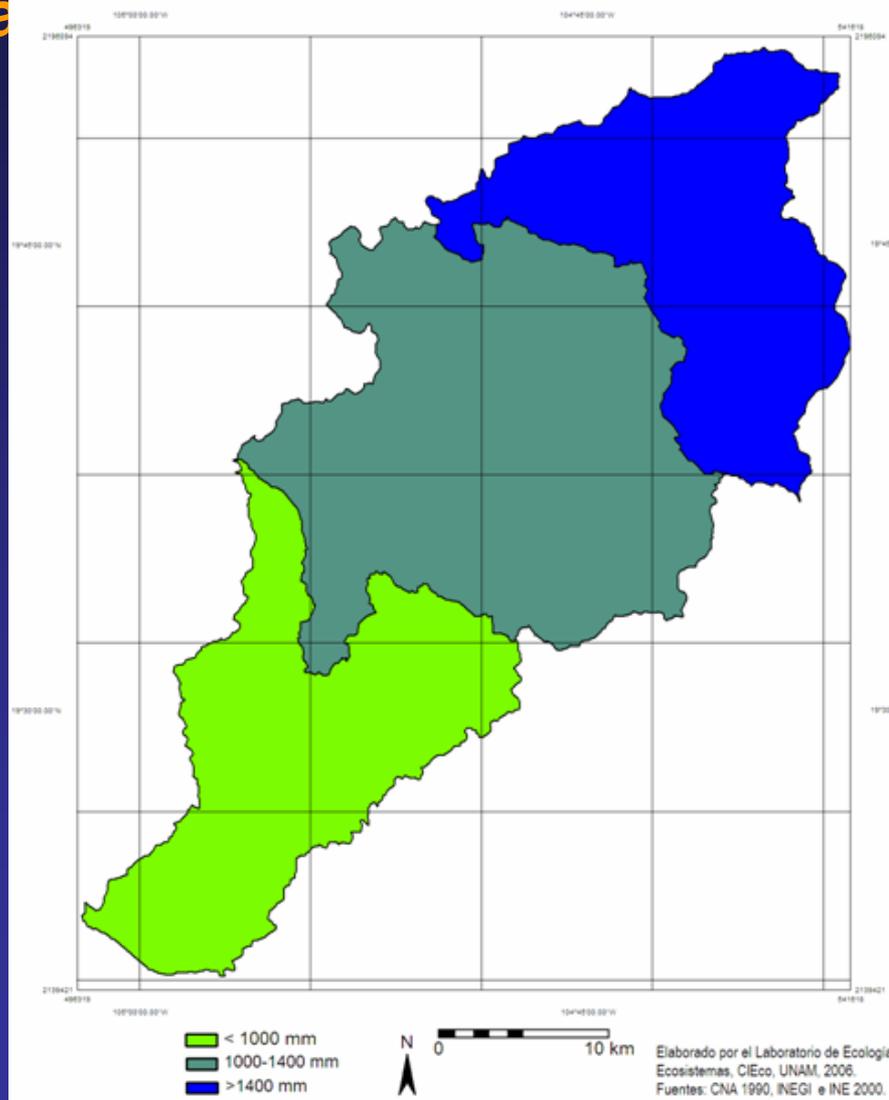
Balance Hídrico: Precipitación

Precipitación después de la integración de 6 estaciones meteorológicas después de incorporar información de elevación, vegetación y los polígonos de Thiessen



Polígonos de Thiessen de 14 esta

Precipitación en la cuenca del río Cuitzmala



Metas (próximos 3 años)

1. Delimitación de la zona de influencia (SIG 1:50,000 con datos INE, INEGI)
2. Depuración y puesta en línea de bases de datos históricas de clima e hidrología (INEGI, SMN, CONABIO, SEMARNAT, etc.).
- 3. Generación de balances hídricos generales para cada ecosistema**
4. Iniciación de un monitoreo de largo plazo de variables climatológicas claves
5. Identificación de las principales fuentes de ingreso de agua al ecosistema, y diseño de un monitoreo de largo plazo sobre su cantidad, calidad y temporalidad.
6. Identificación y ubicación geográfica de los principales usuarios del agua.
7. Prospección sobre la percepción de los usuarios sobre los SA.
8. Elaboración de un primer análisis integrado sobre los requerimientos hidrológicos de los principales ecosistemas naturales en México.

