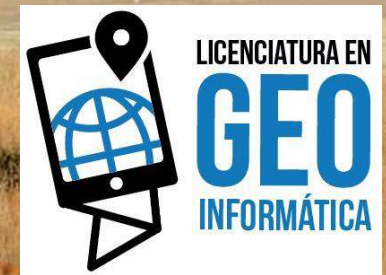


Acciones en materia de gobernanza y uso eficiente del agua en el acuífero de la Laguna Bustillos, Chihuahua, México



17-05-2017
Chihuahua, Chihuahua

CONTENIDO

- **Presentación: Conclusiones foro del agua 2016: gobernanza y uso eficiente del agua M.C. Pedro Ortíz.**
- **Panorámica del acuífero M.C. Pedro Ortíz y Dr. Alfonso Orozco**
- **Planteamiento al H. Congreso del Estado sobre Acciones para mejorar la Gobernanza del Agua en Chihuahua, Sr. Humberto Ramos.**
- **Escurrimiento medio anual superficial según la NOM-011-CONAGUA-2002 (LC Bravo)**
- **Tajos existentes en el área de captación y oportunidades para su ordenamiento (LC Bravo)**
- **Propiedades geométricas de predios agrícolas: relaciones con la ineficiencia de riego y con el abatimiento del acuífero: oportunidades para priorizar medidas de ahorro del agua (Alatorre).**
- **Uso eficiente del Agua (Dr. Alfonso Orozco)**
- **Funcionamiento hidráulico de la red de agua potable: operación y gestión (Alatorre)**
- **Medidas que puede impulsar el H. Congreso del Estado (M.C. Pedro Ortíz)**

CONCLUSIONES GENERALES DEL FORO REGIONAL DEL AGUA "SALVEMOS NUESTRO ACUIFERO"

27-29 DE SEPTIEMBRE DE 2016

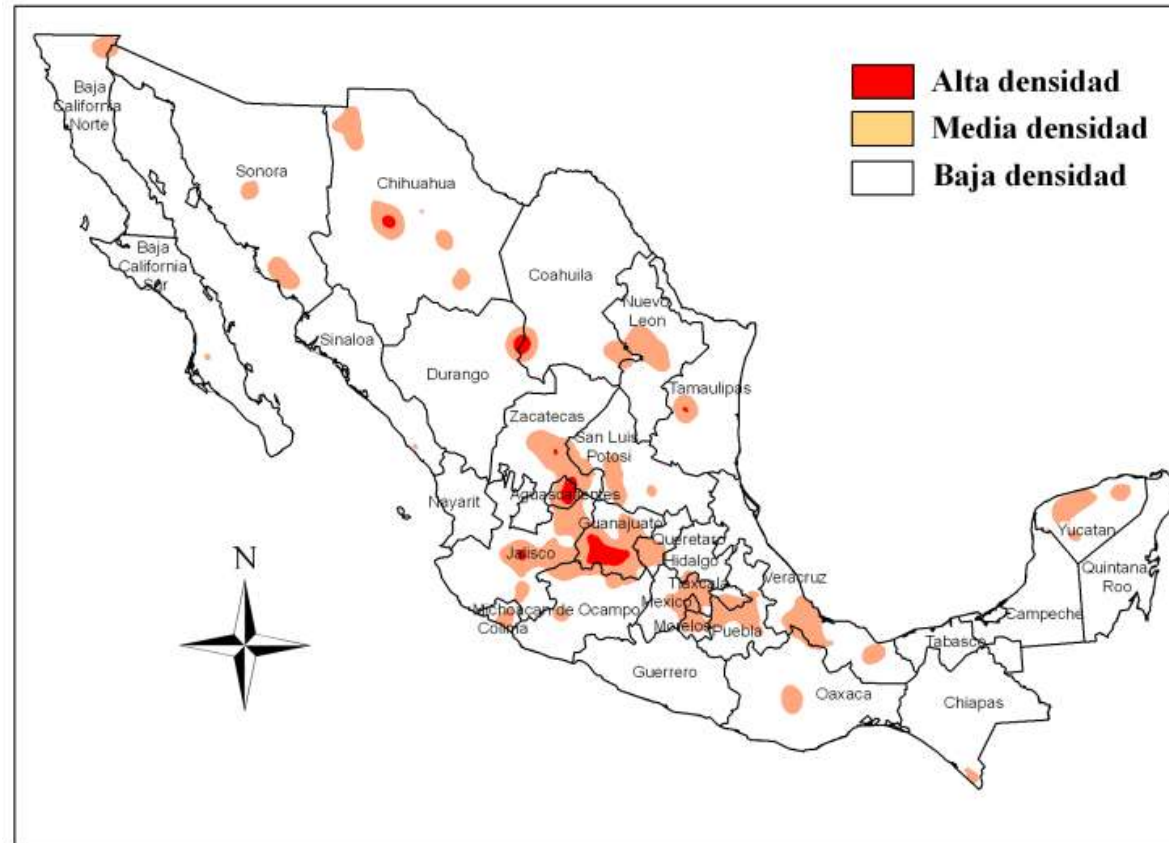
**SE PRESENTARON 21 PONENCIAS, POR ACADEMICOS, INVESTIGADORES,
FUNCIONARIOS PUBLICOS, PRODUCTORES DE LA REGIÓN Y EL PAÍS.**

GOBERNANZA Y USO EFICIENTE DEL AGUA



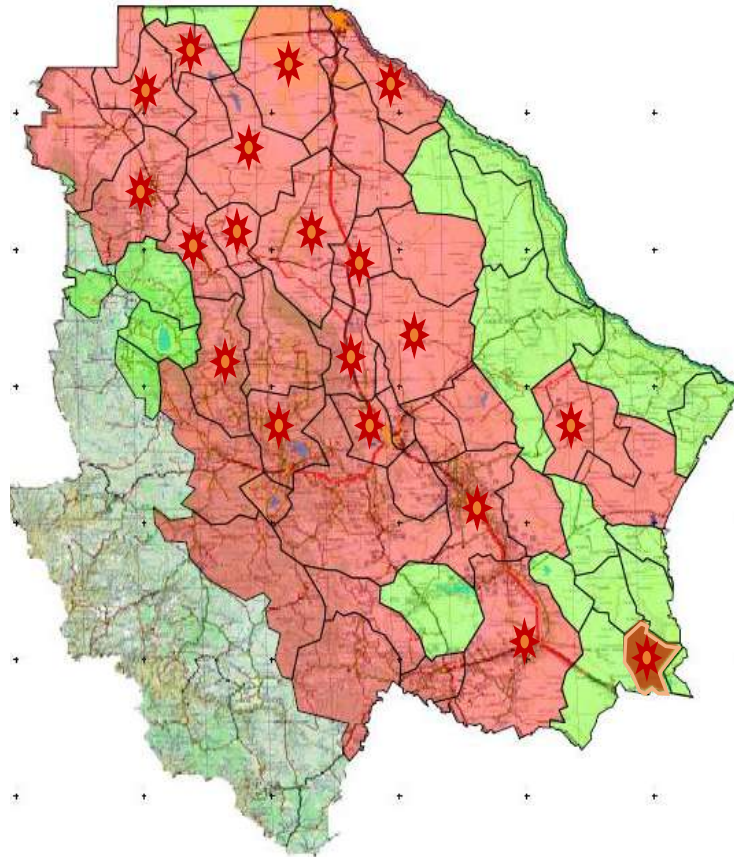
PANORÁMICA DEL ACUÍFERO

• Nivel de presión del acuífero de Cuauhtémoc



- CONAGUA reporta que en el país existen 653 acuíferos, de los cuales 100 están sobre-explotados, de estos últimos proviene el 50% del volumen del agua subterránea que se utiliza. se localizan en el centro-norte de México y en términos geográficos corresponden con buena parte de las zonas áridas y semiáridas del país.
- El acuífero de Cuauhtémoc, tiene una de las mayores presiones por su uso intensivo a nivel nacional y noroeste de México: número de pozos, volumen y profundidad . (Alatorre et al., 2015)

ESTATUS DE DISPONIBILIDAD DE ACUÍFEROS SEGÚN CONAGUA



CLAVE	ACUIFERO	PLANO SEMAFORO
0801	ASCENSION	Red
0802	ALTA BABICORA	Green
0803	BAJA BABICORA	Red
0804	BUENAVENTURA	Red
0805	CUAUHTEMOC	Red
0806	CASAS GRANDES	Red
0807	EL SAUZ-ENCINILLAS	Red
0808	JANOS	Red
0809	LAGUNA DE MEXICANOS	Red
0810	SAMALAYUCA	Red
0811	LAS PALMAS	Green
0812	PALOMAS-GUADALUPE VICTORIA	Red
0813	LAGUNA TRES CASTILLOS	Red
0814	LAGUNA DE TARABILLAS	Red
0815	LAGUNA EL DIABLO	Red
0816	ALDAMA-EL CUERVO	Green
0817	LAGUNA DE PATOS	Red
0818	LAGUNA DE SANTA MARIA	Red
0819	LAGUNA LA VIEJA	Red
0820	IGNACIO ZARAGOZA	Green
0821	FLORES MAGON-VILLA AHUMADA	Red
0822	SANTA CLARA	Red
0823	CONEJOS-MEDANOS	Red
0824	LAGUNA DE HORMIGAS	Red
0825	EL SABINAL	Red
0826	LOS LAMENTOS	Green
0827	EL CUARENTA	Red
0828	LOS MOSCOS	Red
0829	JOSEFA ORTIZ DE DOMINGUEZ	Green

CLAVE	ACUIFERO	PLANO SEMAFORO
0830	CHIHUAHUA-SACRAMENTO	Red
0831	MEOQUI-DELICIAS	Red
0832	JIMENEZ-CAMARGO	Red
0833	VALLE DE JUAREZ	Red
0834	PARRAL-VALLE DEL VERANO	Red
0835	TABALAOFA-ALDAMA	Red
0836	ALDAMA-SAN DIEGO	Red
0837	BAJO RIO CONCHOS	Green
0838	ALTO RIO SAN PEDRO	Red
0839	MANUEL BENAVIDEZ	Green
0840	VILLALBA	Red
0841	POTRERO DEL LLANO	Red
0842	ALAMO CHAPO	Green
0843	BOCOYNA	Red
0844	VALLE DE ZARAGOZA	Green
0845	SAN FELIPE DE JESUS	Red
0846	CARICHI-NONOAVA	Red
0847	LOS JUNCOS	Red
0848	LAGUNA DE PALOMAS	Green
0849	LLANO DE GIGANTES	Red
0850	LAS PAMPAS	Red
0851	RANCHO EL ASTILLERO	Red
0852	LAGUNA DE JACO	Red
0853	RANCHO LA GLORIA	Green
0854	RANCHO DENTON	Red
0855	LAGUNA LOS ALAZANES	Red
0856	LAGUNA EL REY	Green
0857	ESCALON	Red
0858	LA NORTEÑA	Green
0859	MADERA	Red
0860	GUERRERO-YEPOMERA	Red
0861	VALLE DEL PESO	Green

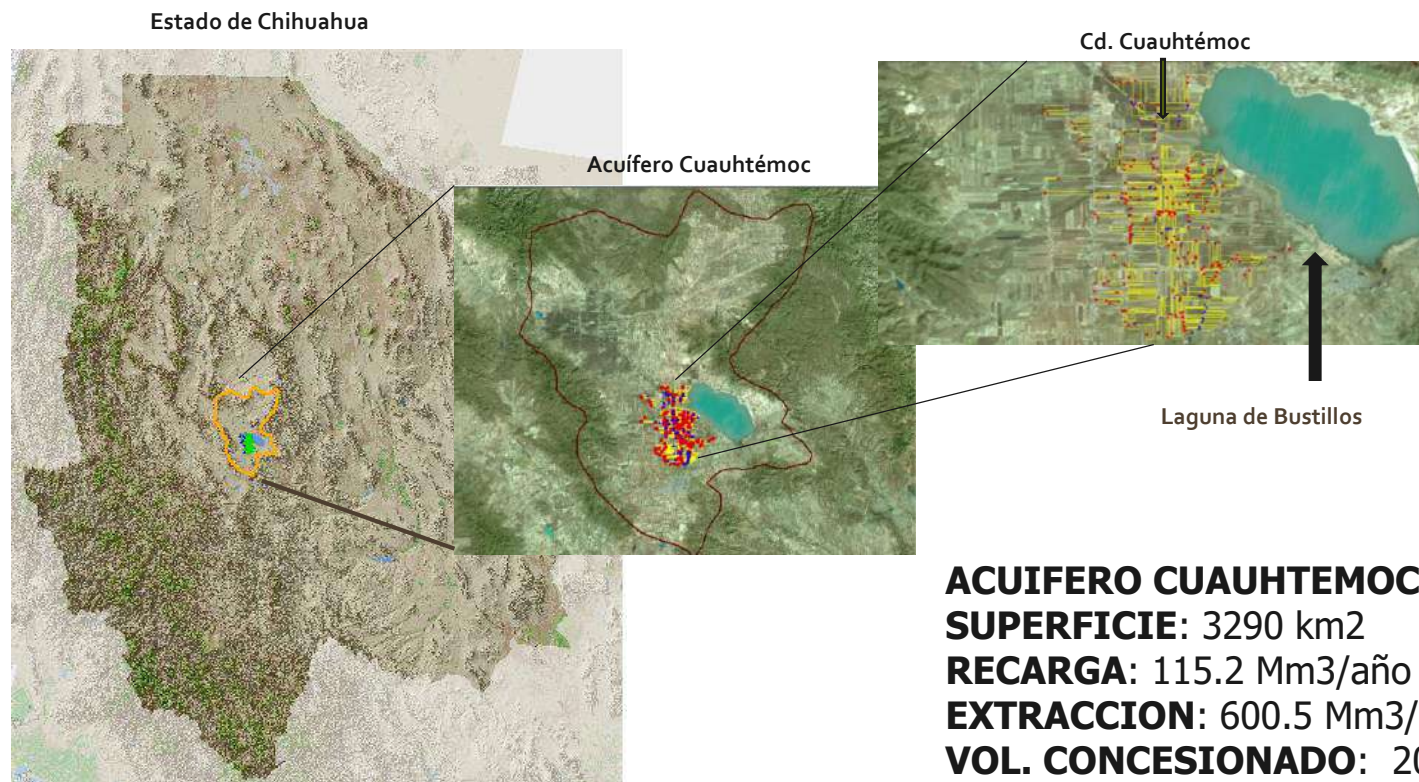
ACUIFERO SIN DISPONIBILIDAD
 ACUIFERO CON DISPONIBILIDAD RESTRINGIDA

Limite Acuífero
 Acuífero Sin Disponibilidad
★ Acuífero Sin Disponibilidad Sobreexplotado

40 De 61 acuíferos
Sin disponibilidad

19 De 61 acuíferos
Sobreexplotados

DISPONIBILIDAD DEL ACUIFERO CUAUHEMOC



ACUIFERO CUAUHEMOC

SUPERFICIE: 3290 km²

RECARGA: 115.2 Mm³/año

EXTRACCION: 600.5 Mm³/año (varias cifras)

VOL. CONCESIONADO: 205.76 Mm³/año (varias cifras)

DEFICIT-REAL: 485.3 Mm³ (varias cifras)

DEFICIT-CONCES: 394.74 Mm (varias cifras)

POZOS DEL ACUÍFERO CUAUHTÉMOC

POZOS	CONAGUA (REPDA) 2002	CONAGUA (REPDA) 2015	REAL (INIFAP)
Agrícolas/Pecuarios	1,139	2134	3,417
Público	3,283	68	149
Industrial	28	33	23
Otros Usos	161	950	1,808
TOTAL	4,611	3,185	5,397

Extracciones por la Agricultura

CULTIVO	SUPERFICIE (Has)	LAMINAS DE RIEGO (m ³ ha ⁻¹)	EXTRACCIÓN (Mm ³)
Manzano	11,500	16,500	190 = 30.3 %
Maíz	47,000	9,000	423 = 67.5 %
Otros	2,000	7,000	14 = 2.2 %
TOTAL	60,500		627

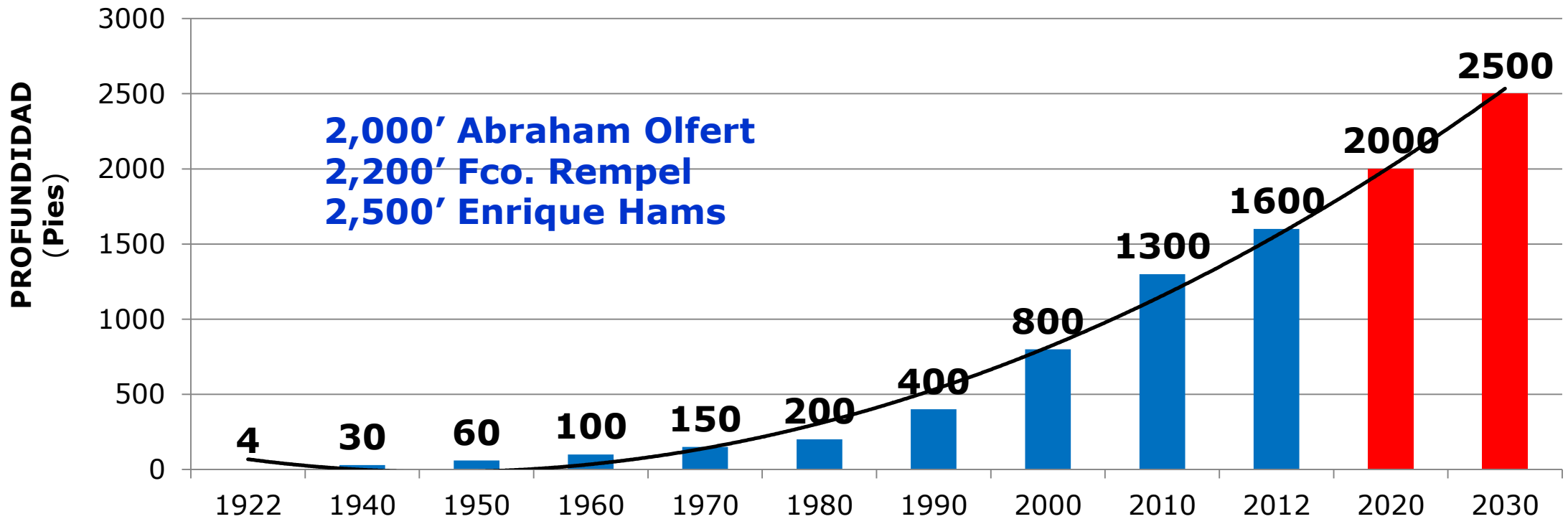
Extracciones Totales

POZOS	EXTRACCIÓN (Mm ³)	PORCENTAJE %
Agrícolas	627	90
Publico	47	7
Industrial	19	3
	693	

