

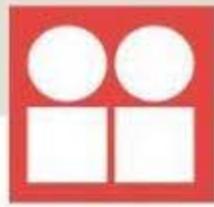
**INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM**



JORNADAS TÉCNICAS SOBRE LA
RECARGA ARTIFICIAL
DE ACUÍFEROS
Y REÚSO DE AGUA

OPTIMIZACIÓN DEL USO CONJUNTO DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS: EL CASO DE LA CUENCA DEL RÍO SONORA

F. González, C. Cruickshank y A. Palma



CONTENIDO

- 1. INTRODUCCIÓN***
- 2. DEFINICIÓN DEL SISTEMA***
- 3. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS***
- 4. RESULTADOS PRELIMINARES***
- 5. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES***

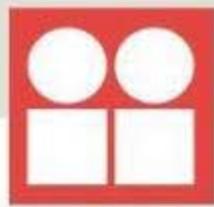
Objetivo del estudio

Objetivo General

- Metodologías innovadoras para el manejo conjunto de aguas superficiales y subterráneas

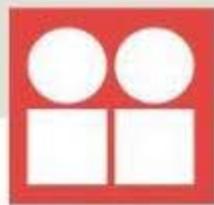
Objetivos específicos

- Análisis de la cuenca del río Sonora
- Políticas de operación de las presas y acuíferos
- Definir proyectos de recarga artificial para optimar el abastecimiento del sistema
- Modelos de simulación



Manejo conjunto

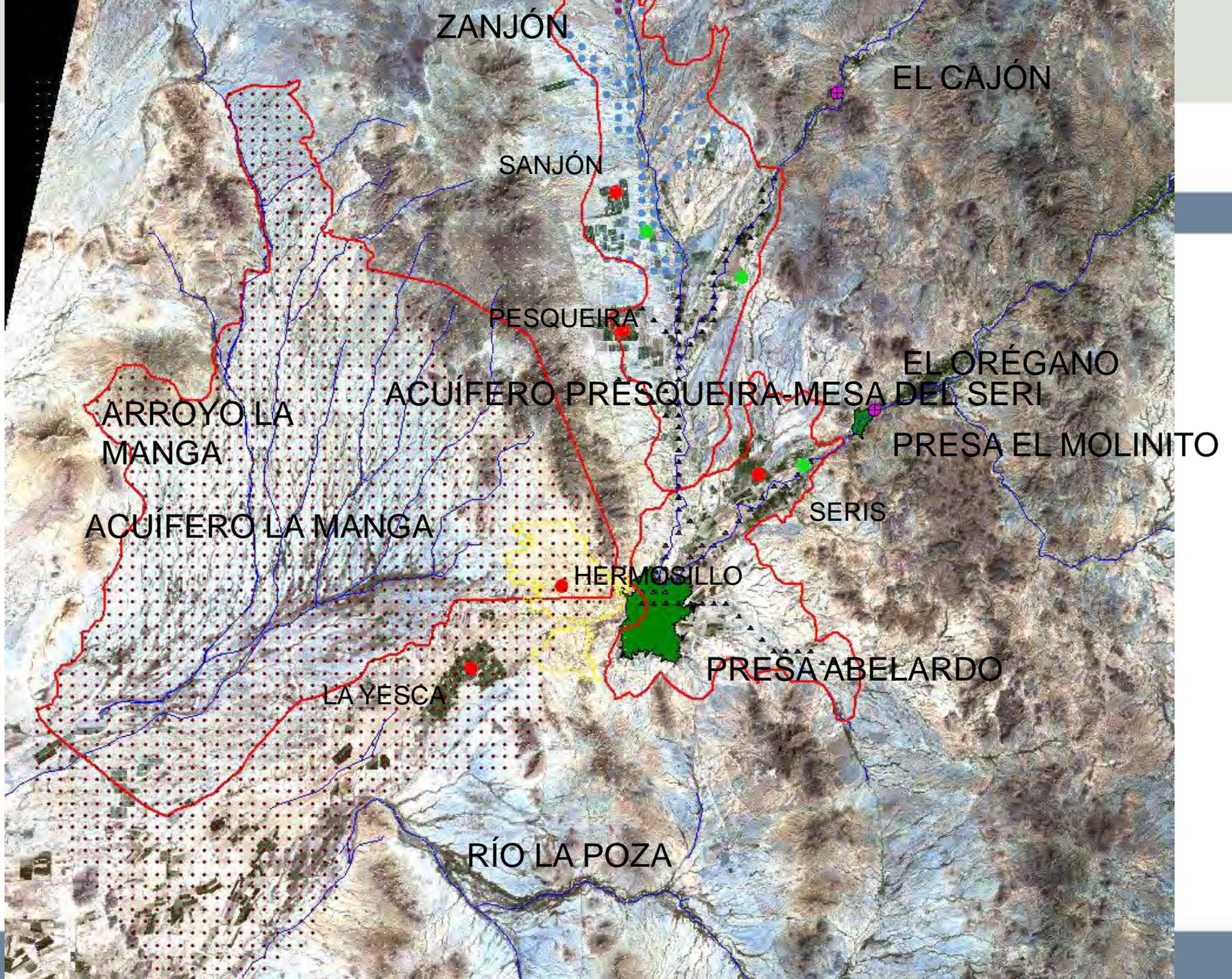
- Entendimiento de la relación entre las aguas subterráneas y superficiales
- Necesidad de planificar los recursos en conjunto, ya que el aprovechamiento del agua en un medio afecta la disponibilidad en otro
- Cuantificación de los flujos de uno a otro medio
- Ejemplos: Valle de México, Lerma, Mexicali