Balance Hídrico (Thornthwaite y Mather 1957)

$$BH = Ppt - Et - Esc. - \Delta HS$$

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1 Precipitación	65	95	155	270	250	155	150	180	155	140	130	95	1840
2 Evapotr. Potencial	138	138	150	108	114	114	108	108	114	126	114	132	1464
3 Déficit Ppt. (P-PEt)	-73	-43	5	162	136	41	42	72	41	14	16	-37	376
4 Déficit Acumulado Ppt.	-110	-153	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-37	-300
5 Humedad del Suelo	115	92	97	200	200	200	200	200	200	200	200	166	2070
6 Cambio en la H. Suelo	-51	-23	5	103	0	0	0	0	0	0	0	-34	0
7 Evapotransp. Actual	116	118	150	108	114	114	108	108	114	126	114	129	1419
8 Déficit en H. Suelo	22	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	45
9 Exceso agua en Suelo	0	0	0	59	136	41	42	72	41	14	16	0	421
10 Agua disponible/escorr.	13	7	3	59	165	124	104	124	103	65	49	25	840
11 Escorrentía	6	4	2	30	82	62	52	62	52	32	24	12	420
12 Agua Retenida	7	3	1	29	83	62	52	62	51	33	25	13	420
Balance Hídrico	-6	-4	-2	29	54	-21	-10	10	-11	-18	-8	-12	1

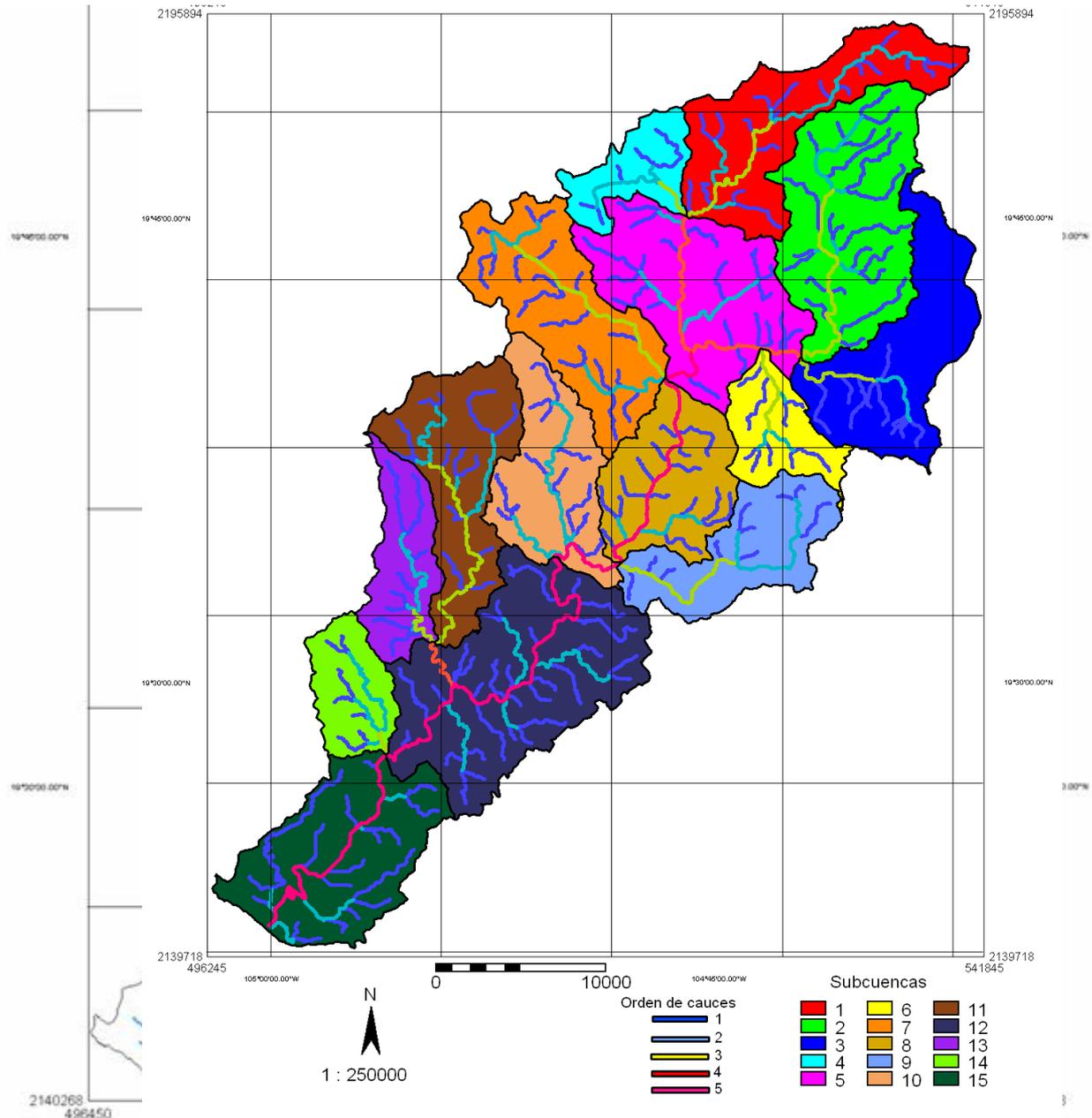
Metas (próximos 3 años)

