



Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) para la Zona Metropolitana de Guadalajara



AUTORES:

MTRO. ALFREDO URÍAS ANGULO

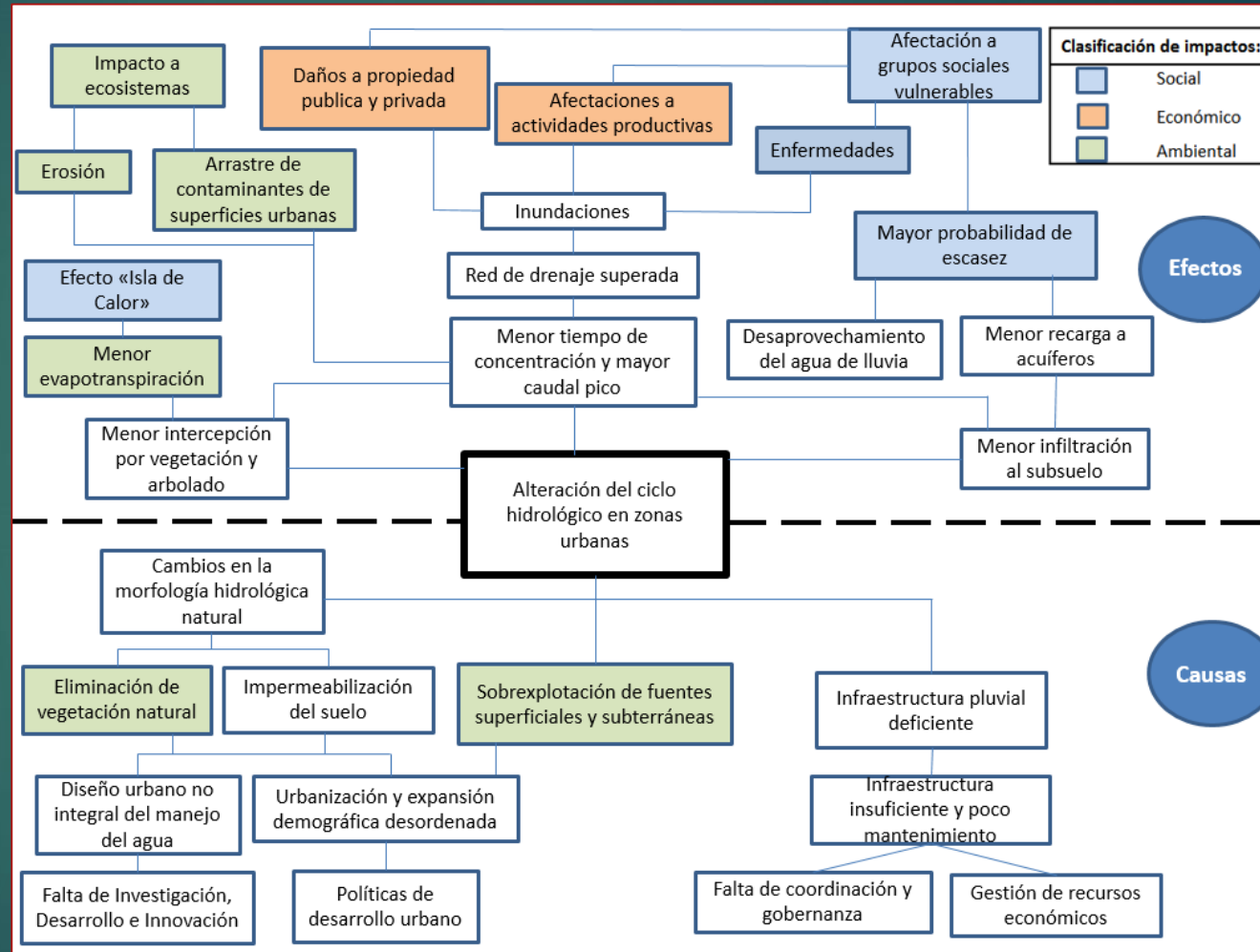
MTRO. FRANCISCO ÁLVAREZ PARTIDA (PONENTE)



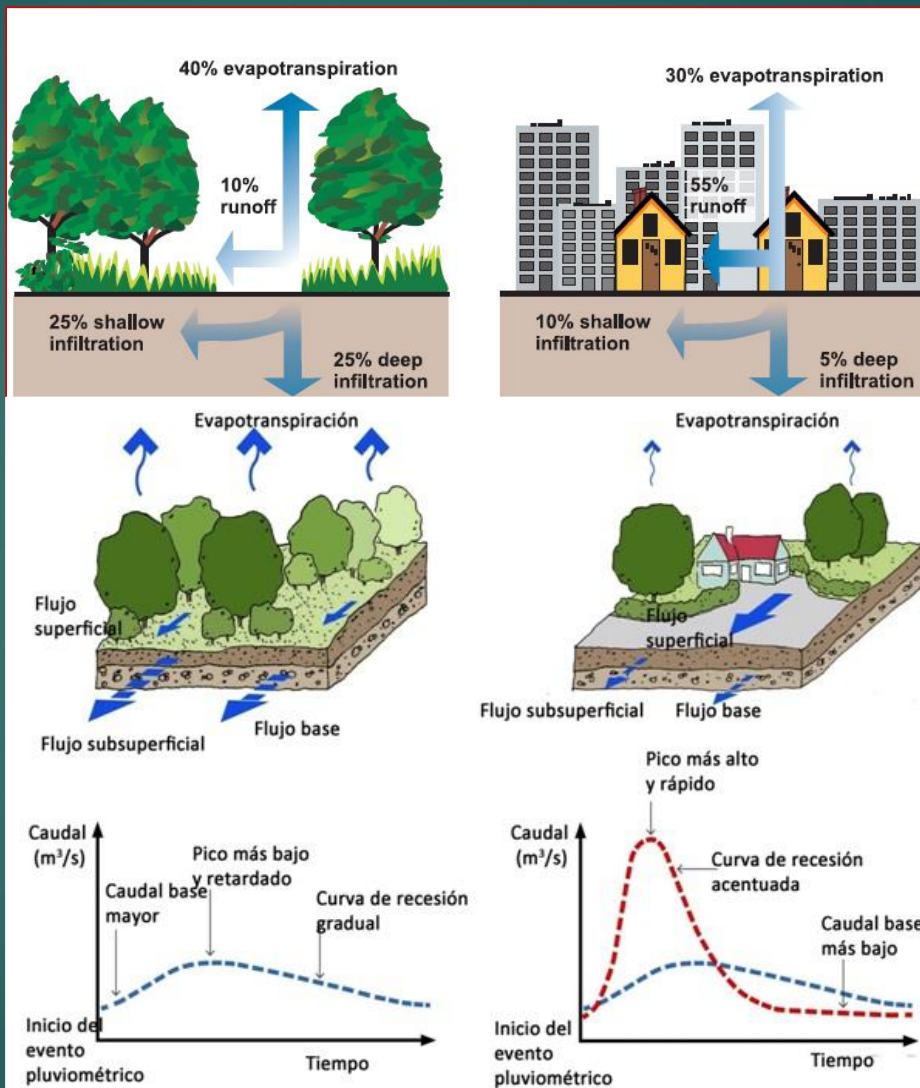
Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) para la Zona Metropolitana de Guadalajara

