

# Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)

## Contextualización

Oficina de Gestión Ambiental (OGA)



INSTITUTO DE  
DESARROLLO URBANO



**1**

**Problemática**

**2**

**Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)**

**3**

**Tipologías de SUDS**

**4**

**Avances en la implementación de SUDS**

**5**

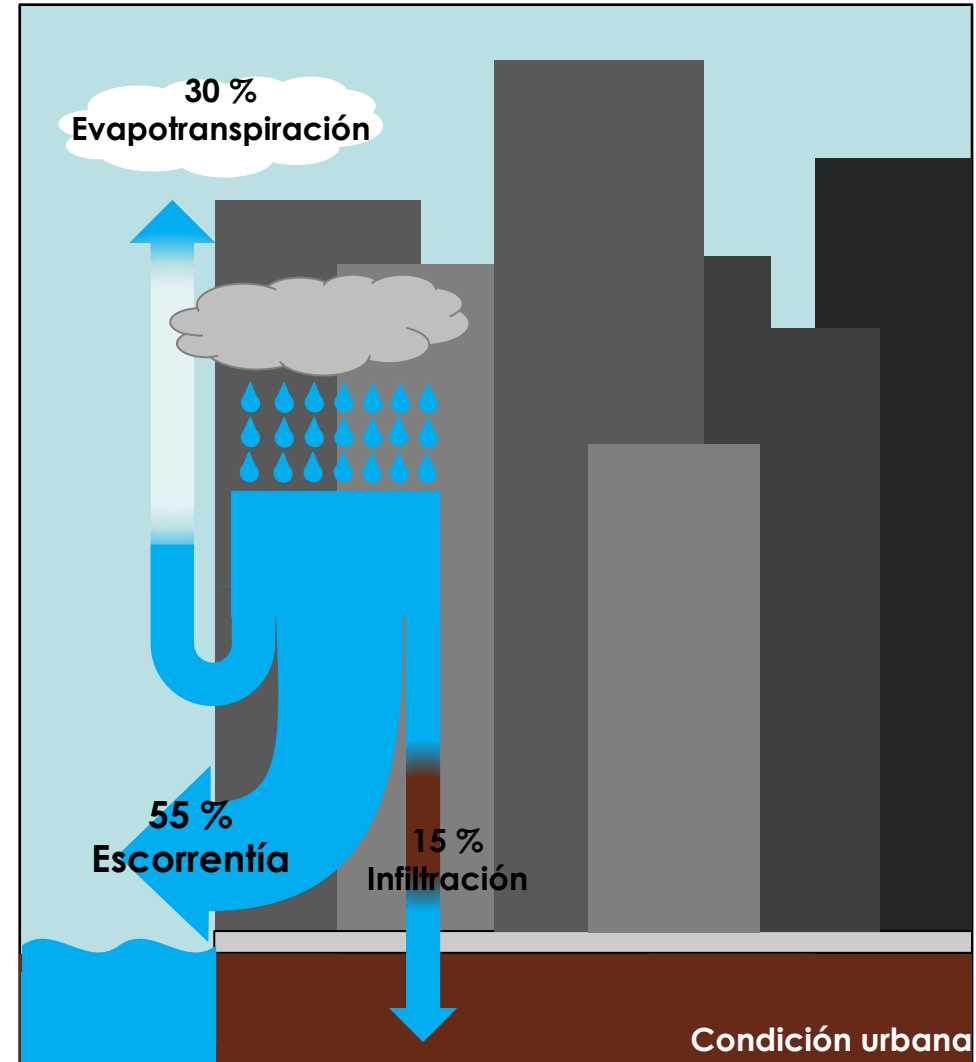
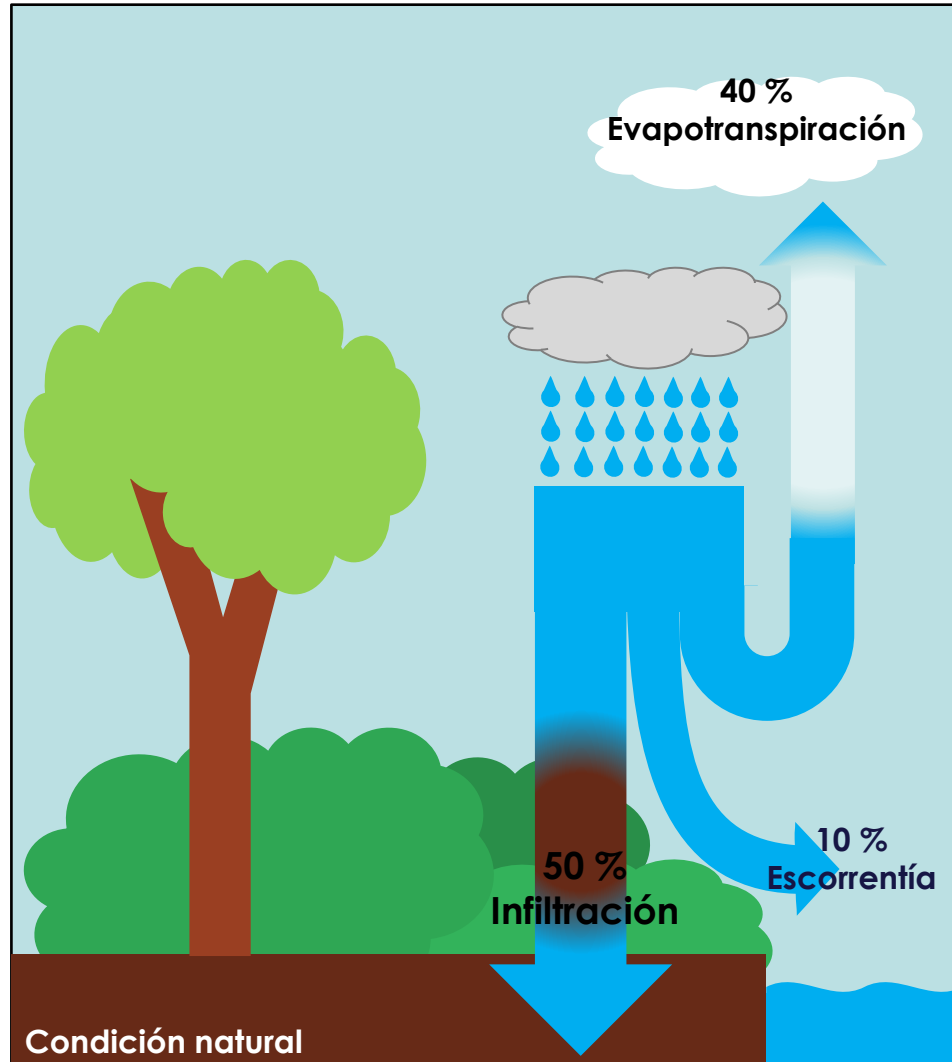
**Casos exitosos de estudio**

**6**

**Retos y oportunidades**

# 1

## Problemática



Adaptado de: The Philadelphia Water (PWD) Stormwater Management Guidance Manual

1

# Problemática



# 1

## Problemática



La contaminación acumulada en la superficie, es arrastrada hacia la red de colectores y finalmente llega **ríos, quebradas y humedales**, generando alta contaminación.

“El agua del **primer lavado** puede ser tan contaminada como el agua residual”

1

# Problemática

## Sexto Informe IPCC: Cambio Climático 2021



Evapotranspiración

Precipitación

Radiación solar

## 2 Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)



Estructuras **alternativas y complementarias** al sistema de alcantarillado que forman parte de la infraestructura urbana para el **manejo de aguas lluvias**.

El principio básico de estos sistemas es imitar la **condición natural del ciclo del agua**, para **disminuir los efectos negativos** producto del **desarrollo urbano**.



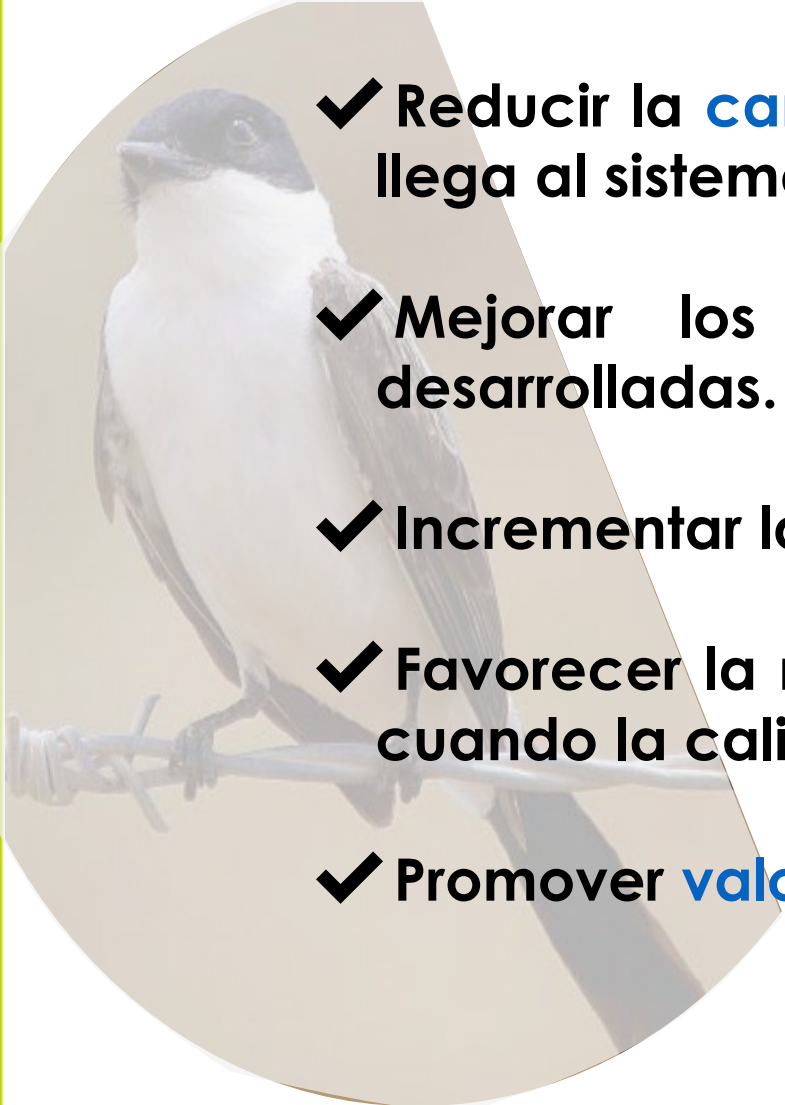
Tomado de: Bozonic et al., 2017

Tomado de: <http://www.waterworld.com/articles/2016/10/stormwater-management-in-lexington-ky-benefits-from-400-000-in-grants.html>

Bozovic, R., Mijic, A., Suter, I., Maksimovic, Č., Smith, K., & Van Reeuwijk, M. (2017). Blue Green Solutions. A Systems Approach to Sustainable, Resilient and Cost-Efficient Urban Development. Londres: Imperial College.

# Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)

## Beneficios de los SUDS

- 
- ✓ Reducir la **cantidad y mejorar la calidad** de la escorrentía que llega al sistema de alcantarillado.
  - ✓ Mejorar los **valores estéticos y paisajísticos** de áreas desarrolladas.
  - ✓ Incrementar la **biodiversidad urbana** y crear hábitats naturales.
  - ✓ Favorecer la recarga de **agua subterránea** en el área urbana, cuando la calidad del agua lo permita.
  - ✓ Promover **valores ambientales** en la comunidad.



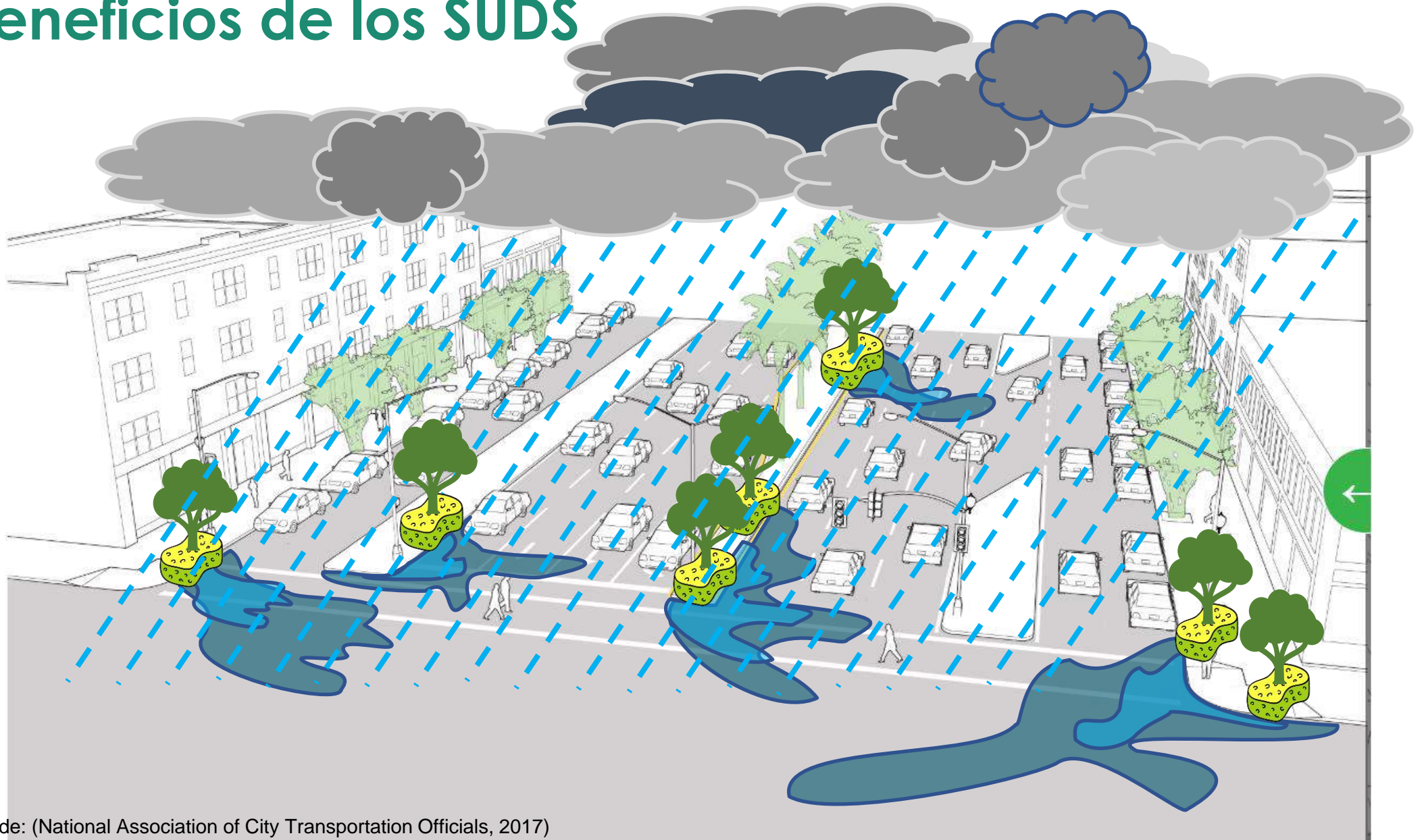
## 2 Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) Beneficios de los SUDS

- ✓ Crear **espacios urbanos** para promover la **interacción** entre los habitantes del área intervenida.
- ✓ Mejorar la salud mental y física al proveer espacios relajación y recreación.
- ✓ Mejorar los **valores estéticos y paisajísticos** de áreas desarrolladas.
- ✓ Aumentar el **valor** de las propiedades aledañas.
- ✓ Favorecer el confort **térmico y acústico**.
- ✓ Mejorar la **calidad del aire**.

2

# Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)

## Beneficios de los SUDS

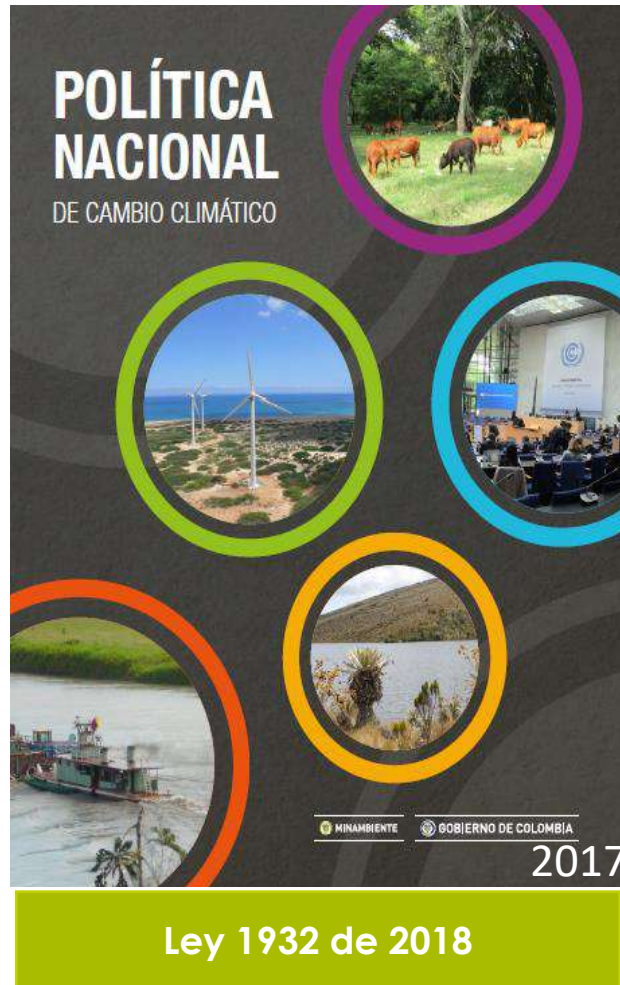


Adaptado de: (National Association of City Transportation Officials, 2017)

2

# Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) Marco Normativo Nacional y Distrital

## 1 LÍNEA ESTRATÉGICA: Desarrollo Urbano Bajo en Carbono y Resiliente



Decreto 597 de 2018  
Alcaldía Mayor de Bogotá

Establece responsabilidades en  
materia de SUDS

Acuerdo 790 de 2020  
Consejo de Bogotá

Se declara la emergencia climática  
en Bogotá D.C

Norma Técnica NS-166  
EAAB-ESP Febrero 2018

Criterios para diseño y construcción  
de Sistemas Urbanos de Drenaje  
Sostenible (SUDS)

Vulnerabilidad  
Cambio climático

# 2

# Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) E2050



**E2050 COLOMBIA**  
Estrategia climática de largo plazo de Colombia E2050 para cumplir con el Acuerdo de París



Además, se plantea la protección de la estructura ecológica principal y su potenciamiento como infraestructura verde para regulación del ciclo hidrológico y aporte a la conectividad ecohidrológica, el desarrollo complementario de SUDS, suelos más permeables (con menor ocupación, e igual o mayor edificabilidad), espacio público para la adaptación (parques del agua, lagunas de amortiguación, bordes urbanos permeables). Y en edificios, localización adaptada de la infraestructura y las edificaciones<sup>40</sup>, drenajes ecológicos, áreas arborizadas y estabilización de taludes, cubiertas verdes y seguras, ocupación y tratamiento de suelo permeables.



