



Xalapa, Fotografía Equipo CityAdapt

City  Adapt

RECONECTANDO CIUDADES CON LA NATURALEZA

LATINOAMÉRICA Y EL CARIBE

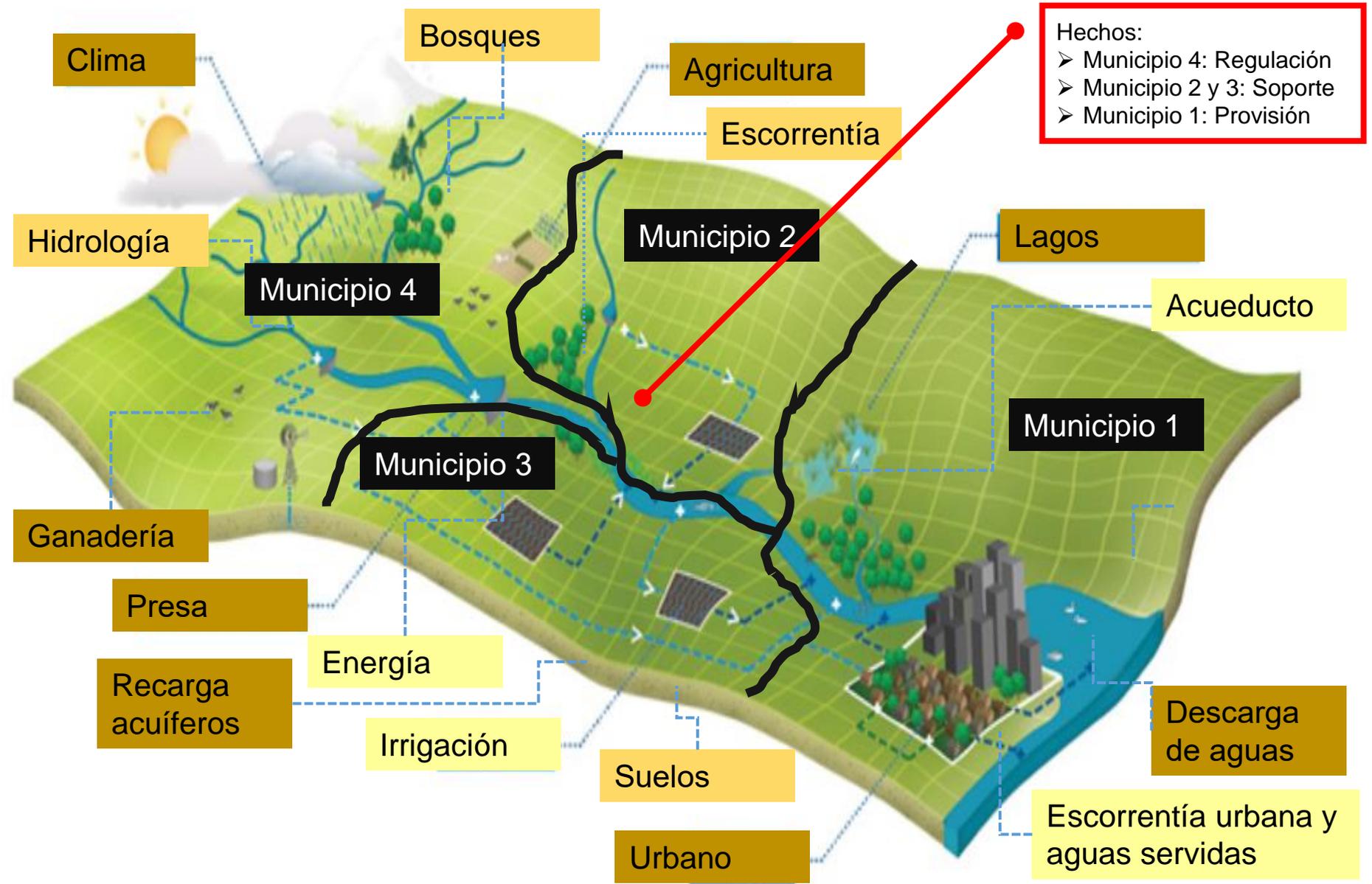
# ESCALAMIENTO Y REPLICACION DE LAS SBN MUNICIPIOS DE XALAPA Y TLALNELHUAYOCAN VERACRUZ, MEXICO

Manuel Winograd - Michiel van Eupen (WENR)



