

# Desarrollo urbano sostenible



**Carlos Mario Gómez Gómez**  
Director de Asesoría Técnica – Cementos Argos  
[cgomezg@argos.com.co](mailto:cgomezg@argos.com.co)

El futuro está en el origen.

# SOLUCIONES VERDES

## Innovación Consciente



Bajos en Carbono



Adaptabilidad y  
Economía Circular



Bienestar



ARGOS

SOLUCIONES VERDES. Innovación Consciente.

Empresa de cemento del  GRUPO ARGOS

1

¿POR QUÉ HABLAR  
DE SOSTENIBILIDAD?

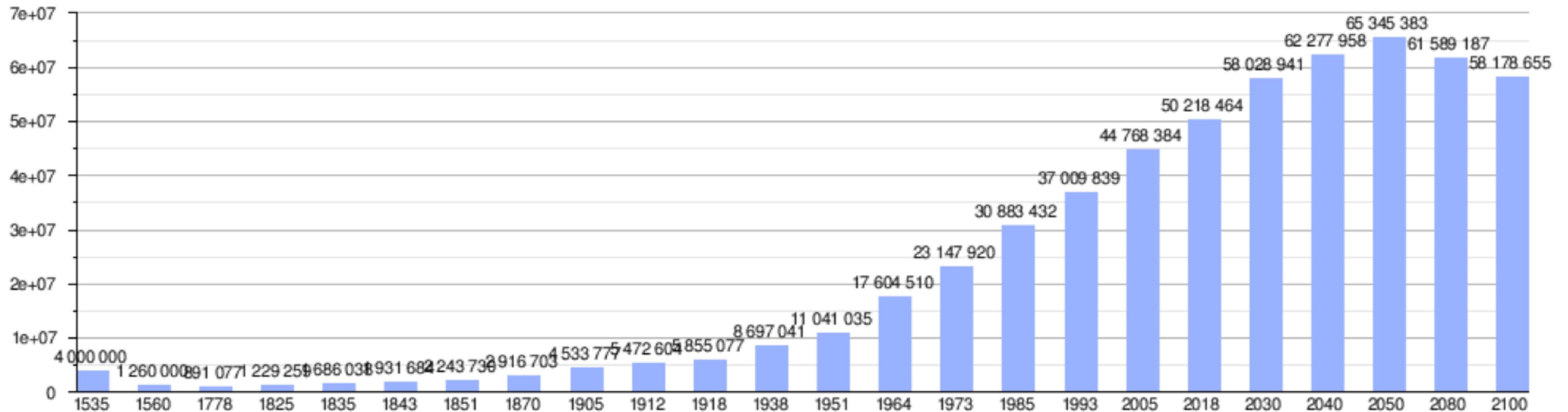


# DEMANDA CRECIENTE EN COLOMBIA



## Evolución de la población colombiana

Desde la conquista hasta la actualidad según censos respectivos y proyecciones futuras



# DEMANDA CRECIENTE EN COLOMBIA



Censo 2005: **11,1%** Hogares Unipersonales

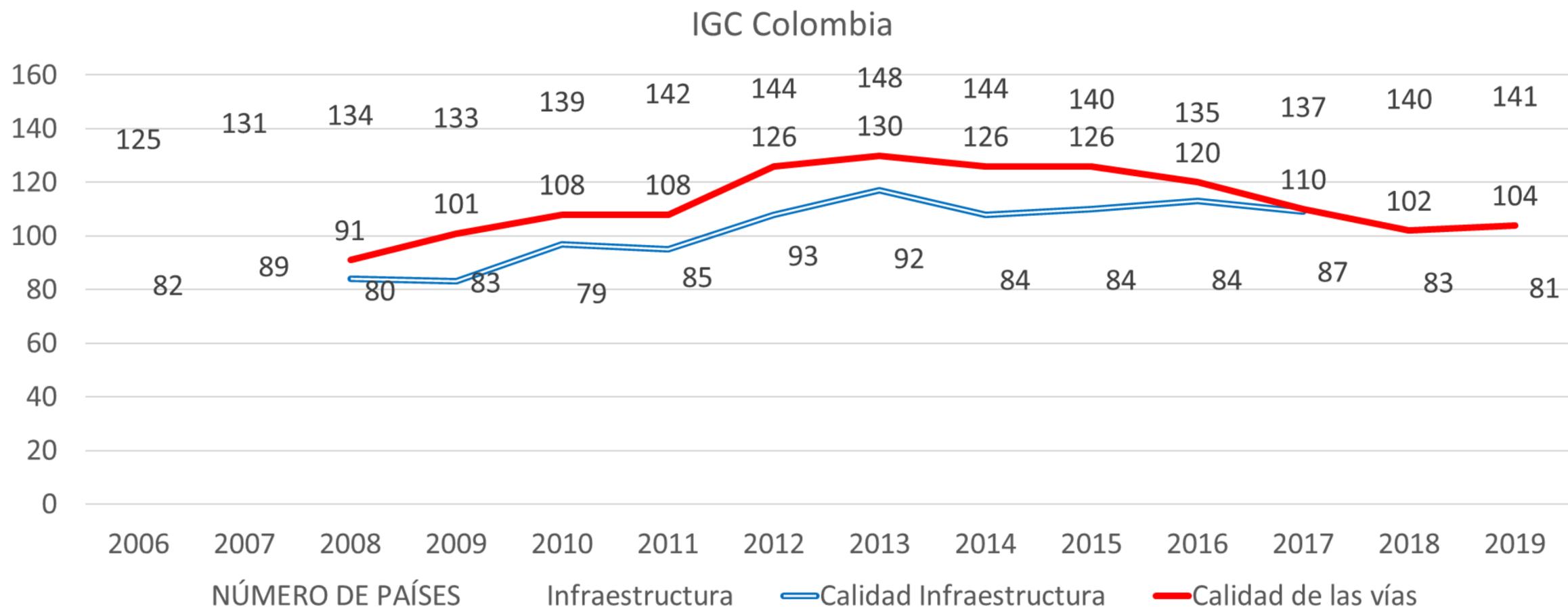
● Censo 2018: **18,1%** Hogares Unipersonales



# DEFICIT COMPETITIVO



- Se deben invertir **USD\$60.000 M** para mejorar la infraestructura de cara a la Alianza del Pacífico
- **136.000 km** de vías terciarias por pavimentar
- Se requieren 45.000 km de vías nuevas (**Brecha > 52%**)



# ¿CÓMO IMPACTAMOS?



- **38%** Emisiones CO2 del planeta, se deben a la construcción y operación de edificaciones.
  - 72% Operación
  - 28% Construcción
- **60%** de los recursos extraídos de la tierra se consumen en la construcción.
- **+22M** Toneladas de RCD anual.



# UN OBJETIVO CONJUNTO



PARA 2030 LAS EDIFICACIONES DEBEN  
REDUCIR SUS EMISIONES EN UN 50%

- Meta a 2030: **Construcciones nuevas** Neto Cero Carbono
- Meta a 2050: **Todas las edificaciones** Neto Cero Carbono

Plan de Ambición Climática promovido y lanzado por la Global Cement and Concrete Association (GCCA).

