



# INFRAESTRUCTURA VERDE

MANUAL DE LINEAMIENTOS DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VERDE



North American  
Development Bank



Banco de Desarrollo  
de América del Norte

# Infraestructura Verde

## Objetivos y Alcances del Manual

- Objetivo General del Manual:
- **Asistir en el diseño y toma de decisiones** para la incorporación de Infraestructura Verde en ciudades fronterizas mexicanas, mediante **lineamientos técnicos de diseño** a micro-escala (técnicas y tecnologías) y las bases de una **metodología** de aplicación a macro-escala (escala de cuenca y subcuenca urbana); por medio de planeación estratégica, gestión participativa y adecuación a condiciones ecosistémicas locales.



**INFRAESTRUCTURA VERDE**

MANUAL DE LINEAMIENTOS DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VERDE

# Infraestructura Verde

## Objetivos y Alcances del Manual

### **Objetivo específico a Micro-escala:**

Desarrollar las especificaciones técnicas de diseño para I.V. de acuerdo a las categorías viales, entornos habitacionales y urbanización de las áreas donde se incorpore la infraestructura verde.

### **Aplicación I. V. a Micro-escala**

- Vialidades públicas y privadas: Arriates, camellones, glorietas, orejas y áreas permeables vinculadas a las vialidades.
- Áreas Verdes: Parques, jardines públicos y privados, áreas deportivas y de equipamiento.
- Entornos habitacionales y urbanización: Jardines, techos verdes, muros verdes, áreas permeables.

# Infraestructura Verde

## Objetivos y Alcances del Manual

- **Objetivo Específico a Macro-escala:**
- Establecer las bases para el desarrollo de una metodología que asista en el diseño y planeación de I.V. a escala de cuencas y subcuencas urbanas, barrios y ciudad.

### Aplicación de I. V. a Macro-escala

- Cuencas y subcuencas urbanas
- Elementos Hidrológicos Intraurbanos: Ríos, arroyos, canales, bordos, áreas de conservación, áreas naturales protegidas, zonas inundables.



# Infraestructura Verde

## Definición

- Infraestructura polifuncional que utiliza sistemas naturales (o sistemas producto de ingeniería que imitan procesos naturales) para mejorar la calidad ambiental general y proveer servicios básicos. La I.V. puede ser usada como componente de un sistema de manejo de agua pluvial cuando el suelo y la vegetación son usados para infiltrar, evapotranspirar, o reciclar escorrentías.

# Infraestructura Verde

## Definición – Modelos Homólogos

- Desarrollo de Bajo Impacto (LID):

Planificación y diseño de ingeniería para el manejo de agua pluvial. Enfatiza la conservación y el uso de atributos naturales. Utiliza controles hidrológicos a pequeña-escala para replicar el régimen hidrológico pre-desarrollo.

- Sistemas de Drenaje Sostenible (SuDS):

Mimetizando procesos naturales, busca manejar el agua de lluvia a la vez que aumenta el valor de biodiversidad y comodidades del ambiente.

- Diseño Urbano Sensible al Agua (WSUD):

Modelo integral de planeación y diseño urbano que incorpora el ciclo del agua (manejo de agua pluvial, residual y de abastecimiento) con el fin de minimizar el impacto ambiental y mejorar la calidad de vida

# Modelo de Gestión

## Ejemplos



NYC



TUCSON



COPENHAGEN

# Principios de Diseño Generales

- **Mimetizar procesos naturales** para el manejo de recursos hídricos.
- La Infraestructura Verde debe ser **polifuncional**, incluyendo funciones educativas y recreativas.
- **Transición** de infraestructura rígida (gris) a **infraestructura verde**.
- **Integrar al agua en los procesos urbanos** con el fin de restaurar el ciclo hidrológico y buscar cerrar el ciclo del agua.
- **Minimizar la demanda de recursos** de las áreas verdes urbanas.
- **Incrementar y fortalecer los servicios ecosistémicos** en el ámbito urbano.
- Se priorizará el **uso de vegetación nativa**.

# Principios de Diseño Específicos

- Las áreas abiertas que contengan IV, deben **capturar los primeros 25 mm** de precipitación que cae sobre el área del proyecto.
- Las depresiones de detención de la IV (**microcuenca y arroyos**) deben ser diseñadas para aceptar un **máximo de 30 cm** y un **mínimo de 5 cm** de columna de agua.
- Diseñar sistemas que permitan el **uso del agua pluvial para riego** de la vegetación en el espacio público.
- A partir del **tercer año**, la **vegetación debe mantenerse por sí sola** o con un mínimo de riego externo (no más de dos riegos por semana en verano).
- Plantar árboles para **proporcionar sombra en banquetas** siempre que sea posible.

# Micro-Escala

## Técnicas - Vialidades

- Jardín de Lluvia

### *Descripción*

Jardín que incrementa la capacidad de captación de agua pluvial al contar con capas permeables en niveles inferiores.

### *Aplicación*

- Arriates < 2 m de ancho
- Orejas
- Camellones < 1.5 m de ancho



# Micro-Escala

## Técnicas - Vialidades

### • Jardín de Lluvia

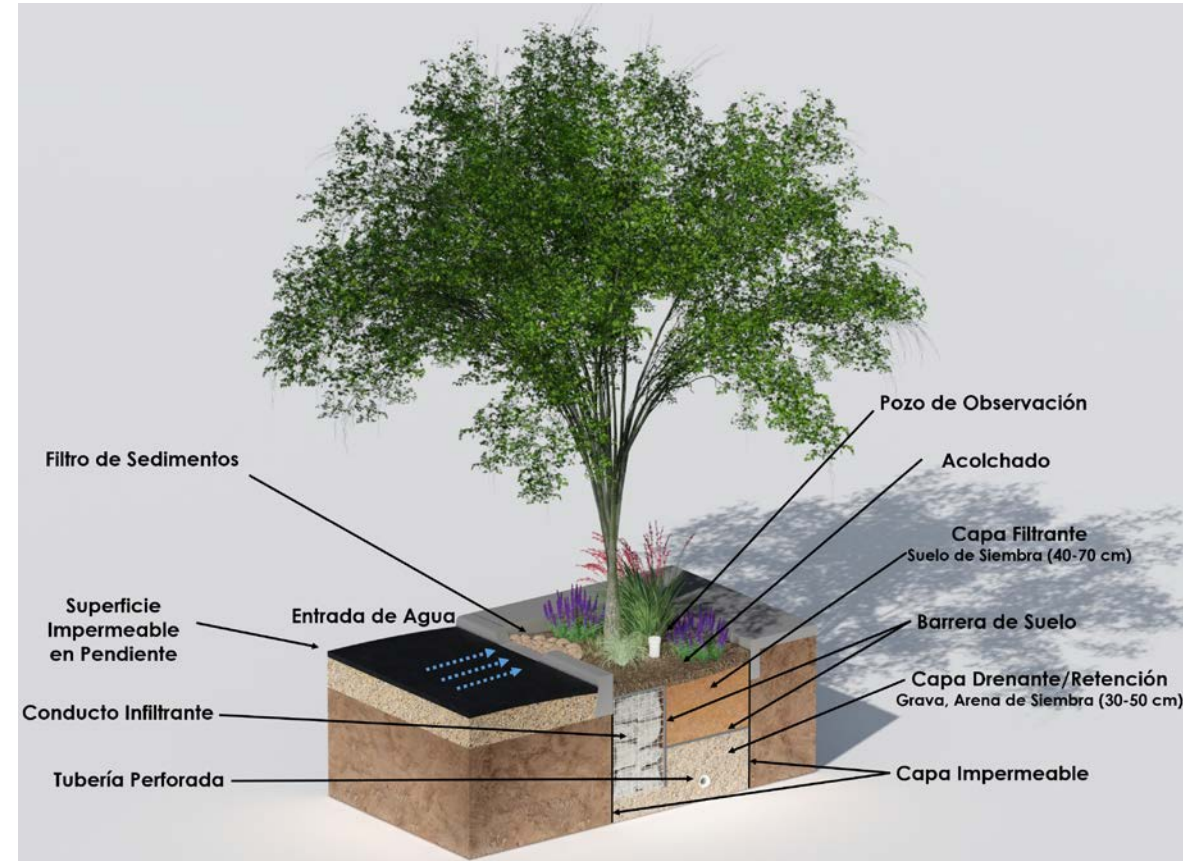
#### Componentes básicos

**Capa filtrante;** 40 – 70 cm de suelo local o mejorado. En esta capa se lleva a cabo la mayor remoción de contaminantes y se establece la vegetación.

**Capa drenante;** 50 – 90 cm de roca y/o grava. Esta capa permeable subterránea, incrementa la capacidad final de captación e infiltración de agua al aumentar el volumen total de agua captada.

**Barrera de suelo.** Usualmente se usa una capa de geotextil, o una capa de arena sobre una de gravilla (de 5 cm cada una) entre las capas drenantes y las filtrantes. La función de la barrera de suelo es evitar que los finos de la capa filtrante se desplacen a la capa drenante para que ésta conserve su porosidad y capacidad de captación de agua.

**Capa impermeable.** La función de la capa impermeable es evitar que el suelo adyacente a la IV se erosione. Esto es particularmente importante cuando se cuenta con estructuras adyacentes a menos de 3 m de distancia, como banquetas, calles o edificaciones. Además, así se conserva el funcionamiento del sistema al evitar que los finos se desplacen a la capa drenante.





