

**Obras Hidráulicas
Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Misiones
Oberá-Misiones**

Desagües Pluviales de Bajo Impacto

Dr. Ing. Darío Tomás Rodríguez

2023

Gestión ambiental y ordenamiento territorial

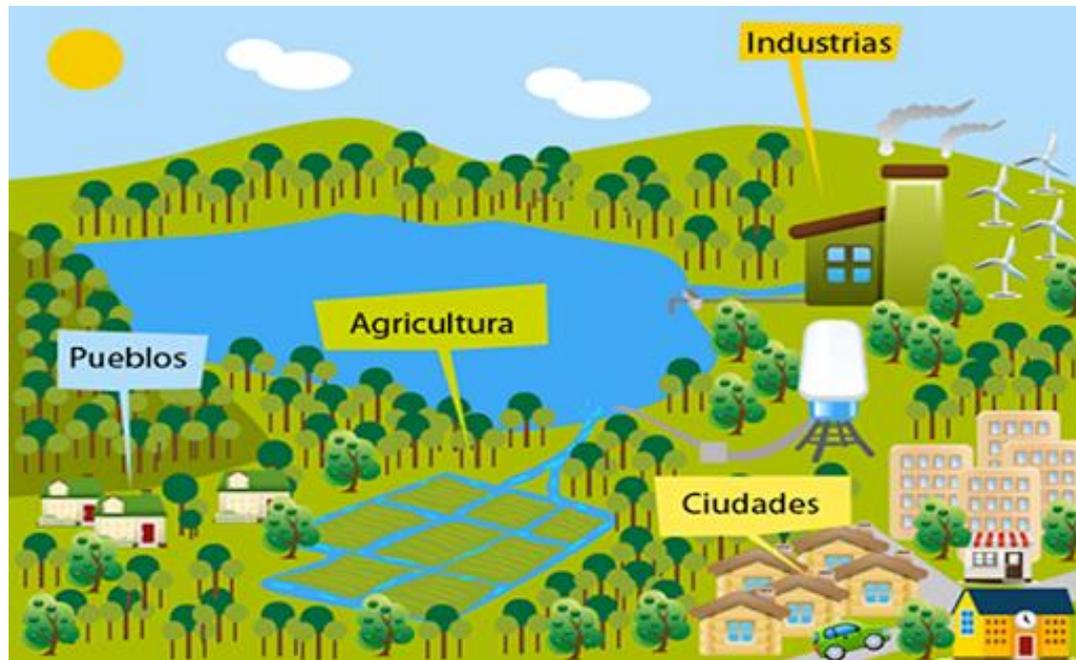
La **gestión ambiental** es un proceso que está orientado a resolver, mitigar y/o prevenir los problemas de carácter ambiental, con el propósito de lograr un **desarrollo sostenible**, entendido éste como aquel que le permite al hombre el desenvolvimiento de sus potencialidades y su patrimonio biofísico y cultural, **garantizando su permanencia en el tiempo y en el espacio** (RDS, Colombia).



Gestión ambiental y ordenamiento territorial

El ordenamiento territorial es un instrumento de **gestión que permite definir áreas del territorio que se destinarán a distintos usos**, en concordancia con los diferentes intereses y necesidades de la sociedad.

De esta forma, se pueden **compatibilizar necesidades** de desarrollo económico, con el bienestar de las comunidades y la conservación de los recursos naturales,



Gestión ambiental y ordenamiento territorial

Evidentemente estas dos disciplinas deben ir de la mano abocadas a un desarrollo sostenible.



“Se entiende por desarrollo sostenible el que conduzca al **crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales** en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras o utilizarlo para satisfacer sus propias necesidades”.

Evolución de la gestión del agua pluvial urbana

Durante su evolución histórica la hidrología y la gestión de drenaje pluvial urbano han pasado por diferentes etapas.

