Gestión Sostenible y Tecnologías del Agua: Reutilización del agua en Tejas, EUA

Ing. Jorge A Arroyo

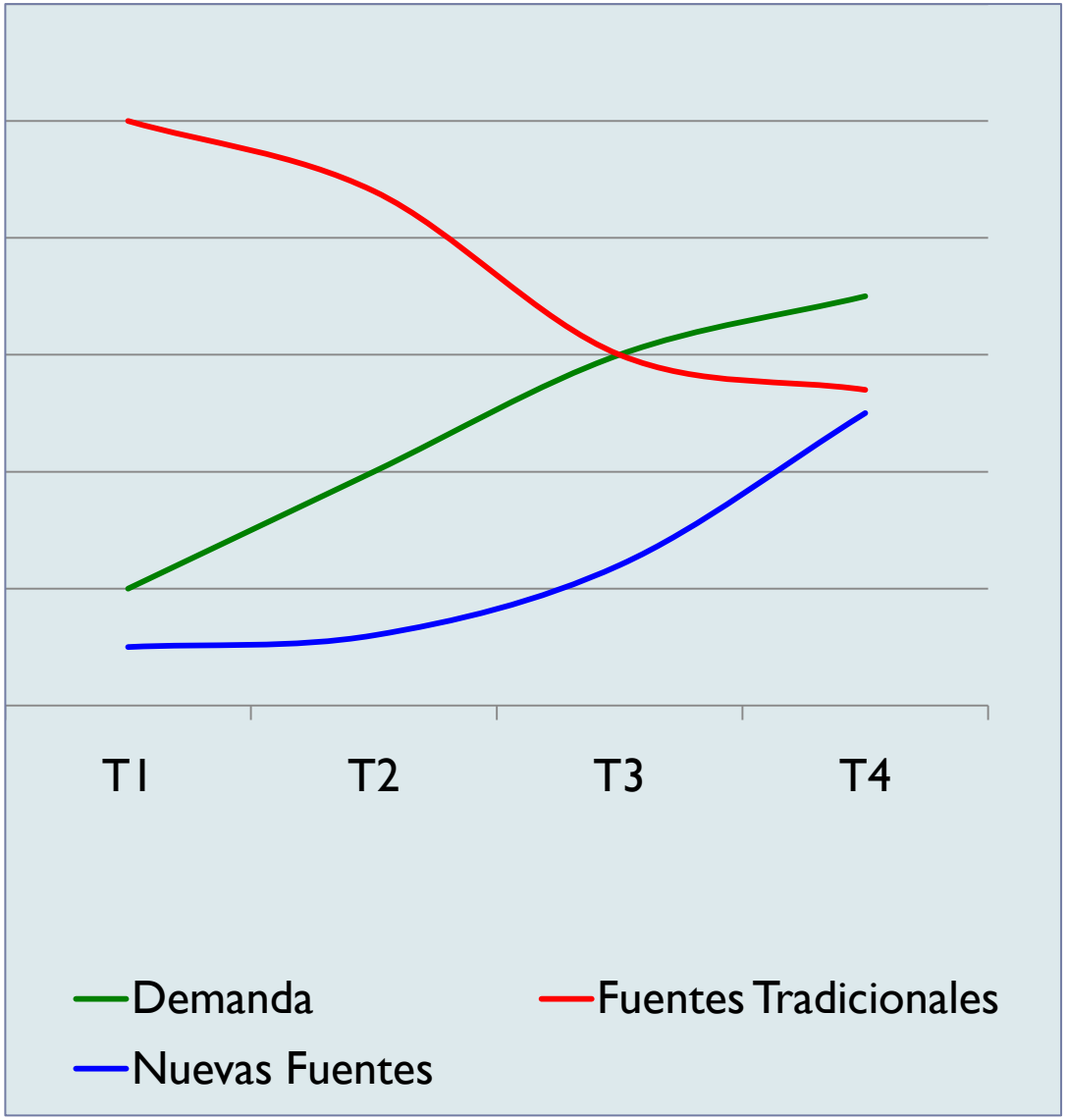
Universidad de Alicante, España, Febrero 2011

El cuervo y la jarra*

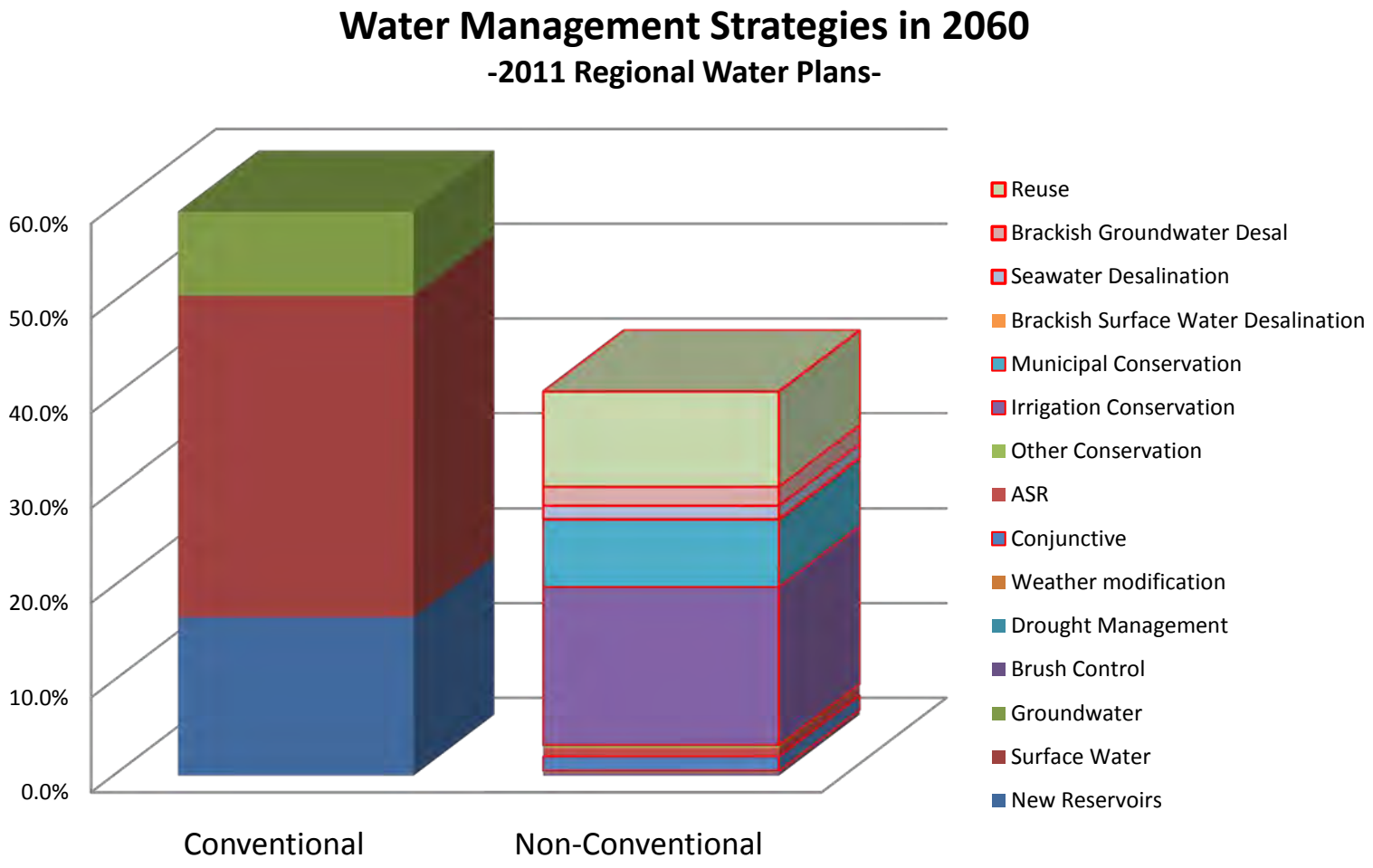
Un sediento cuervo vió una jarra, y esperando encontrar en ella agua, voló hacia ella con placer. Cuando la alcanzó, descubrió que el nivel del agua no estaba a su alcance. Él intentó todo lo que podría pensar para poder llegar a donde se encontraba el nivel del agua, pero todos sus esfuerzos fueron en vano. Por fin descubrió que coleccionando tantas piedras como él pudiera llevar, y dejándolas caer una tras otra con su pico dentro de la jarra, el agua subiría hasta llegar a poner su nivel dentro de su alcance y así pudo salvar su vida.

Los momentos de crisis son fuente para el ingenio.

* Esopo


T1
T2
T3
T4
Demanda
Fuentes Tradicionales
Nuevas Fuentes

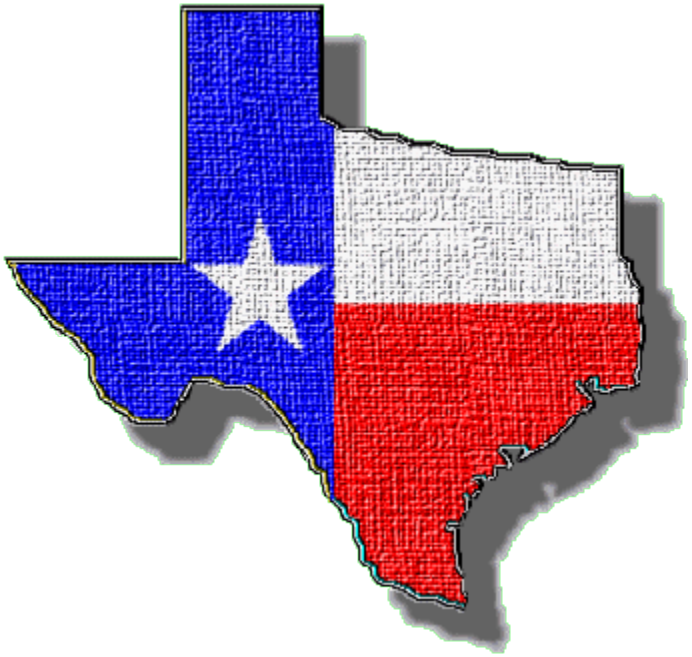
Estrategias de gestión hídrica, Tejas-2060



Estructura de la presentacion

Estructura de la presentacion

Tejas



Tejas-Gobierno

- Gobernador
- Parlamento
- Condados
- Municipalidades

US EPA

Texas Commission on Environmental Quality

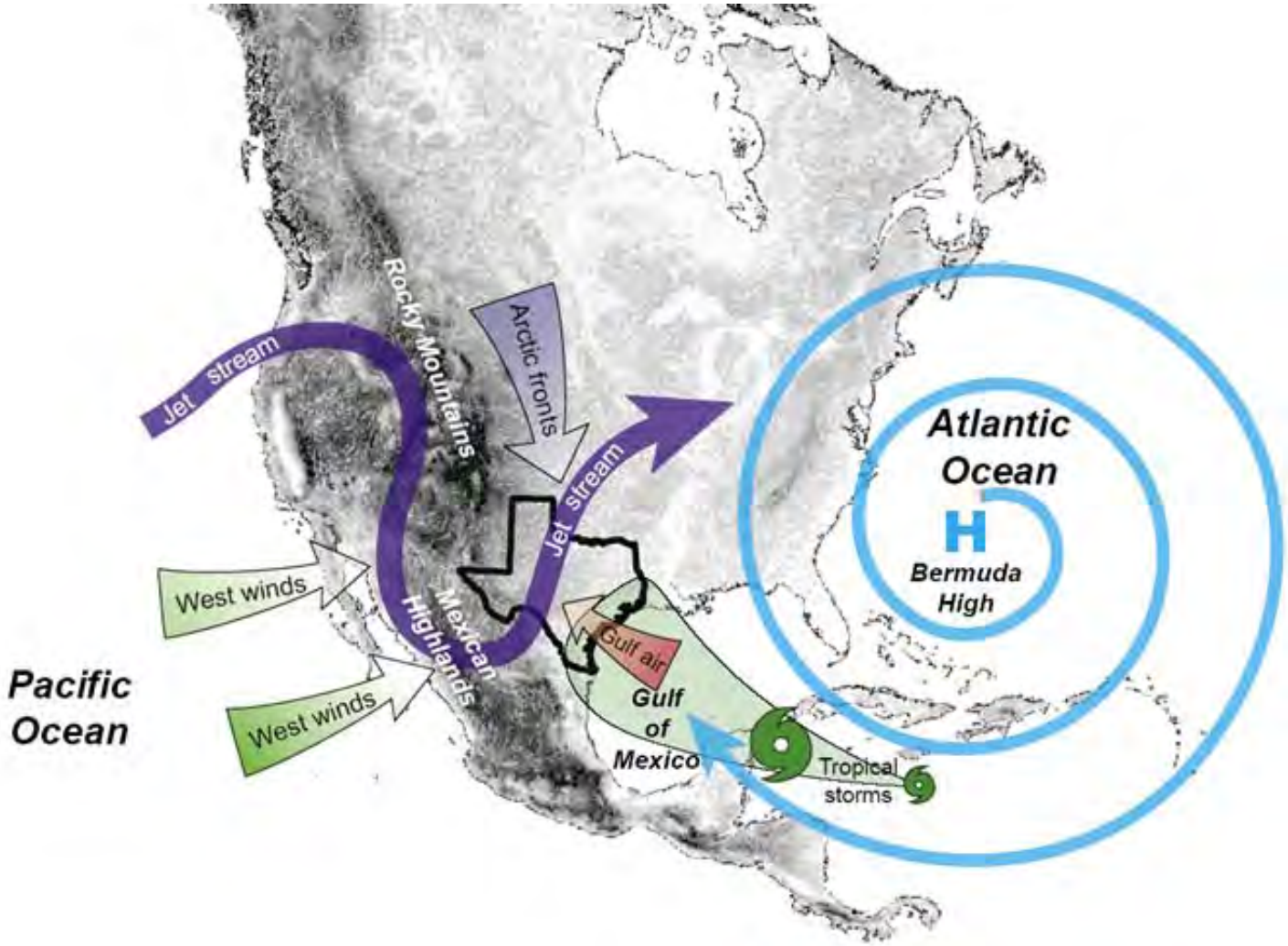
Tejas-Población: 25.3 millones

Ciudad	Habitantes
Houston	1,953,631
Dallas	1,188,580
San Antonio	1,144,646
Austin	656,562
El Paso	563,662
Fort Worth	534,694
Arlington	332,969
Corpus Christi	277,454