- PROBLEMÁTICA
- ANTECEDENTES LOCALES Y REGIONALES: NORMATIVA IMPACTO HIDROLÓGICO CERO, PROMIAP, ETC.
- **LOS SUDS:** ¿QUÉ SON, COMO FUNCIONAN, CUALES SON SUS CRITERIOS DE DISEÑO?
- **CASO DE ESTUDIO:** ANÁLISIS COMPARATIVO DE SISTEMA PLUVIAL CONVENCIONAL CONTRA SISTEMA CON SUDS, ANÁLISIS HIDRÁULICO-FUNCIONAL Y ECONÓMICO.
- CONCLUSIONES

PROBLEMÁTICA



PROBLEMÁTICA



PUNTOS DE INUNDACIÓN DE LA CIUDAD

Figura 8.1. Puntos de Inundación identificados por el SIAPA.

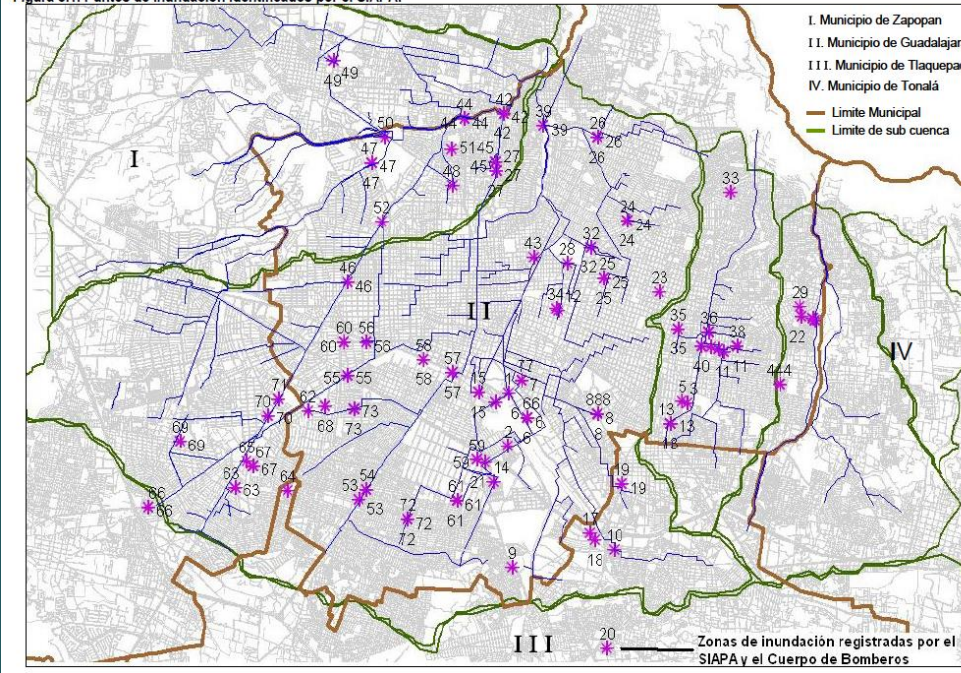
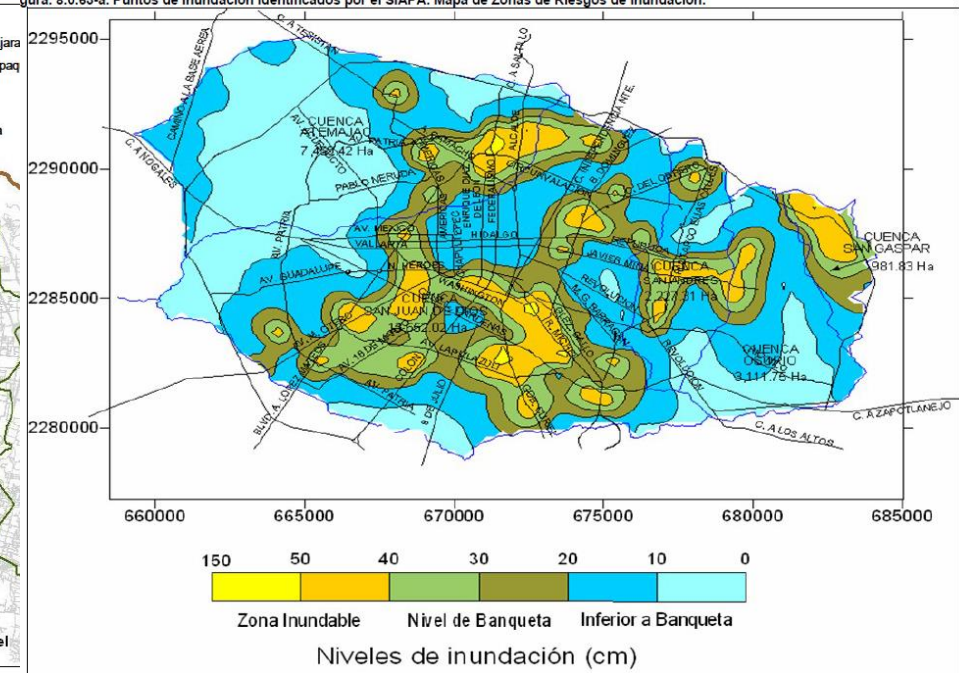


Figura 8.0.63-a. Puntos de Inundación identificados por el SIAPA. Mapa de Zonas de Riesgos de Inundación.