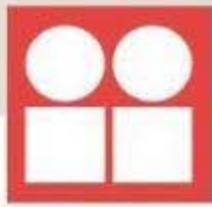


**INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM**

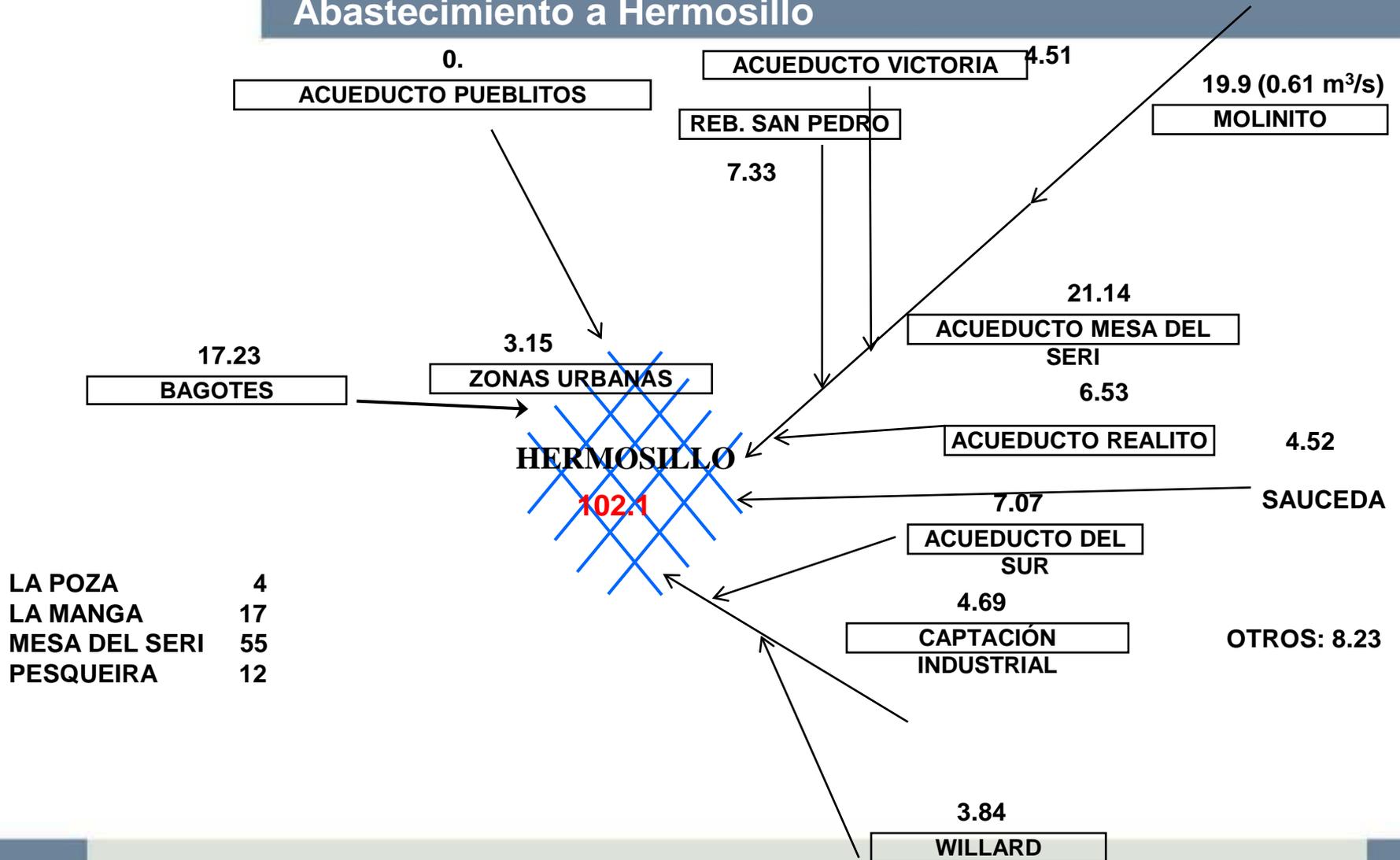
Esquema General de la Cuenca

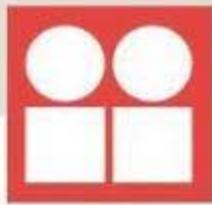






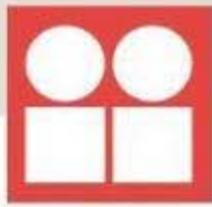
Abastecimiento a Hermosillo





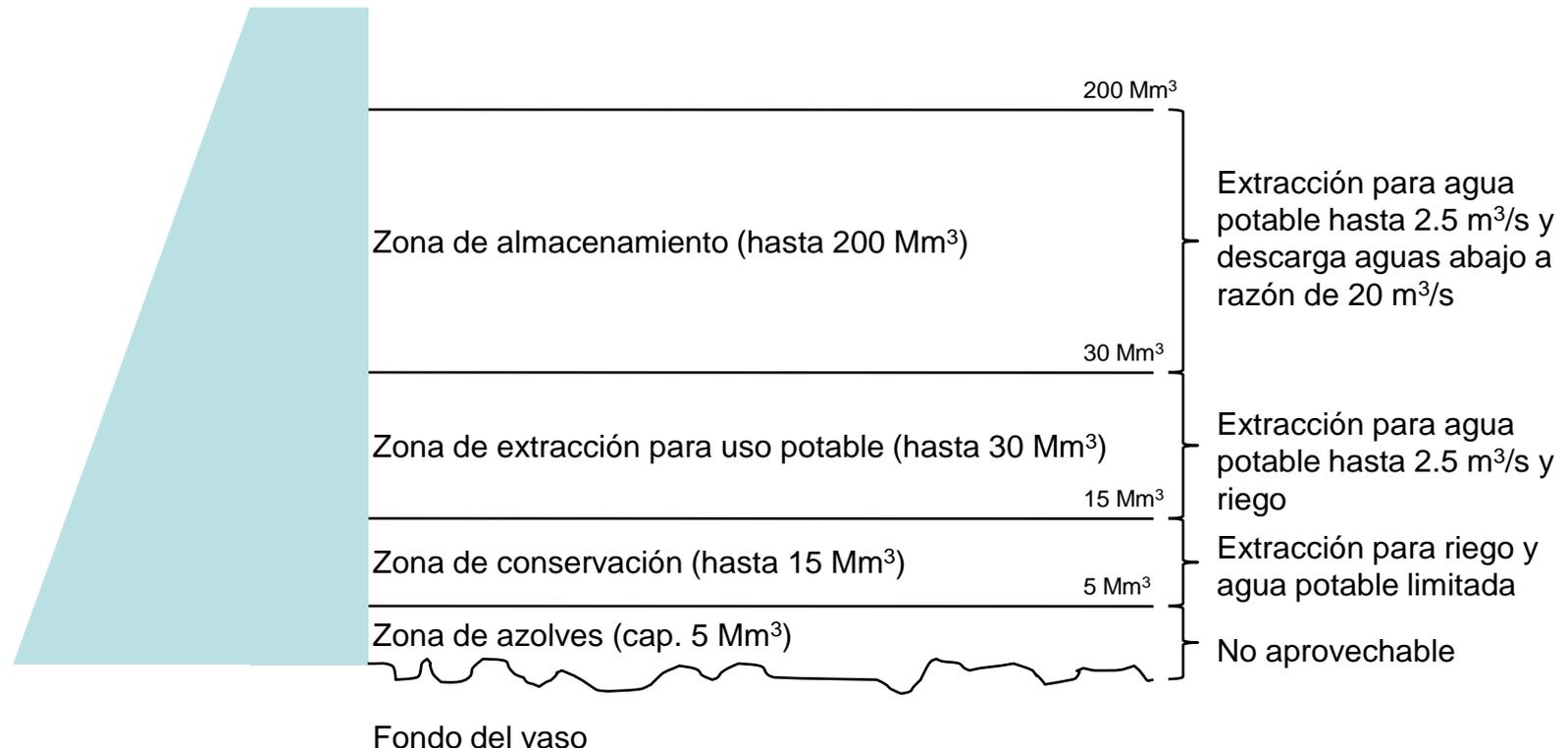
Demandas

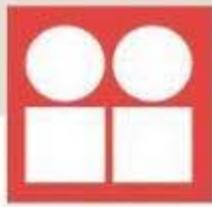
CONSUMO ANUAL POR ACTIVIDAD			
<u>DEMANDA</u>	<u>2010</u>	<u>ESCALA</u>	<u>UNIDAD</u>
Hermosillo	102	Millón	m ³
Agrícola Zanjón	60	Millón	m ³
Agrícola Seris	75	Millón	m ³
Agrícola San Miguel	40	Millón	m ³
Agrícola La Yesca	60	Millón	m ³



Elementos hídricos. Molinito

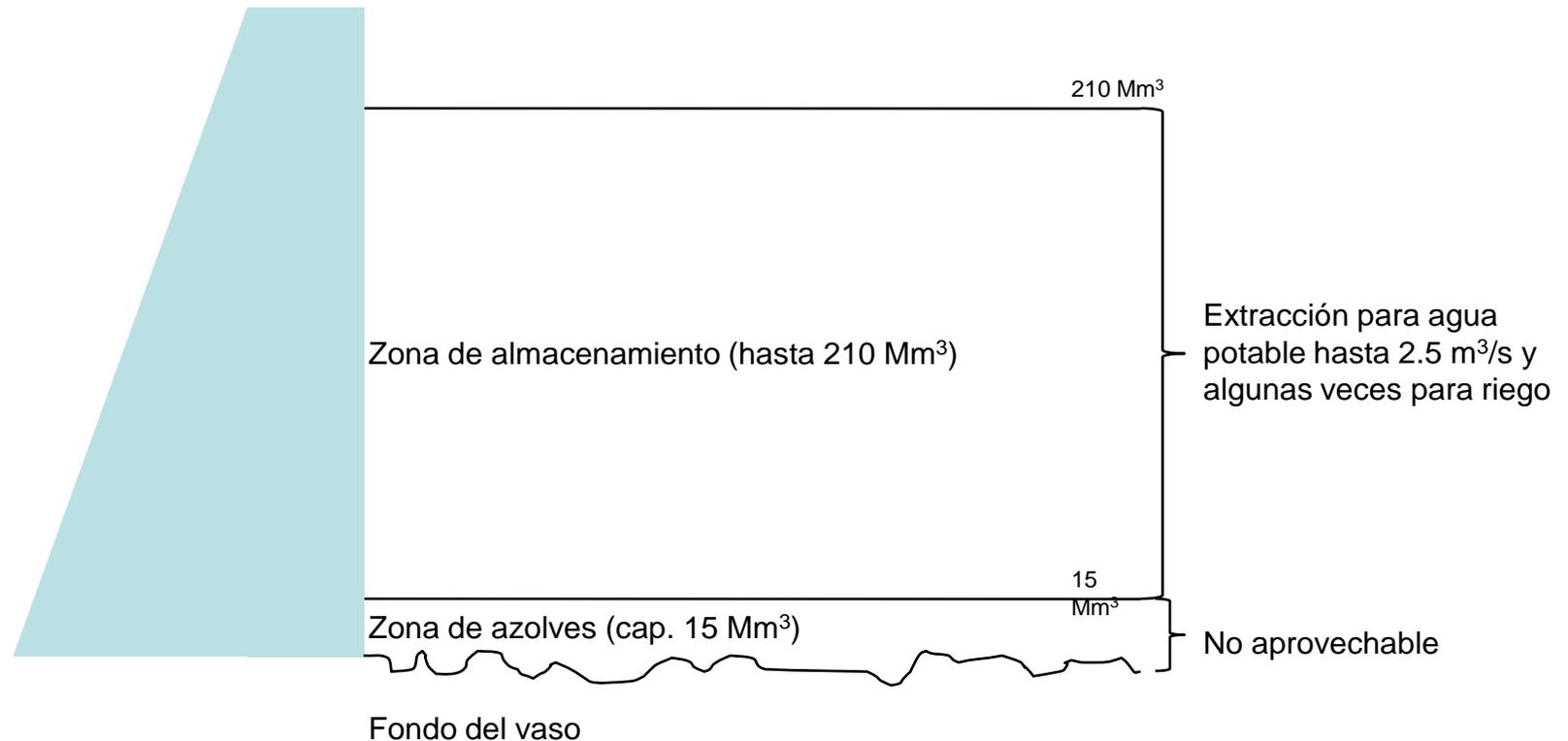
Operación en presa Molinito.

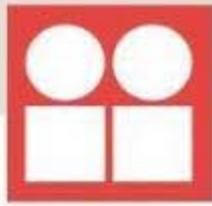




Elementos hídricos. Presa Abelardo.

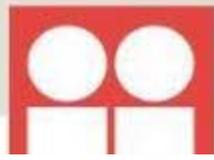
Operación en presa Abelardo.