1. Delimitación de la zona de influencia (SIG 1:50,000 con datos INE, INEGI)
2. Depuración y puesta en línea de bases de datos históricas de clima e hidrología (CNA, SEMARNAT, CONABIO, INEGI, etc.).
3. Generación de balances hídricos generales para cada ecosistema
- 4. Iniciación de un monitoreo de largo plazo de variables climatológicas claves**
5. Identificación de las principales fuentes de ingreso de agua al ecosistema, y diseño de un monitoreo de largo plazo sobre su cantidad, calidad y temporalidad.
6. Identificación y ubicación geográfica de los principales usuarios del agua.
7. Prospección sobre la percepción de los usuarios sobre los SA.
8. Elaboración de un primer análisis integrado sobre los requerimientos hidrológicos de los principales ecosistemas naturales en México.

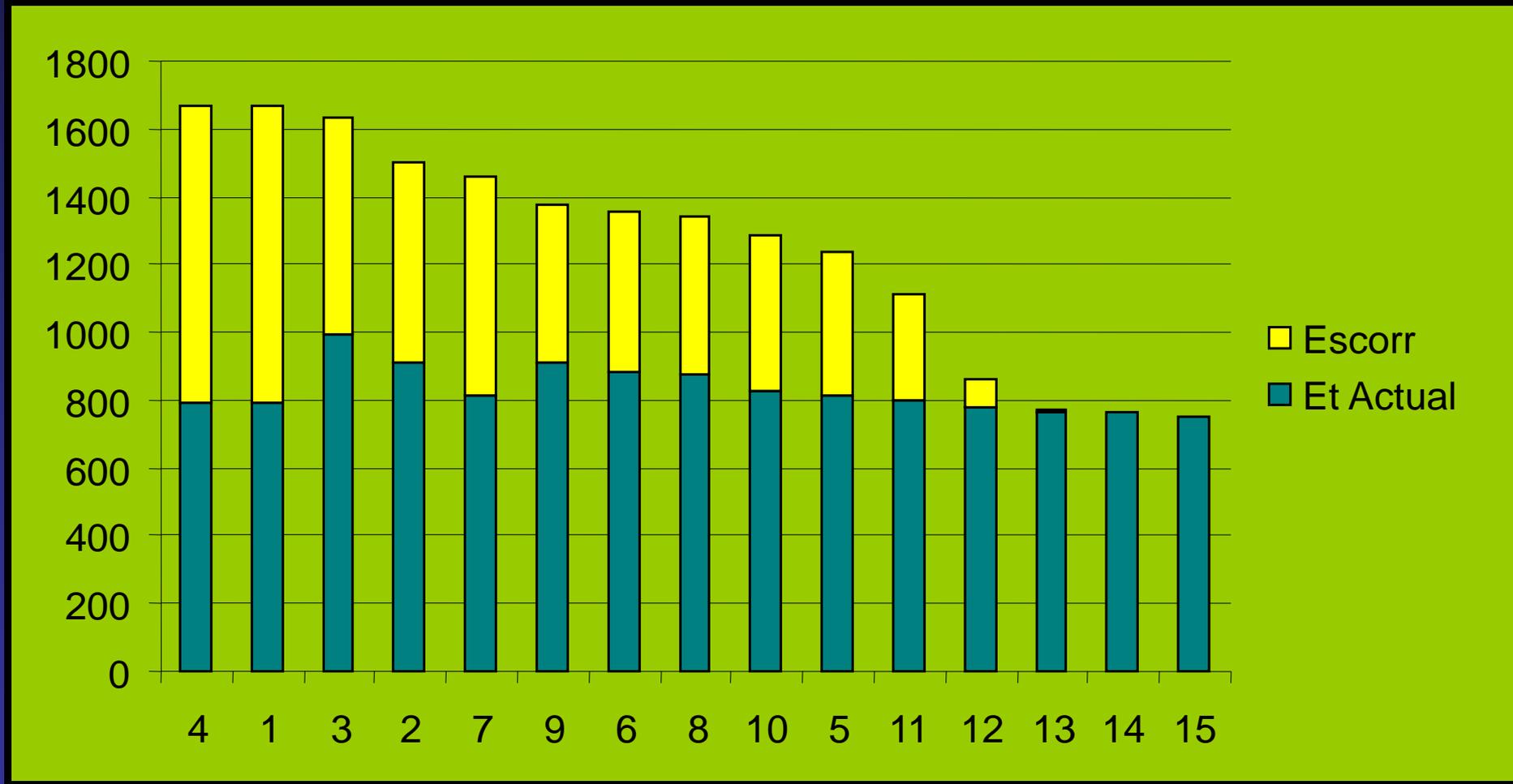
Metas (próximos 3 años)

1. Delimitación de la zona de influencia (SIG 1:50,000 con datos INE, INEGI)
2. Depuración y puesta en línea de bases de datos históricas de clima e hidrología (INEGI, SMN, CONABIO, SEMARNAT, etc.)
3. Generación de balances hídricos generales para cada ecosistema
4. Iniciación de un monitoreo de largo plazo de variables climatológicas claves
- 5. Identificación de las principales fuentes de ingreso de agua al ecosistema, y diseño de un monitoreo de largo plazo sobre su cantidad, calidad y temporalidad.**
6. Identificación y ubicación geográfica de los principales usuarios del agua.
7. Prospección sobre la percepción de los usuarios sobre los SA.
8. Elaboración de un primer análisis integrado sobre los requerimientos hidrológicos de los principales ecosistemas naturales en México.