PUNTOS DE INUNDACIÓN DE LA CIUDAD



TIPOS DE OBRAS PROPUESTAS

- ▶ CONSTRUCCIÓN DE COLECTORES MIXTOS.
- ▶ CONSTRUCCIÓN DE VASOS Y DEPÓSITOS DE REGULACIÓN (Reservorios)
- ▶ RECUPERACIÓN DE CAUCES Y ARROYOS, MEDIANTE SU AMPLIACIÓN, PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO DE DISEÑO URBANISTICO

ACCIONES ACTUALES

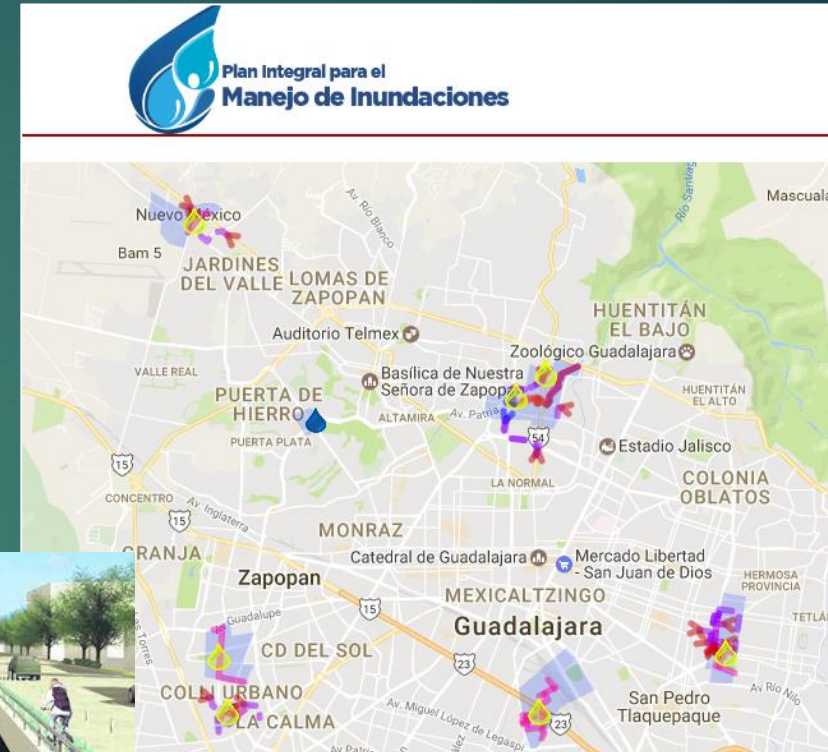
El Diario NTR
PERIODISMO CRÍTICO

INICIO ZMG AULA EMPRESA TECNO PAÍS MUNDO PASIÓN SHOW

Van 800 millones de pesos para mitigar inundaciones

por Analy S. Nuño

2016

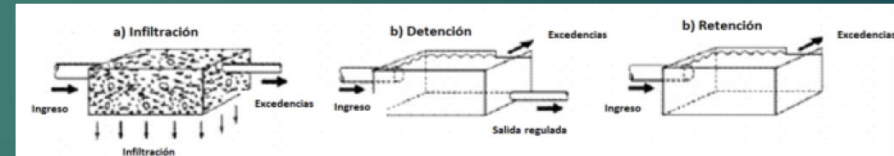
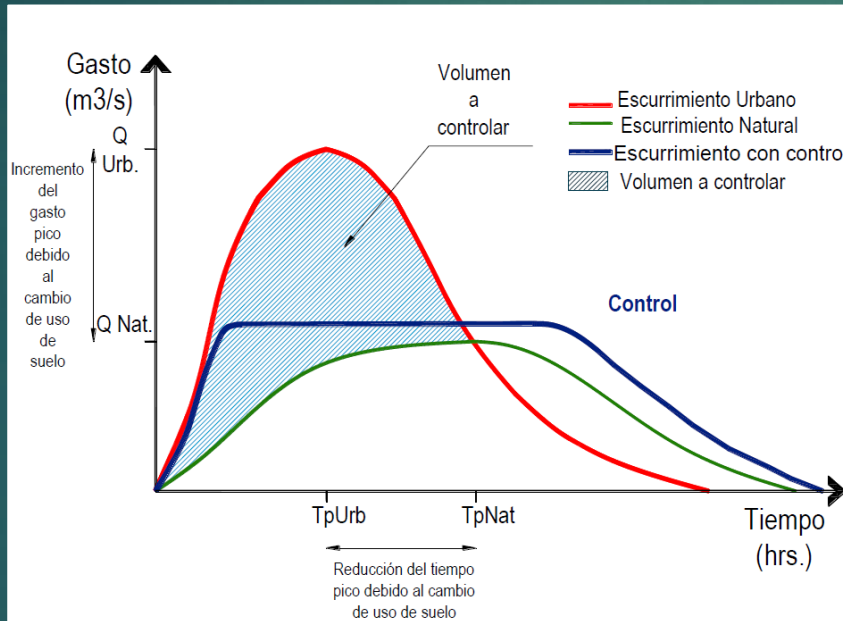


NORMATIVA- IMPACTO HIDROLÓGICO CERO

► Ley Estatal de Aguas de Jalisco

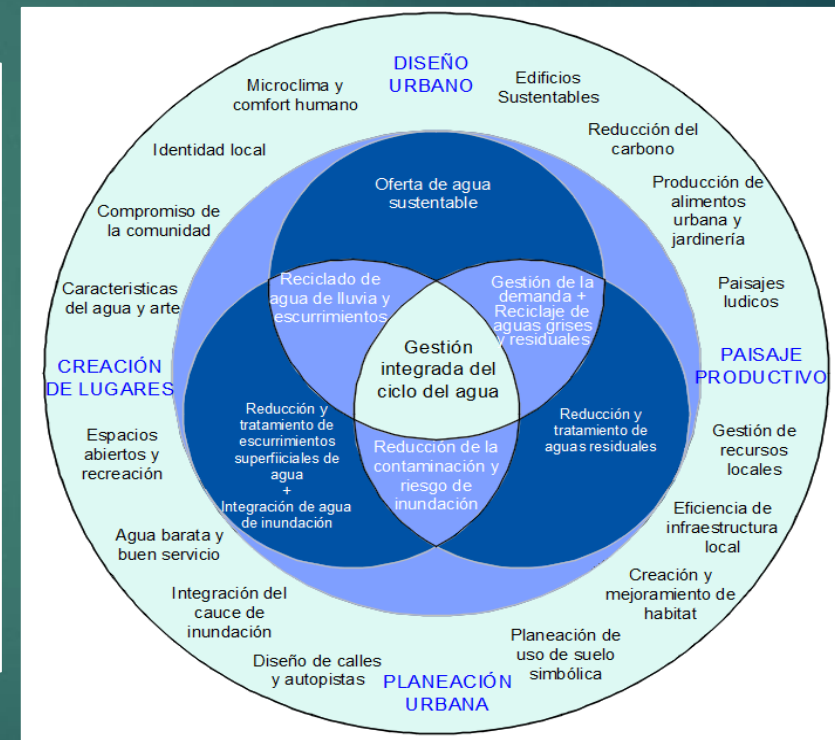
Art. 86-Bis – Ley Estatal de Aguas de Jalisco

“Toda ocupación que genere superficies impermeables, deberá poseer un dispositivo de control del escurrimiento del agua de origen pluvial”.



