

SUDS EN HISPANOAMÉRICA: CASOS DE ESTUDIO & LECCIONES APRENDIDAS

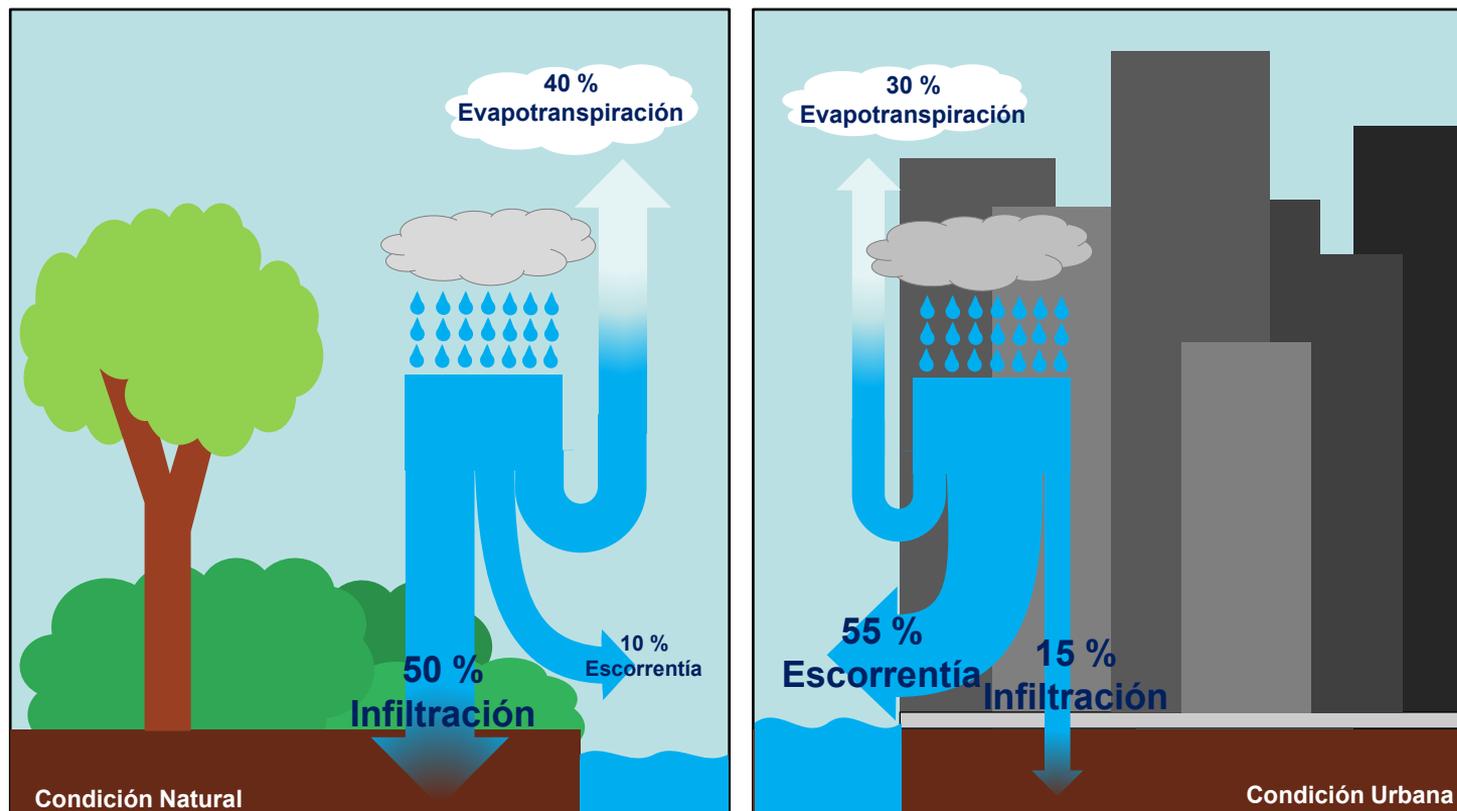
Jornadas “Retos de los drenajes pluviales urbanos en Perú”

28 y 29 de Noviembre de 2023

ÍNDICE

- 1 TEMA **PROBLEMÁTICA**
 - 2 TEMA **SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE (SUDS)**
 - 3 TEMA **AVANCES Y LOGROS (COLOMBIA, PERÚ & CHILE)**
 - 4 TEMA **RETOS Y LECCIONES APRENDIDAS**
-

Problemática



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

Perú



AMÉRICA LATINA

Evacúan a casi 900 personas de Machu Picchu por lluvias

Desde el viernes se registran inundaciones en varias zonas de Perú, provocando daños en edificios y la vía férrea.



25 de Enero de 2022



© Oscar Farje Bermejo/Agencia Andina/Alpafotocor alliance

Casi 900 personas fueron evacuadas de la localidad turística de Machu Picchu Pueblo, vecina a la joya de la cultura inca en Perú, tras lluvias e inundaciones que dejaron un desaparecido y viviendas destruidas, informó este lunes (24.01.2022) el ministerio de Turismo.

<https://www.dw.com/es/evac%C3%BAan-a-casi-900-personas-de-machu-picchu-por-lluvias/a-60543276>

Ecuador



ACTUALIDAD

Ecuador: Lluvias dejan muertos, damnificados y hasta una iglesia cerca del colapso



@GobernacionDeCotopaxi

1 de Febrero de 2022

<https://es.aleteia.org/2022/02/01/ecuador-lluvias-dejan-muertos-damnificados-y-hasta-una-iglesia-cerca-del-colapso/>

Bolivia



La Paz es la región con más familias y comunidades afectadas por las lluvias

En todo el país suman 27 personas fallecidas y 14 desaparecidas, según datos oficiales de Defensa Civil.



8 de febrero de 2022



Foto de archivo: La Razón.

POR EDWIN CONDORI

<https://www.la-razon.com/sociedad/2022/02/08/la-paz-es-la-region-con-mas-familias-y-comunidades-afectadas-por-las-lluvias/>

Problemática

Colombia



elCOLOMBIANO

19 de marzo de 2023

En video | ¡Qué lapo! Calles de Bogotá quedaron blancas por el granizo

Las zonas con más afectaciones en la capital por cuenta de aguacero han sido Usaquen y Chapinero.

19 de Marzo de 2023



Las lluvias de este puente festivo ya dejan personas fallecidas en Cundinamarca. Foto: Capturas de pantalla.

19 de marzo de 2023

<https://www.elcolombiano.com/colombia/fuertes-lluvias-y-granizadas-en-bogota-y-cundinamarca-GI20826426>

México



MÉXICO

Las imágenes de las inundaciones y encharcamientos que dejó la lluvia al sur de la CDMX

Varios capitalinos se vieron afectados por el aumento del nivel del agua, el cual afectó a sus viviendas

6 de Octubre de 2022



6 de Octubre de 2022



Inundación en una calle de la Col. Del Mar en Tláhuac sobre Pinaría y Canal de Chalco (foto: Redes sociales)

Este miércoles 5 de octubre los capitalinos fueron sorprendidos por **fuertes lluvias que dejaron a su paso inundaciones y encharcamientos** en diferentes alcaldías. Las zonas localizadas al oriente y el sur fueron de las más afectadas.

<https://www.infobae.com/america/mexico/2022/10/06/las-imagenes-de-las-inundaciones-y-encharcamientos-que-dejo-la-lluvia-al-sur-de-la-cdmx/>

España



EL PAÍS

Comunidad Valenciana

Las inundaciones por las lluvias torrenciales en Valencia, en imágenes

Una fuerte tormenta bate el récord histórico de lluvia en Valencia en el mes de mayo. La persistente tromba corta ciudades, calles y líneas de metro y anega bajos en los barrios marítimos.

MONICA TORRES - CRISTINA VÁZQUEZ

4 de Mayo de 2022

4 de Mayo de 2022



<https://elpais.com/espana/comunidad-valenciana/2022-05-04/las-inundaciones-tras-las-lluvias-torrenciales-en-valencia-en-imagenes.html>



La contaminación acumulada en superficie es arrastrada hacia la red de colectores y finalmente llega a los cuerpos de agua receptores, generando alta contaminación.

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

Acueducto invirtió más de \$26 mil millones en retirar basuras de alcantarillado



LEE ANTES DE
COMPARTIR:



PUBLICADO:

14
MAR
2022

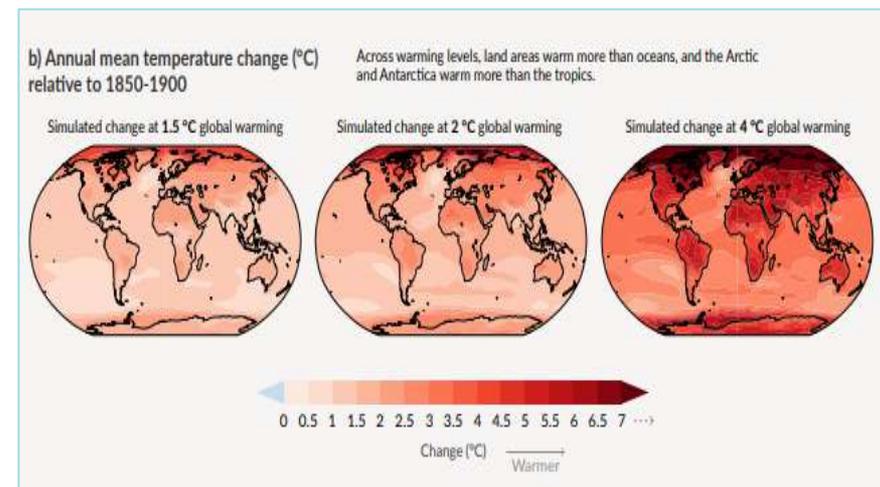
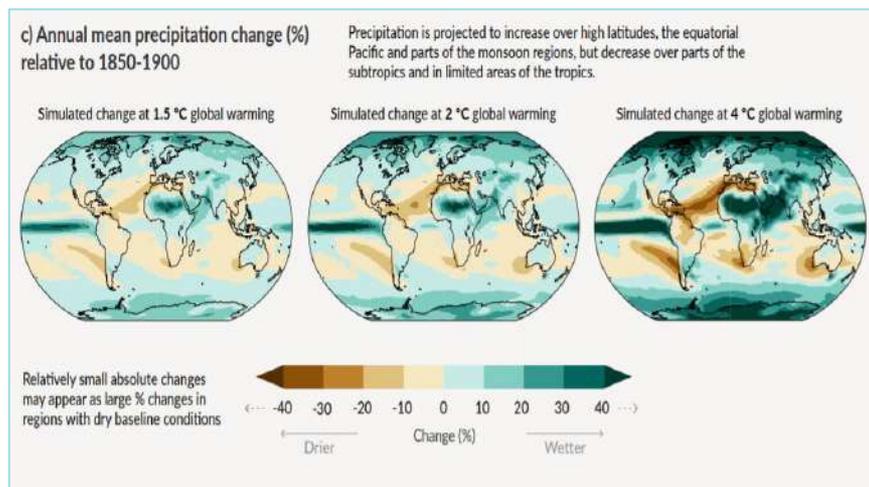
“Cristina Arango, gerente de la EAAB, reveló que en las rutinas diarias de limpieza de las tuberías se retiraron, en el último año, más de **107 mil toneladas de basuras y desechos** y se invirtieron **26 mil 262 millones de pesos (≈5M \$USD).**”

Fuente: <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/habitat/acueducto-invierte-mas-de-26-mil-millones-en-limpiar-alcantarillas>

Sexto Informe IPCC (2021 – 2022)

Con un aumento del calentamiento global es muy probable que los eventos de fuertes precipitaciones se intensifiquen y se vuelvan más frecuentes en la mayoría de las regiones. **A escala global, se proyecta que los eventos de precipitación diaria extrema se intensifiquen en aproximadamente un 7% por cada 1 ° C de calentamiento global (probabilidad de alta confianza).**

Por cada 0,5 °C adicionales de calentamiento global se generarán **aumentos claramente perceptibles en la intensidad y frecuencia de los eventos extremos de calor, incluidas olas de calor (muy probables) y fuertes precipitaciones (probabilidad de alta confianza)**



Piura: Paita es la
localidad más afectada
por las lluvias

Mayo 2017



<https://inforundaciones.com/noticias/piura-paita-es-la-localidad-mas-afectada-por-las-lluvias/>

Piura: Once distritos son
declarados en
emergencia por sequía

Octubre 2022



<https://www.cutivalu.pe/piura-once-distritos-son-declarados-en-emergencia-por-sequia/>



Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)



JORNADAS SOBRE LOS RETOS
DE LOS DRENAJES PLUVIALES
URBANOS EN PERÚ



Cantidad

Estructuras **alternativas y complementarias** al sistema de drenaje convencional que constituyen parte de la infraestructura urbana para el **manejo de aguas pluviales**.

El principio básico de estos sistemas es emular de la mejor manera el **régimen natural del ciclo hidrológico** en una condición de no desarrollo, para así, **disminuir los efectos negativos** del cambio en la hidrología, producto del **desarrollo urbano**.



Calidad



Amenidad



Urbanismo



Recuperación



Conservación

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)



JORNADAS SOBRE LOS RETOS
DE LOS DRENAJES PLUVIALES
URBANOS EN PERÚ



Contribuir con la conectividad ecológica

La implementación extendida de tipologías de SUDS en conjunto con amplias áreas verdes permite apoyar la conectividad de hábitats locales

Cohesión de la comunidad, y reducción de criminalidad

Algunas de las tipologías de SUDS tienen el potencial de incrementar las oportunidades de interacción entre los habitantes del área intervenida, creando espacios urbanos con un mayor nivel agrado y pertenencia.

Salud, bienestar y recreación

Las tipologías de SUDS que incluyen cobertura vegetal tienen un beneficio significativo para mantener la salud mental y la salud física al proveer espacios de relajación y recreación.

Mejora en calidad del aire

Las tipologías de SUDS que cuentan con áreas verdes o verde-azules, incluyendo césped y árboles, provee mejoras significativas en la calidad del aire. Por ejemplo: Captura de material particulado mediante el follaje de las plantas.

Operación con bajo consumo de energía

Las tipologías de SUDS tienden a requerir un menor uso de energía en todas las etapas de la cadena de suministro y operación, frente al sistema de drenaje convencional. El almacenamiento de agua lluvia, representa un ahorro de energía.

Crecimiento económico y atracción de inversionistas

Las áreas urbanas que integran en su diseño el flujo de agua tienden a incrementar su atractivo de inversión comercial. Tipologías de SUDS que incluyan cobertura vegetal agregan valor al uso del suelo de las propiedades aledañas.

Educación Ambiental

El empleo de tipologías de SUDS permite a diferentes sectores académicos y a la comunidad aprender en la práctica el ciclo del agua y su adecuada gestión.

Seguridad en suministro de riego

El almacenamiento de agua lluvia para uso posterior en usos no potables, tiene el potencial de garantizar irrigación de cobertura vegetal durante temporadas de sequía.

Soporte y protección natural para especies locales

Las tipologías de SUDS que incorporen cobertura vegetal tienen el potencial de constituir hábitat para especies de flora y fauna

Reducción de emisiones

Las tipologías de SUDS que incluyen cobertura vegetal, tienen el potencial de captar y secuestrar CO₂ y gases de efecto invernadero.

Biodiversidad y ecología

Las tipologías de SUDS pueden ayudar a soportar las especies de flora y fauna existentes en el área urbana, por lo tanto los objetivos de amenidad y biodiversidad deben analizarse de forma paralela.

Reducción de ruido

Las tipologías de SUDS que incluyan la siembra de árboles y arbustos pueden proveer barreras naturales anti ruido.