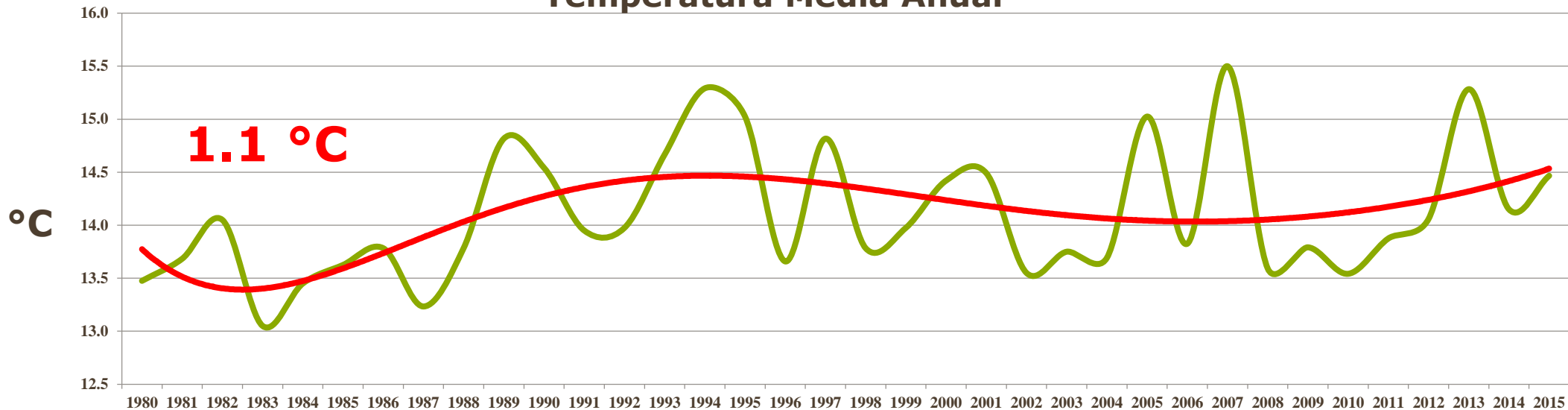
Balance Hidrológico del Acuífero Cuauhtémoc

- Extracción ➡ **693 Mm³**
- Recarga ➡ **115 Mm³**
- Déficit ➡ **578 Mm³**
- Abatimiento ➡ **2.8 m**

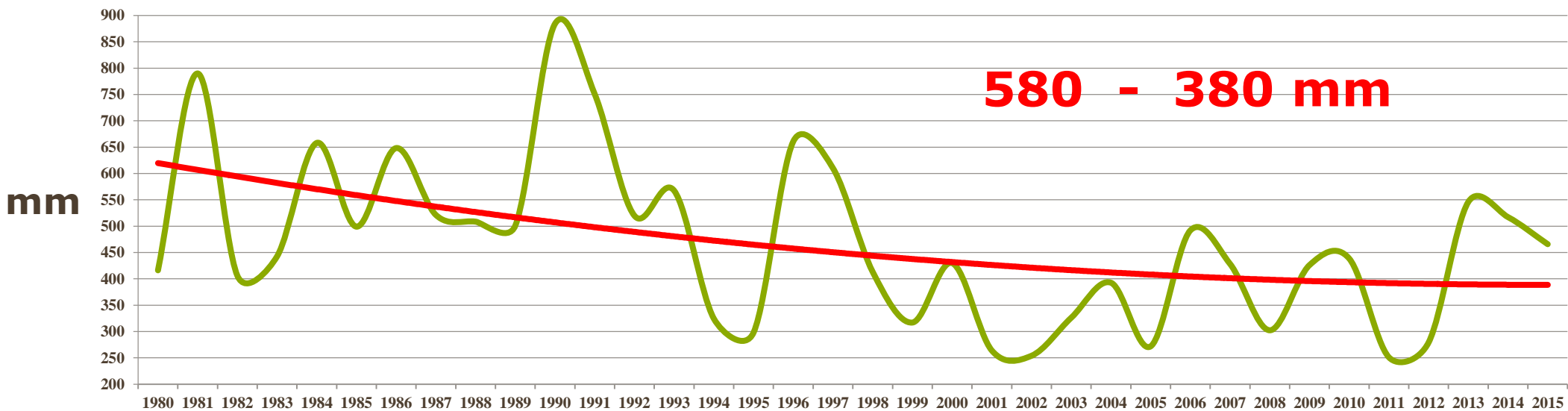
PROFUNDIDAD DE POZOS EN EL ACUIFERO CUAUHTEMOC



Temperatura Media Anual



Precipitación Pluvial Anual



LAGUNA DE BUSTILLOS

En Sedimento se cuantificó metales pesados

As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb

En Agua se cuantificó Metales Pesados y Metaloides:

Al, Ca, Co, Cu, Fe, Mg, Mn, Mo, P, S, Si, Ti, V, Zn

Extensión = 16 km²

Profundidad media = 2.5 m

Volumen = 400 Mm³

pH = 8.39 (6.5-8.5)

C.E. = 0.851 dS/m

OD = 19% (40%)

DQO = 94 mg/l (100 mg/l)

ST = 1978 mg/l

SST = 653 mg/l (75-125 mg/l)

TDS = 1336 mg/l

Fuente: INIFAP, COLPOS, CIMAV, UACH, UACJ, GPOLN



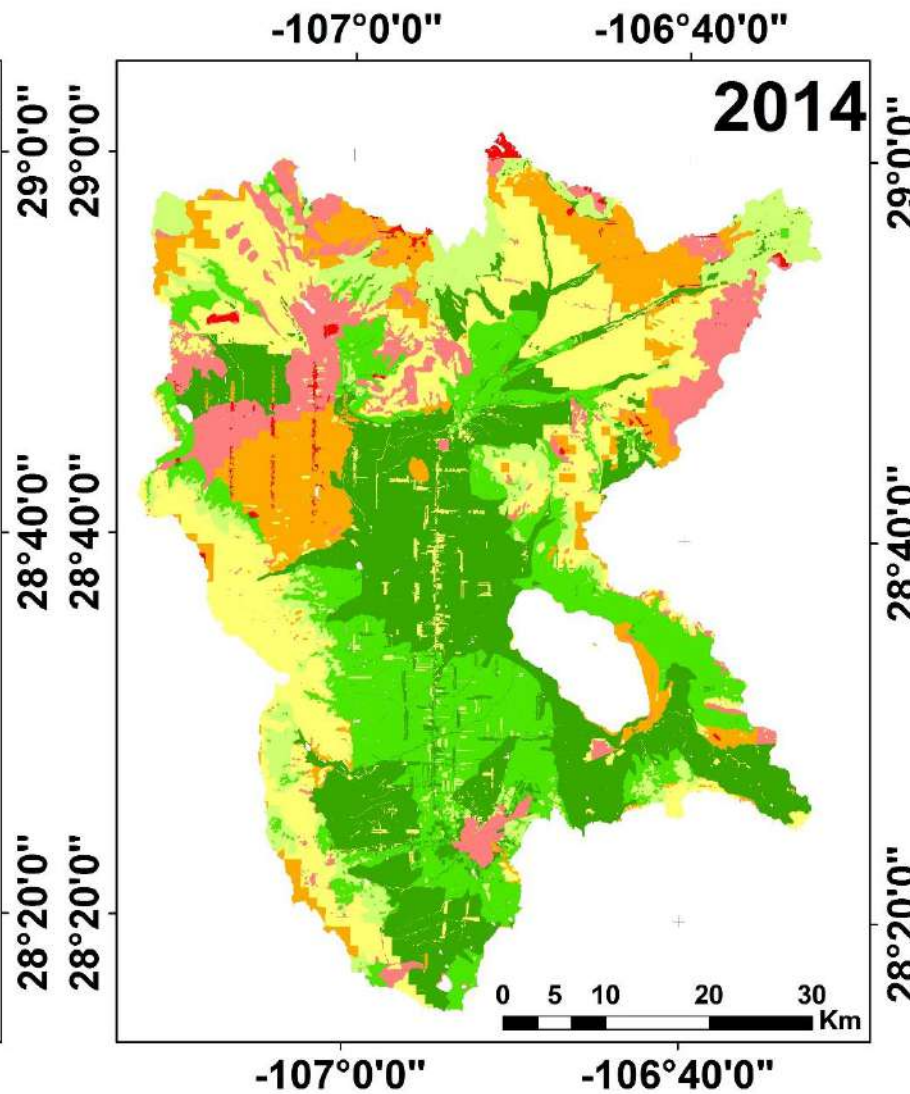
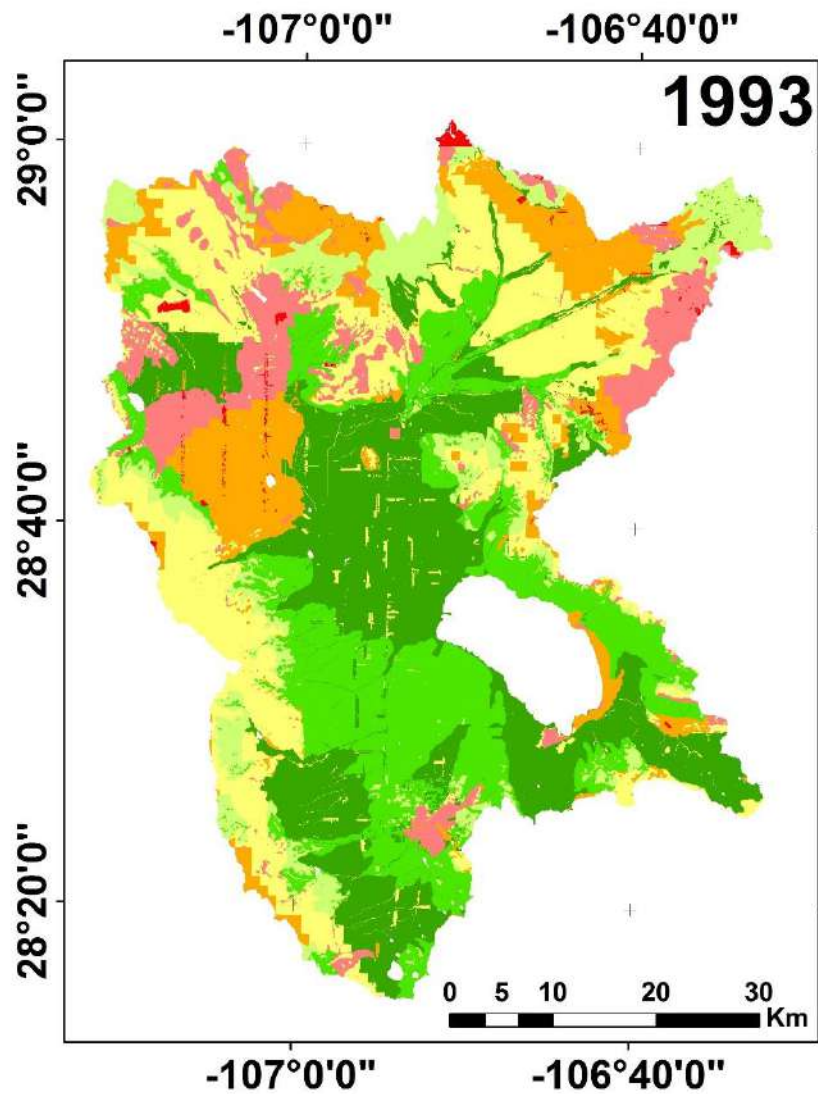
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
CIUDAD JUÁREZ**

GEO-INFORMÁTICA, CUAUHTÉMOC.

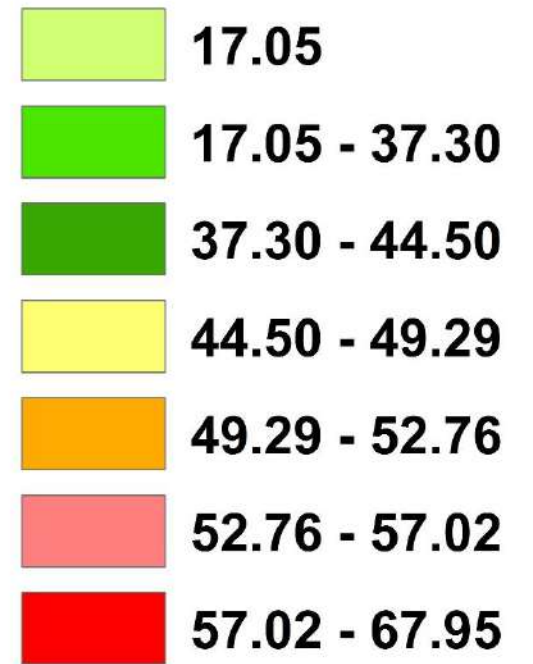
**ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL MEDIO ANUAL
NOM-011-CONAGUA-2002**

**(NORMA OFICIAL QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES PARA EL CÁLCULO
DEL ESCURRIMIENTO ANUAL Y LA DISPONIBILIDAD MEDIA DE AGUA
SUPERFICIAL)**

Luis Carlos Bravo Peña; Luis Carlos Alatorre Cejudo, María Elena Torres Olave



Volumen anual de agua escurrida en m³ por pixel (900 m²)



Parámetro	HISTORICO	ACTUAL
C		
(Valor ponderado para la cuenca)	0.105211	0.10665
P		
(Valor ponderado para la cuenca)	0.456 m	0.456 m
A		
Área cubierta por los distintos usos del suelo	3,147,944,400 m ²	3,175,542,000 m ²
Escurrimiento global	151,026,460.49 m ³	154,434,228.76 m ³

Un volumen de agua equivalente al de un cuerpo de agua de 15,434 ha a un m de profundidad promedio.