# Micro-Escala

## Técnicas - Vialidades

### • Jardín de Lluvia

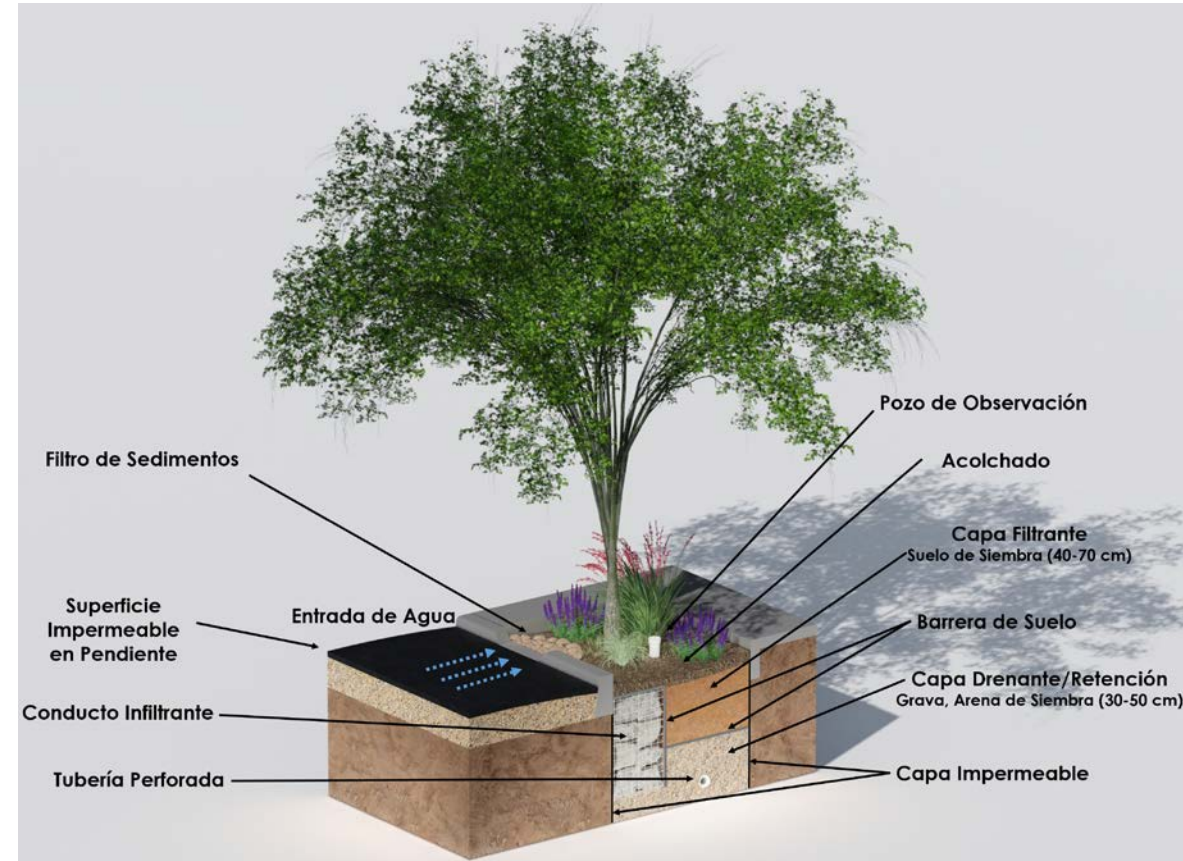
#### *Componentes adicionales*

**Conducto infiltrante.** Este componente (generalmente en forma de gavión y de preferencia forrado con geotextil) facilita la infiltración del agua a la capa drenante.

**Tubería perforada.** Ubicada en la parte inferior del sistema, sirve para coleccionar el agua y conducirla a algún contenedor (para su posterior reúso) o sistema de dispersión.

**Superficies impermeables en pendiente.** Adyacentes al sistema, sirven para conducir un mayor volumen de agua hacia éste.

**Pozo de observación (Piezómetro).** Este componente puede instalarse en algunos sitios designados para llevar a cabo monitoreo de diversos parámetros (humedad del suelo, calidad de agua, etc.), o para inspeccionar el funcionamiento de la I.V.



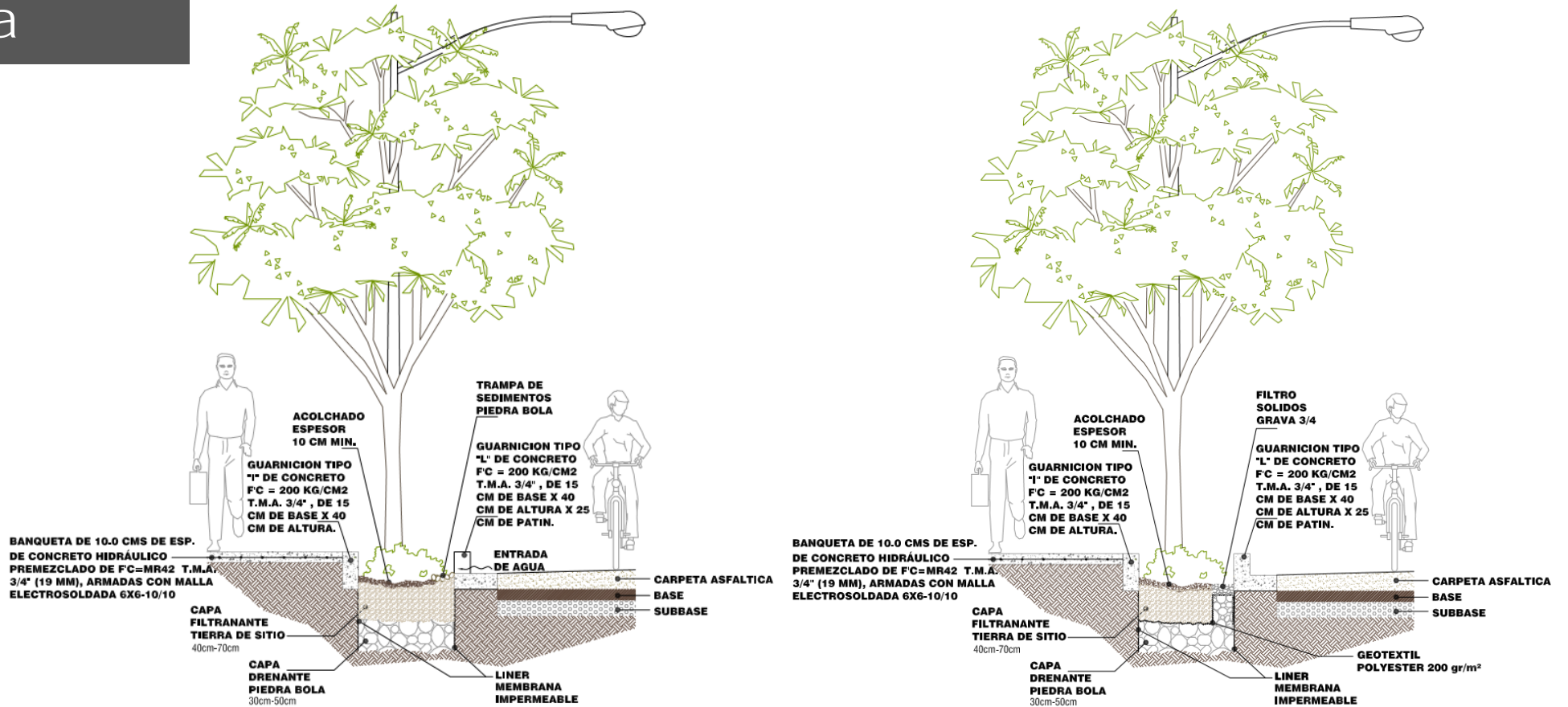


# Micro-Escala

## Técnicas - Vialidades

### • Jardín de Lluvia

### Esquemas constructivos (DWG)



# Micro-Escala

## Técnicas – Vialidades y áreas verdes

- Microcuenca

### *Descripción*

Cavidades excavadas en el terreno para captar agua de lluvia. Las microcuencas pueden construirse en espacios contenidos o extenderse longitudinalmente para formar lo que se conoce como “Arroyo de captación”.

### *Aplicación*

- Arriates > 2 m de ancho
- Camellones > 1.5 m de ancho
- Áreas verdes



# Micro-Escala

## Técnicas – Vialidades y áreas verdes

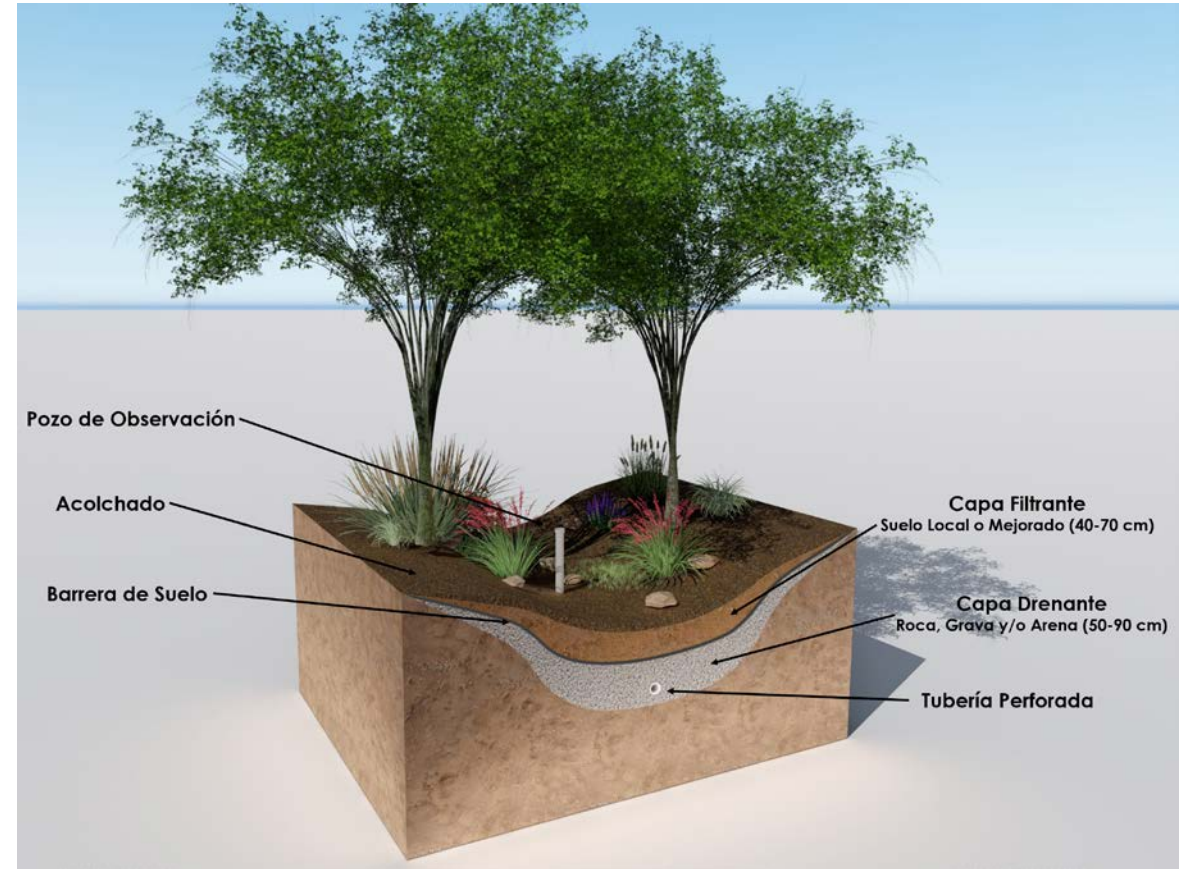
### •Microcuenca

#### *Componentes básicos*

**Pendientes y depresión del terreno (cuenca);** mínimo 10 cm.

3. **Capa filtrante;** 40 – 70 cm de suelo local o mejorado.