**¿ Por que ?**

# El contexto: La realidad de los servicios ambientales

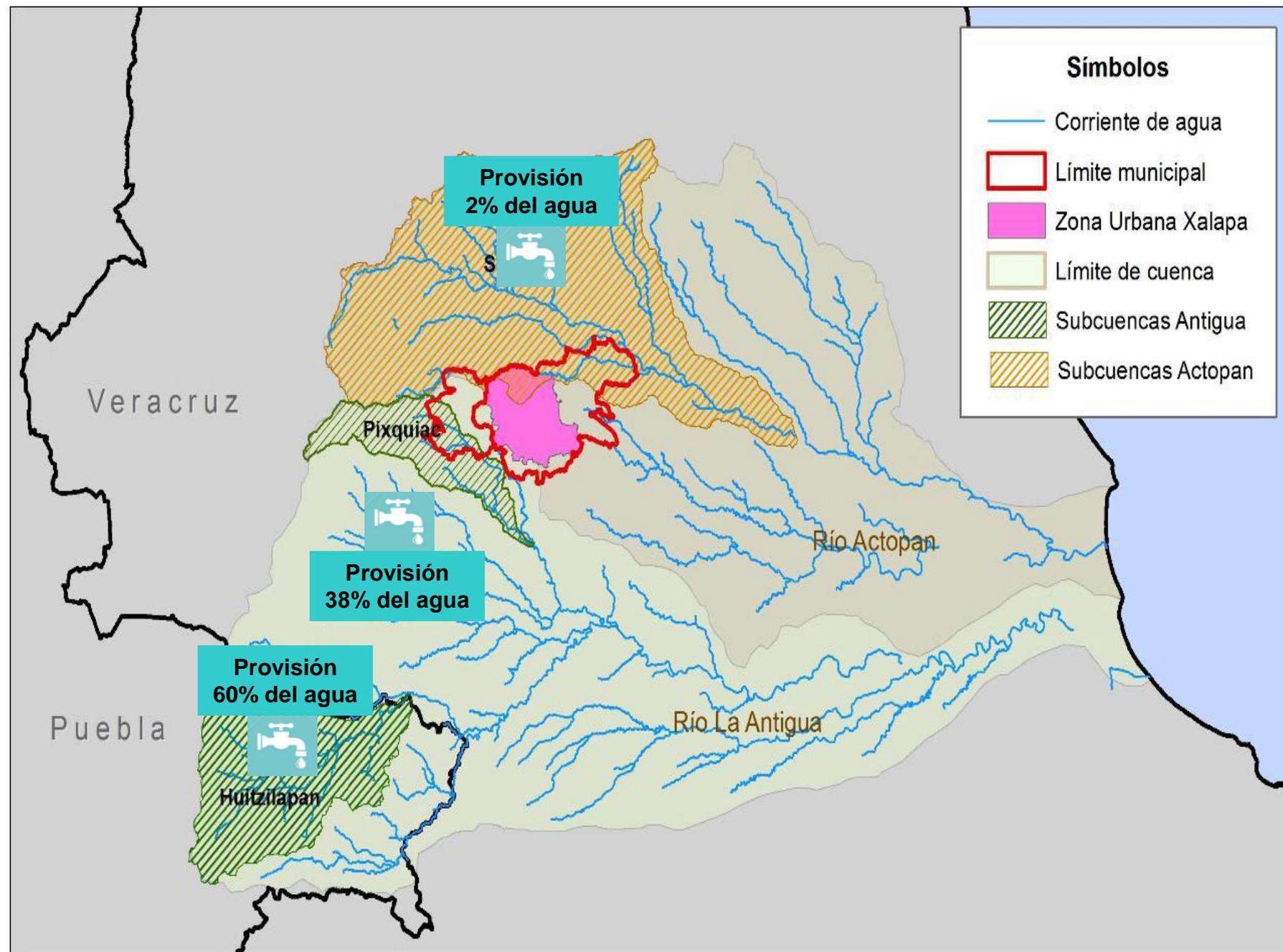


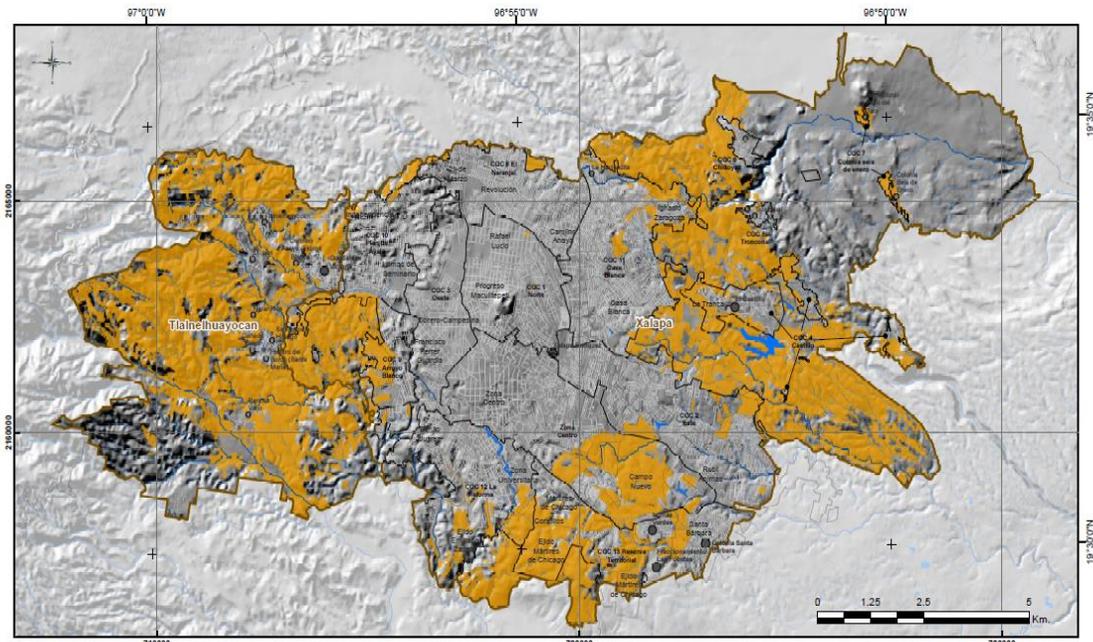
## Leyenda:

Servicios ambientales de P: Provisión; S: Soporte; R: Regulación

Café: Exposición y riesgo; Naranja: Sensibilidad; Amarillo: Capacidad de adaptación; Rojo: Vulnerabilidad