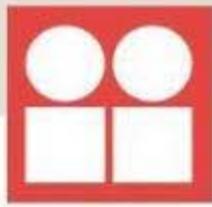




Acuíferos







Manejo integral de la cuenca

ELEMENTOS DEL SISTEMA

RIOS

EMBALSES

SITIOS DE
DEMANDA

ACUÍFEROS

USO CONJUNTO

MODELOS DE SIMULACIÓN

ANÁLISIS GRÁFICO

SIMULACIÓN DE
FLUJO SUPERFICIAL
CEQUEAV

SIMULACIÓN HIDRICA
WEAP

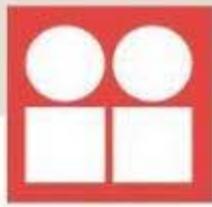
CALIDAD DE AGUA
PHRECCQC

SIMULACIÓN
ACUÍFEROS
PROGRAMA MOTRIT

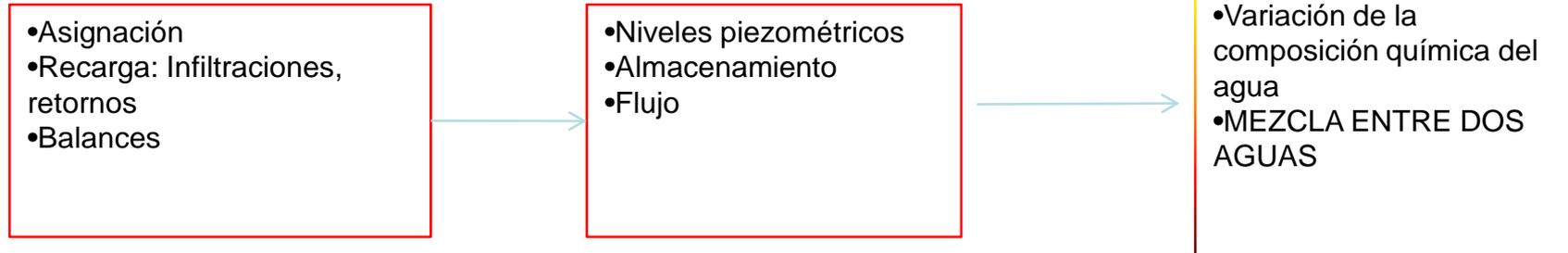
Manejo de escenarios

RESULTADOS

- Balances
- Productividad
- Asignación
- Sustentabilidad



Manejo integral de la cuenca

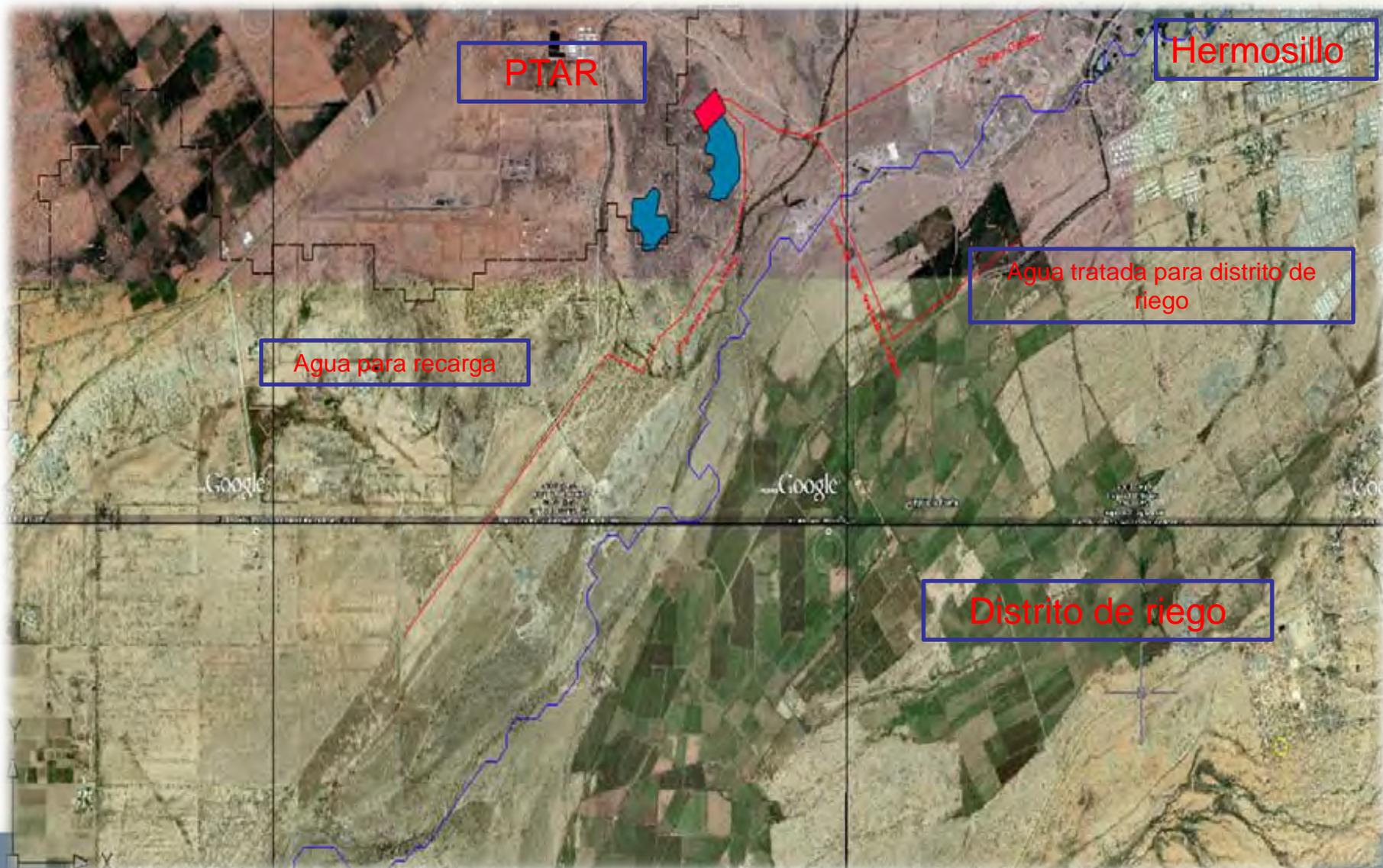
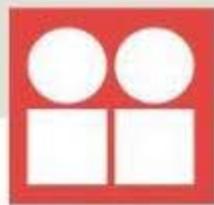


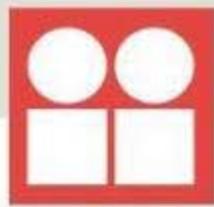
Escenario histórico:
1992-2008

Manejo de escenarios:
Histórico: 1992-2004
Planeación: 2010-2050
Eventos extremos
MAR
Reuso
Cambio climático

RESULTADOS

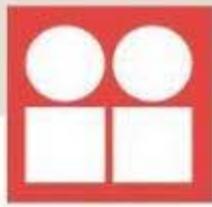
- Productividad
- Equidad
- Asignación
- Sustentabilidad





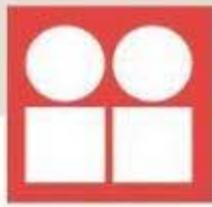
- Tipo: Lagunas de infiltración
- Estructuras auxiliares: canal de alimentación controlado por compuertas y tomas tipo granja
- Ubicación: aguas abajo presa Abelardo L. Rodríguez, municipio Hermosillo
- Fuente de agua: PTAR (2.5 m³/s)





Alternativas de localización de las lagunas

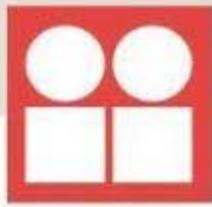




Areas de infiltración

Según el gasto y la tasa de infiltración registrada en el sitio se tiene la siguiente variación de superficies

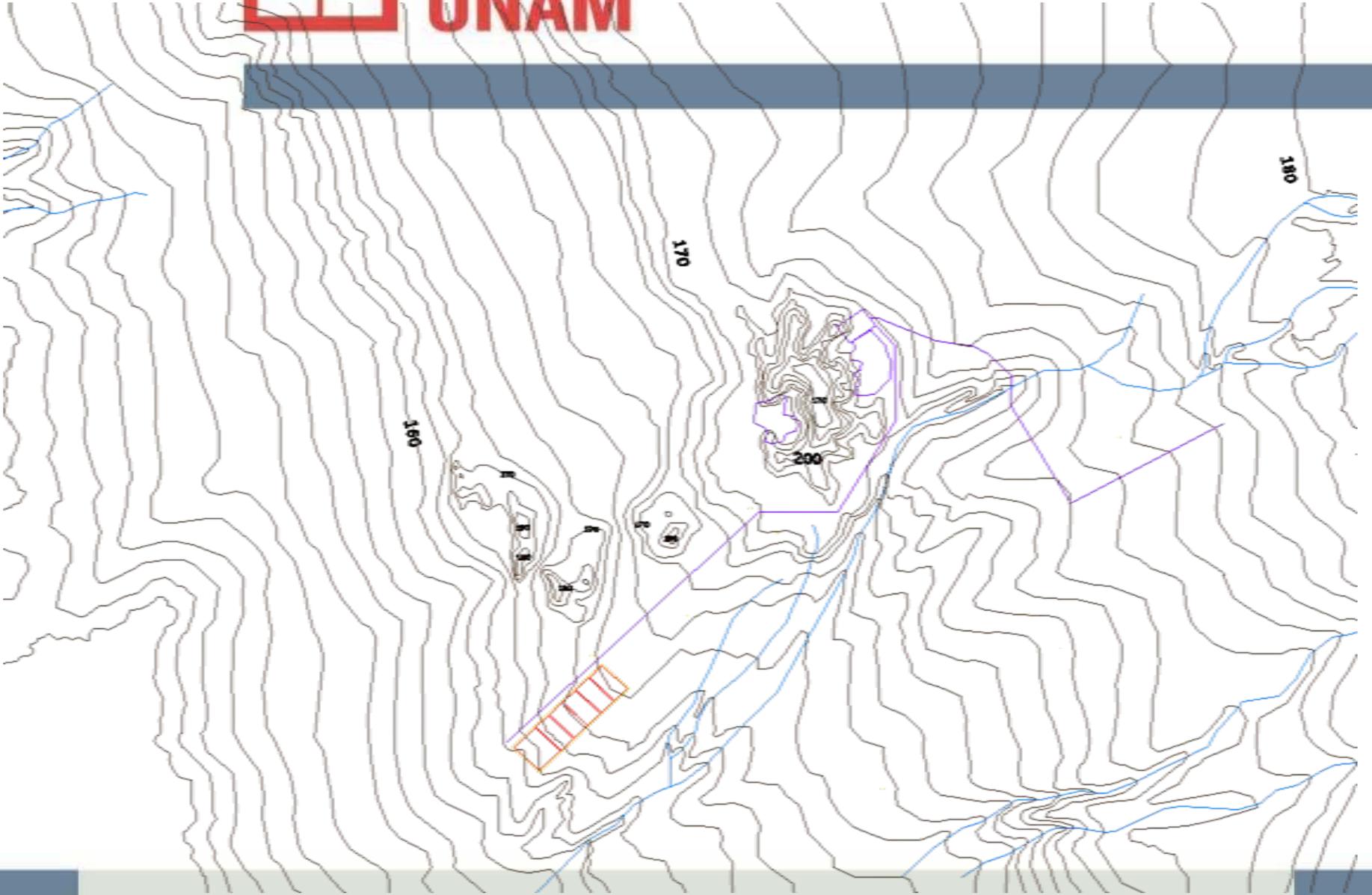
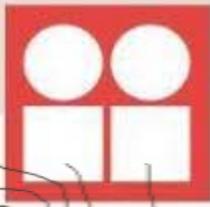
Gasto	Gasto	Tasa de infiltración	Área	Área
m ³ /s	m ³ /día	m/día	m ²	ha
5	432000	1.6	270000	27
4	345600	1.6	216000	21.6
3	259200	1.6	162000	16.2
2	172800	1.6	108000	10.8
1	86400	1.6	54000	5.4