PRINCIPIO BÁSICO: Lograr que el escurrimiento máximo que se presente en estado urbanizado sea igual o menor que el que se presentaba en estado natural

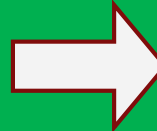
CAMBIOS DE PARADIGMAS EN EL MANEJO DEL AGUA EN LAS CIUDADES.



EXPERIENCIA INTERNACIONAL EN MANEJO DE AGUAS PLUVIALES

Marcos conceptuales

Sustentabilidad



Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH)

Referentes conceptuales en drenaje pluvial sustentable:

- Diseño Urbano Sensible al agua (WSUD), (Australia)
- Desarrollo de bajo impacto (LID) (EE.UU)
- Infraestructura Verde (GI) (EE.UU)

Técnicas derivadas:

- Mejores Prácticas de Manejo (BMP), (EE.UU)
- Sistemas de Drenaje Urbano Sustentable (SuDS), (Reino Unido)
- Mejores prácticas de control (América Latina)

LOS SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLES (SUDS)



LOS SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLES (SUDS)



IMPACTOS DE LOS SUDs

Cantidad de agua

- Asegurar que las personas y las propiedades en el sitio sean protegidas de inundarse
- Asegurar que el impacto del desarrollo no aumente el riesgo de inundación en cualquier otro punto de la cuenca.

Calidad del agua

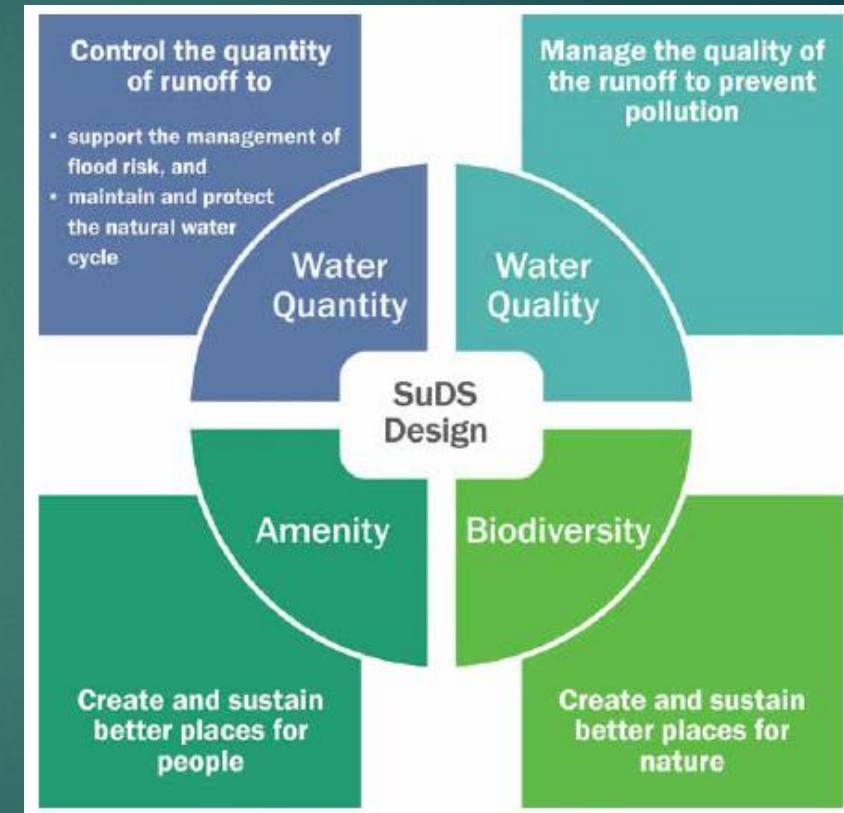
- Capturar y tratar la escorrentía de eventos pequeños y frecuentes.
- Capturar y tratar una proporción inicial de eventos largos y menos comunes.

Amenidades

- Espacios seguros y saludables
- Impacto visual
- Beneficio de amenidad, estético, agradable, recreativo

Ecológicos

- Uso de flora nativa
- Uso de plantas no intensivas en el uso de agua para su riego
- Promover y mejorar los sistemas naturales de drenaje pluvial
- Crear o mejorar hábitats para fauna local



Fuente: SuDS Manual , 2015.

INFRAESTRUCTURA GRIS E INFRAESTRUCTURA VERDE

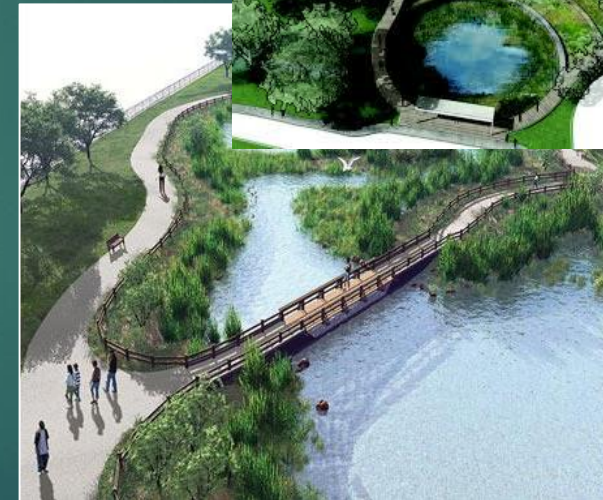
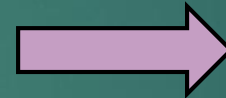
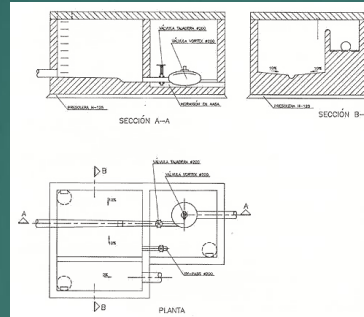
Captación