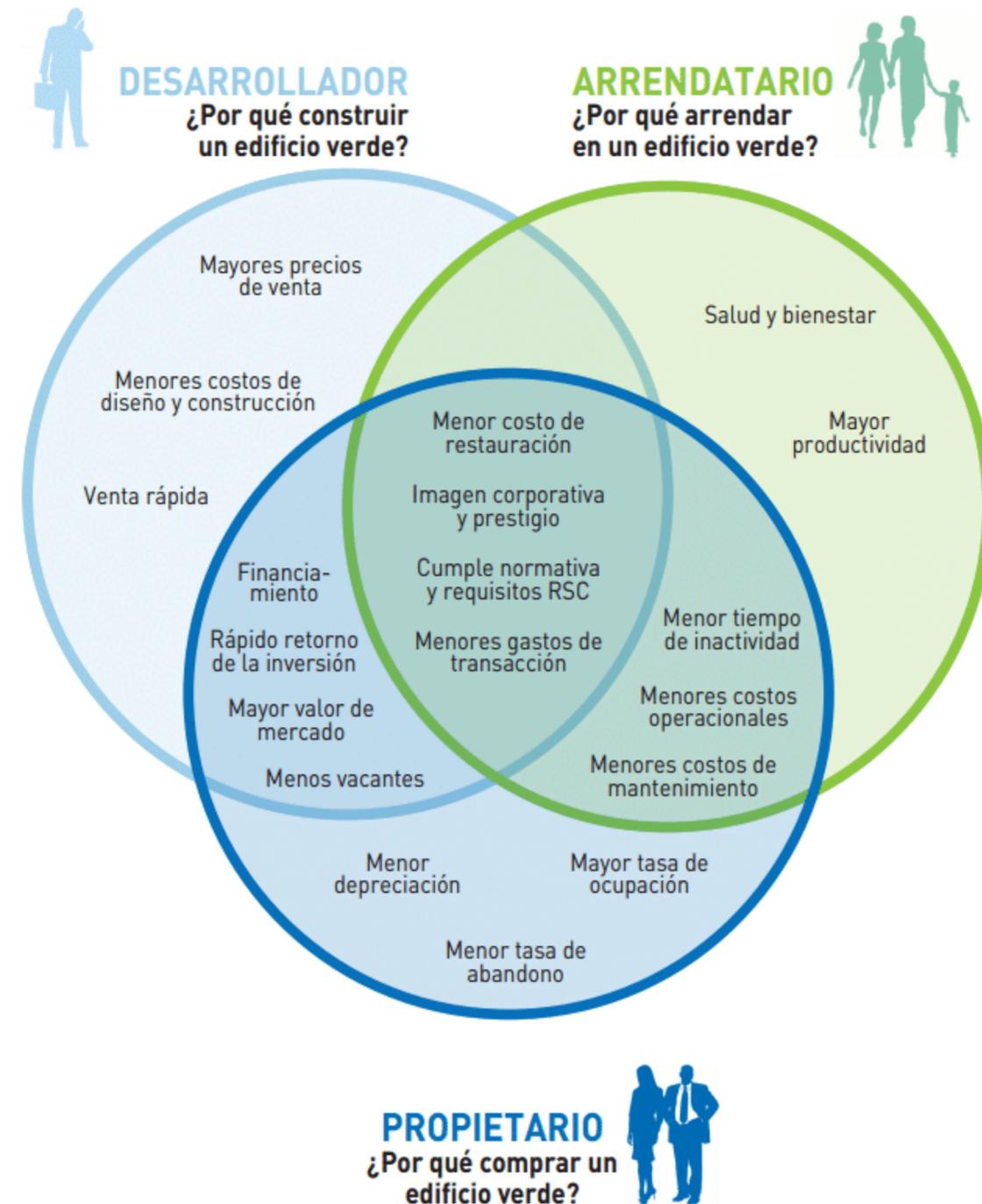


# CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE



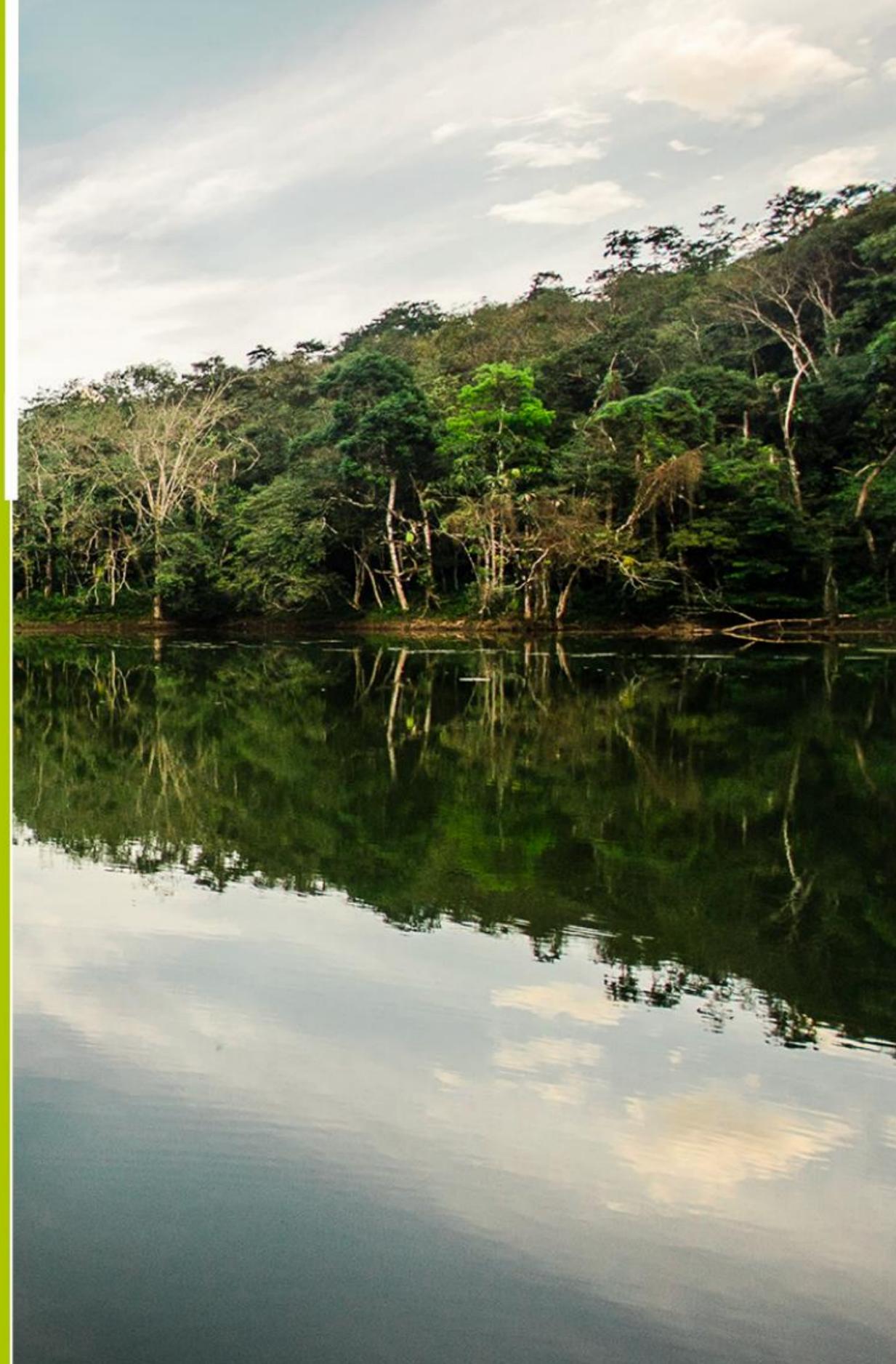
Se busca integrar criterios ambientales y sociales que impacten positivamente a los habitantes, disminuyendo el consumo de recursos naturales, materia prima y generando mejor relación con el entorno

- (-)19% Costos de operación
- (-)25% consumo de energía
- Inmuebles más atractivos, mayor valorización



