

## **Agua: Desarrollo económico y social**

“Efectos en la calidad del agua asociado a la presencia de un tiradero de basura a cielo abierto controlado en Cuautla, Morelos”

Erick R. Hjort Colunga  
Ana Cecilia Espinosa García  
Laboratorio Ecología Química  
Instituto de Ecología  
UNAM



# Introducción

- Este trabajo es producto de una queja de la ciudadanía por el manejo de un tiradero de basura.



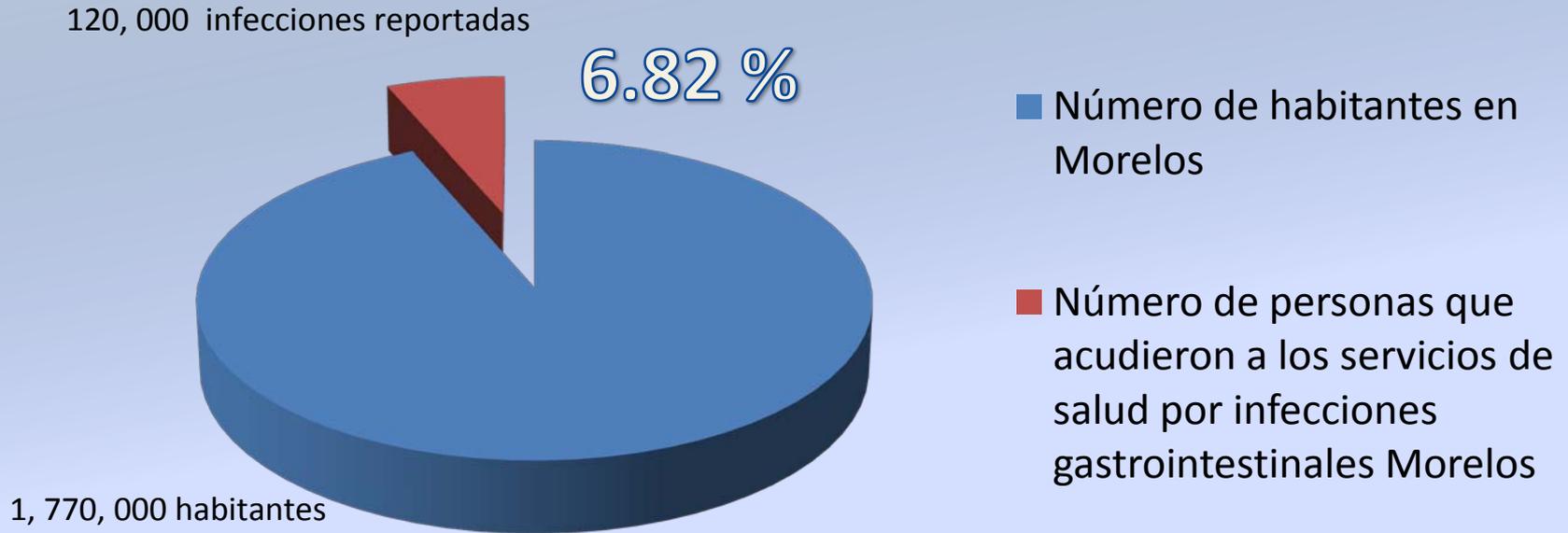
Instituto Nacional  
de Salud Pública

## RIESGOS A LA SALUD EN MUJERES DE 18 A 39 AÑOS POR CONTAMINACIÓN GENERADA EN EL RELLENO SANITARIO “LA PERSEVERANCIA” EN CUAUTLA, MORELOS

CUERNAVACA, MOR., MAYO, 2010.



# Antecedentes



- A esto siempre se puede sumar un equivalente de infecciones que no son reportadas a los sistemas de salud, por ser leves o pasajeras.(EPA, 2006)

- El manejo de los residuos sólidos urbanos es un problema de saneamiento básico que no ha sido resuelto en Morelos, así como en otros estados de la Republica.
  - Cada municipio lo resuelve como sus capacidades lo permiten.
- Existen 26 tiraderos de basura a cielo abierto, así como el mal uso de cuencas y barrancas, para eliminación de desechos sólidos.

- NOM-087-ECOL-SSA1-1987
  - 1.5km
- Modificación 2002
  - 0.5 km
- Sin embargo hay estudios que dan evidencia sobre influencia de un relleno a 1 km por vía aérea y 3 km por agua (Virjheid, 2000).

- Es uno de los tiraderos más grandes del estado.
- Es de interés ambiental, ya que lleva abierto más de 10 años y no cumple con la normatividad existente.
- Las autoridades lo han manejado como tiradero de basura a cielo abierto controlado.



