



## Segundo Coloquio Internacional. Cuencas Sustentables

Hacia la COP 16, México 2010

WTC, ciudad de México

*del 29 de septiembre  
al 1 de octubre de 2010*



SEMARNAT

# CUENCAS CON DÉFICIT HÍDRICO: ESTATUS ACTUAL Y FUTURO, MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y EL USO MÁS APROPIADO DEL SUELO



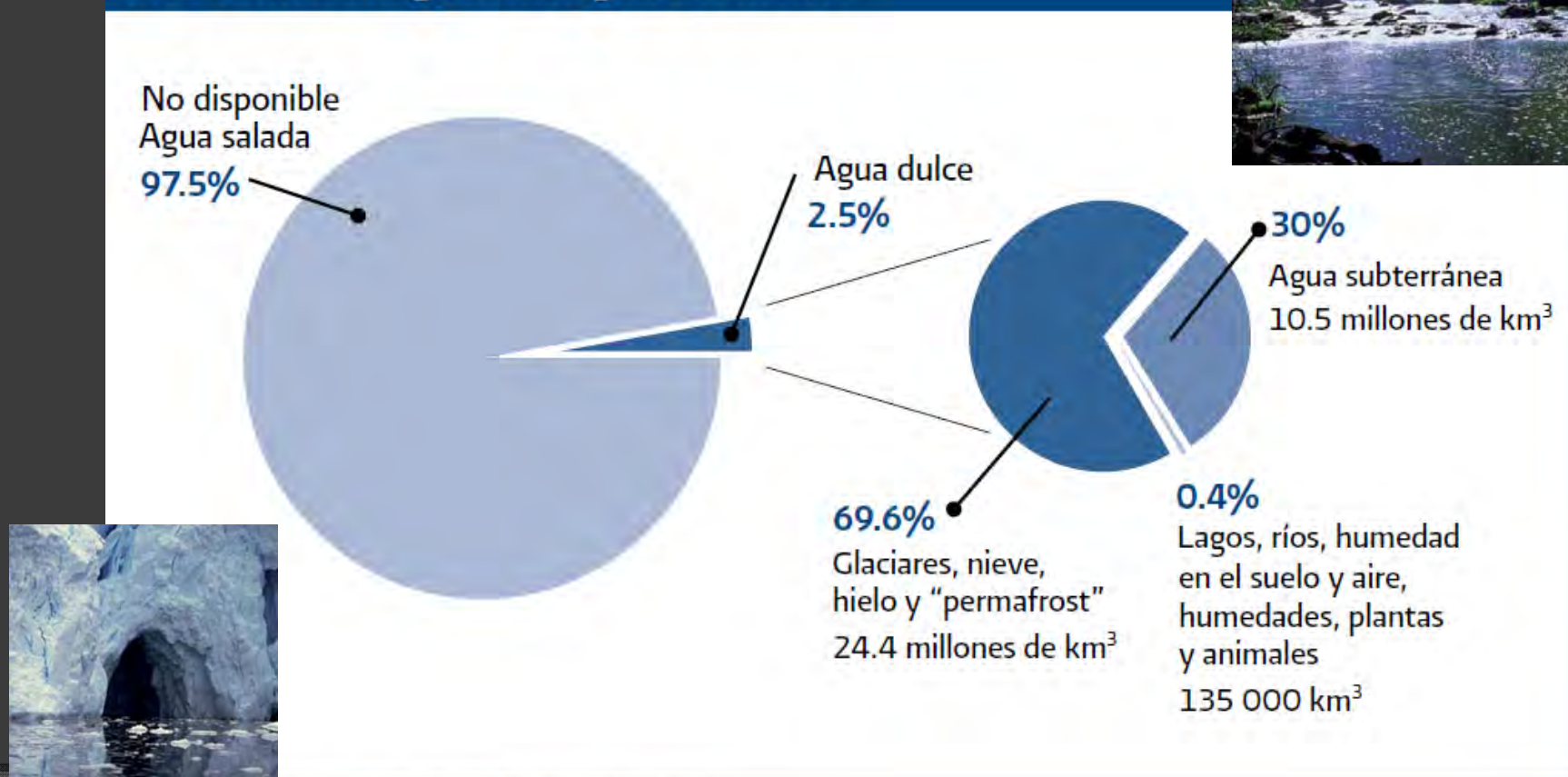
Dr. Eusebio Jr. Ventura Ramos  
División de Investigación y Posgrado  
Facultad de Ingeniería  
Universidad Autónoma de Querétaro



# INTRODUCCIÓN

- El agua es el bien más abundante en la Naturaleza. Cada vez son más escasos los recursos hídricos de los que la Humanidad puede disponer.

## G8.2 Distribución global del agua en el mundo



FUENTE: Clarke, R. y J. King. *The Water Atlas*. Nueva York, 2004.





- ⦿ El problema no radica en la escasez de esas aguas, las cuales por cierto son suficientes para las necesidades y actividades de la población mundial, sino en la inadecuada distribución de las mismas, origen de los más graves problemas de la Humanidad.



# POBLACIÓN Y RECURSOS HIDRICOS

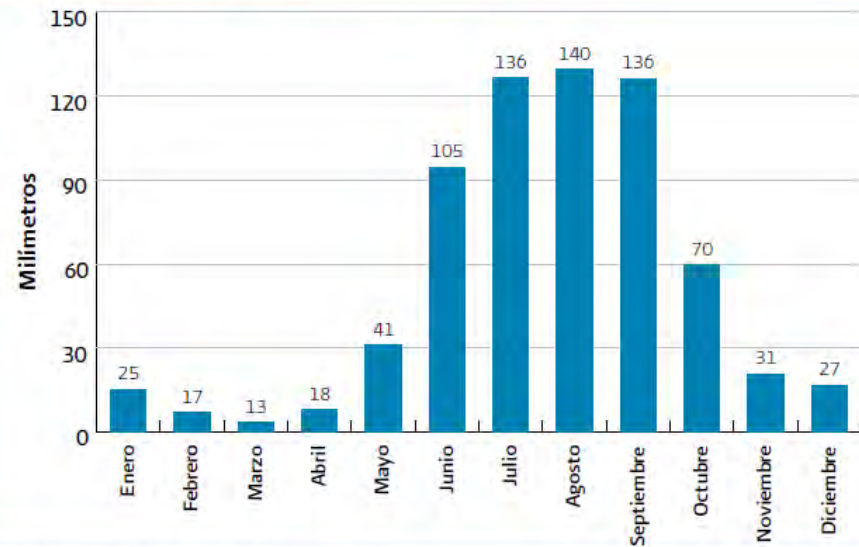
- Asia: 60% de la población mundial y 36% del recurso hídrico
- Europa: 13% de población y el 8% del recurso hídrico
- África: 13% de la humanidad y 11% del agua
- América del Norte y Central: 8% de la población y disfruta del 15% del recurso hídrico
- América del Sur: 6% de la población, y el 26% de los recursos hídricos