2

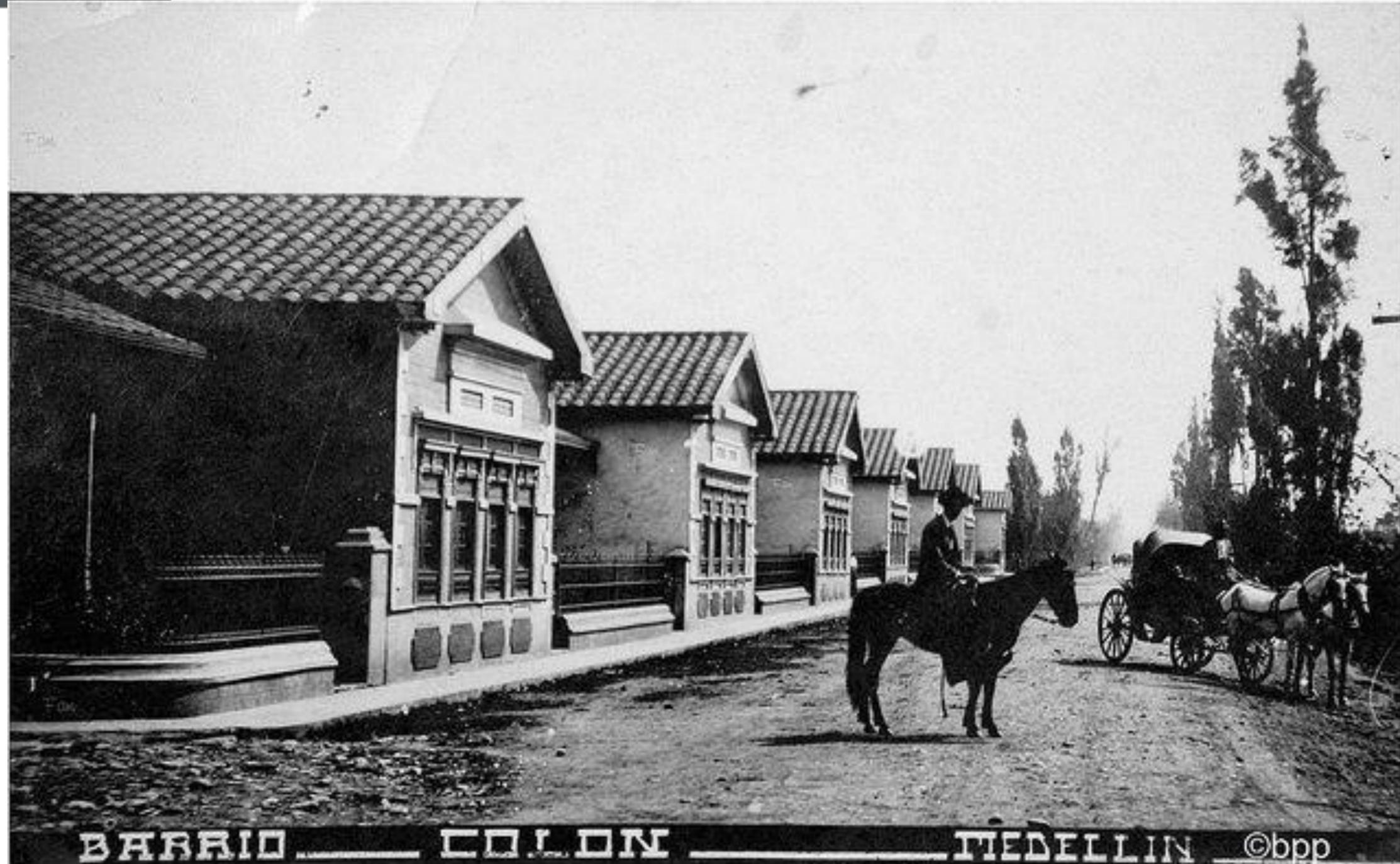
Espacios urbanos sostenibles



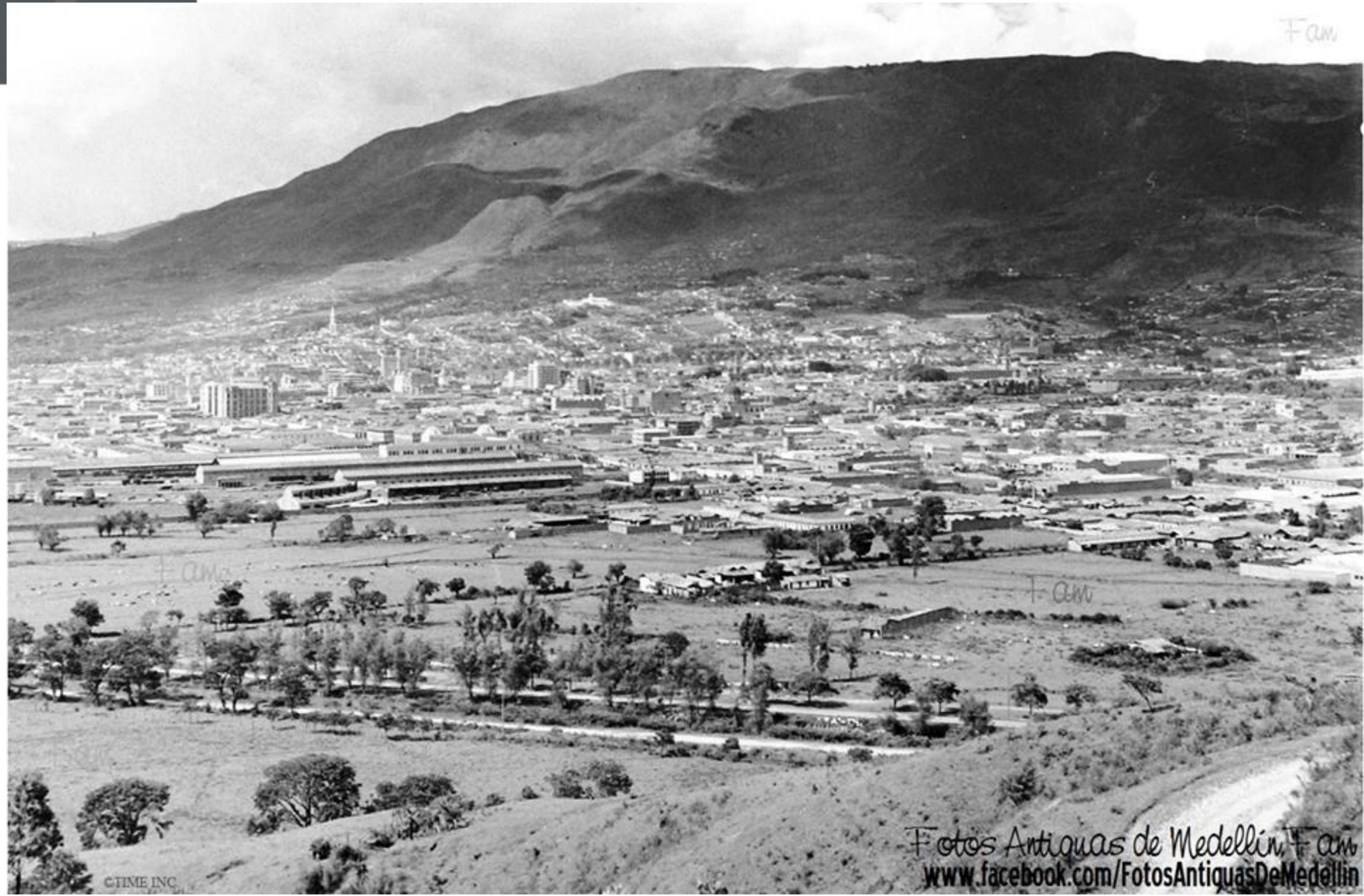
# Espacios urbanos sostenibles



# Espacios urbanos sostenibles



# Espacios urbanos sostenibles



# Espacios urbanos sostenibles



Fuente: <https://www.bibliotecapiloto.gov.co/>



# Espacios urbanos sostenibles



# Espacios urbanos sostenibles



Fuente: <https://gustavocalume.files.wordpress.com/2013/06/compleo-acuc3a1tico-cc3a9sar-zapata-sede-de-la-fiesta-de-los-clavados-juveniles-ia>

# Espacios urbanos sostenibles



# Espacios urbanos sostenibles



Google Earth

Image © 2020 CNES / Airbus  
Image © 2020 Maxar Technologies

10 km

# Impacto del desarrollo urbano sobre el ciclo natural



**LAS CUIDADES IMPERMEABLES NO SON SOSTENIBLES**

# Espacios urbanos sostenibles



<https://www.youtube.com/watch?v=5W2AzlqqD9Q>



# Espacios urbanos sostenibles

<https://www.youtube.com/watch?v=wnPfluQJcXE>

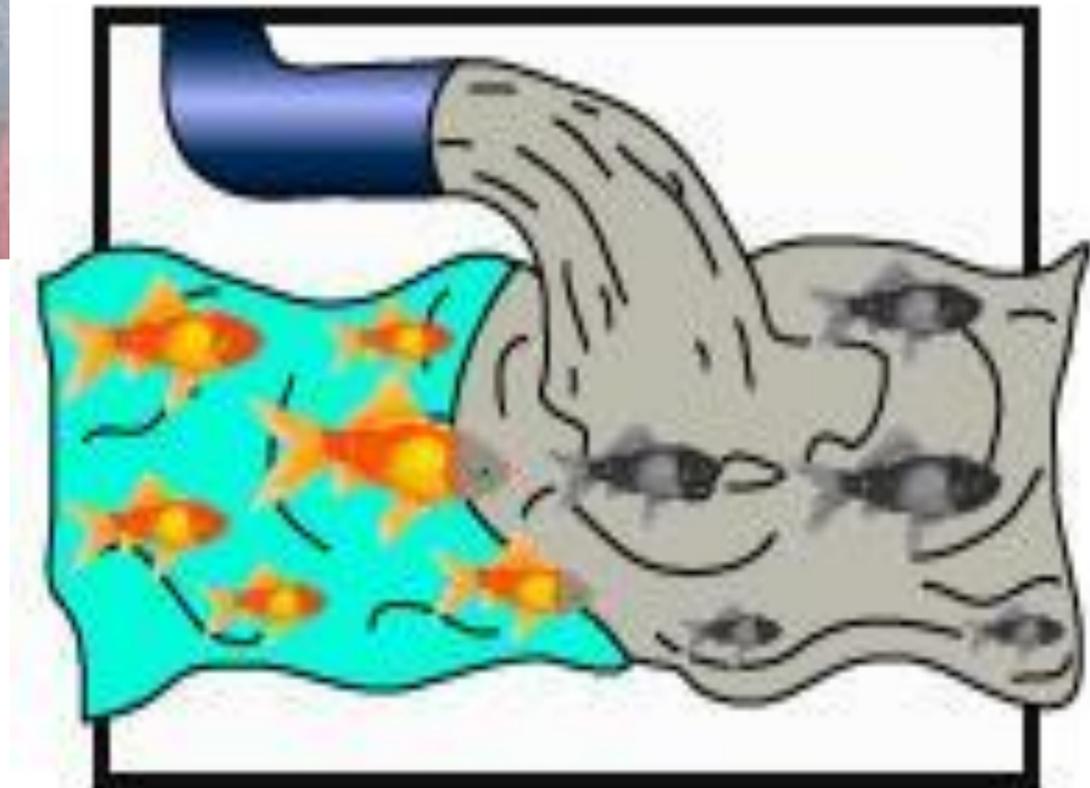


# Espacios urbanos sostenibles



## Impactos Medioambientales

- Aumento de velocidad de flujo
- Aumento de contaminación física, química, térmica, etc
- Mayor cambio de nivel de agua en los cauces, inundaciones, desbalance hidrostático de los suelos