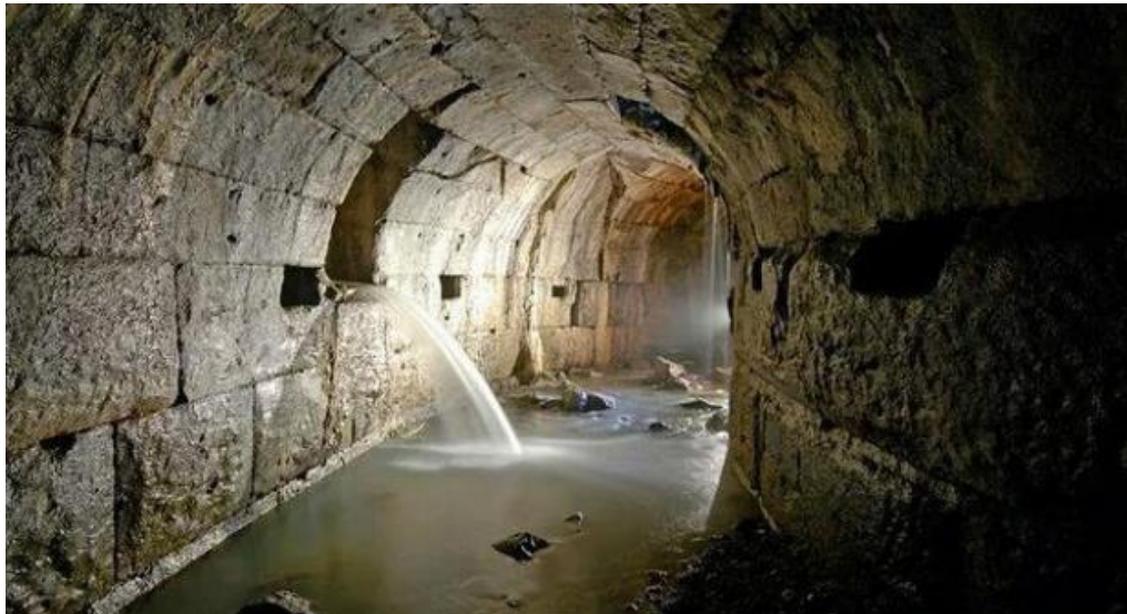
Desde sus inicios, el proceso de urbanización debió hacer frente a **graves problemas epidemiológicos** resultantes de la concentración de la población, surgiendo así el concepto sanitarista inicial que gobernó durante mucho tiempo la gestión de las aguas de lluvia.

Se identifican tres períodos esenciales de la hidrología urbana en los países desarrollados:

- Una etapa inicial ligada al **concepto sanitarista** del drenaje de las ciudades.
- Una etapa transitoria caracterizada por la **racionalización del cálculo** hidrológico-hidráulico y la normatización de estudios y proyectos.
- La etapa actual ligada al enfoque **científico y ambientalista** del drenaje urbano.

El concepto sanitarista de drenaje urbano se basó en un conjunto de medidas, generalmente **estructurales**, destinadas a remover las aguas pluviales de las áreas a sanear, de la forma más rápidamente posible.

Si bien estas medidas son necesarias para la solución de muchos problemas, en casos complejos suelen tener un costo elevado y **no son suficientes por sí solas para obtener una solución sustentable en el tiempo**



Producto de los inconvenientes y falencias de los métodos tradicionales de gestión, a mediados del siglo XX, se introdujo en los países más desarrollados un **cambio de paradigma** que logro imponer un enfoque **sistémico y ambientalista** en la hidrología urbana, por el cual el agua de lluvia paso a ser concebido como parte de un concepto más amplio: La gestión del agua pluvial urbana o “Urban Stormwater Management” (ASCE y WEF, 1992).