# El contexto: La realidad de los servicios ambientales en Xalapa





**City Adapt**  
RECONSTRUYENDO CIUDADES CON LA NATURALEZA  
SUSTENTABILIDAD Y EL CARIÑO

ONU medio ambiente, gcf, MADENINDEN, PLADEYRA, S.C. VINCULADOS

**Mapa 6.2.1 Servicio ecosistémico de provisión superficial del agua**

**Zonas con alta capacidad de provisión superficial del agua**

**Otros símbolos**

- Centro de Gestión Comunitaria (CGC)
- Limite municipal
- Localidades (no. de habitantes): 500 a 2,500, mayor a 2,500
- Hidrografía: Intermitente, Perenne
- Cuerpo de agua
- Colonias y zona urbana

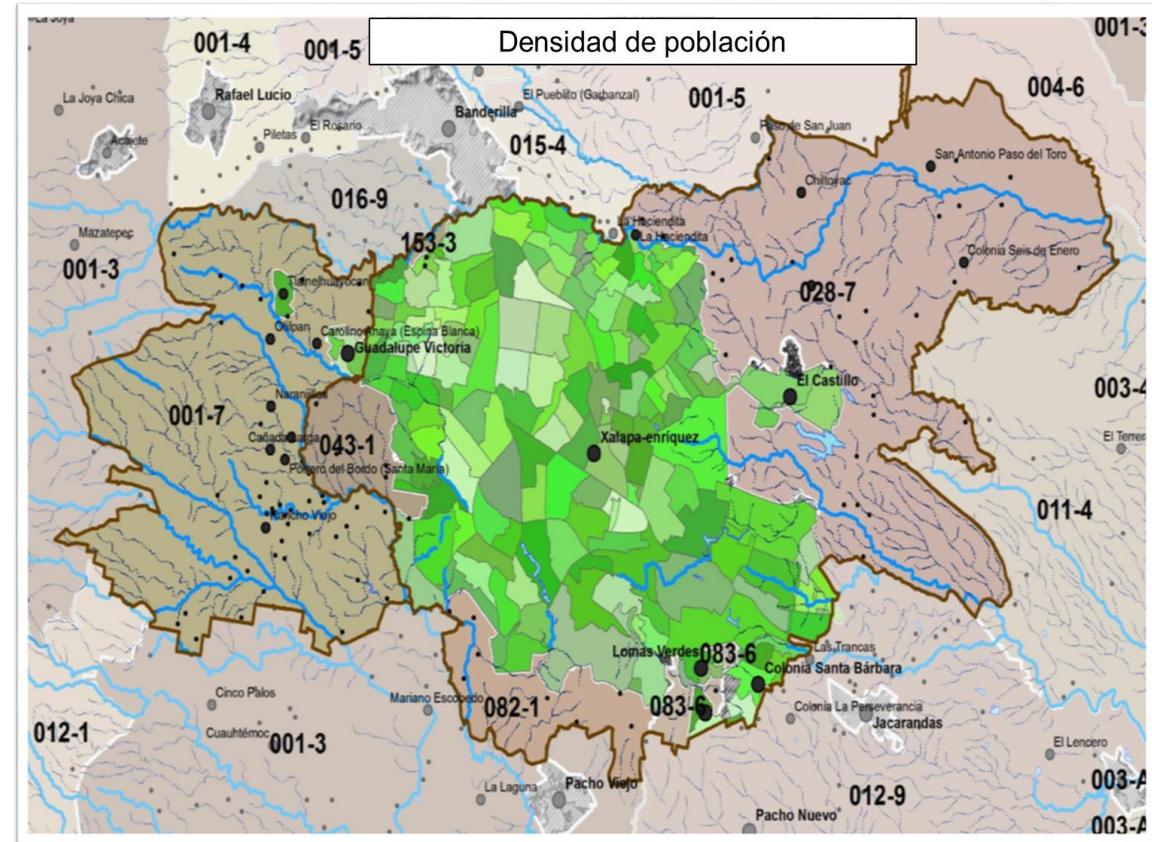
**Estado**  
Vulnerabilidad ante el Cambio Climático Xalapa y Tlaxiahuacán, Veracruz

**Fuentes:**  
- Provisión superficial de agua, Pladeyra 2019.  
- Centro del Gestión Comunitaria CGC, SRSMA.  
- Conjuntos vectoriales (localidades, Municipios, hidrografía y cuerpos de agua), INEGI 2016.  
- Modelo de emisiones 10 en resolución, Pladeyra 2019.

Proyección cartográfica: Proyección UTM Zona 14, Datum WGS84.