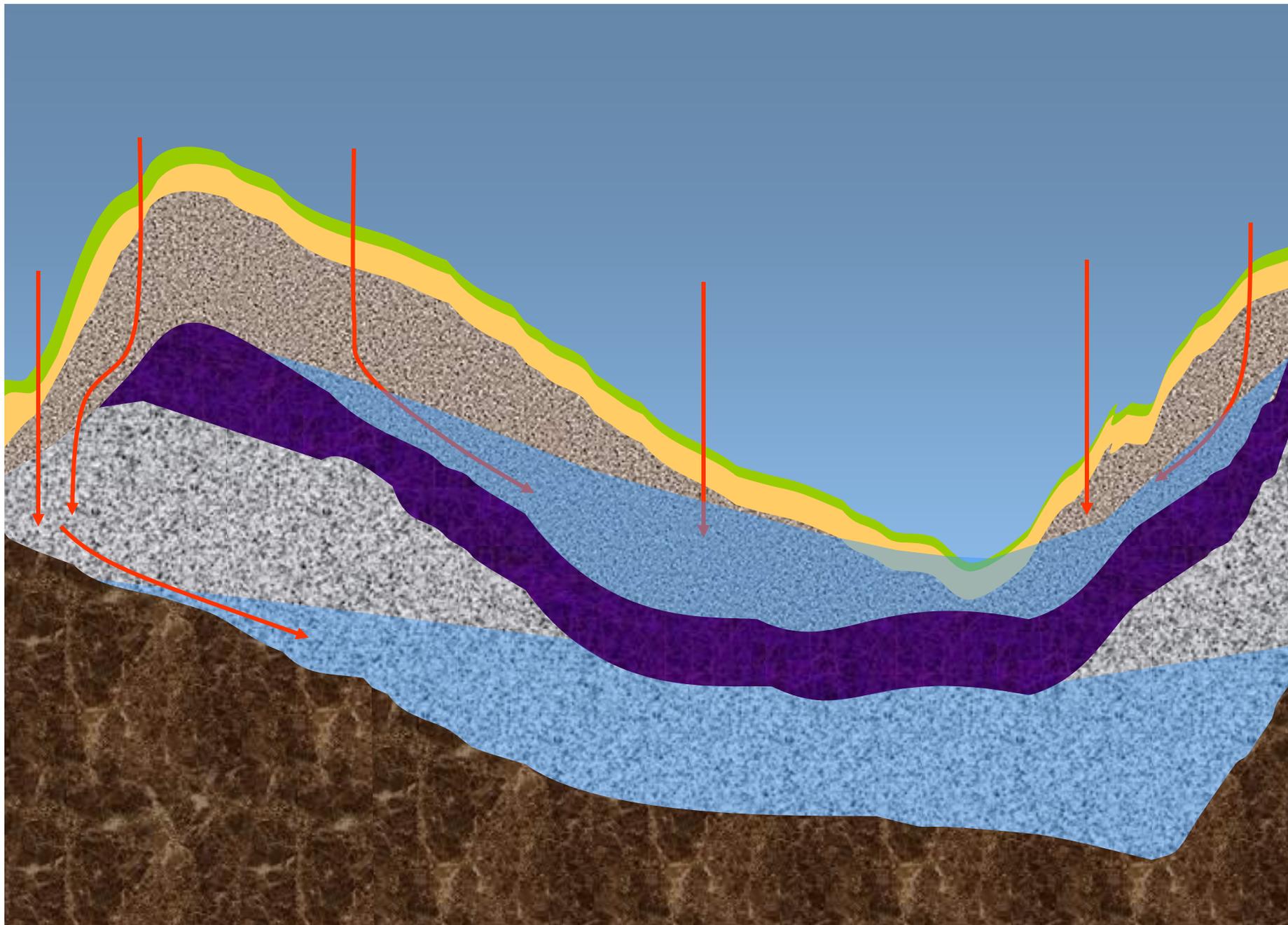
El sistema: La cuenca del río Cuitzmala (Piña 2007)