Regulación del efecto de isla de calor

La inclusión de SUDS puede moderar las temperaturas extremas generadas en el área urbana. Esto se vuelve relevante bajo un escenario de cambio climático

Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)



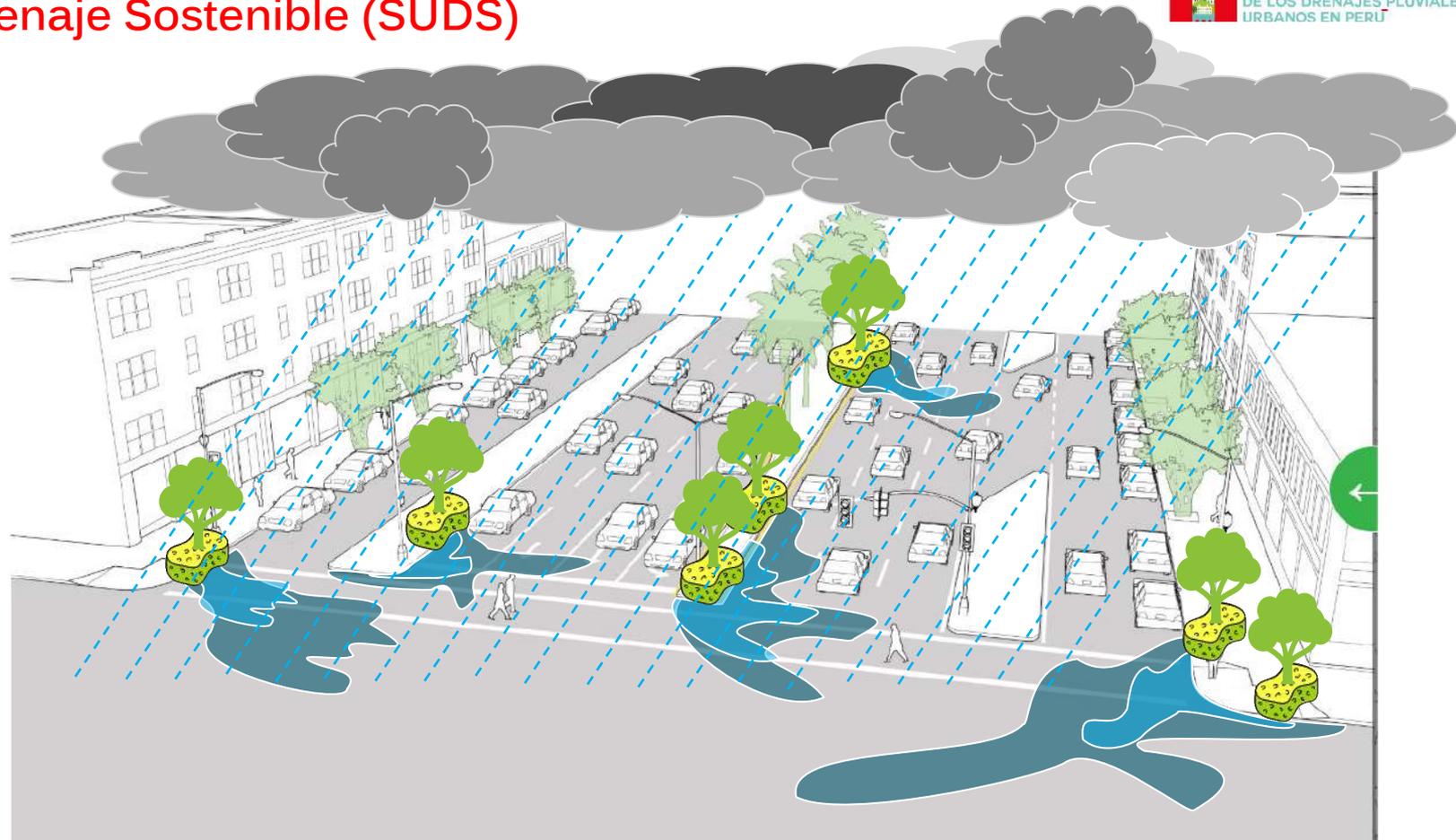
Tomado de: (CIIA, Universidad de los Andes, 2017)

Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)



JORNADAS SOBRE LOS RETOS
DE LOS DRENAJES PLUVIALES
URBANOS EN PERÚ

TYPSA

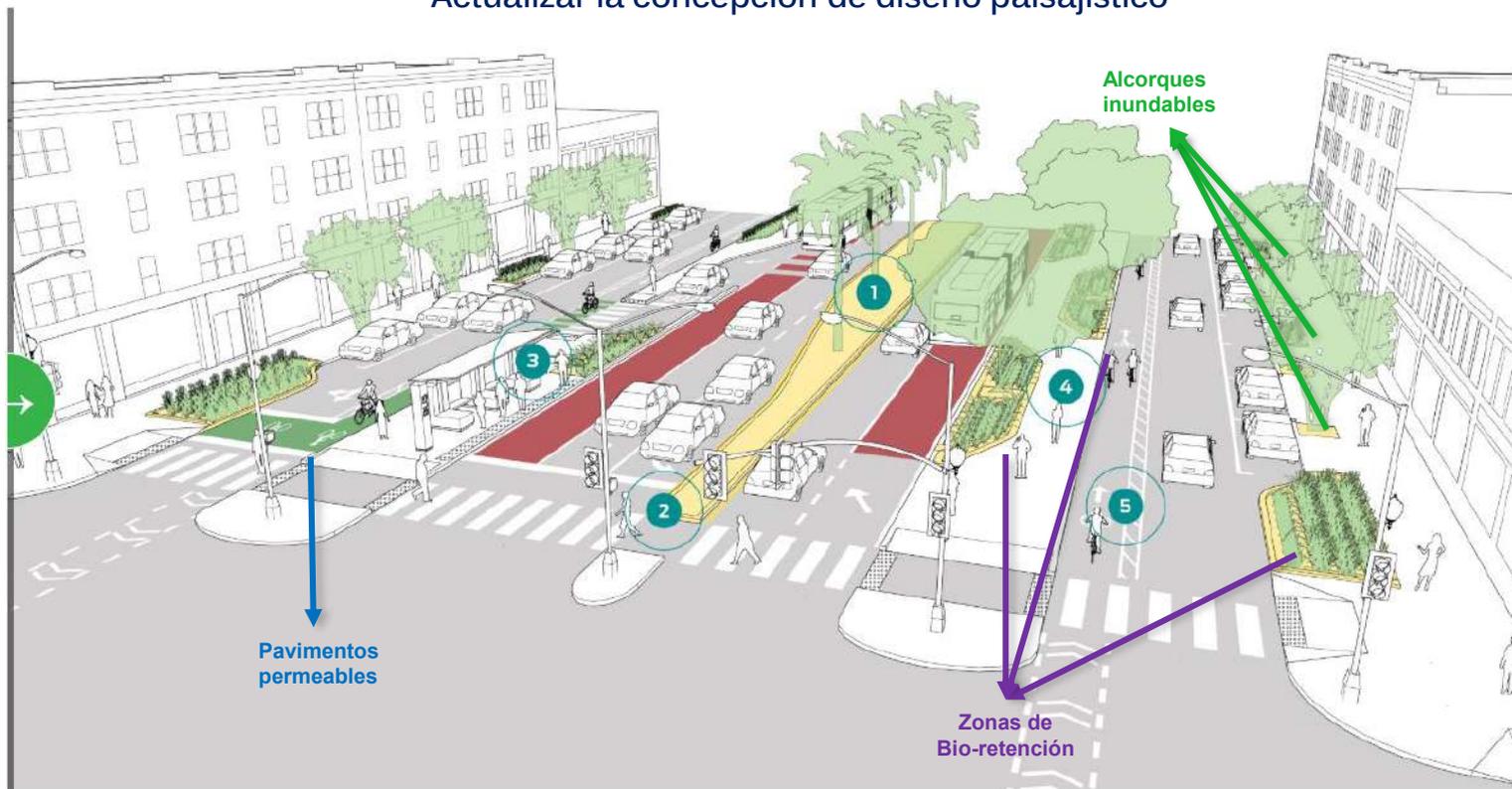


Adaptado de: (National Association of City Transportation Officials, 2017)

Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)



Actualizar la concepción de diseño paisajístico



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



Bogotá, Colombia



Avances y Logros

Investigación SUDS Bogotá, Colombia



JORNADAS SOBRE LOS RETOS DE LOS DRENAJES PLUVIALES URBANOS EN PERÚ



'La ingeniería de las Cosas': Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible



Universidad de los Andes
99.2 k suscriptores

Suscribirse

202



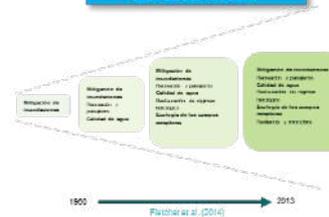
Compartir

Guardar

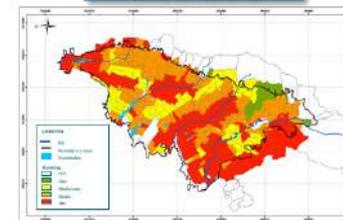


https://www.youtube.com/watch?v=pY_JIPS-6I

Producto 1



Producto 2

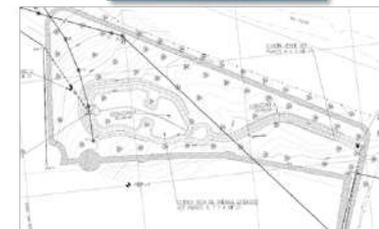


Producto 3

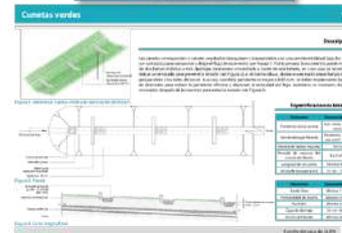
Informe de los datos
Estado de la Ingeniería de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) en Bogotá

Categoría	Indicador	Valor	Observaciones
Cobertura de SUDS	Cobertura de SUDS en Bogotá	10%	Se requiere mayor inversión y voluntad política para aumentar la cobertura.
	Cobertura de SUDS en zonas urbanas	15%	Se requiere mayor inversión y voluntad política para aumentar la cobertura.
	Cobertura de SUDS en zonas rurales	5%	Se requiere mayor inversión y voluntad política para aumentar la cobertura.
	Cobertura de SUDS en zonas industriales	10%	Se requiere mayor inversión y voluntad política para aumentar la cobertura.
Calidad del agua	Calidad del agua en Bogotá	80%	Se requiere mayor inversión y voluntad política para mejorar la calidad del agua.
	Calidad del agua en zonas urbanas	85%	Se requiere mayor inversión y voluntad política para mejorar la calidad del agua.
	Calidad del agua en zonas rurales	75%	Se requiere mayor inversión y voluntad política para mejorar la calidad del agua.
	Calidad del agua en zonas industriales	80%	Se requiere mayor inversión y voluntad política para mejorar la calidad del agua.

Producto 4



Producto 5



Producto 6



SECRETARÍA DE AMBIENTE



Avances y Logros

Investigación SUDS Bogotá, Colombia



JORNADAS SOBRE LOS RETOS
DE LOS DRENAJES PLUVIALES
URBANOS EN PERÚ



Parque Metropolitano San Cristóbal Sur. Bogotá D.C.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE AMBIENTE

Google

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

Avances y Logros

Investigación SUDS Bogotá, Colombia



JORNADAS SOBRE LOS RETOS
DE LOS DRENAJES PLUVIALES
URBANOS EN PERÚ



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 m³ de almacenamiento por evento de lluvia

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



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE AMBIENTE

Avances y Logros

Normatividad SUDS Bogotá, Colombia



JORNADAS SOBRE LOS RETOS
DE LOS DRENAJES PLUVIALES
URBANOS EN PERÚ



NS – 166

NORMA TÉCNICA DE SUDS NS – 166



CRITERIOS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS
URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE (SUDS)

Código: NS-166
Estado: Vigente
Versión: 0.0
Origen: EAAB-Norma Técnica
Tipo Doc.: Norma Téc. de Servicio
Clasificada

INFORMACION GENERAL

Tema: CONSTRUCCIÓN
Comité: Normalización
Antecedentes:
Vigente desde: 09/02/2018
Contenido del Documento :

6. TABLA DE CONTENIDO

1. ALCANCE
2. DOCUMENTOS RELACIONADOS
3. TERMINOLOGÍA
4. REQUISITOS
 - 4.1. GENERALIDADES
 - 4.1.1. Documentación requerida
 - 4.1.2. Aspectos de construcción
 - 4.2. CONDICIONES DE USO
 - 4.3. DISEÑO HIDROLÓGICO
 - 4.3.1. Caudal para un periodo de retorno de diseño (Qb)
 - 4.3.2. Volumen de calidad o tratamiento (Vc)
 - 4.3.3. Determinación de volumen de calidad (Vc)
 - 4.3.4. Estimación de la profundidad de lluvia (hp) para la ciudad de Bogotá
 - 4.3.5. Caudal de diseño asociado a un periodo de retorno
 - 4.3.6. Estimación aproximada de (hp) a partir de curvas IDF
- 4.4. TRENES DE TRATAMIENTO
- 4.5. TIPOLOGÍA DE SUDS
 - 4.5.1. Alcorques inundables
 - 4.5.2. Cuenca seca de drenaje extendido
 - 4.5.3. Cunetas verdes
 - 4.5.4. Tanques de almacenamiento
 - 4.5.5. Pavimentos permeables
 - 4.5.6. Zanjas de infiltración
 - 4.5.7. Zonas de bio-retención
- 4.6. ESTRUCTURAS ANEXAS
 - 4.6.1. Estructuras de pretratamiento
 - 4.6.2. Estructuras de entrada
 - 4.6.3. Estructuras anexas a la estructura de entrada
 - 4.6.4. Estructuras de salida
 - 4.6.5. Estructuras anexas a la estructura de salida
 - 4.6.6. Estructuras de detención o retención
 - 4.6.7. Estructuras para monitoreo y/o mantenimiento
- 4.7. CONEXIÓN AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL

Vigente 9 de Febrero 2018



Avances y Logros

Normatividad SUDS Bogotá, Colombia



JORNADAS SOBRE LOS RETOS
DE LOS DRENAJES PLUVIALES
URBANOS EN PERÚ



CRITERIOS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS
URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE (SUDS)

NORMA TÉCNICA DE SUDS NS – 166

Código: NS-166
Estado: Vigente
Versión: 0,0
Origen: EAAB-Norma Técnica
Tipo Doc.: Norma Téc. de Servicio
Elaborada

Tema: CONSTRUCCIÓN
Comité: Normalización
Antecedentes:
Vigente desde: 09/02/2018
Contenido del Documento:

0. TABLA DE CONTENIDO

1. ALCANCE
2. DOCUMENTOS RELACIONADOS
3. TERMINOLOGÍA
4. REQUISITOS
- 4.1. GENERALIDADES
- 4.1.1. Documentación requerida
- 4.1.2. Aspectos de construcción
- 4.2. CONDICIONES DE USO
- 4.3. DISEÑO HIDROLÓGICO
- 4.3.1. Caudal para un periodo de retorno de diseño (Qb)
- 4.3.2. Volumen de calidad o tratamiento (Vc)
- 4.3.3. Determinación de volumen de calidad (Vc)
- 4.3.4. Estimación de la profundidad de lluvia (hp) para la ciudad de Bogotá
- 4.3.5. Caudal de diseño asociado a un periodo de retorno
- 4.3.6. Estimación aproximada de (hp) a partir de curvas IDF
- 4.4. TRENES DE TRATAMIENTO
- 4.5. TIPOLOGÍA DE SUDS
- 4.5.1. Alcorques inundables
- 4.5.2. Cuenca seca de drenaje extendido
- 4.5.3. Cunetas verdes
- 4.5.4. Tanques de almacenamiento
- 4.5.5. Pavimentos permeables
- 4.5.6. Zanjas de infiltración
- 4.5.7. Zonas de bio-retención
- 4.6. ESTRUCTURAS ANEXAS
- 4.6.1. Estructuras de pretratamiento
- 4.6.2. Estructuras de entrada
- 4.6.3. Estructuras anexas a la estructura de entrada
- 4.6.4. Estructuras de salida
- 4.6.5. Estructuras anexas a la estructura de salida
- 4.6.6. Estructuras de detención o retención
- 4.6.7. Estructuras para monitoreo y/o mantenimiento
- 4.7. CONEXIÓN AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL

ANEXOS



Anexo A. Informe sobre la investigación y desarrollo de las tecnologías y/o tipologías de SUDS que más se adapten a la problemática de la escorrentía urbana en la ciudad de Bogotá D.C. (2016): Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental (CIIA), Universidad de los Andes.



Anexo B. Guía técnica de diseño y construcción de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) y Hojas de pre-dimensionamiento de: Alcorques inundables, cuencas secas de drenaje extendido, cunetas verdes, tanques de almacenamiento, pavimentos permeables, zanjas de infiltración y zonas de bio-retención. (2017), Bogotá: Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental (CIIA), Universidad de los Andes.