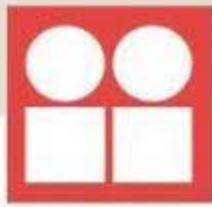


Diseño de las lagunas

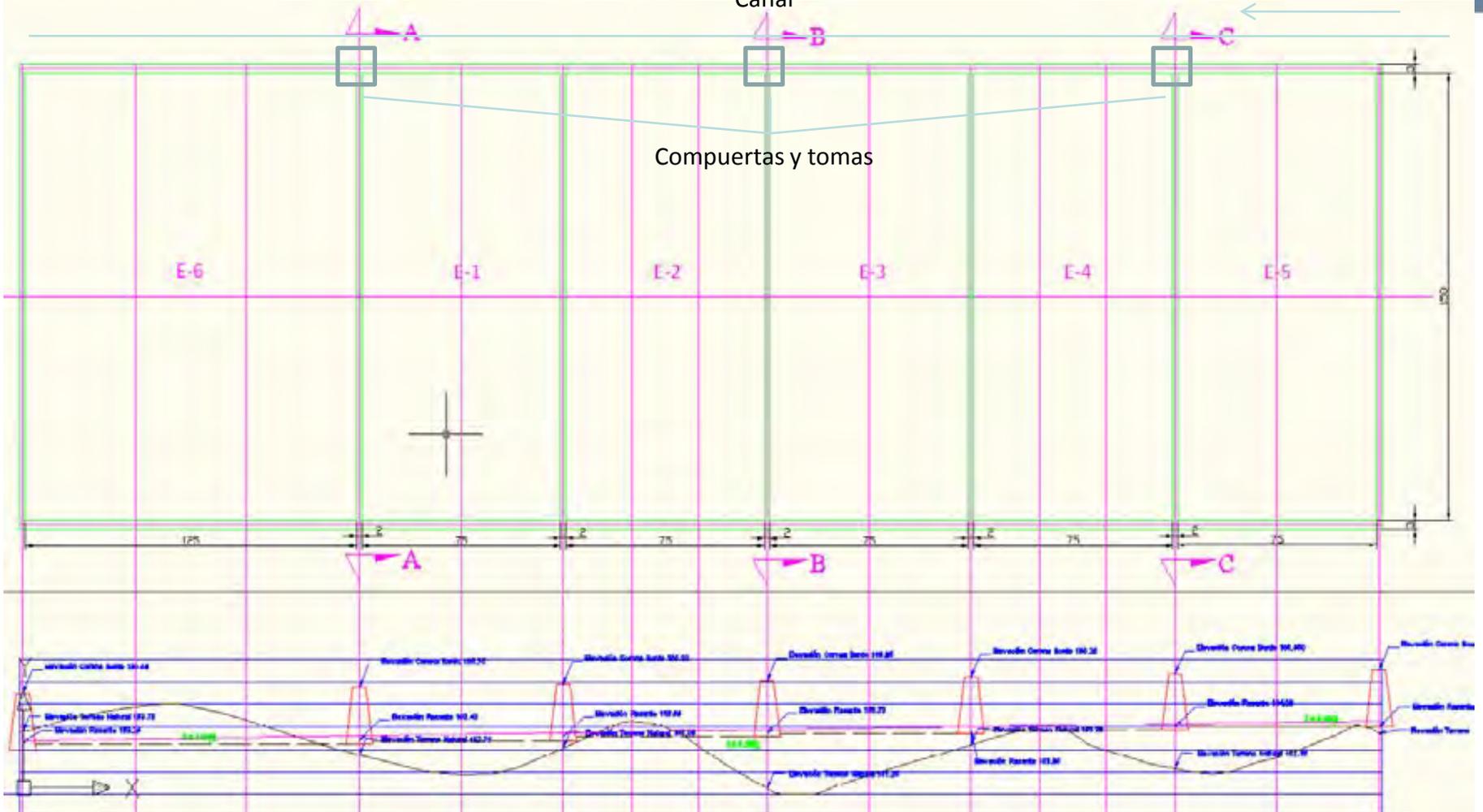
- a) Superficie total: 30 ha
- b) Unidades de recarga: 5 lagunas (4.5 ha, c/u) para condición de operación ordinaria, 1 laguna (7.5 ha) para condiciones de operación extraordinaria.
- Geometría
 - a) Ancho de plantilla: 150 m
 - b) Tirante: 1.5 m
 - c) Largo: 300 m
 - d) Talud 2:1
 - e) Separadas por bordos secundarios (4 m) y principales (6 m).
- Volumen

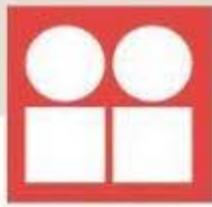
Volumen de llenado considerando material impermeable: 68850 m³