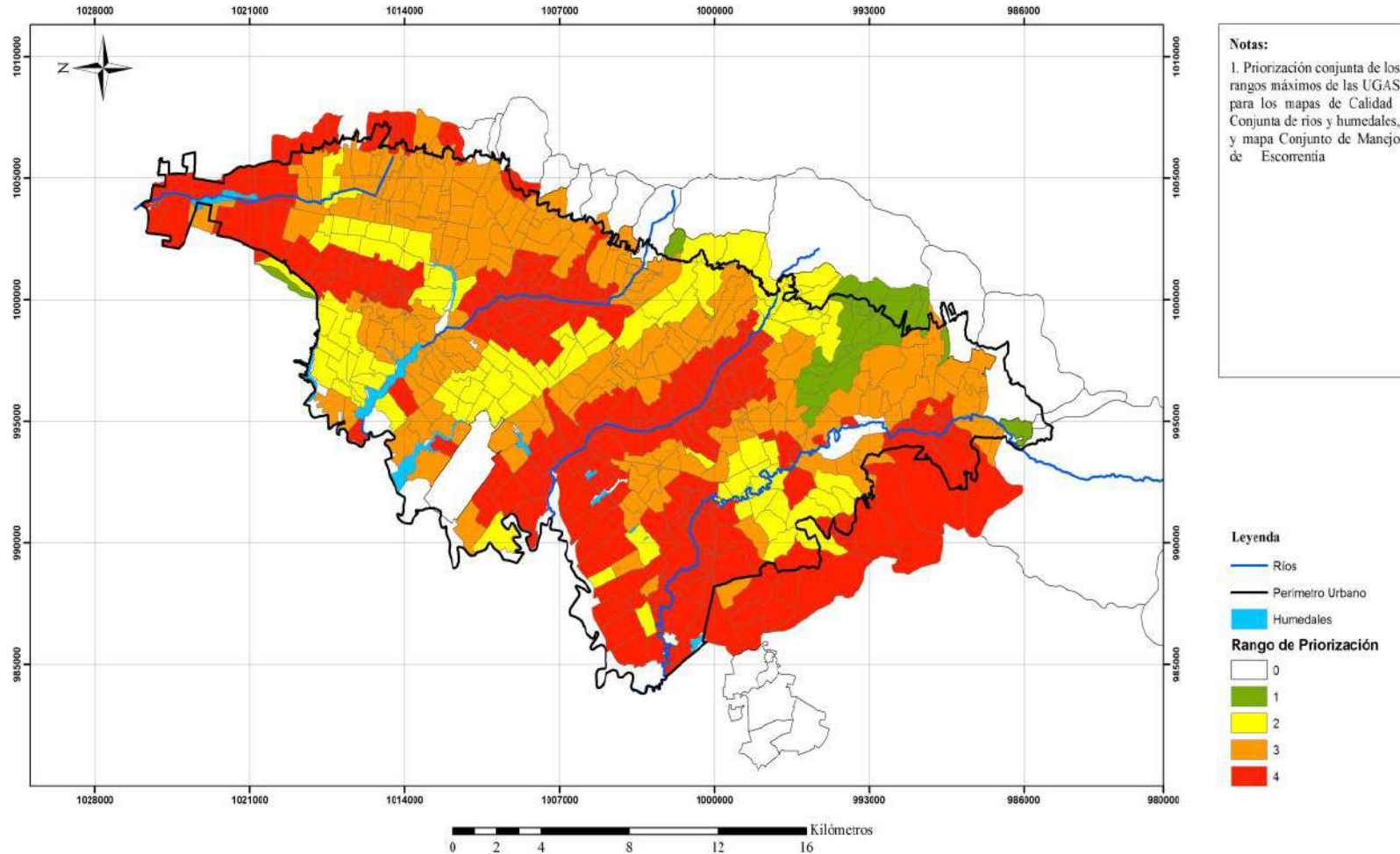
## Apuesta 6

Ciudades-región con desarrollo urbano integral



# Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)

## Aplicación en Bogotá



Investigación de las Tipologías y/o tecnologías de sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) que más se adapten a las condiciones de la ciudad de Bogotá D.C.



**Nombre del Mapa:**

Clasificación Conjunta de rangos de priorización de UGAS por calidad de agua de ríos y humedales y manejo de escorrentía

Fecha: 28/05/2015

Escala: 1:150.000

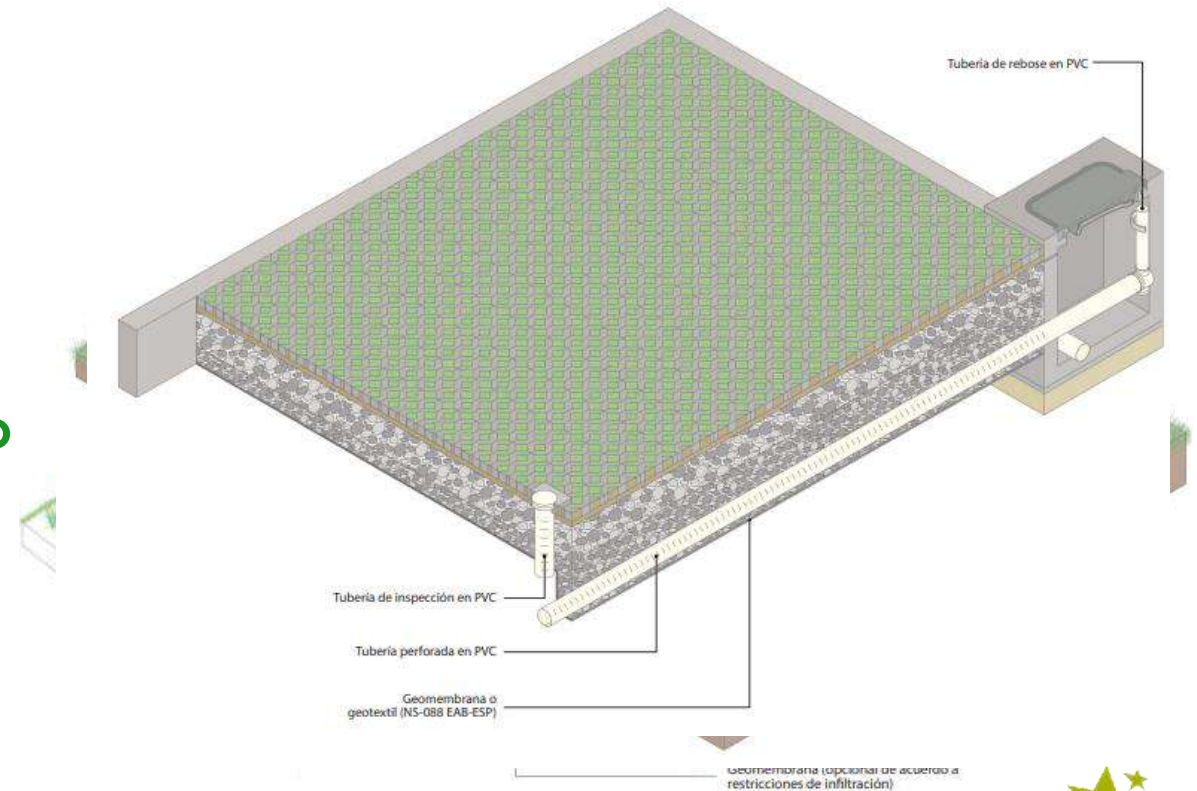


# Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) Aplicación en Bogotá

## Norma Técnica NS-166 EAAB-ESP 2018

Las 7 Tipologías con mayor viabilidad para la ciudad son:

- ✓ Alcorques inundables
- ✓ Tanques de almacenamiento
- ✓ Zonas de Bio-retención
- ✓ Cunetas verdes
- ✓ Cuenca seca de drenaje extendido
- ✓ Zanjas de infiltración
- ✓ Pavimentos porosos



# 3

## Tipologías de SUDS Alcorques Inundables

Trenes de alcorques



Limitaciones de espacio



Rejillas complemento de andenes



Creación de espacio público



3

# Tipologías de SUDS

## Ejemplo: AV. Rincón (La Conejera - AV. Tabor)



Primeras 3  
Tipologías de  
Alcorque  
inundable en  
Bogotá

Tipología: Alcorques  
inundables  
3 Unidades  
interconectadas  
3 Árboles beneficiados  
1 Pozo intervenido  
0,16 Ha Área de drenaje  
6 m<sup>3</sup> de  
almacenamiento por  
evento de lluvia



3

# Tipologías de SUDS

## Ejemplo: AV. Rincón (La Conejera - AV. Tabor)

Pruebas de lluvia sintética



3

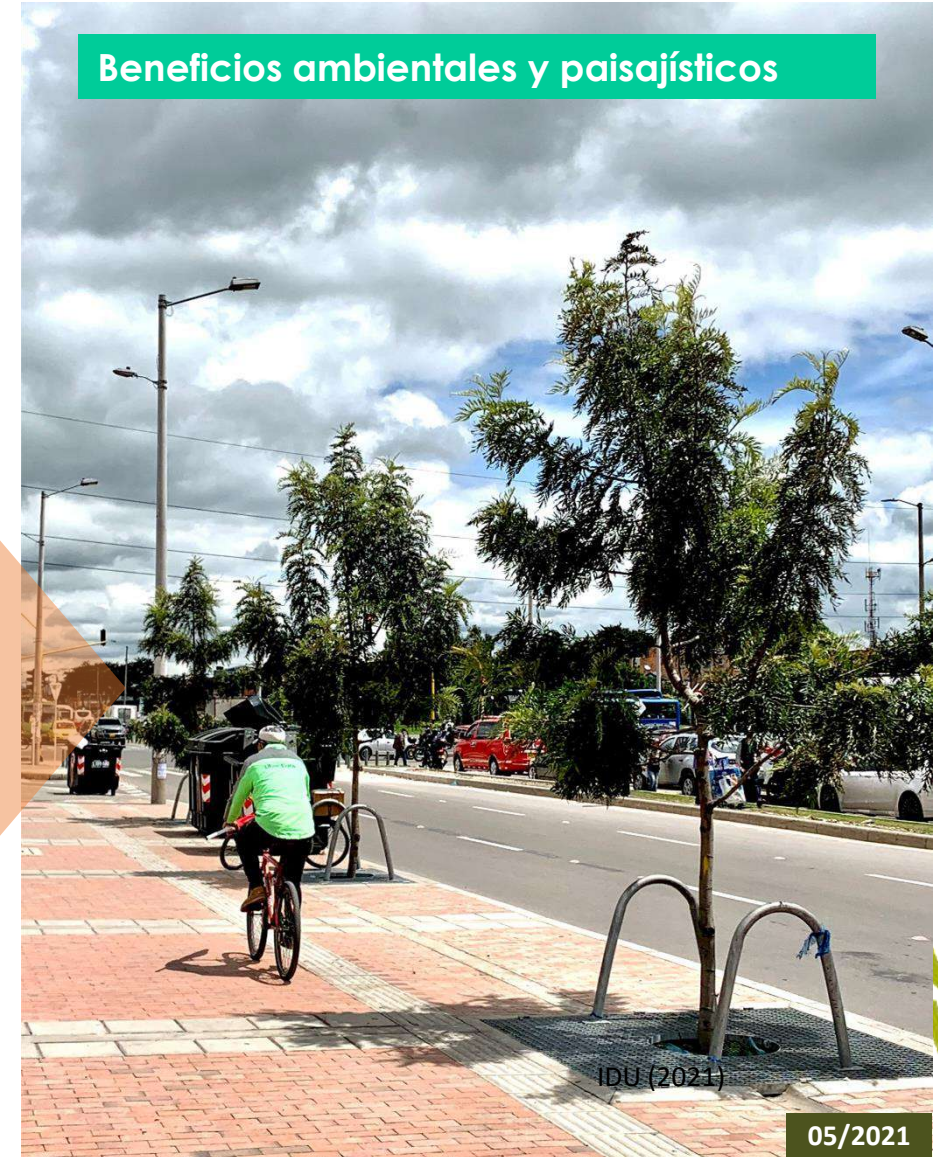
# Tipologías de SUDS

## Ejemplo: AV. Rincón (La Conejera - AV. Tabor)

ALCORQUE INUNDABLE



Beneficios ambientales y paisajísticos



# Tipologías de SUDS

## Cuenca Seca de Drenaje Extendido (CSDE)

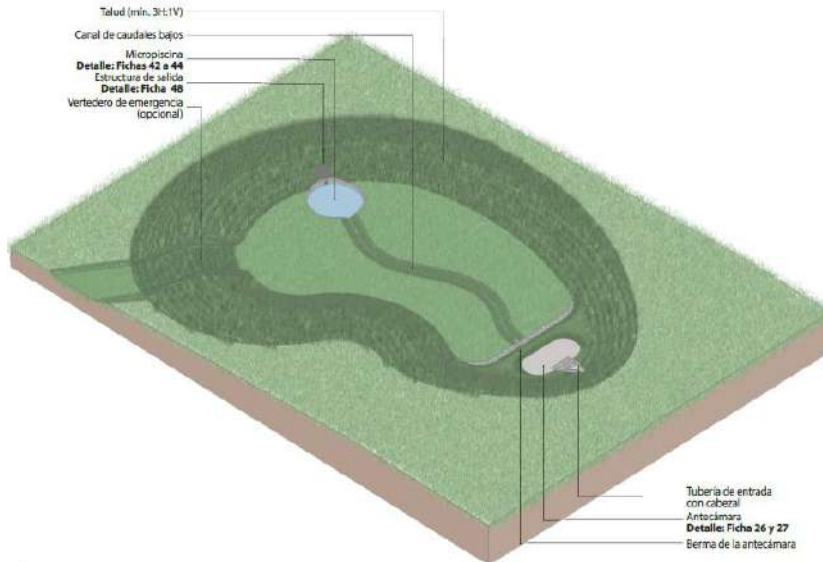


Figura 7. Isométrica: Cuenca seca de drenaje extendido

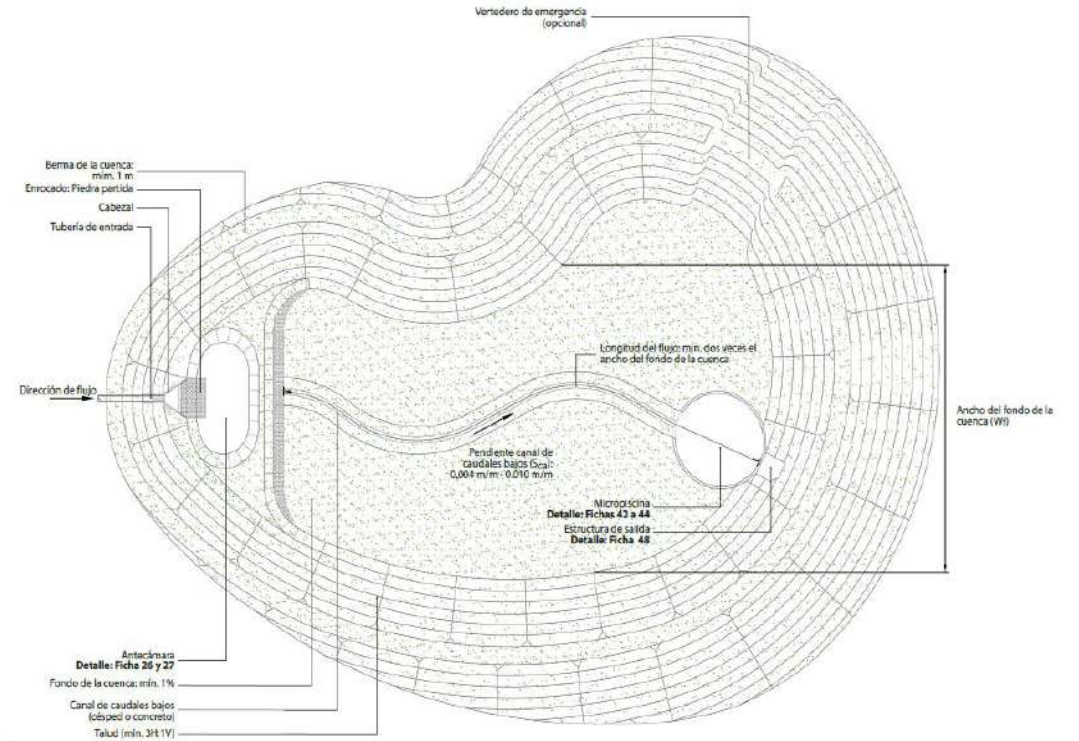
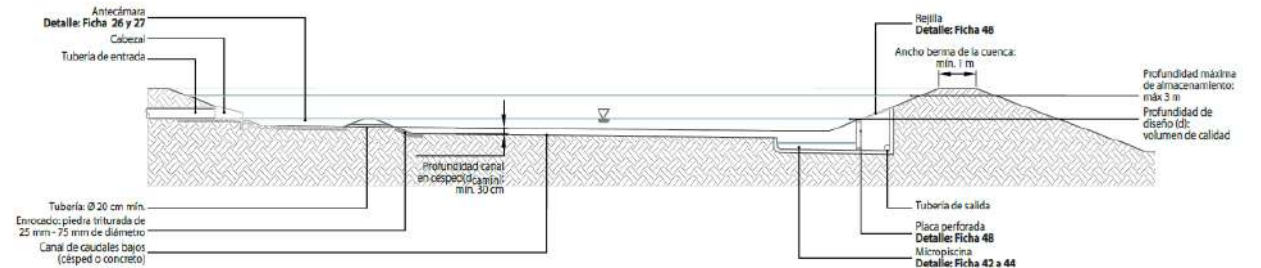