Anexo C. Cartilla y fichas técnicas por tipología: Alcorques inundables, cuencas secas de drenaje extendido, cunetas verdes, tanques de almacenamiento, pavimentos permeables, zanjas de infiltración y zonas de bio-retención. (2017): Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental (CIIA), Universidad de los Andes.

Avances y Logros

Normatividad SUDS Bogotá, Colombia



Cuenca seca de drenaje extendido

El volumen de almacenamiento en una cuenca seca de drenaje extendido depende de la capacidad de infiltración y de la profundidad de almacenamiento. La capacidad de infiltración depende de la calidad del suelo durante su tránsito por la topología, información adicional y en mayor medida del diseño de la cuenca seca de drenaje extendido, pueden encontrarse en el Anexo B.



Tanque de almacenamiento

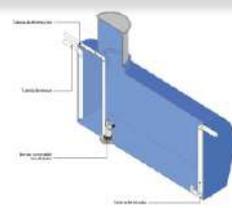


Figura 4. Esquema de referencia tanque de almacenamiento

Zanja de infiltración

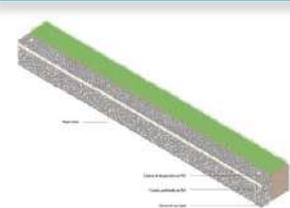


Figura 5. Esquema de referencia zanja de infiltración

Alcorques Inundables

Al mismo nivel, sea entre el sustento de la frontera de agregado (ver Figura 1). Luego, se procede a estimar la profundidad de la capa de drenaje solo si la topología cuenta con tubería perforada. Así pues, es necesario considerar el diámetro de la tubería perforada (D_t), el cual debe garantizar el drenaje completo de la estructura en un tiempo de 12 horas, la porosidad efectiva de la capa de drenaje (P_e) y la profundidad de almacenamiento sobre y bajo la tubería perforada, para calcular la profundidad total de la capa de drenaje (d_d) definida de la siguiente manera:

$$d_d = d_{d1} + d_{d2}$$

Donde d_{d1} = Profundidad de capa de drenaje (m), d_{d2} = Profundidad de la capa de drenaje sobre la tubería perforada (m), d_{d3} = Profundidad de la capa de drenaje bajo la tubería perforada (m) y D_t = Diámetro de la tubería perforada (m)

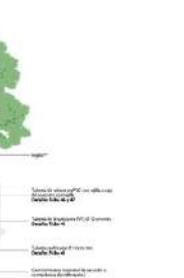


Figura 1. Esquema de referencia alcorque inundable

Luego, se deben determinar los diferentes volúmenes que tratará la topología. A partir del volumen establecido para prácticas de tratamiento (V_{tr}) y de las variables ya establecidas se calcula el volumen de almacenamiento superficial que tiene el alcorque en los casos en los que la intensidad de los eventos de precipitación sea alta. Este volumen se determina como:

$$V_{alm} = \frac{A \cdot d_d}{2} + V_{tr}$$

Cuneta verde

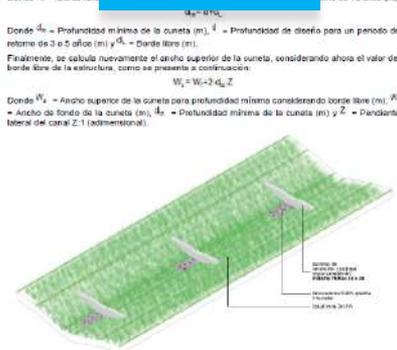


Figura 3. Esquema de referencia cuneta verde

En los sitios en donde se necesita establecer una cobertura vegetal particular y/o se requiere incluir un compartimento adicional para el almacenamiento temporal de escorrentía, se debe incorporar en el fondo superficial de la cuneta una capa de suelo o sustento con una profundidad mínima de 45 cm. Después el drenaje se debe añadir una capa de drenaje, la cual contenga una tubería perforada que favorezca la descarga de los excesos de agua almacenada (ver sección 4.5.2.1).

Para añadir estabilidad al fondo de la cuneta, es necesario revestir el fondo de ésta con un geotextil no tejido, el cual permite la infiltración del agua y a su vez permite diferenciar el nivel superior de la estructura para futuras labores de mantenimiento y monitoreo. En caso de que se requiera restringir o evitar la infiltración, se debe incorporar en la parte más baja de la estructura una geomembrana en vez de un geotextil, de modo que todo el volumen de exceso de escorrentía sea evacuado por la tubería perforada y no a través del suelo circundante.

El Cuadro 3 presenta los valores de los parámetros de diseño de cunetas verdes. El diseño final de la cuneta debe cumplir como mínimo estos restricciones. Si alguno de estos parámetros no se cumple, el diseñador debe justificar de manera clara los métodos y aproximaciones empleadas para garantizar el adecuado desempeño hidráulico y de tratamiento de la cuneta vegetal. Especificaciones particulares de diseño pueden ser consultadas en el Anexo B.

Pavimento permeable

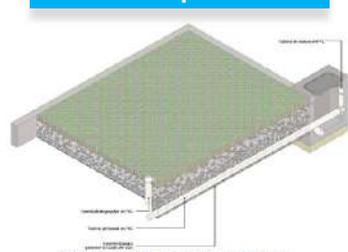


Figura 5. Esquema de referencia pavimento permeable

De acuerdo con el tipo de infiltración seleccionado, el diseño del pavimento para pavimentos con infiltración completa (ver Figura 6)) no es necesario incluir ningún tipo de tubería perforada en el fondo de la estructura, puesto que el resto infiltro en cuanta con una buena tasa de infiltración y no hay ninguna restricción que impida que el volumen de escorrentía se infiltre en su totalidad en el suelo circundante.



Figura 6. Pavimento permeable con infiltración completa

De otro lado, para pavimentos con infiltración parcial (ver Figura 7), se debe incluir tuberías perforadas que complementen el sistema de drenaje del volumen de escorrentía almacenado. En caso de que no sea posible incluir prácticas de infiltración en el diseño del pavimento (ver Figura 6)), se debe cubrir el fondo de la topología con un geomembrano que impida cualquier período de agua y, por lo tanto, todo el volumen deberá ser descargado mediante una tubería perforada, ubicada en la capa más profunda del pavimento.

Zonas de bio-retención

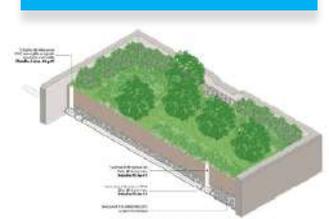


Figura 6. Esquema de referencia zona de bio-retención

Luego, en la segunda etapa se establecen las características geométricas de la estructura. El primer parámetro por calcular es el área mínima de fondo de la estructura (A_{fnd}). Esta área se define con el objetivo de reducir la probabilidad de saturación y la frecuencia de mantenimiento. Para ello se debe establecer previamente la profundidad de diseño (d_d), la cual no debe superar los 30 cm, y requiere el volumen de calidad (V_c) determinado anteriormente.

$$A_{fnd} = \frac{V_c}{d_d}$$

Donde A_{fnd} = Área mínima de fondo de la estructura (m^2), V_c = Volumen de calidad de diseño (m^3) y d_d = Profundidad de diseño (m).

Una vez se cuenta con la restricción mínima de área de fondo (A_{fnd}), el diseñador debe establecer el área de fondo (A_f), garantizando que ésta sea mayor al área mínima de fondo determinada previamente. Así mismo el diseñador debe definir el área superficial de la zona de bio-retención (A_s), la cual deberá ser mayor o igual al área de fondo (A_f). Con estas dos variables y la profundidad de diseño (d_d) se calcula el volumen total (V_t), el cual debe ser mayor o igual al volumen de calidad (V_c) requerido. Si alguno de estas condiciones no se satisficen, es necesario reestimar las variables iniciales del proceso de cálculo, hasta satisfacer todas estas restricciones.

$$V_t = A_s \cdot d_d$$

Donde V_t = Volumen total (m^3), A_s = Área superficial de la estructura (m^2), V_c = Área mínima de fondo de la estructura (m^3) y d_d = Profundidad de diseño (m).
Ahora bien, de acuerdo con el tipo de infiltración que se desea en el área retenida, el diseño de la zona de bio-retención varía. Para áreas de bio-retención con infiltración completa (ver Figura 1)) se debe cubrir el fondo de la topología con un geomembrano que impida cualquier período de agua y, por lo tanto, todo el volumen deberá ser descargado mediante una tubería perforada, ubicada en la capa más profunda del pavimento.

Avances y Logros

Normatividad SUDS Bogotá, Colombia



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

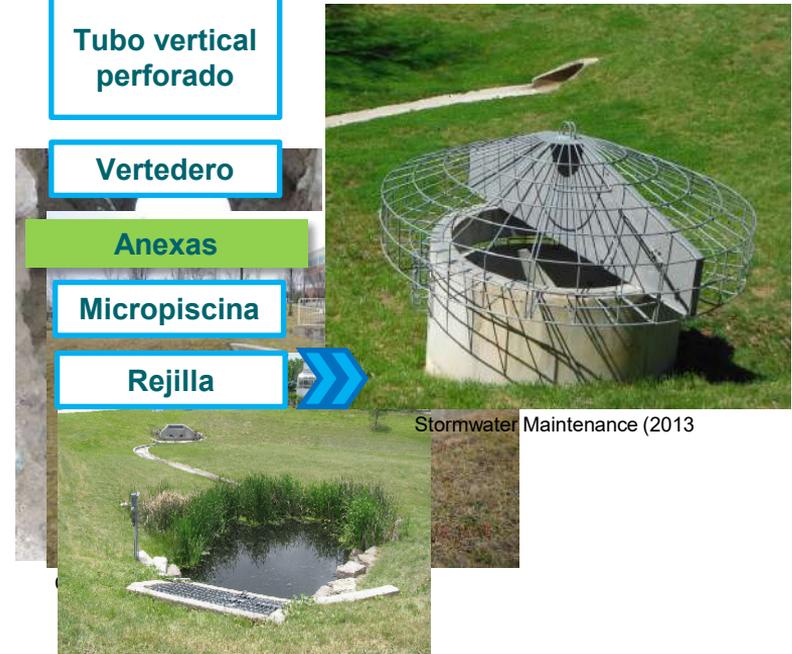
Micropiscina

Rejilla



NC Department of Transportation (2014)

Beach (2013)



Stormwater Maintenance (2013)

CASFM Stormwater Quality Committee, s.f

Avances y Logros

Normatividad SUDS Bogotá, Colombia

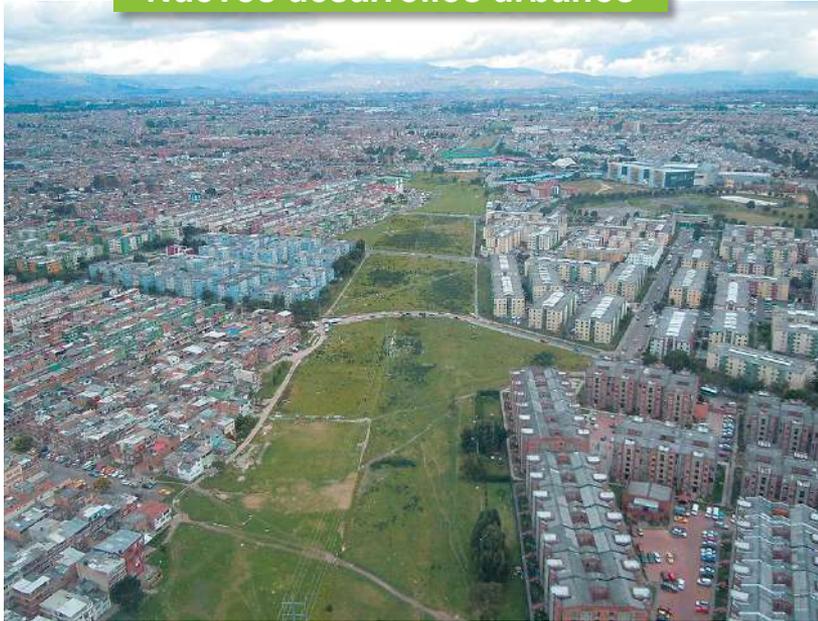
Tipo de aproximación urbana



JORNADAS SOBRE LOS RETOS
DE LOS DRENAJES PLUVIALES
URBANOS EN PERÚ

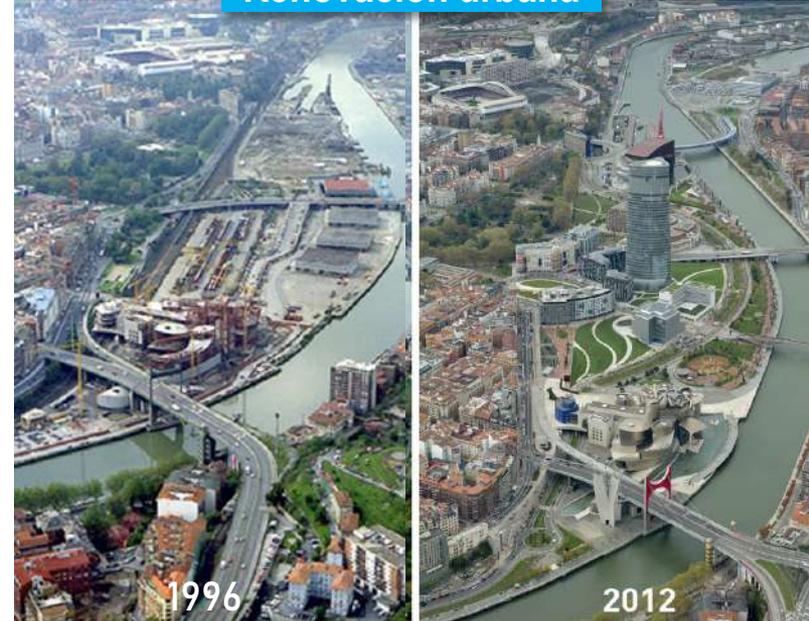


Nuevos desarrollos urbanos



Predios propuestos para la Avenida
Longitudinal de Occidente (ALO)

Renovación urbana



Plan Maestro ABANDOIBARRA,
Bilbao, España

Avances y Logros

Normatividad SUDS Bogotá, Colombia



JORNADAS SOBRE LOS RETOS
DE LOS DRENAJES PLUVIALES
URBANOS EN PERÚ



Decreto 555 de 2021


ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
DECRETO No. **555** DE
(29 DIC 2021)

"Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C."

LA ALCALDESA MAYOR DE BOGOTÁ, D. C.

En ejercicio de sus facultades legales, en especial las conferidas por el numeral 1 y 3 del artículo 38 del Decreto Ley 1421 de 1993, el artículo 12 de la Ley 810 de 2003 y el artículo 2.2.2.1.2.3.5 del Decreto Único Reglamentario 1077 de 2015, y

CONSIDERANDO

Que la Constitución Política de Colombia establece las bases para la organización territorial, los planes de desarrollo y dicta los criterios del desarrollo territorial, al asignarle a las entidades públicas en el marco de los derechos colectivos y del medio ambiente, la función de regular los usos del suelo y del espacio aéreo urbano en defensa del interés común.

Que los artículos 1 y 287 de la Constitución Política señalan que las entidades territoriales son autónomas para la gestión de sus intereses y, en consecuencia, como parte del núcleo esencial de la autonomía territorial, tienen la potestad de ejercer las competencias que les corresponden, expidiendo para el efecto regulaciones sobre los asuntos particulares de su competencia, dentro de los parámetros que señale la ley.

Que el artículo 209 superior consagra que la función administrativa está al servicio de los intereses generales y se desarrolla con fundamento en los principios de igualdad, moralidad, eficacia, economía, celeridad, imparcialidad y publicidad.

Que según lo determinado por el artículo 311 ídem le corresponde a los municipios y distritos, ordenar el desarrollo de su territorio, así como prestar los servicios públicos que determine la ley, construir las obras que demande el progreso local, promover la participación comunitaria, el mejoramiento social y cultural de sus habitantes y cumplir las demás funciones que le asignen la Constitución y las leyes.

Que el artículo 322 de la Constitución Política señala que "Bogotá, Capital de la República y del departamento de Cundinamarca, se organiza como Distrito Capital. Su régimen político, fiscal y administrativo será el que determinen la Constitución, las leyes especiales que para el mismo se dicten y las disposiciones vigentes para los municipios (...)".