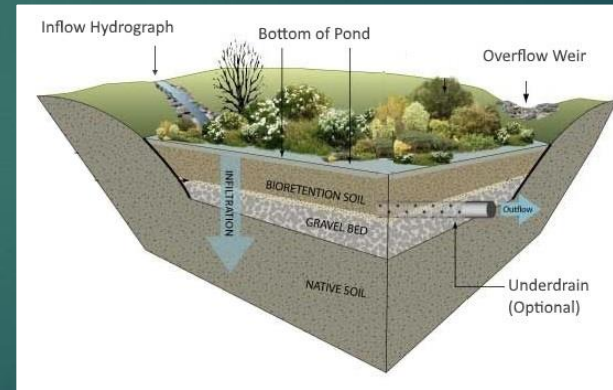
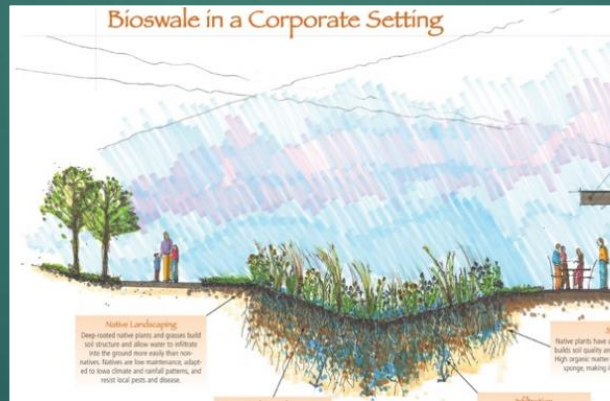
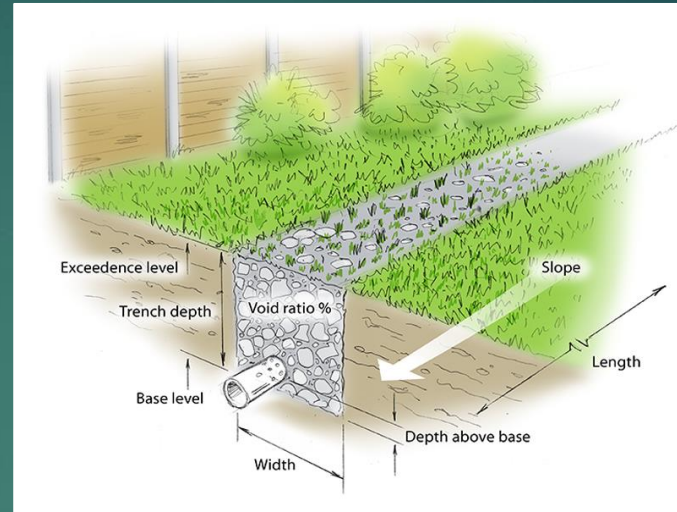
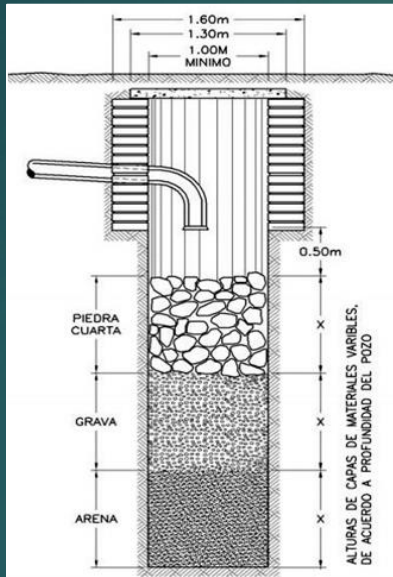
Conducción



DETENCIÓN - ALMACENAMIENTO



INFILTRACIÓN

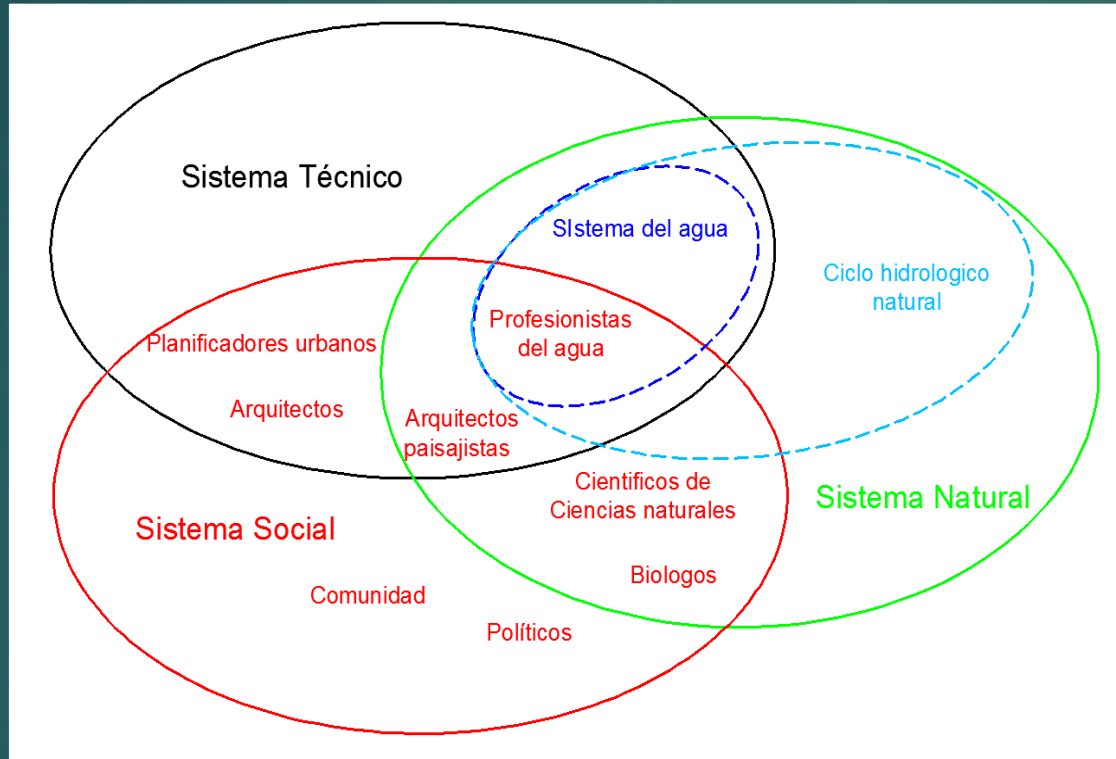


DESAPROVECHAMIENTO Y CONTAMINACIÓN

Ver como un recurso



ACTORES INVOLUCRADOS



Áreas de conocimiento y disciplinas involucradas en el diseño de SUDS:

- Hidrología
- Hidráulica
- Ingeniería Civil
- Arquitectura
- Paisajismo
- Urbanismo
- Arbolaria, química.
- Biólogos
- Etc.