## El contexto: La oferta ambiental en Xalapa

## El contexto: La demanda ambiental en Xalapa

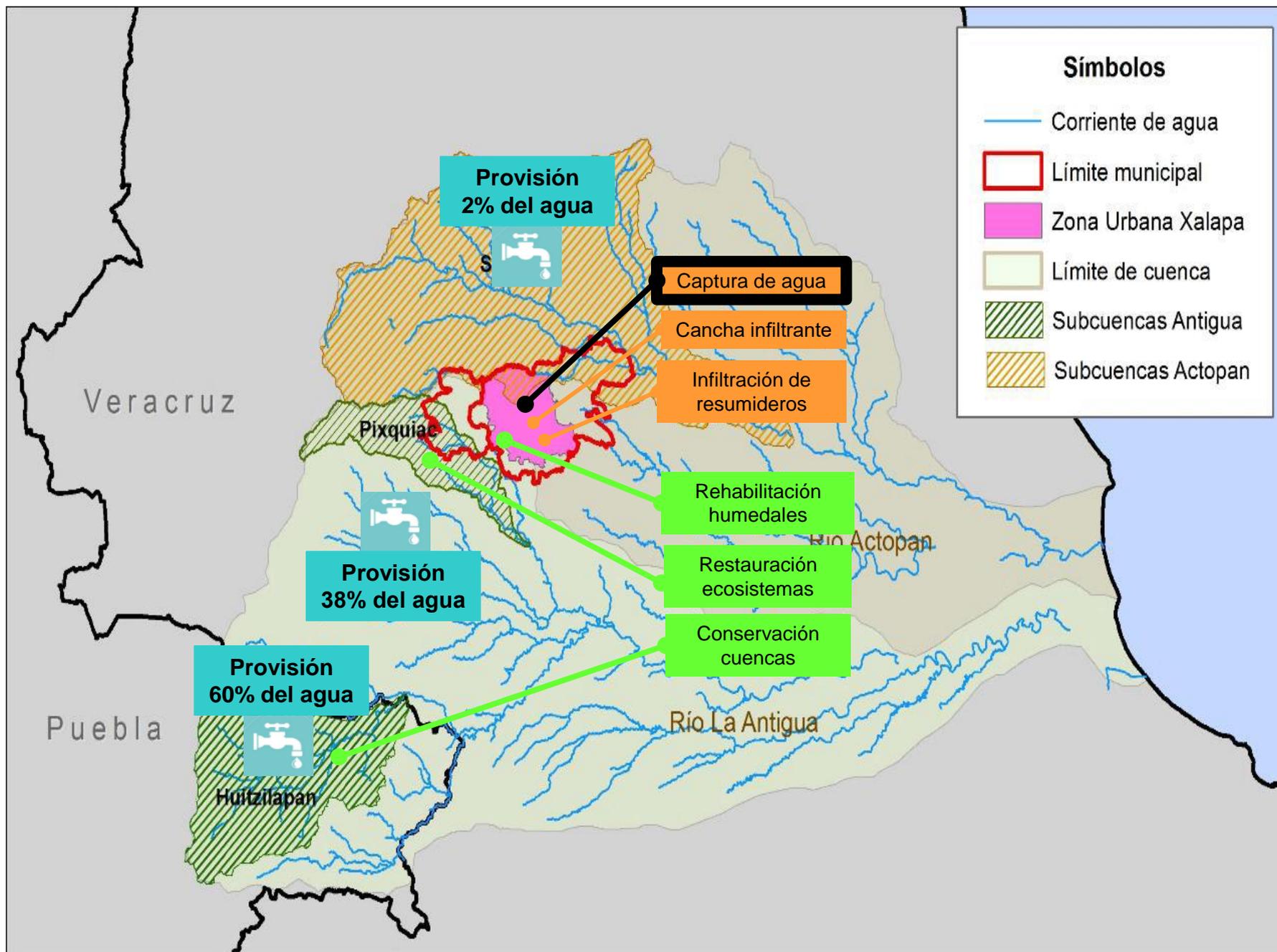




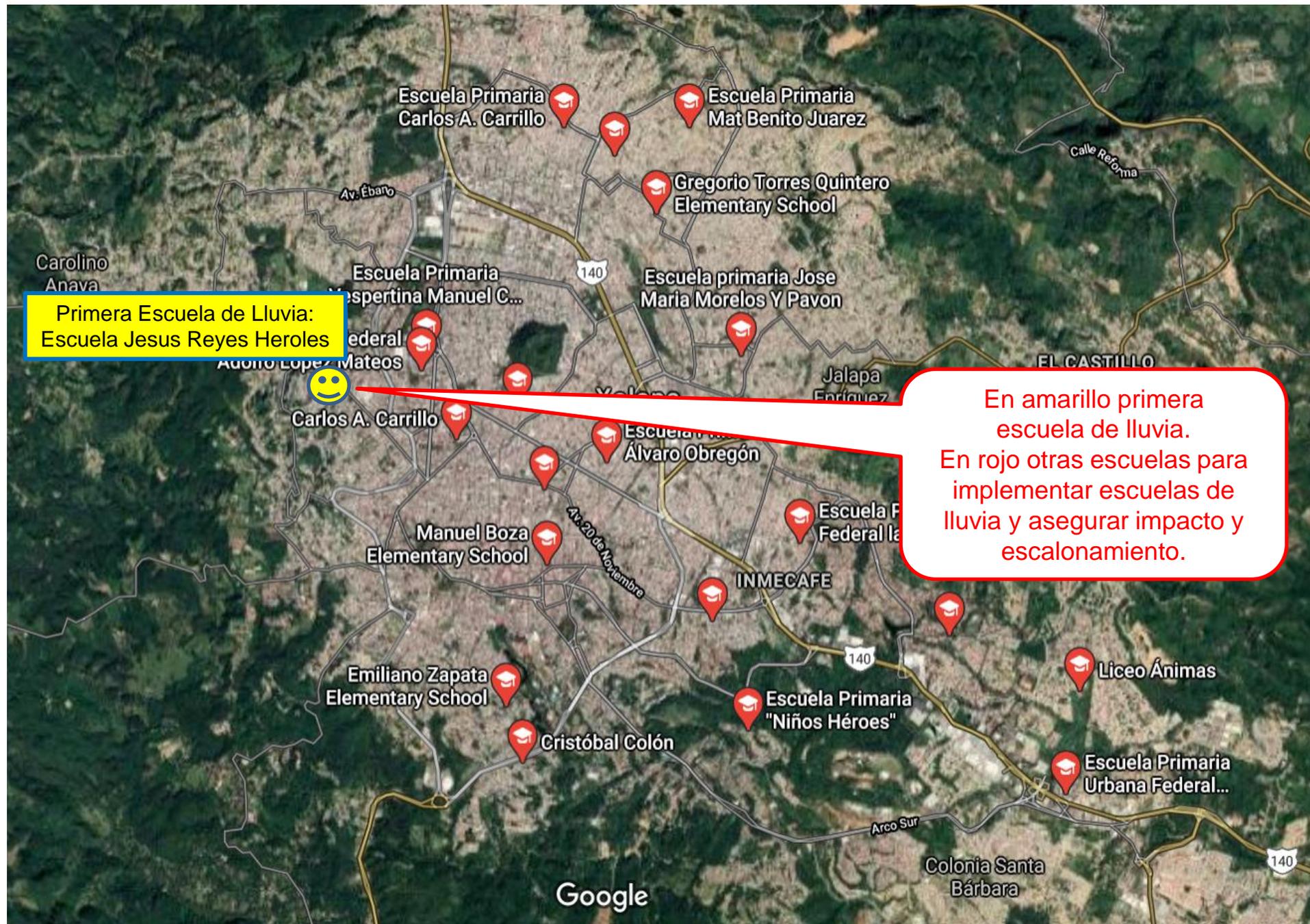
## EL contexto: Las características de las SbN