Carrera 8 No. 10-65
Código Postal: 111711
Tel.: 3613000
www.bogota.gov.co
Info: Línea 195


BOGOTÁ

CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN: PÚBLICA
2310460-FT-078 Versión 01



**Plan de Ordenamiento Territorial
Bogotá Reverdece 2022-2035**

Artículos SUDS: 17, 122, 126, 185 y 186

Tomado de: Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), RED SUDS Bogotá

POT – Decreto 555 de 2021

Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible – SUDS

Art. 185

Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible – SUDS, son estructuras de soporte al sistema de alcantarillado pluvial convencional y complementarios a la red hídrica, que responden a las necesidades de drenaje, recolección, manejo y conducción del recurso hídrico a cauces naturales provenientes de las precipitaciones ocurridas en el área urbana del Distrito Capital, en el marco de la sostenibilidad del recurso hídrico, la recuperación ambiental de la cuenca del río Bogotá y el desarrollo urbano sostenible.

Todas las tipologías deben estar conectadas al sistema de alcantarillado pluvial o directamente al drenaje natural y deben garantizar buenas condiciones de calidad del agua y retención de sólidos. Los planes parciales y/o proyectos urbanísticos que se ejecuten mediante licencia de urbanización, deberán implementar sistemas urbanos de drenaje sostenible – SUDS, para lo cual se debe dar aplicación al artículo 153 de la Resolución Nacional 330 de 2017 – Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico o la norma que lo modifique o sustituya, conforme al cual se **debe reducir mínimo un 25% el caudal pico del hidrograma de la creciente de diseño o de acuerdo a la norma que expida la Entidad competente. Del 25% de retención obligatoria dentro del área neta urbanizable, el 13% deberá hacerse al interior de las áreas útiles privadas y 12% deberá hacerse en las cesiones para vías, parques y zonas verdes.**

En los tratamientos de renovación urbana y consolidación se implementarán SUDS con el fin de reducir mínimo 10% del caudal pico del hidrograma de la creciente de diseño. **Las entidades del sector público deberán incorporar los SUDS en los diseños de infraestructura de transporte y de espacio público (vías, parques, etc.) como mínimo en el 10% del total del espacio público del proyecto, incluyendo el espacio público reconstruido.**

Toda vez que estos sistemas harán parte del sistema de alcantarillado pluvial, la aprobación de los estudios técnicos propuestos para los sistemas urbanos de drenaje sostenibles hará parte de los estudios de manejo de aguas lluvias de los planes parciales y licencias de urbanización.

Lo anterior sin perjuicio del cumplimiento de la normatividad técnica de la EAAB-ESP.

POT – Decreto 555 de 2021

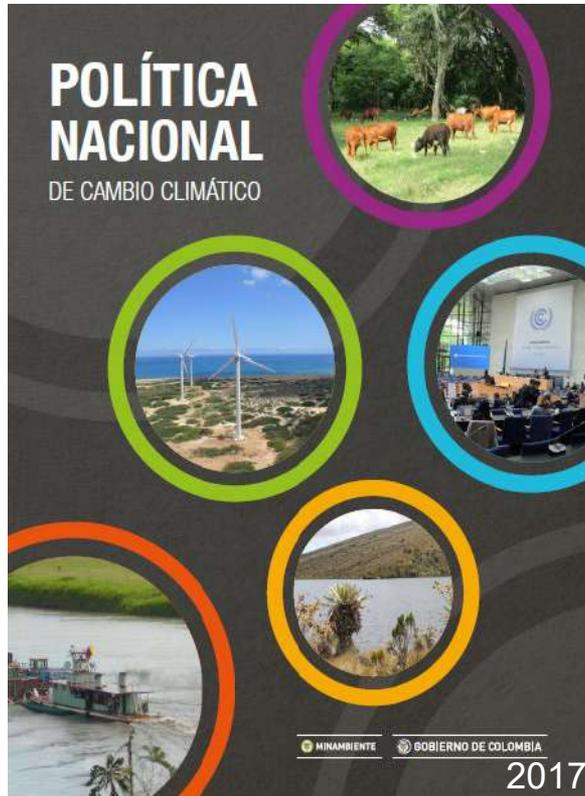
Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible – SUDS

Art.
186

Para la implementación de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible se tendrá en cuenta las siguientes competencias:

1. Para obras públicas e intervenciones en el espacio público, se promoverá la implementación de SUDS como medida de reducción de riesgos asociados a escenarios de inundación y adaptación a la variabilidad climática y cambio climático.
2. **En espacio público para tipologías menores, los diseños y la construcción de los SUDS serán responsabilidad de la entidad que los construya, siguiendo la norma técnica de la EAAB y su conexión a la red de alcantarillado será aprobada por el prestador del servicio público de alcantarillado.** Una vez sean construidos serán recibidos y georreferenciados por el prestador del servicio público de alcantarillado.
3. El mantenimiento general estará a cargo de la entidad administradora del espacio público respectivo. **El Jardín Botánico de Bogotá y el Instituto Distrital de Recreación y Deporte, realizarán el mantenimiento preventivo de aquellas tipologías de SUDS localizados en espacio público que tengan coberturas vegetales.**
4. En predios privados y/o fiscales, los diseños y la construcción de los SUDS serán revisados y aprobados dentro de los diseños de redes hidrosanitarias de proyectos urbanísticos y arquitectónicos. Su mantenimiento es responsabilidad de los titulares de los inmuebles donde se construyan siguiendo los lineamientos de la autoridad ambiental.
5. **El mantenimiento de los SUDS estará a cargo del propietario del suelo en el que se ubique o del administrador del espacio público a cargo.**

Política Nacional de Cambio Climático



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



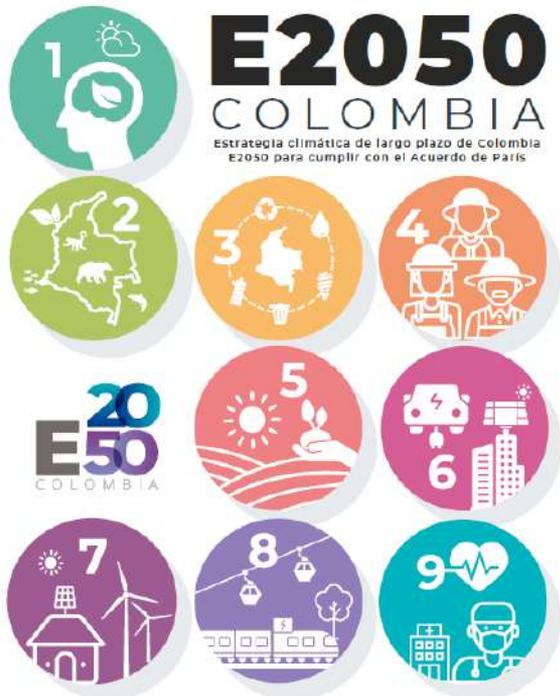
Avances y Logros

Normatividad SUDS Bogotá, Colombia

Estrategia E2050



JORNADAS SOBRE LOS RETOS DE LOS DRENAJES PLUVIALES URBANOS EN PERÚ



1 de Noviembre de 2021. Glasgow, Escocia, COP26.



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 edificaciones⁴⁰, 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



Tomado de: Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), RED SUDS Bogotá

Obligaciones en Contratos de Consultoría (IDU)

CAPÍTULO 6
REDES HIDROSANITARIAS

REPÚBLICA DE COLOMBIA
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
IDU
Desarrollo Urbano

CONCURSO DE MERITOS

ELABORACION DE LA FACTIBILIDAD, ESTUDIOS y DISEÑOS
PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA VÍA COTA DESDE LA
CARRERA 92 (CERRO DE LA CONEJERA) E INTERSECCIÓN CON
EL MUNICIPIO DE COTA.

CAPITULO 6

HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA
(Incluye Redes de Acueducto y de Alcantarillado)

BOGOTA D. C., JUNIO DE 2021

6-1

CAPÍTULO 6
REDES HIDROSANITARIAS

Tabla de contenido

1.	OBJETO	3
2.	ANTECEDENTES	3
3.	NORMATIVIDAD APLICABLE AL DISEÑO HIDROSANITARIO	4
4.	ALCANCE	5
4.1	ETAPA DE RECOLECCIÓN, VALIDACIÓN, ANÁLISIS Y COMPLEMENTACIÓN DE INFORMACIÓN	6
4.1.1	JUSTIFICACIÓN	6
4.1.2	GENERALIDADES	7
4.1.3	REQUERIMIENTOS PARA LA EMPRESA QUE REALICE LA INVESTIGACIÓN DE REDES	7
4.2	ETAPA DE FACTIBILIDAD	8
4.3	ETAPA DE DISEÑO	8
5.	DESARROLLO DE ENTREGABLES	9
5.1	INVESTIGACIÓN REDES	10
5.1.1	REDES ALCANTARILLADO	10
5.1.2	REDES DE ACUEDUCTO	13
5.1.3	NIVELACIÓN	16
5.2	INSPECCIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO CON EQUIPOS DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN	17
5.2.1	ALCANCE	17
5.2.2	LIMPIEZA DE LA TUBERÍA Y EQUIPO MÍNIMO REQUERIDO	18
5.2.3	FORMATOS DE INSPECCIÓN	19
5.2.4	MANEJO DE LA INFORMACIÓN	20
5.2.5	DIAGNÓSTICO REDES	20
5.3	DISEÑO DE DETALLE	21
5.3.1	REDES DE ALCANTARILLADO	21
5.3.2	REDES DE ACUEDUCTO	25
5.3.3	SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE (SUDS)	27
5.3.4	SISTEMAS DE SUBDRENAJE	32
6.	PRODUCTOS A ENTREGAR	33
6.1	INFORME DE RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	33
6.2	ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE REDES HIDROSANITARIAS	34
6.3	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE REDES HIDROSANITARIAS	34
6.4	INFORME DE INSPECCIÓN DE REDES HIDROSANITARIAS	35
6.5	DISEÑO DEFINITIVO DE REDES HIDROSANITARIAS Y/O ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS	35
7.	COMPONENTE DE HIDRÁULICA, HIDROLOGÍA Y SOCAVACIÓN	38
7.1	ANÁLISIS HIDROLÓGICO	38
7.2	MODELACIÓN HIDRÁULICA	39
7.3	ESTUDIO DE SOCAVACIÓN	39
7.4	PRODUCTOS A ENTREGAR HIDRÁULICA, HIDROLOGÍA Y SOCAVACIÓN	40

Avances y Logros

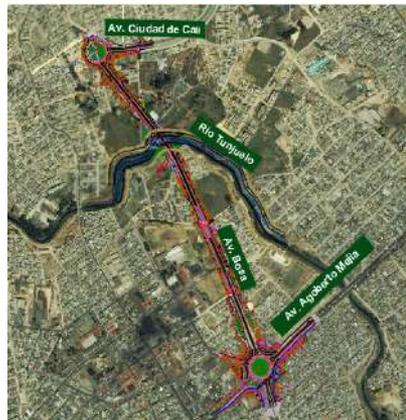
Casos de estudio. Bogotá, Colombia



JORNADAS SOBRE LOS RETOS
DE LOS DRENAJES PLUVIALES
URBANOS EN PERU



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 m³ de
almacenamiento



Julio 2018

Tomado de: Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), RED SUDS Bogotá

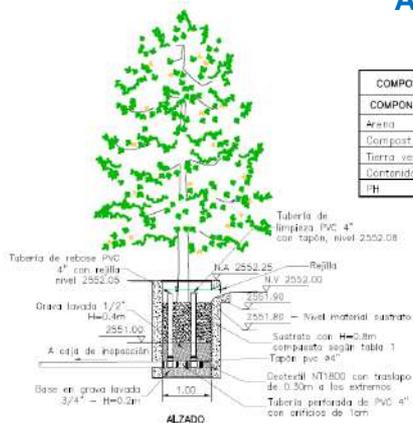


Avances y Logros

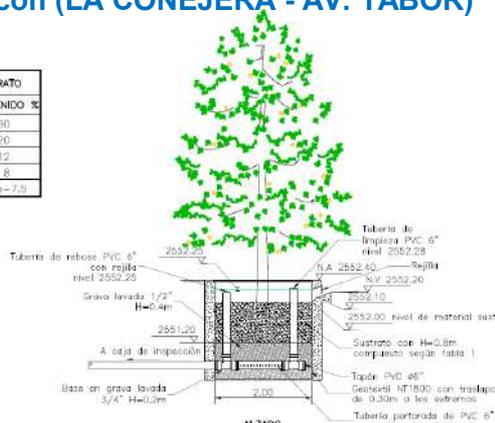
Casos de estudio. Bogotá, Colombia



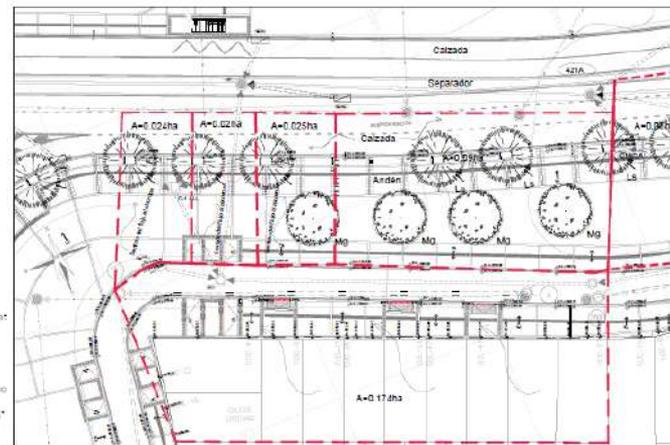
AV. Rincón (LA CONEJERA - AV. TABOR)



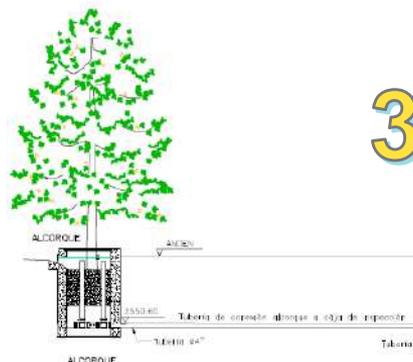
COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO	
COMPONENTE	CONTENIDO %
Arena	60
Compost	20
Tierra vegetal	12
Contenido orgánico	8
pH	5.5-7.0



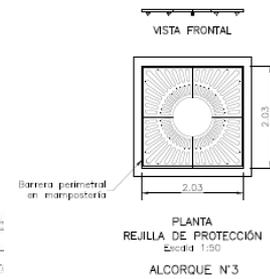
ALCORQUE N3



PLANTA AREA DE DRENAJE Esc. 1:200



3 Alcorques inundables



Tomado de: Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), RED SUDS Bogotá

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 m³ de almacenamiento
por evento de lluvia**

Tomado de: Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), RED SUDS Bogotá

Avances y Logros

Casos de estudio. Bogotá, Colombia

AV. Rincón (LA CONEJERA - AV. TABOR)

Alcorque Inundable



IDU (2019)

10/2019

Beneficios ambientales y paisajísticos



IDU (2021)

05/2021

Tomado de: Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), RED SUDS Bogotá

Avances y Logros

Casos de estudio. Bogotá, Colombia

AV. Rincón (LA CONEJERA - AV. TABOR)



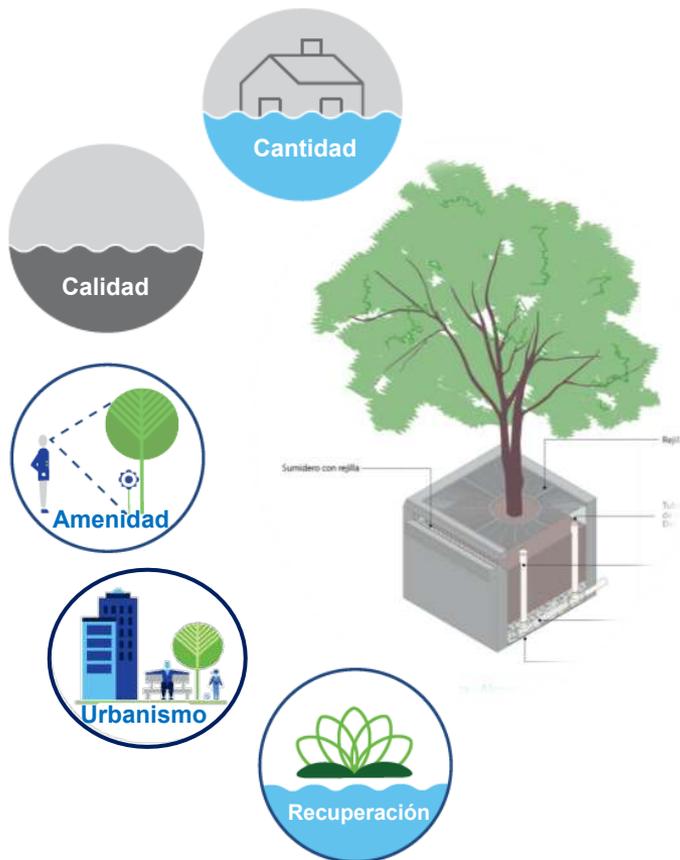
JORNADAS SOBRE LOS RETOS
DE LOS DRENAJES PLUVIALES
URBANOS EN PERÚ



Beneficios ecológicos



Tomado de: Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), RED SUDS Bogotá



Avenida Congreso Eucarístico (Av. 68)

Este proyecto beneficiará a más de **3 millones de personas**, de 10 localidades de Bogotá

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.