12 m

Nivel del suelo



Cultivos de Sorgo

Exposición a aerosoles

Laguna Lixiviados



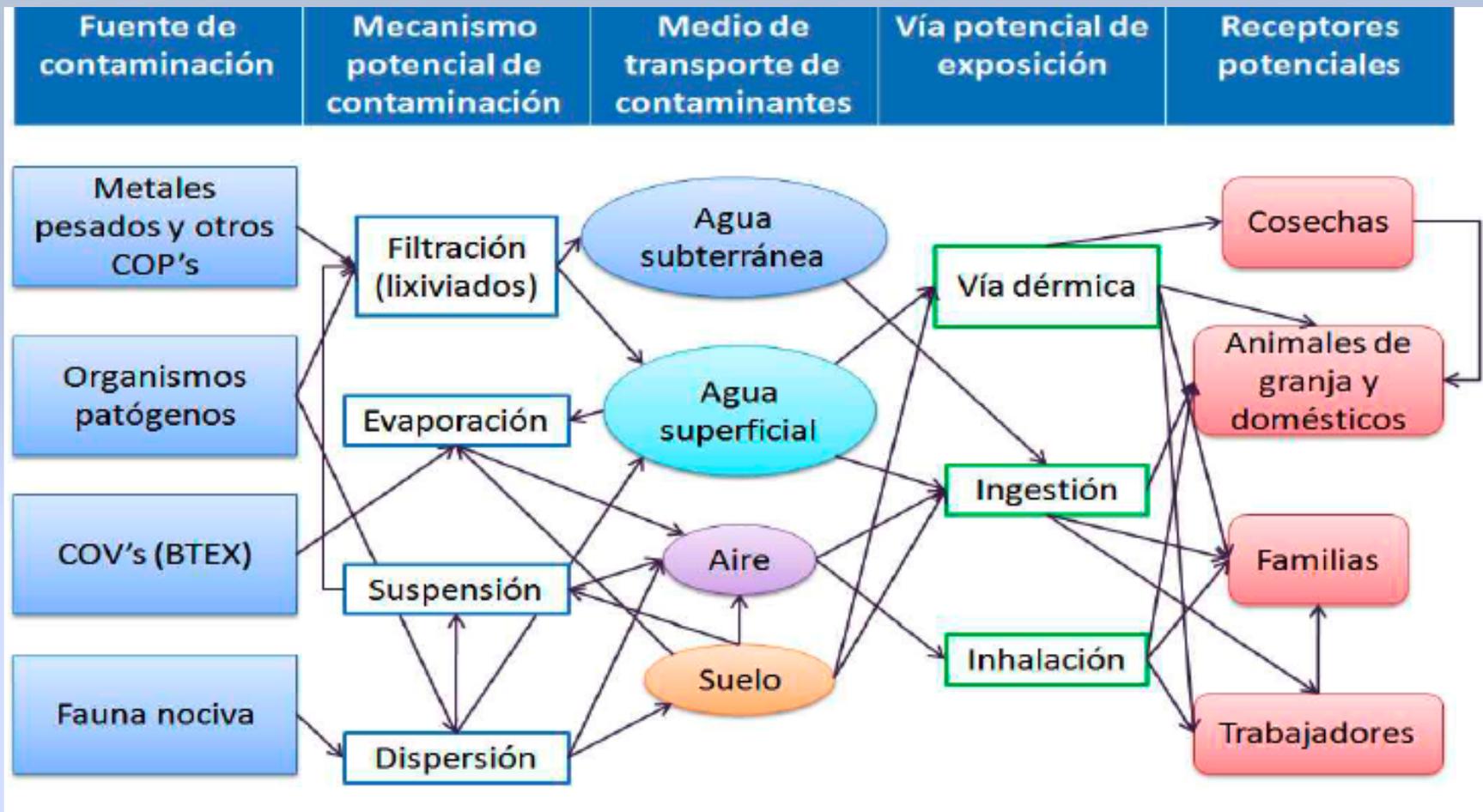
Ganado



# Planteamiento del problema

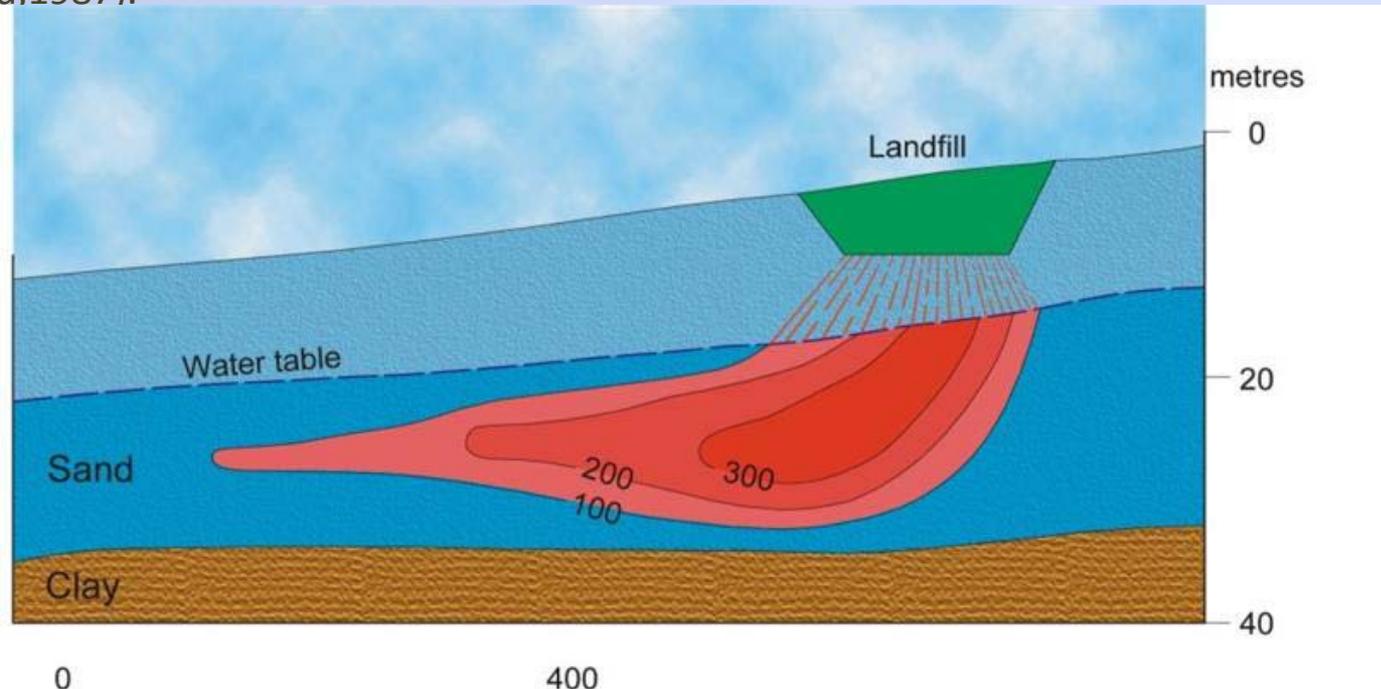
- No se tiene control sobre la dispersión de contaminantes a través de suelo aire y agua, ni de la exposición a la población.
- Los riesgos a la salud por la presencia del relleno no han sido evaluados.

# Modelo de exposición general de contaminantes



# Lixiviados

- Los lixiviados son fluidos que se forman cuando la humedad del ambiente, entra en el relleno y arrastra los productos de desecho al entorno en donde se ubica (Pohland,1987).

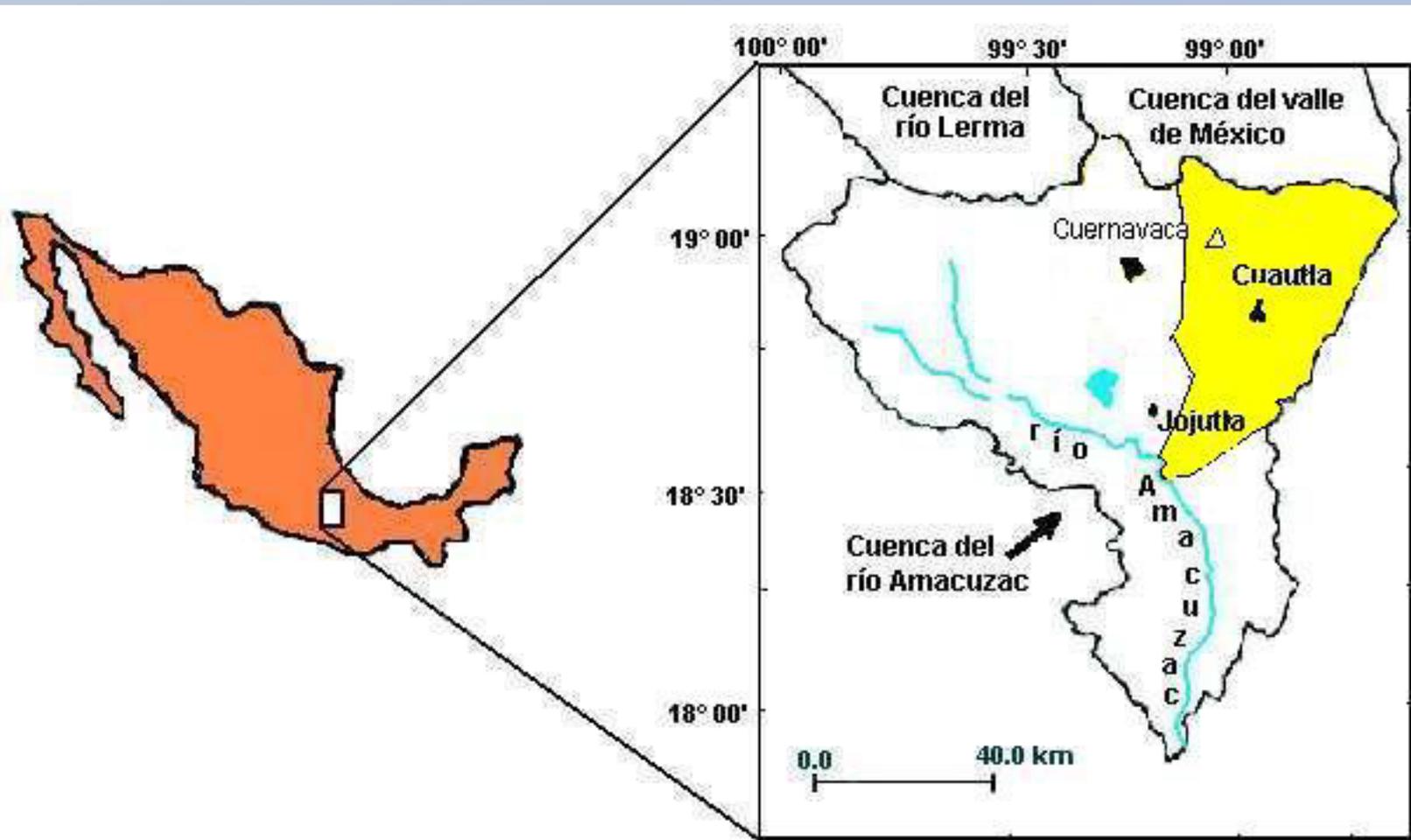








- El vertedero se sitúa sobre el acuífero Cuautla-Yautepec, del que se extraen 6,827 L/s.
  - De importancia agrícola, cultivo de caña de azúcar y maíz.
  - Servicios, manantiales soportan un gran número de balnearios en la zona.