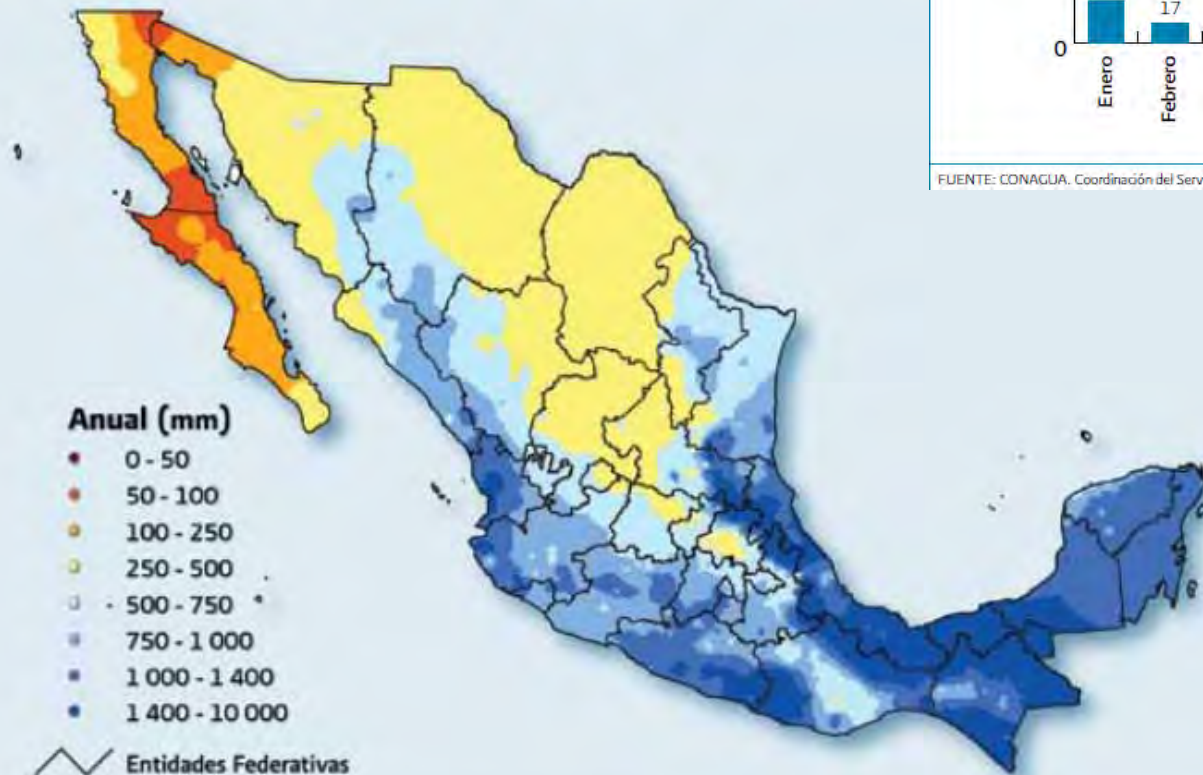


### G2.2 Precipitación pluvial normal mensual en México, en el periodo 1971-2000 (milímetros)



FUENTE: CONAGUA. Coordinación del Servicio Meteorológico Nacional.

### M2.3 Distribución de la precipitación anual en México (1971-2000)

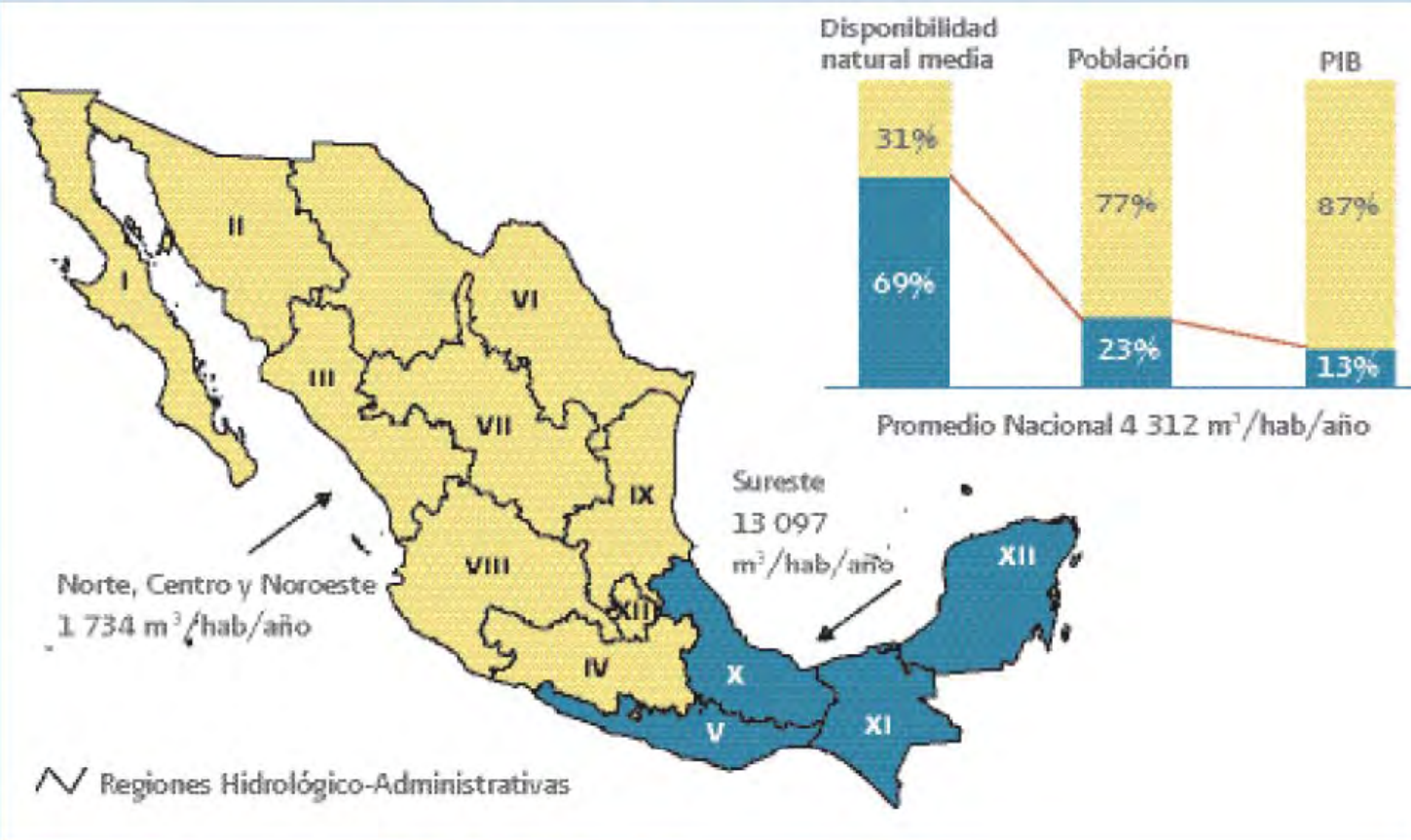


FUENTE: CONAGUA. Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional.



M1.4

### Contraste regional entre el desarrollo y la disponibilidad del agua, 2007



FUENTE: CONAGUA. Subdirección General de Programación. Elaborado a partir de:  
CONAGUA. Subdirección General Técnica.  
INEGI. Censos Económicos 2004. México, 2005.

La distribución espacial y temporal del recurso agua en el tiempo y el espacio no favorece ni garantiza el aprovechamiento equitativo y genera condiciones de déficit o estrés hídrico

## ESTRÉS HÍDRICO

- El índice de agua disponible per cápita cae por debajo del nivel capaz de satisfacer las necesidades de un país (Batalla, 2006).
- A partir del desarrollo multiobjetivo y multidimensional, el término designa al déficit de la oferta de recursos hídricos en una cuenca, respecto a la demanda (Fernandez-Jáuregui, 1999).



# QUE ES UNA CUENCA?



- Las cuencas son unidades del territorio en donde funciona la combinación de un subsistema hídrico que produce agua, simultáneamente con los subsistemas ecológico, económico, social y político.





- Únicamente en la cuenca hidrográfica es posible realizar balances hídricos: Cuantificar la oferta de agua que “produce”. Es por sus cualidades de unidad hidrológica y de medio colector-almacenador-integrador de los procesos naturales y antrópicos, que esta puede ser también una unidad política, administrativa, de gestión ambiental o de manejo de los diversos recursos naturales que alberga”.