**Capa filtrante;** 40 – 70 cm de suelo local o mejorado.





# Micro-Escala

## Técnicas – Vialidades y áreas verdes

### • Microcuenca

*Componentes adicionales*

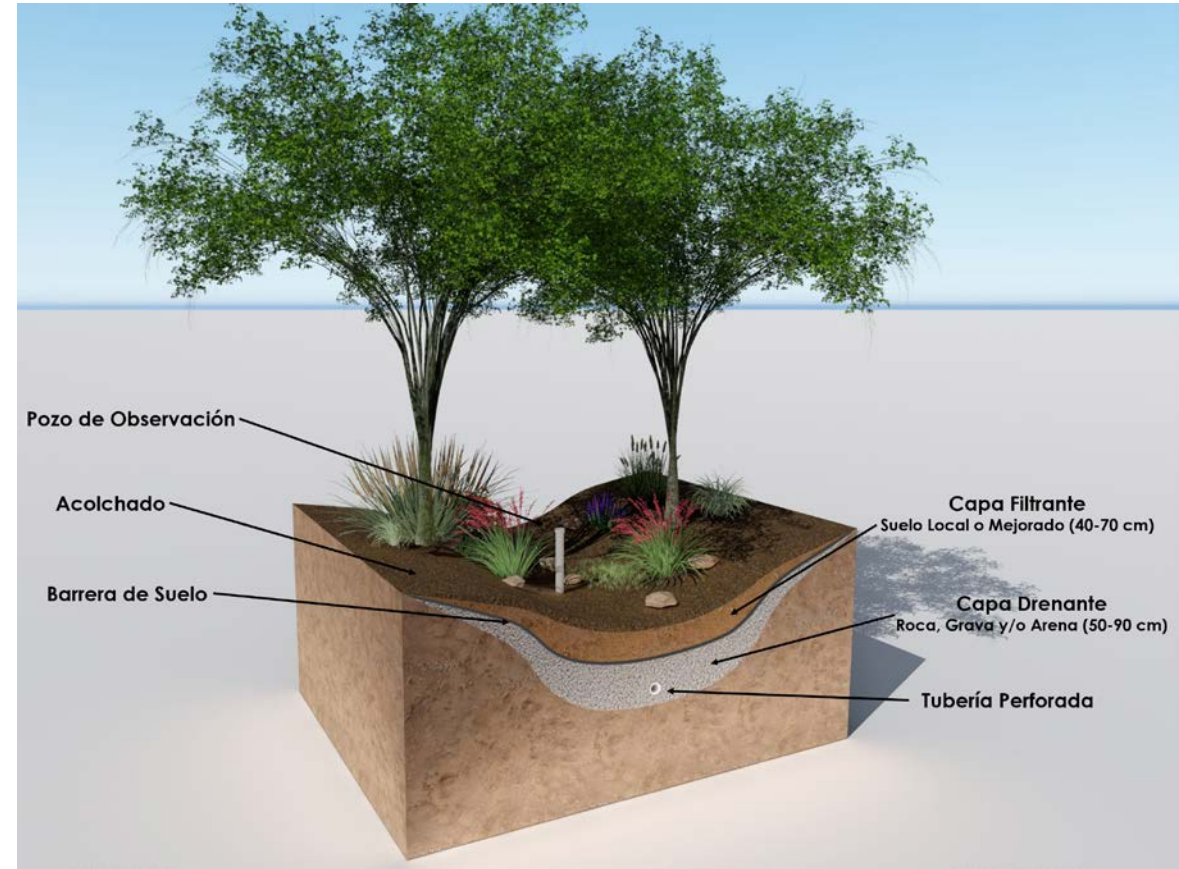
**Capa drenante;** 50 – 90 cm de roca, grava y/o arena.

Barrera de suelo.

Tubería perforada.

Superficies impermeables en pendiente.

Pozo de observación (piezómetro).

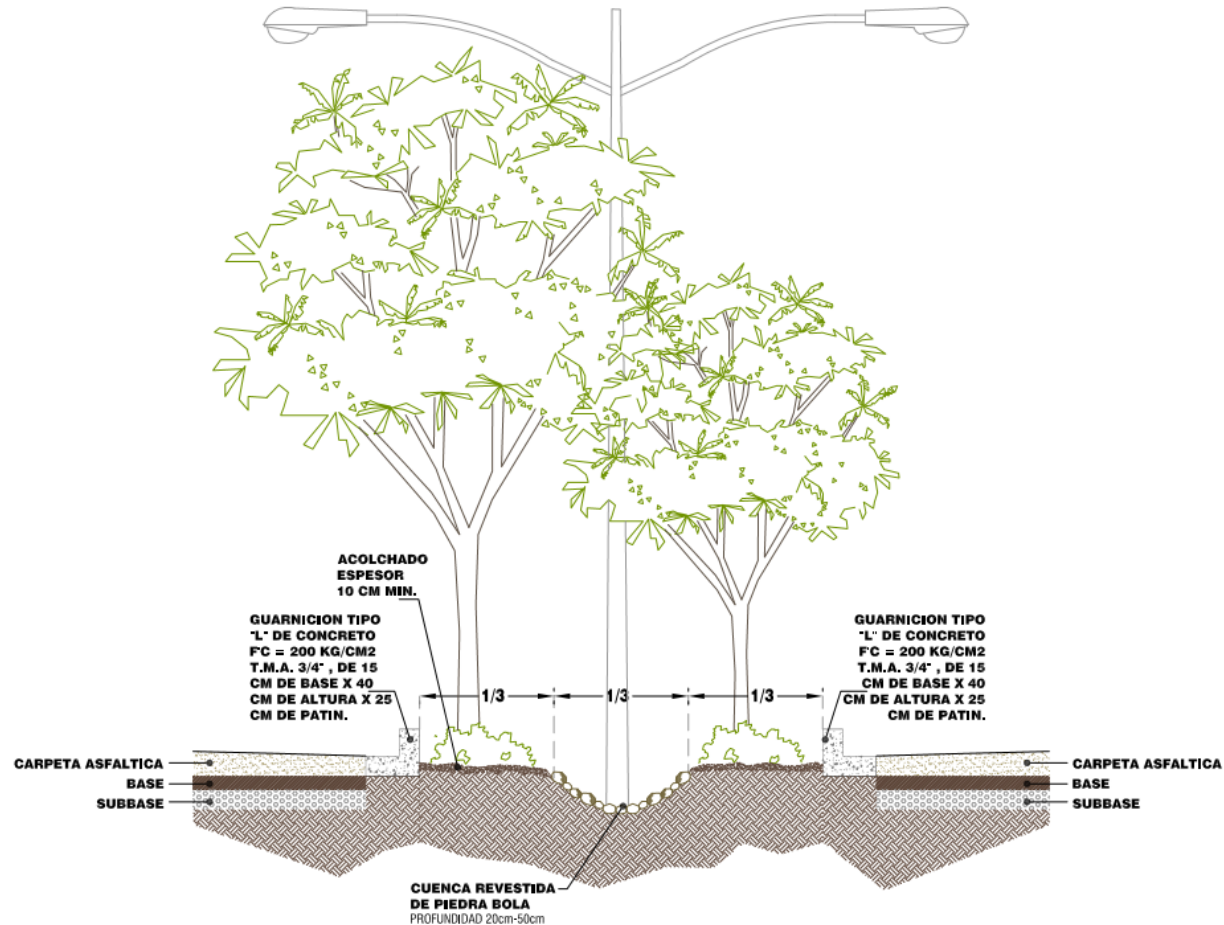


# Micro-Escala

## Técnicas – Vialidades y áreas verdes

- Microcuenca

Esquemas constructivos (DWG)



# Micro-Escala

## Técnicas – Vialidades y áreas verdes

### •Componentes generales

**Entradas de agua.** Pueden ser cortes en guarniciones, cunetas o tuberías que permiten el acceso del agua de lluvia hacia las técnicas de I.V.

**Pendientes y depresión del terreno (cuenca);** mínimo 10 cm. Con las pendientes se controla y conduce el volumen de escorrentías dentro de la técnica de I.V. Además la técnica se construye formando una depresión (cuenca) en el terreno, que es el primer depósito de captación y parte del volumen total de agua captada por el sistema.

**Acolchado.** La capa más superficial puede ser acolchado orgánico (astillas, aserrín, paja, composta, etc.) o mineral (gravas, gravillas, tezontle, etc.), éste conserva humedad y ayuda en la dispersión y mejor drenaje de agua.

**Vegetación nativa.** Aunque pueden usarse técnicas no vegetadas, los beneficios de éstas son mayores cuando se cuenta con vegetación y aún más al emplearse especies nativas.

**Filtro de sedimentos.** Este componente, colocado inmediatamente después de la entrada de agua, sirve para retener sedimentos y contaminantes, ayudando a mantener la porosidad y capacidad de infiltración del sistema.