# Usos del agua subterránea por tipo y volumen (CNA-1998)

<b>Tipo de Aprovechamiento Mm<sup>3</sup>/año</b>	<b>Agrícola</b>	<b>Público urbanos</b>	<b>Servicios</b>	<b>Industrial y otros</b>	<b>Total</b>
Pozos	17.7	39.5	1.5	6.1	65
Manantiales	211.5	2.9	-	-	214.4
<b>Total</b>	<b>229.2</b>	<b>42.4</b>	<b>1.5</b>	<b>6.1</b>	<b>279.4</b>

- ¿Hay presencia de agentes microbianos en el acuífero donde se localiza el relleno?
- ¿La presencia del relleno sanitario elevará los conteos de indicadores de contaminación fecal?

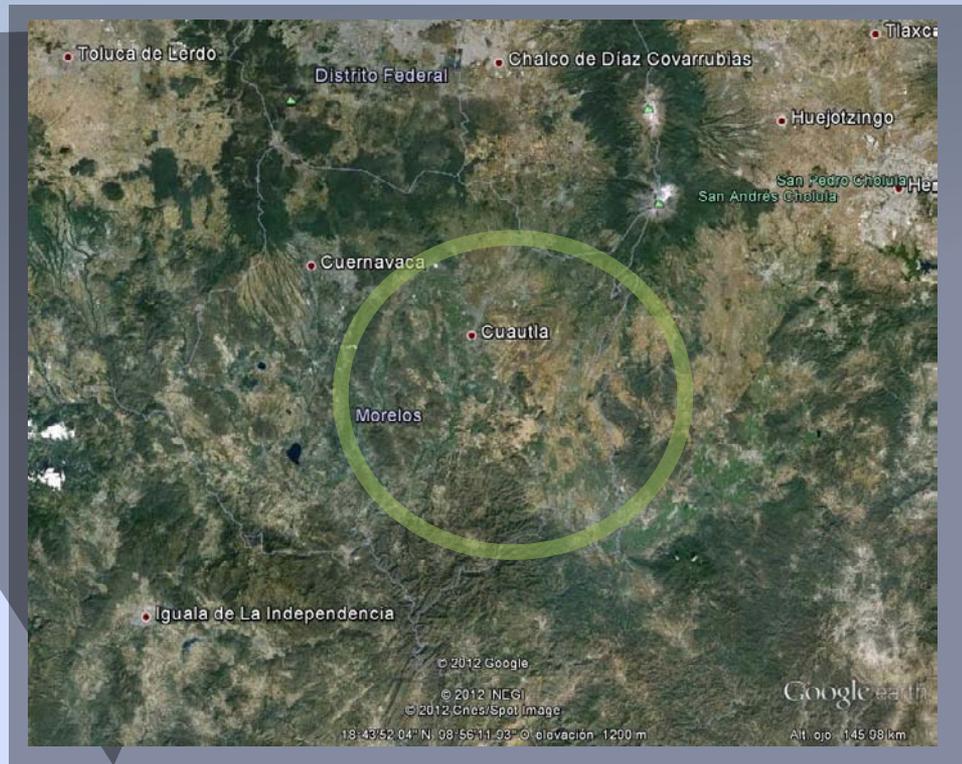
# Diseño experimental

- Se seleccionaron, con respecto a la cercanía y valores de conductividad altos
  - 5 Pozos
  - 5 Casas
- 8 campañas de muestreo mensuales, efectuadas en 2011
  - temporadas cálida secas, cálida lluvias y fría secas

# Sitio de estudio



Estado de Morelos



Municipios Cuautla y Ayala

# Cuatla

150,000 hab.