# Balance Hídrico

- ◉ 
$$\Delta S/\Delta t = (P + GWin + SWin + Hin) - (ET + GWout + SWout + Hout)$$

Donde:  $S$  es el almacenamiento superficial en la cuenca

$P$  es la precipitación

$ET$  es la evapotranspiración

$GW$  es el agua subterránea

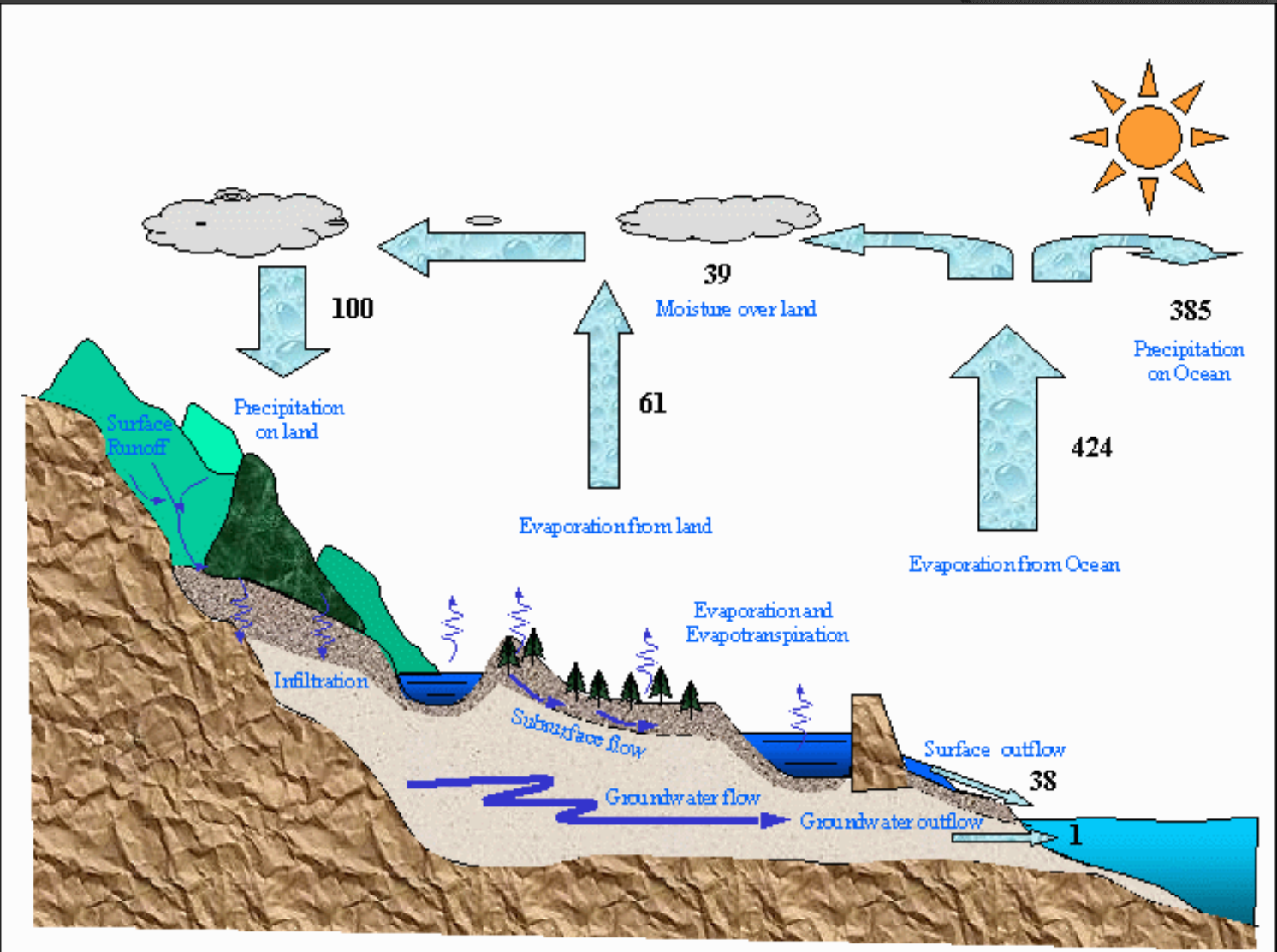
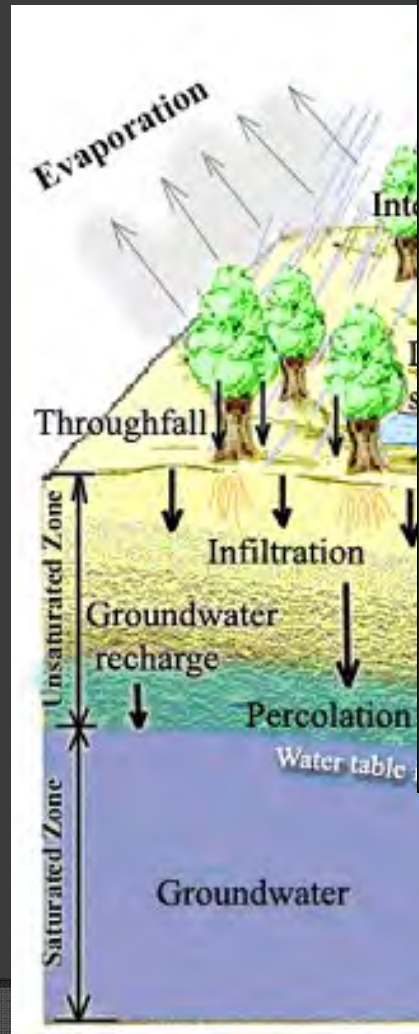
$SW$  es el agua superficial

$H$  es el uso del agua por los humanos

“in” y “out” denotando flujos de entrada y de salida en la cuenca

La variable  $Hout$  representa todas las extracciones humanas incluyendo las exportaciones a cuencas vecinas, mientras que la variable  $Hin$  representa todas las importaciones humanas y retornos de flujo a la cuenca. De forma similar,  $SWout$  denota el flujo de corrientes que dejan la cuenca.