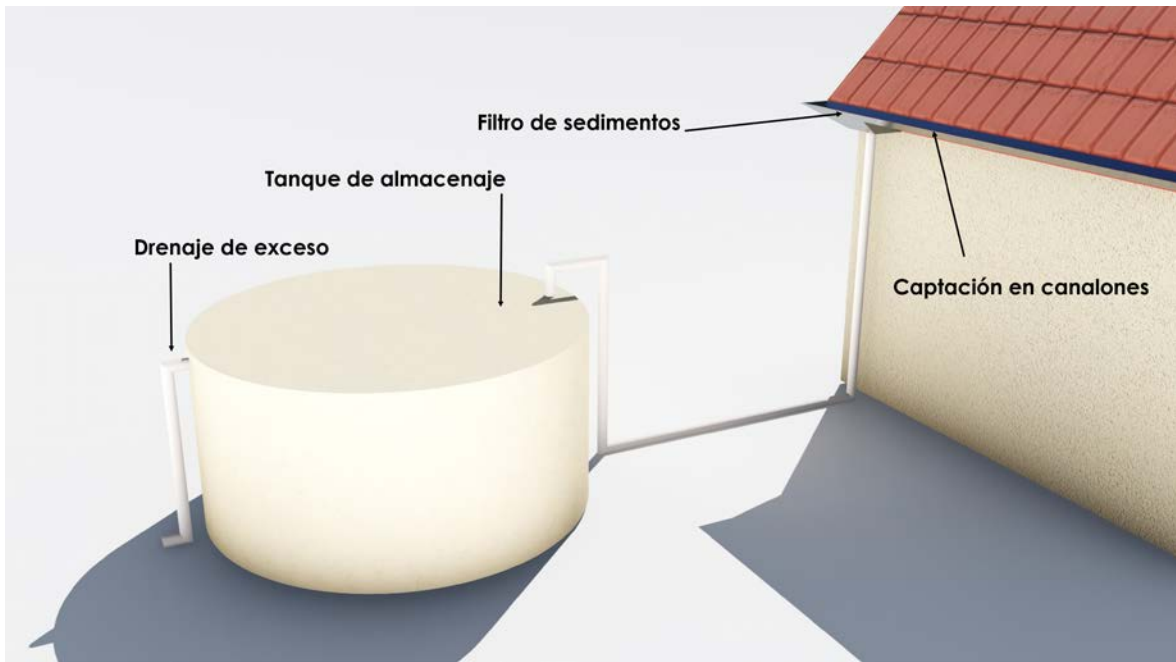




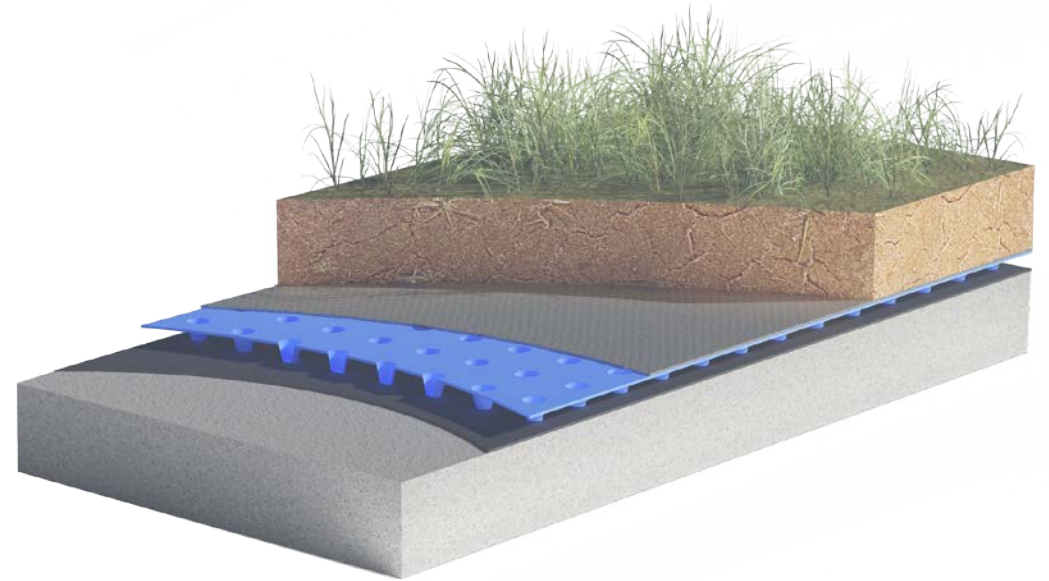
# Micro-Escala

## Técnicas – Edificaciones

- Tanques/Cisternas (captación activa)