5 km

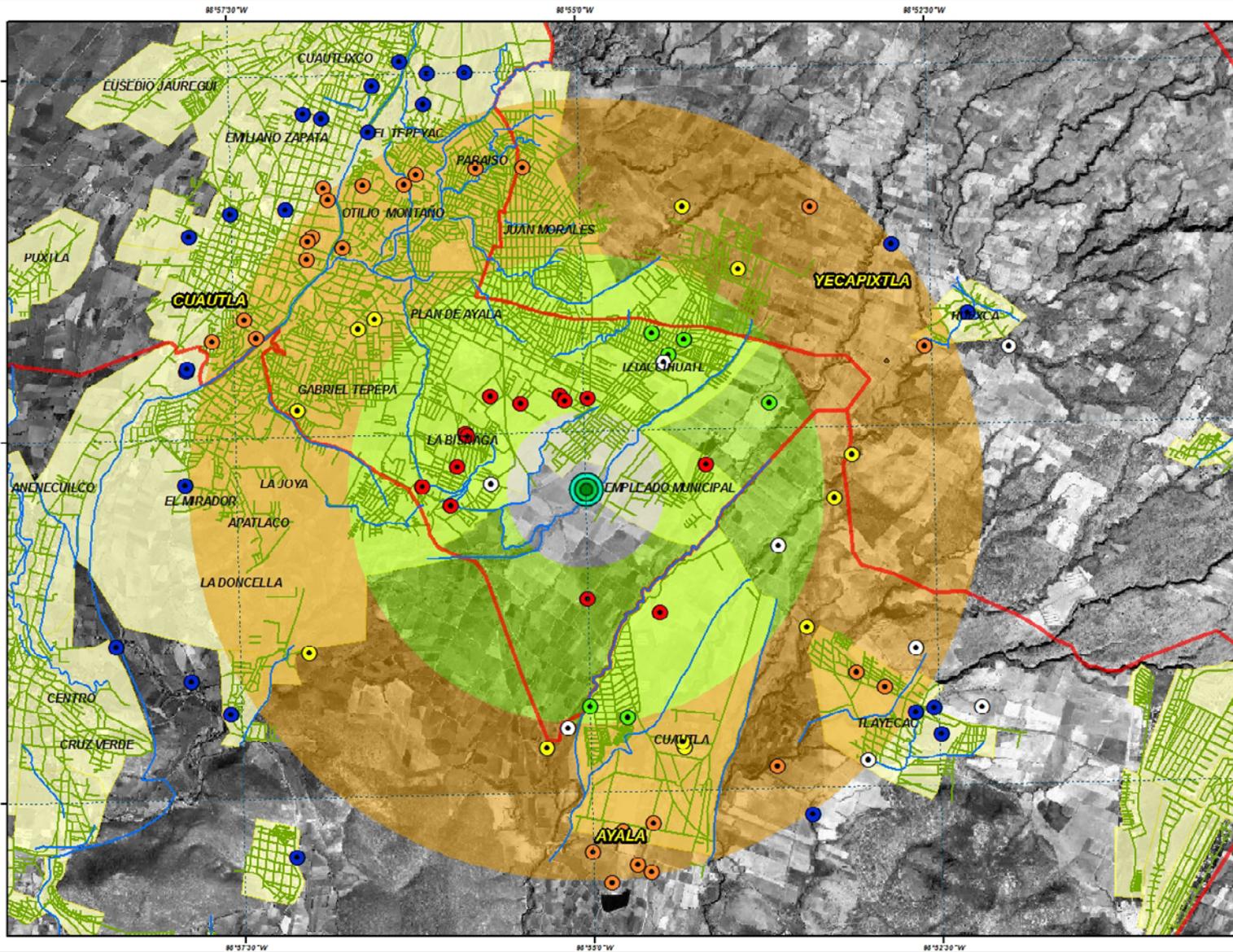
Col. Hermenegildo Galeana

Tiradero de basura  
"La Perseverancia"