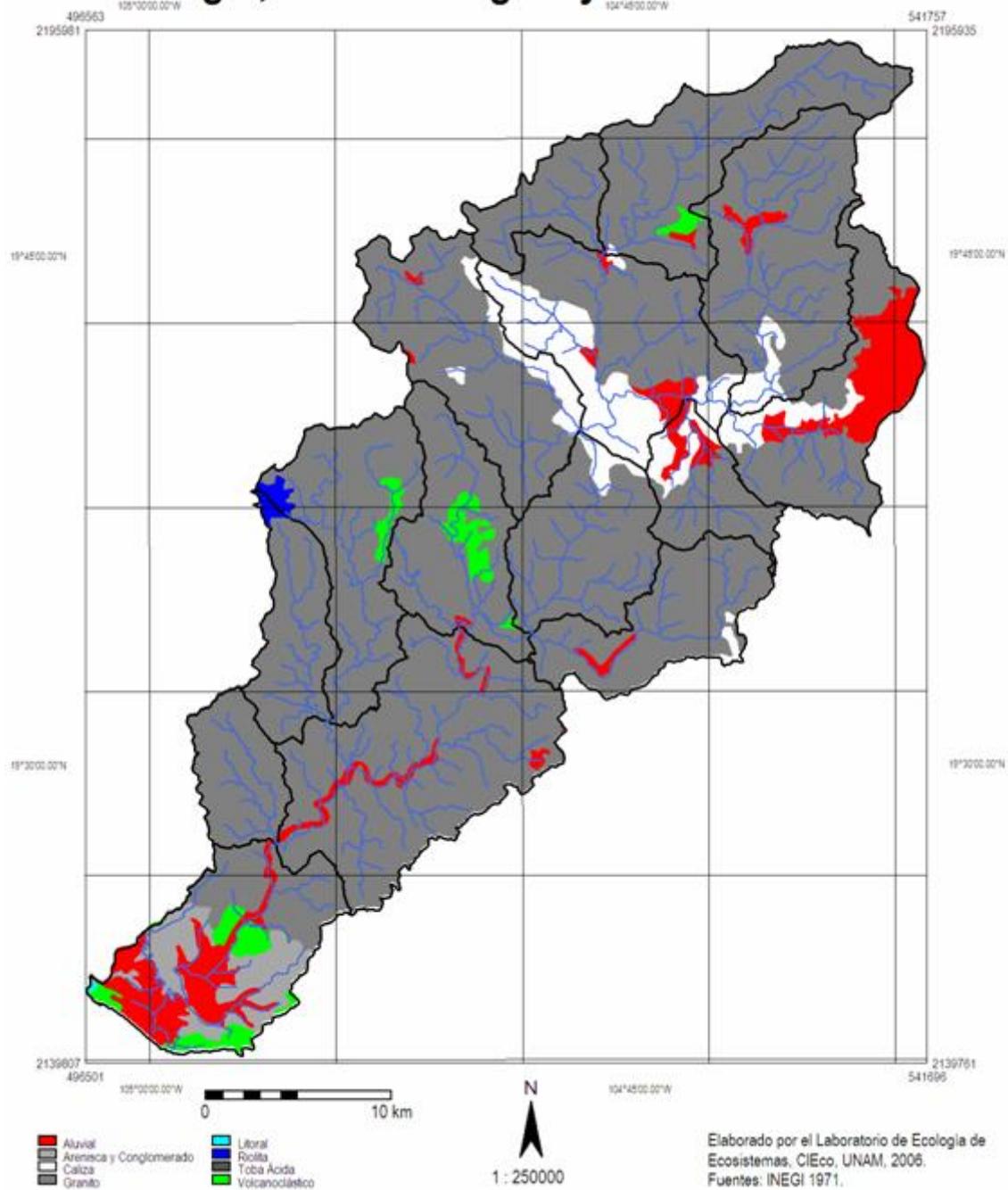
Balance Hídrico en 15 UREh (mm; Piña 2007)*