Características	SbN	Infraestructura gris
Escala temporal	Largo plazo para que los beneficios se materialicen	Beneficios se obtiene directamente después de la construcción
Escala espacial	Aunque nos referimos a soluciones en ciudades, en general se deben implementar a escala de paisaje, cuenca o región para ser efectivo. Por esto, en muchos casos implica cruzar fronteras jurisdiccionales mas allá del municipio.	Se implementa en general "dentro de los límites definidos" de jurisdicciones barriales, comunales o municipales.
Fiabilidad de los costos y beneficios	Las incertidumbres de los beneficios pueden ser desconocidas debido a los complejos sistemas naturales y las interacciones implicadas.	Las incertidumbres de los costos y beneficios en teoría son "conocidas", pero son recurrentes los sobrecostos y exceso en los costos de mantenimiento.
Cuantificación de los beneficios	El cálculo de los co-beneficios es aun en muchos casos sobre la base de estudios piloto y es difícil de cuantificar en general (por ejemplo sobre la salud y los medios de vida humanos, seguridad alimentaria y energética, biodiversidad)	Beneficios fáciles de cuantificar (por ejemplo, daños evitados a los activos y a la infraestructura vial)

**¿ Donde ?**



**Identificación de acciones piloto SbN: Captación de agua en escuelas, Xalapa**



**¿ Como ?**

# Ficha técnica de acción piloto: Captación de agua en escuelas, Xalapa

## Captación de Agua de Lluvia.



**A1** Reducir la vulnerabilidad de la población y sectores productivos e incrementar la resiliencia y resistencia de infraestructura estratégica.

**6 AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO**

**Indicadores:**

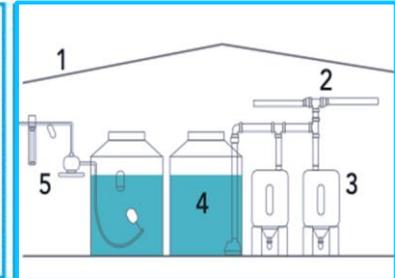
- Personas capacitadas en materia de captación de agua
- Cantidad de agua que deja de verse en la infraestructura estratégica

• Población que que disminuye su vulnerabilidad

- ❖ Aprovechamiento
- ❖ Reducción de inundaciones
- ❖ Salud pública

Ecosistema	Beneficios Ambientales	Efectos del cambio climático que pueden verse exacerbados con la degradación o inexistencia del ecosistema	Población vulnerable identificada	Potencial de captación del sistema	Beneficios Socioeconómicos
Bosque Mesófilo de Montaña	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección contra eventos hidrometeorológicos extremos.</li> <li>• Provisión de Agua.</li> <li>• Provisión de materias primas. Captura y almacenamiento de carbono.</li> <li>• Regulación del clima.</li> <li>• Hábitat de especies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inundaciones.</li> <li>• Sequías</li> <li>• Lluvias Torrenciales</li> <li>• Ondas de calor.</li> <li>• Erosión</li> <li>• Disminución de la infiltración de agua y recarga de los mantos acuíferos.</li> </ul>	<p>Directos: 165 alumnos 15 docentes y 2 asistentes que sufren de condiciones sanitarias no adecuadas.</p> <p>Indirectos 610 habitantes de la zona.</p> <p><b>Total: 792</b></p>	<p>Superficie de captación de <b>300m<sup>2</sup></b></p> <p>PC= 372m<sup>3</sup>/año;</p> <p><b>suficiente para los servicios sanitarios de 125 días, con demanda de 18lts/usuario/día</b></p>	<p>Ahorro: <b>\$5,800 pesos</b>, (Tarifas Enero19).</p> <p>Ahorros significativos en materia de salud pública.</p> <p>Incremento en la conciencia sobre el cuidado y uso de los recursos naturales y servicios ecosistémicos si se acompaña con una estrategia de educación ambiental.</p>

## Captación de Agua de Lluvia.



**A1** Reducir la vulnerabilidad de la población y sectores productivos e incrementar la resiliencia y resistencia de infraestructura estratégica.