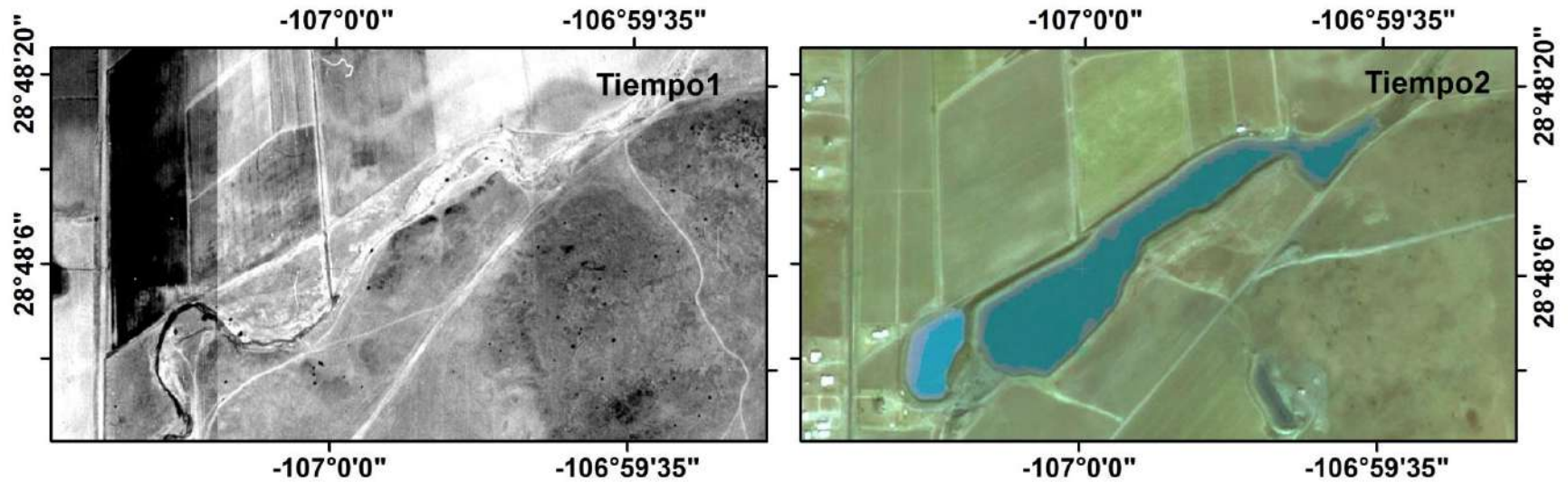
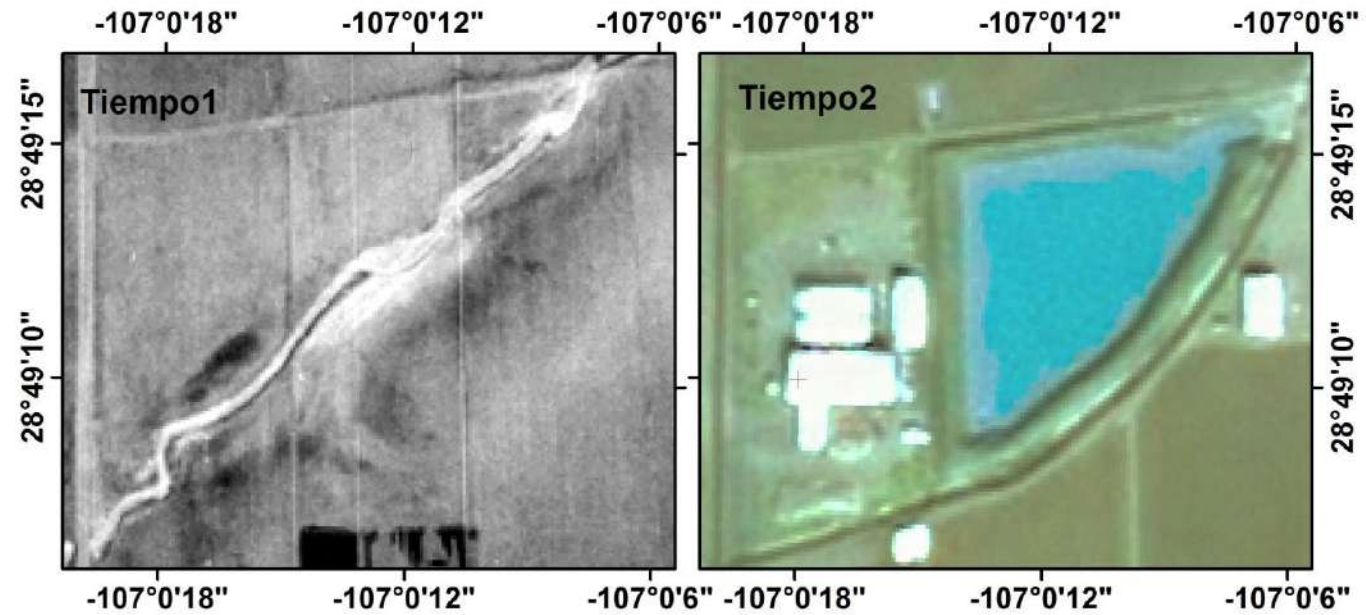
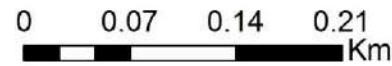


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
CIUDAD JUÁREZ**

GEO-INFORMÁTICA, CUAUHTÉMOC.

TAJOS Y REPRESOS EN EL ÁREA DE CAPTACIÓN

Luis Carlos Bravo Peña; Luis Carlos Alatorre Cejudo, María Elena Torres Olave



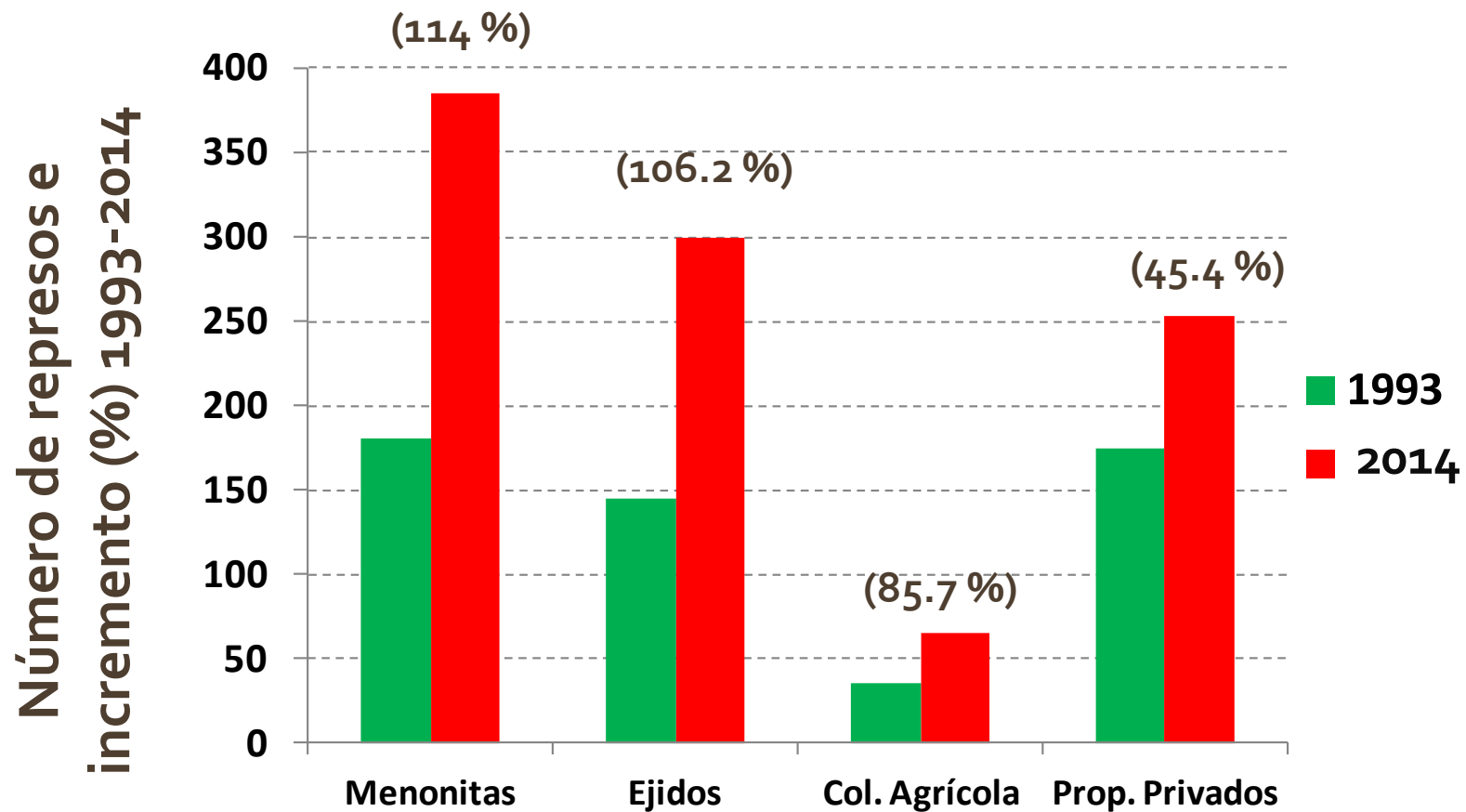
1993



2014

REPRESOS Y RESERVORIOS EN ÁREA DE CAPTACIÓN DEL ACUÍFERO

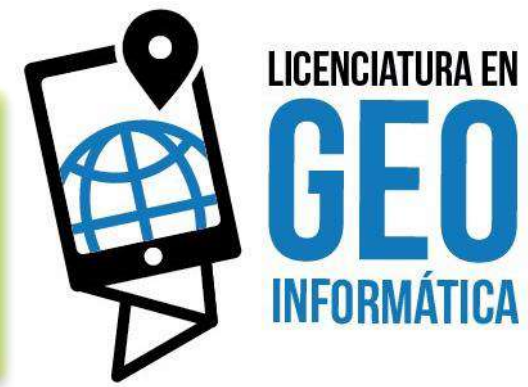
Año	Menonitas	Ejidos	Col. Agrícola	Prod. Privados	Total
1993	180	145	35	174	534
2014	385	299	65	253	1002



- 1) **EXISTE UN IMPORTANTE VOLUMEN DE ESCURRIMIENTOS, QUE ES CAPTADO EN REPRESOS (TAJOS), QUE NO LLEGA A LA LAGUNA, PERO QUE CONTRIBUYE AL AHORRO DE AGUA SUBTERRÁNEA.**
- 2) **LA EVIDENCIA INDICA QUE PRODUCTORES AGRICOLAS DE LOS DISTINTOS REGÍMENES DE PROPIEDAD, HAN IMPULSADO ESTA MEDIDA PARA HACER USO DEL AGUA SUPERFICIAL.**
- 3) **NO HAY CLARIDAD NI ORDEN EN EL TEMA, POR LO QUE DEBE ORDENARSE Y REGLAMENTARSE, TOMANDO EN CONSIDERACIÓN LOS APORTES, LAS CAPACIDADES Y EL CONOCIMIENTO LOCAL.**
- 4) **EN ESTE MOMENTO SE TIENEN LOS CÁLCULOS DE ESCURRIMIENTO POR CUENCA, POR LO QUE SE ESTÁ EN CAPACIDAD DE DESARROLLAR CÁLCULOS PARA ESTABLECER EL NUMERO MÁXIMO DE TAJOS POR SUBCUENCA EN LA ZONA DE ESTUDIO.**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ
LICENCIATURA EN GEOINFORMÁTICA



Propiedades geométricas
de predios agrícolas en la
cuenca de la Laguna
Bustillos: relaciones con la
ineficiencia de riego y con
el abatimiento del
acuífero.



Luis C. Alatorre, Luis C. Bravo-Peña, María E. Torres-Olave, Alfredo
Granados-Olivas, Mario I. Uc-Campos, Manuel O. González-León, Lara C.
Wiebeder y Alumnos de Geoinformática

17-may-2017
Chihuahua

Introducción

- Pérdidas de agua y eficiencia en el riego

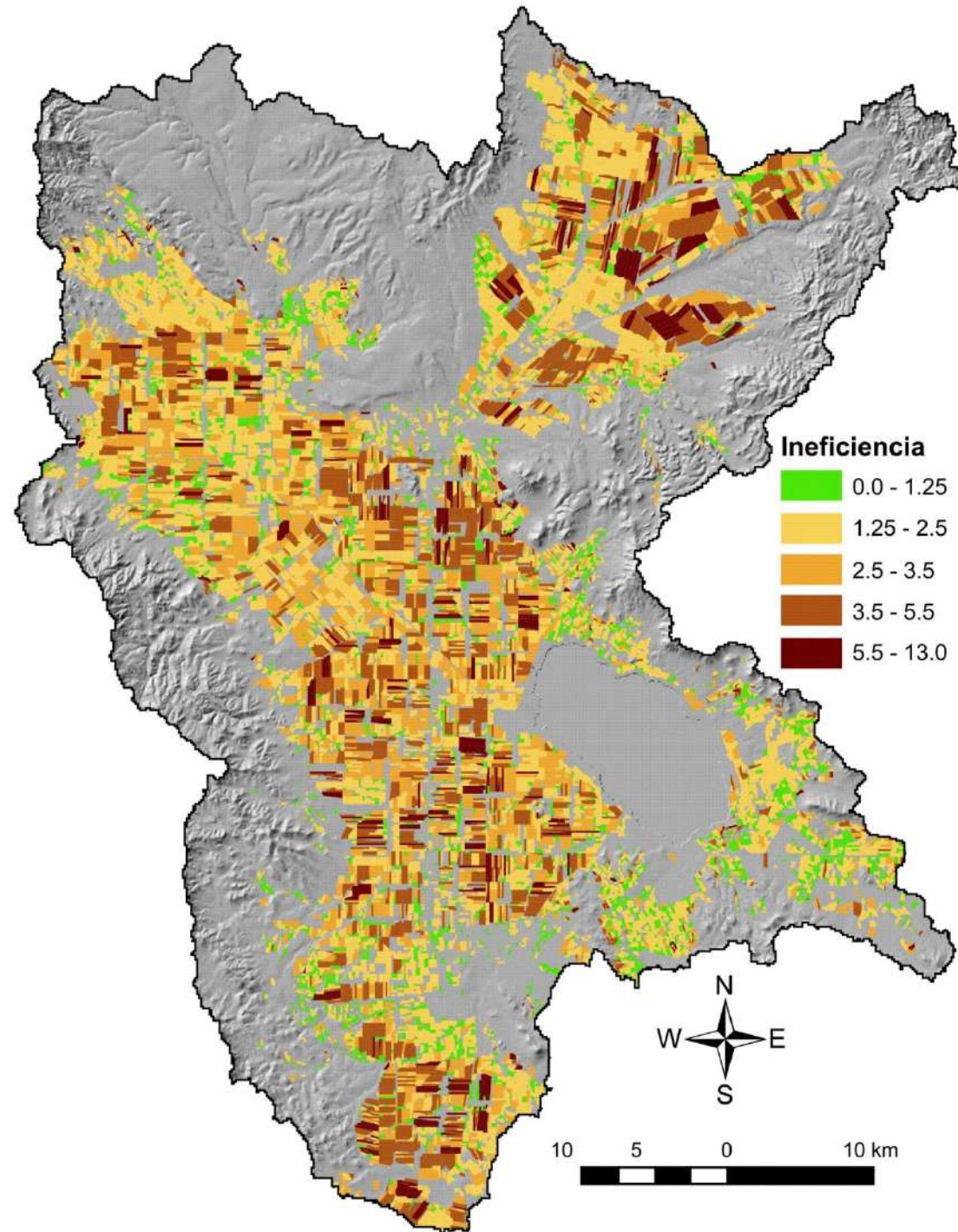
En lo que se refiere a las pérdidas de agua en el riego la CONAGUA (2011) la estima en un rango del 45 hasta el 60%, **debidas principalmente a la mala infraestructura, mal diseño, suelos poco aptos, salinidad, malas condiciones físicas del terreno, falta de desmonte, problemas de tenencia de tierra y falta de crédito; todas ellas contribuyen a **augmentar la ineficiencia del riego.****

La eficiencia de riego es la cantidad de agua útil para el cultivo que queda en el suelo después de un riego, en relación al total del agua que se aplicó.

Método de riego	Agua útil para el cultivo Litros por cada 100 litros aplicados
Riego tendido	20 a 30
Riego por surco	40 a 70
Riego por melgas	50 a 60
Riego por aspersión	65 a 80
Riego por goteo	90 a 95

Resultados

- Ineficiencia en el riego de acuerdo al largo de surco y propiedades fisiográficas de los predios