Tomado de: Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), RED SUDS Bogotá



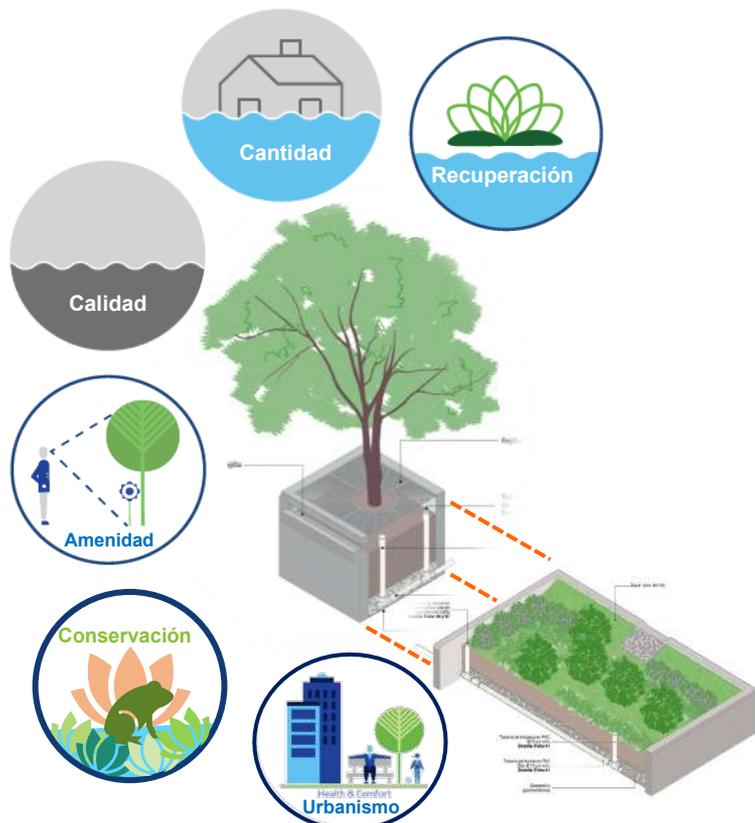
Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)



<https://www.linkedin.com/in/felix-maldonado213/recent-activity/>

Avances. Av. Rincón con Calle 127

AVENIDA RINCÓN CON CALLE 127



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

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.

Tomado de: Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), RED SUDS Bogotá

ODS

9 INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA



11 CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES



13 ACCIÓN POR EL CLIMA

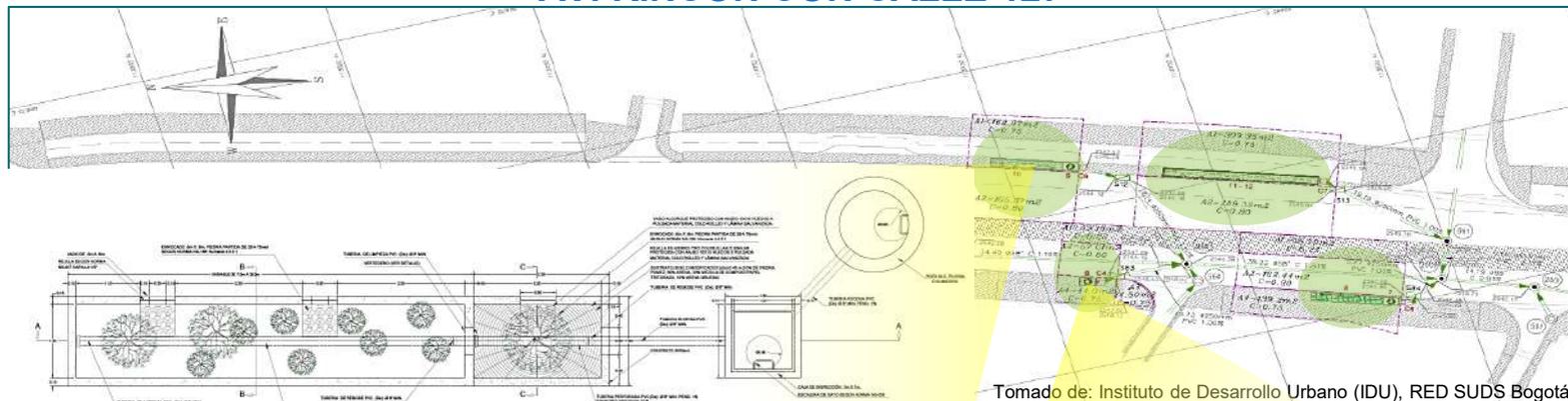


6 AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO

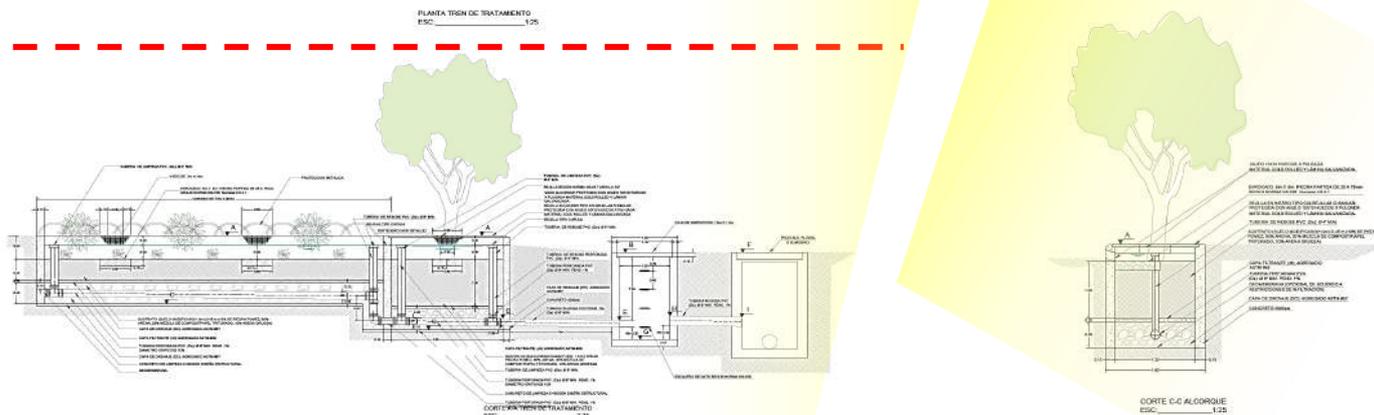




AV. RINCÓN CON CALLE 127



Tomado de: Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), RED SUDS Bogotá



18 Trenes (9 AI & 9 ZB)

Avances y Logros

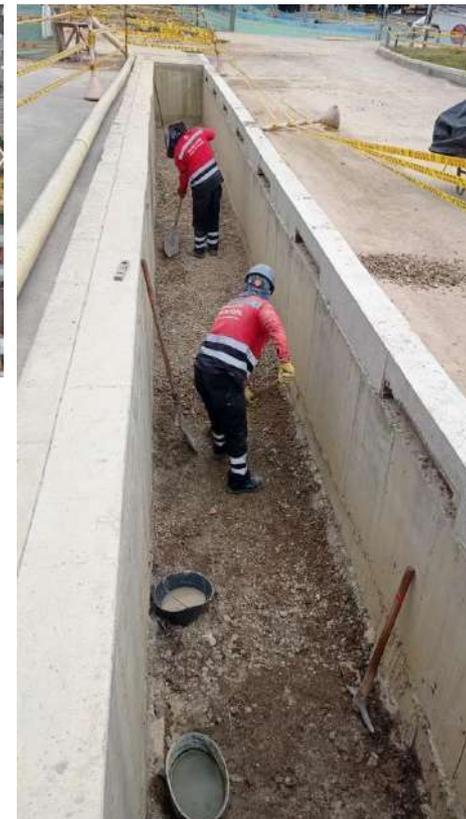
Casos de estudio. Bogotá, Colombia



JORNADAS SOBRE LOS RETOS
DE LOS DRENAJES PLUVIALES
URBANOS EN PERÚ



AV. RINCÓN CON CALLE 127



<https://www.linkedin.com/in/felix-maldonado213/recent-activity/>



Tomado de: Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), RED SUDS Bogotá

Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)



Aceras y ciclorrutas. Calle 116 (Autopista Norte – Av. Boyacá)

Avances y Logros

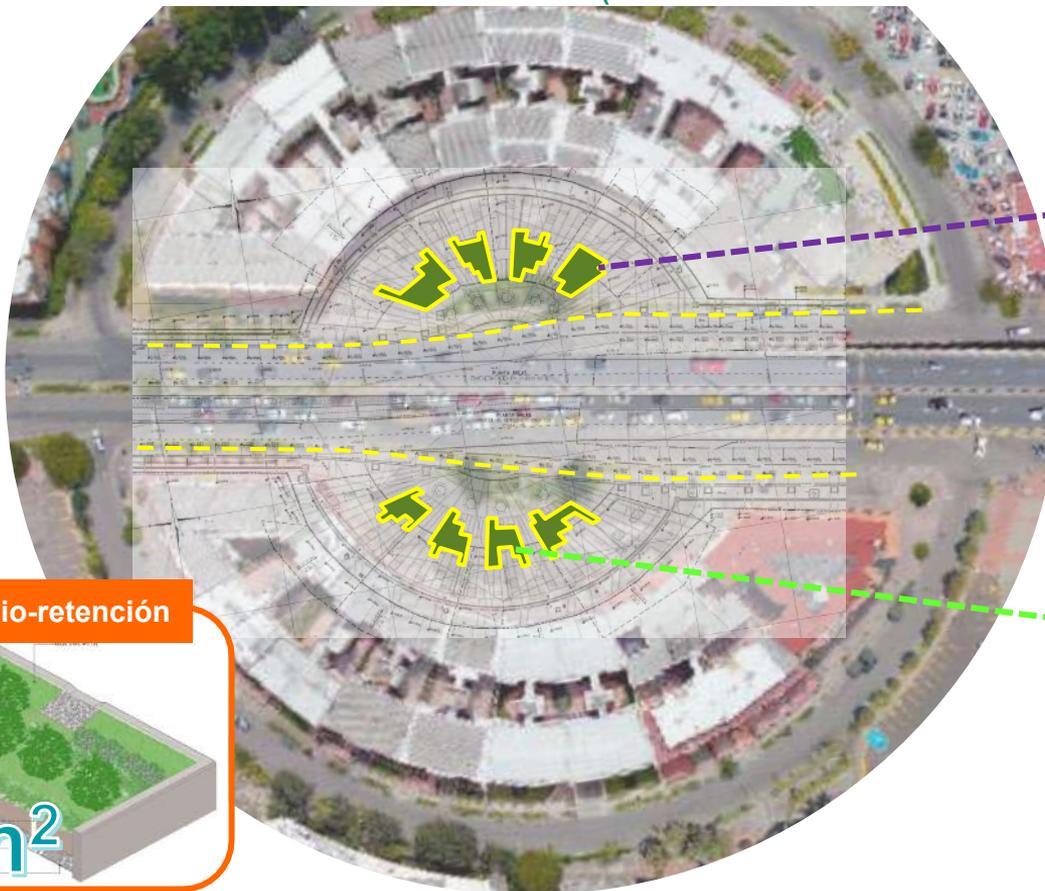
Casos de estudio. Bogotá, Colombia



JORNADAS SOBRE LOS RETOS
DE LOS DRENAJES PLUVIALES
URBANOS EN PERÚ



ACERAS Y CICLORRUTAS. CALLE 116 (AUTOPISTA NORTE – AV. BOYACÁ)



8 Zonas de bio-retención



Tomado de: Instituto de Desarrollo Urbano (IDU),
RED SUDS Bogotá

Avances y Logros

Casos de estudio. Bogotá, Colombia

ACERAS Y CICLORRUTAS. CALLE 116 (AUTOPISTA NORTE – AV. BOYACÁ)



Tomado de: Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), RED SUDS Bogotá

Avances y Logros

Casos de estudio. Bogotá, Colombia



JORNADAS SOBRE LOS RETOS DE LOS DRENAJES PLUVIALES URBANOS EN PERÚ



ACERAS Y CICLORRUTAS. CALLE 116 (AUTOPISTA NORTE – AV. BOYACÁ)

Propuesta de Vallas de Educación Ambiental Calle 116

ZONAS DE BIO-RETENCIÓN DE LAS PLAZOLETAS LA ALHAMBRA

Desde el año 2018 el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) de la mano con la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), el Jardín Botánico de Bogotá (JBB), la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAB) y el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDGCC), ha impulsado la implementación de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenibles (SUDS) como una solución innovadora de drenaje que contribuye a la gestión integral del agua lluvia, mejorando su calidad y generando espacios con un alto valor paisajístico para la ciudadanía. Promoviendo así la incorporación de medidas efectivas de adaptación y mitigación de la ciudad ante los efectos del cambio climático.

El proyecto de valorización de Aceras y ciclorrutas Calle 116 desde Carrera 9 hasta la Avenida Boyacá, incluyó la renovación de las plazoletas de La Alhambra. Este es el primer proyecto en implementar la tipología de SUDS de zonas de bio-retención en Bogotá. La socialización y desarrollo conjunto con la comunidad local permite generar una mayor apropiación de esta nueva infraestructura de drenaje. Cada zona de bio-retención recibe un nombre, el cual la brinda una identidad única y especial.

¿Qué son las Zonas de Bio-retención?

Es una tipología de SUDS que permite detener, infiltrar y evacuar lentamente el agua lluvia que recibe. Esta estructura tiene asociada vegetación y tiene la ventaja de poder implementarse en una gran variedad de espacios. Su incorporación en la ciudad puede generar beneficios a nivel de paisajismo y amenidad, y adicionalmente, es una de las tipologías de SUDS que mayor contribución puede presentar en la mejora de la calidad del agua lluvia, mediante procesos de **bioretención, adsorción y biodegradación de contaminantes y asimilación de nutrientes.**

What are the Bioretention Zones?

It is a SUDS typology that allows to slowly detain, infiltrate and evacuate the rainfall that it receives. This structure has vegetation and the advantage that it is suitable in many public spaces. Its implementation can bring amenity and biodiversity benefits, and also, is one of the typologies with the greatest capacity to improve the rainfall quality, by processes of **bioretention, adsorption, pollutants biodegradation and nutrient assimilation.**

VEGETACIÓN

- LED de Espino (Clusia sulcata) - Verde
- Heliconia Roja (Cyathea allouana) - Rojo
- Viburno Verde (Viburnum acerifolium) - Verde
- Zahúnculo Rojo (Hedyotis corymbosa) - Rojo
- Coral Rojo (Scaevola taccada) - Rojo
- Prado de Espino (Ficus ventricosa) - Verde
- Heliconia Roja (Cyathea allouana) - Rojo

ZONAS DE BIO-RETENCIÓN DE LAS PLAZOLETAS LA ALHAMBRA

Desde el año 2018 el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) de la mano con la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), el Jardín Botánico de Bogotá (JBB), la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAB) y el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDGCC), ha impulsado la implementación de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenibles (SUDS) como una solución innovadora de drenaje que contribuye a la gestión integral del agua lluvia, mejorando su calidad y generando espacios con un alto valor paisajístico para la ciudadanía. Promoviendo así la incorporación de medidas efectivas de adaptación y mitigación de la ciudad ante los efectos del cambio climático.