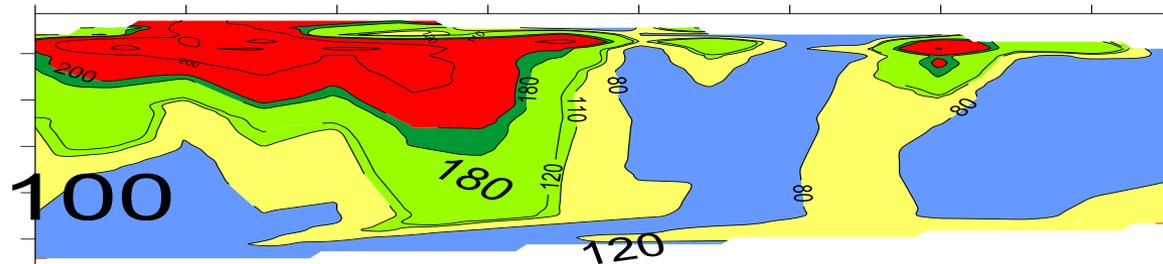


Diseño Canal

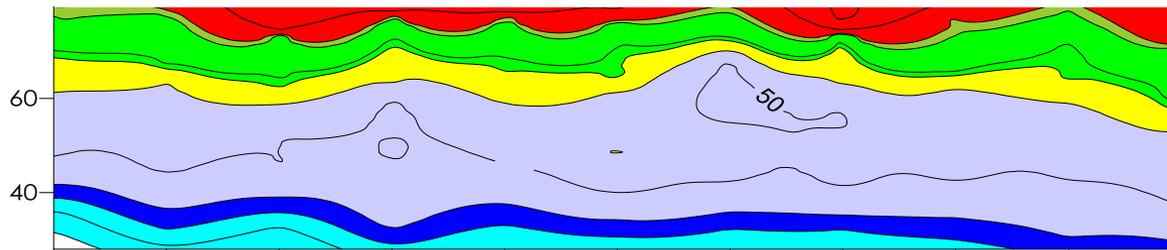


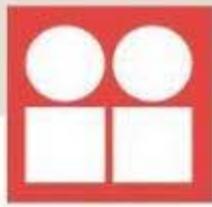


Perfil 1

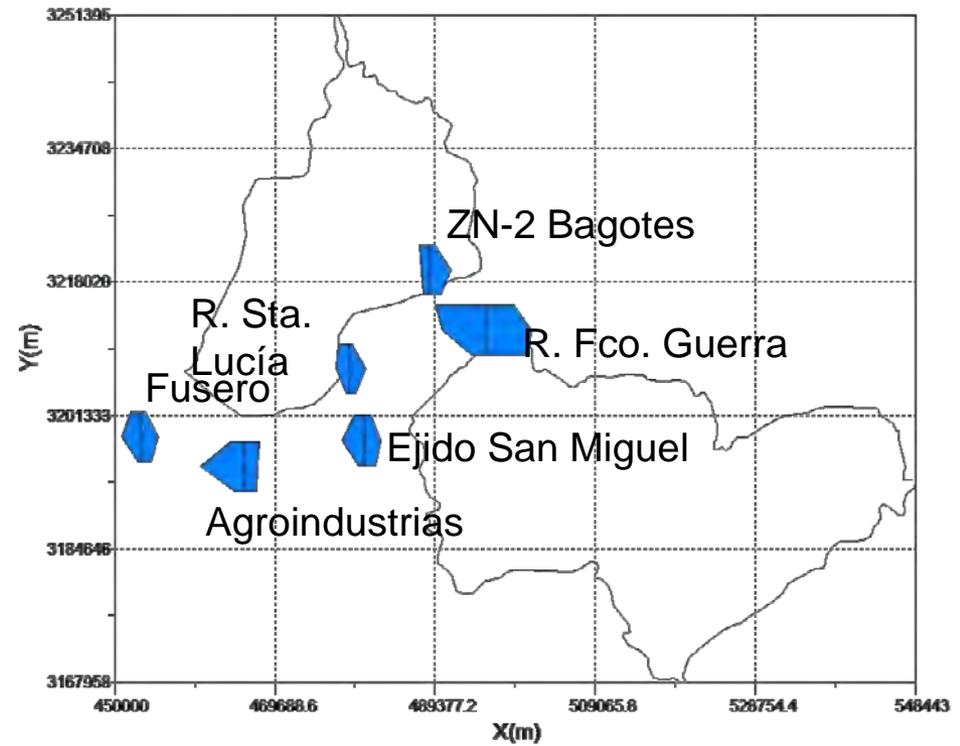
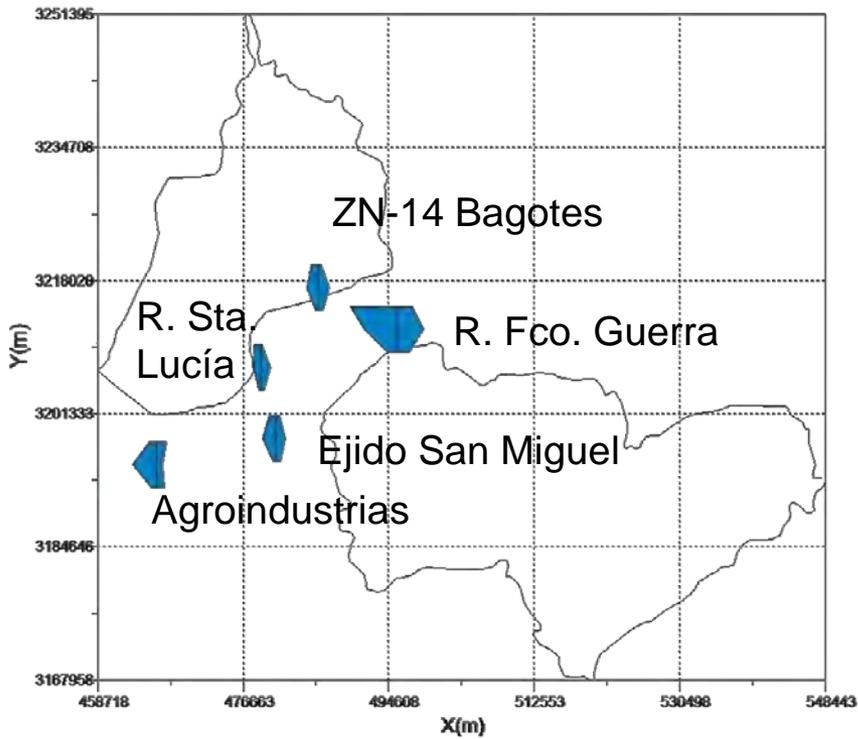


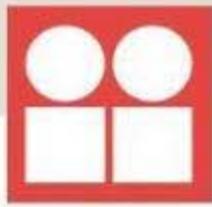
Perfil 2



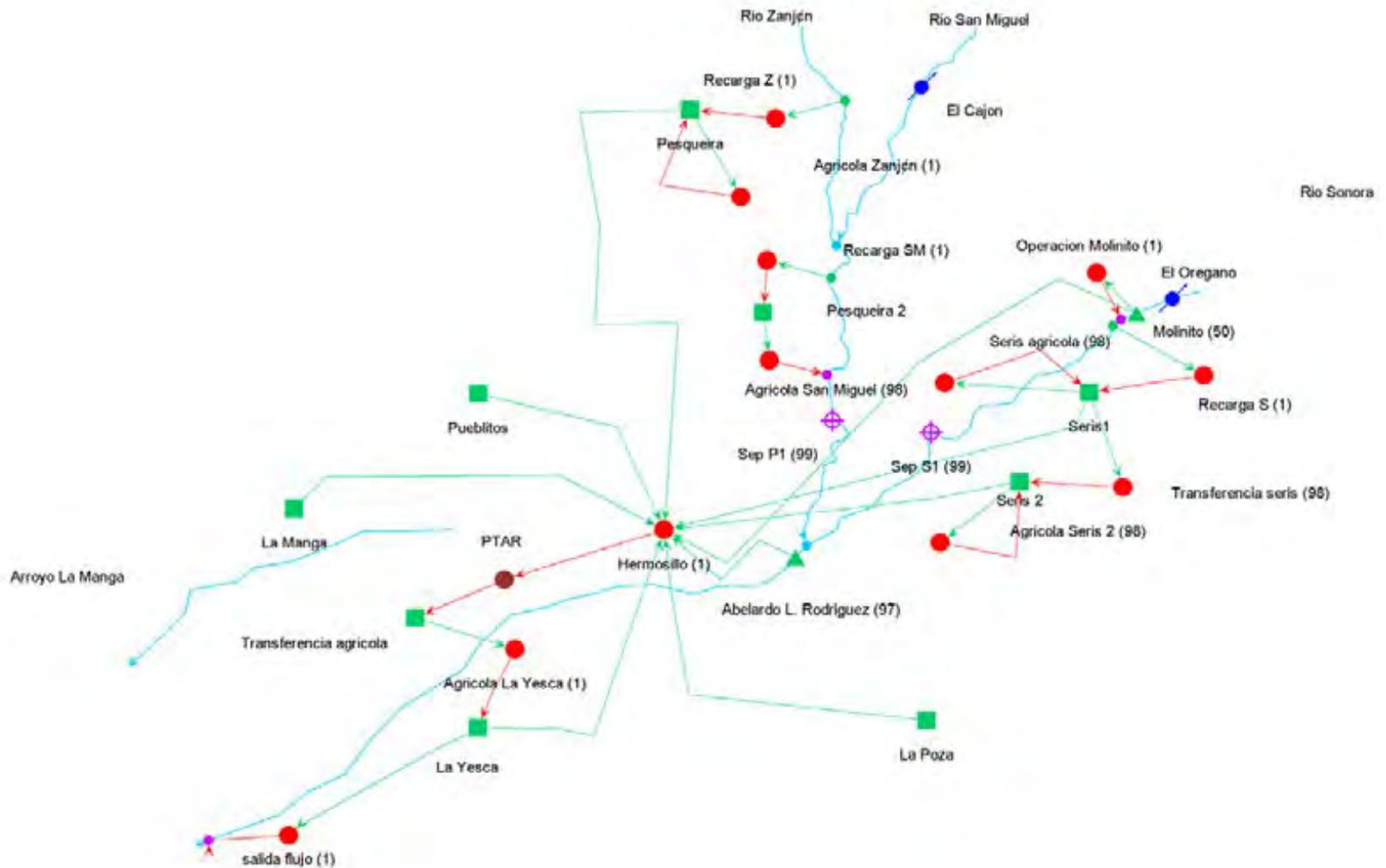


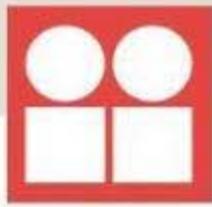
Calidad





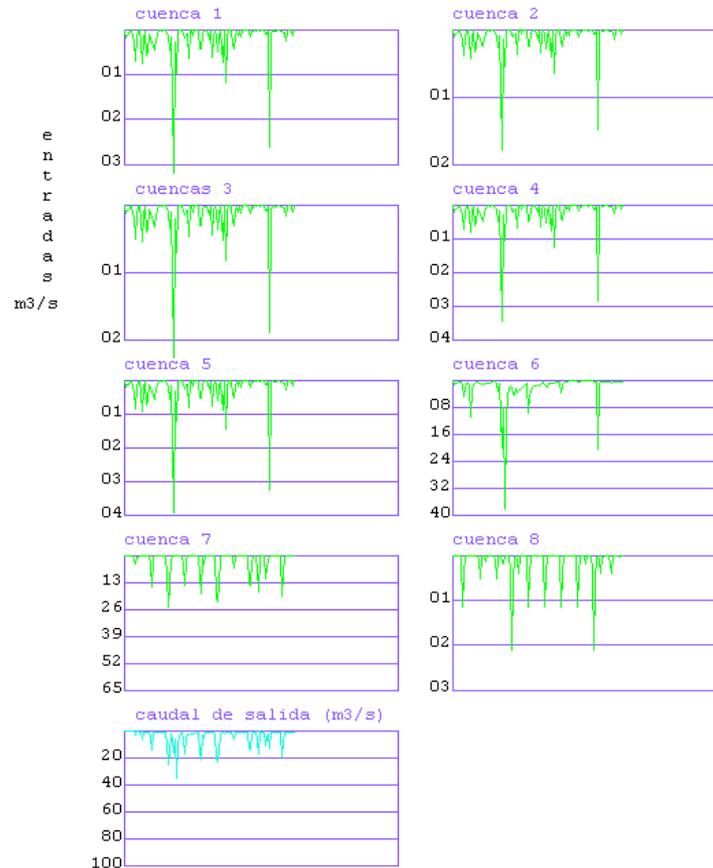
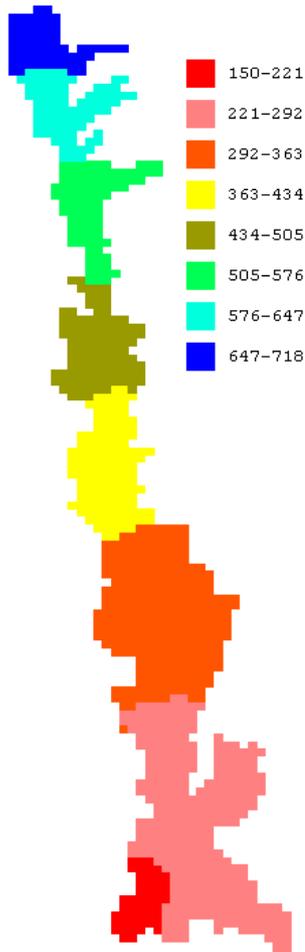
Modelo WEAP