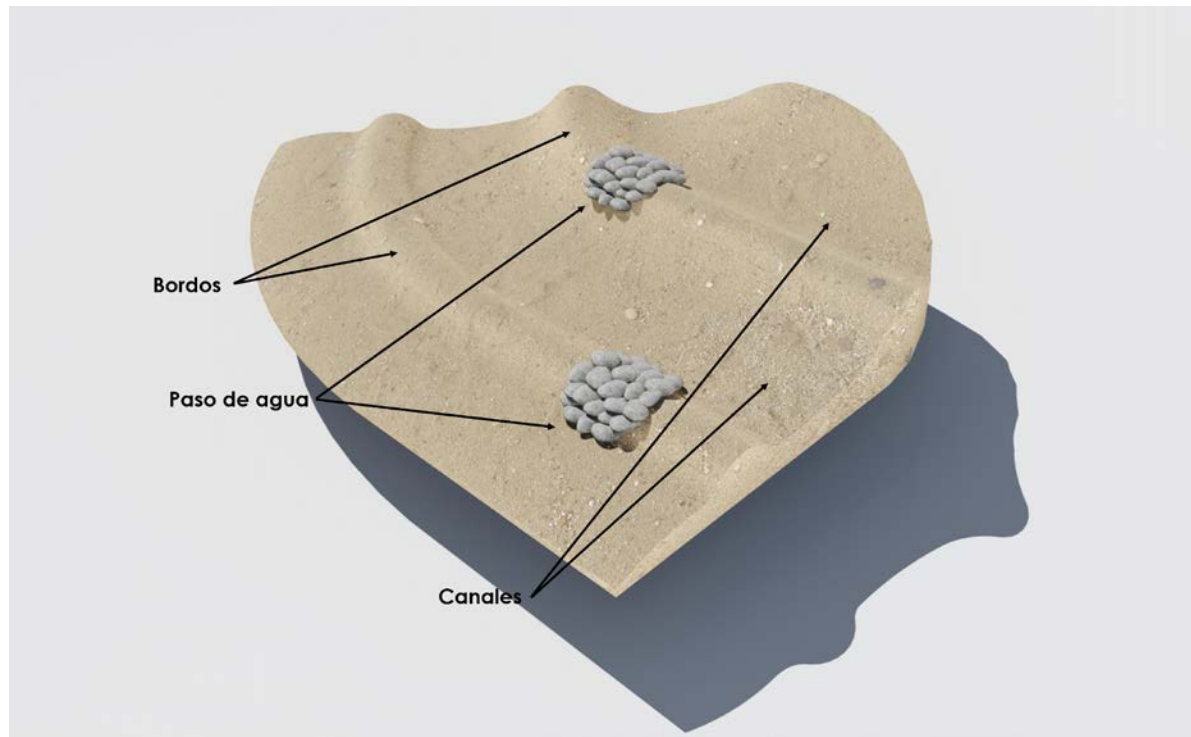
- Techos Verdes



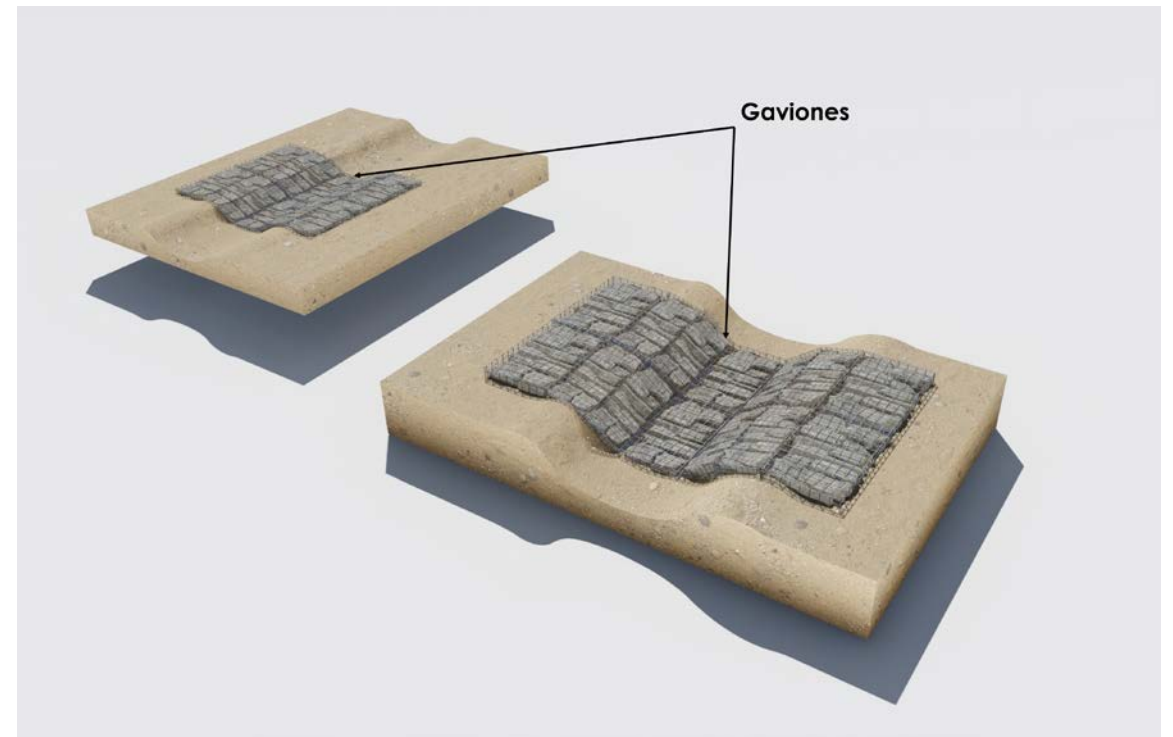
# Micro-Escala

## Técnicas – Elementos naturales e infraestructura pluvial

### •Zanja-Bordo



### •Gaviones

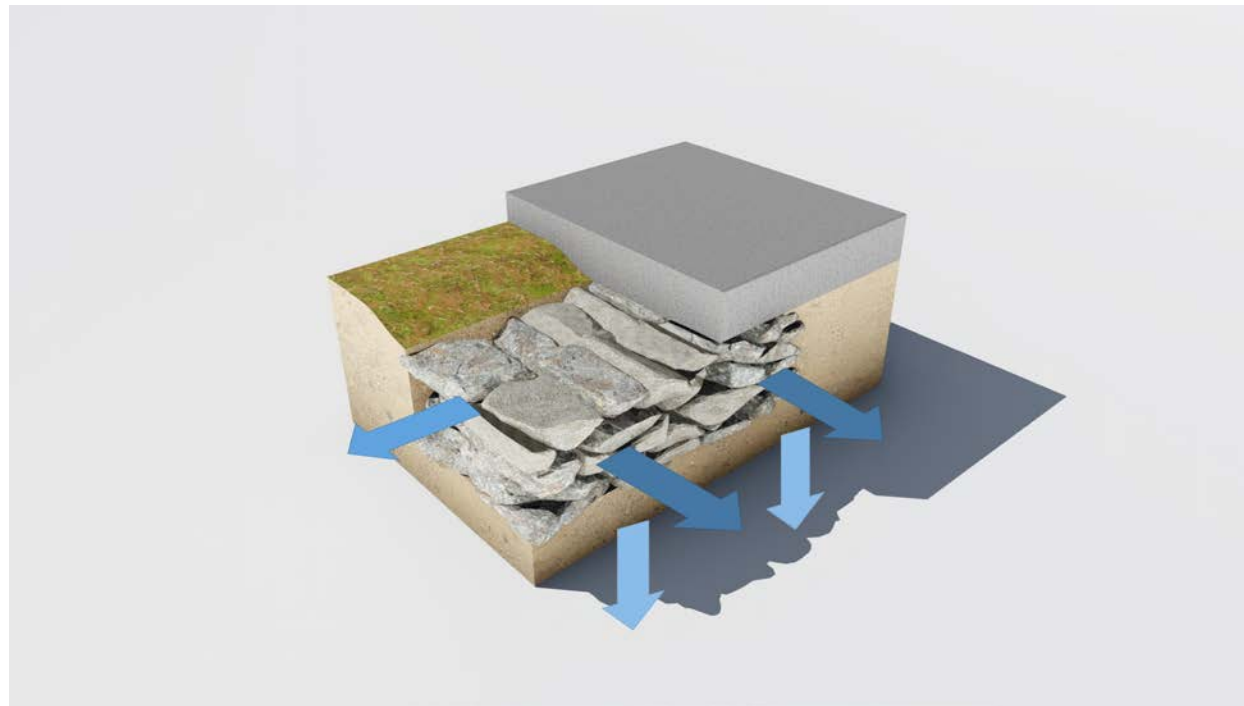




# Micro-Escala

Técnicas – Múltiples aplicaciones

- Drenaje Francés



# Micro-Escala

## Sinergia de Técnicas



# Macro-Escala

## Metodología Plan Maestro



Densidad  
Contaminantes  
Inundaciones  
Elementos Naturales y  
Drenaje Pluvial  
Cobertura Vegetal  
Distribución de Calor

Dinámica de Gestión  
FODA

Áreas Prioritarias  
Estrategia de Intervención  
Planeación  
Normativa

Proyectos Piloto  
Red de I.V.

# Infraestructura Verde

## Gestión Participativa

### **Objetivo Específico:**

Como parte de la metodología, ayudará a fundamentar la toma de decisiones para la óptima incorporación de I.V. por medio de un modelo de planeación estratégica, así como de la inclusión de actores locales que fortalezca la toma de decisiones informadas y la apropiación de criterios de sustentabilidad.

### **Elementos**

- Aprendizaje conjunto y continuo de los grupos sociales participantes
- Diseño de políticas públicas
- Establecimiento de vínculos institucionales

# Mecánica del FODA

Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas

## 1. Organizar 3 Mesas

DU

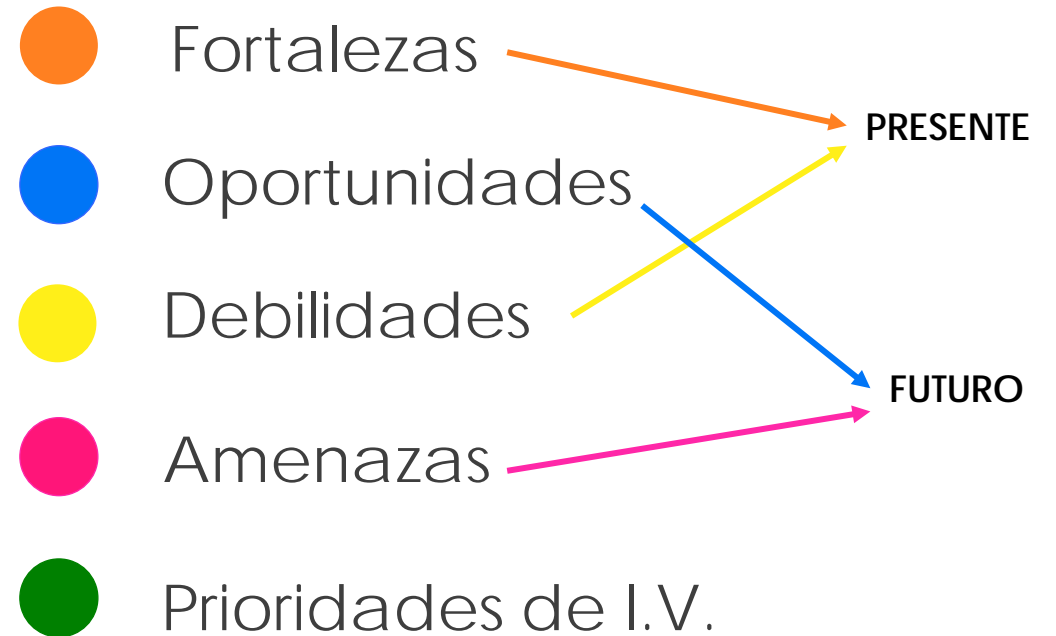
Desarrollo Urbano

SE

Desarrollo  
Socioeconómico

MA

Medio Ambiente y C.C.

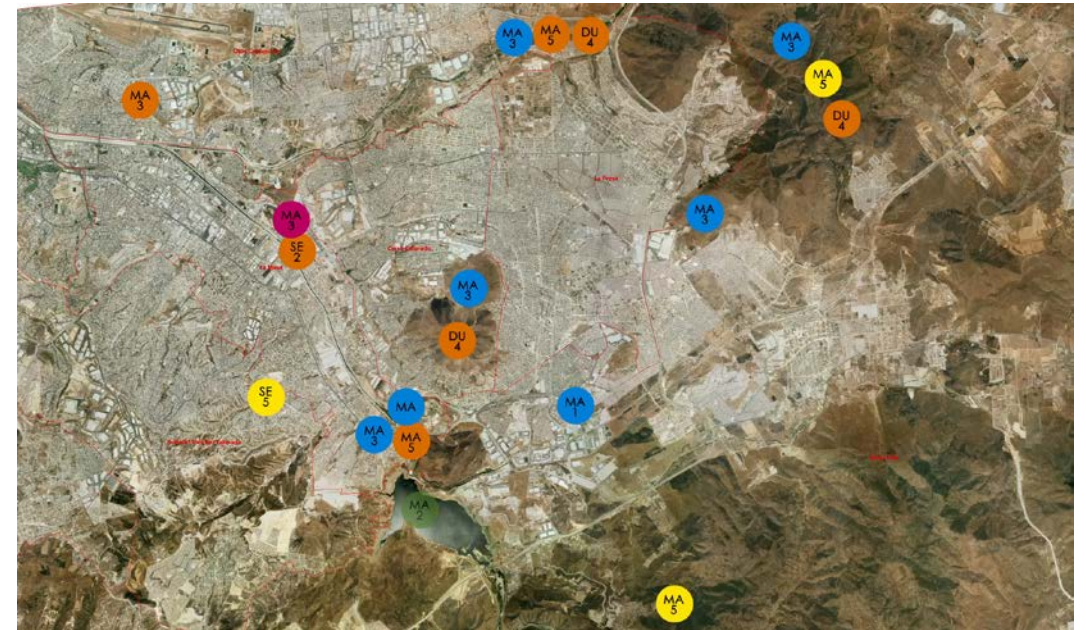
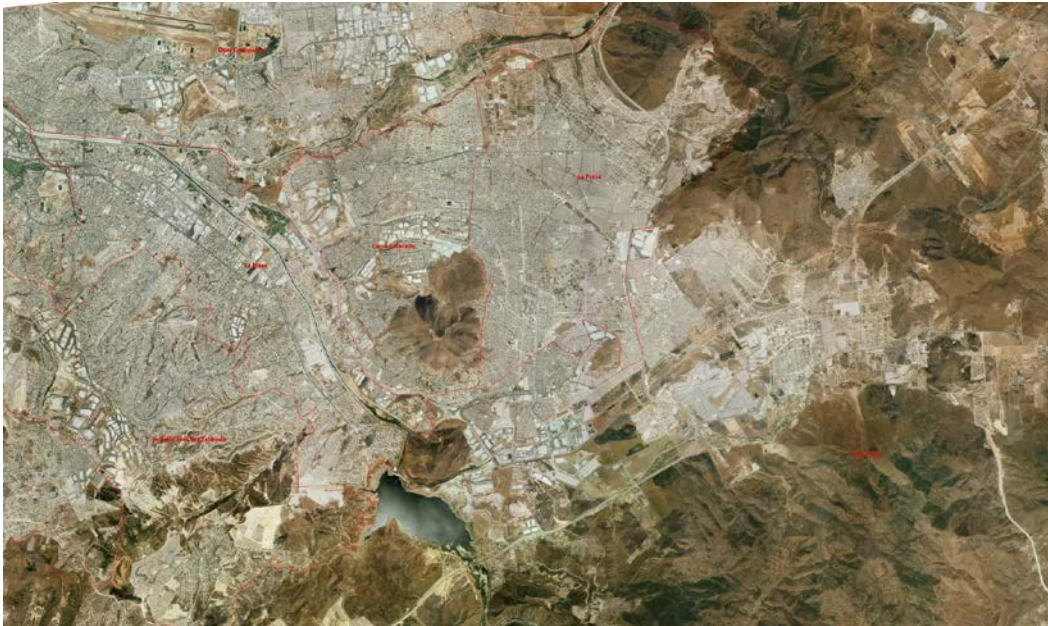