El proyecto de valorización de Aceras y ciclorrutas Calle 116 desde Carrera 9 hasta la Avenida Boyacá, incluyó la renovación de las plazoletas de La Alhambra. Este es el primer proyecto en implementar la tipología de SUDS de zonas de bio-retención en Bogotá. La socialización y desarrollo conjunto con la comunidad local permite generar una mayor apropiación de esta nueva infraestructura de drenaje. Cada zona de bio-retención recibe un nombre, el cual la brinda una identidad única y especial.

¿Qué son las Zonas de Bio-retención?

Es una tipología de SUDS que permite detener, infiltrar y evacuar lentamente el agua lluvia que recibe. Esta estructura tiene asociada vegetación y tiene la ventaja de poder implementarse en una gran variedad de espacios. Su incorporación en la ciudad puede generar beneficios a nivel de paisajismo y amenidad, y adicionalmente, es una de las tipologías de SUDS que mayor contribución puede presentar en la mejora de la calidad del agua lluvia, mediante procesos de **bioretención, adsorción y biodegradación de contaminantes y asimilación de nutrientes.**

What are the Bioretention Zones?

It is a SUDS typology that allows to slowly detain, infiltrate and evacuate the rainfall that it receives. This structure has vegetation and the advantage that it is suitable in many public spaces. Its implementation can bring amenity and biodiversity benefits, and also, is one of the typologies with the greatest capacity to improve the rainfall quality, by processes of **bioretention, adsorption, pollutants biodegradation and nutrient assimilation.**

VEGETACIÓN

- LED de Espino (Clusia sulcata) - Verde
- Heliconia Roja (Cyathea allouana) - Rojo
- Viburno Verde (Viburnum acerifolium) - Verde
- Zahúnculo Rojo (Hedyotis corymbosa) - Rojo
- Coral Rojo (Scaevola taccada) - Rojo
- Prado de Espino (Ficus ventricosa) - Verde
- Heliconia Roja (Cyathea allouana) - Rojo

ACERAS Y CICLORRUTAS. CALLE 116 (AUTOPISTA NORTE – AV. BOYACÁ)

Estado previo (Diciembre 2021)



Estado Actual (Enero 2023)



Tomado de: Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), RED SUDS Bogotá.

Avances y Logros

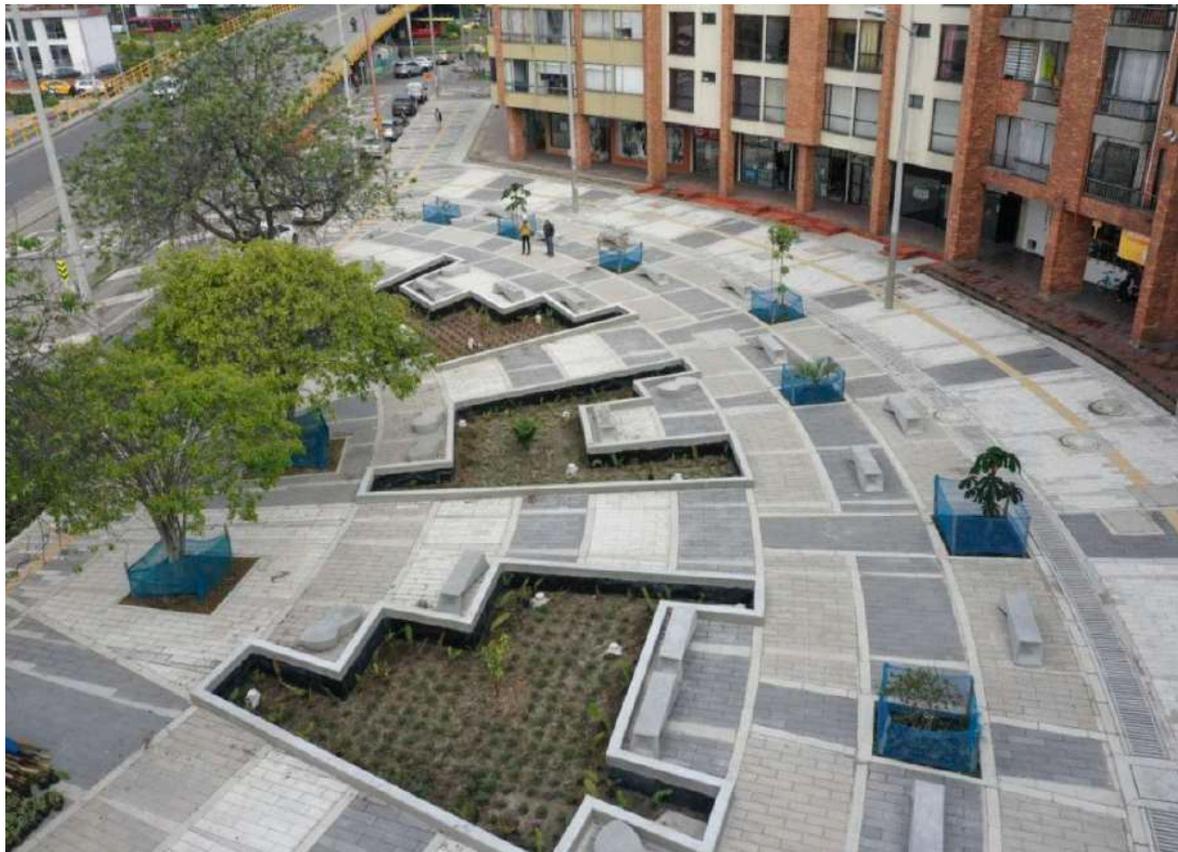
Casos de estudio. Bogotá, Colombia



JORNADAS SOBRE LOS RETOS
DE LOS DRENAJES PLUVIALES
URBANOS EN PERÚ

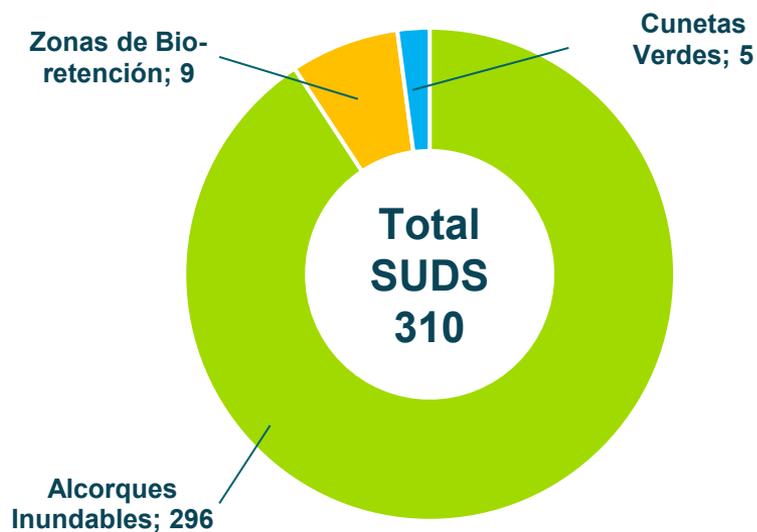


ACERAS Y CICLORRUTAS. CALLE 116 (AUTOPISTA NORTE – AV. BOYACÁ)

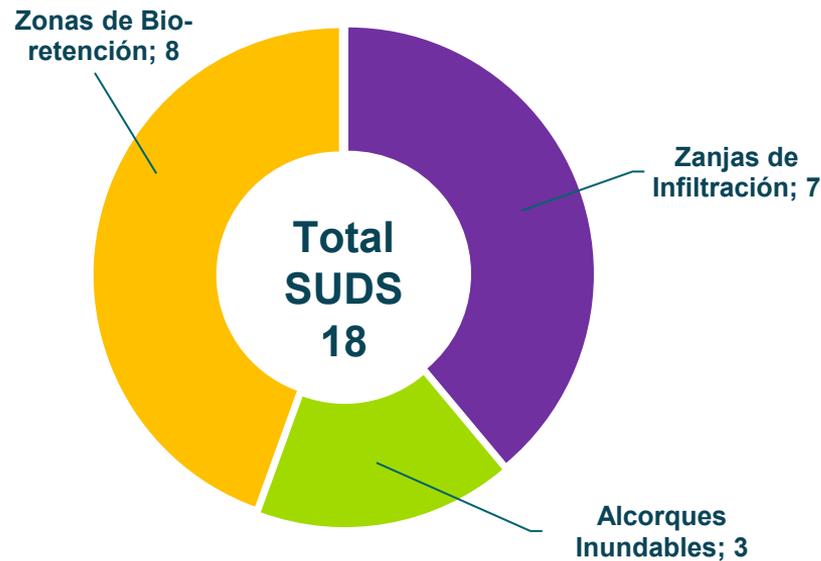


Inventario tipologías de SUDS, IDU.

Tipologías de SUDS Finalizadas en E&D



Tipologías de SUDS Construidas y en Operación en espacio público



Total Tipologías de SUDS: 328
Noviembre 2023

Tomado de: RED SUDS Bogotá.

Avances y Logros

Casos de estudio. Bogotá, Colombia



JORNADAS SOBRE LOS RETOS
DE LOS DRENAJES PLUVIALES
URBANOS EN PERÚ



Instituto Distrital De Recreación Y Deporte – IDRD, 2023
Alcaldía Mayor de Bogotá



RED SUDS BOGOTÁ

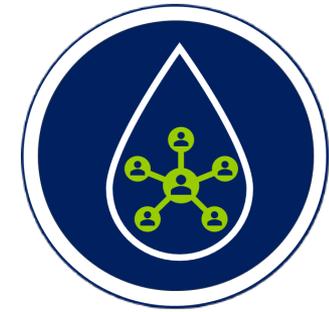


VII Jornada Internacional de la

Red de Sistemas Urbanos de
Drenaje Sostenible de Bogotá



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



RED SUDS
BOGOTÁ

Trasmisión Online
1 Diciembre de 2023 – 9:00 am



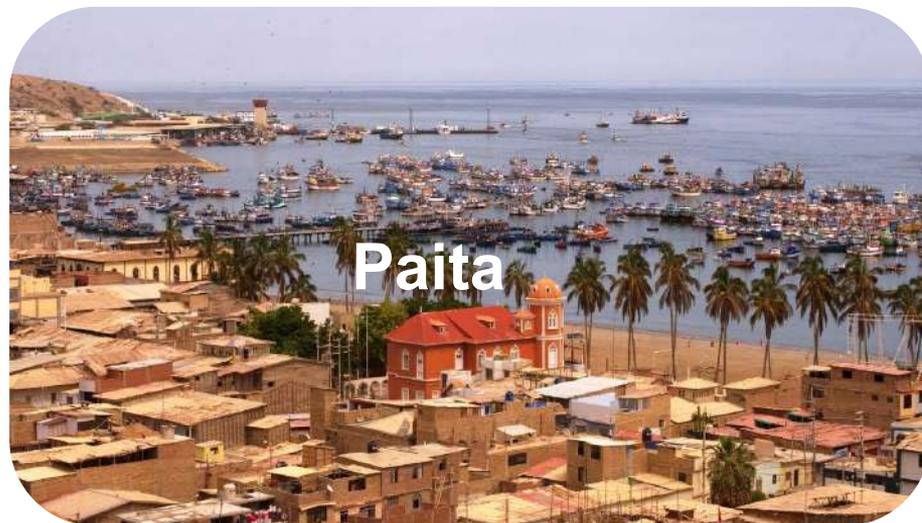
<https://www.youtube.com/@IDIGER>

<https://www.youtube.com/@IDRDBogota1>

An aerial photograph of an ancient archaeological site, likely in Peru. The image shows a series of stone terraces and a central water channel. The terraces are built with large, dark stones and are arranged in a stepped pattern. A central channel, also made of stone, runs through the middle of the site, flanked by high stone walls. The surrounding area is covered in green grass. In the background, there are more terraces and a few people walking around. The text '¿RED SUDS PERÚ?' is overlaid in the center of the image.

¿RED SUDS PERÚ?

Paita y Chiclayo, Perú



<https://www.gob.pe/insitucion/vivienda/noticias/545151-ministerio-de-vivienda-continuara-ejecucion-del-plan-de-desarrollo-metropolitano-de-chiclayo>

Tomado de: TYPSA; 2023

Avances y Logros, Perú

Normatividad, Perú



JORNADAS SOBRE LOS RETOS DE LOS DRENAJES PLUVIALES URBANOS EN PERÚ



Resolución Ministerial 338-2020 Vivienda

NOMBRE DEL INDICADOR																		
Porcentaje de áreas urbanas sin servicio de drenaje pluvial																		
DEFINICIÓN																		
El indicador mide el porcentaje de áreas urbanas sin servicio de drenaje pluvial, el cual según el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1356, es obligatorio en:																		
<ul style="list-style-type: none"> Toda habilitación urbana nueva o edificación, conforme a la norma técnica contenida en el Reglamento Nacional de Edificaciones, acorde a los planes de desarrollo con enfoque de gestión de riesgo de desastres, que existan en su jurisdicción. Las intervenciones previstas en el Plan Integral de Reconstrucción con Cambios (...). Ciudades y/o centros poblados identificados en el Plan Integral de Drenaje Pluvial. 																		
Las intervenciones a realizar bajo este indicador están relacionadas con la creación, ampliación, recuperación, ampliación y mejoramiento del servicio de drenaje pluvial.																		
UNIDAD PRODUCTORA DEL SERVICIO																		
Sistema de drenaje pluvial																		
DIMENSION DE DESEMPEÑO																		
El indicador es de cobertura																		
UNIDAD DE MEDIDA																		
Porcentaje																		
VALOR DEL INDICADOR																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Línea de base (Año 2018)*</th> <th colspan="3">Programación (%)</th> </tr> <tr> <th>Ha</th> <th>%</th> <th>Año 2020</th> <th>Año 2021**</th> <th>Año 2022</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ámbito urbano (parcial)</td> <td>20.342.55</td> <td>98,3%</td> <td>95,3%</td> <td>95,3%</td> <td>94,3%</td> </tr> </tbody> </table>		Línea de base (Año 2018)*		Programación (%)			Ha	%	Año 2020	Año 2021**	Año 2022	Ámbito urbano (parcial)	20.342.55	98,3%	95,3%	95,3%	94,3%
	Línea de base (Año 2018)*		Programación (%)															
	Ha	%	Año 2020	Año 2021**	Año 2022													
Ámbito urbano (parcial)	20.342.55	98,3%	95,3%	95,3%	94,3%													

* Incluye áreas con riesgo medio, alto y muy alto de inundación por lluvias
 Nota 1: La información se estimó sobre la base del área en riesgo de inundación por lluvias determinado en el Diagnóstico de Evaluación del Riesgo (EVAR) originado por inundaciones pluviales, de 115 ciudades que corresponden a 10 regiones, elaborado por PNC con información de CENEPRED.

Tomado de: TYPESA; 2023



Ley 1356 de 2018

La solución digital para la publicación de normas legales y declaraciones juradas.

DIARIO OFICIAL DEL BICENTENARIO

El Peruano

FLUNDADO EL 22 DE OCTUBRE DE 1825 POR EL LIBERTADOR SIMÓN BOLÍVAR

(i) **Aprobaban el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1356, Decreto Legislativo que aprueba la Ley General de Drenaje Pluvial**

DECRETO SUPLENTE
 N° 016-2018-VIVIENDA
 EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

Artículo 10.- Gobiernos Locales

Los gobiernos locales, en el marco de las competencias señaladas en la Ley N° 27072, Ley Orgánica de Municipalidades, ejecuta las siguientes acciones:

- Planificar en el ámbito de su jurisdicción distrital y dentro de sus competencias, la ejecución de las obras de drenaje pluvial, así como su supervisión en concordancia con la normativa técnica de los sectores correspondientes, los planes de desarrollo urbano y el plan de gestión de riesgo de desastres.
- Autorizar la ejecución de obras y otorgar la conformidad de obra ejecutada dentro de su ámbito jurisdiccional distrital, salvo que los proyectos involucren el ámbito de dos o más distritos, en cuyo caso serán aprobados por la municipalidad provincial.
- Operar y mantener la infraestructura de drenaje pluvial que se encuentre en su jurisdicción distrital.
- Contar o constituir una unidad orgánica competente de las funciones de monitorear, supervisar, y ejecutar la operación y mantenimiento de la infraestructura de drenaje pluvial.
- Generar, administrar y mantener actualizado el inventario de la infraestructura de los sistemas de drenaje pluvial, en el ámbito de su jurisdicción.
- Remitir al MVCS información vinculada con la infraestructura de los sistemas de drenaje pluvial, cuando este lo requiera.