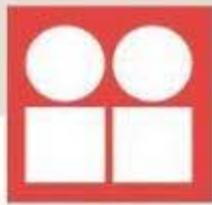




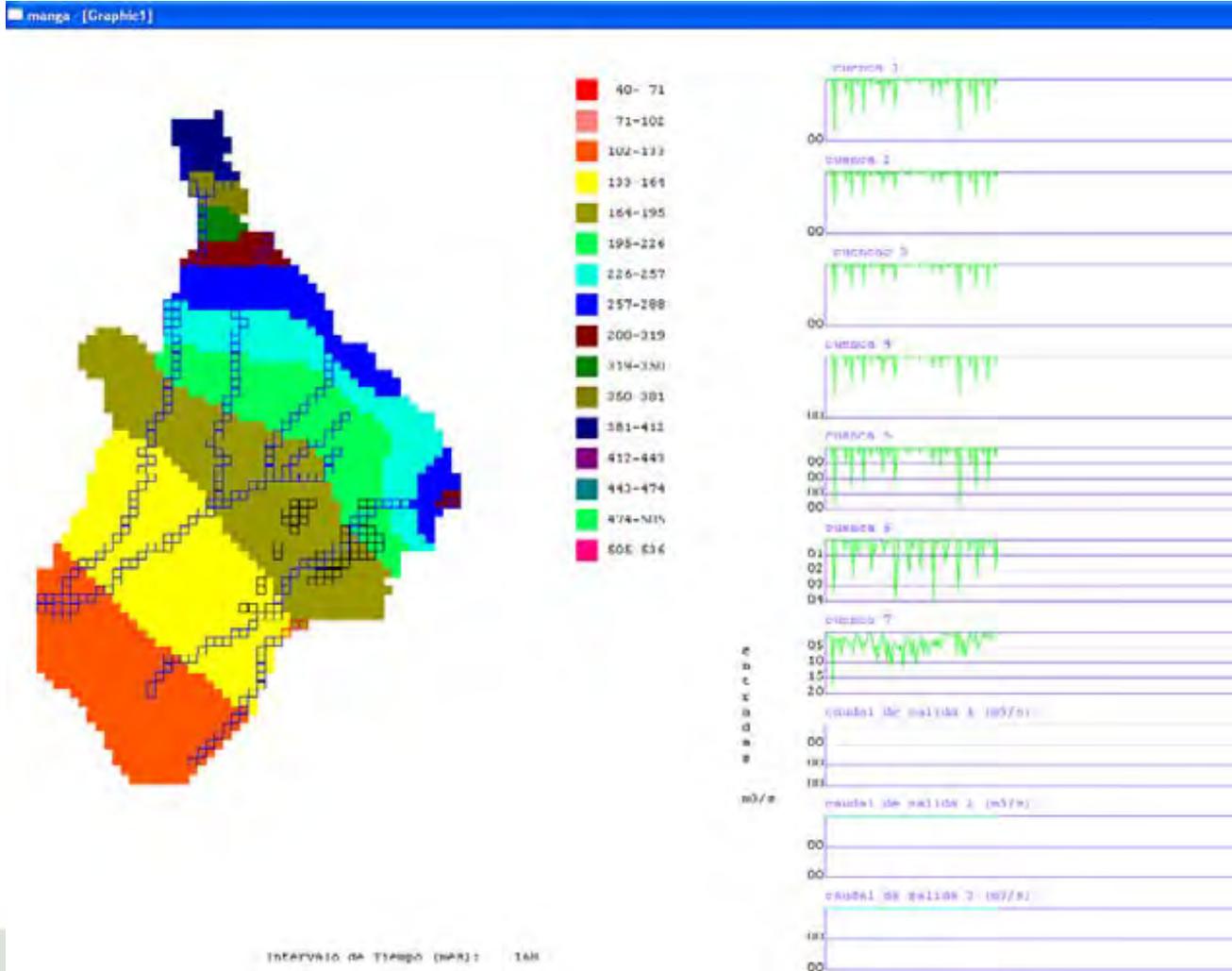
Modelo de simulación de flujo en acuíferos del I. I.

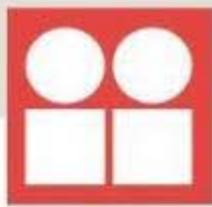
■ SANJON-1 - [Graphic1]



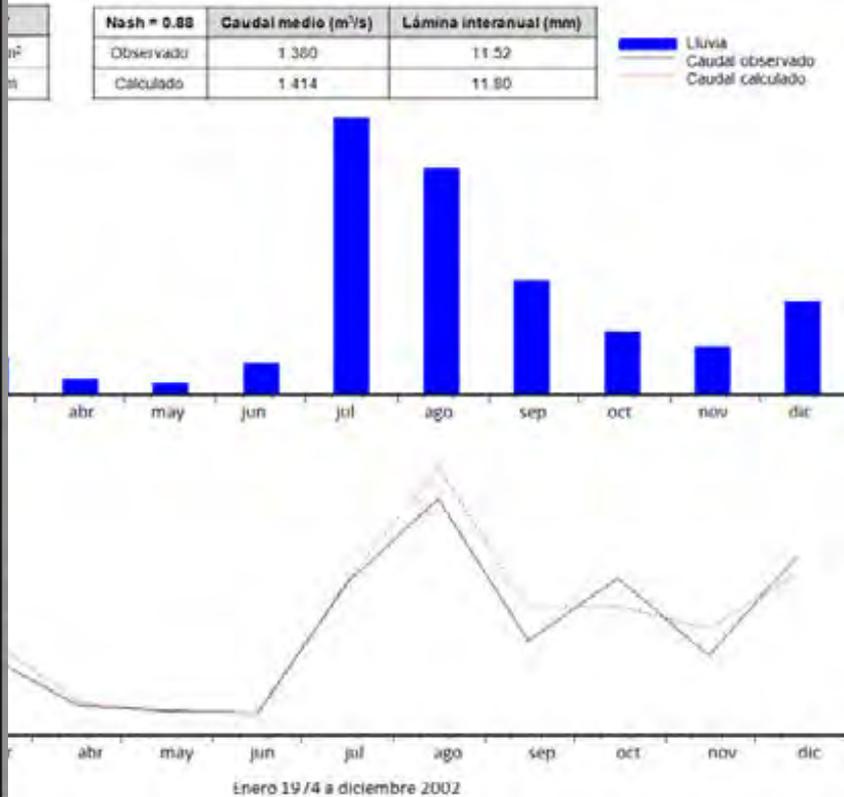
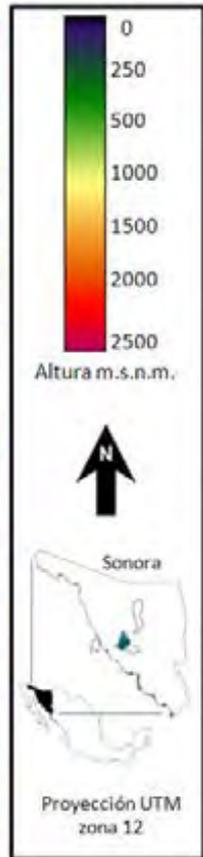
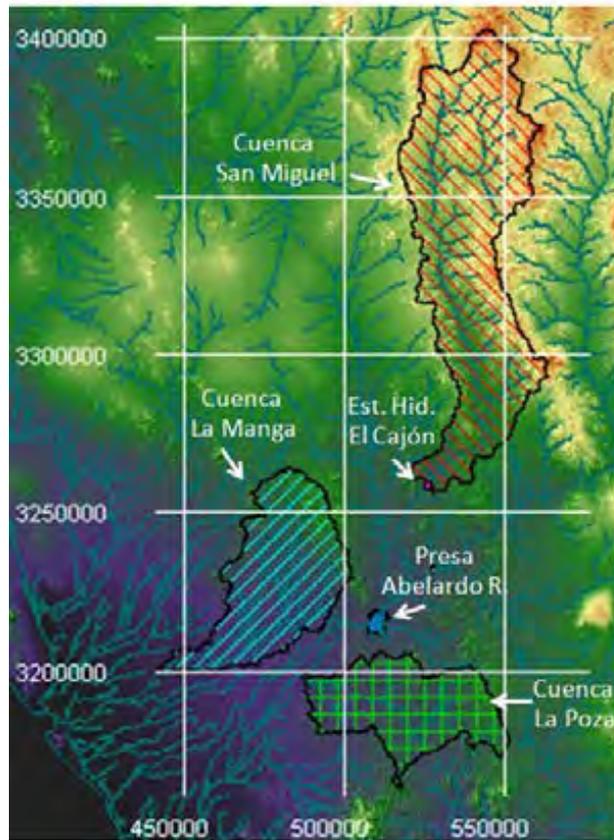


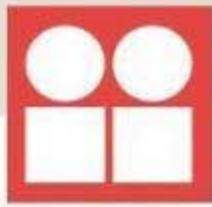
Modelo de simulación de flujo en acuíferos del I. I.