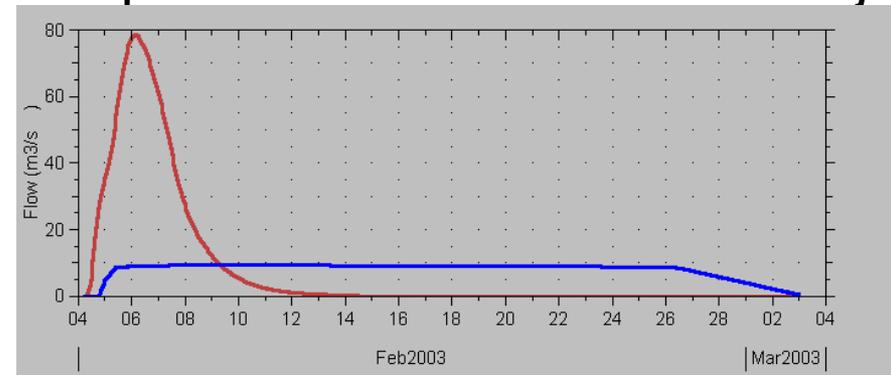
La gestión del agua pluvial
urbana
o
“Urban Stormwater
Management”
(ASCE y WEF, 1992).



La gestión del agua pluvial urbana

Bajo este nuevo enfoque la **detención temporal de los excedentes hídricos superficiales** comenzó a ser practicado para controlar los caudales máximos de las nuevas urbanizaciones.

La **regulación de caudales** en cuencas urbanas desde principios de los **1970s** pasó a ser una práctica común en urbanizaciones de países desarrollados y su uso se incorporó en planes directores de drenaje urbano.



Posteriormente, se iniciaron actividades para caracterizar, cuantificar y mitigar los impactos de la urbanización sobre la **calidad del agua** de los cuerpos receptores,

Enfoque alternativo para la gestión de aguas de lluvia

Las nuevas prácticas en el manejo del sistema pluvial plantean una serie de técnicas **armónicas con el medio ambiente**, sin perder de vista que **pertenecen a otro gran sistema como lo es el hidrológico**.

Esto está evidenciado por un nuevo énfasis en la premisa de retardar, o almacenar en lo posible, el agua de lluvia **en el lugar donde precipita**.

Las nuevas técnicas de control de la escorrentía a nivel mundial son las denominadas Prácticas e Mejor Manejo o Best Management Practices (**BMPs**).



Prácticas de Mejor Manejo (**BMPs**),

Las BMPs son concebidos bajo la ideología de reproducir, de la mejor manera posible, el ciclo hidrológico natural previo a la urbanización o antropización por parte del hombre. Con el objetivo de:

- (i) Minimizar los impactos de la dinámica de la urbanización respecto a la **cantidad y calidad de los excedentes hídricos superficiales**, tanto en el origen de los mismos, como durante el transporte y su restitución final en los cuerpos de agua
- (ii) Maximizar la **integración paisajística**, el valor social y ambiental de la intervención sobre los recursos hídricos.



Conceptos básicos

Bertoni et al. (2002) recomiendan una serie de conceptos claves para un manejo adecuado del sistema de desagües pluviales. Los autores hacen saber que no son todos, pero contienen una filosofía básica merecedora de difusión y consideración:

- La lluvia que precipita en un sitio dado debe, en una **solución ideal** de diseño, ser **absorbida o retenida en el sitio** con el objetivo de que después de la urbanización la cantidad de agua que se eroga desde ese sitio no sea significativamente diferente de la que escurría en su **situación original**. Este objetivo puede ser conflictivo con status legales actuales, lo cual no reduce su validez.
- El diseño óptimo de dispositivos de recolección, almacenamiento y tratamiento debe complementarse con un **balance entre costos** de capital, operación y mantenimiento, conveniencia pública, protección ambiental, riesgos de daños por inundación y otros objetivos comunitarios.