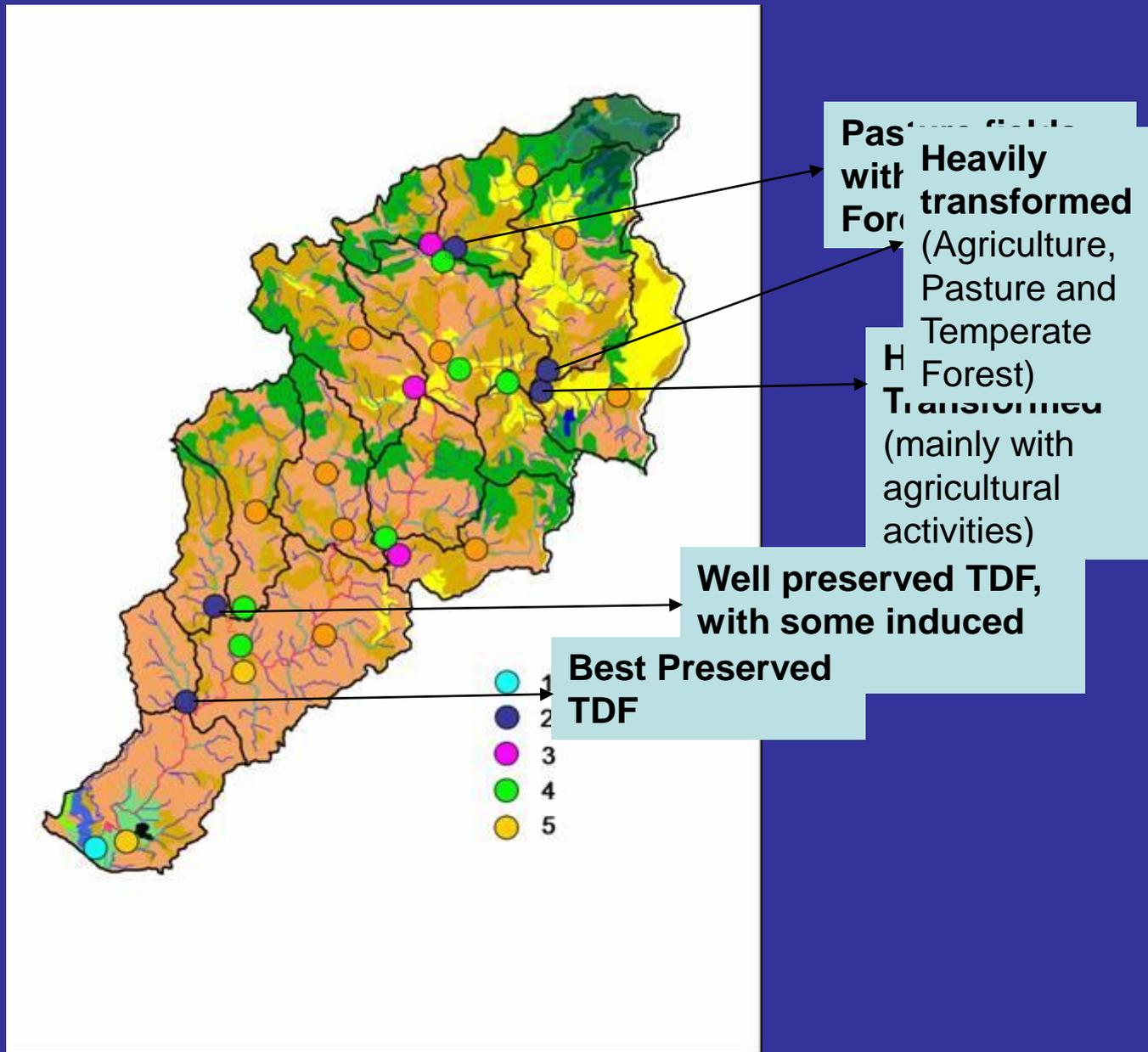
*Datos de la interpolación del modelo de Thornthwaite y Mather (1957)



Litología, red hidrológica y subcuencas



Monitoring Site Priorities after an “Expert Choice” Exercise (Pablo Piña 2007)