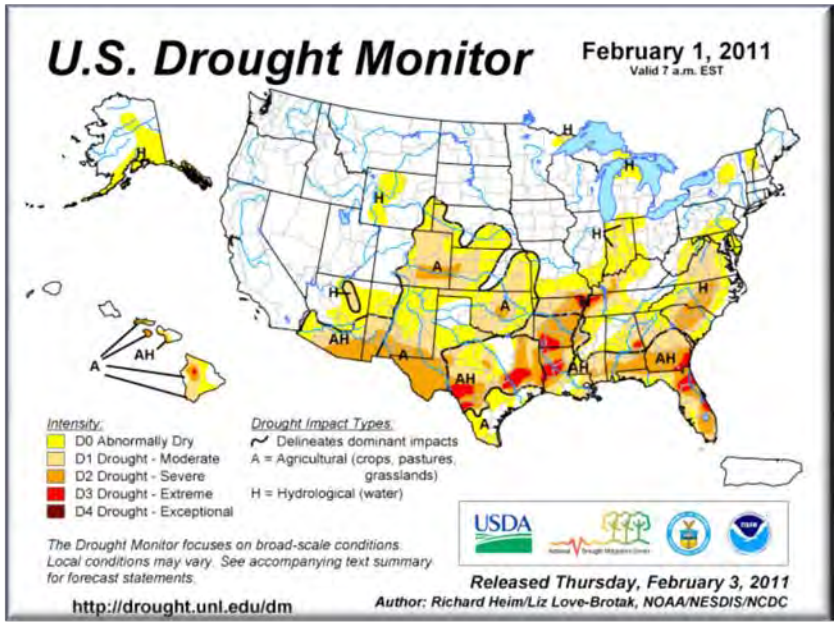
Tejas- Economía

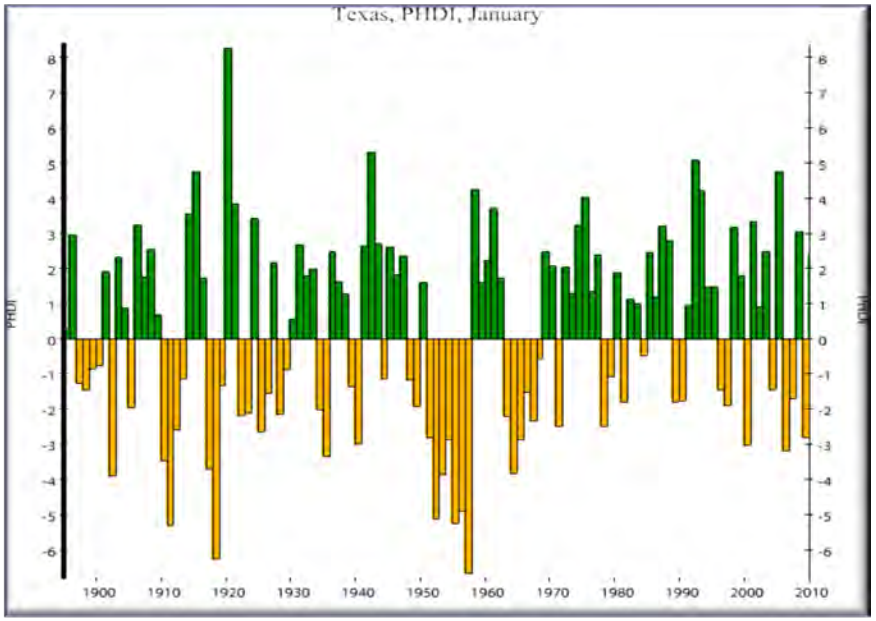
- Ganadería: 20% del consumo nacional
- Agricultura: Algodón (#1), viveros forestales y ornamentales, maíz, trigo, heno(#3), sorgo (#2), maní, arroz (#5), cana de azúcar, sandia, cítricos, pecanas
- Industria manufacturera: Computadoras, aparatos eléctricos, comunicación militar y civil (#1), productos químicos
- Minería: petróleo (20%) y gas natural (33%)
- Pescadería
- Servicios

Tejas-Clima


Jet stream
Rocky Mountains
Arctic fronts
Jet stream
Atlantic Ocean
H
Bermuda High
West winds
Mexican Highlands
Gulf air
Pacific Ocean
West winds
Gulf of Mexico
Tropical storms