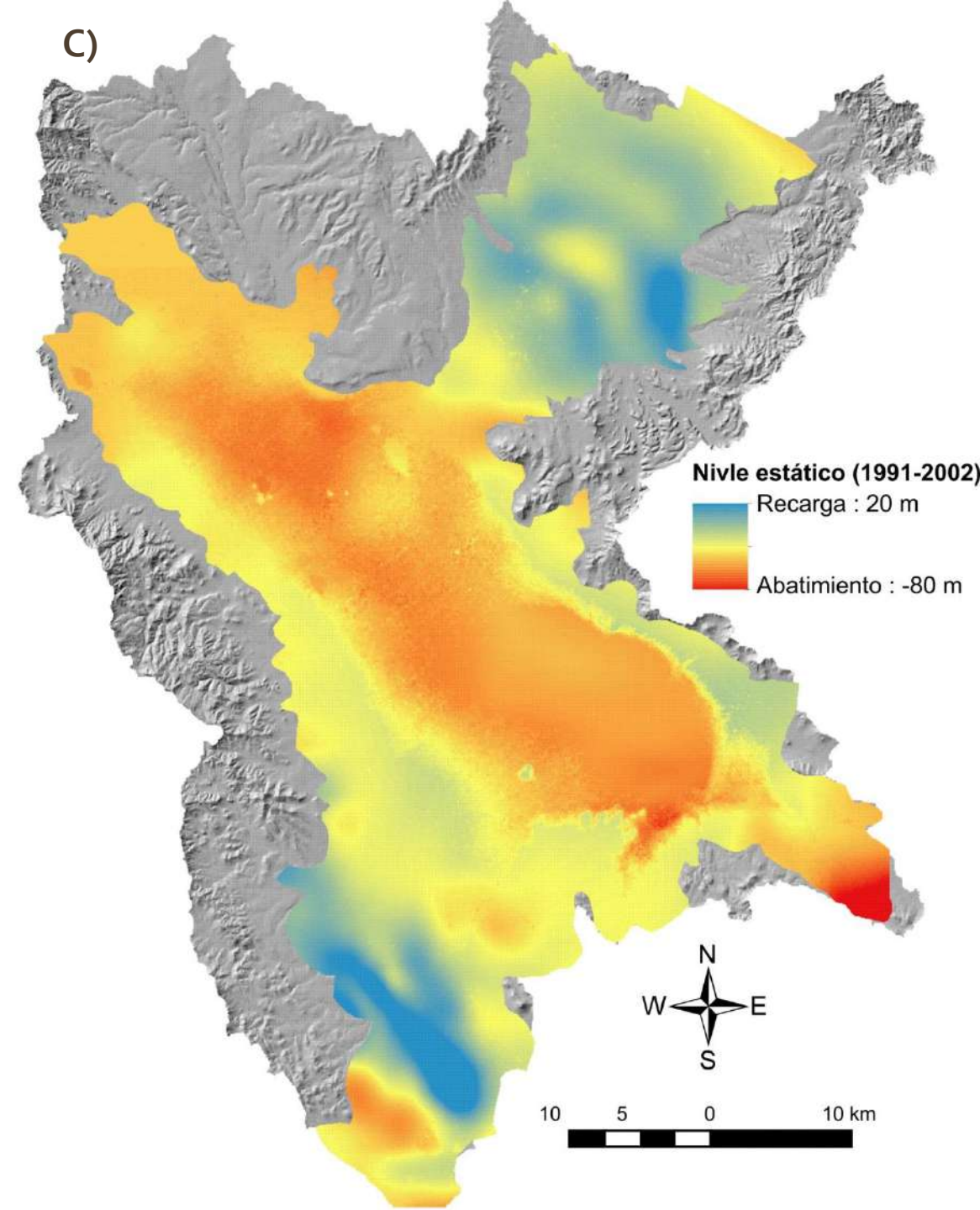
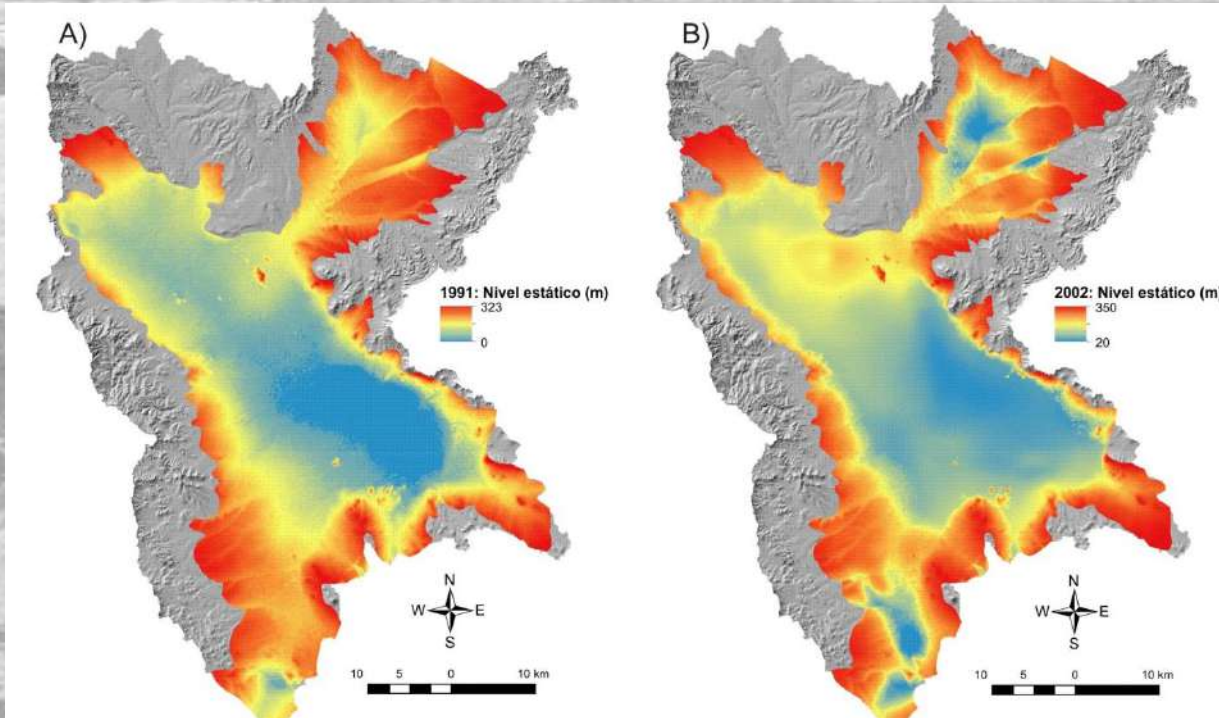
Resultados

- Evolución temporal y espacial del nivel estático del acuífero de la cuenca de la Laguna Bustillos (mapa A y B representan abatimientos desde la superficie del terreno):

A) nivel estático del año 1991;

B) nivel estático del año 2002; y

C) resta de los niveles estáticos de los años 1991 y 2002, se muestra abatimiento y recarga.



Resultados

- Correlación estadística de la ineficiencia de riego con propiedades geométricas y el nivel de abatimiento (otros serán explicados en otro evento)

		Largo	perimetro	Compacidad	Circularidad	Elongacion	Resta Nivel 91-02
Ineficiencia Riego	Correlación de Pearson	.690 ^{**}	.630 ^{**}	.467 ^{**}	-.445 ^{**}	-.428 ^{**}	.141 ^{**}
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	1000	1000	1000	1000	1000	1000

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* . La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

Conclusiones

- a) Los resultados demuestran algunos puntos que vale la pena destacar, por un lado el análisis de las propiedades geométricas y los parámetros de forma empleados, demostraron que la propiedad menonita es la que tiene actualmente las condiciones menos favorables para la utilización del riego rodado por surcos, con predios excesivamente alargados. Vale mencionar que esta situación también se replica en otros regímenes de propiedad.
- b) El índice de ineficiencia de riego por surcos comprueba lo anterior de una forma más contundente, de acuerdo a las propiedades físico-químicas de los suelos y la pendiente del terreno se encuentra que en la propiedad menonita se presentan índices que demuestran que sus predios agrícolas exceden desde 2.5 a 13 veces el largo máximo permitido.
- c) Se demuestra que las zonas con mayor abatimiento (hasta -80 m) se localizan principalmente en la propiedad menonita.
- d) De acuerdo al análisis de correlación entre las variables, se demostró que el índice de ineficiencia de riego rodado por surco se relaciona directamente con las propiedades geométricas de los predios y con el nivel de abatimiento del acuífero.
- e) Finalmente, queda claro que para revertir esta problemática se requerirá de un plan de ordenamiento territorial que incluya la reconfiguración geométrica de los predios agrícolas o la utilización de nuevas tecnologías como el riego por aspersión y goteo, y finalmente estrategias territoriales que incrementen las zonas de recarga natural y artificial del acuífero.

Recomendaciones

- a) Actualización del registro de niveles estáticos en pozos
- b) Propiedades físico-químicas de suelos (500 muestras)
- c) Sistemas de aforo en todos los pozos
- d) Censo de sistemas de riego por predio agrícola
- e) Modelización del acuífero MODFLOW (tesis de licenciatura en proceso)
- f) Actualización del balance hídrico para el área de estudio (tesis de doctorado en proceso)
- g) Programa de nivelación de tierras
- h) Sistemas de riego acordes a las características geométricas y propiedades del suelo
- i) Plan Director para la Modernización Integral del Riego y mejoramiento de la recarga hídrica

Recomendaciones

1. Legalidad en el uso del agua
2. Mantenimiento de instalaciones
3. Utilización de últimas tecnologías (teledetección y sistemas de información geográfica)

Instancias públicas:

- a) Personal con solvencia técnica y metodológica en instancias como COTAS, Municipio (JMAS, IMAPLAN, DUE)
- b) Creación de un centro de información municipal del agua en Cuauhtémoc (UACJ-Geoinformática)
- c) Creación de un consejo estatal del agua y consejos municipales del agua (ley de aguas del gobierno del estado)

ESTRATEGIAS PROPUESTAS



TECNIFICACIÓN

5,000 hectáreas anuales (10 años)



GOTEO (Ahorro Tecnificación) = 35% (148 Mm³)

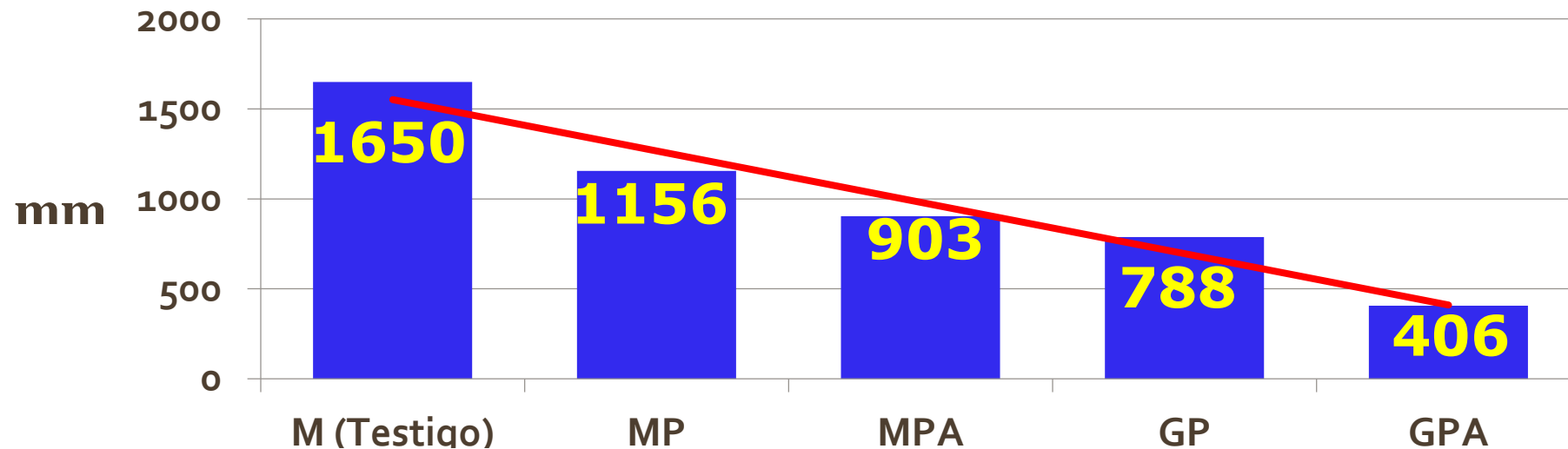
Programación del Riego

- MOMENTO DE RIEGO → **Quando regar**
- NUMERO DE RIEGOS → **Cuantas veces regar**
- FRECUENCIA RIEGOS → **Cada cuando regar**
- TIEMPO DE RIEGO → **Cuantas horas regar**
- LAMINA DE RIEGO → **Cuanta agua regar**



Láminas de riego y Ahorros anuales

Tratamiento	LR (m ³ ha ⁻¹)	Ahorro (m ³ ha ⁻¹)	Porcentaje de Ahorro
M (Testigo)	16,500	-	-
MP	11,560	4,940	29.9
MPA	9,030	7,470	45.3
GP	7,880	8,620	52.2
GPA	4,060	12,440	75.4



Recuperación de agua

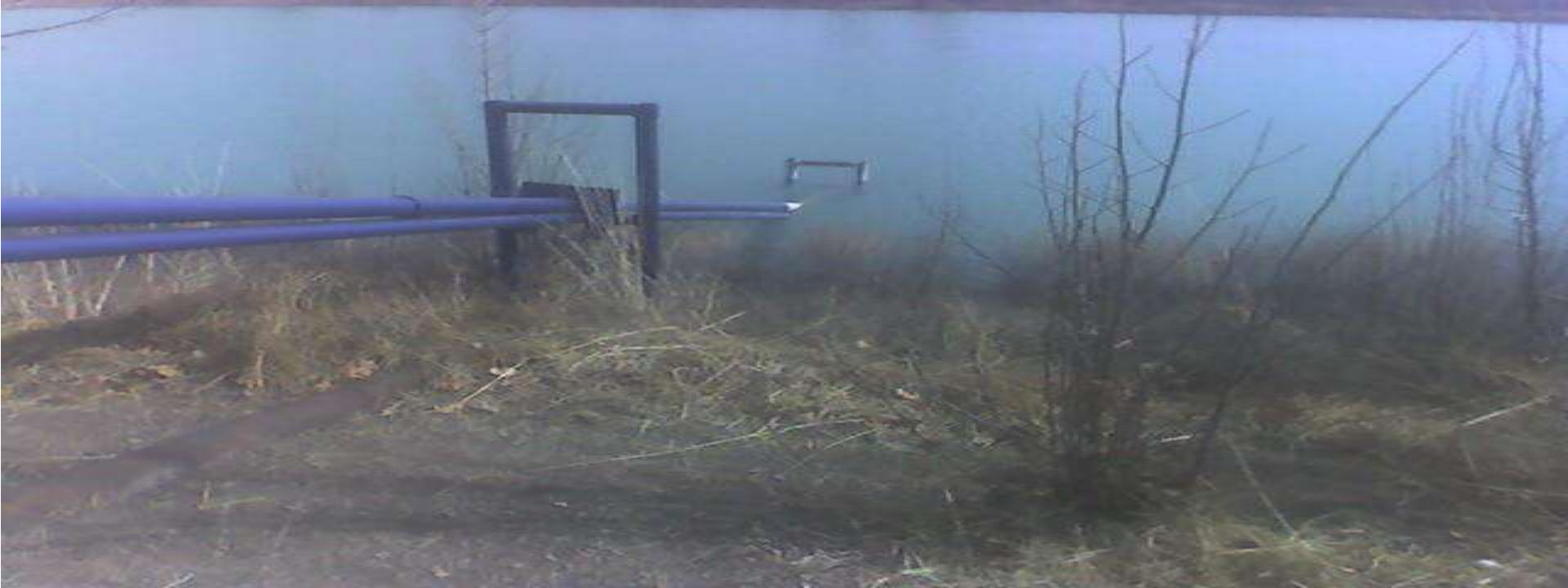
Ahorro Recuperación = 15% (63 Mm³)

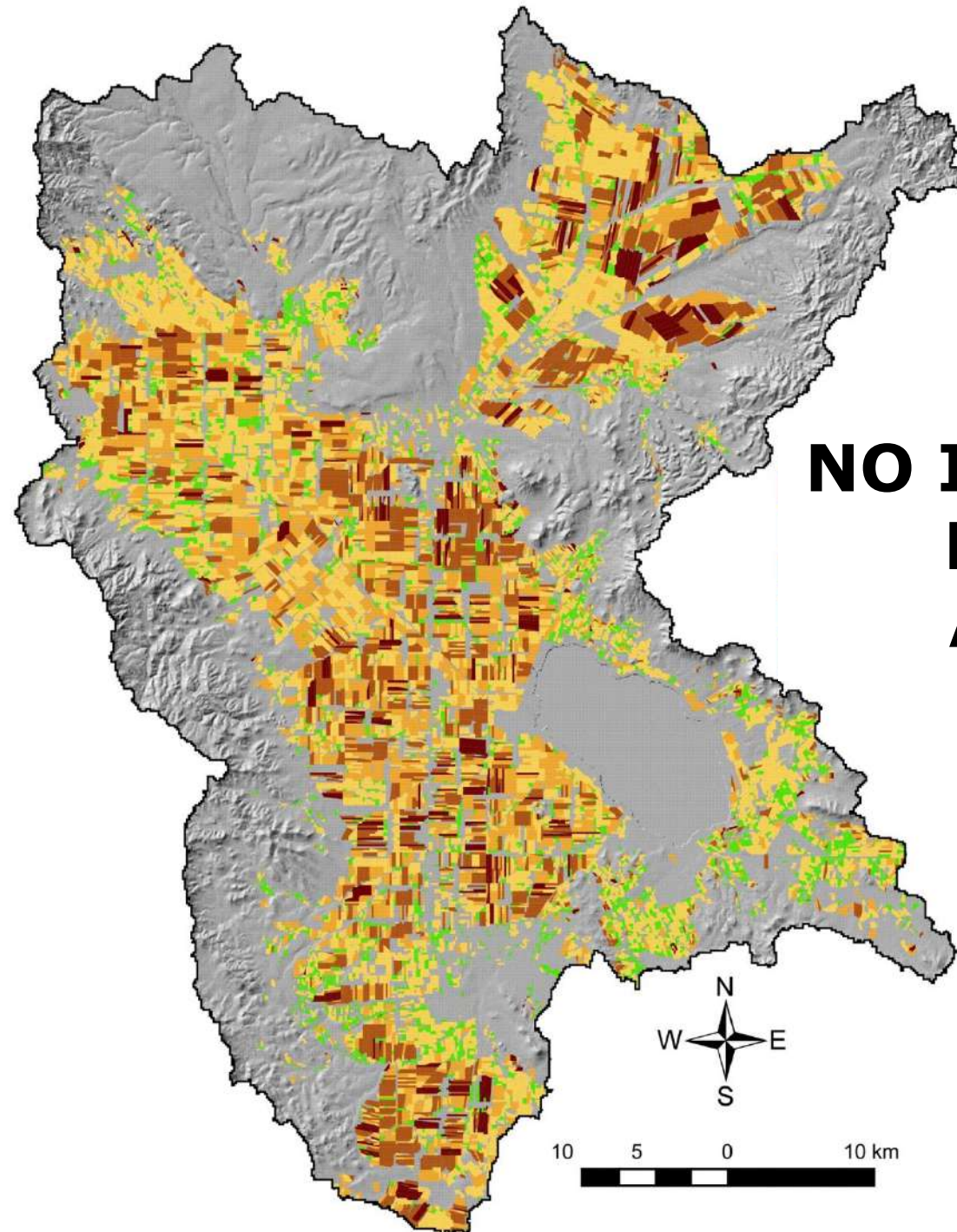


Aprovechamiento Integral del Agua



Ahorro Total del 50% = 211 Mm³





**NO INCREMENTAR
FRONTERA
AGRÍCOLA**

LAGUNA DE BUSTILLOS

Realizar Estudios de Impacto Ambiental (EIA)