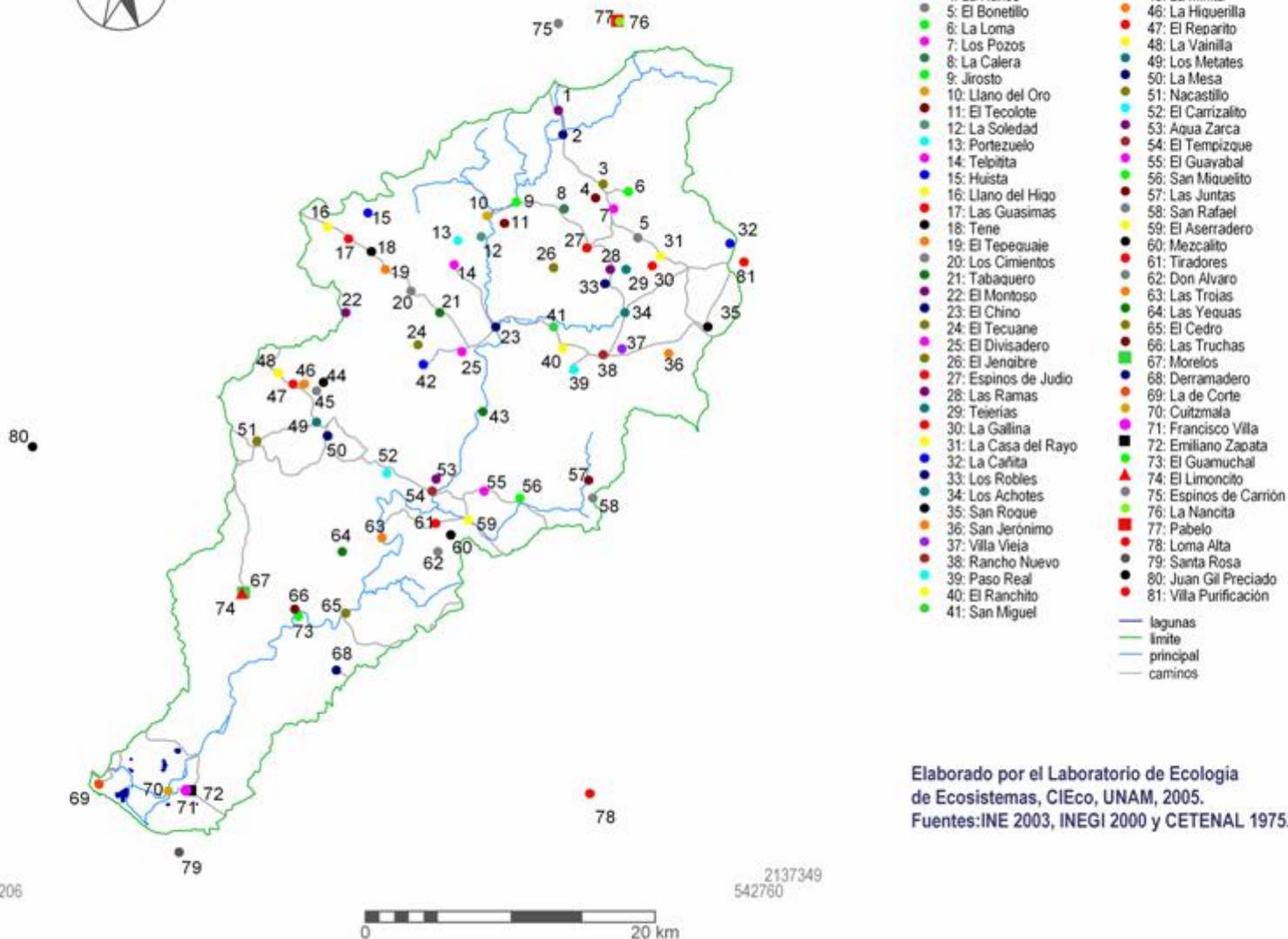
Metas (próximos 3 años)

1. Delimitación de la zona de influencia (SIG 1:50,000 con datos INE, INEGI)
2. Depuración y puesta en línea de bases de datos históricas de clima e hidrología (INEGI, SMN, CONABIO, SEMARNAT, etc.).
3. Generación de balances hídricos generales para cada ecosistema
4. Iniciación de un monitoreo de largo plazo de variables climatológicas claves
5. Identificación de las principales fuentes de ingreso de agua al ecosistema, y diseño de un monitoreo de largo plazo sobre su cantidad, calidad y temporalidad.
- 6. Identificación y ubicación geográfica de los principales usuarios del agua.**
7. Prospección sobre la percepción de los usuarios sobre los SA.
8. Elaboración de un primer análisis integrado sobre los requerimientos hidrológicos de los principales ecosistemas naturales en México.

490206
2200058



542760
2200058



Elaborado por el Laboratorio de Ecología
de Ecosistemas, CIEco, UNAM, 2005.
Fuentes: INE 2003, INEGI 2000 y CETENAL 1975.

2137349
490206

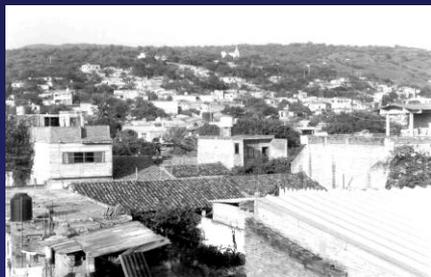


2137349
542760

Metas (próximos 3 años)

1. Delimitación de la zona de influencia (SIG 1:50,000 con datos INE, INEGI)
2. Depuración y puesta en línea de bases de datos históricas de clima e hidrología (INEGI, SMN, CONABIO, SEMARNAT, etc.).
3. Generación de balances hídricos generales para cada ecosistema
4. Iniciación de un monitoreo de largo plazo de variables climatológicas claves
5. Identificación de las principales fuentes de ingreso de agua al ecosistema, y diseño de un monitoreo de largo plazo sobre su cantidad, calidad y temporalidad.
6. Identificación y ubicación geográfica de los principales usuarios del agua.
7. **Prospección sobre la percepción de los usuarios sobre los SA.**
8. Elaboración de un primer análisis integrado sobre los requerimientos hidrológicos de los principales ecosistemas naturales en México.