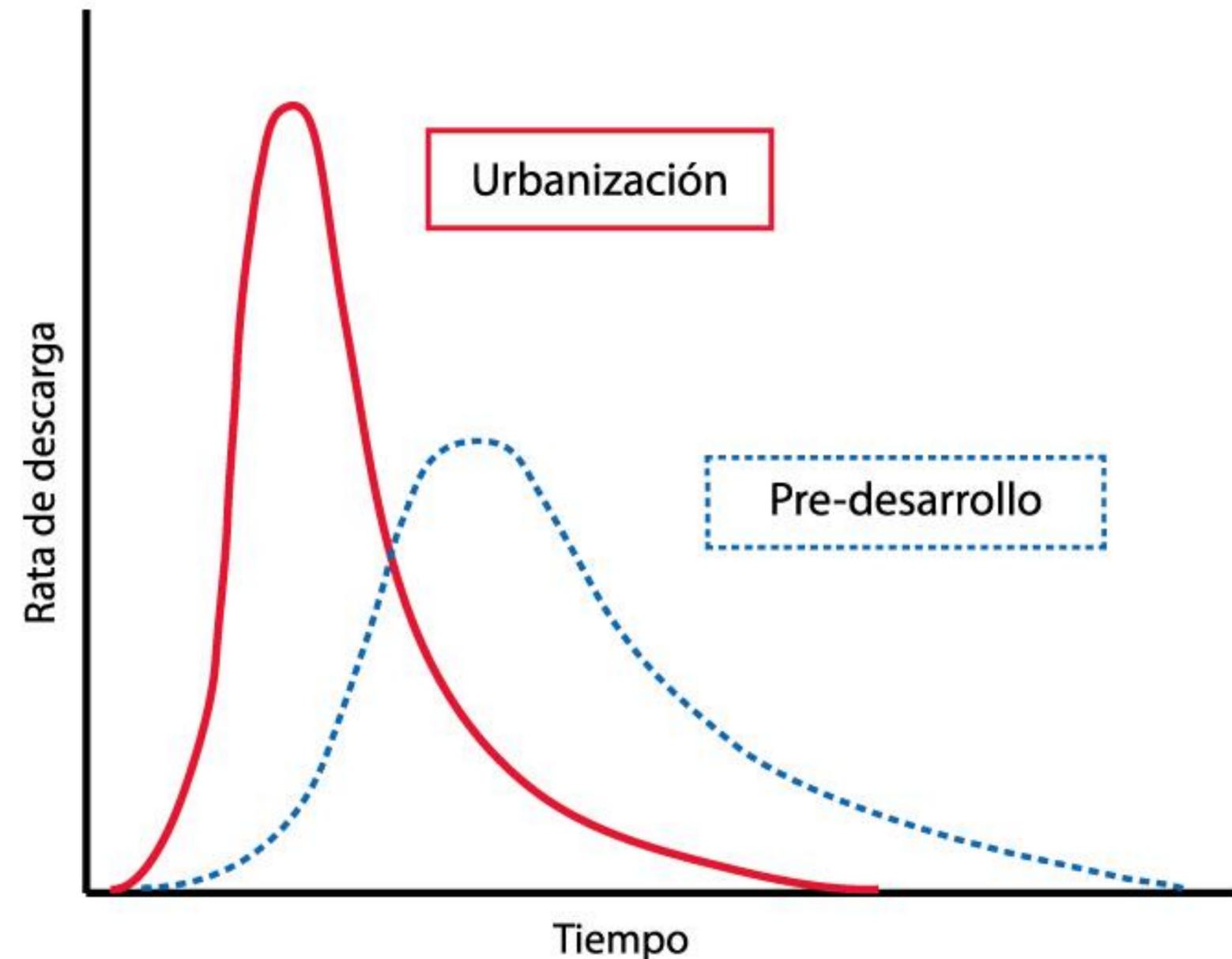
**INADECUADO-INSOSTENIBLE-INVIABLE**

# Superficies impermeables convencionales



## DESASTRES MEDIOAMBIENTALES

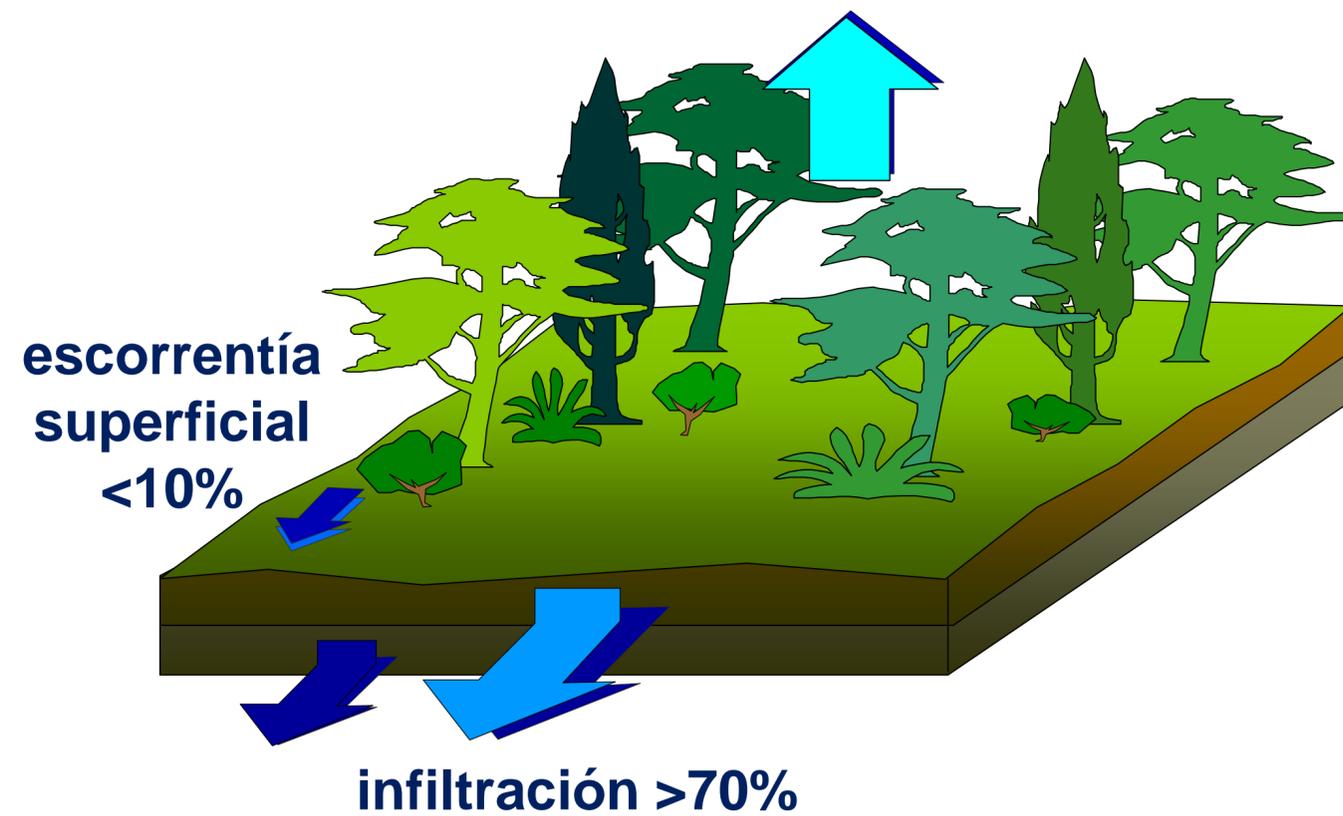
- Potenciación de escorrentía, mínima infiltración
- Altos volúmenes concentrados demandan sistemas de drenaje de gran capacidad



# Fractura del ciclo natural del agua...

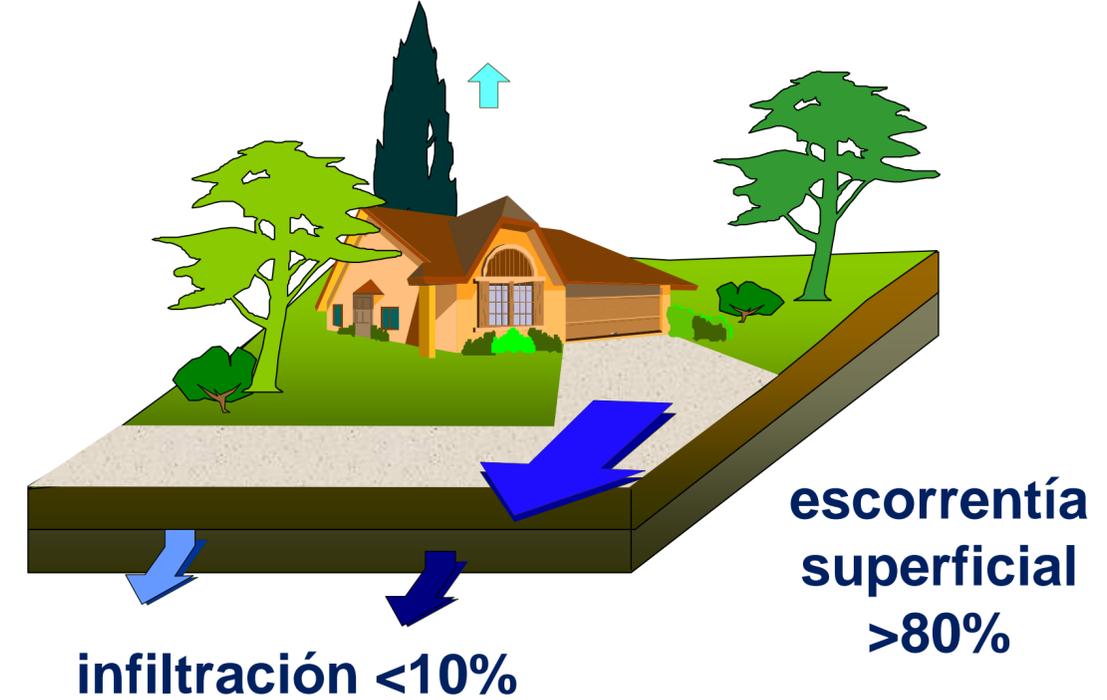


evapo-transpiración



PRE-DESARROLLO

evapo-transpiración



POST-DESARROLLO

\*Imágenes cortesía Aquatectura.

# Planeación urbana sostenible

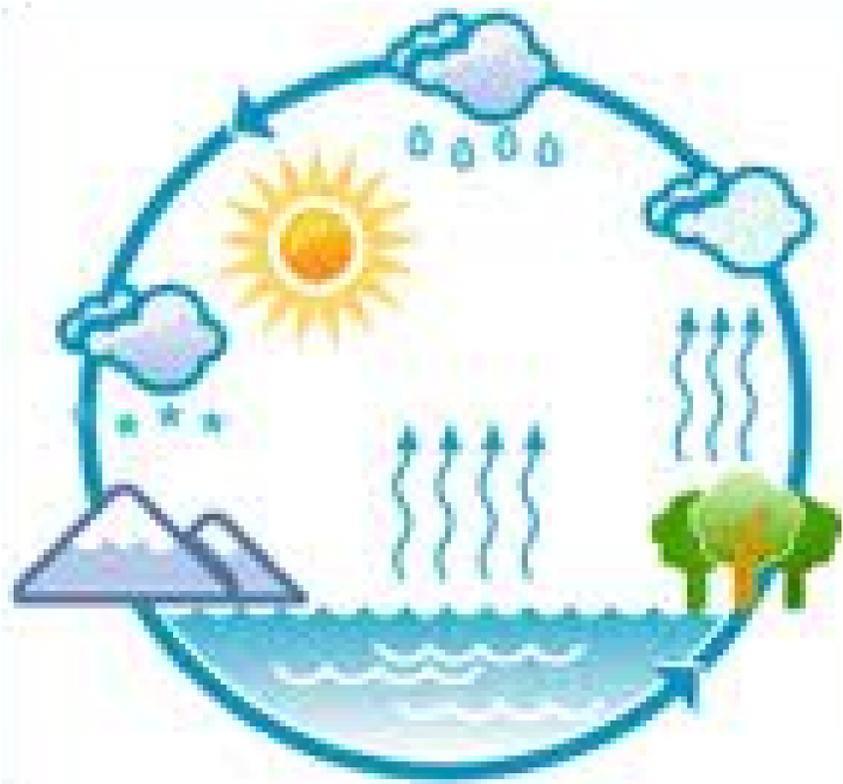


\*Imágenes cortesía Aquatectura.