Conceptos básicos

- Debe haber un continuo reconocimiento de que hay un balance entre **responsabilidades y obligaciones** para colectar, almacenar y tratar el agua pluvial entre **propietarios y la comunidad** como un todo.
- Una nueva aceptación de que el **agua pluvial es una componente del total de los recursos hídricos** de un área, la cual no debe descartarse sino que debe **utilizarse** para completar este recurso.
- La reevaluación de las técnicas de manejo del escurrimiento en una cuenca es una **necesidad universal** que es responsabilidad del sector público y debe ser también un objetivo.

Actualmente en la **Gestión del Desagüe Pluvial Urbano**, bajo las premisas de las nuevas Prácticas de Mejor Manejo (**BMPs**), el desagüe pluvial debe ser abordado como un **conjunto de acciones** estructurales y no estructurales con propósitos tales como:

- Regulación de los EH superficiales para control de inundaciones
- Mejoramiento de la calidad del agua pluvial.
- Control de erosión.
- Creación y conservación de espacios abiertos para recreación
- Preservación de los cuerpos receptores



Corrientes de opinión

En las últimas décadas han emergido **tres corrientes de opinión** en la tecnología de gestión del agua pluvial urbana (US-EPA, 2004:

- Controles en la fuente
- Controles regionales
- Controles a micro escala basados en el paisaje

Controles en la fuente

Esta corriente pregona los dispositivos de detención en la fuente, es decir en el lugar mismo donde es generado el escurrimiento (**ejemplo techos verdes**). Las prácticas en la fuente son las más difundidas en han sido adoptadas en muchos países a través de una legislación adecuada, o a través de un programa global de control de crecidas.

Uno de los principales criterios es **establecer el caudal máximo** que puede entrar al sistema público de drenaje proveniente de loteos, instalaciones comerciales e industriales. Este límite corresponde generalmente al **caudal máximo del predesarrollo** para un tiempo de retorno dado. Este caudal es restrictivo y obliga al proyectista a utilizar los dispositivos citados dentro del área a desarrollar, para mantener este caudal aguas abajo.

Para muchas jurisdicciones, el uso de controles locales es percibido como la única alternativa política e institucional práctica, dado que la mayoría de los sitios disponen del área necesaria para incorporar controles locales.

Controles regionales

Una segunda corriente está a favor de los dispositivos de detención a escala regional. Actualmente, este enfoque de gestión es utilizado exitosamente en grandes áreas metropolitanas. Esta corriente sostiene que los controles regionales ofrecen un enfoque más racional que los controles locales ofreciendo las siguientes ventajas:

- Pueden utilizar dispositivos de evacuación de múltiples niveles para regular pequeñas crecidas y mejorar la de calidad de agua erogada.
- Resultan más efectivos en la relación costo-beneficio, debido a que menos controles son menos caros de construir y mantener que muchos controles locales.
- Sirven áreas de drenaje más grandes con dispositivos de salida más grandes y fáciles de diseñar, construir, operar y mantener.

Controles regionales

- Están generalmente bajo la jurisdicción de una agencia pública y, por lo tanto, es más probable que reciban un mantenimiento continuo.
- Pueden proveer tratamiento para desarrollos nuevos y existentes, y típicamente captar toda la escorrentía de las calles públicas, la cual a menudo no es recibida por controles locales.
- Cubren superficies más grandes de suelo, por lo que permiten otros usos compatibles, tales como recreación, hábitat de fauna o espacios abiertos estéticos.



Controles a micro escala basados en el paisaje

La tercera corriente de opinión se inclina por las prácticas Low Impact Development (LID), conocidas también como Desarrollo Urbano de Bajo Impacto (DUBI). A diferencia de los dos enfoques previos, que se han usado por más de 40 años, el enfoque DUBI es reciente y en gran parte desconocido para la mayoría de las jurisdicciones locales.

El DUBI permite controlar los excedentes hídricos superficiales generados durante una tormenta desde su fuente. Mediante la utilización de sucesivas áreas reservadas para minimizar el impacto hidrológico hacia aguas abajo, que provocan una retención temporal (bioretenciones).