CASO DE ESTUDIO: Análisis comparativo de sistema pluvial convencional contra sistema con suds, análisis hidráulico-funcional y económico.

Objetivo:

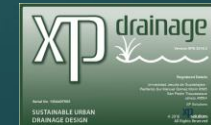
- Demostrar la pertinencia y viabilidad técnico-económica de la implementación de algunos Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) comparando con los sistemas implementados en un predio urbanizado.

Software de modelación de proyectos pluviales
xpdrainage®:

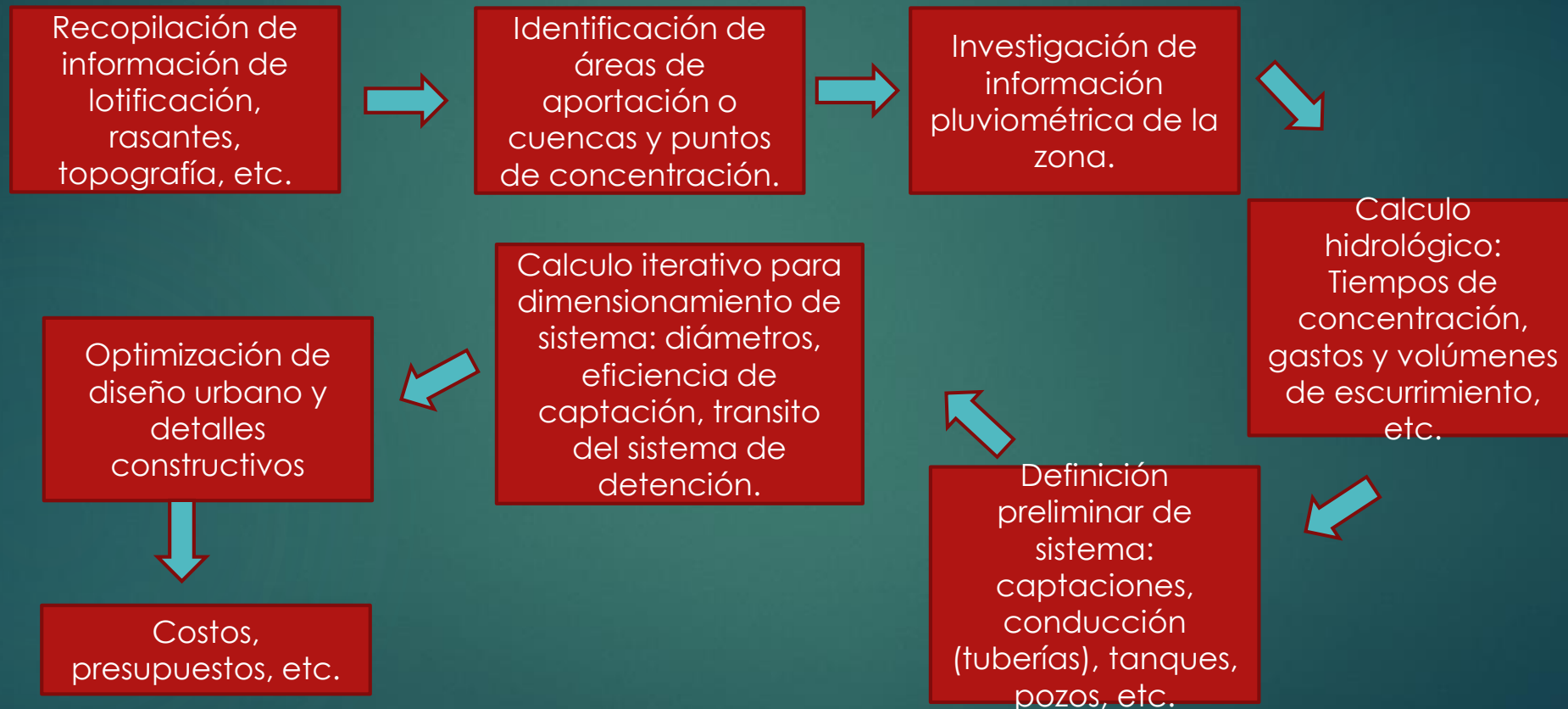
- ▶ Método hidrológico del software/teórico:

Algoritmo Muskingum-Cunge:
Es una variación del método de tránsito de hidrogramas de Muskingum para ríos o reservorios

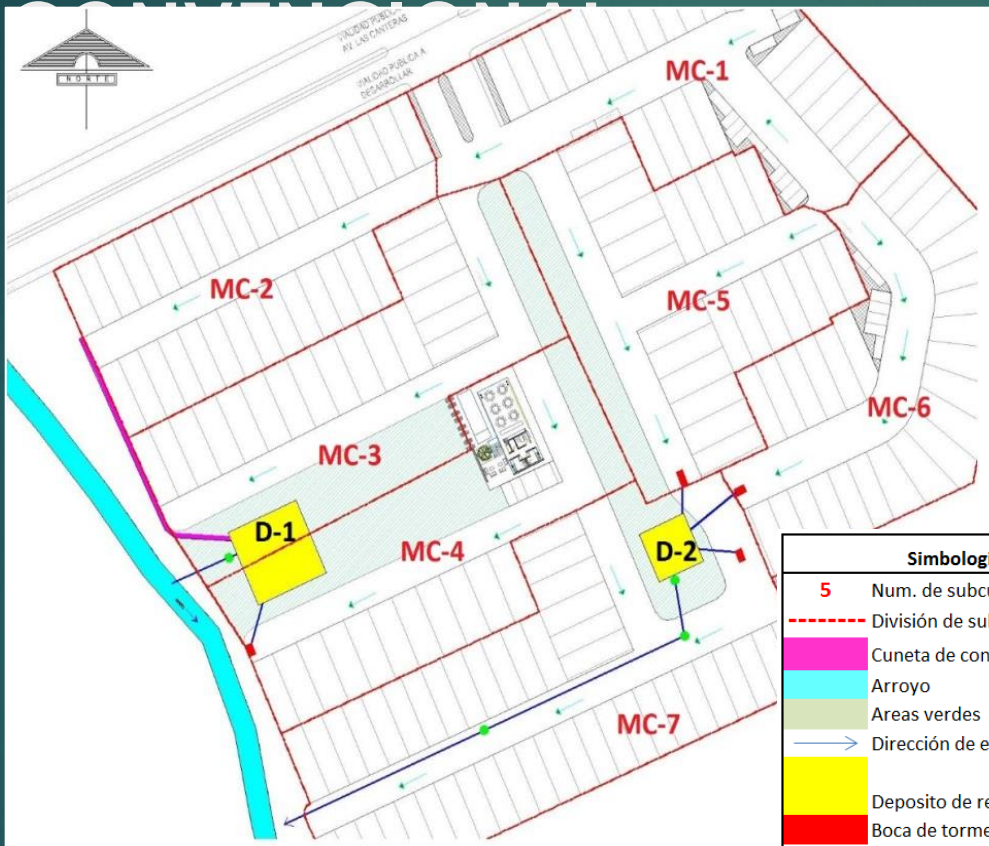
- ▶ Esta basado en la ecuación de continuidad del flujo, Manning y fórmulas hidráulicas para orificios, vertedores, etc.