## 2. Desarrollo de FODA

# Mecánica del FODA

Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas

## 3. Geolocalización de FODA



## 4. Áreas Prioritarias para I.V.



# Mecánica del FODA

Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas

Nogales



Tijuana

# Mecánica del FODA

Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas

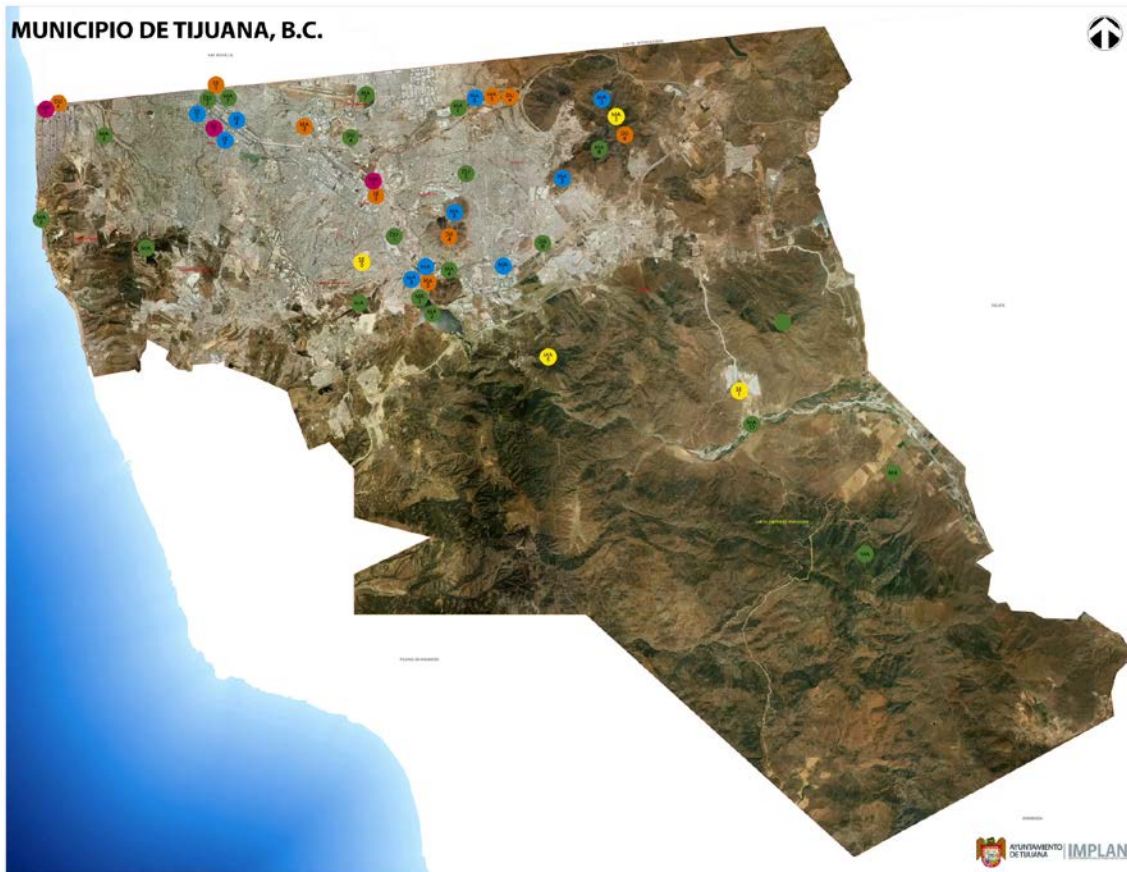
Ciudad Juárez





# Mecánica del FODA

## Resultados



Medio Ambiente y C.C:



"Taller para elaboración del manual de lineamientos de diseño de infraestructura verde para los municipios mexicanos fronterizos"  
EJERCICIO FODA

No.	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
1	Vinculación binacional para apoyo técnico y científico	Reuso de agua tratada	Sociedad en general con poco conocimiento de la vegetación y ecosistemas de la región.	Falta de continuidad en seguimiento de proyectos y planes en la transición de gobiernos.
2	Resistencia, servicios ambientales y biodiversidad.	Vinculación binacional por compartir un ecosistema	Rigidez institucional para adopción de infraestructura verde y falta de coordinación entre sectores.	Esquema de desarrollo urbano que es expansivo de acuerdo a la construcción de viviendas.
3	Organización de la sociedad civil.	Existen áreas naturales para conservar y restaurar.	Pocos recursos disponibles para implementación de infraestructura verde.	Especulación sobre la tenencia en cuanto al cambio de uso de suelo.
4	Existencia de ejercicios locales como guía	Existencia de mecanismos específicos que permiten el acceso a los recursos y guías y manuales.	Inconsistencia en implementación de reglamento y falta de equipo técnico.	Cambio climático por incertidumbre y mitigación de sequía.
5	Existencia de marco legal estatal, local y federal, que contemplan la instalación	Transición generacional en conocimiento ambiental.	Áreas de conservación y usos naturales en terrenos provados	Vulnerabilidad a plagas por malas prácticas forestales o de comercio.





AYUNTAMIENTO DE  
**HERMOSILLO**  
2015 / 2018









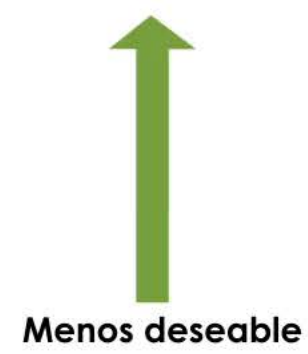
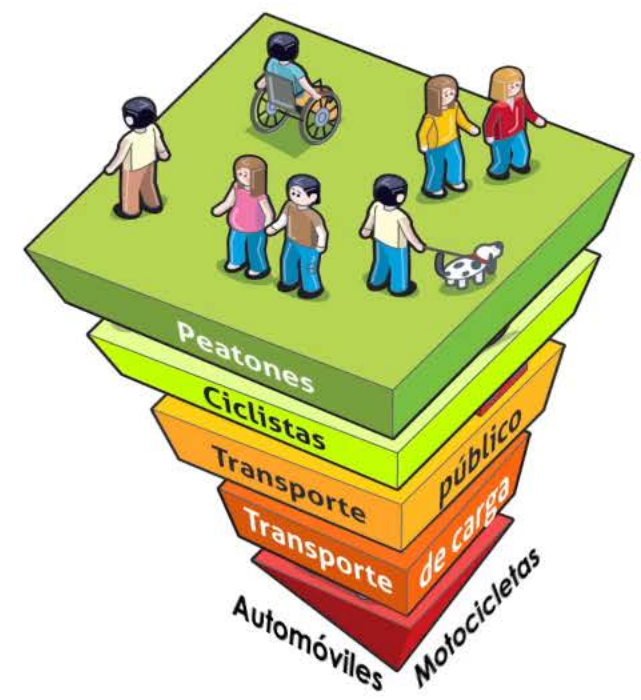
AYUNTAMIENTO DE