## SUDS (sistemas de drenaje urbano sostenible)

- Integrar planeación urbanística+ciclo del agua
- Mantener condiciones hidrológicas antes del desarrollo
- Sistemas que entreguen soluciones a menores costos



# Desarrollo urbano sostenible



## **SUDS** (sistemas de drenaje urbano sostenible)

- Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS) - Reino Unido
- Low Impact Development (LID) – USA
- Water Sensitive Urban Design (WSUD) – Australia
- Chile: marco regulatorio, trabajando en uso obligatorio



**Australian Government**

---

**National Water Commission**



## **SUDS** (sistemas de drenaje urbano sostenible)

- Bogotá:
  - Decreto drenaje urbano (pavimentos permeables)
  - POT uso de materiales y pavimentos permeables (6 artículos)
- Medellín (EPM y Alcaldía) y Barranquilla (AGBAR): plan maestro de drenaje urbano de la ciudad, alineado con los sistemas urbanos de drenaje sostenible



# Desarrollo urbano sostenible



## **Artículo 229. Normas generales aplicables al Subsistema de Espacios Peatonales.**

3. Se deberá garantizar la permeabilidad de los pavimentos y superficies de los espacios peatonales mediante la incorporación de zonas verdes, arborización y materiales de piso permeables.

6. Los espacios peatonales se deberán incorporar materiales con coeficientes de reflectancia altos. Para andenes nuevos que tengan anchos mayores o iguales a 1.50 m se aplicará una relación de 2:1 de superficie impermeable: superficie permeable, y podrán incorporar técnica o tecnologías que permitan la retención y almacenamiento de la escorrentía superficial.





<https://concretosespecializados.argos.co/permeable.html>

# Solución para un drenaje urbano sostenible



Por su estructura abierta de vacíos interconectados, permite que el agua pase intencionalmente, para que eventualmente sea absorbida por el suelo natural, entregada al sistema y/o recolectada para darle algún uso.

De esta forma, se genera un desarrollo urbano de bajo impacto ya que mantiene condiciones cercanas a las del ciclo natural del agua, cosa que no sucede cuando se utilizan superficies impermeables.



**LA LLUVIA ES UN  
RECURSO, NO UN  
RESIDUO**

# Agregado + Cemento + Aditivo



# Especificaciones de producto

Con un adecuado diseño del sistema y su correspondiente cumplimiento en el proceso constructivo, se pueden lograr las siguientes propiedades:

- Densidad: valor especificado en el diseño  $\pm 80 \text{ kg /m}^3$ .
- Porcentaje de vacíos: entre el 15% y el 30%.

Nota: el comportamiento mecánico, se validará en conjunto con el diseñador estructural del proyecto.



# Capacidad de infiltración



# Aplicaciones



- Parquederos comerciales y residenciales
- Pavimentos de bajo tránsito, rodadura y bases
- Bermas y andenes
- Vías para peatones y bicicletas
- Control de erosión
- Protección de pendientes
- Invernaderos
- Concretos de color y decorativos



# Ventajas económicas



- Reduce o elimina: bordillos, cunetas, sumideros, tubería, etc.
- Vida útil similar a la del concreto convencional
- Reduce la necesidad de iluminación artificial



# Reducción costos de operación



Reduce la necesidad  
de iluminación artificial

Reducción en un 30% de consumo  
energético, mismo nivel de  
iluminación



# Ventajas ambientales



- Puntos en certificaciones para construcciones sostenibles
- Reduce vol., limpia y baja temperatura del agua de escorrentía
- Alimenta reservas de aguas subterráneas (ciclo del agua)
- Protege vegetación existente
- Reduce el efecto «Isla de Calor»

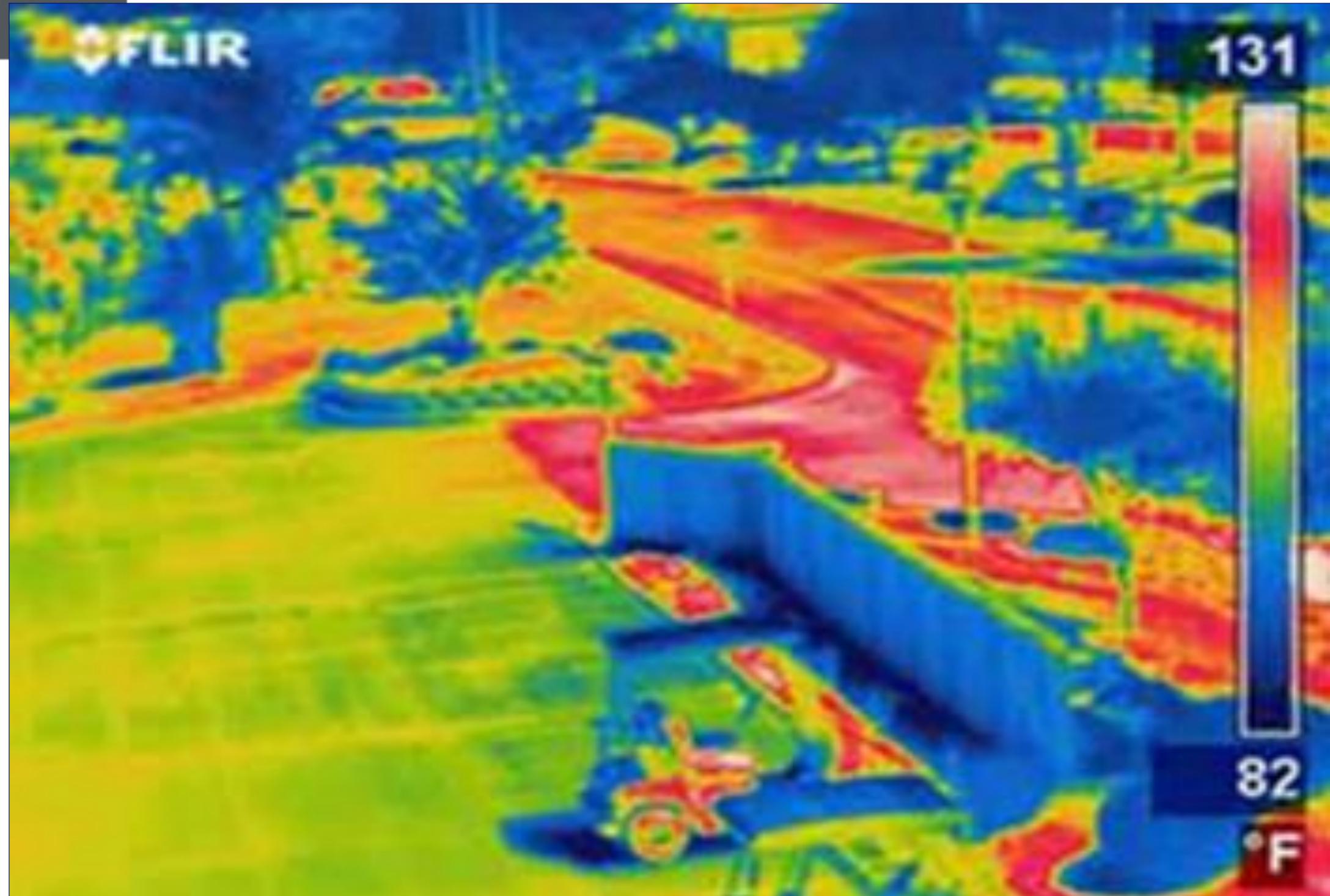


**Hidrocarburos filtrados y tratados por bacterias inherentes al medio**

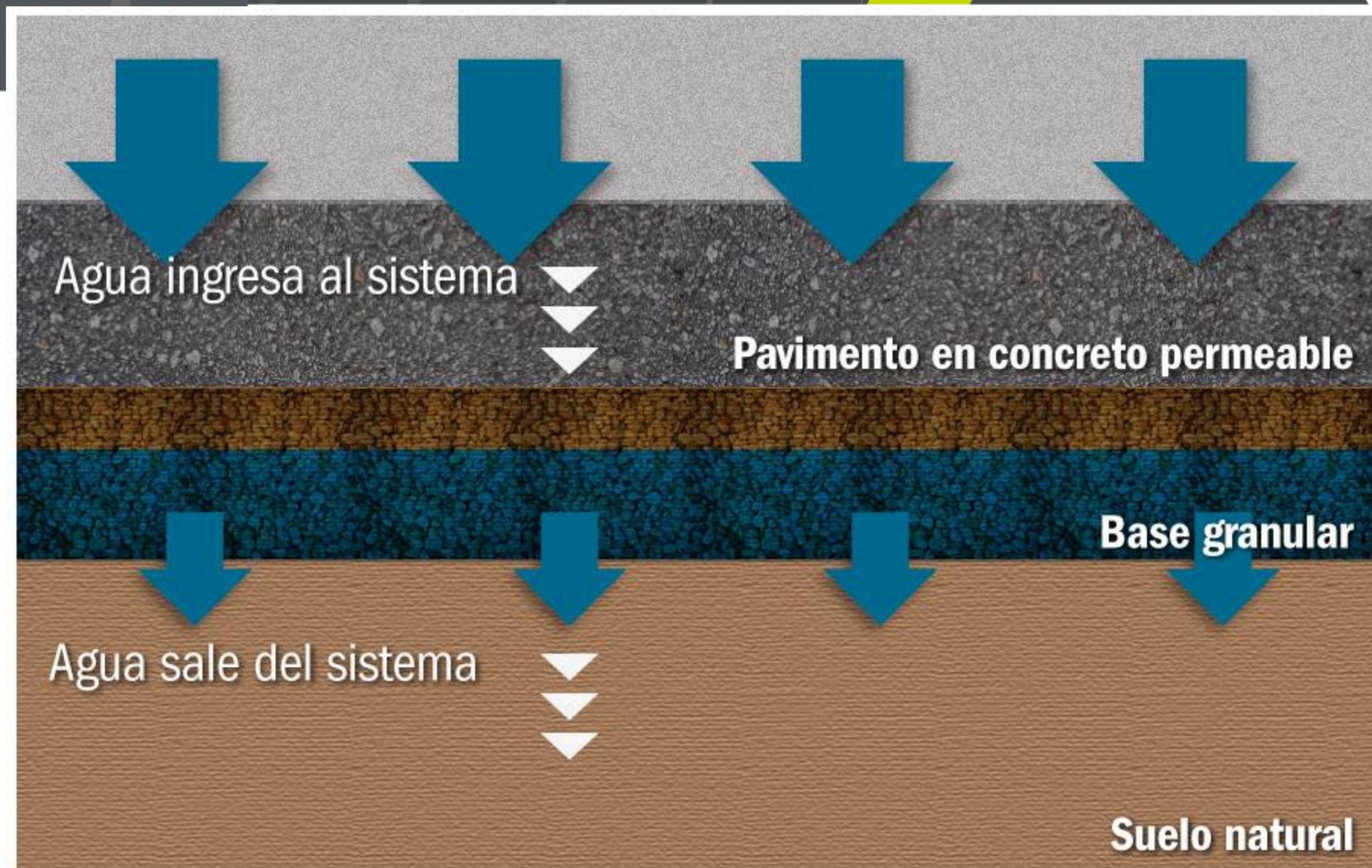
# Reducción efecto Isla de Calor



La imagen térmica muestra diferencias de 6 a 12 °C.