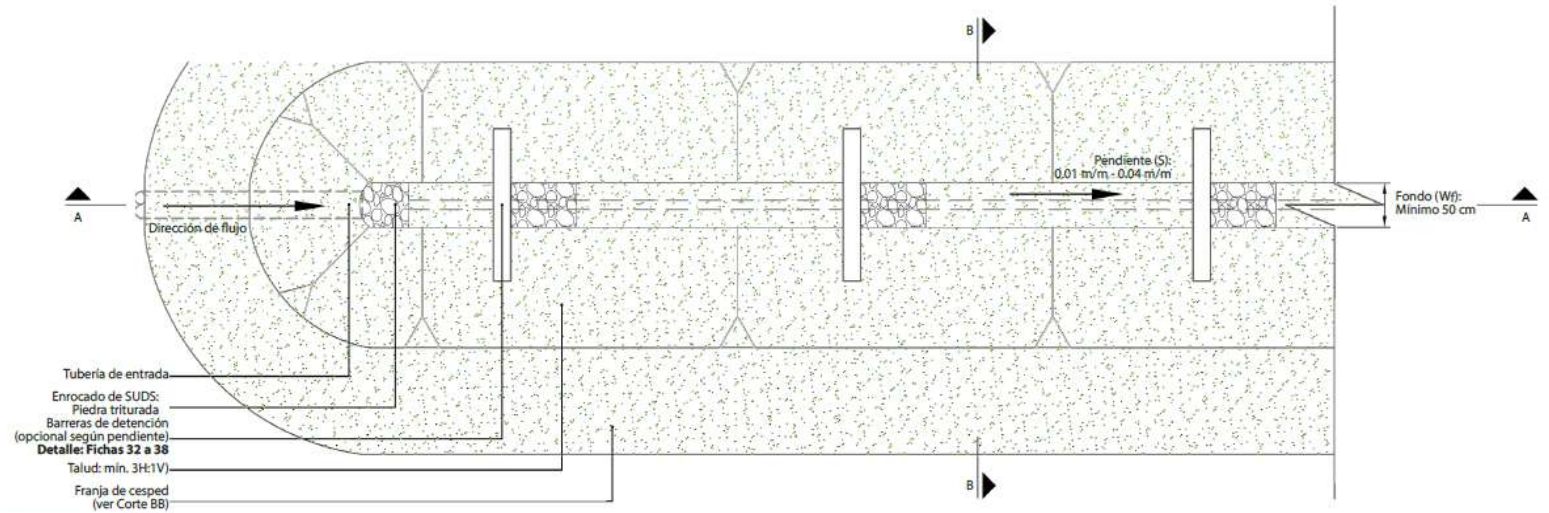
Figura 9. Planta



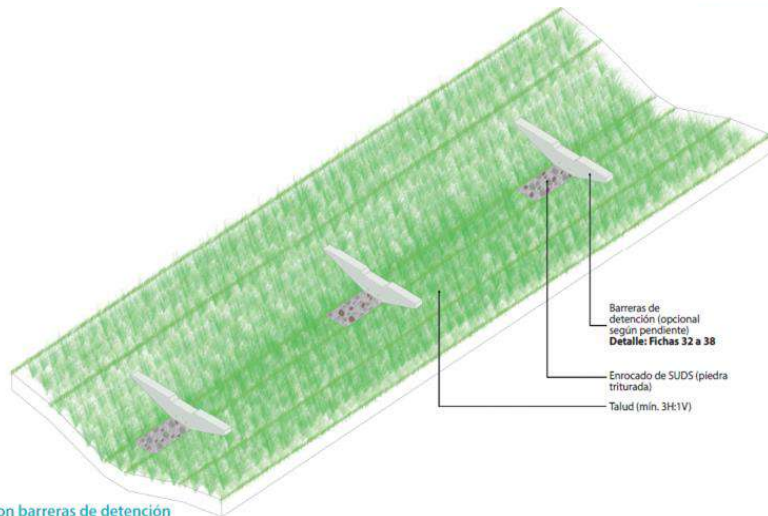
Tomado de: (CIIA, Universidad de los Andes, 2017)

# Tipologías de SUDS

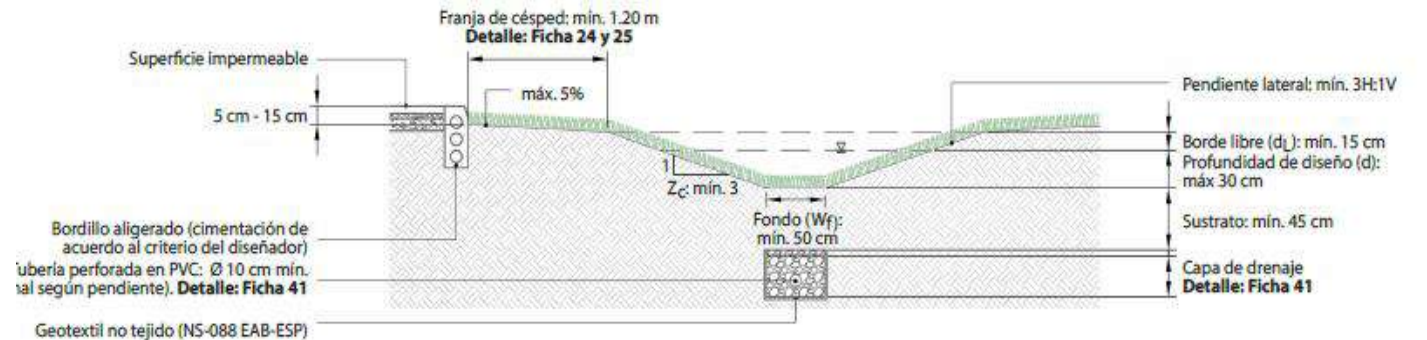
## Cunetas Verdes



ita



con barreras de detención



Tomado de: (CIIA, Universidad de los Andes, 2017)

3

# Tipologías de SUDS

## Ejemplo: Parque Metropolitano San Cristóbal Sur. Bogotá D.C.



Google

3

# Tipologías de SUDS

## Ejemplo: Parque Metropolitano San Cristóbal Sur. Bogotá D.C.



**Tipología: Cuneta verde (70 m)  
y Cuenca seca de drenaje  
extendido (CSDE)**  
1 Tren de SUDS  
1 Sumidero intervenido  
1,6 Ha de área de drenaje  
> 10 árboles beneficiados  
164 m<sup>3</sup> de almacenamiento por  
evento de lluvia



Tomado de: (CIIA, Universidad de los Andes, 2017)

# Tipologías de SUDS

## Pavimentos Permeables

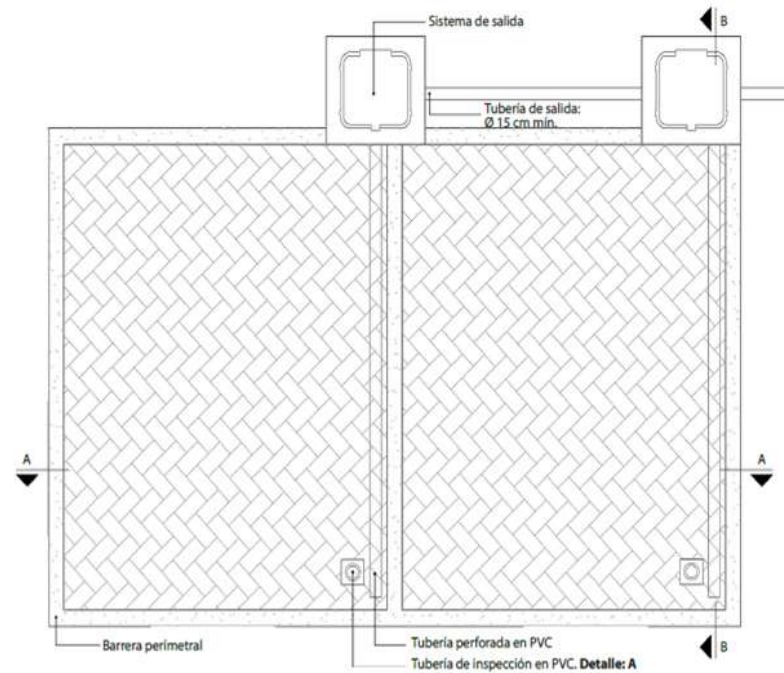
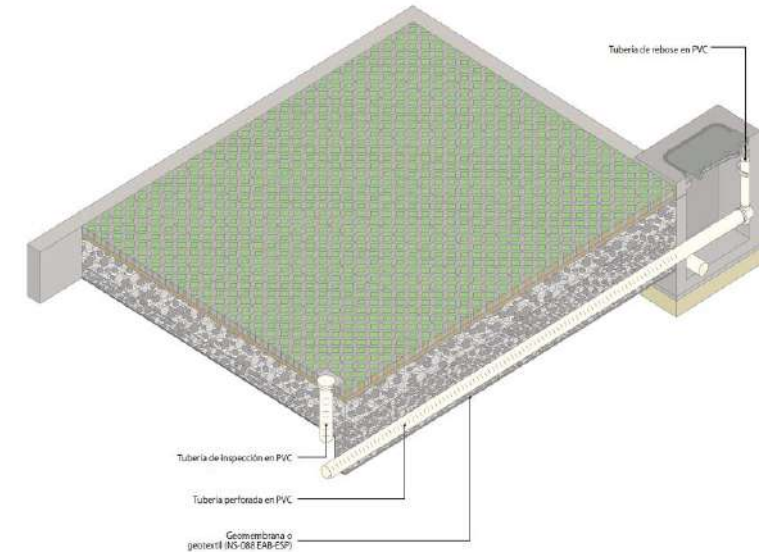


Figura 33. Planta: Pavimento permeable de tipo adoquines entrelazados



Tomado de: (CIIA, Universidad de los Andes, 2017)

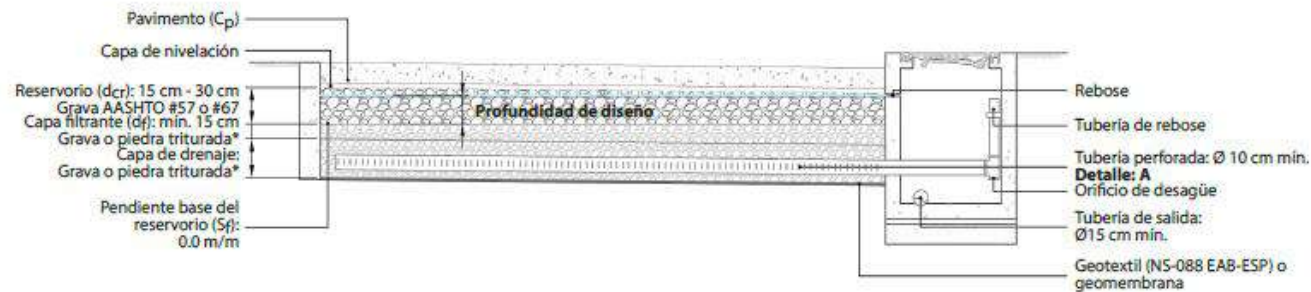


Figura 35. Corte: Pavimento permeable estándar: Corte BB

# 3

## Tipologías de SUDS Tanques de Almacenamiento

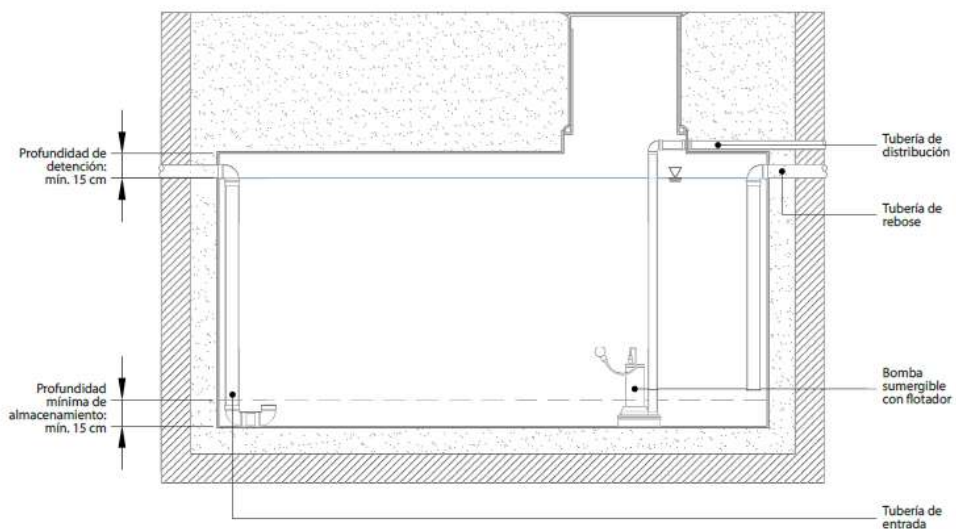
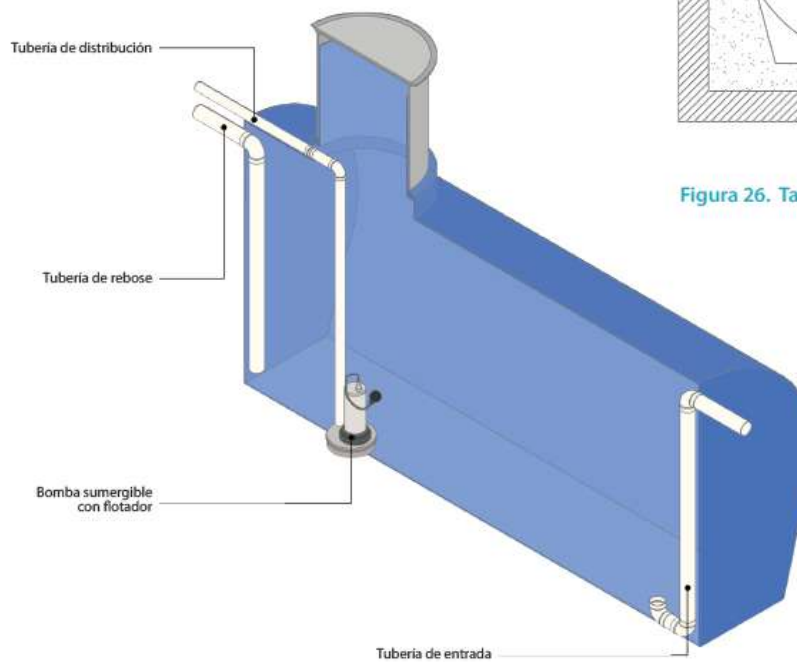


Figura 25. Tanque subterráneo: Corte longitudinal



Tomado de: (CIA, Universidad de los Andes, 2017)