Tejas-Clima

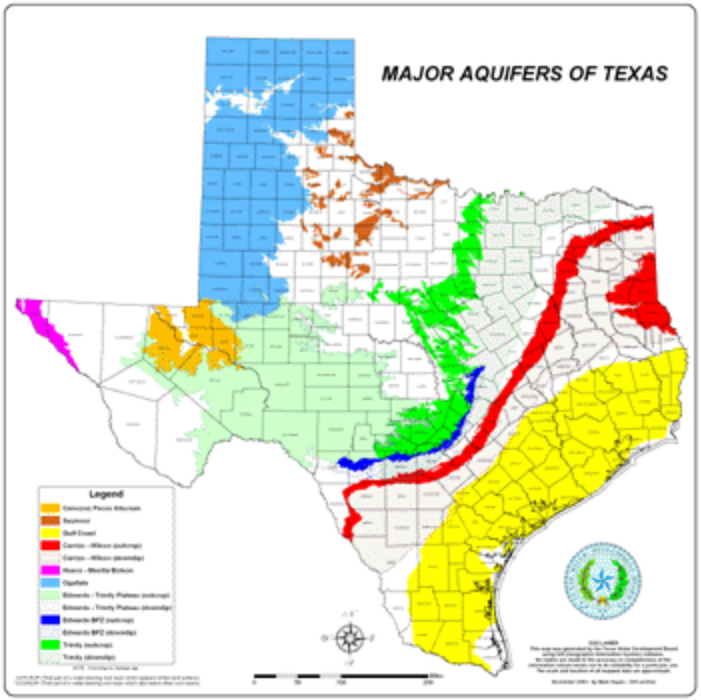


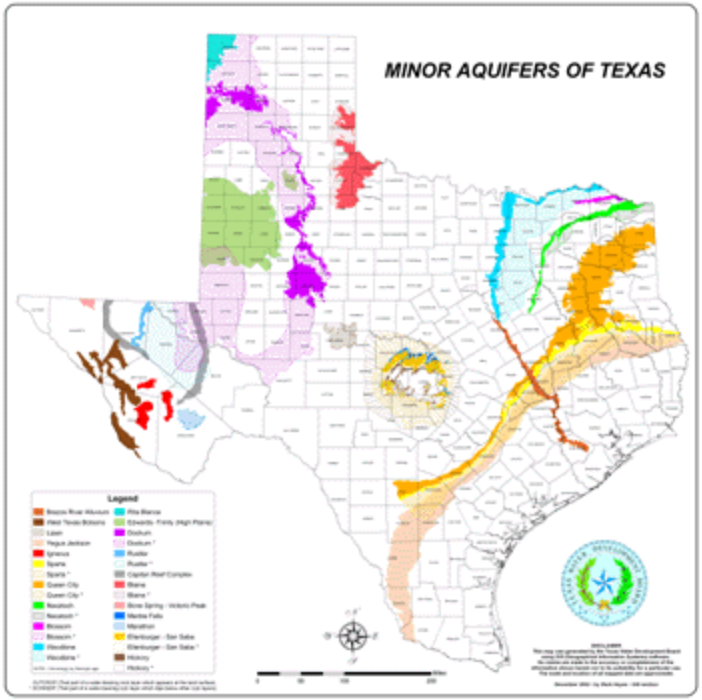


Indice Hidrológico de Sequia Palmer

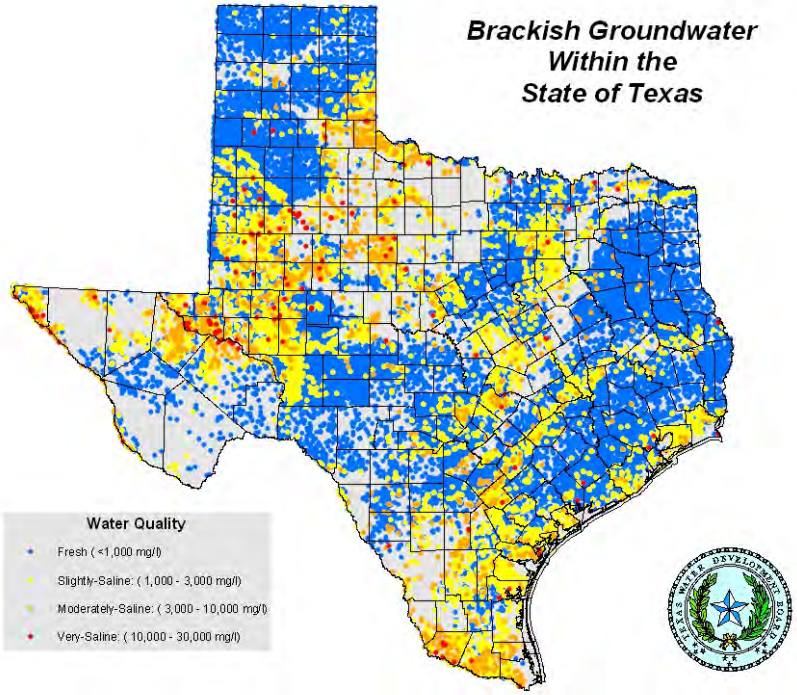
Cuencas hidrográficas

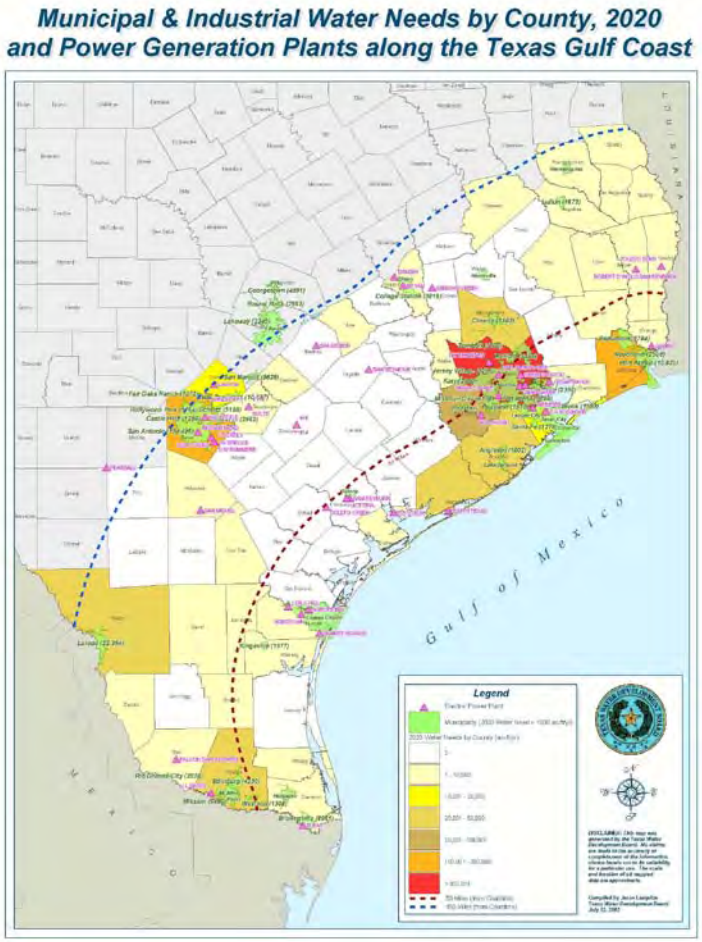
Acuíferos


MAJOR AQUIFERS OF TEXAS
Legend

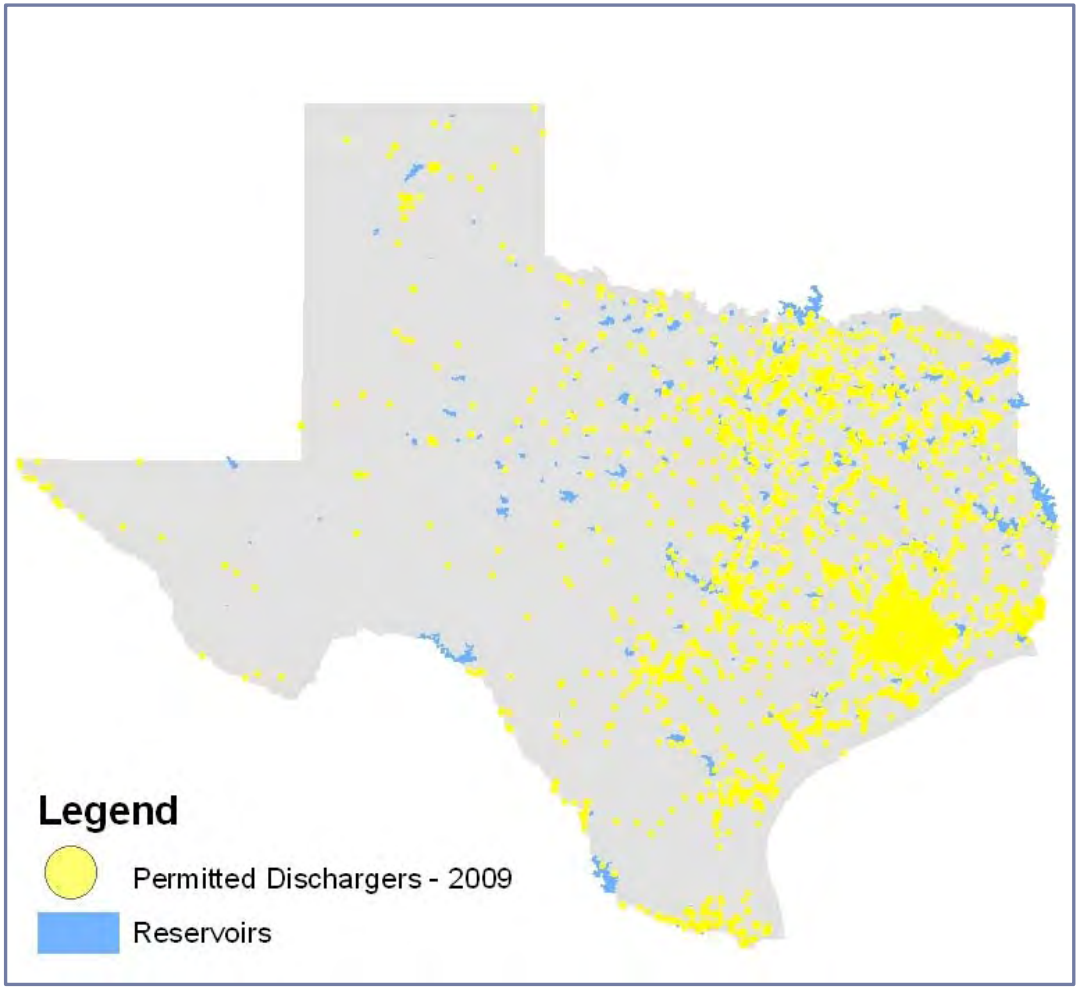

MINOR AQUIFERS OF TEXAS
Legend

Acuíferos salobres y acceso al océano



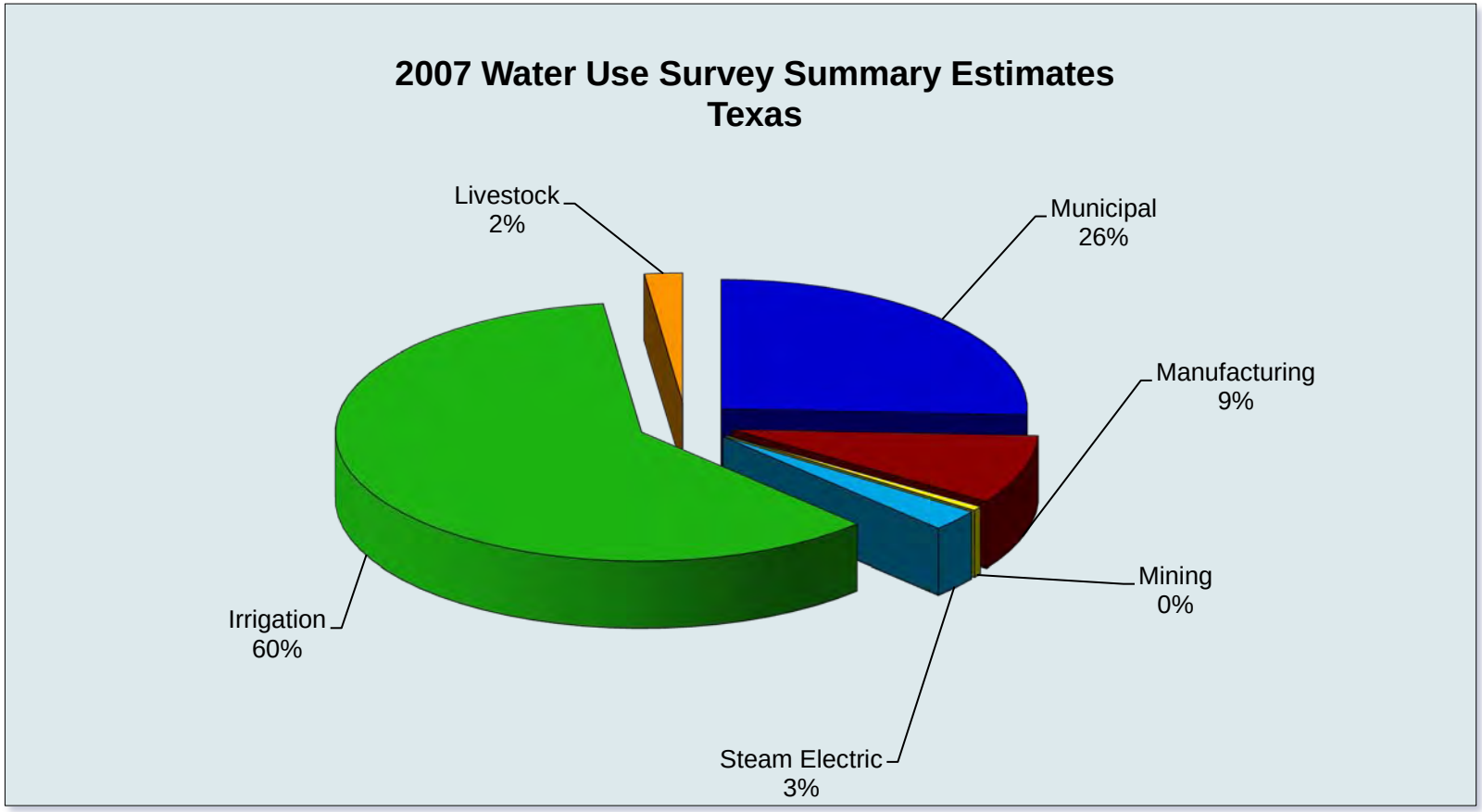


Descargas de aguas residuales



Tejas
Propiedad y administración del agua
Planificación hídrica
Reutilización

Usos del agua – Texas*



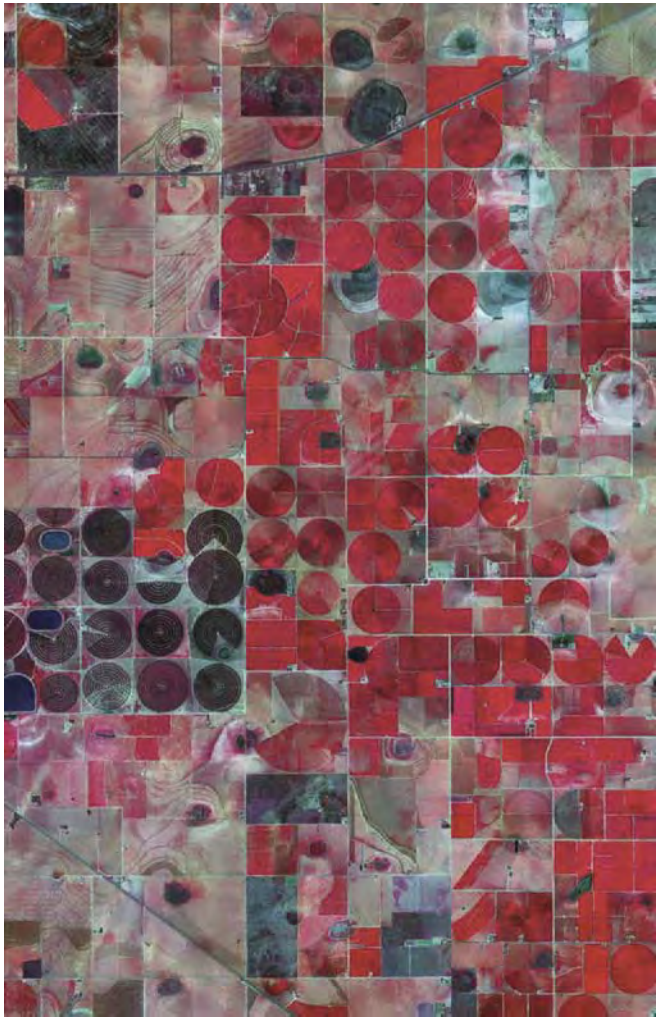
* Texas Water Development Board – Online resources - 2010

Propiedad del agua

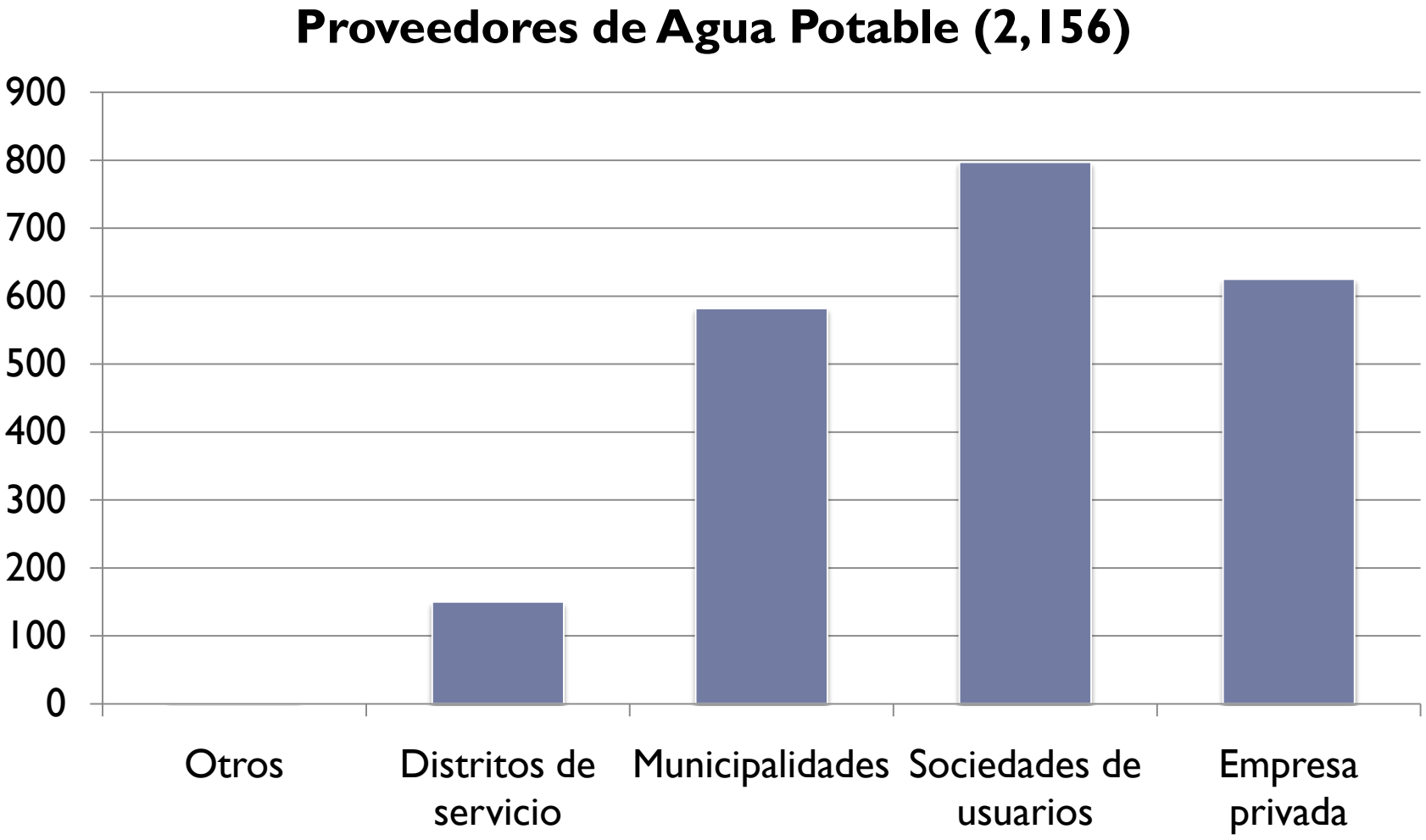
- Aguas superficiales
  - Propiedad pública
  - Sistema concesionario
  - Primero en uso primero en derecho
  - Cuencas administradas (Watermasters)
  - Caudales ecológicos mínimos