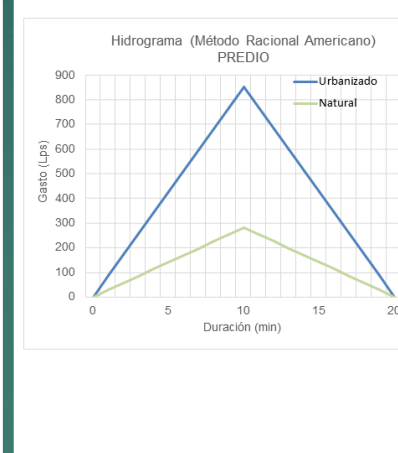
METODOLOGÍA BÁSICA PARA ELABORAR PROYECTOS PLUVIALES EN DESARROLLOS URBANOS



PROPUESTA DE PROYECTO PLUVIAL



Simbología	
5	Num. de subcuenca
---	División de subcuencas
█	Cuneta de concreto
█	Arroyo
█	Areas verdes
→	Dirección de escurrimientos
█	Deposito de regulación
█	Boca de tormenta
—	Red de tuberías
●	Pozo de visita común



Resumen de Gasto Máximo urbanizado			
Periodo de retorno	10	años	
Intensidad de lluvia	150.05	mm/hr	
MICROCUCNCA	Ce - Coeficiente de escurrimiento	Gasto máximo (m3/s)	Gasto máximo (lps)
MC-1	0.82	0.128	127.82
MC-2	0.82	0.111	111.44
MC-3	0.66	0.103	103.32
MC-4	0.64	0.094	94.22
MC-5	0.75	0.118	117.60
MC-6	0.82	0.121	120.95
MC-7	0.78	0.179	178.78
PREDIO	0.7576	0.854	854.13

Elementos del sistema pluvial:

- 4 bocas de tormenta
- 1 cuneta o canal de concreto
- 2 tanques o depósitos de mampostería y estructura concreto
- 143 metros de Tubo PVC 10"
- 21 metros PVC 12"

PROPUESTA DE PROYECTO PLUVIAL CON SUDS



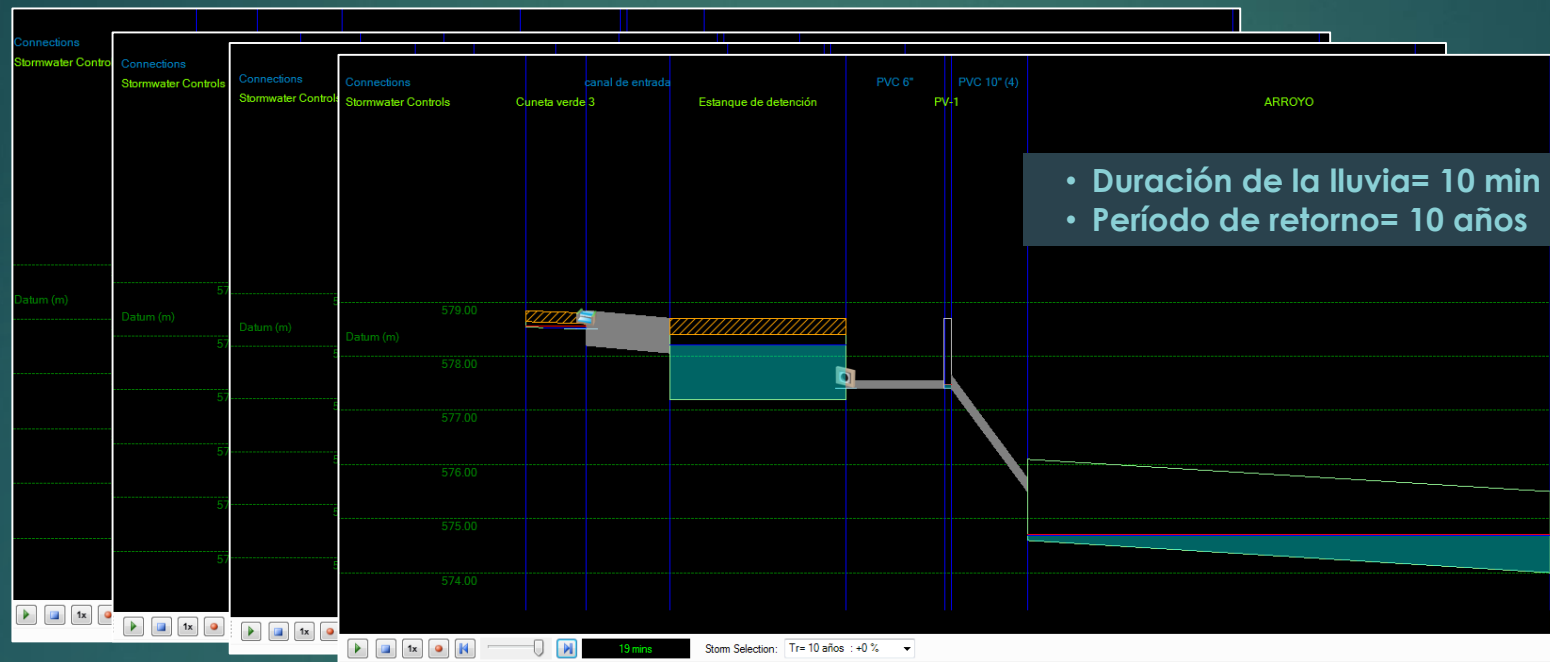
ELEMENTOS DEL SISTEMA PLUVIAL CON SUDS:

- 1 sistema de biorretención
- 3 cunetas verdes
- 1 estanque de detención
- 1 deposito de mampostería y estructura de concreto
- 34 metros de Tubo PVC 6"
- 129 metros PVC 12"
- 1 Zanja de infiltración
- 1 pozo de absorción