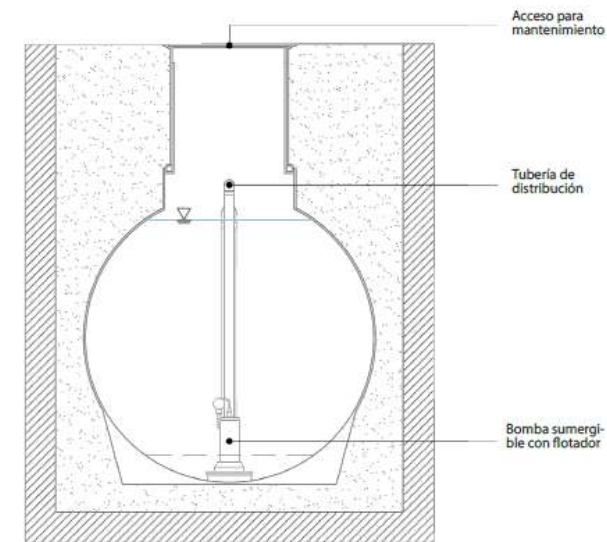


Figura 26. Tanque subterráneo: Corte transversal



# Tipologías de SUDS

## Zanjas de Infiltración

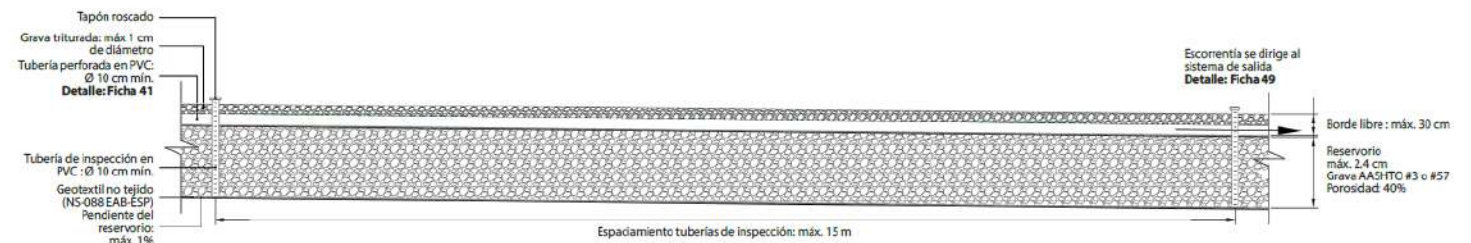
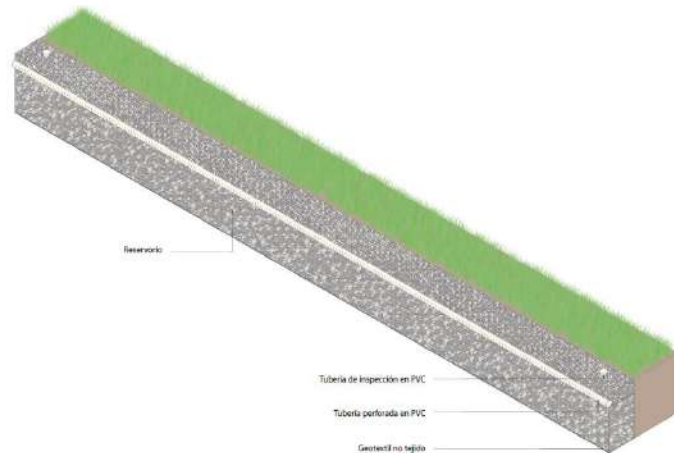
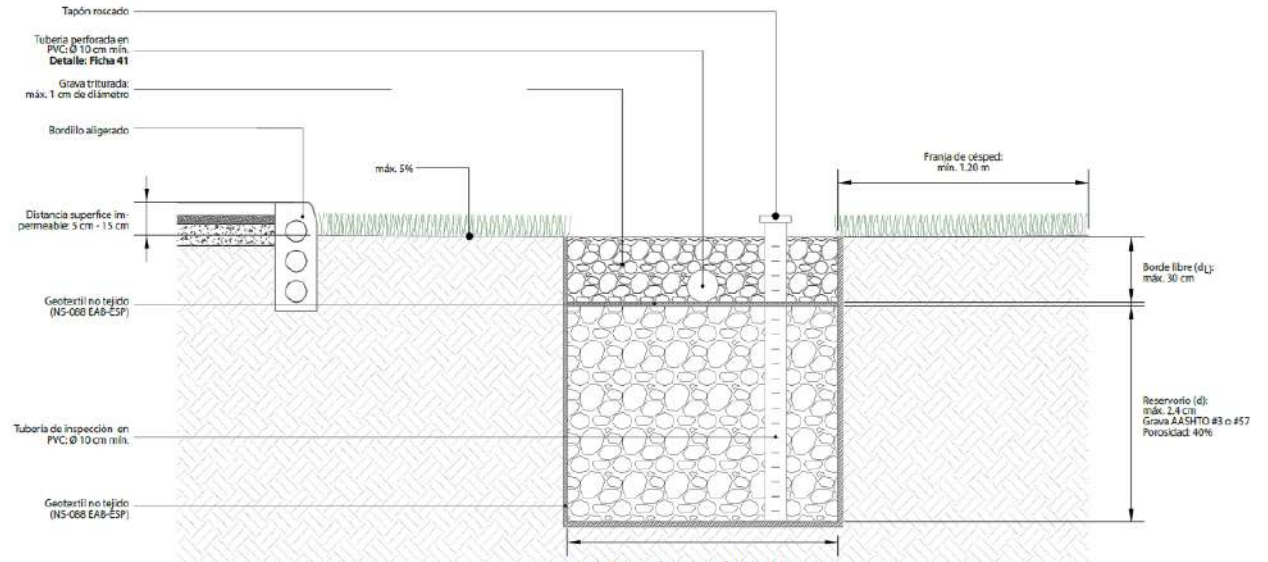
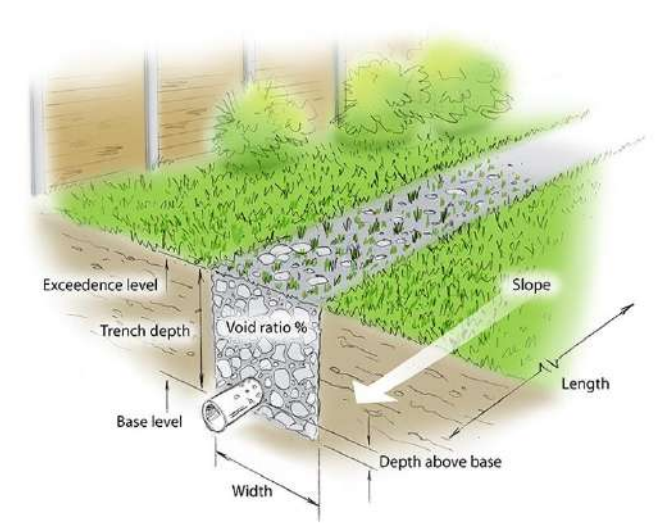


Figura 42. Corte BB

Tomado de: (CIIA, Universidad de los Andes, 2017)

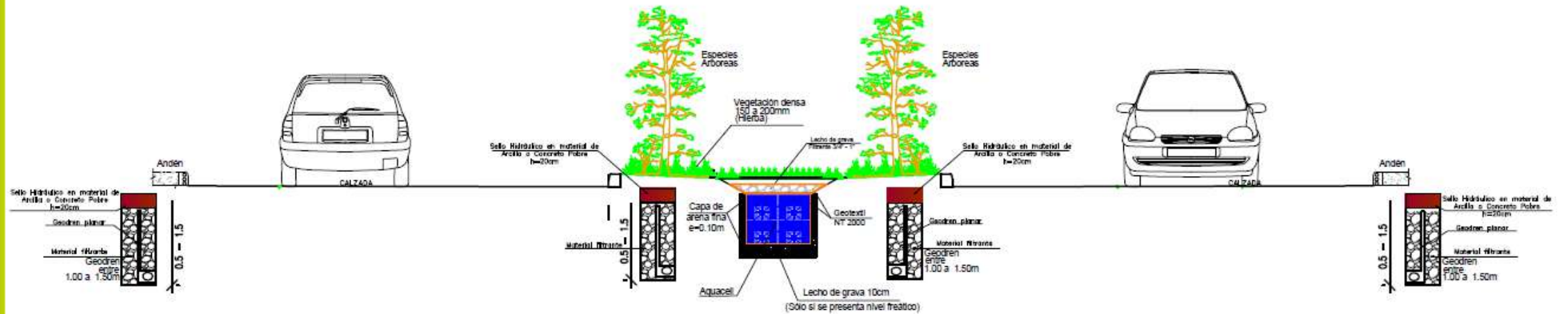
# 3

## Tipologías de SUDS Zanjas de Infiltración



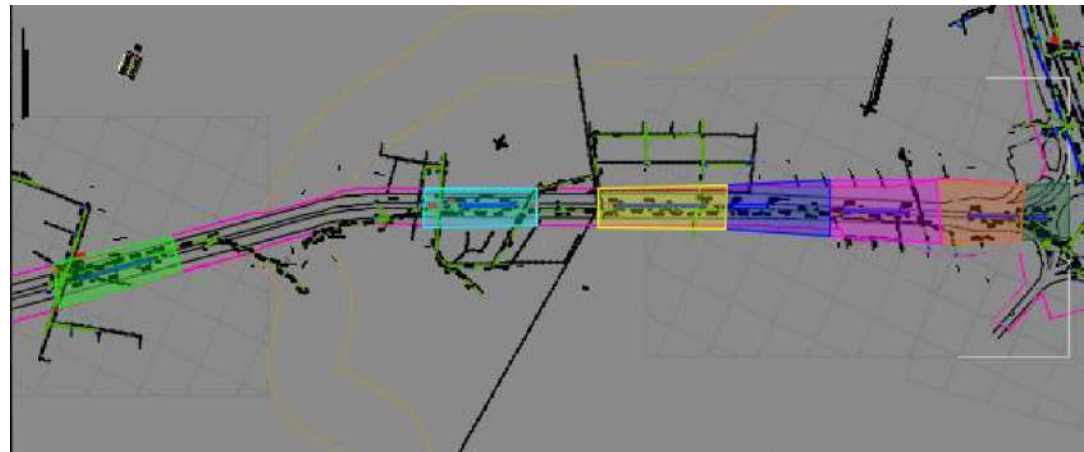
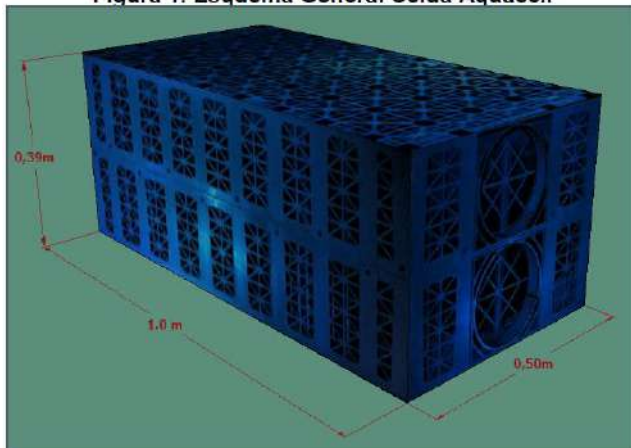
# Tipologías de SUDS

Ejemplo: AV. Bosa (AV. A. Mejía – AV. Ciudad de Cali)



SECCIÓN DE VIA Y DETALLE GEODREN  
ESC 1:50

Figura 1. Esquema General Celda Aquacell

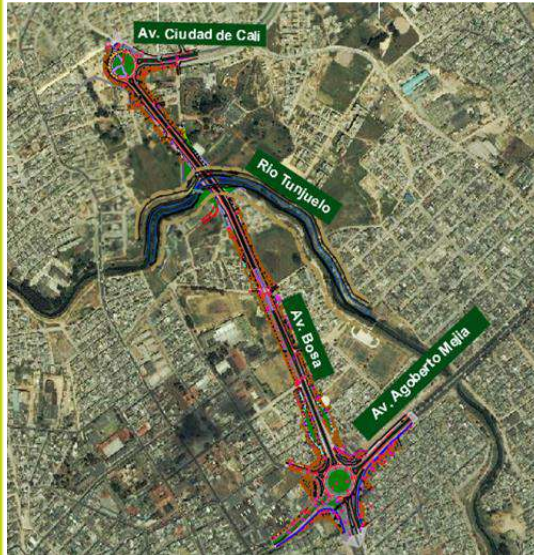


Tanque	Área Drenada [m2]
E1	3000,00
E2	5600,00
E3	7500,00
E4	6050,00
E5	6200,00
E6	4900,00
E7	5800,00

3

# Tipologías de SUDS

## Ejemplo: AV. Bosa (AV. A. Mejía – AV. Ciudad de Cali)

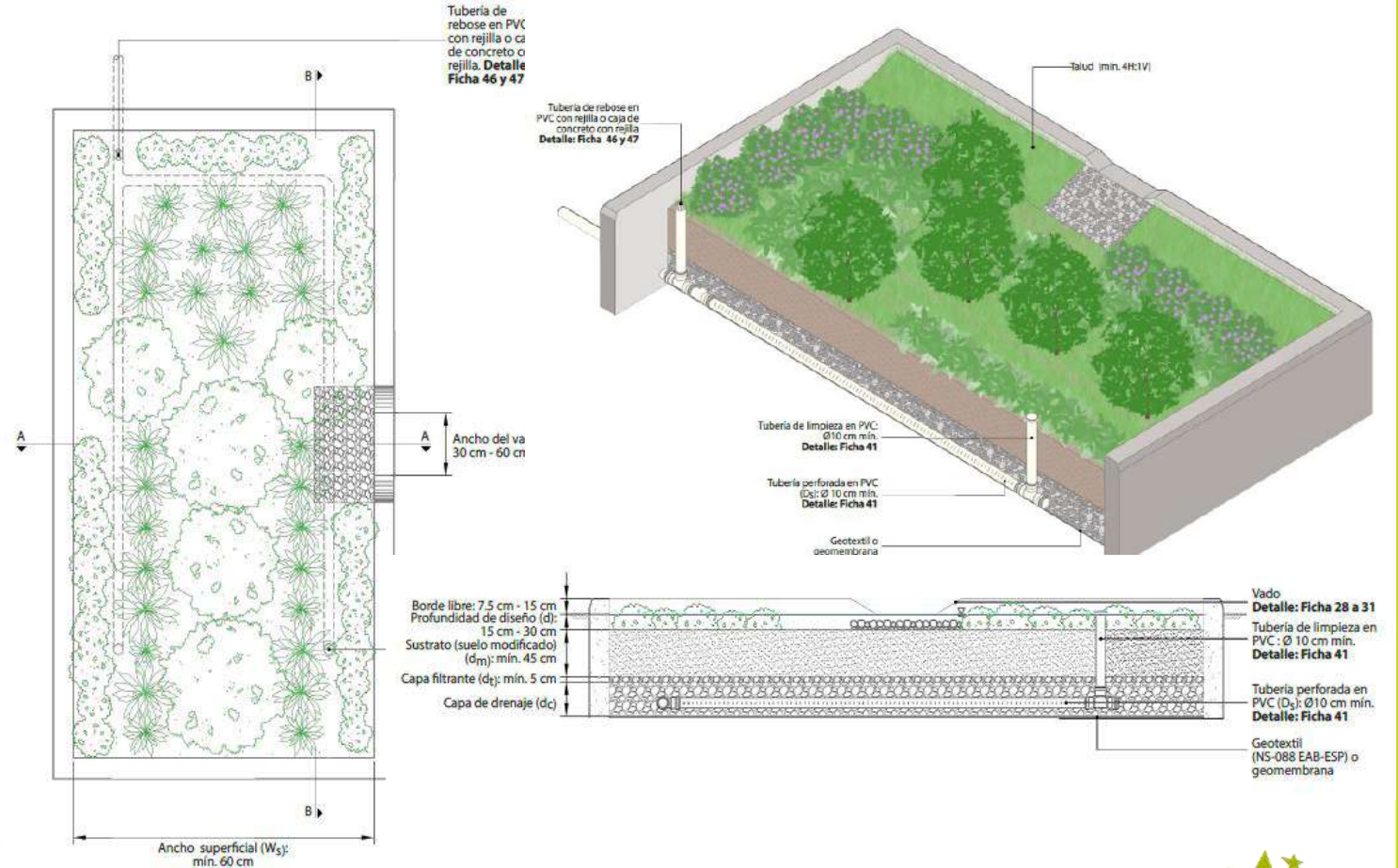
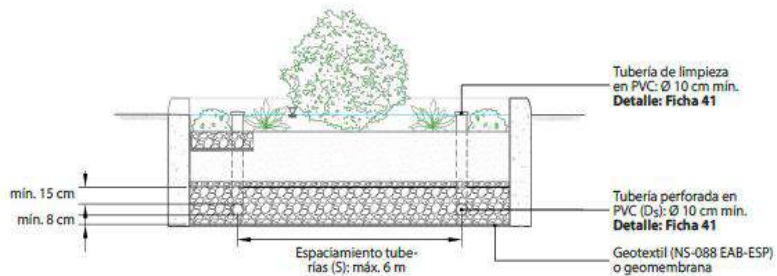


Tipología: Zanjas de infiltración  
1,6 Km de separador vial  
7 tramos  
27 sumideros intervenidos  
25 árboles beneficiados  
2.700 módulos de celdas  
450 m<sup>3</sup> de almacenamiento

Julio 2018

# Tipologías de SUDS

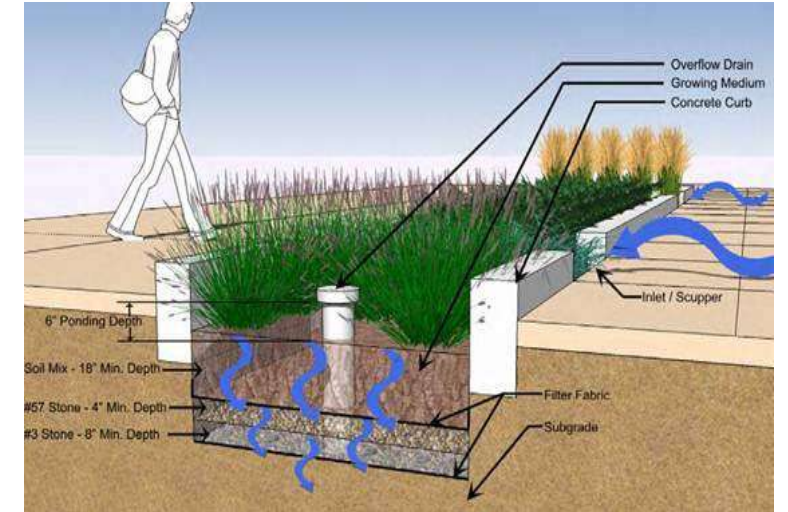
## Zonas de Bio-Retención



Tomado de: (CIIA, Universidad de los Andes, 2017)