Norma CE.040

El Peruano

RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 126-2021-VIVIENDA

MODIFICACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA OS.060 DRENAJE PLUVIAL URBANO A NORMA TÉCNICA CE.040 DRENAJE PLUVIAL DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

NORMAS LEGALES

SEPARATA ESPECIAL



DRENAJE PLUVIAL INTEGRAL DE LA CIUDAD DE PAITA

Paita, Piura, Perú

CONTRATO NEC 03 – OPCION A

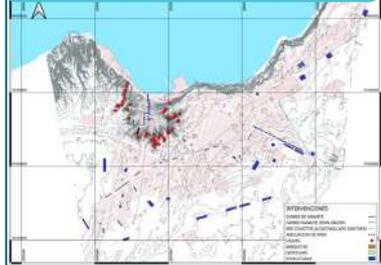
Piura: Paita es la localidad más afectada por las lluvias

lunes, mayo 8, 2017



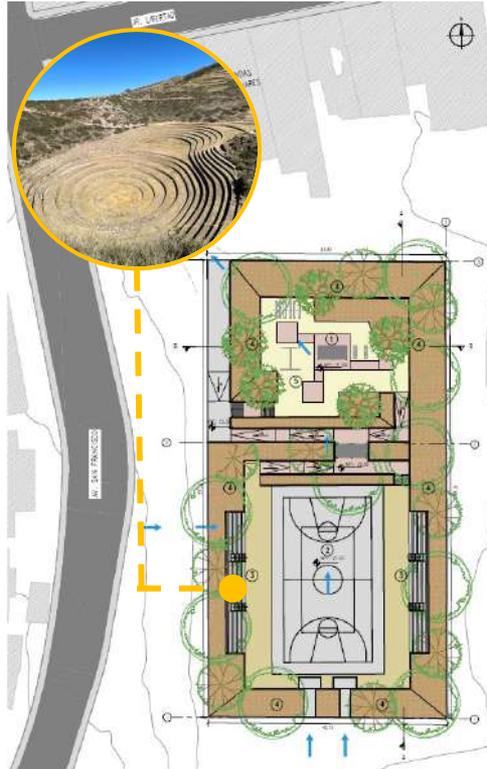
Tomado de: TYPESA; 2023

Estado de Inventario SUDS - Noviembre 2023

 Paita Alta	Tipología de SUDS	Paita Alta	Paita Baja	
	Parques Inundables	24	8	
	Parques Inundables tipo Cuencas Secas de Drenaje Extendido	3	1	
	Jardines Inundables	2	1	
	Punto 0 CSDE	1	0	
				Total SUDS 40

Cifras en actualización

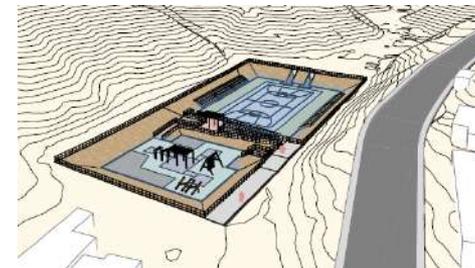
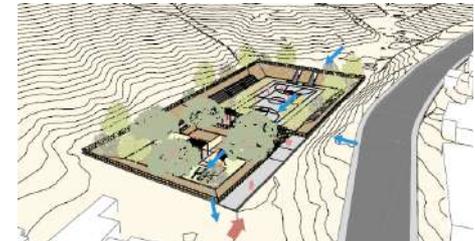
Avance Diseño Conceptual – Parque Inundable PIB-04



Planta – PIB 04



Sección



LEYENDA DE MATERIALIDAD		LEYENDA DE ACTIVIDADES	
[Color swatch]	AREDA COMPACTADA	[Symbol]	ZONA DE ESTAR
[Color swatch]	AREDA DIGETA	[Symbol]	LOSA MULTIGUS
[Color swatch]	CONCRETO	[Symbol]	GRADERA DE BARRIDO
[Color swatch]	ASFOFLO	[Symbol]	TALUD VEGETADO
[Color swatch]	PIEDRA CHARRADA	[Symbol]	JUEGOS INFANTILES
		[Symbol]	FLUJO DE AGUA
		[Symbol]	ACCESO PEatonAL

LEYENDA DE VEGETACIÓN	
SÍMBOLO	ESPECIE ARBÓREA
[Symbol]	NUM. CENTRÍFUGO
[Symbol]	NUM. COMEN
[Symbol]	NUM. CENTRÍFUGO
[Symbol]	NUM. COMEN
[Symbol]	NUM. CENTRÍFUGO
[Symbol]	NUM. COMEN
[Symbol]	NUM. CENTRÍFUGO
[Symbol]	NUM. COMEN

LEYENDA DE VEGETACIÓN	
SÍMBOLO	ESPECIE ARBÓREA
[Symbol]	NUM. CENTRÍFUGO
[Symbol]	NUM. COMEN
[Symbol]	NUM. CENTRÍFUGO
[Symbol]	NUM. COMEN

SIST. COMST.	TEXTURAS DE MATERIALES				
[Symbol]	AREDA COMPACTADA	AREDA DIGETA	CONCRETO	ASFOFLO	PIEDRA CHARRADA
[Symbol]	[Color swatch]	[Color swatch]	[Color swatch]	[Color swatch]	[Color swatch]

Avances y Logros, Perú

Diseño Integral de Drenaje Pluvial de Paita

PROPUESTA - PIA 20



CUADRO DE AREAS PIA 20

AFIRMADO	11188 m ²
JARDIN SECO	1092.51 m ²
SENDEROS	334.06 m ²
VEREDA	531.23 m ²
TOTAL	2169.68 m ²

LEYENDA DE MOBILIARIO

	BANCA DE MADERA
	PAPELERA DE RECICLAJE
	PEREOLA DE MADERA
	SEÑALÉTICA DE INUNDACIÓN
	SEÑALÉTICA DE SILENCIO
	PANEL INFORMATIVO
	SEÑALÉTICA INFORMATIVA DE ESPECIES
	ESTACIONAMIENTO DE BICICLETAS

LEYENDA DE VEGETACION

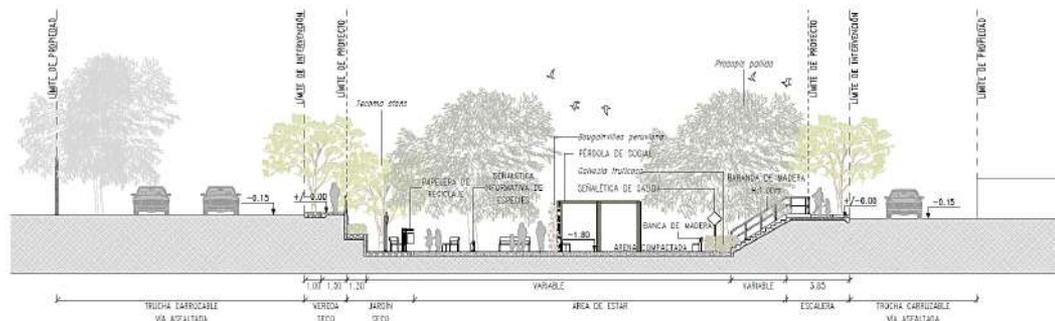
SÍMBOLO	NOM. COMÚN	NOM. CIENTÍFICO
	algarrobo	<i>Prosopis pallida</i>
	codonacela	<i>Codonacela</i>
	huarangoay	<i>Ternstroemia</i>
	sipanea	<i>Sipanea</i>



PIA 20 - VISTA AÉREA



PIA 20 - SITUACIÓN INUNDADA

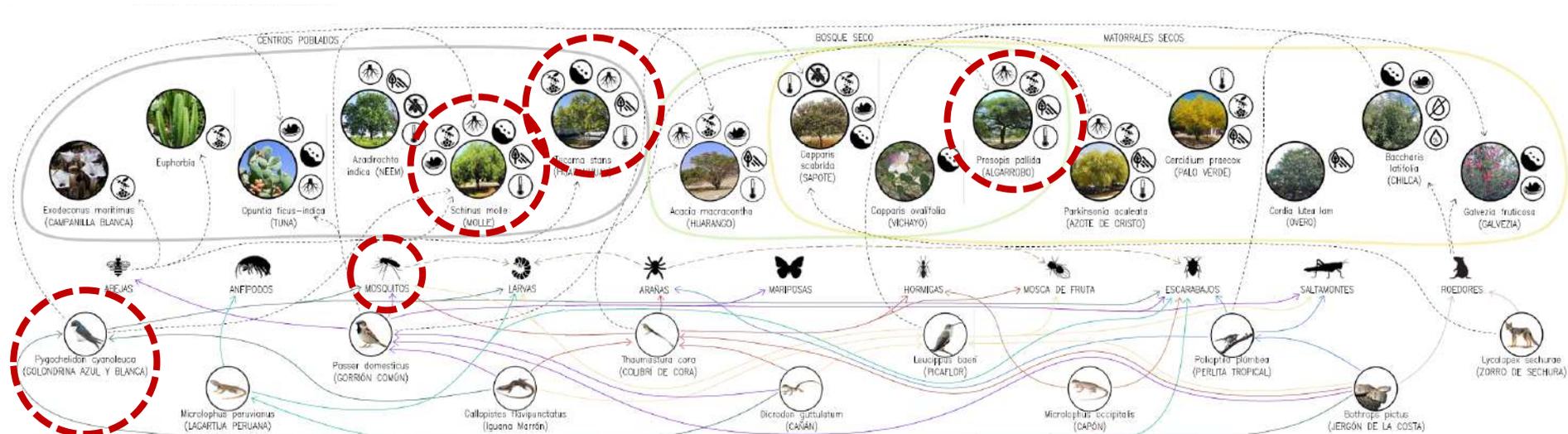


Avances y Logros

Interacción de las aves como control ambiental de vectores



JORNADAS SOBRE LOS RETOS DE LOS DRENAJES PLUVIALES URBANOS EN PERÚ



EFICACES INSECTÍVOROS



60/hora

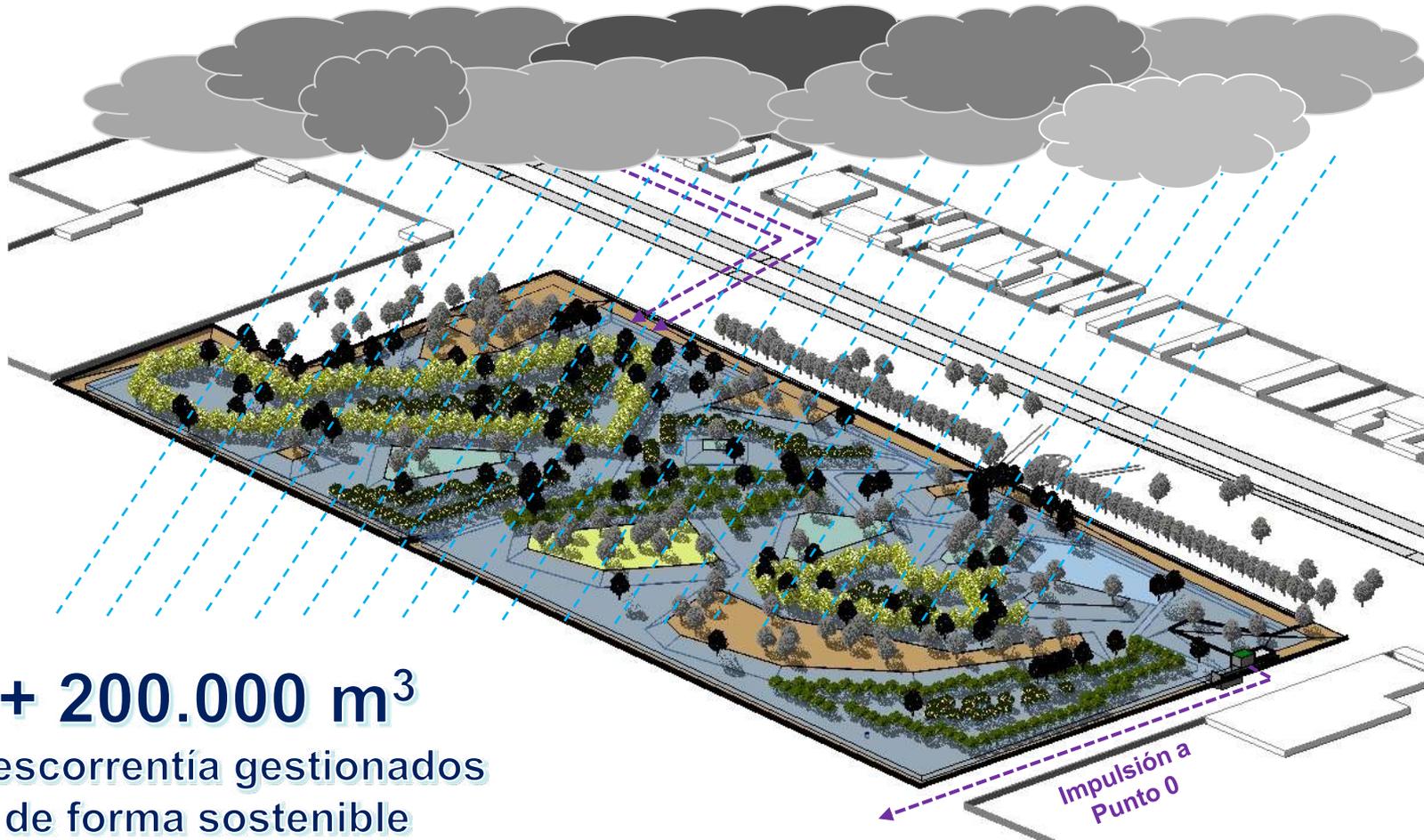
UNA SOLA GOLONDRINA CONSUME 850 MOSCAS/MOSQUITOS AL DÍA...

310.250

MOSCAS/MOSQUITOS AL AÑO



LEYENDA SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	
	REFUGIO, ANIDACIÓN, ALIMENTACIÓN DE AVES
	CAPTURA Y FIJACIÓN DE NITRÓGENO
	COMBATE / CONTROLA EROSIÓN
	ESTIMULA POLINIZACIÓN
	MANTIENE HUMEDAD
	CONTROLA PLAGAS
	PRODUCE SOMBRA
	TERMORREGULADOR



+ 200.000 m³

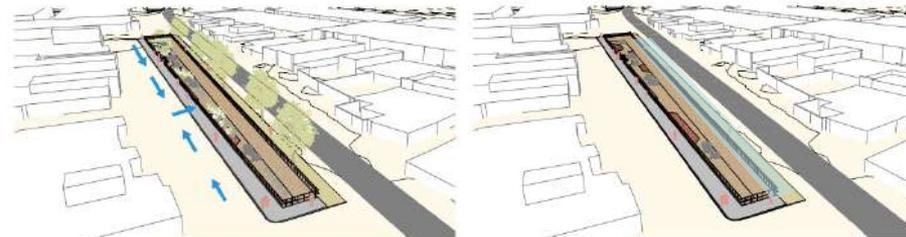
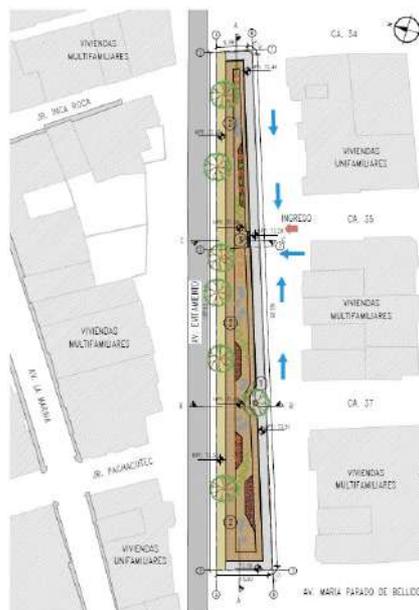
de escorrentía gestionados
de forma sostenible