# Estado Actual

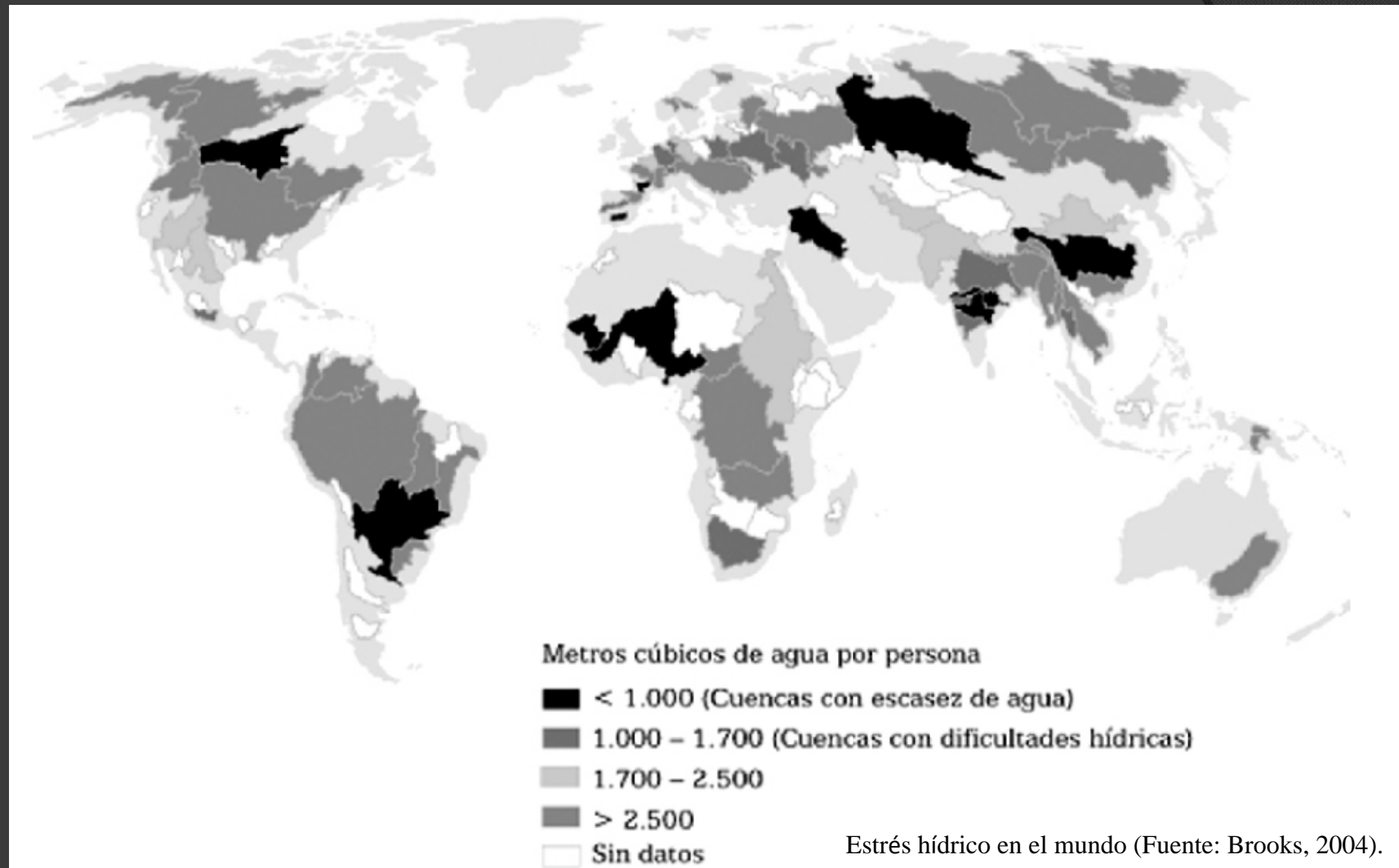
- El escenario actual no es el más prometedor: En 1995, cerca de 1,400 millones de personas vivían en cuencas con estrés hídrico, donde el escurrimiento per cápita por año era menor de  $1000 \text{ m}^3$
- Principalmente en el suroeste de Asia, el Medio Este y alrededor del Mediterráneo (Arnell, 2004)





- En 1997 aproximadamente un tercio de la población mundial estaba viviendo en países caracterizados por sufrir estrés hídrico, los cuales estaban extrayendo más del 20% de los recursos hídricos disponibles. (UN Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World) (WMO, 1997)





- Hasta dos tercios de la población mundial podrían vivir en países con estrés hídrico para el año 2025.

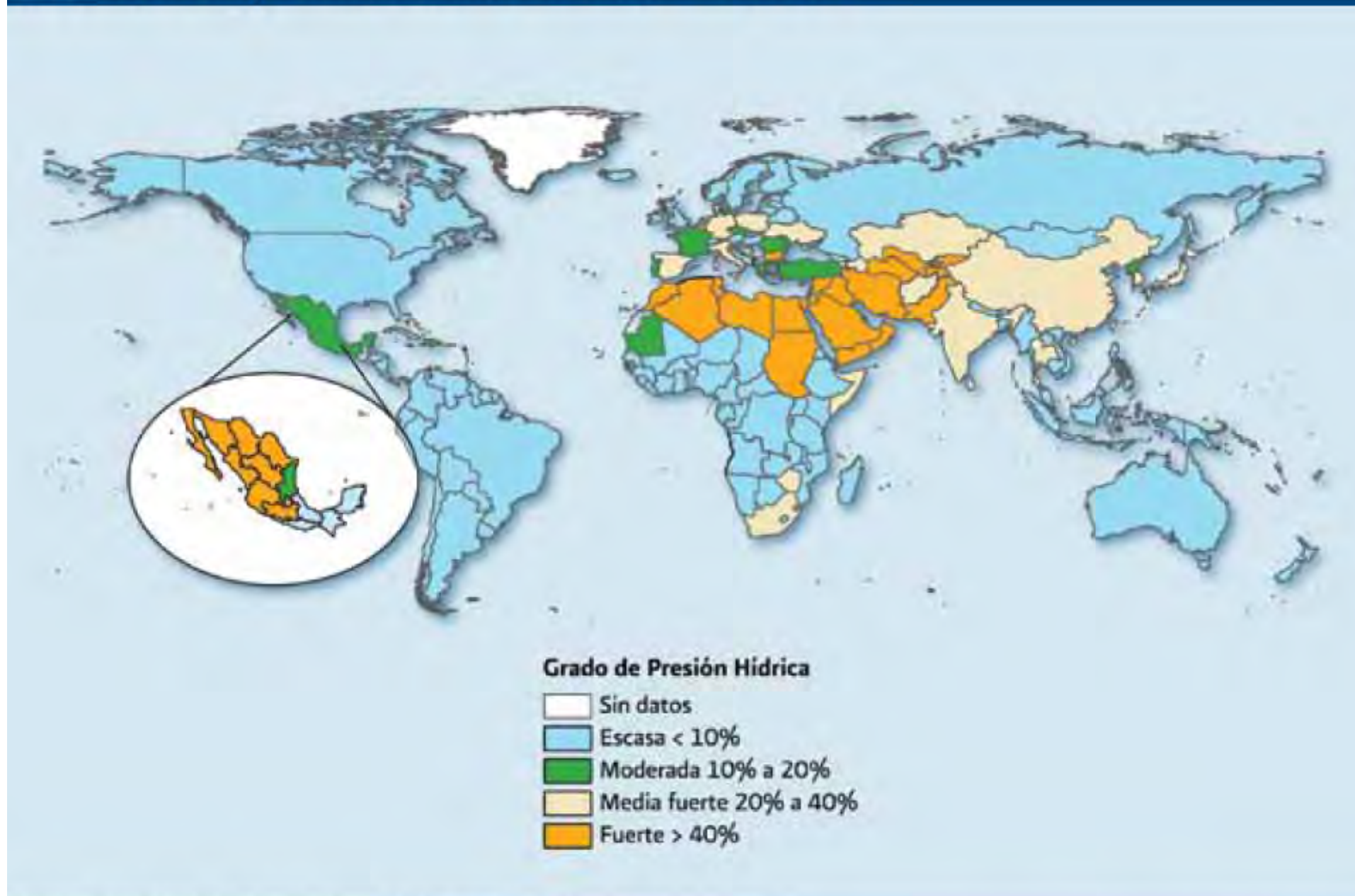


# CASO MEXICO

- De acuerdo con los trabajos realizados por la CONAGUA, el INEGI y el INE, se han identificado 1,471 cuencas hidrográficas en el país, muchas de las cuales presentan estrés hídrico, o tendrán en un escenario futuro por efecto del cambio climático.



## M8.1 Grado de presión sobre los recursos hídricos, 2008



FUENTE: CONAGUA. Subdirección General de Programación. Elaborado a partir de datos de:  
FAO. *Information System on Water and Agriculture, Aquastat*. Consultado en <http://www.fao.org/AG/AGL/aglw/aquastat/main/index.stml>. (15/07/2009).