**HERMOSILLO**

2015 / 2018

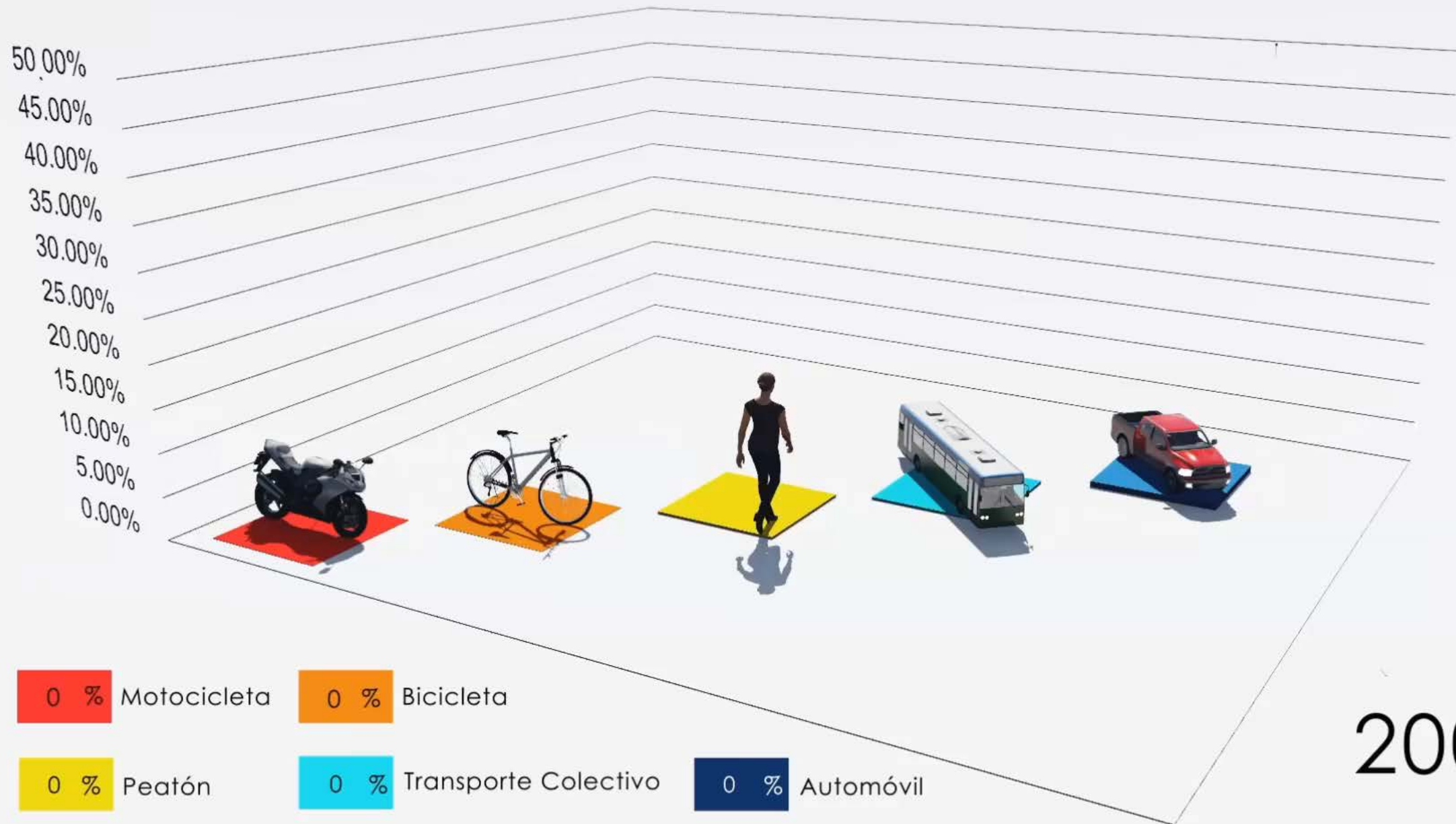


Más deseable



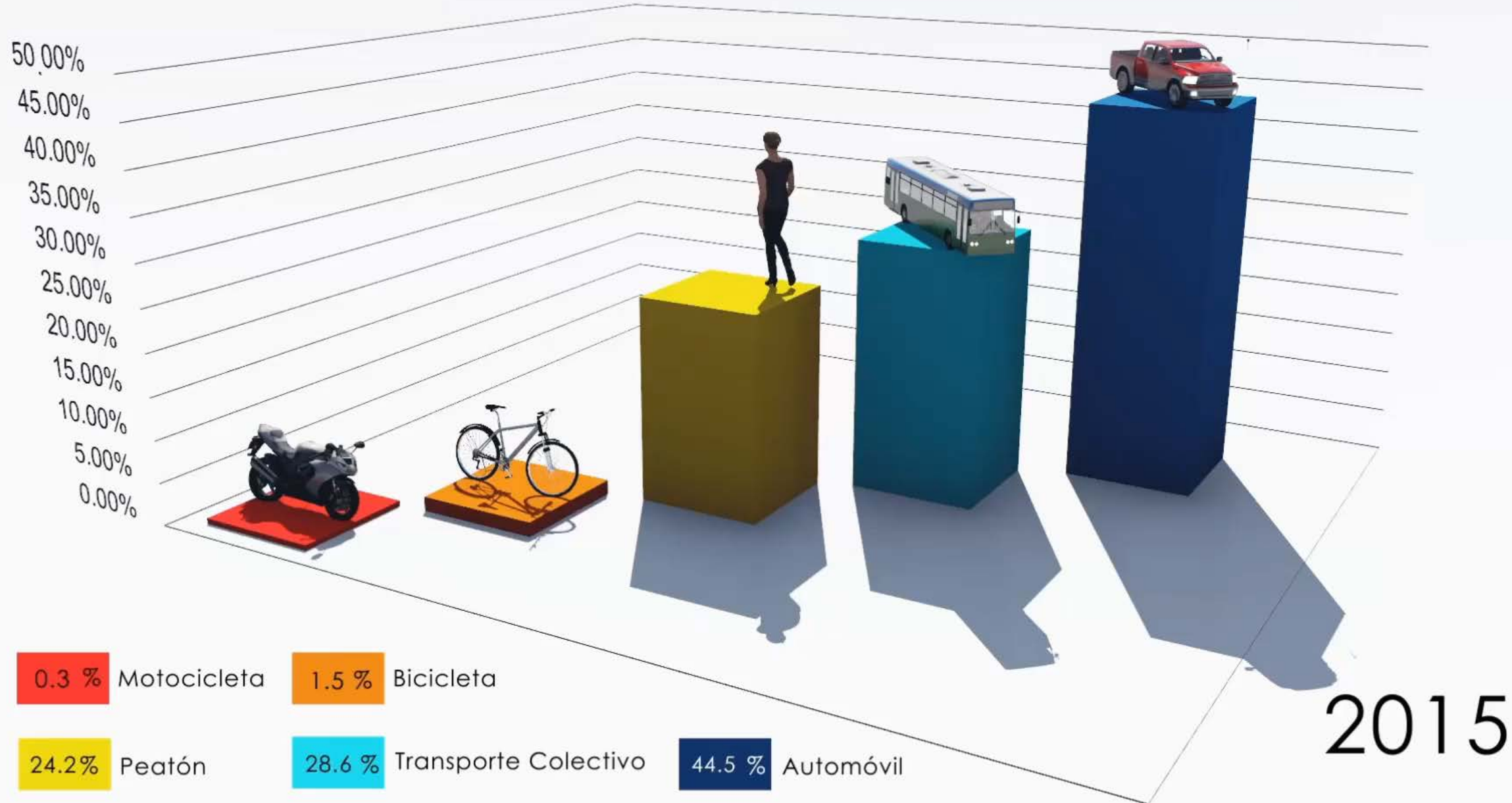


# Reparto Modal en la Ciudad de Hermosillo



2003

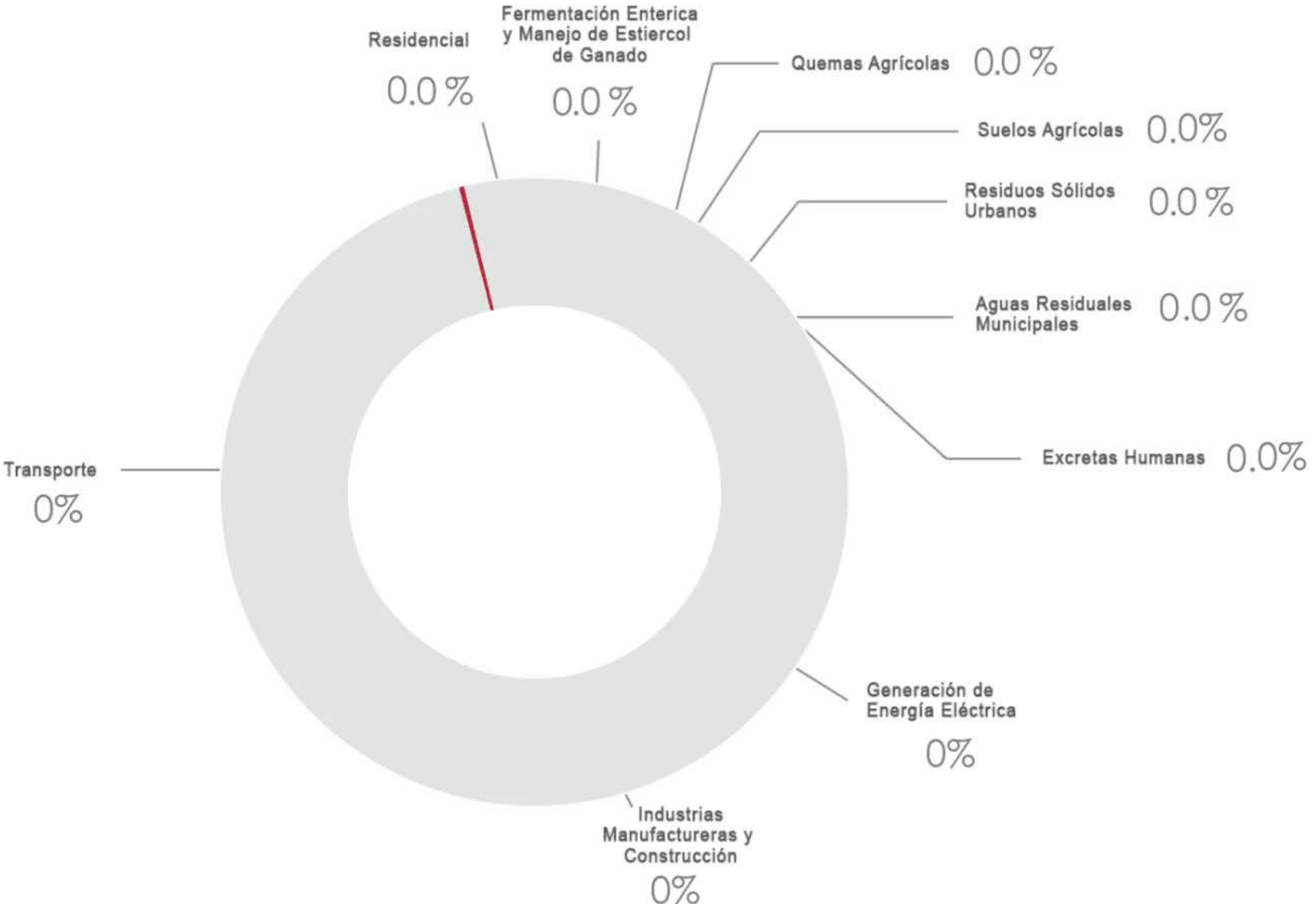
# Reparto Modal en la Ciudad de Hermosillo



2015

# Cambio climático

## Emisiones de gases de efecto invernadero





# Infraestructura Verde

## Hermosillo

### Secuencia de Implementación

2014:  
Asistencia al Foro de I.V. en Cd. Juárez.

2014:  
Incorporación del modelo de calle completa en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Hermosillo.

2016:  
Incorporación de la estrategia de I.V. en el Programa de Desarrollo Metropolitano de Hermosillo.

2016:  
Incorporación de normatividad en I.V. en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Miguel Alemán.

2016:  
Desarrollo de proyectos ejecutivos y obras piloto en el esquema Adopta un Bulevar.