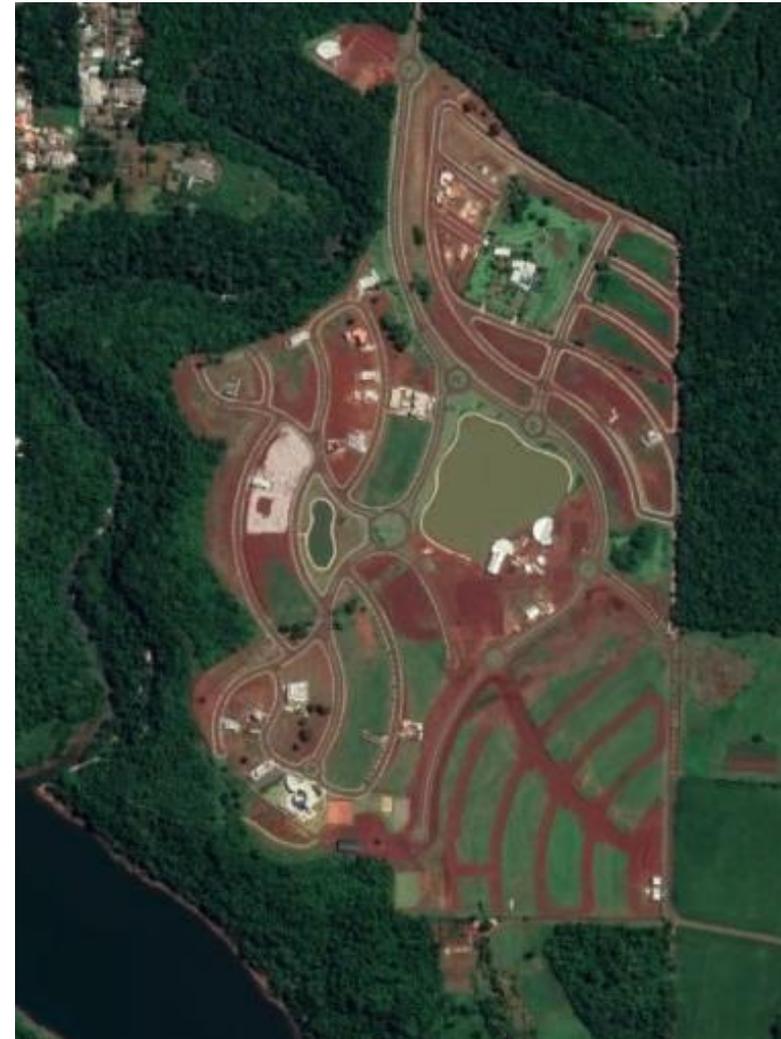
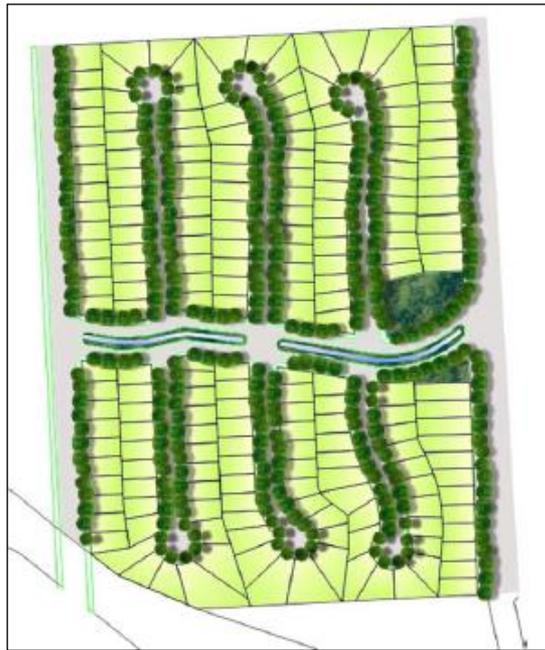
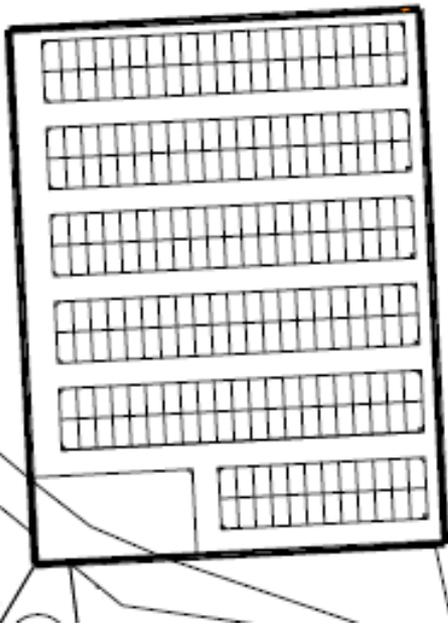
Controles a micro escala basados en el paisaje