Modelo de hidrológico de parámetros distribuidos CEQUEAU

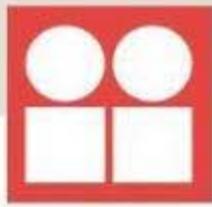




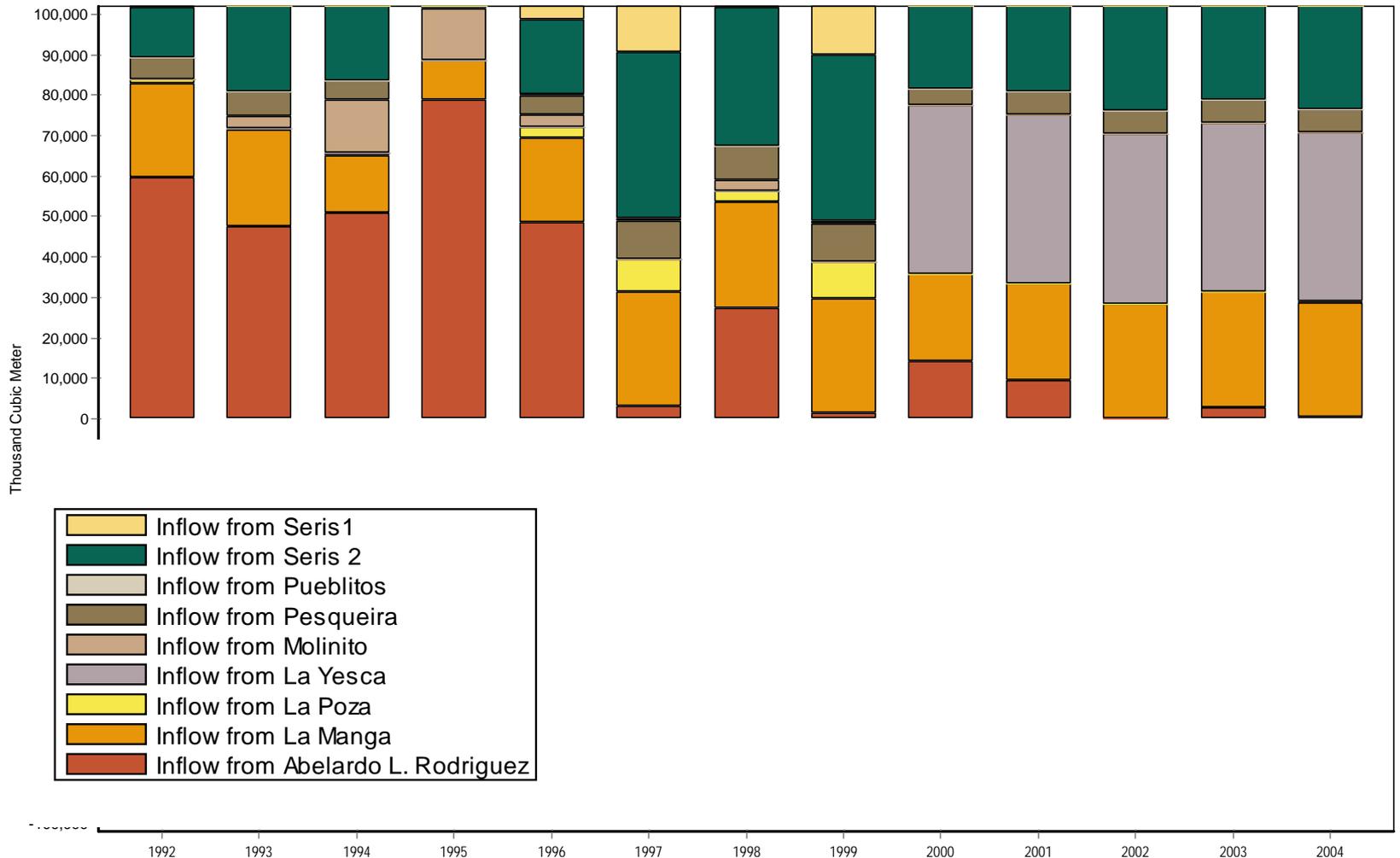
Resultados. Abatimientos

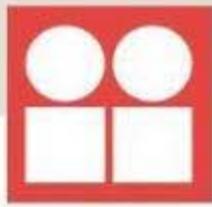


**ELEVACIÓN DEL NIVEL
ESTÁTICO (MSNM)**

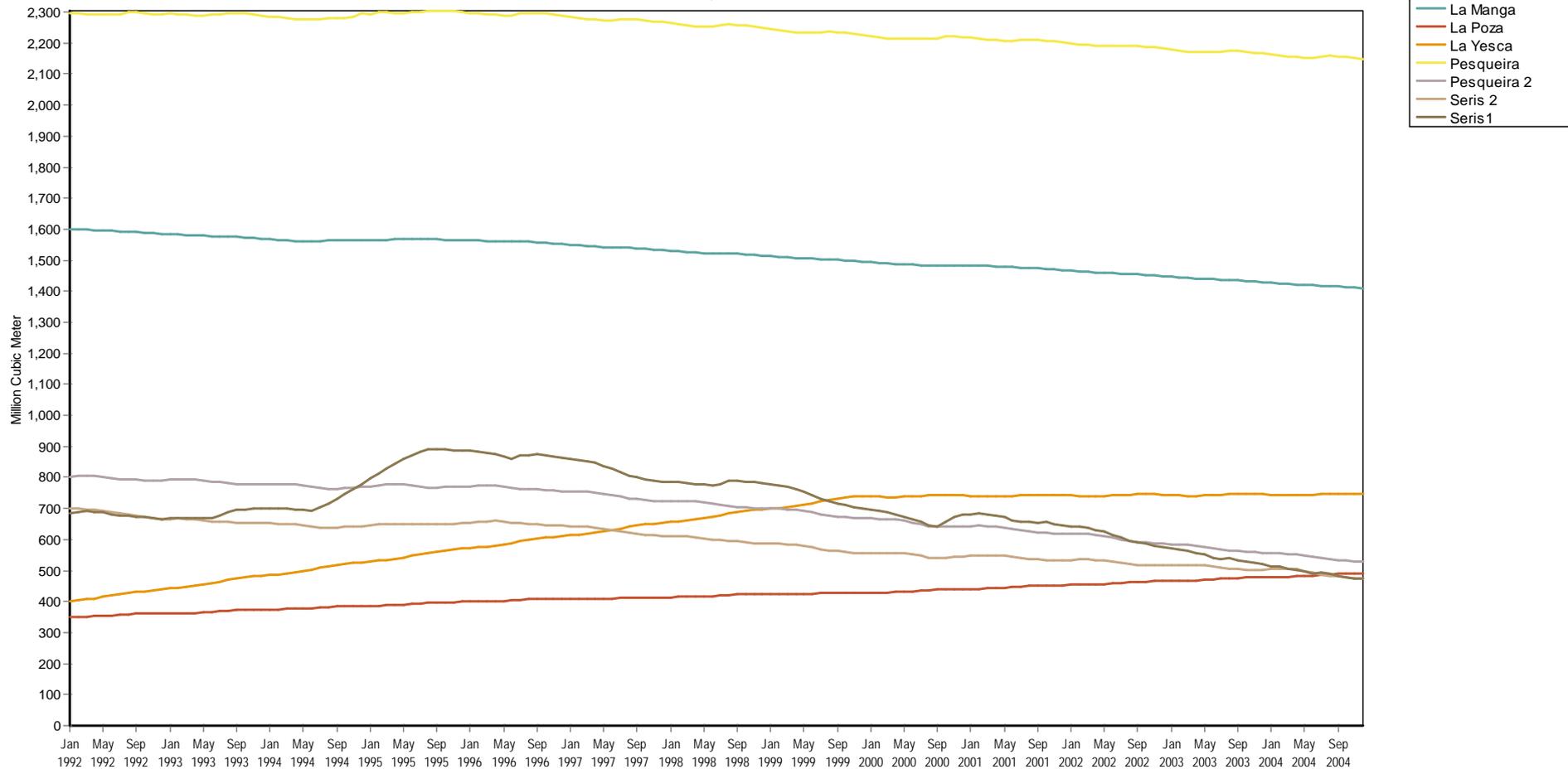


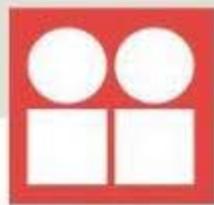
Resultados. Abastecimiento





Resultados. Almacenamiento en acuíferos



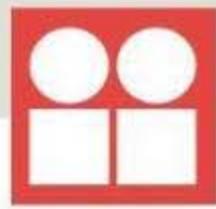


CONCLUSIONES

- Es necesario cambiar las políticas de operación de las presas, en particular el molinito
- Aumentar la recarga al acuífero mediante obras de retención de flujo en el cauce a base de gaviones
- Llevar a cabo las obras de recarga con aguas tratadas, mediante lagunas de infiltración
- Este esquema permite abastecer a la ciudad de Hermosillo aún durante sequías prolongadas a un costo reducido y sustentable