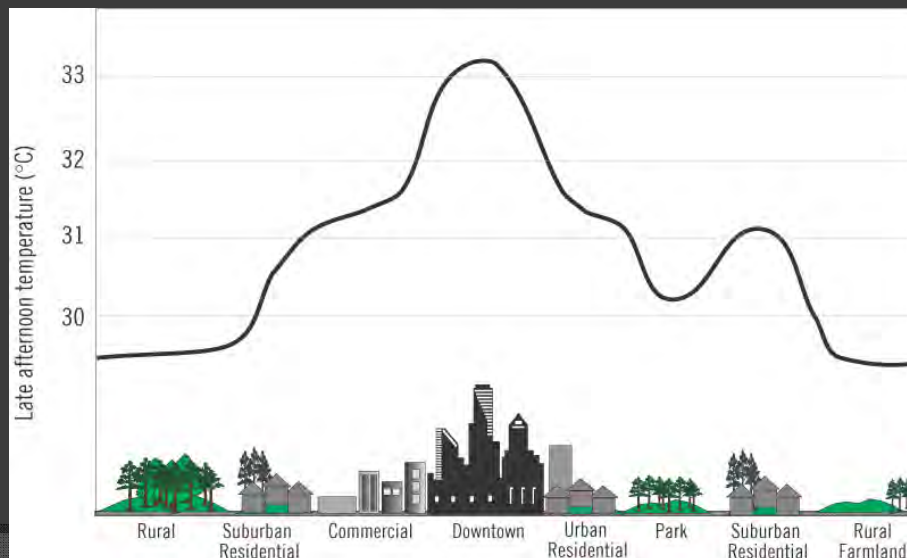
### M3.2 Grado de presión sobre el recurso hídrico por Región Hidrológico-Administrativa, 2008



FUENTE: CONAGUA. Subdirección General de Programación. Elaborado a partir de:  
CONAGUA. Subdirección General Técnica  
CONAGUA. Subdirección General de Administración del Agua.

# CAMBIO CLIMATICO

- Intensifique el estrés actualmente padecido por los recursos hídricos, como consecuencia del crecimiento poblacional, las actividades económicas, usos del suelo y en particular los procesos de urbanización (IPCC)

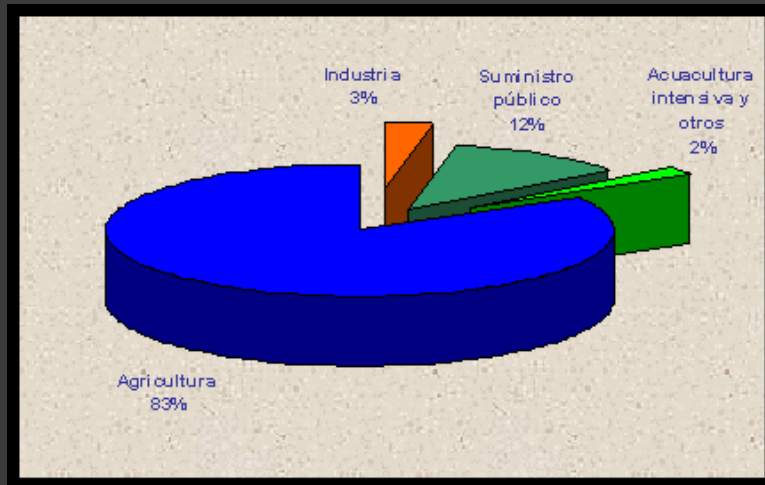




- Los cambios en la precipitación y en la temperatura producirán cambios en el escurrimiento y la disponibilidad del agua.
- Se espera que el escurrimiento se incremente de 10 a 40% a mediados del siglo XXI, a grandes latitudes y en algunas áreas húmedas tropicales, y que se reduzca de 10 a 30% en regiones áridas y semiáridas, en latitudes medias y en trópicos secos.
- Las áreas afectadas por sequías se proyecta que aumenten en extensión.
- Regionalmente, se esperan grandes incrementos en la demanda de agua para riego como resultado de los cambios climáticos.

# EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA EN LA AGRICULTURA

- Mejorar los sistemas de conducción
- Uso de sistemas de riego más eficientes

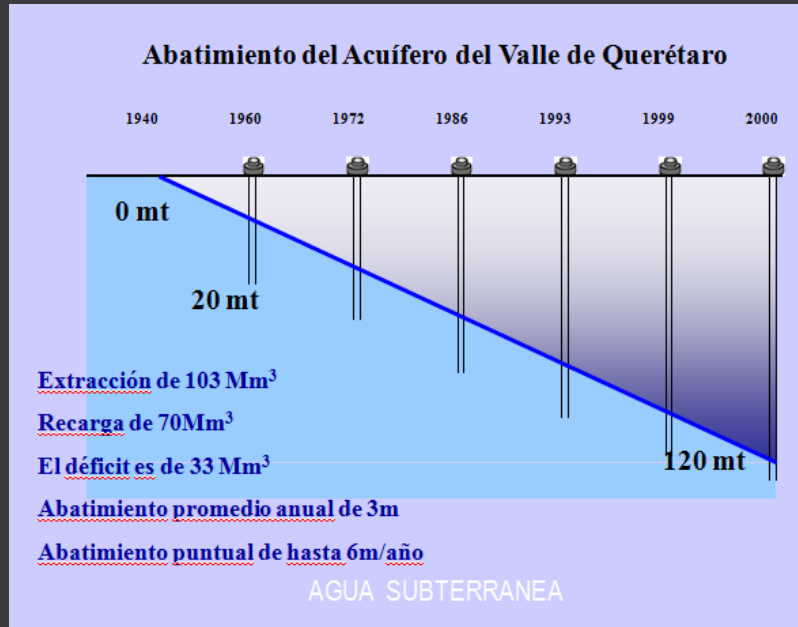




- Incentivar la producción en ambientes controlados (invernaderos)



- Permitir la recarga de los acuíferos en las zonas en que éstos estén sobreexplotados





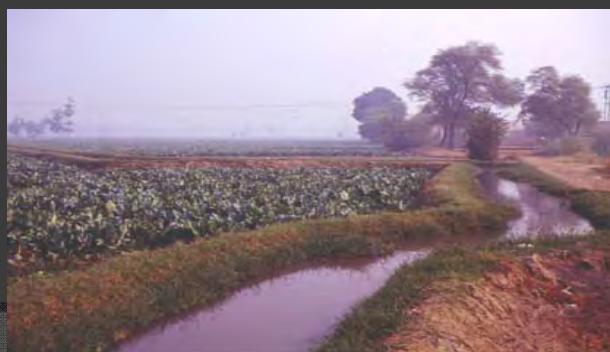
- Utilizar aguas tratadas para riego en condiciones seguras.