# 3

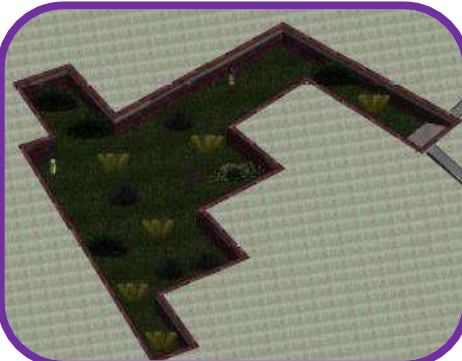
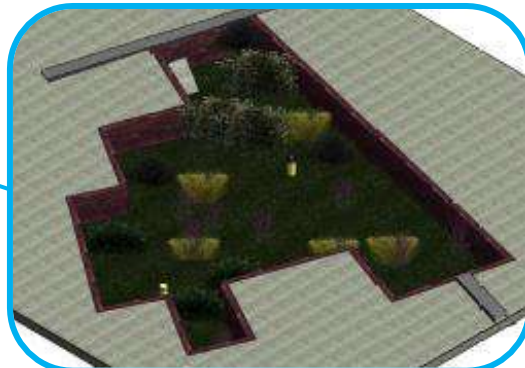
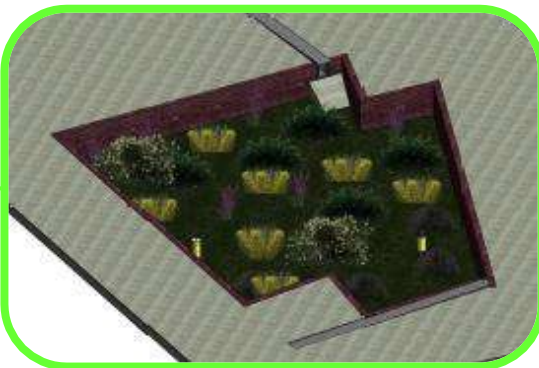
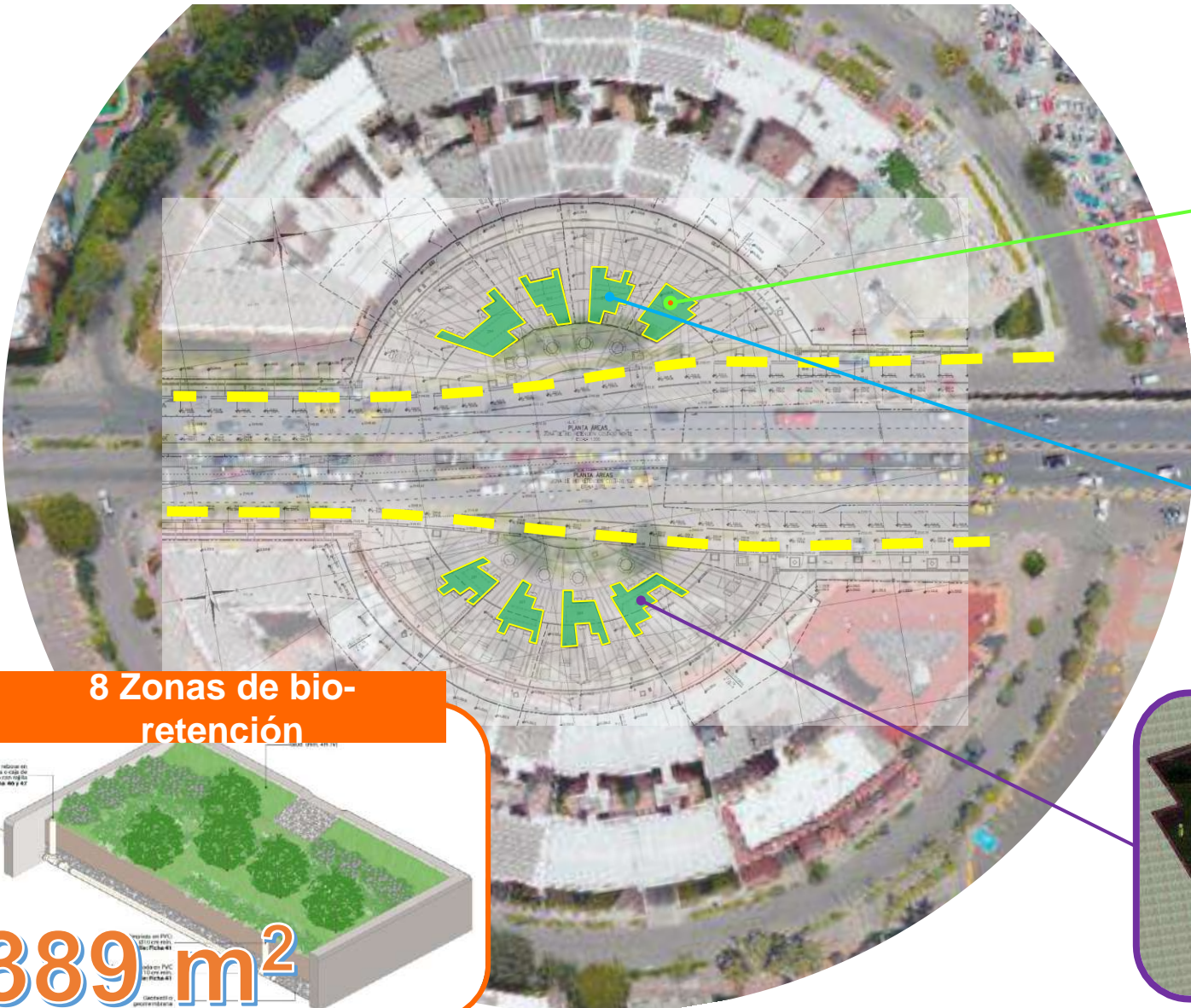
## Tipologías de SUDS Zonas de Bio-Retención



# 3

# Tipologías de SUDS

## Ejemplo: DISEÑOS – Aceras y ciclorrutas Calle 116



8 Zonas de bio-retención

Talento de retención en PVC con malla o capa de geotextil en malla. Dimensiones: 100cm x 47cm.

389 m<sup>2</sup>

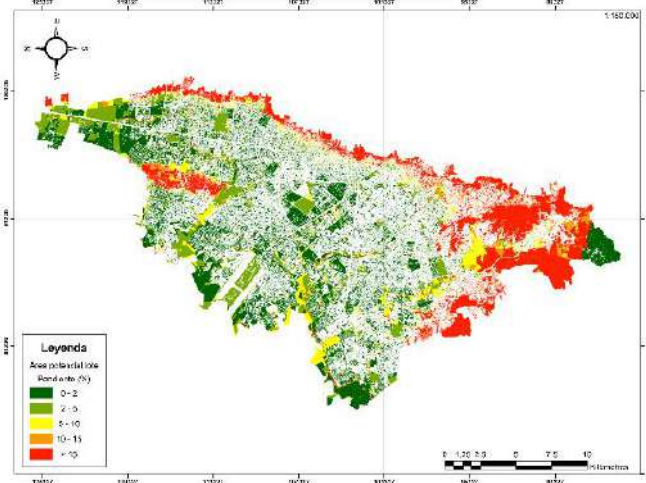
Sección en PVC 100cm x 47cm. Dimensiones: 100cm x 47cm.

Geotextil geotextil geotextil

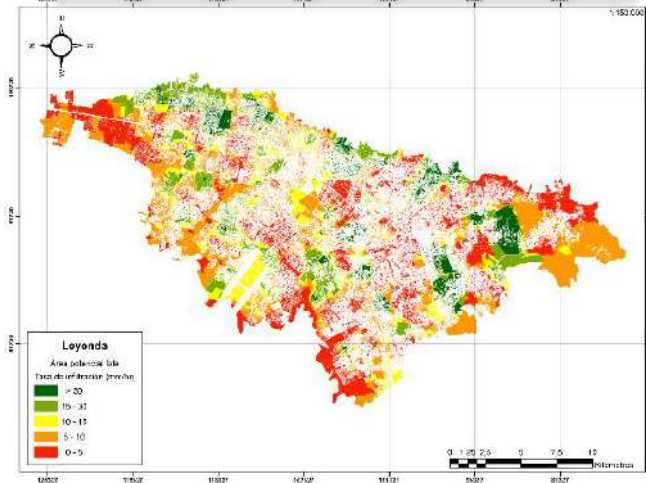
# 3

## Tipologías de SUDS Restricciones de implementación

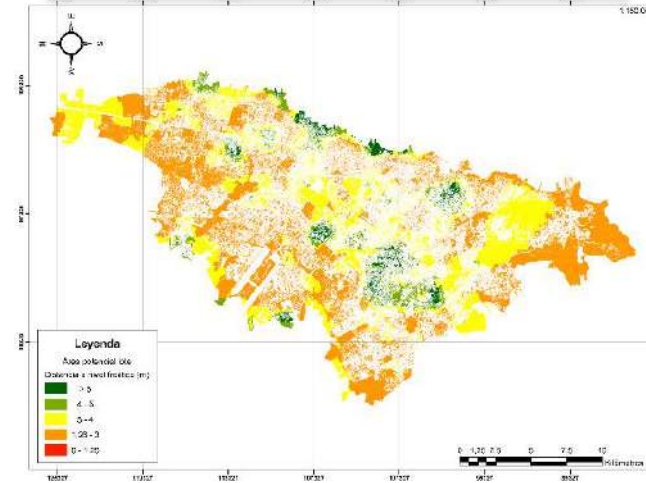
Pendiente (%)



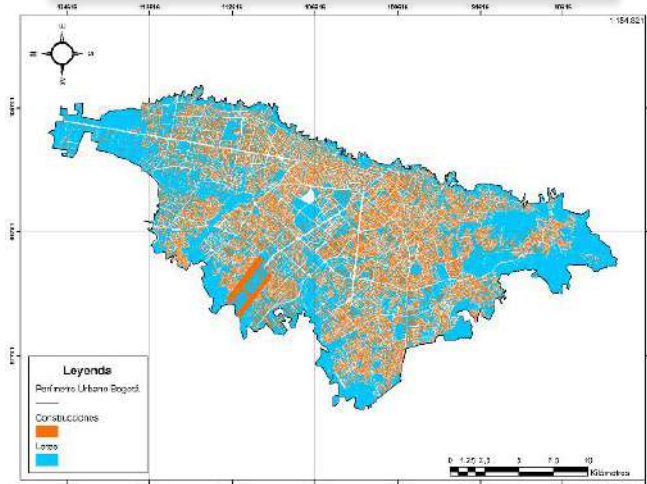
Tasa de infiltración (mm/hr)



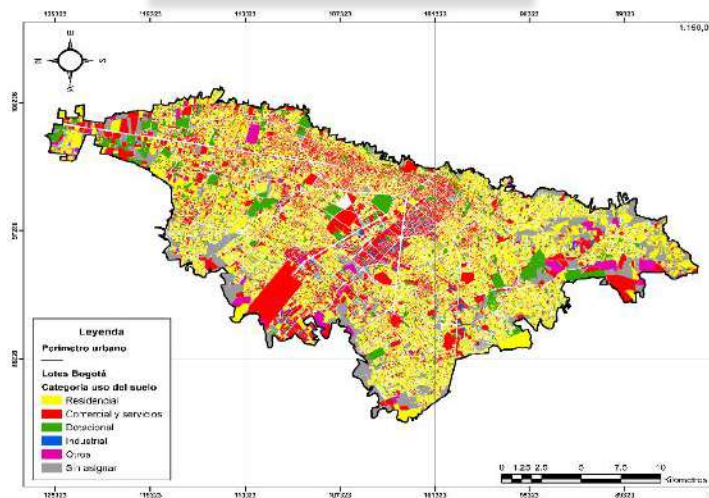
Distancia a nivel freático (m)



Distancia a cimientos (m)



Usos del suelo





# Tipologías de SUDS

## Restricciones de implementación



Criterios de restricción de sitio Norma Técnica NS-166 EAAB-ESP				
Tipología de SUDS	Pendiente (%)	Distancia a nivel freático (m)	Tasa de infiltración (mm/hr)	Distancia a cimientos (m)
Alcorques inundables	< 10	> 1	> 7*	> 2
Cuencas secas de drenaje extendido	> 1 ; < 15	> 3	> 7*	> 6
Cunetas verdes	> 1 ; < 10	> 1.5	> 13	> 4
Tanques de almacenamiento	> 1	> 2	N/A	N/A
Pavimentos permeables	> 0.5 ; < 5	> 3	> 13	> 6
Zanjas de infiltración	> 1 ; < 5	> 3	> 7*	> 6
Zonas de bio-retención	< 10	> 1.8	> 7*	> 6

# 3

## Tipologías de SUDS Estructuras Anexas

### Pretratamiento

Filtros en sumideros

Franjas de césped

Separador de aceites

Antecámara

### Estructuras de entrada

Vado

Anexas

Enrocado

Barreras de detención

### Estructuras de salida

Tubo vertical perforado

Vertedero

Anexas

Micropiscina

Rejilla



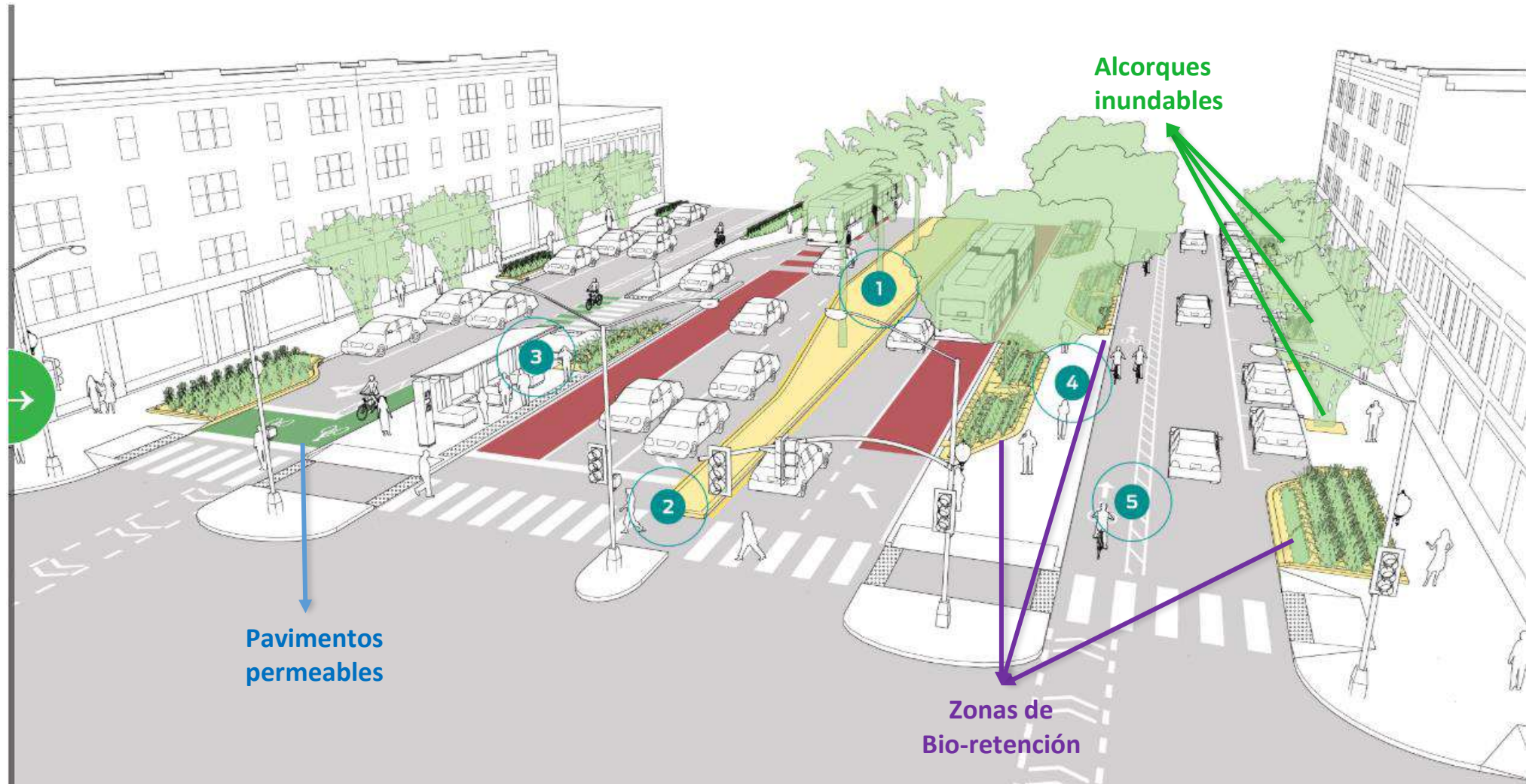
NC Department of Transportation (2014)