Propiedad del agua

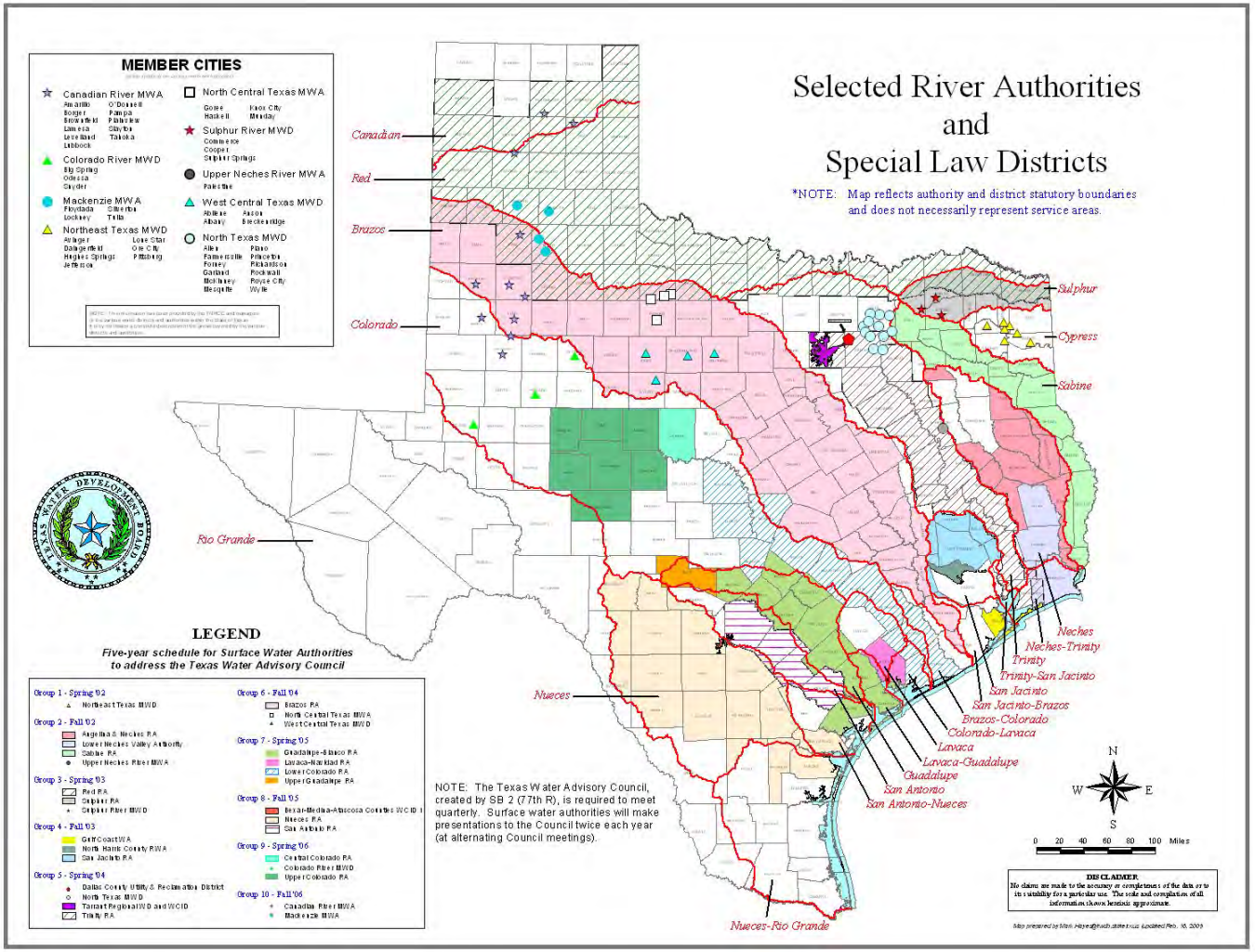
- Aguas subterráneas
  - Propiedad privada
  - Asociada al area superficial
  - Derecho de captura
  - Adminstracion local (Distritos de Conservacion y Manejo de acuíferos)
  - *Adopcion de "Condición Futura Deseable"*
  - *Areas de manejo*



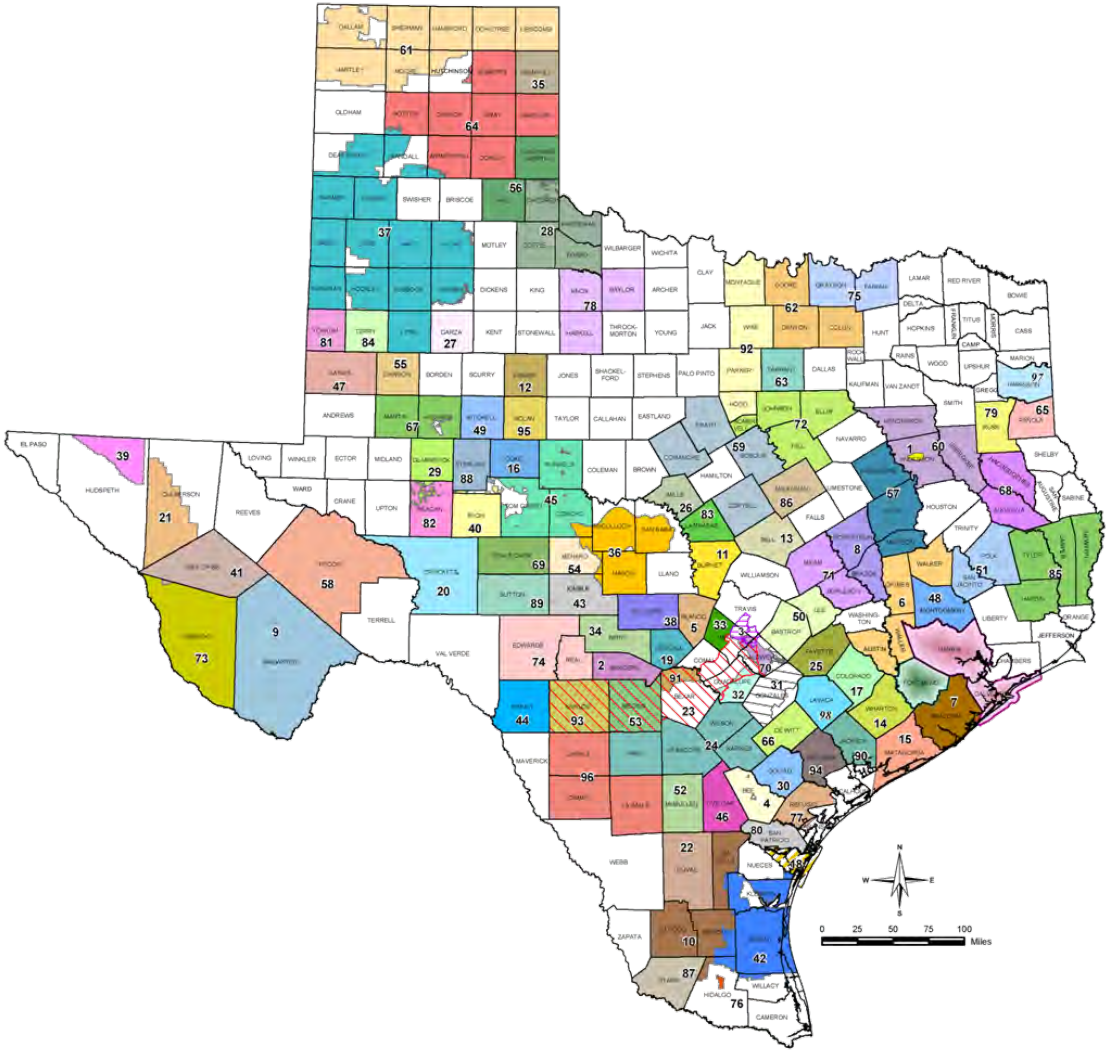
Administración del agua



Administración del agua
Distritos y Autoridades de Ríos



Administración del agua - Distritos de conservación y gestión de acuíferos



Propiedad y administración del agua

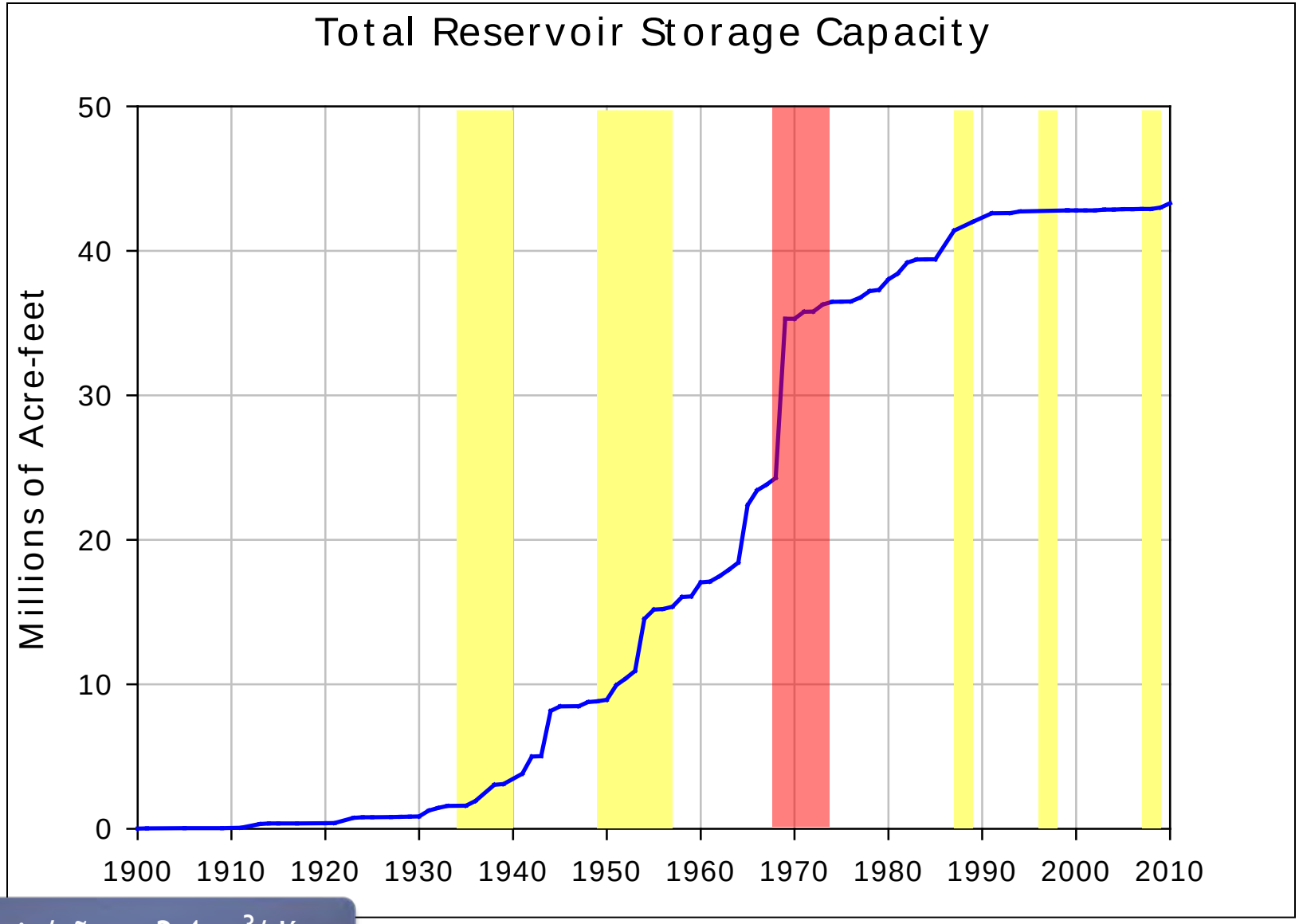
- Poderes del gobierno federal
- Regulacion estatal
  - Requerimientos ambientales
- Autoridades de cuenca
- Autoridades de acuíferos
- Distritos de riego
- Municipios
- Individuos
  - Industria

- Sistema altamente fragmentado
- Implicaciones
  - Políticas de desarrollo
  - Estrategias de gestión del recurso

Tejas
Propiedad y administración del agua
Planificación hídrica
Reutilización

Sequía de los años 50s

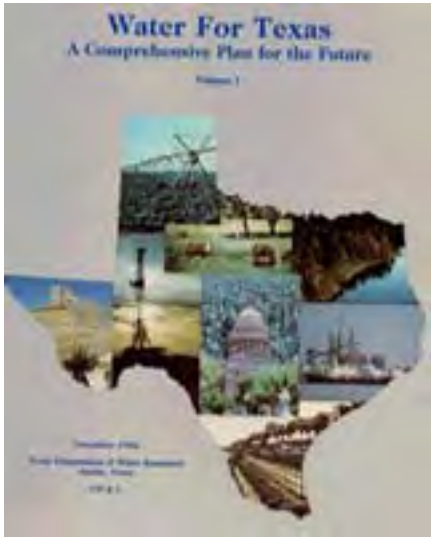
- Creacion de la Texas Water Development Board
  - Preparar el plan hídrico estatal para proveer la conservación, manejo y desarrollo ordenado de los recursos hídricos del estado y de tal forma que, en caso de sequía, exista suficiente agua a un costo razonable para asegurar la salud, seguridad y bienestar público, el desarrollo de la economía y la protección de los recursos agrícolas y naturales de todo el estado.
  - Autoriza la emisión de bonos ($200 millones) para impulzar el desarrollo del plan estatal