SIMBOLOGÍA

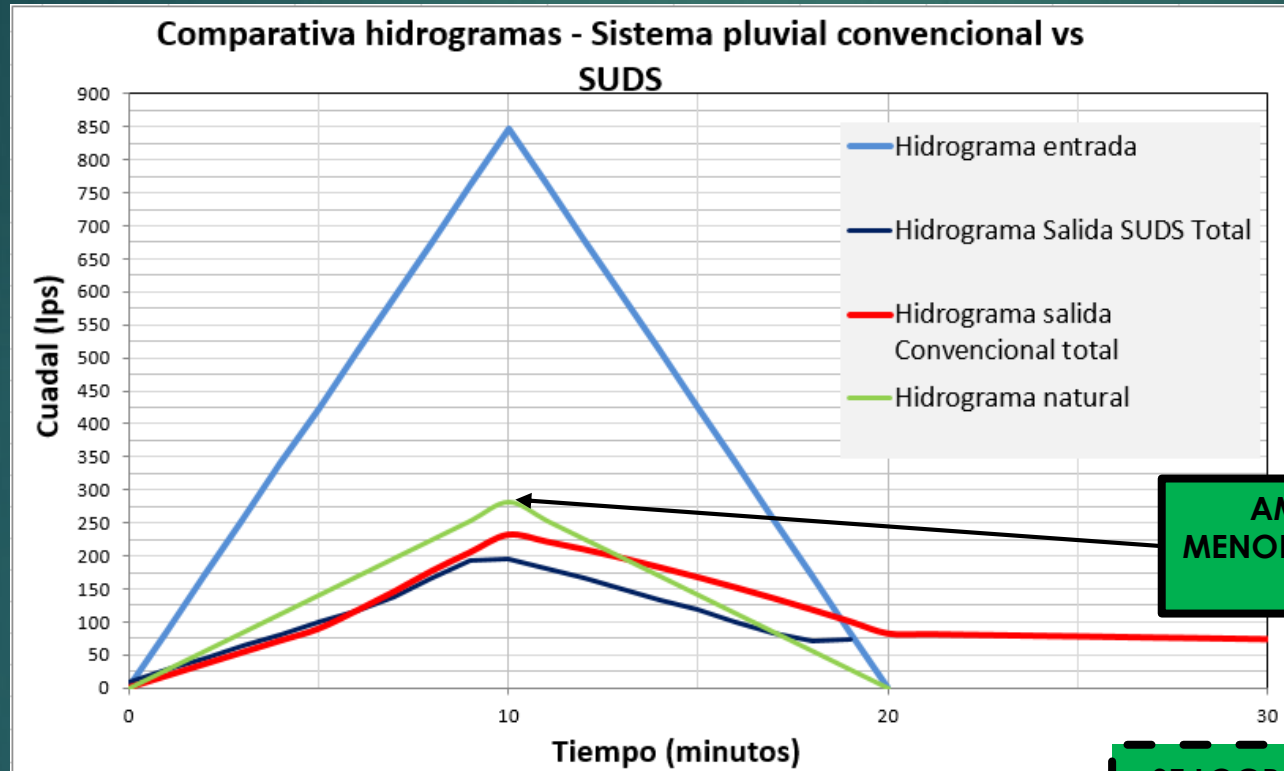
- ▨ Areas verdes
- Estanque de detención
- Cunetas verdes
- Biorretención
- Depósito D-2
- Arroyo
- Zanja de infiltración
- Tuberías
- Pozo de visita
- Pozo de absorción
- ◄ Punto de entrada a SUDS

FASES DE LA SIMULACIÓN – 5, 10, 15 y 20 min desde el inicio del evento de lluvia (Llenado de lago de detención)



Fuente: Software xpdrainage®

RESULTADOS HIDROLÓGICOS GENERALES



AMBOS GASTOS MAXIMOS SON MENORES QUE EL QUE SE PRESENTABA EN ESTADO NATURAL

SE LOGRÓ EL IMPACTO HIDROLÓGICO CERO CON AMBAS ALTERNATIVAS

COMPARATIVA DE COSTOS PARAMETRICOS y MATERIALES DE AMBOS PROYECTOS

En los naranja el Proyecto con SUDS utilizó más

COMPARATIVA DE COSTOS PARAMETRICOS TOTALES		
ALTERNATIVA	Importe	Referencia proporcional
Convencional	\$ 487,931.15	100%
Con SUDS	\$ 309,544.11	63%
Diferencia	\$ 178,387.04	

Tabla 13. Comparativa de costos paramétricos totales entre ambas alternativas de drenaje pluvial. [Elaboración propia.]

El proyecto con SUDS es 37% más económico en relación con el convencional

COMPARATIVA EN USO DE MATERIALES Y EXCAVACIONES					
Material	Unidad	A= Alternativa convencional	B= Alternativa con SUDS	Diferencia = B - A	Proporcional = 1 - (B/A) %
Excavaciones	m3	1452.95	1686.56	233.60	+16 %
Concreto	m3	31.49	17.46	-14.03	- 45 %
Block 10x20x40	pzas	11740.00	4940.00	-10208.00	- 58 %
Acero	Ton	3.02	1.68	-1.35	- 45 %
Grava 3/4"	m3	71.20	117.84	46.64	+ 66 %
Arena	m3	75.74	93	17.26	+ 23 %
Malla geotextil	m2	209.96	125.93	-84.03	- 41 %
Tubería PVC 6"	m	0.00	34.03	34.03	NA
Tubería PVC 10"	m	142.29	128.71	-13.58	-10 %
Tubería PVC 12"	m	20.81	0	-20.81	NA

Tabla 14. Resumen de comparativa en uso de materiales y actividades para ambas alternativas de drenaje pluvial.

En el verde el proyecto con SUDS utilizó menos

CONCLUSIONES

- ▶ El proyecto con SUDS puede lograr los mismos requerimientos locales en cuanto a lograr el Impacto Hidrológico Cero,
- ▶ Además de cumplir con los mismos beneficios en su función hidráulica es más económico ya que requieren menos elementos y materiales para su construcción.
- ▶ En este caso de estudio se implementaron solo algunas técnicas, pero falta por evaluar otras, como la captación en viviendas, pavimentos permeables en cocheras, que pudiesen mejorar aún más el funcionamiento.
- ▶ Además de los beneficios hidráulicos y económicos, las ventajas inherentes a estos sistemas son la calidad estética y los impactos al medio ambiente
- ▶ Los resultados generales están basados en el uso del software de diseño especializado, se recomienda que sean experimentados empíricamente para tener en cuenta mayor número de variables.

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Contacto:

Ing. Alfredo Urías Angulo

Correo: pe695814@lteso.mx

Mtro. Francisco Álvarez Partida

Correo: falvarez@lteso.mx