# Superficies drenantes



# Superficies drenantes



## POSIBILIDADES-CONDICIONES DEL SUELO



- Suelos arenosos, directo sobre el suelo compactado.



- Suelos poco permeables.

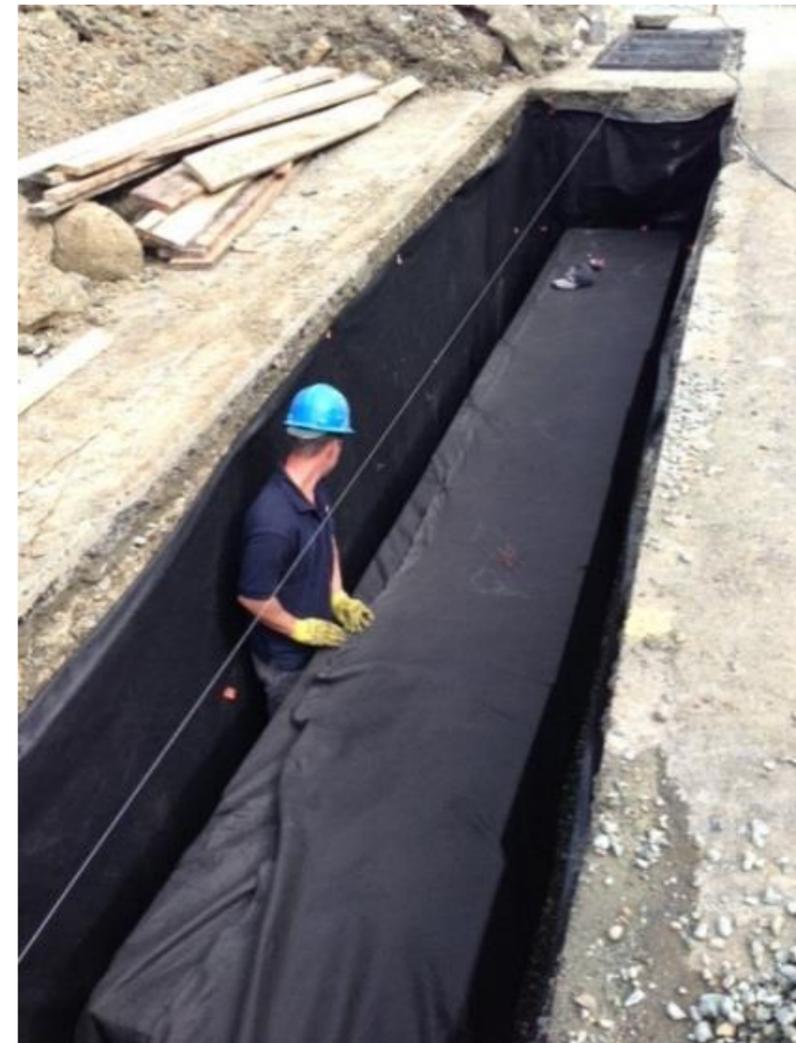
# Superficies drenantes



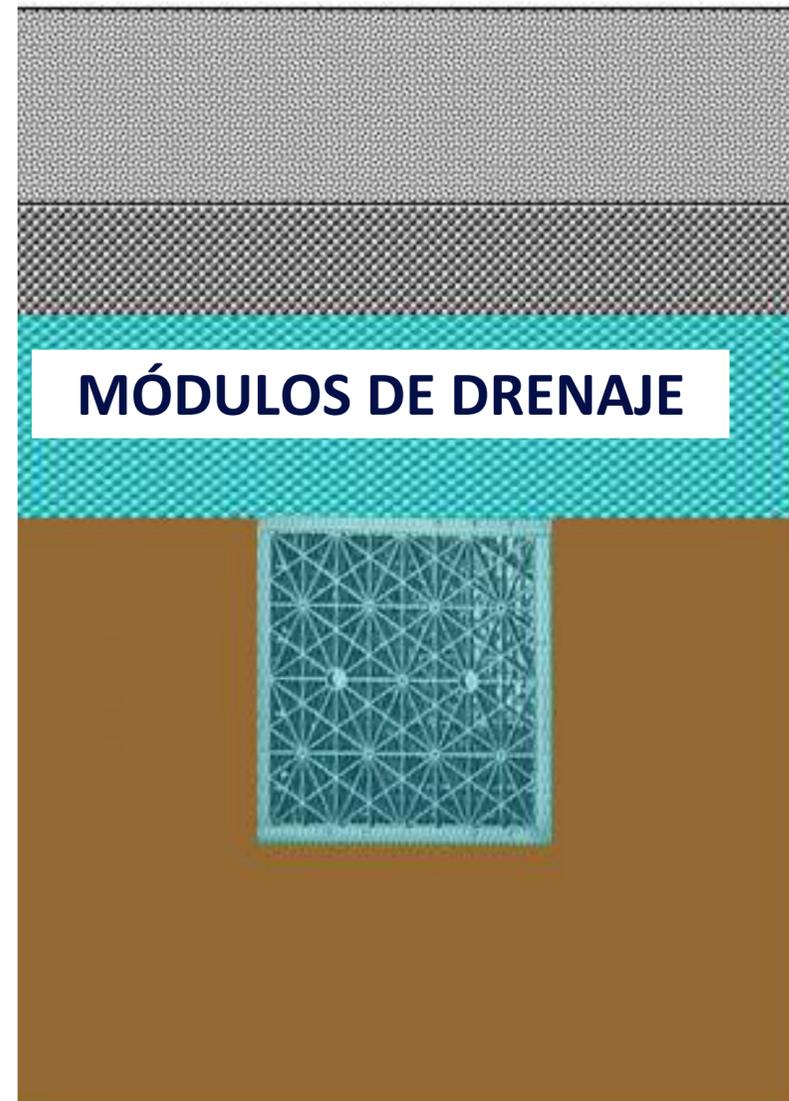
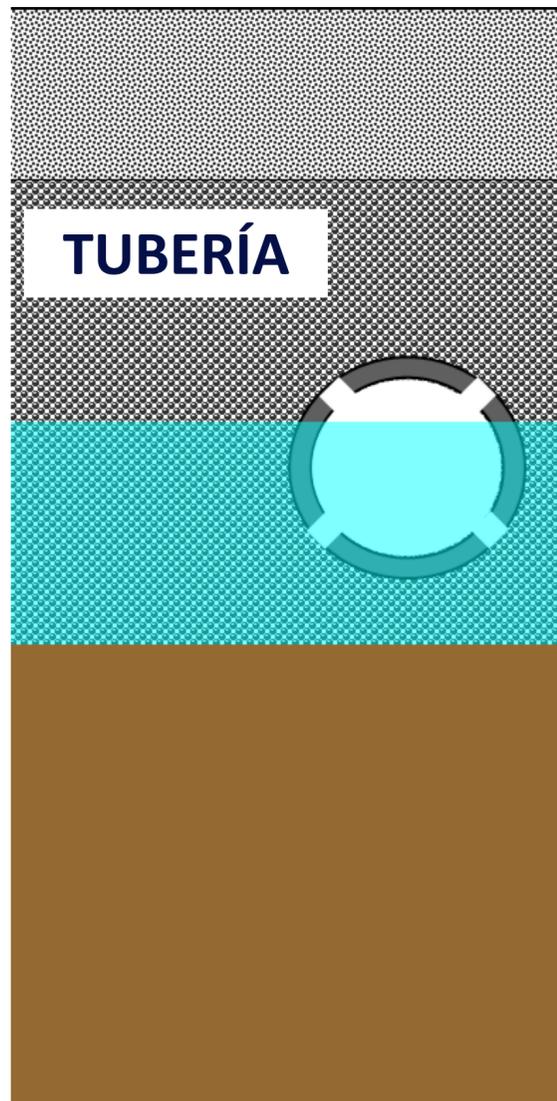
Geotextil



“Tabaco”



# Superficies drenantes



# Recomendaciones de mantenimiento

Limpieza profunda con equipo hidrolavado y aspirado especial para concreto permeable.