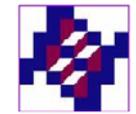
>0.5 km

Image © 2012 GeoEye

Google earth



I . N . S . P



Instituto Nacional de Salud Pública

**Simbología**



Relleno Sanitario Cuautla

**Pozos Validados**  
Ubicación Distancia Km

- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

**Distancia en Km**

- 1
- 3
- 5

Pozos Solicitudes Nuevas

Hidrografía

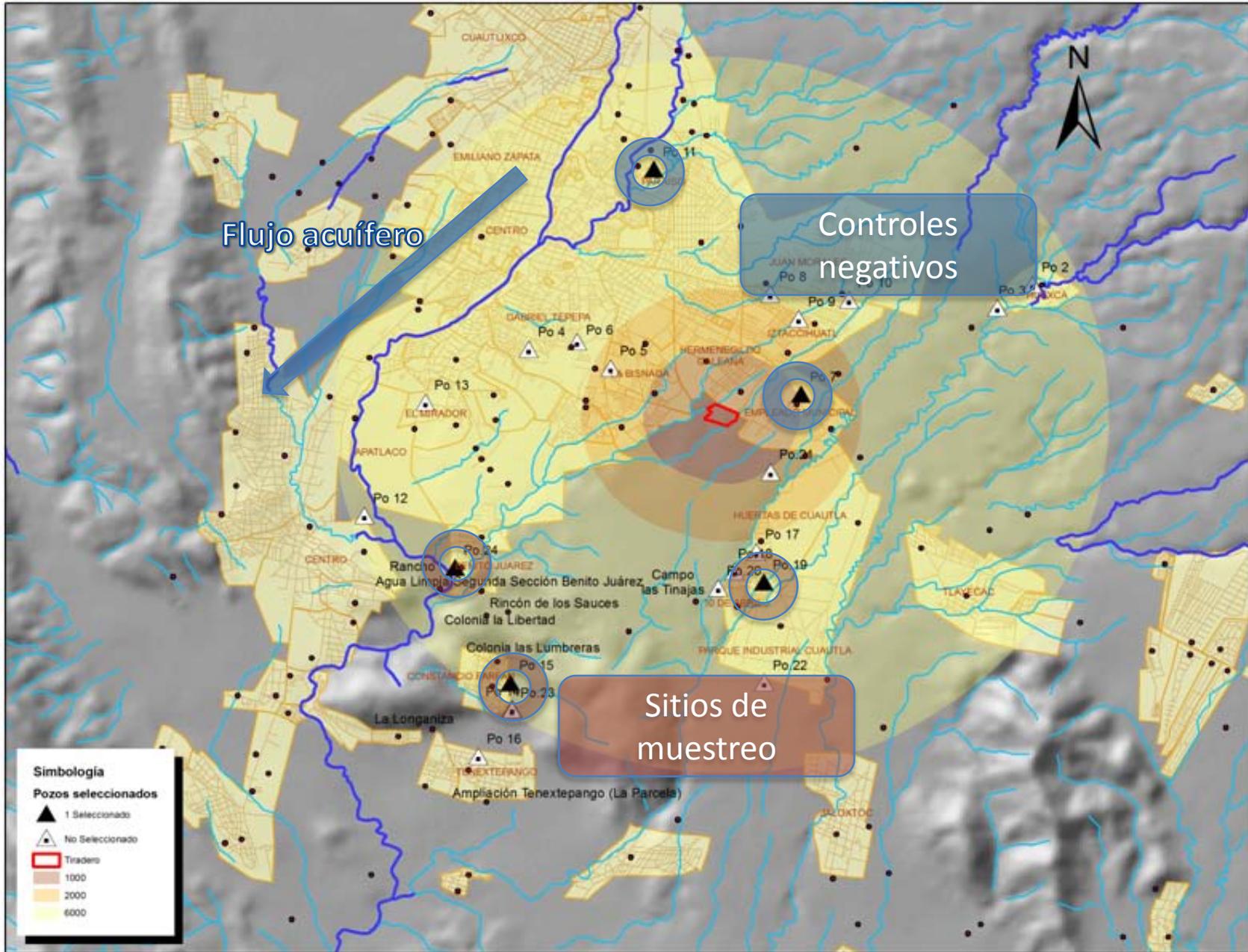
Vialidades

Mancha Urbana

Limite Municipal

Caronic Projection of Lambert  
DATUM WGS 1984





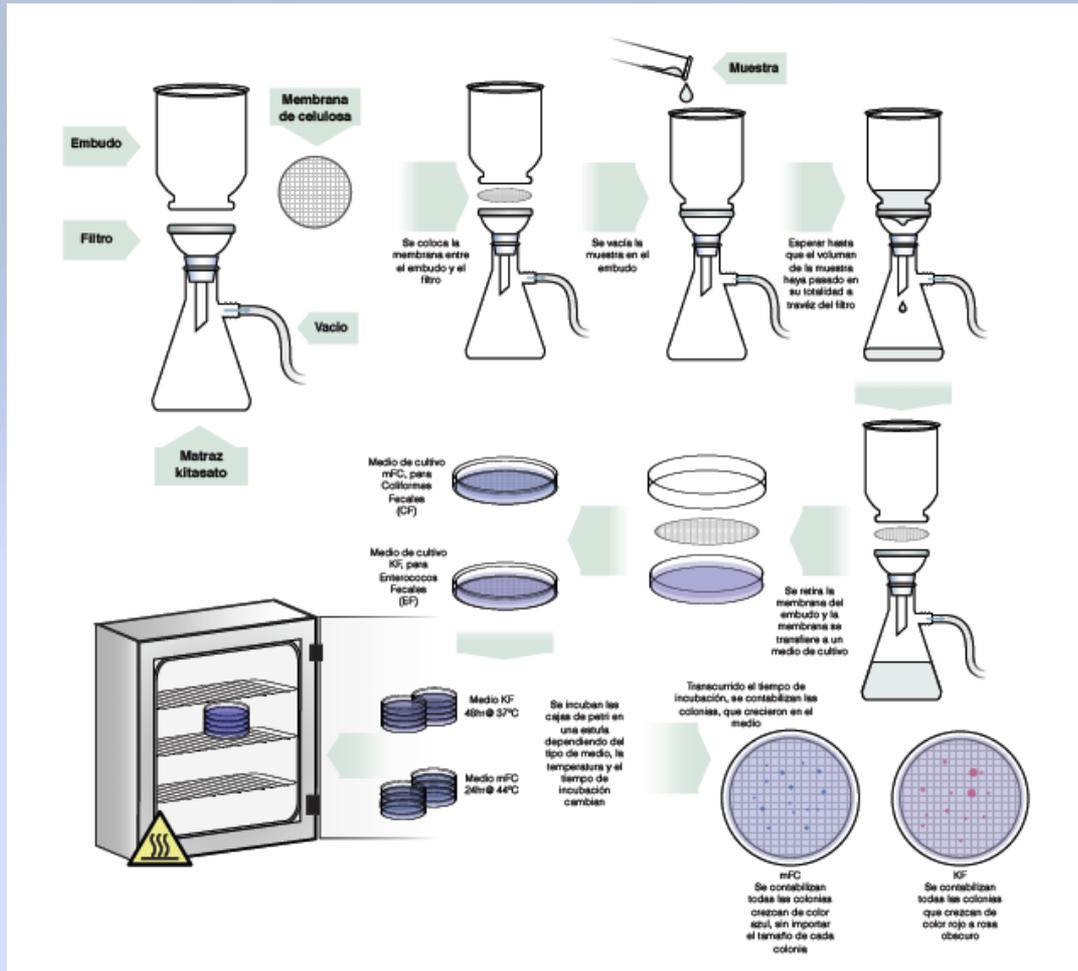
# Objetivos

- Caracterización fisicoquímica del agua
- Cuantificación de bacterias indicadoras fecales
  - Colíformes fecales (NOM-127-SSA1-1994)
  - Enterococos fecales
- Cuantificación de bacteriofagos indicadores fecales

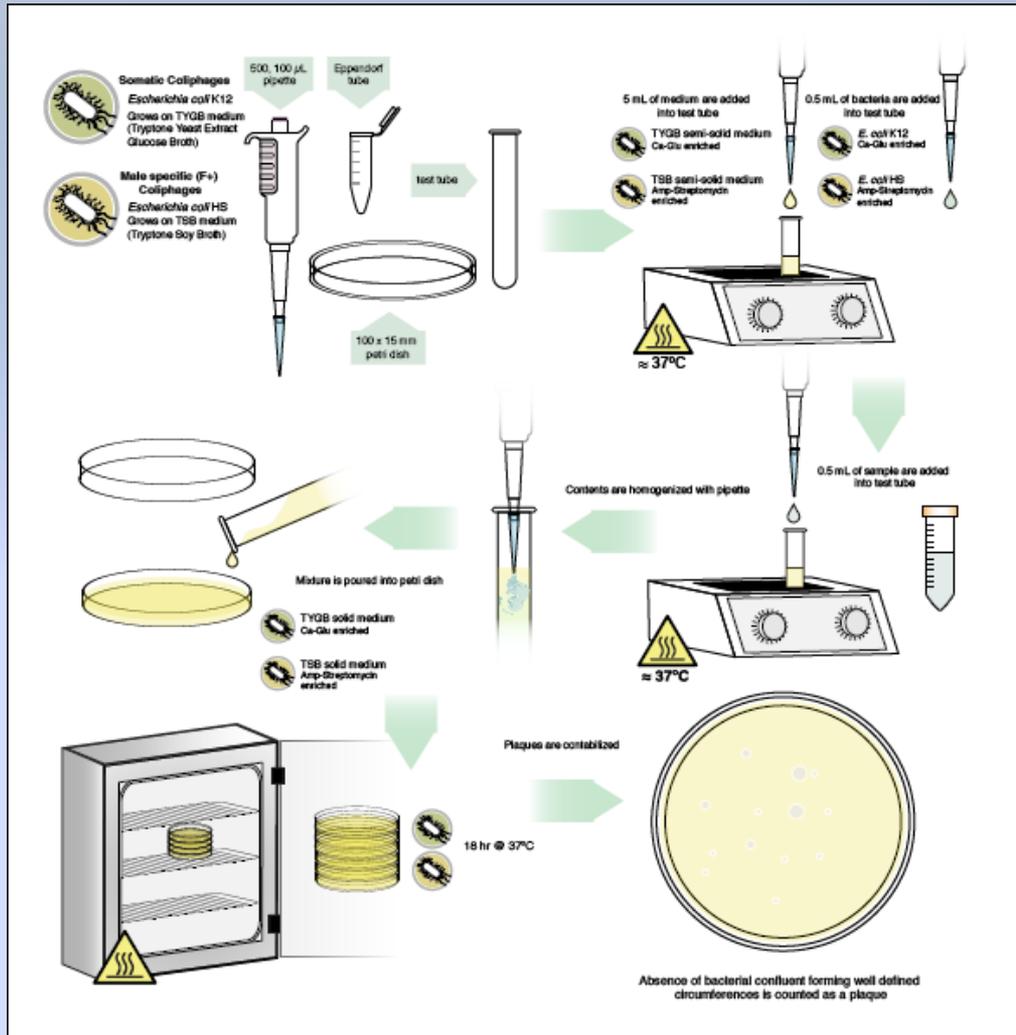


Sonda YSI mod. 6600

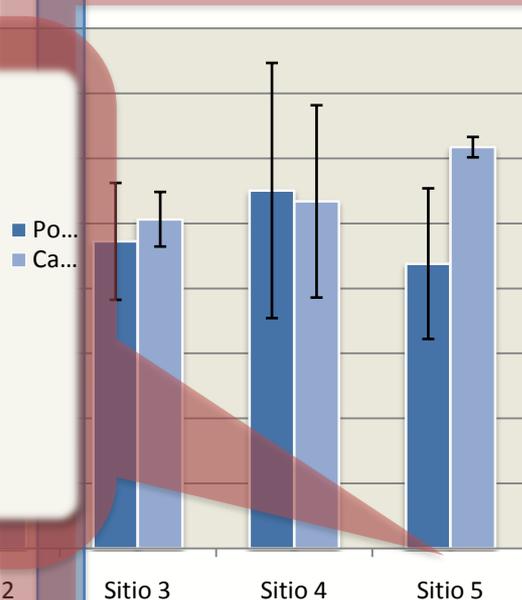
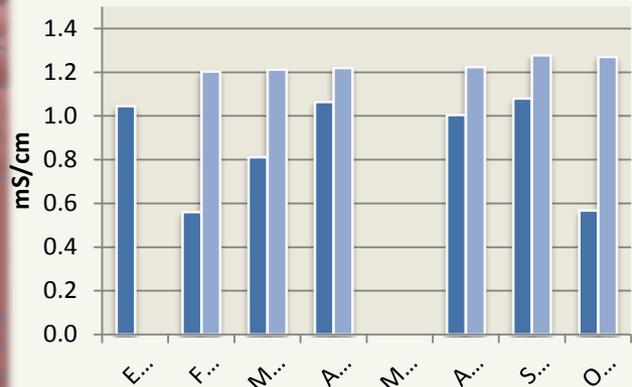
# EPA Método 1604: Análisis de coliformes totales y *Escherichia coli* en agua por filtración por membrana