1 acre-pie/año = 3.4 m^3/día

Source: TWDB

THE
TEXAS WATER
PLAN


Water For Texas
A Comprehensive Plan for the Future

Water
for Texas

Water for Texas
Today and Tomorrow
—1992—

Water
For Texas
August 1997

Sequía de los años 90s

- Ley de planificación hídrica regional
  - Preparar el plan hídrico estatal para proveer la conservación, manejo y desarrollo ordenado de los recursos hídricos del estado y de tal forma que, en caso de sequía, exista suficiente agua a un costo razonable para asegurar la salud, seguridad y bienestar público, el desarrollo de la economía y la protección de los recursos agrícolas y naturales de todo el estado.
  - **Financiamiento para la preparación de planes**
  - **Regiones**
  - **Representación**
  - **Reglamento para la preparación de planes**

Con base a planes regionales

Representación por intereses de usuarios

Planificación hídrica regional

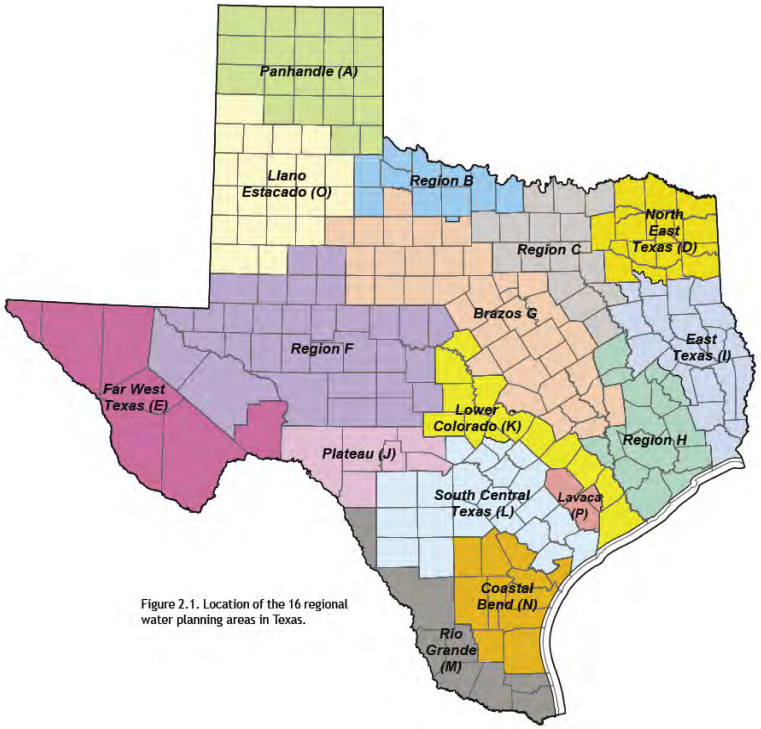


Figure 2.1. Location of the 16 regional water planning areas in Texas.

- Representación por intereses
- Cabildo abierto
- Consenso
- Incentivos
  - Financieros
  - Concesiones de aguas
- Plan común

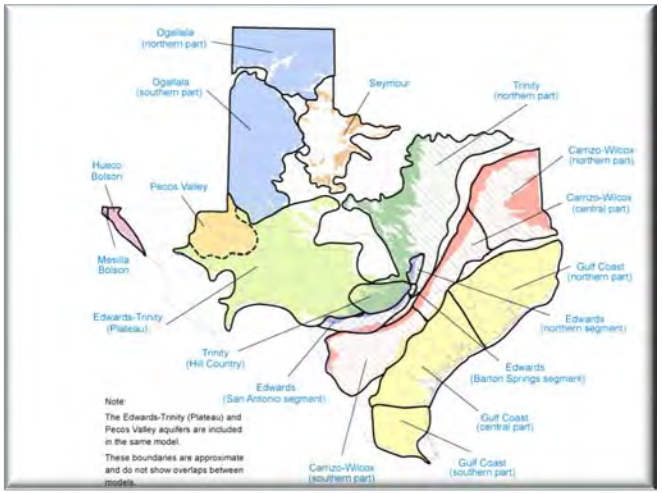
Elementos básicos del proceso

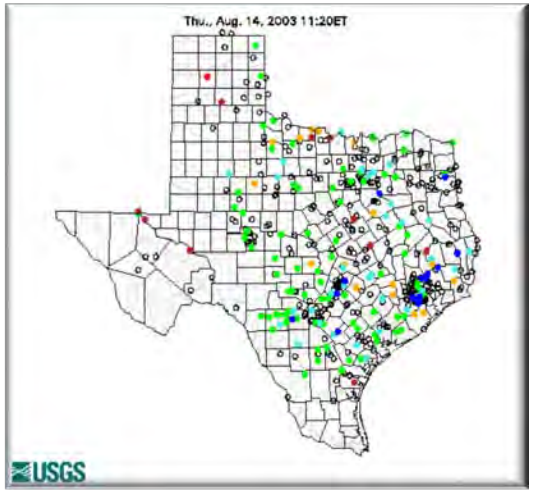
- Cuánta agua necesita la región?
- De cuánta agua se dispone?
- Hay exceso ó hay déficit?
- Si existe déficit, qué medidas se deben tomar?
- Adoptar plan de estrategias para el administración de las aguas.
    - **Condiciones de sequía**

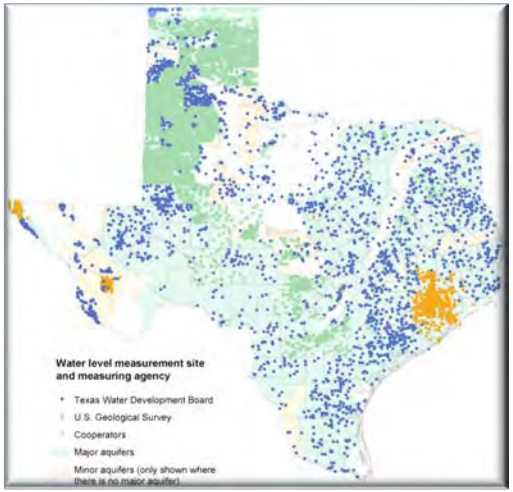
Estrategias de abastecimiento

- Conservación
- Toda estrategia potencialmente factible
  - Nuevos embalses
  - Renovación de contratos
  - Aguas subterránea
  - Recolección pluvial
  - Reutilización
  - Desalación
- Criterio de evaluación equitativo
- Selección de estrategias en cabildo abierto

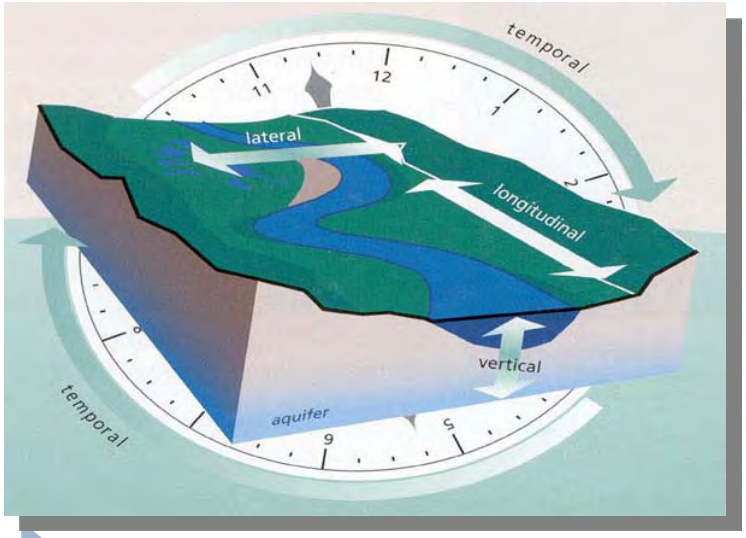
Planificación hídrica: información

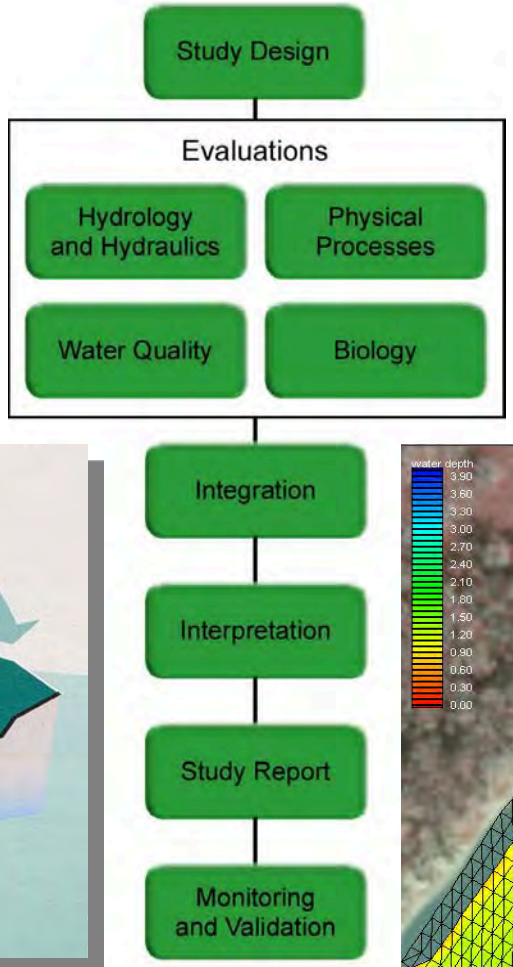


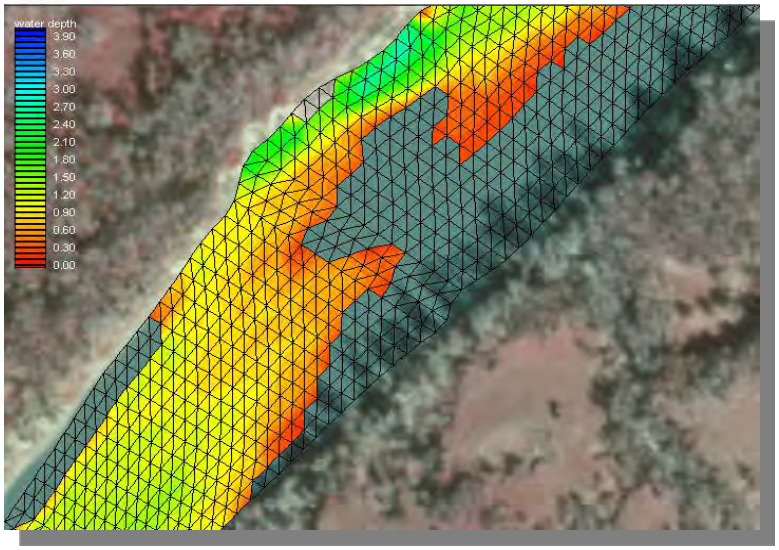




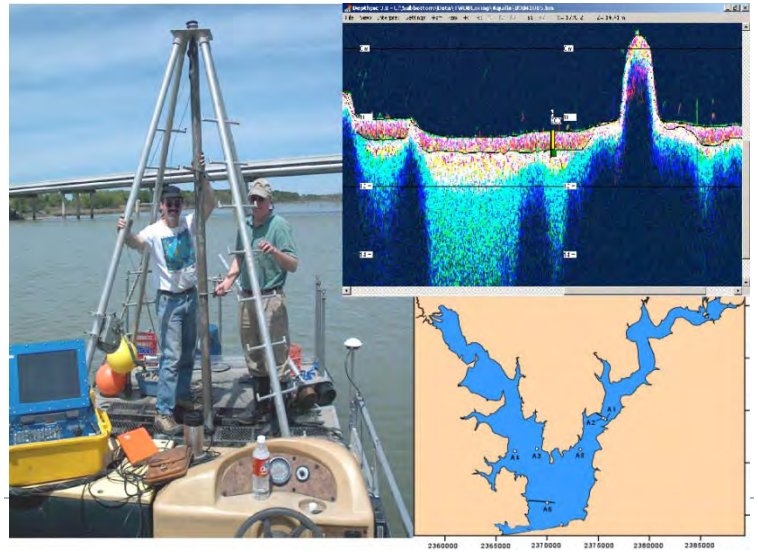
Programa de evaluación de caudales ecológicos