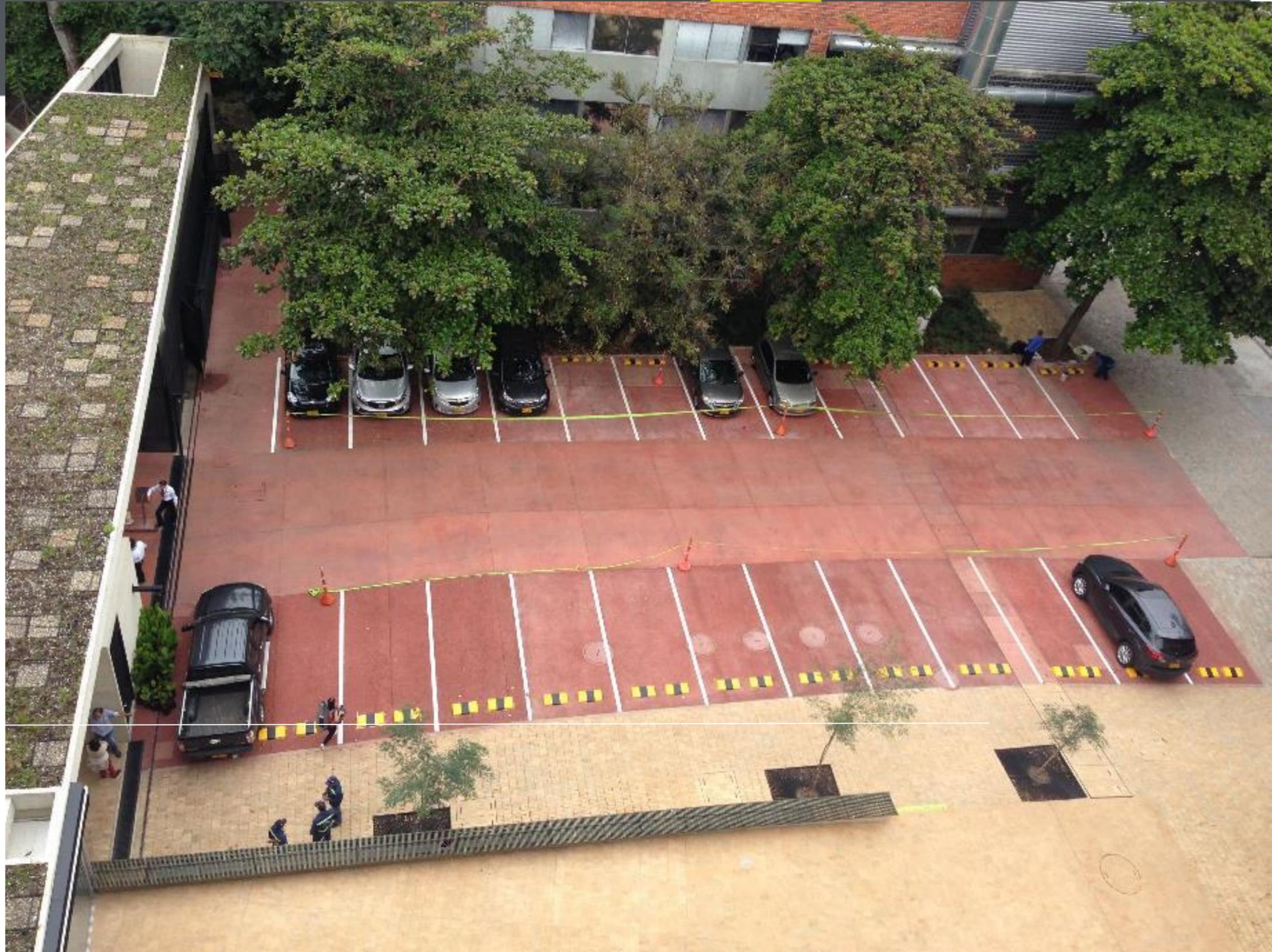
- **Mantenimiento de rutina (mensualmente)**
  - Inspección visual.
  - Soplado de hojas, barrido y aspirado en seco.
  - Inspecciones después de lluvias.
- **Limpieza profunda y desatasco de residuos**
  - Perdida el 25% de la capacidad de infiltración.
  - Lavado a presión y aspirado simultáneo.
  - Usar productos que no contaminen ni deterioren el concreto.

Para más información consultar la Guía Práctica Constructiva.



# Estudios de Casos y Aplicaciones

- Parquederos en Concreto Permeable color terracota, CApl



# Estudio de casos



## ■ Descripción de los casos:

### ■ Estrategia de gestión del agua lluvia:

Solución convencional	Concreto permeable
Infiltración / Descarga a red	Infiltración

### ■ Tipos de proyecto-Parqueaderos:

- Vivienda: 5.400 m<sup>2</sup>.
- Grandes superficies: 33.000 m<sup>2</sup> (almacén, universidad, centro comercial, etc).

### ■ Tipos de suelo:

- Limo: permeabilidad baja.
- Arena: permeabilidad alta.

# Estudio de casos



- **No se consideró un sistema de recolección del agua lluvia para su posterior aprovechamiento.**
- **Análisis de la solución con Concreto Permeable:**
  - Sistema completo de Concreto Permeable.
  - Preliminares, excavaciones y todo lo necesario para su construcción.
  - Solo se incluye el costo del tanque de infiltración para los casos donde el tipo de suelo considerado es Limo, los casos donde el tipo de suelo es Arena no requieren el uso de un tanque de infiltración.
- **Análisis de la solución convencional:**
  - Estructura completa de pavimento (carpeta, base, sub-base).
  - Preliminares, excavaciones y todo lo necesario para su construcción.
  - Redes estimadas para el alcantarillado de aguas lluvias.
  - Para los escenarios en los cuales no se incluye el tanque de infiltración, se determinó una red externa para la conexión al alcantarillado de aguas lluvias.

# Estudio de casos



## Tipo de Suelo: Limo

	SISTEMA CONVENCIONAL		CONCRETO PERMEABLE		SISTEMA CONVENCIONAL		CONCRETO PERMEABLE	
Estrategia de Gestión	Descarga a red de alcantarillado		Infiltración al terreno natural		Infiltración al terreno natural		Infiltración al terreno natural	
Sistema	 Al A.II				 T.I.		 T.I.	
Área (m <sup>2</sup> )	5.400	33.000	5.400	33.000	5.400	33.000	5.400	33.000
Precio (COP/m <sup>2</sup> )	\$ 119.279	\$ 118.836	\$ 127.017	\$ 124.935	\$239.036	\$ 241.022	\$150.331	\$146.547
Diferencia	Ref.	Ref.	6,5%	5,1%	Ref.	Ref.	- 37,1%	- 39,2%

Al A.II= Alcantarillado aguas lluvias.  
T.I.= Tanque de infiltración.

# Estudio de casos



## Tipo de Suelo: Arena

Estrategia de Gestión	SISTEMA CONVENCIONAL				CONCRETO PERMEABLE			
	Descarga a red de alcantarillado		Infiltración al terreno natural		Infiltración al terreno natural (en ningún caso requiere T.I.)			
Sistema	 AI A.II		 T.I.					
Área (m <sup>2</sup> )	5.400	33.000	5.400	33.000	5.400	33.000		
Precio (COP/m <sup>2</sup> )	\$ 120.418	\$ 119.322	\$ 155.945	\$ 157.483	\$110.288	\$ 108.284		
Diferencia	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	- 8,4%	- 29,3%	- 9,3%	- 31,2%

AI A.II= Alcantarillado aguas lluvias.  
 T.I.= Tanque de infiltración.

# Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín



## Ficha técnica.

**Nombre:** Parqueadero Universidad Nacional Sede Medellín

**Ubicación:** Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.

**Uso:** Parqueadero de Motos.

**Área:** 3000 m<sup>2</sup>

**Concreto:** Concreto permeable color gris.



# Encicla – Medellín



## Ficha técnica.

**Nombre:** Estaciones ENCICLA - CicloRutas

**Ubicación:** estación sede TeleMedellin

**Uso:** Parqueadero estación Bicicletas

**Área:** 500 m<sup>2</sup>

**Concreto:** Concreto permeable color gris.

# Quebrada La Picacha - Medellín



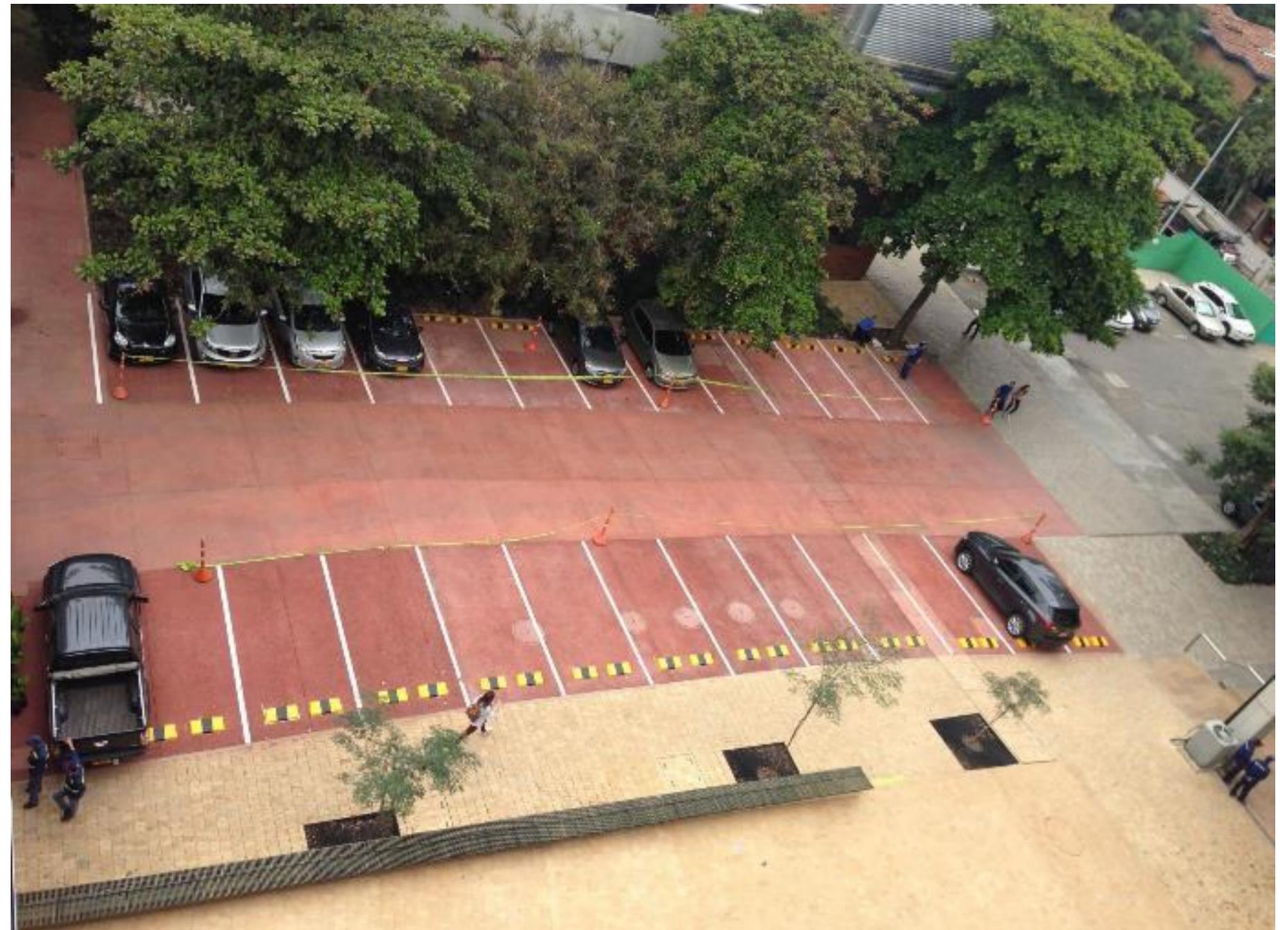
## Ficha técnica.