# Galeana VíaVerde

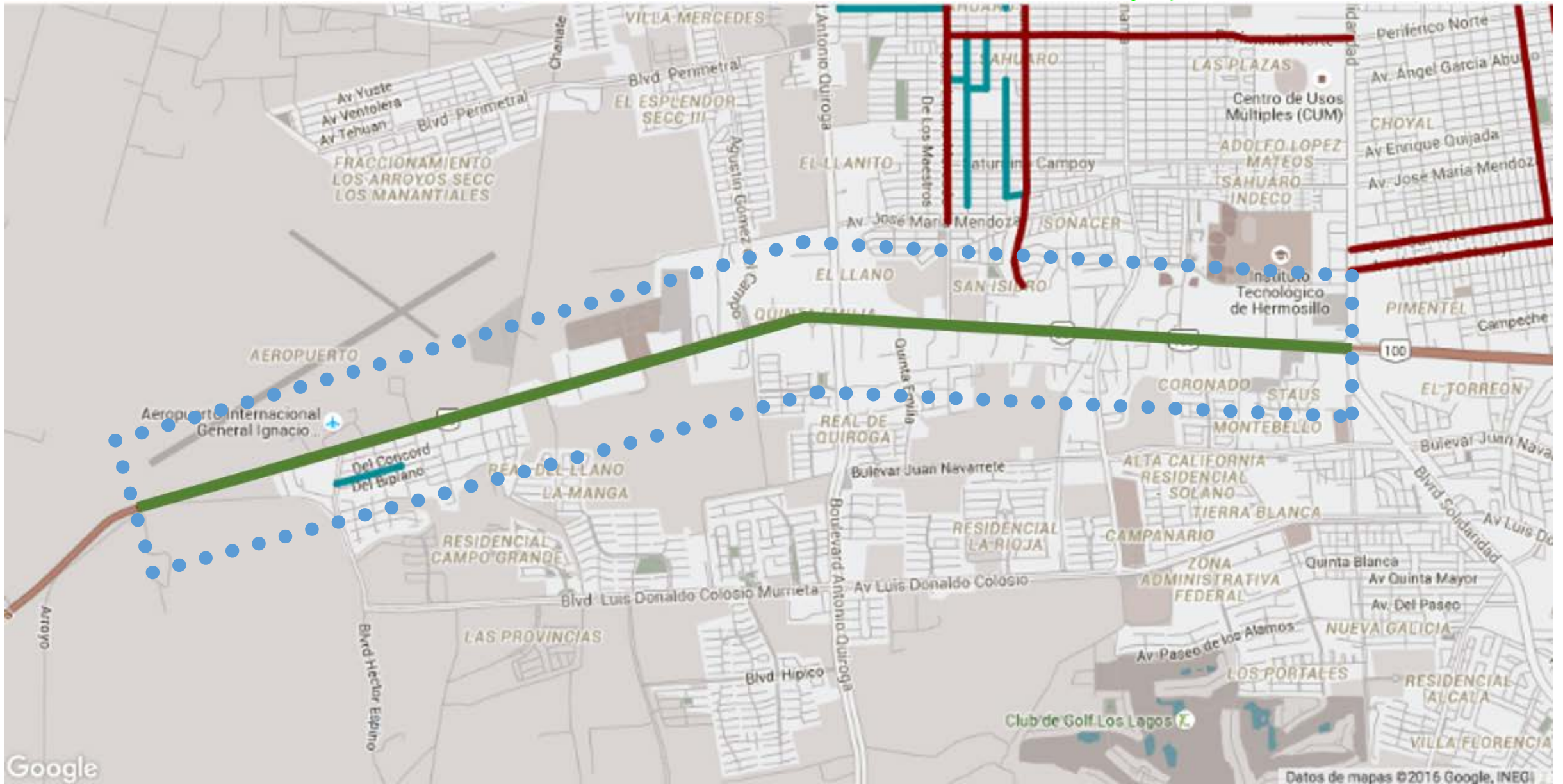








# Bldv. García Morales





Bldv. García Morales





Bld. García Morales



Antes



Bld. García Morales



Después





Adopta un  
BULEVAR

Camellón adoptado por :



AYUNTAMIENTO DE  
HERMOSILLO  
2010-2018





# Bldv. García Morales

Camellón

Antes





# Bldv. García Morales

## Camellón

Durante





# Bldv. García Morales

## Camellón

Después





# Bldv. García Morales

## Camellón

Después de Newton





# Bldv. García Morales

Banqueta

Antes





# Bldv. García Morales

## Banqueta

Durante

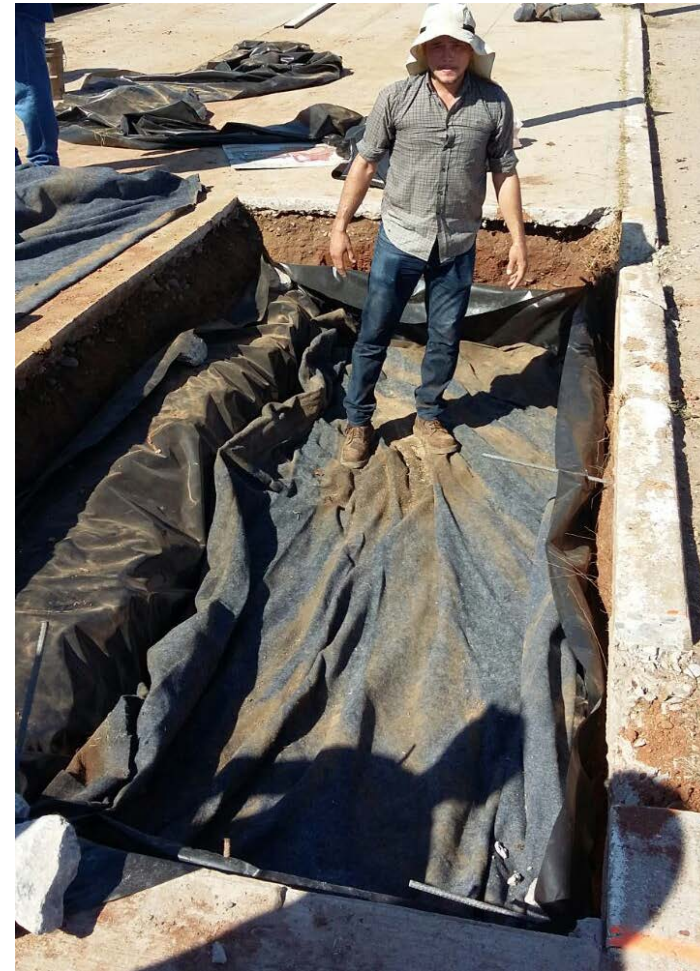




# Bldv. García Morales

## Banqueta

Durante

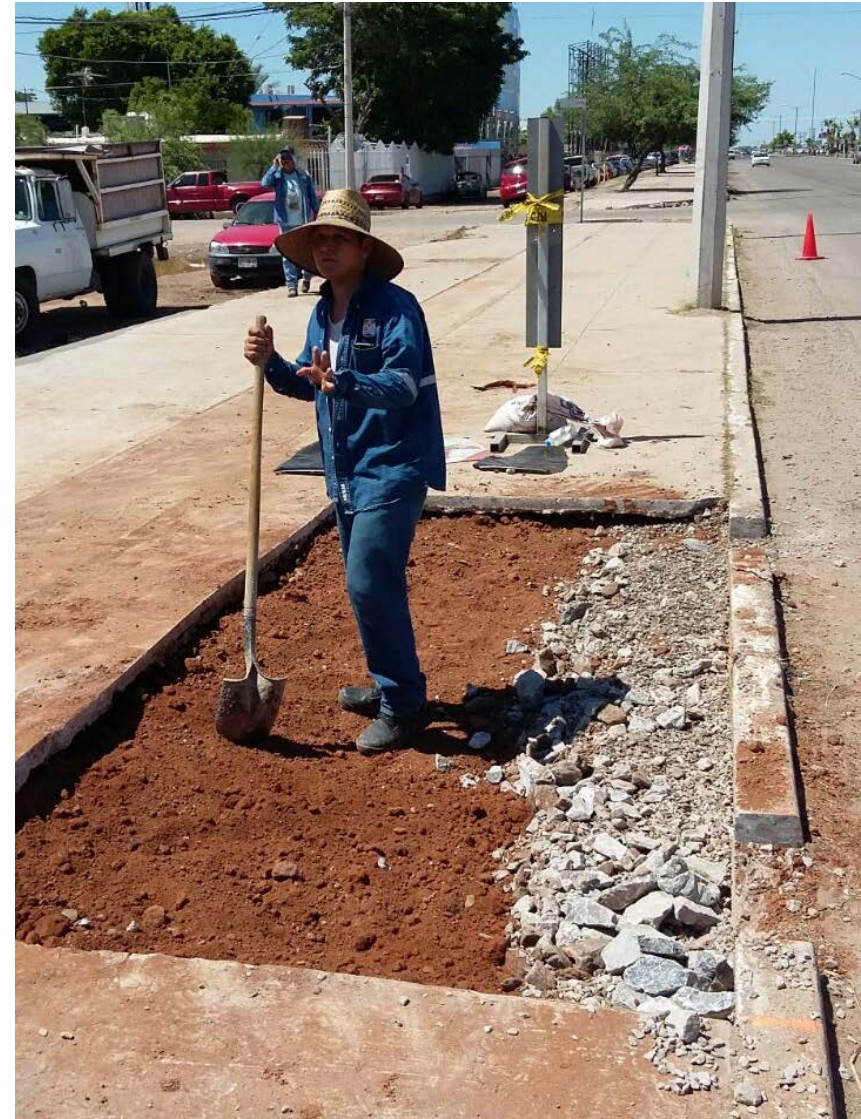




# Bldv. García Morales

## Banqueta

Durante





# Bldv. García Morales

Banqueta

Después

















# Plan maestro "Corredores Verdes"









# INFRAESTRUCTURA VERDE

MANUAL DE LINEAMIENTOS DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VERDE



North American  
Development Bank



Banco de Desarrollo  
de América del Norte