Caudal Ecológico





Nuevas Plantaciones



CULTIVOS ALTERNOS



Arándano



Zarzamora



Frambuesa



Fresa



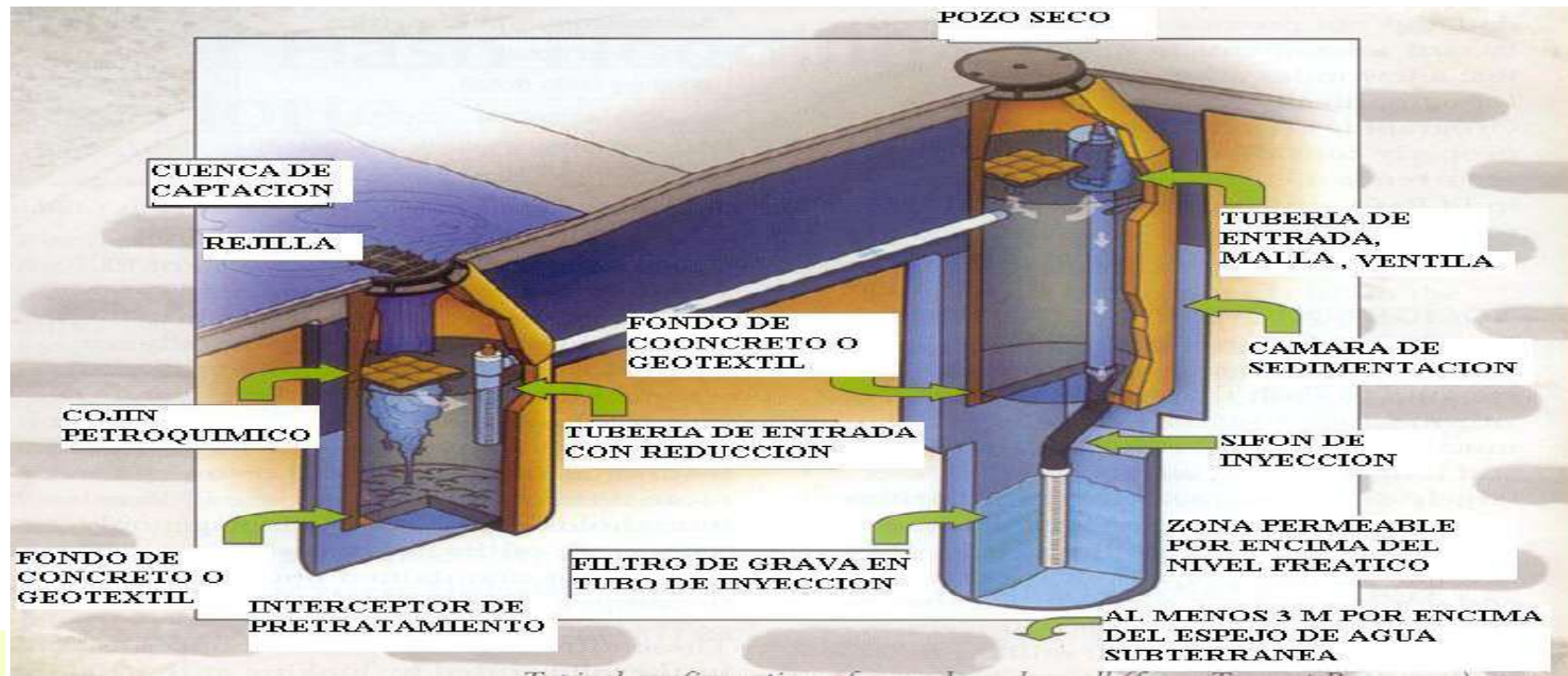
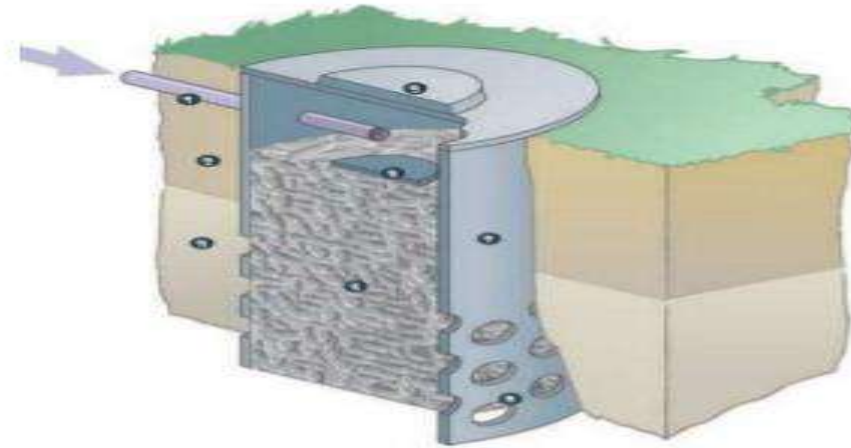
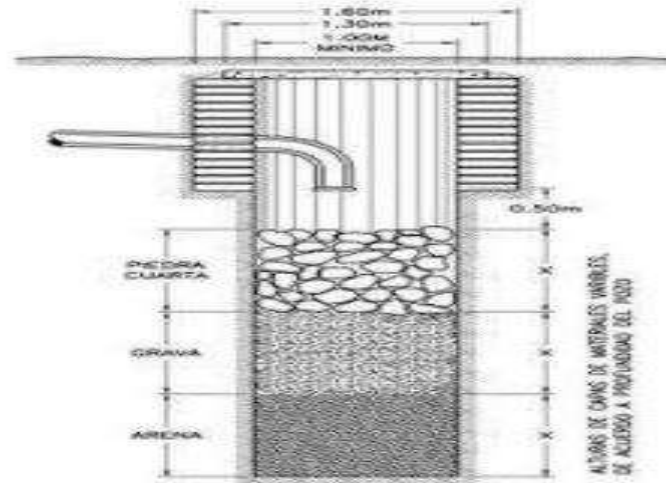
Granada



Vid



POZO DE ABSORCION



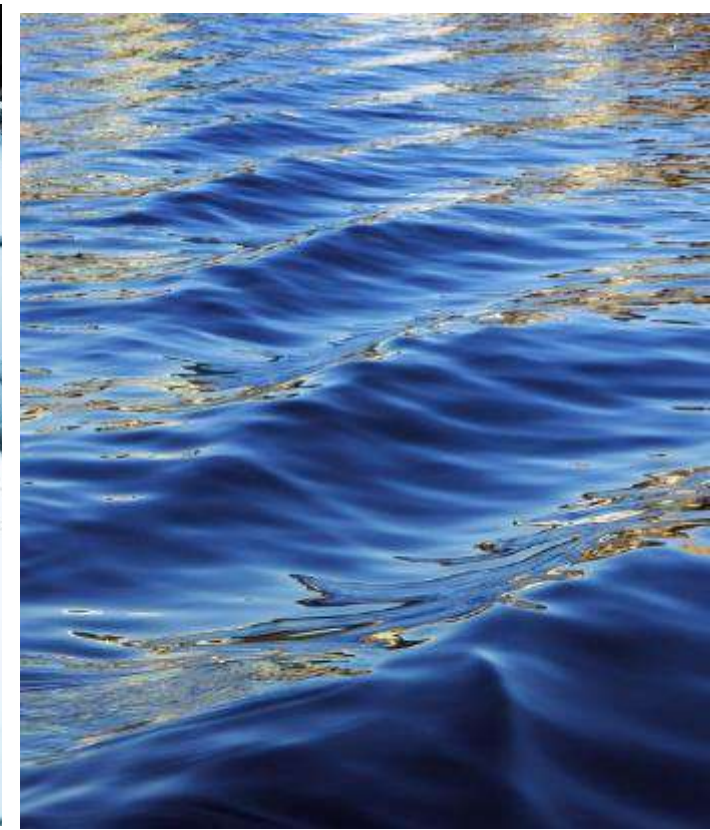
Diagnóstico del funcionamiento hidráulico de la red de agua potable mediante SIG's en Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua: recomendaciones.

Yadira Iveth Ibarra Pérez

Director de Tesis: Dr. Luis Carlos Alatorre C.

Co-Director: Mtro. Mario Iván Uc Campos

Universidad Autónoma de
Ciudad Juárez
IADA



A diagram showing four horizontal arrows pointing right, each containing a step in the water supply process. The arrows are stacked and overlap from left to right. The top arrow is dark green and labeled 'Extraer'. The second arrow is a lighter green and labeled 'Conducir'. The third arrow is a very light green and labeled 'Regularizar'. The bottom arrow is a medium green and labeled 'Distribución eficiente'.

Extraer

Conducir

Regularizar

Distribución eficiente

ANEAS, 2008

La eficiencia para abastecer de agua potable a una región se define como la capacidad de:

La eficiencia de una red de agua potable se determina evaluando tres diferentes enfoques:

Ingeniería de producción y distribución, conocida como eficiencia física

Se encarga de optimizar el proceso de abastecimiento de agua potable desde la fuente hasta el consumidor. Está relacionada con la cantidad de agua consumida, y la cantidad de agua producida e introducida a la red.

$$E_{FIS} = \frac{V_{AF}}{V_{APP}} * 100$$

Comercialización del servicio, determinada mediante la eficiencia comercial

El porcentaje que se recupera por medio de facturas que se determinan a los usuarios que reciben el servicio (CONAGUA, 2013).

$$E_{COM} = \frac{V_{AP}}{V_{AF}} * 100$$

Desarrollo institucional, vinculada con la eficiencia administrativa.

Incide directamente en la eficiencia comercial y eficiencia física, ya que en la ineficiencia administrativa se refleja un mal manejo del servicio (SMAPA, 2014).

Por todo ello es de gran relevancia diagnosticar y saber el funcionamiento con que opera la red de agua potable en Ciudad Cuauhtémoc.

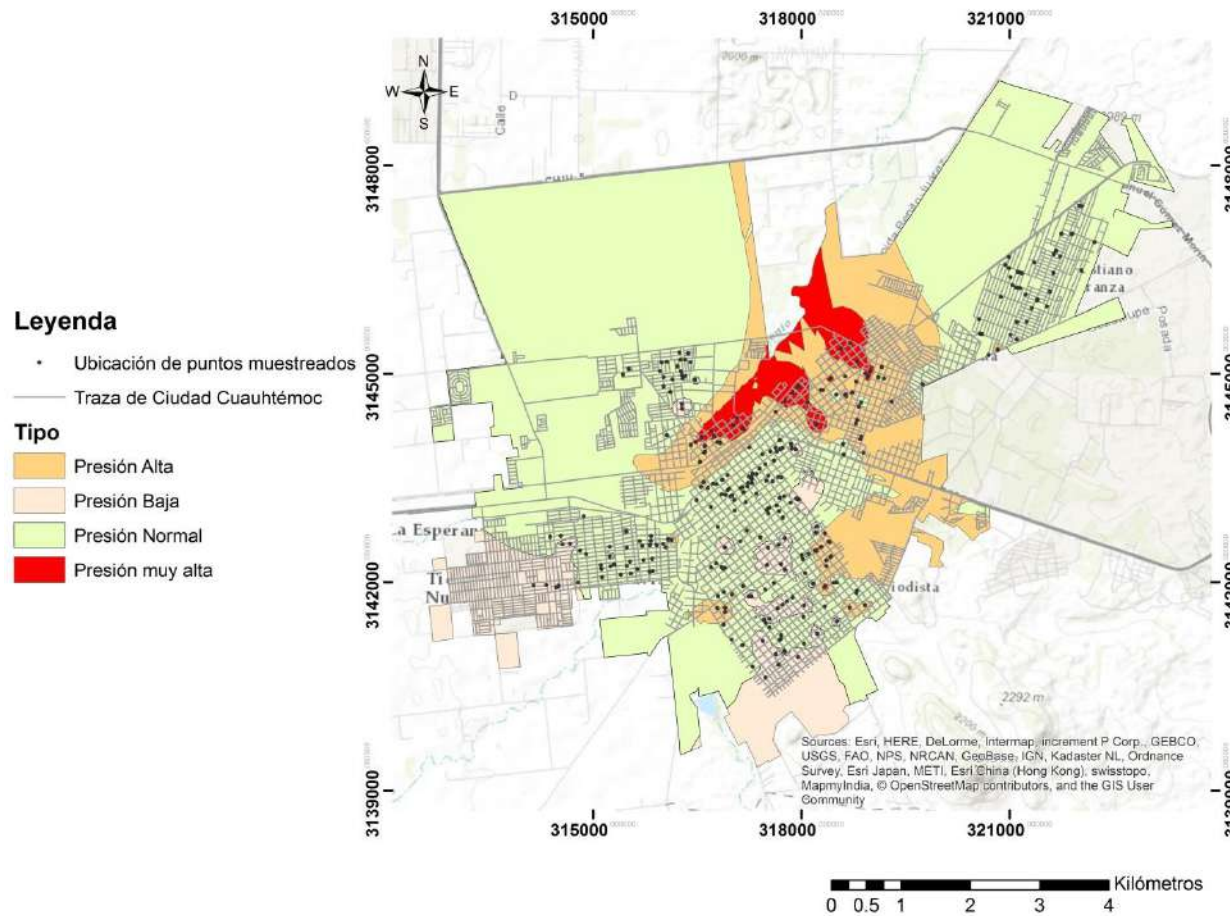
Actualmente ya se presentan problemas:

Presión baja

**Fugas
continuas**

**Falta de
suministro**

Interpolación (IDW): Reclasificación



(SIAPA, 2014):

- i) Presión baja, de 0 a 1.5 kg cm⁻².
- ii) Presión normal, de 1.5 a 3.0 kg cm⁻².
- iii) Presión alta, de 3.0 a 4.5 kg cm⁻².
- iv) Presión muy alta, mayor a 4.5 kg cm⁻².

Clasificación	Área (m ²)	Área (Has)	Porcentaje (%)
Presión Baja	5061125.6	506.11	9.6
Presión Normal	37012990	3701.29	70.4
Presión Alta	8680730.8	868.07	16.5
Presión Muy Alta	1852419.4	185.24	3.5

Figura 4. Clasificación de Interpolación de los datos puntuales de presión de suministro en la red de agua potable de ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua, mediante el método IDW.

Análisis espacial de las presiones de suministro en tomas domésticas y comerciales

Determinación del grado de eficiencia entre el volumen entregado y medido por el organismo operador

Análisis de las condiciones actuales con que operan las cajas de válvulas

Análisis de correlación entre el grado de marginación poblacional y el cobro

Visualizador web de las condiciones de las cajas de válvulas

Clasificación cualitativa (Polígonos Thiessen)

El resultado de la creación de los polígonos de Thiessen mediante la clasificación de los valores de volumen entregado y medido en la red de agua potable se puede observar en la Figura 6.

Leyenda

- Puntos de muestreo
 - Traza de Ciudad Cuauhtémoc
- Cobro**
- Cobro igual a consumo
 - Cobro inferior al consumo
 - Cobro superior al consumo

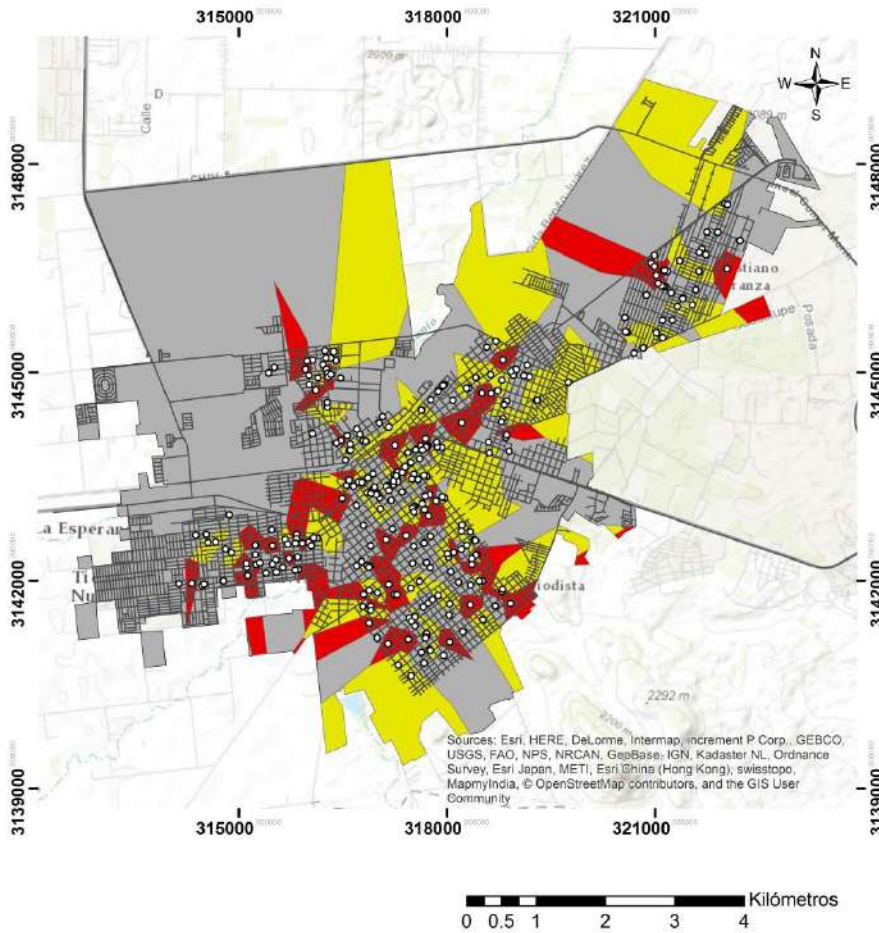


Figura 6. Clasificación de los puntos de muestreos de volumen entregado y medido en la red de agua potable en la ciudad de Cuauhtémoc, Chihuahua.