# Uso de las aguas residuales en la agricultura

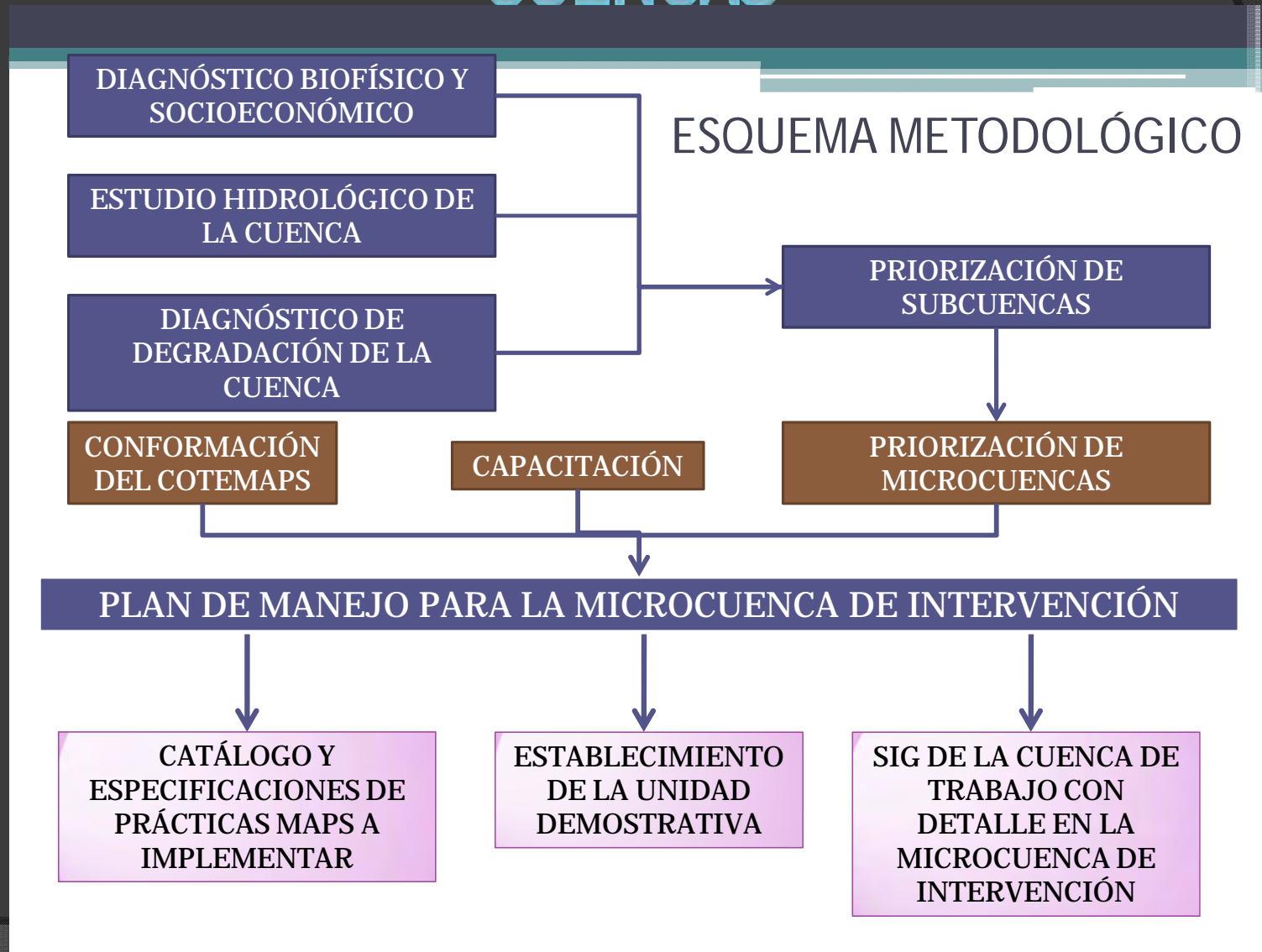
LUGAR	SUPERFICIE IRRIGADA (Has)
China (diversas ciudades)	1,330,000
<b>MEXICO</b> (diversas ciudades)	<b>350,000</b>
Valle del Mezquital	130,000
India (diversas ciudades)	85,500
Valle de Juárez	26,000
Sudáfrica, Johannesburgo	18,000
Chile, Santiago	16,000
Estados Unidos (diversas ciudades)	11,875
Australia, Melbourne	10,000
Israel (diversas ciudades)	8,800
Perú, Lima	6,800

Fuente: Garza et al., 2001





# RESTAURACIÓN HIDROLÓGICA-AMBIENTAL DE CUENCAS





**GOBIERNO  
FEDERAL**

**SEMARNAT**



**Vivir Mejor**

**COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA  
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE INFRAESTRUCTURA  
HIDROAGRÍCOLA  
GERENCIA DE DISTRITOS DE TEMPORAL  
TECNIFICADO**

**IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES PARA EL MANEJO  
DEL AGUA Y LA PRESERVACIÓN DEL SUELO EN LA  
CUENCA DEL RÍO LA SIERRA, COMPRENDIDA ENTRE  
LOS ESTADOS DE TABASCO Y CHIAPAS**



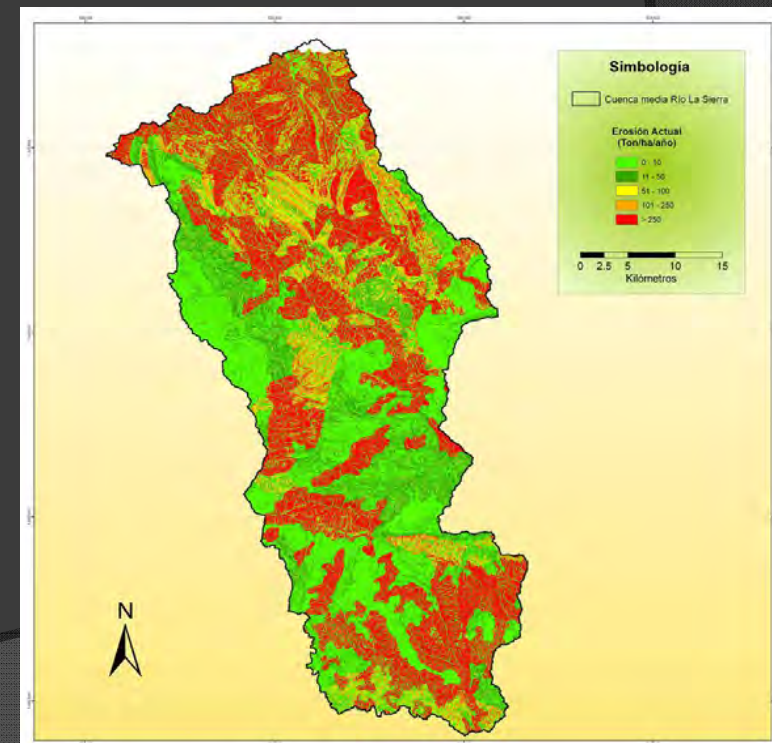
**AGOSTO, 2010**





## ESTUDIOS HIDROLÓGICO

COMPONENTE	CANTIDAD (mm)	%
Precipitación	1878.2	100.0
Escorrentamiento superficial	592.9	31.6
Escorrentamiento subsuperficial	248.6	13.2
Recarga total de acuíferos	181.1	9.6
Recarga de acuíferos superficiales	172.0	
Recarga de acuíferos profundos	9.1	
Evapotranspiración	856.7	45.6
Pérdidas por transmisión	-1.1	-0.1









## Cobertura Inundación



Ver Nota

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

### ESCURRE LODO DE LA SIERRA

Debido a las lluvias, las plantas potabilizadoras de Villahermosa captan agua con demasiados sólidos suspendidos. | Simón Hernández 12:29

## Cobertura Inundación

onuta



13:53: Vuelven jo



Ver Nota

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

### Tapijulapa: otro 'pueblo mágico' que se inunda

Como Tlacotalpan, Veracruz, el poblado de Tapijulapa, en la Sierra tabasqueña, ahora sufre de inundación. 13:36