**6 AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO**

**Indicadores:**

- Personas capacitadas en materia de captación de agua
- Cantidad de agua que deja de verse en la infraestructura estratégica

• Población que que disminuye su vulnerabilidad

- ❖ Aprovechamiento
- ❖ Reducción de inundaciones
- ❖ Salud pública

### Ecosistemas

**Bosque Mesófilo**

- Provisión de agua
- Regulación del clima

**Inundaciones**

- Sequías
- Ondas de calor
- Erosión

### Poblacion Vulnerable

**182 / 792**

**Potencial**

**372m<sup>3</sup>/año;**

### Beneficios Sociales y Económicos

**Personas capacitadas**

**- 372m<sup>3</sup>/año**

**\$5,800**

# Validación del concepto: Protocolo de implementación en Xalapa

## Problemática:

Las fuentes de aprovisionamiento de agua para consumo humano de la ciudad se encuentran fuera de los límites administrativos de la misma (60% Cuenca del río Huitzilapan en el estado de Puebla, 32% Cuenca del río Pixquiac en el municipio de Tlalnelhuayocan Veracruz) solo un 8% proviene de manantiales de la zona rural de Xalapa.

Actualmente la ciudad presenta problemas de escasez y racionamiento aún en época de lluvias debido a que la demanda ha ido en aumento y la infraestructura que se planeo hace 30 años ya no es suficiente para aprovisionar la demanda actual (llego al final de su vida útil).

## La Solución

La alternativa de ingeniería clásica buscar una fuente de aprovisionamiento alterna: Acuífero perote salayeta (50km alejado de la ciudad).

La alternativa natural: instalar sistemas de captación de agua de lluvia para solventar la escasez y apoyar la integración de infraestructura verde y gris que permita una gestión más resiliente del recurso hídrico.

## SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA

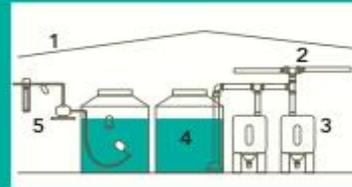
CityAdapt  
PREPARANDO CIUDADES PARA EL FUTURO  
www.cityadapt.com

### ¿QUÉ SON?

Los sistemas de captación de agua de lluvia (SCALL) son sistemas que permiten interceptar, recolectar y almacenar el agua de lluvia.

Un sistema de captación de agua de lluvia consiste en:

- 1) superficie de captura (techos)
- 2) sistema de canalización
- 3) separador de primeras lluvias
- 4) almacenamiento (tinaco o cisterna)
- 5) sistema de filtros con opción a incorporar purificadores para consumo humano.



Estos sistemas son muy adaptables, tanto en tamaño como en el ámbito de aplicación (rural, periurbano y urbano).



Foto: Imagenagropecuaria.com

### ¿POR QUÉ SON IMPORTANTES?

Las ciudades son vulnerables a los efectos del cambio climático, estos incluyen la variabilidad en los patrones de temperatura y precipitación, que pueden ocasionar, sequías, inundaciones, pérdidas en la agricultura y en los ecosistemas como los bosques, e incluso los parques urbanos.

Los servicios que proporcionan los ecosistemas no son la excepción, uno de los más importantes que se podría ver afectado es la provisión de agua por lo que las ciudades pueden sufrir aun mayor estrés hídrico en escenarios de cambio climático.



### ¿CÓMO SE DISEÑAN?

Los sistemas de captación de agua de lluvia se dividen en 3 etapas:

#### Etapa 1. Preguntas básicas

Para el diseño de un SCALL deben responderse las siguientes preguntas:

- a) ¿Es viable en el sitio donde vivo? Cuánto llueve al año?
- b) ¿Tengo una superficie adecuada para captar?
- c) ¿Cuento con almacenamiento o espacio para construir una cisterna o colocar un tinaco?
- d) ¿Cuál es la demanda diaria de agua? y, ¿cuántas personas harán uso de ella?
- e) ¿Cuántos días se requiere utilizar el sistema?

Para ayudar a responder estas preguntas considere:

Las superficies de captación pueden ser techos, cobertizos o incluso patios; los materiales más idóneos para captar el agua son láminas de policarbonato, acero, zinc, techos de concreto y en última instancia teja u otros materiales; evite las láminas de cartón impregnadas con hidrocarburos y las láminas de asbesto.

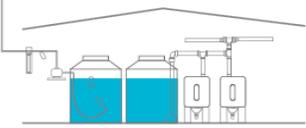
# Actividades de divulgación: Escuelas de Lluvia en la ciudad de Xalapa

## Ficha de divulgación de acciones SbN en Xalapa

### CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA



6 AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO



**INDICADORES**

- Personas capacitadas en materia de captación de agua
- Cantidad de agua que deja de verse en la infraestructura estratégica

**POBLACIÓN QUE DISMINUYE SU VULNERABILIDAD**

- Aprovechamiento
- Reducción de inundaciones
- Salud pública

**UBICACIÓN**

ESCUELAS Y EDIFICIOS PÚBLICOS en zonas de alta vulnerabilidad socioambiental

- Jesús Reyes Heróles (Xalapa)
- Benito Juárez (Tlalnelhuayocan)
- Chedrahui caram (Tlalnelhuayocan)
- Leandro valle (Tlalnelhuayocan)
- Rastro de la ciudad (Xalapa)

**POBLACIÓN VULNERABLE BENEFICIADA**

- Directos**  
1634 alumnos
- Indirectos**  
5640
- Potencial de captación**  
2778 m<sup>3</sup> / año

**ECOSISTEMA:**  
Bosque mesófilo

**Servicios ecosistémicos**

- Provisión de agua
- Regulación del clima

**Con esta acción ayudamos a prevenir**

- Inundaciones
- Sequías
- Ondas de calor
- Erosión

**BENEFICIOS SOCIALES Y ECONÓMICOS**

- Personas capacitadas
- Menores costos de mantenimiento
- Ahorros económicos
- Capta agua, cosecha salud