Área Total	Área (has)	Número de puntos	Porcentaje (%)
Cobro igual al consumo	3244.01	138	61.66
Cobro inferior al consumo	1461.11	91	27.77
Cobro superior al consumo	555.6	63	10.56

Análisis espacial de las presiones de suministro en tomas domésticas y comerciales

Determinación del grado de eficiencia entre el volumen entregado y medido por el organismo operador

Análisis de las condiciones actuales con que operan las cajas de válvulas

Análisis de correlación entre el grado de marginación poblacional y el cobro

Visualizador web de las condiciones de las cajas de válvulas

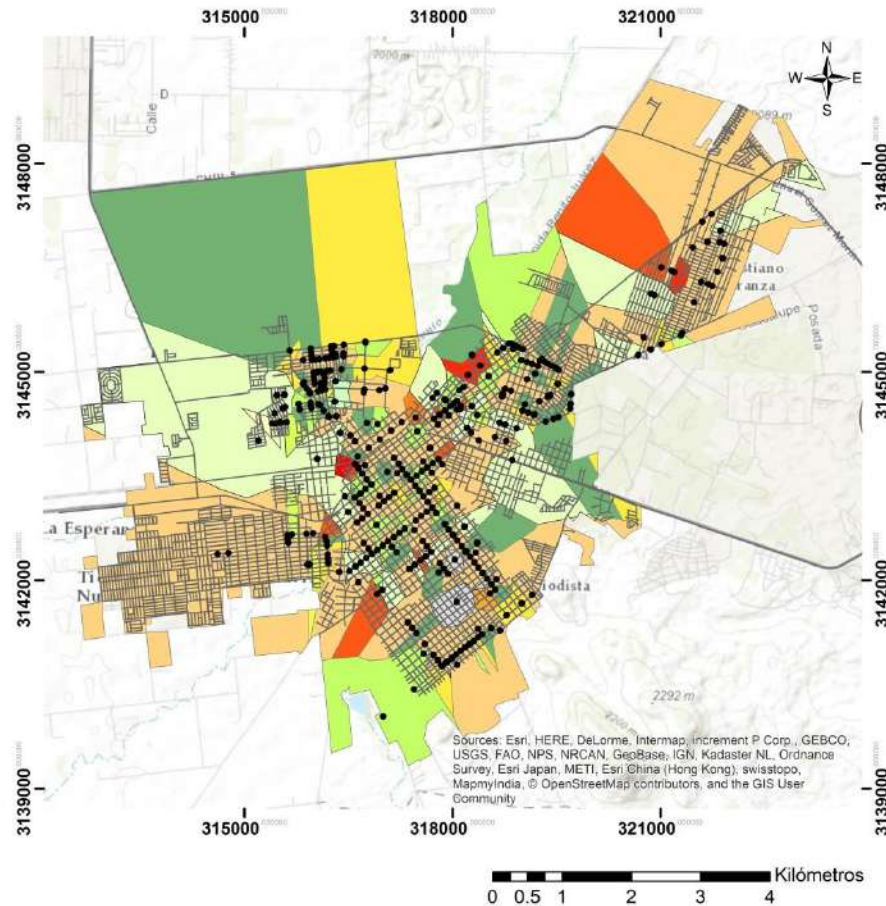
Clasificación cualitativa (Polígonos Thiessen)

Legenda

- Ubicación de cajas de válvulas
- Traza de Ciudad Cuauhtémoc

CONDICION

- Ausencia
- Falta de Equipo
- Fuga
- Fuga y Contaminada
- Fuga y azolvada
- Fuga y semi-azolvada
- Inundada
- Inundada y falta equipo
- Obstruida
- Sellada
- Azolvada
- Azolvada y fuga
- Azolvada y falta equipo
- Semi-azolvada
- Semi-azolvada y obstruida
- Semi-azolvada y semi-obstruida
- Sesgada
- Normal



El resultado de la creación de los polígonos de Thiessen para determinar el área de influencia de cada una de las cajas de válvulas y su respectiva clasificación de acuerdo a sus condiciones se observan en la Figura 8.

Figura 8. Clasificación de las condiciones de las cajas de válvulas en Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua.

Análisis espacial de las presiones de suministro en tomas domésticas y comerciales

Determinación del grado de eficiencia entre el volumen entregado y medido por el organismo operador

Análisis de las condiciones actuales con que operan las cajas de válvulas

Análisis de correlación entre el grado de marginación poblacional y el cobro

Visualizador web de las condiciones de las cajas de válvulas

Conclusiones

- En cuanto a la presión registrada en las distintas zonas del área urbana, se pudieron observar amplios sectores donde el agua no tiene la suficiente presión o por el contrario hay áreas donde las presiones exceden las normas oficiales. Periodos sin agua, Desabasto, Fugas internas: “Lo cual repercute en la calidad del servicio y por ende pérdidas del vital líquido”.
- Por otra parte los datos de volumen entregado (OO) y volumen medido (real), también son muy críticos, pues esto demuestra que nuestro OO no está cobrando lo que realmente está entregando en las tomas domiciliarias. NECESIDAD DE RENOVAR MEDIDORES.
- Finalmente las condiciones de las válvulas son muy malas, en general se demuestra que el OO realmente está muy limitado para poder llevar: Acciones de mantenimiento, mejora. Un plan de sectorización

Recomendaciones

Análisis espacial de fugas y su relación con presiones y con antigüedad

Muestreo más a detalle de los gastos en los sectores identificados

Mejoramiento urgente de las cajas de válvulas

Modelización hidráulica de la red de agua potable

Sectorización de la red agua potable

Visualizador en tiempo real para el OO

Recomendaciones generales

Fomentar inversión

Tarifas justas

Incrementar el uso de agua tratada

Incrementar tecnología y tecnificación de sistemas de riego agrícola

Extracción = Recarga

Conservar áreas verdes

Mantener, renovar y reparar la infraestructura

Cultura en la población y en la clase política

Nutrir las instituciones con especialistas con solvencia técnica y metodológica
(COTAS, JMAS, IMPLAN, DESARROLLO URBANO Y ECOLOGÍA)

CONCLUSIONES DE CIERRE

¿QUE PUEDE HACER EL CONGRESO DEL ESTADO?

- 1) GESTIONAR DESDE EL LEGISLATIVO UN SOPORTE A LA LEY ESTATAL DEL AGUA MEDIANTE UN CONSEJO ESTATAL DEL AGUA QUE PERMITA SU OPERATIVIDAD EN EL ESTADO Y EN LOS DIFERENTES ACUÍFEROS.
- 2) GESTIONAR DESDE EL LEGISLATIVO RECURSOS PARA PROYECTOS DE TECNIFICACIÓN DE RIEGO, (PROGRAMA PESO POR PESO), PARA LOGRAR 5000 ha ANUALES.
- 3) ELABORAR REGLAMENTO PARA LA ORDENACIÓN ESPACIAL DE LOS TAJOS, LO CUAL INVOLUCRA GESTIONAR RECURSOS PARA LA ELABORACIÓN DE UN EIA DE RETENCIÓN DE AGUA SUPERFICIAL EN EL ÁREA DE CAPTACIÓN DE LA CUENCA.
- 4) GESTIONAR ANTE LA FEDERACIÓN EL PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES HÍDRICOS.

4. PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES

ESCURRIMIENTOS SUPERFICIALES

ENTRADAS

344.3
MILLONES DE M3

• ESTADOS UNIDOS
74.3 MILLONES DE M3

• DURANGO
270 MILLONES DE M3

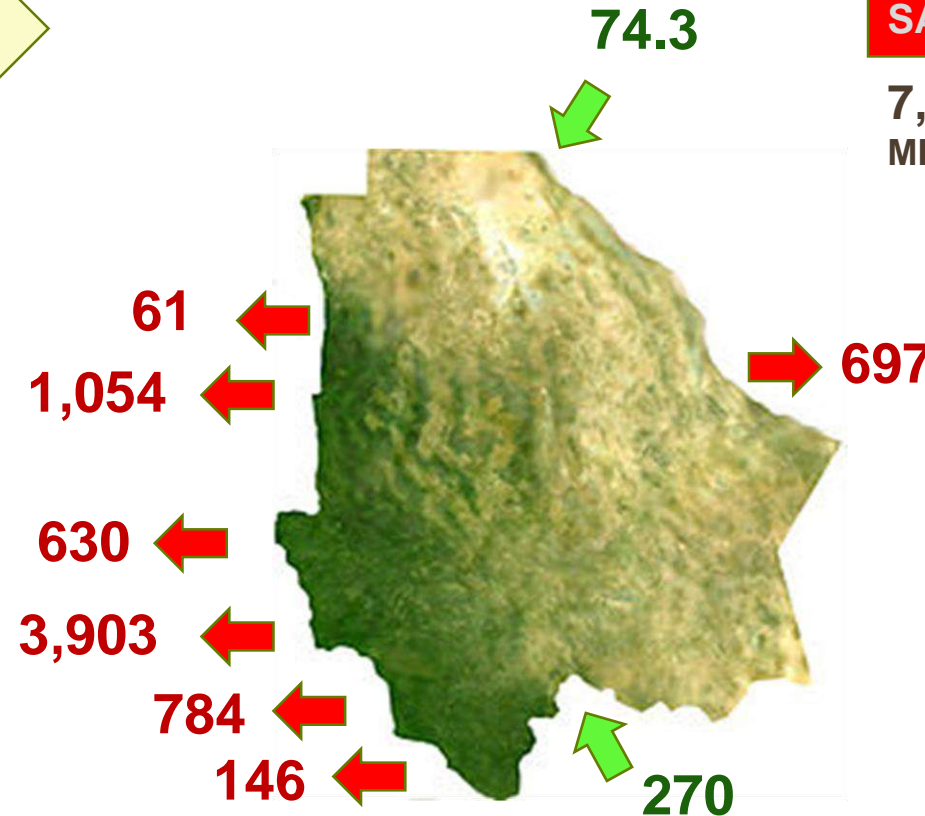
SALIDAS

7,275
MILLONES DE M3

SONORA
1,115 MILLONES DE M3

SINALOA
5,463 MILLONES DE M3

CUENCA DEL RÍO BRAVO
697 MILLONES DE M3



JMAS: METAS A CORTO Y MEDIANO PLAZO



- - QUE TODOS PAGUEMOS EL SERVICIO
-
- RESERVA DE 150,000 M³
- INCREMENTAR DISPONIBILIDAD DE 500 A 750 LPS

USO AGRÍCOLA:

1. GOBERNABILIDAD PARA UN MANEJO SUSTENTABLE DEL ACUIFERO CUAUHTÉMOC

SAGARPA (FIRA, FND, FIRCO) ; SEMARNAT; CONAGUA; CFE
CONCESIONARIOS DEL AGUA



USO AGRÍCOLA:

2. RECONVERTIR 5,000 Ha DE RIEGO RODADO A GOTEO EN EL CULTIVO MAÍZ Y,

3. PROGRAMA ASISTENCIA TÉCNICA



GRACIAS!!



CONCLUSIONES GENERALES

GOBER- NANZA

Se concluye que es importante fortalecer las capacidades locales en materia de gestión, manejo y regulación de los usos del agua.

1. Históricamente, es la primera vez que concurren a un mismo evento de esta naturaleza una buena cantidad de productores tanto de maíz como de manzana y que además, manifestaron su intención para trabajar de forma conjunta, para rescatar el Acuífero Cuauhtémoc.
2. Se proponen cambios legales encaminados a fortalecer los COTAS (legalidad, transparencia y corresponsabilidad), a fin de otorgarles mayores facultades, atribuciones y obligaciones.
3. Se proponen cambios legales encaminados a una mejoría regulatoria de tramites y gestiones, para la simplificación y transparencia en la gestión del agua en las oficinas de CONAGUA.
4. Se enfatiza la necesidad de la auto-organización de los usuarios del agua, de manera que la gestión del uso del agua, y la vigilancia en la eficiencia del uso recaiga en los usuarios. En ese particular, se menciona la existencia de iniciativas previas de actores locales para recuperar el manejo y la regulación de fuentes de agua locales dentro de la cuenca. Estas iniciativas pueden retomarse para mejorar el uso y la gestión del agua local.

CONCLUSIONES GENERALES

GOBERNANZA

Se concluye que es importante fortalecer las capacidades locales en materia de gestión, manejo y regulación de los usos del agua.

5) Se menciona la necesidad impulsar la creación de un Centro Municipal de Información del Agua, que permita la unificación de la información dispersa en torno al agua regional, la ciudadanización de los resultados, y el manejo de la información con solvencia técnica y metodológica. El centro municipal de información del agua, podría homogeneizar las bases de datos existentes sobre el tema..

6) Fue evidente en las ponencias que los datos sobre el acuífero no siempre concuerdan. Sobre esto, CONAGUA reconoce que sus datos son inexactos, y que deben enriquecerse con la participación de los especialistas locales.

7) Se indica que es necesario que los usuarios se unan para la gestión del agua, bajo alguna figura que sea jurídicamente viable y socialmente aceptada, que les permita gestionar recursos y que les facilite tener atribuciones en la materia. **La organización de los usuarios admite figuras específicas de los distintos productores, y será en talleres posteriores donde se definan las acciones para articularse entre ellos.**

8) Estas acciones tienen que darse en el corto plazo, pues según se indicó en las ponencias, de no actuar ahora, y todos unidos, este acuífero podría colapsar en un termino no mayor a 15 años.

LÍNEAS DE ACCIÓN PARA RESCATE DEL ACUÍFERO

CONCLUSIONES GENERALES

EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA

- Se concluye:**
- 1) Que se han realizado esfuerzos importantes en materia de mejorar la eficiencia del uso del agua por agricultores mestizos y menonitas, en los cultivos principales de la zona (manzana y maíz), y que existen buenas prácticas agronómicas actualmente, muy valiosas, pero también se reconoce la necesidad de incrementar la superficie tecnificada, para mejorar la eficiencia de riego. En el caso del cultivo de Maíz se propone un ritmo de 5000 ha anuales.
 - 2) Se menciona la necesidad de evaluar la viabilidad de introducir localmente cultivos alternos, con alto valor económico y bajo consumo del agua, indicando que otras regiones del mundo ya incursionaron en dichos cultivos con resultados exitosos.
 - 3) Se presentan resultados de tecnologías de riego ya probadas localmente en el cultivo de manzano y maíz, que han mejorado sustancialmente la rentabilidad de ambos cultivos, y la eficiencia de uso del agua.
 - 4) Se indica que hay una alta ineficiencia en el uso del agua, vinculada fundamentalmente a: a) algunas prácticas agrícolas, b) geometría de predios, c) propiedades físico-químicas y biológicas del suelo. Esta ineficiencia no es exclusiva de un tipo de productor en particular, por lo que todos deben involucrarse en la solución.

LINEAS DE ACCIÓN PARA RESCATE DEL ACUÍFERO

CONCLUSIONES GENERALES

EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA

Se concluye:

5) Se menciona la necesidad de modificar el enfoque de la producción agrícola, y en general de los procesos que tienen que ver con el uso del agua, a efectos de incrementar la sustentabilidad y la eficiencia del uso del agua, sin sacrificar la productividad ni la superficie cultivada actualmente.

6) Es necesario impulsar la medición en tiempo real de los volúmenes extraídos por cada pozo. Estas mediciones no tienen el propósito de castigar a los productores. Se realizan más bien para definir prioridades en cuanto a las superficies de tecnificación, y ordenar los riegos en el futuro.

7) En cuanto al uso del agua para consumo humano, se indica que es necesario mejorar la eficiencia de la red de distribución de agua potable, como una necesidad previa a la inyección de mayor cantidad de agua a la misma red.

8) Existen esquemas de financiamiento de FIRA que se pueden aprovechar para la tecnificación de riegos.

9) En este sentido, sobresale la conclusión con la que cerraron en su ponencia los señores representantes de las colonias menonitas: Franz Neufeld y Cornelio Banman convocando a trabajar todos unidos y, a la vez, poner en acción un proyecto de peso por peso en coordinación con las diferentes instancias de gobierno, para invertirlo en eficientización de los sistemas de riego.

10) Se indica que es necesario articular las acciones individuales de los distintos productores, y que esto permita construir una estrategia global para conseguir recursos para la tecnificación de riegos.

LINEAS DE ACCIÓN PARA RESCATE DEL ACUÍFERO

CONCLUSIONES GENERALES

MANEJO AMBIENTAL DEL ACUIFERO

Se concluye que es importante impulsar acciones para mejorar los procesos hidrológicos en la cuenca o área de captación del acuífero.

- 1) Se menciona la necesidad de hacer un manejo integral del acuífero, desde un enfoque holístico, que incorpore tanto la regulación de las extracciones, como la restauración ambiental de las áreas de recarga, la mejoría de las prácticas agrícolas, la disminución de las cargas ganaderas, el manejo de aguas residuales, y la eficientización de la red de distribución de agua potable en la ciudad de Cuauhtémoc Chihuahua.
- 2) Se identificaron las áreas de recarga, concluyéndose que hay un 73 % de áreas con potencial alto y muy alto como zonas de recarga, donde tendrían que priorizarse estas acciones.

LINEAS DE ACCIÓN PARA RESCATE DEL ACUÍFERO

CONCLUSIONES GENERALES

MANEJO AMBIENTAL DEL ACUIFERO

3) Se menciona la necesidad de la regularización legal de los tajos, de manera que estos permitan el uso eficiente del agua superficial, y una disminución de la presión sobre el agua subterránea.

4) También se menciona la necesidad de evaluar la viabilidad de acceder a fuentes alternas de agua, como el trasvase de agua de cuencas vecinas. Se indicó que esta acción, al igual que la acción del numeral tres, tienen que soportarse en una evaluación técnica y legal rigurosa.