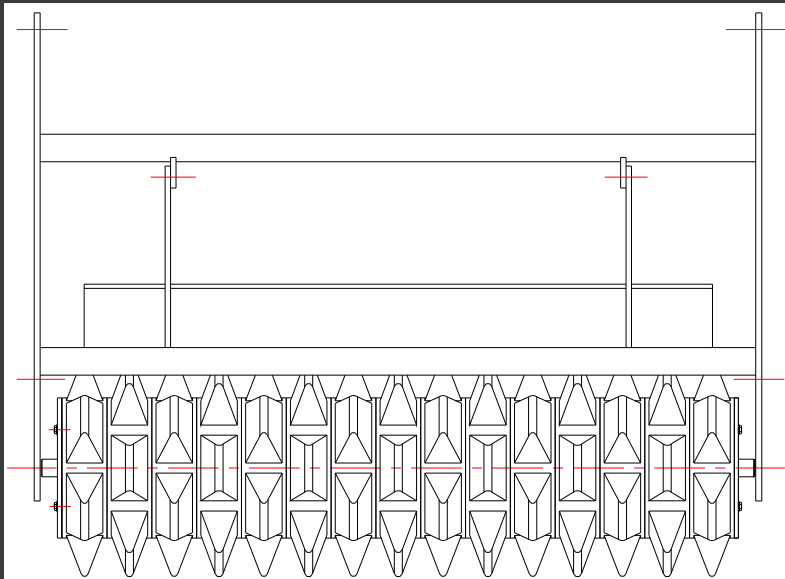




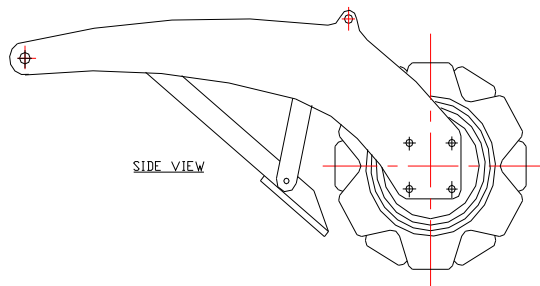
## CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA

- Sistemas de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia para la producción agrícola





TOP VIEW



SIDE VIEW









# CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA

- Sistemas de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia para uso doméstico



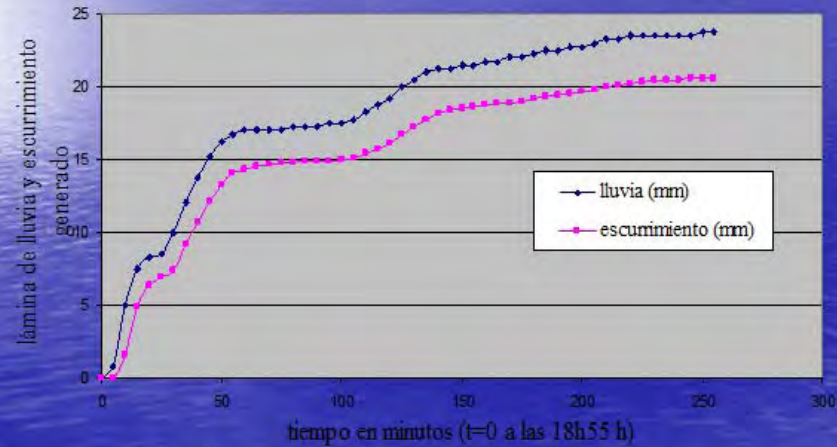


## Resultados

Evento del 21 de Junio

$I_{\max} = 11.25 \text{ mm}/30 \text{ min}$

$t = 255 \text{ min}$



<b>Materiales</b>	<b>Pendiente</b>	<b>* Coef. de Escurrimiento obtenido, en %</b>
<b>Acriltecho rojo</b>	<b>20.47 %</b>	<b>86</b>
<b>Lámina de metal galvanizada</b>	<b>2.5 %</b>	<b>93</b>
<b>Lámina asbesto</b>	<b>2.5 %</b>	<b>88</b>
<b>Teja</b>	<b>20.5 %</b>	<b>84</b>



# SERVICIOS AMBIENTALES HIDROLÓGICOS Y EL USO DEL SUELO

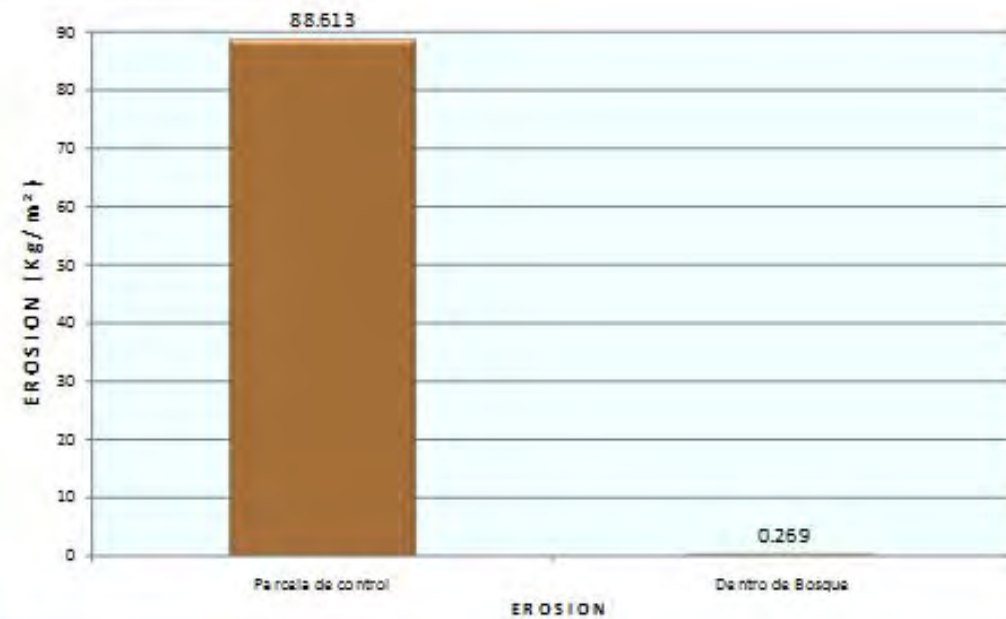
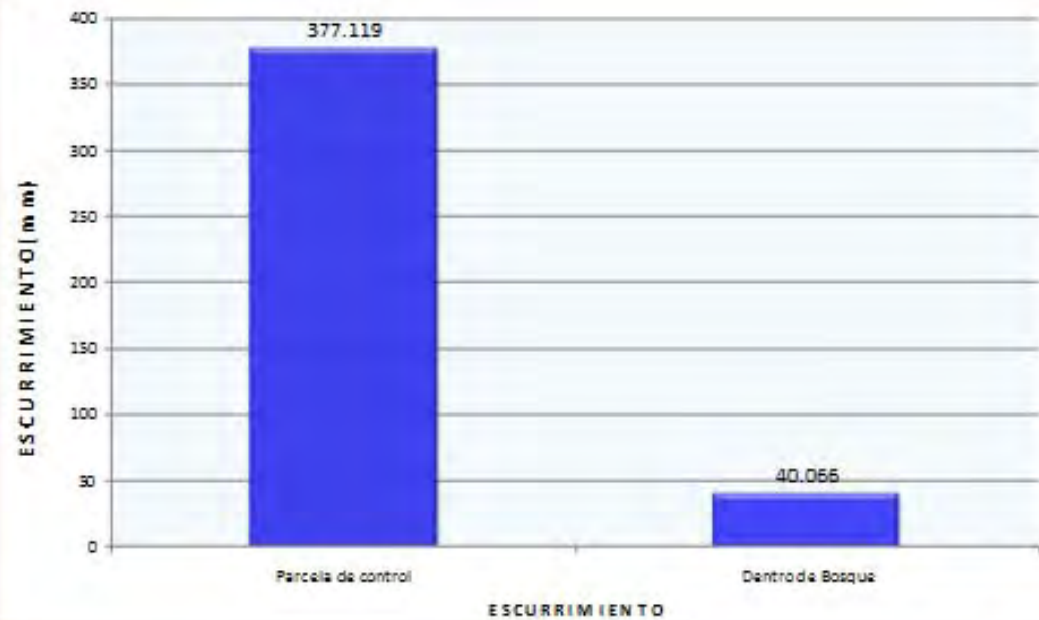


- A nivel de las cuencas hidrográficas, los Servicios Ambientales Hidrológicos (SAH) son particularmente relevantes: los productores de la parte alta de las cuencas pueden recibir incentivos importantes a través de compensaciones para cuidar la calidad y cantidad de agua que aprovechan los usuarios en la parte baja de las cuencas.