Dicho desarrollo se logra integrando funciones hidrológicas (control de volumen, frecuencia, recarga y descarga) utilizando cuatro principios de manejo (Burgos, 2007):

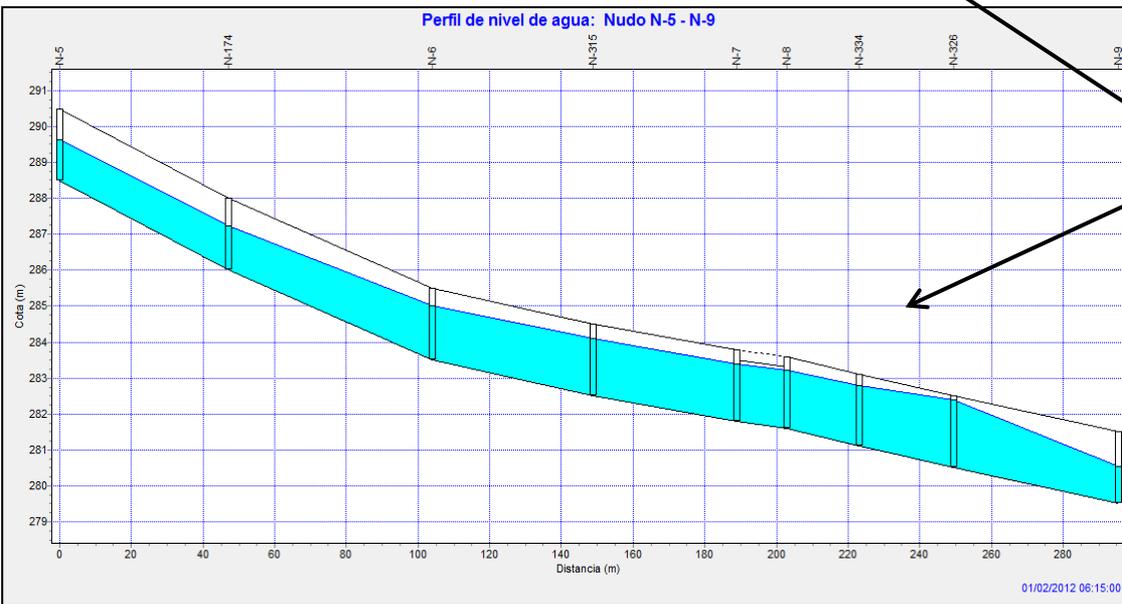
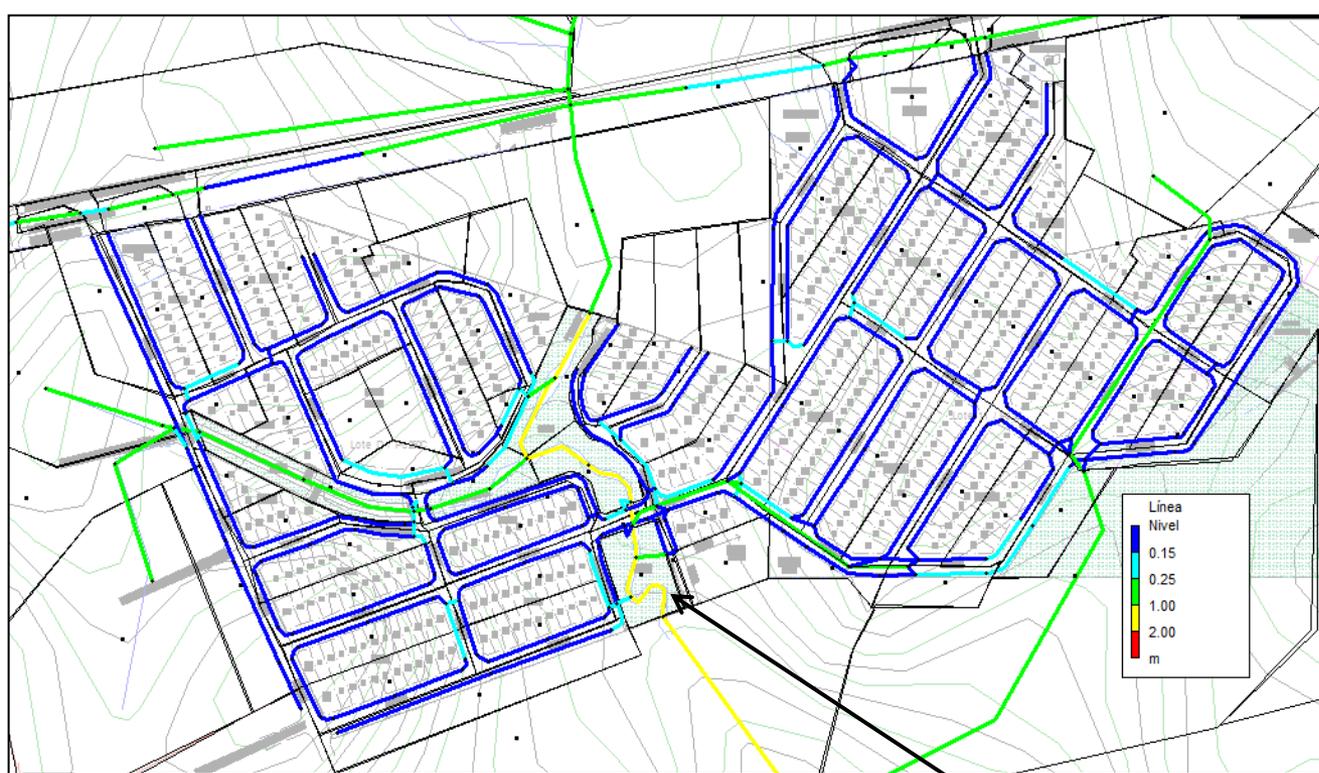
1. Minimiza los impactos al reducir la impermeabilidad, conservando los recursos naturales y **manteniendo los drenajes naturales**.
2. Provee un sistema de microreservorios de retención temporal del escurrimiento, dispuestos eficientemente en la zona de desarrollo.
3. Mantiene, y en lo posible aumenta, el tiempo de concentración de la cuenca previo a la acción antrópica, controlando los tiempos de flujo.
4. Implementa un efectivo programa de **educación** para usar medidas de prevención de riesgos ambientales.

Burgos (2007) observó: 25% menos del presupuesto de infraestructura, reduciendo en un 13% los lotes, reducción en los caudales pico superior al 40% para recurrencias de 2 y 5 años, cercano al 30% para una recurrencia de 50 años.