**Nombre:** Andenes la picacha.  
**Ubicación:** Recorrido quebrada la Pichaca  
barrio Belén.  
**Uso:** Andenes peatonales  
**Área:** 1750 m<sup>2</sup>  
**Concreto:** Concreto permeable color Doeskin.

# Centro Argos Para la Innovación (CAPI)



- ❑ 300 m2 de concreto permeable terracota
- ❑ Rata de infiltración 400 a 600 mm/min



**Gestiona 100% del agua lluvia que tributa al parqueadero (infiltración)**

# C.C Parque la Colina Bogotá



**Filtración de agua lluvia para  
recirculación en fuentes de agua**

**22 m3 de concreto permeable color Ginger**



# Experiencia en Obras



## Villavicencio Cicloruta del Parque C-7

Longitud 90 m  
Permeable gris: 22 m<sup>3</sup>



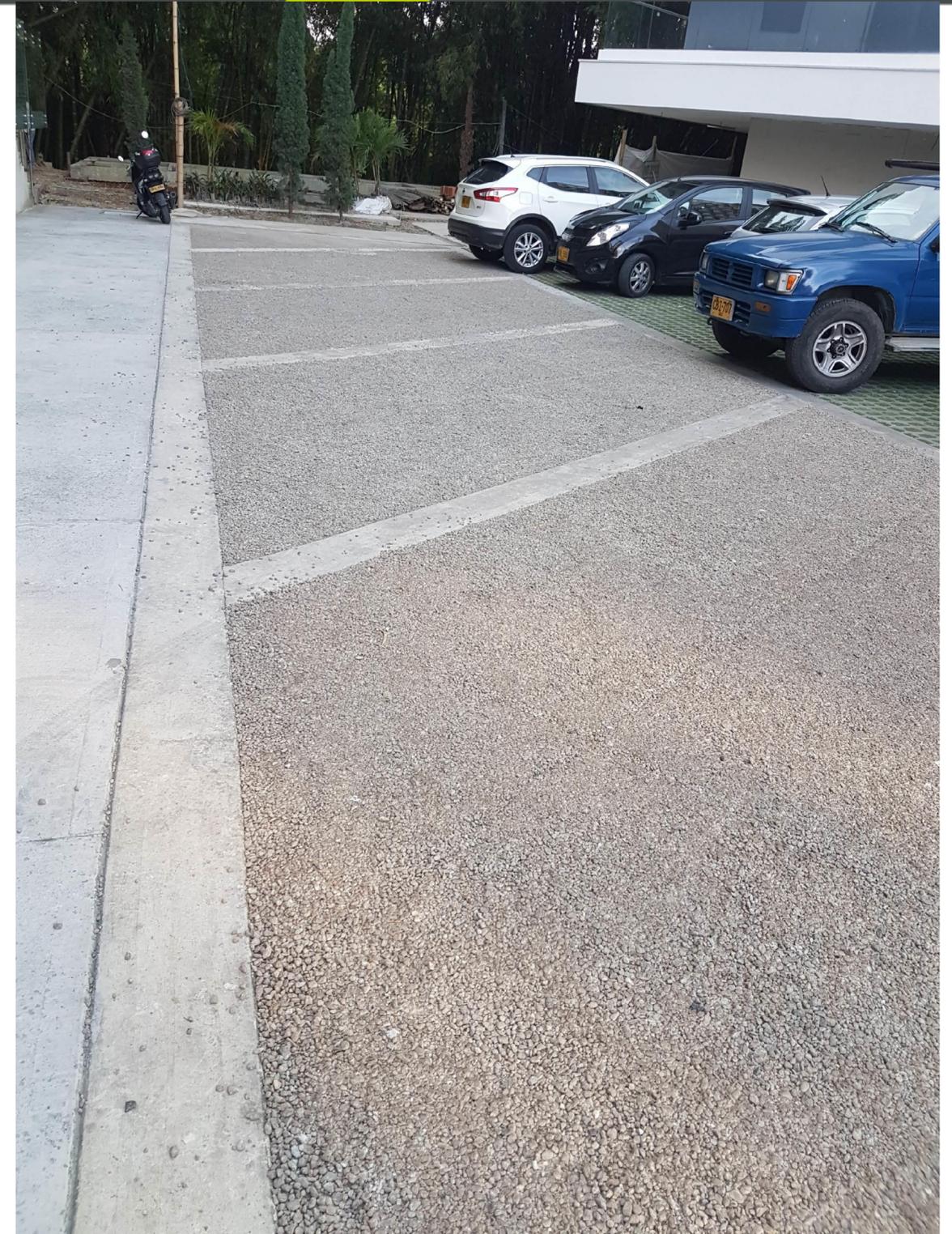
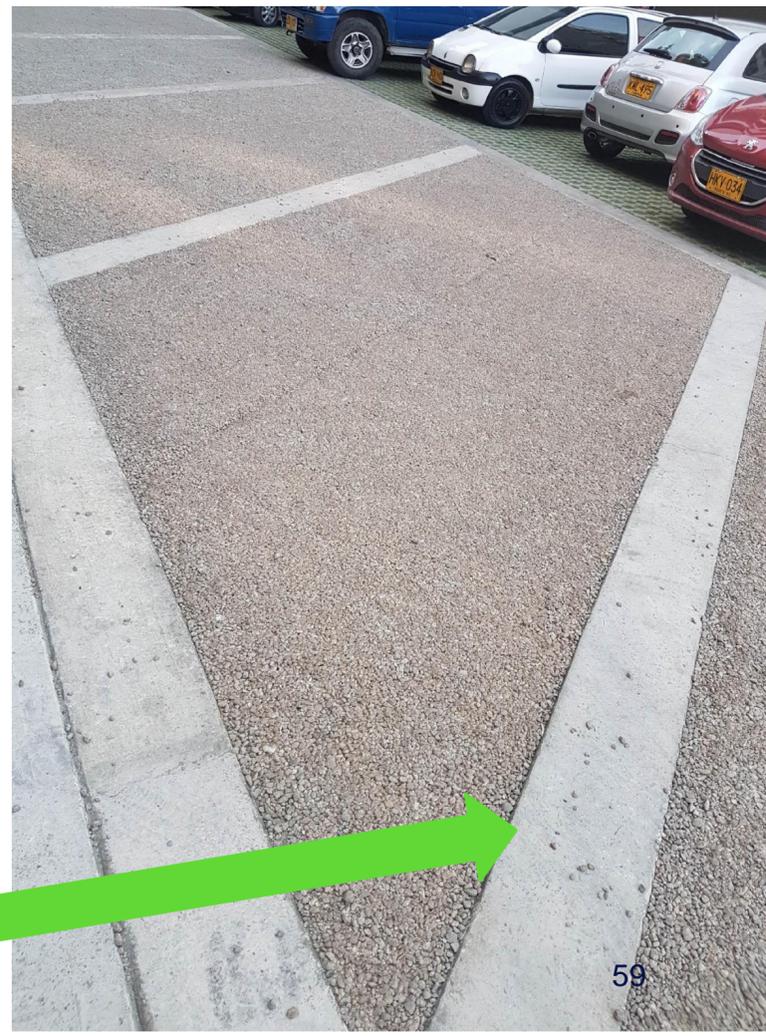
# Experiencia en Obras



Bogotá D.C. - EAAB  
Humedal Juan amarillo – en construcción  
Senderos peatonales y biciparqueaderos  
Permeable ginger y doeskin : 3.200 m<sup>3</sup>



# Panoramika (Armenia)



# El Castillo (Jamundí)



# Planta Arroyohondo(Yumbo)



# Aplicaciones-Palmas del Río (Barranquilla)



## Diseño con elementos SUDS:

- No uso de redes pluviales externas al parque
- Usos mínimos de riego para zonas de jardines

- Infiltración y retención de 323.000 litros de agua lluvia
- Almacenamiento de 80.000 litros de agua lluvia para riego



# Palmas del Río (Barranquilla)



# Palmas del Río (Barranquilla)



# Construferia del Caribe (Barranquilla)



# Guía de aplicación



<https://www.youtube.com/watch?v=j745e2XxZeA&t=4s>

# Concreto Permeable Argos



## Material de Apoyo:

- **Ficha Técnica**  
(<https://www.argos.co/colombia/productos/producto/subproducto?id=734>)
- **Video Emocional**  
(<https://concretosespecializados.argos.co/permeable.html>)
- **Instructivo de Colocación**  
(<http://blog.360gradosenconcreto.com/concreto-permeable-instructivo-de-colocacion/>)
- **Guía Práctica Constructiva**  
(<http://s3.amazonaws.com/argossitebucket/plataforma360/documents/GuiaPracticaConstructivaConcretoPermeable.pdf>)

Ficha Técnica. Versión 4. Enero 2017.

## CONCRETO PERMEABLE

LA SOLUCIÓN QUE PERMITE  
EL PASO DEL AGUA PARA  
UTILIZARLA DE  
MANERA SOSTENIBLE.



Argos. Luz Verde.



Construye más sostenible.  
[www.solucionesverdes.com](http://www.solucionesverdes.com)



**SOLUCIONES VERDES.** Innovación Consciente.

Empresa de cemento del  **GRUPO ARGOS**