# EPA Método 1602: Análisis de bacteriofagos por ensayo en doble placa de agar



# Conductividad



Sitios de Muestreo

**Simbología**

**Pozos seleccionados**

- ▲ 1 Seleccionado
- △ No Seleccionado

**Tiradero**

- 1000
- 2000
- 6000

fero



# Coliformes fecales

Log CF

1.00E+01  
1.00E+00  
1.00E-01  
1.00E-02

Sitio 1

Sitio 2

Sitio 3

Sitio 4

Sitio 5

Sitios de Muestreo

Pozos

Casas

NOM-127-SSA-1994

Simbología

Pozos seleccionados

▲ 1 Seleccionado

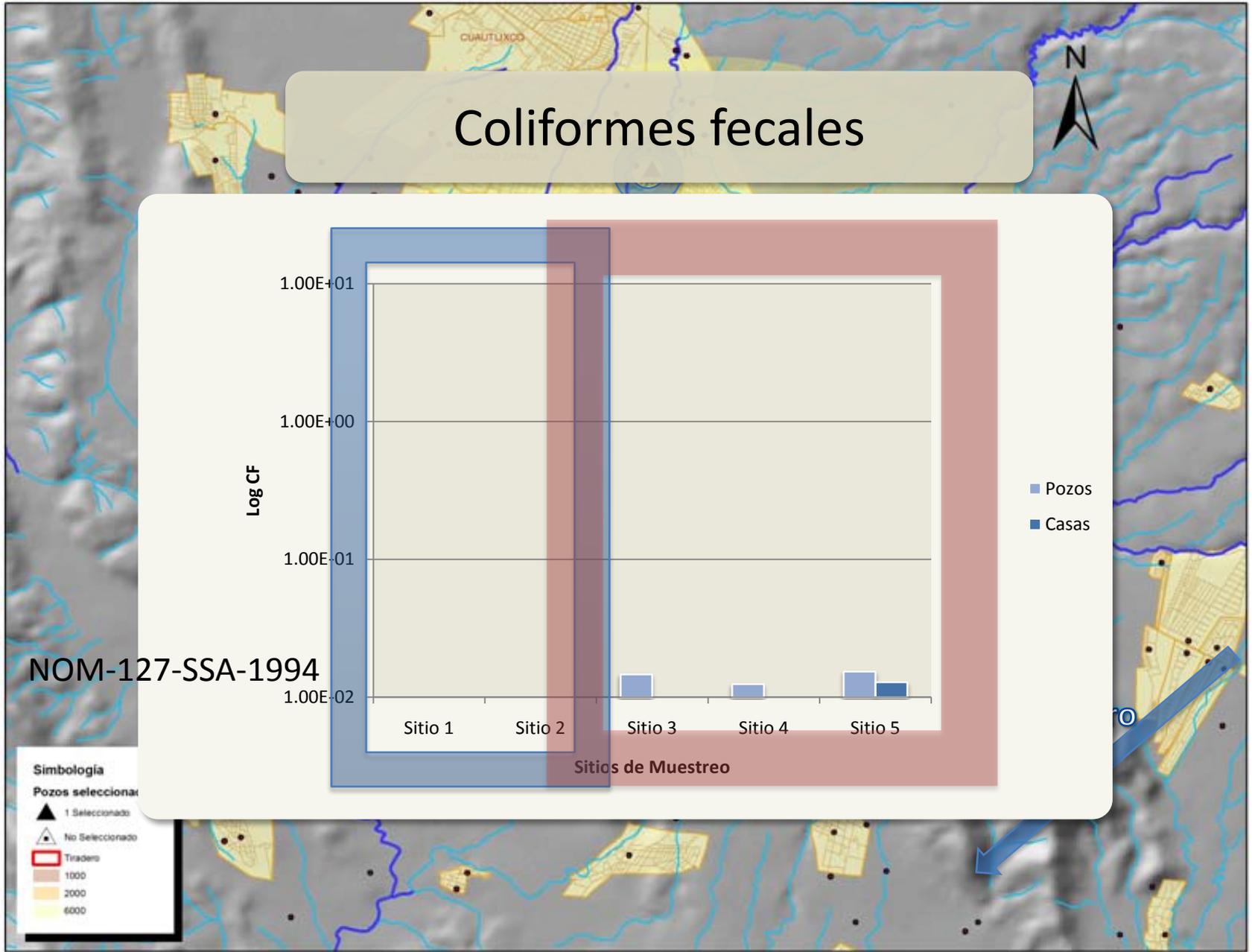
▲ No Seleccionado

▭ Tránsito

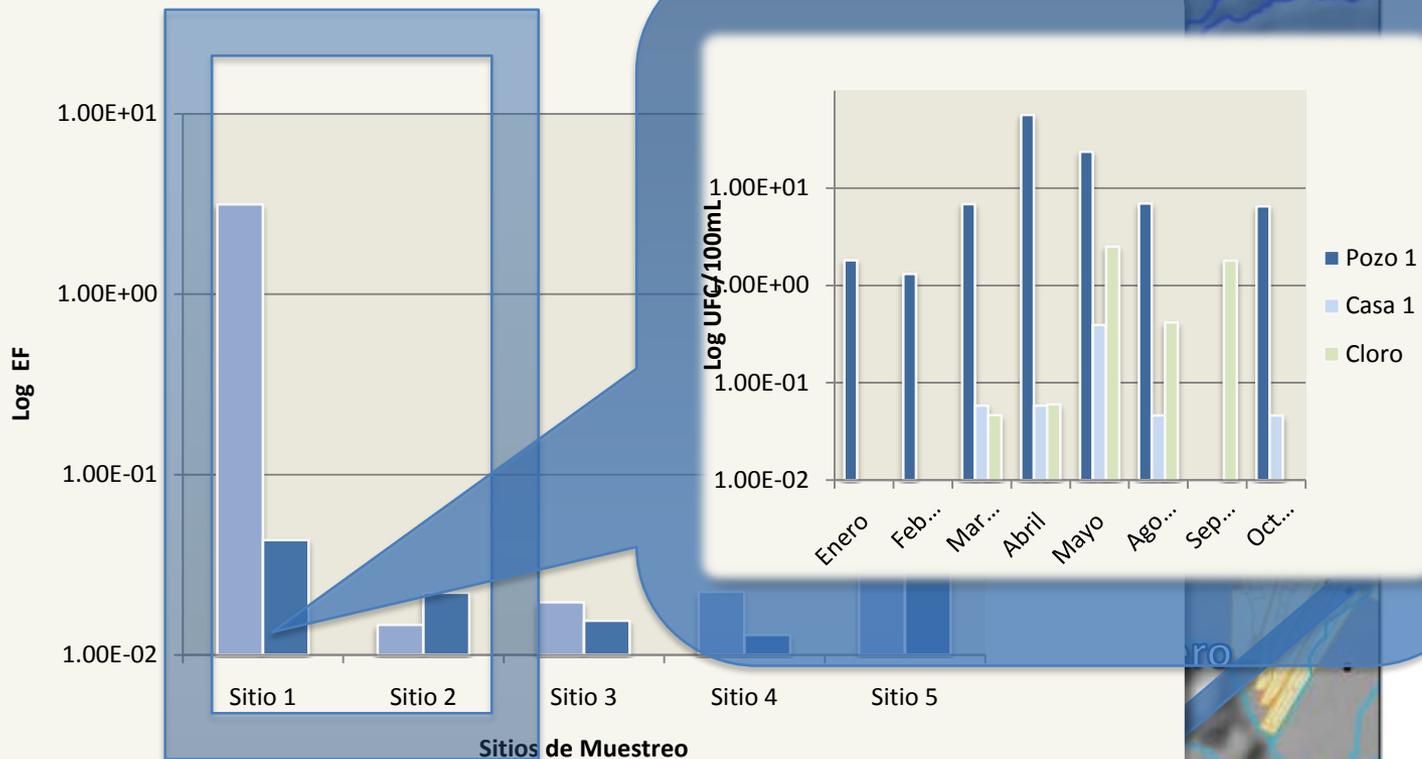
1000

2000

6000



# Enterococos fecales



## Simbología

### Pozos seleccionados

▲ 1 Seleccionado

▲ No Seleccionado

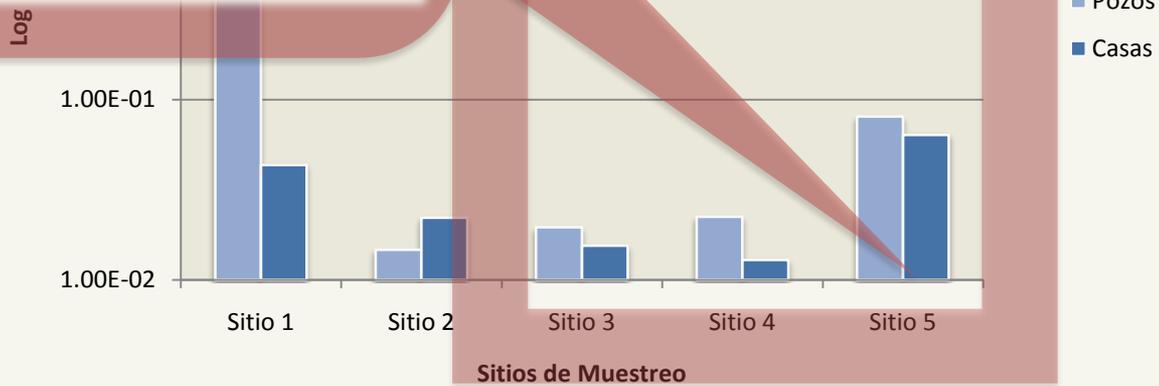
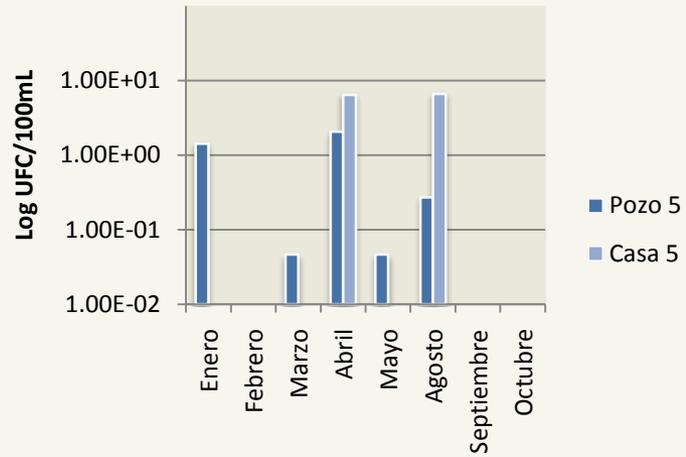
▭ Tiradero

1000

2000

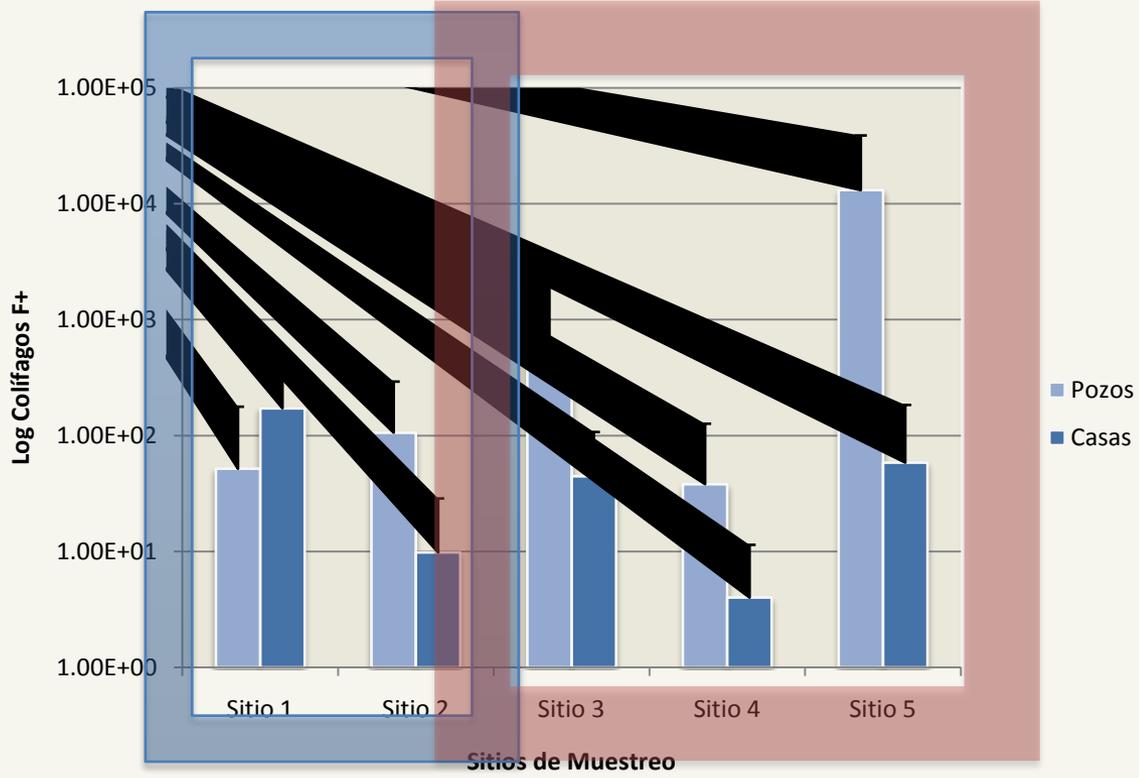
6000

# Enterococos Fecales



ro

# Colífagos F+



**Simbología**

**Pozos seleccionados**

- ▲ 1 Seleccionado
- △ No Seleccionado

**Tiradero**

- 1000
- 2000
- 6000

- Según INEGI, se considera como conexión a drenaje, la vivienda que se encuentra conectada a una red o fosa séptica.
- Bajo esta definición en los municipios de donde fue realizado el estudio existen los siguientes porcentajes.
  - Cuautla 97.84%
  - Ayala 92.4%

- No se menciona el destino final del drenaje, el cual puede ser vertido en cuerpos de agua superficiales o en barrancas.
- Tampoco se incluyen factores como la situación estructural de las fosas sépticas o el mantenimiento que se les ha dado.

Valores mas altos de Conductividad, salinidad, STD de todos los sitios

Conteos de enterococos fecales constantes a lo largo del año, >100 UFC/100mL

Variabilidad entre casa y pozo

Arturo J. Vela (Tesorero Pozo)  
30% casas tienen fosa

Tandeos de agua= Piletas, tinacos, cisternas.  
El agua se descarga en una barranca a 100m del pozo