CASFM Stormwater Quality Committee, s.f

# Tipologías de SUDS

## Concepto de diseño paisajístico

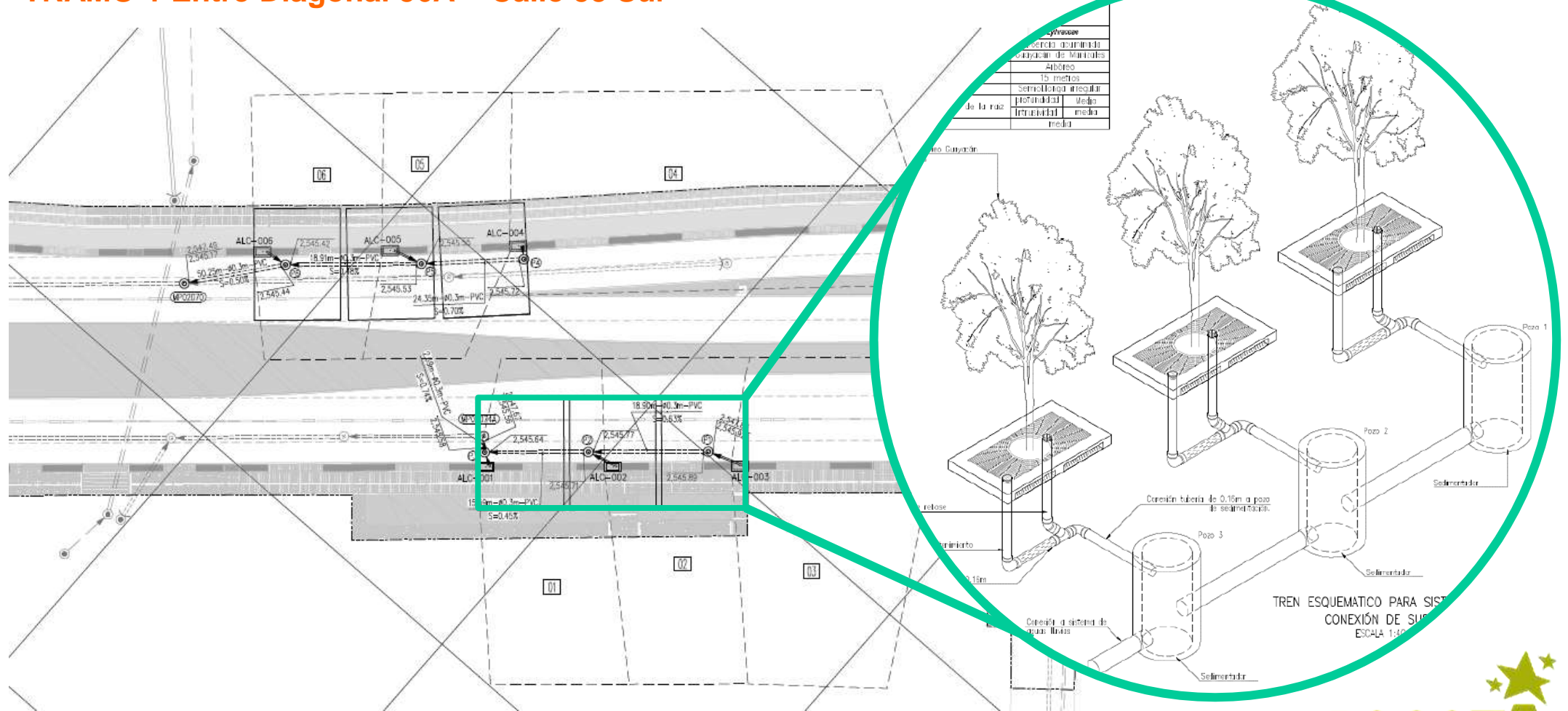




# Avances en la implementación de SUDS

## EJEMPLO: DISEÑOS – Troncal Cali Tramo 1

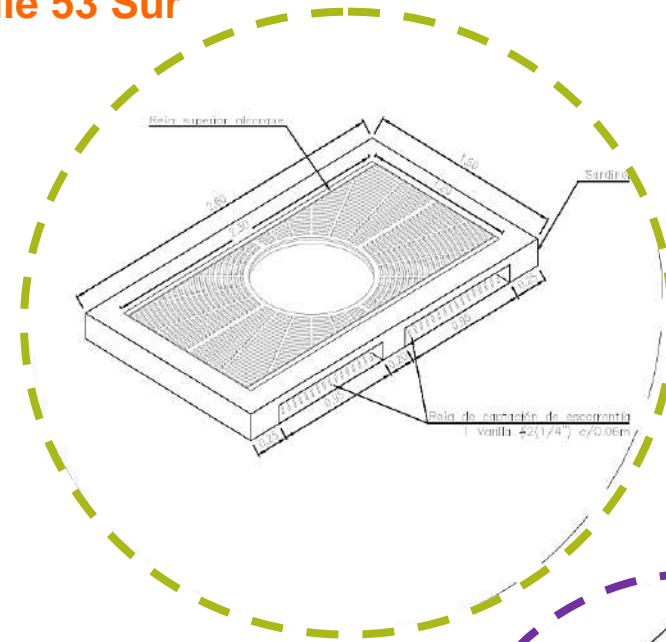
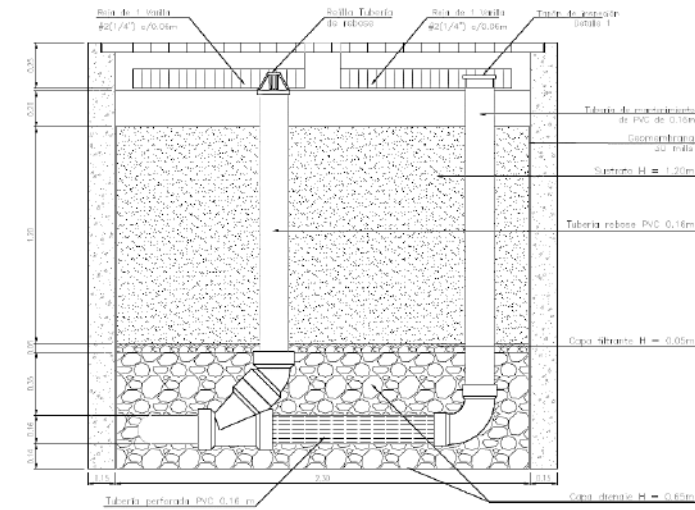
TRAMO 1 Entre Diagonal 56A – Calle 53 Sur



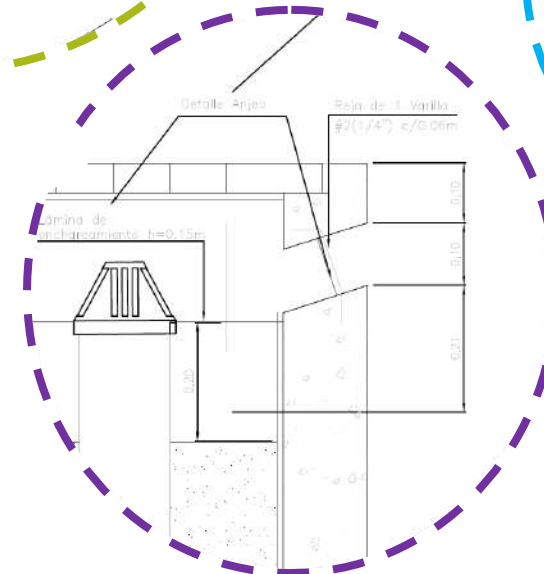
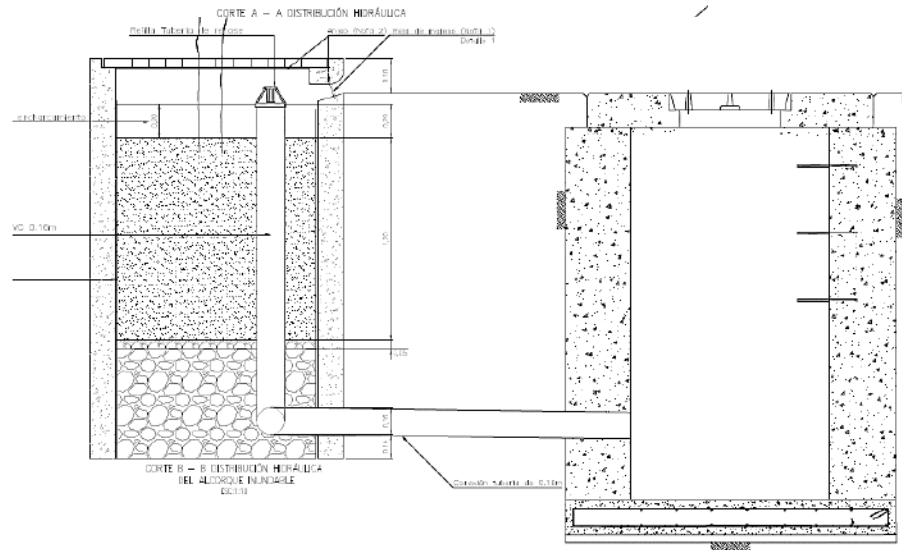
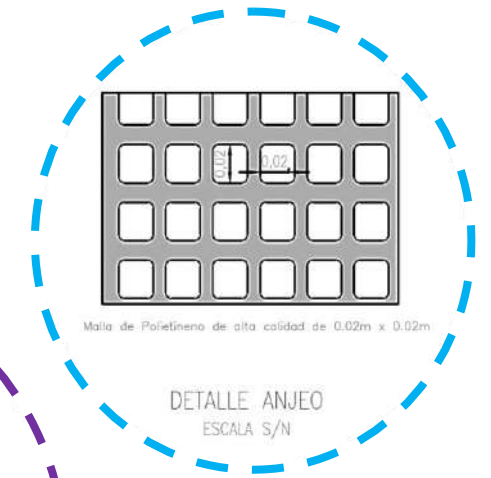
# Avances en la implementación de SUDS

## EJEMPLO: DISEÑOS – Troncal Cali Tramo 1

TRAMO 1 Entre Diagonal 56A – Calle 53 Sur

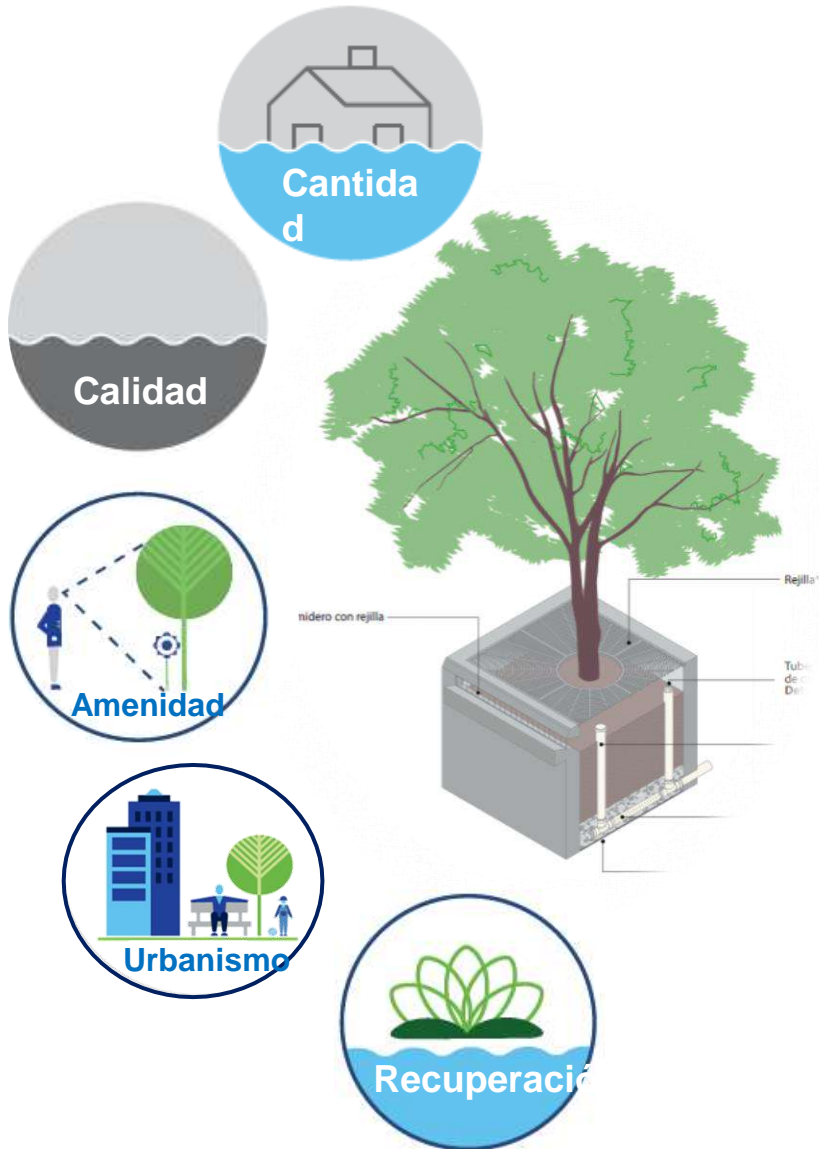


SIMBOLOGIA	
Guayacon de Manizales Lafoensia acuminata	Altura 12-20m



# 4

## Avances en la implementación de SUDS EJEMPLO: DISEÑOS - AV. Congreso Eucarístico (Av. 68)



Los SUDS son una nueva infraestructura de **drenaje sostenible para la ciudad**. Adicional al manejo de volumen de escorrentía, tienen el potencial de mejorar la calidad del agua, generar amenidad y favorecer la biodiversidad de área urbanas

Troncal Av. 68, Incorporará:

# 140 Alcorques inundables

Este será el primer proyecto de infraestructura vial en el país, con el mayor número de tipologías de SUDS construidas. Constituyendo al proyecto como un ejemplo de sostenibilidad a nivel Nacional e Internacional, con múltiples oportunidades de investigación.

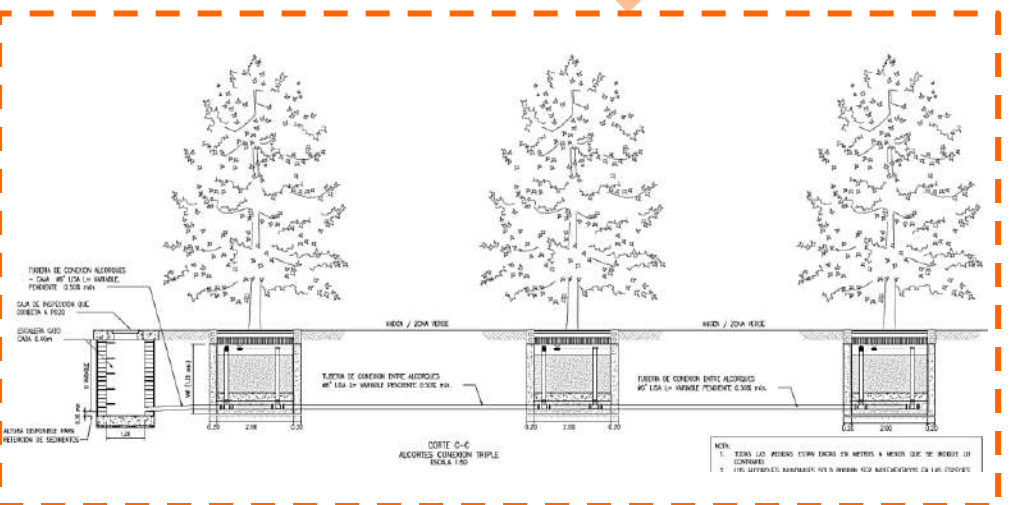
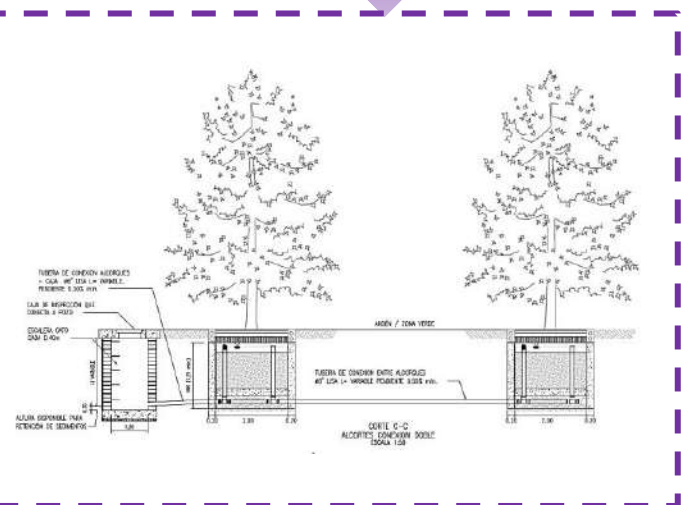
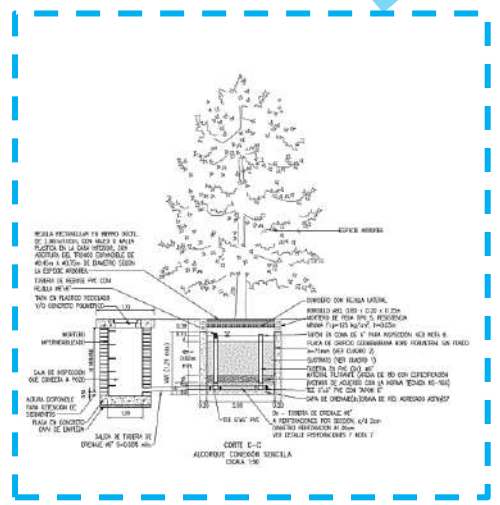
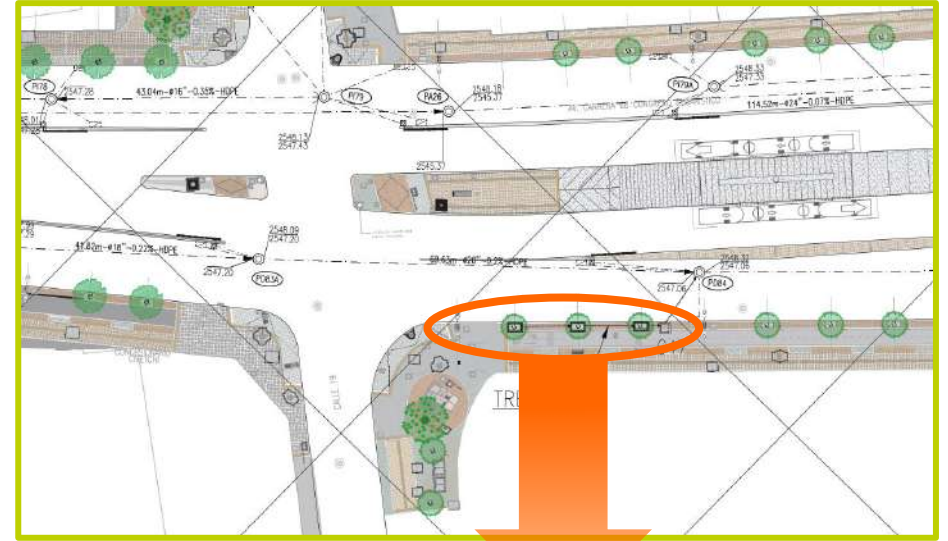
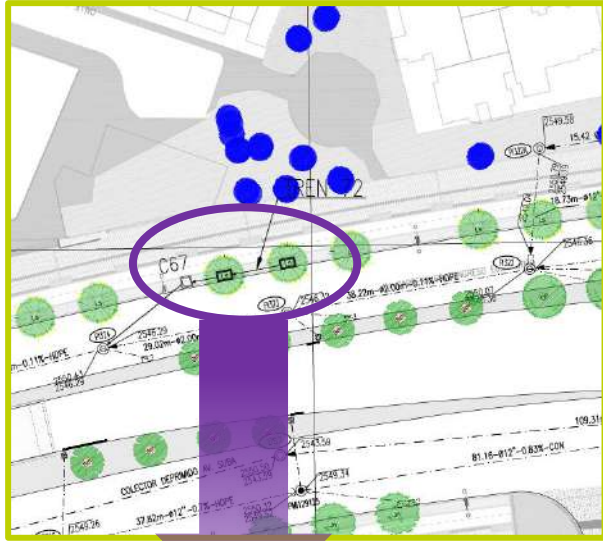
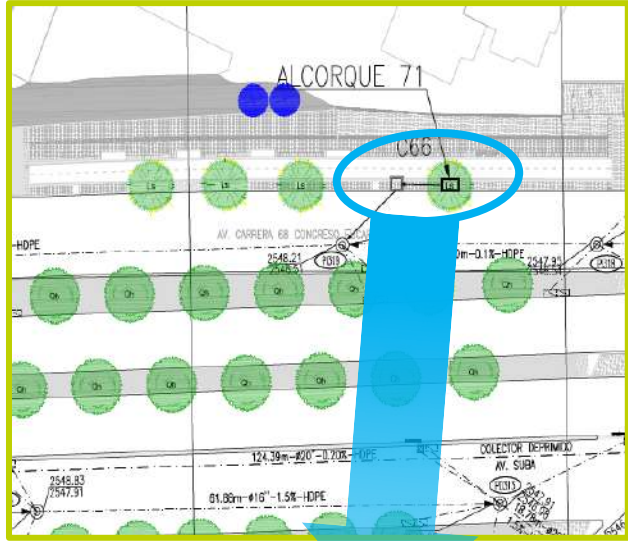
ODS