5) Se mencionó la posibilidad de incorporar tecnologías para el aprovechamiento de agua de lluvia, como el agua sólida, un desarrollo tecnológico en forma de polímero de poliacrilato de potasio o sodio, que aplicado al suelo en la cantidad correcta, almacena las moléculas de agua y las libera gradualmente, permitiendo espaciar los riegos, y ahorrar el vital líquido (30 o 40 %) en los predios agrícolas.

6) Se indica que la Laguna Bustillos se encuentra altamente contaminada, y que por lo tanto es necesario el diseño de una estrategia integral de remediación de la laguna, que permita que esta

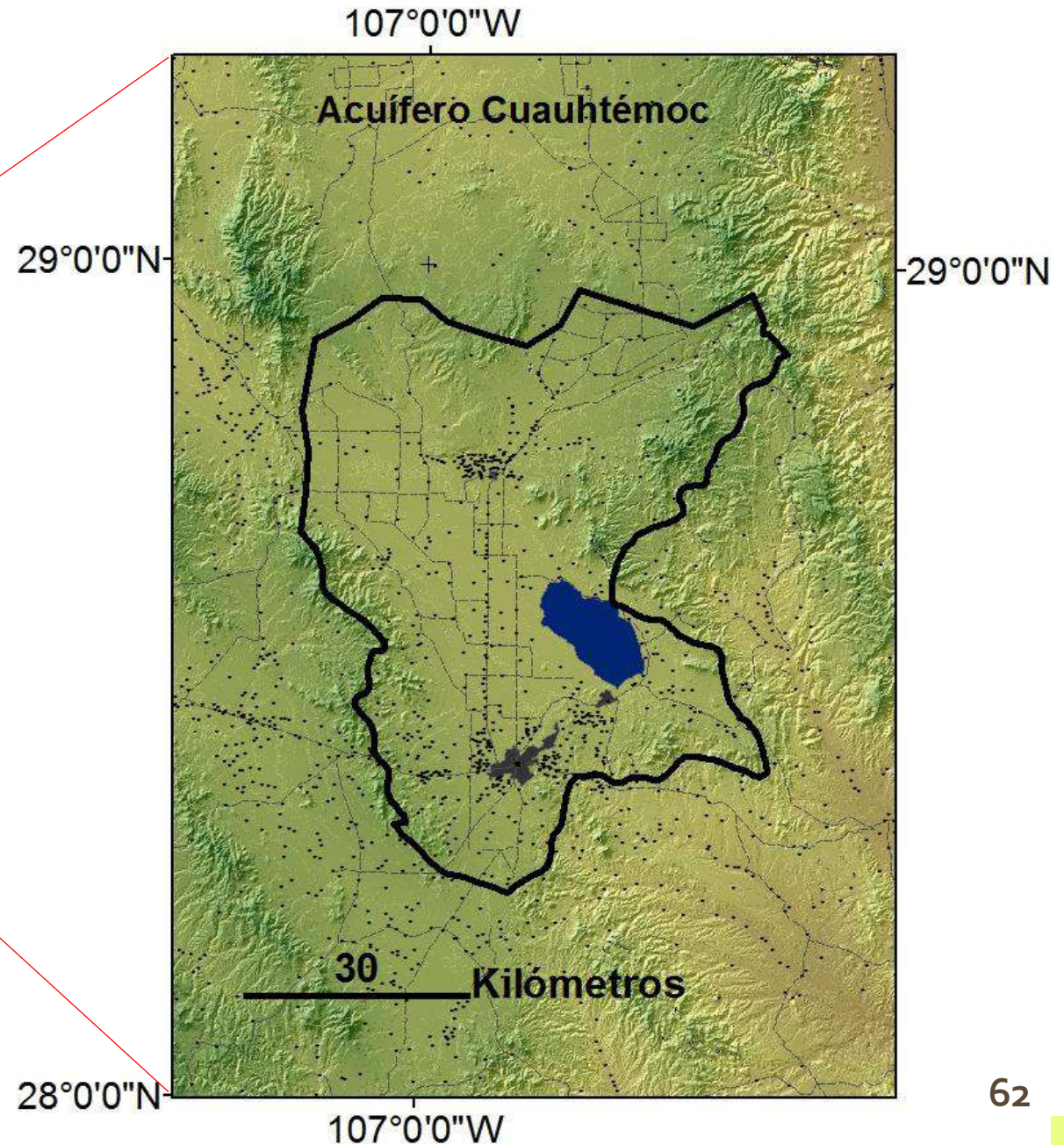
Acuífero Cuauhtémoc



3,290 km²

Concesión de 312.23 y/o 293 Mm³/año
(vs 694, 581, 501 Mm³/año)
Recarga 115.2 millones m³/año.

Datos oficiales, aunque en la realidad se presume más extracción.



Ecn. 1 (Si $K < 0 = 0.15$)

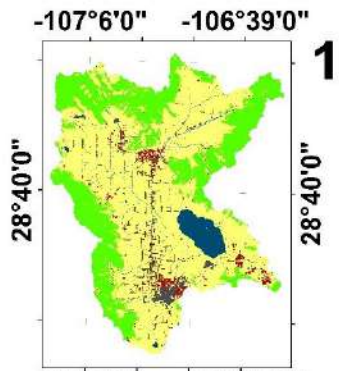
$$C = K(P - 250) / 2000$$

Ecn. 2 (Si $K > 0.15$)

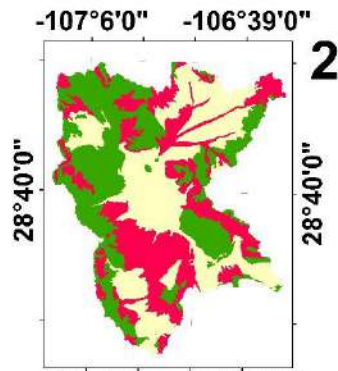
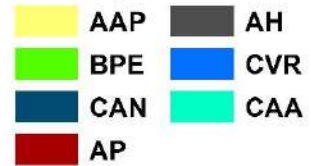
$$C = K(P - 250) / 2000 + (K - 0.15) / 1.5$$

Tabla 1. Valores de K por tipo de cubierta y permeabilidad del suelo.

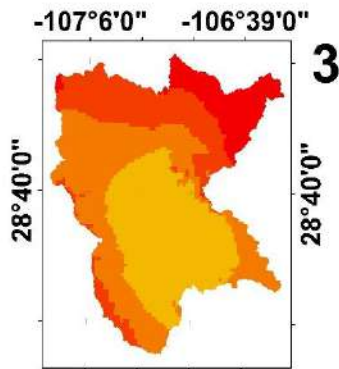
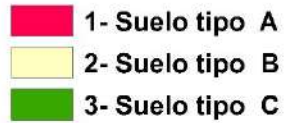
Clase	K en suelo permeable	K en suelo medianamente permeable	K en suelo impermeable
Agricultura de anuales	0.24	0.27	0.3
Asociación Pino-Encino	0.17	0.26	0.28
Encinar Perturbado	0.22	0.28	0.3
Huertas de Manzana	0.07	0.016	0.24
Pastizales	0.24	0.28	0.3
Suelo desnudo	0.24	0.28	0.3
Asentamientos Humanos	0.26	0.29	0.32
Matorrales (Veg. secundaria)	0.14	0.20	0.28
Bosque de Pino	0.17	0.26	0.28



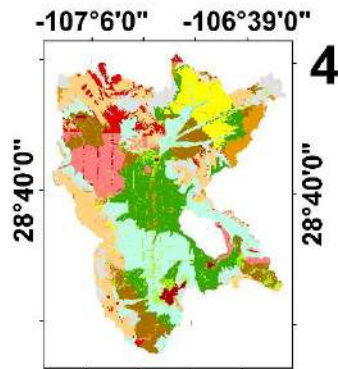
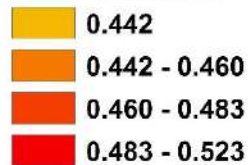
Uso de Suelo y Vegetación



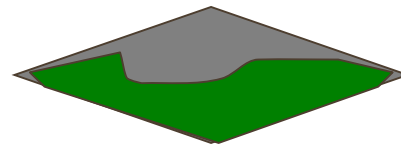
Grupo hidrológico de suelo



Rangos de precipitación en metros

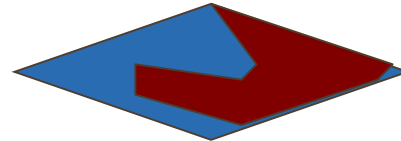


Coeficiente de escurrimiento medio



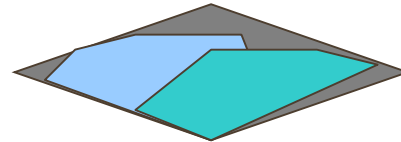
Uso del suelo y vegetación

+



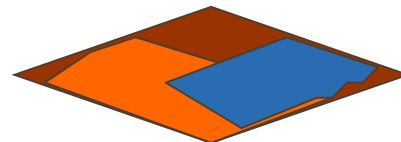
Permeabilidad del suelo

+



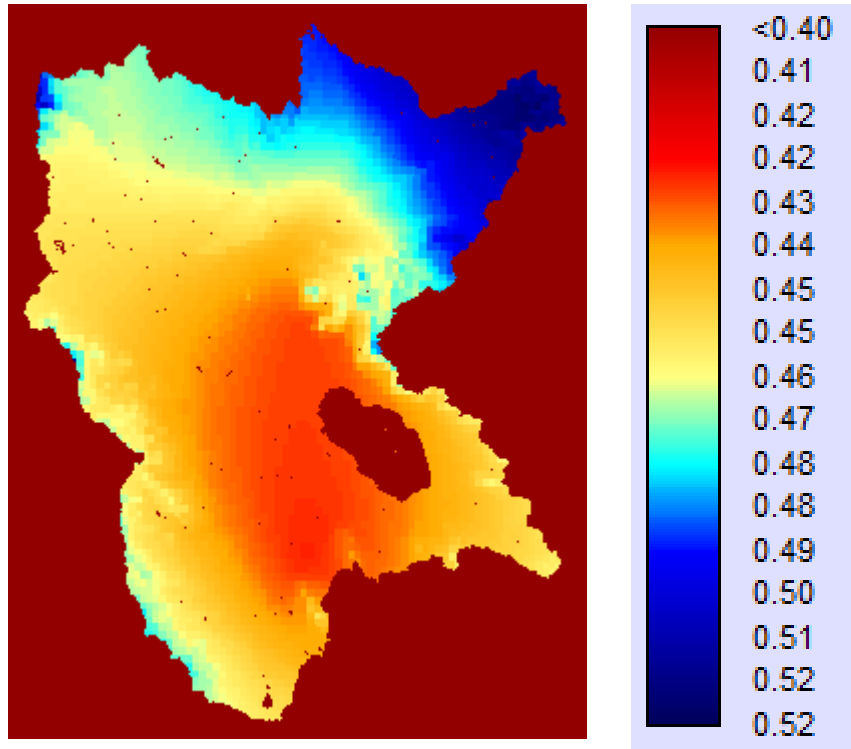
Precipitación

=



Escurrimiento

PRECIPITACIÓN

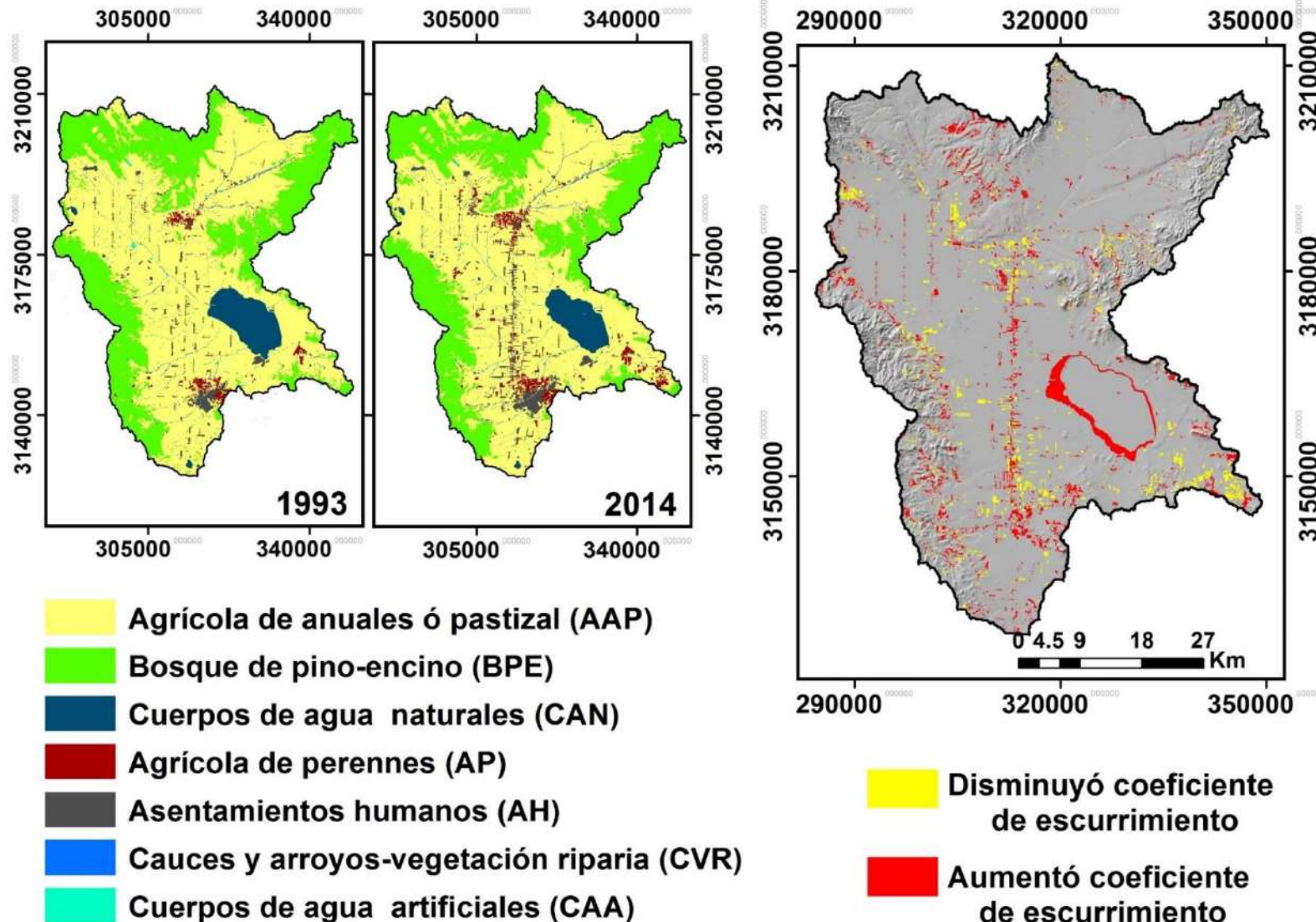


Una variable crítica en el cálculo, es la precipitación media anual.

En este caso, a diferencia de los datos de CONAGUA, se cuenta con una cartografía de precipitación para Chihuahua, y el estado, con una resolución de 1 km por 1 km.

PRECIPITACION EN METROS POR
AÑO

OTRA VARIABLE ES CONOCER LOS USO DEL SUELO



En este caso, a diferencia de los datos de CONAGUA, se cuenta con una cartografía de uso del suelo a escala 1:50000, con un nivel de precisión cinco veces superior a los usos del suelo manejados por CONAGUA; a escala 1:250,000.

REPRESAMIENTO CON FINES AGRÍCOLAS

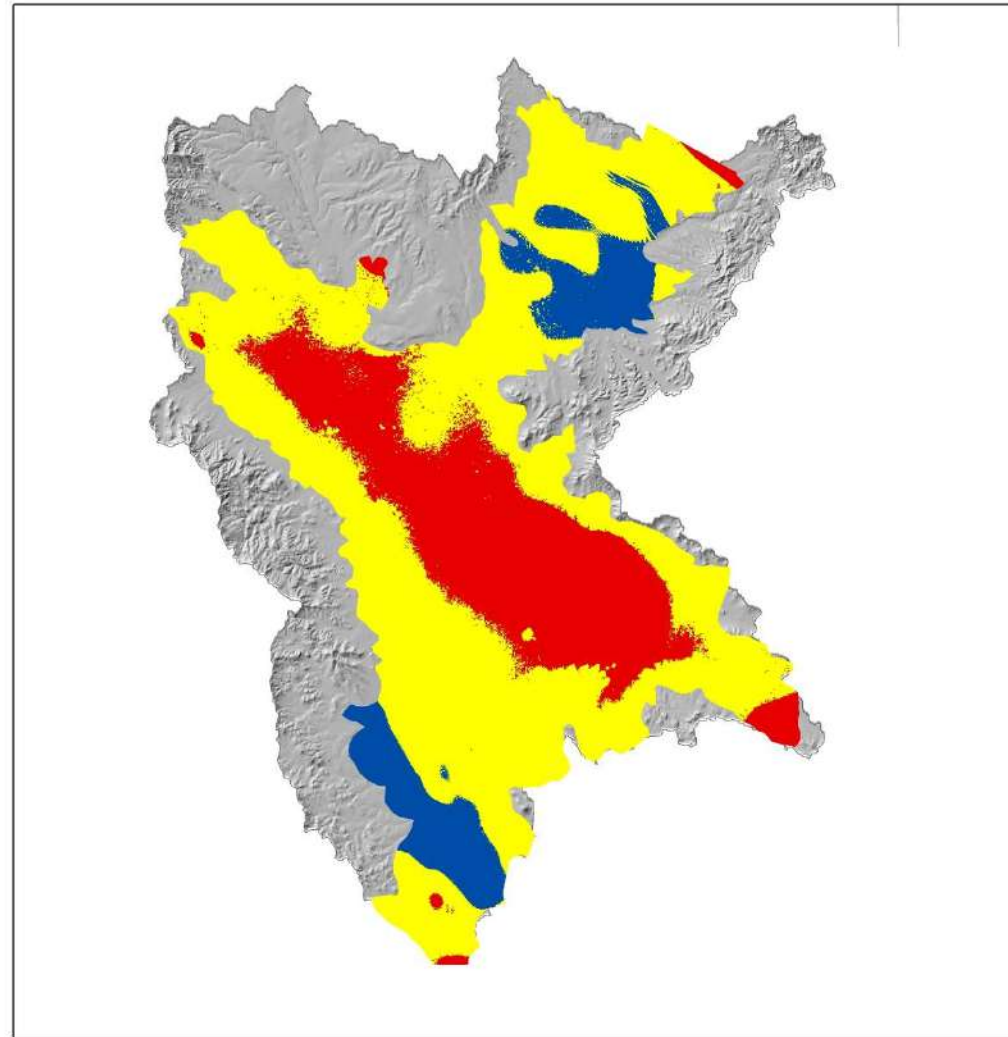


Fotografía de P. F.