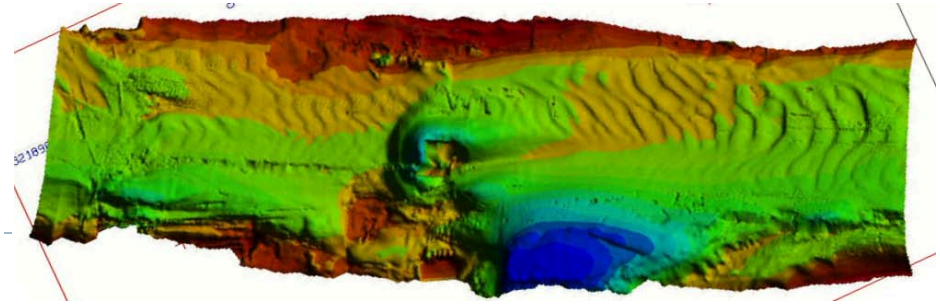




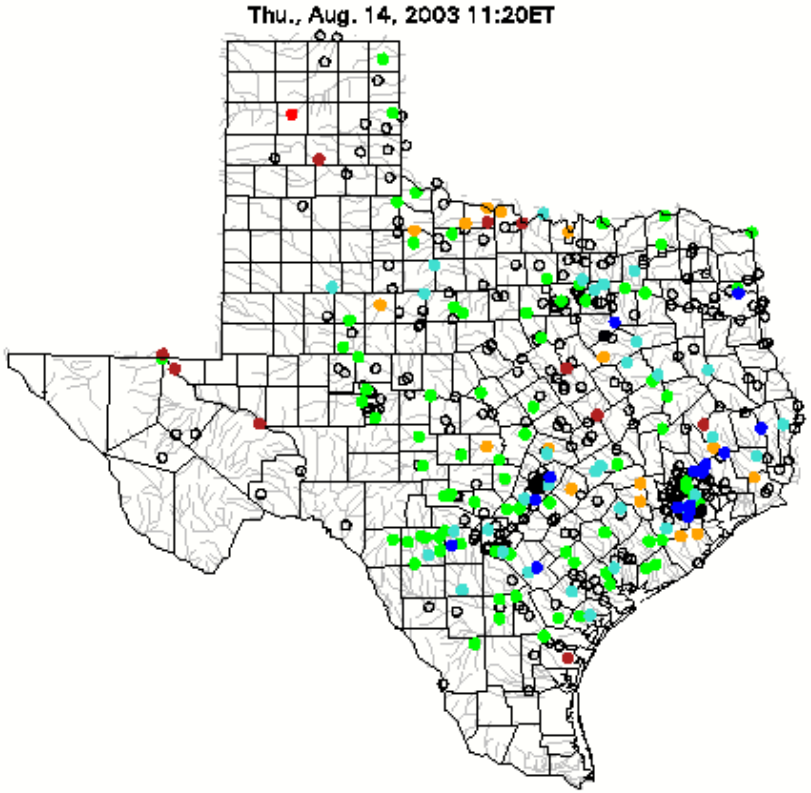


Programa de evaluación de embalses





Monitoreo de aguas superficiales



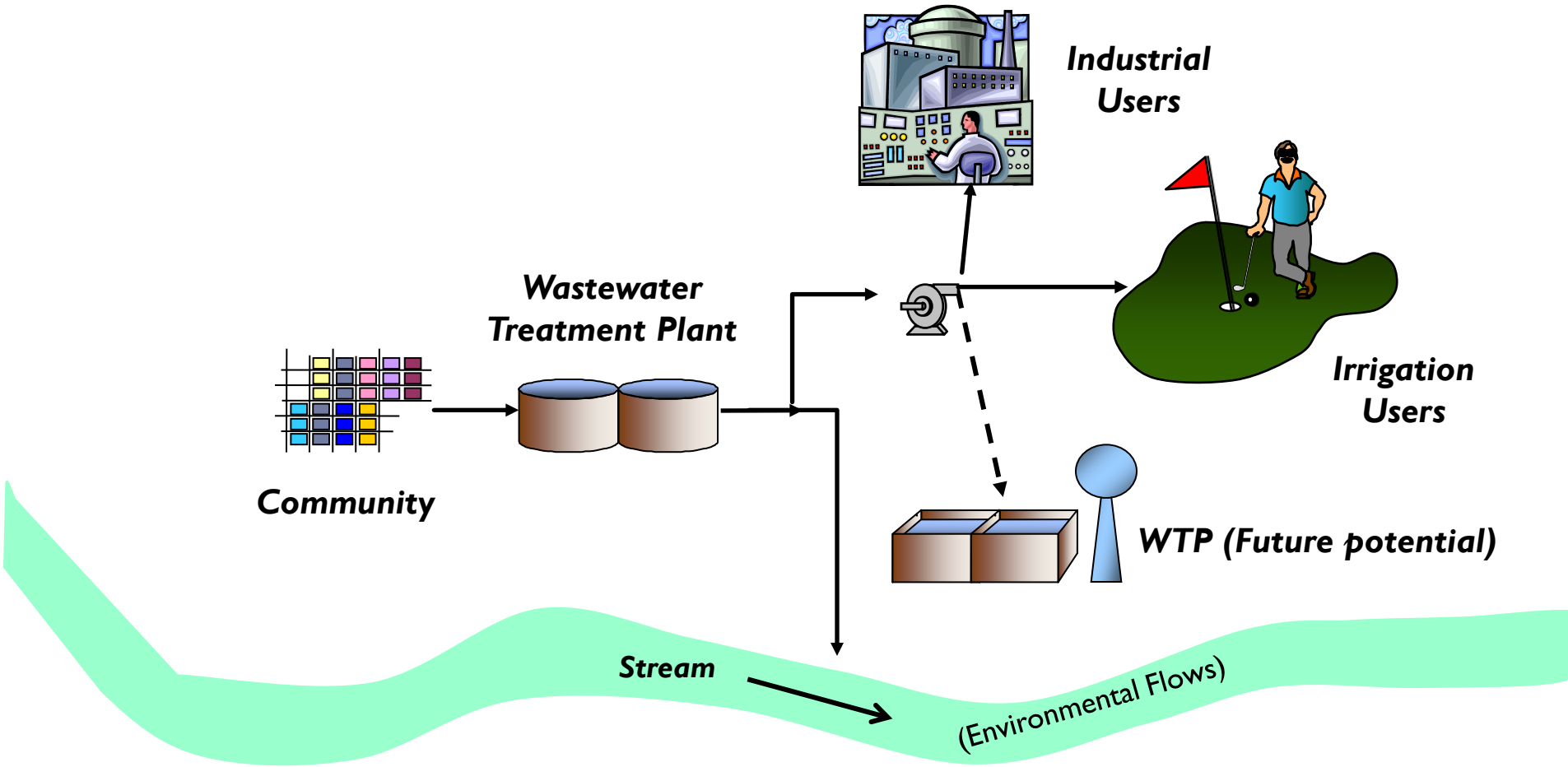
510 estaciones en cauce
124 estaciones en lagos

Modelos numéricos de cuencas mayores

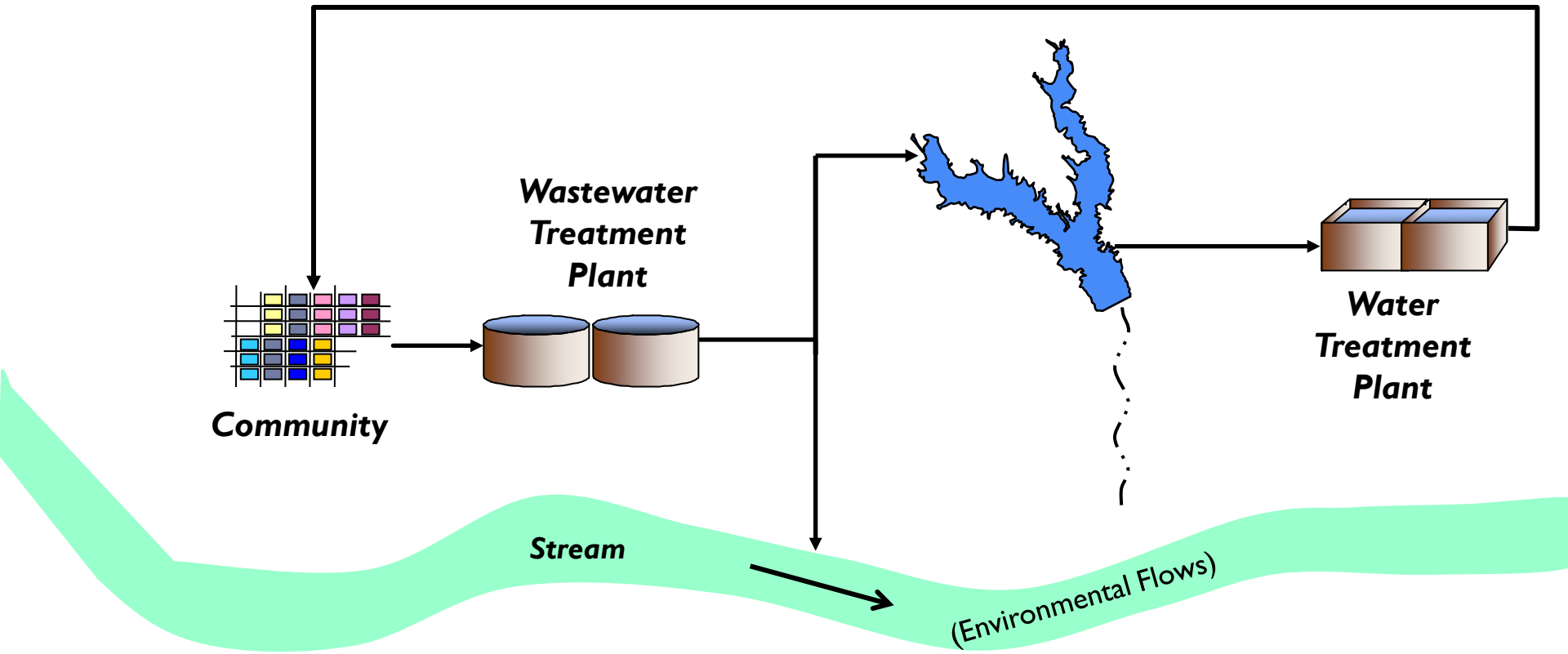
Base científica para la planificación hídrica

Tejas
Propiedad y administración del agua
Planificación hídrica
Reutilización

Reutilización directa



Reutilización indirecta



Regulaciones

Reutilización directa

- Código Administrativo- §310 (1990)
- Código Administrativo- §210 (1997)
  - Tipo 1- contacto humano es probable
  - Tipo 2- contacto humano poco probable

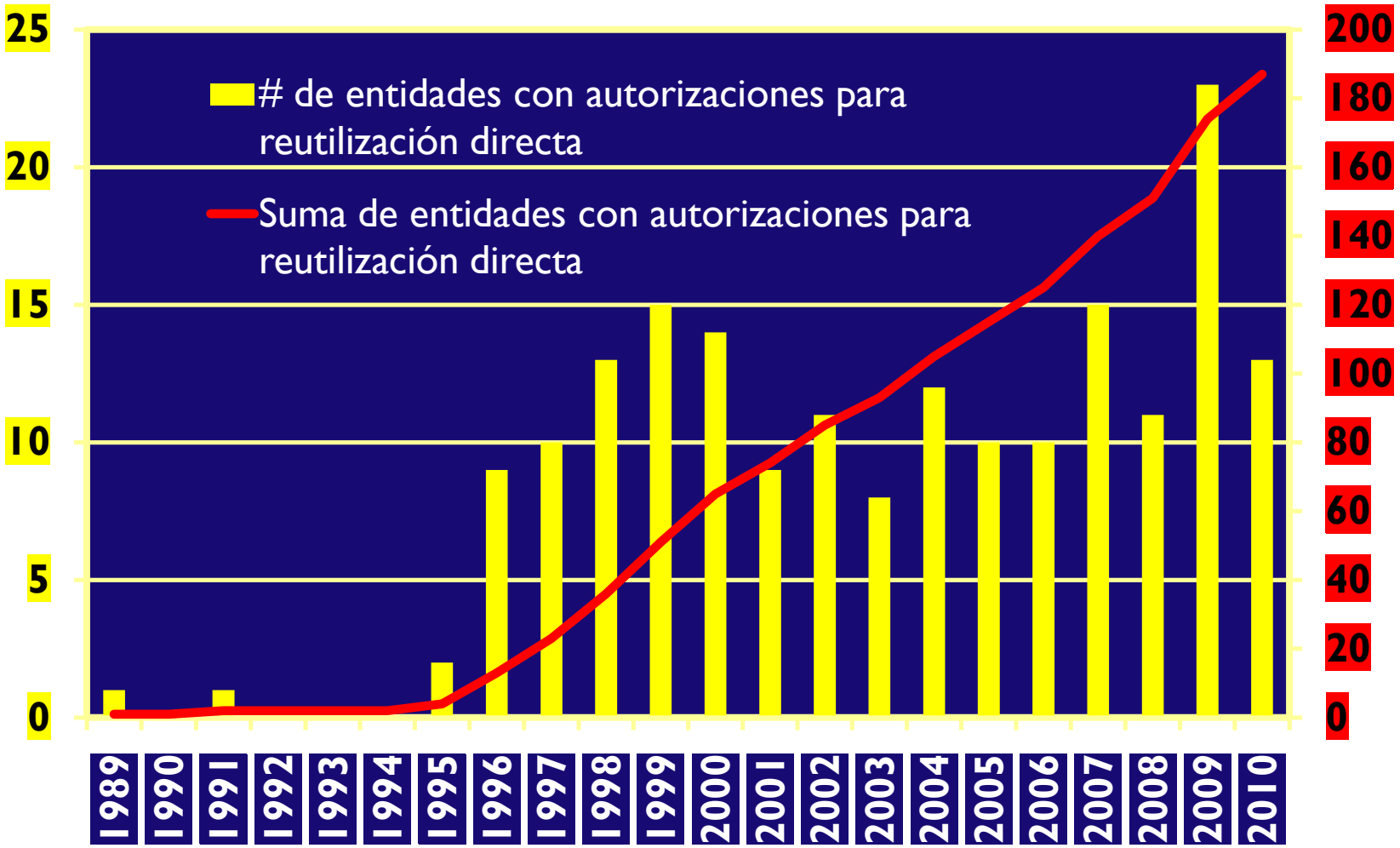
Reutilización indirecta

- Sin codificación directa
- Ley Federal: Clean Water Act
  - Autorizaciones de descarga y eliminación de contaminantes
  - Estándares de calidad de aguas superficiales
- Recarga de acuíferos
  - Estándares de agua potable