Impulsión a
Punto 0

Avances y Logros, Perú

Diseño Integral de Drenaje Pluvial de Paita

Avance Diseño Conceptual – Jardín Inundable JIA-05

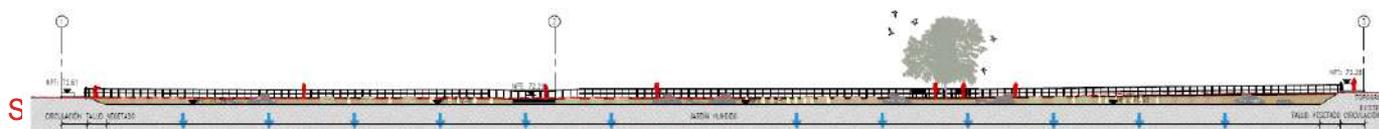


Vistas 3D



Planta - JIA 05

LEYENDA DE VEGETACIÓN		LEYENDA DE ACTIVIDADES		LEYENDA DE MATERIALIDAD				
SÍMBOLO	ESPECIE ARBÓREA	①	ZONA DE ESTAR	[Green]	ARENA COMPACTADA			
[Lime]	NOM. CIENTÍFICO <i>Platanus patula</i>	②	TALUD VEGETADO	[Brown]	MULCH DE MADERA			
	NOM. COMÚN ALGARROBO	③	JARDÍN INUNDADO	[Grey]	CONCRETO			
		[Blue Arrow]	FLUJO DE AGUA	[Brown]	PIEDRA CHANCADA			
		[Red Arrow]	ACCESO PEATONAL	[Circular Swatches]	TEXTURAS DE MATERIALES			
				[Circular Swatches]	ARENA COMPACTADA	MULCH DE MADERA	CONCRETO	PIEDRA CHANCADA



Avances y Logros, Perú

Diseño Integral de Drenaje Pluvial de Chiclayo

Situación Actual



Calle de Chiclayo totalmente inundada luego de las lluvias del 14-15 de febrero 1996 y el colapso del sistema de alcantarillado de la ciudad. Se observa la abertura que abrió en una casa el torrente de agua y desechos



Camioneta atrapada por inundación en la zona de Mocco-Lambayeque

15/02/1998

<https://www.tiempo.com/ram/1631/el-evento-el-nio-oscilacion-sur-1997-1998-su-impacto-en-el-departamento-de-lambayeque-peru-2/>

Chiclayo al borde de la emergencia sanitaria por inundaciones

Alcalde de la ciudad estima que existen 149 puntos críticos; todos donde los aniegos se han mezclado con aguas residuales



05/02/2017

<https://elcomercio.pe/sociedad/lambayeque/chiclayo-al-borde-emergencia-sanitaria-inundaciones-noticia-1966003/?foto=6>

PERÚ >

Lambayeque en alerta: lluvias torrenciales, desbordes de ríos e inundaciones por el ciclón Yacu

Tres fallecidos, cinco desaparecidos y mil familias perjudicadas han dejado las fuertes precipitaciones en la región. Ciudadanos aseguran que no han recibido ningún tipo de ayuda pese al daño que han sufrido sus viviendas



10/03/2023

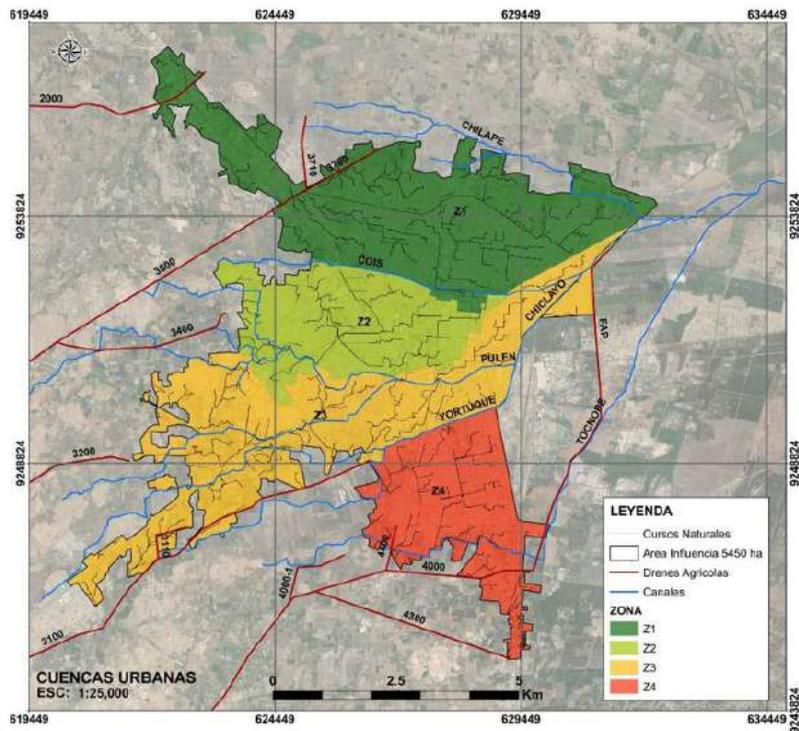
<https://www.infobae.com/peru/2023/03/10/lambayeque-en-alerta-lluvias-torrenciales-desbordes-de-rios-e-inundaciones-por-el-ciclón-yacu/>

Avances y Logros, Perú

Diseño Integral de Drenaje Pluvial de Chiclayo



JORNADAS SOBRE LOS RETOS DE LOS DRENAJES PLUVIALES URBANOS EN PERÚ



Fuente: Topografía Lidar 2019 – Levantamiento Topográfico Drone 2021
Elaborado: Equipo Técnico Consorcio Ríos del Norte

Zona 1: Distrito de José Leonardo Ortiz

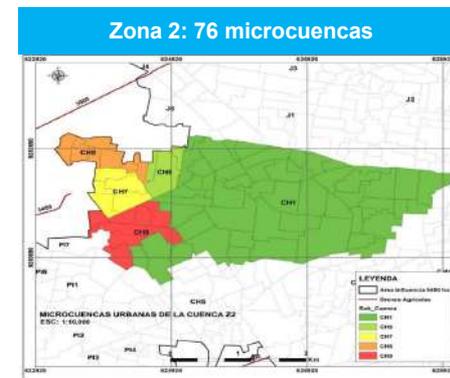
Zona 3: Distrito de Chiclayo Este y el Conurbado hacia Pimentel

Zona 2: Distrito de Chiclayo Oeste

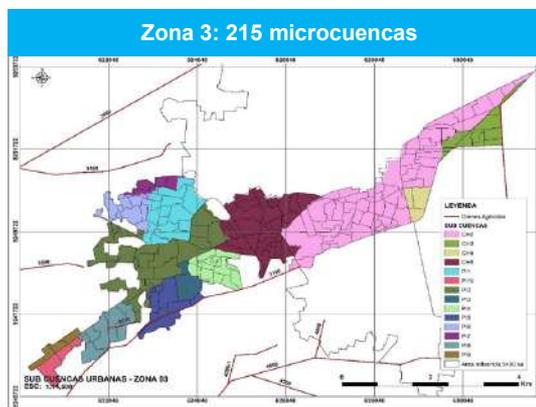
Zona 4: Distrito de La Victoria



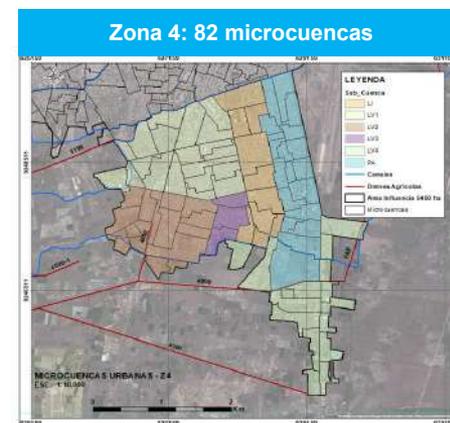
Fuente: Topografía Lidar 2019 – Levantamiento Topográfico Drone 2021
Elaborado: Equipo Técnico Consorcio Ríos del Norte



Fuente: Estudio Climatológico e Hidrológico
Elaborado: Equipo Técnico Consorcio Ríos del Norte



Fuente: Estudio Climatológico e Hidrológico
Elaborado: Equipo Técnico Consorcio Ríos del Norte



Fuente: Estudio Climatológico e Hidrológico
Elaborado: Equipo Técnico Consorcio Ríos del Norte

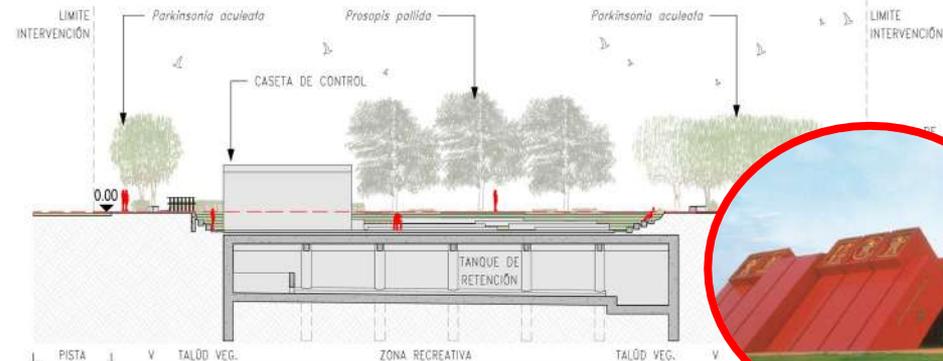
Tomado de: TYPASA; 2023

Avances y Logros, Perú

Diseño Integral de Drenaje Pluvial de Chiclayo



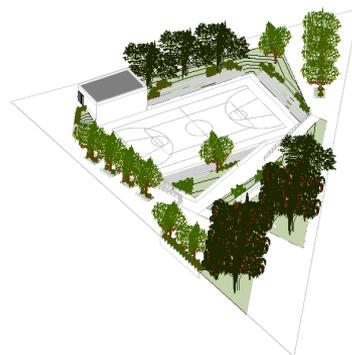
Avance Diseño conceptual Tanque de Retención con Parque Inundable – TRAP 03



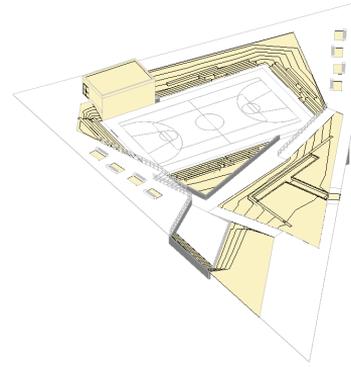
CORTE B – TRAP 03



ZONAS INUNDABLES



VEGETACIÓN



ZONAS BLANDAS



ZONAS DE CIRCULACIÓN Y
ACTIVIDADES

Avances y Logros, Perú

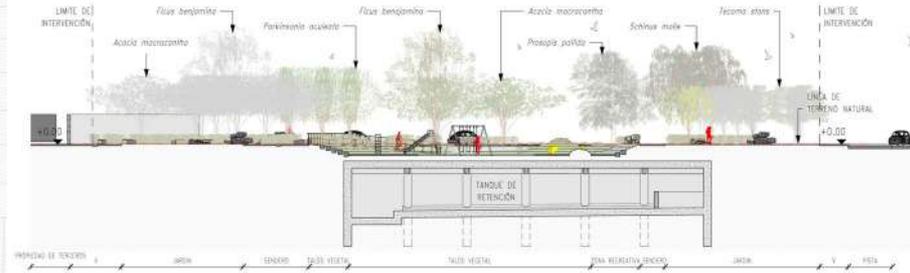
Diseño Integral de Drenaje Pluvial de Chiclayo



JORNADAS SOBRE LOS RETOS DE LOS DRENAJES PLUVIALES URBANOS EN PERÚ



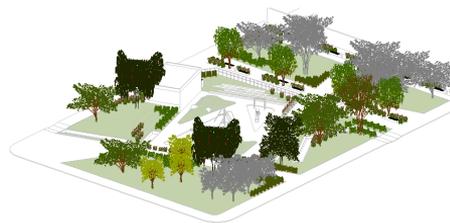
Avance Diseño conceptual Tanque de Retención con Parque Inundable (TRAP-90)



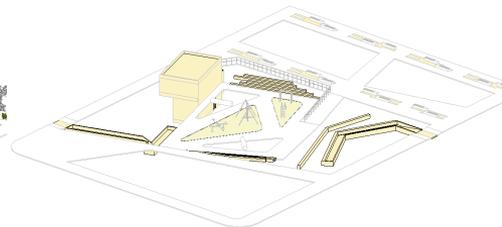
Tomado de: TYPESA; 2023



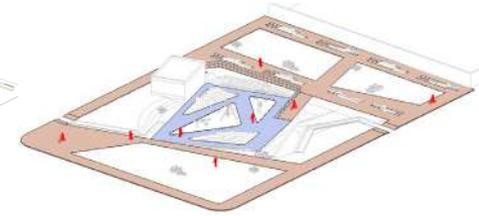
ZONAS INUNDABLES



VEGETACIÓN



ZONAS BLANDAS



ZONAS DE CIRCULACIÓN Y ACTIVIDADES

Santiago, Chile

Plan Chile Área Verde

289 NUEVAS
HECTÁREAS

34
INICIATIVAS
DE
PARQUES

6 % aumento
de hectáreas a
nivel nacional
de P.U

45,6%
PROMEDIO
AUMENTO DE
M2 DE AV X
HABITANTE EN
LAS COMUNAS
BENEFICIADAS

Población
Beneficiada
4.335.354

COSTO TOTAL
\$ 113.369.994.000



Contempla la plantación de 340 hectáreas en todo el país que incluirá especies nativas de baja demanda hídrica y costará más de 246 mil millones de pesos.

Avances y Logros, Chile

Parque Inundable Víctor Jara / Zanjón de Aguada



JORNADAS SOBRE LOS RETOS
DE LOS DRENAJES PLUVIALES
URBANOS EN PERÚ



Plan Maestro de Evacuación de Aguas Lluvias para Santiago

Tomado de: <https://eldefinido.cl/actualidad/pais/9606/Parque-Inundable-Victor-Jara-la-nueva-vida-del-maltraido-Zanjon-de-la-Aguada/>
<https://dacc.udec.cl/wp-content/uploads/2021/04/2018-Arumi-Desaf%C3%ADos-y-evoluci%C3%B3n-del-drenaje-urbano-en-Chile.pdf>
<https://www.skyscrapercity.com/threads/cerro-navia-parque-inundable-la-hondonada.1641317/page-5>

Avances y Logros, Chile

Parque Inundable La Hondonada, Santiago



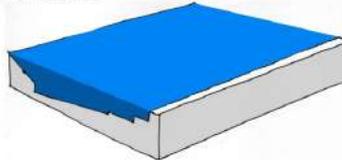
JORNADAS SOBRE LOS RETOS
DE LOS DRENAJES PLUVIALES
URBANOS EN PERU



- ✓ 26 Hectáreas intervenidas
- ✓ Uno de los parques más grandes del área metropolitana de Santiago de Chile
- ✓ Construcción en 6 etapas (Inauguración Abril 2022)
- ✓ Más de 362 mil habitantes beneficiados de Cerro Navia y Pudahuel



inundacion



Cerro Navia y Pudahuel



Retos y lecciones aprendidas de implementación de SUDS en proyecto de inversión pública



JORNADAS SOBRE LOS RETOS
DE LOS DRENAJES PLUVIALES
URBANOS EN PERÚ



- ✓ **Primero hacer y luego reglamentar (caso Latinoamérica).**
- ✓ **Un diseño perfecto, sin un mantenimiento adecuado, puede traer graves problemas operativos a mediano plazo.**
- ✓ **La implementación de SUDS es un proceso transversal a múltiples especialidades y actores de interés.**
- ✓ **Se deben considerar los beneficios de tipo ambiental y social que ofrecen los SUDS para evidenciar su viabilidad en el tiempo vs la infraestructura convencional.**
- ✓ **Cada ciudad tiene sus propios retos y particularidades, por lo que la apropiación local de la implementación de SUDS es fundamental.**
- ✓ **Es necesario generar espacios de coordinación interinstitucional con todos los actores de interés de la ciudad, que permita aclarar las competencias de planificación, diseño, construcción, operación y (sobre todo) mantenimiento de SUDS.**
- ✓ **Se recomienda realizar el seguimiento a las tipologías de SUDS durante las fases de obra y operación. Se debe llevar un registro documentado detallado.**





JORNADAS SOBRE LOS RETOS DE LOS DRENAJES PLUVIALES URBANOS EN PERÚ



¡Gracias!

JORNADAS SOBRE LOS RETOS DE LOS DRENAJES PLUVIALES URBANOS EN PERÚ

TYPSA
2023

1044