Contaminación esporádica

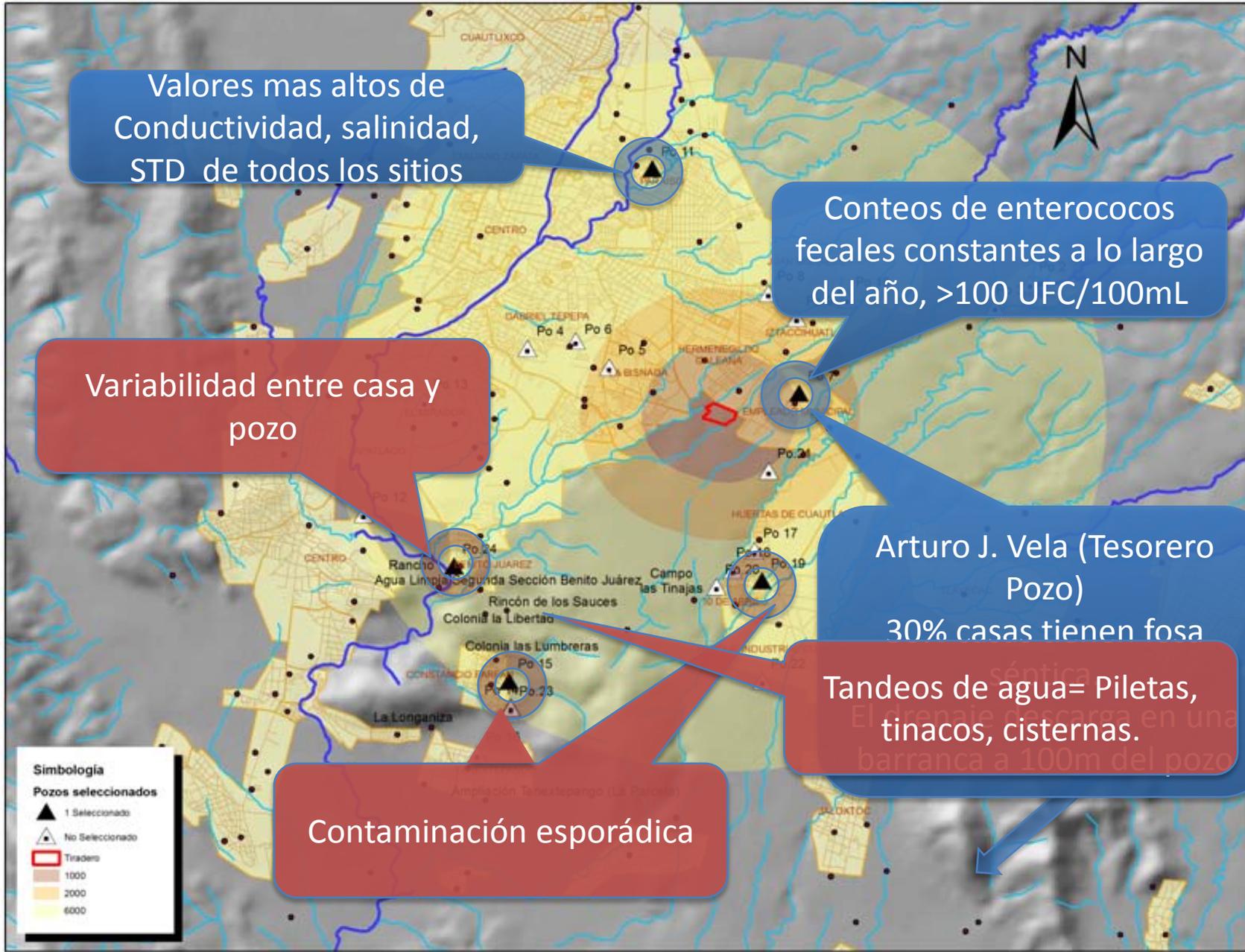
**Simbología**

**Pozos seleccionados**

- ▲ 1 Seleccionado
- ▲ No Seleccionado

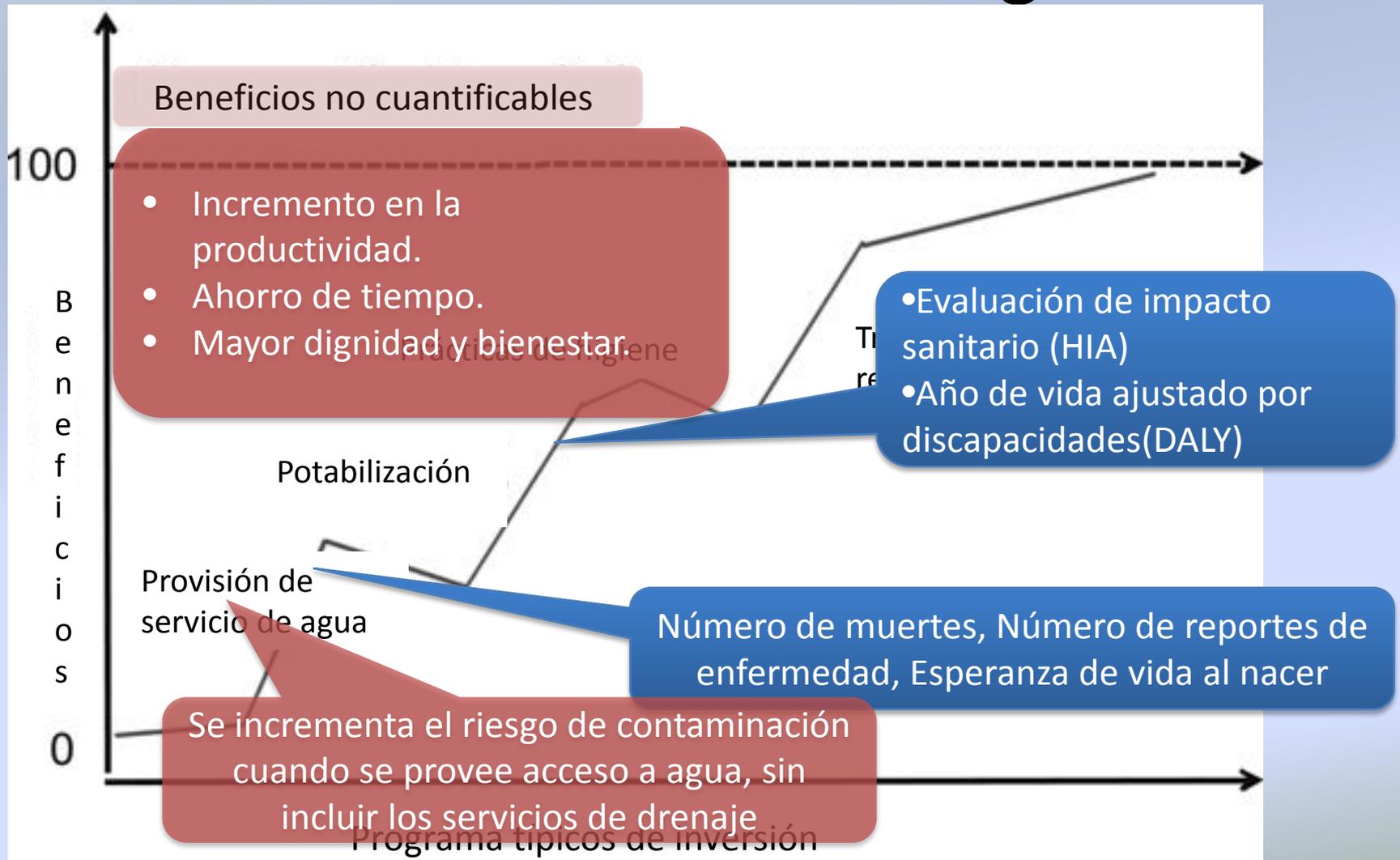
**Tiradero**

- 1000
- 2000
- 6000



Debido a las deficiencias en el sistema de abastecimiento y a la falta de infraestructura en la red de drenaje, no se puede establecer con claridad la influencia del relleno sobre el acuífero que abastece a la población.

# Modelo típico para crecimiento en infraestructura de agua



- El establecer una red de provisión de agua
  - Es indispensable monitorear
    - Calidad
    - Cantidad
  - Es también indispensable incluir los servicios de drenaje para evitar
    - Re infecciones intradomiciliarias
    - Problemas de contaminación de cuerpos de agua