# 4

# Avances en la implementación de SUDS

## EJEMPLO: DISEÑOS - AV. Congreso Eucarístico (Av. 68)

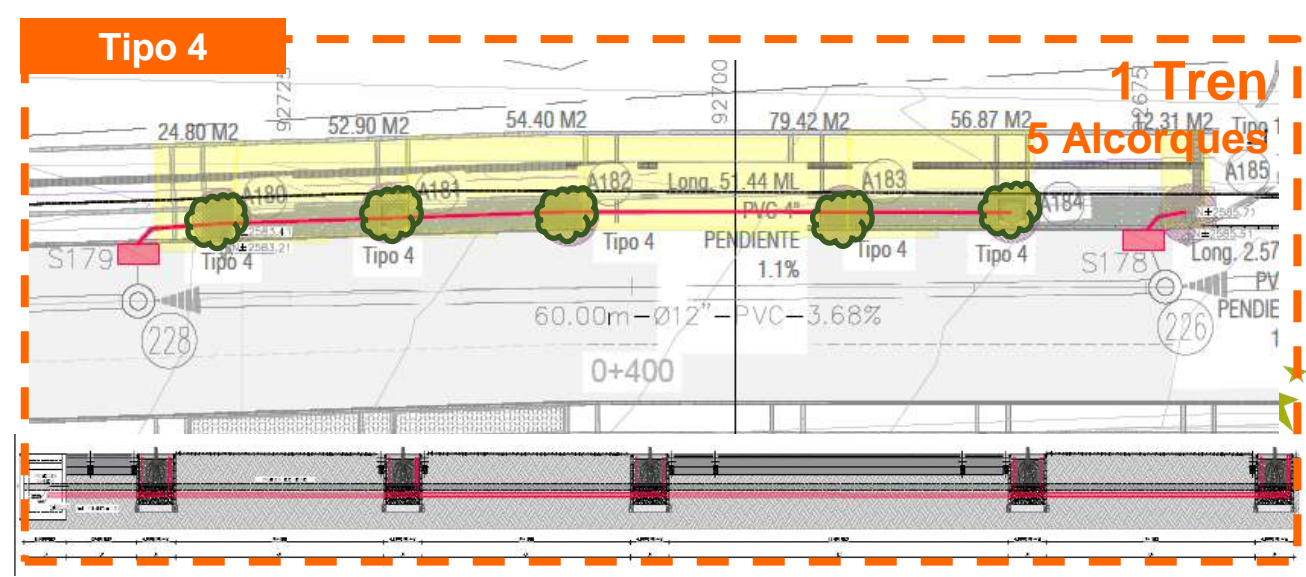
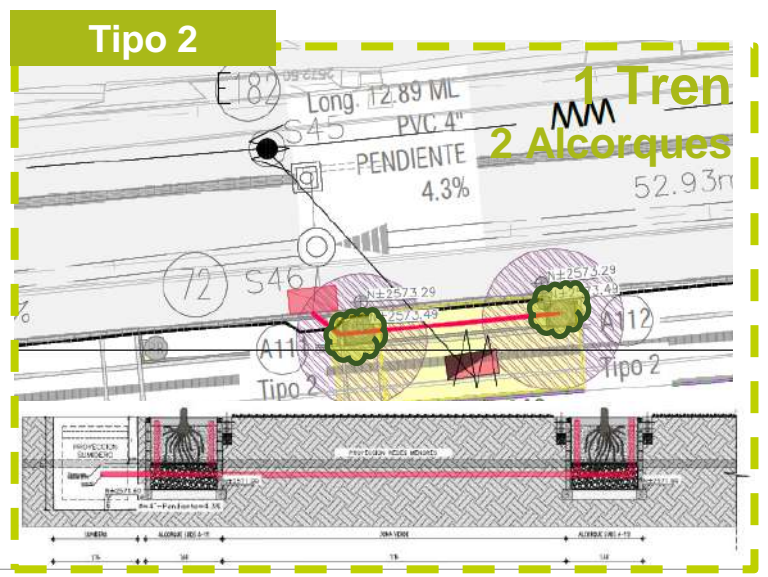
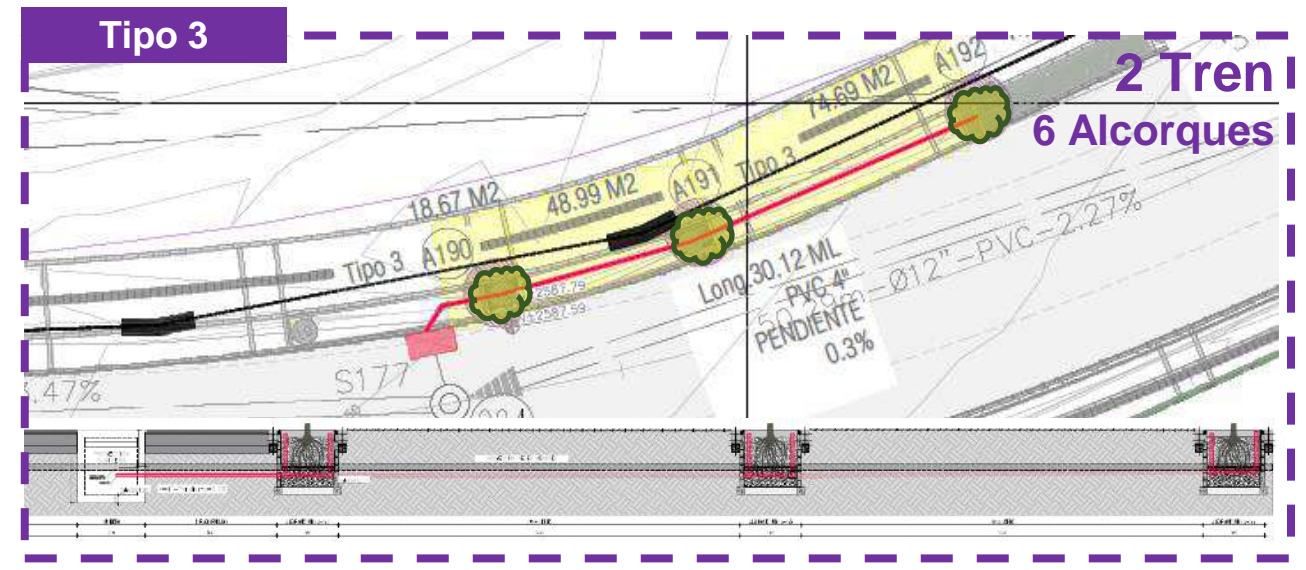
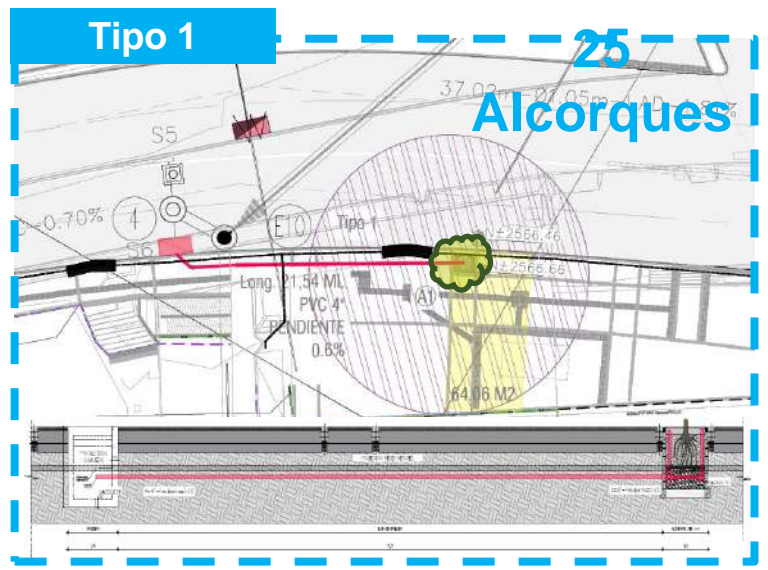


NOTA:  
1. TUBO DE COLECCIÓN EN CEMENTO PÓRTLAND 300x300 mm.  
2. REJILLA DE COLECCIÓN EN ACERO INOXIDABLE 30x30 cm.  
3. CEMENTO PÓRTLAND 300x300 mm.  
4. CEMENTO PÓRTLAND 300x300 mm.  
5. CEMENTO PÓRTLAND 300x300 mm.  
6. CEMENTO PÓRTLAND 300x300 mm.  
7. CEMENTO PÓRTLAND 300x300 mm.  
8. CEMENTO PÓRTLAND 300x300 mm.  
9. CEMENTO PÓRTLAND 300x300 mm.  
10. CEMENTO PÓRTLAND 300x300 mm.  
11. CEMENTO PÓRTLAND 300x300 mm.  
12. CEMENTO PÓRTLAND 300x300 mm.  
13. CEMENTO PÓRTLAND 300x300 mm.  
14. CEMENTO PÓRTLAND 300x300 mm.  
15. CEMENTO PÓRTLAND 300x300 mm.  
16. CEMENTO PÓRTLAND 300x300 mm.  
17. CEMENTO PÓRTLAND 300x300 mm.  
18. CEMENTO PÓRTLAND 300x300 mm.  
19. CEMENTO PÓRTLAND 300x300 mm.  
20. CEMENTO PÓRTLAND 300x300 mm.



# 4

## Avances en la implementación de SUDS EJEMPLO: DISEÑOS - AV. Caracas Tramo 1 (E. Molinos – P. Usme)



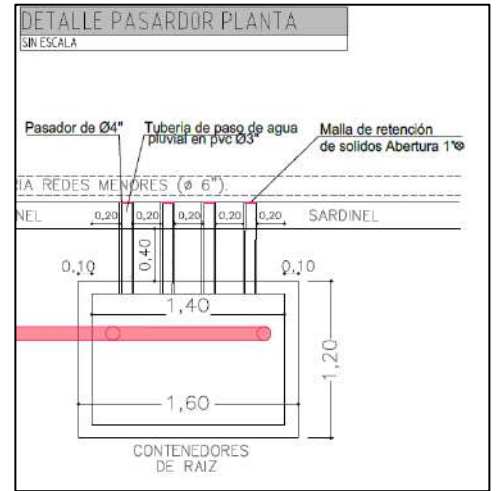
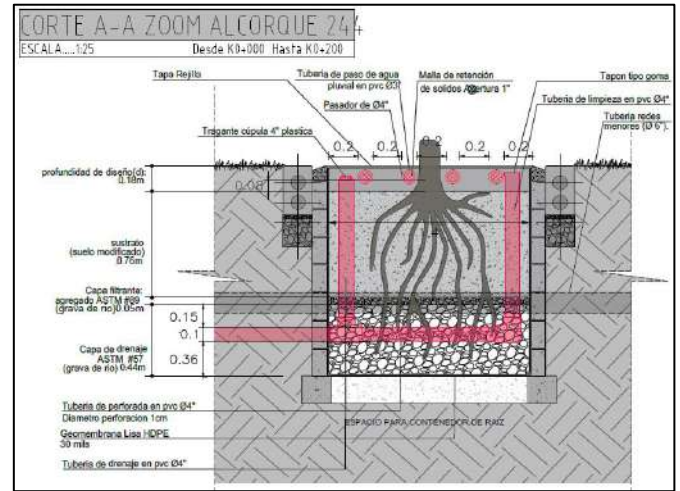
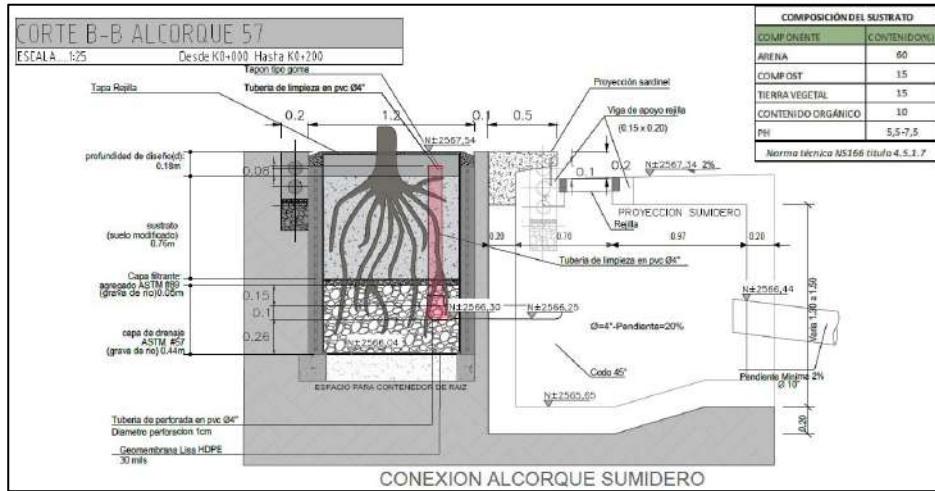
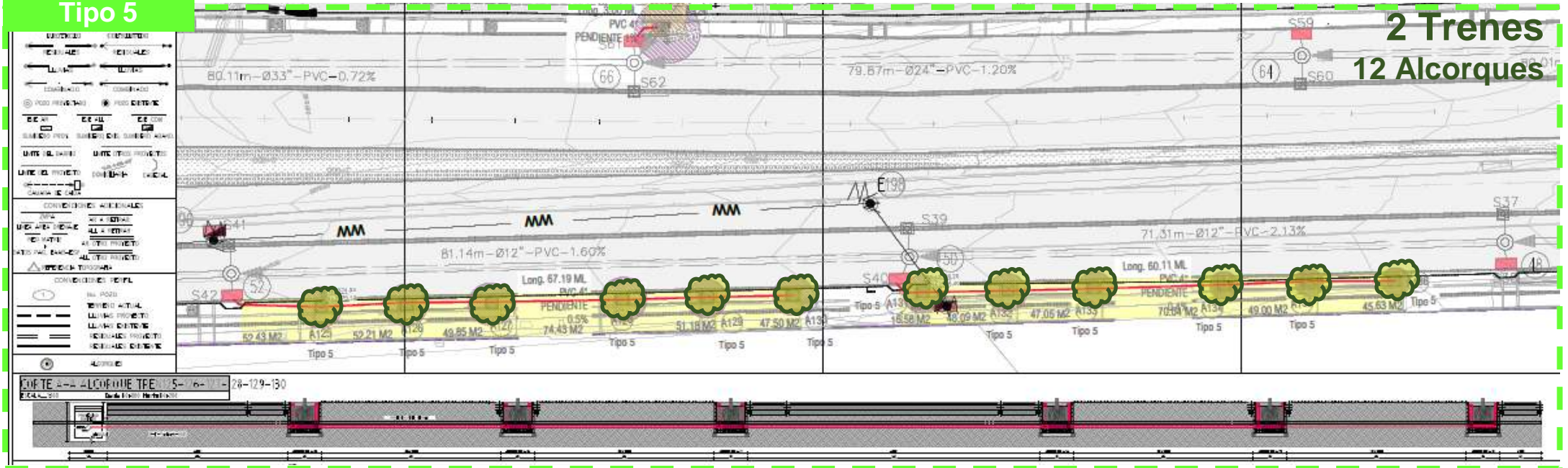
# 4

# Avances en la implementación de SUDS

## EJEMPLO: DISEÑOS - AV. Caracas Tramo 1 (E. Molinos – P. Usme)

### Tipo 5

2 Trenes  
12 Alcorques





**Av. Rincón Calle 127**



# Avances en la implementación de SUDS

## EJEMPLO: AV. RINCÓN CON CALLE 127

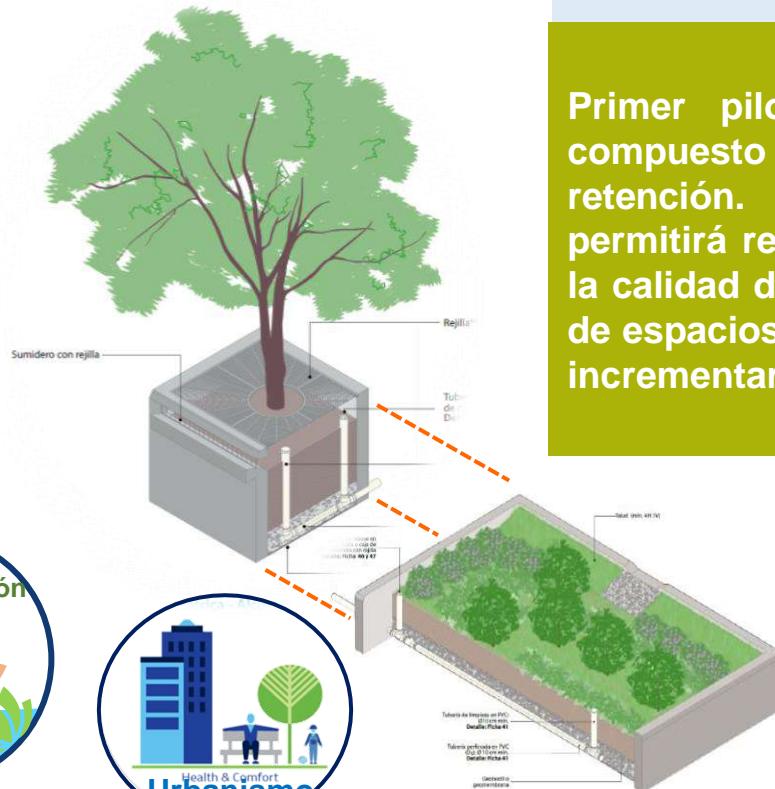
ODS



Av. Rincón – CLL 127, Incorporará:

## 18 Tipologías de SUDS

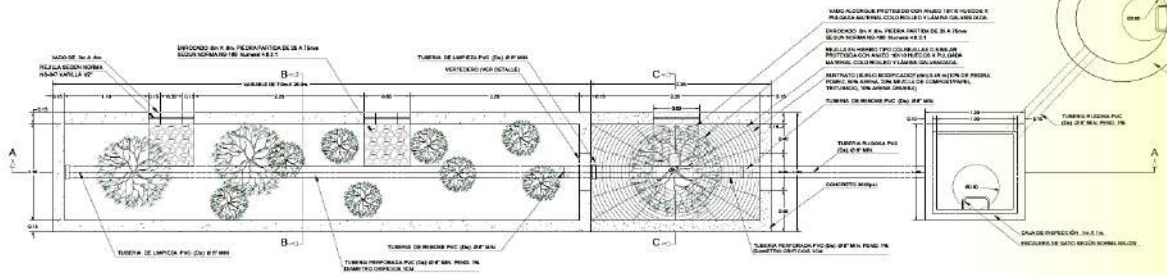
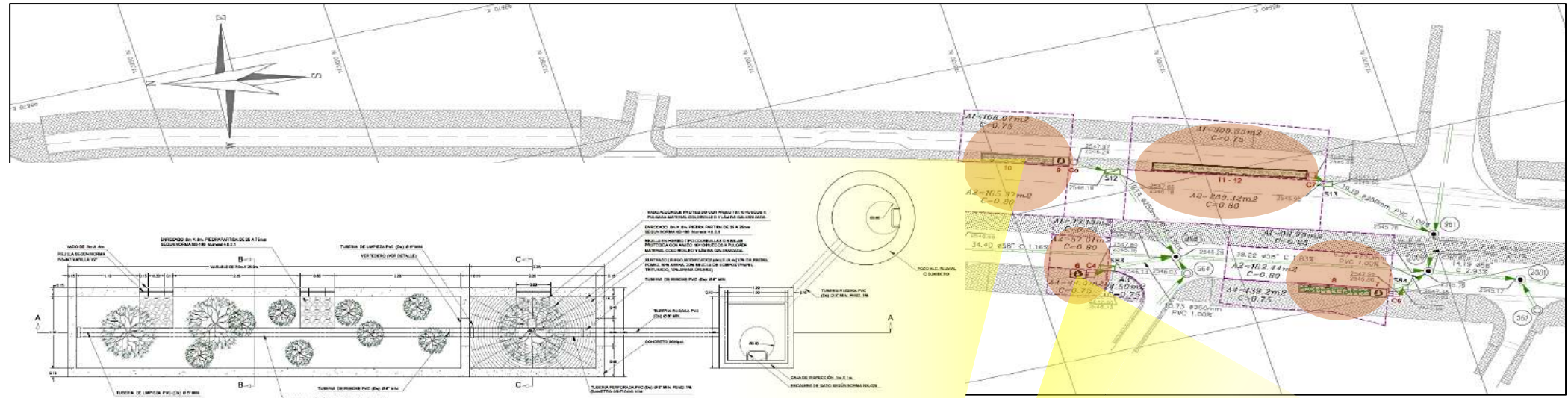
Primer piloto de tren de SUDS en espacio público, compuesto por alcorques inundables y zonas de bio-retención. La implementación de SUDS en el proyecto permitirá reducir probabilidad de encharcamientos, mejorar la calidad del volumen de escorrentía, favorecer la creación de espacios verdes para la permanencia de fauna silvestre e incrementar el valor paisajístico del área urbana intervenida.



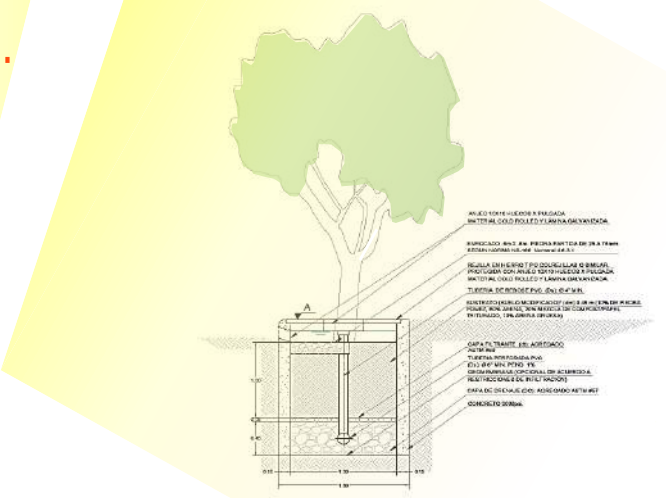
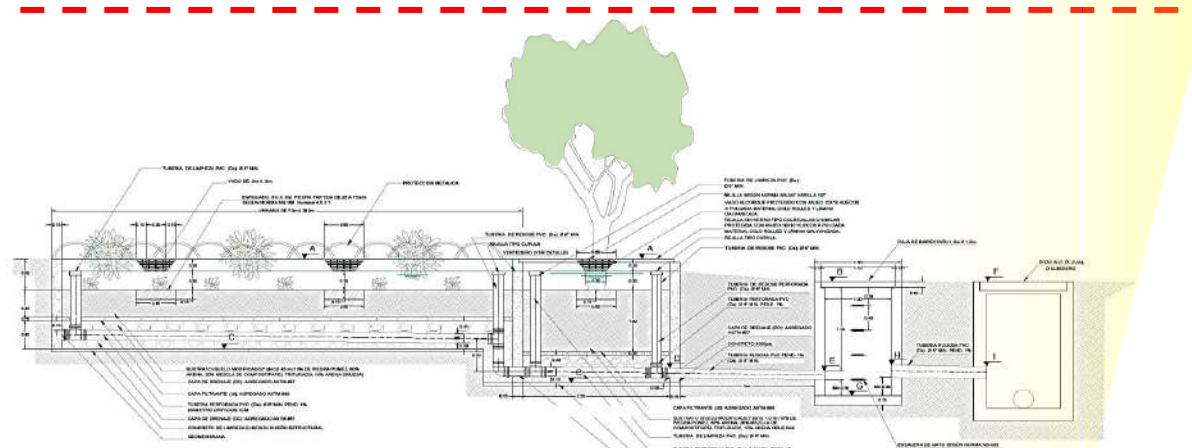
# 4

# Avances en la implementación de SUDS

## EJEMPLO: AV. RINCÓN CON CALLE 127



PLANTA TREN DE TRATAMIENTO  
ESC. 1:25



CORTE C-C ALCORQUE  
ESC. 1:25

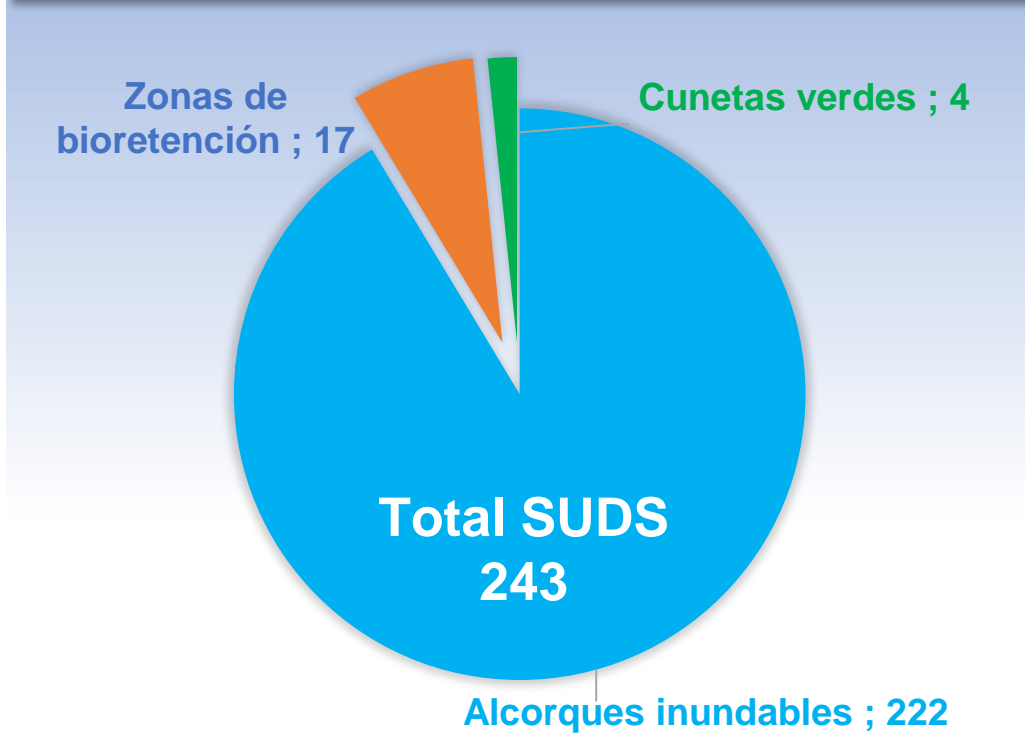
# 18 Trenes (9 AI & 9 ZB)

# 4

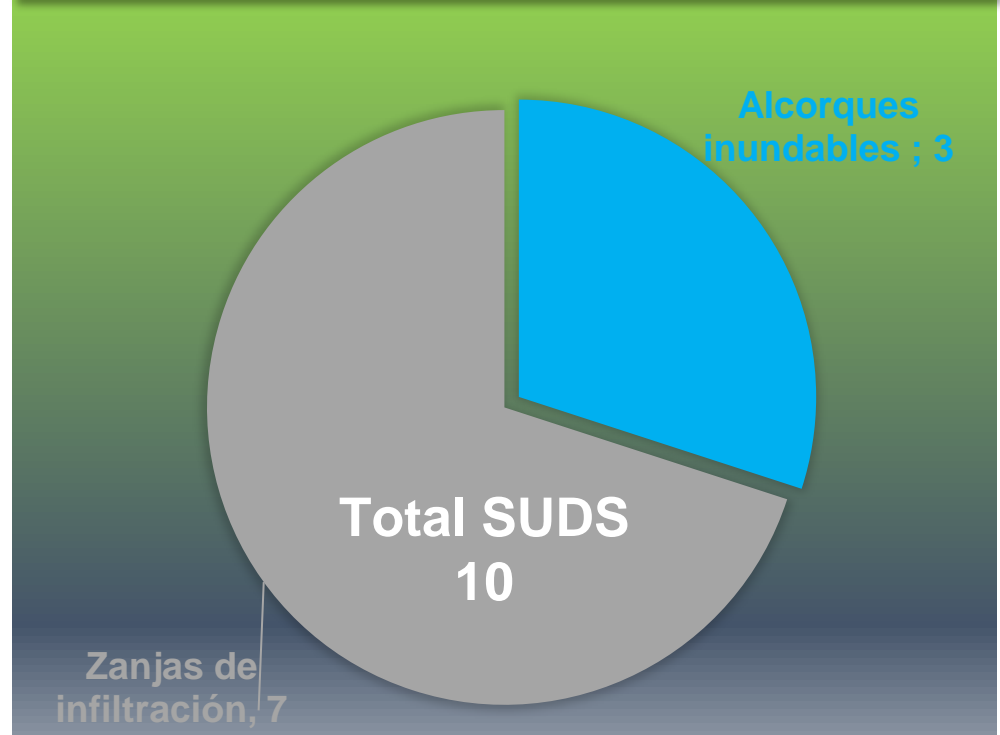
## Avances en la implementación de SUDS

### Proyectos IDU incluyendo SUDS

SUDS finalizados en etapa de Estudios y Diseños (2021)



SUDS finalizados en etapa de Construcción (2021)



4

# Avances en la implementación de SUDS

## Reconocimiento ODS



Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación

**GANADOR**  
EN LA CATEGORÍA  
NO EMPRESARIAL  
POR SU PRÁCTICA:

Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) en proyectos de infraestructura de transporte

**Aportando al ODS**

**9** INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA

**RECONOCIMIENTO**  
A LAS BUENAS PRÁCTICAS DE DESARROLLO SOSTENIBLE  
**OTORGADO A:**

**INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO - IDU**

*Mauricio López González*  
**MAURICIO LÓPEZ GONZÁLEZ**  
DIRECTOR EJECUTIVO

*Ana María Fergusson T.*  
**ANA MARÍA FERGUSSON**  
VICEPRESIDENTA DE ARTICULACIÓN PÚBLICO PRIVADA

**Pacto Global**  
Red Colombia

**Cámara de Comercio de Bogotá**  
#SOYEMPRESARIO

SEPTIEMBRE 2021

## 4

# Avances en la implementación de SUDS



9.1. Desarrollo de infraestructura sostenible



9.2. Industria inclusiva y sostenible



9.3. Acceso PYMES servicios financieros



9.4. Infraestructuras sostenibles y resilientes



9.5. Investigación científica, innovación tecnológica



9.A. Infraestructuras sostenibles y resilientes



9.B. ecología, investigación e innovación



9.C. Mejora acceso a TIC e internet

**9.1-Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad**, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, con especial hincapié en el acceso equitativo y asequible para todos

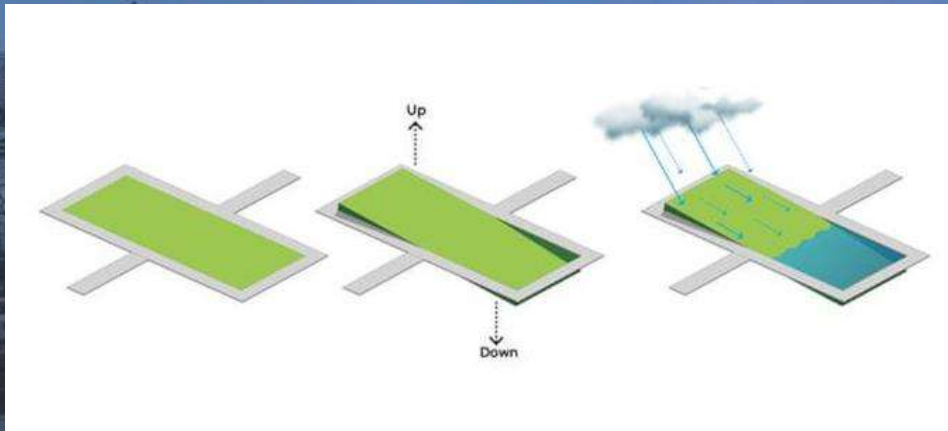
**9.4-Para 2030, mejorar la infraestructura y reajustar las industrias para que sean sostenibles**, usando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países adopten medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas.

**9.5-Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países**, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando sustancialmente el número de personas que trabajan en el campo de la investigación y el desarrollo por cada millón de personas, así como aumentando los gastos en investigación y desarrollo de los sectores público y privado para 2030.



# 5 Casos de estudio exitosos

Parque Centenario en Universidad de Chulalongkorn, Bangkok, Tailandia.



# 5 Casos de estudio exitosos

Parque Centenario en Universidad de Chulalongkorn, Bangkok, Tailandia.



# 5 Casos de estudio exitosos

Parque Histórico del Cuarto Distrito, Atlanta, Georgia, Estados Unidos.



# 5 Casos de estudio exitosos



El sector residencial se valorizó en 118% luego de esta renovación urbana

# Retos y Oportunidades

## Declaración C40

C40  
CITIES

Declaración sobre la Naturaleza Urbana del C40 “Hacer que nuestras ciudades sean **más verdes y resilientes**”. Esta declaración tiene el objetivo de **establecer metas inclusivas y equitativas para desarrollar ciudades vivas, adaptadas al clima y preparadas para las crisis.**



### VÍA 1 COBERTURA TOTAL DE CALIDAD

Riesgo relacionado con el calor y agua



El **30-40 %** de la superficie total construida de la ciudad es:

a) **Espacios verdes** (por ejemplo, árboles en las calles, bosques y parques urbanos, vegetación integrada a los edificios).

y / o

b) **Espacios permeables** (por ejemplo, pavimentos, zanjas de infiltración, cunetas, cuencas de detención, agricultura urbana regenerativa)

Que favorece, protege y restaura **ecosistemas biodiversos y resistentes al clima.**

Bogotá adheres  
to the C40's  
Urban Nature  
Declaration



19 de julio de 2021

### VÍA 2 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL EQUITATIVA

Accesibilidad y conectividad



El **70 %** de la población de la ciudad tiene acceso a un espacio verde o azul adecuado en menos de **15 minutos**<sup>7</sup> priorizado de forma equitativa para maximizar la accesibilidad y la conectividad con la naturaleza de los más vulnerables.

## 6

# Retos y Oportunidades

- ✓ Continuar la implementación de SUDS en los proyectos IDU.
- ✓ Incentivar la difusión de los logros y resultados del IDU en relación a la implementación de SUDS y la consecución de los ODS (Agenda 2030).
- ✓ Contribuir a mesas de trabajo interinstitucionales asociadas a drenaje urbano y cambio climático.
- ✓ Promover la investigación interna y externa de tipologías de SUDS.
- ✓ Realizar seguimiento a las tipologías de SUDS que se encuentren en obra y operación.





# MUCHAS GRACIAS!

Oficina de Gestión Ambiental (OGA) - IDU