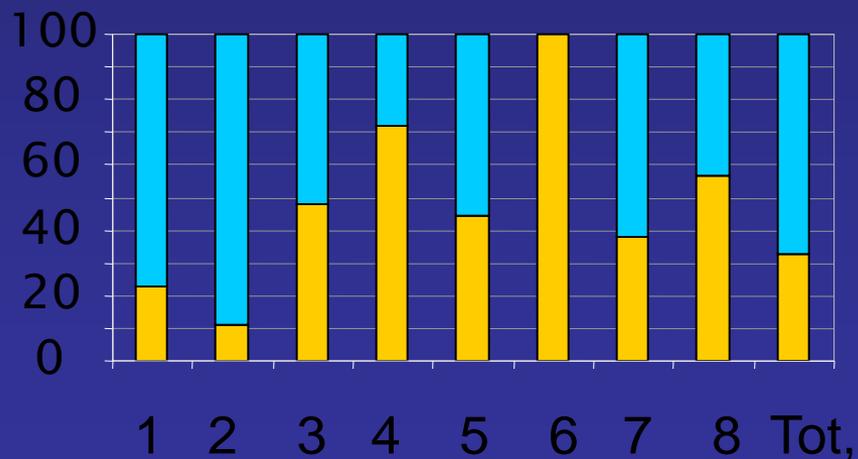
Estudio de Caso: Caracterización de Municipios en la Cuenca Baja del Rio Ayuquila (Peter Gerritsen)



■ urbana

■ rural

% de la población rural-urbana, 2000



Municipio	Intensidad migratoria México-EU 2000	
	Índice	Grado
1 Autlán	0.90	Alto
2 El Grullo	1.16	Alto
3 El Limón	2.81	Muy alto
4 Tolimán	1.62	Alto
5 Tonaya	1.92	Muy alto
6 Tuxcacuesco	1.61	Alto
7 Unión de Tula	2.30	Muy alto
8 Zapotitlán de Vadillo	0.01	Medio

Servicios Ecosistémicos (Maass et al. 2005)		Ejidatarios	Industria Turística	Avecindados
Agua dulce	Lluvia	+++		
	Agua superficial	+		
	Agua Subterránea	+	+++	+++
Bienes Agrícolas y Pecuarios	Agricultura intensiva	+		+
	Agricultura de subsistencia	+		
	Ganadería	+++		+
Recursos diversos		+++	+	+
Opciones futuras		+++	+	
Regulación del Clima	Local	+++	+++	+++
	Regional	++	++	++
	Global	+	+	+
Mantenimiento de la fertilidad del suelo	Retención de nutrientes	+++		
	Prevención de erosión	+++		
Control de inundaciones		++	+++	+++
Bio-Regulación	Polinización	+		
	Resiliencia	+++	++	
	Regulación de vectores	+++	+++	+++
	Control de plagas	+++		
Belleza escénica		++	+++	+

Servicios Ecosistémicos (Maass et al. 2005)		Ejidatarios	Industria Turística	Avecindados
Agua dulce	Lluvia	+++		
	Agua superficial	+		
	Agua Subterránea	+	+++	+++
Bienes Agrícolas y Pecuarios	Agricultura intensiva	+		+
	Agricultura de subsistencia	+		
	Ganadería	+++		+
Recursos diversos		+++	+	+
Opciones futuras		+++	+	
Regulación del Clima	Local	+++	+++	+++
	Regional	++	++	++
	Global	+	+	+
Mantenimiento de la fertilidad del suelo	Retención de nutrientes	+++		
	Prevención de erosión	+++		
Control de inundaciones		++	+++	+++
Bio-Regulación	Polinización	+		
	Resiliencia	+++	++	
	Regulación de vectores	+++	+++	+++
	Control de plagas	+++		
Belleza escénica		++	+++	+

Metas (próximos 3 años)

1. Delimitación de la zona de influencia (SIG 1:50,000 con datos INE, INEGI)
2. Depuración y puesta en línea de bases de datos históricas de clima e hidrología (INEGI, SMN, CONABIO, SEMARNAT, etc.).
3. Generación de balances hídricos generales para cada ecosistema
4. Iniciación de un monitoreo de largo plazo de variables climatológicas claves
5. Identificación y ubicación geográfica de los principales usuarios del agua.
6. Identificación de las principales fuentes de ingreso de agua al ecosistema, y diseño de un monitoreo de largo plazo sobre su cantidad, calidad y temporalidad.
7. Prospección sobre la percepción de los usuarios sobre los SA.
8. **Elaboración de un primer análisis integrado sobre los requerimientos hidrológicos de los principales ecosistemas naturales en México.**

En resumen:

Los Grupos de la Red Mex-LTER debemos armar un Sistema de Información Geográfica a escala 1:250,000 que contenga:

- ✓ Plano digital de terreno
- ✓ Topografía y relieve
- ✓ Uso del suelo
- ✓ Geología
- ✓ Morfo-edafología
- ✓ Red de drenaje
- ✓ Ubicación de poblados y caminos

Ello nos permitirá:

1. Geo-referenciar la cuenca de estudio
2. Diseñar un sistema de monitoreo a largo plazo
3. Ubicar las fuentes de agua
4. Ubicar los sitios de utilización del agua
5. Mapear los aspectos socioeconómicos