**City Adapt**  
RECONECTANDO CIUDADES CON LA NATURALEZA  
ESTRATEGIAS CLIMATICAS

## Actividades de educación y divulgación en escuelas

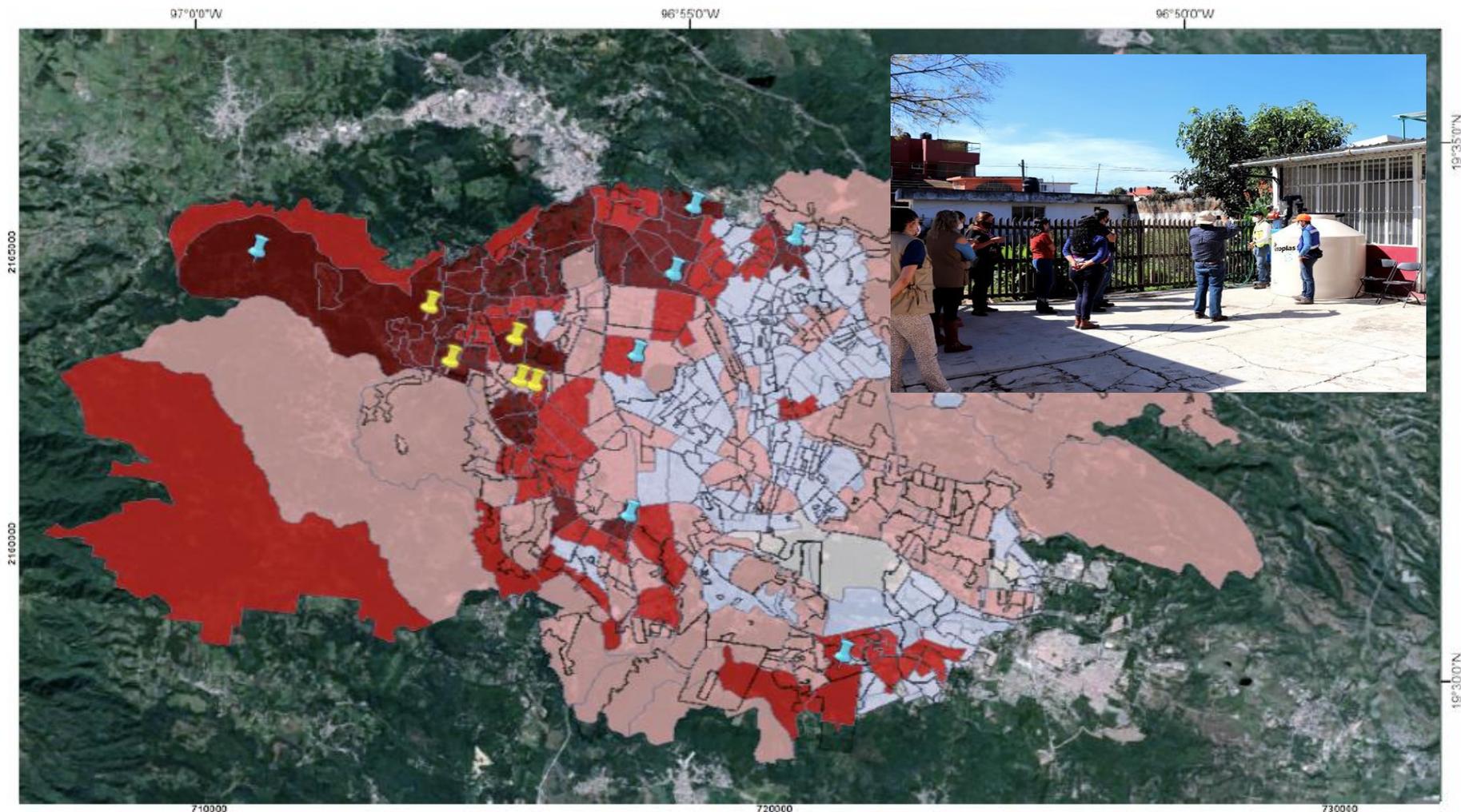


REPORTE DE IMPLEMENTACIÓN  
2019

**City Adapt**  
RECONECTANDO CIUDADES CON LA NATURALEZA  
LATINOAMÉRICA Y EL CARIBE



# Estrategia de escalonamiento para captación de agua en Xalapa



**City Adapt**

RECONECTANDO CIUDADES CON LA NATURALEZA

LATINOAMÉRICA Y EL CARIBE



Estrategia de Escalamiento de Sistemas de Captación de agua de Lluvia  
Escuelas y edificios públicos con SCALL



Poligonos vulnerables propuestos para la primera etapa de escalonamiento

La mitad del área urbana ocupada ubicada al Oeste de la ciudad es la más vulnerable y donde la tasa de cambio de precipitación anticipa aumentos lo que hace aun más viable el escalonamiento de los SCALL

Otros Símbolos



Límite municipal



Colonias

Taller de Validación de Acciones de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) y Estrategias de Escalamiento

Xalapa Veracruz Agosto 2019

# Estrategia de escalonamiento: Modelo técnico para implementar captura de agua en viviendas de Xalapa

## QUE INCLUYE EL KIT SCALL DOMÉSTICO.

- Una cisterna de 2500 litros
- Un tanque de separación de primeras aguas (Tlaloque 200 litros), incluye base de block
- Bomba de 1/2hp
- Filtro de hojas 6x4"
- Filtro para sedimentos lavable
- Reductor de turbulencia
- Toma flotante



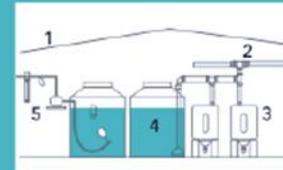
## Programa Piloto Sistemas de Captación de Agua de Lluvia domésticos

### ¿QUÉ SON?

Los sistemas de captación de agua de lluvia (SCALL) son sistemas que permiten interceptar, recolectar y almacenar el agua de lluvia.