COMENTARIOS

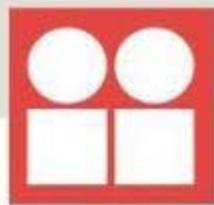
Revisar la asignación del agua considerando el cambio climático



**INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM**

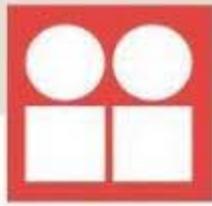
Gracias por su atención

**fgv@pumas.iingen.unam.mx
ccv@pumas.iingen.unam.mx
apn@pumas.iingen.unam.mx**



Etapa actual

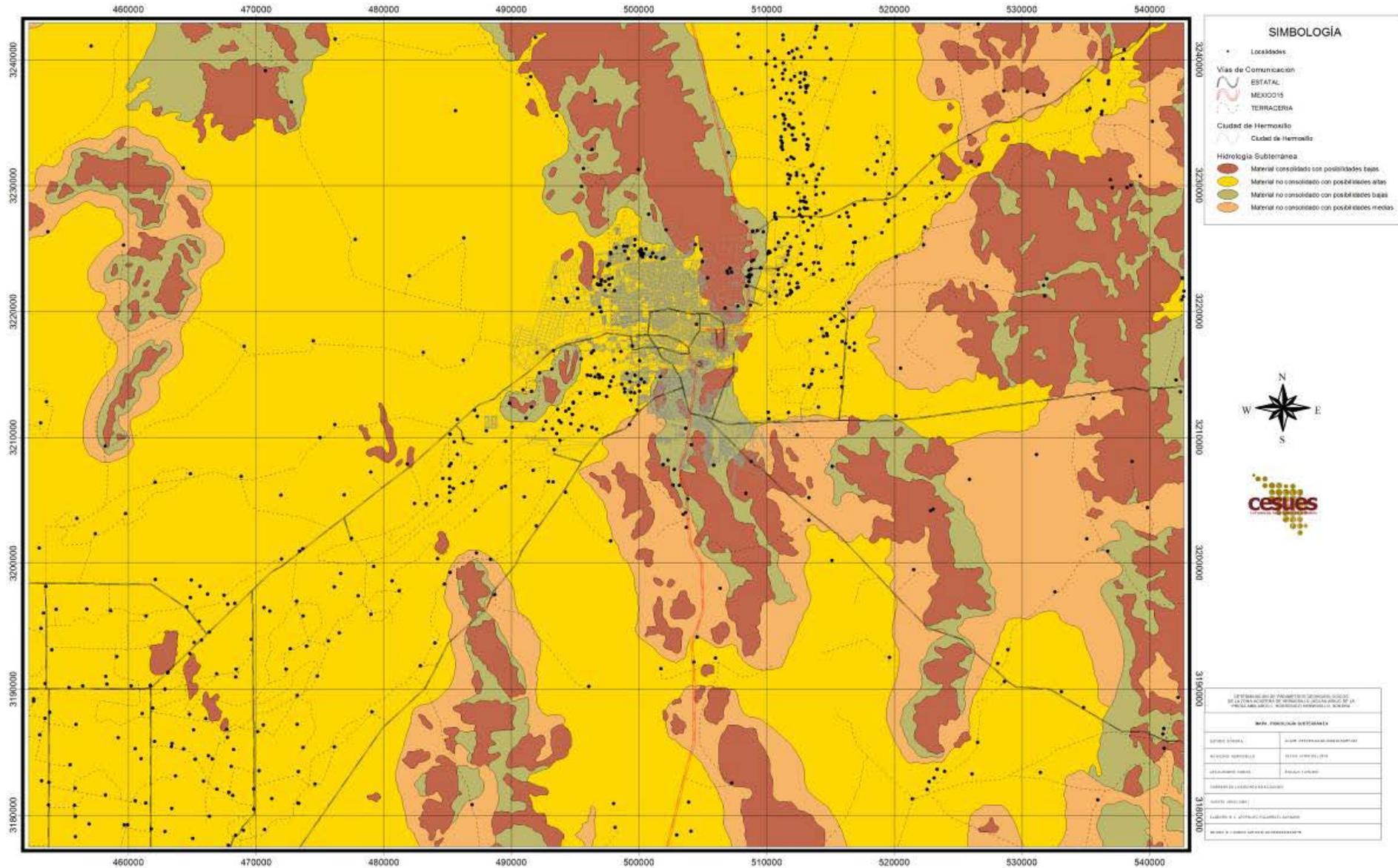
1. Análisis e integración de la información existente. Hidrología superficial y subterránea.
2. Balance hidráulico integral. Modelos matemáticos de evaluación integral de la cuenca y flujo subterráneo. Calidad del agua, disponibilidad y perspectivas.
3. Modelo conceptual de manejo de la oferta y demanda. Potencial y anteproyectos de recarga. Alternativas de manejo de la cuenca. Plan de contingencias contra sequías. Informe final.

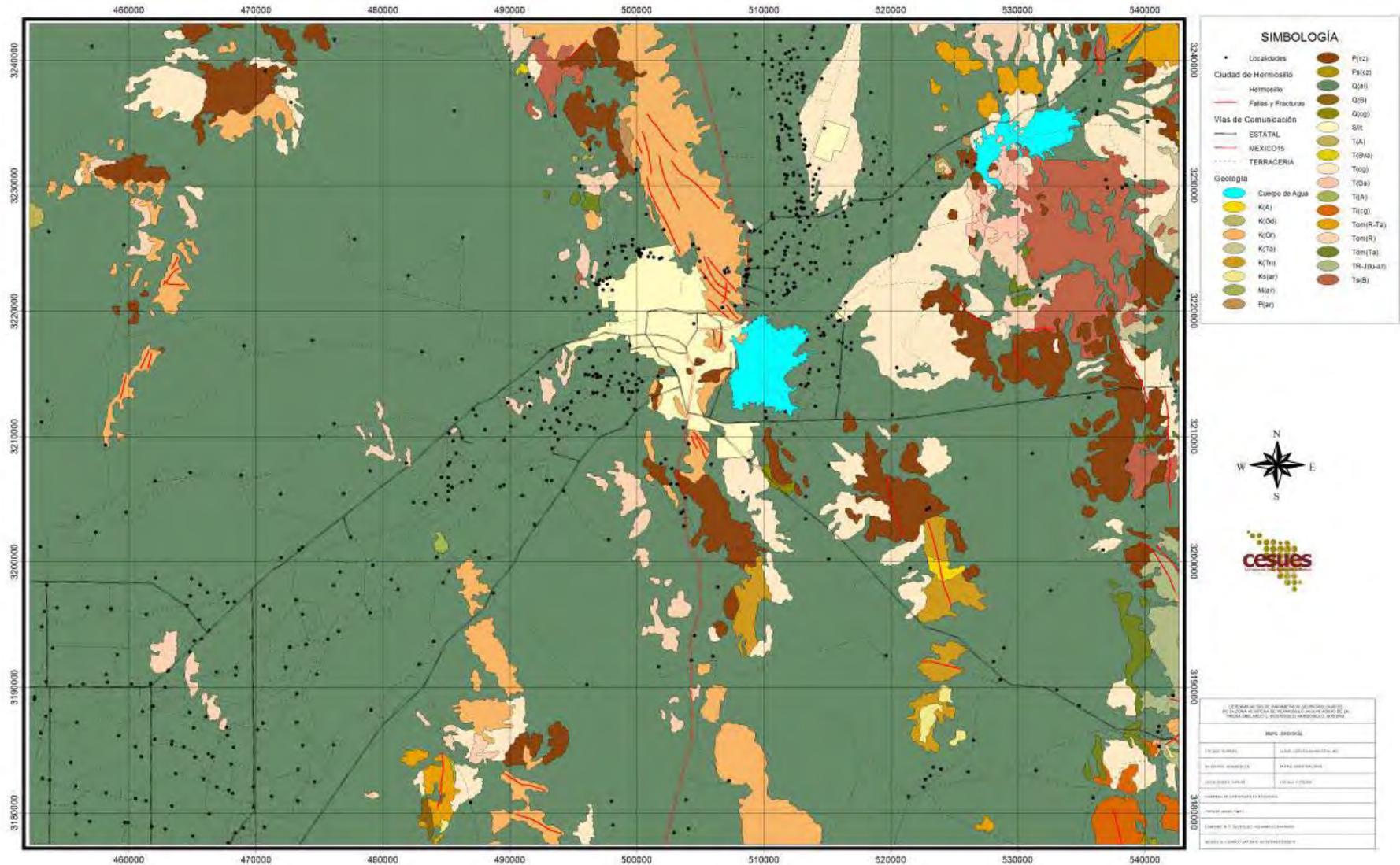


Resultados. Hidrológico con Cambio climático

En un escenario conservador de control de emisiones de gases de efecto invernadero, para el año 2030:

- Aumento de temperatura de 3°C
- Disminución de la precipitación media de 10%
- Reducción de los escurrimientos de 35 %
- Limitación del aprovechamiento en 40%
- La aplicación de políticas de recarga y manejo disminuye significativamente el impacto





Mapa 6.1. Geología (INEGI, 1982; a Escala 1:250,000).