CITIES WITH REUSE PLANS

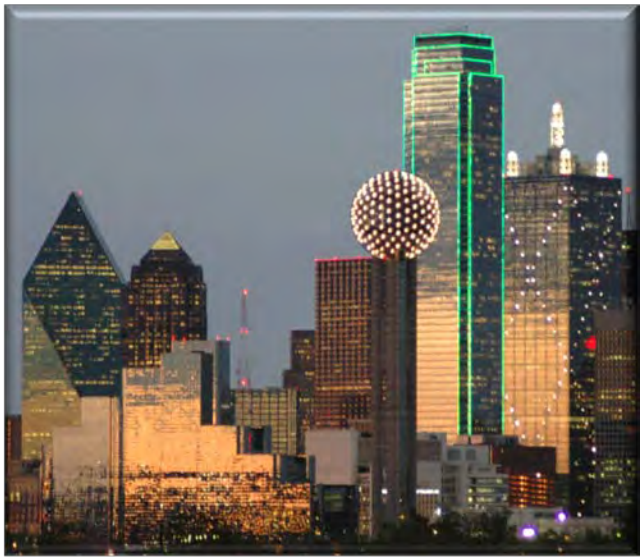
- Arlington
- Austin
- Big Spring
- Cleburne
- College Station
- Dallas Fort Worth International Airport
- Flower Mound
- Fort Worth
- Frisco
- Georgetown
- Irving
- Lewisville
- McAllen
- New Braunfels
- North Texas Municipal Water District
- Odessa
- San Angelo
- San Antonio
- San Marcos
- Sugarland
- Tarrant Regional Water District
- Upper Trinity Regional Water District
- Sweetwater
- White River Municipal Water District

Autorizaciones bajo Código Administrativo-§210

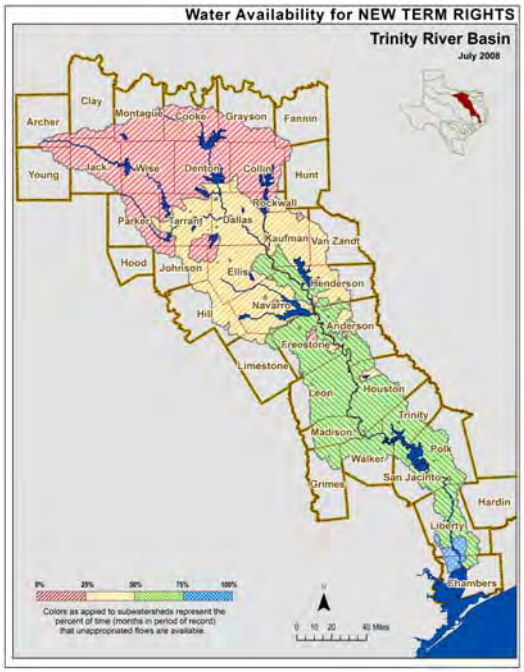


Reutilización potable indirecta (no planificada)

- Descargas (autorizadas) a embalses (Requeridas por contrato)
- Descargas (autorizadas) a cauces que sirven de suministro potable aguas abajo



City of Dallas



City of Houston

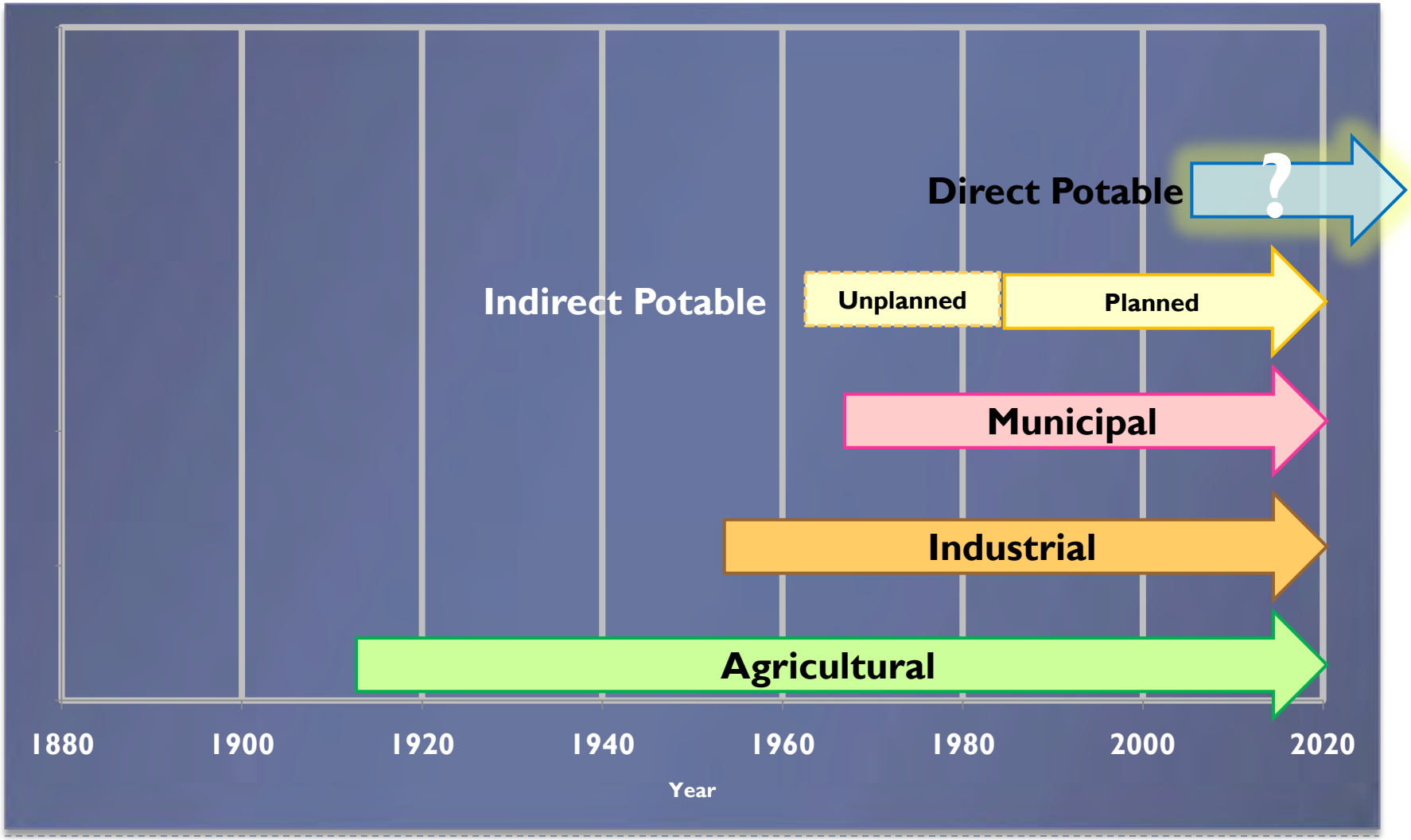
Reutilización potable indirecta (planificada)

- El Paso (recarga al acuifero Hueco-Bolson)
- Tarrant Regional Water District (agua superficial)
- North Texas Municipal Water District (agua superficial)

Derechos de uso

- Uso directo
  - Discreción –bajo términos de la autorización- en el uso consuntivo total de la concesión
  - Retorno a aguas superficial
    - Abandono del derecho
    - Reautorización para uso
    - Permiso para uso de cauce
- Uso indirecto
  - Bajo disputa
  - Caudales ambientales

Evolución de la reutilización en Tejas



Reutilización en la agricultura

- San Antonio (1890s)
- Amarillo (1920s)
- Lubbock (1930s)
- Odessa (1940s)
- Abilene (1960s)

Reutilización en la industria

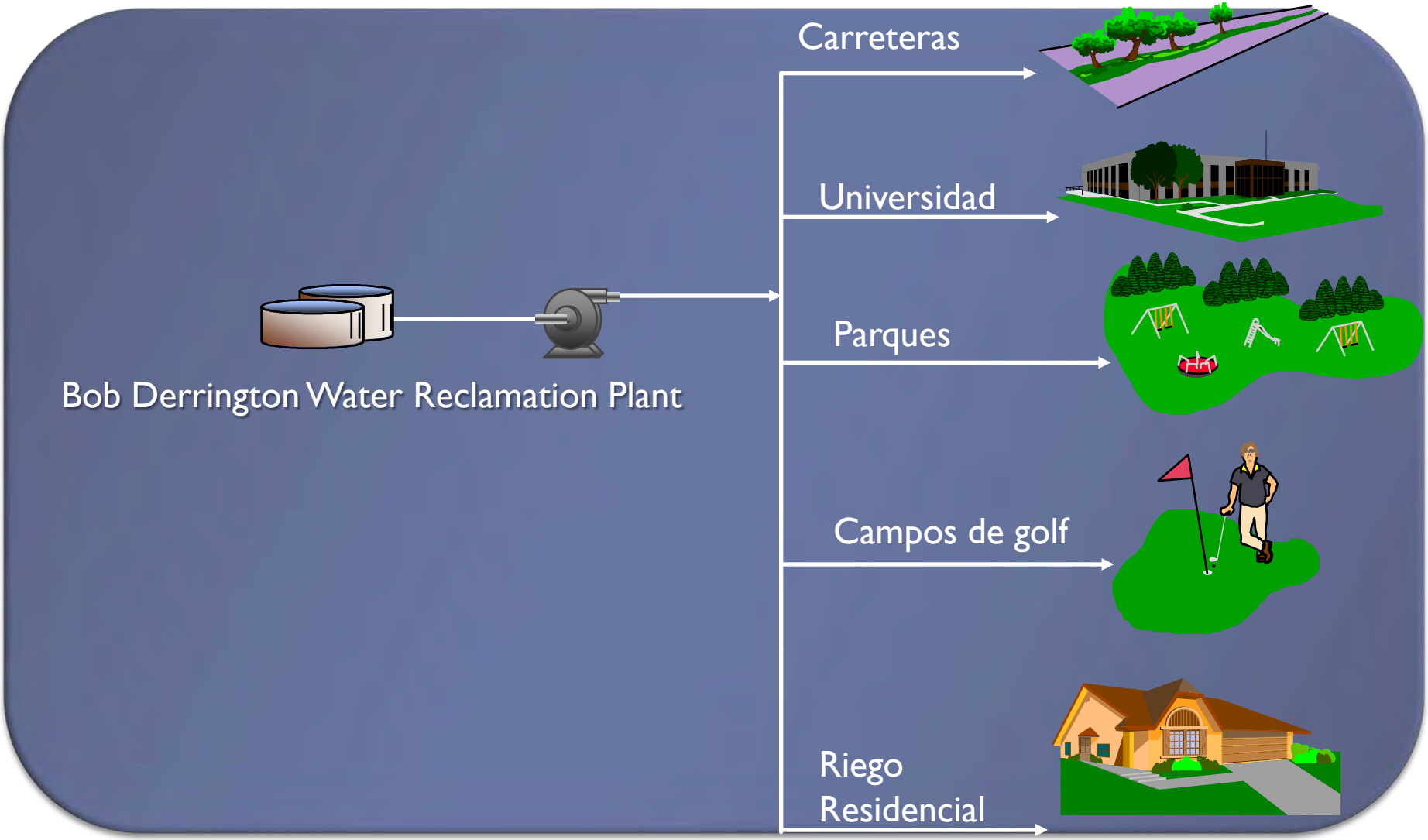
- Big Spring- Cosden Oil Refinery (1940s)
- Odessa- Petrochemical plant (1950s)
- Amarillo- Texaco Refinery (1950s)
- San Antonio- Power plant cooling water (1960s)
- Lubbock- Power plant cooling water (1970s)

Reutilización municipal (No potable)

- El Paso (1960s)
- Odessa (1980s)
- Trinity River Authority/Dallas County Utility Reclamation District (1980s)
- Abilene (1990s)
- San Antonio (2000)