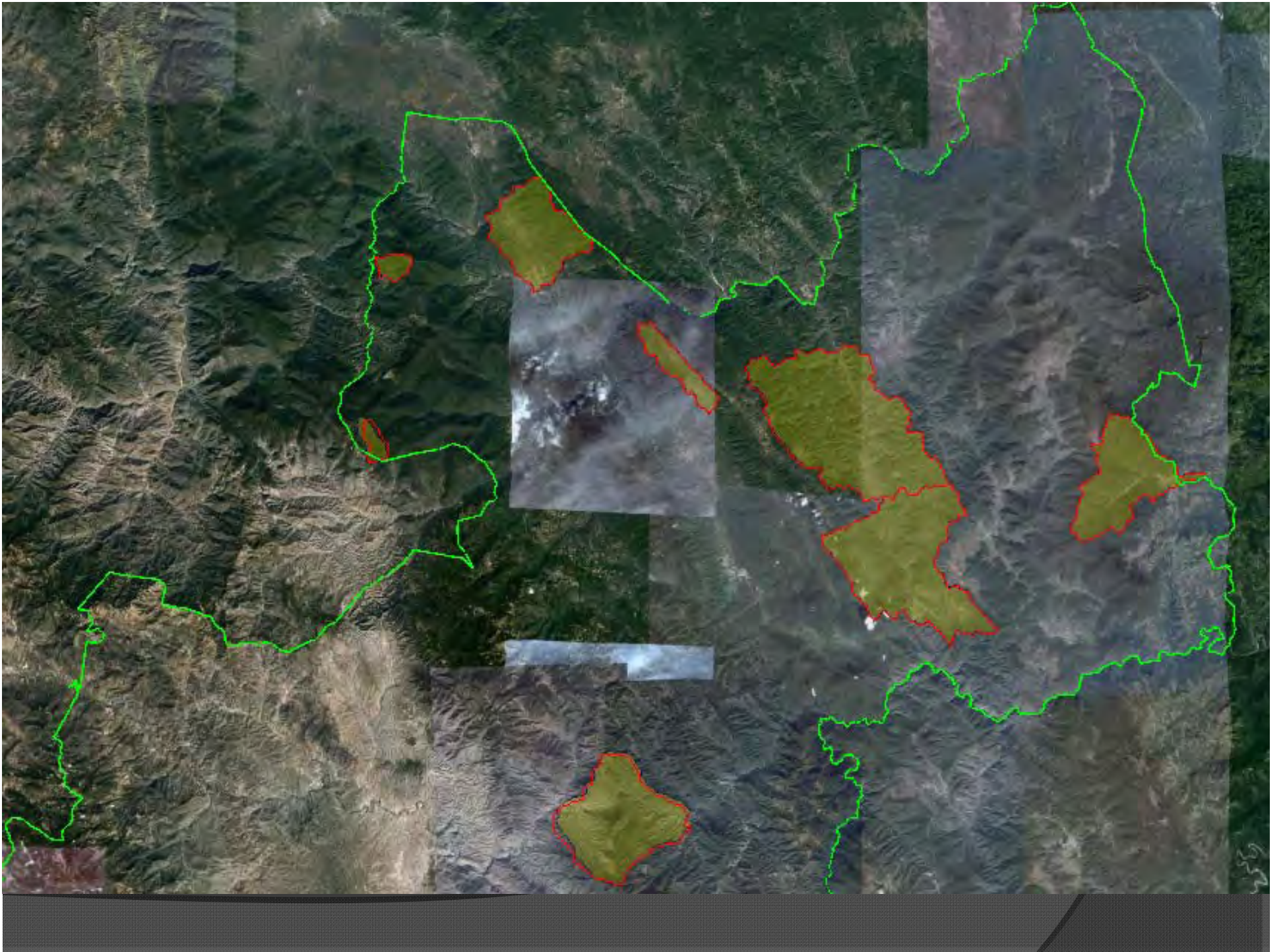




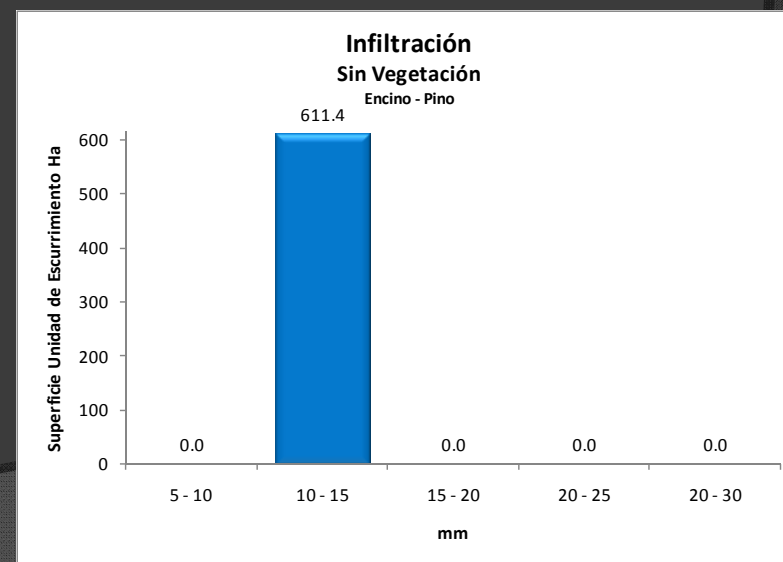
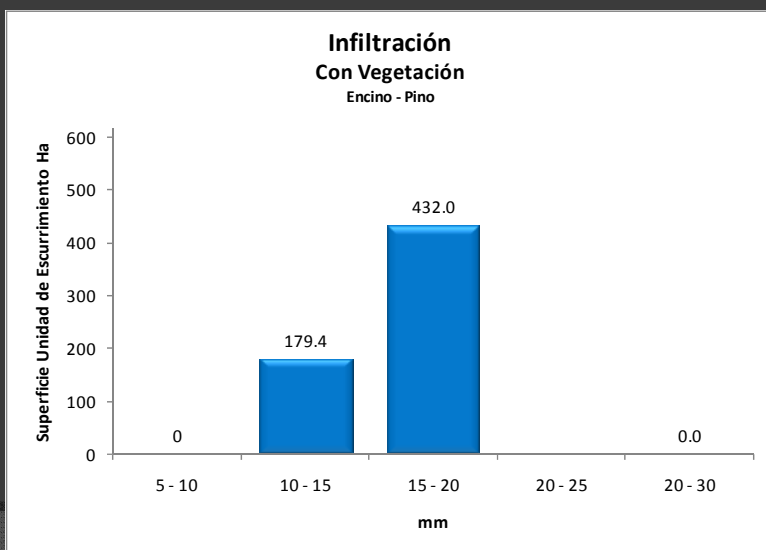














## CONCLUSIONES

- El déficit hídrico en cuencas solo puede ser mitigado mediante la gestión racional e integrada del agua.
- El uso eficiente del agua en la agricultura es una de las acciones prioritarias que deben de implementarse para reducir el déficit de agua en las cuencas.

- En un enfoque más integral, el manejo de cuencas mediante la implementación de prácticas para el manejo de agua y preservación del suelo (MAPS) ayudaría a la restauración de las cuencas y a su regulación hidrológica.
- De forma más inmediata, la captación de agua de lluvia puede aliviar la escasez de agua para el consumo humano y la producción de cultivos



- El territorio de las cuencas debe ordenarse de tal manera que se destinen áreas al Pago de Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH), lo que implica destinar áreas de conservación a la recarga de acuíferos y producción de escurrimientos en cantidad y calidad adecuada.



**GRACIAS!!!**