Desarrollo urbano Foz do Iguaçu



Nuevo Barrio Leandro N. Alem



Cauce principal
Arroyo natural

Integración de enfoques

En la actualidad no existe consenso sobre cuál de las corrientes es el enfoque óptimo a ser utilizado, además **ninguna de ellas es adecuada para resolver todas las problemáticas** de todas las latitudes.

Por otro lado, dentro de una misma región específica, el enfoque apropiado para una zona **urbana** degradada existente puede resultar **diferente** del enfoque requerido para proteger un **área rural** medianamente conservada.

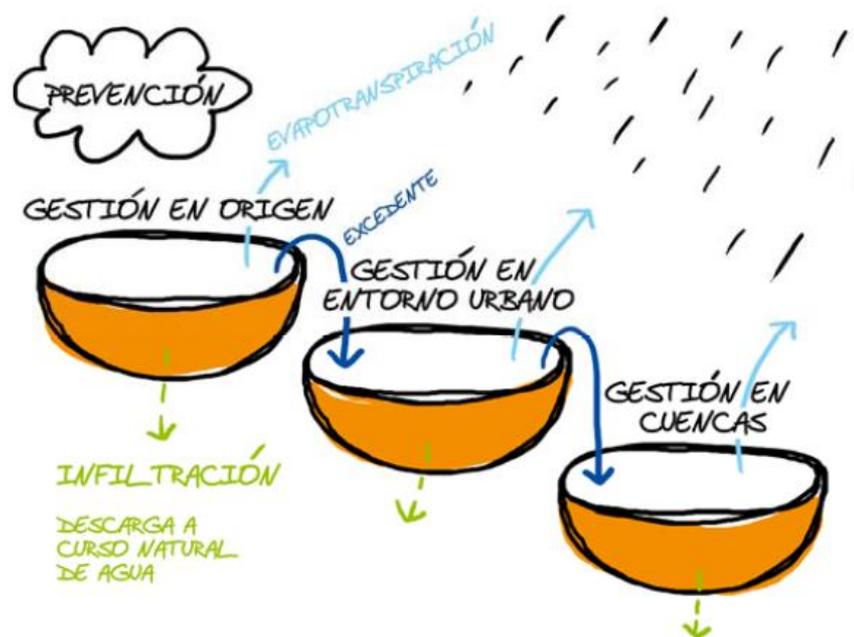
Así mismo, las técnicas adecuadas para el control de inundaciones pueden resultar obsoletas para controlar la calidad de las aguas de lluvia.

Es así como la tendencia mundial se centra en la **gestión integrada del recurso hídrico**, mediante la combinación de diversos enfoques y dispositivos.

Clasificación de las diferentes tipologías de BMPs. (Rodriguez Bayon et al., 2005)

Medidas preventivas	Sistemas de transporte permeable
Legislación Educación Programación económica	Drenes filtrantes o drenes franceses Cunetas verdes Franjas filtrantes
Sistemas de infiltración o control en origen:	Sistemas de tratamiento pasivo
Superficies permeables Pozos y zanjas de infiltración Depósitos de infiltración	Depósitos de detención Estanques de retención Humedales artificiales

- Prevención: aplicación de medidas no estructurares.
- Control en origen: control de la escorrentía en la fuente o en sus inmediaciones.
- Gestión del entorno urbano: gestión de agua a escala local.
- Gestión en cuencas: gestión de la escorrentía a escala regional.





mechanical

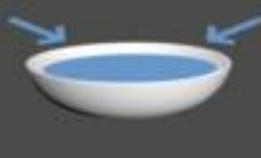
biological



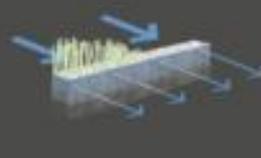
flow control



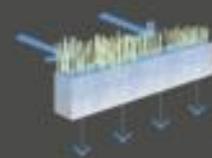
detention



retention



filtration



infiltration



treatment