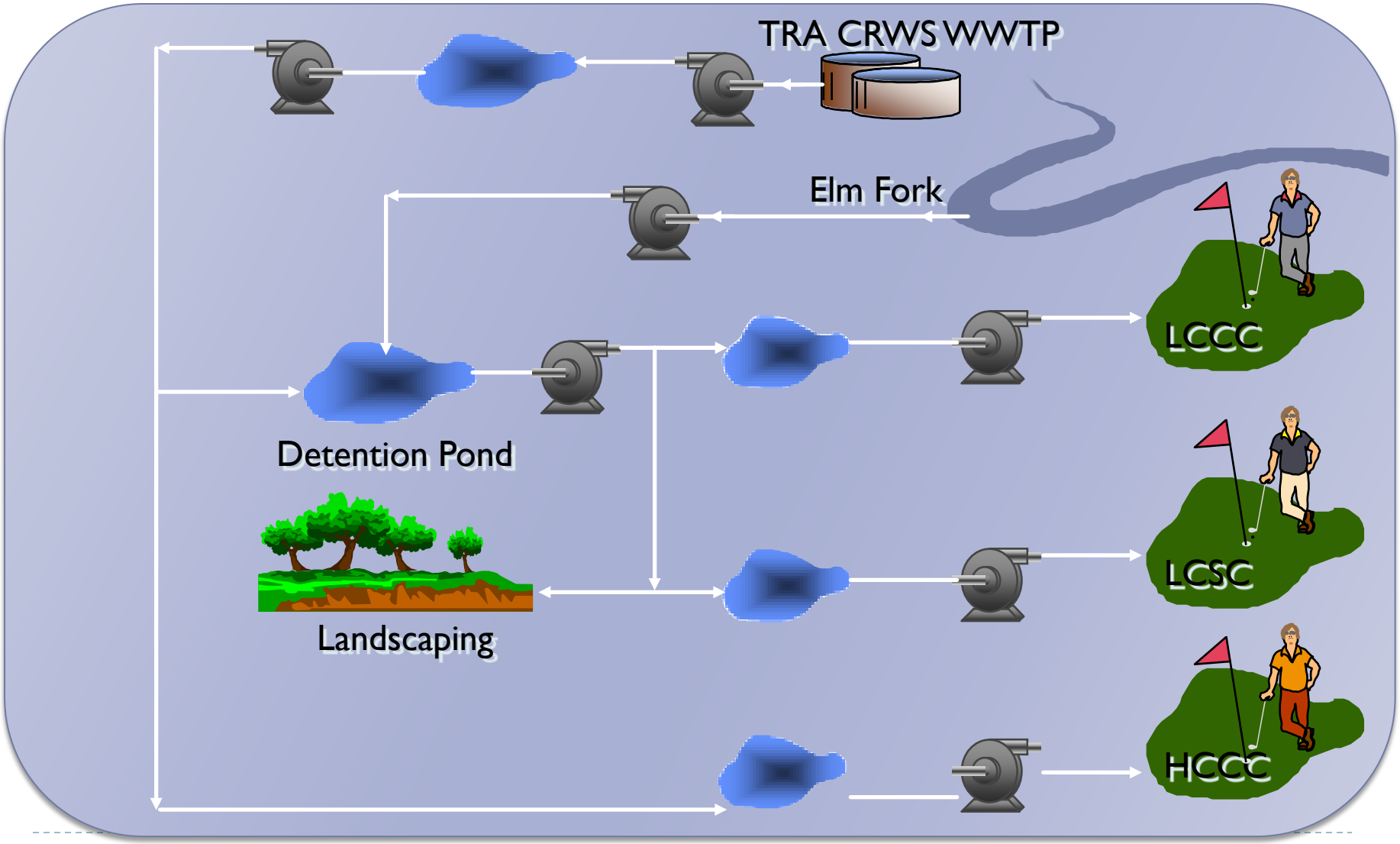
San Antonio Water System

City of Odessa



City of Odessa

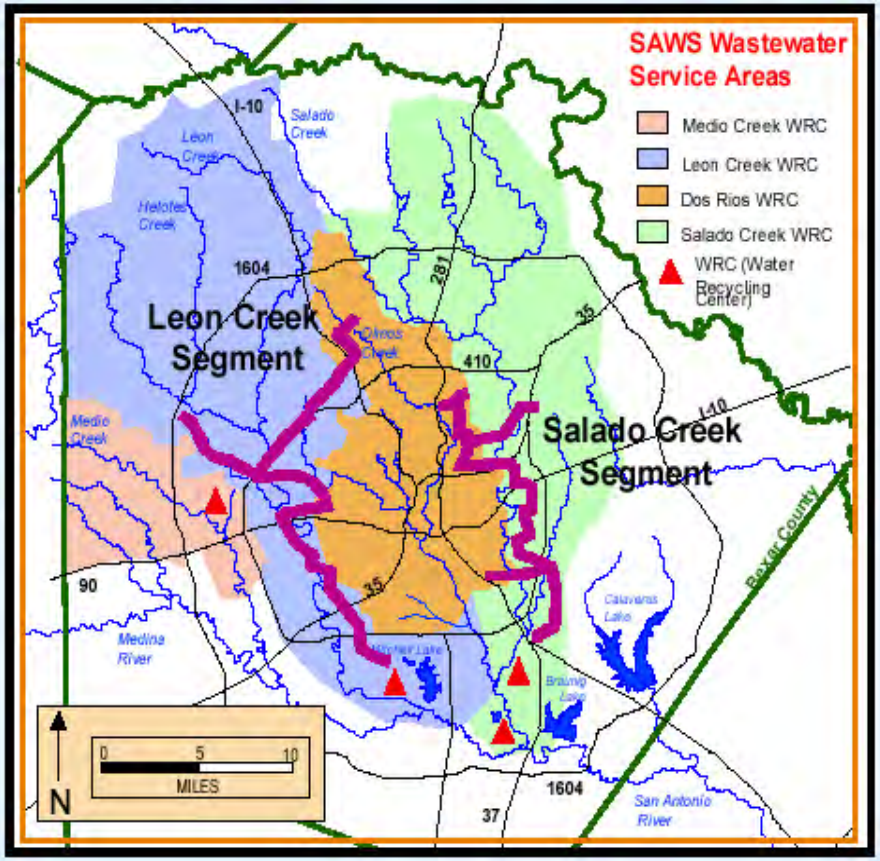
Trinity River Authority & Dallas County Utility Reclamation District-Las Colinas Reuse Project



San Antonio

- Capacidad final ~ 120,000 m^3/día

- Reemplaza usos de agua potable en
  - Riego
  - Enfriamiento en generacion electrica
  - Reposicion de caudal en el Paseo del Rio



San Antonio

Mission del Lago golf course

San Antonio River Walk

Wolff Stadium

VA National Cemetery

Factores/incentivos para la reutilización

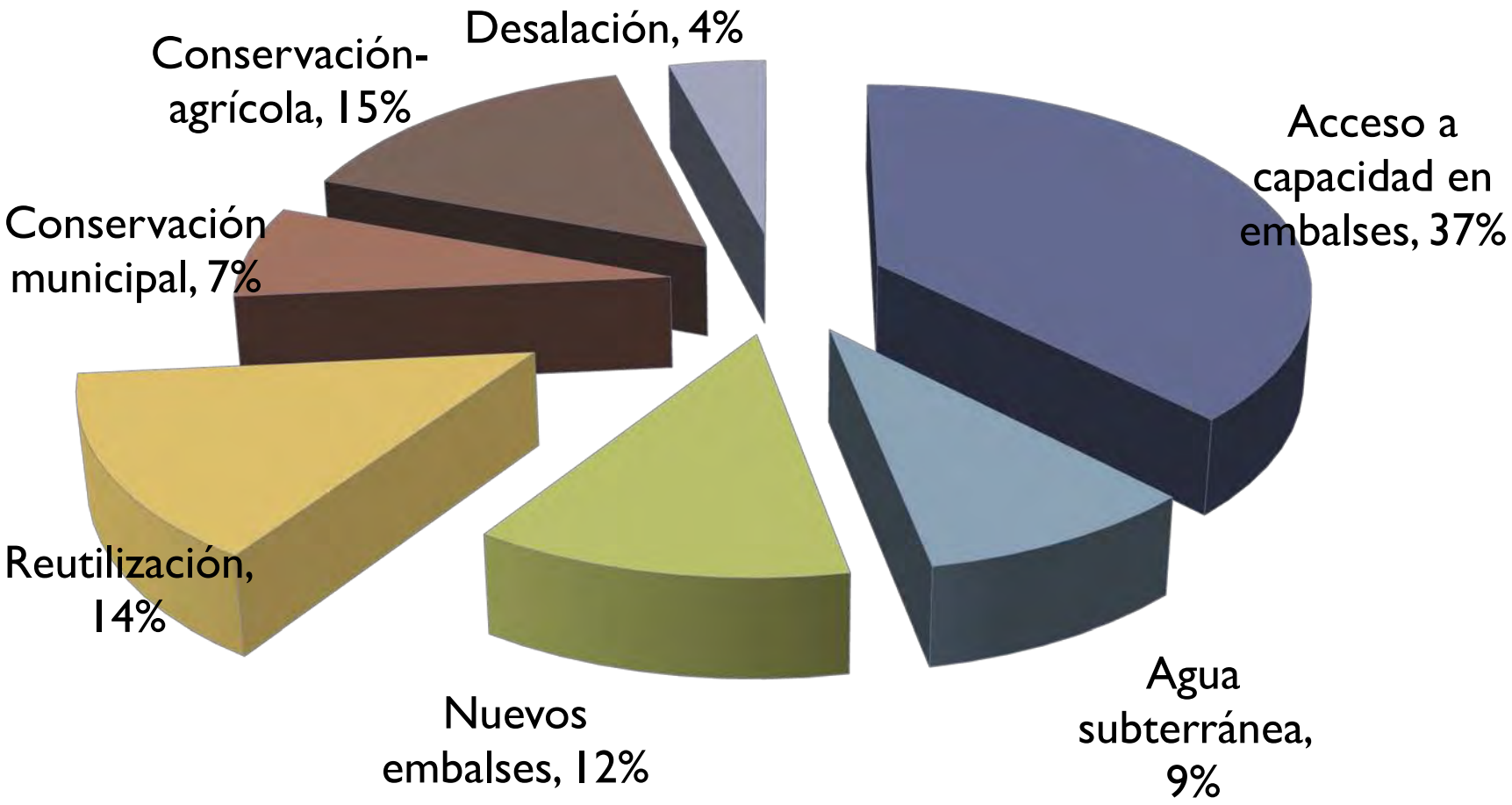
THE TEXAS CLEAN RIVERS PROGRAM

- Planificación (local, regional y estatal)
  - Población
  - Demanda
  - Sequias
- Regulaciones
  - Derechos de agua
  - Calidad del agua
- Uso eficiente del recurso
- Ciencia
  - Tecnología
  - Investigación
  - Educación

1968 Plan Estatal del Agua

Los caudales de retorno son… “ un recurso hídrico valioso y esencial que debe ser gestionado conjuntamente con otros recursos hídricos”

Estrategias de desarrollo hídrico-2060
Plan Estatal del Agua-Water for Texas 2007



Retos para el futuro de la reutilización en Tejas

- Salud publica
  - Control de calidad
  - Monitoreo
- Necesidades ambientales vs necesidades humanas
- Calidad del agua
  - Contaminantes emergentes
  - Sólidos disueltos
  - Nivel de tratamiento requerido
  - Regulaciones
- Aceptación publica

Investigaciones

- Application of Microbial Risk Assessment Techniques to Estimate Risk Due to Exposure to Reclaimed Waters-WRF-04-011
- Collecting, Exploring, and Interpreting Microbiological Data Associated with Reclaimed Water Systems-WRF-04-12
- Reaction Rates and Mechanisms of Advanced Oxidation Processes for Water Reuse-WRF-04-017
- Selecting Treatment Trains for Seasonal Storage of Reclaimed Water Treatment of Influent to and Withdrawals from Storage: A Resource Guide -WRF-04-021
- Evaluating Pricing Levels and Structures to Support Reclaimed Water Systems-WRF-05-001
- Guidance Document on the Microbiological Quality and Biostability of Reclaimed Water Following Storage and Distribution -WRF-05-002
- Development of Surrogates to Determine the Efficacy of Soil Aquifer Treatment Systems for the Removal of Organic Chemicals -WRF-05-004
- **Identifying Hormonally Active Compounds, Pharmaceutical Ingredients, and Personal Care Product Ingredients of Most Health Concern From Their Potential Presence in Water Intended for Indirect Potable Reuse-** WRF-05-005

Investigaciones

- Selection and Testing of Tracers for Measuring Travel Times in Groundwater Aquifers Augmented with Reclaimed Water-WRF-05-007
- The Effects of Salinity on the Removal of Contaminants of Concern during Biological Water Reclamation -WRF-05-008
- Dewatering Reverse Osmosis Concentrate from Water Reuse Applications Using Forward Osmosis-WRF-05-009
- Oxidative Treatments of Organics in Membrane Concentrates- WRF-05-010
- Developing a Pragmatic Research Agenda for Examining the Value of Water Supply Reliability- WRF-06-002
- Leaching of Metals from Aquifer Soils during Infiltration of Low-Ionic-Strength Reclaimed Water: Determination of Kinetics and Potential Mitigation Strategies - WRF-06-005
- Low Cost Treatment Technologies for Small Scale Water Reclamation Plants - WRF-06-008
- Tools to Assess and Understand the Relative Risks of Indirect Potable Reuse and Aquifer Storage and Recovery Projects - WRF-06-018

Agenda de investigación-Tejas

- Amortiguadores (buffers) naturales
- Humedales
- Recarga de acuíferos
- Optimización de tratamiento
- Procesos de nano-filtración
- Apoyo institucional
- Modelos integrales de la cuenca para el análisis de calidad del agua

Conclusiones

- La reutilización del agua es una de las bases fundamentales para el manejo sostenible del recurso hídrico
- Los retos para el avance de la reutilización son terreno fértil para la investigación y creatividad

Recursos

- http://www.twdb.state.tx.us/iwt/
- jarroyo@twdb.state.tx.us