Utilización de agua
superficial en agricultura

Evolución del Nivel Estático del Acuífero



EVOLUCIÓN DE NIVEL ESTÁTICO

- Recarga (0 a 49 m)**
- Bajo Abatimiento (-24.3 a 0 m)**
- Alto Abatimiento (-55 a 24.4 m)**

(Alatorre *et al* 2014)

NOM-011-CONAGUA-2002

**QUÉ ESTABLECE LAS
ESPECIFICACIONES PARA EL
CÁLCULO DE ESCURRIMIENTOS
EN CUENCAS NACIONALES**

$$V_m = A * C * P_m$$

Donde:

V_m = Volumen medio escurrido

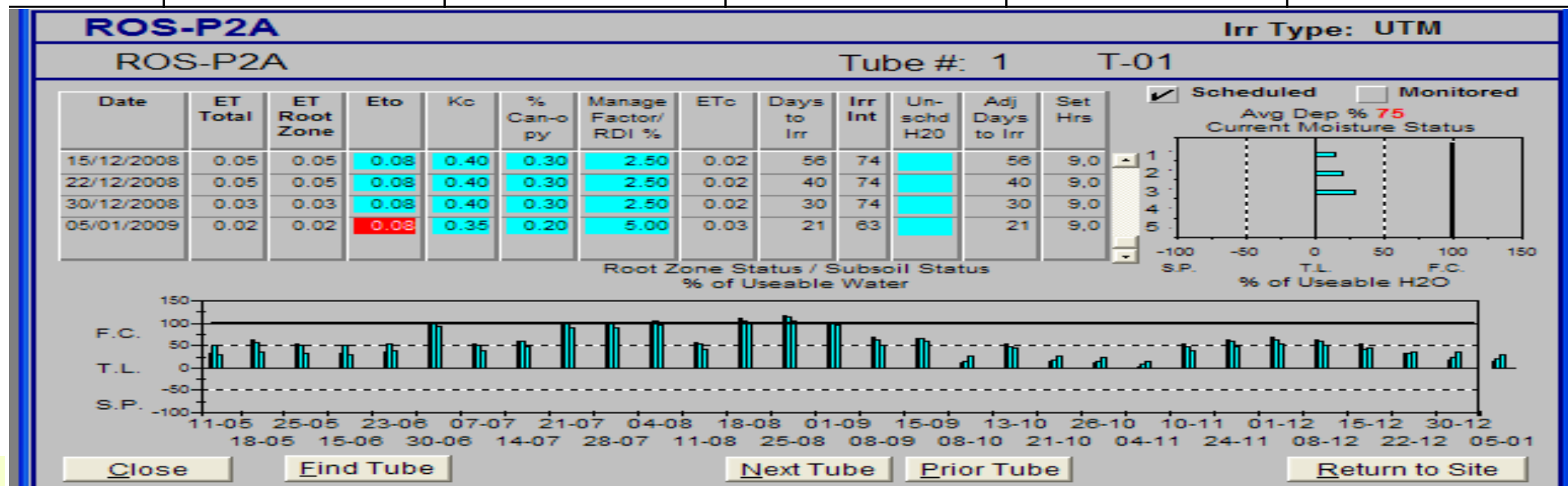
A: Área

C: Coeficiente de escurrimiento

P_m : Precipitación media

Programación del riego en Manzano

Tratamiento	M (Testigo)				MP				MPA				GP				GPA			
	RH (mm)	LR (mm)	NR	TR (Hr)	RH (mm)	LR (mm)	NR	TR (Hr)	RH (mm)	LR (mm)	NR	TR (Hr)	RH (mm)	LR (mm)	NR	TR (Hr)	RH (mm)	LR (mm)	NR	TR (Hr)
Enero	50.0	25	2	8	18.6	22	1	6	14.5	22	1	5	12.7	9	1	2	6.5	9	1	2
Febrero	75.0	25	3	8	30.5	22	2	6	23.8	22	1	5	20.8	9	2	2	10.7	9	1	2
Marzo	125.0	25	5	8	60.1	22	3	6	47.0	22	2	5	41.0	9	5	2	21.1	9	2	2
Abril	175.0	25	7	8	106.4	22	5	6	83.1	22	4	5	72.5	9	8	2	37.3	9	4	2
Mayo	200.0	25	8	8	168.1	22	7	6	131.3	22	6	5	114.6	9	13	2	59.0	9	7	2
Junio	225.0	25	9	8	208.3	22	9	6	162.7	22	7	5	142.0	9	16	2	73.1	9	8	2
Julio	225.0	25	9	8	181.9	22	8	6	142.1	22	6	5	124.0	9	14	2	63.8	9	7	2
Agosto	200.0	25	8	8	147.9	22	6	6	115.6	22	5	5	100.8	9	11	2	51.9	9	6	2
Septiembre	175.0	25	7	8	104.5	22	5	6	81.6	22	4	5	71.2	9	8	2	36.7	9	4	2
Octubre	100.0	25	4	8	69.2	22	3	6	54.1	22	2	5	47.2	9	5	2	24.3	9	2	2
Noviembre	50.0	25	2	8	41.3	22	2	6	32.3	22	2	5	28.1	9	3	2	14.5	9	2	2
Diciembre	50.0	25	2	8	19.3	22	1	6	15.1	22	1	5	13.1	9	2	2	6.8	9	1	2
TOTAL	1650	25	66	8	1156	22	52	6	903	23	41	5	788	9	88	2	406	9	45	2

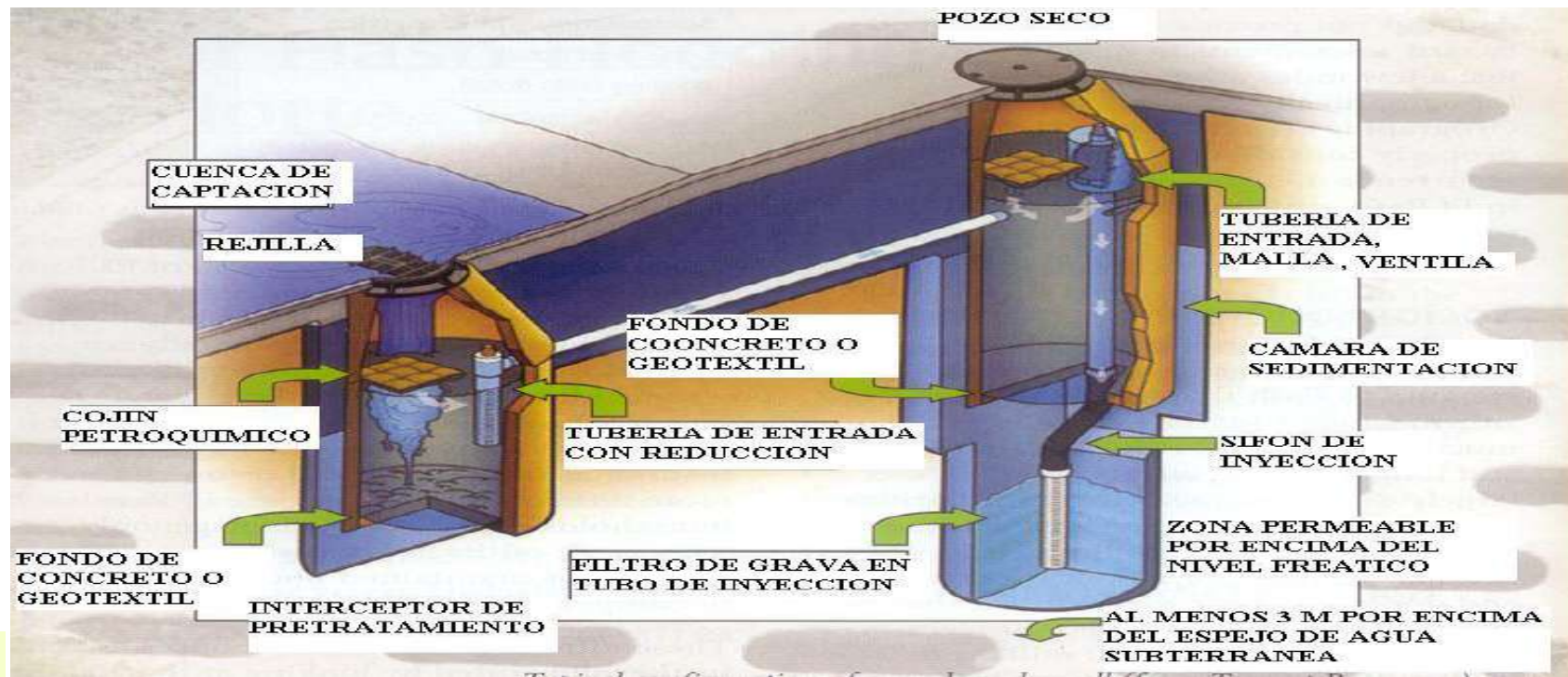
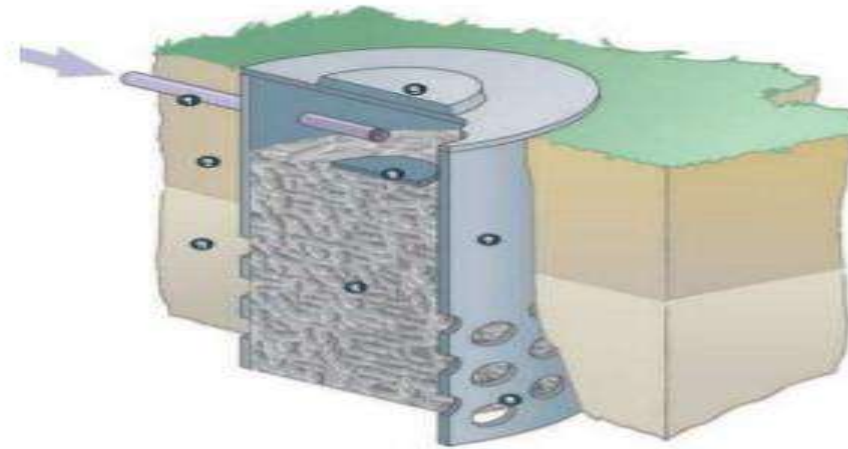
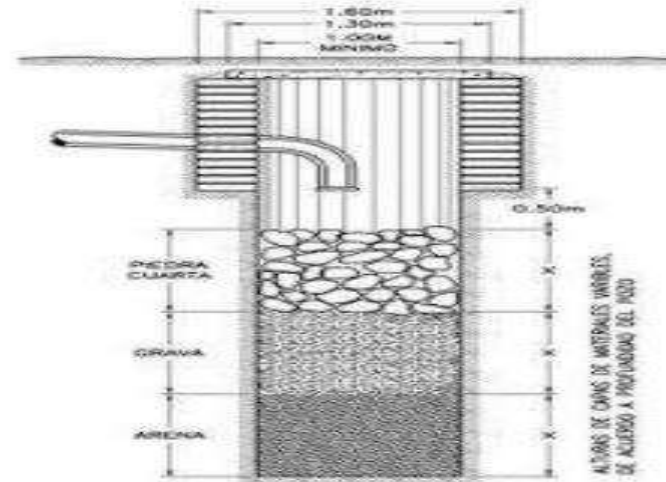




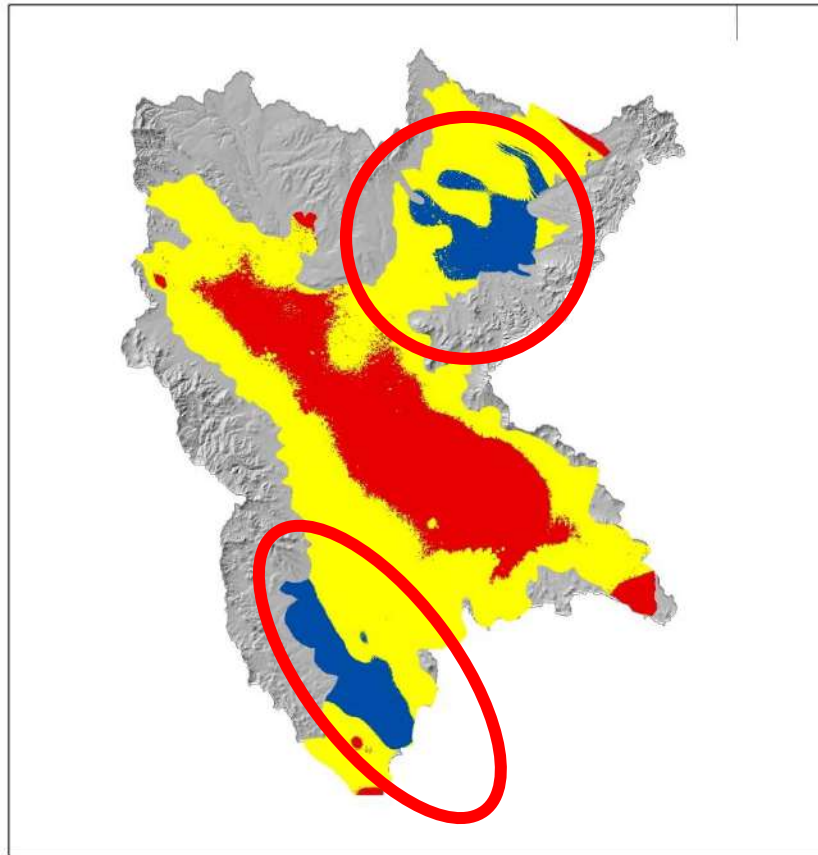
OBRAS DE RETENCIÓN



POZO DE ABSORCION

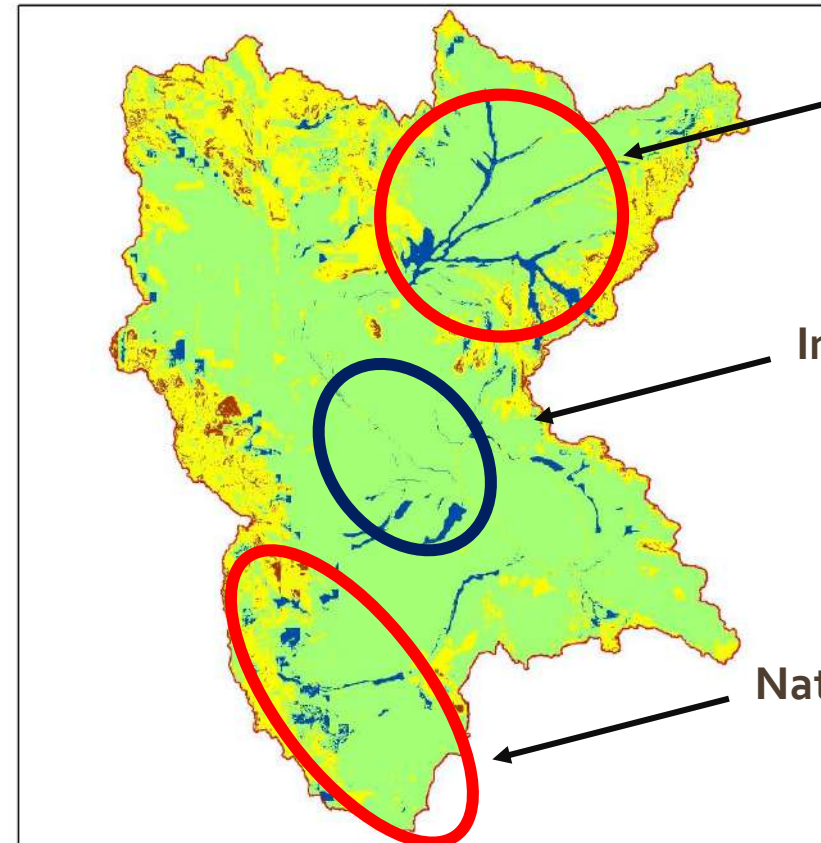


APTITUD PARA RECARGA DEL ACUÍFERO



**COMPORTAMIENTO DEL ACUÍFERO
(PERIODO 1973-2000)**

- Recarga (0 a 49 m)
- Bajo Abatimiento (-24.3 a 0 m)
- Alto Abatimiento (-55 a 24.4 m)



**APTITUD POTENCIAL PARA LA
RECARGA HÍDRICA**

- MUY BAJA
- BAJA
- MEDIA
- ALTA
- MUY ALTA

Natural

Inyección

Natural