Un sistema de captación de agua de lluvia consiste en:

- 1) superficie de captura (techos)
- 2) sistema de canalización
- 3) separador de primeras lluvias
- 4) almacenamiento (tinaco o cisterna)
- 5) sistema de filtros con opción a incorporar purificadores para consumo humano.



Estos sistemas son muy adaptables, tanto en tamaño como en el ámbito de aplicación (rural, periurbano y urbano).



Foto: imagenagropocua.org

### ¿POR QUÉ SON IMPORTANTES?

Las ciudades son vulnerables a los efectos del cambio climático, estos incluyen la variabilidad en los patrones de temperatura y precipitación, que pueden ocasionar, sequías, inundaciones, pérdidas en la agricultura y en los ecosistemas como los bosques, e incluso los parques urbanos.



### REQUISITOS Y ASPECTOS QUE SE TOMARÁN EN CUENTA PARA ELEGIR A LAS FAMILIAS PARTICIPANTES

- 1) La casa de la familia debe tener acceso limitado al agua: tandees o incluso necesidad de comprar agua en pipas.
- 2) El uso del agua del domicilio solicitante deberá ser únicamente doméstico, (no giros comerciales).
- 3) Mínimo 4 habitantes en la casa en que se instalará el Sistema de Captación de Agua de Lluvia (SCALL).
- 4) La familia solicitante deberá estar al corriente en pago de servicio de agua y predial (Se le requerirán copias de los recibos actuales).
- 5) La casa debe ser propiedad de la familia solicitante (no casas rentadas) y estar localizada únicamente dentro del área seleccionada, en las Colonias: **Revolución, México, El Naranjal, Lomas de sedeño, Valle de los pinos y Lucas Martín.**
- 6) la casa donde se instalará el equipo deberá cumplir con:
  - Un techo de al menos 25m<sup>2</sup>, que no sea de asbesto o lámina de cartón.
  - Espacio a nivel de piso (patio, jardín, etc.) de 2 x 2 m (4m<sup>2</sup>) para colocar una cisterna de 2,500 litros que almacenará el agua de lluvia.
  - Contar con acceso fácil al techo para instalar el SCALL y mantenerlo limpio, sin mascotas en el techo.
  - Salidas de gua o bajantes orientados hacia el sitio de colocación de la cisterna.
  - Un tinaco ya instalado en la parte alta de la casa (preferible, no indispensable)

Importante: Se dará prioridad a las solicitudes de familias: i) Con mayores dificultades para tener agua, ii) Con mayor número de habitantes y iii) Casas en las que las jefas/jefes de familia sean madres o padres solteros, donde haya adultos mayores, enfermos o niños

# Comparación de costos/beneficios de captura de agua de lluvia en Xalapa

## Alternativa basada en ingeniería clásica

Fuente	Acuífero Perote Salayeta
Distancia de la ciudad	51Km aprox
Aprovisionamiento actual	1760lps
Pérdidas por fugas y mala gestión de la red	30%
Aprovisionamiento real	1232lps / 38,852,352m <sup>3</sup> /año
Gasto proyectado	500lps / 15, 768, 000m <sup>3</sup> /año
Costo de la infraestructura sin contar operación y mantenimiento	\$800, 000, 000
Sistema de extracción	Pozos profundos con bombeo
Conducción	A base de tubería de acero

## La alternativa basada en naturaleza

Fuente	Agua de lluvia (1400mm/año)
Superficie municipal	120km <sup>2</sup>
Área urbana ocupada	59km <sup>2</sup>
Área de captación (techos)	29.4km <sup>2</sup>
Potencial de captacion total corregido por factor de rebote en superficie de captación	32, 928, 000m <sup>3</sup> /año
Número de viviendas en Xalapa (2017)	134, 718.74
Población beneficiada	437, 740hab.
Costo de la infraestructura de captación para todos los hogares de la ciudad	\$2357, 578, 010.58 MDP
Costo promedio por hogar Incluye insumos y asesoría para la instalación	\$17,500 pesos

# Conclusiones

# Conclusión: implementar acciones integrales para asegurar el impacto



Impulsar SbN como estrategia que apoye la gestión integral del recurso hídrico de Xalapa, y la reducción de la vulnerabilidad de la población ante cambio climático en la Ciudad de Xalapa



Avanzar hacia un modelo de desarrollo que mitigue los procesos que contribuyen al cambio climático y que permita adaptarse a los nuevos escenarios climáticos.



**CMAS**  
COMISIÓN MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE XALAPA

Garantizar el buen funcionamiento, regular la prestación de servicios de agua potable, saneamiento y alcantarillado, el tratamiento y reuso de las aguas residuales y promover autosuficiencia.



Consolidar modelos de cogestión integral y sustentables del territorio en la Cuenca Alta del río Antigua.

4 Organizaciones



**RÍO ARRONTE**  
FUNDACIÓN



2 Financiadores



Presentar y promover acciones para Estrategia de Gestión Integrada del Recurso Hídrico de Xalapa)

1 Alianza

**FOREX**

Sobre la nace del 2% por pago por servicios ambientales

1 Fideicomiso Resiliencia Hídrica de Xalapa

# Conclusión: Midiendo el impacto de las acciones