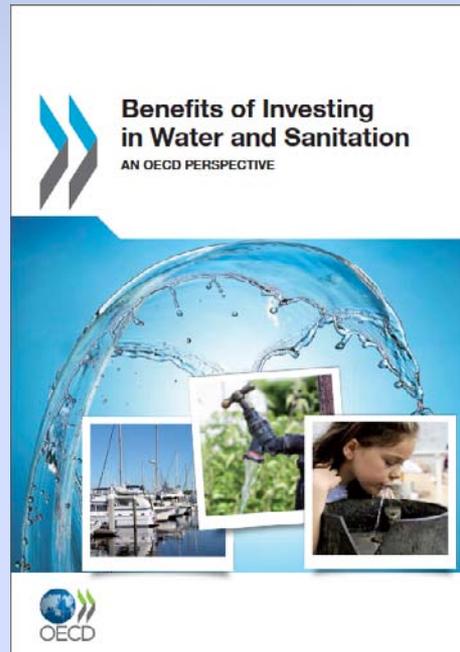
\$1 USD

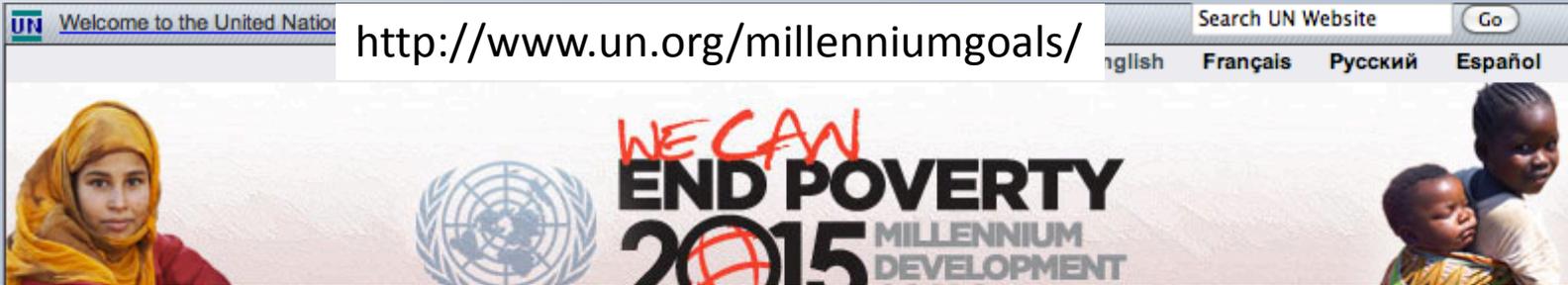


\$7.4 USD

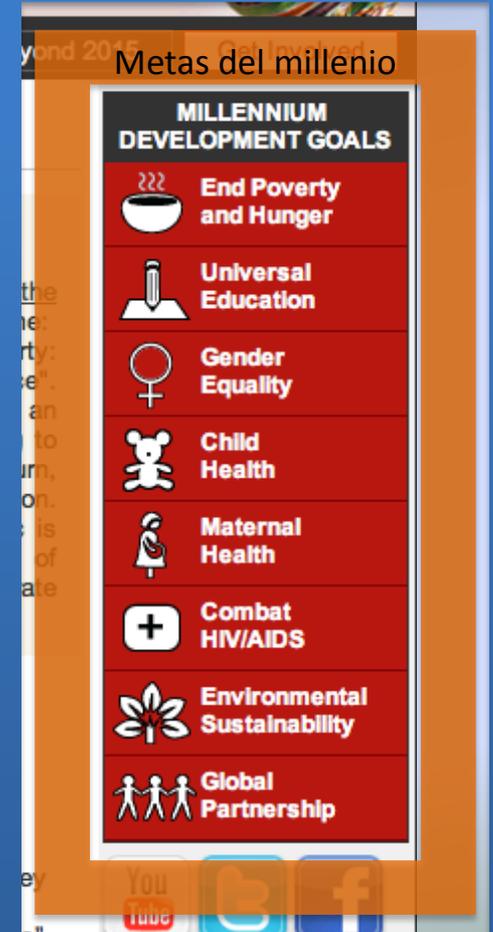
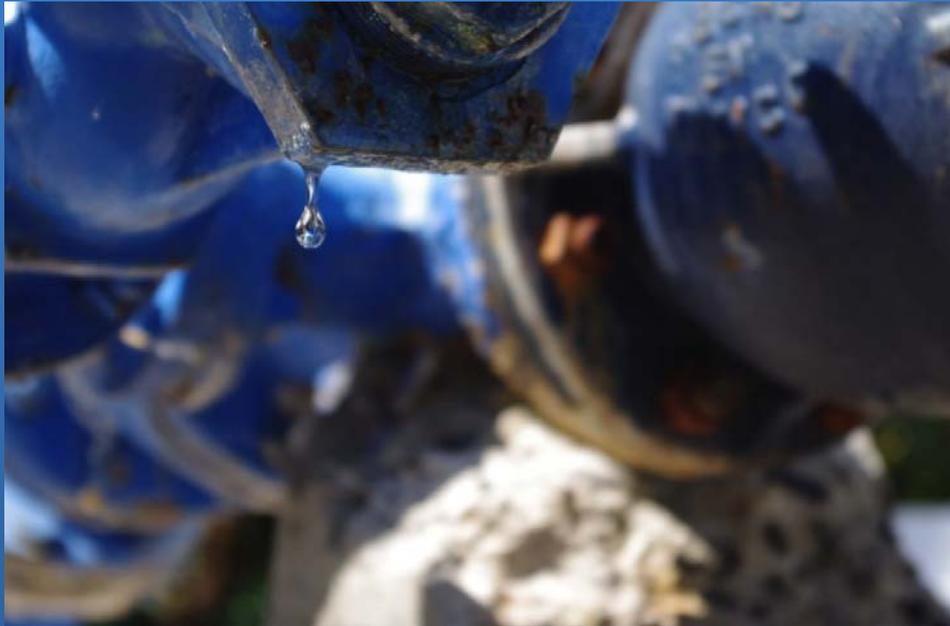
Invertido en agua para  
beber y saneamiento

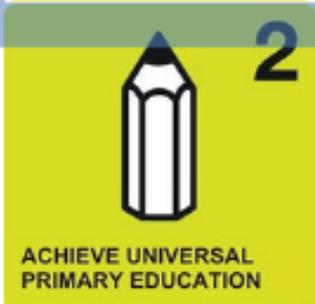
Puede regresar un  
beneficio económico  
potencial





# AGUA





Goal 1: Eradicate extreme poverty and hunger

Goal 2: Achieve universal primary education

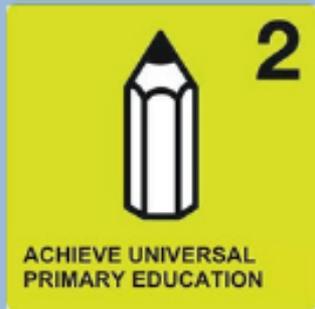
- Incremento en la calidad y cantidad de cultivos y hortalizas.
- Heces y orina pueden ser reutilizados como fertilizantes incrementando la productividad de los vegetales, disminuyendo costos en fertilizantes.
- Limpieza de ríos incremento en la pesca

Goal 3: Improve maternal health

Goal 6: Combat HIV/AIDS, malaria and other diseases

Goal 7: Ensure environmental sustainability

Goal 8: Develop a Global Partnership for Development



Goal 1: Eradicate extreme poverty and hunger

Goal 2: Achieve universal primary education

Goal 3: Promote gender equality and empower women

Goal 4: Reduce child mortality

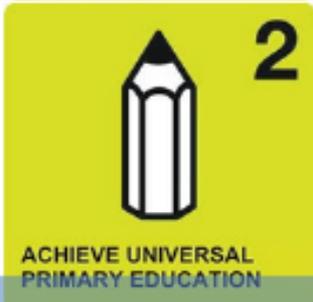
Goal 5: Improve maternal health

Goal 6: Combat HIV/AIDS, malaria and other diseases

Goal 7: Ensure environmental sustainability

Goal 8: Develop a Global Partnership for Development

- Incremento en la asistencia en escuelas si ofrecen servicios sanitarios
- Disminución de enfermedades mayor asistencia a clases
- Mayor rendimiento escolar en niños libres de parásitos



Goal 1: Eradicate extreme poverty and hunger

Goal 2: Achieve universal primary education

Goal 3: Promote gender equality and empower women

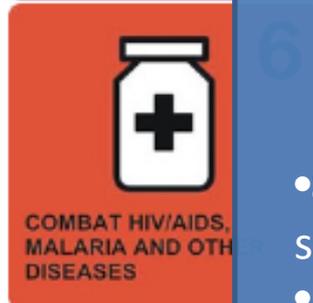
- Mujeres se encargan de traer agua a la casa
- Las tareas de limpieza mantenimiento e higiene se vuelven menos arduas

Goal 5: Improve maternal health

Goal 6: Combat HIV/AIDS, malaria and other diseases

Goal 7: Ensure environmental sustainability

Goal 8: Develop a Global Partnership for Development



Goal 1: Eradicate extreme poverty and hunger

Goal 2: Achieve universal primary education

Goal 3: Promote gender equality and empower women

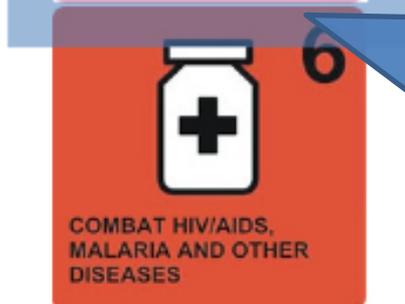
- 85-90% de enfermedades diarreicas en niños se deben a pobre calidad de agua
- Practicas de higiene disminuyen la incidencia de diarreas

Goal 5: Improve maternal health

Goal 6: Combat HIV/AIDS, malaria and other diseases

Goal 7: Ensure environmental sustainability

Goal 8: Develop a Global Partnership for Development



Goal 1: Eradicate extreme poverty and hunger

Goal 2: Achieve universal primary education

Goal 3: Promote gender equality and empower women

Goal 4: Reduce child mortality

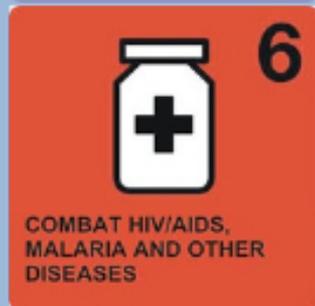
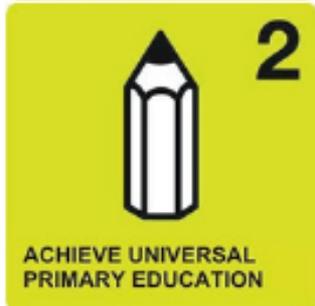
Goal 5: Improve maternal health

Goal 6: Combat HIV/AIDS, malaria and other diseases

Goal 7: Ensure environmental sustainability

Goal 8: Develop a Global Partnership for Development

- Cuidado de niños e higiene
- Son uno de los grupos mas vulnerables a infecciones



Goal 1: Eradicate extreme poverty and hunger

Goal 2: Achieve universal primary

education  
• Uso de piletas, tinacos o tanques, promueven la aparición de enfermedades como dengue

Goal 3: Promote gender equality and empower women

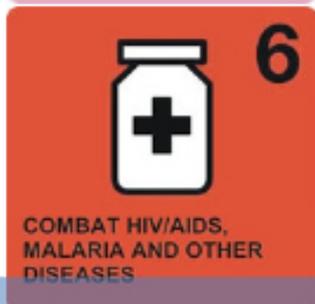
Goal 4: Reduce child mortality  
• Rotavirus, Norovirus, Hepatitis A, *Eschechiricha coli*, *Salmonella spp*, *Shigella spp*, *Giardia lamblia* y

Goal 5: *Cryptosporidium parvum* se transmiten a través del agua

Goal 6: Combat HIV/AIDS, malaria and other diseases

Goal 7: Ensure environmental sustainability

Goal 8: Develop a Global Partnership for Development



Goal 1: Eradicate extreme poverty and hunger

Goal 2: Achieve universal primary education

Goal 3: Promote gender equality and  
•Sanea Limpieza de ríos y cuerpos de agua

Goal 4: Reduce child mortality  
•Manejo sostenible de cuencas  
•Ahorro y reutilización de agua

Goal 5: Improve maternal health

Goal 6: Combat HIV/AIDS, malaria and other diseases

Goal 7: Ensure environmental sustainability

Goal 8: Develop a Global Partnership for Development



Goal 1: Eradicate extreme poverty and hunger

Goal 2: Achieve universal primary education

Goal 3: Promote gender equality and empower women

Goal 4: Achieve quality education

Goal 5: Improve maternal health

Goal 6: Combat HIV/AIDS, malaria and other diseases

Goal 7: Ensure environmental sustainability

Goal 8: Develop a Global Partnership for Development

- Importación de tecnologías de saneamiento
- Guías para realizar planes de seguridad del agua
- Financiamiento económico

# DALY

**Disability Adjusted Life Years** is a measure of overall disease burden, expressed as the cumulative number of years lost due to ill-health, disability or early death

$$= \text{YLD} + \text{YLL}$$

Years Lived with Disability + Years of Life Lost

